طراحی سایه‌بان الگو در بوشهر[1]

امین محمدی[2]
مربی دانشکده معماری دانشگاه خلیج فارس بوشهر

سیدمحمدحسین آیت‌اللهی[3]
استادیار دانشکده هنر و معماری دانشگاه یزد

کلیدواژگان: تقویم نیاز سایه و آفتاب، نمودار مسیر حرکت خورشید، روش نقاب سایهٔ الگی، سایه‌بان الگو.

چکیده

تابش شدید و مستقیم آفتاب بر سطوح خارجی بازشوها و تبادل حرارت ایجادشده، ناشی از تابش در فضای پشت شیشه با فضای داخلی، موجب مصرف انرژی بیشتر، برای ایجاد آسایش درون یک فضا، خواهد شد. این در حالی است که، ایجاد سایه‌بان‌های مؤثر خارجی می‌تواند کمک شایانی در جلوگیری از بوجود آمدن چنین وضعیتی در فضای داخل کند. در روند طراحی یک سایه‌بان مؤثر خارجی، در اقلیم گرم و مرطوبی همانند بوشهر، که بتوان از آن در محاسبهٔ سایه‌بان کلیهٔ پنجره‌های واقع در آن جهت و آن محل استفاده کرد، این سؤال مطرح می‌شود که، چگونه می‌توان سایه‌بانی طراحی کرد که، با آن هم در فصول گرم سال حداکثر استفاده از سایه مورد نیاز حاصل شود و هم در فصول سرد سال از آفتاب مطبوع و مورد نیاز برای پنجره‌ها بهره‌مند شد؟

در مقالهٔ حاضر با استفاده از داده‌های کمی ده ساله و استفاده از روش نقاب سایهٔ الگی، نقاب سایه برای پنجره‌های جنوبی، شرقی، و غربی یک ساختمان در بوشهر و با استفاده از این نقاب سایه‌ها، سایه‌بان الگو برای پنجره‌های هر جبهه از ساختمان طراحی شده است که، از این سایه‌بان‌های الگو می‌توان در طراحی کلیهٔ سایه‌بان‌های واقعی مورد نیاز برای ساختمان‌ها در بوشهر استفاده کرد. همچنین در این مقاله، کوشش شده صحت روش نقاب سایهٔ الگی و عملکرد سایه‌بان‌های طراحی شده به این روش، در مدلی سه‌بعدی و با استفاده از نرم‌افزار رایانه‌ای اکوتکت و داده‌های کمّی یک‌ساعته مربوط به وضعیت تابش در طول یک سال در بوشهر، ارزیابی شود. با استناد به نتایج حاصل از این ارزیابی، در گرم‌ترین و سردترین ایام سال، عملکرد سایه‌بان‌ها و صحت روش نقاب سایهٔ الگی در طراحی را تأیید می‌شود.

مقدمه

آمارهای سازمان بهینه‌سازی مصرف سوخت کشور نشان می‌دهد در کشور ما بخش ساختمان، به‌تنهایی بیش از یک‌سوم انرژی مصرفی در گرمایش و سرمایش را به خود اختصاص داده است،[4] به‌علاوه شاهد افزایش تعداد ساختمان‌هایی هستیم که، هیچ نشانی از هویت فرهنگی- تاریخی و محلی ایران در آنها مشاهده نمی‌شود. این در حالی است که، در گذشتهٔ این سرزمین، ارتباط متعادل و منسجمی

۱. مقالهٔ حاضر از این رسالهٔ کارشناسی ارشد معماری است: امین محمدی، *طراحی دانشکدهٔ معماری دانشگاه خلیج فارس بوشهر با رویکرد اقلیمی*.

2. aminmohammadi.pgu@gmail.com
3. s_hosein_ayat@yahoo.com

۴. برای اطلاعات بیشتر در این زمینه نک: معاونت نظام مهندسی و اجرای ساختمان، وزارت مسکن و شهرسازی، *مقررات ملی ساختمان ایران- مبحث نوزدهم: صرفه‌جویی در مصرف انرژی*، مقدمه.

پرسش‌های تحقیق

۱. چگونه می‌توان، با طراحی سایه‌بانی در بوشهر، هم از آفتاب مطبوع و مورد نیاز در فصول سرد سال برای پنجره‌ها بهره‌مند شد و هم در فصول گرم سال حداکثر استفاده از سایهٔ مورد نیاز حاصل شود؟

۲. سایه‌بان طراحی شده چگونه می‌تواند یک الگو در طراحی کلیهٔ سایه‌بان‌های واقعی مورد نیاز برای ساختمان‌ها در بوشهر باشد؟

۳. آیا عملکرد سایه‌بان طراحی‌شده مطلوب و مؤثر است و می‌تواند صحت روش طراحی را تأیید کند؟

میان محیط طبیعی و محیط مصنوع بوده و به بیان بهتر، معماری همساز با اقلیم جایگاه ویژه‌ای داشته است.

به طور مثال، معماران بافت قدیم بوشهر، با توجه به وجود بازشوهای فراوان در جدارهٔ خارجی بنا برای تهویهٔ مناسب فضای داخلی، عناصر سایه‌سازی نظیر شناشیرهای چوبی (تراس‌های چوبی) را ابداع می‌کردند که، سایهٔ مناسب را در مواقع مورد نیاز تأمین می‌کرد. این شناشیرها علاوه‌بر ایجاد سایهٔ مناسب برای بازشوها، به دلیل مشبک بودنشان، امکان استفاده از جریان باد ساحلی و دید به بیرون را نیز فراهم می‌کردند.

امروزه نیز نقش مؤثر سایه‌بان‌های خارجی، در تقلیل اثر حرارتی تابش آفتاب در داخل یک فضا، مشخص شده است. در بوشهر، در اکثر اوقات سال آسمان صاف است و تابش شدید آفتاب مشاهده می‌شود. در چنین شرایطی، ایجاد سایه‌بان مؤثر بر روی پنجره‌های خارجی از تابش مستقیم آفتاب به سطح شیشه جلوگیری می‌کند و درنتیجه حرارت ایجادشده، ناشی از تابش در فضای پشت شیشه و تبادل آن با فضای داخل، به مقدار قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد و پیامد آن، مصرف انرژی کمتر برای ایجاد شرایط آسایش در فضاهای داخل ساختمان خواهد بود. در این مقاله با «روش نقاب سایه»[۵] معمار آمریکایی، ویکتور الگی[۶] که نخستین بار در سال ۱۹۵۷ ابداع شد، در دو مرحله به طراحی سایه‌بان‌ها در بوشهر، اشاره شده و این روش، سایه‌بان الگوی مناسبی برای مواقع نیاز به سایه و آفتاب در بوشهر، برای سه جهت ساختمان، معرفی می‌شود.

