جغرافیا و توسعه شماره ۲۷ تابستان ۱۳۹۱
وصول مقاله : ۱۳۹۰/۵/۱۴
تأیید نهایی : ۱۳۹۱/۲/۲۰
صفحات : ۱۱۶ - ۱۰۳

طراحی اقلیمی ساختمان‌های مسکونی شهر سبزوار با تأکید بر جهت‌گیری ساختمان و عمق سایبان

سعید حسین‌آبادی[۱]، دکتر حسن لشکری[۲]، دکتر محمد سلمانی‌مقدم[۳]

چکیده

ناسازگاری بین معماری و نوع اقلیم باعث افزایش استفاده از انرژی برای سرمایش یا گرمایش مساکن می گردد و این امر هم از نظر اقتصادی و هم از نظر زیست‌محیطی تأثیرات منفی بر جای می‌گذارد. از این رو لازم است با شناخت ویژگی‌های اقلیمی هر سکونتگاه ضوابطی مطابق اقلیم آن محل برای طراحی فضاها تعیین گردد. با توجه به اهمیت بحث مذکور هدف این مقاله تعیین جهت مناسب ساختمان و عمق مناسب سایبان برای ساختمان‌های مسکونی شهر سبزوار، در راستای تحقق قسمتی از اصول طراحی اقلیمی است. از این رو ابتدا با استفاده از داده‌های اقلیمی ایستگاه هواشناسی سینوپتیک سبزوار (شامل حداقل و حداکثر دما و رطوبت نسبی) نمودار زیست‌اقلیمی ساختمانی، ترسیم و بر روی آن آستانه‌ها و نیازهای حرارتی ساختمان، مواقع نیاز و عدم نیاز به آفتاب (مواقع سرد و گرم)، و اولویّت‌های طراحی اقلیمی شهر مزبور مشخص شد. سپس با استفاده از روش محاسباتی میزان انرژی تابیده شده بر سطوح قائم بنا، در مواقع گرم و سرد و در نهایت بهترین جهت قرارگیری ساختمان در این شهر مشخص گردید. بر این اساس، جهت ۱۵ و ۳۰ درجه شرقی (۱۵ و ۳۰ درجه از جنوب به‌سمت شرق چرخیده باشد) در ساختمان‌های یک‌طرفه و جهت ۱۶۵+ و ۱۵- و شمالی- جنوبی در ساختمان‌های دو طرفه بهترین جهت‌های قرارگیری ساختمان با توجه به عامل تابش آفتاب است. در مورد وزش باد نیز این جهات مناسب می‌باشد. در قسمت بعدی عمق مناسب سایبان در ارتباط با زاویه تابش آفتاب برای شهر مورد مطالعه معین شد. بهترین عمق سایبان در صورت داشتن پنجره‌ای به ارتفاع ۱ متر برای دیوار جنوبی ۰/۲۶ متر محاسبه شد.

کلیدواژه‌ها: ساختمان‌های مسکونی، جهت ساختمان، عمق سایبان، طراحی اقلیمی، سبزوار.

۱- دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تبریز (نویسنده مسؤول) S.Hoseynabadi@tabrizu.ac.ir
۲- دانشیار جغرافیا، دانشگاه شهید بهشتی H-Lashkari@sbu.ac.ir
۳-استادیار جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه حکیم سبزواری Ml_moghadam@yahoo.co

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

توجه به تأثیر عوامل اقلیمی و محیطی در ایجاد فضاهای سکونتی بحث تازه‌ای نیست. بشر ازهمان ابتدا سعی در ایجاد محیط سکونتی مطلوب و منطبق با شرایط حرارتی و اقلیمی محل زندگی خود داشته است. از نظر علمی و فنی نیز طراحی اقلیمی یا همان معماری همساز با اقلیم سال‌هاست که به عنوان یک بحث علمی بسط و گسترش یافته است. در مورد ضرورت طراحی اقلیمی دو مورد را می‌توان متذکر شد:

۱- ساختمان‌های با طراحی اقلیمی، از نظر آسایش حرارتی انسان، کیفیت بهتری دارند.

۲- هماهنگی با شرایط اقلیمی موجب صرفه‌جویی در مصرف سوخت مورد نیاز جهت کنترل حرارتی این ساختمان‌ها می‌شود *(مهرام، ۱۳۸۴:۳)*. سابقه‌ی فعالیت-های علمی در زمینه‌ی طراحی اقلیمی متعدد است. طراحی اقلیمی خیابان و سایبان شهری عنوان مقاله‌ای است که توسط اوک نوشته شده است. وی در این مقاله اصولی را برای طراحی خیابان و سایبان با توجه به عوامل اقلیمی بیان می‌دارد *(Oke,1998:19)*، چارلز الی نیز در یک طرح پژوهشی که برای سازمان صنایع خورشیدی سانفرانسیسکو انجام داده، استراتژی‌های طراحی خورشیدی منفعل در ساختمان‌های مسکونی را ارائه داده است *(Eley,1998:1)* التمیمی در مقاله خود به فنون طراحی اقلیمی جهت کاهش مصرف انرژی سرمایشی در شهر کویت اشاره کرده است *(Al-Temeemi,1995:41)* مرتینز نیز در مقاله خود طراحی فضاهای آزاد شهری با توجه به عامل اقلیمی را مورد بحث قرار داده است *(Mertens, 1999:14)*.

ایرانمنش و بیگدلی به بیان اصولی از طراحی اقلیمی در مناطق روستایی و شهری با توجه به تجربه‌های سنتی سکونتگاههای ایران پرداخته‌اند *(Iranmanesh & Bigdeli, 2009: 1)*. فیوچی و همکاران طراحی اقلیمی فعال را مورد بحث قرار داده‌اند *(Fiocchi et al, 2011:2289)*

در ایران نیز مطالعات مختلفی انجام گرفته که در این قسمت به گزیده‌ای از آن‌ها اشاره می‌شود. طراحی اقلیمی خوزستان (۱۳۶۹)، طراحی اقلیمی سمنان (۱۳۷۲) و طراحی اقلیمی استان آذربایجان شرقی (۱۳۸۵) از جمله طرح‌های پژوهشی است که توسط کسمایی به انجام رسیده است. علیجانی نیز در مقاله‌ای نقش آب‌وهوا در مسکن را ارزیابی کرده است *(علیجانی، ۱۳۷۳:۴۵)*. بیرقدار طراحی سکونتگاه‌های روستایی همساز با اقلیم در استان خراسان *(بیرقدار، ۱۳۷۷:۱۰۰)* و امیری، آسایش حرارتی محیط‌های داخلی ساختمان و شیوه‌ی طراحی مساکن در شهر قم را مورد توجه قرار داده است *(امیری ،۱۳۸۳:۵۵)*. سلیقه در مقاله‌ای تحت عنوان مدل‌سازی مسکن همساز با اقلیم در چابهار، به مسائلی چون چگونگی طراحی‌سایبان‌ها، طراحی‌بام‌ها، بازشوها، طراحی محوطه و شکل پلان ساختمان پرداخته است *(سلیقه، ۱۳۸۳:۱۴۷)*.

