نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، سال بیستم، شماره ۵۶، بهار ۹۹

# استراتژی‌های طراحی در معماری همساز با اقلیم، مطالعه موردی: شهر یزد

**دریافت مقاله:** ۹۷/۳/۵ **پذیرش نهایی:** ۹۷/۸/۱۳

**صفحات:** ۲۴۰-۲۲۳

**علیرضا انتظاری:** دانشیار اقلیم‌شناسی، دانشکده جغرافیا و علوم محیطی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران[۱].
**Email**: entezari@hsu.ac.ir
**فاطمه میوانه:** دانشجوی دکتری اقلیم‌شناسی شهری، دانشکده جغرافیا و علوم محیطی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران
**Email**: fmayvaneh@yahoo.com
**فروغ خزاعی‌نژاد:** استادیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه کوثر، بجنورد، ایران.
**Email**: kh.foroogh@yahoo.com

**چکیده**

**هدف پژوهش حاضر بررسی شرایط آسایش و تعیین بهترین تدابیر جهت طراحی و معماری همساز با اقلیم با تاکید بر کنترل مصرف انرژی است. محدوده مکانی مورد مطالعه، شهر یزد و از داده‌های اقلیمی آن شهر در بازه زمانی ساعتی (۲۱۰۷-۱۹۸۱) با فرمت EPW و در محیط نرم‌افزار مشاور آب و هوایی به روش استاندارد (ASHRAE 55) استفاده شده است. نتایج حاصل از بررسی دما و رطوبت نسبی نشان داد که حرارت‌های بیش از ۳۸ درجه سانتی‌گراد در ماه‌های جون (تیر) و جولای (مرداد) قابل مشاهده است که این امر نیاز به سایه در امر معماری اقلیمی را مطرح می‌کند. بیشترین شرایط عدم آسایش دمایی در ماه جولای و ماه‌های جون تا اکتبر (اردیبهشت تا آبان) در ساعات میانی روز پایین بودن رطوبت (۳۸ درصد) به همراه دمای بالا شرایط عدم آسایش و خشکی دارند. شرایط عدم آسایش بادی و دمایی در ماه‌های فوریه تا می (بهمن تا اردیبهشت) قابل مشاهده است که ضرورت فراهم کردن آسایش در محیط ساختمان را اجتناب ناپذیر می کند. همچنین بر اساس تابش افقی کل در ساعات مختلف روز ۲۵ درصد از ساعات روز از تابش بسیار بالا و در نتیجه عدم آسایش تابشی و ۸ درصد از ساعات روز در شرایط آسایش قرار دارند که بیشتر مربوط به دوره سرد سال و ساعات ابتدایی و انتهایی روز می‌باشد. در نهایت با توجه به اقلیم شهر یزد و نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل جمعا ۲۰ استراتژی برای طراحی معماری همساز با اقلیم به کار گرفته شده است.**

**کلید واژگان:** طراحی اقلیمی، آسایش حرارتی، بهینه‌سازی انرژی.

**۱. نویسنده مسئول**: سبزوار، دانشگاه حکیم سبزواری، دانشکده جغرافیا و علوم محیطی، گروه اقلیم شناسی.

[ Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-10 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.56.7.8 ]
[ DOI: 10.29252/jgs.20.56.223 ]

**مقدمه**

آب و هوا از مهمترین عوامل محیطی است که نقش موثری در طراحی اقلیمی ساختمان‌ها و شهرسازی دارد. علی‌رغم تغییرات اقلیمی در سراسر جهان و مشکلات ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی، میزان مصرف انرژی در جهان و ایران هر ساله افزایش می‌یابد (لچنر،۲۰۱۴:۱۵۵). با توجه به این که کشور ایران دارای مناطق مختلف آب و هوایی است، در این مناطق برای گرمایش، خنک کنندگی و تهویه، مقدار قابل توجهی از انرژی مصرف می‌شود که این حجم از مصرف انرژی باید در طراحی شهری و معماری همساز با اقلیم لحاظ گردد (رودریگو و همکاران، ۲۰۱۲:۳۹۲) (شریف آباد و سلجوقیان، ۲۰۱۵:۴۷۶).

به منظور ارزیابی شرایط زیست-اقلیمی مدل ها و روش های زیادی مطرح شده است که در ادامه به برخی از مهمترین آنها به اجمال اشاره می شود. مدل سرما- باد یکی از اولین این مدل ها است که بر پایه دفع انرژی از سطح پوست در سال ۱۹۳۹ توسط پاسل[۱] و سایپل[۲] ارایه شد (پاسل و سایپل، ۱۹۴۵: ۱۷۷). همچنین ترجونگ[۳] در سال ۱۹۶۸ نمودار زیست اقلیمی که شاخص آسایش را بر مبنای دو پارامتر دمای خشک و رطوبت نسبی ارزیابی می‌کرد، ارائه نمود (ترجونگ، ۱۹۶۸:۱۴۱). در سال ۱۹۷۰ نیز سازمان هواشناسی استرالیا[۴] شاخص دمای ظاهری (ای تی ۳)[۵] را که بر پایه مدلهای ریاضی استدمن بنا شده بود، مطرح کرد (واتس و کالستین، ۲۰۰۴:۵۰۴ ). بعدها شاخص سوزباد که جهت بیان ارتباط عدم راحتی انسان در اثر تأثیر مشترک باد و دمای هوا ارائه شده بود توسط استدمن[۶] توسعه یافت (استدمن، ۱۹۷۹:۸۷۴ ). سپس فانگر[۷] محدوده آسایش را بر اساس محاسبه میزان تبادل حرارت بین بدن انسان و محیط ارائه کرد. از آنجائی که در این روش معیارهای آسایش بسیاری در نظر گرفته می‌شد این روش تحت عنوان پی ام وی[۸] نام‌گذاری شد که با گذشت زمان با عنوان پی پی دی [۹] مطرح و توسعه یافت (فانگر،۱۹۷۰:۱۶۰). اولگی[۱۰] نیز معیارهای آسایش حرارتی را در عرض‌های جغرافیایی زیر ۴۰ درجه بررسی کرد (اولگی،۱۹۶۳:۴).

شرایط آب و هوایی و محیط زیست پارامترهای بسیار مهم در طراحی ساختمان‌ها است که برای ایجاد یک فضای مناسب برای راحتی انسان ارائه شده‌اند (گیوونی،۱۹۷۶:۱۲). در طراحی و توسعه همگام با محیط‌زیست بررسی مطالعات زیست-اقلیمی بعنوان پایه و اساس طراحی و معماری محسوب می‌شود (آرونین،۱۹۵۳:۲). به همین دلیل طراحی اقلیمی ساختمان، روشی است که هدف آن کاستن از هزینه‌های گرمایش، سرمایش و استفاده از انرژی‌های طبیعی و محیطی برای ایجاد آسایش در ساختمان‌ها محسوب می‌شود. تکنیک‌های تحلیل بر ادارک طراحان و معماران در نحوه استفاده از انرژی در ساختمان و همینطور تعیین زمان‌های استفاده از آن برای گرمایش، سرمایش و روشنایی نقش مهمی دارند. این تکنیک‌ها به پنج دسته تقسیم می‌شوند که شامل:

1Passel
2 Siple
3 Terjung
4Australian Bureau Of Meteorology
5 At3
6 Steadman
7Fanger
8 Predicted Mean Vote(PMV)
9Predicted Percentage Dissatisfied (PPD)
10Olgay

[ Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-10 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.56.7.8 ]
[ DOI: 10.29252/jgs.20.56.223 ]

باد، خورشید، خورشید-باد، نور و آسایش می‌باشند(برون و دکای،۱۴۶:۲۰۱۳) و (ال نت ورک،۲۰۰۷). در اقلیم‌های شدید، همانطور که در روسیه و اندونزی یافت می‌شود،گرمایش و سرمایش ساختمان یکی از نگرانی‌های اصلی معماران به حساب می‌آید. علاوه بر این در آب و هوای معتدل نیز ساختمان‌ها باید برای هر دو حالت گرم و سرد طراحی شوند (لچنر، ۱۵۷:۲۰۱۴ ).مطالعاتی در زمینه تاثیرات اقلیم بر معماری و مدیریت مصرف انرژی انجام شده است که در ذیل نگاهی اجمالی به نمونه‌ای از این مطالعات پرداخته خواهد شد:

هیو[۱] و چونگ[۲] با مطالعه شرایط عناصر اقلیمی و طراحی شهر هنگ‌کنگ نشان دادند که استفاده از شرایط اقلیم محلی جهت بهبود طراحی همساز با اقلیم و انرژی ساختمان در هنگ‌کنگ و سرزمین چین مفید می‌باشد (هیو و جونگ، ۵:۱۹۹۷).

