

طراحی اقلیمی پنجره‌های ساختمان

احمدعلی نادری (کارشناس ارشد جغرافیای طبیعی)

مقدمه:

تأمین آسایش ساکنین ساختمانها دست یابیم از آنجاکه در شهر کرمان بیشترین بازشوها در نماهای رو به جنوب پیشنهاد شده است و از سوی دیگر بنابر تحقیقات نگارنده جهت اصلی استقرار ساختمان در ۱۵+ درجه شرقی بایست تعیین گردد لذا به طراحی اقلیمی پنجره‌ها در این جنبه ساختمان می‌پردازیم.^۱

اهداف عمده طراحی اقلیمی:

بنابر تحقیقات نگارنده در رابطه با شرایط آب و هوایی کرمان و تأثیر این شرایط در آسایش انسان و شکل‌پذیری ساختمان، مهمترین اهداف طراحی اقلیمی را بیان می‌داریم. منظور از این طرح اقلیمی، طرحی است که بتواند ضمن هماهنگی با محیط طبیعی پیرامون خود و بهره‌گیری هر چه بیشتر از نیروهای طبیعی موجود در محل، حتی الامکان محیط طبیعی مناسبی برای استفاده کنندگان ایجاد نماید.

بر این اساس عمده‌ترین اهداف طراحی اقلیمی استان کرمان به شرح زیر می‌باشد.^۲

۱- کاهش اتلاف حرارت ساختمان

۲- کاهش تأثیر باد در اتلاف حرارت ساختمان

۳- بهره‌گیری از انرژی خورشیدی در گرمایش ساختمان

۴- محافظت ساختمان در برابر تابش مستقیم خورشید

۵- بهره‌گیری از نوسانات روزانه دمای هوا

آن گونه که در ادامه خواهد آمد ملاحظه می‌شود که اهداف ۳ و ۴ مهمترین اهداف در تدوین مقاله مزبور خواهند بود. قابل ذکر است که منطقه آسایش تابستانی شهر کرمان در فاصله ۱۸ تا ۲۶ درجه سلسیوس منظور شده است. برای جلوگیری از اطاله کلام از ذکر جزئیات کار خودداری شده است. علاقه‌مندان می‌توانند جهت کسب اطلاعات بیشتر به منابع آخر مقاله مراجعه نمایند.

شرایط آب و هوایی به موازات دیگر عوامل محیطی از مهمترین عوامل مؤثر بر حیات به شمار می‌رود. اساساً هرگونه دخل و تصرف انسانی در محیط به مقدار زیادی تابع شرایط آب و هوایی است. از دلایل اصلی توجه محققین و دانشمندان علوم مختلف به اقلیم، اهمیتی است که این عامل در محیطهای انسانی و طبیعی دارد.

گفته می‌شود که معماری به عنوان حایلی بین سرزمین جغرافیا و پدیده اقلیم تلقی می‌شود. بر این اساس هر نقطه جغرافیایی دارای شرایط اقلیمی ویژه‌ای است که تحت تأثیر عوامل متعدد شکل می‌گیرد. بنابراین در صورت سازگاری با محیط، معماران ورزیده در طراحی ساختمانها، از نقش اقلیم غافل نخواهند ماند. طراحی اقلیمی از یک سو در سازگاری انسان با شرایط آسایش حرارتی مورد توجه است و از سوی دیگر نقش بسیار برجسته‌ای در صرفه جویی در مصرف انرژی دارد. در این نوع طراحی عناصر مختلف ساختمان چون مصالح و حجم ساختمان، طراحی محوطه آنها و... طراحی بازشوها و پنجره‌ها، از دیدگاه اقلیمی هر محل مدنظر می‌باشد. در این بین طراحی بازشوها و خصوصاً پنجره‌ها بواسطه اینکه سطوح شفاف ساختمان را تشکیل می‌دهند حائز اهمیت زیادی است. پنجره‌ها بخش مهمی از پوشش ساختمان به شمار می‌روند و باید عملکردهای چندی را انجام دهند. مهمترین و شاید اولین عملکرد پنجره‌ها تأمین نور طبیعی و عملکرد مناسب در برابر ورود و خروج نور و اثرات تابش خورشید باشد. بنابراین از این دیدگاه پنجره‌ها بررسی می‌شوند، تا عملکرد صحیح آنها را به گونه‌ای که متناسب با تمام ایام سال (مواقع گرم و سرد) باشد مورد مذاقه قرار داده باشیم. لذا قبل از هر چیز اشاره‌ای به مهمترین اهداف طراحی ساختمانها در شهر کرمان داریم و سپس در خصوص طراحی سایه‌بانها که جزء لاینفک پنجره‌ها در شرایط گرم و خشک کرمان هستند، مطالبی بیان می‌داریم تا به هماهنگی کامل پنجره‌های جنوبی شهر کرمان با مواقع گرم و سرد سال و

