farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

دانشگاه بهشتی
۴۲۴



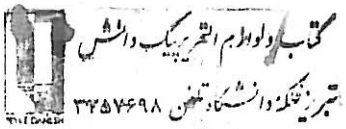
ویراست دوم

آسایش در پناه معماری همساز با اقلیم

دکتر محمود رازجویان

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معماری و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری



آسایش در پناه معماری همساز با اقلیم

ویراست دوم

فروشگاه ایرانیان
www.shop.farsicad.com

دکتر محمود رازجویان

۱۳۸۸

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری



NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

مرکز چاپ و انتشارات دانشگاه شهید بهشتی
۴۲۴

آسایش در پناه معماری همساز با اقلیم

(ویراست دوم)

دکتر محمود رازجویان
ویراستهٔ آذرمه سنجری
حروفچین و صفحه آرا: علیرضا رفیعی
طراح جلد : سپیده مسعودی نژاد
ناظر چاپ : صفر ممیزاد
ویرایش دوم : ۱۳۸۸
شمارگان : ۲۰۰۰
قیمت : ۵۰۰۰۰ ریال
ناشر : مرکز چاپ و انتشارات دانشگاه شهید بهشتی

کلیهٔ حقوق تا پنج سال برای دانشگاه شهید بهشتی محفوظ است .

رازجویان، محمود ،
آسایش در پناه معماری همساز با اقلیم. ـ ویرایش ۲. ـ تهران : دانشگاه شهید بهشتی، مرکز چاپ و انتشارات ،۱۳۸۸.
دوازده، ۲۱۲ ص.: مصور، جدول، نمودار. ـ (انتشارات دانشگاه شهید بهشتی؛ ۴۲۴).
عنوان ویرایش قبلی کتاب: آسایش به وسیله معماری همساز با اقلیم.
ISBN : ۹۶۴-۴۵۷-۱۶۶- ۵
واژه نامه.
کتابنامه.
نمایه.
۱. معماری ـ عوامل اقلیمی ۲. معماری ـ ایران ـ عوامل اقلیمی الف. دانشگاه شهید بهشتی. مرکز چاپ و انتشارات. ب. عنوان. ج. فروست.
م ۲ ر NA ۲۵۴۱
۱۳۸۸ آ۱۷۷ر ۷۱۱/۴۲
کتابخانهٔ مرکزی و مرکز اسناد دانشگاه شهید بهشتی

کد ناشر ۱۰۰۱۷۳٤

www.sbu.ac.ir
NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

فهرست

پیشگفتار ویراست دوم / نه

مقدمه / ۱

فرصتی مناسب برای تجدیدنظر در طراحی معماری / ٤

فصل ۱: آسایش گرمایی ۹

۱.۱. احساس سرما و گرما / ۱۰

۲.۱. راه‌های تبادل گرمای بدن با محیط / ۱۱

۳.۱. عوامل محیطی مؤثر در تبادل گرمای بدن با محیط / ۱۳

۱.۳.۱. دمای هوا / ۱۳

۲.۳.۱. رطوبت هوا / ۱۵

۳.۳.۱. جریان هوا / ۲۰

٤.۱. کارآیی بدن در سنجش عوامل محیطی / ۲۱

۵.۱. نقش لباس در تبادل گرمای بدن با محیط / ۲۲

٦.۱. احساس آسایش گرمایی و شاخص‌های آن / ۲۳

۱.٦.۱. شاخص دمای مؤثر (ET) / ۲٤

۲.٦.۱. شاخص دمای مؤثر نوین ET / ۳۰

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

۳.٦.۱. شاخص زیست – اقلیمی / ۳۱
٤.٦.۱. شاخص زیست – اقلیمی ساختمانی / ٤۰
۵.٦.۱. شاخص ماهانی / ۵٤
٦.٦.۱. شاخص اوانز / ٦٤
۷.٦.۱. آسایش در خارج ساختمان (شاخص راحتی بافت) / ٦۹
۷.۱. جمع‌بندی و نتیجه‌گیری / ۷۵

فصل ۲: استفاده از شاخص‌های آسایش ۷۷

۱.۲. نگاهی اجمالی به وضع موجود / ۷۷
۲.۲. از چه زمان گرفتار مشکل شده‌ایم؟ / ۷۹
۳.۲. تحلیل وضعیت گرمایی یک مکان / ۸۳
۱.۳.۲. سنجش اطلاعات آب و هوایی یک مکان با یکی از شاخص‌های... / ۸٤
٤.۲. جمع‌بندی و نتیجه‌گیری / ۱۰۱

فصل ۳: سایه و آسایش گرمایی ۱۰۳

۱.۳. اصول طراحی پنجره و نورگیر / ۱۰٦
۱.۱.۳. دانستنی‌های پایه / ۱۰٦
۲.۱.۳. روش‌های طراحی / ۱۱۸

پیوست‌ها ۱۷۱

پیوست ۱ / ۱۷۳
پ.۱.۱. جدول ماهانی / ۱۷۳
پ.۲.۱. نمودار آسایش اوانز / ۱۷٦
پیوست ۲: تعیین وقت طلوع و غروب با استفاده از نمودار / ۱۷۸
پیوست ۳: جدول ارتفاع و سمت خورشید در عرض‌های شمالی / ۱۸۰
پیوست ٤: روش‌های ترسیم نمودار مسیر خورشید / ۱۸۲
پیوست ۵: نمودار مسیر خورشید برای ایران و نقالهٔ سایه‌یاب / ۱۸۲

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

پیوست ٦: عامل زمان در نمودار مسیر خورشید / ۱۸۹
پیوست ۷: کارآیی سایبان / ۱۹۳
پیوست ۸: نقشه‌های مسیر خورشید و نمودار سایه‌یاب تهیه شده با روش تصویرنگاری استوانه‌ای / ۱۹۵

واژه‌نامهٔ فارسی ـ انگلیسی ۱۹۹
واژه‌نامهٔ انگلیسی ـ فارسی ۲۰۱
کتابنامه ۲۰۳
نمایه ۲۰۵

فروشگاه معماری ایرانیان
www.shop.farsicad.com
هفت NAGHSH-NEGAR.IR مرجع معماری و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

پیشگفتار ویراست دوم

شاید برای خوانندهٔ کتاب این شبهه پیش آید که چرا کتابی که حدود دو دههٔ پیش چاپ شده است، در شرایطی که حتی کتاب‌های چاپ شده در سال‌های اخیر از نظر علمی به‌روز محسوب نمی‌شوند، باز با همان محتوای قبلی منتشر می‌شود. برای رفع این شبهه توجه به نکات زیر ضروری به نظر می‌رسد.

۱. شیوه‌های تبادل حرارتی بدن انسان با محیط اطراف یا عناصر اقلیمی و روش‌های اندازه‌گیری آن که در فصل اول بررسی شده است، اصول و مبانی علمی‌ای را بیان می‌کند که آگاهی از آنها برای همهٔ کسانی که با طراحی همساز با اقلیم سروکار دارند، به عنوان دانش پایه، ضروری است.

۲. شاخص‌های آسایش که در این کتاب معرفی شده‌اند، شاخص‌های اصلی و ضروری در استخراج اصول طراحی‌اند. در این کتاب نه تنها شاخص‌های مربوط و روش استفاده از آنها به طور دقیق توضیح داده شده است، بلکه نقاط قوت و محدودیت‌های هر شاخص و موارد استفاده از آن نیز به شیوه‌ای علمی و دقیق بیان شده و در واقع به صورت خودآموزی برای دانشجویان و طراحان قابل استفاده است.

۳. در فصل دوم کتاب روش ترسیم تقویم نیاز اقلیمی و موارد استفاده از آن معرفی می‌شود که هنوز معتبر و کارامد است و در هیچ یک از کتاب‌های اقلیمی با این دقت و جزئیات به آن پرداخته نشده است. این در حالی است که تقویم نیاز اقلیمی یکی از اصلی‌ترین معیارهای سنجش و تصمیم‌گیری در مورد نیازهای طراحی همساز با اقلیم است و آشنایی با آن، روش ترسیم، تحلیل و نتیجه‌گیری از آن یکی از پایه‌های ضروری دستیابی به اصول طراحی همساز با اقلیم است.

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معماری و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

۴. در فصل سوم کتاب که به معرفی ایدهٔ گنبد آسمان، نقاب سایه، روش ترسیم نقاب سایهٔ الگو و سایبان الگو می‌پردازد، با دقت نظر و حوصلهٔ تمام مفهوم و روش استفاده از این ایده، به صورت خودآموزی در اختیار خواننده قرار می‌گیرد. ایدهٔ گنبد آسمان و روش طراحی سایبان الگو یکی از ابزارهای بسیار مفید در مهار سایه و آفتاب در فضاهای باز و جداره‌های خارجی و بازشوهای ساختمان به شمار می‌آید و آگاهی از آن و درک مفاهیم آن به طراحان در ارائهٔ ایده‌های مناسب طراحی کمک شایانی خواهد کرد. تا کنون در هیچ یک از کتاب‌های معماری اقلیمی فارسی یا خارجی، این روش با چنین دقتی توضیح داده نشده است.

۵. در بخش پیوست کتاب مطالب مفیدی دربارهٔ روش‌های گوناگون ترسیم نمودارهای خورشید، هندسهٔ خورشید و ساعات حقیقی و رسمی آمده، که از مطالب پایه است و هرگز کهنه نمی‌شود. این دانش جزو اطلاعات عمومی مورد نیاز طراحان معماری همساز با اقلیم است.

۶. در این کتاب در مورد شاخص‌های کنترل احساس آسایش گرمایی پنج ترتیبی و سه ترتیبی نظیر PMV ، TSENS ، PPD و غیره که برای ارزیابی احساس آسایش مردم در تحقیقات میدانی به کار می‌رود صحبتی به میان نیامده است. نظر به اینکه کتاب وارد بحث تحقیقات میدانی نمی‌شود، معرفی نشدن این شاخص‌ها به ارزش علمی کتاب لطمه‌ای نمی‌زند.

۷. در زمینهٔ دانش آسایش گرمایی همواره دو شاخهٔ موازی: ۱) تحقیقات آزمایشگاهی به پیشگامی فنگر و ۲) تحقیقات میدانی به پیشگامی همفری به پیش رفته‌اند، که مبنای اولی بر تعیین شرایط علمی و آزمایشگاهی آسایش گرمایی و مبنای دومی بر تعیین احساس آسایش مردم در شرایط واقعی بوده است. در نگرش اول، به انسان، در مقام موجودی فیزیولوژیک در شرایط ثابت توجه می‌شود و آستانه‌های آسایش او در شرایط ایده‌آل و نسبتاً محدود تعریف می‌گردد. این در حالی است که در نگرش دوم انسان به عنوان موجودی هوشمند و با قابلیت تطابق با محیط در شرایط متغیر درنظرگرفته شده و آستانه‌های آسایش او بسیار گسترده‌تر از نگرش اول و در محدودهٔ قابل تحمل تعریف می‌شود. لازم به ذکر است که این دو شیوهٔ نگرش در مباحث تئوریک آسایش گرمایی مطرح است و به موارد کاربردی و عملی راهکارهای طراحی همساز با اقلیم وارد نمی‌شود. به همین دلیل، برخی از معماران پیشرو در زمینهٔ طراحی همساز با اقلیم، به منظور ایجاد ارتباط بین دانش نظری آسایش گرمایی و دانش عملی طراحی معماری، شاخص‌های آسایش گرمایی را به

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

صورت گرافیکی یا جدول تهیه کرده‌اند، که راهکارهای عملی طراحی اقلیمی را مستقیماً در اختیار معماران قرار می‌دهد. این شاخص‌ها که ابزار اصلی طراحی همساز با اقلیم به شمار می‌آیند، به صورت دقیق و کاربردی، ضمن معرفی نقاط قوت و محدودیت‌های هر یک از آنها در این کتاب معرفی شده‌اند. بنابراین، وارد نشدن به مباحث نظری آسایش گرمایی و احساس آسایش، به صحت علمی مطالب کتاب که بر اختصار و نیاز عاجل معماران برای طراحی همساز با اقلیم مبتنی است، لطمه‌ای نمی‌زند.

۸. هرچند سال‌هاست چاپ نخست این کتاب به فروش رفته و نایاب شده است، همواره برای دانشجویان و طراحان معماری همساز با اقلیم به عنوان مرجعی معتبر استفاده شده و بارها به صورت پلی‌کپی تکثیر شده است.

همهٔ این موارد بر ضرورت تجدید چاپ این کتاب تأکید دارد. خوانندهٔ محترم با مطالعهٔ عمیق کتاب و استفادهٔ عملی و کاربردی از آن به اهمیت در دسترس بودن آن برای همهٔ طراحان همساز با اقلیم پی خواهد برد. امید است با تجدید چاپ و در دسترس قرار گرفتن آن مشکل نایاب بودن و تکثیر آن به شکل پلی‌کپی برطرف شود و زمینهٔ استفادهٔ گسترده‌تر از آن برای همهٔ مخاطبان کتاب فراهم گردد.

در اینجا لازم است دربارهٔ ویراست دوم کتاب توضیحاتی ارائه شود. نخستین بار این کتاب در دوران جنگ تحمیلی ایران و عراق منتشر شد و در آن زمان چاپخانهٔ دانشگاه شهید بهشتی با محدودیت ها و مشکلات زیادی روبه‌رو بود. به همین دلیل، در چاپ نخست (۱۳۶۷)، اشکالات و کاستی‌هایی به چشم می‌خورد، از جمله اینکه متن کتاب ویراستاری و صفحه آرایی نشده و برخی از تصاویر با کیفیت نازل به چاپ رسیده است. این اشکالات با توجه به محدودیت های اجرایی و مالی آن زمان قابل چشم‌پوشی بود و هدف اصلی به چاپ رسیدن اطلاعات سودمند و رسیدن آن به دست مخاطبان بود. در ویراست دوم این کتاب سعی شده است که این اشکالات تا حد امکان برطرف شود و کتاب با کیفیتی که شایستهٔ جایگاه علمی آن است به چاپ برسد. تغییراتی که در ویراست دوم اعمال شده است بیشتر در زمینهٔ ویرایش زبانی و فنی متن و ارتقای کیفیت بصری تصاویر و صفحه‌آرایی است و محتوای متن تغییری نکرده است. به طور مثال، کیفیت برخی تصاویر بهتر شده یا با تصویر گویاتر تعویض شده است.

در اِعمال این تغییرات سعی شده است، امانت تصاویر چاپ نخست کتاب رعایت شود.

در اینجا لازم است قدردان همهٔ عزیزانی باشم که در آماده‌سازی ویراست دوم

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

این کتاب همکاری داشته‌اند:

سرکار خانم دکتر منصوره طاهباز و سرکار خانم مهندس شهربانو جلیلیان زحمت اصلاح و تکمیل تصاویر و کنترل حروفچینی مجدد و صفحه‌آرایی را برعهده داشتند؛

سرکار خانم آذرمه سنجری و سرکار خانم مهشید محدود زحمت ویرایش متن را بر عهده داشتند؛

سرکار خانم زهرا فرخی زحمت حروفچینی اولیه و ترسیم دوبارهٔ تصاویر را بر عهده گرفتند؛

سرکار خانم مهندس فائزه اعتماد شیخ‌الاسلام زحمت یافتن برخی تصاویر جایگزین را متحمل شدند و سرکار خانم مهندس سپیده مسعودی‌نژاد ترسیم دست آزاد برخی از عکس‌ها را به عهده داشتند.

جناب آقای علیرضا رفیعی زحمت صفحه‌آرایی، اعمال تصحیحات و حروفچینی کتاب را متقبل شدند؛

و آقای سرکار خانم مهندس سپیده مسعودی‌نژاد طراحی جلد را عهده‌دار شدند؛

از همهٔ این عزیزان صمیمانه سپاسگزارم.

در پایان از مسئولان محترم معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه، شورای پژوهشی دانشکدهٔ معماری و شهرسازی و مسئولان محترم مرکز چاپ و انتشارات دانشگاه سپاسگزارم.

محمود رازجویان
پاییز ۱۳۸۸

www.shop.farsicad.com

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معماری و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

مقدمه

نگاهی به معماری معاصر کشورمان نشان می‌دهد که بـه دلیـل پیـروی از فرهنـگ معماری غرب، دچار اشتباه مضاعف بوده‌ایم، زیرا نه فقط در نگرش معماری خطـای غربیان را مرتکب شده‌ایم، بلکه معماری نامعقول آنان را بـا کیفیتـی نـازل‌تـر اجـرا کرده‌ایم. به بیانی دیگر، مقدمات اشتباه اصلی ما هنگامی فراهم آمـد کـه دنبالـه‌رو جنبش معماری مدرن غرب شدیم، درحالی‌که دربارهٔ فلسفهٔ ایجاد و پیامـد توسـعهٔ آن تعمق کافی نکرده بودیم. امروزه، به‌رغم تأخیری طولانی در اعتراف به بیهودگی این جنبش، هنوز شنیدن حقایقی در مورد ماهیت آن از زبان خود غربیان خـالی از فایده و لطف نیست. برولین در فصل اول کتـاب انتقـادی خـود، *شکسـت معمـاری مدرن*، می‌نویسد:

> ارائه‌دهندگان معماری بین‌المللی مدرن می‌گویند که سـبک عـالم‌گیـر آن محصول منطقی برخوردی عقلانی با طراحی، مصالح و تکنیک‌هـای نـوین است. به تماشاگر حیرت‌زده گفته می‌شود که این فـرم‌هـای تـازهٔ تهـی از میراث، *کاربردی*، *اقتصادی*، یا *دیکته شده از سوی مصـالح و تکنیـک‌هـای نوین* است، اما این‌ها به سادگی منطـق‌تراشـی‌هـایی اسـت کـه بـه خـاطر سبک‌طلبی‌ها صورت می‌پذیرد.[1]

البته همواره سعی شده است که ایـن حقیقـت از نظـر مـردم مخفـی بماند. به همین منظور، معماری مدرن هرگز به عنوان سبک معرفی نشـده است، [بلکه] برای مدت‌ها جنبش [مبتنی بر] حقیقت‌ها تلقی شده اسـت، به‌طوری که قادر نیستیم آن را مجموعه‌ای از جمال‌پسندی‌های دلبخواهی منظم شده در نظر بگیریم.[2]

1. Brolin, C. Brent, *The Failure of Modern Architecture*, New York, Van-Nostrand Reinhold, 1976), p. 8.
2. ibid., p. 13.

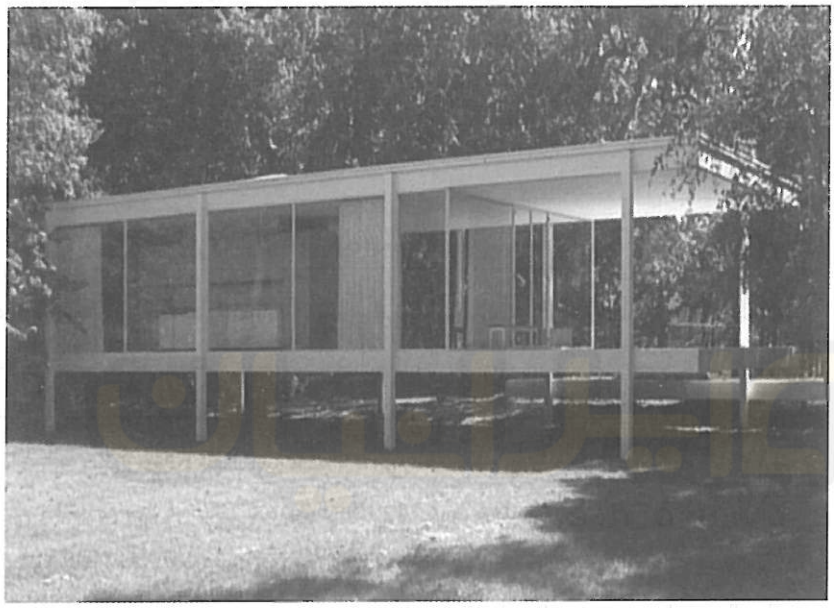
NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

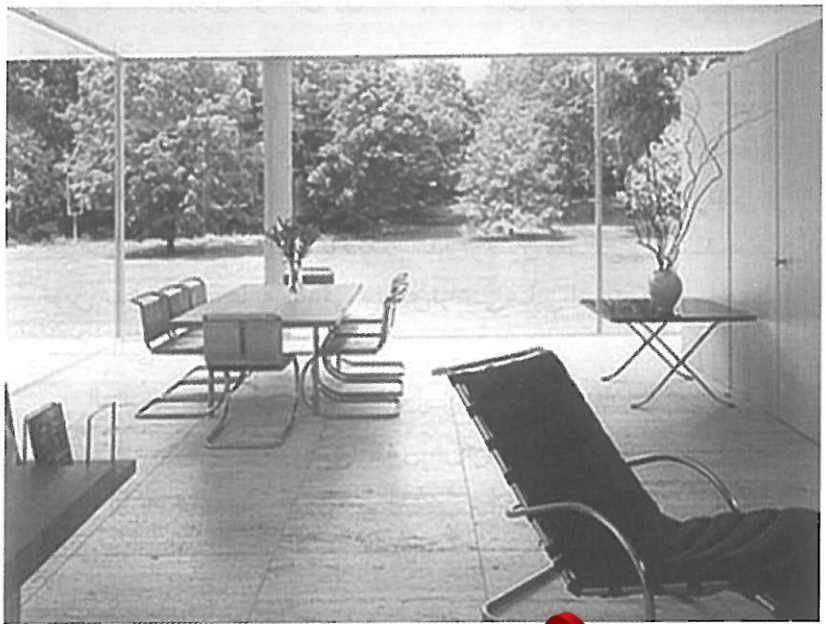
جالب‌تر این‌که هرگز به ذهن ما خطور نکرد که طرفداران معماری بین‌المللی مدرن از حقایقی سخن می‌گویند که از *سنت‌های پروتستانیسم و سرمایه‌داری قرن نوزده* نتیجه می‌شود[1] وگرنه نمی‌بایستی اجازه دهیم که حقایق نامرتبط با این مرز و بوم در نظر ما اعتباری پیدا کند، چه رسد به آن‌که خود شیفته و دلباختهٔ محصولات آن شویم.

برای روشن شدن مطلب بی‌مناسبت نیست که به نمونه‌های معماری یکی از قهرمانان باوهاس[2]، میس وندرروهه[3]، که از سردمداران این جنبش است، نظری بیفکنیم (تصویرهای ۱ و ۲).

الف



ب



تصویر ۱. خانه مک‌کورمیک، ایلی‌نویز، ۱۹۵۲.
الف) نمای جنوبی.
ب) گوشهٔ اتاق نشیمن.

1. ibid., p. 15.
2. Bauhaus
3. Mies van der Rohe

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری



تصویر ۲. آپارتمان مسکونی، ایلی‌نویز، ۱۹۶۰.

نظم و زیبایی هندسهٔ ناب این نمونه‌ها برای مدت مدیدی چنان ما را مجذوب خود کرده بود که هزینهٔ سرد و گرم کردن فضاهای داخل این ساختمان‌ها و ناهمخوانی این فضاها با رفتارهای روزمرهٔ انسان را فراموش کردیم، همانند معماران تکنیک‌زدهٔ غربی که مسائل مشابه از این دست را مطرح نشده به دست فراموشی می‌سپردند. شاهد این مطلب نوشتهٔ سیم وندررین[1]، در دیباچهٔ کتاب *صرفه‌جویی انرژی توسط طراحان ساختمان*[2] است. او ضمن تأکید بر صرفه‌جویی در مصرف انرژی می‌گوید:

> انرژی ارزان قیمت و وفور همه جایی مصالح صنعتی مدرن به طراحان اجازه داده است که ویژگی‌های مکان، کیفیت انحصاری آب و هوا و عادت [مردم] را ندیده بگیرند.

1. Sim Van der Ryn
2. Donald Waston, *Energy Conservation Through Building Design*, NewYork, McGraw-Hill, 1979.

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معماری و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

و حقا که ندیده هم گرفتند. ولی آیا از مسائل این‌گونه معماری‌ها در کشورهای جهان سومِ صاحب انرژی، جایی که عمدتاً زندگی اقتصادی انسان‌ها به همین منابع جبران‌ناپذیر وابسته است، باید به سادگی گذشت؟ البته که خیر.

پس جای تکرار این مطلب است که اگر از ابتدا به محتوای واقعی آنچه که طرفداران این جنبش ادعا می‌کنند و با واقعیتی که برولین از آن صحبت می‌کند توجه می‌کردیم، نمی‌بایستی اجازه می‌دادیم اندیشه‌های ناسازگار با طبع کشورهای شرقی، به پشتوانهٔ انرژی فسیلی مفت به چنگ آمده از همین کشورها، به سادگی جامهٔ عمل بپوشد و در مسیر مبارزه، حداقل می‌توانستیم معماری غربی را در این گوشهٔ دنیا تحریم کنیم. اما افسوس که در عمل چیز دیگری اتفاق افتاد.

واقعیت این است که نه تنها منابع ما در غرب برای تبلور این‌گونه نظریه‌های نامعقول مصرف شده است، بلکه ما خود به تولید ساختمان‌های *انرژی ضایع‌کن* پرداختیم.

اشتباه *مضاعف* ما از آنجا ناشی شده است که این نمونه‌های نامعقول معماری را با نقص فنی هم اجرا کرده‌ایم. در نتیجه نه فقط به شیوهٔ طراحی نامعقول، بلکه علاوه بر آن به دلیل عدم رعایت استانداردهای مهندسی در طرح و ساخت اجزای ساختمانی و اتصالات آنها، کمر به حیف و میل منابع زیرزمینی خود بستیم. برای اثبات این ادعا نیازی به تحقیقات گسترده نیست. کافی است در کوچه و بازار قدم بزنیم و به نحوهٔ غلط استقرار ساختمان‌ها در مجموعه‌های مسکونی، فرم و جهت غیرمنطقی ساختمان‌ها، مصالح نامناسب، ضخامت غیرمعقول دیوارها و سقف، و ابعاد ناصحیح درها و پنجره‌ها و... کنجکاوانه و واقع‌بینانه نظر اندازیم و به عاقبت این‌گونه معماری‌های بدخیم بیندیشیم.

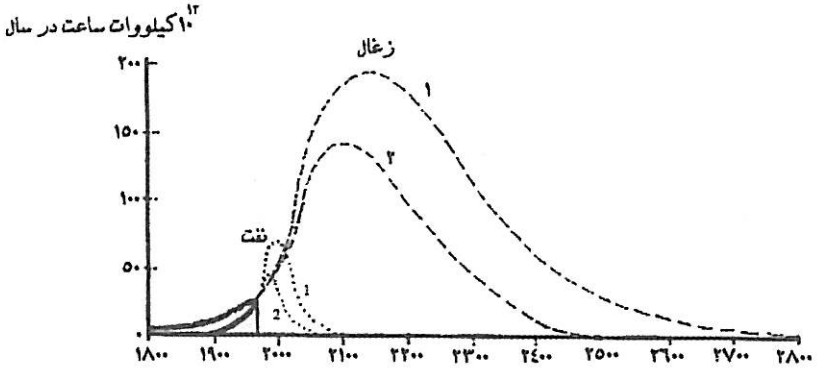
فرصتی مناسب برای تجدیدنظر در طراحی معماری

اکنون در این برههٔ حساس تاریخی که سعادت قطع الفت با ارزش‌های کشورهای استعماری در همهٔ کارها از جمله معماری را پیدا کرده‌ایم، لازم است به خود آییم و معماری را از نو با نگرشی آغاز کنیم تا خود را از نحوست اشتباه‌های گذشته در امان بداریم وگرنه، در صورت ادامهٔ روال موجود، علاوه بر بروز مشکلات فراوان در زندگی روزمرهٔ مردم، از عمر رو به زوال منابع انرژی فسیلی خود با سرعتی فزاینده خواهیم کاست و فاجعه به بار خواهد آمد (تصویر ۳).

در واقع، اندیشهٔ قطع الفت با ارزش‌های کشورهای استعماری می‌بایست از همان روزهای آغاز کار دانشکده‌های معماری کشورمان، به ذهن‌مان خطور می‌کرد؛ ولی افسوس که با نفس مسموم جنبش مدرن معماری سنگ شده بودیم و به مدارک مدون معماری نگاهی عمیق نینداختیم و اگر چنین می‌کردیم، شاید الگوی کار خود را به گونه‌ای بهتر برمی‌گزیدیم. به طور مثال، در کتاب معروف ده دفتر در

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

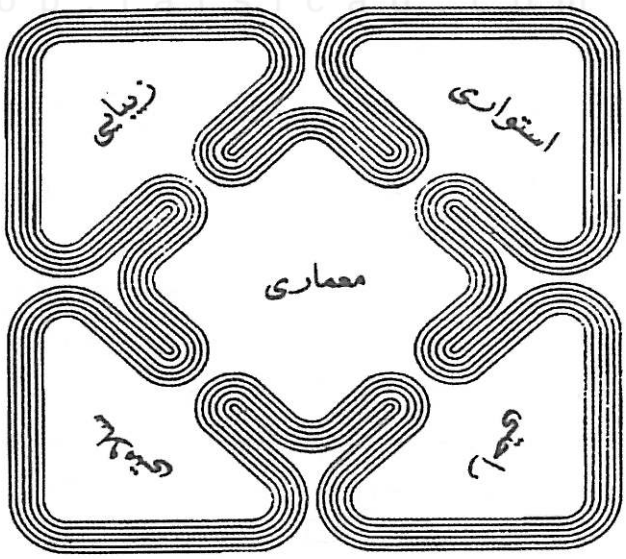
farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری



تصویر ۳. پیش‌بینی تولید زغال و نفت در سال‌های آینده
۱. حداکثر ظرفیت مخزن
۲. حداقل ظرفیت مخزن
واحدها، یک تن زغال = ۸۰۰۰ کیلووات ساعت
یک بشکه نفت = ۱۸۷۰ کیلووات ساعت

منبع: S.V. Szokolag, *Solar Energy and Building*, London, The Architectural Press, 1975, p. 2.

معماری[1] در مورد اصول معماری در قرن اول میلادی مطالبی به این مضمون آمده است که معماری باید در سه زمینهٔ *استواری*، *راحتی و زیبایی* نیاز انسان را برآورده سازد. این شعار کهن هنوز هم به قوت خود باقی است و شاید امروزه باید نکته‌ای دربارهٔ حفظ بهداشت و سلامت محیط به آن افزود تا به یک رهنمود جامع معماری دست یافت (تصویر ۴).



تصویر ٤. خواسته‌های معماری با الهام از یک شعار باستانی
استواری: با توجه به اصول علمی و تکنیکی برای ساخت و نگهداری محیط مصنوع در اقلیم‌های مختلف.
زیبایی: شامل زیبایی‌های فیزیکی و رمزی با توجه به ارزش‌های فرهنگی.
راحتی: از لحاظ سردی و گرمی محیط، سهولت استفاده از فضاهای داخلی و خارجی با توجه به رفتارهای غالب انسان.
سلامتی: شامل بهداشت محیط داخل و خارج ساختمان با توجه به اصول اکولوژی.

اکنون، این سئوال به ذهن متبادر می‌شود که مگر معماران مدرن غربی به گمان خود رعایت این نکات را نکرده‌اند. پاسخ ممکن است مثبت باشد. پس چرا محصول معماری مدرن پذیرفته نیست؟

1. Vitruvius, *The Ten Books on Architecture*, New York, Dover, 1960.

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

پاسخ به این سئوال هم مشکل نیست. با اندکی تعمق می‌توان دریافت که رمز معماری صحیح و قابل قبول در تعریف صحیح از زیبایی، استواری، راحتی و ارتباط معقول و متعادل بین آنها نهفته است. این تعریف و تبیین ارتباط متعادل از دید جهان سومی‌ها بسیار مهم و ضروری است. با این حال، تذکر این نکته لازم است که تعریف ما از زیبایی، استواری، راحتی و رابطهٔ بین آنها باید به گونه‌ای باشد که:

۱. موجبات وابستگی یا ابقا و تحکیم آن را فراهم نسازد. در این مورد استانداردهای زیبایی، راحتی و حتی استواری همهٔ اجزای ساختمانی خود را نباید به‌گونه‌ای انتخاب کنیم که در نهایت از لولای در و کاشی حمام تا مولدهای سرمایی و گرمایی و غیره را به روال گذشته از خارج وارد کنیم.

۲. همسنگی خواسته‌های خود از زیبایی، استواری، راحتی و پیوستگی همزمان این خواسته‌ها در تمام مراحل معماری، از طرح مقدماتی تا مرحلهٔ اجرا رعایت شود. بدیهی است که اهمیت هر یک از خواسته‌ها بستگی به مورد دارد، لیکن هیچ‌گاه نباید از توجه به یک خواستهٔ معین، به دلیل اهمیت سایر خواسته‌ها، غافل شد.

۳. منابع انرژی فسیلی این مرز و بوم ضایع نشود. به همین منظور، باید برای بهره‌برداری از انرژی‌های غیرفسیلی لایزال موجود در آفتاب، باد و... و استفاده از خاصیت حرارتی / فیزیکی[1] مصالح و اجزای ساختمانی برای سرد و گرم کردن فضاهای زندگی، مقدمات لازم فراهم آید. خوشبختانه در این موارد معماری سنتی ما حاوی سرمشق‌های گرانبهایی است که باید بازشناسی و به کار گرفته شوند.

بدیهی است در نظرگرفتن خواسته‌های زیبایی، راحتی، استواری و سلامتی، خود ابتدا نیاز به احاطه و اشراف بر همهٔ زمینه‌های فوق دارد. اگر ذخایر ذهنی خود را به این منظور محک بزنیم، درخواهیم یافت که ذهن اکثر ما در مورد *زیبایی و راحتی* نسبت به دو زمینهٔ دیگر خالی‌تر است و باید هر چه سریع‌تر، با اطلاعات ضروری پایه تقویت و بارور شود. به همین دلیل، بر همهٔ ما واجب است که در این مرحلهٔ حساس تاریخی، اطلاعات و اندوخته‌های تجربی و علمی خود را در اختیار یکدیگر قرار دهیم تا با به‌کارگیری و تنظیم و تصحیح آنها در عمل به مرحلهٔ مطلوب نزدیک شویم.

این شیوهٔ تفکر نگارنده را واداشته است، به‌رغم آگاهی از بضاعت اندک خود در زمینه‌های فوق، به تحریر کتاب *آسایش با معماری همساز با اقلیم* مبادرت کند و در چهارچوب این عنوان از طرفی به راحتی گرمایی و شاخص‌های آن و از طرف دیگر به اقلیم به مثابه اوضاع آب و هوایی ناشی از اثر همزمان مجموعه‌ای از پدیده‌های جوی بر یکدیگر و احساس آسایش توجه کند. به این ترتیب، جایی برای تعریف اقلیم، به گونه‌ای که معمولاً در کتاب‌های جغرافیا و کشاورزی ارائه می‌شود، نخواهد ماند؛ بلکه با توجه به رابطهٔ احساس راحتی و پدیده‌های جوی مؤثر در این احساس می‌توان وضعیت بسیاری از نقاط مسکون کشور و معماری

1. thermophysical

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

مناسب آنها را تشخیص داد و در این مسیر احتمالاً به گونه‌شناسی اقلیمی / معماری برای استفادهٔ دانشجویان معماری و طراحی محیط زیست دست یافت.

با توجه به مطالب بالا و جنبهٔ کاربردی این کتاب‌ها، مطالب لازم به شرح زیر ارائه خواهد شد. در فصل اول کلیاتی دربارهٔ احساس سردی، گرمی، راحتی و شاخص‌های سنجش راحتی خواهد آمد. این بخش حاوی مجموعهٔ نمودارها و جدول‌هایی خواهد بود که به کمک آنها می‌توان وضعیت گرمایی یک مکان را ارزیابی کرد و عوامل جوی نامساعد و راه‌های اساسی مقابله با آنها را تشخیص داد.

در فصل دوم، به منظور تکمیل فصل اول، نحوهٔ استفاده از یک الگوی ارزیابی وضعیت اقلیمی عمیق‌تر بررسی می‌شود و ضمن ارائهٔ مثال عددی به برخی از ظرافت‌های فنی و حرفه‌ای اشاره خواهد شد.

در فصل سوم، مباحث پایه در مورد تأثیر آفتاب بر احساس آسایش و نحوهٔ تنظیم آن از طریق بخش شفاف جدار ساختمان (پنجره‌ها، نورگیرها، و دهانه‌های باز و...) مطرح خواهد شد.

بالاخره در کتاب *آسایش در پناه باد* دربارهٔ تأخیر جریان هوا بر احساس آسایش و نحوهٔ کنترل آن با اجزای ساختمانی و گیاهی محیط و نیز تنظیم جریان هوای داخل ساختمان با پنجره، بحث شده است.

شایان ذکر است که بخش عمدهٔ این کتاب و آن کتاب به تنظیم وضعیت گرمایی درون ساختمان از طریق قسمت‌های شفاف و باز جدار خارجی آن (پنجره، نورگیر و...) اختصاص خواهد داشت، حال آنکه بخش‌های کدر جدار ساختمان (دیوار، سقف، و...) نیز در تنظیم شرایط گرمایی داخل ساختمان نقش مؤثری بازی می‌کنند که باید به دقت بررسی شود. ولی قبل از آن آگاهی از خواص گرمایی / فیزیکی مصالح، اجزای ساختمانی و تئوری‌های انتقال حرارت برای درک مباحث مرتبط با بخش کدر جدار ساختمان ضروری است.

از آنجا که مباحث مورد نظر تا حدی تخصصی، مفصل و پیچیده‌اند، به منظور پرهیز از تراکم اطلاعات لازم و در عین حال کسل کننده، تصمیم گرفته شد که مباحث مربوط به بخش کدر جدار خارجی ساختمان در کتاب دیگری تنظیم و ارائه شود. امید است که به‌این ترتیب بتوان با ارائهٔ مبانی نظری کاربردی برای ایجاد محیط مصنوع به کمک انرژی‌های لایزال طبیعی گام‌های نخست را برداشت.

در اینجا وظیفهٔ خود می‌دانم از کلیهٔ سروران عزیزم که در مراحل ویرایش و آماده‌سازی این کتاب نقش مؤثر داشته‌اند سپاسگزاری نمایم.

سلامت و سعادت این دوستان و سایر دوستانی را که همواره مشوق اینجانب بوده‌اند و از ذکر نامشان به دلیل پرهیز از اطالهٔ کلام خودداری شده است آرزومندم.

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

فروشگاه معماری ایرانیان
www.shop.farsicad.com

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

فصل ۱

آسایش گرمایی

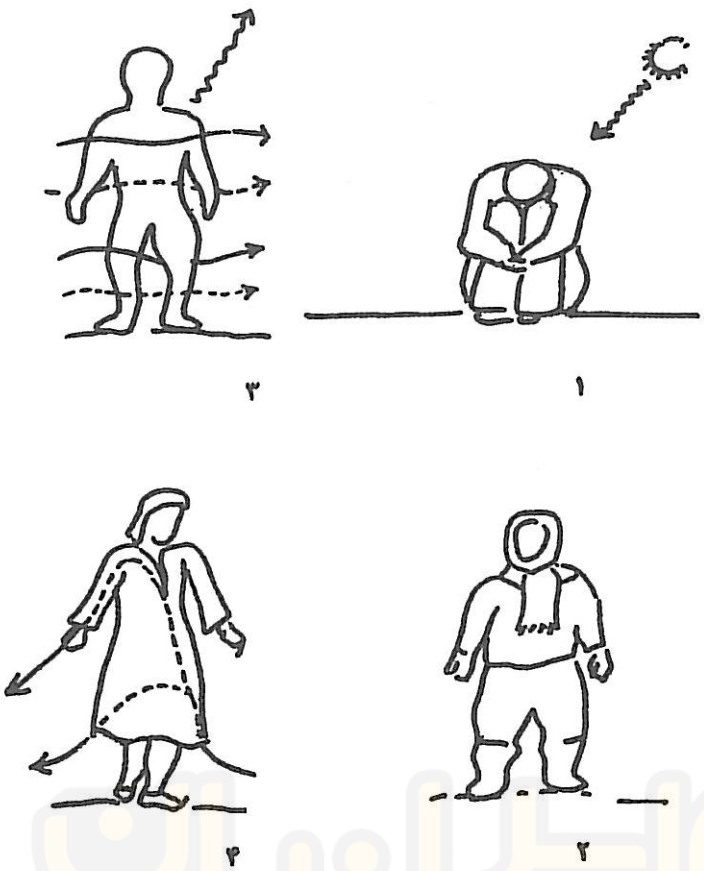
انسان برای آسایش گرمایی خود به روش‌های گوناگون با محیط مقابله می‌کند. به‌طور مثال، هر کس می‌داند در دماهای مختلف چگونه لباس بپوشد، قامت خود را در چه وضعیتی قرار دهد، برنامهٔ کار و استراحت و حتی غذای خود را چگونه انتخاب کند تا تبادل حرارت بین بدن او و محیط اطرافش تنظیم شود (تصویر ۱.۱).

انسان به تجربه آموخته است که به کمک معماری، فضای اطراف خود را در شرایط گرمایی مناسب ثابت نگه دارد؛ هر چند در این زمینه همیشه موفق نبوده است و سرپناه او گاه خود موجب ناراحتی گرمایی می‌شود. احتمال وقوع این وضعیت هم روز به روز بیشتر خواهد شد، زیرا نیاز فزایندهٔ جامعه به مسکن باعث شده است که در اقلیم‌های مختلف، معماران ناآشنا به آن اقلیم‌ها و با مصالح غریبه با بوم، با سرعتی سرسام‌آور ساختمان‌سازی کنند.

بدیهی است برای مقابله با عدم آسایش حرارتی باید، همزمان با سایر برنامه‌ها، دانشجویان معماری را با مقولات و مبانی نظری پایه در کلیهٔ زمینه‌های مربوط به مشکل، از جمله پدیدهٔ آسایش، رابطهٔ محیط مصنوع با آسایش و سایر مقولات پیوسته و وابسته به این موضوع آشنا ساخت تا شاید از این طریق کمبود تجربهٔ زندگی در اقلیم‌های مختلف تا حدودی جبران شود.

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری



تصویر ۱.۱. تنظیم اتلاف حرارت بدن از طریق شکل قامت و لباس
۱ و ۲. جلوگیری از اتلاف حرارت
۳ و ٤. تسهیل اتلاف حرارت

۱.۱. احساس سرما و گرما

فعالیت متابولیسمی، یعنی فرایند شیمیایی تبدیل غذا به کار مکانیکی و حرارت، گرمایی بیش از نیاز بدن انسان تولید می‌کند[1] که با روشی منظم از طریق خون به سطح خارجی بدن هدایت و از بدن خارج می‌شود. به این ترتیب که اگر دمای پوست بدن کمتر از میزان طبیعی باشد، رگ‌های زیرجلدی منقبض می‌شوند و در نتیجه جریان خون به زیر پوست کند و از سرعت اتلاف حرارت کاسته می‌شود. در صورتی که دمای پوست بدن بیش از حد طبیعی باشد، رگ‌های زیرجلدی منبسط می‌شوند، سیر حرکت خون به زیر پوست تند می‌شود و سرعت اتلاف حرارت بدن افزایش می‌یابد. اگر پوست بدن بیش از اندازه سرد شود، انسان *لرز* می‌کند تا با این عمل به گرمای بدن اضافه شود. برعکس، هر گاه پوست بدن بیش از اندازه گرم شود، انسان عرق می‌کند تا از تبخیر آن دمای بدن کاهش یابد. بنابراین، سیستم تنظیم گرمای بدن انسان پیچیده است، اما باید شرایط گرمایی محیط اطراف بدن به گونه‌ای تنظیم شود که تعادل گرمایی انسان به راحتی فراهم آید.[2] کلید تعادل در تنظیم سرعت تولید و اتلاف حرارت است. اگر سرعت اتلاف حرارت کندتر از سرعت تولید آن شود، انسان احساس گرما و در صورتی که تندتر شود، احساس سرما می‌کند.

1. Ernest J. McCormick & Mark s. Sanders, *Human Factors in Engineerig & Design*, New Delhi, Tata McGraw – Hill, 1982, p.178.
2. I.D. Griffiths, "The Thermal Environment," In David Camter, Ed., *Environmental Interaction*, Great Britain, Survey University Press, 1975, pp. 22-23.

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

جدول ۱.۱. گرمای حاصل از فعالیت‌های گوناگون.

	فعالیت	کیلوکالری بر ساعت مترمربع		فعالیت	کیلوکالری بر ساعت‌مترمربع
استراحت	خوابیدن	۳۵	کارهای خانه	نظافت خانه	۱۷۰-۱۰۰
	دراز کشیدن	٤۰		آشپزی	۱۰۰-۸۰
	بی‌حرکت نشستن	۵۰		ظرف شستن (ایستاده)	۸۰
	بی‌حرکت ایستادن	٦۰		شستن و اتوکردن با دست	۱۸۰-۱۰۰
قدم زدن	با سرعت ۳ کیلومتر در ساعت	۱۰۰		ریش زدن، استحمام، لباس پوشیدن	۸۵
	با سرعت حدود ٦ کیلومتر در ساعت	۱٦۰		خرید کردن	۸۰
	با سرعت ۸ کیلومتر در ساعت	۲۹۰	مشاغل	اره کردن با ماشین	۹۰
قدم زدن	۱/٦ کیلومتر در ساعت در شیب ۵٪	۱۲۰		اره کردن با دست	۲۴۰-۲۰۰
	۳ کیلومتر در ساعت در شیب ۵٪	۱۵۰		کنده کاری	۳۲۰-۲۸۰
	٦ کیلومتر در ساعت در شیب ۵ ٪	۳۰۵		نقشه کشی	٦۰
	۱/٦ کیلومتر در ساعت در شیب ۱۵٪	۱٤۵		کارهای متفرقه از جمله بایگانی	٦۰-۵۰
	۳ کیلومتر در ساعت در شیب ۱۵٪	۲۳۰		تایپ با ماشین برقی	٤۵
	٦ کیلومتر در ساعت در شیب ۱۵٪	۳۵۰		تایپ با ماشین دستی	۵۵

منبع: Fanger, 1970.

میزان گرمای تولید شده بستگی به فعالیت انسان دارد. جدول ۱.۱ گرمای حاصل از برخی فعالیت‌های روزمره را برحسب کیلوکالری بر ساعت متر مربع از سطح بدن، نشان می‌دهد.

۲.۱. راه‌های تبادل گرمای بدن با محیط

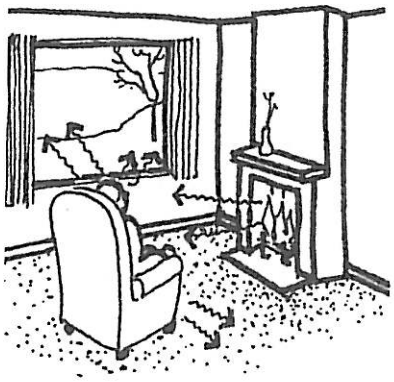
حرارت بدن با محیط اطراف از چهار طریقِ تابش، همرفت، تبخیر و هدایت مبادله می‌شود. اگر بدن انسان در مجاورت جسمِ سردتر از خود واقع شود، بخشی از گرمای آن به صورت امواج الکترومغناطیسی[1] ساطع و جذب جسم مزبور می‌شود. برعکس، اگر انسان در مقابل جسم گرم‌تر از بدن خود قرار گیرد، قسمتی از گرمای جسم را به صورت همان امواج دریافت خواهد کرد. این‌گونه تبادل حرارت را تبادل تابشی می‌نامند (تصویر ۲.۱).

در هوای سردتر از دمای بدن، گرمای بدن به هوای مجاور منتقل و هوای گرم

1. infra-red electromagnetic

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

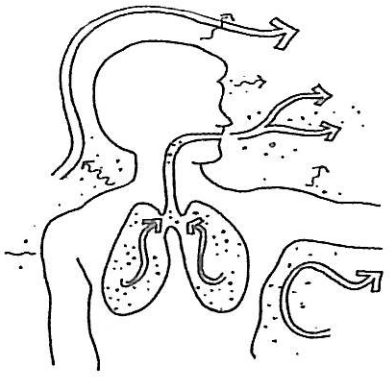
farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری



تصویر ۲.۱. تبادل تابشی
گرمای تابشی به شکل امواج الکترومغناطیسی از جسم گرم‌تر به جسم سردتر می‌رسد.



تصویر ۳.۱. تبادل همرفتی
گرما از طریق حرکت هوا انتقال می‌یابد.

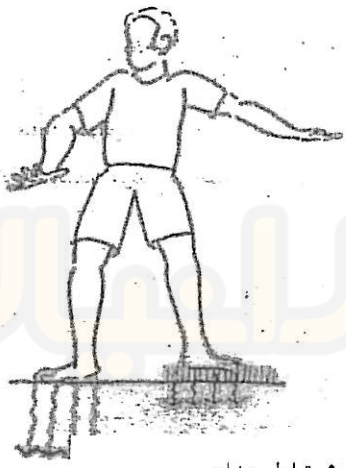


تصویر ٤.۱. تبادل تبخیری

نیز از اطراف بدن دور می‌شود و جای خود را به هوای سردتر می‌دهد و به این ترتیب، گرمای بدن پیوسته به هوای مجاور منتقل می‌شود. این‌گونه تبادل حرارت را تبادل همرفتی یا کنوکسیون گویند (تصویر ۳.۱).

اگر دمای هوای اطراف انسان معادل دمای بدن یا بیش از آن باشد، رفع گرما از راه همرفت مشکل خواهد شد. در این صورت، اضافهٔ گرمای بدن انسان از راه تنفس یا تبخیر عرق دفع می‌شود. از این رو به این نوع تبادل حرارت، تبادل تبخیری گفته می‌شود (تصویر ۴.۱).

اگر قسمت‌هایی از بدن از جمله کف پا، دست‌ها یا سایر بخش‌های برهنهٔ آن در تماس با سطح سرد جامدی چون کف زمین یا مایعات خنک از قبیل آب قرار گیرد، گرمای خود را به زمین یا آب منتقل می‌کند. این حالت را تبادل هدایتی گویند (تصویر ۵.۱).



تصویر ۵.۱. تبادل هدایتی

بدیهی است میزان تبادل حرارت به صورت‌های فوق معمولاً یکسان نیست. تجربه نشان داده است میزان تبادل هدایتی بسیار کم و تبادل از سه طریق دیگر بستگی به وضعیت محیط دارد. به طور مثال، اگر بر سرعت جریان هوای محیط افزوده و از دمای آن کاسته شود، میزان اتلاف حرارت از راه همرفت افزایش می‌یابد. اما با بالا رفتن دمای محیط، از میزان تبادل همرفتی کاسته و به تبادل تبخیری اضافه خواهد شد. با توجه به مطالب بالا شده می‌توان دریافت:

الف) در مقابل بعضی از راه‌های تبادل حرارت، برخی عوامل محیطی و در مقابل سایر راه‌های تبادل، برخی دیگر از عوامل محیطی مؤثر واقع می‌شوند. به طور مثال، در تبادل همرفتی دما و سرعت جریان هوا، در تبادل تابشی دمای تابشی متوسط محیط[1] و در تبادل تبخیری مقدار رطوبت هوا مؤثر است.

ب) با در دست داشتن اطلاعات لازم از عوامل محیطی در یک لحظهٔ معین، می‌توان به تبادل حرارتی بدن انسان با محیط پی‌برد. به همین دلیل، مطالعهٔ عمیق‌تر در مورد عوامل محیطی ضروری به نظر می‌رسد.

1. mean radiant temperature

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

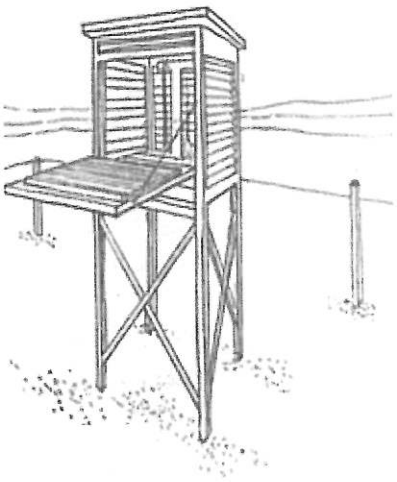
farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

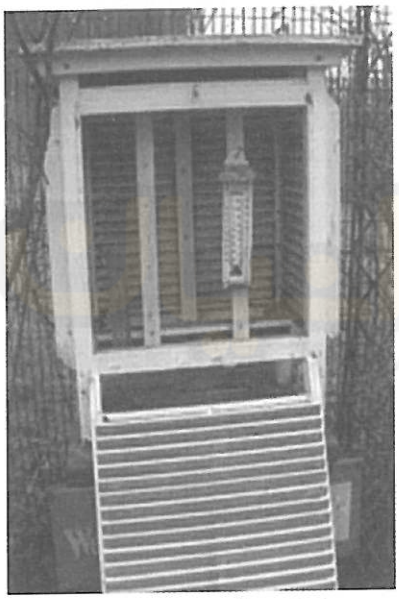
۳.۱. عوامل محیطی مؤثر در تبادل گرمای بدن با محیط

تجربه نشان داده است که چهار عامل محیطی در تبادل گرمای بدن با محیط نقش اساسی و تعیین‌کننده دارند که عبارت‌اند از دمای هوا، رطوبت هوا، دمای تابشی متوسط محیط و جریان هوا.

۱.۳.۱. دمای هوا

دمای هوا درجهٔ سردی و گرمی هوا را نشان می‌دهد و با دماسنج معمولی اندازه‌گیری می‌شود، مشروط بر آنکه دماسنج از تابش آفتاب، حرارت زمین و رطوبت محفوظ باشد. به همین دلیل، دماسنج‌های هواشناسی در دستگاه استیونسن[1] نصب می‌شوند که جعبه‌ای است کرکره‌ای و سفید رنگ با پایه‌هایی به بلندی ۱/۲۵ متر (تصویر ۶.۱) (برای اطلاعات بیشتر در مورد انواع دماسنج‌ها، رک: منجمی). دماسنج معمولی را اصطلاحاً دماسنج خشک و دمای اندازه‌گیری شده توسط آن را دمای خشک هوا می‌گویند.





تصویر ۶.۱. دستگاه استیونسن و دماسنج درون آن

از آنجا که دمای هوای محیط یکی از عوامل مؤثر در احساس آسایش گرمایی است، معمار باید با تغییرات دمای هوای مکان مورد مطالعهٔ خود آشنا شود. به این منظور، می‌توان از منابع اطلاعاتی موثق استفاده کرد که یکی از مهم‌ترین آنها آمار سازمان هواشناسی است. سازمان هواشناسی به منظور سهولت دسترسی به آمار آب و هوایی جمع‌آوری شده در ایستگاه‌های مختلف، ضمن انتشار اطلاعات موجود به اشکال مختلف از جمله سالنامه، دمای هوا را در قالب *مدل دمای روزانه*، *مدل حداکثر و حداقل* و *میانگین نوسانات دما* ارائه می‌دهد. برای استفادهٔ بهتر از این اطلاعات، آشنایی با برخی از اصطلاحات مربوط به دما ضروری است.

۱.۱.۳.۱. میانگین دمای روزانه[2]

این اصطلاح، که در سالنامهٔ هواشناسی با عنوان *میانگین درجه حرارت* می‌آید، عبارت است از میانگین دماهای ثبت شده به صورت شبانه‌روزی برای هر ماه. باید توجه داشت که برداشت دمای هوا در بسیاری از ایستگاه‌های هواشناسی به طور پیوسته و مستمر صورت نمی‌گیرد و در برخی از ایستگاه‌ها فقط روزانه دو یا سه نوبت دمای هوا یادداشت می‌شود. در این حالت، میانگین واقعی دمای روزانه با میانگین ثبت شده اندکی تفاوت خواهد داشت.

۲.۱.۳.۱. متوسط حداکثر روزانه[3]

این اصطلاح، که در سالنامهٔ هواشناسی با عنوان *متوسط حداکثر* می‌آید، عبارت است از میانگین دمای بیشینهٔ همهٔ روزهای یک ماه. میانگین حداکثر نشان‌دهندهٔ گرم‌ترین اوقات روز، یعنی حدود ساعت سیزده یا چهارده، است.

1. Stevenson screen
2. mean daily temperature
3. mean (average) daily maximum

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

۳.۱.۳.۱. متوسط حداقل روزانه[1]

این اصطلاح، که در سالنامهٔ هواشناسی با عنوان *متوسط حداقل* می‌آید، عبارت است از میانگین دمای کمینهٔ همهٔ روزهای یک ماه. میانگین حداقل نمایندهٔ دمای سردترین لحظهٔ شبانه‌روز، یعنی اندکی پیش از طلوع، است.

۴.۱.۳.۱. میانگین تغییرات روزانه[2]

به تفاوت میانگین حداکثر و حداقل دما، میانگین تغییرات روزانه گفته می‌شود که دامنهٔ تغییرات دمای روزانه را نشان می‌دهد.

۵.۱.۳.۱. حداکثر مطلق[3]

به دمای گرم‌ترین لحظهٔ یک ماه، حداکثر مطلق اطلاق می‌شود.

۶.۱.۳.۱. حداقل مطلق[4]

به دمای سردترین لحظهٔ یک ماه حداقل مطلق اطلاق می‌شود که آن را *دمای طراحی* نیز می‌نامند.

با تأکید بر اهمیت و فایدهٔ اطلاعات موجود در ادارهٔ هواشناسی، یادآور می‌شود که در حال حاضر دسترسی به اطلاعات مربوط به تغییرات لحظه به لحظهٔ دمای هوا برای همهٔ ایستگاه‌های هواشناسی مقدور نیست و از این‌رو، از اطلاعات سالنامهٔ هواشناسی برای برنامه‌ریزی‌های دقیق باید با اندکی احتیاط استفاده کرد. امید است یادآوری تفاوت ماهیت واقعی دما و اطلاعات ارائه شده در قالب‌های بالا بتواند در رفع مشکل مؤثر افتد.

الف) میانگین درجهٔ حرارت، که در سالنامهٔ هواشناسی از رابطهٔ $\frac{\text{حداقل}+\text{حداکثر}}{۲}$ به دست می‌آید، تصویر گویایی از میانگین دمای روزانه نیست، زیرا منحنی تغییرات هوا در فصل‌های مختلف، به‌خصوص بهار و پاییز، منحنی *نرمال* یا هنجار نیست (برای آشنایی با منحنی هنجار به کتاب‌های آمار رجوع شود)[5]. برای رفع این اشکال باید دمای مکان مورد مطالعه را حداقل هر سه ساعت یک بار در اختیار داشت یا از نمودارهای محاسب تغییرات دما، که در فصل دوم آمده است، استفاده کرد.

ب) میانگین تغییرات روزانه به طور کلی فقط شصت الی هفتاد درصد دمای ثبت شده را در برمی‌گیرد، مشروط بر آنکه به طور مرتب ثبت شود.

ج) در بهار و پاییز منحنی تغییرات دما هنجار نیست، در این حالت ۲۵ درصد دمای ثبت شده (اگر به طور مستمر ثبت شود) زیر میانگین حداقل و پانزده درصد آن بالای حداکثر است.

د) در زمستان و تابستان منحنی تغییرات دمای هوا به منحنی هنجار

1. mean (average) daily minimum
2. mean daily range
3. absolute maximum
4. absolute minimum
5. Martin Evans, *Hosuing, Climate & Comfort*, London, Architectural Press, 1980, p.6.

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

نزدیک‌تر می‌شود. در این حالت، دوازده تا هجده درصد دمای ثبت شده خارج از دامنهٔ میانگین تغییرات روزانه واقع می‌شود.[1]

۲.۳.۱. رطوبت هوا

رطوبت هوا یکی از عوامل مؤثر در شرایط آسایش گرمایی است که به صورت‌های گوناگون: نسبت مخلوط، نم ویژه، نم مطلق، دمای تر، رطوبت نسبی و فشار بخار آب اندازه‌گیری می‌شود (برای اطلاعات بیشتر ر.ک: قائمی). از آنجا که دمای تر و رطوبت نسبی در محاسبات تنظیم وضعیت گرمایی محیط مصنوع مورد استفادهٔ بسیار دارند، توضیح اجمالی دربارهٔ آنها ضروری به نظر می‌رسد.

۱.۲.۳.۱. دمای تر[2]

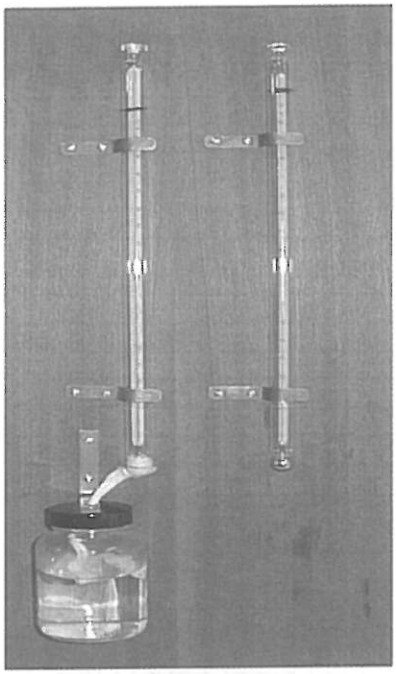
دمای تر معرف دمای هوایی است که در اثر تبخیر، آب موجود در آن به حداقل ممکن تنزل کرده است. دمای تر با دماسنج مرطوب اندازه‌گیری می‌شود. دماسنج مرطوب، دماسنجی است که مخزن جیوهٔ آن با پارچهٔ نمدی[3] مرطوب پوشیده شده و در معرض جریان هوا قرار گرفته باشد (تصویر ۷.۱). در این حالت، جیوهٔ دماسنج از برودت حاصل از تبخیر رطوبت پارچه متأثر می‌شود؛ نظیر همان برودتی که انسان زیر دوش یا به محض خارج شدن از استخر احساس می‌کند. بدیهی است هر چه رطوبت هوا کمتر باشد، سرعت تبخیر بیشتر می‌شود و جیوهٔ دماسنج مرطوب پایین‌تر از دماسنج معمولی واقع در همان مکان می‌ایستد. در شرایطی که هوا از رطوبت اشباع شده باشد، تفاوت دو دماسنج از بین خواهد رفت.

در عمل، از مقایسهٔ دمای تر و دمای معمولی هوا (دمای خشک) می‌توان به قدرت برودت‌زایی هوا از راه تبخیر پی‌برد، زیرا دمای ترِ یک مکان نشان‌دهندهٔ حداقل دمایی است که از راه برودت تبخیری حاصل می‌شود. اطلاعات مربوط به دمای ترِ بسیاری از مناطق مسکونی کشور در سوابق ادارهٔ هواشناسی موجود است.

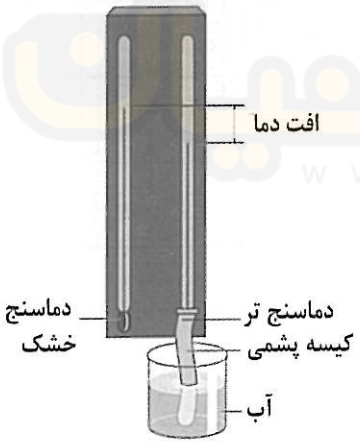
۲.۲.۳.۱. رطوبت نسبی[4]

رطوبت نسبی معرف مقدار آب موجود در جو به مقدار آبی است که جو در همان شرایط در خود می‌پذیرد تا به حد اشباع برسد، این نسبت به درصد بیان می‌شود. پس اگر رطوبت نسبی مکانی سی درصد باشد، یعنی تحت شرایط آن مکان فقط سی قسمت از صد قسمت گنجایش هوا از بخار آب پر شده است.

رطوبت نسبی در طول شبانه‌روز تغییرات چشمگیری دارد. تغییرات شبانه‌روزی رطوبت نسبی را می‌توان با رطوبت‌سنج‌های مختلف اندازه‌گیری کرد (ر.ک: منجمی). در ایستگاه‌های هواشناسی، که از *هایگروگراف*[5] (دستگاهی که رطوبت هوا را به‌طور مستمر در روی استوانهٔ دوار ثبت می‌کند) استفاده نمی‌شود،



الف



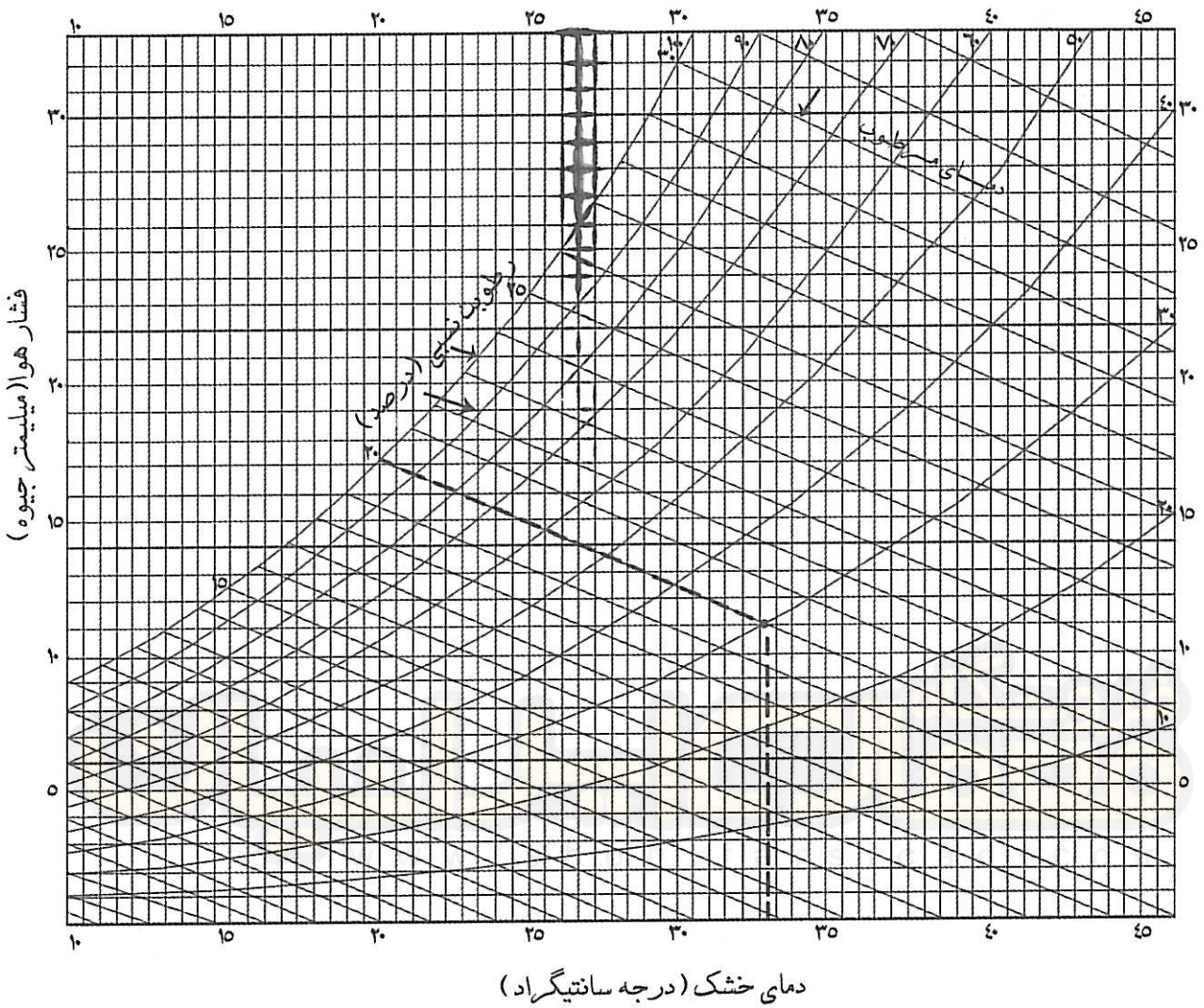
ب

تصویر ۷.۱. دماسنج مرطوب
الف) دماسنج مرطوب درون رطوبت‌سنج
ب) شمای دماسنج

1. ibid.
2. wet temperature
3. muslin
4. relative humidity
5. hygrograph

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری



تصویر ۸.۱. نمودار سایکرومتریک.

در صورتی که دمای خشک هوا ۳۳ درجهٔ سانتی‌گراد و دمای تر ۲۰ درجهٔ سانتی‌گراد باشد، رطوبت نسبی هوا ۳۰ درصد خواهد بود.

ثبت مقدار واقعی رطوبت بیشینه و کمینه خالی از اشکال نیست. برای رفع این اشکال، روزانه چند نوبت (از جمله در مواقعی که رطوبت نسبی هوا به مرکز بیشینه و کمینه نزدیک می‌شود) رطوبت نسبی اندازه‌گیری و ثبت می‌شود.

در سالنامه‌های هواشناسی کشور، معمولاً رطوبت نسبی سه موقعِ روز (ساعت ۶/۵، ۱۲/۵و ۱۸/۵) به وقت محلی ثبت شده است. از آنجا که تغییرات شبانه‌روزی رطوبت نسبی بر عکس تغییرات شبانه‌روزی دمای هواست، بیشینهٔ آن کمی قبل از طلوع خورشید و کمینهٔ آن لحظاتی بعد از نیم‌روز اتفاق می‌افتد (ر.ک: Evans, p. 6.). از این‌رو، رطوبت نسبی در ساعت‌های ۶/۵ و ۱۲/۵ روز را می‌توان به ترتیب رطوبت نسبی بیشینه و کمینهٔ یک مکان تلقی کرد. در عمل، گاهی رطوبت نسبی مکان مورد مطالعه در اختیار نیست. در این حالت، اگر دمای خشک و دمای تر آن مکان

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

در دست باشد، می‌توان رطوبت نسبی هوا را از نمودار *سایکرومتریک*[1] استخراج کرد. این نمودار رابطهٔ بین پدیده‌های جوی از قبیل دمای خشک، دمای تر، رطوبت نسبی و فشار هوا را به روش ترسیمی نشان می‌دهد (تصویر ۸.۱).

مثال: مطلوب است رطوبت نسبی لحظه‌ای که در آن دمای خشک و دمای تر هوا به ترتیب ۳۳ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد باشد.

پاسخ: از تلاقی محور مورب دمای تر و محور قائم دمای خشک، طبق تصویر ۸.۱، رطوبت نسبی سی درصد حاصل می‌شود.

تجربه نشان داده است که انسان در رطوبت نسبی کمتر از بیست درصد، به دلیل خشکی بیش از اندازهٔ هوا، احساس ناراحتی می‌کند. علائم ظاهری این خشکی، در صورت تداوم، به شکل ترک لب، گلو درد و سوزش چشم ظاهر می‌شود (ر.ک: Evans, p. 20). اما در رطوبت نسبی بیشتر از نود درصد احساس نموری محیط و چسبناکی پوست به انسان دست می‌دهد.

همچنین ثابت شده است که اثر رطوبت نسبی چون گرما احساس می‌شود، مثلاً انسان در دو محیط هم دما، با رطوبت‌های نسبی ۷۵ و ۲۰ درصد ، احساس می‌کند که دمای محیط اول حدوداً ۱/۵ درجهٔ سانتی‌گراد بیشتر از محیط دوم است.[2]

۳.۲.۳.۱. دمای تابشی متوسط محیط

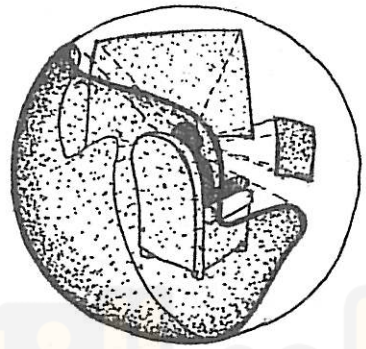
نحوه و میزان تبادل تابشی حرارت بدن با محیط اطراف آن تأثیر چشمگیری در احساس آسایش دارد. برای روشن شدن مطلب، تصویر ۹.۱. الف را در نظر بگیرید. در این تصویر، شخصی روی مبل سنگینی در حال استراحت است. در مقابل او دهانهٔ پر آتش بخاری قرار دارد و در سمت چپ او پنجرهٔ بزرگی منظرهٔ یک روز برفی نسبتاً سرد را نشان می‌دهد. در این تصویر، مجموعهٔ بخاری، دیوار، سقف، کف اتاق، پنجره و بدنهٔ مبل یک حوزهٔ گرمایی محیط برای شخص تشکیل می‌دهند.

از میان اجزای این مجموعه، گرمای تابشی خارج شده از دهانهٔ بخاری بدن را گرم می‌کند، بدنهٔ مبل مانع تبادل تابشی حرارت با محیط پشت سر شخص می‌شود و سایر اجزای حوزه از شخص گرما دریافت می‌کنند (دمای ظاهری آنها کمتر از دمای سطح خارجی لباس و قسمت‌های عریان بدن در نظر گرفته شده است).

اکنون اگر حوزهٔ گرمایی محیط بر شخص به صورت کره‌ای فرض شود (تصویر ۹.۱. ب) که مساحت کل آن صد درصد باشد، بخش کوچکی از این مساحت یعنی تقریباً سه درصد آن متعلق به دهانهٔ بخاری، پانزده درصد متعلق به پنجرهٔ سرد، چهل درصد متعلق به مبل و بقیه متعلق به دیوار، سقف و کف سرد اتاق است (حرارت سقف، کف و دیوار یکسان فرض شده است). پس برای آسایش گرمایی



الف



ب

تصویر ۹.۱

در تصویر ۹.۱. الف ۳ درصد حوزهٔ گرمایی مقابل چشم شخص متعلق به آتش گرم، ۱۵ درصد متعلق به پنجرهٔ سرد، ۴۰ درصد متعلق به مبلی است که بدن شخص را از سرما محفوظ نگه داشته و مابقی متعلق به دیوارهٔ سقف و کف سرد اتاق است. حرارت ۳ درصد از حوزهٔ گرمایی باید به میزانی باشد که فرم آن، برودت ناشی از ۵۷ درصد سطح سرد را جبران کند تا احساس آسایش ممکن شود.[3]

1. psychrometric chart
2. David Canter, *Environmental Interaction*, England, Surry University Press, 1975, p. 37.
3. Allen, 1980.

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

شخص، باید گرمای حاصل از سه درصد حوزه به میزانی باشد که برودت ناشی از ۵۷ درصد سطوح سرد حوزه (بدنهٔ اتاق و پنجره) را جبران کند تا در اصطلاح *دمای تابشی متوسط محیط* موجب ناراحتی نباشد.[1]

باید توجه داشت که دمای تابشی متوسط محیط میانگین سادهٔ دمای ظاهری سطوح محصورکنندهٔ شخص نیست، بلکه همان‌گونه که از محتوای مثال بالا نیز مشخص می‌شود، تابع متغیرهای زیر است.

۱. دمای ظاهری کلیهٔ سطوح محیط بر شخص (سطوح قابل رؤیت از طرف شخص)

۲. قابلیت تشعشع[2] گرمای همان سطوح (تشعشع موج بلند)

۳. مساحت سطوح محیط بر شخص

۴. شکل سطوح

محاسبهٔ دمای تابشی متوسط محیط نسبتاً پیچیده و خارج از حوصلهٔ این بخش از کتاب است (ر.ک: Fanger)، ولی در عمل با دماسنج کروی[3] به سادگی اندازه‌گیری می‌شود.[4]

دماسنج کروی یک دماسنج معمولی است که داخل یک کرهٔ مسی به قطر ۱۵۰ میلی‌متر جای داده شده (تصویر ۱۰.۱) و سطح خارجی کره به رنگ سیاه مات درآمده است تا نسبت به تابش از حساسیت کامل برخوردار باشد.

برای قرائت دمای تابشی متوسط محیط، دماسنج کروی را در محیط موردنظر قرار می‌دهند و پس از پانزده دقیقه، درجهٔ آن را قرائت می‌کنند. در صورتی که گرمای هوا بیش از دیوارهای محصورکنندهٔ محیط باشد، گرمای تابشی از دماسنج به طرف دیوارها ساطع می‌شود و در نتیجه دمای آن کمتر از دمای هوای محیط خواهد شد و برعکس، اگر دماسنج از دیوارهای مجاور خود گرمای تابشی دریافت دارد، دمای آن بیش از دمای هوای محیط می‌شود. به عبارت ساده، در شرایطی که هوا کاملاً ساکن باشد و تبادل حرارت بین دماسنج کروی و هوای اطراف آن از راه همرفت انجام نشود، دماسنج کروی دمای تابشی متوسط محیط را به درجهٔ سانتی‌گراد نشان خواهد داد.

تجربه نشان داده است که اگر دمای تابشی متوسط محیط در هر یک از شرط‌های زیر صدق کند:

۱. کمتر از ۱۶° یا بیشتر از ۲۸° سانتی‌گراد باشد،

۲. تفاوت آن با دمای هوا بیش از ۸° یا کمتر از ۵° باشد،[5]

احساس آسایش مشکل می‌شود. همچنین تقارن تابش محیط نسبت به انسان نقش عمده‌ای در احساس آسایش بازی می‌کند. چنانچه اگر نیمی از بدن انسان از جسم گرم‌تر از خود گرما دریافت کند و نیمی دیگر به جسم سردتر از خود گرما بدهد، احساس آسایش مقدور نخواهد بود.

1. Edward Allen, *How Buildings Work*, NewYork, Oxford University Press, 1980, p. 62.
2. emissivity
3. globe thermometer

۴. شایان ذکر است که برای ساده شدن مطلب، گرمای دریافتی انسان از محیط تابع دمای تابشی متوسط محیط فرض شده است، در صورتی که در عمل گرمای دریافتی تابع دمای تابشی متوسط محیط و دمای هوای اطراف بدن شخص است. اهمیت این مسئله به حدی است که متخصصان تنظیم شرایط گرمایی محیط از مفهوم مستقلی بنام دمای محیطی (environmental temperature) برای نشان دادن تأثیر یک جای دمای هوا و دمای تابشی متوسط محیط در مبادلات حرارتی استفاده می‌کنند. فرمول زیر نقش دمای تابشی متوسط محیط و دمای هوا را در ایجاد دمای محیطی نشان می‌دهد.

$$Te = \frac{۲}{۳} MRT + \frac{۱}{۳} Ta$$

که T_e دمای محیطی، MRT دمای تابشی متوسط محیط، T_a دمای هوا و هر سه به درجهٔ سانتی‌گراد است. بدیهی است در وضعیتی که T_a برابر MRT باشد، دمای محیطی برابر دمای هوا خواهد شد.

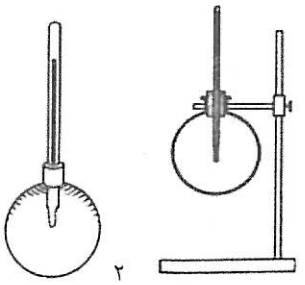
5. J. W. Weller & A. Youle, *Thermal Energy Conservation Building & Service Design*, London, Applied Science Publishers, 1981, p. 61.

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

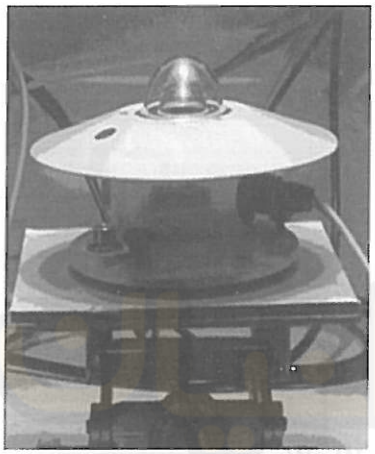


۳



۲ ۱

تصویر ۱۰.۱. دماسنج کروی
۱. مقطع ۲. پرسپکتیو ۳. دماسنج کروی در میان سایر انواع دماسنج



الف



ب

تصویر ۱۱.۱. الف) شدت‌سنج، ب) آفتاب‌نگار

با توجه به نکات بالا باید در انتخاب اجزای ساختمانی تشکیل‌دهندهٔ جدارهای اتاق‌ها، دقت لازم را اعمال کرد تا:

الف) کلیهٔ سطوح اتاق‌های ساختمان و به‌خصوص پنجره‌های آنها در مواقع سرما، به مثابه منابع گرمای تابشی کارکنند و در عین حال شدت تابش گرمای همین منابع در مواقع گرما به حداقل ممکن تقلیل یابد.

ب) حوزهٔ تابشی اطراف انسان متقارن یا نزدیک به آن باشد و اختلاف دمای سطح داخلی جدار ساختمان با هوای اطراف شخص از حد مجاز نگذرد.

در مورد رابطهٔ دمای هوا و شدت تابش، هنگام معرفی شاخص‌های آسایش، بحث‌های لازم مطرح خواهد شد. اما یادآوری این نکته ضروری است که برای طراحی با رعایت اصول معماری همساز با اقلیم، به تابش خورشید، به عنوان مهم‌ترین منبع گرمای تابشی، توجه می‌شود و به همین دلیل مطالعهٔ مدت تابش و مقدار انرژی خورشیدی موجود در مکان مورد مطالعه ضرورت پیدا می‌کند.

از آنجا که شرایط جوی و محیطی مکان‌های مختلف یکسان نیست، معمولاً شدت و مدت تابش آفتاب هر مکان معین مستقیماً با شدت‌سنج (پیرانومتر) [1] و آفتاب‌نگار (سان شاین رکوردر) [2] اندازه‌گیری می‌شود (تصویر ۱۱.۱).

در نبود این دستگاه‌ها، طول زمان تابش از نمودار مسیر خورشید [3] (که در

1. pyranometer
2. sunshine recorder
3. sun-path diagram

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معماری و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

فصل سوم به آن خواهیم پرداخت) و شدت آن از نمودار محاسبهٔ تابش[1] یا فرمول‌های معتبر قابل تخمین است. واحد شدت تابش در دستگاه‌های مختلف اندازه‌گیری برحسب $Kcal/m^2h$, Btu/Ft^2، لانگی در ساعت (لانگی = cal/m^2) و یا W/m^2 بیان می‌شود.

در ایران، سازمان هواشناسی کل کشور مدت تابش آفتاب در شهرهای مختلف را اندازه‌گیری و نتیجه را در سالنامه‌های هواشناسی با عنوان ساعت‌های آفتابی ارائه می‌دهد. خوشبختانه اندازه‌گیری شدت تابش نیز برای بسیاری از شهرهای بزرگ کشور توسط چند سازمان و مؤسسات تحقیقاتی آغاز شده است و امید می‌رود حاصل کار به زودی در اختیار جامعهٔ محققان و مهندسان این مرز و بوم قرار گیرد.

۳.۳.۱. جریان هوا

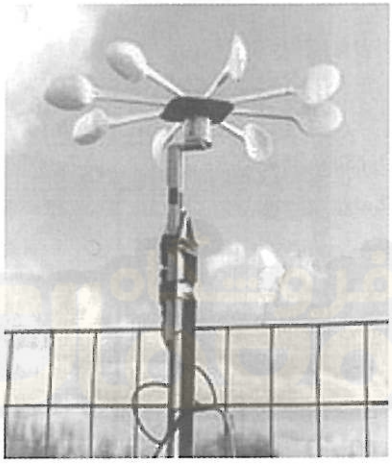
تحقیقات در مورد تأثیر سرعت جریان هوا بر احساس آسایش نشان می‌دهد در شرایطی که دمای هوا از دمای سطح خارجی لباس یا قسمت‌های عریان بدن (صورت، گردن، ...) کمتر باشد، اتلاف گرمای بدن در اثر سرعت جریان هوا باید با مقدار قابل ملاحظه‌ای گرمای تابشی جبران شود تا احساس آسایش مختل نشود. همچنین اگر دمای هوای متحرک مساوی یا اندکی بیش از دمای بدن باشد، جریان هوا به تعرق سطحی بدن و برودت تبخیری کمک و احساس خنکی ایجاد می‌کند. اما اگر اضافه دمای هوا نسبت به دمای بدن از چند درجه تجاوز کند، هوای متحرک احساس گرما در انسان ایجاد خواهد کرد، زیرا در اثر حرکت هوا، لایهٔ نازک (فیلم) هوای چسبیده به جدار لباس و بدن، که مانند لایهٔ عایق کار می‌کند، از بین می‌رود و تماس بدن با محیط گرم‌تر از خود تماس می‌گیرد.

سرعت جریان هوا در ایستگاه‌های هواشناسی با انواع بادسنج‌ها، از جمله *بادسنج پیاله‌ای*[2] اندازه‌گیری می‌شود (تصویر ۱۲.۱).

ولی برای اندازه‌گیری سرعت جریان هوای داخل ساختمان، که کند و فاقد جهت مشخص است، باید از دماسنج *کاتا*[3] استفاده کرد. دماسنج کاتا یک دماسنج الکلی است که روی لولهٔ آن در دو محل علامت‌گذاری شده است، (تصویر ۱۳.۱).

برای استفاده، ابتدا مخزن الکل دماسنج را در آب گرم فرو می‌برند تا الکل از علامت فوقانی دماسنج بالاتر رود. سپس دماسنج را در معرض جریان هوای محل مورد مطالعه قرار می‌دهند تا سرد شود. الکل دماسنج ضمن سرد شدن و پایین آمدن، از مقابل علامت تحتانی روی لوله می‌گذرد. اگر زمان لازم برای عبور الکل از بین دو علامت اندازه‌گیری و نتیجه همراه با فاکتور کاتا (که به صورت عدد در پشت هر دماسنج کاتا یادداشت شده است) بر روی محورهای مربوط به خود در تصویر ۱۴.۱ پیاده شود، سرعت جریان هوا طبق توضیحات همان تصویر به دست خواهد آمد.[4]





تصویر ۱۲.۱. بادسنج پیاله‌ای

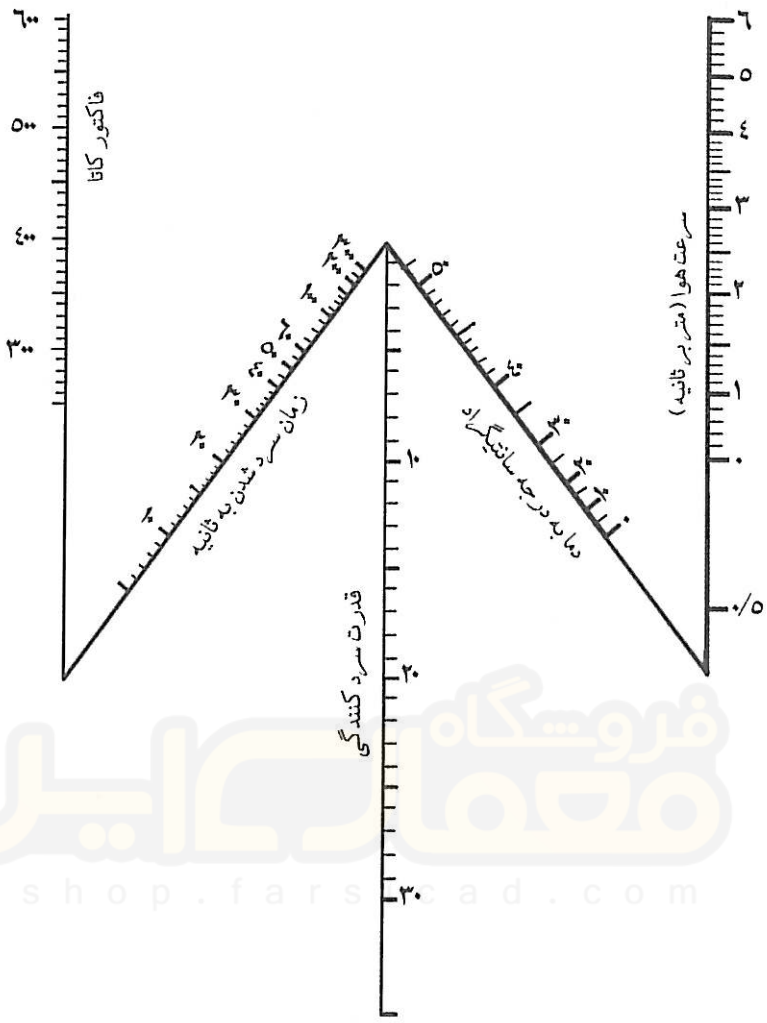


تصویر ۱۳.۱. دماسنج کاتا

1. radiation calculator
2. cup anemometer
3. Kata thermometer
۴. امروزه با پیشرفت‌های حاصل در تکنولوژی، دستگاه‌های هواشناسی و بادسنجی تکمیل‌تر شده است و این امکان وجود دارد که سرعت جریان هوا به صورت مستمر با دستگاه‌های دیجیتالی ثبت شود.

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری



تصویر ۱۴.۱. تعیین سرعت جریان هوا با دماسنج کاتا

۱. فاکتور کاتا را روی محور کاتا مشخص می‌کنیم.

۲. زمان سرد شدن را روی محور مورب سمت چپ علامت‌گذاری می‌کنیم.

۳. دو نقطهٔ به دست آمده را به هم وصل می‌کنیم و خط حاصل را ادامه می‌دهیم تا محور قائم وسط (قدرت سردکنندگی) را قطع کند.

۴. دمای خشک هوا را روی محور مورب سمت چپ علامت‌گذاری می‌کنیم.

۵. قدرت خنک‌کنندگی را با خط مستقیم به نقطهٔ اخیر وصل می‌کنیم و آن را ادامه می‌دهیم تا محور سرعت هوا را قطع کند.

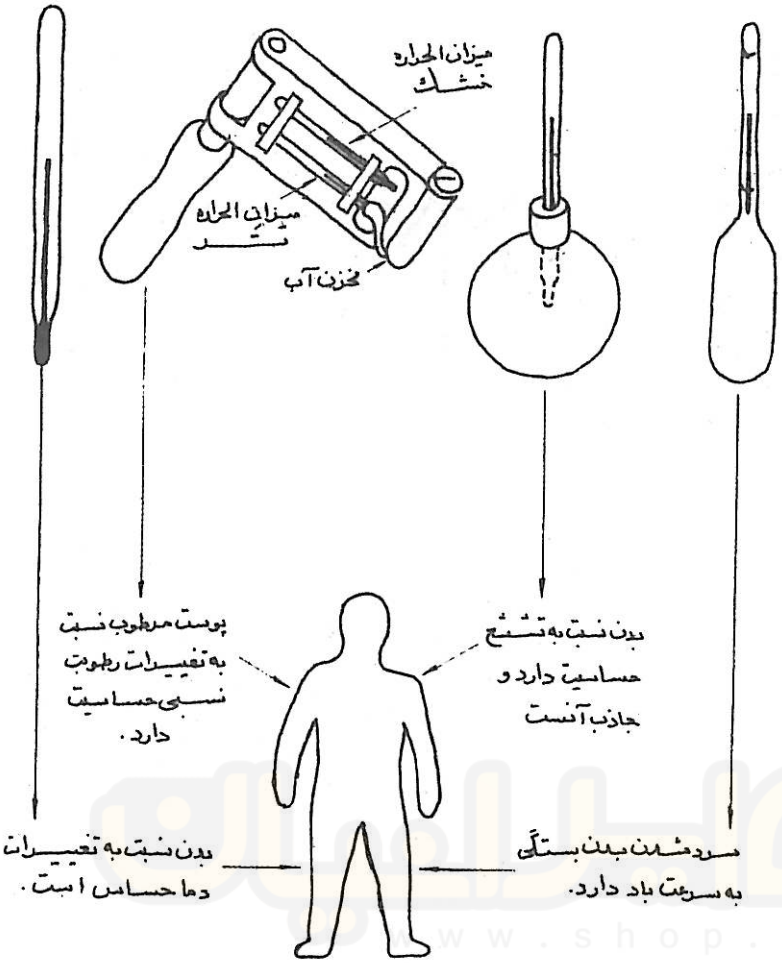
۴.۱. کارآیی بدن در سنجش عوامل محیطی

بدن انسان، همانند همهٔ دستگاه‌های معرفی شده، در مقابل عوامل محیطی چهارگانهٔ دما، رطوبت، تابش و جریان هوا از حساسیت قابل ملاحظه‌ای برخوردار است (تصویر ۱۵.۱).

توضیح آنکه در درجه حرارت‌های پایین، پوست بدن، چون دماسنج خشک، به تغییرات دمای هوا حساس است. با افزایش دمای بدن، عرق روی پوست ظاهر می‌شود و از آن پس پوست بدن، چون دماسنج تر، به رطوبت و چون دماسنج کاتا به جریان‌های ضعیف هوا حساس می‌گردد. همچنین پوست بدن به هر رنگی که باشد جاذب بسیار خوب اشعهٔ تابشی است و در مقابل تغییرات دمای تابشی

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معماری و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری



تصویر ۱۵.۱. بدن انسان، دماسنج[1] مرکب
منبع: Evans, 1980, p. 21.

متوسط محیط، مانند دماسنج کروی، حساسیت لازم را دارد. لیکن باید توجه داشت که بدن همهٔ اعمال دستگاه‌های متعدد را یکجا و همزمان انجام می‌دهد. لذا تشخیص وضعیت گرمایی هر لحظه را می‌توان نتیجهٔ عکس‌العمل همزمان انسان نسبت به چهار عامل محیطیِ دما، رطوبت، تابش و جریان هوا دانست.

۵.۱. نقش لباس در تبادل گرمای بدن با محیط

عامل مؤثر دیگر در تبادل حرارت بدن انسان با محیط لباس است، زیرا لباس چون لفافی نارسانا قسمتی از بدن را می‌پوشاند و از سطح تماس بدن با محیط اطراف می‌کاهد. واحد نارسایی لباس را *کلو*[2] می‌نامند. مقاومت گرمایی یک کلو معادل ۰/۱۵۵ $(m^2\,^oC\,/\,W)$ است.[3] برای اندازه‌گیری میزان کلو یا ارزش نارسانایی، لباس‌های موردنظر را به تن *مانکن‌های* مخصوص می‌پوشانند و مقاومت گرمایی مجموعهٔ لباس‌ها را یکجا و به طور مستقیم اندازه‌گیری می‌کنند. جدول ۲.۱ ارزش نارسانایی مجموعهٔ لباس‌های گوناگون را به واحد کلو نشان می‌دهد.

1. thermometer
2. Clo
3. R. McMullan, *Environmental Science in Building*, Hong Kong, The Macmillan Press, 1983, pp. 44-45.

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

از مطالعهٔ جدول ۲.۱ می‌توان به اهمیت نقش لباس در تطابق وضعیت انسان و محیط پی‌برد، زیرا تغییر ارزش گرمایی پوشاک به سهولت و سرعت میسر است. این موضوع را همهٔ ما به تجربه دریافته‌ایم، چنانکه در موارد لزوم به یکی از روش‌های زیر:

الف) کم و زیاد کردن پوشاک،

ب) باز و بسته‌کردن دکمهٔ لباس‌های رو، و

ج) بالا کشیدن یقهٔ کت یا پالتو،

مقاومت گرمایی یا میزان کلوی پوشاک خود را متناسب با محیط و احساس راحتی خود تغییر می‌دهیم و در مقابل چند درجه تغییر دمای محیط به سادگی مقاومت می‌کنیم.