تاثیر شکل هندسی شهر بر روی آسایش حرارتی بیرون در اقلیم گرم و خشک مراکش توسط جانسون مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج این پژوهش نشان داد که در این اقلیم باید طراحی شهری بصورت فشرده صورت گیرد (جانسون، ۱۳۲۶:۲۰۰۶). همچنین تغییرات پوشش زمین در آسایش حرارتی شهر کامبر سریلانکا را امانوئل[۳] مورد بررسی قرار داد که نتایج این مطالعه نیز نشان داد، عامل افزایش حرارت در نتیجه شکل قرارگیری ساختمان‌ها، مصالح و جاده‌ها می باشند (امانوئل،۱۵۹۱:۲۰۰۵). راپ و قیسی[۴] نیز بهترین روش جهت ارزیابی راحتی حرارتی در ساختمان‌های تجاری در اقلیم گرم و مرطوب ارائه نمودند که نتایج مطالعه بیانگر استفاده از نمودار زیست اقلیمی گیونی بعنوان مناسب‌ترین روش در طراحی آسایش حرارتی ساختمان می‌باشد(راپ و قیسی،۴۴۶:۲۰۱۴ ۲۰۱۴). اکتای[۵]به الزامات پایداری طراحی شهری متناسب با آب و هوا، بعنوان یکی از مهمترین معیارها توجه داشته است و نشان داد که هر کشوری دارای شیوه و ساختار طراحی با عنوان"معماری بومی" است به گونه‌ای که این معماری بومی در هر منطقه نسبت به مناطق دیگر کاملا متمایز می‌باشد (اکتای،۱۰۰۳:۲۰۰۲). مطالعه پور وحیدی و اوزدنیز[۶] با توجه به تقسیم‌بندی زیست اقلیمی ایران در اهداف معماری، پنج ناحیه اقلیمی شناسایی کردند و نشان دادند در این پنج ناحیه اقلیمی معماری ساختمان‌های سنتی ویژگی منحصر به فردی در سازگاری با اقلیم دارند (پور وحیدی و اوزدنیز،۶:۲۰۱۳). هدف از این پژوهش بررسی و ارزیابی توانمندیهای عناصر آب و هوایی در طراحی و معماری شهری با تمرکز بر استفاده بهینه از انرژی با استفاده از مدل استاندارد اشر ۵۵ [۷] می‌باشد. که در این راستا به ارائه تدابیر لازم در جهت معماری بومی شهر یزد بر اساس اقلیم بومی و با توجه به استراتژیهای ساختمان نیز پرداخته خواهد شد.

1Hui
2 Cheung
3Emmanuel
4 Rup and ghisi
5 Oktay
6 Ozdeniz
7 ASHRAE 55

[ Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-10 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.56.7.8 ]
[ DOI: 10.29252/jgs.20.56.223 ]

## روش تحقیق

### منطقه مورد مطالعه

شهر یزد مرکز استان یزد، در موقعیت جغرافیایی ۱۵ درجه و ۳۵ دقیقه تا ۴۰ درجه و ۴۵ دقیقه طول شرقی و ۴۶ درجه و ۳۱ دقیقه تا ۱۵ درجه و ۳۲ دقیقه شمالی واقع شده است (صادقی روش،۱۳۸۹). میانگین ارتفاعی شهر یزد از سطح دریا ۱۲۰۰ متر می‌باشد. آب و هوای این شهر بیابانی و نیمه بیابانی با تابستان‌های گرم و خشک و زمستان‌های سرد و خشک بوده و متوسط بارش سالیانه اندک است. شهر یزد با وسعت ۲۳۹۷ کیلومتر مربع اولین شهر خشت خام و دومین شهر تاریخی جهان است. بر اساس روش تقسیم‌بندی اقلیمی کوپن[1] این شهر دارای اقلیم بیابانی می‌باشد که بیانگر بارندگی سالیانه کمتر از میانگین درجه‌حرارت است (عدل، ۱۳۳۹؛ جهانبخش و اسمعیل‌پور،۲۱:۱۳۸۲).

شهر یزد با متوسط بارندگی سالانه ۷۱ میلیمتر با فقر شدید منابع آبی روبرو است. مقدار روزهای بارندگی سالیانه این شهر حداکثر ۳۷ روز و حداقل ۱۳ روز می باشد که به طور متوسط حدود ۲۳ روز است. یزد از نقطه نظر رطوبت نسبی کاملاً خشک است و مقدار متوسط آن ۳۰٪ می باشد. در این شهر خشک‌ترین ماه تیر و مرطوب‌ترین دی می‌باشد. به طور کلی متوسط درجه حرارت یزد در حدود ۱۹ درجه است که میانگین حداقل مطلق آن در دی‌ماه ۷ درجه و میانگین حداکثر مطلق آن برابر ۴۵ درجه در تیرماه است، از این رو شدت تغییرات درجه حرارت و اختلاف بین متوسط حداکثر و حداقل در ماه‌های تابستانی حدود ۲۵ درجه می‌باشد. درجه حرارت در ماه اسفند صعود می‌کند و در ماه مهر کاهش می‌یابد (سازمان هواشناسی یزد، ۱۳۹۶).

توزیع فصلی بارندگی‌ها گویای آن است که بخش اعظم بارندگی‌ها در فصل زمستان(حدود ۴۰ تا ۶۰ درصد)، حدود ۲۰ تا ۴۰ درصد در بهار و ۱۰ تا ۳۰ درصد بارندگی‌ها در پاییز رخ می‌دهد. پدیده یخبندان در یزد از پدیده های موثر در تخریب فیزیکی سنگ ها است که به طور متوسط نزدیک به ۷۲ روز در سال به وقوع می‌پیوندد . وزش باد در این شهر کویری از اهمیت خاصی برخوردار است و عمده ترین دلیل ایجاد آن تغییرات دمایی و یا ورود سامانه‌های گرم و سرد به منطقه است. از جمله بادهای این منطقه می توان به بادهای سیاه، بادغالب(باد شمال غربی است که به خصوص از اواسط بهار تا اوایل پاییز می‌وزد) و بادهای جنوب شرقی و غربی اشاره کرد. جهت غالب وزش این بادها در شش ماه اول سال، شمال غربی و در چهار ماه از سال (آبان تا بهمن) جنوب شرقی است(سالنامه تخصصی ابر،۳۳:۱۳۹۶) .