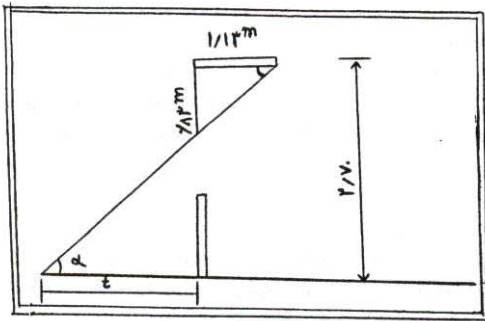
α = زاویه بین پرتوهای خورشید و سطح کف پنجره یا ارتفاع خورشیدی در اول تیر ماه

L = بلندی پنجره به متر (ارتفاع پنجره)
 $Dh = \frac{1 \times \cos(112 \times 75)}{\tan(45/6)} \rightarrow Dh = 1/13$ متر

جدول (۱): مقادیر بکار رفته در رابطه محاسبه عمق سایه بان

L	α	N	A	Dh
۱ متر	$45/6^\circ$	$165^\circ - 90^\circ = 75^\circ$	$112/7$	$1/13$

برای اطمینان از این که سایه بان فوق با عمق $1/13$ متر، در زمستان مانع نفوذ مستقیم آفتاب به داخل نشود باید ارتفاع سایه بان که در نتیجه عمق سایه بان پنجره جنوبی در این فصل بر روی شیشه ایجاد می شود و همچنین عمق نفوذ آفتاب به داخل اتاق را در سردترین روز سال محاسبه و بررسی نماییم. بدین منظور با استفاده از رابطه $n = \frac{D \tan \alpha}{\cos(Z+N)}$ و نگاره (۲) به محاسبه ارتفاع سایه و عمق نفوذ تابش آفتاب به داخل اتاقی در روز اول دی ماه، ساعت ۱۲، در کرمان می پردازیم.



نگاره (۲): محاسبه ارتفاع و عمق نفوذ آفتاب به داخل اتاق

ارتفاع سایه به متر $h = \frac{1/13 \times \tan(45^\circ)}{\cos(180 + 15^\circ)}$

عمق نفوذ آفتاب به متر $\tan \alpha = \frac{0/83}{1/13} \rightarrow \tan \alpha = 0/73 \quad t = \frac{n}{\tan \alpha} = \frac{2/70}{0/73} = 3/69 \text{ m}$

عمق نفوذ آفتاب به داخل با وجود سایه بان به متر $3/69 - 1/13 = 2/56$
 طبق این محاسبه نتیجه می گردد که سایه بان فوق در زمستان مانع از نفوذ آفتاب به داخل اتاق نمی گردد. جهت محاسبه عمق سایه بان عمودی نیز از رابطه $D = \frac{L}{\tan \alpha}$ استفاده می نماییم.

$D = \frac{1}{\tan(52/3^\circ)} = 0/90 \text{ m}$ یا 90 cm

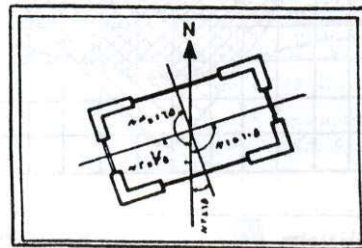
در ادامه بحث به معرفی مشخصات پنجره ها و نورگیرهای کرمان، با سایه بانی به عمق $1/13$ متر می پردازیم. جهت دستیابی به این هدف از روابط

طراحی سایه بانها:

اساساً برای دسترسی به آسایش گرمایی در داخل ساختمان، باید کارکرد قسمت های باز و بسته جدار آن را با دقت تمام هماهنگ کرد و در مواقع نیاز به سایه از افزایش دمای هوای داخل اتاق، به هر طریق ممکن جلوگیری به عمل آورد. همانطور که اشاره شد یکی از اهداف عمده در طراحی اقلیمی شهر کرمان، کنترل و استفاده بهینه از تابش و انرژی خورشیدی می باشد. از جمله این که باید از ورود مستقیم اشعه خورشیدی به داخل اتاق جلوگیری کرد. به همین دلیل طراحی قسمت های باز جدار خارجی ساختمان از اهمیت فوق العاده ای برخوردار است که باید اصول آن را دانست و بکار بست. برای این منظور یکی از اصول ضروری طراحی پنجره و نورگیر، یعنی مسئله طراحی سایه بانها را بیان می داریم. بنابراین هدف اساسی از طراحی سایه بانها، متناسب نمودن آنها با مواقع نیاز به سایه و آفتاب شهر کرمان خواهد بود. به گونه ای که در مواقع نیاز به سایه مانع نفوذ مستقیم اشعه خورشید به داخل اتاق شوند و در مواقع نیاز به آفتاب اجازه ورود این اشعه را به داخل اتاق بدهند.