بخش نخست این مقاله شامل معرفی کوتاهی از وضعیت دمایی بوشهر و تعیین مواقع نیاز به سایه و آفتاب در این شهر است. در بخش دوم، با استفاده از اطلاعات به دست آمده از مرحلهٔ قبل، تقویم نیاز سایه و آفتاب بر نمودار مسیر حرکت خورشید در بوشهر منطبق و با استفاده از آن، نقاب سایهٔ مناسب برای جهت‌های جنوبی، شرقی، و غربی ساختمان طراحی و ترسیم شده است و در پایان این مرحله، نتایج حاصل از این محاسبات و ترسیم‌ها، در قالب طرح سایه‌بان‌های الگو برای سه جهت ذکر شده عرضه می‌شود. همچنین عملکرد سایه‌بان‌های طراحی‌شده در بوشهر، به روش نقاب سایهٔ الگی، نیز در بخش سوم این مقاله با استفاده از شبیه‌سازی رایانه‌ای و نرم افزار اکوتکت[۷] و داده‌های کمّی یک‌ساعته مربوط به وضعیت تابش در طول یک سال در بوشهر، عملکرد روش نقاب سایهٔ الگی و عملکرد سایه‌بان‌های طراحی شده

۵. برای اطلاعات بیشتر در زمینهٔ روش نقاب سایهٔ الگی نک:
A Olgyay & V. Olgyay, *Solar Control & Shading Devices*, p. 88- 92.
6. Victor Olgyay
7. Ecotect

به این روش مورد آزمون قرار می‌گیرد و نتایج آن که نشـان از عملکرد مناسـب سـایه‌بان‌ها و صحت روش مذکور دارد، بیان می‌شود. لازم به ذکر است که، بستهٔ اطلاعات آب‌وهوایی موجود در نرم‌افزار اکوتکت، در بازه‌های زمانی یک‌سـاعته مطرح شده و این امر دقت اندازه‌گیری و محاسبات آن را افزایش می‌دهد.

۱. وضعیت دمایی بوشهر و مواقع نیاز به سایه و آفتاب

۱. ۱. وضعیت دما

در پهنه‌بندی اقلیمی ایران، بوشهر جزو اقلیم گرم و مرطوب ایران محسوب می‌شود. بلندی این شهر از سطح دریا، بر مبنای سطح متوسط آب خلیج فارس، پنج متر است. به دلیل قرارگیری آن در کنار دریا و نزدیکی به خط استوا و کم بودن ارتفاع از سطح دریا، تابسـتان‌هایی بسیار گرم و مرطوب با شدت تابش زیاد آفتاب و زمستان‌هایی نسبتا معتدل دارد. نوسان درجهٔ حرارت هوا در شب و روز در فصول مختلف سال به دلیل رطوبت زیاد، اندک است.

بر طبق آمار سـالنامهٔ هواشناسی کشـور[۸] (از سال ۱۹۹۳ تا ۲۰۰۲)، میانگین متوسـط حداقل دما در بوشـهر، ۲۰/۲ درجهٔ سانتی‌گراد و میانگین متوسط حداکثر دما، ۳۰/۲ درجهٔ سانتی‌گراد اسـت. بیشترین دمای هوا در ماه‌های تیر و مرداد و کمترین آن در دی و بهمن است. در جدول «ت ۲» متوسط دمای بیشینه و متوسـط دمای کمینه برای ماه‌های مختلف آورده شده است. از این جدول در تهیهٔ تقویم نیاز سـایه و آفتاب در بوشـهر استفاده می‌کنیم.

۱. ۲. تعیین مواقع نیاز به سایه و آفتاب

در اقلیم گرم و مرطوبی همانند بوشـهر، که هشـت ماه از سـال هوا گرم اسـت و تابش شدید آفتاب بر پنجره‌های یک ساختمان اجتناب‌ناپذیر اسـت، مواقع نیاز به سایه برای این پنجره‌ها اهمیت ویژه‌ای پیدا می‌کند. اما پرسش اصلی این است که، چگونه می‌توان سایهٔ مورد نیاز برای پنجره‌ها را در این شرایط تأمین کرد، در حالی که از آفتاب مورد نیاز در دو ماه سرد سال نیز استفاده شود؟

بـرای اطلاعات بیشـتر در زمینهٔ این نرم‌افزار نک :
http://www.ecotect.com/about

۸. برای اطلاعات بیشتر در این زمینه نک:
www.irimo.ir

ت۱. (بـالا) نمونـه‌ای از شناشیرهای چوبی و سایه‌بان‌های مشـبک در بافت قدیم بوشـهر، مأخذ: نگارندگان.

ت ۲. (پایین) جدول دمای سالیانهٔ بندر بوشهر، ۱۹۹۳– ۲۰۰۲، مأخذ: سالنامهٔ هواشناسی کشور
www.irimo.ir

	دی Jan	بهمن Feb	اسفند Mar	فروردین Apr	اردیبهشت May	خرداد June	تیر July	مرداد Aug	شهریور Sep	مهر Oct	آبان Nov	آذر Dec
متوسط دمای بیشینه	۱۹	۲۰,۵	۲۳,۹	۳۰,۲	۳۵,۷	۳۷,۶	۳۸,۶	۳۸,۷	۳۶,۷	۳۳,۵	۲۶,۴	۲۱,۵
متوسط دمای کمینه	۱۰,۸	۱۱,۶	۱۴,۵	۱۹,۴	۲۴,۳	۲۷,۱	۲۹,۲	۲۹,۳	۲۶,۱	۲۱,۹	۱۶,۳	۱۲,۴

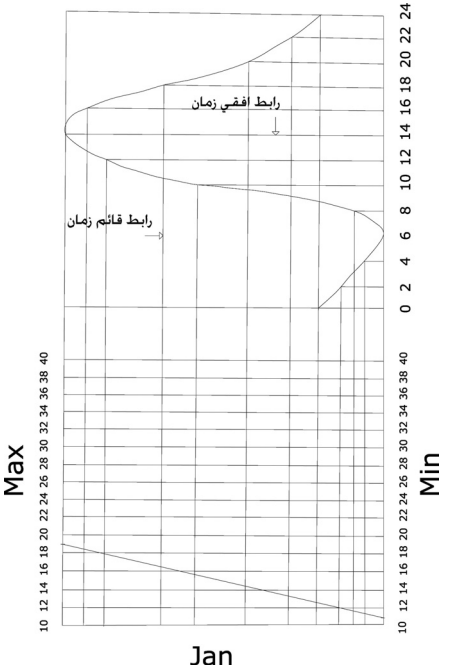
در تهیهٔ تقویم نیاز سایه و آفتاب در یک منطقهٔ مورد مطالعه، در صورتی که عرض جغرافیایی مکان مورد نظر کمتر از ۳۵ درجه باشد (همانند بوشهر که تقریباً در عرض جغرافیایی ۲۹ درجهٔ شمالی واقع شده) می‌توان از معدل دمای بیشینه و کمینهٔ ماهیانه به جای اطلاعات دمایی سه‌ساعتهٔ منطقه استفاده کرد.[۹] در این صورت، با استفاده از نمودار محاسبهٔ دمای روزانه، می‌توان تغییرات دمای روزانهٔ یک مکان را، با در دست داشتن معدل دمای بیشینه و کمینهٔ ماهیانه، پیش‌بینی کرد.

برای تعیین دمای متوسط هر لحظه از یک ماه معین، ابتدا متوسط دمای بیشینه و کمینه روزانه آن ماه را، در روی محورهای دما مشخص و دو نقطهٔ به دست آمده را با خطی مستقیم به هم وصل می‌کنیم. خط مزبور با رابطهای قائم زمان در نقاط متعدد تلاقی می‌کند. از تصویر نقاط تلاقی بر محورهای دما، درجهٔ حرارت لحظات مربوط به رابطهای قائم زمان به دست خواهد آمد و بدین ترتیب دمای لحظهٔ مورد نظر نیز مشخص خواهد شد.[۱۰]

در «ت ۳»، با استفاده از نمودار محاسبهٔ دمای روزانه و جدول «ت ۲»، می‌توان دماهای دوساعتهٔ دی‌ماه در بوشهر را به دست آورد. به همین ترتیب نوسان دمای روزانه سایر ماه‌های سال نیز به دست آمده و نتایج حاصل از آن در جدول «ت ۴» گردآوری شده است.