لشکری و پورخادم در مقاله‌ی خود جهت‌گیری مناسب فضاهای آزاد (معابر و حیاط) با توجه به عوامل آب و هوایی را در شهر اردبیل مورد بحث قرار داده‌اند *(لشکری و پورخادم‌نمین، ۱۳۸۴:۱۹)*. روشن‌زاده عناصر مختلف دخیل در طراحی ساختمان‌های مسکونی از جمله جانمایی بلوک‌ها، واحدها و دیگر فضاهای مسکونی در ارتباط با عامل اقلیم را مورد مطالعه قرار داده است *(روشن‌زاده، ۱۳۸۵: ۸)*. محمودی‌نژاد و تقوایی در مقاله‌ای به اهمیت به کار بردن انرژی خورشیدی در طراحی‌های‌مسکن توجه کرده‌اند *(محمودی‌نژاد و تقوایی، ۱۳۸۵:۱۰۵)*. شیخ‌الاسلامی و طاهباز نیز راهکارهایی جهت طراحی مسکن همساز با اقلیم در همدان ارائه نموده‌اند *(شیخ‌الاسلامی و طاهباز، ۱۳۸۵: ۹)*. پورجعفر و محمودی‌نژاد ضرورت به‌کارگیری اصول طراحی اقلیمی در مناطق سردسیر را مورد بحث قرار داده‌اند *(پورجعفر و محمودی‌نژاد، ۱۳۸۶:۱)*. اقلیم و معماری مدارس نوساز

Archive of SID

www.SID.ir

اصفهان عنوان مقاله‌ای است که توسط طاوسی و همکاران به رشته تحریر درآمده؛ نویسندگان در این مقاله پارامترهایی چون تهویه و نور طبیعی فضاهای داخلی و عمق سایبان را مد نظر قرار داده‌اند *(طاوسی و دیگران، ۱۳۸۷:۹۷)*. شقاقی و مفیدی شمیرانی رابطه‌ی بین توسعه‌ی پایدار و طراحی اقلیمی بناها در مناطق سرد و خشک *(شقاقی و مفیدی شمیرانی، ۱۳۸۷: ۱۰۵)* و مشیری، طراحی پایدار در اقلیم گرم و مرطوب را مورد بحث قرار داده‌اند *(مشیری، ۱۳۸۸: ۳۹)*.

در تحقیق حاضر نیز سعی شده است با توجه به شرایط آب و هوایی شهر سبزوار اصولی برای طراحی اقلیمی ساختمان‌های مسکونی این شهر ارائه گردد.

داده‌های مورد استفاده در تحقیق

برای مطالعه‌ی شرایط زیست اقلیمی ساختمان‌های شهر سبزوار، آمار مربوط به فاکتورهای اقلیمی متوسط حداقل و حداکثردما، متوسط حداقل و حداکثر رطوبت نسبی[۱] مربوط به یک دوره‌ی ۵۱ ساله (سال ۱۹۵۴ تا ۲۰۰۵) از ایستگاه هواشناسی سبزوار جمع‌آوری شد. همچنین برای محاسبه‌ی میزان انرژی تابیده شده بر دیوارها، زاویه و جهت تابش آفتاب در جهات و ساعات مختلف بر اساس طول و عرض جغرافیایی محل به دست آمده است.

روش‌های مورد استفاده در تحقیق

روش تحقیق در این بررسی، با استفاده از روابط ریاضی، مدل‌ها و شاخص‌های زیست‌اقلیمی است که بدان‌ها اشاره می‌گردد:

- مدل زیست- اقلیمی ساختمانی

با استفاده از نمودار زیست- اقلیمی ساختمانی گیوانی، نیازهای حرارتی ساختمان، مرزهای آسایش، نیاز و عدم نیاز به آفتاب و اولویّت‌های طراحی اقلیمی برای شهر مورد مطالعه، مشخص گردید.

- روش‌های محاسبه مقادیر انرژی خورشیدی بر روی دیوارهای قائم یک ساختمان

پس از تعیین نیازهای حرارتی و میزان نیاز به هدایت آفتاب یا جلوگیری از نفوذ آفتاب، در مرحله‌ی بعد با استفاده از روش محاسباتی میزان انرژی دریافتی در دیوارهای قائم ساختمان از رابطه‌ی زیر محاسبه شد:

$$L_s = I_n \cos \emptyset \qquad \text{رابطه ۱ :}$$

که در آن، L_s شدت تابش بر روی سطح، I_n شدت تابش خورشیدی بر روی سطح عمود بر پرتو خورشید و $\emptyset$ زاویه میان شعاع خورشید و خط عمود بر سطح زمین است. $\cos \emptyset$ از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید:

$$\cos \emptyset = \cos \beta \cos (\emptyset - \Psi) \qquad \text{رابطه ۲ :}$$

در این رابطه β زاویه تابش(ارتفاع خورشید)، $\emptyset$ زاویه جهت تابش، Ψ زاویه جهت دیوار می‌باشد. I_n نیز از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید:

$$I_n = A/\exp (B/\sin B) Btuh/ft^2 \qquad \text{رابطه ۳:}$$

در این رابطه A ثابت خورشیدی و B ضریب خاموشی است که هر دو تابع روز می‌باشد.

پس از تعیین میزان انرژی خورشیدی در ساعات روز و در ۱۲ ماه سال در نهایت با توجه به مواقع گرم و سرد و طبق نیازهای حرارتی (مشخص شده در روش زیست اقلیمی)، بهترین جهات استقرار ساختمان مشخص شد.

- روش تعیین عمق مناسب سایبان

در قسمت پایانی با توجه به زاویه و جهت تابش آفتاب در عرض جغرافیایی محل، مناسب‌ترین عمق برای سایبان پنجره‌ها با استفاده از رابطه زیر محاسبه گردید :

۱- داده‌های اقلیمی ماهانه می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

رابطه ۴ :

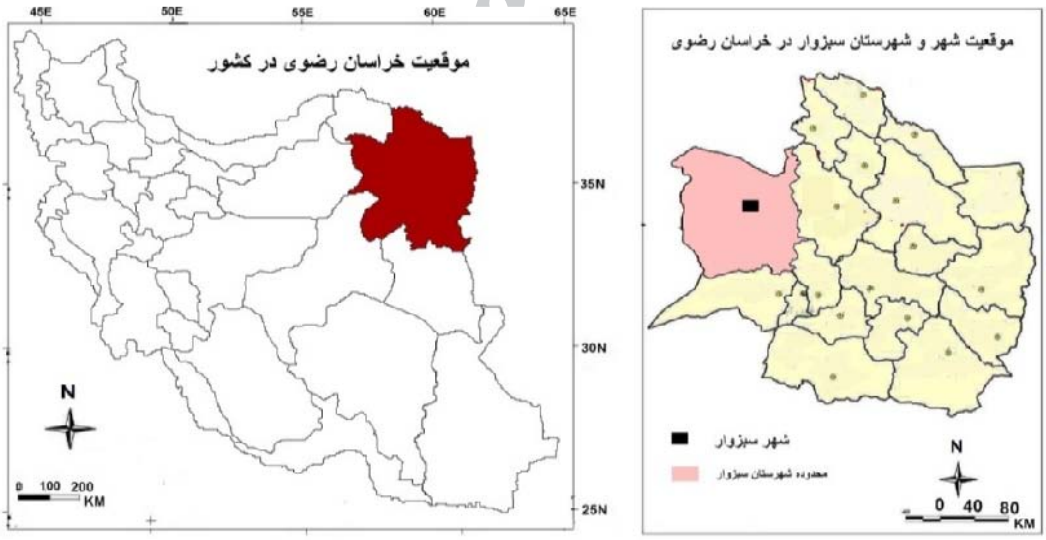
$$D = \frac{h\cos(Z+N)}{\tan\beta}$$

که در آن D : عمق سایه‌بان برحسب متر، H: ارتفاع سایه‌ای که در نتیجه‌ی عمق سایبان بر روی شیشه ایجاد می‌شود برحسب متر، Z: جهت تابش آفتاب، β: زاویه‌ی تابش و N : زاویه‌ی بین خط عمود بر پنجره و جنوب حقیقی است *(کسمایی، ۱۳۸۳: ۱۰۳)*.

