

# مقررات و معیارهای طراحی و اجرایی جزئیات تیپ ساختمانی

جلد اول:

اقلیم و ویژگیهای ساختمانی

روشهای ساخت و تکنولوژی ساختمان

مصالح ساختمانی و ضوابط کاربرد آن

جمهوری اسلامی ایران  
سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور

# مقررات و معیارهای طراحی و اجرایی جزئیات تپ ساختمانی جلد اول:

اقلیم و ویژگیهای ساختمانی  
روشهای ساخت و تکنولوژی ساختمان  
مصالح ساختمانی و ضوابط کاربرد آن

نشریه شماره ۱-۱۶۷

معاونت امور فنی  
دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله

چاپ دوم

۱۳۸۵

انتشارات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور ۸۵/۰۰/۷۱

## فهرست برگه

سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور. دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله  
مقررات و معیارهای طراحی و اجرایی جزئیات تیپ ساختمانی / معاونت امور فنی، دفتر امور  
فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله. - تهران: سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور،  
معاونت امور اداری، مالی و منابع انسانی، مرکز مدارک علمی، موزه و انتشارات، ۱۳۸۵، ۱۳۷۷.  
ج. ۳ در ۶ مجلد: مصور + یک دیسک فشرده. - (سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور. دفتر امور فنی،  
تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله؛ نشریه شماره ۱۶۷) (انتشارات سازمان مدیریت و  
برنامه ریزی کشور؛ ۸۵/۰۰/۷۱-۸۵/۰۰/۷۳، ۸۵/۰۰/۱۱۲، ۸۵/۰۰/۱۱۴-۸۵/۰۰/۱۱۵)

ISBN 964-425-802-9 (set)

چاپ دوم جلد ۱ و ۲

ویرایش دوم جلد ۳

عنوان جلد ۳ ویرایش ۲ با تغییرات مختصر

چاپ اول توسط سازمان برنامه و بودجه. دفتر امور فنی و تدوین معیارها تهیه شده است.

ناشر چاپ اول: سازمان برنامه و بودجه، مرکز مدارک اقتصادی، اجتماعی و انتشارات.

کتابنامه

مندرجات: ج. ۱. اقلیم و ویژگیهای ساختمانی، روشهای ساخت و تکنولوژی ساختمان، مصالح ساختمانی و  
ضوابط کاربرد آن. - ج. ۲. ویژگیهای ساختاری ابنیه، ویژگیهای عملکردی ابنیه. - ج. ۳. نقشههای جزئیات تیپ  
راهنمای نصب و استفاده از نرم افزار. - ب. ۱. نقشههای جزئیات تیپ برای ساختمانهای مسکونی با سازه بنایی  
(ماسونری). - ب. ۲. نقشههای جزئیات تیپ برای ساختمانهای مسکونی و اداری با سازه فولادی یا بتنی. -  
ب. ۳. نقشههای جزئیات تیپ برای ساختمانهای صنعتی با سازه فولادی

۱. ساختمان سازی - استانداردها. ۲. ساختمان سازی - نقشههای تفصیلی. ۳. معماری - اوضاع اقلیمی.  
۴. مصالح ساختمانی - مشخصات. ۵. ساختمان سازی - برنامههای کامپیوتری. الف. سازمان مدیریت و  
برنامه ریزی کشور. مرکز مدارک علمی، موزه و انتشارات. ب. عنوان. ج. فروست.

۱۳۸۵ ش. ۱۶۷ / س ۲ / TA ۳۶۸

ISBN 964-425-800-2 (vol. 1)

شابک ۸۰۰-۲-۴۲۵-۹۶۴

مقررات و معیارهای طراحی و اجرایی جزئیات تیپ ساختمانی، جلد اول: اقلیم و ویژگیهای

ساختمانی، روشهای ساخت و تکنولوژی ساختمان، مصالح ساختمانی و ضوابط کاربرد آن

تهیه کننده: معاونت امور فنی، دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله

ناشر: سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، معاونت امور اداری، مالی و منابع انسانی، مرکز مدارک

علمی، موزه و انتشارات

چاپ دوم، ۱۰۰۰ نسخه

قیمت: ۶۰۰۰۰ ریال

تاریخ انتشار: سال ۱۳۸۵

لیتوگرافی: صبا

چاپ و صحافی: الجواد

همه حقوق برای ناشر محفوظ است.

بسمه تعالی

شماره: ۱۰۲/۶۸۴۰-۵۴/۶۳۲۵ تاریخ: ۲۶/۱۱/۱۵	به: تمامی دستگاههای اجرایی و مهندسان مشاور
موضوع: مقررات و معیارهای طراحی و اجرایی جزئیات تیپ ساختمانی	
<p>به استناد ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه کشور و آئین نامه استانداردهای اجرایی طرحهای عمرانی این دستورالعمل از نوع <b>دوم</b> مذکور در ماده هفت آئین نامه در <b>یک</b> صفحه صادر میگردد.</p> <p>تاریخ مندرج در ماده ۸ آئین نامه در مورد این دستورالعمل <b>۱۳۷۷/۳/۱</b> میباشد.</p> <p>به پیوست نشریه شماره ۱۶۷ (مجموعه ای شامل سه جلد) دفتر امور فنی و تدوین معیارهای این سازمان با عنوان "مقررات و معیارهای طراحی و اجرایی جزئیات تیپ ساختمانی" ابلاغ می گردد.</p> <p>دستگاههای اجرایی و مهندسان مشاور می توانند مفاد نشریه مذکور و دستورالعمل های مندرج در آن را ضمن تطبیق با شرایط کار خود در طرحهای عمرانی مورد استفاده قرار دهند.</p>	
<p>محمدعلی نجفی معاون رئیس جمهوری و رئیس سازمان برنامه و بودجه</p>	



## آیین‌نامه استانداردهای اجرایی طرحهای عمرانی

مصوبه ۱۳۵۲/۴/۳۰ هیات وزیران

### مل سوم- انواع دستورالعمل و نحوه ابلاغ

ماده ۷- دستورالعمل‌های موضوع این آیین‌نامه به سه گروه به شرح زیر تقسیم می‌شود:

بند ۱- گروه اول دستورالعمل‌هایی که رعایت کامل مفاد آن از طرف دستگاه‌های اجرایی و مهندسان

مشاور و پیمانکاران و عوامل دیگر ضروری است (نظیر فرم ضمانت‌نامه‌ها، فرم پیمانها،

استانداردهای فنی، تجزیه واحد بها و غیره).

بند ۲- گروه دوم دستورالعمل‌هایی که بطور کلی و برای موارد عادی تهیه می‌گردد و بر حسب مورد

دستگاه‌های اجرایی و مهندسان مشاور و پیمانکاران و عوامل دیگر می‌توانند به تشخیص خود

مفاد دستورالعمل و یا ضوابط و معیارهای آنرا با توجه به کار مورد نظر و در حدود قابل قبولی

که در دستورالعمل تعیین شده تغییر داده و آنرا با شرایط خاص کار مورد نظر تطبیق دهند

(نظیر حق‌الزحمه مهندسان مشاور، شرایط عمومی پیمان و مشخصات عمرمی و غیره).

بند ۳- گروه سوم دستورالعمل‌هایی است که به عنوان راهنمایی و ارشاد دستگاه‌های اجرایی و

موسسات مشاور و پیمانکاران و سایر عوامل تهیه می‌شود و رعایت مفاد آن در صورتیکه

دستگاه‌های اجرایی و موسسات مشاور روشهای بهتری داشته باشند اجباری نیست.

ماده ۸- سازمان موظف است گروه هر دستورالعمل را بطور مشخص در متن آن قید نموده و به علاوه در

مورد دستورالعمل‌های گروه ۱ و گروه ۲ تا تاریخی که از آن تاریخ لازم است به مورد اجرا

گذاشته شود تعیین نماید. مدت زمان بین تاریخ صدور این دستورالعمل‌ها و تاریخی که به مورد

اجرا گذاشته می‌شود نباید از ۳ ماه کمتر باشد. در صورتی که دستورالعمل ناقص و یا جایگزین

تمام و یا قسمتی از دستورالعمل‌های قبلی باشد لازم است مراتب صراحتاً و با ذکر مشخصات

دستورالعمل‌های قبلی در متن دستورالعمل قید گردد.

## فهرست کلی مطالب

### جلد اول

- اقلیم و ویژگیهای ساختمانی
- فصل اول - تعیین معیارهای حوزه بندی اقلیمی
- فصل دوم - حوزه بندی اقلیمی ایران
- فصل سوم - نقش جداره های ساختمان در تأمین آسایش انسان  
روش های ساخت و تکنولوژی ساختمان
- فصل اول - روش های متداول دستی و سنتی ساختمان
- فصل دوم - بررسی تکنولوژی صنعتی و نیمه صنعتی ساختمان در ایران
- فصل سوم - جمع بندی و نتیجه گیری از انواع روشهای ساخت  
مصالح ساختمانی و ضوابط کاربرد آن
- فصل اول - ضوابط کاربرد مصالح ساختمانی پایه
- فصل دوم - ضوابط تلفیق و همنشینی مصالح ساختمانی
- فصل سوم - ضوابط آماده سازی و عمل آوردن مصالح ساختمانی در کارگاه

### جلد دوم

- ویژگیهای ساختاری ابنیه
- ضوابط عمومی ساختمان های بتنی
- فصل اول - کلیات و مصالح
- فصل دوم - تیپ بندی انواع ساختمان های بتن آرمه
- فصل سوم - ضوابط عمومی جزئیات طراحی و اجرای اتصالات سازه های بتنی
- فصل چهارم - اثر شرایط اقلیمی در ساخت و اجرای بتن
- فصل پنجم - اثر ایمنی سازه های بتن آرمه در برابر زلزله و حریق
- فصل ششم - تقویت و ترمیم سازه های بتنی
- فصل هفتم - ارزیابی فنی و اجرایی
- ضوابط عمومی ساختمان های فولادی
- فصل اول - مصالح و کلیات
- فصل دوم - تیپ بندی انواع ساختمان های فولادی
- فصل سوم - جزئیات اجرایی ساختمان های فولادی
- فصل چهارم - اثر شرایط اقلیمی بر فولاد و روش های محافظت

فصل پنجم - ایمنی سازه های فولادی در برابر زلزله حریق  
فصل ششم - ترمیم و نگهداری سازه های فولادی  
فصل هفتم - بررسی فنی و اقتصادی  
ضوابط عمومی سازه های با مصالح بنایی  
فصل اول - خواص مصالح مورد استفاده در ساختمانهای بنایی  
فصل دوم - تیب بندی انواع ساختمانهای بنایی  
فصل سوم - ضوابط کلی جزئیات طراحی و اجرای سازه های با مصالح بنایی  
فصل چهارم - ویژگی های اقلیمی برای انواع ساختمان های بنایی  
فصل پنجم - ایمنی ساختمان های با مصالح بنایی در برابر زلزله و حریق  
فصل ششم - نگهداری، بهسازی و مرمت ساختمان های بنایی  
فصل هفتم - ارزیابی فنی و اجرایی  
ویژگیهای عملکردی ابنیه  
تغییر و تحولات فنی و تکنولوژی ساختمان سازی در ایران  
فصل اول - ساختمان های صنعتی  
فصل دوم - ساختمان های اداری  
فصل سوم - ساختمان های مسکونی

## جلد سوم

۱. تشریح نیازمندیهای نصب سیستم
۲. راهنمای نصب نرم افزار
۳. راهنمای استفاده از نرم افزار
۴. راهنمای رفع مشکلات احتمالی
۵. معرفی ساختار نرم افزاری
۶. راهنمای چاپ نقشه ها

## پیشگفتار

بکارگیری درست "مصالح" و "اعمال روش‌های مهندسی" در صنعت ساختمان که با روش‌های صنعتی پیشرفته، نیمه‌صنعتی یا حتی سیستم‌های دستی و سنتی اجرا می‌شود، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. اجرای دقیق جزئیات ساختمانی و پوشیده نماندن نکات اجرایی از دید سازندگان و بهره‌گیری کامل از مشخصات فنی و مهندسی هنگام اجرا موجب بهبود کیفیت ساخت، کاهش هزینه‌های نگهداری و افزایش عمر مفید بنا خواهد شد.

همانگونه که برای طراحی حجمی و خلق معمارانه آن و نحوه استقرار بنا در محیط، طراحان حساسیت ویژه‌ای نشان می‌دهند، در طراحی و اجرای جزئیات نیز باید دقت لازم بعمل آید. در واقع پیکربندی هر بنا، تا ویژگیهای اجزای آن به هماهنگی نرسد و با محیط خود تناسب و همگونی نداشته باشد، پایا نخواهد بود. این مهم یکی از عواملی است که در معماری سنتی به گونه مطلوبی مورد نظر بوده و موفقیت آنها در توجه کامل به مسائل محیطی، چگونگی اقلیم و نوع مصالح و نحوه کاربرد آن بوده است.

در دوران حاضر که مصالح از تنوع و مشخصات گوناگونی برخوردار است و دانش ساخت به اتکای ابزارهای نوین مهندسی گسترده‌تری پیدا کرده است، باید هماهنگی بنا با محیط خارج و فضای داخل بیشتر از پیش مورد نظر باشد.

کوشش این پروژه تعقیب مسائل فوق در چگونگی طراحی و اجرای جزئیات ساختمانی با توجه به عوامل تعیین کننده، اقلیم، مصالح، تکنولوژی، ساختار و عملکرد بنا است.

پروژه تحقیقاتی کاربردی " **مقررات و معیارهای طراحی و اجرایی جزئیات تیب**

**ساختمانی** " در یک مجموعه سه جلدی با شش عنوان مستقل به شرح زیر تهیه و تدوین شده

است :

جلد اول (نشریه شماره ۱-۱۶۷) شامل ،

- اقلیم و ویژگیهای ساختمانی
- روش‌های ساخت و تکنولوژی ساختمان
- مصالح ساختمان و ضوابط کاربرد آن

جلد دوم (نشریه شماره ۲-۱۶۷) شامل،

- ویژگیهای ساختاری ابنیه

- ویژگیهای عملکردی ابنیه

جلد سوم (نشریه شماره ۳-۱۶۷) شامل،

- راهنمای نصب و استفاده از نرم افزار نقشه‌های جزئیات تیپ به پیوست

یک دیسک لیزری (CD) حاوی نقشه‌ها

دفتر امور فنی و تدوین معیارها لازم می‌داند در تدوین جلد اول، از آقایان دکتر محمود رازجویان، دکتر علی خلیلی و مهندس مرتضی کسمایی برای مطالعه پیش‌نویس " اقلیم و ویژگیهای ساختمانی " و از آقای مهندس احمد حامی و خانم مهندس ماهدخت حسین‌نیا برای مطالعه پیش‌نویس‌های " روش‌های ساخت و تکنولوژی ساختمان " و " مصالح ساختمانی و ضوابط کاربرد آن " و ارائه نظرات کارشناسی و سودمند این عزیزان قدردانی نماید.

دفتر امور فنی و تدوین معیارها با تشکر از آقایان مهندس مسعود عسکری مسئول پروژه، مهندس مجید ابتسام و مهندس مسعود بخشی کارشناسان دفتر، ضروری می‌داند از مهندسان مشاور معماری و شهرسازی شباک و از کارشناسان و دست‌اندرکاران این مهندسان به‌عنوان پدید آورندگان سند حاضر به شرح زیر قدردانی نماید :

- آقای مهندس ایرج نیامیر مدیر و کارشناس ارشد پروژه

- خانم مهندس منصوره طاهباز کارشناس مسئول اقلیم و ویژگیهای ساختمانی

- خانم مهندس شهربانو جلیلیان " " " " " "

- آقای مهندس مسعود قاسم زاده محله کارشناس مسئول " روش‌های ساخت و تکنولوژی

ساختمان " و " مصالح ساختمانی و ضوابط و کاربرد آن "

و همکاران گروه تحقیقاتی ایشان آقایان مهندس سهراب ویسه

مهندس حسین ماجدی اردکانی

مهندس سعید بختیاری

مهندس شهریار اکبری

مهندس مهرنوش خضری

مهندس محمدجعفر هدایتی

- خانم زهره افتخار مسئول تحریر و ویرایش

دفتر امور فنی و تدوین معیارها امیدوار است، مجموعه حاضر مبنای مناسبی برای استمرار این گونه مطالعات بوده و در آینده موجبات ارتقای بهره‌وری ساختمانها را فراهم ساخته باشد. در پایان انتظار می‌رود، کارشناسان و محققان محترم با ارائه نظرات و پیشنهادهای سازنده، این دفتر را در دستیابی به اهداف جامعه فنی در این زمینه یاری فرمایند.

دفتر امور فنی و تدوین معیارها

زمستان ۱۳۷۶

## اقلیم و ویژگیهای ساختمانی





## فهرست مطالب

شماره صفحه	عنوان
۱-۱	اقلیم و ویژگیهای ساختمانی
۱-۱	مقدمه
۲-۱	فصل اول : تعیین معیارهای حوزه بندی اقلیمی
۲-۱	۱-۱ معرفی حوزه بندی های انجام شده
۶-۱	۲-۱ معیارهای آسایش گرمایی انسان در ساختمان
۹-۱	۳-۱ معیارهای کاربرد مصالح در جداره ها از دیدگاه اقلیمی
۹-۱	۱-۳-۱ دما
۱۳-۱	۲-۳-۱ رطوبت
۱۴-۱	۳-۳-۱ باران
۱۴-۱	۴-۳-۱ باد
۱۷-۱	۵-۳-۱ تابش آفتاب
۱۷-۱	۶-۳-۱ آلودگی هوا
۲۱-۱	۴-۱ جمع بندی معیارها
۲۱-۱	۱-۴-۱ معیارهای انتخاب شده در رابطه با آسایش انسان
۲۱-۱	۲-۴-۱ معیارهای انتخاب شده در رابطه با کاربرد مصالح در جداره ها
۲۳-۱	پاورقی های فصل اول
۲۷-۱	فصل دوم : حوزه بندی اقلیمی ایران
۲۷-۱	۱-۲ مطالعات هواشناسی

## فهرست مطالب

شماره صفحه	عنوان
۲۷-۱	۱-۱-۲ گرد آوری آمار و اطلاعات هواشناسی
۲۷-۱	۲-۱-۲ معرفی روش کار
۲۹-۱	۳-۱-۲ پردازش آمار و ترسیم نمودارها
۳۰-۱	۲-۲ مشخصات گروههای اقلیمی ایران
۳۱-۱	۱-۲-۲ گروه اقلیمی ۱
۵۸-۱	۲-۲-۲ گروه اقلیمی ۲
۶۹-۱	۳-۲-۲ گروه اقلیمی ۳
۱۰۱-۱	۴-۲-۲ گروه اقلیمی ۴
۱۳۷-۱	۵-۲-۲ گروه اقلیمی ۵
۱۶۷-۱	۶-۲-۲ گروه اقلیمی ۶
۱۸۸-۱	۷-۲-۲ گروه اقلیمی ۷
۲۱۷-۱	۸-۲-۲ گروه اقلیمی ۸
۲۳۰-۱	۳-۲ جمع بندی گروههای اقلیمی ایران
۲۳۲-۱	پاورقیهای فصل دوم
۲۳۳-۱	<b>فصل سوم : نقش جداره های ساختمان در تأمین آسایش انسان</b>
۲۳۳-۱	۱-۳ وضعیت جداره ها در مقابل پدیده های آب و هوایی
۲۳۳-۱	۱-۱-۳ وضعیت جداره ها در مقابل حرارت
۲۳۵-۱	۲-۱-۳ وضعیت جداره ها در مقابل رطوبت
۲۳۶-۱	۳-۱-۳ وضعیت جداره ها در مقابل تابش
۲۳۷-۱	۴-۱-۳ وضعیت جداره ها در مقابل باد

## فهرست مطالب

شماره صفحه	عنوان
۲۳۷-۱	۲-۳ وضعیت جداره ها در شرایط مختلف اقلیمی
۲۳۸-۱	۱-۲-۳ شرایط مرطوب
۲۳۸-۱	۲-۲-۳ شرایط سرد
۲۳۹-۱	۳-۲-۳ شرایط گرم
۲۴۰-۱	۴-۲-۳ شرایط گرم و مرطوب
۲۴۰-۱	۵-۲-۳ شرایط تا حدودی سرد ، تا حدودی گرم
۲۴۱-۱	۳-۳ تیپ بندی جداره ها از نظر شرایط آب و هوایی ایران
۲۴۱-۱	۱-۳-۳ جداره تیپ ۱ ( مناسب گروه اقلیمی ۱ )
۲۴۳-۱	۲-۳-۳ جداره تیپ ۲ ( مناسب گروه اقلیمی ۲ و ۳ )
۲۴۵-۱	۳-۳-۳ جداره تیپ ۳ ( مناسب گروه اقلیمی ۶ و ۷ )
۲۴۷-۱	۴-۳-۳ جداره تیپ ۴ ( مناسب گروه اقلیمی ۸ )
۲۴۹-۱	۵-۳-۳ جداره تیپ ۵ ( مناسب گروه اقلیمی ۴ و ۵ )
۲۵۱-۱	۴-۳ جمع بندی و نتیجه گیری
۲۵۶-۱	پاورقیهای فصل سوم

فهرست منابع

## فهرست نمودار

۳-۱	معیار آسایش زیست اقلیمی الکی	نمودار ۱-۱
۴-۱	معیار آسایش دمای مؤثر	نمودار ۲-۱
۷-۱	معیار آسایش زیست اقلیمی ساختمانی گیوانی	نمودار ۳-۱
۱۲-۱	محدوده پوسیدگی چوب در اثر رطوبت و دما	نمودار ۴-۱
۱۶-۱	مرز میعان و شرجی روی نمودار سایکرومتریک	نمودار ۵-۱
۱۹-۱	تأثیر کج باران روی نمای ساختمان	نمودار ۶-۱
۲۰-۱	نقشه جغرافیایی ایران از لحاظ مناطق تابش خورشیدی	نمودار ۷-۱
۲۸-۱	نمونه سایکرومتریک شهرها	نمودار ۱-۲
۳۵-۱	نمودار های زیست اقلیمی ساختمانی گروه اقلیمی ۱	
۶۲-۱	نمودار های زیست اقلیمی ساختمانی گروه اقلیمی ۲	
۷۳-۱	نمودار های زیست اقلیمی ساختمانی گروه اقلیمی ۳	
۱۰۵-۱	نمودار های زیست اقلیمی ساختمانی گروه اقلیمی ۴	
۱۴۱-۱	نمودار های زیست اقلیمی ساختمانی گروه اقلیمی ۵	
۱۷۱-۱	نمودار های زیست اقلیمی ساختمانی گروه اقلیمی ۶	
۱۹۲-۱	نمودار های زیست اقلیمی ساختمانی گروه اقلیمی ۷	
۲۲۱-۱	نمودار های زیست اقلیمی ساختمانی گروه اقلیمی ۸	

## مقدمه

تنوع و سختی شرایط اقلیمی ایران، ساختمان سازی را همواره با مشکلاتی مواجه ساخته است. شدت و تنوع عوامل آب و هوایی از یک طرف برای انسان نامطلوب بوده و از طرف دیگر نقش مهمی در فرسایش مصالح ساختمانی دارد. بنابراین ساختمان باید به نوعی طراحی و از مصالحی ساخته شود که در دسترس و قابل اجراء بوده و از دوام کافی برخوردار باشد ضمن این که شرایط دشوار اقلیمی را تا حد امکان تعدیل کند.

دستیابی به اصول و مقررات انتخاب و کاربرد مصالح، طرح و اجرای جزئیات ساختمان و روش نگهداری بنا، به گونه ای که آسایش انسان در داخل ساختمان فراهم شود، گام مؤثری به سوی ساختمان سازی منطقی و همساز با اقلیم در سطح کشور خواهد بود. گزارش حاضر تلاشی در این زمینه است.

برای رسیدن به این هدف باید ابتدا حوزه های اقلیمی ایران تعیین شده، سپس ضوابط کاربرد مصالح در هر حوزه مشخص شود.

فصل اول این گزارش به تعیین معیارهایی برای حوزه بندی مورد نظر اختصاص دارد. در فصل دوم با استفاده از آمار ایستگاههای هواشناسی و معیارهای به دست آمده در فصل اول، حوزه بندی انجام می شود. سپس مشخصات آب و هوایی هر اقلیم از نظر آسایش انسان و کاربرد مصالح معرفی می شود.

در فصل سوم انواع جداره های ساختمانی مناسب شرایط اقلیمی ایران ارائه می شود.



## فصل اول

### تعیین معیارهای حوزه بندی اقلیمی

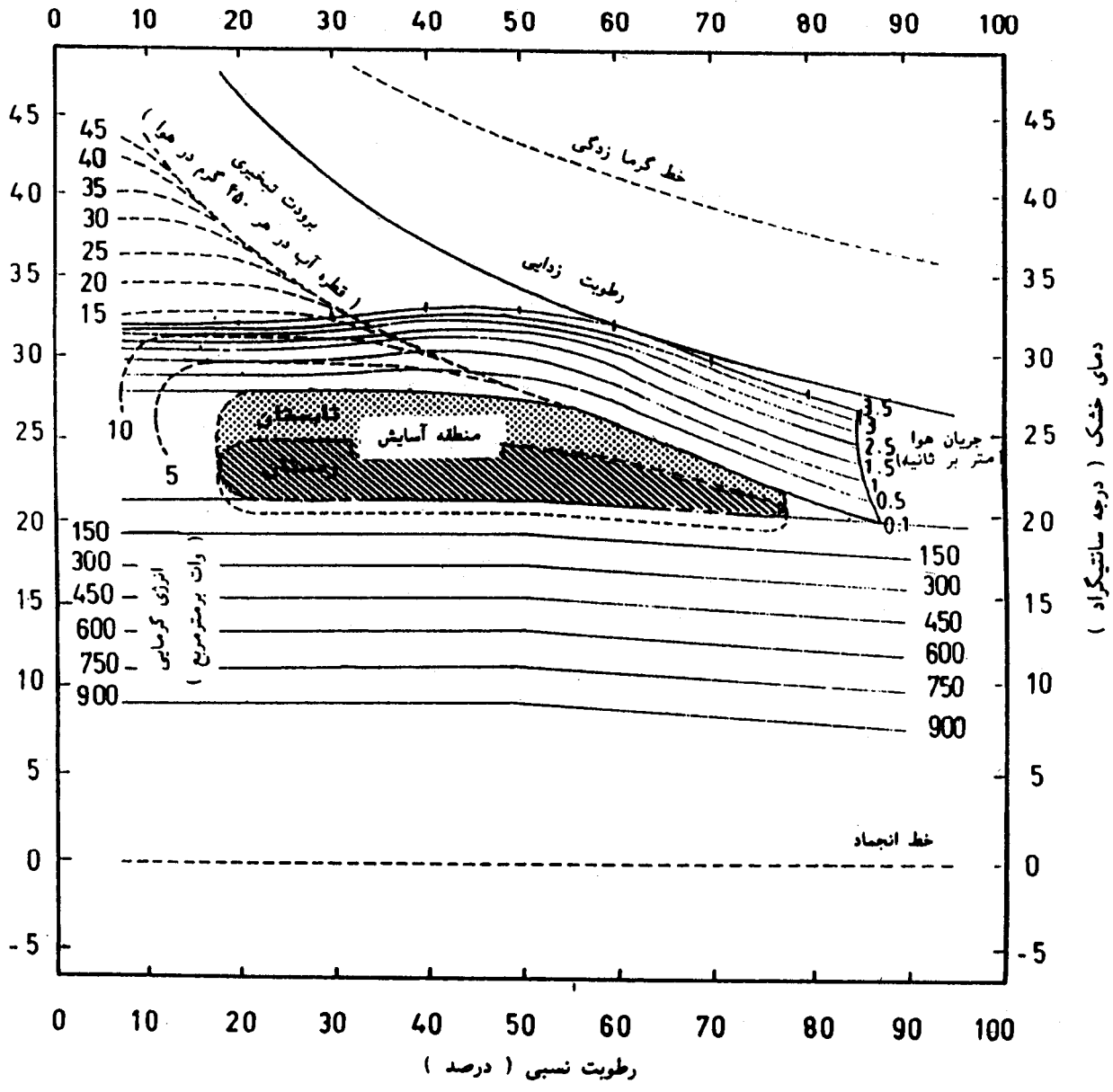
برای شناسایی و دسته بندی اقلیم های مختلف ایران، نخستین گام تعیین معیارهای دسته بندی است که باید براساس آسایش انسان و ضوابط کاربرد مصالح صورت گیرد. اما قبل از آن آشنایی با مطالعات انجام شده در این زمینه ضروری است.

#### ۱ - ۱ معرفی حوزه بندیهای انجام شده

تقسیم بندیهای اقلیمی انجام شده در ایران تا چند سال پیش، بیشتر در ارتباط با مسائل هواشناسی، کشاورزی و آبخیزداری بود و فقط از این میان پژوهش انجام شده توسط "دکتر جمشید ریاضی" که در سال ۱۳۵۶ انجام شده است دیدگاه ساختمانی داشته و آسایش انسان را مد نظر قرار داده است. در این گروه بندی با استفاده از "معیار آسایش زیست اقلیمی" (Bioclimatic Chart) که توسط "الگی" (Olgay) ابداع شده (نمودار ۱-۱)، ایران براساس شرایط تابستانی به ۵ و براساس شرایط زمستانی به ۶ گروه تقسیم شده است. این مطالعه فقط با استفاده از آمار هواشناسی ۴۳ ایستگاه سینوتیک کشور صورت گرفته و حالتی کلی دارد (۱).

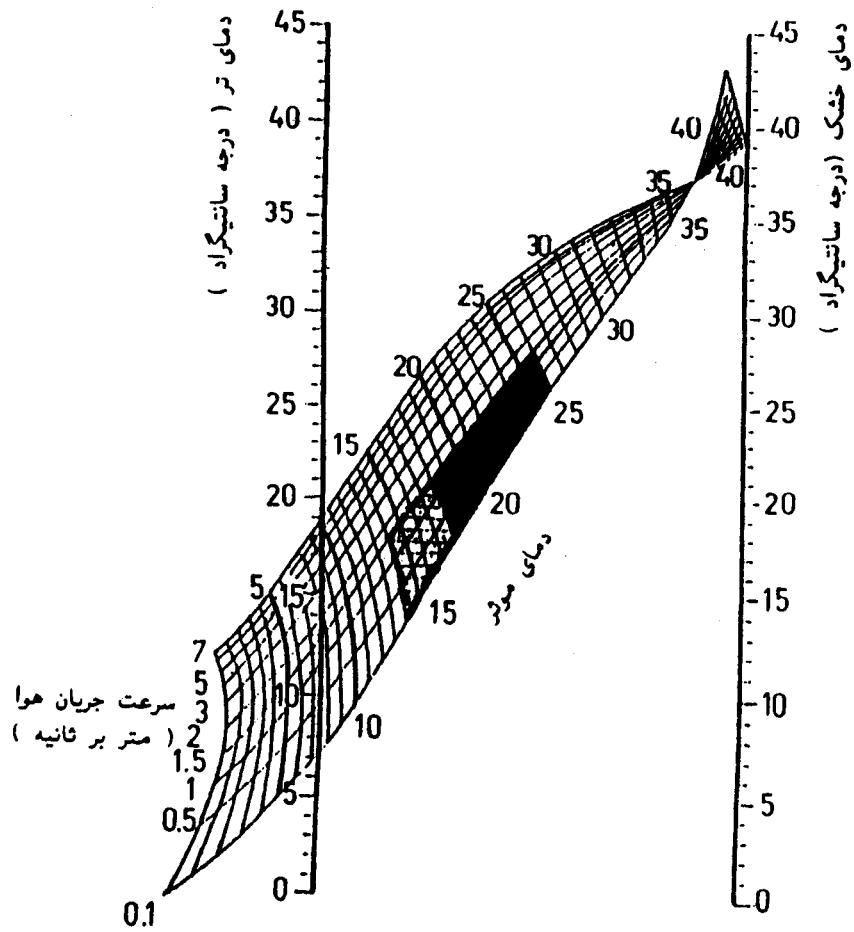
تقسیم بندی دیگری در سالهای اخیر توسط نگارندگان انجام شده است. این تقسیم بندی با استفاده از "معیار آسایش دمای مؤثر" که به وسیله "انجمن مهندسين تأسیسات امریکا" (Ashrae) ابداع شده، صورت گرفته است (نمودار ۱-۲). این گروه بندی ایران را به منظور تعیین معیارهای طراحی ساختمان با توجه به آسایش حرارتی انسان، به شش منطقه تقسیم نموده است. در این تحقیق دستورالعمل هایی جهت طراحی بهینه و انتخاب مصالح مناسب هر گروه ارائه شده است (۴).



جدید ترین گروه بندی تحت عنوان پهنه بندی اقلیمی ایران، شامل سه دسته بندی مختلف است که توسط "مهندس مرتضی کسمایی" انجام شده است (۵).



نمودار ۱-۱- معیار آسایش زیست اقلیمی الکی (۲)





منطقه آسایش تابستان   
 منطقه آسایش زمستان 

نمودار ۱-۲- معیار آسایش دمای موثر (۳)

تقسیم بندی اول به منظور تأمین آسایش انسان در فضاهای آزاد و براساس "معیار آسایش زیست اقلیمی"، صورت گرفته است. این گروه بندی ایران را به ۱۹ منطقه تقسیم نموده و شرایط اقلیمی هر یک را مشخص ساخته است.

تقسیم بندی دوم به منظور طراحی فضاهای مسکونی و با استفاده از "معیار ماهانی" (Mahony) جدول ۱-۱ انجام شده است. این گروه بندی ایران را به ۲۳ منطقه تقسیم و رژیم آب و هوایی هر منطقه را مشخص نموده، سپس پیشنهاداتی برای طراحی مناسب با آن شرایط ارائه داده است. به دلیل وسیع بودن طیف محدوده های مشخص شده در جداول ماهانی، نتایج حاصل را باید همواره به عنوان یک پیشنهاد کلی و اولیه تلقی نمود.

بالاخره تقسیم بندی سوم که در واقع کامل ترین تقسیم بندی انجام شده است نیازهای حرارتی فضاهای داخلی ساختمان را مورد بررسی قرار می دهد. در این گروه بندی از "معیار زیست اقلیمی ساختمانی" نمودار ۱-۳ که توسط "گیوانی" (Givoni) ابداع شده، استفاده گردیده است. با بهره گیری از این معیار، ایران به ۸ گروه که ۳۶ زیر گروه را دربرمی گیرد تقسیم و اهداف طراحی هر گروه مشخص شده است.

چنانچه ملاحظه می شود، تقسیم بندیهای انجام شده براساس آسایش انسان بوده و کاربرد مصالح و جزئیات ساختمانی مد نظر نبوده است.

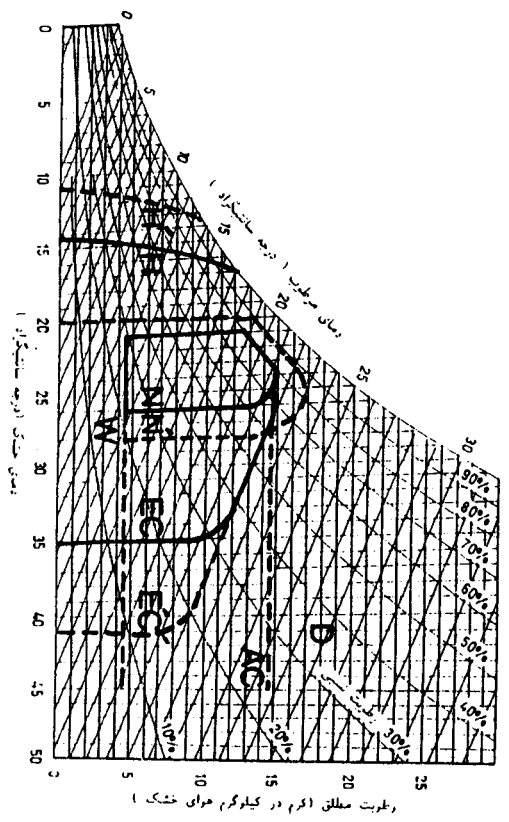
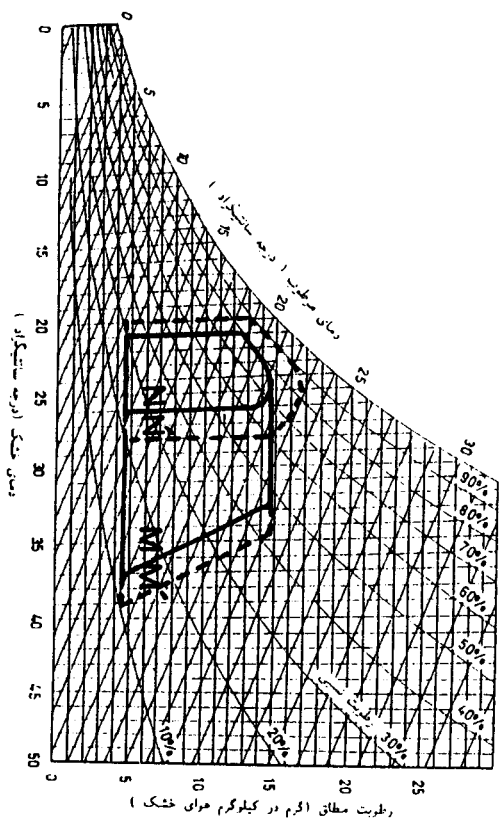
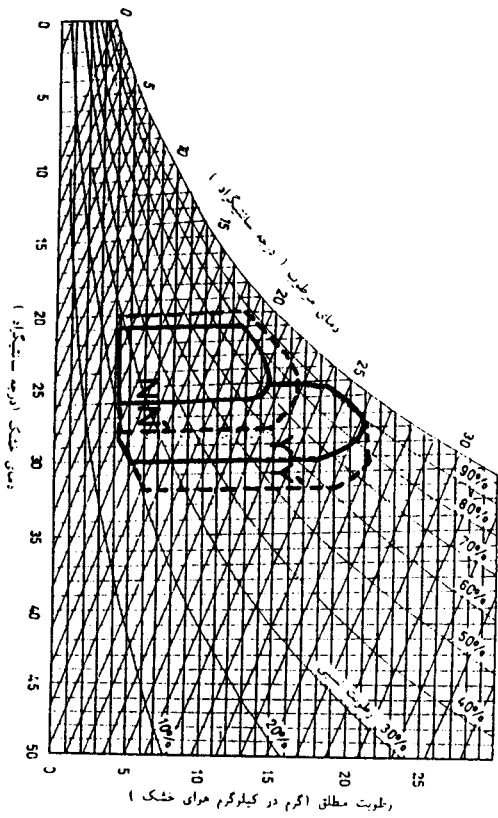
## ۱ - ۲ معیارهای آسایش گرمایی انسان در ساختمان

از آنجا که بررسی وضعیت آسایش انسان در این مطالعه، محدود به شرایط داخل ساختمان و در رابطه با کاربرد مصالح مختلف و جزئیات ساختمانی مناسب می‌باشد، ناگزیر باید از معیاری استفاده شود که تاثیر جداره‌های ساختمان شامل سقف و کف و دیوارها را، بر شرایط آسایش داخل بنا در نظر گرفته باشد. از میان معیارهای آسایش متعددی نظیر "دمای مؤثر"، "زیست اقلیمی"، "ماهانی" ... که در اختیار است، معیار "گیوانی" دارای شرایط فوق است.

در این معیار، آسایش انسان در داخل ساختمان با در نظر گرفتن تأثیر جداره‌ها بر شرایط داخلی بنا و چگونگی دخالت عواملی چون برودت تبخیری آب، جریان هوا و تابش خورشید، مورد بررسی قرار گرفته و مرز شرایطی که بعد از آن استفاده از وسایل گرما ساز و سرماساز ضرورت دارد، تعیین شده است.

بر طبق این معیار، محدوده آسایش برای فرد ملبس به پوشاک درون خانه و سرگرم فعالیت سبک یا استراحت حد فاصل دمای ۲۱ و ۲۵ درجه و رطوبت نسبی ۲۰ و ۸۰ درصد است (در صورتی که فشار بخار آب نباید از ۵ میلیمتر جیوه کمتر و از ۱۷ میلیمتر جیوه بیشتر باشد). محدوده فوق را می‌توان تا حدود دمای ۲۰ و ۲۶ درجه و رطوبت نسبی ۹۰ درجه توسعه داد. پائین‌تر از دمای ۲۰ درجه در صورت وجود تابش مستقیم خورشید و یا استفاده از مصالح مناسب، آسایش تأمین می‌شود. اما به هر صورت پائین‌تر از دمای ۱۰ تا ۱۲ درجه، آسایش بدون بهره‌گیری از وسایل گرماساز میسر نیست. بالاتر از دمای ۲۶ درجه و رطوبت نسبی بیش از ۲۰ درصد، در صورت بهره‌گیری از جریان باد، تا حدود ۳۲ درجه نیز می‌تواند راحت باشد. چنانچه جدار خارجی ساختمان مناسب باشد برحسب میزان رطوبت هوا، تا حدود دمای ۳۲ الی ۳۹ درجه بدون استفاده از وسایل خنک کننده قابل تحمل است. در مناطق خشک، در صورت استفاده از برودت تبخیری حاصل از سطوح آب و گیاه، این محدوده تا دمای ۴۰ و ۴۱ درجه نیز توسعه می‌یابد.

لازم به ذکر است کلیه ارقام فوق، میزان دما و رطوبت موجود در فضای آزاد را نشان می‌دهد در حالیکه جداره‌های مناسب ساختمان می‌تواند مانع ورود بخشی از این گرما یا سرما به داخل شود. گیوانی این اصل را مبنای تهیه معیار خویش قرار داده است. به همین دلیل دماهای خارج از منطقه آسایش یعنی حد فاصل ۱۲ تا ۲۰ و ۲۶ تا ۴۱ درجه سانتیگراد، براساس این معیار



- توضیحات :
- N - منطقه آسایش تابستانی در سایه
  - M - تامین آسایش به کمک جداره ساختمانی مناسب
  - V - تامین آسایش به کمک توده مطبخ
  - BC - تامین آسایش به کمک پروت تپه‌ری آب
  - AC - تامین آسایش به کمک توده مطبخ
  - H - تامین آسایش به کمک جداره ساختمانی مناسب
  - D - ضرورت رطوبت زدایی
  - W - ضرورت افزایش رطوبت

نمودار ۱-۳- معیار آسایش زیست اقلیمی ساختمانی گیوانی<sup>۷</sup>

قابل تحمل عنوان شده اند حال آنکه در فضای آزاد "دمای بیش از ۳۸ درجه موجب وارد آمدن فشارهای قابل ملاحظه فیزیکی در بدن انسان می‌گردد(۸)".

محدوده فشار بخار آب ۵ تا ۱۷ میلیمتر جیوه یا رطوبت ۴/۵ تا ۱۴/۵ گرم آب در کیلوگرم هوای خشک، حد رطوبت قابل تحمل برای انسان است. به عبارت دیگر ۵ میلیمتر جیوه فشار بخار آب و یا ۴/۵ گرم آب در کیلوگرم هوای خشک مرزی است که در صورت کاهش رطوبت هوا از این مقدار، خشکی بیش از حد موجب سلب آسایش انسان می‌شود و ۱۷ میلیمتر جیوه یا ۱۴/۵ گرم آب در کیلوگرم هوای خشک مرزی است که در صورت تجاوز رطوبت هوا از این مقدار، عرق در روی پوست بدن جمع و چسبناکی و عدم امکان تعرق پوست موجب ناراحتی انسان می‌شود.

#### معیار آسایش ماهانی(۶)

جدول ۱-۱

معدل رطوبت نسبی ماهانه (درصد)	معدل دمای سالانه (درجه سانتیگراد)						دمای آسایش (درجه سانتیگراد)	گروه اقلیمی
	بیشتر از ۲۰ درجه		۱۵ تا ۲۰ درجه		کمتر از ۱۵ درجه			
	روز	شب	روز	شب	روز	شب		
۰-۳۰	۳۴	۲۵	۳۲	۲۳	۳۰	۲۱	حداکثر	۱
	۲۶	۱۷	۲۳	۱۴	۲۱	۱۲	حداقل	
۳۰-۵۰	۳۱	۲۴	۳۰	۲۲	۲۷	۲۰	حداکثر	۲
	۲۵	۱۷	۲۲	۱۴	۲۰	۱۲	حداقل	
۵۰-۷۰	۲۹	۲۳	۲۸	۲۱	۲۶	۱۹	حداکثر	۳
	۲۳	۱۷	۲۱	۱۴	۱۹	۱۲	حداقل	
۷۰-۱۰۰	۲۷	۲۱	۲۵	۲۰	۲۴	۱۸	حداکثر	۴
	۲۲	۱۷	۲۰	۱۴	۱۸	۱۲	حداقل	

### ۱ - ۳ معیارهای کاربرد مصالح در جداره ها از دیدگاه اقلیمی

مصالح ساختمانی به هنگام تولید، در زمان اجراء و در طول عمر خویش حساسیتهای مختلفی رانسبت به شرایط محیطی از خود نشان می دهند زیرا مصالح به تدریج تحت اثر تغییرات شیمیایی، فیزیکی و مکانیکی قرار می گیرند که این امر موجب کاهش توانایی آنها در اجرای وظایف محوله می شود. حساسیتهای فوق برحسب جنس مصالح و محل استقرارشان در جداره های ساختمان متفاوت است. پاره ای از مصالح بیشتر تحت تأثیر رطوبت هوا قرار گرفته درحالی که گروهی دیگر بیشتر متأثر از تغییرات درجه حرارت می باشد. همچنین دسته ای از مصالح تا زمانی که هنوز تازه و خیس هستند در مقابل شرایط جوی از خود عکس العمل نشان می دهند، در صورتی که دسته دیگر در بلند مدت یعنی در طول عمرخویش ممکن است دچار تغییراتی شوند. از این رو وضعیت مصالح باید از سه جنبه مورد بررسی قرار گیرد. اول در زمان اجراء، دوم از نظر طول عمر یا دوام، سوم از نظر محل و نحوه استقرار در جداره ساختمان.

در مطالعه ای که بدین منظور انجام شد، حساسیت مصالح و عکس العمل جداره ساختمان نسبت به پدیده های جوی نظیر دما، رطوبت، بارندگی، باد، تابش مورد توجه قرار گرفت. نتیجه این بررسی به شرح زیر است.

### ۱ - ۳ - ۱ دما

دمای صفر درجه سانتیگراد :

در این دما یخبندان رخ می دهد که موجب ایجاد تغییراتی در غالب مصالح می شود. به عنوان مثال در هنگام اجرای بناهای بتنی وقوع یخبندان می تواند موجب متوقف شدن هرگونه واکنش شیمیایی آب و سیمان، کاهش مقاومت یا از هم پاشیدن توده بتن گردد (۹). این اتفاق در ملاتها نیز رخ می دهد. حجم آب در اثر یخ بستن ۱۰ درصد افزایش می یابد. به همین دلیل یک خمیر سخت شده سیمان دارای ترکیبی از آب، در فرایند یخ زدن در معرض انبساط حجمی قابل توجهی است و مطابق این انبساط تنش هایی در ساختمان داخلی آن به وجود می آید (۱۰). ملات گچ نیز اگر قبل از انبساط و سخت شدن یخ بزند، فعل و انفعالات شیمیایی برای سخت شدن در ملات متوقف می شود. پس از آنکه یخ آب شد، گچ فاسد شده و دیگر به انبساط خود ادامه نمی دهد (۱۱). پس کلاً باید این نکته را مد نظر قرار داد که دمای بعضی از مصالح بنایی مانند ملاتها و بتن، در مراحل اولیه سخت شدن نباید کمتر از صفر درجه سانتیگراد باشد (۱۲). در

سنگها انبساط حجم آب در اثر یخبندان موجب خرد شدن سنگ می‌شود (۱۳). در جداره‌ها نیز وجود شکافهایی که آب بتواند به درون آن نفوذ کند، با همین مشکل مواجه است. بنابراین دمای صفر از نظر دوام ساختمان نیز عامل تعیین کننده‌ای می‌باشد.

تغییرات درجه حرارت در محدوده نقطه انجماد در مقایسه با یخ زدن پیوسته و مداوم، موجب آسیب شدیدتری بر مصالح ساختمانی می‌شود. به همین خاطر برآورد تعداد چرخه‌های ذوب و انجماد که یک ماده در طول سال تحت تأثیر آن قرار دارد، اهمیت می‌یابد (۱۴).

جداره‌های خارجی ساختمان بیشتر از هر قسمت دیگر، تحت تأثیر پدیده ذوب و انجماد قرار دارد. مثلاً انباشته شدن برف در مجاورت دیوار و ذوب آن باعث می‌شود مقداری آب به درون دیوار نفوذ کند. کاهش دما و انجماد مجدد این آب، عامل تخریب و فرسایش قسمت‌های مرطوب شده می‌گردد. سقف ساختمان نیز در معرض چنین فرسایشی قرار دارد. لذا چنانچه اطلاعات مربوط به ارتفاع برف و دفعات ذوب و انجماد آن در دسترس باشد، می‌توان ارتفاع و جنس قرنیز را محاسبه کرده و وضعیت سقف را مشخص نمود.

#### دمای کمتر از ۵ درجه سانتیگراد :

در دماهای پائین، وزش باد با سوز سرد همراه است. بدین صورت که در دماهای کمتر از ۴/۴ درجه سانتیگراد، وزش باد به جداره‌های ساختمان ممکن است ایجاد یخ زدگی نماید. از طرف دیگر پاره‌ای از مصالح هنگام اجرا، نسبت به دمای کمتر از ۵ درجه سانتیگراد حساس هستند. به عنوان مثال در هنگام بتن ریزی، نباید دمای بتن کمتر از ۵ درجه سانتیگراد باشد، بنابراین توصیه می‌شود که کار بتن ریزی در طول شب، که درجه حرارت به پائین نقطه انجماد می‌رسد، متوقف شود. این توصیه برای هر دو مورد بتن آماده و بتن ساخته شده در کارگاه صادق است. حتی اگر دما بالاتر از ۵ درجه سانتیگراد باشد، باید اطمینان حاصل کرد که در طول چند روز بعد از بتن ریزی، افت دما پیش نخواهد آمد (۱۵). در شرایطی هم که دمای هوا بیشتر از ۵ درجه است باید بتن تازه را به مدت ۴۸ ساعت محافظت کنند در حالی که در دمای زیر ۵ درجه حفاظت بتن به مدت طولانی‌تری لازم است (۱۶) و یا اینکه باید مصالح بتن را تا ۱۵ درجه گرم نمود (۱۷). در مورد ملاتهای گچی از لحاظ تنوری می‌توان گچ را در دماهای زیر صفر نیز مصرف نمود ولی عملاً در کارگاهها باید از این کار خود داری کرده و حداکثر، ملات گچ را در دماهای کمتر از ۵ یا ۶ درجه بالای صفر مصرف نکرد (۱۸). بنابراین دمای ۵ درجه چه در زمان

اجراء و چه از نظر دوام ساختمان حائز اهمیت است.

نوسان دمای بیشتر از ۱۵ درجه سانتیگراد در شبانه روز :

پاره ای از مصالح ساختمانی، نسبت به تغییرات شدید دما عکس العمل نشان می دهند زیرا اجسام به هنگام بالا رفتن دما منبسط شده و در موقع سرد شدن منقبض می گردند. به عنوان مثال اگر بتن از دانه سنگهایی با ضرایب انبساط حرارتی متفاوت ساخته شده باشد، تغییرات تند درجه حرارت، می تواند به مرور زمان باعث ضعیف شدن ساختمان آن گردد (۱۹). چنانچه نوسان دمای شبانه روز بین ۱۵ تا ۲۰ درجه سانتیگراد باشد، به هنگام اجراء موجب ایجاد چروک در توده های بتنی می شود (۲۰).

دمای بیشتر از ۳۰ درجه سانتیگراد :

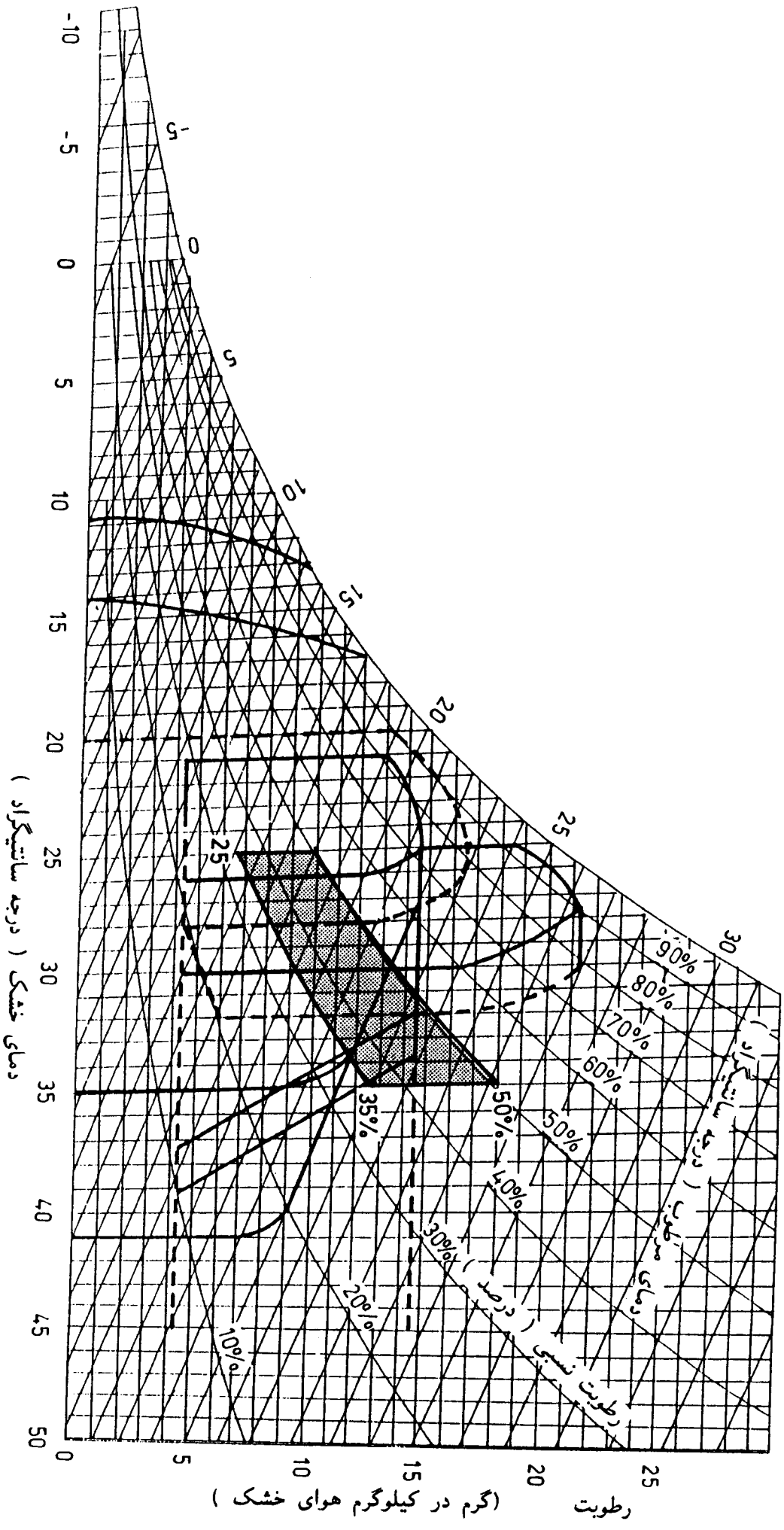
پاره ای از مصالح ساختمانی نسبت به دماهای بیشتر از ۳۰ درجه سانتیگراد حساس هستند. به عنوان مثال زمان گیرش سیمان با افزایش درجه حرارت کم می شود (۲۱) یعنی افزایش درجه حرارت از ۱۹ درجه به ۲۵ درجه سانتیگراد زمان گیرش را به نصف کاهش می دهد (۲۲). بتنی که در درجات حرارتی بالای ۳۰ درجه عمل می آید، زمان گیرش کمتر از آنچه که برای بتن ریزی مناسب لازم است، دارد. در چنین شرایطی اقدام به جلوگیری از تبخیر آب بتن و تقلیل گیرش سریع آن، ضروری است (۲۳). گچ نیز درموقع ساختن تولید گرما می کند به طوری که تقریباً تا حدود ۱۵ تا ۲۰ درجه گرم تر از محیط کارگاه می شود، و چون استقامت ملات گچ در گرمای بیش از ۵۰ درجه کاهش می یابد (۲۴)، دمای هوا نباید بیش از ۳۰ درجه باشد.

محدوده دمای ۲۵ تا ۳۵ درجه و رطوبت نسبی ۳۵ تا ۵۰ درصد :

پاره ای از مصالح ساختمانی نسبت به محدوده معینی از دما و رطوبت واکنش نشان می دهند. به عنوان مثال قارچها که عامل پوسیدگی چوب هستند، در دامنه دمای صفر تا ۴۵ درجه سانتیگراد رشد می کنند ولی دامنه بهینه دما برای آنها ۲۵ تا ۳۵ درجه می باشد. دمای بیش از ۴۵ درجه برای اکثر قارچها کشنده است. همچنین رطوبت ۳۵ تا ۵۰ درصد برای قارچ بهینه است. این مقدار رطوبت برای تشدید واکنش شیمیایی در جریان تخریب چوب کافی است (۲۵). بنابراین مصالح ساختمانی چوبی دراین محدوده از دما و رطوبت آسیب پذیرتر می باشند (نمودار ۱-۴).



# نمودار زیست اقلیمی ساختمانی



نمودار ۱-۴- محدوده پوسیدگی چوب در اثر رطوبت و دما

### ۱ - ۳ - ۲ رطوبت

رطوبت نسبی بیش از ۵۰ درصد :

در حرارت های معمولی و یا رطوبت کم، بسیاری از مصالح ساختمانی مانند بتن یا دیوارهای بنایی آسیب نمی بینند (۲۶). در حالی که تناوب و تداوم رطوبت بیشترین تأثیر را بر کاهش دوام آنها دارد (۲۷). به عنوان مثال در رطوبت کمتر از ۴۵ درصد، فولاد داخل بتن تنها در اثر کربناسیون و آن هم به مقداری کم دچار خوردگی می شود در حالی که در رطوبتهای بالاتر، خوردگی فولاد در اثر کربناتی شدن، آلودگی به کلر، یخ زدگی و حمله شیمیایی نیز اتفاق می افتد (۲۸). در شرایطی که به طور مداوم رطوبت نسبی هوا در مواقع گرم بیش از ۵۰ درصد باشد، کاربرد پاره ای از مصالح ساختمانی ممکن نیست. به عنوان مثال شفته آهکی برای پی سازی در جاهایی که رطوبت زیاد است، نظیر سواحل دریا، مناسب نیست زیرا هیچوقت سفت نگشته و بعد از چند ماه فاسد و لجن مانند می شود (۲۹). گچ نیز در مقابل آب و رطوبت مقاومت ندارد و نمی توان ملات گچ و اندود گچ و خاک را در مناطق مرطوب به کار برد زیرا رطوبت هوا را جذب کرده و به سرعت فاسد می شود (۳۰). به علاوه اندود گچی در شرایط مرطوب بعضی از فلزات را به طور قابل ملاحظه ای خورده و حتی آسیب دیدگی هایی در فولاد گالوانیزه به وجود می آورد (۳۱).

### میعان

در شرایطی که هوای خارج ساختمان سرد ولی هوای داخل گرم باشد، به دلیل تماس جداره های خارجی بنا با هوای سرد، دمای جداره ها کاهش می یابد. هوای گرم داخلی در تماس با جدار سرد خنک شده و ممکن است به تشکیل قطرات آب در سطح داخلی جدار منتهی گردد. این قطرات به داخل جدار (دیوار یا سقف) نفوذ کرده موجب خیس شدن آن می گردد. در صورت تکرار این پدیده که میعان نام دارد، دیوار و سقف دچار فرسودگی می شود (۳۲). براساس مطالعات انجام شده با فرض این که دما و رطوبت داخل ساختمان همواره درحد آسایش یعنی دمای ۲۱ تا ۲۶ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی ۲۰ تا ۸۰ درصد ثابت نگاهداشته شود، با کاهش دمای جداره به حدود ۱۰ درجه سانتیگراد در صورتی که رطوبت نسبی داخل بیش از ۴۰ تا ۵۰ درصد باشد، میعان در جدار اتفاق می افتد (نمودار ۱-۵). با کاهش دمای جدار به حدود ۵ درجه سانتیگراد در صورتی که رطوبت نسبی بیش از ۲۵ تا ۳۵ درصد باشد، و با کاهش دمای جدار به حدود صفر درجه سانتیگراد در صورتی که رطوبت نسبی بیش از ۱۵ تا ۲۲ درصد باشد، میعان اتفاق می افتد. با

این فرض ملاحظه می‌شود که با کاهش دمای جدار به حدود ۱۰ درجه سانتیگراد در قسمتهایی از ساختمان که تولید رطوبت بیشتر است، نظیر آشپزخانه و حمام میعان اتفاق می‌افتد. با کاهش دما به حدود ۵ درجه سانتیگراد، در اکثر اوقات و با کاهش دما به حدود صفر درجه سانتیگراد تقریباً همیشه میعان در سطح داخلی دیوارها و سقف‌های خارجی ساختمان اتفاق می‌افتد. براساس این فرضیه می‌توان میزان اهمیت میعان در اقلیمهای مختلف را محاسبه نمود (۳۳).

### شـرجی :

تأثیر شرجی در ساختمان تقریباً شبیه تأثیر میعان است با این تفاوت که میعان در اثر سرد شدن جدار و در قسمت داخلی اتفاق می‌افتد، در حالی که شرجی به دلیل بالا بودن رطوبت محیط و در قسمت بیرونی جدار رخ می‌دهد. طبق تحقیقات انجام شده (۳۴) در شرایطی که فشار بخار آب بیش از ۱۴/۰۸ میلیمتر جیوه باشد، پدیده شرجی اتفاق می‌افتد و بالا بودن میزان بخار آب در هوا موجب نفوذ رطوبت به داخل جداره‌های ساختمان می‌شود. به کمک نمودار سایکرومتریک (نمودار ۱-۵) می‌توان مواقع بروز شرجی در اقلیم‌های مختلف را تعیین نمود.

### ۱ - ۳ - ۳ باران

ریزش باران به دو صورت بر جدار خارجی ساختمان تأثیر می‌گذارد، اول شستشو و فرسایش سطوح، دوم نفوذ رطوبت به داخل جدار، ترکیب آب باران با گازکربنیک موجود در هوا تولید اسید کربنیک می‌کند که بر روی سنگهایی با ترکیبات شیمیایی مختلف مخصوصاً سنگهای آهکی اثر کرده و موجب تجزیه و تخریب آنها می‌گردد. این اسید همچنین با نفوذ به داخل آجرهای نامرغوب موجب سفیدک زدن سطح آن می‌گردد (۳۵). هر قدر میزان ریزش باران بیشتر باشد، احتمال نفوذ آن به داخل جداره بخصوص سطوح افقی افزایش می‌یابد. در مناطقی که حتی در یک ماه از سال بارندگی بیشتر از ۲۰۰ میلیمتر یا بارشها به صورت رگبار شدید در زمانی کوتاه باشد، پیش‌بینی‌های بخصوصی در مورد تخلیه سریع آب باران ضروری است (۳۶).

### ۱ - ۳ - ۴ باد

وزش باد به جداره‌های ساختمان نیرویی متناسب با مربع سرعت آن بر سطح جدار وارد می‌آورد. این نیرو موجب ایجاد مناطق پرفشار و کم فشار در جبهه‌های رو به باد و پشت به باد

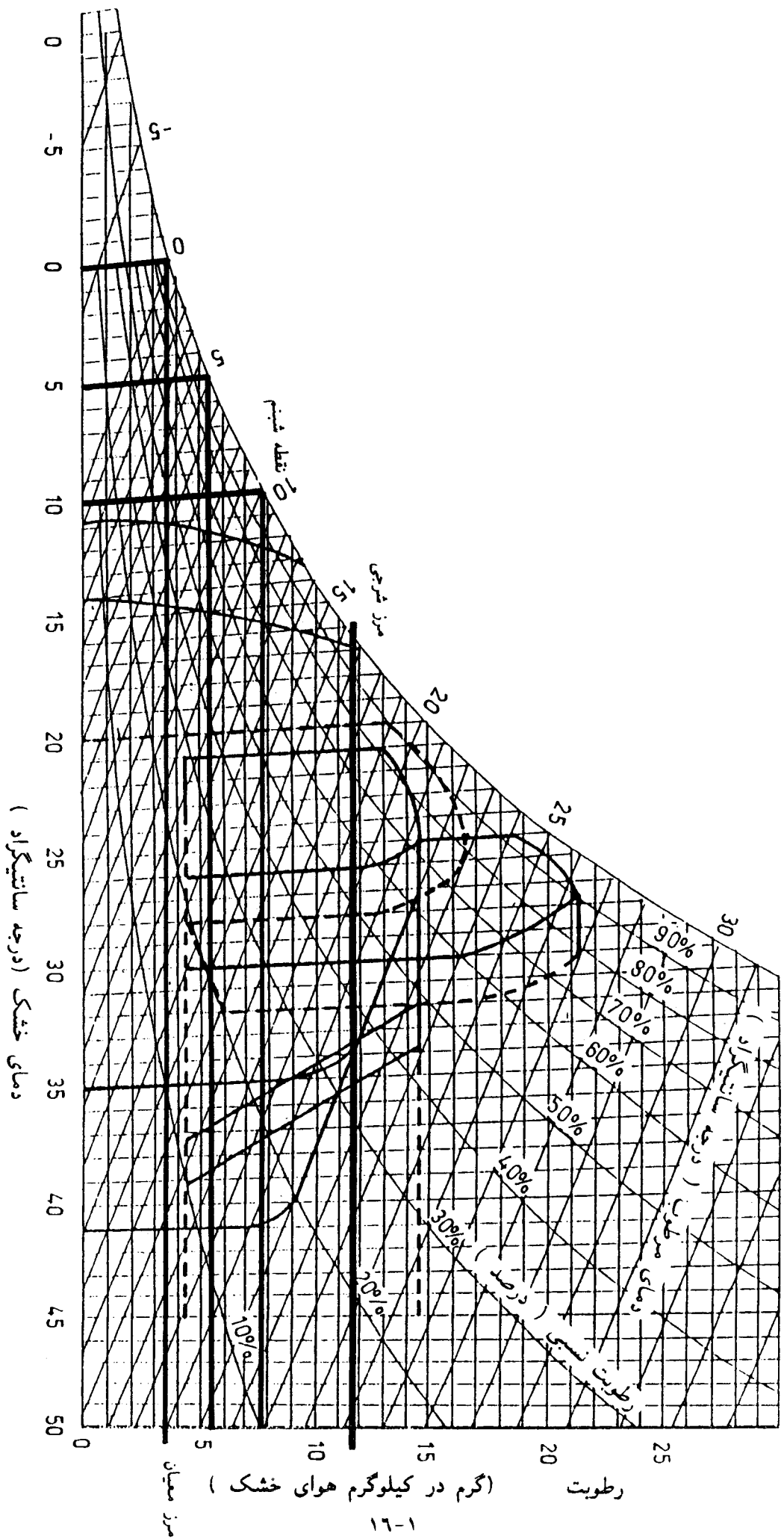
می شود. درشرایطی که سرعت باد زیاد یعنی بیش از ۱۸ متر در ثانیه (۳۷) باشد، فشار حاصله می تواند موجب بروز خساراتی نظیر کنده شدن ملحقات نما یا بام ساختمان شود. اثر دیگر باد بر جداره های بنا، فرسایش مصالح است. این مشکل در صورت وجود ذرات معلق در هوا نظیر گردوغبار، آب و ذرات شیمیایی بروز می نماید. دراین مورد در مبحث "۱-۳-۶ آلودگی هوا" توضیح داده شده است. تأثیر دیگر باد بر ساختمان اثر دمایی آن است که می تواند باعث کاهش یا افزایش دمای جداره شود. این امر لزوم دقت در انتخاب محل استقرار و فرم کلی بنا را ضروری می سازد.

#### باد توأم با باران ( کج باران )

در شرایطی که باران با باد توأم شده و بر بدنه ساختمان بزند، آب باران ممکن است به داخل نما نفوذ کند زیرا دیوارهای ساخته شده از مصالح بنایی نسبت به رطوبت نفوذ پذیرند و وقتی در معرض باران قرار گیرند خیس می شوند. تکرار و تداوم این وضع از یک طرف موجب صدمه دیدن جدار مجاور باران و از طرف دیگر موجب نفوذ رطوبت به داخل بنا می شود. پائین دیوارها، اطراف بازشوها و محل عبور تیرها از دیوار، آسیب پذیرترین نقاط هستند. در مورد نماهای نفوذ ناپذیر نیز تداوم این امر موجب فرسایش رویه خارجی نما می شود.

طبق محاسبات انجام شده در شرایطی که حاصل ضرب بارندگی سالیانه (متر) بر سرعت متوسط باد (متر بر ثانیه) از عدد ۷ بیشتر باشد، تأثیر کج باران بر نما شدید است. در شرایطی که این حاصل ضرب ۳-۷ باشد، تأثیر کج باران بر نمای ساختمان متوسط و در شرایطی که کمتر از ۳ باشد، تأثیر کج باران بر نمای ساختمان ناچیز است (۳۸). براین اساس نمودار ۱-۶ تهیه شده است که به کمک آن می توان میزان تأثیر کج باران بر نمای ساختمان در اقلیم های مختلف را تعیین کرد (۳۹).

# نمودار زیست اقلیمی ساختمانی



نمودار ۱-۵- مرز میعان و شرجی روی نمودار سایکرومتریک

### ۱ - ۳ - ۵ تابش آفتاب

جداره های کدر ساختمان که زیر تابش آفتاب قرار دارند، قسمتی از اشعه خورشید را جذب و قسمتی را منعکس می کنند. اشعه جذب شده توسط جداره، موجب گرم شدن جداره و محیط اطراف آن می شود. میزان اشعه دریافتی توسط جداره، تابع عوامل مختلفی نظیر عرض جغرافیایی، ارتفاع محل از سطح دریا، میزان بخار آب موجود در جو و ... است که برای اقالیم مختلف، متفاوت و قابل محاسبه است.

براساس مطالعات انجام شده (۴۰) ایران از نظر دریافت تابش کلی خورشیدی به چهار منطقه تقسیم شده است. منطقه با تابش کم که دریافتی کمتر از ۳۵۰ کالری بر سانتیمترمربع در روز دارد. منطقه با تابش متوسط که دریافتی آن بین ۳۵۰ تا ۳۹۰ کالری بر سانتیمترمربع در روز است. منطقه با تابش زیاد که بین ۳۹۰ تا ۴۳۰ کالری بر سانتیمترمربع در روز دریافت می کند. منطقه با تابش خیلی زیاد که دریافتی بیشتر از ۴۳۰ کالری بر سانتیمترمربع در روز دارد (نمودار ۱-۷). با استناد به این تصویر می توان وضعیت هر محل را از نظر میزان دریافت اشعه خورشید تعیین نمود.

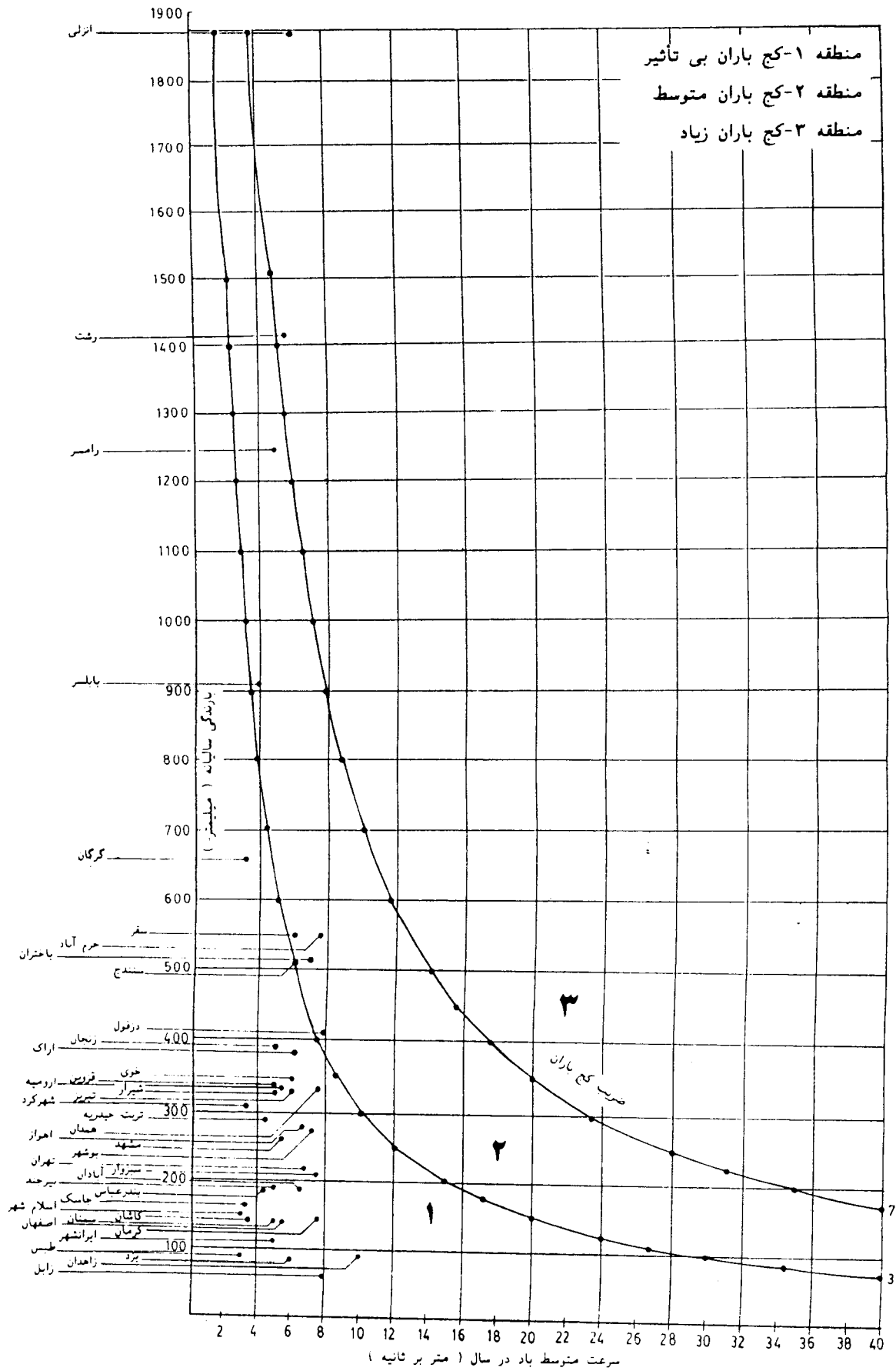
تابش خورشید بر ساختمان علاوه بر تأثیر گرمایی، تأثیر شیمیایی نیز دارد که بسته به طول موج اشعه تابشی می باشد. از کلیه امواج خورشیدی رسیده به زمین ۱٪ اشعه ماوراء بنفش، ۶۰٪ اشعه مادون قرمز و ۳۹٪ اشعه قابل رویت است. اشعه ماوراء بنفش که طول موج کوتاه دارد، دارای بعضی اثرات شیمیایی منجمله خاصیت رنگ بری است. اشعه مادون قرمز که طول موج بلند دارد به واسطه دارا بودن اثر حرارتی احساس می شود. اشعه ماوراء بنفش توسط لایه اوزن، و اشعه مادون قرمز به وسیله بخار آب جذب می شود. به همین دلیل در مناطق کوهستانی که دارای هوایی صاف و شفاف است اشعه ماورای بنفش و در سواحل دریا که رطوبت بالاست اشعه مادون قرمز زیاد است. گرد و غبار و دوده مانع عبور اشعه ماوراء بنفش می شود (۴۱).

### ۱ - ۳ - ۶ آلودگی هوا

آلودگی های موجود در اتمسفر بر روی مصالح مختلف به شکل های متفاوتی اثر می گذارد که شدت تأثیر آن تابع شرایط آب و هوایی است. از آن جمله خورده شدن فلزات در آب و هوای گرم و خشک به مراتب کندتر از هوای گرم و مرطوب است (۴۲). در شرایط مرطوب گازهایی نظیر دی اکسید گوگرد و گاز کرینیک به سرعت روی بتن و ملات های سیمانی اثر می گذارد و در حالی

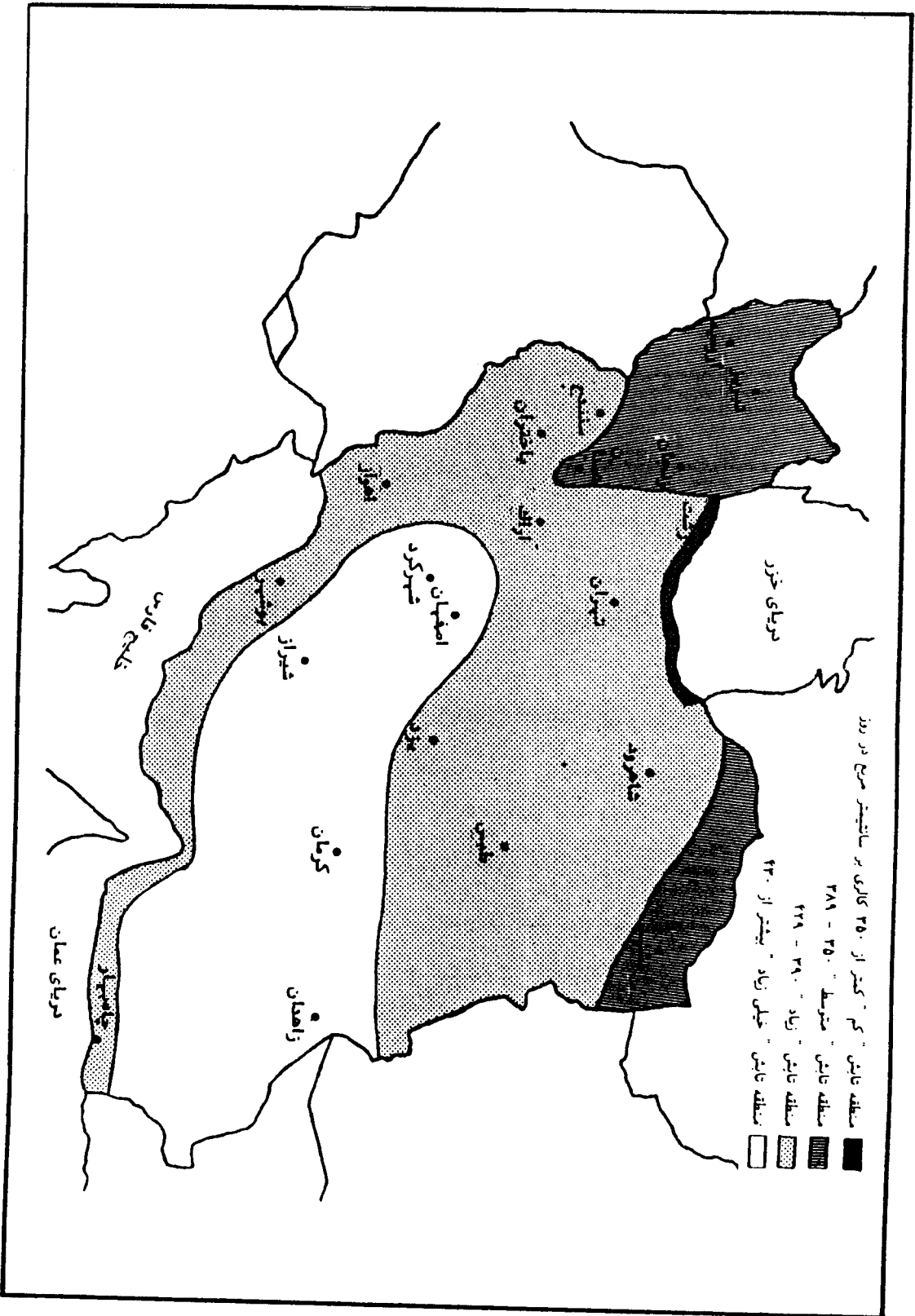
که در شرایط خشک هیچ اثر بدی ندارد (۴۴). همچنین در نواحی صنعتی جامدات به صورت گرد و غبار روی سطح اجزای ساختمان می‌نشینند که میزان تأثیر آن بستگی به رطوبت هوا و خاصیت جذب رطوبت این مواد دارد (۴۵). آلودگی‌های هوا می‌تواند ناشی از وجود صنایع، سوزاندن سوخت‌های فسیلی و صنایع کشاورزی باشد که تولید کننده دی‌اکسید گوگرد، اکسیدهای ازت، گاز کرینیک، کلریدها و... است (۴۶). بنابراین آلودگی هوا در هر اقلیمی می‌تواند وجود داشته باشد ولی میزان تأثیر آن از نظر فرسایش و خوردگی مصالح در نواحی مرطوب و خصوصاً توام با گرما به مراتب شدیدتر است.

خیلی از سرزمین‌های گرم و خشک از وجود ماسه و غبار روان در زحمت هستند. تکرار وزش بادهای همراه با گرد و غبار باعث خرابی مصالحی چون چوب و فلز، رنگ‌ها، نماهای گالوانیزه و دیگر نماها می‌شود. درحالی که ماسه در سطح سقف‌ها نیز انباشته شده و علاوه بر افزایش بار مرده ساختمان، باعث مسدود شدن مجاری عبور آب باران می‌گردد. تفاوت ماسه و غبار در این است که ماسه فقط مسافت محدودی را در باد طی می‌کند و حتی در بادهای شدید بیش از یک متر از زمین ارتفاع نمی‌گیرد، در حالی که غبار بسیار بالاتر رفته و مسافت‌های طولانی را همراه باد طی می‌کند. ماسه به دلیل تأثیر جاذبه زمین بر آن، در برخورد با موانعی به ارتفاع  $1/7$  متر متوقف می‌شود که غالباً دیوار دور حیاط این نقش را به خوبی ایفا میکند. نفوذ پذیری زیاد غبار کنترل آن را مشکل‌تر می‌سازد زیرا باید مانعی هم ارتفاع ساختمان و حداکثر به فاصله ۶ متر از آن وجود داشته باشد تا جلوی غبار را سد نماید (۴۷).



نمودار ۱-۶- تاثیر کج باران روی نمای ساختمان (۳۶)





نمودار ۷-۱- نقشه جغرافیایی ایران از لحاظ مناطق تابش خورشیدی (۴۳)

## ۱ - ۴ جمع بندی معیارها

از جمع بندی مطالب فوق معیارهای انتخاب شده در رابطه با آسایش انسان و کاربرد مصالح در جداره ها به شرح زیر است :

### ۱ - ۴ - ۱ معیارهای انتخاب شده در رابطه با آسایش انسان

- ۱۰ تا ۱۲ درجه سانتیگراد مرز استفاده از وسایل مکانیکی و یا سیستم های خورشیدی فعال جهت تأمین شرایط آسایش در مواقع سرد می باشد.

- ۲۰ درجه سانتیگراد مرز نیاز به سایه است. به عبارت دیگر تأمین آسایش در دمای بالاتر از ۲۰ درجه بدون وجود سایه بسیار دشوار می باشد.

- ۲۶ درجه سانتیگراد مرز نیاز به تهویه طبیعی و یا استفاده از مصالح مناسب برای جداره های خارجی ساختمان است.

- ۳۸ درجه سانتیگراد مرزی است که دماهای بیش از آن موجب وارد آمدن فشارهای فیزیکی بر بدن انسان می گردد.

- ۵ میلیمتر جیوه یا  $4/5$  گرم آب در کیلوگرم هوای خشک مرزی است که کاهش رطوبت هوا از این مقدار، موجب سلب آسایش انسان می شود.

- ۱۷ میلیمتر جیوه یا  $14/5$  گرم آب در کیلوگرم هوای خشک مرزی است که تجاوز رطوبت هوا از این مقدار، باعث ناراحتی انسان می گردد.

### ۱ - ۴ - ۲ معیارهای انتخاب شده در رابطه با کاربرد مصالح در جداره ها

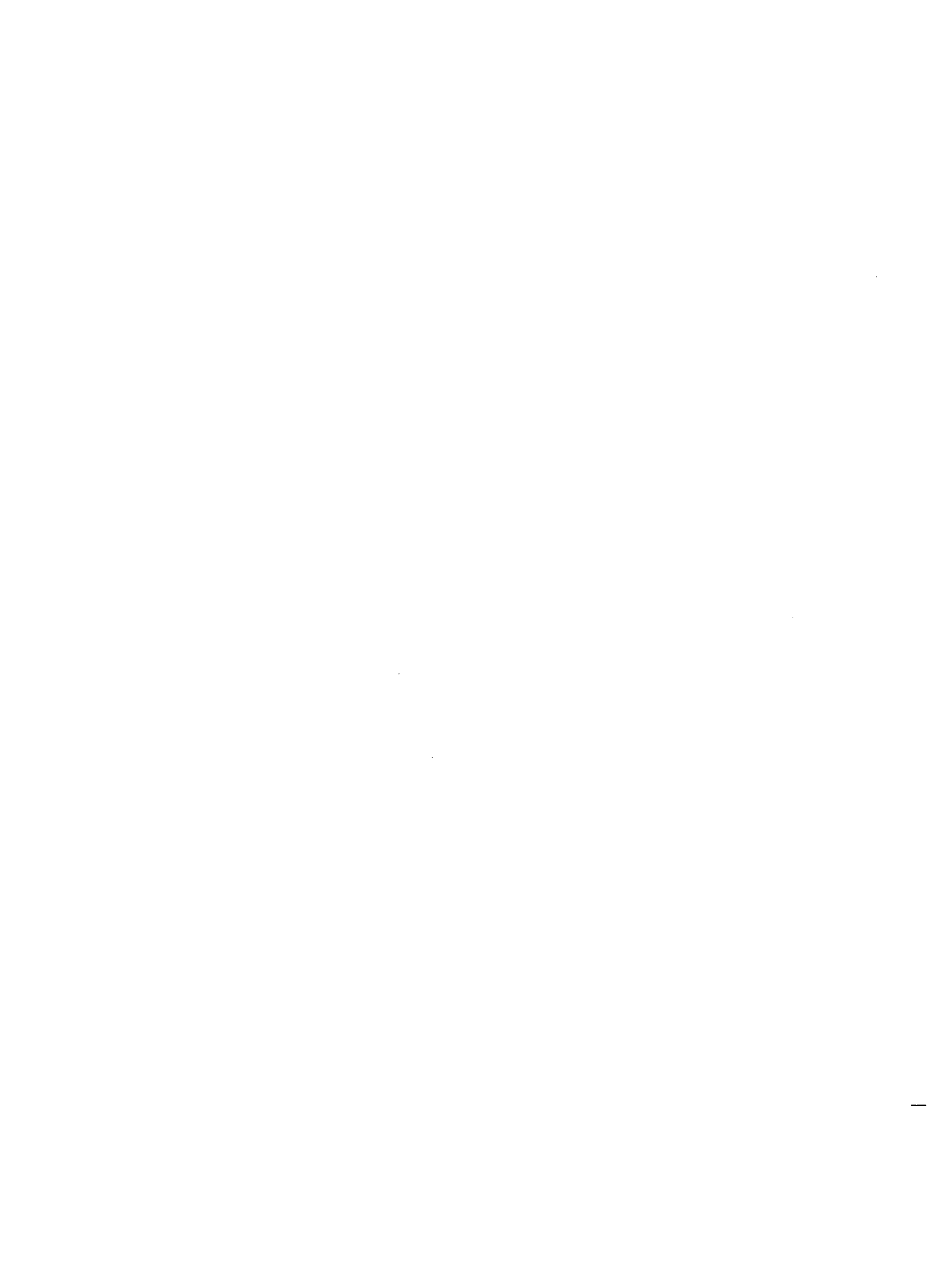
- صفر درجه سانتیگراد مرز بستن آب که بیشتر در ملاتها و گاه سایر بخشهای ساختمان خصوصاً هنگام اجرا، مشکل آفرین است.

- ۵ درجه سانتیگراد مرزی است که دماهای کمتر از آن، اجرای مناسب و دوام برخی از مصالح را دچار اشکال می نماید.

- ۳۰ درجه سانتیگراد مرزی است که دماهای بیشتر از آن اجرای مناسب پاره ای از مصالح را با مشکل مواجه می سازد.

- دوره ذوب و انجماد یعنی تعداد ماههایی که در آن دما در محدوده صفر درجه نوسان می کند، که این پدیده موجب متلاشی شدن پاره ای از مصالح می گردد.

- نوسان دمای بیش از ۱۵ درجه در طول شبانه روز یعنی تغییرات شدید دما در یک روز، که به برخی از مصالح آسیب می‌رساند.
- محدوده دمای ۲۵ تا ۳۵ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی ۳۵ تا ۵۰ درصد که موجب پوسیدگی مصالح چوبی می‌شود.
- رطوبت نسبی بیش از ۵۰ درصد که در این شرایط کاربرد پاره ای از مصالح ساختمانی با مشکلاتی همراه است.
- نمودار ۱-۵ نشان دهنده میزان تأثیر میعان و شرجی در ساختمان است.
- بارندگی ماهیانه بیشتر از ۲۰۰ میلیمتر که پیش‌بینی‌های بخصوصی در مورد تخلیه آب باران را ضروری می‌سازد.
- نمودار ۱-۶ که نشان دهنده میزان تأثیر کج باران در ساختمان است.
- نمودار ۱-۷ که نشان دهنده میزان انرژی خورشیدی دریافتی در مناطق مختلف ایران است.



## پاورقی های فصل اول

- ۱ - " اقلیم و آسایش در ساختمان "، جمشید ریاضی، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، تهران، ۱۳۵۶.
- ۲ - " آسایش به وسیله معماری همساز با اقلیم "، محمود رازجویان، دانشگاه شهید بهشتی، تهران ۱۳۶۷، ص ۳۹.
- ۳ - همان مأخذ، ص ۳۲.
- ۴ - " تقسیم بندی اقلیمی ایران "، شهریانو جلیلیان و منصوره طاهباز، مهندسین مشاور بنا وابسته به جهاد شیلات، تهران ۱۳۶۶.
- ۵ - " پهنه بندی اقلیمی ایران "، مرتضی کسمایی، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، تهران، ۱۳۷۲.
- ۶ - " آسایش به وسیله معماری همساز با اقلیم "، محمود رازجویان، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ۱۳۶۷، ص ۷۲.
- ۷ - همان مأخذ، ص ۵۶.
- ۸ - " مبانی هواشناسی "، هوشنگ قائمی، دانشگاه شهید بهشتی (ملی)، تهران، ۱۳۵۷، ص ۳۶.
- ۹ - " بتن و تکنیک های نوین "، اصغر رستگار، شرکت بتن شیمی خاور میانه، تهران، ۱۳۶۴، ص ۳۳.
- " الفبای بتن "، مک ملین و توتیل، ترجمه مهدی سقفی و محمد تقدیری، بی نا، بی جا، ۱۳۶۳، ص ۲۱.
- ۱۰ - " شیمی و فیزیک سیمان برای مهندسین راه و ساختمان "، چرنین، ترجمه مهندس عزیزیان، شرکت مهندسی و قطعات سیمان ایران، بی جا، ۱۳۴۶، ص ۱۶۱.
- ۱۱ - " مصالح شناسی "، سیاوش کباری، انتشارات قائم، تهران، ۱۳۷۱، ص ۵۳.
- ۱۲ - " توصیه های بین المللی برای طرح و اجرای سازه های بنایی غیر مسلح و مسلح "، شورای جهانی تحقیقات، مطالعات و مدارک ساختمانی CIB، ترجمه کامران مالکی، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، تهران، ۱۳۷۰، ص ۶۵.
- ۱۳ - " مصالح شناسی "، سیاوش کباری، انتشارات قائم، تهران، ۱۳۷۱، ص ۱۲۰.
- ۱۴ - " فرسودگی سنگ و حفاظت از آن "، آمورروسو و فاسینا، ترجمه رسول وطن دوست،

- سازمان میراث فرهنگی کشور، تهران، ۱۳۷۰.
- ۱۵ - " بتن و اجزای آن "، ترجمه علی اکبر رمضانیانپور و پرویز قدوسی و محمد حسین هوش دار تهرانی، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، تهران، ۱۳۷۰، ص ۲۷۳.
- ۱۶ - " کاربرد بتن و بهسازی آن "، روپکه، ترجمه بزرگمهر ریاحی، مترجم، بی جا، ۱۳۷۰، ص ۷۲.
- ۱۷ - " پی سازی به زبان ساده "، فی بر و جانسون، ترجمه سیروس فخر یاسری، کتابفروشی دهخدا، تهران، ۱۳۶۳، ص ۱۴۹ و ۱۵۰.
- ۱۸ - " مصالح شناسی "، سیاوش کباری، انتشارات قائم، تهران، ۱۳۷۱، ص ۳۳.
- ۱۹ - " شیمی و فیزیک سیمان برای مهندسی راه و ساختمان "، چرنین، ترجمه مهندس عزیزیان، شرکت مهندسی و قطعات سیمان ایران، بی جا، ۱۳۶۴، ص ۱۶۱.
- ۲۰ - همان مأخذ، ص ۱۳۰.
- ۲۱ - " سیمان پرتلند "، بخش سیمان پرتلند از کتاب A. M. Neville و Properties of concrete
- ۲۲ - " بتن و اجرای آن "، ترجمه علی اکبر رمضانیانپور و پرویز قدوسی و محمد حسین هوش دار تهرانی، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، تهران، ۱۳۷۰، ص ۴۲.
- ۲۳ - " شیمی و فیزیک سیمان برای مهندسی راه و ساختمان "، چرنین، ترجمه مهندس عزیزیان، شرکت مهندسی و قطعات سیمان ایران، بی جا، ۱۳۶۴.
- ۲۴ - " مصالح شناسی "، سیاوش کباری، انتشارات قائم، تهران، ۱۳۷۱، ص ۳۳.
- " مصالح ساختمان "، احمد حامی، دانشکده پلی تکنیک تهران، تهران، چاپ دوم، ۱۳۵۸.
- ۲۵ - " مکانیک چوب و فرآورده های مرکب آن "، بادیک و جین، ترجمه قنبر ابراهیمی، دانشگاه تهران، تهران، ۱۳۶۸، ص ۵۷۶.
- ۲۶ - " آسیب دیدگیهای بتن، علل و عوامل آن "، نرمین سید عسگری، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، تهران، ۱۳۶۶، ص ۲۵.
- ۲۷ - " فولاد روی اندود "، موسسه تحقیقات ساختمان انگلستان، ترجمه حسن تابش، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، تهران، ۱۳۶۶، ص ۱۰.
- ۲۸ - " آسیب دیدگیهای بتن، علل و عوامل آن "، نرمین سید عسگری، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، تهران، ۱۳۶۶، ص ۷۳.
- ۲۹ - " مصالح شناسی "، سیاوش کباری، انتشارات قائم، تهران، ۱۳۷۱، ص ۵۴.
- ۳۰ - همان مأخذ، ص ۳۹ و ۱۸۰.

- ۳۱ - " فولاد روی اندود "، موسسه تحقیقات ساختمان انگلستان، ترجمه حسن تابش، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، تهران، ۱۳۶۶، ص ۱۰.
- ۳۲ - " عملکرد عایق کاری حرارتی در ساختمان و بهینه سازی آن "، حسین اسلامی و جمشید ریاضی، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، تهران ۱۳۶۹، ص ۳۱.
- ۳۳ - این مقاله در دست تهیه است.
- ۳۴ - مقاله بررسی اقلیمی پدیده شرجی در سواحل و مناطق جنوب کشور، محمد رضا کاویانی، نشریه جغرافی دانان ایران، تهران، ۱۳۶۰.
- ۳۵ - " مصالح شناسی "، سیاوش کبیری، انتشارات قائم، تهران، ۱۳۷۱، ص ۵۶ و ۱۱۹.
- ۳۶ - " راهنمای طراحی اقلیمی "، مرتضی کسمایی، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، تهران، ۱۳۶۸، ص ۴۲۴.
- ۳۷ - " پدیده های جوی "، مهدی بازرگان، شرکت سهامی انتشار، تهران ۱۳۴۶، ص ۴۱، جدول بوفورت.
- ۳۸ - " راهنمای طراحی اقلیمی "، مرتضی کسمایی، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، تهران، ۱۳۶۸، ص ۲۶.
- ۳۹ - مقاله تاثیر دج باران بر نمای ساختمان، منصوره طاهباز، نشریه صفا شماره ۱۷ و ۱۸، دانشکده معماری و شهرسازی دانشگاه شهید بهشتی، تهران، بهار و تابستان ۱۳۷۴، ص ۴۴ تا ۵۳
- ۴۰ - مقاله انرژی خورشیدی برای ایران، جلال صمیمی، مجله فیزیک، تهران، ۱۳۶۴
- ۴۱ - " ارتباط نبات و محیط (سین اکولوژی)"، حبیب الله ثابتی، کتابفروشی دهخدا، تهران، ۱۳۵۵، ص ۵۹ و ۶۱.
- ۴۲ - " آسیب دیدگیهای بتن، علل و عوامل آن "، نرمین سید عسگری، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، تهران، ۱۳۶۶، ص ۲۳.
- ۴۳ - مقاله انرژی خورشیدی برای ایران "، جلال صمیمی، مجله فیزیک، تهران، ۱۳۶۴، ص ۹۷.
- ۴۴ - " آسیب دیدگیهای بتن، علل و عوامل آن "، نرمین سید عسگری، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، تهران، ۱۳۶۶، ص ۳۲.
- ۴۵ - همان مأخذ، ص ۲۵.
- ۴۶ - همان مأخذ، ص ۲۲.

" پیش بینی عمر مفید مصالح و اجزاء ساختمان " ، مسترز و برانت، ترجمه مهرآسا  
خانپور، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، تهران، ۱۳۶۹، ص ۲۰.

" DESIGN PRIMER FOR HOT CLIMATE " Allan Konya , pp.72-73 . - ۴۷



## فصل دوم

### حوزه بندی اقلیمی ایران

#### ۲ - ۱ مطالعات هواشناسی

بعد از شناخت معیارهای تشخیص وضعیت اقلیمی از نظر آسایش انسان و ساخت و نگهداری ابنیه، باید به روشی برای گردآوری و تجزیه و تحلیل اطلاعات هواشناسی دست یافت. هدف این بخش از مطالعه، دسته بندی اقلیمی ایران با توجه به دو عامل مذکور یعنی آسایش انسان و همچنین ساخت و نگهداری مصالح ساختمانی می باشد.

#### ۲ - ۱ - ۱ گردآوری آمار و اطلاعات هواشناسی

آمار تهیه شده توسط سازمان هواشناسی، که برای ۴۳ ایستگاه سینوپتیک و ۱۷۳ ایستگاه کلیماتولوژی در دسترس قرار دارد، مبنای اطلاعاتی این بخش است. این آمار در سالنامه های هواشناسی طی چندین سال متوالی به چاپ رسیده و در اختیار می باشد. آمار مربوط به ایستگاههای سینوپتیک که عمدتاً شهرهای بزرگ را در برمی گیرد شامل اطلاعات مربوط به دما، رطوبت، بارندگی، یخبندان، ساعات آفتابی و جریانهای باد می باشد. آمار مربوط به ایستگاههای کلیماتولوژی، شهرهای کوچک و یا بخشهایی از شهرهای بزرگ را در برمی گیرد و شامل کلیه اطلاعات بالا به جز آمار مربوط به ساعات آفتابی و جریانهای باد است. هر سالنامه، اطلاعات هواشناسی یک سال را ارائه می دهد و از آنجا که آمار یکساله به دلیل تغییرات جوی نمی تواند ملاک خوبی جهت قضاوت ساختار آب و هوایی باشد، باید معدل چند سال موجود را تهیه و مورد قضاوت قرار داد (۱).

#### ۲ - ۱ - ۲ معرفی روش کار

با توجه به حجم آمار و تعداد ایستگاههای مورد مطالعه باید روشی برای بهره برداری از آمار اتخاذ شود که از یک طرف در ظرف زمان و امکانات موجود بگنجد و از طرف دیگر از دقت



کافی برخوردار باشد. با مروری بر معیارهای به دست آمده از بخش اول، روشی که پاسخگوی هر دو خواسته بالا باشد، به شرح زیر است :

۱ - معیار زیست اقلیمی ساختمانی (نمودار ۱-۳) مبنای اصلی کار قرار گرفته و اطلاعات تکمیلی بر روی آن پیاده می شود. تصویر حاصله شناسنامه اقلیمی هر ایستگاه است که کلیه اطلاعات ضروری را در اختیار قرار می دهد.

۲ - متوسط حداکثر و حداقل دما و رطوبت نسبی سه ماه از گرم ترین و سه ماه از سرد ترین ماههای هر ایستگاه که مربوط به معدل سالهای آماری موجود است بر روی نمودار فوق ترسیم می شود. به این ترتیب وضعیت شبها و روزها در گرم ترین و سرد ترین ایام سال از نظر آسایش انسان مشخص می شود (نمودار ۲-۱).

۳ - روی محور افقی نمودار یعنی محور دما، معیارهای انتخاب شده در بخش اول که از نظر آسایش انسان یا کاربرد مصالح حائز اهمیت هستند، پیاده و سپس تعداد ماههایی که دما بیشتر و یا کمتر از اعداد فوق است تعیین می شود.

۴ - روی همین محور حداکثر و حداقل مطلق دما که نشانگر بحرانی ترین لحظات در گرم ترین و سرد ترین ایام سال است مشخص می شود.

۵ - محدوده میان دماهای ۲۵ تا ۳۵ درجه و رطوبت نسبی ۳۵ تا ۵۰ درصد، که از نظر استفاده از چوب حائز اهمیت است، بر روی نمودار ترسیم می شود.

۶ - رطوبت نسبی بیش از ۵۰ درصد به عنوان مرز استفاده از مصالح حساس به رطوبت روی نمودار مشخص می شود.

۷ - نام ایستگاه، طول و عرض جغرافیایی، ارتفاع از سطح دریا، معدل دمای سالیانه، نوسان دمای سالیانه، میزان بارندگی و یخبندان سالیانه، تعداد ماههای همراه با پدیده ذوب و انجماد، تعداد ماههای با نوسان دمای روزانه بیش از ۱۵ درجه، به عنوان اطلاعات تکمیلی نمودار، روی آن نوشته می شود.

## ۲ - ۱ - ۳ پردازش آمار و ترسیم نمودارها

بعد از استخراج آمار از سالنامه های هواشناسی و پردازش آنها، با استفاده از روش مشروحه فوق شناسنامه اقلیمی ایستگاههای مورد مطالعه تهیه می شود.

## ۲ - ۲ مشخصات گروه‌های اقلیمی ایران

در این قسمت با استفاده از شناسنامه‌های اقلیمی و با در نظر گرفتن تشابه و تفاوت ایستگاه‌های مختلف از نظر ساختار اقلیمی، به گروه بندی آنها پرداخته می‌شود. سپس مشخصات هر گروه از نظر کاربرد مصالح و آسایش انسان در داخل ساختمان ارائه می‌شود.

## ۲ - ۲ - ۱ گروه اقلیمی ۱

زمستان نسبتاً سرد - تابستان نسبتاً گرم - مرطوب

### الف - مشخصات آب و هوایی

#### ۱ - مشخصات جغرافیایی

این اقلیم شامل نقاط پست حاشیه دریای خزر و دشت ترکمن صحرا در شرق دریای خزر است که دارای هوایی مرطوب با تابستانهای نسبتاً گرم و زمستانهای نسبتاً سرد است.

#### ۲ - مشخصات اقلیمی

معدل دمای سالیانه آن ۱۴/۵ تا ۱۸ درجه و نوسان دمای سالیانه آن ۲۵ تا ۳۵ درجه می باشد. در تابستان متوسط حداکثر دما در طی روز حدود ۲۶ تا ۳۲ درجه و متوسط حداقل دما در طی شب حدود ۱۳ تا ۲۰ درجه است. در زمستان متوسط حداکثر دما در طی روز حدود ۱۲ تا ۱۶ درجه و متوسط حداقل دما در طی شب حدود صفر تا ۴ درجه است. حداکثر مطلق دما در تابستان ۳۴ تا ۴۴ درجه و حداقل مطلق دما در زمستان از صفر تا ۱۵- درجه است. در کمتر از یک ماه و نیم از سال یخبندان وجود دارد. بارندگی سالیانه ۳۰۰ تا ۲۲۰۰ میلیمتر است. رطوبت نسبی هوا در تابستان حداقل ۵۰ تا ۸۵ درصد و در زمستان حداکثر ۷۵ تا ۹۵ درصد است.

### ب - وضعیت هوا از نظر آسایش انسان

از نظر آسایش انسان، این اقلیم دارای تابستانهای نسبتاً گرم و زمستانهای نسبتاً سرد بوده و مشکل عمده آن رطوبت زیاد هوا است.

#### ۱ - گرما

در مواقع گرم، تقریباً ۶ ماه از سال روزها در سایه و همراه با کوران هوا، و ۲ تا ۳ ماه از سال شبها بشرط وجود کوران، شرایط آسایش فراهم است.

#### ۲ - سرما

در مواقع سرد، تا ۲ ماه از سال روزها و ۵ تا ۷ ماه از سال شبها علاوه بر استفاده از مصالح مناسب و انرژی خورشیدی ذخیره شده در جداره های ساختمان، استفاده از وسایل گرماساز ضروریست.

### ۳ - رطوبت

در این اقلیم در همه فصول میزان رطوبت بالاست به حدی که در تابستان پدیده شرجی اتفاق می افتد. لذا استفاده از کوران هوا ضروریست.

### ج - وضعیت هوا از نظر کاربرد مصالح در جداره های ساختمان

در این اقلیم از نظر کاربرد مصالح ساختمانی درمواقع گرم و سرد مشکل چندانی وجود ندارد. مسئله اصلی رطوبت زیاد هواست.

#### ۱ - دما

۱-۱ دمای بیش از ۳۰ درجه سانتیگراد

این شرایط فقط در پاره ای از نقاط شرقی این اقلیم حداکثر تا ۳ ماه از سال احتمال وقوع دارد که از نظر کاربرد بعضی از مصالح ساختمانی مطلوب نیست.

۲-۱ دمای کمتر از ۵ درجه سانتیگراد

در ۲ تا ۴ ماه از سال شبها دما به کمتر از ۵ درجه می رسد که برای مصالح حساس نسبت به این دما مناسب نیست.

۳-۱ دمای کمتر از صفر درجه سانتیگراد

به ندرت دما به زیر صفر درجه نزول می کند.

۴-۱ پدیده ذوب و انجماد

پدیده ذوب و انجماد نیز بسیار کم رخ می دهد.

۵-۱ نوسان روزانه بیش از ۱۵ درجه سانتیگراد

این اقلیم از نظر نوسان دمای بیش از ۱۵ درجه در طول شبانه روز مشکلی ندارد.

### ۲ - رطوبت

۱-۲ رطوبت نسبی بیش از ۵۰ درصد

رطوبت نسبی در تمام طول سال بالاتر از ۵۰ درصد می باشد، لذا در کاربرد مصالح حساس به رطوبت باید دقت زیادی به کار برد.

۲-۲ حد پوسیدگی چوب

ترکیب دمای ۲۵ تا ۳۵ درجه سانتیگراد با رطوبت نسبی بالا، محیط مناسبی برای رشد

قارچها و انگل‌های چوب به وجود می‌آورد که کاربرد مصالح چوبی در این اقلیم را با مشکل مواجه می‌کند.

#### ۲-۳ میعان و شرجی

در این اقلیم حداقل ۳ ماه روزها و ۳ ماه شبانه روز پدیده شرجی بروز می‌کند و احتمال وقوع میعان نیز در ۲ تا ۴ ماه از سال وجود دارد. بنابراین انتخاب مصالح مناسب جهت کاهش اثر شرجی و میعان ضروری است.

#### ۳ - باد و باران

##### ۱-۳ بارندگی ماهیانه بیش از ۲۰۰ میلیمتر

این اقلیم از نظر بارندگی ماهیانه به دو بخش تقسیم می‌شود. یک بخش دارای بارندگی ماهیانه کمتر از ۲۰۰ میلیمتر است. در بخش دیگر از ۱ تا ۵ ماه از سال بارندگی بیش از ۲۰۰ میلیمتر اتفاق می‌افتد، لذا در این مناطق استفاده از مصالح نفوذ ناپذیر و مقاوم در برابر آب باران ضروری است.

##### ۲-۳ کج باران

به دلیل وجود بارشهای زیاد، احتمال کج باران وجود داشته و باید نماهای رو به باد غالب از فرسایش باران توام با باد محافظت شود.

#### ۴ - تابش خورشید

از نظر دریافت انرژی خورشیدی این اقلیم در محدوده تابش کم واقع شده است. لذا محدودیتی از نظر انتخاب رنگ و جنس مصالح جداره‌های خارجی ساختمان و محیط پیرامون آن وجود ندارد.

خلاصه وضعیت اقلیمی گروه ۱ از نظر آسایش انسان

اقلیم	مشکلات			انرژی خورشید		مصلح	گرما	سرما	برودت	جریان	رطوبت
	گرما	سرما	رطوبت	سایه	آفتاب						
روز	+	+	+	۶	۵-۶	۸-۱۰	۰-۳	-	-	۶	-
شب	+	+	+	-	-	۸-۱۲	۵-۷	-	-	۲-۳	-

توضیح علائم :

+ مشکل دارد.

- نیازی نیست یا مشکل ندارد.

واحد اعداد ماه است.

خلاصه وضعیت اقلیمی گروه ۱ از نظر کاربرد مصالح ساختمانی

اقلیم	دما (درجه سانتیگراد)			رطوبت	میعیسان			شرحی	ذوب و انجماد	تابش
	کمتر	بیش	نوسان		حتمی	احتمالی	خاص			
روز	از ۵ صفر	از ۳	بیش از ۱۵	۱۲	-	-	مثلاً حمام، آشپزخانه	۶	-	کم
شب	از ۲-۴	-	از ۱۵	۱۲	-	-		۳	-	-

توضیح علائم :

- وجود ندارد.

واحد اعداد ماه است.

انتخاب، اجرا و نگهداری مصالح در گروه ۱

اقلیم	دما			رطوبت		باد و باران	یخ بندان	تابش
	گرما	سرما	نوسان	شرحی	میعیان			
انتخاب مصالح	-	-	-	+	+	+	-	-
اجرا	-	+	-	+	-	-	-	-
نگهداری	-	-	-	+	+	+	-	-

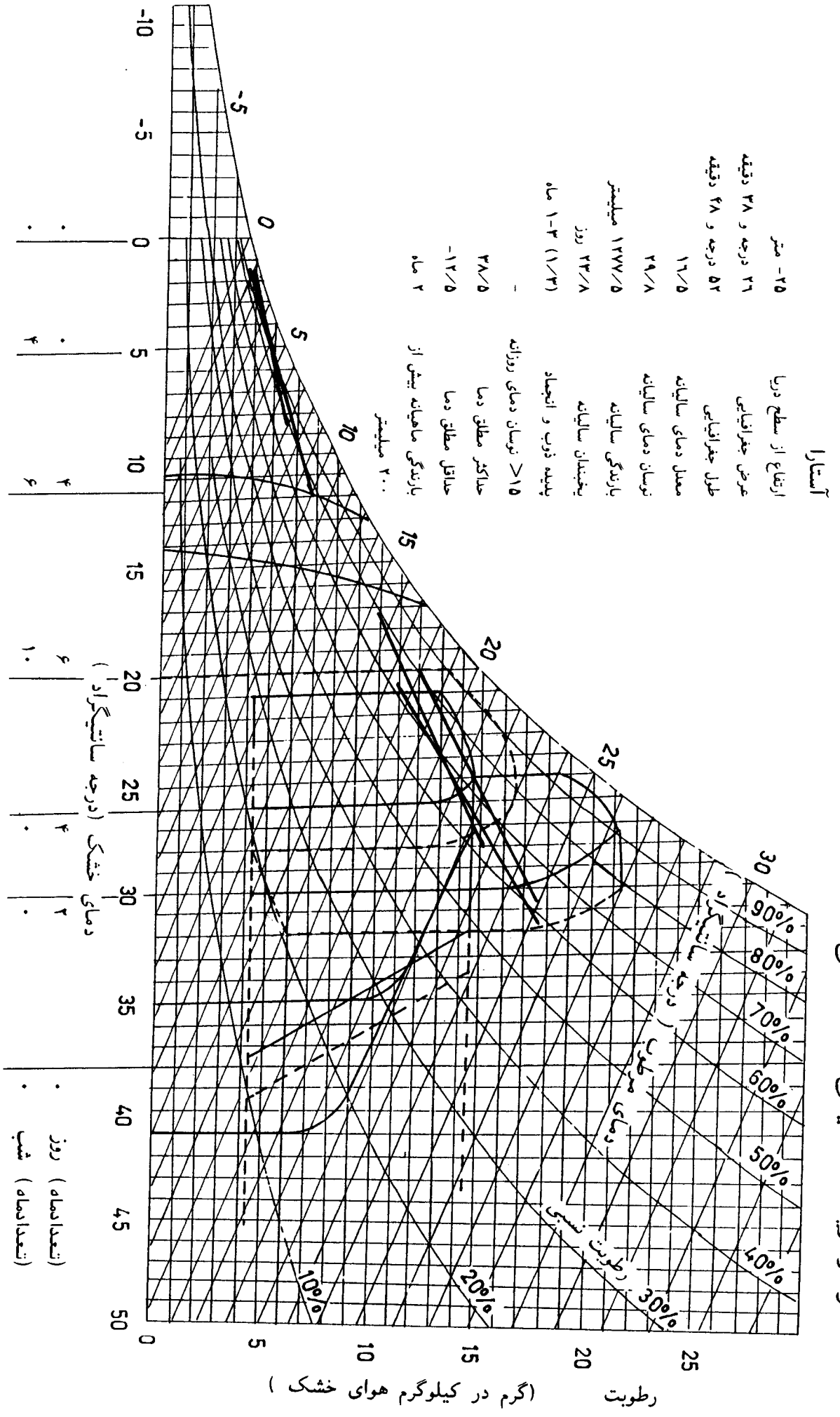
توضیح علائم :

+ مشکل دارد.

- مشکل ندارد.



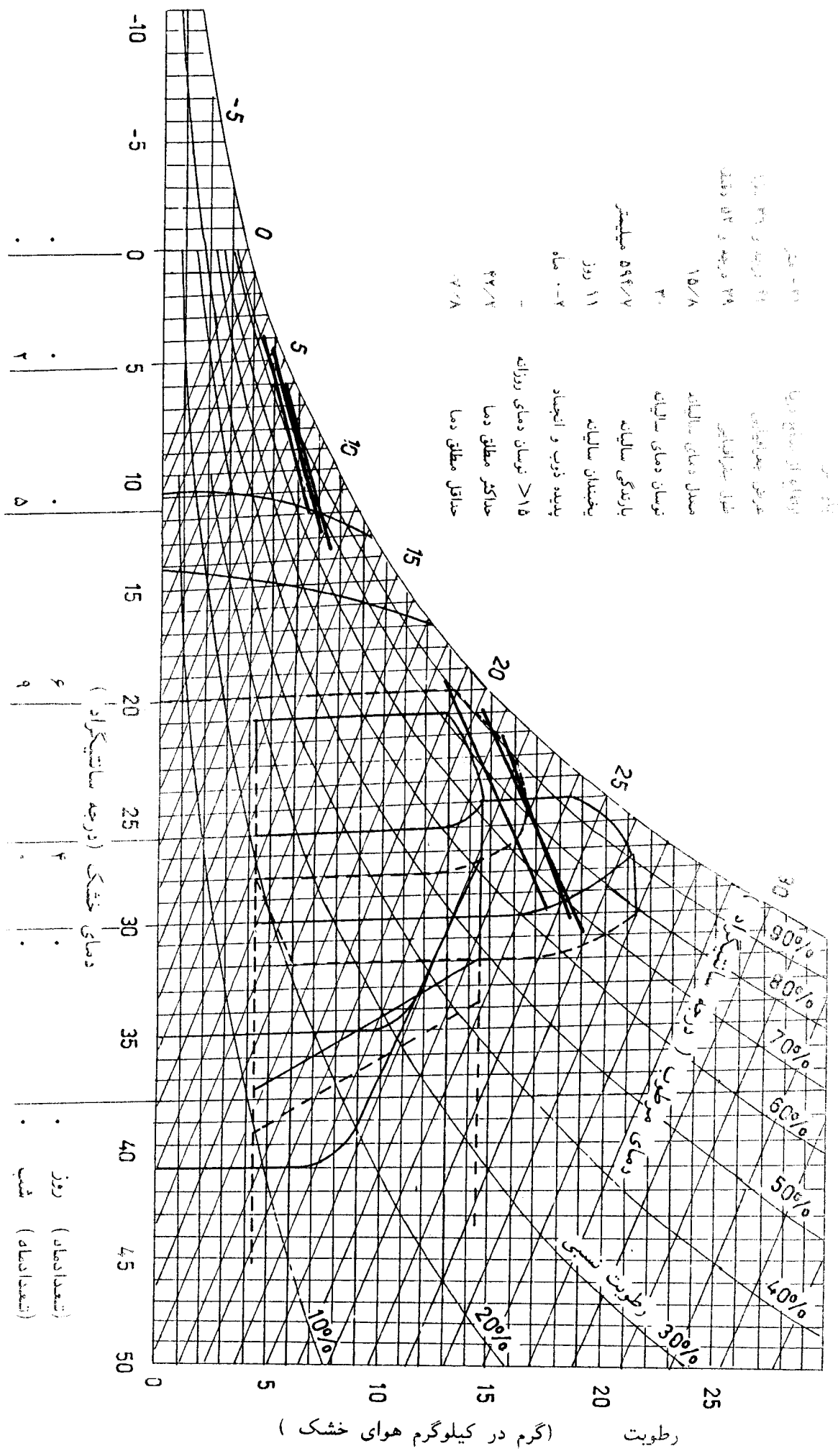
### نمودار زیست اقلیمی ساختمانی





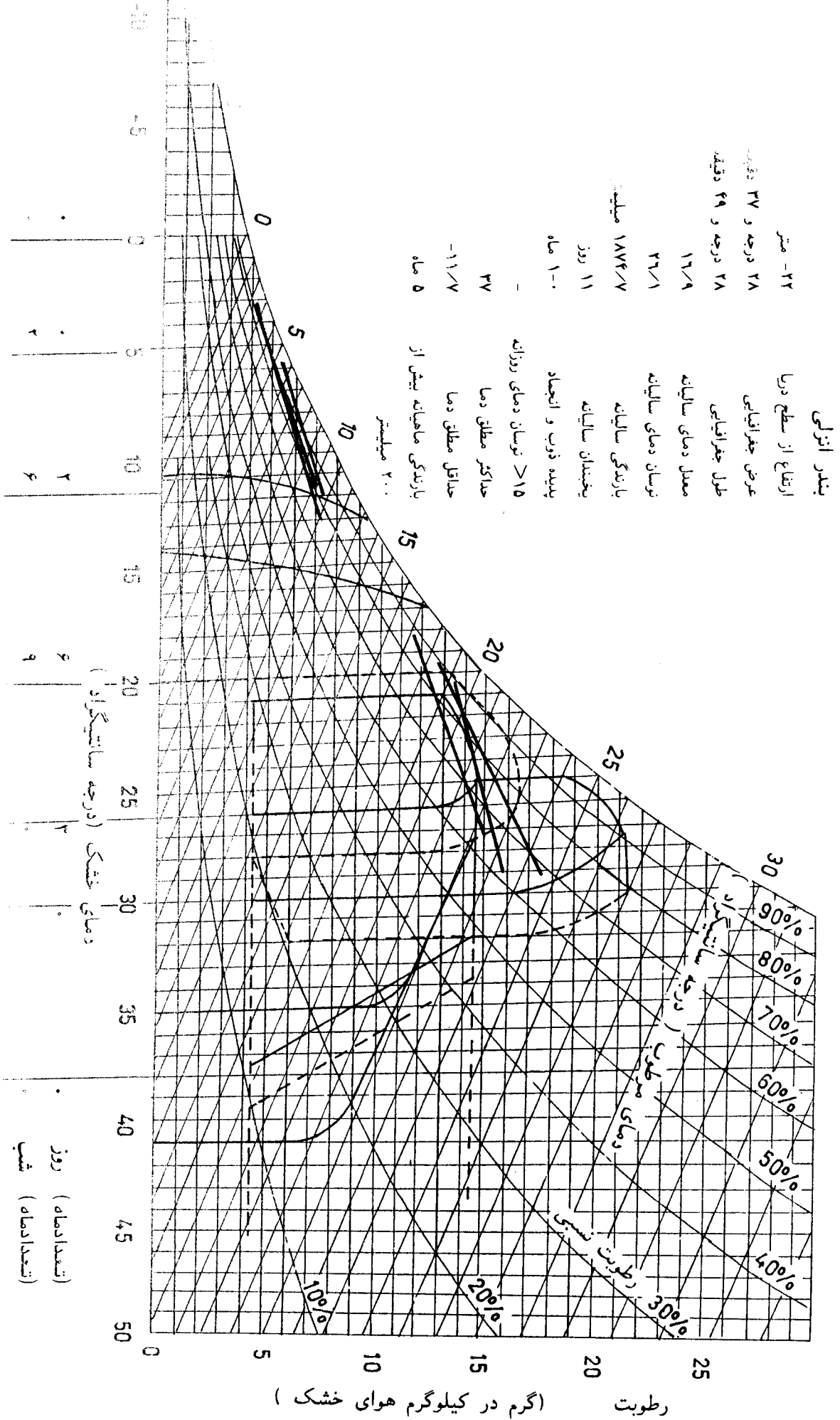


# نمودار زیست اقلیمی ساختمانی



رطوبت (گرم در کیلوگرم هوای خشک)

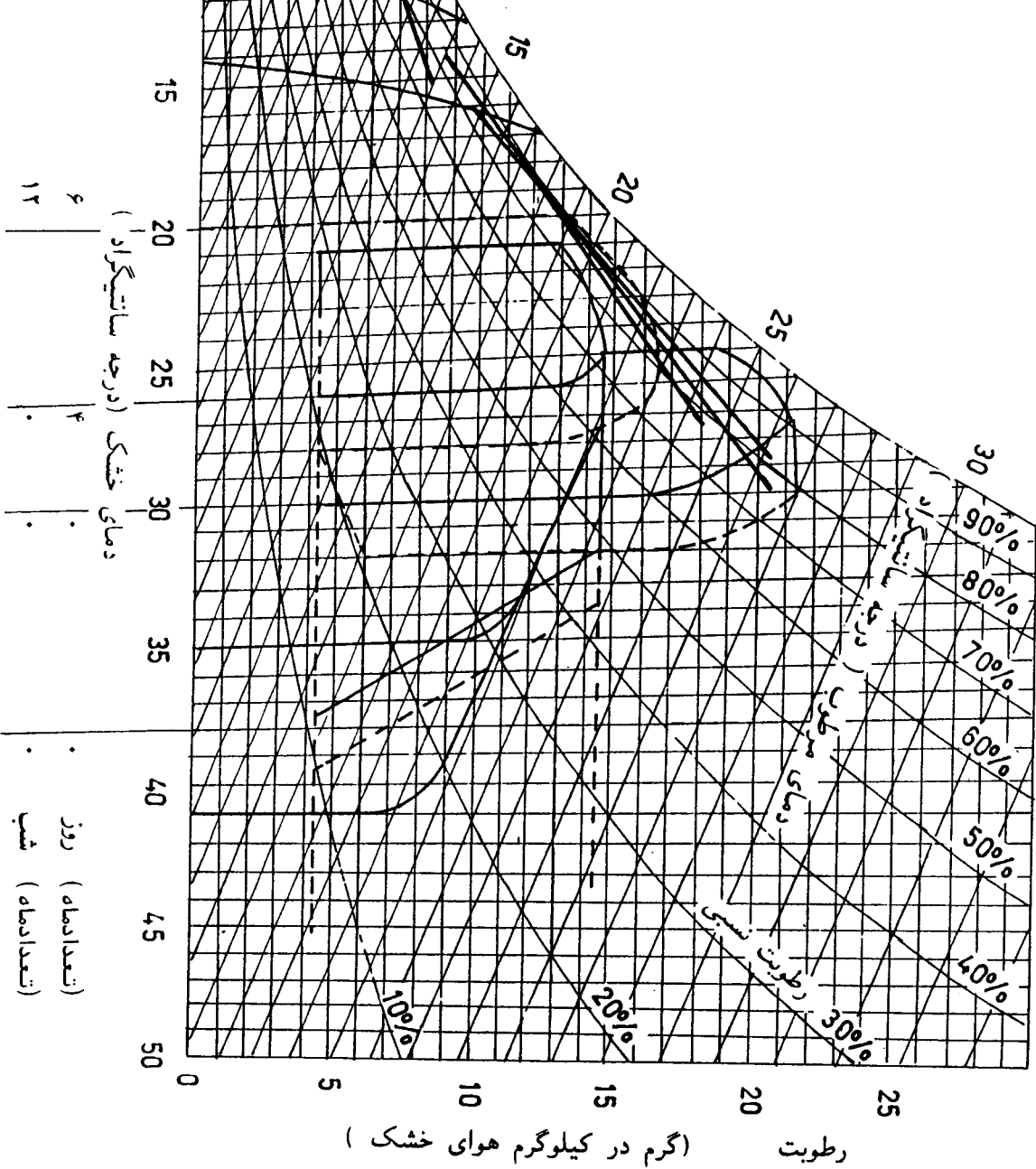
# نمودار زیست اقلیمی ساختمانی



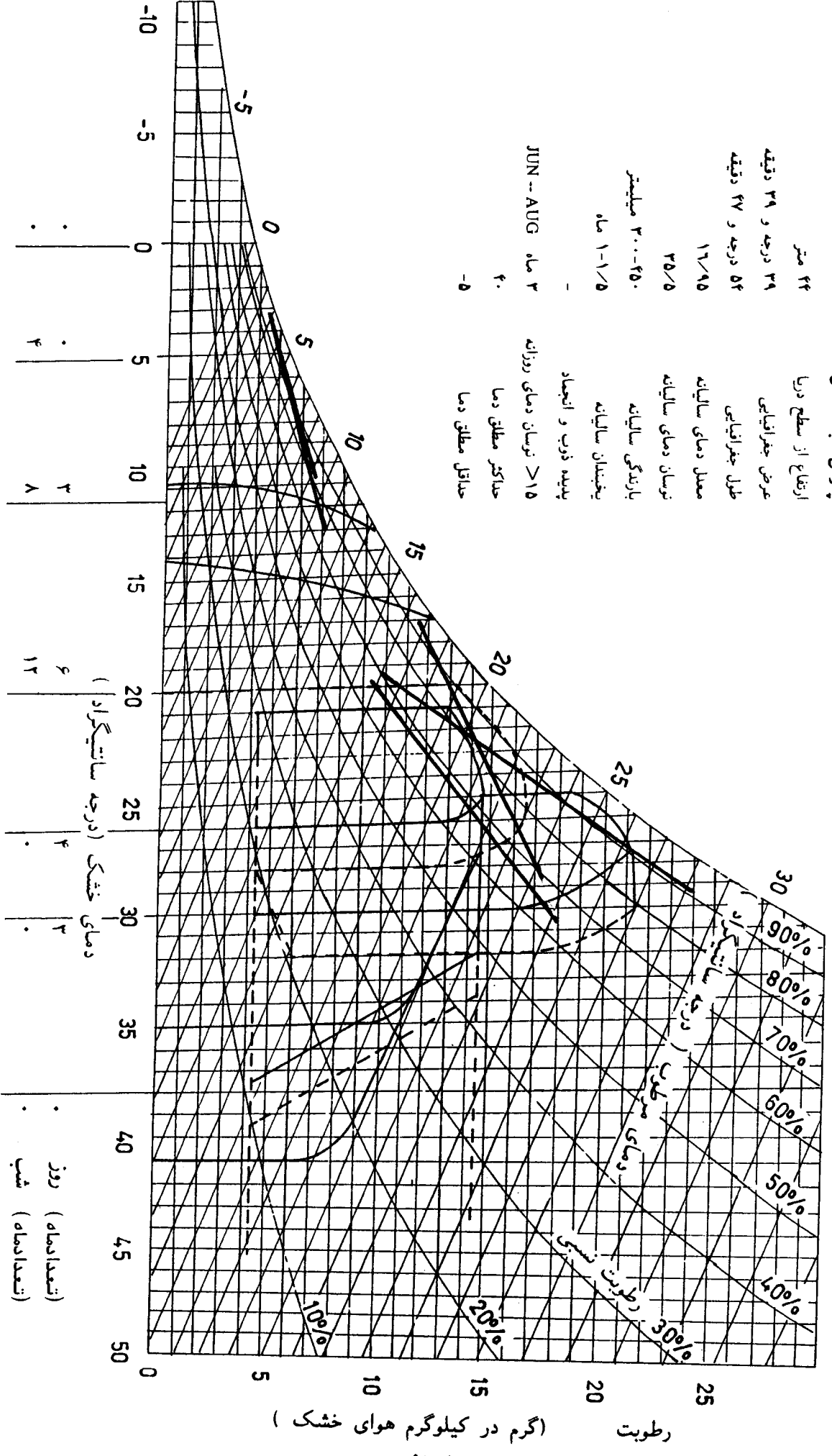
# نمودار زیست اقلیمی ساختمانی

بی بالان

۱۰- متر	ارتفاع از سطح دریا
۲ درجه و ۳۷ دقیقه	عرض جغرافیایی
۲۳ درجه و ۵۰ دقیقه	طول جغرافیایی
۱۵/۳۵	معدل دمای سالیانه
۲۸/۹	نوسان دمای سالیانه
۱۴۴۲/۹ میلیمتر	بارندگی سالیانه
۳۴/۸ روز	یخبندان سالیانه
۱-۳ (۱/۷) ماه	پدیده ذوب و انجماد
-	نوسان دمای روزانه
۳۶	حداکثر مطلق دما
-۸/۵	حداقل مطلق دما
۱ ماه	بارندگی ماهیانه بیش از ۲۰۰ میلیمتر



### نمودار زیست اقلیمی ساختمانی



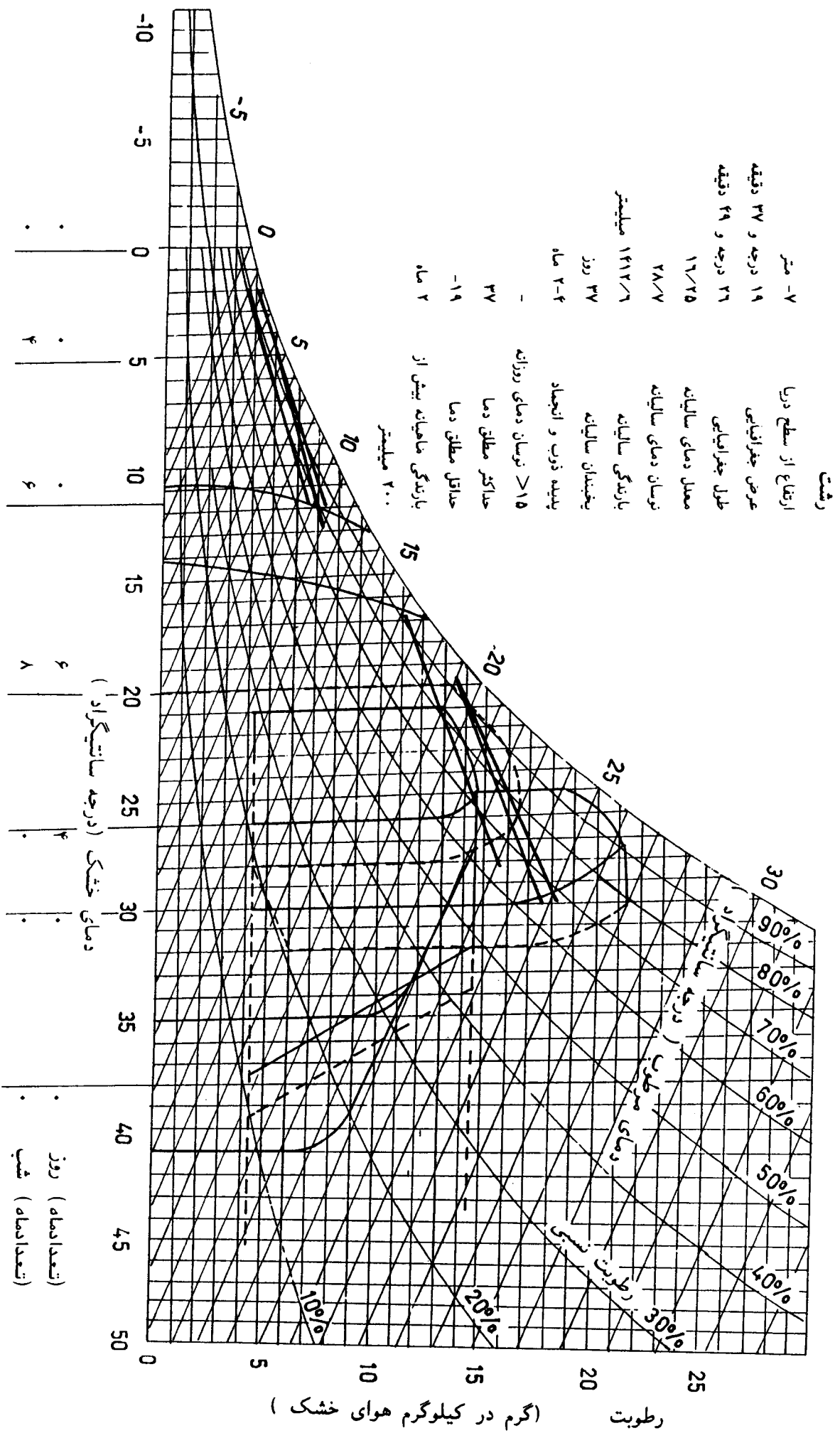








## نمودار زیست اقلیمی ساختمانی



رشدت

۷- متر

۱۹ درجه و ۳۷ دقیقه

۲۹ درجه و ۴۹ دقیقه

۱۶/۲۵

۲۸/۷

۱۴۱۲/۶ میلیمتر

۳۷ روز

۲-۴ ماه

-

۳۷

-۱۹

۲ ماه

ارتفاع از سطح دریا

عرض جغرافیایی

طول جغرافیایی

معدل دمای سالیانه

نوسان دمای سالیانه

بارندگی سالیانه

یخبندان سالیانه

پدیده ذوب و انجماد

>۱۵ نوسان دمای روزانه

حداکثر مطلق دما

حداقل مطلق دما

بارندگی ماهیانه بیش از ۲۰۰ میلیمتر

رطوبت (گرم در کیلوگرم هوای خشک)

•

•

•

•

•

•

•

•

•

درجه سانتیگراد (درجه سانتیگراد)

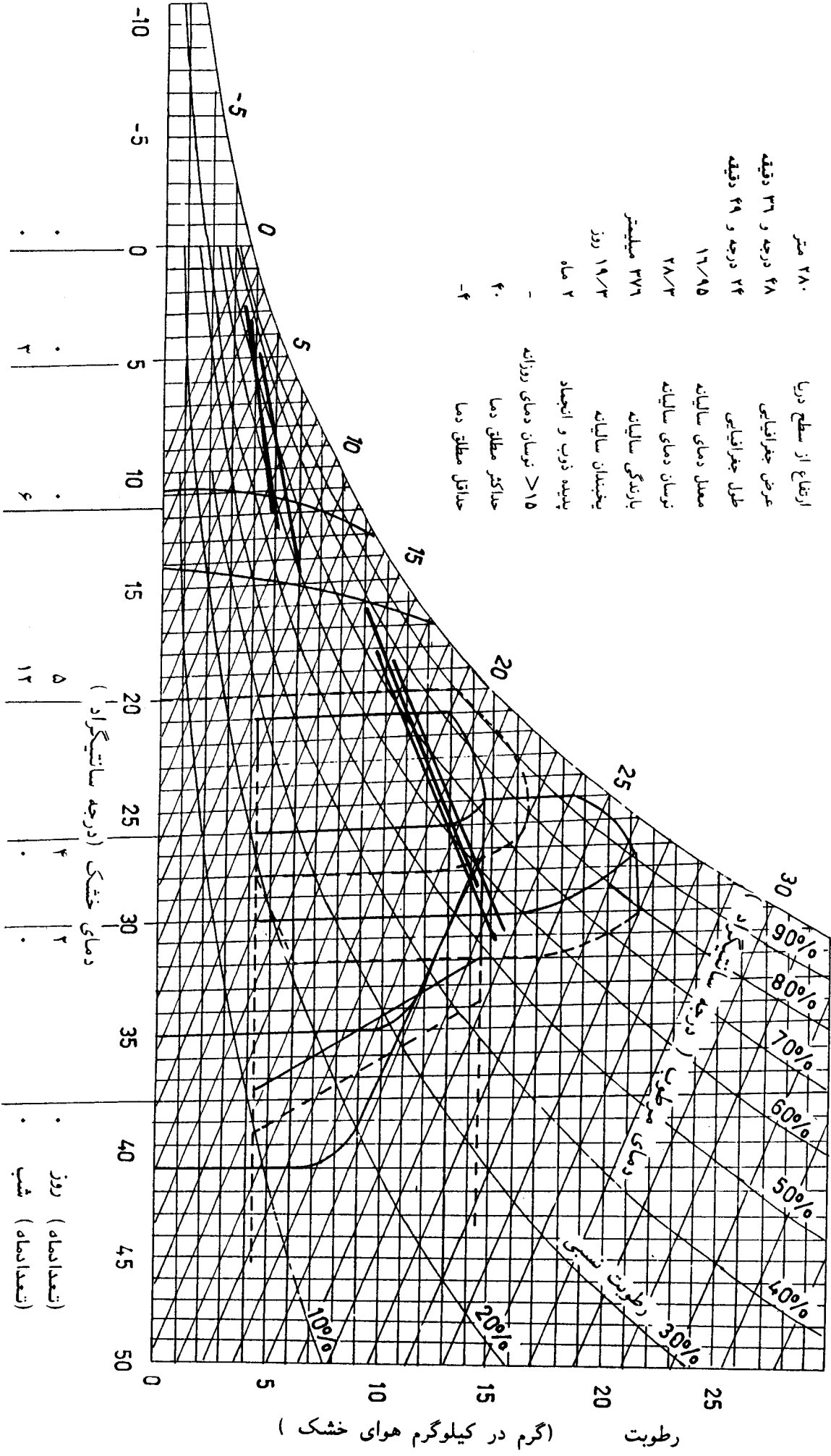
روز (تعداد ماه)

شب (تعداد ماه)

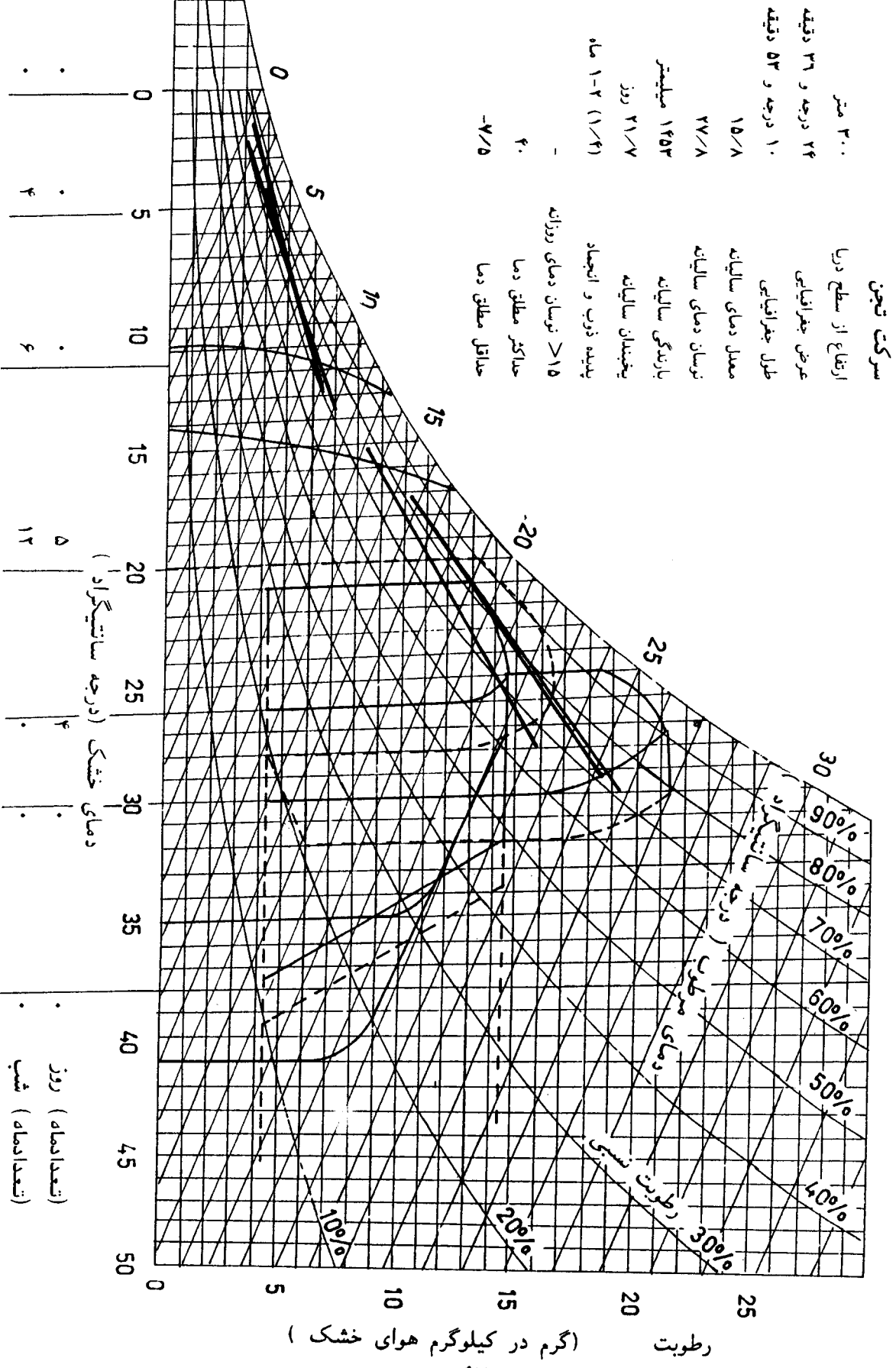
# نمودار زیست اقلیمی ساختمانی

## رودبار گیلان

۲۸۰ متر  
 ارتفاع از سطح دریا  
 ۴۸ درجه و ۳۱ دقیقه  
 عرض جغرافیایی  
 ۲۴ درجه و ۴۹ دقیقه  
 طول جغرافیایی  
 ۱۶/۹۵  
 ۲۸/۳  
 معدل دمای سالیانه  
 ۳۷/۱ میلیمتر  
 بارندگی سالیانه  
 ۱۹/۳ روز  
 یخبندان سالیانه  
 ۲ ماه  
 پدیده ذوب و انجماد  
 -  
 ۴۰  
 حداکثر مطلق دما  
 -۲  
 حداقل مطلق دما



# نمودار زیست اقلیمی ساختمانی



















# نمودار زیست اقلیمی ساختمانی

نور شهر

۲۰- متر  
 ۳۹ درجه و دقیقه  
 ۳۳ درجه و ۵۱ دقیقه

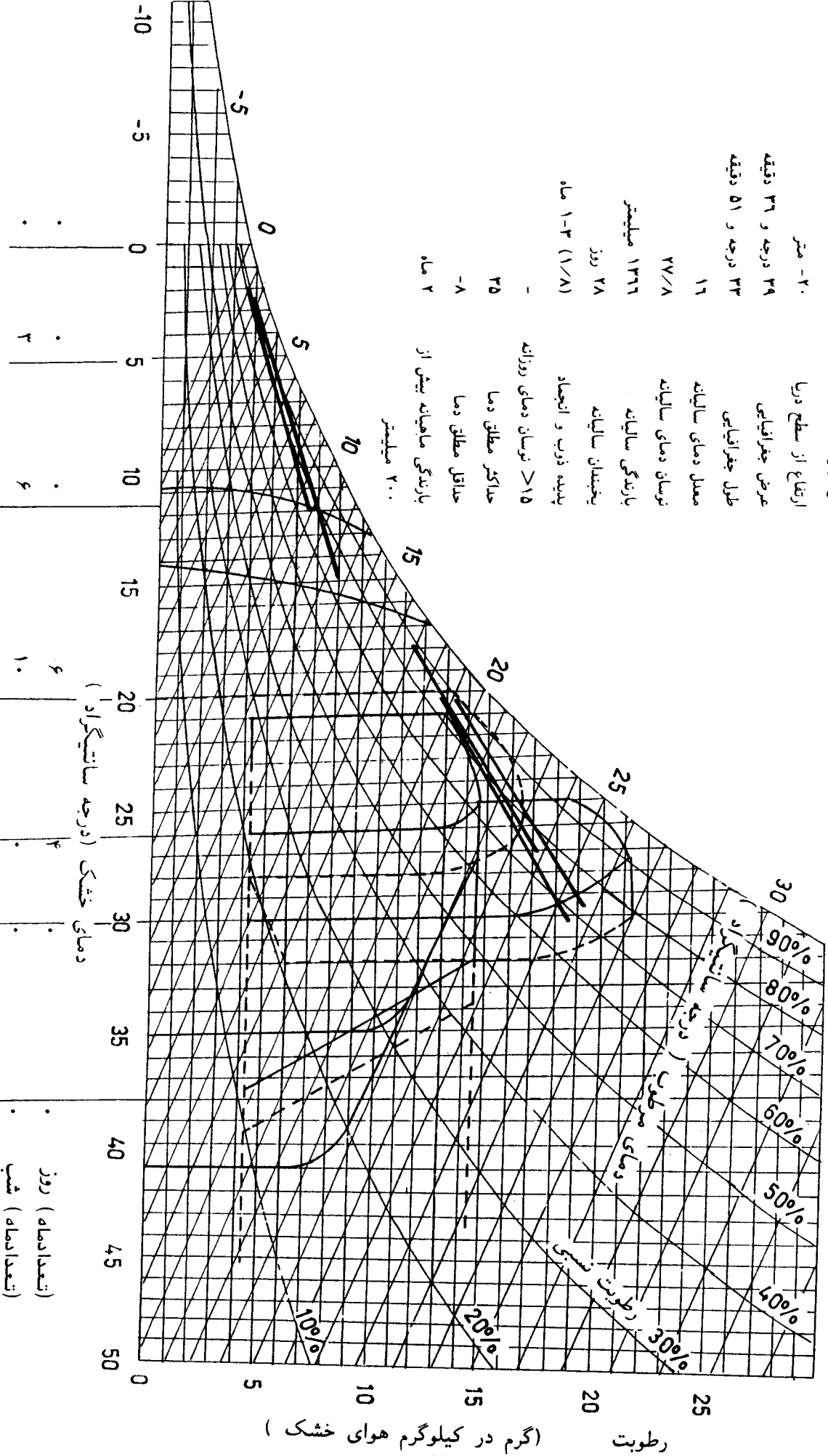
ارتفاع از سطح دریا  
 عرض جغرافیایی  
 طول جغرافیایی

۱۶  
 ۲۷/۸  
 ۱۳۶۱ میلیمتر  
 ۲۸ روز  
 ۱-۳ (۱/۸) ماه

معدل دمای سالیانه  
 نوسان دمای سالیانه  
 بارندگی سالیانه  
 یخبندان سالیانه  
 پدیده ذوب و انجماد

-  
 ۲۵  
 -۸  
 ۲ ماه

>۱۵ نوسان دمای روزانه  
 حداکثر مطلق دما  
 حداقل مطلق دما  
 بارندگی ماهیانه بیش از ۲۰۰ میلیمتر



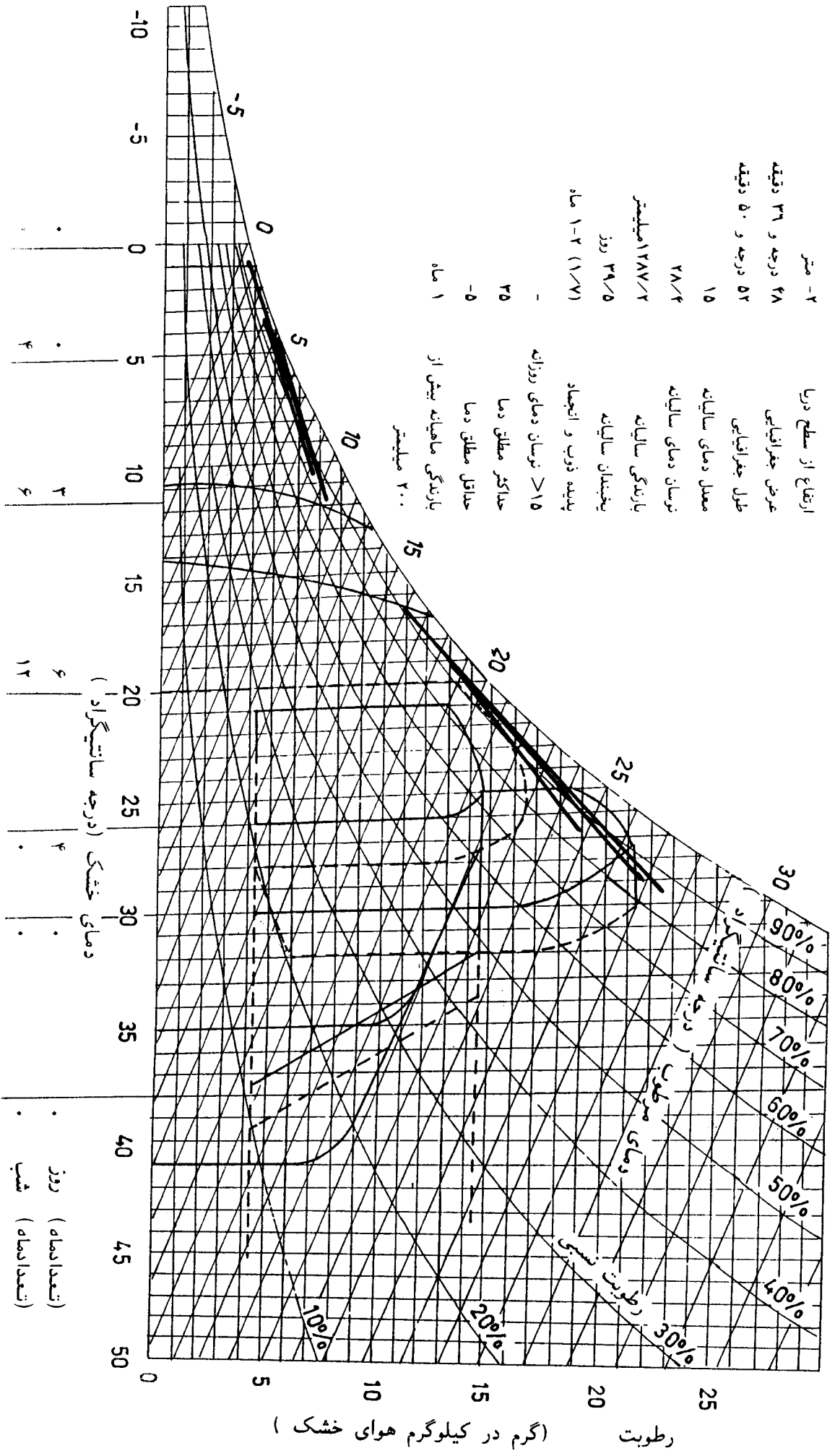
۰  
 ۳  
 ۶  
 ۱۰  
 ۴  
 ۰  
 ۰  
 ۰

۰  
 ۰  
 ۰

رطوبت (گرم در کیلوگرم هوای خشک)



### نمودار زیست اقلیمی ساختمانی



## ۲ - ۲ - ۲ گروه اقلیمی ۲

زمستان بسیار سرد - تابستان مطبوع

### الف - مشخصات آب و هوایی

#### ۱ - مشخصات جغرافیای

این اقلیم شامل مناطق کوهستانی با ارتفاع زیاد است که دارای زمستانهای بسیار سرد و تابستانهای مطبوع میباشد.

#### ۲ - مشخصات اقلیمی

معدل دمای سالیانه آن کمتر از ۱۱ درجه بوده و نوسان دمای سالیانه آن ۳۵ تا ۴۵ درجه است. در تابستان متوسط حداکثر دما در طی روز حدود ۲۸ تا ۳۱ درجه و متوسط حداقل دما در طی شب حدود ۸ تا ۱۰ درجه می باشد. در زمستان متوسط حداکثر دما در طی روز حدود ۲ تا ۵ درجه و متوسط حداقل دما در طی شب حدود ۹- درجه است. حداکثر مطلق دما در تابستان به ندرت به ۴۰ درجه می رسد و حداقل مطلق دما در زمستان معمولاً از ۲۰- درجه کمتر است. در ۴ تا ۵/۵ ماه از سال یخبندان وجود دارد و ریزشهای جوی غالباً به صورت برف است، بارندگی سالیانه ۳۵۰ تا ۵۵۰ میلیمتر است. رطوبت نسبی هوا در تابستان حداقل ۲۰ تا ۴۰ درصد و در زمستان حداکثر ۷۰ تا ۸۵ درصد می باشد.

### ب - وضعیت هوا از نظر آسایش انسان

از نظر آسایش انسان، آب و هوا در تابستانها کاملاً مطبوع بوده و مشکل عمده مربوط به مواقع سرد است.

#### ۱ - گرما و سرما

در طول روزهای ۳ تا ۴ ماه از سال در سایه شرایط آسایش فراهم است، اما در بقیه ایام سال استفاده از گرمای آفتاب مطبوع بوده و بهره گیری از مصالح مناسب کمک شایان توجهی به ایجاد شرایط آسایش می نماید. با وجود این در ۵ تا ۶ ماه از سال، روزها استفاده از وسایل گرما ساز اجتناب ناپذیر است.

شبها کلاً "هوا سرد است به طوری که در ۹ تا ۱۲ ماه از سال استفاده از وسایل گرما ساز ضروری



است. در پاره ای از نقاط این اقلیم مصالح ساختمانی مناسب می تواند تا حدود ۳ ماه از سال شبها استفاده از وسایل گرما ساز را غیر ضروری سازد.

## ۲ - رطوبت

در این اقلیم از نظر رطوبت هوا مشکلی وجود ندارد به طوری که حتی در گرم ترین روزهای سال، رطوبت درحد مطلوب می باشد.

## ج - وضعیت هوا از نظر کاربرد مصالح در جداره های ساختمان

از نظر کاربرد مصالح ساختمانی درمواقع گرم مشکلی وجود ندارد، مشکل عمده مربوط به مواقع سرد است.

### ۱ - دما

۱-۱ دمای بیش از ۳۰ درجه سانتیگراد

دراین اقلیم دمای بیش از ۳۰ درجه سانتیگراد به ندرت اتفاق می افتد و لذا از نظر کاربرد مصالح حساس به این دما مشکلی وجود ندارد.

۱-۲ دمای کمتر از ۵ درجه سانتیگراد

برای مصالحی که به دمای کمتر از ۵ درجه حساسیت دارند، نصف مواقع سال شبها و ۳ تا ۴ ماه روزها، شرایط نامناسب است.

۱-۳ دمای کمتر از صفر درجه سانتیگراد

شبها در ۵ ماه از سال دما زیر صفر درجه است. روزها در پاره ای از نقاط این اقلیم تا ۲ ماه از سال دما زیر صفر و در سایر مناطق همواره بالای صفر است. وضعیت دمای زیر صفر از نظر کاربرد بعضی از مصالح ساختمانی مسئله ساز است.

۱-۴ پدیده ذوب و انجماد

از ۵ ماه یخبندان این اقلیم، ۱/۵ تا ۲/۵ ماه پدیده ذوب و انجماد رخ می دهد که کاربرد پاره ای از مصالح را دچار اشکال می کند.

۱-۵ نوسان روزانه بیش از ۱۵ درجه سانتیگراد

این اقلیم از نظر نوسان دمای بیش از ۱۵ درجه در طول شبانه روز به دو بخش تقسیم می شود: در یک بخش اصولا نوسان دمای بیشتر از ۱۵ درجه وجود ندارد. در بخش دیگر ۳ ماه تابستان دارای نوسان دمای بیش از ۱۵ درجه است. در چنین مواقعی باید تمهیدات لازم جهت

جلوگیری از آسیب دیدگی مصالح حساس نسبت به این نوسان دما در نظر گرفته شود.

## ۲ - رطوبت

۱-۲ رطوبت نسبی بیش از ۵۰ درصد

رطوبت نسبی حدود شش ماه از سال درمواقع سرد بیشتر از ۵۰ درصد می باشد که از نظر کاربرد مصالح ساختمانی مشکلی ایجاد نمی کند.

۲-۲ حد پوسیدگی چوب

ترکیب دمای ۲۵ و ۳۵ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی ۳۵ تا ۵۰ درصد که حد پوسیدگی چوب است دراین اقلیم امکان وقوع ندارد، لذا کاربرد چوب مشکلی ایجاد نمی کند.

۳-۲ میعان و شرحی

روزهای ۲ ماه و شبهای ۵ ماه از سال حتما" و روزها و شبهای ۲ ماه احتمالا" میعان رخ می دهد . پدیده شرحی هیچگاه اتفاق نمی افتد . بنابراین باید بگونه ای از مصالحی استفاده نمود که اثر میعان کاهش یابد.

۳ - باد و باران

۱-۳ بارندگی ماهیانه بیش از ۲۰۰ میلیمتر

دراین اقلیم بارندگی ماهیانه بیشتر از ۲۰۰ میلیمتر وجود ندارد .

۲-۳ کج باران

در پاره ای از نقاط این اقلیم، بارشهای جوی نسبتا" زیاد بوده و می تواند مصالح به کار رفته در نمای جبهه های رو به باد را تحت تأثیر قرار داده. لذا در انتخاب این گونه مصالح، باید دقت نمود.

۴ - تابش خورشید

از نظر دریافت انرژی خورشیدی، این اقلیم در محدوده تابش متوسط و زیاد واقع شده است. لذا در انتخاب رنگ و جنس مصالح جداره های خارجی ساختمان و محیط پیرامون باید دقت کافی مبذول داشت.

خلاصه وضعیت اقلیمی گروه ۲ از نظر آسایش انسان

اقلیم ۲	مشکلات			انرژی خورشید		مصالح خازن	گرما ساز	سرما ساز	برودت تبخیری	جریان هوا	رطوبت گیر
	گرما	سرما	رطوبت	سایه	آفتاب						
روز	-	+	-	۳-۴	۶-۹	۶-۱۲	۵-۶	-	-	-	-
شب	-	+	-	-	-	۱۲	۹-۱۲	-	-	-	-

توضیح علائم :

+ مشکل دارد.

- نیازی نیست یا مشکل ندارد.

واحد اعداد ماه است.

خلاصه وضعیت اقلیمی گروه ۲ از نظر کاربرد مصالح ساختمانی

اقلیم ۲	دما (درجه سانتیگراد)			رطوبت	میعان			شرحی	ذوب و انجماد	تابش
	کمتر از صفر	کمتر از ۵	بیش از ۱۵		حتمی	احتمالی	خاص مثل حمام، آشپزخانه			
روز	۲	۳-۴	-	۳	۰-۱	۳-۴	۵-۶	-	۱/۵-۲/۵	متوسط و زیاد
شب	۵	۶	-	۳	۰-۳	۶	۷-۸	-	۱/۵-۲/۵	

توضیح علائم :

- وجود ندارد

واحد اعداد ماه است .

انتخاب، اجرا و نگهداری مصالح در گروه ۲

اقلیم ۲	دما			رطوبت		باد و باران	یخ بندان	تابش
	گرما	سرما	نوسان	شرحی	میعان			
انتخاب مصالح	-	+	*	-	+	*	+	+
اجرا	-	+	*	-	-	-	+	-
نگهداری	-	+	*	-	+	*	+	+

توضیح علائم :

+ مشکل دارد

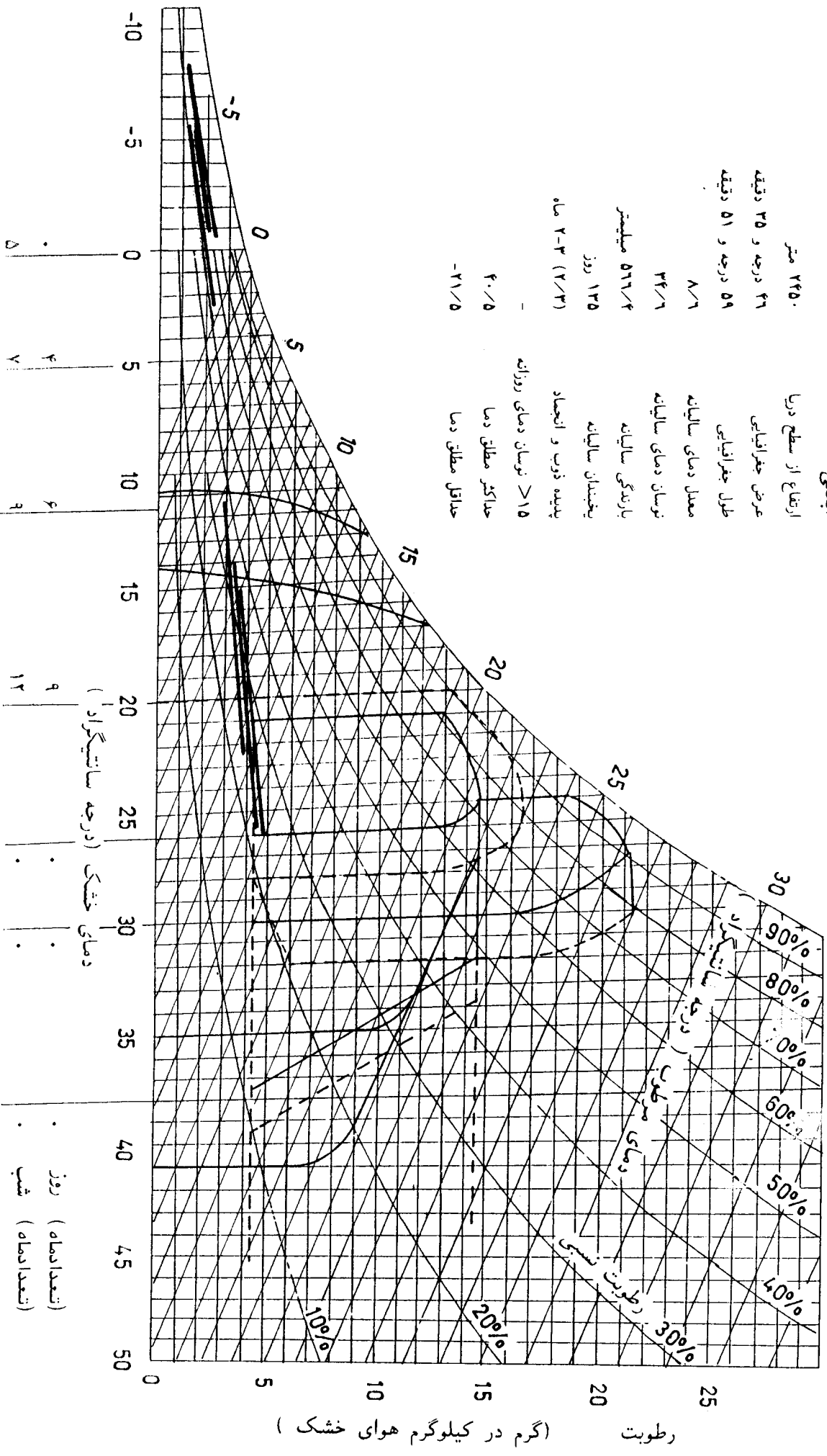
- مشکل ندارد.