اکنون با استفاده از روش زیر، می‌توان تقویم نیاز به سایه و آفتاب در بوشهر را به دست آورد:

۱. با استفاده از معدل دمای بیشینه و کمینهٔ هر ماه، تغییرات دمای روزانهٔ کلیهٔ ماه‌های مکان مورد مطالعه را حساب و نتیجه را در جدول مشابه جدول ۲ ([ت ۴]) تنظیم نمود.
۲. در جدول مزبور، مشخصات لحظاتی را که دمای هوا به ۲۱ (یا ۲۲) درجهٔ سانتی‌گراد بالغ می‌شود، تعیین و محل آن لحظات را در جدول دیگری با نقطه علامت‌گذاری کرد.[۱۱]
۳. از اتصال نقاط به دست آمده، تقویم نیاز به سایه و آفتاب مکان مورد مطالعه به دست خواهد آمد.[۱۲]



	Jan	Feb	Mar	Apr	May	June	July	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
2	12	12.9	15.8	20.9	25.9	28.5	30.4	30.5	27.6	23.6	17.8	13.8
4	11.4	12.2	15	20	25	27.8	29.7	29.8	26.7	22.5	17	13
6	10.8	11.6	14.5	19.4	24.3	27.1	29.2	29.3	26.1	21.9	16.3	12.4
8	11.7	12.5	15.4	20.4	25.5	28.1	30	30.2	27.1	23	17.3	13.4
10	15.7	16.8	20	25.7	30.9	33	34.5	30.8	32.1	28.7	22.3	17.9
12	17.9	19.4	22.5	28.9	34.2	36.1	37.3	37.4	35.3	32	25	20.3
14	19	20.5	23.9	30.2	35.7	37.6	38.6	38.7	36.7	33.5	26.4	21.5
16	18.4	19.9	23.2	29.5	35	36.8	38	38.1	36	32.6	25.8	21
18	16.4	17.8	20.8	26.9	32.1	34.1	35.6	35.7	33.4	30	23.2	18.7
20	14.4	15.5	18.5	24	29.3	31.7	33.2	33.3	30.7	27	20.8	16.3
22	13.4	14.3	17.3	22.6	27.9	30	31.9	32	29.2	25.4	19.4	15.2
24	12.6	13.6	16.4	21.8	26.8	29.3	31	31.2	28.3	24.3	18.4	14.3

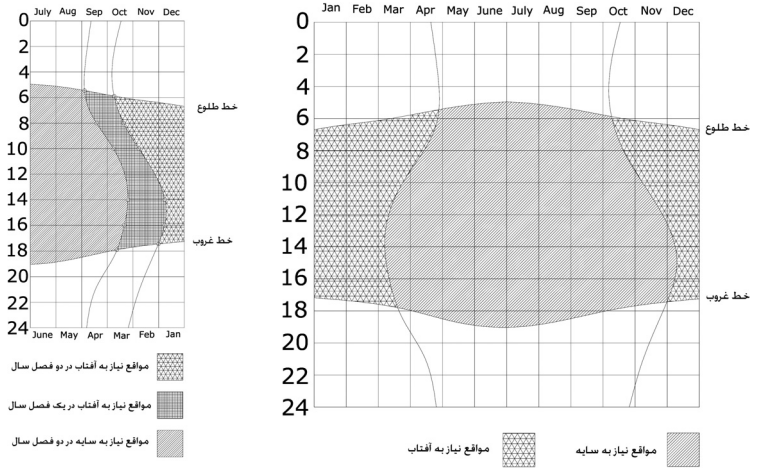
ت ۳. (راست) نوسان دمای روزانه دی‌ماه‌بندربوشهر،مأخذ:نگارندگان.
ت ۴. (چپ) نوسان دمای هوا در بندر بوشهر، مأخذ: نگارندگان.

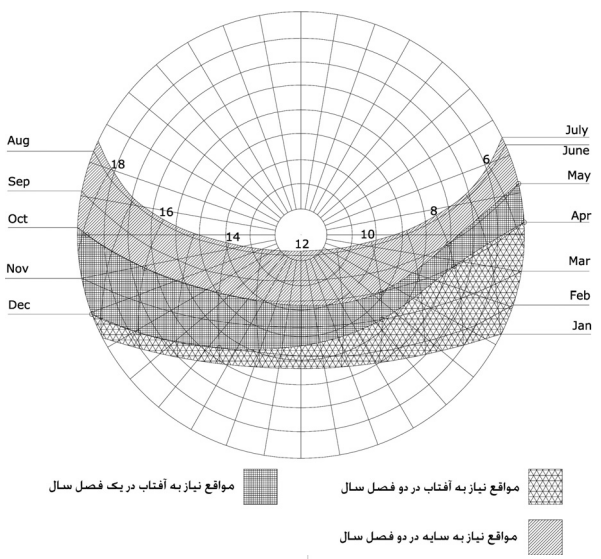
۹.برای اطلاعات بیشتر در این زمینه نک: Martin Evans,Housing, Climat & Comfort, p. 34.

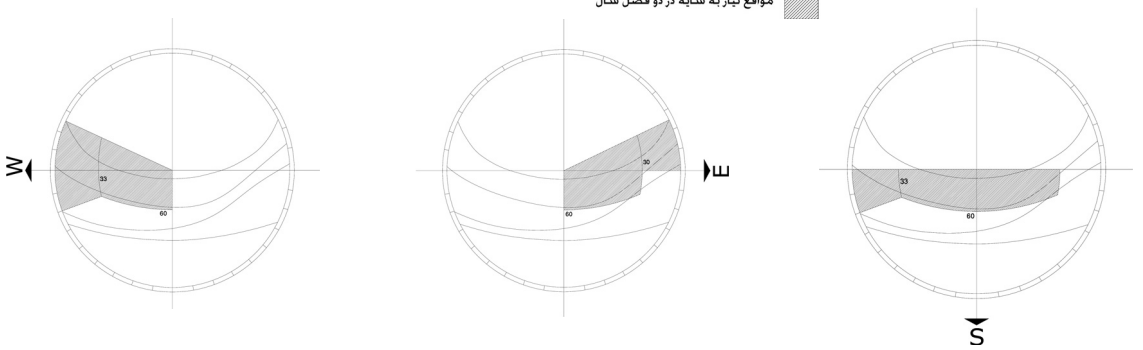
۱۰. محمود رازجویان، محمود، *آسایش به وسیلهٔ معماری همساز با اقلیم*، ص ۱۱۷.