شایسته ذکر است که در این تحقیق، جهت شمال، صفر درجه، جهت جنوب (۱۸۰ درجه)، شرق(۹۰+) و غربی (۹۰-) در نظر گرفته شده است.

معرفی محدوده‌ی مورد مطالعه

سبزوار به عنوان دومین شهر بزرگ خراسان رضوی و مرکز شهرستان سبزوار است. این‌شهر در فاصله‌ی ۲۴۰ کیلومتری غرب شهر مشهد در طول جغرافیایی ۵۷ درجه و ۴۳ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۲ دقیقه شمالی در ارتفاع متوسط ۹۶۰ متری از سطح دریا واقع شده است. آب و هوای سبزوار دارای ویژگی عمومی اقلیم گرم‌وخشک با زمستان‌های سرد و نیمه‌مرطوب و تابستان‌های گرم و خشک است *(مهندسین مشاور پرداراز، ۱۳۸۸: ۵)*. سردترین ماه سال در سبزوار، ژانویه با میانگین ۳/۲ درجه سانتی‌گراد و گرم‌ترین ماه سال جولای با میانگین ۳۱/۱ درجه‌ی سانتی‌گراد می‌باشد. میزان بارندگی سالانه‌ی سبزوار ۱۸۸ میلی‌متر می‌باشد. دو ماه مارس و ژانویه پر باران-ترین و ماههای آگوست و سپتامبر کم‌باران‌ترین ماههای سال هستند. میانگین رطوبت نسبی نیز ۴۱ درصد می‌باشد که از ۲۳ درصد در ماه آگوست تا ۸۱ درصد در ماه ژانویه نوسان دارد (جدول ۱).



شکل ۱ : موقعیت شهرستان و شهر سبزوار

مأخذ : نگارندگان

جدول ۱: ویژگی‌های دمایی و رطوبتی ایستگاه هواشناسی سبزوار (۲۰۰۵-۱۹۵۴)

ماهها	jan	Feb	Mar	Ap	Ma	jun	jul	Aug	Se	Oct	No	De
متوسط دما	۳/۲	۵/۸	۱۱/۱	۱۷/۹	۲۳/۶	۲۹	۳۱/۱	۲۹/۵	۲۵	۱۸/۲	۱۱	۵/۴
میانگین رطوبت (درصد)	۶۵	۵۸	۵۱	۴۳	۳۴	۲۵	۲۴	۲۳	۲۶	۳۵	۴۷	۶۱
میزان بارندگی	۳۱/۵	۲۹/۲	۳۸/۶	۲۶/۸	۱۳/۸	۲/۵	۱/۲	۰/۵	۰/۷	۵/۷	۱۲/۴	۲۵/۷

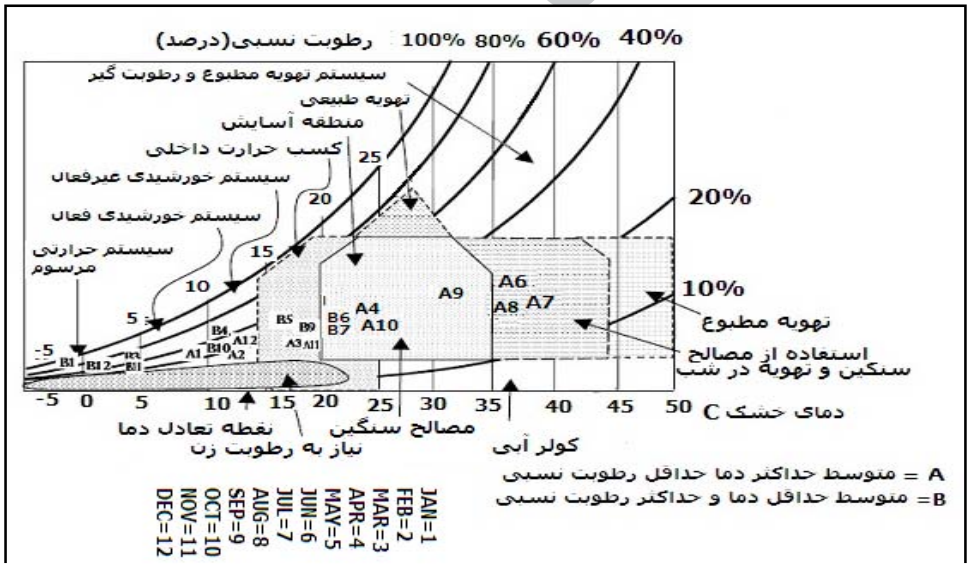
مأخذ: سازمان هواشناسی کشور

www.SID.ir

نیازهای حرارتی ساختمان در شهر سبزوار

برای تعیین جهت مناسب ساختمان لازم است که ابتدا نیازهای حرارتی از جمله میزان نیاز به آفتاب و سایه مشخص شود. با انتقال پارامترهای دمای حداکثر و رطوبت نسبی حداقل و دمای حداقل و رطوبت نسبی حداکثر برروی نمودار زیست‌اقلیمی ساختمانی،می‌توان آستانه‌ها و نیازهای حرارتی ساختمان در اقلیم مورد نظر را به دست آورد. شکل (۲)، نمودار زیست اقلیمی شهر سبزوار و وضعیت حرارتی ساختمان‌های این شهر را در ماه‌های مختلف سال نشان می‌دهد. با توجه به این نمودار می‌توان مهمترین آستانه‌ها و نیازهای حرارتی را این‌گونه استخراج کرد:

- دمای ۵درجه‌ی سانتیگراد: حد بالای نیاز به گرمایش مکانیکی یا حد پایین امکان گرمایش خورشیدی به صورت‌فعال(ازطریق تجهیزات ویژه‌ای چون کلکتورهای خورشیدی و...)
- دمای ۹ درجه‌ی سانتیگراد: حدپایین شرایط مناسب در صورت بهره‌گیری از انرژی خورشیدی به صورت غیرفعال (عملکرد عناصر ساختمان در جذب انرژی خورشیدی)
- دمای ۱۳ درجه‌ی سانتیگراد: حد پایین آسایش در فضاهای محصور یا امکان استفاده از حرارت داخلی
- دمای ۲۰درجه‌ی سانتیگراد: حدپایین منطقه آسایش در فضای داخلی واقع در سایه
- دمای ۲۶درجه‌ی سانتیگراد:حد بالای منطقه آسایش در فضاهای داخلی واقع در سایه
- دمای ۳۱درجه‌ی سانتیگراد:حدبالای امکان سرمایش طبیعی (تهویه‌ی طبیعی) با ایجاد کوران در فضاهای داخلی.