محاسبه عمق سایه بانها:

برای محاسبه عمق سایه بانها روشهای گوناگونی پیشنهاد شده است که مناسبترین آنها از نظر کاربرد در طراحی، روش محاسباتی است. در این قسمت به تعیین عمق سایه بانهای ساختمانی که در موقعیت جغرافیایی کرمان یعنی 35° درجه شمالی و با جهت 15° درجه شرقی قرار دارد می پردازیم. پلان این ساختمان با توجه به جهت آن نسبت به محور شمال و جنوب در نگاره (۱) ترسیم شده است.



نگاره (۱): پلان ساختمانی با جهت 15° درجه شرقی در کرمان

با توجه به رابطه زیر 3 به محاسبه عمق سایه بانهای افقی پنجره ای یک متری در کرمان می پردازیم:

$Dh = \frac{L \times \cos(A+N)}{\tan \alpha}$ عمق سایه بان به متر

در این رابطه:

Dh = عمق سایه بان به متر

A = زاویه سمت خورشیدی در اول تیر ماه

N = زاویه بین شمالی پنجره و نصف النهار ظهر محل یا جنوب

زیر استفاده می نماییم^۸.

H = زاویه ارتفاع خورشید در اول دی ماه

$\tan(H)$ × کشیدگی بالکن = ارتفاع درب از زیر سقف در ساعت ۱۲ با آریتمو صفر درجه

متر^۹ $\tan 40^\circ = 0.84$ ارتفاع درب از زیر سقف

بعد از تعیین ارتفاع درب از زیر سقف به تعیین حد آفتاب در دی

ماه می پردازیم، تا این که در نهایت بتوانیم ارتفاع دریچه از کف و ارتفاع خود دریچه را محاسبه نماییم.

(x) = حد آفتاب = کشیدگی بالکن

حد آفتاب به متر $x = 0.84 \tan(H)$

متر^{۱۰} $\tan 40^\circ = 0.84$ $x = 0.84 \times 3 = 2.52$ ارتفاع دریچه از کف

ارتفاع دریچه از سقف - ارتفاع دریچه از کف = ارتفاع دریچه

متر^{۱۱} $3 - 2.52 = 0.48$ ارتفاع دریچه

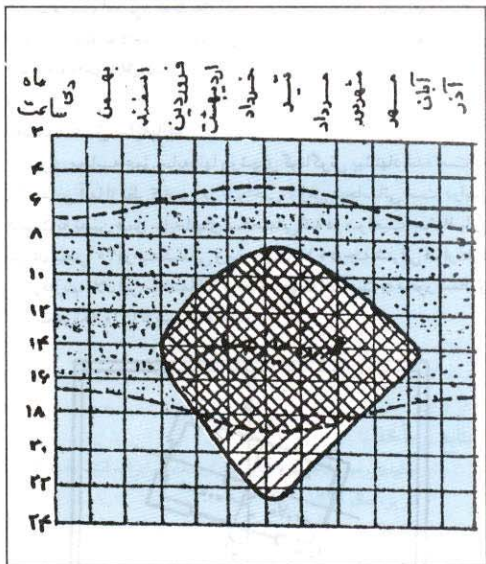
الگوی طراحی پنجره و نورگیر دارای سایه بان:

از آنجا که در عمل، رفع نیاز سایه، در رابطه با راحتی گرمایی سالیانه مطرح است. لذا طراحی سایه بان پنجره و نورگیر برای یک لحظه معین کافی نیست و باید مشکل نیاز به سایه روی پنجره و نورگیر را برای تمام مواقع گرم سال حل کرد. از طرف دیگر این سایه بان باید جوابگوی مواقع نیاز به آفتاب نیز در تمام ایام سال باشد. بنابراین نخستین گام در این خصوص، تعیین مواقع نیاز به سایه و آفتاب می باشد. لذا با توجه به این که دمای مؤثر منطقه آسایش تابستانی برای کرمان در فاصله ۱۸ تا ۲۶ سانتیگراد منظور شده است.