۱۱. «باید توجه داشت که بخش اعظم خط مرزی سمت چپ منطقهٔ آسایش نمودار زیست‌ـ اقلیمی ساختمانی مستقیم است و این بدان معنا است که، هرگاه دمای هوای یک مکان به ۲۱ درجه سانتی‌گراد (یا ۲۲ درجه سانتی‌گراد در نقاط حاشیهٔ خلیج فارس و دریای عمان) برسد، ایجاد سایه بدون توجه به رطوبت هوا ضروری است» (رازجویان، محمود، *آسایش به وسیلهٔ معماری همساز با اقلیم*، ص ۱۲۰) با توجه به اقلیم گرم و مرطوب بوشهر، دمای ۲۲ درجه سانتی‌گراد به عوض ۲۱ درجه انتخاب می‌گردد (همان، ص ۵۶ـ ۵۹). همچنین «ممکن است عدد ۲۲ در بعضی از خانه‌های جدول ظاهر شود. در این صورت مختصات لحظاتی که دمای هوا به ۲۲ درجه بالغ می‌شود، عینا از جدول۲ [(ت ۴)] استخراج می‌گردد» (همان، ص ۱۲۱). این امکان وجود دارد که عدد مذکور در خانه‌ای ظاهر نشود و در میان دو عدد مجاور و یا روی هم از جدول «ت ۴» قرار داشته باشد (برای آشنایی با روش مورد استفاده برای استخراج عدد ۲۲ در این دو حالت، نک: همان).

۱۲. همان، ص ۱۲۰.







ت ۵. (بالا، راســت) تقویم نیاز به سایه و آفتاب- بندر بوشهر، مأخذ: نگارندگان.
ت ۶. (بالا، چپ) تقویم نیاز ســایه و آفتاب بوشهر، تاشده از وسط، و مواقع منتخب، مأخذ: نگارندگان.
ت ۷. (میــان) تقویم نیاز ســایه و آفتــاب منطبــق بر نمودار مســیر حرکت خورشــید در بوشهر، مأخذ: نگارندگان.
ت ۸. (پایین، راســت) نقاب سایهٔ مناسب برای جهت جنوبی
ت ۹. (پاییــن، میان) نقاب ســایه مناسب برای جهت شرق
ت ۱۰. (پایین، چپ) نقاب ســایهٔ مناســب برای جهت غرب، مأخذ: نگارندگان.

۲. طراحی نقاب سایهٔ مناسب و سایه‌بان الگو

مقایسهٔ نقش مؤثر سایه‌بان‌های خارجی در جلوگیری از تابش نامناسب بر بازشوها در برابر نقش پرده‌های بازدارندهٔ داخلی اهمیتی ویژه دارد.

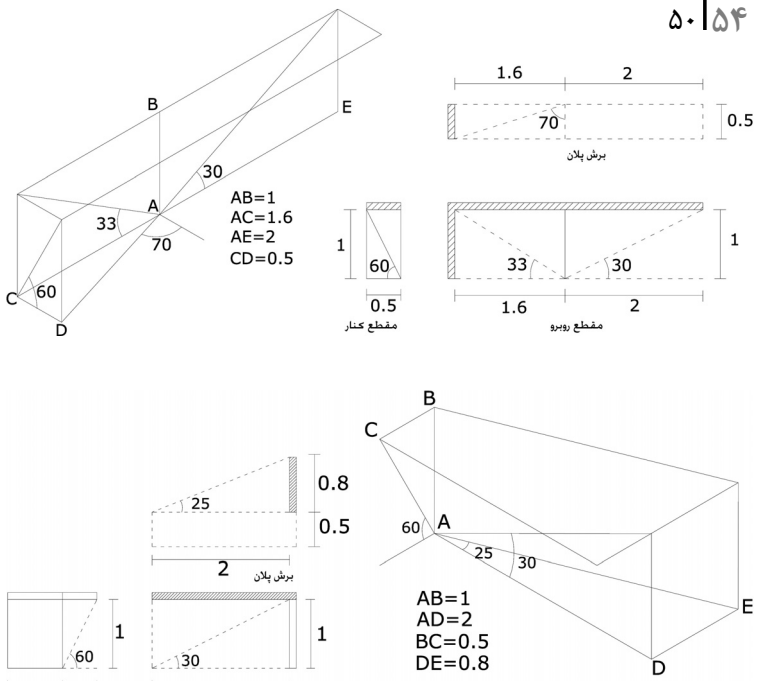
هنگامی که برای جلوگیری از تابش مستقیم آفتاب به داخل، از پردهٔ کرکره‌ای، که در داخل نصب می‌شود، استفاده شود، اشعهٔ مستقیم خورشید از شیشه عبور نموده و پرده کرکره‌ای را تحت تأثیر اثر حرارتی خود قرار می‌دهد. پردهٔ کرکره‌ای، پس از گرم شدن، حرارت خود را به وسیلهٔ امواج با طول موج بلند به اطراف انتقال می‌دهد و این حرارت، چون نمی‌تواند از شیشه عبور نماید، فقط به فضای داخلی انتقال یافته و باعث گرم شدن این فضا می‌شود. نتایج آزمایشاتی، که در این مورد انجام شده، بیانگر آنند که، سایه‌بان‌های خارجی می‌توانند تا ۹۰% و سایه‌بان‌های داخلی (پردهٔ کرکره‌ای) تنها ۲۰ تا ۲۵% اثر حرارتی تابش آفتاب را در داخل یک اطاق تقلیل دهند.[۱۳]

در این قسمت، با توجه به اهمیت وجود سایه‌بان‌های خارجی در جبهه‌های شرقی، غربی، و جنوبی یک ساختمان در بوشهر[۱۴]، با در دست داشتن تقویم نیاز به سایه و آفتاب و نمودار مسیر حرکت خورشید در بوشهر و انطباق آنها بر یکدیگر، ابتدا نقاب سایهٔ مناسب برای سه جهت مزبور طراحی می‌شود و سپس با استفاده از آنها، سایه‌بان الگو و مناسب هر جهت طراحی و ترسیم می‌گردد. لازم به ذکر است که: «رمز طراحی سایه‌بان مناسب، در طرح نقاب سایهٔ مناسب نهفته است. شکل نقاب سایهٔ مناسب باید منطقه نیاز به سایه را، که در نمودار مسیر حرکت خورشید مکان مورد مطالعه مشخص می‌شود، بپوشاند».[۱۵]

۲. ۱. طرح نقاب سایهٔ مناسب

همان‌طور که گفته شد، برای طراحی یک سایه‌بان مناسب، طراحی نقاب سایهٔ مطلوب نقش اساسی را ایفا می‌کند. برای طراحی نقاب سایهٔ مناسب، مطابق مراحل زیر عمل می‌کنیم:

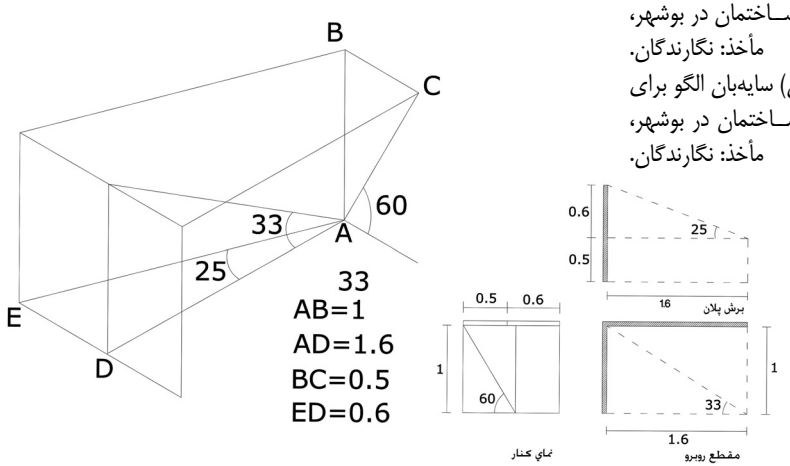
۲. ۱. ۱. تقویم نیاز سایه و آفتاب بوشهر را بر نمودار مسیر



ت ۱۱. (بالا) سایه‌بان الگو برای ضلع جنوبی ساختمان در بوشهر، مأخذ: نگارندگان.