شکل ۲ : نمودار ساختمانی شهر سبزوار

مأخذ : نگارندگان

با انطباق این آستانه‌ها بر جدول دمای ساعتی روزانه و از طریق نرم‌افزار Surfer، منحنی‌های همدما را رسم کرده (شکل ۳) و در نهایت با محاسبه سطح اشغال بین منحنی‌ها، درصد نیازهای حرارتی فضاهای داخلی برای شهر سبزوار مشخص گردید.

بر طبق این منحنی‌ها در ۲۵ درصد از مواقع سال شرایط حرارتی ساختمان در حد آسایش است. در بقیه‌ی مواقع شرایط از حد آسایش بیرون است؛ در این مواقع نیاز است از طرق زیر شرایط مطلوب حرارتی در داخل بنا ایجاد شود.

www.SID.ir

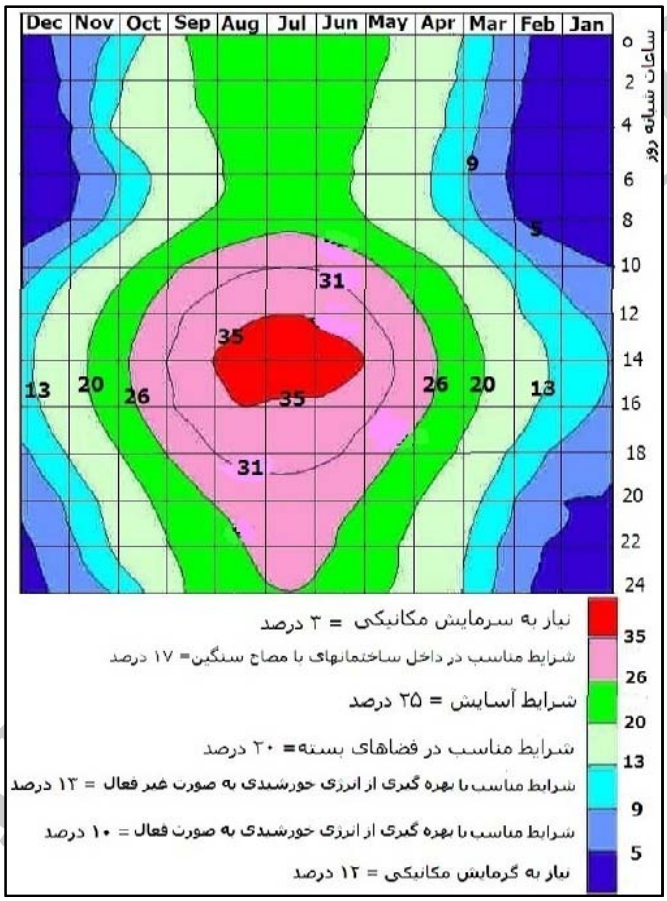
الف: در ۲۲ درصد ازمواقع سال به‌وسیله‌ی سیستم‌های گرمایش مکانیکی (اگر امکان استفاده از سیستم‌های خورشیدی فعال مثل کلکتورهای خورشیدی وجود داشته باشد نیاز به سیستم حرارتی مکانیکی به ۱۲ درصد کاهش می‌یابد)؛

ب: ۱۳ درصد از طریق دریافت انرژی خورشیدی به صورت غیرفعال؛

پ: در ۲۰ درصد از مواقع سال از طریق بسته نگه داشتن فضای ساختمان؛

ت: در ۱۷ درصد از مواقع سال با بهره‌گیری از عملکرد مصالح ساختمانی؛

ث: در ۳ درصد از مواقع سال از طریق سیستم سرمایش مکانیکی *(شکل ۳)*.



شکل ۳: نیازهای حرارتی داخل ساختمان در شهر سبزوار

مأخذ : نگارندگان

با مقایسه درصد نیازهای حرارتی موارد زیر به عنوان اولویّت‌های مهم در طراحی اقلیمی ساختمان‌های مسکونی شهر سبزوار مطرح می گردد:

الف- محافظت ساختمان در برابر تابش آفتاب در مواقع گرم سال

ب- بهره‌گیری از انرژی خورشیدی در گرمایش ساختمان در مواقع سرد سال.

پ- بهره‌گیری از نوسان روزانه دمای هوا.

ت- کاهش تأثیر باد در اتلاف حرارت ساختمان.

ث-محافظت ساختمان در برابر هوای گرم خارج.

ج- فراهم ساختن امکاناتی جهت افزایش رطوبت هوا در فصل گرم و خشک.

این تحقیق سعی دارد با تعیین جهت مناسب ساختمان و عمق مناسب سایبان به تحقق اولویّت‌های شماره ۱، ۲ و ۴ (ذکر شده در بالا) برسد.

www.SID.ir

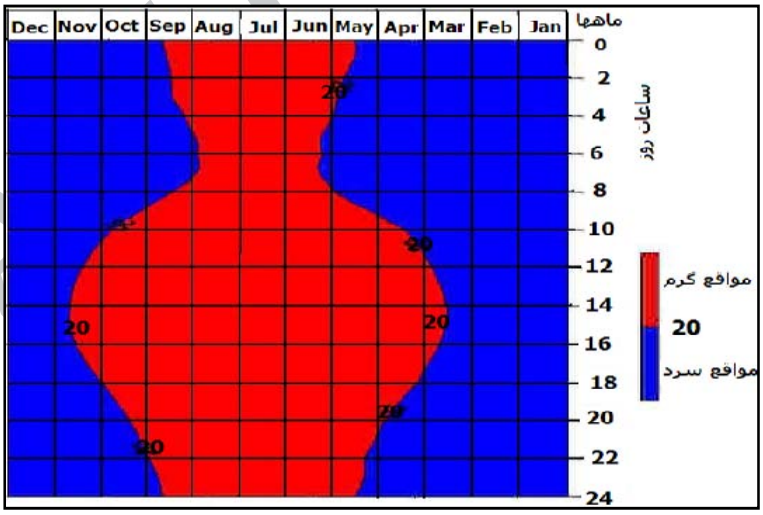
جهت مناسب استقرار ساختمان با توجه به دریافت انرژی خورشیدی و وزش باد

جهت استقرار ساختمان یکی از مهمترین عوامل مؤثر در ایجاد آسایش حرارتی ساختمان می‌باشد. به منظور دستیابی به اهداف طراحی اقلیمی، جهت استقرار ساختمان باید با توجه به تأثیرات دو عنصر اقلیمی تابش آفتاب و وزش باد تعیین گردد. در واقع اگر جهت مناسب استقرار ساختمان به‌درستی مشخص شود؛ می‌توان به طور تقریبی به سه هدف (جلوگیری از نفوذ آفتاب به داخل بنا در مواقع گرم، هدایت آفتاب به داخل ساختمان در مواقع سرد و جلوگیری از اتلاف حرارت ساختمان به وسیله‌ی باد) رسید و البته علاوه بر انتخاب جهت مناسب باید سایبان‌های مطلوب نیز برای پنجره‌ها تعیین گردد که در قسمت بعدی به این مسأله پرداخته می‌شود.

جهت‌استقرار ساختمان باتوجه به‌عامل تابش آفتاب

نور خورشید همیشه برای ایجاد روشنایی در یک ساختمان مورد نیاز است. اما از آن‌جا که این نور سرانجام به حرارت تبدیل می‌شود. باید میزان تابش مورد نیاز برای هر ساختمان با توجه به نوع ساختمان و شرایط اقلیمی محل تعیین شود *(کسمایی،۱۳۸۳: ۴۶)*.