\* بعضی مناطق این اقلیم مشکل دارد

## نمودار زیست اقلیمی ساختمانی

آبعلی

ارتفاع از سطح دریا ۲۴۵۰ متر  
 عرض جغرافیایی ۴۱ درجه و ۲۵ دقیقه  
 طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۵۱ دقیقه  
 معدل دمای سالیانه ۸/۱  
 نوسان دمای سالیانه ۳۴/۱  
 بارندگی سالیانه ۵۶۱/۴ میلیمتر  
 یخبندان سالیانه ۱۳۵ روز  
 پدیده ذوب و انجماد ۲-۳ (۲/۳) ماه  
 >۱۵ نوسان دمای روزانه  
 حداکثر مطلق دما ۴۰/۵  
 حداقل مطلق دما -۲۱/۵



۵

۴

۶

۹

۱۲

(درجه سانتیگراد)

دمای خشک

روز (تعدادماه)

شب (تعدادماه)

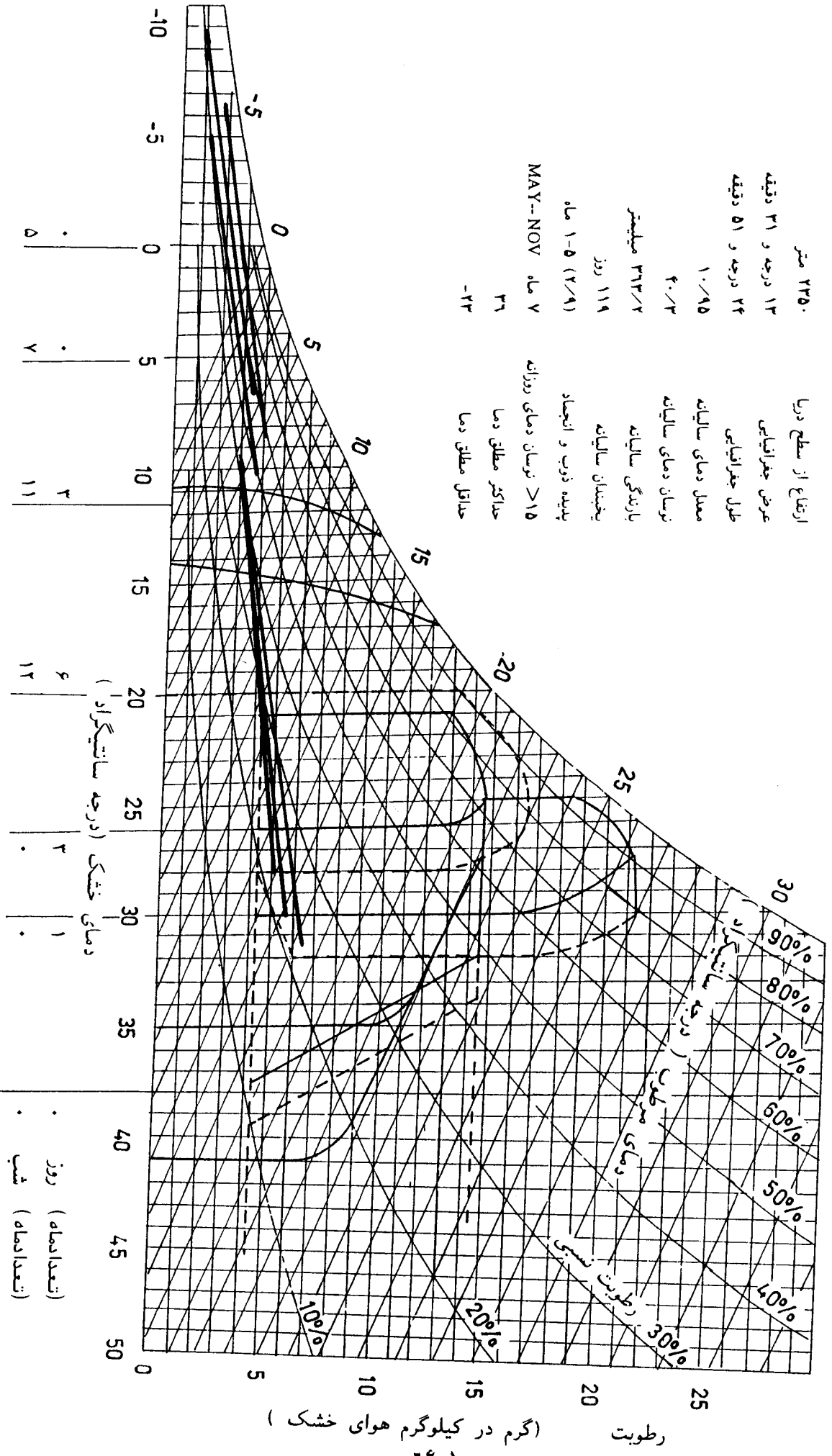
رطوبت (گرم در کیلوگرم هوای خشک)



### نمودار زیست اقلیمی ساختمان

حنا

۲۳۵۰ متر	ارتفاع از سطح دریا
۱۳ درجه و ۳۱ دقیقه	عرض جغرافیایی
۲۴ درجه و ۵۱ دقیقه	طول جغرافیایی
۱۰/۹۵	معدل دمای سالیانه
۴۰/۳	نوسان دمای سالیانه
۳۱۳/۲ میلیمتر	بارندگی سالیانه
۱۱۹ روز	یخبندان سالیانه
۱-۵ (۲/۹) ماه	پدیده ذوب و انجماد
MAY--NOV ۷ ماه	نوسان دمای روزانه
۳۱	حداکثر مطلق دما
-۲۳	حداقل مطلق دما



۵	۷	۱۱	۳	۱۱	۶	۱۲	۳	۱	۰	۰
					درجه سانتیگراد ( )		خشک (درجه سانتیگراد)		دمای خشک	
									روز (تعدادماه)	
									شب (تعدادماه)	

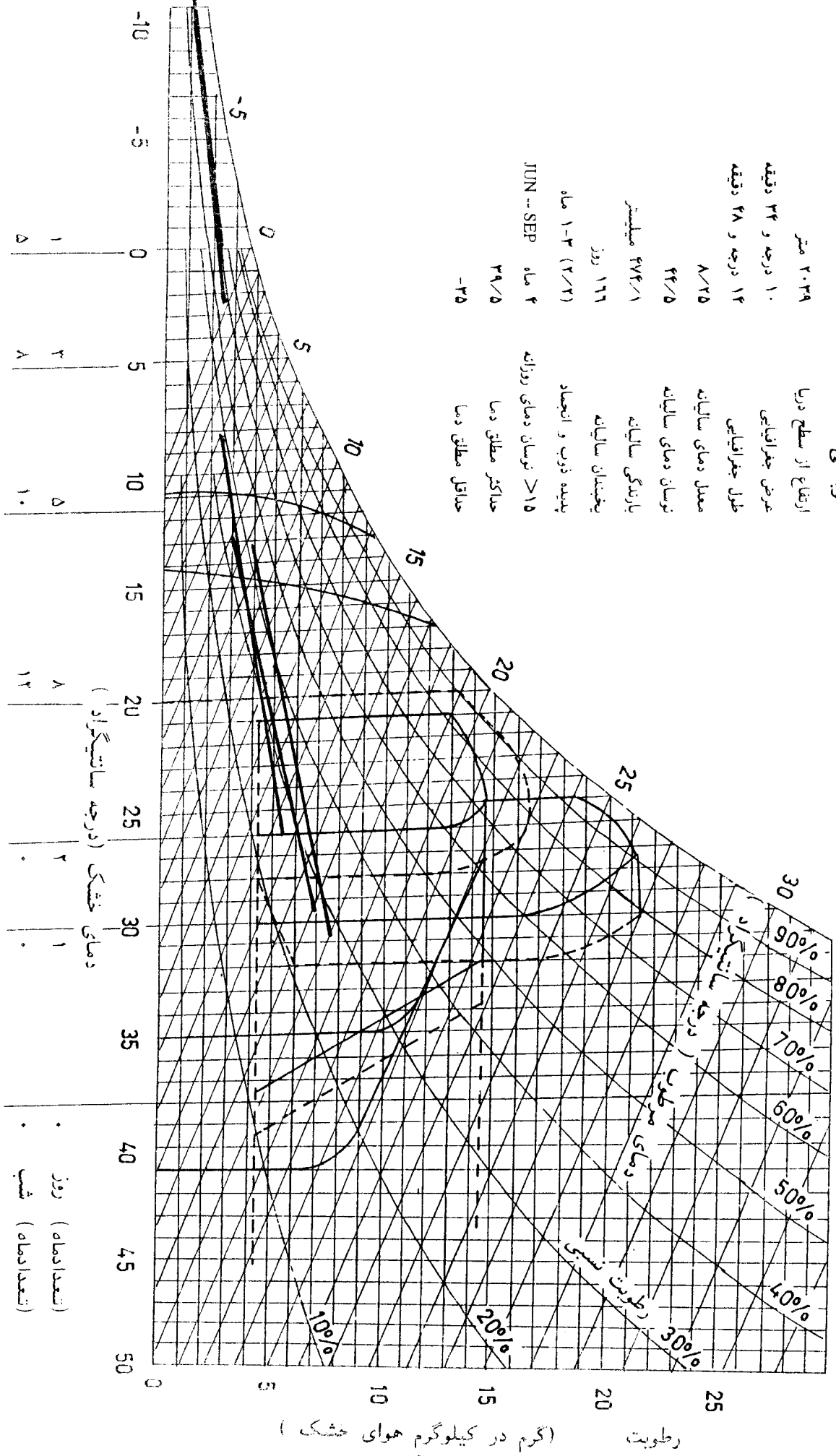
رطوبت (گرم در کیلوگرم هوای خشک )



نمودار زیست اقلیمی ساختمان

سورباتی

ارتفاع از سطح دریا ۲۰۳۹ متر  
 عرض جغرافیایی ۱۰ درجه و ۳۴ دقیقه  
 طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۱۴ دقیقه  
 معمل دمای سالیانه ۸/۲۵  
 نوسان دمای سالیانه ۴۴/۵  
 بارندگی سالیانه ۴۷۴/۱ میلیمتر  
 یخبندان سالیانه ۱۶۱ روز  
 پدیده ذوب و انجماد ۳-۱ ماه  
 >۱۵ نوسان دمای روزانه JUN -- SEP  
 حداکثر مطلق دما ۳۹/۵ ماه ۴  
 حداقل مطلق دما -۳۵



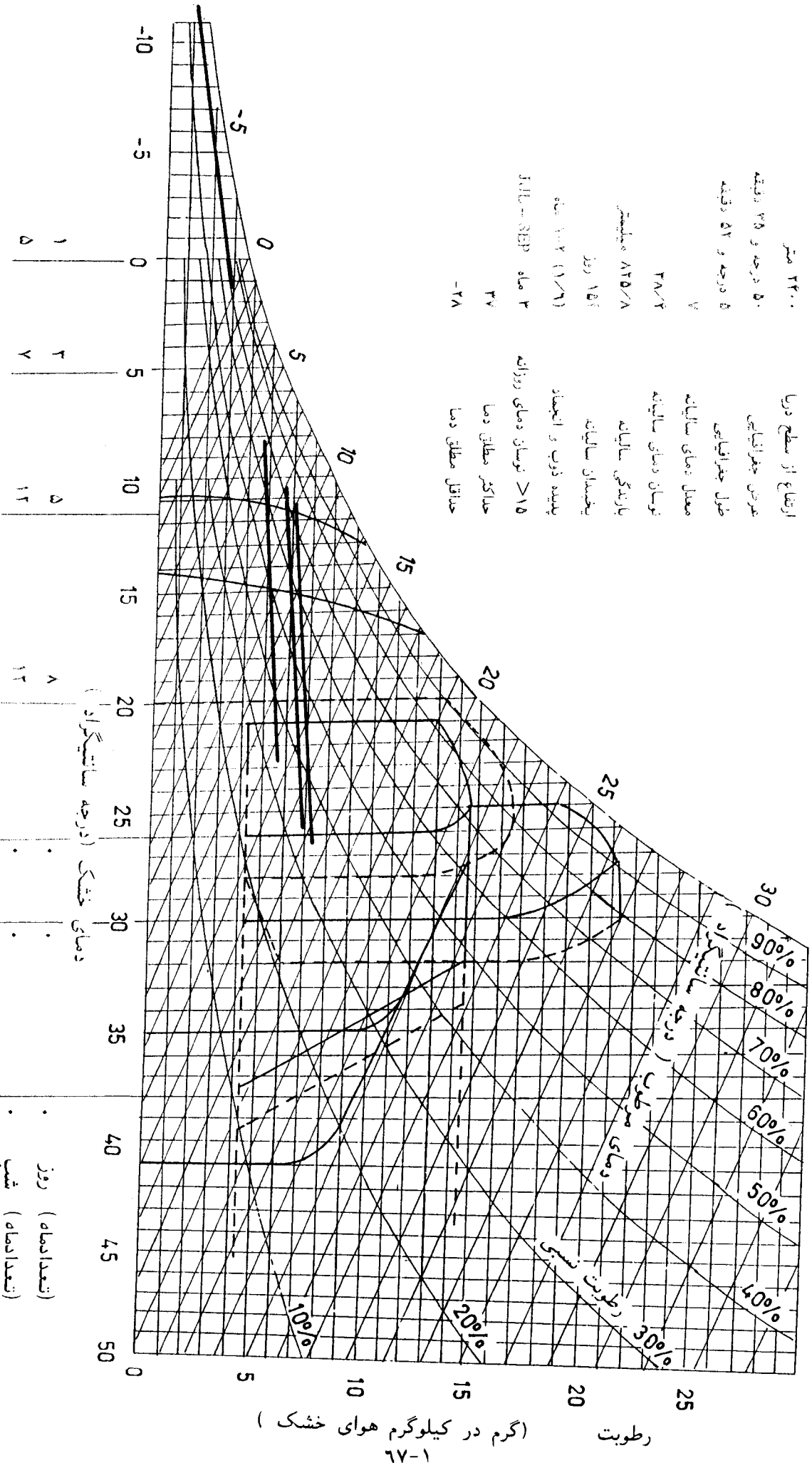
رطوبت (گرم در کیلوگرم هوای خشک)



# نمودار زیست اقلیمی ساختمانی

لاز پهلور

ارتفاع از سطح دریا	۲۴۰۰ متر
عرض جغرافیایی	۵۰ درجه و ۳۵ دقیقه
طول جغرافیایی	۵۲ درجه و ۵۲ دقیقه
معدل دمای سالیانه	۷
نوسان دمای سالیانه	۳۸/۴
بارندگی سالیانه	۸۳۵/۸ میلیمتر
یخبندان سالیانه	۱۵۴ روز
پدیده ذوب و انجماد	۱/۲ (۱/۱)
حد اکثر مطلق دما	۳ ماه ۳۷
حد مطلق دما	۳۷
حد مطلق دما	-۲۸



رطوبت (گرم در کیلوگرم هوای خشک)

۱-۶۷

۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲
۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲

(درجه سانتیگراد)

روز (تعداد ماه)  
شب (تعداد ماه)



## ۲ - ۲ - ۳ گروه اقلیمی ۳

زمستان سرد - تابستان تا حدودی گرم

### الف - مشخصات آب و هوایی

#### ۱- مشخصات جغرافیایی

این اقلیم شامل مناطق کوهپایه ای با ارتفاع نسبتاً زیاد می باشد که دارای زمستانهای سرد و تابستانهای تا حدودی گرم است.

#### ۲- مشخصات اقلیمی

معدل دمای سالیانه ۱۱ تا ۱۴ درجه و نوسان دمای سالیانه ۳۶ تا ۴۶ درجه می باشد. در تابستان متوسط حداکثر دما در طی روز حدود ۲۸ تا ۳۵ درجه و متوسط حداقل دما در طی شب حدود ۱۰ تا ۱۵ درجه می باشد. در زمستان متوسط حداکثر دما در طی روز حدود ۵ تا ۱۳ درجه و متوسط حداقل دما در طی شب حدود ۵- تا ۱۱- درجه است. حداکثر مطلق دما در تابستان ۳۵ تا ۴۳ درجه و حداقل مطلق دما در زمستان ۱۵- تا ۳۰- درجه است. در ۳ تا ۴/۵ ماه از سال یخبندان وجود دارد و ریزشهای جوی در این ایام غالباً به صورت برف است. بارندگی سالیانه ۱۹۰ تا ۸۰۰ میلیمتر است. رطوبت نسبی هوا در تابستان حداقل ۲۰ تا ۶۰ درصد و در زمستان حداکثر ۷۰ تا ۹۰ درصد می باشد.

### ب - وضعیت هوا از نظر آسایش انسان

در رابطه با آسایش انسان، آب و هوا در تابستانها نسبتاً گرم و در زمستانها سرد است ولی از نظر رطوبت مشکلی وجود ندارد.

#### ۱- گرما

در این اقلیم در طول ۶ ماه از سال روزها نیاز به سایه وجود دارد، در عین حال که در ۴ ماه از این ایام، حوالی ظهر، سایه به تنهایی کفایت نکرده استفاده از مصالح مناسب و برودت تبخیری آب نیز ضروریست. در شبهای این ایام هوا نسبتاً خنک بوده و با استفاده از مصالح مناسب می توان به شرایط مطلوب دست یافت.

## ۲- سرما

در مواقع سرد، ۲ تا ۴ ماه در طول روز و ۷ تا ۱۰ ماه در طول شب علاوه بر استفاده از مصالح مناسب و انرژی خورشیدی ذخیره شده در جداره های ساختمان، استفاده از وسایل گرما ساز ضروریست.

## ۳- رطوبت

در این اقلیم درمواقع گرم میزان رطوبت هوا در حدی است که می توان با استفاده از برودت تبخیری حاصل از سطوح آب و گیاه هوا را خنک نمود.

## ج - وضعیت هوا از نظر کاربرد مصالح در جداره های ساختمان

### ۱- دما

#### ۱-۱ دمای بیش از ۳۰ درجه سانتیگراد

درمواقع گرم در ۲ تا ۳ ماه از سال دما بالای ۳۰ درجه است که برای به کارگیری پاره ای از مصالح مسئله ساز می باشد.

#### ۲-۱ دمای کمتر از ۵ درجه سانتیگراد

در مواقع سرد در ۲ تا ۳ ماه در طی روز و ۵ تا ۷ ماه در طی شب، دمای هوا به کمتر از ۵ درجه می رسد که از نظر کاربرد بعضی از مصالح ساختمانی مطلوب نیست.

#### ۳-۱ دمای کمتر از صفر درجه سانتیگراد

از نظر کاربرد مصالحی که نسبت به دمای صفر درجه حساس هستند، شبها در ۳ تا ۵ ماه از سال دما به زیر صفر می رسد.

#### ۴-۱ پدیده ذوب و انجماد

در طول ۲ تا ۳ ماه از سال احتمال وقوع پدیده ذوب و انجماد وجود دارد.

#### ۵-۱ نوسان روزانه بیش از ۱۵ درجه سانتیگراد

این اقلیم از نظر نوسان دمای بیش از ۱۵ درجه در طول شبانه روز به سه بخش تقسیم می شود : در یک بخش اصولا نوسان دمای بیشتر از ۱۵ درجه وجود ندارد و یا فقط در ۱ الی ۲ ماه از سال اتفاق می افتد. بخش دوم حدود نیمی از سال درمواقع گرم و بخش دیگر تقریباً تمام سال دارای نوسان دمای بیش از ۱۵ درجه است. در چنین مواقعی باید تمهیدات لازم جهت جلوگیری از آسیب دیدگی مصالح حساس نسبت به این نوسان دما در نظر گرفته شود.

## ۲ - رطوبت

### ۱-۲ رطوبت نسبی بیش از ۵۰ درصد

رطوبت نسبی حدود ۳ ماه از سال (مواقع سرد) بالاتر از ۵۰ درصد است و در بقیه ایام کمتر از ۴۵ درصد بوده که این شرایط از نظر بکارگیری مصالح مشکلی ایجاد نمی کند.

### ۲-۲ حد پوسیدگی چوب

ترکیب دمای ۲۵ و ۳۵ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی ۳۵ تا ۵۰ درصد که حد پوسیدگی چوب است تنها در بخشهایی از این اقلیم امکان وقوع دارد که در آن مناطق باید تدابیر لزوم اتخاذ گردد.

### ۳-۲ میعان و شرحی

شبهای ۳ تا ۵ ماه از سال حتماً و تا ۲ ماه روز و شب، احتمالاً میعان رخ می دهد. در این منطقه شرحی اتفاق نمی افتد. بنابراین باید از مصالح مناسب، برای کاهش اثر میعان استفاده کرد.

## ۳ - باد و باران

### ۱-۳ بارندگی ماهیانه بیش از ۲۰۰ میلیمتر

در این اقلیم بارندگی ماهیانه بیشتر از ۲۰۰ میلیمتر وجود ندارد.

### ۲-۳ کج باران

در پاره ای از نقاط این اقلیم مانند سقز و نوجیان و اردکان فارس بارشهای جوی به حدی است که مسئله کج باران به وجود آمده و حفاظت نماهای رو به باد غالب در مقابل فرسایش باران توأم با باد را ضروری می سازد. در سایر نقاط که بارش کم است مشکلی وجود ندارد.

## ۴ - تابش خورشید

از نظر دریافت انرژی خورشیدی این اقلیم در محدوده تابش متوسط و زیاد واقع شده است، لذا در انتخاب رنگ و جنس مصالح جداره های خارجی ساختمان و محیط پیرامون آن باید دقت کافی مبذول داشت.

خلاصه وضعیت اقلیمی گروه ۳ از نظر آسایش انسان

اقلیم	مشکلات			انرژی خورشید		مصالح خازن	گرما ساز	سرما ساز	برودت تبخیری	جریان هوا	رطوبت گیر
	گرما	سرما	رطوبت	سایه	آفتاب						
روز	+	+	-	۶	۶	۷-۱۱	۲-۴	-	۴	-	-
شب	-	+	-	-	-	۱۱-۱۲	۷-۱۰	-	-	-	-

توضیح علائم :

+ مشکل دارد.

- نیازی نیست یا مشکل ندارد.

واحد اعداد ماه است.

خلاصه وضعیت اقلیمی گروه ۳ از نظر کاربرد مصالح ساختمانی

اقلیم	دما (درجه سانتیگراد)			رطوبت	میعان			شرحی	ذوب و انجماد	تابش
	کمتر از	بیشتر از	نوسان		حتمی	احتمالی	خاص			
روز	۰	۲-۳	۲-۳	۳	-	۰-۲	۰-۴	-	-	متوسط و زیاد
شب	۳-۵	۵-۷	-	۳	۳-۵	۵-۷	۷-۱۰	-	۲-۳	

توضیح علائم :

- وجود ندارد.

واحد اعداد ماه است.

انتخاب، اجرا و نگهداری مصالح در گروه ۳

اقلیم ۳	دما			رطوبت		باد و باران	یخ بندان	تابش
	گرما	سرما	نوسان	شرحی	میعان			
انتخاب مصالح	-	+	*	-	+	*	+	+
اجرا	+	+	*	-	-	-	+	-
نگهداری	-	+	*	-	+	*	+	+

توضیح علائم :

+ مشکل دارد.

- مشکل ندارد.

\* بعضی مناطق این اقلیم مشکل دارد.

### مودار زیست اقلیمی ساختمانی

#### آبادچی فریدن

۲۱۰۰ متر

۴۳ درجه و ۳۲ دقیقه

۴۱ درجه و ۵۰ دقیقه

۱۱/۳

۴۱/۸

۴۱۴/۹ میلیمتر

۱۳۷ روز

ماه ۱-۳ (۱/۸)

JAN -- MAR ماه ۱۰

JUN -- DEC

۴۰

-۲۳/۵

ارتفاع از سطح دریا

عرض جغرافیایی

طول جغرافیایی

معدل دمای سالیانه

نوسان دمای سالیانه

بارندگی سالیانه

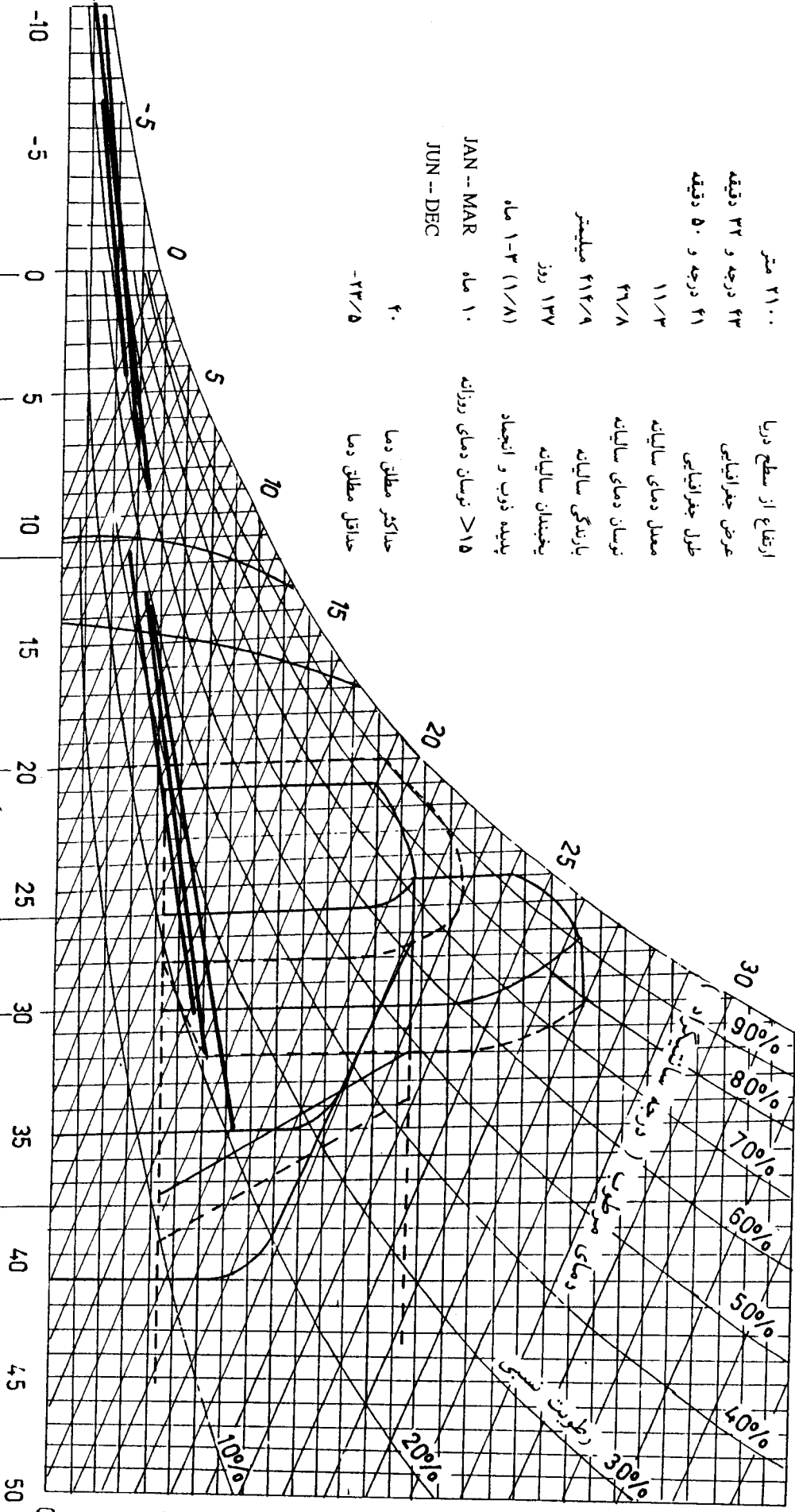
یخبندان سالیانه

پدیده ذوب و انجماد

> ۱۵ نوسان دمای روزانه

حداکثر مطلق دما

حداقل مطلق دما



۰ | ۱ | ۷

۴ | ۱۱

۴ | ۱۲

۴ | ۰

۳ | ۰

۰ | ۰

روز (تعداد ماه)

شب (تعداد ماه)

دمای خشک (درجه سانتیگراد)

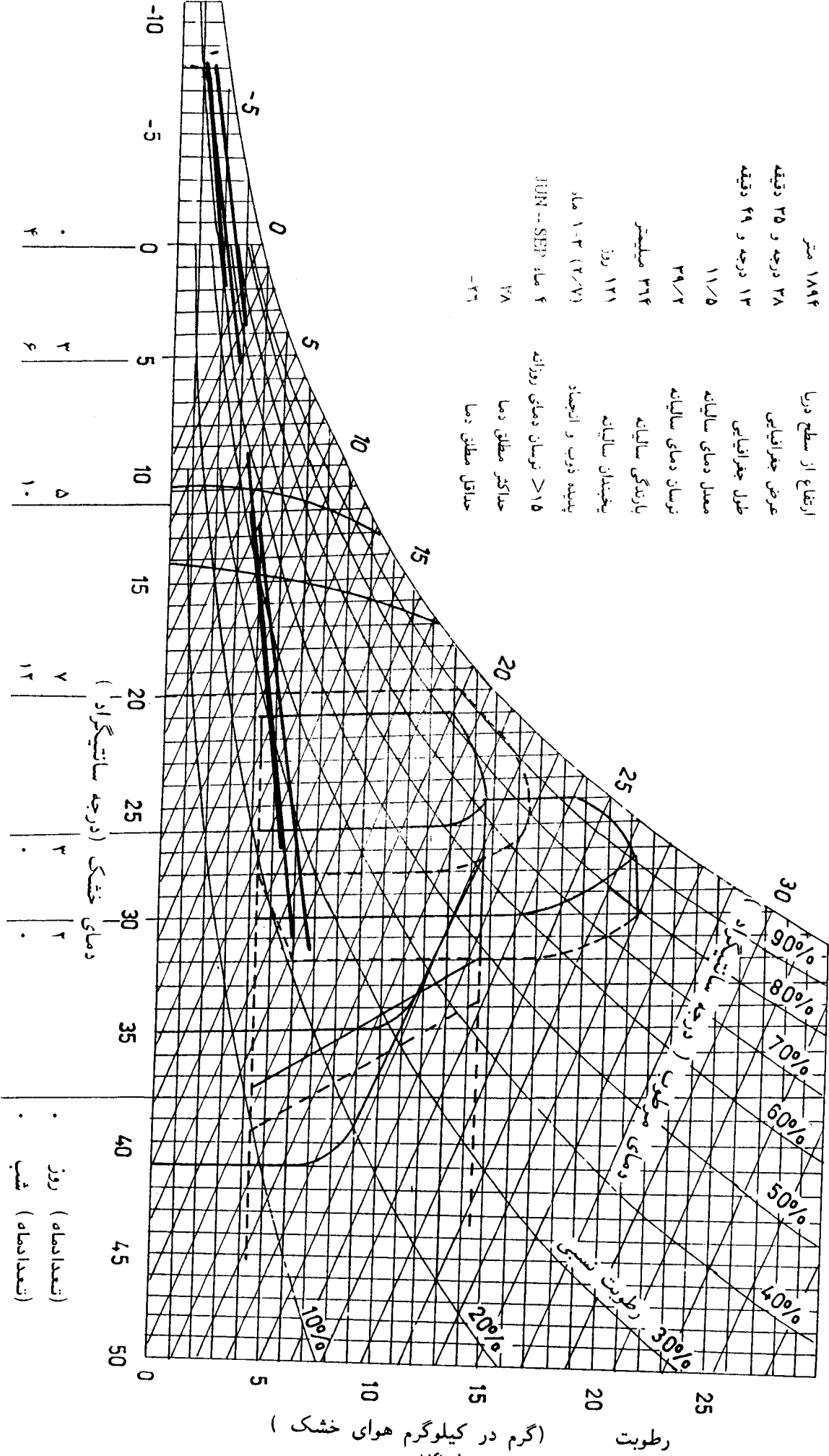
رطوبت (گرم در کیلوگرم هوای خشک)

۲۳-۱

# نمودار زیست اقلیمی ساختمان

آوج

ارتفاع از سطح دریا	۱۸۹۴ متر
عرض جغرافیایی	۲۸ درجه و ۲۵ دقیقه
طول جغرافیایی	۱۳ درجه و ۴۹ دقیقه
معدل دمای سالانه	۱۱/۵
نوسان دمای سالانه	۳۹/۲
بارندگی سالانه	۳۱۴ میلیمتر
یخبندان سالانه	۱۲۱ روز
پدیده ذوب و انجماد	ماه ۱-۳ (۲/۷)
حد اکثر مطلق دما	۴۷
حد اکثر مطلق دما	۲۳-
حد اکثر مطلق دما	۴
حد اکثر مطلق دما	JUN--SEP
حد اکثر مطلق دما	>۱۵ نوسان دمای روزانه



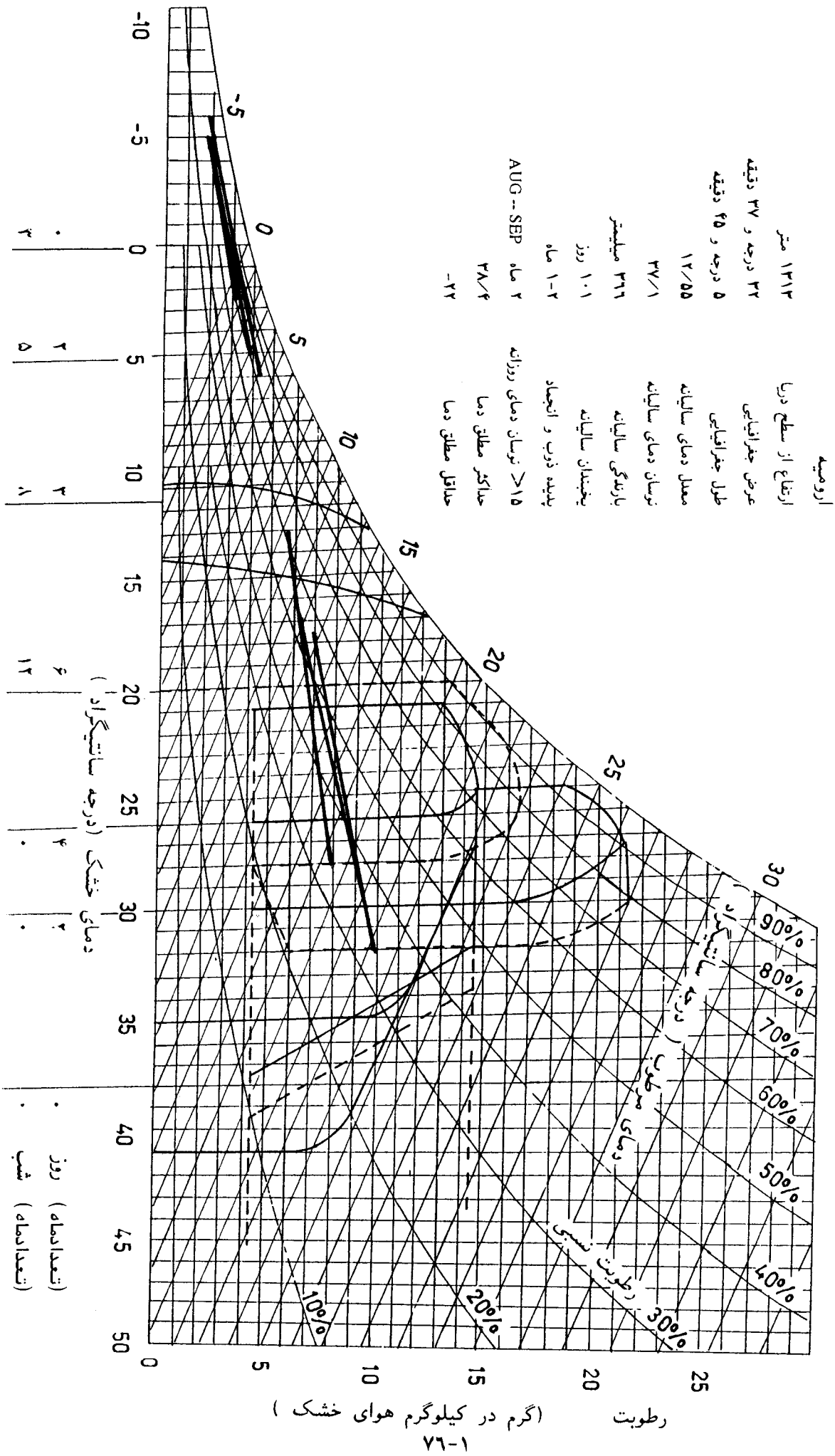
۰	۴	۰	۰
۲	۶	۷	۰
۵	۱۰	۱۲	۰
۱۰	۱۰	۰	۰
۱۵	۰	۰	۰
۲۰	۰	۰	۰
۲۵	۰	۰	۰
۳۰	۰	۰	۰
۳۵	۰	۰	۰
۴۰	۰	۰	۰
۴۵	۰	۰	۰
۵۰	۰	۰	۰

رطوبت (گرم در کیلوگرم هوای خشک) ۷۴-۱

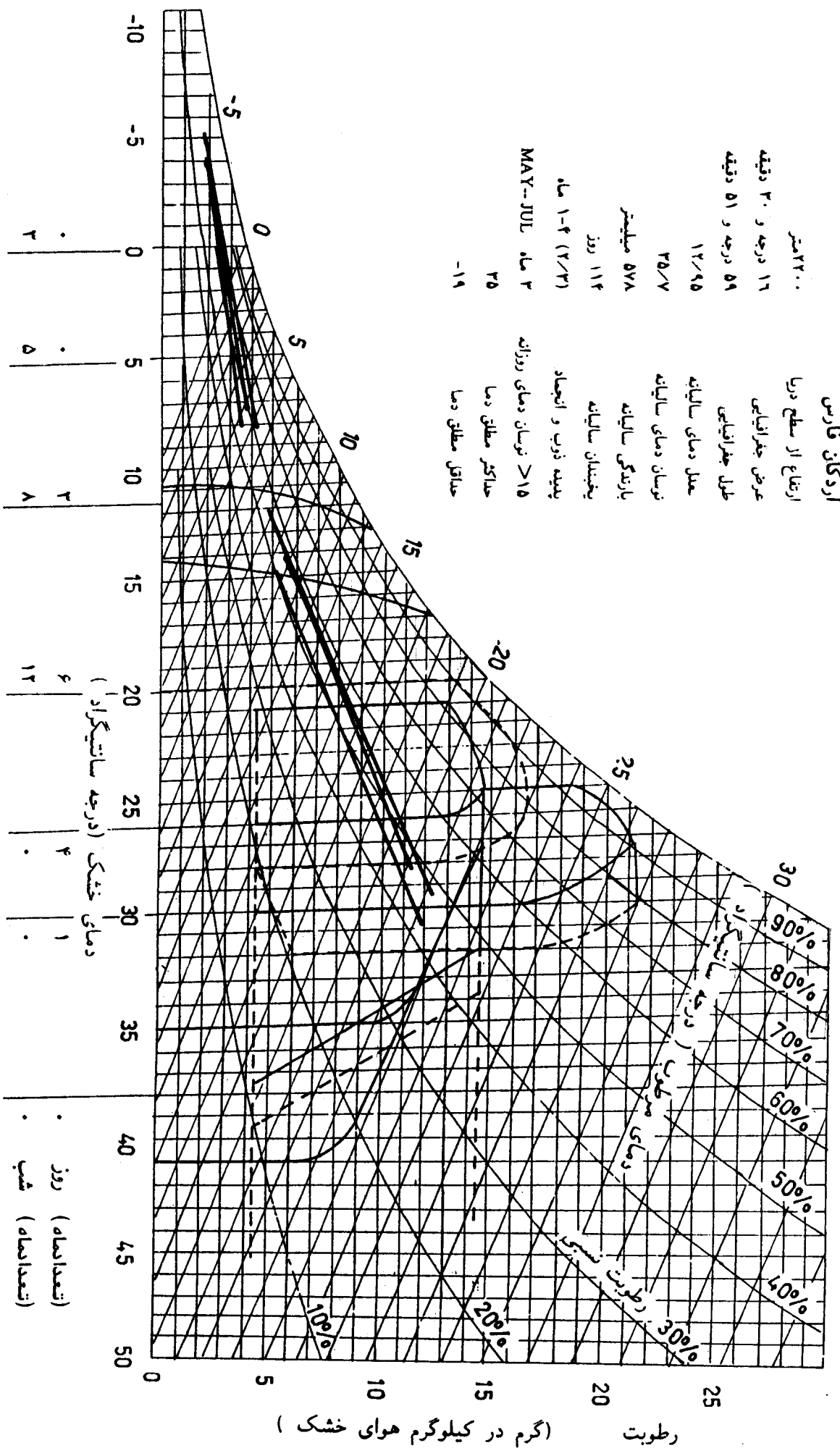




## نمودار زیست اقلیمی ساختمانی



# نمودار زیست اقلیمی ساختمانی

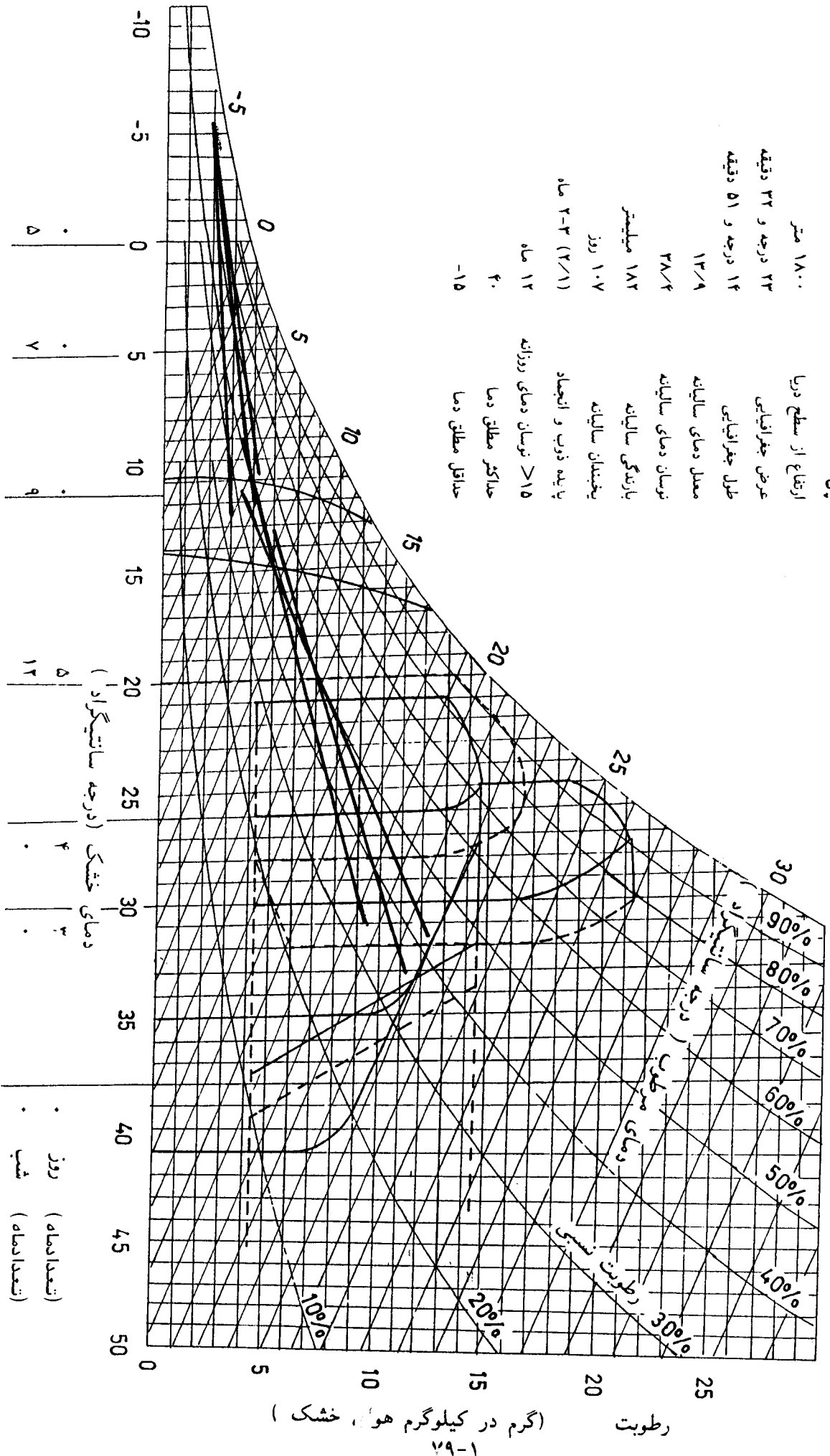




# نمودار زیست اقلیمی ساختمانی

پل کله

۱۸۰۰ متر	ارتفاع از سطح دریا
۲۳ درجه و ۳۲ دقیقه	عرض جغرافیایی
۱۴ درجه و ۵۱ دقیقه	طول جغرافیایی
۱۳/۹	معدل دمای سالیانه
۳۸/۴	نوسان دمای سالیانه
۱۸۲ میلیمتر	بارندگی سالیانه
۱۰۷ روز	یخبندان سالیانه
۲-۳ (۲/۱) ماه	پایه ذوب و انجماد
۱۲ ماه	نوسان دمای روزانه
۴۰	حداکثر مطلق دما
-۱۵	حداقل مطلق دما



رطوبت (گرم در کیلوگرم هوا، خشک) ۱-۱۹

درجه سانتیگراد (درجه سانتیگراد) ۵ ۱۲

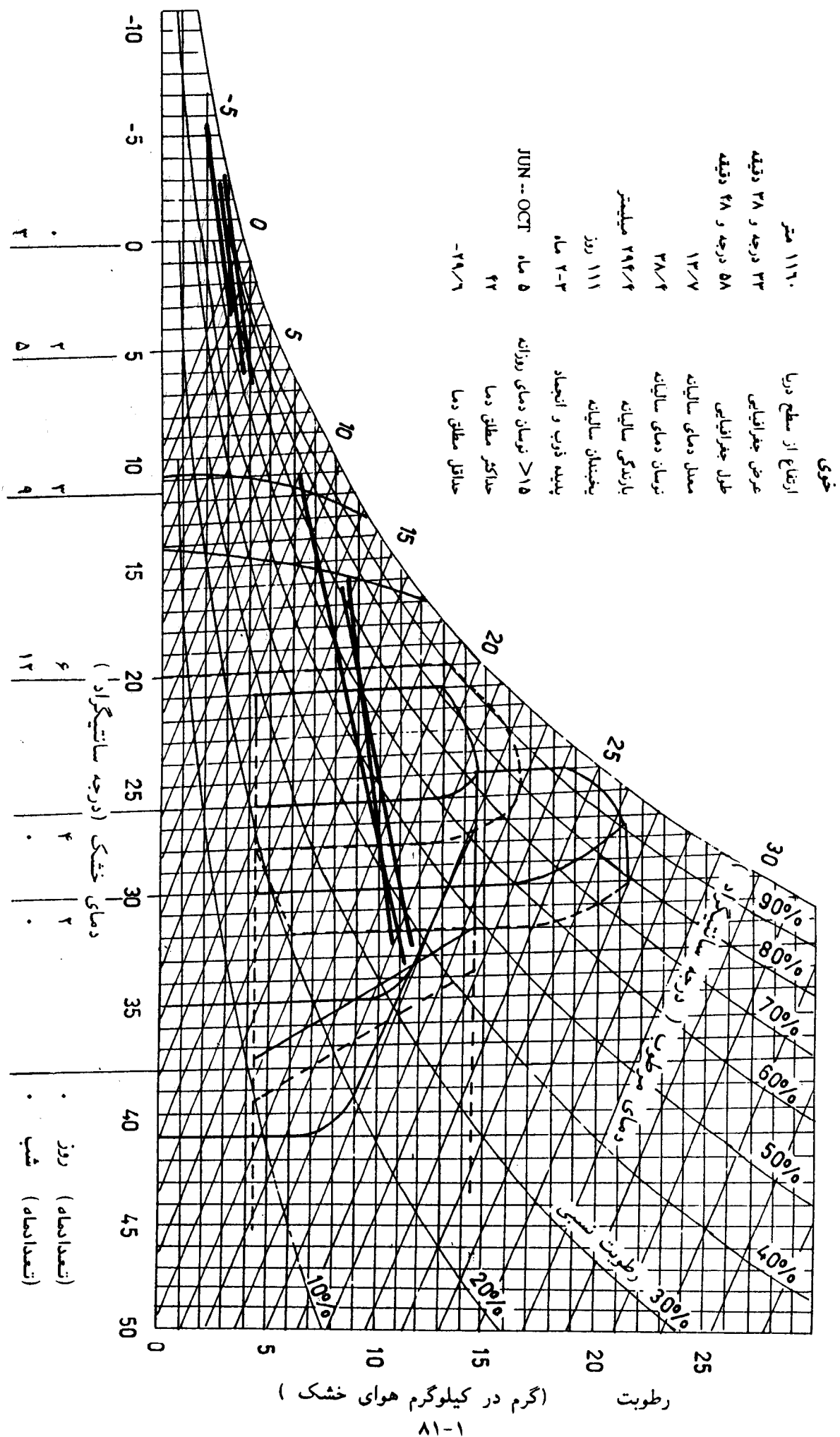
دمای خشک (درجه سانتیگراد) ۴ ۳

روز (تعدادماه) ۰

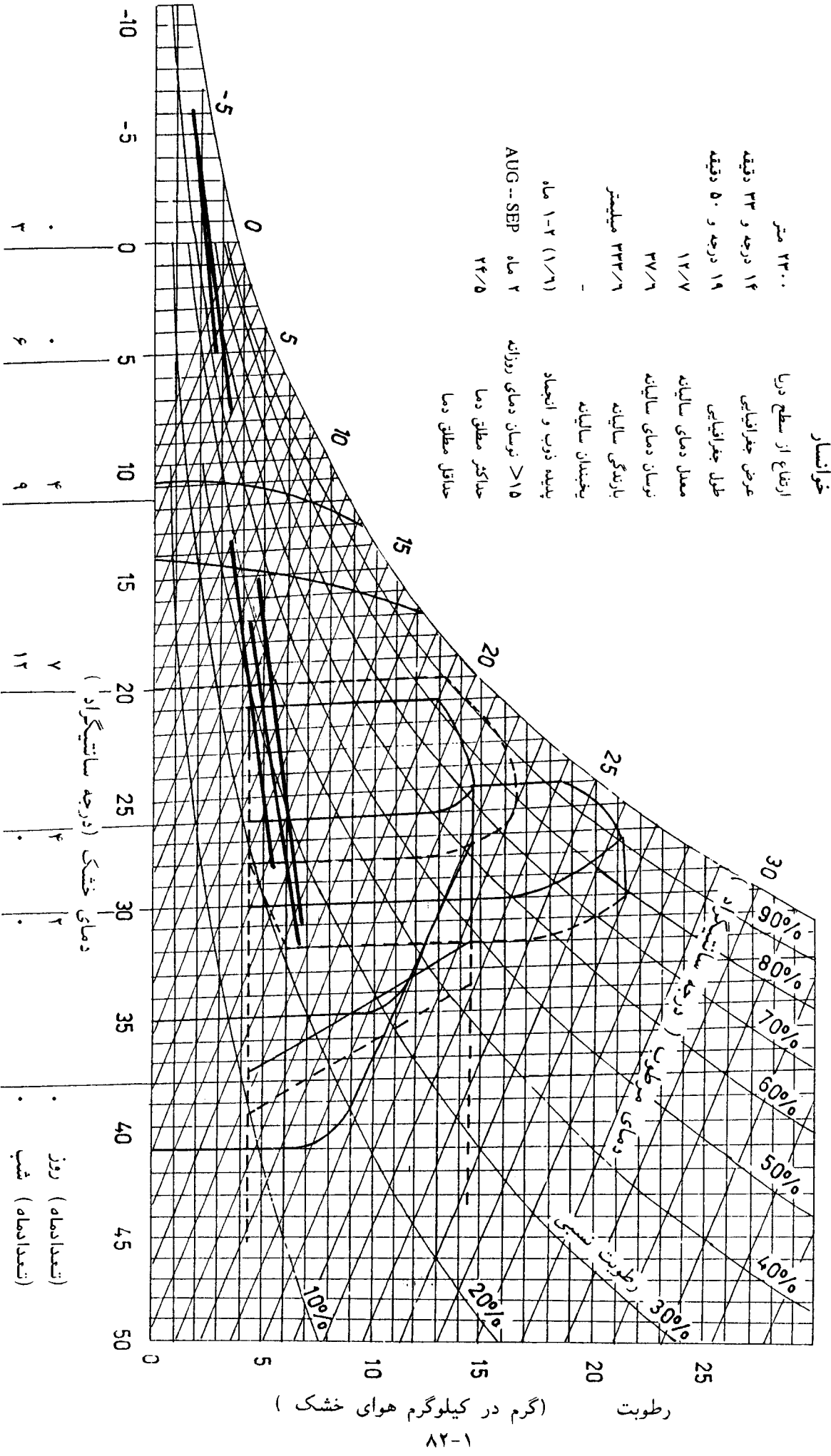
شب (تعدادماه) ۰



## نمودار زیست اقلیمی ساختمان

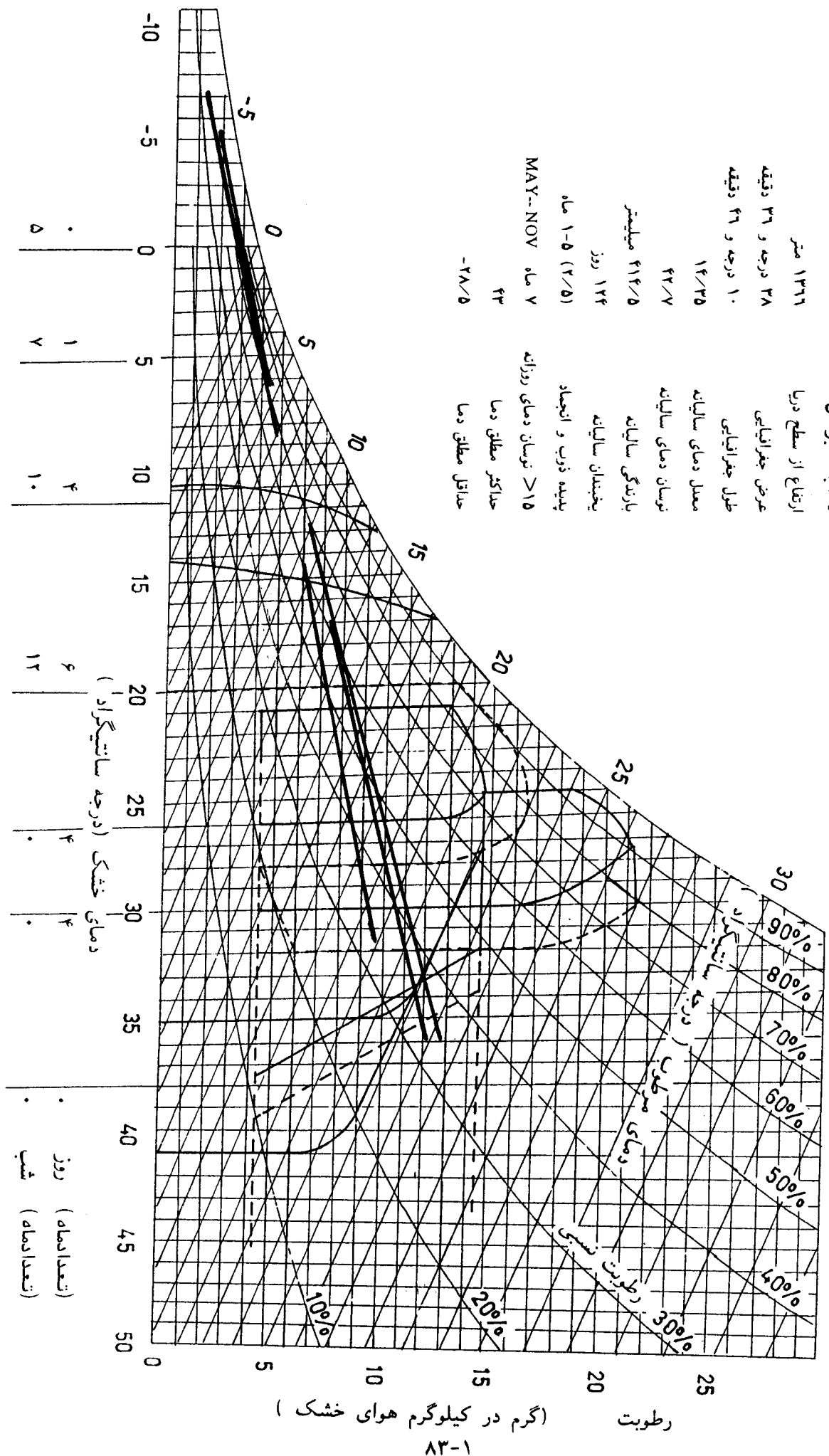


## نمودار زیست اقلیمی ساختمان





### نمودار زیست اقلیمی ساختمانی



# نمودار زیست اقلیمی ساختمانی

زینجان

ارتفاع از سطح دریا

عرض جغرافیایی

طول جغرافیایی

معمل دمای سالیانه

نوسان دمای سالیانه

بارندگی سالیانه

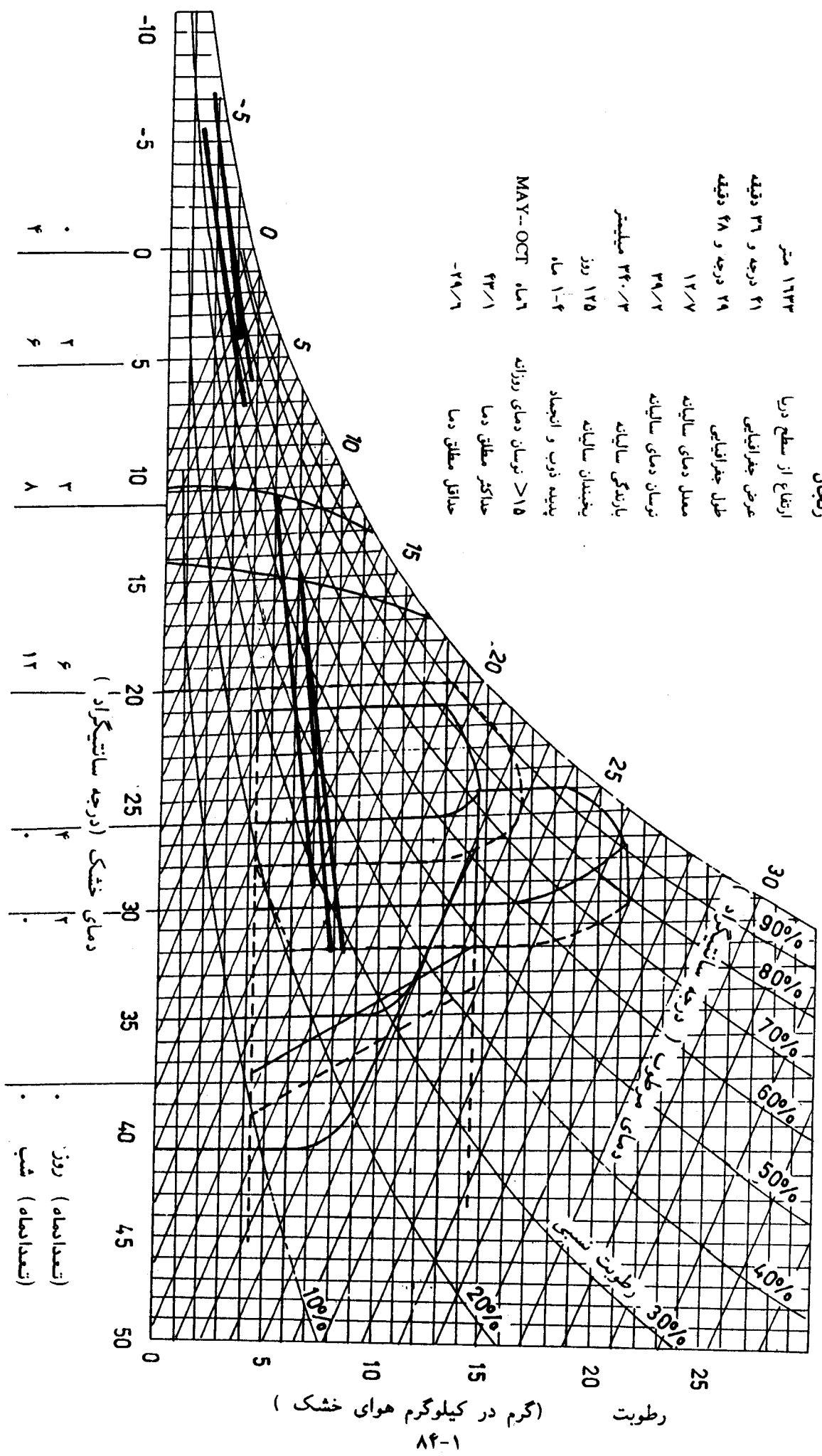
یخبندان سالیانه

پدیده ذوب و انجماد

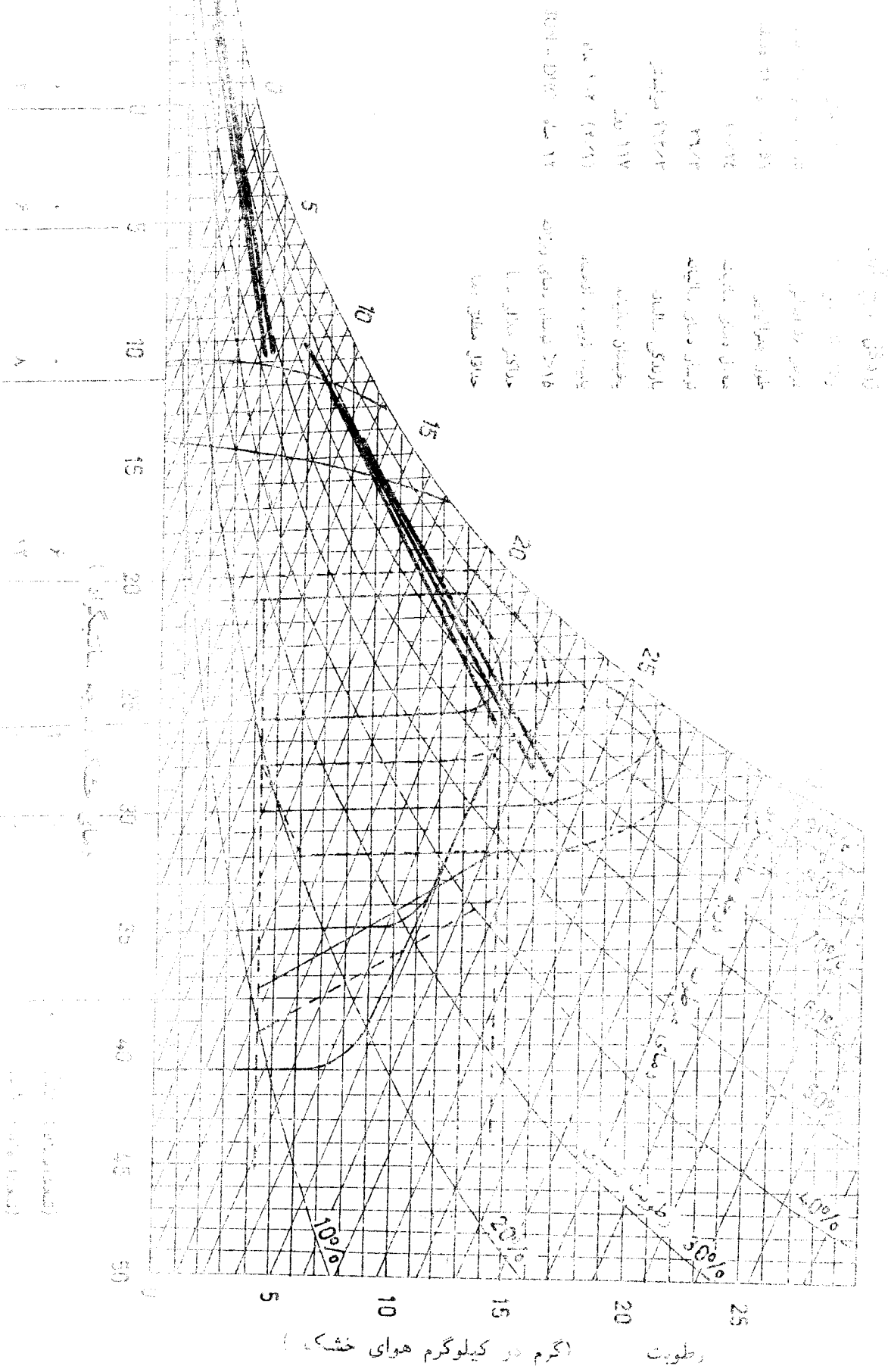
MAY--OCT

حداکثر مطلق دما

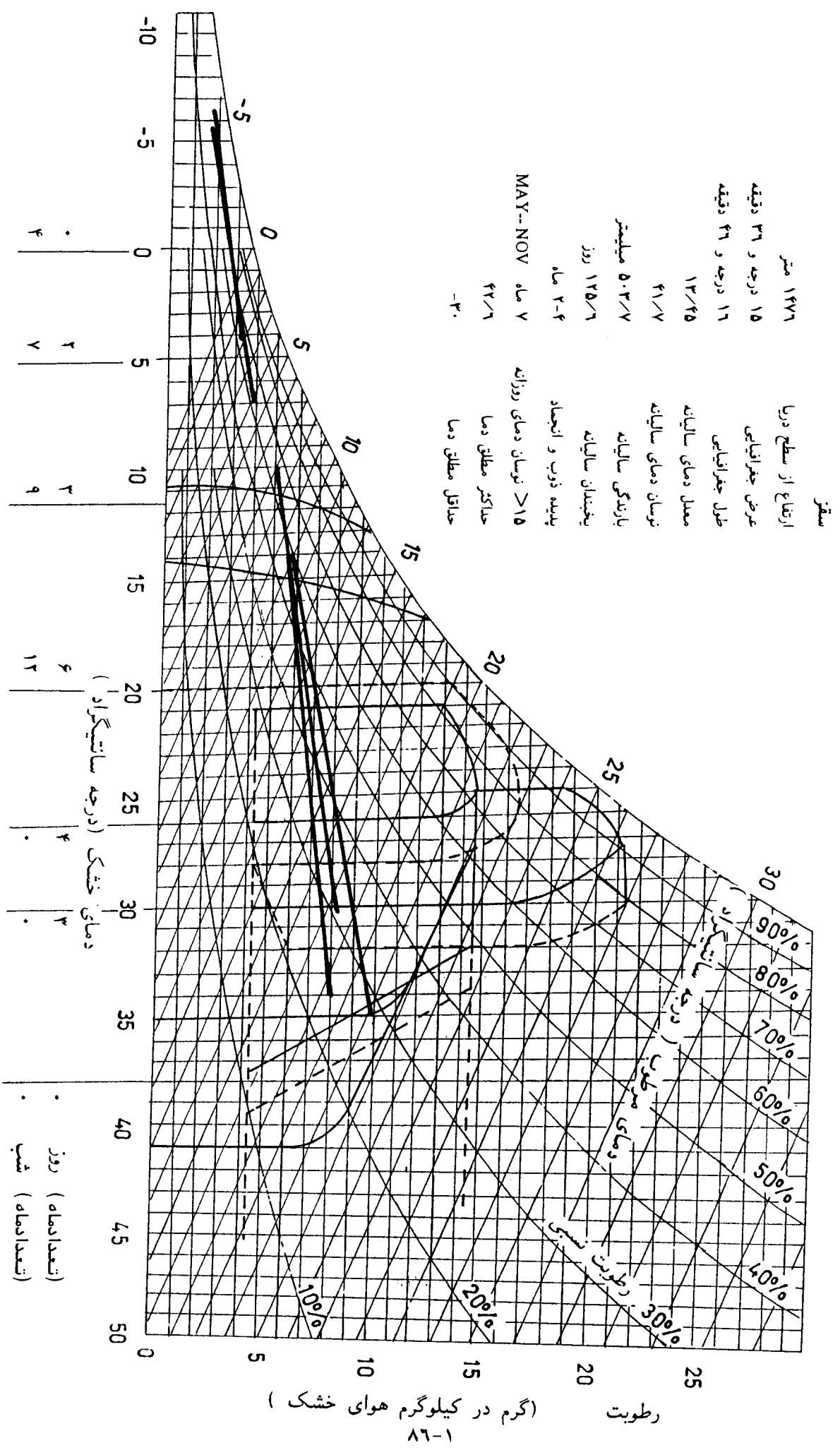
حداقل مطلق دما



نمودار نسبت انجمی با دما



### نمودار زیست اقلیمی ساختمان

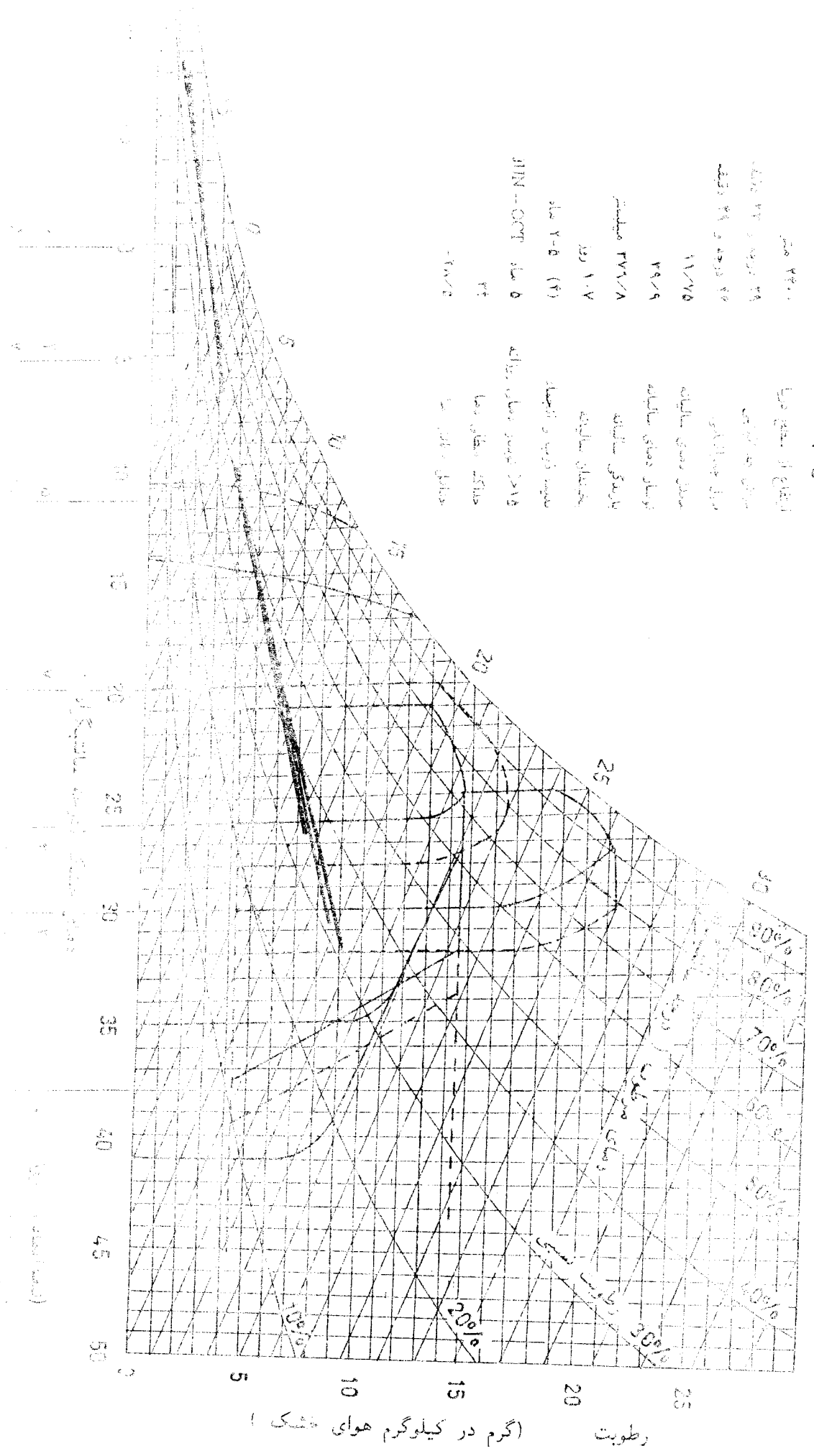




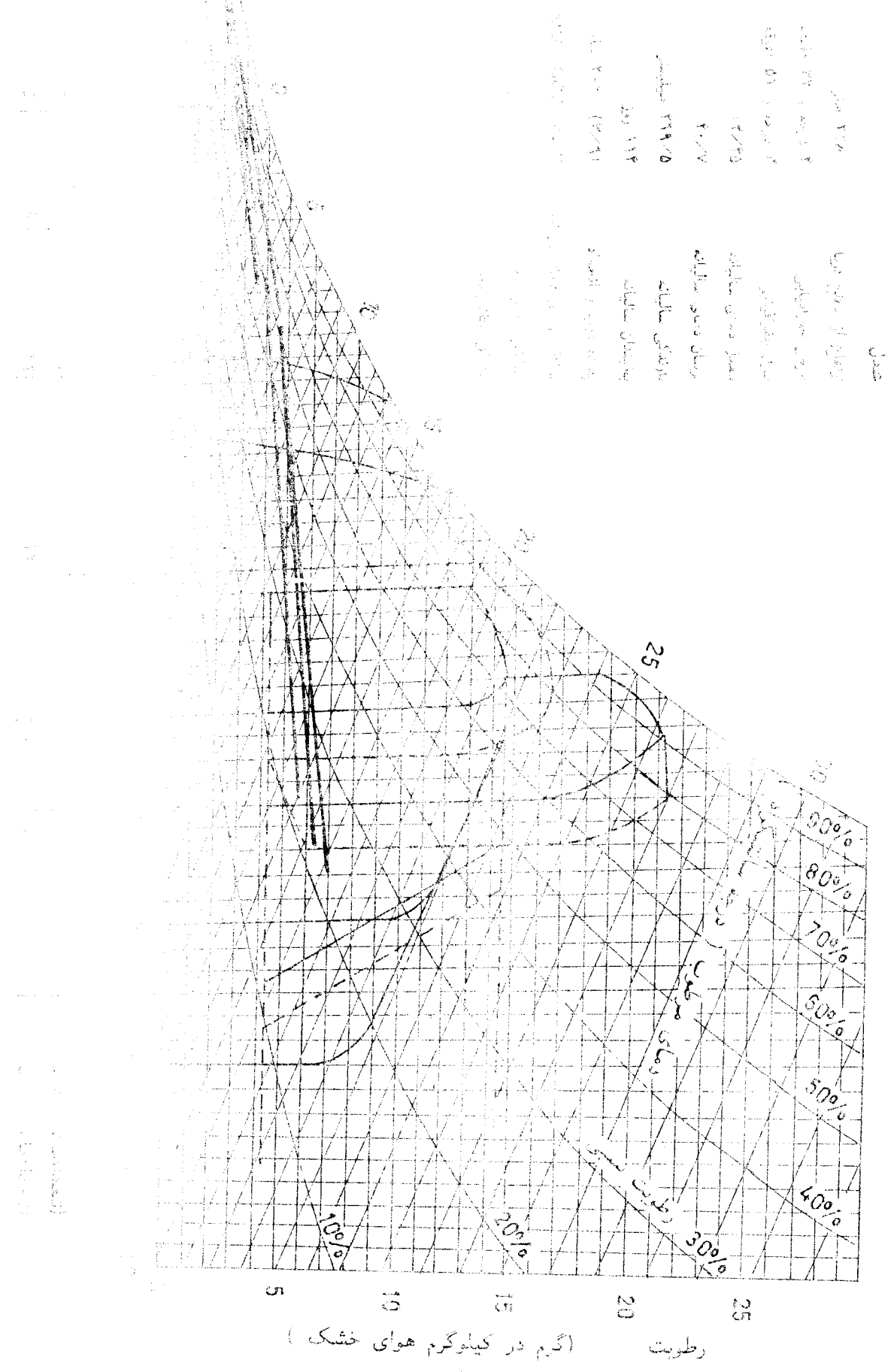
نمودار زیست اقلیمی ساختمانی

شماره ۲۴۱۰

۲۹	روزه و ۲۳	انتقال از بیرون هوا
۲۹	روزه و ۲۹	میان جداسازی
۲۹	روزه و ۲۹	برون جداسازی
۲۹/۷۵		معدل رطوبت ساکنانه
۲۹/۹		نوسان دمای ساکنانه
۲۹/۸	میلیمتر	بارش دمی ساکنانه
۱۰۷	روز	بهره‌مندی ساکنانه
۲-۵	(۴)	معمودت تزیین و تزئینات
۵	ساعت	۲۸۸-۱۰۰۰۰
۲۴		مکانی انتقال دما
۲۸/۲		مکانی انتقال دما



### نمودار زیست اقلیمی ساختنشانی

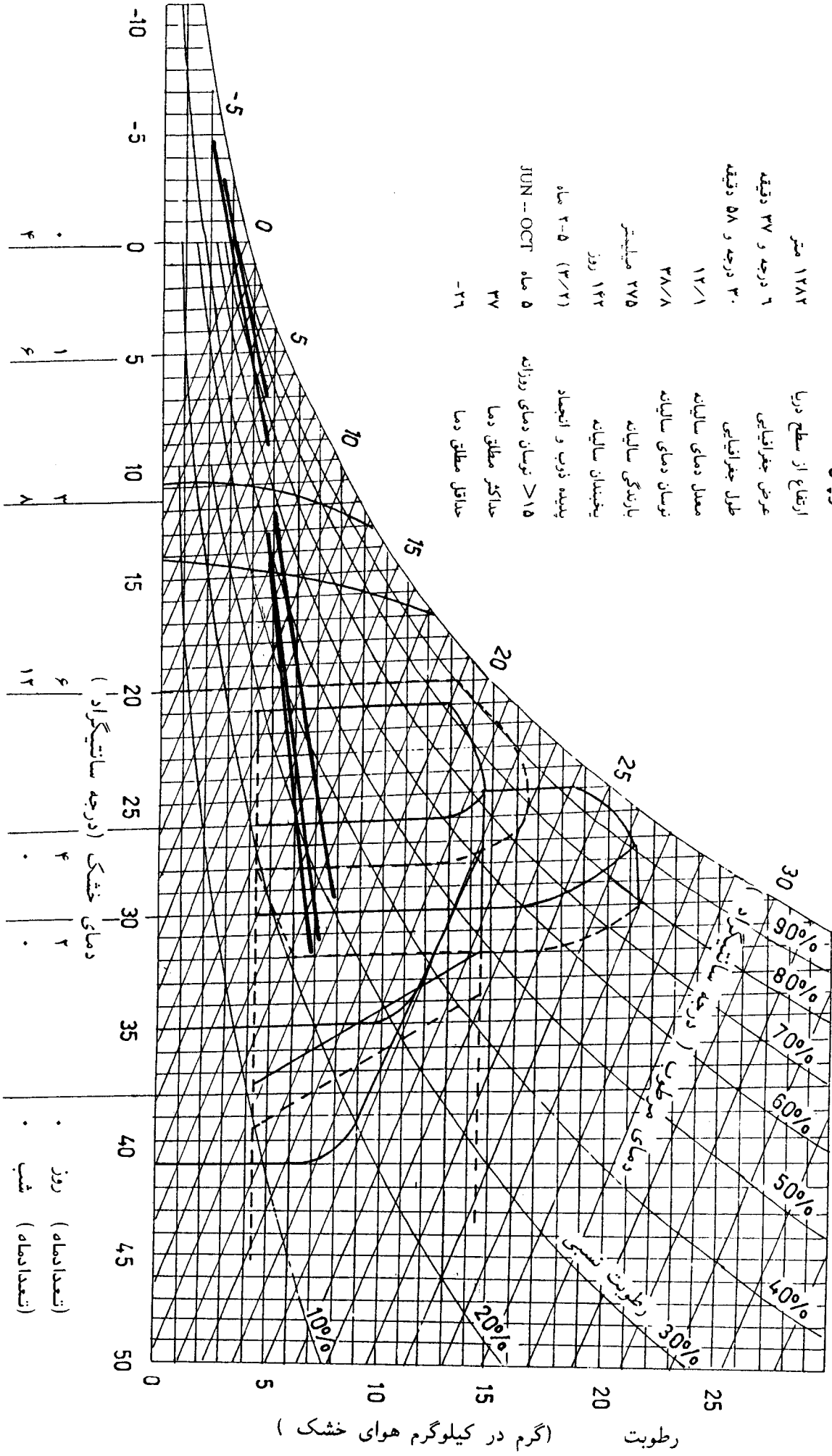


رطوبت (گرم در کیلوگرم هوای خشک)

# نمودار زیست اقلیمی ساختمان

## توجان

- ۱۲۸۲ متر ارتفاع از سطح دریا
- ۱ درجه و ۳۷ دقیقه عرض جغرافیایی
- ۳۰ درجه و ۵۸ دقیقه طول جغرافیایی
- ۱۲/۱ معمل دمای سالیانه
- ۳۸/۸ نوسان دمای سالیانه
- ۲۷۵ میلیمتر بارندگی سالیانه
- ۱۴۲ روز یخبندان سالیانه
- ۳-۵ ماه پدیده ذوب و انجماد
- ۳ ماه (۳/۲) حداکثر مطلق دما
- ۵ ماه JUN - OCT حداقل مطلق دما
- ۲۱- حداقل مطلق دما



درجه سانتیگراد ( )  
 دمای خشک ( )  
 دمای خنک ( )  
 روز ( )  
 (تعدادماه) شب ( )

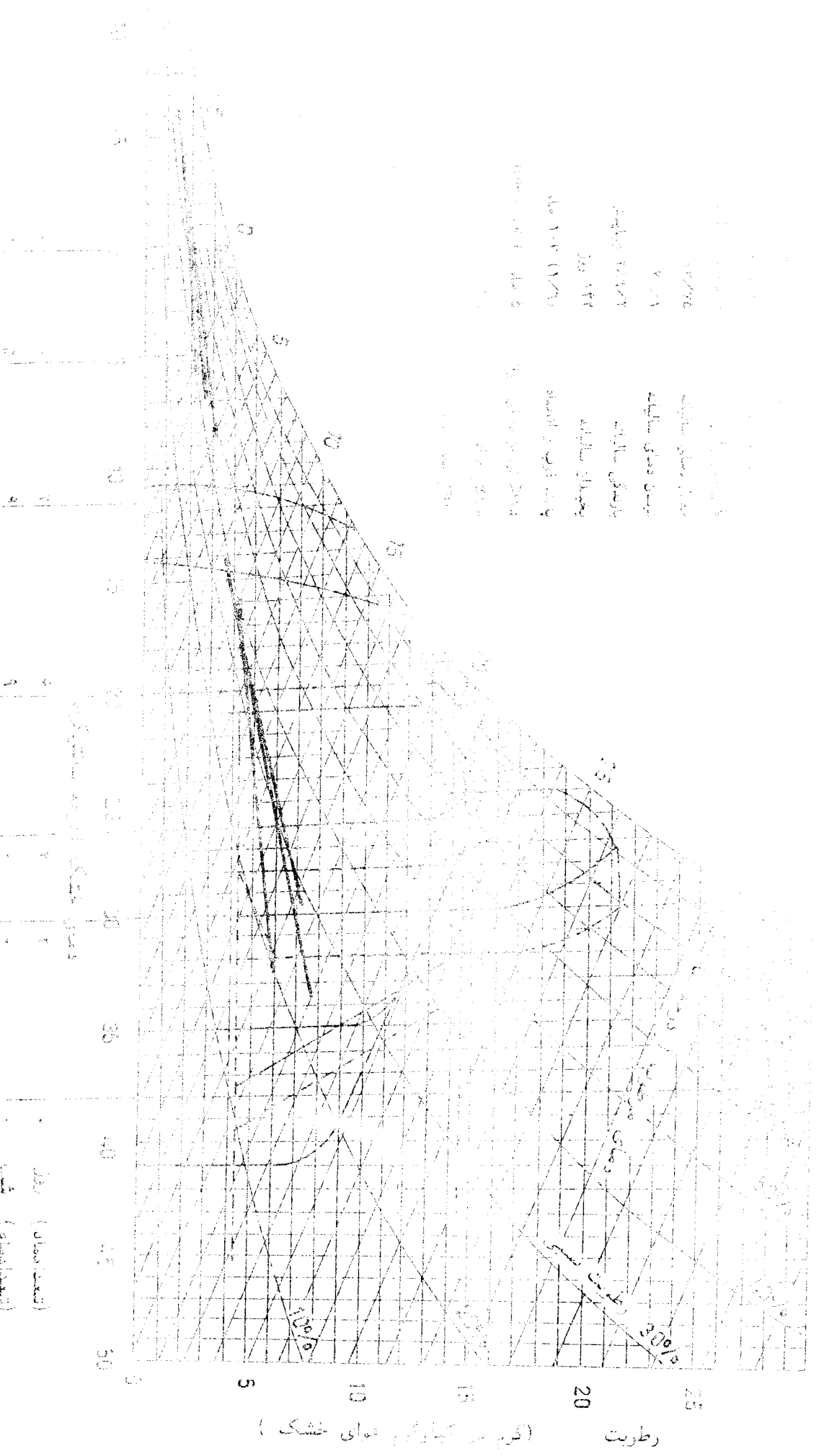
رطوبت (گرم در کیلوگرم هوای خشک )





# مجموعه تست آبیاری در مزرعه

تاریخ: ۱۳۸۸/۰۵/۰۵  
 مکان: مزرعه ...  
 نام: ...  
 شماره: ...  
 محل: ...

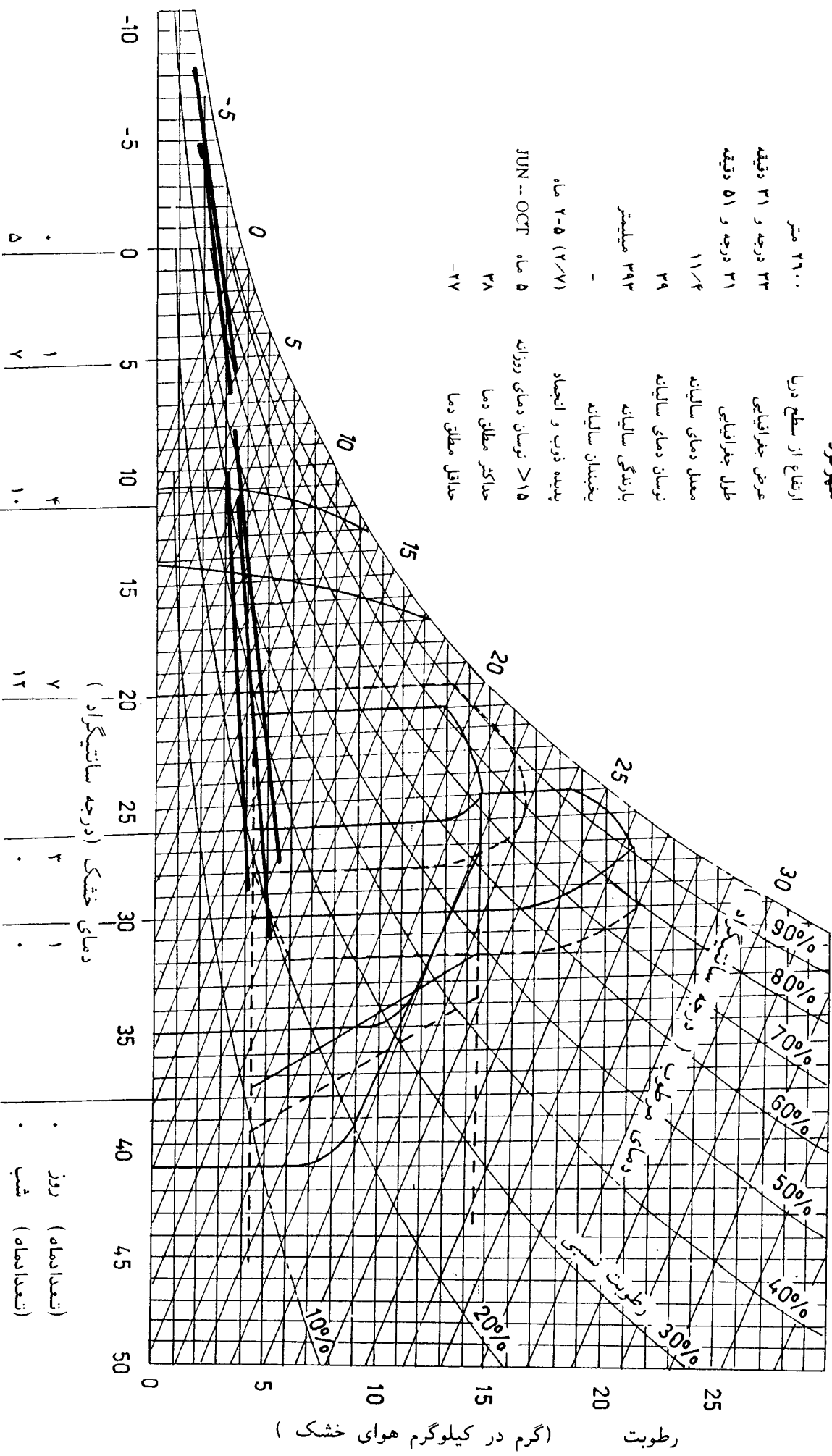




# نمودار زیست اقلیمی ساختمانی

مهترگرد

ارتفاع از سطح دریا	۲۹۰۰ متر
عرض جغرافیایی	۳۳ درجه و ۳۱ دقیقه
طول جغرافیایی	۳۱ درجه و ۵۱ دقیقه
معدل دمای سالیانه	۱۱/۴
نوسان دمای سالیانه	۳۹
بازریزی سالیانه	۳۹۳ میلیمتر
یخبندان سالیانه	-
پدیده ذوب و انجماد	۲-۵ (۲/۷) ماه
حد اکثر مطلق دما	۵ ماه JUN -- OCT
حد اقل مطلق دما	۲۸
حد اقل مطلق دما	-۲۷

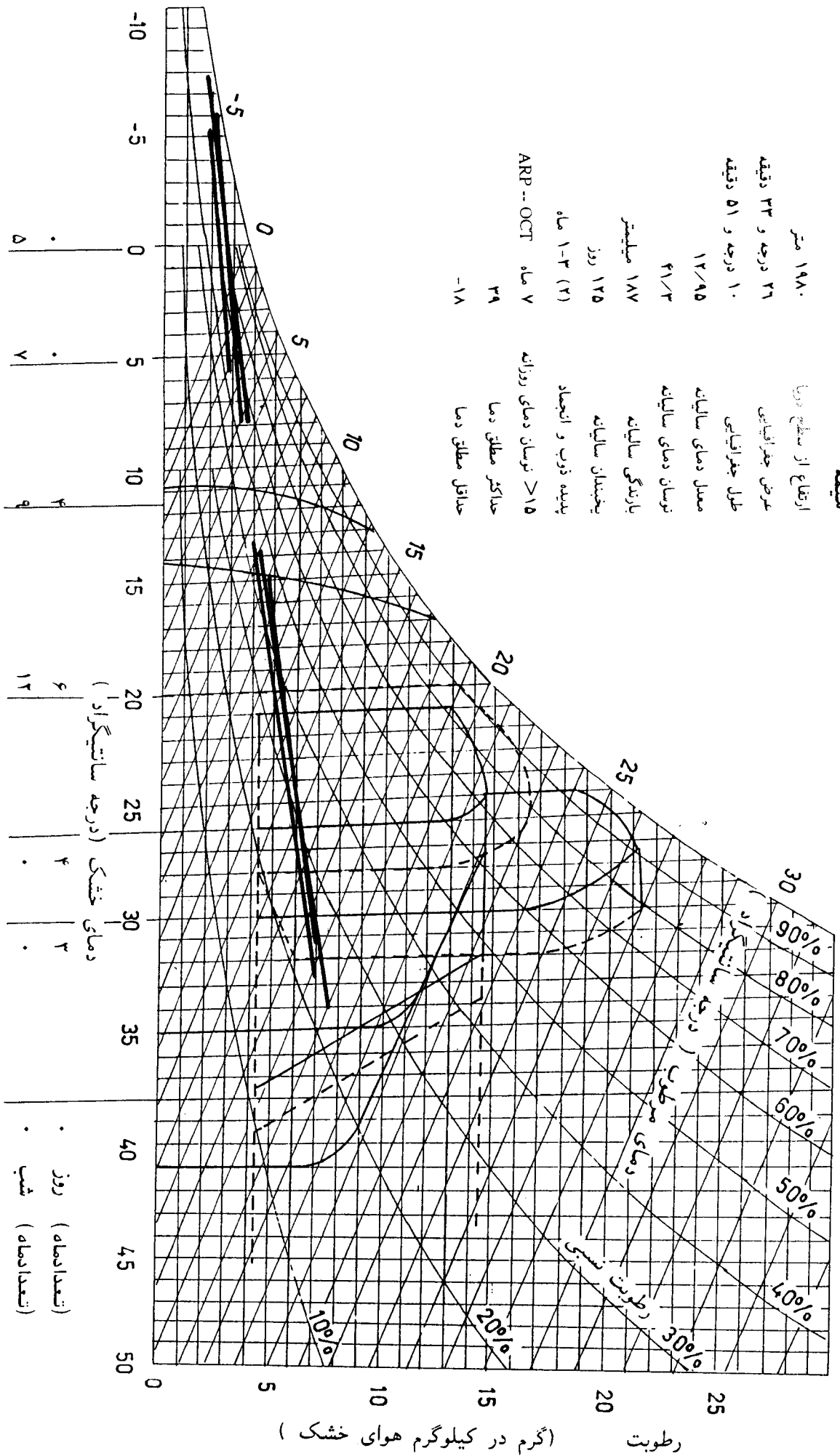


درجه سانتیگراد (°C)	۰	۵	۱۰	۱۵	۲۰	۲۵	۳۰	۳۵	۴۰	۴۵	۵۰
درجه خشک (درجه سانتیگراد)	۰	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
دمای خشک (درجه سانتیگراد)	۰	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰

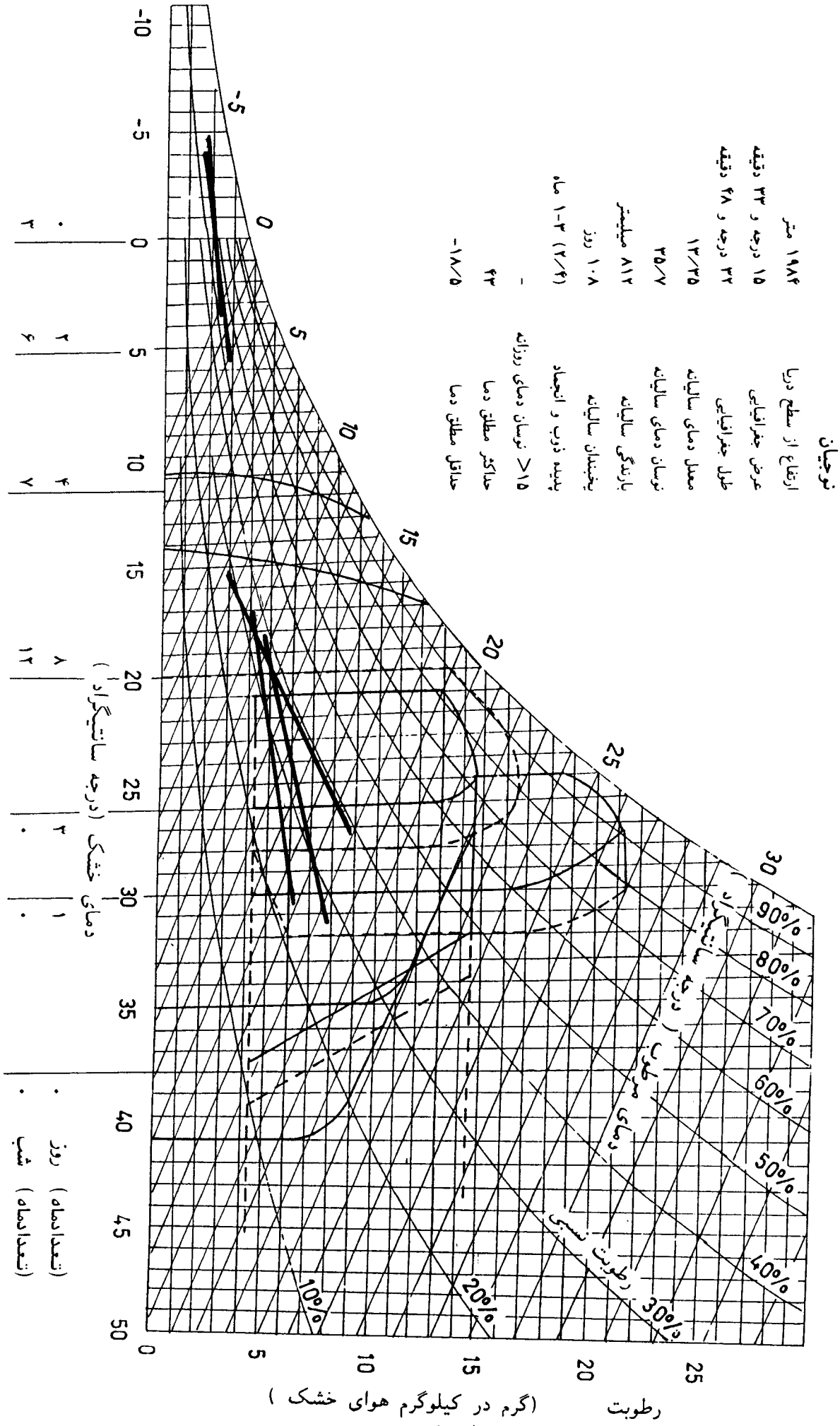
• روز (تعدادماه)  
• شب (تعدادماه)

رطوبت (گرم در کیلوگرم هوای خشک) ۹۴-۱

# نمودار زیست اقلیمی ساختمانی



## نمودار زیست افلیمی ساختمان



نویسیان

۱۹۸۴ متر

درجه و ۳۳ دقیقه

درجه و ۴۸ دقیقه

۱۳/۳۵

۳۵/۷

۸۱۲ میلیمتر

۱۰۰۸ روز

۱-۳ (۲/۴) ماه

-

۴۳

-۱۸/۵

ارتفاع از سطح دریا

عرض جغرافیایی

طول جغرافیایی

معدل دمای سالیانه

نوسان دمای سالیانه

بارندگی سالیانه

یخبندان سالیانه

پدیده ذوب و انجماد

> ۱۵ نوسان دمای روزانه

حداکثر مطلق دما

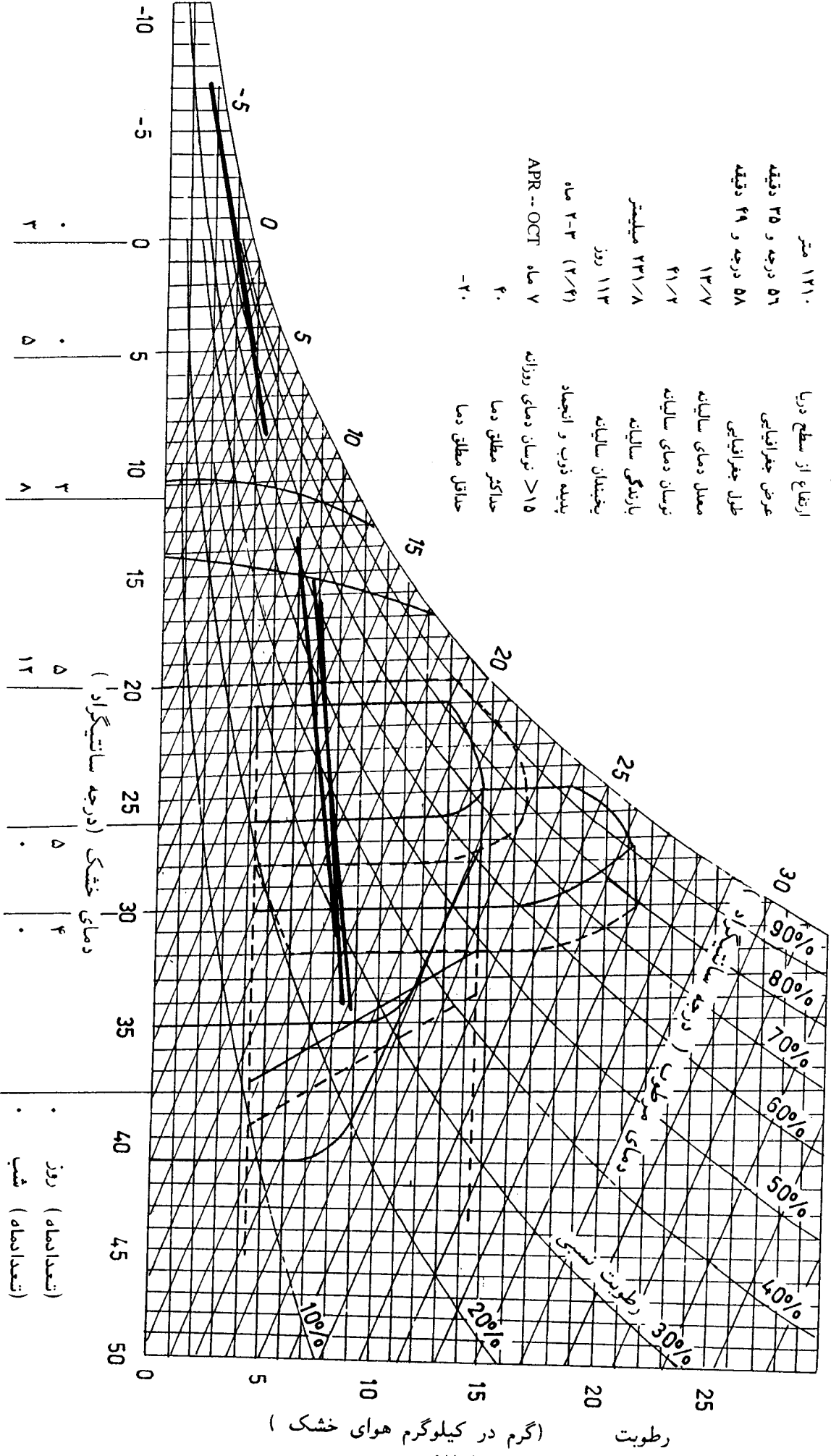
حداقل مطلق دما

(گرم در کیلوگرم هوای خشک)

### نمودار زیست اقلیمی ساختمانی

#### ولندآباد

- ۱۲۱۰ متر
- ارتفاع از سطح دریا
- ۵۶ درجه و ۲۵ دقیقه
- عرض جغرافیایی
- ۵۸ درجه و ۴۹ دقیقه
- طول جغرافیایی
- ۱۳/۷
- معمل دمای سالیانه
- ۴۱/۲
- نوسان دمای سالیانه
- ۲۳۱/۸ میلیمتر
- بارندگی سالیانه
- ۱۱۳ روز
- یخبندان سالیانه
- ۲-۳ ماه
- پدیده ذوب و انجماد
- APR--OCT ۷ ماه
- حد اکثر مطلق دما
- ۴۰
- >۱۵ نوسان دمای روزانه
- حد اکثر مطلق دما
- ۲۰
- حد اقل مطلق دما



مقدار	نوع	تعداد ماه
۲	•	روز
۵	•	تعداد ماه (تعداد ماه)
۳	•	روز
۸	•	تعداد ماه (تعداد ماه)
۵	•	روز
۱۲	•	تعداد ماه (تعداد ماه)
۴	•	روز
۵	•	تعداد ماه (تعداد ماه)

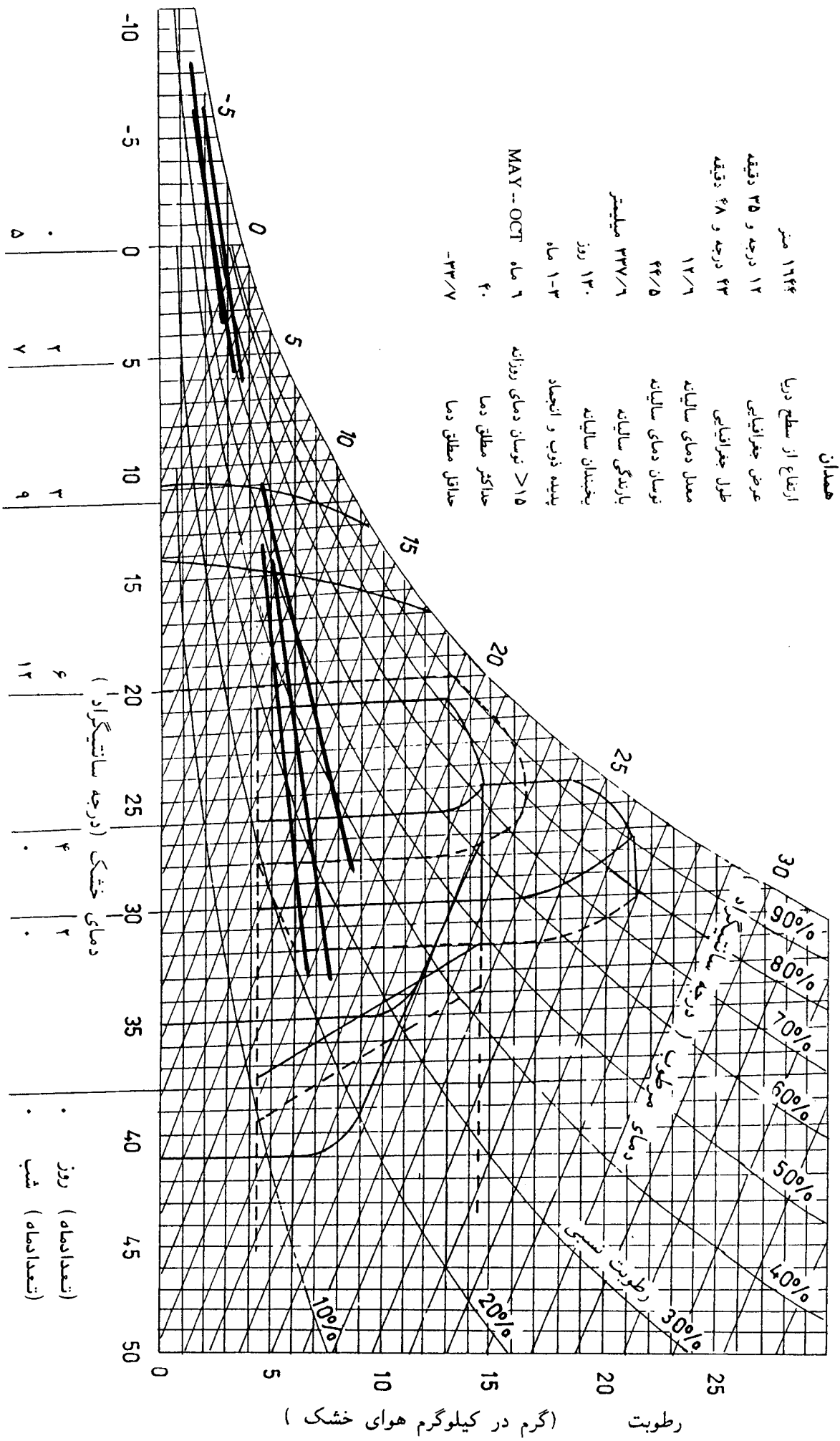
رطوبت (گرم در کیلوگرم هوای خشک) ۹۷-۱







# نمودار زیست اقلیمی ساختمان



## ۲ - ۲ - ۴ گروه اقلیمی ۴

زمستان سرد - تابستان نسبتاً گرم و خشک

### الف - مشخصات آب و هوایی

#### ۱ - مشخصات جغرافیایی

این اقلیم شامل مناطق کوهپایه ای با ارتفاع نسبتاً کم می باشد که دارای زمستانها و تابستانهای کمی گرم تر از گروه ۳ است.

#### ۲ - مشخصات اقلیمی

معدل دمای سالیانه ۱۳ تا ۱۷ درجه و نوسان دمای سالیانه ۳۵ تا ۴۳ درجه می باشد. در تابستان متوسط حداکثر دما در طی روز حدود ۳۱ تا ۳۸ درجه و متوسط حداقل دما در طی شب حدود ۸ تا ۱۸ درجه می باشد. در زمستان متوسط حداکثر دما در طی روز حدود ۷ تا ۱۷ درجه و متوسط حداقل دما در طی شب حدود ۲- تا ۶- درجه است. حداکثر مطلق دما در تابستان ۳۶ تا ۴۷ درجه و حداقل مطلق دما در زمستان ۱۰- تا ۳۰- درجه است. در ۲ تا ۴ ماه از سال یخبندان وجود دارد و ریزشهای جوی در این ایام غالباً به صورت برف است. بارندگی سالیانه ۱۰۰ تا ۶۵۰ میلیمتر است. رطوبت نسبی هوا در تابستان حداقل ۱۲ تا ۳۵ درصد و در زمستان حداکثر ۷۰ تا ۹۰ درصد می باشد.

### ب - وضعیت هوا از نظر آسایش انسان

از نظر آسایش انسان، این اقلیم در مواقع گرم دارای هوای نسبتاً گرم و خشک و در زمستانها دارای هوای سرد می باشد.

#### ۱ - گرما

در طول روزهای ۷ ماه از سال نیاز به سایه وجود دارد، در عین حال ۴ تا ۵ ماه از این ایام، حوالی ظهر، سایه به تنهایی کفایت نکرده استفاده از مصالح مناسب و برودت تبخیری آب نیز ضروریست. در شبهای این ایام هوا نسبتاً خنک بوده و با استفاده از مصالح مناسب می توان به شرایط مطلوب دست یافت.

۲ - سرما

درمواقع سرد، ۲ تا ۴ ماه در طول روز و ۷ تا ۱۰ ماه در طول شب علاوه بر استفاده از مصالح مناسب و انرژی خورشیدی ذخیره شده در جداره های ساختمان، استفاده از وسایل گرماساز ضروریست.

۳ - رطوبت

دراین اقلیم در مواقع گرم میزان رطوبت هوا درحدی است که می توان با استفاده از برودت تبخیری حاصل از سطوح آب و گیاه هوا را خنک نمود.

ج - وضعیت هوا از نظر کاربرد مصالح در جداره های ساختمان

۱ - دما

۱-۱ دمای بیش از ۳۰ درجه سانتیگراد

از نظر کاربرد مصالح ساختمانی در مواقع گرم در ۲ تا ۴ ماه از سال دما بالای ۳۰ درجه است که برای به کارگیری پاره ای از مصالح مسئله ساز می باشد.

۲-۱ دمای کمتر از ۵ درجه سانتیگراد

در مواقع سرد کمتر از ۱ ماه در طی روز و ۵ تا ۶ ماه در طی شب دمای هوا به کمتر از ۵ درجه می رسد که از نظر کاربرد بعضی از مصالح ساختمانی مطلوب نیست.

۳-۱ دمای کمتر از صفر درجه سانتیگراد

از نظر کاربرد مصالحی که نسبت به دمای صفر درجه حساس هستند، شبها در ۳ تا ۵ ماه از سال دما به زیر صفر می رسد.

۴-۱ پدیده ذوب و انجماد

در طول ۲ تا ۳ ماه از سال احتمال وقوع پدیده ذوب و انجماد وجود دارد.

۵-۱ نوسان روزانه بیش از ۱۵ درجه سانتیگراد

این اقلیم از نظر نوسان دمای بیش از ۱۵ درجه در طول شبانه روز به سه بخش تقسیم می شود: در یک بخش اصولاً "نوسان دمای بیشتر از ۱۵ درجه وجود ندارد و یا فقط در ۱ الی ۲ ماه از سال اتفاق می افتد. بخش دوم حدود نیمی از سال در مواقع گرم و بخش دیگر تقریباً تمام سال دارای نوسان دمای بیش از ۱۵ درجه است. در چنین مواقعی باید تمهیدات لازم جهت جلوگیری از آسیب دیدگی مصالح حساس نسبت به این نوسان دما در نظر گرفته شود.

## ۲ - رطوبت

### ۱-۲ رطوبت نسبی بیش از ۵۰ درصد

رطوبت نسبی تنها حدود ۳ ماه از سال در مواقع سرد بالاتر از ۵۰ درصد است که این شرایط از نظر به کارگیری مصالح مشکلی ایجاد نمی‌کند.

### ۲-۲ حد پوسیدگی چوب

ترکیب دمای ۲۵ و ۳۵ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی ۳۵ تا ۵۰ درصد که حد پوسیدگی چوب است تنها در مناطق محدودی از این اقلیم امکان وقوع دارد که در آن مناطق باید تدابیر لازم اتخاذ گردد.

### ۳-۲ میعان و شرجی

شبهای ۳ تا ۵ ماه از سال حتماً و تا ۲ ماه روز و شب، احتمالاً میعان رخ می‌دهد، در این منطقه شرجی اتفاق نمی‌افتد. بنابراین باید از مصالح مناسب، برای کاهش اثر میعان استفاده کرد.

## ۳ - باد و باران

### ۱-۳ بارندگی ماهیانه بیش از ۲۰۰ میلیمتر

در این اقلیم بارندگی ماهیانه بیشتر از ۲۰۰ میلیمتر وجود ندارد.

### ۲-۳ کج باران

در پاره ای از نقاط این اقلیم مانند سنندج و شیروان بروجرد و دورود بارشهای جوی به حدی است که مسئله کج باران به وجود آمده و حفاظت نماهای رو به باد غالب در مقابل فرسایش باران توأم با باد را ضروری می‌سازد. در سایر نقاط که بارش کم است مشکلی وجود ندارد.

## ۴ - تابش خورشید

از نظر دریافت انرژی خورشیدی این اقلیم در محدوده تابش متوسط و زیاد واقع شده است، لذا در انتخاب رنگ و جنس مصالح جداره‌های خارجی ساختمان و محیط پیرامون آن باید دقت کافی مبذول داشت.

خلاصه وضعیت اقلیمی گروه ۴ از نظر آسایش انسان

اقلیم	مشکلات			انرژی خورشید		مصلح خازن	گرما ساز	سرما ساز	برودت تبخیری	جریان هوا	رطوبت گیر
	گرما	سرما	رطوبت	سایه	آفتاب						
روز	+	+	-	۷	۵	۷-۱۱	۲-۴	-	۴-۵	-	-
شب	-	+	-	-	-	۷-۱۰	۱۱-۱۲	-	-	-	-

توضیح علائم :

+ مشکل دارد.

- نیازی نیست یا مشکلی ندارد.

واحد اعداد ماه است.

خلاصه وضعیت اقلیمی گروه ۴ از نظر کاربرد مصالح ساختمانی

اقلیم	دما (درجه سانتیگراد)				رطوبت	میعان			شرحی	ذوب و انجماد	تابش
	کمتر	بیشتر	نوسان	بیش		ختمی	احتمالی	خاص			
روز	از ۰	از ۵	از ۱۲	از ۱۵	۳	-	۰-۲	۰-۴	-	-	متوسط و زیاد
شب	۳-۵	۵-۶	-	۰-۱۲	۳	۳-۵	۵-۷	۷-۱۰	-	۲-۳	

توضیح علائم :

- وجود ندارد.

واحد اعداد ماه است .

انتخاب، اجرا و نگهداری مصالح در گروه ۴

اقلیم	دما			رطوبت		یخ بندان	باد و باران	انتخاب مصالح
	گرما	سرما	نوسان	شرحی	میعان			
انتخاب مصالح	-	+	*	-	+	+	*	+
اجرا	+	+	*	-	-	+	-	-
نگهداری	-	+	*	-	+	+	*	+

توضیح علائم :

+ مشکل دارد.

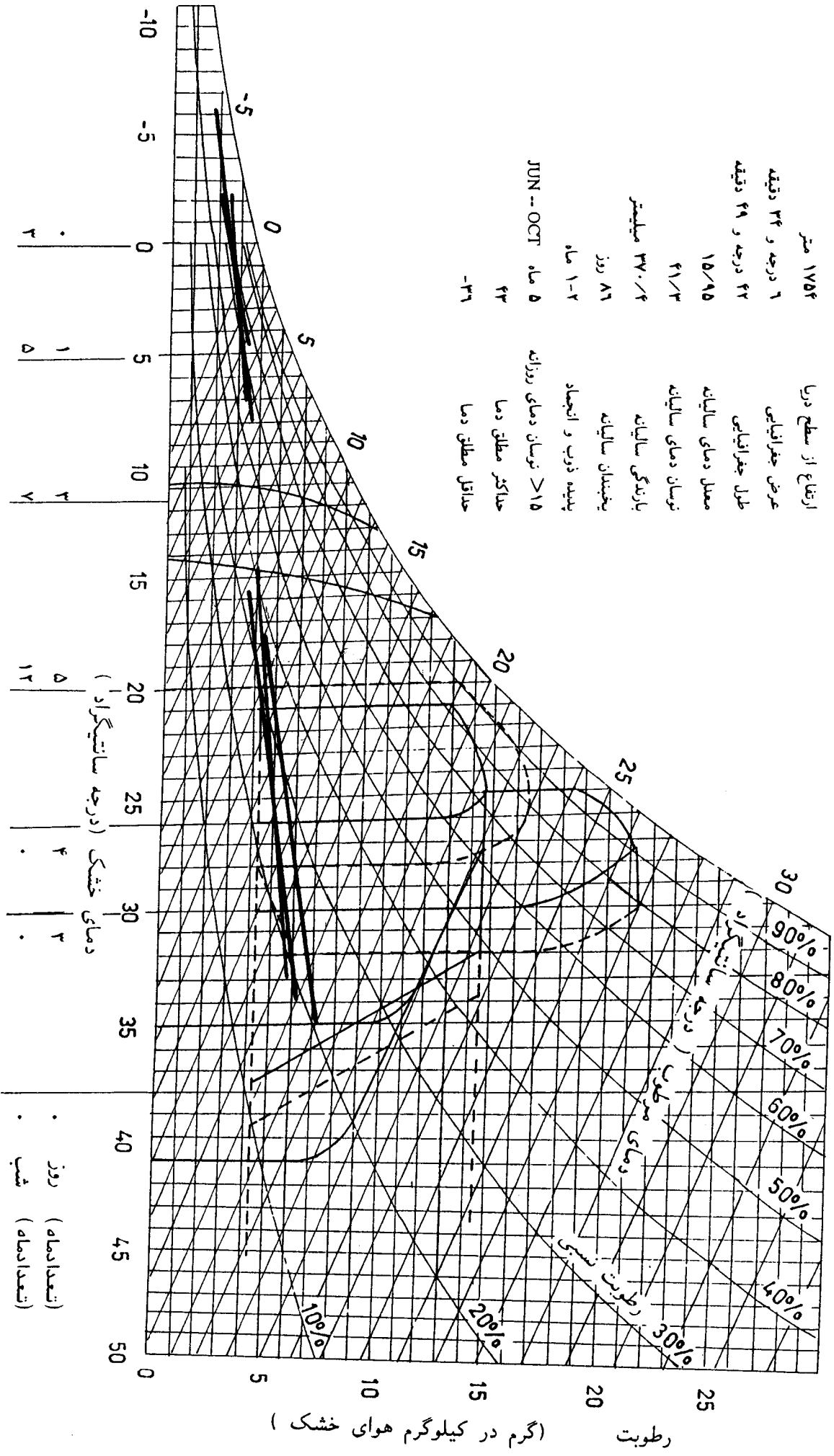
- مشکل ندارد.

\* بعضی مناطق این اقلیم مشکل دارد.

### نمودار زیست اقلیمی ساختمانی

اراک

۱۷۵۴ متر	ارتفاع از سطح دریا
۱ درجه و ۳۴ دقیقه	عرض جغرافیایی
۴۲ درجه و ۴۹ دقیقه	طول جغرافیایی
۱۵/۹۵	معدل دمای سالیانه
۴۱/۳	نوسان دمای سالیانه
۳۷/۴ میلیمتر	بارندگی سالیانه
۸۱ روز	یخبندان سالیانه
۱-۲ ماه	پدیده ذوب و انجماد
۵ ماه JUN -- OCT	مدت نوسان دمای روزانه > ۱۵
۴۳	حداکثر مطلق دما
-۳۱	حداقل مطلق دما



رطوبت (گرم در کیلوگرم هوای خشک) ۱-۰۵

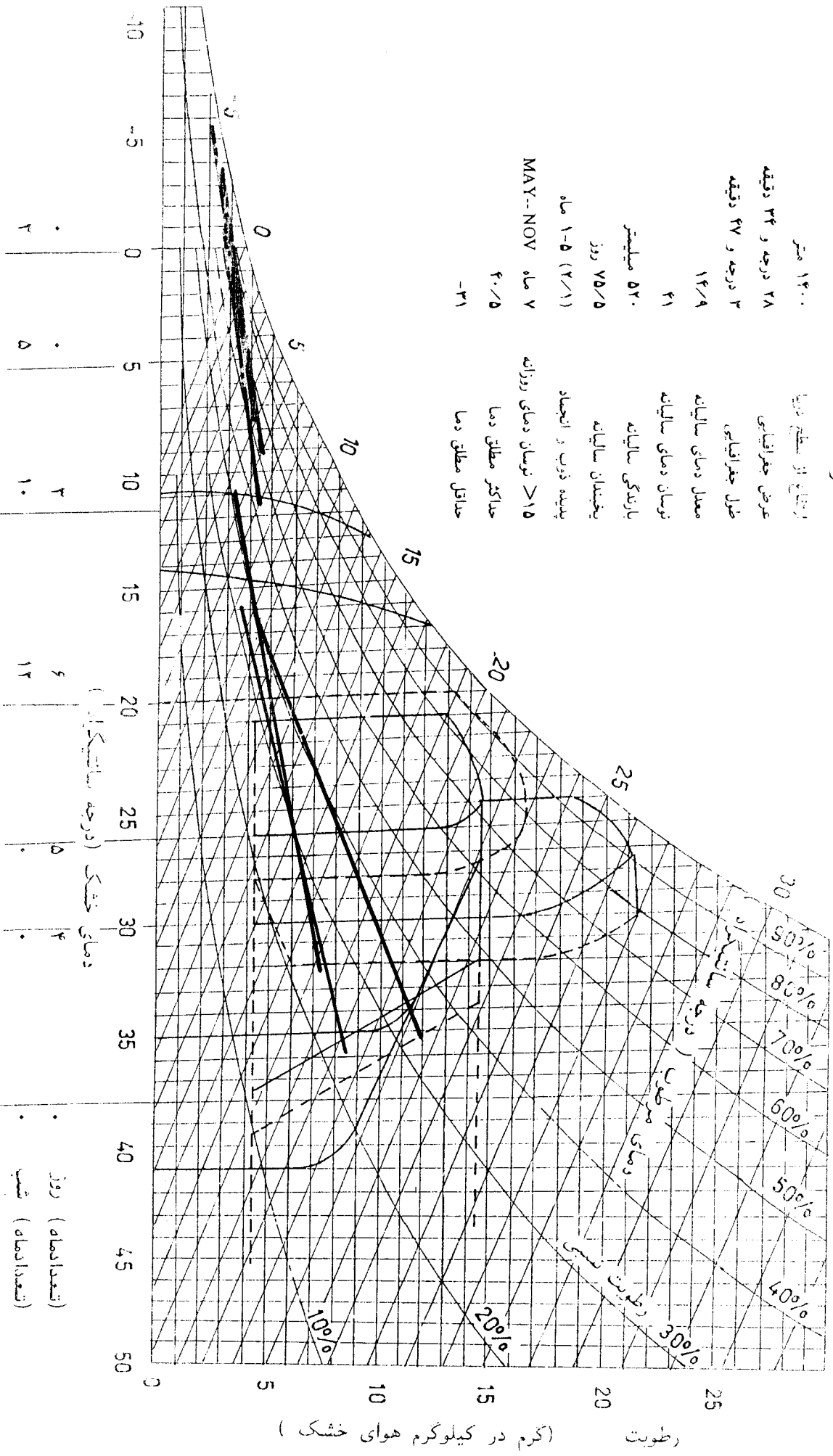
۱۲	۵	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
۳۰	۲۵	۲۰	۱۵	۱۰	۵	۰	-۵	-۱۰
۳۰	۲۵	۲۰	۱۵	۱۰	۵	۰	-۵	-۱۰
۳۰	۲۵	۲۰	۱۵	۱۰	۵	۰	-۵	-۱۰

# نمودار زیست اقلیمی ساختمان

احمدوند

ارتفاع از سطح دریا ۱۴۰۰ متر  
 عرض جغرافیایی ۲۴ درجه و ۳۲ دقیقه  
 طول جغرافیایی ۴۷ درجه و ۳ دقیقه  
 ۱۴/۹  
 ۴۱  
 ۵۲۰ میلیمتر  
 ۷۵/۵ روز  
 ۱-۵ (۲/۱) ماه  
 MAY--NOV ۷ ماه  
 ۴۰/۵  
 -۳۱

ارتفاع از سطح دریا  
 عرض جغرافیایی  
 طول جغرافیایی  
 معدل دمای سالیانه  
 نوسان دمای سالیانه  
 بارندگی سالیانه  
 یخبندان سالیانه  
 پدیده ذوب و انجماد  
 >۱۵ نوسان دمای روزانه  
 حداکثر مطلق دما  
 حداقل مطلق دما



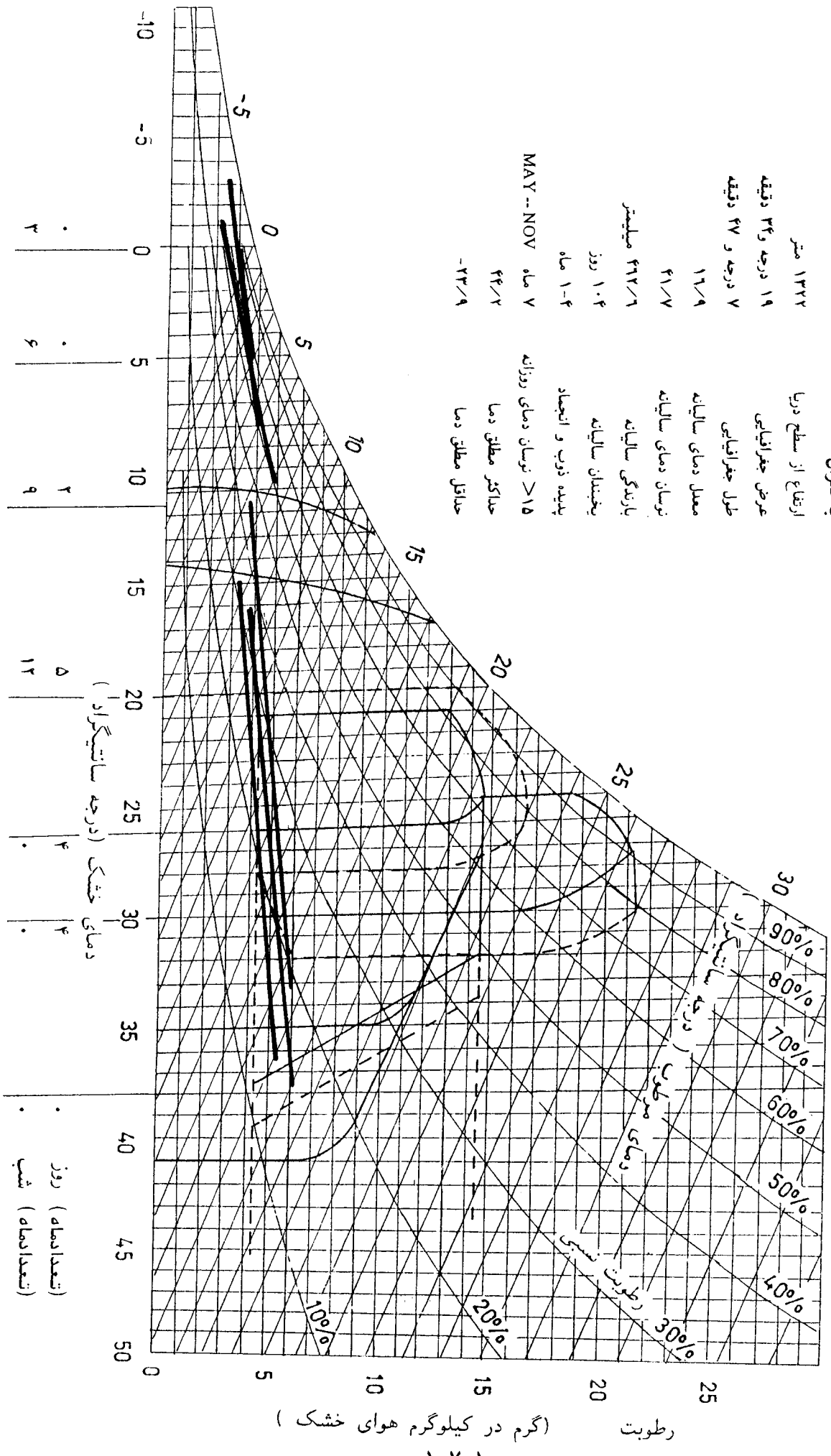


نمودار زیست اقلیمی ساختمانی

باختران

۱۳۲۲ متر  
 ۱۹ درجه و ۳۴ دقیقه  
 ۷ درجه و ۴۷ دقیقه  
 ۱۱/۹  
 ۴۱/۷  
 ۴۱۲/۱ میلیمتر  
 ۱۰۴ روز  
 ۱-۴ ماه  
 ۷ ماه MAY--NOV  
 ۴۴/۲  
 -۲۳/۹

ارتفاع از سطح دریا  
 عرض جغرافیایی  
 طول جغرافیایی  
 معدل دمای سالیانه  
 نوسان دمای سالیانه  
 بارندگی سالیانه  
 یخبندان سالیانه  
 پدیده ذوب و انجماد  
 > ۱۵ نوسان دمای روزانه  
 حداکثر مطلق دما  
 حداقل مطلق دما



(درجه سانتیگراد)  
 دمای خشک  
 دمای

۰  
 ۳  
 ۶  
 ۹  
 ۲  
 ۵  
 ۱۲  
 ۴  
 ۴  
 ۰  
 ۰  
 روز (تعداد ماه)  
 شب (تعداد ماه)

رطوبت (گرم در کیلوگرم هوای خشک)  
 ۱۰۷-۱

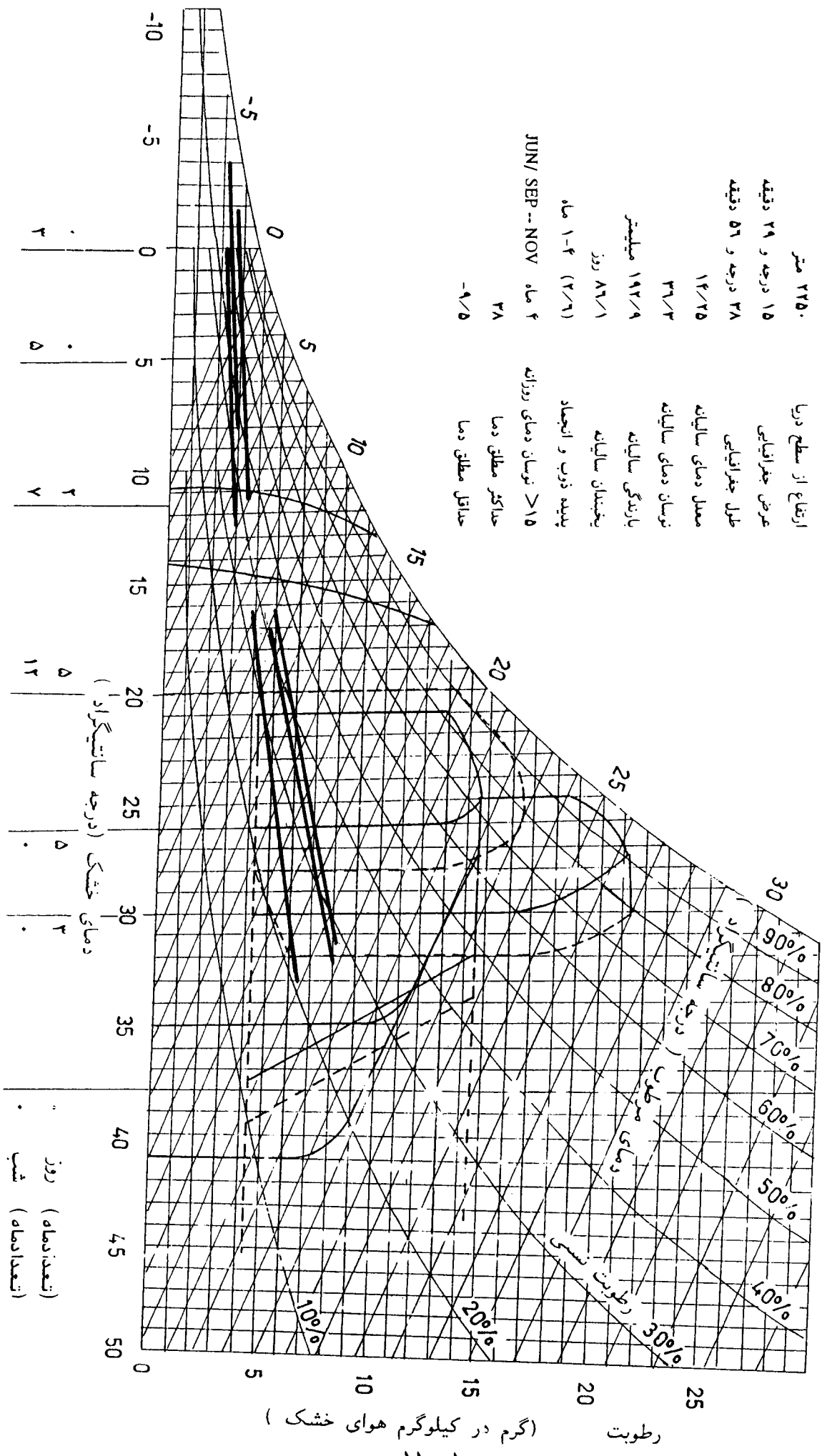




## نمودار زیست اقلیمی ساختمانی

بافت

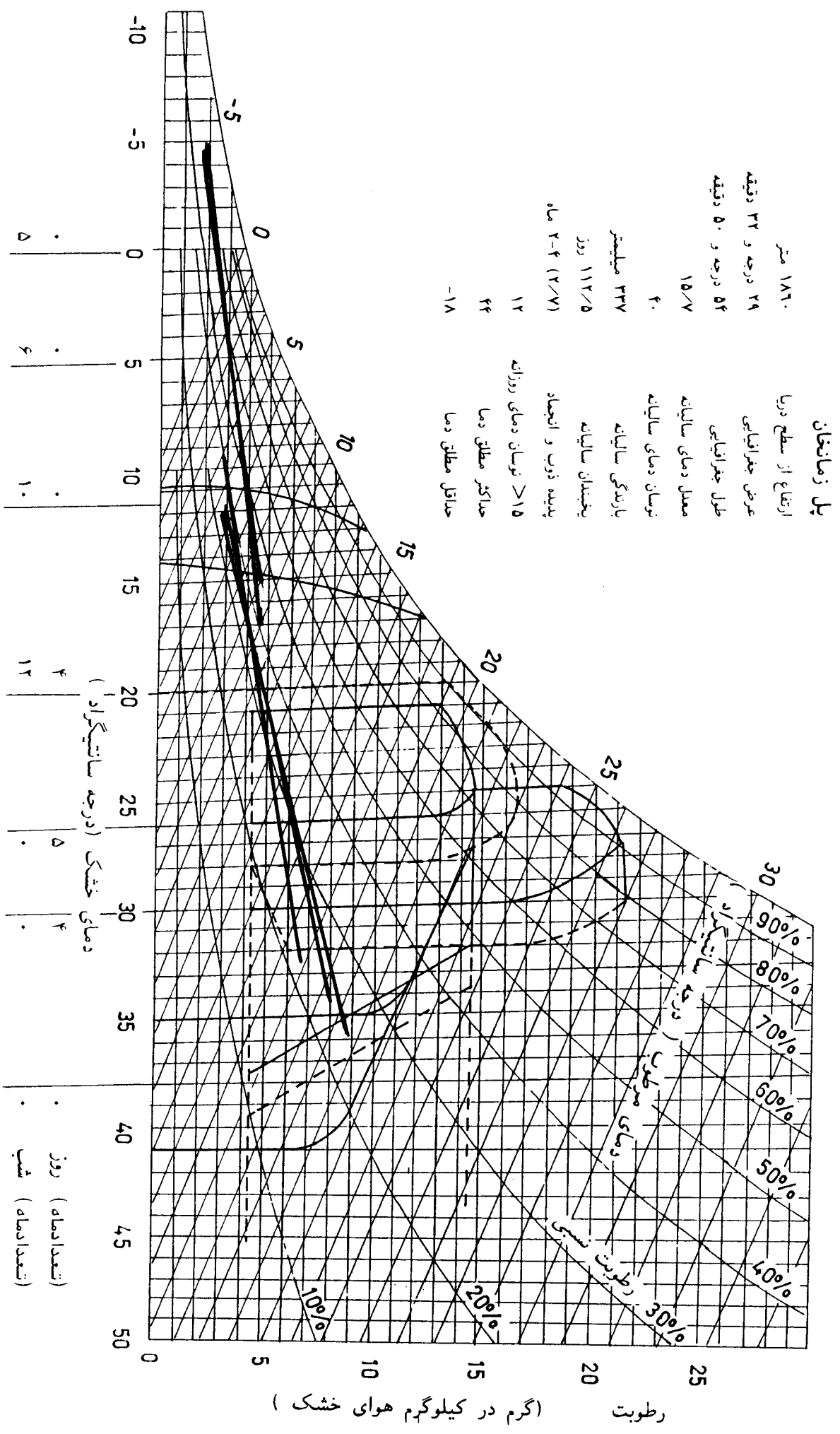
۲۷۵۰ متر	ارتفاع از سطح دریا
۱۵ درجه و ۲۹ دقیقه	عرض جغرافیایی
۳۸ درجه و ۵۶ دقیقه	طول جغرافیایی
۱۴/۲۵	معدل دمای سالیانه
۳۹/۳	نوسان دمای سالیانه
۱۹۲/۹ میلیمتر	بارندگی سالیانه
۸۶/۱ روز	یخبندان سالیانه
۱-۴ ماه	پدیده ذوب و انجماد
JUN/ SEP -- NOV	نوسان دمای روزانه
۲۸	حداکثر مطلق دما
-۹/۵	حداقل مطلق دما



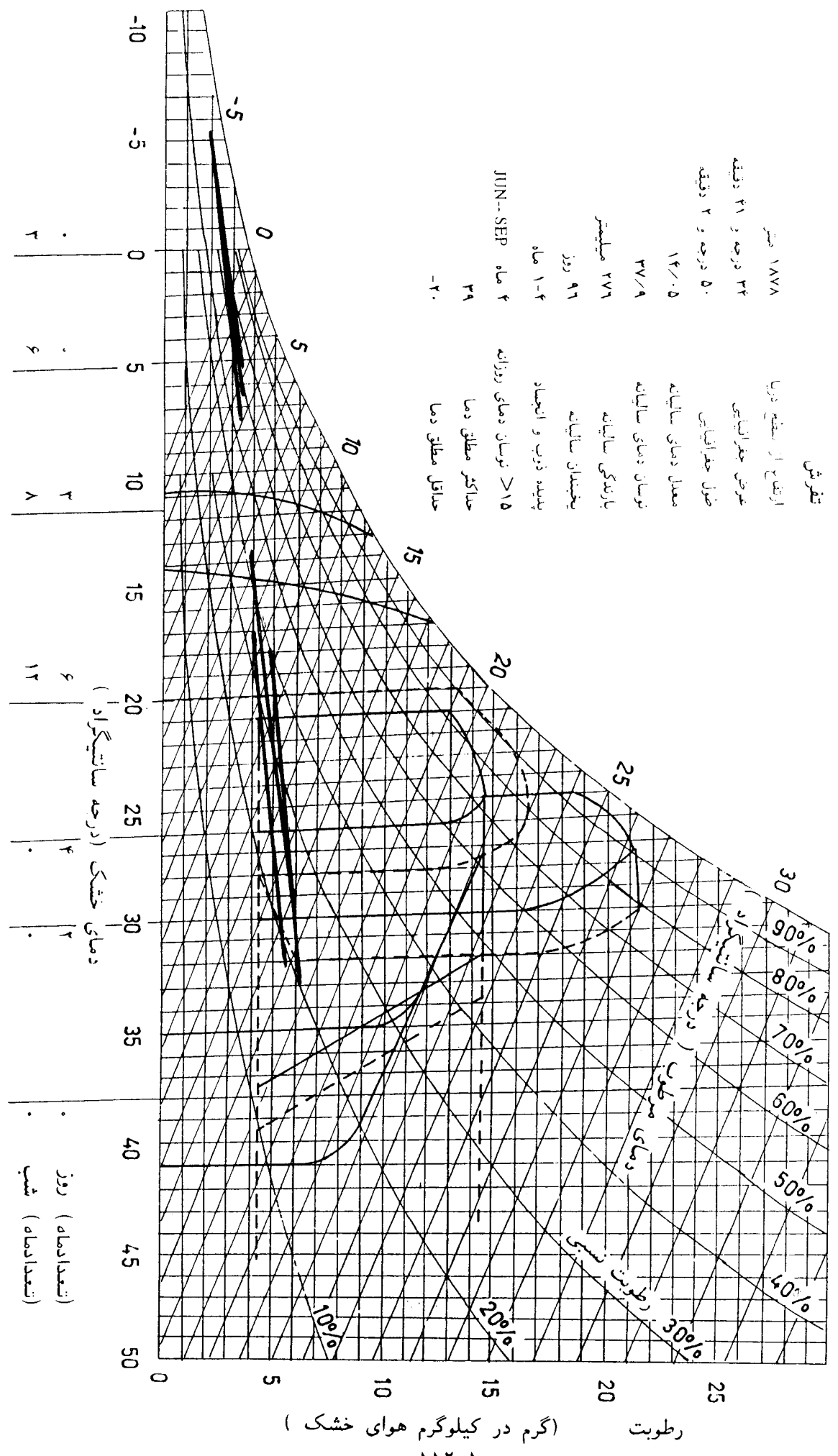
۲	۵	۲	۷	۱۲	۵	۰	۳	۰	۰
۲	۵	۲	۷	۱۲	۵	۰	۳	۰	۰
۲	۵	۲	۷	۱۲	۵	۰	۳	۰	۰
۲	۵	۲	۷	۱۲	۵	۰	۳	۰	۰

روز (تعداد ماه)  
شب (تعداد ماه)

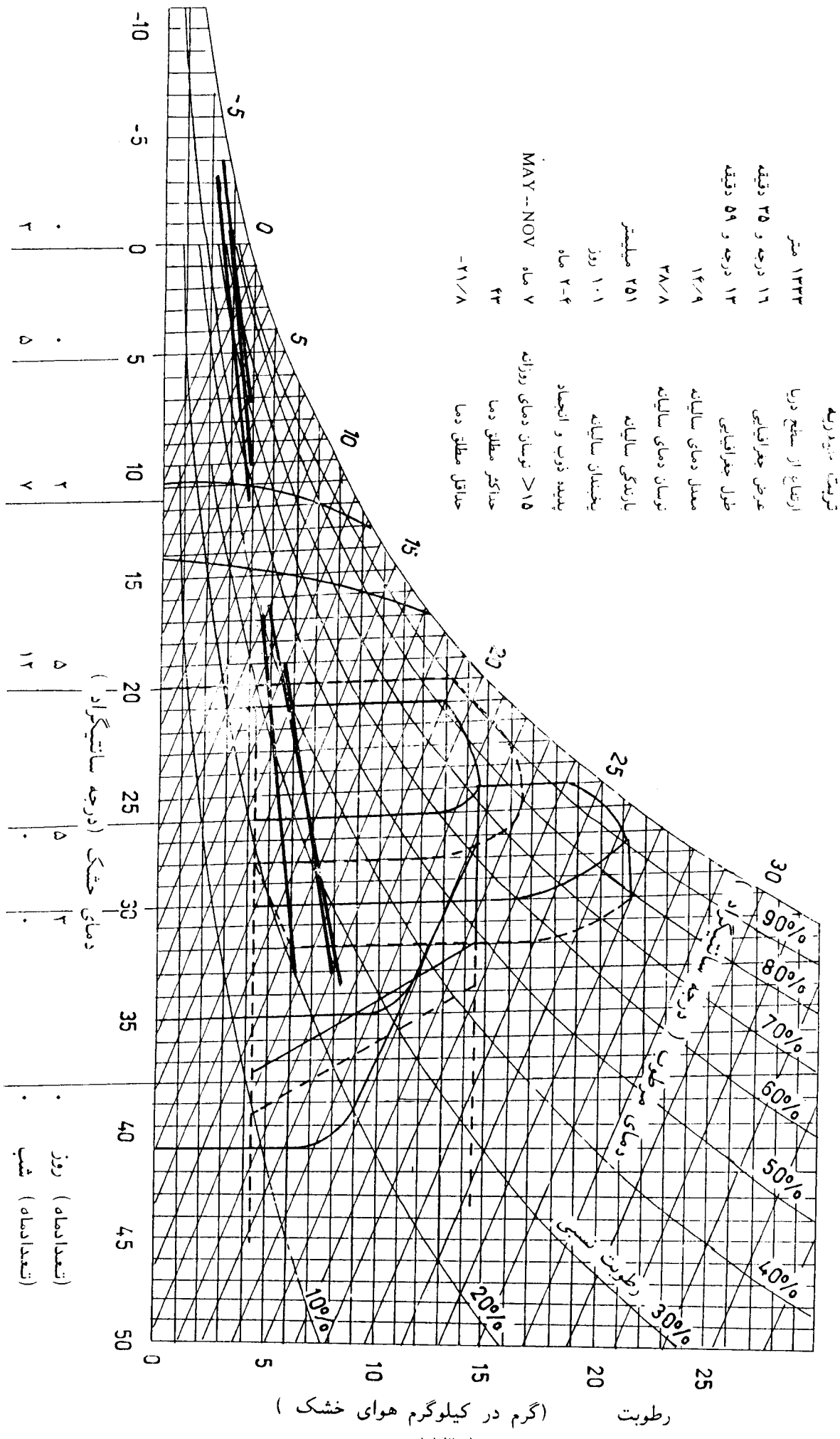
## نمودار زیست اقلیمی ساختمانی



### نمودار زیست اقلیمی ساختمان



نمودار زیست اقلیمی ساختمانی



۱۱۳-۱

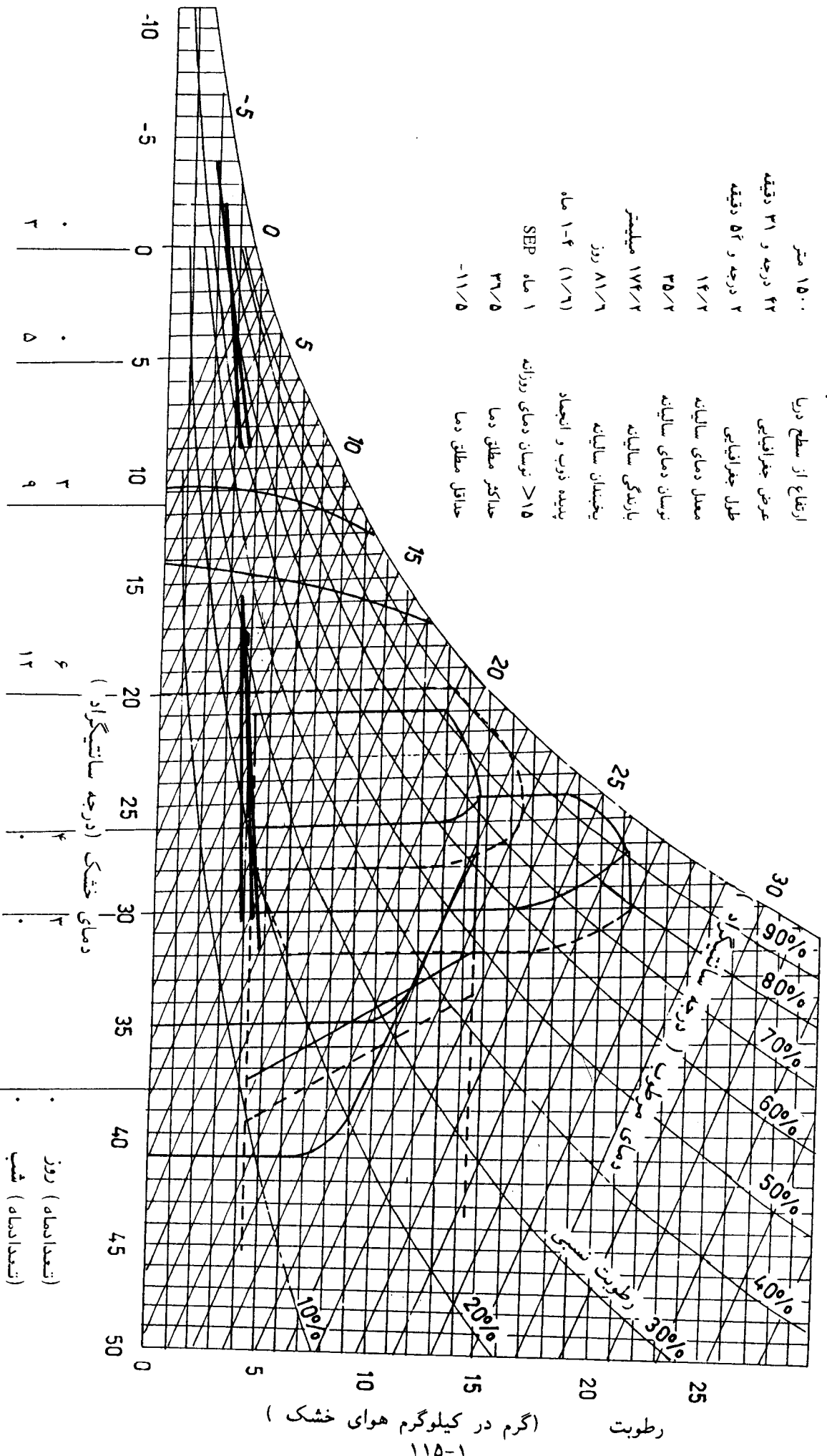




### نمودار زیست اقلیمی ساختمانی

حجت آباد - پیشکوه

ارتفاع از سطح دریا	۱۵۰۰ متر
عرض جغرافیایی	۲۲ درجه و ۳۱ دقیقه
طول جغرافیایی	۲ درجه و ۵۴ دقیقه
معدل دمای سالیانه	۱۴/۲
نوسان دمای سالیانه	۳۵/۲
بارندگی سالیانه	۱۷۴/۲ میلیمتر
یخبندان سالیانه	۸۱/۱ روز
پدیده ذوب و انجماد	۱-۴ (۱/۶) ماه
حداکثر مطلق دما	۳۶/۵ SEP
حداقل مطلق دما	-۱۱/۵



۱۰ ۵ ۰ -۵ -۱۰

۰ ۵ ۱۰ ۱۵ ۲۰ ۲۵ ۳۰ ۳۵ ۴۰ ۴۵ ۵۰

۲ ۵ ۹ ۳ ۶ ۱۲ ۴ ۳

روز (تعداد ماه) / شب (تعداد ماه)

(درجه سانتیگراد) / (درجه سانتیگراد)



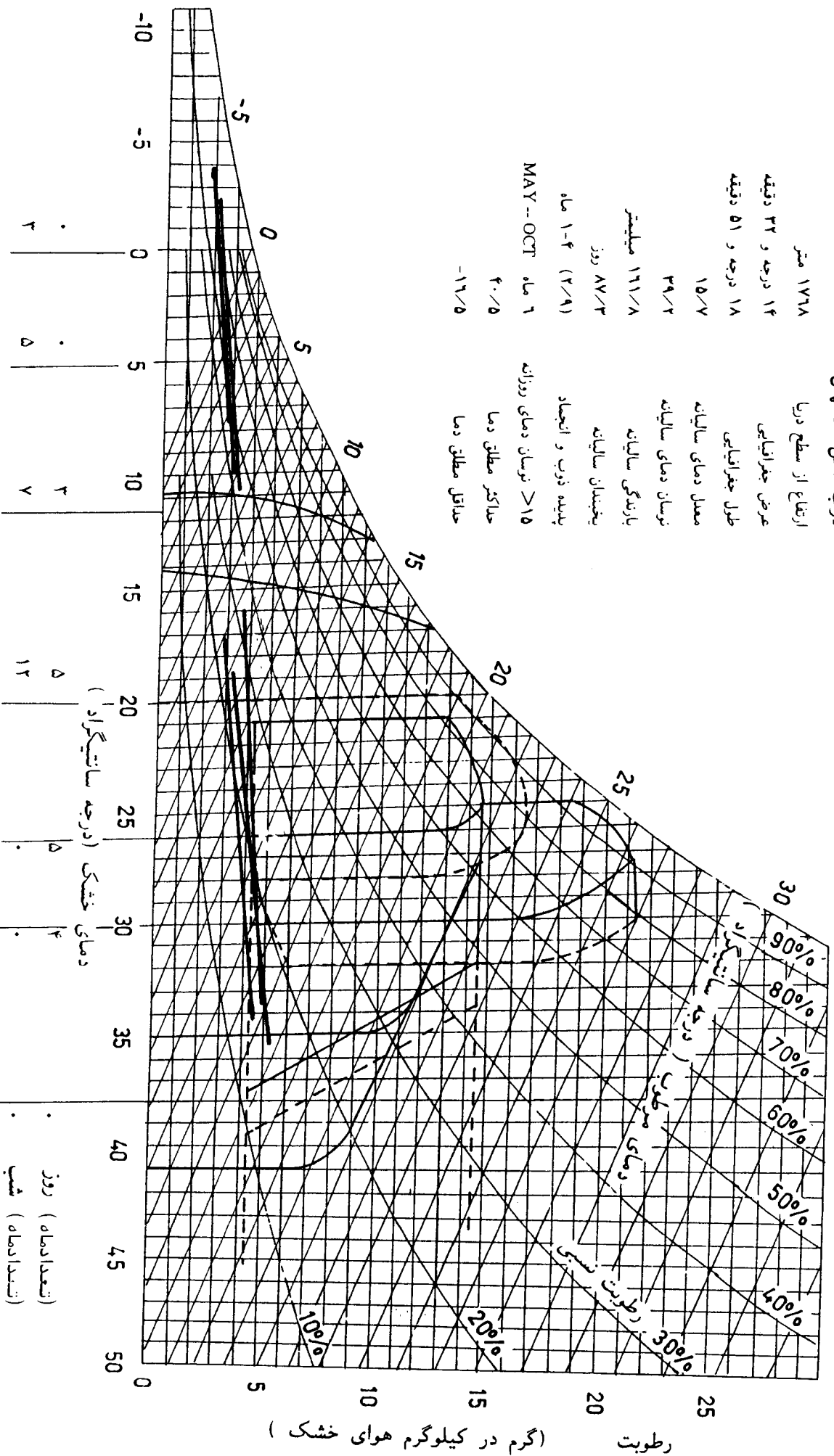




## نمودار زیست اقلیمی ساختمان

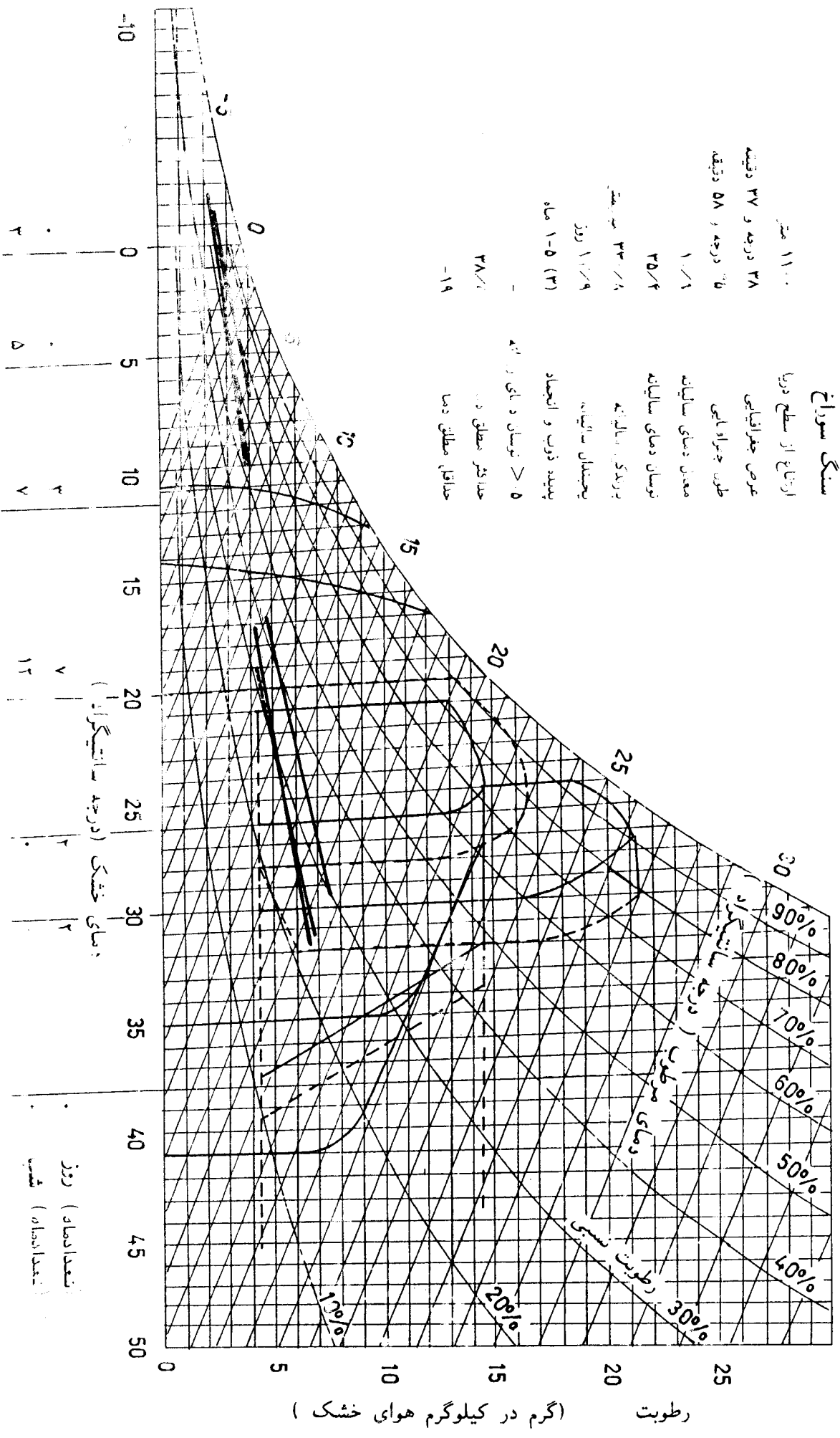
ذوب آهن اصفهان

۱۷۶۸ متر	ارتفاع از سطح دریا
۱۴ درجه و ۳۲ دقیقه	عرض جغرافیایی
۱۸ درجه و ۵۱ دقیقه	طول جغرافیایی
۱۵/۷	معدل دمای سالیانه
۳۹/۲	نوسان دمای سالیانه
۱۱۱/۸ میلیمتر	بارندگی سالیانه
۸۷/۳ روز	یخبندان سالیانه
۱-۴ ماه	پدیده ذوب و انجماد
MAY--OCT	نوسان دمای روزانه
۴۰/۵	حداکثر مطلق دما
-۱۶/۵	حداقل مطلق دما

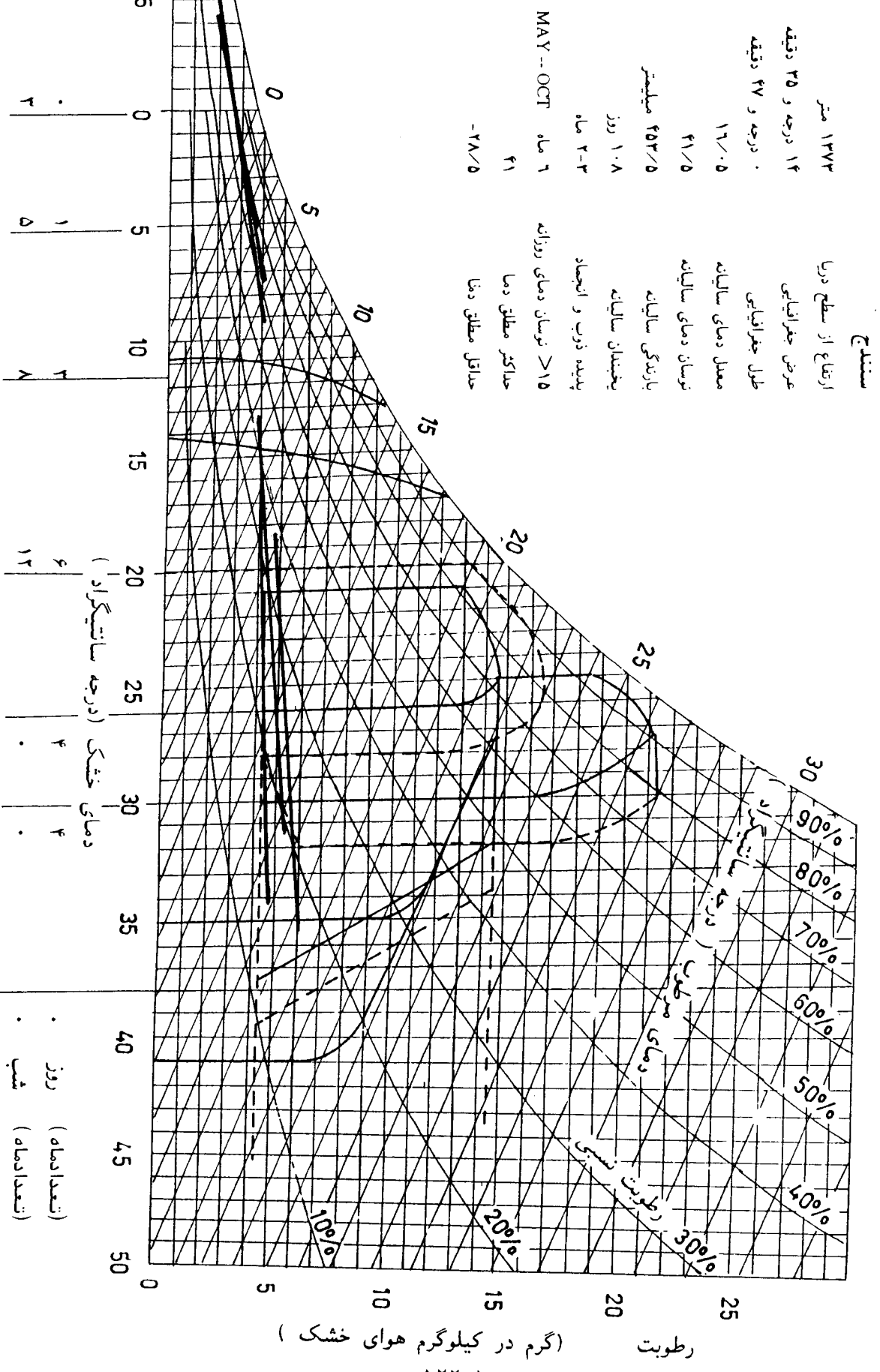




# نمودار زیست اقلیمی ساختمانی



### نمودار زیست اقلیمی ساختمانی



#### سندسج

ارتفاع از سطح دریا	۱۳۷۲ متر
عرض جغرافیایی	۱۴ درجه و ۳۵ دقیقه
طول جغرافیایی	درجه و ۴۷ دقیقه
معمل دمای سالیانه	۱۶/۰۵
توسان دمای سالیانه	۴۱/۵
بارندگی سالیانه	۴۵۳/۵ میلیمتر
یخبندان سالیانه	۱۰۸ روز
پدیده ذوب و انجماد	۲-۳ ماه
> ۱۵ توسان دمای روزانه	۱ ماه
حداکثر مطلق دما	۴۱
حداقل مطلق دما	-۲۸/۵

درجه سانتیگراد (درجه سانتیگراد)

دمای خشک

دمای خشک

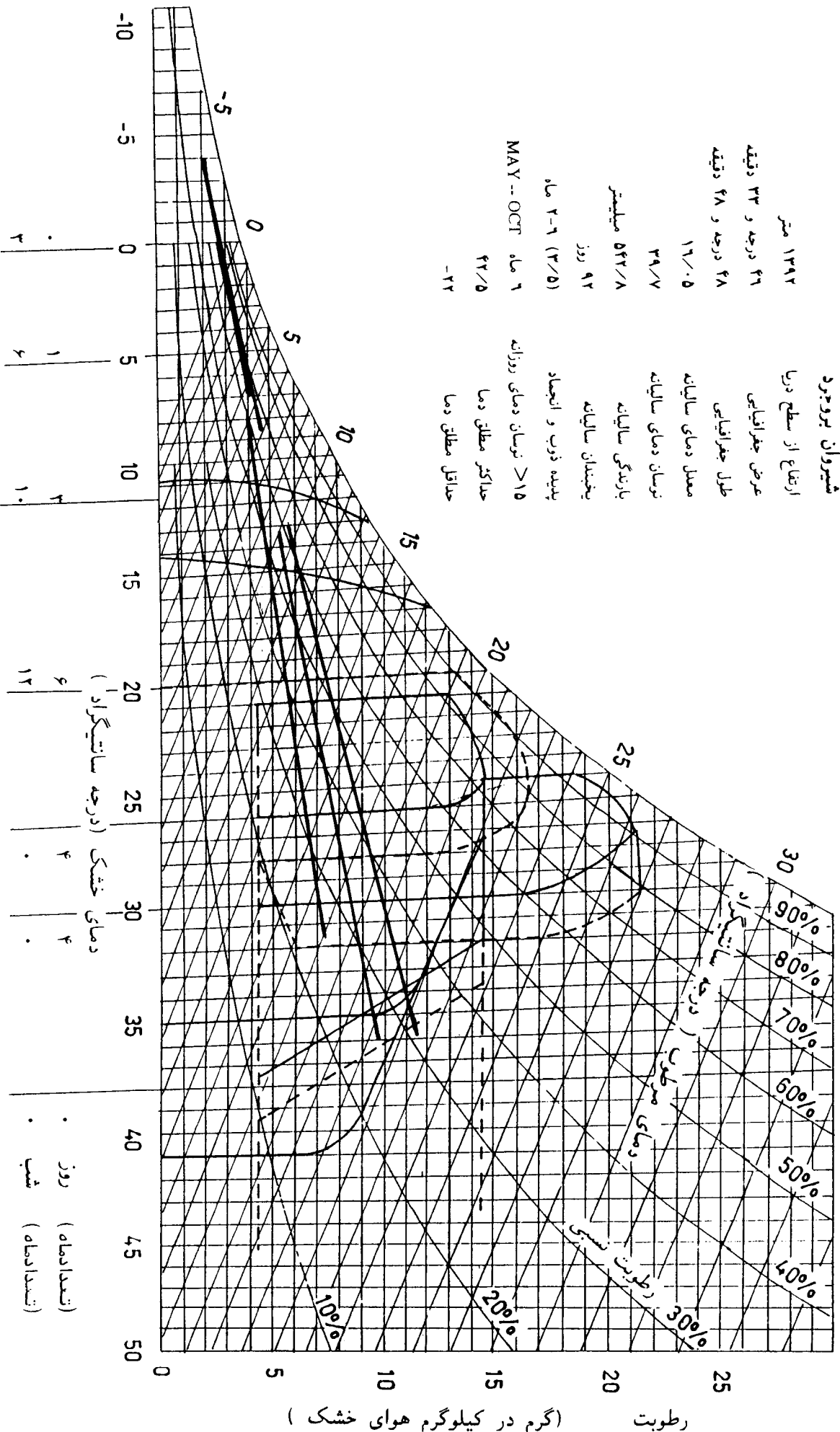
روز (تعدادماه)

شب (تعدادماه)

رطوبت (گرم در کیلوگرم هوای خشک)



# نمودار زیست اقلیمی ساختمان



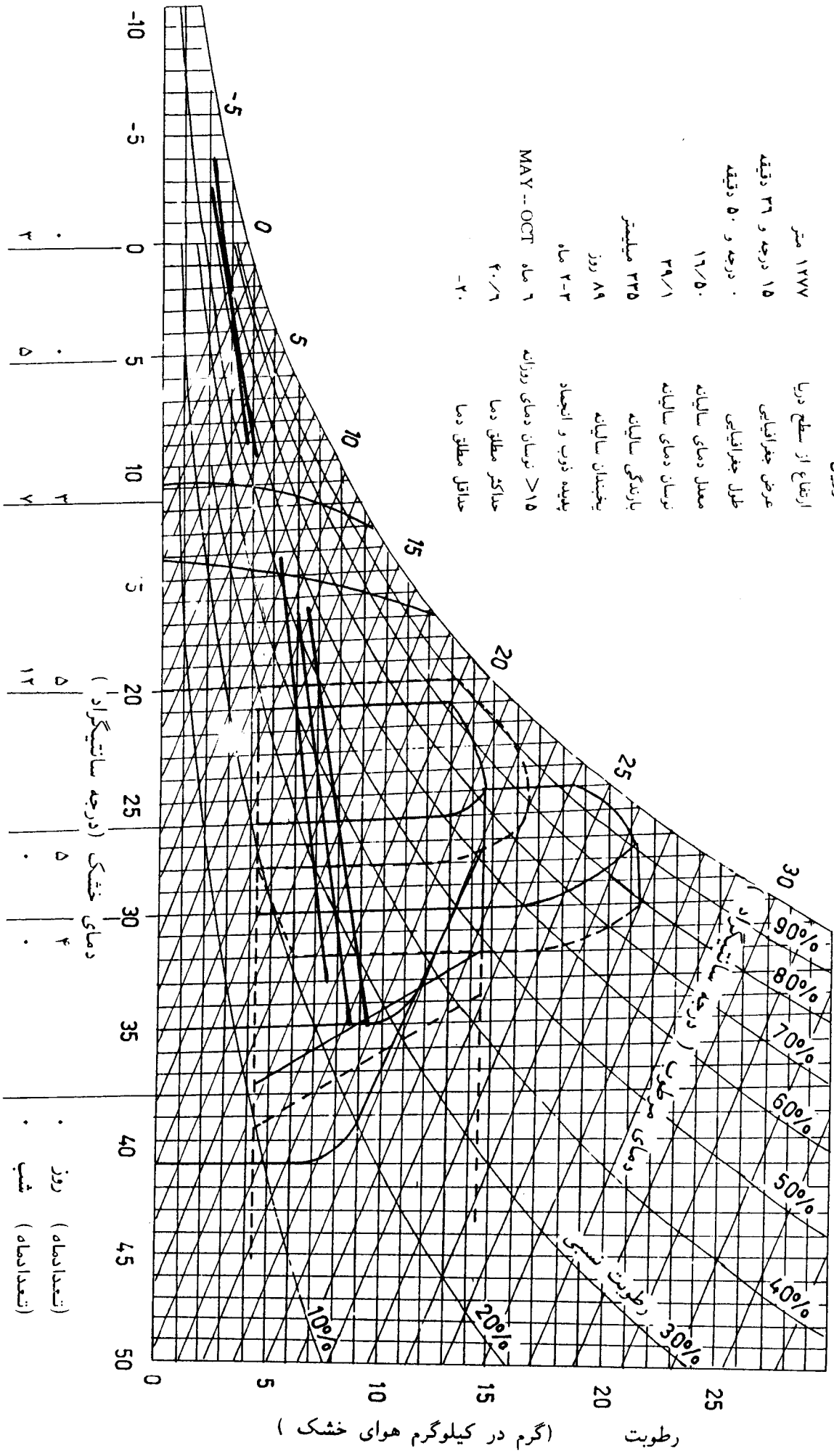




# نمودار زیست اقلیمی ساختمانی

قزوین

ارتفاع از سطح دریا ۱۲۷۷ متر  
 عرض جغرافیایی ۱۵ درجه و ۳۹ دقیقه  
 طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۰ دقیقه  
 معدل دمای سالیانه ۱۶/۵۰  
 نوسان دمای سالیانه ۳۹/۱  
 بارندگی سالیانه ۳۳۵ میلیمتر  
 یخبندان سالیانه ۸۹ روز  
 پدیده ذوب و انجماد ۲-۳ ماه  
 نوسان دمای روزانه > ۱۵  
 حداکثر مطلق دما ۴۰/۶  
 حداقل مطلق دما -۲۰  
 MAY - OCT ۶ ماه  
 ۲۰/۶



(درجه سانتیگراد) خشک دمای خشک  
 ۵ ۱۲  
 ۵ ۴

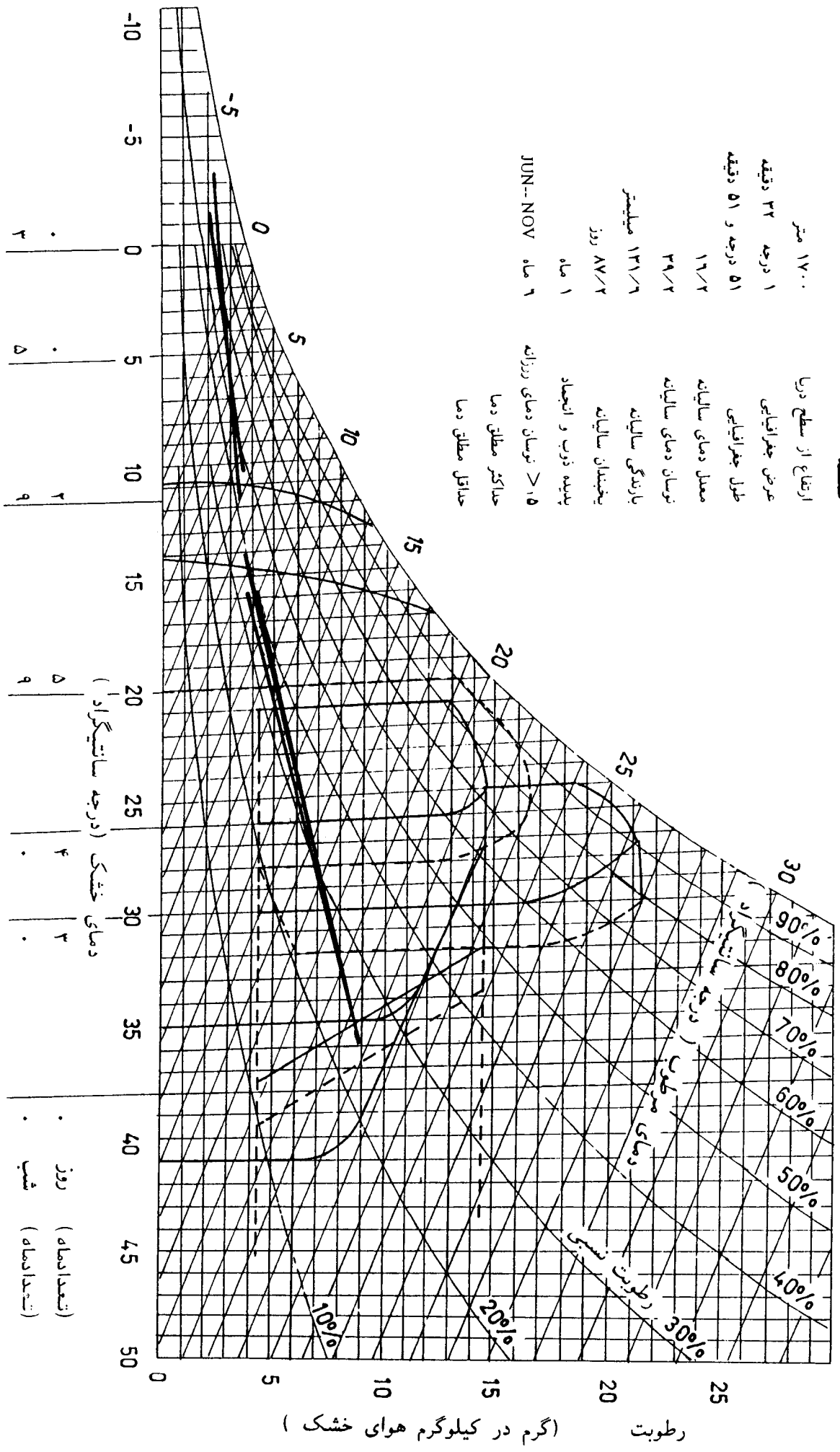
(تعدادماه) روز  
 (تعدادماه) شب

رطوبت (گرم در کیلوگرم هوای خشک)