### روش کار

در پژوهش حاضر از داده‌های EPW[2] که توسط دپارتمان انرژی ایالات متحده آمریکا تهیه شده، استفاده شده است. هر فایل داده EPW دارای داده‌های اقلیمی ۸۷۶۰ ساعت در هر سال(بازه زمانی ۲۰ ساله) می‌باشد که این داده‌ها توسط اقلیم‌شناسان در ماه‌های واقعی (از میانگین درازمدت) ثبت و تولید شده است. همچنین میانگین بالاترین و پایین‌ترین مقدار عناصر آب و هوایی نیز ثبت شده است تا در موارد لزوم از آن‌ها استفاده شود. بعد از تهیه این داده‌ها از طریق ابزار مشاوره آب و هوایی در طراحی و معماری شرایط مربوط به آسایش

1 kopen
2 Energy Plus Weather (EPW)

[ Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-10 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.56.7.8 ]
[ DOI: 10.29252/jgs.20.56.223 ]

انسان در هر ماه استخراج گردید. سپس بر مبنای این تجزیه و تحلیل‌ها در ادامه به ارائه تدابیر قرارگیری ساختمان‌ها جهت طراحی در شهر یزد پرداخته شده است. جدول(۱)، داده‌های مورد استفاده در پژوهش را نشان می دهد:

جدول(۱). پارمترهای اقلیمی دخیل در طراحی معماری اقلیمی (داده‌های **EPW**)

| ردیف | پارامتر اقلیمی | مقدار | واحد اندازه‌گیری |
|---|---|---|---|
| ۱ | تابش افقی کل | میانگین ساعتی | Wh/sq.m |
| ۲ | تابش افقی کل | حداکثر مقدار ساعتی | Wh/sq.m |
| ۳ | تابش افقی کل | میانگین روزانه | Wh/sq.m |
| ۴ | جهت نرمال تابش | میانگین ساعتی | Wh/sq.m |
| ۵ | جهت نرمال تابش | حداکثر مقدار ساعتی | Wh/sq.m |
| ۶ | جهت نرمال تابش | میانگین روزانه | Wh/sq.m |
| ۷ | پخش تابش | میانگین ساعتی | Wh/sq.m |
| ۸ | پخش تابش | حداکثر مقدار ساعتی | Wh/sq.m |
| ۹ | پخش تابش | میانگین روزانه | Wh/sq.m |
| ۱۰ | درجه‌حرارت خشک | میانگین ماهانه | Degrees C |
| ۱۱ | درجه‌حرارت نقطه شبنم | میانگین ماهانه | Degrees C |
| ۱۲ | رطوبت نسبی | میانگین ماهانه | Percent |
| ۱۳ | جهت باد | حالت ماهانه | Degrees |
| ۱۴ | سرعت باد | میانگین ماهانه | m/s |
| ۱۵ | درجه حرارت عمق زمین | میانگین ماهانه | Degrees C |

منبع: موری میلان[1]،۲۰۱۷

### استاندارد اشر ۵۵ [2]

استاندارد اشر ۵۵ که به معنای شرایط حرارتی محیطی برای سکونت انسان است، مشخص کننده استاندارد شرایطی است که در آن، دمای محیط برای درصد مشخصی از ساکنان مطلوب است. این استاندارد برای به کارگیری در طراحی، راه اندازی و مورد آزمایش قرار دادن سیستم های تهویه مطبوع و ارزیابی محیط های دمایی (HVAC)[3] در ساختمان ها و سایر فضاهای اشغال شده توسط انسان تدوین شده است(یانگ و همکاران،۲۰۱۴:۱۶۶). استاندارد ۵۵ اولین بار در سال ۱۹۶۶ منتشر شد و در سال های ۱۹۷۴،۱۹۸۱ و ۱۹۹۲ مجددا چاپ شد (ایزو،۱۹۹۸:۲۰). این استاندارد به طور گسترده ای به منظور ارزیابی آسایش حرارتی در ساختمان ها به کار بسته شده است (ویچی و همکاران،۲۰۱۵:۹۴) که از نقاط قوت آن می توان از به روز کردن و بازنگری مستمر این استاندارد نام برد که برگرفته از آخرین دستاوردهای علمی آزمایش شده در زمینه آسایش حرارتی می‌باشد. به مانند سایر نسخه های به روز شده، ویرایش ۲۰۰۴ این استاندارد، تغییرات قابل توجهی را ارائه می دهد که برخی از مهم ترین آن‌ها عبارتند از:

1 Murray Milne
2American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers
3 Heating, ventilation, and air conditioning

[ Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-10 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.56.7.8 ]
[ DOI: 10.29252/jgs.20.56.223 ]

۱. اتخاذ روشی کامپیوتری برای به کارگیری در فضاهای داخلی عمومی که باعث شده این استاندارد با استانداردهای ISO[1] ۷۷۲۶۱ و ایزو ۷۷۳۰۲ مطابقت قابل توجهی داشته باشد (ISO،۲۰۰۵:۴۰).

۲. ابداع روش سازگاری[2] ، که بر اساس مطالعات اخیر به منظور پوشش دادن عوامل موثر در آسایش حرارتی به هنگام استفاده از تهویه طبیعی، جهت طراحی پایدار ، کارآمد و مطلوب برای ساکنان است.

استاندارد اشر ۵۵ ویرایش ۲۰۱۷ بر اساس نتایج اشر آرپی ۸۸۴[3] می باشد که در آن مجموعه داده‌هایی با تغییرات اقلیمی و جهانی مورد بررسی قرار گرفته است و شامل بیش از ۲۰۰۰۰ ورودی از خرده اقلیم[4] در داخل فضاها و همچنین میزان مطلوبیت و احساس دمایی ساکنان است.

**جدول(۲). متغیرهای مورد استفاده در مدل اشر ۵۵**

| اصطلاح علمی | تعریف |
|---|---|
| Adaptive Model | مدلی که بازه ی دمای طراحی در داخل یا بازه ی دمای مطلوب ساکنان را با پارامترهای اقلیمی و آب و هوایی در خارج فضا مرتبط می کند. |
| Air Speed | میزان حرکت باد در یک نقطه مشخص بدون در نظر گرفتن جهت آن |
| Clo | واحد نشان دادن میزان عایق گرمایی که توسط انواع مختلف البسه فراهم می شود که در این واحد(1 clo = 0.155 m2·°C/W (0.88 ft2·h·°F/Btu |
| Thermal Comfort | وضعیتی که ذهن انسان رضایت خود را از شرایط دمایی بروز می دهد و توسط ارزیابی ذهنی سنجیده می شود. |
| Draft | زمانی که دمای بدن به طور ناخواسته به سبب حرکت هوا کاهش می یابد. |
| Thermal Environment | خصوصیات محیط که بر روی اتلاف گرمایی شخص اثر می گذارد. |
| Thermal Acceptable Environment | محیطی که از لحاظ دمایی برای اکثریت قابل توجه افراد در آن قابل قبول باشد. |
| Garment | یک تکه لباس شخصی |
| Humidity Ratio | نسبت جرم بخار آب به جرم هوای خشک در یک حجم مشخص |
| Relative Humidity (RH) | نسبت فشار نسبی (یا چگالی) بخار آب موجود در هوا به فشار اشباع (یا چگالی) بخار آب در دما و فشار کلی یکسان |
| Clothing/Ensemble Insulation (Icl) | به میزان مقاومت در برابر انتقال گرمایی محسوس که توسط پوشش البسه تامین می شود که در قالب واحد clo سنجیده می شود. نکته: تعریف عایق البسه[5] مربوط به کل میزان انتقال حرارتی از بدن می باشد و بنابراین شامل قسمت های بدون پوشش بدن شامل سر و دست ها نیز می شود. |
| Garment Insulation (Iclu) | مقاومت افزایش یافته در برابر انتقال گرمایی محسوس توسط اضافه کردن لباس شخصی بر روی بدن بدون پوشش که در قالب واحد clo گزارش می شود. |
| Met | واحدی برای بیان کردن میزان انرژی تولید شده در بدن به سبب فعالیت های متابولیک که معادل است با 58.2 W/m2 (18.4 Btu/h·ft2) و برابر انرژی تولید شده در واحد یک انسان معمولی در حالت نشسته است. سطح اشغال یک فرد عادی ۱،۸ متر مربع که مساوی ۱۹ فوت مربع است، می باشد. |
| Metabolic Rate (M) | میزان تبدیل شدن انرژی شیمیایی به گرما و فعالیت توسط فعالیت های سوخت و ساز موجود در ارگانیزم که معمولا به صورت واحد کل مساحت بدن گزارش می شود. در این استاندارد، سرعت سوخت و ساز در قالب واحد مت[6] سنجیده می شود. |