ت ۱۲. (میان) سایه‌بان الگو برای ضلع شرقی ساختمان در بوشهر، مأخذ: نگارندگان.

ت ۱۳. (پایین) سایه‌بان الگو برای ضلع غربی ساختمان در بوشهر، مأخذ: نگارندگان.



حرکت خورشـید در بوشـهر منطبق می‌کنیم و محدودهٔ منطقهٔ نیاز به سایه و آفتاب را در این نمودار در نظر می‌گیریم. این کار، با استفاده از انتقال نقاط متناظر از تقویم نیاز به سایه و آفتاب بر نمودار مسیر حرکت خورشید صورت می‌گیرد (ت ۶ و ۷).

۲. ۱. ۲. قطر نقالهٔ سایه‌یاب را بر راستای مورد نظر نمودار مسیر حرکت خورشـید منطبق می‌کنیم، تا پیکان نقاله به سمت مورد نظر نشانه رود.

۲. ۱. ۳. حال با اسـتفاده از نقالهٔ سایه‌یاب، نقاب سایه برای جهت مورد نظر را به گونه‌ای طراحی می‌کنیم که، مواقع نیاز به سایه برای فصول گرم سال را کاملا بپوشاند و در عین حال حداقل منطقهٔ نیاز به آفتاب در فصول سرد سال پوشیده شود (ت ۸ و۹ و ۱۰).

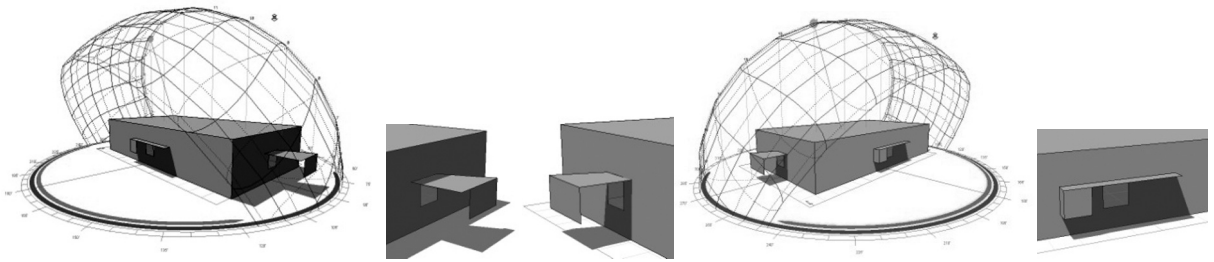
۲. ۱. ۴. با اسـتفاده از نقالهٔ سایه‌یاب، زاویهٔ قائم و افقی سایه را، برای یکایک خطوط پیرامون نقاب سایه، استخراج می‌کنیم، به این مرحله، مرحلهٔ تجزیهٔ نقاب سایهٔ حقیقی گفته می‌شود.[۱۶] همان‌طور که در اشکال (ت ۸ و ۹ و ۱۰) ملاحظه می‌شود، نقاب سایهٔ ظلع جنوبی به دو قسمت و نقاب سایهٔ اضلاع شرقی و غربی نیز به دو قسمت تجزیه گردیده‌اند.

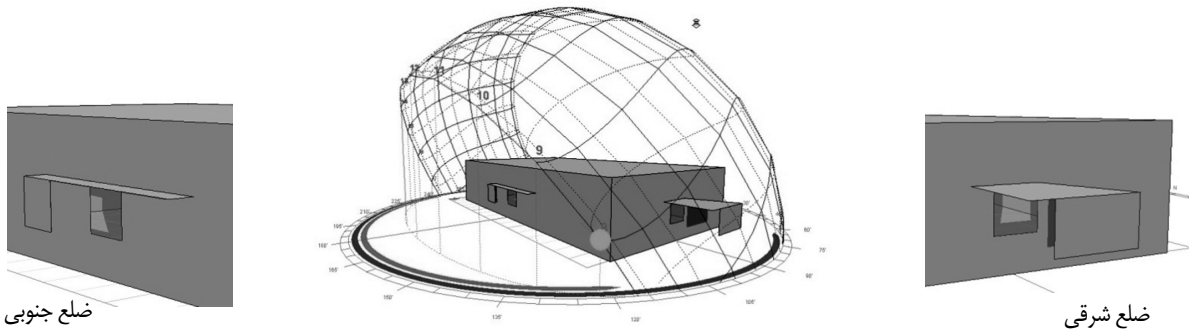
۲. ۲. طراحی سایه‌بان الگو

با اسـتفاده از نتایج حاصل از تجزیهٔ نقاب سایه (مرحلهٔ ۴)، ابعاد حقیقی سـایه‌بان‌ها تعیین می‌شـود. لازم به ذکر است برای این کار از روش سایه‌بان الگو استفاده شده است.[۱۷]

با در دسـت داشـتن سـایه‌بان الگو برای یک جهت و یک محل معین، محاسبهٔ سایه‌بان کلیهٔ پنجره‌های واقع در آن جهت و آن محل آسان می‌شود. ابعاد سایه‌بان الگو، متعلق به سایه‌بان پنجره‌ای به ارتفاع واحد و عرض صفر است. بنا بر این پس از به

جهت	سایه‌بان افقی		سایه‌بان عمودی	
	عمق (متر)	عرض (متر)	عرض (متر)	ارتفاع (متر)
جنوبی	۰/۵	۴/۶	۱/۵	۱
شرقی	۲	۱/۵ و ۲/۳	۱/۸	۱
غربی	۱٫۶	۲٫۱و ۱٫۵	۲/۱	۱


ضلع جنوبی ضلع غربی ضلع شرقی


ضلع شرقی ضلع جنوبی

۱۳. مرتضـی کسـمایی، *اقلیـم و معماری*، ص ۹۷.

۱۴. لازم به ذکر اسـت، بـا توجه به جهت‌گیـری شـرقی- غربـی یـک سـاختمان در بوشـهر در عـرض جغرافیایـی ۲۹ درجـهٔ شـمالی، که جهت‌گیری مناسب یه لحاظ دریافت بیشترین تابش در زمستان و کمترین تابش در تابستان است، جبههٔ شمالی سـاختمان هیـچ‌گاه در معرض تابش نامناسـب آفتـاب واقع نمی‌شـود و نیاز به طراحی سـایه‌بان ندارد (برای اطلاعات بیشتر در زمینهٔ جهت‌گیری مناسب یک ساختمان نک: کسمایی، همان).

۱۵. رازجویان، همان، ص ۲۱۱.

۱۶. بـرای اطلاعـات بیشـتر در این زمینه نک: رازجویان، همان.

۱۷. بـرای اطلاعـات بیشـتر در این زمینه نک: همان.

ت ۱۴. (بـالا) جـدول ابعـاد سـایه‌بان‌های واقعـی بـرای پنجره‌ای با طـول و ارتفاع ۱ متر در بوشهر

ت ۱۵. (میان) اضلاع جنوبی،غربی و شرقی یک ساختمان در ساعت ۲ بعد از ظهر اول تیر ماه در بوشـهر، اسـتخراج و ترسیم با اسـتفاده از نرم‌افزار اکوتکت، ورژن ۵٫۶.