جدول ۲.۱. ارزش نارسایی انواع پوشاک

مجموعهٔ پوشاک	ارزش نارسانایی به کلو
برهنه	۰
شلوار کوتاه	۰/۱
لباس زیرنازک پنبه‌ای و آستین کوتاه، با شلوار بلند نازک و جوراب‌های پنبه‌ای	۰/۳۵
مثل بالا+ پیراهن آستین کوتاه یقه باز	۰/۵
شلوارسبک، جلیقه، پیراهن آستین بلندو کت	۱/۰
مثل بالا+ پالتو پنبه‌ای	۱/۵
لباس مناطق قطبی	۳/۵

۶.۱. احساس آسایش گرمایی و شاخص‌های آن

با توجه به مطالب بیان شده، می‌توان دریافت که عوامل مختلف محیطی و فیزیولوژیکی در دفع گرمای متابولیسمی مازاد بر نیاز بدن مؤثرند. در این میان، دستگاه خودکار تنظیم گرمای بدن، دمای آن را در حد معینی ثابت نگه می‌دارد. بنابراین، میزان فعالیت دستگاه خودکار بستگی به شرایط دارد و در بعضی مواقع فعالیت آن به حداقل ممکن می‌رسد. در این موقع انسان می‌تواند با راندمان بالا کار کند، به خوبی بخوابد و به طور کلی احساس آسایش کند. به همین دلیل، جمع آن مواقع را به اصطلاح *منطقهٔ آسایش*[1] می‌نامند. مشخصات منطقهٔ آسایش در *شاخص‌های آسایش*[2] آمده است. شاخص‌های آسایش، دیاگرام‌ها و جدول‌هایی‌اند که تأثیر جمعی و همزمان همهٔ عوامل مؤثر بر احساس آسایش را یکجا نشان می‌دهند. امروزه، دانشمندان شاخص‌های آسایش متعدد وضع کرده‌اند که در زیر چند نمونهٔ آنها معرفی خواهد شد.

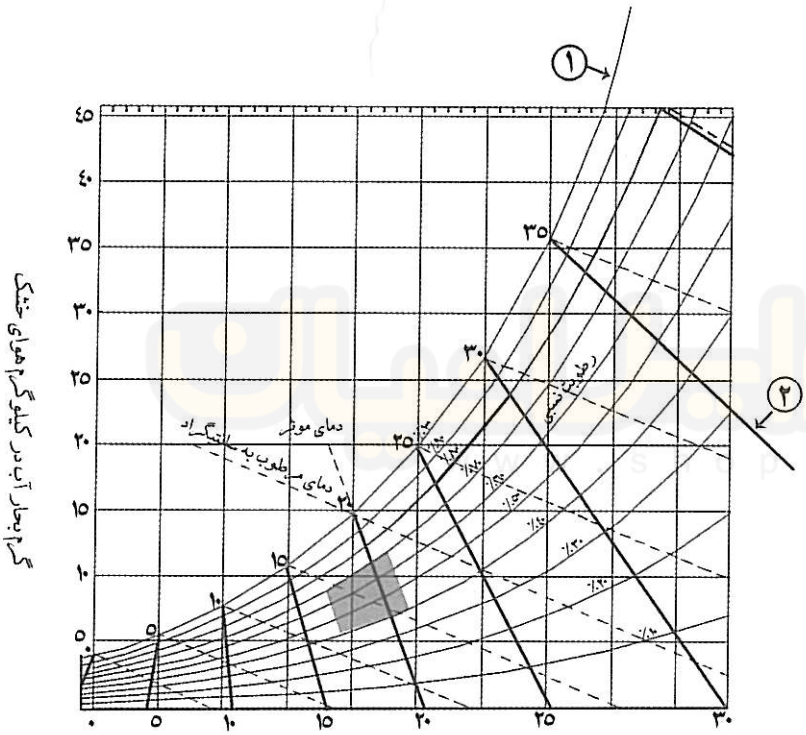
1. comfort zone
2. thermal comfort indices

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معماری و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

۱.۶.۱. شاخص دمای مؤثر[1] (ET)

یکی از قدیمی‌ترین و در عین حال رایج‌ترین شاخص‌های وضعیت گرمایی *دمای مؤثر* است، که ابتدا انجمن مهندسان تأسیسات امریکا آن را در دهۀ دوم قرن بیستم معرفی کرد.[2] برای تهیۀ این شاخص، عده‌ای داوطلب به درون حجره‌های مخصوص، که دما، تابش، رطوبت و جریان هوای داخل آنها تحت کنترل بود، روانه شدند و نظرشان دربارۀ وضعیت گرمایی اخذ شد. سپس مشخصات دما و دمای تر شرایطی که احساس گرمایی مشابه در اکثریت داوطلبان ایجاد می‌کرد بر روی نقشۀ سایکرومتریک تعیین و علامت‌گذاری شده و از اتصال نقاط مشخص شدۀ *خطوط آسایش هم‌تراز*[3] به دست آمد (تصویر ۱۶.۱).



تصویر ۱۶.۱. خطوط آسایش هم‌تراز روی نمودار سایکرومتریک
۱. منحنی شبنم
۲. خط آسایش هم‌تراز

اگر به تصویر اخیر توجه شود، ملاحظه خواهد شد که هر *خط آسایش هم‌تراز* منحنی شبنم نمودار سایکرومتریک را در یک نقطۀ معین قطع می‌کند و این به دلیل آن است که همواره رطوبت نسبی یکی از حجره‌های آزمایشگاه به میزان صد درصد و سرعت هوای داخل آن در حد نامحسوس نگه داشته شده است. در نتیجه امروزه دمای شبنم یا دمای هوای اشباع شدۀ مربوط به هر *خط آسایش هم‌تراز* برای ما معلوم است. این دما از طرف ابداع‌کنندگان این شاخص *دمای مؤثر* نامیده شده و در واقع دمای هوای اشباع شده و ساکنی است که احساس گرمایی مشابه با محیط واقعی در انسان ایجاد می‌کند.

1. effective temperature
۲. American Society of Heating Refrigerating & Air-Conditioning Engineers که امروزه به American Society of Heating & Ventilation Engineers یا ASHRAE تغییر نام داده است.
3. equivalent comfort lines

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

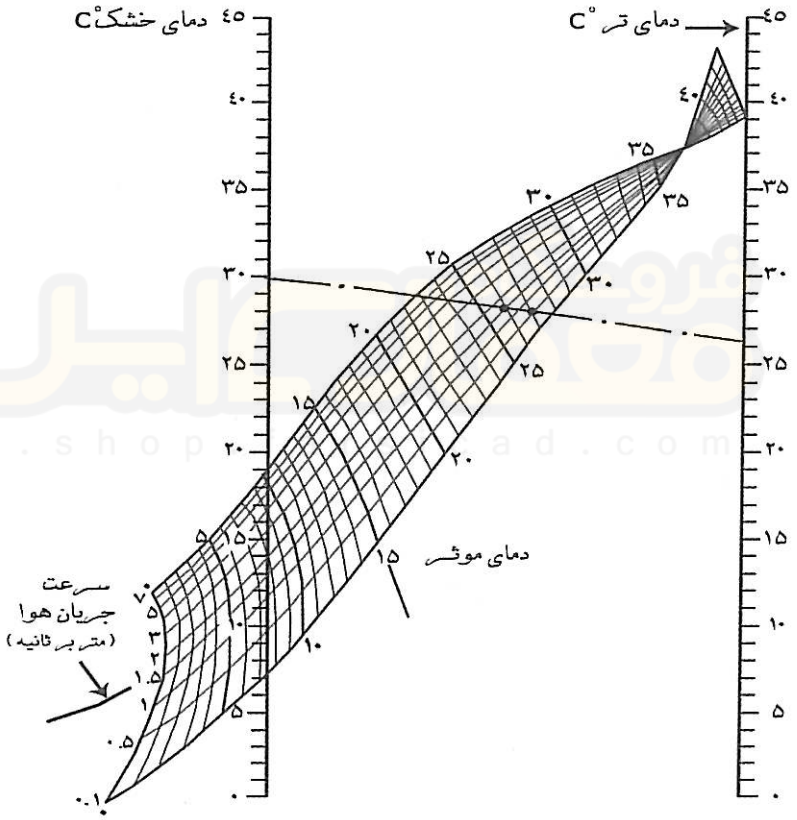
farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

به این ترتیب، شاخص *دمای مؤثر پایه* برای انسان در حال استراحت و وضعیت نیمه‌عریان (از کمر به پایین پوشیده) و *دمای مؤثر معمولی* برای انسان در حال استراحت و وضعیت پوشیده (یک واحد لباس) تهیه شد. تصویر ۱۷.۱ دیاگرام ساده‌ای از *دمای مؤثر معمولی* را نشان می‌دهد. در این دیاگرام:

۱. محورهای دمای خشک و تر به صورت قائم رسم شده‌اند.

۲. منحنی‌های متقاطع، با دو محور دما، سرعت‌های متفاوت هوا را نشان می‌دهند.

۳. خطوط کوتاه و متقاطع با منحنی‌های سرعت هوا، با خطوط آسایش هم‌تراز در تصویر ۱۶.۱ مشابه‌اند که از صفر تا چهل درجه شماره‌گذاری شده‌اند. این اعداد *دمای مؤثر خطوط آسایش هم‌تراز* را به درجهٔ سانتی‌گراد نشان می‌دهند.



تصویر ۱۷.۱. نمودار دمای مؤثر معمولی

نحوهٔ استفاده:

۱. دمای خشک لحظهٔ مورد نظر روی محور قائم سمت چپ علامت‌گذاری می‌شود.

۲. دمای تر روی محور قائم سمت راست پیاده می‌شود.

۳. نقاط علامت‌گذاری شده به هم وصل می‌شود تا خطوط دمای مؤثر قطع شود.

مثال: اگر دمای خشک هوا ۳۰ درجهٔ سانتی‌گراد و دمای تر آن ۲۶ درجهٔ سانتی‌گراد باشد، *دمای مؤثر* لحظهٔ مورد نظر به ازای سرعت هوایی معادل ۰/۵متر در ثانیه، ۲۷ درجهٔ سانتی‌گراد و به ازای ۱/۵ متر در ثانیه، ۲۶ درجهٔ سانتی‌گراد است.

شایان ذکر است که برای تهیهٔ شاخص *دمای مؤثر*، در ابتدا تأثیر دمای تابشی متوسط محیط در نظر گرفته نمی‌شد. این اشکال پس از تکمیل دماسنج کروی از میان رفت و شاخص *دمای مؤثر اصلاح شده* (CET)[1] تهیه و از آن استفاده شد (۱۹۳۲).[2] تفاوت شاخص *دمای مؤثر اصطلاح شده* و *دمای مؤثر* در اطلاعات مربوط به محور دماست. اگر در بررسی وضعیت گرمایی یک مکان از اطلاعات مربوط به دمای خشک هوای آن مکان استفاده شود، *دمای مؤثر* آن مکان به دست خواهد آمد و در صورتی که از اطلاعات مربوط به دمای تابشی متوسط محیط مورد

1. corrected effective temperature
2. J. W. Weller, A. Youle, *Thermal Energy Gonservation Building & Services Design*, London, Applied Science Publishers, 1981, p. 52.

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

مطالعه (اطلاعات حاصل از دماسنج کروی) استفاده شود، *دمای مؤثر اصلاح شدهٔ* آن محیط را خواهیم داشت. اما نباید فراموش کرد که اگر در شرایطی دمای تابشی متوسط محیط با دمای خشک هوای همان محیط یکسان نباشد، ناگزیر باید از اطلاعات مربوط به دمای تابشی متوسط محیط استفاده و *دمای مؤثر اصلاح شدهٔ* آن محیط را به دست آورد.

همچنین باید توجه داشت که *دمای مؤثر اصلاح شده*، که به درجهٔ سانتی‌گراد یا فارنهایت عرضه می‌شود، دمای واقعی نیست، بلکه ضریبی است که تأثیر جمعی دما، رطوبت هوا، جریان هوا و تابش را یکجا نشان می‌دهد. در واقع نمودار عددی وضعیتی است که در انسان احساس آسایش، مشابه محیط اشباع شده از رطوبت و دور از تشعشع خورشید، ایجاد می‌کند.

امروزه، پس از گذشت شصت سال، دربارهٔ *دمای مؤثر* مواقعی، که انسان در آن احساس راحتی می‌کند، مطالعات بسیاری صورت گرفته و نتایج آن جمع‌بندی شده است. ضمناً روشن شده است که *دمای مؤثر* مواقع آسایش برای مناطق واقع در عرض جغرافیایی پایین چند درجه بیش از *دمای مؤثر* مناطق واقع در عرض جغرافیایی بالای زمین است، زیرا هر چه انسان نزدیک‌تر به استوا زندگی کند (از عرض جغرافیایی کاسته شود)، به همان میزان با گرمای محیط بهتر خو می‌گیرد. جدول ۳.۱ *دمای مؤثر* مواقع آسایش در مناطق جغرافیایی مختلف را نشان می‌دهد.

جدول **۳.۱**. دمای مؤثر مواقع آسایش در مناطق گوناگون

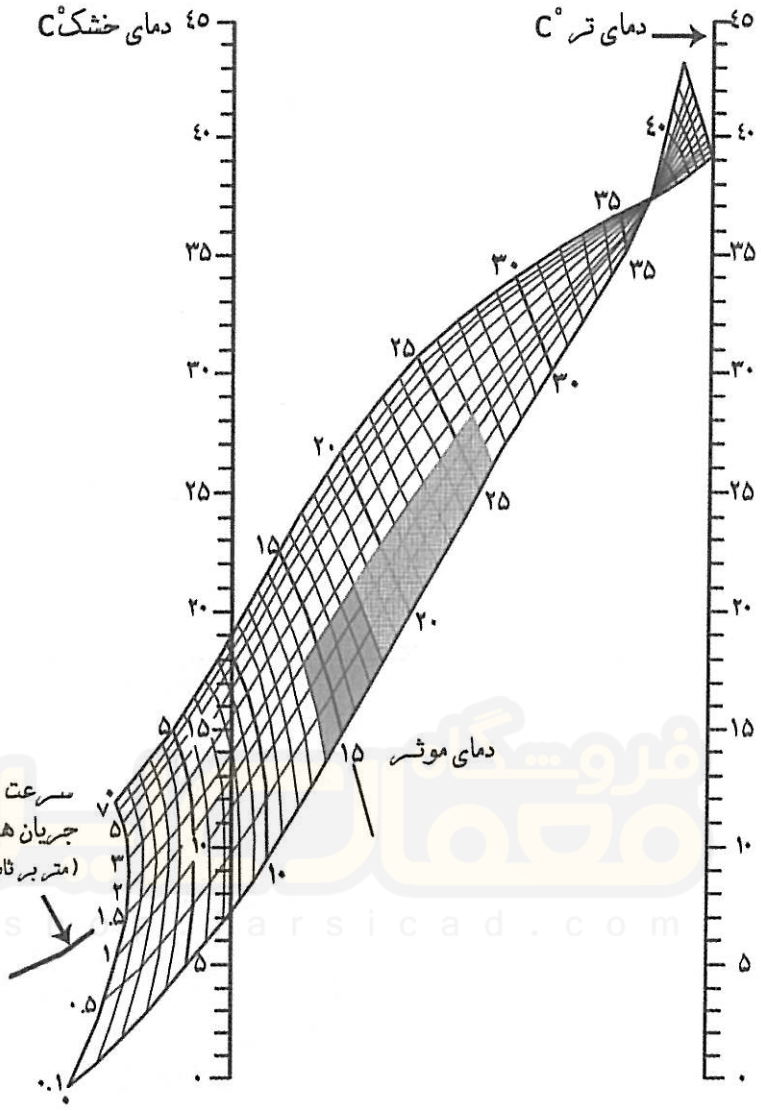
عرض جغرافیایی	فصل	بیشینه	بهینه	کمینه
۵۶-۵۰	زمستان	۲۰	۱۷	۱۴
	تابستان	۲۲	۱۸	_
۵۰-۲۵	زمستان	۲۳	۲۰	۱۵
	تابستان	۲۶	۲۲	۱۸
مناطق حاره		۲۷	۲۵	۲۲

اکنون اگر دمای مؤثر بیشینه و کمینهٔ مربوط به عرض ۲۵° ـ ۵۰°، به عنوان دو حد یک منطقهٔ آسایش و منحنی مربوط به سرعت هوای ۱/۵ متر در ثانیه به عنوان حد سوم این منطقه بر روی نمودار *دمای مؤثر* پیاده شود، به شاخص آسایشی دسترسی پیدا خواهیم کرد که به کمک آن می‌توان وضعیت گرمای مکان‌های هم عرض بالا تا ارتفاع سه هزار متر از سطح دریا[1] را از نظر یک فرد در حال استراحت یا فعالیت سبک خانگی بررسی کرد. دلیل انتخاب سرعت ۱/۵ متر در ثانیه، به‌عنوان یک مرز منطقهٔ آسایش و این است که جریان هوای سریع‌تر از آن، موجب آشفتگی موی سر، پراکنده شدن اشیای ریز و سبک، کاغذ، روزنامه، خاکستر سیگار و زباله می‌شود و مزاحمت‌های عدیده‌ای ایجاد می‌کند (تصویر ۱۸.۱).

1. William, J. McGuinness et al., *Mechanical & Electrical Equipment for Buildings*, Ed. 4, NewYork, John wiley & Souns, 1967, p. 102.

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری



منبع: Koenigsberger *et al*. 1975, p. 57; Fanger, P. O., 1970, p. 83.

تصویر ۱۸.۱. منطقهٔ آسایش در نمودار دمای مؤثر

ـ منطقهٔ آسایش تابستان

ـ منطقهٔ آسایش زمستان

دمای مؤثر راحت برای مناطق ساحلی جنوب کشور بین ۲۱ تا ۲۳ درجهٔ سانتی‌گراد پیشنهاد شده است. هرچند که عرض جغرافیایی جنوبی‌ترین نقطهٔ ساحلی کشور از ۲۵ درجهٔ سانتیگراد کمتر نیست.

به این ترتیب، بر روی نمودار *دمای مؤثر*، محدودهٔ مستطیل شکلی احداث می‌شود که به *منطقهٔ آسایش* معروف است و نمایندهٔ مجموعهٔ شرایطی است که هشتاد درصد مردم در آن احساس آسایش می‌کنند. بنابراین، اگر اطلاعات آب و هوایی یک مکان بر روی نمودار مزبور پیاده شود و تصویر آن در *منطقهٔ آسایش* قرار گیرد، می‌توان نتیجه گرفت که وضعیت آب و هوایی مکان مورد مطالعه، در لحظهٔ مرتبط با اطلاعات، مقرون به آسایش بوده است. به همین ترتیب، با توجه به روال منظم تغییرات آب و هوای هر منطقه، می‌توان وضعیت گرمایی آیندهٔ یک منطقه را با استفاده از اطلاعات آب و هوایی سال‌های گذشتهٔ آن با تقریب قابل قبول معماری پیش‌بینی کرد.

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معماری و عمران

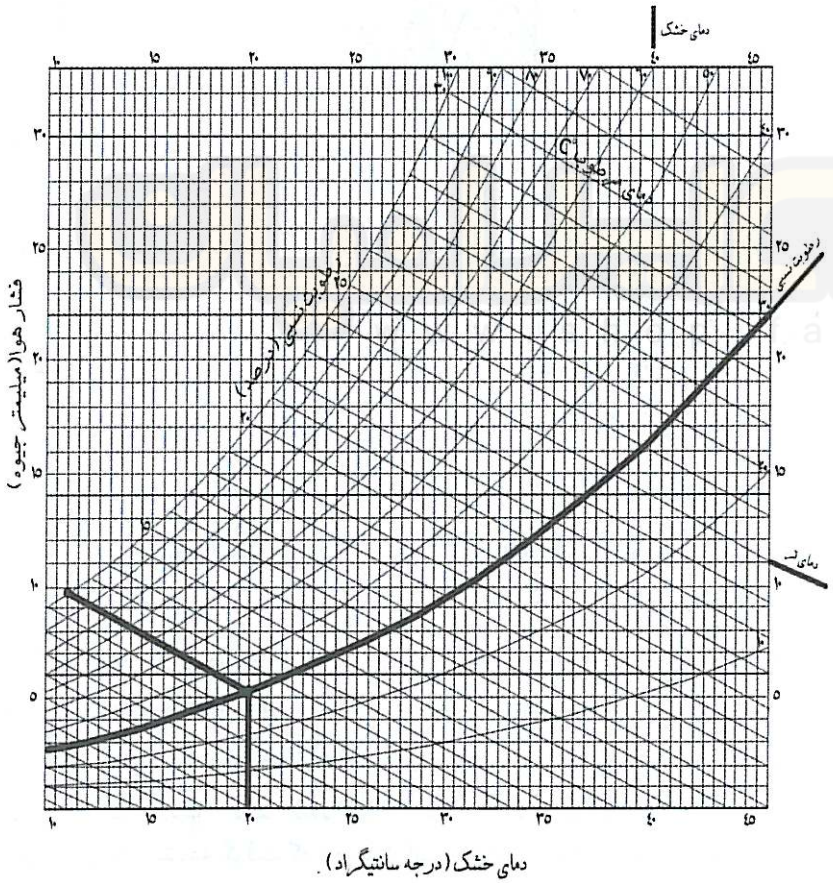
farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

مثال: فرض می‌شود که میانگین ماهیانهٔ دمای هوای نیم‌روز فروردین ماه در تهران بیست درجهٔ سانتی‌گراد و میانگین رطوبت نسبی همان لحظه حدود سی درصد است. وضعیت انسان در محیطی که دمای تابشی متوسط آن معادل دمای هوا باشد چگونه است؟

پاسخ: ۱. دمای تر لحظهٔ مورد مطالعه را از نقشهٔ سایکرومتریک استخراج می‌کنیم که حدود یازده درجهٔ سانتی‌گراد است (تصویر ۱۹.۱).

۲. دمای خشک و تر لحظهٔ مورد مطالعه را بر روی نمودار دمای مؤثر (تصویر ۲۰.۱) پیاده و خط واصل بین آن دو را رسم می‌کنیم.

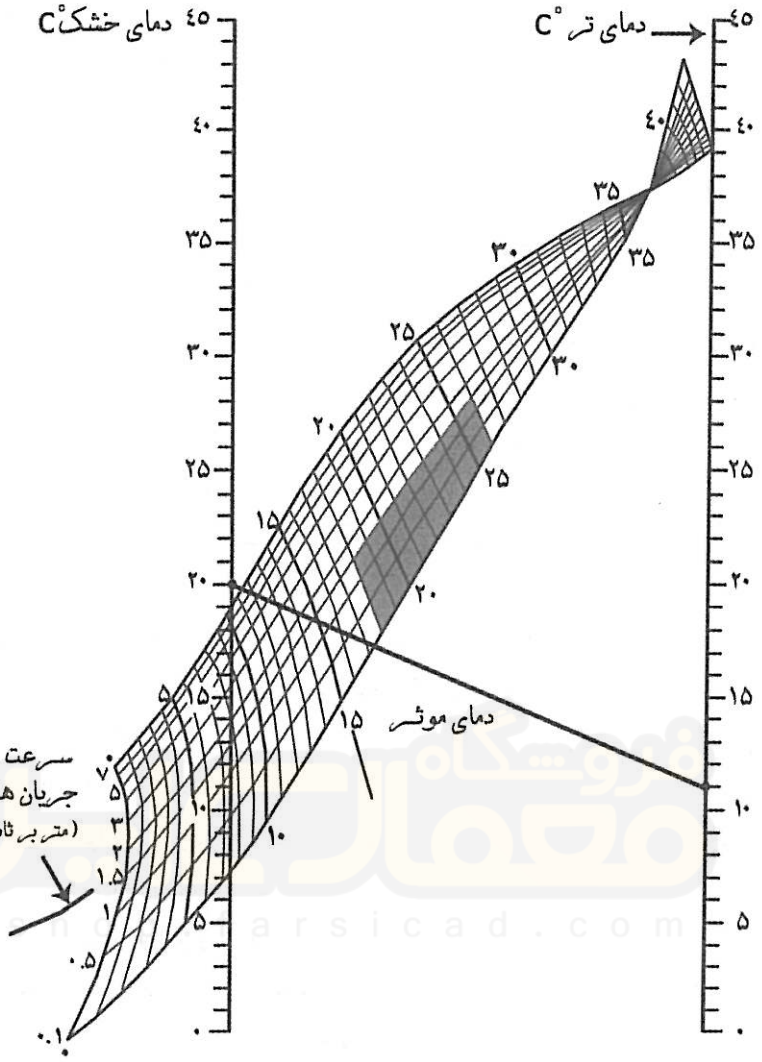
۳. از تلاقی خط اخیر و *منطقهٔ آسایش زمستانی* معلوم می‌شود که دمای هوا از نظر شخصی که لباس مناسب فصل (نسبتاً ضخیم) به تن کرده و در سایه به استراحت یا فعالیت سبک مشغول است خوب بوده و می‌تواند آسوده باشد.



تصویر ۱۹.۱. استخراج دمای تر از نمودار سایکرومتریک

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری



تصویر ۲۰.۱. نمونه‌ای از ارزیابی وضعیت گرمایی

۱.۱.۶.۱. محدودیت‌ها و ضعف‌های شاخص دمای مؤثر

به‌رغم سادگی و موارد استفادهٔ بسیار زیاد *دمای مؤثر* برای طراحی سیستم و دستگاه‌های برودتی و گرمایی ساختمان، این شاخص از لحاظ طراحی معماری ضعف‌هایی دارد که مهم‌ترین آن‌ها به شرح زیر است.

۱. معمولاً اطلاعات مربوط به دمای تر همیشه در دسترس نیست. در این صورت باید از رطوبت نسبی و نمودار سایکرومتریک برای استخراج آن استفاده کرد که مستلزم صرف وقت زیاد است.

۲. در مورد ارزیابی وضعیت گرمایی فضای آزاد مابین ساختمان‌ها، که دارای شرایط متفاوت از داخل ساختمان‌هاست، فاقد کارایی است (برای روشن شدن مطلب کافی است توجه داشت که پوشاک و فعالیت متابولیسمی حاصل از فعالیت متناسب این دو فضا یکسان نیست).

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

۳. بالاخره چون دمای مؤثر یک ضریب عددی است، رابطهٔ آن با واقعیت برای بسیاری از طراحان ملموس نیست.

۲.۶.۱. شاخص دمای مؤثر نوین *ET

گذشت بیش از نیم قرن از عمر شاخص دمای مؤثر، نقاط قوت و ضعف این شاخص را به خوبی آشکار کرده است و همچنان برای رفع نقاط ضعف آن تلاش می‌شود. از جمله سازمان ASHRAE اخیراً برای رفع ایراد وارد بر این شاخص مبنی بر پراهمیت جلوه دادن رطوبت در شرایط سرد و وضعیت خنثی (نه گرم و نه سرد)، کم‌اهمیت نشان دادن آن در شرایط گرم و عدم توجه کافی به مقولهٔ سرعت هوا در مواقع گرم و مرطوب[1]، شاخص دمای مؤثر نوینی تدوین و معرفی کرده است و آن را با نشانهٔ (*ET) از *دمای مؤثر قدیمی (ET)* تفکیک می‌کند.

توضیح کامل در مورد ماهیت *ET به دلیل پیچیدگی مطلب خارج از حوصلهٔ این مبحث است. اما ذکر این نکته ضرورت دارد که در تدوین *شاخص دمای مؤثر نوین*، به فیزیولوژی تنظیم گرما و فرایند حرارت محسوس[2] (اتلاف حرارت از طریق تبخیر عرق بدن) برای تنظیم گرمای بدن توجه کافی شده است.

تجربه نشان داده است که انسان در دمای ۲۵° سانتی‌گراد و رطوبت نسبی پنجاه درصد از لحاظ اتلاف حرارت محسوس و احساس آسایش در وضعیت گرمایی خنثی قرار می‌گیرد (نه احساس گرمی می‌کند و نه سردی). کم و زیاد شدن دمای هوا با وجود ثبات رطوبت نسبی به همان میزان پنجاه درصد، تغییرات محسوسی در مقدار تبخیر و در نتیجه وضعیت نمناکی پوست بدن به وجود می‌آورد. بدیهی است ترکیب متفاوت دما و رطوبت نسبی می‌تواند مولد نمناکی مشابه در روی پوست بدن باشد و وضعیت‌های مشابه هم دارای یک دمای مؤثر نوین خواهند بود.

تصویر ۲۱.۱ منطقهٔ آسایش انسان با شاخص دمای مؤثر نوین را نشان می‌دهد. این منطقه از یک طرف بین دو خط *دمای مؤثر نوین* ۲۲/۲° و ۲۵/۶° سانتی‌گراد و از طرف دیگر بین دو خط پنج و چهارده میلی‌متر جیوهٔ فشار هوا محصور شده است. از آنجا که دمای مؤثر نوین از برخورد *خط آسایش همطراز* و منحنی رطوبت نسبی پنجاه درصد در نمودار سایکرومتریک به دست آمده است، مقدار عددی دو محدودهٔ پایین و بالای منطقهٔ آسایش شاخص نوین از شاخص *دمای مؤثر قدیمی* بیشتر است.[3] مطالعات مقایسه‌ای نیز چنین نشان می‌دهد که اگر آب و هوای یک مکان معین با شاخص دمای مؤثر قدیمی بر روی مرز تحتانی منطقهٔ آسایش قرار گیرد، با اندکی فاصله در زیر منطقهٔ آسایش شاخص نوین واقع خواهد شد، یعنی در حالی‌که با شاخص قدیمی هوا مطبوع است، با شاخص نوین اندکی سرد است.

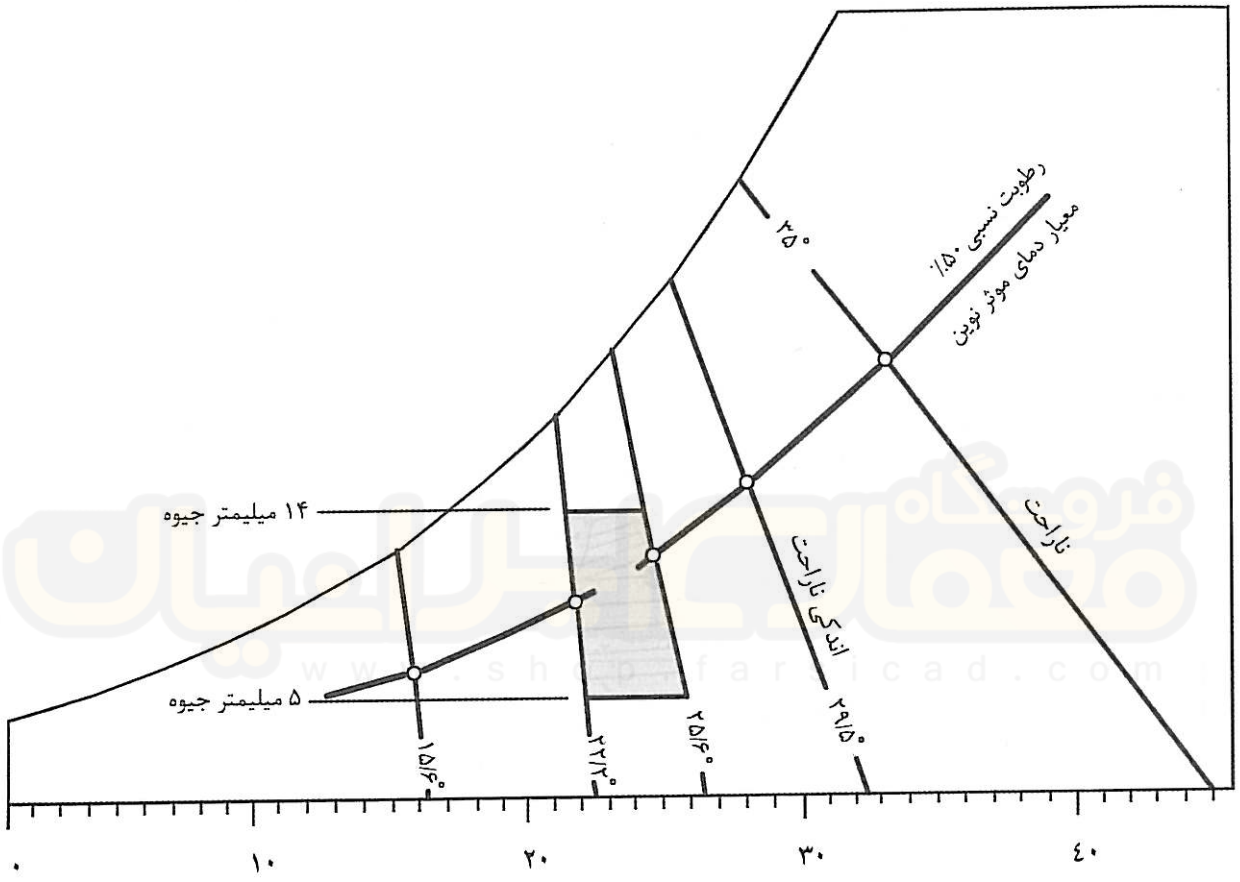
نکتهٔ بالا باعث می‌شود که استفاده از شاخص دمای مؤثر قدیم در نقاطی از

1. E. J. McCormick & M. S. Sanders, *Human Factors in Engineering & Design*, New Delhi, Tata McGraw-Hill, 1982, p. 398.
2. ibid.
3. ibid.

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

کرهٔ زمین، که مبارزه با گرما بیش از سرما اهمیت دارد و رعایت احتیاط برای پرهیز از گرمای ناخواسته ضرورت پیدا می‌کند، از اعتبار لازم برخوردار باشد (در فصل‌های آتی به این مطلب خواهیم پرداخت). به همین دلیل و برخی نکات مجهول در مورد ماهیت *ET، به نظر نگارنده ارجح است که برای تحلیل وضعیت گرمایی یک مکان، همچنان از *شاخص دمای مؤثر قدیمی* استفاده شود.



تصویر ۲۱.۱. منطقهٔ آسایش با معیار دمای مؤثر نوین (*ET)
منطقهٔ آسایش برای فردی که لباس سبک به تن دارد و در حال فعالیت سبک خانگی است. دمای تابشی متوسط محیط برابر دمای هوا و سرعت جریان هوا نامحسوس در نظر گرفته شده است.

۳.۶.۱. شاخص زیست – اقلیمی

مطالعات انجام شده در استرالیا نشان می‌دهد که در مواقع بسیار گرم و در وضعیت خاصی که اندک فعالیت متابولیسمی هم می‌تواند ایجاد ناراحتی کند، رابطهٔ بین دمای خشک هوا و قضاوت انسان از وضعیت گرمایی ملموس‌تر و واقعی‌تر از رابطهٔ دمای مؤثر و وضعیت گرمایی است.[1] این مشاهدات برخی از محققان، از جمله الگیی[2] را به فکر انداخت که به جای ارائهٔ یک ضریب عددی مجرد (به عنوان نمایندهٔ تأثیر همزمان پدیده‌های دمای خشک، دمای تر، جریان هوا، تابش و...) شاخصی ارائه دهد که نقش پدیده‌های مؤثر در احساس آسایش به تفکیک روشن باشد. لذا در دههٔ شصت نموداری ارائه کرد که در آن مشخصات منطقهٔ آسایش انسان به ازای دمای خشک هوا و رطوبت نسبی تعیین شده بود. الگیی بعدها به

1. Koenigsberger, *et al.*, *Manual of Tropical Housing & Building*, India, Orient Longman, 1973, p. 50.
2. Olgyay

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معماری و عمران

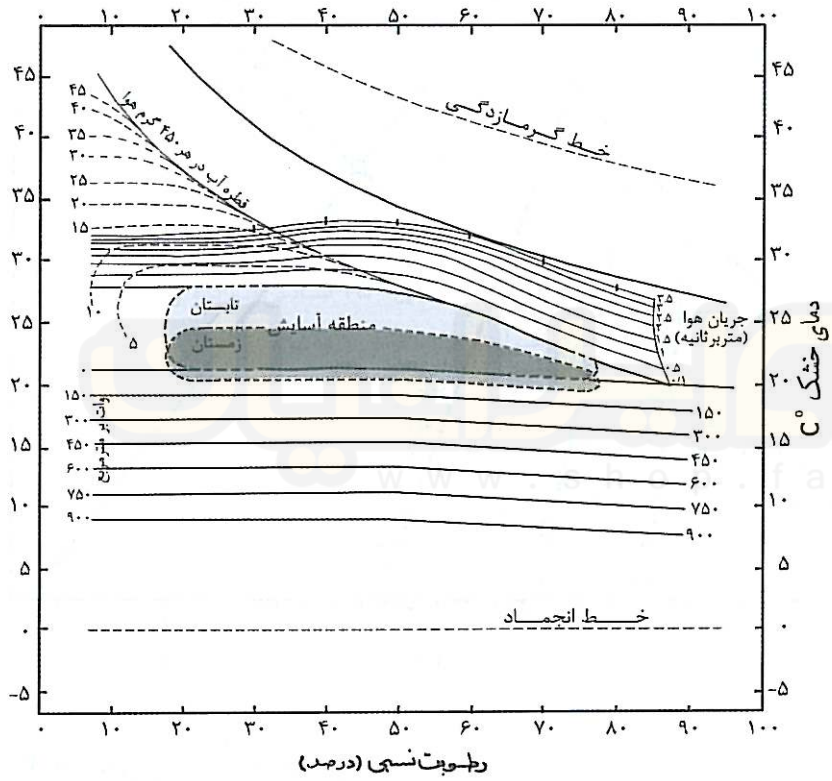
farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

تکمیل نمودار خود همت گماشت و نشان داد که می‌توان دامنهٔ منطقه آسایش را با استفاده از

الف) خاصیت برودت‌زایی باد، و

ب) خاصیت گرمازایی آفتاب

گسترش داد و به این ترتیب شاخص آسایش دیگری به نام شاخص زیست – اقلیمی ایجاد شد (تصویر ۲۲.۱) که به کمک آن می‌توان وضعیت گرمایی هر لحظهٔ موردنظر را، از نظر یک فرد ملبس به پوشاک درون خانه و سرگرم فعالیت سبک یا استراحت، در سایه بررسی کرد.

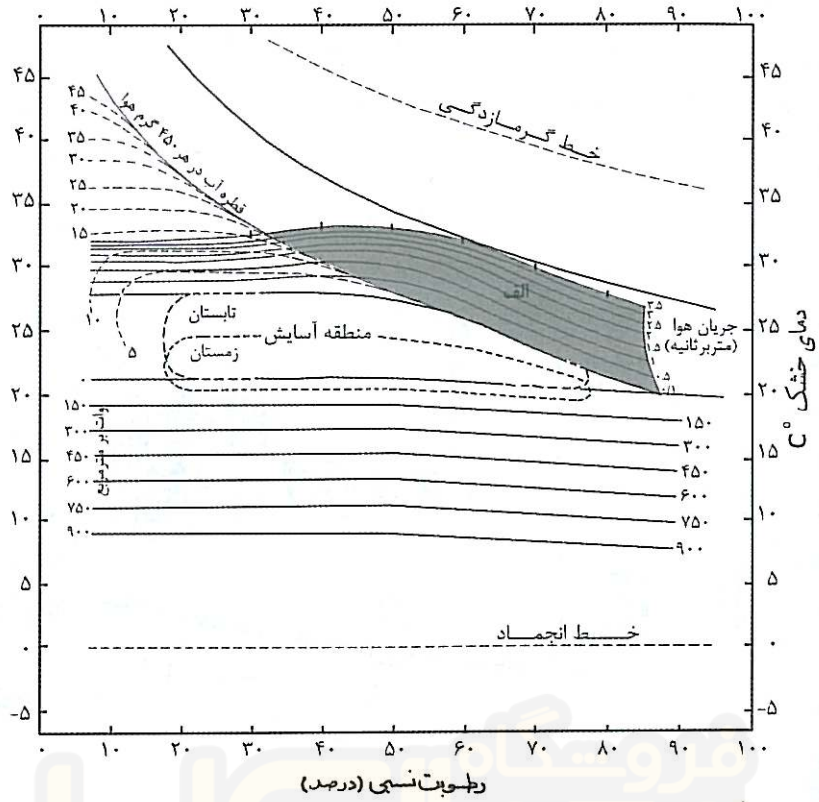


تصویر ۲۲.۱. شاخص زیست ـ اقلیمی: ۱. منطقهٔ آسایش تابستان ۲. منطقهٔ آسایش زمستان.

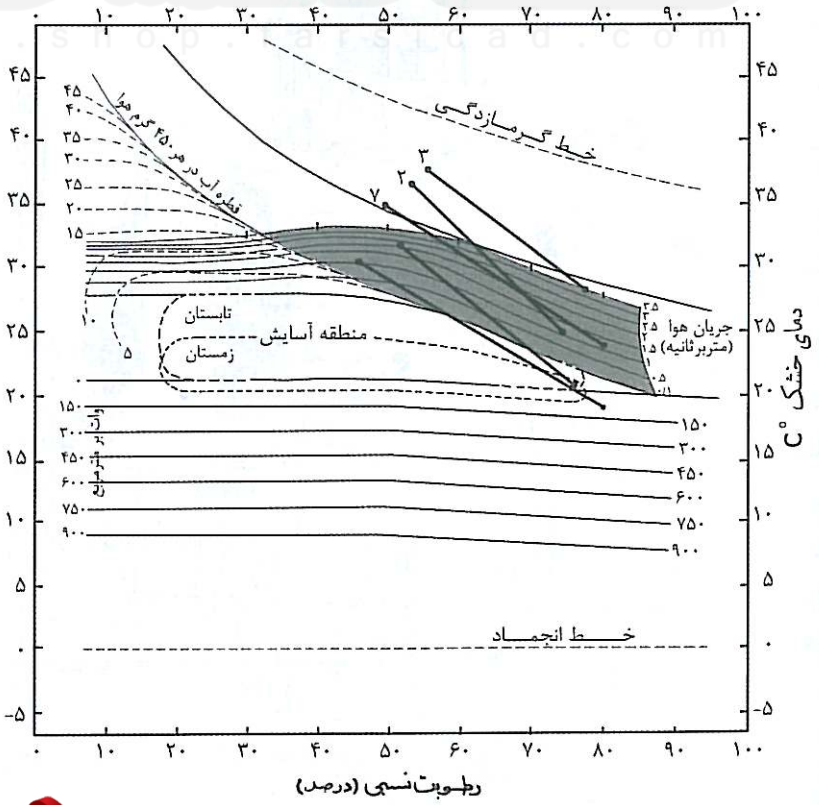
برای این کار باید دما و رطوبت نسبی لحظهٔ موردنظر را بر روی شاخص فوق تصویر کرد و وضعیت منطقهٔ تصویر شده را نسبت به منطقهٔ آسایش آن سنجید. اگر نقطهٔ مزبور در داخل آن منطقه قرار گیرد، معنایش این است که شخص در سایه و در وضعیتی که سرعت هوا نامحسوس باشد (کمتر از یک متر در ثانیه) احساس راحتی خواهد کرد و حالتی که در آن نقطه در خارج از منطقهٔ مزبور قرار گیرد، معنایش این است که شخص در شرایط آب و هوایی موجود احساس راحتی نخواهد کرد، مگر آنکه برای اصلاح وضعیت گرمایی اقدام شود. نوع اقدام بستگی به موقعیت نقطه نسبت به مناطق مشخص شده در تصاویر ۲۳.۱ تا ۲۷.۱ دارد.

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری



تصویر ۲۳.۱. گسترش منطقهٔ آسایش شاخص زیست ـ اقلیمی.



تصویر ۲۴.۱. بررسی هوای ماه‌های مختلف در بندرعباس

۱. فروردین
۲. اردیبهشت
۳. خرداد
۷. مهر
۸. آبان
۱۲. اسفند

ملاحظات: ماه‌های ذکر نشده خارج از منطقهٔ الف قرار می‌گیرند.

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

۱. در صورتی که نقطهٔ حاصل از تصویر دما و رطوبت نسبی در منطقهٔ الف قرار گیرد، معنایش این است که برای احساس آسایش نه فقط به سایه، بلکه به جریان هوایی با سرعت معین نیاز است تا در اتلاف حرارت بدن از راه همرفت اجباری[1] و تبخیر عرق تسریع شود.



تصویر ۲۵.۱. دو نمونه خانهٔ بومی در بندرعباس
(ترسیم دست آزاد از سپیده مسعودی‌نژاد)

1. forced convection

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

مشابه وضعیتی را که در بند (۱) توضیح داده شد عملاً در شهرهای ساحلی جنوب کشورمان می‌توان یافت؛ مثلاً اگر تغییرات دما و رطوبت نسبی بندرعباس بر روی شاخص زیست – اقلیمی پیاده شود، ملاحظه خواهد شد که بخش قابل توجهی از تغییرات سالیانهٔ هوا (حدود پنج ماه) داخل منطقهٔ الف قرار خواهد گرفت و نیاز به سایه و جریان هوا در مواقع مزبور تأیید خواهد شد.

معماری بومی خانه‌های بندرعباس نیز گواه این واقعیت است که مردم محلی از این امر مطلع بوده‌اند، به طوری که فضاهای اصلی خانه را مرتفع می‌ساختند و با بادگیرهای مناسب مجهز می‌کردند تا از نسیم دریا به خوبی بهره‌مند شوند (تصویرهای ۲۴.۱ و ۲۵.۱). یادآوری می‌شود که هر چه دمای هوا بالاتر رود به همان میزان نیاز به جریان هوایِ سریع‌تر بیشتر خواهد شد تا ناراحتی حاصل از افزایش دما جبران شود. اما نباید فراموش شود که افزایش سرعت هوا هم مطابق جدول ۴.۱ (که واکنش انسان به سرعت هوا را نشان می‌دهد) نباید از حد معینی تجاوز کند.

جدول ۴.۱. واکنش انسان نسبت به جریان هوا

سرعت جریان هوا- متر برثانیه	واکنش انسان به هوا
کمتر از ۰/۲۵	نامحسوس
بین ۰/۲۵ تا ۰/۵۰	مطبوع
۰/۵۰ تا ۱/۰۰	محسوس و مطبوع
۱/۰۰ تا ۱/۵۰	گاهی ناراحت کننده
بیشتر از ۱/۵۰	در بسیاری از موارد مزاحم و حتی مضر

۲. اگر نقطهٔ تصویر شده در منطقهٔ ب قرار گیرد (تصویر ۲۶.۱)، معنایش این است که احساس آسایش بدون جلوگیری از تابش آفتاب میسر نیست و باید از برودت ناشی از تبخیر ذرات آب در هوا هم استفاده کرد. در عمل تبخیر، انرژی لازم برای تبدیل ذرات آب به بخار از گرمای محیط اطراف قطرهٔ آب تأمین می‌شود و همین امر باعث تنزل گرمای نهان هوا و سپس تنزل دمای آن خواهد شد. گرمای نهان لازم برای تبخیر یک گرم آب صفر درجه ۶۰۰ کالری و یک گرم آب ۱۰۰ درجه ۵۴۰ کالری است.[1] لذا می‌توان گفت که تبخیر هر گرم آب می‌تواند از ۵۴۰ تا ۶۰۰ کالری گرمای محیط اطراف خود را کاهش دهد.

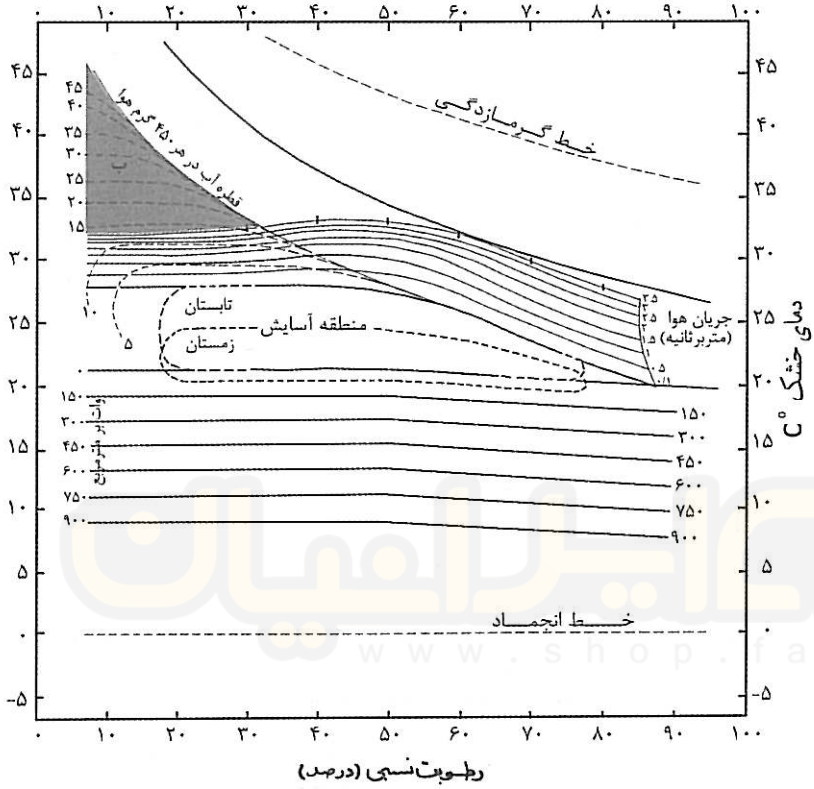
در معماری بومی ما از برودت ناشی از تبخیر قطرات آب موجود در هوا استفادهٔ بسیار می‌شود. به طور مثال، می‌توان به خارخانه‌های منطقهٔ سیستان

1. R. G. Barry & R. J. Chorley, *Atmosphere, Weather & Climate*, Great Britain, Methuen & Co Ltd. 1975, p. 72.

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

بلوچستان اشاره کرد. برای ساختمان خارخانه یا سرپناه سادهٔ تابستانی، گودالی در زمین حفر و بر آن سقفی از خار تعبیه می‌شود تا پناهگاهی برای مقابله با گرما باشد. در مواقع استفاده، سقف خارخانه دائماً مرطوب نگه داشته می‌شود تا خار مرطوب، ضمن خشک شدن، از گرمای هوای اطراف خود بکاهد و محیط نسبتاً خنکی در اطراف خود ایجاد کند.



تصویر ۲۶.۱. گسترش منطقهٔ آسایش با اضافه کردن رطوبت به هوا

* قطره کوچک‌ترین واحد وزن در دستگاه آمریکایی و انگلیسی و معادل ۰/۰۰۶۴۸ گرم است.

مشابه مثال بالا در معماری بومی ما بسیار یافت می‌شود و یادآوری این نکته کفایت می‌کند که هرگاه امکان استفاده از خاصیت برودت‌زایی باد وجود نداشته باشد، استفاده از برودت تبخیری از اهمیت ویژه‌ای می‌یابد.

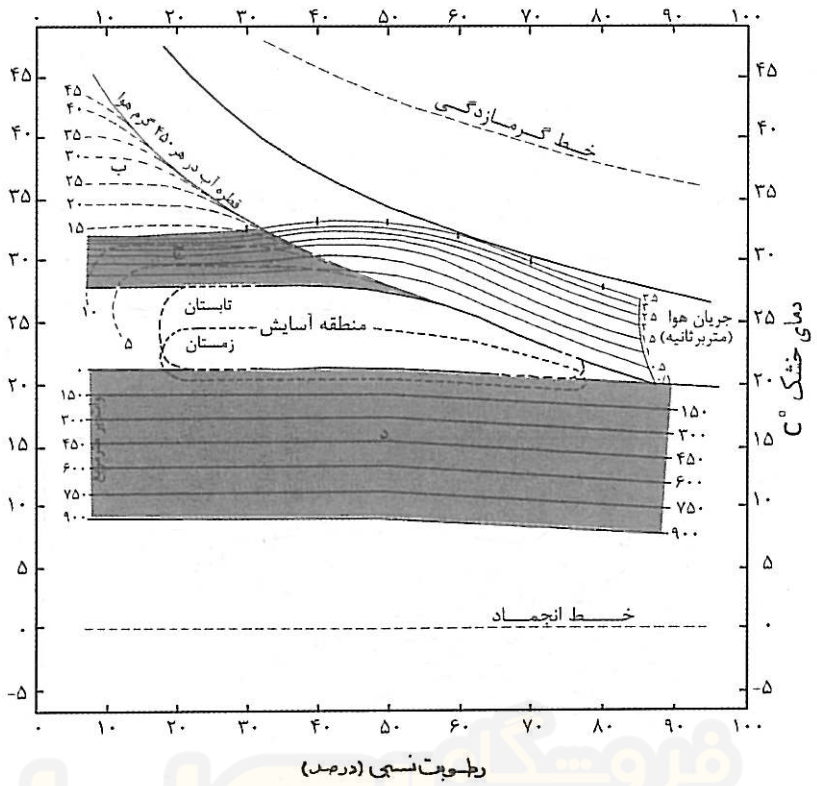
۳. اگر نقطهٔ تصویر شده در منطقهٔ ج قرار گیرد، معنایش این است که ایجاد احساس آسایش، هم با جریان هوا و هم از طریق تبخیر ذرات آب موجود در هوا، امکان‌پذیر است (تصویر ۲۷.۱).

۴. اگر نقطهٔ تصویر شده در منطقهٔ د قرار گیرد، معنایش این است که شخص در شرایط موجود احساس آسایش نمی‌کند، مگر آنکه در معرض گرمای تابشی (از خورشید یا هر منبع دیگر) قرار داشته باشد. محاسبه نشان می‌دهد که در مقابل هر دو درجه کاهش دمای هوا به ۱۵۰ وات گرمای تابشی خورشیدی نیاز است[1] تا احساس آسایش میسر شود.

1. Victor Olgyay, *Design with Climate*, U.S.A., Princeton University Press, 1973, p. 21.

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معماری و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری



تصویر ۲۷.۱. چند نمونه از گسترش منطقهٔ آسایش شاخص زیست ـ اقلیمی

مثال: با این فرض که میانگین ماهیانهٔ دما و رطوبت نسبی خرداد بندر انزلی مطابق جدول ۵.۱ باشد، وضعیت گرمایی روزهای این ماه را پیش‌بینی کنید.

جدول ۵.۱. تغییرات دما و رطوبت نسبی در طول شبانه‌روز بندر انزلی ـ خرداد

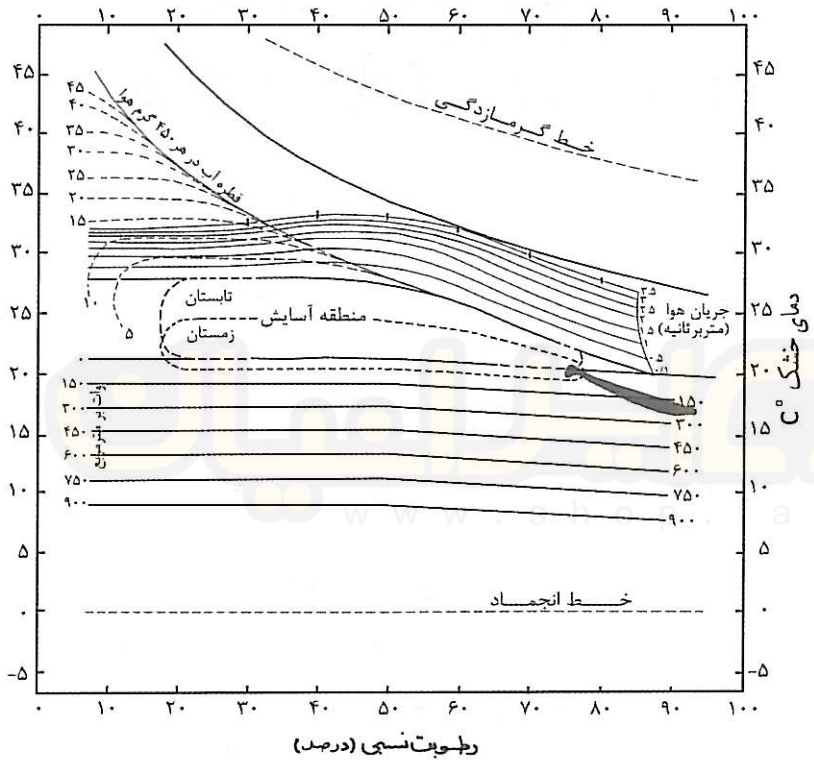
رطوبت نسبی	دما	ساعت به وقت محلی
۹۲	۱۶/۵	۳/۵
۹۳	۱۶/۶	۶/۵
۸۱	۱۹/۵	۹/۵
۷۵	۲۰/۴	۱۲/۵
۷۵	۲۱	۱۵/۵
۷۸	۱۹/۸	۱۸/۵
۸۴	۱۸/۴	۲۱/۵
۸۷	۱۷/۱	۰/۵

منبع: سالنامه‌های سازمان هواشناسی (۱۹۷۲ ـ ۱۹۶۷).

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

پاسخ: ابتدا به کمک محورهای دما و رطوبت نسبی شاخص زیست ـ اقلیمی، موقعیت لحظات مندرج در جدول را پیدا و نقاط حاصل را به هم متصل می‌کنیم تا منحنی تغییرات وضعیت هوا به‌دست آید. همان‌گونه که در تصویر ۲۸.۱ ملاحظه می‌شود، قسمت کوچکی از منحنی تغییرات وضعیت گرمایی هوا در منطقهٔ آسایش قرار می‌گیرد که به این معناست که هوای صبحگاهی خرداد ماه، برای شخصی که لباس سبک به تن دارد و در حال استراحت باشد، اندکی سرد است. اما حوالی ظهر هوا خوب می‌شود و تا ساعت ۳/۵ بعدازظهر همچنان خوب خواهد بود.



تصویر ۲۸.۱. نمونه‌ای از ارزیابی وضعیت گرمایی

از ساعت ۳/۵ بعدازظهر دمای هوا رو به کاهش می‌گذارد، به طوری که ساعت ۶/۵ غروب اندکی خنک می‌شود و در طول شب نیز هوا سرد و برای خوابیدن به رواندار نسبتاً گرم (پتوی نازک) نیاز است.

۱.۳.۶.۱. محدودیت‌ها و ضعف‌های شاخص زیست – اقلیمی

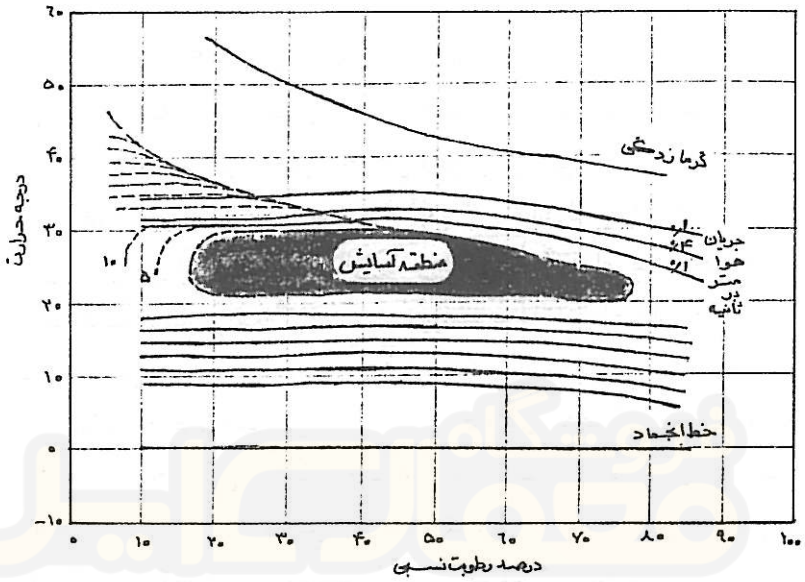
۱. شاخص زیست ـ اقلیمی در اصل برای ۴۰° عرض جغرافیایی شمالی تنظیم شده است و برای عرض جغرافیایی کمتر نیاز به اصلاح دارد. به این منظور باید به ازای هر ۵ درجه کاهش عرض جغرافیایی، محدودهٔ پایین و بالای منطقهٔ آسایش تابستان را به میزان ۰/۴° سانتی‌گراد افزایش داد[1]، مشروط بر آنکه محدودهٔ فوقانی آن از ۳۰° سانتی‌گراد تجاوز نکند. ضمناً از مطالعات انجام شده در مورد وضعیت

1. ibid., p. 19.

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معماران و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

آسایش گرمایی کارمندان شرکت نفت آبادان می‌توان نتیجه گرفت که منطقهٔ آسایش آبادان و سایر نقاط ساحلی پایین‌تر از آن، مشابه منطقهٔ آسایش مناطق حاره است.[1] لذا برای ارزیابی وضعیت گرمایی این نقاط، می‌توان از شاخص زیست – اقلیمی مناطق حاره‌ای استفاده کرد (تصویر ۲۹.۱). در این نمودار حد زیر منطقهٔ آسایش به ۲۲° سانتی‌گراد و حد بالای آن به ۳۰° سانتی‌گراد ختم می‌شود.



تصویر ۲۹.۱. شاخص زیست ـ اقلیمی متناسب برای نقاط ساحلی جنوب

منبع: Koenigsberger, *et al.* 1975.

۲. شاخص زیست – اقلیمی برای ارزیابی وضعیت گرمایی مکان‌هایی به ارتفاع ۳۰۰+ متر از سطح دریا صادق است و استفاده از آن برای نقاط مرتفع‌تر جایز نیست،[2] مگر آنکه اصلاحات مقتضی انجام شود.

۳. برای استفاده از شاخص زیست – اقلیمی از اطلاعات ایستگاه‌های هواشناسی استفاده می‌شود. از آنجا که این اطلاعات وضعیت هوای آزاد را نشان می‌دهد، از پیاده کردن آنها در شاخص مورد بحث، در نهایت مواقع ناراحت سال، عوامل ایجادکنندهٔ ناراحتی و بالاخره راه‌های مقابله با آن مشخص می‌شود. به عبارت دیگر، چون نقش معماری به معنای اعم (از طرح و انتخاب مصالح و اجزای ساختمانی تا تبلور مجتمع‌های مسکونی) در شاخص زیست – اقلیمی منعکس نمی‌شود، لذا اگر در تحلیل این نمودار دقت کافی نشود، احتمالاً نتایج نادرستی به دست خواهد آمد.

فرض کنید که دمای بیشینهٔ هوا حدود ۳۲° ـ۳۵° سانتی‌گراد و رطوبت نسبی آن حدود چهل درصد باشد. این وضعیت در منطقهٔ ج شاخص زیست – اقلیمی

1. P. O. Fanger, *Thermal Comfort Analysis & Applications in Enviromental Engineering*, NewYork, McGraw-Hill, 1970, p. 83.
2. Victor Olgyay, *Design with Climate*, pp. 18-19.

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

قرار می‌گیرد. بر اساس این شاخص، امکان احساس آسایش در روز وجود نخواهد داشت، مگر آنکه سرعت جریان هوای داخل ساختمان به میزان چشمگیری افزایش یابد یا از برودت تبخیری استفاده شود. بدیهی است که این قضاوت تا زمانی صحیح خواهد بود که تأخیر جدار ساختمان در دمای محیط نادیده گرفته شود وگرنه با انتخاب مصالح ساختمانی مناسب، روکار سفید، پنجره‌ها و سایبان‌های مناسب می‌توان دمای داخل ساختمان را تا حدود ۲۸° سانتی‌گراد کاهش داد.

بازهم فرض کنید که از تصویر اطلاعات مربوط به دما و رطوبت نسبی در شاخص زیست – اقلیمی، منطقه‌ای در زیر منطقهٔ آسایش به دست آمده است. انسان در این وضعیت، بنابر شاخص، احساس آسایش گرمایی نخواهد کرد، مگر آنکه در معرض تابش قرار داشته باشد، حال آنکه اگر مصالح استخوان‌بندی و روکار ساختمان به درستی انتخاب شوند، دمای داخل ساختمان از دمای هوای خارج آن بیشتر خواهد شد و نیازی به تابش مستقیم خورشید به داخل ساختمان نیست.

نتیجه اینکه دقت شاخص زیست – اقلیمی زمانی به حداکثر ممکن خواهد رسید که شرایط محیطی امکان آن را بدهد که پنجره‌های ساختمان دائماً باز باشد تا در اثر تهویه، دمای خارج و داخل ساختمان یکسان شود. در غیر این صورت، مرز مناطق مشخص شده در شاخص زیست – اقلیمی برحسب کارایی ساختمان جابه‌جا خواهد شد که باید در مطالعات منظور شود. خوشبختانه تأثیر جدار ساختمان در وضعیت گرمایی هوای داخل آن در شاخص آسایش دیگری به نام شاخص زیست – اقلیمی ساختمانی به دقت منظور شده است.

۴.۶.۱. شاخص زیست – اقلیمی ساختمانی

این شاخص را گیوانی در دههٔ شصت تهیه کرد[1] و بر اصول زیر استوار شده است.

۱. در بعضی از اقلیم‌ها دسترسی به راحتی گرمایی به کمک برخی از پدیده‌های جوی میسر است. مثلاً در اقلیم گرم و مرطوب، جریان محسوس هوا و در اقلیم گرم و خشک، نوسان دمای شب و روز می‌توانند در ایجاد وضعیت مطلوب داخل ساختمان نقش عمده ایفا کنند.

۲. نوع و میزان تأثیر ساختمان بر عوامل مؤثر در احساس آسایش معلوم و قابل محاسبه است. جدول ۶.۱ توان ساختمان را در این مورد نشان می‌دهد.

با توجه به جدول مذکور و با در نظر گرفتن حداکثر کارایی ساختمان در تبدیل وضعیت نامطلوب به مطلوب، اگر شرایط آب و هوایی قابل تبدیل به وضعیت مطلوب بر روی نمودار سایکرومتریک پیاده شود، شاخص زیست – اقلیمی ساختمانی به دست خواهد آمد که خود قابل تجزیه به نمودارهای زیر است.

1. Baruch Givoni, *Man, Climate & Architecture*, New York, Elsevier, 1969, pp. 285-290.

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

جدول ۶.۱. نوع و میزان تأثیر ساختمان در پدیده‌های مؤثر در احساس آسایش

پدیده های مؤثر در احساس آسایش	میزان کارایی ساختمان
۱. اشعهٔ خورشیدی جذب شده در دیوار	۱۵ تا ۹۰٪ اشعهٔ اصابت کرده به دیوار
۲. اشعهٔ خورشیدی داخل شده از پنجره	۱۰ تا ۹۰٪ اشعهٔ خورشید
۳. دامنهٔ نوسان دمای داخل	۱۰تا ۱۵٪ دامنهٔ نوسان دمای خارج
٤. دمای بیشینهٔ داخل	۱۰- تا ۱۰ درجه از دمای بیشینهٔ خارج
۵. دمای کمینهٔ داخل	۰ تا ۷ درجه از دمای کمینهٔ خارج
٦. دمای سطح داخلی دیوارها	۸- تا ۳۰ درجهٔ متفاوت از دمای بیشینه و کمینهٔ خارج
۷. سرعت متوسط هوای اتاق با پنجره‌های باز	۱۵ تا ٦۰٪ سرعت باد محوطه
۸. سرعت واقعی در هر نقطهٔ معین	۱۰تا ۱۲٪ سرعت باد محوطه
۹. فشار بخار آب داخل	۰ تا ۷ میلی‌متر جیوه بیش از فشار بخار آب خارج

الف) **نمودار ۳۰.۱. الف**، کـه منطقـهٔ آسـایش تابسـتانی N را در سـایه و بـرای محیطی که دمای تابشی متوسط آن با دمای هوا برابـر اسـت، مشـخص مـی‌کنـد. محدودهٔ N′ توسعهٔ قابل قبول همین منطقه را نشـان مـی‌دهـد. چنانکـه ملاحظـه می‌شـود، منطقـهٔ آسـایش N شـباهت بـه طـاقی دارد کـه دیوارهـای قـائم آن بـا محورهای دمای خشک، ۲۲° و ۲۶° سانتی‌گراد و رأس و کف طـاق بـا محورهـای فشار بخارآب، ۵ و ۱۷ میلی‌متر جیوه تعیین شده باشد.

در همین نمودار، محدودهٔ M نشان‌دهندهٔ مجموعهٔ شـرایطی اسـت کـه در آن جدار خارجی ساختمان می‌تواند از دمای هوای داخل سـاختمان نسـبت بـه خـارج بکاهد، به طوری که ساکنان آن، در حال استراحت یا فعالیـت سـبک خـانگی و در نبود جریان محسوس هوا، احساس راحتی داشته باشند. منطقـهٔ M′ توسـعهٔ قابـل قبول منطقهٔ M را نشان می‌دهد.

همان‌گونه که تصویر ۳۰.۱. الف نشان می‌دهد، حد فوقانی منطقهٔ M بـا محـور ۱۷ میلی‌متر جیوه فشار بخارآب محدود شده است. در صورت تجاوز رطوبت هـوا از این مقدار، عرق روی پوست بدن جمع و چسبناکی پوسـت باعـث نـاراحتی انسـان می‌شود. ضمناً بین فشار بخار آب و حداکثر دمای منطقهٔ آسـایش رابطـهٔ معکـوس وجود دارد، به طوری که حداکثر دمای هوا در شرایطی که فشـار بخـار آب بـه ۱۷ میلی‌متر جیوه بالغ شود، ۳۱° تا ۳۳° سانتی‌گـراد و در جـایی کـه از ۵ میلـی‌متـر جیوه تجاوز نکند، ۳۷° تا ۳۹° سانتی‌گراد است. در نهایت باید توجه داشت که در هیچ شرایطی نباید فشار بخار آب موجود در هوا از ۵ میلی‌متر جیـوه کمتـر باشـد، در غیر این صورت، دسترسی به احساس راحتی میسر نخواهد شد.

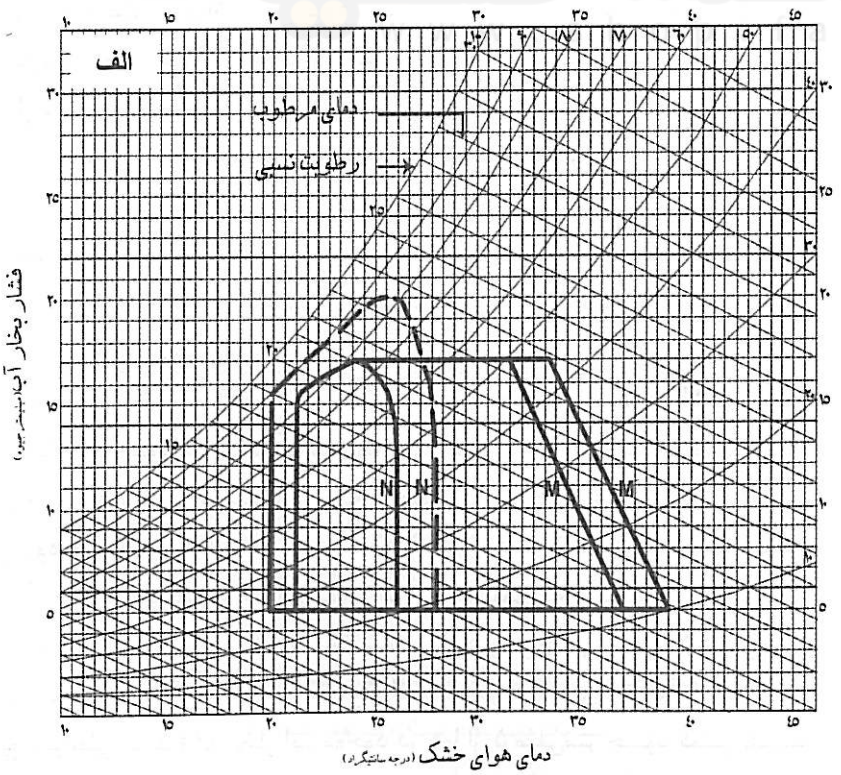
NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

ب) **نمودار ۳۰.۱. ب**، که منطقهٔ آسایش داخل یک ساختمان معمولی با دخالت تهویهٔ طبیعی را مشخص می‌کند. لازم به یادآوری است که مقاومت گرمایی متوسط یا زیاد دیوارهای خارجی یک ساختمان مهندسی با روکار سفید می‌تواند باعث توسعهٔ این منطقه شود. منطقهٔ V′ حداکثر توسعهٔ مورد بحث را نشان می‌دهد.

ج) **نمودار ۳۰.۱. ج**، نشان‌دهندهٔ شرایطی است که در آن تعبیهٔ سیستم سرمایی برای ساختمان ضروری است. انتخاب سیستم سرمایی بستگی به اقلیم مورد مطالعه دارد. منطقهٔ EC و E′C′ مجموعهٔ شرایطی را مشخص می‌کنند که برودت تبخیری (با کولر آبی یا دستگاه‌های مشابه) برای تنظیم شرایط گرمایی داخل ساختمان‌های معمولی و مهندسی کفایت می‌کند. خط نقطه‌چین AC محدودهٔ منطقه‌ای را مشخص می‌کند که احساس آسایش بدون استفاده از تهویهٔ مطبوع میسر نیست. همچنین D منطقهٔ نیاز به رطوبت‌زدایی و W منطقهٔ نیاز به رطوبت برای جلوگیری از خشکی آزاردهنده را نشان می‌دهد.

در همین نمودار، منطقهٔ H و توسعهٔ آن H′ نشان دهندهٔ شرایطی‌اند که دمای کمینهٔ داخل ساختمان به میزان کافی بالاتر از دمای هوای خارج ساختمان قرار می‌گیرد، به طوری که نیازی به منبع گرمایی نخواهد بود. خارج از این دو منطقه (به سمت چپ) ضرورت وسیلهٔ گرمایی احساس می‌شود.

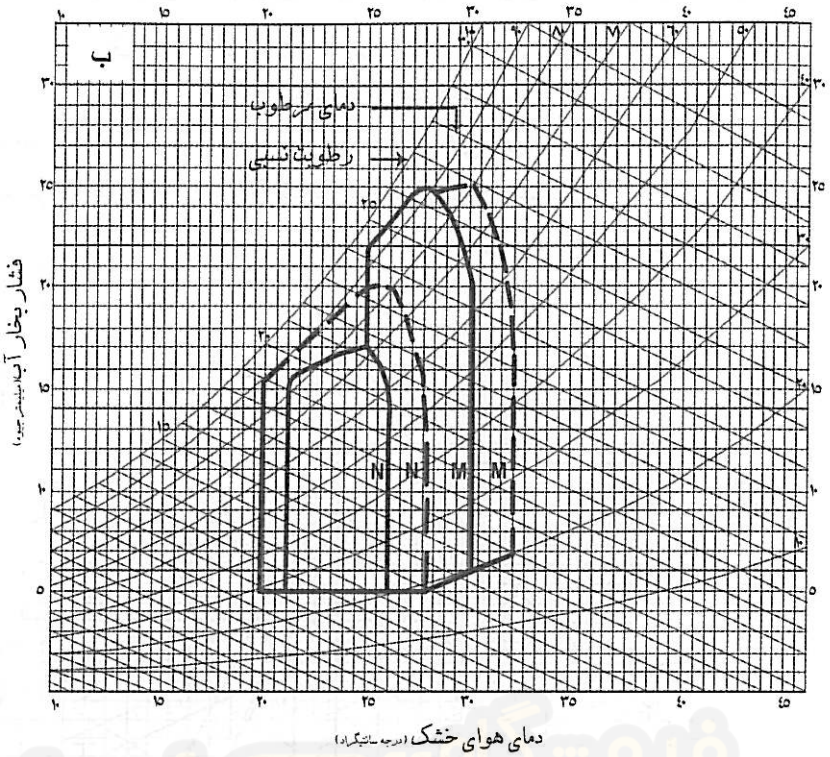


نمودار الف

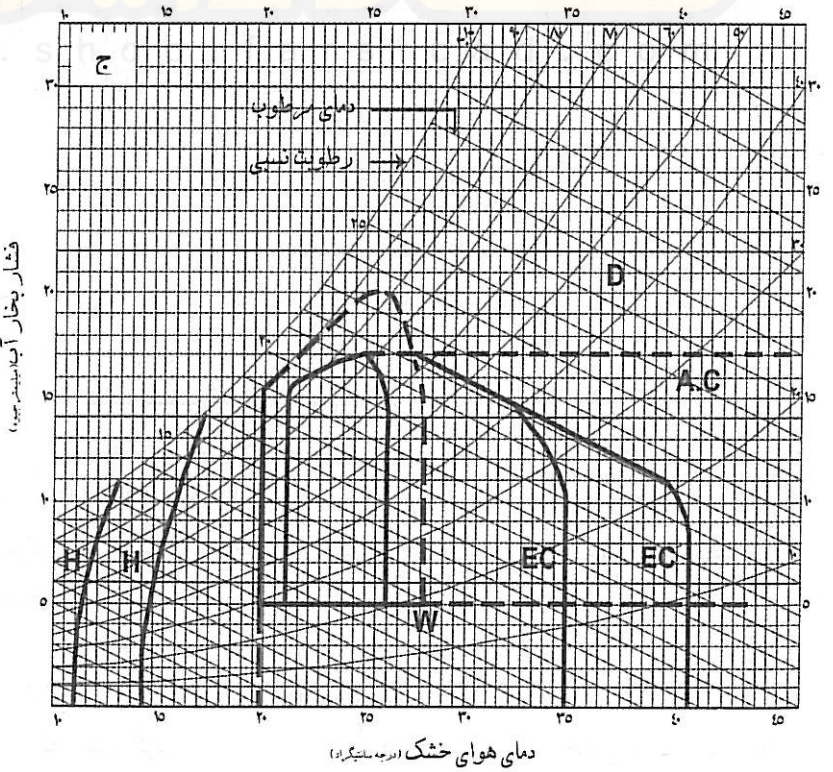
NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

نمودار ب



نمودار ج

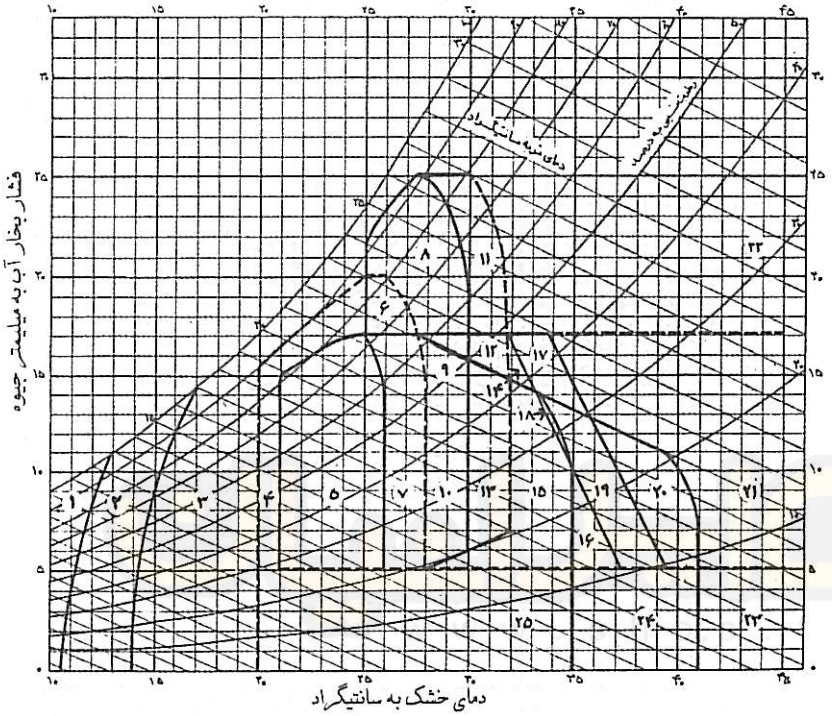


تصویر ۳۰.۱. اجزای شاخص زیست ـ اقلیمی ساختمانی

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معماری و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

د) بالاخره، تصویر ۳۱.۱، که به شاخص زیست ـ اقلیمی ساختمانی معروف است، از انطباق نمودارهای فوق‌الذکر بر یکدیگر و جمع آنها حاصل می‌شود. در این شاخص می‌توان ۲۵ قطعهٔ متفاوت را تشخیص داد و برای هر قطعه تدابیر مهندسی لازم به منظور دسترسی به راحتی‌گرمایی اندیشید. دسته‌بندی قطعه‌های ۷موجود در شاخص زیست ـ اقلیمی ساختمانی بر حسب تدابیر مورد بحث در جدول ۷.۱ تحت عنوان احکام معماری آمده است.



تصویر ۳۱.۱. شاخص زیست ـ اقلیمی ساختمانی

منبع: B. Givoni, Man, *Climate & Architecture*, p. 280.

همان‌گونه که از جدول استنباط می‌شود، گاهی برای یک قطعهٔ معین از شاخص زیست – اقلیمی ساختمانی چند حکم معماری وجود دارد. در این موارد، وظیفهٔ معمار حساس می‌شود، زیرا باید جمع‌کنندهٔ احکام متفاوت و شاید هم مغایر باشد. برای تصمیم‌گیری صحیح در این گونه موارد، آگاهی کامل از رفتار ساختمان در مقابل سرما و گرما و نقش آن در تنظیم شرایط محیطی ضروری است. اطلاعات لازم دربارهٔ این مطلب در فصل‌های آینده ارائه خواهد شد. اما اشاره به ویژگی‌های معماری متناسب با برخی از احکام معماری به شرح زیر خالی از فایده نخواهد بود.

حکم ۱. تبادل حرارت از طریق جدار ساختمان به حداقل رسانده شود.

از آنجا که مقدار گرمای مبادله شده میان دو محیط داخل و خارج یک ساختمان تابع: الف) سطح خارجی ساختمان؛ ب) مقاومت گرمایی جدار آن و ج) اختلاف

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

دمای هوای داخل و خارج است، امید می‌رود که با توجه به این عوامل سه‌گانه بتوان به معماری متناسب با این حکم دست یافت.

الف) سطح خارجی ساختمان

به تجربه روشن شده است که هر چه سطح خارجی یک ساختمان معمولی (فاقد عایق حرارتی) بیشتر باشد، به همان نسبت به میزان مبادلهٔ حرارت میان محیط داخل و خارج ساختمان افزوده خواهد شد. لذا، ضمن کوچک کردن سطوح کم مقاومت (از لحاظ گرمایی) از قبیل در و پنجره، باید نسبت مجموع سطوح خارجی ساختمان به حجم آن را به حداقل ممکن تنزل داد؛ به عبارت دیگر پلان ساختمان را متراکم طراحی کرد.

ب) مقاومت گرمایی جدار ساختمان

تأکید می‌شود که گاهی ایجاد پلان متراکم به دلیل نیاز به تهویهٔ سریع یا استفاده از منظره مقدور نخواهد بود. در نتیجه، باید دیوارهای خارجی ساختمان را با عایق حرارتی مجهز ساخت و از این طریق مقدار حرارت مبادله شده میان دو محیط داخل و خارج ساختمان را کم کرد.

جدول **۷.۱**. احکام معماری قسمت‌های مختلف شاخص زیست اقلیمی ساختمانی

ردیف	قطعه	احکام معماری برای قطعه‌های مشخص شده در نمودار زیست-اقلیمی ساختمانی
۱	۳-۱ ، ۲۵-۸	تبادل حرارت از طریق جدار ساختمان به حداقل رسانده شود.
۲	۳-۱ ، ۲۵-۲۲	از نفوذ هوا از درز پنجره، در و اتصالات ضعیف ساختمانی جلوگیری شود.
۳	۲۵-٤	گرمای خورشیدی مؤثر برساختمان به حداقل ممکن رسانده شود.
٤	۳-۱	از گرمای خورشید بهره‌گیری شود.
٥	۱۳-۸	از تهویهٔ عرضی[1] (کوران) برای اتاق‌ها استفاده شود.
٦	۱۰-۱٦، ۱۳، ۹-۲۰، ۱۵-۱۸	از برودت ناشی از تبخیر سطحی آب استفاده شود.
۷	۱۰-۹، ۱۹-۱۲	از برودت ناشی از تشعشع موج بلند گرمای جدار ساختمان استفاده شود.
۸	۲۳، ۲۱	از سیستم سردکنندهٔ مکانیکی بهره‌برداری شود.
۹	۲۲	از سیستم سردکنندهٔ مکانیکی استفاده و رطوبت زدایی شود.
۱۰	۲۵-٤	از ورود آفتاب به داخل ساختمان جلوگیری شود.

1. cross ventilation

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

ج) اختلاف دمای داخل و خارج

باید توجه داشت که هر چه اختلاف درجهٔ حرارت محیط داخل و خارج ساختمان بیشتر باشد، به همان میزان به مقدار انرژی مبادله شده میان دو محیط افزوده خواهد شد. لذا برای کم کردن اختلاف دمای مطلوب داخل از دمای نامطلوب خارج باید به انتخاب مکان ساختمان و طراحی محیط اطراف آن توجه کافی مبذول داشت تا با ایجاد خردآب و هوای[1] مناسب از مقدار گرمای مبادله شده کاست. همچنین در صورتی که شرایط زندگی و کارکرد ساختمان امکان دهد، می‌توان ساختمان را به جای روی زمین در داخل آن احداث کرد.

حکم ۲. از نفوذ هوا از درز پنجره، در و اتصالات ضعیف ساختمانی جلوگیری شود

هر چند نفوذ هوا از درز پنجره، در و اتصالات ضعیف ساختمان باعث تهویهٔ محیط داخل ساختمان می‌شود، ولی چون در عمل قابلیت تنظیم ندارد، از لحاظ مهندسی مطلوب نیست، به ویژه آنکه هوای نفوذی در بسیاری از موارد باعث اتلاف انرژی هم می‌شود. به همین دلیل در ساختمان‌های مهندسی، علاوه بر دقت در طراحی پنجره و درهای ساختمان، سعی در *درزچسبان* کردن اتصالات ساختمانی می‌شود.

باید توجه داشت که مقدار هوای نفوذی نیز تابع فشار باد هوای خارج ساختمان و اختلاف دمای هوای داخل و خارج ساختمان است. لذا برای به حداقل رساندن آن لازم است در انتخاب مکان، طراحی محیط و جهت ساختمان نسبت به باد دقت و سعی شود که فشار باد بر روی جبهه‌های ساختمان به حداقل ممکن کاهش یابد.

حکم ۳. گرمای خورشیدی مؤثر بر ساختمان به حداقل ممکن رسانده شود

با توجه به این واقعیت که بخش عمدهٔ گرمای هوای داخل ساختمان از تابش خورشید بر جدار ساختمان سرچشمه می‌گیرد، لذا برای به حداقل رسانیدن آن رعایت سه شرط زیر الزامی است.

الف) از نفوذ اشعهٔ مستقیم خورشید از قسمت‌های شفاف جدار (شیشه، در و پنجره و...) به داخل ساختمان جلوگیری شود.

ب) از جذب اشعهٔ خورشید به قسمت کدر ساختمان (دیوار و سقف) ممانعت شود.

ج) از شدت تابش اشعهٔ خورشید بر جدار ساختمان کم شود.

الف) از نفوذ اشعهٔ مستقیم خورشید از قسمت‌های شفاف جدار (شیشه، در و پنجره و...) به داخل ساختمان پیشگیری شود

باید جسم حاجبی بر سر راه اشعهٔ خورشید و دهانهٔ پنجره به گونه‌ای قرار داده شود که از ورود اشعهٔ خورشید به داخل اتاق در مواقع گرما جلوگیری شود. برای این منظور باید با کاشت درخت‌های مناسب در جلو پنجره یا به کمک سایبان‌های ثابت و متحرک به هدف نزدیک شد. جزئیات بیشتر در فصل دوم آمده است.

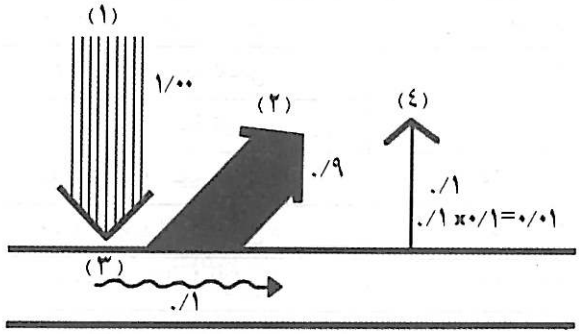
1. micro climate

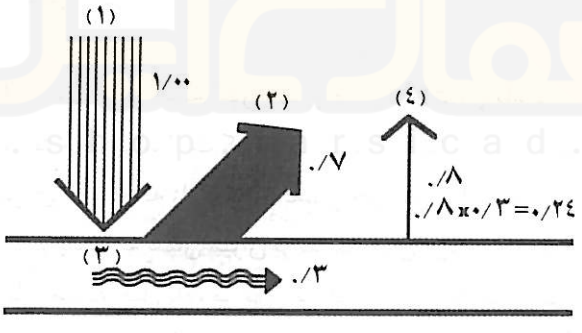
NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

ب) از جذب اشعهٔ خورشید به قسمت کدر ساختمان (دیوار و سقف) پیشگیری شود

اگر اشعهٔ خورشید به یک جسم کدر بتابد، قسمتی از آن به صورت اشعهٔ بازتابشی به محیط و جو برمی‌گردد و قسمتی از آن جذب جسم می‌شود و آن را گرم می‌کند. جسم گرم نیز به نوبهٔ خود شروع به تابش گرما با موج بلند می‌کند و در نتیجه بخشی از انرژی جذب شده دوباره از دست می‌رود (تصویر ۳۲.۱).





تصویر ۳۲.۱. دریافتی خالص اجسام کدر از تابش آفتاب
۱. کل اشعهٔ تابیده به جسم که به واحد نشان داده شده است.
۲. اشعهٔ بازتابشی – r
۳. اشعهٔ جذب شده – a
٤. انرژی منتشر شده

تجربه نشان داده است که جمع مقدار اشعهٔ بازتابشی و جذب شده در یک جسم برابر اشعهٔ تابیده به جسم (اشعهٔ تابشی) است.[1] پس اگر مقدار اشعهٔ تابشی برابر واحد باشد، مقدار اشعهٔ بازتابشی یا جذب شده از فرمول زیر قابل استخراج است.

$$1 = r + a$$

که در آن r اشعهٔ بازتابشی و a اشعهٔ جذب شده است.

همان‌گونه که رابطهٔ بالا نیز نشان می‌دهد، برای به حداقل رسانیدن اشعهٔ جذب شده باید مقدار اشعهٔ بازتابشی را به حداکثر ممکن افزایش داد تا این رابطه همچنان صحیح باقی بماند. رنگ سفید و مصالح ساختمانی روشن دارای خاصیت موردنظرند (جدول ۸.۱).

1. ibid, p. 99.

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معماری و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

جدول ۸.۱. قابلیت جذب و انتشار حرارت[1] مصالح ساختمانی (بر حسب درصد)

جنس سطح	جذب و انتشار حرارت، در صورتی که منبع اشعهٔ تابشی خورشید باشد	جذب و انتشار حرارت، در صورتی که منبع اشعهٔ تابشی جسم گرمی با دمای ۱۰- ۴۰ سانتی‌گراد باشد
سیاه غیرفلزی	۰/۹۸ -۰/۸۵ اشعهٔ تابشی	۰/۹۸-۰/۹۰ اشعهٔ تابشی
آجر، سنگ ، کاشی قرمز	۰/۸۰ -۰/۶۵ اشعهٔ تابشی	۰/۹۵-۰/۸۵ اشعهٔ تابشی
آجر، سنگ زرد	۰/۷۰ -۰/۵۰ اشعهٔ تابشی	۰/۹۵-۰/۸۵ اشعهٔ تابشی
آجر، کاشی، روکار کرم	۰/۵۰ -۰/۳۰ اشعهٔ تابشی	۰/۵۰-۰/۳۰ اشعهٔ تابشی
آلومینیوم شفاف، برنز	۰/۵۰ -۰/۳۰ اشعهٔ تابشی	۰/۵۰-۰/۳۰ اشعهٔ تابشی
آلومینیوم تیره، آهن گالوانیزه	۰/۶۵ -۰/۴۰ اشعهٔ تابشی	۰/۶۵-۰/۴۰ اشعهٔ تابشی
مس، برنز صیقل شده	۰/۵۰ -۰/۳۰ اشعهٔ تابشی	۰/۵۰-۰/۳۰ اشعهٔ تابشی
آلومینیوم، کرم صیقل شده	۰/۴۰ -۰/۱۰ اشعهٔ تابشی	۰/۴۰-۰/۱۰ اشعهٔ تابشی

ملاحظات: برای تعیین میزان اشعهٔ بازتابشی، ارقام بالا از عدد یک (واحد) کم می‌شود. مثال: اشعهٔ بازتابشی جسم سیاه غیرفلزی (سطر اول جدول) ۰/۱۵ ـ ۰/۰۲ اشعهٔ تابشی خورشیدی است.

ج) از شدت تابش اشعهٔ خورشید بر جدار ساختمان کاسته شود

به تجربه ثابت شده است که شدت تابش خورشید به زاویهٔ تابش آن بستگی دارد، به طوری که هر چه زاویهٔ اشعهٔ تابشی خورشید با سطح جسم معین به عمود نزدیک‌تر باشد، به همان میزان بر شدت تابش افزوده خواهد شد.

با توجه به اصل بالا، می‌توان ساختمان را در جهتی احداث کرد که خورشید در مواقع گرم روز بر اتاق‌های زندگی عمودی نتابد و به این ترتیب از شدت تابش آفتاب در مواقع گرم به میزان چشمگیری کاسته شود.

حکم ۴. از گرمای خورشید بهره‌برداری شود

با دقت در آنچه آمد، می‌توان دریافت که با حرکت در جهت مخالف دستورالعمل‌های حکم ۳، احتمال دسترسی به راه‌حل‌های متناسب با حکم ۴ وجود خواهد داشت. به عبارت دیگر، برای استفادهٔ کافی از گرمای طبیعی خورشید باید:

الف) بخش‌های شفاف جدار ساختمان را به گونه‌ای طراحی کرد که جسم حاجبی در سر راه اشعهٔ خورشید و دهانهٔ پنجره یا نورگیر قرار نگیرد.

ب) مصالح جدار ساختمان را چنان انتخاب کرد که قابلیت جذب اشعهٔ آن زیاد باشد. برای این منظور، می‌توان از جدول‌هایی نظیر جدول ۸.۱، که اطلاعات

1. emissivity

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

لازم در مورد قابلیت جذب و تابش موج بلند مصالح ساختمانی را ارائه دهد، استفاده کرد.

ج) جهت ساختمان را چنان انتخاب کرد که در مواقع لزوم، آفتاب با زاویهٔ کمتر از ۹۰ درجه به جبهه‌های اصلی آن بتابد. ضمناً با رعایت اصول بالا، می‌توان از حوزهٔ راه‌حل‌های سنتی برای ساختمان‌سازی فراتر رفت و در مسیر استفاده از انرژی خورشیدی به روش غیرفعال به راه‌حل‌های نوین و ارزنده دست یافت. توضیح کلی در این مورد پس از آشنایی خواننده با خواص گرمایی / فیزیکی مصالح و اجزای ساختمانی ارائه خواهد شد.