# نمودار زیست اقلیمی ساختمان

## تفسیر

- ارتفاع از سطح دریا ۱۷۰۰ متر
- عرض جغرافیایی ۱ درجه ۳۲ دقیقه
- طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۵۱ دقیقه
- معدل دمای سالیانه ۱۶/۲
- نوسان دمای سالیانه ۳۹/۲
- بارندگی سالیانه ۱۳۱/۶ میلیمتر
- یخبندان سالیانه ۸۷/۲ روز
- پدیده ذوب و انجماد ۱ ماه
- حد اکثر مطلق دما > ۱۵
- حد مطلق دما JUN--NOV ۱ ماه
- حدانقل مطلق دما



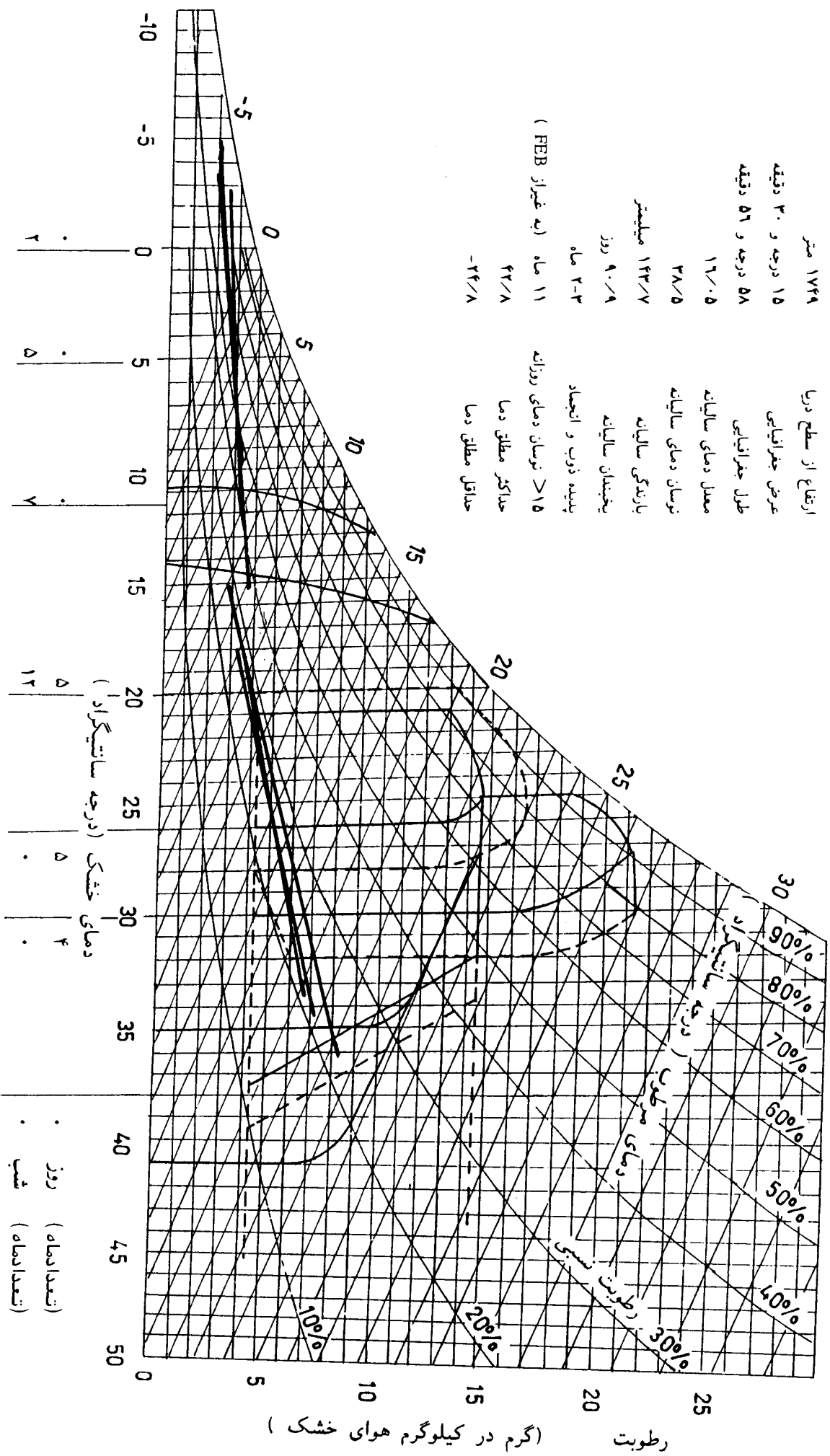
۰ روز (تعدادماه)  
 ۰ شب (تعدادماه)  
 ۰ (درجه سانتیگراد)  
 ۰ (درجه سانتیگراد)  
 ۰ (درجه سانتیگراد)  
 ۰ (درجه سانتیگراد)

## نمودار زیست اقلیمی ساختمان

کرمان

۱۷۴۹ متر  
 ۱۵ درجه و ۳۰ دقیقه  
 ۵۸ درجه و ۵۱ دقیقه  
 ۱۶/۰۵  
 ۳۸/۵  
 ۱۴۳/۷ میلیمتر  
 ۹۰/۹ روز  
 ۲-۳ ماه  
 ۱۱ ماه (به غیر از FEB)  
 ۴۲/۸  
 -۲۴/۸

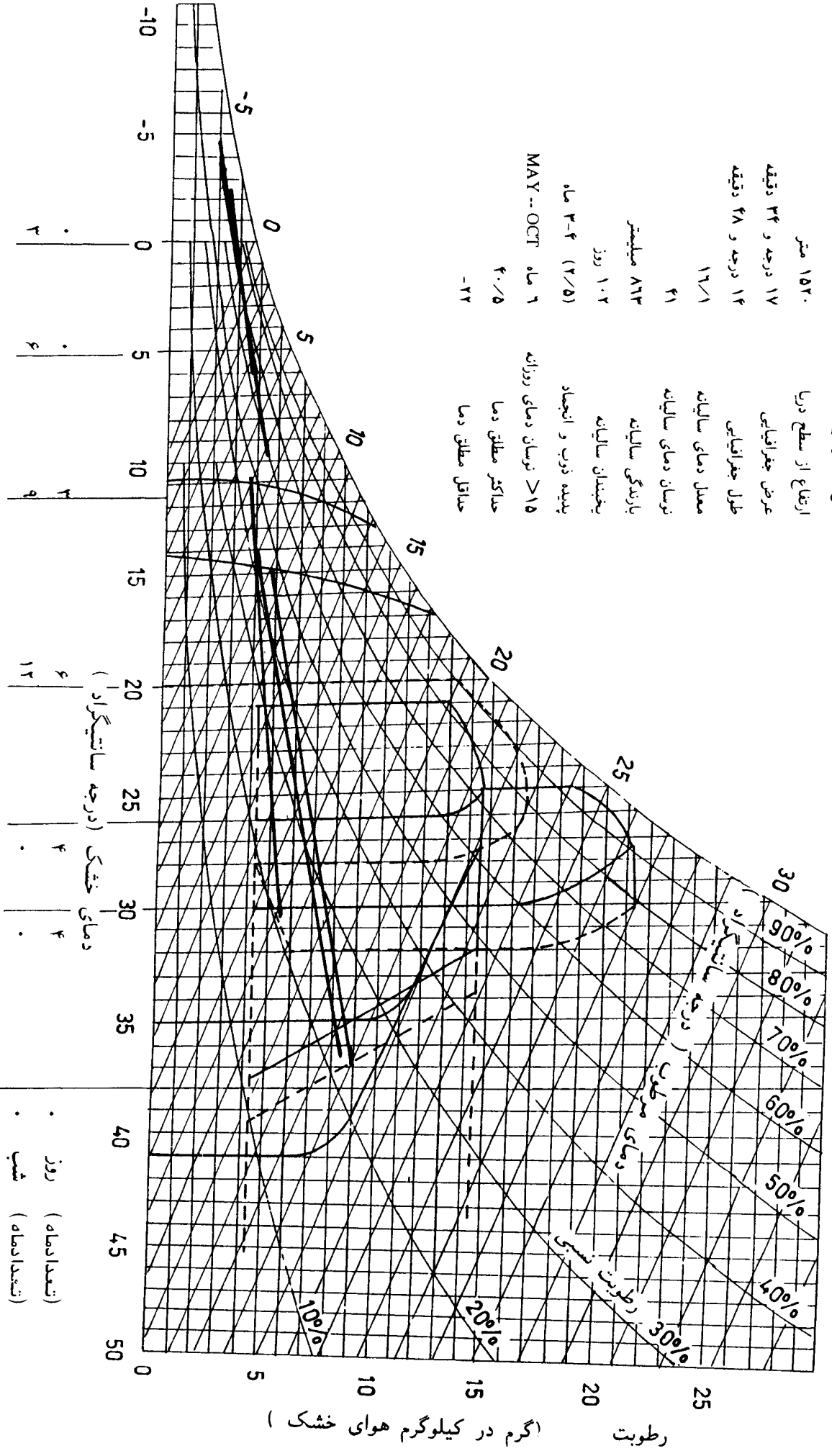
ارتفاع از سطح دریا  
 عرض جغرافیایی  
 طول جغرافیایی  
 معدل دمای سالیانه  
 نوسان دمای سالیانه  
 بارندگی سالیانه  
 یخبندان سالیانه  
 پدیده ذوب و انجماد  
 >۱۵ نوسان دمای روزانه  
 حداکثر مطلق دما  
 حداقل مطلق دما



### نمودار زیست اقلیمی ساختمانی

گوشه نهاروند

- ۱۵۲۰ متر ارتفاع از سطح دریا
- ۱۷ درجه و ۳۴ دقیقه عرض جغرافیایی
- ۱۴ درجه و ۴۸ دقیقه طول جغرافیایی
- ۱۶/۱ ممتد دمای سالیانه
- ۴۱ نوسان دمای سالیانه
- ۸۱۳ میلیمتر بارندگی سالیانه
- ۱۰۲ روز یخبندان سالیانه
- ۳-۴ ماه پدیده ذوب و انجماد
- ۲/۵ (۲/۵) ماه > ۱۵ نوسان دمای روزانه
- ۴۰/۵ حداکثر مطلق دما
- ۲۲ حداقل مطلق دما



درجه سانتیگراد ( )  
 ۲ ۶ ۳ ۹ ۴ ۱۲ ۴ ۴ ۴ ۴

روز (تعداد ماه)  
 شب (تعداد ماه)

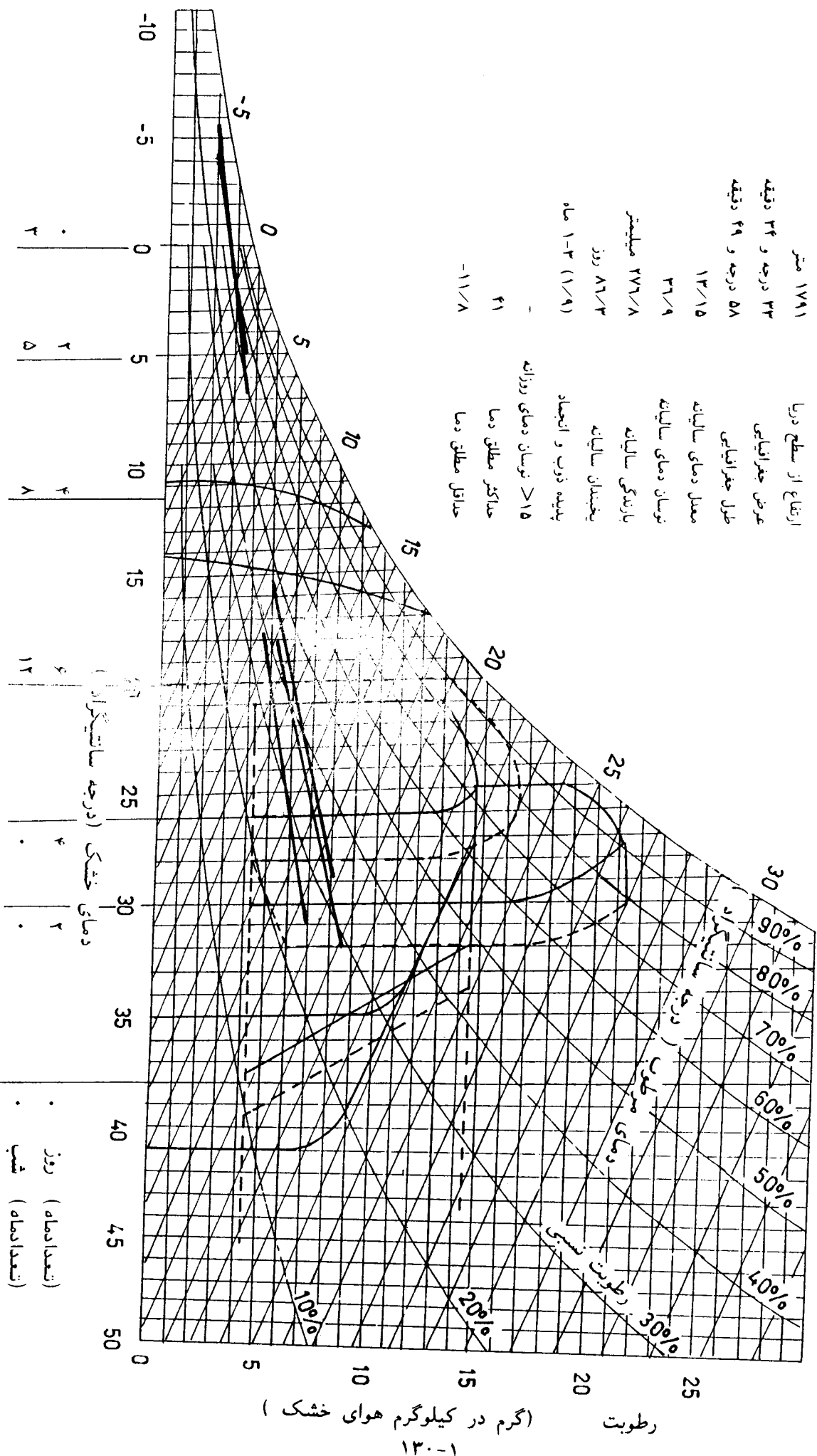
رطوبت (گرم در کیلوگرم هوای خشک)

# نمودار زیست اقلیمی ساختمانی

## گرگان آنتیپان

۱۷۸۱ متر  
 ۳۳ درجه و ۳۴ دقیقه  
 ۵۸ درجه و ۴۹ دقیقه  
 ۱۳/۱۵  
 ۳۱/۹  
 ۲۷۶/۸ میلیمتر  
 ۸۱/۳ روز  
 ۱-۳ (۱/۹) ماه  
 -  
 ۴۱  
 -۱۱/۸

ارتفاع از سطح دریا  
 عرض جغرافیایی  
 طول جغرافیایی  
 معدل دمای سالیانه  
 نوسان دمای سالیانه  
 بارندگی سالیانه  
 یخبندان سالیانه  
 پدیده ذوب و انجماد  
 > ۱۵ نوسان دمای روزانه  
 حداکثر مطلق دما  
 حداقل مطلق دما



(درجه سانتیگراد)  
 (درجه سانتیگراد)  
 دمای خشک  
 دمای  
 (تعدادماه) روز  
 (تعدادماه) شب

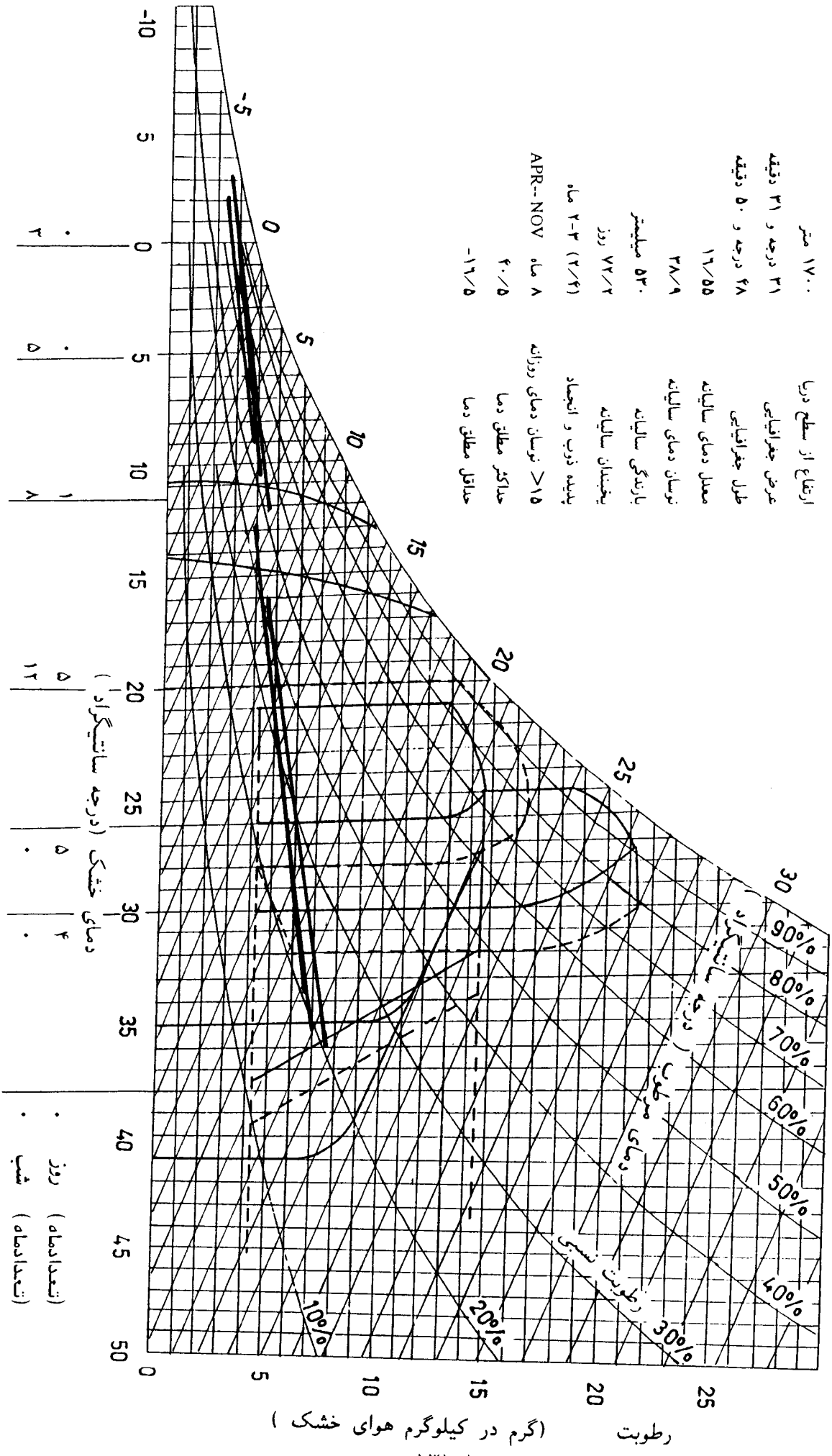


### نمودار زیست اقلیمی ساختمانی

کردجان

۱۷۰۰ متر  
 ۳۱ درجه و دقیقه  
 ۴۸ درجه و دقیقه  
 ۱۶/۵۵  
 ۳۸/۹  
 ۵۳۰ میلیمتر  
 ۷۲/۲ روز  
 ۲-۳ (۲/۴) ماه  
 APR--NOV  
 ۸ ماه  
 ۴۰/۵  
 -۱۶/۵

ارتفاع از سطح دریا  
 عرض جغرافیایی  
 طول جغرافیایی  
 معدل دمای سالیانه  
 نوسان دمای سالیانه  
 بارندگی سالیانه  
 یخبندان سالیانه  
 پدیده ذوب و انجماد  
 >۱۵ نوسان دمای روزانه  
 حداکثر مطلق دما  
 حداقل مطلق دما



درجه سانتیگراد ( )  
 ۵ ۱۲  
 ۵ ۴  
 ۵ ۰

• روز (تعدادماه)  
 • شب (تعدادماه)

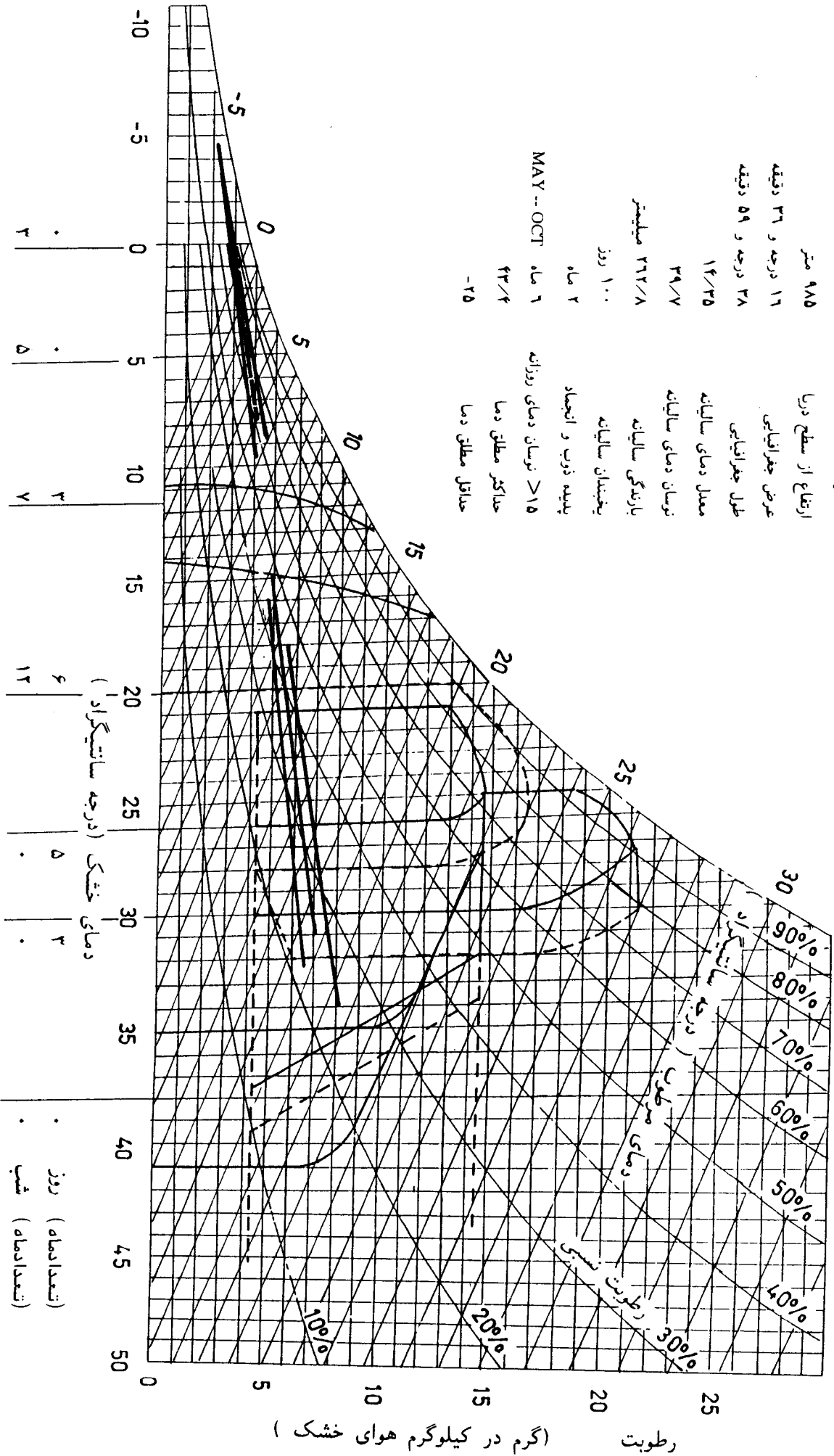
رطوبت (گرم در کیلوگرم هوای خشک)

# نمودار زیست اقلیمی ساختمان

مشهد

۹۸۵ متر  
 ۱۱ درجه و ۳۹ دقیقه  
 ۳۸ درجه و ۵۹ دقیقه  
 ۱۴/۳۵  
 ۳۹/۷  
 ۲۱۲/۸ میلیمتر  
 ۱۰۰ روز  
 ۲ ماه  
 ۱ ماه  
 ۱ ماه  
 ۴۳/۴  
 -۲۵

ارتفاع از سطح دریا  
 عرض جغرافیایی  
 طول جغرافیایی  
 معدل دمای سالیانه  
 نوسان دمای سالیانه  
 بارندگی سالیانه  
 یخبندان سالیانه  
 پدیده ذوب و انجماد  
 >۱۵ نوسان دمای روزانه  
 حداکثر مطلق دما  
 حداقل مطلق دما





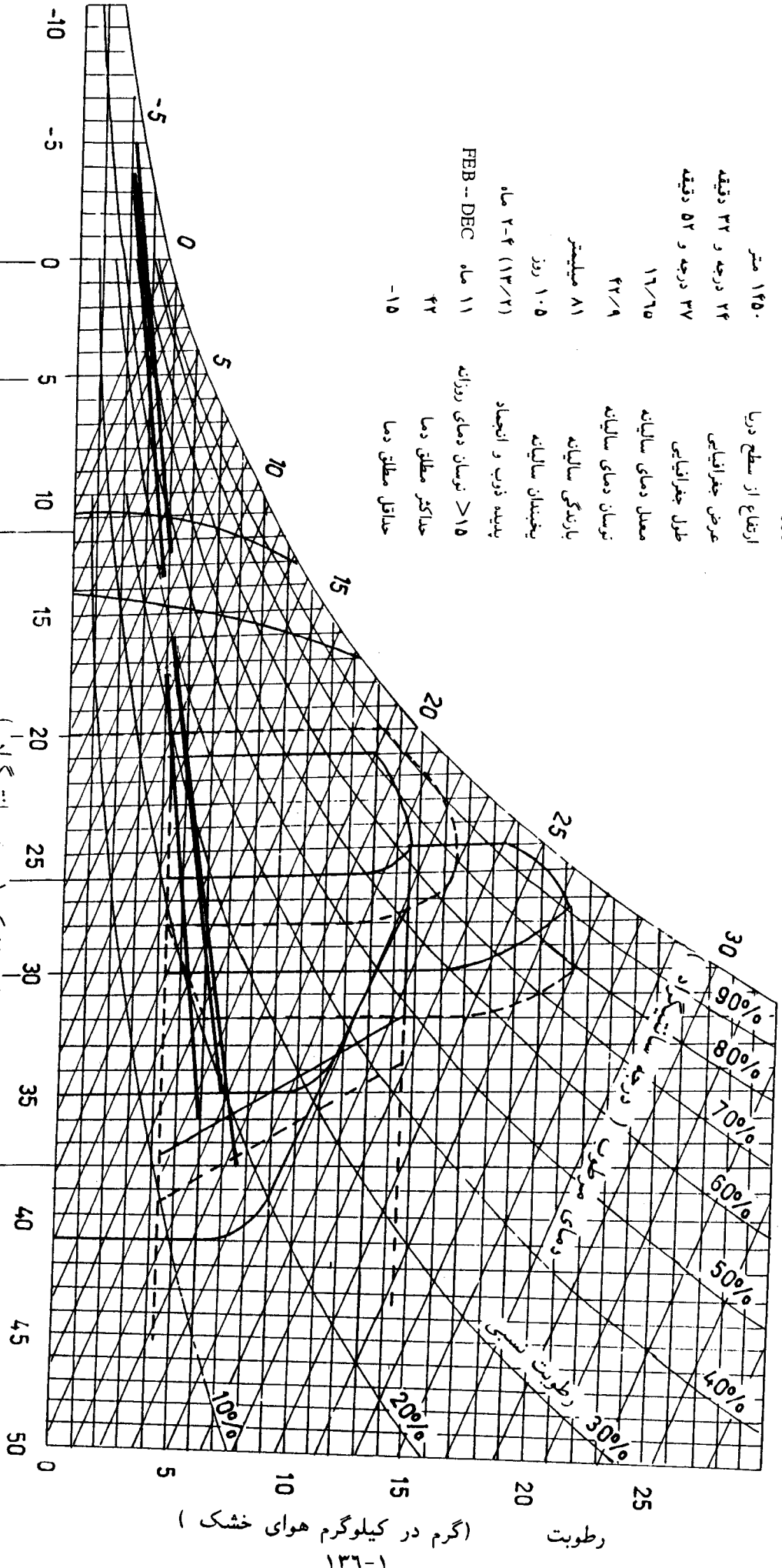




# نمودار زیست اقلیمی ساختمان

ورزیه

ارتفاع از سطح دریا	۱۴۵۰ متر
عرض جغرافیایی	۲۴ درجه و ۳۲ دقیقه
طول جغرافیایی	۳۷ درجه و ۵۲ دقیقه
معدل دمای سالیانه	۱۶/۶۵
نوسان دمای سالیانه	۴۲/۹
بازندگی سالیانه	۸۱ میلیمتر
یخبندان سالیانه	۱۰۵ روز
پدیده ذوب و انجماد	۲-۴ ماه
تعداد روزهای یخبندان	۱۳/۲ (۱۳/۲) ماه
تعداد روزهای یخبندان	۱۱ ماه
تعداد روزهای یخبندان	۴۲
تعداد روزهای یخبندان	۱۵



ارتفاع از سطح دریا	۲
عرض جغرافیایی	۵
طول جغرافیایی	۱
معدل دمای سالیانه	۷
نوسان دمای سالیانه	۱۱
بازندگی سالیانه	۵
یخبندان سالیانه	۵
پدیده ذوب و انجماد	۴
تعداد روزهای یخبندان	۱۱
تعداد روزهای یخبندان	۵
تعداد روزهای یخبندان	۴
تعداد روزهای یخبندان	۱۱

۱۳۶-۱

## ۲ - ۲ - ۵ گروه اقلیمی ۵

زمستان سرد - تابستان گرم - خشک

### الف - مشخصات آب و هوایی

#### ۱ - مشخصات جغرافیایی

این اقلیم عمدتاً در مناطق واقع در دشتهای ایران مشاهده می شود. دارای زمستانهای سرد و تابستانهای گرم و خشک است.

#### ۲ - مشخصات اقلیمی

معدل دمای سالیانه آن ۱۶ تا ۱۹ درجه و نوسان دمای سالیانه آن ۳۶ تا ۴۲ درجه می باشد. در تابستان متوسط حداکثر دما در طی روز حدود ۳۵ تا ۳۹ درجه و متوسط حداقل دما در طی شب حدود ۱۲ تا ۲۳ درجه می باشد. در زمستان متوسط حداکثر دما در طی روز حدود ۹ تا ۱۶ درجه و متوسط حداقل دما در طی شب حدود ۳- تا صفر درجه است. حداکثر مطلق دما در تابستان ۳۹ تا ۴۷ درجه و حداقل مطلق دما در زمستان ۵- تا ۲۰- درجه می باشد. در ۱ تا ۲/۵ ماه از سال یخبندان وجود دارد. بارندگی سالیانه ۷۰ تا ۸۰۰ میلیمتر است. رطوبت نسبی هوا در تابستان حداقل ۱۰ تا ۴۵ درصد و در زمستان حداکثر ۶۵ تا ۹۰ درصد می باشد.

### ب - وضعیت هوا از نظر آسایش انسان

از نظر آسایش انسان، این اقلیم دارای تابستانهای گرم و خشک و زمستانهای سرد است.

#### ۱ - گرما

در مواقع گرم، تقریباً ۷ تا ۸ ماه از سال، روزها نیاز به سایه وجود دارد در عین حال که در ۵ تا ۶ ماه از این ایام، علاوه بر سایه بهره گیری از مصالح مناسب و برودت تبخیری حاصل از سطوح آب و گیاه نیز ضروریست. شبهای این ایام حدود ۲ تا ۳ ماه از سال هوا مطبوع بوده و به راحتی می توان از هوای آزاد استفاده کرد. در شبهای دیگر با بهره گیری از مصالح مناسب و انرژی خورشیدی ذخیره شده در جداره های ساختمان، شرایط آسایش فراهم می باشد.

#### ۲ - سرما

در مواقع سرد، شبها تقریباً ۵ تا ۷ ماه از سال و روزها در پاره ای از مناطق این اقلیم،

حداکثر در ۱ تا ۲ ماه از سال، علیرغم بهره‌گیری از مصالح مناسب و انرژی خورشیدی ذخیره شده در جداره‌های ساختمان، استفاده از وسایل گرما ساز ضروریست.

### ۳ - رطوبت

در این اقلیم درمواقع گرم میزان رطوبت هوا درحدی است که می‌توان با استفاده از برودت تبخیری حاصل از سطوح آب و گیاه هوا را خنک نمود.

### ج - وضعیت هوا از نظر کاربرد مصالح در جداره‌های ساختمان

در این اقلیم، از نظر کاربرد مصالح ساختمانی، گرما در تابستان و سرما در زمستان مشکل آفرینند.

#### ۱ - دما

۱-۱ دمای بیش از ۳۰ درجه سانتیگراد

دمای بالای ۳۰ درجه در ۴ تا ۵ ماه از سال اتفاق می‌افتد که از نظر کاربرد بعضی از مصالح ساختمانی مطلوب نیست.

۲-۱ دمای کمتر از ۵ درجه سانتیگراد

در ۴ تا ۵ ماه از سال شبها دما به کمتر از ۵ درجه می‌رسد که این وضعیت برای مصالح حساس نسبت به این دما مناسب نیست.

۳-۱ دمای کمتر از صفر درجه سانتیگراد

از نظر کاربرد مصالحی که نسبت به دمای صفر درجه حساس هستند، شبها در ۱ تا ۳ ماه از سال دما به زیر صفر می‌رسد.

۴-۱ پدیده ذوب و انجماد

در طول ۱ تا ۳ ماه از سال احتمال وقوع پدیده ذوب و انجماد وجود دارد.

۵-۱ نوسان روزانه بیش از ۱۵ درجه سانتیگراد

این اقلیم از نظر نوسان دمای بیش از ۵ درجه در طول شبانه روز به دو بخش تقسیم می‌شود: در یک بخش اصولاً "نوسان دمای بیشتر از ۱۵ درجه وجود ندارد". بخش دوم شامل مناطقی است که در ۶ تا ۸ ماه از سال دارای نوسان دمای بیش از ۱۵ درجه است. در چنین مواقعی باید تمهیدات لازم جهت جلوگیری از آسیب دیدگی مصالح حساس نسبت به این نوسان دما در نظر گرفته شود.



## ۲ - رطوبت

۱-۲ رطوبت نسبی بیش از ۵۰ درصد

رطوبت نسبی فقط حدود ۳ ماه از مواقع سرد سال بالاتر از ۵۰ درصد است و در بقیه ایام کمتر از ۴۵ درصد می باشد که از نظر کاربرد مصالح مشکلی ندارد.

۲-۲ حد پوسیدگی چوب

ترکیب دمای ۲۵ و ۳۵ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی ۳۵ تا ۵۰ درصد که حد پوسیدگی چوب است در بخشی از مناطق این اقلیم امکان وقوع دارد که در آن مناطق باید تدابیر لازم اتخاذ گردد.

۳-۲ میعان و شرجی

شبهای ۱ تا ۳ ماه از سال حتماً و تا ۵ ماه احتمالاً میعان رخ می دهد اما هیچگاه شرجی اتفاق نمی افتد. بنابراین باید از مصالح مناسب برای کاهش اثر میعان استفاده کرد.

۳ - باد و باران

۱-۳ بارندگی ماهیانه بیش از ۲۰۰ میلیمتر

در این اقلیم بارندگی ماهیانه بیشتر از ۲۰۰ میلیمتر وجود ندارد.

۲-۳ کج باران

در این اقلیم به دلیل بارش کم غالباً مشکل کج باران وجود ندارد.

۴ - تابش خورشید

از نظر دریافت انرژی خورشیدی این اقلیم در محدوده تابش زیاد و خیلی زیاد واقع شده است لذا در انتخاب رنگ و جنس جداره های خارجی و محیط پیرامون آن باید دقت کافی مبذول داشت .

خلاصه وضعیت اقلیمی گروه ۵ از نظر آسایش انسان

اقلیم ۵	مشکلات			انرژی خورشید		مصلح خازن	گرما ساز	سرما ساز	برودت تبخیری	جریان هوا	رطوبت گیر
	گرما	سرما	رطوبت	سایه	آفتاب						
روز	+	+	-	۷-۸	۵	۱۰-۱۲	۱-۲	-	۵-۶	-	-
شب	+	+	-	-	-	۱۰-۱۲	۵-۷	-	-	-	-

توضیح علائم :

+ مشکل دارد.

- نیازی نیست و یا مشکل ندارد.

واحد اعداد ماه است.

خلاصه وضعیت اقلیمی گروه ۵ از نظر کاربرد مصالح ساختمانی

اقلیم ۵	دما (درجه سانتیگراد)			رطوبت			میعان		شرحی	ذوب و انجماد	تابش
	کمتر از صفر	کمتر از ۵	بیش از ۳۰	نوسان بیش از ۱۵ درصد	حتمی	احتمالی	خاص مثل حمام، آشپزخانه	میان			
روز	-	-	۴-۵	۰-۸	۳	۰	۰	۰-۳	-	-	زیاد و خیلی زیاد
شب	-	-	۲-۴	۰-۸	۳	۰	۳-۵	۵-۸	-	۱-۳	

توضیح علائم :

- وجود ندارد.

واحد اعداد ماه است.

انتخاب، اجرا و نگهداری مصالح در گروه ۵

اقلیم ۵	دما			رطوبت		باد و باران	یخ بندان	تابش شدت
	گرما	سرما	نوسان	شرحی	میعان			
انتخاب مصالح	+	+	*	-	+	-	+	+
اجرا	+	+	*	-	-	-	+	-
نگهداری	-	+	*	-	+	-	+	+

توضیح علائم :

+ مشکل دارد

- مشکل ندارد.

\* بعضی مناطق این اقلیم مشکل دارد.



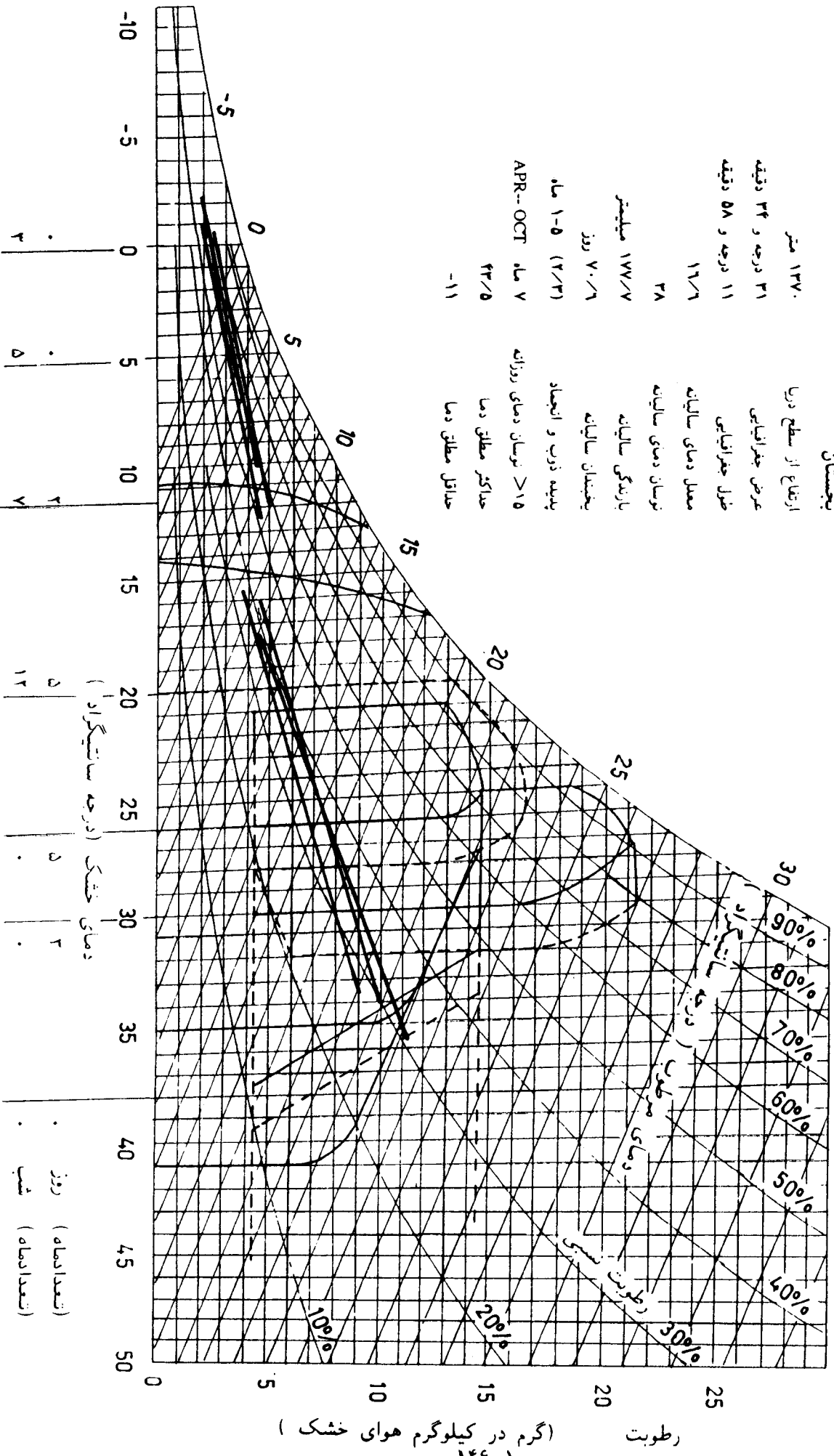






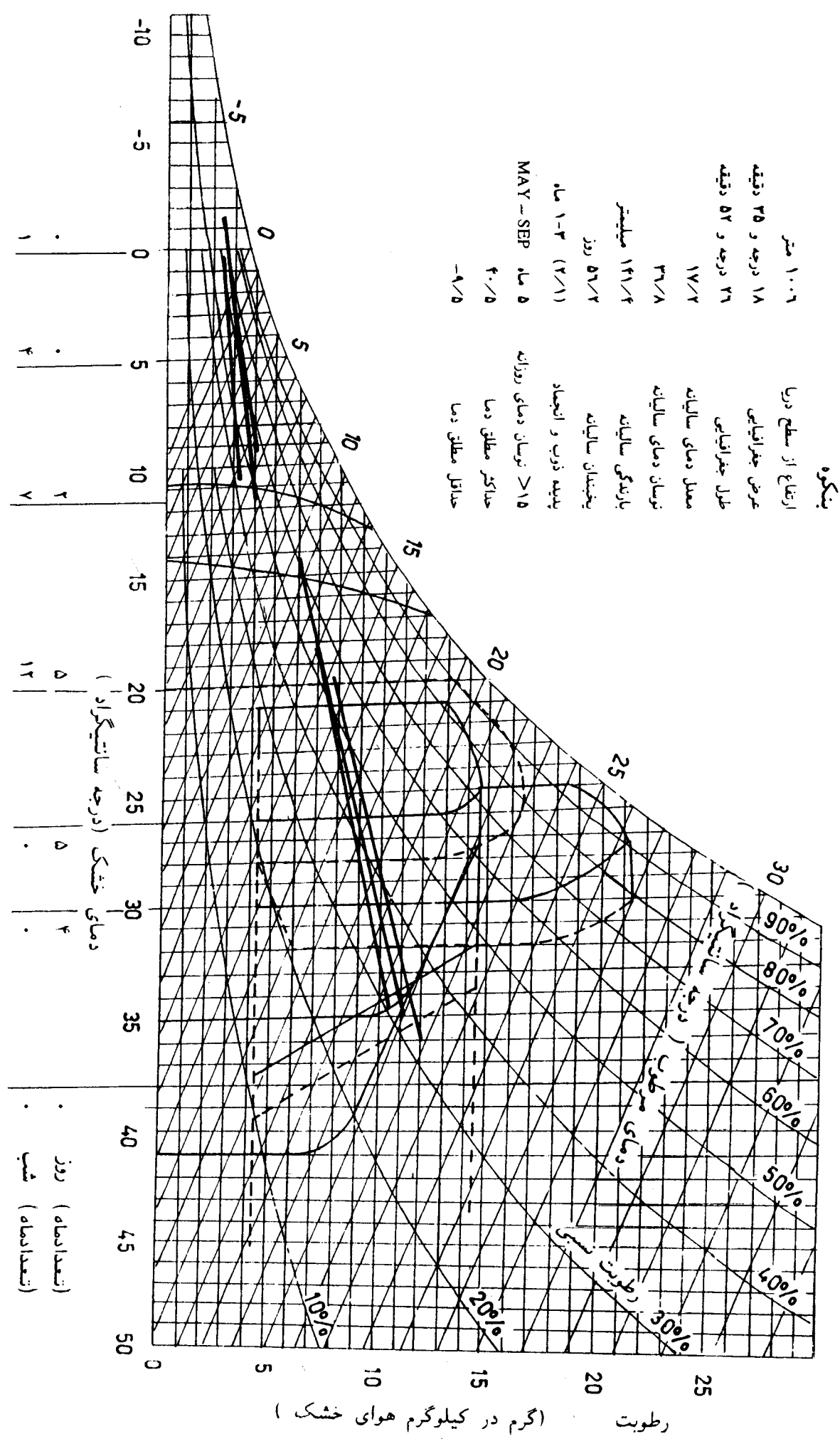


# نمودار زیست اقلیمی ساختمانی



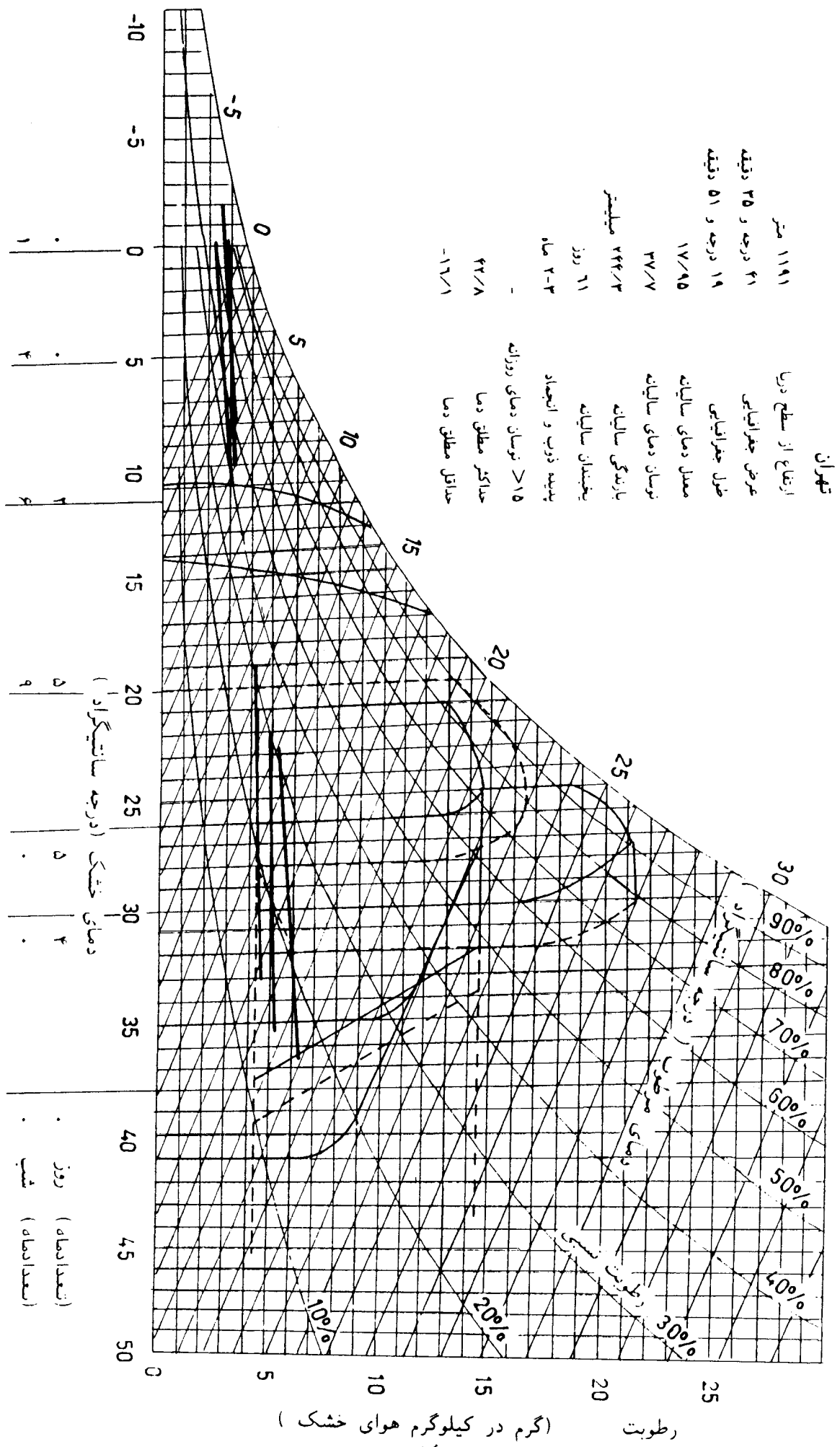


### نمودار زیست اقلیمی ساختمانی



رطوبت (گرم در کیلوگرم هوای خشک)

نمودار زیست اقلیمی ساختمانی



### نمودار زیست اقلیمی ساختمانی

دی هوک

ارتفاع از سطح دریا ۱۱۰۰ متر

عرض جغرافیایی ۱۷ درجه و ۳۳ دقیقه

طول جغرافیایی ۳۱ درجه و ۵۷ دقیقه

معمل دمای سالیانه ۱۸/۳

نوسان دمای سالیانه ۳۷/۸

بارندگی سالیانه ۸۳ میلیمتر

یخبندان سالیانه ۳۹ روز

پدیده ذوب و انجماد ۱-۲ ماه

APR--OCT ۷ ماه

۲۵/۵

-۱۴/۵

عرض جغرافیایی

طول جغرافیایی

معمل دمای سالیانه

نوسان دمای سالیانه

بارندگی سالیانه

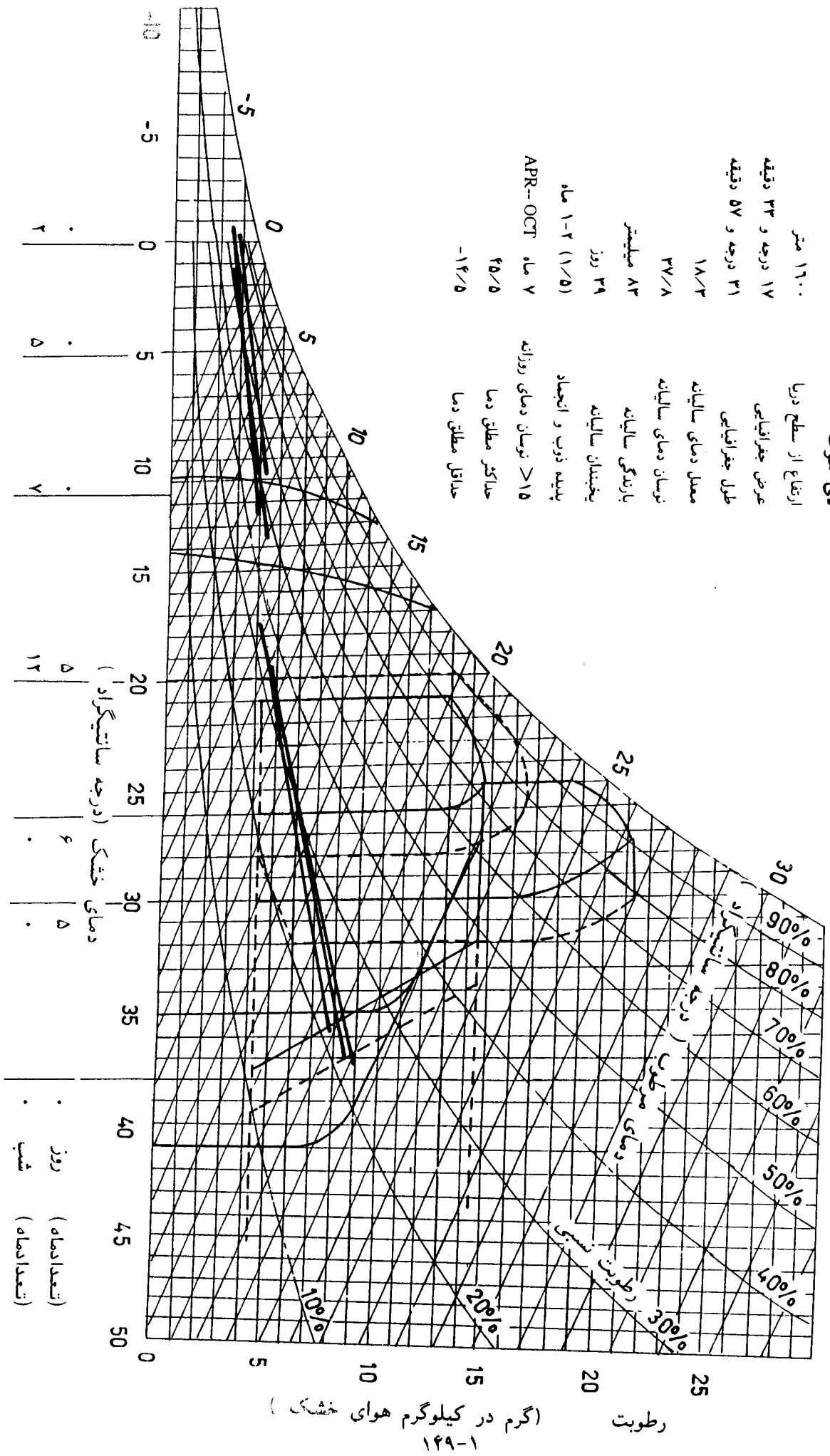
یخبندان سالیانه

پدیده ذوب و انجماد

نوسان دمای روزانه > ۱۵

حداکثر مطلق دما

حداقل مطلق دما



گرم در کیلوگرم هوای خشک ( )  
 ۱۴۹-۱

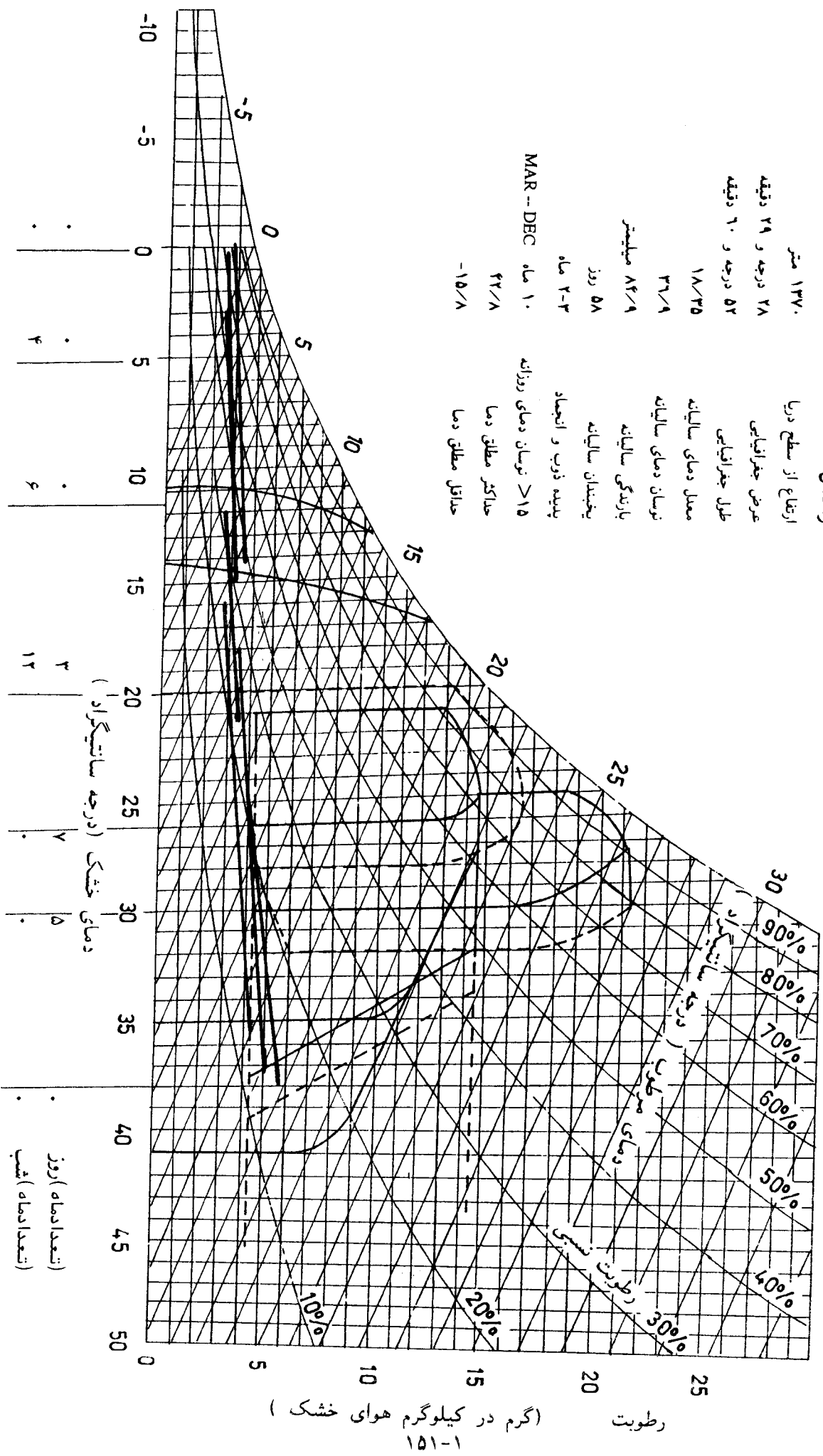


### نمودار زیست اقلیمی ساختمانی

زاهدان

۱۳۷۰ متر  
 ۲۹ درجه و ۲۹ دقیقه  
 ۵۲ درجه و ۱۰ دقیقه  
 ۱۸/۳۵  
 ۳۶/۹  
 ۸۴/۹ میلیمتر  
 ۵۸ روز  
 ۲-۳ ماه  
 ۱۰ ماه MAR--DEC  
 ۲۲/۸  
 -۱۵/۸

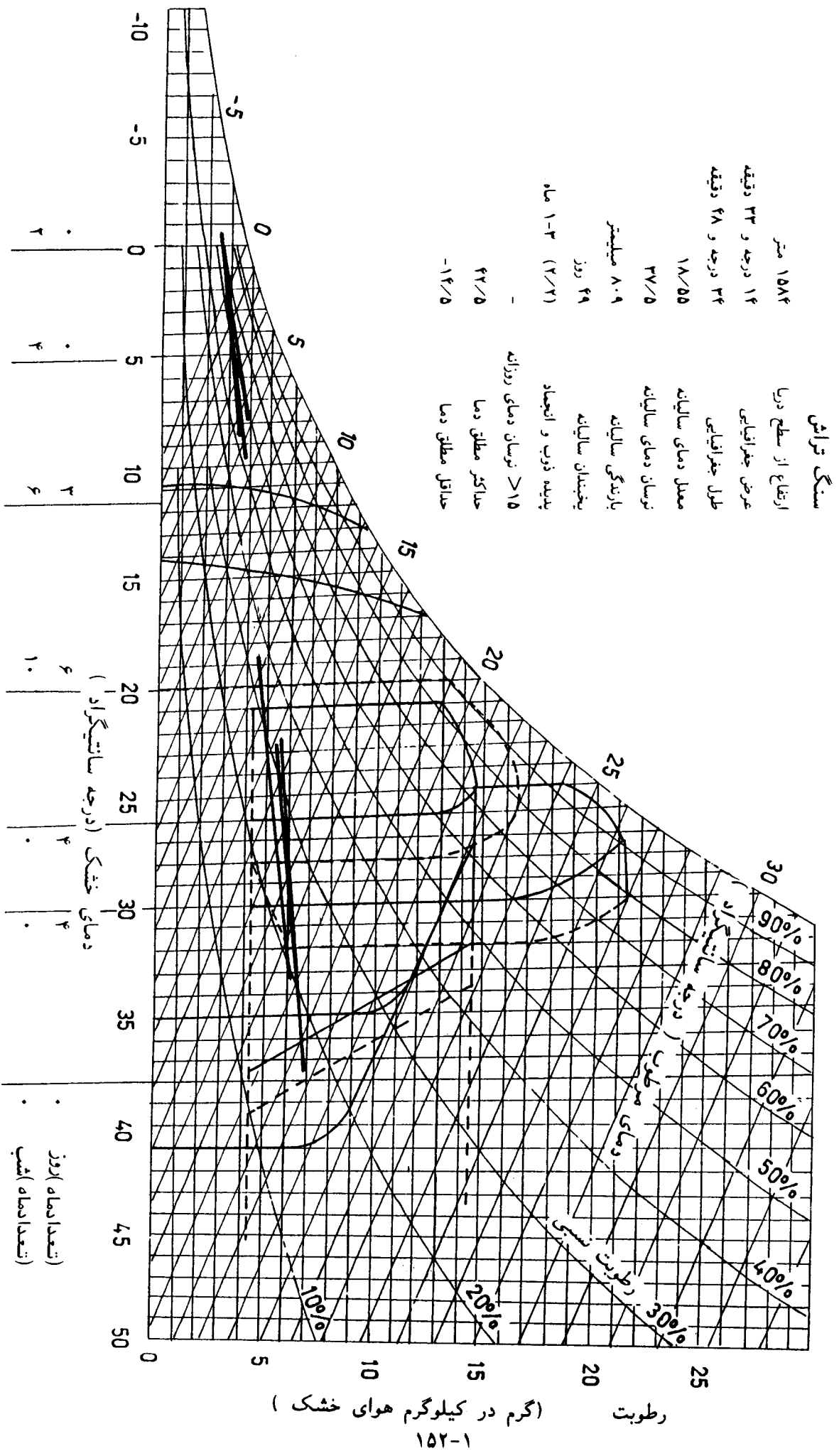
ارتفاع از سطح دریا  
 عرض جغرافیایی  
 طول جغرافیایی  
 معدل دمای سالیانه  
 نوسان دمای سالیانه  
 بارندگی سالیانه  
 یخبندان سالیانه  
 پدیده ذوب و انجماد  
 >۱۵ نوسان دمای روزانه  
 حداکثر مطلق دما  
 حداقل مطلق دما



رطوبت (گرم در کیلوگرم هوای خشک) ۱۵۱-۱

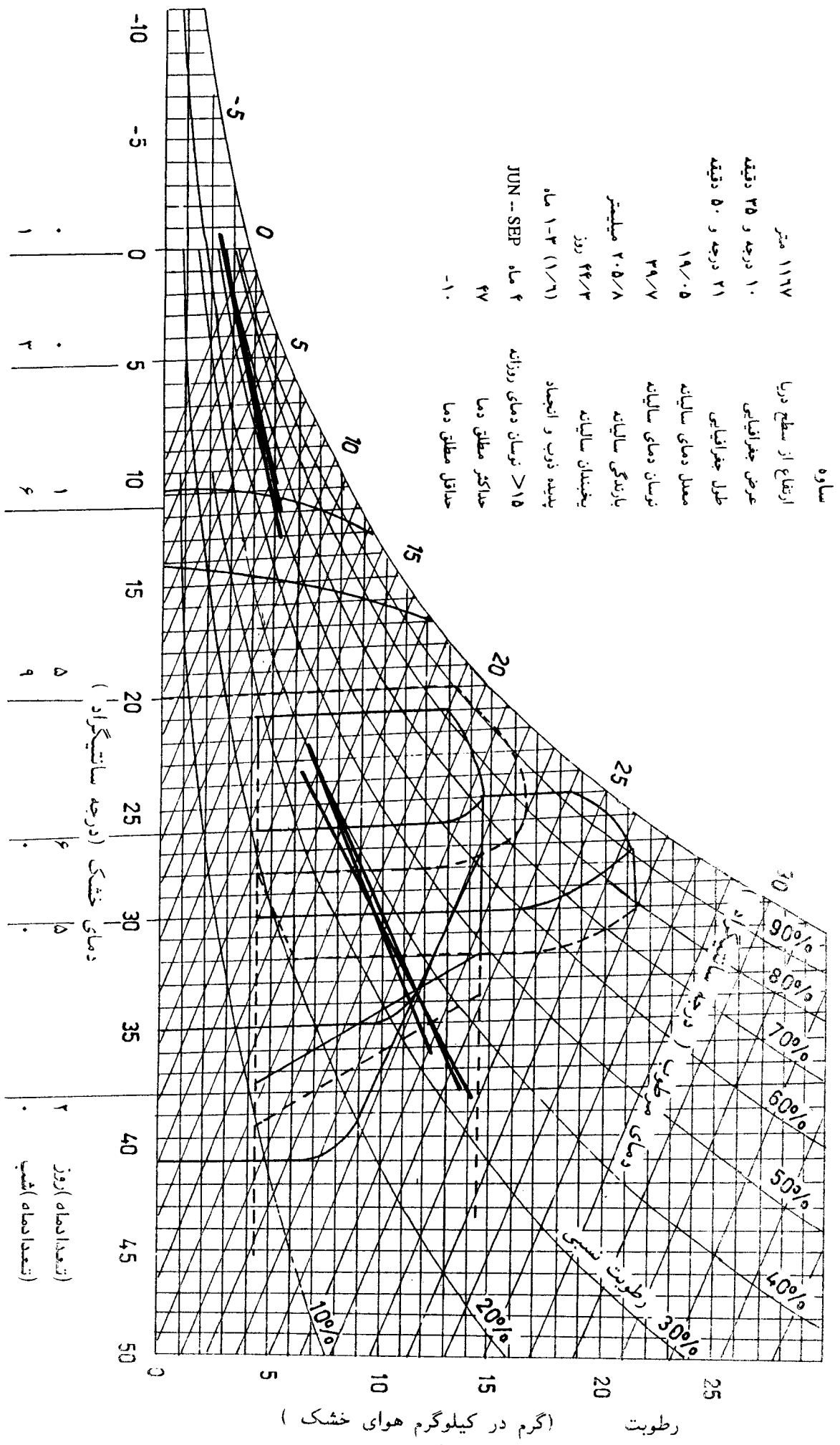
تعداد ماه (روز)  
 تعداد ماه (شب)

## نمودار زیست اقلیمی ساختمانی



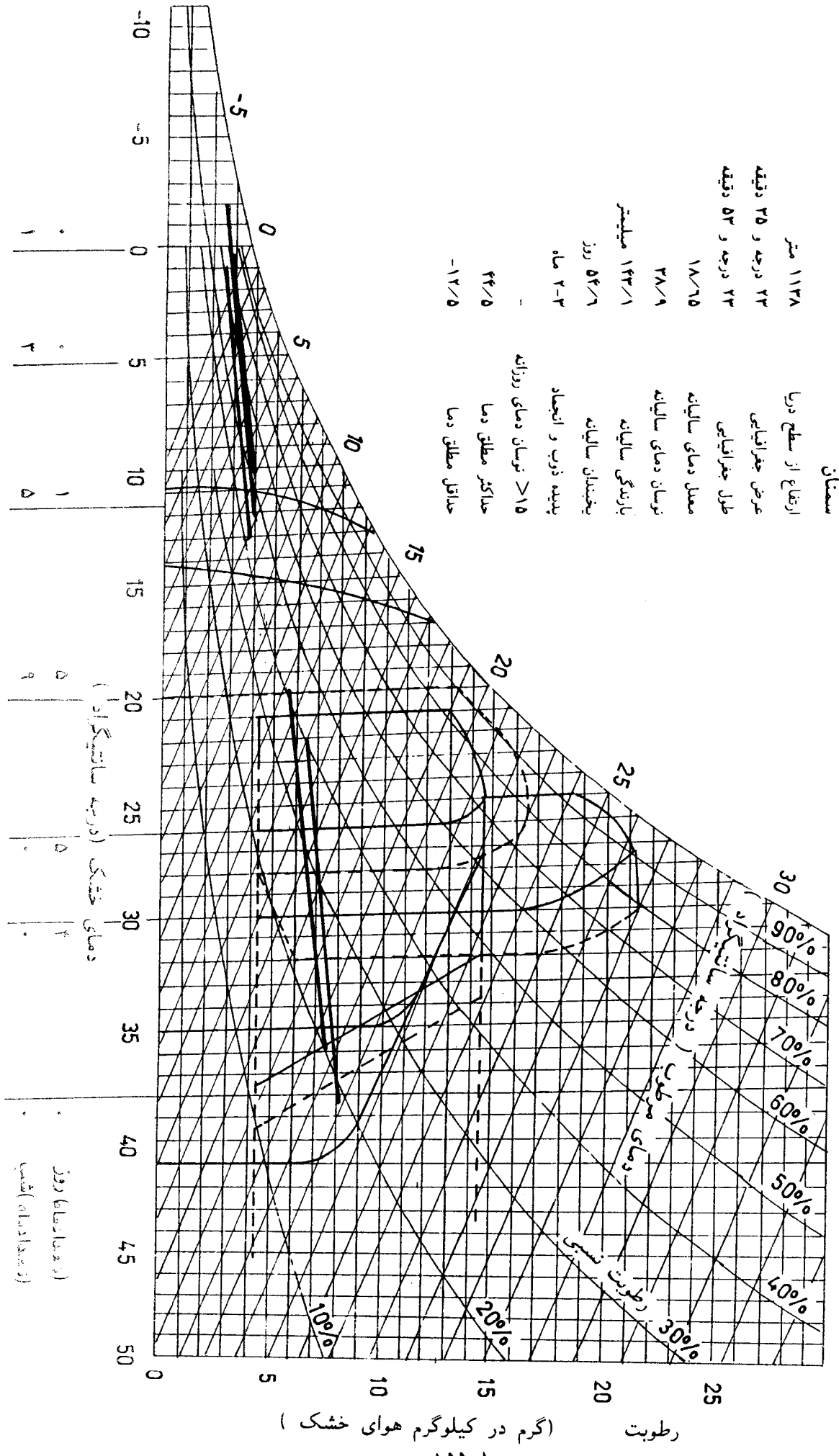


# نمودار زیست اقلیمی ساختمانی

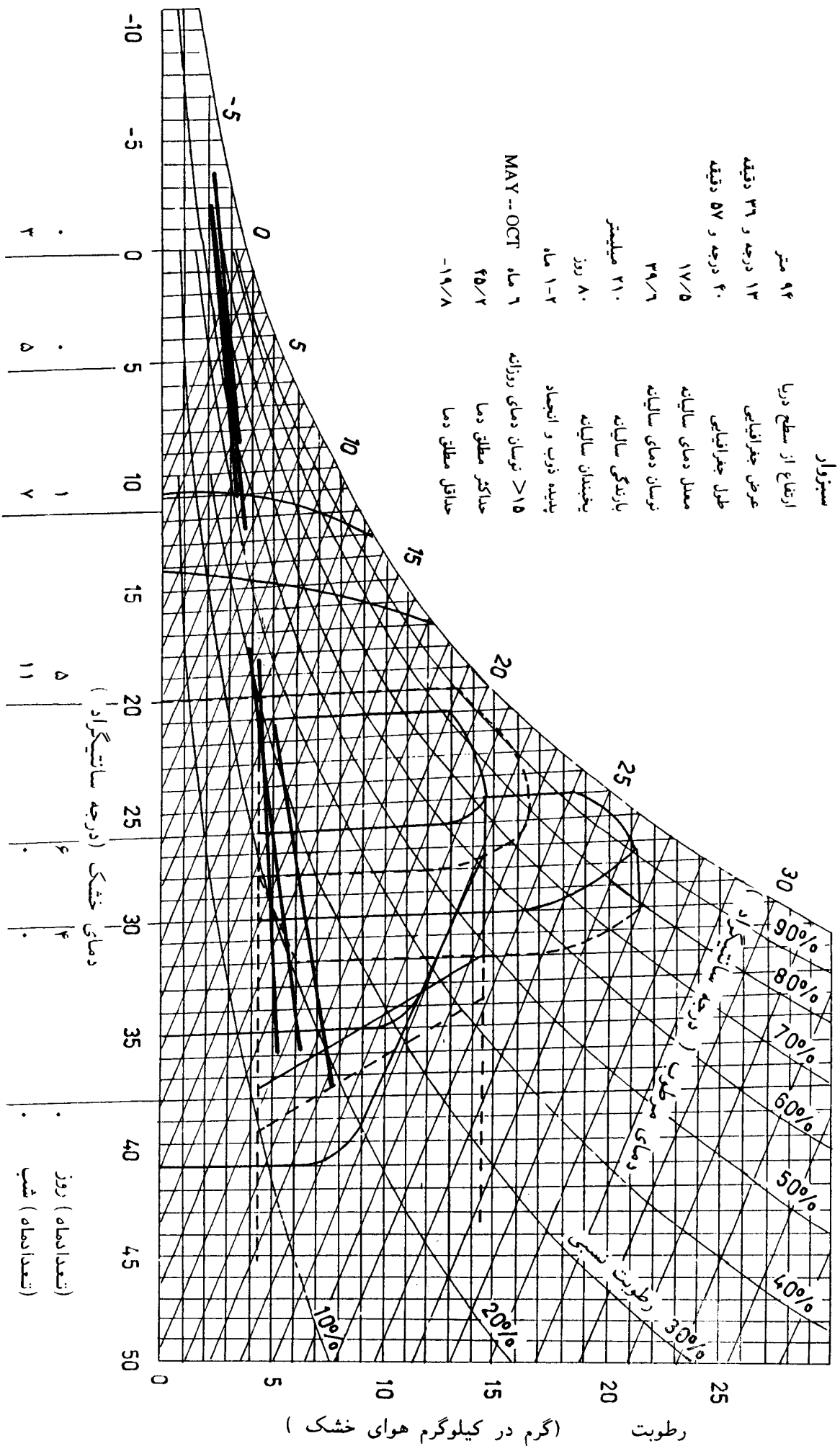




# نمودار زیست اقلیمی ساختمان



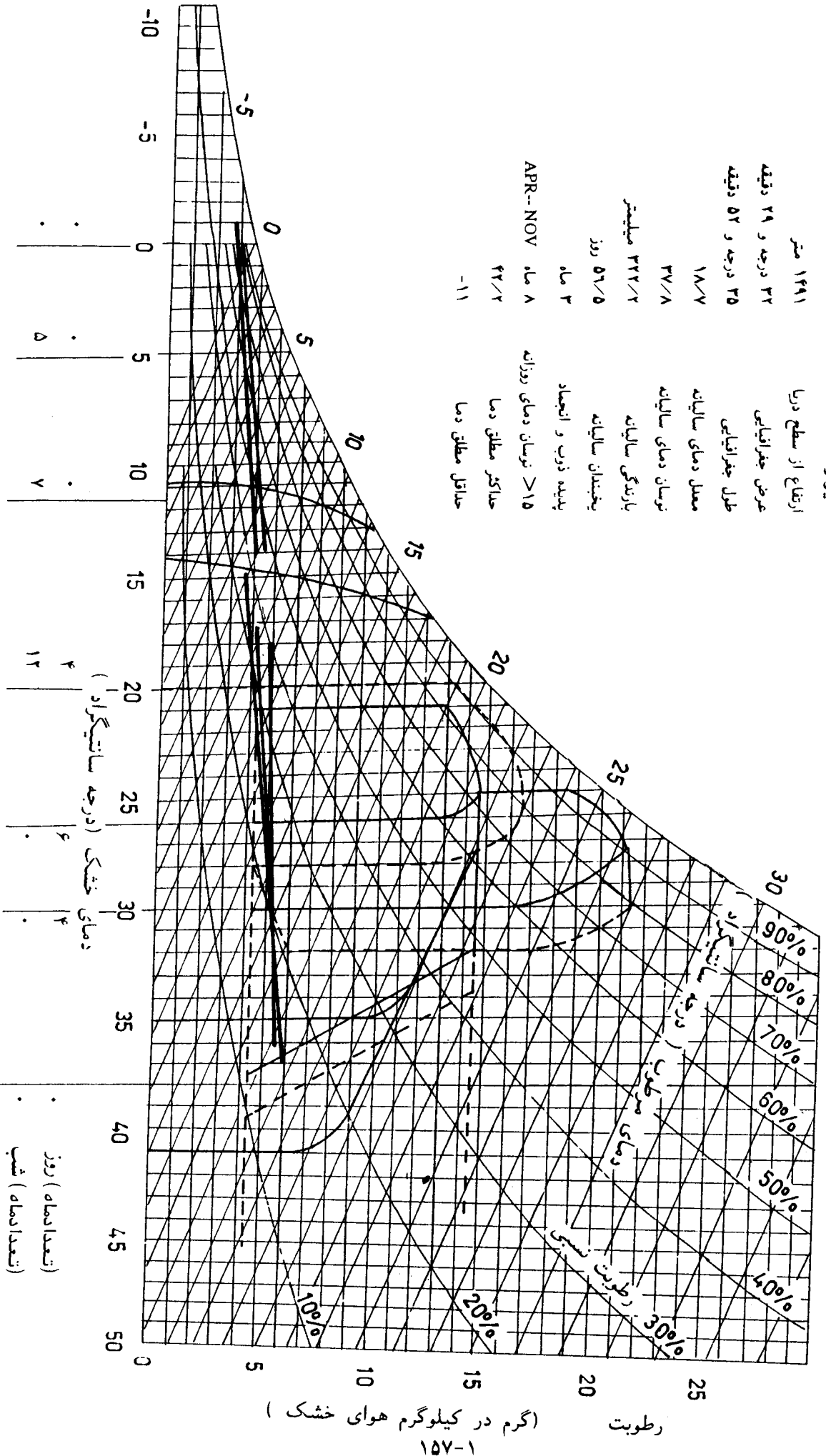
## نمودار زیست اقلیمی ساختمانی



### نمودار زیست اقلیمی ساختمانی

شماره:

۱۴۹۱ متر	ارتفاع از سطح دریا
۳۲ درجه و ۲۹ دقیقه	عرض جغرافیایی
۳۵ درجه و ۵۲ دقیقه	طول جغرافیایی
۱۸/۷	معدل دمای سالیانه
۳۷/۸	نوسان دمای سالیانه
۳۲۲/۲ میلیمتر	بارندگی سالیانه
۵۶/۵ روز	یخبندان سالیانه
۳ ماه	پدیده ذوب و انجماد
۸ ماه APR--NOV	نوسان دمای روزانه
۴۲/۲	حداکثر مطلق دما
-۱۱	حداقل مطلق دما



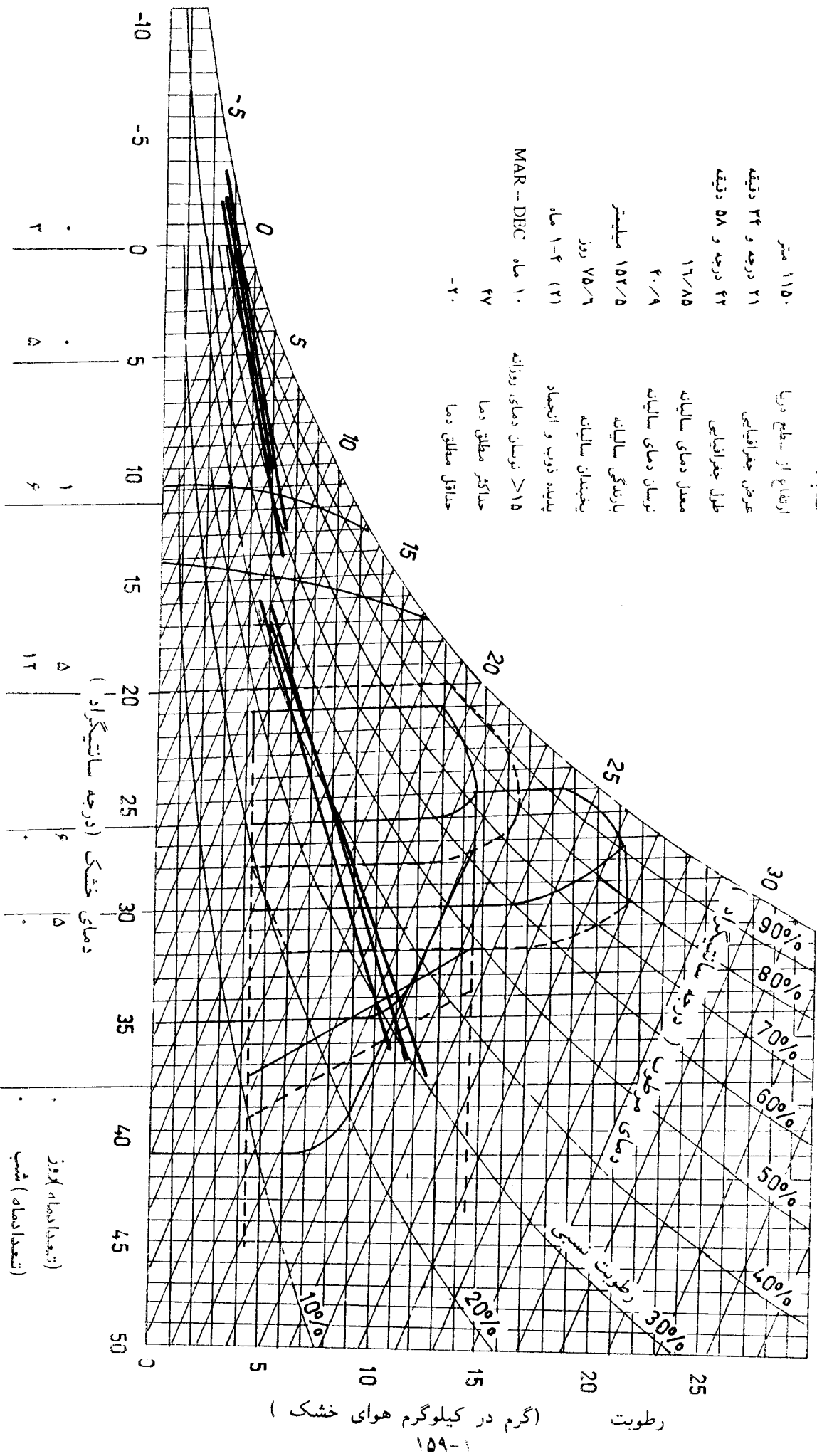


نمودار زیست اقلیمی ساختمان

گناباد

ارتفاع از سطح دریا ۱۱۵۰ متر  
 عرض جغرافیایی ۲۱ درجه و ۲۴ دقیقه  
 طول جغرافیایی ۵۸ درجه و ۵۸ دقیقه  
 ۱۶/۸۵  
 ۴۰/۹  
 ۱۵۲/۵ میلیمتر  
 ۷۵/۹ روز  
 ۱-۴ ماه (۲)  
 ۱۰ ماه MAR-DEC  
 ۴۷  
 -۲۰

ارتفاع از سطح دریا  
 عرض جغرافیایی  
 طول جغرافیایی  
 معدل دمای سالیانه  
 نوسان دمای سالیانه  
 بارندگی سالیانه  
 یخبندان سالیانه  
 پدیده ذوب و انجماد  
 حداکثر مطلق دما > ۱۵  
 حداقل مطلق دما



۲  
 ۵  
 ۱  
 ۶

۱۲  
 ۵  
 ۴  
 ۵  
 ۵

(تعداد ادمه‌ها امروز)  
 (تعداد ادمه‌ها شب)

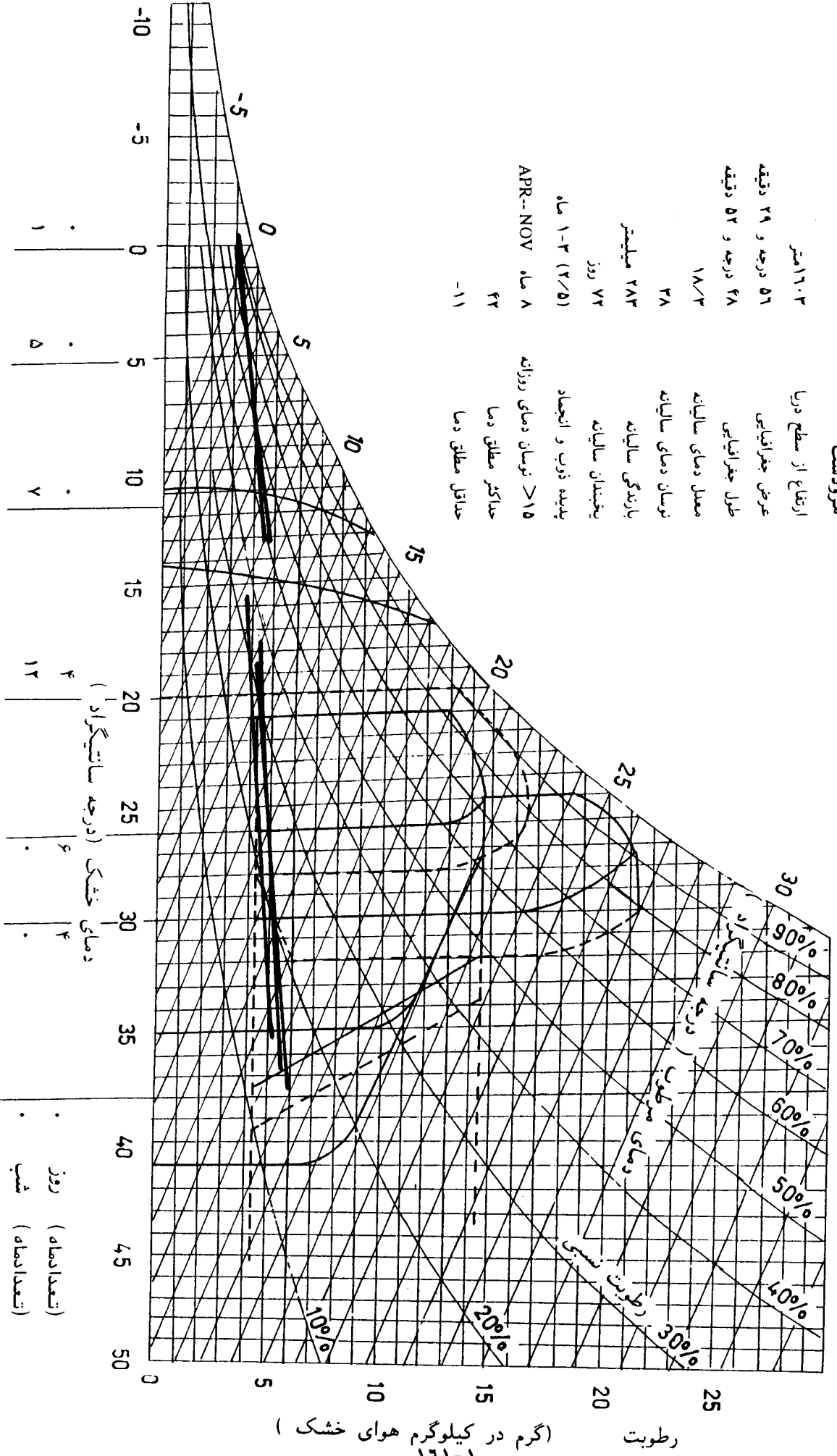
رطوبت (گرم در کیلوگرم هوای خشک) ۱۵۹-۱



# نمودار زیست اقلیمی ساختمانی

## مرویدشت

ارتفاع از سطح دریا	۱۶۰۳ متر
عرض جغرافیایی	۵۱ درجه و ۲۹ دقیقه
طول جغرافیایی	۴۸ درجه و ۵۲ دقیقه
معدل دمای سالیانه	۱۸/۳
نوسان دمای سالیانه	۲۸
بارندگی سالیانه	۲۸۳ میلیمتر
یخبندان سالیانه	۷۲ روز
مدینه ذوب و انجماد	۱-۳ ماه
نوسان دمای روزانه	APR-NOV ۸ ماه
حداکثر مطلق دما	۴۲
حداقل مطلق دما	-۱۱



۱  
۵  
۷  
۴  
۱۲  
۴  
۶  
۴  
۰  
۰  
روز (تعدادماه)  
شب (تعدادماه)

(گرم در کیلوگرم هوای خشک)



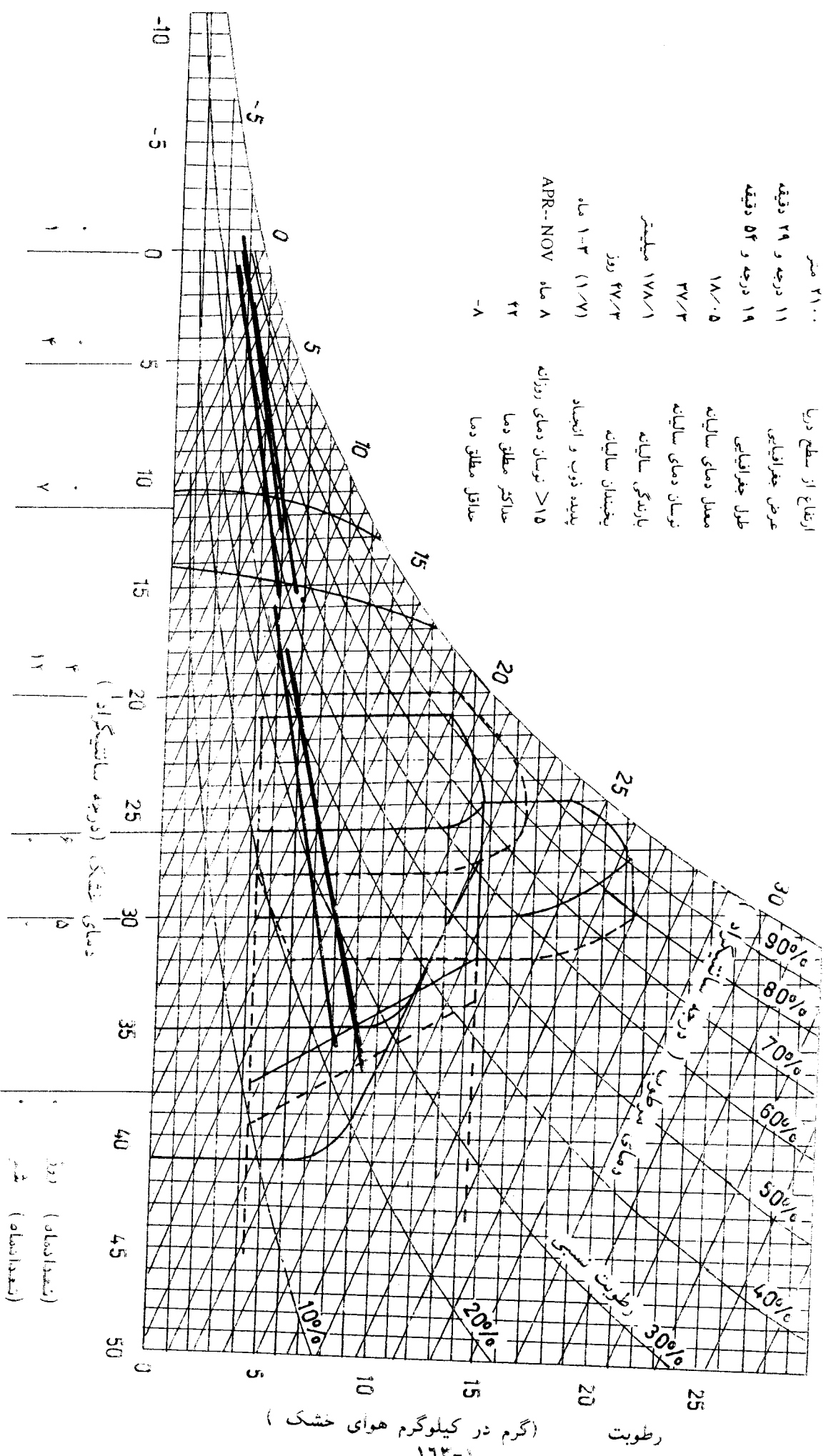


نمودار زیست اقلیمی همدان

تیریز

ارتفاع از سطح دریا ۲۱۰۰ متر  
 عرض جغرافیایی ۱۱ درجه و ۲۹ دقیقه  
 طول جغرافیایی ۱۹ درجه و ۵۴ دقیقه  
 ۱۸۰۰۵  
 ۳۷/۳  
 ۱۷۸/۱ میلیمتر  
 ۲۷/۳ روز  
 ۱-۳ ماه (۱/۷)  
 ۸ ماه APR-NOV  
 ۲۲  
 -۸

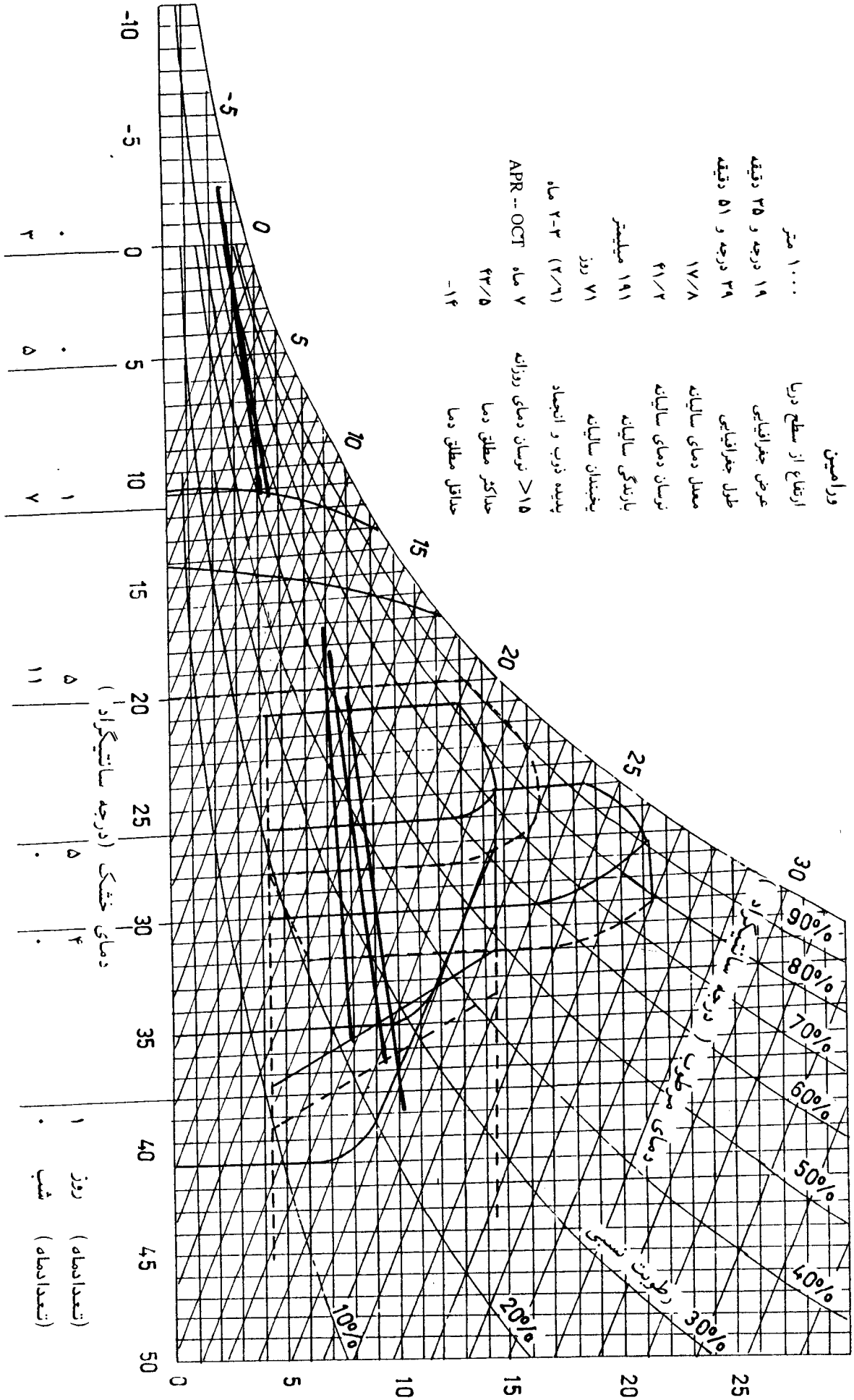
از ارتفاع از سطح دریا  
 عرض جغرافیایی  
 طول جغرافیایی  
 معمل دمای سالیانه  
 نوسان دمای سالیانه  
 بارندگی سالیانه  
 یخبندان سالیانه  
 پدیده ذوب و انجماد  
 >۱۵ نوسان دمای روزانه  
 حداکثر مطلق دما  
 حداقل مطلق دما



رطوبت (گرم در کیلوگرم هوای خشک)

# نمودار زیست اقلیمی ساختمان

ورامین  
 ارتفاع از سطح دریا ۱۰۰۰ متر  
 عرض جغرافیایی ۱۹ درجه و ۳۵ دقیقه  
 طول جغرافیایی ۳۹ درجه و ۵۱ دقیقه  
 معدل دمای سالیانه ۱۷/۸  
 نوسان دمای سالیانه ۴۱/۲  
 بارندگی سالیانه ۱۹۱ میلیمتر  
 یخبندان سالیانه ۷۱ روز  
 پدیده ذوب و انجماد ۲-۳ ماه  
 یخبندان سالیانه ۲-۳ ماه  
 APR--OCT ۷ ماه  
 حداکثر مطلق دما ۴۳/۵  
 حداقل مطلق دما -۱۴



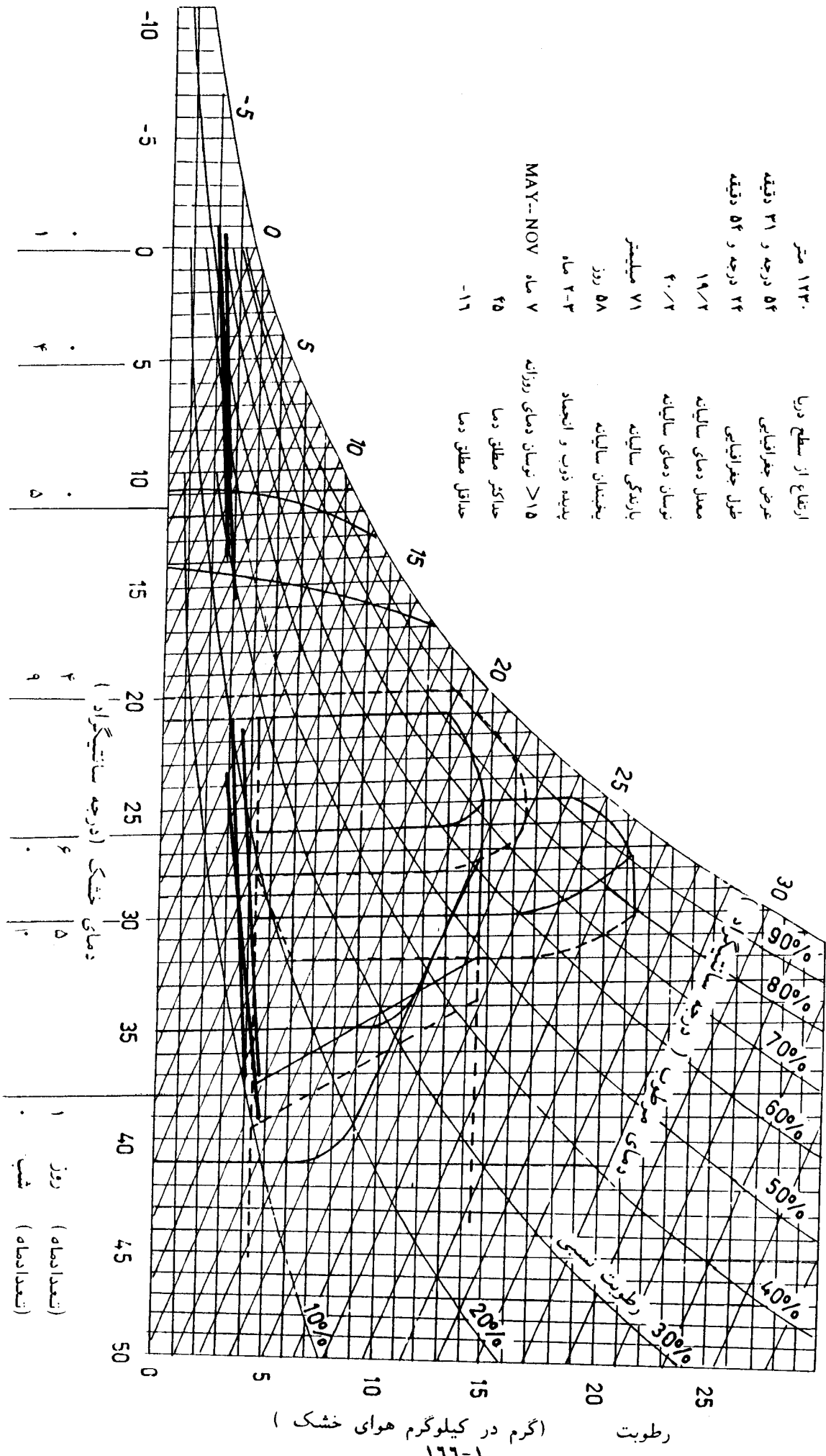
رطوبت (گرم در کیلوگرم هوای خشک)



### نمودار زیست اقلیمی ساختمان

بیزد

ارتفاع از سطح دریا	۱۳۳۰ متر
عرض جغرافیایی	۵۴ درجه و ۳۱ دقیقه
طول جغرافیایی	۲۴ درجه و ۵۴ دقیقه
معدل دمای سالیانه	۱۹/۲
توسان دمای سالیانه	۴۰/۲
بارندگی سالیانه	۷۱ میلیمتر
یخبندان سالیانه	۵۸ روز
پدیده ذوب و انجماد	۲-۳ ماه
توسان دمای روزانه	۷ ماه MAY-NOV
حداکثر مطلق دما	۴۵
حداقل مطلق دما	-۱۱



۱	۴	۵	۹	۶	۵	۱۰	۱	۱
۱	۴	۵	۹	۶	۵	۱۰	۱	۱
۱	۴	۵	۹	۶	۵	۱۰	۱	۱

رطوبت (گرم در کیلوگرم هوای خشک) ۱۶۶-۱

## ۲ - ۲ - ۶ گروه اقلیمی ۶

زمستان سرد - تابستان بسیار گرم - کویری

### الف - مشخصات آب و هوایی

#### ۱ - مشخصات جغرافیایی

این اقلیم عمدتاً در حاشیه کویرهای مرکزی ایران مشاهده می‌شود. دارای زمستانهای سرد و تابستانهای بسیار گرم و خشک است.

#### ۲ - مشخصات اقلیمی

معدل دمای سالیانه آن ۱۹ تا ۲۳ درجه و نوسان دمای سالیانه آن ۳۵ تا ۴۲ درجه می‌باشد. در تابستان متوسط حداکثر دما در طی روز حدود ۳۷ تا ۴۴ درجه و متوسط حداقل دما در طی شب حدود ۱۶ تا ۲۵ درجه می‌باشد. در زمستان متوسط حداکثر دما در طی روز حدود ۱۲ تا ۲۰ درجه و متوسط حداقل دما در طی شب حدود صفر تا ۴ درجه است. حداکثر مطلق دما در تابستان ۴۳ تا ۵۱ درجه و حداقل مطلق دما در زمستان ۲- تا ۱۴- درجه می‌باشد. در صفر تا ۲ ماه از سال یخبندان وجود دارد. بارندگی سالیانه ۴۰ تا ۷۰۰ میلیمتر است. رطوبت نسبی هوا در تابستان حداقل ۱۰ تا ۲۵ درصد و در زمستان حداکثر ۵۵ تا ۸۰ درصد می‌باشد.

#### ب - وضعیت هوا از نظر آسایش انسان

از نظر آسایش انسان، این اقلیم دارای تابستانهای بسیار گرم و خشک و زمستانهای سرد است.

#### ۱ - گرما

در مواقع گرم، تقریباً ۹ تا ۱۰ ماه از سال، روزها نیاز به سایه وجود دارد در عین حال که در ۶ تا ۷ ماه از این ایام، علاوه بر سایه بهره‌گیری از مصالح مناسب و برودت تبخیری حاصل از سطوح آب و گیاه نیز ضروریست و از این میان ۲ تا ۳ ماه حوالی ظهر، دما بالاتر از ۳۸ درجه بوده، موجب وارد آمدن فشارهای فیزیکی بر انسان می‌شود. در این لحظات استفاده از وسایل سرماساز یا تمهیدات دیگر ضروریست. شبهای این ایام حدود ۱ تا ۵ ماه از سال هوا مطبوع بوده و به راحتی می‌توان از هوای آزاد استفاده کرد. در شبهای دیگر با بهره‌گیری از مصالح مناسب و انرژی خورشیدی ذخیره شده در جداره‌های ساختمان، شرایط آسایش فراهم می‌باشد.

## ۲ - سرما

در مواقع سرد، شبها تقریبا" در ۴ تا ۶ ماه از سال و روزها در پاره ای از مناطق این اقلیم، حداکثر تا ۱ ماه از سال، علیرغم بهره گیری از مصالح مناسب و انرژی خورشیدی ذخیره شده در جداره های ساختمان، استفاده از وسایل گرما ساز ضروریست.

## ۳ - رطوبت

در این اقلیم در مواقع گرم میزان رطوبت هوا در حدی است که می توان با استفاده از برودت تبخیری حاصل از سطوح آب و گیاه هوا را خنک نمود.

## ج - وضعیت هوا از نظر کارکرد مصالح در جداره های ساختمان

در این اقلیم، از نظر کاربرد مصالح ساختمانی، گرما در تابستان و سرما در زمستان مشکل آفرینند.

### ۱ - دما

۱-۱ دمای بیش از ۳۰ درجه سانتیگراد.

دمای بالای ۳۰ درجه در ۴ تا ۶ ماه از سال اتفاق می افتد که از نظر کاربرد بعضی از مصالح ساختمانی مطلوب نیست.

۲-۱ دمای کمتر از ۵ درجه سانتیگراد

در ۳ تا ۴ ماه از سال شبها دما به کمتر از ۵ درجه می رسد که این وضعیت برای مصالح حساس نسبت به این دما مناسب نیست .

۳-۱ دمای کمتر از صفر درجه سانتیگراد

از نظر کاربرد مصالحی که نسبت به دمای صفر درجه حساس هستند، به ندرت دما به زیر صفر نزول می کند.

۴-۱ پدیده ذوب و انجماد

در طول ۱ تا ۲ ماه احتمال وقوع پدیده ذوب و انجماد وجود دارد.

۵-۱ نوسان روزانه بیش از ۱۵ درجه سانتیگراد

این اقلیم او نظر نوسان دمای بیش از ۱۵ درجه در طول شبانه روز به سه بخش تقسیم می شود: در یک بخش اصولا" نوسان دمای بیشتر از ۱۵ درجه وجود ندارد. بخش دوم حدود ۵ تا ۷ ماه از سال در مواقع گرم و بخش دیگر تمامی سال دارای نوسان دمای بیش از ۱۵ درجه است.

در چنین مواقعی باید تمهیدات لازم جهت جلوگیری از آسیب دیدگی مصالح حساس نسبت به این نوسان دما در نظر گرفته شود.

## ۲ - رطوبت

۱-۲ رطوبت نسبی بیش از ۵۰ درصد

رطوبت نسبی فقط در شبهای حدود ۳ ماه از سال بالاتر از ۵۰ درصد است که از نظر کاربرد مصالح مشکلی ایجاد نمی‌کند.

۲-۲ حد پوسیدگی چوب

ترکیب دمای ۲۵ و ۳۵ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی ۳۵ تا ۵۰ درصد که حد پوسیدگی چوب است در این اقلیم امکان وقوع ندارد، لذا کاربرد مصالح چوبی بدون مشکل است.

۳-۲ میعان و شرحی

در این اقلیم میعان فقط در شبهای ۲ تا ۳ ماه از سال احتمالاً رخ می‌دهد، در حالیکه پدیده شرحی اتفاق نمی‌افتد. بنابراین دقت در انتخاب مصالح مناسب برای کاهش اثر میعان لازم است.

## ۳ - باد و باران

۱-۳ بارندگی ماهیانه بیش از ۲۰۰ میلیمتر

در این اقلیم بارندگی ماهیانه بیشتر از ۲۰۰ میلیمتر وجود ندارد.

۲-۳ کج باران

به دلیل کمبود بارشهای جوی، مشکل کج باران وجود ندارد.

## ۴ - تابش خورشید

از نظر دریافت انرژی خورشیدی این اقلیم در محدوده تابش زیاد و خیلی زیاد واقع شده است. لذا انتخاب رنگ و جنس مصالح به کار رفته در جدار خارجی ساختمان و محیط پیرامون آن باید با دقت کافی انجام شود.

خلاصه وضعیت اقلیمی گروه ۶ از نظر آسایش انسان

اقلیم	مشکلات			انرژی خورشید		مصالح خازن	گرما ساز	سرما ساز	برودت تبخیری	جریان هوا	رطوبت گیر
	گرما	سرما	رطوبت	سایه	آفتاب						
روز	+	+	-	۹-۱۰	۱	۱۰	۰-۱	۲-۳	۶-۷	-	-
شب	-	+	-	-	-	۸-۱۲	۴-۶	-	-	-	-

توضیح علامت :

+ مشکل دارد.

- نیازی نیست و مشکلی ندارد.

واحد اعداد ماه است.

خلاصه وضعیت اقلیمی گروه ۶ از نظر کاربرد مصالح ساختمانی

اقلیم	دما (درجه سانتیگراد)			میعان			رطوبت	شرحی	ذوب و انجماد	تابش
	کمتر	بیش	نوسان	حتمی	احتمالی	خاص				
روز	از صفر	از ۵	بیش از ۱۵	بیش از ۵۰ درصد	-	-	۱۲	-	-	زیاد و خیلی زیاد
شب	-	۴	۰-۱۲	۳	۹	۲-۴	۵-۷	-	۱-۲	-

توضیح علامت :

وجود ندارد.

واحد اعداد ماه است.

انتخاب، اجرا و نگهداری مصالح در گروه ۶

اقلیم	دما			رطوبت		باد و باران	یخ بندان	تابش
	گرما	سرما	نوسان	شرحی	میعان			
انتخاب مصالح	+	-	*	-	-	-	-	شدت
اجرا	+	+	*	-	-	-	-	-
نگهداری	-	-	*	-	-	-	-	+

توضیح علامت :

+ مشکل دارد.

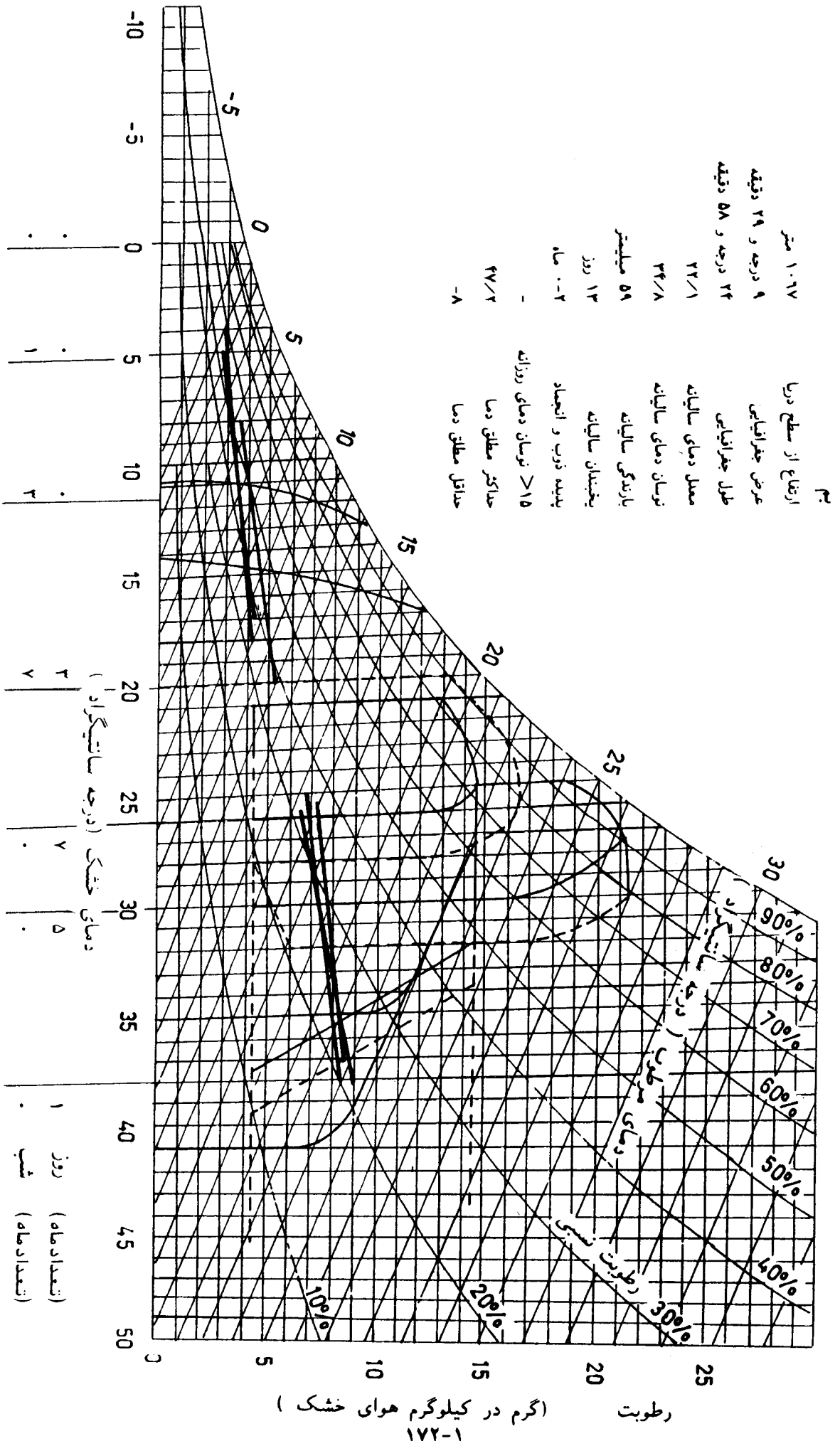
- مشکل ندارد.

\* بعضی مناطق این اقلیم مشکل دارد.



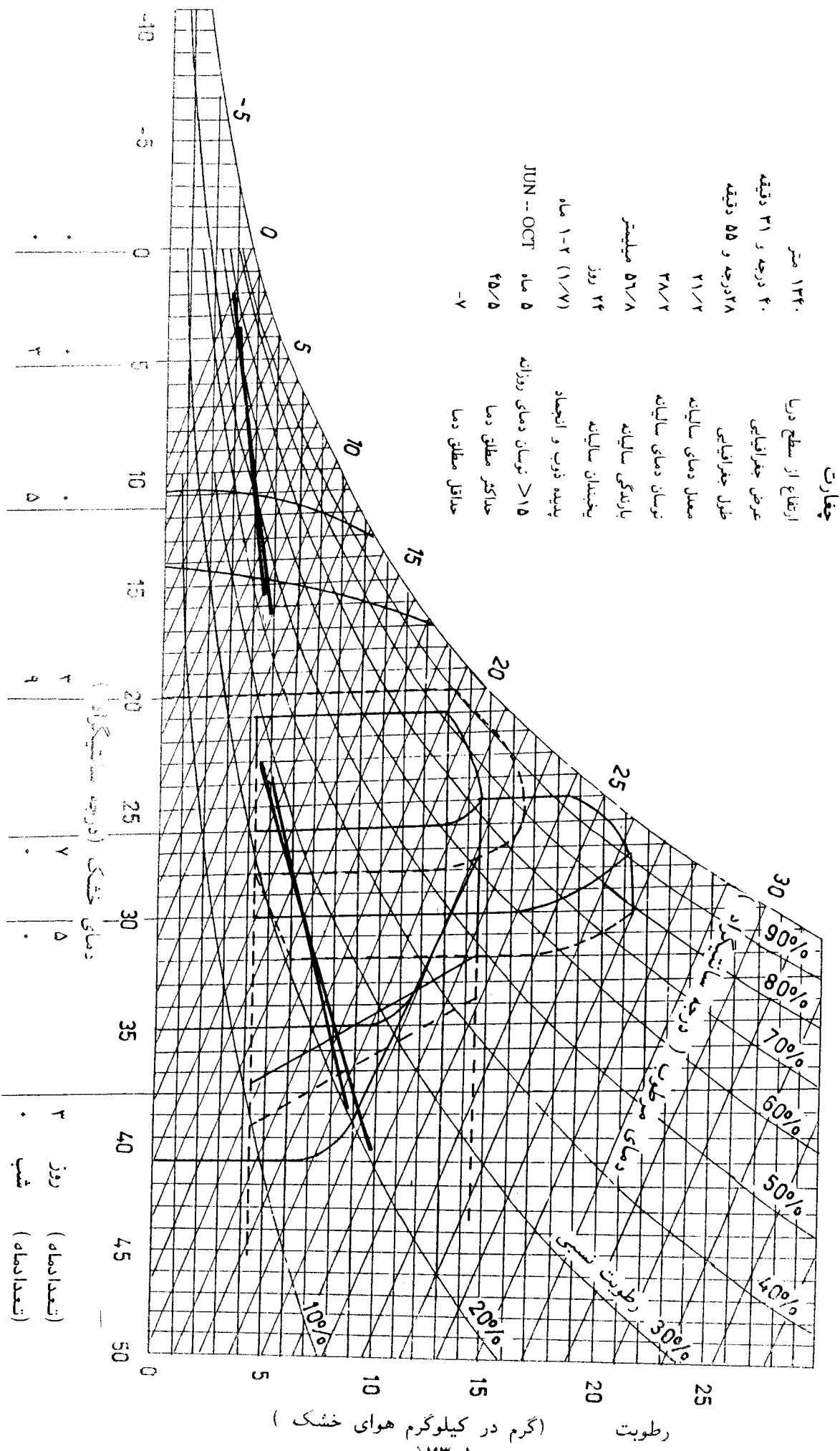


### نمودار زیست اقلیمی ساختمانی



رطوبت (گرم در کیلوگرم هوای خشک) ۱۷۲-۱

### نمودار زیست اقلیمی ساختمانی

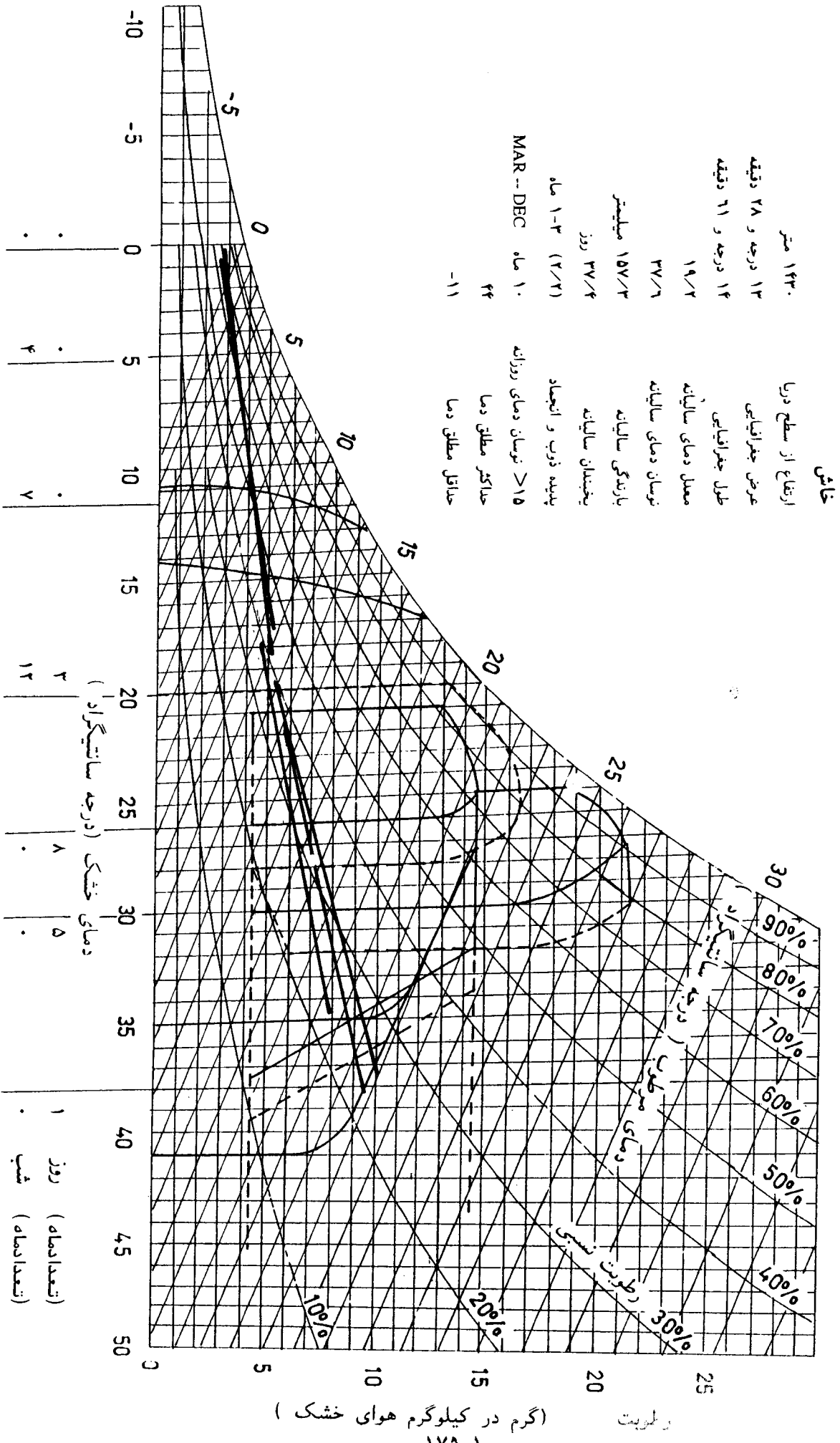


#### جغارت

ارتفاع از سطح دریا	۱۳۴۰ متر
عرض جغرافیایی	۴۰ درجه و ۳۱ دقیقه
طول جغرافیایی	۲۸ درجه و ۵۵ دقیقه
معدل دمای سالیانه	۲۱/۲
نوسان دمای سالیانه	۳۸/۲
باززدگی سالیانه	۵۶/۸ میلیمتر
یخبندان سالیانه	۲۴ روز
پدیده ذوب و انجماد	۱-۲ (۱/۷) ماه
پدیده ذوب و انجماد	۵ ماه JUN--OCT
حداکثر مطلق دما	۴۵/۵
حداقل مطلق دما	-۷



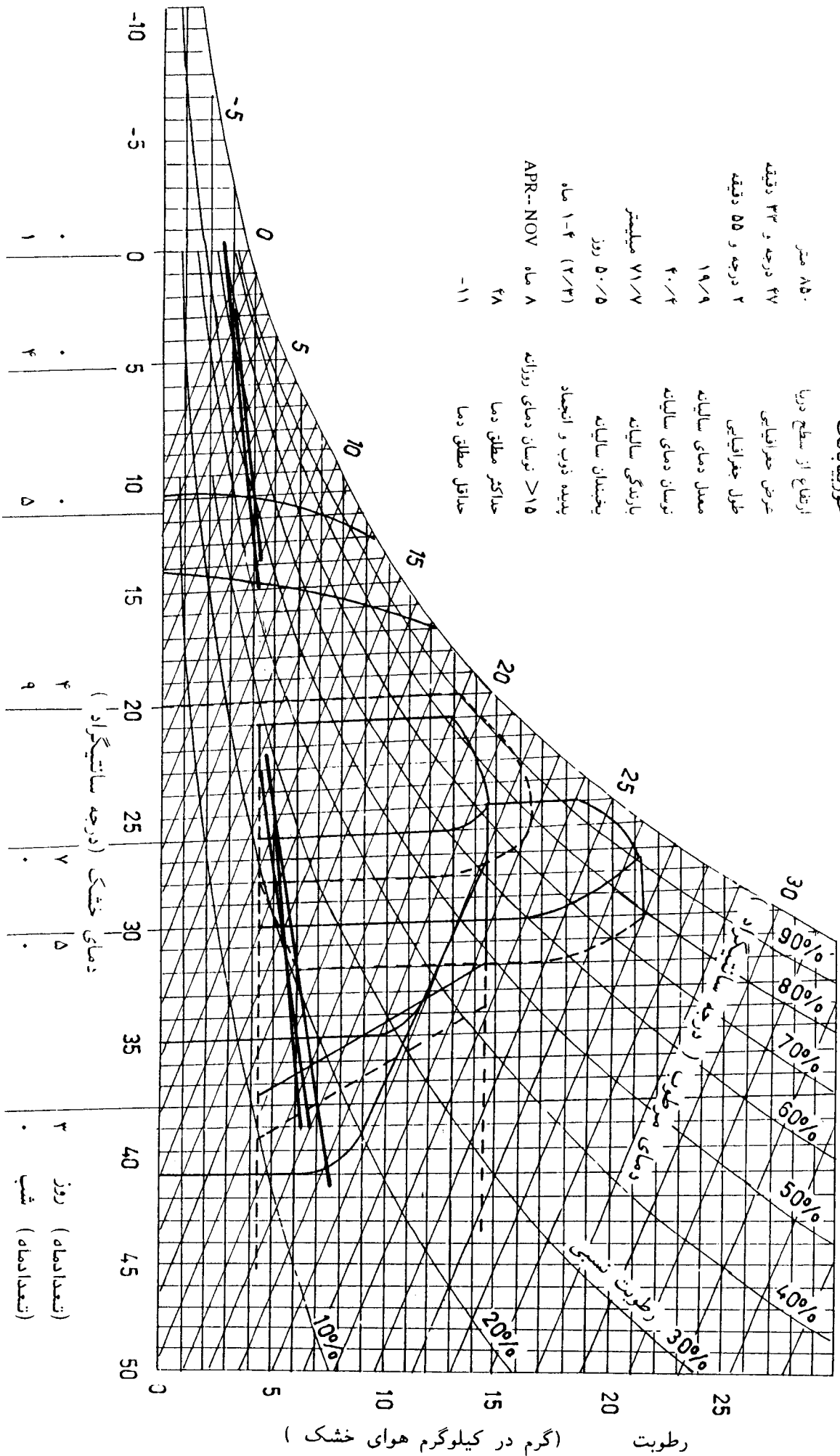
# نمودار زیست اقلیمی ساختمانی



# نمودار زیست اقلیمی ساختمانی

## خورسبانک

ارتفاع از سطح دریا	۸۵۰ متر
عرض جغرافیایی	۴۷ درجه و ۳۳ دقیقه
طول جغرافیایی	۲ درجه و ۵۵ دقیقه
معمل دمای سالیانه	۱۹/۹
نوسان دمای سالیانه	۴۰/۴
بارندگی سالیانه	۷۱/۷ میلیمتر
یخبندان سالیانه	۵۰/۵ روز
پدیده ذوب و انجماد	۱-۴ ماه
حد اکثر مطلق دما	۴۸
حد انقل مطلق دما	-۱۱
نوسان دمای روزانه	APR--NOV ۸
حد اکثر مطلق دما	۴۸
حد انقل مطلق دما	-۱۱

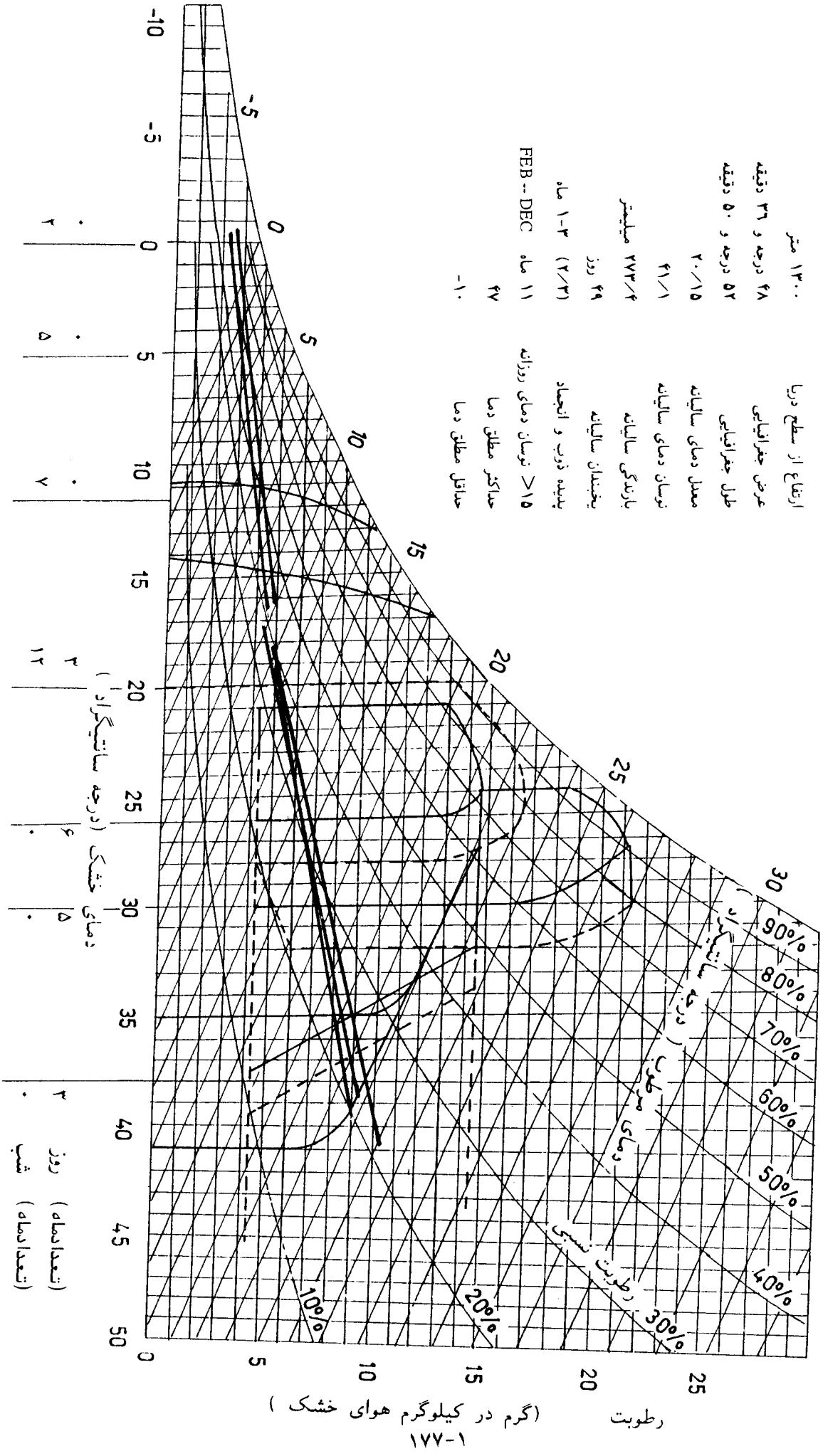


رطوبت (گرم در کیلوگرم هوای خشک)

### نمودار زیست اقلیمی ساختمانی

#### خفتر

ارتفاع از سطح دریا	۱۳۰۰ متر
عرض جغرافیایی	۴۸ درجه و ۳۱ دقیقه
طول جغرافیایی	۵۲ درجه و ۵۰ دقیقه
معدل دمای سالیانه	۲۰/۱۵
نوسان دمای سالیانه	۴۱/۱
بارندگی سالیانه	۲۷۳/۴ میلیمتر
یخبندان سالیانه	۴۹ روز
پدیده ذوب و انجماد	۱-۳ (۲/۳) ماه
مدت نوسان دمای روزانه	۱۱ ماه FEB--DEC
مداکثر مطلق دما	۴۷
مداقل مطلق دما	-۱۰



رطوبت (گرم در کیلوگرم هوای خشک)  
۱۷۷-۱

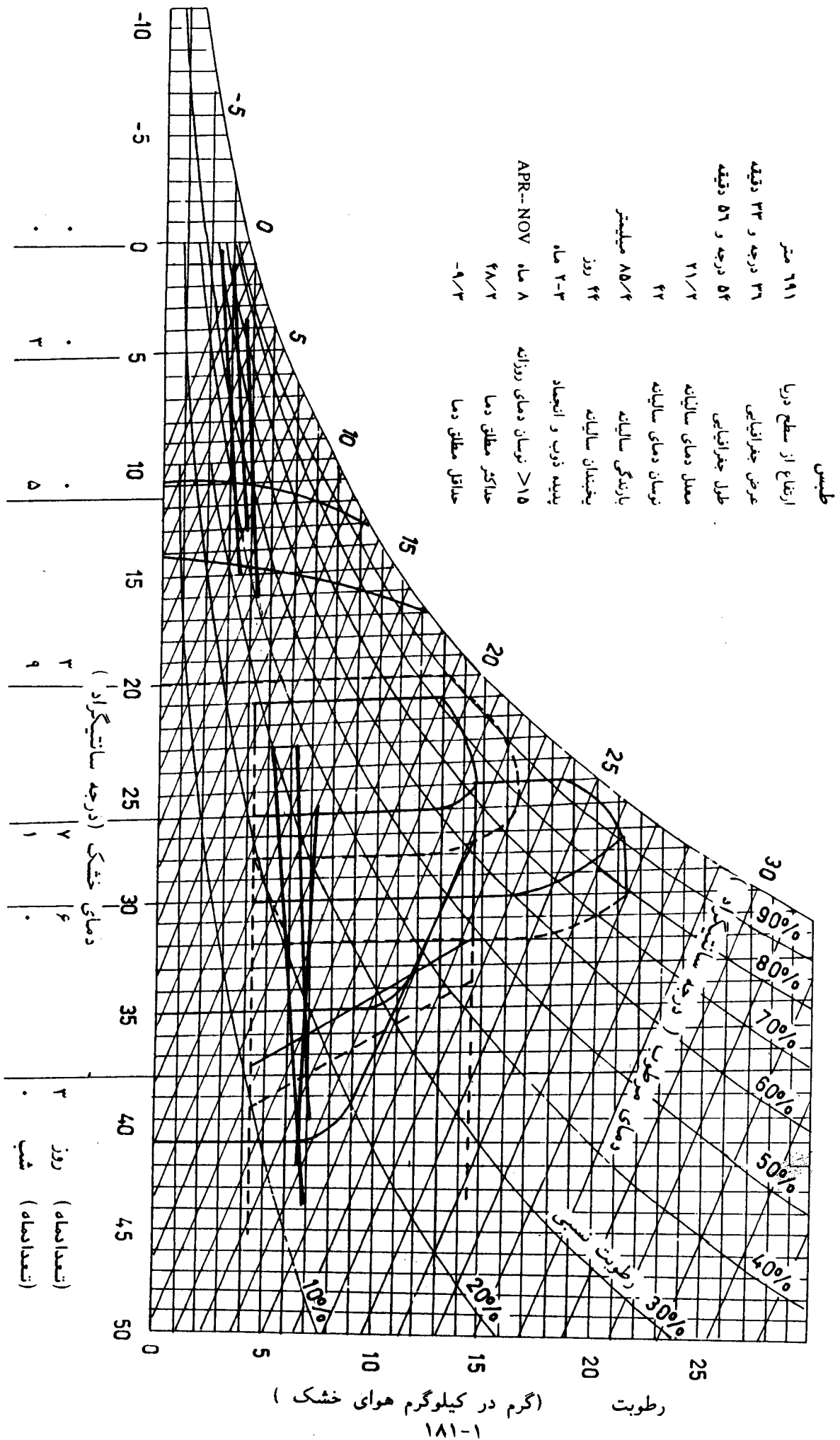




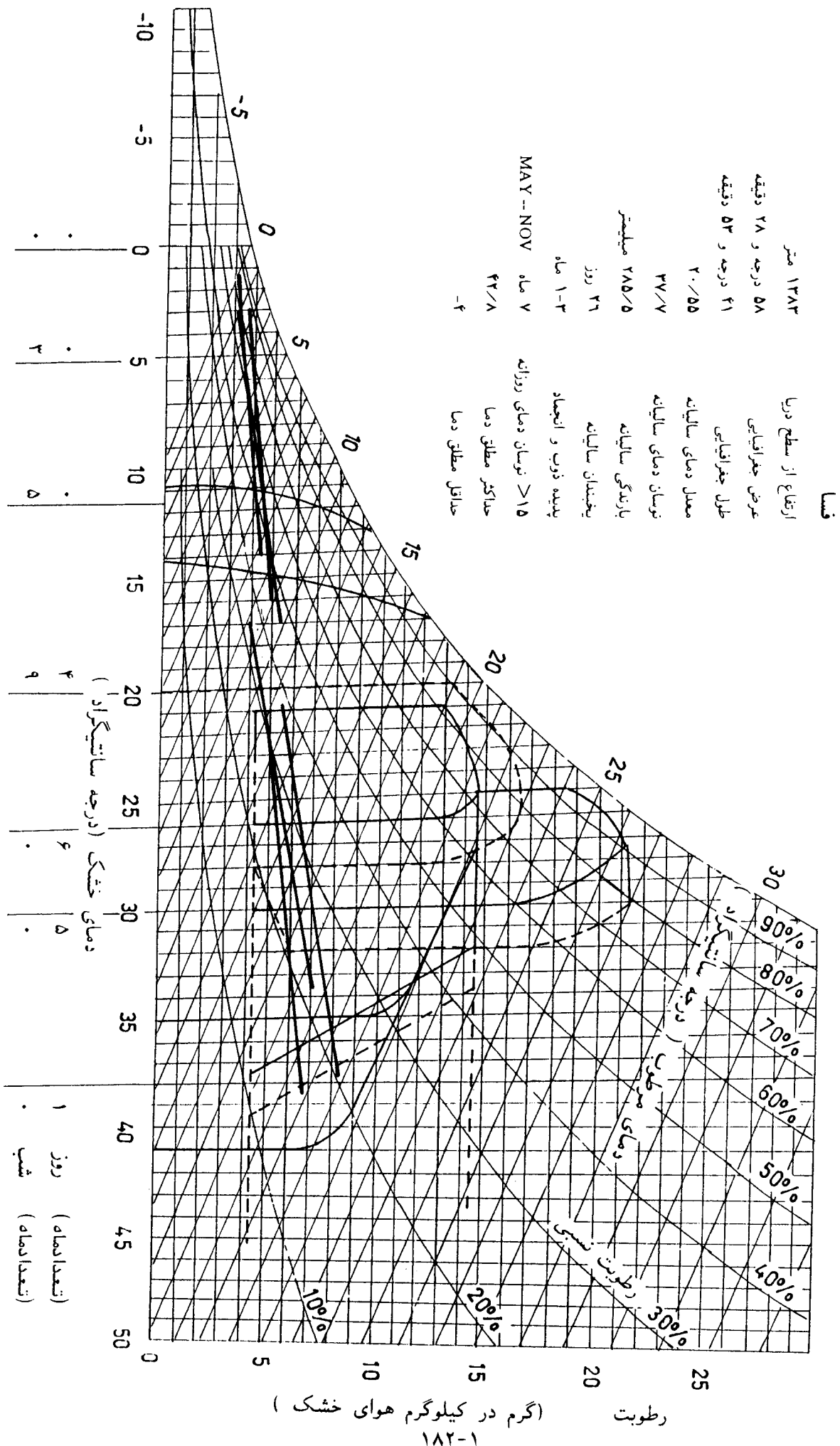




# نمودار زیست اقلیمی ساختمانی

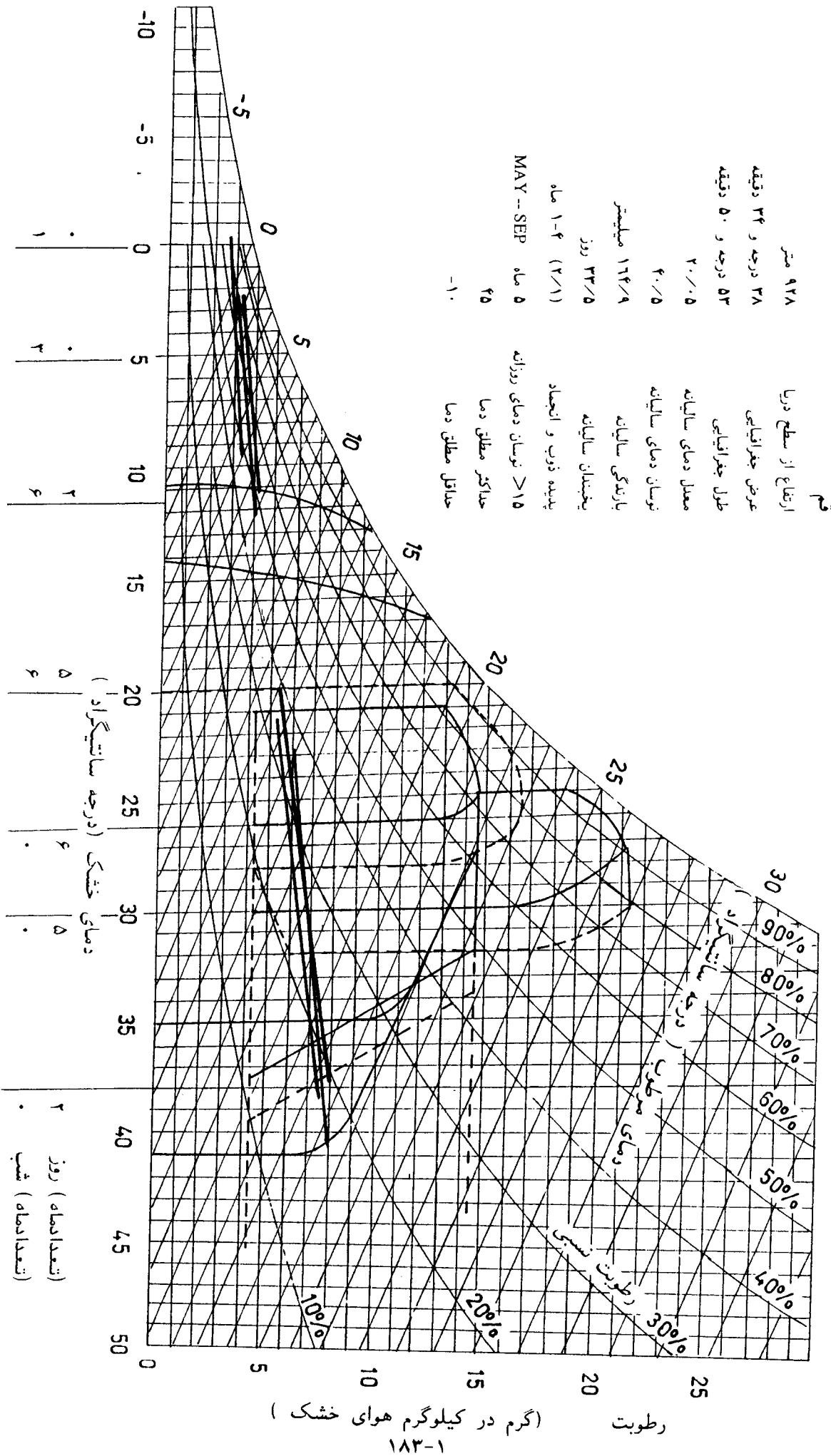


### نمودار زیست اقلیمی ساختمانی



(گرم در کیلوگرم هوای خشک)  
۱۸۲-۱

## نمودار زیست اقلیمی ساختمانی



۹۲۸ متر ارتفاع از سطح دریا  
 ۳۸ درجه و ۳۴ دقیقه عرض جغرافیایی  
 ۵۳ درجه و ۵۰ دقیقه طول جغرافیایی  
 ۲۰/۰۵ معدل دمای سالیانه  
 ۴۰/۵ نوسان دمای سالیانه  
 ۱۶۴/۹ بارندگی سالیانه  
 ۳۳/۵ روز یخبندان سالیانه  
 ۱-۴ ماه (۲/۱) پدیده ذوب و انجماد  
 ۵ ماه (MAY--SEP) حداکثر مطلق دما  
 ۴۵ حداکثر مطلق دما  
 -۱۰ حداقل مطلق دما

۱ (درجه سانتیگراد)  
 ۲ (درجه خشک)  
 ۳ (دمای خشک)  
 ۴ (درجه سانتیگراد)  
 ۵ (درجه خشک)  
 ۶ (دمای خشک)

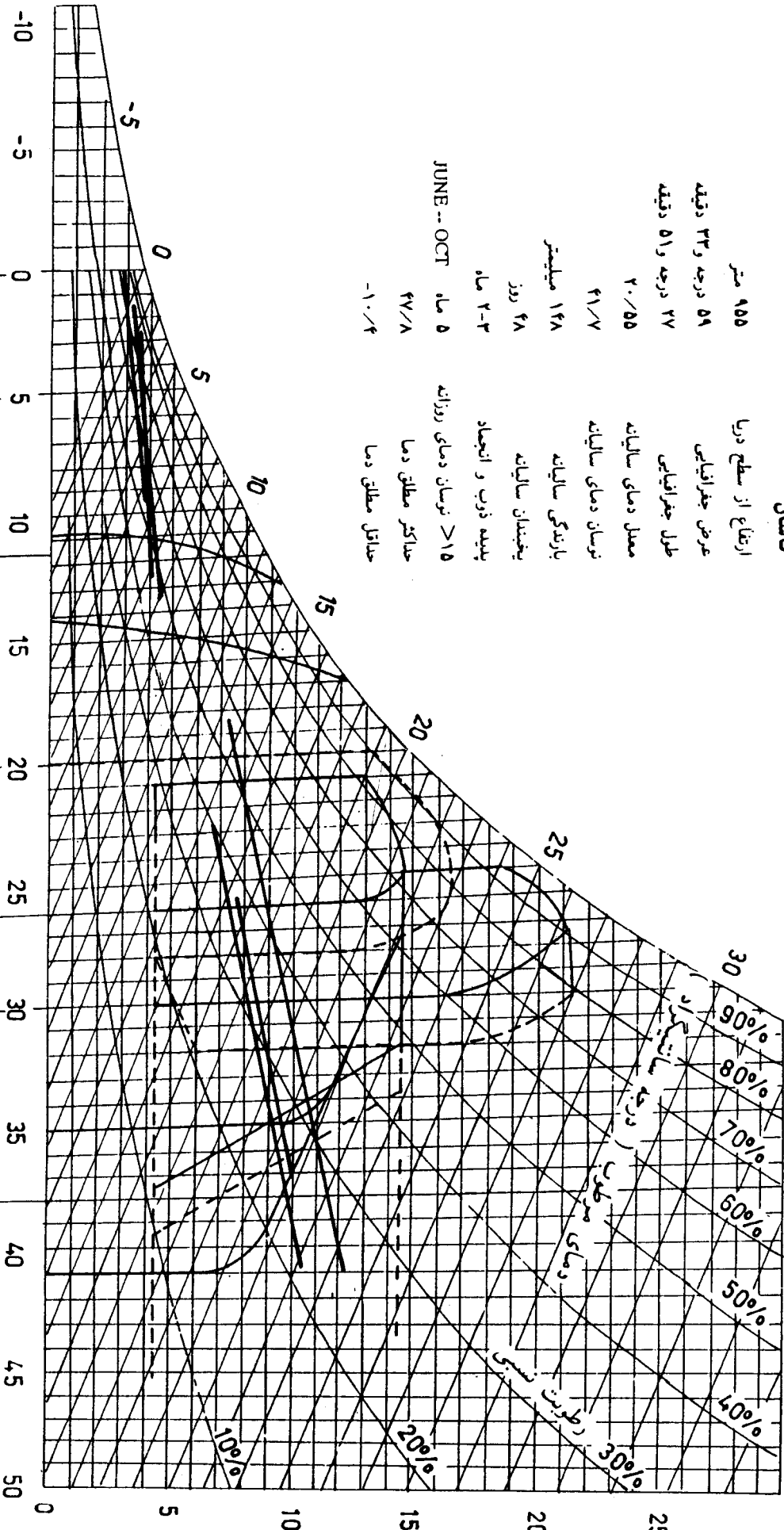
۱ (تعدادماه) روز  
 ۲ (تعدادماه) شب

(گرم در کیلوگرم هوای خشک) رطوبت

# نمودار زیست اقلیمی ساختمانی

کاشان

ارتفاع از سطح دریا	۹۵۵ متر
عرض جغرافیایی	۵۹ درجه و ۳۳ دقیقه
طول جغرافیایی	۲۷ درجه و ۵۱ دقیقه
معدل دمای سالیانه	۲۰/۵۵
نوسان دمای سالیانه	۴۱/۷
بارندگی سالیانه	۱۴۸ میلیمتر
پیشمان سالیانه	۴۸ روز
پدیده ذوب و انجماد	۲-۳ ماه
مدت کمتر مطلق دما	۵ ماه
مدت بیشتر مطلق دما	۴۷/۸
میانگن مطلق دما	۱۰/۴



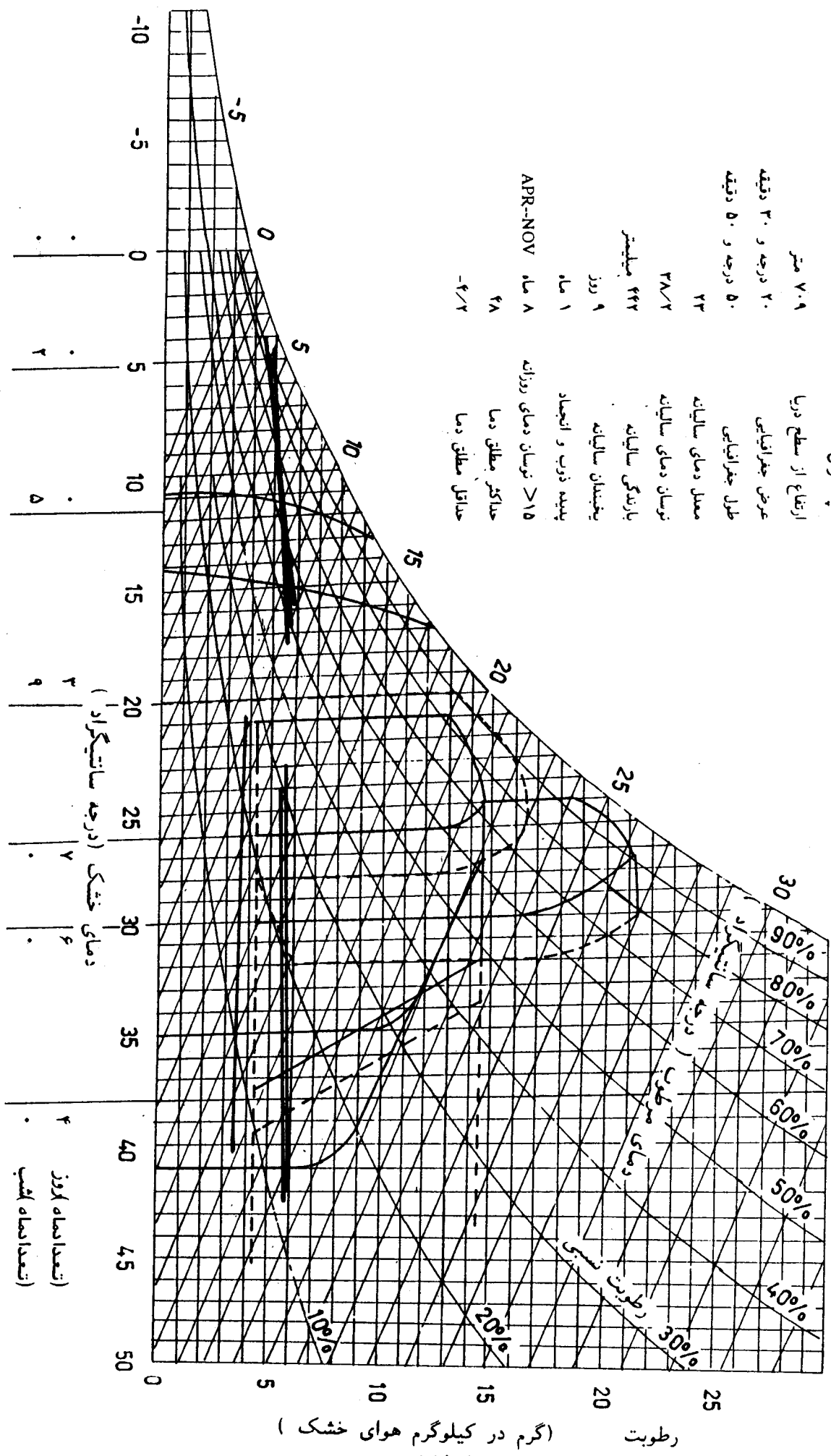
۱	۱	۵	۹	۴	۵	۳
•	•	•	•	•	•	•
۱	۲	۱	۵	۴	۵	۳
•	•	•	•	•	•	•

رطوبت (گرم در کیلوگرم هوای خشک)  
۱۸۴-۱

### نمودار زیست اقلیمی ساختمانی

گجساران

۷۰۹ متر	ارتفاع از سطح دریا
۲۰ درجه و ۳۰ دقیقه	عرض جغرافیایی
۵۰ درجه و ۵۰ دقیقه	طول جغرافیایی
۲۲	معدل دمای سالیانه
۳۸/۲	نوسان دمای سالیانه
۴۴۲ میلیمتر	بارندگی سالیانه
۹ روز	یخبندان سالیانه
۱ ماه	پدیده ذوب و انجماد
APR-NOV ۸ ماه	>۱۵ نوسان دمای روزانه
۴۸	حداکثر مطلق دما
-۴/۲	حداقل مطلق دما



رطوبت

(گرم در کیلوگرم هوای خشک)

۱۸۵-۱

۳  
۲  
۹

(درجه سانتیگراد)

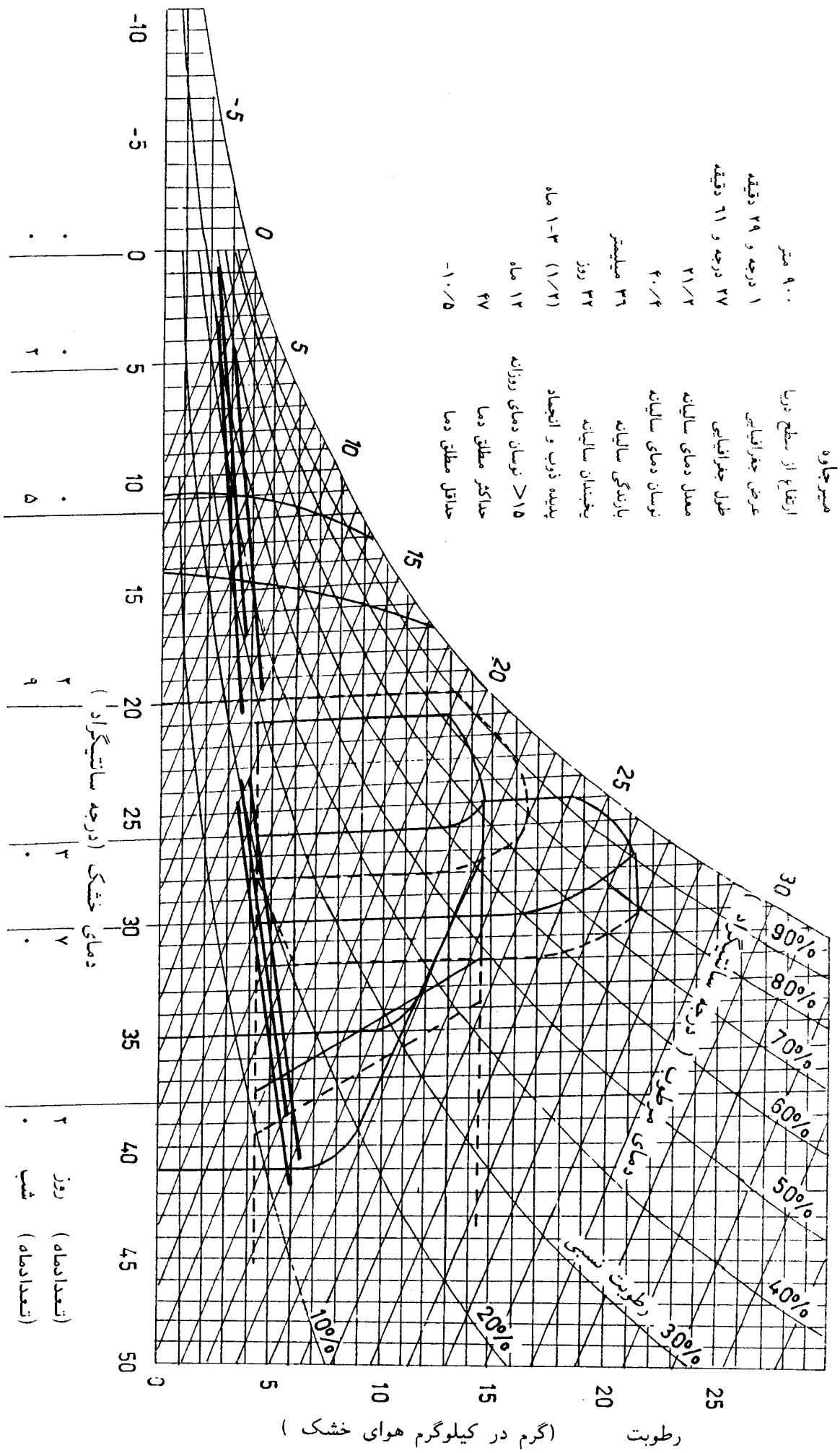
۷  
۶  
۴

دمای خشک (درجه سانتیگراد)

دمای (تعداد ماه آلود)

۴ (تعداد ماه آفتاب)

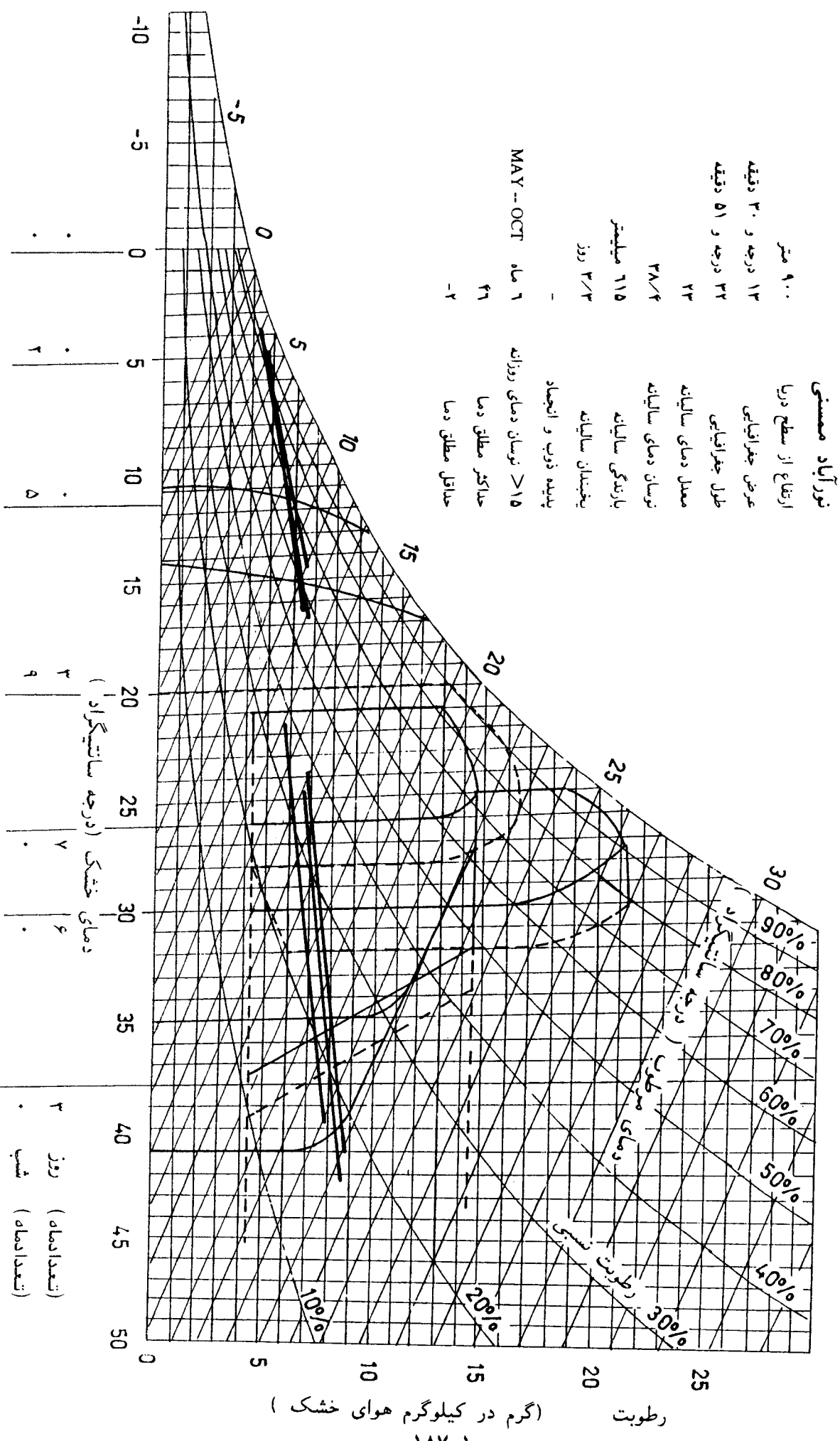
### نمودار زیست اقلیمی ساختمانی



رطوبت (گرم در کیلوگرم هوای خشک) ۱۸۶-۱



### نمودار زیست اقلیمی ساختمان



## ۲ - ۲ - ۷ گروه اقلیمی ۷

زمستان معتدل - تابستان بسیار گرم - نیمه خشک

### الف - مشخصات آب و هوایی

#### ۱ - مشخصات آب و هوایی

این اقلیم عمدتاً در جلگه خوزستان و حوزه آبریز جازموریان مشاهده می‌شود. دارای زمستانهای معتدل و تابستانهای بسیار گرم و نیمه خشک است.

#### ۲ - مشخصات اقلیمی

معدل دمای سالیانه آن ۲۳ تا ۲۷ درجه و نوسان دمای سالیانه آن ۳۵ تا ۴۱ درجه می‌باشد. در تابستان متوسط حداکثر دما در طی روز حدود ۴۲ تا ۴۶ درجه و متوسط حداقل دما در طی شب حدود ۱۸ تا ۲۸ درجه می‌باشد. در زمستان متوسط حداکثر دما در طی روز حدود ۱۶ تا ۲۴ درجه و متوسط حداقل دما در طی شب حدود ۳ تا ۹ درجه است. حداکثر مطلق دما در تابستان ۴۲ تا ۵۴ درجه و حداقل مطلق دما در زمستان ۱- تا ۹- درجه می‌باشد. یخبندان به ندرت اتفاق می‌افتد. بارندگی سالیانه ۱۰۰ تا ۴۷۰ میلیمتر است. رطوبت نسبی هوا در تابستان حداقل ۱۰ تا ۴۰ درصد و در زمستان حداکثر ۷۰ تا ۹۰ درصد می‌باشد.

### ب - وضعیت هوا از نظر آسایش انسان

از نظر آسایش انسان، این اقلیم دارای تابستانهای بسیار گرم و نیمه خشک و زمستانهای معتدل است.

#### ۱ - گرما

درمواقع گرم، تقریباً ۱۰ تا ۱۲ ماه از سال، روزها نیاز به سایه وجود دارد در عین حال که در ۷ تا ۹ ماه از این ایام، علاوه بر سایه، بهره‌گیری از مصالح مناسب ضروریست. در طول ۴ تا ۵ ماه از سال حوالی ظهر، دما بالاتر از ۳۸ درجه بوده، موجب وارد آمدن فشارهای فیزیکی بر انسان می‌شود. در این لحظات استفاده از وسایل سرماساز یا تمهیدات دیگر ضروریست. شبهای این ایام حدود ۳ ماه از سال هوا گرم بوده و باید از مصالح مناسب یا احتمالاً وسایل سرماساز استفاده کرد. در شبهای دیگر با بهره‌گیری از مصالح مناسب و انرژی خورشیدی ذخیره شده در

جداره های ساختمان، شرایط آسایش فراهم می باشد.

۲ - سرما

در مواقع سرد، شبها تقریباً در ۳ تا ۵ ماه از سال، حوالی سحر، علیرغم بهره گیری از مصالح مناسب و انرژی خورشیدی ذخیره شده در جداره های ساختمان، استفاده از وسایل گرماساز ضروریست. روزهای این ایام در کمتر از ۲ ماه از سال استفاده از گرمای خورشید مطبوع است.

۳ - رطوبت

در این اقلیم درمواقع گرم میزان رطوبت و دمای هوا در حدی است که نمی توان با استفاده از برودت تبخیری حاصل از سطوح آب و گیاه هوا را خنک نمود.

ج - وضعیت هوا از نظر کاربرد مصالح در جداره های ساختمان

در این اقلیم، از نظر کاربرد مصالح ساختمانی، گرمای شدید تابستان مسئله آفرین است ولی در زمستان مشکلی وجود ندارد.

۱ - دما

۱-۱ دمای بیش از ۳۰ درجه سانتیگراد

دمای بالای ۳۰ درجه در ۶ تا ۷ ماه از سال اتفاق می افتد که از نظر کاربرد بعضی از مصالح ساختمانی مطلوب نیست.

۲-۱ دمای کمتر از ۵ درجه سانتیگراد، یخبندان و پدیده ذوب و انجماد

بطور معمول دما به کمتر از ۵ درجه نمی رسد. یخبندان و پدیده ذوب و انجماد نیز رخ نمی دهد. بنابراین کاربرد مصالح حساس نسبت به این موارد مشکلی ندارد.

۳-۱ نوسان دمای روزانه بیشتر از ۱۵ درجه سانتیگراد

در این اقلیم، نوسان دمای بیش از ۱۵ درجه در طول شبانه روز، در ۶ تا ۱۰ ماه از سال اتفاق می افتد. در چنین مواقعی باید تمهیدات لازم جهت جلوگیری از آسیب دیدگی مصالح حساس نسبت به این نوسان دما در نظر گرفته شود.

۲ - رطوبت

۱-۲ رطوبت نسبی بیش از ۵۰ درصد

رطوبت نسبی در طول ۳ ماه از سال به طور مداوم ۳ ماه فقط شبها بالاتر از ۵۰ درصد

می باشد. لذا دقت در انتخاب مصالح مناسب ضروری است .

#### ۲-۲ حد پوسیدگی چوب

ترکیب دمای ۲۵ و ۳۵ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی ۳۵ تا ۵۰ درصد که حد پوسیدگی چوب است که در اکثر مناطق این اقلیم رخ می دهد، لذا اتخاذ تدابیر لازم ضروری است.

#### ۲-۳ میعان و شرجی

در پاره ای از نقاط این اقلیم نظیر اهواز و خرمشهر احتمال بروز شرجی در روزهای گرم سال وجود دارد، اما تقریباً "هیچوقت میعان رخ نمی دهد. دقت در انتخاب مصالح مناسب برای کاهش اثر شرجی لازم است.

#### ۳ - باد و باران

۱-۳ بارندگی ماهیانه بیش از ۲۰۰ میلیمتر

در این اقلیم بارندگی ماهیانه بیشتر از ۲۰۰ میلیمتر وجود ندارد.

#### ۲-۳ کج باران

به دلیل کمبود بارشهای جوی در اکثر نقاط این اقلیم مشکل کج باران وجود ندارد.

#### ۴ - تابش خورشید

از نظر دریافت تابش این اقلیم در محدوده تابش زیاد واقع شده است بنابراین در انتخاب رنگ و جنس مصالح به کار رفته در جدار خارجی ساختمان و محیط پیرامون آن باید دقت کافی مبذول داشت.

خلاصه وضعیت اقلیمی گروه ۷ از نظر آسایش انسان

اقلیم ۷	مشکلات			انرژی خورشید		مصالح خازن	گرما ساز	سرما ساز	برودت تبخیری	جریان هوا	رطوبت گیر
	گرما	سرما	رطوبت	سایه	آفتاب						
روز	+	-	-	۱۰-۱۲	۲	۷-۱۲	-	۴-۵	-	-	-
شب	+	-	-	-	-	۶-۱۲	۳-۵	۳	-	-	-

توضیح علائم :

- + مشکل دارد.
- نیازی نیست یا مشکلی ندارد.
- واحد اعداد ماه است.

خلاصه وضعیت اقلیم گروه ۷ از نظر کاربرد مصالح ساختمانی

اقلیم ۷	دما (درجه سانتیگراد)			رطوبت	میعان			شرحی	ذوب و انجماد	تابش
	کمتر از صفر	کمتر از ۵	بیش از ۳۰		نوسان	بیش از ۵۰ درصد	حتمی			
روز	-	-	۶-۷	۶-۱۰	۳	-	-	-	*	زیاد
شب	-	-	-	۶-۱۰	۶	-	۰-۲	۳-۵	-	-

توضیح علائم :

- وجود ندارد.
- واحد اعداد ماه است.