ت ۱۶. (پایین) ضلع شرقی و جنوبی ساختمان در ساعت ۸ صبح روز اول دی‌ماه، استخراج و ترسیم با استفاده از نرم‌افزار اکوتکت، ورژن ۵٫۶.

دست آمدن سایه‌بان الگو، باید در ابعاد آن متناسب با ابعاد پنجرهٔ واقعی تجدید نظر به عمل آورد.[۱۸]

در اشکال «ت ۱۱ و ۱۲ و ۱۳» سایه‌بان الگو برای پنجره‌ای به ارتفاع واحد و عرض صفر در جهات جنوبی، شرقی، و غربی در بوشهر نشان داده شده است. رازجویان برای به دست آوردن ابعاد واقعی سایه‌بان‌ها متناسب با ابعاد واقعی پنجره، روابط زیر را پیشنهاد کرده که در آنها عمق و عرض واقعی سایه‌بان افقی و ارتفاع و عرض واقعی سایه‌بان قائم محاسبه می‌گردد:

الف) سایه‌بان افقی واقعی: عمق سایه‌بان افقی الگو × ارتفاع پنجرهٔ واقعی = عمق واقعی

عرض پنجره واقعی + (عرض سایه‌بان افقی الگو × ارتفاع پنجرهٔ واقعی) = عرض واقعی

ب) سایه‌بان قائم واقعی: ارتفاع سایه‌بان قائم الگو × ارتفاع پنجرهٔ واقعی = ارتفاع واقعی

عرض پنجره واقعی + (عرض سایه‌بان قائم الگو × ارتفاع پنجرهٔ واقعی) = عرض واقعی[۱۹]

۳. ارزیابی عملکرد سایه‌بان‌ها

برای ارزیابی عملکرد سایه‌بان‌ها، از دو روش استفاده می‌کنیم. ابتدا پنجره‌ای واقعی به طول و ارتفاع یک متر را در بوشهر در نظر می‌گیریم و ابعاد سایه‌بان‌های واقعی در جهت‌های مختلف را برای آن، با استفاده از روابط ذکر شده در بخش ۲-۲، محاسبه می‌کنیم. با استفاده از روابط فوق‌الذکر، برای سایه‌بان افقی و قائم واقعی، ابعادی به دست خواهد آمد که در جدول «ت ۱۴» مشاهده می‌شود.

این اعداد نشانگر عمق و عرض واقعی یک سایه‌بان افقی برای پنجره‌ای به ارتفاع و طول یک متر و همچنین عرض و ارتفاع واقعی یک سایه‌بان عمودی برای پنجره‌ای به ارتفاع و طول یک متر هستند. اکنون با استفاده از مقادیر واقعی به دست آمده از جدول «ت ۱۴»، پنجرهٔ فوق‌الذکر و سایه‌بان‌های آن را در مدلی سه‌بعدی شبیه‌سازی می‌کنیم و، با استفاده از نرم افزار اکوتکت و داده‌های کمّی یک‌ساعته مربوط به وضعیت تابش در طول یک سال در بوشهر، لکهٔ سایه و آفتاب را به ترتیب در گرم‌ترین و سردترین روز سال بر روی آن نمایش می‌دهیم (ت ۱۵ و ۱۶).

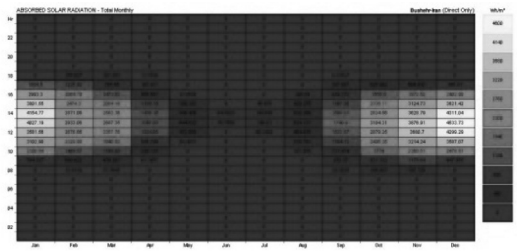
همانطور که ملاحظه می‌شود، سایه‌بان‌های اضلاع جنوبی، غربی، و شرقی ساختمان در گرم‌ترین زمان سال (ساعت ۲ بعد از ظهر اول تیرماه) در سایهٔ کامل هستند. همچنین سایه‌بان ضلع جنوبی و شرقی ساختمان در سردترین زمان سال (ساعت ۸ صبح اول دی‌ماه)، مانع تابش آفتاب بر روی پنجره نمی‌شود. بر اساس نقاب سایهٔ طراحی‌شده، این سایه‌بان‌ها در تمامی اوقات سرد سال در بوشهر، مانع تابش مستقیم آفتاب به درون فضا نمی‌شوند و در تمامی اوقات گرم سال از نفوذ آفتاب به داخل فضا جلوگیری می‌کنند، ولی نشان دادن تمامی این اوقات به صورت تصاویر سه‌بعدی در اینجا میسر نیست و همچنین شبیه‌سازی یک لحظهٔ ارسال در طول سال کفایت نمی‌کند. به همین دلیل در روش دوم برای ارزیابی عملکرد سایه‌بان‌ها، با استفاده از «دیاگرام مسیر خورشید»،[۲۰] «تابش خورشیدی جذب‌شده»[۲۱] به وسیلهٔ همان پنجره در ایام گرم و سرد سال در دو حالت بدون سایه‌بان و با سایه‌بان محاسبه شده و نتایج آن در «ت ۱۷» مشخص شده است:

بر اساس نتایج به دست آمده، مجموع تابش دریافتی از یک پنجره با مساحت یک متر مربع و با سایه‌بان مؤثر در طول یک سال و خصوصاً در ماه‌های گرم در بوشهر در تمامی جهات به صورت قابل ملاحظه‌ای کمتر از پنجره‌ای بدون سایه‌بان است، به طوری که در ضلع جنوبی ۴۶ درصد و در اضلاع شرقی و غربی بیش از ۷۵ درصد کاهش نشان می‌دهد. این امر در بوشهر، که در امان ماندن از تابش در فصول گرم اهمیت فراوانی دارد، حایز اهمیت است و سبب صرفه‌جویی قابل ملاحظه‌ای در مصرف انرژی برای ایجاد سرمایش خواهد شد. همچنین مطابق نتایج به دست آمده، در

۱۸. همان، ص ۲۲۳.
۱۹. همان‌جا.
20. sun path diagram
21. absorbed solar radiation
لازم به ذکر است که در محاسبهٔ تابش خوشیدی جذب شده از پنجره، فقط از تابش مستقیم (direct radiotion) استفاده شده و از تابش پراکنده (diffused radiation) صرف نظر گردیده است.