حکم ۵. از تهویهٔ عرضی (کوران) برای اتاق‌ها استفاده شود

تجربه نشان داده است در مناطقی که رطوبت شبانه‌روزی هوا نسبتاً زیاد و اختلاف دمای شب و روز کم است، نیاز به جریان محسوس هوا به طور شبانه‌روزی احساس می‌شود. در این نوع آب و هوا باید اجزای ساختمانی از قبیل سقف، دیوار و... از مصالح سبک ساخته شوند و در مسیر جریان دائم هوا قرار داشته باشند تا در عرض روز حرارت کمتر (نسبت به مصالح سنگین) جذب کنند و در اوایل شب نیز به سرعت گرمای خود را از دست دهند و خنک شوند.

در واقع، ساختمان متناسب با شرایط فوق سایبان بزرگی است که در مقابل جریان باد قرار گرفته باشد، زیرا در زیر سایبان ضمن بهره‌برداری از تهویهٔ عرضی، می‌توان از تابش مستقیم خورشید هم در امان بود.

اما در عرصهٔ زندگی واقعی، معمولاً ارزش‌های اجتماعی از قبیل حریم خصوصی، مشرف نبودن و جز آن طراحی خانه را پیچیده‌تر از یک سایبان ساده می‌کند و استفاده از دیوارهای محصورکننده را ضروری می‌سازد. در این گونه شرایط، باید ساختمان مرتفع باشد و با ایوان‌های رو به باد مجهز شود. همچنین از ایجاد فضاهای تو در تو برای زندگی خودداری شود، زیرا در فضاهای تودرتو سرعت جریان هوا به میزان چشمگیری کاهش می‌یابد و از قابلیت برودت‌زایی آن کاسته می‌شود.

حکم ۶. از برودت ناشی از تبخیر سطحی آب استفاده شود

از گذشتهٔ دور، در مناطق خشک کشور، مردم از برودت تبخیری برای مساعد کردن شرایط زندگی استفاده می‌کردند. یک نمونهٔ استفادهٔ ساده از برودت تبخیری را می‌توان در خارخانه‌های سیستان و بلوچستان دید که قبلاً دربارهٔ آن بحث شد. نمونهٔ پیچیده‌تر استفاده از برودت تبخیری را می‌توان در خانه‌های مجهز به بادگیر و حوضخانه یا سرداب شهرهای حاشیهٔ کویر مشاهده کرد. در این خانه‌ها، هوای خارج شده از دهانهٔ تحتانی بادگیر از روی حوض‌های مجهز به فواره یا سرداب گذر

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

داده می‌شود تا گرمای آن در اثر تبخیر سطحی آب نقصان یافته و شرایط آسایش فراهم آید.

متأسفانه از چندین دههٔ قبل، استفاده از روش‌های سنتی در ساختمان‌سازی به دلائل نامعقول متوقف شده است. لیکن هنوز مردم بسیاری از نقاط کشور ما، که تجربهٔ زندگی در این نوع خانه‌ها را فراموش نکرده‌اند، از برتری روش سنتی به روال متداول استفاده از کولر آبی سخن می‌گویند. خوشبختانه امروزه هم به یاری محاسبات فنی می‌توان به راحتی بر برتری شیوه‌های سنتی صحه گذاشت.[1]

برای استفاده از برودت تبخیری، معمولاً به دو شیوهٔ ساده و مرکب عمل می‌شود. در شیوهٔ ساده می‌توان از جابه‌جایی هوای خنک استفاده کرد. به این منظور، تودهٔ هوای عبور داده شده از روی پهنهٔ وسیع آب، سطوح قائم و افقی مرطوب، باغچه‌های پوشیده از گیاه، داربست‌های سبز و پاسیوهای مشجر و مجهز به حوض و فواره به داخل ساختمان و اتاق‌های زندگی هدایت می‌شود.

در شیوهٔ مرکب، از برودت تبخیری و هدایت حرارت توامان استفاده می‌شد. در این شیوه، سطح بام هنگام گرما آب‌پاشی و مرطوب نگه داشته می‌شد تا قطرات آب، ضمن تبخیر سطحی، گرمای لازم را از هوای اطراف خود و لایه‌های رویی سقف ساختمان اخذ و آنها را خنک کند. در نتیجه، برودت لایه‌های رویی سقف به نوبهٔ خود از طریق هدایت به لایه‌های زیری سقف و از آن‌جا به هوای داخل اتاق‌ها منتقل می‌شود و محیط داخل ساختمان را متناسب با شرایط آسایش می‌کند.

حکم ۷. از برودت ناشی از تشعشع موج بلند گرمای جدارساختمان استفاده شود

به تجربه روشن شده است که در مناطق خشک و کویری (با رطوبت نسبی کم) روزها بسیار گرم، ولی شب‌ها هوا صاف و آرام است و در نتیجه دمای اتسمفر پس از غروب آفتاب به سرعت رو به کاهش می‌گذارد و به تبع آن زمین و بام ساختمان‌ها نیز گرمای خود را با تشعشع به سمت آسمان سرد از دست می‌دهند و خنک می‌شوند؛ همان‌گونه که یک جسم گرم از راه تشعشع گرمای خود را به جسم سردتر انتقال می‌دهد.

خوشبختانه این خاصیت را ساکنان حاشیهٔ کویر از دیرباز می‌شناخته‌اند و از آن بهره‌برداری می‌کرده‌اند. به این ترتیب که شب‌های تابستان زندگی خود را از زیر سقف و چهار دیوار گرم اتاق خارج و به هوای آزاد روی بام و درون حیاط‌ها انتقال می‌داده‌اند. این رفتار هنوز هم در بسیاری از نقاط کویری کشور ما معمول است.

شرایط محیطی یک مکان گاهی امکان استفاده از هوای آزاد را به انسان نمی‌دهد. در این صورت، باید فضای روز را از فضای شب به کلی مجزا کرد و مصالح ساختمانی بخش روز را با ظرفیت حرارتی[2] بالا برگزید تا دیوارها و سقف‌های این بخش به کندی رو به گرمی بگذارد و تأثیر نوسان دمای خارج با

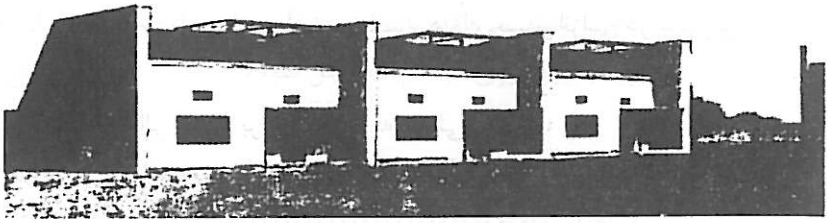
1. Donald Watson & Kenneth Labs, *Climatic Design*, New York, McGraw- Hill, 1983, pp. 65-67.
2. heat capacity

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

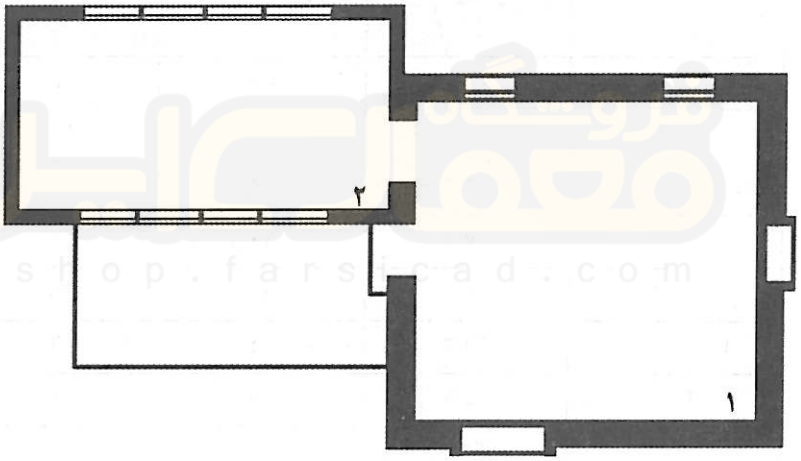
تأخیر زیاد[1] (که واحد آن ساعت است) در هوای محیط داخل ظاهر شود.

در مقابل، اجزای ساختمانی بخش شب را باید به گونه‌ای انتخاب کرد که قابلیت انتقال حرارت از هوای یک طرف به هوای طرف دیگر آن[2] زیاد باشد تا محیط داخل ساختمان گرمای روز خود را با فرا رسیدن شب به فوریت به محیط خارج منتقل کند و خنک شود (تصویر ۳۳.۱ و ۳۴.۱).



تصویر ۳۳.۱. چند خانه در کالج عدن. دیوارهای ضخیم طبقهٔ همکف، فضای مناسب روز و سرپوشیدهٔ سبک طبقهٔ فوقانی فضای مناسب خواب شب را ایجاد می‌کند.

منبع: D. Oakley, *Tropical Houses*, London, B.T. Batsford, 1961.



تصویر ۳۴.۱. دیوارهای ضخیم با ظرفیت حرارتی زیاد (قسمت ۱) فضای خنک و مناسب روز و دیوارهای نازک با ظرفیت حرارتی کم (قسمت ۲) فضای خنک و مناسب شب را ایجاد می‌کند.

منبع: همان.

متأسفانه از چند دههٔ پیش، تغییر مکان انسان برای استفاده از هوای آزاد و همچنین امکان دوبخشی کردن ساختمان‌های مسکونی در شهرها روز به روز کمتر شده است. لذا در این شرایط باید ساختمان را به شیوه‌ای طراحی و احداث کرد که سقف و دیوارهای آن در طول روز در سایهٔ دست‌اندازهای بام یا زیر چتر سایهٔ درختان واقع شوند و شب هنگام مانعی بین سطح بام و آسمان قرار نداشته باشد تا سطح بام به سوی آسمان تشعشع گرمایی کند. در غیر این صورت، باید سقف خانه را با صفحات متحرک عایق مجهز کرد، به طوری که بتوان در عرض روز این صفحات را به روی بام گسترانید و مانع رسیدن اشعهٔ خورشید به سطح بام شد و در شب صفحات عایق را از روی بام کنار زد و سطح آن را در مقابل آسمان سرد قرار داد تا با تشعشع گرمایی خنک شود.

1. time lag

۲. به این قابلیت، ارزش U گفته می‌شود و واحد آن $Cal/m^2/Hr/1^oC$ یا $Btu/Ft^2/Hr/1^oF_r$ یا $W/m^2/1^oC$ است که توضیحات کافی در مورد آن و سایر خواص گرمایی / فیزیکی مصالح و اجزای ساختمانی در بحث‌های آتی ارائه خواهد شد.

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

۱.۴.۶.۱. روش استفاده از شاخص زیست – اقلیمی ساختمانی

برای ارائهٔ یک طرح همساز با اقلیم، در عمل باید اطلاعات مربوط به دما و دمای تر یا رطوبت نسبی منطقهٔ مورد مطالعه را بر روی شاخص زیست – اقلیمی ساختمانی پیاده کرد و برحسب موقعیت اطلاعات پیاده شده نسبت به قطعه‌های مشخص شده در شاخص، مشخصات معماری متناسب با مکان مورد مطالعه را به دست آورد.

مثال: با توجه به جدول دما و رطوبت نسبی هوای بندر انزلی در شهریور ماه (جدول ۹.۱):

۱. مشکلات احتمالی انسان برای رسیدن به راحتی گرمایی، و

۲. مشخصات معماری متناسب با آب و هوای شهریور ماه این بندر را تعیین کنید.

جدول ۹.۱. دما و رطوبت نسبی شبانه‌روزی شهریورماه در بندر انزلی

موقعیت روی نمودار	رطوبت نسبی	دمای هوا	ساعت به وقت محلی
٤	٨٦	٢٣/٦	٣/٥
٤	٨٩	٢٢	٦/٥
٦	٧٢	٢٦/٢	٩/٥
٨	٧٠	٢٧/٥	١٢/٥
٨	٧٠	٢٧/٧	١٥/٥
٦	٧٤	٢٦/٣	١٨/٥
٤	٨١	٢٤/٧	٢١/٥
٦	٨٦	٢٥/٢	٠/٥

پاسخ: به ازای رطوبت نسبی و دمای هر لحظهٔ مشخص شده بر جدول، نقطه‌ای بر روی شاخص زیست ـ اقلیمی ساختمانی به دست می‌آوریم و از اتصال نقاط حاصل، منحنی تغییرات وضعیت گرمایی شبانه‌روزی بندر انزلی را ترسیم می‌کنیم (تصویر ۳۵.۱).

همان‌گونه که تصویر نشان می‌دهد، این منحنی داخل سه قطعهٔ متفاوت نمودار قرار می‌گیرد و مفهوم آن این است:

انسان به ازای مواقع داخل قطعه‌های ۴ و ۶، یعنی تمام اوقات شبانه‌روز به جز مواقع نیم‌روز، می‌تواند داخل ساختمان‌های مهندسی (ساختمانی که در ساخت آن اصول کنترل آفتاب و گرمای تابشی رعایت شده باشد) و دور از مکان‌های تولید رطوبت، از جمله آشپزخانه و حمام، احساس راحتی داشته باشد. اما به ازای اوقات

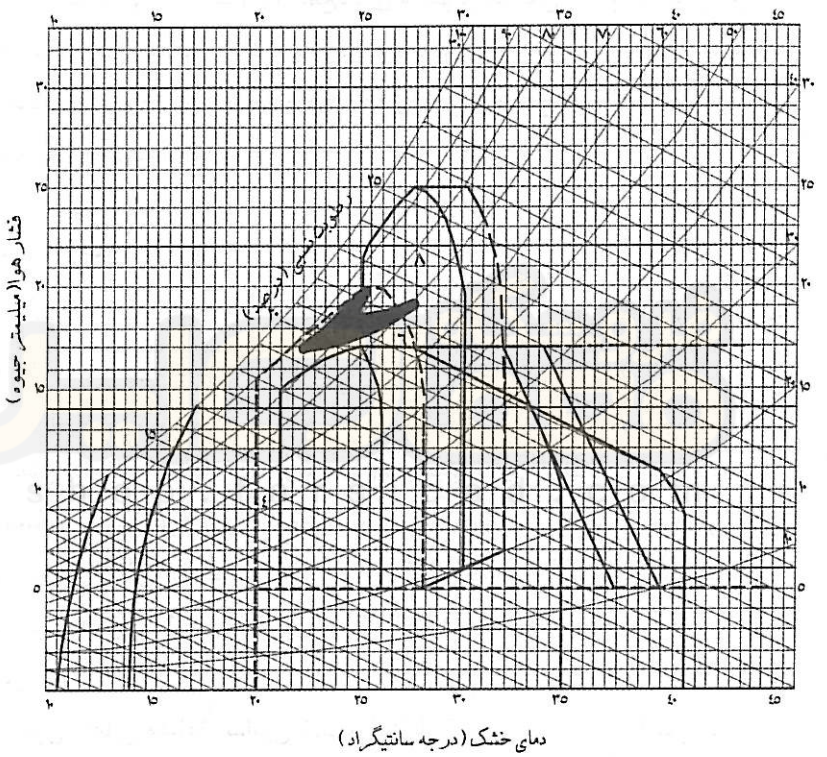
NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

داخل منطقهٔ ۸ احساس راحتی در ساختمان‌های معمولی میسر نخواهد بود، مگر آنکه جریان محسوس هوا در انسان احساس خنکی برانگیزد.

با توجه به مواقع داخل قطعهٔ ۸، می‌توان نتیجه گرفت که اگر هوای داخل ساختمان راکد باشد، گرم و دم کرده احساس خواهد شد. برای جلوگیری از این اشکال و به منظور تحرک محسوس هوای داخل ساختمان، باید در طرح پنجره‌ها و موقعیت آنها دقت کافی مبذول داشت.

همان‌گونه که تصویر نشان می‌دهد، باید از نفوذ آفتاب به داخل ساختمان در همهٔ روزهای شهریور ماه پیشگیری کرد (ر.ک: فصل سوم).



تصویر ۳۵.۱. وضعیت هوای بندر انزلی در شهریور

۲.۴.۶.۱. محاسن و معایب شاخص زیست – اقلیمی ساختمانی

از آنجا که زمینهٔ شاخص زیست – اقلیمی ساختمانی را نقشهٔ سایکرومتریک (که روابط پدیده‌های آب و هوایی مختلف را نشان می‌دهد) تشکیل داده است، این شاخص با انواع اطلاعات آب و هوایی (دما، دمای تر، رطوبت نسبی، فشار بخار آب و...) عمل می‌کند، به طوری که کافی است اطلاعات مربوط به یک زوج پدیدهٔ آب و هوایی مکان مورد مطالعه در دست باشد تا بتوان به وضعیت گرمایی آن مکان پی برد. از این رو، شاخص زیست – اقلیمی ساختمانی بر دو شاخص *دمای مؤثر* و *زیست – اقلیمی*، که هر کدام فقط با یک زوج اطلاعات معین (اولی با دمای تر و خشک و دومی با دمای خشک و رطوبت نسبی) کار می‌کنند، برتری دارد.

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

یکی از ایرادهای این نمودار، پیچیدگی و شلوغی شکل آن است، زیرا برای تشخیص وضعیت گرمایی و مشخصات معماری یک مکان باید منحنی تغییرات سالیانهٔ آب و هوای آن مکان را بر روی شاخص زیست – اقلیمی ساختمانی پیاده کرد و به جمع‌بندی نتایج حاصل پرداخت. اما معمولاً در عمل از برخورد دوازده منحنی (منحنی تغییرات هوا برای هر ماه) با قطعات متعدد نمودار، شکل پیچیده‌ای حاصل می‌شود که تعریف و تحلیل آن وقت‌گیر، دشوار و گاهی خارج از حوصله است.

بدیهی است این موضوع برای طراحانی که به دلایلی نمی‌خواهند شخصاً به عمق این مسائل وارد شوند و به جمع‌بندی محتوای منحنی‌های پیچیده بپردازند، ایجاد اشکال می‌کند. در این‌گونه موارد، معمولاً از شاخص *ماهانی* استفاده می‌شود که احکام معماری همساز با آب و هوا را به روشنی و وضوح در قالب جدول‌های چندگانه ارائه می‌دهد.

۵.۶.۱. شاخص ماهانی

اکنون پس از آشنایی با گروهی از شاخص‌های آسایش، که در قالب نمودار ارائه می‌شوند، به معرفی برخی از شاخص‌ها که به صورت جدول ارائه می‌شوند، می‌پردازیم.

همان‌گونه که ملاحظه شد، از شاخص‌های فوق برای ارزیابی وضعیت گرمایی یک منطقه و تشخیص مسائل معماری آن استفاده می‌شود. همین کار را می‌توان به کمک جدول‌های مخصوص انجام داد که یکی از قدیمی‌ترین آنها جدول ماهانی است. این جدول را کارل ماهانی[1] در سال ۱۹۷۱ تهیه و عرضه کرد که بعدها تکمیل شد.

جدول ماهانی منطقهٔ آسایش شب و روز هر ماه را با توجه به میانگین سالیانهٔ دمای محل مورد مطالعه و میانگین رطوبت نسبی همان ماه تعیین می‌کند (جدول ۱۰.۱). برای ارزیابی وضعیت گرمایی یک مکان با استفاده از این جدول، باید مطابق شرح زیر عمل کرد.

۱. میانگین سالیانهٔ دما و میانگین دمای بیشینه و کمینهٔ هر ماه منطقه یا مکان مورد مطالعه را تعیین کرد.

۲. میانگین رطوبت نسبی هر ماه را حساب کرد.

۳. به ازای میانگین سالیانهٔ دما و رطوبت نسبی هر ماه و به کمک جدول ۱۰.۱، گروه اقلیمی ماه مورد مطالعه را تشخیص داد و سپس محدودهٔ منطقهٔ آسایش شب و روز آن ماه را ازهمان جدول استخراج کرد.

۴. میانگین دمای بیشینهٔ هر ماه را باید با منطقهٔ آسایش روز سنجید. اگر میانگین

1. Mahoney

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

دمای بیشینه:

الف) بزرگ‌تر از حد فوقانی منطقهٔ آسایش روز باشد، روزهای ماه مورد مطالعه گرم؛

ب) در میان دو محدودهٔ منطقهٔ آسایش قرار گیرد، روزهای آن ماه معتدل؛

ج) کوچک‌تر از حد تحتانی منطقهٔ آسایش باشد، روزهای آن ماه سرد منظور خواهد شد.

۵. به همین ترتیب، میانگین دمای کمینهٔ هر ماه را می‌توان با منطقهٔ آسایش شب سنجید. اگر میانگین دمای کمینه:

الف) بزرگ‌تر از حد فوقانی منطقهٔ آسایش شب باشد، شب‌های ماه مورد مطالعه گرم؛

ب) در میان دو محدودهٔ منطقهٔ آسایش باشد، شب‌های آن ماه معتدل؛

ج) کوچک‌تر از حد تحتانی منطقهٔ آسایش شب باشد، شب‌های آن ماه سرد منظور خواهد شد.

جدول ۱۰.۱. جدول ماهانی ـ منطقهٔ آسایش شب و روز

گروه اقلیمی	میانگین رطوبت نسبی به درصد	میانگین دمای سالیانه					
		$>20^{\circ}$		$15-20$		$<15^{\circ}$	
		روز	شب	روز	شب	روز	شب
۱	۰ -۳۰	۳٤	۲۵	۳۲	۲۳	۳۰	۲۱
		۲٦	۱۷	۲۳	۱٤	۲۱	۱۲
۲	۳۰ -۵۰	۳۱	۲٤	۳۰	۲۲	۲۷	۲۰
		۲۵	۱۷	۲۲	۱٤	۲۰	۱۲
۳	۵۰ -۷۰	۲۹	۲۳	۲۸	۲۱	۲٦	۱۹
		۲۳	۱۷	۲۱	۱٤	۱۹	۱۲
٤	۷۰ _۱۰۰	۲۷	۲۱	۲۵	۲۰	۲٤	۱۸
		۲۲	۱۷	۲۰	۱٤	۱۸	۱۲

در جدول ماهانی، علاوه بر تفکیک شدن ماه‌های سرد و گرم و راحت از یکدیگر، بین ماه‌های غیرراحت نیز تفاوت‌هایی در نظر گرفته شده است و در آن برای ناراحتی‌های ناشی از شرایط اقلیمی مختلف نیز شاخص‌هایی به شرح زیر معرفی می‌شوند. (جدول ۱۱.۱)

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

جدول ۱۱.۱. شاخص وضعیت گرمایی ماه‌های سال

وضعیت گرمایی	شب	گرم						سرد
	روز					گرم	معتدل	
میزان بارندگی				میلی‌متر >۲۰۰				
گروه رطوبت		۳ ۲	٤		۱ ۲ ۳	۱	۲	
میانگین نوسان ماهیانهٔ دما		<۱۰°			>۱۰°		>۱۰°	
شاخص‌ها		H_1	H_2	H_3	A_1	A_2		A_3
دی								
بهمن								
اسفند								
فروردین								
اردیبهشت								
خرداد								
تیر								
مرداد								
شهریور								
مهر								
آبان								
آذر								
جمع								

الف) شاخص‌های مربوط به وضعیت مرطوب

H_1: این شاخص نمایندهٔ وضعیتی است که در آن گرمای روز همراه با رطوبت نسبی زیاد (گروه ۴) یا رطوبت نسبی متوسط (گروه ۲ و ۳) و نوسان شبانه‌روزی دما، کمتر از ده درجهٔ سانتی‌گراد باشد. در این گونه موارد، جریان محسوس هوا برای احساس آسایش ضروری است.

H_2: این شاخص نمایندهٔ وضعیتی است که در آن دمای هوا، مطابق شاخص ماهانی، داخل منطقهٔ راحت قرار دارد، لیکن رطوبت نسبی زیاد محیط (رطوبت نسبی گروه ۴) ایجاد ناراحتی می‌کند. در این مواقع نیز جریان باد مطلوب است.

H_3: این شاخص نمایندهٔ وضعیتی است که باران و نفوذ آن به داخل ساختمان ایجاد ناراحتی می‌کند. در جایی که میزان بارندگی از دویست میلی‌متر

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

تجاوز می‌کند، پیش‌بینی‌های لازم برای پیشگیری از خطرات احتمالی ضروری است.

ب) شاخص‌های مربوط به وضعیت خشک

A_1: این شاخص نمایندهٔ وضعیتی است که در آن اختلاف دمای شب و روز (نوسان دمای شبانه‌روزی بیش از ده درجه) ایجاد ناراحتی می‌کند. در شرایطی که روزها گرم و رطوبت نسبی هوا کم یا متوسط (گروه ۱، ۲ و حتی ۳) باشد، شب‌ها هوا سرد می‌شود و همین امر، که مستلزم تطبیق سریع انسان با محیط و تعویض لباس است، می‌تواند باعث ناراحتی شود.

برای رفع این اشکال، باید جدار ساختمان‌ها را از مصالحی انتخاب کرد که ظرفیت گرمایی آنها متوسط یا زیاد باشد، زیرا این‌گونه جدارهای ساختمانی برای سرد و گرم شدن به زمانی طولانی‌تر از زمان سرد و گرم شدن هوای خارج نیاز دارند و از این رو، باعث اختلاف بین هوای داخل و خارج ساختمان می‌شوند. پس هنگامی که دمای خارج به اوج خود می‌رسد، دمای داخل به مقدار قابل ملاحظه‌ای کمتر از دمای خارج است. دمای داخل نیز هرگز به میزان دمای خارج کاهش نمی‌یابد.

A_2: این شاخص نمودار وضعیتی است که در آن گرمای شب همراه با رطوبت نسبی کم در داخل ساختمان ایجاد ناراحتی کند. خوشبختانه، در این شرایط آسمان صاف است و همین امر باعث می‌شود که گرمای بدن به راحتی از راه تابش به آسمان کاهش یابد و دمای سطح بدن تا شش درجه از هوای اطراف خود خنک‌تر شود. در این شرایط، خوابیدن در هوای آزاد از جمله راه‌های رهایی از ناراحتی است.

ممکن است در شب‌های معتدل نیز هوای داخل ساختمان گرم و ناراحت باشد. این اشکال هنگامی ایجاد می‌شود که ظرفیت گرمایی اجزای ساختمانی بسیار زیاد باشد، گرمای روز هم از ۲۶/۵-۲۷/۵ درجه سانتی‌گراد پایین‌تر نیاید، رطوبت نسبی هوا کم (گروه ۱ و ۲) و دامنهٔ نوسان دمای شبانه‌روزی نیز بیش از ده درجه باشد.

A_3: این شاخص نمودار مواقعی است که دمای روز از حداقل دمای منطقهٔ آسایش در شاخص ماهانی پایین‌تر است و در نتیجه سرمای زیاد ایجاد ناراحتی می‌کند.

در شاخص ماهانی، برای تشخیص راه‌های مقابله با وضعیت نامطلوب نیز رهنمودهای مقدماتی ارائه می‌شود. برای استفاده از این رهنمودها باید طبق مراحل چهارگانهٔ زیر عمل شود.

۱. شاخص ماه‌های دوازده گانهٔ مکان مورد مطالعه به کمک جدول ۱۱.۱ یک به یک تعیین و جمع آنها در قسمت پایین جدول منظور شود. با این عمل وضعیت

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

مکان مورد مطالعه از لحاظ تعداد ماه‌های نامساعد و نوع آنها تشخیص داده خواهد شد.

۲. نتیجهٔ این مرحله به صدر جدول *پیشنهادهای مقدماتی معماری* (جدول ۱۲.۱)، منتقل شود. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود، این جدول از نه قطعه و هر قطعه مرکب از یک یا چند سطر است. بر روی هر سطر قطعهٔ ۲ الی ۹، یک یا چند عدد (به عنوان شاخص اقلیمی) و در سمت راست همان سطر پیشنهاد معماری مربوط به آن اعداد (شاخص‌ها) به چشم می‌خورد.

۳. پس از تکمیل قطعهٔ شمارهٔ ۱ این جدول، باید به مطالعهٔ خانه‌های زیرشاخص‌های $H_1 - A_3$ در هشت قطعهٔ دیگر پرداخت و خانه‌های حاوی عدد مشخص شده در قطعهٔ ۱ را علامت‌گذاری کرد. به طور مثال، اگر در زیرشاخص H_1 از قطعهٔ ۱، عدد صفر ظاهر شده باشد، یک خانه از قطعهٔ ۳ و یک خانه از قطعهٔ ۴ هم علامت‌گذاری خواهد شد.

۴. پیشنهادهای مقابل خانه‌های علامت‌گذاری شده را برگزید. باید توجه داشت که گاه در مقابل یک پیشنهاد معین، چند خانهٔ حاوی عدد وجود دارد. در این صورت، به شرطی پیشنهاد پذیرفته می‌شود که همهٔ خانه‌های حاوی عدد مربوط به آن پیشنهاد علامت‌گذاری شده باشد.

همان‌گونه که جدول ۱۲.۱ نشان می‌دهد، پیشنهادهای مقدماتی معماری در هشت زمینهٔ زیر است:

۱. شیوهٔ استقرار ساختمان‌ها، ۲. فضای بین ساختمان‌ها، ۳. جریان هوا در داخل ساختمان، ۴. خواب شب در هوای آزاد، ۵. طرح پنجره‌های ساختمان، ۶. دیوارهای ساختمان، ۷. سقف ساختمان و ۸. حفاظت ساختمان از باران.

بدیهی است بحث تحلیلی دربارهٔ صحت این پیشنهادها در این مقطع، زودهنگام و غیرقابل فهم خواهد بود.[1] اما از آنجا که صحت و سقم هر پیشنهادی در مرحلهٔ عمل بهتر آشکار می‌شود، ارائهٔ جدول پیشنهادهای مقدماتی معماری و خلاصهٔ توصیه‌های معماری مربوط به هشت زمینهٔ فوق خالی از اشکال به نظر می‌رسد. امید است که خواننده ضمن استفاده از شاخص ماهانی، نگاهی محققانه به نحوهٔ کاربرد این شاخص داشته باشد.

مثال: با توجه به آمار پنج سالهٔ شهر سوسنگرد (۱۹۷۲-۱۹۶۷) وضعیت گرمایی این شهر و دستورالعمل‌های اصلی معماری را تعیین کنید.

پاسخ: با استفاده از اطلاعات آب و هوایی سوسنگرد، بخش‌های الف، ب و ج از جدول ارزیابی ماهانی (جدول ۱۳.۱) کامل می‌شود. لازم به یادآوری است که برای

۱. گروه‌بندی رطوبت نسبی (بخش ب جدول)،

۲. تعیین محدودهٔ منطقهٔ راحت روز و شب (بخش ج) و

۳. شاخص‌های گرمایی دوازده ماه (بخش د)،

به ترتیب از جدول‌های ۱۰.۱ و ۱۱.۱ باید استفاده کرد.

۱. این بحث نیاز به مقدماتی دارد که در فصل‌های آینده خواهد آمد. به همین دلیل از ارائهٔ بخش تکمیلی جدول ماهانی که به پیشنهادهای تفصیلی در مورد اندازهٔ پنجره‌ها، محل آنها و ویژگی دیوار، کف، سقف و غیره می‌پردازد، صرف نظر شد. در صورت نیاز به بخش تکمیلی به پیوست ۱ رجوع شود.

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

جدول ۱۲.۱. پیشنهادهای مقدماتی معماری

پیشنهادها		شاخص‌های وضعیت گرمایی						
		A_3	A_2	A_1	H_3	H_2	H_1	
								۱
شیوهٔ استقرار ساختمان								
۱. طول ساختمان‌ها در امتداد شرق و غرب	۱			۱۰-۰				۲
		۱۲-۵		۱۲و۱۱				
۲. معماری فشرده با حیاط	۲	٤-۰						
فضای بین ساختمان‌ها								
۳. مجموعهٔ گسترده و باز برای استفاده از باد	۳						۱۲و۱۱	۳
٤. مانندبالا، به شرط جلوگیری از باد سرد و گرم	٤						۱۰-۲	
۵. مجموعهٔ فشرده	۵						۱۰و۰	
جریان هوا در داخل ساختمان								
٦. اتاق‌های منفرد برای استفاده از کوران دائم	٦						۱۲-۳	٤
۷. اتاق‌ها به هم چسبیده و پیش‌بینی جریان هوا به طور موقت در مواقع لزوم	۷			۵-۰			۲و۱	
				۱۲-٦				
۸. عدم نیاز به جریان محسوس هوا	۸					۱۲-۲	۰	
						۱و۰		
پنجره‌ها								
۹. پنجره‌های بزرگ، ٤۰تا۸۰٪دیوارهای شمالی و جنوبی	۹	۰		۱و۰				۵
۱۰. پنجره‌های بسیار کوچک، ۱۰ تا ۲۰٪	۱۰	۱و۰		۱۲و۱۱				
۱۱. پنجره‌های متوسط، ۲۰ تا ٤۰٪	۱۱	همهٔ شرایط دیگر					همهٔ شرایط دیگر	
دیوارها								
۱۲. دیوارهای سبک، زمان تأخیر کوتاه	۱۲			۲-۰				٦
۱۳. دیوارهای سنگین، داخلی و خارجی	۱۳			۱۲-۳				
سقف‌ها								
۱٤. سقف‌های سبک با عایق حرارتی	۱٤			۵-۰				۷
۱۵. سقف‌های سنگین، زمان تأخیر بیش از ۸ ساعت	۱۵			۱۲-٦				
خواب شبانه در هوای آزاد								
۱٦. ضرورت تأمین فضا برای خواب شبانه	۱٦		۱۲-۲					۸
حفاظت از باران								
۱۷. ضرورت حفاظت در برابر باران شدید	۱۷				۱۲-۳			۹

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

جدول ۱۳.۱. ارزیابی سوسنگرد به وسیلهٔ شاخص ماهانی

طول جغرافیایی: ۴۸،۱۱
عرض جغرافیایی: ۳۱،۳۳
ارتفاع از سطح دریا: ۱۳۰ متر
مکان مورد مطالعه: سوسنگرد

		دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	میانگین دمای سالیانه
الف	دما به سانتی‌گراد													
	میانگین ماهیانهٔ دمای بیشینه	۱۷	۱۹/۵	۲۵	۳۰	۳۶/۵	۴۱	۴۳	۴۳	۴۱	۳۵/۵	۲۷/۵	۲۰	نوسان سالیانه ۳۹
	میانگین ماهیانهٔ دمای کمینه	۴	۴	۹/۵	۱۴/۵	۲۰/۵	۲۱	۲۴	۲۲/۵	۱۹/۵	۱۵/۵	۱۳/۵	۷/۵	بیشترین دما ۴۳
	نوسان ماهیانه دما	۱۳	۱۵/۵	۱۵/۵	۱۵/۵	۱۶	۲۰	۱۹	۲۰/۵	۲۱/۵	۲۰	۱۴	۱۲/۵	کمترین دما ۴

ب	رطوبت نسبی	میانگین ماهیانهٔ بیشینه	۸۳	۸۰	۷۲	۷۴	۶۷	۶۰	۵۹	۶۰	۶۲	۶۷	۷۹	۸۲
		میانگین ماهیانهٔ کمینه	۶۲	۵۸	۴۸	۴۴	۳۳	۲۸	۲۹	۲۹	۳۰	۳۵	۵۵	۶۲
		میانگین کل	۷۲	۶۹	۶۰	۵۹	۵۰	۴۴	۴۴	۴۴	۴۶	۵۱	۶۷	۷۲
	گروه رطوبت نسبی		۴	۳	۳	۳	۳	۲	۲	۲	۲	۳	۳	۴
	بارندگی به میلی‌متر		۴۹/۵	۲۴/۵	۱۸/۵	۳۱/۵	۱۰/۵	۰	۰	۰/۵	۳	-	۲۷/۵	۲۴/۵
	باد	باد غالب	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
		باد نائب غالب	↖	↖	↖	↖	↖	↖	↖	↖	↖	↖	↖	↖

جمع ۱۹۰

ج	میانگین ماهیانهٔ دمای بیشینه		۱۷	۱۹/۵	۲۵	۳۰	۳۶/۵	۴۱	۴۳	۴۳	۴۱	۳۵/۵	۲۷/۵	۲۰
	منطقهٔ راحت- روز	بیشینه	۲۷	۲۹	۲۹	۲۹	۲۹	۳۱	۳۱	۳۱	۳۱	۲۹	۲۹	۲۷
		کمینه	۲۲	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۳	۲۳	۲۲
	میانگین ماهیانهٔ دمای کمینه		۴	۴	۹/۵	۱۴/۵	۲۰/۵	۲۱	۲۴	۲۲/۵	۲۳/۵	۱۵/۵	۱۳/۵	۷/۵
	منطقهٔ راحت- شب	بیشینه	۲۱	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳	۲۴	۲۴	۲۴	۲۴	۲۳	۲۳	۲۱
		کمینه	۱۷	۱۷	۱۷	۱۷	۱۷	۱۷	۱۷	۱۷	۱۷	۱۷	۱۷	۱۷

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

ادامهٔ جدول ۱۳.۱

د	تعیین وضعیت گرمایی	روز	C	C	O	H	H	H	H	H	H	H	H	O
		شب	C	C	C	C	O	O	H	O	O	H	O	C

شاخص‌های گرمایی

ع		جمع شاخص‌ها
	ضرورت جریان هوا H_1	۰
	مطلوب بودن جریان هوا H_2	۰
	ضرورت مقابله با باران H_3	۰
	ضرورت انباشت‌گرما درجدار بنا A_1	۱۰
	خواب شبانه در هوای آزاد A_2	٤
	مشکل ماه‌های سرد A_3	۳

منبع: سالنامه‌های سازمان هواشناسی (۱۹۷۲ – ۱۹۶۷)

ملاحظات: برای جدول سفید به پیوست ۱ رجوع شود.

از بررسی بخش د جدول نتیجه می‌شود که سوسنگرد دارای صفر ماه با شاخص‌های H_1 تا H_3، ده ماه با شاخص A_1، چهار ماه با شاخص A_2 و سه ماه با شاخص A_3 است.

اعداد بالا را به زیر شاخص‌های مربوط به وضعیت مرطوب و خشک در صدر جدول پیشنهادهای مقدماتی معماری (جدول ۱۴.۱) منتقل می‌کنیم. در ستون زیر شاخص H_1 دو خانه وجود دارد که عدد صفر در آنها یافت می‌شود. آنها را علامت‌گذاری می‌کنیم. به همین ترتیب، در زیرشاخص H_2 یک خانه، در زیر شاخص A_1 چهار خانه، در زیرشاخص A_2 یک خانه و در زیر شاخص A_3 یک خانه علامت‌گذاری می‌کنیم و با این کار همهٔ خانه‌های مربوط به مطالعهٔ خود را مشخص می‌سازیم. سپس از سطر اول پیشنهادهای مقدماتی معماری آغاز می‌کنیم:

پیشنهاد شمارهٔ یک قابل قبول است، زیرا سطر روبه‌روی این پیشنهاد شامل یک خانهٔ حامل عدد است و آن عدد به کار ما مربوط می‌شود (به عبارت دیگر علامت‌گذاری شده است).

پیشنهاد شمارهٔ دو قابل قبول نیست، زیرا از دو خانهٔ حامل عدد مقابل آن فقط یک خانه به مطالعهٔ ما مربوط است.

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

جدول ۱۴.۱. پیشنهادهای مقدماتی معماری برای سوسنگرد

	پیشنهادها		شاخص‌های وضعیت گرمایی					
			$A_۳$	$A_۲$	$A_۱$	$H_۳$	$H_۲$	$H_۱$
۱			۳	٤	۱۰	۰	۰	۰
	شیوهٔ استقرار ساختمان							
۲	۱. طول ساختمان‌ها در امتداد شرق و غرب ✓	۱	۱۲-۵		۱۲و۱۱			
			٤-۰					
	۲. معماری فشرده با حیاط	۲						
	فضای بین ساختمان‌ها							
۳	۳. مجموعهٔ گسترده و باز برای استفاده از باد	۳						۱۲و۱۱
	٤. مانندبالا، به شرط جلوگیری از باد سرد و گرم	٤						۱۰-۲
	۵- مجموعهٔ فشرده ✓	۵	۱و۰					
	جریان هوا در داخل ساختمان							
٤	٦. اتاق‌های منفرد برای استفاده از کوران دائم	٦			۵-۰			۱۲-۳
	۷. اتاق‌ها به هم چسبیده و پیش‌بینی جریان هوا به طور موقت در مواقع لزوم	۷			٦-۱۲			۲و۱
	۸. عدم لزوم جریان محسوس هوا ✓	۸	۱و۰		۱۲-۲			۰
	پنجره‌ها							
۵	۹. پنجره‌های بزرگ، ٤۰ تا ۸۰٪ دیوارهای شمالی و جنوبی	۹	۰		۱و۰			
	۱۰. پنجره های بسیار کوچک، ۱۰ تا ۲۰٪	۱۰	۱و۰		۱۲و۱۱			
	۱۱. پنجره های متوسط، ۲۰ تا ٤۰٪ ✓	۱۱	همهٔ شرایط دیگر					
	دیوارها							
٦	۱۲. دیوارهای سبک، زمان تأخیر کوتاه	۱۲			۲-۰			
	۱۳. دیوارهای سنگین، داخلی و خارجی ✓	۱۳	۱۲-۳					
	سقف‌ها							
۷	۱٤. سقف‌های سبک با عایق حرارتی	۱٤			۵-۰			
	۱۵. سقف‌های سنگین، زمان تأخیر بیش از ۸ ساعت ✓	۱۵	۱۲-٦					
	خواب شبانه در هوای آزاد							
۸	۱٦. ضرورت پیش‌بینی فضا برای خواب شبانه ✓	۱٦	۱۲-۲					
	حفاظت از باران							
۹	۱۷. ضرورت حفاظت در برابر باران شدید	۱۷	۱۲-۳					

ملاحظات: نشانهٔ ✓ در جدول به معنی ضرورت قبول پیشنهاد است.

NAQSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

پیشنهاد شمارهٔ پنج قابل قبول است، زیرا در مقابل آن فقط یک خانهٔ مربوط به کار ما وجود دارد.

پیشنهاد شمارهٔ هفت قابل قبول نیست، زیرا در هر دو سطر مقابل آن دو خانهٔ حامل عدد موجود است و فقط یکی از آن خانه‌ها به مطالعهٔ ما مربوط می‌شود.

پیشنهاد شمارهٔ هشت قابل قبول است، زیرا در سطر مقابل آن دو خانهٔ حامل عدد وجود دارد و هر دو آنها نیز علامت‌گذاری شده‌اند.

به‌همین ترتیب، سایر پیشنهادهای مربوط به مطالعهٔ خود را از جدول استخراج می‌کنیم.

۱.۵.۶.۱. محاسن و محدودیت‌های شاخص ماهانی

برای استفاده از شاخص ماهانی (برخلاف شاخص‌های آسایش نموداری) به مطالعهٔ نوسان شبانه‌روزی آب و هوا نیازی نیست و می‌توان به میانگین دمای بیشینه و کمینه و رطوبت نسبی بسنده کرد. خوشبختانه، این اطلاعات در جدول‌های استاندارد سالنامه‌های هواشناسی چاپ و منتشر می‌شود، لذا برای بررسی‌های مقدماتی اقلیمی در مراحل ابتدایی طراحی می‌توان به همین سالنامه‌ها رجوع و در وقت صرفه‌جویی کرد.

همان‌طور که پیش‌تر نیز اشاره شد، جدول ماهانی وسیلهٔ ارزیابی آب و هوایی و دستورالعمل‌های معماری را به سادگی و وضوح تمام در اختیار طراح می‌گذارد. این سادگی اگر چه متناسب حال طراحانی است که نمی‌خواهند به عمق مسائل اقلیمی وارد شوند، در عمل می‌تواند باعث تنبلی ذهنی طراح نیز بشود، به طوری که منطق احکام و دستورالعمل‌های این شاخص از نظر دور بماند و در نتیجه با مسئلهٔ بسیار مهمی چون اقلیم و معماری سطحی برخورد شود.

در شاخص ماهانی، وضعیت برخی از عوامل مؤثر در احساس آسایش نیز به خوبی روشن نیست، مثلاً شاید بتوان حدس زد که

۱. فعالیت انسان در حد فعالیت سبک خانگی یا استراحت،

۲. پوشاک در حد پوشاک مناسب فصل، و

۳. احتمالاً دمای تابشی متوسط محیط برابر دمای هوا در نظر گرفته شده است.

اما به هر حال، تأثیر تغییرات سرعت جریان هوا در منطقهٔ آسایش این شاخص مشخص نیست و همین مسئله ارزیابی آسایش با شاخص ماهانی را اندکی زیر سئوال می‌برد. برای رفع این اشکال، پیشنهاد می‌شود که از شاخص ارائه شده توسط اوانز برای وضعیت گرمایی مکان مورد مطالعه و از شاخص ماهانی برای تعیین شاخص‌های گرمایی ماه‌ها و پیشنهادهای مقدماتی معماری استفاده شود.

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

۶.۶.۱. شاخص اوانز

اوانز[1]، برای تعیین منطقهٔ آسایش، رابطهٔ دمای خشک هوا را با
۱. رطوبت نسبی (در چهار گروه ۳۰٪- ۰٪، ۵۰٪-۳۰٪، ۷۰٪-۵۰٪ و ۱۰۰٪-۷۰٪،
۲. جریان هوا، از غیرمحسوس (۰/۱ متر در ثانیه) تا محسوس (۱ متر در ثانیه)،
۳. فعالیت (استراحت یا کارهای سبک خانگی)، و
۴.پوشاک (لباس سبک تابستانی و لباس زمستانی درون خانه)،
مشخص می‌کند و نتیجه را در جدول ۱۵.۱ ارائه می‌دهد.

جدول ۱۵.۱. منطقهٔ آسایش بر اساس شاخص اوانز

مقیاس	شرایط گرمایی	رطوبت نسبی	دمای روز	دمای شب
الف	محدودهٔ منطقهٔ راحت به ازای جریان هوایی معادل ۱ متر در ثانیه	۳۰-۰	۳۲/۵-۲۹/۵	۲۹/۵-۲۷/۵
		۵۰-۳۰	۳۰/۵-۲۸/۵	۲۹-۲۶/۵
		۷۰-۵۰	۲۹/۵-۲۷/۵	۲۸/۵-۲۶
		۱۰۰-۷۰	۲۹-۲۶	۲۸-۲۵/۵
ب	محدودهٔ منطقهٔ راحت به ازای لباس سبک تابستانی یا یک رواندازسبک در شب با جریان هوای نامحسوس (۰/۱ متر در ثانیه)	۳۰-۰	۳۰-۲۲/۵	۲۷/۵-۲۰
		۵۰-۳۰	۲۸-۲۲/۵	۲۶/۵-۲۰
		۷۰-۵۰	۲۷/۵-۲۲/۵	۲۶-۲۰
		۱۰۰-۷۰	۲۷-۲۲/۵	۲۵/۵-۲۰
ج	محدودهٔ منطقهٔ راحت به ازای لباس معمولی و گرم یا رواندار ضخیم در شب	۳۰-۰	۲۲/۵-۱۸	۲۰-۱۶
		۵۰-۳۰	۲۲/۵-۱۸	۲۰-۱۶
		۷۰-۵۰	۲۲/۵-۱۸	۲۰-۱۶
		۱۰۰-۷۰	۲۲/۵-۱۸	۲۰-۱۶

منبع: M. Evans, *Hosing, Climate & Comfort,* London, The Architectural Press, 1980, pp. 36-7.

ملاحظات:
۱. این شاخص تا ارتفاع هزار متر از سطح دریا، بدون هیچ اشکال مهمی قابلیت استفاده دارد.
۲. اوانز این جدول را روی نمودار سایکرومتریک هم پیاده کرده است و به این ترتیب، برای آن یک همانند نموداری نیز وجود دارد که در بخش پیوست‌ها آمده است.

1. Martin Evans, *Housing, Climate & Comfort*, London, The Architectural Press, 1980, pp. 36-37.

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

برای ارزیابی وضعیت گرمایی یک مکان به روش اوانز باید:

۱. به ازای میانگین رطوبت نسبی کمینهٔ هر ماه، محدودهٔ منطقهٔ آسایش روزهای آن ماه از روی جدول استخراج شود،

۲. به ازای میانگین رطوبت نسبی بیشینهٔ هر ماه، محدودهٔ منطقهٔ آسایش شب‌های آن ماه از همان جدول تعیین شود،

۳. میانگین دمای بیشینهٔ هر ماه با منطقهٔ آسایش روز سنجیده شود، و

۴. میانگین دمای کمینهٔ هر ماه با منطقهٔ آسایش شب مقایسه شود.

در این صورت، وضعیت گرمایی روزها و شب‌های آن ماه با دقتی بیش از روش ماهانی در سه مقیاس مختلف به دست خواهد آمد.

مثال: وضعیت گرمایی سوسنگرد را با استفاده از جدول ۱۵.۱ تعیین کنید.

برای پاسخ مطابق مراحل زیر عمل می‌کنیم.

۱. میانگین ماهیانهٔ دمای بیشینه و کمینه و رطوبت نسبی دوازده ماه سوسنگرد را مطابق جدول ۱۶.۱ تنظیم می‌کنیم.

جدول ۱۶.۱. وضعیت گرمایی سوسنگرد

مکان مورد مطالعه:	سوسنگرد
طول جغرافیایی:	۴۸° ۱۱′
عرض جغرافیایی:	۳۱° ۳۳′
ارتفاع ازسطح دریا:	۱۳۰ متر

	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر
میانگین دمای بیشینه	۱۷	۱۹/۵	۲۵	۳۰	۳۶-۵	۴۱	۴۳	۴۳	۴۱	۳۵/۵	۲۷/۵	۲۰
میانگین دمای کمینه	۲	۴	۹/۵	۱۴/۵	۲۰/۵	۲۱	۲۴	۲۲/۵	۱۹/۵	۱۵/۵	۱۳/۵	۷/۵
میانگین رطوبت نسبی بیشینه	۸۳	۸۰	۷۲	۷۴	۶۷	۶۰	۵۹	۶۰	۶۲	۶۷	۷۹	۸۲
میانگین رطوبت نسبی کمینه	۶۲	۵۸	۴۸	۴۴	۳۳	۲۸	۲۹	۲۹	۳۰	۳۵	۵۵	۶۲

۲. با توجه به رطوبت نسبی بیشینه و کمینه هر ماه، منطقهٔ آسایش شب و روز سوسنگرد را در مقیاس الف، ب و ج تعیین می‌کنیم (به ازای رطوبت نسبی کمینه، منطقهٔ آسایش روز و به ازای رطوبت نسبی بیشینه، منطقهٔ آسایش شب) (جدول ۱۷.۱).

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

جدول ۱۷.۱. منطقهٔ آسایش سوسنگرد با شاخص اوانز

		دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر
منطقهٔ راحت روز	مقیاس الف	۲۹/۵	۲۹/۵	۳۰/۵	۳۰/۵	۳۰/۵	۳۲/۵	۳۲/۵	۳۲/۵	۳۲/۵	۳۰/۵	۲۹/۵	۲۹/۵
		۲۷/۵	۲۷/۵	۲۸/۵	۲۸/۵	۲۸/۵	۲۹/۵	۲۹/۵	۲۹/۵	۲۹/۵	۲۸/۵	۲۷/۵	۲۷/۵
	مقیاس ب	۲۷/۵	۲۷/۵	۲۸	۲۸	۲۸	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۲۸	۲۷/۵	۲۷/۵
		۲۲/۵	۲۲/۵	۲۲/۵	۲۲/۵	۲۲/۵	۲۲/۵	۲۲/۵	۲۲/۵	۲۲/۵	۲۲/۵	۲۲/۵	۲۲/۵
	مقیاس ج	۲۲/۵	۲۲/۵	۲۲/۵	۲۲/۵	۲۲/۵	۲۲/۵	۲۲/۵	۲۲/۵	۲۲/۵	۲۲/۵	۲۲/۵	۲۲/۵
		۱۸	۱۸	۱۸	۱۸	۱۸	۱۸	۱۸	۱۸	۱۸	۱۸	۱۸	۱۸
منطقهٔ راحت شب	مقیاس الف	۲۸	۲۸	۲۸	۲۸	۲۸	۲۸	۲۸	۲۸	۲۸	۲۸	۲۸	۲۸
		۲۵/۵	۲۵/۵	۲۵/۵	۲۵/۵	۲۶	۲۶	۲۶	۲۶	۲۶	۲۶	۲۵/۵	۲۵/۵
	مقیاس ب	۲۵/۵	۲۵/۵	۲۵/۵	۲۵/۵	۲۶	۲۶	۲۶	۲۶	۲۶	۲۶	۲۵/۵	۲۵/۵
		۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰
	مقیاس ج	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰
		۱۶	۱۶	۱۶	۱۶	۱۶	۱۶	۱۶	۱۶	۱۶	۱۶	۱۶	۱۶

۳. میانگین دمای بیشینهٔ هر ماه را با محدودهٔ منطقهٔ آسایش روز و میانگین دمای کمینهٔ همان ماه را با محدودهٔ منطقهٔ آسایش شب می‌سنجیم و وضعیت گرمایی هر ماه را در سه مقیاس مشخص می‌کنیم (جدول ۱۸.۱). همان‌گونه که از جدول استنباط می‌شود:

جدول ۱۸.۱. وضعیت سوسنگرد در مقیاس‌های سه‌گانهٔ اوانز

وضعیت گرمایی در مقیاس‌های		دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر
روز	الف	سرد	سرد	سرد	راحت	گرم	گرم	گرم	گرم	گرم	گرم	گرم	سرد
	ب	سرد	سرد	راحت	گرم							گرم	سرد
	ج	سرد	راحت	گرم								گرم	راحت
شب	الف	سرد	سرد	سرد	سرد	سرد	سرد	سرد	سرد	سرد	سرد	سرد	سرد
	ب	سرد	سرد	سرد	سرد	راحت	راحت	راحت	راحت	سرد	سرد	سرد	سرد
	ج	سرد	سرد	سرد	سرد	گرم	گرم	گرم	گرم	راحت	سرد	سرد	سرد

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

الف) ۱. هوای روزهای دی ماه، به‌رغم استفاده از لباس گرم داخل منـزل (مقیـاس ج)، سرد است. پس هوا در مقیاس الف و ب به طریقی اولی سرد خواهد بود.

۲. هوای روزهای آذر و بهمن مطابق مقیـاس ج و در روزهـای اسـفند مطـابق مقیاس ب خوب به نظر می‌رسد (انسان احساس راحتی می‌کند)،

۳. هوای سایر روزهای سال، به‌رغم جریان محسوس هوا (یـک متـر در ثانیـه)، گرم خواهد بود، مگر در فروردین ماه که در مقیاس الف احساس راحتی می‌شود.

ب) ۱. هوای شب‌ها از مهر تا فروردین، به‌رغـم شـرایط مقیـاس ج، سـرد بـه نظـر می‌رسد.

۲. هوای شب‌های اردیبهشت تا مـرداد، مطـابق مقیـاس ب و شـهریور مطـابق مقیاس ج خوب است و احساس راحتی به انسان دست می‌دهد، لیکن اگر بـادی بـا سرعت یک متر در ثانیه در وزش باشد (شرایط مقیـاس الـف)، هـوا سـرد بـه نظـر خواهد آمد.

در جدول ۱۹.۱، جمع‌بندی مطالب بالا با توجه به توان انسان و قابلیت تطبیق او با محیط (از راه کم کردن و زیاد کردن لباس و رواناز) آمده است.

جدول **۱۹.۱**. وضعیت آب و هوای سوسنگرد

وضعیت گرمایی در مقیاس‌های	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر
روز	سرد	راحت	راحت	گرم **	گرم	گرم	گرم	گرم	گرم	گرم	گرم	راحت
شب	سرد	سرد	سرد	سرد	راحت*	راحت*	راحت*	راحت*	راحت*	سرد	سرد	سرد

ملاحظات:

* در صورت وزش بادی با سرعت یک متر در ثانیه هوا سرد به نظر می‌رسد.

** در صورت وزش بادی با سرعت یک متر در ثانیه هوا خوب خواهد شد.

۱.۶.۶.۱. رهنمودهای معماری در شاخص اوانز

اوانز، مانند ماهانی، علاوه بر تعیین مواقع راحت، در مورد تشـخیص عوامـل جـوی مؤثر در ناراحتی و رهنمودهای معماری به منظور مقابله بـا آنهـا، بحـث کـاملی در کتاب خود ارائه می‌دهد،[1] که در این مبحث فقط چکیدهٔ آن به صورت جدول ارائـه می‌شود (جدول ۲۰.۱). به کمک این جـدول و مکمـل آن (جـدول ۲۱.۱)، کـه بـه ترتیب وضعیت آب و هـوای هـر مـاه و هـر سـال مکـان مـورد مطالعـه را ترسـیم می‌کنند می‌توان:

۱. به تفکیک ماه‌های راحت و ناراحت، و

۲. به رهنمودهای لازم جهت ارائهٔ معماری همساز با اقلیم دست یافت.

1. ibid, pp. 25-31.

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

جدول ۲۰.۱. وضعیت‌های مختلف آب و هوایی و رهنمودهای معماری متناسب با آن‌ها

شرایط و وضعیت آب‌وهوا	میانگین دما		میانگین رطوبت		وضعیت موردمطالعه	نوسان دما در شبانه روز	رهنمودهای معماری برای تنظیم وضعیت هوای داخل ساختمان
	بیشینه	کمینه	بیشینه	کمینه			
۱. دمای بالا و رطوبت نسبی زیاد در روز	بیش از ۲۷°	-	-	بیش از ۷۰٪	روزبامقیاس الف راحت و با مقیاس ب گرم	-	لزوم جریان هوا
	بیش از ۲۷/۵°	-	-	۷۰-۵۰٪		۱۰°یا کمتر	
۲. دمای بالا و نوسان زیاد در شبانه روز	بیش از ۳۲/۵°	-	-	۳۰-۰٪	روزها گرم	-	اجزای ساختمانی با ظرفیت گرمایی و زمان تاخیر
	بیش از ۳۰/۵°	-	-	۵۰-۳۰٪		-	
	بیش از ۲۹/۵°	-	-	۷۰-۵۰٪		بیش از ۱۰°	
۳. ناراحتی شدید	بیش از ۳۸°	-	-	۳۰-۰٪	روزها گرم	-	ضرورت وجود وسایل مکانیکی برای سرد و گرم کردن
	بیش از ۳۷°	-	-	۵۰-۳۰٪		-	
	بیش از ۳۵/۵°	-	-	۷۰-۵۰٪		بیش از ۱۰°	
	بیش از ۳۲°	-	-	بیش از ۷۰٪		۱۰°یا کمتر	
٤. روز و شب راحت، ولی همراه با نوسان زیاد دما در شبانه روز	کمتر از ۳۲/۵°	بیش از ۱۰°	-	۳۰-۰٪	روزها راحت	بیش از ۱۰°	ظرفیت گرمایی مناسب
	کمتر از ۳۰/۵°	بیش از ۱۰°	-	۵۰-۳۰٪		بیش از ۱۰°	
	کمتر از ۲۹/۵°	بیش از ۱۰°	-	۷۰-۵۰٪		بیش از ۱۰°	
	کمتر از ۲۹°	بیش از ۱۰°	-	بیش از ۷۰٪		بیش از ۱۰°	
۵. وجود آسایش روزانه	تمام شرایطی که در وضعیت ۱،۲،۳،٤و ٦ نیامده است						حفظ ساختمان از تابش و باد شدید
٦. دمای پایین در روز	۱۸° -۱۵°	-	-	-	تازه		کفایت اجزای ساختمانی با قابلیت انباشت گرما در خود
	۱۵° -۱۰°	-	-	-	خنک		عدم لزوم عایق‌بندی ضخیم و کفایت وسیلهٔ گرمایی موقتی
	کمتر از ۱۰°	-	-	-	سرد		لزوم عایق‌بندی مناسب و وسیلهٔ گرمایی دائمی
۷. دمای بالا و رطوبت زیاد در شب	-	بیش از ۲۵/۵°	بیش از ۷۰٪	-	شب‌ها گرم	-	لزوم جریان هوا
	-	بیش از ۲٦°	۷۰-۵۰٪	-		۱۰°یا کمتر	
۸. دمای بالا و رطوبت کم در شب	-	بیش از ۲۷/۵°	۳۰-۰٪	-	شب‌ها گرم	-	اجزای ساختمانی با ظرفیت گرمایی زیاد
	-	بیش از ۲٦/۵°	۵۰-۳۰٪	-		-	
	-	بیش از ۲٦°	۷۰-۵۰٪	-		بیش از ۱۰°	
۹. دمای پایین در شب	-	کمتر از ۱۰°	-	-	شب‌ها سرد		لزوم عایق‌بندی خوب با ساختمان با ظرفیت گرمایی متوسط یا زیاد

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

برای استفاده از رهنمودهای اوانز ابتدا باید وضعیت هر ماه را طبق جدول ۲۰.۱ مشخص و نتیجه را در جدول ۲۱.۱ پیاده کرد. سپس تصمیمات معماری را با توجه به وضعیت سالیانهٔ مکان مورد مطالعه، که از جمع‌بندی جدول ۲۱.۱ به دست می‌آید، عملی کرد. با استفاده از این راهنمایی، توصیه می‌شود رهنمودهای معماری متناسب با اقلیم سوسنگرد مطالعه و نتیجه با شاخص ماهانی سنجیده شود.

جدول ۲۱.۱. ارزیابی وضعیت آب و هوا در طول سال

مکان مورد مطالعه:

طول جغرافیایی:

عرض جغرافیایی:

ارتفاع از سطح دریا:

وضعیت آب‌وهوا		دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	جمع
۱. دمای بالاو رطوبت زیاد														
۲. دمای بالا و نوسان زیاد دما در شبانه روز														
۳. ناراحتی شدید														
٤. روز و شب راحت، ولی نوسان زیاد دما در شبانه روز														
۵. آسایش روز														
٦. دمای پایین روز	تازه													
	خنک													
	سرد													
۷. دمای بالا و رطوبت بالا در شب														
۸. دمای بالا و رطوبت کم در شب														
۹. دمای پایین در شب														

۷.۶.۱. آسایش در خارج ساختمان (شاخص راحتی بافت)

باید توجه داشت که همهٔ شاخص‌هایی که از آنها بحث شد، شرایط آسایش را در مورد فعالیت بسیار سبک متداول در خانه نشان می‌دهند. اما بر کسی پوشیده نیست که فضای رفتاری انسان از محدودهٔ درون خانه تجاوز می‌کند و قسمتی از

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معماری و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

اوقات را در بیرون خانه، کوچه و بازار و فضای باز و پارک می‌گذراند و به فعالیت‌های مختلف غیرخانگی می‌پردازد. پس اگر راحتی و آسایش انسان مطرح باشد، نمی‌توان فقط به وضعیت گرمایی مناسب داخل ساختمان بسنده کرد و برای خارج ساختمان شرایط گرمایی مناسب فراهم نکرد، به ویژه آنکه وضعیت گرمایی محیط خارج تأثیر بسزایی در وضعیت محیط داخل دارد. به همین دلیل، باید خود را به وسایل ارزیابی وضعیت گرمایی محیط خارج ساختمان مجهز سازیم. اما این پرسش مطرح می‌شود که آیا از شاخص‌های متعدد بالا نمی‌توان برای این منظور استفاده کرد.

برای دادن پاسخ کافی است به برخی مفروضات منظور شده در شاخص‌های آسایش محیط داخل توجه کرد، مثلاً فرض شده است که مردم غالباً:

۱. در خانه یک دست لباس خانگی (۰/۵ کلو) به تن می‌کنند، حال آنکه برای خارج شدن از خانه، در اغلب مواقع و به‌خصوص در زمستان، به تعداد لباس‌های خود می‌افزایند و به این ترتیب، ارزش گرمایی پوشاک خود را اضافه می‌کنند.

۲. به فعالیت سبک خانگی یا استراحت، که مولد پنجاه کیلوکالری / ساعت متر مربع گرمای متابولیسمی است، می‌پردازند. در صورتی که انسان در محیط بیرون خانه، غالباً به قدم زدن یا فعالیت سنگین‌تر سرگرم می‌شود و گرمای متابولیسمی حاصل از قدم زدن در سطح صاف با سرعت سه کیلومتر در ساعت، معادل صد کیلوکالری / ساعت متر مربع، یعنی دو برابر فعالیت سبک خانگی است.

۳. نمی‌توانند از جریان هوای سریع‌تر از ۱/۵ متر در ثانیه برای خنک شدن بهره‌برداری کنند، حال آنکه سرعت جریان هوا در خارج از خانه تا پنج متر در ثانیه (در ارتفاع عابر پیاده) مطبوع است. بدیهی است جریان سریع‌تر هوا در ارتفاع عابر پیاده مانع حرکت راحت انسان و حتی باعث زمین خوردن اطفال و سالخوردگان می‌شود، لذا در هیچ شرایطی نباید سرعت از ده متر در ثانیه تجاوز کند. پس برای ارزیابی وضعیت گرمایی محیط خارج از ساختمان نیاز به شاخص آسایش جداگانه‌ای داریم. به این منظور می‌توان از *شاخص راحتی بافت*، که شرایط راحتی محیط خارج از ساختمان را با در نظرگرفتن رفتار غالب انسان در آن محیط (قدم زدن) و سایر اعمال طبیعی او برای نیل به آسایش (از قبیل رفتن به سایه یا آفتاب یا استفاده و پرهیز از باد) ارزیابی می‌کند، استفاده کرد.

شاخص راحتی بافت مشتمل بر دو دسته نمودار است (تصویر ۳۶.۱). یک دسته از نمودارها وضعیت آسایش انسان در سایه و دستهٔ دیگر شرایط آسایش او را در آفتاب به ازای

الف) لباس‌های تابستانی، پاییزی / بهاری، زمستانی،

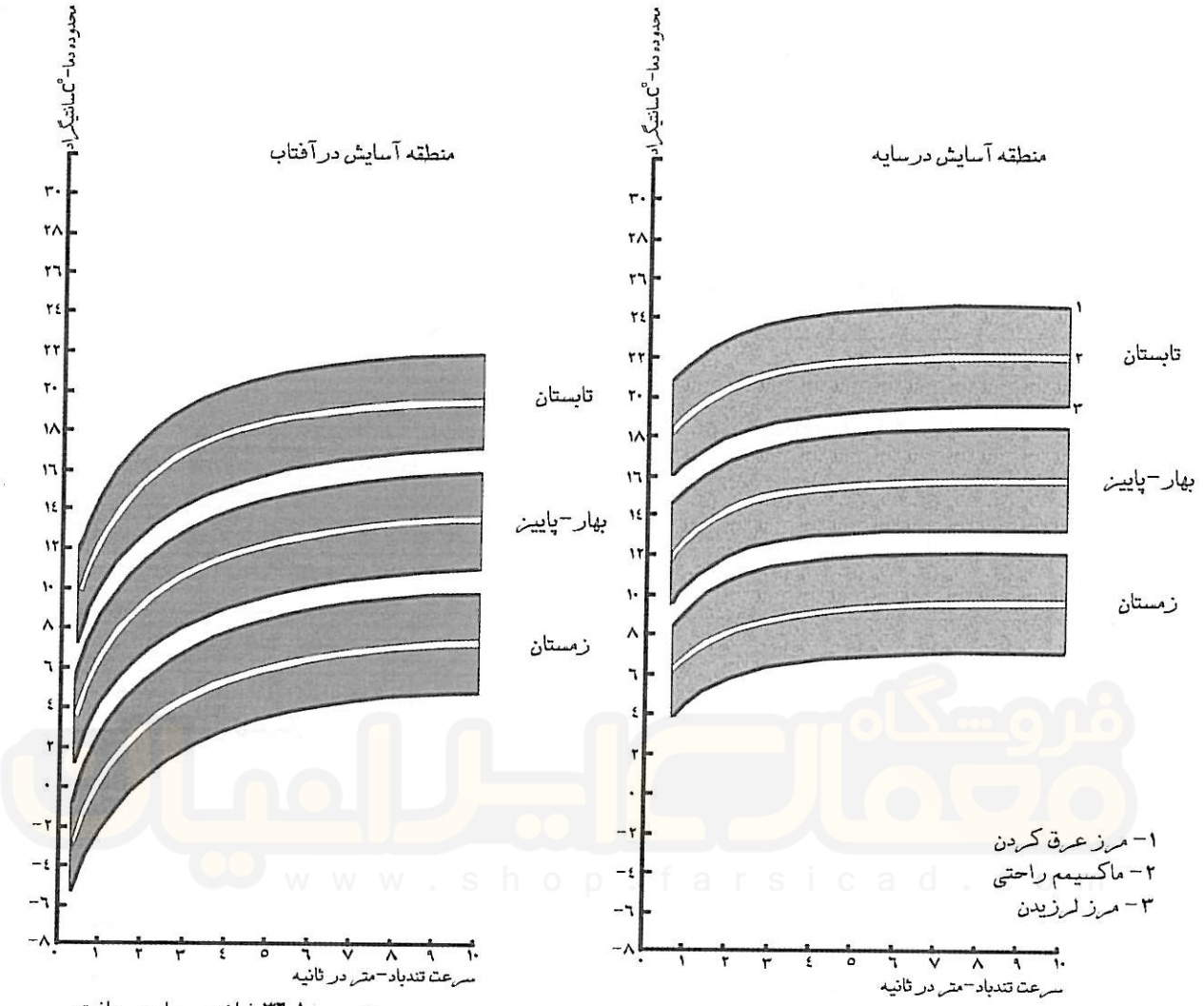
ب) دمای خشک هوا (محور قائم)، و

ج) سرعت *تندباد*[1] موجود در بافت (محور افقی) نشان می‌دهد.

1. gust

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری



تصویر ۳۶.۱ شاخص راحتی بافت

منبع: A.D. Penwarden, "Acceptable wind speeds in towns", *Building Science*, No. 8, 1973, pp. 259-267.

منظور از تندباد، جریان نامنظم و توفنده‌ای است که در آغاز باد احساس می‌شود و از عبور باد از نزدیکی سطح زمین و درون بافت به وجود می‌آید. تحقیقات نشان می‌دهد که مردم در برابر سرعت تندباد بیش از سرعت باد مولد آن واکنش نشان می‌دهند. به همین دلیل، در نمودارهای مذکور، سرعت تندباد سرعت باد تلقی می‌شود. سرعت تندباد در ارتفاع عابر پیاده معادل دو برابر سرعت متوسط باد مولد آن در همان ارتفاع است.[1]

یادآوری این نکته ضروری است که رطوبت نسبی برای شاخص راحتی بافت بین بیست تا نود درصد فرض و از تأثیر تغییرات آن در محدودهٔ منطقهٔ آسایش صرف‌نظر می‌شود.[2]

1. R. M. Aynsley, W. Melbourne & B.J. Vickery, *Architectural Aerodynamics*, London, Applied Science, 1977, pp. 159-162.

۲. (Koch *et al.* 1960) اصولاً تأثیر رطوبت نسبی در احساس آسایش از سایر عوامل طبیعی کمتر است و همان‌گونه که از مطالعات مخبر برمی‌آید (Fanger, 1970)، در دمای پایین محیط و در شرایطی که انسان به لباس کلفت مجهز و به فعالیت سنگین مشغول باشد کمتر هم می‌شود. لذا با توجه به این نکته می‌توان از دخالت رطوبت نسبی در نمودار چشم پوشید و بر سرعت بررسی‌ها و عملیات محاسباتی لازم برای طراحی محیط به میزان قابل ملاحظه‌ای افزود.

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

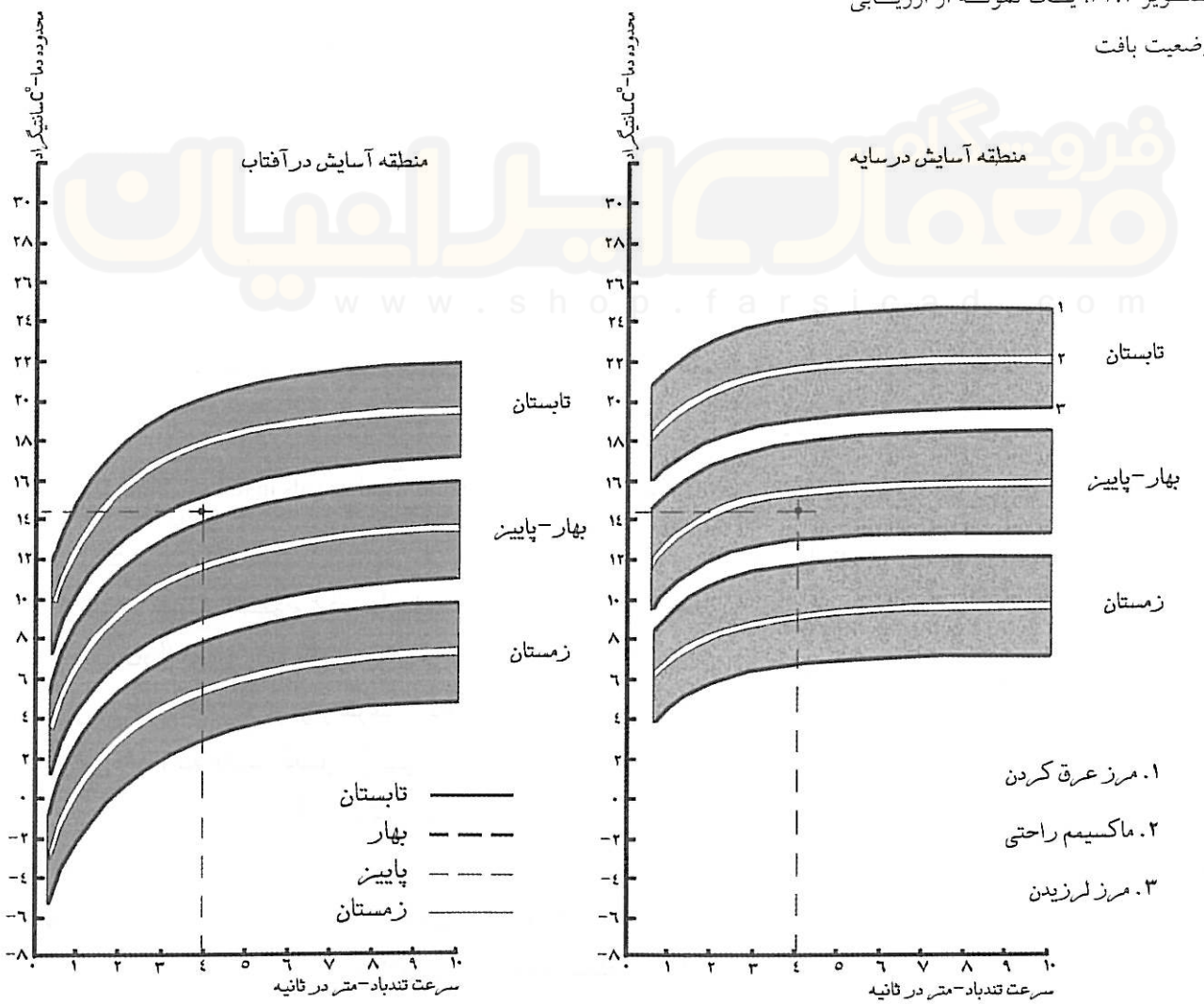
۱.۷.۶.۱. روش استفاده از شاخص راحتی بافت

برای استفاده از این شاخص، ابتدا سرعت تندباد در ارتفاع عابرپیاده را محاسبه و سپس نتیجه را همراه با دمای مربوط به لحظهٔ وزش تندباد بر روی نمودار پیاده می‌کنیم و به ارزیابی وضعیت گرمایی مکان مورد مطالعه با توجه به منطقهٔ آسایش سایه و آفتاب می‌پردازیم.

مثال ۱: فرض می‌شود که دمای نیم‌روز آبان ماه در یک منطقهٔ معین ۱۴/۵° سانتی‌گراد و سرعت باد در ارتفاع عابر پیاده در همان لحظه دو متر در ثانیه باشد، وضعیت گرمایی نیم‌روز را از نظر عابر پیاده مشخص کنید.

پاسخ: سرعت باد را دو برابر می‌کنیم تا سرعت تندباد به دست آید. آن‌گاه اطلاعات لازم را بر روی شاخص راحتی بافت (منطقه آسایش پاییزی) پیاده می‌کنیم (تصویر ۳۷.۱). همان‌گونه که ملاحظه می‌شود، هوا از نظر عابر پیاده در سایه مطبوع و در آفتاب گرم است.

تصویر ۳۷.۱. یک نمونه از ارزیابی وضعیت بافت



NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

مثال ۲: با توجه به اطلاعات ایستگاه هواشناسی منطقهٔ ذوب آهن اصفهان، تغییرات روزانهٔ یک محله را در طول سال بررسی کنید.

پاسخ: به منظور صرفه‌جویی در وقت، فقط ماه‌های میانه هر فصل به شرح زیر بررسی می‌شود:

۱. میانگین دمای بیشینه و کمینهٔ هر ماه و نوسان سرعت باد و تندباد درون معابر را به ازای همان مواقع تعیین و در جدولی تنظیم می‌کنیم (جدول ۲۲.۱).

جدول **۲۲.۱**. اطلاعات آب و هوایی منطقهٔ ذوب آهن اصفهان

ماه‌های میانهٔ فصل	دمای هوا		سرعت باد در معبر*			
	دمای بیشینه	دمای کمینه	نوسان سرعت** در لحظهٔ دمای بیشینه		نوسان سرعت در لحظهٔ دمای کمینه	
			باد(متر در ثانیه)	تندباد	باد(متر در ثانیه)	تندباد
اردیبهشت- بهار	۲۷/۵	۱۲/۱	۰/۱۵-۳	۰/۳-۶	۰/۱۵-۲/۵	۰/۳-۵
مرداد- تابستان	۳۴/۳	۱۷/۱	۰/۱۵-۲/۵	۰/۳-۵	۰/۱۵-۲/۵	۰/۳-۵
آبان- پاییز	۱۶/۵	۱/۹	۰/۱۵-۲/۵	۰/۳-۵	۰/۱۵-۱/۵	۰/۳-۳
بهمن- زمستان	۹/۵	-۲/۶	۰/۱۵-۳	۰/۳-۶	۰/۱۵-۲/۵	۰/۳-۵

* سرعت باد داخل معبر در ارتفاع عابر پیاده معادل ۳۰ درصد سرعت باد منطقهٔ (ایستگاه هواشناسی ذوب آهن) محاسبه شده است. برای اطلاع از نحوهٔ محاسبه به کتاب *آسایش در پناه باد* رجوع کنید.

** برای سهولت کار سرعت باد غالب منظور شده است.

۲. مشخصات گرمایی هر فصل را بر روی منطقهٔ آسایش آفتاب و سایهٔ همان فصل پیاده می‌کنیم (تصویر ۳۸.۱).

۳. به تحلیل نتیجه می‌پردازیم:

الف) تابستان در آفتاب: هوای صبح زود، به شرط وزش بادی سریع‌تر از یک متر در ثانیه، مطبوع و در سایر مواقع هوا گرم است.

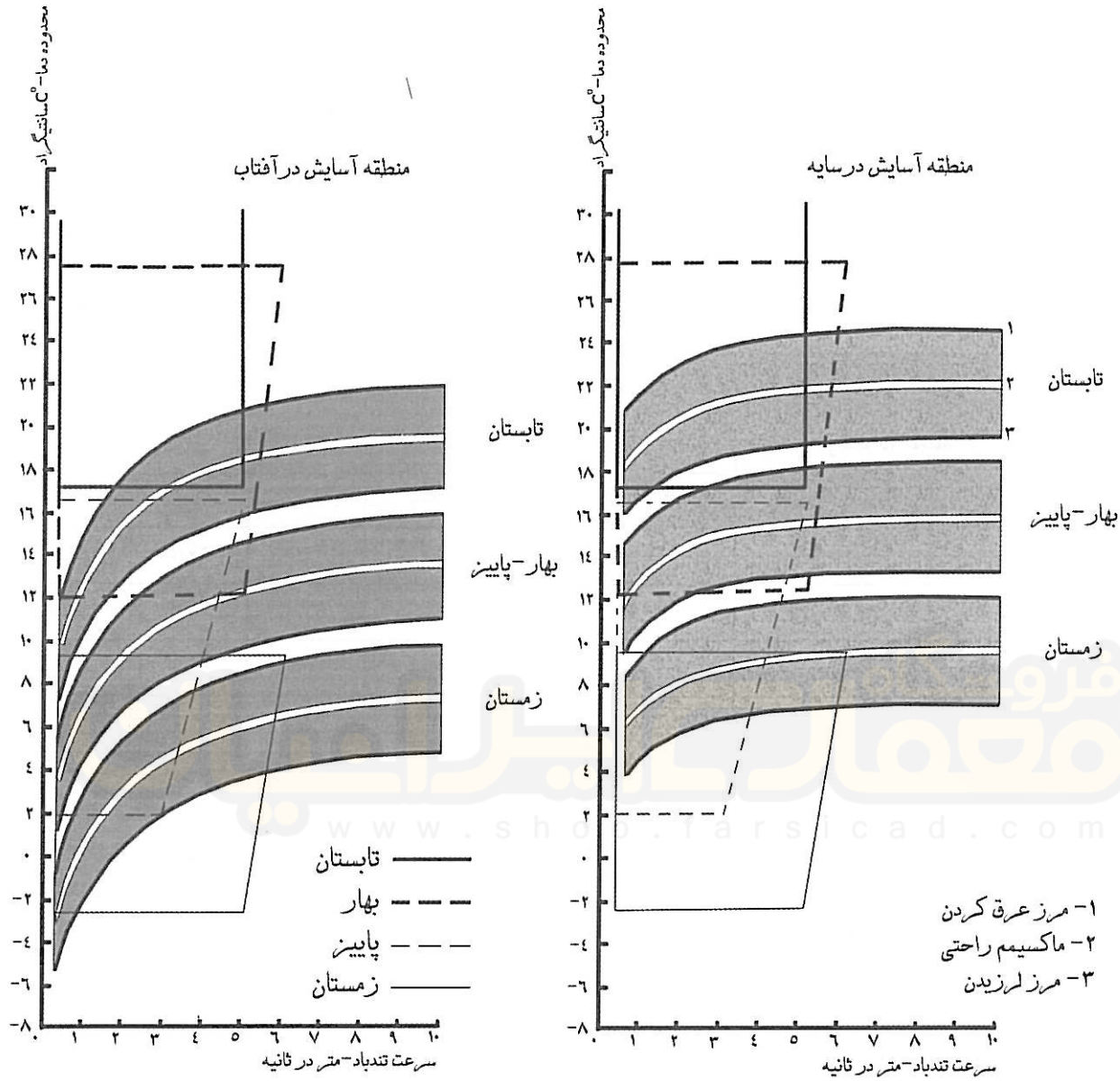
تابستان در سایه: هوای صبح‌ها اغلب مطبوع و در سایر مواقع روز هوا گرم است. همچنین هوای صبح زود، به شرط وزش باد سریع‌تر از نیم متر در ثانیه، سرد به نظر خواهد رسید.

ب) بهار در آفتاب: هوای صبح زود، به شرط وزش باد سریع‌تر از یک متر در ثانیه، مطبوع و در سایر مواقع هوا گرم است.

بهار در سایه: هوای صبحگاهان خوب و در سایر اوقات روز هوا گرم است.

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری



تصویر ۳۸.۱. وضعیت بافت در منطقهٔ ذوب آهن اصفهان

ج) پاییز در آفتاب: هوای صبحگاهان سرد است، مگر در مواقعی که جریان هوا بسیار کُند باشد. اما هوای نیم‌روز گرم و در سایر مواقع مطبوع است.

پاییز در سایه: فقط در مواقع نیم‌روز هوا مطبوع و در سایر مواقع هوا سرد است.

د) زمستان در آفتاب: هوای صبحگاهان سرد است، جز در مواقعی که جریان هوا کندتر از ۰/۳ متر در ثانیه باشد. در مواقع نیم‌روز هوا گرم است، مگر آنکه بادی با سرعت ۲/۷۵ متر در ثانیه بوزد. در سایر مواقع هوا مطبوع است.

زمستان در سایه: در مواقع نیم‌روز هوا خوب و در سایر مواقع هوا سرد است.

اکنون با توجه به اختیار عابرپیاده برای استفاده از سایه و آفتابِ درون معبر و تنظیم تن‌پوش خود متناسب با دمای فصل، می‌توان نتیجه گرفت که هوا در

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

صبح‌های بهار و تابستان مطبوع و در سایر مواقع روز (در این دو فصل) گرم است.

یادآور می‌شود که اگر به دقتی بیش از مطالعهٔ بالا نیاز باشد، می‌توان مراحل مثال ۲ را به ازای اطلاعات مربوط به

الف) ساعت‌های ۳۰: ۶ و ۳۰: ۱۲ به وقت محلی برای بررسی تغییرات هوای پیش از ظهر،

ب) ساعت‌های ۳۰: ۱۲ و ۳۰: ۱۸ به وقت محلی برای بررسی تغییرات هوای بعدازظهر، و

ج) ساعت‌های ۳۰: ۱۸ و ۳۰: ۶ برای بررسی تغییرات هوای شبانه

سه بار تکرار کرد و به جمع‌بندی نتیجهٔ حاصل از آنها پرداخت.

۲.۷.۶.۱. طراحی با استفاده از شاخص راحتی بافت

با توجه به مثال‌های ارائه شده می‌توان دریافت که شاخص راحتی بافت ویژگی معماری معابر و فضای آزاد منطقهٔ مورد مطالعه را هم به خوبی تعیین می‌کند. به طور مثال، اگر از شاخص راحتی بافت چنین استنباط شود که هوای یک منطقه به شرط وجود سایه و جریان محسوس هوا در تابستان راحت احساس خواهد شد، معنایش این است که طراحی بافت مکان مورد مطالعه باید امکان آن را بدهد که معابر و خیابان‌های احداثی در عرض تابستان پر سایه و بادگیر باشد و اگر چنین استنباط شود که هوای منطقهٔ مورد مطالعه به شرط وجود آفتاب و نبود جریان محسوس هوا در زمستان راحت احساس خواهد شد، معنایش این است که بافت مکان مورد مطالعه را باید به گونه‌ای طراحی کرد که معابر و خیابان‌های احداثی در زمستان آفتاب‌گیر و دور از جریان باد باشد.

بدیهی است خارج از این دو حالت، انواع حالت‌های دیگر وجود دارد که توجه به آنها و تشخیص راه‌حل معمارانه متناسب با آنها به خواننده واگذار می‌شود و پاسخ‌ها بی‌تردید، متنوع و متفاوت خواهد بود.

۷.۱. جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

در این فصل، مجموعه‌ای از شاخص‌های آسایش برای محیط درون و بیرون ساختمان معرفی شدند که پاره‌ای از آنها به صورت نمودار و پاره‌ای دیگر به صورت جدول‌اند. از این شاخص‌ها برای

۱. ارزیابی وضعیت گرمایی یک مکان،

۲. تعیین مشکلات معماری مربوط به اقلیم آن مکان، و

۳. تشخیص سیاست‌های مقابله با مشکلات معماری / اقلیمی

می‌توان استفاده کرد.

باید توجه داشت که بعضی از این شاخص‌ها، از جمله *شاخص ماهانی* و

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

شاخص *زیست – اقلیمی ساختمانی*، به ظاهر کامل‌تر از سایر شاخص‌ها به نظر می‌رسند، زیرا هر سه منظور فوق را یکجا برآورده می‌سازند. امید است که این امر باعث تنبلی ذهنی خواننده نشود و او را از تعمق بیشتر در اطلاعات پایهٔ مربوط به اقلیم و معماری باز ندارد. در واقع تأکید می‌شود که بسنده کردن به شاخص ماهانی و شاخص زیست – اقلیمی ساختمانی در این مرحله نه فقط ممکن است قدرت خلاقیت را تضعیف کند، بلکه امید دسترسی به معماری همساز با اقلیم را نیز کاهش می‌دهد. مثالی کوچک در مورد شاخص ماهانی به روشن شدن مطالب کمک خواهد کرد.

اگر در شاخص ماهانی (در این فصل و پیوست) دقت شود، درخواهیم یافت که بخشی از پیشنهادهای ماهانی ناظر بر طراحی پنجره است و در این مورد فقط به مساحت پنجره برای جبهه‌های شمالی و جنوبی ساختمان توجه شده است. در صورتی که برای کنترل آفتاب از طریق پنجره فقط ابعاد پنجره مؤثر نیست و عمق و شکل سایبان‌های قائم و افقی آن نیز اهمیت بسیار دارند. اگر پنجره‌ای بدون سایبان مناسب تعبیه شود (هر چند رعایت همهٔ پیشنهادهای ارائه شده در شاخص شده باشد)، در مواقع گرما آفتاب به داخل ساختمان راه خواهد یافت و در مواقع سرما از گرما بی‌بهره خواهیم بود. بدیهی است ساختمان در هر دو حالت نمی‌تواند از شرایط گرمایی مطلوب برخوردار باشد. این مثال در مورد شاخص زیست – اقلیمی ساختمانی نیز به خوبی صدق می‌کند.

اما نباید تصور کرد که کارآیی شاخص‌های زیست – اقلیمی و دمای مؤثر فقط به ارزیابی وضعیت گرمایی یک مکان ختم می‌شود، بلکه امکان استخراج پیشنهادهای عملی معماری از این دو شاخص هم وجود دارد. به همین دلیل انتظار آن می‌رود که خواننده با اعمال دقت لازم در اصول تنظیم شرایط محیطی، خود قادر به همسنگ و همطراز کردن شاخص‌های متفاوت شود. در این صورت، فقط نوع اطلاعات موجود از آب و هوای مکان مورد مطالعه ملاک گزینش یک شاخص از میان سایر شاخص‌ها خواهد شد. به عبارت دیگر اگر

۱. میانگین دما و رطوبت نسبی بیشینه و کمینهٔ ماهیانهٔ یک مکان در دسترس و پیشنهادهای کلی معماری موردنظر باشد، شاخص ماهانی،

۲. تغییرات شبانه‌روزی دمای خشک و تر در دسترس باشد، از شاخص دمای مؤثر اصلاح شده،

۳. تغییرات شبانه‌روزی دما و رطوبت نسبی هوا در اختیار باشد و ارتفاع مکان مورد مطالعه از حد مجاز بیشتر نباشد، از شاخص زیست – اقلیمی، و

۴. تغییرات دما و بخار آب موجود در هوا در دسترس باشد، از شاخص زیست – اقلیمی ساختمانی می‌توان استفاده کرد.

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

فصل ۲

استفاده از شاخص‌های آسایش

در فصل ۱ کلیاتی در مورد احساس سرما و گرما، عوامل مؤثر در این احساس و شاخص‌های آسایش ارائه شد. اکنون با طرح جزئیات لازم در مورد نحوهٔ استفاده از شاخص‌های آسایش، سعی بر این است که زمینهٔ استفادهٔ صحیح و سریع از این شاخص‌ها فراهم شود. در این فصل، با ارائهٔ الگویی برای ارزیابی وضعیت اقلیمی، با برخی نکات ظریف آشنا خواهیم شد. اما قبل از آن، نگاهی اجمالی به وضع موجود معماری، ضرورت استفاده از شاخص‌های آسایش را روشن خواهد کرد.

۱.۲. نگاهی اجمالی به وضع موجود

اگر از چهارچوب آسایش گرمایی به فعالیت خانه‌سازی در طی تاریخ توجه شود، درخواهیم یافت که انسان همواره درصدد آن بوده است (صرف‌نظر از خواسته‌های دیگر) که شرایط گرمایی داخل خانه را متناسب با استراحت و فعالیت‌های خانگی خود ثابت نگه دارد و برای این هدف از دورهٔ نوسنگی تاکنون تلاش کرده است. اما یادآوری این نکته بی‌فایده نیست که برای تثبیت راحتی گرمایی درون خانه، از انقلاب صنعتی به بعد، استفادهٔ بی‌دریغ از انرژی فسیلی معمول شد و به تدریج در بعضی موارد به اتلاف منابع انجامید، تا جایی که امروزه از وحشت کمبود این نوع انرژی باید دست به دامن انرژی غیر فسیلی لایزال از نوع آفتاب و باد شویم.

امروزه، به دلیل تبعیت از شاخص‌های زندگی مدرن، ایجاد راحتی گرمایی با انرژی غیرفسیلی اگر مشکل نباشد، کار ساده‌ای هم نیست. خاصه اینکه به‌رغم گذشت سال‌های مدید از آشنایی بشر با طبیعت، نه فقط دربارهٔ این نوع انرژی‌ها به اندازهٔ کافی نمی‌دانیم، بلکه دانش ما از خواص حرارتی – فیزیکی مصالح و

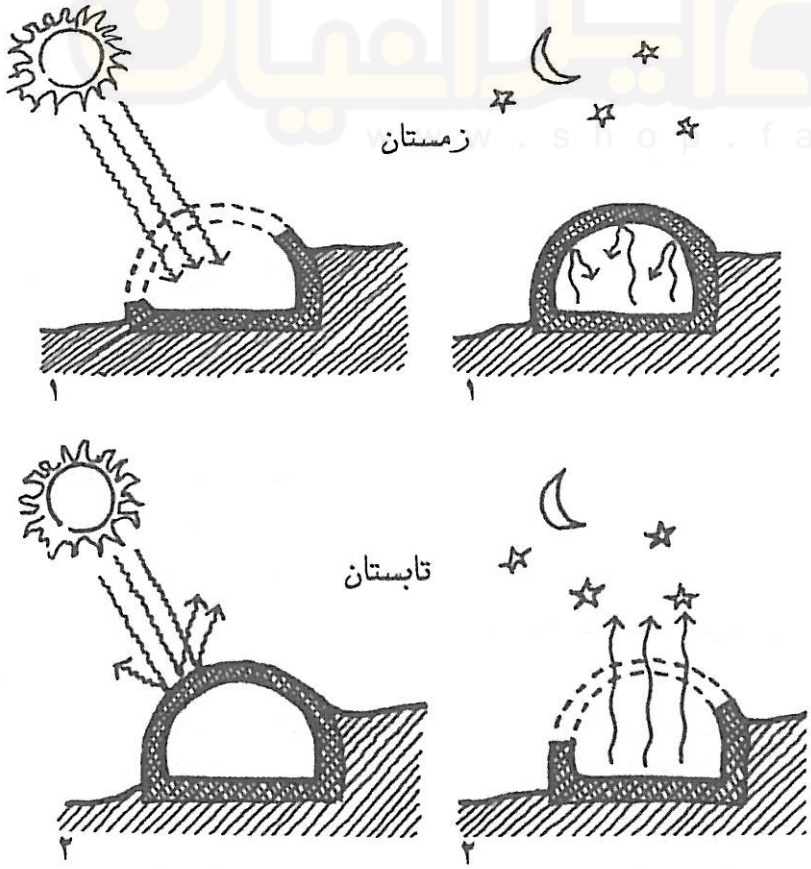
NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

اجزای ساختمانی نیز به مرحلهٔ بلوغ نرسیده است.