[1] International Organization for Standardization
[2] Adaptive Method
[3] ASHRAE RP-884
[4] Microclimate
[5] Clothing Insulation
[6] Met

[ Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-10 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.56.7.8 ]
[ DOI: 10.29252/jgs.20.56.223 ]

| | |
|---|---|
| Occupant Controlled Naturally Conditioned Spaces | فضاهایی که در آن شرایط دمایی به صورت عمده توسط ساکنان از طریق باز یا بسته کردن پنجره ها تنظیم می شود. |
| Thermal Neutrality | شاخص دمایی داخل فضاها که برابر با میانگین شاخص PMV می باشد. |
| Percent Dissatisfied (PD) | درصدی از مردم که تخمین زده می شود در یک مکان خاص آسایش حرارتی ندارند. |
| Predicted Mean Vote (PMV) | شاخصی است که بیان کننده میانگین نظرات یک گروه درباره ی احساس آسایش حرارتی در یک مکان خاص است که در قالب طیف ۷ عددی بیان می شود. |
| Predicted Percentage Of Dissatisfied (PPD) | شاخصی که پیش بینی نسبت افرادی که در یک مکان آسایش حرارتی ندارند را ارائه و به کمک شاخص پی ام وی محاسبه می شود. |
| Radiant Temperature Asymmetry | اختلاف بین دمای تابشی سطح در دو نقطه مقابل در یک صفحه کوچک |
| Response Time (90%) | میزان زمان مورد نیاز برای اینکه سنسور اندازه گیری به ۹۰ درصد ارزش خود پس از یک تغییر مرحله ای برسد. برای اندازه گیری سیستمی که تنها یک ثابت تعریفی زمانی دارد. زمان واکنش ۹۰ درصدی معادل ۲،۳ برابر زمان ثابت زمانی است. |
| Thermal Sensation | احساس آگاهانه ای که معمولا به صورت دسته بندی هایی مانند خنک، سرد، کمی سرد ،خنثی ،کمی گرم ، گرم و داغ طبقه بندی می شود ; نیاز به ارزیابی ذهنی دارد. |
| Step Change | تغییر تدریجی بر روی یک متغیر، از طریق طراحی و یا در نتیجه ی ایجاد وقفه بین اندازه گیری ; معمولا به صورت تغییر تدریجی در نقطه تنظیمی کنترلی[1] |
| Air Temperature (Ta) | دمای هوای پیرامون محیط پیرامون فرد ساکن در یک مکان |
| Dew Point Temperature (Tdp) | دمایی که در آن هوای مرطوب اشباع می شود (رطوبت نسبی ۱۰۰ درصد) همراه با بخار آب زمانی که در یک فشار ثابت سرد می شود. |
| Mean Monthly Outdoor Air Temperature (Ta(Out)) | این دما به عنوان متغیر ورودی در مدل سازگاری به کار گرفته می شود و بر اساس میانگین حسابی حداقل و حداکثر دمای خارجی غالب روزانه برای ماه مورد نظر محاسبه می شود. |
| Mean Radiant Temperature (Tr) | دمای یکنواخت سطح در یک فضای فرضی بسته مشکی رنگ که در آن فرد ساکن همان میزان گرمای تابشی را با محیط تبادل می کند که در فضای غیر یکنواخت واقعی مبادله می کند. |
| Operative Temperature (To) | دمای یکنواخت در یک فضای فرضی بسته مشکی رنگ که در آن فرد ساکن همان میزان گرمای تابشی و انتقالی را با محیط تبادل می کند که در محیط غیر یکنواخت واقعی مبادله می کند. |
| Plane Radiant Temperature (Tpr) | دمای یکنواخت یک محیط بسته که در آن شار تابشی احتمالی بر روی یک طرف عنصر سطحی کوچک، برابر محیط موجود است. |
| Temperature, Standard Effective (SET) | دمای یک محیط فرضی با رطوبت نسبی ۵۰ درصد و سرعت باد کمتر از ۰،۱ متر بر ثانیه که در آن اتلاف کلی گرمایی از یک ساکن فرضی با میزان فعالیت ۱ مت و میزان پوشش ۰،۶ (clo) برابر شخصی در محیط واقعی با میزان فعالیت و پوشش واقعی است. |
| Time Constant | زمانی که یک سنسور انداره گیری به ۶۳٪ آخرین مقدار خود پس از یک تغییر مرحله ای می رسد. |
| water vapor pressure (pa) | فشار حاصل از بخار آب هنگامی که بخار آب به تنهایی حجمی را که توسط هوای مرطوب در همان دما اشغال شده را اشغال می کند. |
| saturated dewpoint water vapor pressure (psdp) | فشار بخار آب در دمای اشباع مطابق با فشار مرجع بدون وارد شدن به فاز مایع |
| Mean velocity (va) | میانگین سرعت لحظه ای باد در مدت زمانی خاص |
| Occupied zone | ناحیه ای که معمولا توسط افراد در داخل فضا اشغال می شود و معمولا ارتفاع ۱۸۰ سانتی متر (۶ فوت) بالاتر از کف تمام شده ،۱ متر (۳،۳ فوت) از دیوارهای خارجی، پنجره ها و تاسیسات گرمایشی و سرمایشی و ۳۰ سانتی متر (۱ فوت) از دیوارهای داخلی در نظر گرفته می شود. |

ماخذ : موری میلان، ۲۰۱۷

[1] Control Set Point

[ Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-10 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.56.7.8 ]
[ DOI: 10.29252/jgs.20.56.223 ]

## نتایج

جهت تعیین محدوده‌های آسایش حرارتی با تاکید بر کاهش مصرف انرژی در ساختمان‌ها، لازم است که محدوده مزبور بر اساس عناصر و شرایط آب و هوایی مختلف با نگاه سینوپتیک مورد توجه قرار گیرد. از این رو در پژوهش حاضر نیز سعی شده است تا بر اساس پارامترهای مختلف اقلیم‌شناسی شرایط آسایش حرارتی و تدابیر پیشنهادی لازم جهت طراحی ساختمان‌ها مطرح شود. بنابراین با توجه به شکل(۱) جدول زمانی طول روز در ماه‌های مختلف سال بر اساس طلوع و غروب خورشید نشان داده شده است که بر اساس متغیرهای اقلیمی مختلف شرایط آسایش حرارتی را در هر ساعت از روز بیان می‌کند. بر اساس برآوردهای حاصل از درجه‌حرارت خشک شکل (۱، الف) شرایط عدم آسایش حرارتی (قسمتهای با رنگ قرمز) در ماه جون تا اکتبر (اردیبهشت تا آبان) از ساعت ۸ صبح آغاز و تا ساعت ۲۴ ادامه دارد. در این ایام از سال ساعات ابتدایی بامداد (۰ تا ۲) نیز شرایط عدم آسایش حکمفرماست. درجه حرارت‌های بیش از ۳۸ درجه سانتی‌گراد هم در ماه‌های جون و جولای قابل مشاهده است که این امر بیانگر نیاز به سایه در امر معماری اقلیمی را مطرح می‌کند. در ماه جولای(مرداد) شرایط عدم آسایش در کل ساعات شبانه‌روز حاکم است. بر اساس تجزیه و تحلیل میزان آسایش حاصل از رطوبت نسبی شکل (۱، ب) در طول روز ساعات اولیه و انتهایی روز قبل از طلوع و غروب خورشید دارای بیشترین شرایط آسایش است و ماه‌های جون تا اکتبر (اردیبهشت تا آبان) ساعات میانی روز به دلیل پایین بودن رطوبت (۳۸ درصد) به همراه دمای بالا شرایط عدم آسایش و خشکی بسیار قابل مشاهده است. بیشترین میزان رطوبت نیز در ماه‌های سرد سال می‌باشد.