حالت اول: پنجره بدون سایه‌بان

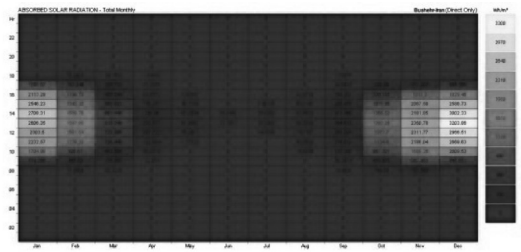
پنجرهٔ جنوبی



A

MONTH	ABSORBED Wh/m2	TOT.Wh
Jan	26388	26388
Feb	19114	19114
Mar	15124	15124
Apr	7360	7360
May	1831	1831
Jun	150	150
Jul	453	453
Aug	2706	2706
Sep	9795	9795
Oct	18645	18645
Nov	23900	23900
Dec	26206	26206
TOTALS	151671	151671

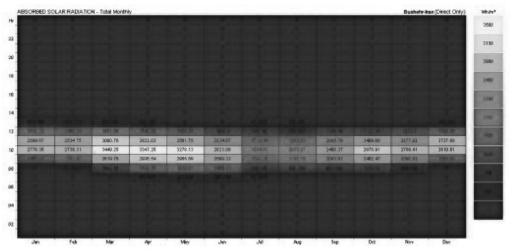
حالت دوم : پنجره بهمراه سایه بان



a

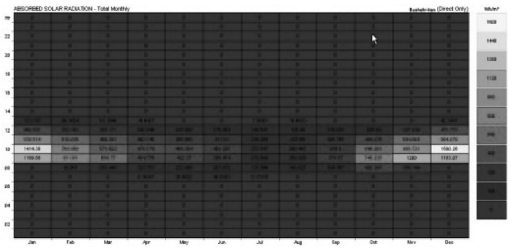
MONTH	ABSORBED Wh/m2	TOT.Wh
Jan	18235	18235
Feb	10834	10834
Mar	4756	4756
Apr	1146	1146
May	312	312
Jun	27	27
Jul	78	78
Aug	431	431
Sep	2051	2051
Oct	8968	8968
Nov	15793	15793
Dec	19180	19180
TOTALS	81811	81811

پنجرهٔ شرقی



B

MONTH	ABSORBED Wh/m2	TOT.Wh
Jan	9149	9149
Feb	9136	9136
Mar	11947	11947
Apr	12689	12689
May	12087	12087
Jun	10353	10353
Jul	6554	6554
Aug	7515	7515
Sep	8764	8764
Oct	9963	9963
Nov	8833	8833
Dec	8555	8555
TOTALS	115548	115548

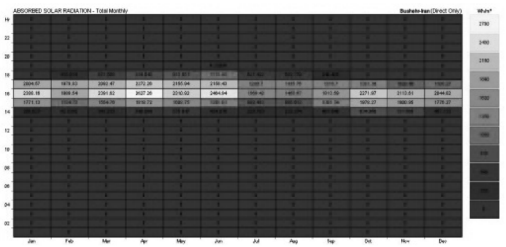


b

MONTH	ABSORBED Wh/m2	TOT.Wh
Jan	4113	4113
Feb	2647	2647
Mar	2246	2246
Apr	1855	1855
May	1758	1758
Jun	1500	1500
Jul	955	955
Aug	1090	1090
Sep	1430	1430
Oct	2503	2503
Nov	3500	3500
Dec	4102	4102
TOTALS	27699	27699

ت C,B,A.۱۷ به ترتیب، پنجرهٔ بدون سایه‌بان در اضلاع جنوبی، شرقی، و غربی و c,b,a به ترتیب، پنجرهٔ با سایه‌بان در اضلاع جنوبی، شرقی، و غربی.

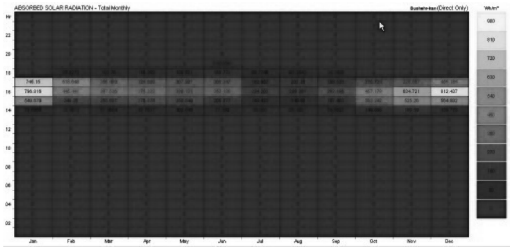
حالت اول: پنجره بدون سایه‌بان



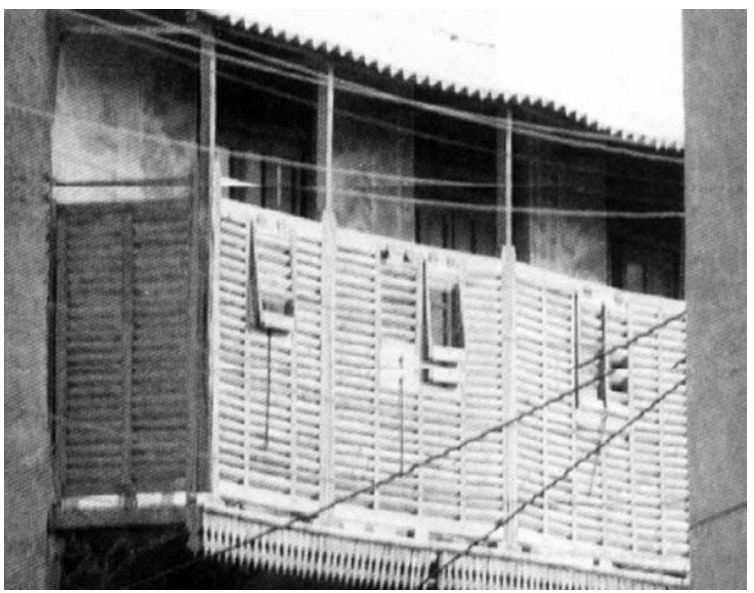
MONTH	ABSORBED Wh/m2	TOT.Wh
Jan	6482	6482
Feb	5700	5700
Mar	7098	7098
Apr	8167	8167
May	7588	7588
Jun	7392	7392
Jul	4558	4558
Aug	4519	4519
Sep	5228	5228
Oct	6362	6362
Nov	5725	5725
Dec	5208	5208
TOTALS	74026	74026

حالت دوم : پنجره بهمراه سایه بان

پنجرهٔ غربی



MONTH	ABSORBED Wh/m2	TOT.Wh
Jan	2181	2181
Feb	1340	1340
Mar	1159	1159
Apr	1196	1196
May	1133	1133
Jun	1094	1094
Jul	674	674
Aug	666	666
Sep	794	794
Oct	1261	1261
Nov	1682	1682
Dec	1913	1913
TOTALS	15093	15093



ت ۱۸. (پایین، چپ و راست) شناشیرهای چوبی در بافت قدیم بوشهر، سایه‌بان مناسب برای فصول گرم سال.

دو ماه سرد سال نیز فضای داخلی از آفتاب مطبوع زمستان بهره‌مند خواهد شـد. ارزیابی سـایه‌بان‌های طراحی شـده، در هر دو روش ارزیابی، نشان داد عملکرد و روش طراحی آنها (روش الگی) مناسب بوده و پاسخ‌گوی مواقع نیاز به سایه و آفتاب در طول سال است.

همچنین در مقایسـهٔ سـایه‌بان‌های طراحی شده به روش نقاب سـایهٔ الگی با سـایه‌بان‌های بومی متداول در بافت قدیم بوشـهر، ذکر این نکته ضروری اسـت که، سـایه‌بان‌های بومی در بافت قدیم بوشـهر، پنجره‌ها را به‌خوبی در برابر تابش شدید و نامناسـب آفتاب محافظت می‌کنند و فضاهایی نظیر شناشـیر (تراس‌هـای چوبی) به موازات آنها شـکل گرفتـه، که به لحاظ زیبایی‌شناسی ارزشمند هستند و علاوه‌بر آن به صورت آرایه‌های نمادین و سـمبلیک در نمای سـاختمان‌های بافت قدیم بوشهر جلوه‌گر شـده‌اند، ولی ابعـاد آنها به صورت تجربـی و صرفاً بر اسـاس سـایه‌اندازی بر روی پنجره‌ها در فصول گرم سـال در نظر گرفته شـده و در فصول سرد سال نمی‌توانند به طور مؤثر آفتاب مطبوع زمسـتان را به داخل فضـا هدایت کنند. گرچه در بوشهر در امان ماندن از تابش مهم‌تر از استفاده از آن است، ولی این یک نقطهٔ ضعف در مورد چنین سـایه‌بان‌هایی در مقایسه با سایه‌بان‌های طراحی شده به روش الگی به‌شمار می‌رود.