به هر تقدیر، با وجود همهٔ این مسائل، امروزه باید در حداقل فضای ممکن خانه‌هایی ساخته شود که نیاز آسایش انسان در تمام فصول را برآورده سازد. شاید احداث خانه‌هایی که با حداقل انرژی فسیلی آسایش انسان را در فصل سرد فراهم آورد کار چندان مشکلی نباشد. بهترین الگوی این‌گونه خانه‌ها در معماری سنتی کشور ما یافت می‌شود. با پیروی از آنها می‌توان خانه‌های مورد نظر را به‌گونه‌ای ساخت که اتاق‌ها در طول روز آفتابگیر و از جریان بادهای سرد در امان باشد، دیوارها و سقف اتاق‌ها گرمای خورشید را روزانه در خود انبار و شب هنگام به داخل ساختمان وارد کند.

به همین ترتیب، شاید ساختن خانه‌هایی که با حداقل انرژی فسیلی، شرایط آسایش انسان در فصل گرم را فراهم آورد دشوار نباشد. الگوی این‌گونه خانه‌ها نیز در معماری سنتی ما وجود دارد. برای این کار، باید خانه‌ها را به‌گونه‌ای بنا کرد که دیوارها و سقف اتاق‌ها در طول روز از تابش آفتاب در امان باشد و پنجره‌ها و درب‌ها به طریقی تعبیه شود که ورود هوای خنک شبانه به داخل اتاق‌ها را ممکن سازد. مصالح دیوار و سقف نیز طوری انتخاب شود که سرمای شبانه را درخود ذخیره کند تا در روز بعد باعث خنک شدن هوای اتاق شود (تصویر ۱.۲).



تصویر ۱.۲. اصول معماری مناسب:
۱) زمستان، ۲) تابستان.
منبع: Anderson, 1976.

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

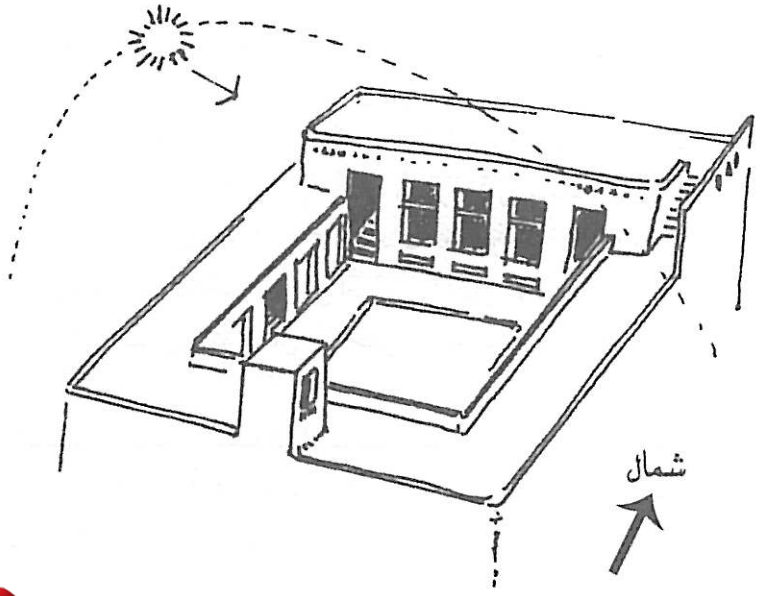
farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

بنابراین، اشکال از آنجا آغاز می‌شود که خانه‌های امروزی ما باید دارای جمیع ویژگی‌های فوق باشند و این به سادگی ممکن نیست، زیرا بسیاری از این ویژگی‌ها با یکدیگر مغایرند و جمع آنها به آسانی مقدور نیست.

۲.۲. از چه زمان گرفتار مشکل شده‌ایم؟

نگاهی اجمالی به زندگی مردم نشان می‌دهد که تا این اواخر بسیاری از هموطنان ما با جابه‌جایی و کوچ، همواره موقعیت مکانی خود را طوری تعیین می‌کردند که در ساختمان‌ها و مکان‌های مناسب فصلی به سر برند و بنابراین با مشکلی روبه‌رو نبوده‌اند. هنوز هم خانواده‌های بسیاری وجود دارند که فصول سرد و متعادل را در خانه‌های زمستانی شهرهای محل کار خود می‌گذرانند و در فصول گرم و نامساعد به مناطق خوش آب و هوا و ییلاقات نزدیک شهرهای خود کوچ می‌کنند.

همچنین هنوز جمعیت کثیری از ساکنان شهرها، به خصوص در حاشیهٔ کویر، در خانه‌های به اصطلاح *چندکلاهی*[1] سنتی زندگی می‌کنند. خانه‌های چندکلاهی به خانه‌هایی اطلاق می‌شود که اتاق‌های اصلی آن در اطراف (یا کلاه‌های) یک حیاط مرکزی ساخته شده باشد. اتاق‌های واقع در شمال حیاط (کلاهٔ شمالی) مخصوص زندگی زمستانی‌اند، زیرا معمولاً روزها در معرض تابش خورشید قرار دارند و گرمای آفتاب را در خود ذخیره می‌کنند. کلاهٔ زمستانی غالباً از سایر کلاه‌های ساختمان بلندتر است تا در زمستان قسمت اعظم بدنهٔ این کلاه از زیر سایهٔ کلاه‌های دیگر خانه بیرون افتد (تصویر ۲.۲). اما اتاق‌های واقع در جنوب حیاط (کلاهٔ جنوبی) مختص زندگی تابستانی است. جبهه‌های رو به حیاط این اتاق‌ها در غالب مواقع روز از تابش خورشید در امان است و در نتیجه خنک می‌ماند.

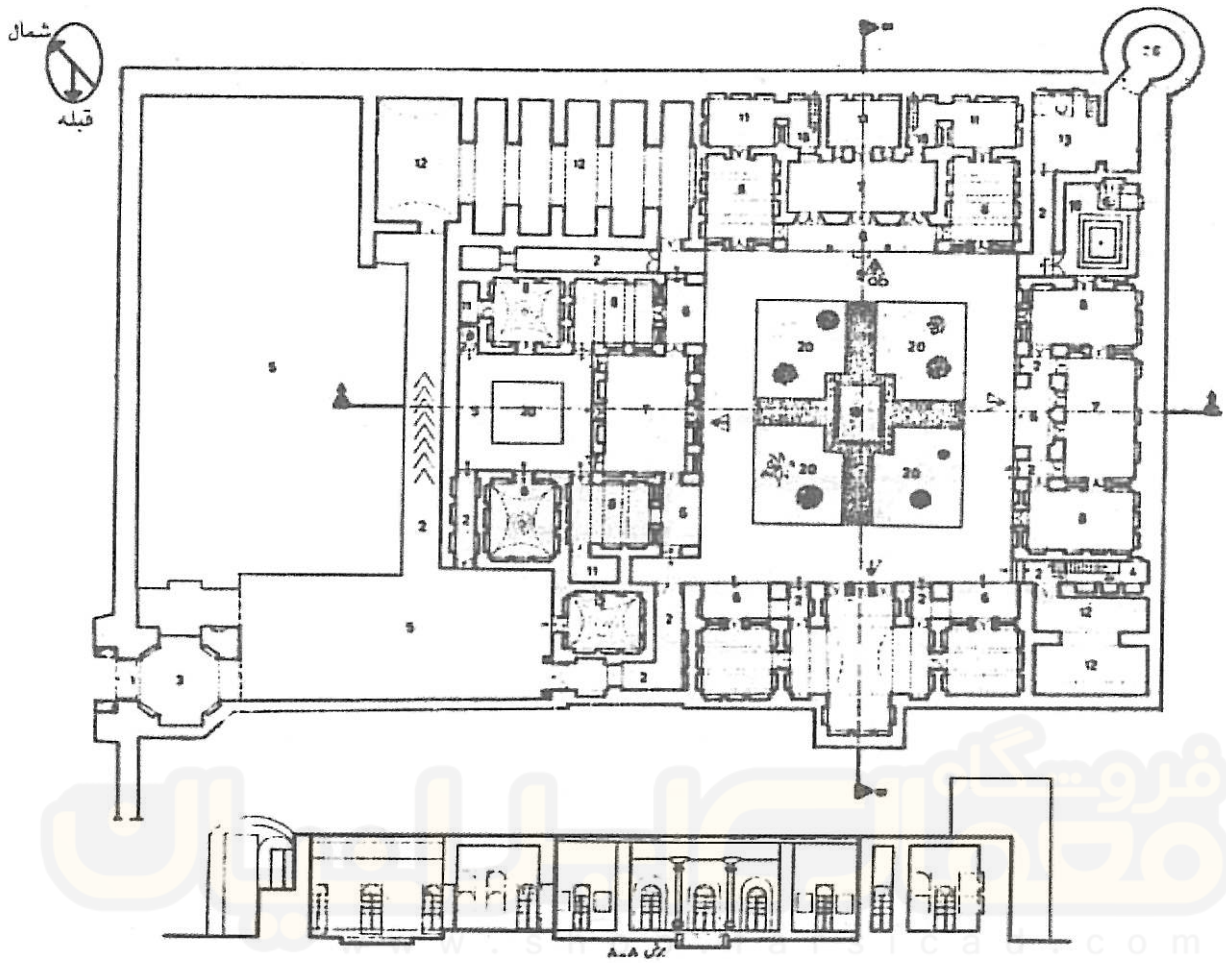


تصویر ۲.۲. شمای یک خانهٔ چهار کلاه‌ای

۱. نگارنده با این اصطلاح در خطهٔ یزد آشنا شده است.

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری



منبع: دفتر فنی آموزشی / پژوهشی دانشکدهٔ معماری دانشگاه شهید بهشتی

روستای قمبوان- اصفهان			
۱	ورودی اصلی	۱۵	ورودی فرعی
۲	راهرو	۱۶	اتاق خواب
۳	هشتی	۱۷	هال
٤	توالت	۱۸	راه پله
٥	حیاط	۱۹	حوض
٦	صفه (ایوان)	۲۰	باغچه
۷	اتاق مهمان	۲۱	حمام
۸	اتاق نشیمن	۲۲	بهاربند
۹	اتاق قالیبافی	۲۳	طویله
۱۰	آشپزخانه	۲٤	کاهدان
۱۱	صندوق خانه	۲٥	گاراژ
۱۲	انبار غله	۲٦	مغازه
۱۳	مطبخ (تنور)	۲۷	چاه آب
۱٤	انبار هیزم	۲۸	

0 10m

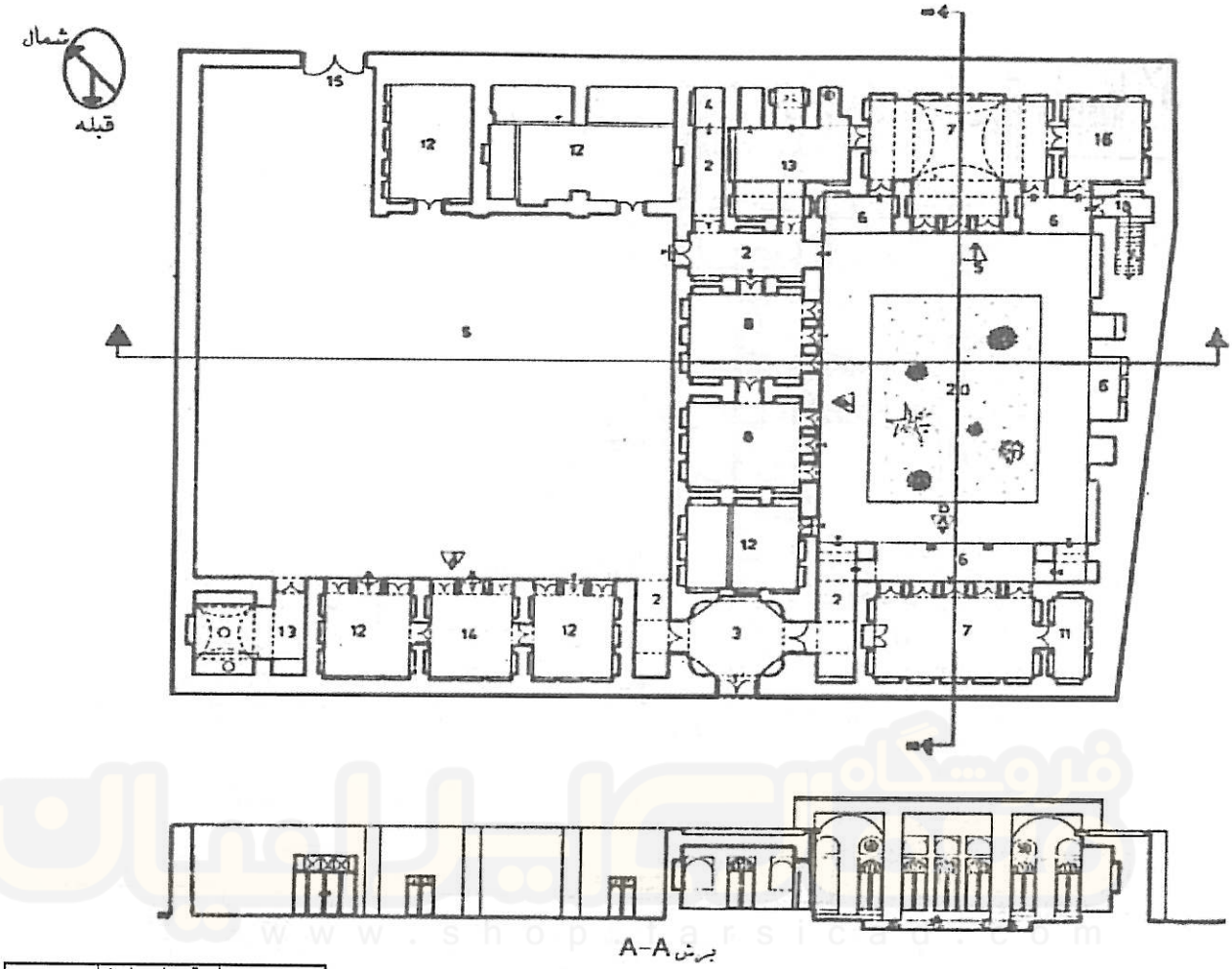
تصویر ۳.۲. خانهٔ چهار کلهای کامل در روستای طالخونچهٔ اصفهان

به این ترتیب، در این خانهها همیشه فضای مناسب فصل وجود دارد که فقط ساکنان خانه باید اراده کنند، در مواقع گرما به *کلهٔ تابستانی* و در مواقع سرما به کلهٔ *زمستانی* نقل مکان کنند. ساختن این نوع خانهها، که الگوی آن از گذشتهٔ بسیار دور به ما رسیده، تا اواسط قرن اخیر در ایران رواج داشته است و نمونههای گوناگون مجلل و محقر آن هنوز بافت شهرها و روستاهای حاشیهٔ کویر و قسمتهای مرکزی کشور ما را دربرگرفته است. تصاویر ۳.۲ تا ۶.۲ چند نمونه از خانههای روستای طالخونچه و قمبوان اصفهان را نشان میدهد. در این خانهها نه فقط امکان کوچ فصلی، بلکه امکان جابهجایی روزانه نیز وجود دارد.

متأسفانه از چندین دهه قبل تاکنون، علاقهٔ مردم به ایجاد خانههای چندکلهای سیر نزولی داشته است، تا جایی که امروزه این نوع خانهسازی عملاً متوقف شده است. یکی از دلایل مهم این امر برنامههای *اقتصادی – اجتماعی*

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری



روستای قمبوان- اصفهان			
۱	ورودی اصلی	۱۵	ورودی فرعی
۲	راهرو	۱۶	اتاق خواب
۳	هشتی	۱۷	هال
٤	توالت	۱۸	راه پله
٥	حیاط	۱۹	حوض
٦	صفه(ایوان)	۲۰	باغچه
۷	اتاق مهمان	۲۱	حمام
۸	اتاق نشیمن	۲۲	بهاربند
۹	اتاق قالیبافی	۲۳	طویله
۱۰	آشپزخانه	۲٤	کاهدان
۱۱	صندوق خانه	۲٥	گاراژ
۱۲	انبار غله	۲٦	مغازه
۱۳	مطبخ(تنور)	۲۷	چاه آب
۱٤	انبار هیزم	۲۸	

0 10m

تصویر ٤.۲. خانهٔ چهار کله‌ای در روستای طالخونچهٔ اصفهان. کلهٔ تابستانی از ایوان کوچکی (٦) تشکیل می‌شود.

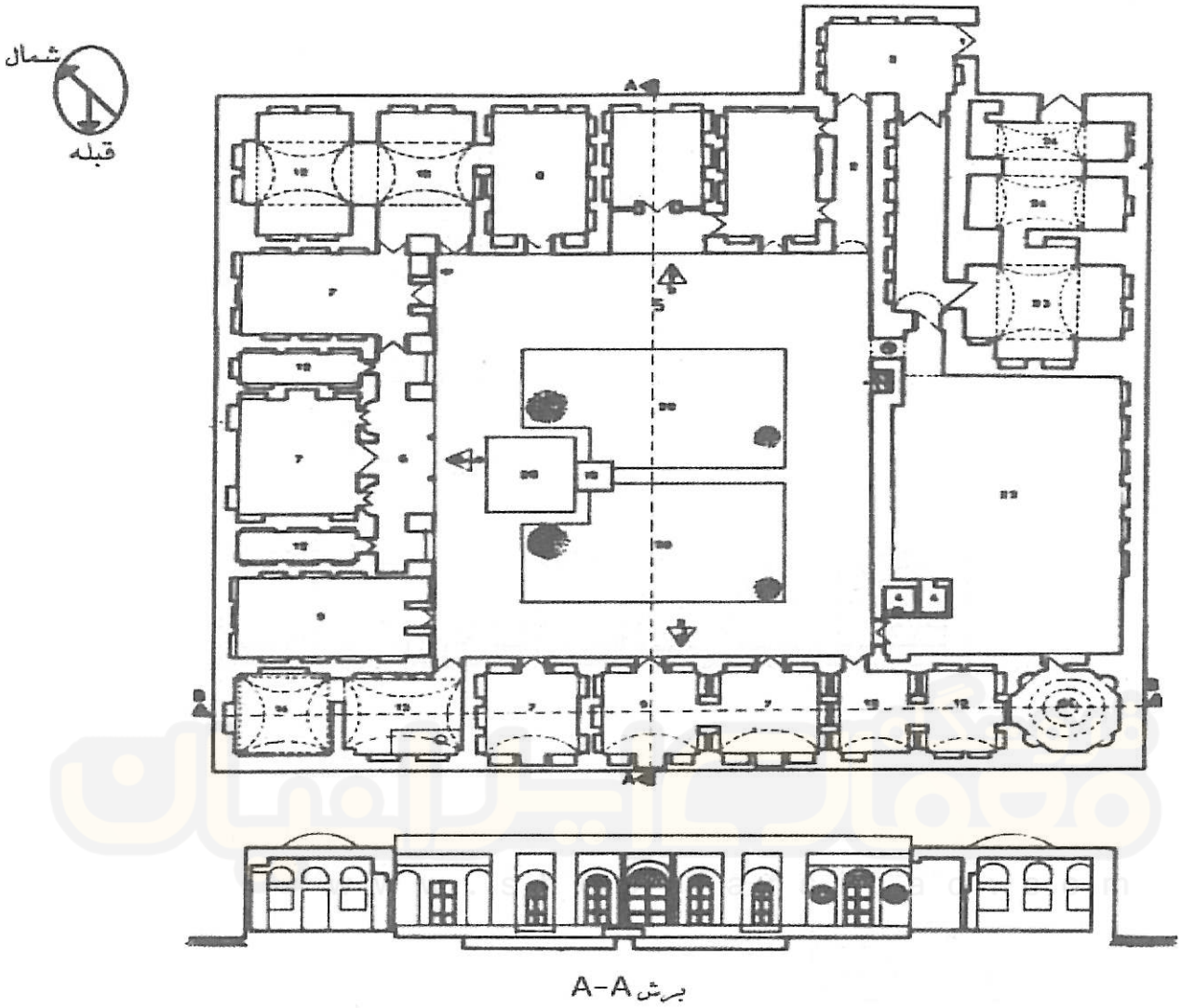
منبع: همان.

دولت‌های وابسته بوده است که بخشی از بازتاب آنها به صورت رشد سریع شهرنشینی، بورس بازی زمین و خانه‌های شهری و عوارض مشابه ظاهر شده است و در نهایت قیمت زمین، مصالح و خدمات ساختمانی را با سرعتی فزاینده ترقی داده است. در نتیجه، امروزه کمتر کسی از عهدهٔ پرداخت قیمت زمین نسبتاً وسیع و هزینهٔ ساخت این خانه‌ها برمی‌آید.

بخش دیگری از بازتاب برنامه‌های دولت‌ها نیز به صورت هجوم استانداردهای زندگی غربی به این مرز و بوم و وابستگی مردم این سرزمین به آنها بوده است، به‌گونه‌ای که اگر در گذشته مردم در خانه‌های سنتی به منظور راحتی خود از یک مکان به مکان دیگر نقل مکان می‌کردند و وسایل زندگی نیز اجازهٔ چنین کاری را می‌داد، امروزه وسایل زندگی، از تختخواب و کمد لباس اتاق خواب گرفته تا میز و صندلی اتاق پذیرایی، تحرک گذشته را از ما سلب و ما را بنده‌وار در یک یا چند

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری



روستای قمبوان- اصفهان			
۱	ورودی اصلی	۱۵	ورودی فرعی
۲	راهرو	۱۶	اتاق خواب
۳	هشتی	۱۷	هال
٤	توالت	۱۸	راه پله
٥	حیاط	۱۹	حوض
٦	صفه(ایوان)	۲۰	باغچه
۷	اتاق مهمان	۲۱	حمام
۸	اتاق نشیمن	۲۲	بهاربند
۹	اتاق قالیبافی	۲۳	طویله
۱۰	آشپزخانه	۲٤	کاهدان
۱۱	صندوق خانه	۲٥	گاراژ
۱۲	انبار غله	۲٦	مغازه
۱۳	مطبخ(تنور)	۲۷	چاه آب
۱٤	انبار هیزم	۲۸	

0 10m

تصویر ۵.۲. خانهٔ سه‌کله‌ای در روستای قمبوان اصفهان

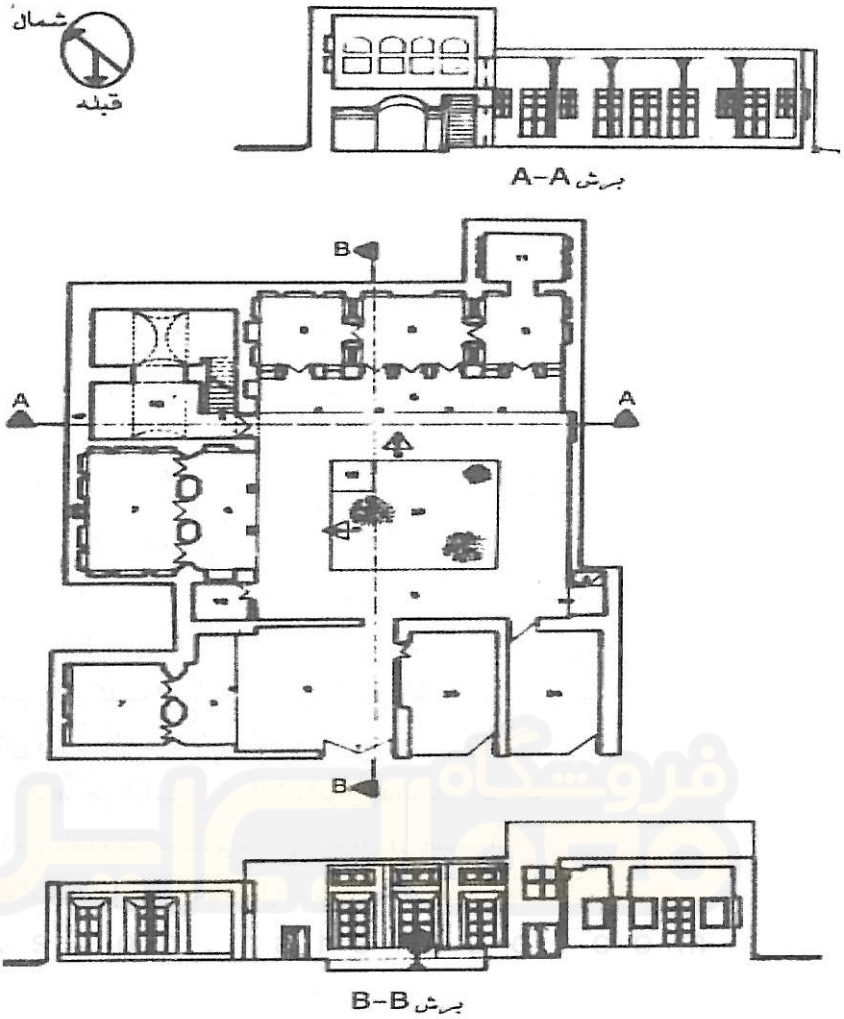
منبع: همان.

اتاق معین مبحوس کرده است. نتیجه آنکه اسیر این وسایل در گوشه‌ای می‌نشینیم و انتظار می‌کشیم که راحتی گرمایی از در وارد شود و سراغ ما را بگیرد. اما با چه هزینه‌ای؟

در عین حال، مسئله از همین‌جا آغاز می‌شود که ما به صلاح خود نمی‌دانیم راحتی گرمایی به قیمت اتلاف انرژی فسیلی این مرز و بوم، از قبیل چوب و زغال سنگ و نفت و گاز و غیره، وارد اتاق‌های ما شود. به همین علت چاره را در ایجاد خانه‌های *چهار فصل*، یعنی خانه‌هایی که بدون کوچ کردن و جابه‌جایی فصلی راحت باشد، می‌دانیم. برای این کار آشنایی با اصولی چند لازم است که بسیاری از آنها در کالبد ساختمان‌های سنتی ما متبلور است، اما دریغا که نسل ما با آنها بیگانه شده است.

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری



روستای قمبوان- اصفهان			
۱	ورودی اصلی	۱۵	ورودی فرعی
۲	راهرو	۱۶	اتاق خواب
۳	هشتی	۱۷	هال
٤	توالت	۱۸	راه پله
٥	حیاط	۱۹	حوض
٦	صفه (ایوان)	۲۰	باغچه
۷	اتاق مهمان	۲۱	حمام
۸	اتاق نشیمن	۲۲	بهاربند
۹	اتاق قالیبافی	۲۳	طویله
۱۰	آشپزخانه	۲٤	کاهدان
۱۱	صندوق خانه	۲٥	گاراژ
۱۲	انبار غله	۲٦	مغازه
۱۳	مطبخ (تنور)	۲۷	چاه آب
۱٤	انبار هیزم	۲۸	



تصویر ٦.۲. خانهٔ دو کلهای در روستای قمبوان اصفهان.

منبع: همان

۳.۲. تحلیل وضعیت گرمایی یک مکان

اگر در نظر باشد که در اقلیمی معین خانه‌ای بنا شود که ساکنان آن بدون جابه‌جایی فصلی و شبانه‌روزی راحت باشند، پیش از هر چیز باید از روال تغییرات آب و هوای آن اقلیم باخبر بود تا مواقع راحت از ناراحت تفکیک شده و تدابیر معمارانه برای مقابله با مواقع ناراحتی تدارک دیده شود. تعیین روال سرد و گرم شدن هوای یک منطقه برای معمار بومی آن منطقه کار دشواری نیست. کافی است معمار در رفتار سالیانهٔ مردم دقت کرده باشد و زمان تعویض لباس، سرد و گرم کردن فضاها، جابه‌جایی آنان به منظور مقابله با تغییرات دمای محیط و جز آن را به خاطر سپرده باشد. اما، تعیین روال سرد و گرم شدن هوای یک منطقه برای معمار غیربومی به سادگی ممکن نیست، زیرا اظهارنظر در مورد آب و هوای یک منطقه بر اساس مشاهدات حاصل از اقامت‌های کوتاه‌مدت در آن منطقه دور از واقعیت و بدون اعتبار خواهد بود.

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

خوشبختانه، امروزه با استفاده از تکنیک‌های مناسب می‌توان این ضعف را جبران کرد و در بسیاری از موارد به یاری اطلاعات بلندمدت ادارهٔ هواشناسی، با اعتباری قابل قبول، به بررسی وضعیت آب و هوای منطقه مورد مطالعه پرداخت. برای این منظور باید سه مرحلهٔ مطالعاتی زیر با دقت بسیار طی شود تا تصویر روشنی از روال سرد و گرم شدن هوای منطقه به دست آید.

- سنجش اطلاعات آب و هوایی یک مکان با یکی از شاخص‌های راحتی،
- تهیهٔ تقویم نیاز آب و هوایی،
- تحلیل تقویم نیاز آب و هوایی.

۱.۳.۲. سنجش اطلاعات آب و هوایی یک مکان با یکی از شاخص‌های آسایش

از جمله کارهای مقدماتی و لازم در مرحلهٔ بررسی وضعیت آب و هوای یک مکان، تهیهٔ اطلاعات مربوط به چهار پدیدهٔ دما، رطوبت، باد و تابش خورشید در آن مکان است. برای کسب این اطلاعات می‌توان از آمار نزدیک‌ترین ایستگاه هواشناسی به مکان مورد مطالعه استفاده کرد و برای صحت عمل به نکات زیر توجه داشت.

۱. هر چه فواصل زمان اندازه‌گیری پدیده‌های فوق در ایستگاه‌های هواشناسی کوتاه‌تر باشد، نتیجه دقیق‌تر می‌شود. بدیهی است اطلاعات سه ساعت به سه ساعت از آب و هوای یک مکان بهتر از اطلاعات دوازده ساعت به دوازده ساعت واقعیت را نشان می‌دهد.

۲. هر چه اطلاعات کسب شده بلندمدت‌تر باشد، نتیجهٔ کار دقیق‌تر می‌شود. بدیهی است اطلاعات آب و هوای ده سال متوالی یک مکان، ماهیت آب و هوای مکان مورد مطالعه را بهتر از اطلاعات پنج سال متوالی نشان خواهد داد.

۳. هر چه اطلاعات حاصل مربوط به سال‌های نزدیک‌تر به زمان مطالعه باشد، به همان میزان اطلاعات واقعی‌تر خواهد بود.

پس از کسب اطلاعات لازم، زمان تنظیم آن فرا می‌رسد. برای این کار می‌توان جدولی مشابه جدول ۱.۲ تنظیم کرد که اطلاعات مربوط به دما و رطوبت نسبی بندر انزلی را با فاصلهٔ زمانی سه ساعت به سه ساعت نشان دهد.

باید توجه داشت که جدول مزبور کامل نیست و یک جدول کامل باید اطلاعات مربوط به دما، رطوبت، باد و تابش (اوقات آفتابی) را یکجا در اختیار خواننده بگذارد. اما برای پرهیز از پیچیده شدن مطالب و به منظور توجیه بهتر خواننده در این مرحله از مطالعه، به اطلاعات مربوط به دما و رطوبت نسبی بسنده شده است. ضمناً در این گونه جدول‌ها، میانگین دما و رطوبت نسبی روزانهٔ یک ماه نمایندهٔ دما و رطوبت نسبی همهٔ روزهای آن ماه تلقی می‌شود.

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

جدول ۱.۲. تغییرات دما و رطوبت نسبی در بندر انزلی

ماه / ساعت		آذر	آبان	مهر	شهریور	مرداد	تیر	خرداد	اردیبهشت	فروردین	اسفند	بهمن	دی
۰	دما	۱۰	۱۶/۱	۲۰/۹	۲۳/۶	۲۴/۵	۲۱/۳	۱۶/۵	۱۲/۵	۵	۳/۲	۷	–
	رطوبت نسبی	۹۱	۹۵	۹۰	۸۶	۸۶	۹۱	۹۲	۹۰	۹۰	۸۹	۸۵	–
۳	دما	۱۰/۶	۱۵/۹	۱۹/۸	۲۲	۲۳	۱۸	۱۶/۶	۱۱/۳	۵/۸	۳/۲	۴/۴	۶/۵
	رطوبت نسبی	۹۲	۹۳	۹۲	۸۹	۸۷	۹۳	۹۳	۹۳	۹۰	۹۲	۸۷	۹۱
۶	دما	۱۲/۲	۱۸/۳	۲۲/۲	۲۶/۲	۲۵/۵	۲۱/۹	۱۹/۵	۱۳/۹	۶/۹	۴/۲	۴/۴	۴۷
	رطوبت نسبی	۸۷	۸۷	۸۳	۷۲	۷۲	۷۸	۸۱	۸۷	۸۷	۸۷	۸۰	۸۸
۹	دما	۱۴/۷	۲۰/۳	۲۳/۸	۲۷/۵	۲۸/۳	۲۳/۸	۲۰/۴	۱۵/۹	۹/۶	۶/۱	۴/۹	۹/۹
	رطوبت نسبی	۷۹	۷۹	۷۸	۷۰	۷۶	۷۲	۷۵	۷۸	۷۸	۸۲	۸۰	۸۰
۱۲	دما	۱۴/۶	۲۰/۷	۲۴	۲۷/۷	۲۸	۲۳/۶	۲۱	۱۶	۱۰/۲	۶/۴	۷/۲	۹/۷
	رطوبت نسبی	۸۳	۷۸	۷۷	۷۰	۶۴	۷۲	۷۵	۷۷	۷۸	۸۶	۸۰	۷۹
۱۵	دما	۱۳/۴	۱۹/۸	۲۳/۱	۲۶/۳	۲۷	۲۲/۳	۱۹/۸	۱۴/۷	۸/۹	۵/۶	۶/۲	۹
	رطوبت نسبی	۸۷	۸۲	۸۰	۷۴	۶۹	۷۷	۷۸	۸۲	۸۳	۸۷	۸۶	۸۲
۱۸	دما	۱۲/۴	۱۷/۹	۲۱/۹	۲۴/۷	۲۵/۴	۲۰/۷	۱۸/۴	۱۳	۷/۸	۵/۶	۶/۲	۸
	رطوبت نسبی	۹۱	۹۰	۸۷	۸۱	۷۷	۸۴	۸۴	۸۶	۸۸	۹۰	۸۷	۸۷
۲۱	دما	۱۰/۷	۱۶/۳	۲۱/۵	۲۵/۲	۲۳/۵	۲۲	۱۷/۱	۱۳/۲	۵/۹	۳/۱	۷/۷	۷/۳
	رطوبت نسبی	۹۰	۹۲	۹۱	۸۶	۸۳	۸۷	۸۷	۸۸	۸۸	۹۱	۸۰	۹۳

منبع: آمار سازمان هواشناسی، ۱۹۷۶-۱۹۷۲.

ملاحظات: خانه‌های مشخص شده با رنگ خاکستری، مربوط به نقاط گرمایی همسان هستند که توضیح آن بعداً خواهد آمد.

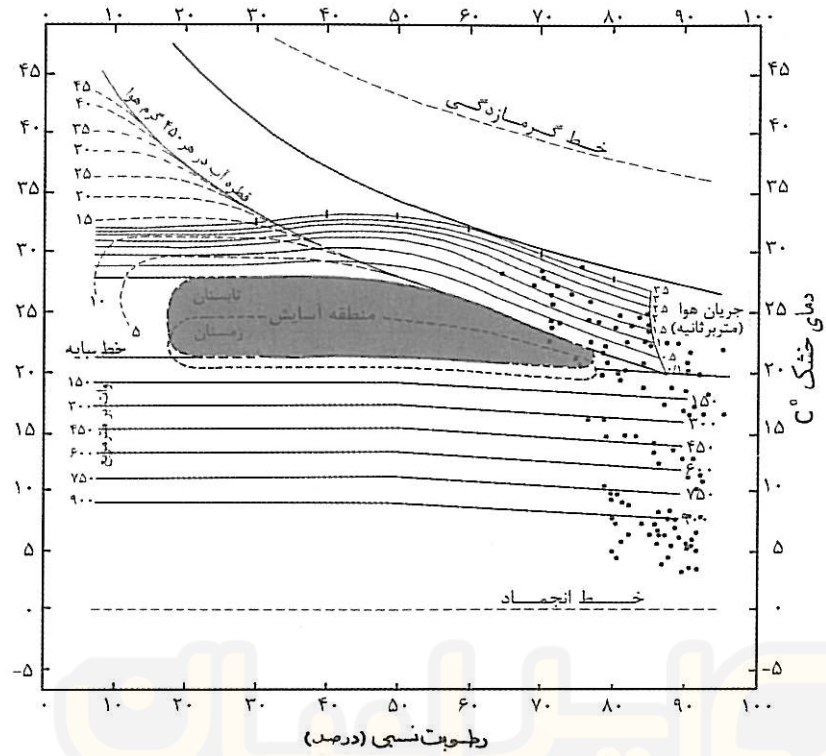
پس از این مرحله، نوبت به انتقال محتوای جدول اطلاعات به یکی از شاخص‌های آسایش معتبر می‌رسد، که در فصل اول در مورد آن بحث شده است. تصویر ۷.۲ نتیجهٔ انتقال محتوای جدول ۱.۲ به شاخص زیست – اقلیمی را نشان می‌دهد.

شایان ذکر است که شاخص زیست – اقلیمی نموداری است شامل یک صفحهٔ مختصات که محور X آن مربوط به رطوبت نسبی و محور Y آن مربوط به دماست. اگر دما و رطوبت نسبی هر لحظه از جدول ۱.۲ در این صفحه تصویر شود، جمعاً ۹۵ منطقه در روی شاخص زیست – اقلیمی ظاهر خواهد شد و اطلاعات ارزنده‌ای در اختیار طراح قرار خواهد گرفت و از جمله *نقاط گرمایی همسان* مشخص خواهد شد (تصویر ۸.۲). *نقاط گرمایی همسان* به نقاطی اطلا

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

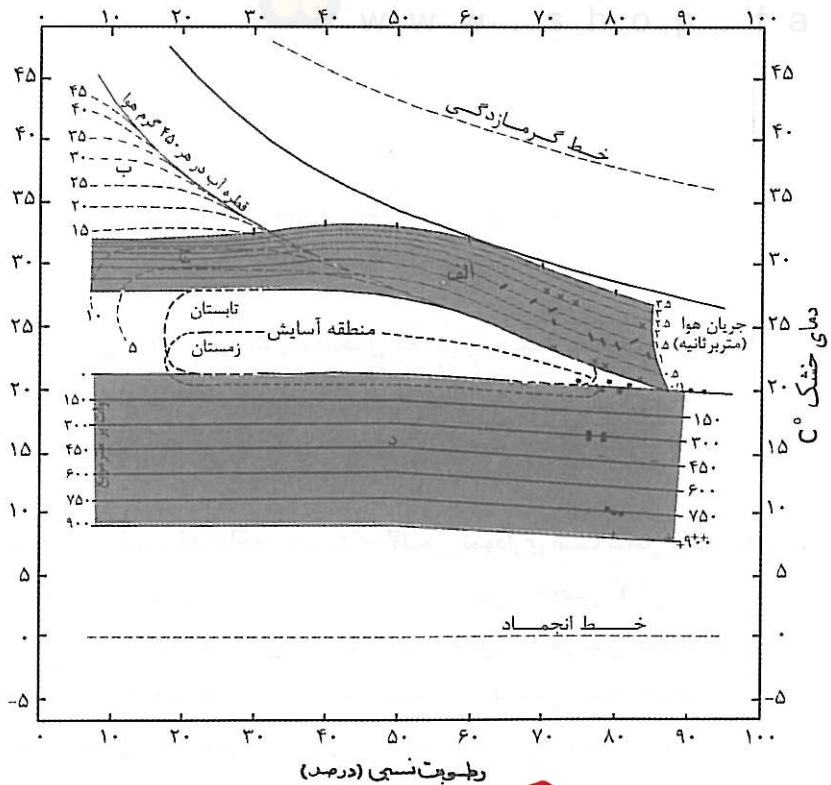
می‌شود که از لحاظ گرمایی وضعیت مشابهی داشته باشند. به طور مثال، همهٔ نقاط واقع بر پیرامون تحتانی منطقهٔ آسایش، *نقاط گرمایی همسان*‌اند.



تصویر ۷.۲. نمودار زیست ـ اقلیمی بندر انزلی

محدودهٔ منطقهٔ آسایش تابستان ـــــــ

محدودهٔ منطقهٔ آسایش زمستان ـ ـ ـ ـ



تصویر ۸.۲. نقاط گرمایی همسان در بندر انزلی

ملاحظات: نقاط مورد بحث با علامت‌های مشابه مشخص شده‌اند.

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

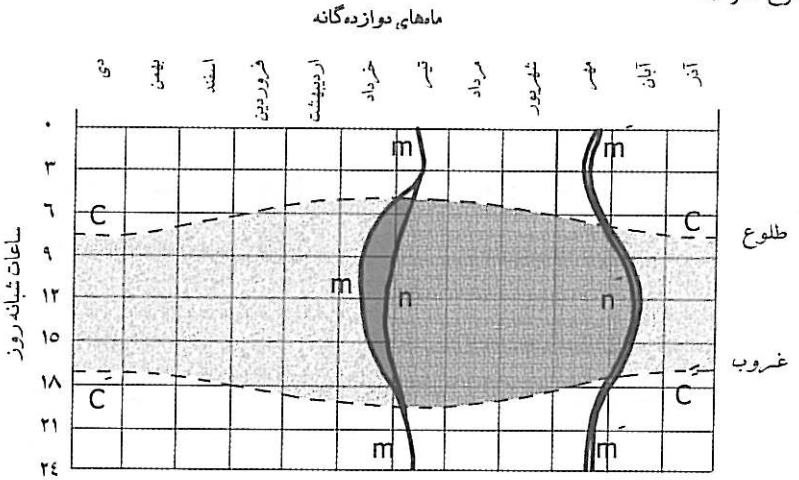
farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

۱.۱.۳.۲. تهیهٔ تقویم نیاز آب و هوایی

منظور از تهیهٔ این تقویم، نمایش پراکندگی نقاط گرمایی همسان در عرض سال یا تشخیص مواقعی است که از لحاظ گرمایی احساس مشابه در انسان ایجاد می‌شود. با تشخیص این مواقع، نیاز آب و هوایی انسان برای رسیدن به شرایط آسایش در منطقهٔ مورد مطالعه نیز معلوم می‌شود. به همین دلیل، این بررسی را تهیهٔ تقویم نیاز آب و هوایی می‌نامند.

برای تهیهٔ تقویم نیاز آب و هوایی، موقعیت نقاط گرمایی همسان از جدولی مشابه جدول ۱.۲ استخراج و به جدولی مشابه زمینهٔ تصویر ۹.۲ منتقل می‌شود، مثلاً اگر به تصویر ۸.۲ یا نقاط گرمایی همسان در بندر انزلی توجه شود، ملاحظه خواهد شد که هر منطقهٔ واقع بر پیرامون زیرین منطقهٔ آسایش متعلق به لحظه‌ای معین است که مشخصات آن را می‌توان از جدول ۱.۲ (خانه‌های علامت‌گذاری شده) پیدا کرد و به جدول زمینهٔ تصویر ۹.۲ انتقال داد و نقطه‌ای را به دست آورد. از اتصال این نقاط جدید به یکدیگر، خطی متناظر پیرامون منطقهٔ آسایش شاخص زیست – اقلیمی بندر انزلی به دست خواهد آمد (همان تصویر).

در تصویر ۹.۲ منحنی‌های m و m′ نمایندهٔ جمیع نقاط گرمایی همسانی‌اند که نقاط متناظر آنها بر پیرامون تحتانی منطقهٔ آسایش واقع شده‌اند و منحنی‌های n و n′ نمودار جمیع نقاط گرمایی همسانی‌اند که نقاط متناظر آنها بر پیرامون فوقانی منطقهٔ آسایش قرار دارند. منحنی‌های c و c′ که به خطوط طلوع و غروب معروف‌اند، لحظهٔ طلوع و غروب هر ماه را مشخص می‌کنند. برای ترسیم این دو منحنی می‌توان از روزشمارهای معتبر، نقشهٔ مسیر خورشید و نمودار محاسب وقت طلوع و غروب آفتاب استفاده کرد (برای استفاده از نقشهٔ مسیر خورشید به فصل سوم و برای استفاده از نمودار محاسب وقت طلوع و غروب به پیوست ۲ رجوع شود).



تصویر ۹.۲. تقویم نیاز آب و هوایی بندر انزلی

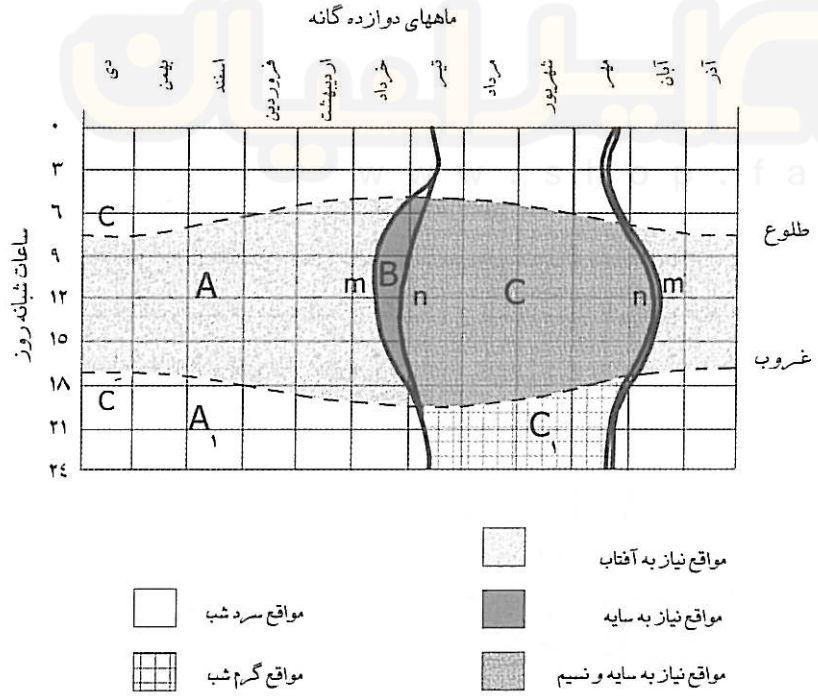
NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

در مثال بالا، برای سرعت و سهولت مطالعه، اطلاعات آب و هوایی همهٔ ماه‌های مکان مورد مطالعه با منطقهٔ آسایشِ تابستان سنجیده شده است. در صورت نیاز به دقت و صحت بیشتر، باید اطلاعات مربوط به ماه‌های تابستان مکان مورد مطالعه را با منطقهٔ آسایش تابستان، ماه‌های زمستان را با منطقهٔ آسایش زمستان، پاییز و بهار مکان‌های سردسیری را با منطقهٔ آسایش زمستان و پاییز و بهار مناطق گرمسیری و معتدل را با منطقهٔ آسایش تابستان سنجید. در این صورت، بخشی از منحنی‌های m و m′ متناظر نقاط واقع بر پیرامون منطقهٔ آسایش تابستان و بخش دیگر آن متناظر نقاط واقع بر محدودهٔ منطقهٔ آسایش زمستان خواهد بود.

۲.۱.۳.۲. تحلیل تقویم نیاز آب و هوایی

پس از تهیهٔ تقویم نیاز آب و هوایی، باید این تقویم تحلیل شود. همان‌گونه که قبلاً نیز اشاره شد، تقویم نیاز آب و هوایی را می‌توان با استفاده از شاخص‌های آسایش متفاوت از قبیل شاخص زیست – اقلیمی، دمای مؤثر، زیست – اقلیمی ساختمانی تهیه کرد. با توجه به این نکته، تقویم نیاز آب و هوایی بندر انزلی (تصویر ۱۰.۲) را، که با استفاده از شاخص زیست – اقلیمی تهیه شده است، تحلیل می‌کنیم.



تصویر ۱۰.۲. تقویم نیاز آب و هوایی بندر انزلی ـ تفکیک نیازها

اگر به تقویم نیاز آب و هوایی بندر انزلی به دقت توجه شود، ملاحظه خواهد شد که می‌توان روزهای این شهر و شهرهای مجاور و نزدیک آن را در سه گروه زیر دسته‌بندی کرد.

۱. مجموعه‌ای از روزهای بندر انزلی در منطقهٔ نیاز به آفتاب (A در تصویر ۱۰.۲)

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

قرار می‌گیرد. این منطقه نشان‌دهندهٔ مواقعی است که انسان با لباس سبک درون خانه، در حالت استراحت و فعالیت سبک احساس راحتی نخواهد داشت. دلیل این امر سدی هواست که باید با پوشیدن لباس ضخیم، فعالیت سنگین، گرمای تابشی خورشید یا مصرف انرژی فسیلی و گرمای حاصل از سوزاندن چوب، زغال، نفت، گاز طبیعی و غیره جبران شود. ضمناً این منطقه متناظر منطقهٔ د در شاخص زیست ـ اقلیمی (تصویر ۲۷.۱) است.

۲. مجموعهٔ دیگری از روزهای بندر انزلی در منطقهٔ عدم نیاز به آفتاب (B در تصویر ۱۰.۲) واقع می‌شود. این منطقه نشان‌دهندهٔ مواقعی است که انسان با لباس درون خانه در حال استراحت یا فعالیت‌های سبک احساس راحتی نخواهد کرد، مگر در سایه و در وضعیتی که *دمای تابشی متوسط محیط* برابر دمای هوا باشد. این منطقه متناظر منطقهٔ آسایش و خط مرزی این منطقه و منطقهٔ A متناظر پیرامون تحتانی منطقهٔ آسایش شاخص زیست – اقلیمی است.

۳. بالاخره، مجموعهٔ دیگری از روزهای بندر انزلی در منطقهٔ نیاز به وزش نسیم یا باد ملایم C قرار می‌گیرد (تصویر ۱۰.۲). این منطقه نشان‌دهندهٔ همهٔ مواقعی است که انسان در آنها در سایه نیز احساس راحتی نخواهد کرد، مگر آنکه در معرض جریان باد مناسب قرارگیرد و گرمای محیط با خاصیت خنک‌کنندگی وزش باد جبران شود. این منطقه متناظر منطقهٔ الف و خط مرزی بین مناطق B و C متناظر قسمتی از پیرامون فوقانی منطقهٔ آسایش در شاخص زیست – اقلیمی تصویر ۲۳.۱ است.

به همین ترتیب، با توجه به تقویم نیاز آب و هوایی بندر انزلی، شب‌های این بندر را می‌توان به دو دستهٔ زیر تقسیم کرد.

۱. شب‌هایی که هوای روز قبل آنها در سایهٔ سرد یا خنک بوده است (منطقهٔ A_1 در تصویر ۱۰.۲). در این شب‌ها، باید علاوه بر استفاده از روانداز مناسب، از جریان محسوس هوا پرهیز کرد.

۲. شب‌هایی که هوای روز قبل آنها در سایهٔ گرم و جریان محسوس هوا در آن روزها ضروری بوده است (منطقهٔ C_1 تصویر ۱۰.۲). در این شب‌ها، استراحت و خوابیدن در هوای آزاد مناسب‌تر است. در غیر این صورت، باید از اتاق‌هایی استفاده شود که دیوارهای آن گرمای آفتاب را به داخل پس نمی‌دهد و پنجره‌های آن نیز به گونه‌ای تعبیه شده است که هوای داخل اتاق به طور محسوس در جریان است.

اکنون با جمع‌بندی مطالب بالا می‌توان ویژگی‌های گرمایی بندر انزلی را در دسته‌بندی‌های زیر خلاصه کرد.

۱. در برخی از مواقع سال، نیاز به تابش خورشید برای نیل به راحتی وجود دارد.

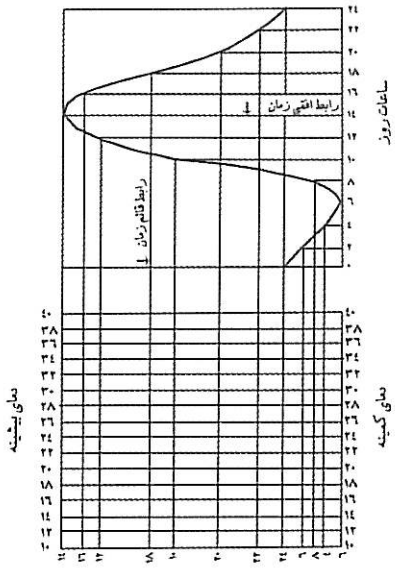
NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

منطقهٔ A در تصویر ۱۰.۲ این لحظات را برحسب ساعت و ماه مشخص می‌کند.

۲. در مواقع دیگر، وجود سایه برای نیل به راحتی ضروری است. مناطق B و C این مواقع را مشخص می‌کنند، هر چند در مواقع مربوط به منطقهٔ C سایه به تنهایی کافی نیست و باید همراه نسیم یا باد ملایم باشد. ضمناً جریان محسوس هوا برای شب‌های تابستان بندر انزلی ضروری است.

باید توجه داشت که *تقویم نیاز آب و هوایی* شهرهای ساحلی شمالی و مناطق مرطوب ایران اکثراً پنج منطقهٔ متفاوت دارد، ولی در تقویم نیاز آب و هوایی مناطق گرم و خشک یک منطقهٔ اضافی دیگر نیز مشاهده می‌شود. این منطقه مربوط به همهٔ مواقعی است که انسان، به علت گرمای هوا، به‌رغم وجود سایه و برخورداری از نسیم یا باد ملایم نیز احساس راحتی نخواهد کرد، مگر آنکه گرمای هوا با برودت حاصل از تبخیر قطرات آب در هوا جبران شود.



تصویر ۱۱.۲. نمودار محاسب دمای روزانه

ملاحظات: استفاده از این نمودار برای نقاط بالاتر از ۳۵ درجهٔ عرض جغرافیایی جایز نیست.

۳.۱.۳.۲. حالت‌های خاص

برای طراحی جدار ساختمان، گاه تفکیک مواقع نیاز به سایه از مواقع نیاز به آفتاب یا به عبارت دیگر تهیهٔ *تقویم نیاز سایه و آفتاب* کفایت می‌کند. در این صورت، اگر عرض جغرافیایی مکان مورد مطالعه کم‌تراز ° ۳۵ باشد (به‌خصوص برای عرض‌های جغرافیایی نزدیک به خلیج‌فارس و دریای عمان) می‌توان از میانگین دمای بیشینه و کمینهٔ ماهیانه به‌جای اطلاعات سه ساعت به سه ساعت منطقه استفاده و به کمک نمودار محاسب دمای روزانه، تقویم نیاز سایه و آفتاب منطقهٔ مورد مطالعه را تهیه کرد.[1]

۱.۳.۱.۳.۲. نمودار محاسب دمای روزانه و روش استفاده از آن

با توجه به روند منظم تغییرات دمای هوا، یکی از دانشمندان معاصر نموداری ارائه کرده است که به کمک آن می‌توان تغییرات دمای روزانهٔ یک مکان را با در دست داشتن میانگین دمای بیشینه و کمینهٔ ماهیانهٔ آن مکان پیش‌بینی کرد، مشروط بر آنکه عرض جغرافیایی مکان مورد مطالعه از ° ۳۵ تجاوز نکند.

این نمودار مطابق تصویر ۱۱.۲ از دو بخش تشکیل شده است.

در بخش فوقانی نمودار یک خط منحنی وجود دارد که هر منطقهٔ آن با رابطهای افقی با محور زمان و با رابطهای قائم با بخش تحتانی نمودار مرتبط است. از اجتماع این رابطها و رابطهای افقی مرتبط با محورهای دمای بیشینه و کمینه در بخش تحتانی نمودار، شبکه‌ای نامنظم ایجاد می‌شود.

۱. دقت این نمودار در منطقهٔ حاره و مدارهای نزدیک به آن زیاد، ولی برای مناطق بالاتر از ۳۵° غیرقابل قبول است.

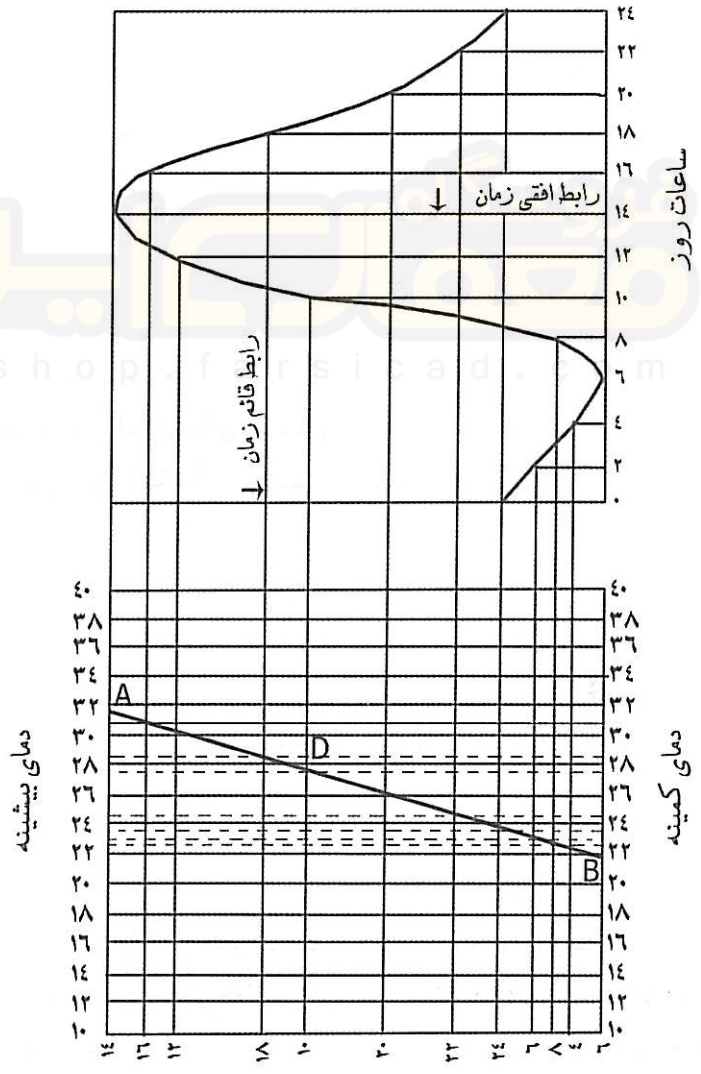
Martin Evans, *Housing, Climate & Comfort*, London, Architectural Press, 1980, p.34.

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

برای تعیین دمای متوسط هر لحظه از یک ماه معین، ابتدا متوسط دمای بیشینه و کمینهٔ روزانهٔ آن ماه را بر روی محورهای دما مشخص و دو نقطهٔ به دست آمده را با خطی مستقیم به هم وصل می‌کنیم. این خط با رابطهای قائم زمان در نقاط متعدد تلاقی می‌کند. از تصویر نقاط تلاقی بر محورهای دما، درجهٔ حرارت لحظات مرتبط با رابطهای قائم زمان به دست خواهد آمد و به این ترتیب، دمای لحظهٔ موردنظر نیز مشخص خواهد شد.

مثال: با این فرض که میانگین دمای بیشینه در روزهای آبان ماه بندرجاسک[1] ۳۱/۳° سانتی‌گراد و میانگین کمینهٔ همان روزها ۲۱/۶° سانتی‌گراد باشد، دمای دو ساعت به دو ساعت آبان ماه جاسک را تعیین کنید.



تصویر ۱۲.۲. نوسان دمای روزانهٔ آبان‌ماه در بندر جاسک

۱. بندر جاسک در مرکز بخش جاسک در کرانهٔ مکران به فاصلهٔ ۲۲۵ کیلومتری جنوب شرقی بندرعباس واقع است.

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

پاسخ: محل ۳۱/۳° سانتی‌گراد را روی محور دمای بیشینهٔ A و ۲۱/۶° سانتی‌گراد را روی محور دمای کمینهٔ B مشخص می‌کنیم تا پاره‌خط AB به دست آید (تصویر ۱۲.۲). پاره‌خط AB رابط قائم ساعت ۸، ۱۰ و... را در نقاطی مانند C ، D و... قطع خواهد کرد. نقاط C، D و... را بر روی یکی از محورهای دما مشخص و نتیجه را قرائت می‌کنیم. به این ترتیب، دمای ۸ صبح آبان‌ماه جاسک ۲۲/۲° سانتی‌گراد و دمای ساعت‌های ۱۰، ۱۲ و... به ترتیب ۲۷/۵°، ۳۰° و... تخمین زده می‌شود.

۲.۳.۱.۳.۲. تهیهٔ تقویم نیاز سایه و آفتاب با استفاده‌از نمودار محاسب دمای روزانه

پس از آشنایی با نمودار محاسب دمای روزانه، تهیهٔ تقویم نیاز سایه و آفتاب بسیاری از مناطق جغرافیایی آسان می‌شود. برای این کار باید توجه داشت که بخش اعظم خط مرز تحتانی منطقهٔ آسایش شاخص زیست – اقلیمی (همچنین خط مرزی سمت چپ منطقهٔ آسایش شاخص زیست – اقلیمی ساختمانی) مستقیم است و این بدان معناست که هرگاه دمای هوای یک مکان به ° ۲۱ (یا ° ۲۲ سانتی‌گراد در نقاط حاشیهٔ خلیج‌فارس و دریای عمان) برسد، ایجاد سایه، بدون توجه به رطوبت هوا، ضروری است. با توجه به این اصل، برای تهیهٔ تقویم سایه و آفتاب یک مکان می‌توان به دو روش زیر عمل کرد.

۱.۲.۳.۱.۳.۲. روش اول

۱. با استفاده از میانگین دمای بیشینه و کمینهٔ هر ماه، تغییرات دمای روزانهٔ همهٔ ماه‌های مکان مورد مطالعه را محاسبه و نتیجه را در جدول مشابه جدول ۱.۲ تنظیم کرد.

۲. در جدول فوق، مشخصات لحظاتی را که دمای هوا به ۲۱° (یا ۲۲°) سانتی‌گراد بالغ می‌شود، تعیین و محل آن لحظات را در جدول دیگری با نقطه علامت‌گذاری کرد.

۳. از اتصال نقاط به دست آمده، تقویم نیاز سایه و آفتاب مکان مورد مطالعه به دست خواهد آمد.

۲.۲.۳.۱.۳.۲. روش دوم

۱. با تعیین محل میانگین دمای بیشینه و کمینهٔ هر ماه بر روی محورهای مربوط دو نقطه به دست می‌آید. پاره‌خط بین دو نقطه را وصل کرد.

۲. پاره‌خط حاصل رابط افقی دمای ۲۱° (یا ۲۲° سانتی‌گراد) را در نقطه‌ای قطع می‌کند. زمان مربوط به نقطهٔ تلاقی را به کمک رابط‌های قائم و افقی زمان از

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

بخش فوقانی نمودار استخراج کرد (چون این کار برای هر دوازده ماه تکرار می‌شود، دوازده زمان مشخص به دست خواهد آمد).

۳. با استفاده از زمان‌های مشخص شده، تقویم نیاز سایه و آفتاب مکان مورد مطالعه را ترسیم کرد.

باید توجه داشت که هر یک از روش‌های بالا، محاسن و معایب خاص خود را دارد. مثلاً روش اول اندکی وقت‌گیر است، ولی منحنی‌های تقویم بهتر ترسیم می‌شود و قابل استفاده برای مبتدیان است. روش دوم سریع‌تر است، اما مسیر منحنی‌های تقویم در آن به خوبی روش اول ترسیم نمی‌شود و برای جبران آن باید از تجربهٔ علمی استفاده کرد.

مثال: اگر تغییرات دمای چاه‌بهار مطابق جدول ۲.۲ باشد، تقویم نیاز سایه و آفتاب این بندر را تهیه کنید.

جدول **۲.۲**. دمای سالیانهٔ بندر چاه‌بهار (′۲۵ °۲۵ عرض شمالی)

ماه / دما	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر
متوسط دمای بیشینه	۲۴/۶	۲۴/۶	۲۸	۳۱	۳۳/۴	۳۴/۸	۳۳/۷	۳۳	۳۲/۷	۳۲	۲۹/۷	۲۶/۸
متوسط دمای کمینه	۱۵/۴	۱۵/۶	۱۹/۳	۲۲/۶	۲۵	۲۷/۵	۲۷/۸	۲۶/۹	۲۴/۹	۲۲/۸	۱۹/۵	۱۷/۲

منبع: آمار سازمان هواشناسی کل کشور ۷۳-۱۹۶۹.

پاسخ: با استفاده از روش اول، ابتدا تغییرات دمای روزانهٔ هر ماه، با فاصلهٔ زمانی دو ساعت به دو ساعت، محاسبه و نتیجه در جدول ۳.۲ منظم می‌شود.

برای اجرای مرحلهٔ ۲ توجه به دو نکته زیر ضرورت پیدا می‌کند.

۱. در مورد این نمونهٔ معین، دمای °۲۲ (به جای °۲۱ سانتی‌گراد) ملاک گزینش از جدول ۳.۲ خواهد شد. چرا؟

۲. ممکن است عدد ۲۲ در برخی از خانه‌های جدول ظاهر شود. در این صورت، مختصات لحظاتی که دمای هوا به °۲۲ سانتی‌گراد بالغ می‌شود، عیناً از جدول ۳.۲ استخراج می‌شود و اما اگر عدد ۲۲ در خانه‌ای ظاهر نشود و در میان دو عدد *مجاور* یا *روی هم* از جدول قرار داشته باشد به طریق زیر عمل خواهد شد.

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

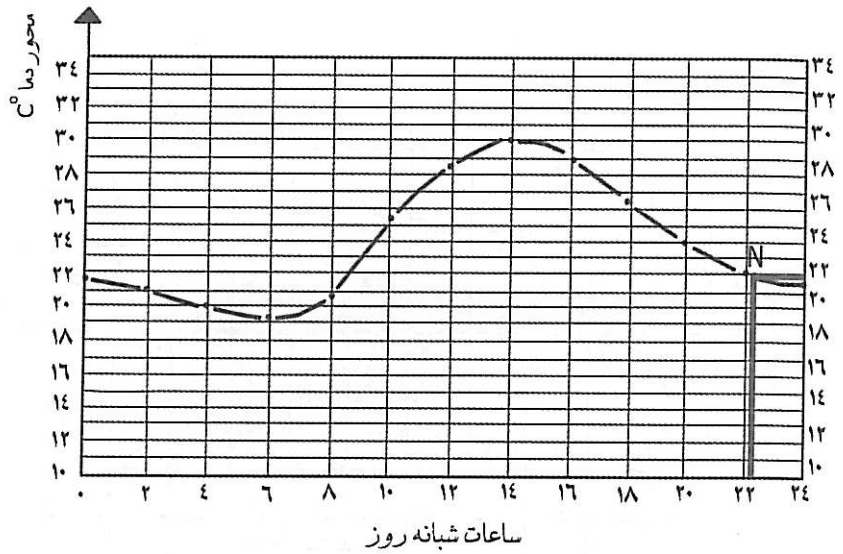
جدول ۳.۲. نوسان دمای هوا در بندر چاه‌بهار

ماه / ساعت	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر
۲	۱۶/۵	۱۷/۵	۲۲/۵	۲۴	۲۶	۲۸/۵	۲۸/۵	۲۸	۲۶	۲۴	۲۱	۱۹
۴	۱۵/۵	۱۶	۲۱/۵	۲۳	۲۵/۵	۲۸	۲۸	۲۷/۵	۲۵/۵	۲۳/۵	۲۰	۱۸
۶	۱۵	۱۵/۵	۱۹/۵	۲۲/۵	۲۵	۲۷/۵	۲۷/۵	۲۷	۲۵	۲۳	۱۹/۵	۱۷/۵
۸	۱۶	۱۶/۵	۲۲	۲۵/۵	۲۷/۵	۲۸	۲۸	۲۷/۵	۲۵/۵	۲۴	۲۰/۵	۱۸
۱۰	۲۰/۵	۲۱	۲۵	۲۷/۵	۳۰	۳۲	۳۲/۵	۳۲	۲۹/۵	۲۸/۵	۲۵/۵	۲۳
۱۲	۲۳	۲۳	۲۷	۳۰	۳۲	۳۳/۵	۳۳	۳۴	۳۲	۳۱	۲۸/۵	۲۵/۵
۱۴	۲۴/۵	۲۴/۵	۲۸	۳۱	۳۳/۵	۳۶	۳۴	۳۵	۳۲/۵	۳۲	۳۰	۲۶/۵
۱۶	۲۴	۲۴	۲۷/۵	۳۰/۵	۳۳	۳۴	۳۳/۵	۳۴/۵	۳۲	۳۱/۵	۲۹	۲۶
۱۸	۲۱	۲۱/۵	۲۶	۲۸/۵	۳۱	۳۲	۳۲	۳۲/۵	۳۰	۲۹	۲۶/۵	۲۴
۲۰	۱۹/۵	۱۹/۵	۲۴/۵	۲۶/۵	۲۹	۳۰/۵	۳۰	۳۰/۵	۲۸/۵	۲۷	۲۴	۲۱/۵
۲۲	۱۸	۱۸/۵	۲۳	۲۵/۵	۲۷/۵	۲۹/۵	۲۹/۵	۲۹	۲۷	۲۶	۲۲/۵	۲۰
۲۴	۱۷	۱۷/۵	۲۲/۵	۲۴/۵	۲۷	۲۹	۲۹	۲۸	۲۶/۵	۲۵	۲۱/۵	۱۹/۵

الف) اگر دو عدد روی هم قرار داشته باشند، عدد موردنظر متعلق به مجموعه‌ای از اعداد (یا متغیرهایی) است که نمودار فراوانی آنها تغییرات دمای روزانه را به ازای ماه مشخص شده در بالای ستون نشان می‌دهد. پس به کمک آن اعداد می‌توان منحنی تغییرات دمای روزانهٔ ماه مورد مطالعه را ترسیم و سپس مختصات زمانی لحظهٔ مربوط به دمای ۲۲° سانتی‌گراد را از روی منحنی استخراج کرد، همچنان که در ستون آبان‌ماه از جدول ۳.۲، عدد ۲۲ یک بار در میان اعداد ۲۰/۵ و ۲۵/۵ و بار دیگر در میان دو عدد ۲۱/۵ و ۲۲/۵ واقع شده است. به همین دلیل نمودار تغییرات دمای روزانهٔ آبان (تصویر ۱۳.۲)، تهیه شده است. مطابق این تصویر، دمای هوا در ساعت ۸ و ۴۵ دقیقه و ۲۲ و ۱۵ دقیقه به ۲۲ درجهٔ سانتی‌گراد می‌رسد.

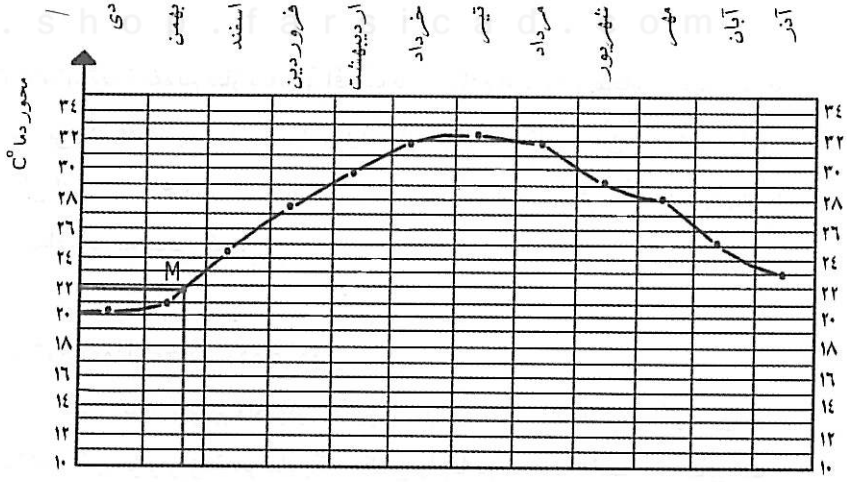
NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری



تصویر ۱۳.۲. نوسان دمای هوا در روزهای آبان در چاه‌بهار

ب) اگر دو عدد مجاور یکدیگر باشند، عدد موردنظر متعلق به مجموعه‌ای از اعداد (یا متغیرهایی) است که نمودار فراوانی آنها تغییرات دمای یک ساعت معین را در عرض سال (با تقریبی قابل قبول) نشان می‌دهد. پس به کمک آن اعداد می‌توان منحنی تغییرات سالیانهٔ هوا را ترسیم و مختصات زمانی لحظهٔ مربوط به ۲۲° سانتی‌گراد را از روی منحنی استخراج کرد (تصویر ۱۴.۲).

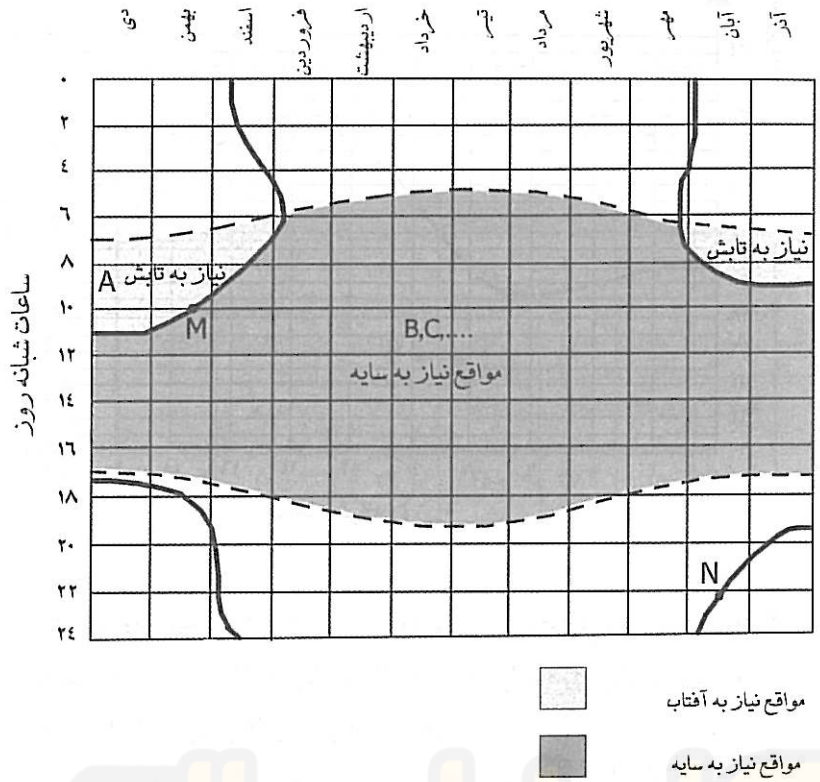


تصویر ۱۴.۲. تغییرات دمای هوای ۱۰ صبح سراسر سال در بندر چاه‌بهار

پس از تعیین مختصات زمانی کلیهٔ مواقعی که دمای هوا به ۲۲° سانتی‌گراد بالغ می‌شود، باید جای آن مواقع در داخل یک جدول خالی مشخص شود. از اتصال نقاط مشخص شده به یکدیگر تقویم نیاز سایه و آفتاب چاه‌بهار، مطابق تصویر ۱۵.۲، به دست می‌آید.

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری



تصویر ۱۵.۲. تقویم نیاز سایه و آفتاب در بندر چاه‌بهار.

نقاط M و N از تصاویر ۱۳.۲ و ۱۴.۲ استخراج شده‌اند.

www.shop.farsicad.com

۳.۳.۱.۳.۲. تهیهٔ تقویم نیاز سایه و آفتاب با استفاده از نمودار محاسب دمای مؤثر

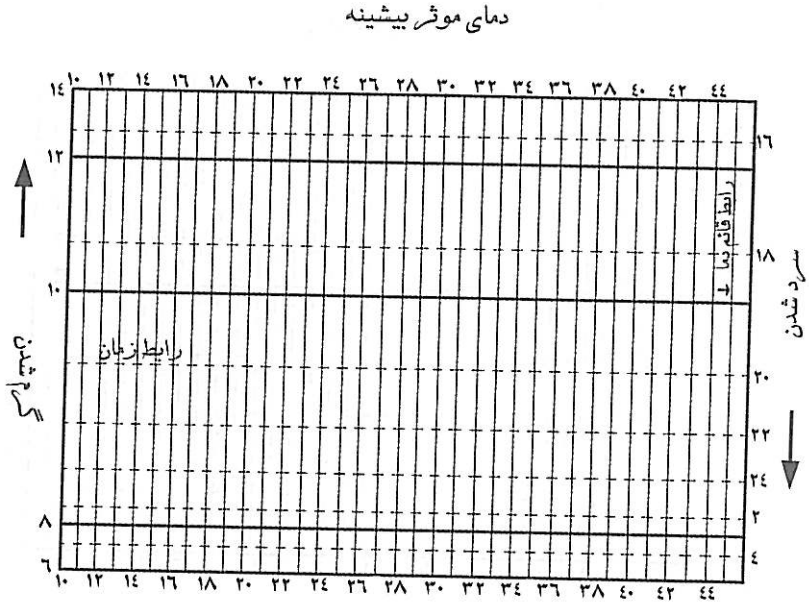
در صورتی که فقط تهیهٔ تقویم نیاز سایه و آفتاب یک مکان معین موردنظر باشد، می‌توان از نمودار محاسب دمای مؤثر استفاده کرد و در وقت به میزان قابل ملاحظه‌ای صرفه‌جویی کرد.

۴.۳.۱.۳.۲. نمودار محاسب دمای مؤثر

نمودار محاسب دمای مؤثر (تصویر ۱۶.۲) وسیله‌ای است که به کمک آن می‌توان تغییرات دمای مؤثر روزانهٔ هر ماه یک مکان را با در دست داشتن دمای مؤثر بیشینه و کمینهٔ آن ماه استخراج کرد. دمای مؤثر بیشینهٔ یک ماه، دمای مؤثری است که مربوط به میانگین دمای بیشینه و میانگین رطوبت نسبی کمینهٔ آن ماه می‌شود، همچنان که دمای مؤثر کمینهٔ یک ماه، دمای مؤثری است که به ازای میانگین دمای کمینه و میانگین رطوبت نسبی بیشینهٔ آن ماه به دست می‌آید.

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری



تصویر ۱۶.۲. نمودار محاسب دمای مؤثر

همان‌گونه که در تصویر ۱۶.۲ ملاحظه می‌شود، دو ضلع فوقانی و تحتانی نمودار به ترتیب محورهای دمای مؤثر بیشینه و کمینه و اضلاع قائم دو طرف نمودار محورهای زمان آن را تشکیل می‌دهند. خطوط قائم داخل نمودار، رابطه‌های قائم دمای مؤثر و خطوط افقی داخلی آن رابطه‌های افقی زمان را می‌سازد.

برای استخراج دمای مؤثر یک لحظه از یک روز معین به طریق زیر عمل می‌شود.

۱. دمای مؤثر بیشینه و کمینهٔ روز، معین و جای آنها در روی محورهای مربوط با دو نقطه مشخص می‌شود (تصویر ۱۷.۲).

۲. این دو نقطه با خطی مستقیم به یکدیگر وصل می‌شود.

۳. نقطهٔ تلاقی این خط و رابط افقی ساعت موردنظر مشخص و به کمک رابط قائم مرورکننده از این نقطه، دمای مؤثر لحظهٔ موردنظر (از روی محورهای فوقانی و تحتانی) استخراج می‌شود.

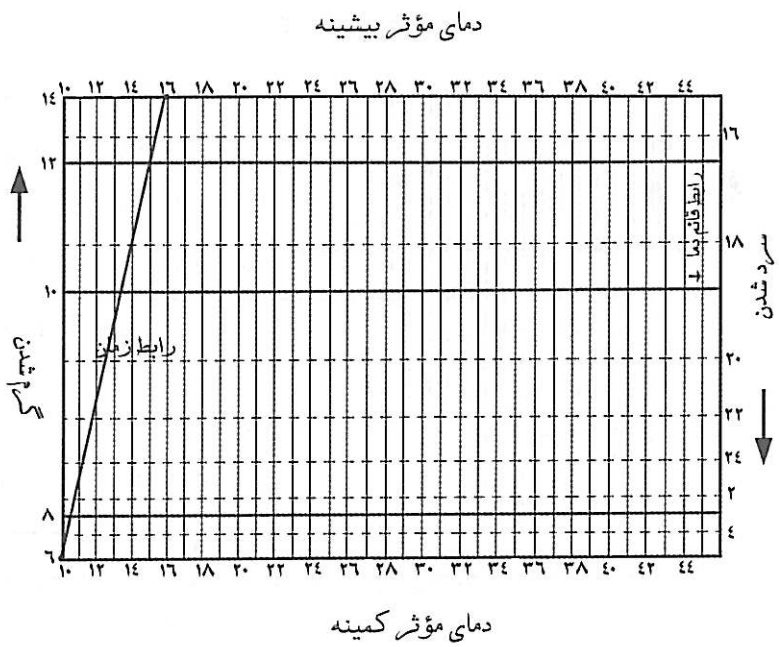
مثال: دمای مؤثر ساعت‌های ۸، ۱۰ و ۱۲ روز پانزدهم فروردین ماه تهران را تعیین کنید.

پاسخ: ابتدا میانگین دمای مؤثر بیشینه و کمینهٔ فروردین ماه تهران، با استفاده از اطلاعات سال‌های ۱۹۶۶ تا ۱۹۷۵ ادارهٔ هواشناسی، محاسبه و نتیجه به عنوان دمای مؤثر بیشینه و کمینهٔ پانزدهم آن ماه پذیرفته می‌شود. سپس مطالعه به شکل زیر ادامه می‌یابد.

۱. دمای مؤثر بیشینه، که ۱۶° سانتی‌گراد است، بر روی محور فوقانی نمودار پیاده می‌شود (تصویر ۱۷.۲).

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری



تصویر ۱۷.۲. دمای مؤثر تهران در فروردین‌ماه

۲. محل دمای مؤثر کمینهٔ همان ماه، که ۱۰° سانتی‌گراد است، بر روی محور تحتانی نمودار مشخص می‌شود.

۳. خط مستقیمی از ۱۶° به ۱۰° سانتی‌گراد وصل می‌شود.

۴. محل تلاقی این خط و رابطهای افقی ساعت ۸ صبح با نقطه مشخص می‌شود. تصویر این نقطه بر روی هر یک از محورهای دما ۱۱° سانتی‌گراد را نشان می‌دهد که دمای مؤثر ساعت ۸ صبح فروردین ماه تهران تلقی می‌شود.

به همین ترتیب، دمای مؤثر ساعت‌های ۱۰، ۱۲ و... به ترتیب معادل ۱۳/۵°، ۱۵° و... سانتی‌گراد به دست می‌آید. با ادامهٔ این روش می‌توان جدول سالیانهٔ دمای مؤثر یک مکان را تهیه کرد. جدول ۴.۲ تغییرات سالیانهٔ دمای مؤثر تهران را نشان می‌دهد.

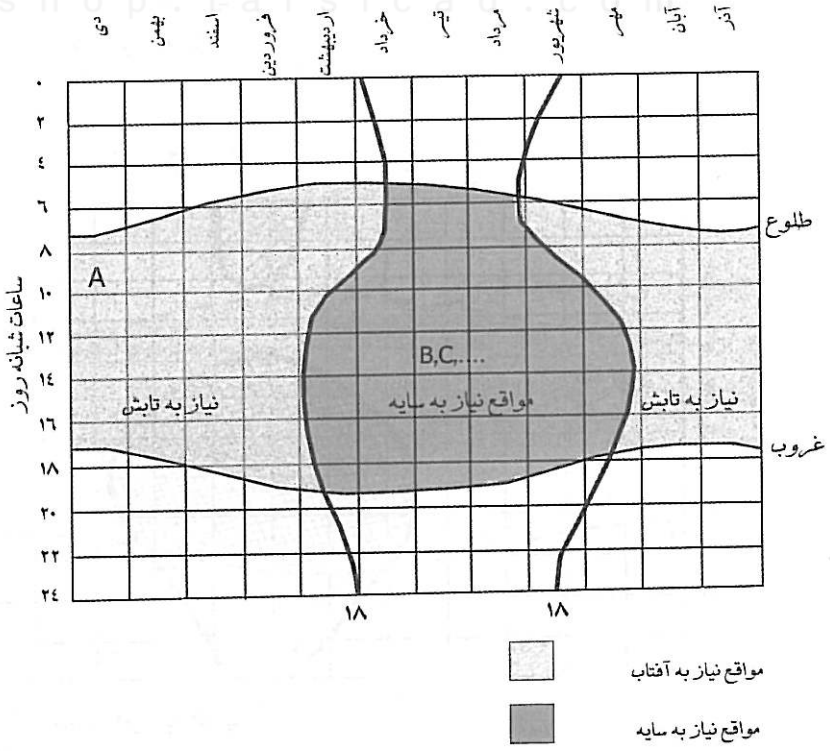
اکنون، پس از آشنایی با کارکرد *نمودار محاسب دمای مؤثر* می‌توان تقویم نیاز سایه و آفتاب را تهیه کرد. باید توجه داشت که دمای مؤثر منطقهٔ آسایش تابستان برای کلیهٔ مناطق ایران (جز برخی مناطق ساحلی جنوب) ۱۸° تا ۲۶° سانتی‌گراد منظور است و در این محدودهٔ گرمایی، نیاز به سایه برای نیل به راحتی وجود دارد. پس برای تعیین مواقع نیاز به سایه باید مشخصات زمانی مواقعی را به دست آورد که دمای مؤثر هوا به ۱۸° سانتی‌گراد (حد تحتانی منطقهٔ آسایش) بالغ می‌شود. تصویر ۱۸.۲ تقویم نیاز سایه و آفتاب تهران را نشان می‌دهد که با رعایت اصول فوق و با استفاده از اطلاعات آب و هوای ده سالهٔ تهران (۷۵-۱۹۶۶) تهیه شده است. برای تهیهٔ این تقویم مراحلی که در صفحهٔ ۱۰۰ آمده طی شده است.

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

جدول ۴.۲. دمای مؤثر سالیانهٔ تهران (۷۵-۱۹۶۶)

ماه / ساعت	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر
۲	۰	۲	٦	۱۱	۱۵	۱۸/۵	۲۰/۵	۱۹/۵	۱۷	۱۳	۷	۲
۱/۵	-۰/۵	۱/۵	۵/۵	۱۰/۵	۱٤/۵	۱۸	۲۰	۱۹	۱٦/۵	۱۲/۵	٦/۵	۱/۵
۱	-۱	۱	۵	۱۰	۱٤	۱۷/۵	۱۹/۵	۱۸/۵	۱٦	۱۲	٦	۱
۲	-۰/۵	۱/۵	٦	۱۱	۱۵	۱۸	۲۰	۱۹/۵	۱۷	۱۳	۷	۲
٦	۳	۵/۵	۱۰/۵	۱۳/۵	۱۸	۲۲	۲۳/۵	۲۳	۲۱	۱٦/۵	۱۱/۵	٦
۸/۵	۵	۸	۱۳	۱۵	۲۰	۲٤	۲۵/۵	۲٤/۵	۲۳/۵	۱۸/۵	۱٤	۸/۵
۱۰	٦	۹	۱٤	۱٦	۲۲	۲۵	۲٦	۲٦	۲۵	۲۰	۱۵	۱۰
۹	٦	۹	۱٤	۱٦	۲۲	۲۵	۲٦	۲٦	۲٤	۱۹	۱٤	۹
۷	٤	٦/۵	۱۱/۵	۱٤	۱۹	۲٤	۲٤	۲۳/۵	۲۲	۱۷	۱۲	۷
۵	۲	٤/۵	۹	۱۲/۵	۱۷	۲۱	۲۲/۵	۲۱/۵	۲۰	۱۵/۵	۱۰	۵
٤	۱	۳/۵	۸	۱۲	۱٦	۲۰	۲۱/۵	۲۱	۱۸/۵	۱٤/۵	۹	٤
۳	۰/۵	۲/۵	۷	۱۱/۵	۱۵/۵	۱۹	۲۱	۲۰	۱۸	۱۳/۵	۸	۳



تصویر ۱۸.۲. تقویم نیاز سایه و آفتاب تهران

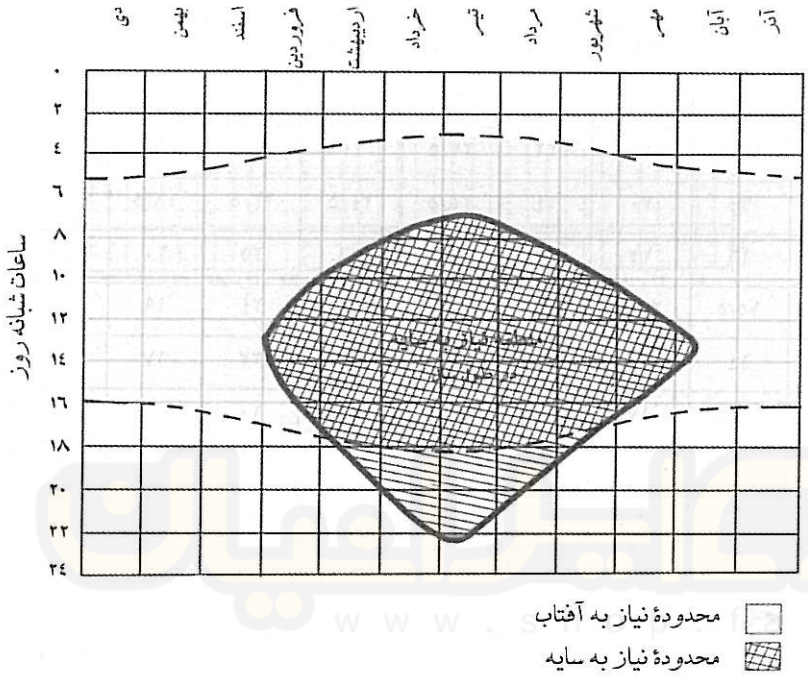
NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

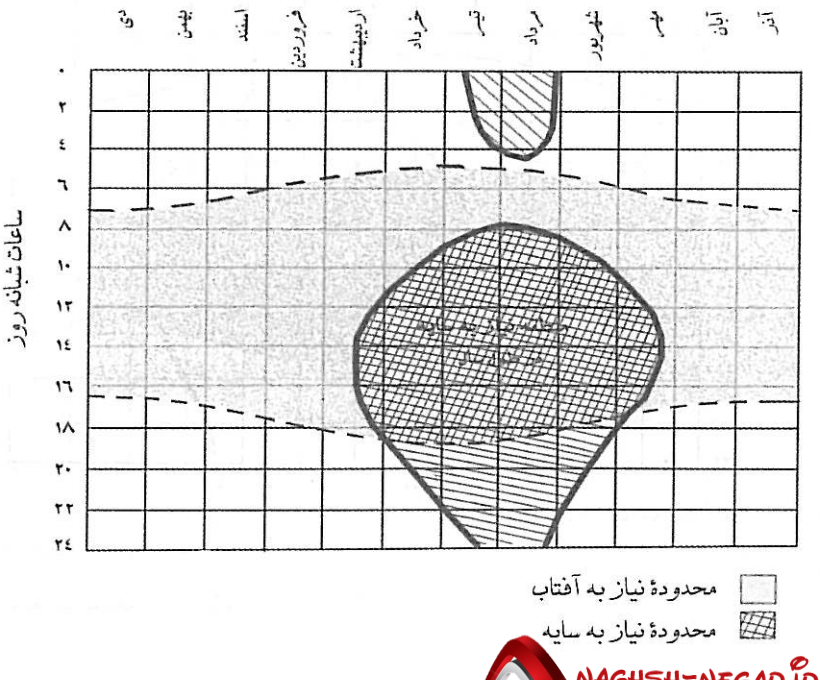
۱. دمای مؤثر روزانهٔ هر ماه به ازای هر دو ساعت محاسبه و نتیجه در جدول ۴.۲ منظم شده است.

۲. مختصات زمانی لحظاتی که دمای مؤثر هوا ۱۸° سانتی‌گراد بوده است از این جدول استخراج و عیناً به جدول زمانی دیگری منتقل و علامت‌گذاری شده است.

۳. از اتصال نقاط علامت‌گذاری شده به یکدیگر، تقویم نیاز سایه و آفتاب تهران به دست آمده است.



تصویر ۱۹.۲. تقویم نیاز سایه و آفتاب کرمان

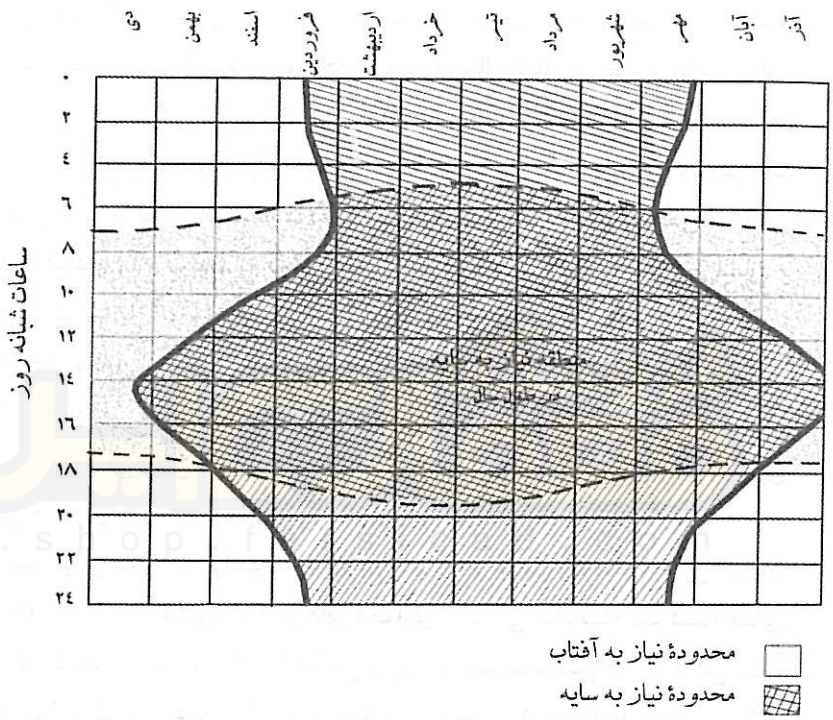


تصویر ۲۰.۲. تقویم نیاز سایه و آفتاب تبریز

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

با استفاده از این روش، مقدمات تهیهٔ تقویم نیاز سایه و آفتاب بیش از چهل شهر ایران به سرپرستی نگارنده برنامه‌ریزی شده است و امید می‌رود در آیندهٔ نزدیک تقویم نیاز سایه و آفتاب شهرهای ایران تهیه و مجموعهٔ کامل آن در اختیار عموم قرار داده شود. ارائهٔ سه نمونه از مجموعهٔ فوق، برای مقایسهٔ وضعیت اقلیمی و ویژگی معماری مناسب آنها توسط خواننده، خالی از فایده نیست. تصاویر ۱۹.۲ تا ۲۱.۲ تقویم نیاز سایه و آفتاب سه شهر کرمان، تبریز و ایرانشهر را نشان می‌دهد.



تصویر ۲۱.۲. تقویم نیاز سایه و آفتاب ایرانشهر

۴.۲. جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

در فصل اول، شاخص‌های راحتی گرمایی معرفی و در توضیح کاربرد آنها عنوان شد که به کمک شاخص‌های راحتی می‌توان:

۱. وضعیت آب و هوایی یک منطقهٔ جغرافیایی را بررسی کرد و مواقع راحتی و ناراحتی را تشخیص داد.