انتخاب، اجرا و نگهداری مصالح در گروه ۷

اقلیم ۷	دما			رطوبت		باد و باران	یخ بندان	تابش شدت
	گرما	سرما	نوسان	شرحی	میعان			
انتخاب مصالح	-	-	+	*	-	-	-	+
اجرا	+	-	+	*	-	-	-	-
نگهداری	-	-	+	*	-	-	-	+

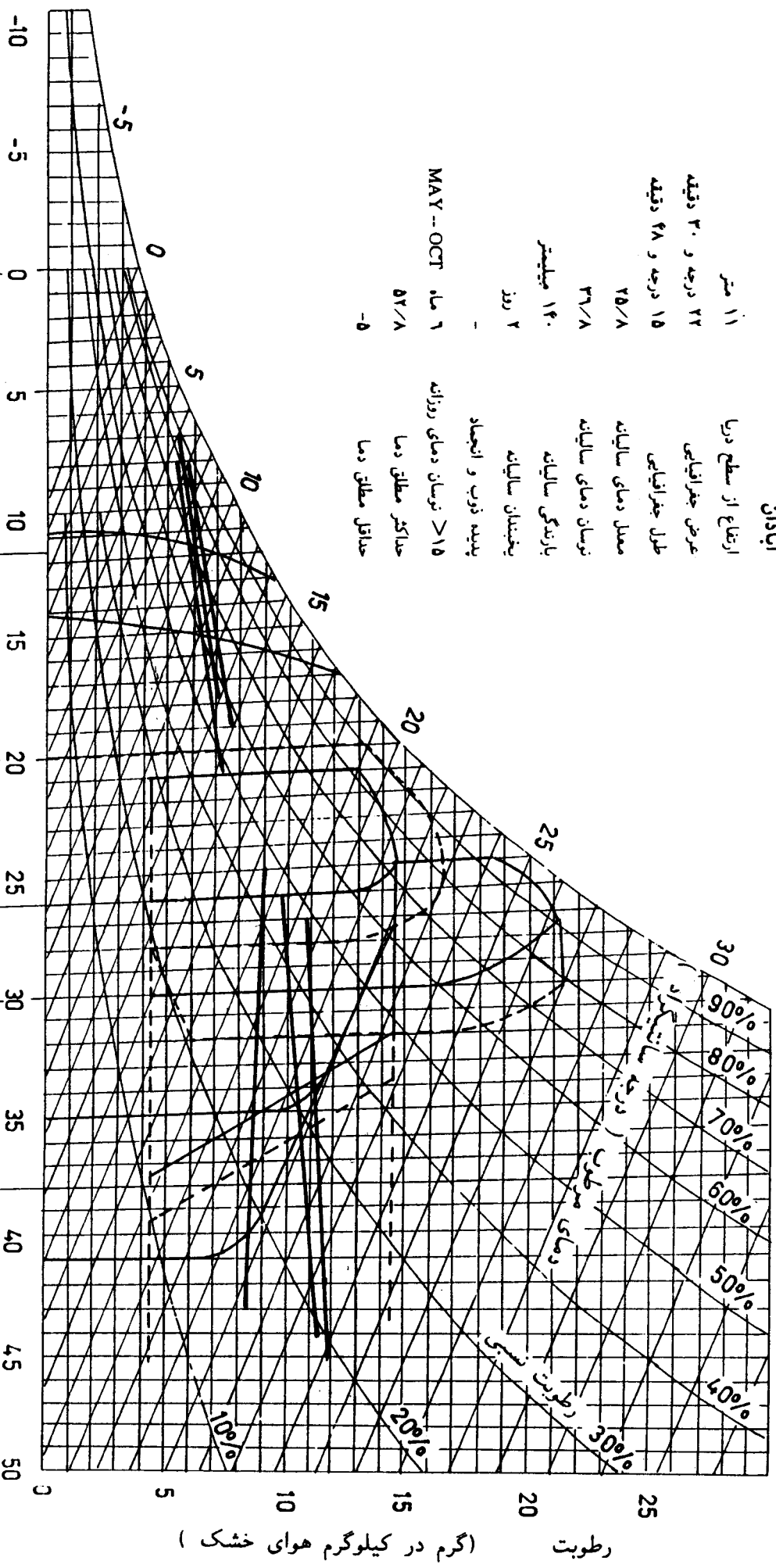
توضیح علائم :

- + مشکل دارد.
- مشکل ندارد.
- \* بعضی مناطق این اقلیم مشکل دارد.

# نمودار زیست اقلیمی ساختمانی

آبادان

ارتفاع از سطح دریا ۱۱ متر  
 عرض جغرافیایی ۲۲ درجه و ۳۰ دقیقه  
 طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۱۵ دقیقه  
 معدل دمای سالیانه ۱۴۰ میلیمتر  
 نوسان دمای سالیانه ۳۱/۸ روز  
 بارندگی سالیانه ۲ روز  
 یخبندان سالیانه -  
 پدیده ذوب و انجماد -  
 >۱۵ نوسان دمای روزانه  
 حداکثر مطلق دما ۵۲/۸  
 حداقل مطلق دما -۵

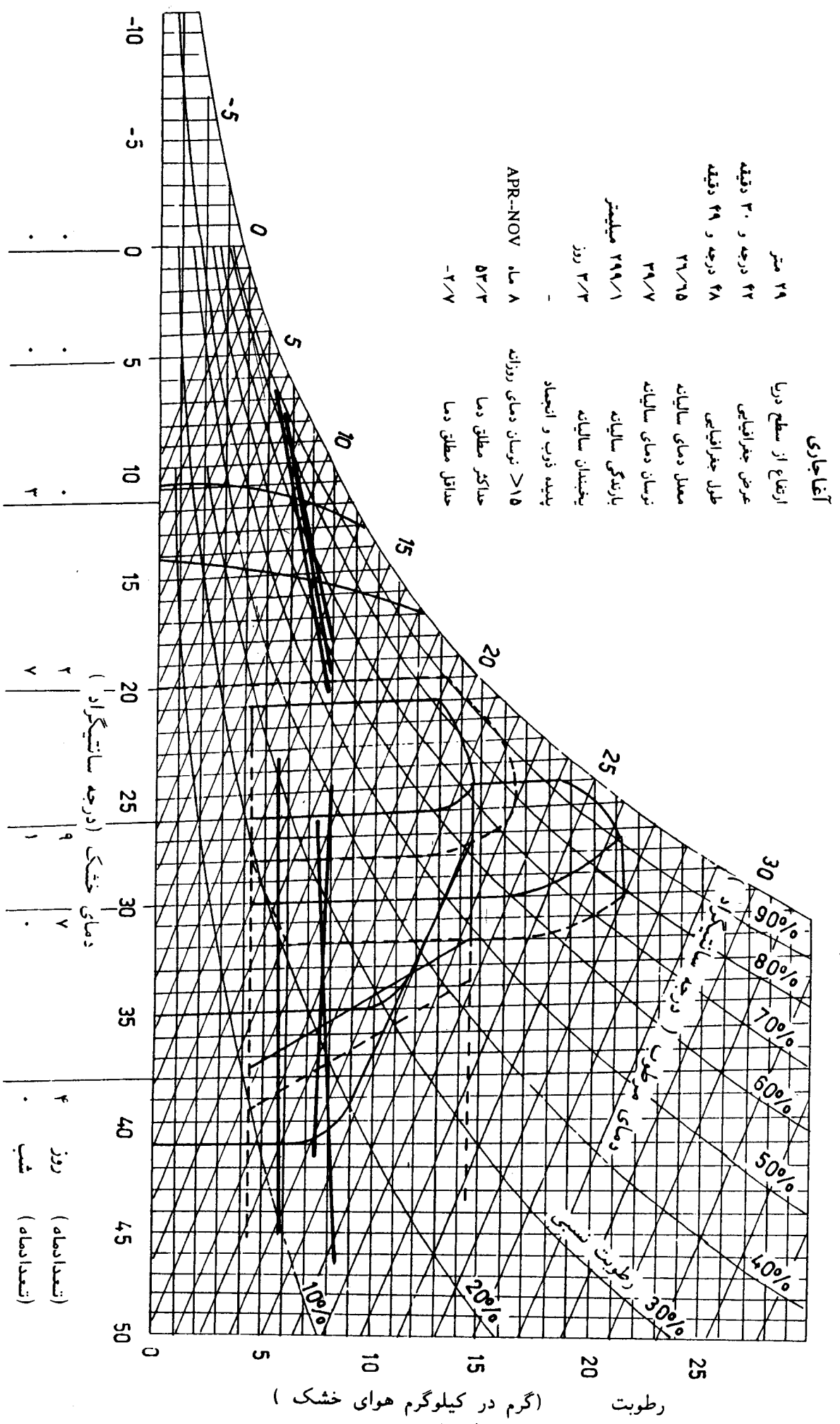


تعداد ماه (تعداد ماه)	روز (تعداد ماه)	شب (تعداد ماه)	دمای خشک (درجه سانتیگراد)	دمای خنک (درجه سانتیگراد)
۰	۲	۰	۳۰	۲۷
۰	۲	۰	۲۵	۲۲
۰	۲	۰	۲۰	۱۷
۰	۲	۰	۱۵	۱۲
۰	۲	۰	۱۰	۷
۰	۲	۰	۵	۲
۰	۲	۰	۰	۰
۰	۲	۰	-۵	-۲

رطوبت (گرم در کیلوگرم هوای خشک)

۱۹۲-۱

### نمودار زیست اقلیمی ساختمانی



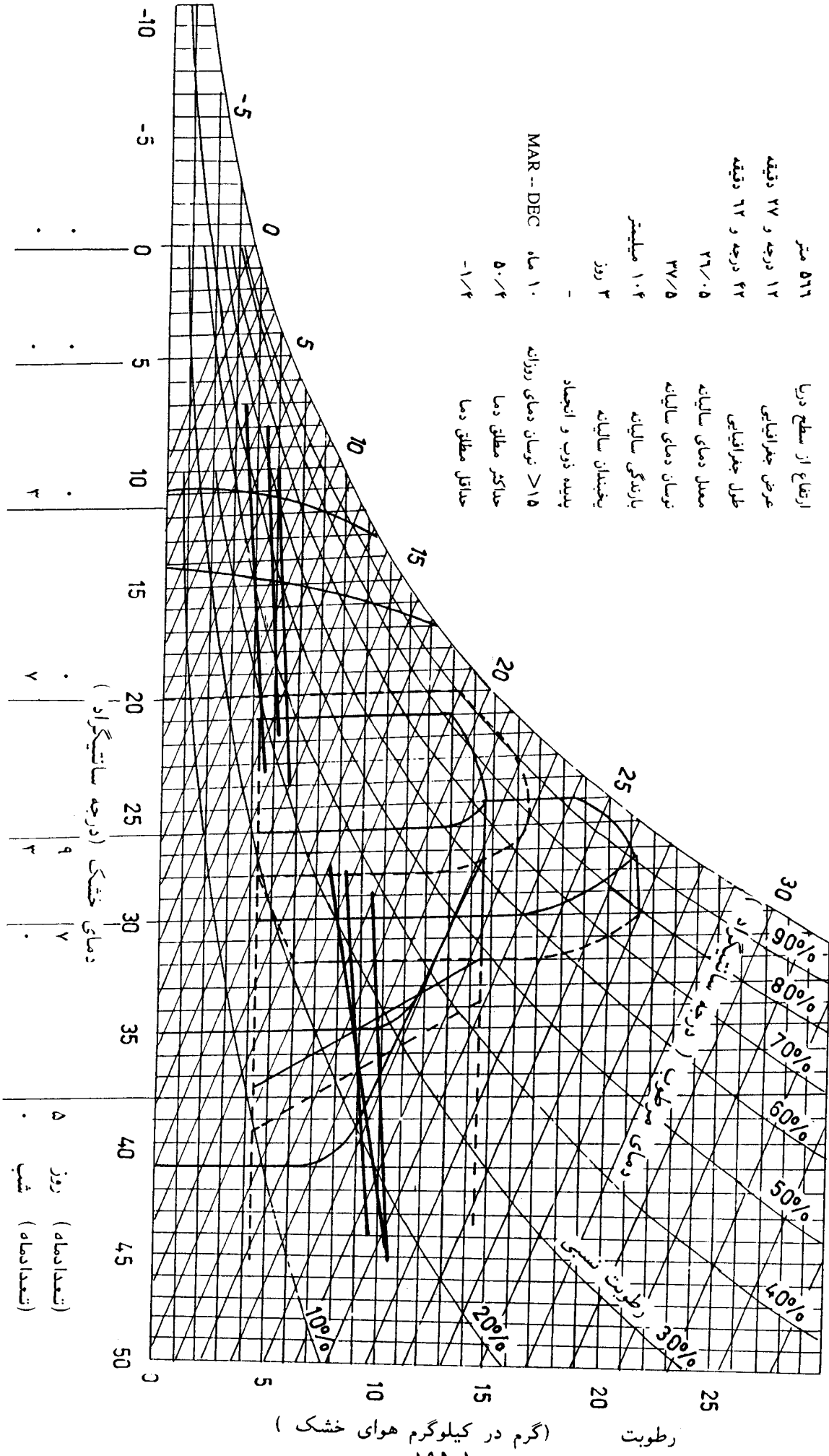




# نمودار زیست اقلیمی ساختمانی

ایران شهر

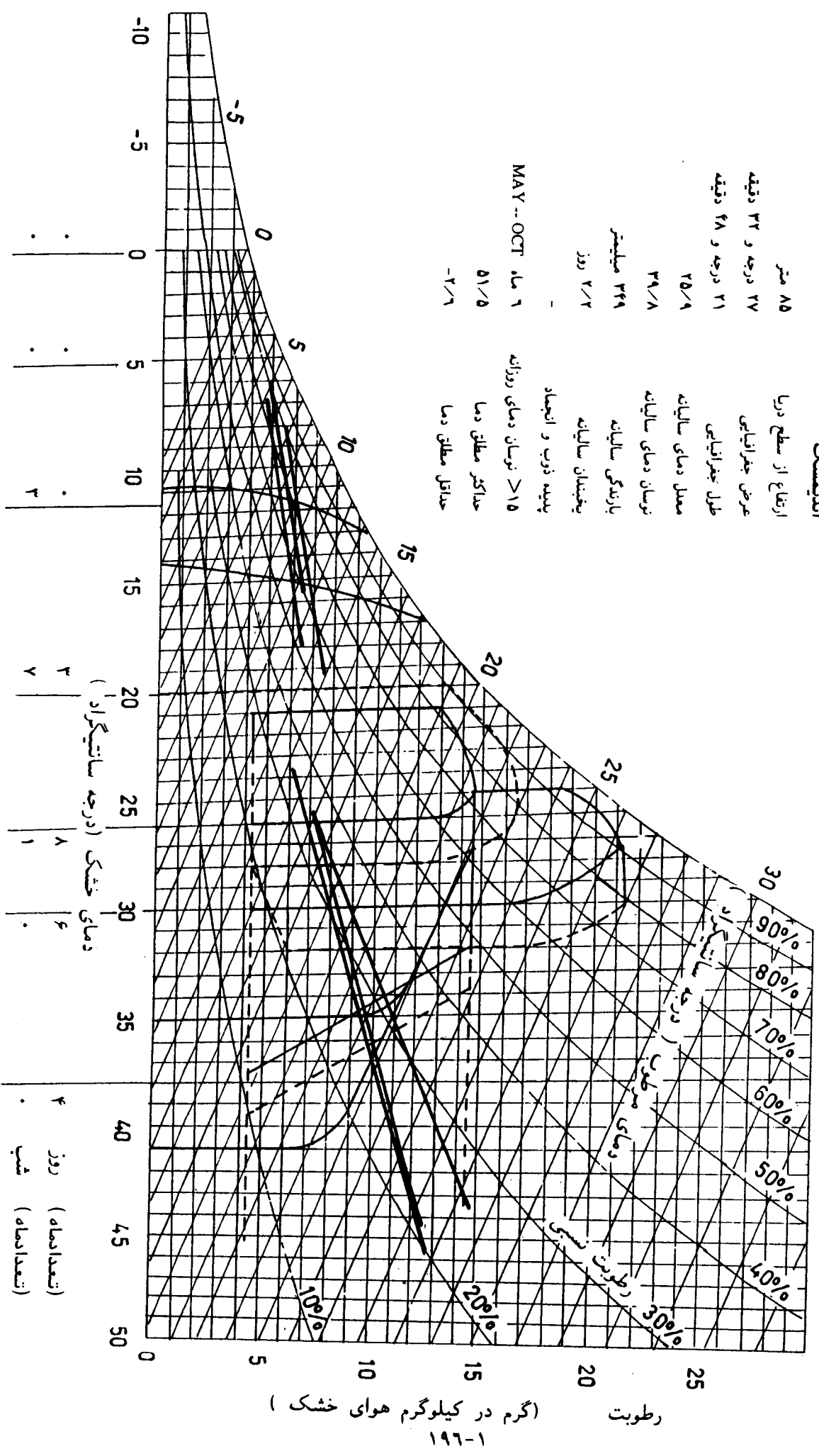
ارتفاع از سطح دریا	۵۶۱ متر
عرض جغرافیایی	۱۲ درجه و ۲۷ دقیقه
طول جغرافیایی	۴۲ درجه و ۱۲ دقیقه
معمل دمای سالیانه	۲۱/۰۵
توسان دمای سالیانه	۳۷/۵
بارندگی سالیانه	۱۰۴ میلیمتر
یخبندان سالیانه	۳ روز
پدیده ذوب و انجماد	-
توسان دمای روزانه	۱۰ ماه MAR -- DEC
حداکثر مطلق دما	۵۰/۴
حداقل مطلق دما	-۱/۴



### نمودار زیست اقلیمی ساختمانی

#### اندیشک

ارتفاع از سطح دریا	۸۵ متر
عرض جغرافیایی	۲۷ درجه و ۳۲ دقیقه
طول جغرافیایی	۲۱ درجه و ۴۸ دقیقه
معدل دمای سالیانه	۲۵/۹
نوسان دمای سالیانه	۳۹/۸
بارندگی سالیانه	۳۹۹ میلیمتر
یخبندان سالیانه	۲/۲ روز
پدیده ذوب و انجماد	-
حد اکثر دمای روزانه	MAY -- OCT ، ۱ ما ۶
حد اکثر مطلق دما	۵۱/۵
حد اقل مطلق دما	-۲/۹

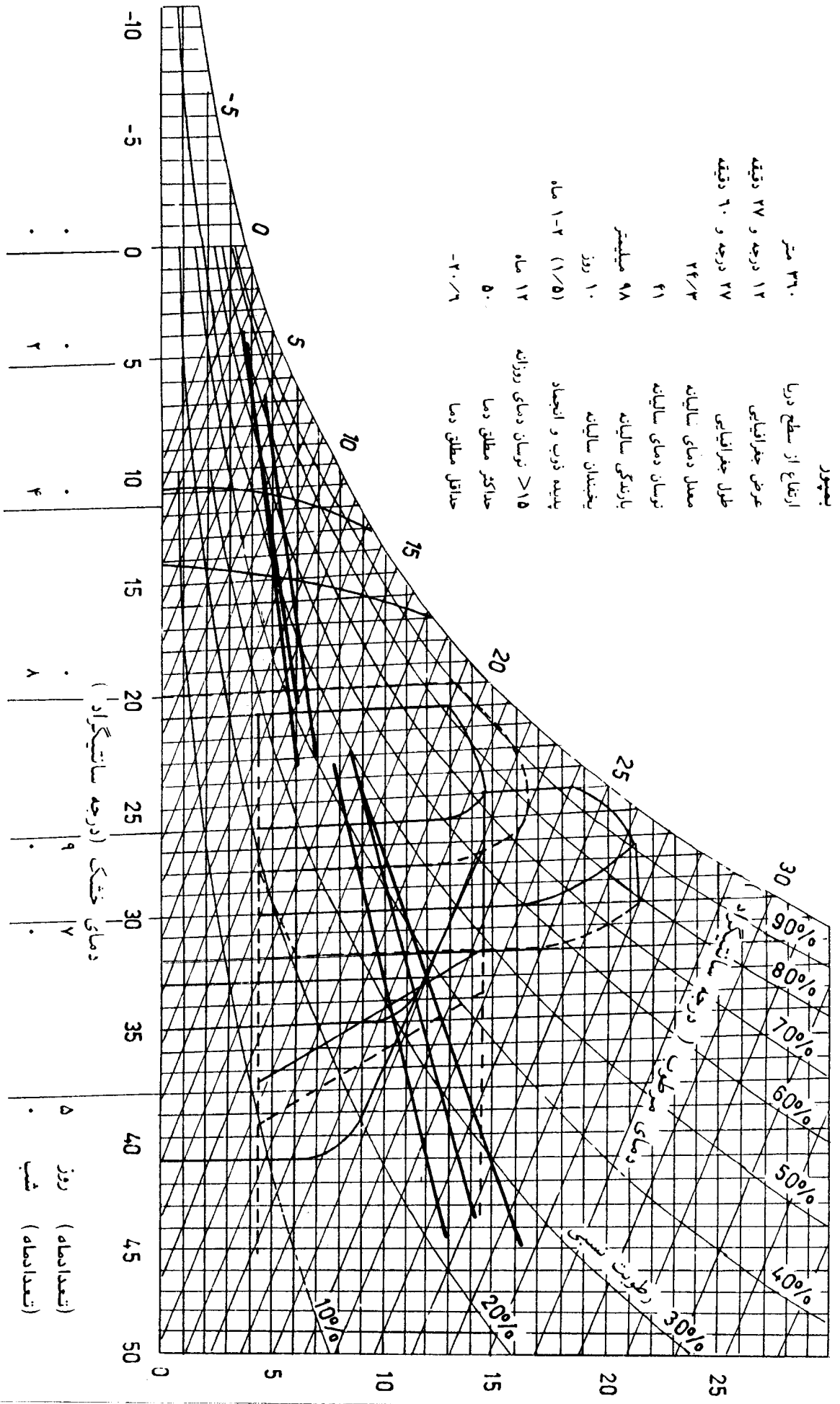


درجه سانتیگراد (°C)  
درجه خشک (°C)  
دمای خشک (درجه سانتیگراد)

۳	۲	۳	۴	۴
۷	۸	۱	۴	۴
			روز (تعداد ماه)	شب (تعداد ماه)

۱۹۶-۱  
گرم در کیلوگرم هوای خشک (g/kg)

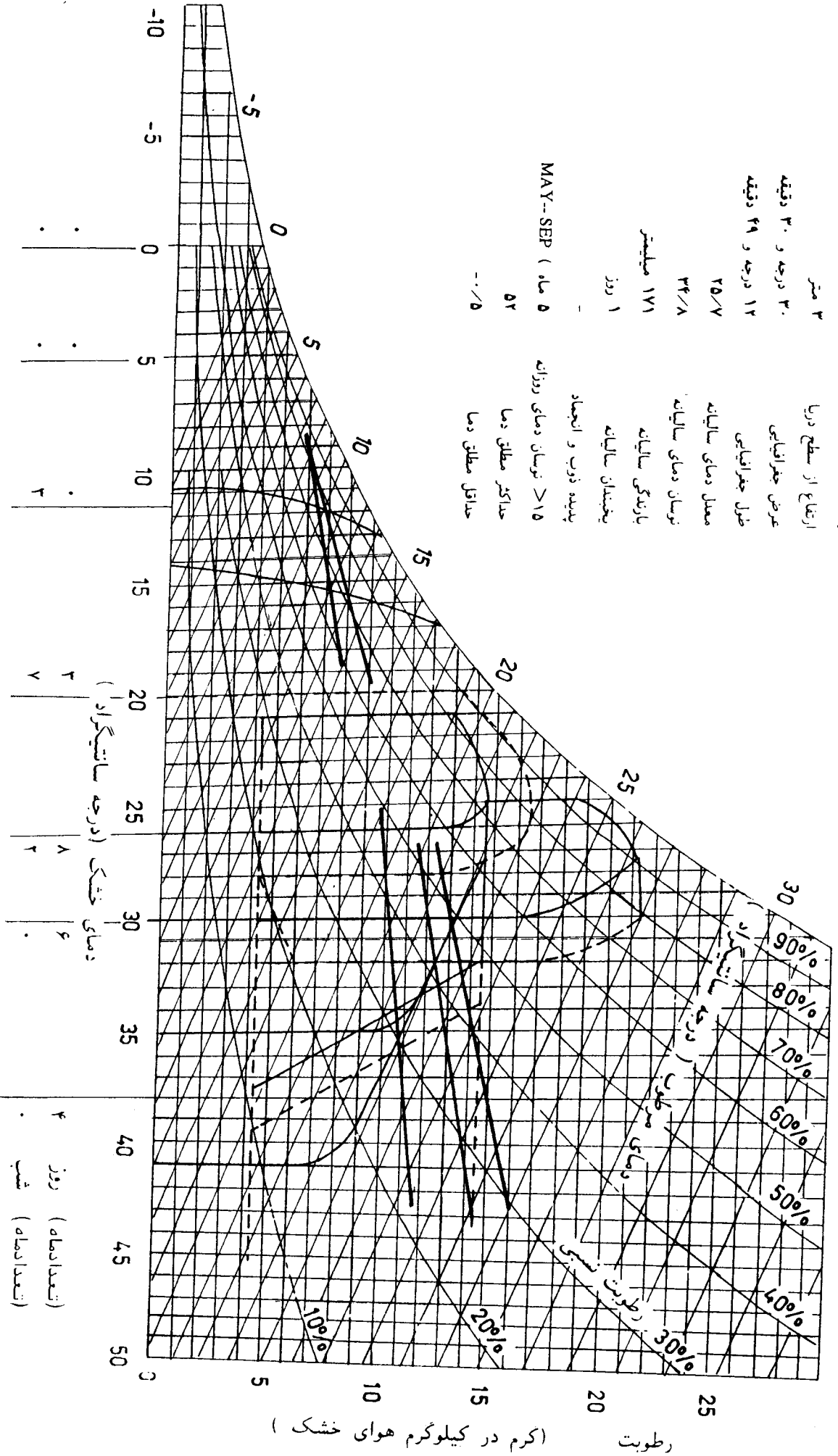
# نمودار زیست اقلیمی ساختمانی



### نمودار زیست اقلیمی ساختمانی

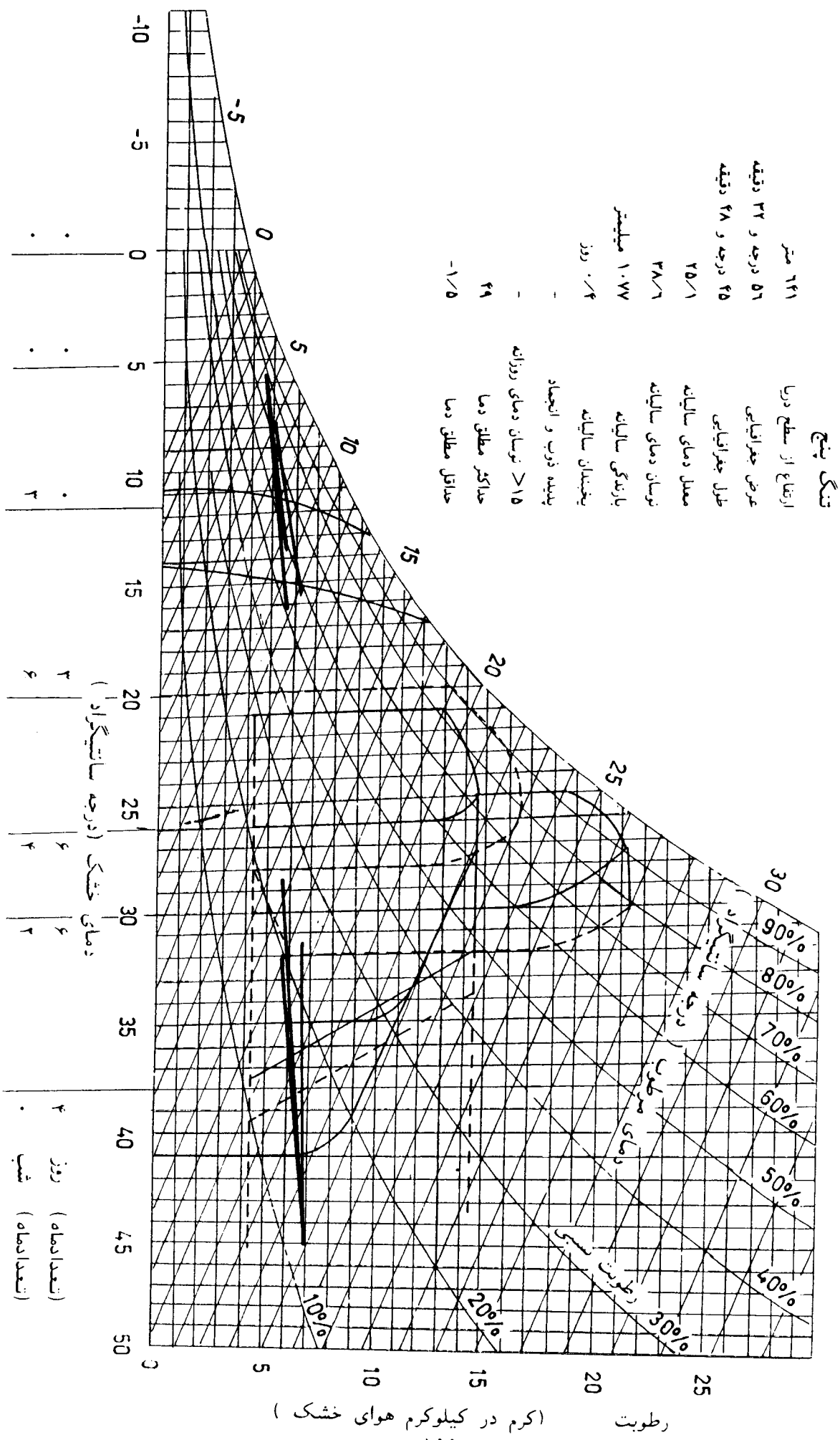
بندر ماهشهر

۳ متر	ارتفاع از سطح دریا
۳۰ درجه و ۳۰ دقیقه	عرض جغرافیایی
۱۲ درجه و ۴۹ دقیقه	طول جغرافیایی
۲۵/۷	معدل دمای سالیانه
۳۴/۸	نوسان دمای سالیانه
۱۷۱ میلیمتر	بارندگی سالیانه
۱ روز	یخبندان سالیانه
-	پدیده ذوب و انجماد
۵ ماه ( MAY--SEP )	نوسان دمای روزانه
۵۲	حداکثر مطلق دما
-۱/۵	حداقل مطلق دما

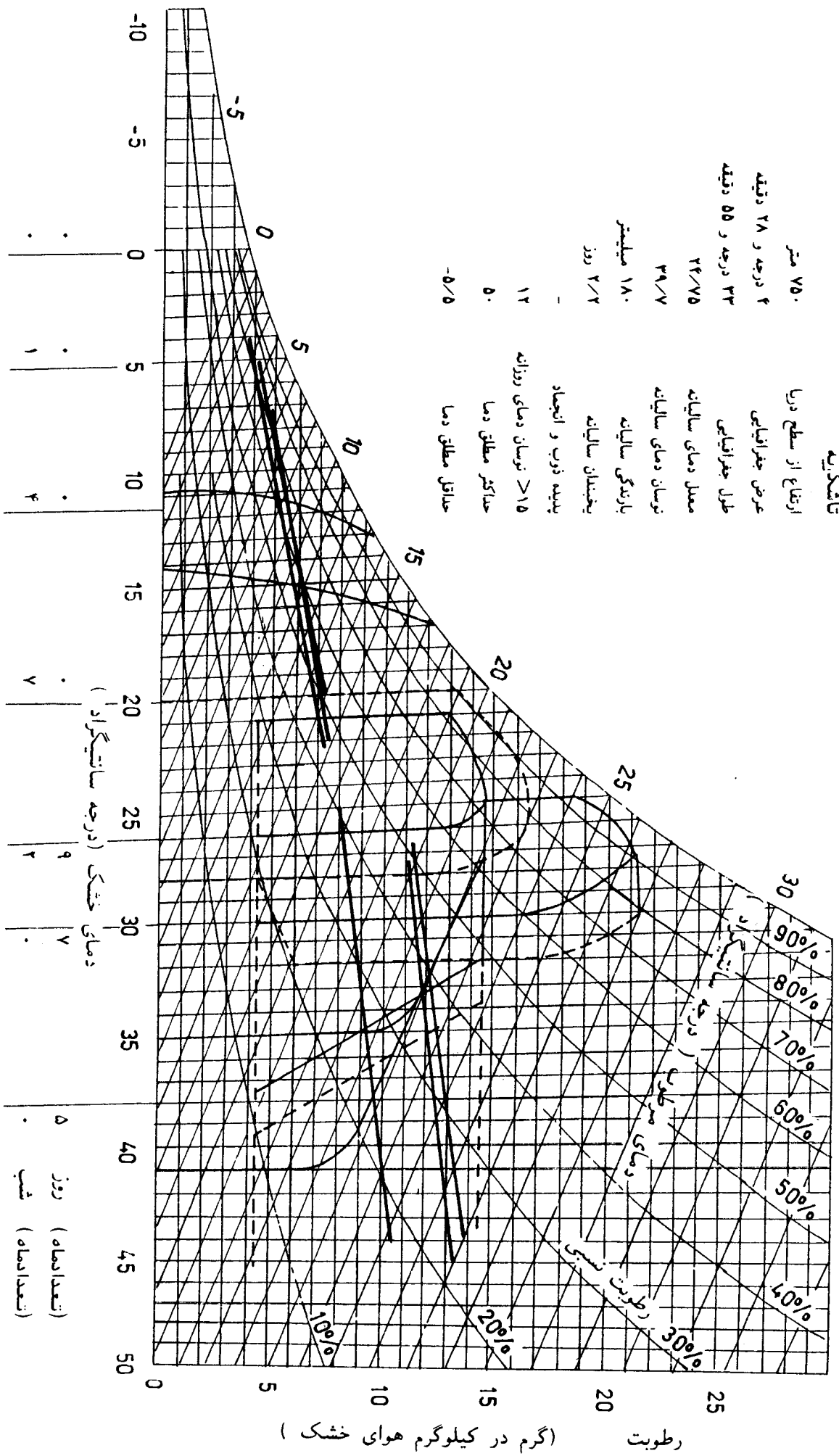


رطوبت (گرم در کیلوگرم هوای خشک)

### نمودار زیست اقلیمی ساختمانی



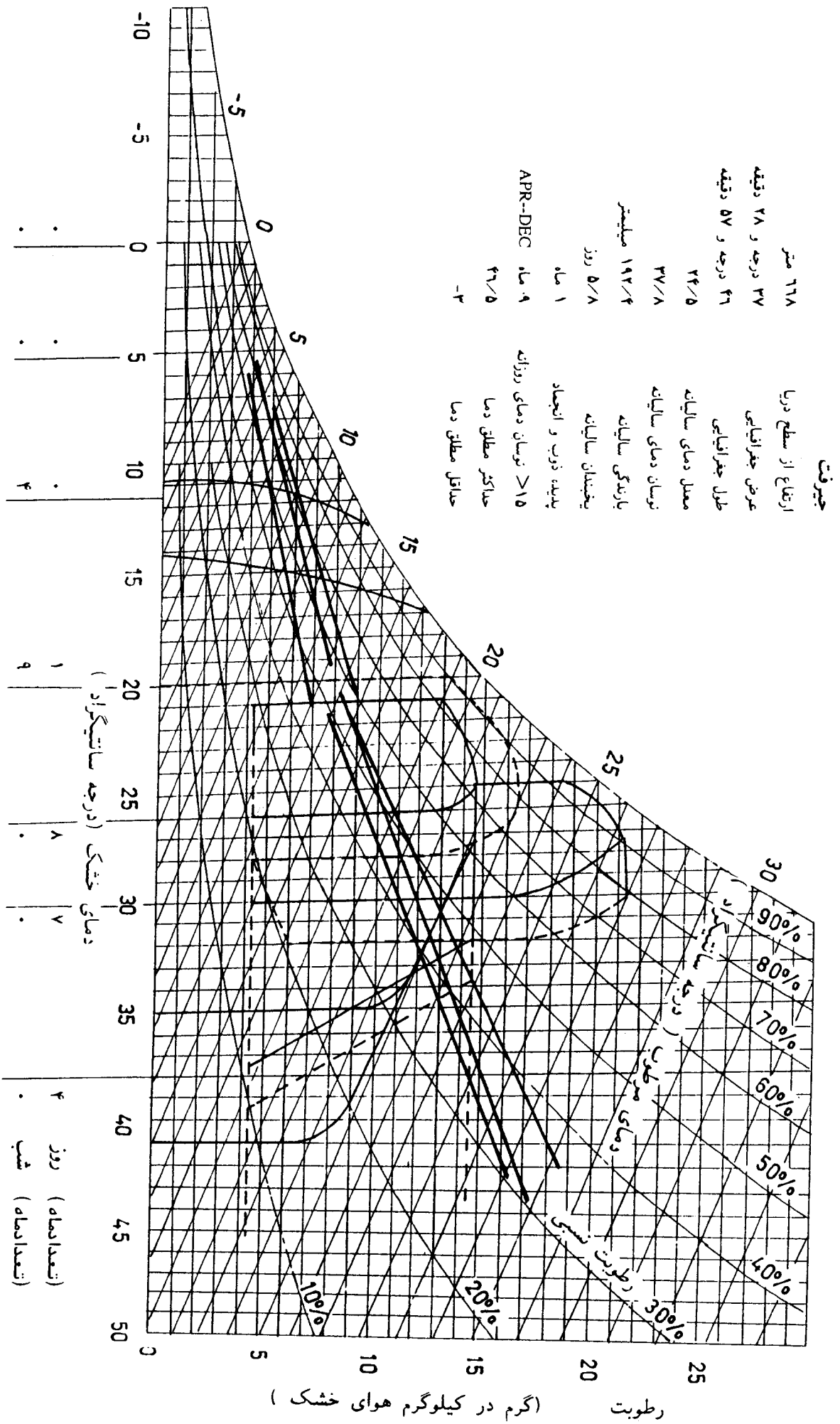
# نمودار زیست اقلیمی ساختمانی



رطوبت

(گرم در کیلوگرم هوای خشک)

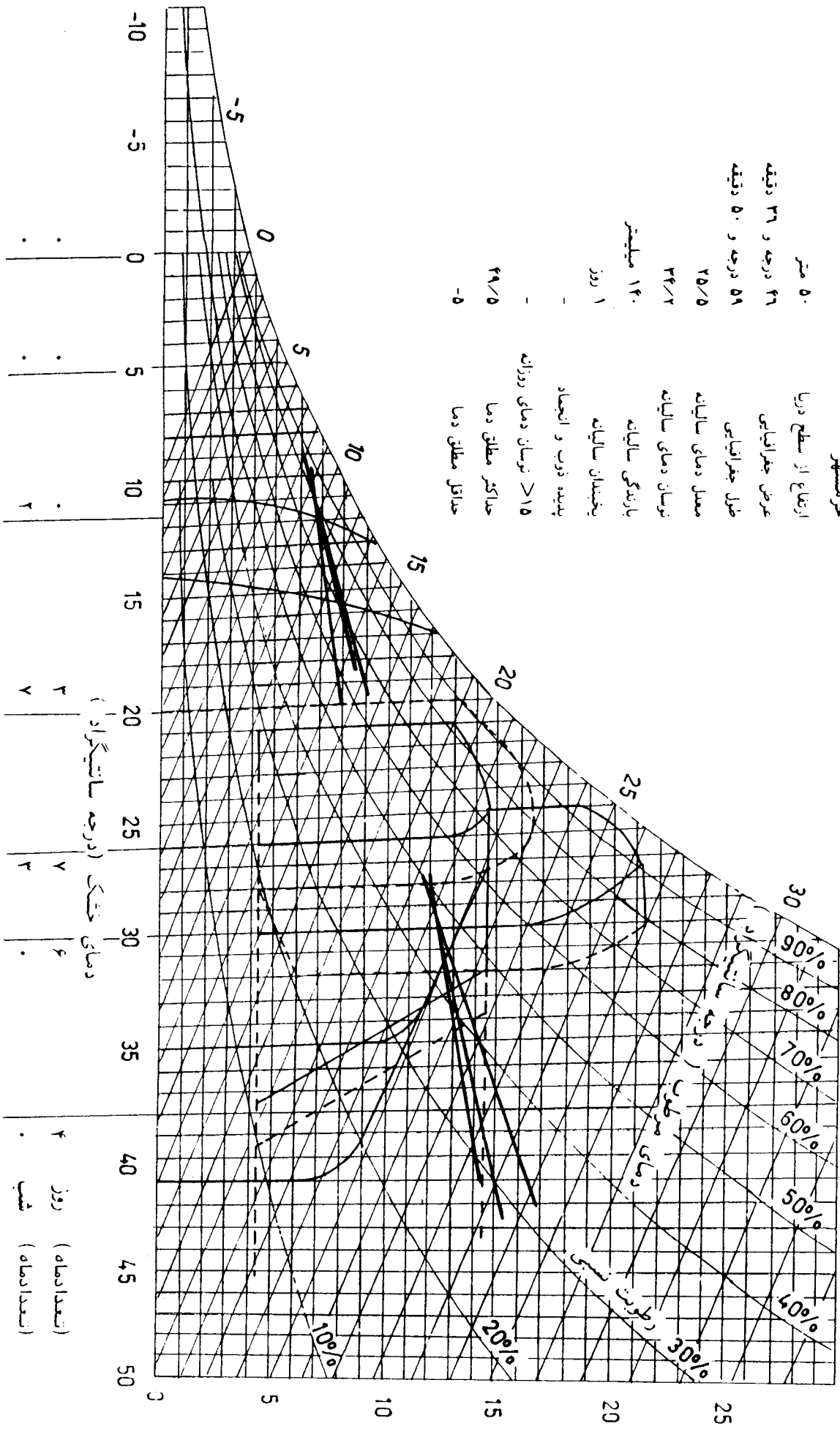
# نمودار زیست اقلیمی ساختمان



# نمودار زیست اقلیمی ساختمانی

خرمشهر

ارتفاع از سطح دریا ۵۰ متر  
 عرض جغرافیایی ۲۹ درجه و ۳۹ دقیقه  
 طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۵۰ دقیقه  
 معدل دمای سالیانه ۲۵/۵  
 نوسان دمای سالیانه ۳۴/۲  
 بارندگی سالیانه ۱۴۰ میلیمتر  
 ۱ روز  
 -  
 -  
 -  
 ۲۹/۵  
 -۵  
 >۱۵ نوسان دمای روزانه  
 حداکثر مطلق دما  
 حداقل مطلق دما



رطوبت (گرم در کیلوگرم هوای خشک) ۲۰-۲-۱



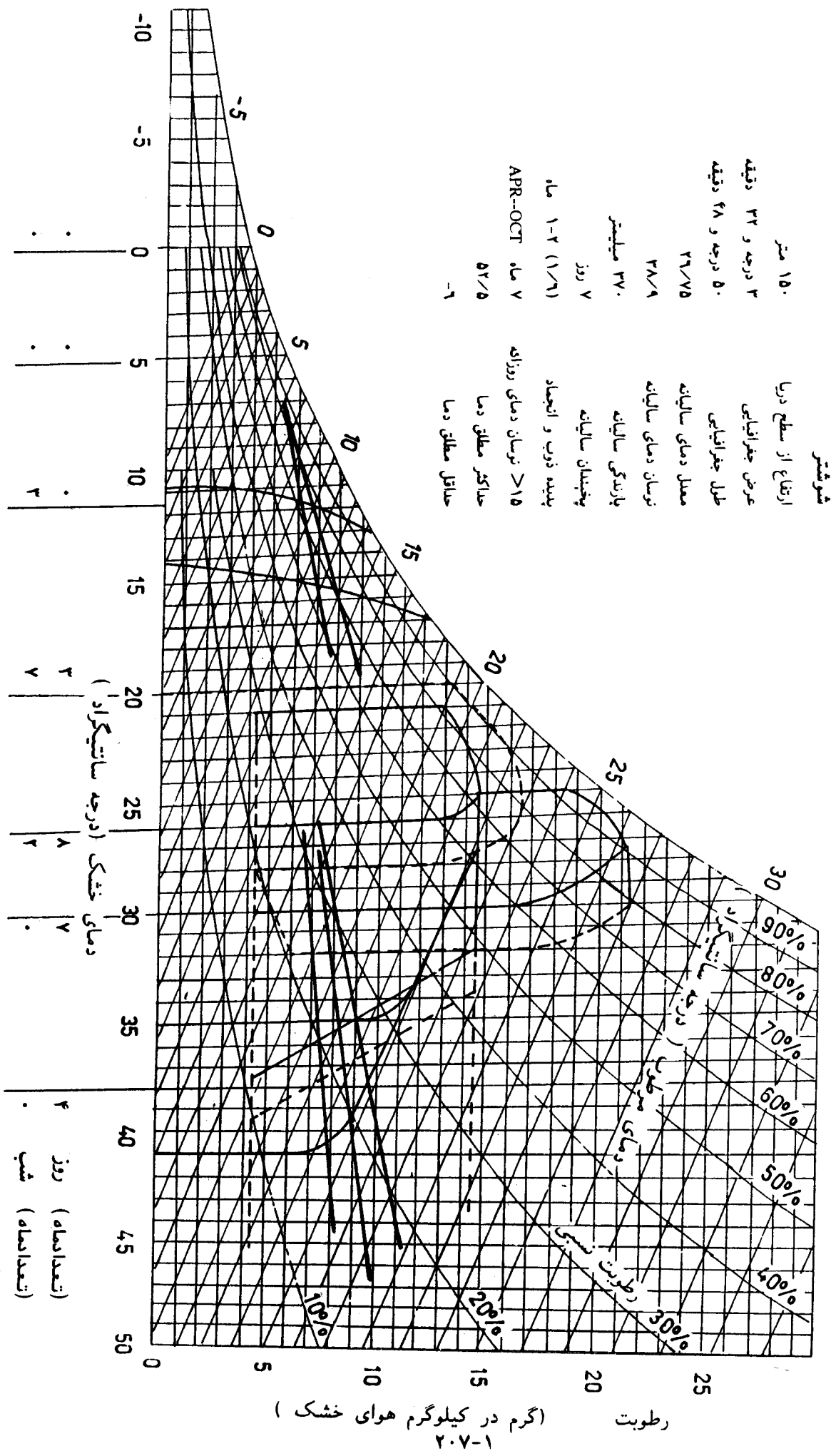




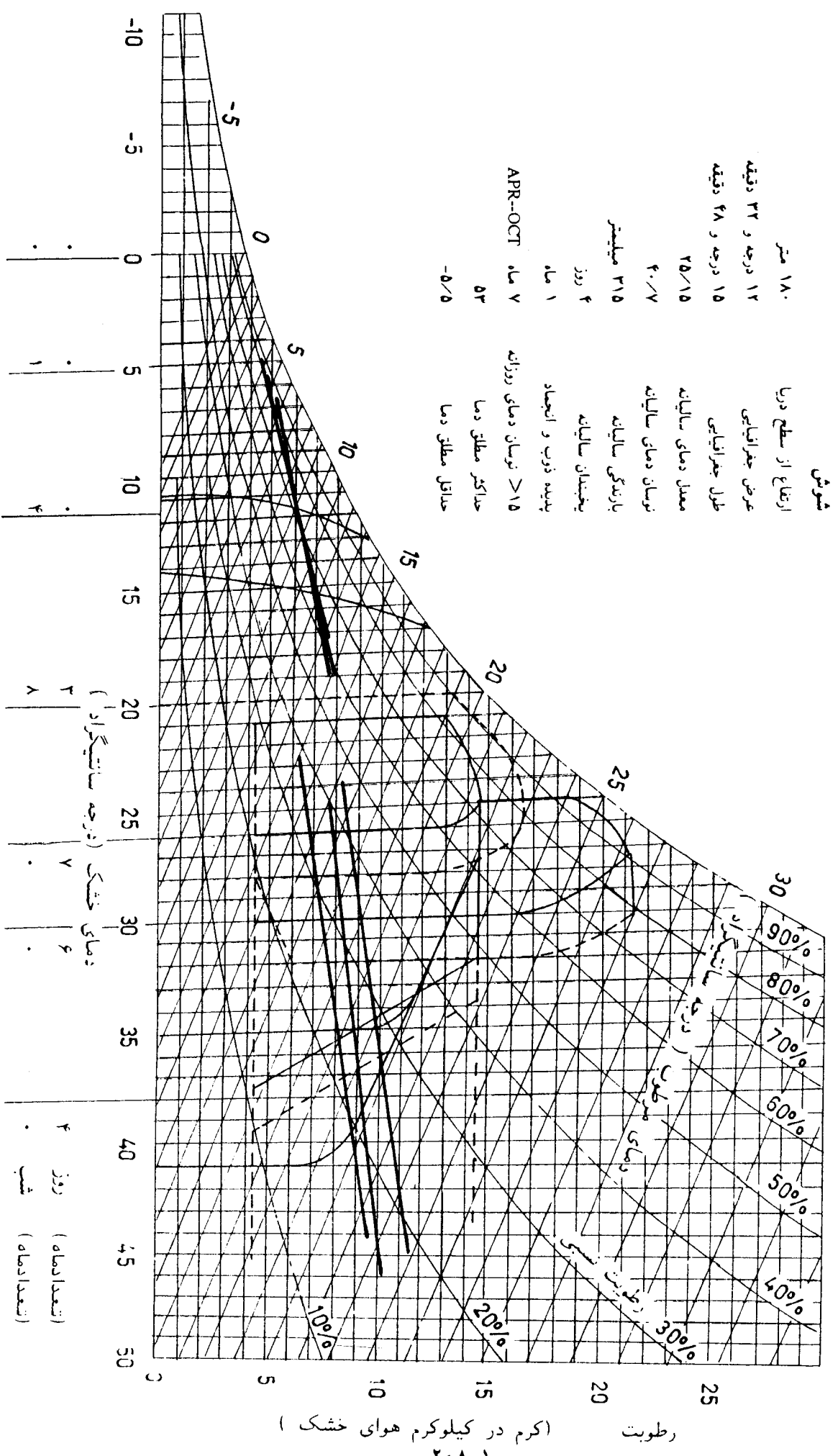




# نمودار زیست اقلیمی ساختمانی



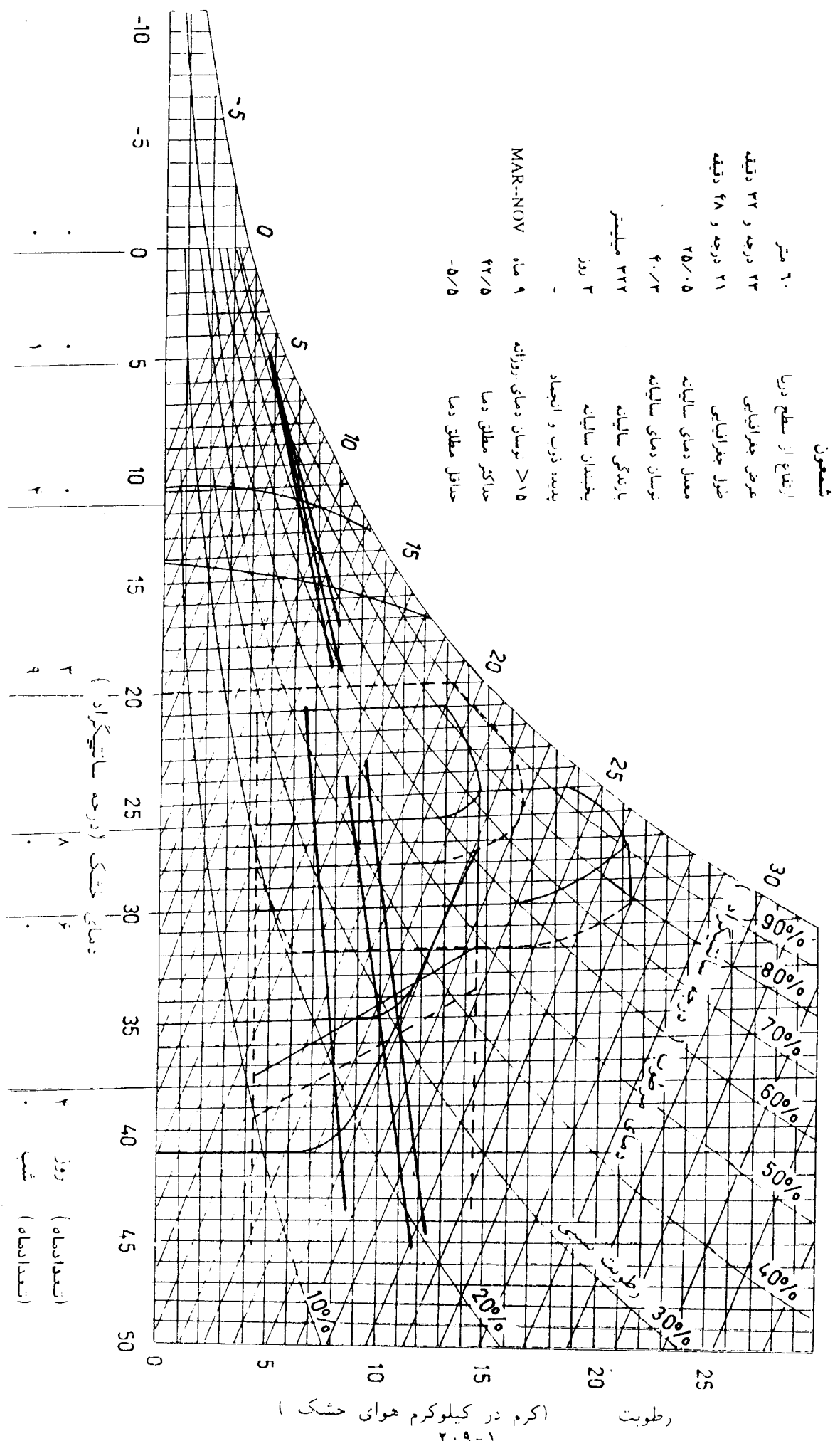
### نمودار زیست اقلیمی ساختمانی



رطوبت (گرم در کیلوگرم هوای خشک) ۲۰۸-۱

دمای خشک (درجه سانتیگراد) ۳ ۸  
 دمای خشک (درجه سانتیگراد) ۷ ۰  
 دمای خشک (درجه سانتیگراد) ۶ ۰  
 دمای خشک (درجه سانتیگراد) ۴ ۰  
 روز (تعداد ماه) ۴  
 شب (تعداد ماه) ۰

### نمودار زیست اقلیمی ساختمانی



رطوبت (گرم در کیلوگرم هوای خشک) ۲۰۹-۱

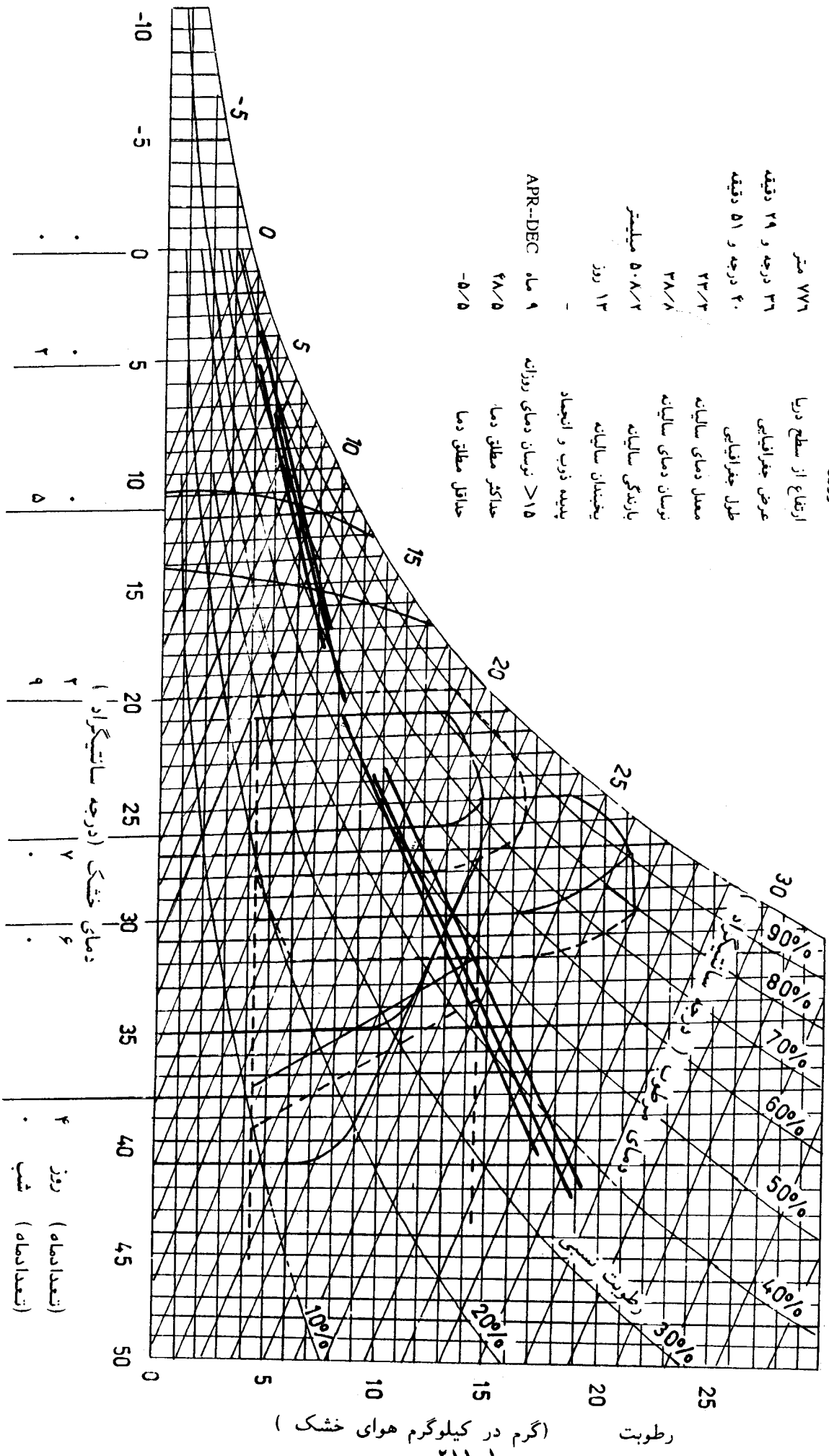




# نمودار زیست اقلیمی ساختمانی

کارزون

۷۷۱ متر	ارتفاع از سطح دریا
۳۱ درجه و ۲۹ دقیقه	عرض جغرافیایی
۴۰ درجه و ۵۱ دقیقه	طول جغرافیایی
۲۳/۳	معدل دمای سالیانه
۳۸/۸	نوسان دمای سالیانه
۵۰۸/۲ میلیمتر	بارندگی سالیانه
۱۳ روز	یخبندان سالیانه
-	پدیده ذوب و انجماد
APR-DEC ۹ ماه	>۱۵ نوسان دمای روزانه
۴۸/۵	حداکثر مطلق دما
-۵/۵	حداقل مطلق دما



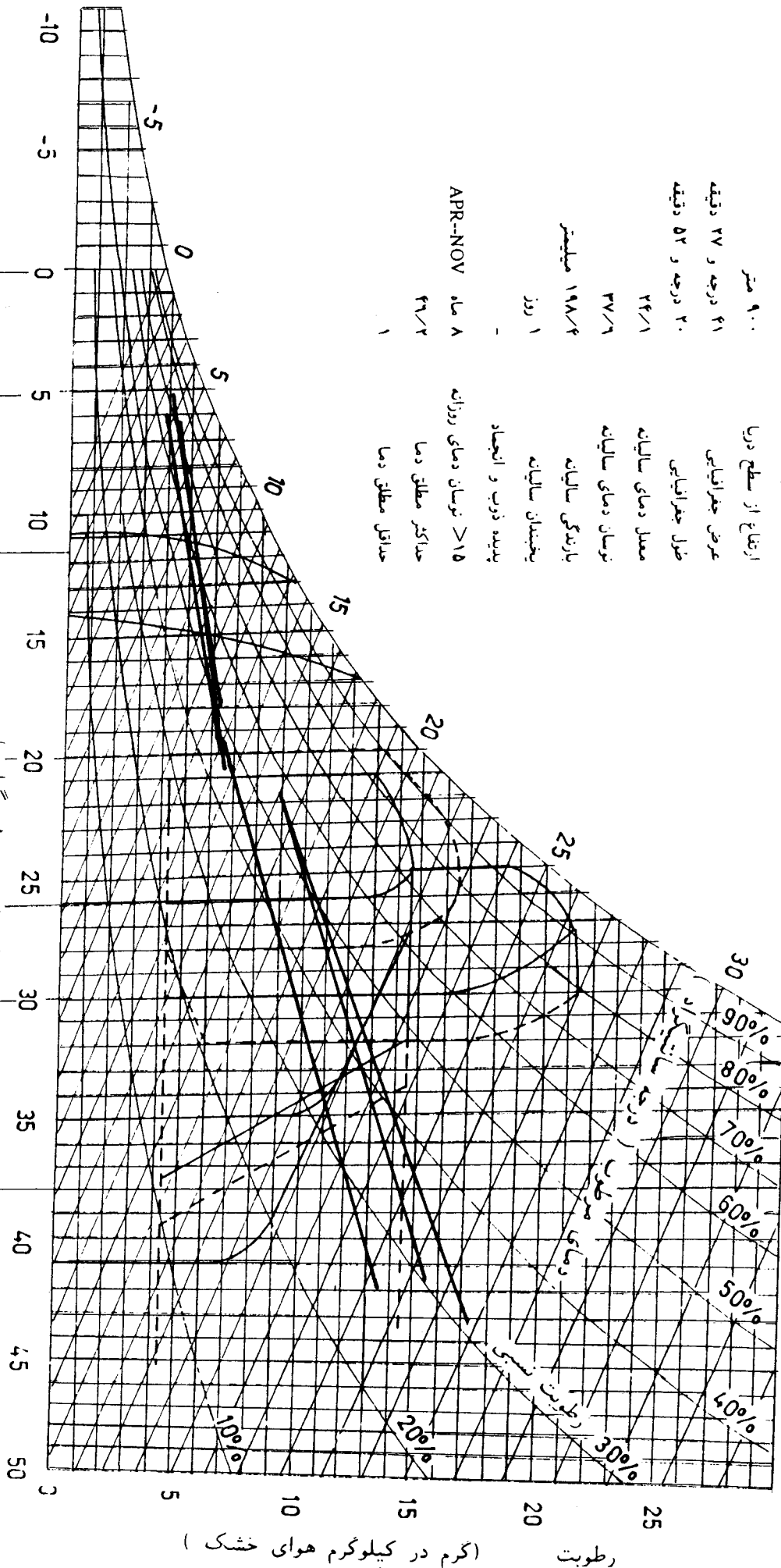
۲	۵	۹	۷	۶	۴
۲	۵	۹	۷	۶	۴
روز (تعدادماه)	شب (تعدادماه)	روز (تعدادماه)	شب (تعدادماه)	روز (تعدادماه)	شب (تعدادماه)





# نمودار زیست اقلیمی ساختمانی

لار فارس



۹۰۰ متر

۴۱ درجه و ۲۷ دقیقه

۲۰ درجه و ۵۲ دقیقه

۲۴/۱

۳۷/۹

۱۹۸/۴ میلیمتر

۱ روز

پدیده ذوب و انجماد

APR-NOV ماه ۸

۴۹/۲

حداکثر مطلق دما

حداقل مطلق دما

۹۰%

۸۰%

۷۰%

۶۰%

۵۰%

۴۰%

۳۰%

۲۰%

۱۰%

۰%

۲۵

۲۰

۱۵

۱۰

۵

۰

۱۰

۱۵

۲۰

۲۵

۳۰

۳۵

۴۰

۴۵

۵۰

۱۰

۵

۰

-۵

-۱۰

رطوبت (گرم در کیلوگرم هوای خشک)

۲۱۴-۱

دماهای خشک (درجه سانتیگراد)

۲

۱۰

۸

۶

۳

۲

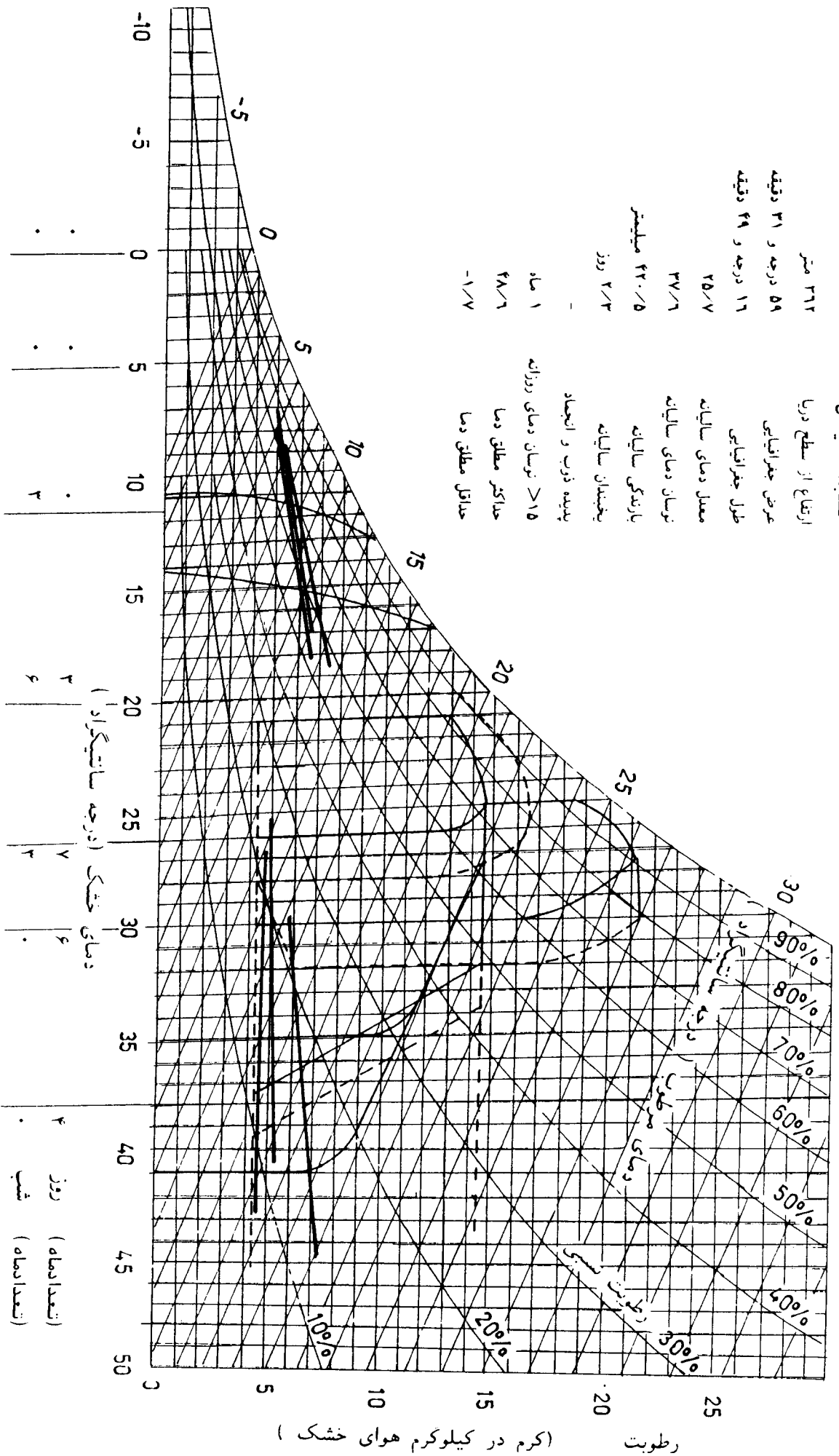
۱

۰

روز (تعداد ماه)

شب (تعداد ماه)

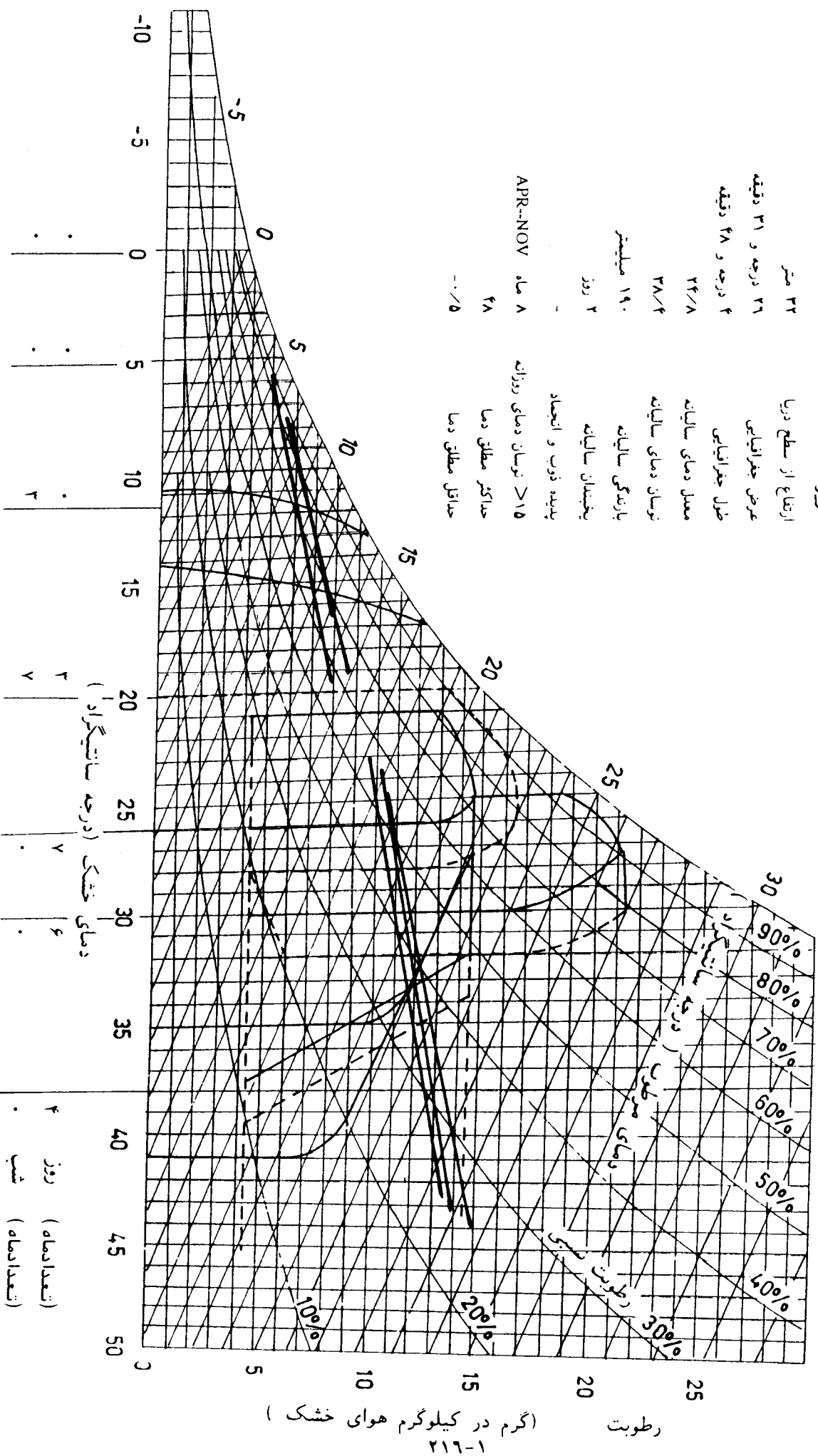
# نمودار زیست اقلیمی ساختمان



# نمودار زیست اقلیمی ساختمانی

همیزه

۳۲ متر	ارتفاع از سطح دریا
۲۱ درجه و ۳۱ دقیقه	عرض جغرافیایی
۴ درجه و ۴۸ دقیقه	طول جغرافیایی
۲۴/۸	معدل دمای سالیانه
۲۸/۴	نوسان دمای سالیانه
۱۹۰ میلیمتر	بارندگی سالیانه
۲ روز	یخبندان سالیانه
-	پدیده ذوب و انجماد
APR--NOV ۸ ماه	> ۱۵ نوسان دمای روزانه
۴۸	حداکثر مطلق دما
-۰/۵	حداقل مطلق دما



## ۲ - ۲ - ۸ گروه اقلیمی ۸

زمستان معتدل - تابستان بسیار گرم - مرطوب

### الف - مشخصات آب و هوایی

#### ۱ - مشخصات جغرافیایی

این اقلیم شامل نوار باریکی در سواحل و جزایر دریای عمان و خلیج فارس می باشد. دارای زمستانهای معتدل و تابستانهای بسیار گرم و مرطوب است.

#### ۲ - مشخصات اقلیمی

معدل دمای سالیانه آن ۲۴ تا ۲۷ درجه و نوسان دمای سالیانه آن ۱۹ تا ۳۱ درجه می باشد. در تابستان متوسط حداکثر دما در طی روز حدود ۳۴ تا ۴۰ درجه و متوسط حداقل دما در طی شب حدود ۲۴ تا ۲۹ درجه می باشد. در زمستان متوسط حداکثر دما در طی روز حدود ۲۰ تا ۲۶ درجه و متوسط حداقل دما در طی شب حدود ۱۰ تا ۱۶ درجه است. حداکثر مطلق دما در تابستان ۴۲ تا ۵۱ درجه و حداقل مطلق دما در زمستان ۷- تا ۱۰ درجه می باشد. یخبندان هیچوقت اتفاق نمی افتد. بارندگی سالیانه ۱۰۰ تا ۲۸۰ میلیمتر است که به صورت رگبارهای شدید و غالباً طی چند روز، در فاصله زمانی اواخر آذر تا اوایل فروردین فرو می ریزد. رطوبت نسبی هوا حداقل ۳۵ تا ۵۵ درصد و حداکثر ۷۰ تا ۸۵ درصد می باشد.

### ب - وضعیت هوا از نظر آسایش انسان

از نظر آسایش انسان، این اقلیم دارای تابستانهای بسیار گرم و مرطوب و زمستانهای معتدل است.

#### ۱ - گرما و سرما

تقریباً در تمام سال، روزها نیاز به سایه وجود دارد در عین حال که در ۷ تا ۹ ماه علاوه بر سایه، بهره گیری از وسایل سرماساز و رطوبت گیر نیز ضروریست. شبها حدود ۲ تا ۴ ماه از سال هوا گرم بوده و باید از کوران هوا و وسایل سرماساز و رطوبت گیر استفاده کرد. در شبهای ۴ تا ۵ ماه، با بهره گیری از مصالح مناسب و انرژی خورشیدی ذخیره شده در جداره های ساختمان، شرایط آسایش فراهم می باشد.

## ۲ - رطوبت

در این اقلیم در مواقع گرم میزان رطوبت و دمای هوا در حدی است که پدیده شرجی اتفاق افتاده و باید از وسایل رطوبت گیر استفاده نمود.

## ج - وضعیت هوا از نظر کاربرد مصالح در جداره های ساختمان

در این اقلیم، از نظر کاربرد مصالح ساختمانی، گرمای شدید توام با رطوبت زیاد در تابستان مسئله آفرین است ولی در زمستان مشکلی وجود ندارد.

### ۱ - دما

۱-۱ دمای بیش از ۳۰ درجه سانتیگراد

دمای بالای ۳۰ درجه در ۶ تا ۷ ماه از سال اتفاق می افتد که از نظر کاربرد بعضی از مصالح ساختمانی مطلوب نیست.

### ۲-۲ سایر موارد

به طور معمول دما به کمتر از ۵ درجه نمی رسد. یخبندان و پدیده ذوب و انجماد رخ نمی دهد. نوسان دمای بیش از ۱۵ درجه در طول شبانه روز، نیز اتفاق نمی افتد. بنابراین کاربرد مصالح حساس نسبت به این موارد مشکلی ندارد.

## ۲ - رطوبت

۱-۲ رطوبت نسبی بیش از ۵۰ درصد

رطوبت نسبی تقریباً در تمام طول سال به طور مداوم بالاتر از ۵۰ درصد است لذا اتخاذ تدابیری جهت انتخاب مصالح مناسب ضروری می باشد.

### ۲-۲ حد پوسیدگی چوب

ترکیب دمای ۲۵ و ۳۵ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی ۳۵ تا ۵۰ درصد که حد پوسیدگی چوب است در کلیه مناطق این اقلیم اتفاق می افتد، لذا اتخاذ تدابیر لازم ضروری است.

### ۳-۲ میعان و شرجی

در این اقلیم بیش از نصف سال پدیده شرجی بروز می کند، اما احتمال میعان هیچگاه وجود ندارد. دقت در انتخاب مصالح مناسب برای کاهش اثر شرجی لازم است.



۳ - باد و باران

۳-۱ بارندگی ماهیانه بیش از ۲۰۰ میلیمتر

در این اقلیم بارندگی ماهیانه بیشتر از ۲۰۰ میلیمتر وجود ندارد ولی اتفاق می افتد که کلیه باران یک ماه در یک روز ببارد. لذا باید اقدامات لازم به منظور تخلیه سریع آب باران در نظر گرفته شود.

۳-۲ کج باران

به دلیل کمبود بارشهای جوی مشکل کج باران وجود ندارد .

۴ - تابش خورشید

از نظر دریافت انرژی خورشیدی این اقلیم در محدوده تابش زیاد واقع شده است ضمن اینکه به دلیل نزدیکی به دریا و رطوبت هوا، میزان اشعه مادون قرمز خورشید در این مناطق زیاد بوده و بنابراین در انتخاب رنگ و جنس مصالح جداره خارجی ساختمان و محیط پیرامون آن باید دقت کافی مبذول داشت.

خلاصه وضعیت اقلیمی گروه ۸ از نظر آسایش انسان

اقلیم	مشکلات			انرژی خورشید		مصالح	گرما	سرما	برودت	جریان	رطوبت
	گرما	سرما	رطوبت	سایه	آفتاب						
روز	+	-	+	۱۲	-	-	-	۷-۹	-	+	۷-۹
شب	+	-	+	-	-	۴-۵	-	۲-۴	-	+	+

توضیح علائم :

- + مشکل دارد.
  - نیازی نیست یا مشکل ندارد.
- واحد اعداد ماه است.

خلاصه وضعیت اقلیمی گروه ۸ از نظر کاربرد مصالح ساختمانی

اقلیم	دما (درجه سانتیگراد)				رطوبت	میعان			شرحی	ذوب و انجماد	تابش
	کمتر	از	بیش	نوسان		حتمی	احتمالی	خاص			
روز	-	-	۶-۷	-	۱۲	-	-	-	۶<	-	زیاد
شب	-	-	-	-	۱۲	-	-	-	۶<	-	-

توضیح علائم :

- وجود ندارد.
- واحد اعداد ماه است.

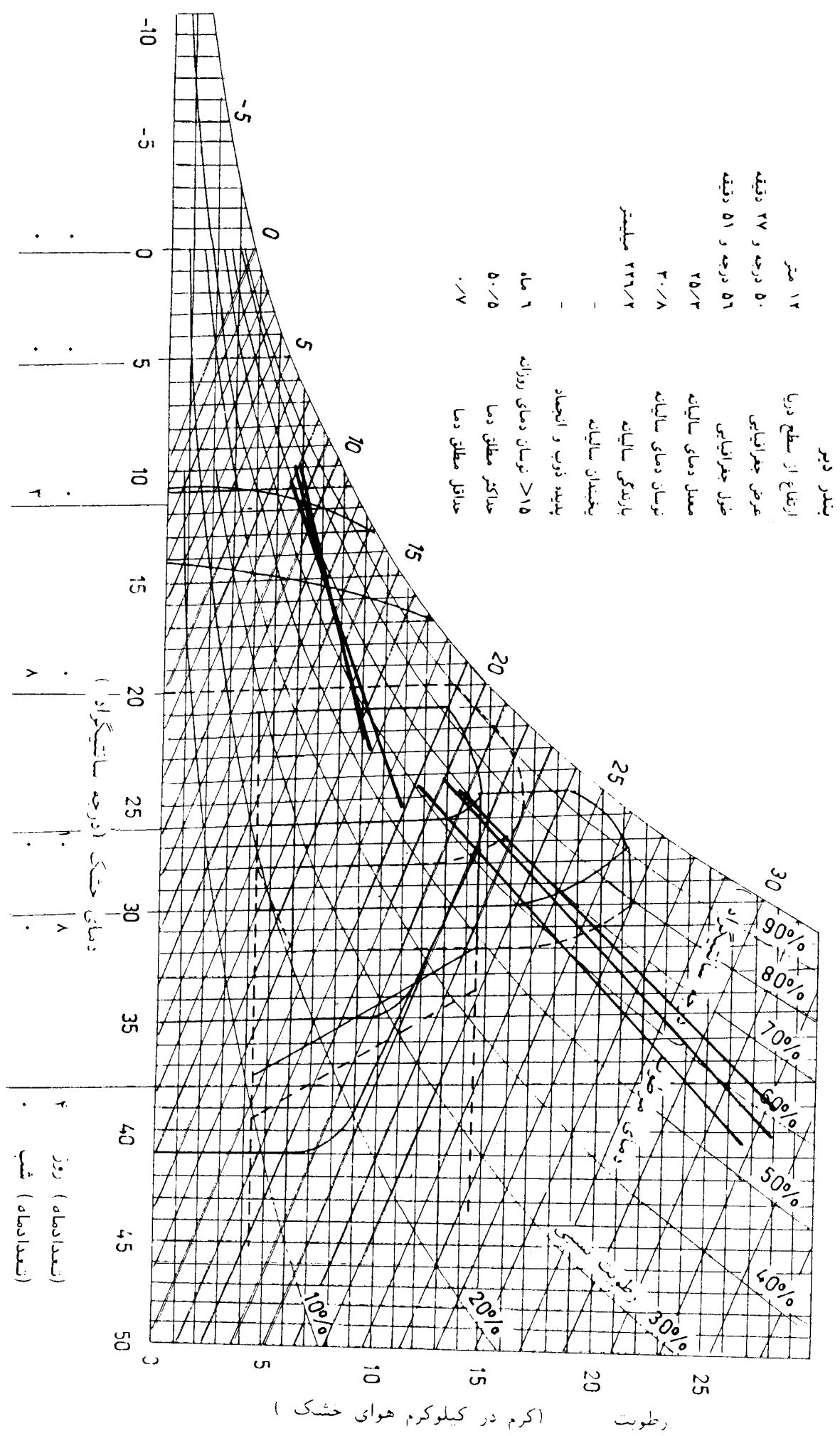
انتخاب ، اجرا و نگهداری مصالح در گروه ۸

اقلیم	دما			رطوبت		باد و باران	یخ بندان	تابش
	گرما	سرما	نوسان	شرحی	میعان			
انتخاب مصالح	+	-	-	+	-	-	-	+
اجرا	+	-	-	+	-	-	-	-
نگهداری	-	-	-	+	-	-	-	+

توضیح علائم :

- + مشکل دارد.
- مشکل ندارد.
- \* بعضی مناطق این اقلیم مشکل دارد.

### نمودار زیست اقلیمی ساختمان

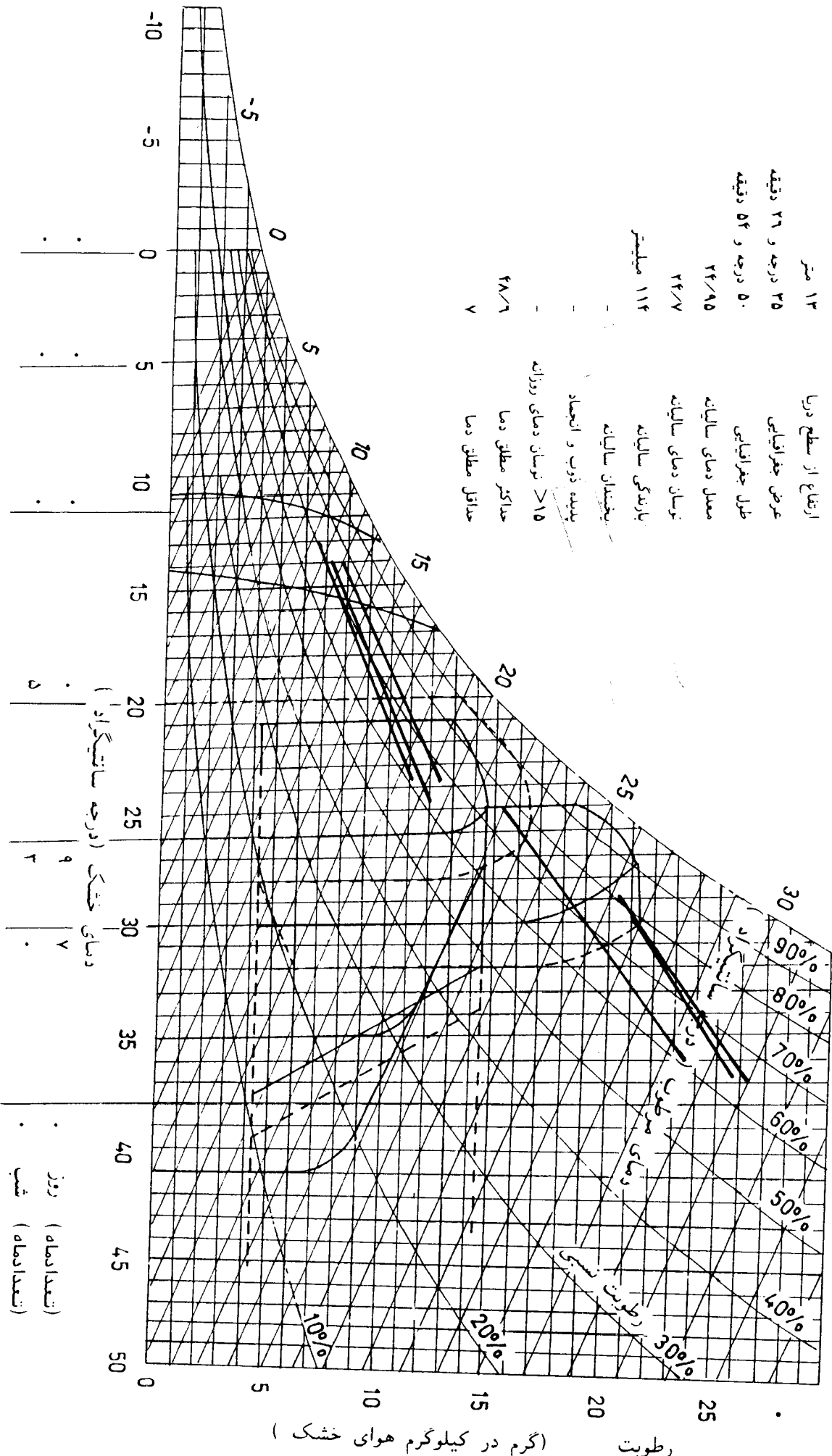


رطوبت (گرم در کیلوگرم هوای خشک)

# نمودار زیست اقلیمی ساختمانی

بندر لنگه

۱۳ متر	ارتفاع از سطح دریا
۳۵ درجه و ۲۹ دقیقه	عرض جغرافیایی
۵۰ درجه و ۵۴ دقیقه	طول جغرافیایی
۲۴/۹۵	معمول دمای سالیانه
۲۴/۷	نوسان دمای سالیانه
۱۱۴ میلیمتر	بارندگی سالیانه
-	بیشترین سالیانه
-	پدیده ذوب و انجماد
-	> ۱۵ نوسان دمای روزانه
۲۸/۶	حداکثر مطلق دما
۷	حداقل مطلق دما



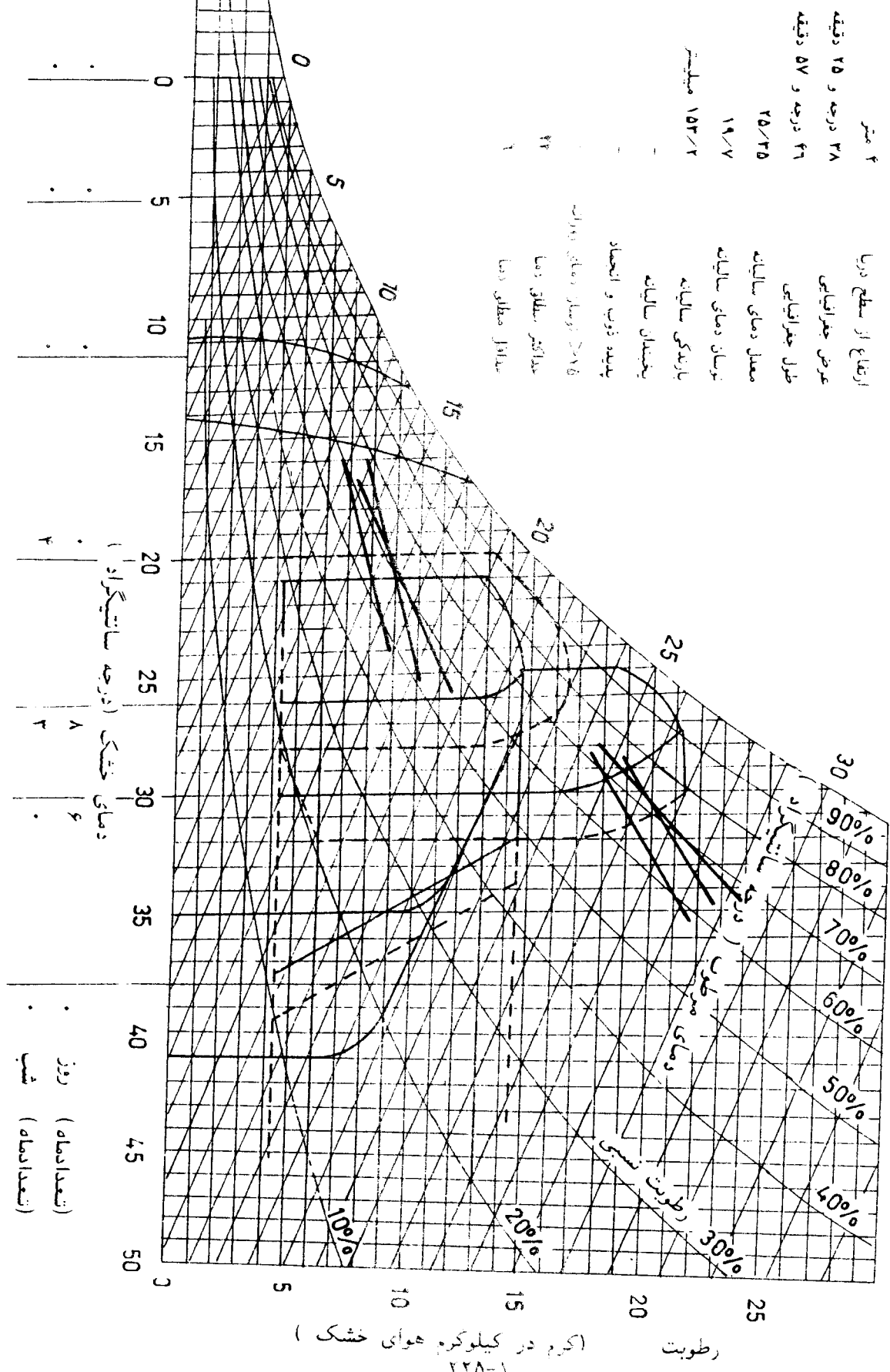
رطوبت (گرم در کیلوگرم هوای خشک)





### نمودار زیست اقلیمی ساختمان

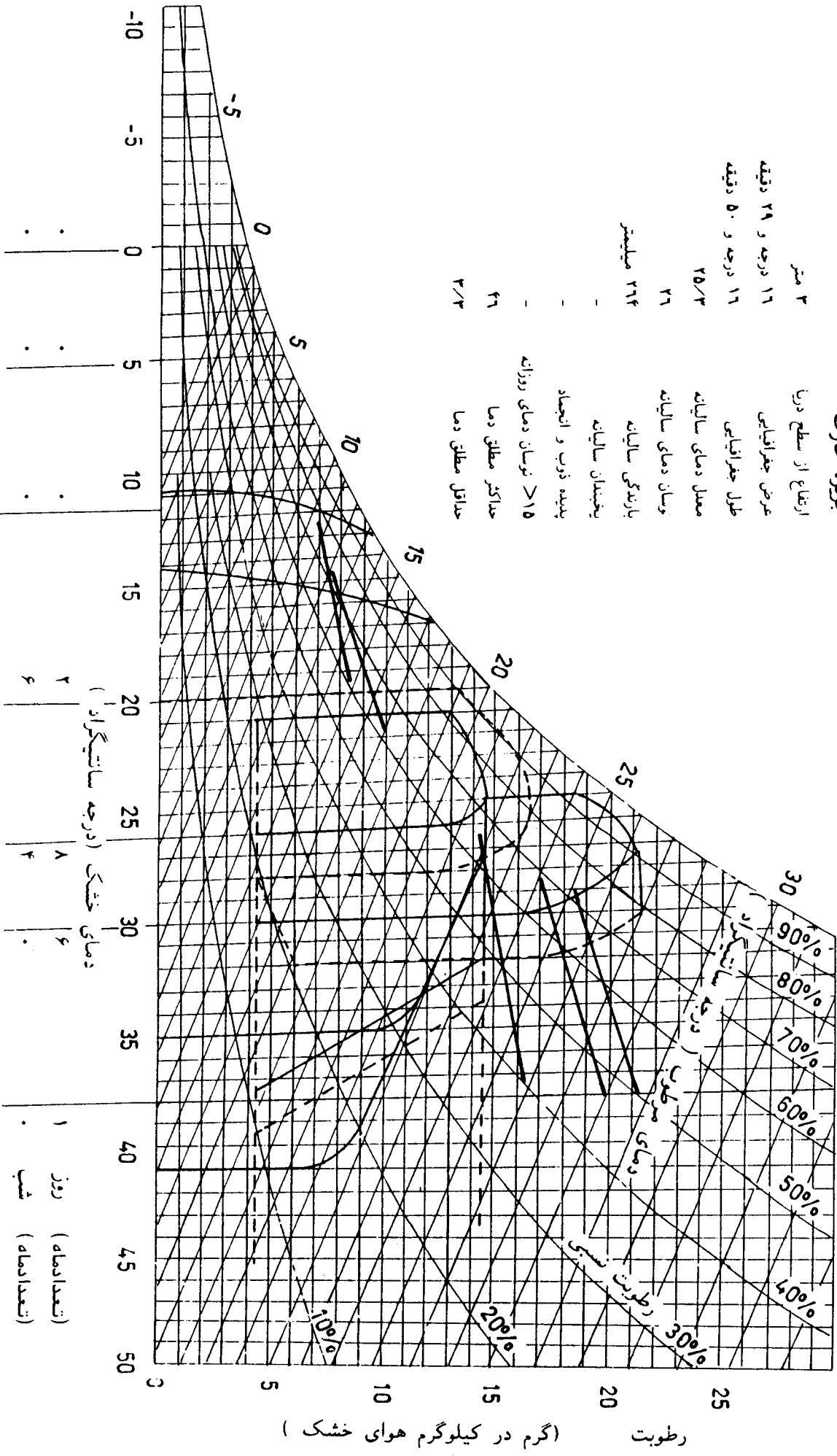
جاسک



### نمودار زیست اقلیمی ساختمان

جزیره خارک

۳ متر	ارتفاع از سطح دریا
۱۶ درجه و ۲۹ دقیقه	عرض جغرافیایی
۱۶ درجه و ۵۰ دقیقه	طول جغرافیایی
۲۵/۳	معدل دمای سالیانه
۲۱	وسان دمای سالیانه
۲۱۴ میلیمتر	بارندگی سالیانه
-	یخبندان سالیانه
-	پدیده ذوب و انجماد
-	> ۱۵ نوسان دمای روزانه
۴۱	حداکثر مطلق دما
۲/۳	حداقل مطلق دما



درجه سانتیگراد ( )  
درجه خشک (درجه سانتیگراد) ( )  
دمای خنک (درجه سانتیگراد) ( )

۲	۸	۴	۱
۶	۴	۰	۰
			روز (تعداد ماه)
			شب (تعداد ماه)

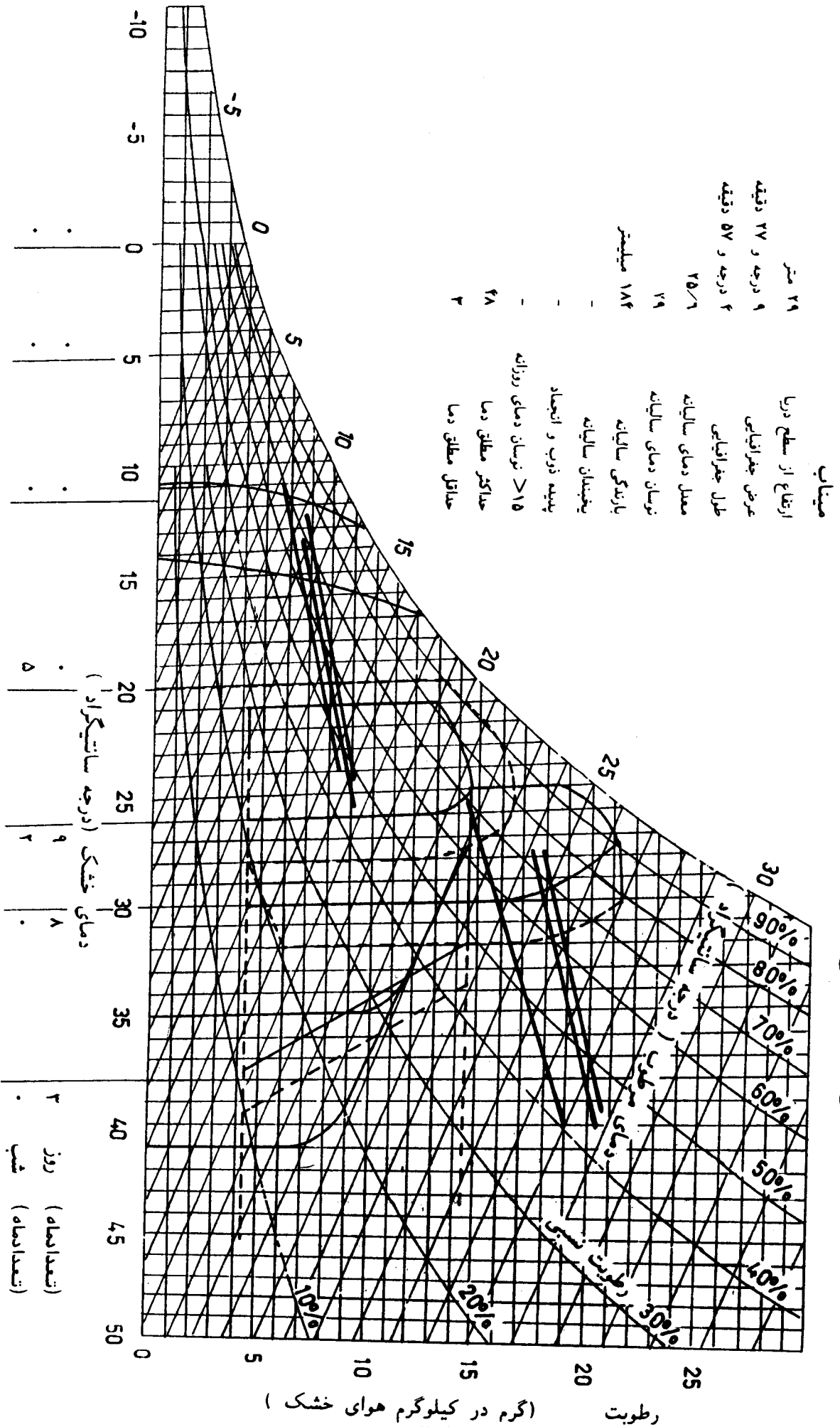
رطوبت (گرم در کیلوگرم هوای خشک)







# نمودار زیست اقلیمی ساختمانی



## ۲ - ۳ جمع بندی گروههای اقلیمی ایران

براساس مطالعات فوق ایران به ۸ گروه اقلیمی اصلی تقسیم می شود.

گروه اول شامل نقاط حاشیه دریای خزر و دشت ترکمن صحرا، دشت مغان و... می باشد. این اقلیم دارای تابستانهای نسبتاً گرم و زمستانهای نسبتاً سرد بوده و میزان رطوبت آن همواره زیاد است. از نظر آسایش انسان و کاربرد مصالح، مشکل اصلی این اقلیم رطوبت زیاد آن می باشد.

گروه دوم شامل مناطق کوهستانی با ارتفاع زیاد است که دارای زمستانهای بسیار سرد و تابستانهای مطبوع می باشد. از نظر آسایش انسان و کاربرد مصالح، این اقلیم در مواقع گرم مشکلی نداشته و مشکل عمده آن مربوط به مواقع سرد است.

گروه سوم شامل مناطق کوهپایه ای نسبتاً مرتفع است که دارای تابستانهای تاحدودی گرم و زمستانهای سرد می باشد. در این اقلیم کاربرد مصالح و تأمین آسایش انسان هم در مواقع گرم و هم در مواقع سرد با مشکلاتی همراه است.

گروه چهارم شامل مناطق کوهپایه ای کم ارتفاع تر است که دارای تابستانها و زمستانهای گرم تر از گروه سوم می باشد. در این اقلیم کاربرد مصالح و تأمین آسایش انسان هم در مواقع گرم و هم در مواقع سرد با مشکلاتی همراه است.

گروه پنجم شامل مناطق واقع در دشتهای مرکزی ایران است که دارای تابستانهای گرم و خشک و زمستانهای سرد است. در این اقلیم تأمین آسایش انسان و کاربرد مصالح از نظر گرما و سرما با مشکلاتی همراه می باشد.

گروه ششم شامل مناطقی واقع در حاشیه کویرهای مرکزی ایران می باشد که دارای تابستانهای بسیار گرم و کویری و زمستانهای نسبتاً سرد است. در این اقلیم تأمین آسایش انسان و کاربرد مصالح با مشکلات زیادی همراه می باشد.

گروه هفتم عمدتاً شامل بخشهایی از خوزستان و حوزه آبریز جازموریان است که دارای زمستانهای معتدل و تابستانهای بسیار گرم و نیمه خشک می باشد. در این اقلیم گرمای شدید تابستان از نظر تأمین آسایش انسان و کاربرد مصالح مسئله ساز است.

گروه هشتم شامل سواحل و جزایر خلیج فارس و دریای عمان می باشد که دارای زمستانهای معتدل و تابستانهای بسیار گرم و مرطوب است. در این اقلیم گرمای شدید توأم با رطوبت بالا، مشکلات فراوانی را از نظر کاربرد مصالح و تأمین آسایش انسان به همراه دارد.

تقسیم بندی اقلیمی فوق، وضعیت مناطق مختلف ایران را از نظر وجود و یا عدم وجود آسایش برای انسان و کاربرد مصالح مناسب آن شرایط مورد بررسی قرار داده است. جداره های ساختمان بر شرایط داخل بنا تأثیر داشته و می تواند آسایش انسان را تأمین و یا تضعیف نماید، بنابراین انتخاب نوع جداره و جزئیات ساخت آن باید براساس تأمین آسایش انسان در داخل بنا و پایداری قابل قبول بنا در برابر پدیده های جوی باشد. این امر لزوم تعیین خصوصیات جداره های ساختمان برای شرایط اقلیمی مختلف را نشان می دهد.

## پاورقیهای فصل دوم

- ۱ - سالنامه آماری هواشناسی، سازمان هواشناسی کشور، تهران، ۱۹۸۳-۱۹۶۴ میلادی  
پهنه بندی اقلیمی ایران، مهندس مرتضی کسمایی، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن،  
تهران، ۱۳۶۸، ضمیمه ۳

## فصل سوم

### نقش جداره های ساختمان در تامین آسایش انسان

در فصل دوم تقسیم بندی اقلیم ایران از نظر آسایش انسان و کاربرد مصالح در جداره ها، انجام شد. اما جزئیات جداره ها که به مفهوم طریق قرارگیری مصالح در کنار یکدیگر به منظور تامین آسایش انسان است ممکن است تابع تقسیم بندی فوق نباشد. به عنوان مثال در اقلیم ۲، روزهای ۶ ماه از سال شدت سرما به حدی است که باید به کمک وسایل گرماساز ساختمان را گرم کرد و ۶ ماه از سال امکان بتن ریزی به صورت معمولی وجود ندارد، همچنین ۵ ماه از سال بروز پدیده میعان حتمی است. در صورتی که در اقلیم ۳ فقط ۴ ماه از سال روزها استفاده از وسایل گرماساز اجباری است و ۵ ماه از سال بتن ریزی به صورت معمولی امکان پذیر نیست و پدیده میعان تنها در ۳ ماه از سال اتفاق می افتد. با وجود چنین تفاوت هایی، اقلیم فوق الذکر نیاز به جداره های خازن همراه با عایق حرارتی و رطوبتی دارد هرچند در اقلیم ۱ برای ۶-۱۲ ماه و در اقلیم ۲ برای ۷-۱۱ ماه از سال به چنین جداری نیاز است. این امر ضرورت بررسی عملکرد جداره در اقلیم هشتگانه مذکور را نشان می دهد.

منظور از جداره در اینجا سقف و کف و دیوارهای خارجی ساختمان است، به طوری که سقف و دیوارها حفاصل فضای داخل و خارج ساختمان بوده و کف هم از یک طرف با فضای داخلی ارتباط داشته و از طرف دیگر روی خاک قرار گرفته باشد.

#### ۳ - ۱ وضعیت جداره ها در مقابل پدیده های آب و هوایی

#### ۳ - ۱ - ۱ وضعیت جداره ها در مقابل حرارت

به طور کلی جداره های ساختمان در برابر انتقال حرارت به سه صورت عمل می کند. بعضی از جداره ها هادی حرارت بوده و مقاومت ناچیزی در برابر انتقال حرارت از خود نشان می دهد. این گروه از مصالحی ساخته می شود که قابلیت هدایت حرارتی زیادی دارد. مثلاً شیشه و فلزات خیلی سریع گرما و سرما را از خود عبور می دهد و دما در دو طرف آنها تقریباً یکسان می شود.

بعضی از جداره‌ها به صورت عایق حرارت عمل می‌نمایند به این ترتیب که مانع انتقال حرارت از یک سمت به سمت دیگر خویش می‌شود. این جداره‌ها از موادی ساخته می‌شود که دارای قابلیت هدایت حرارتی کم یا مقاومت حرارتی زیاد است. بنابراین ممکن است اختلاف دمای چشمگیری میان هوای دو طرف آنها وجود داشته باشد. مصالحی که دارای خلل و فرج و هوا در داخل خود است می‌تواند تا حدودی نقش عایق را ایفا نماید.

بعضی از جداره‌ها نقش خازن و ذخیره‌کننده حرارت را دارد یعنی حرارت دریافتی را در خود انبار کرده و با تأخیر زمانی منتقل می‌کند. بنابراین دمای هوا در دو سمت این قبیل جداره‌ها ممکن است متفاوت باشد. جداره‌های ساخته شده از مصالح ساختمانی سنگین نظیر آجر، بتن، خشت و غیره دارای چنین خاصیتی است.

خاصیت انتقال حرارت از یک سمت به سمت دیگر جدار را با کمیته بنام ضریب انتقال حرارت اندازه‌گیری می‌کنند که با علامت  $U$  مشخص شده و واحد آن وات بر مترمربع درجه سانتیگراد است. هر قدر مقدار  $U$  کمتر باشد جدار مقاومت بیشتری در مقابل انتقال حرارت از خود نشان می‌دهد به عبارت دیگر عایق‌تر است و بالعکس. به عنوان مثال دیوار آجری یکپارچه و بدون اندود با ضخامت ۱۱۴ میلیمتر دارای  $U = ۳/۴۶$  است در حالی که دیوار آجری به ضخامت ۲۲۸ میلیمتر که از دو طرف اندود شده دارای  $U = ۲/۴۴$  می‌باشد. بعضی از مصالح نظیر یونولیت، چوب پنبه، پشم شیشه، فیبر، دارای مقاومت حرارتی زیادی است و افزودن آنها به جداره می‌تواند مقاومت حرارتی جداره را به نحو چشمگیری افزایش دهد. به عنوان مثال دیوار آجری با اندود و با یک ورقه عایق حرارتی از جنس چوب پنبه به ضخامت ۲۵ میلیمتر دارای  $U = ۰/۵۸$  است. به طور کلی در ساختمانها، جداره‌های با ضریب انتقال حرارت یک یا کمتر از یک عایق حرارتی محسوب می‌شود. در حالیکه هادی‌ترین جداره‌ها، از ورقه‌های آهنی موجدار با  $U = ۸/۵۲$ ، یا ورقه‌های آزیست و سیمان موجدار با  $U = ۷/۹۵$  تشکیل شده است. شیشه یک لای پنجره رو به شمال نیز دارای  $U = ۵/۶۷$  است (۱). انتخاب مقدار  $U$  برای یک جداره، بستگی به محل قرارگیری آن در بنا و اقلیم منطقه دارد.

در جداره‌های مختلف انتقال حرارت از یک سمت به سمت دیگر با سرعت‌های متفاوتی صورت می‌گیرد که زمان تأخیر نامیده شده و واحد آن ساعت می‌باشد. هر قدر انتقال حرارت از یک سمت به سمت دیگر جداره کندتر صورت گیرد، نشان دهنده زمان تأخیر بیشتر برای جداره است. چنین جداره‌هایی دارای قابلیت هدایت حرارتی کم یا مقاومت حرارتی زیاد و قابلیت جذب گرمای



زیاد است . قابلیت جذب گرما بستگی به وزن مخصوص و گرمای ویژه جسم دارد . هر قدر وزن مخصوص و گرمای ویژه بیشتر باشد ، خاصیت جذب گرما بیشتر خواهد بود (۲). در مصالحی با قابلیت هدایت زیاد نظیر فلزات، گرما به سرعت از یک سمت به سمت دیگر منتقل می شود در حالی که مصالح با گرمای ویژه بالا نظیر آجر دارای سرعت انتقال کندتری است زیرا بیشتر حرارت دریافت شده در وهله اول صرف گرم کردن خود مصالح خواهد شد. در چنین وضعیتی افت حرارتی نیز پیش می آید بدین معنی که کل حرارت دریافتی به سمت مقابل منتقل نمی شود، چرا که با حذف منبع حرارت هنوز هم دمای مصالح بیشتر از دمای طرفین جدار بوده، قسمتی از حرارت دریافتی مجدداً به محیط پس داده می شود. به عنوان مثال دیوار چوبی با یک لایه ۵ سانتیمتری هوا در وسط و اندود داخلی کاهگل و سفید کاری، مجموعاً به ضخامت ۱۴ سانتیمتر دارای  $U=1$  و زمان تأخیر ۳ ساعت، دیواری از جنس بلوک سیمانی توخالی با اندود پلاستر سیمانی در دو طرف و تقریباً به ضخامت ۵۰ سانتیمتر و با همان میزان  $U$  دارای ۷ ساعت زمان تأخیر، و دیوار آجری با اندود داخلی کچ و خاک و ۲/۵ سانتیمتر لایه هوا در وسط، مجموعاً به ضخامت ۵۰ سانتیمتر، با همان میزان  $U$  دارای زمان تأخیر ۱۵ ساعت است (۳). چنانچه ملاحظه می شود جداره های مختلف می تواند زمانهای تأخیر متفاوتی داشته باشد که انتخاب آن به شرایط آب و هوایی و جهت استقرار جدار بستگی دارد. به عنوان مثال در شرایط گرم جداره های رو به شرق چنانچه دارای زمان تأخیر کم حدود ۴-۵ ساعت باشد، انتقال حرارت در اوج گرمای بعد از ظهر صورت می گیرد، درحالی که چنین جداره ای با زمان تأخیر زیاد حدود ۸-۱۴ ساعت، گرما را تقریباً بعد از غروب آفتاب که هوای بیرون خنک شده است به داخل هدایت می کند. جداره های ساختمانی سبک نظیر جداره های چوبی یا متخلخل دارای زمان تأخیر کم حدود صفر تا ۵ ساعت و جداره های سنگین نظیر خاک، آجر، بتن، خشت، دارای زمان تأخیر زیاد حدود ۶ تا ۱۴ ساعت و یا بیشتر هستند.

### ۳ - ۱ - ۲ وضعیت جداره ها در مقابل رطوبت

رطوبت از سه طریق بر ساختمان تأثیر می گذارد: اول ریزشهای جوی، دوم بخار آب موجود در هوا، سوم رطوبت موجود در خاک. ریزشهای جوی از یک طرف باعث شستشو و فرسایش سطوح خارجی بنا شده و از طرف دیگر به داخل جداره ها نفوذ می کند. تأثیر این عوامل بر سطوح خارجی سقفها بیشتر است اما چنانچه

باران با باد همراه باشد، سطوح خارجی دیوارها نیز تحت تأثیر قرار می‌گیرد. کاهش مشکلات فوق از طریق انتخاب مصالح غیر حلال و نفوذ ناپذیر در برابر آب باران و ایجاد شرایط تخلیه سریع بارشهای جوی، امکان پذیر است.

بخار آب موجود در هوا دارای فشار است. اگر فشار بخار آب در دو سمت جداره یکسان باشد مشکلی به وجود نمی‌آید، در غیر این صورت رطوبت از سمت فشار زیاد به درون جداره نفوذ نموده، باعث افزایش هدایت حرارتی جدار از یک طرف و فرسودگی ناشی از خیسی مصالح از طرف دیگر می‌شود. برای حل این مشکل باید از عایق رطوبتی در جداره‌ها استفاده کرد. بروز شرجه به معنی افزایش فشار بخار آب محیط خارج و بروز میعان ناشی از افزایش فشار بخار آب در داخل بنا است. بنابراین در شرایط بروز شرجه، قسمت خارجی جدار، و در شرایط بروز میعان، قسمت داخلی جدار باید دارای پوشش مقاوم رطوبت باشد.

انتقال رطوبت خاک به بنا از طریق پی و کف صورت می‌گیرد و به سطح آبهای زیرزمینی بستگی دارد. برای جلوگیری از بروز این مشکل باید از عایق رطوبتی در حد فاصل خاک و کف ساختمان استفاده کرد.

نفوذ رطوبت یا آب به درون مصالح همراه با افت دما تا نقطه انجماد، موجب بروز یخبندان در جدار و فرسایش آن می‌شود. در این شرایط استفاده از عایق حرارتی برای جلوگیری از افت دمای جدار و یا عایق رطوبتی برای ممانعت از نفوذ آب یا بخار آب به داخل جدار مفید است. رنگهای روغنی، پلی اتیلن، ورق آلومینیوم، اندود قیر از جمله مصالح مقاوم در برابر رطوبت است (۴).

### ۳ - ۱ - ۳ وضعیت جداره‌ها در مقابل تابش

جذب انرژی خورشیدی توسط سطح خارجی ساختمان موجب افزایش دمای جدار نسبت به دمای محیط می‌شود که آن را دمای خورشید و محیط می‌نامند. این افزایش بستگی به رنگ و جنس جدار، شدت تابش خورشید، اثر خنک‌کنندگی جریان هوای پیرامون ساختمان و کاهش حرارتی ناشی از تابش ساختمان به محیط خنک اطراف دارد.

از میان عوامل فوق رنگ و جنس نمای ساختمان به راحتی قابل تغییر است. سطوح تیره دارای خاصیت جذب‌کنندگی زیاد و سطوح سفید دارای خاصیت انعکاسی زیاد می‌باشد. در سطوح فلزی براق تابش موجب بالا رفتن درجه حرارت سطح می‌شود زیرا اگر چه سطوح سفید و براق هر دو به

یک اندازه تابش آفتاب را منعکس یا جذب می کند، سطح سفید رنگ، بیشتر حرارت جذب شده را دوباره به خارج می تاباند در صورتی که در مورد سطح فلزی براق این چنین نیست و بنابراین به درجه حرارت بالاتری خواهد رسید (۵). نماهای ساختمان برحسب نرمی و زبری، دارای لایه هوای ساکنی در مجاورت سطح خویش می باشند که این لایه در مقابل انتقال حرارت از سطح نما به اطراف مقاومت می کند. هرچه سطح نما زبرتر باشد، این لایه ضخیم تر بوده و مقاومت بیشتری در مقابل خروج حرارت از خود نشان می دهد. بنابراین نماهای زبر و خشن در برابر آفتاب، نسبت به نماها نرم و صاف، گرم تر می شوند.

شدت تابش خورشید بستگی به زاویه برخورد اشعه با سطح مورد نظر دارد. بنابراین غیر از مناطق قطبی، در سایر نقاط سطوح افقی بیشترین میزان انرژی را از خورشید دریافت می کند. دیوارها برحسب آن که رو به کدام جهت باشد میزان و زمان دریافت متفاوتی خواهد داشت. در عرض های میانی نیمکره شمالی دیوارهای رو به جنوب بیشترین میزان تابش را حوالی ظهر زمستان دریافت می کند در حالی که دیوارهای رو به شرق، صبح ها و دیوارهای رو به غرب، عصرها بیشترین میزان اشعه تابشی را دریافت می کند. دیوارهای رو به شمال تقریباً از دریافت انرژی خورشید محروم است.

### ۳ - ۱ - ۴ وضعیت جداره ها در مقابل باد

باد به دو طریق شرایط داخلی بنا را تحت تأثیر قرار می دهد: اول نفوذ به داخل، دوم افزایش تبادل حرارتی با خارج. نفوذ باد به داخل ساختمان از طریق بازشوها و منافذ صورت می گیرد، این امر تابع زاویه برخورد باد با سطوح مزبور است. هر قدر جهت وزش باد نسبت به سطح به زاویه قائم نزدیکتر باشد، نفوذ باد شدیدتر است. جهت و ابعاد بازشوها نیز در این زمینه مؤثر است. افزایش تبادل حرارتی ساختمان با محیط خارج به سرعت وزش باد و دمای هوا بستگی دارد. بنابراین برای تأمین شرایط آسایش انسان در داخل بنا باید به محل استقرار، جهت و فرم ساختمان و شکل و ابعاد بازشوها در مقابل باد، در زمان طراحی بنا توجه کرد.

### ۳ - ۲ وضعیت جداره ها در شرایط مختلف اقلیمی

محدوده آسایش حرارتی برای انسان از ۲۰ تا ۲۶ درجه سانتیگراد است و حداقل از ۱۸ درجه در مناطق سردسیر تا حداکثر ۲۸ درجه در مناطق گرمسیر قابل گسترش است. دمای هوای خارج

به ندرت در داخل این محدوده قرار می‌گیرد، بنابراین تأمین و حفظ دمای آسایش در داخل ساختمان منوط به استفاده از جداره‌های خارجی مناسب و یا بهره‌گیری از وسایل گرماساز و سرماساز است. مشکل تأمین انرژی‌های فسیلی و هزینه‌های تحمیلی این گونه سیستم‌ها، اهمیت جداره‌ها در تأمین شرایط آسایش را روشن می‌سازد. هر قدر دما و رطوبت هوای خارج نسبت به منطقه آسایش اختلاف بیشتری داشته باشد، نقش جداره حساس‌تر می‌شود. بنابراین انتخاب مصالح و جزئیات اجرایی باید با دقت بیشتری صورت گیرد (۶).

### ۳ - ۲ - ۱ شرایط مرطوب

در صورتی که نوسان روزانه دما کمتر از ۱۰ درجه سانتیگراد باشد، نشان دهنده بالا بودن رطوبت هوا است. در چنین وضعیتی استفاده از جداره‌های خازن به منظور بهره‌گیری از خاصیت تأخیر حرارتی ضرورت ندارد، ولی از نظر ممانعت از انتقال سرما و گرما به داخل در شبهای زمستان و روزهای تابستان می‌تواند مفید باشد. در صورت استفاده از جدار سبک، باید از عایق حرارتی در قسمت داخلی جدار استفاده شود.

در این شرایط به دلیل بالا بودن فشار بخار آب در تابستان، بخار از سطح بیرونی جدار به داخل حرکت می‌کند و در آنجا تبدیل به قطرات آب می‌شود. در فصل تابستان جهت حرکت بخار آب از خارج به داخل و در فصل زمستان مانند مناطق سرد از داخل به خارج است. لذا استفاده از پوشش‌های مقاوم رطوبت در هر دو سمت جداره و یا ایجاد امکان تهویه و کوران مستمر ضروریست. در این شرایط به دلیل تابش کم خورشید، استفاده از رنگهای تیره در سطوح خارجی بنا بدون اشکال است.

### ۳ - ۲ - ۲ شرایط سرد

در شرایطی که دمای هوا پائین‌تر از منطقه آسایش باشد، جداره باید مانع ورود سرما به داخل شده و از پرت حرارتی ساختمان جلوگیری بعمل آورد. هرچه سرما شدیدتر باشد، دمای جداره کاهش یافته و نسبت به دمای تنظیم شده داخل، تفاوت بیشتری می‌یابد. چنانچه این اختلاف بیشتر از ۳- درجه باشد، تأمین آسایش مقدور نیست. برای مقابله با این مشکل پوسته ساختمان باید خازن بوده تا موجب پایداری شرایط حرارتی شود. عایق حرارتی در قسمت بیرونی جدار، مانع انتقال گرمای ذخیره شده به خارج خواهد شد.

طبق تحقیقات انجام شده چنانچه معدل دمای سردترین ماه محلی کمتر از صفر درجه سانتیگراد باشد، جداره علاوه بر خازن بودن باید از مصالح و با ضخامتی ساخته شود که تبادل حرارتی هوا به هوای آن (U) کمتر از  $1/2$  وات بر مترمربع درجه سانتیگراد باشد. با کاهش دمای هوا، میزان U نیز باید کاهش یابد. در شرایطی که هدف تأمین احتیاجات حرارتی سالانه ساختمان از طریق منابع معمولی داخلی نظیر چراغهای برق، افراد، پخت و پز و غیره باشد، جداره هایی با  $U < 0.24$  مورد نیاز است. در صورت قرارگیری کف ساختمان روی زمین، کفیسست عایق حرارتی به صورت عمودی در قسمت بیرونی کرسی چینی تعبیه شود تا از ورود سرما به پی و کف جلوگیری به عمل آورد. همان گونه که در مبحث میعان صفحه ۱۳ و ۱۴ گفته شد، بخار آب موجود در هوا بر روی جداره هایی که دمای کمتر از نقطه شبنم هوای داخلی دارند، تبدیل به قطرات آب شده و به درون آن نفوذ می کند. جلوگیری از این امر مستلزم استفاده از مصالح نفوذ ناپذیر در مقابل رطوبت در سطح داخلی جدار است.

در این گونه مناطق سطح خارجی بنا باید از مصالح یا سطح خارجی خشن و رنگ تیره ساخته شود تا بیشترین میزان انرژی حرارتی را از خورشید جذب کند.

### ۳ - ۲ - ۳ شرایط گرم

در شرایطی که در بخش اعظم سال، دمای محیط بالای منطقه آسایش و نوسان روزانه دما زیاد باشد (بیش از ۱۰ درجه)، جداره ها باید مانع ورود گرما به داخل شده و از پرت بروود ایجاد شده به خارج ساختمان جلوگیری به عمل آورد. هرچه گرما شدیدتر باشد نقش جداره حساس تر می شود زیرا در چنین شرایطی، علیرغم تنظیم دمای داخل، دمای جداره ها تحت تأثیر دمای خارج گرم تر از داخل می شود و چنانچه اختلاف دمای هوای داخل و سطح درونی جداره بیشتر از  $+3$  درجه باشد، موجب عدم احساس آسایش می شود. برای مقابله با این مشکل، جداره باید خازن باشد تا باعث پایداری شرایط حرارتی گردد. با توجه به اینکه جداره خازن مقدار قابل توجهی از گرمای ذخیره شده در خود را با تأخیر زمانی به داخل ساختمان منتقل می کند، در مواقع گرم این گونه جداره ها باید حتی المقدور در سایه باشد. در صورتی که نوسان دمای روزانه در چنین شرایطی بیش از ۱۵ درجه سانتیگراد باشد، جداره ها باید علاوه بر خازن بودن دارای  $U < 1/2$  برای دیوارها و  $U < 0.8$  برای سقف ها باشد.

در این شرایط به دلیل بالا بودن میزان تابش، سطوح خارجی ساختمان باید تا حد امکان دارای بافت نرم و روشن بوده و درمواقع گرم حتی المقدور در سایه قرار داده شود.

### ۳ - ۲ - ۴ شرایط گرم و مرطوب

در وضعیتی که علاوه بر بالا بودن دما رطوبت نیز زیاد باشد (که به تبع آن نوسان دمای روزانه زیاد نیست)، استفاده از جداره‌های خازن نمی‌تواند مفید باشد. در این حالت استفاده از جداره‌های سبک با تأمین  $U < 1/1$  برای سقف‌ها و  $U < 2$  برای دیوارها ضروریست. به دلیل بالا بودن فشار بخار آب همراه با دمای زیاد، رطوبت معمولاً از سطح خارجی جداره به داخل آن نفوذ می‌کند. بنابراین استفاده از عایق رطوبتی در این قسمت‌ها و یا تأمین تهویه و کوران مستمر ضروریست.

### ۳ - ۲ - ۵ شرایط تا حدودی سرد، تا حدودی گرم

در شرایطی که دمای هوا در طول شبانه روز حوالی منطقه آسایش باشد، یعنی ساعاتی از روز در داخل منطقه آسایش، حوالی ظهر بالای خط آسایش، و شبها زیر منطقه آسایش واقع شود، و در شرایطی که نوسان روزانه دما زیاد، یعنی بیش از ۱۰ درجه سانتیگراد باشد، می‌توان از خاصیت تأخیر حرارتی مصالح جدار خارجی ساختمان استفاده کرد، زیرا بالا و پائین رفتن دما به این میزان در زمان محدود موجب ایجاد ناراحتی از نظر گرمایی خواهد شد. سقف و دیوار در این شرایط باید دارای خاصیتی باشند که نوسان روزانه زیاد را تعدیل کند. دیوارها و سقف‌های با گنجایش حرارتی زیاد، می‌تواند این نوسان را کاهش دهند به طوری که تغییرات دما در داخل ساختمان تنها ۱۵-۲۰٪ نوسان دمای خارج باشد. این کاهش نوسان دمای داخل می‌تواند با تأخیر زمانی نیز همراه باشد، که باید بعد از سرد شدن هوای خارج، داخل ساختمان شود. زمان تأخیر از ۸ تا ۱۴ ساعت قابل قبول است. زمان تأخیر بیشتر یعنی ۲۰ تا ۳۰ ساعت دیگر مفید نخواهد بود زیرا با دوره گرمای روز بعد توأم خواهد شد.

در چنین شرایطی استفاده از زیرزمین چنانچه عمق آبهای زیرزمینی بالا نباشد، مفید است زیرا می‌توان از خاصیت جرم حرارتی زمین که موجب تعدیل نوسانات حرارتی روزانه و سالانه می‌شود، استفاده کرد. در صورت احداث زیرزمین در زیر ساختمان، کف و دیوارهای آن نیاز به عایق رطوبتی دارند. جداره‌های خارجی طبقات فوقانی در صورتی که در بخشی از سال پدیده میعان رخ دهد،

احتیاج به پوشش مقاوم رطوبت در سطح داخلی دارد. برای پوشش سقف‌ها باید از رنگهای روشن که دارای ضریب جذب کمتر از ۰/۴ باشد، استفاده شود. برای دیوارها می‌توان از رنگ تیره استفاده کرد تا در مواقع سرد گرمای بیشتری جذب کند مشروط بر این که درمواقع گرم در سایه باشد.

۳ - ۳ تیپ بندی جداره ها از نظر شرایط آب و هوایی ایران از آنچه گفته شد می‌توان نتیجه گرفت که ۵ تیپ جداره مختلف می‌تواند برای شرایط اقلیمی ایران کاربرد داشته باشد که به ترتیب زیر است :

### ۳ - ۳ - ۱ جداره تیپ ۱ (مناسب گروه اقلیمی ۱)

مناطق واقع در اقلیم ۱ که دارای معدل حداقل دمای سردترین ماه بین صفر و ۵ درجه و معدل حداکثر دمای گرم‌ترین ماه بین ۲۸ تا ۳۲ درجه هستند، یک تا دو ماه از سال دمای بالاتر از ۳۰ درجه دارند. غیر از ایستگاههای واقع درکنار دریا، بقیه ۲ تا ۱۲ ماه از سال دارای نوسان دمای روزانه بیش از ۱۰ درجه بوده و فاقد نوسان بیش از ۱۵ درجه می‌باشند. در این مناطق تا ۴ ماه از سال احتمال وقوع میعان وجود دارد و پدیده شرجی در بیش از ۳ ماه رخ می‌دهد. یخبندان به ندرت (کمتر از یک ماه) اتفاق می‌افتد. با توجه به این توضیحات مشکل این مناطق سرما و گرمای نسبی و بروز پدیده شرجی می‌باشد. در این شرایط جداره‌ها می‌توانند دارای ظرفیت حرارتی زیاد (خازن یا سنگین) و یا ظرفیت حرارتی کم (سبک) همراه با عایق حرارتی برای سقف باشد با این شرط که برقراری جریان هوا در داخل ساختمان در مواقع گرم از طریق بازشوها فراهم شده و در مواقع سرد از نفوذ بادهای مزاحم به داخل جلوگیری به عمل آید. در صورت سبک بودن جداره‌ها، سقف با  $U=0/85$  و دیوارها با  $U=0/95$  و در صورت سنگین یا خازن بودن، سقف با  $U=1/22$ ، دیوار غربی  $U=1/2$  و سایر دیوارها  $U=1/28$  مناسب تر است. تأمین سایه در مواقع گرم برای دیوارهای شرقی، غربی و جنوبی ضروری است که در این شرایط استفاده از رنگ تیره برای دیوارهای مزبور بلامانع است. دو سمت جداره‌ها باید بوسیله پوشش‌های مقاوم رطوبت محافظت شده و یا امکان تهویه و کوران مستمر در مجاورت آنها فراهم باشد. به دلیل بارندگی زیاد در این مناطق، بام باید شیبدار بوده و نماهای رو به باد با استفاده از مصالح نفوذ ناپذیر و یا به طرق دیگر محافظت شود .

خلاصه جزئیات جداره ها در تیپ ۱ (مناسب گروه اقلیمی ۱)

تیپ ۱	ظرفیت حرارتی جدار	ضریب انتقال حرارت فاکتور U	سرعت انتقال حرارت زمان تأخیر	محل عایق (۱)				سطح خارجی جدار	
				حرارتی		رطوبتی		رنگ	بافت
				داخلی (۲)	خارجی	داخلی (۳)	خارجی		
واحد		W/m2 c	ساعت						
بام (۴)	کم	۰/۸۵	۰-۴	**		-	**	آزاد (۵)	آزاد
	زیاد	۱/۲۲	۸-۱۴	-				آزاد	هموار (۶)
دیوار شمالی	کم	۰/۹۵	۰-۵	*			-	آزاد	آزاد
	زیاد	۱/۲۸	۸-۱۴	-				آزاد	آزاد
دیوار جنوبی	کم	۰/۹۵	۰-۵	*			-	آزاد	آزاد
	زیاد	۱/۲۸	۸-۱۴	-				آزاد	آزاد
دیوار شرقی	کم	۰/۹۵	۰-۵	*			-	آزاد	آزاد
	زیاد	۱/۲۸	۱۰-۱۶	-				آزاد	آزاد
دیوار غربی	کم	۰/۹۵	۰-۵	*			*	آزاد	هموار
	زیاد	۱/۲	۶-۱۴	-				آزاد	هموار
کف	زیاد			-			**		

(۱) پیش بینی عایق در سمت داخل یا خارج جداره ضروری است \*\*

\* توصیه می شود

- موردی ندارد

(۲) در این اقلیم "سیستم جداره های سرد" یا پیش بینی عایق حرارتی در سمت داخل توصیه می شود.

(۳) جداره ها از سمت داخل با مصالح مقاوم رطوبت برای مقابله با میعان پوشش شود.

(۴) بام با شیب کم و یا متوسط توصیه می شود.

(۵) رنگ (تیره ، روشن ، ...) و بافت سطوح خارجی محدودیت اقلیمی ندارد.

(۶) سطوح صاف ، متراکم و مقاوم نفوذ حرارت توصیه می شود.

(۷) ایجاد سایه در مواقع گرم روی جداره ها توصیه می شود.



### ۳ - ۳ - ۲ - ۲ ( مناسب گروه اقلیمی ۳ و ۲ )

کلیه نقاط واقع در اقلیم ۲ و ۳ دارای معدل حداقل دمای سردترین ماه سال کمتر از ۵- درجه سانتیگراد و معدل حداکثر دمای گرمترین ماه سال ۲۴-۲۵ درجه است. این مناطق معمولاً دارای کمتر از ۳ ماه با معدل حداکثر حدود ۳۰ درجه می باشد. تقریباً در تمام طول سال بیشتر (از ۱۰ ماه از سال) دارای نوسان دمای روزانه بیش از ۱۰ درجه است که گاه به بالاتر از ۱۵ درجه نیز می رسد. در این مناطق ۳-۵ ماه از سال شبها حتماً میعان اتفاق می افتد. در ۷-۵ ماه شبها و تا ۴ ماه روزها احتمال وقوع میعان وجود دارد. در این مناطق شرجی رخ نمی دهد. ۵/۳ تا ۵/۵ ماه از سال یخبندان وجود دارد.

باتوجه به این توضیحات مشکل اصلی این گونه مناطق سرمای شدید و طولانی و یخبندانهای متوالی است که بروز میعان در جداره ها را نیز موجب می شود.

در چنین شرایطی جداره های خارجی باید دارای عایق حرارتی در سطح بیرونی باشد تا از اتلاف حرارت ساختمان جلوگیری شود، در عین حال داشتن ظرفیت حرارتی زیاد (خازن) می تواند نقش مهمی در حفظ گرمای تولید شده در داخل بنا ایفا نماید. این جداره ها باید از مصالح و با ضخامتی ساخته شود که دیوارها دارای  $U=0/85$  و سقف دارای  $U=0/9-1/02$  باشد. سطوح خارجی جداره ها باید با رنگهای تیره و بافت صاف و صیقلی پوشیده شود. همچنین از وزش باد درمواقع سرد به بنا جلوگیری به عمل آمده و درها و پنجره ها درزبندی شود. سطوح داخلی جداره ها باید بامصالح مقاوم در برابر نفوذ رطوبت پوشش شود. سطوح خارجی کرسی چینی باید دارای عایق رطوبتی قائم بوده و حداقل تا ارتفاع متعارف برف منطقه با مصالح نفوذ ناپذیر در مقابل رطوبت ساخته شود. به طور کلی بهتر است که سطوح خارجی دیوارها و سقف ها از مصالح مقاوم در برابر آب پوشیده شود تا احتمال آسیب دیدگی مصالح در اثر یخبندان کاهش یابد.

خلاصه جزئیات جداره ها در تیپ ۲ (مناسب گروه اقلیمی ۳و۲)

تیپ ۲	ظرفیت حرارتی جدار	ضریب انتقال حرارت فاکتور U	سرعت (۱) انتقال حرارت زمان تاخیر ساعت	محل عایق (۲)				رنگ	بافت
				حرارتی		رطوبتی			
				داخلی (۳)	خارجی	داخلی (۴)	خارجی (۵)		
واحد		W/m <sup>2</sup> c							
بام (۶)	زیاد	۰/۹-۱/۰۲	-	**	**	**	تیره	هموار (۷)	
دیوار شمالی	زیاد	۰/۸۵-۰/۸۹	-	*		-	تیره	هموار	
دیوار جنوبی	زیاد	۰/۸۵-۰/۸۹	-	*		-	تیره	هموار	
دیوار شرقی	زیاد	۰/۸۵-۰/۸۹	-	*		-	تیره	هموار	
دیوار غربی	زیاد	۰/۸۵-۰/۸۹	-	*		-	تیره	هموار	
کف	زیاد	-	-	-	**	-	-	-	

- (۱) در این اقلیم تا حد امکان باید مانع تبادل حرارتی جداره ها شد.  
 (۲) پیش بینی عایق در سمت داخل یا خارج جداره ضروری است \*\*  
 \* توصیه می شود  
 - موردی ندارد  
 (۳) در این اقلیم " سیستم جداره های گرم " یا پیش بینی عایق حرارتی در سمت خارج توصیه می شود.  
 (۴) توصیه می شود جداره ها از سمت داخل با مصالح مقاوم رطوبت برای مقابله با میعان پوشش شود.  
 (۵) عایق رطوبتی در سطوح خارجی جداره ها تا ارتفاع بیشترین برف ضروری است.  
 (۶) بام با شیب زیاد توصیه می شود.  
 (۷) سطوح صاف ، متراکم و مقاوم نفوذ حرارت توصیه می شود.

### ۳ - ۳ - ۳ جداره تیپ ۳ (مناسب گروه اقلیمی ۶ و ۷)

مناطق واقع در اقلیم ۶ و ۷ که دارای معدل حداقل سردترین ماه بین صفر تا ۱۰ درجه و معدل حداکثر دمای گرم‌ترین ماه بین ۳۸ تا ۴۶ هستند، ۵ تا ۷ ماه دمای بالاتر از ۳۰ درجه دارند. نوسان دمای روزانه همیشه بیشتر از ۱۰ درجه و در ۶ تا ۱۲ ماه از سال بیش از ۱۵ درجه می‌باشد. در این مناطق تا ۴ ماه از سال شبها احتمال بروز میعان وجود دارد. شرحی اتفاق نمی‌افتد. یخبندان به ندرت (کمتر از یک ماه) رخ می‌دهد.

با توجه به این توضیحات مشکل این مناطق گرمای شدید و نوسان روزانه بالاست.

در چنین شرایطی جداره‌ها باید علاوه بر ظرفیت حرارتی زیاد (خازن)، از مصالح و با ضخامتی ساخته شود که سقف دارای  $U=0/8$ ، دیوار شمالی  $U=0/8$ ، دیوار جنوبی  $U=1/6$  و دیوارهای شرقی و غربی  $U=0/9$  باشد. بطور کلی رنگ روشن و بافت ناهموار برای کلیه سطوح خارجی و تامین سایه برای دیوارهای شرقی، غربی و جنوبی توصیه می‌شود.

خلاصه جزئیات جداره ها در تیپ ۳ (مناسب گروه اقلیمی ۶ و ۷)

تیپ ۳	ظرفیت حرارتی جدار	ضریب انتقال حرارت فاکتور U	سرعت انتقال حرارت زمان تاخیر	محل عایق (۱)				سطح خارجی جدار	
				حرارتی		رطوبتی		رنگ	بافت
				داخلی	خارجی	داخلی	خارجی		
واحد		W/m <sup>2</sup> c	ساعت						
بام	زیاد	۰/۸	۸-۱۴	*		**	روشن	ناهموار (۴)	
دیوار شمالی	زیاد (۳)	۰/۸	۸-۱۴	-	-	-	روشن	ناهموار	
دیوار جنوبی	زیاد (۳)	۱/۶	۸-۱۴	-	-	-	روشن	ناهموار	
دیوار شرقی	زیاد (۳)	۰/۹	۱۰-۱۶	-	-	-	روشن	ناهموار	
دیوار غربی	زیاد (۳)	۰/۹	۶-۱۴	-	-	-	روشن	ناهموار	
کف	زیاد	-	-	-	*		-	-	

(۱) پیش بینی عایق در سمت داخل یا خارج جداره ضروری است. \*\*

\* توصیه می شود

- موردی ندارد

(۲) در صورت استفاده از سیستم های حرارتی و برودتی مکانیکی فعال، جداره های با ظرفیت حرارتی کم همراه با عایق حرارتی در سمت خارج توصیه می شود.

(۳) ایجاد سایه در مواقع گرم روی جداره ها توصیه می شود.

(۴) سطوح زیر، متخلخل و سایه دار توصیه می شود.

### ۳-۳-۴ - ۴ جداره تیپ ۴ (مناسب گروه اقلیمی ۸)

مناطق واقع در اقلیم ۸ که دارای معدل حداقل دمای سردترین ماه بیش از ۱۰ درجه و معدل حداکثر دمای گرم‌ترین ماه بین ۳۵ تا ۳۸ درجه است ۶ تا ۸ ماه از سال دمای بالاتر از ۳۰ درجه دارد. نوسان دمای روزانه غالباً "کمتر از ۱۰ درجه است (غیر از ۲ تا ۳ ماه از سال). میعان و یخبندان اتفاق نمی‌افتد اما در نیمی از سال شرجی رخ می‌دهد.

با توجه به این توضیحات مشکل این مناطق گرمای شدید و بروز پدیده شرجی است. در این شرایط جداره‌ها می‌تواند دارای ظرفیت حرارتی کم (سبک) همراه با عایق حرارتی برای سقف باشد و از مصالح و با ضخامتی ساخته شود که دیوارها دارای  $U=1/65$  و سقف‌ها دارای  $U=1/1$  بوده و از رنگ روشن با بافت ناهموار و خشن پوشیده شود. دیوارهای خارجی باید درمواقع گرم در سایه قرار داشته و برای بهبود شرایط داخلی بنا جریان هوا را از خود عبور دهد. استفاده از پوشش‌های مقاوم رطوبت در سطح خارجی نما و یا ایجاد امکان تهویه و کوران دائمی هوا در داخل و خارج ساختمان ضروری است.

خلاصه جزئیات جداره ها در تیپ ۴ (مناسب گروه اقلیمی ۸)

تیپ ۴	ظرفیت حرارتی جدار (۳)	ضریب انتقال حرارت فاکتور U	سرعت انتقال حرارت زمان تاخیر ساعت	محل عایق (۱)				سطح خارجی جدار (۲)	
				حرارتی		رطوبتی		رنگ	بافت
				داخلی (۴)	خارجی	داخلی	خارجی		
واحد		W/m2 c							
بام (۵)	کم (۶)	۱/۱	۰-۳	**	-	-	**	روشن	هموار (۷)
دیوار شمالی	کم (۶)	۱/۵۶	۰-۵	-	-	-	-	روشن	ناهموار (۸)
دیوار جنوبی	کم (۶)	۱/۵۶	۰-۵	-	-	-	-	روشن	ناهموار
دیوار شرقی	کم (۶)	۱/۵۶	۰-۵	-	-	-	-	روشن	ناهموار
دیوار غربی	کم (۶)	۱/۵۶	۰-۵	-	-	-	-	روشن	ناهموار
کف	-	-	-	-	**	-	-		

(۱) پیش بینی عایق در سمت داخل یا خارج جداره ضروری است. \*\*

\* توصیه می شود

- موردی ندارد

- (۲) سطوح خارجی جداره ها از مصالح مقاوم رطوبت برای مقابله با شرعی پوشش شود  
 (۳) در صورت استفاده از خنک کننده های مکانیکی ، مقاومت حرارتی جداره ها زیاد و در شرایط سخت همراه با عایق های حرارتی پیش بینی شود.  
 (۴) در این اقلیم سیستم جداره های سرد یا پیش بینی عایق حرارتی در سمت داخل توصیه می شود.  
 (۵) بام با شیب کم یا مسطح توصیه می شود.  
 (۶) ایجاد سایه روی جداره ها توصیه می شود.  
 (۷) سطوح صاف ، متراکم و مقاوم نفوذ حرارت توصیه می شود.  
 (۸) سطوح زیر ، متخلخل و سایه دار توصیه می شود.

### ۳ - ۳ - ۵ - ۵ جداره تیپ ۵ (مناسب گروه اقلیمی ۴ و ۵)

گروهی از مناطق واقع در اقلیم ۴ و ۵ که دارای معدل دمای سردترین ماه سال بین صفر و ۵- و معدل حداکثر دمای گرم‌ترین ماه سال بین ۳۴ و ۳۸ هستند، معمولاً دارای ۳ تا ۵ ماه با معدل دمای حداکثر ۳۰ درجه می‌باشد. همه ماهها نوسان دمای روزانه بیشتر از ۱۰ درجه و گاه بالاتر از ۱۵ درجه دارند. در این ایستگاهها شبها بین ۱ تا ۳ ماه از سال حتماً و ۳ تا ۵ ماه احتمالاً میعان اتفاق می‌افتد. بروز پدیده شرجی در این اقلیم مشاهده نمی‌شود. در حدود ۳/۵ - ۱/۵ ماه از سال یخبندان وجود دارد.

با توجه به این توضیحات مشکل اصلی این گونه مناطق سرما و گرمای نسبی و یخبندان و میعان در پاره‌ای از ایام زمستان است.

بنابراین در این گونه مناطق جداره‌ها باید دارای ظرفیت حرارتی زیاد یا خازن باشد. سقف با  $U=1/5$  و دیوار شرقی و جنوبی و دیوارهای شمالی  $U=0.85-1/28$ ، دیوارهای جنوبی و شرقی  $U=1/2$  مناسب‌تر است. استفاده از رنگ روشن برای بام ضروری است. رنگ تیره برای دیوارهای جنوبی، شرقی و غربی به شرط اینکه سایه در مواقع گرم، بلامانع می‌باشد. بافت سطوح خارجی باید زبر و ناهموار باشد. از عایق رطوبتی باید در جداره‌های زیرزمین و پشت بام و از پوشش‌های مقاوم رطوبت در سطوح داخلی جداره‌ها بهره‌گرفت. قسمت پائین جداره‌های خارجی که در تماس با زمین قرار دارد، حداقل تا ارتفاع متعارف برف منطقه باید با مصالح نفوذ ناپذیر در مقابل رطوبت ساخته شود.

خلاصه جزئیات جداره ها در تیپ ۵ (مناسب گروه اقلیمی ۴ و ۵)

تیپ ۵	ظرفیت حرارتی جدار	ضریب انتقال حرارت فاکتور U	سرعت انتقال حرارت زمان تأخیر	محل عایق (۱)				رنگ بافت (۴)	سطح خارجی جدار
				حرارتی (۲)		رطوبتی			
				داخلی	خارجی	داخلی	خارجی (۳)		
واحد		W/m <sup>2</sup> c	ساعت						
بام	زیاد	۱/۲۰-۱/۲۲	۸-۱۴	*	-	**	روشن	ناهموار	
دیوار شمالی	زیاد	۰/۸۵-۱/۲۸	۸-۱۴		-	-	آزاد	ناهموار	
دیوار جنوبی	زیاد	۱/۵	۸-۱۴		-	-	روشن یاتیره	ناهموار	
دیوار شرقی	زیاد	۱/۵	۱۰-۱۶		-	-	روشن یاتیره	ناهموار	
دیوار غربی	زیاد	۱/۲	۶-۱۴		-	-	روشن یاتیره	ناهموار	
کف	زیاد	-	-		*	-	-	-	

(۱) پیش بینی عایق در سمت داخل یا خارج جداره ضروری است \*\*

\* توصیه می شود

- موردی ندارد

(۲) در صورت استفاده از سیستم های حرارتی و یا برودتی مکانیکی فعال ، جداره های با ظرفیت حرارتی کم همراه با عایق حرارتی توصیه می شود.

(۳) توصیه می شود جداره ها از سمت داخل با مصالح مقاوم رطوبت برای مقابله با میعان پوشش شود.

(۴) ایجاد سایه روی سطوح تیره در مواقع گرم توصیه می شود.

(۵) سطوح زیر، متخلخل و سایه دار توصیه می شود.



### ۳ - ۴ جمع بندی و نتیجه گیری

با توجه به مطالب فصل دوم و سوم، ویژگی های مصالح و تیپ جداره هایی که از یک طرف آسایش انسان را در داخل ساختمان تأمین می کند و از طرف دیگر قابل اجرا و دارای پایداری کافی در برابر شرایط جوی است، در هر گروه اقلیمی به شرح زیر خلاصه می شود. لازم به یادآوری است که جداول مربوط به تیپ جداره مناسب هر اقلیم موضوع بند «۳-۳» تیپ بندی جداره ها از نظر شرایط آب و هوای ایران»، باید به عنوان مکمل جداول زیر در نظر گرفته شود.

#### گروه اقلیمی ۱

گروه اول شامل نقاط حاشیه دریای خزر و دشت ترکمن صحرا، دشت مغان و ... می باشد. این اقلیم دارای تابستانهای نسبتاً گرم و زمستانهای نسبتاً سرد بوده و میزان رطوبت آن همواره زیاد است. مشکل اصلی این اقلیم رطوبت زیاد آن می باشد.

#### شرایط انتخاب مصالح و نگهداری ساختمان در اقلیم ۱ ( جداره تیپ ۱ )

جزئیات جداره		نکات مهم در رابطه با انتخاب مصالح و نگهداری	مشکلات	هدف
زمان تاخیر	U			
۶-۱۴	۱/۲-۱/۲۸	استفاده از مصالح خازن یاسبک با عایق حرارتی در سقف	سرماوگرما	تأمین آسایش انسان
۰-۵	۰/۵۸-۰/۹۵		رطوبت	
عایق رطوبتی در سطح خارجی		استفاده از مصالح مقاوم در برابر رطوبت و آب	شرجی	سازگاری با اقلیم
عایق رطوبتی در سطح داخلی			میعان	
عایق رطوبتی در جبهه کج باران			کج باران	

#### شرایط اجرای ساختمان در اقلیم ۱ ( جداره تیپ ۱ )

نکات مهم در رابطه با اجرای مصالح	مشکلات	هدف
چاره اندیشی برای اجرا در دمای کمتر از ۵ درجه	سرما	قابلیت اجرا
دقت در میزان آب مصالح و ملاتها	شرجی	

## گروه اقلیمی ۲ و ۳

گروه دوم شامل مناطق کوهستانی با ارتفاع زیاد است که دارای زمستانهای بسیار سرد و تابستانهای مطبوع می‌باشد. از نظر آسایش انسان و کاربرد مصالح، این اقلیم در مواقع گرم مشکلی نداشته و مشکل عمده آن مربوط به مواقع سرد است.

گروه سوم شامل مناطق کوهپایه ای نسبتاً مرتفع است که دارای تابستانهای تا حدودی گرم و زمستانهای سرد می‌باشد. در این اقلیم کاربرد مصالح و تأمین آسایش انسان هم در مواقع گرم و هم در مواقع سرد با مشکلاتی همراه است.

شرایط انتخاب مصالح و نگهداری ساختمان در اقلیم ۲ و ۳ (جداره تیپ ۲)

هدف	مشکلات	نکات مهم در رابطه با انتخاب مصالح و نگهداری	جزئیات جداره	
			U	زمان تاخیر
تأمین آسایش انسان	گرماوسرما	استفاده از مصالح خازن و عایق حرارتی	۰/۸۵-۱/۰۲	
سازگاری با اقلیم	سرما	استفاده از مصالح مقاوم به دمای کمتر از صفر درجه	عایق حرارتی در سطوح خارجی	
	نوسان دما	استفاده از مصالح مقاوم به نوسان بیش از ۱۵ درجه	عایق حرارتی در سطوح خارجی	
	میعان	استفاده از عایق رطوبتی یا مصالح مقاوم به رطوبت	پوشش مقاوم رطوبت در سطح داخلی	
	کج باران *	استفاده از مصالح مقاوم به رطوبت	پوشش مانع نفوذ آب در سطوح خارجی	
	ذوب انجماد	استفاده از مصالح مقاوم به رطوبت و جلوگیری از نفوذ آن		
	شدت تابش	استفاده از مصالح با رنگ ثابت	رنگ تیره بابافت هموار در سطح خارجی	

شرایط اجرای ساختمان در اقلیم ۲ و ۳ (جداره تیپ ۲)

هدف	مشکلات	نکات مهم در رابطه با اجرای مصالح
قابلیت اجرا	گرما	چاره اندیشی برای اجرا در دمای بیشتر از ۳۰ درجه
	سرما	چاره اندیشی برای اجرا در دمای کمتر از صفر درجه
	نوسان دما *	چاره اندیشی برای اجرا در نوسان بیش از ۱۵ درجه
	ذوب انجماد	مقابله با پدیده ذوب و انجماد در زمان اجرا

\* این مشکل تنها در پاره ای از این مناطق وجود دارد.

## گروه اقلیمی ۴ و ۵

گروه چهارم شامل مناطق کوهپایه ای کم ارتفاع تر است که دارای تابستانها و زمستانهای گرم تر از گروه سوم می باشد. در این اقلیم کاربرد مصالح و تأمین آسایش انسان هم در مواقع گرم و هم در مواقع سرد با مشکلاتی همراه است.

گروه پنجم شامل مناطقی واقع در دشتهای مرکزی ایران است که دارای تابستانهای گرم و خشک و زمستانهای سرد است. در این اقلیم تأمین آسایش انسان و کاربرد مصالح از نظر گرما و سرما با مشکلاتی همراه می باشد.

شرایط انتخاب مصالح و نگهداری ساختمان در اقلیم ۴ و ۵ ( جداره تیپ ۵ )

جزئیات جداره		نکات مهم در رابطه با انتخاب مصالح و نگهداری	مشکلات	هدف
زمان تأخیر	U			
۶-۱۶	۰/۸۵-۱/۵	استفاده از مصالح خازن	گرماوسرما	تأمین آسایش انسان
عایق حرارتی درسطوح خارجی		استفاده از مصالح مقاوم به دمای کمتر از صفر درجه	سرما	سازگاری با اقلیم
عایق حرارتی درسطوح خارجی		استفاده از مصالح مقاوم به نوسان بیش از ۱۵ درجه	نوسان دما	
پوشش مقاوم رطوبت درسطح داخلی		استفاده از مصالح مقاوم به رطوبت	میعان	
پوشش مانع نفوذ آب درسطوح خارجی		استفاده از مصالح مقاوم به رطوبت	کج باران *	
		استفاده از مصالح مقاوم به رطوبت و مانع نفوذ آب	ذوب انجماد	
رنگ تیره یا روشن و یافت ناهموار درسطح خارجی		استفاده از مصالح با رنگ ثابت	شدت تابش	

شرایط اجرای ساختمان در اقلیم ۴ و ۵ ( جداره تیپ ۵ )

نکات مهم در رابطه با اجرای مصالح	مشکلات	هدف
چاره اندیشی برای اجرا در دمای بیشتر از ۳۰ درجه	گرما	قابلیت اجرا
چاره اندیشی برای اجرا در دمای کمتر از صفر درجه	سرما	
چاره اندیشی برای اجرا در نوسان بیش از ۱۵ درجه	نوسان دما *	
مقابله با پدیده ذوب و انجماد در زمان اجرا	ذوب انجماد	

\*این مشکل تنها در پاره ای از این مناطق وجود دارد

## گروه اقلیمی ۶ و ۷

گروه ششم شامل مناطقی واقع در حاشیه کویرهای مرکزی ایران می باشد که دارای تابستانهای بسیار گرم و کویری و زمستانهای نسبتاً سرد است. در این اقلیم تأمین آسایش انسان و کاربرد مصالح با مشکلات زیادی همراه می باشد.

گروه هفتم عمدتاً شامل بخشهایی از خوزستان و حوزه آبریز جازموریان است که دارای زمستانهای معتدل و تابستانهای بسیار گرم و نیمه خشک می باشد. در این اقلیم گرمای شدید تابستان از نظر تأمین آسایش انسان و کاربرد مصالح مسئله ساز است.

شرایط انتخاب مصالح و نگهداری ساختمان در اقلیم ۶ و ۷ (جداره تیپ ۳)

جزئیات جداره		نکات مهم در رابطه با انتخاب مصالح و نگهداری	مشکلات	هدف
زمان تأخیر	U			
۶-۱۶	۰/۸-۱/۶	استفاده از مصالح خازن	گرماوسرما	تأمین آسایش انسان
		استفاده از مصالح مقاوم به نوسان بیش از ۱۵ درجه	نوسان دما	سازگاری با اقلیم
پوشش مانع نفوذ آب در سطوح خارجی		مصالح مقاوم به رطوبت	شرجی *	
رنگ روشن و بافت ناهموار در سطح خارجی		استفاده از مصالح بارنگ ثابت	شدت تابش	

شرایط اجرای ساختمان در اقلیم ۶ و ۷ (جداره تیپ ۳)

نکات مهم در رابطه با اجرای مصالح	مشکلات	هدف
چاره اندیشی برای اجرا در دمای بیشتر از ۳۰ درجه	گرما	قابلیت اجرا
چاره اندیشی برای اجرا در دمای کمتر از ۵ درجه	سرما	
چاره اندیشی برای اجرا در نوسان بیش از ۱۵ درجه	نوسان دما	
دقت در میزان آب مصالح و ملاتها	شرجی *	

\* این مشکل تنها در پاره ای از این مناطق وجود دارد

## گروه اقلیمی ۸

گروه هشتم شامل سواحل و جزایر خلیج فارس و دریای عمان می باشد که دارای زمستانهای معتدل و تابستانهای بسیار گرم و مرطوب است. در این اقلیم گرمای شدید توأم با رطوبت بالا، مشکلات فراوانی را از نظر کاربرد مصالح و تأمین آسایش انسان به همراه دارد.

شرایط انتخاب مصالح و نگهداری ساختمان در اقلیم ۸ (جداره تیپ ۴)

جزئیات جداره		نکات مهم در رابطه با انتخاب مصالح و نگهداری	مشکلات	هدف
زمان تأخیر	U			
۰-۵	۱/۱-۱/۵۶	استفاده از مصالح سبک با عایق حرارتی در سقف	گرما	تأمین آسایش انسان
		استفاده از مصالح مقاوم به رطوبت با تهویه مناسب	رطوبت	
		استفاده از مصالح مقاوم به رطوبت	شرجی	سازگاری با اقلیم
		پوشش مانع نفوذ آب در سطوح خارجی رنگ روشن ویافت ناهموار در سطح خارجی باتأمین سایه	شدت تابش	

شرایط اجرای ساختمان در اقلیم ۸ (جداره تیپ ۴)

نکات مهم در رابطه با اجرای مصالح	مشکلات	هدف
چاره اندیشی برای اجرا در دمای بیشتر از ۳۰ درجه	گرما	قابلیت اجرا
دقت در میزان آب مصالح و ملاتها	شرجی	

## پاورقیهای فصل سوم

- ۱ - «راهنمای طراحی اقلیمی» ترجمه مرتضی کسمایی، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، تهران، ۱۳۶۸، ص ۴۵۹.
- ۲ - «اصول انتقال حرارت»، حسن هنر بخش، هنر سرای عالی، تهران، ۱۳۴۸، ص ۳۵.
- ۳ - مقاله شرایط انتقال ناپایدار، شهرام پور دیهیمی، نشریه صفا ۹-۱۰، دانشکده معماری و شهرسازی دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ۱۳۷۲.
- ۴ - «اتلاف حرارت و میعان در ساختمانهای متداول»، جمشید ریاضی، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، تهران، ۱۳۶۹، ص ۲۳۷.
- ۵ - «راهنمای طراحی اقلیمی»، مرتضی کسمایی، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، تهران، ۱۳۶۸، ص ۱۱۵ و ۱۱۶.
- ۶ - در تدوین مطالب این بخش، از کتاب " HOUSING , CLIMATE AND COMFORT ", Martin Evans , Architectural press , London , 1980 , pp. 88-100 .

استفاده شده است.