در این محدوده گرمایی، نیاز به سایه برای نیل به راحتی وجود دارد. برای تعیین مواقع نیاز به سایه باید مشخصات زمانی مواقعی را که دمای مؤثر هوا به سانتیگراد بالغ می شود بدست آورد. بنابراین با توجه به جدول (۲) که نشان دهنده دمای مؤثر ساعتی کرمان می باشد، تقویم نیاز سایه و آفتاب کرمان را تهیه نموده ایم که در نمودار (۳) نشان داده شده است.

همانطور که اشاره شد برای طراحی سایه بانهای متعددی وجود دارد. در این پژوهش با استفاده از روش تعیین "نقاب سایه" به طراحی پنجره ها می پردازیم. هر گاه جسم کدروی در مقابل چشم ناظر آسمان به گونه ای قرار گرفته باشد که بخشی از نیمکره آسمان از نظر او مخفی بماند، بدیهی است که خورشید هم، به هنگام عبور از این بخش از نظر ناظر مخفی خواهد ماند. چنانکه گویی صورت خود را در پشت یک نقاب، از ناظر مخفی می کند و مادام که چهره خورشید در پشت نقاب باشد، ناظر هم در سایه قرار خواهد داشت.^۹ بنابراین نقاب سایه در واقع تعیین کننده میزان دید ناظر از پشت نورگیر نسبت به خورشید است و میزان سایه ای را که هر سایه بان بر سطح پنجره ایجاد می کند را تعیین می نماید. جهت مشخص نمودن نقاب سایه هر پنجره ای نیاز به استفاده از نقاله سایه یاب است. "نقاله سایه یاب از دو بخش تشکیل شده است. که در نگاره (۵) مشخص می باشد. نیم دایره تحتانی این تصویر، بخش اصلی نقاله است که با چرخاندن قطر آن

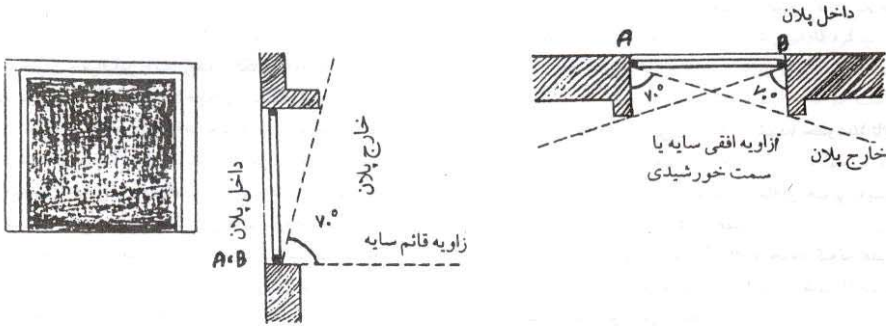
در جهت های مختلف می توان نقاب سایه کلیه خطوط افقی و قائم را رسم کرد و نیم دایره فوقانی آن، زاویه سمت و ارتفاع خورشید را مشخص می کند. این نقاله نه تنها نقاب سایه جسم مورد مطالعه را بدست می دهد. بلکه موقعیت خورشید را هم به ازاء مواقعی که در داخل نقاب سایه قرار می گیرد، تعیین می کند.^{۱۰} بنابراین با توجه به این نقاله به راحتی می توان اندازه پیش آمدگی های عمودی و افقی که برای جلوگیری از تابش آفتاب به داخل اتاق لازم است را تعیین نمود. خطوط منحنی موجود در این نقاله زاویه سایه عمودی را نشان می دهند و خطوطی که از مرکز به صورت شعاع منشعب شده اند، زاویه سایه افقی را تعیین می کنند. منظور از زاویه افقی سایه، زاویه ای است برابر اختلاف زاویه سمت خورشید و پنجره و زاویه قائم سایه نیز زاویه ای است که صفحه عبور کننده از لبه خارجی سایه بان افقی و سایه آن لبه در روی پنجره با صفحه افقی درست می کند.



محدوده نیاز به سایه محدود نیاز به آفتاب
نگاره (۳): تقویم نیاز سایه و آفتاب کرمان

حال با توجه به محاسبه عمق سایه بانهای افقی در کرمان به طراحی نقاب سایه پنجره ای با طول و عرض یک متر و سایه بانی با عمق مشخص می پردازیم. مشخصات این پنجره به خوبی در نگاره (۴) نشان داده شده است.