در رابطه با تابش خورشید جهت ساختمان باید به گونه‌ای باشد که در مواقع سرد بیشترین میزان انرژی و در مواقع گرم کمترین میزان انرژی خورشیدی به نمای اصلی ساختمان بتابد. بنابراین اولین مرحله، در تعیین چنین جهتی، تعیین مواقع مختلف سال از نظر کسب انرژی خورشیدی است. بنا بر تعریف، به مجموعه زمان‌هایی که ساختمان برای ایجاد شرایط حرارتی مناسب نیاز به انرژی خورشیدی دارد مواقع سرد و به زمان‌هایی که نفوذ آفتاب موجب گرم شدن بیش از حد ساختمان می‌شود مواقع گرم گفته می‌شود *(کسمایی، ۱۳۷۹:۱۳۷)*. با توجه به نمودار زیست اقلیمی شهر سبزوار می‌توان دمای ۲۰ درجه سانتیگراد را به عنوان مرز مواقع سرد و گرم مشخص کرد. بر این اساس دماهای پایین‌تر از ۲۰ درجه سانتیگراد مواقع نیاز به آفتاب (مواقع سرد) و بالاتر از این دما، مواقع نیاز به سایه (مواقع گرم) می‌باشد (شکل ۴).



شکل ۴: مواقع گرم و سرد شهر سبزوار از نظر کسب انرژی خورشیدی

مأخذ : نگارندگان

در گام بعدی، میزان انرژی تابیده شده بر دیوارهای قائم واقع در جهت‌های مختلف جغرافیایی به تفکیک مواقع گرم و سرد سال محاسبه شد. نتایج این محاسبه، میزان انرژی تابیده شده در ساعات تئوری (یعنی فرض را بر این قرار داده که کل ساعات روز، تابش آفتاب برقرار است و هوا صاف، بدون ابر و مه و گرد و غبار است) را نشان می‌داد. نکته‌ی قابل ذکر اینکه ساعات تئوری نمی‌تواند مبنای قضاوت درست در تعیین جهت

Archive of SID

www.SID.ir

ساختمان باشد، بنابراین در مرحله‌ی بعد، مقادیر واقعی انرژی تابشی رسیده بر دیوارها محاسبه گردید. بدین صورت که با تقسیم ساعات آفتابی هر ماه بر طول روز هر ماه، ضریب ساعات آفتابی آن ماه را به دست آورده؛ نتیجه را در مقادیر انرژی هر ماه ضرب کرده تا مقدار نزدیک به واقع انرژی خورشیدی به‌دست آید.

جدول (۲) مقادیر واقعی انرژی خورشیدی تابیده شده بر دیوارهای قائم در جهات مختلف‌جغرافیایی و به تفکیک مواقع گرم و سرد را در کل سال نشان می‌دهد. مبنای قضاوت ما هم انرژی تابیده شده در ساعات آفتابی خواهد بود.

جدول ۲: میزان انرژی تابیده شده (برحسب واحد $BTU/h/ft^2$) بر سطوح قائم شهر سبزوار در مواقع مختلف سال

زاویه	کل مواقع سال	مواقع گرم	مواقع سرد	تفاوت	زاویه	کل مواقع سال	مواقع گرم	مواقع سرد	تفاوت
شمال	-	-	-	-	جنوب	۸۰۵۴	۳۳۴۷	۴۷۰۷	۱۳۶۰
+۱۵	۳۱۶	۲۰۸	۱۰۸	-۱۰۰	-۱۶۵	۸۱۰۹	۳۸۴۶	۴۲۶۳	۴۱۷
+۳۰	۱۰۶۳	۷۰۴	۳۵۸	-۳۴۶	-۱۵۰	۸۰۵۵	۴۳۶۳	۳۶۹۲	-۶۷۱
+۴۵	۲۰۸۳	۱۲۶۵	۸۱۸	-۴۴۷	-۱۳۵	۸۰۶۹	۴۷۹۸	۳۲۷۱	-۱۵۲۷
+۶۰	۳۲۹۱	۱۸۵۶	۱۴۳۵	-۴۲۱	-۱۲۰	۷۱۲۷	۴۷۴۶	۳۲۸۰	-۱۴۶۶
+۷۵	۴۷۳۲	۲۴۱۴	۲۳۱۸	-۹۶	-۱۰۵	۶۷۴۶	۴۷۶۷	۱۹۷۹	-۲۷۸۸
شرق	۵۶۳۱	۲۸۲۲	۲۸۰۹	-۱۳	غرب	۵۶۳۱	۴۲۵۳	۱۳۷۸	-۲۸۷۵
+۱۰۵	۶۷۴۷	۳۲۴۴	۳۵۰۲	۲۵۸	-۷۵	۴۷۳۲	۳۶۵۷	۱۰۷۵	-۲۵۸۲
+۱۲۰	۷۱۲	۳۲۲۳	۳۹۰۳	۶۸۰	-۶۰	۳۲۹۰	۲۸۲۵	۴۶۵	-۲۳۶۰
+۱۳۵	۸۰۶۸	۳۳۴۰	۴۷۲۸	۱۳۸۸	-۴۵	۲۰۸۳	۱۹۰۴	۱۷۸	-۱۷۲۶
+۱۵۰	۸۰۵۵	۳۲۶۴	۴۷۹۱	۱۵۲۷	-۳۰	۱۰۶۳	۱۰۴۱	۲۲	-۱۰۱۹
+۱۶۵	۸۱۰۹	۳۱۶۳	۴۹۴۶	۱۷۸۳	-۱۵	۳۱۶	۳۱۶	-	-۳۱۶

مأخذ: محاسبات نگارندگان

همانطورکه بیان شد،جهت قرارگیری ساختمان باید به گونه‌ای باشد که در مواقع گرم، کمترین و در مواقع سرد، بیشترین میزان انرژی را دریافت کند. بر این اساس درمواقع گرم، جهت شمال کمترین میزان انرژی را دریافت می‌کند و از این لحاظ بر سایر جهات برتری دارد. اما این جهت در مواقع سرد نیز کمترین انرژی را می‌گیرد. بنابراین هدف نهایی که استفاده‌ی حداکثر از انرژی خورشیدی درمواقع سرد است، محقق نمی‌گردد. از این رو جهت شمال، جهت مناسبی نیست. برای شناخت بهترین جهت می‌توان از میزان تفاوت انرژی مواقع سرد و گرم (مواقع سرد منهای مواقع گرم) استفاده کرد؛ حاصل این تفریق هر چه عدد بزرگتری باشد نشان‌دهنده‌ی جهت مناسب‌تر ساختمان است. بر این اساس جهت ۱۶۵ درجه (۱۵ درجه شرقی) بهترین جهت قرارگیری ساختمان است. چون به نسبت دیگر جهات در مواقع گرم انرژی کمتر و در مواقع سرد انرژی بیشتری دریافت می‌نماید. بعد از این جهت، جهات ۱۵۰ و ۱۳۵ درجه (۳۰ و ۴۵ درجه‌ی شرقی) مناسب‌ترین و جهت غرب و ۱۰۵- بدترین وضعیت را دارند.