۲. به رهنمودهای معماری، به منظور مقابله با وضعیت نامساعد آن منطقه، دست یافت.

در این فصل، در جستجوی راه‌حل‌های مقابله با شرایط نامساعد آب و هوایی، نگاهی اجمالی به خانه‌های سنتی کشور داشتیم. در نتیجه، تفاوت خانه‌های سنتی و امروزی برای ما روشن شد و دریافتیم که در گذشته مردم با جابه‌جا شدن

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

همواره در محیط و خانه‌های مناسب فصل به سر می‌بردند. لیکن امروزه، به دلایل گوناگون، مردم نه تحرک لازم برای کوچ کردن و نه توان مالی برای ساختن خانه‌های چندکله‌ای دارند. انسان معاصر، خود را در ساختمان‌های یک کله‌ای پایبند وسایل سنگین و حجم‌گیر زندگی مدرن کرده است و انتظار دارد که خانهٔ یک‌کله‌ای او متناسب با چهار فصل ساخته شده باشد، حال آنکه معماران از اصول این‌گونه ساختمان‌ها به اندازهٔ کافی آگاهی ندارند و در برآوردن خواسته‌ها چنان که باید موفق نبوده‌اند.

به هر تقدیر، اکنون که برای نیل به راحتی گرمایی با صرف حداقل انرژی فسیلی، باید دانش خود را تقویت و بسیج کنیم، در آغاز باید بدانیم که وضعیت نامساعد آب و هوایی یک مکان در چه مواقعی از سال اتفاق می‌افتد و متأثر از چه پدیده‌های آب و هوایی است. برای این منظور، می‌توان از *شاخص‌های آسایش*، که وضعیت گرمایی یک منطقه را به صورت نمودار یا جدول نشان می‌دهد، همراه با *تقویم نیاز آب و هوایی* استفاده کرد. به این ترتیب، به کمک شاخص آسایش معنای اعداد و ارقام مربوط به دما و رطوبت هوا (از لحاظ گرمایی) درک می‌شود و به یاری تقویم نیاز آب و هوایی می‌توان دریافت:

۱. در چه مواقعی از سال تابش خورشید برای احساس آسایش لازم است.

۲. در چه مواقعی نیاز به سایه اهمیت پیدا می‌کند.

۳. در چه مواقعی وزش نسیم و باد ملایم یا برودت تبخیری برای نیل به احساس راحتی ضروری است.

ضمناً با توجه به این واقعیت که تقویم نیاز آب و هوایی به مثابه پلی فاصلهٔ بین اطلاعات آب و هوایی و راه‌حل‌های معماری را پر می‌کند، مباحث فصل‌های آینده (و کتاب *آسایش در پناه* باد) را می‌توان متناسب با محتوای اطلاعاتی این تقویم تنظیم کرد. به همین دلیل، در فصل‌های آینده به ترتیب دربارهٔ *نیاز به سایه* و *جریان هوا* و رعایت اصول معماری برای برآوردن این نیازها بحث خواهد شد.

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

فصل ۳

سایه و آسایش گرمایی

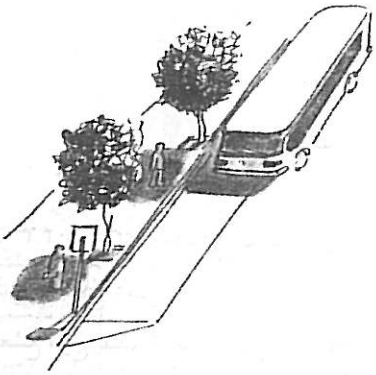
پس از تعیین مواقع نیاز به سایه، به نحوهٔ ایجاد آن می‌پردازیم. بدیهی است که ایجاد سایه برای یک لحظهٔ معین کار مشکلی نیست. انسان در اثر تجربه آموخته است که چگونه جسم *حاجبی* بین خود و خورشید حایل کند تا سایهٔ مورد نظر خود را فراهم آورد (تصویر ۱.۳).

اما ایجاد سایهٔ دلخواه با سایبان ثابت و دائمی، به طوری که در همهٔ اوقات گرم سایه درست کند و در مواقع سرما جلو آفتاب را نگیرد، کاری نسبتاً پیچیده و نیازمند محاسبات زمان‌بر، لیکن ساده است. پیچیده‌ترین بخش کار، فراهم آوردن مجموع شرایطی است که بتواند به راحتی گرمایی ختم شود، زیرا ایجاد سایه امری لازم برای رسیدن به راحتی گرمایی است، ولی کافی نیست. برای اثبات این موضوع به مطالعهٔ مسیر اشعهٔ خورشید در جو زمین می‌پردازیم.

امروزه مشخص شده است که منشأ گرمای روی زمین انرژی خورشید است که به صورت طیفی از اشعه با طول موج‌های مختلف وارد جو می‌شود (تصویر ۲.۳) و در آن‌جا به صورت‌های زیر در می‌آید.

۱. ۳۲ درصد از اشعهٔ خورشید مستقیماً به سطح زمین می‌رسد. به این بخش *اشعهٔ مستقیم*[1] می‌گویند.

۲. ۲۵ درصد از اشعه جذب جو زمین می‌شود.

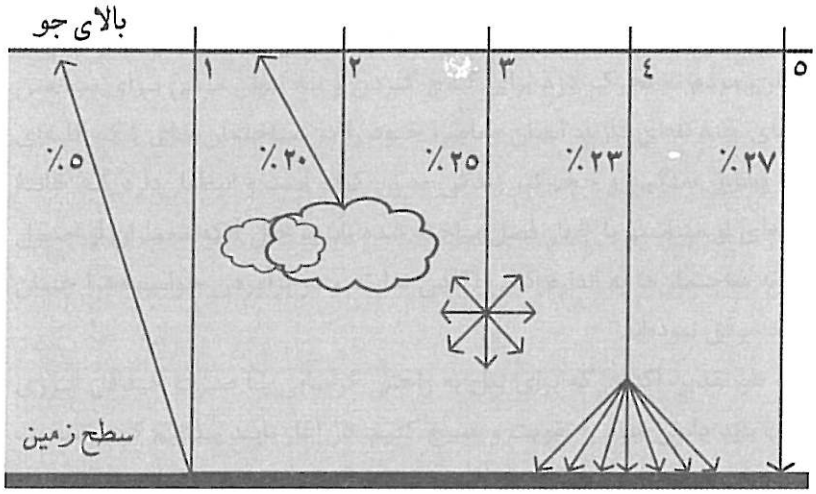


تصویر ۱.۳. مردم به تجربه می‌دانند چگونه سایهٔ مورد نیاز را فراهم کنند.

1. direct sunlight

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

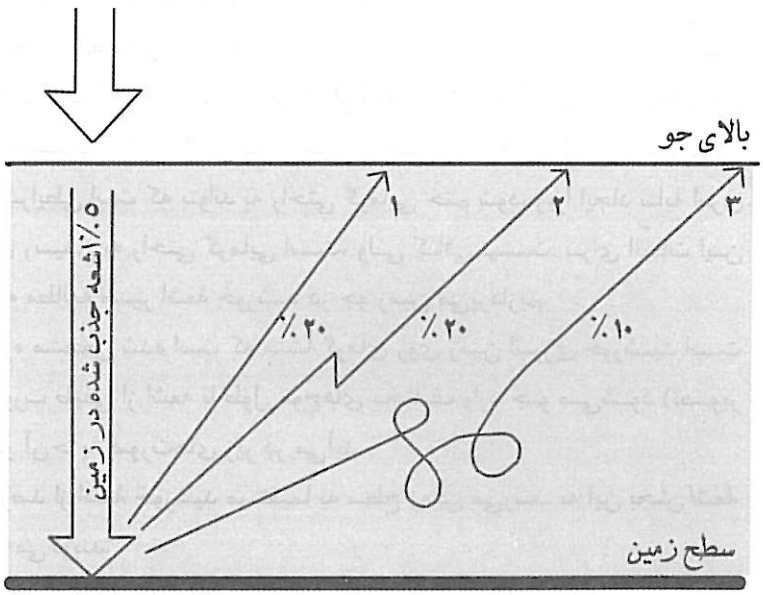


تصویر ۲.۳. انواع اشعه‌های خورشیدی دریافت شده توسط جو زمین
۱. اشعهٔ بازتابشی، ۲. اشعهٔ منعکس شده از طریق ابر، ۳. اشعهٔ جذب شده در جو، ٤. اشعهٔ افشان، ٥. اشعهٔ مستقیم.

۳. ۲۰ درصد از اشعه در اثر برخورد با توده‌های ابر موجود در جو منعکس و دوباره از جو خارج می‌شود.

۴. ۲۳ درصد از اشعه در اثر برخورد با مولکول‌های هوا، ذرات آب، گرد و غبار و جز آن در همه جهت پراکنده می‌شود و عاقبت به زمین می‌رسد. به این بخش *اشعهٔ افشان*[1] می‌گویند.

باید توجه داشت که از کل اشعهٔ برخوردکننده با سطح زمین (۲۳ درصد + ۳۲ درصد) فقط ۵۰ درصد جذب زمین و مابقی دوباره منعکس می‌شود و به جو و خارج آن برمی‌گردد. ضمناً از انرژی جذب شده در زمین نیز بخش عمده‌ای در نهایت به روش‌های زیر به جو و خارج آن می‌گریزد. (تصویر ۳.۳)



تصویر ۳.۳. انواع اشعه‌های خورشیدی بازتابشی از سطح زمین
۱. تشعشع موج بلند، ۲. انرژی صرف شده برای تبخیر، ۳. انرژی از دست رفته از طریق تبادل همرفتی.

1. diffused sunlight

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

۱. تشعشع موج بلند به سمت بالا و سرد فضا: مقدار ۸۴ درصد از این بخش جذب جو می‌شود و ۱۶ درصد بقیه به فضای بالا جو می‌گریزد.

۲. تبخیر: قشر خارجی زمین، به دلیل وجود قطرات آب روی سطح خود، گرمایش را از دست می‌دهد.

۳. تبادل همرفتی: هوای همجوار قسمت گرم زمین، گرم و سبک می‌شود و به بالای جو می‌رود و در آن‌جا گرمای خود را از دست می‌دهد.[1]

تصویر ۳.۳ نحوهٔ استحالهٔ انرژی خورشید در جو زمین را نیز نشان می‌دهد. نتیجه اینکه در اثر تغییر و تبدیل انرژی خورشید، محیط انسان، یعنی زمین و اشیای روی آن و هوای اطراف آنها، گرم می‌شود. به همین دلیل، اگر شخص معینی در یک محیط باز بدون سایه در نظر گرفته شود، از راه‌های مختلف زیر تحت تأثیر گرمای محیط اطراف خود واقع می‌شود.

۱. اشعهٔ مستقیم افشان و بازتابش آنها توسط محیط اطراف شخص (از راه تبادل تابشی)،

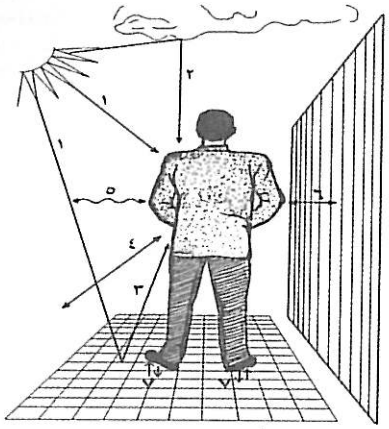
۲. هوای اطراف شخص (از راه تبادل همرفتی)،

۳. گرمای زمین و مصالح گرم محیط اطراف شخص (از راه تشعشع موج بلند حرارت)،

۴. حرارت ذخیره شده در داخل زمین و اشیای روی آن (از راه هدایت حرارت) (تصویر ۳.۴).

حال اگر همین شخص برای نیل به آسایش در پناه سایه قرار گیرد و به این وسیله خود را از گرمای تابشی حاصل از اشعهٔ مستقیم و افشان خورشید محفوظ نگه‌دارد، باز هم تحت تأثیر گرمای هوای محیط اطراف، حرارت تشعشعی زمین، اشیای گرم پیرامون خود و اشعهٔ بازتابشی خورشید خواهد بود (تصویر ۵.۳) و چه بسا که این وضعیت از لحاظ گرمایی ناراحت و غیرقابل تحمل باشد. لذا سایه هنگامی زمینه‌ساز راحتی گرمایی است که دمای زمین و اشیای اطراف او و در نتیجه دمای تابشی متوسط محیط در حدود دمای هوا (۲۱°-۲۸° سانتی‌گراد) و تابع شرایط اشاره شده در فصل ۱ باشد (رجوع شود به فصل ۱).

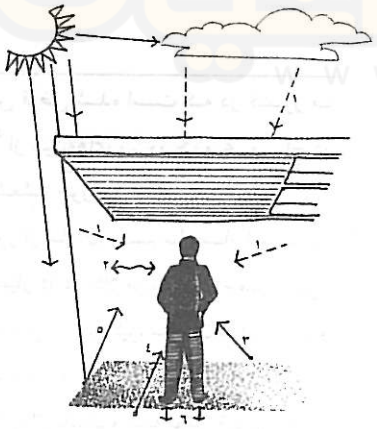
بالاخره، اگر همین شخص، در دمای ۲۱°-۲۸° سانتی‌گراد، به داخل اتاق برود (با لباس سبک، در حال استراحت یا فعالیت سبک خانگی)، خود را در سایه قرار داده است و شرط لازم برای رسیدن به راحتی گرمایی را برای خود فراهم کرده است. اما سایر شرایط باید با جدارهای اتاق و به بیان دقیق‌تر قسمت‌های باز و بستهٔ جدارهای آن تأمین شود. توضیح اینکه قسمت باز جدار اتاق (پنجره، نورگیر و...) به دروازه‌ای شبیه است که اگر چه به طرف دنیای خارج ساختمان باز شده است، ولی باید مانع از ورود اشعهٔ مستقیم خورشید به داخل ساختمان شود. در غیر این صورت، اشعهٔ وارد شده به داخل جذب اشیا و بدنهٔ داخلی اتاق می‌شود و



تصویر ۴.۳. تأثیر محیط بدون سایه بر انسان

۱. اشعهٔ مستقیم، ۲. اشعهٔ افشان، ۳. اشعهٔ بازتابشی، ٤. تشعشع به و از زمین، ٥. تبادل همرفتی، ٦. تشعشع به و از اشیای روی زمین، ۷. هدایت حرارت به و از زمین.

منبع: Olgyay, *Design with Climate*, 1973, P. 16.



تصویر ۵.۳. وضعیت انسان در سایه

۱. اشعهٔ افشان، ۲. گرمای هوا، ۳. تشعشع به و از زمین، ٤ و ٥. اشعهٔ بازتابشی خورشید، ٦. هدایت حرارت به و از زمین، ۷. تشعشع به و از محیط اطراف.

1. Koenigsberger *et al.*, *Manual of Tropical Housing&Building*, India, Orient Longman, 1975, pp. 5-7.

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

آنها را گرم می‌کند و آنها نیز متعاقباً هوای داخل را گرم خواهند کرد. قسمت بستهٔ جدار (بخش ساخته شده از آجر، سنگ، خشت و...) نیز مشابه خازنی است که، به‌رغم جذب گرمای انواع اشعه (مستقیم، بازتابشی، افشان، تابشی موج بلند زمین و اشیای گرم)، دمای سطح درونی آن نباید از دمای هوای اتاق تجاوز کند.

اکنون، با توجه به توضیحات بالا، مجدداً یادآوری می‌شود که برای دسترسی به آسایش گرمایی در داخل ساختمان، باید کارکرد: قسمت‌های باز و بستهٔ جدار آن را با دقت تمام هماهنگ و در مواقع نیاز به سایه از افزایش دمای هوای داخل اتاق به هر طریق ممکن جلوگیری کرد؛ از جمله باید مانع ورود اشعهٔ مستقیم خورشید به داخل اتاق شد. به همین دلیل، طراحی قسمت‌های باز جدار خارجی ساختمان از اهمیت فوق‌العاده‌ای برخوردار است که باید اصول آن را دانست و به کار بست. برای این منظور، پاره‌ای از اصول ضروری طراحی پنجره و نورگیر در همین فصل ارائه شده است.

۱.۳. اصول طراحی پنجره و نورگیر

۱.۱.۳. دانستنی‌های پایه

منظور از طراحی پنجره و نورگیر، تعیین شکل و ابعاد قسمت‌هایی از جدار خارجی ساختمان است که به ضرورت‌های مختلف از جسم شفاف از قبیل شیشه[1] پوشیده یا باز رها می‌شود و باید در گرما در سایه قرار گیرد. از آنجا که ایجاد سایه بدون وجود جسم حاجبی که جلو اشعهٔ مستقیم خورشید را بگیرد ممکن نیست، طراحی پنجره و نورگیر بدون طراحی سایبان‌های[2] آنها کامل نخواهد شد (توضیحاتی در این مورد در مباحث آیندهٔ این فصل خواهد آمد).

ضمناً چون جلوگیری از اشعهٔ مستقیم خورشید بدون آگاهی از راستای اشعه یا موقعیت منبع آن، یعنی خورشید، امکان‌پذیر نیست، برای طراحی پنجره و سایبان هم باید ابتدا از موقعیت خورشید در آسمان اطلاعات کافی به دست آورد.

۱.۱.۱.۳. تعیین موقعیت خورشید

موقعیت خورشید در آسمان با دو زاویهٔ *سمت*[3] و *ارتفاع*[4] مشخص می‌شود. زاویهٔ ارتفاع خورشید، زاویه‌ای است که شعاع واصل بین چشم ناظر و خورشید با صفحهٔ افق[5] می‌سازد و زاویهٔ سمت خورشید، زاویه‌ای است که تصویر همان شعاع بر روی صفحهٔ افق در جهت عقربهٔ ساعت با راستای شمال جغرافیایی به وجود می‌آورد (تصویر ۶.۳).

تجربه نشان داده است که زاویهٔ سمت و ارتفاع خورشید با زمان تغییر می‌کند. برای روشن شدن مطلب، ناظری را در محوطه‌ای باز، مثلاً عرشهٔ یک کشتی بدون حرکت، در نظر می‌گیریم. او سطح آب را به صورت یک صفحهٔ افقی ثابت،

۱. چنین فرض شده است که در کشور ما معمولاً از شیشه‌های بی‌رنگ و غیرمسلح در برابر تشعشع خورشید استفاده می‌شود.

۲. منظور از سایبان، جسم سایه‌ساز است که انواع بسیار دارد، مثلاً می‌توان از عمق دیوار حامل پنجره و نورگیر، سایبان‌های ثابت و متحرک مدرن و سنتی چون پرده‌های فلزی و پلاستیکی، اتوماتیک و نیمه‌اتوماتیک، پرده‌های کتانی و برزنتی، حصیر یا از موجودات طبیعی و اجسام غیرطبیعی اطراف ساختمان از قبیل درخت، آلاچیق و حتی ساختمان‌های مجاور نام برد.

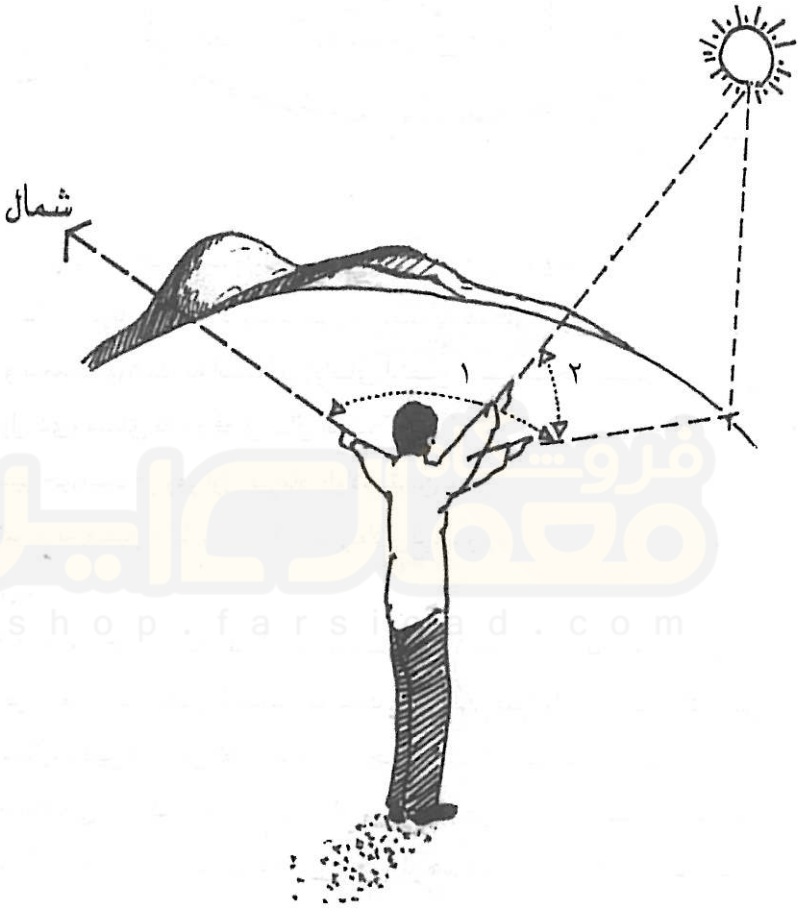
3. azimuth angle
4. altitude angle

۵. افق به صفحهٔ فرضی مستوی گفته می‌شود که در محل استقرار ناظر بر راستای نیروی جاذبهٔ زمین عمود است.

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

خورشید را به صورت یک منبع نورانی متحرک و آسمان بالای سرش را به صورت نیم‌کره‌ای آبی رنگ می‌بیند. او هر روز خورشید را مشاهده می‌کند که از یک نقطهٔ افق (محل تلاقی صفحهٔ فرضی زیر پای ناظر و نیمکرهٔ آسمان) بیرون می‌آید و پس از طی مسیری معین در نیمکرهٔ آسمان دوباره در نقطهٔ دیگری از افق فرو می‌رود.[1] راهی که روزانه خورشید در نیمکرهٔ آسمان (از نظر ناظر) می‌پیماید، اصطلاحاً مسیر خورشید[2] نامیده می‌شود.



تصویر ۶.۳. زاویهٔ ارتفاع و سمت خورشید

۱. زاویهٔ ارتفاع خورشید
۲. زاویهٔ سمت خورشید

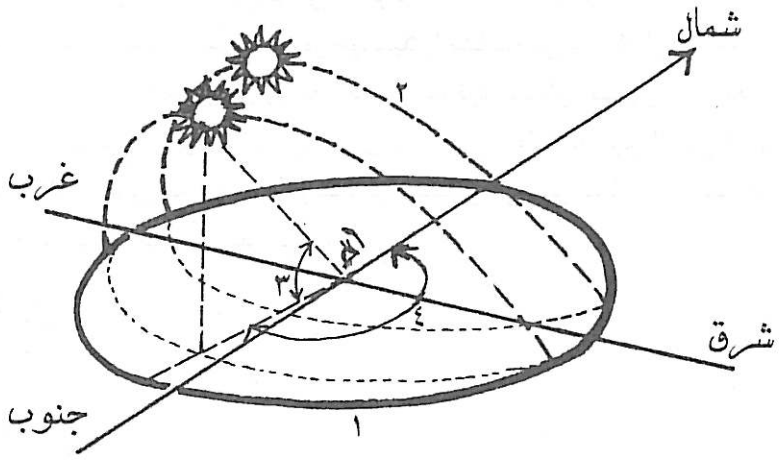
تجربه نشان داده است که نه فقط خورشید لحظه به لحظه در مسیر خود تغییر مکان می‌دهد، بلکه خود مسیر هم روز به روز تغییر می‌کند. به طور مثال، در بعضی مواقع از سال، خورشید از افق شمال شرقی طلوع می‌کند و هنگام ظهر، با ارتفاع نزدیک به اوج، از بالای سر ناظر می‌گذرد و دوباره در افق شمال غربی فرو می‌رود؛ در حالی که در بعضی مواقع از سمت جنوب شرقی افق طلوع می‌کند، و با ارتفاع کمتر از حالت قبل از مقابل ناظر می‌گذرد و در سمت جنوب غربی افق فرو می‌رود (تصویر ۷.۳).

۱. این حکم، که برخلاف باورهای علمی است، فقط در رابطه با شخص ناظر معنی دارد.

2. sun path

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری



تصویر ۷.۳. مسیر خورشید در دو موقع سال
۱. دایرهٔ افق، ۲. مسیر خورشید، ۳. زاویهٔ ارتفاع خورشید، ٤. زاویهٔ سمت خورشید.

همهٔ مسیرهای خورشید، به استثنای مسیر اولین روز دی‌ماه و نخستین روز تیرماه، سالیانه دوبار توسط خورشید طی می‌شود. به همین ترتیب، همهٔ زوایای ارتفاع و سمت خورشید، به استثنای زوایای ارتفاع و سمت خورشید در روز اول تیر و اول دی، متعلق به دو فصل سال است.

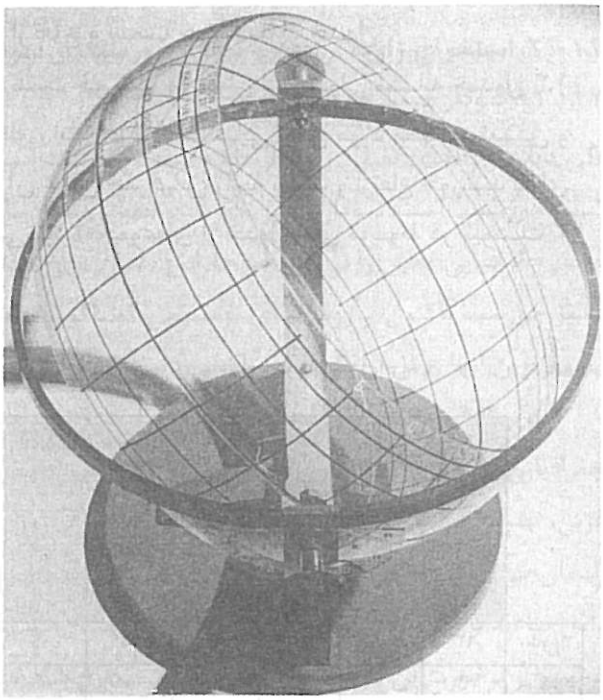
مسیر خورشید در روز اول تیرماه طولانی‌ترین و در روز اول دی ماه کوتاه‌ترین مسیر است. به همین دلیل، روز اول تیر طولانی‌ترین و روز اول دی ماه کوتاه‌ترین روز سال‌اند.

بالاخره، به تجربه ثابت شده است که مسیر خورشید در یک ماه معین و برای یک عرض جغرافیایی معین با مسیر خورشید در عرض جغرافیایی دیگر (واقع در همان نیمکرهٔ زمین) یکسان نخواهد بود. تشخیص اختلاف مسیر خورشید در دو عرض جغرافیایی نزدیک به هم برای افراد غیرمتخصص خالی از اشکال نیست، لیکن این اختلاف در عرض‌های جغرافیایی دور از هم (مثلاً در تهران و استکهلم) به خوبی مشهود است. تصویر ۸.۳ همین نکته را با استفاده از *نمونه‌سازی* نشان می‌دهد.

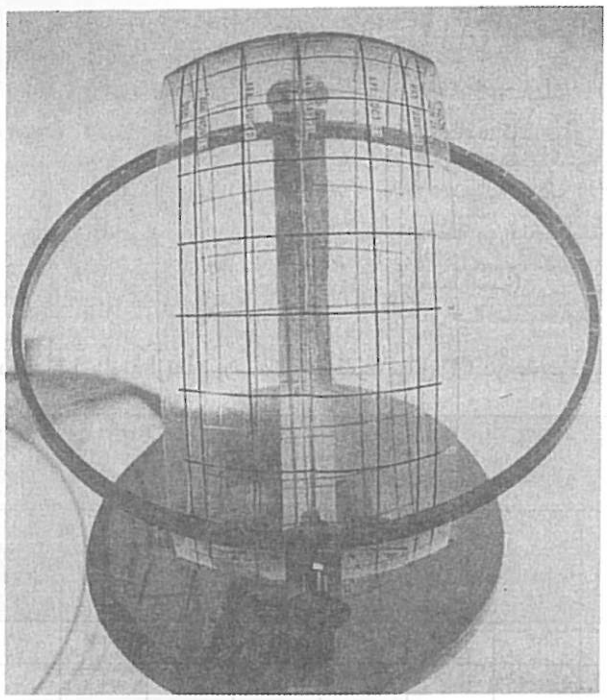
امروزه، برای همهٔ عرض‌های جغرافیایی زمین (شمالی و جنوبی) زوایای سمت و ارتفاع خورشید محاسبه و نتایج آن در جدول‌ها و نمودارهای مختلف ثبت شده است. آشنایی با نحوهٔ استفاده از این جدول‌ها و نمودارها برای ادامهٔ بحث ضروری به نظر می‌رسد.

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

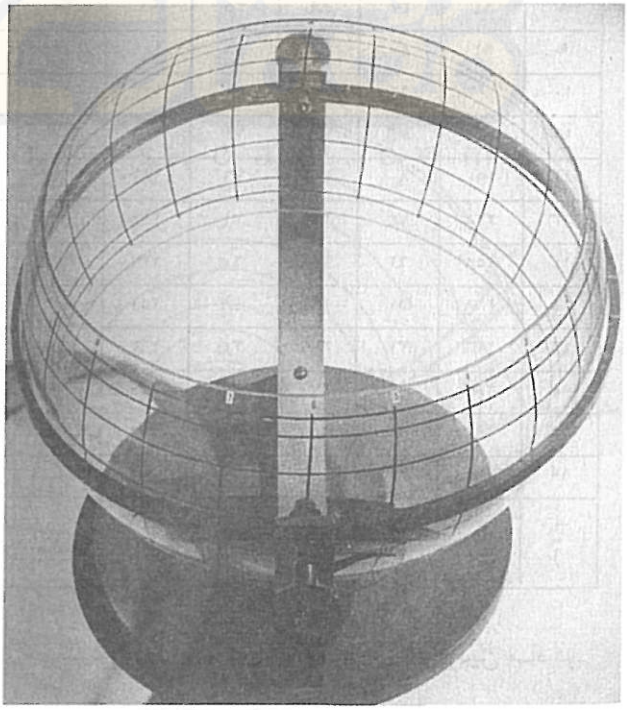
farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری



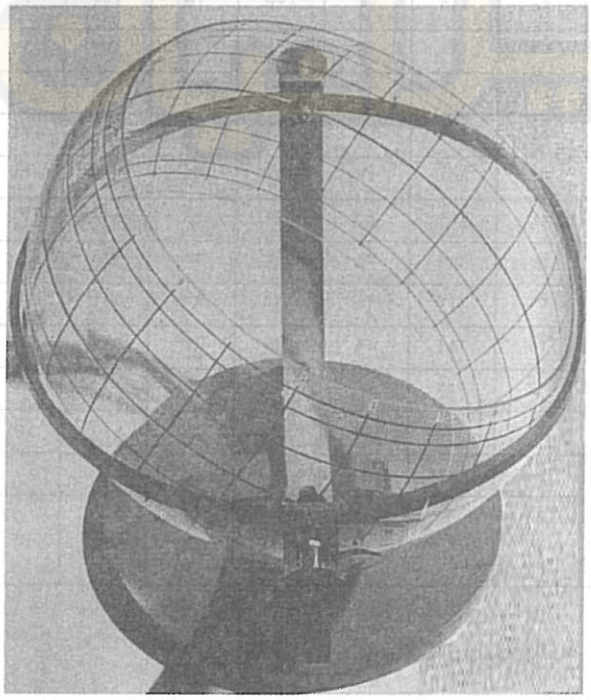
مسیر خورشید در ۴۰ درجه عرض شمالی



مسیر خورشید در استوا



مسیر خورشید در قطب شمال



مسیر خورشید در ۶۶/۵ درجه شمالی

تصویر ۸.۳ تغییر مسیر خورشید بر حسب عرض جغرافیایی از دید ناظر

منبع: Aladar Olgyay & Victor Olgyay, *Solar Control & Shading Devices*, Princeton University Press, 1976.

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

۲.۱.۱.۳. استخراج زاویهٔ ارتفاع و سمت خورشید از جدول

برای تعیین زاویهٔ ارتفاع و سمت خورشید می‌توان از جدولی مشابه جدول ۱.۳ استفاده کرد. برای این منظور، ابتدا عرض جغرافیایی محل مورد مطالعه تعیین و سپس از جدول مربوط به آن عرض جغرافیایی زاویهٔ سمت و ارتفاع خورشید برای لحظهٔ موردنظر استخراج می‌شود (مجموعه‌ای از جدول‌های مربوط در پیوست ۳ آمده است).

جدول ۱.۳. زاویهٔ ارتفاع و سمت خورشید برای ۳۳ درجهٔ عرض شمالی

	اول دی		اوایل بهمن اوایل آذر		اوایل اسفند اوایل آبان		اوایل فروردین اوایل مهر		اوایل اردیبهشت اوایل شهریور		اوایل خرداد اوایل مرداد		اوایل تیر	
	ارتفاع	سمت	ارتفاع	سمت	ارتفاع	سمت	ارتفاع	سمت	ارتفاع	سمت	ارتفاع	سمت	ارتفاع	سمت
طلوع	۰°	۱۱۸°	۰°	۱۱۳°	۰°	۱۰۲°	۰°	۰°	۰°	۷۸°	۰°	۶۷°	۰°	۶۲°
۵	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	۱	۶۳
۶	–	–	–	–	–	–	–	–	۵	۸۲	۱۰	۷۴	۱۳	۷۰
۷	–	–	۲	۱۱۴	۷	۱۰۷	۱۳	۹۸	۱۸	۹۰	۲۲	۸۱	۲۵	۷۷
۸	۱۰	۱۲۶	۱۳	۱۲۳	۱۹	۱۱۶	۲۵	۱۰۷	۳۰	۹۸	۳۵	۸۹	۳۷	۸۴
۹	۱۹	۱۳۷	۲۳	۱۳۴	۲۹	۱۲۷	۳۶	۱۱۹	۴۳	۱۰۹	۴۸	۹۸	۵۰	۹۲
۱۰	۲۷	۱۴۹	۳۱	۱۴۷	۳۸	۱۴۱	۴۷	۱۳۳	۵۴	۱۲۳	۶۰	۱۱۰	۶۲	۱۰۲
۱۱	۳۲	۱۶۴	۳۶	۱۶۲	۴۵	۱۵۹	۵۴	۱۵۴	۶۳	۱۴۶	۷۱	۱۳۳	۷۴	۱۲۲
۱۲	۳۴	۱۸۰	۳۸	۱۸۰	۴۷	۱۸۰	۵۷	۱۸۰	۶۷	۱۸۰	۷۶	۱۸۰	۸۰	۱۸۰
۱۳	۳۲	۱۹۶	۳۶	۱۹۸	۴۵	۲۰۱	۵۴	۲۰۶	۶۳	۲۱۴	۷۱	۲۲۷	۷۴	۲۳۸
۱۴	۲۷	۲۱۱	۳۱	۲۱۳	۳۸	۲۱۹	۴۷	۲۲۷	۵۴	۲۳۷	۶۰	۲۵۰	۶۲	۲۵۸
۱۵	۱۹	۲۲۳	۲۳	۲۲۶	۲۹	۲۳۳	۳۶	۲۴۱	۴۳	۲۵۱	۴۸	۲۶۲	۵۰	۲۶۸
۱۶	۱۰	۲۳۴	۱۳	۲۳۷	۱۹	۲۴۴	۲۵	۲۵۳	۳۰	۲۶۲	۳۵	۲۷۱	۳۷	۲۷۶
۱۷	–	–	۲	۲۴۶	۷	۲۵۳	۱۳	۲۶۲	۱۸	۲۷۰	۲۲	۲۷۹	۲۵	۲۸۳
۱۸	–	–	–	–	–	–	–	–	۵	۲۷۸	۱۰	۲۸۶	۱۳	۲۹۰
۱۹	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	۱	۲۹۸
غروب	۰	۲۴۲	۰	۲۴۷	۰	۲۵۸	۰	۲۷۰	۰	۲۸۲	۰	۲۹۳	۰	۲۹۸

مثال: زاویهٔ ارتفاع و سمت خورشید در ساعت ده صبح روز اول فروردین ماه در طبس چیست؟

پاسخ: در جدول مربوط به عرض جغرافیایی طبس، ۳۳° عرض شمالی، مقدار زاویهٔ ارتفاع و سمت خورشید از محل تلاقی ردیف مربوط به ساعت ۱۰ صبح و ستون مربوط به اول فروردین استخراج می‌شود. به این ترتیب، زاویهٔ سمت خورشید ۱۳۳° و زاویهٔ ارتفاع آن ۴۷° است.

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

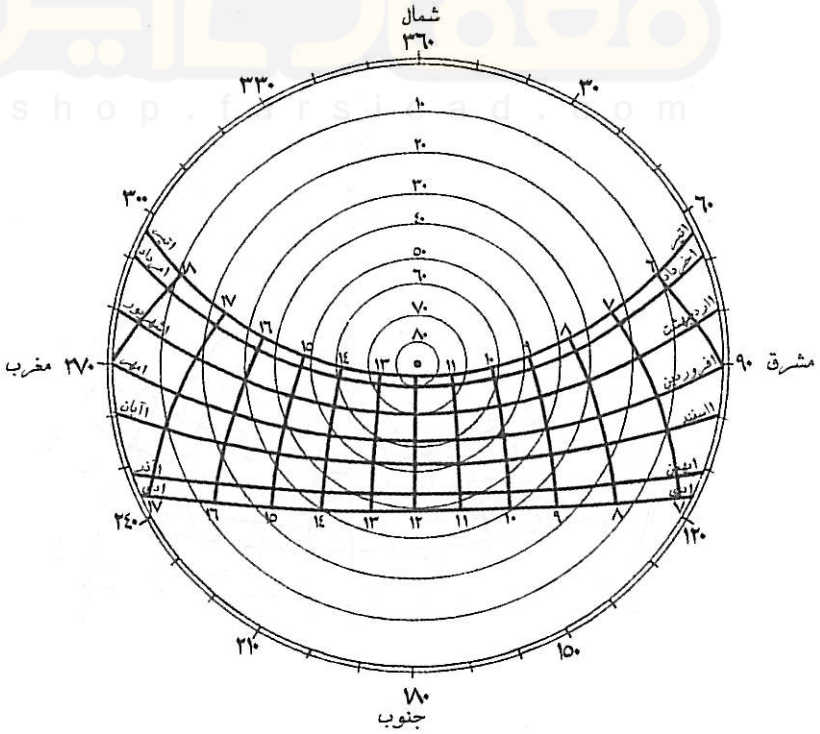
farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

۳.۱.۱.۳. استخراج زاویهٔ ارتفاع و سمت خورشید از نمودار

۱.۳.۱.۱.۳. نمودار مسیر خورشید

یکی دیگر از راه‌های تعیین زاویهٔ ارتفاع و سمت خورشید استخراج آنها از *نمودار* مسیر خورشید[۱] است. نمودار مسیر خورشید تصویر مسیر سالیانهٔ خورشید در یک عرض جغرافیایی معین را بر روی صفحهٔ افق نشان می‌دهد. برای تهیهٔ نمودار مسیر خورشید تاکنون از روش‌های ترسیمی گوناگون استفاده شده است که مشهورترین آنها روش ارتوگرافیک،[۲] اکوبی دیستنت[۳] و استریوگرافیک[۴] است.[۵]

تصویر ۹.۳ یک نمودار مسیر خورشید را نشان می‌دهد که برای عرض جغرافیایی ۲۸° با روش استریوگرافیک تهیه شده است. خطوط منحنی شرقی – غربی، تصویر آن دسته از مسیرهای فضایی است که هر روزه خورشید از نیم‌کرهٔ آسمان می‌پیماید. خطوط منحنی شمالی – جنوبی نیز تصویر مواضع خورشید در رأس ساعت‌های ۷، ۸، ۹ و... را برای تمام مواقع سال نشان می‌دهند. به این ترتیب، از برخورد این دو دسته منحنی یک شبکه ایجاد می‌شود که موقعیت خورشید را در مکان مورد مطالعه برای هر روز و هر ساعت معین بر روی نمودار مشخص می‌کند.



تصویر ۹.۳. نمودار مسیر خورشید برای ۲۸ درجهٔ عرض شمالی. تصویر از نوع استریو گرافیک است.

در همین تصویر، تعدادی دایرهٔ متحدالمرکز به چشم می‌خورد. این دوایر زاویهٔ ارتفاع خورشید را تعیین می‌کنند. توضیح اینکه مکان هندسی نقاطی از نیم‌کرهٔ

۱. sun path diagram که گاهی solar chart یا نمودار خورشیدی نیز نامیده می‌شود.
2. orthographic projection
3. equidistant projection
4. stereographic projection
۵. چون آشنایی با این روش‌های تصویری مانع بروز اشتباه در مسیر مطالعه می‌شود، کلیاتی دربارهٔ آنها در پیوست ٤ آمده است.

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معماری و عمران

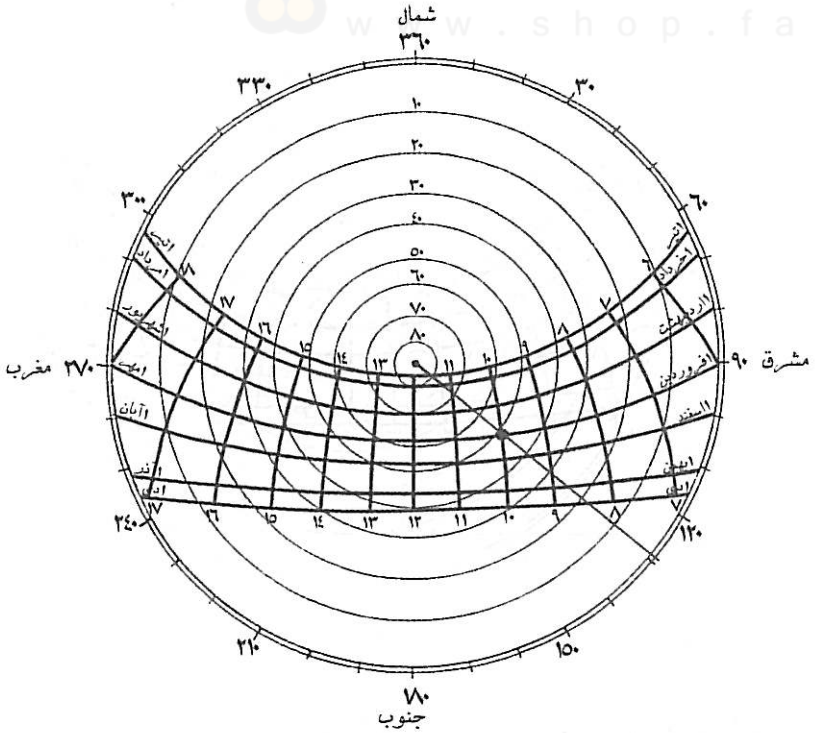
farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

آسمان، که خورشید از آن نقاط با چشم ناظر (واقع در مرکز نیم‌کره) زاویهٔ ارتفاع مساوی می‌سازد، به صورت دوایری متحدالمرکز و موازی با صفحهٔ افق است. پس تصویر آن نقاط بر روی صفحهٔ افق نیز به صورت دوایر متحدالمرکز است و هر دایره متعلق به یک زاویهٔ ارتفاع خورشید خواهد بود.

با در نظر گرفتن دوایر متحدالمرکز، شبکهٔ مختصات قبلی کامل‌تر می‌شود. به طوری که از محل برخورد سه دسته خطوط منحنی (شرقی – غربی، شمالی – جنوبی و دوایر متحدالمرکز) نه فقط تصویر موقعیت خورشید برحسب روز و ساعت تعیین، بلکه زاویهٔ ارتفاع خورشید در آن لحظه نیز مشخص می‌شود.

در تصویر ۹.۳ دایرهٔ محیطی نمودار به ۳۶۰° تقسیم شده است. با استفاده از این درجات، زاویهٔ سمت خورشید برای هر لحظهٔ دلخواه تعیین می‌شود. برای این کار، ابتدا باید موقعیت لحظهٔ موردنظر را بر روی نمودار علامت‌گذاری و سپس از مرکز نمودار خطی مستقیم به نقطهٔ علامت‌گذاری شده وصل کرد و آن را ادامه داد تا دایرهٔ محیطی را در نقطه‌ای قطع کند. درجهٔ مربوط به نقطهٔ تقاطع، زاویهٔ سمت خورشید را در لحظهٔ موردنظر نشان می‌دهد.

مثال: زاویهٔ ارتفاع و سمت خورشید در ساعت ده صبح اول فروردین در بوشهر چند درجه است؟

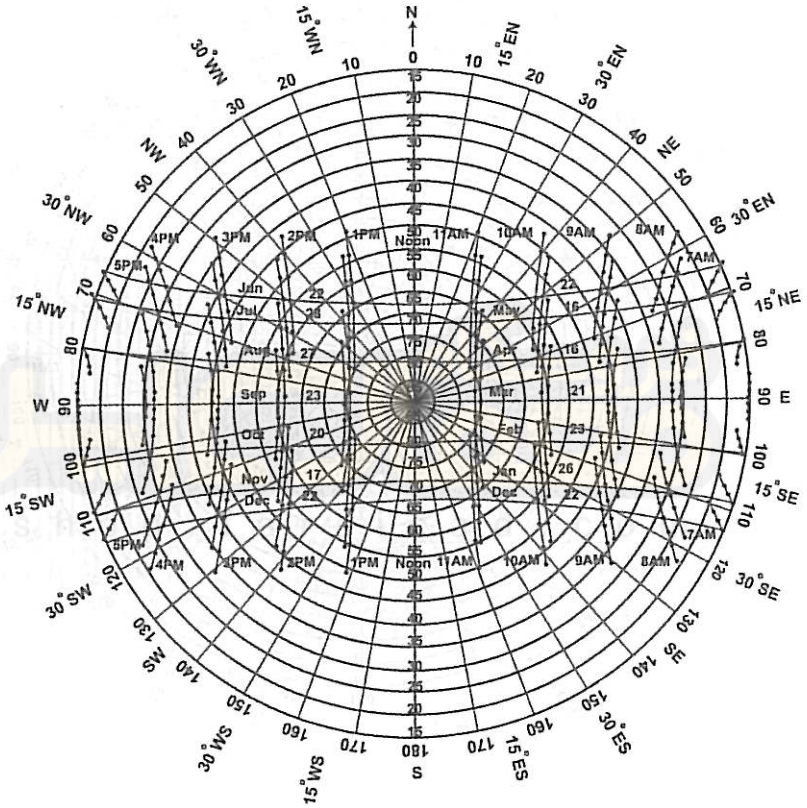


تصویر ۱۰.۳. نمودار مسیر خورشید برای بوشهر. تصویر بالا از نوع استریوگرافیک است.

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

پاسخ: از آنجا که عرض جغرافیایی این شهر ´۹۵ و °۲۸ شمالی است، می‌توان از همان نمودار تصویر ۹.۳ (نمودار مربوط به °۲۸ عرض شمالی) استفاده و از ´۹۵ اختلاف صرف‌نظر کرد. پس از انتخاب نمودار، باید محل تلاقی مسیر اول فروردین و منحنی مربوط به ساعت ده صبح را مشخص کرد. نقطهٔ تلاقی در میان دایره‌های °۴۰ و °۵۰ زاویهٔ ارتفاع قرار می‌گیرد (تصویر ۱۰.۳). با توجه به موقعیت این نقطه نسبت به این دو دایره، زاویهٔ ارتفاع موردنظر معادل °۴۸ تخمین زده می‌شود.



تصویر ۱۱.۳. الف) نمودار مسیر خورشید از ۱۵ درجهٔ عرض شمالی تا ۱۵ درجهٔ عرض جنوبی
تصویر پایه متعلق به منطقهٔ استواست. نقطهٔ فوقانی منحنی‌های مقطّع شمالی جنوبی، مسیر خورشید در ۱۵ درجهٔ عرض جنوبی و نقطهٔ تحتانی همان منحنی‌ها مسیر خورشید در ۱۵ درجهٔ عرض شمالی را نشان می‌دهد. سایر نقاط فی‌مابین، متعلق به عرض‌های بین ۱۵ درجهٔ شمالی و جنوبی است.

برای تعیین زاویهٔ خورشید، باید مرکز نمودار را با خطی مستقیم به همان نقطهٔ تلاقی وصل کرد و آن را ادامه دهیم تا دایرهٔ محیطی نمودار را قطع کند. محل تلاقی این خط و دایرهٔ محیطی °۱۲۹ را نشان می‌دهد که زاویهٔ سمت خورشید در لحظهٔ موردنظر است.

باید توجه داشت:

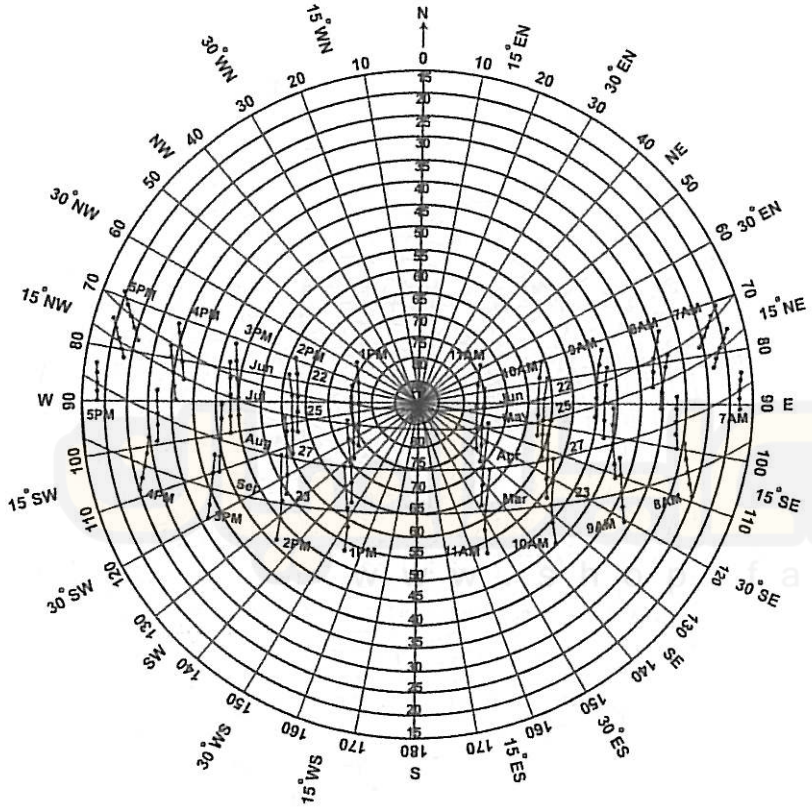
۱. در عمل معمولاً برای هر چهار درجهٔ عرض جغرافیایی یک نمودار مسیر خورشید ترسیم شده است و در اختیار طراحان قرار دارد که می‌توان از آنها برای مکان‌هایی با یک تا دو درجه اختلاف (مثبت یا منفی) در عرض جغرافیا

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معماری و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

استفاده کرد. به طور مثال، نمودار مربوط به ۲۸° عرض شمالی برای عرض‌های ۳۰°- ۲۶° عرض شمالی نیز قابل استفاده است. این اختلاف با توجه به دقت معمول و مطلوب در بخش‌های عملی معماری قابل اغماض است.[۱]

۲. اگر دقت بیشتری موردنظر باشد و عرض جغرافیایی مکان مورد مطالعه هم از ۳۵° تجاوز نکند، می‌توان از نمودارهای الف یا ب تصویر ۱۱.۳، که مسیر خورشید عرض‌های جغرافیایی متفاوت را یکجا نشان می‌دهند، استفاده کرد.



تصویر ۱۱.۳. ب) نمودار مسیر خورشید از ۳۵ـ۱۵ درجهٔ عرض شمالی

تصویر پایه متعلق به ۲۵ درجهٔ عرض شمالی است. نقطهٔ فوقانی منحنی‌های مقطع شمالی جنوبی، مسیر خورشید در ۱۵ درجهٔ عرض شمالی و نقطهٔ تحتانی همان منحنی‌ها مسیر خورشید در ۳۵ درجهٔ عرض شمالی را نشان می‌دهد. سایر نقاط فی‌مابین متعلق به عرض‌های بین ۳۵-۱۵ درجهٔ عرض شمالی است.

۲.۳.۱.۱.۳. استخراج مواقع طلوع و غروب از نمودار مسیر خورشید

همان‌گونه که در فصل ۲ ضمن معرفی جدول تقویم نیاز آب و هوایی اشاره شد، می‌توان مواقع طلوع و غروب آفتاب هر مکان را از نمودار مسیر خورشید همان مکان استخراج کرد. برای این منظور، لازم است مشخصات زمانی نقاط تلاقی منحنی‌های مسیر خورشید را با دایرهٔ محیطی نمودار مسیر خورشید (یا دایرهٔ افق) مکان مورد مطالعه تعیین کرد. به طور مثال، در ۲۸° عرض شمالی ساعت طلوع اول فروردین و اول مهر حدود شش صبح و غروب همان روزها حدود شش بعدازظهر است.

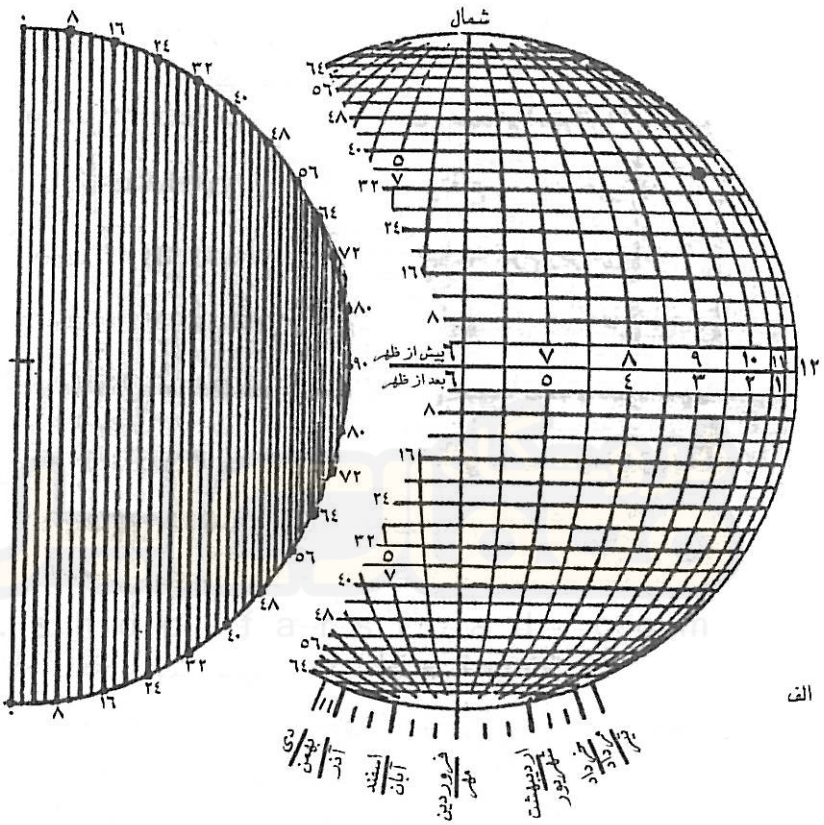
۱. مجموعه‌ای از نمودارهای مسیر خورشید مورد استفاده در پیوست ۵ آمده است.

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

۳.۳.۱.۱.۳. نمودار محاسب موقعیت خورشید

در آغاز دهۀ هشتاد، یکی از اعضای هیئت علمی دانشگاه سیدنی استرالیا، مجموعه‌ای از دو نمودار پایه و دو نمودار پیوسته به آنها ارائه داد که به کمک آنها استخراج زاویۀ ارتفاع و سمت خورشید برای همۀ نقاط عالم میسر شد.[1] مجموعۀ نمودارها در تصویرهای ۱۲.۳ و ۱۳.۳ آمده است که توضیح آنها در ادامه می‌آید.



تصویر ۱۲.۳. زاویۀ ارتفاع خورشید برای همۀ عرض‌های جغرافیایی

الف) نمودار سایه

ب) نمودار پیوسته که باید روی کاغذ شفاف یا تلق بی‌رنگ منتقل شود.

منبع: A. Monem Saleh, "The design of sun shading devices", in *Solar Energy Applications in the Design of Buildings*, Ed. by H.J. Cowan London, Applied Science Publishers Ltd., 1980.

نمودار الف تصویر ۱۲.۳

یکی از نمودارهای پایه به شکل دایره‌ای است (که قسمتی از آن حذف شده است). در زیر دایره، خطوط کوتاه شعاعی ایام سال را نشان می‌دهد و در درون دایره، خطوط منحنی شمالی – جنوبی متعلق به ساعت‌های روز و خطوط مستقیم شرقی – غربی متعلق به عرض‌های جغرافیایی مختلف است.

1. A. Monem Saleh, pp. 49-52.

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

نمودار ب تصویر ۱۲.۳

پیوسته به نمودار الف است و باید روی کاغذ شفاف یا تلق بی‌رنگ منتقل شود. این نمودار زاویهٔ ارتفاع خورشید را به صورت خطوط موازی در داخل یک نیم‌دایره نشان می‌دهد.

نمودار الف در تصویر ۱۳.۳

نمودار پایه و به شکل دایره است. پاره‌خط‌های منحنی شمالی ــ جنوبی داخل دایره، اوقات روز و خطوط موازی شرقی ـ غربی ایام سال و بخش مدرج محیط دایره عرض‌های جغرافیایی شمالی و جنوبی را نشان می‌دهد.

نمودار ب در تصویر ۱۳.۳

این نمودار پیوسته به نمودار الف است که باید روی کاغذ شفاف یا تلق بی‌رنگ ترسیم شود. این نمودار از مجموعه‌ای خطوط منحنی (به شکل نصف‌النهار) در داخل یک دایره و یک پیکان در بالای دایره تشکیل شده است. این خطوط منحنی زاویهٔ سمت خورشید را نشان می‌دهد.

برای استخراج زاویهٔ ارتفاع و سمت خورشید از این مجموعه به روش زیر عمل می‌کنیم.

فرض می‌شود که استخراج زاویهٔ ارتفاع خورشید در ۳۶° عرض شمالی برای ساعت ده صبح روز اول اردیبهشت مورد نظر باشد. در این صورت

۱. محل برخورد ساعت ده صبح و ۳۶° عرض شمالی را در نمودار الف علامت‌گذاری می‌کنیم (تصویر ۱۲.۳).

۲. نمودار ب را بر نمودار الف به گونه‌ای منطبق می‌کنیم که مرکز آنها روی‌هم و قطر نمودار ب در امتداد شعاع اول اردیبهشت (در زیر نمودار الف) قرار گیرد.

۳. یکی از خطوط موازی نمودار ب از نقطهٔ علامت‌گذاری شده در نمودار الف می‌گذرد و زاویهٔ ارتفاع خورشید را مشخص می‌کند. زاویهٔ ارتفاع خورشید در این مثال ۵۲° است.

همچنین برای استخراج زاویهٔ سمت خورشید با همان مفروضات بالا باید به طریق زیر عمل شود

۱. محل برخورد منحنی ساعت ده و خط مستقیم اول اردیبهشت را در نقشهٔ پایهٔ الف (تصویر ۱۳.۳) علامت‌گذاری می‌کنیم.

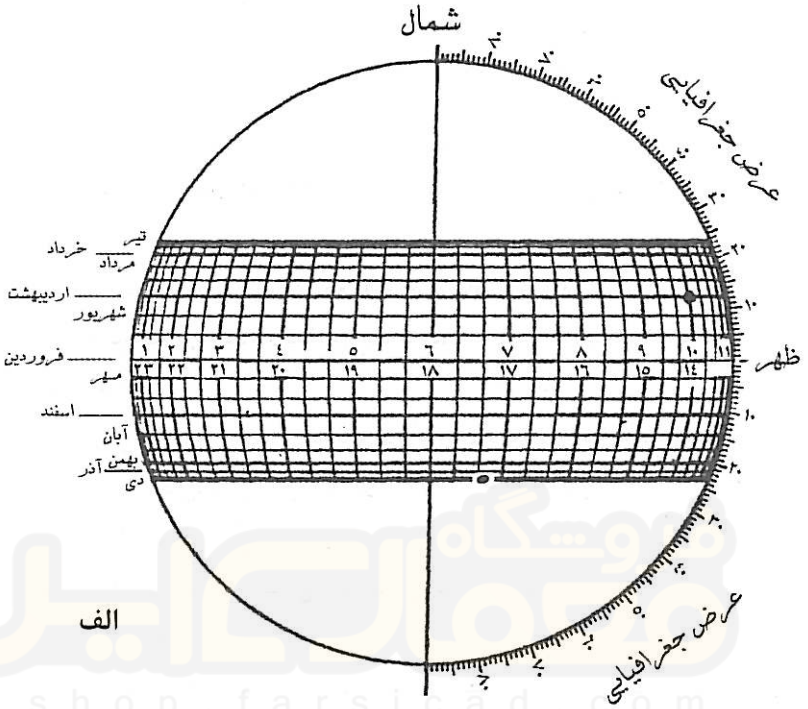
۲. نمودار ب را بر نمودار الف به‌گونه‌ای منطبق می‌کنیم که پیکان نمودار ب عرض جغرافیایی ۳۶° را نشان بدهد (بر روی محیط دایرهٔ نمودار الف).

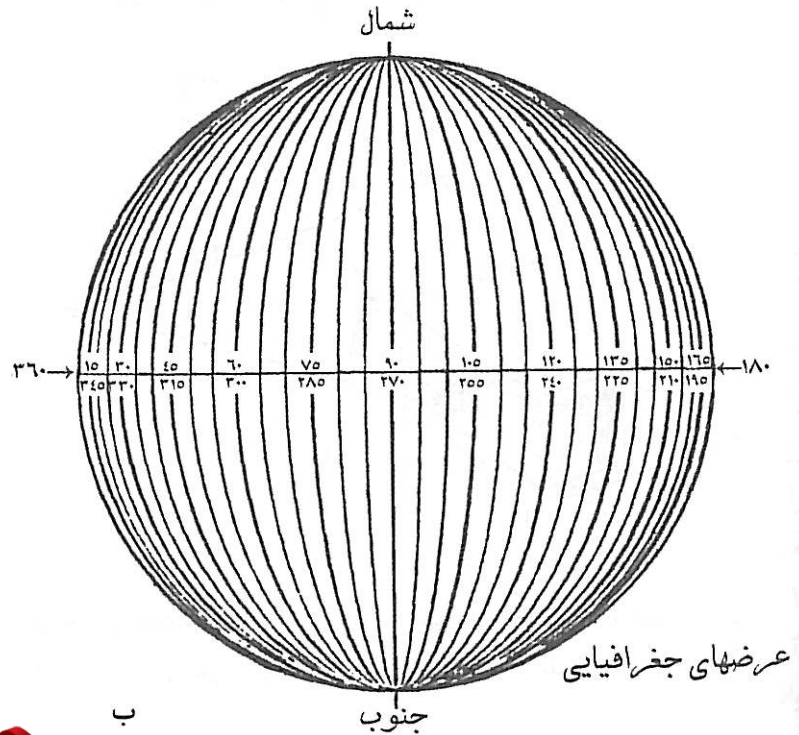
۳. یکی از خطوط منحنی مربوط به زاویهٔ سمت خورشید از نقطهٔ علامت‌گذاری شده می‌گذرد و زاویهٔ مزبور را مشخص می‌کند. زاویهٔ سمت خورشید در این مثال ۱۲۵° از راستای شمال است.

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

شایان ذکر است که در همهٔ نمودارهای ارائه شده در این فصل، عامل زمان به وقت خورشیدی حقیقی (T.S.T.) یا *وقت ظاهری محلی* (L.A.T.) در نظر گرفته شده است که با وقت مشخص شده با ساعت معمولی یا *وقت رسمی* تفاوت دارد، اما برای سهولت و سرعت عمل در کارهای معماری، این دو زمان یکی می‌شود. توضیحات بیشتر برای آشنایی با اختلاف این دو زمان در پیوست ۶ آمده است.





تصویر ۱۳.۳. زاویهٔ سمت برای همهٔ عرض‌های جغرافیایی
الف) نمودار پایه
ب) نمودار پیوسته که باید روی کاغذ شفاف یا تلق بی‌رنگ ترسیم شود.

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

۲.۱.۳. روش‌های طراحی

پس از آشنایی با روش تعیین موقعیت خورشید در مواقع نیاز به سایه و تنظیم آن مواقع در قالب تقویم نیاز سایه و آفتاب، باید شکل و ابعاد سایبان‌های پنجره را طراحی کرد. برای این کار روش‌های متعدد موجود است که از میان آنها روش ترسیمی و روش استفاده از نمودارها معرفی خواهد شد.

۱.۲.۱.۳. روش ترسیمی

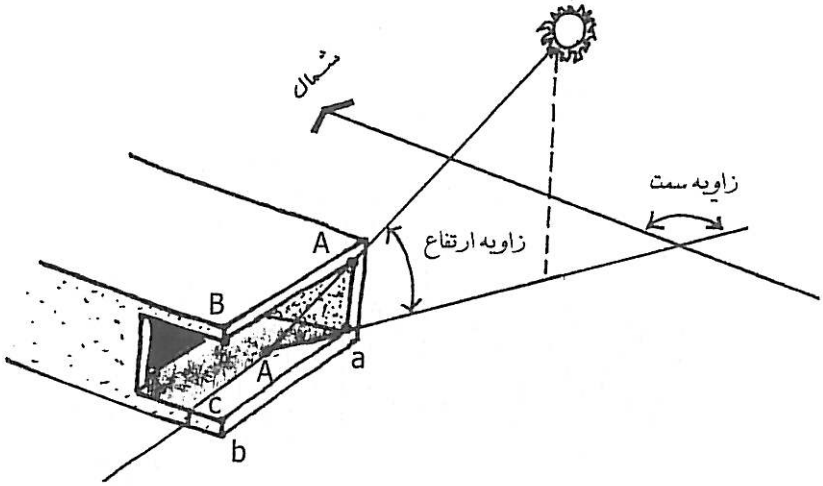
روش ترسیمی به روشی اطلاق می‌شود که در آن از اصول هندسهٔ ترسیمی برای بررسی مسائل مربوط به سایه استفاده می‌شود. موارد زیر از مزایای عمدهٔ این روش است.

۱. سادگی و قابل‌درک بودن آن برای معماران و آشنایان با اصول هندسهٔ ترسیمی؛

۲. ترسیم سایه در پلان، نما و مقاطع ساختمانِ در دست مطالعه و در نتیجه تجسم کارکرد سایبان.

این روش، در مقایسه با سایر روش‌ها، اندکی وقت‌گیر و تا حدی خارج از حوصله است. با این حال، ذکر مثال‌هایی از طراحی پنجره و سایبان، با استفاده از این روش، به درک سایر روش‌ها کمک خواهد کرد. مبحث زیر با بررسی وضعیت سایه در یک ساختمان موجود شروع و با طرح سایبان متناسب با نیاز سایه و آفتاب ختم خواهد شد.

مثال ۱: سایهٔ سقف و دیوار کنار ایوان سر پوشیدهٔ تصویر ۱۴.۳ را بر کف آن در ساعت ده صبح خرداد ماه تهران تعیین کنید.



تصویر ۱۴.۳. روش تعیین سایه

پاسخ: برای تعیین سایهٔ لبه‌های AB و Aa بر کف ایوان، ابتدا لازم است محل سایهٔ نقطهٔ A را مطابق تصویر ۱۴.۳ بر کف ایوان پیدا کرد (نقطهٔ a') و سپس از آن نقطه

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

۱. به a وصل کرد. از آنجا که سایهٔ a بر خودش منطبق است، پاره‌خط $A'a$ سایهٔ لبهٔ قائم Aa خواهد بود.

۲. خطی به موازات AB رسم کرد تا سایهٔ لبهٔ افقیِ سقف ایوان (AB) بر کف آن به‌دست آید.

اکنون با توجه به توضیح بالا، حل مسئله با روش ترسیمی آسان شده است. برای این کار لازم است که سلسله عملیات زیر را به ترتیب انجام داد.

۱. نقشهٔ اتاق و ایوان جلو آن را تهیه و راستای شمال و جنوب را بر روی نقشه به دقت مشخص کرد.

۲. زاویهٔ سمت و ارتفاع خورشید را به ازای لحظهٔ موردنظر از جدول یا نمودار مسیر خورشید مربوط به تهران پیدا کرد. مقدار این زاویه‌ها به ترتیب ۱۰۵° و ۶۵° است.

۳. از نقطهٔ a در پلان (تصویر لبهٔ قائم ایوان در پلان) خطی چنان رسم کرد که با راستای شمال و جنوب زاویه‌ای معادل زاویهٔ سمت خورشید (۱۰۵°) بسازد (خط XY)، سایهٔ نقطهٔ A بر روی این راستا قرار خواهد گرفت که باید محل آن مشخص شود.

۴. ساختمان را در امتداد خط XY با صفحهٔ قائم فرضی قطع کرد و مقطع را مطابق تصویر ۱۵.۳ به‌دست آورد.

۵. از نقطهٔ A واقع در مقطع، خطی چنان رسم کرد که با کف ایوان زاویه‌ای معادل زاویهٔ ارتفاع خورشید (۶۵°) درست کند. این خط سکو را در A'' قطع می‌کند که سایهٔ A بر روی سکو است.

۶. نقطهٔ نظیر A'' را بر روی امتداد خط XY مشخص و از آنجا خطی به موازات ab در پلان رسم کرد.

خط شکستهٔ $aA'c$ خط سایهٔ لبهٔ قائم و افقی ایوان ساختمان را بر کف آن نشان می‌دهد. باید توجه داشت که مسئلهٔ بالا را به صورت زیر نیز می‌توان مطرح کرد.

«بر روی سکوی اتاقی با مشخصات بالا، لکهٔ آفتاب را در ساعت ده صبح ۲۲ خرداد ماه تهران تعیین کنید». با اندک تعمق می‌توان دریافت که مضمون و راه‌حل این مسئله تفاوتی با مسئلهٔ قبل ندارد و در واقع این دو مسئله به مثابه دو روی یک سکه‌اند، لذا ذوزنقهٔ $abcA'$ در تصویرهای ۱۴.۳ و ۱۵.۳ مقدار لکهٔ آفتاب را در زمان و مکان موردنظر نشان می‌دهد.

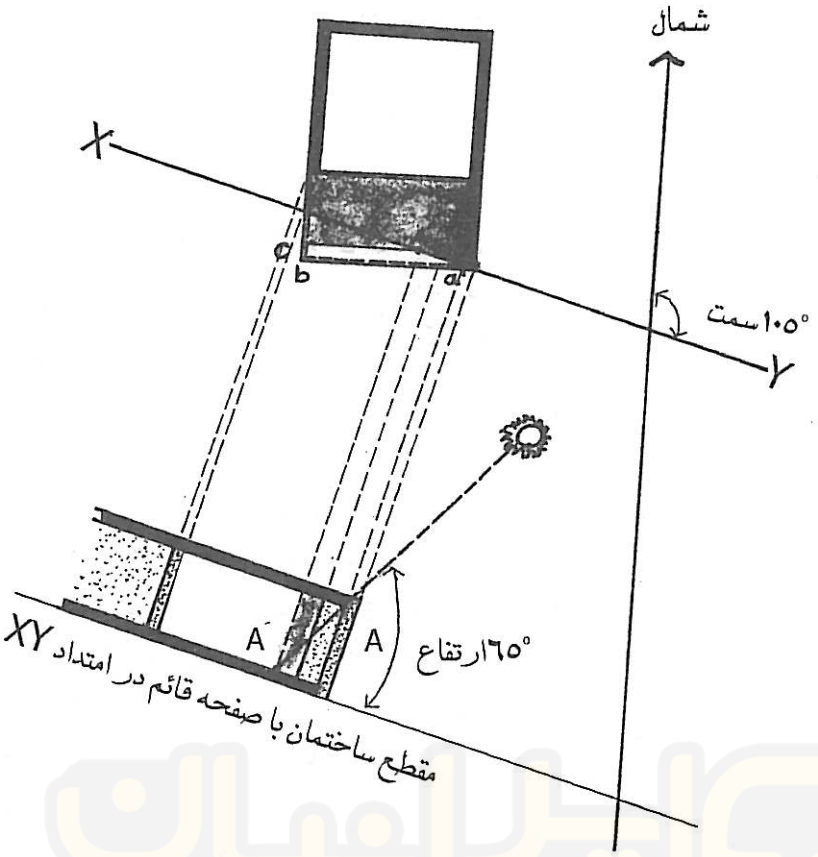
مثال ۲: نما و پلان نورگیری مطابق تصویر ۱۶.۳ در دست است. مطلوب است

۱. مقدار لکهٔ آفتاب بر روی نورگیر در ساعت ده صبح ۲۲ خرداد ماه تهران.

۲. طرح سایبان نورگیر به طوری که در لحظهٔ مزبور همهٔ سطح نورگیر در سایه واقع شود.

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری



تصویر ۱۵.۳. روش ترسیم سایه

www.shop.farsicad.com

پاسخ: این مثال در اصل تفاوتی با مثال قبل ندارد و برای پاسخ به آن از همان دستورالعمل‌های مثال بالا می‌توان استفاده کرد. به این ترتیب

۱. از نقطهٔ A، لبهٔ نورگیر در پلان، خط XY را چنان رسم می‌کنیم که با علامت شمال نقشه زاویهٔ سمت خورشید را بسازد. این خط راستای سایهٔ لبهٔ قائم نورگیر را در پلان مشخص و سطح شیشه نورگیر را در نقطهٔ A′ قطع می‌کند. در نتیجه، مقدار a (فاصلهٔ A′ از دیوار) در پلان مشخص می‌شود که همان عرض سایهٔ دیوار قائم کنار نورگیر است. مقدار a را عیناً به نمای نورگیر منتقل می‌کنیم.

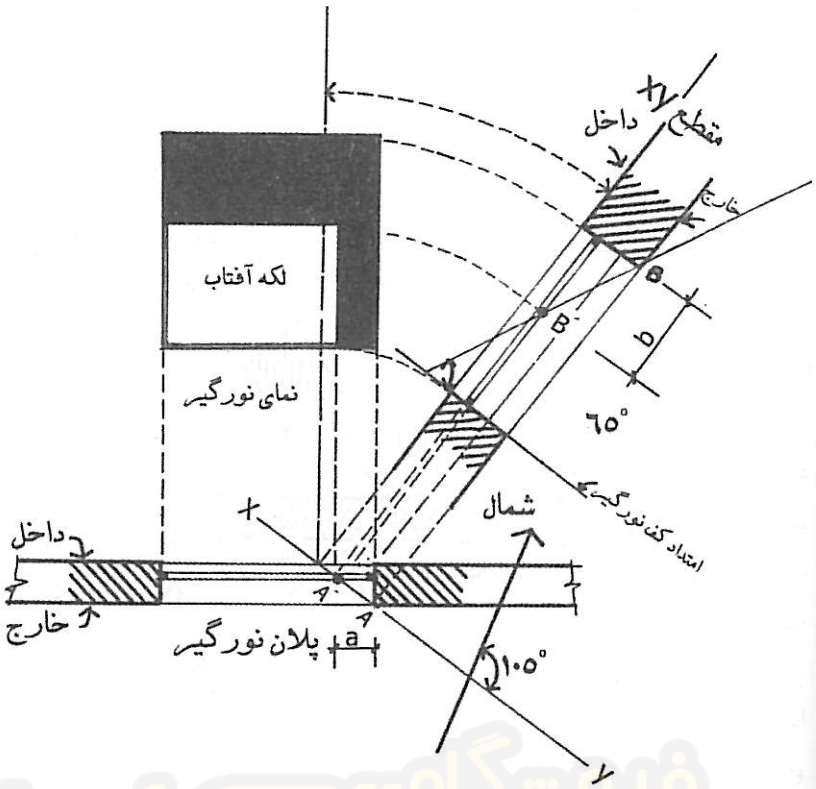
۲. مقطع XY (مقطع صفحهٔ مار بر خط XY و سطح نورگیر) را رسم می‌کنیم.

۳. از نقطهٔ B، لبهٔ افقی بالای نورگیر در مقطع، خطی چنان رسم می‌کنیم که با کف افقی نورگیر زاویهٔ ارتفاع خورشید (۶۵°) را بسازد. در نتیجه، b ، که عرض سایهٔ لبهٔ افقی بالای نورگیر بر روی شیشه است، حاصل می‌شود. مقدار b را هم به نمای نورگیر منتقل می‌کنیم.

۴. سطح زیر پوشش سایهٔ نورگیر را در نما مشخص می‌کنیم و با این عمل لکهٔ آفتاب بر روی شیشه خود به خود مشخص می‌شود (تصویر ۱۶.۳).

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری



تصویر ۱۶.۳. تعیین لکهٔ آفتاب به روش ترسیمی

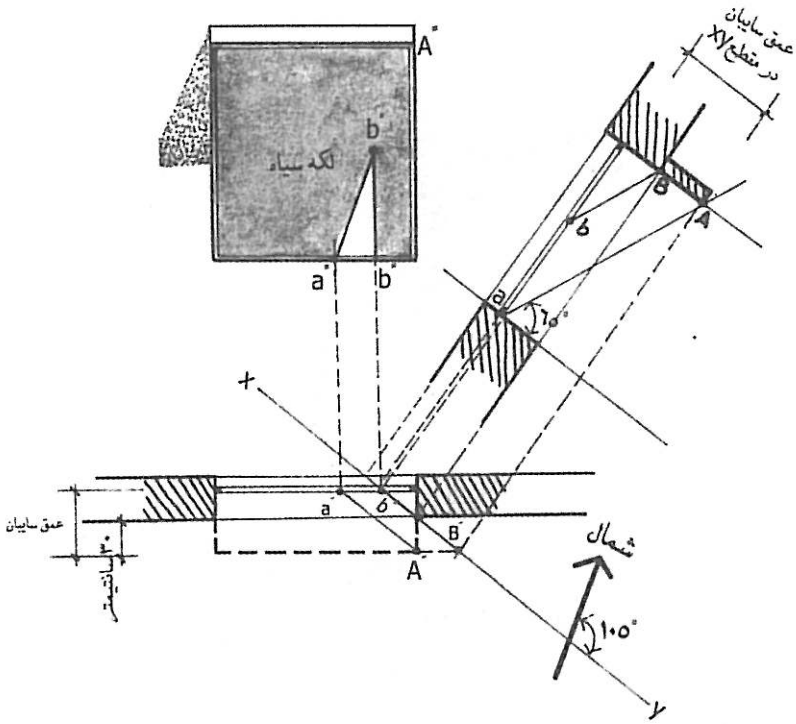
در مورد خواستهٔ دوم این مثال باید لکهٔ آفتاب روی نورگیر را به کمک سایبان قائم، افقی یا هر دو به صفر تنزل داد. برای این منظور باید به یک بررسی تحلیلی از لکهٔ آفتاب در تصویر ۱۶.۳ دست زد.

اگر به سایهٔ دو لبهٔ قائم و افقی نورگیر در همان تصویر توجه شود، ملاحظه خواهد شد که به‌رغم عمق مساوی دیوارهای اطراف نورگیر، لبهٔ افقی آن، مساحت بیشتری از سطح شیشه را سایه می‌کند. به عبارت دیگر، قابلیت سایه‌سازی بیشتری دارد. پس می‌توان امیدوار بود که با افزایش عمق لبهٔ افقی بالای پنجره به نتیجهٔ موردنظر دست یافت. به همین دلیل، از محل برخورد شیشهٔ نورگیر با کف افقی آن (a در مقطع XY، تصویر ۱۷.۳) خطی چنان رسم می‌کنیم که با کف نورگیر زاویه‌ای معادل زاویهٔ ارتفاع خورشید (۶۵°) درست کند. از برخورد این خط و امتداد لبهٔ بالای نورگیر، عمق سایبان افقی نورگیر در مقطع XY به دست خواهد آمد که باید آن را به پلان نورگیر منتقل (تصویر ۱۷.۳) و اندازهٔ پیش آمدگی سایبان را تعیین کرد.

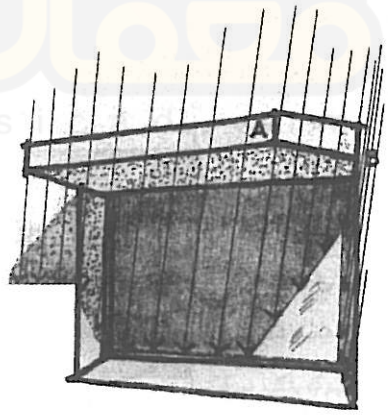
اما همان‌گونه که در تصویر ۱۷.۳ هم مشخص شده است، به‌رغم پیش‌آمدگی افقی بالای نورگیر، هنوز لکهٔ مثلث شکل آفتاب بر روی سطح شیشهٔ نورگیر مشاهده می‌شود. این لکه در اثر عبور اشعهٔ مستقیم خورشید از زیر ضلع AB سایبان و برخورد آن با سطح شیشه درست می‌شود (تصویر ۱۸.۳).

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

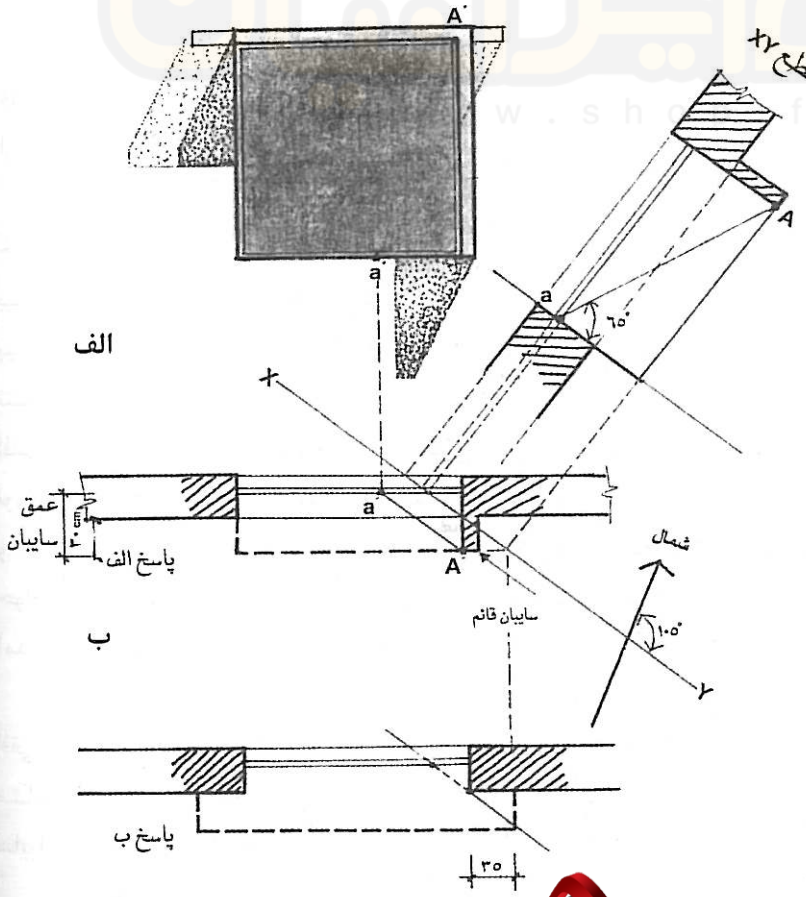
farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری



تصویر ۱۷.۳. تعیین سایبان افقی



تصویر ۱۸.۳. تشخیص لکهٔ آفتاب



تصویر ۱۹.۳. رفع لکهٔ آفتاب

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

برای جلوگیری از برخورد این دسته اشعه به شیشه دو راه‌حل زیر را می‌توان ارائه داد.

الف) ایجاد سایبان قائم با پیش‌آمدگی مشخص شده در تصویر ۱۹.۳. الف،

ب) افزایش طول سایبان افقی بالای نورگیر مطابق تصویر ۱۹.۳. ب.

۱.۱.۲.۱.۳. الگوی طراحی پنجره و نورگیر

از آنجا که در عمل، رفع نیاز به سایه، در ارتباط با راحتی گرمایی سالیانه مطرح است، طراحی سایبان پنجره و نورگیر برای یک لحظهٔ معین کافی نیست و باید مشکل نیاز به سایه روی پنجره و نورگیر را برای همهٔ مواقع گرم سال حل کرد. به عبارت دیگر، باید به مسئله‌ای پیچیده‌تر از مسائل مطرح شده در مثال‌های ۱ و ۲ پاسخ داد، زیرا که در مورد اخیر باید از نفوذ اشعهٔ مستقیم خورشید در موقعیت‌های متفاوت آن (با زوایای ارتفاع و سمت متعدد) به داخل نورگیر و پنجره جلوگیری کرد.

همان‌گونه که قبلاً هم اشاره شد، حل این نوع مسائل از راه‌های مختلف و با استفاده از روش‌های متفاوت میسر است. از جمله می‌توان با ترسیم و تعیین وضعیت سایه برای چند لحظهٔ مشخص و تطبیق آن با وضعیت مطلوب (تمام سطح پنجره در مواقع گرم در سایه باشد) به طرح سایبان رسید. برای این کار طی کردن مراحل زیر ضروری است.

۱. با استفاده از تقویم نیاز سایه و آفتاب مکان مورد مطالعه، مواقع نیاز به سایهٔ آن مکان را تشخیص داد،

۲. از روی خطوط پیرامون منطقهٔ نیاز به سایه، مواقعی را با فاصلهٔ زمانی معین انتخاب کرد.

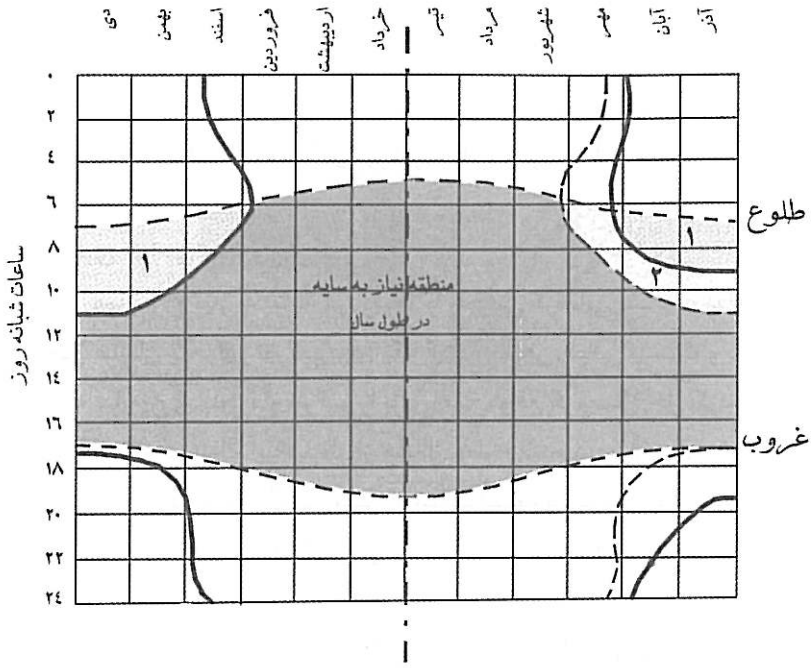
باید توجه داشت که از هر خانه یا هر چند خانهٔ جدول[1] یک نقطه انتخاب کرد، به طوری که فواصل ترتیبی نقاط از یکدیگر مساوی باشد و سپس زاویهٔ سمت و ارتفاع خورشید در این مواقع را به دست آورد. بدیهی است در حالتی که شکل منطقهٔ نیاز به سایه نسبت به محور اول تیرماه در تقویم نیاز سایه و آفتاب قرینه است، می‌توان مواقع نمونه را فقط از یک طرف منطقهٔ نیاز به سایه (نسبت به محور فوق) انتخاب کرد، زیرا نقاط متقارن نسبت به این محور، نمایندهٔ مواقعی‌اند که زاویهٔ سمت و ارتفاع خورشید در آن مواقع یکسان است.

اگر منطقهٔ نیاز به سایه نسبت به محور اول تیرماه متقارن نباشد (تصویر ۲۰.۳)، انتخاب مواقع نمونه از روی خطوط پیرامون منطقهٔ نیاز به سایه مشکل‌تر خواهد شد. برای این کار، لازم است تقویم نیاز سایه و آفتاب منطقهٔ مورد مطالعه را در امتداد محور اول تیرماه یک *تا* زد. با این عمل، قسمتی از خطوط پیرامون منطقه نیاز به سایه، از جمله خط طلوع و غروب خورشید، بر هم منطبق خواهد

۱. انتخاب از دو خانه به بالا زمانی جایز است که تغییرات منحنی پیرامون منطقهٔ سایه به کندی و با نظم صورت پذیرد.

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معماری و عمران

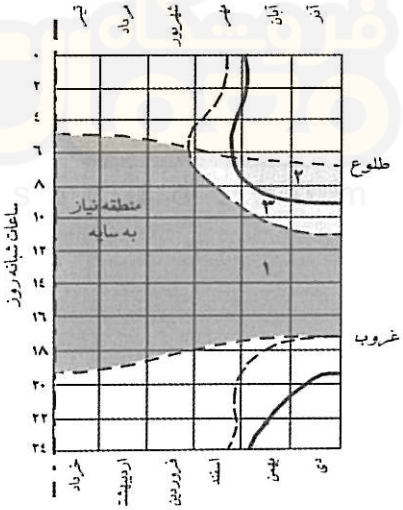
farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری



تصویر ۲۰.۳. تقویم نیاز سایه و آفتاب، بندر چاه‌بهار

۱. منطقهٔ نیاز به آفتاب

۲. منطقهٔ نیاز به سایه‌ای که قرینهٔ آن در طرف دیگر محور تقارن نیازمند آفتاب است.



تصویر ۲۱.۳. تقویم نیاز به سایه و آفتاب بندر چاه‌بهار *تا* شده از وسط

۱. منطقهٔ نیاز به سایه در دو نوبت سال.

۲. منطقهٔ نیاز به آفتاب در دو نوبت سال.

۳. منطقهٔ نیاز به سایه یا آفتاب در یک وعدهٔ سال.

شد. این قسمت نمایندهٔ مواقع نیاز به سایه در دو موقع سال است. اما در هر صورت، بخش‌هایی از خطوط پیرامونی منطقهٔ مزبور بر هم منطبق نخواهد شد و دو خط متمایز را تشکیل خواهد داد.

نقاط واقع بین دو خط و همچنین خط پیرامونی خارجی، نمایندهٔ مواقع نیاز به سایه در یک نوبت از سال است (منطقهٔ ۳، تصویر ۲۱.۳). پس باید مواقع نمونه را از روی خطوط منطبق بر هم و از محدودهٔ بین دو خط غیرمنطبق انتخاب کرد. انتخاب مواقع نمونه از محدودهٔ اخیر، از حساسیت ویژه‌ای برخوردار است و نیاز به تجزیه و تحلیل دارد. توجه به اصول زیر می‌تواند به سرعت عمل در تصمیم‌گیری بیفزاید.

الف) برای مناطقی که در آنها مبارزه با گرما مطرح است، مواقع نمونه را باید نزدیک به خط بیرونی یا روی آن انتخاب کرد (خط منحنی m ، تصویر ۲۱.۳).

ب) برای مناطقی که در آنها مبارزه با سرما مطرح است، مواقع نمونه را باید نزدیک به خط درونی یا روی آن انتخاب کرد (منحنی n ، تصویر ۲۱.۳).

ج) در اقلیم معتدل، مواقع نمونه را از میان محدودهٔ دو خط برگزید.

۳. پنجره یا نورگیری با طول و عرض دلخواه و عمق (فاصلهٔ سطح شیشه از لبهٔ خارجی دیوار حامل پنجره) و جهت معین انتخاب و سایهٔ لبه‌های پنجره را بر سطح شیشه در لحظات و مواقع نمونهٔ بالا مشخص کرد. به این ترتیب، تصویر سایهٔ لبهٔ پنجره در مواقع نیاز به سایه به دست می‌آید.

۴. بی‌شک بعضی از نمونه‌های پنجره حکایت از عمق کم و عدم کارآیی آن به

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

عنوان سایبان دارد، زیرا در آن نمونه‌ها لکهٔ آفتاب به میزان چشمگیری وجود دارد. از میان دستهٔ اخیر باید یک یا دو نمونهٔ خاص را انتخاب و عمق کم دیوارهای اطراف پنجره را با ایجاد سایبان‌های قائم و افقی در آن نمونه‌ها جبران کرد، به طوری که لکهٔ آفتاب در نمونه‌های انتخابی کاملاً از بین برود و همهٔ سطح شیشهٔ پنجره یا نورگیر در زیر پوشش سایه قرار گیرد.

شایان ذکر است که انتخاب نمونه برای اصلاح عمق سایبان کاری حساس است و نیاز به تجزیه و تحلیل وضعیت اقلیمی مکان مورد مطالعه دارد. در مناطق جغرافیایی معتدل می‌توان نمونهٔ غالب مجموعه را انتخاب و به اصلاح عمق آن بسنده کرد، در صورتی که برای مناطق گرم[1] باید به اصلاح نمونه‌ای که لکهٔ آفتاب آن بزرگ‌ترین است و در مناطق سرد[2] به اصلاح نمونه‌ای که لکهٔ آفتاب آن کوچک‌ترین است پرداخت.

مثال ۳: نورگیری با عرض و طول، جهت و عمق مشخص شده در تصویر ۲۲.۳ موجود است. سایبان‌های آن را چنان طراحی کنید که جوابگوی مواقع گرم چاه‌بهار باشد.

پاسخ: ۱. با تهیهٔ تقویم نیاز سایه و آفتاب چاه‌بهار، مواقع گرم و نیاز به سایه تعیین می‌شود. این مطالعه قبلاً انجام شده است (تصویر ۲۰.۳).

۲. تصویر ۲۰.۳ را در امتداد محور اول تیرماه (از وسط) تا می‌کنیم، به طوری که دو نیمهٔ تقویم روی هم قرار بگیرند (تصویر ۲۱.۳).

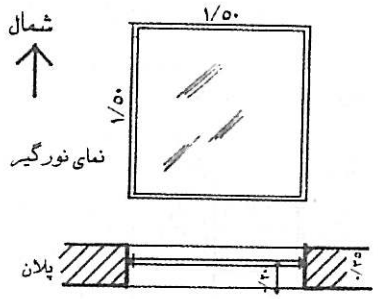
۳. نقاطی را با فواصل مشخص از روی پیرامون منطقهٔ نیاز به سایه انتخاب (تصویر ۲۳.۳) و زاویهٔ ارتفاع و سمت مربوط به آنها را از جدول ۲.۳ استخراج می‌کنیم. برای ساده شدن عملیات می‌توان نقاطی را انتخاب کردکه استخراج زوایای فوق به راحتی امکان‌پذیر باشد.