برای ترسیم نقاب سایه حقیقی نورگیر، یا به عبارت دیگر بخشی از نیمکره آسمان که همیشه و در هر حال از چشم ناظر مخفی خواهد ماند، چشم ناظر را در امتداد لبه پایین نورگیر و چسبیده به آن در مواضع و قرار

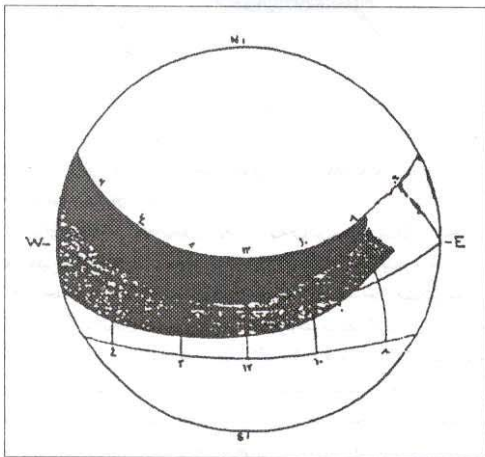


نگاره (۴): مشخصات یک پنجره جنوبی در کرمان

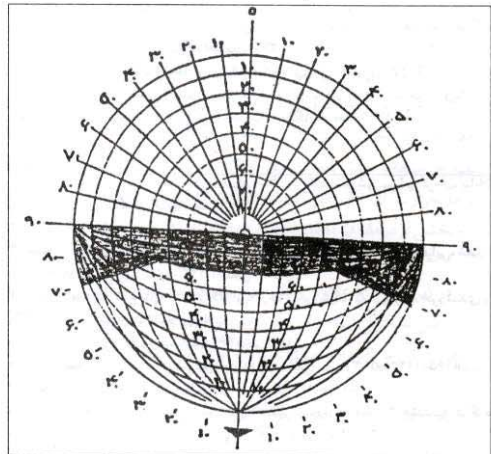
بدیهی است که تا زمانی که خورشید در قسمت خاکستری قرار دارد، از سوی ناظر پشت نورگیر رؤیت نخواهد شد و در نتیجه ناظر در سایه قرار خواهد داشت. به عبارت دیگر مادام که خورشید در محدوده نقاب سایه حقیقی قرار می‌گیرد، لکه آفتاب در روی سطح نورگیر نخواهد افتاد. اما این نقاب سایه باید از یک طرف مواقع نیاز به سایه را بپوشاند و از طرف دیگر مواقع نیاز به آفتاب، از زیر پوشش آن بیرون باشد، تا این که در این مواقع بتوانیم از ورود اشعه خورشید به داخل اتاق جهت گرمایش ساختمان استفاده نماییم. لذا به استناد تقویم نیاز سایه به آفتاب کرمان (نگاره (۳))، مواقع نیاز به سایه و آفتاب را بر روی نمودار مسیر حرکت خورشید در نگاره (۶) منتقل می‌نماییم.

آنگاه نقاب سایه پنجره را که بر روی نقاله سایه‌یاب منتقل شده است، بر

می‌دهیم تا حداکثر پهنه آسمان را مشاهده کند. سپس زوایای قائم و افقی سایه را از مواضع مزبور تعیین می‌کنیم. بدین ترتیب که از محل استقرار ناظر، صفحه‌ای عمود بر سطح نورگیر رسم می‌کنیم و در آن صفحه از چشم ناظر به لبه خارجی بالای نورگیر خطی مستقیم می‌کشیم و زاویه آن را با کف افقی نورگیر محاسبه می‌کنیم تا زاویه قائم سایه بدست آید. (مقطع در نگاره (۴)). برای تعیین زاویه افقی سایه در موضع، از چشم ناظر واقع در این محل، به لبه خارجی طرف دیگر نورگیر، خطی افقی و مستقیم می‌کشیم و زاویه این خط را با خط عمود بر نورگیر در این محل مشخص می‌کنیم. به همین ترتیب زاویه افقی سایه را برای مواضع بدست می‌آوریم. (پلان در نگاره (۴)). سپس به کمک نقاله سایه‌یاب، منحنی مربوط به زاویه قائم سایه و شعاعهای مربوط به زوایای افقی سایه را پیدا و منطقه مخفی از چشم ناظر را با رنگ خاکستری مشخص نموده‌ایم. (نگاره (۵)).



نگاره (۶): ترسیم مواقع نیاز به سایه و آفتاب کرمان بر نمودار مسیر خورشید



نگاره (۵): نقاله سایه‌یاب و نقاب سایه پنجره جنوبی کرمان بر آن

دوره نهم، شماره سی و پنجم / ۲۳

که می‌توان از سایه‌بان عمودی سمت چپ نیز صرف نظر و به جای آن از سایبان‌های متحرک استفاده نمود.