جهت قرارگیری ساختمان‌های یک‌طرفه

منظور از ساختمان‌های یک‌طرفه،ساختمان‌های دارای یک نمای اصلی است. جدول (۳) مقادیر انرژی خورشیدی تابیده شده بر سطوح قائم واقع در ۱۲ جهت مختلف را مورد مقایسه قرار داده است. جهت ۱۵ درجه شرقی و پس از آن ۳۰ درجه شرقی به دلیل اینکه نسبت به سایر جهات در فصل سرد انرژی بیشتر و در فصل گرم انرژی کمتری دریافت می‌نماید، بهترین جهت استقرار نمای اصلی ساختمان است.

Archive of SID

www.SID.ir

جهت قرارگیری ساختمان‌های دوطرفه

در ساختمان‌هایی که دارای دو نمای اصلی هستند و از هر دو نما کسب انرژی می‌کنند، باید مجموع انرژی تابیده شده بر هر دو نما را مورد توجه قرار داد. نتایج جدول نشان می‌دهد که در ساختمان‌های دوطرفه‌ی شهر سبزوار بهترین جهت استقرار ساختمان از نظر کسب انرژی خورشیدی زاویه ۱۵درجه شرقی می‌باشد. در این صورت یکی از نماها در جهت ۱۶۵+ و دیگری در جهت ۱۵درجه قرار می‌گیرد. جهت شمالی-جنوبی نیز در درجه دوم از اهمیت بالاتری نسبت به سایر جهات است. در مقابل جهت شرق و غرب نامناسب‌ترین جهت استقرار بنا می‌باشد (جدول ۴).

جدول۳: میزان انرژی تابیده شده (بر حسب واحد $BTU/h/ft^2$)، بر نماهای اصلی ساختمان‌های یک‌طرفه شهر سبزوار در مواقع گرم

جهت‌دریافت انرژی	زاویه استقرار ساختمان	مواقع گرم	مواقع سرد	تفاوت	جهت دریافت انرژی	زاویه استقرار ساختمان	مواقع گرم	مواقع سرد	تفاوت
جنوب	S	۳۳۴۷	۴۷۰۷	۱۳۶۰	شرق	E	۲۸۲۲	۲۸۰۹	-۱۳
+۱۶۵	15E	۳۱۶۲	۴۹۴۶	۱۷۸۳	-۱۶۵	15W	۳۸۴۶	۴۲۶۳	۴۱۷
+۱۵۰	30E	۳۲۶۴	۴۷۹۱	۱۵۲۷	-۱۵۰	30W	۴۲۶۳	۳۶۹۲	-۵۷۱
جنوب شرق	45E	۳۳۴۰	۴۷۲۸	۱۳۸۸	جنوب غرب	45W	۴۷۹۸	۳۲۷۱	-۱۵۲۷
+۱۲۰	60E	۳۲۲۳	۳۹۰۳	۶۸۰	-۱۲۰	60W	۴۷۴۶	۳۲۸۰	-۱۴۶۶
+۱۰۵	75E	۳۲۴۴	۳۵۰۲	۲۵۸	-۱۰۵	75W	۴۷۴۶	۳۲۸۰	-۱۴۶۶

مأخذ: محاسبات نگارندگان

جدول۴: میزان انرژی تابیده شده (برحسب واحد $BTU/h/ft^2$) بر نماهای اصلی ساختمان‌های دو طرفه شهر سبزوار در مواقع گرم

جهت دریافت انرژی	زاویه استقرار ساختمان	مواقع گرم	مواقع سرد	تفاوت	جهت دریافت انرژی	زاویه استقرار ساختمان	مواقع گرم	مواقع سرد	تفاوت
شمال و جنوب	S	۳۳۴۷	۴۷۰۷	۱۳۶۰	شرق و غرب	E	۷۰۷۵	۴۱۸۷	-۲۸۸۸
-۱۶۵و۱۵+	15W	۴۰۵۴	۴۳۷۱	۳۱۷	-۷۵و ۱۰۵+	75E	۶۹۰۱	۴۵۷۷	-۲۳۲۴
-۱۵۰و۳۰+	30W	۴۹۶۷	۴۰۵۰	-۹۱۷	-۶۰و ۱۲۰+	60E	۶۰۴۸	۴۳۶۸	-۱۶۸۰
شمال‌شرق و جنوب‌غرب	45W	۶۰۶۳	۴۰۸۹	-۱۹۷۴	جنوب‌شرق و شمال‌غرب	45E	۵۲۴۴	۴۹۰۶	-۳۳۸
-۱۲۰ و ۶۰+	60W	۶۶۰۲	۴۷۱۵	-۱۸۸۷	-۳۰ و ۱۵۰+	30E	۴۳۰۵	۴۸۱۳	۵۰۸
-۱۰۵ و ۷۵+	75W	۷۱۸۱	۴۲۹۷	-۲۸۸۴	-۱۵و ۱۶۵+	15E	۳۴۷۹	۴۹۴۶	۱۴۶۷

مأخذ: محاسبات نگارندگان

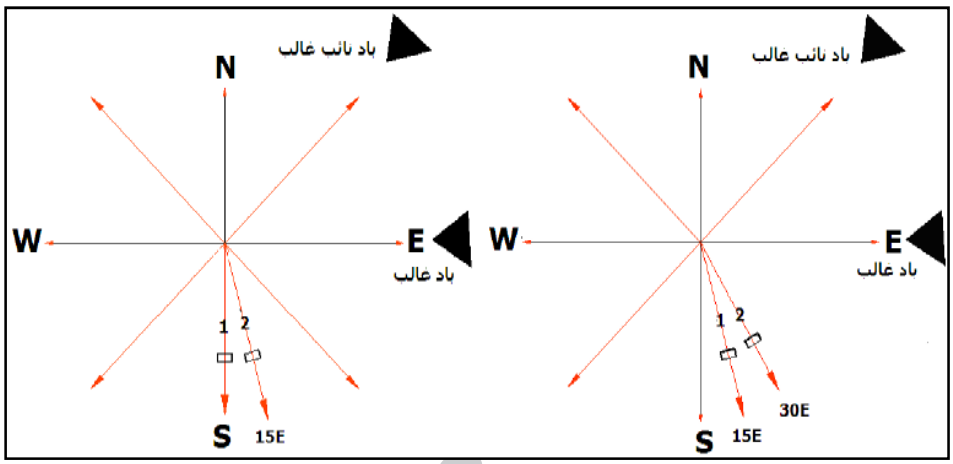
جهت استقرار ساختمان در ارتباط با وزش باد

جلوگیری از ورود بادهای سرد در ماههای سرد و بادهای گرم در ماه‌های گرم سال به داخل ساختمان، یکی از مهمترین اصولی است که باید در طراحی ساختمان مورد توجه قرار گیرد. از این‌رو نما یا نماهای اصلی ساختمان نباید در جهت وزش این بادها قرار گیرد. همان‌طور که ملاحظه شد جهت ۱۵درجه‌ی شرقی مناسب‌ترین جهت برای استقرار ساختمان‌های یک طرفه در شهر سبزوار است. با توجه به اینکه باد غالب این شهر از سمت شرق می‌وزد با جهت مناسب

Archive of SID

www.SID.ir

ساختمان یک زاویه ۷۵ درجه‌ای می‌سازد از این رو باد نمی‌تواند تأثیری منفی بر ساختمان بگذارد. در ساختمان‌های دوطرفه جهت ۱۵ درجه شرقی و جنوب به ترتیب بهترین جهت استقرار ساختمان در ارتباط با تابش آفتاب است که البته از نظر دریافت انرژی این دو جهت زیاد با هم تفاوتی نمی‌کند. با توجه به اینکه جهت جنوبی در ارتباط با جهت وزش باد گزینه‌ی مناسب‌تری برای استقرار ساختمان است؛ این جهت را می‌توان در کل، اولویّت اول و جهت ۱۵ درجه شرقی را اولویّت دوم، در ساختمان‌های دو طرفه دانست.