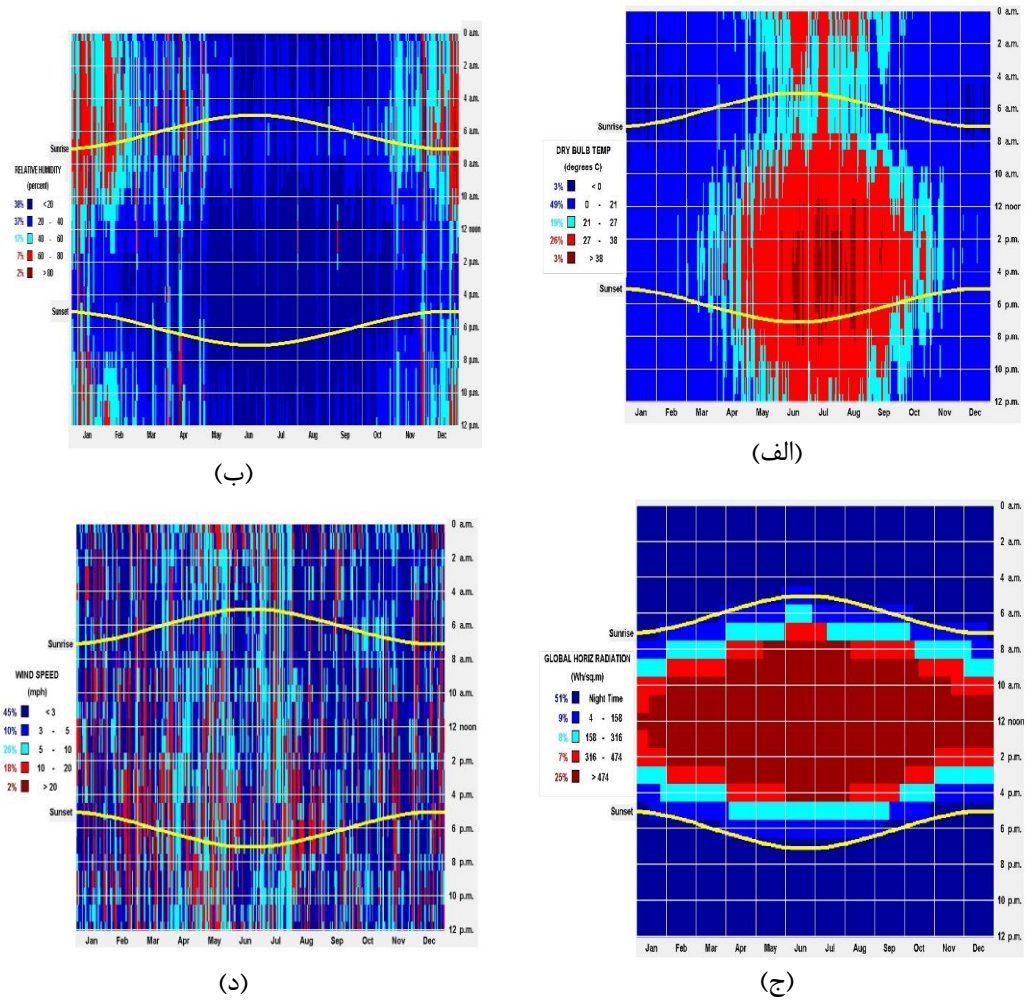
نتایج بررسی شرایط آسایش بر اساس تابش افقی کل در ساعات مختلف روز نیز نشان داد که ۲۵ درصد از ساعات روز از تابش بسیار بالا (بیشتر از ۴۷۴ وات در مترمربع) برخوردار است و ۸ درصد نیز در شرایط آسایش قرار دارند که در دوره سرد سال مربوط به ساعات ابتدایی و انتهایی روز می‌باشد. در ماه جولای(مرداد) نیز این شرایط آسایش برخلاف ماه‌های دیگر سال دو ساعت زودتر شروع می‌شود. همچنین ۵۱ درصد از ایام سال نیز به دلیل تاریکی شب تابش وجود ندارد شکل (۱، ج).

سرعت جریان هوا به دو طریق بدن انسان را تحت تاثیر قرار می‌دهد. جریان هوا، از یک سو مقدار تبادل حرارتی از طریق همرفت (جا به جایی هوا در اثر اختلاف دما) را مشخص می‌کند و از سوی دیگر، ظرفیت تبخیر در هوا و در نتیجه، میزان خنک شدن بدن از طریق تعریق را تعیین می‌نماید. تاثیر سرعت جریان هوا بر بدن از طریق تعیین ظرفیت تبخیر در هوا ، به رطوبت آن بستگی دارد، زیرا افزایش سرعت هوا، ظرفیت تبخیرپذیری آن را افزایش و در نتیجه، تاثیر رطوبت بیش از حد هوا را کاهش می‌دهد (کسمایی،۱۳۹۴:۶۰).

اگر هوا سردتر از پوست بدن باشد افزایش سرعت هوا باعث خنک شدن بدن می‌شود. وقتی هوا گرم تر از پوست باشد، افزایش سرعت هوا از یک سو باعث افزایش اثر همرفت و در نتیجه گرم‌تر شدن بدن و از سوی دیگر باعث افزایش ظرفیت تبخیر در هوا و سردتر شدن پوست می‌شود. زمانی که پوست بدن مرطوب است، افزایش سرعت هوا بیشتر در میزان تعریق و تبخیر تاثیر می‌گذارد تا در تبادل حرارت از طریق همرفت و در نتیجه بدن خشک می‌شود. پس از خشک شدن پوست افزایش سرعت هوا تاثیری در خنک شدن بدن از طریق تاثیر بر میزان تعریق و تبخیر نداشته باشد، ولی اثر گرمایی آن از طریق همرفت ادامه می‌یابد. ولی اگر در

[ Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-10 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.56.7.8 ]
[ DOI: 10.29252/jgs.20.56.223 ]

چنین وضعیتی هوا جریان داشته باشد ،این شرایط می‌تواند در منطقه آسایش قرار بگیرد.از حیث آسایش حرارتی در ساعات وزش باد نیز حدود ۲۶ درصد از ایام سال دارای شرایط آسایش می‌باشد و ۲۰ درصد نیز دارای عدم آسایش حرارتی خنک در ماه‌های فوریه تا می (بهمن تا اردیبهشت) است. که این شرایط عدم آسایش ۴ بامداد تا ۱۲ ظهر محاسبه شده است شکل (۱، د).




(الف) (ب)

(ج) (د)

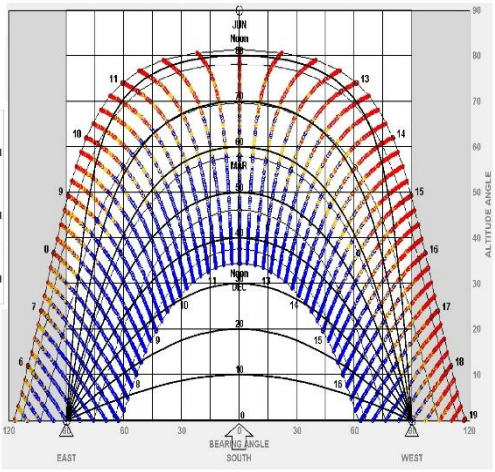
**شکل(۱). بررسی زمانی شرایط آسایش حرارتی قبل و بعد از طلوع آفتاب در یزد(الف تا د)**