پیشنهادهای

- ۱- اندازه پنجره‌ها باید کوچک انتخاب شود و حدود ۱۵ تا ۲۵ درصد سطح نما را به خود اختصاص دهند.
- ۲- پیش‌بینی از پنجره‌های عمودی در نماهای جنوبی یا پنجره‌ها و نورگیری سقفی رو به آفتاب زمستان.
- ۳- پیش‌بینی سایه‌بانهای مناسب برای پنجره‌ها که در عین هدایت تابش آفتاب زمستانی به فضاهای داخلی از تابش آفتاب تابستان به این فضاها جلوگیری نمایند.
- ۴- استفاده از جلوآمیزی بام، ایوان سرپوشیده یا بالکن برای ایجاد سایه کامل بر سطح خارجی پنجره‌های شیشه‌ای.
- ۵- اجتناب از پیش‌بینی پنجره‌های بزرگ.
- ۶- عمق بنا و محل پنجره در نما به نحوی باشد که در زمستان آفتاب مناسبی به فضاهای داخلی نفوذ کند.
- ۷- استقرار ساختمان در جهت ۱۵+ درجه شرقی جهت استفاده حداکثر از تابش زمستانی و به حداقل رسیدن اثر تابش تابستانی در ساختمان. □

منابع و مأخذ

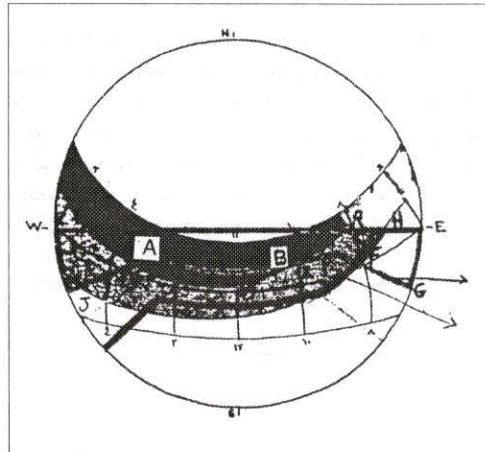
- ۱- توسلی، محمود، ساخت شهر و معماری در اقلیم گرم و خشک ایران دانشکده هنرهای زیبا، تهران، ۱۳۶۰.
- ۲- سازمان هواشناسی، سالنامه‌های هواشناسی، تهران، سالهای آماری ۱۹۹۳-۱۹۵۹ میلادی.
- ۳- رازجویان، محمود، آسایش به وسیله معماری همساز با اقلیم، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ۱۳۶۷.
- ۴- علیجانی، بهلول، نقش آب و هوا در طراحی مسکن، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۳۵، آستان قدس رضوی، مشهد، ۱۳۷۲.
- ۵- غیور، حسنعلی، تأثیر اقلیم در معماری فولاد شهر، مجموعه مقالات هشتمین کنگره جغرافیدانان ایران، جلد اول، دانشگاه اصفهان، ۱۳۷۲.
- ۶- کسمایی، مرتضی، اقلیم و معماری، شرکت خانه سازی ایران، تهران ۱۳۶۳.
- ۷- نادری، احمدعلی، نقش اقلیم حیاتی در معماری استان کرمان، بانک گسترش ویژه بر شهر کرمان، پایان نامه فوق لیسانس گروه جغرافیا، دانشگاه اصفهان ۱۳۷۶.

پاورقی:

- (۱) نادری، احمدعلی، نقش حیاتی در معماری استان کرمان، بانک گسترش ویژه بر شهر کرمان، پایان نامه فوق لیسانس، دانشگاه اصفهان سال ۱۳۷۶.
- (۲) نادری، احمدعلی.
- (۳) علیجانی، بهلول، نقش آب و هوا در طراحی مسکن، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۳۵، آستان قدس رضوی، مشهد، ۱۳۷۲، صص ۴۴-۶۰.
- (۴) در این رابطه ارتفاع سایه به متر، B راویه ارتفاع خورشید، Z ازیموت خورشیدی و N زاویه جهت استقرار ساختمان می‌باشد.
- (۵) کسمایی، مرتضی، اقلیم و معماری، ۱۳۶۳، ص ۱۰۲.
- (۶) در این رابطه D عمق سایه‌بان عمودی، متر که زاویه افقی سایه (۱۱۲/۷-۱۶۵) است.
- (۷) علیجانی، بهلول، نقش آب و هوا در طراحی مسکن، ۱۳۷۲، ص ۵۸.
- (۸) غیور، حسنعلی، تأثیر اقلیم در معماری فولاد شهر، مجموعه مقالات هشتمین کنگره جغرافیدانان ایران، جلد اول، دانشگاه اصفهان، ۱۳۷۲، صص ۲۸۱-۲۸۰.
- (۹) رازجویان، محمود، آسایش به وسیله معماری همساز با اقلیم، ص ۱۸۷.
- (۱۰) توسلی، محمود، ص ۱۵۴.