شکل ۵: جهت‌های مناسب استقرار ساختمان‌های یک‌طرفه (شکل سمت راست) و دو طرفه (شکل سمت چپ) در شهر سبزوار (برحسب اولویّت) *مأخذ: نگارندگان*

محاسبه‌ی عمق سایبان‌ها

جلوگیری از نفوذ نور خورشید در ماه‌های گرم سال، یک نیاز مبرم در مناطق گرم و خشک، از جمله شهر سبزوار است. یکی از تمهیداتی که در این زمینه می‌توان به کار بست، تعبیه‌ی سایبان بر بالای پنجره-هاست. نکته‌ای که در نصب سایبان‌ها باید بدان توجه شود؛ عمق مناسب آن‌هاست. عمق سایبان باید در حدی باشد که در فصل گرم مانع از ورود نور خورشید، به داخل ساختمان شود یا مقدار آن را کاهش دهد، ولی در فصل سرد از نفوذ انرژی خورشیدی به داخل بنا جلوگیری نکند. با فرض این‌که ساختمان در جهت ۱۵ درجه‌ی شرقی (همان جهت مناسب برای ساختمان‌های این شهر) قرار گرفته باشد. عمق مناسب سایبان در تیرماه که بالاترین میزان تابش را دارد، برای جهت جنوب، در ساعات اوج تابش محاسبه شد. جهت شمال در این محاسبه در نظر گرفته نشد؛ چرا که این جهت انرژی تابشی بسیار ناچیزی دریافت می‌کند؛ در واقع، این جهت با نصب پنجره مناسب، به خوبی می‌تواند نقش تهویه را بر عهده بگیرد. جهت شرقی و غربی نیز به دلیل زاویه تابش، حتی با وجود نصب سایبان‌های عمیق، کنترل حرارت در فضاهای داخلی، امکان‌پذیر نخواهد بود. بنابراین فقط پنجره‌های جنوبی برای نصب سایبان مد نظر قرار می‌گیرد.

جدول (۵) رابطه‌ی بین ارتفاع پنجره و عمق سایبان را نشان می‌دهد. این جدول بیانگر آن است که اگر ارتفاع پنجره در دیوار جنوبی ۱ متر باشد، عمق سایبان باید حداقل ۲۶ سانتیمتر باشد. با افزایش ارتفاع پنجره عمق سایبان نیز افزایش می‌یابد.

Archive

www.SID.ir

جدول۵: رابطه‌ی بین ارتفاع پنجره و عمق سایبان در نمای جنوبی ساختمان‌های شهر سبزوار

ارتفاع پنجره (به متر)	عمق سایبان (به متر)	ارتفاع پنجره (به متر)	عمق سایبان (به متر)
۱	۰/۲۶	۱/۷۵	۰/۴۵۵
۱/۲۵	۰/۳۲۵	۲	۰/۵۲
۱/۵	۰/۳۹	۲/۲۵	۰/۵۸۵

مأخذ : محاسبات نگارندگان

بعد از تعیین عمق سایبان‌ها برای فصل تابستان، حالا باید مطمئن شد که سایبان طراحی شده با این عمق، در ورود تابش آفتاب به داخل ساختمان در فصل زمستان مشکلی ایجاد می‌کند یا خیر. بررسی این مسأله درسایبان‌های جنوبی ازاهمیت بیشتری‌برخوردار است. برای پی بردن به این نکته باید سایه‌ای که در نتیجه‌ی عمق سایبان پنجره‌ی جنوبی در این فصل بر روی شیشه، ایجاد می‌شود و همچنین عمق نفوذ آفتاب به داخل اتاق در روز اول دی‌ماه در ساعت ۱۲ محاسبه شود.

عمق نفوذ آفتاب بر اساس رابطه زیر به دست آمد:

رابطه ۵ :
$$L = \frac{H}{\tan \alpha}$$

L : عمق نفوذ آفتاب در داخل ساختمان برحسب متر؛

α: زاویه تابش؛

H : ار تفاع سقف پنجره از کف ساختمان برحسب متر *(علیجانی،۱۳۷۳: ۶۰).*

رابطه ۶ :
$$L = \frac{2.8}{\tan 30.4} = 4.7$$

محاسبه نشان داد که عمق نفوذ آفتاب در ساعت ۱۲ اول دی‌ماه، ۴/۷ متر است. بنابراین، سایبان طراحی شده با عمق مذکور، از ورود آفتاب در فصل سرد سال ممانعت نمی‌کند و نور آفتاب می‌تواند به راحتی به داخل ساختمان نفوذ کند. در نتیجه می‌توان گفت سایبان طراحی شده با این عمق هم برای فصل گرم و هم فصل سرد مناسب است.

نتیجه

طبق آنچه که ملاحظه شد در این تحقیق، بیان اصولی برای طراحی ساختمان‌های مسکونی با توجه به شرایط محیطی مدّ نظر بود. از این رو ابتدا با استفاده از نمودار زیست‌اقلیمی ساختمانی، نیازهای حرارتی و محیطی ساختمان‌ها (با دخالت دادن عناصر اقلیمی مانند حداکثرو حداقل دما و رطوبت نسبی) و در نهایت اصولی که در طراحی ساختمان‌ها باید مورد توجه قرار گیرد مشخص شد. بر این اساس مواردی چون هدایت انرژی خورشیدی در مواقع سرد، محافظت ساختمان در برابر نفوذ آفتاب به درون ساختمان در فصل گرم و کاهش تأثیر بادهای سرد در اتلاف حرارت ساختمان و... جزو اصول و اهدافی است که در طراحی اقلیمی ساختمان‌های شهر سبزوار باید مورد توجه قرار گیرد. یکی از راهکارهایی که برای رسیدن به این اهداف وجود دارد؛ جهت‌دهی مناسب ساختمان با توجه به عامل باد و آفتاب و تعیین عمق مناسب سایبان است. بدین منظور ابتدا با استفاده از زاویه و جهت تابش آفتاب، میزان انرژی خورشیدی تابیده شده در ساعات مختلف و به تفکیک مواقع سردوگرم در زوایای مختلف ساختمان محاسبه گشت و با ضرب اعداد حاصله در ضریب ساعات آفتابی، میزان انرژی دریافتی واقعی هر یک ازدیوارهای ساختمان محاسبه شد. بر اساس اصول و اولویّت‌های تعیین‌شده نما یا نماهای اصلی ساختمان باید در جهتی قرار بگیرند که در مواقع گرم انرژی کمتر و در مواقع سرد انرژی خورشیدی بیشتری دریافت نمایند. نتیجه‌ی این محاسبه آن شد که در ساختمان‌های یک‌طرفه، به ترتیب جهت‌های ۱۵ و ۳۰ درجه‌شرقی و درساختمان‌های دوطرفه، زاویه ۱۵ درجه شرقی و جهت شمالی- جنوبی بهترین جهت‌های قرارگیری ساختمان است.