**(منبع: نگارندگان، ۱۳۹۷)**

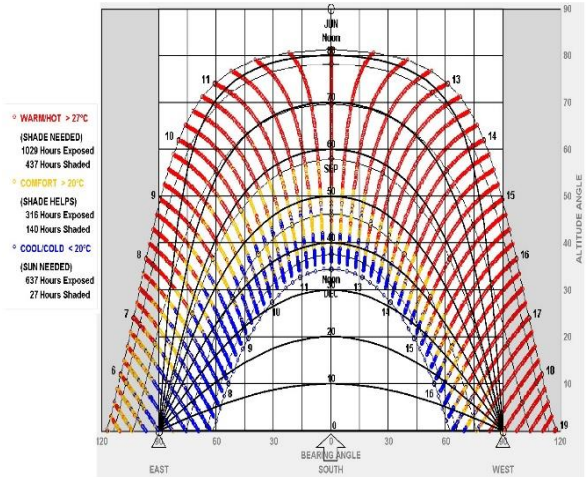
بررسی حاصل از شاخص مسیر عمودی خورشید شکل (۲) نیز نشان می‌دهد که در دوره زمستان به بهار تعداد ۴۴۵ (۱۹ روز در سال) ساعت در بازه زمانی مورد مطالعه در شهر یزد در محدوده گرم و داغ با دمای بیشتر از ۲۷ درجه سانتی‌گراد بوده است که میزان ۲۷۶ ساعت در طی زمان گرم و داغ نیاز به شرایط سایه دارد. همچنین در این دوره از سال تعداد ساعت‌های (۱۲۷۰ ساعت برابر با ۵۳ روز در تابستان به پاییز) با شرایط

[ Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-10 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.56.7.8 ]
[ DOI: 10.29252/jgs.20.56.223 ]

آسایش خنک و سرد (کمتر از ۲۰ درجه سانتی‌گراد) بسیار بیشتر است که بیانگر نیاز تابشی بسیار زیاد می‌باشد. در مقابل شاخص سایه خورشید در دوره تابستان به پاییز نشان دهنده شکل (۳) تعداد ساعات با عدم آسایش گرمایی بیشتر (۱۰۲۹ ساعت=۴۳ روز در تابستان به پاییز) می‌باشد که در این ساعات انسان نیازمند دریافت سایه است این ایام سال در یزد تعداد روزهای دارای شرایط آسایش متعادل بسیار کم شده و به تعداد ۳۱۶ (۱۴ روز در تابستان به پاییز) ساعت رسیده است. به طور کلی شاخص سایه روشن در شهر یزد گویای شرایط آسایش حرارتی بیشتر در دو فصل تابستان و پاییز می‌باشد. لذا باید در طراحی و معماری اقلیمی این شهر در تابستان و پاییز جهت کاهش مصرف انرژی تدابیری اندیشیده شود. از شاخص عمودی خورشید جهت طراحی پنجره‌های زمستانی خورشیدی در ساختمان استفاده می‌شود. همچنین این شاخص بیان‌کننده زاویه ارتفاع و برینگ خورشید در هر عرض جغرافیایی می‌باشد (لچنر، ۲۰۱۴).




**شکل(۲). شاخص عمودی خورشید دوره (زمستان-بهار)**
**(منبع: نگارندگان، ۱۳۹۷)**

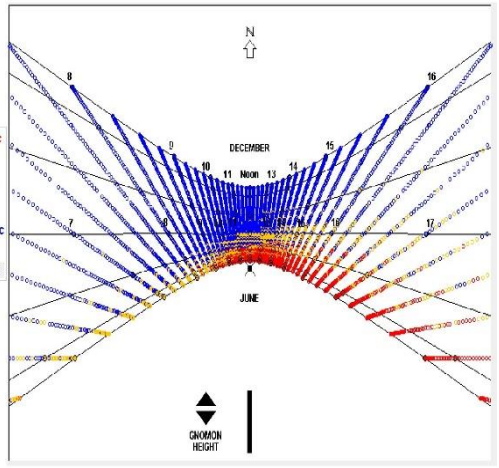



**شکل(۳). شاخص عمودی خورشید دوره (تابستان-پاییز)**
**(منبع: نگارندگان، ۱۳۹۷)**

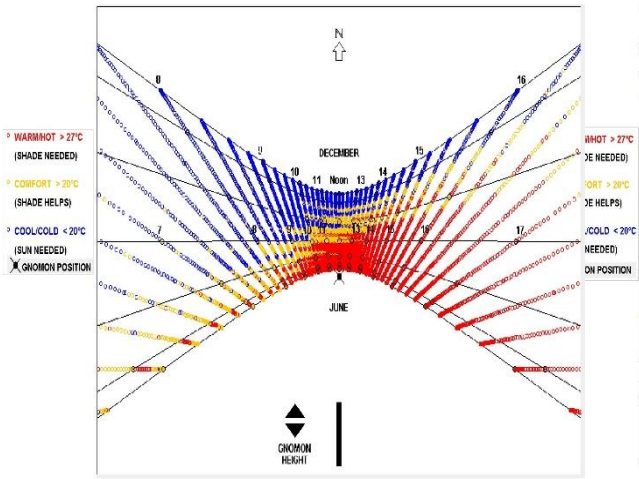
موقعیت ظاهری خورشید در آسمان از طریق گنومون قابل اندازه‌گیری می‌باشد. به گونه‌ای که با حرکت خورشید در آسمان سایه هماهنگ با این حرکت جهت مشخص کردن زمان روز اندازه‌گیری می‌شود . این ابزار یک ساعت تابستانی است که حرکت تدریجی سایه آن بر روی صفحه نشان‌گر مکان خورشید در آسمان و در نتیجه امکان سنجش دقیق‌تر زمان است. در اشکال (۴ و ۵) موقعیت ساعت آفتابی گنومون و سایه ایجاد شده از آن را برای شهر یزد مشاهده می‌شود سایه ایجاد شده در مسیر حرکت خورشید برای طراحی پنجره‌ها در ساختمان اهمیت دارد. حرکت خورشید در طی دوره زمستان به بهار بیانگر افزایش ساعت‌های با عدم آسایش سرمایی و خنک (کمتر از ۲۰ درجه سانتی‌گراد) که نیازمند دریافت تابش خورشید هست، می‌باشد. در دوره تابستان به پاییز تعداد عدم آسایش سرمایی کاهش یافته و عدم آسایش گرمایی و داغ (بالاتر از ۲۷ درجه سانتی‌گراد) بیشتر شده است. از این نمودار جهت مدلسازی و شبیه‌سازی سایه در فصل تابستان و در مناطقی که بالاترین روزهای آفتابی را دارند، در ساختمان‌ها استفاده می‌شود. از همین موقعیت ظاهری خورشید نیز

[ Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-10 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.56.7.8 ]
[ DOI: 10.29252/jgs.20.56.223 ]

می‌توان سایه ساختمان‌ها بر حسب زاویه سمت و فراز تعیین‌شده، از هر منظری ترسیم نمود. در هوای گرم (طبق استراتژی ۲۷ ساختمان) ممکن است سایه ایجاد شده توسط چنین منابعی مفید باشد.