ت ۱۹. سایه‌بان‌های طراحی شده به روش الگی، مناسب برای تمام فصول سال.

نتیجه‌گیری

این مقاله، برگرفته از تحقیقی است، که بر اساس آن، ایجاد سایه بر بازشوهای خارجی، با توجه به تعداد زیاد ساعات آفتابی و تابش شدید در بوشهر، یکی از روش‌های مؤثر و مهم در کاهش حرارت ناشی از تابش در فضای پشت شیشه و تبادل آن با فضای داخل شـمرده، و بر پیامـد آن، یعنی مصرف انـرژی کمتر برای ایجاد شرایط آسـایش در فضاهای داخل ساختمان تأکید شده و، برای این منظور، سـایه‌بان الگو مد نظر قرار گرفته، و بر این اسـاس، طراحی سایه‌بان با روش «نقاب سایهٔ الگی» در بوشهر الگو شده است. در این طرح بعد از تنظیم جدول نوسان دمای هوا در بندر بوشهر (دماهای دوساعته)، تقویم نیاز سایه و آفتاب در طول سال به دسـت آمده و در ادامه با اسـتفاده از این تقویم و نمودار مسیر حرکـت خورشـید در عرض جغرافیایی ۲۹ درجهٔ شـمالی، نقاب سـایه برای پنجره‌های جنوبی، شرقی، و غربی طراحی گردیده و با اسـتفاده از این نقاب سایه‌ها، سـایه‌بان الگو برای هر جبهه از ساختمان طراحی شـده است. همچنین برای اطمینان از کارایی آنها، عملکرد سایه‌بان‌های مذکور شبیه‌سازی و آزمایش شده و بر اساس نتایج به دست آمده، عملکرد مطلوب سایه‌بان‌ها و صحت طراحی با روش نقاب سایهٔ الگی تأیید شده است.

پیشنهاد

علاوه‌بر نتایج به دست آمدهٔ فوق، پیشنهاد می‌شود نکات زیر نیز در هنگام طراحی سایه‌بان با روش نقاب سایهٔ الگی مد نظر واقع شود:

۱. با در دسـت داشتن سایه‌بان الگو برای یک جهت و یک محل معین، محاسبهٔ سـایه‌بان کلیهٔ پنجره‌های واقع در آن جهت و آن محل آسان می‌شود.

۲. روش نقاب سایه روشی ترسیمی و هندسی است و فراگیری آن بسیار ساده و متکی بر دانش هندسه است، پس استفاده از آن برای معماران مأنوس و قابل درک اسـت و به‌راحتی می‌توان آن را فرا گرفت و در طراحی استفاده کرد.

۳. در این روش، قابلیت کنترل سـایه و آفتاب در طول یک سـال فراهم آمده و این امکان هست که بتوان، با آگاهی کامل از شـرایط اقلیمی محل، محدودهٔ مورد نیاز به سایه به‌خوبی پوشاند و بدین طریق امکان نفوذ آفتاب مورد نیاز در مواقع سرد به داخل فضا را فراهم کرد.

۴. با استفاده از این روش، امکان ایجاد گزینه‌های مختلفی در طراحی فراهم است، عملکرد همهٔ آنها در ایجاد سایهٔ مورد نیاز یکسـان است و در این صورت برای انتخاب سایه‌بان اصلح به مسائل دیگری از قبیل روشنایی طبیعی مورد نیاز، وسعت منظره، سهولت ساخت، و غیره توجه خواهد شد.

۵. هرچه نقاب سـایهٔ حقیقی یک پنجره بزرگ‌تر باشـد، به همـان میزان از روشـنایی طبیعی فضای داخل کاسـته می‌شود. استفاده از تیغه‌های قائم و سایه‌بان مشبک برای مکان‌هایی همانند بوشـهر که تأمین روشـنایی و تهویهٔ طبیعی فضای پشـت سـایه‌بان ضروری است، معقول به نظر می‌رسد.

۶. در هنگام طراحی سایه‌بان برای بازشوهای یک ساختمان، توجه به محیط پیرامون ساختمان نیز ضروری است، چرا که ممکن اسـت بتوان از درختان نزدیک ساختمان برای سایه‌بان قائم استفاده کرد، در این صورت توجه به ارتفاع درختان و مکان قرارگیری آنها در سایت برای سایه‌اندازی ضرورت خواهد داشت.

۷. با توجه به عمق زیاد سایه‌بان‌های اضلاع شرقی و غربی در بوشـهر، باید از ایجاد پنجره در نماهای شرقی و غربی اجتناب شـود، در غیر این صورت، باید مسـاحت و تعداد چنین پنجره‌هایی محدود باشـد و از ایوان‌های خارجی با عمق زیاد استفاده شود.

۸. بـرای تبـادل حرارتـی کمتر میـان نمای سـاختمان و سـایه‌بان‌ها در بوشهر پیشنهاد می‌شـود از سایه‌بان‌های چوبی اسـتفاده شـود. همچنیـن ایجاد فواصلـی میان سـایه‌بان‌ها، برای جلوگیری از محبوس شدن هوای گرم در زیر آنها، ضروری به نظر می‌رسد.

۹. در طراحی سـایه‌بان‌های جدید در بوشهر با روش الگی، حفظ هویت فرهنگی گذشـته و تکیـه بر اصول علمی و تکنولوژیک امروزی پیشـنهاد می‌شـود، در این صورت نقیصه‌های علمی گذشـته جبـران و هویت فرهنگی نیز حفظ خواهد شد.

منابع و مآخذ

محمدی، امین، *طراحی دانشـکدهٔ معماری دانشـگاه خلیج فارس بوشهر با رویکرد اقلیمی*، رسالهٔ کارشناسی ارشد معماری، دانشگاه یزد، ۱۳۸۷.

رازجویان، محمود، *آسایش به وسیلهٔ معماری همساز با اقلیم*، تهران: دانشگاه شهید بهشتی، ۱۳۶۷.

کسمایی، مرتضی، *اقلیم و معماری*، تهران: شرکت خانه‌سازی ایران، ۱۳۶۷.

رسایی کشوک، سام، *شکوه ابوشهر*، بوشهر: انتشارات شروع، ۱۳۸۴.

طاهبـاز، منصوره، «طراحی سـایه در فضای باز»، در *مجلـهٔ هنرهای زیبا (دانشگاه تهران)*، ش ۳۱ (۱۳۸۵)، ص ۲۷– ۳۸.

معاونت نظام مهندسی و اجرای ساختمان، وزارت مسکن و شهرسازی، *مقررات ملی ساختمان ایران_ مبحث نوزدهم: صرفه‌جویی در مصرف انرژی*، ۱۳۸۱.

Evans, Martin, *Housing, Climate & Comfort*, London: The Architectural Press,1980.

Givoni, Baruch, *Man, Climate and Architecture*, Applied Science Publishers, 1976.

Hyde, Richard, *Climate Responsive Design, a Study of Building in Moderate and Hot Humid Climates*, Spon Press, 2000.

Olgyay, A. & V. Olgyay, *Design with Climate: Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism*, U.S.A: Princeton University Press, 1963.

Olgyay, A. & V. Olgyay, *Solar Control & Shading Devices*, U.S.A: Princeton University Press, 1976.