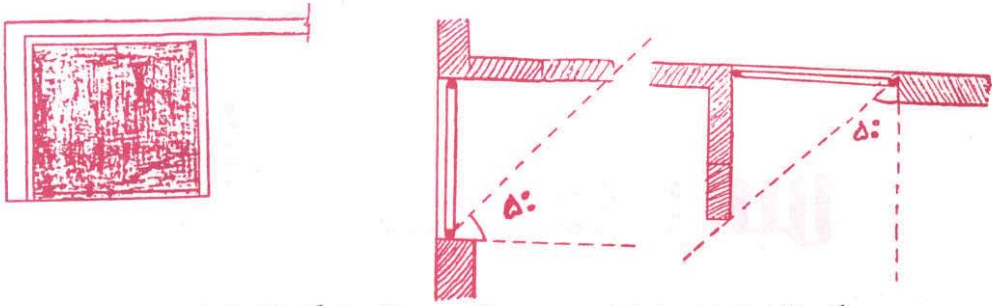
نقشه مسیر خورشیدی که حاوی تقویم نیاز سایه و آفتاب کرمان است منطق می‌کنیم و قطر نقاله سایه‌یاب را در جهت شرق و غرب قرار می‌دهیم تا پیکان نقاله، جهت جنوب جغرافیایی را نشان بدهد (نگاره (۷)). با توجه به این نگاره نقاب سایه پنجره بخش قابل ملاحظه‌ای از منطقه نیاز به سایه مشخص شده در روی نمودار مسیر خورشید را می‌پوشاند. ولی با وجود این بخش از مواقع نیاز به سایه در دو فصل سال و یا یک فصل سال در خارج از نقاب قرار می‌گیرد و همچنین بخشی از محدوده نیاز به آفتاب در دو فصل سال زیر پوشش نقاب سایه واقع شده است. بنابراین نقاب سایه طراحی شده با دو مشکل اساسی روبرو است. یعنی این نقاب نه تنها متناسب با مواقع گرما نیست، در مواقع نیاز به آفتاب نیز مانع استفاده از انرژی خورشیدی می‌شود. لذا باید در نگاره آن تجدید نظر به عمل آید بطوری که:

- ۱- تمامی محدوده ABCD در زیر پوشش نقاب سایه قرار گیرد
- ۲- بخش یا تمام محدوده ZRHF، ZFJC و
- ۳- تمامی محدوده FHGE از زیر پوشش نقاب سایه بیرون بیفتد.

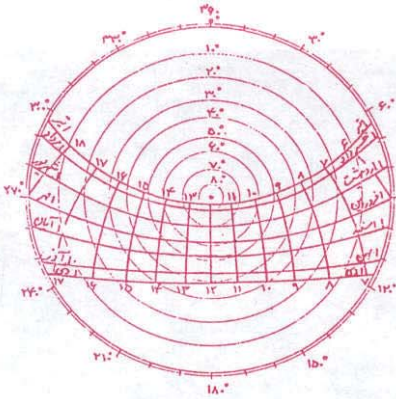


نگاره (۷): وضعیت نقاب سایه پنجره مورد مطالعه نسبت به منطقه نیاز به سایه کرمان

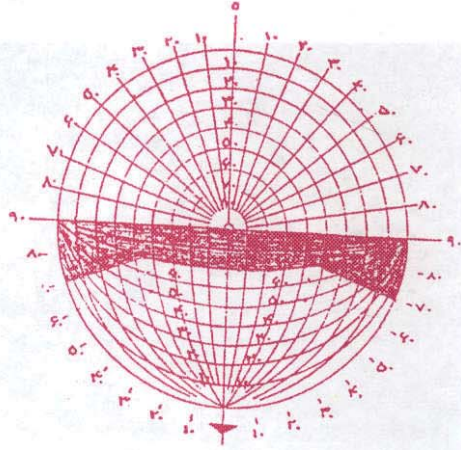
برای اصلاح مشکل نخست، باید زاویه قائم سایه‌بان بالای پنجره و همچنین زاویه افقی سایه متعلق به سایه‌بان قائم سمت چپ پنجره را از ۷۰ به ۵۰ درجه تقلیل داد. (نقاب سایه اصلاح شده) و برای حل مشکل دوم و سوم، باید از سایه‌بان قائم سمت راست پنجره صرف نظر کرد و در عوض به طول سایه‌بان افقی بالای پنجره مطابق نگاره (۸) افزود. بدین ترتیب کلیه مواقع نیاز به سایه در دو فصل سال به زیر پوشش نقاب سایه اخیر خواهد رفت و مواقع نیاز به تابش در دو فصل و یا یک فصل سال از زیر پوشش آن خارج خواهد شد. گرچه در جانب غربی این پنجره بخشی از مواقع نیاز به سایه در یک فصل به زیر نقاب سایه رفته است. اما از آنجا که مبارزه با گرما مدنظر می‌باشد. این مورد فاقد اهمیت است و ندیده گرفته می‌شود. کما این