**شکل(۴). حرکت سایه خورشید دوره(زمستان-بهار)**
**(منبع: نگارندگان، ۱۳۹۷)**

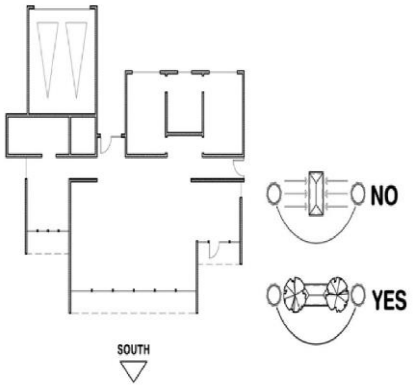



**شکل(۵). حرکت سایه خورشید دوره(تابستان-پاییز)**
**(منبع: نگارندگان، ۱۳۹۷)**

**استراتژی‌های مناسب معماری همساز با اقلیم با در نظرگرفتن خورشید، باد و نور**

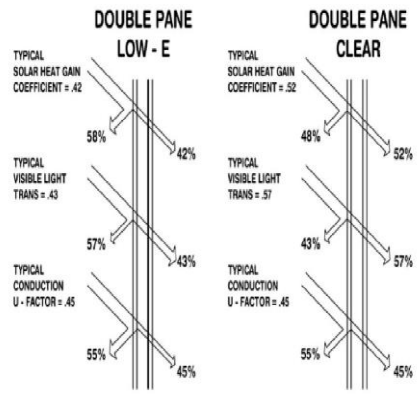
طراحی اقلیمی روشی در جهت رفع نیازهای گرمایش و سرمایش ساختمان ها است که با جایگزین کردن انرژیهای طبیعی منطقه‌ای به جای سوخت‌های فسیلی هدف عمده طراحی اقلیمی در اتخاذ بهترین شیوه استفاده از انرژی‌های یاد شده در برابر شرایط نامساعد جوی را برآورد می‌نماید(الماسی،۱۳۸۲:۳). بنابراین توجه به عوامل اقلیمی هر منطقه و رفتار بلند مدت و تغییراتی که ممکن است به خود گرفته باشند ضروری می‌نماید. شهر یزد به دلیل داشتن آب و هوای گرم و خشک (نیمه بیابانی) شرایط محیطی خاصی دارد و لزوم برنامه‌ریزی جامع در زمینه چنین اقلیمی را ایجاب می‌کند. پس از بررسی و ارزیابی شرایط آسایشی انسان در شهر یزد از طریق پارامترهای اقلیمی مختلف در این مرحله به ارائه راهکارها و تدابیری جهت طراحی ساختمان در اقلیم شهر یزد پرداخته می‌شود شکل (۶، تدبیر ۱ تا تدبیر ۲۰).

[ Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-10 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.56.7.8 ]
[ DOI: 10.29252/jgs.20.56.223 ]




**تدبیر ۱(استراتژی ۱۹): کارایی تماس با خاک**

برای استفاده بیشتر از انرژی خورشیدی باید اکثر پنجره‌ها در سمت جنوب طراحی شوند تا در زمستان بیشترین نور خورشید به داخل ساختمان وارد شود و در تابستان با استفاده از سایه‌بان موجب خنکی شود.



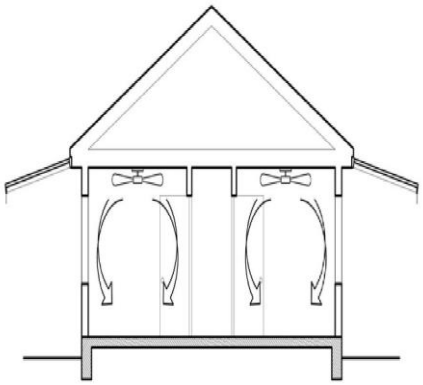

**تدبیر۲(استراتژی ۲۰): تقویم سایه**

با توجه به اقلیم شهر یزد استفاده از پوشش‌های دوجداره در قسمت‌های غرب، شرق و شمال ساختمان پیشنهاد می‌شود. اما در قسمت‌های جنوب به دلیل دریافت انرژی بیشتری از تابش خورشیدی نیازی به استفاده از پوشش‌های دو جداره نمی‌باشد.



**تدبیر ۳(استراتژی۶۱): فضاهای خورشیدی یا گلخانه‌ای**

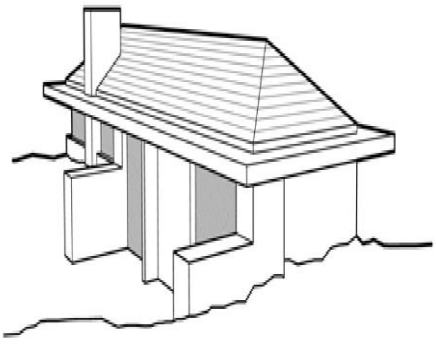
در خانه‌های سنتی در مناطق با اقلیم گرم و خشک(در این پژوهش شهر یزد) استفاده از ساختارهای انبوه با حفره‌های کوچک که عمل تهویه شبانه را انجام می‌دهند، مناسب است.



**تدبیر ۴(استراتژی ۴۲): استفاده از سیستم‌های سرمایشی**

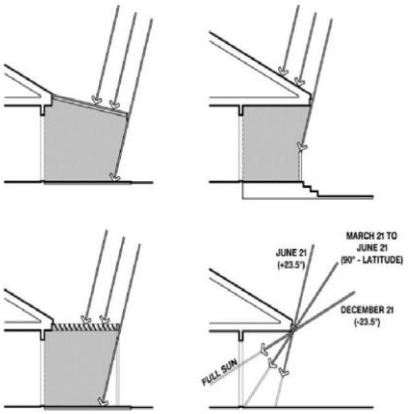
در روزهای بسیار گرم، استفاده از پنکه های سقفی که باعث حرکت هوا در فضاهای داخلی شده و دمای داخلی را به میزان ۵ درجه فارنهایت (۲/۸ درجه سانتی گراد) و یا بیشتر کاهش می دهد مناسب است. از این رو نیاز به استفاده از تاسیسات سرمایشی دیگر کاهش می یابد.

[ Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-10 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.56.7.8 ]
[ DOI: 10.29252/jgs.20.56.223 ]



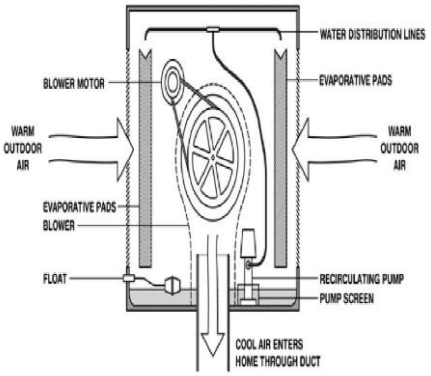
**تدبیر ۵(استراتژی ۶۰): اتاق‌های جذب مستقیم**

استفاده از پناه‌گاههای زیرزمینی : زیرزمین‌ها و تونل‌های زیرزمینی باعث کاهش گرما در هوای گرم و بسیار گرم این منطقه می‌شود زیرا دمای زمین در حدود دمای متوسط سالانه قرار دارد. همچنین زیرزمین‌ها بر اساس حجم و عمقشان خنکای متفاوت دارند و هرچه قدر حجم وعمق آنها بیشتر باشد هوای خنک تر و پایدارتری دارند.



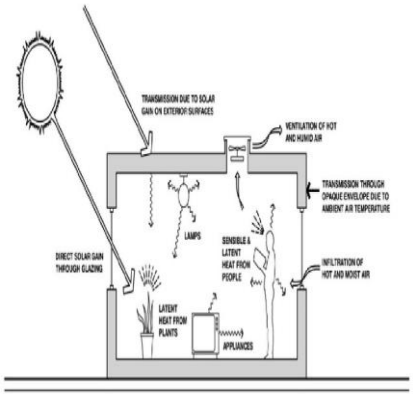

**تدبیر ۷(استراتژی ۳۷): عدم استفاده از تاق‌نما و سایه‌بان**

نظر به عرض جغرافیایی شهر یزد، استفاده از تاق‌نما و سایه‌بان برای پنجره‌ها که اصولا در تابستان استفاده می‌شود، ممکن است باعث ایجاد محدودیت در تهویه مطبوع هوا شود.




**تدبیر ۶(استراتژی ۵۰): استفاده از کولر تبخیری(آبی) برای سرمایش**

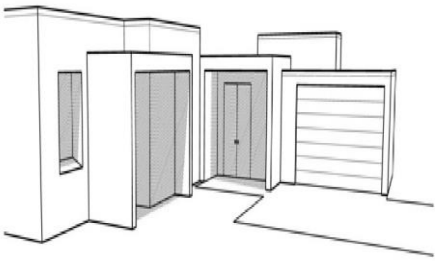
با توجه به نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل توصیه می‌شود جهت خنک‌سازی از کولرهای تبخیری(در صورت دسترس بودن آب و رطوبت) جهت ایجاد تهویه مطبوع در ساختمان استفاده شود. این سیستم سرمایشی باعث کاهش درجه حرارت محیط می‌شود.