## فهرست منابع

- ۱ - اسلامی، حسین و ریاضی، جمشید - «عملکرد عایق کاری حرارتی در ساختمان و بهنیه سازی آن»، تهران، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، ۱۳۶۹
- ۲ - بادیک و جین - «مکانیک چوب و فرآورده های مرکب آن»، تهران، دانشگاه تهران، ۱۳۶۸
- ۳ - بازرگان، مهدی - «پدیده های جوی»، تهران، شرکت سهامی انتشار، ۱۳۴۶
- ۴ - پور دیهیمی، شهرام - مقاله - «شرایط انتقال ناپایدار»، نشریه صفا ۹-۱۰، تهران، دانشکده معماری و شهرسازی دانشگاه شهید بهشتی، ۱۳۷۲
- ۵ - ثابتی، حبیب اله - «ارتباط نبات و محیط (سین اکولوژی)»، تهران، کتابفروشی دهخدا، ۱۳۵۵
- ۶ - جلیلیان، شهریانو و طاهباز، منصوره - «تقسیم بندی اقلیمی ایران»، تهران، مشاور بنا وابسته به جهاد شیلات، ۱۳۶۶
- ۷ - چرنین - «شیمی و فیزیک سیمان برای مهندسی راه و ساختمان»، ترجمه مهندس عزیزیان، بی جا، شرکت مهندسی و قطعات سیمان ایران، ۱۳۶۴
- ۸ - حامی، احمد - «مصالح ساختمان»، تهران، دانشکده پلی تکنیک تهران، چاپ دوم، ۱۳۵۸
- ۹ - رازجویان، محمود - «آسایش به وسیله معماری همساز با اقلیم»، تهران، دانشگاه شهید بهشتی، ۱۳۶۷
- ۱۰ - رستگار، اصغر - «بتن و تکنیک های نوین»، تهران، شرکت بتن شیمی خاورمیانه، ۱۳۶۴
- ۱۱ - رمضانپور، علی اکبر و قدوسی، پرویز و هوش دار تهرانی، محمد حسین (ترجمه) - «بتن و اجرای آن»، تهران - مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، ۱۳۷۰
- ۱۲ - رویکه - «کاربرد بتن و بهسازی آن»، ترجمه بزرگمهر ریاحی، بی جا، متجم، ۱۳۷۰
- ۱۳ - روسو، آمور و فاسینا - «فرسودگی سنگ و حفاظت از آن»، ترجمه رسول وطن دوست، تهران سازمان میراث فرهنگی کشور، ۱۳۷۰
- ۱۴ - ریاضی، جمشید - «اتلاف حرارت و میعان در ساختمانهای متداول»، تهران، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، ۱۳۶۹
- ۱۵ - ریاضی، جمشید - «اقلیم و آسایش در ساختمان»، تهران، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، ۱۳۵۶
- ۱۶ - سید عسگری، نرمین - «آسیب دیدگیهای بتن، علل و عوامل آن»، تهران، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، ۱۳۶۶

- ۱۷ - سید عسگری، نرمین (ترجمه) - «سیمان پرتلند»، بخش سیمان پرتلند از کتاب Properties of Concrete، تهران، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، ۱۳۶۸
- ۱۸ - شورای جهانی تحقیقات، مطالعات و مدارک ساختمانی CIB - «توصیه های بین المللی برای طرح و اجرای سازه های بنایی غیرمسلح و مسلح»، ترجمه کامران مالکی، تهران، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، ۱۳۷۰
- ۱۹ - صمیمی، جلال - مقاله «انرژی خورشیدی برای ایران»، مجله فیزیک، تهران، ۱۳۶۴
- ۲۰ - طاهباز، منصوره - مقاله «تأثیر کج باران بر نمای ساختمان»، نشریه صفه ۱۷-۱۸، تهران، دانشکده معماری و شهرسازی دانشگاه شهید بهشتی، ۱۳۷۴.
- ۲۱ - فی بر و جانسون - «پی سازی به زمان ساده»، ترجمه سیروس فخر یاسری، تهران، کتابفروشی دهخدا، ۱۳۶۳
- ۲۲ - قائمی، هوشنگ - «مبانی هواشناسی»، تهران، دانشگاه ملی ایران، ۱۳۵۷
- ۲۳ - کاویانی، محمد رضا - «بررسی اقلیمی پدیده شرجی در سواحل و مناطق جنوب کشور»، نشریه جغرافی دانان ایران، تهران، ۱۳۶۰
- ۲۴ - کباری، سیاوش - «مصالح شناسی»، تهران، انتشارات قائم، ۱۳۷۱
- ۲۵ - کسمایی، مرتضی - «پهنه بندی اقلیمی ایران»، تهران، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، ۱۳۶۸
- ۲۶ - کسمایی، مرتضی - «راهنمای طراحی اقلیمی»، تهران، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، ۱۳۶۸
- ۲۷ - مسترز و برانت - «پیش بینی عمر مفید مصالح و اجزاء ساختمان»، ترجمه مهرآسا خانپور، تهران، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، ۱۳۶۹
- ۲۸ - مک ملین و توتیل - «القبای بتن»، ترجمه مهدی سقفی و محمد تقدیری، بی جا، بی نا، ۱۳۶۳
- ۲۹ - موسسه تحقیقات ساختمان انگلستان - «فولاد روی اندود»، ترجمه حسن تابش، تهران، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن ۱۳۶۶
- ۳۰ - هنریخش، حسن - «اصول انتقال حرارت»، تهران، هنرسرای عالی، ۱۳۴۸
- 31 - Evans , Martin - " HOUSING , CLIMATE AND COMFORT " , London , Architectural Press , 1980



**روش های ساخت و تکنولوژی ساختمان**



## فهرست مطالب

شماره صفحه	عنوان
	مقدمه
۱-۲	فصل اول - روش های متداول دستی و سنتی ساختمان
۱-۲	۱ - کلیات
۳-۲	۲ - بررسی کمی - آماری
۴-۲	۱-۲ انواع روش های ساخت و ساز سنتی و دستی
۵-۲	۲-۲ تجزیه و تحلیل تحولات آماری
۵-۲	۳-۲ ارزیابی سهم هریک در احداث مسکن
۱۲-۲	۴-۲ اجزا تشکیل دهنده روش های متداول ساختمانی
۱۷-۲	۳ - تکنولوژی اجرای دیوارهای آجری
۱۷-۲	۱-۳ مقررات و ضوابط اجرا
۱۷-۲	۱-۱-۳ جزئیات دیوار آجری
۱۹-۲	۲-۱-۳ اتصال دیوارهای آجری یا "درزساخت"
۲۰-۲	۳-۱-۳ اتصال دیوار آجری به سایر اجزای بنا
۲۱-۲	۲-۳ مشخصات مصالح ساختمانی مورد استفاده در دیوارهای آجری
۲۱-۲	۱-۲-۳ انواع مصالح ساختمانی
۲۲-۲	۲-۲-۳ ویژگی های مصالح ساختمانی
۲۳-۲	۳-۲-۳ میزان عملیات درکارگاه برای فرآوری مصالح
۲۳-۲	۴-۲-۳ وضعیت موجود مصالح ساختمانی در کشور
۲۴-۲	۵-۲-۳ میزان مصرف مصالح مختلف در روش های مختلف دیوارچینی
۲۵-۲	۳-۳ میزان نیاز به مهارت های انسانی در سطوح مختلف
۲۵-۲	۱-۳-۳ انواع مهارت های مورد نیاز در دیوارچینی آجری

## فهرست مطالب

شماره صفحه

عنوان

۲۶-۲	۲-۳-۳ میزان نیاز به مهارت های انسانی در دیوارچینی
۲۶-۲	۳-۳-۳ مقایسه میزان نیروی انسانی در هر روش
۲۷-۲	۴-۳ کاربرد ابزار و ماشین آلات در کارگاه
۲۸-۲	۵-۳ سرعت اجرا در دیوار چینی آجری
۲۸-۲	۶-۳ دقت و فرهنگ اجرای دیوارهای آجری
۲۹-۲	۷-۳ پایایی و استحکام دیوارهای آجری
۳۰-۲	۸-۳ جمع بندی و نتیجه گیری
۳۰-۲	۱-۸-۳ خلاصه مباحث
۳۱-۲	۲-۸-۳ نقاط ضعف و قوت بنایی با آجر
۳۱-۲	۳-۸-۳ اصول پیشنهادی برای بهبود اجرای دیوارهای آجری
۳۳-۲	۴ - تکنولوژی اجرای دیوارهای سنگی
۳۳-۲	۱-۴ مقررات و ضوابط اجرا
۳۳-۲	۱-۱-۴ جزئیات دیوار سنگی
۳۵-۲	۲-۱-۴ اتصال دیوارهای سنگی به یکدیگر یا "درز ساخت"
۳۶-۲	۳-۱-۴ اتصال دیوارهای سنگی به سایر اجزای بنا
۳۶-۲	۲-۴ مشخصات مصالح ساختمانی مورد استفاده در دیوارهای سنگی
۳۶-۲	۱-۲-۴ انواع مصالح ساختمانی
۳۷-۲	۲-۲-۴ ویژگی های مصالح ساختمانی
۳۸-۲	۳-۲-۴ میزان عملیات درکارگاه برای فرآوری مصالح
۳۸-۲	۴-۲-۴ میزان مصرف مصالح در دیوارهای سنگی
۳۹-۲	۳-۴ میزان نیاز به مهارت های انسانی در سطوح مختلف
۳۹-۲	۱-۳-۴ انواع مهارت های مورد نیاز در دیوار چینی سنگی

## فهرست مطالب

شماره صفحه	عنوان
۳۹-۲	۲-۳-۴ میزان نیاز به مهارت های انسانی در دیوار چینی سنگی
۴۰-۲	۳-۳-۴ مقایسه میزان نیروی انسانی در روشهای مختلف
۴۰-۲	۴-۴ کاربرد ابزار و ماشین آلات در کارگاه
۴۱-۲	۵-۴ سرعت اجرا در دیوار چینی سنگی
۴۱-۲	۶-۴ دقت و فرهنگ اجرای دیوارهای سنگی
۴۲-۲	۷-۴ پایایی و استحکام دیوارهای سنگی
۴۲-۲	۱-۸-۴ خلاصه مباحث
۴۳-۲	۲-۸-۴ نقاط ضعف و قوت بنایی با سنگ
۴۳-۲	۳-۸-۴ اصول پیشنهادی برای بهبود بنایی با سنگ
۴۵-۲	۵ - تکنولوژی اجرای دیوارهای بلوک بتنی
۴۵-۲	۱-۵ مقررات و ضوابط اجرا
۴۵-۲	۱-۱-۵ جزئیات دیوار بلوک بتنی
۴۷-۲	۲-۱-۵ اتصال دیوارهای بلوک بتنی با "درز ساخت"
۴۷-۲	۳-۱-۵ اتصال دیوارهای بلوک بتنی با سایر اجزای بنا
۴۷-۲	۲-۵ مشخصات مصالح ساختمانی مورد استفاده در بلوک چینی بتنی
۴۸-۲	۱-۲-۵ انواع مصالح ساختمانی
۴۸-۲	۲-۲-۵ ویژگی های مصالح ساختمانی
۴۹-۲	۳-۲-۵ میزان عملیات
۵۰-۲	۴-۲-۵ وضعیت موجود مصالح در کشور
۵۲-۲	۵-۲-۵ میزان مصرف مصالح مختلف در دیوارچینی با بلوک بتنی
۵۳-۲	۳-۵ میزان نیاز به مهارت های انسانی در سطوح مختلف
۵۳-۲	۴-۵ کاربرد ابزار و ماشین آلات در کارگاه

## فهرست مطالب

شماره صفحه	عنوان
۵۴-۲	۵-۵ سرعت اجرا و دیوارچینی با بلوک بتنی
۵۴-۲	۶-۵ دقت و فرهنگ اجرای دیوارهای بلوک بتنی
۵۵-۲	۷-۵ پایایی و استحکام دیوارهای بلوک بتنی
۵۶-۲	۸-۵ جمع بندی و نتیجه گیری
۵۶-۲	۱-۸-۵ خلاصه مباحث
۵۷-۲	۲-۸-۵ نقاط قوت و ضعف اجرای دیوارهای بلوک بتنی
۵۷-۲	۳-۸-۵ اصول پیشنهادی برای بهبود اجرای دیوارهای بلوک بتنی
۶۰-۲	۶ - تکنولوژی اجرای سقف های تیرآهن و آجر
۶۰-۲	۱-۶ مقررات و ضوابط اجرا
۶۰-۲	۱-۱-۶ جزئیات سقف های تیرآهن و آجر
۶۲-۲	۲-۱-۶ اتصال عناصر ساختمانی در سقف های تیرآهن و آجر
۶۳-۲	۳-۱-۶ اتصال سقف های تیرآهن و آجر به سایر اجزای بنا
۶۳-۲	۲-۶ مشخصات مصالح ساختمانی مورد استفاده در سقف های تیرآهن و آجر
۶۴-۲	۱-۲-۶ انواع مصالح ساختمانی
۶۴-۲	۲-۲-۶ ویژگیهای مصالح ساختمانی
۶۵-۲	۳-۲-۶ میزان عملیات در کارگاه برای فرآوری مصالح
۶۵-۲	۴-۲-۶ وضعیت موجود مصالح ساختمانی در کشور
۶۶-۲	۵-۲-۶ میزان مصرف مصالح
۶۶-۲	۳-۶ میزان نیاز به مهارت های انسانی در سطوح مختلف
۶۶-۲	۱-۳-۶ انواع مهارت های لازم برای اجرای سقف های تیرآهن و آجر
۶۷-۲	۲-۳-۶ میزان نیاز به مهارت های انسانی در سقف های تیرآهن و آجر
۶۷-۲	۴-۶ کاربرد ابزار و ماشین آلات در کارگاه

## فهرست مطالب

شماره صفحه	عنوان
۶۸-۲	۵-۶ سرعت اجرا در سقف های تیرآهن و آجر
۶۸-۲	۶-۶ دقت و فرهنگ اجرای سقف های تیرآهن و آجر
۶۹-۲	۷-۶ پایایی و استحکام سقف های تیرآهن - آجر
۶۹-۲	۸-۶ جمع بندی و نتیجه گیری
۶۹-۲	۱-۸-۶ خلاصه مباحث
۷۰-۲	۲-۸-۶ اصول پیشنهادی برای بهبود اجرای سقف های تیرآهن و آجر
۷۱-۲	۷ - تکنولوژی اجرای اسکلت فلزی
۷۱-۲	۱-۷ مقررات و ضوابط اجرا
۷۱-۲	۱-۱-۷ جزئیات اسکلت فلزی
۷۲-۲	۲-۱-۷ اتصالات اسکلت فلزی
۷۲-۲	۳-۱-۷ اتصال اسکلت فلزی به سایر اجزای بنا
۷۳-۲	۲-۷ مشخصات مصالح ساختمانی مورد استفاده در اسکلت فلزی
۷۳-۲	۱-۲-۷ ویژگی های مصالح
۷۴-۲	۲-۲-۷ میزان عملیات در کارگاه برای فرآوری مصالح
۷۴-۲	۳-۲-۷ وضعیت موجود مصالح ساختمانی در کشور
۷۴-۲	۴-۲-۷ میزان مصرف مصالح مختلف در اسکلت فلزی
۷۵-۲	۳-۷ میزان نیاز به مهارت های انسانی در سطوح مختلف
۷۵-۲	۴-۷ کاربرد ابزار و ماشین آلات در کارگاه
۷۶-۲	۵-۷ سرعت اجرا در اسکلت فلزی
۷۶-۲	۶-۷ دقت و فرهنگ اجرای اسکلت فلزی
۷۷-۲	۷-۷ پایایی و استحکام اسکلت فلزی
۷۸-۲	۸-۷ جمع بندی و نتیجه گیری

## فهرست مطالب

شماره صفحه	عنوان
۷۹-۲	۸ - تکنولوژی اجرای کاشی کاری
۷۹-۲	۱-۸ مقررات و ضوابط اجرا
۸۱-۲	۲-۸ مشخصات مصالح ساختمانی
۸۱-۲	۱-۲-۸ انواع مصالح مصرفی در کاشی کاری و ویژگیهای آن
۸۲-۲	۲-۲-۸ میزان عملیات در کارگاه برای فرآوری مصالح
۸۲-۲	۳-۲-۸ وضعیت موجود مصالح ساختمانی
۸۳-۲	۴-۲-۸ میزان مصرف مصالح مختلف در کاشی کاری
۸۴-۲	۳-۸ مهارت های انسانی مورد نیاز برای کاشی کاری
۸۵-۲	۴-۸ کاربرد ابزار و ماشین آلات در کاشی کاری
۸۵-۲	۵-۸ سرعت اجرا در کاشی کاری
۸۶-۲	۶-۸ دقت و فرهنگ اجرای کاشی کاری
۸۷-۲	۷-۸ پایایی و استحکام کاشی کاری
۸۷-۲	۸-۸ جمع بندی و نتیجه گیری
۸۷-۲	۱-۸-۸ خلاصه مباحث
۸۸-۲	۲-۸-۸ معایب متداول در کاشی کاری
۸۸-۲	۳-۸-۸ مقایسه فنی - اقتصادی انواع مختلف کاشی
۸۹-۲	۴-۸-۸ پیشنهادات برای بهبود کاشی کاری
۹۲-۲	۹ - تکنولوژی اجرای بازشوها در دیوارها
۹۲-۲	۱-۹ مقررات و ضوابط اجرا
۹۴-۲	۲-۹ مشخصات مصالح ساختمانی مورد استفاده
۹۴-۲	۳-۹ میزان نیاز به مهارت های انسانی در سطوح مختلف
۹۴-۲	۴-۹ کاربرد ابزار و ماشین آلات در اجرای بازشوها



## فهرست مطالب

شماره صفحه	عنوان
۹۵-۲	۵-۹ دقت و فرهنگ اجرای بازشوها
۹۵-۲	۶-۹ جمع بندی و نتیجه گیری
۹۶-۲	۱۰ - تکنولوژی کف سازی با موزائیک
۹۶-۲	۱-۱۰ مقررات و ضوابط اجرا
۹۸-۲	۲-۱۰ مشخصات مصالح ساختمانی مورد استفاده در کف سازی با موزائیک
۹۸-۲	۱-۲-۱۰ انواع مصالح ساختمانی
۹۸-۲	۲-۲-۱۰ ویژگی های مصالح ساختمانی
۹۹-۲	۳-۲-۱۰ میزان عملیات در کارگاه برای فرآوری مصالح
۹۹-۲	۴-۲-۱۰ وضعیت موجود مصالح ساختمانی
۱۰۰-۲	۵-۲-۱۰ میزان مصرف مصالح مختلف در کف سازی با موزائیک
۱۰۰-۲	۳-۱۰ میزان نیاز به مهارت های انسانی در سطوح مختلف
۱۰۰-۲	۱-۳-۱۰ انواع مهارت های مورد نیاز
۱۰۱-۲	۲-۳-۱۰ میزان نیاز به مهارت های انسانی
۱۰۱-۲	۴-۱۰ کاربرد ابزار و ماشین آلات در کف سازی با موزائیک
۱۰۲-۲	۵-۱۰ سرعت اجرا در کف سازی با موزائیک
۱۰۲-۲	۶-۱۰ دقت و فرهنگ اجرای کف سازی با موزائیک
۱۰۳-۲	۷-۱۰ پایایی و استحکام کف سازی با موزائیک
۱۰۳-۲	۸-۱۰ جمع بندی و نتیجه گیری
۱۰۳-۲	۱-۸-۱۰ خلاصه مطالب
۱۰۴-۲	۲-۸-۱۰ معایب اجرای متداول کف سازی با موزائیک
۱۰۴-۲	۳-۸-۱۰ مقایسه فنی، اقتصادی انواع موزائیک

## فهرست مطالب

شماره صفحه	عنوان
۱۰۶-۲	فصل دوم - بررسی تکنولوژی صنعتی و نیمه صنعتی ساختمان در ایران
۱۰۶-۲	۱ - کلیات
۱۰۸-۲	۲ - تکنولوژی نیمه صنعتی در اجرای دیوارهای آجری
۱۰۸-۲	۱-۲ روش ها و جزئیات اجرایی
۱۱۰-۲	۲-۲ مصالح ساختمانی
۱۱۱-۲	۳-۲ مهارت های انسانی
۱۱۱-۲	۴-۲ ابزار و ماشین آلات
۱۱۱-۲	۵-۲ فرهنگ، دقت و سرعت اجرا
۱۱۳-۲	۳ - تکنولوژی نیمه صنعتی اجرای دیوارهای بلوک بتنی
۱۱۳-۲	۱-۳ روش ها و جزئیات اجرایی
۱۱۴-۲	۲-۳ مصالح ساختمانی
۱۱۵-۲	۳-۳ مهارت های انسانی
۱۱۵-۲	۴-۳ ابزار و ماشین آلات
۱۱۵-۲	۵-۳ فرهنگ ، دقت و سرعت اجرا
۱۱۶-۲	۴ - تکنولوژی نیمه صنعتی اجرای سقف های آجر و تیرآهن
۱۱۶-۲	۱-۴ روشها و جزئیات اجرایی
۱۱۶-۲	۲-۴ مصالح ساختمانی
۱۱۷-۲	۳-۴ مهارت های انسانی
۱۱۷-۲	۴-۴ ابزار و ماشین آلات
۱۱۷-۲	۵-۴ فرهنگ، دقت و سرعت اجرا
۱۱۸-۲	۵ - تکنولوژی اجرای سقف های تیرچه و بلوک
۱۱۸-۲	۱-۵ مقررات و ضوابط اجرا

## فهرست مطالب

شماره صفحه	عنوان
۱۱۸-۲	۱-۱-۵ جزئیات اجرای سقف تیرچه و بلوک
۱۲۰-۲	۲-۱-۵ اتصالات سقف تیرچه بلوک
۱۲۰-۲	۲-۵ مشخصات مصالح ساختمانی مورد استفاده در اجرای سقف تیرچه و بلوک
۱۲۱-۲	۱-۲-۵ انواع مصالح ساختمانی مورد استفاده
۱۲۱-۲	۲-۲-۵ ویژگی های مصالح ساختمانی مورد استفاده
۱۲۲-۲	۳-۲-۵ میزان عملیات درکارگاه برای فرآوری مصالح
۱۲۲-۲	۴-۲-۵ وضعیت موجود مصالح ساختمانی از نظر کمی و کیفی در کشور
۱۲۲-۲	۵-۲-۵ میزان مصرف مصالح ساختمانی مختلف
۱۲۴-۲	۳-۵ مهارت های انسانی در سطوح مختلف اجرای سقف تیرچه و بلوک
۱۲۴-۲	۱-۳-۵ انواع مهارت های مورد نیاز
۱۲۴-۲	۲-۳-۵ میزان نیاز به مهارت های انسانی
۱۲۵-۲	۴-۵ کاربرد ابزار و ماشین آلات درکارگاه
۱۲۵-۲	۵-۵ سرعت اجرای سقف تیرچه و بلوک
۱۲۵-۲	۶-۵ دقت و فرهنگ اجرای سقف تیرچه و بلوک
۱۲۶-۲	۷-۵ پایایی و استحکام سقف های تیرچه و بلوک
۱۲۷-۲	۶ - تکنولوژی اجرای سقف های مرکب
۱۲۷-۲	۱-۶ مقررات و ضوابط اجرا
۱۲۷-۲	۱-۱-۶ جزئیات اجرای سقف مرکب
۱۲۹-۲	۲-۱-۶ اتصالات سقف مرکب
۱۲۹-۲	۲-۶ مشخصات مصالح ساختمانی مورد استفاده در اجرای سقف مرکب
۱۲۹-۲	۱-۲-۶ انواع مصالح ساختمانی
۱۳۰-۲	۲-۲-۶ ویژگی های مصالح

## فهرست مطالب

شماره صفحه	عنوان
۱۳۰-۲	۳-۲-۶ میزان عملیات درکارگاه
۱۳۰-۲	۴-۲-۶ وضعیت موجود مصالح ساختمانی
۱۳۱-۲	۵-۲-۶ میزان مصرف مصالح
۱۳۱-۲	۳-۶ مهارت های انسانی در سطوح مختلف برای اجرای سقف مرکب
۱۳۱-۲	۱-۳-۶ انواع مهارت ها
۱۳۲-۲	۲-۳-۶ میزان نیاز به مهارت های انسانی
۱۳۲-۲	۴-۶ کاربرد ابزار و ماشین آلات در کارگاه
۱۳۲-۲	۵-۶ سرعت اجرای سقف مرکب
۱۳۳-۲	۶-۶ دقت و فرهنگ اجرای سقف مرکب
۱۳۳-۲	۷-۶ پایایی و استحکام سقف مرکب
۱۳۴-۲	۷ - تکنولوژی اجرای دیوارهای سبک مرکب
۱۳۴-۲	۱-۷ مقررات و ضوابط اجرا
۱۳۴-۲	۱-۱-۷ جزئیات اجرای دیوارهای سبک مرکب
۱۳۶-۲	۲-۱-۷ اتصالات دیوار سبک مرکب
۱۳۶-۲	۲-۷ مشخصات مصالح ساختمانی مورد استفاده
۱۳۶-۲	۱-۲-۷ انواع مصالح ساختمانی
۱۳۷-۲	۲-۲-۷ ویژگی های مصالح ساختمانی
۱۳۸-۲	۳-۲-۷ میزان عملیات درکارگاه برای فرآوری مصالح
۱۳۹-۲	۴-۲-۷ وضعیت موجود مصالح ساختمانی
۱۳۹-۲	۵-۲-۷ میزان مصرف مصالح مختلف
۱۳۹-۲	۳-۷ مشخصات نیروی انسانی
۱۳۹-۲	۱-۳-۷ انواع مهارت های انسانی

## فهرست مطالب

شماره صفحه	عنوان
۱۳۹-۲	۲-۳-۷ میزان نیاز به مهارت های انسانی
۱۴۰-۲	۴-۷ کاربرد ابزار و ماشین آلات درکارگاه
۱۴۰-۲	۵-۷ سرعت اجرای دیوارهای سبک مرکب
۱۴۰-۲	۶-۷ دقت و فرهنگ اجرا
۱۴۰-۲	۷-۷ پایایی و استحکام
۱۴۱-۲	۸ - جمع بندی روشهای ساخت نیمه صنعتی و صنعتی
۱۴۳-۲	فصل سوم - جمع بندی و نتیجه گیری از انواع روشهای ساخت
۱۴۳-۲	۱ - کلیات
۱۴۳-۲	۲ - خلاصه مباحث
۱۴۵-۲	۳ - مقایسه تکنولوژی های در نظام ساختمان سازی متعارف کشور
۱۴۵-۲	۱-۳ شیوه های اجرا، دانش فنی و مهارت های انسانی
۱۴۶-۲	۲-۳ مصالح و فرآورده های ساختمانی
۱۴۶-۲	۳-۳ ابزار و ماشین آلات
۱۴۷-۲	۴-۳ دقت و فرهنگ اجرا
۱۴۷-۲	۵-۳ سرعت اجرا
۱۴۷-۲	۶-۳ استحکام و پایایی



## مقدمه :

توسعه فعالیت‌های بخش ساختمان در کشور، مستلزم برنامه‌ریزی و تدوین و ترویج مقررات، ضوابط و راه‌حل‌های علمی و عملی با توجه به شرایط و امکانات بالقوه و بالفعل موجود است. بخش ساختمان و مسکن، در حقیقت مجموعه‌ای از عوامل و شرایط اجتماعی، فرهنگی، مدیریتی، فنی و اقتصادی را در برمی‌گیرد و اگر چه در چند دهه اخیر مطالعات گسترده‌ای توسط سازمان‌ها و موسسات مسئول و نیز صاحب‌نظران و اندیشمندان در امر ساختمان و معماری بر روی جنبه‌های مختلف آن صورت پذیرفته اما غالباً دیدگاهها انتزاعی و مجرد بوده است. تولید انبوه و ضرورت تهیه نقشه‌های تیپ، نگرش نوینی را در بخش ساختمان ایجاب می‌کند. تکنولوژی ساختمان از جمله مهمترین زمینه‌های علمی و اجرایی است که باید در روند توسعه فعالیت‌های ساختمان‌سازی و در جهت دستیابی به مقررات و ضوابط ساختمانی، توجه خاصی بدان مبذول گردد. به طور خلاصه، تکنولوژی عامل اصلی تبدیل منابع طبیعی به محصول نهایی و خدمات است. در حقیقت تکنولوژی عامل تعیین‌کننده روند و نحوه ارتباط بین فعالیت‌هایی است که در یک فرایند تولیدی یا خدماتی، داده‌ها را به بازده نهایی تبدیل می‌نمایند. در این روند مواد اولیه، مهارت‌های انسانی، ابزار کار و ماشین‌آلات، دانش فنی و فرهنگ کار از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. بنابراین نمی‌توان تکنولوژی را تنها با یکی از عوامل فوق تعریف نمود و در یک تحقیق علمی باید مجموعه‌ای از این مسائل مورد بررسی قرار گیرند.

مسیر تحول تکنولوژی در هر زمینه فنی و اقتصادی نمایانگر تحول در تمامی ابعاد یاد شده است و یا به عبارت دیگر تعریف هر تکنولوژی از تعریف چگونگی هر یک از ابعاد آن ناشی می‌شود.

بحث تکنولوژی در بخش ساختمان نیز از این اصل پیروی می‌کند. بنابراین در بررسی تکنولوژی موجود ساختمان در کشور یا تکنولوژی‌های ساخت در سایر کشورها و در انتخاب و انتقال تکنولوژی باید تمام جنبه‌های یاد شده و ارتباط مابین آنها مورد مطالعه قرار گیرد.

گزارش حاضر با چنین دیدگاهی برنامه‌ریزی شده و تلاش گردیده است در انواع روش‌های ساختمان‌سازی زمینه‌های اصلی مرتبط با تکنولوژی ساخت مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گیرد. بخش اول مطالعات به بررسی خصوصیات روش‌های دستی بنایی در وضع موجود ساختمان‌سازی اختصاص یافته و در بخش دوم وضعیت تولید صنعتی ساختمان و تکنولوژی صنعتی مورد بررسی قرار گرفته است. بخش‌های سوم و چهارم حاوی نتایج حاصل از ارزیابی و مقایسه تکنولوژی‌های مختلف ساختمان‌سازی و ارائه رهنمودها و مقرراتی برای انتخاب تکنولوژی مناسب و یا بهبود روش‌های موجود است.

در طبقه‌بندی روش‌های ساخت و ساز به «دستی و سنتی» و «نیمه صنعتی و صنعتی» چند موضوع مهم با توجه به تعریف عمومی تکنولوژی در نظر گرفته شده است:

روش‌های دستی به روش‌هایی اطلاق گردیده که:

اول، از مصالح ساختمانی ساده با پیوند نزدیکتر به طبیعت استفاده شده به گونه‌ای که تولید آنها در کارخانه یا کارگاه ساختمانی از فرایند ساده و محدودی برخوردار است.

دوم، روش‌های اجرایی در آنها بیشتر متکی بر نیروی انسانی است تا ماشین‌آلات، به نحوی که سرعت اجرا تنها براساس کار انسان سنجیده می‌شود.

سوم، فرهنگ کار به گونه‌ای است که میزان دقت از دامنه تغییرات وسیعی بر اساس خصوصیات شخصی و فیزیکی بنا یا کارگر برخوردار است.

در حالی که روش‌های صنعتی به روش‌هایی اطلاق می‌شود که:

اول، مصالح ساختمانی تاحدودی و یا کاملاً مرکب بوده و ممکن است از اجزاء و قطعات متعدد تشکیل شود، به گونه‌ای که فرآوری آنها در کارخانه و یا کارگاه از فرایندی پیچیده و چند مرحله‌ای برخوردار است.

دوم، کاربرد ابزار کار سنگین و ماشین‌آلات بیشتر از روش‌های دستی مشاهده می‌شود و به مراتب از میزان کار نیروی انسانی کاسته شده است، اما سطح مهارت‌های لازم ارتقاء یافته است.

سوم، فرهنگ کار به گونه‌ای است که دامنه تغییرات در میزان دقت کار کمتر شده و خصوصیات فردی اجراکنندگان نقش بسیار کمی در محصول نهایی یا ساختمان دارد.



در خاتمه این بحث باید متذکر گردید که با وجود این طبقه بندی، هنوز نمی توان مرز کاملاً دقیق بین روش های دستی، نیمه صنعتی و صنعتی ساختمان سازی در کشور قائل شد، زیرا روش های متداول در حال حاضر ممکن است ترکیبی از خصوصیات مختلف را دارا باشد و از یک دیدگاه روش دستی به نظر آمده اما از دیدگاه دیگر یک روش صنعتی محسوب شود. علاوه بر آن می توان عنوان کرد، ساختمان سازی با استفاده از یک مصالح ساختمانی مشخص می تواند با فرهنگ کار دستی، نیمه صنعتی و یا صنعتی انجام پذیرد. بنابراین در تقسیم بندی فصول آتی تلاش گردیده است تا حد ممکن مجموعه عوامل فوق مد نظر قرار گیرد.



## فصل اول - روش های متداول دستی و سنتی ساختمان

### ۱- کلیات

در این بخش که به بررسی روش های ساخت دستی و سنتی اختصاص دارد باید به این نکته توجه داشت که با در نظر گرفتن وسعت کشور و تنوع شرایط جغرافیایی، فرهنگی، اقتصادی و منابع طبیعی، لازم است ابتداء تصویری عمومی و آماری از انواع روش های ساخت متداول که در حال حاضر مورد استفاده قرار می گیرد به دست آورد. این بررسی ها به صورت عمومی و با استفاده از منابع آماری در قسمت اول این بخش انجام پذیرفته است که نتیجه آن انتخاب تعدادی از مهمترین و متداولترین روش های ساختمان سازی براساس مصالح عمده مورد استفاده است. اما باید اذعان داشت با توجه به تحولاتی که در چند دهه اخیر در کشور صورت گرفته، ساخت و ساز در هر منطقه متکی بر اجزاء و عناصر متفاوتی است که به سادگی قابل طبقه بندی نبوده و از آنجا که ممکن است روش های مختلف ساخت عناصر و اجزاء ساختمانی در یک منطقه با یکدیگر تلفیق شده باشد، می توان یک روش ساختمانی کاملاً تعریف شده را که شامل اجزاء و عناصر مشخص و یکسانی باشد، به ویژه در مناطق شهری برای نمونه انتخاب و به طور کامل مورد بررسی قرار داد. از این رو بررسی ها براساس برخی عناصر مهم و تفکیک مصالح عمده انجام پذیرفته است. انتخاب این عناصر حاصل یک گروه بندی نظری از اجزاء اصلی تشکیل دهنده بنا در روش های مختلف ساخت و ساز بوده است که پس از تلفیق با دیدگاه های کارشناسی منجر به معرفی تعدادی از عناصر مهم و فراگیر گردیده است.

بر اساس تعریف ارائه شده از تکنولوژی، عوامل مورد توجه در بررسی روش های ساخت و تعریف تکنولوژی مربوطه، به صورت زیر طبقه بندی می شود :

- روش های اجرایی، شامل اجرای عناصر و جزئیات و اتصالات و همچنین شرایط اجرا.
- مصالح ساختمانی مورد استفاده در روش مورد نظر، شامل ویژگی های فیزیکی و ابعادی، نحوه فرآوری در کارگاه مشخصات کیفی و میزان مصرف آنها در اجرای عناصر مورد نظر.

– نیروی انسانی، شامل انواع مهارت‌های مورد نظر و میزان و نقش نیروی انسانی در اجرا.  
– میزان دقت در اجرا، شامل دقت متداول و مورد نیاز اجرایی و عوامل مؤثر در آن در شیوه مورد نظر.

– ماشین‌آلات، شامل انواع مورد نیاز و میزان کاربرد آنها.  
در کنار این عوامل به منظور انجام یک بررسی همه جانبه لازم است سرعت اجرا و همچنین وضعیت پایایی و استحکام محصول مورد نظر در روش‌های متداول نیز مورد توجه و مطالعه قرار گیرند. در رابطه با بررسی‌های انجام شده در این بخش یادآوری چند نکته ضرورت دارد :  
اول، آمارهای مورد استفاده غالباً بر اساس مدارک مرکز آمار ایران تهیه شده‌اند. آمارهای مسکن در این مدارک بر اساس مصالح عمده بنا به گونه‌ای طرح شده است که تفسیر و استخراج روش ساخت و ساز به دقت و تفکیک کاملاً عملی نیست، به عنوان مثال «اسکلت فلزی یا بتنی» به صورت یک گروه قید شده و یا «آجر و چوب یا سنگ و چوب» در یک ستون ارائه گردیده است. علاوه بر آن در آمارهای سال‌های مختلف برخی از ستون‌ها تغییر نموده‌اند. مثلاً بلوک بتنی به عنوان یک آمار مستقل از سال ۱۳۵۵ در جدول مشاهده می‌شود.  
دوم، در بررسی‌های این بخش بنا بر فصل‌بندی کار، انواع اسکلت مورد تجزیه و تحلیل قرار نگرفته‌اند و تنها در بحث انواع دیوارهای بنایی به دیوارهای باربر نیز پرداخته شده است.  
سوم، در مورد کیفیت مصالح مورد استفاده و نیز تکنیک‌های اجرایی تاکنون مطالعات علمی و آزمایش‌های گسترده‌ای در ایران انجام پذیرفته است و از این رو تجزیه و تحلیل‌ها منحصرأ به نمونه‌هایی که در دسترس بوده محدود گردیده است.  
چهارم، در زمینه بررسی مقادیر مربوط به کارهای ساختمانی، نیروی انسانی و سرعت اجرا، تجزیه و تحلیل عملیات ساختمانی سازمان برنامه و بودجه و سندیکای شرکت‌های ساختمانی ملاک عمل قرار گرفته است.

## ۲ - بررسی کمی - آماری

در جدول شماره ۲-۱ انواع ساخت و ساز بر اساس مصالح عمده بنا به تفکیک برای سال‌های ۱۳۴۵، ۱۳۵۵ و ۱۳۶۵ ارائه گردیده است.

تعداد واحدهای مسکونی معمولی نقاط شهری و روستایی بر حسب مصالح عمده بنا \*

جدول ۲ - ۱

شرح	اسکلت فلزی یا بتنی	آجر و آهن یا سنگ و آهن	تمام آجر یا سنگ و آجر یا آجر و چوب یا سنگ چوب (۱)	بلوک بتنی	تمام چوب	خشت و چوب	خشت و گل	سایر و اظهار نشده (۲)	جمع	
آبان ۱۳۴۵	۱۰۷۲۳	۳۳۶۱۲۰	۶۳۵۱۲۲	(۳)	۵۵۳۵۰	۱۲۹۰۴۲۱	۱۱۲۴۵۴۰	۲۴۴۴۲۲	۳۸۰۶۶۹۸	
آبان ۱۳۵۵	۳۷۴۳۸	۱۲۳۲۹۵۸	۹۰۵۴۸۹	۷۲۰۹۶	۱۷۲۶۹	۱۹۷۴۱۱۵	۹۳۴۴۴۸	۱۷۸۲۰	۵۱۹۱۶۳۳	
سهر ۱۳۶۵	۲۷۳۱۹۰	۳۵۳۳۱۵۸	۱۴۴۳۵۸۹	۴۲۹۹۲۳	۵۹۵۲۲	۱۵۴۱۲۹۸	۸۲۸۵۹۹	۱۰۷۰۹۶	۸۲۱۷۳۷۵	
آبان ۱۳۴۵	۸۲۱۵	۴۲۰۸۶۹	۳۳۴۲۵۵	(۳)	۵۲۳۰	۲۷۱۷۸۲	۲۳۷۸۰۲	۱۸۱۸۵	۱۲۹۶۳۳۸	
آبان ۱۳۵۵	۳۳۴۲۰	۱۱۵۵۵۸۵	۴۷۱۰۸۶	۴۱۱۶۹	۳۶۷۲	۳۷۴۳۴۲	۲۸۴۳۱۴	۴۳۰۵	۲۳۶۷۸۹۳	
سهر ۱۳۶۵	۲۴۲۵۱۳	۲۹۷۷۶۶۶	۶۸۸۷۷۱	۲۰۷۴۱۹	۱۵۰۰۸	۲۵۴۱۳۵	۲۳۹۵۳۷	۴۴۶۷۳	۶۶۶۹۷۲۲	
آبان ۱۳۴۵	۲۵۰۸	۲۵۲۵۱	۳۰۰۸۶۷	(۳)	۵۰۱۲۰	۱۰۱۸۶۳۹	۸۸۶۷۳۸	۲۲۶۲۳۷	۲۵۱۰۳۶۰	
آبان ۱۳۵۵	۴۰۱۸	۷۷۳۷۳	۴۳۴۴۰۳	۴۰۹۲۷	۱۳۵۹۷	۱۵۹۹۷۷۳	۶۵۰۱۳۴	۱۳۵۱۵	۲۸۲۳۷۴۰	
سهر ۱۳۶۵	۴۰۶۷۷	۵۵۶۶۹۲	۷۵۴۸۱۸	۲۲۲۵۰۴	۴۴۵۱۴	۱۲۸۷۱۶۳	۵۸۹۰۶۲	۶۲۴۲۳	۳۵۴۷۶۵۳	

\* ماخذ - مرکز آمار ایران

- ۱- به منظور مقایسه اطلاعات سه سرشماری، تعداد واحدهای مسکونی با مصالح تمام آجر یا سنگ و آجر به واحدهای مسکونی با مصالح آجر و چوب یا سنگ و چوب در سال ۱۳۶۵ افزوده شده است.
- ۲- به منظور مقایسه اطلاعات سه سرشماری، تعداد اظهار نشده به تعداد "سایر" در سرشماری سال ۱۳۶۵ افزوده شده است.
- ۳- در سال ۱۳۶۵، اطلاعات واحدهای مسکونی با مصالح بلوک بتنی بصورت مستقل وجود نداشته و در ستون سایر منظور شده است.

با توجه به جدول رشد ساختمان طی سال‌های ۴۵ تا ۶۵ برای روش‌های مختلف متفاوت است. این تفاوت مابین شهر و روستا نیز به چشم می‌خورد. مثلاً "یک روش ممکن است در شهر رشد چشمگیری داشته باشد ولی در روستا از رشدی قابل توجه برخوردار نباشد و یا بالعکس. لذا برای تجزیه و تحلیل بیشتر و انتخاب روش‌های رایج و مهم‌تر لازم است اطلاعات آماری را مورد بررسی دقیق‌تر قرار داده و روش‌های مختلف را در شهر و روستا و در کل کشور مورد مقایسه قرار داد.

## ۲ - ۱ انواع روش‌های ساخت و ساز سنتی و دستی

برای بررسی کمی و آماری انواع روش‌های دستی باید تعریف نظری نسبتاً روشنی از هر یک ارائه شود :

الف- اسکلت فلزی : ساختمان فلزی به ساختمانی اطلاق می‌شود که اسکلت آن کاملاً از عناصر فلزی ساخته شده است، یعنی تیرها، ستون‌ها و تیرچه‌ها و همچنین کلیه اتصالات آن فلزی است. در این روش دیوارها به صورت غیر باربر بوده و با انواع مصالح نظیر آجر، بلوک بتنی و یا بلوک گچی ساخته می‌شود.

ب - اسکلت بتنی : نظیر تعریف فوق اما با عناصر اصلی باربر بتنی می‌باشد.

ج - ساختمان‌های آجری (شامل تمام آجر، آهن و آجر و چوب) : به ساختمان‌هایی اطلاق می‌شوند که عناصر اصلی آنها از آجر ساخته شده است. این ساختمان‌ها شامل دیوارهای باربر آجری بوده و سقف‌ها تیرآهن با طاق آجری و یا تمام آجر (انواع طاق‌های ضربی و یا رومی) می‌باشد. در این گروه، ساختمان‌های با سقف تیرچوبی نیز جای می‌گیرد.

د - ساختمان‌های بلوک بتنی : به ساختمان‌هایی اطلاق می‌شود که دیوارها و عناصر باربر اصلی آنها از بلوک بتنی ساخته شده و سقف غالباً از نوع تیرچوبی و یا تیرآهن است.

ه - ساختمان‌های سنگی : به ساختمان‌هایی گفته می‌شود که دیوارها و عناصر باربر از قطعات سنگ ساخته شده و سقف‌ها غالباً چوبی و ندرتا سایر روشهای سقف سازی است.

و - ساختمان‌های خشتی و گلی : به ساختمان‌هایی گفته می‌شوند که دیوارهای باربر آنها خشتی بوده و سقف‌ها غالباً انواع طاق‌های خشتی و یا تیرچوبی می‌باشد.

ز - ساختمان‌های چوبی و سنگی (نظیر تمام چوب، سنگ و چوب) : این گروه به

ساختمان‌هایی اطلاق می‌شود که دیوارهای اصلی سنگی یا چوبی بوده و سقف‌ها غالباً از تیر چوبی تشکیل می‌شود.

## ۲ - ۲ تجزیه و تحلیل تحولات آماری

نمودار ۱-۲، نمایانگر تحولات ساختمان‌سازی در روش‌های مختلف براساس مصالح عمده بنا از سال ۱۳۴۵ تا ۱۳۶۵ می‌باشد. این نمودار نشانگر رشد قابل توجه ساختمان‌سازی بین سال‌های ۱۳۴۵ تا ۱۳۶۵ است به گونه‌ای که در دهه دوم آهنگ رشد شتاب بیشتری می‌گیرد. طبق این نمودار اغلب روش‌های ساخت و ساز به نسبت رشدی مشابه و نزدیک به رشد کل توسعه یافته است به غیر از چند مورد زیر :

اول، تعداد ساختمان‌های ساخته شده از آجر و آهن یا سنگ و آهن با آهنگ رشدی فوق‌العاده (به طور متوسط ۱۸۰ درصد در هر ده سال) افزایش یافته است.

دوم، ساختمان‌های با خشت و چوب و خشت و گل با کاهش چشمگیری مواجه بوده است.

سوم، ساختمان‌های اسکلت فلزی و بتنی و نیز بلوک بتنی، اگر چه از تعداد کمتری نسبت به سایر انواع برخوردار است اما آهنگ رشد بسیار سریعی را نشان می‌دهد.

چهارم، ساختمان‌های تمام چوب با وجود افت و خیزهایی با رقم نسبتاً مشابهی بین سال‌های ۱۳۴۵ و ۱۳۶۵ مواجه است.

## ۲ - ۳ ارزیابی سهم هر یک در احداث مسکن

علاوه بر تحولات آماری در تعداد ساختمان‌های ساخته شده با مصالح مختلف، لازم است سهم هر یک در آمار کل ساختمان‌های هر دوره مشخص شود تا بتوان به تصویری دقیق‌تر از وضعیت آماری روش‌های ساخت و ساز دست یافت.

جدول ۲-۲ نشان‌دهنده آمار ساختمان‌های موجود برحسب مصالح عمده بنا و سهم هریک از تعداد کل ساختمان‌ها در هر دوره است. با مقایسه سهم مصالح عمده در سه دوره آمارگیری می‌توان به میزان گرایش عمومی و توجه به روش‌های مختلف ساخت و ساز در هر دوره و سیر تحول آن پی برد.

جدول ۲-۳ نتایج خلاصه شده بررسی را نشان می‌دهد. در این جدول تعداد ساختمان‌های موجود

بر حسب مصالح عمده بنا در هر دوره با یکدیگر مقایسه شده و سیر تحول سهم هر یک از روش‌ها مشخص شده است. جداول ۲-۴ و ۲-۵ این آمار را به تفکیک شهر و روستا نشان می‌دهد.





بررسی تغییرات تعداد ساختمان های موجود براساس مصالح عمده و تغییرات سهم هریک در کل کشور (۱۳۶۵-۱۳۴۵)

جدول ۲ - ۳

شماره ردیف (ک)	مصالح عمده بنا	تغییرات تعداد ساختمان های موجود براساس مصالح مختلف							
		تغییر سهم ساختمان های موجود براساس مصالح مختلف		تغییر سهم ساختمان های موجود براساس مصالح مختلف		تغییر سهم ساختمان های موجود براساس مصالح مختلف		تغییر سهم ساختمان های موجود براساس مصالح مختلف	
		۴۵-۵۵	۵۵-۴۵	۴۵-۵۵	۵۵-۴۵	۴۵-۵۵	۵۵-۴۵	۴۵-۵۵	۵۵-۴۵
۱	آجر و آهن یا سنگ و آهن	●	●	●	●	●	●	●	●
۲	خفت و چوب	●	●	●	●	●	●	●	●
۳	آجر و چوب یا سنگ و چوب	●	●	●	●	●	●	●	●
۴	خفت و گل	●	●	●	●	●	●	●	●
۵	بلوک بتنی	■	■	■	■	■	■	■	■
۶	اسکلت لاری و بتنی	●	●	●	●	●	●	●	●
۷	تمام چوب	●	●	●	●	●	●	●	●
۸	سایر و اظهار نشده	●	●	●	●	●	●	●	●

■ در آمارهای ۱۳۴۵ بلوک بتنی در مستون سایر منظور گردیده است و قابل تشکیل نیست.

بررسی تغییرات تعداد ساختمان های موجود براساس مصالح عمده و تغییرات سهم هریک از شهرهای ایران (۱۳۶۵-۱۳۴۵)

جدول ۲ - ۴

شماره ردیف (کد)	تغییرات تعداد ساختمان های موجود با مصالح مختلف						تغییر سهم ساختمان های موجود با مصالح مختلف					
	۴۵-۵۵		۵۵-۶۵		۴۵-۵۵		۵۵-۶۵		۴۵-۵۵		۵۵-۶۵	
	سیر صعودی	سیر نزولی	بدون تغییر	سیر صعودی	سیر نزولی	بدون تغییر	سیر صعودی	سیر نزولی	بدون تغییر	سیر صعودی	سیر نزولی	بدون تغییر
۱	●			●			●			●		
۲	●			●				●			●	
۳	●			●			●			●		
۴	●			●				●			●	
۵				*								
۶				●			●					
۷				●			●			●		
۸				●			●			●		

\* در آمارهای ۱۳۴۵ بلوک بتنی در ستون سایر منظور گردیده است و قابل تفکیک نیست.

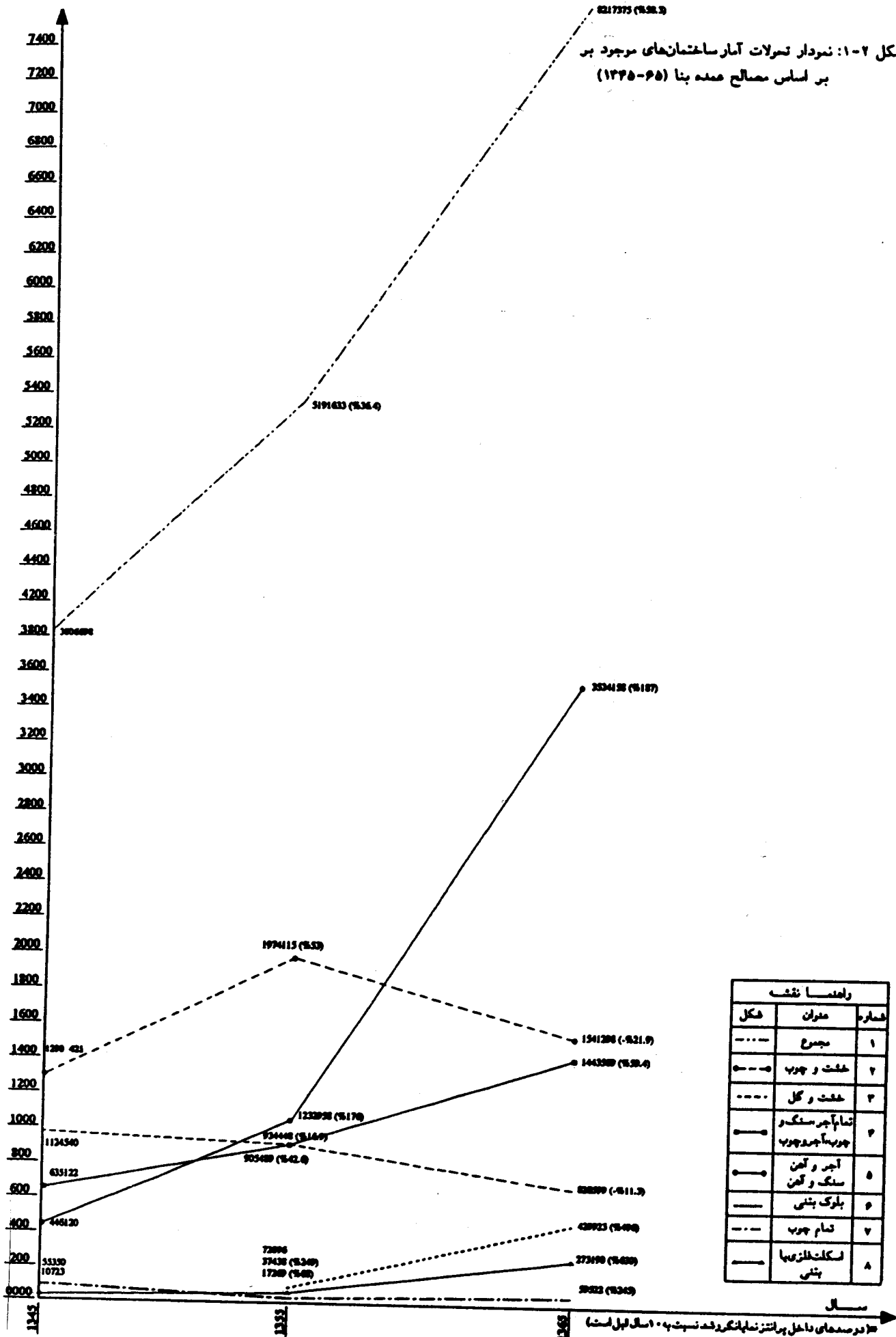
بررسی تغییرات تعداد ساختمان های موجود براساس مصالح عمده و تغییرات سهم هر یک از روستاهای ایران (۱۳۱۵-۱۳۴۵)

جدول ۲ - ۵

شماره ردیف (کد)	مصالح عمده بنا	تغییرات تعداد ساختمان های موجود با مصالح مختلف					تغییر سهم ساختمان های موجود با مصالح مختلف				
		۴۵-۵۵		۵۵-۶۵		سیر صعودی سیر نزولی	۴۵-۵۵		۵۵-۶۵		سیر صعودی سیر نزولی
		سیر صعودی	سیر نزولی	سیر صعودی	سیر نزولی		سیر صعودی	سیر نزولی			
۱	آجر و آهن یا سنگ و آهن	●		●		●		●		●	
۲	خشت و چوب	●		●		●		●		●	
۳	آجر و چوب یا سنگ و چوب	●		●		●		●		●	
۴	خشت و گل			●		●		●		●	
۵	بلوک بتنی			●		●		●		●	
۶	اسکلت فلزی و بتنی			●		●		●		●	
۷	تمام چوب			●		●		●		●	
۸	سایر و اظهار نشده			●		●		●		●	

■ در آمارهای ۱۳۴۵ بلوک بتنی در ستون سایر منظور گردیده است و قابل تفکیک نیست.

شکل ۱-۲: نمودار تحولات آمار ساختمان‌های موجود بر  
بر اساس مصالح عمده بنا (۶۵-۱۳۴۵)



واحد سنجش		
شماره	مغزین	شکل
۱	مجموع	---
۲	خشت و چوب	○---
۳	خشت و گل	---○
۴	تمام آجر سنگ و چوب آجر چوب	—●—
۵	آجر و آهن سنگ و گن	—○—
۶	بلوک بتنی	—■—
۷	تمام چوب	---○
۸	سکلت‌الزریها بتنی	—■—

مستطیل  
در صد مای داخل پرتز تمام تکمیل شده نسبت به ۱۰ سال قبل است

مطالعه و تجزیه و تحلیل اطلاعات موجود در جداول ۲-۳ تا ۲-۵، نمایانگر تحولاتی است که به صورت زیر خلاصه می‌شود :

الف - با توجه به آنکه تعداد ساختمان‌های موجود با استفاده از آجر و آهن (یا سنگ و آهن) طی سال‌های ۱۳۴۵-۱۳۶۵ سیر صعودی را طی کرده و با در نظر داشتن افزایش سهم این نوع ساختمان‌ها در همین دوره پیش‌بینی می‌شود که این سیر صعودی ادامه یابد. برای افزایش ساخت و ساز با این مصالح دلایل مختلفی است، مانند :

- فراوانی و دسترسی به مصالح.
- گرایش عمومی و عادت به کار گرفتن آهن و آجر.
- استحکام قابل توجه این مصالح در برابر عوامل جوی در اغلب مناطق ایران و نسبت تخریب پائین آنها.
- وجود عوامل فنی و نیروی انسانی کافی برای احداث اینگونه ساختمان‌ها در اغلب مناطق ایران.

ب - احداث ساختمان‌ها با خشت و چوب پس از سال ۵۵ با سیر نزولی مواجه بوده و سهم ساختمان‌های ساخته شده از این مصالح نیز نسبت به دوره قبل کاهش یافته است. بنابراین پیش‌بینی می‌شود که این روش حتی در روستاهای کشور در حال منسوخ شدن است و در سال‌های آتی نیز کاهش بیشتری خواهد داشت. مهمترین عامل این امر کم شدن گرایش عمومی به اینگونه مصالح ساختمانی به دلیل حجم قابل توجه عناصر باربر آن است که موجب می‌شود در نگهداری آنها نیز کوشش کافی مبذول نگردد.

ج - اگر چه تعداد ساختمان‌های ساخته شده با آجر و چوب یا سنگ و چوب در هر دو دوره افزایش یافته اما سهم آن از تعداد کل هر دوره در سال ۱۳۵۶ نسبت به دوره قبل تقریباً بدون تغییر بوده است. بدین ترتیب پیش‌بینی می‌شود که این مصالح کاربرد فراگیری در سال‌های آتی نخواهد داشت زیرا علاوه بر وجود مشکلات اجرایی در ساخت و ساز با این ترکیب مصالح، به دلیل عدم رعایت نکات فنی، استحکام آنها کم بوده و علاوه بر آن سرعت اجرا و هزینه‌های احداث نیز نمی‌تواند با سایر روش‌ها رقابت نماید.

د - استفاده از خشت و گل در احداث ساختمان نیز از سهم کمتری نسبت به دوره‌های قبل برخوردار است و تعداد ساختمان‌های ساخته شده با این مصالح نیز کاهش چشمگیری را نشان

می دهد. این امر حتی در روستاها نیز مشاهده می شود. بنابراین در سال های آتی سهم اندکی از ساختمان سازی به این مصالح اختصاص خواهد یافت.

ه - آمار ساختمان های احداث شده با بلوک بتنی از سال ۱۳۵۵ به بعد استخراج شده و تغییرات آن تا سال ۱۳۵۶ نمایانگر افزایش تعداد و سهم آن در ساختمان سازی است. از گسترش کاربرد این مصالح ساختمانی با توجه به امکان تأمین مواد اولیه، سرعت اجرا، هزینه نسبتاً قابل قبول در برابر سایر مصالح ساختمانی و جایگزین شدن تدریجی آن در برابر آجر در برخی از مناطق ایران چنین نتیجه می شود که کاربرد این مصالح در سال های آتی افزایش بیشتری خواهد داشت.

و - آمار ساختمان های موجود با استفاده از اسکلت فلزی یا بتنی اگر چه از حجم نسبتاً کمی برخوردار است اما سیر صعودی تعداد و سهم آن در هر دو دوره نمایانگر رشد سریع و گرایش عمومی به این گونه ساختمان سازی در شهرها و روستاهای کشور است.

ز - تعداد ساختمان های موجود تمام چوب، در سال های مورد بررسی از تغییرات قابل توجهی برخوردار بوده که بخشی از آن به دلیل نوسانات در امر تأمین چوب و هزینه های آن است. در هر صورت به دلیل محدودیت منابع چوب و تمرکز آنها در برخی مناطق محدود کشور، این مصالح را نمی توان به صورت فراگیر مورد بررسی قرار داد. شرایط خاص تأمین، عمل آوردن و به کار بستن چوب، آنرا به صورت یک مصالح ساختمانی ویژه برای نازک کاری، تزئینات داخلی و مبلمان مناسب ساخته است.

ح - افزایش تعداد ساختمان هایی که مصالح عمده آنها اظهار نشده و نیز سیر صعودی سهم آنها ناشی از رواج برخی تکنیک های خاص، روش های صنعتی و نیمه صنعتی جدید و ترکیبات مصالح ساختمانی مختلف است. این سهم اگر چه نسبت به کل آمار قابل توجه نیست اما افزایش آن حاصل روش های جدیدی است که در حال رواج یافتن است که احتمالاً در آمارهای دوره های بعد عناوین جدیدی ارائه خواهد شد.

با بررسی این تحولات، روش های متداول ساختمان سازی کشور با استفاده از شیوه های دستی و سنتی سه گروه عمده را شامل می شود :

گروه اول- روش های بنایی (ماسونری) و کاملاً دستی : این روش ها نظیر اجرای ساختمان های خشتی و گلی، با توجه به کاهش کارآیی و بازده اقتصادی و همچنین امکانات نازل آنها در رویارویی با شرایط اقتصادی و اجتماعی امروز، از هیچگونه رشدی برخوردار نخواهد بود، بلکه به

مرور در حال منسوخ شدن است. این سیستم بنایی به دلیل غیر تیپ بودن، عدم امکان تولید انبوه در حوزه مطالعات جزئیات تیپ ساختمانی قرار نمی‌گیرد.

گروه دوم - روش‌های بنایی (ماسونری) نوین : ساختمان‌های آجر و آهن و موارد مشابه آنها در این گروه قرار می‌گیرند. در این شیوه‌های اجرایی اگر چه هنوز تکیه بر اجرای اجزاء و عناصر به صورت درجا و با توجه به شرایط مقطعی است، اما امکان تیپ کردن جزئیات ساختمانی و حرکت به سوی تلفیق اجزا و نصب برخی قطعات و اجزاء وجود دارد. با ارائه اصول مدون و اعمال کنترل و نظارت می‌توان این شیوه‌ها را بهبود بخشید و پیشنهاد نمود.

گروه سوم - روش‌های اسکلت‌سازی (به شیوه دستی) : این گروه که عمدتاً شامل اسکلت‌های فلزی و بتنی است، اگر چه از نظر شیوه اجرا هنوز تابع نظام فکری اجرای دستی ساختمان است، اما به مرور تحول یافته و با تیپ شدن برخی اجزا و اتصالات به صورت اجرای نیمه صنعتی نیز نمایان گردیده است. در این رابطه نباید نقش مصالح اصلی یعنی تیرآهن، آرماتور و بتن را که خود محصولاتی صنعتی هستند از نظر دور داشت. در هر صورت این شیوه قابلیت تحول بیشتر در جهت صنعتی شدن را دارا است و با توصیه‌های اصولی به مرور نصب قطعات و اجزاء جایگزین روش‌های دستی و اجرای درجا می‌شود.

## ۲ - ۴ اجزاء تشکیل دهنده روش‌های متداول ساختمانی

همانگونه که اشاره شد، برای دستیابی به روشی عملی برای بررسی و مطالعه روش‌های متداول ساختمانی، باید ابتدا آنها را به اجزاء و عناصر مشخص تفکیک کرد و پس از طبقه‌بندی مورد مطالعه قرار داد. اجزاء تشکیل دهنده ساختمان‌های متداول بر اساس وظایف آنها به صورت زیر طبقه‌بندی می‌شود :

الف - عناصر باربر

ب - عناصر غیر باربر و جدارهای پرکننده

ج - سقف‌ها

د - بازشوها

ه - پوشش‌های بام

و - اندودها و نماسازی‌ها



ز - پوشش جداره سرویس‌ها

ح - کف سازی‌ها

جدول ۲-۶، اجزاء و عناصر تشکیل‌دهنده ساختمان در روش‌های مختلف ساخت و ساز دستی و سنتی را به تفکیک و براساس دیدگاه‌های کارشناسی نشان می‌دهد. این جدول اگر چه از ویژگی آماری دقیق برخوردار نیست اما می‌تواند تصویری نسبتاً روشن از پر استفاده‌ترین انواع عناصر ساختمانی و در واقع اجزاء مادر را براساس مصالح سازنده آنها به نمایش بگذارد.

انواع اجزاء و عناصر ساختمانی متعارف در روشهای متداول ساختمان سازی براساس مصالح عمده بنا

جدول ۶ - ۲

ردیف	سفتکاری										فنازی کاری										
	۱		۲		۳		۴		۵		۶		۷		۸		۹		۱۰		
	دیوار	ستون	پرکننده	بازوپیما	پنجرهها	تیرچه بتنی	سقفها	سقف	توس	تیمار	سخت بزرگ	پوشش های سرام	تیمار	پوشش بردهها	کاشی و سرامیک	سنگ مرمر	پوشش های سرام	سخت بزرگ	پوشش های سرام	تیمار	
۱	دیوار آجر	ستون فلزی	پرکننده بتن	بازوپیما چوبی	پنجرهها آلومینیومی	تیرچه بتنی	سقفهای آهن و آجر	تیرچوبی و الباف گیاهی	سایر	بلوک بتنی	دیوار آجر	دیوار آجر	دیوار آجر	دیوار آجر	دیوار آجر	دیوار آجر	دیوار آجر	دیوار آجر	دیوار آجر	دیوار آجر	دیوار آجر
۲	دیوار آجر	ستون فلزی	پرکننده بتن	بازوپیما چوبی	پنجرهها آلومینیومی	تیرچه بتنی	سقفهای آهن و آجر	تیرچوبی و الباف گیاهی	سایر	بلوک بتنی	دیوار آجر	دیوار آجر	دیوار آجر	دیوار آجر	دیوار آجر	دیوار آجر	دیوار آجر	دیوار آجر	دیوار آجر	دیوار آجر	دیوار آجر
۳	دیوار آجر	ستون فلزی	پرکننده بتن	بازوپیما چوبی	پنجرهها آلومینیومی	تیرچه بتنی	سقفهای آهن و آجر	تیرچوبی و الباف گیاهی	سایر	بلوک بتنی	دیوار آجر	دیوار آجر	دیوار آجر	دیوار آجر	دیوار آجر	دیوار آجر	دیوار آجر	دیوار آجر	دیوار آجر	دیوار آجر	دیوار آجر
۴	دیوار آجر	ستون فلزی	پرکننده بتن	بازوپیما چوبی	پنجرهها آلومینیومی	تیرچه بتنی	سقفهای آهن و آجر	تیرچوبی و الباف گیاهی	سایر	بلوک بتنی	دیوار آجر	دیوار آجر	دیوار آجر	دیوار آجر	دیوار آجر	دیوار آجر	دیوار آجر	دیوار آجر	دیوار آجر	دیوار آجر	دیوار آجر
۵	دیوار آجر	ستون فلزی	پرکننده بتن	بازوپیما چوبی	پنجرهها آلومینیومی	تیرچه بتنی	سقفهای آهن و آجر	تیرچوبی و الباف گیاهی	سایر	بلوک بتنی	دیوار آجر	دیوار آجر	دیوار آجر	دیوار آجر	دیوار آجر	دیوار آجر	دیوار آجر	دیوار آجر	دیوار آجر	دیوار آجر	دیوار آجر

دارای ارزش متداول ۱ است

کم متداول و با این تفاوت ۰ - بسیار متداول یا تنها راه ممکن

با مطالعه جداول ۲-۶ و پس از تجزیه و تحلیل شیوه‌های ساخت و ساز عنوان شده نتیجه گرفت برخی از اجزاء ساختمانی در روش‌های مختلف کاربردی مشابه دارند و می‌توان آنها را در اولویت مطالعه قرار داد. مهمترین این اجزاء که در بخش‌های آتی مورد مطالعه دقیقتر قرار خواهند گرفت عبارتند از :

۱ - دیوارها (باربر و جداکننده) : دیوار آجری، دیوار سنگی و دیوار بلوک بتنی.

۲- اسکلت فلزی : (از دیدگاه و تکنولوژیک).

۳- سقف‌ها : سقف تیرآهن و آجر و سقف چوبی.

۴- پوشش سرویس‌ها : کاشی.

۵- کف سازی‌ها : موازینیک و سرامیک.

۶- بازوها : (از دیدگاه تکنولوژیک و اجرایی).

در خاتمه لازم به توضیح است که در جدول ۲-۶، برخی دیگر از اجزاء ساختمانی نیز حایز اهمیت هستند اما به دلایل زیر در این فصل مورد تجزیه و تحلیل قرار نگرفته‌اند :

اول : سقف‌های تیرچه و بلوک بتنی، برای آن که محصولی صنعتی یا نیمه صنعتی محسوب می‌شود در فصل دوم مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

دوم : انواع اندودکاری، رنگ و نماسازی، به دلیل آنکه اجزاء اصلی ساختمان محسوب نمی‌شود در فصل مصالح ساختمانی مورد مطالعه کامل قرار گرفته است.

سوم : انواع پوشش‌های بام، همانند مورد دوم در فصل مصالح ساختمانی بررسی شده است. هر یک از قسمت‌هایی که در پی می‌آید به بررسی و تجزیه و تحلیل تکنولوژی اجرای یک جزء ساختمانی در شیوه‌های دستی ساخت و ساز اختصاص دارند. نوع بررسی‌ها به نحوی است که امکان مقایسه بین روش‌های مختلف را فراهم خواهد آورد. شیوه‌ارائه مطالب بر اساس مفهوم تکنولوژی و عوامل مرتبط با آن یعنی دانش فنی و اجرایی، مصالح ساختمانی، مهارت‌های انسانی، کاربرد ابزار و ماشین‌آلات، سرعت اجرا، دقت و فرهنگ کار و پایایی و استحکام سیستم مورد نظر تنظیم گردیده است و در خاتمه هر بخش پیشنهاداتی جهت بهبود اجرای کار و یا انتخاب مصالح ساختمانی ارائه شده است.

### ۳ - تکنولوژی اجرای دیوارها آجری

با اینکه بیشترین بخش ساخت و ساز کشور بر روی سازه‌های آجری استوار شده است، با این همه این نظام هنوز تحت تأثیر ساختمان‌های خشت و گلی گذشته می‌باشد و تاکنون ضوابط تکنیکی و اجرای مشخص و معینی که سازگار با این صنعت باشد بطور رسمی و جدی به اجراء در نیامده است. نبود استاندارد و دستورالعمل‌های اجباری در تولید آجر و کاربرد آن در ساختمان و همچنین نبود نظام آموزشی لازم برای ایجاد مهارت و دانش اجرا سبب گردیده است که این محصول نیمه صنعتی غالباً براساس دانش قدیم به صورت خشت مورد بهره برداری قرار گیرد. در تهیه و کاربرد ملات‌های سیمانی نیز با وجود تدوین مقررات و ضوابط نسبتاً جامع و مفصل، هنوز کیفیت و کارایی قابل قبول به دست نیامده است. از این رو سعی می‌شود در این بخش فنون مربوط به اجرای دیوارهای آجری مد نظر باشد و مقررات و ضوابط از این دیدگاه تهیه و ارائه گردد.

#### ۳ - ۱ - مقررات و ضوابط اجرا

#### ۳ - ۱ - ۱ جزئیات دیوار آجری

- ضخامت دیوار آجری باید نسبت به مساحت نمای دیوار و میزان بارگذاری، با محاسبات سازه‌ای تعیین شود.
- آجر چینی در طول دیوار باید ردیف به ردیف و بدون توقف انجام شود در غیراینصورت رعایت مقررات " درز ساخت " مطابق بند ۳-۱-۲ ضروری است.
- ردیفهای آجرچینی باید کاملاً تراز و سطوح قائم شاقول باشد.
- نظام آجر چینی باید متقارن و با فواصل مساوی باشد.
- در دو ردیف آجرچینی متوالی و در تمام عرض دیوار هیچ بندی نباید روی بند زیرین قرار گیرد.
- آجر کاری باید دارای بندهای افقی و قائم مساوی با ضخامت ۱۰ تا ۱۲ میلیمتر و در تمام عرض دیوار پر از ملات باشد.

- ارتفاع و طول دیوار باید ضریب صحیحی از ابعاد آجر و ضخامت بند باشد.
- از شکستن و نیمه کردن آجر باید پرهیز کرد، در موارد استثنائی حداکثر تا یک چهارم از طول آجر را می‌توان کاهش داد.
- بافت آجر چینی بطور کامل باید در تمام ضخامت و طول دیوار رعایت شود، از پر کردن قسمت وسط و بی‌توجهی به بافت ابتداء و انتهای دیوار جدا پرهیز گردد.
- ترجیحا" کل بنا و قطعا در هر دیوار مستقل آجری، باید از یک نوع و یک اندازه آجر استفاده شود.
- آجرهای مورد استفاده باید قبلا" به تائید کارشناس مسئول رسیده باشد و شرایط خصوصی کاربرد آجر منتخب باید در هنگام اجراء رعایت شود.
- مشخصات اجزاء و چگونگی تهیه ملات برای آجر چینی باید مطابق مشخصات فنی عمومی ساختمان باشد، به ویژه روانی آن در حدی باشد که روی سطح افقی پخش نشود و به راحتی قابل شکل‌گیری باشد ملات گذاری در دو مرحله با حداکثر فاصله زمانی ۳۰ دقیقه به ترتیب زیر انجام شود :
- الف - پهن کردن یک لایه ملات حداکثر به ضخامت ۱۸ میلیمتر به گونه‌ای که از لبه‌های جانبی دیوار ۱۵ تا حداکثر ۲۵ میلیمتر فاصله رعایت شود نشانند آجر با فرو بردن آن به داخل ملات انجام می‌گیرد به گونه‌ای که ضخامت ملات به ۱۰ تا ۱۲ میلیمتر کاهش یابد و ملات اضافی به داخل بندها رانده شود.
- ب - مرحله دوم، پر کردن بندهای بین آجرها است، به گونه‌ای که ملات به صورت کاملا" متراکم در داخل بندها قرار گیرد باید توجه داشت که از خیساندن آجر در روی ملات جدا پرهیز شود و در صورت نیاز مطابق مشخصات خصوصی آجر باید قبلا" به طور جداگانه خیسانده شود.
- شرایط محیطی مناسب برای آجر کاری در دوران گیرایی مطابق مقرراتی که در بخش اقلیم و مصالح ارائه شده است، خواهد بود در هر صورت آجر کاری در دمای زیر ۵ درجه سانتیگراد و در زیر بارندگی و تابش آفتاب همراه با دمای بیش از ۳۰ درجه سانتیگراد مجاز نمی‌باشد ضوابط نگهداری تا رسیدن به مقاومت لازم (دوران گیرایی) مطابق مشخصات فنی عمومی خواهد بود.
- درغاب سیمان فقط برای دیواری که دارای پوشش نازک کاری در نما خواهد بود، توصیه

می‌شود به گونه‌ای که در شروع هر مرحله آجر چینی دوغاب آماده شده مطابق مشخصات فنی به قسمت ساخته شده قبلی از بالای آجرها به آرامی ریخته می‌شود، به گونه‌ای که آجر چینی تا "درز ساخت" قبلی پوشش شود.

### ۳ - ۱ - ۲ اتصال دیوارهای آجری یا " درز ساخت "

برای اتصال دیوارها آجری مراحل زیر به ترتیب انجام می‌شود :

الف - خاتمه کار روزانه و یا توقف نیمه کاره آجر چینی باید به صورت پله ای از پائین به بالا با کاهش حداقل یک آجر در هر ردیف باشد و سطوح افقی آزاد در انتهای کار نیز باید فاقد ملات باشد و به ردیف آجر ختم شود.

ب - برای شروع مجدد آجر چینی باید کلیه سطوح اتصال کاملاً پاک باشد، به گونه‌ای که ملات های اضافی و بیرون زده از سطح آجرها تراشیده و تمیز شود.

پ - با آماده شدن سطح اتصال، شروع آجرچینی با ملات گذاری خواهد بود که از ردیف پائین شروع و به ترتیب با تکمیل ردیف‌ها به سمت بالا ادامه پیدا خواهد کرد.

ت - در اتصال دیوارهای آجری رعایت نکات زیر ضروری است :

- نوع ملات و کیفیت آن باید در هر دو بخش اتصال یکسان باشد.

- آجرهای بکار رفته باید در هر دو بخش اتصال یکسان باشد.

- توصیه می‌شود محل تقاطع دیوارها و گوشه‌های ساختمان در یک زمان چیده شود و ازپیش بینی درز ساخت در تقاطع ها پرهیز شود، به ویژه از اتصال به روش متداول "هسته گیر"<sup>۲</sup> جدا پرهیز شود.

---

۱ - Construction Joint " درز ساخت " یا " درز اجرایی " اتصال دو قطعه دیوار است که با فاصله زمانی بیش از

۳۰ دقیقه اجرا می‌شود .

۲ - در هر ردیف آجرچینی یک درمیان ۱/۲ آجر از کار بیرون میزنند به گونه‌ای که بافت آجرچینی در دیوار حفظ شود.

### ۳ - ۱ - ۳ اتصال دیوار آجری به سایر اجزای بنا

- اتصال به ستونهای بتنی یا فولادی :

در صورتی که دیوار به ستون ختم شود اتصال باید به صورت " درز انقباض"<sup>۱</sup> پیش بینی شود به گونه ای که اتصال در ضمن گیرداری لازم، در نمای خارجی برای جذب ترک های سطحی حاصل از تغییرات جزئی دارای درز باشد.

- اتصال به کلاف های بتنی قائم و افقی :

این اتصال باید بدون درز و یک پارچه پیش بینی شود، به گونه ای که با ایجاد حداکثر چسبندگی ترجیحاً<sup>۲</sup> به صورت هشته گیر یا ساده<sup>۳</sup> و افزودن میلگردهای اتصال مطابق محاسبات سازه و همچنین با رعایت مشخصات فنی انجام شود توصیه می شود بدنه کلاف قائم نیز با ملات دیوار در هر ردیف آجر چینی برگردد.

در کلاف های افقی پس از خاتمه آخرین ردیف آجر چینی دیوار، ملات گذاری به عنوان بستر کلاف انجام می شود و میلگردهایی که قبلاً<sup>۳</sup> مطابق مشخصات فنی در داخل دیوار کار گذاشته شده است<sup>۳</sup> به صورت ۹۰ درجه خم و در بین میلگردهای افقی کلاف قرار گیرد. قالب بندی و بتن ریزی نیز مطابق مشخصات فنی و محاسبات سازه ای انجام می شود.

- اتصال به کلاف های فولادی :

این اتصال به دو صورت نمایان و پامدفون در بتن اجراء می شود اتصال کلاف های فولادی مدفون در بتن مشابه کلاف های بتنی خواهد بود در صورت پیش بینی کلاف های فولادی نمایان توصیه می شود در محل اتصال به دیوار از "درز انقباض" به عنوان واسطه استفاده شود.

- اتصال به زمین

به طور کلی توصیه می شود دیوار آجری روی پی بتنی نواری با عرض حداقل برابر عرض دیوار که براساس محاسبات سازه تعیین می شود، قرار گیرد. در تحکیم اتصال دیوار به پی علاوه بر وزن دیوار از میلگردهای فولادی که جزئیات آن مطابق مشخصات فنی خواهد بود، استفاده

---

#### ۱ - Contraction Joint

۲ - خاتمه و شروع آجرچینی برای ایجاد فضای کلاف باید مشابه آجرچینی ابتدای دیوار باشد و از به کار بردن خرده آجر و آجر نیمه پرهیز شود .

۳ - برای میلگردهای قائم در داخل دیوار آجری باید به طور مشخص فضا سازی شود

می شود، باید توجه داشت که درکارگذاری میلگردهای قائم در دیوار از خرد شدن آجرهای داخل دیوار جلوگیری شود. به این منظور در داخل آجرچینی باید درهر ردیف به اندازه حداقل نیمه آجر فضای خالی با رعایت کامل مقررات آجرچینی در نظر گرفته شود و با چیدن هر ردیف با ملات پر شود. در مواردی که دیوار از سطح روی پی فاصله داشته باشد، باید از دیوار کرسی باحداقل  $1/5$  برابر عرض دیوار طبق مشخصات فنی تائید شده استفاده شود.

- اتصال به سقف :

باید توجه داشت که اتصال دیوارهای آجری برابر به سقف فقط از طریق کلاف های بتنی یا فولادی افقی انجام می شود و باید از نشاندن مستقیم سقف روی دیوار جدا" پرهیز شود در اتصال دیوارهای غیر برابر به سقف توصیه می شود از درز انقباض استفاده گردد تا حرکت های افقی و قائم ساختمان موجب ایجاد ترک در دیوارهای غیر برابر نشود.

### ۳ - ۲ مشخصات مصالح ساختمانی مورد استفاده در دیوارهای آجری

مصالح ساختمانی متداول در کشور ، انواع آجر و ملات می باشد که هر کدام جداگانه به شرح زیر مورد بررسی قرار می گیرد :

### ۳ - ۲ - ۱ انواع مصالح ساختمانی

- آجرها

الف - آجرهای رسی

- آجرهای کوره های دستی.

- آجرهای فشاری که به وسیله قالب های دستی فشاری تهیه می شوند. آجرهای ماشینی

توپر و آجرهایی که حجم سوراخهای آن از ۲۵ درصد حجم آجر تجاوز نمی کند.

- آجرهای ماشینی سوراخ دار که در آن حجم سوراخها از ۲۵ درصد حجم آجر بیشتر

است

- آجرهای سفالی

ب - آجرهای ماسه آهکی



## - ملات ها

- ملات ماسه و سیمان به نسبت حجم ۱:۶ یا ۱:۵
- ملات باتارد : ماسه و آهک و سیمان به نسبت حجمی ۱:۲:۱۰ یا ۱:۲:۸
- ملات ماسه و آهک : به نسبت حجمی ۱:۳
- ملات گچ و خاک : که غالباً به نسبت های حجمی مساوی تهیه می شود.

## ۳ - ۲ - ۲ ویژگی های مصالح ساختمانی :

### - ویژگی آجرها

- میزان جذب آب آجر نباید از ۳۰ درصد وزن آجر تجاوز کند.
- آجر مرغوب درجه یک باید بتواند ۱۲۰ کیلوگرم و آجر درجه دو ۸۰ کیلوگرم و آجر درجه سه ۴۰ کیلوگرم فشار را بر سانتیمتر مربع تحمل نماید.
- آجرهای رسی اگر تحت شرایط حرارتی زیاد پخته شده باشد مقاوم آتش خواهد بود.
- قابلیت هدایت حرارتی آجر معمولی در حدود  $0.8 / (w/cm)$  است که در مقایسه با بتن سبک با عایق های حرارتی، ضعیف تر بوده اما در مقایسه با بتن مسلح و سنگ شرایط مناسب تری دارد.

### - ویژگی ملات ها

- ملات گچ و خاک در برابر برف و باران مقاوم نمی باشد.
- مناسب ترین و رایج ترین ملات مورد مصرف در ساختمان ملات ماسه و سیمان است.
- ماسه ملات ماسه و سیمان باید حتما شسته باشد و میزان خاک (ریزدانه) آن حداکثر از ۵٪ حجم آن تجاوز نکند.
- مقاومت فشاری ۲۸ روزه ملات ماسه سیمان مرغوب ۱:۵، ۷۵ تا ۸۷ و ملات باتارد ۱:۲:۸، ۲۰ تا ۳۸ و ملات ماسه آهک ۱:۳، ۱/۸ کیلوگرم بر سانتیمترمربع است. ملاحظه می شود که ملات ماسه و سیمان در کوتاه مدت مقاومت بیشتری از خود نشان می دهد اما باید خاطر نشان کرد که مقاومت فشاری بلند مدت ملاتهای آهکی به مراتب افزایش می یابند.

### ۳ - ۲ - ۳ میزان عملیات درکارگاه برای فرآوری مصالح

امروزه بیشتر عملیات آجرسازی در خارج کارگاه و درکارخانه‌ها و کارگاه‌های آجرسازی انجام می‌گیرد، مگر تراشیدن و اندازه کردن ابعاد آجرها که در پای کار صورت می‌گیرد، که توصیه می‌شود با رعایت کامل ضوابط، عملیات تکمیلی آجرها نیز درکارگاه تولیدی انجام شود، کلیه عملیات ساخت ملات‌ها، درکارگاه ساختمانی و با ابزارهای دستی ساده انجام می‌گیرد. برای ساخت ملات و به منظور حفظ کیفیت توصیه می‌شود از مصالح اولیه پیش آماده استاندارد با رعایت ضوابط و مقررات مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی استفاده شود.

### ۳ - ۲ - ۴ وضعیت موجود مصالح ساختمانی در کشور :

#### - آجرها

امروزه آجر به عنوان عمده ترین مصالح ساختمانی که در حدود ۸۵ درصد از واحدهای مسکونی ایران به کار رفته است، از نظر کیفی و کمی دارای نکات ضعفی است که عمده ترین آنها طبق بررسی‌های انجام شده به شرح زیر می‌باشد :

- پائین بودن وزن مخصوص آجرهای تولید شده به علت متراکم نبودن و وجود حباب هوا در داخل گل آجر.

- مقاومت فشاری آجرهای تولیدی در وضع کنونی از حد مجاز کمتر می‌باشد.

- ابعاد آجرهای تولیدی غیراستاندارد در مجموع ناهماهنگ می‌باشد.

با استناد به بررسی‌های انجام شده از تولیدات چندین کارخانه آجرسازی در ایران، طول آجرهای تولیدی بین ۲۰۰ تا ۲۳۰ میلیمتر، عرض آنها ۱۰۰ تا ۱۲۰ میلیمتر و ارتفاع بین ۵۰ تا ۷۵ میلیمتر متغیر بوده است.

---

۱ - طبق آمار به دست آمده در سال ۶۸ حداقل ۲۲ میلیارد قالب آجر مورد نیاز بوده که امکانات بالقوه کشور در این سال برای آجر با دوام و مقاوم ماشینی ۵/۳۱۹ میلیارد قالب درسال و درکل آجر ماشینی و نیمه سنتی ۱۴/۹۱۷ میلیارد قالب می‌شده ولی ظرفیت عملی کارخانجات آجر ماشینی از سال ۶۴ تا سال ۶۸ مداوماً دچار کاهش بوده و حدود ۲ میلیارد قالب در سال تولید می‌شده که اگر امکانات بالفعل کارگاههای سنتی و نیمه سنتی هم بدان افزوده گردد، از ۱۵ میلیارد قالب تجاوز نکرده است.

## - ملات ها

استفاده از ملات های آهکی در ایران قدمت تاریخی دارد اما هم اکنون ملات ماسه و سیمان جای این ملات های آهکی را گرفته است و در اغلب دیوارهای آجری مورد استفاده قرار می گیرد در حال حاضر در کرسی چینی یا قسمت هایی که ارتباط مستقیم با خاک دارند از ملات باتارد و ماسه آهک و در تیغه های داخل ساختمان اغلب ملات گچ و خاک استفاده می شود توصیه می گردد که از استفاده از ملات های ماسه آهک در قسمت های زیرین ساختمان که بار بیشتری بر آنها وارد می شود پرهیز شود و تنها از ملات باتارد استفاده گردد.

نقطه ضعف عمده ساختمان های آجری در کشور نامناسب بودن ملات مورد استفاده می باشد که متأسفانه به علت صرفه جویی بی مورد وضع اغلب ساختمان های آجری را به مخاطره می اندازد، و چون مقاومت هر عنصر ساختمانی معادل است با مقاومت ضعیف ترین مصالحی که در آن عنصر به کار برده شده بدین ترتیب هر قدر هم آجری که در ساختمان مصرف می شود از استحکام برخوردار باشد، چسبندگی بین رگه های آجر کم و مقاومت ساختمان هم عملاً به میزان ساختمان های خشت و گل تنزل می کند.

۳ - ۲ - ۵ میزان مصرف مصالح مختلف در روش های مختلف دیوارچینی  
برای اینکه بتوان دیوارهای آجری را با یکدیگر مورد مقایسه قرارداد، لازم است میزان مصرف مصالح را در آنها مشخص نمود. در جدول ۱-۳ میزان مصرف مصالح را برای هر مترمربع از روش های مختلف دیوار چینی ارائه می دهد.

### میزان مصرف مصالح در یک مترمربع دیوارچینی آجری

جدول ۳ - ۱

شرح (سانتیمتر)	ابعاد آجر	تعداد آجر مصرفی (قالب)	مقدار ملات مصرفی (لیتر)
آجرچینی دیواریک آجره باآجرفشاری ۲۱	۲۱×۱۰/۵× ۵/۵	۱۳۸	۷۴
آجرچینی دیواریک آجره باآجرماشینی ۲۲	۲۲×۱۰/۵× ۵/۵	۱۳۶	۱۰۲/۳
آجرچینی دیواریک ونیم آجره باآجرماشینی ۳۳	۲۱×۱۰/۵× ۵/۵	۲۰۸	۱۶۳
آجرچینی دیواریک ونیم آجره باآجرفشاری ۳۴	۲۲×۱۰/۵× ۵/۵	۲۱۳	۱۲۳/۵
آجرچینی دیواردوآجره باآجرفشاری ۴۳/۵	۲۱×۱۰/۵× ۵/۵	۲۷۴	۱۵۸/۳
آجرچینی دیواردوآجره باآجرماشینی ۴۵	۲۲×۱۰/۵× ۵/۵	۲۸۳	۲۲۲
آجرچینی دیوارنیم آجره باآجرفشاری ۱۰/۵	۲۱×۱۰/۵× ۵/۵	۷۰	۴۱
آجرچینی دیوارنیم آجره باآجرماشینی ۱۰/۵	۲۲×۱۰/۵× ۵/۵	۶۶	۵۵

محاسبات براساس " تجزیه بهای کارهای ساختمانی " - سندیکای شرکتهای ساختمانی ۱۳۷۱

### ۳ - ۳ میزان نیاز به مهارت های انسانی در سطوح مختلف

#### ۳ - ۳ - ۱ انواع مهارت های مورد نیاز در دیوار چینی آجری

برای چیدن دیوار بدون توجه به مراحل قبل (تهیه و آماده سازی مصالح) و بعد (نگهداری و حفاظت) این فعالیت، مهارت های زیر قابل پیش بینی است. توصیه می شود تعریف و دامنه کار هر یک از این مهارت ها به طور دقیق از سوی مراجع رسمی تعیین و مقرراتی برای اعطای پروانه اشتغال در هر مورد وضع گردد.

سرینا : ناظر مسئول برانجام دیوارچینی

بنای درجه ۱ : کسی که شخصا دیوارچینی را براساس ضوابط ومقررات تعیین شده اجراء می کند.

بنای درجه ۲ : کسی که شخصا دیوارچینی را براساس راهنمایی های سرینا یا بنای درجه ۱

اجراء می کند.

شاگرد بنا : کسی که درکنار بنا کارمی کند و دیوارچینی را با کمک او اجراء می کند.

کارگر : کسی که کنار دست بنا مسئول رساندن وسایل و مصالح بنایی است.

۳ - ۳ - ۲ میزان نیاز به مهارت‌های انسانی در دیوار چینی  
در جدول ۲-۳ زمان لازم برای هر مهارتی، بطور جداگانه در هر مترمربع دیوارچینی محاسبه شده است.

میزان نیاز به مهارت‌های انسانی برای اجرای یک مترمربع آجرچینی

جدول ۳ - ۲

شرح	سرینا ساعت کار	بنادرجه ۱ ساعت کار	بنادرجه ۲ ساعت کار	شاگردبنا ساعت کار	کارگر ساعت کار	نیروی انسانی	
						نیروی انسانی	نیروی انسانی
آجرچینی دیوار ۵/۵ سانتیمتری با ملات گچ و خاک	۰/۰۳۲	۰/۳۲	-	۰/۳۲	۰/۴	نیروی انسانی	
آجرچینی دیوار نیم آجره با ملات ماسه سیمان	۰/۰۵	۰/۵۰	-	۰/۵۰	۰/۵۳		
آجرچینی دیوار یک آجره با ملات ماسه سیمان	۰/۰۶۴	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۶۶	۱/۰۴	نیروی انسانی	
آجرچینی دیوار یک و نیم آجره با ملات ماسه سیمان	۰/۱۰۶	۰/۱۸	۰/۷۷	۰/۹۵	۱/۵۸		
آجرچینی دیوار دو آجره با ملات ماسه سیمان	۰/۱۰۸	-	۱/۰۴	۱/۰۴	۲/۱۶		

محاسبات اساس "تجزیه بهای کارهای ساختمانی" سندیکای شرکت های ساختمانی ۱۳۷۱

### ۳ - ۳ - ۳ مقایسه میزان نیروی انسانی در هر روش

با توجه به جدول شماره ۲-۳ ملاحظه می‌شود که در هر مترمربع آجرچینی میزان نیاز به مهارت‌های انسانی به طور کلی نسبت مستقیم با عرض دیوار دارد. این نسبت به طور کامل برای شاگرد بنا و کارگر صادق است ولی در مورد بنای درجه ۱ و سرینا نسبت تغییر می‌کند، به گونه‌ای که امکان به کارگیری نیروی نیمه ماهر با افزایش عرض دیوار در چیدن بخش‌های میانی دیوار با توجه به الگوی آماده فراهم می‌آید. در اجرای دیوارهای آجری غیراربر با ضخامت کم (تیغه‌ای) برخلاف تصور عام نیاز به مهارت و تجربه کاری بیشتری است، به گونه‌ای به علت حساسیت ابعاد، تناسبات و قفل و بست مورد نیاز بنای درجه ۲ صلاحیت اجراء را از دست

می دهد.

### ۳ - ۴ کاربرد ابزار و ماشین آلات در کارگاه

در حال حاضر برای ساخت و اجرای دیوارهای آجری از ماشین آلات موتوری به مقدار بسیار کم استفاده می شود و ابزار مهندسی نیز کاربرد محدودی دارد. در محوطه های بزرگ ناچاراً از دامپر برای جابه جایی آجر استفاده می شود که در اغلب مواقع موجب آسیب به آجرها و اتلاف مصالح نیز می شود برای تهیه ملات نیز ابزار مناسب و پیشرفته مورد استفاده قرار نمی گیرد و اغلب به صورت بسیار ابتدایی تهیه می شود.

به منظور بهبود این شرایط می توان استفاده از ابزار مهندسی مختلف از سطوح ساده تا پیچیده را در مراحل مختلف ساختمانی مد نظر قرار داد در کلیه مقاطع کار از پیاده کردن نقشه تا دیوار چینی کاربرد ابزار و ماشین آلات در سهولت، دقت و سرعت کار نقش مؤثری دارد.

- حتی الامکان از مصالح آماده استفاده شود و از تهیه و تولید مصالح اولیه در کارگاه پرهیز شود.

- کاربرد ابزار نقشه برداری حتی به صورت استفاده از تخته های نقشه برداری در پیاده کردن نقشه بسیار مؤثر می باشند.

- گودبرداری ویی کنی تا حد امکان به صورت مکانیزه انجام شود.

- برای ساخت ملات توصیه می شود از مصالح اولیه پیش آماده استاندارد با رعایت ضوابط و مقررات فنی عمومی کارهای ساختمانی استفاده شود.

- برای حمل مصالح ساختمانی به ویژه آجر توصیه می شود شیوه بسته بندی مناسبی پیش بینی شود تا ضایعات آجر در هنگام حمل به حداقل ممکن برسد در ضمن کاربرد انواع دامپرها و بالابرها به سرعت کار می افزاید.

- در اجرای دیوارهای آجری استفاده از ابزارهای ساده نظیر تراز، شاغول و همچنین شابلن هایی که ضخامت ملات ها را تعیین و تثبیت می نمایند بسیار مفید خواهند بود.

### ۳ - ۵ سرعت اجرا در دیوار چینی آجری

ملاک تشخیص سرعت اجراء در کارهای دستی، سرعت کار بنا می باشد که محاسبه آن برای انواع دیوار چینی آجری براساس جدول ۳-۳ است. یادآور می شود که ارقام به دست آمده براساس تجربیات گذشته و موجود تدوین شده است و با کاربرد ابزار و ماشین آلات مناسب و همچنین ارتقاء سطح مهارت ها می توان تا حدود قابل توجهی برسرعت های مندرج در جدول افزود.

میزان کار انجام شده در یک روز برحسب ضخامت دیوار

جدول ۳ - ۳

شرح	سرعت اجراء (مقدار کار بنا در یک روز برحسب متر مربع)
آجر چینی دیوار تیغه ای ۵/۵ سانتیمتری	۲۵
	۱۶
آجر چینی دیوار نیم آجره ۱۱ سانتیمتری	۱۲
	۸
	۷/۸

محاسبات براساس " تجزیه بهای کارهای ساختمانی " سندیکای شرکت های ساختمانی ۱۳۷۱

### ۳ - ۶ دقت و فرهنگ اجرای دیوارهای آجری

مسئله دقت و فرهنگ اجرای آجرکاری از دو جنبه اهمیت دارد:

اول، دقت در اجرای صحیح آجرچینی: با کاربرد دیوارهای آجری به عنوان عنصر باربر، از دیرباز معماران و بناها توجه زیادی به صحت آجرچینی از نقطه نظر اجرایی نظیر تراز بودن رگها، مساوی بودن بندهای آجرچینی و انتخاب روش چیدن مناسب داشته اند، اما در حال حاضر کاهش دقت و بی توجهی به روش های دیوارچینی که ناشی از ناسازگاری با تکنولوژی نوین است کیفیت آجرچینی را تنزل داده است. این کاهش کیفیت به دو صورت زیر قابل بررسی است:

- با توسعه سیستم اسکلتی و رواج دیوارهای غیرباربر یا جداکننده در ساختمان ها، متأسفانه، اجرای این گونه دیوارها دستخوش عوامل غیر فنی و سودجو قرار گرفته و اثرات آن

دیوارهای باربر را نیز شامل شده است.

- از سوی دیگر افزایش روزافزون تقاضا و نارسایی آموزش و تربیت نیروی انسانی ماهر، منجر به رشد بی رویه نیروی کار بدون تخصص و ناآشنا با تکنولوژی نوین گردید، به گونه‌ای که در حال حاضر دیوارچینی با آجر تولید صنعتی، به خشت چینی گذشته مانند شده است.

دوم، عدم تسلط به شیوه‌های اندازه‌گیری و تجهیزات نوین کنترل و آئین‌نامه‌های اجرایی: یکی از ویژگی‌های بنایی سنتی ارائه فضای معماری با معیارهای شخصی است، به گونه‌ای که در عملیات بنایی، حتی در ساده‌ترین جز مانند دیوارچینی نتیجه کار دو بنا به ندرت مشابه هم بوده، هریک روش و سلیقه خود را همراه با رواداری‌ها اعمال می‌کرده است. ادامه این روند به خارج از محتوای فرهنگی خود در زمان حاضر سبب شده است که آجرکارها از مقررات و ضوابط فنی کمتر تابعیت کنند. مثلاً، ضخامت دیوار یک و نیم آجری ممکن است توسط بناهای مختلف از ۳۲ تا ۳۸ سانتیمتر اجرا شود و مقدار رواداری اجرایی تا چندین سانتیمتر تغییر کند، در واقع برداشت نیروی کار از دقت اجرا، متفاوت است.

### ۳ - ۷ پایایی و استحکام دیوارهای آجری

- آجر تحت بارگذاری زیاد تقریباً هیچ رفتار خمیری ندارد و درمجاورت این حد به طور ناگهانی می‌شکند.

- ساختمانی که با دیوار آجری باربر ساخته می‌شوند اگر از ۸ متر یا ۲ طبقه از تراز متوسط زمین بلندتر باشد، استحکام و پایداری در برابر نیروهای افقی را نخواهد داشت (آئین نامه طرح ساختمان‌ها در برابر زلزله).

- متأسفانه اتصالات متداول در دیوارهای آجری، پایایی و استحکام لازم را در برابر نیروی زلزله تأمین نمی‌کند.

- دیوارچینی باملات گچ و خاک در برابر عوامل جوی مقاوم نیست و به همین دلیل بیشتر در دیوارهای غیرباربر داخلی ساختمان استفاده می‌شود.

- دیوارهای آجری، به ویژه دیوارهای یک و نیم آجری در صورتی که هنگام اجرا دوغاب ریزی نشده باشد ویا آجرهای آنها پیش از مصرف زنجاب نشود، مقاومت آنها در برابر نیروهای مختلف



به ویژه ضربه های جانبی به مراتب کاهش می یابد.  
 - عمر مفید ساختمانهای آجری را نسبت به شرایط مختلف آب و هوایی کشور می توان به صورت جدول ۳-۴ خلاصه نمود.

### عمر مفید بناهای آجری نسبت به شرایط اقلیمی مختلف

جدول ۳ - ۴

عمر مفید نسبت به عمر مبنا	انواع شرایط اقلیمی	
زیاد (بیش از ۱۰۰ درصد)	مناطق گرم و خشک و سردسیر خشک	۱
متوسط (تا ۷۵ درصد)	مناطق معتدل و نیمه مرطوب	۲
کم (حدود ۵۰ درصد)	مناطق گرم و مرطوب یا معتدل و مرطوب	۳

۱- عمر مبنا حدود ۵۰ سال فرض می شود.

### ۳ - ۸ جمع بندی و نتیجه گیری

#### ۳ - ۸ - ۱ خلاصه مباحث

- انواع دیوارهای آجری عبارتند از دیوارهای باربر و غیرباربر، داخلی و خارجی که دارای ضخامت های مختلف هستند.
- در دیوارچینی آجری، استفاده از آجرهای رسی تولید دستی، ماشینی سوراخ دار و توپر، فشاری و همچنین آجرهای ماسه آهکی متداول است و انواع ملات مصرفی در دیوارهای آجری، ملات ماسه و سیمان، ملات باتارد، ماسه و آهک و گچی است. البته در چند دهه اخیر، کاربرد ملات های آهکی بسیار کاهش یافته است.
- در نسبت مصالح مصرفی به ضخامت دیوار، دیوار ساخته شده با آجر فشاری، ملات و آجر بیشتری مصرف می کند و در مقابل آجرهای ماشینی ملات کمتری نیاز دارد.
- هر چه ضخامت دیوار آجری افزایش یابد، میزان نیروی انسانی ماهر مورد نیاز به نسبت عرض دیوار کاهش می یابد.
- در حال حاضر از ماشین آلات موتوری و ابزار مهندسی کمتر در دیوارچینی آجری استفاده

- حد متوسط سرعت اجرایی دیوارچینی آجری ۱۴ مترمربع در یک روز است و به نسبت ضخامت دیوار بیشترین سرعت از آن دیوار ۵/۵ و ۱۱ سانتیمتری غیرباربر، ۲۲ و ۳۵ سانتیمتری باربر است.

- فرهنگ کار با آجر، به ویژه با توجه به تنوع اندازه‌های موجود، از دقت کافی برخوردار نبوده و عادات شغلی و خصوصیات جسمی اجراکنندگان نقش بسزایی در میزان دقت اجراء دارد.

### ۳ - ۸ - ۲ نقاط ضعف و قوت بنایی با آجر

- ملات‌ها و آجرها اگر بر طبق نکات فنی و اصولی تهیه شود، مقاومت و پایداری مناسبی را در ساختمان‌های معمول و متعارف از خود نشان خواهد داد.

- اتصال دیوارها به یکدیگر و با سایر عناصر، طبق نکات فنی اجراء نمی‌شود.

- دیوار چینی آجری با این که دارای نقطه ضعف‌هایی از جمله محدود بودن ارتفاع، امکان ایجاد آلونک و سفیدک در بعضی آجرها و عدم اجرای اتصال مناسب با سایر اجزاء یا وجود اتصالات سست می‌باشد، اما با رعایت نکات فنی و اصولی می‌توان نقاط ضعف این دیوارها را کاهش داد. زیرا از نظر نیروی انسانی قابل دسترس و ماشین آلات محدود و همچنین امکان تأمین مصالح ساختمانی در نقاط مختلف سیستم بنایی با آجر دارای مزایای قابل توجهی است.

### ۳ - ۸ - ۳ اصول پیشنهادی برای بهبود اجرای دیوارهای آجری

به منظور بهبود اجرای دیوارهای آجری در وضع موجود، بدون انجام تغییرات اساسی در شیوه کار می‌توان پیشنهادهای را ارائه کرد که در این جا به برخی از مهمترین آنها اشاره می‌شود :

- استفاده از آجرهای کوره‌های دستی توصیه نمی‌شود مگر در صورت ضرورت، از این آجرها تنها برای عناصر غیرباربر و از آجرهای فشاری و ماشینی برای عناصر باربر استفاده شود.

- شالوده‌ها باید حتی المقدور در یک سطح افقی واحد ساخته شود و در صورتی که به علت شیب زمین یا علل دیگر احداث شالوده در یک تراز میسر نباشد باید هر قسمت آن در یک سطح افقی قرار داده شود و در هر حال از ایجاد شیب در پی خودداری شود.

- با افزودن بعضی از انواع پلیمرها به ملات، می‌توان مقاومت آن را افزایش داد.

- بهتر است در دیوارهای آجری، از ملات ماسه و سیمان با عیار ۵-۱۱ یا ۶-۱ استفاده شود .

- کاربرد ملات ماسه - سیمان - آهک برای قسمت‌هایی از دیوار که با رطوبت تماس دارد، با توجه به تائید دستگاه نظارت توصیه می‌شود.
- دیوارهای خارجی را حداقل باید ۳۲ سانتیمتر در نظر گرفت یا حتی المقدور باید از دیوارهای دو جداره استفاده شود.
- دیوارهایی که طول آنها بیش از ۸ متر است حتماً باید به پشت بند مجهز شود.
- دیوارهای غیرباربر و جداکننده اگر از ۳/۵ متر بلندتر باشد باید به کلاف‌های افقی سقف و کف و همچنین کلاف‌های قائم متصل شود.
- برای اتصال دیوار باربر به کف و سقف از کلاف‌های افقی و قائم استفاده شود.
- کلاف بالای دیوار باربر باید هم عرض دیوار باشد، مگر در مورد دیوارهای خارجی، ولی در هر صورت نباید از ۲۰ سانتیمتر کمتر باشد.
- برای اتصال دیوار غیرباربر به باربر و یا دو دیوار باربر به یکدیگر، باید از میلگردهایی که در فواصل ارتفاعی ۶۰ سانتیمتر از یکدیگر قرار دارد و درون هر دو دیوار تعبیه شده است استفاده شود.
- همه دیوارهای غیر باربر باید در طول لبه فوقانی به یک عضو سازه‌ای یا سقف مهار شوند یا این که در امتداد جوانب آن قلاب‌هایی تعبیه شود.
- احداث دیوارهای غیرباربر پس از اجرای کف سازی صحیح نبوده و در صورت احداث آنها بر روی عناصر اسکلت لازم است اتصالی قابل انعطاف بین آنها پیش‌بینی شود تا در هنگام بروز حرکات مختلف ساختمان، شکاف و ترک در دیوارهای غیرباربر ایجاد نشود.

#### ۴ - تکنولوژی اجرای دیوارهای سنگی

دیوارهای سنگی در گذشته بخش قابل توجهی از ساخت و ساز کشور را تأمین می کرد. در حال حاضر نیز خانه سازی در بسیاری از مناطق روستایی و همچنین کرسی چینی و اجرای دیوارهای حائل و محوطه سازی کاربرد نسبتاً وسیعی دارد. با وجود این تاکنون اقدام جدی و رسمی جهت تدوین اصول تکنیکی مناسب و نظارت بر اجرای صحیح آن به عمل نیامده است. این محصول در صورت رعایت شیوه های اصولی در استخراج، برش و حمل و اجراء می تواند درکنار سایر مصالح ساختمانی متداول به گونه ای نیمه صنعتی مورد بهره برداری قرار گیرد. اما با توجه به نبود دستورالعمل های لازم بدین منظور و همچنین نازل بودن سطح مهارت و دانش اجراء، دیوارهای سنگی به صورت کاملاً دستی و براساس شیوه های قدیمی و ابتدایی اجراء می شوند. از این رو در این بخش فنون مربوط به اجرای دیوارهای سنگی مورد نظر خواهد بود و مقررات و ضوابط تاحدامکان ارائه می شود.

#### ۴ - ۱ مقررات و ضوابط اجرا

#### ۴ - ۱ - ۱ جزئیات دیوار سنگی

- ضخامت دیوارهای سنگی باید براساس محاسبات سازه ای و نسبت به مساحت و کاربرد آن مشخص شود اما در هر صورت این ضخامت نباید از ارقام زیر کمتر باشد :
- الف - در دیوار چینی با سنگ لاشه ای حداقل ضخامت ۵۰ سانتیمتر است.
- ب - در دیوار چینی با سنگ های مالون و منظم حداقل ضخامت ۴۰ سانتیمتر است.
- در دیوار چینی سنگی از تماس سنگ ها بایکدیگر (بدون ملات) باید خودداری شود.
- در دیوار چینی نباید از سنگ هایی که زوایای کمتر از ۹۰ درجه دارند استفاده کرد.
- ارتفاع هر قطعه سنگ مورد استفاده نباید از عرض آن بیشتر باشد.
- از مصرف سنگ های کاس (توگرد) باید خودداری شود.
- رگه های سنگ باید همیشه به حالت افقی یعنی حالت طبیعی در بسترشان باشند و از ادامه درزهای قائم باید خودداری شود.
- ارتفاع سنگ های پای دیوار، یعنی فاصله اولین درز افقی تا زمین نباید از ۳۰ سانتیمتر

- کمتر باشد.
- در گوشه ها و محل تقاطع دیوارها، باید از سنگ های بزرگ نبش استفاده شود و این سنگ ها باید دارای شکل هندسی منظم و حداقل به صورت بادبر تراش شود.
  - درز سنگ ها باید به صورت های افقی و قائم بوده و از ایجاد درزهای مورب در سنگ چینی پرهیز شود.
  - ردیف های سنگ چینی باید کاملاً تراز بوده و سطوح قائم در ضخامت اسمی دیوار، شاغول باشد.
  - سنگ چینی در طول دیوار باید ردیف به ردیف و بدون توقف انجام شود، در غیراین صورت رعایت مقررات " درز ساخت " مطابق بند ۴-۱-۲ ضروری است.
  - ترجیحاً کل بنا و قطعاً در هر دیوار مستقل سنگی، باید از یک نوع سنگ استفاده شود.
  - عرض محل تکیه یک سنگ بر روی سنگ دیگر (فاصله افقی بین دو بند قائم) حداقل باید ۱۰ سانتیمتر باشد.
  - بافت سنگ چینی تا حد امکان باید در تمام ضخامت و طول یک دیوار رعایت شود و در این رابطه رعایت نکات زیر ضروری است :
  - الف - هیچگاه نباید تمام دیوار سنگی به طور کامل با سنگ هایی که عرض آنها مساوی ضخامت دیوار است (سنگ های یکپارچه) چیده شود.
  - ب - برای قفل و بست دیوار، در طول آن، از سنگ های کوتاه ریشه (راسته) و بلند ریشه (کله و عمقی) استفاده می شود. به ازاء هر ۲ سنگ راسته حداقل یک سنگ کله و در هر مترمربع نمای دیوار یک سنگ عمقی به کار می رود. در سنگ های کوتاه ریشه، ریشه سنگ نباید کمتر از ۱۵ سانتیمتر باشد. سنگ های بلند ریشه (کله)، ریشه سنگ نباید از ۳۰ سانتیمتر کمتر باشد، در سنگ بلند ریشه (عمق)، ریشه سنگ نباید از دو سوم ضخامت دیوار کمتر باشد.
  - ج - سنگ های مصرفی درکارهای بنایی باید تمیز، متجانس، بدون رگه و عاری از مواد آلی و سایر آلودگی ها باشد و قبلاً به تأیید کارشناس مسئول رسیده باشد.

- مشخصات اجزاء و چگونگی تهیه ملات برای سنگ چینی باید مطابق مشخصات فنی عمومی ساختمان باشد. به ویژه روانی آن درحدی باشد که روی سطح افقی پخش نشود و به راحتی قابل شکل گیری باشد.

- ملات گذاری در دو مرحله با حداکثر فاصله زمانی ۳۰ دقیقه به ترتیب زیر انجام میشود :

الف - پهن کردن یک لایه ملات حداکثر به ضخامت ۴۸ میلیمتر در نقاطی که بیشترین ملات مصرف می شود به گونه ای که از لبه های جانبی دیوار ۱۵ تا ۲۵ میلیمتر فاصله داشته باشد. سپس نشانیدن سنگ، با فرو بردن آن به داخل ملات انجام می گیرد به گونه ای که ضخامت ملات در هیچ نقطه ای از یک سانتیمتر کمتر نشود. بدین ترتیب مقداری از ملات به داخل بندهای قائم رانده می شود.

ب - تمام سطوح روی کار دیوارهای سنگی باید با ملات پر شده و بندکشی شود. به گونه ای

که ملات به صورت کاملاً متراکم و با شرایط زیر در داخل بندها قرارگیرد :

- ضخامت بندکشی نمایان نباید از ۲۵ میلیمتر بیشتر باشد.

- بندها نباید از سطح نهایی دیوار بیرون زده باشد.

- بندکشی نباید به گونه ای باشد که آب در داخل آنها باقی بماند.

- شرایط محیطی مناسب برای سنگ چینی و دوران گیرایی مطابق مقرراتی که در بخش اقلیم و مصالح ارائه شده است، خواهد بود. در هر صورت سنگ چینی در دمای زیر ۵ درجه سانتیگراد و در زیر بارندگی و تابش آفتاب همراه با دمای بیش از ۳۰ درجه سانتیگراد مجاز نیست.

- ضوابط نگهداری تا رسیدن به مقاومت لازم (دوران گیرایی) مطابق مشخصات فنی عمومی عملیات ساختمانی خواهد بود.

#### ۴ - ۱ - ۲ اتصال دیوارهای سنگی به یکدیگر یا " درز ساخت "

برای اتصال دیوارهای سنگی به یکدیگر باید کلیه مقررات مربوطه، مشابه آنچه در بخش آجرکاری (بند ۳-۱-۲) ارائه گردیده است رعایت شود.

۴ - ۱ - ۳ اتصال دیوارهای سنگی به سایر اجزای بنا  
برای اتصال دیوارهای سنگی به سایر اجزاء بنا نیز باید کلیه مقررات مربوطه، مشابه آنچه  
درمورد آجرکاری (بند ۳-۱-۳) ارائه گردیده است رعایت شود.

۴ - ۲ مشخصات مصالح ساختمانی مورد استفاده در دیوارهای سنگی  
بخشی از مشخصات هر جزء ساختمانی انعکاس مشخصات مصالح به کار رفته در آن می باشد.  
مصالح ساختمانی متداول در دیوارهای سنگی انواع سنگ و ملات می باشد که هرکدام جداگانه به  
شرح زیر مورد بررسی قرار می گیرد.

#### ۴ - ۲ - ۱ انواع مصالح ساختمانی

##### الف - سنگ ها :

سنگ های پوسته زمین به سه قسمت آذرین، رسوبی و دگرگون تقسیم می شود که سنگ های  
طبیعی دیوارچینی از نوع آذرین (گرانیت و بازالت)، رسوبی (ماسه سنگ و سنگ آهکی) و  
دگرگون (لوح و مرمر) می باشد. بسته به نوع برش هایی نه به این سنگ ها می دهند انواع زیر  
به دست می آیند :

- سنگ لاشه : سنگ لاشه، سنگ های نامنظم و به اشکال مختلفی هستند که در موقع  
کوه بری آنها را به طرق مختلف از کوه جدا کرده کوچک و بزرگ به کارگاه حمل می نمایند.

- سنگ مالون : مالون ها قطعه سنگ هایی هستند به شکل مکعب که به ابعاد تقریبی  
۲۰×۲۰×۳۰ سانتیمتر تراشیده می شود و بسان آجر در ساخت دیواره ها با ملاتی از ماسه  
و سیمان به کار می روند.

- سنگ بادبر با ابعاد نامنظم : سنگ بادبر با زاویه های قائمه و مکعب شکل می باشد ولی  
اندازه های آن با هم برابر نیست. نمای سنگ تراش نمی شود و به شکل قلوه ای به کار  
می رود.

- سنگ کلنگی و رگه های نامنظم : سنگ کلنگی مانند سنگ معمولی است و تفاوتی که  
با هم دارند نمای آن را به جای قلوه ای باکلنگ سنگ تراش، تراش داده اند.

## ب - ملاتها :

انواع ملات هایی که در دیوارهای سنگی به کار می روند عبارتند از :

- ملات ماسه و سیمان به نسبت حجمی ۱:۶ یا ۱:۵
- ملات باتارد (ماسه و آهک و سیمان) به نسبت حجمی ۱:۲:۱۰ یا ۱:۲:۸

## ۴ - ۲ - ۲ ویژگیهای مصالح ساختمانی

### - ویژگیهای سنگ

- سنگ از مصالح طبیعی است که در بیشترین مناطق ایران به فراوانی یافت می شود.
- سنگ طبیعی در رنگ ها و مشخصات گوناگون وجود دارد. به همین دلیل، برای منظورهای مختلف ساختمانی به کار می رود.
- سنگ به وسیله اره برقی، پتک، چکش، قلم، تیشه و ابزارهای گوناگون دیگر به شکل ها و اندازه های متفاوت در می آید.
- سنگهای طبیعی دیوارچینی، ظریف و شکننده نیست و حمل و نقل آنها از این رو آسان است.
- به دلیل نمای زیبا و در بسیاری از بافت های دیوارهای سنگی، دیوارها اغلب نیاز به نازک کاری ندارند.
- سنگ های طبیعی غالباً "عایق حرارتی خوبی نیستند، به همین دلیل دیوارهای خارجی ساختمان های سنگی را با ضخامت زیاد اجراء می کنند تا نقطه ضعف فوق تا حدی جبران شود.
- چون سنگ ساختمانی طبیعی متراکم است، مقاومت خوبی در برابر انتقال صدای هوا برد دارد اما مسیر مناسبی برای انتقال صدای کوبه ای (ضربه ای) فراهم می سازد.
- تنش نهایی یا شکست سنگ مورد استفاده دیوار چینی، در حدود ۱۰۰ تا ۳۰۰  $N/mm^2$  برای کرانیت، ۲۷ تا ۱۹۵  $N/mm^2$  برای ماسه سنگ و ۱۶ تا ۴۲  $N/mm^2$  برای سنگ آهک است.
- سنگ طبیعی غیرقابل اشتعال است و به گسترش شعله کمک نمی کند.
- کرانیت در مقابل تمامی عوامل جوی معمولی مانند هوای بسیار آلوده مقاوم است و برای صدها سال یا بیشتر سطح کاملاً پرداخته طبیعی خود را حفظ می کند.
- وزن واحد حجم سنگ های ساختمانی با توجه به پوکی و یا توپر بودن آن از ۱/۷ تن در



مترمکعب تا ۳ تن در مترمکعب می باشد.  
- هر قدر وزن مخصوص سنگ زیادتر باشد سنگ جلاپذیر تر خواهد بود.

#### - ویژگی های ملات ها

مشخصات ملات های مورد استفاده، مشابه آنچه درمورد آجرکاری ارائه گردیده خواهد بود.

#### ۴ - ۲ - ۳ میزان عملیات درکارگاه برای فرآوری مصالح

در حال حاضر بخش قابل توجهی از عملیات تراشیدن و تنظیم ابعاد سنگ ها در داخل کارگاه ساختمانی صورت می گیرد. کلیه عملیات ساخت ملات نیز در کارگاه و با ابزارهای ساده انجام می پذیرد. توصیه می شود به منظور صرفه جویی در هزینه های حمل و افزایش سرعت اجراء سنگ های ساختمانی با ابعاد مورد نظر قبل از حمل به محل ساختمان در کارگاه های ویژه به صورت متمرکز تراشیده و قواره شود. برای ساخت ملات و به منظور حفظ کیفیت توصیه می شود از مصالح اولیه پیش آماده استاندارد با رعایت ضوابط و مقررات مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمان استفاده شو..

#### ۴ - ۲ - ۴ میزان مصرف مصالح در دیوارهای سنگی

با توجه به حداقل ضخامت دیوارهای سنگی و کاربرد آن درساختمان های کوتاه مرتبه با سیستم ماسونری ضخامت های ۴۵ و ۵۵ سانتیمتر بیشترین کارآیی را خواهد داشت. میزان مصرف سنگ و ملات دراین دیوارها با توجه به نوع تراش سنگ درجدول ۴-۱ برآورد شده است.

میزان مصرف مصالح ساختمانی در یک مترمربع از دیوارهای سنگی

جدول ۴ - ۱

میزان سنگ مصرفی (مترمکعب)	میزان ملات مصرفی (لیتر)	شرح (سانتیمتر)
۰/۶۱	۱۹۲/۵	دیوار سنگی باسنگ لاشه به ضخامت ۵۵
۰/۵	۱۵۷/۵	دیوار سنگی باسنگ لاشه به ضخامت ۴۵
۰/۴۴	۱۴۰	دیوار سنگی باسنگ لاشه به ضخامت ۴۰
۰/۴۵	۹۰	دیوار سنگی باسنگ بادبر به ضخامت ۴۵
۰/۴۰	۸۰	دیوار سنگی باسنگ بادبر به ضخامت ۴۰

محاسبات براساس "تجزیه بهای کارهای ساختمانی" سندیکای شرکت‌های ساختمانی ۱۳۷۱

۴ - ۳ - میزان نیاز به مهارت‌های انسانی در سطوح مختلف

۴ - ۳ - ۱ انواع مهارت‌های مورد نیاز در دیوار چینی سنگی

در حال حاضر برای اجرای دیوار چینی سنگی با هر نوع سنگ ساختمانی احتیاج به مهارت‌های

زیر می‌باشد :

- سرینا : کسی که نظارت بر انجام کار دیوار چین را به عهده دارد.
  - بنا : کسی که دیوار چینی را با کمک اصول و نکات گفته شده انجام می‌دهد.
  - کارگر : کسی که درکنار دست بنا کار می‌کند و در دیوارچینی به او کمک می‌کند.
- همانگونه که در بخش تکنولوژی آجر نیز عنوان گردید، مهارت‌های یاد شده از تعریف کافی و رسمی برخوردار نیستند و تنها براساس عرف انجام پذیرفته اند.

۴ - ۳ - ۲ میزان نیاز به مهارت‌های انسانی در دیوار چینی سنگی

میزان مهارت‌های مورد نیاز برای اجرای دیوار سنگی در جدول ۴-۲ تعیین گردیده است.

میزان نیاز به مهارت های انسانی برای اجرای یک مترمربع از دیوارهای سنگی به ساعت

جدول ۴ - ۲

شرح (سانتیمتر)	سرینا	بنای سنگ کار درجه ۱	بنای سنگ کار درجه ۲	شاگردبنا	سنگ تراش	کارگر
دیوارسنگی بالاشه سنگ به ضخامت ۵۵	۰/۱۲	۰/۱۶	۰/۸۸	۱/۱۴	-	۳/۸۲
دیوارسنگی بالاشه سنگ به ضخامت ۴۵	۰/۰۹	۰/۱۳	۰/۷۲	۰/۹۴	-	۳/۱۳
دیوارسنگی باسنگ بادبرنما با ضخامت ۴۵	-	۰/۴۷	۰/۸۹	۱/۴۴	۰/۳۰	۳/۷۶
دیوارسنگی باسنگ بادبرنما با ضخامت ۴۵ با ارتفاع مساوی درهرگ	-	۰/۸۷	۱/۲۹	۲/۲۴	۰/۶۶	۱/۵۶

محاسبات براساس " تجزیه بهای کارهای ساختمانی " سندیکای شرکت های ساختمانی ۱۳۷۱

#### ۴ - ۳ - ۳ مقایسه میزان نیروی انسانی در روش های مختلف

با استنتاج از جدول ۴-۲ ملاحظه می گردد که هر قدر دقت کار افزایش می یابد، میزان نیاز به نیروی انسانی نیز افزایش پیدا می کند (مقایسه ردیف های ۲ و ۴)، این افزایش ناشی از روش ساخت و ساز سنتی و دستی است که به طور یکسان در هر دو حالت به کار گرفته می شود. با تغییر نظام ساخت و ساز و انتقال بخشی از عوامل کارگاهی به مراکز تولید مصالح مانند سنگ تراش، و بهره گیری از ماشین آلات پیشرفته تولید مصالح، ضمن این که امکان استاندارد کردن فراهم می شود، ظرفیت تولید مصالح نیز به مراتب افزایش پیدا خواهد کرد. با توجه به نظام اخیر، دیوار سنگی با سنگ بادبر با ارتفاع مساوی خیلی سریع تر از دیوار سنگی با لاشه سنگ چیده می شود که نتیجتاً، ترتیب جدول نیروی انسانی (جدول ۳-۲) نیز معکوس خواهد شد.

#### ۴ - ۴ کاربرد ابزار و ماشین آلات درکارگاه

عملیات دیوارچینی با سنگ، از نظر کاربرد و ابزار و ماشین آلات، مشابه سایر شیوه های دستی است. از این رو می توان تحلیل و پیشنهادات مندرج در بند ۳-۴ (دیوارهای آجری) را مد نظر قرار داد.

#### ۴ - ۵ سرعت اجرا در دیوار چینی سنگی

مدت زمان لازم برای انجام کار دیوار چینی بستگی به میزان کار انجام شده توسط گروه بنایی دارد. برای به دست آوردن سرعت اجرای کار دیوار چینی سنگی می‌توان میزان کار انجام شده (برحسب مترمربع) توسط گروه بنایی در یک روز کاری (۸ ساعت) را محاسبه کرد، که نتایج آن در جدول ۳-۴ مشاهده می‌شود. شایان ذکر است ارقام به دست آمده براساس کار دستی محاسبه شده است و در صورت کاربرد ماشین‌آلات و ابزار مناسب و همچنین ارتقاء سطح مهارت‌ها می‌توان تا حدودی به سرعت‌های مندرج در جدول افزود.

میزان دیوارچینی با سنگ در یک روز توسط یک گروه برحسب مترمربع

جدول ۴ - ۳

شرح	میزان کارانجام شده دریکروز
دیوارسنگی با لاشه سنگ با ضخامت ۵۵ سانتیمتر(درپی)	۷/۸۲
دیوارسنگی با لاشه سنگ با ضخامت ۴۵ سانتیمتر	۸/۹
دیوارسنگی با سنگ بادبر با ضخامت ۴۵ سانتیمتر	۷/۸۰
دیوارسنگی با سنگ بادبر با ارتفاع مساوی در هر رج به ضخامت ۴۵ سانتیمتر	۶/۶۰

محاسبات براساس " تجزیه بهای کارهای ساختمانی " سندیکای شرکت های ساختمانی ۱۳۷۱

#### ۴ - ۶ دقت و فرهنگ اجرای دیوارهای سنگی

یکی از مهمترین مسائل در بنایی با سنگ به دلیل ماهیت مصالح سنگی از نظر ابعاد و برش‌های آن، نامنظم بودن کار درمقایسه با بنایی با آجر یا بلوک بتن است. به ویژه در شیوه‌های سنتی این مسئله بیشتر نمایان است. علاوه برآن به دلیل نامساوی بودن ابعاد قطعات سنگ در این شیوه‌ها، امکان احداث دیوار با عرض دقیق و یکنواخت ندرتا" امکان پذیر است و غالباً" دراین حالت مصرف ملات به مقدار قابل توجهی افزایش می‌یابد. از این رو نقش بنا درمیزان دقت اجرا به مراتب بیشتر از سایر عوامل است. در واقع با افزایش دقت و سطح مهارت نیروی انسانی، دقت

اجرا و نظم سنگ چینی افزایش می یابد.

#### ۴ - ۷ پایایی و استحکام دیوارهای سنگی

- دیوارهای سنگی غیرمسطح به جز در شرایط زلزله خیزی کم، مجاز نمی باشد و نمی توان انتظار داشت در رابر زلزله های شدید با اطمینان مقاومت کنند.
- ارتفاع ساختمان های سنگی، به یک طبقه باحداکثر ۵ متر بالاتر از سطح زمین و یک طبقه زیرزمین محدود می باشد.
- ساخت ساختمان های سنگی در شرایط کنونی ایران از نظر مسائل فنی و اجرایی چندان رضایت بخش نیست و روش های آن هنوز همان روش های سنتی روستائیان و معماران بناهای محلی است که بدون استفاده از دستورات عملی ها و ضوابط نوین مورد عمل قرار می گیرد.
- عمر مفید دیوارچینی سنگی با سنگ طبیعی سخت در صورتیکه تمامی نکات فنی رعایت شده باشد بسیار زیاد است.
- در تمام موارد یاد شده دو نکته حایز اهمیت است : نخست، به کارگرفتن سنگ سخت با تخلخل کم و دوم، بند کشی کامل و اصولی بندهای خارجی دیوار سنگی. در غیراینصورت دوام دیوارهای سنگی به مراتب کاهش می یابند.

#### ۴ - ۸ جمع بندی و نتیجه گیری

##### ۴ - ۸ - ۱ خلاصه مباحث

- سنگ یکی از مصالح طبیعی است که به صورت های مختلف لاشه، مالون و بادبر منظم و نامنظم در بنایی به کار برده می شود.
- در وضع موجود اتصال اصولی بین دیوارهای سنگی با یکدیگر و باکف و سقف اجرا نمی شود.
- ساختمان های سنگی غالباً در یک یا دو طبقه اجرا می شود و ضخامت دیوارهای سنگی معمولاً در حدود ۵۰ سانتیمتر است.
- بندکشی دیوارهای سنگی به دوام و زیبایی ظاهر آنها می افزاید.
- در بنایی با سنگ ملات ماسه و سیمان بیشترین کاربرد را دارد.

- سنگ عایق حرارتی مناسبی نیست. انتقال صدای هوابرد در دیوار سنگی کم اما انتقال صدای کوبه‌ای در آن زیاد است.
- جلا پذیری سنگ با وزن مخصوص آن رابطه مستقیم دارد اما مقاومت فشاری آن ارتباط مستقیم با وزن مخصوص آن ندارد.
- بنایی با سنگ غالباً "متکی به نیروی انسانی است و در حال حاضر ماشین آلات و ابزار فنی کاربرد چندانی در عملیات بنایی ندارد.
- مصرف مصالح ساختمانی به ویژه ملات در دیوارهای با سنگ لاشه به مقدار قابل توجهی بیشتر از سنگ بادبر است.
- نیروی انسانی مورد نیاز برای ساخت دیوار سنگی با سنگ بادبر اندکی بیشتر از سنگ لاشه است.
- بنایی با سنگ از نظر هماهنگی ابعاد، نماسازی و نظم بستگی به شیوه کار و مهارت بنا دارد.
- دیوارسنگی در صورت رعایت نکات فنی از مقاومت خوبی در برابر عوامل طبیعی برخوردار است.

#### ۴ - ۸ - ۲ نقاط ضعف و قوت بنایی با سنگ

برای جمع بندی مطالب مورد بحث باید اذعان داشت که در دیوارهای سنگی گرچه نقاط ضعفی همچون وزن زیاد، کم بودن ارتفاع مجاز برای ساخت و در بعضی موارد ضعف در برابر رطوبت و هوازدگی وجود دارد، ولیکن در برابر آن کاربرد ساده و خود بسندگی رامی توان جزء نقاط قوت سنگ چینی در صورت رعایت نکات اجرایی و فنی اصولی مد نظر قرار داد.

#### ۴ - ۸ - ۳ اصول پیشنهادی برای بهبود بنایی با سنگ

- به منظور بهبود اجرای دیوارهای سنگی در وضع موجود، بدون انجام تغییرات اساسی در شیوه کار می توان پیشنهادات زیر را عنوان نمود :
- بهتر است از سنگ های لاشه ای در دیوارهای باربر استفاده نشود و این نوع دیوار چینی بیشتر برای کرسی چینی مورد استفاده قرار گیرد.
- برای اتصال دیوارهای سنگی به یکدیگر و به سقف از کلاف های افقی بتنی استفاده شود.

- برای اتصال کلاف‌های افقی زیرسقف به کف و یک پارچه کردن دیوار سنگی حتماً از کلاف قائم استفاده شود. احداث کلاف قائم در گوشه‌ها و محل اتصال دیوارها نیز الزامی است.
  - برای تقویت دیوارهای سنگی در هر ۵۰ سانتیمتر ارتفاع دیوار باید فولادهای تقویتی به صورت آرماتور و یا تسمه فولادی در تمام طول دیوار در نظر گرفته شود.
  - حداکثر فاصله بین دو کلاف قائم نباید از ۴ متر تجاوز نماید.
  - در گوشه‌ها و محل برخورد دیوارها باید تمام فولادهای تقویتی افقی با مفتول فولادی به طور محکم به کلاف قائم متصل شود.
  - در جایی که دیوار غیرباربر به دیوار اصلی برخورد می‌کند تمام میلگردهای تیر کلاف افقی دیوار غیرباربر را باید به صورت زاویه قائمه خم کرده و به طول حداقل ۶۰ سانتیمتر در امتداد میلگرد تیر کلاف افقی دیوار اصلی ادامه داد و بدینوسیله تیرهای کلاف را به صورتی یکپارچه به یکدیگر متصل نمود.
  - در صورت استفاده از دیوارهای سنگی برای فضای زندگی حتماً باید عایق کاری حرارتی کافی انجام گیرد. اجرای صحیح عایق کاری در کاهش انتقال صدای کوبه‌ای نیز مؤثر خواهد بود.
  - در بند کشی دیوارهای سنگی که در مجاورت هوای آزاد قرار دارند دو نکته حایز اهمیت است :
- اول ، بندها نباید از سطح دیوارها برجسته باشند.
  - دوم ، بندها باید به نحوی اجرا شود که قسمت پائین بند، هم سطح نمای خارجی قرار گیرد، به گونه ای که در صورت بارندگی، آب در محل بند باقی نماند.
- از کاربرد سنگ های یکپارچه به عرض دیوار به منظور ممانعت از نفوذ رطوبت، آب و دما باید پرهیز شود.

## ۵- تکنولوژی اجرای دیوارهای بلوک بتنی

کاربرد بلوک بتنی در ساختمان در دو دهه اخیر افزایش یافته و سهم قابل توجهی از ساخت و ساز کشور را به خود اختصاص داده است. این فرآورده ساختمانی در برخی از مناطق ایران به عنوان یک مصالح فراگیر مورد استفاده قرار گرفته و در برخی موارد جایگزین آجر گردیده است. این در حالی است که به دلیل نبود استاندارد و دستورالعمل‌های اجباری برای تولید آن و همچنین نازل بودن سطح مهارت‌های انسانی، این محصول ساختمانی نسبتاً "جدید غالباً" براساس شیوه‌های اجرایی قدیمی مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد. خاطر نشان می‌گردد که مطابق تجربیات به دست آمده در برخی از کشورها، بلوک بتنی می‌تواند نقش مؤثری در تولید نیمه صنعتی و صنعتی ساختمان داشته باشد اما به دلیل آنکه تاکنون ضوابط تکنیکی و اجرایی مشخص و معین که با شرایط موجود کشور سازگاری داشته باشد به طور رسمی به اجرا در نیامده است، نقش آن در افزایش سرعت و دقت ساختمان‌سازی به طور مؤثر نمایان نگردیده است. از این رو تلاش می‌شود در این بخش اصول فنی مربوط به اجرای دیوارهای بلوک بتنی مورد توجه قرار گیرد و ضوابط اجرایی مربوط به آن از این دیدگاه ارائه شود.

### ۵ - ۱ مقررات و ضوابط اجرا

#### ۵ - ۱ - ۱ جزئیات دیوار بلوک بتنی

- در دیوارهای باربر بلوک بتنی، ضخامت دیوار به نسبت مساحت نما و میزان بارگذاری بامحاسبات سازه‌ای تعیین می‌شود.

- بلوک چینی در طول دیوار باید ردیف به ردیف و بدون وقفه انجام شود، در غیراینصورت رعایت مقررات "درز ساخت" مطابق بند ۵-۱-۲، ضروری است.

- ردیف‌های بلوک چینی همچون سایر مصالح ساختمانی مشابه باید کاملاً تراز و سطوح قائم شاغول باشد.

- برای کنترل ابعاد، گوشه‌ها و تقاطع‌ها (به دلیل ابعاد بزرگ بلوک بتنی) توصیه می‌شود پس از آماده شدن پی در تراز مورد نظر، ابتدا رج اول بدون ملات چیده شده و فواصل بندهای



قائم به طور یکسان تنظیم شود و سپس براساس الگوی به دست آمده، رج اول مجدداً باملات و به صورت نهایی چیده شود.

- در دو ردیف بلوک چینی متوالی و در تمام عرض دیوار هیچ بندی نباید روی بند زیرین قرار بگیرد.

- بلوک چینی باید دارای بندهای افقی و قائم مساوی و با ضخامت ۱۰ تا ۱۲ میلیمتر باشد. تمام بندها در ضخامت و طول دیوار باید از ملات پرشود.

- از شکستن و نیمه کردن بلوک بتنی باید جداً پرهیز گردد. جهت موارد استثنایی باید از انواع خاصی بلوک بتنی با ابعاد لازم استفاده نمود. توصیه می‌شود طول و عرض دیوارها و بازشوها با توجه به ابعاد بلوک بتنی و ضخامت بندکشی انتخاب شود.

- در هنگام بلوک چینی، به جزء در مواردی که در نقشه‌های فنی و با جزئیات مشخص شده باشد. نباید هیچ قسمت از دیوار با سایر مصالح ساختمانی پر شود.

- ترجیحاً کل بنا و قطعاً در هر دیوار مستقل بلوک بتنی، باید از یک نوع بلوک بتنی با ابعاد هماهنگ استفاده شود.

- بلوک‌های بتنی در موقع تحویل پای کار باید خشک شده باشد به طوری که رطوبت موجود در بلوک از ارقام زیر تجاوز ننماید :

۲٪ برای بلوک‌های با وزن مخصوص بیش از ۱۴۰۰ کیلوگرم در مترمکعب<sup>۱</sup>

۵٪ برای بلوک‌های با وزن مخصوص کمتر از ۱۴۰۰ کیلوگرم در مترمکعب

بلوک‌های مورد استفاده باید پیش از مصرف به تائید کارشناس مسئول رسیده باشد و شرایط خصوصی کاربرد بلوک بتنی منتخب باید در هنگام اجرا رعایت شود.

- مشخصات اجراء و چگونگی تهیه ملات برای بلوک چینی باید مطابق مشخصات فنی عمومی ساختمان باشد.

در ملات‌گذاری باید نکات زیر رعایت شود و به آنها توجه گردد:

الف - در هنگام دیوار چینی نباید سوراخ‌های بلوک با ملات پر شود. مگر ردیف‌های اول

---

۱- منظور از وزن مخصوص بلوک بتنی، وزن متوسط یک مترمکعب با در نظر گرفتن فضای خالی داخل آن می‌باشد.

و انتهای بلوک چینی، طرفین درز انبساط دور بازشوها و یا مواردی که بخش سازه تعیین می‌کند.

ب - فاصله زمانی بین ملات گذاری و چیدن بلوک‌ها بر روی آن نباید از سی دقیقه تجاوز کند

- شرایط محیطی مناسب برای بلوک چینی و دوران گیرایی مطابق مقرراتی که در بخش اقلیم و مصالح ارائه شده است، خواهد بود. در هر صورت بلوک چینی در دمای زیر ۵ درجه سانتیگراد و در زیر بارندگی و تابش مستقیم آفتاب همراه با دمای بیش از ۳۰ درجه سانتیگراد مجاز نمی‌باشد. ضوابط نگهداری تا رسیدن به مقاومت لازم (دوران گیرایی) مطابق مشخصات فنی عمومی خواهد بود.

- پس از اتمام کار روزانه و یا ایجاد وقفه در عملیات دیوارچینی، باید با پوشش‌های مناسب، دیوارچینی را از تابش آفتاب، وزش باد و تبخیر سریع آب محافظت کرد.

#### ۵ - ۱ - ۲ اتصال دیوارهای بلوک بتنی با "درز ساخت"

اتصال دیوارهای بلوک بتنی باید مطابق مقرراتی مشابه بند ۳-۱-۲ (دیوارهای آجری) اجرا گردد.

#### ۵ - ۱ - ۳ اتصال دیوارهای بلوک بتنی با سایر اجزای بنا

اتصال دیوارهای بلوک بتنی به سایر اجزاء بنا نیز باید مطابق مقررات مشابه در بند ۳-۱-۳ اجرا گردد. اما توصیه می‌شود برای عبور میلگردهای اتصال قائم از سوراخ بلوک‌ها استفاده شود (روش بلوک بتنی مسلح). در ضمن به کارگرفتن بلوک‌های بتنی با طراحی ویژه برای عبور میلگردهای اتصال افقی در افزایش سرعت و دقت کار مفید خواهد بود.

#### ۵ - ۲ مشخصات مصالح ساختمانی مورد استفاده در بلوک چینی بتنی

مصالح ساختمانی متداول در کشور برای دیوارهای بلوک بتنی، انواع بلوک بتنی و ملات می‌باشد که به شرح زیر ارائه می‌شود.

## ۵ - ۲ - ۱ انواع مصالح ساختمانی

### - بلوک های بتنی

در ایران یک نوع بلوک بتنی با چند اندازه و شکل محدود مطابق بند بلوک های بتنی به طور متداول تولید می شود.

شایان ذکر است که در سال های اخیر تولید چند نوع بلوک بتنی سبک (با استفاده از بتن سبک گازی و یا دانه سبک) نیز مورد توجه قرار گرفته است اما به صورت فراگیر مورد استفاده قرار نگرفته است.

### - ملات ها

در حال حاضر دیوارهای بلوک بتنی غالباً با ملات های سیمانی به عیار ۲۰۰ کیلوگرم سیمان در مترمکعب اجرا می شود.

## ۵ - ۲ - ۲ ویژگی های مصالح ساختمانی

### - ویژگی های بلوک بتنی

اجزاء اصلی تشکیل دهنده بلوک بتنی عبارتند از: ماده چسبنده یا سیمان، مصالح سنگی (مخلوط شن و ماسه)، آب و در صورت نیاز مواد افزودنی.

بلوک های بتنی توکار باید کاملاً سالم و بی عیب و سطوح آن طوری باشد که هنگام اندود کاری چسبندگی و گیر کافی با اندود ایجاد کند، بلوک های بتنی نما باید علاوه بر مشخصات فوق، دارای سطح نمای صاف و یا نقش و فرم مورد نظر باشد، تاب فشاری بلوک های بتنی غیراربر در هنگام به کار بردن (با احتساب سطح سوراخ ها) نباید از ۴۰ کیلوگرم بر سانتیمترمربع کمتر باشد و این مقدار برای بلوک های باربر-ناباید از ۶۰ کیلوگرم بر سانتیمترمربع کمتر باشد. به طور کلی تاب فشاری سطح پر بلوک بتنی به طور متوسط ۲۸۰ کیلوگرم بر سانتیمترمربع می باشد.

اگر چه اطلاعات رسمی در مورد قابلیت هدایت حرارتی دیوار چینی با بلوک بتنی وجود ندارد، اما با در نظر گرفتن قابلیت هدایت حرارتی بتن با وزن مخصوص معادل دیوار بلوک بتنی، می توان رقمی در حدود  $U = 0.75$  را برای آن در نظر گرفت.

## - ویژگی های ملات های سیمانی

- برای بنایی با بلوک بتنی ملات سیمانی باید دارای ویژگی های زیر باشد:
- قابلیت کاربری متناسب با کار بنایی باشد (به راحتی پخش شود و دارای لغزندگی کافی برای جابه جایی باشد بدون این که از هم جدا شود).
- زمان گیرش متناسب با کار بنایی باشد (حدود ۲ ساعت).
- دارای چسبندگی خوب و کافی به مصالح باشد.
- دارای پایایی و پایداری متناسب با سیستم دیوارچینی باشد.

ملات ماسه سیمان دارای مقاومت فشاری بسیار خوبی است ولی فاقد خاصیت شکل پذیری و چسبندگی متناسب با بلوک چینی است، این فقدان ناشی از زمان کوتاه گیرش و قابلیت ضعیف نگهداری آب است. از این رو افزون آهک مطابق مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی (نشریه شماره ۵۵) و تبدیل آن به ملات باتارد قابلیت مورد نظر را تأمین و عملیات بنایی را تسهیل خواهد کرد. به جای آهک از مواد افزودنی خمیری کننده ملات نیز به منظور کارایی بهتر استفاده می شود که این ترکیب باید مطابق مشخصات سازنده مواد افزودنی، تهیه و مصرف شود.

## ۵ - ۲ - ۳ میزان عملیات درکارگاه برای فرآوری مصالح

در حال حاضر تمام مراحل تهیه ملات ماسه سیمان در صورت وجود داشتن مواد اولیه، در پای کار بوسیله دست انجام می گیرد که توصیه می شود با کاربرد مواد اولیه پیش آماده و استاندارد و با استفاده از وسایل و ابزارهای مناسب تر اندازه گیری و مخلوط کن کیفیت ملات را به حداکثر ممکن بالا برد.

بلوک بتنی معمولاً در کارخانه ها تولید می شود و در صورت وجود ماشین آلات مناسب در محل کارگاه های ساختمانی بزرگ تولید آن در پای کار نیز امکان پذیر است.

پس از ساختن بتن در دستگاه های بتن ساز، بلوک ها توسط بلوک زن های سیار و یا ثابت قالب گیری می شود. دستگاه های بلوک زن ثابت در محور ثابتی نصب می شود و بلوک های روی پالت های چوبی یا فلزی قالب گیری می شود. پالت های حاوی بلوک های تازه تولید شده روی ریل هایی به طرف جلو رانده شده و در قفسه های چند ردیفی چیده می شود. سپس توسط

لیفتراک‌های مخصوص به محوطه مراقبت حمل می‌شود. روش عمل آوردن بلوک نیز در کارخانه‌ها برحسب شرایط به روش‌های مختلف انجام می‌شود.

در کارگاه‌ها، تولید بلوک توسط دستگاه‌های بلوک‌زن سیار انجام می‌شود. در این روش تولید، بلوک‌ها روی زمین و در بسترهای مسطح بتنی قالب‌گیری می‌شود و دستگاه بلوک‌زن بعد از هر دوره قالب‌گیری به طرف جلو حرکت می‌کند تا بلوک‌های بعدی را تولید نمایند، باید توجه داشت به علت گسترده بودن سطح بستر تولید و ضخامت نازک جداره‌های بلوک، آب بتن به سرعت تبخیر می‌شود و با کمترین غفلت در امر مراقبت از آن کل محصول از بین می‌رود.

## ۵ - ۲ - ۴ وضعیت موجود مصالح ساختمانی در کشور

### - بلوک‌های بتنی

به طور کلی، کارگاه‌های تولید بلوک بتنی در اغلب مناطق ایران فعالیت دارند. تولید بلوک بتنی در اغلب این کارگاه‌ها از نکات ضعف قابل توجهی برخوردار است. برای ارزیابی کیفی تولید بلوک بتنی در ایران می‌توان به نتایج آزمایش‌ها و تحقیقاتی که در این زمینه در استان‌های گیلان و زنجان توسط بنیاد مسکن انقلاب اسلامی به اجرا درآمده است مراجعه کرد<sup>۱</sup> و نتایج آن را تاحدی به دیگر نقاط تعمیم داد.

این نتایج نمایانگر کیفیت بسیار نازل بلوک‌های بتنی تولیدی حتی برای استفاده به عنوان دیوار غیربرابر می‌باشد، این کاستی‌ها را می‌توان به صورت زیر جمع‌بندی و خلاصه نمود.

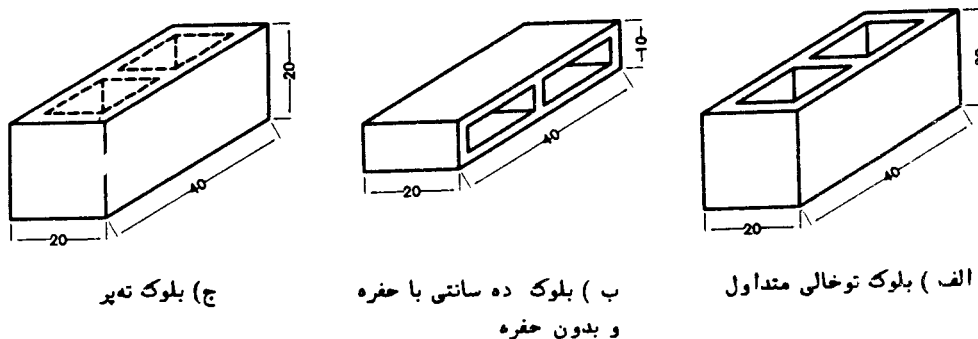
الف- کمبود سیمان در اکثر مناطق موجب کاهش عیار سیمان مصرفی برای تولید بلوک‌ها توسط تولیدکنندگان و در نتیجه نزول کیفیت بلوک‌های بتنی می‌شود.

ب- بتن مورد استفاده برای تولید بلوک غالباً به صورت کاملاً دستی و به وسیله کارگرانی تولید می‌شود که تخصص و شناخت کافی در مورد تولید بتن ندارند.

ج- ملات و نحوه رطوبت زدن به بلوک‌ها نامناسب است و بلوک‌های تولید شده غالباً در فضای آزاد و با امکانات ناکافی نگهداری می‌شود.

۱- ارزیابی کبیت و کیفیت تولید مصالح ساختمانی موجود، مرکز مطالعات مقابله با سوانح طبیعی ایران، آقای مسعود قاسم زاده ۱۳۷۲.

د- عدم وجود آزمایشگاه های کنترل کیفیت و برنامه مدون برای این مسئله موجب سوء استفاده برخی از تولیدکنندگان و کاهش کیفیت تولید است.  
ابعاد و شکل بلوک های بتنی نیمه سنگین و متداول در ایران به سه صورت زیر است :



ابعاد بلوک بتنی عملاً با توجه به شرایط تولید و نوع قالب ها از ابعاد اسمی تعیین شده تبعیت نمی کند به طورمثال نتایج یک بررسی محلی در استان های گیلان و زنجان در جدول ۵-۱ ملاحظه می شود.

اندازه های بلوک های بتنی تولیدی در استان های گیلان و زنجان

جدول ۵ - ۱

ابعاد	حداکثر (سانتیمتر)	حداقل (سانتیمتر)
طول	۴۰	۳۷
عرض	۲۰	۱۹
ارتفاع	۱۹	۱۶

(۱) اطلاعات فوق از کتاب ارزیابی کمیت و کیفیت تولید مصالح ساختمانی موجود، از انتشارات مرکز مطالعات مقابله با سوانح طبیعی ایران برداشت شده است.

## مالات ها -

همانطور که در بخش بنایی با آجر اشاره شد، ساخت و کاربرد ملات های سیمانی در ساختمان در حال حاضر از نکات ضعف زیادی برخوردار است.

### ۵ - ۲ - ۵ میزان مصرف مصالح مختلف در دیوار چینی با بلوک بتنی

تعداد بلوک بتنی و حجم ملات مصرفی برای هر یک از انواع بلوک های بتنی در جدول ۲-۵ ارائه شده است.

### میزان مصرف مصالح در دیوار چینی با انواع بلوک های بتنی

جدول ۵ - ۲

برای ۱۰۰ بلوک بتنی	برای یک مترمربع دیوار بلوک بتنی			ضخامت اسمی دیوار (سانتیمتر)	ابعاد حقیقی (طول-عرض-ارتفاع) بلوک بتنی (سانتیمتر)	
	مقدار ملات (مترمکعب)	وزن متوسط دیوار				تعداد بلوک (عدد)
مقدار ملات (مترمکعب)		بلوک سبک <sup>۱</sup> (kg)	بلوک سنگین <sup>۱</sup> (kg)			
۰/۱۴۵	۲/۰۱۸	۱۴۰	۳۴۰	۱۲/۵	۲۰	۳۹×۲۰×۱۹ بلوک توخالی
۰/۰۲	۰/۰۰۹	۷۰	۱۷۰	۱۲/۵	۱۰	۳۹×۱۰×۱۹
۰/۲	۰/۰۲۵	۲۰۵	۵۰۵	۱۲/۵	۳۰	۳۹×۳۰×۱۹
۰/۱۲۸	۰/۰۱۶	۱۴۳/۵	۳۵۱	۱۲/۵	۲۰	۲۳۹×۲۰×۱۹ بلوک توپر

- ۱ - وزن فضایی بلوک سنگین ۱۵۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب، بلوک سبک ۵۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب و ملات ۲۲۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب فرض شده است، ضخامت ملات یک سانتیمتر در نظر گرفته شده است.
- ۲ - لازم به توضیح است که در محاسبه مقدار ملات مصرفی در یک مترمربع بلوک توخالی، میزان پرت ملات حاصل از سهل انگاری بنا، منظور نشده است. و در صورت محاسبه آن، تفاوت ملات مصرفی در بلوک ته پر و بلوک توخالی خیلی بیش از این خواهد شد.
- ۳ - محاسبات مصالح مصرفی برای دیوارچینی با بلوک ته پر به صورت نظری و با فرض پر نشدن سوارخ ها از ملات انجام پذیرفته است.

### ۵ - ۳ میزان نیاز به مهارت‌های انسانی در سطوح مختلف

میزان نیروی انسانی لازم و انواع مهارت‌های مورد نیاز برای بنایی با بلوک بتنی برای دیوار به ضخامت ۲۰ سانتیمتر در جدول ۳-۵ ارائه شده است.

نیروی انسانی و انواع مهارت‌های مورد نیاز برای بنایی با بلوک بتنی به ابعاد (۲۰×۲۰×۴۰)<sup>۱</sup>

جدول ۳ - ۵

مهارت‌های مختلف	نفر ساعت برای یک مترمربع
سرینا	۰/۰۱۳
بنای سفت کاردرجه یک	۰/۰۳۱
بنای سفت کار درجه دو	۰/۱۲۵
شاگرد بنا	۰/۱۵۷
کارگر	۰/۵۲۵

۱- محاسبات براساس تجزیه بهای کارهای ساختمانی

سندیکای شرکتهای ساختمانی ۱۳۷۱

### ۵ - ۴ کاربرد ابزار و ماشین‌آلات در کارگاه

در حال حاضر برای ساخت و اجرای دیوارهای بلوک بتنی، نظیر دیوارچینی آجری و سنگی، ماشین‌آلات موتوری به مقدار کم استفاده می‌شود و ابزار مهندسی نیز کاربرد محدودی دارد. تنها در هنگامی که بلوک بتنی در کارگاه ساختمانی تولید می‌شود. دستگاه‌های نیمه خودکار یا خودکار بلوک‌زنی مورد استفاده قرار می‌گیرد که عبارتند از:

الف- قالب‌های تک زن دستی با ظرفیت حداکثر ۲۵۰ بلوک در روز با استفاده از دو کارگر.

ب- ماشین‌های نیمه خودکار با ظرفیت حداکثر ۷۰۰ بلوک در روز با استفاده از دو کارگر.

ج- ماشین‌های تمام خودکار سیار یا ثابت با ظرفیت ۶۰۰۰-۳۰۰۰ بلوک در روز با استفاده

از دوکارگر.



به منظور افزایش کارایی و توان ساخت لازم است توصیه‌های مندرج در بند ۳-۴ (دیوارهای آجری) مورد توجه و عمل قرار گیرد.

#### ۵ - ۵ سرعت اجرا و دیوارچینی با بلوک بتنی

منظور از سرعت اجراء مقدار کار انجام شده توسط یک گروه مرکب از سرینا، بنا و کارگر در یک روز است. از آنجا که سرعت اجرای دیوار به فعالیت بنا که دیوار را می‌چیند بستگی دارد، میزان اجرای دیوار بلوک بتنی معادل سرعت کاربنا می‌شود. بدین ترتیب اجرای دیوار با بلوک بتنی به ضخامت ۲۰ سانتیمتر در یک روز حدود ۲۰ مترمربع خواهد شد.

#### ۵ - ۶ دقت و فرهنگ اجرای دیوارهای بلوک بتنی

مسئله دقت در اجرای دیوار بلوک بتنی از دو جنبه اهمیت دارد:  
اول، دقت در اجرای صحیح بلوک چینی: از آنجا که بلوک بتنی توسط قالب‌های فلزی تهیه می‌شود، از یکنواختی قابل قبولی در ابعاد برخوردار است و در نتیجه شرایطی نظیر تراز بودن رگ‌ها، یکنواختی بندها و شاغول بودن دیوار با کمی دقت از سوی بنا امکان پذیر است.  
دوم، دقت در نظم و آرایش نما: اگر چه اجرای دیوارهای بلوک بتنی به صورت عملیات بنایی و با دست انجام می‌پذیرد، اما به دلایلی که ذکر شد و همچنین محدود بودن دیوارچینی به یک نوع قالب (در ضخامت نیم بلوک و حداکثر یک بلوک) می‌توان گفت با دقت مختصر توسط بنا، رواداری‌ها در ضخامت و در طول دیوارها به حداقل ممکن می‌رسد، اما ضخامت ملات و بندهای افقی و قائم تابع شرایط عمومی عملیات بنایی با دست است، یعنی در واقع به سلیقه و شیوه کار بنا ارتباط دارد. از این رو نقش تربیت نیروی انسانی ماهر و لزوم یک نظام کنترل برای آنها ضرورت خواهد داشت. در چنین حالتی این نوع دیوارچینی به شیوه‌ای نیمه صنعتی نزدیکتر خواهد شد.

## ۵ - ۷ پایایی و استحکام دیوارهای بلوک بتنی

- به طور کلی عواملی چون تغییر رطوبت، تغییر درجه حرارت، حرکات نامتجانس مصالح و نیروهای جانبی وارده می‌تواند باعث ایجاد ترک‌هایی در دیوارهای بلوک بتنی بشود و همچنین فشارهای عمودی ناشی از بارها علاوه بر ایجاد ترک در دیوار باعث خرد شدن بلوک‌ها و ملات می‌شود.

- حداکثر تعداد طبقات برای دیوارهای باربر بلوک بتنی بدون احتساب زیرزمین محدود به ۲ طبقه می‌باشد و تراز بام نسبت به متوسط تراز زمین مجاور نباید از ۸ متر تجاوز کند.

- حداکثر ارتفاع مجاز دیوارهای غیر باربر از تراز کف  $3/5$  متر می‌باشد.

- حداکثر طول مجاز دیوار باربر بین دو پشت بند ۳۰ برابر ضخامت آن می‌باشد مشروط بر آنکه از ۸ متر تجاوز نکند در غیراینصورت دیوار استحکام لازم را ندارد. (حداکثر این طول مجاز بین دو پشت بند یا تقاطع با سایر دیوارها، برای دیوارهای غیر باربر ۴۰ برابر ضخامت دیوار می‌باشد).

- با مقایسه حداقل مقدار دیوار نسبی مورد نیاز در هر امتداد ساختمان براساس آیین‌نامه طرح ساختمان‌ها در برابر زلزله می‌توان نتیجه گرفت که برای مقابله با نیروهای جانبی، حداقل مقدار دیوار بلوک بتنی مورد نیاز از حداقل مقدار دیوار آجری در شرایط مساوی بیشتر است. بنابراین استحکام دیوار بلوک بتنی در برابر نیروهای حاصل از زلزله از دیوار آجری مشابه کمتر است. توضیح آنکه مقدار دیوار نسبی در هر امتداد عبارتست از نسبت مساحت مقطع افقی دیوارهای موازی با امتداد مورد نظر به مساحت زیرینای آن طبقه.

- عمر مفید ساختمان‌های بلوک بتنی را نسبت به شرایط مختلف آب و هوایی کشور می‌توان

به صورت جدول ۴-۵ خلاصه نمود:

عمر مفید بناهای بلوک بتنی نسبت به شرایط مختلف اقلیمی

جدول ۵ - ۴

انواع شرایط اقلیمی	عمر مفید نسبت به عمر مبنا
مناطق گرم و خشک و سردسیر خشک	زیاد (بیش از ۱۰۰ درصد)
مناطق معتدل و نیمه مرطوب	متوسط (تا ۸۵ درصد)
مناطق خیلی گرم و مرطوب با زمستان معتدل	کم (تا ۷۵ درصد)

۱- عمر مبنا حدود ۵۰ سال پیش بینی می شود.

۵ - ۸ جمع بندی و نتیجه گیری

۵ - ۸ - ۱ خلاصه مباحث

- بلوک بتنی یک محصول نیمه صنعتی است که در حال حاضر با روش های قدیمی مورد استفاده قرار می گیرد.
- بنایی با بلوک بتنی دارای ضوابط و مقررات ویژه است ولی در حال حاضر متأسفانه مشابه دیوارچینی با آجر اجراء می شود.
- شرایط نامناسب برای اجرای دیوار بلوک بتنی عبارتست از: تابش مستقیم خورشید، حرارت زیاد، تغییرات رطوبت، دما کمتر از ۵ درجه سانتیگراد، وزش باد، مجاورت در برابر مواد شیمیایی و همچنین تنش های ثانویه.
- ملات مناسب برای اجرای دیوار بلوک بتنی "ملات باتارد" مطابق مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی است.
- تولید بلوک بتنی به صورت درجا در کارگاه ساختمانی و یا به صورت تولید صنعتی و آماده به کارگاه حمل می شود.
- در ایران بطور عمده سه نوع بلوک بتنی تولید و در تمام موارد مصرف می شود، و هیچ تنوعی از نظر نوع بلوک و شکل آن در رابطه با عملکردشان وجود ندارد.
- اجرای دیوار بلوک بتنی در یک روز ۸ ساعته، برابر ۲۰ مترمربع می باشد.
- اجرای دیوار بلوک بتنی با توجه به عدم تناسب مهارت های انسانی موجود با این شیوه اجراء

در سطح بنایی دستی و سنتی یا قی مانده است.

### ۵ - ۸ - ۲ نقاط قوت و ضعف اجرای دیوارهای بلوک بتنی

- بلوک های بتنی و ملات های مورد استفاده اگر براساس موازین فنی و اصولی تهیه شود و در هنگام اجراء ضوابط و مقررات مربوطه رعایت گردد، مقاومت و پایداری مناسبی را بوجود خواهد آورد.

- در برخی از نقاط ایران به دلیل محدودیت دسترسی به مواد اولیه آجر، بلوک بتنی می تواند جایگزین مناسبی برای آن باشد.

- متأسفانه در حال حاضر برای اتصال دیوارهای بلوک بتنی به یکدیگر و به سایر اجزاء بنا، ضوابط و مقررات لازم رعایت نمی شود.

- در حال حاضر به واسطه کاربرد یک نوع بلوک و شکل های محدود آن، در هنگام اجرای جزئیات مربوطه به بادبندها، تأسیسات و سایر موارد مشابه محدودیت هایی به وجود می آید که غالباً "مصالح دیگر و ناهمگون با بلوک بتنی مورد استفاده قرار می گیرد که از استحکام و دوام دیوارها به مقدار زیادی کاسته می شود.

### ۵ - ۸ - ۳ اصول پیشنهادی برای بهبود اجرای دیوارهای بلوک بتنی

به منظور بهبود اجرای دیوارهای بلوک بتنی در وضع موجود، بدون انجام تغییرات اساسی در شیوه کار پیشنهادات زیر ارائه می شود:

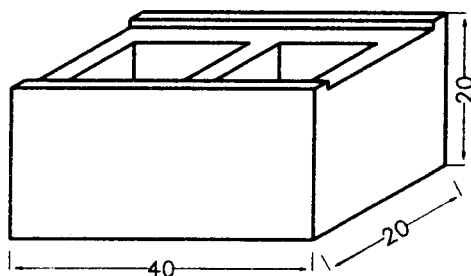
- استفاده از بلوک های بتنی سبک برای دیوارهای جداکننده توصیه می شود.

- برای اجرای دیوارهای بلوک بتنی با ضخامت های مختلف، استفاده از بلوک های با عرض مساوی ضخامت دیوار توصیه می شود.

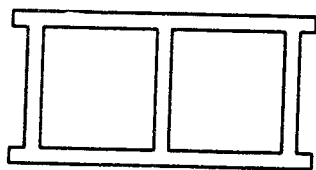
- استفاده از بلوک چینی مسلح برای دیوارهایی که لازم است در مقابل نیروهای خمشی و برون محوری مقاومت نمایند، توصیه می شود. مسلح نمودن بلوک چینی با استفاده از آرماتورهای قائم و افقی صورت می پذیرد. آرماتورهای قائم بسته به نوع بلوک ها و نحوه دیوارچینی در سوراخ بلوک، بندهای قائم و یا بین دوجداره دیوار (در دیوارهای دوجداره) قرار گرفته، اطراف آنها همزمان بادیارچینی

و یا در چند مقطع دیوارچینی، بتن ریزی می شود. میلگردهای افقی نیز در میان ملات بندهای افقی قرار می گیرند.

- چنانچه از آرماتورهای افقی با قطر بیشتر از ۸ میلیمتر استفاده شود پیشنهاد می شود، که از بلوک های مخصوص که در قسمت فوقانی آن شیارهایی تعبیه شده استفاده شود مطابق شکل زیر استفاده شود.



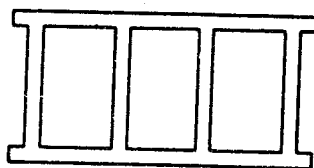
- به منظور تامین قفل و بست و نظم بلوک چینی و امکان بهره برداری از فضای داخل بلوک های بتنی برای عبور لوله و کابل های تأسیساتی توصیه می شود از بلوک های ویژه (مانند نمونه های زیر) استفاده شود.



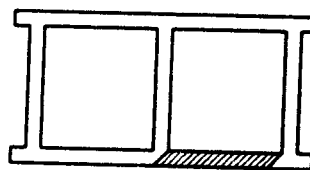
الف)



د)



ب)



ج) امکان تخریب جداره ای پس از اجرا برای عبور تاسیسات

- الف- بلوک های بتنی با قابلیت پر شدن درزهای عمودی بین آنها
- ب- بلوک های بتنی با قابلیت نیمه شدن بدون تضعیف بلوک
- ج- بلوک های بتنی با قابلیت عبور لوله های تأسیسات
- د- بلوک های بتنی با ضخامت کم برای ساخت دیوارهای ۱۰ تیغه ای
- در کلیه ساختمان های با مصالح بنایی باید کلاف بندی قائم و افقی مطابق ضوابط و مقررات سازه ای به اجرا درآید.
- حداکثر ارتفاع طبقه در ساختمان های بلوک بتنی (از روی کلاف افقی زیرزمین تا زیر سقف) محدود به ۴ متر است که در صورت تجاوز از این حد علاوه بر کلاف بندی افقی (در تراز زیر دیوار و تراز روی دیوار) باید یک کلاف اضافی در داخل دیوارها و در ارتفاع حداکثر ۴ متر از روی کلاف زیرین تعبیه شود، بدن ترتیب می توان ارتفاع طبقه را حداکثر تا ۶ متر افزایش داد.
- لبه قائم دیوارها نباید آزاد باشد این لبه باید به یک دیوار دیگر و یا دیوار عمود بر آن، یا یکی از اجزاء سازه متصل شود.
- دیوارهایی که طول آنها بیش از ۸ متر باشد حتما باید به پشت بند مجهز شود.

## ۶ - تکنولوژی اجرای سقف های تیرآهن و آجر

شیوه متداول اجرای سقف در گذشته عموماً طاق های آجری و خشتی بود. با رواج صنعت فولاد و ترویج کاربرد تیرآهن در ساختمان، سقف های تیرآهن و آجر متداول شد که تا چند دهه رایج ترین شیوه اجرای سقف در ایران بود و امروزه نیز بخش قابل توجهی از سقف ساختمان ها با این مصالح اجراء می شود. اما با این وجود تاکنون به این نوع سقف به صورت یک اجراء صنعتی یا نیمه صنعتی پرداخته نشده است و همواره این گونه سقف ها براساس روش های دستی قدیم به اجرا در آمده است. سه عامل مهم در این امر مؤثر است: نبود دستورالعمل ها و ضوابط اجباری، نازل بودن سطح مهارت ها و کم بها دادن به ارزش اقتصادی شیوه اجراء. از این رو در این بخش تلاش می شود روش های اجرایی و اصول فنی مربوط به اجرای این سقف ها مورد مطالعه قرار گیرد و به منظور ارتقاء کیفیت اجرا مقررات و ضوابط مربوط تهیه و ارائه شود.

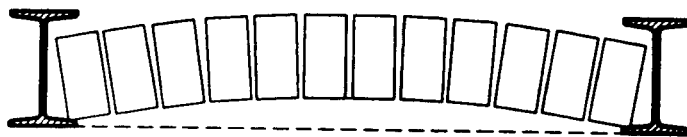
### ۶ - ۱ مقررات و ضوابط اجرا

#### ۶ - ۱ - ۱ جزئیات سقف های تیرآهن و آجر

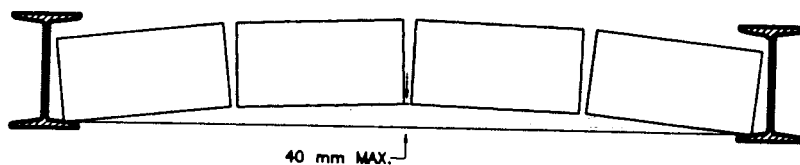
- انتخاب نوع و نمره تیرآهن براساس دهانه فضا و میزان بارگذاری با محاسبات سازه ای تعیین می شود.

- انتخاب نوع طاق زنی بین تیرآهن براساس فاصله تیر آهن ها، خیز مورد نظر و میزان بارگذاری پیش بینی شده انجام می پذیرد. سقف های تیرآهن و آجر به دو صورت متداول "طاق رومی" و "طاق ضربی" می باشد.

سقف های طاق رومی که ردیف آجر کاری در طول تیرآهن به کار می رود.



سقف های طاق ضریبی معمولی که ردیف آجر کاری عمود بر تیرآهن به کار می رود. این شیوه متداول ترین نوع سقف های تیرآهن و آجر در ایران می باشد.



- نظام طاق زنی و نوع آن نباید در طول یک دهانه تغییر یابد.
- تیرآهن ها باید کاملاً موازی و تراز باشد، مگر در گوشه و حاشیه برخی از ساختمان ها که از ابعاد منظم برخوردار نیست. در این صورت لازم است مهاربندی کافی در این قسمت ها انجام پذیرد.
- قبل از کار گذاشتن تیرآهن ها حتماً باید آنها را بامواد ضد زنگ پوشش داد.
- طاق زنی باید بین دو تیرآهن همسان با فاصله حداکثر ۱/۱ متر اجراء شود.
- طاق زنی باید ردیف به ردیف و در یک دهانه بدون توقف انجام شود.
- در دو ردیف متوالی آجرچینی طاق نباید درزها بر روی یکدیگر قرار گیرد.
- طاق زنی باید تا حد امکان دارای بندهای مساوی با ضخامت حداکثر ۱۵ میلیمتر بین ردیف های طاق زنی و ۲۰ میلیمتر بین آجرها در هر ردیف باشد. تمام بندها باید با ملات پر شود.
- از مصرف خرده آجر و سایر مصالح ساختمانی برای پرکردن قسمت های خالی باید پرهیز شود.
- دهانه بین تیرآهن ها باید به گونه ای انتخاب شود که کوچکترین قطعه آجر مصرفی معادل سه چهارم آجر باشد.
- در طاق زنی به شیوه رومی حتماً باید قالب بندی درزیر طاق انجام شود.
- خیز طاق برای طاق ضریبی حداکثر ۴ سانتیمتر و برای سایر انواع حداکثر ۳ سانتیمتر است.
- آجرها و تیرآهن های مورد استفاده باید قبلاً به تأیید کارشناس مسئول رسیده باشد و شرایط خصوصی کاربرد آجر منتخب و آهن باید در هنگام اجرا رعایت شود.
- مشخصات اجراء و چگونگی تهیه ملات و دوغاب برای طاق زنی باید مطابق مشخصات



فنی عمومی ساختمانی باشد. به ویژه روانی ملات در حدی باشد که پس از ملات گذاری در محل خود باقی بماند و زمان گیرایی آن به حدی باشد که امکان چسبندگی کافی با ردیف بعدی آجر را فراهم کند.

ملات گذاری در سه مرحله متوالی و با کمترین فاصله ممکن به ترتیب زیر انجام می شود :

الف - پهن کردن یک لایه ملات به ضخامت ۲۰ میلیمتر به طور کامل بر روی سطح ردیف طاق قبلی و سپس نشانیدن آجر، با فرو بردن آن به داخل ملات (غالباً) با ضربه ساعد بنا) انجام می گیرد به گونه ای که ضخامت ملات به حدود ۱۵ میلیمتر کاهش یابد و ملات اضافی به داخل بندها رانده شود.

ب - پرکردن بندهای بین آجرها به گونه ای انجام می پذیرد که ملات به صورت کاملاً متراکم در داخل بندها قرار گیرد.

ج - پس از اتمام پوشش سقف، روی آن دوغاب گچ ریخته می شود به طوری که تمام سطح آجرها را بپوشاند و خلل و فرج بندها را کاملاً پر نماید. از خیساندن آجر بر روی ملات باید جداً پرهیز شود.

- شرایط محیطی مناسب برای اجرای سقف های تیرآهن و آجر مطابق مقرراتی است که در بخش اقلیم و مصالح ارائه شده است. در هر صورت طاق زنی در دمای زیر ۵ درجه سانتیگراد و در زیر بارندگی و تابش آفتاب همراه با دمای بیش از ۳۰ درجه سانتیگراد مجاز نیست.

- ضوابط نگهداری تا رسیدن به مقاومت لازم (دوران گیرایی) باید مطابق مشخصات فنی عمومی ساختمان باشد، به ویژه در صورت احتمال وقوع بارندگی محافظت سقف اجرا شده با عناصری نظیر ورق پلاستیک یا مواد مشابه ضروری است.

## ۶ - ۱ - ۲ اتصال عناصر ساختمانی در سقف های تیرآهن و آجر

برای ایجاد اتصال مطلوب بین عناصر ساختمانی باید نکات زیر رعایت شود :

الف - در هنگام شروع طاق زنی باید نشیمن گاه طاق بر روی تیرآهن کاملاً پاک و عاری از هرگونه مواد و مصالح ساختمانی باشد.

ب - در صورت توقف طاق زنی پیش از اتمام یک دهانه، سطح آجرها در انتهای کار باید

فاقد ملات باشد.

ج - برای شروع مجدد طاق زنی باید توجه داشت که سطح اتصال کاملاً پاک باشد، به گونه‌ای که ملات‌های اضافی و بیرون زده از سطح آجرها تراشیده و تمیز شود.

د - کلیه تیرآهن‌ها به وسیله میل مهار فولادی به ترتیبی که مشخصات فنی عمومی و ضوابط سازه‌ای تعیین می‌کند باید مهار شود. در هر صورت فاصله میل مهارها نباید از ۲ متر بیشتر باشد.

ه - اجرای میل مهار به صورت متقاطع (بادبند افقی) که به تیرآهن‌های سقف جوش داده شده باشد در فاصله بین عناصر باربر قائم توصیه می‌شود.

ز - انتهای تیرآهن‌ها روی دیوار باربر باید به تیرآهن قاب ختم شود به گونه‌ای که سقف آجری در داخل قاب بصورت یکپارچه عمل کند.

### ۶ - ۱ - ۳ اتصال سقف‌های تیرآهن و آجر به سایر اجزای بنا

- اتصال سقف به دیوارهای باربر باید از طریق کلاف‌های افقی بتنی مسلح یا فولادی که در تمام طول دیوارها کار گذاشته شده است، انجام پذیرد. اتصال تیرآهن‌های سقف به کلاف‌های فولادی بطور مستقیم به وسیله نبشی و کلاف‌های بتنی از طریق ورق فولادی که درروی کلاف کار گذاشته شده است خواهد بود.

- اتصال سقف به تیرهای اصلی بنا نیز مشابه اتصال به کلاف افقی خواهد بود. تیرآهن‌های فولادی سقف ترجیحاً باید بر روی تیرهای اصلی قرار گیرد در غیر این صورت نصب آنها در داخل تیرهای اصلی و بر روی بال زیرین، باید در نهایت دقت انجام شود.

### ۶ - ۲ مشخصات مصالح ساختمانی مورد استفاده در سقف‌های تیرآهن و آجر

مصالح ساختمانی که در سقف‌های تیرآهن و آجر به کار می‌روند عبارت است از: تیرآهن و میلگرد، آجر، ملات گچ و خاک و دوغاب گچ که هر یک به طور جداگانه به شرح زیر ارائه می‌شود.

## ۶ - ۲ - ۱ انواع مصالح ساختمانی

### الف - تیرآهن و اجزاء فولادی

- تیرآهن‌های مورد استفاده در داخل کشور غالباً از انواع INP و IPE بوده و نوع فولاد آنها عموماً "ST 37 می‌باشد.

- تیر آهن‌ها با شماره‌های مختلف که معرف بیشترین ارتفاع آنهاست در ساختمان به کار می‌رود. در ساختمان‌های متعارف تیرآهن‌های شماره ۱۴ تا ۱۸ بیشترین کاربرد را دارد.

### ب - ملات گچ و خاک و دوغاب گچ

- نسبت گچ و خاک مورد استفاده در ملات بستگی به میزان زودگیری گچ و درجه حرارت هوا دارد، اما غالباً گچ و خاک با نسبت مساوی در تهیه ملات به کار می‌رود.

- برای تهیه دوغاب گچ، گچ را بامقدار زیادی آب مخلوط کرده و بلافاصله مورد مصرف قرار می‌دهند.

### ج - آجر

- برای سقف‌های تیرآهن و آجر از انواع آجر رسی استفاده می‌شود که در بخش دیوارهای آجری شرح آن رفته است.

## ۶ - ۲ - ۲ ویژگیهای مصالح ساختمانی

### - ویژگی تیرآهن‌ها و سایر مصالح فولادی

- مشخصات فنی تیرآهن‌ها و سایر مصالح فولادی مطابق دفترچه‌های راهنمای کارخانه تولید کننده می‌باشد که در محاسبات سازه‌ای مد نظر قرار می‌گیرد.

- عناصر فولادی در برابر هوای مرطوب، بخارهای شیمیایی موجود در هوا و برخی مواد خورنده از مقاومت کمی برخوردار است.

### - ویژگی ملات گچ و خاک و دوغاب گچ

- ملات گچ و خاک و دوغاب گچ در برابر بارندگی مقاوم نمی‌باشد و در صورت رسیدن آب به مقدار زیاد چسبندگی خود را از دست داده و زمان گیرایی آنها به اندازه‌ای افزایش می‌یابد که

امکان بهره‌گیری از آن را از دست می‌دهد.

- ملات گچ و خاک و دوغاب گچ در صورتیکه در هنگام تهیه به مدت زیادی هم زده شود تبدیل به گچ مرده شده و برای طاق زنی مناسب نمی‌باشد.
- زمان گیرایی ملات گچ و خاک و دوغاب گچ بسیار کمتر از سایر ملات‌هاست بنابراین باید بلافاصله پس از تهیه در مدت کوتاهی مصرف گردد.

### - آجر

ویژگی انواع آجرها در بخش دیوارهای آجری ارانه شده است.

### ۶ - ۲ - ۳ میزان عملیات درکارگاه برای فرآوری مصالح

کلیه عملیات تولید تیرآهن‌ها - میل مهار و آجرها در خارج از کارگاه و درکارخانه‌ها و کارگاه‌ها به صورت از پیش ساخته شده صورت می‌گیرد، و فقط برش و جوش دادن تیرآهن‌ها و میله مهارها و همچنین تراشیدن و مناسب کردن ابعاد آجر در داخل کارگاه‌ها صورت می‌گیرد. این امر نشان دهنده آن است که سقف‌های آهن و آجر نسبت به سقف‌های سنتی قدیمی به سوی صنعتی شدن بوده است.

### ۶ - ۲ - ۴ وضعیت موجود مصالح ساختمانی درکشور

#### - تیر آهن‌ها و میلگرد

این مصالح ساختمانی با اینکه درایران به وفور تولید می‌شود، و چندین کارخانه نورد آهن و فولاد در جنوب - شرق و غرب و شمال کشور وجود دارد ولی به علت تقاضای زیاد کارگاه‌های ساختمانی همیشه باکمبود آنها مواجه هستند و از این رو مقدار قابل توجهی عناصر فولادی از خارج کشور وارد می‌شود که در برخی موارد با مشخصات تولیدات داخلی مطابقت ندارد.

### - ملات گچ و خاک و دوغاب گچ

سنگ گچ به فرمول  $2H_2O$  و  $So_4Ca$  یا سولفات کلسیم آبدار در طبیعت و به خصوص در

سراسر ایران به صورت توده های فراوان یافت می شود. رایج ترین نوع کوره های گچ پزی در ایران کوره چاهی است. چون در کوره های چاهی حرارت قابل کنترل نیست در آن از گچ های ساختمانی تا گچ های تشنه و حتی گچ سوخته (بدون آب تبلور) به دست می آید. بغیر از کوره های چاهی تعدادی کوره گردنده خودکار و نیمه خودکار نیز در ایران رایج است که حرارت آن قابل کنترل بوده و در نتیجه فرآورده های آن، گچی بامشخصات معین است. ولی کوره های چاهی موجود در ایران باعث شده که کیفیت گچ در ایران تا حدودی نامرغوب باشد.

### ۶ - ۲ - ۵ میزان مصرف مصالح

جدول (۶-۱) با توجه به نکات زیر، میزان مصرف مصالح برای یک مترمربع سقف تیرآهن و آجر را نشان می دهد.