Archive of SID

www.SID.ir

در گام بعدی جهت تحقق یکی دیگر از اهداف تعیین شده یعنی کاهش تأثیر بادهای سرد زمستانی به مقایسه جهت و زاویه‌ی بادهای زمستانی با جهت تعیین شده در رابطه با تابش آفتاب، پرداخته شد نتیجه‌ی این بررسی این شد که جهت‌های منتخب در زمینه‌ی تابش آفتاب در مورد باد نیز مناسبند بطوری- که بادهای زمستانی در صورت انتخاب جهات مذکور تأثیر و نفوذ کمتری بر ساختمان خواهند داشت. مسأله‌ی دیگری که در مقاله‌ی حاضر بحث شد؛ تعیین عمق مناسب سایبان بود. در این راستا باید اندازه عمق سایبان در حدی تعیین می‌شد که باعث کاهش ورود آفتاب در مواقع گرم شود و در مواقع سرد مانع نفوذ آفتاب به داخل ساختمان نگردد. محاسبات نشان داد که در صورت وجود پنجره‌ای به ارتفاع ۱ متر عمق سایبان باید در جهت جنوبی ۰/۲۶ متر باشد. به نسبت افزایش ارتفاع پنجره، عمق سایبان نیز افزایش می‌یابد. به طور خلاصه توصیه می‌شود در شهر سبزوار نمای اصلی ساختمان در ساختمان‌های یک‌طرفه در جهات ۱۵ و ۳۰ درجه شرقی و در ساختمان‌های دوطرفه یک نمای آن در جهت شمال و نمای دیگر آن در جهت جنوب واقع گردد. نسبت عمق سایبان به ارتفاع پنجره نیز ۰/۲۶ به ۱ باشد.

منابع

۱- امیری، آزیتا (۱۳۸۳). آسایش حرارتی در فضاهای داخلی ساختمان و طراحی اقلیمی شهرقم، نیوار. شماره ۵۴، ۵۵.

۲- بیرقدار، محمدعلی (۱۳۷۷). طرح معماری مساکن روستایی خراسان، سازمان هواشناسی کشور.

۳- پورجعفر، محمدرضا؛ هادی محمودی‌نژاد (۱۳۸۶). اثر عوامل طبیعی درکاهش مصرف انرژی مسکن، جستاری بر التزام و طراحی اقلیمی با تأکید بر مناطق سردسیر ایران ، نشریه‌ی راه و ساختمان. شماره ۴۲.

۴- روشن‌زاده، مصطفی (۱۳۸۵). نگاهی به طراحی اقلیمی ساختمان‌های مسکونی، پنجمین همایش بهینه‌سازی مصرف سوخت در ساختمان.

۵- سازمان‌هواشناسی‌کشور،داده‌ها و آمارایستگاه هواشناسی شهر سبزوار دوره ۱۹۵۴ تا ۲۰۰۵.

۶- سلیقه، محمد (۱۳۸۳). مدل‌سازی مسکن همساز با اقلیم برای شهر چابهار، نشریه‌ی جغرافیا و توسعه. شماره ۴.

۷- شقاقی، شهریار؛ سیدمجید مفیدی‌شمیرانی (۱۳۸۷). رابطه توسعه‌ی پایدار و طراحی اقلیمی بناهای منطقه سرد و خشک (مورد مطالعاتی تبریز)، علوم و تکنولوژی محیط‌زیست. پاییز ۱۳۸۷. شماره ۱۰.

۸- شیخ‌الاسلامی،فائزه؛منصوره طاهباز (۱۳۸۵). راهکارهای طراحی مسکن همساز با اقلیم در همدان، همایش شهر برتر.طرح برتر.سازمان عمران شهرداری همدان. همدان.

۹- طاوسی، تقی؛ هوشمند عطایی؛ آزیتا کاظمی (۱۳۸۷). اقلیم و معماری مدارس نوساز شهر اصفهان، نشریه‌ی جغرافیا و توسعه. شماره ۱۱.

۱۰- علیجانی، بهلول (۱۳۷۳). نگرشی نو در کاربرد آب و هواشناسی در مدیریت منابع و توسعه کشور (نقش آب و هوا درطراحی‌مسکن) فصلنامه‌ی تحقیقات جغرافیایی. شماره‌ی ۳۵.

۱۱- کسمایی، مرتضی (۱۳۶۹). اقلیم و معماری خوزستان- خرمشهر، وزارت مسکن و شهرسازی. انتشارات مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن.

۱۲- کسمایی، مرتضی (۱۳۷۲). راهنمای طراحی اقلیمی اقلیم گرم و خشک سمنان، وزارت مسکن و شهرسازی. انتشارات مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن.

۱۳- کسمایی، مرتضی (۱۳۸۳). اقلیم و معماری، تهران. انتشارات خاک.

۱۴- کسمایی، مرتضی (۱۳۸۵). پهنه‌بندی و راهنمای طراحی اقلیمی استان آذربایجان‌شرقی، انتشارات مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن وزارت مسکن و شهرسازی

۱۵- لشکری، حسن؛ زهرا پورخادم‌نمین (۱۳۸۴). بهینه- سازی جهت‌گیری فضاهای آزاد در شهر اردبیل بر اساس شرایط اقلیمی، فصلنامه‌ی تحقیقات جغرافیایی. شماره ۷۹.

Archive of SID

www.SID.ir

۱۶- مشیری، شهریار (۱۳۸۸). طراحی پایدار بر مبنای اقلیم گرم و مرطوب، فصلنامه‌ی هویت شهر. پاییز و زمستان. سال سوم. شماره ۵.

محمودی‌نژاد، هادی؛ علی‌اکبر تقوایی (۱۳۸۵). مسکن خورشیدی، التزام کاربست انرژی خورشیدی در طراحی مسکن مفاهیم و ارزیابی کیفی. نشریه‌ی پیام مهندس، شماره ۳۴.

۱۸- مهرام، مهسا (۱۳۸۴). مطالعه و طراحی معماری همساز با اقلیم گرم و خشک (طراحی مجموعه‌ی مسکونی در شهر کاشان)، پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد.گروه معماری دانشگاه تربیت مدرس. به راهنمایی مجتبی انصاری.

۱۹- مهندسین مشاور پرداراز (۱۳۸۸). طرح توسعه و عمران (جامع) شهر و حوزه نفوذ شهر سبزوار، بررسی و شناخت وضع موجود شهر، جلد اول. تیرماه.

20- Al-Temeemi, Abdul-Salam (1995). Climatic design techniques for reducing cooling energy consumption in Kuwaiti houses.

21- Eley, Charles (1998). Passive solar design strategies: guidelines for home building, San Francisco, California, Passive solar Industries Council,National Renewable Energy Laboratory.

22- Fiocchi ,Carl, Simi Hoque, and Mohammad Shahadat (2011). Climate Responsive Design and the Milam Residence, Sustainability, 3.

23- Mertens, Elke (1999). Bioclimate and city planning, open space planning, Atmospheric Environment 33.

24- Oke (1988). Street design and urban canopy layer climate, Energy and Buildings, Volume 11, Issue 1.

25- Iranmanesh, Nasim & Bigdeli, Elahe (2009). Climatic design & low carbon city regarding the traditional, experiences Climatic design & low carbon city ,45th ISOCARP Congress.

Archive of SID

www.SID.ir