۴. نتیجه را در جدول ۳.۳ تنظیم می‌کنیم.

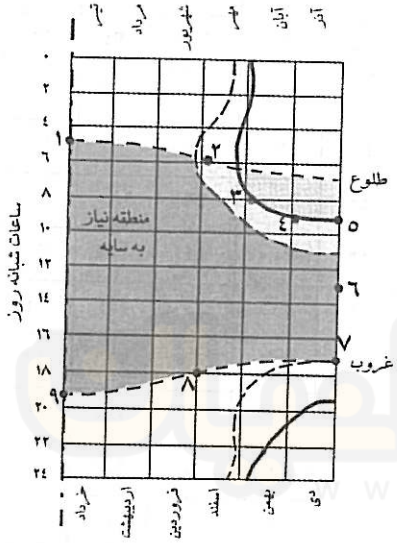
همان‌گونه که از جدول مستفاد می‌شود، مطالعهٔ لکهٔ آفتاب و سایه روی سطح نورگیر برای پنج موقعیت مندرج در جدول ضروری است. بدیهی است در این مواقع، نفوذ اشعهٔ مستقیم خورشید از دهانهٔ نورگیر به داخل اتاق جایز نیست.

۵. سایهٔ لبه‌های قائم و افقی نورگیر بر سطح شیشه را به ازای مواقع مشخص شده در جدول، از راه ترسیمی پیدا می‌کنیم (تصویر ۲۴.۳).

همان‌گونه که از تصویر درمی‌یابیم، در همهٔ موارد آفتاب به داخل اتاق نفوذ می‌کند و این به آن معنی است که عمق انتخابی نورگیر برای ایجاد سایهٔ مطلوب (پوشش کامل سطح شیشه با سایه) کافی نیست و باید سایبان‌هایی در اطراف نورگیر تعبیه کرد تا همهٔ سطح شیشه در سایه قرار گیرد.



تصویر ۲۲.۳. مشخصات نورگیر



تصویر ۲۳.۳. مواقع منتخب از تقویم نیاز به سایه و آفتاب بندر چاه‌بهار

۱. مناطقی که در آنها مبارزه با گرما مطرح است.

۲. مناطقی که در آنها مبارزه با سرما مطرح است.

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

جدول ۲.۳. ارتفاع و سمت خورشید در ۲۵ درجهٔ عرض شمالی

	اول دی		اوایل بهمن اوایل آذر		اوایل اسفند اوایل آبان		اوایل فروردین اوایل مهر		اوایل اردیبهشت اوایل شهریور		اوایل خرداد اوایل مرداد		اوایل تیر	
	ارتفاع	سمت	ارتفاع	سمت	ارتفاع	سمت	ارتفاع	سمت	ارتفاع	سمت	ارتفاع	سمت	ارتفاع	سمت
طلوع	۰°	۱۱۶°	۰°	۱۱۱°	۰°	۱۰۱°	۰°	۸۸°	۰°	۷۹°	۰°	۶۹°	۰°	۶۴°
۶	–	–	–	–	–	–	–	–	٤	۸۱	۸	۷۳	۱۰	۶۹
۷	۳	۱۱۷	۵	۱۱۳	۹	۱۰۶	۱٤	۹۷	۱۸	۸۷	۲۱	۷۸	۲۳	۷٤
۸	۱٤	۱۲۵	۱۷	۱۲۱	۲۲	۱۱۳	۲۷	۱۰٤	۳۱	۹٤	۳٤	۸۳	۳۶	۷۸
۹	۲۵	۱۳٤	۲۸	۱۳۱	۳٤	۱۲۳	٤۰	۱۱۳	٤۵	۱۰۰	٤۸	۸۹	٤۹	۸۲
۱۰	۳٤	۱٤۷	۳۷	۱٤٤	٤٤	۱۳۷	۵۲	۱۲۶	۵۸	۱۱۳	۶۲	۹۶	۶۳	۸۷
۱۱	۳۹	۱۶۲	٤٤	۱۶۰	۵۲	۱۵۶	۶۱	۱٤۸	۶۹	۱۳٤	۷۵	۱۱۱	۷۶	۹۳
۱۲	٤۲	۱۸۰	٤۶	۱۸۰	۵۵	۱۸۰	۶۵	۱۸۰	۷۵	۱۸۰	۸٤	۱۸۰	۸۸	۱۸۰
۱۳	۳۹	۱۹۸	٤٤	۲۰۰	۵۲	۲۰٤	۶۱	۲۱۲	۶۹	۲۲۶	۷۵	۲٤۹	۷۶	۲۶۷
۱٤	۳٤	۲۱۳	۳۷	۲۱۶	٤٤	۲۲۳	۵۲	۲۳٤	۵۸	۲٤۶	۶۲	۲۶٤	۶۳	۲۷۳
۱۵	۲۵	۲۲۶	۲۸	۲۲۹	۳٤	۲۳۷	٤۰	۲٤۷	٤۵	۲۶۰	٤۸	۲۷۱	٤۹	۲۷۸
۱۶	۱٤	۲۳۵	۱۷	۲۳۹	۲۲	۲٤۷	۲۷	۲۵۶	۳۱	۲۶۶	۳٤	۲۷۷	۳۶	۲۸۲
۱۷	۳	۲٤۳	۵	۲٤۷	۹	۲۵٤	۱٤	۲۶۳	۱۸	۲۷۳	۲۱	۲۸۲	۲۳	۲۸۶
۱۸	–	–	–	–	–	–	–	–	٤	۲۷۹	۸	۲۸۷	۱۰	۲۹۱
غروب	۰	۲٤٤	۰	۲٤۹	۰	۲۵۹	۰	۲۷۲	۰	۲۸۱	۰	۲۹۱	۰	۲۹۶

۶. برای این منظور از مجموعه نمونه‌های تصویر ۲۴.۳ یک نمونه از دستهٔ اول (پیش از ظهر) و نمونهٔ دیگر از دستهٔ دوم (بعدازظهر)، که دارای بزرگ‌ترین لکه آفتاب‌اند، انتخاب و عمق سایبان نورگیر را در ارتباط با لکهٔ آفتاب آنها تعیین می‌کنیم. دو نمونهٔ انتخابی مربوط به ساعت نُه صبح روزهای آذر و سیزده روزهای دی ماه‌اند.

۷. برای تعیین ابعاد سایبان از تعیین عمق سایبان افقی بالای نورگیر آغاز می‌کنیم، زیرا با توجه به سایهٔ لبه‌های قائم و افقی نورگیر و میزان سایهٔ آنها می‌توان امیدوار بود که با ایجاد سایبان افقی مناسب، قسمت اعظم سطح شیشهٔ نورگیر با سایه پوشیده شود (لبهٔ افقی بالای پنجره بیشتر از لبهٔ قائم آن سایه می‌سازد).

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

جدول ۳.۳. نمونه‌های انتخابی از تقویم نیاز به سایه و آفتاب بندر چاه‌بهار

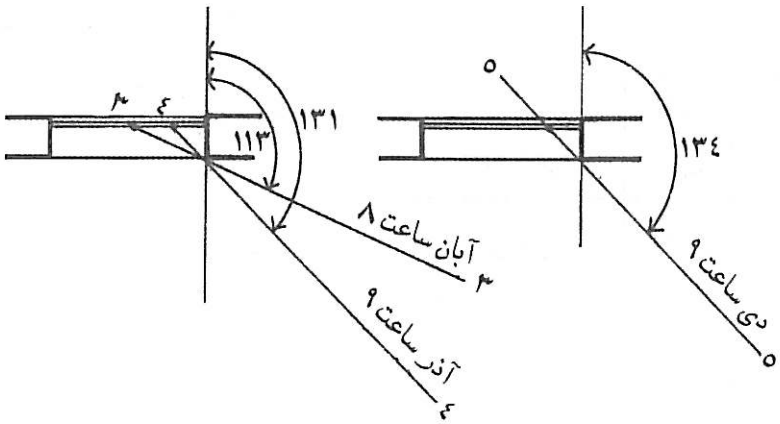
شمارهٔ نمونه	مختصات مواقع انتخابی		موقعیت خورشید		ملاحظات	
	ماه	ساعت	سمت	ارتفاع		
۱	تیر	۵	٦٤	۰*	مطالعهٔ سایهٔ این نمونه برای نورگیر جنوبی و غربی بی‌معنی است	دستهٔ اول: مواقع پیش از ظهر
۲	مهر	٦	–	–	در جدول عددی درج نشده است	
۳	آبان	۸	۱۱۳	۲۲		
٤	آذر	۹	۱۳۱	۲۸		
٥	دی	۹	۱۳٤	۲٥		
٦	دی	۱۳	۱۹۸	۳۹		دستهٔ دوم: مواقع بعد از ظهر
۷	دی	۱۷	۲٤۳	۳		
۸	فروردین	۱۸	–	–	در جدول عددی درج نشده است	
۹	تیر	۱۹	۲۹٦	۰*	مطالعهٔ سایهٔ این نمونه برای نورگیر جنوبی و شرقی بی‌معنی است	

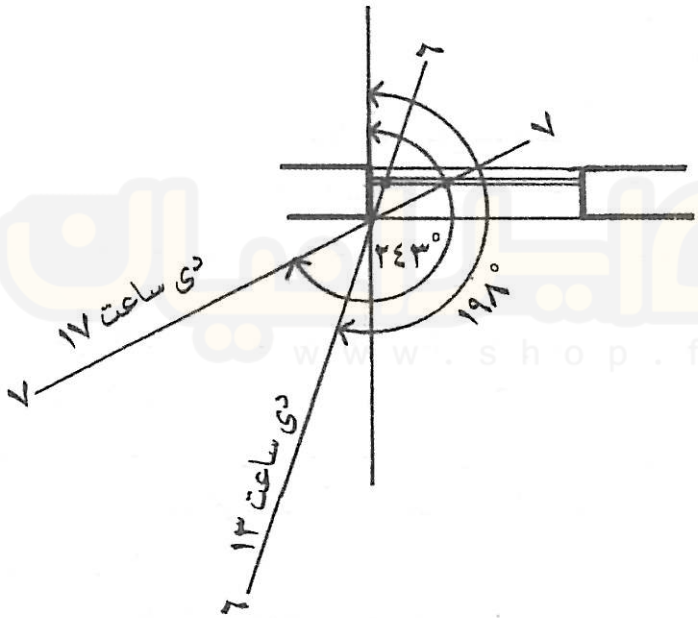
با اعمال مراحل بالا، نتیجه می‌شود که سایبانی افقی به عمق ۱۷۵ سانتی‌متر لازم است تا بخش اعظم نورگیر در سایه قرار گیرد (تصویر ۲۵.۳). اما به استناد همان تصویر، سایبان افقی به تنهایی نمی‌تواند تمام سطح نورگیر را زیر پوشش سایه قرار دهد و در نتیجه لکه‌های مثلث شکل آفتاب در دو طرف نورگیر دیده می‌شود. برای رفع این لکه‌ها از لکهٔ سمت چپ شروع می‌کنیم، زیرا با توجه به دمای هوا در مواقع روز، لکهٔ آفتاب سمت چپ نامطلوب‌تر است. در واقع این لکه نشان‌دهندهٔ نفوذ اشعهٔ آفتاب به داخل ساختمان در گرم‌ترین موقع روز است.

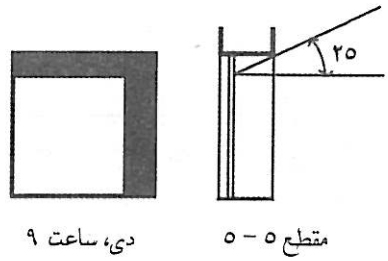
بررسی‌ها نشان می‌دهد که برای رفع این لکه سایبانی قائم به عمق سایبان افقی بالای پنجره (یا اندکی کوتاه‌تر مطابق تصویر ۲۶.۳) مورد نیاز است. ضمناً باید توجه داشت سایبان قائمی که ساعت یک بعدازظهر (زمانی که خورشید در نزدیکی نصف‌النهار است) سایه درست کند، به طریق اولی در ساعت‌های بعدی روز هم ایجاد سایه خواهد کرد. این امر با توجه به این واقعیت که در چاه‌بهار نیاز به سایه برای تمام مواقع بعدازظهر احساس می‌شود (رجوع شود به تقویم نیاز سایه و آفتاب چاه‌بهار)، نه فقط قابل قبول، بلکه مطلوب نیز هست.

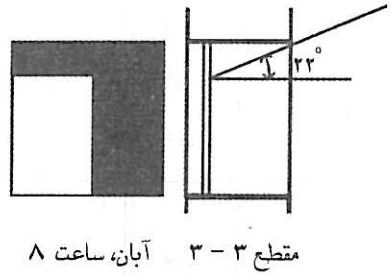
NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

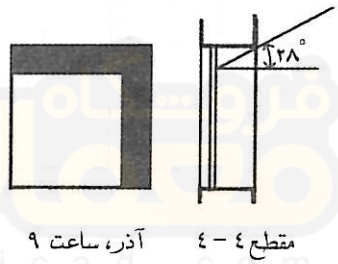
farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

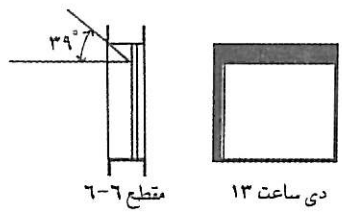


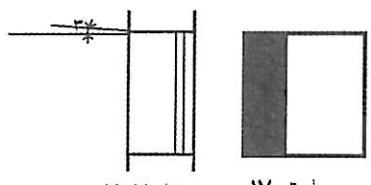












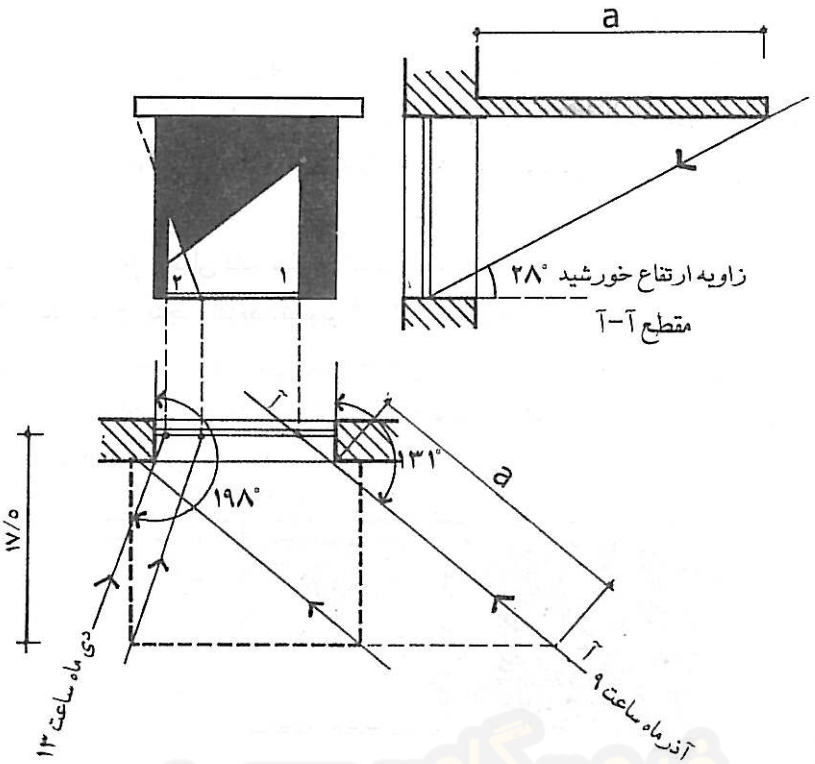
تصویر ۲۴.۳. لکهٔ آفتاب در مواقع مشخص شده در جدول ۳.۳

مقطع کنار هر نمونه، برش نورگیر را با صفحه‌ای قائم در راستای مشخص شده (در پلان) نمایش می‌دهد.

برای رفع لکهٔ آفتاب سمت راست، ابتدا چندین راه‌حل به نظر می‌رسد که بعضی از آنها مقبول نخواهند بود، اما از آنجا که آشنایی با دلایل پذیرش یا نپذیرفتن راه‌حل‌های مختلف برای خواننده مفید است، ذیلاً چند نمونه از آنها بررسی می‌شود.

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

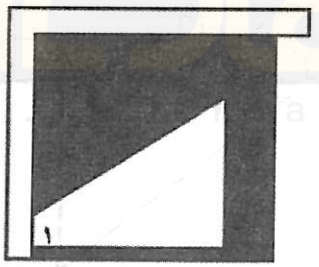
farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

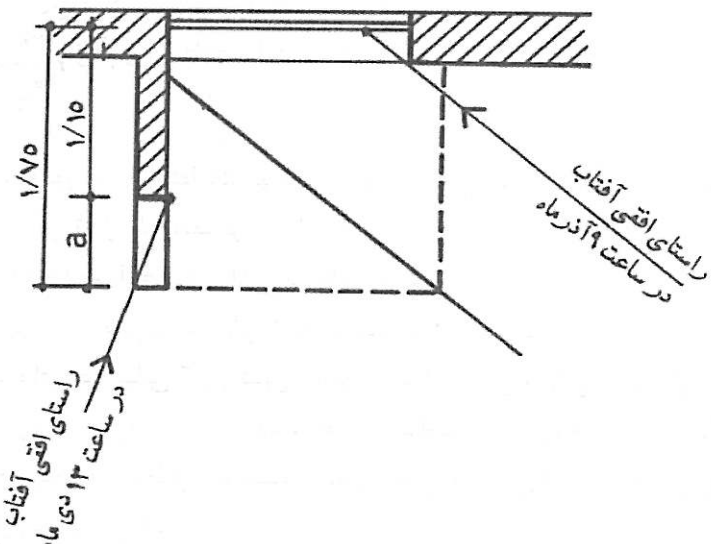


تصویر ۲۵.۳. تعیین لکهٔ آفتاب برای دو نمونه

۱. لکهٔ آفتاب ۹ صبح آذرماه.

۲. لکهٔ آفتاب ۱ بعدازظهر دی‌ماه.





تصویر ۲۶.۳. تعیین عمق سایبان قائم

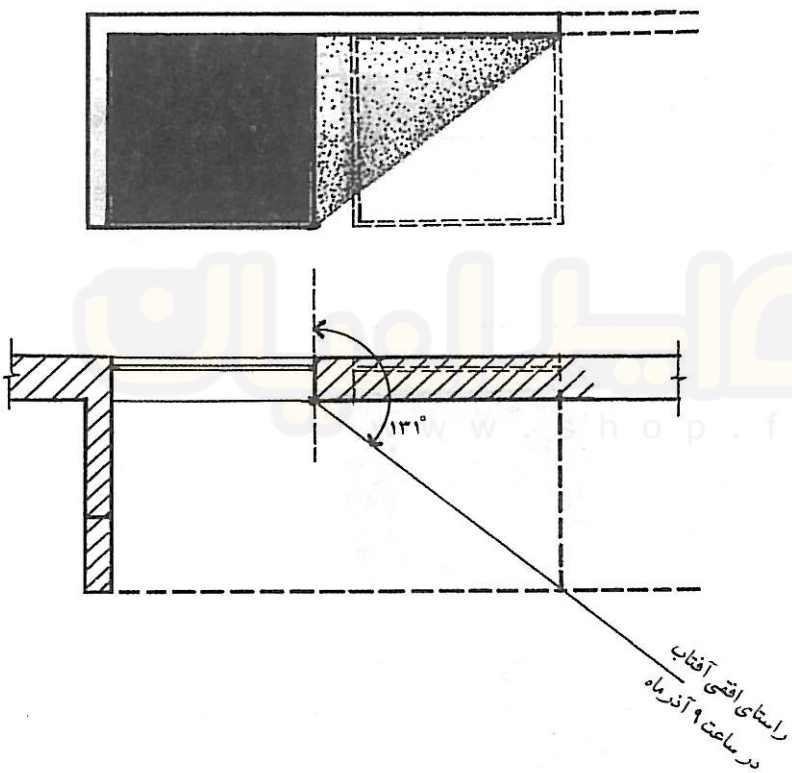
تغییر عمق سایبان در فاصلهٔ a همچنان قابل قبول است.

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

الف) چنین به نظر می‌رسد که بتوان لکهٔ آفتاب سمت راست نورگیر را هم با سایبان قائم برطرف کرد. لیکن با اندک تعمق در تقویم نیاز سایه و آفتاب چاه‌بهار، متوجه خواهیم شد که این‌گونه پیش‌آمدگی‌ها در مواقع نیاز به آفتاب صبح (زودتر از ساعت نُه در ایام سرد) نیز ایجاد سایه خواهد کرد و به همین دلیل قابل قبول نیست.

ب) می‌توان از سایبان قائم سمت راست صرف‌نظر کرد و به جای آن به طول سایبان افقی بالای پنجره افزود (تصویر ۲۷.۳). در این حالت، اگر نقشهٔ ساختمان امکان دهد، بهتر است نورگیرهای جبههٔ جنوبی ساختمان در کنار یکدیگر و به صورت نواری طراحی شوند تا سایبان افقی به صورت سرتاسری در بالای نورگیرها ادامه داشته باشد.



تصویر ۲۷.۳. یکی از شیوه‌های رفع لکهٔ آفتاب

ج) ارتفاع نورگیر را به قطعات کوچک‌تر تقسیم کرد تا لکهٔ آفتاب سمت راست به حداقل ممکن تنزل یابد (تصویر ۲۸.۳)

حال، با توجه به راه‌حل‌های بالا و این واقعیت که

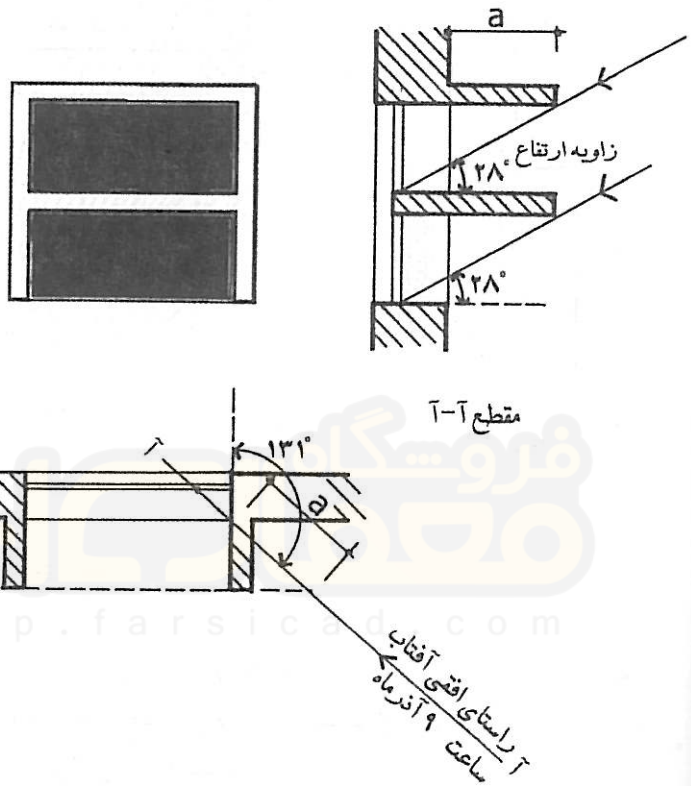
۱. عمق سایبان‌های قائم و افقی تابع شکل و ابعاد نورگیر است و

۲. در عرض‌های جغرافیایی کم از قبیل چاه‌بهار سایبان افقی کارایی چشمگیری دارد. می‌توان نتیجه گرفت که برای نمای جنوبی ساختمان‌های واقع در منطقهٔ مورد مطالعه، پنجرهٔ مستطیلِ خوابیده (طول پنجره به موازات سطح زمین) مناسب‌تر از پنجرهٔ مربع است.

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

ضمناً باید توجه داشت که طراحی سایبان برای رفع بزرگ‌ترین لکهٔ آفتاب باعث می‌شود که اولاً در بسیاری از مواقع سال، بخشی از دیوار اطراف نورگیر هم در سایه قرار داشته باشد و ثانیاً قسمتی از سطح شیشه نیز در مواقع نیاز به آفتاب در سایه واقع شود. این دو مسئله با توجه به شرایط اقلیمی چاه‌بهار (با میانگین دمای بسیار بالا) حائز اهمیت نیستند و در صورتی که شرایط بازدارندهٔ دیگری وجود نداشته باشد، می‌توان از آنها صرف‌نظر کرد.



تصویر ۲۸.۳. طرح سایبان مناسب جبههٔ جنوبی منطقهٔ چاه‌بهار

در مثال‌های بالا، برای تفهیم بهتر مطلب، به طرح ساده‌ترین سایبان‌ها بسنده شده است و این به آن معنی نیست که با رعایت خواسته‌های فوق نمی‌توان از انواع سایبان‌های دیگر استفاده کرد (تصویر ۲۹.۳).

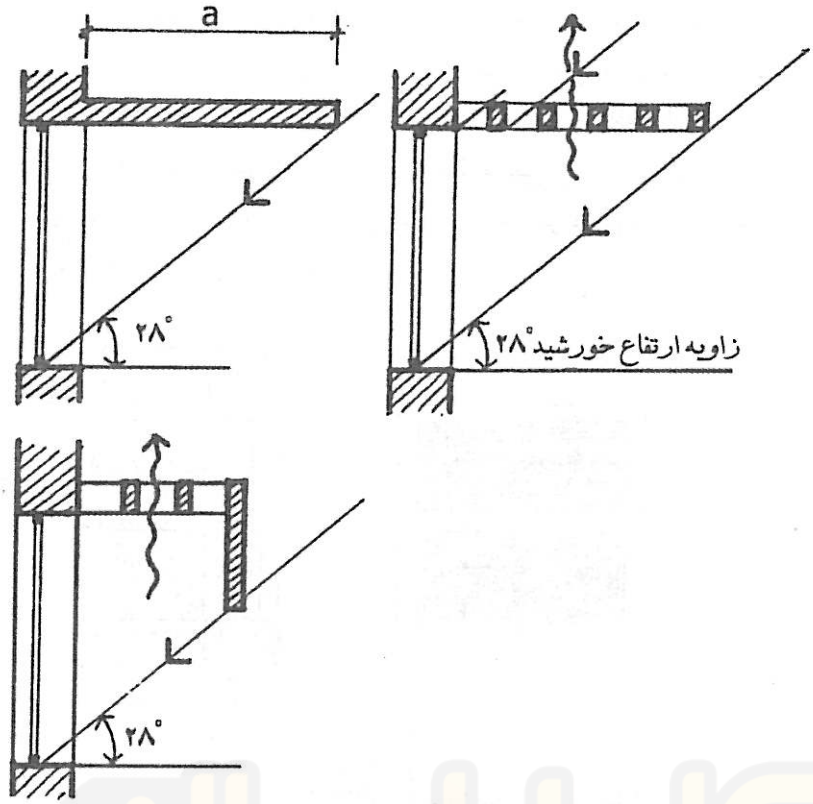
۲.۱.۲.۱.۳. جمع‌بندی روش ترسیمی

در این مبحث، ضمن اشاره به این نکته که سایه در شرایط خاصی راحتی گرمایی به همراه می‌آورد، تأکید شد که در مواقع نیاز به سایه باید جسم حاجبی بین خورشید و سطح پنجره به گونه‌ای حائل شود که اشعهٔ مستقیم خورشید به سطح پنجره نتابد و در نتیجه لکهٔ آفتاب بر روی سطح پنجره وجود نداشته باشد. برای نیل به این منظور از روش *تجربه و اصلاح* استفاده شده است. به این ترتیب که

۱. منطقهٔ نیاز به سایهٔ مکان مورد مطالعه به‌کمک تقویم نیاز سایه و آفتاب مشخص شد.

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معماری و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری



تصویر ۲۹.۳. چند نمونه سایبان افقی قابل قبول

۲. مواقعی معین از روی محیط منطقه انتخاب و لکهٔ آفتاب و سایه برای آن مواقع بر روی یک پنجرهٔ فرضی ترسیم شد.

۳. قابلیت سایه‌سازی پنجرهٔ فرضی در مواقع نیاز به سایه تجزیه و تحلیل و بحث اصلاح ابعاد سایبان‌های قائم و افقی آن مطرح شد و در این مسیر، دستورالعمل‌های کلی طراحی نیز به دست آمد. علاوه بر آن، بیان شد که این روش در عین سادگی، وقت‌گیر و تا حدودی خسته‌کننده است.

از مثال ۳، به‌رغم صرف وقت نسبتاً زیاد، فقط راستاهای طراحی پنجره برای نمای جنوبی ساختمان به دست آمد و اگر طراحی پنجره‌های نماهای دیگر ساختمان هم مطرح باشد، تکرار عملیات بالا برای هر یک از نماهای دیگر ضروری خواهد بود. در آن صورت به دلیل

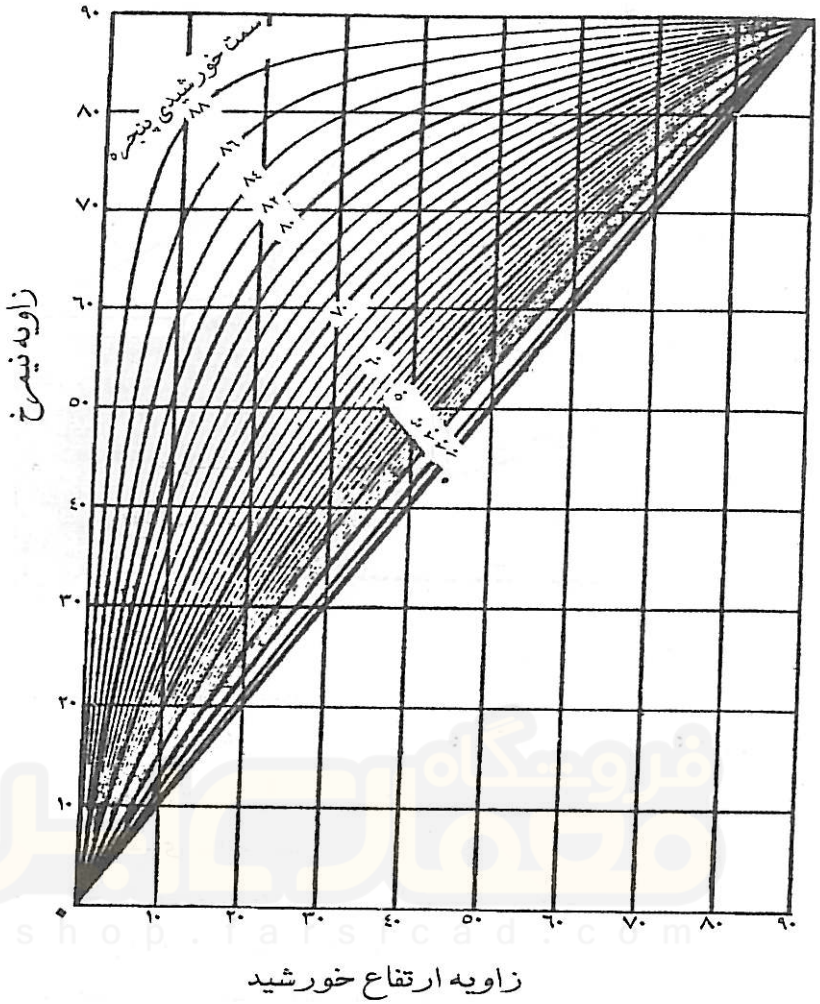
الف) عملیات ترسیمی متعدد (تهیهٔ مقطع پنجره در امتداد زاویهٔ سمت خورشید و برگردان اطلاعات حاصل از مقطع به پلان و نمای پنجره) و

ب) ترسیم لکهٔ سایه و آفتاب روی پنجره برای موقعیت‌های مختلف، وقت و انرژی قابل ملاحظه‌ای مصرف خواهد شد.

به هر حال، اگر تمایل به استفاده از این روش برای به دست آوردن مقدار لکهٔ سایه و آفتاب روی پنجره‌های ساختمان همچنان باقی باشد، در این صورت، به کمک نموداری مشابه تصویر ۳۰.۳ می‌توان در وقت صرفه‌جویی بسیار کرد. اما

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری



تصویر ۳۰.۳. محاسب زاویهٔ نیمرخ (زاویهٔ قائم سایه)

منبع:
A. Monem Saleh, "The design of sun shading devices", in *Solar Energy Applications in the Design of Buildings*, Ed. by H. J. Cowan London, Applied Science Publishers Ltd., 1980.

استفاده از نمودار خود نیازمند آشنایی با برخی تعاریف مقدماتی است که مهم‌ترین آنها در زیر آمده است.

۱. خط منتصب[1] پنجره[2]: خطی است که بر سطح پنجره عمود باشد (تصویر ۳۱.۳).

۲. زاویهٔ سمت پنجره[3]: زاویه‌ای است که خط منتصب پنجره با راستای شمال و جنوب درست می‌کند.

۳. سمت خورشیدی پنجره[4]: زاویه‌ای است برابر با اختلاف زاویهٔ سمت خورشید و پنجره که به آن *زاویهٔ افقی سایه*[5] نیز می‌گویند (زاویهٔ γ در تصویر ۳۱.۳).

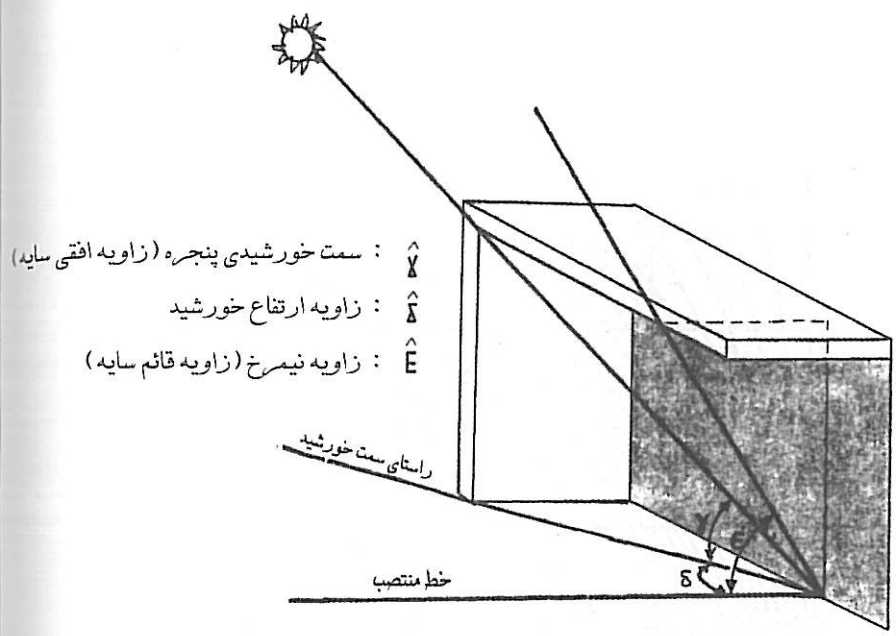
۴. زاویهٔ نیمرخ[6]: زاویه‌ای است که صفحهٔ عبورکننده از لبهٔ خارجی سایبان افقی و سایهٔ آن لبه در روی پنجره با صفحهٔ افقی درست می‌کند و به آن *زاویهٔ قائم سایه*[7] نیز می‌گویند (ε در تصویر ۳۱.۳).

۱. خط منتصب در اصل به خط عمود بر صفحهٔ قائم اطلاق می‌شود (هندسهٔ ترسیمی).

2. normal to window
3. window azimuth
4. window solar azimuth
5. horizontal shadow angle
6. profile angle
7. vertical shadow angle

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معماری و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری



تصویر ۳۱.۳. نمایش زاویهٔ نیمرخ و سمت خورشید

رابطهٔ بین زوایای بالا در فرمول زیر آمده است

$$\tan\varepsilon = \tan\gamma \times \sec\delta \qquad (۱)$$

که ε زاویهٔ نیمرخ، γ زاویهٔ ارتفاع خورشید در لحظهٔ محاسبهٔ سایه و δ زاویهٔ سمت خورشیدی پنجره است.

اکنون، پس از آشنایی با تعاریف بالا، یادآور می‌شود که تصویر ۳۰.۳ در واقع رابطهٔ (۱) را به زبان نمودار ارائه می‌دهد. به کمک این نمودار می‌توان زاویهٔ نیمرخ یک سایبان معین را با در دست داشتن زاویهٔ سمت و ارتفاع خورشید استخراج کرد و مقدار لکهٔ سایه و آفتاب روی پنجره را به ازای همان زاویهٔ سمت و ارتفاع خورشید به دست آورد.

مثال: با توجه به مشخصات خورشید در رأس ساعت هشت صبح اول آبان که در جدول ۲۸ (برای ° ۲۵ عرض جغرافیایی) آمده است، لکهٔ سایه و آفتاب پنجره‌ای با مشخصات تصویر ۳۲.۳ را به دست آورید.

برای یافتن پاسخ باید مراحل زیر را طی کنیم.

۱. با استخراج زاویهٔ سمت خورشید از جدول و تفریق آن از زاویهٔ سمت پنجره، که در تصویر ۳۲.۳ آمده است، زاویهٔ افقی سایه را به دست آوردیم. مقدار این زاویه ۴۲° (۱۵۵°-۱۱۳°) خواهد بود.

۲. با وارد کردن زاویهٔ افقی سایه (زاویهٔ سمت خورشیدی پنجره) و زاویهٔ ارتفاع خورشید در لحظهٔ موردنظر (۲۲°) در نمودار تصویر ۳۰.۳ زاویهٔ نیمرخ لحظهٔ موردنظر را استخراج کنیم. مقدار این زاویه ۲۸° است.

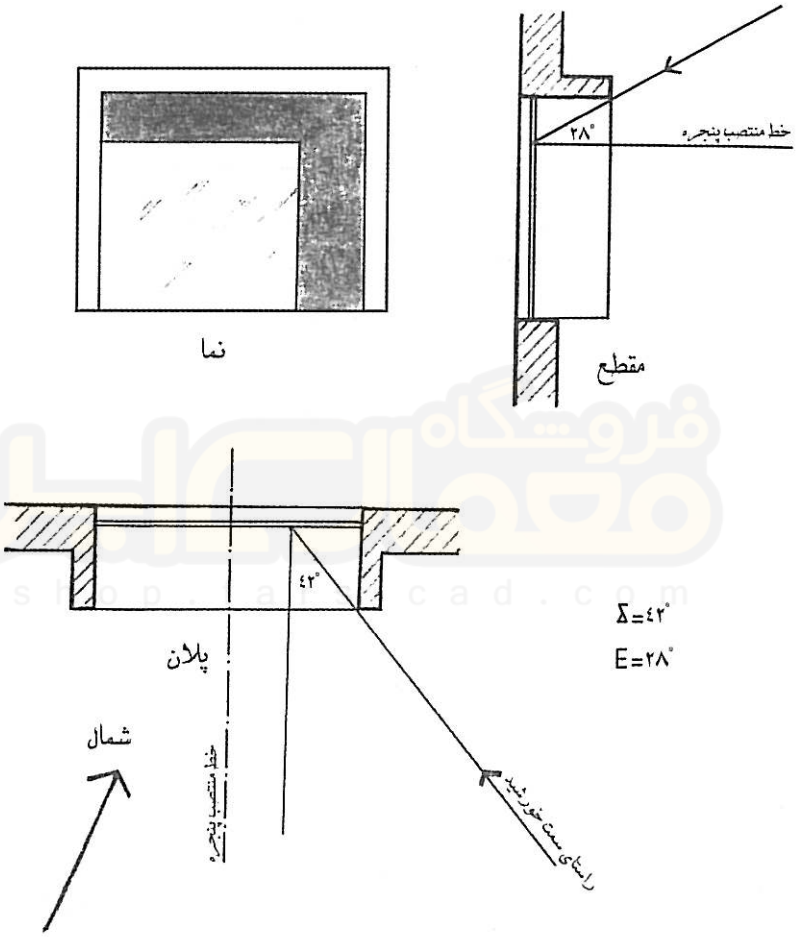
۳. از نقطهٔ A (لبهٔ خارجی سایبان بالای پنجره در مقطع) خطی چنان رسم کنیم

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

که با کف پنجره زاویهٔ ۲۷° درست کند. از برخورد این خط و شیشهٔ پنجره، عمق سایه بر روی پنجره به دست می‌آید که باید به نمای پنجره منتقل شود.

۴. از نقطهٔ B (لبهٔ خارجی دیوار کنار پنجره در پلان) خطی چنان رسم کنیم که با خط قائم پنجره زاویهٔ ۴۲° درست کند. از برخورد این خط و شیشهٔ پنجره، عمق سایهٔ سایبان قائم بر روی پنجره به دست می‌آید. باید مقدار آن را به نمای پنجره منتقل کنیم (تصویر ۳۲.۳).



تصویر ۳۲.۳. تعیین لکهٔ سایه و آفتاب به کمک زاویهٔ نیمرخ و سمت خورشیدی

۲.۲.۱.۳. روش استفاده از نقاب سایه[1]

روش استفاده از نقاب سایه به روشی اطلاق می‌شود که بدون عملیات ترسیمی به بررسی و طراحی سایبان پنجره می‌پردازد. از آنجا که در این روش

۱. نیازی به استخراج زاویهٔ ارتفاع و سمت خورشید (به عنوان یک مرحله از عملیات) وجود ندارد و فقط تشخیص مواقع نیاز به سایه و آفتاب کفایت می‌کند و

۲. عملیات مربوط به ترسیم سایهٔ نمونه‌های متعدد حذف می‌شود،

صرفه‌جویی چشمگیری در وقت خواهد شد. اما چون در این روش سایهٔ روی

1. shading mask

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

پنجره ترسیم نمی‌شود، احتمال آن می‌رود که در ابتدای امر منطق این روش به خوبی درک نشود؛ ولی امید است که با دقت نظر کافی در مباحث این فصل نه فقط بتوان این مشکل را برطرف کرد، بلکه به نقاط قوت این روش نیز پی برد. به هر حال، استفاده از این روش نیاز به آشنایی با

۱. نحوهٔ ترسیم تقویم نیاز سایه و آفتاب بر روی نمودار مسیر خورشید،

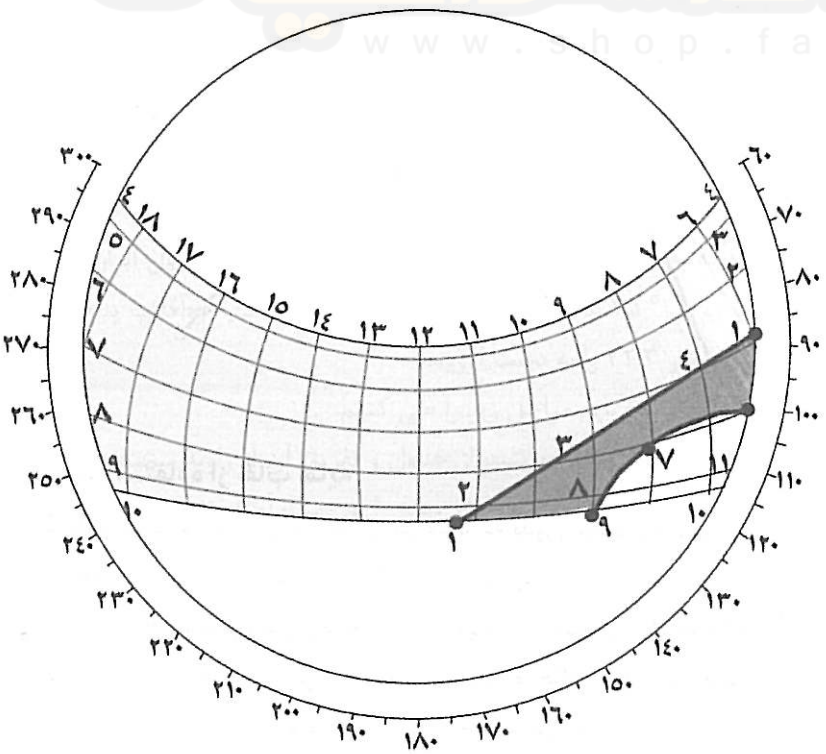
۲. مفهوم نقاب سایه و

۳. طرز کار نقالهٔ سایه‌یاب[1]

دارد که ذیلاً به شرح آنها می‌پردازیم.

۱.۲.۲.۱.۳. ترسیم تقویم نیاز سایه و آفتاب بر روی نمودار مسیر خورشید

در این روش نیز ابتدا باید مواقع نیاز به سایهٔ مکان مورد مطالعه را به کمک تقویم نیاز سایه و آفتاب تشخیص داد. لیکن برخلاف روش ترسیمی، که باید زاویهٔ سمت و ارتفاع خورشید را از جدول یا نمودار مسیر خورشید استخراج و جداگانه تنظیم کنیم، در این روش کلیهٔ مواقع نیاز به سایه بر روی نمودار مسیر خورشید مشخص و علامت‌گذاری می‌شود. به این صورت که پس از تهیهٔ تقویم نیاز به سایه و آفتاب مکان مورد مطالعه، محدودهٔ منطقهٔ نیاز به سایه را به نمودار مسیر خورشید همان محل منتقل می‌کنیم.



تصویر ۳۳.۳. منطقهٔ نیاز به سایه و آفتاب چاه‌بهار روی نمودار مسیر خورشید

مشخصات مسیر خورشید:

۱. فروردین
۲. اردیبهشت
۳. خرداد
۴. تیر
۵. مرداد
۶. شهریور
۷. مهر
۸. آبان
۹. آذر
۱۰. دی
۱۱. بهمن
۱۲. اسفند

• : نقاط انتقالی از تقویم سایه و آفتاب به نمودار مسیر خورشید

1. shadow angle protractor

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

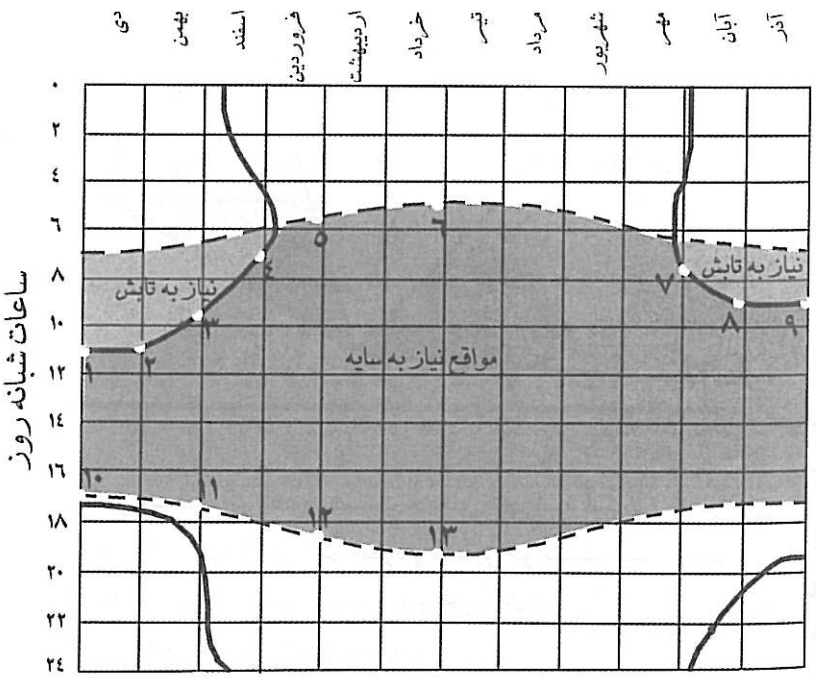
farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

این عمل به سهولت قابل انجام است، زیرا که نمودار مسیر خورشید و تقویم نیاز به سایه و آفتاب هر دو صفحات مختصاتی‌اند که از دو محور ساعت و روز تشکیل شده‌اند، اما محورهای مختصات تقویم نیاز به سایه و آفتاب مستقیم و متعلق به یک موقع از سال و محورهای نمودار مسیر خورشید منحنی و متعلق به دو موقع از سال (به استثنای محور تیر و دی) اند. پس می‌توان این تفاوت‌ها را نادیده گرفت و به ازای هر نقطه از تقویم نیاز به سایه و آفتاب، نقطهٔ مشابه آن را بر روی نمودار مسیر خورشید پیدا کرد.

تصویر ۳۳.۳ تقویم نیاز به سایه و آفتاب منطقهٔ چاه‌بهار را بر روی نمودار مسیر خورشید همان منطقه نشان می‌دهد. برای ترسیم آن، پس از تعیین مختصات زمانی نقاطی دلخواه مثلاً ۱، ۲، ۳ و...، از تقویم نیاز به سایه و آفتاب چاه‌بهار (تصویر ۳۴.۳)، نقاطی با همان مختصات بر روی نمودار مسیر خورشید مشخص شده است و از اتصال آنها به هم محدوده‌ای مشابه محدودهٔ منطقهٔ سایه و آفتاب تقویم مورد بحث به دست آمده است.

بررسی دقیق تصویر ۳۳.۳ نشان می‌دهد که این تصویر از تا کردن منطقهٔ نیاز به سایهٔ تصویر ۳۴.۳ حول محور اول تیرماه به دست آمده است. از مقایسهٔ این تصویر با تصویر ۲۱.۳ نیز می‌توان به صحت این نظر پی برد.

همان‌گونه که تصویر ۳۳.۳ نشان می‌دهد، بخشی از منطقهٔ نیاز به سایه بر هم



تصویر ۳۴.۳. انتخاب مواقع نمونه از مرز منطقهٔ نیاز به سایه تقویم نیاز به سایه و آفتاب چاه‌بهار

www.shop.farsicad.com
NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

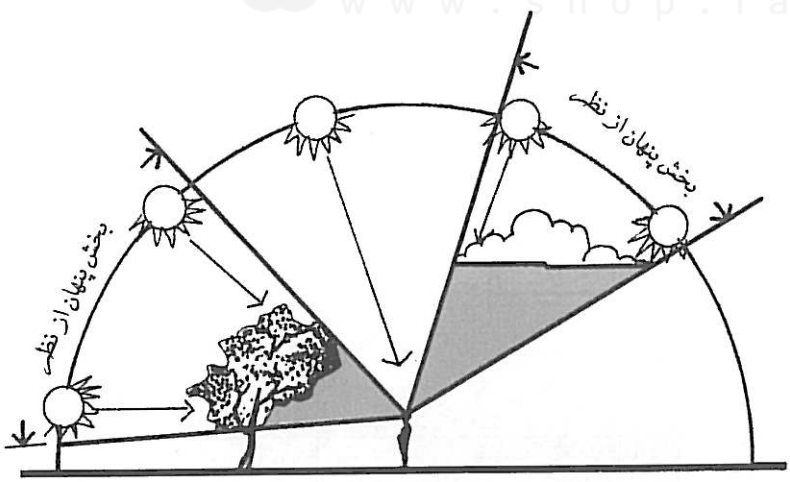
farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

منطبق شده و بخشی از آن بر هم منطبق نشده است. بخش منطبق بر هم، که در تصویر با خاکستری پررنگ مشخص شده است، نمایندهٔ مواقع نیاز به سایه در دو فصل سال و بخش غیرمنطبق، که با خاکستری کم‌رنگ مشخص شده است، نمایندهٔ مواقع نیاز به سایه در یک فصل سال است.

شایان ذکر است که به ازای منطقهٔ خاکستری پررنگ، نیاز به آفتاب وجود ندارد، در صورتی که در مواقع مربوط به منطقهٔ خاکستری کم‌رنگ نیاز به آفتاب در یک فصل سال و در مواقع مربوط به منطقهٔ بدون رنگ، نیاز به آفتاب در دو فصل سال وجود دارد.

۲.۲.۲.۱.۳. نقاب سایه[1]

برای روشن شدن مفهوم *نقاب سایه*، به همان مثال ناظر ایستاده در محوطه‌ای وسیع (اوایل همین فصل) رجوع می‌کنیم که در آن فرض شده بود شرایط جوی و محیطی به ناظر اجازه داده است نیم‌کرهٔ آسمان را از افق تا افق رؤیت کند. اکنون چنین فرض می‌شود که جسم کدری در مقابل چشم ناظر به گونه‌ای قرار گرفته است که بخشی از نیم‌کرهٔ آسمان از دید او مخفی می‌ماند (تصویر ۳۵.۳). بدیهی است که خورشید هم، به هنگام عبور از این بخش، از دید ناظر مخفی خواهد ماند، چنانکه گویی صورت خود را در پشت نقابی از ناظر مخفی می‌کند و مادام که چهرهٔ خورشید در پشت نقاب باشد ناظر هم در سایه قرار خواهد داشت.



تصویر ۳۵.۳. اجسام کدر از قبیل درخت و ابر قسمتی از نیم‌کرهٔ آسمان را از دید ناظر مخفی می‌کنند.

با توجه به این مطلب، اگر تصویر قسمت مخفی نیم‌کرهٔ آسمان را بر روی صفحهٔ افق، با استفاده از روش ترسیم نمودار مسیر خورشید، تهیه کنیم، در اصطلاح نقاب سایهٔ جسم کدر را ترسیم کرده‌ایم. خوشبختانه امروزه برای ترسیم نقاب سایهٔ اجسام نیازی به محاسبات فنی پیچیده نیست و می‌توان آن را به کمک

۱. مفهوم نقاب سایه را اولین بار برادران اولگی در دههٔ پنجاه مطرح کردند.

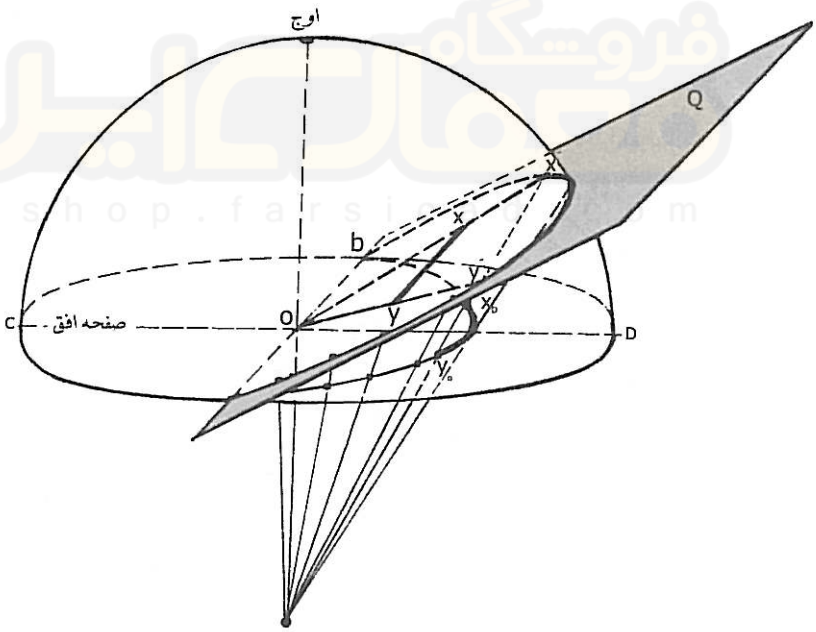
NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

نمودار ترسیم کرد. برای این منظور باید ابتدا چند اصل مهم را به طور کامل بیاموزیم.

اصل ۱ : نقاب سایهٔ خط مستقیم خطی است منحنی

برای اثبات این حکم، از چشم ناظر (نیم‌کرهٔ آسمان) و خط افقی XY (تصویر ۳۶.۳) صفحهٔ مستوی Q را می‌گذرانیم. مقطع این صفحه و نیم‌کرهٔ آسمان نیم‌دایره‌ای است که از دو سر قطر AB (موازی XY در تصویر) می‌گذرد. تصویر این نیم‌دایره بر روی صفحهٔ افق (با هر یک از روش‌های تصویر) بیضی یا شبه آن خواهد شد و نقاب سایهٔ خط مزبور بخشی از شکل حاصل را تشکیل می‌دهد که خطی منحنی است. ضمناً نقاب سایهٔ همهٔ خطوط واقع بر روی صفحهٔ Q نیز بخشی از خط منحنی $B\,\chi_0\,y_0 A$ را تشکیل می‌دهد. زاویهٔ بین صفحهٔ Q و صفحهٔ افق را زاویهٔ قائم سایه یا زاویهٔ نیمرخ صفحهٔ Q می‌نامند. زاویهٔ قائم سایه برای خط XY و همهٔ خطوط واقع بر صفحهٔ Q یکسان است.



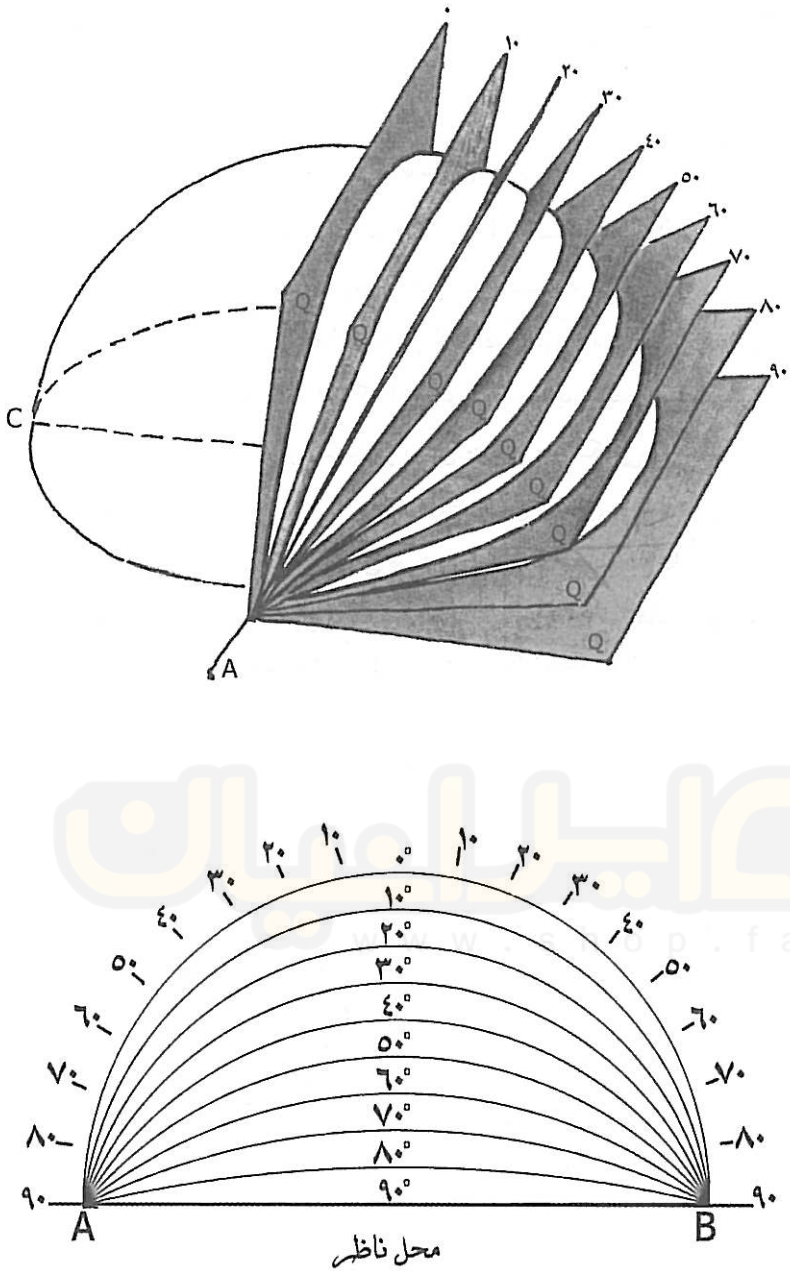
تصویر ۳۶.۳. تصویر استریوگرافیک از نقاب سایهٔ خط مستقیم افقی

نتیجهٔ حاصل از اصل ۱

اگر صفحهٔ Q را ده درجه به ده درجه حول محور AB بچرخانیم (به عبارت دیگر زاویهٔ نیمرخ آن را ده درجه به ده درجه تغییر دهیم) و در هر وضعیت جدید تصویر مقطع آن صفحه با نیمکرهٔ آسمان را بر صفحهٔ افق به دست آوریم، به تصویر ۳۷.۳ دست خواهیم یافت. هر منحنی این تصویر، نقاب سایهٔ همهٔ خطوطی است که بر روی صفحه‌ای با زاویهٔ نیمرخ ثبت شده در بالای همان منحنی قرار دارد.

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معماری و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

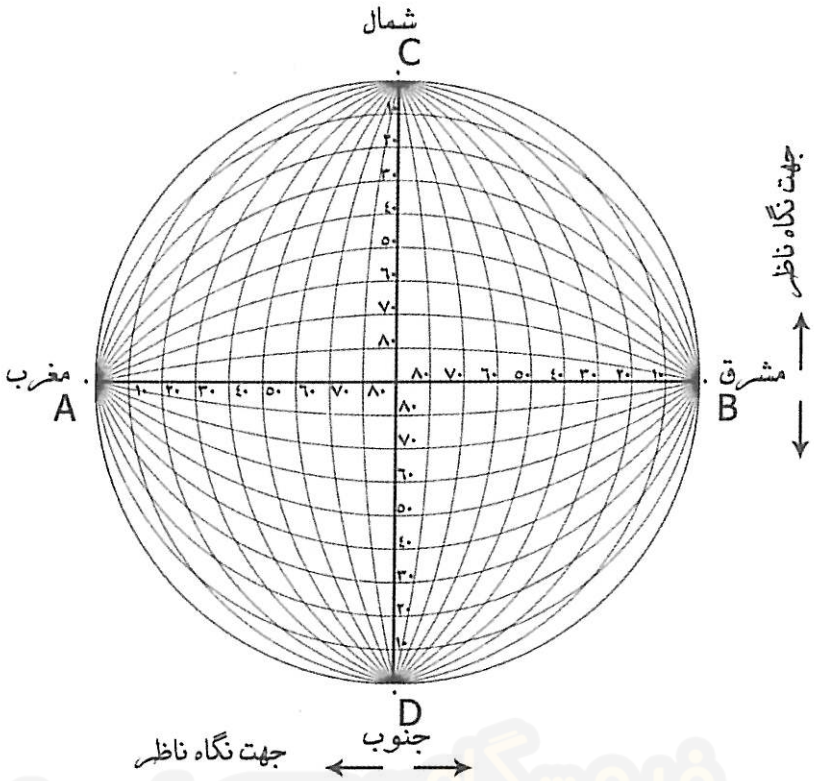


تصویر ۳۷.۳. نقاب سایهٔ خطوط افقی و موازی (AB)

بدیهی است که با تکرار این عمل در چهار جهت مختلف و عمود بر هم می‌توان به تصویر ۳۸.۳ دست یافت که ارزش عملی بسیار دارد و به کمک آن می‌توان نقاب سایهٔ کلیهٔ خطوط افقی (غیرمتنافر با قطر AB و CD) را ترسیم کرد. برای این کار کافی است زاویهٔ قائم سایه یا نیم‌رخ صفحهٔ مار بر آن خط و قطر AB و CD را محاسبه و منحنی مربوط به آن زاویه را به کمک تصویر ۱۰۰ تشخیص داد.

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری



تصویر ۳۸.۳. نقاب سایهٔ خطوط افقی و موازی (AB و CD)
تصویر ۳۷.۳ و ۳۸.۳ به روش اکویی دیستنت تهیه شده است.

مثال: موقعیت سایبان ABCD و یک ناظر در پلان و نما مطابق تصویر ۳۹.۳ مشخص شده است. مطلوب است نقاب سایهٔ سایبان.

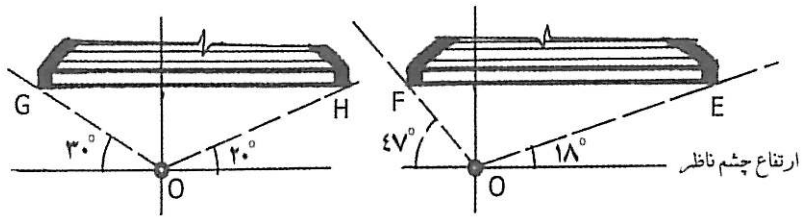
پاسخ: ابتدا باید زاویهٔ نیم‌رخ (قائم سایه) یکایک لبه‌های سایبان را مشخص کرد. برای این کار، از چشم ناظر (نقطهٔ ۰ در تصویر) صفحه‌ای عمود بر لبهٔ AB سایبان رسم می‌کنیم (صفحه بر CD نیز عمود خواهد بود). خطوط AB و CD با صفحهٔ اخیر در نقاط E و F تلاقی می‌کنند. نقطهٔ o را به E و F وصل و زوایای این خطوط را با صفحهٔ افق اندازه‌گیری می‌کنیم. مقدار این زوایا در مقطع الف. الف مشخص شده است. به همین ترتیب مقدار زوایای قائم سایه را برای لبه‌های BC و AD تعیین می‌کنیم. مقدار آنها نیز در مقطع ب . ب مشخص شده است.

سپس در تصویر ۴۰.۳ منحنی مربوط به زوایای مشخص شده در مقاطع الف. الف و ب. ب سایبان را تعیین می‌کنیم. از تقاطع منحنی‌های تعیین شده، نقاب سایهٔ سایبان به دست می‌آید (تصویر ۴۰.۳).

باید توجه داشت که در بسیاری از موارد شکل نقاب سایهٔ یک جسم صرفاً تابع شکل لبه‌های خارجی آن است، چنانکه در تصویر ۳۹.۳ نیز پوشش قوسی سایبان تأثیری در شکل نقاب سایه نداشته است.

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

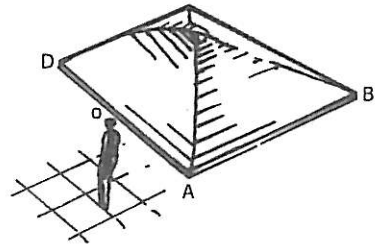
farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

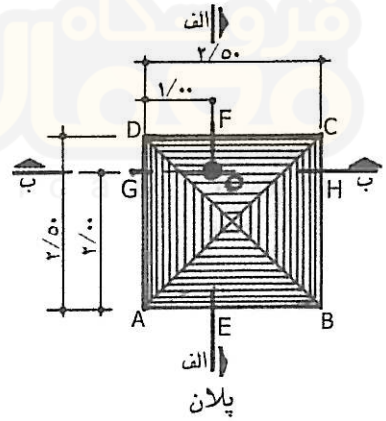


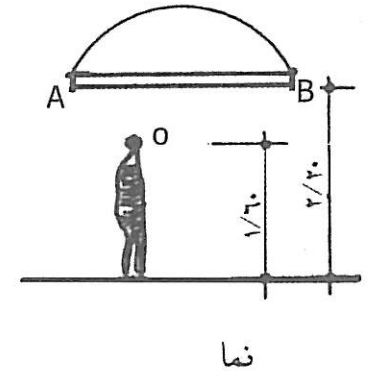
تصویر ۳۹.۳. زاویهٔ نیم‌رخ لبه‌های سایبان

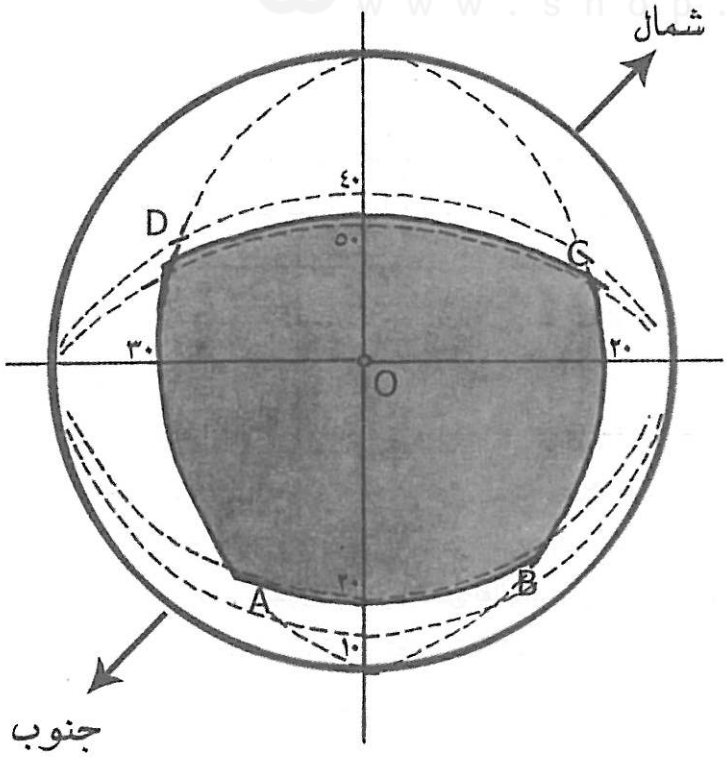
اصل ۲: نقاب سایهٔ خط قائم خطی است مستقیم

برای اثبات این حکم، از چشم ناظر (از مرکز دایرهٔ افق) و خط قائم AB ، صفحهٔ مستوی Q را می‌گذرانیم که صفحه‌ای قائم است. مقطع نیمکرهٔ آسمان و صفحهٔ اخیر دایره‌ای خواهد بود که از نقطهٔ اوج محل استقرار ناظر خواهد گذشت. بخش مخفی آسمان از دید ناظر نیز بر روی این مقطع قرار دارد. تصویر این مقطع بر صفحهٔ افق (صفحهٔ تصویر) شعاعی از دایرهٔ افق خواهد بود که از نقطهٔ B (پای قائم AB) خواهد گذشت. قسمتی از این شعاع (A, B) نقاب سایهٔ خط AB را تشکیل می‌دهد (تصویر ۴۰.۳).









تصویر ۴۰.۳. نقاب سایهٔ سایبان ABCD

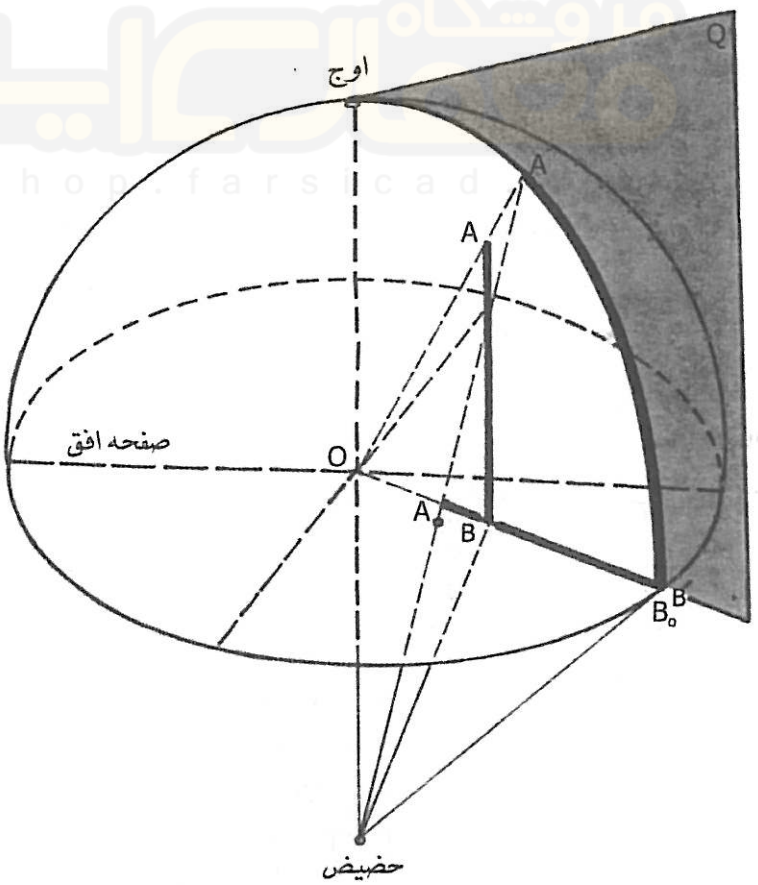
NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

زاویهٔ بین پاره‌خط A_0B_0 و یکی از راستاهای شمالی / جنوبی یا شرقی / غربی را زاویهٔ سمت α می‌گویند. بدیهی است که $\hat{\alpha}$ زاویهٔ سمت برای همهٔ خطوط واقع بر صفحهٔ Q نیز هست.

نتیجهٔ حاصل از اصل ۲

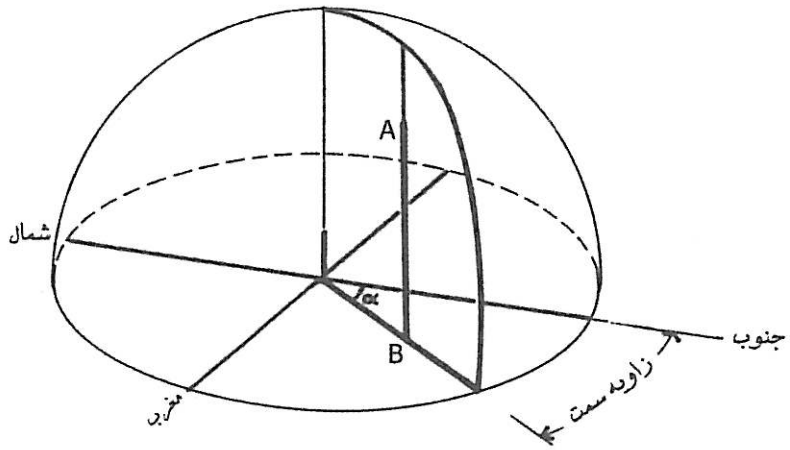
اگر زاویهٔ سمت خط AB را ده درجه به ده درجه در دو طرف یکی از راستاهای شمالی / جنوبی یا شرقی / غربی تغییر دهیم و نقاب سایهٔ آن را برای همهٔ حالت‌های ممکن ترسیم کنیم، به نموداری مشابه یک نقالهٔ معمولی (تصویر ۴۱.۳) دست خواهیم یافت که با آن می‌توان نقاب سایهٔ کلیهٔ خطوط قائم (و خطوط واقع در صفحهٔ قائم) را رسم کرد. برای این کار، باید از نقطهٔ استقرار ناظر در صفحهٔ افق به پای خط عمود بر روی همین صفحه وصل و زاویهٔ خط حاصل و راستای جغرافیایی شمالی / جنوبی یا شرقی/ غربی را اندازه‌گیری کرد و سپس شعاع مربوط به همان زاویه را از تصویر ۴۲.۳ تشخیص داد.

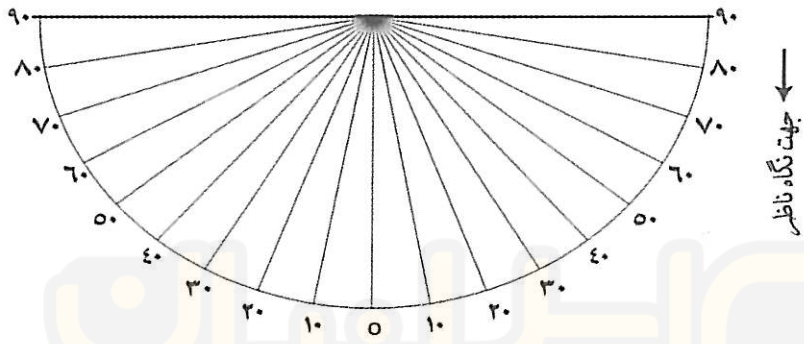


تصویر ٤١.٣. نقاب سایهٔ خط قائم، تصویر استریوگرافیک

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معماری و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

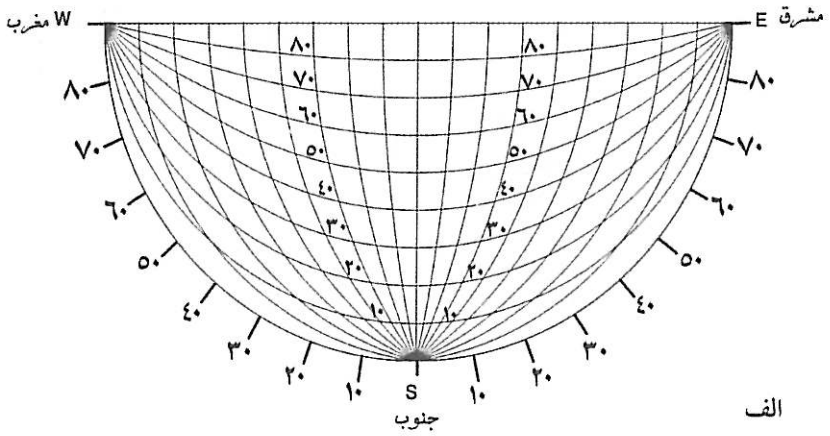




تصویر ۴۲.۳. نقاب سایهٔ خطوط قائم با زوایای سمت مختلف

۳.۲.۲.۱.۳. نقالهٔ سایه‌یاب

نقالهٔ سایه‌یاب از جمع نقاب سایهٔ مجموعهٔ خطوط افقی و قائم به دست می‌آید (تصویر ۴۳.۳. الف). معمولاً نقالهٔ سایه‌یاب در یک نیم‌دایره ارائه می‌شود که با چرخانیدن قطر آن در جهت‌های مختلف می‌توان نقاب سایهٔ همهٔ خطوط افقی و قائم را رسم کرد.

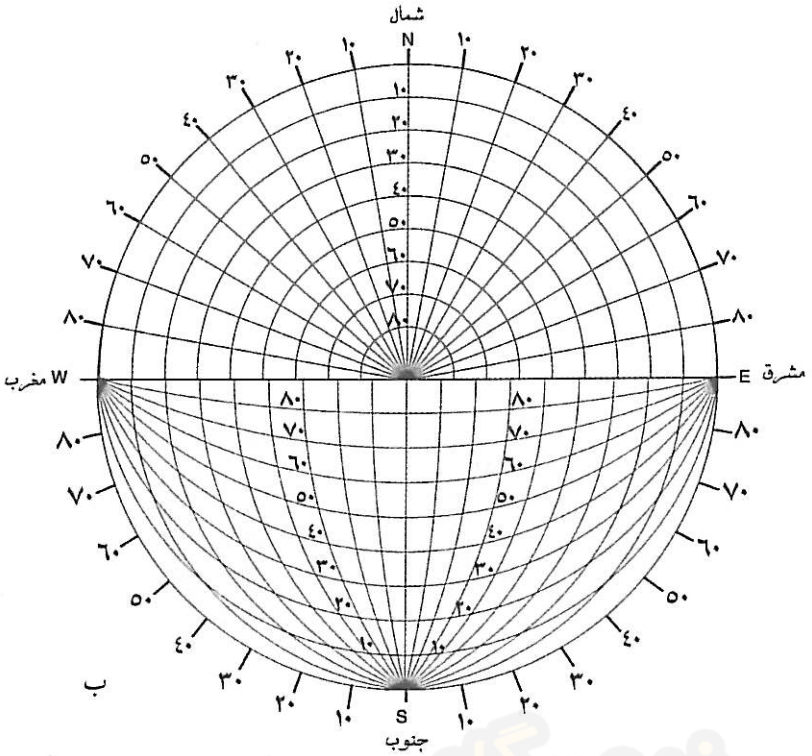


الف

تصویر ۴۳.۳. الف) نقالهٔ سایه‌یاب

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری



تصویر ۴۳.۳. ب) نقالهٔ سایه‌یاب و محاسب موقعیت خورشید

تصویر ۴۳.۳. ب نمونهٔ دیگری از نقالهٔ سایه‌یاب را نشان می‌دهد. نیم‌دایرهٔ تحتانی این تصویر بخش اصلی نقاله است و نیم‌دایرهٔ فوقانی آن زاویهٔ سمت و ارتفاع خورشید را مشخص می‌کند. این نقاله نه فقط نقاب سایهٔ جسم مورد مطالعه را به دست می‌دهد، بلکه موقعیت خورشید را هم به ازای مواقعی که در داخل نقاب سایه قرار می‌گیرد، تعیین می‌کند.

لازم به تأکید است که کارایی نقالهٔ سایه‌یاب در طراحی محیط بسیار زیاد است و در طرح سایبان‌های ساختمان خلاصه نمی‌شود. بنابراین، باید با طرز کار این نقاله آشنایی کامل پیدا کرد. به همین منظور، مثال‌های زیر به عنوان تمرین ارائه شده است.

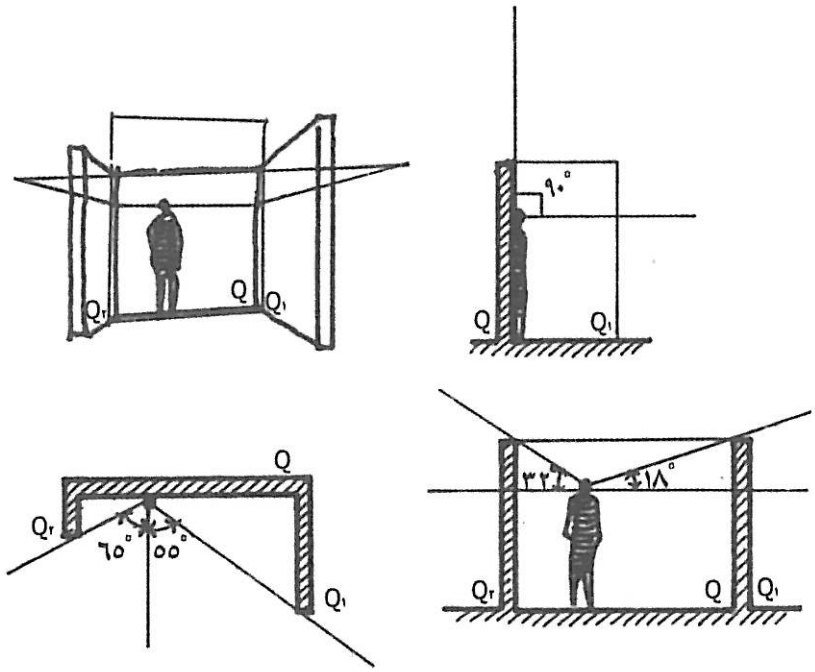
مثال ۱: فرض می‌شود ناظری در فضایی محصور با سه دیوار Q ، Q_1 و Q_2 به دیوار Q تکیه داده است. نقاب سایهٔ همهٔ دیوارهای محیط بر ناظر را ترسیم کنید.

پاسخ: برای ترسیم نقاب سایهٔ دیوارها، ابتدا نقاب سایهٔ لبه‌های دیوارها را مشخص می‌کنیم. سپس از تقاطع آنها نقاب سایهٔ دیوارها را به دست می‌آوریم و به صورت زیر عمل می‌کنیم.

۱. به منظور تعیین نقاب سایهٔ دیوار Q، ابتدا زاویهٔ قائم سایه را برای لبهٔ افقی بالای این دیوار محاسبه می‌کنیم. مقدار این زاویه تقریباً ۹۰° است و این به آن معنی است که دیوار مزبور نیمی از نیم‌کرهٔ آسمان را از چشم ناظر ایستاده در پای دیوار مخفی می‌دارد. نقاب سایهٔ این لبه، قطر نقالهٔ سایه‌یاب را درست می‌کند (تصویر ۴۴.۳).

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معماری و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری



تصویر ۴۴.۳. زوایای سمت و قائم سایه برای دیوارهای محیط بر ناظر

۲. به منظور تعیین نقاب سایهٔ لبه‌های افقی و فوقانی دیوارهای Q_1 و Q_2، از محل استقرار ناظر صفحه‌ای عمود بر این دو دیوار رسم می‌کنیم و زوایای قائم سایه را برای لبه‌های موردنظر به دست می‌آوریم. مقدار این زوایا در مقطع مشخص شده است (تصویر ۴۴.۳).

۳. برای تعیین نقاب سایهٔ لبه‌های قائم دیوارهای Q_1 و Q_2، صفحه‌ای افقی از چشم ناظر می‌گذرانیم و زاویهٔ سمت لبه‌های موردنظر را نسبت به خط عمود بر دیوار Q (از محل استقرار ناظر) در این صفحه تعیین می‌کنیم. مقدار این زاویه‌ها در پلان ارائه شده در تصویر ۴۴.۳ آمده است.

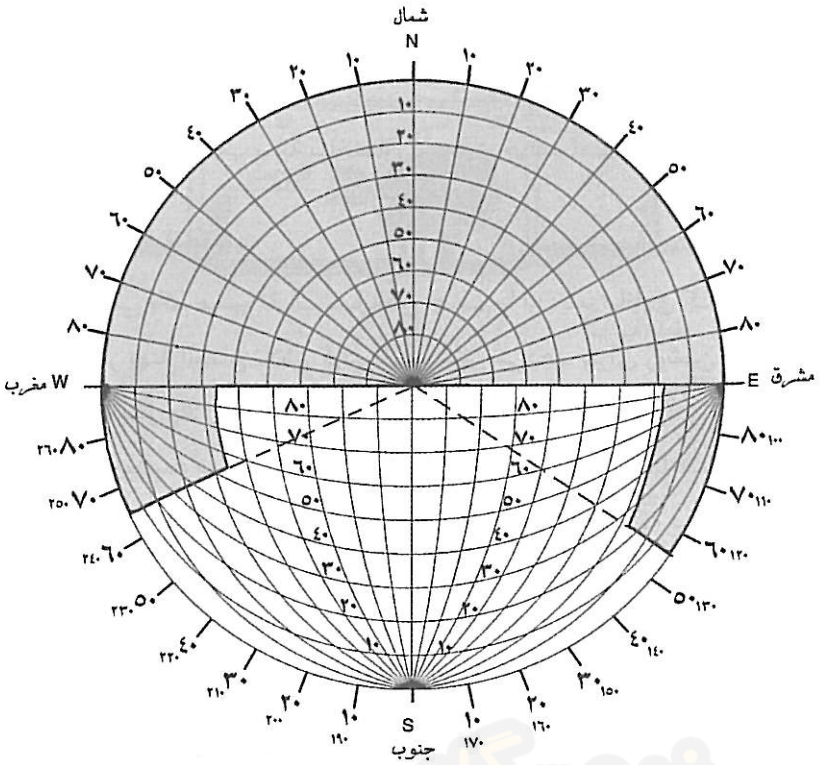
۴. قطر نقالهٔ سایه‌یاب را به عنوان نقاب سایهٔ دیوار Q انتخاب و جهت سایر دیوارها و نقاب سایهٔ آنها را نسبت به این قطر تعیین می‌کنیم. به این ترتیب، از تقاطع قوس‌های مربوط به زوایای قائم سایه و شعاع‌های مربوط به زاویهٔ سمت لبه‌های قائم، نقاب سایهٔ دیوارهای محیط بر ناظر و آسمان قابل رؤیت و غیرقابل رؤیت از دید او به دست می‌آید (تصویر ۴۵.۳).

مثال ۲: ناظری مطابق تصویر ۴۶.۳ روی سکوی ایوان شمالی ساختمانی با حیاط مرکزی نشسته است. مطلوب است نقاب سایهٔ ساختمان از محل استقرار ناظر.

پاسخ: طبق شرایط موجود، ناظر قادر نخواهد بود تمامی نیم‌کرهٔ آسمان را از داخل حیاط مشاهده کند و فقط قسمتی از نیم‌کره را رؤیت خواهد کرد. پس برای تعیین قسمت قابل رؤیت آسمان کافی است نقاب سایهٔ لبهٔ افقی بام هر یک از چهار کلهٔ ساختمان ترسیم شود.

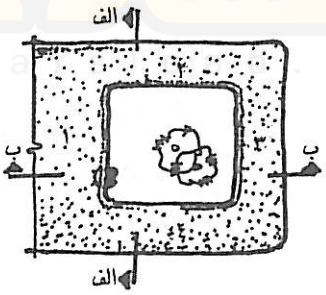
NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معماری و عمران

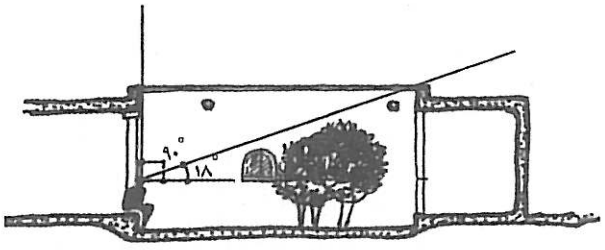
farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری



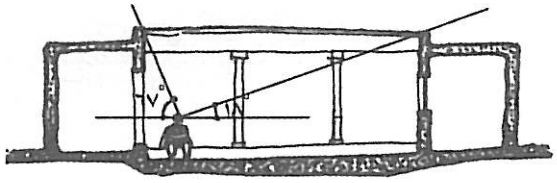
تصویر ۴۵.۳. نقاب سایهٔ دیوارهای محیط بر ناظر

برای این کار، با استفاده از تجربهٔ مثال بالا، زاویهٔ قائم لبه‌های مزبور را محاسبه می‌کنیم. مقدار این زوایا در مقاطع ارائه شده در تصویر ۴۶.۳ آمده است.





مقطع ب. ب



مقطع الف. الف

تصویر ۴۶.۳. ناظر فقط بخشی از نیم‌کرهٔ آسمان را رؤیت می‌کند.
پلان یک خانهٔ چهار کله

۱. کلهٔ شمالی
۲. کلهٔ شرقی
۳. کلهٔ جنوبی
۴. کلهٔ غربی

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

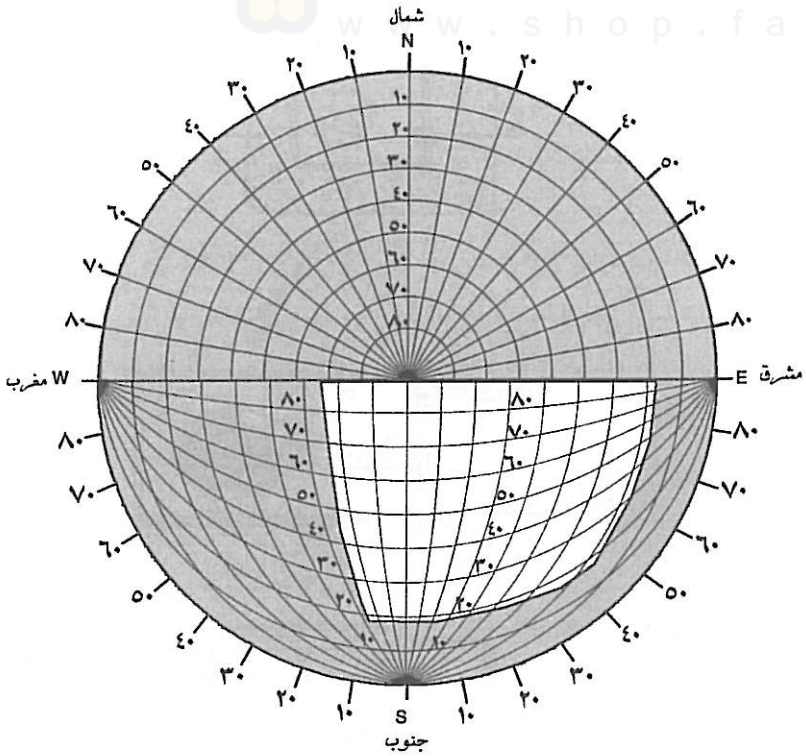
farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

سپس قطر نقاله را به عنوان نقاب سایهٔ لبهٔ بام ایوان شمالی می‌پذیریم و نقاب سایهٔ لبهٔ سایر بام‌ها را در ارتباط با آن تعیین می‌کنیم. از تقاطع نقاب سایهٔ لبهٔ بام چهار کلهٔ اطراف حیاط، نقاب سایهٔ ساختمان به دست خواهد آمد (تصویر ۴۷.۳).

۴.۲.۲.۱.۳. نقاب سایهٔ حقیقی

نقاب سایهٔ حقیقی یک جسم، نقاب سایهٔ آن جسم را از دید ناظری که برای مشاهدهٔ حداکثر پهنهٔ آسمان تلاش کرده باشد، نشان می‌دهد. برای روشن شدن مطلب به همان مثال بالا توجه کنید.

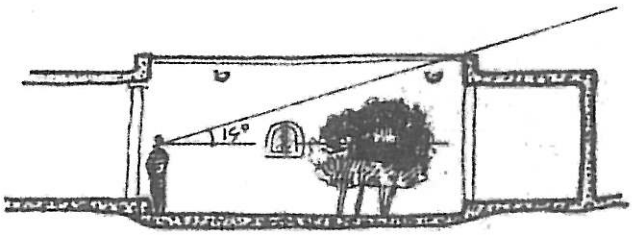
بر خواننده پوشیده نیست که تصویر ۴۷.۳ فقط نقاب سایهٔ ساختمان را از محل استقرار ناظر (سکوی ایوان شمالی) نشان می‌دهد، در صورتی که در واقعیت امکان تحرک ناظر در صحن حیاط وجود دارد و بخش تازه‌ای از نیم‌کرهٔ آسمان در هر موضع جدید به چشم ناظر خواهد آمد. با این حال، ناظر هرگز تمامی نیم‌کرهٔ آسمان را از داخل حیاط رؤیت نخواهد کرد و بخشی از نیم‌کره از چشم او مخفی خواهد ماند. به این بخش در اصطلاح *نقاب سایهٔ* حقیقی ساختمان از داخل حیاط گفته می‌شود. تصویر ۴۸.۳ نقاب سایهٔ حقیقی‌حیاط را نشان می‌دهد که به مراتب از نقاب سایهٔ قبلی آن کوچک‌تر است.