- به طور متوسط تیرآهن نمره ۱۴ برای تیرریزی در نظر گرفته شده است.
- دهانه های طاق آجری، برابر با ۹۰ سانتیمتر در نظر گرفته شده است.

میزان مصرف مصالح برای یک مترمربع طاق آجری بین تیرآهن ها

جدول ۶ - ۱

شرح	آجر(قالب)	ملات گچ و خاک(لیتر)	آب(لیتر)
طاق آجری بین تیرآهن با آجر فشاری و ملات گچ و خاک به ضخامت نیم آجر	۷۲	۴۵	۲۷

۱ - محاسبات براساس تجزیه بهای کارهای ساختمانی ، سندیکار شرکت های ساختمانی(۱۳۷۱)

### ۶ - ۳ میزان نیاز به مهارت های انسانی در سطوح مختلف

#### ۶ - ۳ - ۱ انواع مهارت های لازم برای اجرای سقف های تیرآهن و آجر

- اگرچه تعریف رسمی و حدود قانونی برای مشخص نمودن میزان مهارت های ساختمانی وجود ندارد اما به طور کلی می توان انواع آنها را به صورت زیر عنوان نمود :
- سرینا : کار سرینا نظارت برکار طاق زنی است.
  - بنای طاق زن : کار بنای طاق زن اجرای کار طاق زنی بر طبق ضوابط و مقررات است.

- شاگرد بنا : شاگرد بنای طاق زن کسی است که کنار دست بنا قرار دارد و به او کمک می‌کند.

- کارگر ملات ساز : تهیه ملات گچ و خاک و دوغاب گچ به عهده کارگر ملات ساز است.

- آهنگر : وظیفه ترازکردن و نصب تیرهای سقف را به عهده دارد.

- شاگرد آهنگر : به عنوان نیروی کمکی در کنار آهنگر فعالیت می‌نماید.

۶ - ۳ - ۲ میزان نیاز به مهارت‌های انسانی در سقف‌های تیرآهن و آجر در جدول ۶-۲ زمان لازم برای هر مهارتی، به طور جداگانه در هریک مترمربع سقف محاسبه شده است.

میزان نیاز به مهارت‌های انسانی در یک مترمربع طاق آجری بین تیرآهن‌ها

جدول ۶ - ۲

شرح	سرینا	بنای درجه ۱	شاگردبنا	کارگر
طاق آجری بین تیرآهن با آجر فشاری و ملات گچ و خاک به ضخامت نیم آجر	۰/۰۰۴	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۵

محاسبات براساس تجزیه بهای کارهای ساختمانی، سندیکای شرکت‌های ساختمانی (۱۳۷۱)

## ۶ - ۴ کاربرد ابزار و ماشین‌آلات در کارگاه

در اجرای سقف‌های تیرآهن و آجر، کارهای مربوط به حمل، نصب و اتصالات تیرآهن از روش‌های دستی و در مواردی از ماشین‌آلات ساده استفاده می‌شود. مابقی عملیات تماماً به وسیله نیروی انسانی و غالباً با دست انجام می‌پذیرد. در صورت وسیع بودن کارگاه و یا ارتفاع زیاد ساختمان به اجبار مصالح ساختمانی با استفاده از دامپر و جرثقیل حمل می‌شود.

متأسفانه در حال حاضر کاربرد ابزار و ماشین‌آلات در اجرای اینگونه سقف‌ها بندرت مشاهده می‌شود در حالیکه این محصول نیمه صنعتی می‌تواند با کاربرد ابزار و وسایل مکانیکی در مراحل مختلف اجراء از دقت و سرعت بیشتری برخوردار گردد.

## ۶ - ۵ سرعت اجرا در سقف های تیرآهن و آجر

همانطور که گفته شد ملاک تشخیص سرعت اجرا در کارهای دستی، سرعت کار بنا می باشد که محاسبه آن برای انواع سقف های طاق ضریبی در جدول (۶-۳) منعکس شده است. شایان ذکر است که ارقام به دست آمده تنها در صورت حفظ کیفیت در عملیات دستی قابل استفاده است. متأسفانه در حال حاضر با کاهش کیفیت کار بر سرعت اجرا توسط بناها افزوده شده است، در حالیکه می توان سرعت اجرا را با حفظ کیفیت با استفاده از ماشین آلات و ابزار مهندسی و افزایش داد.

میزان کار انجام شده در یک روز

جدول ۶ - ۳

شرح	سرعت اجرای مقدار کارتیم بنایی در یک روز بر حسب متر مربع
طاق آجری بین تیرآهن با آجر فشاری و ملات گچ و خاک به ضخامت نیم آجری	۲۵

محاسبات براساس تجزیه بهای کارهای ساختمانی، سندیکای شرکت

ساختمانی (۱۳۷۱)

## ۶ - ۶ دقت و فرهنگ اجرای سقف های تیرآهن و آجر

سقف تیرآهن - آجر مجموعه ای از مشخصات عملیات بنایی با دست و ویژگی صنعتی را به اتفاق دارا است. وجود تیرآهن که مصالحی صنعتی و دارای ابعاد استاندارد است و باید با دقت ویژه ای محاسبه، آماده و نصب شود، در کنار طاق آجری که به وسیله دست و با روش های سنتی اجرا می شود، موجب می شود، که در اجرا از دقت بیشتری نسبت به سقف های سنتی برخوردار باشد. اما باید اذعان داشت که مهارت نیروی انسانی در اجرای طاق به ویژه از نظر اندازه و یکنواختی خیز آن نقش بسزایی در کیفیت کار دارد و در حال حاضر به دلیل نازل بودن سطح مهارت های انسانی و عدم استفاده از امکانات ماشینی و ابزار مهندسی نتیجه کار دو بنا با یکدیگر تشابه نداشته و از اصول فنی واحدی پیروی نمی کند.

## ۶ - ۷ پایایی و استحکام سقف های تیرآهن - آجر

سقف تیرآهن و آجر که به وسیله کلاف بتنی یا فلزی به دیوار متصل می شود به علت یکپارچگی سقف و دیوار در برابر نیروهای حاصل از زلزله مقاوم تر می باشد. متأسفانه این سقف ها در داخل کشور بطور دقیق و یکپارچه اجراء نمی شود. از این رو در موقع بروز زلزله نمی توانند شکل اولیه خود را کاملاً حفظ نمایند. نتیجتاً سقف های متداول آجری ایران پایایی و استحکام کافی در برابر زلزله را ندارد در بسیاری از مواقع هنگام وقوع زلزله تیرچه های فولادی از هم جدا شده و آجرهای سقف به داخل اطاق ریخته و باعث تلفات جانی می شود.

سقف های تیرآهن - آجر از آنجا که از دونوع مصالح اصلی مختلف ساخته شده است لذا به منظور به دست آوردن عمر مفید آن در شرایط مختلف آب و هوایی باید کمترین عمر مفید هریک را مد نظر قرار داد. شایان ذکر است که با تمهیدات فنی و اصولی نظیر پوشاندن مصالح فلزی با مواد ضد زنگ می توان تا حدودی بر این عمرها در مناطق مرطوب افزود. جدول ۶-۴، عمر مفید این نوع سقف ها را نسبت به شرایط آب و هوای مختلف نشان می دهد.

عمر مفید سقف های تیرآهن و آجر نسبت به شرایط مختلف اقلیمی

جدول ۶ - ۴

انواع شرایط اقلیمی	عمر مفید نسبت به مبنا
مناطق گرم و خشک با زمستان معتدل یا سرد و خشک	زیاد (بیش از ۱۰۰ درصد)
مناطق گرم و مرطوب با زمستان سرد	متوسط (تا ۵۰ درصد)
مناطق خیلی گرم و مرطوب با زمستان معتدل	کم (تا ۳۰ درصد)

۱- عمر مبنا حدود ۵۰ سال پیش بینی می شود.

## ۶ - ۸ جمع بندی و نتیجه گیری

### ۶ - ۸ - ۱ خلاصه مباحث

- سقف های تیرآهن و آجر به سه شیوه اجرا می شود که شیوه طاق ضریبی متداول ترین نوع آنست. این نوع به دلیل سرعت اجرا و اقتصادی بودن به صورت فراگیر در بخش قابل توجهی از



- ساخت و ساز کشور مورد بهره برداری قرار می گیرد.
- مصالح مورد استفاده در سقف های طاق ضریبی آجر رسی، تیرآهن و ملات گچ و خاک است.
  - با توجه به آنکه اغلب عملیات برای فرآوری و تولید مصالح ساختمانی در خارج از کارگاه انجام می پذیرد، در صورت رعایت نکات فنی و اجرای اصولی، این نوع سقف یک محصول نیمه صنعتی بشمار خواهد آمد.
  - سرعت متوسط اجرای سقف های طاق ضریبی در یک روز ۲۵ مترمربع می باشد.
  - در حال حاضر مهمترین مشکل در فرهنگ اجرای سقف های طاق ضریبی نازل بودن سطح مهارت ها و در نتیجه کاهش دقت کار است که با آموزش صحیح و استفاده از ابزار مهندسی بهبود پیدا خواهد کرد.
  - به دلیل استفاده از تیرآهن در اینگونه سقف ها، عمر مفید آنها در مناطق مرطوب و گرم نسبتا کم است.

- ۶ - ۸ - ۲ اصول پیشنهادی برای بهبود اجرای سقف های تیرآهن و آجر
- به منظور ایجاد یکپارچگی در سقف ها حتماً باید مقررات مربوط به مهاربندی سقف طاق ضریبی رعایت شود بدین صورت که تیرها به وسیله میل مهار در هر ۱/۵ تا ۲ متر به یکدیگر متصل شود و مهارهای ضریبی افقی در فاصله بین عناصر برابر اجرا گردد. در هر صورت مساحت تحت پوشش این مهارها نباید از ۲۵ مترمربع بیشتر باشد.
  - تیرهای سقف باید به وسیله کلاف های افقی به دیوارهای باربر متصل شود.
  - برای حفاظت سقف های تیرآهن و آجر در مقابل نفوذ آب باید بام ساختمان با شیب مناسب که به وسیله بتن سبک اجرا شده، پوشانده شود و سپس عایق کاری طبق اصول فنی اجرا شود.
  - انتخاب جنس و رنگ پوشش بام با توجه به شرایط اقلیمی از نفوذ یا اتلاف حرارت، جلوگیری خواهد کرد.

## ۷ - تکنولوژی اجرای اسکلت فلزی

بخش قابل توجهی از ساختمان‌های کشور با استفاده از اسکلت فلزی به صورت کامل و یا درکنار سایر شیوه‌های بنایی ساخته می‌شود. با وجود آنکه در مورد روش‌های طرح و محاسبه اسکلت فلزی، مدارک فنی وسیع و قابل توجهی تدوین شده است، اما نظام اجرایی آن هنوز تحت تأثیر قواعد عرفی ساختمان‌سازی است و تاکنون به صورت جدی از دیدگاه تکنولوژیک بدان پرداخته نشده است. نبود دستورالعمل‌های اجرایی و نازل بودن سطح مهارت‌ها به دلیل محدودیت آموزش‌های لازم سبب گردیده است که این مصالح صنعتی و فراگیر غالباً "براساس شیوه‌های قدیمی ساختمان‌سازی مورد بهره برداری قرار گیرد.

در این بخش تأکید بر جنبه‌های تکنولوژیک احداث اسکلت فلزی است و برای مسائل و جزئیات محاسباتی به کتاب چهارم "ویژگی‌های ساختاری" مراجعه شود.

### ۷ - ۱ مقررات و ضوابط اجرا

#### ۷ - ۱ - ۱ جزئیات اسکلت فلزی

- اندازه شکل و انواع اتصالات در اسکلت فلزی، نسبت به نوع و میزان بارگذاری‌ها براساس محاسبات سازه‌ای تعیین می‌شود.
- اسکلت فلزی در دو نوع با استفاده از تیر آهن و یا با استفاده از تیر ورق ساخته می‌شود. اجزاء اسکلت فلزی باید تا حد امکان به صورت قرینه و با تراکم یکنواخت در کل بنا توزیع شده باشد.
- "تربیعاً" در کل بنا و "قطعاً" در یک عنصر (تیر، ستون، یا تیرچه) فلزی باید از یک نوع آهن استفاده شده باشد.
- در کلیه عملیات اعم از تعبیه خیز و خم، برش، آماده کردن لبه‌ها، جوش و پیچ باید مشخصات فنی عمومی ساختمان رعایت شود.
- کلیه رواداری‌ها باید با مشخصات فنی عمومی ساختمان مطابقت داشته باشد.
- قطعات اسکلت فلزی که در کارخانه آماده و به کارگاه حمل می‌شود باید مطابق مشخصات فنی عمومی ساختمان رنگ شده باشد.
- قطعات اسکلت فلزی که در کارگاه آماده و نصب می‌شود باید حداقل با یک دست رنگ ضد

- ساخت و ساز کشور مورد بهره برداری قرار می گیرد.
- مصالح مورد استفاده در سقف های طاق ضریبی آجر رسی، تیرآهن و ملات گچ و خاک است.
- با توجه به آنکه اغلب عملیات برای فرآوری و تولید مصالح ساختمانی در خارج از کارگاه انجام می پذیرد، در صورت رعایت نکات فنی و اجرای اصولی، این نوع سقف یک محصول نیمه صنعتی بشمار خواهد آمد.
- سرعت متوسط اجرای سقف های طاق ضریبی در یک روز ۲۵ مترمربع می باشد.
- در حال حاضر مهمترین مشکل در فرهنگ اجرای سقف های طاق ضریبی نازل بودن سطح مهارت ها و در نتیجه کاهش دقت کار است که با آموزش صحیح و استفاده از ابزار مهندسی بهبود پیدا خواهد کرد.
- به دلیل استفاده از تیرآهن در اینگونه سقف ها، عمر مفید آنها در مناطق مرطوب و گرم نسبتاً کم است.

#### ۶ - ۸ - ۲ اصول پیشنهادی برای بهبود اجرای سقف های تیرآهن و آجر

- به منظور ایجاد یکپارچگی در سقف ها حتماً باید مقررات مربوط به مهاربندی سقف طاق ضریبی رعایت شود بدین صورت که تیرها به وسیله میل مهار در هر ۱/۵ تا ۲ متر به یکدیگر متصل شود و مهارهای ضریبی افقی در فاصله بین عناصر برابر اجرا گردد. در هر صورت مساحت تحت پوشش این مهارها نباید از ۲۵ مترمربع بیشتر باشد.
- تیرهای سقف باید به وسیله کلاف های افقی به دیوارهای باربر متصل شود.
- برای حفاظت سقف های تیرآهن و آجر در مقابل نفوذ آب باید بام ساختمان با شیب مناسب که به وسیله بتن سبک اجرا شده، پوشانده شود و سپس عایق کاری طبق اصول فنی اجرا شود.
- انتخاب جنس و رنگ پوشش بام با توجه به شرایط اقلیمی از نفوذ یا اتلاف حرارت جلوگیری خواهد کرد.

## ۷ - تکنولوژی اجرای اسکلت فلزی

بخش قابل توجهی از ساختمان‌های کشور با استفاده از اسکلت فلزی به صورت کامل و یا درکنار سایر شیوه‌های بنایی ساخته می‌شود. با وجود آنکه در مورد روش‌های طرح و محاسبه اسکلت فلزی، مدارک فنی وسیع و قابل توجهی تدوین شده است، اما نظام اجرایی آن هنوز تحت تأثیر قواعد عرفی ساختمان‌سازی است و تاکنون به صورت جدی از دیدگاه تکنولوژیک بدان پرداخته نشده است. نبود دستورالعمل‌های اجرایی و نازل بودن سطح مهارت‌ها به دلیل محدودیت آموزش‌های لازم سبب گردیده است که این مصالح صنعتی و فراگیر غالباً "براساس شیوه‌های قدیمی ساختمان‌سازی مورد بهره‌برداری قرار گیرد.

در این بخش تأکید بر جنبه‌های تکنولوژیک احداث اسکلت فلزی است و برای مسائل و جزئیات محاسباتی به کتاب چهارم "ویژگی‌های ساختاری" مراجعه شود.

### ۷ - ۱ مقررات و ضوابط اجرا

#### ۷ - ۱ - ۱ جزئیات اسکلت فلزی

- اندازه شکل و انواع اتصالات در اسکلت فلزی، نسبت به نوع و میزان بارگذاری‌ها براساس محاسبات سازه‌ای تعیین می‌شود.

- اسکلت فلزی در دو نوع با استفاده از تیر آهن و یا با استفاده از تیر ورق ساخته می‌شود. اجزاء

اسکلت فلزی باید تا حد امکان به صورت قرینه و با تراکم یکنواخت در کل بنا توزیع شده باشد.

- ترجیحاً در کل بنا و قطعاً در یک عنصر (تیر، ستون، یا تیرچه) فلزی باید از یک نوع آهن استفاده شده باشد.

- در کلیه عملیات اعم از تعبیه خیز و خم، برش، آماده کردن لبه‌ها، جوش و پیچ باید مشخصات فنی عمومی ساختمان رعایت شود.

- کلیه رواداری‌ها باید با مشخصات فنی عمومی ساختمان مطابقت داشته باشد.

- قطعات اسکلت فلزی که در کارخانه آماده و به کارگاه حمل می‌شود باید مطابق مشخصات

فنی عمومی ساختمان رنگ شده باشد.

- قطعات اسکلت فلزی که در کارگاه آماده و نصب می‌شود باید حداقل با یک دست رنگ ضد

زنگ مرغوب رنگ آمیزی شود.

- درمیزان کردن پای ستون‌ها، مهار قالب‌ها، جفت کردن درزها و انجام اتصالات لازم است دقت کامل برای رعایت مقررات عمومی و خصوصی کار مبذول شود.
- شرایط محیطی مناسب برای نصب و برپایی اسکلت فلزی با روش جوشکاری، دمای بالای صفر درجه سانتیگراد در نبود جریان شدید باد است. در صورت کم و یکنواخت بودن جریان باد و امکان گرم کردن سطوح مجاور محل جوشکاری تا شعاع ۱۰ سانتیمتر می‌توان تا ۵- درجه سانتیگراد عمل جوشکاری را به انجام رساند.
- انجام جوشکاری در زیر باران به ویژه در دمای کمتر از ۱۸ درجه سانتیگراد مطلقاً در هر شرایطی مجاز نیست.

#### ۷ - ۱ - ۲ اتصالات اسکلت فلزی

- اتصالات اسکلت فلزی با دو روش جوش و پیچ و مهره انجام می‌پذیرد. در هر صورت رعایت اصول فنی مندرج در مشخصات فنی - عمومی ساختمان برای اتصالات ضروری است.

#### ۷ - ۱ - ۳ اتصال اسکلت فلزی به سایر اجزای بنا

- اتصال به دیوارها :  
این اتصال باید تا حد امکان به صورت درز انقباض<sup>۱</sup> پیش بینی شود ایجاد چفت در نماهای خارجی در محل ستون‌ها توصیه می‌شود.
- اتصال به زمین :  
اتصال اسکلت فلزی به زمین به جز موارد ویژه از طریق پی‌های بتنی انجام می‌شود که نظم و بهم پیوستگی آنها در انتقال بار از سازه فلزی به زمین اهمیت بسزایی دارد برای جزئیات بیشتر به کتاب چهارم ویژگی‌های ساختاری مراجعه شود.
- اتصال به سایر عناصر :  
مهمترین مسئله در مورد اتصال اسکلت فلزی با سایر عناصر، جلوگیری از خوردگی آن بر اثر تماس متوالی است. از این رو باید مقررات مندرج در مشخصات فنی عمومی ساختمان و همچنین ضوابط

---

1 - Contraction Joint

و مقررات تلفیق و همنشینی مصالح ساختمانی در بخش ضوابط کاربرد مصالح ساختمانی (کتاب دوم) رعایت شود.

## ۷ - ۲ مشخصات مصالح ساختمانی مورد استفاده در اسکلت فلزی

### ۷ - ۲ - ۱ ویژگی های مصالح

مصالح ساختمانی مورد استفاده در اسکلت فلزی انواع آهن های ساختمانی و پیچ و مهره است، که به طور اجمال به ویژگی های هر یک اشاره می شود :

#### الف - آهن های ساختمانی

تیر آهن ها و اجزاء فولادی مورد استفاده در ایران محصولی صنعتی بوده و غالباً از انواع تیرآهن های INP و IPE با نوع فولاد ST37 و یا انواع ورق های فولادی ST37 و ST50 می باشد. به طور کلی عناصر فولادی در برابر هوای مرطوب، بخارهای شیمیایی موجود در هوا و برخی مواد خورنده از مقاومت کمی برخوردار است.

از آنجا که فولاد هادی حرارت خوبی است در مناطقی که اختلاف درجه حرارت داخل و خارج ساختمان زیاد است می تواند در تغییر رنگ مصالح ساختمانی، به ویژه اندودها مؤثر باشد.

#### ب : پیچ و مهره

پیچ و مهره های مورد استفاده برای اتصال اجزاء فولادی اسکلت از نوع مقاومت زیاد باید باشد و مشخصات فنی و عمومی ساختمان و همچنین مشخصات فنی خصوصی که از طرف طراح و محاسب پیش بینی شده است در آنها باید رعایت شود.

در هنگام به کار بردن پیچ و مهره ها باید به مقاومت های مندرج در مشخصات کارخانه سازنده کاملاً توجه داشت.

## ۷ - ۲ - ۲ میزان عملیات در کارگاه برای فرآوری مصالح

در روش های دستی موجود کلیه عملیات تولید آهن آلات اصلی اسکلت فلزی در خارج از کارگاه ساختمانی و در کارخانه ها و کارگاه های تولیدی به صورت ازپیش ساخته انجام می پذیرد. اما برش، جوش، ساخت تیرهای مرکب یا لانه زنبوری و همچنین اندازه کردن قطعات غالباً در کارگاه ساختمانی انجام می شود، توصیه می گردد این عملیات نیز تا حد ممکن در کارگاه ها و کارخانه های

مجهز انجام پذیرد.

### ۷ - ۲ - ۳ وضعیت موجود مصالح ساختمانی درکشور

#### - فولادهای ساختمانی

این مصالح ساختمانی درایران توسط چندین کارخانه نورد آهن و فولاد تولید می گردد اما به علت تقاضای قابل توجه، مقداری عناصر فولادی نیز از خارج از کشور وارد می شود که در برخی موارد با مشخصات تولیدات داخلی مطابقت و هماهنگی ندارد. به کتاب چهارم "ویژگی های ساختاری" بخش ساختمان های فولادی مراجعه شود.

#### - پیچ و مهره برای اتصالات اسکلت فلزی

پیچ و مهره های با مقاومت بالا غالباً از خارج از کشور وارد می شود.

### ۷ - ۲ - ۴ میزان مصرف مصالح مختلف در اسکلت فلزی

به طور کلی نمی توان ارقام دقیقی از مصرف مصالح ساختمانی در اسکلت فلزی به دست آورد زیرا چگونگی طراحی و محاسبه ساختمان براساس نوع بارگذاری، تعداد طبقات و نوع فولاد مصرفی، تأثیر زیادی درمیزان مصرف فولاد درساختمان دارد. با این همه برآورد مصالح برای یک ساختمان ۵ طبقه مسکونی با تیرریزی سقف (برای طاق ضریبی) و دریافت کلیه مصالح در پای کار با ۴ دستگاه جوش بدون کارگذاری بولت ها در داخل شالوده مطابق جدول شماره ۷-۱ خواهد بود.

مصالح مورد نیاز با احتساب افت برای ساخت و نصب سازه فلزی<sup>۱</sup>

جدول ۷ - ۱

مقدار	پیش بینی مصالح در یک تن
۱/۵۰ تن	۱ - پروفیل های مختلف آهن
۲۰/۷ کیلوگرم	۲ - الکتروود
۲ کیسول	۳ - اکسیژن
۰/۲ کیسول	۴ - گاز مایع

۱- استخراج ازتجزیه بهای کارهای ساختمانی - سندیگای شرکتهای ساختمانی ۱۳۷۱

## ۷ - ۳ میزان نیاز به مهارت های انسانی در سطوح مختلف

مهمترین مهارت های انسانی در تهیه و نصب اسکلت فلزی در روش های متداول ساختمان سازی، آهنگر، جوشکار و برشکار است متأسفانه جامعه فنی ایران هنوز نظام کنترل مهارت ها به ویژه برای چنین وظایف حساسی، تعریف و تعیین نکرده است. از این رو برآورد نیاز به انواع مهارت های انسانی در اسکلت فلزی به صورت دقیق امکان پذیر نیست، مگر موارد مشخص و متداولی در کشور مانند برآورد نیروی انسانی مورد نیاز برای یک ساختمان ۵ طبقه مسکونی مطابق موضوع بند ۷-۲-۴ که به شرح جدول شماره (۷-۲) می باشد.

نیروی انسانی و انواع مهارت مورد نیاز برای تهیه مصالح، ساخت و نصب سازه فلزی

جدول ۷ - ۲

مهارت های مختلف	نفر در روز برای یک تن
سراهنگر	۰/۶
آهنگر	۰/۶
جوش کار و برش کار	۳/۶
شاگرد جوش کار	۱/۸
کارگر	۱/۸

استخراج از تجربه بهای کارهای ساختمانی-سندیکای شرکت های ساختمانی ۱۳۷۱

## ۷ - ۴ کاربرد ابزار و ماشین آلات در کارگاه

برای اجرای اسکلت فلزی، کارهای مربوط به حمل، نصب و اتصالات باید به وسیله ماشین آلات به ویژه جرثقیل و بالابرهای ساختمانی انجام شود. اما اغلب به بهانه کوچک بودن کار و یا به دلیل عدم دسترسی به امکانات تکنیکی و غیراقتصادی بودن، نصب و حتی حمل اجزاء با دست انجام می شود، در صورتی که حمل و نصب این محصول صنعتی با کاربرد تکنولوژی مناسب بازده مطلوب خواهد داشت. برآورد ماشین آلات مورد نیاز مانند موضوع بند ۷-۳ با فرض یک ساختمان مشخص به شرح جدول شماره (۷-۳) خواهد بود.



## ماشین آلات مورد نیاز برای تهیه مصالح، ساخت و نصب سازه فلزی

جدول ۷ - ۳

ماشین آلات	دستگاه روز
موتور جوش	۲/۴
دستگاه برش	۰/۶
جرثقیل ۵ تن	۰/۰۶
جرثقیل ۱۰ تن	۰/۰۶

استخراج از تجزیه بهای کارهای ساختمانی - سندیکای شرکت های ساختمانی ۱۳۷۱

### ۵ - سرعت اجرا در اسکلت فلزی

سرعت اجرای اسکلت فلزی در ارتباط مستقیم بامقدار آهن آلات، وجود ابزار و ماشین آلات کافی، مهارت نیروی انسانی و شرایط محیطی دارد. اما به طور کلی می توان اذعان داشت که این شیوه به ویژه در ساختمان های بزرگ از سرعت بیشتری نسبت به اجرای دیوارهای باربر و سایر عملیات بنایی برخوردار است. سرعت متداول اجرا ساختمان ۵ طبقه مسکونی با تیرریزی سقف برای طاق ضربی و تحویل کلیه مصالح در پای کار با ۴ دستگاه جوش بدون کارگذاری بولت ها در شالوده با تیم کاری که در بند ۷-۳ پیشنهاد شده است حدود ۱/۷ تن در روز پیش بینی می شود.

### ۶ - دقت و فرهنگ اجرای اسکلت فلزی

اسکلت فلزی در شرایط کنونی مجموعه ای از مشخصات عملیات بنایی با دست و مشخصات تولیدات صنعتی را به اتفاق داراست. وجود اجزاء فولادی از پیش ساخته شده که مصالحی صنعتی محسوب می شود و دارای ابعادی استاندارد و نسبتاً دقیق می باشد و حساسیت اتصالات دقت اجرای زیادی را طلب می نماید اما متأسفانه به دلیل نازل بودن سطح مهارت ها و کاربرد اندک ابزار دقیق، اسکلت فلزی با دقت مورد نیاز اجرا و نصب نمی شود. در واقع فرهنگ اجرای اسکلت فلزی به دلایل ذکر شده فاصله زیادی با فرهنگ ساختمان در شیوه های دستی ندارد، بدین صورت که دقت نقشه های اجرایی کم و سلیقه شخصی در نوع و روش اجرای اتصالات به میزان قابل توجه

زیاد است. بدین ترتیب انواع اتصالات غیر اصولی که غالباً "تصمیم گیری درمورد اجرای آنها در محل صورت می پذیرد و برش ها و ضایعات مصالح ساختمانی در کارگاه ها بیش از اندازه است. در صورت وجود نقشه های دقیق اجرایی متناسب با مشخصات آهن آلات موجود، و توجیه کافی نیروی انسانی درمورد رعایت دقیق جزئیات از پیش طراحی شده، می توان موجب ارتقاء سطح فرهنگ و دقت اجرا در اسکلت فلزی بود.

## ۷ - پایایی و استحکام اسکلت فلزی

- اسکلت فلزی در صورت محاسبه و اجرای صحیح مقاومت کافی در برابر نیروهای وارد بر اثر بارگذاری و زلزله را داراست. نقش اتصالات در این امر بسیار زیاد است.

- به دلیل مقاومت کم فولادهای ساختمانی در برابر شرایط جوی مرطوب و یا آکنده از بخارهای شیمیایی، در صورت عدم توجه به پوشش مناسب فولاد بامواد ضد زنگ عمر مفید اینگونه ساختمان ها به مراتب کم می شود.

جدول ۷-۴ عمر مفید اسکلت فلزی نسبت به شرایط آب و هوایی مختلف را با توجه به رعایت نکات فنی نشان می دهد.

عمر مفید اسکلت فلزی نسبت به شرایط مختلف اقلیمی

جدول ۷ - ۴

انواع شرایط اقلیمی	عمر مفید نسبت به عمر مبنا
مناطق گرم و خشک یا زمستان معتدل یا سرد و خشک	زیاد (بیش از ۱۰۰ درصد)
مناطق گرم و مرطوب یا زمستان سرد	متوسط (تا ۵۰ درصد)
مناطق خیلی گرم و مرطوب یا زمستان معتدل	کم (تا ۳۰ درصد)

۱ - عمر مبنا حدود ۷۰ سال پیش بینی می شود.

## ۷ - ۸ جمع بندی و نتیجه گیری

- اسکلت فلزی، شیوه‌ای نیمه صنعتی است که در صورت اجرای صحیح می‌تواند روش مناسب برای ساختمان سازی در بسیاری از مناطق ایران باشد.
- اسکلت فلزی با دو شیوه با استفاده از تیرآهن و با استفاده از تیر ورق ساخته می‌شود که نوع اول متداول تر است.
- شیوه‌های متداول اجرای اسکلت فلزی به دلایلی نظیر نازل بودن سطح مهارت‌ها، استفاده محدود از ماشین‌آلات و عدم نظارت صحیح برای رعایت نکات و اصول فنی، از سرعت، دقت، کیفیت و کارایی کافی برخوردار نیست.
- عمر مفید اسکلت فلزی به ویژه در صورت عدم رعایت نکات حفاظتی در مناطق مرطوب و گرم نسبتاً کم است.
- اسکلت فلزی هادی حرارت است بنابراین لازم است در مناطقی که اختلاف درجه حرارت داخل و خارج ساختمان زیاد است، تمهیدات کافی از نظر عایق کاری حرارتی بر روی سطح داخلی آن انجام پذیرد.
- از آنجا که اتصالات متداول اسکلت فلزی از نوع مفصلی است لذا رعایت دقیق مهار بندها برای افزایش مقاومت آن در برابر نیروهای وارده به ویژه زلزله و باد بسیار ضروری است.

## ۸ - تکنولوژی اجرای کاشی کاری

کاشی کاری در ساختمان به ویژه به منظور حفظ بهداشت و همچنین برای تزئین و نماسازی سابقه ای طولانی در ایران دارد. امروزه انواع کاشی و سرامیک برای پوشش دیوار و کف سرویس های بهداشتی به کار می رود. صحت اجرای عملیات کاشی کاری نقش مؤثری در افزایش دوام و کاهش هزینه های نگهداری ساختمان دارد. از این رو تدوین و ارائه روشهای اصولی برای اجرای کاشی کاری بسیار ضروری است. به همین دلیل در بخش حاضر نکات فنی کاشی کاری مورد بررسی قرار گرفته و مقررات مربوطه ارائه گردیده است.

### ۸ - ۱ مقررات و ضوابط اجرا

- انتخاب نوع و ابعاد کاشی و سرامیک براساس عملکرد فضا و ابعاد آن و با رعایت دیدگاه های زیبایی شناسانه انجام می پذیرد به گونه ای که جنبه های اقتصادی و هنری کاشی کاری حفظ گردد.
- کاشی کاری دیوارها باید کاملاً در سطح شاغول انجام گیرد و بندهای افقی تراز باشد.
- کاشی کاری در دیوار و کف باید دارای بندهای مساری در هر دو جهت باشد.
- نصب کاشی دیوار باید پیش از فرش کف انجام پذیرد.
- توصیه می شود درکاشی کاری کف یا دیوارهای یک فضا از یک نوع کاشی با ابعاد مساری و یا بامضرب صحیح از آنها استفاده شود.
- کاشی و سرامیک مورد استفاده باید قبلاً به تائید کارشناس مسئول رسیده باشد و شرایط خصوصی کاربرد کاشی و سرامیک منتخب باید در هنگام اجرا رعایت شود.
- مشخصات اجزاء و چگونگی تهیه ملات و دوغاب برای فرش کف و کاشی دیوار باید مطابق مشخصات فنی عمومی ساختمان باشد. به ویژه روانی ملات و دوغاب باید کاملاً کنترل شده باشد.
- در کف سازی با کاشی و سرامیک باید مشخصات مندرج در بخش تکنولوژی کف سازی با موزائیک (همین کتاب) رعایت شود.
- در کاشی کاری دیوار با دوغاب، مراحل زیر انجام می شود:  
الف : اگر دیوار فاقد اندود است، توصیه می شود ۲۴ ساعت پیش از آغاز کار، سطح دیوار با ملات ماسه سیمان به ضخامت لازم (حداقل ۱۰ میلیمتر) مطابق " مشخصات

فنی عمومی کارهای ساختمانی " پوشانده شود به گونه‌ای که بستر کاشی به وسیله شمشه تسطیح و تراز شود.

ب - پس از ۲۴ ساعت اولین رج کاشی از پائین چیده شده و به وسیله خمیر یا فتیله گل رس به طور موقت به دیوار متصل شده و امتداد شاغولی آن تنظیم می‌شود. به گونه‌ای که به طور متوسط ۳ سانتیمتر از دیوار فاصله داشته باشد. سپس دوغاب ماسه و سیمان به آرامی در پشت کاشی‌ها ریخته می‌شود. دوغاب ریزی باید در چند نوبت (۲ الی ۳ نوبت) انجام گردد.

ج - پس از گرفتن دوغاب، فتیله گل رس از محل خود برداشته شده و رج دوم کاشی به همین ترتیب نصب می‌شود.

د - پس از اتمام کاشی کاری دیوار، لازم است کلیه درزها به وسیله ملات پودر سنگ و سیمان به صورت متراکم و یکنواخت پر شده و بندکشی شود.

ه - باید توجه داشت که خمیر گل رس باید پیش از چیدن رج بعدی به طور کامل از محل جدا شود.

و - باید از کاربرد هرگونه مواد پرکننده نظیر گل، پاره آجر، یا خرده سنگ در فضای پشت کاشی و درمیان دوغاب پرهیز شود.

ز - توصیه می‌شود درز بین کاشی‌ها از ۳ میلیمتر تجاوز نکند.

ح - در صورت عایق کاری سطح دیوار، باید از عناصری نظیر توری مرغی برای حفظ چسبندگی کاشی به دیوار، بر روی عایق استفاده شود.

ط - کاشی کاری روی دیوار و کف باید ضخامت دوغاب و یاملات در تمام سطح دیوار یا کف یکسان باشد.

ی - شرایط محیطی مناسب برای کاشی کاری دمای بیش از ۵ درجه سانتیگراد و پرهیز از تابش خورشید و دمای بیش از ۳۰ درجه سانتیگراد است.

ک - در صورتیکه کاشی کاری با انواع پوشش‌های دیگر نظیر اندود گچی در تماس باشد توصیه می‌شود درحد فاصل آنها حتماً از چفت با ضخامت ۸ تا ۱۲ میلیمتر استفاده شود.

- در کاشی کاری دیوار با چسب باید نکات زیر رعایت شود :
- الف - پیش از آغاز چسباندن کاشی، سطح دیوار باید کاملاً با استفاده از انواع ملات مجاز برای چسب مورد نظر تسطیح و شاغول شود.
- ب - در آماده سازی چسب، تعیین ضخامت آن، نحوه چسباندن و زمان گیرایی، مشخصات فنی خصوصی چسب مورد نظر باید رعایت شود.
- ج - درکاشی کاری کف با ملات نازک یا چسب نیز باید به یکنواخت بودن سطح کف مطابق شیب بندی پیش بینی شده توجه داشت.

## ۸ - ۲ مشخصات مصالح ساختمانی

### ۸ - ۲ - ۱ انواع مصالح مصرفی درکاشی کاری و ویژگی های آنها

- الف - ملات ماسه سیمان  
بهترین ملات برای کاشی کاری، ملاتی است که از مخلوط سیمان پرتلند و ماسه کاملاً شسته به نسبت حجمی ۱:۵ و یا ۱:۶ باشد.
- ب - دوغاب سیمان  
دوغاب مربوطه از نوع دوغاب ماسه سیمان به نسبت ۱:۴ می باشد که مواد اولیه آن ماسه و سیمان و آب است.
- ج - کاشی  
به طور کلی کاشی های ایران غالباً دارای سطوح لعابدار و مسطح همراه بازوایای قائم در گوشه ها می باشد. ساخت کاشی معمولاً به گونه ای است که مقاومت لازم را در برابر یخ زدگی، تغییر رنگ، خراشیدگی، ضربه و جذب آب داراست. در صورتی که کاشی ضد اسید باشد در برابر خوردگی حاصل از اسید نیز مقاوم است.
- د - چسب کاشی  
چسب های کاشی با فرمول های مختلف و به صورت حلال در آب یا حلال در مواد نفتی ساخته می شود. مشخصات شیمیایی هر یک توسط کارخانه سازنده تعیین می شود.

## ۸ - ۲ - ۲ میزان عملیات درکارگاه برای فرآوری مصالح

از آنجا که کاشی به عنوان یک محصول صنعتی به صورت بسته بندی به دست مصرف کننده می رسد فرآوری ویژه ای در کارگاه بر روی آن اعمال نمی گردد تنها لازم است عملیات برش و اندازه کردن کاشی درکارگاه صورت پذیرد.

مراحل تهیه ملات و دوغاب برای کاشی کاری نیز همچون سایر عملیات ساختمانی متداول درکارگاه انجام می پذیرد.

## ۸ - ۲ - ۳ وضعیت موجود مصالح ساختمانی

کاشی به اشکال گوناگون در نقاط مختلف کشور تولید می شود.

در سالهای اخیر اغلب تولید کنندگان کاشی در ایران موفق به دریافت نشان استاندارد شده اند و از نظر کیفیت، کاشی های تولید شده درحد کاملاً قابل قبول قرار دارند. خاطر نشان می گردد که در حال حاضر اغلب کارخانه های تولید کننده بسته به کیفیت کاشی های تولیدی خود، به ویژه از نظر یکنواختی ابعاد، تاییدگی و یکنواختی لعاب آنها را با درجات گوناگون به بازار عرضه می نمایند. کاشی های متداول در ایران به ابعاد مختلف تولید می شوند که معمول ترین آنها به شرح زیر است :

۱۵ × ۱۵ ، ۱۰ × ۲۰ ، ۱۰ × ۱۰ ، ۲۰ × ۲۰ ، ۲۰ × ۳۰ ، ۱۵ × ۲۰ ، ۱۵ × ۲۵ و ۵ × ۱۰ سانتیمتر

وکاشی هایی به ابعاد ۵ × ۵ و ۲ × ۲ سانتیمتر به صورت پیوسته در روی ورقه های کاغذی یا پارچه ای بزرگ تولید می شود.

ضخامت بعضی از این کاشی ها درجدول ۸-۱ ارائه گردیده است :

---

۱ - طبق فهرست نام و نشانی واحدهای تولید کننده صنایع کانی غیرفلزی، بیش از ۲۵ کارخانه کاشی سازی در ایران به فعالیت مشغولند که بیشترین آنها در یزد، تهران، قزوین، رشت و اصفهان مستقر شده اند.

ابعاد و ضخامت انواع کاشی های متداول در ايراز

جدول ۸ - ۱

۱۵۰×۳۰۰	۲۰۰×۲۰۰	۱۵۰×۲۰۰	۱۰۰×۲۰۰	۱۵۰×۱۵۰	۱۰۰×۱۰۰	ابعاد کاشی به ميليمتر
۱۱	۹	۷	۷	۶	۵	ضخامت کاشی به ميليمتر

۸ - ۲ - ۴ ميزان مصرف مصالح مختلف درکاشی کاری

برای مقایسه ميزان مصرف مصالح مختلف در کاشی کاری با ابعاد متفاوت کاشی، جدول ۸-۲ تنظیم گردیده است. شایان ذکر است که در اینجا تنها ابعادی مد نظر قرار گرفته است که در آنالیز مقادیر سازمان برنامه و بودجه وجود داشته اند.

ميزان مصالح مورد مصرف درکاشی کاری برای یک مترمربع

جدول ۸ - ۲

کاشی به ابعاد ۱۵×۱۵ سانتيمتر		کاشی به ابعاد ۱۰×۱۰ سانتيمتر		کاشی به ابعاد ۲۰×۵ سانتيمتر		مصالح مورد مصرف
سطوح قائم و مورب	سطوح افقی	سطوح قائم و مورب	سطوح افقی	سطوح قائم و مورب	سطوح افقی	
۱/۱۰	۱/۱۰	۱/۱۰	۱/۱۰	۱/۱۰	۱/۱۰	ميزان مصرف کاشی (مترمربع)
۲۷/۸	۲۷/۸	۲۷/۸	۲۷/۸	۲۷/۸	۲۷/۸	ميزان مصرف ملات ماسه سیمان (لیتر) و بندکشی
۲	۱	۲	۱	۲	۱	ميزان مصرف دوغاب سیمان ویودر سنگ (لیتر)

تجزیه بهای کارهای ساختمانی ، سندیکای شرکت های ساختمانی ۱۳۷۱



با توجه به ارقام مندرج در جدول (۸-۲) در کاشی کاری روی سطوح قائم شاغول و مستوی و سطوح افقی، میزان مصرف کاشی، ملات ماسه سیمانی و دوغاب سیمان و پودر سنگ برای ابعاد مختلف کاشی به یک اندازه می باشد در صورتی که اگر کاشی کاری به صورت سنتی با بندکشی انجام شود، نتایج به شرح زیر متفاوت خواهد بود:

- میزان مصرف کاشی با اندک تفاوت در کاشی کاری به ابعاد ۱۵×۱۵ سانتیمتر بیشتر خواهد شد.

- میزان مصرف ملات ماسه سیمان و دوغاب سیمان و پودر سنگ در کاشی کاری به ابعاد ۱۵×۱۵ سانتیمتر اندکی کمتر خواهد شد.

### ۸ - ۳ مهارت های انسانی مورد نیاز برای کاشی کاری

به منظور کاشی کاری در سطوح مختلف، مهارت های انسانی به شرح زیر مورد نیاز است :

- سرینا (به جز مواردی معدود وظیفه نظارت برای کاشی کاری را برعهده دارد).

- کاشی کار درجه ۱ و ۲ (اجرای کاشی کاری را برعهده دارند).

- شاگرد بنا (وظیفه کمک به کاشی کار را بر عهده دارد).

جدول ۸-۳ و ۸-۴ میزان نیاز به انواع نیروی انسانی را نشان می دهد.

میزان نیروی انسانی مورد نیاز برای کاشی کاری در سطوح قائم و مورب<sup>۱</sup>  
(نفر روز برای هر متر مربع)

جدول ۸ - ۳

نوع کاشی سانتیمتر	سرینا	کاشی کار درجه ۱	کاشی کار درجه ۲	شاگرد بنا	کارگر
۱۰ × ۱۰	۰/۰۱۷	۰/۰۸۷	۰/۰۸۷	۰/۱۷	۰/۰۶۴
۱۵ × ۱۵	۰/۰۱۳	۰/۰۶۵	۰/۰۶۵	۰/۱۳	۰/۰۵۳
۲۰ × ۵	۰/۰۲۳	۰/۰۲۳	-	۰/۲۳	۰/۰۷۸

۱- استخراج از تجزیه بهای کارهای ساختمانی - سندیکای شرکت های ساختمانی ۱۳۷۱

میزان نیروی انسانی مورد نیاز برای کاشی کاری در سطوح افقی  
(نفر روز برای هر مترمربع)

جدول ۸ - ۴

نوع کاشی سانتیمتر	سرینا	بنای کاشی کاردرجه ۱	شاگرد بنا	کارگر
۱۰ × ۱۰	۰/۰۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۰۳۵
۱۵ × ۱۵	۰/۰۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۰۳۵
۲۰ × ۵	۰/۰۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۰۳۵

استخراج از تجزیه بهای کارهای ساختمان - سندیکای شرکت های ساختمانی ۱۳۷۱

با توجه به جداول ۳-۸ و ۴-۸ می توان نتیجه گرفت که میزان نیاز به نیروی انسانی و مهارت های بالا در کاشی کاری با کاشی ۱۵ × ۱۵ سانتیمتر از سایر موارد کمتر است.

#### ۸ - ۴ کاربرد ابزار و ماشین آلات در کاشی کاری

در عملیات کاشی کاری ماشین آلات سنگین کاربردی ندارد اما برای برش و اندازه کردن کاشی لازم است از ابزارهای مختلف برش، و برای تنظیم سطوح از شاغول و تراز بنایی استفاده گردد. تهیه ملات نیز در حال حاضر غالباً به صورت دستی انجام می شود.

#### ۸ - ۵ سرعت اجرا در کاشی کاری

با توجه به جداول ۳-۸ و ۴-۸ و با توجه به این نکته که ملاک سرعت اجرا برای کاشی های به ابعاد (۱۰×۱۰) و (۱۵×۱۵) کار کاشی کار درجه ۱ در یک روز ۸ ساعته می باشد و ملاک سرعت اجرا برای کاشی به ابعاد (۲۰×۵) کار کاشی کار درجه یک و درجه دو در یک روز ۸ ساعته می باشد، می توان میزان اجرای کاشی کاری در یک روز توسط یک گروه را در جدول ۸-۵ خلاصه کرد.

میزان انواع کاشی نصب شده در یک روز به مترمربع

جدول ۸ - ۵

انواع کاشی	سطوح افقی		سطوح قائم و مورب	
	مساحت	ترکیب گروه بنایی	مساحت	ترکیب گروه بنایی
۱۰ x ۱۰	۶	یک کاشی کار درجه ۱ یک شاگرد	۱۲	یک کاشی کار درجه ۱ یک کاشی کار درجه ۲ دو نفر شاگرد به اضافه ۱ کارگر
۱۵ x ۱۵	۷	یک کاشی کار درجه ۱ یک شاگرد	۱۶	یک کاشی کار درجه ۱ یک کاشی کار درجه ۲ دو نفر شاگرد به اضافه ۱ کارگر
۲۰ x ۵	۶	یک کاشی کار درجه ۱ یک شاگرد	۴/۵	یک کاشی کار درجه ۱ یک شاگرد

بنابراین می توان نتیجه گرفت که در سطوح قائم و مورب و همچنین در سطوح افقی، کاشی کاری با کاشی به ابعاد ۱۵ x ۱۵ از سرعت اجرای بالاتری نسبت به بقیه انواع کاشی برخوردار است و در مقابل کاشی کاری با کاشی به ابعاد ۲۰ x ۵ کمترین سرعت اجرا را دارد.

### ۸ - ۶ دقت و فرهنگ اجرای کاشی کاری

با وجود آنکه کاشی به عنوان یک محصول کاملاً صنعتی شناخته شده است اما متأسفانه در حال حاضر کاشی کاری نیز نظیر اغلب مراحل ساختمان سازی از دقت کافی برخوردار نیست. مهمترین عامل این مسئله را باید در نازل بودن سطح مهارت ها، استفاده محدود از ابزار و عدم توجه و حساسیت مهندسیین ناظر و کارفرمایان دانست. مجموعه این عوامل موجب پائین آمدن دقت در کاشی کاری و در نتیجه کاهش دوام و زیبایی و بروز ضایعات قابل توجه در هنگام کاشی کاری می شود.

## ۸ - ۷ پایایی و استحکام کاشی کاری

اگر چه ساخت کاشی غالباً به گونه‌ای است که مقاومت لازم را در برابر انواع پدیده‌های طبیعی نظیر، یخ زدگی، خراشیدگی، ضربه و جذب آب داراست ولی اگر این عوامل از حدودی که کاشی نسبت به آن مقاوم شده فراتر رود تأثیراتی بر روی کاشی خواهد گذاشت. این عوامل تأثیر گذارنده عبارتند از :

- خراشیدگی شدید که باعث زودده شدن سطح لعاب کاشی می‌شود.
  - ضربه ناگهانی، خمش و نیروی وارده بر کاشی که باعث ترک برداشتن و شکستن کاشی می‌شود.
  - خوردگی که مجاورت کاشی معمولی با اسید حاصل می‌شود.
- باید خاطر نشان نمود که عدم اجرای صحیح کاشی، از جمله غیریکنواخت بودن ضخامت ملات و یاماندن حفره خالی درملات بر اثر سهل انگاری، موجب می‌شود که دوام و استحکام کاشی کاهش یافته و عمر مفید آن کمتر از مقدار پیش‌بینی شده گردد.

## ۸ - ۸ جمع بندی و نتیجه گیری

### ۸ - ۸ - ۱ خلاصه مباحث

- نصب کاشی در ایران با استفاده از دو روش "دوغاب و ملات" یا "چسب" انجام می‌پذیرد.
- انواع مصالح مورد مصرف درکاشی‌کاری، ملات ماسه و سیمان، کاشی، خمیر گل رس و انواع چسب می‌باشد.
- استفاده از کاشی صنعتی در کارگاه‌های ساختمانی ایران، فرآوری خاصی ندارد جز کارهای مربوط به برش و قطعه کردن کاشی برای نصب.
- کاشی‌هایی به ابعاد  $۱۵ \times ۱۵$ ،  $۵ \times ۵$ ،  $۲ \times ۲$ ،  $۱۰ \times ۲۰$ ،  $۱۰ \times ۱۰$ ،  $۲۰ \times ۲۰$ ،  $۲۰ \times ۳۰$ ،  $۲۰ \times ۲۰$ ،  $۱۵ \times ۲۰$ .
- $۱۵ \times ۲۵$ ،  $۵ \times ۱۰$  سانتیمتر در بازار ایران یافت می‌شود.
- میزان مصرف کاشی با اندکی تفاوت در کاشی‌کاری به ابعاد  $۱۵ \times ۱۵$  سانتیمتر بیشتر است.
- میزان ملات ماسه و سیمان به ابعاد کاشی بستگی ندارد و تنها در سطوح قائم بیش از سطوح افقی و مورب است.
- میزان مصرف دوغاب سیمان و پودر سنگ درکاشی‌کاری به ابعاد  $۱۵ \times ۱۵$  سانتیمتر کمتر

است.

- میزان نیاز به نیروی انسانی و مهارت‌های بالا در کاشی‌کاری با ابعاد ۱۵×۱۵ سانتیمتر از کاشی‌کاری با سایر انواع کاشی‌ها کمتر است.
- برای اجرای کاشی‌کاری نیاز به ماشین‌آلات ویژه‌ای جز برای تهیه ملات نمی‌باشد. اما بهتر است عملیات تراش و اندازه‌کردن کاشی با استفاده از ابزارهای ماشینی صورت پذیرد.
- کاشی‌کاری با کاشی ۱۵×۱۵ سانتیمتر دارای سرعت اجرای بالاتری از کاشی‌کاری با سایر انواع کاشی می‌باشد.

#### ۸ - ۸ - ۲ معایب متداول در کاشی‌کاری

- متأسفانه در هنگام کاشی‌کاری سطح زیر کاشی‌کاری کاملاً مسطح و تراز نمی‌شود. این مسئله باعث خالی ماندن پشت کاشی از ملات و شکسته شدن زود رس کاشی می‌گردد.
- در کاشی‌کاری معمولاً هیچگونه درز انبساطی برای سطوح کاشی‌کاری شده در نظر گرفته نمی‌شود و این باعث ترک خوردن کاشی‌ها در سطوح وسیع می‌گردد.
- انتخاب ابعاد کاشی غالباً بدون توجه به ابعاد فضای مورد نظر صورت می‌گیرد و این امر موجب افزایش مقدار دور ریز و غیر اقتصادی شدن کاشی‌کاری می‌شود.
- در بعضی موارد متأسفانه از ملات کاشی‌کاری برای شیب‌بندی کف استفاده می‌شود که این امر موجب اختلاف ضخامت ملات می‌گردد.

#### ۸ - ۸ - ۳ مقایسه فنی - اقتصادی انواع مختلف کاشی

- به منظور مقایسه کاشی‌های با ابعاد مختلف، جدول ۸-۶ با استفاده از اطلاعات به دست آمده و دیدگاه‌های کارشناسی تنظیم گردیده است.

## انواع کاشی کاری و ارزشیابی آن

جدول ۸ - ۶

جمع امتیاز کارشناسی	نیاز کم‌تر به نیروی متخصص	صرفه‌جویی در نیروی انسانی	صرفه‌جویی در مصرف ملات و دوغاب	صرفه‌جویی در مصرف کاشی	بالا بودن سرعت اجرا	دوام ***	خصوصیات نوع کاشی
۲۰	●	●	●	◐	●	◐	کاشی به ابعاد ۱۵×۱۵
۱۸	◐	◐	◐	◐	◐	◐	کاشی به ابعاد ۱۰×۱۰
۱۶	◐	◐	◐	●	◐	◐	کاشی به ابعاد ۲۰×۵

در ارتباط با جداول ۶-۸ نکات زیر یادآور می‌شود :

- فرض بر این است که ارزش برابر ۱ می‌باشد.
- دوام کاشی در برابر عوامل خارجی نظیر ضربه و فشار در نظر گرفته شده است به گونه‌ای که کاشی‌های با ابعاد بیشتر در برابر این نیروها آسیب پذیرتر هستند.
- اگر چه هماهنگی ابعادی در کاشی‌ها با طرح‌های معماری از اهمیت زیادی برخوردار است اما به دلیل عدم وجود ضابطه برای این هماهنگی، در جدول منظور نشده است.
- بدین ترتیب می‌توان کاشی‌های گوناگون را به صورت زیر اولویت بندی نمود :

اول - کاشی به ابعاد ۱۵×۱۵ سانتیمتر

دوم - کاشی به ابعاد ۱۰×۱۰ سانتیمتر

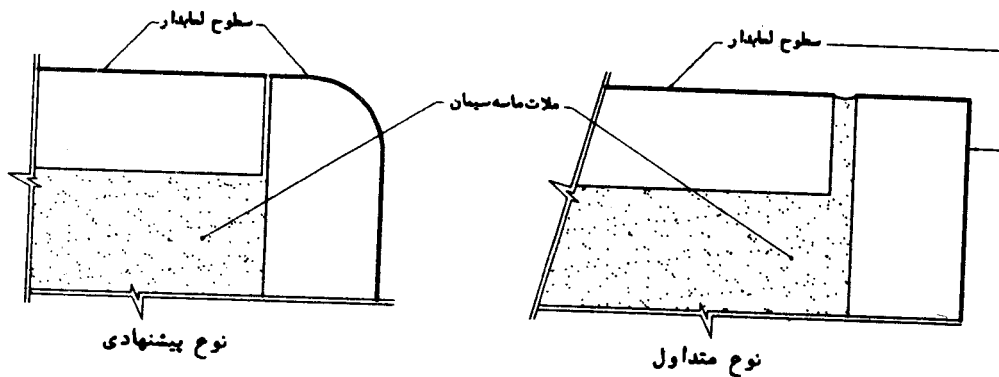
سوم - کاشی به ابعاد ۲۰×۵ سانتیمتر

### ۸ - ۸ - ۴ پیشنهادات برای بهبود کاشی کاری

- از کاشی کاری کف برای شیب بندی استفاده نشود. عمل شیب بندی و عایق کاری باید پیش از کاشی کاری انجام شده باشد.
- استفاده از کاشی کاری با کاشی به ابعاد ۱۵×۱۵ بیشتر توصیه می‌شود.
- توصیه می‌شود برای کاربردهای مختلف، کاشی‌های مناسب و ویژه تولید و به بازار عرضه

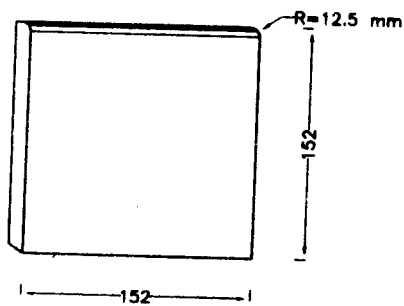
شود، بطور مثال :

برای پوشانیدن گوشه های دیوار از کاشی های معمولی به صورت شکل زیر استفاده می گردد که علاوه بر عدم زیبایی، غیربهداشتی نیز می باشد. بهتر است برای این کاربرد کاشی های یک لبه پخ مطابق شکل طراحی و تولید شود.



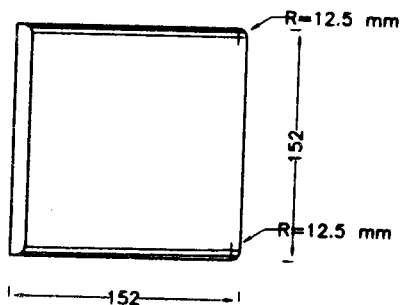
باتوجه به کاربردهای گوناگون، شکل های کاشی زیر را می توان برای جزئیات ساختمانی پیشنهاد کرد:

الف ( استفاده از کاشی یک لبه پخ

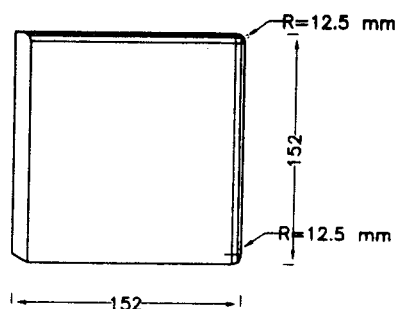


ب ( استفاده از کاشی های دو لبه پخ موازی که دو ضلع پخ شده موازی هم است و کاربرد آن

در پوشاندن لبه تیغه هاست.



ج) استفاده از کاشی‌های دو لب پخ، که دو ضلع پخ شده آن مجاور هم است و کاربرد آن در پوشاندن سطوح لبه قائمه و گوشه دیوارهاست.



- توصیه می‌شود با پیش بینی زیرسازی مناسب از چسب کاشی برای نصب کاشی به دیوار استفاده شود زیرا ضخامت کمتری را در جزئیات دارد و امکان تعویض و مرمت به سادگی امکان پذیر می‌شود. این روش ضمن این که به مهارت ویژه نیاز ندارد از سرعت اجرای بسیار بالایی نیز برخوردار است.

- در صورت استفاده از ملات یا دوغاب ماسه سیمان توصیه می‌شود کاشی روی سطح پوشیده از ملات ماسه سیمان اجرا شود و از اجرای کاشی بر روی سفت کاری به طور مستقیم خودداری گردد زیرا ناهمواری‌های روی دیوار باعث خالی ماندن پشت کاشی از ملات شده و باعث ترک خوردن کاشی می‌شود.



## ۹ - تکنولوژی اجرای بازشوها در دیوارها

اجرای بازشوها یکی از مهمترین مراحل عملیات ساختمانی است. این مرحله در مورد دیوارهای باربر از اهمیت بیشتری برخوردار است و اگر چه در روش‌های متداول ساختمان‌سازی حساسیت آن کمتر مورد توجه قرار می‌گیرد اما به دلیل اهمیت اجرای صحیح بازشوها در عملکرد و دوام ساختمان و همچنین تأثیر آنها در مقاومت بنا در برابر نیروهای وارده لازم است مقررات اجرایی رسمی در مورد آنها تدوین شود. این در حالی است که در شرایط کنونی چنین مقررات و ضوابطی به صورت مدون تهیه نشده و رعایت اصول فنی کمتر مشاهده می‌شود.

از این رو در بخش حاضر سعی می‌شود نکات فنی عمومی در اجرای صحیح بازشوها مورد نظر قرار گیرد و مقررات مربوطه از لحاظ چگونگی پیش‌بینی‌های ضروری و تمهیدات اصولی ارائه شود.

### ۹ - ۱ مقررات و ضوابط اجرا

- ابعاد بازشوها براساس عملکرد آنها، مساحت دیوار و محاسبات سازه‌ای مورد نیاز تعیین می‌شود.
- محل قرارگیری بازشوها در دیوار اگرچه با عملکرد آن رابطه مستقیم دارد اما باید سعی نمود بازشوها حتی المقدور در قسمت مرکزی دیوارها قرار بگیرند.
- در انتخاب ابعاد بازشوها نسبت به مساحت دیوار و تعیین محل قرار گرفتن آنها باید نکات زیر مد نظر باشند:
- مجموع سطح بازشوها در هر دیوار باربر از یک سوم سطح آن دیوار بیشتر نباشد.
- مجموع طول بازشوها در امتداد هر دیوار باربر از یک دوم طول دیوار بیشتر نباشد.
- فاصله جانبی اولین بازشو در هر دیوار باربر از انتهای دیوار نباید کمتر از دوسوم ارتفاع بازشو باشد مگر آنکه در طرفین بازشو کلاف قائم قرار گرفته باشد.
- فاصله افقی دو بازشو از دو سوم ارتفاع کوچکترین بازشوی طرفین خود و از یک ششم مجموع طول آن دوبازشو کمتر نباشد. در غیر این صورت جرز بین دوبازشو جزئی از بازشو منظور می‌شود و نعل درگاه روی بازشوها باید به صورت یکسره و با دهانه‌ای

- معادل مجموع طول بازشوها و جرز بین آنها محاسبه شود.
- هیچیک از ابعاد بازشوها از  $2/5$  متر بیشتر نباشد. در غیر این صورت باید طرفین بازشوها را با تعبیه کلاف‌های قائم که به کلاف‌های افقی بالا و پائین آن طبقه متصل می‌شوند تقویت نمود.
- نعل درگاه بازشوهایی که کمتر از  $2/5$  متر عرض دارند باید حداقل به مقدار معادل ضخامت دیوار برابر در طرفیت بازشو امتداد داشته و با رعایت مقررات دیوار چینی در محل خود ثابت شده باشد. بازشوهایی با عرض بیش از  $2/5$  متر، باید نعل درگاه به کلافهای قائم طرفین بازشو کاملاً مهار شده باشد.
- نعل درگاه‌ها باید کاملاً تراز اجرا شود.
- بافت دیوارهای برابر در طرفین بازشو باید حتی المقدور یکسان باشد.
- ابعاد و محل نصب چارچوب‌ها در بازشوها باید در هنگام دیوار چینی دقیقاً مطابق نقشه‌های ابلاغ شده اجرا شود و از تخریب و ایجاد تغییرات در بدنه بازشوها در هنگام نصب چارچوب پرهیز شود.
- در هنگام نصب چارچوب در محل بازشوها رعایت نکات زیر ضروری است :
  - اطراف چارچوب‌ها پس از نصب باید به طور کامل به وسیله ملات بنایی متراکم درزبندی شود.
  - داخل پروفیل چارچوب درها باید کاملاً با دوغاب و ملات پر شود.
  - چارچوب‌های چوبی باید پیش از نصب به طور کامل بتونه کاری شود و حداقل یک دست رنگ آستری خورده باشد.
  - چارچوب‌های آهنی باید پیش از نصب به طور کامل با رنگ ضد زنگ پوشانده شود.
  - تراز نمودن درها و پنجره‌ها به طور دقیق در دوام و حفظ اتصالات آنها ضروری است.
  - شاخک‌های اتصال چارچوب‌ها باید کاملاً به وسیله ملات در داخل دیوار مهار شود.

## ۹ - ۲ مشخصات مصالح ساختمانی مورد استفاده

بازشوها جزئی از مراحل اجرای دیوار محسوب می‌شود و از این رو نعل درگاه‌ها و کلاف‌های قائم مهم‌ترین اجزاء آن محسوب می‌شود. نعل درگاه‌ها و کلاف‌ها غالباً فولادی و یا بتنی می‌باشد که ویژگی‌های آنها در بخش ساختارها کتاب چهارم ارائه شده است. برای نصب چارچوب‌ها نیز از انواع ملات‌ها که در تناسب با جنس دیوار و چارچوب است استفاده می‌شود. در حال حاضر متداول‌ترین نوع ملات‌ها بدین منظور ملات گچ و خاک و ماسه و سیمان است که در بخش ضوابط کاربرد مصالح ساختمانی (کتاب دوم) به آنها اشاره شده است.

## ۹ - ۳ میزان نیاز به مهارت‌های انسانی در سطوح مختلف

برای اجرای بازشوها در داخل دیوارها، مهارت‌های انسانی مورد نیاز، عبارتند از بنا و کارگری که در عملیات دیوارچینی شرکت دارند. اما جهت نصب چارچوب‌های مختلف نیاز به انواع دیگری از مهارت‌ها نیز وجود دارد که در جدول ۹-۱ ملاحظه می‌شود.

نیروی انسانی مورد نیاز برای نصب انواع درو پنجره با ابعاد متعارف  
(نفر روز برای هر واحد)

جدول ۹ - ۱

مشخصات کار	بنای سفت کار درجه یک	شاگرد بنا	کارگر
پنجره فلزی	۰/۱۶۶	۰/۱۶۶	۰/۱۶۶
چارچوب فلزی	۰/۱۲۵	۰/۱۲۵	-
درو پنجره آلومینیومی	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۸

## ۹ - ۴ کاربرد ابزار و ماشین‌آلات در اجرای بازشوها

امکانات اجرای بازشوها به طور کلی مشابه امکانات اجرای دیوارها می‌باشد از این رو می‌توان چنین نتیجه گرفت که در حال حاضر ماشین‌آلات و ابزار مهندسی کاربرد بسیار محدودی در اجرای بازشوها دارد. در ارتباط با این موضوع در بندهای ۳-۴ و ۴-۴ و ۵-۴ توضیحات لازم

ارائه شده است.

شایان ذکر است در نصب چارچوب‌ها نیز ابزار و ماشین‌آلات به مقدار کم مورد استفاده قرار می‌گیرد که غالباً محدود به ابزار جوش‌کاری و سوراخ‌کاری و پیچ است.

#### ۹ - ۵ دقت و فرهنگ اجرای بازشوها

شرایط اجرای بازشوها به طور کلی تحت تأثیر شرایط عمومی اجرای دیوارها است. از این رو چنین می‌توان عنوان نمود که دقت و فرهنگ اجرای بازشوها در حال حاضر نظیر آنچه که در بخش‌های پیشین مطرح گردید از وضعیت مطلوبی برخوردار نیست. لازم است با ارتقاء سطح مهارت از طریق آموزش و همچنین رعایت نظام کنترل مناسب بر دقت و صحت کار افزوده شود.

#### ۹ - ۶ جمع بندی و نتیجه گیری

در یک جمع بندی عمومی لازم است عنوان گردد که اجرای بازشوها در صورت رعایت نکات فنی ذکر شده و پیروی مجریان ساختمان از نقشه‌ها و محاسبات انجام شده استحکام ساختمان را در حد پیش بینی شده حفظ می‌نمایند و در غیر این صورت علاوه بر لطمه به ایستایی و دوام بنا، از زیبایی آن نیز خواهند کاست.

رعایت فنون مربوط به اجرای بازشوها و نصب چارچوب‌ها و همچنین استفاده از ابزار مهندسی و امکانات ماشینی درکنار آموزش‌های لازم مهمترین توصیه برای حفظ استحکام آنها و ساختمان محسوب می‌شود.

## ۱۰ - تکنولوژی کف سازی باموزائیک

کف سازی باموزائیک شیوه‌ای است که با ظهور سیمان و تولیدات بتنی در کشور از سال‌ها پیش مورد استفاده قرار گرفته است. این مصالح اگرچه به گونه‌ای نیمه صنعتی و صنعتی تولید می‌شود، اما روش کاربرد آن غالباً ناشی از شیوه‌های قدیمی کف‌سازی با سنگ و آجر بوده است. از این رو مهمترین خاصیت موزائیک سیمانی یعنی سرعت بخشیدن به کف‌سازی و افزایش دقت و استحکام نمایان نگردیده است به همین دلیل در بخش حاضر سعی خواهد گردید فنون مربوط به این شیوه مورد بررسی قرار گرفته و مقررات مورد لزوم تهیه و ارائه گردد.

### ۱۰ - ۱ مقررات و ضوابط اجرا

- انتخاب نوع و ابعاد موزائیک براساس عملکرد فضا و ابعاد آن انجام می‌پذیرد به گونه‌ای که با کمترین ضایعه موزائیک بر اثر برش و قواره کردن مواجه شود.
- موزائیک چینی در یک فضا باید حتی الامکان در امتداد یک سطح تراز انجام پذیرد و از شکستن سطح پرهیز شود.
- موزائیک چینی باید دارای بندهای مساوی در هر دو جهت باشد.
- به منظور حفظ بافت و امتداد موزائیک چینی، در صورتی که کف ضریبی صحیح از ابعاد موزائیک باشد ابتدا باید ردیف‌های کنار کار چیده و تراز شود. این عمل به عنوان راهنما برای چیدن ردیف‌های میانی بسیار مفید خواهد بود. باید توجه داشت در صورتیکه ابعاد کف ضریب صحیح از ابعاد موزائیک نباشد، نصب قسمت‌هایی که از موزائیک برش خورده استفاده می‌شود باید پس از نصب تمام کف انجام پذیرد.
- توصیه می‌شود، در تمام کف‌سازی یک بنا و به ویژه در یک فضا از یک نوع موزائیک و با ابعاد مساوی یا مضرب صحیح یکدیگر استفاده شود.
- موزائیک‌های مورد استفاده باید قبلاً به تأیید کارشناس مسئول رسیده باشد و شرایط خصوصی کاربرد موزائیک منتخب باید در هنگام اجرا رعایت شود.
- مشخصات اجزاء و چگونگی تهیه ملات برای فرش موزائیک باید مطابق مشخصات فنی عمومی ساختمان باشد، به ویژه روانی آن در حدی باشد که روی سطح افقی پخش نشود و به

راحتی قابل شکل گیری باشد.

- در موزائیک چینی با ملات، عملیات فرش کف در سه مرحله پیوسته به شرح زیر انجام می شود :

الف - با اتمام عملیات زیرسازی مطابق مشخصات فنی یک لایه ملات به ضخامت متوسط ۳۰ میلیمتر در بستر کار، پهن می شود سپس فرش کف با نشاندن موزائیک بر روی آن با ضربه های ملایم دست یا دسته چوبی تیشه یا چکش لاستیک آغاز می شود به گونه ای که موزائیک به اندازه ۳ تا ۵ میلیمتر در ملات فرو رود.

ب - ملات اضافه از لبه های خارجی موزائیک پاک شده و موزائیک بعدی با رعایت بند به ضخامت مورد نظر نصب می شود، باید توجه داشت که از خیساندن موزائیک در روی ملات جدا خودداری شود و در صورت نیاز مطابق مشخصات خصوصی موزائیک باید قبلاً به طور جداگانه خیسانده شود.

پ - پس از چیدن موزائیک با ملات در هر مرحله و یا در پایان هر روز باید دوغاب سیمان و پودر سنگ (۲:۱) تهیه و به گونه ای بر روی سطح فرش شده به آرامی ریخته شود که در بندهای موزائیک نفوذ کرده و خلل و فرج ملات را پر نماید. باید توجه داشت که دوغاب ریخته شده بهتر است پس از حداکثر دو ساعت جمع شده و سطح موزائیک ها پاک گردد. در موزائیک های ساده و بدون نقش برجسته که پس از انجام کف سازی عملیات ساب انجام خواهد شد. تمیز کردن دوغاب ضروری نبوده و دوغاب به عنوان محافظ موزائیک تا پایان عملیات بنایی باقی خواهد ماند.

- درکف سازی با موزائیک، ضخامت ملات زیر موزائیک باید در تمام سطح ثابت باشد. به عبارت دیگر شیب بندی کف باید پیش از ملات گذاری و عملیات فرش کف صورت گرفته باشد.

- شرایط محیطی مناسب برای موزائیک کاری دمای بیش از ۵ درجه سانتیگراد و پرهیز از دمای بیش از ۳۰ درجه سانتیگراد و در زیر تابش شدید آفتاب می باشد.

- در هنگام بارندگی نیز باید از موزائیک کاری در فضای آزاد پرهیز نمود.

- توصیه می گردد خطوط درز موزائیک ها در فضاهای مجاور در امتداد یکدیگر قرار گیرند.

- فرش موزائیک در فضاهای باز و نیمه باز نیاز به پیش بینی درز انبساط در سطوح حداکثر

۷ مترمربع دارد. درزها باید بوسیله مصالح چسبنده انعطاف پذیر نظیر بتن اسفالتی نرم پر شود.

۱۰ - ۲ مشخصات مصالح ساختمانی مورد استفاده در کف سازی با موزائیک موزائیک و ملات ماسه سیمان عناصر اصلی تشکیل دهنده کف سازی با موزائیک در فضاهای داخلی است.

#### ۱۰ - ۲ - ۱ انواع مصالح ساختمانی

الف - ملات ماسه سیمان

- نصب موزائیک با ملات ماسه سیمان به نسبت ۱:۲ تا ۱:۵ انجام می پذیرد.

ب - موزائیک

موزائیک های تولید شده در ایران عمدتاً به دو روش فشاری (پرس) یا دو قشری، و لرزه ای (ویبره ای) یا یک قشری، ساخته می شود. در روش پرس عمل تراکم ذرات توسط دستگاه پرس صورت می گیرد و در روش ویبره ای، عمل تراکم و یکنواخت سازی توسط دستگاه لرزاننده انجام می گیرد و هیچگونه فشاری بر سطح ملات اولیه موزائیک وارد نمی شود. علاوه بر آن موزائیک ها به صورت های مختلف ساده، برجسته و نقش دار تولید می شود.

#### ۱۰ - ۲ - ۲ ویژگی های مصالح ساختمانی

- در آجرهای موزائیک چهار ضلعی، ضخامت آجر موزائیک باید حدود ۱۰ درصد بزرگترین فاصله دو ضلع مقابل باشد و اختلاف موجود بین حداکثر و حداقل ضخامت در نقاط مختلف یک آجر موزائیکی یاسیمانی نباید از ۶ درصد حداکثر ضخامت آن بیشتر باشد.

- حداکثر ضخامت دانه نسبت به ضخامت قشر رویه نباید، در موزائیک نرم دانه تا درشت دانه قبل از صیقل دادن از ۱ به ۲ و برای موزائیک تکه ای یا لاشه ای نیز قبل از صیقل دادن از نسبت ۳ به ۴ تجاوز نماید.

- رواداری ابعاد برای طول و عرض موزائیک مقدار ۱+ میلی متر، برای ضخامت تا ۲۰ میلی متر مقدار رواداری ۲+ میلی متر و برای ضخامت بیشتر از ۲۰ میلی متر رواداری ۳+ میلی متر تعیین شده است.

- مقاومت فشاری و خمشی موزائیک نباید از ۴۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع و میانگین آن از ۴۵ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع کمتر باشد.

### ۱۰ - ۲ - ۳ میزان عملیات در کارگاه برای فرآوری مصالح

در حال حاضر موزائیک به طور ساخته شده از کارخانه حمل و در کارگاه ساختمانی به کار می رود و برای نصب و قواره کردن آن غالباً از ابزارها و امکانات ساده و دستی استفاده می شود. تولید ملات نیز در کارگاه غالباً به روش دستی صورت می پذیرد. از آنجا که موزائیک اساساً یک محصول صنعتی است لازم است در کلیه مراحل نیز این امر مورد توجه قرار گیرد. به این منظور بسته بندی مناسب در کارخانه جهت حمل و همچنین استفاده از ابزار برش ماشینی در کارگاه توصیه می گردد. در عملیات گسترده کف سازی نیز بهتر است ملات ماسه سیمان به صورت پیش آماده و یا با استفاده از امکانات ماشینی در محل کارگاه تهیه شود تا از کیفیت و یکنواختی برخوردار باشد.

### ۱۰ - ۲ - ۴ وضعیت موجود مصالح ساختمانی

کارگاه ها و کارخانه های موزائیک سازی بسیار زیادی در سرتاسر ایران به فعالیت مشغولند. در مورد کیفیت تولید موزائیک در کشور لازم به یادآوری است که به دلیل گستردگی تولید و تنوع شیوه های ساخت در سطح کشور و نبود روش های کنترل کیفیت، طیف وسیعی از موزائیک ها با کیفیت بسیار خوب و استاندارد تا غیرقابل قبول تولید می شود. باید خاطر نشان کرد که شرایط تأمین مواد اولیه نیز نقش مؤثری در ارتقاء یا کاهش کیفیت این مصالح دارد.

- موزائیک های سیمانی ممکن است به شکل های مربع، مستطیل و یا چند ضلعی ساخته شوند ولی معمولاً آنها را به شکل مربع و به ابعاد اسمی  $10 \times 10$  تا  $50 \times 50$  سانتیمتر مربع به بازار عرضه می شود.

---

۱ - در یک جمع بندی کلی براساس فهرست نام و نشانی واحدهای تولید کننده محصولات کانی غیر فلزی، تعداد بیش از ۸۰۰ تولید کننده رسمی موزائیک در ایران به فعالیت مشغولند که از این میان بیشترین تعداد کارگاه ها در تهران، زنجان، آذربایجان شرقی و گیلان قرار گرفته اند.



۱۰ - ۲ - ۵ میزان مصرف مصالح مختلف در کف سازی باموزائیک  
 مقدار مصرف مصالح برای نصب انواع موزائیک برای یک مترمربع کف مطابق جدول شماره  
 (۱-۱۰) می باشد.

مقدار مصالح مصرفی برای نصب موزائیک در یک مترمربع کف<sup>۱</sup>

جدول ۱۰ - ۱

نوع موزائیک (ابعاد به سانتیمتر)	مقدار موزائیک مصرفی (مترمربع)	مقدار ملات ماسه و سیمان مصرفی	
		ملات (لیتر)	دوغاب (لیتر)
۱۵ × ۱۵	۱/۱۱	۲۷/۸	۴
۲۵ × ۲۵	۱/۰۷	۲۷/۸	۳
۳۰ × ۳۰	۱/۰۷	۲۷/۸	۳
۴۰ × ۴۰	۱/۰۵	۲۷/۸	۳

۱ - استخراج از تجزیه بهای کارهای ساختمانی - سندیکای شرکت های ساختمانی ۱۳۷۱

از جدول ۱-۱۰ می توان نتیجه گرفت که میزان مصرف موزائیک با ابعاد مختلف برای یک مترمربع کف سازی متفاوت است و این مقدار تابعی است از میزان ضایعات طبیعی در حین انجام کار که در واقع کمترین مقدار آن در موزائیک های ۴۰ × ۴۰ سانتیمتر و بیشترین مقدار ضایعه در موزائیک ۱۵ × ۱۵ سانتیمتر است. همچنین می توان گفت که میزان ملات مصرفی به نوع موزائیک بستگی ندارد. در حالیکه مصرف دوغاب سیمان در موزائیک ۱۵ × ۱۵ بیشترین است.

۱۰ - ۳ میزان نیاز به مهارت های انسانی در سطوح مختلف

۱۰ - ۳ - ۱ انواع مهارت های مورد نیاز

انواع مهارت های مورد نیاز برای نصب موزائیک شامل موارد زیر می باشد :

- بنای درجه یک : که کار نظارت بر اجرای کار را بر عهده دارد.
- بنای درجه دو : که عمل فرش کف را به عهده دارد.
- شاگرد بنا : که وظیفه کمک به بنا را به عهده دارد.
- کارگر : که وظیفه حمل ملات و آماده سازی بستر را بر عهده دارد.

### ۱۰ - ۳ - ۲ میزان نیاز به مهارت های انسانی

جدول ۱۰-۲ میزان نیاز به مهارت های مختلف را برای احداث یک مترمربع کف سازی موزائیک نشان می دهد.

میزان نیاز به نیروی انسانی در کف ساز موزائیک  
(یک مترمربع کف سازی)

جدول ۱۰ - ۲

نیروی انسانی لازم برای انجام کف سازی موزائیک (نفرروز)					ابعاد موزائیک
سرینا	بنای درجه ۱	بنای درجه ۲	شاگرد بنا	کارگر ساده	
۰/۰۱۳	۰/۰۱۳	-	۰/۱۳	۰/۰۵۳	۱۵×۱۵
۰/۰۰۵	۰/۰۰۹	۰/۰۴۲	۰/۰۵۱	۰/۰۶۵	۲۵×۲۵
۰/۰۰۵	۰/۰۰۸	۰/۰۳۹	۰/۰۴۷	۰/۰۷	۳۰×۳۰
۰/۰۰۴	۰/۰۱۵	۰/۰۲۹	۰/۰۴۴	۰/۰۷	۴۰×۴۰

استخراج از تجزیه بهای کارهای ساختمانی - سندیکای شرکت های ساختمانی ۱۳۷۱

با بررسی اجمالی جدول ۱۰-۲ می توان نتیجه گرفت که :

- کمترین نیروی انسانی مورد نیاز، به موزائیک های با ابعاد بزرگ تعلق دارد.
- بیشترین نیروی متخصص ماهر مورد نیاز، به موزائیک های با ابعاد کوچک تعلق دارد.

### ۱۰ - ۴ کاربرد ابزار و ماشین آلات در کف سازی با موزائیک

در حال حاضر برای نصب موزائیک با ملات ماشین آلات ویژه ای مورد استفاده قرار نمی گیرد ابزار کار نیز شامل وسایل ساده از قبیل تراز، شمشه و ریسمان می باشد در صورتی که در عملیات گسترده کف سازی توصیه می شود شیب بندی، تراز و ردیف چینی تا حد امکان با ابزار پیشرفته و دقیق مهندسی انجام شود. برای تهیه ملات نیز از ماشین آلات کارگاهی مناسب استفاده گردد. حمل و جابه جایی موزائیک نیز اگر به صورت بسته بندی با وسایل کارگاهی نظیر دامپر و

بالا بر انجام شود، سرعت کار افزایش پیدا می کند و ضایعات به حداقل خواهد رسید.

#### ۱۰ - ۵ سرعت اجرا در کف سازی با موزائیک

میزان کار انجام شده توسط یک گروه کاری کوچک در یک روز به عنوان ملاک سرعت در نظر گرفته شده است جدول ۱۰-۳ این مقدار را برای انواع موزائیک با ابعاد مختلف نشان می دهد.

مقدار موزائیک نصب شده در یک روز

جدول ۱۰ - ۳

انواع موزائیک	مقدار موزائیک نصب شده (مترمربع)
۱۵ × ۱۵	۸
۲۵ × ۲۵	۲۰
۳۰ × ۳۰	۲۲
۴۰ × ۴۰	۲۳

در نتیجه سرعت اجرای عملیات کف سازی، با موزائیک های به ابعاد بزرگ از کف سازی با سایر انواع موزائیک بیشتر است، و کمترین سرعت اجرا به موزائیک های با ابعاد ۱۵ × ۱۵ تعلق دارد.

#### ۱۰ - ۶ دقت و فرهنگ اجرای کف سازی با موزائیک

با وجود آنکه موزائیک یک محصول صنعتی است اما در حال حاضر این عملیات نیز نظیر اغلب مراحل ساختمان سازی از دقت کافی برخوردار نیست. نازل بودن سطح مهارت ها و حداقل استفاده از ابزار و ماشین آلات بر دقت کار تاثیر گذاشته و از آنجا که کار فرمایان نیز غالباً به این مرحله توجه کافی مبذول نمی کنند، ضایعات مصالح ساختمانی قابل توجه بوده و دوام کف سازی با موزائیک معمولاً بسیار کم است.

## ۱۰ - ۷ پایایی و استحکام کف سازی با موزائیک

استحکام کف سازی با موزائیک به عوامل متعددی مربوط است مانند کیفیت موزائیک مورد استفاده، ابعاد موزائیک انتخابی، شیوه کار از نظر رعایت اصول فنی به ویژه زیرسازی آن، رطوبت محیط، نوسان دما و میزان عبور و مرور بر روی آن، از این رو عمر مفید مشخص برای موزائیک تعیین نمی شود، اما موارد زیر باید مد نظر باشد :

- موزائیک های با ابعاد بزرگتر، بیشتر در معرض ترک و آسیب های ناشی از بارگذاری قرار دارند به ویژه در صورتی که دارای زیرسازی نامناسب باشند.
- در هوای مرطوب سایش موزائیک بیشتر است.
- موزائیک های ساده دوام بیشتری نسبت به موزائیک های لاشه سنگی از خود نشان می دهند.
- اختلاف ضخامت ملات مورد استفاده، دوام کف سازی را کاهش می دهد.
- دوغاب ریزی صحیح بر عمر و دوام کف سازی می افزاید.

## ۱۰ - ۸ جمع بندی و نتیجه گیری

### ۱۰ - ۸ - ۱ خلاصه مطالب

- کف سازی با موزائیک در ایران به دو شیوه انجام می شود، نخست نصب موزائیک با ملات و دوم نصب موزائیک بر روی بستر ماسه ای به صورت خشک چینی.
- ابعاد رسمی موزائیک های متداول در ایران  $۱۰ \times ۱۰$ ،  $۱۵ \times ۱۵$ ،  $۲۰ \times ۲۰$ ،  $۲۵ \times ۲۵$ ،  $۳۰ \times ۳۰$ ،  $۴۰ \times ۴۰$  و  $۵۰ \times ۵۰$  سانتیمتر می باشد که ضخامت آنها به نوع دانه بندی سنگی آنها بستگی دارد.
- انواع موزائیک از نظر روش ساخت در ایران به دو نوع می باشد:
  - ۱ - موزائیک های پرسی.
  - ۲ - موزائیک های ویبره ای.
- بیشتر کارخانجات تولید موزائیک در استان های تهران، آذربایجان شرقی و گیلان قرار دارد.
- موزائیک در ایران در طیف وسیعی با کیفیت بسیار خوب و استاندارد تا غیرقابل قبول تولید می شود.
- از نظر صرفه جویی در مصرف موزائیک، موزائیک به ابعاد  $۱۵ \times ۱۵$  سانتیمتر بهترین

موزائیک است.

- از نظر صرفه جویی در مصرف ملات و دوغاب موزائیک به ابعاد  $40 \times 40$  سانتیمتر بهترین موزائیک است.

- کمترین نیروی انسانی مورد نیاز، به موزائیک به ابعاد  $30 \times 30$  و  $40 \times 40$  سانتیمتر تعلق دارد.

- سرعت اجرای عملیات کف سازی موزائیک با موزائیک به ابعاد  $30 \times 30$  تا  $50 \times 50$  سانتیمتر از سایر انواع موزائیک بیشتر است.

### ۱۰ - ۸ - ۲ معایب اجرای متداول کف سازی با موزائیک

- در کف سازی موزائیک، درز انبساط در نظر گرفته نمی شود.
- در کف سازی موزائیک غالباً خطوط درز موزائیک ها در اطاق های مجاور و متصل به هم در یک امتداد نمی باشد.
- استاندارد نسبت اختلاط برای تهیه دوغاب سیمان و خاک سنگ و یا دوغاب سیمان و پودر سنگ رعایت نمی شود.
- در کف سازی موزائیک ، غالباً به مناسب بودن و استحکام کافی زیرسازی توجه کافی مبذول نمی شود.
- ضخامت ملات زیر موزائیک ثابت و استاندارد نمی باشد و در واقع تراز کردن و شیب بندی سطوح به وسیله ملات موزائیک انجام می گیرد.
- از آنجا که رعایت هماهنگی ابعادی در طراحی بناها و انتخاب ابعاد موزائیک نمی شود، در ریز مصالح به میزان قابل توجهی افزایش می یابد.

### ۱۰ - ۸ - ۳ مقایسه فنی، اقتصادی انواع موزائیک

- به منظور مقایسه موزائیک ها با ابعاد مختلف، جدول (۱۰-۴) با استفاده از اطلاعات به دست آمده و دیدگاه های کارشناسی تنظیم شده است :
- بنابراین از لحاظ ارزش هایی که در جدول (۱۰-۴) ذکر شده است اولویت بندی زیر برای انتخاب انواع موزائیک ارائه می شود:

اولویت اول ( موزائیک به ابعاد (۴۰×۴۰) و (۳۰×۳۰) سانتیمتر  
 اولویت دوم ( موزائیک به ابعاد (۵۰×۵۰) سانتیمتر  
 اولویت سوم ( موزائیک به ابعاد (۲۵×۲۵) سانتیمتر  
 اولویت چهارم ( موزائیک به ابعاد (۲۰×۲۰) و (۱۵×۱۵) سانتیمتر

### ارزشیابی و مقایسه کف سازی با انواع موزائیک

جدول ۱۰ - ۴

۲ ارزشیابی	نیاز کمترین نیروی متخصص	صرفه جویی در نیروی انسانی	صرفه جویی در مصرف ملاط و دوغاب	صرفه جویی در مصرف موزائیک	بالا بودن سرعت اجرا	دوام	نوع موزائیک
۲۹							۱۵×۱۵
۳۲							۲۰×۲۰
۳۴							۲۵×۲۵
۳۰							۳۰×۳۰
۳۰							۴۰×۴۰
۳۶							۵۰×۵۰

- ۱ - دوام موزائیک در برابر عوامل خارجی نظیر فشار و ضربه در نظر گرفته می شود و استدلال بدین گونه است که موزائیک های با ابعاد بزرگتر آسیب پذیری بیشتری در برابر این عوامل از خود نشان می دهند.
- ۲ - در این ارزشیابی ارزش برابر با یک فرض شده است.

## فصل دوم : بررسی تکنولوژی صنعتی و نیمه صنعتی ساختمان در ایران

### ۱ - کلیات :

درمقدمه مبحث تکنولوژی، تعریفی عمومی از روش های صنعتی و نیمه صنعتی ساختمان ارائه شد که در اینجا لازم است به طور خلاصه مطرح شود :

روش های صنعتی و نیمه صنعتی ساختمان به شیوه های ساختمان سازی اطلاق می شود که واجد شرایط زیر باشد :

اول، مصالح ساختمانی تا حد امکان مرکب باشد و از اجزاء و قطعات متعدد تشکیل شود، به گونه ای که فرآوری آنها درکارخانه یا کارگاه از فرایند چند مرحله ای برخوردار شده باشد.

دوم، کاربرد ابزار مهندسی و ماشین آلات بهبود یافته و از میزان کار نیروی انسانی کاسته شده باشد، درحالیکه سطح مهارت های مورد نیاز نیز ارتقاء یابد.

سوم، فرهنگ کار به گونه ای باشد که دامنه تغییرات درمیزان دقت کار کمترین بوده، به ویژه

در تولید انبوه خصوصیات فردی اجراکنندگان نقش ناچیزی درمحصول نهایی یا ساختمان

داشته باشد. باید توجه داشت که درحال حاضر شیوه های ساخت و ساز درکشور طیفی

پیوسته از روش های دستی تا نیمه صنعتی و صنعتی را شامل می شود که برای ارزیابی

باید ضمن تفکیک، به صورت یک مجموعه نیز مورد نظر باشد.

تولید نیمه صنعتی و صنعتی ساختمان در ایران در دو گروه مشخص زیر مورد بررسی قرار

می گیرد:

گروه نخست، شیوه های ساختمان سازی متعارف که ترکیبی از دانش کاربرد مصالح ساختمانی

تولید دستی و صنعتی با بهره گیری از دانش برنامه ریزی، و امکانات ماشینی و مهارت های انسانی

است مانند احداث ساختمان های آجری، بلوک بتنی و اسکلت فلزی.

گروه دوم، شیوه های نوین ساختمان سازی هستند که با اتکاء به دانش فنی نوین، مصالح و

فرآورده های ساختمانی متناسب با آن در حال رواج می باشد. این شیوه ها اگرچه به اندازه

روش‌های دستی و نیمه صنعتی متداول نمی‌باشد و در آمار رسمی کشور هنوز جایگاه مشخص را نیافته است، اما با توجه به مزایای قابل توجه آنها به ویژه در تولید انبوه ساختمان، دقت اجرا و سهولت تعمیر و نگهداری بتدریج سهم قابل توجهی از ساخت و ساز را به خود اختصاص خواهد داد. از نمونه این شیوه می‌توان ساختمان‌های با دیوار سبک، اسکلت فلزی پیش ساخته با اتصالات پیچ و مهره‌ای، و سقف‌های مرکب را نام برد.

در این فصل سعی می‌شود، علاوه بر ارائه ضوابط اجرای مناسب برای اجزاء سازنده ساختمان در هریک از شیوه‌های یاد شده، ویژگی‌های هر کدام از دیدگاه تکنولوژی ساخت مورد بررسی و تشریح قرار گیرد.

در تشریح اجزاء گروه اول، دیدگاه به این صورت بوده است که شیوه‌های موجود با فرض بهبود آنها در جهت صنعتی شدن مورد بررسی قرار گیرند. در این مسیر اهدافی از جمله جایگزین شدن نصب برخی اجزاء به جای احداث درجا، مرکب شدن اجزاء ساختمان، سهولت بیشتر عملیات پایانی ساختمان نظیر اندودکاری و پوشش‌های دیوار و کف، کاهش برش و اندازه کردن قطعات و مصالح ساختمانی در محل کارگاه، تقویت و ارتقاء مهارت‌های نیروی انسانی، حداکثر استفاده از ابزار مهندسی و ماشین‌آلات و اعمال پیش‌بینی‌های لازم در هر مرحله ساختمان برای مراحل بعد، مد نظر قرار دارد.

در تشریح اجزاء گروه دوم، از آنجا که اطلاعات مدون و رسمی در مورد ویژگی‌های مصالح، نیروی انسانی و سرعت اجرا هنوز به صورت رسمی تدوین نشده است، بررسی‌های ارائه شده حاصل برداشت کارشناسی و بازدید از کارخانه‌های تولیدی، و مطالعه و ارزیابی گزارش‌های فنی تولید کنندگان می‌باشد.

در بخش‌های آتی، اجزاء و عناصر اصلی تشکیل دهنده ساختمان در روش‌های نیمه صنعتی و صنعتی هر یک به صورت جداگانه مورد بررسی قرار گرفته‌اند. خاطر نشان می‌گردد در معرفی خصوصیات تکنولوژی نیمه صنعتی و صنعتی با استفاده از مصالح و امکانات متداول، به ذکر چند نمونه از اجزاء ساختمان بسنده شده زیرا بسیاری از اصول مربوط به این شیوه‌ها مشترک می‌باشد. در واقع هدف از ارائه این قسمت، مطرح نمودن یک دیدگاه عمومی است.



## ۲ - تکنولوژی نیمه صنعتی در اجرای دیوارهای آجری

آجر به عنوان مصالحی که غالباً به صورت صنعتی و نیمه صنعتی تولید می شود، قابلیت کاربرد در شیوه های نیمه صنعتی ساختمان سازی را داراست. اما همانگونه که در فصل تکنولوژی دستی و سنتی عنوان گردید بدلائل مختلف هنوز با این دیدگاه به کارگرفته نمی شود. در این بخش سعی می گردد خصوصیات تکنولوژی نیمه صنعتی اجرای دیوارهای آجری به منظور دستیابی به معیارهای صحیح اجرایی تشریح شود.

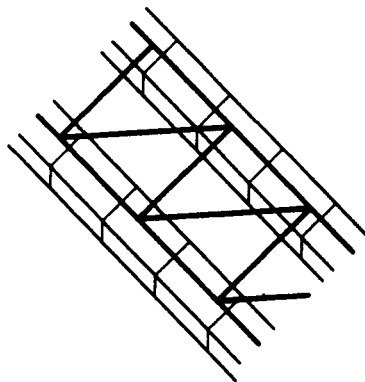
### ۲ - ۱ روش ها و جزئیات اجرایی

علاوه بر مقررات مندرج در فصل پیشین، برای اجرای صنعتی دیوارهای آجری باید نکات زیر مورد توجه قرار گیرند :

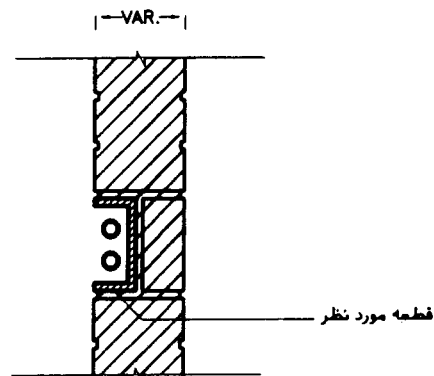
- کلیه نقشه های اجرایی از جمله معماری، سازه و تأسیسات باید با یکدیگر هماهنگ شود و نقش دیوار از جنبه های فوق مشخص باشد.

- ضخامت دیوار آجری براساس انواع کاربرد باید به صورت رسمی استاندارد و در اجرا کنترل شود.

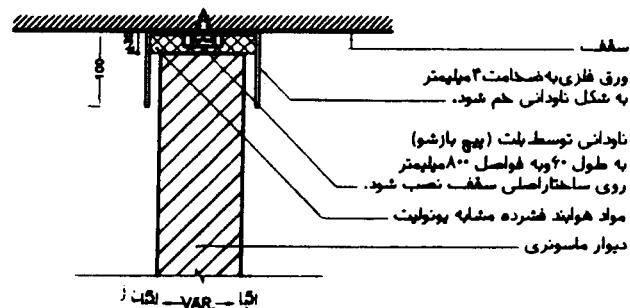
- در صورتی که در ساختمان های آجری، نماسازی آجر مد نظر باشد توصیه می شود دیوار به صورت دیوار دوجداره و با عایق مناسب درمیان آنها اجرا گردد، دراین صورت ایجاد چفت و بست لازم بین دوجداره دیوار ضروریست. برای این منظور می توان از اجزاء فلزی مرکبی مشابه شکل زیر استفاده نمود.



- آجرهایی که به صورت صنعتی تولید می شود باید در اندازه های مناسب بسته بندی شده و بر روی بسته ها مشخصات کامل آجرها قید شود. این عمل در کاهش ضایعات و سرعت حمل و نقل نقش مؤثری دارد .
- برای سرعت بخشیدن به تنظیم رج اول دیوار چینی استفاده از پروفیل های ناودانی سبک توصیه می شود.
- توصیه می شود برای عبور تأسیسات، قطعات یا اجزای ویژه ای نظیر شکل زیر در هنگام دیوارچینی تعبیه شود.



- برای اتصال دیوارهای آجری غیر باربر به سقف لازم است اجزایی انعطاف پذیر مورد استفاده قرار گیرد (الگوهای پیشنهادی نظیر شکل های ارایه شده).



- به جای عایق کاری رطوبتی به صورت سنتی و متداول بر روی کرسی چینی ها، استفاده از ورق فلزی فرم داده شده یا عایق های از پیش آماده شده برای افزایش سرعت و دقت اجرا و کم کردن عملیات در کارگاه بسیار مفید خواهد بود.

## ۲ - ۲ مصالح ساختمانی

- مصالح ساختمانی تشکیل دهنده دیوارهای آجری در شیوه های صنعتی باید در سرعت بخشیدن به کار، کاهش ضایعات و افزایش دقت اجرا مؤثر باشد. از این رو موارد زیر توصیه می شود :
- از آجرهایی که ابعاد هماهنگ و ضرایب مشخص از یکدیگر دارند استفاده شود.
  - برای ساخت ملات و اندود ماسه سیمان و گچ و خاک از مخلوط های آماده شده "تر" یا "خشک" دانه بندی شده برای کاهش عملیات کارگاهی استفاده شود.
  - در قسمت های داخلی ساختمان و در صورت استفاده از آجرهای ماشینی یکنواخت، به جای اندود کردن دیوار توصیه می شود از انواع زیرسازی های پیش ساخته و قابل نصب نظیر تخته های گچی و مشابه استفاده شود.
  - در عملیات دیوارچینی از آجرهای کلوک که در کارخانه تولید شده و جداگانه بسته بندی شده اند استفاده شود و از بریدن آجر در محل کارگاه ساختمانی پرهیز شود.
  - برای دیوارهای جدا کننده داخلی، استفاده از آجرهای مجوف و سفال به جای آجرهای معمولی توصیه می شود.
  - برای ساختمان های یک و دو طبقه استفاده از آجرهای ماسه آهکی توصیه می شود.
  - در مواردی که سرعت زیاد عملیات ساختمانی مورد نظر باشد دیوارسازی با قطعاتی از دیوار آجری که در محل کارخانه به صورت دقیق و با ابعاد کنترل شده و پیش بینی محل هایی عبور تأسیسات تولید شده است، توصیه می شود.
  - برای کلیه اجزاء فلزی که در قسمت ۲-۱ برای تنظیم و اجرای دیوار آجری و اتصالات آن پیشنهاد شده است استفاده از آهن گالوانیزه و یا آلومینیومی توصیه می شود.

## ۲ - ۳ مهارت های انسانی

شیوه های صنعتی دیوار چینی آجری مستلزم انواع مهارت های فنی است که باید تعاریف مربوط ارائه شود. به این منظور لازم است طبقه بندی رسمی برای نیروی انسانی براساس فن و میزان مهارت انجام پذیرد و برای نیروهای اجرایی، پروانه های اشتغال مطابق مقررات صادر شود. علاوه برآن، آموزش کاربرد ابزار و ماشین آلات نیز باید در برنامه های آموزشی نیروی انسانی گسترش یابد. در ضمن آموزش ها باید بیشتر در جهت اعتلای مهارت ها در شیوه های نوین و براساس ارزیابی تجربیات صورت پذیرد.

## ۲ - ۴ ابزار و ماشین آلات

در شیوه های صنعتی دیوارچینی، ابزار مهندسی و ماشین آلات نقش بسیار مهمی ایفا می کند. این ابزار علاوه بر افزایش سرعت اجرا و کم کردن نیاز به نیروی انسانی غیرماهر، دقت و کیفیت کار را نیز افزایش داده و از میزان ضایعات می کاهند.

تجهیزات و وسایل مورد نیاز برحسب مراحل کار به شرح زیر می باشد:

- ابزار و وسایل نقشه برداری و پیاده کردن نقشه شامل انواع دوربین ها، میخ های راهنما، وسایل اندازه گیری...
- وسایل و ماشین آلات مربوط به عملیات خاکی و تسطیح شامل انواع بیل های مکانیکی، خاکبرداری، بولدوزر...
- وسایل و ماشین آلات مربوط به حمل و انتقال مصالح شامل انواع بالابرها، کامیون ها، دامپرها...
- تجهیزات و وسایل فرآوری و نگهداری مصالح در پای کار مانند انواع دستگاه های بتن ساز، میزهای برش، الگوها...
- تجهیزات و وسایل مربوط به فرآیند ساخت مانند انواع قالب ها، ترازها، وسایل اندازه گیری...

## ۲ - ۵ فرهنگ، دقت و سرعت اجرا

یکی از مهمترین اهداف شیوه های صنعتی، ارتقاء دقت و سرعت اجرا است. بالابردن فرهنگ اجراء درکنار سایر ملزومات ذکر شده، از طریق آموزش و آگاهی رسانی تأمین

می‌شود. در این مورد نقش کارفرما و دستگاه نظارت بسیار مهم است، اعمال کنترل اصولی از سوی دستگاه نظارت در تمام مراحل کار (از بررسی نقشه‌ها تا پیاده کردن آنها و اجرای ساختمان) از مهمترین عوامل مؤثر در ارتقاء سطح فرهنگ اجرایی می‌باشد.

تدوین برنامه جامع عملیات کارگاهی براساس نیروی کار، زمان و هزینه‌ها در ابتداء و ارزیابی فنی- اقتصادی کار در پایان عملیات، موجب خواهد گردید ضمن افزایش سرعت و کیفیت اجراء، هزینه‌ها به حداقل برسد، درحالی که نیروی کار نیز تجربه ارزشمندی کسب خواهد کرد.

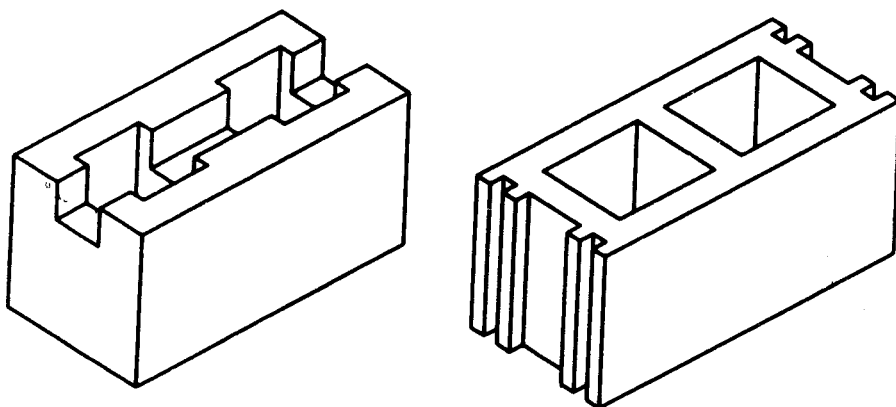
### ۳ - تکنولوژی نیمه صنعتی اجرای دیوارهای بلوک بتنی

بلوک بتنی محصولی صنعتی است که در صورت رعایت اصول فنی و اجرایی می‌تواند در شیوه‌های صنعتی اجرا مورد بهره‌برداری وسیع قرار گیرد. در این بخش به ذکر این اصول فنی و ارائه توصیه‌هایی برای ارتقاء کیفی این صنعت می‌پردازیم. در ضمن لازم است رهنمودهای مندرج در فصل تکنولوژی دستی نیز مورد تأکید مجدد قرار گیرد.

### ۳ - ۱ روش‌ها و جزئیات اجرایی

علاوه بر رعایت نکات عنوان شده در بند ۲-۱ (دیوارهای آجری)، موارد زیر نیز باید مورد توجه قرار گیرند :

- استفاده از سوراخ‌های بلوک بتنی و یا بندهای قائم بین آنها برای بلوک چینی توپر یا مسلح بسیار مفید خواهد بود. در این نوع دیوارچینی، بلوک‌های بتنی که بدین منظور طراحی شده است مناسب‌تر می‌باشد. این بلوک‌ها دارای شیارهایی در بالای جداره‌ها برای عبور میلگردهای افقی و یا طراحی ویژه در جداره‌های طرفین برای عبور میلگردهای قائم هستند (مطابق شکل زیر). بتن‌ریزی اطراف میلگردها در دو حالت همزمان و یا در مقاطع دیوارچینی (هر ۲۰/۱ متر ارتفاع دیوارچینی) صورت می‌پذیرد. در صورت بتن‌ریزی همزمان با استفاده از ملات دیوارچینی، لازم است ملات از نوع مرغوب و قوی بوده و از پرشدن کامل سوراخ‌هایی که میلگرد در آنها قرار گرفته اطمینان حاصل شود.



- به منظور جلوگیری از ریختن ملات به داخل سوراخ‌های بلوک در هنگام اجرای دیوار، توصیه می‌شود از قالب‌های سبک توپر موقت استفاده شود. این قالب‌ها در هنگام دیوارچینی در داخل سوراخ‌های بلوک قرارگرفته و پس از ملات‌گذاری و گیرش اولیه ملات، پیش از چیدن رج بعدی از داخل سوراخ‌ها خارج می‌شود.

- به منظور حفظ استحکام و افزایش سرعت کار، پیشنهاد می‌شود از بلوک‌های ویژه به شکل ناودانی برای نعل درگاه‌ها استفاده شود. این بلوک‌ها پس از آرماتورگذاری افقی و بتن‌ریزی، به صورت یک نعل درگاه یکپارچه بتنی عمل می‌نماید.

- برای نصب بازشوها در دیوار بلوک بتنی باید از شکستن و خرد کردن بلوک‌های داخل دیوار پرهیز کرد. بدین منظور بهتر است از بلوک‌های خاصی که شیارهای لازم در یک سمت آنها پیش‌بینی شده و چهارچوب بازشو در آنها قرار می‌گیرد استفاده شود. داخل این شیارها پس از نصب موقت چهارچوب و تنظیم زوایا و سطح آن، بتن‌ریزی می‌شود.

### ۳ - ۲ مصالح ساختمانی

- بلوک بتنی از آنجا که محصولی صنعتی و پیش ساخته است، شیوه‌های اجرای سفت کاری، نازک کاری ساختمان و همچنین اجرای تأسیسات مکانیکی و الکتریکی باید به گونه‌ای متناسب با این تولید صنعتی باشد. از این رو، با توجه به امکانات موجود در تولید انواع بلوک‌های بتنی در ابعاد مختلف و سیستم‌های گوناگون قالب‌گیری و تولید اشکال مختلف و مجوف بلوک، نصب تجهیزات و تأسیسات به صورت مطلوب و سریع نیز باید امکان پذیر باشد. در این مورد پیشنهادات مندرج در فصل پیشین، بند ۵-۸-۳ در مورد استفاده از بلوک‌های بتنی با اشکال مورد نیاز برای عبور تأسیسات و یا مسلح نمودن دیوارچینی باید مورد توجه قرار گیرد.

- بلوک‌های مورد استفاده باید دارای ابعادی هماهنگ با ضرایب ثابت یکدیگر باشد.

- در بلوک‌چینی استفاده از ملات‌ها و اندودهای استاندارد به صورت پیش آماده از مخلوط "تر" یا "خشک" توصیه می‌شود.

- در دیوارهای بلوک بتنی توصیه می‌شود نازک کاری تا حد امکان براساس سیستم نصب انجام شود، به گونه‌ای که به جای اندودهای درجا از صفحات پیش ساخته و قابل نصب نظیر تخته‌های گچی یا مشابه آن به عنوان زیرسازی نازک کاری استفاده شود.

- بلوک‌های بتنی سبک به سبب نسبت کم وزن به حجم، سرعت عملیات بلوک‌چینی را به مراتب افزایش می‌دهد.

- توصیه می‌گردد تا حد امکان در کلیه اجزاء دیوار بلوک بتنی نظیر کف پنجره‌ها نیز از قطعات پیش ساخته ویژه، استفاده شود.

### ۳ - ۳ مهارت‌های انسانی

نکات مندرج در بند ۲-۳ (دیوارهای آجری) در مورد دیوارهای بلوک بتنی نیز صدق می‌نماید. به ویژه نقش آموزش و ارتقاء مهارت‌های نیروی انسانی از مهمترین ملزومات صنعتی شدن این نوع دیوار چینی می‌باشد.

### ۳ - ۴ ابزار و ماشین آلات

الزامات مربوط به ابزار مهندسی و ماشین‌آلات که در بند ۲-۴ (دیوارهای آجری) قید شده است عیناً در دیوارهای بلوک بتنی نیز باید رعایت گردد.

### ۳ - ۵ فرهنگ، دقت و سرعت اجرا

همانگونه که در بند ۳-۵ (دیوارهای آجری) اشاره شد، مجموعه نکات عنوان شده عوامل مؤثر در ارتقاء سرعت و دقت اجرا می‌باشد که درکنار اعمال نظارت اصولی، محدود کردن هزینه‌ها و زمان‌بندی دقیق می‌توانند در مجموع قدمی مثبت در جهت صنعتی شدن تولید ساختمان محسوب گردد.



#### ۴ - تکنولوژی نیمه صنعتی اجرای سقف های آجر و تیرآهن

سقف های تیرآهن و آجر که متداول ترین نوع آن طاق ضریبی می باشد، همانگونه که در دو فصل پیش ذکر شد و با توجه به مصالح بکار رفته که غالباً به صورت صنعتی تولید می شود، این امکان را فراهم می سازد که با بهبود روش ها و شرایط اجرایی به شیوه های نیمه صنعتی و صنعتی تبدیل گردد. در این بخش ضمن یادآوری نکات مندرج در فصل تکنولوژی دستی، خصوصیات تکنولوژی نیمه صنعتی اجرای سقف های آجر و تیرآهن مد نظر قرار دارد.

#### ۴ - ۱ روش ها و جزئیات اجرایی

- کلیه نقشه های اجرایی از جمله معماری، سازه و تأسیسات می باید با یکدیگر هماهنگ شود، به ویژه رعایت مشخصات مجاز دهانه طاق ها و خیز آنها، محل عبور تأسیسات و محل نصب دیوارهای جدا کننده بسیار اهمیت دارد..
- دهانه طاق ها یا فاصله تیرآهن های سقف باید مساوی و یا از ضرایب هماهنگ پیروی نمایند.
- آجرها باید به صورت بسته بندی شده به محل کارگاه حمل شود.
- برای پوشش زیر سقف ها استفاده از سقف کاذب به جای اندود توصیه می شود.
- برای عبور تأسیسات از سقف، باید از چهارچوب های آهنی که با اتصال کامل با تیرهای سقف یکپارچه شده است استفاده شود. ازسوراخ کردن و شکافتن سقف بطور کلی باید پرهیز شود و سعی گردد کلیه لوله ها و کابل ها و کانال ها به صورت متمرکز با حداقل سطح از سقف عبور نماید.
- در صورت نصب سقف ها بر روی اسکلت فلزی، توصیه می شود از قطعات پیش آماده شده یا از سیستم پیچ و مهره برای اتصالات استفاده شود.
- توصیه می شود کلیه تیرهای آهنی و قطعات اتصال از پیش طبق نقشه اندازه شوند و با پوشش کامل از رنگ ضد زنگ به کارگاه ساختمانی حمل شوند.

#### ۴ - ۲ مصالح ساختمانی

رعایت اصول زیر در انتخاب و به کارگرفتن مصالح ساختمانی در سقف های تیرآهن و آجر موجب افزایش سرعت کار و کاهش عملیات درکارگاه ساختمانی می گردند :

- فاصله تیرآهن‌ها یا دهانه طاق باید مضرب صحیح از عرض آجر مورد استفاده باشد.
- برای تهیه ملات و اندود گچ و خاک از مخلوط‌های "خشک" استاندارد شده و یا از سیستم‌های پیشرفته برای اندازه‌گیری مخلوط استفاده گردد.
- بدنبال استاندارد شدن دهانه‌ها مطابق ضرایب مشخص از تیرآهن‌های قواره شده و آماده نصب در کارگاه استفاده شود.
- برای پوشش زیرسقف باید از سیستم نصب به صورت انواع سقف‌های کاذب معلق و یا صفحات سبک قابل نصب مستقیم به زیربنا تیرآهن استفاده شود.
- تیرآهن‌های سقف باید به صورت شبکه یکپارچه داخل قاب قرارگیرند به گونه‌ای که در تولید انبوه ساختمان امکان ساخت آنها از پیش در روی زمین فراهم باشد.
- اتصالات "شبکه تیرآهن" سقف تا حدامکان پیش ساخته مانند سیستم پیچ و مهره و یا قطعات اتصال پیش آماده در نظر گرفته شود.

#### ۴ - ۳ مهارت‌های انسانی

نقطه نظرات مندرج در بند ۲-۳ (دیوارهای آجری) مورد تاکید می‌باشد.

#### ۴ - ۴ ابزار و ماشین‌آلات

در این نوع اجرای سقف، می‌توان با به کار بردن ابزار و ماشین‌آلات مندرج در بند ۲-۴ (دیوارهای آجری) بر سرعت و کیفیت کار افزود. علاوه برآن پیشنهاد می‌شود برای حفظ خیز یکنواخت در طول دهانه‌ها از شابلن یا قالب‌های آماده استفاده نمود و کاربرد ابزار مهندسی دقیق برای استقرار، اتصالات و کنترل کیفیت قویاً توصیه می‌شود.

#### ۴ - ۵ فرهنگ، دقت و سرعت اجرا

نقطه نظرات مندرج در بند ۲-۵ (دیوارهای آجری) در این فصل نیز مورد تاکید است.

## ۵ - تکنولوژی اجرای سقف های تیرچه و بلوک

سقف تیرچه و بلوک بتنی یکی از روش های متداول اجرای سقف در ایران است که به طور کلی شیوه ای صنعتی محسوب می شود. اما با این وجود به دلیل نبود ضوابط اجرایی رسمی و قانونی و نازل بودن سطح مهارت ها، تاکنون در بیشتر ساختمان ها این شیوه سقف زنی کیفیت لازم را در حد تولید صنعتی پیدا نکرده است. در این بخش با معرفی ویژگی های تکنولوژیک این نوع سقف، نکات و اصول فنی مورد نظر برای بهره برداری صنعتی از این شیوه مد نظر قرار گرفته است.

### ۵ - ۱ مقررات و ضوابط اجرا

#### ۵ - ۱ - ۱ جزئیات اجرای سقف تیرچه و بلوک

- کلیه نقشه های اجرایی اعم از سازه، معماری و تأسیسات باید با هماهنگی کامل با یکدیگر تهیه شود.
- مشخصات تیرچه های مورد استفاده از نقطه نظر فولادگذاری، ابعاد و فاصله بین تیرچه ها نسبت به دهانه سقف و میزان بارگذاری با محاسبات سازه ای تعیین می شود.
- نصب تیرچه های سقف و بلوک های آنها باید از نظامی یکنواخت و متقارن برخوردار باشد.
- اندازه بلوک های پرکننده باید دقیقا" براساس فاصله تیرچه ها مطابق نقشه های اجرایی تعیین گردد به گونه ای که بلوک ها به راحتی و بدون آزادی زیاد در محل خود قرار گیرند.
- از شکستن یا نیمه کردن بلوک ها باید خودداری شود.
- ترجیحا" کل بنا و قطعا هر دهانه سقف (فاصله بین عناصر باربر در هر دو جهت) باید با استفاده از یک نوع تیرچه و بلوک ساخته شود.
- مصالح مورد استفاده به ویژه تیرچه ها و بلوک ها باید قبلا" به تأیید کارشناس مسئول رسیده باشد و شرایط خصوصی کاربرد مصالح منتخب باید در هنگام اجرا رعایت شود.
- مشخصات اجزاء و چگونگی تهیه بتن برای سقف تیرچه و بلوک باید مطابق مشخصات فنی عمومی ساختمان باشد.
- اجرای سقف با تیرچه های ساده در چند مرحله به شرح زیر انجام می پذیرد :
- الف - چیدن تیرچه ها با فواصل تعیین شده (معادل قسمت زیرین بلوک) که برای تنظیم

- فواصل، در ابتدا و انتهای تیرچه ها یک عدد بلوک قرار می دهند.
- ب - نصب چوب های چهارتراش در جهت عمود بر تیرچه ها و درزیر آنها و سپس قرار دادن شمع های چوبی یا فلزی در امتداد یکدیگر درزیر چوب های چهارتراش. فاصله چوب های چهارتراش برای تیرچه های معمولی در حدود ۱۲۰ تا ۱۵۰ سانتیمتر می باشد. ارتفاع شمع ها به گونه ای تنظیم می شود که تیرچه ها پیش از بارگذاری خیزی در حدود (۱) به (۳۰۰) دهانه داشته باشد.
- ج - چیدن بلوک در فاصله بین تیرچه ها به صورت منظم.
- د - نصب شبکه میلگرد حرارتی با فواصل مساوی در هر دو جهت.
- ه - بتن ریزی و ویبره کردن آن به گونه ای که فاصله بلوک ها در درون تیرچه ها کاملاً پر شود و سطح بتن در حدود ۵ سانتیمتر از روی بلوک ها بالاتر قرار گیرد و تسطیح نهایی سطح بتن با استفاده از شمشه پس از بتن ریزی
- اجرای سقف با تیرچه های پیش تنیده مشابه تیرچه ساده انجام می پذیرد. با تفاوت های زیر :
- فاصله چوب های چهارتراش ۳ متر است.
- تیرچه های پیش تنیده دارای خیز طبیعی هستند و این خیز پیش از بارگذاری نباید تغییر نماید.
- شرایط محیطی مناسب برای بتن ریزی مطابق مشخصات فنی عمومی ساختمان می باشد. در هر صورت باید از اجرای سقف در دمای کمتر از ۵ درجه سانتیگراد، در زیر بارندگی و تابش آفتاب پرهیز نمود.
- ضوابط نگهداری بتن تا رسیدن به مقاومت لازم نیز مطابق مشخصات فنی عمومی ساختمان خواهد بود.
- برای بلوک های مجاور تیرهای اصلی بتنی ساختمان و همچنین بلوک های ابتدا و انتهای هر دهانه استفاده از بلوک های ته بسته برای جلوگیری از پر شدن آنها به وسیله بتن توصیه می شود.
- بتن ریزی سقف تیرچه و بلوک باید در یک مرحله و به صورت پیوسته صورت پذیرد در غیر این صورت رعایت نکات زیر ضروری است :
- سطح بتن قبلی باید کاملاً عاری از مواد خارجی و گردو خاک باشد. سطح بتن قبلی باید شسته شده و تا مرحله اشباع مرطوب شود به گونه ای که در محل اتصال بتن

قدیم و جدید از جمع شدن آب جلوگیری گردد.

## ۵ - ۱ - ۲ اتصالات سقف تیرچه بلوک

- اتصال با دیوارهای باربر باید از طریق کلاف‌های بتن آرمه صورت پذیرد. کاربرد کلاف‌های پیش ساخته که محل اتصال با تیرچه‌ها در آنها پیش‌بینی شده است توصیه می‌شود.
- میلگردهای کششی تیرچه‌ها بر روی دیوار باربر باید حداقل به اندازه ۱۲ سانتیمتر به داخل تکیه‌گاه ادامه داشته باشد.
- در اتصال با تیرهای فلزی، کاربرد تیرهای لانه زنبوری که مطابق مشخصات فنی و عمومی ساختمان ترجیحاً پیش ساخته شده‌اند توصیه می‌شود در این نوع اتصال باید از نشستن کامل تیرچه‌ها در درون تیرها اطمینان حاصل نمود.
- در اتصال با تیرهای بتنی باید توجه داشت که آرماتوربندی آنها پیش از نصب تیرچه‌ها انجام پذیرد اما بتن ریزی سقف باید در یک زمان برای تیرها و تیرچه‌ها انجام گردد.
- حداقل طول تکیه‌گاه برای استقرار تیرچه‌های ساده ۵ سانتیمتر و برای تیرچه‌های پیش‌تنیده ۲/۵ سانتیمتر است.
- در کلیه اتصالات به ویژه با دیوارهای باربر، در محل اتصال نباید بلوک نصب شود.
- جهت حفظ پیوستگی و یکپارچگی سقف و در محل‌هایی که بار منفرد وجود دارد، باید کلاف میانی بتن آرمه در جهت عمود بر تیرچه‌ها اجرا شود. برای احتراز از قالب‌بندی اضافه برای این کلاف می‌توان از بلوک‌های کم ارتفاع در این قسمت‌ها استفاده نمود. حداقل عرض کلاف میانی معادل عرض پاشنه تیرچه به کار رفته است. حداکثر فاصله کلاف میانی از طرفین ۲ متر می‌باشد و در صورتی که دهانه تیرچه از ۴ متر و بار زنده سقف از ۳۵۰ کیلوگرم بر مترمربع کمتر باشد، نصب کلاف میانی الزامی نیست.

## ۵ - ۲ مشخصات مصالح ساختمانی مورد استفاده در اجرای سقف تیرچه و بلوک

سقف تیرچه و بلوک بتنی از انواع فرآورده‌های ساختمانی تشکیل می‌شود که هر یک حاصل ترکیب مصالح ساختمانی مختلف می‌باشند :

## ۵ - ۲ - ۱ انواع مصالح ساختمانی مورد استفاده

الف - تیرچه بتنی ساده :

- شن و ماسه دانه بندی شده و سیمان برای بتن تیرچه

- میل گرد

- فوندوله سفالی (برای تیرچه های فوندوله دار)

ب - تیرچه بتنی پیش تنیده :

- شن و ماسه دانه بندی شده و سیمان برای بتن تیرچه

- وایرهای فولادی از فولاد خشک

ج - بلوک های بتنی

- شن و ماسه و سیمان

د - بلوک های سفالی

- خاک رس آسیاب شده و سرند شده

ه - میلگرد برای شبکه حرارتی و همچنین تقویت تکیه گاه ها

## ۵ - ۲ - ۲ ویژگی های مصالح ساختمانی مورد استفاده

- بتن مورد استفاده مطابق مشخصات فنی عمومی ساختمان و با عیار ۳۵۰ کیلوگرم سیمان

در مترمکعب بتن می باشد.

- میلگردهای اصلی از نوع آج دار و میلگردهای فرعی از نوع ساده می باشد.

- وایرهای مخصوص تیرچه پیش تنیده با مقاومت کششی در حدود ۱۸۰۰۰ کیلوگرم بر

سانتیمترمربع می باشد.

- بلوک های بتنی مورد استفاده مطابق مشخصات مندرج در بخش بلوک بتنی می باشد.

- بلوک های سفالی مورد استفاده باید عاری از ترک بوده و مطابق مشخصات استاندارد سفال

تولید شده باشند.

## ۵ - ۲ - ۳ میزان عملیات درکارگاه برای فرآوری مصالح

- از آنجا که تیرچه بتنی مطابق مشخصات و نقشه های اجرایی ساختمان تولید می شود نیاز به عملیات ویژه ای در محل کارگاه ساختمانی ندارد. در صورت وسیع بودن عملیات ساختمانی و با رعایت نکات فنی تیرچه ها در محل کارگاه تولید می شود.

- بلوک های بتنی و سفالی نیز نیاز به عملیات خاصی در محل کارگاه ندارد.

- میلگردهای حرارتی و تقویتی در محل کارگاه بریده و به یکدیگر بسته می شود.

- برای بتن ریزی این نوع سقف غالباً بتن آماده که مطابق مشخصات فنی در کارخانه تولید شده است مورد استفاده قرار می گیرد. این بتن پس از ریختن و ویبره شدن مورد مراقبت های لازم برای دوران گیرایی قرار می گیرد.

## ۵ - ۲ - ۴ وضعیت موجود مصالح ساختمانی از نظر کمی و کیفی درکشور

در حال حاضر تعداد قابل توجهی کارخانه و کارگاه تولیدی در سرتاسر ایران، به تولید تیرچه های ساده و پیش تنیده و بلوک های بتنی و سفالی اشتغال دارند. اما تولید تیرچه بتنی ساده متداول تر است. متأسفانه به دلیل آنکه بخشی از این تولیدات درکارگاه های غیررسمی و بدون نظارت فنی مناسب تولید می شوند از کیفیت نازلی نیز برخوردارند.

اغلب مواد اولیه برای تولید این فرآورده ها در داخل کشور تولید می شود به جز مفتول مورد استفاده در تیرچه های پیش تنیده که در حال حاضر از خارج از کشور وارد می شود.

## ۵ - ۲ - ۵ میزان مصرف مصالح ساختمانی مختلف

در اجرای سقف تیرچه و بلوک از آنجا که میزان مصرف مصالح مختلف در سقف های تیرچه و بلوک بتنی با محاسبات سازه ای و نوع مصالح مورد مصرف در ارتباط است، نمی توان ارقام دقیق برای مصالح مورد نیاز ارائه نمود. جدول زیر میزان تقریبی مصالح مورد استفاده را برای یک مترمربع انواع سقف تیرچه و بلوک بتنی مشخص می نماید.

میزان مصرف انواع مصالح ساختمانی برای یک مترمربع سقف تیرچه و بلوک

جدول ۵ - ۱

بلوک بتنی یا سفالی (قالب)	بتن (مترمربع)	تیرچه پیش تنیده (مترطول)	تیرچه ساده (مترطول)	
۱۰	۰/۱ ~ ۰/۱۲	-	۲/۰۰	سقف با تیرچه ساده
۸ ~ ۱۰	۰/۰۷ ~ ۰/۰۹	۱/۸	-	سقف با تیرچه پیش تنیده

مصالح لازم برای تولید هر یک از فرآورده‌های ساختمانی مورد استفاده در سقف‌های تیرچه و بلوک بتنی به صورت تقریبی در جدول (۲-۵) ارائه شده است.

مقدار مصرف انواع مصالح ساختمانی برای فرآورده‌های به کار رفته در سقف تیرچه و بلوک

جدول ۵ - ۲

انواع مصالح مورد نیاز (کیلوگرم)					
سیمان	شن و ماسه	میلگرد	وایر	خاک رس	
۲/۴ ~ ۳	۱۱ ~ ۱۴	۳/۵ ~ ۴	-	-	تیرچه ساده (یک متر طول)
۷ ~ ۷/۵	۳۲ ~ ۳۵	-	۰/۷ ~ ۱/۵	-	تیرچه پیش تنیده (یک متر طول)
۲/۵ ~ ۳	۱۱/۵ ~ ۱۴	-	-	-	بلوک بتنی (یک قالب)
-	-	-	-	۱۳/۵	بلوک سفالی (یک قالب)
۳۰ ~ ۳۵	۱۳۸ ~ ۱۶۰	۱/۵ ~ ۲/۵	-	-	میلگرد گذاری و بتن ریزی سقف

با بررسی جداول ۱-۵ و ۲-۵ ملاحظه می‌شود که مصرف فولاد در تیرچه‌های پیش تنیده به مراتب کمتر از تیرچه‌های ساده است و میزان بتن مصرفی با احتساب اختلاف حجم انواع تیرچه‌ها تقریباً ثابت می‌باشد.



۵ - ۳ مهارت‌های انسانی در سطوح مختلف اجرای سقف تیرچه و بلوک

۵ - ۳ - ۱ انواع مهارت‌های مورد نیاز

اگرچه تعریف رسمی و دقیق از انواع مهارت‌های مورد نیاز برای اجرای سقف تیرچه و بلوک وجود ندارد اما باید اذعان داشت که نوع مهارت‌های مورد نیاز برای اجرای این سقف از مهارت‌های مورد نیاز برای شیوه دستی و سنتی بسیار پیچیده‌تر و پیشرفته‌تر است.

در یک طبقه بندی کلی انواع مهارت‌های مورد نیاز به شرح زیر است :

- کارگر ماهر : که وظیفه نصب تیرچه‌ها و پخش بتن را به عهده دارد.

- استادکار : که مسئولیت نظارت برکار، تنظیم تیرچه‌ها و تسطیح نهایی بتن را برعهده دارد.

- راننده : برای حمل مصالح ساختمانی اعم از راننده جرثقیل، لیفتراک، کامیون، و تراک میکسر.

۵ - ۳ - ۲ میزان نیاز به مهارت‌های انسانی

از آنجا که بررسی‌های رسمی درمورد میزان نیاز به مهارت‌های انسانی برای این منظور تا اکنون انجام پذیرفته است، براساس تجربیات به دست آمده می‌توان مقدار نیاز به نیروی انسانی را برای یک مترمربع اجرای سقف تیرچه و بلوک به صورت زیر ارائه نمود.

میزان نیاز به انواع مهارت‌ها در

اجرای یک مترمربع سقف تیرچه و بلوک

جدول ۵ - ۳

میزان کار(نفرساعت)	
۲ ~ ۱/۶	استاد کار
۲ ~ ۱/۶	کارگر ماهر

شایان ذکر است که اکیپ‌های کاری نسب این گونه سقف غالباً " از چند کارگر ماهر و چند استاد کار تشکیل می‌شوند.

## ۵ - ۴ کاربرد ابزار و ماشین آلات در کارگاه

- از آنجا که نصب و اجرای سقف تیرچه و بلوک از شیوه‌های صنعتی پیروی می‌نماید کاربرد ابزار و ماشین آلات در اجرای این سقف از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است.
- اهم ابزار و ماشین‌آلاتی که باید در اجرای این سقف مورد استفاده قرار گیرد به شرح زیر است:
- در صورت تولید تیرچه و یا بتن در محل کارگاه نیاز به امکانات مختلف ماشینی از جمله دستگاه بتن‌ساز، دستگاه توزین، شن‌کش تغذیه و دامپر وجود دارد.
  - برای آماده‌سازی میلگردها نیاز به ابزار برش و خم کردن و همچنین وسایل بستن سیم وجود دارد.
  - برای حمل مصالح و فرآورده‌ها انواع دامپر، جرثقیل، بالابر و کامیون مورد نیاز است.
  - برای نصب تیرچه‌ها انواع شمع و قالب مورد نیاز است که ترجیحاً باید از نوع شمع‌های فلزی با ارتفاع متغیر قابل تنظیم باشد.
  - برای پخش و تسطیح بتن، از انواع پمپ بتن، ویراتور و شمشه‌های تسطیح استفاده می‌گردد.

## ۵ - ۵ سرعت اجرای سقف تیرچه و بلوک

سرعت اجرا بستگی به میزان و مهارت نیروی انسانی و نوع ماشین‌آلات دارد اما به طور متوسط می‌توان مطابق تجربیات به دست آمده تا ۲۴ مترمربع سقف را در یک روز اجرا نمود.

## ۵ - ۶ دقت و فرهنگ اجرای سقف تیرچه و بلوک

با توجه به آنکه فرآورده‌های مورد استفاده در اجرای سقف تیرچه بلوک از اندازه‌های مشخص برخوردارند و با در نظر گرفتن مهارت‌های لازم که از ضروریات اجرای اینگونه سقف است می‌توان انتظار داشت که دقت اجرا در سقف تیرچه بلوک به مراتب بیشتر از شیوه‌های دستی و سنتی باشد. اگر چه به دلیل نقاط ضعف موجود در روند تولید اجزاء سقف تیرچه و بلوک و عدم کنترل به مهارت‌های انسانی، فرهنگ اجرایی به نسبت مطلوب ارتقاء نیافته اما نتیجه کار غالباً بهتر از سایر شیوه‌های متداول در کشور می‌باشد.

دقت اجرای سقف تیرچه و بلوک بر روی انواع اسکلت نیز تفاوت دارد. بدین ترتیب که اجرای

سقف بر روی اسکلت فلزی به دلیل ماهیت آن معمولاً "دقیق‌تر از اجرا بر روی دیوار باربر یا اسکلت بتنی است در واقع نقش نیروی انسانی در افزایش دقت بر روی دیوارهای باربر و اسکلت بتنی بیشتر است.

#### ۵ - ۷ پایایی و استحکام سقف‌های تیرچه و بلوک

- سقف تیرچه و بلوک در صورت محاسبات سازه‌ای اصولی و اجرای صحیح مطابق نکات فنی و به ویژه دقت در اجرای اتصالات، از یکپارچگی قابل قبولی در برابر نیروهای وارده به ویژه نیروی زلزله برخوردار است.

- از آنجا که عناصر اصلی تشکیل دهنده این سقف بتن مسلح است، عمر مفید این سقف را می‌توان معادل سازه‌های بتن مسلح در نظر داشت. این نوع سقف در شرایط آب و هوایی معتدل از دوام بیشتری نسبت به شرایط آب و هوایی گرم و مرطوب به ویژه در مناطقی که بخارهای شیمیایی وجود دارد برخوردار است.

## ۶ - تکنولوژی اجرای سقف های مرکب<sup>۱</sup>

سقف های مرکب با ترکیبی از تیرچه های فولادی و بتن، در جهان از سابقه قابل توجه ای برخوردار است، از این رو در مورد مبانی محاسبات سازه ای سقف مرکب مدارک قابل توجهی تاکنون تدوین شده است، اما این شیوه اجرای سقف در ایران هنوز نویاست، و تاکنون مقررات و ضوابط اجرایی و اصول فنی و تکنیکی آن بطور جدی و رسمی مورد توجه قرار نگرفته و این شیوه از دیدگاه تکنولوژی ساختمان نیز مطالعه نشده است.

در این بخش سعی می شود ضمن معرفی خصوصیات تکنولوژیک این نوع سقف، نکات فنی مربوط به اجرای اصولی آن نیز ارائه شود.

### ۶ - ۱ مقررات و ضوابط اجرا

#### ۶ - ۱ - ۱ جزئیات اجرای سقف مرکب

- کلیه نقشه های اجرایی اعم از سازه، معماری و تأسیسات باید به گونه ای هماهنگ با یکدیگر تهیه شود.

- مشخصات فنی سقف از نقطه نظر تعداد، فاصله و نوع تیرچه های فولادی، میلگردها و برش گیرهای سقف بتنی و بتن ریخته شده بر روی تیرچه ها نسبت به دهانه سقف و میزان بارگذاری بامحاسبات سازه ای تعیین می شود.

- نصب تیرچه های سقف، برش گیرها و میلگردها باید از نظامی یکنواخت و متقارن برخوردار باشد.

- مصالح مورد استفاده به ویژه تیرچه های فولادی، برش گیرها، میلگردها و بتن مورد استفاده باید قبلاً<sup>۲</sup> به تائید کارشناس مسنول رسیده باشد و شرایط خصوصی کاربرد مصالح منتخب باید در هنگام اجرا رعایت شود.

---

۱- سقف مرکب (Composite) : سقفی که از دو نوع مصالح اصلی تیرچه های فولادی و بتن ترکیب شده است. این نوع سقف باجزئیات متفاوت و گوناگون طراحی و اجرا می شود اما به صورت کلی از تیرچه های فولادی تشکیل شده که بال فوقانی آنها در یک صفحه بتنی جای گرفته اند و اتصال این دو با عناصر فولادی برش گیر صورت پذیرفته است. در این سقف تیرچه های فولادی در برابر نیروهای کشش و بتن در برابر نیروهای فشاری طراحی گردیده و از آنجا که بهترین استفاده را از هر یک نموده است، سبک تر از سقف های متداول می باشد.

- مشخصات اجزاء و چگونگی تهیه بتن برای سقف باید مطابق مشخصات فنی عمومی ساختمان باشد.

- اجرای سقف مرکب در چند مرحله به شرح زیر انجام می پذیرد :

#### الف : تیر ریزی سقف با تیرچه های فولادی

تیرچه های فولادی سقف به صورت موازی یکدیگر، کاملاً تراز و با فاصله تعیین شده نصب می شود. فاصله بین تیرچه ها براساس بارگذاری و نوع تیرچه انتخابی محاسبه می شود. این فاصله با توجه به تجربیات بدست آمده بین ۱۲۰ تا ۱۵۰ سانتیمتر می باشد. غالباً برای دهانه های کوچک و بارگذاری معمولی از تیرآهن استاندارد و برای دهانه های بزرگ و بارگذاری زیاد که تیرآهن استاندارد مقرون به صرفه نمی باشد از تیر ورق استفاده می شود.

#### ب : قالب بندی بتن سقف

قالب بندی بتن سقف مرکب به دو طریق متداول انجام می شود :

در حالت اول، قالب های چوبی یا فلزی در بین تیرچه ها نصب می شود به گونه ای که بال فوقانی تیرچه در بالای قالب قرار می گیرد و پس از بتن ریزی و طی شدن دوره مراقبت بتن، قالب ها باز شده و سطح بتن نمایان می گردد. در این حالت بال فوقانی تیرچه در داخل بتن سقف قرار می گیرد.

در حالت دوم، قالب های فلزی موج دار که غالباً به صورت ذوزنقه ای تولید می شود به صورت سرتاسری بر روی تیرچه ها نصب می گردند به گونه ای که در جهت عمود بر تیرچه ها قرار بگیرند. در این حالت قالب ها پس از بتن ریزی در جای خود باقی می مانند. در این روش بال فوقانی تیرچه در زیر قالب و خارج از بتن سقف قرار می گیرد.

#### ج : نصب برش گیرها و آرماتوربندی سقف

برای جلوگیری از حرکت افقی سقف بتنی بر روی تیرچه های فلزی و یکپارچه کردن دو قسمت سقف مرکب، برش گیرهایی بر روی تیرچه ها نصب می شود. این برش گیرها به صورت های گوناگون نظیر گل میخ های مخصوص، نبشی و یا با استفاده از انواع پروفیل های فولادی، و میلگرد اجرا می شود. برش گیرها به سطح روی بال فوقانی و با

فواصل مساوی با استفاده از جوش نصب می‌شود. پس از نصب برش گیرها، میلگردهای لازم خمشی و حرارتی که معمولاً "به صورت شبکه‌های از پیش آماده شده می‌باشد بر روی سقف جای می‌گیرد.

#### د - بتن ریزی

پس از میلگرد گذاری، بتن ریزی سقف انجام شده و ویبره و تسطیح می‌شود. ضخامت سقف بتنی براساس فاصله تیرچه‌ها و میزان بارگذاری تعیین می‌گردد. در هر صورت ضخامت سقف از ۸ سانتیمتر کمتر نخواهد بود.

- شرایط محیطی مناسب برای عملیات اجرایی و بتن ریزی مطابق مشخصات فنی عمومی ساختمان (کارهای فلزی و بتن ریزی) می‌باشد.

#### ۶ - ۱ - ۲ اتصالات سقف مرکب

- اتصال تیرچه‌ها با اسکلت اصلی ساختمان از طریق تیرها و کلاف‌های فلزی و با استفاده از جوش کاری یا پیچ و مهره انجام می‌پذیرد. این اتصال باید به گونه‌ای باشد که در برابر حرکت سقف بر اثر نیروهای وارده به ویژه نیروهای افقی مقاومت کافی داشته باشد.

#### ۶ - ۲ مشخصات مصالح ساختمانی مورد استفاده در اجرای سقف مرکب

#### ۶ - ۲ - ۱ انواع مصالح ساختمانی

سقف مرکب از فرآورده‌های ساختمانی به شرح زیر تشکیل می‌شود :

#### الف : تیرچه‌های فولادی

این تیرچه‌ها از تیرآهن‌های استاندارد و یا تیر ورق ساخته می‌شود.

#### ب : ورق فلزی موجدار

در صورتی که قالب بر روی تیرچه بسته شود از ورق فلزی موج دار با مقطع ذوزنقه‌ای استفاده می‌شود. در این حالت ورق باید از نوع فلز زنگ نزن باشد.

ج : گل میخ‌های مخصوص، نبشی، یا انواع پروفیل و میلگرد مطابق طرح برای اجرای برش گیرها.

د : میلگرد برای سقف.

ه : بتن

### ۶ - ۲ - ۲ ویژگی های مصالح

- بتن مورد استفاده مطابق مشخصات فنی عمومی ساختمان و با عیار ۳۵۰ کیلوگرم سیمان در مترمکعب بتن می باشد.
- میلگردهای سقف از انواع استاندارد و غالباً به صورت شبکه پیش ساخته می باشد.
- تیرچه های فولادی معمولاً از نوع فولاد ST 37 بوده و در برخی موارد نیز از نوع ST 50 استفاده می شود.
- برش گیرهای مورد استفاده باید از نوع فولاد مشابه تیرچه ها باشد.

### ۶ - ۲ - ۳ میزان عملیات درکارگاه

- تیرچه های فولادی در صورتی که از تیرآهن های استاندارد تهیه شود به غیر از برش و اندازه کردن برای دهانه مورد نظر نیاز به عملیات دیگری در محل کارگاه ندارد. تیر ورق ها نیز غالباً در کارگاه های ویژه تولید و به محل اجرا حمل می شود.
- نصب برش گیرها غالباً در کارگاه صورت می پذیرد و در صورت استفاده از پروفیل های فولادی تنها عملیات برش و اندازه کردن آنها در کارگاه صورت می پذیرد.
- میلگردهای سقف غالباً از نوع شبکه های از پیش ساخته می باشد و در محل کارگاه کار خاصی روی آنها انجام نمی پذیرد.
- برای بتن ریزی سقف غالباً بتن آماده که مطابق مشخصات فنی درکارخانه تولید شده مورد استفاده قرار می گیرد این بتن پس از ریختن و ویبره کردن، مورد مراقبت های لازم در دوران گیرایی قرار می گیرد.

### ۶ - ۲ - ۴ وضعیت موجود مصالح ساختمانی

درحال حاضر تمامی اجزاء اصلی مورد استفاده دراین سقف به مقیاس وسیع در داخل کشور تولید می شود، مانند تیرآهن استاندارد، ورق برای تولید تیروورق، میلگرد و کلیه اجزاء بتن اما بعضی از ورق های زنگ نزن از خارج کشور تأمین می شود، که در صورت استفاده از قالب های

بازشونده نیازی به آنها نخواهد بود.

در مورد بتن مهمترین مسئله کنترل کیفیت است که نیاز به نظارت کامل از ابتدای آماده سازی مصالح جزء تا تهیه مخلوط بتن و بهره برداری از آن دارد.

### ۶ - ۲ - ۵ میزان مصرف مصالح

میزان مصرف مصالح ساختمانی در سقف های مرکب با محاسبات سازه ای و نوع مصالح مورد استفاده در ارتباط است. از این رو نمی توان ارقام دقیق برای مصالح مورد نیاز ارائه کرد. جدول ۶-۱ میزان تقریبی مصالح مورد استفاده را برای یک مترمربع سقف مرکب مشخص می نماید.

میزان مصرف تقریبی مصالح ساختمانی برای یک مترمربع سقف مرکب

جدول ۶ - ۱

بتن (مترمکعب)	انواع پروفیل برای برش گیرها (کیلوگرم)	میلگرد سقف (کیلوگرم)	ورق زنگ نزن برای قالب (مترمربع)	فولاد تیرچه ها (کیلوگرم)
۰/۰۹~۰/۱	۰/۲~۰/۳	۴~۵	۱/۲	۱۲~۱۴

### ۶ - ۳ - ۳ مهارت های انسانی در سطوح مختلف برای اجرای سقف مرکب

#### ۶ - ۳ - ۱ انواع مهارت ها

با وجود آنکه تعریف رسمی و دقیق از انواع مهارت های مورد نیاز برای اجرای سقف مرکب وجود ندارد، اما آنچه که مسلم است، استفاده از کارگران ماهر و متخصص در اجرای این سقف ضروری است.

بطور کلی طبق تجربیات به دست آمده مهارت های مورد نیاز برای مراحل مختلف کار به شرح

زیر است :

- جوشکار ماهر و شاگرد جوشکار ماهر

- قالب بند

- بتن کار ماهر و شاگرد بتن کار



### ۶ - ۳ - ۲ میزان نیاز به مهارت های انسانی

بررسی های مدون و رسمی در مورد میزان نیاز به مهارت های انسانی برای این منظور تاکنون صورت پذیرفته است، اما براساس تجربیات به دست آمده میزان نیاز به نیروی انسانی برای یک مترمربع سقف مطابق جدول ۶-۲ می باشد.

میزان نیاز به نیروی تخصصی برای اجرای یک مترمربع سقف مرکب (نفرساعت)

جدول ۶ - ۲

کارگر ساده	شاگرد بتن کار	بتن کارماهر	قالب بند	شاگردجوشکارماهر	جوشکارماهر
۰/۴۲	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۳~۰/۳۵	۰/۴~۰/۵	۰/۲~۰/۳

### ۶ - ۴ کاربرد ابزار و ماشین آلات درکارگاه

از مهمترین خصوصیات اجرای سقف های مرکب، لزوم کاربرد ابزار مختلف و همچنین ماشین آلات کارگاهی است. اهم ابزار و ماشین آلاتی که باید در اجرای این سقف مورد استفاده قرار گیرد به شرح زیر است.

- ابزارهایی از قبیل تراز، شاقول، یا دوربین برای پیاده کردن نقشه و نصب دقیق قطعات.
- دستگاه های برش و جوش فولاد برای نصب تیرچه ها و اتصال برش گیرها.
- دامپر، بالابر، کامیون برای حمل مصالح ساختمانی.
- شمع و امکانات قالب بندی (در صورتی که از قالب بازشونده استفاده شود).
- پمپ بتن، ویبراتور و تسمه های تسطیح برای پخش و عمل آوردن بتن.

### ۶ - ۵ سرعت اجرای سقف مرکب

سرعت اجرا بستگی به میزان و مهارت نیروی انسانی و نوع ماشین آلات دارد، اما به طور متوسط می توان با ۲ نفر جوشکار ماهر، یک نفر بتن کار و دو نفر قالب بند، مقدار ۳۰-۳۵ مترمربع سقف مرکب را در یک روز اجرا نمود. در صورتی که برای قالب بندی از ورق های یکسره موج دار استفاده گردد این مقدار به ۷۰ مترمربع در روز خواهد رسید. ملاحظه می شود که استفاده از شیوه های صنعتی شده می تواند به میزان قابل توجهی بر سرعت کار بیفزاید.

## ۶ - ۶ دقت و فرهنگ اجرای سقف مرکب

با توجه به آنکه اندازه‌های اجزاء تشکیل دهنده سقف مرکب به صورتی مشخص از پیش تعیین شده و اغلب قطعات به صورت آماده به محل حمل می‌گردد و با در نظر گرفتن استفاده از نیروهای ماهر و آموزش دیده می‌توان چنین نتیجه گرفت که میزان دقت و فرهنگ اجرای سقف باید بیشتر از سایر شیوه‌های اجرای سقف مورد توجه باشد.

هرچه اجزاء سقف فرآوری کمتری درکارگاه داشته و به صورت از پیش ساخته به محل حمل گردد دقت اجرا افزایش می‌یابد. در چنین شیوه اجرا حاصل کار گروه‌های مختلف اجرایی از مشابهت قابل توجهی برخوردار است و در صورت رعایت موازین نظارت فنی، نتیجه کار یکنواخت و هماهنگ خواهد بود.

## ۶ - ۷ پایایی و استحکام سقف مرکب

در صورت رعایت نکات فنی در اجرای سقف‌های مرکب، یکپارچگی قابل توجه و رفتار بسیار خوبی در برابر نیروهای وارده به ویژه نیروهای حاصل از زلزله دارد. عمر مفید سقف مرکب به دلیل کاربرد تیرهای فولادی مشابه اسکلت فلزی است به گونه‌ای که در شرایط آب و هوایی خشک و معتدل دوام بیشتری دارد و در آب و هوای گرم و مرطوب دوام آن تا حدودی کاهش می‌یابد.

## ۷ - تکنولوژی اجرای دیوارهای سبک مرکب<sup>۱</sup>

دیوارهای سبک مرکب با ترکیبی از اعضاء فلزی نگهدارنده، تخته‌های ساختمان<sup>۲</sup> و انواع عایق‌های صوتی و حرارتی، اگر چه در کشورهای پیشرفته از سابقه‌ای طولانی برخوردار است، اما از ظهور این شیوه اجرای دیوار در ایران زمان زیادی نمی‌گذرد. از این رو تاکنون مقررات و ضوابط اجرایی و اصول فنی و تکنیکی آن مورد توجه کامل قرار نگرفته و اطلاعات دست اندرکاران ساخت و ساز در این باره محدود است. در این بخش سعی خواهد شد ضمن معرفی خصوصیات تکنولوژیک این نوع دیوار، نکات فنی مربوط به اجرای اصولی آن نیز ارائه شود.

### ۷ - ۱ مقررات و ضوابط اجرا

#### ۷ - ۱ - ۱ جزئیات اجرای دیوارهای سبک مرکب

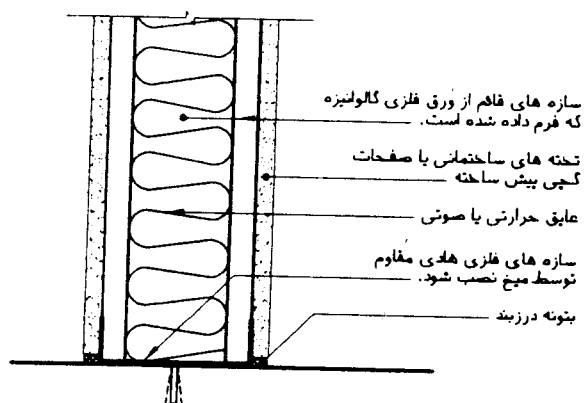
- از دیوارهای سبک مرکب غالباً<sup>۳</sup> به عنوان دیوار جدا کننده استفاده می‌شود. اما با رعایت اصول فنی و تغییر در مشخصات نگهدارنده‌ها براساس محاسبات سازه‌ای، می‌توان از آنها به عنوان دیوار باربر نیز استفاده نمود.
- کلیه نقشه‌های اجرایی شامل جزئیات سازه‌ای، معماری و تأسیسات باید به گونه‌ای هماهنگ با یکدیگر تهیه شود.
- مشخصات فنی دیوار از نقطه نظر ویژگی‌های اجرا تشکیل دهنده از جمله نگهدارنده‌های افقی و قائم، تخته‌های ساختمانی مورد استفاده و عایق‌ها، نسبت به انتظارات کارفرما و مقررات موجود در زمینه‌های ایستایی، انتقال حرارت و صدا تعیین شود.
- نصب اجزا دیوار از جمله فاصله نگهدارنده‌ها باید از نظامی یکنواخت و متقارن برخوردار باشد.
- ابعاد دیوارها و روکش آنها تا حد امکان باید به گونه‌ای انتخاب شود که کمترین میزان برش و اندازه کردن در کارگاه مورد نیاز باشد.
- مصالح مورد استفاده به ویژه نگهدارنده‌ها، روکش‌ها و عایق باید قبلاً<sup>۴</sup> به تأیید کارشناس مسئول رسیده باشد، و شرایط خصوصی کاربرد مصالح منتخب باید در هنگام اجرا رعایت شود.

---

1 - Composite Dry Wall

۲ - تخته‌های ساختمانی مانند ورق‌های گچی و مشابه

- اجرای دیوار مرکب سبک در چند مرحله به شرح زیر انجام می پذیرد :
- الف - نصب نگهدارنده های افقی پائین و بالا<sup>۱</sup> به کف و سقف به گونه ای که کاملاً تراز و موازی یکدیگر باشند. این نگهدارنده ها غالباً از پروفیل ناودانی و یا چوب تشکیل می شود.
- ب - نصب نگهدارنده های قائم<sup>۲</sup> به نگهدارنده های افقی بالا و پائین به گونه ای موازی و با فواصل مساوی (در حدود ۱۰۰-۴۰۰ سانتیمتر) انجام می شود. جنس این نگهدارنده ها نیز از پروفیل ناودانی می باشد.
- ج - نصب ورق های پوششی مورد نظر در یک سمت دیوار بر روی نگهدارنده های افقی و قائم.
- د - نصب عایق حرارتی و لایه سد نفوذ صدا و هوا بنابر تشخیص طراح و کارفرما، به صورت ورقه های از پیش ساخته در فاصله مابین نگهدارنده ها.
- عملیات مربوط به نصب تأسیسات مورد نیاز در داخل دیوار نظیر سیم کشی و لوله کشی نیز در این مرحله انجام می پذیرد.
- ه - نصب تخته های ساختمانی سمت دیگر دیوار
- و - غالباً پس از نصب دیوار درزهای بین تخته های ساختمانی با درزبند مناسب پر شده و سطح دیوار با انواع پوشش مناسب نظیر کاغذ دیوار و یا رنگ اجرا می شود.
- شکل زیر نمونه ای متداول از دیوارهای مرکب سبک را نشان می دهد.



- 1 - Runner  
2 - Stud

- تخته های ساختمانی باید تا حد امکان به صورت قائم نصب شود. به گونه ای که طول آنها در جهت نگهدارنده های قائم باشد.
- در صورتی که بنا بر دلایل فنی نصب دو لایه تخته ساختمانی در هر طرف مورد نیاز باشد، ترجیحا" لایه دوم نیز باید به صورت قائم نصب شود. در غیر این صورت لایه اول به صورت قائم و لایه دوم به صورت افقی نصب خواهد گردید به گونه ای که طول آن در جهت نگهدارنده های افقی باشد.
- دیوارهای سبک مرکب را می توان در اغلب شرایط محیط به جزء در زیر باران و رطوبت زیاد نصب نمود.
- در دیوارهای سبک درز انبساط باید در فاصله حداکثر ۹ متر به وسیله نصب دو نگهدارنده قائم در کنار یکدیگر اجرا شود.

#### ۷ - ۱ - ۲ اتصالات دیوار سبک مرکب

- تمامی اتصالات اجزاء دیوار با یکدیگر از نوع خشک می باشد و به این منظور غالبا" از پرچ، جوش نقطه ای و یا پیچ استفاده می شود.
- اتصال دیوار سبک مرکب به کف و سقف از طریق نگهدارنده های افقی بالا و پائین انجام می گیرد، که معمولا" با پیچ و یا میخ های شلیکی اجرا می شود.
- در صورتی که دیوار جدا کننده به سقف کاذب ختم شود به وسیله مهاربندی لازم باید به اجزاء اصلی سقف متصل شود.
- فاصله پیچ ها و پرچ ها براساس محاسبات سازه ای و مشخصات اجزاء دیوار تعیین می شود. این فاصله به طور متوسط ۳۰ سانتیمتر است.

#### ۷ - ۲ مشخصات مصالح ساختمانی مورد استفاده

#### ۷ - ۲ - ۱ انواع مصالح ساختمانی

الف - نگهدارنده های قائم افقی :

این نگهدارنده ها معمولا" از پروفیل های فولادی ضد زنگ و یا چوب می باشد.

ب - تخته های ساختمانی :

برای دیوارهای سبک از انواع تخته های ساختمانی نظیر تخته های گچی، تخته های سیمانی، تخته های چوبی و یا مواد نفتی استفاده می شود. متداول ترین نوع این تخته ها در ایران تخته های گچی می باشد.

ج - عایق ها :

عایق های مورد نیاز با ضخامت های تعیین شده و غالباً از پشم شیشه، پشم سنگ، پلاستوفوم، پلی یورتان و سایر مواد مشابه تشکیل می شود. در صورت اختلاف درجه حرارت و رطوبت در خارج و داخل ساختمان و یا بین دو فضا از لایه های سد بخار استفاده می شود که معمولاً از جنس فویل آلومینیوم می باشد.

د - انواع پرچ، میخ شلیکی و پیچ

ه - نوار و بتونه درزبند

## ۷ - ۲ - ۲ ویژگی های مصالح ساختمانی

### الف - صفحات گچی

ماده اولیه صفحات گچی به صورت سنگ گچ و به حالت متبلور در طبیعت یافت می شود و با نام شیمیایی سولفات کلسیم هیدرات  $2H_2O$  و  $So_4Ca$  شناخته می شود. این ماده پس از خرد شدن و حرارت دیدن و از دست دادن سه چهارم آب موجود در ترکیب خود (عمل کالسینه شدن) بوسیله آسیاب در کارخانه به صورت گرد نرمی در می آید. همین محصول است که ماده اولیه صفحات گچی و سایر محصولات گچی می باشد.

صفحات گچی اسم عام برای کلیه محصولات است که از یک صفحه غیرقابل اشتعال گچی و غالباً با روکش محافظ کاغذ کرافت<sup>۲</sup> تشکیل شده است. این لایه محافظ که تحت شرایط کنترل شده کارخانه بر روی این صفحات پرس می شود از مقوای فشرده تهیه شده است که خاصیت کشسانی یا الاستیسیته را بالا می برد، به عبارتی صفحات گچی ورقه هایی است که از گچ با وزن

---

1 - Plaster Board

2 - Craft

مخصوص ۱۲۰۰ کیلوگرم در مترمکعب و در ضخامت و ابعاد استاندارد کارخانه تولید می شود. صفحات گچی در دو نوع تهیه می شود یکی به صورت پانل های ساده و نوع دوم به صورت پانل های با ترکیب فایبرگلاس. نوع فایبرگلاس میزان مقاومت پانل ها را در مقابل آتش مستقیم بالا می برد که مورد استفاده آنها در راهروهای فرار و پوشش های حفاظتی ستون ها و تیرهای فلزی بنا و کانال های عبور تأسیسات بین طبقات و غیره می باشد. این صفحات دارای مقاومت خمشی ۴۵ کیلوگرم بر سانتیمترمربع و مقاومت فشاری ۶۰ کیلوگرم بر سانتیمترمربع می باشد. معمولاً شیب مختصری نیز در حاشیه طولی این صفحات تعبیه می شود که عمل بتونه کاری بین درزاها و پوشانیدن روی پرچ های اتصال پانل ها را تسهیل می کند صفحات گچی معمولاً با عرض ۱/۲۰ و طول های ۲ الی ۴ متر و در صورت لزوم به طول مورد نظر ساخته می شود ضخامت این صفحات بین ۹ تا ۱۸ میلیمتر متغیر می باشد.

#### ب - نگهدارنده ها و یا سازه های سبک فلزی

سازه های سبک فلزی از جنس آهن زنگ نزن می باشد ضخامت این سازه ها براساس محاسبات از ۳/۰ میلیمتر تا ۲ میلیمتر قابل تغییر است. البته در اغلب موارد محاسبات فنی ساختمان و آئین کاربرد اندازه و ضخامت مورد لزوم را برای هر طرح تعیین می کند.

#### ۷ - ۲ - ۳ میزان عملیات درکارگاه برای فرآوری مصالح

از آنجا که اغلب اجزاء این نوع دیوار سبک پیش از حمل به کارگاه ساختمانی آماده می شود. در صورت دقیق بودن نقشه های اجرایی که امکان برش و اندازه کردن را نیز در کارخانه های تولید میسر می سازد. عملیات مورد نیاز برای فرآوری مصالح درکارگاه ساختمانی بسیار کم و ناچیز می شود.

علاوه برآن استفاده از اصول هماهنگی ابعادی در طراحی و ساخت قطعات می تواند در کاهش عملیات در کارگاه مؤثر باشد.

از آنجا که اتصال اجزاء دراین نوع دیوار به صورت خشک انجام می پذیرد مراقبت و عمل آوردن ویژه ای نیز مورد نیاز نیست.

#### ۷ - ۲ - ۴ وضعیت موجود مصالح ساختمانی

اگر چه این صنعت در داخل کشور نوپاست اما تعدادی تولید کننده در چند سال اخیر اقدام به تهیه و ارائه اجزاء مورد نیاز برای ساخت دیوارهای سبک مرکب نموده‌اند. مواد اولیه صفحات گچی با کیفیت قابل قبول در معادن ایران وجود دارد.

نگهدارنده‌ها یا سازه‌های سبک از ورق زنگ نزن تولید می‌شود که بخشی از آن خارج از کشور تأمین می‌شود.

انواع عایق حرارتی و صوتی نیز در داخل کشور تولید می‌شود که احتمالاً مقداری از مواد اولیه آنها از خارج کشور تهیه می‌شود.

#### ۷ - ۲ - ۵ میزان مصرف مصالح مختلف

اگرچه محاسبات رسمی برای میزان مصرف و ضایعات آنها در حین اجرا انجام نگرفته است اما به صورت تقریبی می‌توان مقادیر زیر را برای یک مترمربع دیوار سبک مرکب ارائه نمود.

- سازه‌های سبک فلزی : ۴ کیلوگرم

- تخته‌های ساختمانی : ۲/۲ مترمربع

- عایق : ۱/۰۵ مترمربع

#### ۷ - ۳ - ۳ مشخصات نیروی انسانی

#### ۷ - ۳ - ۱ انواع مهارت‌های انسانی

مهمترین بخش نیروی انسانی را در نصب این دیوارها کارگر ماهر آموزش دیده تشکیل می‌دهد. این کارگران باید آموزش‌های لازم را برای کلیه مراحل کار گذارنده باشند و پس از کسب تجربه کافی گواهینامه لازم برای آنان صادر شده باشد.

#### ۷ - ۳ - ۲ میزان نیاز به مهارت‌های انسانی

در شرایط کنونی محاسبه دقیق مبتنی بر میزان نیروی انسانی مورد نیاز برای نصب دیوارهای سبک در کشور صورت نگرفته است. به تقریب برای نصب هر مترمربع دیوار سبک حدود یک دوم نفر ساعت نیروی انسانی ماهر لازم است.



#### ۷ - ۴ کاربرد ابزار و ماشین آلات درکارگاه

ابزار و ماشین آلات نقش مهمی در اجرای دیوارهای سبک مرکب دارد. البته به دلیل سبک بودن اجزاء ماشین آلات سنگین مورد نیاز نیست. از مهمترین ابزار مورد استفاده در نصب باید انواع مته های برقی، تفنگ های شلیک میخ، بالابر واره های برش و تخته های ساختمانی را نام برد.

#### ۷ - ۵ سرعت اجرای دیوارهای سبک مرکب

سرعت اجرا در این شیوه بستگی زیادی به تعداد و مهارت نیروی انسانی و نوع ماشین آلات دارد. از این رو میزان مشخص و دقیقی برای آن ارایه نمی شود اما با توجه به تجربیات موجود دو نفر نیروی ماهر، در یک روز حدود ۳۰ مترمربع دیوار اجرا می کنند.

#### ۷ - ۶ دقت و فرهنگ اجرا

مطابق تجربیات به دست آمده در صورت کنترل کیفیت و ابعاد اجزاء تولید شده در کارخانه، میزان خطای اجرا در این شیوه تا حدود یک دویست و چهارم ابعاد دیوار و حداکثر یک سانتیمتر خواهد بود. بطور کلی چنین شیوه ای دقت و فرهنگ ویژه ای را طلب می نماید که از طریق آموزش و تجربه به دست می آید. علاوه بر آن هرچه اجزاء دیوار فرآوری کمتری درکارگاه داشته و به صورت از پیش ساخته با ابعاد معین و محل اجرا حمل گردد، دقت اجرا افزایش می یابد. در چنین شیوه ای میزان مطابقت اندازه دیوار با طرح، قابل پیش بینی بوده و می توان طرح های ساختمان را با دقت زیاد به انجام رساند.

#### ۷ - ۷ پایایی و استحکام

در صورت رعایت نکات فنی در اجرای دیوارهای سبک به عنوان عناصر باربر و یا جداکننده، مقاومت و پایایی قابل قبولی در برابر نیروهای وارده تأمین خواهد شد. از آنجا که نگهداری و تعمیر این نوع دیوار به سهولت امکان پذیر است، عمر مفید آنها زیاد می باشد. در حال حاضر در برخی از کشورهای پیشگام ساختمان های ساخته شده با این شیوه بیش از ۶۰ سال از عمرشان را سپری کرده اند.

عمر مفید این دیوار در برابر آب و رطوبت زیاد به مراتب کاهش می یابد.

## ۸ - جمع بندی روش های ساخت نیمه صنعتی و صنعتی

در بخش های پیش، مشخصات و مقررات اجرایی مربوط به شیوه های نیمه صنعتی و صنعتی اجرای اجزاء عناصر ساختمانی مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفت، مجموعه بررسی ها، نمایانگر برخی نکات مشترک و اصول مهمی است که در اینجا بدان اشاره می شود.

۸ - ۱ شیوه های تولید نیمه صنعتی و صنعتی در وضع کنونی طیفی وسیع از روش های بنایی بهبود یافته تا شیوه های متکی بر کاربرد اجزاء صنعتی با دانش فنی نوین را شامل می شود. در صورتی که در هر شیوه به نحوه ترکیب و ویژگی های هر یک در زمینه های نیروی انسانی، فنون اجرا، مشخصات مصالح ساختمانی کاربرد ماشین آلات و فرهنگ اجرا توجه کافی مبذول نگردد، حاصل کار از کیفیت و کمیت پیش بینی شده برخوردار نخواهد بود.

۸ - ۲ هرچه از شیوه های نیمه صنعتی به شیوه های صنعتی نزدیکتر می شویم، برنامه های از پیش تعیین شده برای هماهنگی و انتظام بخشیدن به مراحل مختلف عملیات ساختمانی از دقت و اصول علمی قوی تری برخوردار می گردد. در شیوه های صنعتی، فعالیت های نظیر نصب بازشوها و تأسیسات، اتصال اجزاء به عناصر اصلی و همچنین انتخاب مصالح ساختمانی کاملاً برنامه ریزی شده می باشد.

۸ - ۳ ابعاد و اندازه های اجزاء در شیوه های صنعتی هماهنگی کافی با یکدیگر دارند. این مسئله لزوم هماهنگی بین تولید کنندگان، طراحان و اجرا کنندگان را ضروری می سازد. این شرایط موجب کاهش ضایعات در شیوه های صنعتی می گردد.

۸ - ۴ شیوه های صنعتی ساختمان سازی قابلیت انطباق بیشتری با شرایط محیطی و ویژگی های اقلیمی از خود نشان می دهند. اما در زمینه تأمین مصالح ساختمانی (به دلیل مشخصات معین شده برای مصالح) محدودیت انتخاب بیشتری به وجود می آید. این امر موجب می شود تا در حال حاضر کاربرد این شیوه ها در تمام مناطق کشور میسر نباشد.

۸ - ۵ شیوه‌های نیمه صنعتی و صنعتی در صورت رعایت اصول طراحی مناسب، امکان ایجاد تنوع در طرح‌های مختلف را فراهم می‌آورد.

۸ - ۶ اجرای اتصالات اجزاء در شیوه‌های نیمه صنعتی و صنعتی ساختمان‌سازی از اصول فنی و مقررات اجرایی ویژه‌ای تبعیت می‌نماید. اتصالات اصولی علاوه بر تأمین ایستایی ساختمان، در سرعت و دقت اجرا نیز مؤثر است.

۸ - ۷ تولید اجزاء و قطعات مورد نیاز برای برخی از شیوه‌های صنعتی در تمام نقاط ایران امکان پذیر نیست. اگر چه با برنامه‌ریزی اصولی و تشویق تولیدکنندگان و همچنین با افزایش تقاضا به دلیل تبلیغ مزایای این شیوه‌ها می‌توان این مشکل را جبران نمود. در هر صورت انجام تحقیقات گسترده جهت حداکثر بهره‌برداری از امکانات و مواد اولیه موجود در مناطق مختلف کشور برای تولید صنعتی ساختمان بسیار ضروری است.

۸ - ۸ در روش‌های نیمه صنعتی و صنعتی ابزار مهندسی و ماشین‌آلات نقش تعیین‌کننده‌ای در اجرا دارد. در این روش‌ها میزان استفاده از نیروهای ماهر افزایش یافته و در مقابل کمیت نیروی انسانی مورد نیاز کاهش یافته است.

۸ - ۹ در این شیوه‌ها، سرعت اجرا به دلیل قابلیت نصب سریع اجزاء، مهارت نیروی انسانی و کاربرد ابزار و ماشین‌آلات افزایش یافته است در حالی که کیفیت اجرا همواره تحت کنترل می‌باشد.