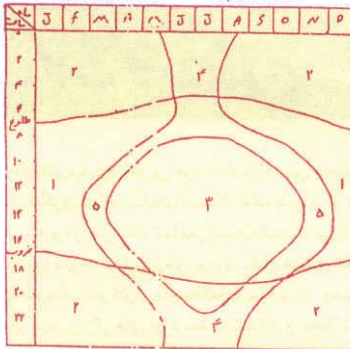
نگاره (۸): اصلاح نهایی سایبان‌های پنجره مورد مطالعه و تعیین نقاب سایه آن بر نقاله سایه‌یاب.



نمودار مسیر حرکت خورشید در عرض جغرافیایی کرمان



منحنی‌های هم مقدار دمای مؤثر در کرمان



- ۱- مواقع سرد روز (یاز به آنتاب)
- ۲- مواقع سرد شب
- ۳- مواقع گرم روز (یاز به سایه)
- ۴- مواقع گرم شب
- ۵- منطقه‌ای که تعیین تکلیف آن از جهت یاز به سایه یا آنتاب دو گروه مطالعات منحنی است

جدول (۲): تغییرات دو ساعته دمای مؤثر در ماههای مختلف سال

دسامبر	نوامبر	اکتبر	سپتامبر	اوت	ژوئیه	ژوئن	مئی	آوریل	مارس	فوریه	ژانویه	دسامبر
۱	۹/۶	۹/۱	۰	۱۵/۵	۱۷/۳	۱۹/۲	۱۳/۲	۱۰/۵	۵/۸	۳	۰	۰
-۱/۵	۹	۸	۱	۱۲/۷	۱۵/۵	۱۶/۶	۱۲/۶	۹/۷	۵	۲	۱	۲
-۱	۸	۶/۸	۹/۸	۳/۸	۱۵/۶	۱۶/۷	۱۱/۶	۸/۵	۳/۸	۱/۲	-۱	۲
-۱/۸	۷/۸	۶/۲	۹	۱۳/۳	۱۵/۳	۱۶/۴	۱۱/۴	۸	۳/۲	۱/۵	-۳	۴
-۲/۸	۸/۵	۷/۲	۱۰/۲	۱۶/۲	۱۶	۱۵/۳	۱۶/۴	۹	۳/۵	۱/۷	-۱/۵	۸
۶/۸	۱۳	۱۲/۸	۱۱/۳	۲۰	۲۱/۳	۲۰/۲	۱۸	-۱۳	۱۰/۸	۷/۵	۴/۸	۱۰
۱۱/۲	۱۵/۷	۱۸/۲	۱۰/۲	-۲/۳	۲۳/۲	۲۳/۵	۲۱/۳	۱۸/۲	۱۲/۲	۱۱	۸/۲	۱۲
۱۳/۲	۱۷	۲۰/۵	۲۱/۲	۲۵	۲۵/۲	۲۵/۲	۲۳	۱۹/۸	۱۶	۱۲/۵	۱۰/۵	۱۲
۱۱/۲	۱۶/۳	۱۹/۲	۱۶	۲۲	۲۲/۸	۲۲/۲	۲۲	۱۹	۱۵	۱۲/۶	۹/۲	۱۶
۸/۵	۱۲	۱۶/۲	۱۱/۸	۱۱/۲	۲۲/۲	۲۱/۵	۱۹/۳	۱۶/۲	۱۲	۸/۸	۴	۱۸
۲	۱۱/۸	۱۱/۲	۱۴/۲	۱۹/۲	۱۹/۷	۱۸/۹	۱۶	۱۳	۸/۸	۵/۷	۲/۶	۲۰
۲	۱۰/۵	۱۰/۶	۱۱/۳	۱۶/۷	۱۸/۲	۱۷/۵	۱۶/۵	۱۶/۵	۱۶/۵	۲	۱	۲۲

یادداشت: از دی‌گرماء محسوب دمای سانی