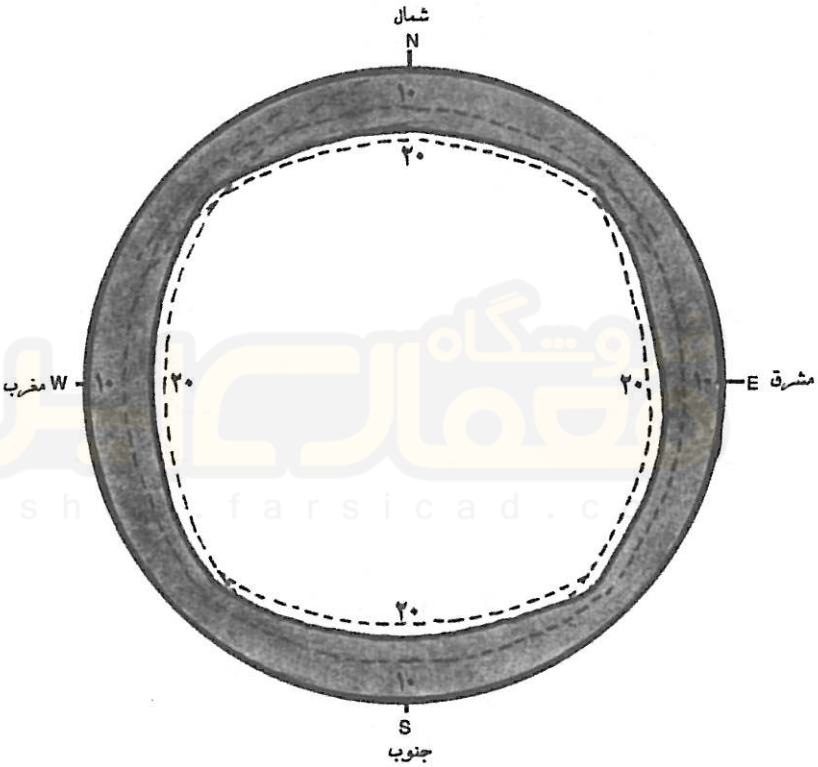
تصویر ۴۷.۳. نقاب سایهٔ حیاط از محل استقرار ناظر

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری



مقطع ب. ب



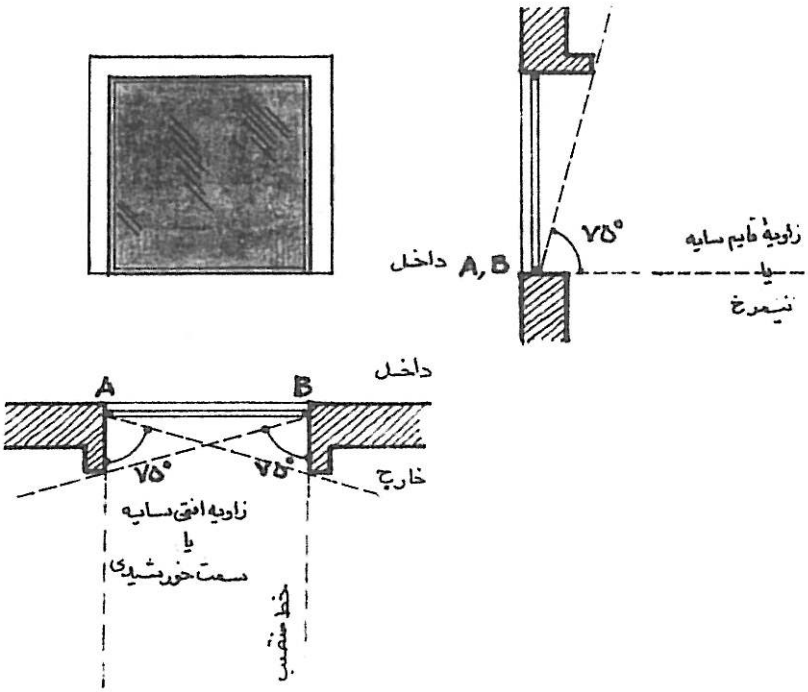
تصویر ۴۸.۳. نقاب سایهٔ حقیقی ساختمان از داخل حیاط

مثال: نورگیری مطابق تصویر ۴۹.۳ مفروض است. مطلوب است نقاب سایهٔ حقیقی نورگیر برای ناظر مستقر در پشت نورگیر (داخل اتاق).

پاسخ: برای ترسیم نقاب سایهٔ حقیقی نورگیر، یا به عبارت دیگر بخشی از نیمکرهٔ آسمان که همیشه و درهرحال از چشم ناظر مخفی خواهد ماند، چشم ناظر را در امتداد لبهٔ پائین نورگیر و چسبیده به آن در مواضع A و B قرار می‌دهیم تا حداکثر پهنهٔ آسمان را مشاهده کند. سپس زوایای قائم و افقی سایه را از این مواضع تعیین می‌کنیم. به این ترتیب که از محل استقرار ناظر صفحه‌ای عمود بر سطح نورگیر رسم می‌کنیم و در آن صفحه از چشم ناظر به لبهٔ خارجی بالای نورگیر خطی مستقیم می‌کشیم و زاویهٔ آن را با کف افقی نورگیر محاسبه می‌کنیم تا زاویهٔ قائم سایه به دست آید (مقطع در تصویر ۴۹.۳).

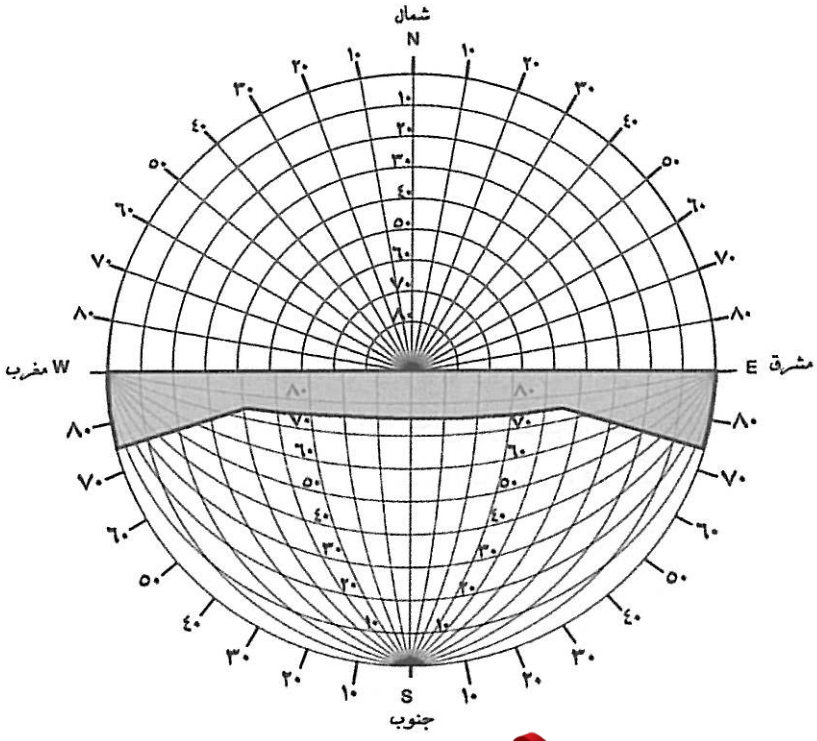
NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری



تصویر ۴۹.۳. زاویه‌های قائم و افقی سایه برای نورگیر

برای تعیین زاویهٔ افقی سایه در موضع A، از چشم ناظر واقع در این محل به لبهٔ خارجی طرف دیگر نورگیر خطی افقی و مستقیم رسم و زاویهٔ این خط را با خط عمود بر نورگیر (منتصب نورگیر) در این محل مشخص می‌کنیم. به همین ترتیب، زاویهٔ افقی سایه را برای موضع B به دست می‌آوریم (پلان در تصویر ۴۹.۳).



تصویر ۵۰.۳. نقاب سایهٔ حقیقی نورگیر

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

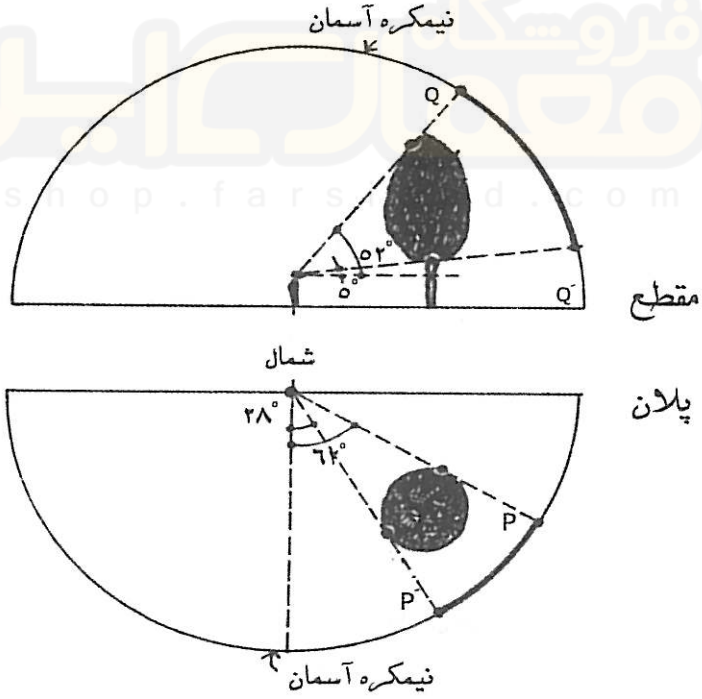
farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

سپس به کمک نقالهٔ سایه‌یاب، منحنی مربوط به زاویهٔ قائم سایه و شعاع‌های مربوط به زاویه‌های افقی سایه را پیدا و منطقهٔ مخفی از چشم ناظر را با رنگ خاکستری مشخص می‌کنیم (تصویر ۵۰.۳). بدیهی است تا زمانی که خورشید در قسمت خاکستری قرار دارد، ناظر پشت نورگیر آن را رؤیت نخواهد کرد و در نتیجه ناظر در سایه قرار خواهد داشت. به عبارت دیگر، مادام که خورشید در محدودهٔ نقاب سایهٔ حقیقی قرار دارد، لکهٔ آفتاب در روی سطح نورگیر نخواهد افتاد.

۵.۲.۲.۱.۳. نقاب سایهٔ اجسام نامنظم

پس از آشنایی با روش ترسیم نقاب سایهٔ اجسام منظم، ترسیم نقاب سایهٔ اجسام نامنظم آسان خواهد بود، زیرا در عمل می‌توان نقاب سایهٔ چند نقطهٔ انتخابی از پیرامون ظاهری جسم نامنظم را تعیین کرد و از اتصال آنها به هم، نقاب سایهٔ جسم نامنظم را به دست آورد.

مثال: مطلوب است نقاب سایهٔ درخت تصویر ۵۱.۳ از محل استقرار ناظر.



تصویر ۵۱.۳. زاویه‌های قائم و افقی سایه برای درخت

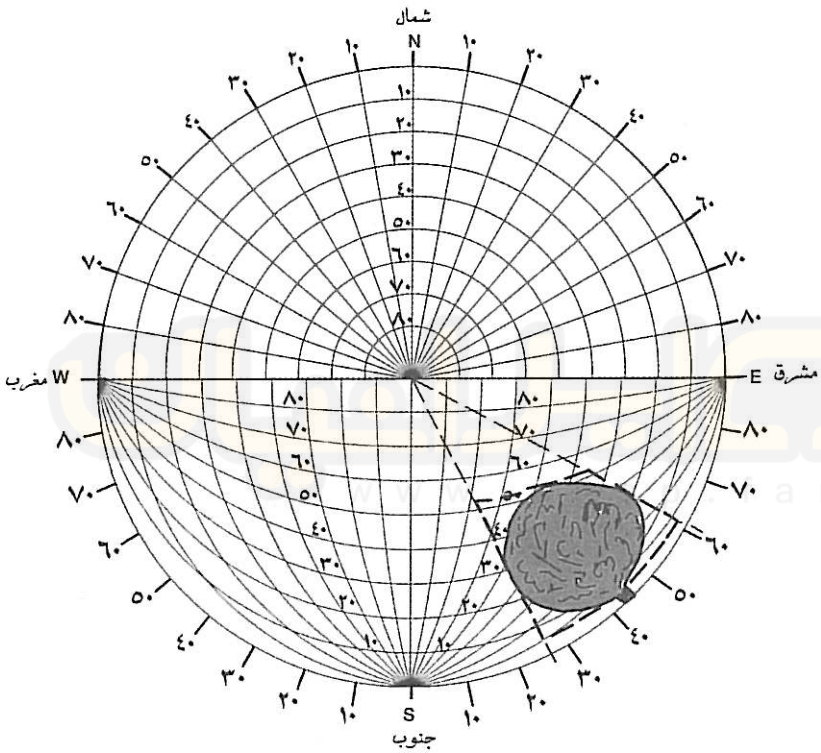
پاسخ: از چشم ناظر دو صفحهٔ قائم P و P' را به دو طرف درخت مماس می‌کنیم و زاویهٔ این دو صفحه را با راستای شمال و جنوب به دست می‌آوریم. نقاب سایهٔ درخت در میان دو شعاع مربوط به این دو زاویه (از نقاب سایه‌یاب) محصور است. همچنین از چشم ناظر صفحات Q و Q' را چنان رسم می‌کنیم که بر بالا و پایین

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معماری و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

حجم اصلی درخت مماس شوند (تصویر ۵۱.۳، پلان). زوایای دو صفحهٔ اخیر و صفحهٔ افق را محاسبه و خطوط منحنی مربوط به این زوایا را بر روی نقالهٔ سایه‌یاب مشخص می‌کنیم. نقاب سایهٔ درخت در میان این دو منحنی نیز قرار می‌گیرد.

تصویر ۵۲.۳ نقاب سایهٔ درخت را با دقت مناسب کارهای معماری نشان می‌دهد. در صورتی که دقت بیشتری مورد نیاز باشد، باید نقاط اضافی دیگری بر روی پیرامون ظاهری درخت انتخاب و نقاب سایهٔ آن نقاط را هم تعیین کرد تا نقاب سایهٔ درخت به کمک نقاط بیشتری به دست آید.



تصویر ۵۲.۳. نقاب سایهٔ درخت

۶.۲.۲.۱.۳. الگوی طراحی پنجره و نورگیر

حال به موضوع اصلی، که همان طراحی پنجره با سایبان‌های مناسب مواقع نیاز به سایه است، می‌پردازیم و توجه خواننده را به این نکته جلب می‌کنیم که رمز این کار در طرح نقاب سایهٔ مناسب مواقع نیاز به سایه و تشخیص ابعاد واقعی پنجره و سایبان‌های آن از روی نقاب سایه نهفته است.

بدیهی است در این کار نیز تجربه نقش عمده‌ای بازی می‌کند و شایسته است طراحان ما چشمان خود را با نقاب سایهٔ اجسام و اجزای ساختمانی محیط اطراف خود آشنا کنند.[1]

1. A. Olgyay & V. Olgyay, *Solar Contral & Shading Devices*, Princeton University Press, 1976, pp. 89-92.

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

۷.۲.۲.۱.۳. طرح نقاب سایهٔ مناسب

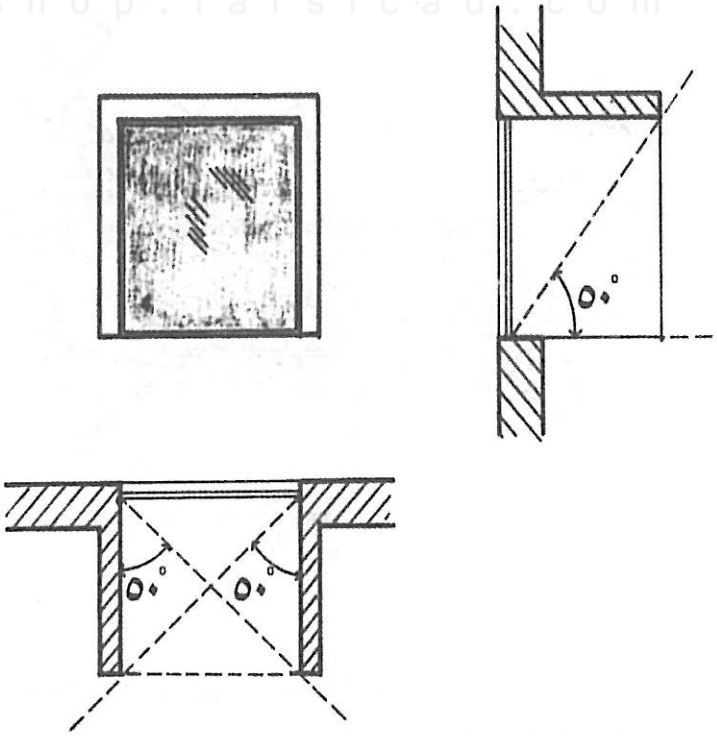
گفته شد که رمز طراحی پنجره و سایبان مناسب مواقع نیاز به سایه در طرح نقاب سایهٔ مناسب نهفته است. حال اضافه می‌کنیم که شکل نقاب سایهٔ مناسب باید منطقهٔ نیاز به سایه را (که در نمودار مسیر خورشید مکان مورد مطالعه مشخص می‌شود) بپوشاند. برای روشن شدن مطلب طرح مثال‌های زیر خالی از فایده نیست.

مثال: فرض می‌شود پنجره‌ای با سایبان‌های قائم و افقی مطابق تصویر ۵۳.۳ موجود است و نقاب سایهٔ حقیقی آن نیز به دست آمده است (تصویر ۵۴.۳). اگر پنجره متعلق به نمای جنوبی یک ساختمان در چاه‌بهار باشد، مشخص کنید که سایبان‌های آن

۱. متناسب مواقع نیاز به سایه (مواقع گرم سال) و

۲. متناسب مواقع نیاز به آفتاب (مواقع سرد سال) خواهد بود یا خیر.

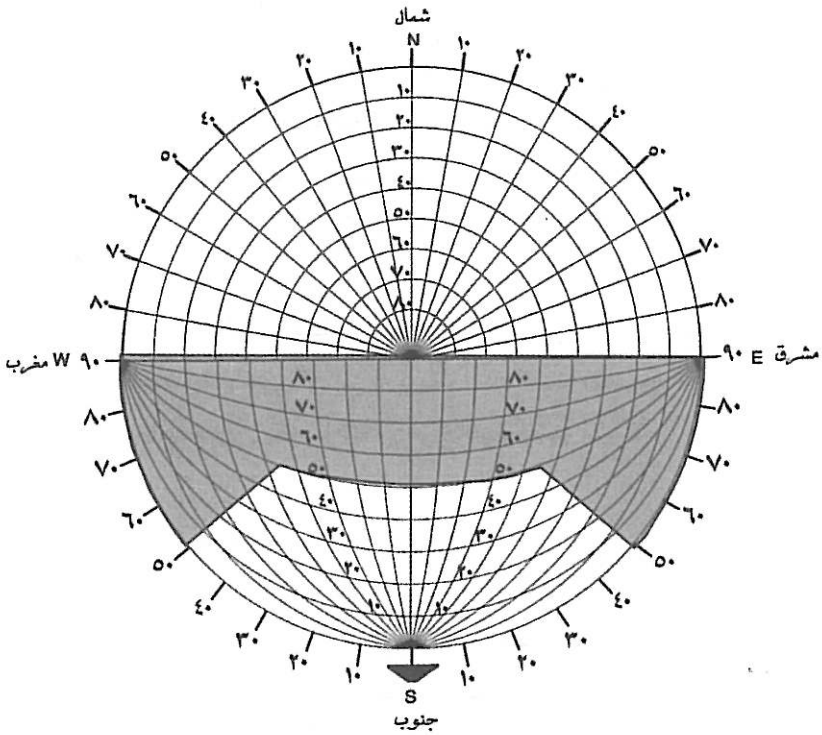
پاسخ: نقاب سایهٔ پنجره را، که بر روی نقاب سایه‌یاب منتقل شده است، بر نقشهٔ مسیر خورشیدی، که حاوی تقویم نیاز سایه و آفتاب چهاربهار باشد، منطبق می‌کنیم و قطر نقالهٔ سایه‌یاب را در جهت شرق و غرب قرار می‌دهیم تا پیکان نقاله جهت جنوب جغرافیایی را نشان دهد (تصویر ۵۵.۳). سپس به بررسی‌های لازم به شرح زیر می‌پردازیم. با توجه به پرسش اول از تصویر درمی‌یابیم:



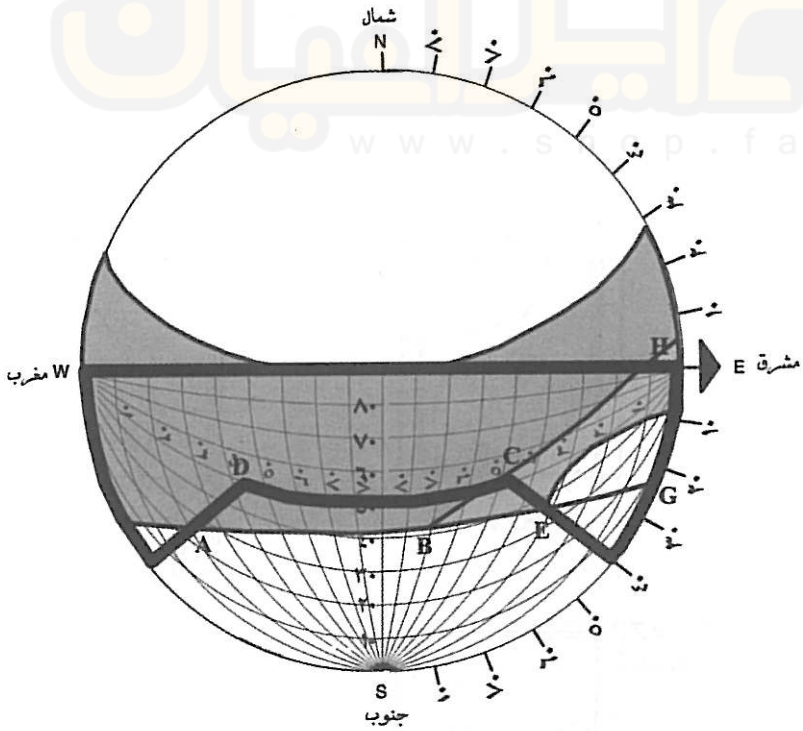
تصویر ۵۳.۳. مشخصات یک پنجرهٔ جنوبی در چاه‌بهار

www.shop.farsicad.com
NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معماری و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری



تصویر ۵۴.۳. نقاب سایهٔ حقیقی پنجرهٔ مورد مطالعه



تصویر ۵۵.۳. وضعیت نقاب سایهٔ پنجرهٔ مورد مطالعه نسبت به منطقهٔ نیاز به سایهٔ چاه‌بهار

نقاب سایهٔ پنجره بخش قابل ملاحظه‌ای از منطقهٔ نیاز به سایهٔ مشخص شده بر روی نمودار مسیر خورشید را می‌پوشاند، ولی دو محدودهٔ ABCD و BEC از زیر

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

پوشش نقاب سایه بیرون می‌افتند. پس در مواقع مربوط به این دو محدوده، اشعهٔ خورشید از دهانهٔ پنجره عبور می‌کند و به داخل اتاق وارد می‌شود. در نتیجه باید پذیرفت که نقاب سایهٔ پنجره متناسب با مواقع گرم نیست و باید در شکل آن تجدید نظر کرد، به طوری که

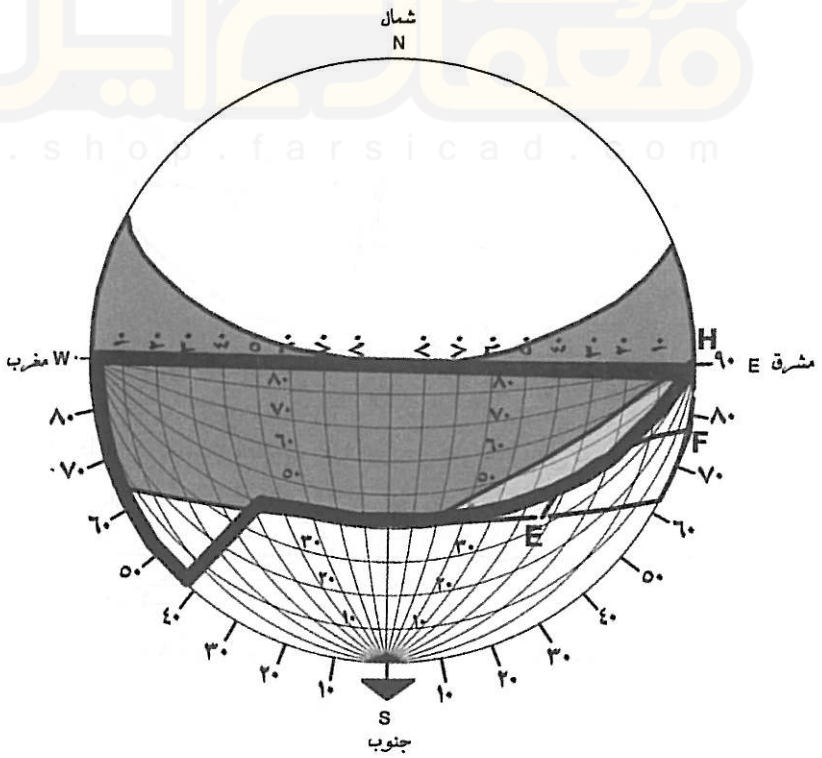
۱. تمامی محدودهٔ ABCD و

۲. بخش اعظم محدودهٔ BEC، با توجه به شرایط اقلیمی چاه‌بهار، در زیر پوشش نقاب واقع شود.

با توجه به پرسش دوم و همان تصویر می‌توان دریافت:

نقاب سایهٔ پنجرهٔ مورد مطالعه تمامی محدودهٔ EFG از منطقهٔ نیاز به تابش در دو فصل سال و CEFH از منطقهٔ نیاز به تابش در یک فصل سال را پوشانده است. پس خورشید،در مواقع مربوط به این دو محدوده، از نظر مخفی خواهد ماند و ناظر پشت پنجره از دریافت گرمای خورشید محروم خواهد شد. در نتیجه نقاب سایهٔ پنجره این بار نیز مناسب نیست و نیاز به اصلاح دارد.

برای اصلاح مشکل اول، باید زاویهٔ قائم سایبان بالای پنجره و زاویهٔ افقی سایهٔ متعلق به سایبان قائم سمت چپ پنجره را از ۵۰° به ۴۰° کاهش داد (تصویر ۵۶.۳).



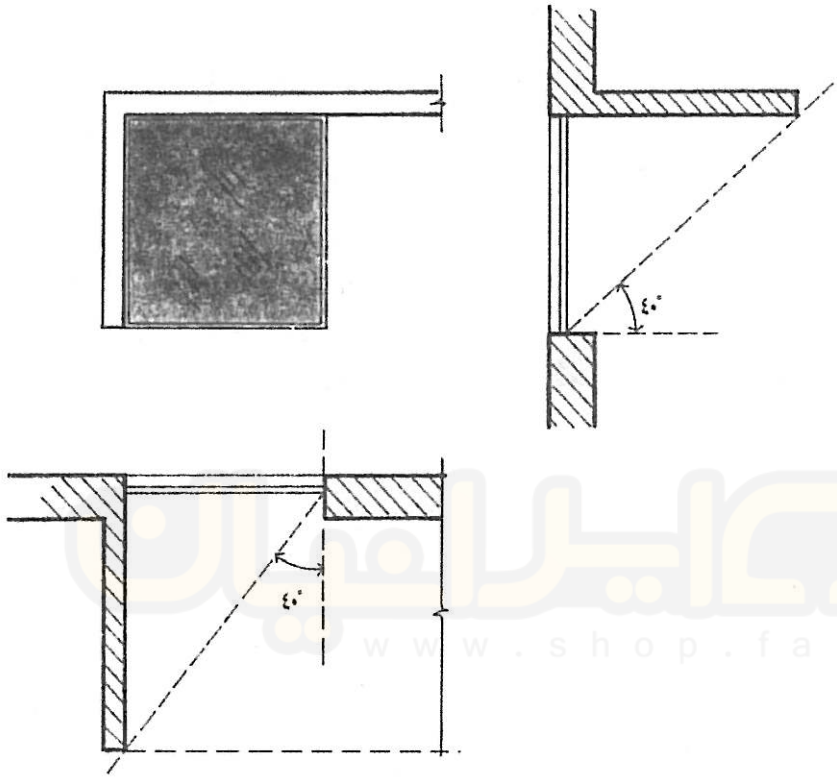
تصویر ۵۶.۳. اصلاح نقاب سایهٔ پنجره با توجه به منطقهٔ نیاز به سایه

برای حل مشکل دوم، باید از سایبان قائم سمت راست پنجره صرف‌نظر کرد و به طول سایبان افقی بالای پنجره مطابق تصویر ۵۷.۳ افزود. به این ترتیب، همهٔ

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معماری و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

مواقع نیاز به سایه برای دو فصل سال به زیر پوشش نقاب سایهٔ اخیر خواهد رفت و مواقع نیاز به تابش از زیر پوشش آن خارج خواهد شد. اما به‌رغم این اصلاحات، همچنان بخشی از منطقهٔ نیاز به تابش در یک فصل سال (منطقهٔ خاکستری کم‌رنگ در تصویر ۵۷.۳) در زیر نقاب سایه باقی خواهد ماند. این نقیصه با توجه به اقلیم چاه‌بهار، که مبارزه با گرما را می‌طلبد، فاقد اهمیت است و نادیده گرفته می‌شود.[۱]



تصویر ۵۷.۳. اصلاح نهایی سایبان‌های پنجرهٔ مورد مطالعه

www.shop.farsicad.com

مثال: مطلوب است طراحی سایبان پنجره و نورگیرهای شرقی در منطقهٔ چاه‌بهار (با این فرض که پنجرهٔ شرقی در چاه‌بهار مجاز باشد).

پاسخ: برای طراحی سایبان مطلوب طبق مراحل زیر عمل می‌کنیم.

۱. تقویم نیاز سایه و آفتاب چاه‌بهار را به دست می‌آوریم.

۲. محدودهٔ منطقهٔ نیاز به سایه را از این تقویم به نمودار مسیر خورشید چاه‌بهار منتقل می‌کنیم.

۳. قطر نقالهٔ سایه‌یاب را بر راستای شمال و جنوب نمودار مسیر خورشید منطبق می‌کنیم تا پیکان نقاله به سمت مشرق نشانه برود.

۴. با استفاده از نقالهٔ سایه‌یاب، یک یا چند نقاب سایه به گونه‌ای طراحی می‌کنیم که مواقع نیاز به سایه برای دو فصل سال کاملاً پوشیده باشد و در عین حال، بخش اعظم منطقهٔ نیاز به سایه برای یک فصل سال و حداقل منطقهٔ نیاز به تابش پوشیده شود.

۱. برای اعمال دقت بیشتر در طرح نقاب سایهٔ مناسب مطالعهٔ مفهوم *کارایی سایبان* (پیوست ۷) توصیه می‌شود.

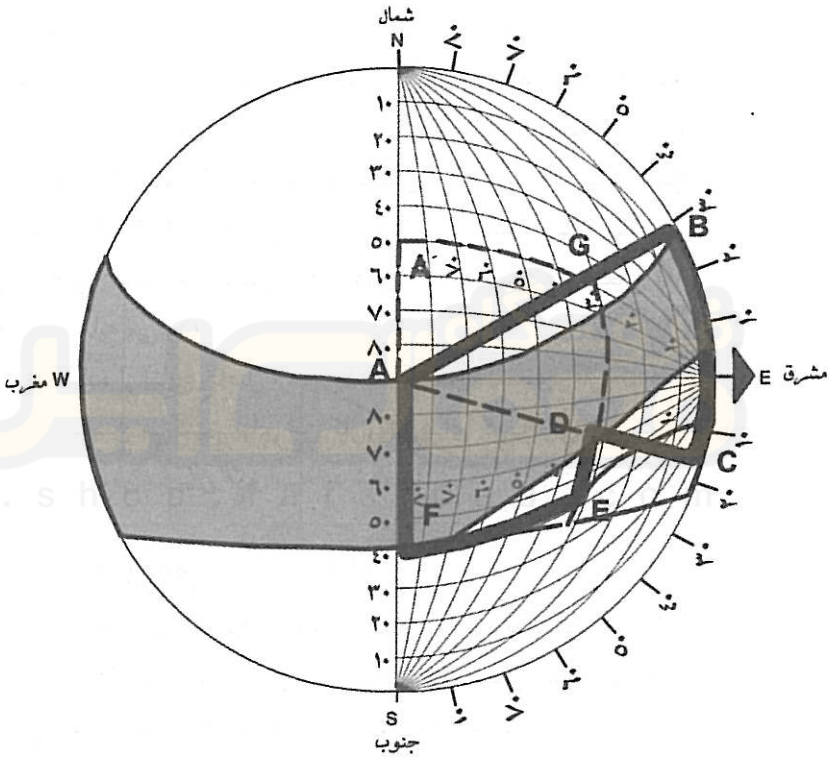
NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معماران و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

۵. با استفاده از نقالهٔ سایه‌یاب، زاویهٔ قائم و افقی سایه را برای یکایک خطوط پیرامون نقاب سایه استخراج می‌کنیم. به مرحلهٔ اخیر، مرحلهٔ تجزیهٔ نقاب سایهٔ حقیقی گفته می‌شود.

۸.۲.۲.۱.۳. تجزیهٔ نقاب سایه

تصویر ۵۸.۳ یک نقاب سایهٔ قابل قبول را برای پنجره‌های شرقی ساختمان در چاه‌بهار نشان می‌دهد. با توجه به این نمونه، می‌توان مشاهده کرد که نقاب سایهٔ پیشنهادی به دو قطعهٔ AGEF و GBCD قابل تجزیه است (تصویر ۵۸.۳ و ۵۹.۳).



تصویر ۵۸.۳. نقاب سایهٔ پنجرهٔ شرقی در چاه‌بهار

قطعهٔ GBCD نشان‌دهندهٔ آن است که وجود سایبان قائم در جلو پنجرهٔ مورد مطالعه ضروری است. شعاع AB راستای نقاب سایهٔ لبهٔ قائم سمت راست سایبان قائم را تشکیل می‌دهد و با خط عمود بر سطح پنجره (منتصب) زاویهٔ ۳۰° می‌سازد. پاره‌خط $\overline{DC}$ نقاب سایهٔ لبهٔ سمت چپ سایبان قائم است و با خط عمود بر سطح پنجره، زاویهٔ افقی سایه ۱۵° تشکیل می‌دهد.

$\overline{DC}$: لبهٔ سمت راست سایبان قائم (از نظر همان ناظر)

$\overline{AF}$: راستای سطح پنجره

AGEF : نقاب سایهٔ سایبان افقی

$\widehat{FE}$: لبهٔ سمت راست سایبان افقی، عمود بر سطح پنجره (از نظر ناظر واقع در

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

پشت پنجرهٔ داخل ساختمان)

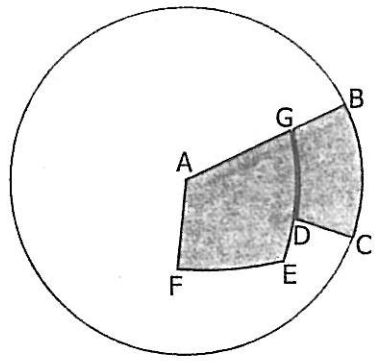
$\widehat{GE}$: لبهٔ جلوی سایبان افقی، موازی با سطح پنجره

$\overline{AG}$: لبهٔ سمت چپ سایبان افقی که با سطح پنجره زاویهٔ باز می‌سازد (از نظر همان ناظر)

$\widehat{GD}$: فصل مشترک سایبان افقی و قائم

GBCD : سایبان قائم

$\overline{GB}$: لبهٔ سمت چپ سایبان قائم (از نظر ناظر واقع در داخل ساختمان)



تصویر ۵۹.۳. تجزیهٔ نقاب سایهٔ پنجره‌های شرقی در چاه‌بهار

قطعهٔ AGEF نشان می‌دهد که وجود سایبان افقی در بالای پنجره ضروری است. منحنی $\widehat{GD}$، فصل مشترک دو قطعهٔ AGEF و GBCD، دلالت بر آن می‌کند که سایبان قائم و افقی پنجره دارای فصل مشترکی به موازات سطح پنجره است. زاویهٔ قائم سایه برای فصل مشترک دو سایبان ۳۰° است (تصویر ۵۹.۳). همچنین منحنی $\widehat{EF}$ نقاب سایهٔ لبهٔ سمت چپ سایبان افقی است (عمود بر سطح شیشه) و زاویهٔ قائم سایه ۴۰° درست می‌کند و شعاع AG نقاب سایهٔ لبهٔ سمت راست سایبان افقی است که بر سطح پنجره عمود نیست (وگرنه منحنی $\widehat{AG}$ به جای AG نقاب سایه می‌بود).

با استفاده از نتایج حاصل از تجزیهٔ نقاب سایه (تصویر ۶۰.۳)، ابعاد حقیقی سایبان را تعیین می‌کنیم. برای این کار روش‌های گوناگونی وجود دارد، ولی در این مثال از روش *سایبان الگو* استفاده شده است.

۹.۲.۲.۱.۳. سایبان الگو

برای درک بهتر مفهوم سایبان الگو، این مبحث را با توضیحات مربوط به هندسهٔ این سایبان آغاز می‌کنیم و یادآور می‌شویم که شکل نقاب سایه با بزرگی و کوچکی پنجره ربطی ندارد و فقط نسبت بین ابعاد سایبان و پنجره را نشان می‌دهد. به همین دلیل، فعلاً از عرض پنجره صرف‌نظر و ارتفاع آن معادل واحد انتخاب می‌شود و مطالعه به شرح زیر ادامه پیدا می‌کند.

۱. بر روی محور oy (فصل مشترک دو صفحهٔ V و V_1 در تصویر ۶۰.۳ الف طول oA را معادل واحد جدا می‌کنیم. همچنین صفحهٔ V را به عنوان صفحهٔ پنجره و خط oz (فصل مشترک صفحهٔ H و صفحهٔ V_1 در همان تصویر) را به عنوان خط عمود بر سطح پنجره از محل استقرار چشم ناظر می‌پذیریم.

۲. از نقطهٔ A صفحهٔ H_1 را به موازات H رسم می‌کنیم. این صفحه نمایندهٔ سایبان افقی بالای پنجرهٔ مفروض است. فصل مشترک دو صفحهٔ H_1 و V در تصویر ۶۰.۳ الف راستای پاره‌خط AF را به وجود می‌آورد.

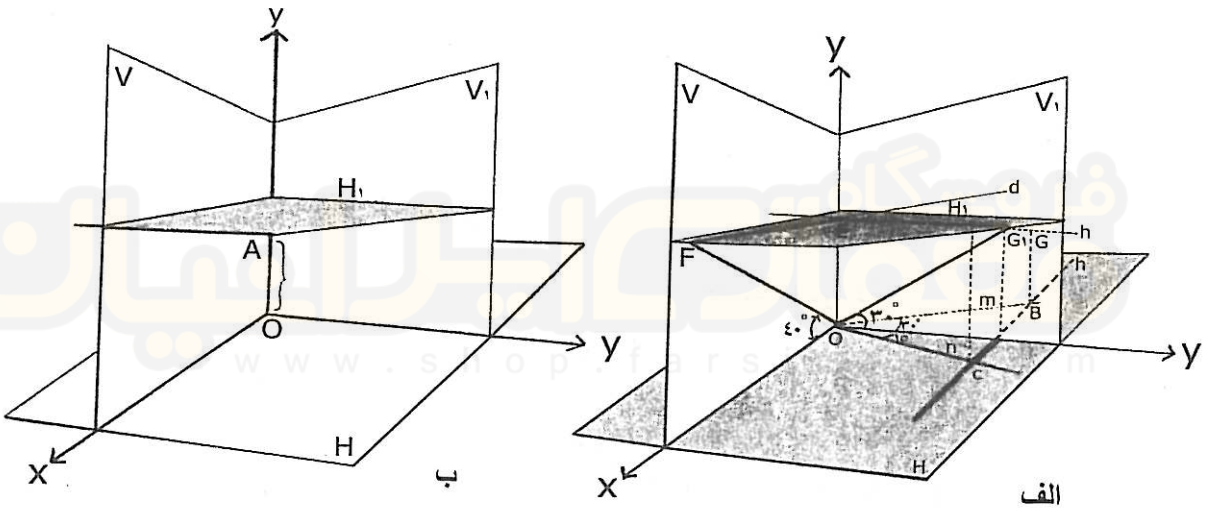
۳. برای تعیین نقطهٔ F بر روی راستای اخیر، از مبدأ o خطی در صفحهٔ V رسم

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

می‌کنیم که با محور ox (فصل مشترک صفحهٔ H و V در تصویر اخیر) زاویهٔ ۴۰° (زاویهٔ قائم سایه برای لبهٔ EF) درست کند. از برخورد این خط با فصل مشترک دو صفحهٔ H_1 و V، نقطهٔ F به دست می‌آید (تصویر ۶۰.۳. ب). با وجود نقطهٔ F، تعیین امتداد EF ساده می‌شود. کافی است از نقطهٔ F در صفحهٔ H_1، خط d را عمود بر یال AF رسم کنیم.

۴. برای تعیین راستای EG، از مبدأ o خطی در صفحهٔ V_1 رسم می‌کنیم که با محور oz زاویهٔ ۳۰° درست کند (زاویهٔ قائم سایه برای لبهٔ EG). خط اخیر صفحهٔ H_1 را در نقطهٔ G_1 قطع می‌کند. از G_1 خط h را به موازات AF رسم می‌کنیم. این خط در صفحهٔ H_1 واقع می‌شود و با خط d در نقطهٔ E تلاقی خواهد کرد. برای تعیین محل G بر روی خط h تا پایان مرحلهٔ دیگر صبر می‌کنیم (تصویر ۶۰.۳. ب).



تصویر ۶۰.۳. هندسهٔ سایبان الگو

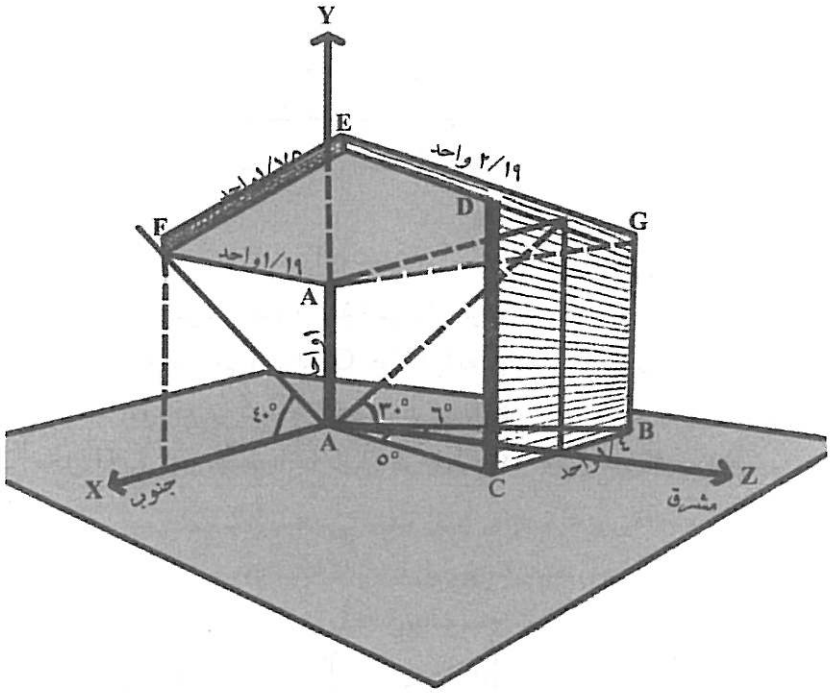
۵. برای تعیین BC، نخست h' را، که همان تصویر h بر روی صفحهٔ H است، رسم می‌کنیم. سپس از مبدأ o در صفحهٔ H دو نیم خط om و on را به گونه‌ای ترسیم می‌کنیم که با محور oz به ترتیب زوایای ۳۰° و ۱۵° (زاویهٔ افقی سایه برای لبه‌های سایبان قائم) درست کند. دو نیم خط اخیر راستای h' (محل پاره‌خط BC) را به ترتیب در نقاط B و C قطع خواهد کرد که BC عرض سایبان قائم را نشان خواهد داد (تصویر ۶۰.۳. ب).

۶. نقطهٔ نظیر B را بر روی صفحهٔ H_1 پیدا می‌کنیم که همان نقطهٔ G است.

۷. با استفاده از نقاط و خطوط حاصل از عملیات بالا، تصویر کامل سایبان افقی و قائم پنجرهٔ مفروض (ارتفاع واحد و عرض صفر) را به دست می‌آوریم و سپس به کمک معادلات مثلثاتی طول همهٔ اضلاع سایبان را نسبت به ارتفاع OA محاسبه می‌کنیم (تصویر ۶۱.۳).

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری



تصویر ۳.۶۱. پرسپکتیو سایبان الگو

به سایبان محاسبه شده با مفروضات بالا در اصطلاح سایبان الگو برای پنجره‌های شرقی در منطقهٔ چاه‌بهار گفته می‌شود. با در دست داشتن سایبان الگو، برای یک جهت و یک محل معین، محاسبهٔ سایبان همهٔ پنجره‌های واقع در آن جهت و آن محل آسان می‌شود.

۳.۱.۲.۲.۱۰. نحوهٔ استفاده از سایبان الگو

پس از به دست آمدن سایبان الگو باید در ابعاد آن متناسب با ابعاد پنجرهٔ واقعی تجدیدنظر شود. توضیح آنکه ابعاد سایبان الگو متعلق به سایبان پنجره‌ای به ارتفاع واحد و عرض صفر است. پس اگر بنا شود به جای oA در تصویر ۶۰.۳ تمامی سطح یک پنجره از تابش مستقیم خورشید در امان باشد، باید به عرض سایبان‌های به دست آمده به میزان عرض پنجرهٔ مورد مطالعه اضافه شود تا زاویهٔ قائم سایهٔ لبه‌های سمت راست و چپ سایبان افقی پنجره همچنان معادل زاویهٔ قائم سایه در سایبان الگو باقی بماند. به همین دلیل برای به دست آوردن عمق سایبان افقی و ارتفاع سایبان قائم یک پنجرهٔ شرقی در چاه‌بهار، ارتفاع پنجرهٔ موردنظر در عمق سایبان افقی و ارتفاع سایبان قائم الگو ضرب می‌شود. چرا؟[1]

مثال زیر یک نمونهٔ استفاده از سایبان الگو را نشان می‌دهد.

مثال: پنجره‌ای شرقی به ارتفاع ۷۵ و عرض ۵۰ سانتی‌متر مفروض است. سایبان‌های این پنجره را به گونه‌ای طراحی کنید که مناسب مواقع نیاز به سایهٔ منطقهٔ چاه‌بهار باشد.

۱. به منظور خودآزمایی، یافتن پاسخ پرسش‌های بالا به خواننده واگذار شده است.

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

پاسخ: ابعاد سایبان‌های پنجره با توجه به ابعاد سایبان‌های الگوی پنجره‌های شرقی چاه‌بهار (تصویر ۶۱.۳) طبق عملیات زیر به دست می‌آید.

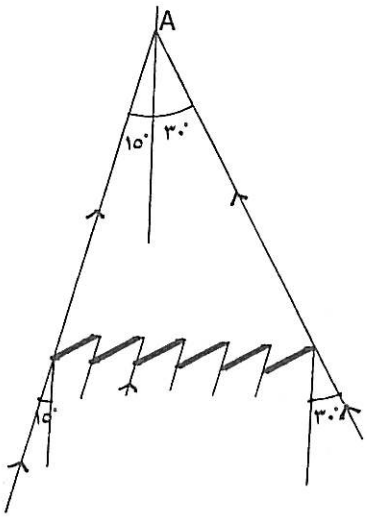
عمق سایبان افقی پنجره به سانتی‌متر $۷۵\times۱/۷۵\cong۱۳۱$

ارتفاع سایبان قائم پنجره به سانتی‌متر $۷۵\times۱=۷۵$

عرض سایبان افقی به سانتی‌متر (قسمت باریک‌تر) $(۷۵\times۱/۱۹)+۵۰\cong۱۳۹$

عرض سایبان افقی به سانتی‌متر (قسمت پهن‌تر) $(۷۵\times۲/۱۹)+۵۰\cong۲۱۴$

عرض سایبان قائم پنجره به سانتی‌متر $(۷۵\times۱/۴۵)+۵۰\cong۱۵۹$



تصویر ۶۲.۳. سایبان مشبک قائم، متناسب با منطقه DGBC

چند نکتهٔ مهم:

باید توجه داشت که

۱. روش بالا چهارچوب کلی برای طراحی انواع سایبان به اشکال گوناگون را تهیه می‌کند، لذا در مثال فوق می‌توان از دیوارهای مشبک یا تیغه‌های قائم استفاده کرد و سایهٔ لازم را به وجود آورد.

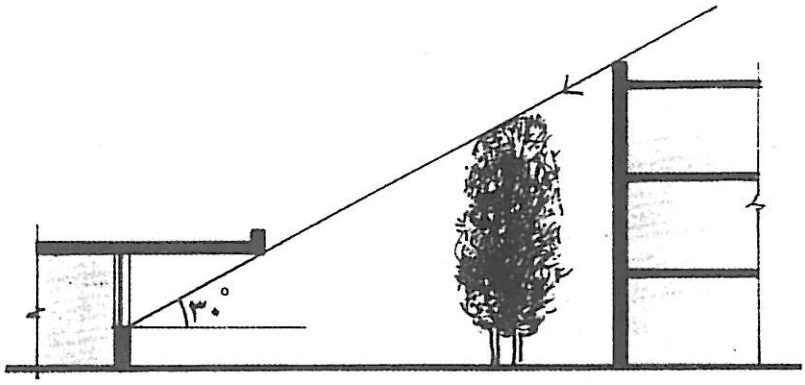
تصویر ۶۲.۳ روش استفاده از تیغه‌های قائم به جای سایبان قائم پر را نشان می‌دهد. بدیهی است استفاده از تیغه‌های قائم و سایبان مشبک برای مکانی که در آن تأمین روشنایی و تهویهٔ طبیعی فضای پشت سایبان ضروری است، درست و معقول به نظر می‌رسد.

۲. در نمونه‌های بالا فقط به بررسی تک پنجره‌های واقع در محوطهٔ باز توجه شده است، لذا برای طراحی چند پنجره در یک جبهه یا پنجره‌ای در جوار اجسام سایه‌ساز محیط، باید تأثیر اجسام اطراف پنجره را بر شکل و نقاب سایهٔ آن بررسی کرد. به این ترتیب می‌توان از تأثیر سوء سایه‌های نامطلوب بر روی پنجره جلوگیری کرد یا از وجود سایه‌های مطلوب حداکثر استفاده را کرد. به همین دلیل، اگر سایهٔ متناظر قسمت DGBC (تصویر ۵۹.۳) با درخت یا ساختمان‌های مجاور تأمین شود، دیگر نیازی به ایجاد سایبان قائم برای پنجرهٔ مورد مطالعه نخواهد بود (تصویر ۶۳.۳).

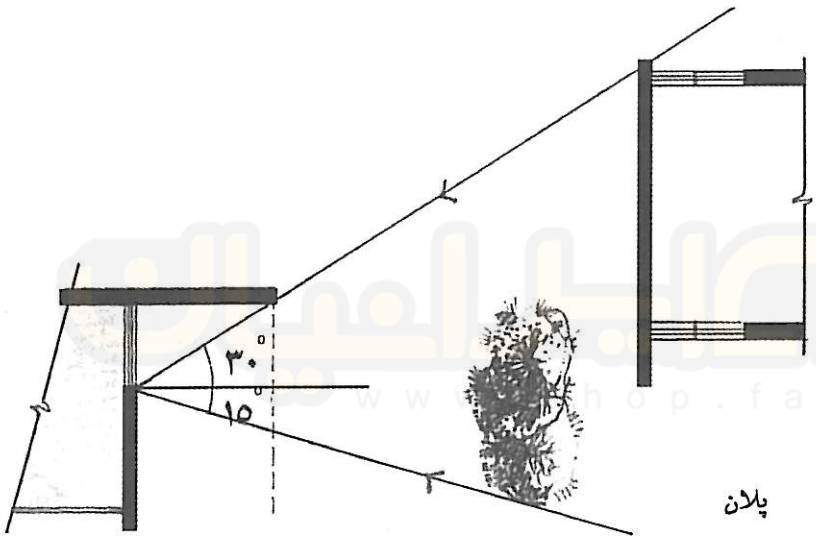
همچنین در شرایطی که ایجاد یک پنجره در جوار پنجرهٔ مورد مطالعه ضروری باشد، باید سایبان افقی و قائم پنجرهٔ مجاور را به گونه‌ای تعبیه کرد که مانع تابش آفتاب لازم به داخل پنجرهٔ مورد مطالعه نشود. مثلاً اگر نقاب سایهٔ حقیقی یک پنجرهٔ شرقی با درنظرگرفتن سایبان قائم و افقی آن مطابق تصویر ۶۴.۳ باشد، زاویهٔ افقی سایهٔ نزدیک‌ترین لبهٔ سایبان قائم آن نسبت به پنجرهٔ مجاور نباید کمتر از ۴۰° شود.

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری



مقطع



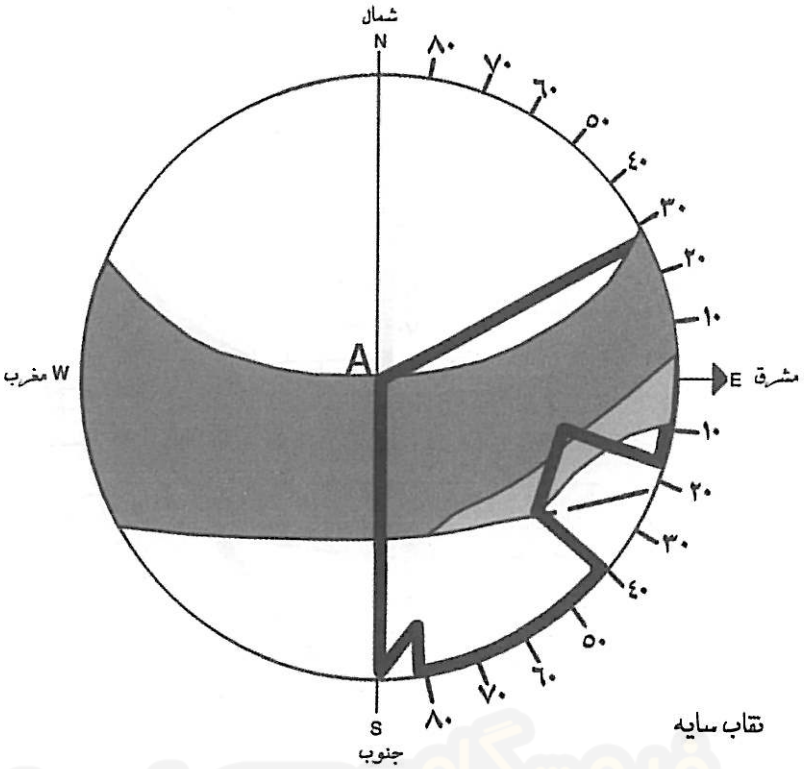
پلان

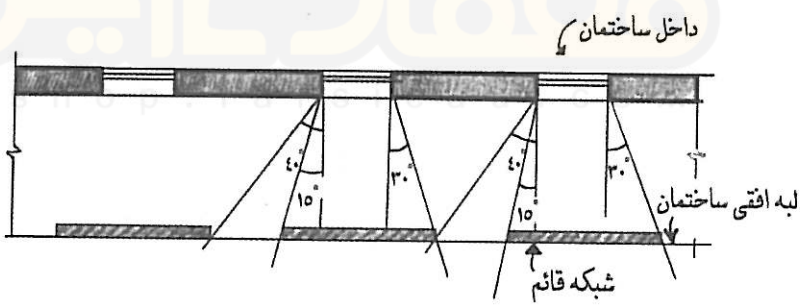
تصویر ۶۳.۳. درختان و ساختمان‌های نزدیک یک پنجره می‌توانند نقش سایبان را داشته باشند.

۳. گاه برای یک مورد می‌توان چندین نقاب سایه ارائه داد که کارکرد سایبان‌های مشابه آنها از لحاظ جذب و دفع آفتاب یکسان باشد (تصویر ۶۵.۳). در این صورت، برای انتخاب سایبان اصلح به مسائل دیگری از قبیل روشنایی طبیعی مورد لزوم، وسعت منظره، سهولت ساخت و جز آن توجه خواهد شد. شایان ذکر است که هر چه نقاب سایهٔ حقیقی یک پنجره بزرگ‌تر باشد، به همان میزان از روشنایی طبیعی اتاق کاسته می‌شود.

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری



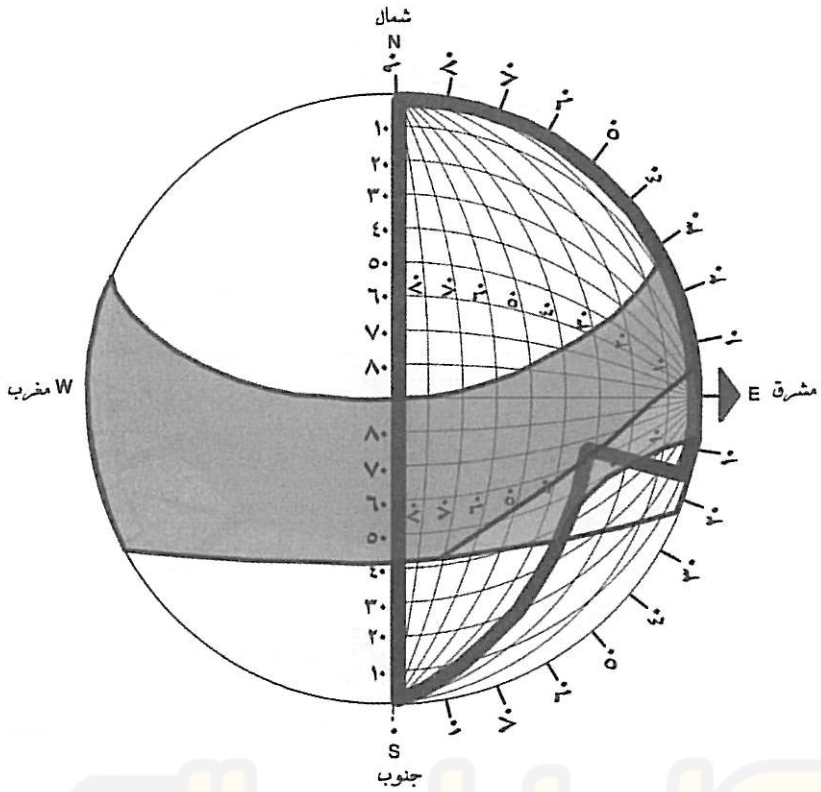


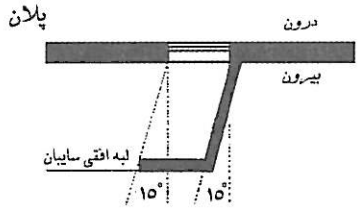
پلان

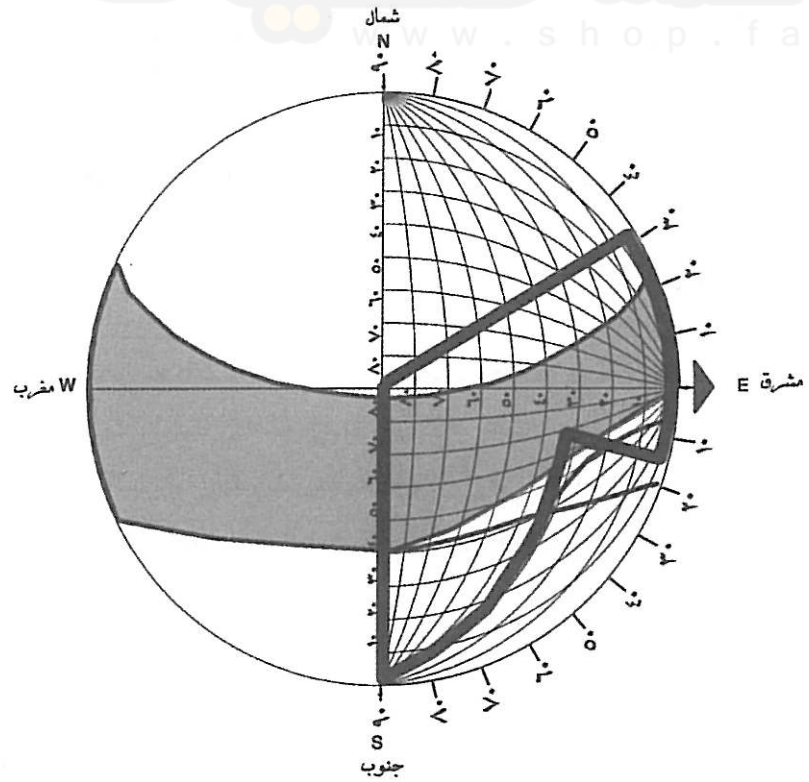
تصویر ۶۴.۳. نقاب سایه و اندازهٔ واقعی سایبان‌های قائم چند پنجرهٔ مجاور

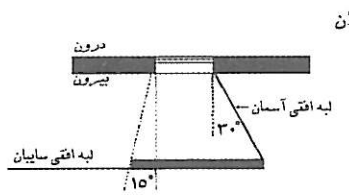
NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری









تصویر ۶۵.۳. دو نوع نقاب سایه برای یک پنجره

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

۳.۲.۱.۳. جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

در آغاز این فصل، پس از اشاره به رابطهٔ سایه و آسایش گرمایی، مفهوم سایه مترادف با عدم تابش مستقیم خورشید تلقی و تأکید شد که در مواقع گرم نیاز به سایه وجود خواهد داشت، لذا باید از ورود اشعهٔ مستقیم خورشید به داخل ساختمان جلوگیری کرد. در غیر این صورت، ورود آفتاب به داخل ساختمان احتمالاً به ناراحتی گرمایی ختم خواهد شد یا ناراحتی گرمایی را تشدید خواهد کرد. به همین دلیل، مطالب لازم برای طراحی پنجره یا نورگیر مناسب مواقع گرم ارائه شد.

اکنون یادآور می‌شود که گاه پنجره یا نورگیر ساختمان دارای ملحقاتی است که هر یک نقش معینی در تنظیم شرایط مطلوب درون ساختمان بازی می‌کنند (جدول ۳.۳)، ولی در این فصل به منظور گریز از پیچیده شدن مباحث سعی شده است که مبانی و اصول طراحی پنجرهٔ یک نورگیر ساده، که اجزای اصلی آن را یک قطعه شیشهٔ معمولی و سایبان‌های قائم و افقی ثابت تشکیل می‌دهند، ارائه شود.

برای معرفی روش‌های طراحی پنجره، از زاویهٔ افقی و قائم سایه، نقاب سایه، نقاب سایهٔ حقیقی، نقالهٔ سایه‌یاب و ... به تفصیل سخن رفت و روش استفاده از نقاب سایه، به مثابه روشی سریع و معتبر در معماری، معرفی شد. در این روش، ابتدا بر روی نقشهٔ مسیر خورشید مکان مورد مطالعه، مواقع اجتناب از اشعهٔ خورشید (مواقع گرم) مشخص و سپس نقاب سایه به گونه‌ای طراحی می‌شود که خورشید در مواقع مذکور از چشم ناظرِ واقع در پشت پنجره مخفی بماند. از برگردان نقاب سایه به واقعیت، شکل پنجره به همراه سایبان‌های قائم و افقی آن به دست می‌آید.

اشاره‌ای نیز به این واقعیت شد که اگر خورشید در مواقع نیاز به سایه در پشت موانع طبیعی و مصنوع محیط اطراف ساختمان از قبیل کوه، تپه، ساختمان‌های مجاور، درختان سایه‌دار و... واقع شود، به طوری که از چشم ناظر مخفی بماند، دیگر نیازی به احداث سایبان برای پنجرهٔ مورد مطالعه نخواهد بود. به همین دلیل، پیش از تصمیم‌گیری در مورد ابعاد سایبان‌های یک پنجره لازم است که نقاب سایهٔ حقیقی پنجره را با در نظر گرفتن اجسام سایه‌ساز اطراف آن تهیه و نتیجه را عیناً به نمودار مسیر خورشید مکان مورد مطالعه منتقل کنیم. در این صورت احتمال وقوع دو حالت وجود دارد:

۱. نقاب سایه، مواقع نیاز به سایهٔ مشخص شده بر روی نمودار مسیر خورشید را به کلی بپوشاند که دیگر نیازی به سایبان نخواهد بود.

۲. نقاب سایه، تمامی مواقع نیاز به سایه یا بخشی از آن را نپوشاند، که در این صورت سایبان با توجه به بخش *غیر پوشیده* طراحی می‌شود.

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

جدول ۳.۳. اجزای پنجره و کارکرد آن‌ها

اجزای ساختمانی	کارکرد	موارد استفاده
جلو پنجره‌ای، چوبی یکپارچه (دریچهٔ چوبی محافظ پنجره)	۱. ممانعت از ورود اشعه به داخل اتاق ۲. ایجاد امنیت ۳. ممانعت از نفوذ باران به داخل ٤. حفاظت پنجره در مقابل بادهای سخت ۵. کاهش روشنایی خیره کننده ٦. کاهش سرعت تبادل حرارت هوای داخل وخارج	برای پنجره‌های بدون سایبان در مناطق گرم آفتابی و مناطقی که توفان پنجره را تهدید می‌کند
جلو پنجره‌ای کرکره‌ای	۱. کاهش روشنایی و نور خیره‌کننده ۲. ایجاد امنیت ۳. تسهیل در حرکت هوا و تهویه ٤. استتار داخل ۵. جلوگیری از تابش مستقیم خورشید ٦. قبول اشعهٔ بازتابشی	برای مناطقی که تهویه در شب ضرورت دارد و مناطقی که اشعهٔ بازتابشی زیاد است
شبکهٔ محافظ	۱. تأمین امنیت ۲. کاهش روشنایی و نور خیره کننده ۳. استتار داخل ٤. جلوگیری از ورود اشعهٔ مستقیم	برای مناطقی که تهویهٔ اتاق در شب ضروری است
توری پنجره	۱. جلوگیری از ورود حشره ۲. کمک به استتار داخل در روز ۳. کاهش شدت نور وجلوگیری ازخیره‌کنندگی آن ٤. کاهش شدت تابش مستقیم خورشید ۵. کاهش سرعت جریان هوا	در مناطقی که تهویهٔ اتاق در شب ضرورت دارد
سایبان‌های ثابت	۱. امکان دید و منظر به خارج اتاق ۲. جلوگیری از نفوذ باران به داخل ۳. جلوگیری از تابش مستقیم خورشید به داخل ٤. جلوگیری از خیره‌کنندگی به دلیل شدت نور	برای اتاق‌های روبه آفتاب و در جایی‌که سایه، منظر و روشنایی باهم مورد لزوم باشد
حصیر	۱. جلوگیری از ورود حشرات ۲. استتار داخل در روز ۳. کاهش شدت روشنایی ٤. کاهش گرمای تابشی بیرون ۵. تسهیل در تهویه و جریان هوا	در مناطق گرم و جایی که اشعهٔ مستقیم خورشید بسیار است

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

ادامهٔ جدول ۳.۳

اجزای ساختمانی	کارکرد	موارد استفاده
پردهٔ ضخیم	۱.کاهش سرعت تبادل حرارت هوای داخل وخارج ۲. استتار داخل در شب ۳. کاهش روشنایی طبیعی	برای اتاق‌هایی که در شب‌های سرد استفاده می‌شوند
پردهٔ نازک (توری)	۱. کاهش شدت نور ۲. پخش نور ۳. استتار داخل در روز	اتاق‌هایی که روزها استفاده می‌شوند
شیشه (بسته)	۱. کاهش اتلاف حرارت ۲. ایجاد گرما درداخل ساختمان طبق خاصیت گلخانه ۳. ارتباط بصری بین داخل و خارج ٤. ایجاد روشنایی ۵. جلوگیری از ورود گردوغبار ،سروصدا، حشره و باد و باران	پنجره‌های ثابت برای مناطق سرد

منبع: Evans 1980, p. 110.

باید توجه داشت که صحت عمل طراح در این روش به طراحی صحیح نقاب سایه و مهارت برگردان آن به واقعیت بستگی دارد. شکی نیست که کار صحیح و دقیق نیاز به تمرین و تجربه دارد و امید است که شناخت اصول ارائه شده در جدول ۴.۳ و توجه به توضیحات آن بتواند طراحی نقاب سایه را برای خواننده آسان سازد. برای استفاده از جدول، ابتدا موقعیت خورشید در مواقع نیاز به سایه بر اساس سه ردیف بالای جدول تعریف و سپس تصویر نقاب سایه و سایبان متناسب با آن موقعیت از ردیف‌های پایین جدول استخراج می‌شود.

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معماری و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

جدول ۴.۳. راهنمای انتخاب سایبان

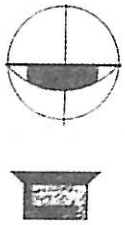
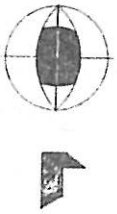
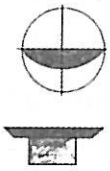
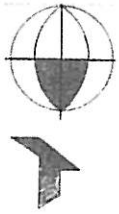
وضعیت پنجرهٔ مورد مطالعه و خورشید	وضعیت ۱	وضعیت ۲	وضعیت ۳	وضعیت ٤	وضعیت ٥
زاویهٔ ارتفاع خورشید در مواقع نیاز به سایه	الف) کوچک‌تر از ٤٥° است				
زاویهٔ سمت خورشیدی پنجره در مواقع مذکور	کوچک‌تر از ٤٥° است		بزرگ‌تر از ٤٥° است		
توجیه موقعیت خورشید نسبت به پنجره	خورشید در مقابل پنجره و به افق نزدیک‌تر از نقطهٔ اوج محل ناظر است		خورشید در یک سمت پنجره و به افق نزدیک‌تر از نقطهٔ اوج محل استقرار ناظر است		
جهت اصلی پنجره	پنجرهٔ جنوبی	پنجرهٔ شرقی یا غربی	پنجره جنوبی	پنجرهٔ شرقی یا غربی	پنجرهٔ شمالی
زمان نیاز به سایه	معمولاًدر ایران مورد ندارد	هنگام صبح و عصر	هنگام صبح و عصر	در ایران موارد کمی دارد	هنگام صبح و غروب
نوع سایبانی که جلوی تابش را می‌گیرد	–	سایبان قائم	سایبان قائم	–	سایبان قائم
نقاب سایهٔ سایبان محل سایبان نسبت به پنجره	–			–	

وضعیت پنجرهٔ مورد مطالعه و خورشید	وضعیت ٦	وضعیت ۷	وضعیت ۸	وضعیت ۹
زاویهٔ ارتفاع خورشید در مواقع نیاز به سایه	ب) بزرگ‌تر از "٤٥ است			
زاویهٔ سمت خورشیدی پنجره در مواقع مذکور	کوچک‌تر از ٤٥° است		بزرگ‌تر از ٤٥° است	
توجیه موقعیت خورشید نسبت به پنجره	خورشید در مقابل پنجره و نزدیک‌تر به اوج تا به افق محل ناظر است.		خورشیددر یک سمت پنجره و نزدیک‌تر به اوج تا افق محل استقرار ناظر است.	
جهت اصلی پنجره	پنجرهٔ جنوبی	پنجرهٔ شرقی یا غربی	پنجرهٔ جنوبی	پنجرهٔ شرقی یا غربی

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

ادامهٔ جدول ۴.۳

وضعیت پنجرهٔ مورد مطالعه و خورشید	وضعیت ٦	وضعیت ۷	وضعیت ۸	وضعیت ۹
زمان نیاز به سایه	مواقع ظهر	بین‌صبح و ظهر، ظهروعصر	بین صبح و ظهر	حدود ظهر
نوع سایبانی که جلوی تابش را می‌گیرد	سایبان افقی	سایبان افقی	سایبان افقی	سایبان افقی
نقاب سایهٔ سایبان محل سایبان نسبت به پنجره				

مثال: به طور نمونه، وضعیت ۶ را در نظر می‌گیریم. در این حالت، زاویهٔ ارتفاع خورشید بزرگ‌تر از 45° و سمت خورشیدی پنجره کوچک‌تر از 45° است. در نتیجه، خورشید در مقابل پنجره قرار می‌گیرد و از بالا به پنجره می‌تابد. تجربه نشان داده است که امکان وقوع این حالت برای پنجرهٔ جنوبی در مواقع ظهر وجود دارد. لذا برای جلوگیری از تابش آفتاب به سایبان افقی نیاز است که نقاب سایهٔ آن در پایین جدول آمده است. ممکن است برای یک پنجرهٔ معین در عرض سال امکان وقوع چند حالت از حالت‌های بالا وجود داشته باشد، لذا سایبان آن نیز از جمع سایبان‌های مناسب آن حالت‌ها به دست می‌آید.

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

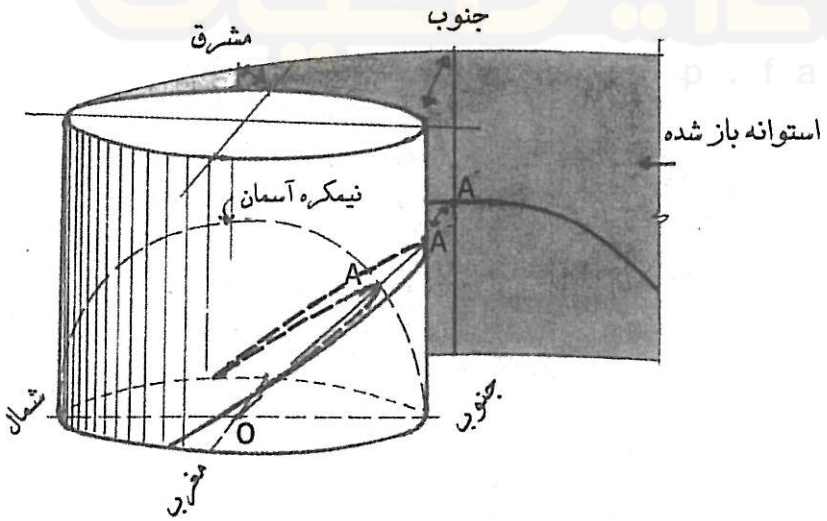
farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

در پایان، یادآوری چند نکتهٔ مهم به شرح زیر ضروری به نظر می‌رسد.

۱. برای مطالعهٔ موارد بالا باید از نمودارهای هم‌خانواده (از لحاظ روش ترسیم) استفاده شود؛ مثلاً با نقشهٔ استریوگرافیک مسیر خورشید باید از نقالهٔ سایه‌یاب تهیه شده با همان روش استفاده کرد. به همین دلیل، لازم است نمودارهای تهیه شده با روش استریوگرافیک، اکوئی دیستنت، ارتوگرافیک را به خوبی از هم تمیز داد، اطلاعات لازم در این مورد در پیوست ۴ کتاب آمده است.

۲. همهٔ نمودارهای ارائه شده در فصل‌های پیشین، از خانوادهٔ تصویر سمتی‌اند. برای تهیهٔ این نمودارها از صفحات تصویر مستوی استفاده شده است. اما این به آن معنا نیست که مطالعات فوق به کمک نمودارهای مشابه تهیه شده با روش‌های تصویری دیگر مقدور نیست. از جمله امروزه برخی متخصصان از نمودارهای تهیه شده با روش استوانه‌ای استفاده می‌کنند. در این روش، صفحهٔ تصویر استوانه‌ای است که در امتداد دایرهٔ افق بر نیم‌کرهٔ آسمان مماس است.

برای تهیهٔ یک نقشه با این روش، ابتدا شکل مورد نظر (از جمله منحنی مسیر خورشید و نقاط هم ارتفاع) از نیم‌کرهٔ آسمان به کمک یکی از روش‌های استریوگرافیک، اکوئی دیستنت و... به صفحهٔ تصویر استوانه‌ای منتقل می‌شود. سپس استوانه در امتداد **یال** مماس بر نقطهٔ شمال بریده و بر صفحه‌ای مستوی گسترده می‌شود (تصویر ۶۶.۳).



تصویر ۶۶.۳. روش تصویر استوانه‌ای.
نقطهٔ o محل استقرار ناظر و استوانهٔ قائم صفحهٔ تصویر است. A´ تصویر A بر روی استوانه است.

به این ترتیب، مجموعه‌ای از نمودارهای استوانه‌ای متناظر با نمودارهای سمتی تهیه و در دسترس طراحان گذاشته شده است (پیوست ۸). برای استفاده از این نمودارها، کافی است که از اصول و دستورالعمل‌های ارائه شده در بالا پیروی کرد. با این حال، برای درک بهتر مطلب نمونهٔ مطالعهٔ پنجره و سایبان در همان پیوست آمده است. امید است خواننده با دقت در این نمونه، با نحوهٔ کارکرد این دسته از نمودارها آشنا شود.

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

پیوست‌ها

فروشگاه معماری ایرانیان
www.shop.farsicad.com

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معماری و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

فروشگاه معماری ایرانیان
www.shop.farsicad.com

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معماری و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

پیوست ۱

پ.۱.۱. جدول‌های ماهانی

الف) جدول ارزیابی ماهانی

ب) جدول ماهانی پیشنهاد برای طراحی جزئیات

این جدول مکمل دیگر جدول‌های ماهانی است. برای آشنایی با نحوهٔ کارکرد آن به توضیحات جدول پیشنهادهای *مقدماتی معماری* رجوع شود.

جدول پ.۱.۱. جدول ارزیابی ماهانی

طول جغرافیایی: عرض جغرافیایی: ارتفاع از سطح دریا:													مکان مورد مطالعه:							
الف	دما به سانتی‌گراد	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	میانگین دمای سالیانه
	میانگین ماهیانهٔ دمای بیشینه													نوسان سالیانه
	میانگین ماهیانهٔ دمای کمینه													بیشترین دما
	نوسان ماهیانه دما													کمترین دما

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معماری و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

ادامهٔ جدول پ.۱.۱

۶	رطوبت نسبی	میانگین ماهیانهٔ بیشینه												
		میانگین ماهیانهٔ کمینه												
		میانگین کل												
	گروه رطوبت نسبی													
	بارندگی به میلی‌متر													
	باد	باد غالب												
		باد نائب غالب												

جمع	

۷	میانگین ماهیانهٔ دمای بیشینه													
	منطقهٔ راحت-روز	بیشینه												
		کمینه												
	میانگین ماهیانهٔ دمای کمینه													
	منطقهٔ راحت-شب	بیشینه												
		کمینه												

۸	تعیین وضعیت گرمایی	روز												
		شب												

شاخص‌های گرمایی

														جمع شاخص‌ها
۹	ضرورت جریان هوا H_1													
	مطلوب بودن جریان هوا H_2													
	ضرورت مقابله با باران H_3													
	ضرورت انباشت گرما درجدار بنا A_1													
	خواب شبانه در هوای آزاد A_2													
	مشکل ماه‌های سرد A_3													

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

جدول پ.۲.۱. جدول ماهانی پیشنهاد برای طراحی جزئیات

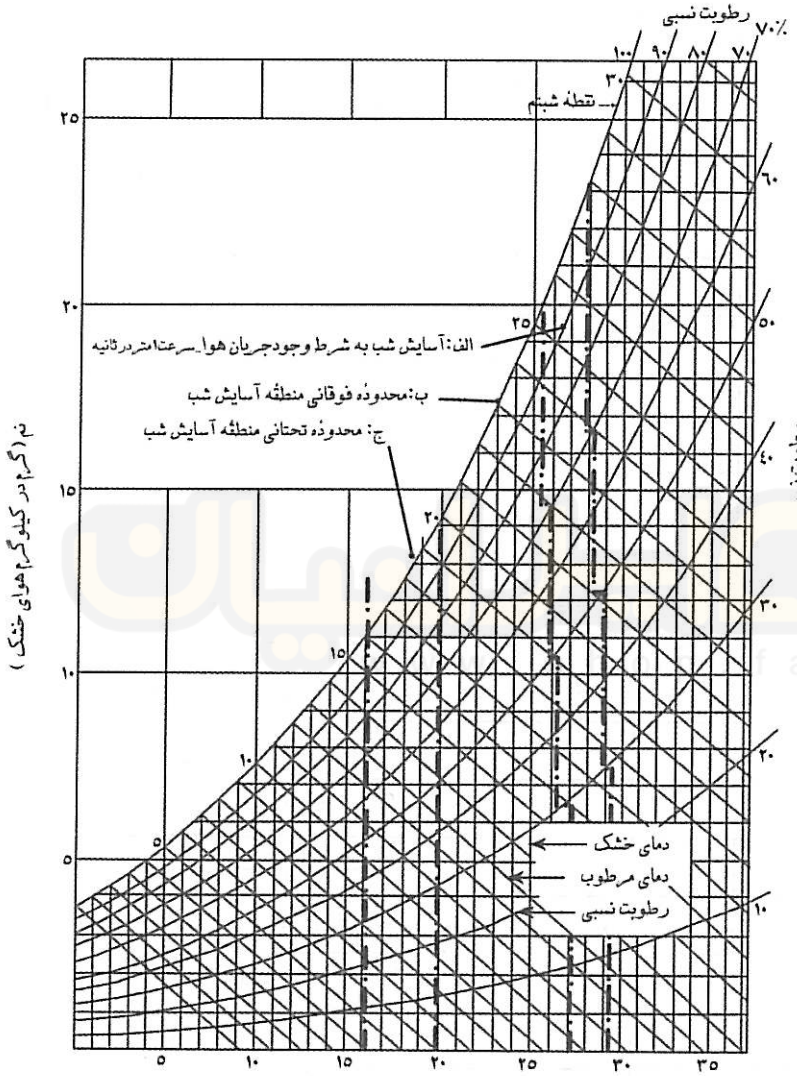
پیشنهادهایی در مورد جزئیات ساختمانی		شاخص‌های وضعیت گرمایی					
		A_3	A_2	A_1	H_3	H_2	H_1
وسعت روزنه، نورگیر، پنجره							
وسیع: ۴۰-۸۰٪ مساحت دیوارهای شمالی و جنوبی	۱						
	۲						
متوسط: ۲۵-۴۰٪ مساحت دیوار							
کوچک: ۱۵-۲۵٪ مساحت دیوار	۳						
بسیار کوچک: ۱۰-۲۰٪ مساحت دیوار	٤						
متوسط: ۲۵-۴۰٪ مساحت دیوار	۵						
محل روزنه							
در دیوارهای شمالی و جنوبی، رو به باد و در ارتفاع بدن انسان	٦						
مثل بالا، در دیوارهای داخلی نیز تعبیه شود	۷						
حفاظت روزنه							
از اشعهٔ مستقیم خورشید محفوظ نگه داشته شود	۸						
در مقابل باران محافظت شود	۹						
دیوارها و کف‌ها							
سبک، ظرفیت گرمایی کم	۱۰						
سنگین، بیش از ۸ ساعت زمان تأخیر	۱۱						
سقف‌ها							
سبک، سطح منعکس کننده و دوجداره	۱۲						
سبک، عایق‌بندی خوب	۱۳						
سنگین، بیش از ۸ ساعت زمان تأخیر	۱٤						
فضای خارجی							
فضا برای خوابیدن در هوای آزاد	۱۵						
تدارک کافی برای رد کردن آب باران	۱٦						

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

۲.۱. نمودار آسایش اوانز

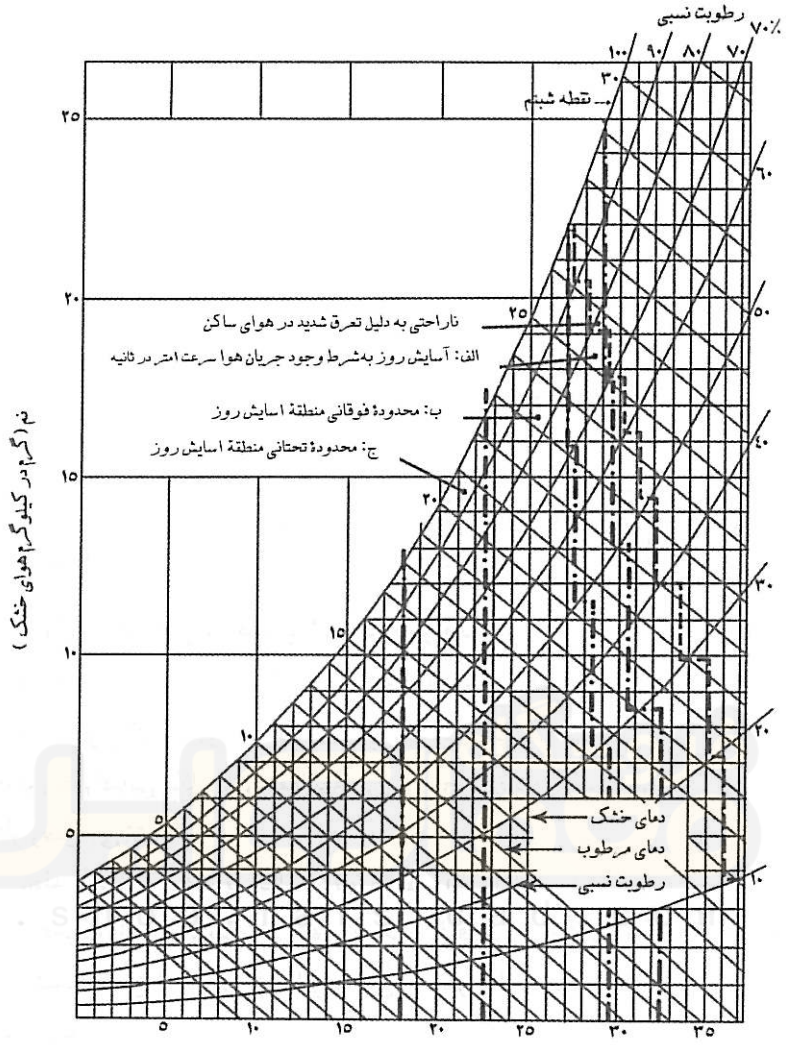
تصاویر پ.۱.۲.۱ و پ.۲.۲.۱ محتوای جدول آسایش اوانز (فصل ۱) را روی نمودار سایکرومتریک نشان می‌دهند (برای آگاهی بیشتر دربارهٔ این نمودارها به مبحث *تعیین منطقهٔ آسایش با روش اوانز* رجوع شود).



تصویر پ.۱.۲.۱. منطقهٔ آسایش روز و ناراحتی به دلیل تعرق شدید یا نمناکی پوست بدن.
استفاده از نمودار تا ارتفاع ۱۰۰۰ متر از سطح دریا بدون مانع است.

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری



تصویر پ.۲.۲.۱. منطقهٔ آسایش شب استفاده از نمودار تا ارتفاع ۱۰۰۰ متر از سطح دریا بدون مانع است.

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معماری و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

پیوست ۲

تعیین وقت طلوع و غروب با استفاده از نمودار

وقت طلوع و غروب خورشید برای همهٔ عرض‌های جغرافیایی را می‌توان از تصویر پ.۱.۲ استخراج کرد. برای این کار به شرح زیر عمل می‌شود.

۱. عرض جغرافیایی مکان مورد مطالعه بر روی محیط نمودار مشخص و به مرکز نمودار وصل می‌شود.

۲. از نقطهٔ تلاقی این خط با خط ماه مورد نظر (خط افقی)، خطی به موازات خطوط عمودی نمودار ترسیم می‌شود تا محور فوقانی و تحتانی نمودار را قطع کند. وقت طلوع از محور فوقانی زمان و غروب از محور تحتانی زمان به دست می‌آید.

مثال

الف) در نقطه‌ای به عرض $51\frac{1}{2}^{\circ}$ شمالی وقتِ:

۱. طلوع اول خرداد و مرداد، ۴ و ۱۰ دقیقه،

۲. غروب اول خرداد و مرداد، ۱۹ و ۵۰ دقیقه،

۳. طلوع اول بهمن و آذر، ۷ و ۵۰ دقیقه و

۴. غروب اول بهمن و آذر، ۱۶ و ۱۰ دقیقه است.

ب) در مکانی به عرض 30° جنوبی وقتِ:

۱. طلوع اول آذر و بهمن، ۶ و ۵۰ دقیقه،

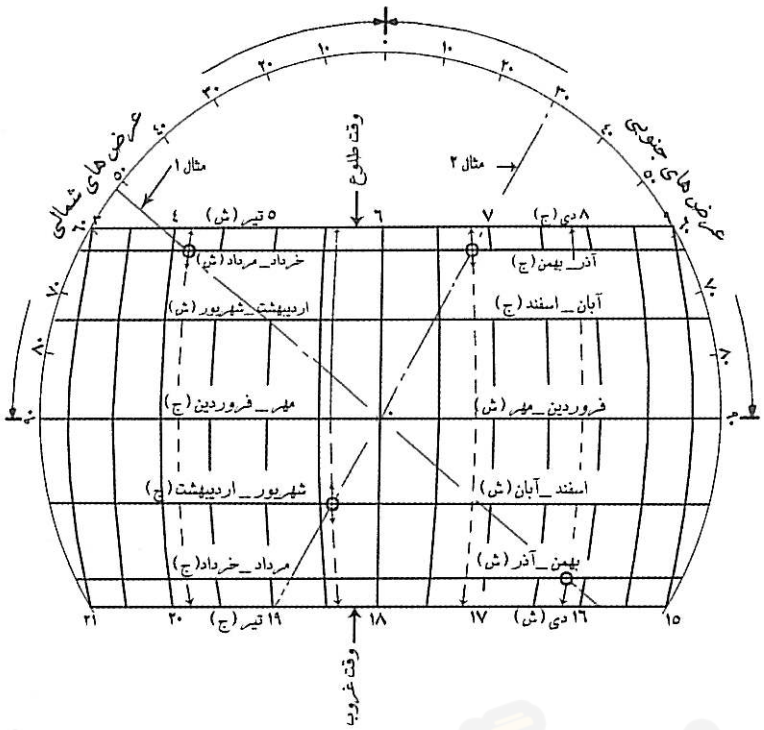
۲. غروب اول آذر و بهمن، ۱۷ و ۹ دقیقه،

۳. طلوع اول شهریور و اردیبهشت، ۵ و ۴۰ دقیقه و

۴. غروب اول شهریور و اردیبهشت، ۱۸ و ۲۰ دقیقه است.

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری



تصویر پ.۱.۲. وقت طلوع و غروب خورشید در روزهای اول ماه در سراسر جهان.
ش. عرض جغرافیایی شمالی؛ ج. عرض جغرافیایی جنوبی.

منبع: Kenneth Fowler, *Practical Building Services Design*, Pitman Press, 1983.

www.shop.farsicad.com

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معماری و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

پیوست ۳

جدول ارتفاع و سمت خورشید در عرض‌های شمالی

جدول ب.۱.۳.

اول دی		اول فروردین- اول مهر		اول تیر		۲۶° عرض شمالی	
سمت	ارتفاع	سمت	ارتفاع	سمت	ارتفاع	بعد از ظهر	قبل از ظهر
–	–	۹۰/۰۰	۰/۰۰	۱۱۱/۳۰	۱۰/۰۵	۶	۶
۶۲/۴۸	۲/۲۳	۸۳/۳۰	۱۳/۴۵	۱۰۵/۹۷	۲۲/۸۲	۵	۷
۵۴/۸۸	۱۳/۷۶	۷۵/۸۰	۲۶/۷۰	۱۰۱/۱۵	۳۵/۹۳	۴	۸
۴۵/۳۰	۲۴/۱۲	۶۶/۳۳	۳۹/۴۶	۹۶/۴۵	۴۹/۲۴	۳	۹
۳۳/۰۱	۳۲/۶۶	۵۲/۷۹	۵۱/۱۱	۸۸/۸۳	۶۲/۶۹	۲	۱۰
۱۷/۶۵	۳۸/۴۶	۳۱/۴۴	۶۰/۲۵	۸۲/۶۱	۷۶/۱۵	۱	۱۱
۰/۰۰	۴۵/۵۵	۰/۰۰	۶۴/۰۰	۰/۰۰	۷۸/۴۵	–	۱۲

۳۰° عرض شمالی

سمت	ارتفاع	سمت	ارتفاع	سمت	ارتفاع	بعد از ظهر	قبل از ظهر
–	–	۹۰/۰۰	۰/۰۰	۱۱۰/۵۹	۱۱/۴۸	۶	۶
۶۲/۴۰	۰/۳۸	۸۲/۳۷	۱۲/۹۵	۱۰۴/۳۰	۲۳/۸۷	۵	۷
۵۴/۱۵	۱۱/۴۴	۷۳/۹۰	۲۵/۶۶	۹۸/۲۴	۳۶/۶۰	۴	۸
۴۴/۱۲	۲۱/۲۷	۶۳/۴۴	۳۲/۷۶	۹۱/۷۹	۴۹/۵۳	۳	۹
۳۱/۷۳	۲۹/۲۸	۴۹/۱۱	۴۸/۵۹	۸۳/۴۶	۶۲/۵۰	۲	۱۰
۱۶/۷۷	۳۴/۶۴	۲۸/۱۹	۵۶/۷۷	۶۷/۴۸	۵۷/۱۱	۱	۱۱
۰/۰۰	۳۶/۵۵	۰/۰۰	۶۰/۰۰	۰/۰۰	۸۳/۴۵	–	۱۲

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

۳۴° عرض شمالی

سمت	ارتفاع	سمت	ارتفاع	سمت	ارتفاع	بعد از ظهر	قبل از ظهر
–	–	–	–	۱۱۷/۵۷	۱/۴۷	۷	۵
–	–	۹۰/۰۰	۰/۰۰	۱۰۹/۷۸	۱۲/۸۶	۶	۶
–	–	۸۱/۴۸	۱۲/۳۹	۱۰۲/۵۴	۲۴/۸۰	۵	۷
۵۳/۵۷	۹/۰۸	۷۲/۱۱	۲۴/۴۹	۹۵/۲۸	۳۷/۰۷	۴	۸
۴۳/۱۲	۱۸/۳۸	۶۰/۷۹	۳۵/۸۹	۸۷/۱۰	۴۹/۴۹	۳	۹
۳۰/۶۵	۲۵/۸۶	۴۵/۹۲	۴۵/۸۹	۷۶/۰۰	۶۱/۷۹	۲	۱۰
۱۶/۰۵	۳۰/۸۱	۲۵/۶۰	۵۳/۲۱	۵۵/۱۱	۷۳/۱۷	۱	۱۱
۰/۰۰	۳۲/۵۵	۰/۰۰	۵۶/۰۰	۰/۰۰	۷۹/۴۵	–	۱۲

۳۸° عرض شمالی

سمت	ارتفاع	سمت	ارتفاع	سمت	ارتفاع	بعد از ظهر	قبل از ظهر
–	–	–	–	۱۱۸/۴۲	۳/۲۳	۷	۵
–	–	۰/۹۰	۰/۰۰	۱۰۸/۸۷	۱۴/۱۸	۶	۶
–	–	۸۰/۶۳	۱۱/۷۷	۱۰۰/۷۰	۲۵/۶۰	۵	۷
۵۳/۱۲	۶/۶۹	۷۰/۴۳	۲۳/۲۰	۹۲/۲۵	۳۷/۳۳	۴	۸
۴۲/۳۰	۱۵/۴۴	۵۸/۳۸	۳۳/۸۷	۸۲/۴۷	۴۹/۱۳	۳	۹
۲۹/۷۵	۲۲/۴۰	۴۲/۱۶	۴۳/۰۳	۶۹/۰۶	۶۰/۵۸	۲	۱۰
۱۵/۴۵	۲۶/۹۶	۲۳/۵۲	۴۹/۵۷	۴۵/۶۷	۷۰/۶۱	۱	۱۱
۰/۰۰	۲۸/۵۵	۰/۰۰	۵۲/۰۰	۰/۰۰	۷۰/۴۵	–	۱۲

منبع: *Architectral Graphic Standard*, New York, John Wiley Sons Inc, 1970, pp. 73.