۸ - ۱۰ به دلیل مشخص بودن اندازه قطعات و اجزاء، مهارت نیروی انسانی، کاربرد ابزار دقیق و برنامه‌ریزی‌های آگاهانه در روش‌های نیمه صنعتی و صنعتی، دقت اجرا بیشتر از روش‌های دستی است. بنابراین می‌توان همواره پیش‌بینی‌های لازم را پس از اجرا مشاهده نمود.



## فصل سوم - جمع بندی و نتیجه گیری از انواع روش های ساخت

### ۱ - کلیات

در دو فصل گذشته، مشخصات و روش های اجرایی در انواع شیوه های ساخت در کشور، در طیفی وسیع از شیوه های دستی تا صنعتی مورد بررسی قرار گرفت. اکنون ضمن ارائه خلاصه ای از مجموع مطالب عنوان شده، یک جمع بندی عمومی از مقایسه شیوه های مختلف ارائه می شود. باید توجه داشت که حتی پیشرفته ترین شیوه های صنعتی ساختمان سازی متعلق به سایر کشورها را نمی توان بدون دقت و بررسی کافی و تطبیق با امکانات و محدودیت های موجود برای بهبود و ساماندهی ساخت و ساز در نقطه ای دیگر پیشنهاد نمود. علاوه بر آن شرایط تأمین مصالح و نیروی انسانی کارآمد، فرهنگ اجرا و امکان استفاده از ماشین آلات نه تنها در نقاط مختلف کشور بلکه در دوره های زمانی مختلف، به ویژه تحت تاثیر مسایل اقتصادی با تغییرات قابل توجهی روبرو می گردد. از این رو از میان روش های موجود و متداول در کشور نیز نمی توان همواره یک شیوه را در هر منطقه توصیه نمود زیرا در صورت انتخاب نادرست، اگرچه ایستایی، دوام و سرعت و دقت اجرا در شیوه انتخاب شده، به صورت نظری تأمین شده باشد. اما در عمل به دلیل غیراقتصادی بودن و یا عدم وجود امکانات کافی به مراتب از کیفیت کار کاسته شده و پیش بینی ها نادرست خواهد بود. از این رو در این فصل تلاش می شود عوامل مؤثر در انتخاب مد نظر قرار گیرد.

### ۲ - خلاصه مباحث

۲ - ۱ مطالعه شیوه های ساخت و تکنولوژی اجرا باید از جنبه های مختلف انجام گردد. در واقع تعریف یک تکنولوژی معین، حاصل تشریح عوامل متفاوتی از جمله دانش اجرا و اصول فنی، مشخصات مصالح ساختمانی، ویژگی های نیروی انسانی، کاربرد ابزار و ماشین آلات، دقت و

فرهنگ اجرا، سرعت عملیات و نهایتاً " دوام و پایداری در شرایط مختلف محیطی است.

۲ - ۲ در حال حاضر شیوه‌های ساختمان‌سازی در کشور طیفی وسیع شامل روش‌های دستی و سنتی تا نیمه صنعتی و صنعتی را دربرمی‌گیرد.

۲ - ۳ در شیوه‌های دستی و سنتی موجود با سه گرایش مختلف روبرو هستیم :

الف : گرایش اول ، روش‌های بنایی کاملاً" دستی با استفاده از روش‌های قدیمی و محلی است که با توجه به کاهش کارآیی در تولید انبوه، نازل بودن بازده اقتصادی در سطح کلان و امکانات محدود آنها در رویارویی با شرایط اجتماعی و اقتصادی امروز از هیچگونه رشدی برخوردار نبوده و به مرور منسوخ می‌گردد، نظیر ساختمان‌های خشتی و گلی که به دلایل متعدد، به ویژه پائین بودن دقت اجرا و عدم امکان اجرای انبوه و در نتیجه عدم قابلیت تیپ شدن در این ضوابط به صورت گسترده مورد بررسی قرار نگرفته است.

ب : گرایش دوم ، روش‌های بنایی نوین با استفاده از مصالح ساختمانی نیمه صنعتی است. در این روش‌ها نظیر ساختمان‌های آجری و آجری توأم با آهن اگر چه هنوز تکیه بر اجرای اجزاء و عناصر ساختمانی به صورت درجا و با توجه به شرایط مقطعی است، اما امکان ارائه اصول فنی و جزئیات تیپ وجود داشته و می‌توان در برخی مناطق کشور آنها را تقویت نمود.

ج : گرایش سوم روش‌های اسکلت‌سازی است که اگر چه از مصالح و اجزاء ساختمانی نیمه صنعتی بهره می‌گیرد اما هنوز تابع نظام فکری اجرای دستی ساختمان می‌باشد. این روش‌ها می‌تواند به مرور تحول یافته و با تیپ شدن اجزاء و اتصالات و همچنین ارائه مقررات فنی به صورت اجرای نیمه صنعتی مورد استفاده قرار گیرد.

۲ - ۴ شیوه‌های نیمه صنعتی را نباید از روند تحول و بهبود برخی روش‌های دستی مجزا دانست. در واقع شیوه‌های نیمه صنعتی حاصل ارتقاء کیفی اصول فنی و مقررات ساختمانی در شیوه‌های دستی است که با ارتقاء سطح دانش فنی موجود و آموزش نیروی انسانی، کاربرد بیشتر

ماشین آلات و جایگزین نمودن نصب برخی قطعات و اجزاء به جای اجزای درجا حاصل می آید.

۲ - ۵ شیوه های صنعتی که بتدریج سهمی از ساختمان سازی را در کشور به خود اختصاص می دهد، با تفاوت های قابل توجهی با شیوه های دستی شکل گرفته است. مهمترین ویژگی هایی که موجب این تفاوت ها است :

- توسعه دانش فنی در قالب تدوین مقررات و مشخصات فنی
- تولید انبوه و صنعتی فرآورده های ساختمانی
- ضرورت بکارگیری نیروهای ماهر
- جاگزینی روش های مختلف نصب بجای سیستم درجا
- کاربرد ابزار و ماشین آلات
- بکارگیری دانش برنامه ریزی

۳ - مقایسه تکنولوژی ها در نظام ساختمان سازی متعارف کشور  
در این بخش کوشش شده است با مقایسه انواع تکنولوژی های ساختمان سازی متعارف در کشور تحت سرفصل های مشخص که حاصل از تعریف تکنولوژی است. عوامل مؤثر در تصمیم گیری برای انتخاب تکنولوژی مد نظر قرار گیرد.

۳ - ۱ شیوه های اجرا، دانش فنی و مهارت های انسانی  
شیوه های دستی ساختمان سازی در اغلب مناطق کشور توسط عوامل اجرایی محلی به کارگرفته می شود. این شیوه ها به اندازه ای رواج یافته است که بیشترین جمعیت با کمترین تجربه به نیروهای اجرایی ساختمان می پیوندند. این پیوستن، به سبب سادگی و سهولت اجرا با کمترین دانش فنی، بوجود نیامده است، بلکه دلیل آنرا باید در نبود مقررات اجرایی رسمی و ضعیف بودن شیوه های نظارت و کنترل ساختمان دانست. بنابراین اگرچه ظاهراً نیروی انسانی کافی برای اجرای ساختمان با روش های دستی در نقاط مختلف کشور وجود دارد، اما در صورت ارتقاء سطح انتظارات در مورد کیفیت ساختمان تنها بخشی از افراد دست اندر کار قادر به ادامه فعالیت در این زمینه خواهند بود و ضرورت آموزش مهارت های مختلف در این شیوه نمایان می گردد. در برابر آن، کاربرد دانش فنی

آن، کاربرد دانش فنی جدید و لزوم استفاده از نیروی انسانی ماهر در شیوه‌های صنعتی از مهمترین ضروریات محسوب می‌شود. بنابراین تصمیم‌گیری درمورد انتخاب یک شیوه معین در هر مقطع زمانی و در هر منطقه مشخص وابستگی غیرقابل انکاری با سطح انتظارات ملی و محلی در مورد کیفیت ساختمان‌سازی در آن منطقه، حساسیت منطقه از نظر شرایط محیطی نظیر خطر بروز سوانحی از جمله زلزله و سیل و میزان ضرورت سرمایه‌گذاری در انتقال دانش فنی و آموزش نیروی انسانی دارد.

باید توجه داشت که استفاده از نیروهای انسانی محلی از دوجنبه اهمیت دارد. از یک سو استفاده از آنها موجب باروری اقتصاد منطقه می‌گردد و از سوی دیگر امکان ترمیم اشتباهات، نگهداری و تعمیر و ایجاد تغییرات بعدی را فراهم می‌سازد. از این رو تا حد امکان باید از انتقال نیروی انسانی به محل و انتخاب شیوه‌ای که مستلزم این انتقال باشد پرهیز نمود.

### ۳ - ۲ مصالح و فرآورده‌های ساختمانی

انتخاب مصالح و فرآورده‌های ساختمانی باید در خدمت تکنولوژی مورد نظر و با در نظر گرفتن مقتضیات ملی و محلی باشد. چه در صورت انتخاب ناآگاهانه آنها، امکان افزایش هزینه‌های ساختمانی و کاهش سرعت اجرا و در نتیجه بازدهی کم سرمایه وجود خواهد داشت. از سوی دیگر انتخاب تکنولوژی مناسب برای هر منطقه نیز در هر مقطع زمانی تابع امکانات تأمین مصالح و فرآورده‌های ساختمانی متناسب با آن است.

در این رابطه امکان تأمین مواد اولیه برای تولید مصالح، امکان تأمین و حمل مصالح از نقاط مختلف با در نظر داشتن هزینه‌های تهیه و انتقال و مطالعه برای جایگزین نمودن مصالح محلی به جای مصالح متداول در شیوه مورد نظر از مهمترین زمینه‌هایی هستند که باید مورد بررسی قرار گیرد. علاوه بر آن متناسب بودن مصالح مورد نظر با شرایط محیطی از نقطه نظر هماهنگی با اقلیم، مقاومت و دوام نیز باید مد نظر باشد.

### ۳ - ۳ ابزار و ماشین‌آلات

کاربرد ابزار و ماشین‌آلات مهندسی و دقیق در کلیه عملیات ساختمانی و در تمام مناطق توصیه می‌شود. اما باید به مسایل اقتصادی و امکانات محلی نیز باید توجه داشت. انتخاب



تکنولوژی ساختی که نیاز به ابزار مهندسی ویژه‌ای دارد و یا کاربرد ماشین‌آلات سنگین برای اجرای آن ضروریست در شرایطی که دانش کاربرد ابزار و ماشین‌آلات یاد شده در محل وجود ندارد و یا هزینه‌های تهیه و حمل آنها به محل از حدود پیش‌بینی شده با توجه به ضرورت‌های محلی بیشتر است، نمی‌تواند انتخابی مناسب باشد. در چنین شرایطی انتخاب روش‌های ساخت دستی و نیمه صنعتی بهبود یافته که با ابزار و ماشین‌آلات محدود سروکار دارد، می‌تواند مؤثر باشد.

### ۳ - ۴ دقت و فرهنگ اجرا

دقت اجرا علاوه بر آنکه تابع شیوه اجرا، نوع و مشخصات مصالح و فرآورده‌های مورد استفاده، مهارت نیروی انسانی و کاربرد ابزار و ماشین‌آلات است، تحت تأثیر فرهنگ کار، شدت کنترل و نظارت ساختمانی می‌باشد.

میزان حساسیت دستگاه نظارت به دقت اجرا نیز تابع درجه اهمیت ساختمان و شرایط اقتصادی و فنی و محلی است. باید توجه داشت انتخاب تکنولوژی معین که نیاز به فرهنگ اجرایی بالا و دقت زیاد اجرایی دارد در منطقه‌ای که امکانات انسانی و ماشین‌آلات کافی در اختیار نبوده و یا فرهنگ عمومی ساختمان سازی در سطح نازل‌تری است، نتیجه مورد انتظار را تأمین نخواهد نمود مگر آنکه آموزش‌های کافی و تقویت دستگاه نظارت با در نظر گرفتن شرایط اقتصادی و امکانات محلی در برنامه پیش از شروع عملیات ساختمانی مد نظر قرار گرفته باشد.

### ۳ - ۵ سرعت اجرا

این مسئله نیز در ارتباط مستقیم با مسائل اقتصادی قرار دارد. اگر چه سرعت اجرا در برخی از شیوه‌ها به مراتب بیشتر از سایر روش‌ها است اما باید اهمیت این موضوع را با توجه به شرایط مقطعی در نظر داشت. در صورت سرمایه‌گذاری انبوه مشخص و به منظور سوددهی بیشتر، سرعت ساختمان‌سازی اهمیت قابل توجهی خواهد داشت اما در غیراینصورت لازم است بررسی دقیق‌تری بر روی این عامل و میزان تأثیر آن در انتخاب شیوه مطلوب انجام گردد.

### ۳ - ۶ استحکام و پایایی

در انتخاب تکنولوژی از نقطه نظر استحکام و پایایی دو نکته حایز اهمیت است:

## الف - استحکام در برابر نیروهای وارده و سوانح طبیعی

مناطق مختلف کشور از نقطه نظر خطر بروز سوانحی نظیر زلزله و سیل در شرایط یکسانی قرار ندارد، در نتیجه اهمیت استحکام ساختمان در برابر این نیروها در مناطق مختلف متفاوت است. بنابراین میزان دخالت این ویژگی در انتخاب یک تکنولوژی معین بستگی به مطالعه و بررسی شرایط محل از این جنبه دارد. از این رو توجه به مقررات و ضوابط ملی برای انتخاب تکنولوژی از این نقطه نظر از اهمیت بسزایی برخوردار است.

## ب - پایایی و دوام در برابر شرایط محیطی

هر شیوه ساختمانی با توجه به نوع مصالح مورد استفاده، میزان در معرض بودن آنها در برابر شرایط محیطی، همجواری با سایر اجزاء و مصالح ساختمانی و همچنین نحوه استفاده و مدیریت نگهداری، ویژگی‌های معینی از نظر عمر مفید و دوام از خود بروز می‌دهد. در یک جمع‌بندی کلی دوام و عمر مفید اغلب ساختمان‌ها در مناطق خشک و معتدل بیشتر از مناطق گرم مرطوب و یا دارای بخارهای شیمیایی است، اما دامنه تغییر عمر مفید برای سیستم‌های مختلف، متفاوت می‌باشد.

البته، پایایی و دوام بنا با شرایط اقتصادی و انتظارات ناشی از اهمیت بنا نیز ارتباط دارد، به گونه‌ای که اگر دوام مورد انتظار کم باشد و هزینه‌های اجرا با شیوه‌های متناسب با این دوام کاهش پیدا کند، ساختمان ارزش اقتصادی و فنی لازم را دارا خواهد بود.

## منابع

- ۱ - معین فر، علی اکبر، زلزله و ساختمانهای مسکونی کوچک ، سازمان برنامه و بودجه
- ۲ - ماهرالنقش، محمود، اصول فنی ساختمان، تهران، مولف، ۶۶
- ۳ - کباری، سیاوش، "اجزاء ساختمان و ساختمان" تهران، انتشارات قائم ۱۳۷۱
- ۴ - شرکت تولیدی و صنعتی آجرخانه، صنعت آجر در ایران امکانات، مشکلات و تنگناها، تهران، بانک صنعت و معدن ۱۳۶۸
- ۵ - دفتر نظامات مهندسی، مقررات ملی ساختمان، مصالح و فرآورده های ساختمانی چاپ دوم، تهران، واحد شهرسازی و معماری وزارت مسکن و شهرسازی ۱۳۷۱
- ۶ - افشاری نژاد، عیسی، توصیه نامه - طراحی سازه های امن، تهران، واحد فنی و اجرایی و جنگ دفتر سازه های امن، کتاب شماره ۱۲، مهر ۱۳۶۷
- ۷ - مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، پیش نویس آئین نامه صدابندی در ساختمانها، نشریه شماره ۱۳۶، ۱۳۷۱
- ۸ - دفتر تحقیقات و معیارهای فنی، جزئیات معماری ساختمانهای آجری، تهران، نشریه شماره ۹۲ سازمان برنامه و بودجه، تیر ۱۳۶۳
- ۹ - دفتر فنی سازمان برنامه، تجزیه قیمت‌های کارهای ساختمانی و راهسازی، تهران نشریه شماره ۲۲ سازمان برنامه، مهر ۱۳۴۸
- ۱۰ - استاندارد شماره ۷ موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران
- ۱۱ - عادل، حجت اله، ساختمانهای کوچک در مناطق زلزله خیز، تهران، ۱۳۶۲
- ۱۲ - تابش، حسن، تاثیر تورم و استهلاک بر قیمت گذاری ساختمانها، تهران مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن نشریه ۳۴، ۱۳۵۹
- ۱۳ - اردهالی، علی، صنعت آجرسازی در ایران، تهران، کمیته صنایع معدنی غیرفلزی، آبان ۱۳۴۵
- ۱۴ - قاسم زاده، مسعود، ارزیابی کیفیت و کمیت تولید مصالح ساختمانی موجود، تهران، مرکز مطالعات مقابله با سوانح طبیعی، مهر ۱۳۷۲
- ۱۵ - سازمان برنامه و بودجه، نشریه شماره ۵۵، مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمان
- ۱۶ - کباری، سیاوش، مصالح شناسی، تهران، انتشارات قائم، ۱۳۷۱

- ۱۷ - فامیلی، علی اکبر، مصالح شناسی ساختمان و تکنولوژی مواد، تهران، تیر ۱۳۶۰
- ۱۸ - بری رابین، ساختمان سازی، اردشیر اطمیابی، انتشارات مترجم، تهران ۱۳۷۱
- ۱۹ - دفتر نظامات مهندسی، مقررات ملی ساختمان ایران، صرفه جویی در مصرف انرژی، تهران، واحد شهرسازی و معماری وزارت مسکن و شهرسازی، ۱۳۷۱
- ۲۰ - دفتر تحقیقات و معیارهای فنی، دیوارهای سنگی، نشریه شماره ۹۰، سازمان برنامه و بودجه، چاپ ۱۳۷۲
- ۲۱ - موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، استانداردهای شماره ۱۹۰۱ - ۱۹۰۳ - ۶۱۸
- ۲۲ - احمدی و ستاری - جزئیات ساختمانی خاکبرداری - پی ها، دانشکده معماری دانشگاه شهید بهشتی، تهران، سال ۶۵ - ۱۳۶۴
- ۲۳ - مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، مجموعه گونه شناسی های مسکن روستایی
- ۲۴ - حامی، احمد، مصالح ساختمانی، تهران، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۶۹
- ۲۶ - مرکز مطالعات مقابله با سوانح طبیعی، ارزیابی کیفیت و کمیت مصالح ساختمانی موجود، تهران، مهر، ۱۳۷۲
- ۲۷ - دفتر تحقیقات و معیارهای فنی، بلوک بتنی و کاربرد آن در دیوار، نشریه شماره ۱۰۰، چاپ دوم، سازمان برنامه و بودجه ۱۳۷۲
- ۲۸ - مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، آئین نامه طرح ساختمان های در برابر زلزله، شماره استاندارد ۲۸۰۰، بهمن ۱۳۶۶
- ۲۹ - موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، نشریه شماره ۳۰۲ ایران
- ۳۰ - موسسه استاندارد تحقیقات صنعتی ایران، نشریه شماره ۳۰۰ ایران
- ۳۱ - موسسه استاندارد تحقیقات صنعتی ایران، نشریه شماره ۳۸۹ تا ۳۹۴
- ۳۲ - موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، نشریه شماره ۲۹۹ ایران
- ۳۳ - موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، بلوک بتنی، نشریه شماره ۷۰
- ۳۴ - تجزیه بهای کارهای ساختمانی : سندیکای شرکت های ساختمانی ۱۳۷۱
- ۳۶ - ر، چادلی، تکنولوژی ساختمان، اردشیر اطمیابی، انتشارات مترجم، تهران، مهرماه ۱۳۷۲
- ۳۷ - موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، پنجره های فلزی، نشریه شماره ۷۵۶
- ۳۸ - موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی، آجر موزائیک، نشریه ۷۵۵

- ۳۹ - موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی، شن برای بتن و بتن مسلح، نشریه ۳۰۲۱
- ۴۰ - موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی با سیمان پرتلند، نشریه شماره ۳۴۹ تا ۳۸۹
- ۴۱ - موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی، مصالح سنگی برای بتن، نشریه شماره ۳۰۰
- ۴۲ - وزارت صنایع، فهرست نام و نشانی واحدهای تولید کننده محصولات صنایع کانی غیرفلزی،  
وزارت صنایع و معادن، تهران، ۱۳۶۶
- ۴۳ - معاونت فنی دفتر تحقیقات و معیارهای فنی، راهنمای اجرای سقف تیرچه و بلوک، نشریه  
شماره ۸۲، انتشارات سازمان برنامه و بودجه، چاپ دوم، تهران ۱۳۷۱
- ۴۴ - صادقی ، علی ، سیستم دیوارهای سبک - Dry Wall ، شرکت روکش گچ ایران



## مصالح ساختمانی و ضوابط کاربرد آن





## فهرست مطالب

شماره صفحه	عنوان
	مقدمه
۱-۳	فصل اول - ضوابط کاربرد مصالح ساختمانی پایه
۲-۳	۱ - آجر
۳-۳	۱-۱ کلیات
۳-۳	۱-۱-۱ آجر و نقش آن در صنعت ساختمان
۳-۳	۲-۱-۱ ویژگی های فیزیکی، مکانیکی و شیمیایی انواع آجر
۸-۳	۲-۱ ضوابط کاربرد آجر در ساختمان
۸-۳	۱-۲-۱ ملاحظات اقلیمی
۱۳-۳	۲-۲-۱ ملاحظات زیست محیطی
۱۵-۳	۳-۲-۱ ملاحظات تکنولوژیکی
۱۵-۳	۴-۲-۱ ملاحظات مکانی
۱۶-۳	۵-۲-۱ توصیه های کلی
۱۹-۳	۲ - سنگ
۱۹-۳	۱-۲ کلیات
۱۹-۳	۱-۱-۲ سنگ و نقش آن در صنعت ساختمان
۲۰-۳	۲-۱-۲ ویژگی فیزیکی، مکانیکی و شیمیایی انواع سنگ
۲۶-۳	۲-۲ مقررات کاربرد سنگ در ساختمان
۲۶-۳	۱-۲-۲ ملاحظات اقلیمی
۲۹-۳	۲-۲-۲ ملاحظات زیست محیطی
۳۰-۳	۳-۲-۲ ملاحظات تکنولوژیکی
۳۳-۳	۴-۲-۲ ملاحظات مکانی

## فهرست مطالب

شماره صفحه	عنوان
۳۹-۳	۳ - بلوک بتنی
۳۹-۳	۱-۳ کلیات
۳۹-۳	۱-۱-۳ بلوک بتنی و نقش آن در صنعت ساختمان
۳۹-۳	۲-۱-۳ ویژگیهای فیزیکی ، مکانیکی و شیمیایی
۴۱-۳	۲-۳ مقررات کاربرد بلوک بتنی در ساختمان
۴۱-۳	۱-۲-۳ ملاحظات اقلیمی
۴۲-۳	۲-۲-۳ ملاحظات زیست محیطی
۴۳-۳	۳-۲-۳ ملاحظات تکنولوژیکی
۴۴-۳	۴-۲-۳ ملاحظات مکانی
۴۵-۳	۵-۲-۳ توصیه های کلی
۴۷-۳	۴ - عایق های رطوبتی
۴۷-۳	۱-۴ کلیات
۴۷-۳	۱-۱-۴ عایق رطوبتی و نقش آن در صنعت ساختمان
۴۷-۳	۲-۱-۴ ویژگی های فیزیکی، مکانیکی و شیمیایی
۵۲-۳	۲-۴ مقررات کاربرد عایق های رطوبتی
۵۲-۳	۱-۲-۴ ملاحظات اقلیمی
۵۴-۳	۲-۲-۴ ملاحظات زیست محیطی
۵۵-۳	۳-۲-۴ ملاحظات تکنولوژیکی
۵۶-۳	۴-۲-۴ ملاحظات مکانی
۶۱-۳	۵-۲-۴ توصیه های کلی
۶۳-۳	۵ - ملات ها و اندودها
۶۳-۳	۱-۵ کلیات

## فهرست مطالب

شماره صفحه	عنوان
۶۳-۳	۱-۱-۵ ملات ها و اندودها و نقش آن در صنعت ساختمان
۶۳-۳	۲-۱-۵ ویژگی های فیزیکی، مکانیکی و شیمیایی ملات ها
۶۴-۳	۲-۵ مقررات کاربرد
۶۴-۳	۱-۲-۵ ملاحظات اقلیمی
۶۷-۳	۲-۲-۵ ملاحظات زیست محیطی
۶۷-۳	۳-۲-۵ ملاحظات تکنولوژیکی
۶۸-۳	۴-۲-۵ ملاحظات مکانی
۷۳-۳	۶ - رنگ ها
۷۳-۳	۱-۶ کلیات
۷۳-۳	۱-۱-۶ رنگ ها و نقش آن در صنعت ساختمان
۷۳-۳	۲-۱-۶ ویژگی های فیزیکی، مکانیکی و شیمیایی رنگ ها
۷۵-۳	۲-۶ مقررات کاربرد رنگ
۷۶-۳	۱-۲-۶ ملاحظات اقلیمی
۷۶-۳	۲-۲-۶ ملاحظات زیست محیطی
۷۷-۳	۳-۲-۶ ملاحظات تکنولوژیکی
۷۸-۳	۴-۲-۶ ملاحظات مکانی
۷۸-۳	۵-۲-۶ توصیه های کلی
۸۱-۳	۷ - کفپوش ها، دیوارپوش ها و سقف پوش ها
۸۱-۳	۱-۷ کلیات
۸۱-۳	۱-۱-۷ پوشش ها و نقش آن در صنعت ساختمان
۸۱-۳	۲-۱-۷ ویژگی های فیزیکی، مکانیکی و شیمیایی
۸۹-۳	۲-۷ مقررات کاربرد کف پوش ها و دیوار پوش ها

## فهرست مطالب

شماره صفحه	عنوان
۸۹-۳	۱-۲-۷ ملاحظات اقلیمی
۹۰-۳	۲-۲-۷ ملاحظات زیست محیطی
۹۱-۳	۳-۲-۷ ملاحظات مکانی
۹۱-۳	۴-۲-۷ توصیه های کلی
۹۳-۳	۸ - مصالح صدابندی ( آکوستیک )
۹۳-۳	۱-۸ کلیات
۹۳-۳	۱-۱-۸ مصالح صدابندی و نقش آن در صنعت ساختمان
۹۴-۳	۲-۱-۸ ویژگی های فیزیکی ، مکانیکی و شیمیایی
۱۰۴-۳	۲-۸ مقررات کاربرد مصالح صدابندی
۱۰۴-۳	۱-۲-۸ ملاحظات اقلیمی
۱۰۴-۳	۲-۲-۸ ملاحظات زیست محیطی
۱۰۴-۳	۳-۲-۸ ملاحظات تکنولوژیکی
۱۰۶-۳	۴-۲-۸ ملاحظات مکانی
۱۰۹-۳	فصل دوم - ضوابط تلفیق و همنشینی مصالح ساختمانی
۱۰۹-۳	۱ - کلیات، تعاریف و طبقه بندی
۱۱۰-۳	۲ - دلایل ناسازگاری و ناموفق بودن همنشینی
۱۱۱-۳	۳ - سازگاری و همنشینی چسباننده ها با سایر مصالح ساختمانی
۱۱۱-۳	۱-۳ اندودها روی سطوح مختلف
۱۱۲-۳	۱-۱-۳ اندود روی سطوح بتنی
۱۱۳-۳	۲-۱-۳ اندود کاری دیوارهای داخلی
۱۱۴-۳	۳-۱-۳ اندود کاری دیوارهای خارجی

۱۱۵-۳	۳-۱-۴ اندود کاری تخته های ساختمانی
۱۱۶-۳	۳-۲ ملات ها
۱۱۷-۳	۳-۳ درزبندها در اتصالات، دیوارها و اطراف پنجره ها
۱۱۷-۳	۴ - سازگاری و همنشینی کاشی و موازینیک روی سطوح
۱۱۸-۳	۵ - سازگاری و همنشینی لایه های پیش ساخته عایق رطوبتی بر روی بامهای مسطح
۱۱۹-۳	۶ - سازگاری و همنشینی بتن آسفالتی روی بام مسطح
۱۱۹-۳	۷ - سازگاری و همنشینی روکشهای کف از نوع غیرقابل نفوذ با سایر مصالح ساختمانی
۱۲۰-۳	۸ - سازگاری و همنشینی رنگ ها بر روی سطوح مختلف
۱۲۰-۳	۸-۱ رنگ روی سیمان و اندود گچی نو
۱۲۱-۳	۸-۲ رنگ روی سطوح فلزی
۱۲۴-۳	۹ - سازگاری و همنشینی چوب در داخل مصالح ساختمانی
۱۲۴-۳	۱۰ - سازگاری و همنشینی بتن روی فولاد
۱۲۸-۳	فصل سوم - ضوابط آماده سازی و عمل آوردن مصالح ساختمانی در کارگاه
۱۲۸-۳	۱ - کلیات
۱۲۹-۳	۲ - آجر، بلوک بتنی و مصالح ساختمانی مشابه
۱۳۰-۳	۳ - بتن
۱۳۳-۳	۴ - ملات ها
۱۳۴-۳	۵ - عایق های رطوبتی



## مقدمه :

کالبد ساختمان حاصل به هم پیوستن و ترکیب انواع اجزاء و عناصری است که هر یک از مصالح ساختمانی متعددی تشکیل می شوند. از این رو طراحی جزئیات ساختمان مستلزم شناخت دقیقی از ویژگی های مصالح ساختمانی مختلف و اصول کاربرد آنها است. حاصل انتخاب و کاربرد اصولی مصالح ساختمانی را می توان در افزایش سرعت و دوام ساختمان و ارتقاء سطح بهداشت و آسایش ساکنین، با در نظر گرفتن جنبه های اقتصادی مشاهده نمود. شکی نیست که عوامل متعددی در انتخاب مصالح ساختمانی مؤثر هستند.

مصالح ساختمانی باید از یک سو عملکرد ویژه ای را که برای آنها پیش بینی شده تأمین کنند و از سوی دیگر در هم نشینی با سایر مصالح همجوار و یا در برابر شرایط محیطی دوام و زیبایی خود و سلامت محیط را حفظ نمایند. علاوه بر آن لازم است با برنامه های اجرایی صحیح و با استفاده از تکنیک های مناسب در محل کارگاه به گونه ای اقتصادی آماده سازی شده و به مصرف برسند. اگر چه در مورد انواع مصالح ساختمانی تاکنون منابع و ضوابط معتبری انتشار یافته است اما اغلب آنها به خصوصیات مصالح ساختمانی و نحوه کاربرد آنها توجه بیشتری مبذول داشته اند و غالباً "شرایط مناسب انواع مصالح ساختمانی برای بکار گرفتن آنها و نیز تأثیرات متقابل محیط و سایر مواد همجوار با آنها به صورتی پیوسته و جامع مورد بررسی قرار نگرفته است. در این مجموعه سعی شده است با بیانی موجز و با استفاده از منابع علمی، استانداردها، مشخصات فنی عمومی ساختمان و سایر مدارک معتبر داخلی و خارجی، معیارهای کاربرد مصالح ساختمانی از دیدگاه یاد شده مورد مطالعه قرار گرفته و نتایج کاربرد آن ارائه گردد. مقررات و معیارهای کاربرد مصالح ساختمانی با چنین نگرشی در سه فصل پیوسته تدوین گردیده است.

اول : ضوابط کاربرد مصالح ساختمانی پایه با توجه به ویژگی های هر یک از دیدگاه های

شرایط اقلیمی، تکنولوژی، عملکرد و موقعیت مکانی در ساختمان.

دوم : ضوابط تلفیق و هم نشینی مصالح ساختمانی با توجه به اثرات متقابل آنها بر روی یکدیگر.

سوم : ضوابط آماده سازی و عمل آوردن مصالح ساختمانی در جهت افزایش سرعت و کیفیت و گاهی عملیات در کارگاه.





## فصل اول - ضوابط کاربرد مصالح ساختمانی پایه

پیش از آغاز عملیات ساختمانی، تصمیم‌گیری در مورد مصالح ساختمانی مورد نیاز ضروری است. در اجرای ساختمان نیز رعایت اصول و ضوابط برای نحوه به کار گرفتن انواع مصالح ساختمانی با توجه به ویژگی‌ها و کیفیت آنها الزامی است.

مصالح ساختمانی مورد مصرف بسته به موقعیت استقرار در ساختمان، باید انتظارات مختلفی را بر آورده سازد زیرا همواره در معرض شرایط و عوامل محیطی ویژه قرار دارد که در برخی مواقع مخرب نیز است. علاوه بر آن باید به گونه‌ای انتخاب شود که از نظر تنظیم شرایط محیطی نظیر انتقال حرارت، مناسب و صدابندی، رطوبت و همچنین از نظر مقاومت در برابر نیروهای وارده، پاسخگو باشد و بتواند آسیب‌دیدگی‌ها و فرسایش را هر چه بیشتر به تعویق اندازد.

برای یافتن بهترین روش استفاده از مصالح ساختمانی نه تنها باید از ویژگی مصالح مورد نظر شناخت کافی داشت بلکه باید به عواملی که بر عملکرد و دوام آن مؤثر است آگاه بود و همچنین تأثیر متقابل کاربرد مصالح ساختمانی بر محیط زیست نیز باید مورد نظر قرار گیرد.

از این رو در این بخش تلاش شده است ابتدا شناختی عمومی از ویژگی‌های هر یک از مصالح ساختمانی پایه ارائه شود و سپس، ضوابط کاربرد آنها از نقطه نظرهای زیر تدوین شود :

- تطابق با شرایط اقلیمی مختلف

- تأثیر بر محیط زیست

- تکنولوژی و امکانات مناسب ساخت و اجرا

- موقعیت مکانی در ساختمان و عملکرد بنا

در این بخش تأکید ویژه‌ای بر مصالح ساختمانی پایه یا اصلی وجود دارد. مصالح ساختمانی پایه به مصالحی اطلاق شود که در امر ساختمان‌سازی کاربردی فراگیر داشته باشد و از اجزاء اصلی بنا محسوب می‌شوند به گونه‌ای که غالباً نمی‌توان آنها را به طور کلی در امر ساختمان‌سازی حذف کرد و یا جایگزینی با سایر مصالح را بدون مطالعات و تحقیقات علمی انجام داد.

مطالب این بخش با استفاده از منابع معتبر متعددی نگاشته شده و کوشش گردیده است اطلاعاتی که دارای اختلاف و در برخی موارد ناقص بودند به روش‌های مناسب با یکدیگر تلفیق و همسو شوند.

## ۱ - آجر

### ۱ - ۱ کلیات

#### ۱ - ۱ - ۱ آجر و نقش آن در صنعت ساختمان

آجر بنایی با سابقه ۵۰۰۰ سال هنوز در بین مهمترین و پرمصرفترین مصالح ساختمانی قرار دارد، آمار نشانگر آن است که بیش از ۴۰ درصد واحدهای مسکونی کل کشور آجری است در حالیکه بیش از ۶۰ درصد واحدهای مسکونی شهرهای ایران از آجر ساخته شده است. حتی در بعضی کشورهای صنعتی اروپایی نیز آجر، مقام اول را در بین مصالح بنایی دارد.

آجر بر حسب مواد اولیه و روش تولید بر چهار نوع است :

- آجرهای رسی با خمیر کردن خاک رس، تهیه خشت خام و پختن در درجه حرارت بین ۹۰۰ تا ۱۲۰۰ درجه سانتیگراد در کوره تولید می شود. این آجرها به روش های دستی، نیمه ماشینی و ماشینی تهیه می شود.

- آجرهای ماسه آهکی با فشردن مخلوطی از ماسه سیلیسی، آهک هیدراته و آب در داخل قالب و سپس سخت کردن آن با قرار دادن در محفظه ای تحت فشار بخار آب و دمای ۱۸۰ تا ۲۰۰ درجه سانتیگراد تولید می شود.

- آجرهای نسوز با پختن خاک نسوز خالص یا مخلوطی از خاک نسوز و ماسه تمیز یا سیلیس خالص همراه با مقدار کمی خاک رس بدست می آید. این آجر قادر است حرارت شدید را بدون ذوب شدن یا نرم شدن تحمل کند.

- آجرهای بتنی از مخلوط سیمان پرتلند، آب و سنگدانه های معدنی مناسب به همراه مواد افزودنی برحسب نیاز ساخته می شود.

#### ۱ - ۱ - ۲ ویژگی های فیزیکی، مکانیکی و شیمیایی انواع آجر

##### - آجرهای رسی

ویژگی های انواع آجر رسی بصورت (جدول ۱-۱) استاندارد شده است.

ویژگی های انواع آجر رسی

جدول ۱ - ۱

ویژگیهای مختلف انواع آجر مطابق آئین نامه استاندارد شماره ۱۷ ایران						
آجر معمولی (توکاز)	آجر بنا			آجر هیدسی مرغوب		
	درجه دو	درجه یک	درجه سه	درجه دو	درجه یک	درجه یک
۶۰	۱۰۰	۱۲۰	۱۵۰	۲۵۰	۳۵۰	مقاومت فشاری (حد اکثر)
لوزی ندارد	۲۳	۲۰	۱۸	۱۶	۱۵	جذب آب در صد وزن (حد اکثر)
متوسط	متوسط	کم	کم	کم	کم	شورزدگی (حد اکثر)
لوزی ندارد	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۵ ۰/۳ ۰/۰۳	املاح محلول: در صد وزن (حد اکثر) سربات کلسیم سربام سدیم و پتاسیم
لوزی ندارد	۳۰	لوزی ندارد	۳	لوزی ندارد	لوزی ندارد	مخردگی (۵۰ سگال) در صد انت وزن (حد اکثر)
لوزی ندارد	۵ ۵ ۲ ۲	۲ ۲ ۱ ۱	۲ ۲ ۱ ۱	۲ ۲ ۱ ۱	۱ ۱ ۰/۵ ۰/۵	پهنایی بزرگترین سطح { قطر کوچکترین سطح { قطر میانگین (مداکرا) { سطح متوسط { قطر

آجر معمولی (توکاز)	آجر هیدسی مرغوب درجه سه و آجر بنا درجه یک و دو						آجر هیدسی مرغوب درجه یک و دو	ازماد (میلیمتر)
	ماشتی و دستپه ماشتی فشاری	دستی	ماشتی	دستی	ماشتی	دستی		
۲۱۰±۵	۲۰۰±۳	۲۱۰±۳	۲۲۰±۲	۲۱۰±۳	۲۲۰±۲	۲۱۰±۳	۲۲۰±۲	
۱۰۰±۲/۵	۱۰۰±۱/۵	۱۰۰±۱/۵	۱۰۰±۱	۱۰۰±۱/۵	۱۰۰±۱	۱۰۰±۱/۵	۱۰۰±۱	
۵۵±۱	۵۵±۱/۵	۳۰±۱	۳۰±۱	۳۰±۱	۳۰±۱	۵۵±۱/۵	۵۵±۱	

در صورتی که مورد توافق تولید کننده و مصرف کننده قرار گرفته باشد.

- لبه آجرها باید مستقیم و زوایای آنها قائمه و سطوحشان صاف باشد. پیچیدگی در امتداد سطح بزرگ آجر حداکثر ۴ میلیمتر و در امتداد سطح متوسط آجر تا ۵ میلیمتر مجاز است. در آجرهای سوراخ دار، سوراخ‌ها باید عمود بر سطح بزرگ آجر و بطور یکنواخت در سطح آن توزیع شده و جمع مساحت آنها باید بین ۲۵ تا ۴۰ درصد سطح آجر باشد. برسوراخ‌های مربع و قطر سوراخ‌های دایره‌ای باید حداکثر به ۲۶ میلیمتر محدود شود. ضخامت دیوار بین سوراخ و لبه آجر باید بیش از ۱۵ میلیمتر باشد و فاصله بین دو سوراخ باید بیش از ۱۰ میلیمتر باشد.

- آجر ساختمانی خوب باید صدای زنگ بدهد چنانکه هرگاه با یک آجر به آجر دیگر ضربه‌ای وارد آید، صدای مشخص زنگ‌داری تولید شود. این نشانه توپری، تاب زیاد و پایداری آن در برابر نفوذ آب و یخبندان است. آجری که صدای خفه بدهد، خوب نپخته است و یا ترک دارد. آجر خوب باید دارای کمترین تبادل حرارتی باشد، کم سائیده شود و صلب و متراکم باشد. آجر پوک با جذب آب در سرما یخ می‌زند و خرد می‌شود. آجر ساختمانی نباید کمتر از ۸ درصد و بیشتر از حدود ۳۰ درصد وزنش آب جذب کند (مقررات ملی ساختمان)، زیرا کمتر از این مقدار سبب کاهش چسبندگی و بیشتر از آن باعث پوکی آجر خواهد شد.

- انواع آجرهای رسی بنا بر مصارفشان اختلاف قابل ملاحظه‌ای در ظاهر و خصوصیات عملکردی دارند. اما در هر صورت کلیه آجرهای رسی دارای مزایای زیر هستند :

- ظاهر آنها که با گذشت زمان تغییر نمی‌کند.
  - دوام زیاد دارد.
  - از مقاومت سازه‌ای مناسب برخوردار است.
  - در برابر آتش پایدار است.
  - عایق صوتی است.
  - عایق حرارتی است.
  - در شرایط آب و هوایی بسیار متفاوت پایدار است.
  - قابلیت انعطاف در موقع کار دارد.
  - نیاز کمتر به نگهداری و حفاظت دارد.
  - قیمت ارزان دارد.
- مقاومت آجرکاری به تنهایی به مقاومت ملات و مقاومت آجر بستگی ندارد بلکه ترکیب،

نحوه اجرا و عمل آوری بنای آجری مقاومت جدیدی ایجاد می کند که بسیار کمتر از مقاومت هر یک است. بار مجازی که می توان بر آجر کاری وارد کرد به شرح جدول ۲-۱ است.

### بار مجاز در آجر کاری

جدول ۲-۱

نوع آجر کاری	بار مجاز بر حسب کیلوگرم بر سانتیمتر مربع
آجرکاری با ملات ماسه آهک (۱:۲)	۳
آجرکاری با ملات ماسه سیمان (۱:۳)	۱۰

دیوارهای ساخته شده با آجرهای سوراخ دار تقریباً به همان استحکام دیوارهای ساخته شده با آجرهای توپر است.

### - آجرهای ماسه آهکی

ویژگی های انواع آجر ماسه آهکی بشرح جدول شماره ۳-۱ است.

### ویژگی های انواع آجر ماسه آهکی

جدول ۳-۱

ردیف	نوع آجر	تاب		وزن فضائی حداقل ( $\text{kg/cm}^3$ )	جذب آب حدود مجاز (درصد)	یخبندان
		فشاری خمشی حداقل ( $\text{kg/cm}^2$ )	تاب			
۱	کم مقاومت	۷۵	۱۸	۱/۵	۸-۲۰	*
۲	با تاب متوسط	۱۰۰	۲۲	۱/۷	۸-۲۰	*
۳	پر مقاومت	۱۵۰	۲۸	۱/۹	۸-۲۰	*
۴	ممتاز	۲۰۰	۳۴	۲/۱	۸-۲۰	*

\* آجر ماسه آهکی باید ۱۵ دوره یخبندان تا ۱۵ درجه سانتیگراد زیر صفر و ذوب شدن را تحمل کند. کاهش نسبی تاب فشاری پس از آزمایش یخبندان نباید بیش از ۲۰ درصد باشد.

- آجرهای ماسه آهکی بصورت توپر و سوراخدار به ابعاد حدود آجر رسی یا مضاربی از آن

ساخته می‌شوند. رواداری طولی، عرضی و ضخامتی این آجرها به ترتیب  $2/5$ ،  $2/5$  و  $2$  میلیمتر است. آجرهای ماسه آهکی در قطعات نازک و با ضخامت کم برای نماسازی مصرف می‌شوند.

- آجرهای ماسه آهکی (سیلیکات کلسیم) خصوصیات عملکردی و اقتصادی مشابه آجرهای رسی دارند. روش تولید آنها باعث ایجاد آجرهایی با ظاهر فوق‌العاده یکنواخت می‌شود. این آجرها تا حدی گوشه‌ها و زاویه‌های تیزتر و سطوح صاف‌تری نسبت به آجرهای رسی دارند. چون رنگ خصوصیت پایداری است که در طول تولید به مواد اولیه اضافه می‌شود (نه نتیجه‌ای از فرآیند پخت چون آجرهای رسی) بنابراین ممکن است رنگ آجرهای ماسه آهکی در محدوده بسیار گسترده‌ای بنا بر نیاز مصرف تغییر کند.

- ظاهر آجرهای ماسه آهکی باید تمیز، یکنواخت و عاری از ترک و حفره و مواد خارجی مانند خاک، آهک و مواد آلی گیاهی باشد.

- جنس آجر ماسه آهکی همگن است و در آن جسم‌های بیگانه که به آجر آسیب برسانند، یا نمک‌هایی که در آب حل شوند، نیست.

- در ساختمان‌های پائین‌تر از کف زمین، مصرف آجر ماسه آهکی بر آجر سفالی برتری دارد.

#### - آجرهای نسوز

مشخصات فیزیکی و مکانیکی آجرهای نسوز باید به شرح زیر باشد :

- قابلیت تحمل درجه حرارت بالا را داشته باشد.

- گازهای داغ بر آنها بی اثر باشد.

- ضریب انبساط و انقباض آنها کم باشد.

- قابلیت تحمل سایش را در هنگامیکه گرم است داشته باشد.

- آجرهای نسوز علاوه بر دارا بودن مشخصات آجرهای معمولی باید گرمای  $158$  درجه

سانتیگراد را بدون آنکه خمیری شود و از شکل بیافتد تحمل کند. مقاومت آجر نسوز باید دست کم  $160$  کیلوگرم بر سانتیمترمربع باشد.

## - آجرهای بتنی

از آنجا که آجر بتنی نوعی از بلوک‌های سیمانی است مشخصات آن در فصل بلوک بتنی به تفصیل آمده است.

### ۱ - ۲ ضوابط کاربرد آجر در ساختمان

#### ۱ - ۲ - ۱ ملاحظات اقلیمی

خطرات آجرکاری در هوای سرد زمستانی شناخته شده است. راحت‌ترین کار این است که عملیات را به تعویق انداخت و برای شرایط مناسب‌تر منتظر شد. اما در بسیاری از موارد این کار عملی نیست.

در هوای سرد ملات بسیار آهسته‌تر از دمای معمولی می‌گیرد و سخت می‌شود. حتی وقتی که دمای هوا تا ۱۰ درجه سانتیگراد بالا می‌رود، سرعت گیرش و سخت شدن بطور قابل ملاحظه‌ای پایین است. وقتی دما تنزل می‌کند حتی قبل از رسیدن به نقطه انجماد، گیرش و سخت شدن متوقف می‌شود. اگر به ملات تازه مصرف شده اجازه داده شود که قبل از سخت شدن یخ بزند، انبساط آب در موقع تبدیل به یخ اتصالات ملات را می‌شکند. حتی چنانچه دما بالا رود و یخ ذوب شود و گیرش و سخت شدن دوباره شروع شود، مواد اتصال‌دهنده ضعیف و متخلخل خواهد شد که مصرف آن غیر مجاز است.

بنابراین در شرایط آب و هوایی سرد باید موارد زیر رعایت شود :

- وضعیت هوا با استفاده از گزارش هواشناسی پیش‌بینی شود.
- آجرهای انبار شده از تر شدن محافظت شود.
- از ملات ۱:۱:۶ (ماسه: سیمان: آهک) یا ملات ۱:۶ (ماسه: سیمان) همراه با روان کننده ممتاز استفاده شود. اما از ملات پرسیمان استفاده نشود مگر آنکه برای آجرکاری سازه‌ای یا آجرکاری در زیرسطح زمین ضروری باشد.
- در هوای بسیار سرد باید مصالح و ملات را گرم کرد .
- سیمان و آهک هیدراته باید خشک نگهداری شود.
- ماسه بسیار ریز و نشسته مصرف نشود.
- از کلرید کلسیم استفاده نشود.



- قبل از نصب، آجرها خیس نشود.
- هرگز مصالح یخ زده استفاده نشود.
- آجرکاری حداقل ۳ روز پس از اتمام باید در محیطی با درجه حرارت بالای نقطه انجماد نگهداری شود.

برای مشخص کردن نوع آجر در شرایط اقلیمی مختلف باید موارد زیر مورد نظر باشد :

- شاخص هوازدگی: اثر هوازدگی بر آجر با شاخص هوازدگی متناسب است. این شاخص عبارتست از، حاصلضرب میانگین سالیانه تعداد روزهای "دوره یخبندان" در میانگین سالیانه بارندگی زمستانی بر حسب (Inch).

\* روز دوره یخبندان : یک روز دوره یخبندان روزی است که در طی آن دمای هوا زیر و بالای صفر درجه سانتیگراد می رود. میانگین تعداد روزهای دوره یخبندان در یک سال را می توان با تفاوت بین میانگین تعداد روزهایی که در طی آنها حداقل دما صفر یا زیر صفر بوده و میانگین روزهایی که در طی آن حداکثر دما صفر یا زیر صفر بوده بدست آورد.

\* میزان بارندگی زمستانی: میزان بارندگی زمستانی مجموع متوسط ماهیانه بارندگی (نزولات جوی) تصحیح شده در طی دوره بین تاریخ اولین یخبندان در پائیز و تاریخ آخرین یخبندان در بهار است.

- منطقه هوازدگی شدید دارای شاخص بیش از ۵۰۰، منطقه هوازدگی متوسط دارای شاخص بین ۵۰ و ۵۰۰ و منطقه هوازدگی ناچیز شاخص کمتر از ۵۰ دارد. بدین ترتیب آجرها به سه نوع مقاوم به هوازدگی شدید (ه . ش)، هوازدگی متوسط (ه . م) و هوازدگی ناچیز (ه . ن) تقسیم می شود.

بنابراین با استفاده از آمارهای سازمان هواشناسی باید نقشه شاخص هوازدگی ایران ترسیم و با توجه به جدول شماره ۱-۴ آجر مناسب در هر اقلیم را انتخاب می شود.

## هوازدگی و مشخصات فیزیکی آجر<sup>۱</sup>

جدول ۴-۱

طبقه بندی آجر	تاب فشاری حداقل، <sup>۲</sup> (kg/cm <sup>2</sup> ) میانگین ۵ آجر	جذب آب آجر، حداکثر، با ۵ ساعت جوشیدن در آب، میانگین ۵ آجر
نوع ه . ش	۲۰۷	۱۷
نوع ه . م	۱۷۲	۲۲
نوع ه . ن	۱۰۳	-

۱- ASTM C67-89

۲- تاب فشاری در جهت قرارگیری در دیوار اندازه گرفته می شود. سطحی که در محاسبه منظور می شود سطح کل (با احتساب سوراخ ها فرورفتگی ها) است.

- استفاده از آجر نوع ه . م. در منطقه هوازدگی شدید از نظر سازه ای مناسب است اما آجر نوع ه . ش. مقاومت بیشتر و یکنواخت تری نسبت به عمل یخبندان از خود نشان می دهد. لازم نیست آجرهای با دوام زیاد (نوع ه . ش) در دیوارهای منطقه با هوازدگی متوسط مصرف شود. در هر منطقه که آجرها با خاک در تماس هستند یا در سطوح افقی بکار رفته اند و یا احتمال اشباع از آب وجود دارد، باید از آجر نوع ه . ش استفاده کرد (جدول شماره ۱-۵).

مشخصات نوع آجر برای سطوح نمایان

جدول ۵-۱

شاخص هوا زدگی منطقه			محل
بیش از ۵۰۰	بین ۵۰ و ۵۰۰	کمتر از ۵۰	
			در سطوح قائم :
ش . ه	ش . ه	م . ه	در تماس با خاک
ش . ه	ش . ه	م . ه	بدون تماس با خاک
			در سطوح غیر قائم :
ش . ه	ش . ه	ش . ه	در تماس با خاک
ش . ه	ش . ه	م . ه	بدون تماس با خاک

آجرهای سوراخ‌دار در مقایسه با آجرهای توپر در شرایط بارانی رفتار مشابه دارند، ولی در شرایط هوازدگی متوسط باید مانع ورود آب به داخل آجر شد. از این رو کیفیت ملات و مهارت اجرایی، باید به گونه‌ای باشد تا مانع کامل نفوذ آب گردد.

انواع ملات براساس ترکیب‌های مختلف در جدول شماره ۱-۶ ارائه شده است و برای انتخاب آنها در آب و هواهای مختلف و نوع آجر جدول شماره ۱-۷ پیشنهاد شده است.

### ملات‌های مختلف

جدول ۱-۶

مقاومت فشاری تیپیک (kg/cm <sup>2</sup> )	مقاومت فشاری		ماسه:سیمان و روان‌کننده	ماسه:سیمان	ماسه:آهک:سیمان	ماسه:آهک	نوع ملات
	۲۸ روزه	۷ روزه					
۱۱۰	۷۰			۱:۳	۱: $\frac{1}{4}$ : ۳		۱
۵۵	۳۵	۱:۳	۱:۴		۱: $\frac{1}{4}$ : ۴ $\frac{1}{4}$		۲
۲۵	۱۰	۱: ۴ $\frac{1}{4}$	۱:۵-۶		۱:۱:۵-۶		۳
۱۰	۷	۱:۶	۱:۷-۸		۱:۲:۸-۹	۱:۲	۴
		۱:۷	۱:۸		۱:۳:۱۰-۱۲	۱:۳	۵

## انتخاب ملات مناسب

جدول ۱-۷

نوع ملات انتخابی در هوای گرم	نوع ملات انتخابی در هوای سرد	نوع آجر	محل
۴ (۵ چنانچه باربر نباشد)	۳ یا ۴ (هوادر)	رسی یا ماسه آهکی	دیوارهای داخلی
۳	۳	رسی	تیغه‌های داخلی دیوارهای توخالی
۴ (۵ چنانچه باربر نباشد)	۳ یا ۴ (هوادر)	ماسه آهکی	دیوارهای توپر خارجی پشت بند دیوارهای توپر خارجی
۳	۳	رسی	دیوارهای خارجی بین‌لبه‌های بام و عایق رطوبتی (شرایط هوازدگی متوسط یا حفاظت شده)
۴	۳ یا ۴ (هوادر)	ماسه آهکی	دیوارهای خارجی بین‌لبه‌های بام و عایق رطوبتی (شرایط هوازدگی شدید)
۳ <sup>۰۰۰</sup>	۳ <sup>۰۰۰</sup>	رسی یا ماسه آهکی	زیر لایه عایق رطوبتی اما ۱۵۰
۳	۳	رسی	میلیمتر بالای سطح زمین
۴	۳	ماسه آهکی	زیر سطح زمین یا در ۱۵۰ میلیمتری سطح زمین
۳ <sup>۰۰</sup>	۲ <sup>۰۰</sup>	رسی یا ماسه آهکی	جان‌پناه (اندود نشده)
۳	۳	ماسه آهکی	جان‌پناه (در یک سمت اندود شده)
۳ <sup>۰۰</sup>	۳ <sup>۰۰</sup>	رسی	کف‌پنجره، سرپوش، قرنیز
۴	۳ یا ۴ (هوادر)	ماسه آهکی	دیوارهای آزاد
۲ <sup>۰۰</sup>	۲ <sup>۰۰</sup>	رسی یا ماسه آهکی	دیوارهای نگهدارنده خاک
۲ <sup>۰۰</sup>	۲ <sup>۰۰</sup>	رسی یا ماسه آهکی	دودکش‌های بلند
۴ <sup>۰۰</sup>	۳ <sup>۰۰</sup>	رسی یا ماسه آهکی	آجرکاری لایه نم‌بند
۱		رسی	

\* در جایی که سولفات‌ها در آب زیرزمینی وجود دارند سیمان ضد سولفات مورد نیاز است.  
\*\* سیمان ضد سولفات در جایی که آجر رسی کیفیت ویژه نداشته باشد لازم است.

باید توجه داشت که اگر دما در سایه از ۴۳ درجه سانتیگراد تجاوز نماید، آجرچینی متوقف شود و به طور کلی در مناطق گرم اقدامات احتیاطی زیر صورت گیرد .

- متوقف کردن آجرکاری در گرم ترین ساعات روز
- حفاظت مصالح ملات و آجرها از تابش خورشید
- حفاظت مصالح آماده شده و دیوار از آفتاب در حین آجرچینی
- تهیه ملات به مقدار کم در دفعات زیاد و مصرف بدون وقفه آن

آجرکاری باید به مدت ۷ روز بوسیله حصیر، گونی، پارچه های ضخیم و نظایر آن در مقابل باد و تابش خورشید محافظت شود و با آب پاشی همواره مرطوب گردد.

باید تدابیر پیش گیرانه معینی در طراحی دیوارهای جان پناه و دودکش های بالای سطح بام و کل دیوارهای آجری در جهت محافظت در برابر اشباع شدگی ناشی از آب روهای آسیب دیده یا ناودانی های مسدود شده صورت گیرد. دیوارهای جان پناه، دودکش های خارجی بخاری دیواری و دیوارهای باغ باید از آجرهای سالم و سخت بنا شود و توسط قرنیز، کلاهک و عایق رطوبتی حفاظت گردد.

## ۱ - ۲ - ۲ ملاحظات زیست محیطی

- در فرآیند تولید

کوره های تونلی تولید آجر رسی نسبت به سایر کوره ها (دستی و هوفمن) کمترین آلودگی محیط زیست را ایجاد می کند. زیرا کوره تونلی به میزان کمتری انرژی نیاز دارد و احتراق در این کوره ها بهتر و کامل تر انجام می گیرد. کوره های هوفمن به علت مصرف سوخت بیشتر و احتراق ناقص نسبت به کوره های تونلی آلودگی بیشتری در محیط زیست ایجاد می کند. کوره های هوفمن از نظر مصرف سوخت اقتصادی تر از کوره های دستی است و مقدار کمتری گازهای سمی (اکسیدهای کربن و گوگرد) به داخل هوا می فرستد. بنابراین توصیه می شود در صورت وجود امکانات در وهله اول از کوره های تونلی و در انتخاب دوم از کوره های هوفمن در پخت آجر استفاده شود.

در بسیاری مناطق برای تأمین خاک رس کوره های آجرپزی از زمین های کشاورزی بهره برداری می شود که سبب تخریب خاک های حاصلخیز کشاورزی و محیط زیست منطقه می شود. توصیه می گردد از ذخایر طبقات زیرین و یا از زمین های غیرکشاورزی استفاده شود. چنانچه در منطقه ای

ذخایر ماسه بادی سیلیسی و سنگ آهک مناسب برای تولید آهک وجود داشته باشد لازم است مطالعه و بررسی لازم برای احداث کارخانه آجر ماسه آهکی انجام شود تا در صورت امکان بتوان آجرهای ماسه آهکی را جایگزین آجرهای رسی نمود.

#### - در فرآیند اجرا

باید حداقل عملیات کارگاهی مخرب محیط زیست مانند اندازه کردن، برش، ساب و ایجاد دور ریز وجود داشته باشد. توصیه می شود جهت کاهش دور ریز از آجرهای نیمه و سه چهارم که در کارخانه تولید می شود استفاده شود. باید ترتیبی اتخاذ کرد که با بسته بندی صحیح و یا چیدن درست آجرها در هنگام حمل و نقل از ایجاد ضایعات ممانعت به عمل آید.

#### - در طول عمر بنا

فرسایش دیوارهای آجری تأثیر مخربی بر محیط زیست ندارد. حاصل فرسایش به محیط زیست بازگشته و تولید آلودگی نمی کند. البته فرسایش دیوار آجری کند است و با زهکشی مناسب، استفاده از درپوش و عایق رطوبتی و تهویه می توان آنرا به حداقل رساند.

#### - در مرحله تخریب بنا

تخریب بنای آجری اثر سویی بر محیط زیست ندارد. آجرهای به دست آمده از تخریب دیوارهای آجری در دیوارهای غیر باربر قابل استفاده مجدد است. از طرفی خرده آجرها را می توان به عنوان مصالح شیب بندی در بام ها مصرف نمود. بنابراین هنگام تخریب باید تلاش شود تا آجرهای کامل حفظ شود و آجرهای نیمه و خرده آجرها از آجرهای کامل جدا گردد.

استفاده از گرد آجر به عنوان پوزولان در تهیه ملات های سیمان پوزولانی و آهک - پوزولان مورد دیگری برای بازیافت آجرهای به دست آمده از تخریب بناهای آجری است. از گرد آجر می توان در تهیه ملات های خاص (برای مثال ملات آهک + گرد آجر) برای برخی مصارف بنایی استفاده کرد.

### ۱ - ۲ - ۳ ملاحظات تکنولوژیکی

توسعه و تکامل صنعت تولید مصالح و روش های حمل و نقل و همچنین امکان بهره گیری از ابزارهای دقیق، توأم با دانش برنامه ریزی و ارزیابی های اقتصادی در ابعاد گوناگون، خواه ناخواه سبب ارتقاء تکنولوژی ساخت می شود، اگر همراه با تدوین ضوابط و مقررات برای انتخاب مناسب ترین و تدوین آئین کاربرد برای بهترین اجرا باشد. از این رو انتظار می رود، آجرهایی که به صورت صنعتی با حداقل رواداری ها تولید می شوند در سیستم نوین بنایی باید دارای توجیه فنی و اقتصادی در مقابل آجر دستی با اجرای سنتی باشد. به گونه ای که تکنولوژی حاضر باید بتواند، بیشترین استحکام را در کوتاه ترین زمان با کمترین هزینه در مقایسه با گذشته در سازه های آجری ایجاد نماید.

### ۱ - ۲ - ۴ ملاحظات مکانی

آجرهای رسی در اغلب اجزاء بنا، در محدوده بسیار گسترده ای از ساختمان ها و سازه های مهندسی کاربرد دارند (جدول ۱-۸). مصارف بسیار متداول آنها عبارت است از :

- دیوارهای باربر و غیر باربر
- ستون ها
- دیوارهای جداگر(جدا کننده)
- نماسازی ها یا پوشش های محافظتی بنا
- پی ها
- سقف های آجری
- دیوارهای پشتواره ای و دست اندازها
- آجر فرش، کف ها

آجرهای ماسه آهکی نیز دارای مصارف مشابه آجرهای رسی است و در محدوده نسبتاً وسیعی برای مقاصد باربر و غیر باربر در انواع ساختمان ها و سازه های مهندسی بکار می رود.

## استفاده های مختلف آجر رسی

جدول ۸-۱

نوع آجر	محل مصرف
آجر مهندسی مرغوب	ستون های باربر، زیرلایه نم بندی دیوار یا مکان های مجاور با آب، دیوارهای باربر، دست اندازها، پله ها، دودکش ها، محل های پرآب با امکان یخ زدگی
آجر نما	نمای ساختمان ها، فرش کف و پله های خارجی
آجر معمولی (توکار)	بالای لایه نم بندی دیوار، کارهای عمومی طاق زنی و دیوار چینی غیربار (این آجرها را نباید در شرایط مرطوب و در جاهایی که در معرض بارندگی شدید است مصرف نمود)

در قسمت هایی از ساختمان که پائین تر از کف زمین قرار دارند، مصرف آجر ماسه آهکی به آجر سفالی و رسی برتری دارد.

در اجرای آجرهای نمایان در دیوارهای خارجی، بندکشی منظم و توپر تمام سطح دیوار الزامی است.

بطور کلی در محل هایی که آجر در معرض عوامل جوی قرار می گیرد باید، مرغوب با جذب آب کم و فاقد نمک های محل باشد.

آجرهایی که در فرش کف و یا پیاده رو به کار می روند باید دارای مقاومت سایشی مناسب باشد.

در اجرای قسمت هایی از ساختمان که در معرض عوامل جوی نظیر باران و باد قرار دارند رعایت مقررات مندرج در قسمت مصالح و اقلیم ضروری است.

### ۱ - ۲ - ۵ توصیه های کلی

- استفاده از آجر سوراخ دار به علت یکنواخت بودن محصول، عایق رطوبتی بیشتر، جابه جایی آسان تر در کارگاه و سبک شدن بنا به ویژه در دیوار چینی های باربر و سقف های آجری توصیه می شود.

- دیوارهای باربر حداقل باید ۱/۵ آجر یا حدود ۳۵ سانتیمتر ضخامت داشته باشد و بافت کله



و راسته توصیه می شود.

- آجر چینی باید دارای بافت کامل مطابق مشخصات فنی و عمومی کارهای ساختمانی و بخش روش های ساخت و تکنولوژی ساختمان انجام گیرد.
- بند کشی مطابق مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی به طور کامل انجام شود.
- به منظور جلوگیری از شوره زدگی و همچنین حفظ چسبندگی اندودها به آجر باید خصوصیات مندرج در جدول ۹-۱ مد نظر قرار گیرد.

### میزان جمع شدگی و خصوصیات سطح آجرها

جدول ۹-۱

نوع آجر	حرکت جمع شدگی	خصوصیات سطح	آماده سازی سطح
رسی معمولی	ناچیز	مکش متوسط تا زیاد زبری سطح قابل قبول	دیوار باید خشک باش تا شوره زدگی به حداقل برسد
ماسه آهکی	کم	مکش متوسط و زبری سطح قابل قبول	"
بتنی	کم تا متوسط	مکش متوسط و زبری سطح قابل قبول	"

۱- منظور از زبری سطح، ناهمواری سطحی است که باید اندود شود. این به منظور آنست که سطح اندود را به خود گرفته و چسبندگی رضایت بخشی فراهم آورد.

- توصیه می شود برای افزایش استقامت دیوارهای آجری در برابر ضربه، بسته شدن ناگهانی در پنجره در اثر وزش باد و افزایش مقاومت خمشی آنها در مقابل نیروهای جانبی نظیر باد و زلزله، دوغاب ریزی در حین آجرچینی انجام شود. در مقایسه با پرداخت بهای ناچیزی برای دوغاب ریزی سیمانی (حدود ۵ درصد بهای دیوار) فواید زیادی عاید می شود. دوغاب سیمانی به نسبت حجمی ۱ به ۱ (یک قسمت سیمان- یک قسمت آب) ساخته شود و بر روی هر چهار ردیف آجر ریخته شود.

- زنجاب کردن پیوستگی دیوار آجری و اتصال ملات با آجر را افزایش می دهد. آجرها را باید پیش از مصرف کردن در آب فرو برند تا سیراب شود. این کار باعث می شود آجر آب ملات را نمکد و ملات نسوزد. آجرها را قبل از مصرف باید در آب تمیز بمدت کافی کاملاً خیساند

- بطوریکه آب کاملاً به عمق آجر نفوذ کند. این کار نه تنها به خروج غبار، گرد و خاک و نمک‌های محلول (که باعث شوره زدگی می‌شوند) از داخل آجر کمک می‌کند، بلکه از مکش آب از ملات تر توسط آجر جلوگیری می‌کند. هر چند اگر بنائی با استفاده از ملات آهک پر مایه انجام می‌شود نباید آجرها را قبل از مصرف تر نمود.
- آجرها را باید بر روی یک لایه پر ملات قرار داد. کمی باید آجر را به داخل ملات فشرده تا چسبندگی کافی تأمین شود.
  - اندود کردن باید ۲۸ روز پس از تکمیل بنای آجری انجام شود. این کار زمان کافی برای جمع‌شدگی به بنا می‌دهد.
  - کلیه کارهای بنائی تمام شده باید حداقل ۳ روز خیس نگه داشته شوند.
  - در اختلاف دمای میانگین زمستان- تابستان حدود ۳۸ درجه سانتیگراد یک دیوار آجری در هر ۳۰ متر حدود ۱۰ میلیمتر انبساط می‌یابد. بنابراین برای هر ۳۰ تا ۵۰ متر طول دیوار باید درز انبساط حدود ۱۸ میلیمتر ایجاد کرد.
  - روش ملات گذاری و چیدن آجر مطابق مشخصات فنی عمومی و بخشی روش‌های ساخت و تکنولوژی ساختمان باید باشد.

## ۲ - سنگ

### ۲ - ۱ کلیات

#### ۲ - ۱ - ۱ سنگ و نقش در صنعت ساختمان

سنگ‌هایی که در ساختمان بکار می‌روند به چند دسته تقسیم می‌شوند: سنگ‌های لاشه- سنگ‌های شکل گرفته، سنگ‌های دست‌تراش و سنگ‌های نما که هر یک به شرح زیر است :

سنگ لاشه : تشکیل شده از تعدادی سنگ‌های نامنظم و بشکل‌های مختلف که به روش‌های مختلف از کوه جدا شده و در اندازه‌های کوچک و بزرگ به کارگاه حمل می‌شود.

سنگ شکل گرفته : سنگ‌هایی است که بعد از جدا شدن از کوه آنها را سنگ‌تراش بشکل چند ضلعی‌های نامنظم درمی‌آورد و روی آن را چکش کاری می‌کند.

سنگ دست‌تراش : سنگ‌هایی است که در آن رگه کمتری وجود دارد و پس از آنکه از کوه جدا شد بنام سنگ خام در کارگاه سنگ‌تراشی قواره می‌شود و آن را بشکل منظم در می‌آورند. نمای سنگ را اول چکش کاری و بعد تیشه کاری می‌کنند.

سنگ‌های دست‌تراش چندنوع است : سنگ تیشه‌ای، سنگ بادبر، سنگ بادبر کلنگی و سنگ بادبر لبه صاف.

سنگ نما : سنگ را از کوه به شکل تکه‌های بزرگ جدا کرده به کارخانه سنگ‌بری حمل می‌کنند و با تیغه‌های فولادی اره می‌کنند. ضخامت سنگ پلاک از ۲ تا ۵ سانتیمتر است. پس از برش، پلاک‌های بریده شده را زیر ماشین ساب صیقل می‌دهند.

طبقه‌بندی سنگ‌ها از نظر منشاء :

سنگ‌های طبیعی ساختمانی را می‌توان بر اساس منشا آنها دسته‌بندی کرد :

۱- آذرین

۲- رسوبی (ته نشسته)

۳- دگرگونی

- سنگ‌های آذرین از سرد شدن ماگمای مذاب، و به دنبال آن سرد شدن، جمع شدن و چین خوردگی پوسته زمین تشکیل یافته است. گرانیت، بازالت، دیوریت و سرپانتین سنگ‌های آذرینی هستند که بیشترین مصرف را در دیوارهای ساختمانی دارند.

- سنگ های رسوبی با ته نشینی مواد حاصل از تجزیه و فرسایش سنگ های قدیمی و یا در اثر رسوب شیمیایی مواد در دریاها و تحکیم و سخت شدن آنها تشکیل شده اند. چون سنگ های رسوبی از ساختار لایه ای برخوردار است شکافتن و برش دادن این سنگ ها نسبت به سنگ های غیرلایه ای آذرین آسان تر است. وجود لایه ها در شکل استفاده از سنگ نیز مؤثر است، زیرا تقسیمات میان لایه ها در واقع سطوح ضعیفی محسوب می شود. سنگ آهک و ماسه سنگ از انواع سنگ های رسوبی پرمصرف در ساختمان سازی است.

- سنگ های دگرگونی از تغییر سنگ های قدیمی در زیر فشار یا حرارت یا هر دو تشکیل یافته است. از انواع متداول سنگ های دگرگونی مورد استفاده در ساختمان سنگ لوح و مرمر است.

## ۲ - ۱ - ۲ ویژگی فیزیکی ، مکانیکی و شیمیائی انواع سنگ

سنگ ساختمانی خوب باید سخت، محکم و مقاوم در برابر فرسودگی و عوامل جوی و اثر اسیدها و دودها باشد. سنگ باید غیرمتخلخل و همگن و عاری از ترک، حفره و تکه های مواد نرم، مواد آلی آزاد، اکسیدهای آهن و غیره باشد. همچنین باید رنگ یکنواخت و بافت بهم فشرده داشته باشد. همچنین نباید بیش از ۵ درصد آب جذب کند.

ویژگی های برجسته سنگ های ساختمانی با عناوین : ساختمان عمومی، ریزی دانه ها، تراکم، وزن، ظاهر، تخلخل، جذب آب، دوام، مقاومت، سختی، خشک بودن، پایداری در برابر هوازگی و سهولت کار با آن قابل ارائه است :

الف- ساختمان عمومی: سنگ های آذرین دارای ساختمان غیرلایه ای و به صورت، بلورین یا غیربلورین است که انواع سنگ های ساختمانی مرغوب به حساب می آیند. سنگ های رسوبی دارای ساختمان لایه ای است، چنانچه بدرستی کار گذاشته نشود، لایه ها از هم جدا خواهد شد. بعضی از سنگ های دگرگونی ساختمان متورق دارند. خصوصیات این لایه ها ممکن است با یکدیگر متفاوت باشند.

ب - ریزی دانه ها : سنگ های ریزدانه برای کارهای سنگ تراشی مناسب است. دوام این سنگ ها به میزان تبلور و مواد چسباننده بستگی دارد. معمولاً "سنگ های کاملاً" متبلور که

دانه‌های درشتی دارند از سنگهای دانه ریزتر و غیر بلورین با دوام ترند.

ج - تراکم : سنگ‌های متراکم معمولاً به سازندهای زمین‌شناسی قدیمی که در یک عمق زیاد در معرض فشار طبقات بالا بوده‌اند مربوط می‌شود. این سنگ‌ها بسیار با دوام‌اند.

د - وزن فضائی : وزن فضائی سنگ‌ها معرف میزان فشردگی و تخلخل آنها است. برای پایداری سازه‌ای، وزن سهم مهمی دارد. از طرف دیگر، برای ساختن قوس‌ها، گنبد‌ها و طاق‌ها یا سنگ‌های با وزن سبک ترجیح دارد.

ه - ظاهر: رنگ و بافت سنگ اهمیت زیادی در زیبایی ظاهر ساختمان دارد. معمولاً لکه‌های به رنگ قرمز، قهوه‌ای و همچنین تیره در ارتباط با وجود اکسیدهای آهن در سنگ هستند که سبب خرد شدن آن می‌شود. اغلب استفاده از سنگ‌های روشن ترجیح داده می‌شود. گاهی سنگ‌های با رنگ متفاوت در ترکیب بندی معماری به کار می‌رود. سنگ‌های بسیار متراکم نسبت به سنگ‌های دیگر قابلیت صیقل پذیری بیشتری دارند و پس از پرداخت نمای زیباتری به وجود می‌آورند.

و - تخلخل و جذب آب : مقدار تخلخل سنگ به کانی‌های تشکیل دهنده و زمان سرد شدن و کلاً به اثرات و حرکات زمین بستگی دارد. سنگ‌های متخلخل بسادگی تجزیه و ازهم جدا می‌شوند. هر چه تخلخل بیشتر باشد بهم فشردگی و دوام سنگ کمتر است. چنانچه ماسه سنگ پس از ۲۴ ساعت غوطه‌ور شدن در آب بیش از ۱۰ درصد آب جذب کند، به عنوان یک سنگ ساختمانی مناسب قابل استفاده نیست. همچنین سنگ آهک متراکم نباید بیش از ۱۵ درصد حجمش آب جذب کند. در مورد گرانیت‌ها و سنگ لوح‌ها جذب آب نباید بیش از یک درصد باشد. استاندارد ایران میزان حداکثر جذب آب سنگ‌های آهکی متخلخل و توف‌ها را به ترتیب ۲۵ و ۳۰ درصد ذکر کرده است. تخلخل و نفوذپذیری مهمترین خصوصیات فیزیکی سنگ‌ها برای تعیین دوام و مقاومت در برابر تخریب آنهاست. این خصوصیات قابلیت دسترسی آب به داخل سنگ را بیان می‌کند. آب در هر سه حالت خود (بخار، مایع و یخ) مهمترین ماده در ایجاد هوازدگی و تخریب سنگ‌ها است. خصوصیات حرارتی و مکانیکی از اهمیت درجه دوم در ایجاد خرابی سنگ‌ها برخوردار است تخریب سنگ با نوع سنگ و تخلخل آن، میزان و منشأ رطوبت بستگی دارد. سنگ‌های کربناتی نظیر سنگ آهک، دولومیت و مرمر توسط رطوبت مورد هجوم قرار می‌گیرند. تخریب کانی‌های سیلیکاتی بسیار آهسته است. جلوگیری از دسترسی آب به سنگ

طبیعی ترین ولی مشکل ترین راه محافظت از سنگ است.

ز - دوام : دوام یک سنگ به سازند زمین شناسی، همگنی، ترکیب شیمیائی، دانه ها و مواد چسباننده، پایداری در برابر فرسودگی طبیعی بستگی دارد.

ح - مقاومت : مقاومت سنگ ها در برابر خرد شدن در محدوده ای بین ۱۵۰ تا ۱۰۰۰ کیلوگرم برسانتیمترمربع متغیر است. تنش فشاری که بر سنگ در ساختمان اعمال می شود نباید از یک دهم الی یک بیستم مقاومت فشاری که در آزمایش بدست آمده بیشتر باشد.

مقاومت فشاری سنگ های ساختمانی مطابق با پیش نویس استاندارد سنگ های ساختمانی ایران مطابق جدول شماره ۲-۲ است .

ط - سختی : سختی کیفیتی است که در ارتباط با فرسودگی طبیعی سنگ مشخص می شود. سنگ های آذرین معمولاً دارای بیشترین سختی و استحکام است. اگر سنگی عاری از ترک، درز و حفره باشد در بین سنگ های مشابه، سنگین ترین شان محکم ترین آنهاست. سختی را با مقیاس "موهس" اندازه گیری می کنند. سنگی که به وسیله یک چاقو خراش پیدا نکند دارای سختی ۷ و چنانچه با ناخن خراش یابد دارای سختی ۲ است.

ی - خشک بودن : پس از استخراج، سنگ ها دارای رطوبت است که آنرا نم سنگ معدن می نامند. این نم معدن برش سنگ را راحت می کند. سنگ هایی که دارای نم باشد چنانچه بلافاصله استفاده شود بسرعت تخریب می شود. ۶ تا ۱۲ ماه طول می کشد که نم سنگ خشک شود. پس از خشک شدن، سنگ ها سخت و آماده کار می شود. سنگ های ساختمانی را باید برحسب ابعاد و نوع در مدت زمان متناسبی خشک کرد. زمانی که سنگ کاملاً خشک شد، با قرار گرفتن در معرض باران دیگر به حالت نرم و مرطوب خود باز نمی گردد و با گذشت زمان سخت تر نیز می شود.

ک - پایداری در برابر هوازگی : این ویژگی سنگ میزان پایداری در برابر عوامل جوی است. سنگ هایی که پایداری کمی در برابر عوامل جوی دارد تجزیه و ازهم جدا می شود. ظاهر چنین سنگ هایی اگر در نما بکار روند بتدریج زشت می شود. در صورتی که وقتی نم معدن از سنگ خارج می شود، یک لایه بلورین سخت در رویه سنگ تشکیل می شود که پایداری خوبی در برابر هوازگی ایجاد می کند.

یکی از روش های بررسی پایداری سنگ در برابر هوازگی آزمایش یخبندان است. سنگی در

برابر یخبندان پایدار است که پس از انجام تعداد معینی دوره‌های ذوب و انجماد صدمه چشمگیری روی آن دیده نشود و نشانه‌های خرابی ظاهری مانند ورقه ورقه شدن، پوسته شدن، ترک سراسری و پریدگی رنگ در آن دیده نشود. علاوه بر آن کاهش وزن نمونه پس از آزمون نباید از یک درصد بیشتر شود و کاهش تاب فشاری آن پس از آزمون از حد استاندارد خارج شود.

ل - سهولت کار : از نقطه نظر اقتصادی و سهولت کار، سنگ‌ها باید چنان انتخاب گردد که براحتی بریده شود و به اندازه‌ها و اشکال مورد نظر درآید.

م - پایداری در برابر آتش : سنگ طبیعی غیر قابل اشتعال است و به گسترش شعله کمک نمی‌کند ولی در مقابل تغییر شدید درجه حرارت ممکن است عکس العمل نشان دهد از انبساط و انقباض بطنی تا ترکیدن و منفجر شدن سنگ باید مورد توجه باشد.

ن - انتقال حرارت : در جدول ۱-۲ قابلیت هدایت حرارتی دو گروه از سنگ‌ها ارائه شده است.

### قابلیت هدایت حرارتی سنگها

جدول ۱-۲

نوع سنگ	وزن مخصوص $Kg/m^3$	قابلیت حرارتی $W/C.m$
بازالت - گرانیت	۲۵۰۰-۳۰۰۰	۲/۰
تراورتن	۸۰۰	۲/۳

۱ - مقررات ملی ساختمانی ایران ، مبحث ۱۹

قابلیت هدایت حرارتی سایر انواع سنگها با توجه به وزن مخصوصشان در محدوده بین دو مقدار فوق قرار می‌گیرد. در مقایسه اعداد جدول بالا با مقادیر هدایت حرارتی مصالح دیگر نظیر آجر ( $0.8 W/C.m$ ) نتیجه می‌شود. مصالح مورد استفاده در دیوارچینی، عایق‌بندی ضعیفی در برابر انتقال حرارت ایجاد می‌کند و مقاومت حرارتی ناچیزی به دیوار می‌بخشد. بنابراین برای عایق‌بندی دیوارهای دارای نمای سنگی باید از دیوارهای دو جداره و ماده‌ای با ضریب انتقال حرارت پائین در داخل فضای مجوف استفاده کرد.

س- انتقال صدا : چون سنگ ساختمانی طبیعی متراکم است عایق خوبی در برابر انتقال صداهای هوابرد است و مسیر مناسبی برای صوت‌های ضربه‌ای فراهم می‌سازد.

به منظور مقایسه و آگاهی، ویژگی های استاندارد انواع سنگ ها مطابق با آیین نامه ASTM در جدول ۲-۲ ملاحظه می شود. خلاصه ویژگی های انواع سنگ ها نیز در جدول ۲-۳ ارائه شده است.

ویژگی های استاندارد سنگ های ساختمانی مطابق با آیین نامه ASTM (۲۳و۲۲،۲۱،۲۰)

جدول ۲ - ۲

کوارتزی			گرانیت	سنگ آهک			مرمر (نمای خارجی)				آزمایش های فیزیکی و مکانیکی واحد و معیار ارزیابی
کوارتزیت	ماسه سنگ کوارتزیت	ماسه سنگ		چگالی زیاد	چگالی متوسط	چگالی کم	تراورتن	سریانیتین	دلومیت	کلسیت	
۱	۳	۲۰	۰/۴۰	۳	۷/۵	۱۲	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۰	حداکثر جذب آب (درصد وزنی)
۲۵۶۰	۲۴۰۰	۲۱۶۰	۲۵۶۰	۲۵۶۰	۲۱۶۰	۱۷۶۰	۲۳۰۵	۲۶۹۰	۲۸۰۰	۲۵۹۵	حداقل وزن مخصوص، (kg/m <sup>3</sup> )
۱۳۷۹	۶۸۹	۱۳۸	۱۳۱۰	۵۵۰	۲۸۰	۱۲۰	۵۲۰	۵۲۰	۵۲۰	۵۲۰	حداقل مقاومت فشاری، (kgf/cm <sup>2</sup> )
۱۳۹	۶۹	۲۱	۱۰۳/۴	۶۹	۳۴	۲۹	۷۰	۷۰	۷۰	۷۰	حداقل مدول کسینجنتی، (kgf/cm <sup>2</sup> )
۸	۸	۸	استاندارد نشده است	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	حداقل مقاومت در برابر سایش، (Ha*)

\* واحد مقاومت در برابر سایش " سختی " یا " hardness " است.



خلاصه خصوصیات انواع سنگ ها

جدول ۲-۳

نوع سنگ	ترکیب	ویژگیها
بازالت	یک نوع سنگ آذرین متراکم که از فلدسپات و پیروکسن ترکیب شده باشد.	دارای سختی و مقاومت زیاد در برابر خورد شدن بارنگ خاکستری یا سیاه است .
گرانیت	حاوی ۵۰ تا ۶۰ درصد کوارتز، ۳۰ تا ۴۰ درصد فلدسپات و ۱۰ درصد میکا است.	با دوام، سخت و سنگین است و ساختمان کاملاً بلورین دارد. بسادگی نمی توان آنرا بکار برد و قیمت آن گران است. در برابر آتش شدید براحتی ترک می خورد. رنگ آن خاکستری، سفید و صورتی است.
سنگ آهک	شامل دانه های بلورین کربنات کلسیم که توسط خمیره سیلیسی، کربناتی و رسی بهم چسبیده است.	سفید، خاکستری، آبی، قهوه ای و صورتی رنگ است. معمولاً جاذب آب، نرم و سبک است. در حالیکه سنگ های آهکی دانه ای سنگ های با دوامی هستند.
مرمر	سنگ آهک متبلور است.	محکم و بادوام، قابل تراش و به خوبی صیقل می شود.
کوارتزیت	از دی اکسید کلسیم همراه با اکسیدهای فلزی مختلف تشکیل شده است.	بلورین، متراکم، سخت و شکننده است.
ماسه سنگ	سنگی رسوبی است که از دانه های ماسه که با کربنات کلسیم یا منیزیم، سیلیس یا اکسیدهای آهن بهم چسبیده اند تشکیل شده است.	رنگ آن ممکن است سفید، قهوه ای، قرمز، خاکستری خاکستری مایل سبز، زرد و یا آبی باشد در برابر فشار تاب زیادی دارد اما وقتی حاری میکا باشد متورق می شود. این سنگ معمولاً سخت بوده و جذب آب آن کم است.
سنگ لوح (اسلیت)	یک نوع سنگ رسی دگرگونی که از سیلیس و آلومینا تشکیل شده است.	رنگ های ارغوانی، سبز، خاکستری و قهوه ای دارد. سخت، متراکم، دانه ریز و بادوام است. می توان آنرا به صورت دال های نازک درآورد. چنانچه به آن ضربه زده شود صدای فلزی می دهد.
گنایس	گرانیت دگرگون شده و لایه لایه است.	رنگ روشن و قرمز دارد و می توان آنرا به صورت دال های نازک درآورد و براحتی می توان با آن کار کرد.

## ۲ - ۲ مقررات کاربرد سنگ در ساختمان

### ۲ - ۲ - ۱ ملاحظات اقلیمی

هر سنگ طبیعی سخت، مستحکم و با دوام می‌تواند در طی قرن‌ها در برابر عملکرد باد و باران و در شرایط سخت اقلیمی مقاومت کند. بسیاری از سنگ‌های طبیعی که برای دیوارچینی مورد استفاده قرار می‌گیرند، چنانچه به گونه مناسبی چیده و از آنها نگهداری شود عمر قابل توجهی خواهند داشت. بیشتر شکست‌هایی که در دیوارهای سنگی ایجاد شده به خاطر انتخاب مصالح نامناسب وضعف اجرا بوده است. استخراج، برش و استفاده از سنگ باید تحت نظارت دقیق باشد. بعضی از سنگ‌های طبیعی در ظاهر سالم و مقاوم است اما از مقاومت خوبی در برابر هوازگی برخوردار نیست.

عواملی که بر تخریب سنگ در شرایط آب و هوایی متفاوت مؤثر است و نحوه مقابله با آنها عبارتند از :

الف - عوامل شیمیائی شامل گازها، دودها، بخارات اسید و اسیدهای اتمسفر است. اسیدهای سولفور، اسید کربنیک، اسید هیدروکلریک، و بندرت اسید نیتریک موجود در هوای شهرها و اسید کربنیک موجود در هوای تمیز بر سنگ‌هایی که حاوی  $\text{CaCO}_3$  و  $\text{MgCO}_3$  است اثر می‌گذارد و آنها را تخریب می‌کند. اسیدهای جذب شده توسط رطوبت هوا بوسیله آب باران راه خود را به داخل فضاهای خالی سنگ‌ها می‌یابد و آنها را از هم می‌پاشد و یا آنها را می‌فرساید. از این‌رو استفاده از سنگ‌های آهکی متخلخل مانند تراورتن در شهرهای صنعتی مناسب نیست.

هوای آلوده علت اصلی تخریب بعضی از سنگ‌ها است. سنگ‌هایی مانند سنگ آهک و ماسه به ویژه سنگ آهکی که حاوی کربنات کلسیم باشد مستعد است که مورد حمله قرار گیرد. در شهرهای صنعتی گازهای اسیدی مانند دی‌اکسید و تری‌اکسید گوگرد وقتی در مجاورت آب مثلاً باران قرار گیرد به ترتیب تشکیل اسید سولفور و اسیدسولفوریک می‌دهد. وقتی این اسیدهای گوگردی با آب باران، برف یا مه بر روی سنگ آهک پائین می‌آید، سولفات کلسیم تشکیل می‌شود و دی‌اکسید کربن آزاد می‌شود. باران سولفات کلسیم را می‌شوید و سبب فرسایش سطح سنگ می‌شود. چنین فرسایشی در صورتی که منطقه باران خیز بوده و دارای بادهای با جهت ثابت باشد قابل ملاحظه خواهد بود. وقتی فرسایش تدریجی باشد تخریب جدی نیست. تخریب جدی وقتی اتفاق می‌افتد که اسیدهای گوگرد سبب تشکیل یک پوسته یا لایه سخت بر روی سطح خارجی

سنگ آهک می دهد. این پوسته بعدها طبله می کند و پوسته پوسته می شود. این لایه ها عمدتاً حاوی نمک ها (سولفیت کلسیم و سولفات کلسیم) است. وقتی که پوسته از سنگ جدا می شود یک سطح جدید در معرض عوامل جوی قرار می گیرد و یک لایه جدید تشکیل می شود. نتیجه چنین فرآیندی ضعیف شدن دیوار و البته زشت شدن ظاهر آنست. این تخریب تنها بر روی سطوح خارجی دیوار که توسط باران شسته نمی شود اتفاق می افتد. چون آب باران نمک ها را می شوید و از تشکیل لایه سطحی جلوگیری می کند بر سطوحی که توسط باران شسته می شوند چنین اثری ایجاد نمی شود.

رنگ سنگ ممکن است خیلی زود تحت تاثیر فرآیندهای گوناگون قرار گرفته و تغییر کند. مثلاً در شهرهای بزرگ بعلت آلودگی زیاد و پراکندگی دود حاصل از اتومبیل ها و سوختن مواد دودزا رنگ سفید سنگ ها به سرعت تیره می شود و زیبایی ساختمان تا حدودی کاهش می یابد.

ب - عوامل مکانیکی مانند بادهای دائمی، گرد و خاک، آب باران، یخبندان در آب و هوای سرد و آب های جاری باعث تخریب یا از هم پاشیدن سنگ ها می شود. باید از نفوذ آب باران به داخل دیوار سنگی یا دیوار با نمای سنگی جلوگیری کرد. یکی از راه های اصلی آن زهکشی مناسب دیوار است.

برای مقابله با هوازگی، ساختمان سنگ از ترکیب شیمیایی و کانی شناسی آن مهم تر است. باید سنگ های یکنواخت بدون عیب و نقص و بدون هرگونه مواد خارجی و رگه های نرم را انتخاب کرد.

در مناطقی که تعداد دوره های یخبندان و ذوب شدن زیاد بوده و میزان بارندگی بالاست، باید از سنگ های با دوام، با تخلخل کم (با جذب آب کم) و بدون درز و شکاف و همچنین بدون رگه های ضعیف استفاده کرد. بهترین روش تعیین دوام یک سنگ، تجربه کاربرد آن است، در مناطق یاد شده باید دقت ویژه ای معمول داشت که تا حد امکان آب به داخل بنای سنگی یا نمای سنگی راه نیابد.

انبساط و انقباض ناشی تغییرات دما ممکن است سبب تخریب سنگ ها شود. در ساخت دیوارها باید درز انبساط و انقباض در نظر گرفته شود.

ج - عوامل بیولوژیک مانند میکرواورگانیزم ها تحت شرایط گرم و مرطوب ممکن است بر برخی سنگها (سنگهای متخلخل) تاثیر مخرب داشته باشد. گلسنگ نقش تخریبی خیلی کمتری

دارد و حیوانات سوراخ کننده تنها تحت شرایط ویژه ای می توانند باعث تخریب سنگ های نظیر ستون ها و سازه های زیرآبی شوند. در چنین شرایطی باید سطح سنگ ها را با مواد محافظ (شیمیایی یا آلی) محافظت کرد.

#### انتخاب سنگ با توجه به اقلیم های مختلف

الف - گرانیت در مقابل تمامی عوامل جوی معمولی مانند هوای بسیار آلوده مقاوم است و برای صدها سال یا بیشتر سطح آن جلای طبیعی خود را کاملاً حفظ می کند. سطح پرداخت براق سنگ با شستشوی دوره ای حفظ می گردد.

ب - ماسه سنگ های سخت نیز بسیار مقاوم و در برابر عوامل جوی تأثیرناپذیر است، اما به خاطر بافت درشت دانه سنگ که چرک را به خود می گیرد، به مرور دچار لک می شود. برای پاک کردن لک های کثیف از سطح ماسه سنگ، هرچند گاه از شن پاشی یا فرآیندهای شیمیایی و شستشوی کامل استفاده می شود.

ج - سنگ آهک سالم و غیرمتخلخل که به شکل دقیق انتخاب و کار گذاشته شده باشد از دوام کافی برای عمر پیش بینی شده اکثر ساختمان ها برخوردار است. سطح این سنگ به مرور تحت تأثیر آب و هوا در طی چند سال دچار تغییر رنگ تدریجی می شود که معمولاً از نظر ظاهر مشکلی ایجاد نمی کند. سنگ آهک در آب باران حاری دی اکسیدکربن محلول است، بطوری که سطح دیوارهای ساخته شده از سنگ آهک پس از شسته شدن کامل با باران تا حدودی خود به خود تمیز می شود، اما بخش های حفاظت شده دیوار آلودگی را در خود نگه می دارد. این عمل ظاهر سفید و سیاه بدنمانی ایجاد می کند. سطح دیوارهای سنگ آهکی به کمک آب افشانی یا توسط بخار و برس کشی شسته می شود تا قشر کثیف روی سنگ زدوده شود و سطح دیوار کمابیش ظاهر اولیه خود را بازیابد.

د - بطورکلی سنگ های متخلخل برای کشورهایی که دارای شرایط آب و هوایی سخت است مناسب نیست. زیرا آب به خلل و فرج موجود در سنگ راه یافته و حتی می تواند به سطح پشتی سنگ برسد. سرمای زیر صفر باعث یخ زدگی آب شده و سنگ را می شکند یا از سطح بنا جدا می کند. در نتیجه پس از جدایی کامل، موجب افتادن سنگ نما می شود.

## ۲ - ۲ - ۲ ملاحظات زیست محیطی

### - در فرآیند تولید

سنگ را به ۳ روش استخراج می کنند:

۱- روش دستگاهی

۲- روش انفجاری

۳- روش دستی

در روش انفجاری با توجه به ضایعات بیش از ۷۰ درصد ناشی از انفجار برای حصول ۶۰۰ تن سنگ مفید بایستی حداقل ۲۰۰۰ تن از ذخایر ملی برداشت شود. گذشته از آنکه خطر وجود ترک های نامرئی حاصل از انفجار ۶۰۰ تن سنگ مفید را تا آخرین مراحل برش و پرداخت تهدید می کند.

علاوه بر نابودی منابع طبیعی و شکاف خوردن و ترک برداشتن سنگ، در این روش همیشه احتمال خطر جانی وجود دارد. قواره های سنگی که به روش غیر انفجاری استخراج می شوند چون تحت فشار و شوک انفجاری واقع نشده اند بسیار سالم و خوش ساخت بوده و امکان برش پلاک در سایزهای مختلف از آنها میسر است. این امر به نوبه خود سرعت و کمیت برش را نیز افزایش می دهد.

### - در فرآیند اجرا

باید حداقل عملیات کارگاهی مخرب محیط زیست، مانند اندازه کردن، برش و ایجاد دور ریز وجود داشته باشد. توصیه می شود جهت استفاده از سنگ های مالون، پس از استخراج در محل معدن سنگ ها قواره شود. چنانچه از سنگ به عنوان نماسازی استفاده می شود، ابتدا طراحی برمبنای مدول مشخص صورت گرفته و سنگ ها در محل کارخانه به صورت حکمی به ابعاد مورد نظر بریده شده و در سطح پشت سنگ ها چفت های لازم جهت نصب تعبیه شود.

### - در طول عمر بنا

چنانچه در سنگ مواد رادیواکتیو وجود نداشته باشد و اجرای بنای سنگی یا نما و کف سازی سنگی مطابق ضوابط فنی اجرا شود، سنگ ها در طول عمر بنای ساختمان ها تأثیر مخربی

برمحیط زیست ندارد.

- در مرحله تخریب بنا

تخریب بنا، نما و کف سازی سنگی چنانچه با دقت صورت گیرد هیچگونه تأثیر مخربی برمحیط زیست نخواهد داشت.

## ۲ - ۲ - ۳ ملاحظات تکنولوژیکی

بلوک های سنگ استخراج شده از معدن برای آنکه در ساختمان بکار روند به برش و تراش نیاز دارند. بهتر است کار روی سنگ در محل معدن انجام شود زیرا سنگ تازه استخراج شده دارای قدری رطوبت است که به آن "تم سنگ" می گویند. در این حالت سنگ نرم تر بوده و به آسانی می توان روی آن کار کرد. بریدن و تراشیدن سنگ در محل معدن اقتصادی تر است زیرا با کاهش وزن سنگ تمام شده هزینه حمل و نقل کمتر می شود. علاوه بر این ها کارگران محلی دارای تجربه خوبی در مورد تراش سنگ های معادن نزدیک هستند.

از این رو توصیه می شود :

- در محل کارگاه های سنگبری با ابعاد مورد نیاز تهیه شود و تا حد امکان از هرگونه شیار دادن یا پخ زدن و اندازه کردن در سر کارگاه ساختمانی پرهیز گردد.

- برای سهولت در انتخاب و اجرای نماهای سنگی، دسته بندی سنگ ها در محل تولید براساس رنگ، رگه ها و مرغوبیت انجام گیرد.

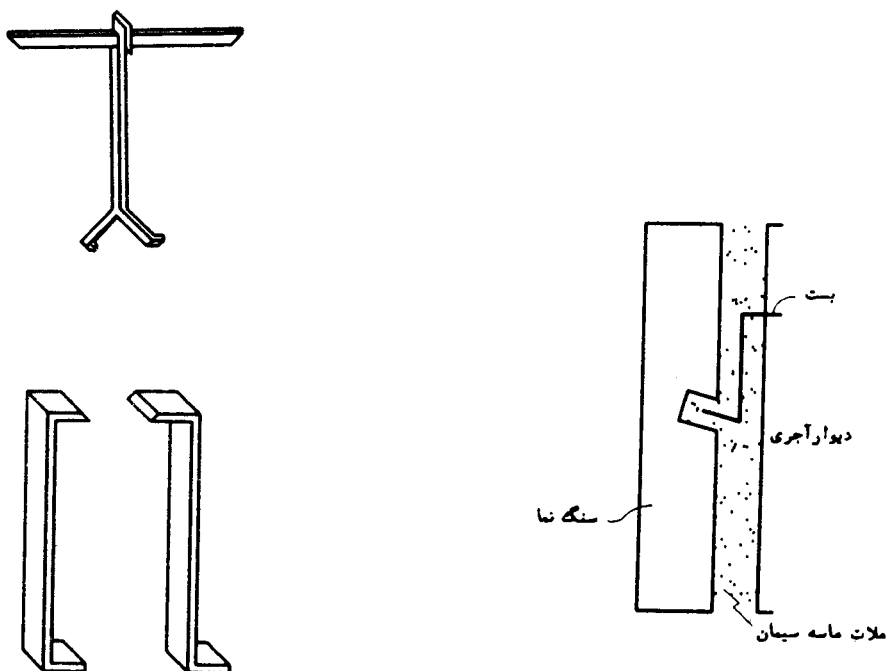
- استفاده از روش های بسته بندی استاندارد در هنگام حمل و نقل از آسیب رسیدن به سنگ ها جلوگیری به عمل خواهد آورد.

- حداکثر مساحت سنگ های پلاک مطابق مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی ۱۸۰۰ سانتیمتر مربع است.

- سنگ نما باید با قفل و بست های مناسب به دیوار محکم شود این کار غالباً با اسکوپ گذاری صورت می گیرد.

میله های اسکوپ به چند طریق ساخته می شود. میله های یک شاخه ای و میله های دو شاخه ای. بعضی از میله های یک شاخه ای دو سر خم شده رو به یک طرف دارند در حالیکه

بعضی دیگر برعکس هم خم شده‌اند. هر دو نوع آن در موقع نصب داخل ملات و سنگ قرار می‌گیرند. بعضی از اسکوپ‌ها دو شاخه‌ای هستند که دوشاخه آن را می‌توان در وسط دو سنگ قرار داد و هر شاخه آنرا در یکی از سنگ‌ها نصب نمود. چون محل این اسکوپ‌ها را در سنگ باید سوراخ نمود امکان شکستن ضخامت لبه سنگ بین ملات و اسکوپ وجود دارد.

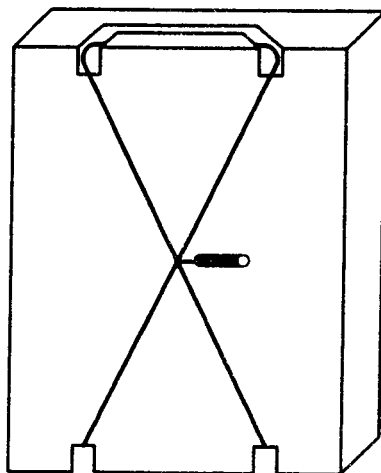


شکل جزئیات اجرای اسکوپ

مصالح نصب سنگ و اتصالات و بند و بست‌های فلزی یا باید از فلز زنگ نزن باشد و یا تمام قسمت‌های آن در داخل خمیر سیمان ملات و دوغاب قرار گیرد تا از زنگ زدگی آنها جلوگیری بعمل آید.

روش دیگر اتصال سنگ نما به دیوار از طریق ایجاد شیار به عمق ۲ سانتیمتر در دو سر سنگ مطابق شکل زیر است. سپس با سیم‌هایی که ضخامت آن حدود دو میلیمتر است به اطراف آن

پیچیده و در پشت سنگ سیم‌ها را بهم چرخ می‌دهند که بشکل کلاف تابیده نازک در آید و ملات ماسه و سیمان را پشت سنگ می‌ریزند. سیم‌ها داخل ملات مانده و دو سر سنگ را مهار کرده است. این طریق از تمام طرق گفته شده بهتر است چون محل اتکا سنگ بیشتر بوده و بهتر می‌تواند سنگینی سنگ را تحمل نموده و مقاومت کند .

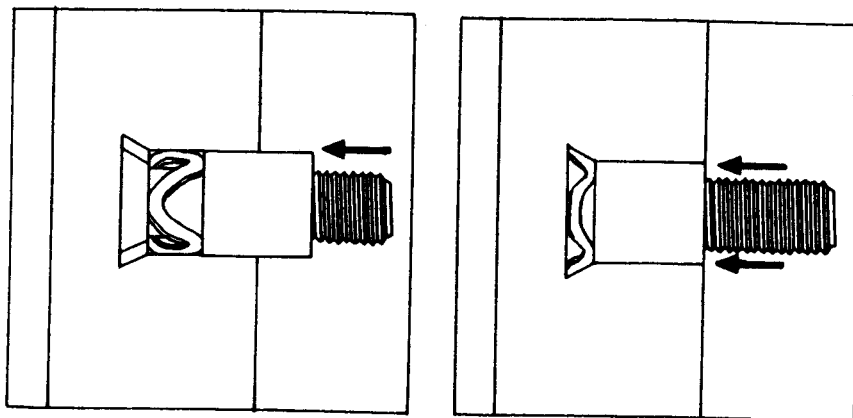


روش دیگر نصب سنگ پلاک استفاده از رول پلاک است. در این روش سنگ‌ها با مهارهای تکیه‌گاهی و نگه‌دارنده به کمک رول پلاک به سازه زمینه متصل می‌شود. در این نوع مهار، محورهای اتصال نمایان است. محورهای اتصال مهار در سوراخ‌هایی که قبلاً در سطح جلویی سنگ‌های پلاک ایجاد شده‌اند قرار می‌گیرد و نیروی وزن مرده و فشارهای باد را خنثی می‌کند. بشرط پوشش سطحی کم محورهای اتصال در داخل سوراخ و قطر نسبتاً بزرگ آنها به اندازه حداقل ۸ میلیمتر، نیروی شکننده محور اتصال محدود می‌شود. به علاوه محورهای اتصال مهار در حاشیه سنگ‌های پلاک قرار می‌گیرد که این خود به تنش خمشی بالای در پلاک منجر می‌شود. بدین ترتیب، هم نیروهای شکننده محور اتصال و هم تنش خمشی بالا، ضخیم شدن نسبتاً زیاد سنگ پلاک را ضروری می‌سازد. این ضخامت حدود ۳۰ تا ۵۰ میلیمتر است.

روش جدید نصب سنگ پلاک روش "مهار خزانه‌ای" با استفاده از مهارهای جدید "فیش-زوکون" است. در این روش امکان نصب غیرمرئی سنگ‌های پلاک نازک نیز وجود دارد. این مهار در سطح پشتی پلاک قرار می‌گیرد و امکان نصب مطمئن، سریع و اقتصادی سنگ‌های نمای ساختمان را



فراهم می‌سازد. مهار از یک پیچ مخروطی، رینگ منبسط شونده و برش فاصله نگهدار تشکیل می‌شود. عمق مهار به نوع، ساختار و استحکام سنگ بستگی دارد و بر حسب نیاز به ۱۵ تا ۲۰ میلیمتر بالغ می‌شود (شکل زیر).



#### ۲ - ۲ - ۴ ملاحظات مکانی

سنگ مصالح ساختمانی است که از تنوع کاربرد قابل توجهی برخوردار است. سنگ در انواع ساختمان‌های عمومی، تجاری، مسکونی، مذهبی و همچنین در قسمت‌های مختلف محیط شهری کاربرد داشته و توصیه می‌شود.

انتخاب سنگ برای مصارف گوناگون بر اساس مشخصات مختلف انواع سنگ‌ها صورت می‌پذیرد.

سنگ‌ها عمدتاً در دیوارها، پی‌ها و نعلبندی تزئینی بکار می‌رود. سنگ‌های شکسته در پی و کف ساختمان، زیر سازی خطوط راه آهن و غیره مصرف می‌شود.

جدول ۲-۳ محل کاربرد و موقعیت مکانی سنگ‌های مختلف را در ساختمان نشان می‌دهد. در انواع فرش با سنگ، سنگ‌هایی که بکار برده می‌شود باید دارای ویژگی‌هایی باشد که سنگ‌های صیقلی نما دارد. سنگفرش باید از نوع سنگ‌هایی انتخاب شود که اولاً فاقد خلل و فرج بوده، ثانیاً مقاومت کافی در برابر سائیدگی داشته باشد.

## محل کاربرد انواع سنگ در ساختمان

جدول ۲-۳

نوع سنگ	مصارف
بازالت	سنگ فرش، راه آهن، تولید سنگ‌های مصنوعی
گرانیت	نماسازی ساختمان، پایه‌های پل، دیوارهای دریا و سایر کارهای دریایی، پاسنگ، پله‌ها و ستون‌های ساختمان، بالاست راه آهن، کارهای بنائی در شهرهای صنعتی که در معرض دود و بخارات شیمیائی هستند.
سنگ آهک	ستون‌ها، راه‌پله‌ها، کف‌ها، قرنیزها، دیوارهای ساختمان، سنگ فرش نمای دیوارها
مرمر	کف‌ها، ستون‌ها، دیوارها، قرنیزها، پلکان، روی میزها و کارهای تزئینی یا دارای انحناء، آستانه در و پنجره، سنگفرش
کوارتزیت	کارهای بنائی در شهرهای صنعتی که در معرض دود و بخارات شیمیائی هستند بالاست راه آهن، سنگدانه بتن
ماسه سنگ	سنگفرش، پوشش بام، کارهای تزئینی (ماسه سنگ‌های دانه ریز در سنگتراش بکار می‌رود، ماسه سنگ‌های سخت برای پلکان و سنگ نامصرف می‌شود)، بنای مقاوم در برابر آتش (ماسه سنگ متراکم) آستانه در و پنجره، پله‌ها، بالاست راه آهن، نماسازی ساختمان (ماسه سنگ متراکم)
سنگ لوح	پوشش بام، سنگ فرش، تزئینات دیوار، دیوارهای جداگر، حمام، راه‌پله‌ها، پاگردها و لایه‌های عایق رطوبت
گنایس	سنگ فرش، کارهای بنائی (سنگ چینی)، سنگ دانه برای بتن، پل‌ها، ستون‌ها، اسکله و سایر کارهای دریایی

دیوارهای سنگی غالباً به سه صورت بنایی با سنگ قواره یا لاشه چینی و یا خشکه چینی ساخته می‌شود:

بنایی با سنگ قواره (نماچینی): با استفاده از بلوک‌های سنگی انجام می‌شود که بطور دقیق مطابق با ابعاد و معین به شکل راست گوشه (سنگ بادبر) برش خورده است. بطوری که بلوک‌ها را می‌توان با درزهای ملاتی نسبتاً نازک با پیوند معین کار گذاشت. به خاطر کار زیادی که برای برش و پرداخت این سنگ‌ها صرف می‌شود، این نوع دیوارچینی بسیار گران تمام می‌شود. نماچینی بیشتر برای ساختمان‌های بزرگ و دائمی‌تر شهرها مورد استفاده قرار می‌گیرد.

لاشه چینی : در محل‌هایی که دسترسی به سنگ آسان باشد، بطور وسیعی در ساختمان‌های روستائی و شهری مورد استفاده قرار می‌گیرد. لاشه سنگ بیانگر سنگ‌هایی است که از معدن استخراج می‌شود. در لاشه سنگ‌های مورد استفاده در دیوارچینی به جز در گوشه‌های نامناسب اصلاح کمی صورت می‌گیرد. سنگ‌های سختی که شکستن و شکل دادن آنها دشوار باشد به عنوان لاشه سنگ نامنظم و آن سنگ‌های رسوبی که بشکل تقریباً "راست گوشه" استخراج می‌شود بعنوان سنگ بادبر مورد استفاده قرار می‌گیرد.

بنایی خشکه چین : خشکه چینی با سنگ و بدون استفاده از ملات صورت می‌گیرد. سنگ‌های مورد مصرف در خشکه چینی باید در حد امکان دارای سطوح چهارگوش و مرتب باشد و گوشه‌های تیز و نامناسب آن تراشیده شود. مقدار بار مجاز ایمن برای بنای سنگی در جدول ۲-۴ ارائه شده است.

### بار مجاز ایمن برای بنای سنگی

جدول ۲-۴

ردیف	نوع بنای سنگی	بار ایمن مجاز برحسب $\text{Kg/Cm}^3$
۱	دیوار سنگی بادبر با ملات سیمان ۱:۳	۱۷/۶
۲	دیوار سنگی بادبر با ملات سیمان ۱:۶	۸/۸
۳	دیوار سنگی بادبر با ملات آهک	۷/۶
۴	دیوار لاشه چینی منظم با ملات سیمان ۱:۴	۱۱
۵	دیوار لاشه چینی منظم با ملات سیمان ۱:۶	۵/۵
۶	دیوار لاشه چینی منظم با ملات آهک	۵
۷	دیوار لاشه چینی نامنظم با ملات سیمان ۱:۴	۸/۸
۸	دیوار لاشه چینی نامنظم با ملات سیمان ۱:۶	۴/۴
۹	دیوار لاشه چینی نامنظم با ملات آهک	۳/۳

## ضوابط کاربرد سنگ در ساخت دیوار سنگی با سنگ بادبر

الف - سنگ مورد استفاده می‌باید سخت بوده، دارای بافت یکنواخت باشد و فاقد ترک، حفره، رگه و لکه‌های نرم و مواد زائد باشد.

ب - تا حد امکان باید کلیه دیوارهای متصل بهم در یک سازه بطور همزمان و منظم بالا برده شود. چنانچه یک قسمت از دیوار فعلاً نباید ساخته شود، دیوار باید با زاویه ۴۵ درجه یا کمتر در محل انقطاع چیده شود. این کار اتصال کامل بین دیوار جدید و قدیم را میسر می‌کند.

ج - قسمت‌های داخلی دیوار سنگی باید کاملاً توپر باشد و توسط قطعات سنگ و ملات پر شود تا فضای خالی باقی نماند.

د - سطوحی از سنگ که در تماس با ملات قرار می‌گیرد نباید کاملاً صاف و صیقل باشد، همچنین نباید دارای برآمدگی یا فرورفتگی بیش از اندازه مجاز باشد. در صورت اخیر ممکن است بار یکنواخت در نقاط مشخصی متمرکز شود و در نهایت باعث ایجاد ترک در سنگ چینی گردد.

ه - بنای سنگی نباید تحت تنش کشش قرار گیرد. مثلاً در دیوارهایی که با نشست نامتقارن خاک مواجه است این تنش‌ها ایجاد می‌شود.

و - سنگ‌های مورد استفاده را باید قبل از مصرف تر نمود.

ز - وقتی قرار است، سنگ چینی خشک و قدیمی مجدد ادامه پیدا کند، باید قبل از شروع کار بستر کار بخوبی تمیز و تر شود.

ح - پس از پایان اجرای دیوار سنگی، آنرا باید به مدت حداقل ۵ روز خیس نگه داشت تا ملات به خوبی عمل آید.

ط - سنگ‌های طبیعی لایه‌ای مانند سنگ آهک و ماسه سنگ را باید طوری در دیوارچینی مورد استفاده قرار داد که سنگ بر بستر طبیعی خود بنشینند تا تنش‌های فشاری را تحمل کند. بستر سنگ به سطحی از سنگ گفته می‌شود که موازی با طبقات سنگی (چینه) معدن است و تنش‌های روی سنگ باید عمود بر چینه یا بستر وارد شود، در غیر این صورت این لایه‌ها ممکن است بصورت سطوح ضعیفی عمل کند که در زیر تنش‌های فشاری تسلیم شود.

### ضوابط کاربرد سنگ در نما

- الف - در ساخت دیوار خارجی تمام سنگ‌های یک رگ نباید از سنگ‌هایی به ضخامت دیوار باشد. زیرا بدین ترتیب امکان عبور رطوبت و حرارت بوجود می‌آید.
- ب - لبه قرنیزها و قسمت‌های برجسته خارجی باید با سرب، مس یا مشمع‌های عایق رطوبت پوشانده شود تا باران به آنها آسیبی نرساند.
- ج - برای محافظت سطوح رویی سنگ‌ها در طول مدت ساختمان، باید آنها را با دوغاب پوشاند. این دوغاب درست قبل از پایان کار شسته می‌شود.

### ضوابط کاربرد سنگ در لاشه چینی

این گونه دیوارها از سنگ‌های ناهموار و تراشیده ساخته می‌شود و بدین جهت به دیوار، ظاهری طبیعی می‌دهد. این سنگ‌ها معمولاً با بندهای پهن چیده می‌شود و اشکال متنوعی از آنها در بسیاری از مناطق روستایی متداول است. سنگ‌های متوالی و رج‌ها باید به نحوی قرار گیرند که هیچیک از درزهای عمودی دو ردیف متوالی در مقابل یکدیگر قرار نگیرد. علاوه بر ملات‌های سیمانی لاشه چینی را در بعضی موارد مانند دیوار انبار یا دیوار محوطه با ملات ماسه آهک نیز می‌توان چید. چنانچه این قبیل دیوارها به همراه سنگ نما بکار روند، کار سنگ چینی را باید به کمک سیمان یا ملات حرامزاده (ماسه: سیمان: آهک ۶:۱:۱) انجام داد. معمولاً در گوشه‌ها و دهانه‌های در و پنجره از سنگ‌های نما یا سنگ‌های تراشیده استفاده می‌شود. همانند دیوار سنگی نما در اینجا نیز توصیه می‌شود که سطح پشت کار را با مواد ضد آب مناسبی پوشاند تا از عبور آب و یا ظاهر شدن لکه‌های سیمانی در نمای سنگ‌ها جلوگیری گردد. برای مقابله با نفوذ رطوبت و آب باران به داخل باید از لایه‌های ضد رطوبت استفاده شود. مقدار عرض دیوارهای لاشه سنگی را نباید کمتر از ۵۰ سانتیمتر در نظر گرفت.

### ضوابط کاربرد خشکه چینی

براساس مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی اندازه سنگ‌ها و نحوه چین باید براساس نقشه‌های اجرایی و دستورالعمل‌های دستگاه نظارت باشد. خشکه چینی باید حتی الامکان در رگ‌های منظم و افقی صورت گیرد و سنگ‌ها در سطوح منظم بر روی بستر آماده شده قرار

گیرند تا حداکثر تماس با کف یا لایه زیر حاصل شود. در خشکه چینی فاصله بندها نباید از ۳۰ میلیمتر و در سطوح نما از ۲۵ میلیمتر تجاوز نماید.

## ۳ - بلوک بتنی

### ۳ - ۱ کلیات

#### ۳ - ۱ - ۱ بلوک بتنی و نقش آن در صنعت ساختمان

بلوک بتنی فرآورده‌ای است که غالباً به صورت نیمه صنعتی یا صنعتی تولید شده و در سال‌های اخیر در برخی از مناطق ایران کاربرد وسیعی یافته است. این محصول ساختمانی به عنوان مصالح اصلی به ویژه در مناطقی که امکان دسترسی به آجر وجود ندارد شناخته شده است. بلوک بتنی معمولی در اغلب مناطق کشور از اختلاط سیمان، مصالح سنگی و آب تهیه می‌شود. در برخی موارد نیز با افزودن مواد حباب ساز و یا دانه‌های سبک، بلوک بتنی سبک نیز تهیه می‌شود که کاربرد آن به وسعت کاربرد بلوک بتنی معمولی نیست. از نظر شکل ظاهری متداول‌ترین نوع بلوک با ابعاد اسمی ۴۰×۲۰×۲۰ سانتیمتر تولید می‌گردد و از تنوع کافی برای مصارف گوناگون برخوردار نیست. اما سرعت اجرا و امکان تولید آن در کارگاه ساختمانی موجب گردیده است که بلوک بتنی با محدودیت موجود در برخی مناطق از جمله پرمصرف‌ترین مصالح ساختمانی برای ساخت دیوارها محسوب شود.

#### ۳ - ۱ - ۲ ویژگیهای فیزیکی، مکانیکی و شیمیایی

ویژگی‌های مورد قبول انواع بلوک بتنی براساس ضوابط موجود در کشور به شرح زیر است :

الف- وزن مخصوص، تاب فشاری و تبادل حرارت<sup>۱</sup> :

نوع	وزن مخصوص Kg/m <sup>3</sup>	تاب فشاری ۲۸ روزه قسمت پر Kg/cm <sup>2</sup>	تبادل حرارت W/m <sup>2</sup> .c
متراکم و سنگین	۱۵۰۰-۲۱۰۰	۲۵۰	۰/۵۹-۱/۲۸
نیمه سبک	۷۰۰-۱۵۰۰	۱۰۵	۰/۲۱-۰/۴۴
سبک	۴۰۰-۹۰۰	۷۰	۰/۱۵-۰/۲۷

۱ - بلوک بتنی و کاربرد آن در دیوارنشرب شماره ۱۰۰ دفتر تحقیقات و معیارهای فنی سازمان برنامه و بودجه

ب- رطوبت مجاز :

وزن مخصوص $\text{kg/m}^3$	رطوبت مجاز (درصد وزنی)
بیش از ۱۴۰۰	۰/۰۲
کمتر از ۱۴۰۰	۰/۰۵

استاندارد شماره ۷۰ موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

ج - تغییرات حجمی :

مطابق استاندارد BS 2028 , 1364، حدود تغییرات حجمی قابل قبول برای جمع شدگی ناشی از خشک شدن یا تقلیل رطوبت برای بلوک بتنی سنگین حداکثر به نسبت ۰/۰۶ می باشد.

د - انتقال صدا :

این مسئله نه تنها به بلوک بتنی بلکه به ساختار کلی دیوار ارتباط دارد که در این مورد می توان به عوامل مؤثر زیر اشاره نمود:

- چگالی دیوار ( $\text{kg/m}^2$ ): هر چه چگالی سطحی دیوار بیشتر باشد، انتقال صدای هوا برد توسط آن کمتر خواهد بود. مطابق مقررات انگلستان (CP3 . BRE) چگالی سطحی حداقل برای دیوارهای بلوکی ساده ۴۱۵ کیلوگرم در مترمربع و برای دیوارهای دوجداره ۲۵۴ کیلوگرم در مترمربع تعیین شده است.

- درزبندی و اندودکاری دیوار: درزبندی، بندکشی و اندودکاری در افزایش صدابندی دیوار مؤثر است.

- میزان آب و دانه بندی بتن، همچنین نوع رنگ کاری بلوک بتنی نیز در صدابندی دیوار مؤثر است.



### ۳ - ۲ مقررات کاربرد بلوک بتنی در ساختمان

#### ۳ - ۲ - ۱ ملاحظات اقلیمی

در رابطه با تطابق کاربرد بلوک‌های بتنی با شرایط اقلیمی ۴ علت تأثیرگذارنده زیر مطرح می‌شود :

#### الف- درجه حرارت

تولید و همچنین اجرای عناصر ساختمانی با بلوک بتنی در دمای کمتر از ۵ درجه سانتیگراد مجاز نیست.

آسیب‌های ناشی از تغییرات درجه حرارت بر تغییرات ناشی از عامل رطوبت برتری دارد. این تغییرات در دیوارهای خارجی بناها به خصوص در بناهای یک طبقه و آخرین طبقه بناهای مرتفع با تغییر درجه حرارت در شب و روز و تغییر فصل به بیشترین حد خود می‌رسد و در شرایط جوی معتدل مراعات ضوابط مربوط به رطوبت برای مقابله با این عامل نیز کافی نیست مگر در دیوارهای با طول بیش از ۳۰ متر، در این گونه موارد لازم است که در طراحی بنا درزهای کنترل و انبساط مطابق اصول فنی و علمی ساختمان‌سازی در محل‌های مناسب پیش‌بینی شود.

#### ب - رطوبت :

تغییرات حجمی در رابطه با عامل رطوبت به صورت ترک‌هایی روی دیوار ظاهر می‌شود که بجز موارد خاص که ایستایی دیوار را تهدید می‌کند در اغلب موارد آسیب‌های سطحی به دیوار می‌زند.

لازم است در طرح و اجراء، این تغییرات به نحوی به حداقل رسانده شود و یا اینکه به محل‌های مورد نظر هدایت شود (درزهای انبساط، انقباض و ساختمانی).

#### ج - باد و تابش خورشید :

این دو عامل به علت تأثیرگذاری بر میزان رطوبت موجود در بلوک‌های بتنی و تغییر آن و در نتیجه ایجاد تغییرات حجمی بلوک مطرح می‌باشد. به طور کلی کار با بلوک بتنی در برابر تابش شدید آفتاب همراه با دمای بیش از ۳۰ درجه سانتیگراد مجاز نیست.

#### د - بارندگی :

بارش نزولات جوی از نظر بالا بردن رطوبت مصالح، شستن سطوح نمایان و همچنین احتمال یخ زدگی در فصول سرد اهمیت دارد.

یکی از مهمترین عوامل مؤثر در انتخاب بلوک بتنی توجه به مسئله کج باران است. بطور کلی در مناطقی که احتمال کج باران وجود دارد اندود نمودن سطوح نمایان دیوارهای بلوکی الزامی است. بندکشی صحیح دیوارها به منظور افزایش دوام و زیبایی آنها ضروری است. در بند کشی باید دو نکته زیر رعایت شود :

- بندکشی به صورت متراکم و پر انجام شود بصورتی که از نمای اصلی ساختمان پیش آمدگی نداشته باشد.

- بندکشی باید به صورتی باشد که امکان به جای ماندن یا نفوذ آب در محل بند وجود نداشته باشد.

در هنگام کاربرد بلوک بتنی در مناطقی که میزان بارندگی آنها زیاد و احتمال یخ زدگی نیز وجود دارد علاوه بر اندود نمودن سطوح نمایان لازم است با پیش آمدگی کافی در سقف، و در صورت استفاده بعنوان دیوار محوطه، جان پناه و یا دودکش های خارجی توسط قرنیز، کلاهک و عایق رطوبتی مورد حفاظت قرار گیرد.

در مناطق خیلی گرم یا خیلی سرد، به دلیل تادل حرارت نسبتاً زیاد بلوک بتنی، توصیه می شود بلوک بتنی سنگین به عنوان دیوار باربر خارجی مورد استفاده قرار نگرفته و در صورت ضرورت استفاده از این نوع، بصورت دوجداره و یا با استفاده از عایق کاری حرارتی مناسب صورت پذیرد.

#### ۳ - ۲ - ۲ ملاحظات زیست محیطی

- در فرآیند تولید

تولید بلوک بتنی در کارگاه ساختمانی و یا کارخانه، تأثیر محدودی بر محیط زیست دارد. تنها نکته قابل توجه در تولید بلوک بتنی این است که بتن باید به میزان مصرف تهیه شود تا از بروز ضایعات بتن و ضرورت دور ریختن آن جلوگیری به عمل آید.

### - در فرآیند مصرف

مهمترین عاملی که موجب آلودگی محیط در هنگام استفاده از بلوک‌های بتنی می‌شود، وجود ضایعات مصالح ساختمانی به مقدار زیاد است. هنگام اجرای دیوارها، به ویژه در برخورد با ستون‌ها، بادبندها یا بازشوها لازم است بلوک بتنی نیمه شود. به دلیل شکل خاص بلوک‌های بتنی تولید شده در کشور، نیمه برجای مانده از بلوک قابل استفاده نبوده و باید بدور ریخته شود. در صورت لزوم به نیمه بلوک و یا ضریبی از آن باید از بلوک‌های ویژه تولید صنعتی استفاده شود.

### - در طول عمر

به کار گرفتن بلوک بتنی در دیوارها و اجزاء ساختمان، در طول عمر بنا تأثیر مخربی بر محیط زیست ندارد و غالباً فرسایش آن موجب آلودگی محیط زیست نمی‌شود.

### - در مرحله تخریب

در مرحله تخریب بنا، به دلیل آنکه نمی‌توان از اجزاء و ضایعات بلوک بتنی مستقیماً و با روش‌های ساده در مراحل مختلف ساختمان سازی استفاده نمود، باید توجه شود که ضایعات و نخاله‌ها به دقت جمع‌آوری و به محل مناسب خارج از کارگاه ساختمان حمل گردد. در غیر این صورت تحت نظر دستگاه نظارت، به عنوان عامل پرکننده در برخی مراحل خاکریزی به عنوان سنگدانه استفاده شود.

### ۳ - ۲ - ۳ ملاحظات تکنولوژیکی

- بلوک بتنی فرآورده‌ای ساختمانی است که از قالب‌گیری بتن توسط انواع مختلف دستگاه‌های بلوک‌زنی حاصل می‌شود. بنابراین رعایت کلیه موارد مربوط به انتخاب صحیح مواد اولیه، شرایط مناسب اختلاط و همچنین عمل آوردن و مراقبت در مدت زمان مقرر در هنگامیکه تولید بلوک بتنی الزامی است.

- در هنگام تولید بلوک بتنی در محوطه کارگاه ساختمانی با استفاده از دستگاه‌های سیار لازم است بلوک‌ها در روی بستر بتنی کاملاً تراز قرار گرفته و نگهداری شود.

- در هنگام حمل بلوک بتنی توصیه می‌شود از پالت‌های چوبی و ماشین‌آلات و جرثقیل‌های

مناسب استفاده شود تا از ایجاد ضایعات مصالح در هنگام حمل جلوگیری شود.  
- در هنگام اجرای دیوارهای بلوک بتنی باید مقررات اجرایی مندرج در فصل تکنولوژی به ویژه از نظر نحوه چین و ایجاد اتصالات مناسب رعایت شود.

### ۳ - ۲ - ۴ ملاحظات مکانی

بلوک‌های بتنی در محدوده نسبتاً گسترده‌ای از مصارف، در انواع ساختمان‌ها کاربرد دارند.  
مصارف بسیار معمول آنها عبارت است از:

- دیوارهای باربر داخلی و خارجی
- دیوارهای جداگر (جداکننده)
- سقف‌های تیرچه و بلوک بتنی
- دیوارهای حیاط و باغ و دست‌اندازها
- انواع کانال‌ها و آدم‌روهای تأسیساتی
- نماسازی‌های تزئینی

برای دیوارهای باربر داخلی و خارجی ساختمان باید از بلوک بتنی سنگین با وزن مخصوص بیش از ۱۵۰۰ کیلوگرم در مترمکعب و تاب فشاری حداقل ۳۵۰ کیلوگرم بر سانتیمترمربع (سطح پر بلوک) استفاده کرد.

برای دیوارهای غیر باربر خارجی، استفاده از بلوک بتنی سبک به منظور کاهش اتلاف حرارت ساختمان توصیه می‌شود.

در صورت استفاده از بلوک بتنی سبک با ضخامت ۱۰ سانتیمتر برای دیوارهای خارجی، می‌توان با دو جداره کردن دیوار خارجی و استفاده از عایق حرارتی، اتلاف حرارت را به میزان بسیار زیادی کاهش داد.

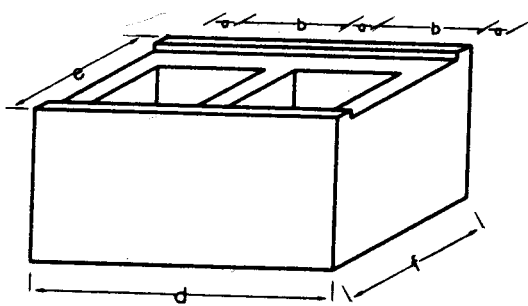
برای دیوارهای جداگر داخلی در ساختمان‌های یک و دو طبقه استفاده از بلوک بتنی نیمه سنگین به ضخامت ده سانتیمتر توصیه می‌شود.

در مناطقی که میزان بارندگی قابل توجه نبوده و یا دیوار خارجی به نحوی از بارندگی محفوظ است توصیه می‌گردد از بلوک بتنی با نمای تزئینی و با بندکشی مناسب استفاده شود.  
در قسمت‌هایی از ساختمان که در معرض عوامل جوی نظیر باران و باد قرار دارد، رعایت

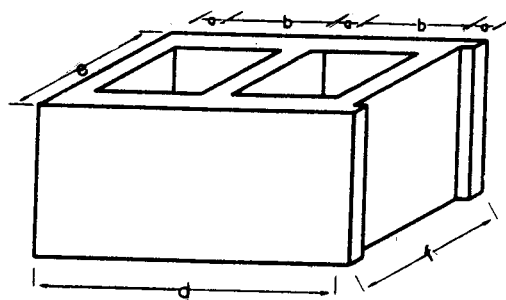
مقررات مندرج در " ملاحظات اقلیمی " الزامی است.  
 در صورت استفاده از بلوک بتنی در مناطقی که احتمال حمله سولفات ها وجود دارد، مخلوط بتن مورد نظر باید از نوع مقاوم در برابر سولفات و با استفاده از سیمان ضد سولفات باشد.  
 در صورت استفاده از بلوک بتنی در مجاورت خاک، به ویژه در مناطقی که آب های زیرزمینی وجود دارد، زهکشی مناسب دیوارها و اجرای عایق کاری رطوبتی ضروری است.

### ۳ - ۲ - ۵ توصیه های کلی

یکی از مهمترین مشکلات موجود در کاربرد بلوک های بتنی متداول، نامناسب بودن شکل آنها برای اجرای صحیح است. شکل بلوک های متداول به گونه ای است که امکان پر شدن ملات در درزها و بندها به خوبی فراهم نمی شود. همچنین امکان عبور میلگردهای تقویتی افقی وجود ندارد. بدین منظور می توان بلوک هایی به اشکال زیر را توصیه کرد.

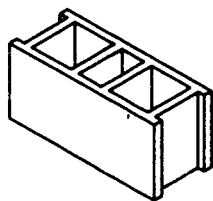


بلوک برای عبور میلگردهای تقویتی افقی

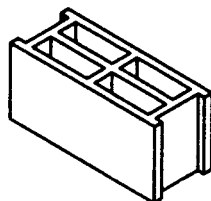


بلوک برای سهولت پر شدن بندها از ملات

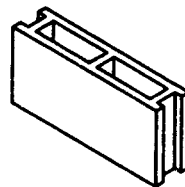
بلوک های متداول امکان کاربرد وسیع در مصارف گوناگون را چه از نظر شکل و چه از نظر ابعاد ندارد. بدین منظور بلوک هایی نظیر اشکال زیر پیشنهاد می شود :



بلوک با امکان نیمه شدن بدون  
ایجاد ضایعه



بلوک برای عبور تاسیسات که با امکان  
تخریب قسمتی از جداره بدون آسیب  
رساندن به بدنه اصلی



بلوک با ضخامت ۱۰ سانتیمتر برای  
جداکننده های داخلی ساختمان یا  
دیواره های دوجداره

پیشنهاد می شود به منظور جلوگیری از ایجاد ضایعات ملات، بلوک های ته پر یا سرپر ترویج گردد. این بلوک ها به صورتی چیده می شود که قسمت پوشیده در بالا قرار گرفته و بستری مناسب برای ملات گذاری ردیف های بعدی فراهم می سازد.

پیشنهاد می شود بلوک ها در بسته بندی های مشخص چوبی حمل و عرضه شود تا از ایجاد ضایعه در حمل و نقل جلوگیری بعمل آید.

برای دیوارهای نیمه باربر خارجی و جداکننده، کاربرد بلوک های بتنی سبک و نیمه سنگین نقش مؤثری در کاهش بار مرده ساختمان و کاهش اتلاف حرارت دارد.

## ۴ - عایق های رطوبتی

### ۴ - ۱ کلیات

#### ۴ - ۱ - ۱ عایق های رطوبتی و نقش آن در صنعت ساختمان

عایق کاری رطوبتی اصولاً برای پیشگیری از نفوذ رطوبت به داخل ساختمان یا مصالح ساختمانی به کار می رود زیرا اغلب مصالح ساختمانی در مقابل رطوبت دوام خود را از دست داده و می پوسد.

به منظور عایق کاری رطوبتی از انواع مصالح نظیر قیر و گونی و یا فرآورده های ساختمانی نظیر مواد پلیمری، نمد قیراندود و یا انواع امولسیون های قیری و یا همچنین ورقه های فلزی استفاده می شود.

#### ۴ - ۱ - ۲ ویژگی های فیزیکی، مکانیکی و شیمیایی

- سفال : پوشش بام سفالی چنانچه برای دور کردن باران با شیب کافی و شکل همپوشانی (در پوششی) صحیح چیده شود و آرایش آنها بهم نخورد، سال ها عمر مفید خواهد داشت و کار نگهداری نیز بسیار ناچیز خواهد بود و این پوشش ها به خوبی تا عمر مفید پیش بینی شده ساختمان دوام خواهد آورد.

- پوشش فلزی: ورق های فلزی غیر آهنی همچون سرب، مس، روی و آلومینیوم به عنوان پوشش بام با همپوشانی کافی و در شیب کافی جهت هدایت آب باران نصب می شود، عمر مفید این پوشش ها بسیار زیاد است و در طول عمر مفید، اکثر ساختمان ها به حداقل کار نگهداری نیاز خواهد داشت.

این پوشش ها نمی توانند بدون درز نصب شوند و یک غشا پیوسته را تشکیل دهند زیرا حرکت حرارتی قابل ملاحظه ای را تحمل می کنند. بنابراین لازم است پوشش های فلزی بام تخت در ورق های کوچک با اتصالاتی که امکان حرکت نسبی محدودی را فراهم کند نصب شوند. بدین طریق پوشش با دوامی بدست می آید.

- پوشش های قیری : مصالح پوشش بام تخت نظیر قیر و نمد قیر اندود ماهیتاً عمر متوسط دارد. چرا که در نتیجه اکسید و سخت شدن تدریجی این مصالح عمر مفید آنها کمتر از ۲۰ سال است. خصوصیات مورد نیاز قیر عایق رطوبتی باید مطابق جدول ۴-۱ باشد.

خصوصیات مورد نیاز قیر عایق رطوبتی (استاندارد ایران شماره ۲۹۵۲)

جدول ۱-۴

R ۸۵-۲۵		R ۹۰-۱۵		۸۵-۱۰۰		۶۰-۷۰		خصوصیت ۱
حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	
۹۰	۸۰	۹۵	۸۵	۵۲	۴۵	۵۶	۴۹	نقطه نرمی (سانتیگراد)
	۲۲۵		۲۲۵		۲۲۵		۲۵۰	نقطه اشتغال (سانتیگراد)
۳۰	۲۰	۲۰	۱۰	۱۰۰	۸۵	۷۰	۶۰	نفوذ در ۲۵ درجه سانتیگراد (دهم میلیمتر)
	۳		۲/۵		۱۰۰		۱۰۰	انگمی در ۲۵ درجه سانتیگراد (سانتیمتر)

- ۱- نقطه نرمی : دمایی است که در آن جسمی به وزن و شکل معین از لایه قیری به کلفتی معین بگذرد .  
 نقطه اشتغال : دمایی است که در آن از قیر به اندازه ای گاز برخیزد که با شعله دادن به آن آتش بگیرد .  
 نفوذ : اندازه فرو رفتن سوزنی است به شکل و وزن معین که در گرمای معین و مدت معین در قیر آزمایشی فرو رود .  
 انگمی : افزایش طول تکه قیر آزمایشی به شکل معین در گرمای معین و با سرعت معین از دو طرف تا مرز پاره شدن برحسب سانتیمتر مشخص کننده خاصیت انگمی قیر است .

دو نوع قیر ۶۰-۷۰ و ۸۵-۱۰۰ از انواع قیرهای جامد و هستند که مستقیماً از تقطیر نفت خام بدست آمده و بر حسب درجه نفوذ نامگذاری شده اند. دو نوع قیر R ۸۵-۲۵ و R ۹۰-۱۵، از انواع قیرهای جامد اکسید شده هستند که از اکسید شدن باز مانده سنگینی تقطیر نفت خام بدست آمده و بر حسب نقطه نرمی و درجه نفوذ نامگذاری و با علامت R مشخص شده اند. اعداد ۸۵ و ۹۰ نقطه نرمی قیر و اعداد ۱۵ و ۲۵ درجات نفوذ آنها را نشان می دهد.

گونی باید نو، ریز بافت، کاملاً سالم و بدون آلودگی و چروک بوده و مطابق جدول ۲-۴ باشد.



خصوصیات مورد نیاز گونی کفنی برای عایق کاری رطوبتی  
(استانداردهای شماره ۱۱۴۸ ، ۶۸۳ ، ۱۱۴۷ و ۳۰ ایران )

جدول ۲-۴

شرح	حدود قابل قبول
وزن یک مترمربع به گرم ( حداقل )	۳۱۰
تعداد تار در یک دسیمتر	۴۳+۳
تعداد پود در یک دسیمتر	۴۳+۳
مقاومت در جهت تار به نیوتن ( حداقل )	۶۸۶
مقاومت در جهت پود به نیوتن ( حداقل )	۷۸۴
چربی نخ درصد وزنی ( حداکثر )	۲
اندازه چشمه در جهت تار و پود (میلیمتر)	۲/۲ تا ۲/۵
یکنواختی	در ظاهر باید دارای بافت یکنواخت باشد

- گونی قیر اندود : چنانچه گونی قبلا" با قیر آغشته شده باشد دو طرف گونی باید کاملاً" قیراندود شده به مدت ۲ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتیگراد قرار گیرد نباید قیر آن نرم و روان شود و در صورتیکه به مدت ۵ ساعت در دمای ۵۰ درجه سانتیگراد نگهداشته و سپس در دمای معمولی خنک شود، نباید ترک بخورد. اگر گونی قیراندود شده را در سرمای صفر درجه سانتیگراد، به دور استوانه‌ای به قطر ۵ سانتیمتر بپیچند، نباید ترک بخورد و چنانچه به اندازه ۲ درصد طول خود کشیده شود نباید پاره شود.

- نمد قیراندود : بیشتر نمد های قیراندود اساساً" از ورقه‌ای تشکیل می‌شوند که در ضمن ساخت توسط قیرداغ نفوذ ناپذیر شده است. سپس هر دو طرف این ورقه با ترکیب با ثباتی از قیر پوشانده می‌شود. در زمانی که این پوشش خارجی هنوز گرم و چسبناک است، بر روی آن پودر تالک یا ماسه نرم یا زیر و یا دانه‌های ریز معدنی پاشیده می‌شود. پس از سرد شدن، نمد قیراندود بصورت رول‌هایی به پهنای ۱ متر و بطول ۱۰ تا ۲۰ متر بریده شده و پس از بسته‌بندی عرضه می‌شود.

برخی از نمدهای قیراندود با سنگریزه‌ها پوشانده می‌شود. این سنگریزه‌ها از نمد زیرین محافظت کرده و بر میزان مقاومت در برابر حریق می‌افزاید، همچنین به مقدار بیشتری نور خورشید را منعکس می‌کند. اندازه سنگریزه معمولاً "۱۲/۵ میلیمتر است و برای هر دو و نیم مترمربع از سطح بام حدود ۵۰ کیلوگرم مصرف می‌شود.

نمدها، ورق‌های قابل انعطافی است که از بهم متصل شدن الیاف با یک ماده چسبنده و یا در طی عملیات مکانیکی، رطوبتی یا حرارتی تولید می‌شود. نمدها به دو نوع آلی و غیرآلی آزیستی و پشم شیشه تقسیم می‌شود. نمدهای آلی و به میزان کمتری از نمدهای آزیستی آب جذب می‌کند و این، عواقب تهدید کننده‌ای برای عایق رطوبتی ایجاد می‌کند. زیرا جذب آب سبب شکست‌های زودرس مانند طبله شدن، برجسته شدن و ترک خوردن می‌شود. در حالیکه نمدهای پشم شیشه آب جذب نمی‌کند بسیار با دوام است و دچار پوسیدگی نمی‌شود. لذا برای کارهای با کیفیت بالا مورد استفاده قرار می‌گیرد.

جدول ۳-۴ خلاصه‌ای از ویژگی‌های انواع عایق رطوبتی را نشان می‌دهد.

خلاصه مشخصات انواع عایق رطوبتی

جدول ۳-۴

مصالح	مواد تشکیل دهنده	مقاومت در برابر آب	خصوصیات مکانیکی	دوام
نمدقیراندود	نمدپشم شیشه یا نمد آزیستی یا گونی و فیبر	۱- کاملاً در برابر آب و بخار نفوذناپذیر است. ۲- ممکن است برای جلوگیری از نفوذ آب در هر جهتی (بالا، پایین، یا افقی) مصرف شود. ۳- اتصالات باید بطور کامل باشد.	۱- قابل انعطاف است ولی شعاع انحنا خم شدن آن محدود است. قابلیت انعطاف در دمای پایین کم می‌شود. ۲- می‌تواند تا حدی پیچیدگی ناشی از نشست را تحمل کند.	۱- تنها گونی یا نمدهای الیافی مستعد به پوسیدن هستند. قیر بادوام است. ۲- در موقع بازکردن رول بویژه در هوای سرد دقت زیادی شود تا از شکستگی نمد جلوگیری بعمل آید.
ماتیک قیر	قیر و پرکننده	۱- کاملاً در برابر آب و بخار نفوذناپذیر است. ۲- ممکن است برای جلوگیری از نفوذ آب در هر جهتی (بالا، پایین، یا افقی) مصرف شود. مشکل درزبندی ندارد.	۱- تنها تابیدگی کوچکی را می‌تواند تحمل کند. و نیمه صلب است ۲- تحت فشار زیاد یا در هوای بسیار گرم حرکت می‌کند. ۳- مقاومت خوبی در برابر لغزش در دمای معمولی دارد.	قیر خوب بسیار با دوام است
س	س	۱- کاملاً در برابر مایعات و بخار آب نفوذناپذیر است. ۲- ممکن است برای جلوگیری از نفوذ در هر جهتی مصرف شود.	۱- قابل انعطاف است اما ممکن است در اثر خم شدن فراوان شکسته شود. ۲- مقاومت کششی آن از سرب بیشتر است. ۳- می‌تواند با حرکات کوچک هم‌آهنگ شود. ۴- مقاومت متوسطی در برابر لغزش دارد.	۱- در مقابل خوردگی بسیار مقاوم است. اکثر مصالح ساختمانی بر آن بی‌اثرند. ۲- اگر نکه‌های حلال در محیط وجود دارند باید آنها را با روکش قیر یا غلظت زیادی محافظت کرد.
سرب	سرب	۱- کاملاً در برابر آب و بخار نفوذناپذیر است. ۲- ممکن است برای جلوگیری از نفوذ آب در هر جهتی (بالا، پایین، یا افقی) مصرف شود.	۱- بسیار انعطاف پذیر است. می‌تواند بدون آنکه بشکند به شکل‌های پیچیده درآید. ۲- می‌تواند با حرکات کوچک هم‌آهنگ شود. ۳- در برابر لغزش بسیار مقاوم است.	۱- وقتی در مجاورت با ملات یا بتن مخصوصاً تازه باشو سستند به خوردگی است. ۲- در اینصورت آنها را با مصرف یک لایه قیر محافظت کنید. برای اطمینان بیشتر، بیشتر ملاتی که سرب روی قرار می‌گیرد قیر اندود شود.
قیرداغ یا محلول قیر سرد یا امولسیون لاستیک یا امولسیون قیر لاستیک	قیر یا امولسیون لاستیک یا امولسیون قیری لاستیک	اگر اجرای آن درست و توسط کارگر ماهر انجام شود در برابر مایعات و بخار آب غیر قابل نفوذ است.	خصوصیات مکانیکی این ماده چنانچه در بین لایه‌های عایق پیش ساخته (نمدقیراندود) قرار گیرد اهمیتی ندارد.	اگر بعنوان عایق در کف طبقات و سرویس‌ها بکار رود دوام قابل قبولی ندارد. این عایق‌ها اگر بعنوان پوشش یا مصرف شوند معمولاً کم دوامند.
پلاستیک‌ها (انواع سولاستیک)	PVC پلی اتیلن، فیلم پلی اتیلن	کاملاً در برابر آب و مایعات نفوذناپذیر هستند.	۱- ذاتاً بادوام است اما در مقابل پارگی مقاومت زیادی ندارد. ۲- به راحتی سوراخ می‌شود. انتخاب ضخامت مناسب و دقت و نظارت در نصب اهمیت دارد.	۱- مقاومت بالایی در برابر آب و قلباها دارد. ۲- اشعه ماوراء بنفش (نور آفتاب) بر آن اثر کرده و باعث تخریب آن می‌شود. باید مصالح را در برابر نور آفتاب محافظت کرد.

#### ۴ - ۲ مقررات کاربرد عایق های رطوبتی

#### ۴ - ۲ - ۱ ملاحظات اقلیمی

مطابق با مشخصات فنی و عمومی کارهای ساختمانی قیر مصرفی در عایق رطوبتی بام بسته به شرایط اقلیمی محل کاربرد به ترتیب زیر انتخاب می شود :

- ۱- برای مناطقی که در سایه و در تابستان حداکثر درجه حرارت به ۵۰ درجه سانتیگراد می رسد (جاهای گرم مشابه کناره شمالی خلیج فارس) قیر ۴۰-۵۰
  - ۲- برای مناطقی که در سایه و در تابستان حداکثر درجه حرارت به ۴۰ سانتیگراد می رسد یعنی مناطقی نسبتاً معتدل (نه زیاد گرم نه زیاد سرد مثل تهران) قیر ۶۰-۷۰
  - ۳- برای مناطقی که در سایه و در تابستان حداکثر درجه حرارت به ۳۰ درجه سانتیگراد می رسد یعنی مناطق سردسیر (مثل همدان، ارومیه و شهرکرد) قیر ۸۰-۱۰۰
- البته در عمل کاربرد یک محصول ممکن است نتیجه مطلوبی نداشته باشد و باید از اختلاط با تناسب مشخص شده در نوع قیر به خصوصیات مورد نظر رسید. اما باید سعی شود حتی الامکان بتوان از مخلوط نمودن انواع قیر خودداری نمود تا کیفیت ایزولاسیون مستقل از روش و نسبت اختلاط باشد.

#### ۱ قیرهای خالص مناسب برای گروههای اقلیمی مختلف ایران

#### جدول ۴-۴

گروه اقلیمی	دمای حداکثر	قیر مناسب
۶ و ۷ و ۸	۵۰	۴۰-۵۰
۱ و ۳ و ۴ و ۵	۴۰	۶۰-۷۰
۲	۳۰	۸۰-۱۰۰

(۱) این جدول با استفاده از اطلاعات مقررات و معیارهای طراحی و اجرایی جزئیات تیپ ساختمانی، اقلیم و ویژگیهای ساختمانی و مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی تهیه شده است.

(۲) حداکثر دمایی که در سایه و در تابستان به آن می رسد.

(۳) در مناطقی که اختلاف درجه حرارت روز تابستان و شب زمستان زیاد باشد باید از قیرهای دمیده R ۹۰-۱۵ و R ۸۰-۲۵ در عایق کاری لایه آجر و یا از مخلوطی از قیرهای ۴۰-۵۰ و ۶۰-۷۰ و ۸۰-۱۰۰ استفاده شود.

(۴) بهتر است با قیرهای سفت مخلوط شود.

مطابق با اطلاعات مندرج در " مقررات و معیارهای طراحی و اجرایی جزئیات تیپ ساختمانی، اقلیم و ویژگیهای ساختمانی "، میزان بارندگی در بخشهای بزرگی از مناطق گروههای اقلیمی ۱، ۳ و ۴ قابل توجه بوده و احتمال کج باران وجود دارد. در گروه اقلیمی ۲ کج باران بی اهمیت است ولی میزان بارندگی سالیانه نسبتاً بالا است. توصیه می شود در طراحی ساختمان های مسکونی گروههای اقلیمی یاد شده (۱، ۲، ۳ و ۴) سقف شیب دار در نظر گرفته شود.

حداقل قسمت های بزرگی از مناطق گروههای ۲، ۴، ۵، ۶ و ۷ دارای نوسان دمای بیش از ۱۵ درجه سانتیگراد در طول شبانه روز است. در انتخاب و اجرای قطعات و ورق های پوشش بام شیب دار و همچنین در انتخاب و اجرای پوشش های قیری در بام های تخت در این مناطق باید دقت شود که مصالح و اتصالات آنها قابلیت تحمل انبساط و انقباض زیاد و دائمی را داشته باشد. در صورت نامناسب بودن کیفیت پوشش بام تنش خستگی ناشی از حرکات انبساطی و انقباضی باعث شکست پوشش در این مناطق می شود.

تابش آفتاب در مناطق گروههای اقلیمی ۲ و ۳ متوسط و زیاد، در گروههای اقلیمی ۷ و ۸ زیاد و در گروههای اقلیمی ۵ و ۶ زیاد و خیلی زیاد است. در کلیه این مناطق برای جلوگیری از تأثیر مخرب اشعه ماوراء بنفش خورشید بر پوشش های قیری باید از آنها محافظت کرد. بهترین روش محافظت پوشش های قیری گسترده یک لایه ماسه نرم بر روی عایق رطوبتی و سپس اجرای فرش موزائیک بر روی آن است. هزینه این روش محافظت زیاد است. چنانچه بر روی بام رفت و آمد نمی شود جهت کاهش هزینه ها می توان از پوشش سنگدانه استفاده کرد. بدین ترتیب که بر روی یک لایه قیر داغ سنگدانه روشن ریخته شود. سنگدانه های روشن با بازتاب نور خورشید از آسیب به پوشش جلوگیری می کند.

در گروههای اقلیمی ۶ و ۷ حداکثر مطلق دما به بیش از ۵۰ درجه سانتیگراد می رسد. در پوشش بام ساختمان های این مناطق بهتر است از قیرهای دمیده یا مخلوطی از قیرهای دمیده و معمولی استفاده شود. هر چند در سایر مناطق اقلیمی (بجز گروه اقلیمی ۲) نیز حداکثر مطلق دما بیش از ۴۰ درجه است. در پوشش بام این مناطق (گروههای اقلیمی ۱، ۳، ۴ و ۵) نیز توصیه می شود قیر ۷۰-۶۰ به تنهایی مصرف نشود و با قیرهای سفت تر مخلوط شود.

عایق کاری رطوبتی با انواع قیر در شرایطی که درجه حرارت محیط کمتر از ۴ درجه سانتیگراد می باشد مجاز نیست. عایق های پلاستیکی باید از تابش مستقیم آفتاب محافظت شود.

## ۴ - ۲ - ۳ ملاحظات تکنولوژیکی

### - تکنولوژی تولید

- توصیه می شود، بجای عایق قیر و گونی از عایق های پیش ساخته (نمدهای قیراندود) استفاده شود. نمدهای پشم شیشه بر نمدهای آلی (نظیر گونی یا مقوا) مزیت دارند. نمدهای پشم شیشه آب جذب نمی کند، دچار پوسیدگی نمی شود و بسیار با دوام است.
- باید توجه داشت که کارآیی " نمدهای قیراندود " با افزودن مواد پلیمری بهتر تأمین می شود.
- توصیه می شود، برای توسعه تکنولوژی تولید، آزمایش های لازم بر روی مصالح نوین عایق کاری صورت گیرد و با انتخاب انواع سازگار با شرایط محیطی و زمینه اقتصادی تسهیلات لازم برای کاربرد و تولید داخلی فراهم شود.

### - تکنولوژی اجراء

- مهارت : برای اجرای عایق های رطوبتی برخلاف وضع موجود، توصیه می شود مجریان این حرفه به منظور شناخت مصالح، عملکرد و کارآیی، روش های اجرا و سیستم های حفاظتی و نگهداری آن آموزش های علمی و فنی لازم را طی دوره های مختلف با درجه بندی حرفه ای و تجربی بگذرانند.
- ابزار : تناسب و سازگاری ابزار با سیستم عایق رطوبتی از اهمیت ویژه ای برخوردار است. میزان سازگاری ابزار به میزان مهارت و آزمودگی مجریان دارد که با چه شرایطی خشنود از کار هستند. متأسفانه باکمبود دانش اجراء " ابزار " در سیستم عایق کاری کشور نیز از کمترین اهمیت برخوردار است.
- شرایط محیطی : در کارگاه های ساختمانی، عواملی نظیر اقلیم، موقعیت محلی و دسترسی ها، حجم عملیات، تکنولوژی عمومی ساخت و سیستم بنا، شرایط محیطی را به وجود می آورند. دانش جامع از شرایط محیطی، تعیین کننده شکل تکنولوژی در بخش های فرعی مانند عایق کاری است.
- ارزیابی فنی و اقتصادی : ارزیابی فنی و اقتصادی در اجرای ابنیه وابستگی زیاد به چگونگی جزئیات ساختمانی دارد. انتخاب مصالح مناسب و اجرای دقیق و کامل با رعایت کلیه ضوابط و مقررات به اضافه پیش بینی سیستم های حفاظتی و نگهداری، دارای ارزش اقتصادی مطلوب و

سازگار با اهداف ملی است. در صورتی که بهره‌گیری زودرس و کوتاه در طراحی، اجراء و عدم نظارت و کنترل سبب نارسایی اقتصادی خواهد گردید. از این رو توصیه می‌شود، عایق‌های صنعتی و استاندارد هرچه زودتر جایگزین سیستم سنتی و غیرقابل کنترل عایق‌کاری درجا از قیر و گونی بشود. با توجه به این که حجم هزینه‌های نگهداری و تعمیرات این جزئیات در طول عمر بنا مطلقاً قابل مقایسه با افزایش مختصر سرمایه اولیه به منظور انتخاب سیستم‌های پیش ساخته و استاندارد نیست.

#### ۴ - ۲ - ۴ ملاحظات مکانی

عایق‌های رطوبتی در مکان‌ها مختلف ساختمان مصرف می‌شود که در هر یک باید نکات زیر رعایت شود :

زیرزمین :

مطابق با مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی عایق‌کاری دیوار زیرزمین باید همانند عایق‌کاری شالوده ساختمان و به صورت یکپارچه و همراه با آن، انجام شود. دو روش برای عایق‌کاری دیوار زیرزمین متداول است : روش اول در مواقعی به کار گرفته می‌شود که عمق زیرزمین کم و خطر ریزش خاک اطراف زیرزمین وجود نداشته باشد. در این روش ابتدا تیغه محافظ عایق اجرا شده و روی آن ملات ماسه سیمان و عایق قائم انجام و سپس دیوار اصلی زیرزمین ساخته می‌شود. در روش دوم که مخصوص زمین‌های ریزشی و عمق‌های زیاد است ابتدا عایق افقی زیر دیوار زیرزمین را اجرا می‌کنند و پس از دیوار سازی، پشت آنرا با ملات ماسه سیمان اندود نموده و بعد از عایق‌کاری اقدام به ساختن تیغه محافظ می‌کنند. در هر دو روش در تمام مراحل باید سعی شود پیش‌بینی‌های لازم برای پیوستگی عایق در قسمت‌های افقی و قائم (کف و دیوار) صورت گیرد.

دیوار زیرزمین را می‌توان با انواع مختلف عایق‌های رطوبتی آب بندی کرد که عبارتند از : صفحات پلیمری، رزین‌های اپوکسی و نمدهای قیراندود. اما متداول‌ترین در حال حاضر عایق‌کاری برای دیوار زیرزمین استفاده از قیروگونی است. ترتیب عایق‌کاری قائم باید از بالا به پائین باشد. ملات دیوار اصلی زیرزمین به علت مجاورت با قیر و گونی حتماً باید ماسه سیمان باشد. چنانچه در ملات دیوار اصلی آهک به کار رفته باشد ابتدا باید روی آنرا با یک قشر ماسه سیمان

بپوشانیم و سپس قیر و گونی بر روی آن اجرا شود.

در صورت بالا بودن سطح آب زیرزمینی لازم است که زهکشی مناسب در زیر کف و پشت دیوارهای زیرزمین انجام شود تا از تخریب عایق رطوبتی توسط آب جمع شده در پشت دیوار و یا زیرکف ممانعت بعمل آید.

به علت آن که در دیوارها و کف زیرزمین تغییرات دما کم بوده و حداکثر دمای تابستان قابل ملاحظه نیست می‌توان از قیر نرم‌تر (۷۰-۶۰) استفاده کرد. بهمین علت در اقلیم‌های متفاوت نوع قیر مصرفی تفاوتی نخواهد داشت. معمولاً در همه اقلیم‌ها اگر خاک‌های مجاور دیوارهای زیرزمین مرطوب باشد روی ماسه سیمان سه قشر قیر ۷۰-۶۰ و دو قشر گونی در نظر گرفته می‌شود.

توصیه می‌شود در ساختمان‌های گسترده و پیچیده در فصل مشترک با زمین طبیعی نقشه کلی عایق‌کاری با ارائه اطلاعات از شیب‌ها، ترازها، ابعاد و اندازه‌ها و جزئیات اتصال بطور مستقل تهیه شود تا سیستم عایق‌کاری یکجا مورد کنترل قرار گیرد.

بام :

عایق‌های رطوبتی در بام‌ها و هر جای دیگر بنا باید روی بستر مناسب و با پوشش حفاظتی لازم در نظر گرفته شود.

- بستر عایق‌های رطوبتی :

بستر عایق‌های رطوبتی در کلیه بام‌ها به ویژه بام‌های مسطح باید دارای سطح یکپارچه مسطح، کاملاً صاف و پاکیزه باشد. در سقف‌های سنگین این بستر از اندود سیمان و یا اسفالت نرم (برای سقف‌های مسطح) مطابق مشخصات فنی عمومی ابنیه بر روی قشر بتنی مقاوم با شیب‌بندی لازم که قابلیت نگهداری سیستم را بطور همگن دارد، پیش‌بینی می‌شود. بستر سیمانی باید قبل از عایق‌کاری آمادگی بارگذاری را داشته و کاملاً خشک باشد، همچنین بستر اسفالتی نیز توسط غلطک متراکم شده و سرد و خشک باشد.

- عایق‌های رطوبتی

در بام‌ها نوع عایق‌های رطوبتی و یا مشخصات فنی عایق‌های قیری (باسیستم درجا) باید با توجه به شرایط زیر انتخاب و تعیین شود :

- شکل بام، مسطح، شیب دار



- شرایط اقلیمی مؤثر مانند دما، بارندگی و یخبندان

- شرایط محیطی مؤثر شامل امکانات و تجهیزات و مهارت اجراء

عایق‌های رطوبتی به شکل‌های آماده، نیمه آماده و درجا قابل پیش‌بینی است که توصیه می‌شود در سقف‌های شیبدار از عایق‌های رطوبتی آماده و نیمه آماده استفاده شود. سقف‌های شیبدار با پوشش ورق‌های فلزی ضد زنگ با اتصالات پیچ‌ها کامل به صورت شیروانی نیاز به عایق رطوبتی نخواهد داشت.

- پوشش‌های حفاظتی

عایق‌های رطوبتی قیری باید از عوامل زیر حفاظت شود :

- گرما، تابش مستقیم خورشید و جریان هوای آزاد

- عبور و مرور یا وارد کردن بار متمرکز

- نوسانات شدید دما در شبانه روز و یخبندان

- مواد شیمیایی ناسازگار

به منظور حفاظت از عوامل فوق توصیه می‌شود، پوشش مناسبی با توجه به شرایط ویژه محل انتخاب و به عنوان پوشش حفاظتی اجراء شود. پوشش‌های حفاظتی روی عایق‌ها نباید سخت و شکننده باشد، به گونه‌ای که نیروی متمرکز و یا ضربه را مستقیماً به عایق منتقل کند.

شالوده و کرسی چینی :

در صورتیکه از قیر و گونی جهت عایق‌کاری شالوده و یا کرسی چینی استفاده شود ابتدا بمیزان  $1/5$  کیلوگرم قیر مذاب  $60-70$  در روی اندود ماسه سیمان اجرا شده، بطور یکنواخت پخش می‌شود. در شرایطی که قیر هنوز گرم است یک لا گونی بر روی آن قرار داده و آنرا بر روی سطح به نحوی فشار می‌دهند که در تمام نقاط به قیر زیرین بچسبد. حال بر روی گونی نصب شده مجدداً به میزان  $1$  کیلوگرم قیر مذاب  $60-70$  در مترمربع بطور یکنواخت پخش نموده و مانند قبل عمل تکرار می‌شود. در مناطق گرمسیر و یا معتدل گرم بجای قیر  $60-70$  از مخلوط دو به یک قیر  $60-70$  و  $25-85$  استفاده می‌شود.

در عایق‌کاری رطوبتی شالوده و روی کرسی چینی توصیه می‌شود برخلاف شرایط متعارف حاضر از مصالح مرغوب‌تر و قابل اعتمادتری مانند نمدهای قیراندود آماده، انواع ورق‌های فلزی ضدزنگ استفاده شود.

تراز عایق افقی روی کرسی یا زیر دیوار باید از تراز محوطه به اندازه‌ای که شرایط اقلیمی تعیین می‌کند بالاتر باشد.

عایق زیر دیوار با عایق کف و عایق دیوار زیرزمین باید کاملاً پیوسته باشد.

در صورت استفاده از سنگ از ارتفاع سنگ باید بالاتر از تراز عایق افقی باشد.

جدول ۴-۴ نمایانگر خلاصه‌ای از محل کاربرد و روش مصرف انواع مصالح عایق رطوبتی می‌باشد.

## محل کاربرد و روش مصرف انواع مصالح عایق رطوبتی

جدول ۴-۴

نوع مصالح	مشخصات عمومی	محل مصرف معمولی	روش کاربرد
نمدقیراندود	- قابل انعطاف است اما شعاع انحنای آن محدود می باشد - تاحدی می تواند نشست را تحمل کند.	- به عنوان عایق رطوبتی تقریباً در کلیه محل های دیوار و کف و سقف قابل استفاده است .	لایه های آن با همپوشانی حداقل ۱۰ سانتیمتر توسط قیرآببندی می شوند
ماستیک قیر	- نیمه صلب است و تنها تابیدگی کوچکی را می تواند تحمل کند. - تحت فشار و یا هوای گرم حرکت می کند.	- یک روکش ۱۳ میلیمتری در نزدیک و یا در سطح زمین و در جان پناه ها - یک لایه ۱۳ میلیمتر و یا دو لایه ۹/۵ میلیمتری در کف طبقات - سه لایه در مخازن آب	به صورت داغ در حالت مایع به کار می رود. برای ضخامت های بیش از ۱۳ میلیمتر ۲ لایه و یا بیشتر لازم است به تجربه و مهارت زیاد نیاز دارد.
مس	- قابل انعطاف است اما ممکن است در اثر خم شدن متوالی شکسته شود. - با حرکات کوچک هماهنگ است - مقاومت متوسطی در برابر لغزش دارد.	- فقط به عنوان یک لایه عایق رطوبتی در هر موقعیتی نظیر بام و دیوار. - معمولاً بعنوان یک لایه عایق رطوبتی در کف طبقات یا مخازن آب استفاده نمی شود.	به صورت ورق های همپوشانده و یا با اتصال های پیچیده قابل استفاده است .
سرب	- قابل انعطاف است اما ممکن است در اثر خم شدن متوالی شکسته شود. - با حرکات کوچک هماهنگ است - مقاومت متوسطی در برابر لغزش دارد.	- فقط به عنوان یک لایه عایق رطوبتی در هر موقعیتی نظیر بام و دیوار. - معمولاً بعنوان یک لایه عایق رطوبتی در کف طبقات یا مخازن آب مصرف نمی شود.	به صورت ورق های همپوشانده و یا با اتصال های پیچیده استفاده می شود.
قیرداغ یا محلول قیرسرد و یا امولسیون لاستیک یا امولسیون قیری لاستیک	- مقاومت مکانیکی محدودی دارد اما وقتی بین لایه های عایق قرار می گیرد معمولاً اهمیت ندارد. - مهارت کاری و شرایط استفاده بسیار مهم است.	- عموماً به لایه عایق رطوبتی در کف طبقات بصورت ساندویچ محدود می شود. حداقل ضخامت لایه سرد شده قیرداغ ۳ میلیمتر و قیرسرد ۶/۰ میلیمتر است.	- بر روی کف آماده و تمیز شده توسط برس یا وسایل دیگر به صورت مایع مصرف می شود. - در مورد محلول های داغ باید دما به دقت کنترل شود.
پلاستیک ها (انواع ترموپلاستیک)	- در مقابل پارگی دوام زیادی ندارد اما بادوام است. - قابلیت انعطاف آن خوب است	- بعنوان لایه نم بند در دیوارها مصرف می شود. - در برابر تابش آفتاب مقاوم نیست - برای پوشش سطوح بزرگ کف در طبقات مصرف می شود.	به صورت ورق بادرزهای هم پوشانده که با عملیات حرارتی و یا با چسبیده های مناسب به هم متصل می شود مورد استفاده قرار می گیرد.

## ۴ - ۲ - ۵ توصیه های کلی

- از این نظر که آهک در مجاورت الیافی گونی قیراندود موجب پوسیدگی آن می شود باید از کاربرد ملات های دارای آهک و یا مصالح آلوده به آن در مجاورت لایه های عایق احتراز شود.
- ماهیچه های ماسه سیمان در گوشه ها بنحوی اجرا شود که از تا شدن و احتمالاً ترک خوردگی لایه عایق رطوبتی جلوگیری شود. چنانچه از مشمع یا گونی قیراندود استفاده شود در محل هایی مانند محل برخورد دست اندازها با سطح افقی بام که ورق های عایق کاری باید خم شوند شعاع انحنا نباید از  $2/5$  سانتیمتر کمتر باشد، در غیراینصورت باید با ایجاد پخی با زاویه  $135$  درجه عایق کاری را اجرا کرد.
- اندود ماسه سیمان (ملات ۱:۶) زیر قیر و گونی یا مشمع قیر اندود به ضخامت ۲ سانتیمتر کاملاً صاف اجرا شده و قبل از انجام عایق کاری رطوبتی کاملاً خشک باشد.
- برای نصب لایه های عایق در سطوح عمودی بکار بردن میخ مجاز نیست.
- عایق کاری در شرایطی که دمای محیط کمتر از  $4$  درجه سانتیگراد است انجام نشود زیرا سرد شدن سریع قیر باعث از دست دادن حالت روان آن شده و نمی تواند بخوبی الیاف گونی را پوشش دهد.
- قیرهای مصرفی نباید برای روان شدن بیش از  $177$  درجه سانتیگراد گرم شوند چون در حرارت بالاتر خاصیت خود را از دست می دهند.
- برای تأمین چسبندگی و پیوستگی لازم بین لایه های آب بند تاحد امکان بهتر است اجرای عایق کاری بصورت نیمه کاره رها نشده و در یک روز کاری به اتمام برسد.
- برای بام های مسطح باید از سه لایه نمد قیراندود استفاده شود. اولین لایه عمود بر شیب قرار می گیرد و از قرنیز لبه بام آغاز می شود. هریک از لایه های بعدی با ریختن قیرداغ و غلتاندن نمد قیراندود عمود بر لایه قبلی بر روی آن چسبانده می شود. بدین ترتیب هر سه لایه بوسیله قیرداغ چسبانده می شود. حداقل شیبی که برای نمد قیر اندود پیشنهاد می شود یک درجه است.
- لایه های عایق باید از هر طرف حداقل  $10$  سانتیمتر همدیگر را بپوشاند و با قیر مناسب کاملاً بهم چسبانده شود. در هم پوشانی لایه ها باید دقت کرد که لایه های رویی در قسمتی قرار گیرد که مطابق شیب بندی انجام شده آب از روی آنها به سمت لایه زیری سرازیر شود.