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معماری و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

پیوست ۴

روش‌های ترسیم نمودار مسیر خورشید

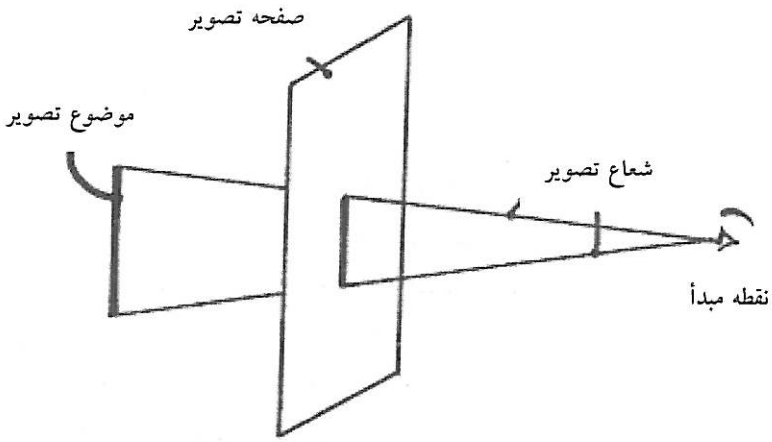
مسیر خورشید اصطلاحاً به مسیری گفته می‌شود که ظاهراً خورشید در عرض روز از نیمکرهٔ آسمان می‌پیماید و این مسیر روز به روز تغییر می‌کند. برای تهیهٔ نقشه یا نمودار مسیر خورشید یک مکان باید تصویر نیمکرهٔ آسمان و مسیرهای خورشید واقع بر سطح آن را بر یک صفحهٔ مستوی دوبعدی پیاده کرد. برای این منظور از روش‌های مختلف، از جمله روش ارتوگرافیک، استریوگرافیک و اکوئی دیستنت استفاده می‌شود. برای آشنایی با این روش‌ها یادآوری برخی اصول ترسیمی یا پرسپکتیو ضروری است.

در روش ترسیم هندسی یا پرسپکتیو سه عامل مهم وجود دارد که عبارت‌اند از: نقطهٔ مبدأ، موضوع تصویر و صفحهٔ تصویر. نقطهٔ مبدأ نقطه‌ای است که محل استقرار چشم ناظر را نشان می‌دهد و به همین دلیل به آن نقطهٔ دید نیز می‌گویند. موضوع تصویر شامل انسان، شیء یا هر چیز واقعی است که تصویر آن باید تهیه شود. بدیهی است موضوع تصویر هنگامی با چشم ناظر قابل رؤیت است که اشعهٔ نورانی منعکس شده از آن به چشم ناظر برسد. به این اشعه اصطلاحاً اشعهٔ تصویر می‌گویند.

صفحهٔ تصویر یا پردهٔ تصویر، صفحه‌ای است که به خواست ناظر بر سر راه اشعهٔ تصویر قرار داده می‌شود و از برخورد اشعهٔ تصویر با آن، نقش موردنظر بر روی پرده ظاهر می‌گردد. (تصویر پ.۴.۱)

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

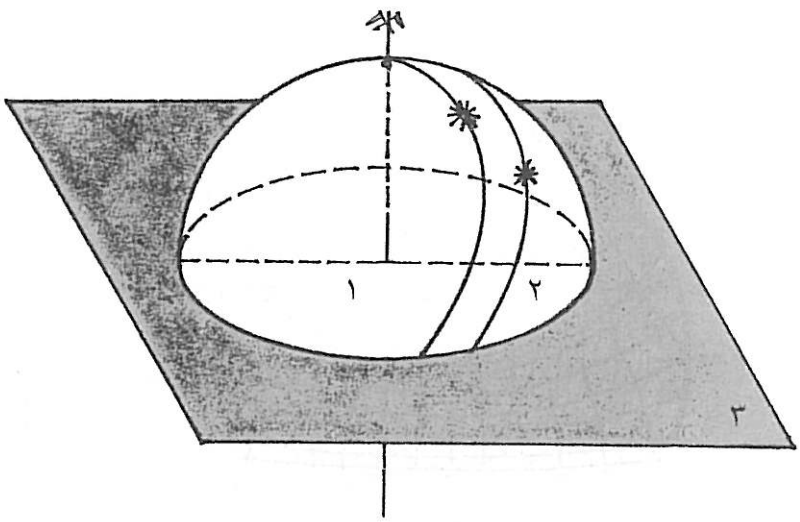
farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری



تصویر پ.۱.٤. عوامل مهم در تصویر

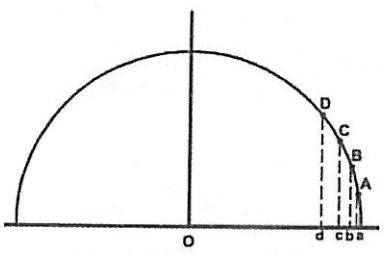
در مطلب مورد مطالعهٔ ما، موضوع تصویر، نیمکرهٔ آسمان و مسیرهای خورشید واقع بر سطح آن، صفحهٔ تصویر، صفحهٔ فرضی **افق محل** استقرار ناظر و نقطهٔ مبدأ، نقطهٔ دید ناظری است که بر روی محور نیم‌کره قرار داشته باشد (تصویر پ.۲.۴). لذا تفاوت سه روش فوق در فاصلهٔ مبدأ از صفحهٔ تصویر است. در تصویر ارتوگرافیک، فاصلهٔ چشم از صفحهٔ تصویر بی‌نهایت است و در نتیجه شعاع‌های تصویر موازی و عمود بر صفحهٔ تصویر خواهند بود. اما در سایر تصویرها نقطهٔ دید در فاصلهٔ معین و قابل محاسبه از صفحهٔ تصویر قرار می‌گیرد.

www.shop.farsicad.com



تصویر پ.۲.٤. مسیر خورشید به عنوان موضوع تصویر
۱. مبدأ، ۲. نیمکرهٔ آسمان، ۳. پردهٔ تصویر

بدیهی است هر یک از روش‌های بالا ویژگی‌های خود را دارند. مثلاً تهیهٔ تصویر به روش ارتوگرافیک بسیار ساده است، ولی در این روش تصاویر نقاط نزدیک به صفحهٔ افق، متراکم و در مواردی غیرقابل تفکیک‌اند (تصویر پ.۳.۴).

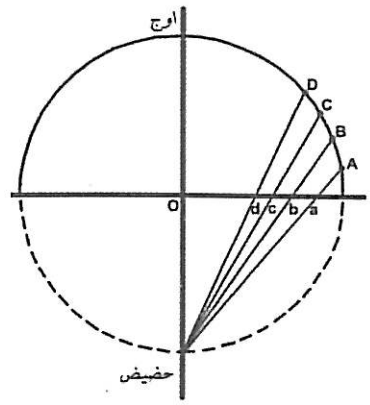


تصویر پ.۳.٤. تصویر ارتوگرافیک

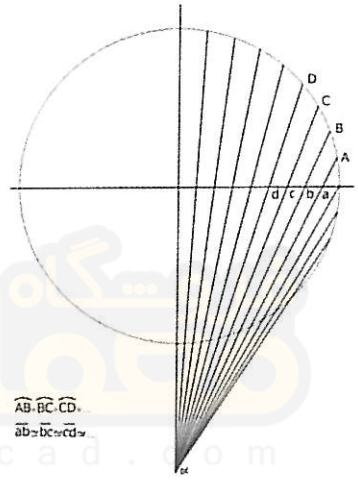
NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معماری و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

اما در روش استریوگرافیک این ایراد وجود ندارد. در این روش، نقطهٔ مبدأ در حضیض مکان مورد مطالعه قرار می‌گیرد و در نتیجه تصاویر نقاط نزدیک به افق فشردگی روش قبل را ندارند. ولی همان‌طور که تصویر پ.۴.۴ نیز نشان می‌دهد، فاصلهٔ تصاویر قوس‌ها بر روی صفحهٔ تصویر یکسان نیست (dc<cb<ba) . بالاخره اگر نقطهٔ مبدأ در امتداد محور ox از نقطهٔ حضیض نیز پایین‌تر برود و در موقعیتی قرار گیرد که زاویهٔ $\alpha = 20^\circ 43'$ باشد، تصاویر قوس‌ها نیز مساوی خواهند شد (dc=cb=ba) (تصویر پ.۵.۴). از همین جا می‌توان به تفاوت نمودارهای ارتوگرافیک، استریوگرافیک و اکویی دیستنت پی‌برد. اگر نمودار مسیر خورشید به طریق ارتوگرافیک تهیه شود، فاصلهٔ دوایرمتحدالمرکز مربوط به ارتفاع خورشید از مرکز به طرف خارج دائماً کم می‌شود، حال آن‌که در نمودار استریوگرافیک فاصله‌ها زیاد و در نمودار اکویی دیستنت فاصله‌های بین دوایر مذکور تقریباً مساوی‌اند (تصویر پ.۶.۴)؛ (برای مطالعهٔ بیشتر و پی بردن به دلایل ریاضی این نمودارها به کتاب *Map Projection* رجوع شود).



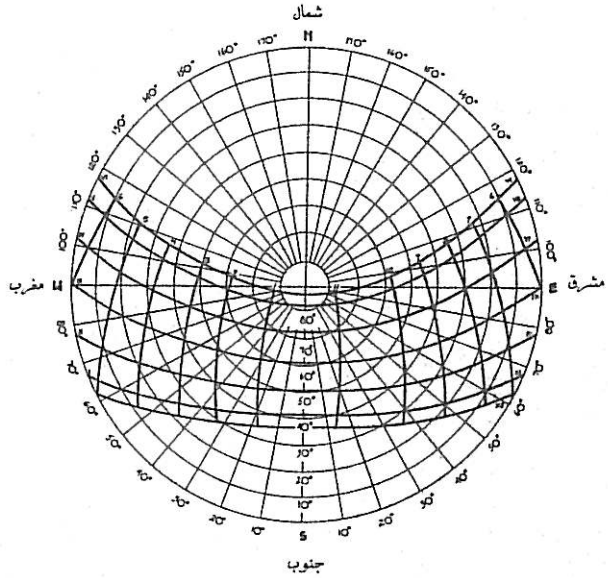
تصویر پ.٤.٤. تصویر استریوگرافیک



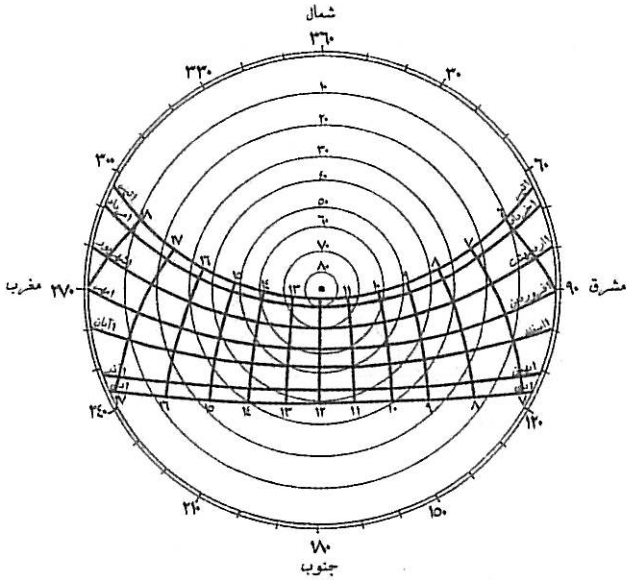
تصویر پ.٥.٤. تصویر اکویی دیستنت

تصویر پ.٦.٤. نمودار مسیر خورشید (عرض ۳۲ درجه) تهیه شده با روش‌های: الف) اکویی دیستنت؛ ب) استریوگرافی.

برای تمیز این دو نمودار از یکدیگر به وضعیت دوایر متحدالمرکز (متعلق به زاویهٔ ارتفاع خورشید) توجه کنید.



الف



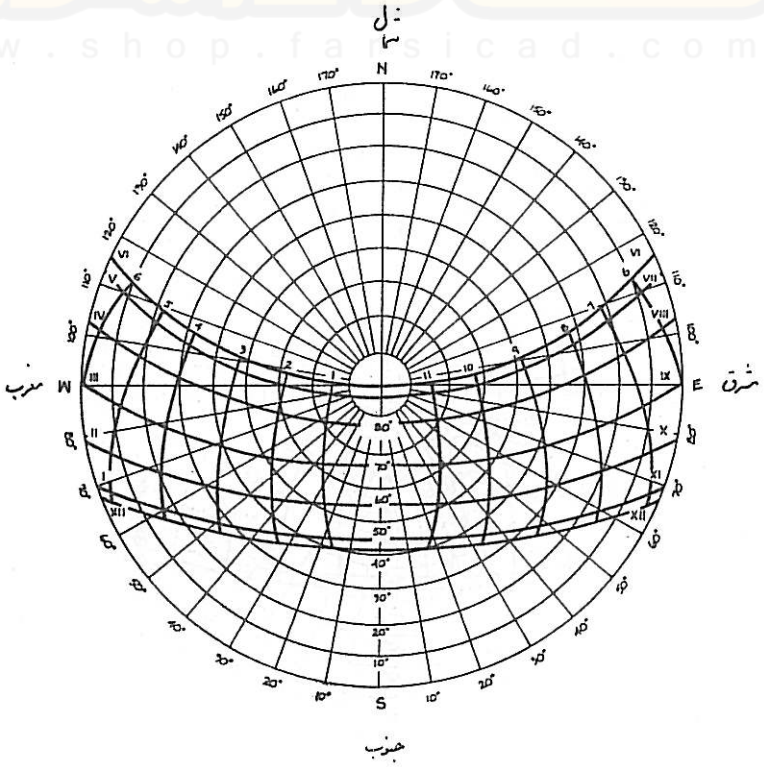
ب

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

پیوست ۵

نمودار مسیر خورشید برای ایران و نقالهٔ سایه‌یاب

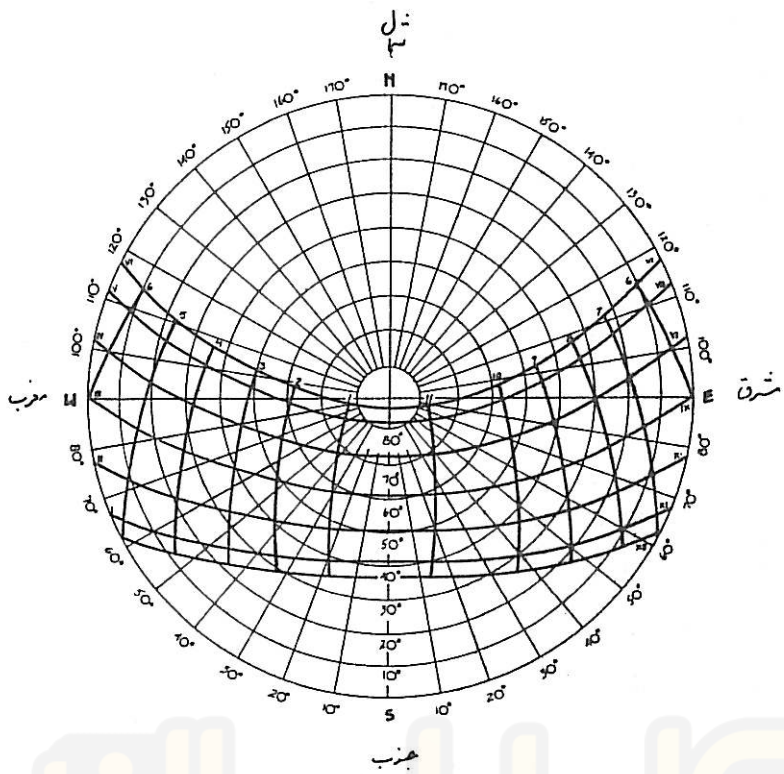


تصویر پ.۱.۵. نمودار مسیر خورشید برای ۲۴ درجهٔ عرض شمالی

I اول بهمن	VII اول مرداد
I I اول اسفند	VIII اول شهریور
I I I اول فروردین	IX اول مهر
IV اول اردیبهشت	X اول آبان
V اول خرداد	XI اول آذر
VI اول تیر	XII اول دی

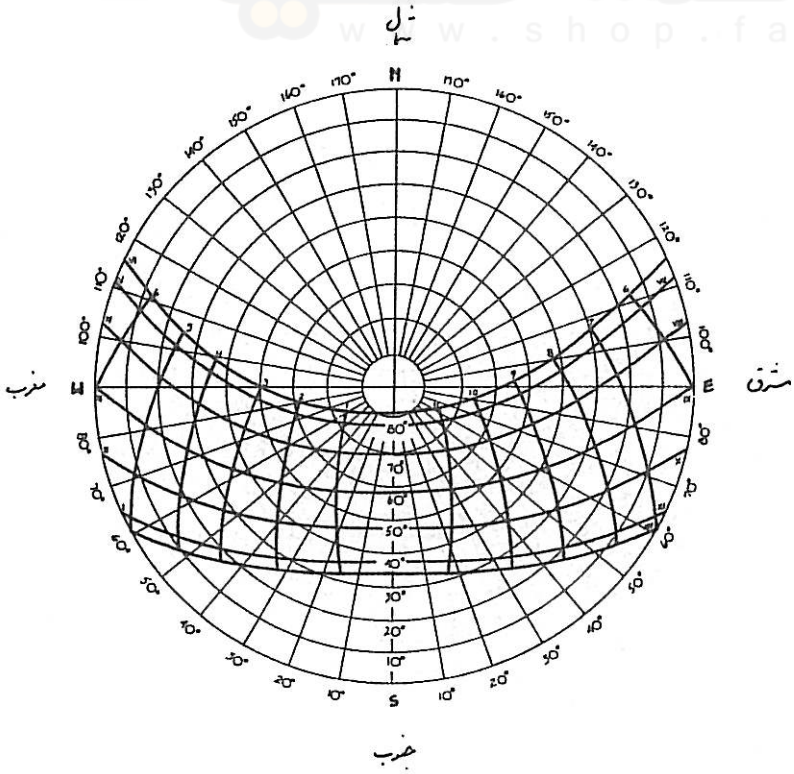
NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معماری و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری



تصویر پ.۲.۵. نمودار مسیر خورشید
برای ۲۸ درجهٔ عرض شمالی

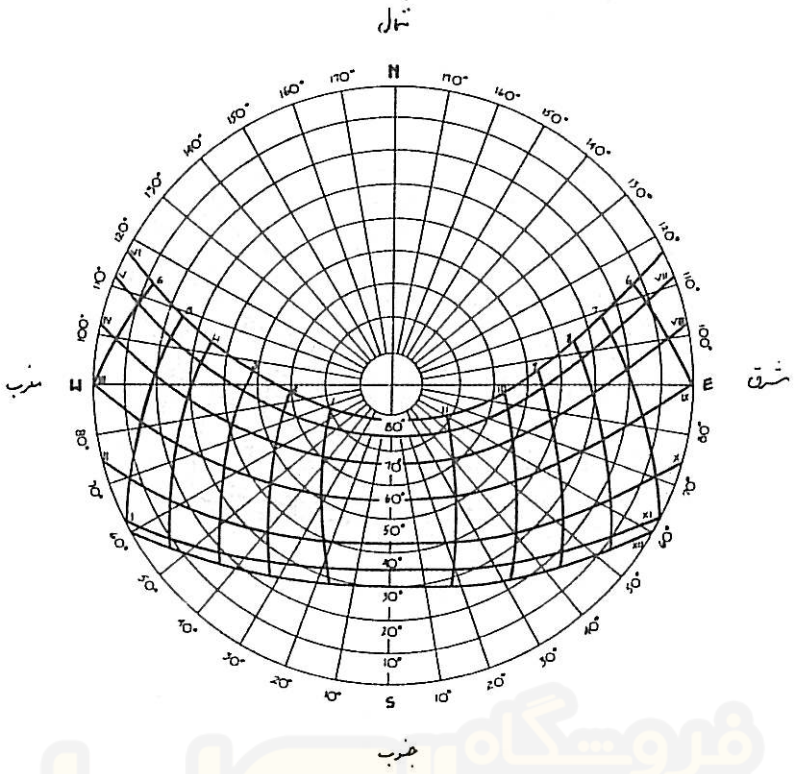
www.shop.farsicad.com



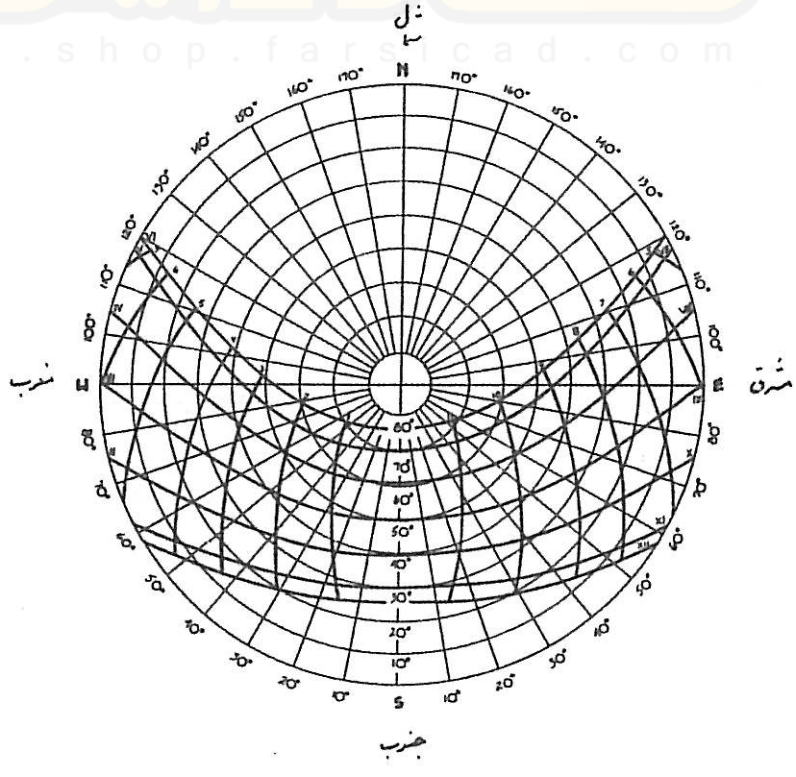
تصویر پ.۳.۵. نمودار مسیر خورشید
برای ۳۲ درجهٔ عرض شمالی

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری



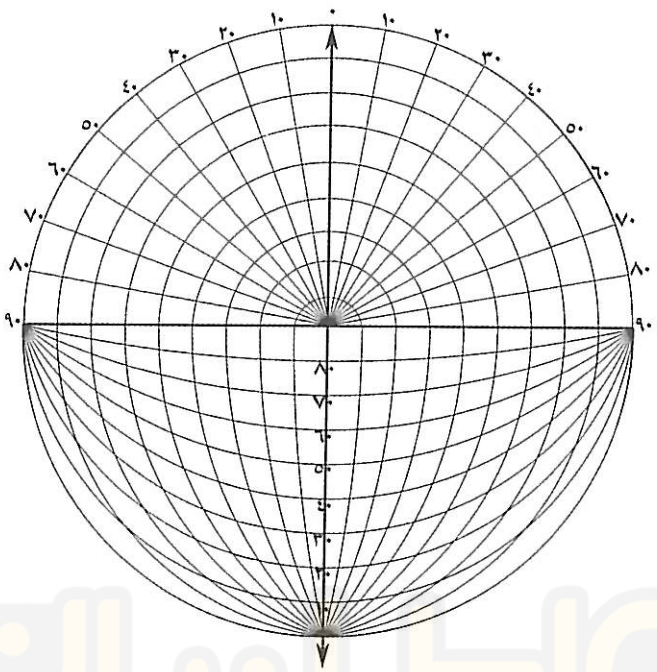
تصـویر پ.٤.٥. نمـودار مسـیر خورشـید
برای ٣٦ درجهٔ عرض شمالی



تصـویر پ.٥.٥. نمـودار مسـیر خورشـید
برای ٤٠ درجهٔ عرض شمالی

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معماری و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری



تصویر پ.۶.۵. نقالهٔ سایه‌یاب

www.shop.farsicad.com

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

پیوست ۶

عامل زمان در نمودار مسیر خورشید

شایان ذکر است که در جدول‌ها و نمودارهای ارائه شده در فصل سوم، عامل زمان به *وقت خورشیدی حقیقی* (T.S.T.)[1] یا *وقت ظاهری محلی*(L.A.T.)[2] آمده است و این زمان با *وقت رسمی*، که با ساعت معمولی اندازه‌گیری می‌شود، تفاوت دارد.

در محاسبات مربوط به موقعیت خورشید و میزان تشعشع آن، اغلب از وقت ظاهری محلی استفاده می‌شود که به آن وقت خورشیدی حقیقی نیز می‌گویند. در این مقیاس، خورشید عامل اصلی است که هر روز به هنگام ظهر، بدون تأثیر ماه و فصل، از نصف‌النهار محل مورد مطالعه می‌گذرد و دو عبور متوالی آن یک روز خورشیدی را می‌سازد.

طول روزهای خورشیدی در عرض سال، به دلایل نجومی، یکسان نیست و همین مسئله اندازه‌گیری با وقت خورشیدی حقیقی را دچار اشکال می‌کند. لذا برای زمان‌سنجی با مقیاس ثابت و یکنواخت، از مفهوم *آفتاب متوسط* استفاده می‌شود.

آفتاب متوسط یک خورشید خیالی است که گردش آن به دور زمین با گردش ظاهری خورشید واقعی در موقع اعتدال بهاری (زمانی که خورشید از استوا می‌گذرد و طول شب و روز یکی است) همزمان می‌شود. لیکن خورشید خیالی همواره داخل صفحه‌ای، منطبق با صفحهٔ دایرهٔ استوا، در مداری دایره‌ای شکل با سرعتی یکنواخت می‌چرخد. با استفاده از این مفهوم، زمان‌سنجی با مقیاس وقت

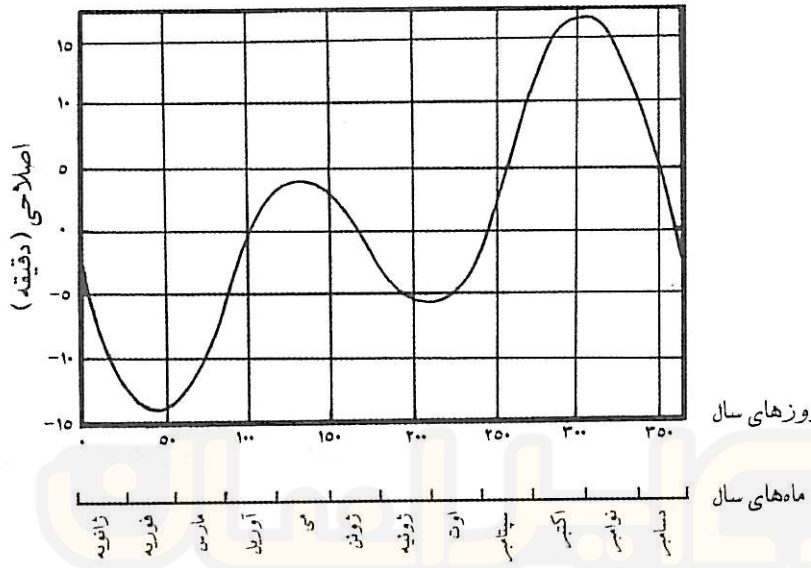
1. True Solar Time
2. Local Apparent Time

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معماری و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

خورشیدی متوسط (M.S.T.)[1] یا *وقت متوسط محلی* (L.M.T.)[2] امکان‌پذیر شده است. بنابراین:

۱. وقت خورشیدی متوسط با وقت خورشیدی حقیقی اختلاف دارد و این اختلاف، که به *معادلهٔ زمان* (E.O.T.)[3] معروف است، تابع طول جغرافیایی و ایام سال است. برای محاسبهٔ میزان اختلاف در یک لحظهٔ معین می‌توان از منحنی ارائه شده در تصویر پ.۱.۶ یا جدول پ.۱.۶ استفاده کرد.



تصویر پ.۱.۶. معادلهٔ زمان

منبع: W.C. Dickinson, P.N. Cheremisinoff, *Solar Energy Technology Handbook*, New York, Marcel Dekker, inc. 1980, p. 56.

۲. در یک لحظهٔ معین، وقت خورشیدی متوسط برای مکان‌های واقع بر نصف‌النهارهای مختلف متفاوت است، به طوری که برای هر درجه اختلاف در طول جغرافیایی دو محل، چهاردقیقه و به ازای هر پانزده درجه اختلاف در طول جغرافیایی دو محل، یک ساعت اختلاف ایجاد می‌شود. این موضوع به نوبهٔ خود اندازه‌گیری زمان در یک منطقه یا یک کشور را دچار اشکال می‌کند. برای حل مشکل کرهٔ زمین به ۲۴ قاچ ۱۵° (در امتداد نصف‌النهارها) تقسیم و در هر قاچ (منطقهٔ زمانی) یک نصف‌النهار معین به عنوان نصف‌النهار استاندارد انتخاب و وقت خورشیدی متوسط مربوط به آن نصف‌النهار به عنوان ساعت رسمی به کلیهٔ نقاط واقع در آن منطقه تعمیم داده می‌شود، مثلاً در ایران وقت مربوط به نصف‌النهار ۳۰´ ۵۲° شرقی نزدیکی سمنان به عنوان وقت رسمی انتخاب شده است.

اکنون، با توجه به توضیحات فوق، می‌توان دریافت که ساعت معمولی در عمل وقت رسمی را نشان می‌دهد و برای تبدیل آن به وقت ظاهری محلی یا وقت خورشیدی حقیقی باید

الف) تفاوت طول جغرافیایی مکان مورد مطالعه و نصف‌النهار استاندارد آن منطقه را محاسبه کرد و برای هر درجه اختلاف در طول جغرافیایی، چهار دقیقه منظور داشت. در صورتی که مکان مورد مطالعه در شرق نصف‌النهار استاندارد

1. Mean Solar Time
2. Local Mean Time
3. Equation of Time

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

باشد، اختلاف زمان را به وقت رسمی اضافه و اگر در غرب آن باشد، از آن کم کـرد. به این ترتیب، وقت خورشیدی متوسط مکان مورد مطالعه به دست خواهد آمد.

ب) تفاوت وقت خورشیدی متوسط و وقـت خورشـیدی حقیقـی را بـه کمـک جدول یا منحنی محاسبه و منظور کرد.

در صورتی که همین مطالب به زبان ریاضی بیان شود، خواهیم داشت

$$L.A.T. = L.S.T + E.O.T. - 4\ (L_{tz} - L)$$

که در آن

$L.A.T.$: وقت خورشیدی حقیقی یا وقت ظاهری محلی بـه سـاعت، دقیقـه و ثانیه است.

$L.S.T.$: وقت رسمی محل مورد مطالعه به ساعت، دقیقه و ثانیه است.

$E.O.T.$: معادلهٔ زمان به دقیقه و ثانیه است و از منحنی یـا جـدول اسـتخراج می‌شود.

L_{tz} : طول جغرافیایی نصف‌النهار استاندارد در منطقهٔ مورد مطالعه به درجـه و دقیقه است.

L : طول جغرافیایی محل مورد مطالعه به درجه و دقیقه است.

۴ : اختلاف زمان بین دو نصف‌النهار متوالی را به دقیقه نشان می‌دهد.

جدول پ.۱.۶. معادلهٔ زمان به ازای هر پنج روز

روز / ماه	۱ تا ۵		۶ تا ۱۰		۱۱ تا ۱۵		۱۶ تا ۲۰		۲۱ تا ۲۵		۲۶ تا ۳۰		۳۱	
	دقیقه	ثانیه	دقیقه	ثانیه	دقیقه	ثانیه	دقیقه	ثانیه	دقیقه	ثانیه	دقیقه	ثانیه	دقیقه	ثانیه
ژانویه	-۳	۱۴	-۵	۳۳	-۷	۴۱	-۹	۳۴	-۱۱	۱۰	-۱۲	۲۸	-۱۳	۲۶
فوریه	-۱۳	۳۵	-۱۴	۰۹	-۱۴	۲۲	-۱۴	۱۶	-۱۳	۵۱	-۱۳	۱۱		
مارس	-۱۲	۳۹	-۱۱	۳۷	-۱۰	۲۴	-۹	۰۲	-۷	۳۴	-۶	۰۳	-۴	۳۲
آوریل	-۴	۱۴	-۲	۴۵	-۱	۲۱	-۰	۰۳	+۱	۰۶	+۲	۰۴		
مه	+۲	۵۰	+۳	۲۲	+۳	۴۱	+۳	۴۶	+۳	۳۷	+۳	۱۴	+۲	۳۸
ژوئن	+۲	۲۹	+۱	۴۱	+۰	۴۵	-۰	۱۷	-۱	۲۱	-۲	۲۶		
ژوئیه	-۳	۲۸	-۴	۲۴	-۵	۱۱	-۵	۴۷	-۶	۱۱	-۶	۲۲	-۶	۱۸
اوت	-۶	۱۵	-۵	۵۳	-۵	۱۵	-۴	۲۳	-۳	۱۸	-۲	۰۱	-۰	۳۵
سپتامبر	-۰	۱۷	+۱	۲۰	+۳	۰۳	+۴	۴۹	+۶	۳۵	+۸	۱۹		
اکتبر	+۹	۵۹	+۱۱	۳۳	+۱۲	۵۸	+۱۴	۱۱	+۱۵	۱۰	+۱۵	۵۲	+۱۶	۱۶
نوامبر	+۱۶	۱۹	+۱۶	۲۰	+۱۶	۰۱	+۱۵	۲۱	+۱۴	۱۹	+۱۲	۵۶		
دسامبر	+۱۱	۱۶	+۹	۱۹	+۷	۰۸	+۴	۴۷	+۲	۲۰	-۰	۱۰	-۲	۳۸

منبع: *Handbook of Solare Radiation*, New Delhi, Applied Publishers Private Limited, 1981, p. 90.

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

مثال: تعیین کنید ساعت ده صبح فروردین به وقت خورشیدی حقیقی (مشخص شده در نمودار مسیر خورشید) چاه بهار معادل چه ساعت رسمی در همان شهر است.

پاسخ: در رابطهٔ (۱) به جای L.A.T. ، E.O.T. و پرانتز عدد می‌گذاریم. در این صورت

$$۱۰ = \text{L. S. T.} - ۶' \; ۳\text{-}۴'' \; (۵۲^{\circ} \; ۳۰' - ۶۰^{\circ} \; ۴۵')$$

$$۱۰ = \text{L. S. T.} - ۶' \; ۳'' + ۳۳'$$

$$\text{L. S. T.} = ۱۰ + ۶' \; ۳'' - ۳۳'$$

$$\text{L. S. T.} = ۱۰ - ۲۶' \; ۵۷''$$

$$\text{L. S. T.} = ۹ \text{ ساعت } ۳۳' \; ۳''$$

اگر محاسبات بالا برای دورترین نقاط ایران (در شرق و غرب نصف‌النهار استاندارد) تکرار شود، معلوم خواهد شد که حداکثر اختلاف بین وقت رسمی و وقت خورشیدی حقیقی این نقاط، در مواقع نیاز به سایه به ندرت از سی دقیقه تجاوز می‌کند و فقط در چند شهر مرزی به چهل دقیقه نیز می‌رسد. از آنجا که این اختلاف برای طراحی و اجرای پنجره و سایبان قابل چشم‌پوشی است، به منظور سهولت کار و تسریع در آن، ساعت رسمی و ساعت خورشیدی حقیقی را می‌توان به جای یکدیگر استفاده کرد.

www.shop.farsicad.com

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

پیوست ۷

کارآیی سایبان

دربارهٔ طراحی سایبان به تفصیل بحث و تأکید شد که برای هر پنجرهٔ معین می‌توان چند نمونه سایبان مختلف طرح و از میان آنها انتخاب اصلح کرد. اکنون در تکمیل مباحث قبلی می‌توان اضافه کرد که در صورت نیاز به دقت بیشتر، باید کارآیی سایبان‌های پیشنهادی را نیز محاسبه کرد و سایبانی را برگزید که میزان کارآیی آن بیش از سایر نمونه‌ها باشد.

منظور از محاسبهٔ کارآیی سایبان، بررسی و حسابرسی انرژی صرفه‌جویی شده در اثر ایجاد سایبان است. برای روشن شدن مطلب، یک پنجرهٔ بدون سایبان را در نظر بگیرید. اگر این پنجره در مواقع گرم تحت تابش خورشید قرار گیرد، اشعهٔ خورشید یا به عبارت دیگر، انرژی گرمایی خورشید، از دهنهٔ پنجره به داخل اتاق نفوذ می‌کند و باعث افزایش دمای هوای اتاق و ناراحتی گرمایی می‌شود. پس برای جلوگیری از افزایش دمای اتاق، ناگزیر باید با مصرف انرژی فسیلی و ایجاد برودت، گرمای حاصل را خنثی کرد. حال اگر این پنجره دارای سایبان باشد، طبیعتاً سایبان بخشی از اشعهٔ خورشید را مهار می‌کند و در نتیجه از ورود آنها به داخل اتاق جلوگیری و به همان میزان نیز در هزینهٔ سرد کردن هوای اتاق صرفه‌جویی خواهد شد. نسبت بین اشعهٔ مهار شده در مواقع گرم و اشعه‌ای که می‌توانست در همان مواقع از پنجرهٔ بدون سایبان وارد اتاق شود، میزان صرفه‌جویی را نشان می‌دهد و آن را به درصد بیان می‌کنند.

$$S = \frac{I_1}{I} \times ٪۱۰۰$$

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

اجزای این فرمول عبارت‌اند از

I_1 = مقدار انرژی خورشیدی که سایبان در مواقع گرم آن را مهار می‌کند، به وات بر متر مربع،

I = مقدار انرژی خورشیدی که می‌توانست در همان مواقع از پنجرهٔ بدون سایبان وارد اتاق شود، به وات بر مترمربع،

S = ضریب کارآیی سایبان در فصل گرم.

باید توجه داشت که S صرفه‌جویی واقعی را نشان نمی‌دهد، زیرا با وجود سایبان، بخشی از پنجره نیز در فصل سرد در سایه قرار خواهد گرفت و اتاق پشت پنجره را، متناسب با لکهٔ سایهٔ روی پنجره، از دریافت انرژی خورشید محروم خواهد کرد و موجب کاهش دمای هوا خواهد شد. پس در صورتی‌که جبران کاهش دما و تثبیت وضع اتاق در محدودهٔ منطقهٔ آسایش مورد نظر باشد، الزاماً باید انرژی فسیلی مصرف و گرما ایجاد کرد. بنابراین، اگر محاسبهٔ میزان صرفه‌جویی برای کل سال مطرح باشد، ناگزیر باید هزینهٔ اخیر را از صرفه‌جویی مواقع گرم کم کرد.

هزینه‌های گرمایش و سرمایش یک فضای معین در همهٔ مواقع و همهٔ مناطق یکسان نیست.[1] تجربه نشان داده است که در بسیاری از موارد هزینهٔ سرد کردن یک حجم معین هوا به مراتب بیشتر از گرم کردن همان حجم هواست، به‌طوری‌که در ساختمان دارای تهویهٔ مطبوع کامل، هزینهٔ سرد کردن پانزده برابر هزینهٔ گرم کردن تخمین زده می‌شود. به این ترتیب، برای محاسبهٔ کارآیی واقعی سایبان رابطهٔ بالا را بازنویسی می‌کنیم

$$S_e = \frac{I_1 - \frac{I_2}{a}}{I} \times \%100$$

اجزای این فرمول عبارت‌اند از

I_1 = مقدار انرژی خورشیدی که با سایبان در مواقع گرم مهار می‌شود،[2]

I_2 = مقدار انرژی خورشیدی که در مواقع سرد وارد اتاق نمی‌شود،

a = نسبت هزینهٔ سرد کردن واحد حجم هوا به هزینهٔ گرم کردن همان حجم هوا،

I = انرژی خورشیدی که می‌توانست در مواقع گرم از پنجرهٔ بدون سایبان وارد اتاق شود.

از رابطهٔ بالا نتیجه می‌شود که برای رسیدن به حداکثر کارآیی ایده‌آل (صد درصد) باید سایبانی طراحی کرد که لکهٔ سایهٔ آن در مواقع گرم همهٔ سطح پنجره را بپوشاند و در مواقع سرد به کلی از بین برود. شاید نیل به چنین ایده‌آلی ممکن نباشد، ولی در این میان می‌توان به اهمیت سایبان‌های متحرک و گیاهی پی برد.

۱. استفاده از نفت، گاز و برق برای گرمایش، هزینه‌های متفاوتی در بردارد.

۲. برای محاسبهٔ انرژی خورشیدی از جدول‌ها یا نمودارهای معین استفاده می‌شود.

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

پیوست ۸

نمودارهای مسیر خورشید (۱.۸ تا ۴.۸) و نقاله سایه‌یاب (۵.۸)

تهیه شده با روش تصویرنگاری استوانه‌ای

هر چند مجموعهٔ اخیر ظاهراً از نمودارهای تهیه شده با روش تصویرنگاری سمتی متفاوت است، ولی برای استفاده از آنها، باید از همان اصول ارائه شده در این کتاب پیروی کرد. به همین دلیل به ارائهٔ دو مثال کوتاه بسنده خواهد شد.

مثال ۱: شکل نقاب سایهٔ پنجره‌ای را، که مشخصات آن در تصویر ۵۳.۳ آمده است، ترسیم کنید.

پاسخ: مطابق همان تصویر، زاویهٔ قائم سایهٔ (نیم‌رخ) لبهٔ افقی سایبان و زاویهٔ افقی سایهٔ (سمت خورشیدی) لبه‌های قائم دو طرف پنجره، هر یک ۵۰° است. بنابراین از برخورد منحنی مربوط به ۵۰° زاویهٔ قائم سایه و رابطهای قائم مربوط به ۵۰° زاویهٔ افقی سایه، شکل نقاب سایهٔ پنجره به دست خواهد آمد (تصویر ۶.۸).

مثال: اگر پنجرهٔ مورد بحث متعلق به نمای شرقی یک ساختمان در چاه‌بهار باشد، معلوم کنید که این پنجره با لحظهٔ ده صبح خرداد ماه این بندر متناسب است یا خیر.

پاسخ: طبق مراحل زیر عمل می‌کنیم.

۱. تقویم نیاز آب و هوایی چاه‌بهار را به نمودار مسیر خورشید متناسب با این بندر منتقل می‌کنیم؛

۲. محل ده صبح خرداد را روی همین نمودار علامت می‌گذاریم و وضعیت آن را از لحاظ گرمایی می‌سنجیم؛

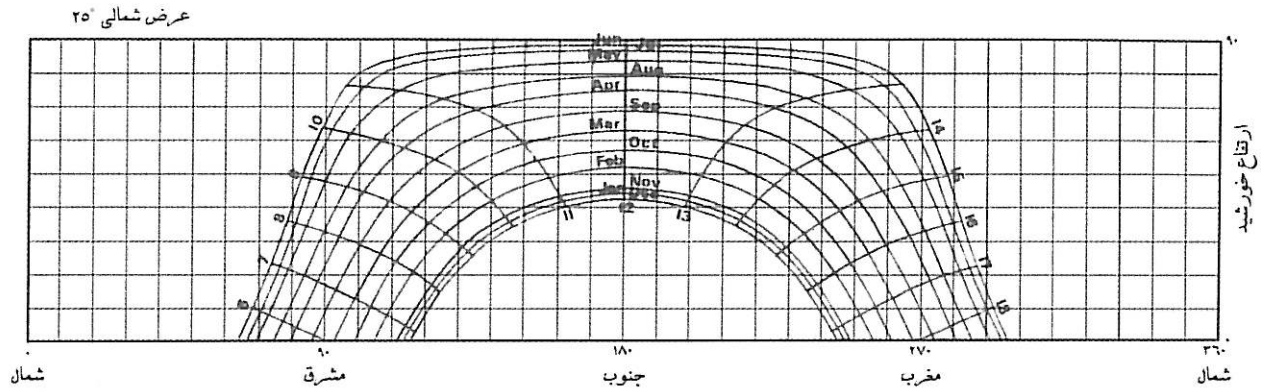
۳. نقاله سایه‌یاب را، که حاوی نقاب سایهٔ پنجره است (پاسخ مثال ۱)، بر روی نمودار بالا قرار می‌دهیم، به طوری که پیکان نقاله سایه‌یاب روی محور ۹۰° از نمودار مسیر خورشید قرار بگیرد (۹۰° زاویهٔ سمت پنجرهٔ شرقی است)؛

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معماری و عمران

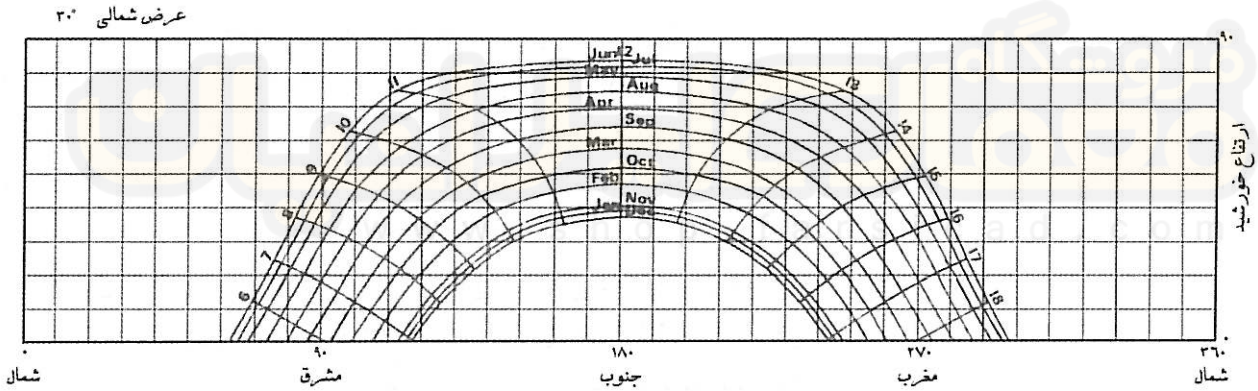
farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

۴. اگر نیاز به سایه مطرح باشد، باید لحظهٔ مورد نظر در داخل نقـاب قـرار گیـرد و در غیر این‌صورت، باید از زیر نقاب سایه بیرون بیفتد؛

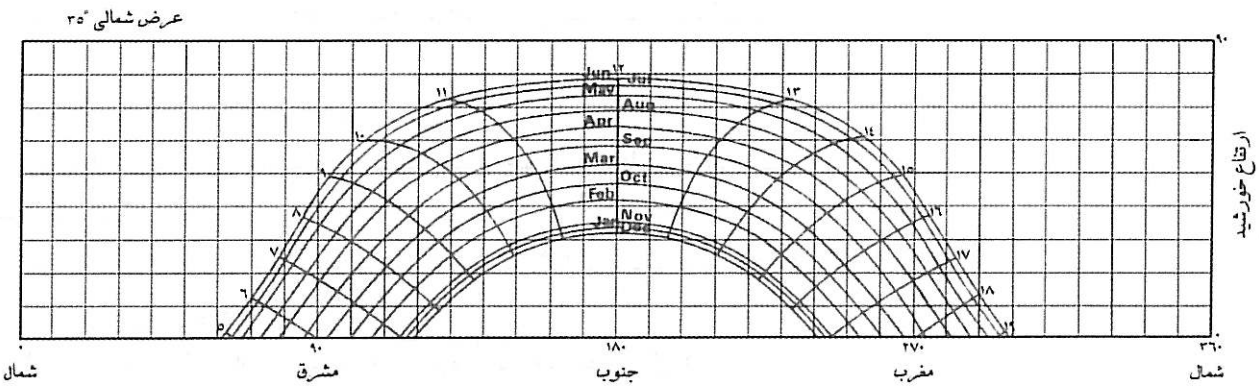
۵. با توجه به نتیجهٔ مرحلهٔ ۴ نظر خود را در مورد کارآیی پنجره ارائه می‌دهیم.



تصویر پ.۱.۸. نمودار مسیر خورشـید بـرای ۲۵ درجهٔ عرض شمالی



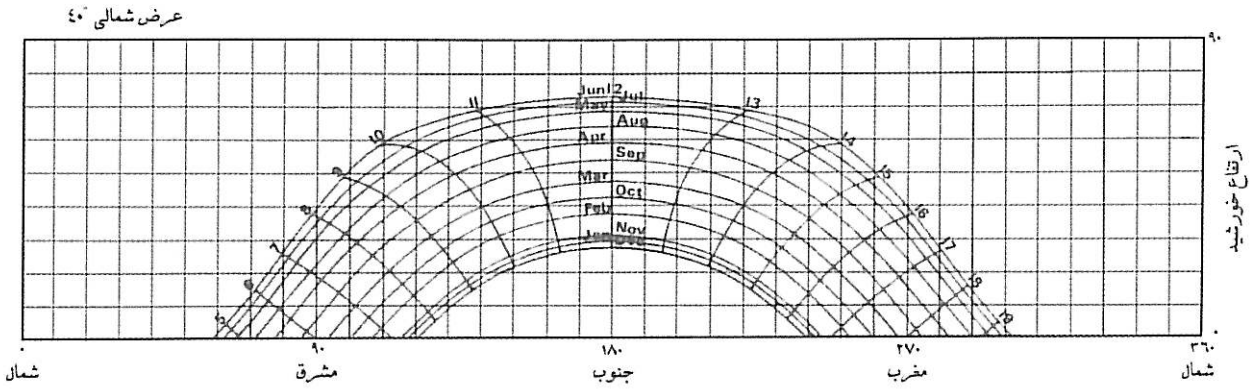
تصویر پ.۲.۸. نمودار مسیر خورشـید بـرای ۳۰ درجهٔ عرض شمالی



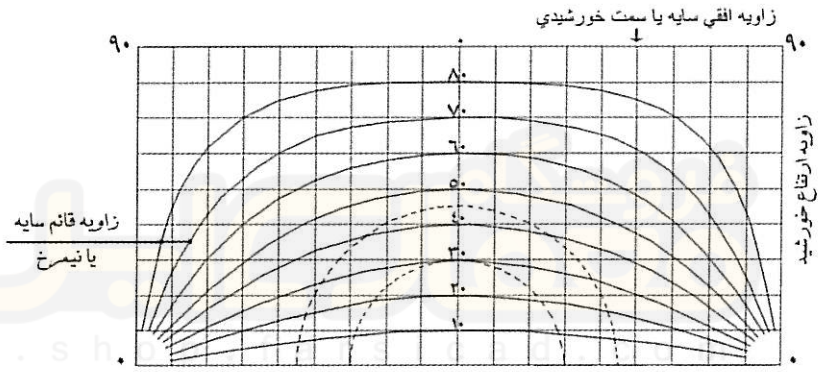
تصویر پ.۳.۸. نمودار مسیر خورشـید بـرای ۳۵ درجهٔ عرض شمالی

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

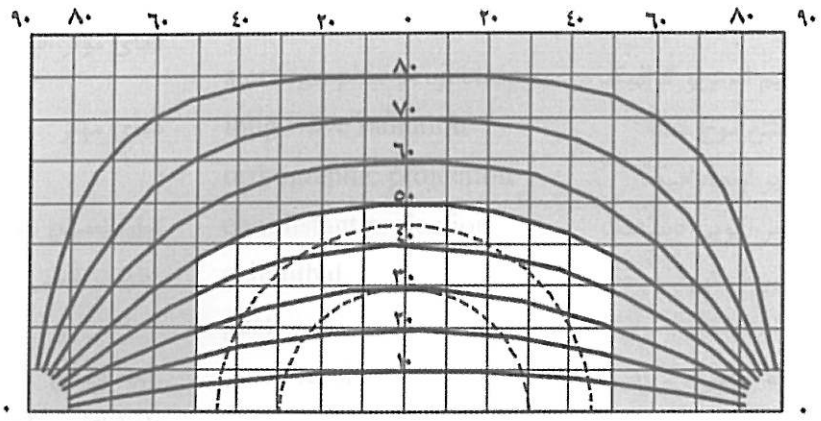
farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری



تصویر پ.۴.۸. نمودار مسیر خورشید برای ۴۰ درجهٔ عرض شمالی



تصویر ۵.۸. نقاله سایه‌یاب



تصویر ۶.۸. نقاب سایهٔ پنجره‌ای معین

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معماری و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

فروشگاه معماری ایرانیان
www.shop.farsicad.com

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

واژه‌نامهٔ فارسی ـ انگلیسی

آفتاب‌نگار	sunshine recorder
اشعهٔ افشان	diffused sunlight
اشعهٔ مستقیم	direct sunlight
امواج مادون قرمز الکترومغناطیس	infra-red electromagnetic
بادسنج پیاله‌ای	cup anemometer
پارچهٔ نمدی	muslin
ترسیم استریو گرافیک	stereographic projection
تشعشع موج بلند	long wave radiation
تصویر ارتوگرافیک	orthographic projection
تصویر اکویی دیستنت	equidistant projection
تصویر سمتی	azimuthal
تندباد	gust
تهویهٔ عرضی	cross ventilation
حداقل مطلق	absolute minimum
حداکثر مطلق	absolute maximum
حرارتی / فیزیکی	thermophysical
خُرد آب و هوا	micro climate
خطوط آسایش هم‌تراز	equivalent comfort lines
دستگاه استیونسن	Stevenson screen
دماسنج کاتا	Kata thermometer
دماسنج کروی	globe thermometer
دماسنج	thermometer
دمای تابشی متوسط محیط	mean radiant temperature
دمای تر	wet temperature
دمای محیطی	environmental temperature
دمای مؤثر اصلاح شده	corrected effective temperature (CET)
دمای مؤثر	effective temperature (ET)
رطوبت‌سنج میسن	Mason's hygrometer
رطوبت نسبی	relative humidity
زاویهٔ ارتفاع	altitude angle
زاویهٔ افقی سایه	horizontal shadow angle
زاویهٔ سمت	azimuth angle
زاویهٔ قائم سایه	vertical shadow angle
زاویهٔ نیمرخ	profile angle
زمان تأخیر	time lag

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

window azimuth	سمت پنجره
window solar azimuth	سمت خورشیدی پنجره
thermal comfort index	شاخص آسایش گرمایی
pyranometer	شدت‌سنج
heat capacity	ظرفیت حرارتی
normal to window	عمود بر پنجره
emissivity	قابلیت تشعشع
Clo	کلو
mean (average) daily minimum	متوسط حداقل روزانه
mean (average) daily maximum	متوسط حداکثر روزانه
sun path	مسیر خورشید
equation of time	معادله زمان
comfort zone	منطقهٔ آسایش

mean daily range	میانگین تغییرات روزانه
mean temperature	میانگین دما
shading mask	نقاب سایه
shadow angle protractor	نقالهٔ سایه‌یاب
bioclimatic chart	نمودار زیست اقلیمی
building bioclimatic chart	نمودار زیست اقلیمی ساختمانی
psychrometric chart	نمودار سایکرومتریک
radiation calculator	نمودار محاسب تابش
sun-path diagram	نمودار مسیر خورشید
True Solar Time	وقت خورشیدی حقیقی
mean solar time	وقت خورشیدی متوسط
local apparent time	وقت ظاهری محلی
local mean time	وقت متوسط محلی
hygrograph	هایگروگراف
forced convection	همرفت اجباری

www.shop.farsicad.com

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

واژه‌نامهٔ انگلیسی ـ فارسی

absolute maximum	حداکثر مطلق
absolute minimum	حداقل مطلق
altitude angle	زاویهٔ ارتفاع
azimuth angle	زاویهٔ سمت
azimuthal	تصویر سمتی
bioclimatic chart	نمودار زیست اقلیمی
building bioclimatic chart	نمودار زیست اقلیمی ساختمانی
Clo	کلو
comfort zone	منطقهٔ آسایش
corrected effective temperature (CET)	دمای مؤثر اصلاح شده
cross ventilation	تهویهٔ عرضی
cup anemometer	بادسنج پیاله‌ای
diffused sunlight	اشعهٔ افشان
direct sunlight	اشعهٔ مستقیم
effective temperature (ET)	دمای مؤثر
emissivity	قابلیت تشعشع
environmental temperature	دمای محیطی
equation of time	معادله زمان
equidistant projection	تصویر اکویی دیستنت
equivalent comfort lines	خطوط آسایش هم‌تراز
forced convection	همرفت اجباری
globe thermometer	دماسنج کروی
gust	تندباد
heat capacity	ظرفیت حرارتی
horizontal shadow angle	زاویهٔ افقی سایه
hygrograph	هایگروگراف
infra-red electromagnetic	امواج مادون قرمز الکترومغناطیس
Kata thermometer	دماسنج کاتا
local apparent time	وقت ظاهری محلی
local wave radiation	تشعشع موج بلند
mason's hygrometer	رطوبت‌سنج میسن
mean (average) daily maximum	متوسط حداکثر روزانه
mean daily range	میانگین تغییرات روزانه
mean radiant temperature	دمای تابشی متوسط محیط
mean solar time	وقت خورشیدی متوسط
mean temperature	میانگین دما
micro climate	خرد آب و هوا
muslin	پارچهٔ نمدی

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

sun path	مسیر خورشید
sun-path diagram	نمودار مسیر خورشید
sunshine recorder	آفتاب‌نگار
thermal comfort index	شاخص آسایش گرمایی
thermometer	دماسنج
thermophysical	حرارتی / فیزیکی
time lag	زمان تأخیر
True Solar Time	وقت خورشیدی حقیقی
vertical shadow angle	زاویهٔ قائم سایه
wet temperature	دمای تر
window azimuth	سمت پنجره
window solar azimuth	سمت خورشیدی پنجره
normal to window	عمود بر پنجره
orthographic projection	تصویر ارتوگرافیک
profile angle	زاویهٔ نیمرخ
psychrometric chart	نمودار سایکرومتریک
pyranometer	شدت‌سنج
radiation calculator	نمودار محاسب تابش
relative humidity	رطوبت نسبی
shading mask	نقاب سایه
shadow angle protractor	نقالهٔ سایه‌یاب
stereographic projection	تصویر استریو گرافیک
Stevenson screen	دستگاه استیونسن
sun path diagram	نمودار مسیر خورشید

www.shop.farsicad.com

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

Fisk, D. J., *Thermal Control of Buildings*, London, Applied Science Publishers Ltd. 1981.
Fowler, K., *Practical Building Services Design*, London, George Godwin, 1983.
Gate, David, M., *Man & His Environment, Climate*, New York, Harper & Row Publishers, 1972.
Geiger, R., *The Climate Near The Ground*, U.S.A., Harvard University Press, 1957.
Givoni, B., *Man, Climate & Architecture*, Amesterdam, Elsevier , 1969.
Griffiths, J.F., *Applied Climatology*, 2. ed., Oxford U. Press, 1978.
Handbook of Solare Radiation, compiled by Anna Mani, New Delhi, Applied Publishers Private Limited, 1981.
Holm, Dieter, *Energy Conservation in Hot Climates*, London, The Architectural Press, 1983.
Kellaway, George, P., *Map Projections*, U.S.A. University Paper Back, 1971.
Koenigsberger *et al., Manual of Tropical Housing & Building*, India, Orient Longman Limited, 1975.
McCormick, E.J. & M.S. Sanders, *Human Factors in Engineering & Design*, 5. ed., New Delhi, Tata McGraw-Hill, 1982.
McGuinness, William, J. *et al.* , *Mechanical & Electrical Equipment for Buildings*, New York, John Wiley & Sons, Inc., 1967.
McMullan, R., *Environmental Science in Building*, London, Macmillan, 1983.
Oaklay, David, *Tropical Houses*, London, B.T. Batsford, 1961.
Olgyay, Victor, *Design with Climate*, U.S.A. Princeton, N. J., 1973.
Olgyay & Olgyay, *Solar Control & Shading Devices*, U.S.A., Princeton N. J., 1976.
Penwarden, A.D., "Acceptable wind Speeds in Towns", *Buidling Science*, Vol. 8, pp. 254-267, 1973.
Ramsey, Charles; G. Sleeper; A. Harold, *Architectural Graphic Standard*, New York, John Wiley Sons Inc, 1970.
Rieh, H., *Introduction to the Atmosphere*, U.S.A., McGraw-Hill, 1978.
Saleh, A. Monem, "The Design of Sun Shading Devices", in *Solar Energy Applications in The Design of Buildings*, Ed by H. J. Cowan, London, Applied Science Publishers Ltd., 1980.
Sarget, F. W. & S. Tromp, "A Survey of Human Biometeorology", *World Meteorological Organization, Technical Note*, No. 65, 1964.
Smith, B. J. *et al.*, *Environmental Science*, London, Longman, 1982.
Smith, Keith, *Principles of Applied Climatology*, U.S.A., McGraw-Hill, 1975.
Sukhatme, S.P., *Solar Energy*, New Delhi, Tata McGraw-Hill, 1984.
Szokolay, S.V., *Solar Energy & Building*, London, Architectural Press, 1975.
United Nations, *Climate & House Design*, 1971.
Vitruvius, *The Ten Books on Architecture*, New York, Dover, 1960.
Watson, D. & K. Labs, *Climatic Design*, New York, McGraw-Hill, 1983.
Watson, Donald , *Designing & Building a Solar House*, U.S.A., Garden Way Publishing, 1977.
_____, *Energy Conservation Through Building Design*, New York, McGraw-Hill , 1979.

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

نمایه

آ
آبادان ۳۹
آسایش....
احساس، نه، ۶، ۷، ۱۳، ۱۷، ۱۸، ۱۹، ۲۰، ۲۳، ۲۶، ۲۷، ۳۰، ۳۱، ۳۴، ۳۵، ۳۶، ۴۰، ۴۱، ۴۲
شاخص، پانزده، ۱۹، ۲۳، ۲۶، ۳۲، ۵۴، ۶۳، ۷۰، ۷۱، ۷۶، ۷۸، ۸۶، ۸۷، ۱۰۵، ۲۰۸
گرمایی، پانزده، نه، ۸، ۱۵، ۱۸، ۳۹، ۷۹، ۱۰۷، ۱۱۰
منطقه ۲۳، ۲۶، ۲۷، ۲۸، ۳۰، ۳۱، ۳۲، ۳۸، ۳۹، ۴۰، ۴۱، ۴۲، ۵۴، ۵۵، ۵۷، ۶۴، ۶۵، ۶۶، ۷۲، ۷۳، ۷۴، ۸۸، ۸۹، ۹۰، ۹۱، ۹۵، ۱۰۱، ۱۸۲، ۲۰۲
همطراز ۲۴، ۲۵، ۳۰
آسمان....
غیرقابل رؤیت ۱۵۱
قابل رؤیت ۱۵۱
نیمکره ۱۱۱، ۱۱۵، ۱۱۶، ۱۴۳، ۱۴۴، ۱۴۷، ۱۵۰، ۱۵۱، ۱۵۳، ۱۵۴، ۱۷۳، ۱۸۹، ۱۹۰
آفتاب متوسط ۱۹۷
آفتاب نگار ۱۹

الف

اتلاف حرارت ۱۰، ۱۲، ۳۰، ۳۴، ۱۶۷، ۱۷۲
احساس سرما و گرما، نه، ۱۰، ۷۹
ارتو گرافیک ۱۷۰، ۱۹۰
ارزش، چهارده، ۴، ۲۲، ۲۳، ۴۹، ۷۰، ۱۴۵
استرالیا ۳۱، ۱۱۹
استریو گرافیک ۱۱۵، ۱۷۰، ۱۷۲، ۱۷۳، ۱۸۹، ۱۹۱
استوا ۲۶، ۴۰، ۱۹۷
استواری ۵، ۶
استیونسن ۱۳
اشعهٔ....
افشان ۱۰۴، ۱۰۵، ۱۰۶، ۱۹۹
بازتابشی ۴۷، ۴۸، ۱۰۴، ۱۰۵، ۱۰۶، ۱۶۶
تابشی ۱۰۴، ۱۰۵
جذب شده ۴۱، ۴۷
مستقیم ۴۶، ۱۰۱، ۱۰۳، ۱۰۵، ۱۰۶، ۱۲۱، ۱۲۳، ۱۲۵، ۱۳۱، ۱۶۵، ۱۶۶، ۱۷۵، ۱۹۹
اصفهان....
ذوب آهن ۷۳، ۷۴
طالخونچه ۸۰، ۸۲، ۸۳
قمبوان ۸۲، ۸۴، ۸۵
افق ۱۰۶، ۱۰۷، ۱۱۱، ۱۱۲، ۱۱۴، ۱۳۸، ۱۳۹، ۱۴۱، ۱۴۲، ۱۴۳، ۱۶۹، ۱۸۳، ۱۸۴
اکویی دیستنت ۱۴۱، ۱۷۰، ۱۸۲، ۱۸۴، ۱۹۹

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

الگو، چهارده، ۱۵۸، ۱۵۹، ۱۶۰
الگیی ۳۱
انرژی....
خورشیدی ۱۹، ۴۹، ۱۰۳، ۱۰۵، ۱۹۴
غیرفسیلی ۶، ۷۷
فسیلی ۴، ۶، ۷۷، ۷۸، ۸۲، ۸۸، ۱۰۲، ۱۰۳، ۱۹۳، ۱۹۴
اوانز ۶۳، ۶۴، ۶۵، ۶۶، ۶۷، ۶۹، ۱۷۶
اوج ۵۷، ۱۰۷، ۱۴۲
ایران، یازده، پانزده، ۲۰، ۸۰، ۸۹، ۹۸، ۱۰۱، ۱۶۹، ۱۸۵، ۱۹۰، ۱۹۲، ۲۰۳
ایرانشهر ۱۰۱
ایلی نویز ۲، ۳

ب
بادسنج پیاله‌ای ۲۰
بادگیر ۳۵، ۴۹، ۷۵
باهاوس ۲
بندر....
انزلی۳۷، ۵۲، ۵۳، ۸۴، ۸۵، ۸۶، ۸۷، ۸۸، ۸۹
جاسک ۹۱
چاه بهار ۹۳، ۹۴، ۹۵، ۹۶، ۱۲۴، ۱۲۵، ۱۲۷
عباس ۳۳، ۳۴، ۳۵، ۹۱
بخار آب ۱۵، ۴۱، ۵۳، ۷۶
برودت تبخیری ۱۵، ۲۰، ۳۶، ۴۰، ۴۲، ۴۹، ۵۰، ۱۰۳
برولین ۱، ۴
بلوچستان ۳۶، ۴۹
بوشهر ۱۱۶

پ
پروتستانیسم ۲
پنجره ۴، ۷، ۱۷، ۱۸، ۱۹، ۴۰، ۴۱، ۴۵، ۴۶، ۴۸، ۵۳، ۵۸، ۵۹، ۶۲، ۷۶، ۸۰، ۱۰۹، ۱۱۰، ۱۲۲، ۱۲۵، ۱۲۷-۱۳۱، ۱۳۴_۱۴۰، ۱۵۶_۱۶۲، ۱۶۴_۱۶۶، ۱۶۹_۱۷۳، ۱۹۷_۲۰۰، ۲۰۴، ۲۰۵
پوشاک....
ارزش رسانایی ۲۲، ۲۳
مقاومت گرمایی ۲۲، ۲۳، ۴۲، ۴۴

ت
تابش ....
زاویه ۴۸
شدت ۱۹، ۲۰، ۴۶، ۴۸، ۱۷۰
تأخیر ۱، ۷، ۴۰، ۵۱، ۵۹، ۶۲، ۶۸، ۱۷۹
تبادل....
تابشی ۱۱، ۱۲، ۱۷، ۱۰۹
تبخیری ۱۲
حرارت، نه، سیزده، ۸، ۱۱، ۱۲، ۱۸، ۲۲، ۴۴، ۴۵، ۱۶۷
کنوکسیون ۱۲
هدایتی ۱۲
همرفتی ۱۲، ۱۰۸، ۱۰۹
تبخیر....
سطحی ۴۵، ۴۹، ۵۰
تبریز ۱۰۳، ۱۰۴
تجربه و اصلاح ۱۳۵
تجزیه ۴۰، ۱۲۸، ۱۲۹، ۱۳۶، ۱۶۱
ترسیمی....
روش ۱۷، ۱۱۵، ۱۲۲، ۱۲۳، ۱۲۵، ۱۴۰
هندسه ۱۲۲
تشعشع موج بلند ۱۸، ۵۰، ۱۰۸، ۱۰۹
تصویر....
ارتوگرافیک ۱۸۷، ۲۰۶
استریوگرافیک ۱۱۱، ۱۸۲، ۱۸۴
استوانه‌ای ۱۷۰، ۱۷۲
اشعه ۱۸۶
اکویی دیستنت ۱۸۸
پرده ۱۸۶
سمتی ۱۹۹
صفحه ۸۷

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

موضوع ۱۸۶، ۱۸۷
نگاری ۱۹۹
تعادل گرمایی ۱۰
تقویم نیاز....
آب و هوایی ۸۶، ۸۹، ۹۰، ۹۱، ۱۰۵، ۱۱۸
سایه و آفتاب ۹۲، ۹۴، ۹۵، ۹۸، ۹۹، ۱۰۱، ۱۰۲، ۱۰۳، ۱۰۴، ۱۰۵، ۱۲۲، ۱۲۷، ۱۲۹، ۱۳۱، ۱۳۴، ۱۳۵، ۱۴۰، ۱۴۱، ۱۶۰، ۱۹۹
تندباد ۷۰، ۷۱، ۷۲، ۷۳
تهران ۲۸، ۱۰۰، ۱۰۱، ۱۰۲، ۱۰۳، ۱۱۲، ۱۲۲، ۱۲۳، ۲۰۳
تهویهٔ عرضی ۴۵، ۴۹

ج
جاسک ۹۳
جدول ماهانی، یازده، ۵۴، ۵۵، ۶۳، ۱۷۷، ۱۷۹
جریان هوا، نـه، ۷، ۱۲، ۱۳، ۱۵، ۲۰، ۲۱، ۲۲، ۲۴، ۲۶، ۳۱، ۳۴، ۳۵، ۳۶، ۴۰، ۴۹، ۵۸، ۵۹، ۶۱، ۶۲، ۶۳، ۶۴، ۶۸، ۷۰، ۷۴، ۱۸۱
محسوس ۳۵
نا محسوس ۳۵، ۶۴
جهان سوم ۴، ۶

چ
چـاه‌بهـار ۹۵، ۹۶، ۹۸، ۱۲۹، ۱۳۱، ۱۳۴، ۱۳۵، ۱۴۱، ۱۵۷، ۱۵۹، ۱۶۰، ۱۶۱، ۱۶۴، ۱۶۵، ۱۹۶، ۱۹۹
چندکله‌ای ۸۱، ۸۲، ۱۰۵
چهارفصل ۸۴، ۱۰۵

ح
حاره‌ای ۳۹
حاشیه کویر ۴۹، ۵۰، ۸۱، ۸۲
حرارتی فیزیکی ۶، ۱۹۹
حضیض ۱۸۸
حوزهٔ گرمایی ۱۷
حوضخانه ۴۹

خ
خارخانه ۳۵، ۳۶، ۴۹
خاصیت حرارتی فیزیکی ۶، ۱۹۹
خانهٔ....
چندکله ۸۱، ۸۲، ۱۰۵
چهارفصل ۸۴
خرد آب و هوا ۴۶
خشک و کویری ۵۰
خط آسایش همطراز ۲۴، ۲۵، ۳۰، ۴۲
خط منتصب ۱۳۷
خلیج فارس ۹۲، ۹۵
خورشید....
ارتفاع ۱۱۰، ۱۱۱، ۱۱۲، ۱۱۴، ۱۱۵، ۱۱۶، ۱۱۷، ۱۱۹، ۱۲۳، ۱۲۰، ۱۲۴، ۱۲۵، ۱۲۷، ۱۳۰، ۱۳۸، ۱۳۹، ۱۴۰، ۱۴۹، ۱۷۲، ۱۷۳، ۱۸۴، ۱۸۸
انرژی ۱۰۶، ۱۰۹، ۱۹۸
سمت ۱۱۰، ۱۱۱، ۱۱۲، ۱۱۴، ۱۱۵، ۱۱۶، ۱۱۹، ۱۲۰، ۱۲۳، ۱۲۴، ۱۲۷، ۱۳۰، ۱۳۶، ۱۳۷، ۱۳۸، ۱۳۹، ۱۷۲، ۱۷۳، ۱۸۴، ۱۹۹
مسیر ۱۱۱، ۱۱۲، ۱۱۵، ۱۱۷، ۱۱۸، ۱۴۰، ۱۴۱، ۱۴۲، ۱۵۷، ۱۵۸، ۱۶۰، ۱۷۲، ۱۸۷، ۱۸۸، ۱۸۹، ۱۹۳، ۱۹۹
موقعیـــت ۱۱۰، ۱۱۵، ۱۱۶، ۱۱۹، ۱۲۲، ۱۳۱، ۱۴۹، ۱۷۱، ۱۷۳، ۱۹۶، ۱۹۳، ۱۸۶
نقشه مسیر ۱۱۲، ۱۹۹

د
دریای عمان ۹۲، ۹۵
دما....
بیشـــینه ۱۳، ۳۹، ۴۱، ۵۴، ۵۵، ۶۰، ۶۳، ۶۵، ۶۶، ۷۳، ۹۲، ۹۳، ۹۴، ۹۵، ۱۰۰، ۱۷۷، ۱۷۸
تابش متوسط ۱۲، ۱۳، ۱۷، ۱۸، ۲۵، ۲۲، ۲۶، ۶۳، ۹۰، ۱۰۹، ۱۹۹
تر ۱۵، ۱۶، ۱۷، ۲۴، ۲۸، ۲۹، ۳۱، ۵۲، ۵۳

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معماری و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

خشـــک ۱۳، ۱۵، ۱۶، ۱۷، ۲۵، ۲۶، ۲۸، ۳۱، ۴۱، ۵۳، ۶۴، ۷۰، ۷۶
شبنم ۲۴
طراحی ۱۴
کمینه ۱۴، ۳۱، ۴۲، ۵۵، ۶۰، ۶۵، ۷۳، ۹۵، ۱۷۷، ۱۷۸
محیطی ۱۷، ۲۳
مـؤثر ۲۴، ۲۵، ۲۶، ۲۷، ۲۸، ۲۹، ۳۰، ۳۱، ۵۳، ۷۶، ۹۰، ۹۹، ۱۰۰، ۱۰۱، ۱۰۲، ۱۰۳
مؤثر اصلاح شده ۲۵، ۲۶
مؤثر بیشینه ۲۶، ۱۰۰
مؤثر پایه ۲۵
مؤثر کمینه ۲۶، ۹۹، ۱۰۰، ۱۰۱
مؤثر معمولی ۲۵، ۲۶، ۳۰، ۳۱
مؤثر نوین ۳۰
هوا ۱۳، ۱۰۱، ۱۰۳
دماسنج....
الکلی ۲۰
خشک ۱۳، ۲۱
کاتا ۲۰، ۲۱
کروی ۱۸، ۱۹، ۲۲، ۲۵، ۲۶
مرطوب یا تر ۱۵، ۲۱
معمولی ۱۳، ۱۵، ۱۸

ر

راحتی....
گرمـــــایی ۶، ۸، ۴۴، ۵۲، ۷۹، ۸۴، ۱۰۴، ۱۰۵، ۱۰۷، ۱۰۹، ۱۲۷، ۱۳۵
رطوبت....
بیشینه ۱۶، ۵۶
سنج ۱۵
کمینه ۶۵
نســـبی ۱۵، ۱۶، ۱۷، ۲۴، ۲۸، ۲۹، ۳۰، ۳۱، ۳۲، ۳۴، ۳۷، ۳۸، ۳۹، ۴۰، ۵۰، ۵۲، ۵۳، ۵۴، ۵۵، ۵۶، ۵۷، ۵۸، ۶۰، ۶۳، ۶۴، ۶۵، ۶۸، ۷۱، ۷۶، ۸۶، ۸۷، ۹۹، ۱۷۸
هوا ۱۲، ۱۳، ۱۵، ۲۶، ۴۱، ۹۵، ۱۰۵
روش....
استوانه‌ای ۱۷۲
تجربه و اصلاح ۱۳۵
ترسیمی، سیزده، چهـارده، ۱۷، ۱۱۵، ۱۲۲، ۱۲۳، ۱۲۴، ۱۲۵، ۱۴۰، ۱۴۲، ۱۵۵، ۱۸۶

ز

زاویه ....
افقـی ســایه ۱۳۷، ۱۳۸، ۱۵۴، ۱۵۵، ۱۵۹، ۱۶۱، ۱۶۳، ۱۶۵
تابش ۴۸
سمت ۱۱۲، ۱۳۷، ۱۴۰، ۱۴۷، ۱۴۹، ۱۵۰، ۱۷۳
ســمت خورشـیدی۱۱۱، ۱۱۲، ۱۱۴، ۱۱۵، ۱۱۶، ۱۱۷، ۱۱۹، ۱۲۰، ۱۲۳، ۱۲۴، ۱۲۷، ۱۲۹، ۱۳۶، ۱۳۷، ۱۳۸، ۱۳۹، ۱۴۰، ۱۶۸، ۱۶۹
قائم سایه ۱۳۷ ، ۱۴۳، ۱۴۴، ۱۴۹، ۱۵۳، ۱۵۵، ۱۵۹، ۱۶۱، ۱۶۲، ۱۶۳، ۱۶۴
نیمرخ ۱۳۷، ۱۳۸، ۱۴۳، ۱۴۵
زغال ۵، ۸۴، ۹۰
زمان تأخیر ۵۱، ۵۹، ۶۲، ۶۸، ۱۷۹
زیبایی ۳، ۵، ۶

س

ساحلی....
خلیج فارس ۹۲، ۹۵
شهرهای شمال ۹۱
سازمان هواشناسی ۱۳، ۲۰، ۳۷، ۶۱، ۸۷، ۹۶
ساعت...
خورشیدی حقیقی ۱۹۶
رسمی ۱۹۴، ۱۹۶
آفتاب‌نگار (سان‌شاین رکوردر) ۱۹
ســـــایبان ۴۰، ۴۹، ۱۰۷، ۱۱۰، ۱۲۲، ۱۲۳، ۱۲۵، ۱۲۷، ۱۲۹، ۱۳۰، ۱۳۵، ۱۳۸، ۱۳۹، ۱۴۵، ۱۴۹، ۱۵۶، ۱۵۷، ۱۵۹، ۱۶۰، ۱۶۲-۱۶۸، ۱۷۰، ۱۷۲، ۱۷۳، ۱۹۶، ۱۹۷، ۱۹۸، ۱۵۹

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

افقـــی ۷۶، ۱۲۵، ۱۲۹، ۱۳۰، ۱۳۱، ۱۳۴، ۱۳۶، ۱۳۷، ۱۵۷، ۱۵۹، ۱۶۱، ۱۶۲، ۱۶۳، ۱۶۴، ۱۶۵، ۱۷۲، ۱۷۳
الگو ۱۶۲، ۱۶۴، ۱۶۵
قـــائم ۷۶، ۱۲۵، ۱۲۷، ۱۲۹، ۱۳۱، ۱۳۴، ۱۳۶، ۱۳۹، ۱۵۷، ۱۵۹، ۱۶۱، ۱۶۲، ۱۶۳، ۱۶۴، ۱۶۵، ۱۶۸، ۱۷۳
سایکرومتریک...
نقشه ۲۴، ۲۸
نمودار ۱۷، ۲۴، ۲۸، ۲۹، ۳۰، ۴۰، ۶۴، ۱۸۰
سایه....
زاویـهٔ افقـی ۱۳۷، ۱۳۸، ۱۵۴، ۱۵۵، ۱۵۹، ۱۶۱، ۱۶۳، ۱۶۵
زاویـهٔ قـائم ۱۳۷، ۱۴۳، ۱۴۴، ۱۴۹، ۱۵۳، ۱۵۵، ۱۵۹، ۱۶۱، ۱۶۲، ۱۶۳، ۱۶۴
سرمایداری ۲
سلامتی ۵، ۶
سوسنگرد ۵۸، ۶۰، ۶۱، ۶۲، ۶۵، ۶۶، ۶۷، ۶۹
سیدنی ۱۱۹
سیستان ۳۵، ۴۹
سیم وندرین ۳

ش

شاخص ۶، ۷، ۱۹، ۲۳، ۲۴، ۲۵، ۲۶، ۲۹، ۳۰، ۳۱، ۳۲، ۳۵، ۳۸، ۳۹، ۴۰، ۴۴، ۴۵، ۵۲، ۵۳، ۵۴، ۵۶ـــ۵۹، ۶۱، ۶۳، ۶۴، ۶۶، ۶۷، ۶۹، ۷۰، ۷۱، ۷۵، ۷۶، ۷۸، ۸۶، ۸۷، ۹۰، ۹۱، ۱۰۴، ۱۰۵، ۱۷۸، ۱۷۹
شبنم....
دما ۲۴
منحنی ۲۴
شدت تابش ۱۹، ۲۰، ۴۸، ۴۶
شدت‌سنج ۱۹

ض

ضریب کارایی ۱۹۸

ط

طبس ۱۱۴
طلوع، یازده، ۱۴، ۱۶، ۱۱۱، ۱۱۴، ۱۱۸، ۱۲۷، ۱۳۰، ۱۸۲، ۱۸۳

ظ

ظرفیت....
حرارتی ۵۰
گرمایی ۵۷، ۶۸، ۱۷۹

ع

عابر پیاده ۷۰، ۷۱، ۷۲، ۷۳، ۷۴
عامل زمان، یازده، ۱۲۱، ۱۹۳
عدن ۵۱
عوامل محیطی، نه، ۱۲، ۱۳، ۲۱، ۲۳

غ

غروب، یازده، ۱۴، ۱۶، ۱۱۱، ۱۱۴، ۱۱۸، ۱۲۷، ۱۳۰، ۱۸۲، ۱۸۳

ف

فاکتور کاتا ۲۰، ۲۱
فشار هوا ۱۷، ۳۰
فعالیـــت ۱۰، ۱۱، ۲۳، ۲۶، ۲۸، ۲۹، ۳۱، ۳۲، ۴۱، ۶۳، ۶۹، ۷۰، ۷۸، ۹۰، ۱۰۹

ق

قابلیت....
انتشار ۴۸
جذب ۴۸، ۴۹
قاچ ۱۹۴
قطره ۳۶

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران
www.shop.farsicad.com

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

ک

کارایی سایبان، دوازده، ۱۹۷، ۱۹۸
کرمان ۱۰۳، ۱۰۴
کلو ۲۳
کله ۸۱، ۸۲، ۱۰۵
کنوکسیون ۱۲
کولر آبی ۴۲، ۵۰

گ

گرمای تابشی ۱۲، ۱۷، ۱۸، ۱۹، ۲۰، ۳۶، ۵۲، ۹۰، ۱۰۹
گرمای نهان ۳۵
گرمایی/ فیزیکی۷
گرمایی همسان(نقاط) ۸۷، ۸۸، ۸۹
گرم و خشک(مناطق)۴۰
گیوانی ۴۰

ل

لانگلی ۲۰
لبـاس ۸، ۱۰، ۱۱، ۱۷، ۲۰، ۲۲، ۲۳، ۲۸، ۳۸، ۵۷، ۶۴، ۶۷، ۷۰، ۸۳، ۸۵، ۹۰
لرز ۱۰
لکهٔ....
آفتاب ۱۲۳، ۱۲۴، ۱۲۵، ۱۲۹، ۱۳۰، ۱۳۱، ۱۳۲، ۱۳۴، ۱۳۵، ۱۳۶، ۱۳۸، ۱۵۵
سایه ۱۳۶، ۱۳۸

م

ماهانی، یـازده، ۵۴، ۵۵، ۵۶، ۵۷، ۵۸، ۶۰، ۶۳، ۶۵، ۶۷، ۶۹، ۷۵، ۷۶، ۱۷۷، ۱۷۹
متابولیسمی ۱۰، ۲۳، ۲۹، ۳۱، ۷۰
متوسط دما....
حداقل ۱۴
حداکثر ۱۴
محاسب موقعیت خورشید ۱۱۹، ۱۴۹
مسیر خورشـید ۱۱۱، ۱۱۲، ۱۱۵، ۱۱۷، ۱۱۸، ۱۲۳، ۱۴۰، ۱۴۱، ۱۴۲، ۱۵۷، ۱۵۸، ۱۶۰، ۱۷۰، ۱۸۶، ۱۸۸، ۱۸۹، ۱۹۳، ۱۹۶
مطلق....
حداقل۱۴
حداکثر ۱۴
معادلهٔ زمان ۱۹۵، ۱۹۶
معبر ۷۳، ۷۴
معدل....
تغییرات روزانه ۱۴، ۵
حداکثر و حداقل ۱۴
درجهٔ حرارت ۱۳، ۱۴
دمای روزانه ۱۳ ، ۱۴
نوسانات دما ۱۳
معماری....
بومی ۳۵، ۳۶
بین‌المللی ۱، ۲
سنتی ۶، ۸۰
مدرن ۱، ۵
معیار....
آسایشـی ۲۳، ۲۶، ۳۲، ۴۰، ۵۴، ۶۳، ۷۰، ۷۵، ۷۹، ۸۶، ۸۷، ۱۰۵
دمای مؤثر، نه، ۲۴، ۲۵، ۲۹، ۳۰، ۳۱، ۵۳، ۷۶
راحتی بافت ۷۰، ۷۱، ۷۲، ۷۵
راحتی گرمایی ۱۰۴
زیست ــ اقلیمـی، نـه، ۳۱، ۳۲، ۳۵، ۳۸، ۳۹، ۴۰، ۷۶، ۸۷، ۸۹، ۹۰، ۹۱، ۹۴
زیست ـ اقلیمی ـ ساختمان، نـه، ۴۰، ۴۴، ۴۵، ۵۲، ۵۳، ۵۴، ۷۶، ۹۰، ۹۴
ماهانی، یازده، ۵۴، ۵۷، ۵۸، ۶۰، ۶۳، ۶۹، ۷۵، ۷۶
مک کورمیک ۲
مناطق....
گرم ۱۲۹، ۱۷۰
سرد ۱۲۹، ۱۷۱

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

منحنی....
نرمال ۱۴
هنجار ۱۴
منطقهٔ آسایش....
آفتاب ۷۰، ۷۲، ۷۴، ۱۰۳
تابستان ۳۸
روز ۱۸۰
زمستان ۴۱
سایه ۷۲، ۷۴، ۱۰۳، ۱۲۷
شب ۱۸۱
مواقع....
راحت ۶۷، ۸۵
طلوع ۱۱۱، ۱۱۸
غروب ۱۱۱، ۱۱۸
موج بلند ۱۸، ۴۵، ۴۷، ۴۹، ۵۰، ۱۰۸، ۱۰۹، ۱۱۰
موضوع تصویر ۱۸۶، ۱۸۷
میس ون‌در روهه ۲

ن

نارسانایی....
ارزش ۲۲، ۲۳
واحد ۲۲
نسبت مخلوط ۱۵
نصف‌النهار ۱۲۰، ۱۳۱، ۱۹۳، ۱۹۴، ۱۹۶
نصف‌النهار استاندارد ۱۹۴، ۱۹۵
نفت ۵
نقاب سایه، ۱۳۹، ۱۴۰، ۱۴۲، ۱۶۸، ۱۶۹، ۲۰۰، ۱۴۵
نقاب حقیقی ۱۵۲، ۱۵۳، ۱۵۵، ۱۵۷، ۱۶۱، ۱۶۵، ۱۶۷، ۱۵۳، ۱۵۴، ۱۵۸
نقاط گرمایی همسان ۸۷، ۸۸، ۸۹
نقالهٔ سایه‌یاب ۱۴۰، ۱۴۸، ۱۴۹، ۱۵۰، ۱۵۵، ۱۵۶، ۱۵۷، ۱۶۰، ۱۶۱، ۱۷۰، ۱۸۹
نقطه مبدأ ۱۸۶، ۱۸۷، ۱۸۸
- نم....
مطلق ۱۵
ویژه ۱۵
نمودار....
آسایش ۱۸۰
دمای مؤثر ۲۵، ۲۶، ۲۷، ۲۸
زیست ـاقلیمی ۸۸
زیست ـ اقلیمی ـ ساختمانی ۴۵
سایه‌یاب ۱۹۹
سایکرومتریک ۲۴، ۲۹، ۳۰، ۴۰، ۶۴، ۱۸۰
محاسب تابش ۲۰
محاسب دمای روزانه ۱۴، ۹۲، ۹۴
محاسب دمای مؤثر ۹۹، ۱۱۰
محاسب موقعیت خورشید، یازده، ۱۱۵، ۱۱۹
محاسب وقت طلوع و غروب ۸۹
مسیر خورشید ۱۹، ۱۱۱، ۱۱۵، ۱۲۳، ۱۴۰، ۱۴۱، ۱۴۲، ۱۵۷، ۱۶۰، ۱۸۶، ۱۸۸، ۱۸۹، ۱۹۳، ۱۹۶، ۱۹۹، ۱۵۸
نمونه‌سازی ۱۱۲
نورگیر، یازده، ۷، ۴۸، ۱۰۶، ۱۰۹، ۱۱۰، ۱۲۳، ۱۲۴، ۱۲۵، ۱۲۷، ۱۲۸، ۱۲۹، ۱۳۰، ۱۳۱، ۱۳۲، ۱۳۴، ۱۳۵، ۱۵۳، ۱۵۴، ۱۵۵، ۱۵۶، ۱۶۰
نیمکرهٔ آسمان ۱۱۱، ۱۱۵، ۱۱۶، ۱۴۲، ۱۴۳، ۱۴۶، ۱۴۹، ۱۵۰، ۱۵۳، ۱۷۰، ۱۸۶، ۱۸۷

و

واحد نارسانایی لباس۲۲، ۲۳
وقت....
خورشیدی حقیقی ۱۲۱، ۱۹۳، ۱۹۴، ۱۹۵، ۱۱۷، ۱۹۶
خورشیدی متوسط ۱۹۴، ۱۹۵
رسمی ۱۲۱، ۱۹۳، ۱۹۴، ۱۹۵، ۱۹۶
ظاهری محلی ۱۲۱، ۱۹۳، ۱۹۵
متوسط محلی ۱۹۴

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

هـ

هایگروگراف ۱۵
هدایت ۱۰، ۱۱، ۵۰، ۱۰۹
هرم ۱۷
همرفت ۱۱، ۱۲، ۱۸، ۳۴
همرفت اجباری ۳۴
همساز، سیزده، چهارده، پانزده، ۶، ۹، ۵۲، ۵۴، ۶۷، ۷۶

هوا...

رطوبت ۱۲، ۱۳، ۱۵، ۲۶، ۴۱، ۹۵
دمـــا ۱۳، ۱۴، ۱۵، ۱۶، ۱۸، ۱۹، ۲۰، ۲۱، ۲۴، ۲۸، ۳۰، ۳۵، ۳۶، ۳۸، ۴۱، ۴۲، ۴۵، ۴۶، ۵۲، ۵۶، ۶۳، ۷۳، ۹۰، ۹۵، ۹۶، ۹۷، ۹۸، ۱۰۹، ۱۱۰، ۱۳۱، ۱۹۸، ۱۹۷
جریان ۷، ۱۲، ۱۳، ۲۰، ۲۱، ۲۲، ۲۴، ۲۶، ۳۱، ۳۴، ۳۵، ۳۶، ۴۰، ۴۹، ۵۸، ۵۹، ۶۲، ۶۴، ۶۸، ۷۰، ۷۴، ۱۷۸
فشار ۱۷، ۳۰

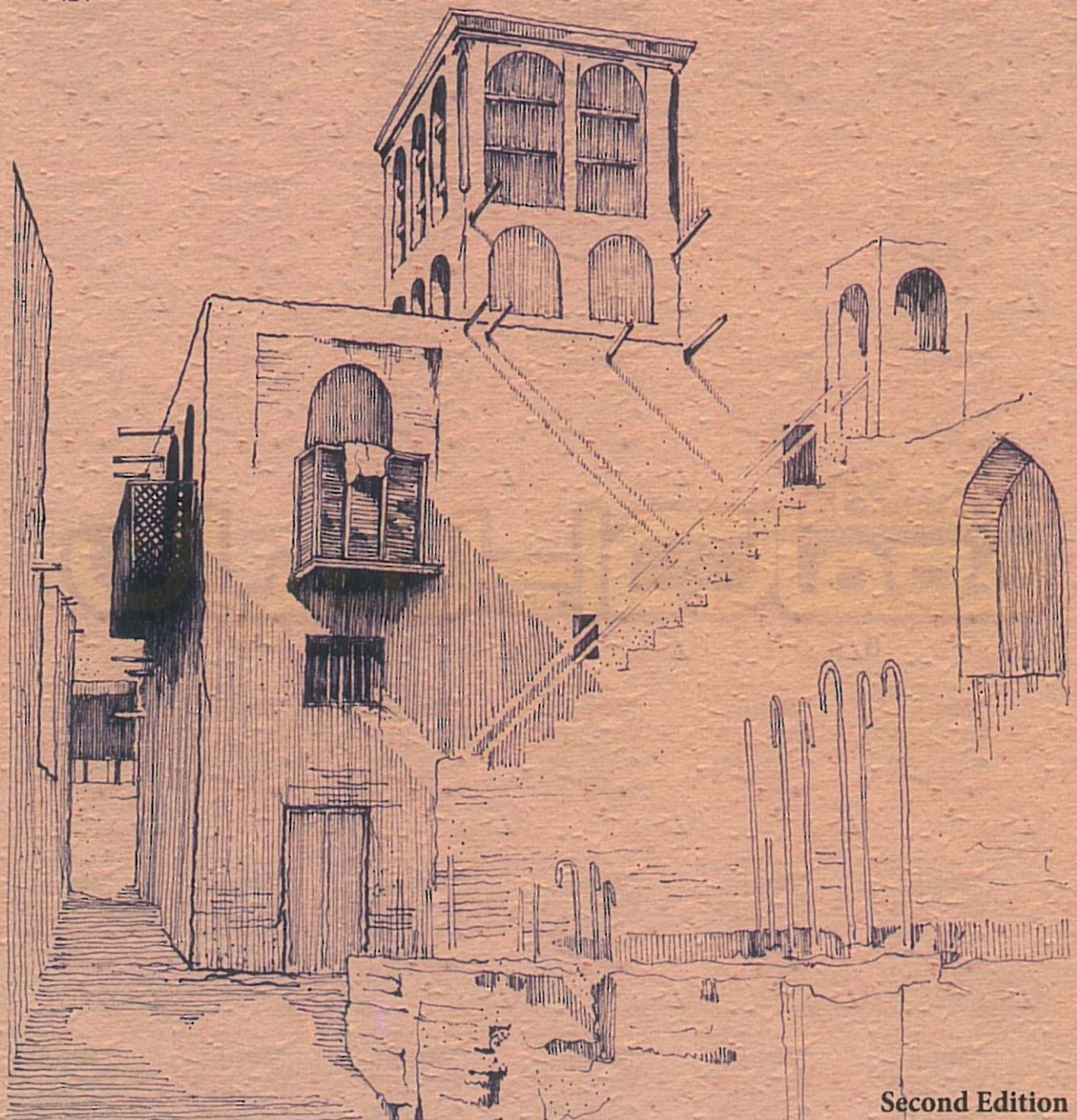
فروشگاه معماری ایرانیان
www.shop.farsicad.com

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران


بیش از ۳۰۰ کتاب و جزوه
معماری
www.Shop.Farsicad.Com
ارشد کلیه رشته های معماری
فروشگاه معماری ایرانیان
مجموعه سئوالات ارشد معماری
به همراه پاسخنامه
سال ۸۵ تا ۹۵

farsicad.com
وب سایت تخصصی معماری

424



Second Edition

COMFORT Design with Climate

Mahmood Razjouyan (Ph.D.)

NAGHSH-NEGAR.IR
مرجع معمار و عمران