- سطوح عایق کاری شده باید پس از تکمیل با لایه محافظی پوشانده شود.
- در لبه های بالکن ها و تراس ها در نقاطی که به جای دیوار جان پناه، نرده پیش بینی شده است باید ماهیچه ای از ملات سیمان ۱:۳ به ضخامت حداقل ۵ سانتیمتر ایجاد گردد و عایق کاری روی آن اجرا شود.
- عایق کاری در زیر باران و سطوح مرطوب مجاز نیست.
- بطور کلی توصیه می شود، به منظور حفاظت محیط زیست و پایداری و پایایی بیشتر جزئیات ساختمانی از عایق های صنعتی و آماده برای عایق کاری رطوبتی استفاده شود.

## ۵ - ملات ها و اندود ها

### ۵ - ۱ کلیات

#### ۵ - ۱ - ۱ ملات ها و اندودها و نقش آن در صنعت ساختمان

ملات ترکیبی است که از یک جسم چسباننده مانند گل رس، دوغاب گچ شیره آهک، دوغاب سیمان و یک جسم پرکننده مانند سنگدانه ها (با قطرهای مختلف برای کاربردهای متفاوت) و در صورت نیاز مواد مضاف، ساخته می شود.

ملات ها را می توان بر حسب مواد چسباننده آنها به ملات های سیمانی، آهکی، گچی و گلی تقسیم کرد همچنین ملات ها را می توان بر حسب گیرش آنها در هوا یا آب به ملات های هوایی و آبی تقسیم کرد.

اندودکاری به پوشاندن سطوح ساختمان با ملات های مختلف اطلاق می شود. در اندودکاری از وسایلی مانند انواع ماله، کمچه، ابزار زن، تخته ملات استفاده می شود. برای مخلوط نمودن مواد مختلف برای تهیه ملات از پیمانانه هایی با حجم معین استفاده می شود.

ملات های مختلف متداول در ایران براساس نوع مواد چسباننده و سنگدانه ها به شرح زیر می باشد:

ملات های گلی : گل، کاهگل

ملات های گچی : گچ و خاک، گچ و ماسه و خمیر گچ (زنده و کشته)

ملات های آهکی : ماسه آهک، گل آهک، گچ و آهک

ملات های سیمان : ماسه و سیمان ، ماسه-سیمان-آهک ، ماسه-سیمان-پودرسنگ

#### ۵ - ۱ - ۲ ویژگیهای فیزیکی ، مکانیکی و شیمیایی ملات ها

مواد چسباننده ملات ها و همچنین انواع سنگدانه ها و پرکننده ها دارای ویژگی های شیمیایی، فیزیکی و مکانیکی متفاوتی می باشد که در مدارک و اسناد معتبر کشور ذکر شده است. ویژگی های فیزیکی و مکانیکی ملات ها تابعی است از نوع چسباننده و پرکننده مورد استفاده و میزان اختلاط آنها. ملات ها بر اساس خصوصیات مختلف کاربردهای متفاوتی دارند. در هر صورت حدود قابل قبول برای هر یک از انواع ملات ها و چسباننده ها باید مطابق مشخصات فنی عمومی ساختمان باشد.

۴ - ۱ مقررات کاربرد

۵ - ۲ - ۱ ملاحظات اقلیمی

ملاحظات مختلف از نظر هماهنگی با شرایط اقلیمی، با توجه به موقعیت مکانی در ساختمان و نوع مواد و مصالح مجاور آنها، ویژگی‌های مختلفی را از خود بروز می‌دهند. جدول شماره ۱-۵، نمایانگر کاربرد ملاحظات در شرایط آب و هوایی مختلف و در قسمت‌های مختلف ساختمان است.

اندوهای مختلف از آنجا که پیش از ملاحظات در برابر شرایط محیطی قرار دارد باید با دقت زیادی انتخاب و به کار رود. جدول ۲-۵ کاربرد انواع اندوها را در شرایط مختلف آب و هوایی نشان می‌دهد.





## کاربرد انواع اندودهای متداول برای شرایط آب و هوایی مختلف

جدول ۵-۲

ملاحظات	شرایط آب و هوایی مناسب	مواردنسبت اختلاف (+آب)	نوع ملات	
<p>- به علت گیرش سریع حداکثر تا ۲۰ دقیقه پس ازساخت قابل استفاده می باشد.</p> <p>- به علت سریع خشک شدن به عنوان لایه آستر نسبت به ملات کاهگل به خصوص در زمستان ترجیح دارد</p>	<p>مناطق خشک (اندود بیرونی ) مناطق مرطوب ( لایه آستر)</p>	<p>گچ و خاک به نسبت ۱:۱</p>	گچ و خاک	
			گچ و ماسه	گچ و ماسه به نسبت ۱:۱ تا ۱:۵/۵
			گچ	گچ
<p>- در لایه آسترورویه اجرامی شود</p> <p>- به وسیله ماشین مخصوص قابل پاشیدن روی سطح است .</p> <p>- درجای خشک به علت عدم وجود رطوبت این اندود نمی گیرد و اصطلاحاً "می سوزد" .</p>	<p>مناطق خشک (اندود داخلی و بیرونی)</p>	<p>گچ و ماسه و آهک به نسبت ۱:۳</p>	گچ و ماسه	
			گچ و آهک	گچ و آهک به نسبت ۱:۳
			گچ و آهک	گچ و آهک و خاک به نسبت ۱:۳
<p>- این ملات در برابر آب شستگی پایدار است</p> <p>- این ملات در مقابل رطوبت پایدار است .</p> <p>- می توان ازسیمانهای رنگی استفاده کرد .</p> <p>- معمولاً به عنوان لایه آستر نماهای سیمانی استفاده می شود.</p>	<p>مناطق مرطوب</p>	<p>گچ و آهک : گچ تا ۱۵ درصد وزن آهک</p>	گچ و آهک	
			گچ و آهک	گچ و آهک
			گچ و آهک	گچ و آهک
<p>- روی زیرسازی ملات ماسه سیمان اجرا می شود .</p> <p>- می توان باشکال نماهای : تکری و ماهوتی چکشی تخته ماله شمشه آبساب لیسه ای اجرا کرد .</p>	<p>کلیه شرایط</p>	<p>سیمان و پودر سنگ و خاک سنگ ۱:۱:۲</p>	ماسه-سیمان	
			ماسه-سیمان	ماسه و سیمان و آهک به نسبت های مختلف
			سیمان-پودر سنگ-خاک	سیمان و پودر سنگ و خاک

#### ۴ - ۲ - ۲ ملاحظات زیست محیطی

##### - در فرآیند تولید

در کارخانه های تولید نمد قیراندود باید ترتیبی اتخاذ شود که میزان گازها و دوده های خارج شده از قیر به حداقل برسد و آلودگی هوای ناشی از این گازها تا حد امکان کنترل شود. در کارگاه های تولید نمد پشم شیشه قیراندود کارگرانی که در ارتباط با پشم شیشه و قیر هستند باید از ماسک و دستکش استفاده کنند. الیاف شیشه مضر بوده و سلامت کارگرانی که در کارخانه کار می کنند به خطر می اندازد.

##### - در فرآیند اجرا

استفاده از چسبنده های قیری به حالت سرد (امولسیون قیری یا پس بریده قیر) آلودگی بسیار کمتری نسبت به قیرهایی که داغ مصرف می شوند ایجاد می کند. گرم کردن قیر در فضای آزاد باعث آلودگی محیط زیست می شود. در روش قیر و گونی چون قیر در فضای آزاد حرارت داده می شود مقدار زیادی گازهای سمی و آلوده کننده در هوا پراکنده می شود. در روش تولید نمدهای قیراندود، آلودگی هوا بیشتر قابل کنترل است. به جهت کاهش آلودگی استفاده از عایق های پیش ساخته به روش قیر و گونی برتری دارد.

تنفس گازهایی که از قیر داغ متصاعد می شود خطرناک بوده و باید از استنشاق آن جلوگیری کرد. توصیه می شود کارگرانی که با قیر داغ سروکار دارند از ماسک و همچنین دستکش استفاده کنند. چنانچه روش قیر و گونی به کار می رود همان میزان قیر مورد نیاز در آن روز کاری حرارت داده شود. بدینوسیله آلودگی هوا کمتر خواهد بود و کیفیت قیر بهتر حفظ خواهد شد.

##### - دوره استفاده و نگهداری

عایق های رطوبتی قیری در دوره استفاده باید به طور کامل حفاظت شود و از تماس آنها با هوای آزاد مانع شد. در غیر اینصورت، قیر موجود در سیستم عایق کاری به صورت گازهای سمی به مرور زمان متصاعد می شود و کم کم بافت الیاف نگهدارنده ظاهر می گردد، همچنان که در مخلوط اسفالت شن و ماسه آزاد می شود.

## ۵ - ۲ - ۲ ملاحظات زیست محیطی

به علت خطراتی که استفاده از آهک زنده برای سلامتی انسان به همراه دارد باید مراقبت ویژه‌ای در کاربرد آن به عمل آید. آهک زنده به چشم و پوست آسیب می‌رساند و تنفس آن مشکل‌آفرین است. بهتر است در محل کارگاه ساختمانی از آهک هیدراته استفاده شود. چنانچه قرار است آهک در محل مصرف شکفته شود، توجه لازم به بهداشت کار مبذول شود. استفاده از دستکش و ماسک در موقع استفاده از ملات‌های آهکی لازم است. در کارگاه ساختمانی باید ترتیبی اتخاذ گردد که از تماس سیمان و ملات‌های سیمانی با پوست ممانعت به عمل آید.

مصالح اولیه ملات و اندود باید به اندازه مورد نیاز فراهم شود. به ویژه هنگام آماده‌سازی و تهیه مخلوط باید علاوه بر مقادیر حجمی، زمان مصرف را نیز به دقت در نظر گرفت. کاهش نرخ دورریز در ساختمان و جلوگیری از مازاد مصرف مصالح به ویژه مخلوط‌های سیمانی حجم نخاله ساختمانی را به حداقل خواهد رساند. ارزش نخاله بیش از آن چیزی است که به ظاهر در محاسبات و برآورد هزینه ساختمان در نظر گرفته می‌شود. نخاله ساختمانی پدیده بسیار بارز تخریب محیط زیست است که حجم آن با نبود برنامه و سوء مدیریت افزایش پیدا می‌کند، از آنجا که نخاله ماده دیر بازگشت به طبیعت است، بهای سنگینی برای اشغال محیط زیست باید پرداخت. بطور خلاصه، ارزش مصالح داخل نخاله، ارزش کار و تخصص به کار رفته در داخل نخاله، هزینه پاک‌سازی (جمع‌آوری، بارگیری، حمل و تخلیه) و بهای اشغال محیط زیست کل ارزش نخاله را تشکیل می‌دهد. متأسفانه از این میان فقط هزینه پاک‌سازی از محل کارگاه ساختمانی که کمترین بها را دارد در برآورد هزینه ساختمانی مورد توجه قرار می‌گیرد.

## ۵ - ۲ - ۳ ملاحظات تکنولوژیکی

- در مرحله ساخت

برای تهیه ملات‌ها تا حد امکان باید از ابزار اندازه‌گیری دقیق و دستگاه‌های مخلوط‌کن استفاده نمود. استفاده از بیبل و کمچه و نظایر آن برای تأمین نسبت‌های لازم مجاز نمی‌باشد. به جای مخلوط کردن ملات‌های سیمانی و گچی در صورت امکان از مخلوط‌های دانه‌بندی شده خشک که به نسبت دقیق مخلوط شده و ارانه می‌شود استفاده کرد. این عمل سرعت و دقت تهیه

ملات ها را برای مصارف گوناگون سرعت می بخشد.  
به جای آهک هیدراته خشک بهتر است از خمیر آهک هیدراته که در کارخانه تولید و به محل کارگاه حمل می شود استفاده کرد.

#### - در مرحله حمل و نقل

مطابق با مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی باید در حمل و نقل و انبارداری دقت شود که از اختلاط مواد ناسازگار (مانند گچ و سیمان) جلوگیری گردد. در حمل و نقل ملات ها باید دقت شود و مدت زمان حمل و مصرف از حداقل زمان گیرش ماده چسباننده تجاوز نکند. در زمان حمل و نقل دقت شود که ملات از آسیب ناشی از یخبندان، باران، باد، آفتاب و سایر عوامل جوی محافظت گردد.

#### - در مرحله اجرا

در پوشش دیوارها با اندودهای مختلف بهتر است از ابزار مکانیکی نظیر دستگاه های مخصوص پاشیدن اندود استفاده شود.  
رعایت کلیه ضوابط اجرایی مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی ضروری است.

#### ۵ - ۲ - ۴ ملاحظات مکانی

- برای کاربرد ملات های مختلف در انواع دیوارها، جدول ۳-۵ ملاک عمل قرار می گیرد. این جدول کاربرد انواع ملات ها براساس نوع اجزاء ساختمان و جنس دیوارها نشان می دهد. برای انتخاب نسبت های مخلوط باید از جدول شماره ۴-۵ استفاده شود.
- در سقف های طاق ضریبی، ملات گچ و خاک با نسبت برابر مورد استفاده قرار می گیرد. در اینگونه سقف ها در صورتی که ضرورت نمایان بودن آجر و یا آجرکاری با طرح هایی ویژه مد نظر باشد، می توان با نصب قالب از ملات یا دوغاب ماسه سیمان نیز استفاده نمود.
- در اندودکاری، جنس سطح زیر کار می تواند تعیین کننده جنس اندود باشد. اندودکاری با توجه به آستر یا جنس زیرکار براساس جدول شماره ۵-۵ انجام می پذیرد. جداول ۶-۵ و ۷-۵ انواع زیرکار و نسبت های اندود را مشخص می کند.
- در اندودکاری باید به نکات زیر توجه داشت :

- آماده بودن سطح زیرکار از قبیل عاری بودن از گرد و خاک و مسطح بودن بسیار اهمیت دارد.
- اندود زیرکار نباید ضعیف تر از اندود پوشش باشد.
- به جای پودر خشک آهک هیدراته، کاربرد خمیر آهک توصیه می شود.
- در انتخاب اندودهای سیمانی، اولویت با اندودهای کم سیمان تر است.
- مصرف آب کمتر و ماسه دانه بندی شده توصیه می شود.
- از ماله کشی اضافی مخلوط های حاوی سیمان اجتناب شود.
- از خشک شدن سریع اندودهای سیمانی اجتناب شود.

### انتخاب نوع ملات براساس نوع دیوار

جدول ۵-۳

اجزاء ساختمان	شرایط جوی	خطر پهنزدگی در مراحل اولیه	نوع آجر یا بلوک	نوع ملات
دیوارهای خارجی، دیوارهای نگهدارنده	هر شرایطی	بلی یا خیر	رسی، بتنی، ماسه آهکی	۱
جان پناه، دیوار مجزا یا زیر لایه نمبند	هر شرایطی	بلی یا خیر	رسی	۱ و ۲ یا ۳
			بتنی، ماسه آهکی	۳
جان پناه و لایه نمبند	سخت	بلی یا خیر	رسی، بتنی، ماسه آهکی	۳
	محفوظ یا متوسط (متوسط)	بلی	رسی، بتنی، ماسه آهکی	۳
		خیر	رسی	۳ یا ۴
	بتنی، ماسه آهکی		۴	
دیوارهای داخلی و دیوارهای جداگانه	-	بلی	رسی	۳
			بتنی، ماسه آهکی	۴
		خیر	آجر رسی یا ملات آهکی یا بلوک بتنی	۴ یا ۵

۱- شرایط سخت برای دیوارهای خارجی در مناطقی که شاخص کج باران (driving - rain) آنها ۷ مترمربع بر ثانیه یا بیشتر و برای دیوارهای بلند در مناطقی که شاخص  $m^2/Sec$  ۶ یا بیشتر دارند، بکار می رود.

مخلوط های ملات معادل (نسبت های حجمی)

جدول ۴-۵

نوع ملات	ماسه : آهک هیدرولیک	ماسه : آهک : سیمان <sup>۲</sup>	ماسه : سیمان بنائی	ماسه با روان کننده : سیمان
۱	-	۳ : $\frac{1}{4}$ : ۱:۰	-	-
۲	-	$\frac{1}{4}$ : ۴ - $\frac{1}{4}$ : ۱	-	-
۳	-	۵-۶ : ۱ : ۱	$1:4:\frac{1}{4}$	۱:۵-۶
۴	۱:۲-۳	۸-۹ : ۱ : ۲	۱:۶	۱:۷-۸
۵	۱:۳	۱۰-۱۲ : ۱ : ۳	۱:۷	۱:۸

افزایش مقاومت  
اما کاهش قابلیت  
سازگاری با حرکات  
ناشی از نشست،  
جمع شدگی و غیره،

جهت تغییر در ویژگیها

افزایش مقاومت در برابر یخزدگی

بهبود اتصال و مقاومت بمدی در برابر نفوذ باران

- ۱- انواع مختلف ملات که در جدول بالا تحت یک شماره آمده است از نظر مقاومت تقریباً یکسان است و در سایر ویژگیها تفاوت زیادی ندارد. چنین تفاوت هایی (که در پائین جدول با فلش نشان داده شده است) را می توان با افزودنی ها یا عملیات خاص کاهش داد.
- ۲- آهک به آهک غیر آبی (غیر هیدرولیک) یا نیمه هیدرولیک گفته می شود. نسبت های داده شده برای خمیر آهک است. اگر آهک بصورت هیدرات خشک اندازه گیری شود، مقدار باید تا  $\frac{1}{5}$  حجم برای هر حجم خمیر آهک افزایش یابد. ترجیحاً باید آهک هیدراته حداقل در طول شب قبل از مصرف در آب خیسانده شود. در جایی که یک محدوده از مقادیر ماسه داده شده (برای مثال ۵-۶، ۸-۹ یا ۱۰-۱۲) مقدار بیشتر باید برای ماسه با دانه بندی خوب استفاده شود و مقدار کمتر برای ماسه درشت دانه یا ماسه بطور یکنواخت ریزدانه بکار برد.

راهنمای انواع اندوهای آستری با نسبت حجمی

جدول ۵-۵

نسبت ها	نوع اندود	شماره اندود
۱ : ۲ - ۳	ماسه : گچ	۱
۱ : ۲	ماسه : گچ	۲
۱ : ۱ $\frac{۱}{۴}$	ماسه : گچ	۳
۱ : ۳ : ۹	ماسه : آهک : گچ	۴
۱ : ۰ - $\frac{۱}{۴}$ : ۳	ماسه : آهک : سیمان	۵
۱ : ۱ : ۵ - ۶	ماسه : آهک : سیمان	۶
۱ : ۲ : ۸ - ۹	ماسه : آهک : سیمان	۷
۱ : ۵ - ۶	ماسه : سیمان (هوادر با	۸
۱ : ۷ - ۸	استفاده از روان کننده)	۹
۱ : ۴ $\frac{۱}{۲}$	ماسه : سیمان بنایی	۱۰
۱ : ۶	ماسه : سیمان بنایی	۱۱
۱ : ۳	ماسه : سیمان پرتلند	۱۲

راهنمای انواع اندوهای رویه با نسبت حجمی

جدول ۶-۵

علامت مشخصه	اجزا	گچ	سیمان	خمیر آهک	ماسه
A	آهک : گچ	۱ - ۱ ۲	-	۱	-
B	آهک : گچ	۱	-	۰ - $\frac{۱}{۴}$	-
C	گچ	خالص	-	-	-
D	آهک (خالص یا ماسه دار)	-	-	-	۰ - ۱
E	ماسه : گچ : آهک	$\frac{۱}{۴}$ - $\frac{۱}{۲}$	-	۱	۰ - ۱
F	ماسه : آهک : سیمان	-	۱	۰ - $\frac{۱}{۴}$	۳
G	ماسه : آهک : سیمان	-	۱	۱	۵ - ۶
H	ماسه : آهک : سیمان	-	۱	۲	۸ - ۹

راهنمای انتخاب اندوهای آستری و رویه براساس زیرکار (سفت کاری)

جدول ۵-۷

اندود رویه					زیرکار (سفت کاری)
H	G	F	E یا D	C یا B, A	
۱۱ یا ۹،۷	۱۰ یا ۸،۶	۵	۱۰،۹،۸،۷،۶،۴،۱	۱۰ یا ۸،۶،۱ ۱۱	آجرچینی و سفال چینی رسی
۱۱ یا ۹،۷	۱۰ یا ۸،۶	۵	۱۰،۹،۸،۷،۶،۴،۲	۱۰ یا ۸،۶،۲ ۱۱	آجرچینی و سفال چینی رسی متراکم آجرچینی و بلوک چینی ماسه آهکی
-	-	-	۳	۳	آجرچینی و بلوک چینی بتنی
۱۱ یا ۹،۷	۱۰ یا ۸،۶	-	۱۰،۹،۸،۷،۶،۴،۲	۱۰ یا ۸،۶،۲ ۱۱	بلوک چینی یادانه بندی سبک
۱۱ یا ۹،۷	۱۰ یا ۸،۶	-	۱۰،۹،۸،۷،۶،۴،۲	۱۰ یا ۸،۶،۲ ۱۱	بلوک چینی یا صفحات بتنی از بتن سبک متخلخل
-	-	-	۱۱ یا ۹،۷،۴،۲	۲	صفحات پشم چوب مشابه نئویان
-	-	-	۳	۳	صفحات مقوایی یا پوشالی
۱۱ یا ۹،۷	-	-	۱۰،۸،۶،۵ یا اول ۳ دوم ۲	اول ۳ دوم ۲	فلزی
-	-	-	۳	۳	سطح صیقل و رنگ شده

- تعداد و ضخامت لایه های اندود

دیوار آجری، بلوک بتنی و مصالح مشابه چنانچه زیرکار قابل قبول و مسطحی داشته باشد، با یک لایه اندود آستری و یک لایه اندود رویه پوشش داده می شود. ضخامت کل در دیوار بلوک بتنی ۱۰ میلیمتر و در آجرکاری ۱۳ میلیمتر خواهد بود.

زیرسازی فلزی معمولاً به دو لایه آستری و یک لایه اندود رویه نیاز دارد. در اندوهای گچی ضخامت کل اندود ۱۰ میلیمتر و برای سایر اندودها ۱۳ میلیمتر است. بر روی سطوح و صفحات کاملاً صاف و شاقول، اجرای یک لایه اندود آستری و یک لایه روکش رویه کافی خواهد بود.



## ۶ - رنگ ها

### ۶ - ۱ کلیات

#### ۶ - ۱ - ۱ رنگ ها و نقش آن در صنعت ساختمان

رنگ ها یکی از مهمترین مواد مورد استفاده در معماری داخلی هستند و اصولاً به منظور حفاظت سطوح، تزئین، رعایت بهداشت محیط و پوشاندن سطوح سفت کاری و خام در اجرای ساختمان استفاده می شود.

به طور کلی رنگ ها را می توان به دو دسته سدکننده و دفع کننده تقسیم کرد. رنگ های سدکننده، سطح را مسدود می کند و بخار آب قادر به عبور از آن نیست ولی در مقابل رنگ های دفع کننده، بخار آب را از خود عبور می دهند، اما قطرات آب را از خود عبور نمی دهند و به خاطر داشتن ساختمان شبکه ای، کمتر تحت فشار هیدروستاتیک قرار می گیرند.

رنگ ها عموماً باید دارای ویژگی های زیر باشند :

- فاقد مواد سمی و خطرناک باشد.
- دانه های آن قابل لمس نباشد.
- در مقابل نور و عوامل شیمیائی و مدت نگهداری پایدار باشد.
- ویژگی پوشاندگی خوبی داشته باشد و سریع خشک شود.
- نباید ته نشین شود و رنگدانه های آن جدا گردد و به صورت ژل در آید.

#### ۶ - ۱ - ۲ ویژگی های فیزیکی، مکانیکی و شیمیائی رنگ ها

اصولاً پوشش به مخلوطی اطلاق می شود که بتواند انتظار ما را در مورد تزئین، حفاظت سطح و ... برآورده نماید. عموماً پوشش آلی از اختلاط موادی به نام رزین، رنگدانه، حلال و مواد مضاف به دست می آید. پوشش های آلی شامل رنگ ها، جلاها و لاک ها می باشد.

پایه اصلی پوشش آلی را رزین تشکیل می دهد و انتخاب نوع پوشش از روی تعیین نوع رزین انجام می پذیرد.

رزین ها را می توان براساس نحوه خشک شدن به دو دسته قابل تبدیل و غیر قابل تبدیل تقسیم کرد. رزین های قابل تبدیل آنهایی هستند که در حالت نیمه پلیمریزه به کار می روند و بعد

از کازبرد بر روی سطح، پلیمریزاسیون را انجام می دهد و به فیلم جامد تبدیل می شود. رزین های غیرقابل تبدیل براساس مواد پلیمری تشکیل شده است.

انواع رزین های قابل تبدیل عبارتند از: الکید، اپوکسی<sup>۱</sup>، پلی استر غیر قابل اشباع، آمینوپلی آمیدی<sup>۲</sup>، فنلی<sup>۳</sup>، پلی اورتان<sup>۴</sup> و سیلیکونی<sup>۵</sup>  
انواع رزین های غیرقابل تبدیل عبارتند از: سلولزی - لاستیک کلردار شده، وینیلی<sup>۶</sup>، آکرلیک

- میزان بازتاب<sup>۷</sup> نور یا براقی

ویژگی و میزان بازتاب نور را از یک سطح رنگ شده که به شکل انعکاس آینه ای است، برق رنگ می نامند. میزان بازتاب نور بستگی به ترکیبات رنگ دارد و این بازتاب از رنگ مات کامل شروع و به رنگ کاملاً" براق خاتمه می یابد. میزان بازتاب یا برق رنگ به شرح زیر طبقه بندی شده است :

الف) رنگ مات<sup>۸</sup>

این نوع رنگ اصولاً" فاقد برق بوده و چنانچه از زوایای مختلف روی سطحی که با رنگ مات رنگ شده نگاه کنیم، برقی مشاهده نمی شود.

ب) رنگ مات پوست تخم مرغی<sup>۹</sup>

رنگی است که برق آن نزدیک به برق پوست تخم مرغ است.

ج) رنگ براق پوست تخم مرغی<sup>۱۰</sup>

حدود بازتاب این نوع رنگ به میزان برق پوست تخم مرغ براق است.

د) رنگ های نیمه براق<sup>۱۱</sup>

رنگی است که بازتاب نور آن در حد متوسط باشد.

---

1-Epoxy 2-Amino Poly Amide 3-Phenol 4-Poly Urethane 5-Silicon 6-Vinyl 7- Gloss  
8-Flat (or matt) 9-Egg shell flat 10-Egg. Gloss 11- semi gloss

## ه ( رنگ براق کامل<sup>۱</sup>

این نوع رنگ شبیه سطوح آینه بوده و از زوایای مختلف روی سطح رنگ براق بازتاب نور مشاهده می شود.

## ۶ - ۲ مقررات کاربرد رنگ

به مجموع لایه های رنگ روی سطح، سیستم رنگ گفته می شود. سیستم رنگ معمولاً از سه قسمت زیر تشکیل شده است :

- لایه آستری اولیه

- لایه آستری ثانویه

- لایه رویه

### الف) لایه آستری اولیه

آستری اولیه، اولین دست کامل رنگ است که بر روی سطح بدون رنگ زده می شود، مهمترین وظیفه آن، چسبیدن کامل به سطح زیرکار و آماده نمودن سطح پایه برای پذیرش و نگهداری پوشش رنگ لایه بعدی است. همچنین رنگ آستری اولیه سبب می شود تا هیچ گونه واکنش شیمیایی بین سطح زیرکار و رنگ لایه های بعدی انجام نشود.

### ب) لایه آستری ثانویه

آستری ثانویه یک یا چند دست رنگ است که پس از اتمام رنگ آمیزی آستری اولیه، اجرا می شود. مهمترین وظیفه این لایه، پوشش سطح رنگ آستری اولیه و ایجاد یک سطح رنگ شونده با زمینه ای یکنواخت و همگن است.

### ج) لایه رویه

پوشش نهایی به آخرین دست رنگ در یک سیستم رنگ آمیزی و یا به سطح نهایی رنگ گفته می شود. این لایه علاوه بر تأمین رنگ و کیفیت مطلوب از رنگ های آستری نیز محافظت می کند.

---

1- full gloss

ر

- سطوح مناسب برای رنگ آمیزی  
روی انواع سطوح گلی، سفالی، آهکی، گچی، سیمانی، سنگی، فلزی، چوبی، پلیمری و شیشه‌ای  
را به شرط آماده‌سازی صحیح می‌توان، رنگ آمیزی کرد.

### ۶ - ۲ - ۱ ملاحظات اقلیمی

در مواقعی که فشار جزئی هوای دو محیط همجوار از داخل به بیرون باشد، باید لایه‌های سطح داخل جدا، بتوانند بخار آب را جذب نمایند تا ازدیاد رطوبت هوای داخل را کنترل نماید، در این موارد از رنگ‌های دفع‌کننده استفاده می‌شود. در مواقعی که فشار جزئی هوای دو محیط همجوار از خارج به داخل باشد (مانند مناطق گرم و مرطوب که از کولرهای خشک مانند کولر گازی استفاده می‌کنند) سطح داخلی ساختمان باید بتواند مانع ورود بخار آب به داخل شود. در این موارد از رنگ‌های سدکننده استفاده می‌شود.

برای رنگ آمیزی، دمای محیط نباید از ۵ درجه سانتیگراد کمتر و رطوبت نسبی از ۸۰ درصد بیشتر باشد و روی سطوح یخ زده نباید رنگ آمیزی کرد.

از رنگ آمیزی در زیر باران و در زیر آفتاب شدید باید خودداری شود.  
چنانچه سطوح ساختمان کاملاً خشک نباشد، برای رنگ آمیزی آنها باید از رنگ‌هایی که به همین منظورتیه و تولید شده است استفاده شود.

### ۶ - ۲ - ۲ ملاحظات زیست محیطی

- ترکیبات سرب اساساً در دسته مواد سمی قرار دارد و معمولاً در قوانین محیط زیست برای استفاده از آنها مقررات خاصی برای تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان وضع می‌شود.  
- استفاده از رنگ‌های دارای رنگدانه‌های سرب برای رنگ کردن وسایلی که در دسترس بچه‌ها است به طور اکید و خاصی منع شده است.

---

۱- در نشریه شماره ۱۲۷ مرکز تحقیقات ساختمان مسکن تحت عنوان (اتلاف حرارت و سیمان در ساختمان‌های متداول) ضریب هدایت حرارتی و فاکتور مقاومت نفوذپذیری مصالح داده شده و بر اساس آنها می‌توان نمودارهای تغییر فشارهای جزئی را ترسیم و برای جلوگیری از عمل، اصلاحات لازم روی سطوح مختلف به عمل آورد.

- بطورکلی استفاده از رنگدانه‌های کرومات سرب و مشتقات آن باید به جز موارد ویژه پرهیز شود.

- تماس با رنگدانه‌های کرومات روی ممکن است منجر به زخم‌های پوستی و علاوه بر آن حمله به غشاهای مخاطی بینی شود. ذرات گرد و غبار کرومات روی نیز مضر است. هنگام کار با این رنگدانه‌ها باید تدابیر حفاظتی مناسب اندیشیده شود. حدود مجاز این مواد در رنگ در استانداردهای مختلف وجود دارد.

- رنگدانه‌های کرومات باریم، کرومات استرانسیوم، کادمیوم دار معمولاً سمی بوده که مقدار آنها در رنگ باید در حدود استاندارد باشد.

- ملاحظات ایمنی در هنگام رنگ آمیزی به سبب قابل اشتعال بودن رنگهای مایع ضروری است.

## ۶ - ۲ - ۳ ملاحظات تکنولوژیکی

در حال حاضر بطور متداول یکی از روشهای زیر برای ایجاد پوشش مناسب با رنگ بکار گرفته می شود :

- با استفاده از قلم مو
- با استفاده از غلتک
- با استفاده از پیستوله

### الف) رنگ آمیزی با استفاده از برس

در این روش رنگ آمیزی، استفاده از برس به طور صحیح، به نحوی که هم رنگ به صورت اقتصادی مصرف شود و هم این که کار رنگ آمیزی به نحو مطلوبی خاتمه یابد، نیاز به آموزش، تجربه و مهارت کافی دارد.

انتخاب قلم مو مسئله مهمی در رنگ آمیزی با رنگ های مختلف است. برس ها معمولاً در اندازه های مختلف وجود دارند. از قلم موهای کوچک برای رنگ آمیزی با رنگ های براق، روغنی و مشابه استفاده می شود. از قلم موهای بزرگ برای رنگ آمیزی با رنگ های محلول در آب، لعابی و مشابه استفاده می شود.

### ب) رنگ آمیزی با استفاده از غلتک

غلتک یکی از وسایل متداول رنگ آمیزی است. در این شیوه سینی هایی وجود دارد که رنگ درون آن ریخته می شود و در یک گوشه آن قسمت دندانه داری وجود دارد که با چرخاندن غلتک روی آن رنگ اضافه آن گرفته می شود. البته غلتک هایی نیز ساخته شده است که با پمپ کوچکی، رنگ از روی غلتک روان می شود و بدون استفاده از سینی و غلتاندن غلتک در آن، عمل آغشته کردن صورت می گیرد. عمل آغشته کردن غلتک بستگی به سرعت رنگ کاری دارد. ثابت شده است که مصرف رنگ در رنگ آمیزی با غلتک و قلم موی ریز تقریباً یکسان است.

### ج) رنگ آمیزی با استفاده از پیستوله

پیستوله هایی که برای رنگ آمیزی به کار می رود با استفاده از هوای فشرده یا بدون هوا کار می کند. در محیط های بسته ای که با استفاده از پیستوله رنگ می شوند، ایجاد جریان مصنوعی هوا به نحوی که ذرات رنگ در هوا کنترل شود ضروری است. پس از اتمام رنگ آمیزی باید دقت شود که هرگز رنگ در پمپ، شلنگ و سایر قسمت های پیستوله باقی نماند و خشک نشود و کلیه وسایل باید شسته و تمیز شود.

با انتخاب روش و پیستوله مناسب تقریباً هر نوع رنگی را می توان روی دیوار پاشید.

### ۶ - ۲ - ۴ ملاحظات مکانی

انجام واکنش های شیمیایی بین سطح زیرکار و رنگ موجب بروز معایبی در سطح رنگ می شود. بنابراین لازم است با انتخاب رنگ های آستری اولیه مناسب از انجام واکنش های شیمیایی جلوگیری بعمل آورد. بنابراین ترکیب شیمیایی رنگ هایی که به عنوان آستری اولیه به مصرف می رسد باید متناسب با نوع سطح زیرکار باشد.

انواع مواد مناسب و متداول برای رنگ کاری در جدول شماره ۶-۱ ارائه شده است.

### ۶ - ۲ - ۵ توصیه های کلی

مراحل مختلف رنگ آمیزی باید توسط کارگران ماهر و به بهترین وجه بر روی سطوح کاملاً تمیز و خشک و در شرایط مناسب مطابق مشخصات فنی عمومی ابنیه اجرا شود.

## رنگ های آستری اولیه و رویه مناسب برای انواع سطوح ساختمانی

جدول ۶ - ۱

ردیف	محل کاربرد	نوع مواد مناسب و متداول	
		آستری اولیه	آستری ثانویه و رویه
۱	در شرایط هادی در داخل ساختمان	اولئورزینی حاوی سیلیکون سرب فلپاتی، کرومات، اکسید لریک، دی اکسید تیتانیوم، فسفیت سرب دی بازیک یا دوده	روغنی یا انواع رنگ های مناسب دیگر
		الکید مادی حاوی سرنج، انواع رنگ های پر آلومینیوم	روغنی یا انواع رنگ های مناسب دیگر
		شرایط غیر مادی مواجه با بنار، مواد شیمیائی و تخریق	روغنی یا انواع رنگ های مناسب دیگر
۲	آلومینیومی	کرومات روی	روغنی یا انواع رنگ های مناسب غیر سربی دیگر
۳	سطوح فلزی گالوانیزه و روی	کرومات روی یا پلمبات کلسیم	روغنی یا انواع رنگ های مناسب دیگر
۴	سیسی	نیتروسلولز و رزین اکریلیک یا رزین پلی اورتان	روغنی
۵	سطوح فیری یا فیر اندود	آلومینیومی، شلاک و سیلر از نوع امولسیون لاتکس	انواع رنگ ها
۶	سطوح فرآورده های پنبه کوهی سیمان	خند قلیا مانند آستری های اولیه حاوی لاستیک مصنوعی	انواع رنگ ها
۷	پی وی سی	رنگ ها بر پایه الکید	رنگ ها بر پایه الکید
۸	گچی	روغنی الکید، امولسیون پلی استیک، لعابی	مانند آستری اولیه و در صورت انتخاب رنگ های امولسیونی پلی استیک باید روی زیر سازی روغنی اجرا شود.
۹	خشک و هاری از قلیا	سیلر لاتکس امولسیونی یا یک سیلر آستری اولیه اولئورزینی	انواع رنگ ها
		رنگ های آستری اولیه خند قلیائی لاستیک مصنوعی کلره با پلی استر اپوکسی	رنگ های استخری
۱۰	خشک و هاری از قلیا	لاتکس فیلر	انواع رنگ ها
		خند قلیا	انواع رنگ ها
۱۱	پلاستیک های گرما سخت، ملامین، اوره و فنل فرمالدهید	رنگ هایی که حلال آنها اثر سوئی روی پلاستیک نداشته باشد.	رنگ هایی که حلال آنها اثر سوئی روی پلاستیک نداشته باشد.
۱۲	سطوح چرمی	لعاب الکید	رنگ پالعب

پیش از شروع رنگ آمیزی باید موارد زیر به اجرا در آید :

الف) مسدود کردن و پر کردن

پیش از شروع رنگ آمیزی، چنانچه روی سطح سوراخ و حفره‌هایی وجود داشته باشد باید با استفاده از مواد متناسب آنها را پر کرد، به طوری که هوا درون سوراخ‌ها محبوس گردد.

ب) بتونه کشی

برای سطحی صاف و بی موج، باید پیش از شروع رنگ آمیزی ناهمواری‌ها با استفاده از بتونه و کاردک کاملاً گرفته شود.

برای بازدید و بررسی کیفیت اجرای رنگ آمیزی باید مواردی در نظر گرفته شود. این موارد در جدول ۶-۲ خلاصه شده است.

چک لیست پیشنهادی برای بازدید و کنترل سطوح رنگ آمیزی شده

جدول ۶-۲

ردیف	شرح	وضعیت اجرا		
		عالی	قابل قبول	غیر قابل قبول
۱	یکنواختی کار و یکنواختی لایه رنگ			
۲	پوشیده بودن کامل سطح رنگ از لایه آستری			
۳	عدم ایجاد موج و سایه ناشی از بتونه کاری			
۴	نبودن چروک و پخش نشدن پوسته رنگ در سطح			
۵	عدم چسبندگی سطح رنگ آمیزی شده به دست یا لباس			
۶	مشاهده نشدن لکه‌های ناشی از چکه رنگ			
۷	غیر قابل رویت بودن خطوط و اثر قلم مو			
۸	تمیز و عاری بودن سطح از گرد و غبار و ذرات دیگر			
۹	مستقیم و بدون موج بودن فصل مشترک دو سطح رنگ آمیزی شده و عدم اختلاف رنگ در فصل مشترک			



## ۷ - کفپوش ها ، دیوارپوش ها و سقف پوش ها

### ۷ - ۱ کلیات

#### ۷ - ۱ - ۱ پوشش ها و نقش آن در صنعت ساختمان

به آخرین پوشش روی دیوارها، کف و سقف که پس از اتمام عملیات آماده سازی، اجرا می شود به ترتیب دیوارپوش، کفپوش و سقف پوش گفته می شود. معمولاً مصالحی که برای پوشش سقف یا دیوار به کار می رود مشابه می باشد. استفاده از کفپوش های آجدار و غیر لغزنده در تمامی بناها توصیه می شود. مصالح عمده ای که در پوشش کف و دیوار مصرف می شود عبارت است از سنگ، بتن، موزائیک انواع آجر، سرامیک و کاش، پوشاننده های لاستیکی، لاستیک و چوبی، کاغذ دیواری، انواع اندوهای سیمانی، گچی، آهکی.

#### ۷ - ۱ - ۲ ویژگی های فیزیکی ، مکانیکی و شیمیایی

##### - سنگ های ساختمانی

سنگ هایی که برای پوشش های مختلف ساختمان مصرف می شوند باید دارای ویژگی های مندرج در مبحث سنگ را داشته باشد و مهمترین ویژگی سنگ هایی که به عنوان پوشش جدارها استفاده می شود، جلاپذیری (در صورت نیاز) یکنواختی ظاهر، دوام در برابر عوامل جوی و هوازدگی است و در مورد سنگ فرش ها، ویژگیهای مقاومت در برابر ساییدگی عامل بسیار مهمی می باشد.

##### - بتن

بتن از جمله مصالحی است که برای کف سازی و نماسازی کاربرد وسیعی دارد. نظریه اینکه پوشش های بتنی، به ویژه در کف ها در معرض ضربه، ساییدگی و حمله نمک ها و مایعات خورنده قرار می گیرد، از این رو انتخاب مصالح مناسب و دقت در ساختن بتن حایز اهمیت است. مقاومت فشاری بتن مصرفی در کف هایی که زیر آمد و شد سبک است باید حداقل  $240 \text{ kg/cm}^2$  و در مورد آمد و شدهای متوسط تا سنگین مقاومت از  $310-480 \text{ kg/cm}^2$  تغییر می کند. عامل مهم در پایداری بتن کف در برابر عوامل مکانیکی کیفیت سنگدانه مصرفی در آن است، زیرا مقاومت خمیر سیمان حتی با مقاومت فشاری بسیار زیاد، در برابر سائیدگی و ضربه ناچیز است. در هر صورت در ساخت بتن برای کف باید مشخصات فنی عمومی ساختمان مد نظر قرار بگیرد.

## - موزائیک

موزائیک نوعی بتن است که سطح آن سائیده شده و دارای ظاهری خالدار و درهم است و در کف‌ها پله‌ها و قرنیزها و نمای ساختمان مورد استفاده قرار می‌گیرد. مشخصات استاندارد موزائیک‌ها در جدول ۱-۷ آورده شده است.

### مشخصات موزائیک مطابق استاندارد ۷۵۵ ایران

جدول ۱-۷

ویژگی	حدود
مقاومت خمشی	حداقل $40 \text{ kg/cm}^2$
میزان سایش	حداکثر ۲۲ mm
جذب آب	حداکثر ۸ wt%
مقاومت در برابر یخزدگی	نباید ترک خوردگی پوسته شدن و ریزش دانه‌ها بوجود آید.

ابعاد آجر موزائیک از ۱۰۰ تا ۵۰۰ و کلفتی آن از ۲۰ تا ۴۰ میلیمتر تغییر می‌کند.

## - آجر

### الف) آجر رسی

آجر رسی سنگی ساختگی و نوعی سرامیک است که در صنعت ساختمان مصرف فراوانی دارد. ویژگی‌های آجر رسی باید مطابق مشخصات فنی عمومی ساختمان باشد و نکات مندرج در مبحث آجر و ساخت آن رعایت شود.

### ب) آجر ماسه آهکی

آجر ماسه آهکی که در پوشش ساختمان‌ها بکار می‌رود باید ویژگی‌های مندرج در جداول ۲-۷ و ۳-۷ را داشته باشد. مطابق استاندارد BS ۱۸۷، آجرهای ماسه آهکی به ۸ دسته مطابق جدول ۲-۷ تقسیم می‌شوند.

## ویژگی های فیزیکی و مکانیکی آجرهای ماسه آهکی

جدول ۲-۷

آجر ماسه آهکی نوع :								آزمایش های فیزیکی و مکانیکی لازم
۷	۵	۴	۳A	۳B	۲A	۲B	۱	
۴۸۵	۳۴۵	۲۷۵	۲۰۵	۲۰۵	۱۴۰	۱۴۰	۷۰	حداقل مقاومت فشار (تر) متوسط ۱۰ آجر به $kg/cm^2$
۱۶	۱۶	۲۰	۲۰	۲۰	۳۰	۳۰	۳۰	یکنواختی ضریب تغییرات حداکثر مقاومت فشاری به درصد
۰.۰۲۵	۰.۰۲۵	۰.۰۲۵	۰.۰۲۵	۰.۰۳۵	۰.۰۲۵	۰.۰۳۵	-	حداکثر انقباض خشک - طول نمونه - تر به درصد

## اندازه ابعاد آجرهای ماسه آهکی

جدول ۳-۷

ضخامت mm	عرض mm	طول mm	اندازه گیری ابعاد
۶۵	۱۰۳	۲۱۵	اندازه واقعی
۶۷	۱۰۵	۲۱۷	حداکثر اندازه ابعاد
۶۳	۱۰۱	۲۱۲	حداقل اندازه ابعاد

۱- قابل تولید در شکلهای و ابعاد مورد سفارش

### - کاشی

کاشی هایی که در کف و یا بدنه استفاده می شود، باید دارای ویژگی های جداول ۷-۴، ۷-۵ و ۷-۶ باشد. ابعاد کاشی های مربع ۷۵، ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰ و ۲۵۰ میلیمتر و کاشی های مستطیل ۷۵x۱۵۰، ۱۰۰x۲۰۰، ۱۲۵x۲۵۰ یا ۱۵۰x۳۰۰ میلیمتر می باشد. سطح رویه آنها ممکن است دارای برجستگی و نقش باشد و یا با لعاب های ناهموار در رنگ های متنوع پوشیده شده باشد.

ویژگی های ظاهری کاشی لعابی دیواری مطابق استاندارد  
شماره ۲۵ ایران

جدول ۴-۷

نوع آزمایش	ویژگی های کاشی لعابی دیواری مطابق آیین نامه شماره ۲۵ استاندارد ایران
اندازه اضلاع	میزان رواداری، حداکثر ۰/۶ درصد و حداقل ۰/۳ درصد در هر ضلع
مسطح بودن سطح لعابدار	مسطح لعابدار نباید کاو یا کورژ یا دارای تابیدگی باشد،
قائمه بودن زوایا	حداکثر انحراف از زاویه قائمه یک میلیمتر برای کاشی های ۱۵۰ میلیمتری و بزرگتر و ۰/۶ میلیمتر برای کاشی های کوچکتر
تیز نبودن لبه کاشی در سطح لعابدار	لبه های کاشی در سطح لعاب نباید تیز باشد
ضخامت به میلیمتر	رواداری ضخامت به میلیمتر
۴x۷۵x۱۵۰	±۰/۵
۵x۷۵x۱۵۰	±۰/۴
۵x۱۰۰x۱۰۰	±۰/۵
۶x۱۵۰x۱۵۰	±۰/۵
۷x۱۰۰x۲۰۰	±۰/۸
۷x۱۵۰x۲۰۰	±۰/۸
۹x۲۰۰x۲۰۰	±۰/۸
۱۱x۱۵۰x۳۰۰	±۰/۸

(۱) روش آزمون و شرح هر یک از آزمایشها در این استاندارد داده شده است .

ویژگی های فیزیکی و مکانیکی کاشی لعابی دیواری مطابق استاندارد.

شماره ۲۵ ایران

جدول ۷-۵

ویژگی های کاشی لعابی مطابق آئین نامه شماره ۲۵ استاندارد ایران	نوع آزمایش
۱۲-۱۸	جذب آب (درصد)
عدد سختی حداقل ۵	مقاومت لعاب کاشی در مقابل خراشیدگی
سطح لعابدار کاشی باید در مقابل مواد رنگی به اندازه کافی نفوذناپذیر باشد.	رنگ ناپذیری لعاب کاشی
کاشی باید در مقابل یخزدگی به حدکافی مقاوم باشد. اثری از شکستگی، دویوستگی و یا ترک خوردگی در بدنه و سطح لعابدار آن پدیدار نشود.	مقاومت در مقابل یخزدگی
حداقل $175 \text{ kg/cm}^2$	مقاومت خمشی
کاشی باید در برابر ضربه حرارتی به اندازه کافی مقاوم بوده و هیچگونه اثری از ترک خوردگی شکستگی و دویوسته شدن در بدنه و لعاب آن آبه وجود یابد.	مقاومت در برابر ضربه حرارتی
کاشی باید در برابر حرارت و رطوبت به اندازه کافی مقاوم باشد و در اثر این عوامل در بدنه و سطح لعابدار آن هیچگونه ترک خوردگی، پدیدگی و یا پوستگی پدیدار نگردد.	مقاومت در برابر حرارت و رطوبت

ویژگی های انواع کاشی کف مطابق استاندارد شماره ۶۷ ایران

جدول ۶-۷

نوع آزمایش	ویژگی های کاشی کف مطابق آئین نامه شماره ۶۷ استاندارد ایران
اندازه	رواداری برای درازا و پهناي کلیه انواع کاشی های کف ۱± درصد و برای ضخامت آنها ۵± درصد
مسطح بودن سطح روی	به ازای هر ۲۵ میلیمتر ۰/۴ میلیمتر کاوی یا کوژی قابل گذشت است.
مقاومت در برابر سائیدگی	حداقل ۲۵
جذب آب	۰-۲ درصد
مقاومت در برابر ضربه حرارتی	در بدنه کاشی های کف نباید اثری از ترک خوردگی و خردشدگی پدید آمده باشد.
مقاومت در برابر حرارت و رطوبت	بر اثر این عوامل نباید در سطح روی آن هیچگونه ترک خوردگی پدید آید و هیچگونه اثری از مرکب مشاهده نشود.
مقاومت در برابر سرما	در دمای ۱۵- درجه سانتیگراد نباید در بدنه آن شکستگی و ترک خوردگی پدید آید و وزن آن بیش از ۵/۰ درصد کاهش نیابد.
قائم بودن زاویه ها	در هر آزمایش یک ضلع در انتهای خود حداکثر می تواند به ازای هر ۲۰۰ میلیمتر یک میلیمتر با ضلع گونیا فاصله داشته باشد. این فاصله باید در یک ضلع یا مجموعاً در دو ضلع مقابل باشد.
مقاومت در برابر فشار مکانیکی (فشار تیغه ای)	حداقل ۳۵ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع
مقاومت در برابر مواد شیمیائی	کاشی کف در محلول اسید کلریدریک و پتاس ۱۵ درصد نباید از نظر ترکیب و رنگ هیچگونه تغییری پیدا کند.
- کاشی های کف درجه یک	- کاشی های کف درجه یک باید از فاصله یک متری از نظر دید ظاهری در سطح رویه فاقد هرگونه عیب و یا نقص بوده و نیز در اضلاع سطح رویی فاقد لب پریدیگی و مضرس بودن باشد.
- کاشی های کف درجه دو	- کاشی های کف درجه دو باید از فاصله یک متری از نظر دید ظاهری در سطح رویی بیش از ۲ لکه به قطر تقریبی ۲ میلیمتر و یا یک و یا دو لب پریدیگی به ابعاد تقریبی ۳ میلیمتر نداشته باشد.
- کاشی های کف درجه سه	- تغییرات مجاز - در درجه بندی کاشی های کف تا ۵ درصد اشتباه قابل چشم پوشی است.

## - پوشش های پلاستیکی

پوشش های پلاستیکی در انواع مختلف تولید می شود که مشخصات هر یک به شرح زیر است.

### الف- کاشی وینیلی

این نوع کاشی از یک لایه وینیل که به آستری قابل انعطاف چسبیده تشکیل شده است و به شکل مربع یا مربع مستطیل هایی به ابعاد ۱۵۰ تا ۲۵۰ میلیمتر یا به صورت نوارهایی به ابعاد ۲۵×۹۰ میلیمتر و یا توپ هایی به عرض ۵۰۰ تا ۱۵۰۰ میلیمتر و به ضخامت ۲ تا ۳ میلیمتر ساخته می شود.

این نوع کاشی در برابر چربی ها، روغن ها، بسیاری از اسیدها و بازها و مشتقات نفتی به خوبی پایداری می کند.

با افزودن مواد فلزی به این کاشی ها، کاشی هادی الکتریسیته که ضد جرقه است تولید می شود.

### ب- کف پوش وینیلی فوم دار

این نوع کف پوش از لایه های زیر تشکیل شده است :

۱ - یک لایه آستر اسفنج وینیلی

۲ - یک لایه پارچه از جنس الیاف شیشه ریز بافت

۳ - یک لایه پلاستیک وینیلی نقش دار

۴ - یک لایه وینیل شفاف

این کف پوش ها نرم و قابل انعطاف بوده و به شکل توپ هایی به عرض ۱۳۰۰ تا ۱۸۰۰ میلیمتر و ضخامت حدود ۴ میلیمتر تولید می شود.

### ج- دیوارپوش های پلاستیکی

این دیوارپوش ها از مواد گوناگون پلاستیکی ساخته می شود. کاشی های دیواری مربع شکل به ابعاد از ۱۰۰ تا ۲۵۰ میلیمتر از رزین های پلی استیرن، فوم آلدئیداوره در رنگ های متنوع تولید می شود.

## - پوشش های لاستیکی

از لاستیک نیز در ساخت کف پوش استفاده می شود. کف پوش های لاستیکی معمولاً از

لاستیک مصنوعی که خطر اکسیده شدن آنها کمتر از لاستیک طبیعی است ساخته می شود. کاشی های لاستیکی به شکل مربع یا مستطیل به ابعاد ۱۵۰ تا ۹۰۰ میلیمتر و ضخامت ۲ تا ۴/۵ میلیمتر تولید می شود.

#### - پوشش های چوبی

از چوب برای پوشش کف و دیوار و سقف استفاده می شود. این پوشش ها به اشکال گوناگون متداول است.

#### الف- کف پوش الواری

این کف پوش به صورت تخته های بلند به عرض ۸۰ تا ۲۵۰ میلیمتر و به ضخامت ۲۰ تا ۴۰ میلیمتر بسته به نوع استفاده ساخته می شود اتصال آنها از پهلو و انتها با کام و زیانه است و با میخ های آهنی یا چوبی به زیرسازی نصب و محکم می شود.

#### ب- کف پوش نواری

این کف پوش مانند کف پوش الواری است اما از تخته های کوچکتر که به شکل نوارهای باریکی درآمده است، استفاده می شود. پهنای تخته ها معمولاً ۷۵، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلیمتر و ضخامت آنها از ۱۰ تا ۴۰ میلیمتر تغییر می کند.

#### ج- پارکت

کف پوش پارکت معمولاً از تکه های سخت چوب از گونه های مختلف در اندازه های متفاوت و نقش های گوناگون مانند شطرنجی، جناغی و حصیری ساخته می شود. ضخامت تکه چوب ها معمولاً از ۶ تا ۱۸ و درازای آنها از ۷۵ تا ۴۵ و پهنای آنها از ۲۰ تا ۵۶ میلیمتر است و در کارخانه آماده می شود.

#### د- بلوک چوبی

بلوک چوبی نوعی پارکت ضخیم است و در ابعاد مختلف ساخته می شود. معمول ترین اندازه آن ۵۰×۵۰×۹۰ میلیمتر است و به کمک آسفالت ماستیک بر روی کف سازی فرش می شود.

#### - انواع اندودهای سیمانی، گچی و آهکی

برای پوشش از انواع اندودها به بخش مربوط به ملات ها و اندودها مراجعه شود.



## - کاغذ دیواری

کاغذ دیواری یکی از دیوارپوش‌های متداول است که در ساختمانهای مسکونی و سالن‌های عمومی مانند سینماها و سالن‌های کنفرانس مورد استفاده قرار می‌گیرد این پوشش در توپ‌هایی به عرض ۵۰۰ تا ۹۰۰ میلیمتر و به سطح حدود ۲۰/۳ مترمربع تولید می‌شود. این روش پوشش دیوار بوسیله چسب‌های شیمیایی با سرعت نسبتاً زیادی نصب می‌شود. به منظور ایمنی از حریق باید توجه داشت که برحسب مورد، جنس کاغذ دیواری و چسب مورد استفاده از نوع تایید شده، انتخاب شود.

## ۷ - ۲ مقررات کاربرد کف پوش‌ها و دیوارپوش‌ها

### ۷ - ۲ - ۱ ملاحظات اقلیمی

#### - سنگ

به فصل دوم بند (۲-۲-۱) مراجعه شود.

## - بتن و موزائیک

چنانچه در طرح اختلاط بتن و موزائیک و عمل آوردن آنها مقررات و ضوابط مد نظر باشد و مصالح اولیه مناسب با ویژگی‌های استاندارد انتخاب گردد، می‌توان از آنها در هر شرایط آب و هوایی استفاده کرد. در این نوع کف سازی دقت در اجرا از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

## - آجر

به فصل اول بند (۱-۲-۱) مراجعه شود.

## - سرامیک و کاشی

چنانچه بدنه کاشی با خاک رس مناسب ساخته شده و در درجه حرارت مناسب پخته شده باشد و لعاب روی آن نیز از جنس مرغوب و مناسب باشد و ویژگی‌های جداول ۴-۷ و ۵-۷ و ۶-۷ در مورد آنها صدق کند قابلیت کاربرد بهتری در شرایط آب و هوایی مختلف پیدا می‌کند.

## - پوشاننده های لاستیکی، پلاستیکی و کاغذهای دیواری

معمولاً پوشاننده های لاستیکی و پلاستیکی در برابر عوامل جوی مانند دما، رطوبت به ویژه اشعه ماوراء بنفش فرسوده می شود. کاغذهای دیواری را می توان در فضاهای داخلی و در شرایط آب هوایی بدون رطوبت یا خیلی کم رطوبت استفاده کرد.

## - انواع اندودها

به فصل پنجم " ملات و اندودها " مراجعه شود.

## ۷ - ۲ - ۲ ملاحظات زیست محیطی

کلیه پوشش نهایی به ویژه در فضاهای داخلی به علت تماس مستقیم و مداوم با انسان باید مورد تأیید نهادهای رسمی مربوطه قرار گیرد، به گونه ای که کاربرد این گونه مصالح اثرات نامطلوب مانند موارد زیر نداشته باشد :

- تولید گازهای سمی به مرور زمان و یا تشدید آن در اثر جریان هوا، گرما، رطوبت و تابش خورشید  
- تجزیه و فاسد شدن به مرور زمان و پراکندگی در فضا به صورت ذرات بسیار ریز و تهدید سلامت محیط

- ناسازگاری در تماس مستقیم با پوست بدن و ایجاد حساسیت
- گرود خاک ، چرک و چربی گیر بودن سطوح
- دشواری نظافت و عدم پایداری لازم در برابر تجهیزات و وسایل نظافتی
- عدم پایداری لازم در برابر تغییرات میزان رطوبت و دما
- آسیب رسانی از طریق ویژگیهای نامطلوب مانند لغزندگی، زبری، تیزی، و غیره
- تشعشع امواج نامطلوب و تهدید سلامت انسان
- ایجاد آلودگی از طریق ضایعات و پایداری ناسازگار در محیط زیست
- عدم مقاومت لازم در برابر حریق و کمک به توسعه آن
- ایجاد گازهای سمی در اثر سوختن و حرارت زیاد
- ایجاد شرایط محیطی مناسب برای رشد و نمود موجودات مضر مانند انواع حشرات، قارچ ها، باکتریها و غیره.

- پایداری و پایایی کم.

### ۷ - ۲ - ۳ ملاحظات مکانی

در کاربرد انواع کف پوش ها و دیوارپوش ها باید مشخصات فنی عمومی ساختمان رعایت شود. خلاصه این مشخصات در جدول ۷-۲ درج شده است .

### ۷ - ۲ - ۴ توصیه های کلی

- برای نصب و اجرای کف پوش ها، دیوار پوش ها و سقف پوش ها باید کلیه ضوابط مربوط به زیرسازی رعایت شود.

- مصالح پوششی باید با توجه به شرایط بهره برداری و چگونگی اجراء انتخاب شود.

- پوشش ها باید مطابق ضوابط و مقررات مربوط اجراء و نگهداری شود.

انواع کف پوش ها، دیوارپوش ها و سقف پوش ها متداول و مناسب برای فضاهای مختلف  
جدول ۷-۷

ردیف	کاربری فضا	کف پوش	دیوارپوش	سقف پوش
۱	مسکونی اداری تجاری	سنگ، موزائیک، سرامیک* وسرامیک موزائیکی* (روی ملات سیمانی)، مواد پلاستیکی، مواد نساجی، کف پوش چوبی ( روی زیرسازی سیمانی یا موزائیک )	سنگ*، سرامیک* سرامیک موزائیک*، کاشی لعابی* مواد پلاستیکی*، کاغذ دیواری انواع اندوهای گچی و سیمانی تخته گچی و چوب	انواع اندوهای تخته گچی*+، چوب*+، اکوستیک تایل*+ مواد پلاستیکی*+
۲	آموزشی	سنگ، موزائیک، سرامیک* وسرامیک موزائیکی*، مواد پلاستیکی، مواد نساجی* و چوب* -	سنگ*، سرامیک*، سرامیک موزائیک*، کاشی لعابی، مواد پلاستیکی، کاغذ دیواری* - انواع اندوهای گچی و سیمانی و چوب و تخته گچی* -	مانند مسکونی
۳	بهداشتی	مانند آموزشی به علاوه کف پوش های هادی الکتریسیته† و فرش لاستیکی	مانند آموزشی	مانند مسکونی
۴	صنعتی	بتنی، موزائیک، سرامیک* وسرامیک موزائیکی*، سرامیک ضد اسید* و فلزات	انواع اندوهای گچی وسیمانی و فلزات	مانند دیوارپوش
۵	هنری	مانند آموزشی به اضافه آجر و بتن	مانند آموزشی به اضافه بتن، آجر و موزائیک	مانند مسکونی به اضافه بتن و آجر
۶	ورزشی	بتنی، موزائیک، مواد پلاستیکی، مواد نساجی، سرامیک* و سرامیک موزائیکی* مواد قیری	بتنی، سنگ، سرامیک* سرامیک موزائیک*، کاشی لعابی*، انواع اندوهای سیمانی و گچی	انواع اندوهای گچی و سیمانی بتن
۷	محوطه	سنگ، موزائیک، بتن، آجر، مواد قیری	انواع اندوهای سیمانی، بتن، سنگ، سرامیک، سرامیک موزائیک	

\* در آشپزخانه، آبدارخانه، حمام، روشویی  
و توالت  
\*\* در صورت وجود مواد شیمیائی اسیدی  
+ سردخانه ها

\*- در سالن کنفرانس و نظائر آن  
\*+ اغلب در ساختمان های اداری و تجاری یا سالن ها  
†اطاق های عمل و قسمت های وابسته به آن

## ۸ - مصالح صدابندی ( آکوستیک )

### ۸ - ۱ کلیات

#### ۸ - ۱ - ۱ مصالح صدابندی و نقش آن در صنعت ساختمان

از آنجا که مصالح صدابندی مبحث نسبتاً جدیدی در کشور است لذا باید در ابتدا به مفاهیم مختلف و تعاریف اشاره شود.

شرایط آکوستیکی در ساختمان‌ها را می‌توان در دو هدف عمده به شرح زیر تنظیم می‌شود :

الف- کنترل نوفه یا صدای ناخواسته (Noise) : برای رسیدن به این منظور سه موضوع مهم زیر باید مد نظر قرار گیرد:

اول، لازم است میزان نوفه در فضای مورد نظر از حد بخصوصی که آنرا برسنج نوفه می‌نامند (Noise Criteria) بیشتر نشود. این کمیت به کاربری فضا بستگی دارد. مقادیر برسنج نوفه در فضاهای مختلف توسط مراکز تحقیقاتی کشورها ارائه می‌شود .

دوم، مشخص نمودن کم و کیف نوفه زمینه (Background Noise) در محلی که قرار است ساختمان در آنجا ساخته شود.

سوم، مشخص نمودن عایق صوتی جدارها اعم از دیوار، سقف در و پنجره که از مصالح مختلف ساخته شده‌اند. این مصالح باید نوفه زمینه را کاهش داده و به حدود برسنج نوفه مورد نظر برسانند.

ب- بوجود آوردن شرایط آکوستیک داخلی مناسب در یک فضا که برای شنیدن صداهای خواسته (Sound) و یا به طور کلی جهت برقرار کردن ارتباطات با کم و کیف قابل قبول لازم است. عامل مهمی که در تعیین کیفیت آکوستیکی در داخل یک فضای بسته نقش عمده‌ای دارد. زمان واخنش (Reverberation Time) آن فضا است. برای به دست آوردن زمان واخنش، دانستن ضریب جذب صوتی مواد و مصالح ساختمان بکار رفته در آن فضا یکی از ضروریات است.

## ۸ - ۱ - ۲ ویژگی های فیزیکی، مکانیکی و شیمیایی

ابتدا تعاریف پایه به شرح زیر ارائه می گردد.

- نوفه : (Noise)

نوفه به صداهای ناخواسته اطلاق می شود.

- برسنج نوفه: ( Noise Criteria )

برسنج نوفه، ضابطه یا معیار نشان دهنده حداکثر نوفه زمینه قابل تحمل است.

- دسی بل (dB) : ( Decibel )

دسی بل مقیاسی است برای اندازه گیری تراز صدا

- شاخص صدابندی صدای هوابرد (Ia) :

عبارتست از یک عدد تنها که مشخص کننده، مقدار عددی صدابندی جداگرها (دیوارهای

جداکننده ) در تواتر ۵۰۰ هرتز به dB بر اساس استاندارد Iso/R717 می باشد.

- شاخص صدابندی صدای کویه ای (Ii) :

عبارتست از یک عدد تنها که مشخص کننده مقدار عددی صدابندی صدای کویه ای در تواتر

۵۰۰ هرتز به dB بر اساس استاندارد Iso/R717 می باشد.

- ضریب جذب صدای یک ماده :

ضریب جذب صدا برای یک ماده عبارت است از نسبت انرژی صوتی جذب شده توسط آن ماده

به انرژی تابیده شده به آن.

مشخصات مصالحی که در مبحث آکوستیک ساختمان به کار می رود عمدتاً به دو دسته

تقسیم می شود : یکی مصالحی که به عنوان عایق صوتی (مصالح صدابند) بکار رفته و دیگری

مصالحی که به عنوان مصالح جذب کننده صدا در ساختمان مورد استفاده قرار می گیرد. این دو

مصالح را نباید با یکدیگر اشتباه کرد به عنوان مثال، پشم شیشه یا آکوستیک تایل ۸۰ تا ۹۰

درصد انرژی آکوستیکی را جذب می کند و با وجود داشتن جذب بالا قابلیت عایق بودن فوق العاده

ناچیزی دارد.

- مصالح جذب کننده صدا:

مواد و مصالحی که برای جذب صدا به کار برده می شود از نظر تغییرات ضریب جذب برحسب

تواتر به سه دسته کلی به شرح زیر تقسیم می شود :

#### الف- مصالح متخلخل

این نوع مصالح از مواد گوناگون ساخته شده است مانند الیاف طبیعی (پشم و پنبه) و مواد معدنی مانند پشم شیشه و پشم سنگ و مواد مصنوعی مانند الیاف شیمیایی که به اشکال گوناگون خام یا پیش ساخته بکار برده می شود. مصالح الیافی پیش ساخته به نام آکوستیک تایل نامیده می شود. این مصالح در تمام تواترها انرژی صوتی را جذب می کند ولی در تواترهای بالاتر از ۵۰۰ Hz توانایی جذب صوتی بیشتری را دارد.

#### - پشم شیشه:

پشم شیشه مجموعه ای است از الیاف ظریف شیشه که از طریق شکل دادن شیشه ذوب شده بدست می آید و سپس این الیاف بوسیله رزین فنولیک بهم چسبانده می شود. پشم شیشه به عنوان عایق حرارتی و جاذب صدا مورد استفاده قرار می گیرد. این ماده در مقابل آتش و رطوبت مقاوم می باشد. مقادیر ضریب جذب صوتی پشم شیشه شرح جدول ۸-۱ است.

#### مقادیر ضریب جذب صوتی پشم شیشه

جدول ۸-۱

تواتر (Hz)		نوع پشم شیشه
۱۲۵	۲۵۰	
۰/۱	۰/۲۵	پشم شیشه با چگالی $30 \text{ kg/m}^3$ با ضخامت ۲۵ میلیمتر
۰/۲	۰/۳۵	پشم شیشه با چگالی $30 \text{ kg/m}^3$ با ضخامت ۵۰ میلیمتر
۰/۱	۰/۳	پشم شیشه با چگالی $80 \text{ kg/m}^3$ با ضخامت ۲۵ میلیمتر
۰/۲	۰/۴۵	پشم شیشه با چگالی $80 \text{ kg/m}^3$ با ضخامت ۵۰ میلیمتر

#### - پشم سنگ

پشم سنگ از سنگ بازالت مذاب که به صورت الیاف نازک در آمده است تشکیل می شود و

سپس با رزین های مختلفی به هم می چسبید. پشم سنگ به عنوان عایق حرارتی و جاذب صدا بکار می رود.

پشم سنگ در مقابل آتش و رطوبت مقاوم است.  
مقادیر ضریب جذب پشم سنگ بشرح جدول ۸-۲ است.

### مقادیر ضریب جذب پشم سنگ

جدول ۸-۲

نوع پشم سنگ				نواثر (Hz)
۱۲۵	۵۰۰	۲۰۰۰	۴۰۰۰	
۰/۲	۰/۷	۰/۹	۰/۸	پشم سنگ ۲۵ میلیتری بر روی جسم سخت
۰/۳	۰/۸	۰/۷۵	۰/۹	پشم سنگ ۵۰ میلیتری بر روی جسم سخت
۰/۴	۰/۸	۰/۹	۰/۸	پشم سنگ ۳۵ میلیتری که با یک فاصله روی دیوار سخت نصب شده است

### - آکوستیک تایل

مصالح الیافی پیش ساخته به نام آکوستیک تایل یا کاشی آکوستیکی معروف می باشد. اندازه آکوستیک تایل ها از ۳۰۰x۳۰۰ تا ۱۲۰۰x۱۲۰۰ میلیمتر تغییر می کند بسیاری از آنها از الیاف چوب، نی، فیبرهای معدنی یا شیشه ای ساخته شده است که مخلوط آنها به صورت تخته هایی با ضخامت های گوناگون عرضه می شود. آکوستیک تایل های سلولزی معمولاً از باگاس (تفاله نیشکر) ساخته می شود. تایل های فیبر نیشکر را معمولاً "سوراخ دار" می سازند تا صدا بتواند به حفره های بین الیاف برسد.

تایل های فیبر نیشکر در اثر جذب رطوبت دچار تغییر ابعاد و کاهش مقاومت می شود. گرچه پیشروی آتش در آنها کم است ولی ضد آتش نیستند.

بیشتر آکوستیک تایل ها از پشم معدنی ساخته شده است قسمت عمده پشم معدنی که در کشورهای صنعتی تولید می شود از سرباره کوره آهن گدازی (پشم سرباره) است. این تایل ها ممکن است بصورت شکاف دار یا سوراخ دار ساخته شود تا کیفیت جذب صوتی آنها افزایش یابد. این



تایل ها از نظر پایداری در مقابل آتش مناسب است. آکوستیک تایل های فلزی سوراخ دار متشکل از تاول های فلزی سوراخ داری است که با مصالح لانی آکوستیکی نظیر پشم معدنی پر شده است. مقادیر ضریب جذب صوتی با روش نصب توسط کا، خانه های سازنده تهیه و ارائه می شود. مقادیر ضریب جذب صوتی مربوط به بعضی از آکوستیک تایل ها به شرح جدول ۳-۸ است.

### مقادیر ضریب جذب صوتی آکوستیک تایل

جدول ۳-۸

نوع آکوستیک تایل							تواتر (Hz)
۱۲۵	۲۵۰	۵۰۰	۱۰۰۰	۲۰۰۰	۳۰۰۰		
۰/۰۵	۰/۲۰	۰/۵۶	۰/۹۵	۰/۹۳	۰/۷۴	۰/۷۴	۱- آکوستیک تایل سلولزی به ضخامت $\frac{1}{4}$ اینچ چسبنده به دیوار (ساخت سیمپسون پرونکت)
۰/۰۹	۰/۲۳	۰/۶۲	۰/۷۵	۰/۷۷	۰/۷۷	۰/۷۷	۲- آکوستیک تایل سلولزی به ضخامت $\frac{1}{4}$ اینچ چسبنده به دیوار (ساخت منویل اسپینیتون)
۰/۳	۰/۵	۰/۶۵	۰/۵	۰/۵	۰/۳	۰/۳	۳- تایل گچی سوراخدار بالایی الیانی
۰/۳	۰/۶	۰/۸۵	۰/۸۵	۰/۸	۰/۷	۰/۷	۴- تایل فلزی سوراخدار بالایی الیانی
۰/۱۵	۰/۲۵	۰/۴	۰/۵	۰/۵	۰/۴	۰/۴	۵- تایل مقوایی چسبیده به دیوار
۰/۳	۰/۵	۰/۶۵	۰/۷	۰/۷	۰/۶	۰/۶	۶- تایل مقوایی روی چوب کوبی
۰/۰۵	۰/۲	۰/۴	۰/۶	۰/۶	۰/۵	۰/۵	۷- رنگهای آکوستیکی پاشیدنی (۱۰ میلیمتر)

### ب- پانل ها

پانل ها صفحاتی است از مصالح گوناگون مثل تخته چوبی، ورق فلزی و فیبر که بیشتر در تواترهای بم (پایین تر از ۵۰۰ Hz) جذب کننده صوتی مناسبی است. مقادیر ضریب جذب صدا برای بعضی از پانل ها جدول ۴-۸ است.

## مقادیر ضریب جذب پانل

جدول ۴-۸

تواتر (Hz)						نوع پانل
۱۲۵	۲۵۰	۵۰۰	۱۰۰۰	۲۰۰۰	۳۰۰۰	
						۱- پوشش دیوار از پانل بر روی چوب کوبی ۵ سانتیمتری و فواصل چوب کوبی ۷۰ سانتیمتری:
۰/۵	۰/۲۵	۰/۱۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۱	تخته لایه ۷ میلیمتری بالائی الیافی
۰/۳۵	۰/۲	۰/۱	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۱	تخته چوبی (با نئویان) ۱۶ میلیمتری بالائی الیافی
۰/۲	۰/۱	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۱	تخته چوبی (با نئویان) ۱۶ میلیمتری بدون لایه الیافی
						۲- پانل سوراخدار:
						با ۷ اینچ فاصله از دیوار پشت و پوشش با یک اینچ الیاف معدنی با چگالی ۹-۱۰ پوند بر فوت مکعب
۰/۶۷	۰/۶۷	۰/۰۹	۰/۹۸	۰/۹۸	۰/۹۶	با ۲۵ درصد سوراخ با باند پهن
۰/۶۰	۰/۶۰	۰/۹۸	۰/۸۲	۰/۴۹	۰/۳	با ۵ درصد سوراخ با باند متوسط
۰/۷۴	۰/۷۴	۰/۵۳	۰/۴۰	۰/۱۴	۰/۱۶	با ۰/۵ درصد سوراخ با باند کم

### ج- مصالح کارکی

مصالحی هستند که به صورت محفظه های توخالی، با شکل های گوناگونی مانند کوزه، خمره و شکل های هندسی ساخته می شود. این محفظه ها با توجه به ابعاد و شکل آنها در تواتر خاصی جاذب صدا می باشد.

### - مصالح صدابند

صدا از دو طریق انتقال می یابد یکی صدای هوابرد و دیگری صدای کوبه ای، در مقابل این دو گونه انتقال عایق کردن صدا با مصالح و روش های مختلف اجرا می شود.

### الف- مصالح صدابند در مقابل صدای هوابرد

جدارهایی که به عنوان جداکننده مورد استفاده قرار می گیرد در صورتیکه از مصالحی با

چگالی سطحی بالا و بدون خلل و فرج ساخته شود، عایق صوتی مناسبی در مقابل صدای هوابرد است. البته این امر در تمام تواترهای مورد اندازه گیری نیست زیرا در تواتر طبیعی و تواتر بحرانی جدار، افت صوتی کاهش می یابد.

در صورتیکه عایق صوتی بیشتری مورد نظر باشد و یا به دلایلی ساختن دیوار سنگین مقدور نباشد از جدارهای دوپل استفاده می شود در جداول ۵-۸ و ۶-۸ و ۷-۸ و ۸-۸ به ترتیب مقادیر شاخص عایق بندی صدای هوابرد (Ia) برای دیوارهای یک جداره و دو جداره و در و پنجره ارائه شده است.

### شاخص صدابندی صدای هوابرد برای انواع دیوارهای یک لایه

جدول ۵-۸

شاخص صدابندی			چگالی سطحی			عنوان	ردیف
(db) Ia			(کیلوگرم بر مترمربع)				
۴۸	۴۶	۴۴	۲۷۵	۲۴۰	۲۰۵	دیوار آجر فشاری (دورواندود) ۱۲ سانتیمتری	۱
۵۱	۴۹	۴۷	۳۱۵	۲۸۰	۲۴۵	دیوار آجر فشاری (دورواندود) ۱۵ سانتیمتری	
۵۳	۵۰	۴۸	۳۶۰	۳۲۵	۲۹۰	دیوار آجر فشاری (دورواندود) ۱۸ سانتیمتری	
۵۴	۵۱	۴۹	۴۲۰	۳۶۵	۳۵۰	دیوار آجر فشاری (دورواندود) ۲۵ سانتیمتری	
۵۰	۴۸	۴۶	۳۲۰	۲۸۵	۲۵۰	دیوار آجر ماسه آهکی (دورواندود) ۱۲ سانتیمتری	۲
۵۳	۵۰	۴۸	۲۷۵	۳۴۰	۳۰۵	دیوار آجر ماسه آهکی (دورواندود) ۱۵ سانتیمتری	
۵۵	۵۲	۵۰	۴۵۵	۴۰۰	۳۴۵	دیوار آجر ماسه آهکی (دورواندود) ۲۰ سانتیمتری	
۵۲	۴۹	۴۷	۲۹۵	۲۸۰	۲۶۵	دیوار بتنی ۱۲ سانتیمتری	۳
۵۴	۵۲	۵۰	۳۷۰	۳۵۰	۳۳۰	دیوار بتنی ۱۵ سانتیمتری	
۵۹	۵۶	۵۳	۴۹۰	۴۶۵	۴۴۰	دیوار بتنی ۲۰ سانتیمتری	
۴۴			۱۷۵			دیوار بتنی و بیره شده ۱۲ سانتیمتری	۴
۴۹			۲۳۶			دیوار بتنی و بیره شده ۱۵ سانتیمتری	
۵۱			۲۷۵			دیوار بتنی و بیره شده ۱۸ سانتیمتری	
۵۵			۳۸۰			دیوار بتنی و بیره شده ۲۵ سانتیمتری	
۳۲			۶۲			دیوار گچی ۶ سانتیمتری	۵
۳۵			۸۳			دیوار گچی ۸ سانتیمتری	
۳۸			۱۰۶			دیوار گچی ۱۰ سانتیمتری	

شاخص صدابندی صدای هوابرد برای انواع دیوارهای دو لایه

جدول ۸ - ۶

ردیف	عنوان	ضخامت کلی (میلیمتر)	چگالی سطحی کیلوگرم بر متر مربع	شاخص صدابندی (dB) Ia
۱	لایه اول ماده کشسان لایه دوم صفحات گچی ۶۰ میلیمتری پشم سنگ ۲۰ میلیمتری صفحات گچی ۵۰ میلیمتری	۱۳۰	۱۱۴	۴۰
۲	صفحات گچی ۶۰ میلیمتری پشم سنگ ۲۰ میلیمتری صفحات گچی مقوایی ۱۵ میلیمتری	۹۵	۷۶	۴۷
۳	صفحات گچی ۶۰ میلیمتری پشم سنگ ۲۰ میلیمتری صفحات گچی ۲۵ میلیمتری	۱۰۵	۸۹	۴۸
۴	صفحات گچی ۸۰ میلیمتری پشم سنگ ۲۰ میلیمتری صفحات گچی ۴۰ میلیمتری	۱۴۰	۱۲۵	۵۰
۵	تیغه آجری ۱۱۲ میلیمتری (بادورواندود) پشم سنگ ۲۰ میلیمتری صفحات گچی مقوایی ۱۲ میلیمتری	۹۵	۷۶	۴۷

شاخص صدابندی صدای هوابرد برای انواع درها

جدول ۸ - ۷

ردیف	عنوان	چگالی سطحی (kg/m <sup>2</sup> )	شاخص صدابندی (dB) Ia
۱	در ساختمان (اتاق) : یک لایه با آستانه ساده بدون درزبندی	۱۰-۵	۲۰-۱۰
۲	در ساختمان (آپارتمان) در نیمه سنگین : ماده یا دو لایه با آستانه یا با درزبندی	۲۵-۱۰	۲۰-۳۰
۳	در صدابند : در سنگین ساده یا دولایه بادرزبندی در چارچوب و آستانه	۵۰-۲۵	۴۰-۳
۴	در دوتایی سبک : شامل دو در سبک همانند ردیف (۱) فاصله میان دو در ۲۵-۱۵ سانتیمتر	-	۳۰-۲۰
۵	در دوتایی سنگین : شامل دو در سنگین همانند ردیف (۲) فاصله میان دو در ۲۵-۱۵ سانتیمتر	-	۴۰-۳۰
۶	در دوتایی مخصوص : (برای موتورخانه) شامل دو در ساده سنگین (همانند بند ۳) فاصله میان دو در بیش از ۴۰ سانتیمتر	-	۶۰-۴۰

شاخص صدابندی صدای هوابرد برای انواع پنجره

جدول ۸ - ۸

ردیف	عنوان	ضخامت شیشه (میلیمتر)	شاخص صدابندی (dB) La
۱	پنجره ساده بایک لایه شیشه (چارچوب ساده بدون درزبندی)	۵-۲	۲۰-۱۰
۲	پنجره با شیشه لایه	۵-۳	۳۰-۲۰

### ب- مصالح صدابند در مقابل صدای کوبه ای

در ساختمان های چندین طبقه متداول، صدای کوبه ای به ویژه صدای ضربه پا برای طبقه زیرین بیش از صدای هوابرد آزاردهنده است. این وضعیت در اجسامی که دارای سختی و مقاومت بیشتری می باشد اهمیت بیشتری دارد. مثلاً در ساختمان هایی که با مصالح سخت مثل تیرآهن و بتن آرمه ساخته شده اند، انتشار صدای کوبه ای و عایق کردن آن از اهمیت خاصی برخوردار است. برای پیشگیری از نفوذ صدای کوبه ای تدابیر گوناگونی را می توان اتخاذ کرد که مؤثرترین آنها پوشش روی کف با مواد الیافی مانند موکت کردن و سقف های دوجداره (کف شناور) و زدن سقف کاذب با استفاده از یک لایه جاذب صدا است. در جداول ۸-۹ و ۸-۱۰ مقادیر شاخص عایق بندی صدای کوبه ای (Ii) برای سقف ها با پوشش های مختلف و سقف های شناور ارائه شده است.

#### مقادیر شاخص صدابندی در سقف طاق ضریبی و کف پوش های مختلف

جدول ۸ - ۹

شاخص صدابندی صدای کوبه ای به dB (Ii)	نوع سقف
۷۷	سقف طاق ضریبی با کف موزاییک شده
۶۰	سقف طاق ضریبی کفپوش شده با موکت کبریتی
۴۷	سقف طاق ضریبی گلزار با ارتفاع پایل ۶/۱ میلیمتر
۵۵	سقف طاق ضریبی موکت لوپ ارتفاع پایل ۹ میلیمتر
۵۲	سقف طاق ضریبی موکت کاست با ارتفاع پایل ۹ میلیمتر

مقادیر شاخص صدابندی در برابر صدای کوبه ای ساختمان ها

جدول ۸-۱۰

ملاحظات	شاخص صدابندی بر حسب دسی بل	مصالح	ضخامت به میلیمتر	طرح
تاثیر کفپوش بر روی سقف پر	۷۵	پارکت	۸	
		روکش	۴۰	
کاغذ روغنی	۱۶۰	بتون آرمه		
پارکت ۸ میلیمتر چوب پنبه PVC ۳ میلیمتر	۶۷	چوب پنبه	۳	
		روکش	۴۰	
		کاغذ روغنی	۱۶۰	
تاثیر کفپوش بر روی سقف شناور	۶۷	پارکت	۸	
		روکش	۵۰	
کنف	۱۵-۱۰	بتون آرمه	۱۶۰	
پارکت ۸ میلیمتر نمد PVC ۳ میلیمتر	۶۱	نمد	۳	
		روکش	۵۰	
		کنف	۱۵-۲۰	
تاثیر لاتی چوب پنبه (یک لای و دولای) بر صدابندی	۶۵	پارکت	۸۰	
		روکش	۴۰	
خرده چوب پنبه	۱۰	بتون آرمه	۱۶۰	
خرده چوب پنبه ۱x۱۰ میلیمتر خرده چوب پنبه ۲x۵ میلیمتر	۶۰	پارکت	۸۰	
		روکش	۴۰	
		خرده چوب پنبه	۲x۵	
		بتون آرمه	۱۶۰	

## ۸ - ۲ مقررات کاربرد مصالح صدابندی

### ۸ - ۲ - ۱ ملاحظات اقلیمی

از آنجا که مصالح آکوستیکی غالباً در داخل ساختمان مورد استفاده قرار می‌گیرد. شرایط جوی تأثیر مهمی بر روی آنها ندارد اما باید توجه داشت که اغلب مصالح آکوستیکی در مقابل رطوبت زیاد، بارندگی و همچنین هجوم حشرات مقاومت ندارند و بنابراین لازم است تمهیدات لازم در اجرای آنها رعایت شود.

### ۸ - ۲ - ۲ ملاحظات زیست محیطی

اغلب مصالح آکوستیک نمایان از موادی ساخته می‌شود که برای محیط زیست و به ویژه سلامتی انسان مضر نیست. برخی از این مواد نظیر پشم شیشه لازم است با لایه‌های حفاظتی کافی پوشانده شود به نحوی که بر عملکرد آکوستیکی آنها تأثیر نگذارد. برخی از موکت‌ها نیز بر اساس تحقیقات به عمل آمده، ممکن است از خود گازهای شیمیایی تولید کند که برای تنفس خطرناک باشد.

آلودگی صوتی یکی از انواع آلودگی‌های محیط است که بر زندگی انسان و کارآیی او تأثیر سوء دارد. بنابراین تنظیم شرایط صوتی در محیط و کاهش سروصدای مزاحم یکی از عوامل مؤثر در بهبود شرایط محیط است.

در طراحی آکوستیکی باید به این نکته توجه داشت که از مصالح متناسب و با بافت هماهنگ بامحیط استفاده شود.

از آنجا که اغلب مصالح آکوستیکی در برابر حریق مقاومت کمی دارند، لازم است این مواد با لایه‌های محافظ که بر عملکرد آکوستیکی آنها تأثیر نگذارد پوشانده شود و یا تمهیدات کافی برای اطفاء حریق در ساختمان صورت پذیرد.

### ۸ - ۲ - ۳ ملاحظات تکنولوژیکی

#### - انتخاب مصالح مناسب

با توجه به طیف وسیع نیازها در تنظیم شرایط آکوستیکی ساختمان، انواع مصالح ساختمانی در این ارتباط به کار گرفته می‌شود. در انتخاب مصالح ساختمانی مناسب بدین منظور باید به



یکنواختی مشخصات به ویژه از نظر جذب و هدایت صوت در قسمتهای مختلف آنها توجه داشت. علاوه برآن باید مصالحی را در اولویت قرار داد که به جزئیات اجرایی و ملحقات ساختمانی کمتری احتیاج داشته باشد و در بلند مدت تغییر شکل قابل توجهی ندهد.

#### - پیش بینی های لازم برای نصب

روش های نصب اغلب مصالح آکوستیکی در بند ۸-۲-۴ تشریح شده است. این روشها عموماً نیاز به امکانات وسیع ندارند اما دقت در اجرای آنها بسیار اهمیت دارد. نوع و شیوه رنگ آمیزی در مصالح آکوستیکی نمایان نظیر تایل های سوراخ دار باید به گونه ای باشد که سوراخ ها و حفره های آنها با رنگ پوشانده نشود.

#### - تنظیم و اندازه گیری

مصالح به کار رفته برای تأمین شرایط مناسب صوتی باید پس از نصب، مورد کنترل قرار گرفته و اجزاء ساختمانی یا فضاها باید مورد آزمایش و اندازه گیری های لازم صوتی قرار گیرد تا از مطابقت نتایج با پیش بینی ها اطمینان حاصل شود.

#### - نگهداری و حفاظت

در نگهداری و حفاظت از مصالح آکوستیکی به ویژه از انواع نمایان آنها، باید به چند نکته زیر توجه داشت :

- تا حد امکان نباید در سطوح، ابعاد و حجم مصالح تغییر داد چون در عملکرد آکوستیکی آنها تأثیر دارد.

- تا حد امکان از رنگ آمیزی مجدد سطوح باید پرهیز شود و در صورت ضرورت همانگونه که ذکر شد باید رنگ آمیزی به گونه ای باشد که سوراخ ها و حفره های مصالح با رنگ پر نشود.

- اغلب مصالح آکوستیکی مقاومت کمی در مقابل حریق دارد، لذا باید تمهیدات کافی برای جلوگیری از سرایت حریق به محل مورد نظر و یا اطفاء حریق صورت پذیرد.

## ۸ - ۲ - ۴ ملاحظات مکانی

### - مصالح جذب کننده

#### الف- مصالح متخلخل

این مصالح در دیوار و سقف مورد استفاده قرار می‌گیرد و در نصب آنها باید به نکات زیر توجه داشت :

- برای نصب پشم شیشه روی دیوار یا سقف ابتدا زیرسازی با چهارتراش چوبی انجام شود و سپس تورسیمی و روکش‌های پارچه‌ای مانند گونی روی آن کشیده می‌شود. این عمل از ریزش الیاف جلوگیری می‌کند.

- برای نصب پشم شیشه نباید از روکش‌های پلاستیکی استفاده کرد.

- از تایل‌های فیبر نیشکر نباید در راهروها و قسمت‌های مقاوم در برابر حریق استفاده کرد.

- آکوستیک تایل‌ها را به صورت سقف کاذب متشکل از نبشی و سپری و میلگردهای آویز باید به کاربرد و یا روی دیوار و سقف با میخ کوبی شبکه چوبی مورد استفاده قرار داد.

#### ب- پانل‌ها

- پانل‌ها باید بر روی شبکه چوبی با فاصله تعیین شده از دیوار یا سقف نصب شود.

- کاربرد پانل‌ها فقط در محل‌هایی که نیاز به جذب تواترهای بم (پایین‌تر از ۵۰۰Hz) است توصیه می‌شود.

#### ج- مصالح کاوکی

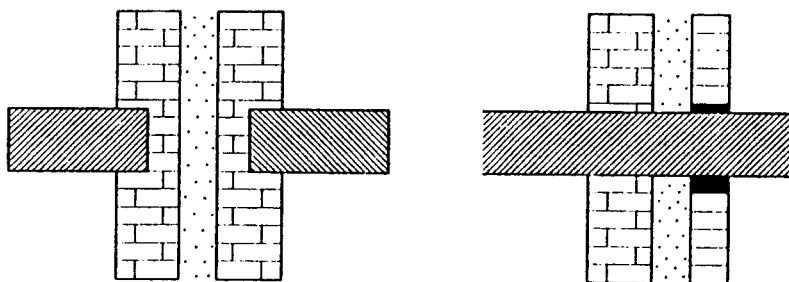
- مصالح کاوکی را می‌توان به نحوی مناسب در داخل دیوارهای ساخته شده مخفی نمود طریقه چیدن و ترکیب آنها در کنار یکدیگر باید مطابق طرح‌های ارائه شده توسط کارشناس مربوطه باشد.

#### - مصالح صدابند

در صورتی که از مصالح ساختمانی متداول برای صدابندی در مقابل صدای هوابرد استفاده می‌شود، باید چگالی آنها بالا بوده و از ایجاد خلل و فرج و یا درز در آنها خودداری نمود.

کاربرد دیوارهای دوجداره مطابق مشخصات فنی مربوطه برای کاهش حجم دیوارها و پرهیز از سنگین شدن آن توصیه می شود.

- نکاتی که در رابطه با عایق بندی در مقابل صدای هواپرد باید رعایت کرد به شرح زیر است :
- در مورد دیوارهای یک لایه دو طرف آن اندود شود تا هیچگونه خلل و فرجی وجود نداشته باشد.
- دیواری که از مصالح ناپیوسته مانند آجر و ملات تشکیل شده نسبت به دیواری به همان ضخامت با مصالح یکسان دارای ویژگی عایق صوتی بیشتری است.
- در اجرای دیوارهای دوجداره هیچگونه اتصالی بین دو دیوار نبوده یا در صورت پیوسته بودن اسکلت باید یکی از دیوارها توسط جسم الاستیک از اسکلت ساختمان جدا شود. (شکل ۸-۱)



شکل (۸-۱)

- حداقل فاصله در دیوارهای دوجداره ۱۰ سانتیمتر در نظر گرفته شود.
- گذاشتن مصالح جاذب صدا مثل مصالح الیافی میان دو دیوار عایق صوتی را افزایش می دهد.
- درزبندی در با آستانه و چهارچوب ضروری است.
- استفاده از لایه سربی درون "در" جهت سنگین کردن آن در مواردی که عایق صوتی بیشتری مورد نیاز است توصیه می شود.
- درزبندی پنجره با چهارچوب و چسبندگی شیشه ها به قاب ضروری است.

- پنجره ها با شیشه دوپل به ضخامت های گوناگون و حداقل یک سانتیمتر می شود.
- نکاتی را که در رابطه با عایق بندی صدای کوبه ای در اجرای سقف باید رعایت شود به شرح زیر است :
- در اجرای کف های شناور، کفی که ضربه روی آن وارد می شود باید از اسکلت ساختمان توسط مواد الاستیک جدا شود .
- مواد کشسان باید طوری انتخاب گردد که هم تحمل بار موجود در کف مربوطه را بنماید و هم از انتشار امواج آکوستیکی در اسکلت ساختمان جلوگیری کند .
- برای جلوگیری از نفوذ آب بتن باید یک ورقه قیراندودیا لایه ضد آب روی مصالح کشسان کشیده شود زیرا درغیراین صورت بین دولایه اتصالی برقرار شده که باعث انتقال صدای کوبه ای می شود .
- مصالح کشسانی که برای ساختن کف های شناور بکار می رود باید در مقابل رطوبت، تأثیرات شیمیایی، آسیب حشرات و غیره مقاوم باشد.
- مصالح کشسانی که عمدتاً " موزد استفاده قرار می گیرند عبارت است از مواد الیافی معدنی و گیاهی مانند پشم شیشه و پشم سنگ فشرده، نمد و کنف، لاستیک و فتر
- کف پوش های ساده که مسقیماً بر روی کف چسبانده می شود (مانند انواع پارکت و وینیل تایل) هیچگونه اثری از نظر عایق بندی صدای کوبه ای ندارد.
- موکت های پرزدار نسبت به موکت های کبریتی در صدابندی صداها کوبه ای تأثیر بیشتری دارد.

## فصل دوم - ضوابط تلفیق و همنشینی مصالح ساختمانی

### ۱ - کلیات، تعاریف و طبقه بندی

هر ساختمان از مجموعه مصالح ساختمانی مختلفی ساخته می‌شود که ترکیب آنها اجزای ساختمانی را به وجود می‌آورد. اجزاء تشکیل‌دهنده ساختمان در قسمت‌های مختلف ساختمان از جزئیات اجرایی ویژه‌ای برخوردار است که منجر به تماس مصالح ساختمانی با یکدیگر می‌شود. از ترکیب کلیه این مواد و مصالح ساختمانی انتظار می‌رود تا عملکرد ویژه اجزاء ساختمانی از قبیل باربری، محافظت از عوامل خارجی، پایداری و استحکام، ایمنی، آسایش و زیبایی را تأمین نماید. برای دستیابی به این انتظارات لازم است تا تماس طولانی مواد و مصالح ساختمانی مختلف و قرار گرفتن آنها در کنار یکدیگر تأثیر منفی بر ماهیت هر یک و بر ارتباط آنها با یکدیگر نداشته باشد، به عبارت دیگر کارآیی و عمر مصالح به وسیله مصالح مجاور کاهش نیابد. برای نیل به این هدف باید سازگاری و همنشینی مصالح مورد توجه قرار گرفته و تا حد امکان دو مسئله زیر مد نظر قرار گیرد :

الف- مصالح مجاور یکدیگر به طور طبیعی سازگار بوده و بر روی هم تأثیر منفی نگذارد. به عنوان مثال مصالحی که موجب خوردگی فلزات می‌گردد، بدون تمهیدات کافی در کنار آنها مورد مصرف قرار نگیرد.

ب- نحوه صحیح هم نشینی مصالح مجاور و سازگاری آنها رعایت شود و یا مصالح ساختمانی قبل از قرار گرفتن در کنار یکدیگر آماده‌سازی شود. به عنوان مثال قبل از اندود کردن سطوح مختلف، تمهیدات لازم نظیر تمیز کردن گرد و غبار و یا زبر کردن سطوح صیقلی انجام پذیرفته باشد.

اتصال مصالح ساختمانی غالباً با مواد چسباننده به دست می‌آید، استحکام و طول عمر آنها به نوع این مواد و نحوه صحیح استفاده از آنها بستگی دارد. از این رو قسمت عمده‌ای از بحث سازگاری و همنشینی به این موارد اختصاص دارد.

پوشاندن مصالح مختلف با انواع رنگ‌ها به منظور محافظت از آنها و حفظ زیبایی ساختمان نیز از اهمیت قابل توجهی برخوردار است. به همین دلیل ویژگی‌های سازگاری رنگ‌ها با مصالح ساختمانی مختلف نیز مورد توجه باید باشد.

کاربرد فلزات در ساختمان از حساسیت ویژه‌ای برخوردار است و غالباً در معرض خوردگی قرار دارد از این رو در فصل دوم به معیارهای هم‌نشینی آنها با مصالح مختلف اشاره شده است.

در این فصل مصالح چوبی، کاشی، موزائیک و پوشش‌های بام مورد نظر قرار گرفته است به گونه‌ای که در هر بخش دلایل عدم موفقیت و آثار و نشانه‌های ناسازگاری ارائه گردیده و راه حل‌های اجرایی برای مقابله با ناسازگاری‌ها و دستیابی به هم‌نشینی موفق به صورت دستورالعمل‌های کاربردی تدوین شده است.

در خاتمه جداول کاربردی به عنوان راهنمای سازگاری و هم‌نشینی مصالح ساختمانی مختلف ارائه شده است.

## ۲ - دلایل ناسازگاری و ناموفق بودن هم‌نشینی

ناسازگاری مصالح مجاور معمولاً به دلایل فیزیکی یا شیمیایی رخ می‌دهد. دلایل فیزیکی شامل مواردی مانند: قابلیت ضعف چسبندگی، تبادل مضر رطوبت، تفاوت در انبساط یا انقباض حجمی مصالح هم‌جوار و ایجاد مانع در رسیدن هوا، است. از دلایل مهم ناسازگاری شیمیایی خوردگی فلزات بر اثر رطوبت، هجوم یون‌ها، پدیده‌های گالوانیک، ایجاد واکنش شیمیایی و متعاقباً تشکیل مواد خوردنده، آزاد شدن گاز و ایجاد پدیده‌های انبساط است.

برای مثال عدم قابلیت چسبندگی خوب بین اندود گچی و تیر فولادی، توزیع نابرابر دمای گچ روی تیر فولادی و آجرهای کناره تیر در دیوار (که باعث تغییر رنگ گچ به مرور زمان می‌شود) از دلایل فیزیکی و ایجاد خوردگی در تیر فولادی (چنانچه با ضد زنگ پوشیده نشده باشد) از دلایل شیمیایی ناسازگاری بین گچ و فولاد است.

املاح مختلف و سولفات‌ها در آجر پس از جذب رطوبت، متبلور شده و خرد شدگی ملات و اندود را موجب می‌شوند (ناسازگاری شیمیایی). وجود گرد و غبار، روغن و چربی بر روی سطح، تماس بین سطح و چسباننده را کاهش می‌دهد (ناسازگاری فیزیکی).

### ۳ - سازگاری و همنشینی چسباننده ها با سایر مصالح ساختمانی

برای موفقیت آمیز بودن چسبندگی موارد زیر را باید در نظر داشت :

- توانایی مواد چسبنده در خیس کردن سطح بستر: چنانچه در سطح بستر موادی از قبیل گرد و خاک، روغن و چربی وجود داشته باشد نقاط وضعی در اتصال به وجود می آید. در اینحالت پس از پایان عمل چسبنده و خشک شدن آن، فقط سطوح کوچکی از بستر با آن اتصال خواهد داشت و با ضربات مکانیکی، لرزش و حرکات جزئی بستر، لایه رویی به راحتی جدا می شود.

- سطح تماسی: برای افزایش سطح تماس می توان با وسایل مکانیکی از قبیل برس سیمی یا قلم سطح زبری را بوجود آورد.

- مناسب بودن میزان مایع ماده چسبنده در هنگام مصرف : چنانچه مقدار مایع چسبنده برای مکش توسط سطح بستر کافی نباشد قدرت اتصال کاهش می یابد.  
چسبنده ها در گروه های مختلف به شرح زیر مورد بررسی قرار گرفته اند :

### ۳ - ۱ اندودها روی سطوح مختلف

در اندود کردن سطوح مختلف باید به جنس بستر و زیرکاری توجه کرده و مواد مناسب برای اندود را انتخاب کرد. سازگاری شیمیایی، قابلیت چسبندگی و نزدیک بودن انبساط حرارتی و انقباض خشک شدن از موارد مهم است که باید به آنها توجه شود.  
اندود باید قادر باشد چسبندگی خوبی با سطح زیرین ایجاد کند و نباید آن را در معرض اثرات مضر از قبیل خوردگی قرار دهد.

### ۳ - ۱ - ۱ اندود روی سطوح بتنی

#### الف- دلایل خرابی و ناموفعیت

- چسبندگی ضعیف بین اندود و سطح بستر یا بین لایه های پی در پی اندود.
- حرکات جزئی اندود و سطح بستر (ناشی از انقباض خشک شدن و انبساط حرارتی) که موجب ایجاد تنش سطحی که منجر به جدا کردن یک اتصال ضعیف می شود. حرکات جزئی در بتن سبک، ناشی از انقباض خشک شدن (آبرفتگی) و در بتن متراکم به دلیل انبساط حرارتی رخ می دهد.

#### ب- آثار و نشانه ها

- پوسته شدن و جدا شدن اندود از سطح بستر که به طور معمول ۶ تا ۹ ماه پس از اندودکاری خود را نشان می دهد.

#### ج- ضوابط اجرایی و راه های مقابله

- سطوح بتنی که قرار است روی آنها اندود شود باید قبل از انجام عملیات، تمیز، خشک و زیر باشد.
- یک اتصال خوب هم روی بتن تر و هم روی بتن خشک امکان پذیر است، اما بهترین نتیجه روی بتن خشک بدست می آید. در هوای گرم که سطح بتن را با بخار، مرطوب نگاه می دارند، نباید اندود را بر روی سطح خیلی مرطوب یا سطحی که در خلل و فرج آن آب جمع شده است، کار کرد.
- در اندود کردن سطوح بتنی با استفاده از اندود ازسیمان پرتلند، جلوگیری از خشک شدن سریع ملات و بتن مهم است. بخصوص در اندود کردن سطوح بتنی قدیمی عملیات مرطوب کردن توصیه می شود. چنانچه اندود کردن در هوای گرم صورت گیرد، برای جلوگیری از خشک شدن سریع باید سطح آن به سرعت با گونی چتانی مرطوب یا کاغذهای قیر اندود پوشانده شود.
- سطح بتن را می توان با قلم، برس سیمی، سند بلاست یا واتر بلاست خراشیده و زیرکرد. قبل از اندود کردن باید سطح را شست و شو داده و با برس از وجود هر گونه ذرات روی آن تمیز کرد.
- چنانچه بتن ویرنه شده باشد چسبندگی بهتری بدست می آید.



- موارد زیر مربوط به اندود گچی روی بلوک‌های بتنی سبک است :
- انقباض خشک شدن بتن بیشتر از اندود گچی است. بنابراین قبل از اندودکاری باید صبر کرد تا بلوک بتنی تا حدود ۳۰ درصد حالت اشباع آن خشک شود.
  - اجرای اندود در همان روزی که سطح بستر یا زیرسازی ساخته شده توصیه نمی‌شود.
  - برای آستر اندود، از ملات رقیق مناسب با فصل استفاده شود. مخلوط ملات‌های مناسب به شرح جدول ۱-۲ پیشنهاد می‌شود :

نسبت مناسب سیمان : آهک : ماسه برای اندود آستری

جدول ۱-۲

محل اجرا	تابستان	زمستان
کارهای خارجی	۸:۱:۱ الی ۹	۵:۱:۱ الی ۶
کارهای داخلی	۱۰:۱:۱ الی ۱۲	۸:۱:۱ الی ۹

- موارد زیر به اندود روی بتن متراکم اختصاص دارد:
- بهتر است اندود اساساً از گچ باشد.
  - برای بوجود آوردن قفل و بست کافی باید سطح را با وسایل مختلف زیر کرد.
  - یک پوشش تک لایه‌ای توصیه می‌شود اما چنانچه دو لایه شود نباید ضخامت مجموع آن بیش از  $\frac{9}{5}$  میلیمتر باشد. هر چه ضخامت کمتر باشد، تنش‌های ناشی از تغییرات دما کمتر خواهد بود.

### ۳ - ۱ - ۲ اندودکاری دیوارهای داخلی

الف- دلایل خرابی ناموفقیت

- حرکت (جابجائی) جزئی بین اندود و بستر
- چسبندگی ضعیف بین اندود و بستر
- استفاده از روکار قوی روی آستری ضعیف
- هجوم سولفات‌های محلول

## ب- آثار و نشانه‌ها

- جدا شدن و ترک خوردن سطوح که باعث نفوذ رطوبت و متعاقباً ترک خوردگی و جدا شدن بیشتر می‌شود.

## ج- ضوابط اجرایی و راه‌های مقابله

- هیچگاه یک روکار قوی را با یک آستر ضعیف ترکیب نشود. یک اندود موفقیت آمیز حتماً باید ضعیف‌تر از لایه زیرین آن باشد.

- سطح زیرین اندود آهک یا آهک و گچ حتماً باید خشک باشد.  
- اندود گچ را نباید در مناطق مرطوب استفاده کرد، چون اندود کاملاً گرفته و ضعیف می‌شود.

- اندود گچ یا گچ و خاک روی تیر فولادی چسبندگی خوبی ندارد و به علت تفاوت دمای فولاد با آجر یا بلوک مجاور (که ناشی از تفاوت هدایت حرارتی آنهاست) رنگ گچ روی تیر فولادی، به مرور زمان با سایر قسمت‌ها متفاوت می‌شود. برای رفع این اشکال می‌توان روی تیر فولادی از چند لایه توری مرغی استفاده کرده و اندود گچ و خاک و سپس گچ را روی آن کشید.

- اندود ماسه سیمان با آهک برای اکثر سطوح مناسب است. با ایجاد قفل و بست کافی می‌توان از میزان انقباض خشک شدن کاست. این اندود برای محیط‌های مرطوب نیز مناسب است.

- اندود ماسه سیمان بر روی برخی از سطوح مکش کمتری از ماسه سیمان با آهک دارد که در نتیجه مقدار چسبندگی کاهش می‌یابد.

- قبل از اندودکاری پوشش حای سیمان، باید کاملاً خشک شود.

## ۳ - ۱ - ۳ اندودکاری دیوارهای خارجی

الف- دلایل خرابی و ناموفقیت، مشابه دیوارهای خارجی

ب - آثار و نشانه‌ها مشابه دیوارهای داخلی

ج - ضوابط اجرایی و راه‌های مقابله

- هیچ اندود یا آستری نباید از سطح بستریا بند ملاتی که در زیر آن است قوی تر باشد.

- آستری یا اندود نباید روی یک سطح کاملاً غیر قابل نفوذ در برابر رطوبت کار شود و گرنه مقدار رطوبت آن به مرور زمان افزایش خواهد یافت.

- چنانچه آستری روی مواد مختلف کشیده می‌شود، بهتر است که در محل اتصال مواد متفاوت، یک ورق فلزی یا توری فلزی کشیده شده و روی آنها با ماستیک پوشانده شده و بعد عملیات پوشش روی آنها انجام شود.

- فقط پس از خشک شدن بدنه سیمانی یا لایه حاوی سیمان، اندودکاری رویی انجام شود.

- اگر آجرچینی پیوسته در شرایط مرطوب باشد، مانند پی‌ها، دیوارهای بشتواره‌ای و دیوارهای محوطه، سولفات‌های محلول در آجر و ملات به مرور زمان متبلور و منبسط شده و خردشدگی ملات و اندود را موجب می‌شود. برای حداقل رساندن این پدیده باید از آجرهای کم سولفات استفاده کرد.

### ۳ - ۱ - ۴ اندودکاری تخته‌های ساختمانی

- برخی از تخته‌های ساختمانی (تخته‌های گچی، آزیستی و پلاستیک پلی استایرنی) را می‌توان اندود کرد.

الف- دلایل خرابی و ناموفقیت

- حرکات جزئی ناشی از انقباض خشک شدن
- وجود رطوبت یا گرد و غبار و چربی در تخته ساختمانی
- وجود قفل و بست ناکافی با توجه به صیقلی بودن سطح تخته‌ها

ب- آثار و نشانه‌ها

- ترک خوردگی و جدا شدن اندود از سطح زیر
- تشکیل پودر سفید روی اندود

ج- ضوابط اجرایی و راه‌های مقابله

- کلیه تخته‌ها قبل از اندودکاری باید خشک شود.
- اندودکاری تخته‌ها را باید تا حد امکان بلافاصله پس از برپاکردن آنها انجام داد تا فرصت برای جمع شدن گرد و غبار، چربی، و جذب رطوبت که مانع چسبندگی اندود

وتخته است، وجود نداشته باشد.

- پوشش تک لایه ای اندود باید حدود ۵ میلیمتر ضخامت داشته باشد. استفاده از برس خیس حداقل کاری است که باید انجام شود وگرنه گیرش سطحی از بین رفته ولایه نارنجی از پودر سفید رنگ بوجود خواهد آمد.

- در کارهای دو لایه ای مجموع ضخامت اندود روی تخته عایق آزیستی و تخته گچی ۸ میلیمتر، روی تخته پلاستیکی سقف ۸ میلیمتر و روی تخته پلاستیکی دیوار ۱۱ میلیمتر توصیه می شود که در هر صورت لایه رویی نباید بیش از ۲ میلیمتر ضخامت داشته باشد. برای بهبود چسبندگی بین دو لایه بهتر است آستری را با یک برسی سیمی خراش داده و زبر کرد و پس از خشک شدن لایه رویی را اضافه کرد.

- نگهداری و حفاظت تخته ها در انبارها بسیار مهم است. بهتر است نگهداری در محل سرپشته در روی پانل های چوبی با عرض ۱۰۰ تا ۱۲۵ میلیمتر (بزرگتر از عرض تخته) انجام شود. فاصله بین پانل ها باید بیشتر از ۴۰۰ میلیمتر باشد تا هوای کافی از بین آنها عبور کند و مانع صعود رطوبت شود.

### ۳ - ۲ ملات ها

الف- دلایل خرابی و ناموفقیت

- انقباض خشک شدن ملات ها (جمع شدگی)

- حرکات جزئی (رطوبتی و گرمایی) بین ملات و آجر یا بلوک

هر دومورد فوق به علت استفاده از ملات های پر سیمان و یا استفاده زیاد از آب هنگام

کشیدن ملات پیش می آید.

ب- آثار و نشانه ها

- ترک خوردگی در سطح تماس و آجر یا بلوک

- ترک خوردگی در بند ملات

این دو به طور جداگانه و یا همراه با یکدیگر باعث کاهش مقاومت دیوار در مقابل نفوذ رطوبت، بخصوص در مناطق مرطوب، می شود. از دست رفتن چسبندگی و یا ترک خوردگی به ضخامت بند نیز بستگی دارد. هرچه بند ضخیم تر باشد احتمال ترک خوردگی و میزان آن بیشتر است.

### ج- ضوابط اجرایی و راه‌های مقابله

- برای دیوارهای خارجی و کارهای آجری از مخلوط‌های پر مایه و برای دیوارهای داخلی و کارهای بلوکی از مخلوط‌های کم مایه استفاده شود.
- برای دیوارهای حائل و دیوارهای جان‌پناه از مخلوط‌های پر مایه استفاده شود.
- در زمستان و بخصوص در جاهایی که احتمال یخ زدگی سریع وجود دارد از مخلوط‌های پر مایه استفاده شود.

### ۳ - ۳ درزبندها در اتصالات، دیوارها و اطراف پنجره‌ها

#### الف- دلایل خرابی و ناموفقیت

- انتخاب غلط ماده درزبند.
- آماده نکردن سطوحی که روی آن درزبندی می‌شود.
- تجزیه ماده درزبند در اثر شرایط جوی و بخصوص نورآفتاب.

#### ب- آثار و نشانه‌ها

- جدا شدن از سطح و نفوذ آب

#### ج- ضوابط اجرایی و راه‌های مقابله

- سطح مورد نظر کاملاً تمیز شود. وجود هر نوع ماده خارجی و گرد و غبار در سطح، باعث آلوده شدن درزبند و تضعیف اتصال می‌شود.
- سازگاری ماده درزبند با پرایمر آن بسیار مهم است. انتخاب نادرست پرایمر باعث تضعیف چسبندگی می‌شود. مثلاً استفاده از مواد قیری برای آستری بین درزبند پلی سولفیدی و بتن جلوی واکنش در سطح ماستیک را گرفته و چسبندگی را ضعیف می‌کند.

### ۴ - سازگاری و همنشینی کاشی و موزائیک روی سطوح

#### الف- دلایل خرابی و ناموفقیت

- حرکت جزئی ناشی از رطوبت و اختلاف دما بین نما (کاشی و موزائیک) و سطح بستر در غیاب درز حرکت

- درکاشی کاری انتخاب نادرست چسباننده یا استفاده غلط از آن نقش بسیار مؤثری دارد.

ب- آثار و نشانه ها

- جدا شدن - ترک خوردن - پریدن لعاب کاشی

ج- ضوابط اجرایی و راه های مقابله

- باید حداقل در هر سه متر، درز حرکت پیش بینی شود. درز باید به وسیله یک

درزبند قابل انعطاف پر شود.

- در صورت استفاده از چسبنده های سیمانی، بسترکار باید کاملاً تمیز و خشک شود.

مکش سطح باید کاملاً کنترل شود. سطح خیلی خشک مکش را افزایش داده و سطح

خیلی مرطوب، آن را کاهش خواهد داد.

۵ - سازگاری و همنشینی لایه های پیش ساخته عایق رطوبتی بر روی بام های

مسطح

الف- دلایل خرابی و ناموفقیت

- انتخاب نادرست پرایمر یا چسباننده و یا استفاده غلط از آن.

- عدم تبخیر کامل رطوبت روی سطح بستر در هنگام عایق کاری به گونه ای که رطوبت در

ترک ها و منافذ سطح بستر عایق کاری باقی مانده باشد، تبخیر ممکن است بین لایه های

عایق نیز رخ دهد.

ب- آثار و نشانه ها

- جوش زدن، تبله کردن و جداسازی لایه ها.

ج- ضوابط اجرایی و راه های مقابله

- تمام لایه ها قبل از استفاده باید تمیز و خشک باشد. گرد و غبار و خاک، بخصوص روی

سطح بام، قدرت چسبندگی را کاهش می دهد. همچنین رطوبت باعث کاهش چسبندگی شده

و بر روی آن اثر مخرب دارد.

- در بین کلیه لایه ها باید از پرایمر مناسب استفاده شود. توجه به این نکته مهم است که اجازه

داده شود پرایمر قبل از پهن کردن لایه، خشک شود و هیچگونه مواد فرار وجود نداشته باشد.

- هنگام پهن کردن لایه‌ها لازم است تا دمای ترکیب چسبنده حدود ۲۰۰ تا ۲۲۰ درجه سانتیگراد باشد، که البته به دمای محیط نیز بستگی دارد. استفاده از دمای خیلی بالا باعث فرار مواد سبک موجود در ترکیب شده و لایه را سخت و شکننده می‌سازد. از طرف دیگر اگر دما پایین باشد، چسبندگی مؤثر ایجاد نشده و در برخی قسمت‌ها اصلاً چسبندگی بوجود نمی‌آید.

## ۶ - سازگاری و همنشینی بتن آسفالتی روی بام مسطح

الف- دلایل خرابی و ناموفقیت

- تبخیر رطوبت سطح بستر در هنگام اجرا

- صاف و صیقل بودن سطح بستر

- کم بودن ضخامت آسفالت

- نرمی قیر

ب- آثار و نشانه‌ها

- در ابتدا جابجایی آسفالت، و بعد، به علت تبخیر رطوبت موجود در لایه‌های زیر، به صورت جوش زدن و آبله رو شدن نمایان می‌شود.

ج- ضوابط اجرایی و راه‌های مقابله

- روی سطوح بتنی که آسفالت می‌شود باید زیر شده و یا به هر طریق اصطکاک کافی بوجود آمده باشد.

- سطح بستر باید از هر گونه آلودگی و گرد و خاک تمیز شود.

## ۷ - سازگاری و همنشینی روکش‌های کف از نوع غیر قابل نفوذ با سایر مصالح

ساختمانی

الف- دلایل خرابی و ناموفقیت

- وجود رطوبت در سطح بستر که مواد چسباننده را فاسد و یا عقیم می‌کند.

- انتخاب نادرست مواد چسباننده

- کاربرد نادرست مواد چسباننده

- آماده نبودن سطح بستر

ب- آثار و نشانه ها

- جدایی روکش از سطح زیریا طبقه کردن

ج- ضوابط اجرایی و راه های مقابله

- کف را باید در مقابل رطوبت (بالارونده) محافظت کرد. لایه کف های ترموپلاستیک
- تاحدودی در مقابل رطوبت مقاوم است اما در شرایطی که رطوبت بیش از اندازه باشد
- چسبندگی از بین رفته و جدایی بوجود می آید.
- سطح بستر باید کاملاً تمیز و عاری از چربی باشد.
- انتخاب مناسب مواد چسباننده و کاربرد آن مطابق مشخصات فنی خصوصی سبب
- عمر طولانی روکش خواهد شد.

#### ۸ - سازگاری و همنشینی رنگ ها بر روی سطوح مختلف

برای سازگاری رنگ با سطح رنگ پذیر، سطح مورد نظر باید دارای ویژگیهای زیر باشد :

- صاف و سخت باشد به عبارت دیگر زیاد نفوذپذیر و مکنده نباشد.

- خشک باشد.

- از نظر شیمیائی خنثی باشد.

- ترک یا درز نداشته باشد.

- کاملاً تمیز باشد. آلوده به گرد و غبار، چربی و غیره نباشد.

#### ۸ - ۱ رنگ روی سیمان و اندود گچی نو

دیوارهای آجری یا بتنی اغلب حاری مقادیر زیادی آب است. این مقدار گاهی به ۱۵ تا ۲۰ لیتر برای هر مترمربع از دیوار با ضخامت حدود ۱۱۵ میلیمتر (با محاسبه اندود) می رسد. برای بلوک های سبک، مقدار آب از این هم بیشتر است. بهترین کار این است که به آنها اجازه داده شود تا کاملاً خشک شوند. در شرایط معمولی این کار برای دیوارهای بنایی، حداقل یک ماه به ازای هر ۲۵ میلیمتر ضخامت طول می کشد.

رنگ ها فرآیند خشک شدن را محدود می سازند (رنگ های روغنی و لعابی بیشتر و رنگ های



امولسیون (کمتر). موضوع وقتی بدتر می شود که هر دو طرف دیوار رنگ آمیزی شده یا یک طرف رنگ آمیزی و طرف دیگر با نماهای غیر قابل نفوذ روکش شده باشد. نشستی آب از لوله های درون دیوار و نفوذ رطوبت بالا رونده از مشکلات دیگری است که می توان اشاره کرد.

#### الف- دلایل خرابی و ناموفقیت

- مرطوب بودن دیوار
- وجود قلیایی ها و نمک ها در آجر، ملات و زیرسازی سیمانی
- استفاده از رنگ های امولسیونی در هوای سرد (حدود صفر درجه سانتیگراد یا پایین تر از آن) که می تواند باعث پودر شدن رنگ شود.
- استفاده ناصحیحی از رنگ های روغنی

#### ب- آثار و نشانه ها

- از بین رفتن چسبندگی
- پوسته شدن، پودر شدن و جوش زدن رنگ
- شوره زدگی

#### ج- ضوابط اجرایی و راه های مقابله

- ترجیحا "قبل از رنگ آمیزی دیوارها کاملا" خشک باشد. در غیر اینصورت باید حداقل سطح خارجی دیوار خشک و مرحله شوره زدن آن متوقف شده باشد، در این شرایط رنگ آمیزی با رنگ های امولسیونی که سطح متخلخل دارد توصیه می شود.
- در صورت وجود آلكالی ها باید از رنگ های مقاوم در برابر آن ها استفاده شود. اگر از رنگ های روغنی استفاده می شود باید از دو لایه پرایمر مقاوم در برابر قلیا ها بهره گرفت.
- رنگ آمیزی با رنگ های امولسیونی نباید در دمای زیر ۵ درجه سانتیگراد انجام شود.

#### ۸ - ۲ رنگ روی سطوح فلزی

- خصوصیات سطوح فلزی به چگونگی فرآیند ساخت آن فلز بستگی دارد. به طور مثال فولادی که برای ساختن یک قطعه بکار می رود چنانچه به هنگام ساخت (ذوب و نورد) تغییراتی در بافت مولکولی آن پدید آید، موجب ترک خوردگی های ریز و درشت در سطح آن می شود. این نقیصه بعداً بر روی لایه رنگی که به قطعه زده می شود بی تاثیر نبوده و باعث گسیختگی رنگ می شود

که اصطلاحاً "می‌گویند رنگ تبخه کرده یا "ور" آمده است.

- نقاط اتصال، پرچ‌ها، محل جوشکاری و از این قبیل چنانچه به طور مناسب پوشیده نشود، از مواردی است که بیشتر در معرض خوردگی قرار دارد.

- فلز آلومینیوم و آهن بر روی رزین‌های مختلف به عنوان کاتالیزور عمل می‌کند. مثلاً لاک‌ها یا رنگ‌های الکی‌دی را خرد و شکننده می‌سازد. در حالی که این لاک‌ها بر روی سطوح دیگر به خوبی دوام آورده و خرد نمی‌شود.

الف- دلایل خرابی و ناموفقیت

- ناسازگاری بین رنگ و سطح رنگ آمیزی

- ناسازگاری بین رنگ و شرایط محیطی

- رطوبت مانع از تماس مؤثر رنگ با سطح شده و باعث کاهش چسبندگی می‌شود.

- روغن و چربی، خشک شدن را به تاخیر انداخته و از تماس رنگ با سطح جلوگیری می‌کنند.

ب- آثار و نشانه‌ها

- جوش زدن، پودر شدن، پوسته شدن و جدایی رنگ و متعاقباً خوردگی فلز

ج- ضوابط اجرایی و راه‌های مقابله

- برای رنگ آمیزی فلزات ابتدا باید محل زنگ زدگی را به خوبی تمیز کرده و به وسیله سمباده آماده نمود. همچنین اگر رنگ‌های قدیمی خوب بر روی سطح نجسبیده باشند، باید آنها را از فلز دور کرد.

ضوابط اختصاصی رنگ روی آهن و فولاد:

خوردگی آهن و فولاد در مناطق مختلف، متفاوت است. بنابراین نمی‌توان در همه جا تنها از یک نوع ضد زنگ یا ماده پوشاننده برای جلوگیری از خوردگی استفاده کرد. چسبندگی ماده پوشاننده بر روی آهن خود بستگی به موارد زیر دارد:

- نوع نورد آهن

- محیطی که آهن قبل از رنگ آمیزی در آن قرار داشته است.

- کیفیت رنگ

- مدت تأثیر آب و هوا قبل از رنگ آمیزی
- محیطی که جسم پس از رنگ آمیزی در آن قرار دارد.

#### ضوابط اختصاصی رنگ روی آلومینیوم :

- برای رنگ آمیزی آلومینیوم پس از نظافت دقیق و چربی زدایی کامل سطح، آستری به وسیله کرومات روی کشیده می شود. رنگ آمیزی آلومینیوم بر پایه رزین اپوکسی صورت می گیرد.
- شرط اساسی برای این که رنگ، سطوح مورد نظر را به خوبی برای مدت طولانی پوشانده و حفاظت کند، آسترکاری مناسب است. برای آستری آلومینیوم رنگ های برپایه کرومات روی مناسب است. این رنگ ها هم قدرت چسبندگی خوبی دارند و هم لایه های بعدی رنگ روی آن می نشیند. قبل از استفاده از رنگ آستری کرومات روی، باید سطح را به طریق مکانیکی (سمباده کاری) یا شیمیایی تمیز کرد.
- رنگ های روی فلز آلومینیوم باید فاقد پیگمنت های مس، جیوه، سرب و آهن باشد.

#### ضوابط اختصاصی رنگ روی مس :

- برای حفاظت مس، معمولاً یک لایه شفاف که از مقاومت خوبی در برابر تغییرات جوی برخوردار باشد، کفایت می کند. سطح مس باید کاملاً تمیز باشد که با مواد شیمیایی، برس نرم و سمباده انجام می شود.

#### ۳ نوع رنگ شفاف برای مس بکار می رود:

- رنگ ساخته شده از نیتروسولونز و رزین اکریلیک (سطوح داخلی)
- رنگ ساخته شده از رزین اکریلیک (سطوح داخلی و خارجی)
- رنگ ساخته شده از رزین پلی اورتان (سطوح خارجی)
- رزین های سیلیکونی بر روی تمام سطوح فلزی به جز مس و آلیاژهای مس به خوبی می چسبند. مقاومت این رزین ها به ویژه در مقابل حرارت بسیار زیاد است.

## ۹ - سازگاری و همنشینی چوب در داخل مصالح ساختمانی

الف- دلایل خرابی و ناموفقیت

- رطوبت زیاد

- عدم امکان تنفس چوب

ب- آثار و نشانه ها

- پوسیدگی چوب، گاهی همراه با ترک خوردگی

ج- ضوابط اجرایی و راه های مقابله

- تجربه نشان داده است تنها خارج بودن قسمتی از چوب از درون کار، امکان تنفس برای

آن را بوجود آورده و از پوسیدگی جلوگیری می کند.

- در صورتی که کل چوب در داخل کار باشد، حتماً باید از چوب اشباع شده استفاده کرد.

## ۱۰ - سازگاری و همنشینی بتن روی فولاد

بتن معمولی ساخته شده از سیمان پرتلند دارای محیط قلیایی است که سبب روپین شدن سطح آرماتورها می شود. بتن های معمولی محیط مناسبی برای فولاد است و خاصیت روپین شدگی فولادی در بتن است که امکان استفاده روزافزون بتن را فراهم کرده است. اما با از بین رفتن لایه روپین، خوردگی آغاز می شود.

الف- دلایل خرابی و ناموفقیت

- از بین رفتن لایه روپین و افزایش حجم فولاد بر اثر:

- نفوذ دی اکسید کربن موجود در هوای محیط به داخل بتن و کاهش PH محیط

- نفوذ یون کلرور بر اثر پاشیدن نمک در سطح پل ها برای جلوگیری از

یخ زدگی شستن سطح بتن، قرار گرفتن بتن در مجاورت دریا، ایجاد ترک در بتن و

نفوذ کلرورها به داخل ترک ها و وجود املاح نمکی در سنگدانه های تشکیل دهنده بتن

هر دو پدیده های فوق در محیط مرطوب صورت می گیرد.

- فشار زیاد (حدود 32 مگاپاسکال) ناشی از افزایش حجم فولاد

## ب- آثار و نشانه‌ها

- ترک خوردگی و خرد شدن بتن
- انتقال رنگ قرمز زنگ زدگی به سطح بتن

## ج- ضوابط اجرایی و راه‌های مقابله

- استفاده از سنگدانه‌های با کلرور پایین
- استفاده از دانه‌بندی مناسب به طوری که کلیه ابعاد وجود داشته و خلل و فرج را پرکنند و حتی‌الامکان از نفوذ رطوبت، اکسیژن و دیگر گازها جلوگیری شود.
- بتونه کردن سطح بتن
- حفاظت کاغذی آرماتورها
- استفاده از نسبت پایین آب به سیمان

## - همنشینی دو نوع فلز مختلف

دو نوع فلز مختلف با خواص فیزیکی و شیمیایی متفاوت اگر بدون بتن ریزی‌های لازم بطور مستقیم کنار هم قرارگیرند باعث خوردگی یکدیگر می‌شوند. از این رو توصیه می‌شود با استفاده از عامل سوم این اتصال اصلاح شود مانند انواع واشرها، ورق‌های پلاستیکی و غیره.

## جمع بندی سازگاری و همنشینی مصالح

نوع تلفیق یا همنشینی	دلیل ناسازگاری یا همنشینی ناموفق	نشانه های تشخیصی و اثرات ناسازگاری	راه های مقابله یا پیشگیری
اندود روی بتن	- چسبندگی ضعیف - جابجائی جزئی بین دو سطح در اثر انقباض خشک شدن و انبساط حرارتی - رطوبت - تمیز نبودن سطح	- پوسته شدن - جداشدن اندود از سطح بستر	- خشک شدن و تمیز کردن سطح بستر قبل از اندودکاری - ایجاد اصطکاک کافی روی سطح بتن - استفاده از ملات رقیق برای سازگاری
اندود روی دیوارها	- تمیز نبودن سطح - جابجائی جزئی ناشی از انقباض خشک شدن و انبساط حرارتی - استفاده از روکار قوی روی آستر ضعیف - هجوم سولفات ها یا کلرورهای محلول در آجر یا ملات به سطح - نفوذ رطوبت	- ترک خوردگی - جدا شدن از سطح	- استفاده از روکار ضعیف تر از آستر - تمیزکاری و خشک کردن سطح زیرین - عدم استفاده از اندود گچی در مناطق مرطوب - ایجاد اصطکاک کافی روی سطح مورد نظر - استفاده از آجرهای کم سولفات
اندود روی تخته های ساختمانی (گچی آژیستی، پلی استارین)	- تمیز نبودن سطح - مرطوب بودن تخته ها	- ترک خوردگی و جداشدن از سطح - تشکیل پودر سفیدی روی سطح	- تمیزکاری و خشک شدن سطح تخته ها - ایجاد قفل ویست کافی روی سطح تخته ها - دقت در نگاهداری تخته هادرانبار
ملات ها	- انقباض خشک شدن ملات ها - جابجائی جزئی بین ملات و آجر ناشی از اثرات رطوبت یا گرما - رطوبت دائمی	- ترک خوردگی در سطح - تماس ملات با آجر یا بلوک - ترک خوردگی دریندملات	انتخاب مناسب ملات (به فصل ملات ها مراجعه شود)
درزبندها در اتصالات، دیوارها و اطراف پنجره ها	- انتخاب غلط ماده درزبند - آماده نکردن سطح درزبندی - تجزیه و خراب شدن درزبند به مرور زمان	- جدا شدن از سطح - نشست رطوبت	- تمیزکاری و خشک کردن سطح درزبندی - سازگاری درزبند و پرایمر - انتخاب مناسب درزبند
کاشی و موزائیک روی سطوح و نوع کاشی	- جابجائی جزئی بین نما و سطح بستر بخصوص ناشی از رطوبت - اشتباه در انتخاب چسباننده	- ترک و شکستگی لعاب کاشی - جداشدن از سطح	- تمیزکاری و خشک کردن سطح بستر - ایجاد قفل ویست کافی در سطح بستر - انتخاب صحیح چسباننده
لایه های پیش ساخته عایق رطوبتی روی پام های تخت	- انتخاب نادرست پرایمر - کاربرد نادرست پرایمر - مرطوب بودن سطح بستریا - لایه هانگام اجرا	- جوش زدن، تپله کردن - جداشدن لایه ها	- تمیزکاری و خشک کردن سطح بستر - تمیزکاری و خشک کردن تمام - استفاده از دمای مناسب در اجرا - استفاده از پرایمر مناسب

### جمع بندی سازگاری و همنشینی مصالح

نوع تلفیق یا همنشینی	دلیل ناسازگاری یا همنشینی ناموفق	نشانه‌های تشخیص و اثرات ناسازگاری	راه‌های مقابله یا پیشگیری
بتن آسفالتی روی بام تخت	- وجود رطوبت در سطح بست هنگام اجرا - ناکافی بودن اصطکاک در سطح بستر - کم بودن ضخامت آسفالت - نرمی قیر	- جابجایی آسفالت در اثر رفت و آمد - جوش زدن و جداسازی	- تمیزکاری و خشک کردن سطح بستر - ایجاد اصطکاک کافی روی سطح
روکش‌های کف از نوع غیرقابل نفوذ	وجود رطوبت در سطح بستر	جدایی روکش از سطح زیر	محافظت کف در مقابل رطوبت بالارونده
رنگ‌ها روی سیمان و اندود گچی	- کثیف بودن سطح رنگ آمیزی - مرطوب بودن سطح رنگ آمیزی - وجود قلیایی‌ها و املاح نمکی در آجر، ملات و زیرسازی سیمان	- پوسته شدن رنگ از روی سطح - طبقه شدن رنگ - جداسدن رنگ	- تمیزکاری و خشک کردن سطح بستر - استفاده از رنگ‌های امولسیون - برای امکان پذیر بودن تنفس دیوار - استفاده از رنگ‌های مقاوم در برابر آلكالی‌ها
رنگ روی سطح فلزی	- ناسازگاری بین رنگ و فلز - ناسازگاری بین رنگ و شرایط محیطی - مرطوب بودن سطح فلز - تمیز نبودن سطح فلز	- جوش زدن، پودر شدن، پوسته شدن و جدایی رنگ از فلز	- تمیزکاری و سطح فلز بخصوص سطوح رنگ زده - انتخاب صحیح آستری
چوب در داخل مصالح ساختمانی	- رطوبت زیاد و دائمی - عدم امکان تنفس چوب	- پوسیدگی چوب - ترک خوردن چوب	- استفاده از چوب اشباع شده یا پوشش‌های مناسب - فراهم کردن امکان تنفس چوب
بتن روی فولاد	- هجوم کلروها - نفوذی اکسیدکربن و کاهش PH محیط بتن - انبساط فولاد و ایجاد تنش	- خرد شدن بتن - ترک خوردن سطح بتن - نمایان شدن رنگ زنگ زدگی روی بتن	- استفاده از سنگدانه‌های با کلرورپایین - استفاده از دانه بندی مناسب و پوشش تمام ابعاد - حفاظت از آرماتورها (پوشش‌های مناسب یا حفاظت کاغذی) - استفاده از نسبت‌های پایین آب به سیمان





## فصل سوم - ضوابط آماده‌سازی و عمل آوردن مصالح ساختمانی در کارگاه

### ۱ - کلیات

پس از تهیه طرح‌های اجرایی و انتخاب مصالح ساختمانی براساس شرایط محیطی و ویژگی‌های مورد انتظار، نکته‌ای که مورد توجه قرار می‌گیرد نحوه آماده‌سازی و عمل آوردن آنها در کارگاه است.

برای اختلاط و امتزاج اغلب مصالح ساختمانی بتن، انواع ملات‌ها و عایق‌های رطوبتی، دستورالعمل‌ها و قواعد مدونی وجود دارد که غالباً "حاوی نسبت‌های اختلاط براساس شرایط محیطی اجرا و نحوه به کار گرفتن آنها می‌باشد. در این بخش سعی می‌شود روش‌های آماده‌سازی و عمل آوردن با توجه به معیارهایی نظیر کم کردن عملیات در کارگاه ساختمانی، حفظ محیط زیست و هماهنگی با شرایط آب و هوایی مد نظر قرار گیرد.

با چنین دیدگاهی انواع مصالح ساختمانی را می‌توان در سه گروه زیر مورد مطالعه قرار داد: اول، مصالح ساختمانی که به صورت آماده برای مصرف به کارگاه حمل می‌شود و فرآوری ویژه‌ای در کارگاه بر روی آنها انجام نمی‌پذیرد. نظیر آجر، بلوک بتنی، سنگ‌های نما و پنل‌های پیش‌ساخته.

دوم، مصالح ساختمانی که اجزاء آنها به صورت مجزا به محل کارگاه حمل و پس از اختلاط به کار برده می‌شود. این مصالح غالباً "پس از مصرف برای مدتی تحت مراقبت‌های خاصی قرار می‌گیرد، نظیر انواع ملات و بتن.

سوم، مصالح ساختمانی که اجزاء آنها به صورت مجزا به محل کارگاه حمل و پس از ایجاد تغییراتی همچون رقیق کردن یا گرم کردن، با یکدیگر تلفیق گردیده و به کار برده می‌شود، نظیر اغلب عایق‌های رطوبتی.

در این بخش بررسی تعدادی از مصالح ساختمانی متداول از گروه‌های یاد شده مورد نظر است. بسیاری از ضوابط ارائه شده قابل تعمیم به سایر مصالح ساختمانی مشابه خواهد بود.

## ۲ - آجر، بلوک بتنی و مصالح ساختمانی مشابه

- در آماده سازی و مصرف مصالحی که به صورت یک محصول آماده همچون آجر، بلوک بتنی و سنگ نما به کارگاه حمل می شود، علاوه بر رعایت مقررات مندرج در بخش ضوابط کاربرد مصالح و فصل تکنولوژی ساخت مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی، باید به نکات زیر توجه نمود تا علاوه بر اطمینان از صحت اجرا، عملیات ساختمانی در کارگاه کاهش یافته و موجب ارتقاء دقت و سرعت اجرا شود.

- در انبار کردن مصالح ساختمانی باید مشخصات فنی مصالح مورد نظر رعایت شود و به گونه ای که بارهای پیش بینی نشده به آن وارد نشود و موجب تغییر شکل و یا آسیب به آنها نگردد.

- شرایط خصوصی بکار گرفتن هر یک از مصالح یاد شده باید در آماده سازی آن رعایت گردد. مرطوب نمودن اغلب اینگونه مصالح برای ایجاد چسبندگی بیشتر با ملات، و همچنین زدودن مواد اضافی و گرد و خاک از سطوح آنها ضروری است.

- تا حد امکان باید از عملیات برش و تراش مصالح ساختمانی در کارگاه پرهیز نمود. به کار گرفتن مصالح ساختمانی با ابعاد متناسب با محل مورد نیاز و همچنین استفاده از مصالح ساختمانی با ابعاد نیمه و سه چهارم (آماده شده در کارخانه) مؤثر خواهد بود.

در صورت ضرورت، برش باید با استفاده از ابزار مناسب که کمترین ضایعات را به مصالح وارد آورده و موجب آلودگی محیط زیست نمی شود، انجام گیرد. در این گونه موارد بهتر است تعداد یا مقدار مصالح مورد نیاز از پیش برآورد شده و در مدت زمان مشخص و محدودی تمام عملیات برشی انجام پذیرفته و مصالح اندازه شده به طریقی مشخص و مجزا انبار شود تا به تدریج به مصرف برسد.

- باید از برش، اندازه کردن، سوراخ کردن، تراش دادن و هرگونه عملیات مشابه بر روی این گونه مصالح ساختمانی پس از آنکه نصب گردید، تا حد امکان پرهیز شود. در صورت ضرورت باید تمهیدات کافی برای ایجاد اتصال و چفت و بست مناسب و جلوگیری از ضعیف شدن چسبندگی به سایر مصالح، در نظر گرفته شود.

- اگر مصالحی نظیر آجر و بلوک بتنی که بوسیله ملات به یکدیگر متصل می شود، پیش از مصرف در محل خیلی سرد و یا خیلی گرم و در برابر تابش آفتاب انبار شده باشد، لازم است

پیش از مصرف مدتی در هوای معتدل و یا در محل سرپوشیده نگهداری شود تا حرارت آنها با حرارت ملات متعادل شود.

- به منظور حفظ چسبندگی و مقاومت کافی در اجزاء ساخته شده با مصالحی نظیر آجر که با ملات‌های سیمانی کار می‌شود، عمل آوردن از طریق مرطوب نگاهداشتن دیوار برای مدت حداقل سه روز توصیه می‌گردد.

### ۳ - بتن

رعایت مشخصات فنی عمومی ساختمانی و آیین‌نامه بتن ایران الزامی است. در مورد اختلاط و عمل آوردن بتن مسایل زیر یادآوری می‌شود.

- کلیه وسایلی که برای مخلوط کردن و انتقال بتن به کار می‌رود باید تمیز باشد.
- کلیه مواد زاید و همین‌طور یخ باید از محل‌های بتن‌ریزی زدوده شود.
- قسمت‌های داخلی قالب‌ها باید به نحوی مناسب با روغن چرب شود.
- بتن باید طوری مخلوط شود که کلیه مواد تشکیل دهنده آن بصورت همگن در مخلوط کن پخش شود. قبل از پر کردن مجدد، باید مخلوط کن را به طور کامل تخلیه کرد.
- بتن آماده باید مطابق استانداردهای "مشخصات بتن آماده" (دت ۵۰۱) و "مشخصات بتن تهیه شده از طریق پیمانانه کردن حجمی و اختلاط پیوسته" (دت ۵۱۷) مخلوط و تحویل شود.
- اختلاط بتن باید بوسیله مخلوط کن پیمانانه‌ای مورد تایید دستگاه نظارت باشد و مخلوط کن باید با سرعت توصیه شده از طرف کارخانه سازنده آن چرخانده شود.
- عمل اختلاط باید حداقل تا ۱/۵ دقیقه، پس از ریختن کلیه مواد تشکیل دهنده به داخل مخلوط کن، ادامه یابد مگر آنکه بوسیله آزمایش‌های انجام شده بر اساس "مشخصات بتن آماده" (دت ۵۰۱) ثابت شود زمانی کوتاه‌تر هم می‌تواند قابل قبول باشد.
- برای عمل آوردن بتن روش‌هایی نظیر استفاده از آب‌پاشی یا پوشش‌های خیس اشباع شده، نایلون یا کاربرد ترکیبات غشایی، استفاده از بخار یا قالب‌های گرم به کار گرفته شود.

- در هوای گرم باید توجه ویژه‌ای به عمل آورده تا از بروز دماهای زیاد در بتن و نیز از تبخیر آب که می‌تواند مقاومت، قابلیت بهره‌برداری و پایایی قطعه یا سازه را کاهش دهد، جلوگیری شود. در هنگام بتن‌ریزی نباید بتن دمایی بیشتر از ۳۰ درجه سلسیوس داشته باشد. با خنک کردن مصالح بتن بویژه آب می‌توان دمای آن را کاهش داد.

- در هوای سرد باید در عمل آوردن بتن توجهی ویژه مبذول داشت، از جمله باید از وسایل گرمایش یا مصالح مناسب عایق‌بندی برای حفظ دمای مناسب استفاده شود. دمای بتن نباید از ۵ درجه سلسیوس کمتر باشد و عمل آوردن با آب فقط زمانی مجاز است که شواهدی حاکی از رسیدن مقاومت قطعه بتنی به ۵ مگاپاسکال در دست باشد. برای گرمایش مصالح بتن و محافظت آن در شرایط بختندان باید وسایل کافی بکار گرفته شود.

- جدول (۳-۱)، زمان مورد نیاز برای عمل آوردن و مراقبت از بتن را در شرایط مختلف نشان می‌دهد.

- در مورد قطعاتی که نسبت سطح به حجم آنها کم باشد می‌توان قبل از بتن‌ریزی قالب‌ها را چرب یا تر نمود. همچنین ممکن است قالب‌ها را در جریان سخت شدن بتن تر نمود، و پس از بازکردن قالب‌ها باید روی بتن آب پاشید و با ورقه‌های نایلونی و یا لایه‌های مناسب دیگر پوشاند. عمل آوردن را می‌توان با غوطه‌ور نمودن قطعه بتنی در آب و یا بوسیله پوشاندن بتن با ماسه مرطوب یا خاک اره یا حصیر حاصل نمود. می‌توان از گونی و یا لحاف پنبه‌ای نیز که متناوباً با آب خیس می‌شود، استفاده نمود.

- در مخلوط‌کننده‌های بشکه‌ای تیغه‌هایی برای تراشیدن بتن از جداره‌های بشکه وجود ندارد و لذا مقداری ملات به جداره‌های بشکه مخلوط کن می‌چسبد و در آنجا باقی می‌ماند تا در پایان کار روزانه تمیز شود. در نتیجه قسمت عمده‌ای از ملات اولین مخلوط در بشکه خواهد ماند و بتن تخلیه شده عمدتاً از ذرات درشت دانه‌ای که فقط با قشری از خمیر سیمان پوشانده شده است تشکیل می‌گردد و لذا باید اولین مخلوط دور ریخته شود. یک راه مناسب و ساده آنست که برای اولین مخلوط مقادیر معمول سیمان، آب و سنگدانه‌های ریز (بدون سنگدانه درشت) را در بشکه ریخت و مخلوط نمود. ملات اضافی را می‌توان در بتن‌ریزی مخصوصاً برای اتصال به بتن سخت شده‌ای که قبلاً ریخته شده بکار برد.

## حداقل زمان عمل آوردن بتن

جدول ۳-۱

دمای متوسط سطح بتن <sup>۲</sup>			شرایط محیطی پس از ریختن بتن در قالب <sup>۱</sup>	نوع سیمان
هر دمایی بین ۵ تا ۲۵ درجه سلسیوس	بالاتر از ۱۰ درجه سلسیوس	۵ تا ۱۰ درجه سلسیوس		
$\frac{۶۰}{T+۱۰}$ روز	۳ روز	۴ روز	متوسط	نوع ۱ و ۲ و ۳ و ۵
$\frac{۸۰}{T+۱۰}$ روز	۴ روز	۶ روز	ضعیف	
$\frac{۱۴۰}{T+۱۰}$ روز	۷ روز	۱۰ روز	متوسط	همه سیمان‌ها به جز نوع ۱ و ۲ و ۳ و ۵ و همه سیمان‌های حاوی سواد پوزولانی یا روبارهای
ضابطه‌ای خاص ضرورت ندارد			ضعیف	
ضابطه‌ای خاص ضرورت ندارد			خوب	همه سیمان‌ها

۱ شرایط محیطی مندرج در این ستون به شرح زیر تعریف می‌شوند:  
 خوب : محیط مرطوب و محافظت شده (رطوبت نسبی بیشتر از ۸۰ درصد و محافظت شده در برابر خورشید باد)  
 ضعیف : محیط خشک و محافظت نشده (رطوبت نسبی کمتر از ۵۰ درصد و محافظت نشده در برابر خورشید و باد)  
 متوسط : شرایطی بین دو حد خوب و ضعیف  
 ۲ در صورتیکه دمای سطح بتن اندازه گیری یا محاسبه نشود می‌توان آنرا معادل دمای هوای مجاور سطح بتن فرض کرد.

- اگر مخلوط کردن بمدت طولانی انجام شود عموماً "تبخیر آب از مخلوط رخ خواهد داد و در نتیجه کارایی کاهش یافته و مقاومت افزایش خواهد یافت. سنگدانه‌ها، بخصوص اگر سخت نباشند سائیده خواهند شد و در نتیجه دانه بندی سنگدانه ریز می‌شود. همچنین اثر اصطکاک سبب خواهد شد که دمای مخلوط-بالا رود.

- دوباره مخلوط کردن تا حدود ۳ ساعت و در بعضی موارد تا ۶ ساعت، تا آنجا که به مقاومت و دوام بتن مربوط می‌شود، بدون ضرر خواهد بود اما کارایی با زمان کاهش خواهد یافت، مگر آنکه جلوی از دست رفتن رطوبت از مخلوط کن گرفته شود. اضافه نمودن آب جهت حفظ کارایی، باعث کاهش مقاومت بتن خواهد شد.

- موادی که جهت عمل آوردن بتن به کار می‌رود به صورت محلولند که بر روی بتن پاشیده می‌شود، به محض آنکه این محلول‌ها خشک شود یک لایه غیر قابل نفوذ رزین بر روی سطح بتن باقی می‌گذارد که از خشک شدن بتن جلوگیری می‌کند. این مواد شامل رزین حل شده در یک حلال است که پس از مصرف، حلال تبخیر شده و یک لایه نازک رزین بر روی سطح بتن باقی می‌ماند. پاشیدن محلول باید بصورت یکنواخت انجام پذیرد تا کاملاً بتن را بپوشاند. بر روی سطوح خشک نباید محلول را پخش کرد زیرا سطح خشک محلول را جذب می‌کند.

- در مناطق خشک، باید سطح بتن تازه ساخته شده را با پارچه‌های پلاستیکی پوشاند و زیر آن را بخار آب دمید، تا از تبخیر آب بتن جلوگیری شود و بتن زودتر بگیرد و سفت و سخت شود یا روی پارچه‌های پلاستیک آب پاشی کرد تا گرما به بتن نرسد.

- باریدن باران روی بتن تازه ساخته شده، آنرا آبله‌رو می‌کند، باران‌های تند و رگبار، سیمان بتن تازه ساخته شده را می‌شوید و رویه بتن باران و رگبار خورده کرمو می‌شود.

#### ۴ - ملات‌ها

- آزمایش‌ها نشان داده است که ملاتی که رس دارد از ملاتی که با ماسه شسته ساخته شده بهتر است. بهترین ملات از ماسه‌ای که گوشه‌های تیز و سطح زیر داشته و دارای مخلوطی از ذرات با کلیه اندازه‌هاست، ساخته می‌شود. ملات سیمانی با افزودن رس به میزان ۱۲ درصد اصلاح می‌شود. اما سخت شدن ملات سیمانی با ۱۲ درصد رس کندتر از ملات با ۶ درصد رس است. کلیه ملات‌های حاوی رس مقاومت بیشتری نسبت به ملات‌های فاقد رس دارد.

- مقدار مشخصی از آب بیشترین مقاومت فشاری را به ملات می‌بخشد. با افزایش یا کاهش این مقدار مقاومت ملات کاهش می‌یابد. آزمایش بر روی یک مخلوط یکسان سیمان و آب با نسبت‌های متفاوت نشان داد که بیشترین مقاومت ملات با ۲۰ تا ۲۵ درصد آب بدست می‌آید. این ملات کم آب و سفت است. بنابراین، ملاتی که کم آب‌تر است مقاومت بیشتری نسبت به ملات‌های رقیق ایجاد می‌کند. مقدار آب مورد نیاز برای یک ملات با نوع سیمان و نسبت اختلاط تغییر می‌کند. سیمان تندگیر و بسیار ریزدانه نسبت به سیمان معمولی به مقدار بیشتری از آب نیاز دارد. آب باید تمیز، عاری از آلودگی و مواد آلی، فاقد مواد روغنی، گریسی و شیمیائی باشد.

- کارآیی ملات را می‌توان با افزودن درصد کوچکی از آهک اصلاح کرد. هر چه نسبت آهک مورد استفاده بالاتر باشد، کارآیی ملات بهتر خواهد بود. آهک باید حدود ۴ روز قبل از مصرف شکفته شود و باید دقت شود که هیچ آهک نشکفته‌ای درملات باقی نماند. برای تهیه ملات آهک باید همیشه بصورت پودر باشد و کلوخه در آن نباشد.

- نسبت بندی سیمان و ماسه بطور وزنی یا حجمی بر اساس مقادیر خشک انجام می‌شود. برای کارهای کوچک، حجم آنها اندازه گیری می‌شود. در این موارد در موقع اندازه گیری باید از یک ظرف استاندارد استفاده شود و اجزا نباید با تراکم پر شود. سپس در یک سطح خشک، سیمان و ماسه به نسبت های لازم کاملاً مخلوط شود. سپس آبخوره ایجاد شود، و به تدریج به آن آب اضافه شود. تمامی مواد باید بخوبی مخلوط شود. بطوریکه خمیری با غلظت مناسب و رنگ یکسان بدست آید.

- هیچ ملات قدیمی نباید با آسیاب کردن و دوباره مخلوط کردن مصرف شود.

- ملات سیمانی را باید در کمتر از نیم ساعت پس از مخلوط کردن به کار برد.

- در زمان بارندگی کار با ملات باید متوقف شود.

- باید از مصرف زیاد آب اجتناب کرد، زیرا موجب کاهش مقاومت و افزایش زمان گیرائی

ملات می‌شود.

- ویژگی ملات آهک پر مایه با افزودن گرد آجر و یا پوزولان بهبود یابد.

- کارهای بنایی با ملات باید با پاشیدن آب برای حداقل سه روز مرطوب نگهداری شود.

## ۵ - عایق های رطوبتی

- درجه حرارت قیر داغ در زمان مصرف باید به ترتیب زیر باشد تا کلیه خصوصیات آن حفظ

شده و به نمد یا گونی صدمه نزده

قیر شل ۱۷۷ تا ۲۱۸ درجه سانتیگراد

قیر سفت ۱۹۰ تا ۲۳۲ درجه سانتیگراد

- استفاده از قیر حرارت داده شده در بیشتر از حداکثر مجاز و دوباره حرارت دادن قیر با

ویسکوزیته بالا برای اندود مورد قبول نیست. از انبار کردن طولانی قیر در ظرفی که قیر در آن

حرارت داده شده اجتناب شود. این امر درجه نرمی قیر را کاهش می‌دهد.

- لازم است در حالیکه رول‌های نمد-قیر اندود باز می‌شود در فواصل حداکثر ۲ متر پشت آنها بطور دستی جاروب زده شود.
- یک دماسنج قابل مشاهده و کنترل‌های ترموستاتیک برای کلیه دیگ‌ها مورد نیاز است. تا بتوان دما را در حدود توصیه شده توسط تولیدکننده قیر نگه داشت.
- از انبار کردن طولانی نمد‌های قیراندود در کارگاه خودداری شود. نمد‌ها باید در محیطی با رطوبت نسبی کمتر از ۴۰ درصد انبار شود. نباید نمد‌ها بر روی کف بتنی تازه انبار شود.
- در آب و هوای سرد نمد‌های قیراندود در فضاهای در بسته گرم نگهداری شود.
- بر روی بام از دستگاه‌های سنگین مکانیکی که ممکن است سوراخ شدن عایق رطوبتی و یا آسیب رسیدن به کف بام شود پرهیز گردد.
- اطمینان حاصل شود که عایق حرارتی بطور محکم به لایه زیرین متصل است.
- در پروژه‌های بزرگ حتماً از تانکر قیر استفاده شود.
- در روش قیر و گونی متداول نباید گونی پیش از مصرف مرطوب باشد.
- انبار کردن گونی باید به گونه‌ای باشد که موجب ایجاد تا یا چروک بر روی آن نشود.
- از انبار کردن گونی به مدت طولانی به ویژه در هوای گرم و مرطوب خودداری شود.
- متناسب با شیب و آب و هوا، قیر با کمترین نقطه نرمی مطابق جدول زیر انتخاب شود.

نقطه نرمی (درجه سانتیگراد)	شیب به درصد
۵۷ تا ۶۶	۴ یا کمتر
۷۰ تا ۸۰	۴ تا ۲۵
۸۵ تا ۹۶	۴ تا ۵۰
۹۶ تا ۱۰۷	۲۵ تا ۵۰

۱ - در آب و هوای گرم شیب‌ها به مقادیر کمتری تنزل می‌یابد.



- در روش سرد (مصرف چسبنده قیر بحالت سرد) حداقل شیب بام ۴ درصد است.
- از امولسیون قیری در دمای کمتر از صفر درجه سانتیگراد و یا وقتی که امکان بارندگی قبل از گیرش امولسیون وجود دارد استفاده نشود.
- نمدهای قیر اندود در روش سرد باید قبل از مصرف بریده و پهن (صاف) شود.
- از امولسیون نوع شیمیائی برای رویه قیر روش سرد استفاده نشود. در این موارد از امولسیون نوع رسی استفاده گردد.
- کاربرد روکش فوقانی و رویه سنگدانه را تا وقتی که سایر عملیات بر روی بام تکمیل نشده است باید به تعویق انداخت.
- مصرف مواد پلیمری مناسب باعث اصلاح خصوصیات قیر می شود.
- استفاده از پوشش های تک لایه پلیمری به کار بسیار کمتری در بالای بام نسبت به روش های سنتی دارد. این پوشش ها در پوسته های گنبدی یا در جایی که وزن سبک اهمیت دارد مناسب است. در جدیدترین روش نصب، این پوشش ها به کف بام نمی چسبند. لذا خطر ترک خوردن عایق بدلیل خیز سازه ای، تغییرات دما یا جمع شدگی خشک شدن وجود ندارد. در این پوشش ها طبقه ایجاد نمی شود.
- در مناطق با بارندگی زیاد (سواحل دریای خزر) و یا مناطق بسیار سردسیر با یخ بندانی های شدید بهترین راه عایق بندی رطوبتی بام سقف شیبدار است.
- برای کاهش عملیات ساختمانی مربوط به سطح نهایی بام توصیه می شود از روکش سنگدانه استفاده شود. این روش ارزان تر و سریع تر است. در این روش مخلوط شن نخودی (بقر ۶ تا ۱۶ میلیمتر) بر روی قیر داغ پاشیده می شود. قطعات شن در قیر پخش شده و باعث می شود قیر و عایق رطوبتی از تابش مستقیم آفتاب و اثرات مخرب شرایط جوی محافظت شود. بر خلاف فرش موزائیک که آب به زیر روکش نفوذ کرده و در لابه لای آن حبس می شود، امکان حرکت آزاد آب را فراهم می سازد. از این نظر که رفت و آمد روی این نوع پوشش موجب فرو رفتن ذرات شن در لایه قیر و احیاناً "صدمه به آب بندی بام می شود. معمولاً" مسیره های چوبی ساخته می شود و در محل هایی که برای دسترسی به تأسیسات موجود در بام (مانند کولر، آنتن و ...) یا بازدید لازم است نصب می شود.



## منابع

- ۱- مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی نشریه شماره ۵۵ دفتر تحقیقات و معیارهای فنی سازمان برنامه و بودجه.
- ۲- استاندارد ایران شماره ۷ : آجرهای رسی (مشمول ویژگی ها، نمونه برداری و روش های آزمایشی)
- ۳- استاندارد شماره ۹۹۱ ایران : آجر نسوز جهت طاق های قوسی
- ۴- حامی احمد، "مصالح ساختمانی"، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۶۹
- ۵- ماهرالنقش محمود، "اصول فنی ساختمان"، انتشارات بهمن، ۱۳۶۶
- ۶- دیوارهای سنگی نشریه ۹۰ دفتر تحقیقات و معیارهای فنی سازمان برنامه و بودجه
- ۷- استاندارد شماره ۴۴۹ ایران : "روش آزمایش مقاومت مصالح سنگی در مقابل عوامل جوی"
- ۸- استاندارد شماره ۵۷۸ ایران : "روش های تعیین میزان جذب آب و تاب مصالح سنگی در برابر یخبندان"
- ۹- استاندارد شماره ۶۱۷ ایران : "روش های تعیین تاب گسیختگی فشاری و خمشی مصالح سنگی"
- ۱۰- استاندارد شماره ۶۱۸ ایران : "بلوک های سنگ های طبیعی برای برش به منظور استفاده در نما کف و تزئینات"
- ۱۱- استاندارد شماره ۶۱۹ ایران : "روش های آزمون تاب سایشی سنگ که روی آن رفت و آمد می شود"
- ۱۲- استاندارد شماره ۶۶۵ ایران : "روش تعیین تاب فشاری مصالح سنگی"
- ۱۳- کباری، سیاوش، "اجزا ساختمان و ساختمان"، انتشارات دانش و فن، ۱۳۶۲
- ۱۴- یعقوب پور عبدالمجید، "بررسی ساختمان خواص انواع مصارف سنگ"، مجله سنگ، سال اول شماره اول
- ۱۵- فلامکی منصور، "نگاهی به ساختار سنگ و معماری"، مجله سنگ، سال دوم شماره ۲
- ۱۶- مجله سنگ، "سنگ و محیط زیست"، سال اول، شماره ۲، تابستان ۱۳۷۰
- ۱۷- ماله رانیر، "مهار خزانه های در نصب سنگ های طبیعی نما"، مجله سنگ، سال اول

- ۱۸- دفتر تحقیقات و معیارهای فنی: بلوک بتنی و کاربرد آن در دیوار، نشریه شماره ۱۰۰، سازمان برنامه و بودجه.
- ۱۹- بری، رایین، ساختمان سازی، اردشیر اطمیابی، انتشارات مترجم، تهران، ۱۳۷۱
- ۲۰- موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، آجر موزائیک، نشریه شماره ۷۰، وزارت صنایع و معادن، تهران، خرداد ۴۴.
- ۲۱- مقررات ملی ساختمانی انگلیس (BRE)، استاندارد شماره BS 1047, BS 882 انگلیس ۱۹۷۶.
- ۲۲- مرکز تحقیقات ساختمان، مسکن، گونه شناسی مسکن روستایی کهگیلویه و بویراحمد، دفتر سوم مصالح ساختمانی.
- ۲۳- مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، آئین نامه طرح ساختمان های مقاوم در برابر زلزله، شماره استاندارد شماره ۲۸۰۰، تهران، بهمن ۶۶.
- ۲۴- استاندارد شماره ۱۲۵ ایران، استاندارد قیر (مشخصات قیرهای مایع)
- ۲۵- استاندارد شماره ۱۲۴ ایران، قیر (کلیات، تقسیم بندی)
- ۲۶- استاندارد شماره ۱۲۶ ایران، استاندارد قیر (مشخصات قیرهای جامد)
- ۲۷- رحیم زاده جلیل، "بررسی مسایل ایزولاسیون رطوبتی"، گزارش تحقیقاتی
- ۲۸- سرایی پور محمد، "آسفالت"، انتشارات دهخدا
- ۲۹- استاندارد شماره ۲۹۵۲ ایران، ویژگی های عایق های رطوبتی در ساختمان (قیر و گونی)
- ۳۰- استاندارد شماره ۲۱۱ ایران، عایق کاری ساختمان بوسیله قیر
- ۳۱- سازمان برنامه و بودجه - مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی، مبحث مصالح ساختمانی، پوشش های محافظ زینتی
- ۳۳- ماجدی اردکانی، محمدحسین و فدایی رضوی، محمدباقر- اصول و روش های اندودکاری- مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، چاپ ۱۳۷۴
- ۳۴- ر، چادلی، تکنولوژی ساختمان، اردشیر اطمیابی، انتشارات مترجم، ۱۳۶۹
- ۳۵- هومن، هروی- احمد، عظیمی - نانوانی، علیرضا، شیمی تجربی رنگ- انتشارات امیر کبیر- ۱۳۶۸.
- ۳۶- اطمیابی، اردشیر (مترجم)، ساختمان سازی، جلد اول، انشارات مترجم، چاپ اول ۱۳۷۱
- ۳۷- آکوستیک در معماری، پرفسور دکتر ویلی فورد و لائویر، مترجم، دکتر غلامعلی لیافتی

- ۳۸- تنظیم شرایط محیطی، دکتر غلامعلی لیاقتی، انتشارات علم و صنعت ۶۸-۶۷
- ۳۹- پیش نویس آئین نامه صدابندی در ساختمان، مرکز تحقیقات ساختمان ومسکن ۱۳۷۰
- ۴۰- پیش نویس آئین نامه کاربرد صدابندی ساختمان ها در برابر آزار غوغا، مرکز تحقیقات ساختمان ومسکن ۱۳۶۰
- ۴۱- اندازه گیری صدابندی سقف ضریبی، دکتر غلامعلی لیاقتی ، محمد جعفر هدایتی، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن ۱۳۷۱
- ۴۲- سیدعسگری، نرمین، آسیب دیدگی بتن، علل و عوامل آن، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، ۱۳۶۶
- ۴۳- جهانگرد ، فضل الله، حفاظت کاتدی بتن های مسلح، مرکز تحقیقات ساختمان مسکن، ۱۳۷۱
- ۴۴- سازمان برنامه و بودجه، "آئین نامه بتن ایران"، معاونت فنی دفتر تحقیقات و معیارهای فنی، نشریه شماره ۱۲۰، ۱۳۷۱
- ۴۵- نویل ام، "بتن شناسی"، ترجمه دکتر هرمز فامیلی، جهاد دانشگاهی علم و صنعت ایران، ۱۳۶۸
- ۴۶- موسسه سیمان و بتن، "بتن و اجرای آن"، ترجمه دکتر رضانیانپور، قدوسی و تهرانی، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، ۱۳۷۰
- ۴۷- حامی احمد، "راهنمایی بتن ساز"، چاپ ششم، مردی، ۱۳۶۴
- 48 - Ghose D.N. , "Materials of construction" , Mc Graw- Hill Publishing company , 1989.
- 49 - Bender W./Händle F . , "Brick and Tile Making" , Bauverlag GMBH , 1982.
- 50 - The Brick Development Association , "Bricks their Properties and use" , The construction Press LTD ,1974.
- 51 - ASTM C 67-89 , Standard Test Methods of Sampling and Testing Brick and Structural Clay Tile.
- 52 - ASTM C62-89 , Standard specification for Building Brick (Solid Masonry units Made From Clay or Shale)
- 53 - British ceramic Research Association , Special Publication No . 60.
- 54 - Addleson Iyall , "Materials For Building" , Volume 2 , Iliffe Books , 1972.

- 55 - Great Britain Department of the Environment , "Plaster Mixes", Advisory leaflet No . 9.
- 56 - Building Materials Evaluation Handbook.
- 57- SHADMON Asher , "Stone" , Intermediate Technology Publications , 1989.
- 58- Mckay W.B. , "Building construction" , longman Group ltd , 1970.
- 59 - Kumar sushil , "Building construction" , standard publishers Distributors , 1982.
- 60 - ASTM C97-83 , Test Methods for Absorption and Bulk specific Gravity of Dimension Stone.
- 61 - ASTM C99-87 , Test Methods for Modulus of Rupture of Dimension Stone
- 62 - ASTM C119-87 , Definitions of Terms Relating to Dimension Stones.
- 63 - ASTM C170-87 , Test Methods for Compressive Strength of Dimension Stones.
- 64 - ASTM C241-85 , Test Methods for Absorption Resistance of stone subjected to Foot Traffic.
- 65 - ASTM C503-89 , Specification for Marble Dimension Stone.
- 66 - ASTM C568-89 , Specification for Granite Dimension Stone.
- 67 - ASTM C615-85 , Specification for Granite Dimension Stone.
- 68 - ASTM C616-89 , Specification for Quartz-Based Dimension Stone.
- 69 - Code of basic for design of building . CP3 . BRE , 1976
- 70 - design in block work . Gage and Kirkbride , Architectural press .(BRE)
- 71 - Barry Robin , "The construction of Buildings " , 5 th ed. , BSP Professional Books , 1991.
- 72 - Komar A. , "Building Materials and components" , 2 nd ed. , MIR Publishers , 1987.
- 73 - Shestoporov S.V. , "Road and Building Materials" , MIR Publishers , 1983.
- 74 - Griffin C.W. , "Manual of Built - up Roof systems" , 2 nd ed. , Mc Graw - HILL Book company , 1982.
- 75 - Chudley Roy , "Building Technology", 2 nd . cd. , longman scientific and Technical , 1987.
- 76 - Addleson Lyall "Materials for Buildings" Chapel River Press . 1972.
- 77 - Experimental Building station , "Plaster Mixes". Department of Housing and Construction , NSB 71 , Australian Government Publishing service , 1984.
- 78 - G. Brit . Department of the Environment , "plaster mixes" , Advisory leaflet No , q , Her

Majesty's stationery office , 1972.

- 79 - Acoustic and Noise control By Bjsmith , RJ peters sowen 1982
- 80 - Acoustic Techniques for Home and Studio F.Alton Everest 1973
- 81 - ASTM C557 , Adhesives for fastening gypsum Wallboard to wood framing ,
- 82 - ASTM D3407 , joint sealant for portland cement Concrete / asphaltic concrete
- 83 - ASTM D2823 , Consistency of asphalt roof coating
- 84 - ASTM C270 , mortar for unit masonry , spec. and selection jguide
- 85 - BS 5262 , mixes suitable for rendering and recommended mixed for external renderings in relation to background materials
- 86 - BS 211 , Internal plastering
- 87 - BS 5492 , Code of practice for internal plastering
- 88 - BRE Digest 160 , Mortars for bricklaying , Building Research Establishment
- 89 - BRE Digest 49/64 , choosing specifications for plastering
- 90 - BRE Digest 36 and 37 , jointing with mastics and gaskets
- 91 - BRE Digest 8/70 , Built - up bitumen felt for flat roof
- 92 - BRE Digest 33/63 , sheet and tile flooring made from thermoplastic binders , April 1965
- 93 - DOE , HMSO , Painting new plaster and cement , Advisory leaflet 1
- 94 - DOE , HMSO , Internal plastering , Advisory leaflet 9
- 95 - DOE , HMSO , Gypsum plasters , Advisory leaflet 2
- 96 - DOE , HMSO , Plastering on building boards , Advisory leaflet 21
- 97 - DOE , HMSO , Rendering outside Walls , Advisory leaflet 27
- 98 - DOE , HMSO , Emulsion Paints , Advisory leaflet 37
- 99 - DOE , HMSO , Dampness in building , Advisory leaflet 47
- 100 - DOE , HMSO , Efflorescence and Stains on brickworks , Advisory leaflet 75
- 101 - Guide to Building failures , Diagnosis , Technical Study 3 , Architectures journal (AJ) 2.3.77
- 102 - Guide to Building failures , Flat roofs ; skirtings , Information sheet 7 , Aj , 20.4.77

- 103 - Guide to Building failures , pitched roofs , Information sheet 8 ,Aj , 8.6.77
- 104 - Guide to Building failures , corrosion , Technical Study 7, 21.6.78
- 105 - Guide to Building failures , loss of adhesion , Technical study 9 , 9.8.78
- 106 - Ghose D.N. , "Materials of construction " , McGraw - HILL publishing company , 1986
- 107 - Ghose D.N. , "Materials of construction " , McGraw - HILL publishing company , 1986
- 108 - Gliffin C.W. , "Manual of Built - up Roof systems" , Mc GRAW -HILL Book Company ,  
1982