**تدبیر ۸(استراتژی ۱۱): استفاده از خانه‌های کوچک و مقاوم جهت گرمایش**

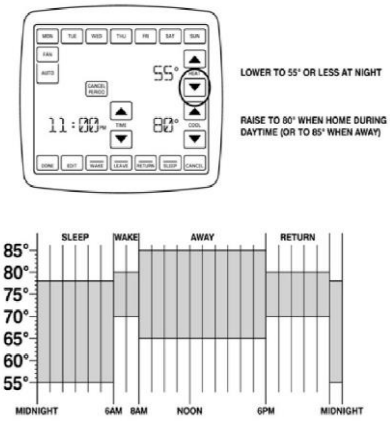
با استفاده از نمودار بیوکلیماتیک می‌توان واکنشهای اقلیمی مناسب در یک اقلیم خاص را که باعث ایجاد آسایش حرارتی می‌گردد، پیشنهاد داد. در این اقلیم استفاده از گرمای حاصل از چراغ‌ها، افراد و تجهیزات در ساختمان به میزان قابل توجهی نیازهای گرمایشی را کاهش می‌دهد.

[ Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-10 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.56.7.8 ]
[ DOI: 10.29252/jgs.20.56.223 ]



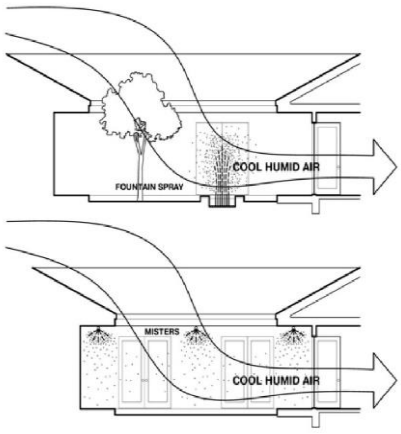
**تدبیر ۹(استراتژی ۴۵): استفاده از لایه‌ای از سایبان‌های سقفی و بام‌های تخت**

در آب و هوای گرم سقف‌های تخت و صاف به ویژه با رنگ روشن به خوبی می توانند پاسخگو باشند. این استراتژی می‌تواند فضاهای خارجی ساختمان‌ها را از تابش شدید آفتاب محافظت کند.



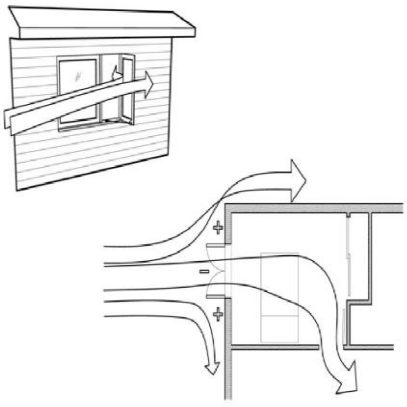

**تدبیر ۱۰(استراتژی ۳): تشعشع خورشید را می‌توان برای تعیین زمان آسایش در خارج از خانه و برای تخمین پتانسیل گرمای خورشیدی در ساختمان‌ها مورد استفاده قرار داد.**

در اقلیم گرم و خشک(یزد) شرایط آسایش حرارتی درون ساختمان در ساعات شب اتفاق می‌افتد که مصرف انرژی گرمایی را کاهش می‌دهد. به گونه‌ای که در شب درجه حرارت تا ۱۳ درجه سانتی‌گراد کاهش می‌یابد و در روز تا ۲۷ درجه سانتی‌گراد افزایش می‌یابد. میزان درجه حرارت آسایش در شب در دامنه ۱۳ تا ۲۳ درجه سانتی‌گراد قرار دارد..




**تدبیر ۱۱(استراتژی ۲۹): مرطوب ساختن ساختمان**

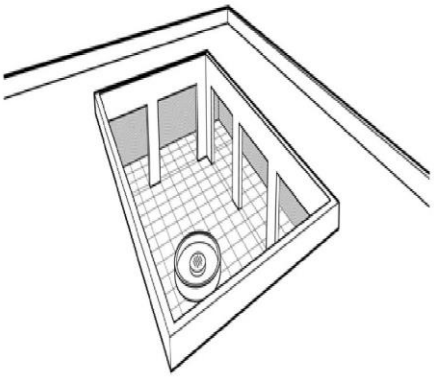
استفاده از مرطوب‌کننده‌های هوا، قبل از ورود هوا به داخل ساختمان از طریق بستن فضاهای خروجی، پرده‌ها، فواره‌های افشانه، سنگ‌فرش‌های مرطوب و برج‌های خنک کننده در اقلیم گرم و داغ شهر یزد پیشنهاد می‌شود.



**تدبیر ۱۲(استراتژی ۳۵): جهت‌گیری پنجره‌ها یا روشنایی طبیعی**

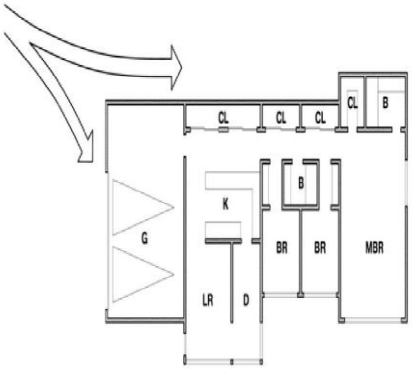
بر اساس نتایج مطالعات منطقه، اگر پنجره ها به خوبی سایه اندازی شده و در جهت باد غالب قرار گرفته شده باشند، می توانند نیاز به تاسیسات سرمایشی را کاهش و یا حتی از بین ببرند. اما اگر پنجره ها بدون سایه‌بان باشد یا سایه‌بان آنها بطور موثری بر روی شیشه سایه نیندازد، باید از تاسیسات سرمایشی جهت جریان هوای داخل ساختمان استفاده کرد..

[ Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-10 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.56.7.8 ]
[ DOI: 10.29252/jgs.20.56.223 ]



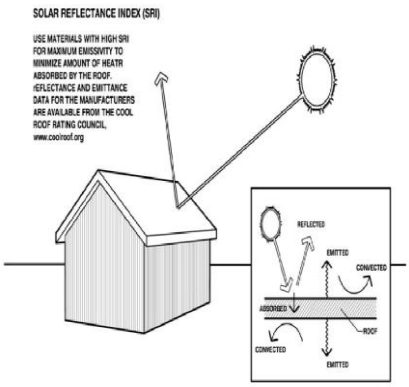
**تدبیر ۱۳(استراتژی ۶۶):تهویه هواکشی(سرمایش) و یا استفاده از حوضچه در حیاط ساختمان**

معماری خانه های سنتی همساز با اقلیم در مناطق خشک همراه با باد گرم، از حیاط هایی که همواره سایه بودند، بهره می جست. در مرکز این حیاط ها حوضچه ای وجود داشت که بنا را از گرما محافظت می‌کرد. وجود دو حوض در حیاط شرایطی فراهم می‌کند تا جریان همرفتی ایجاد شود و باد خنک از سمت آب به فضای داخل بنا که دورتا دور حیاط قرار دارد، وارد شود.



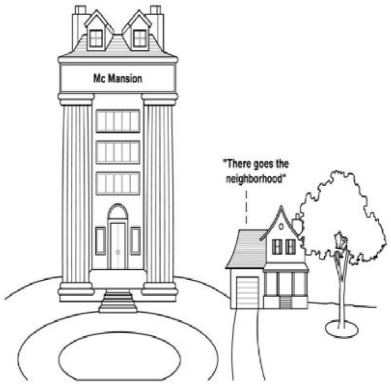

**تدبیر ۱۵(استراتژی ۱۴): قرارگیری انبارها و گاراژها(گرمای ایجاد شده توسط انبارها و گاراژها)**

با توجه به نتایج بدست آمده توصیه می‌شود در طراحی ساختمان‌های این اقلیم، گاراژها و انبارها در کناره‌های ساختمان‌ها، که سردترین محل است، قرار گیرد تا به عایق‌بندی کمک کند.




**تدبیر ۱۴(استراتژی ۴۲): مصالح رنگ روشن(گرمایش)**

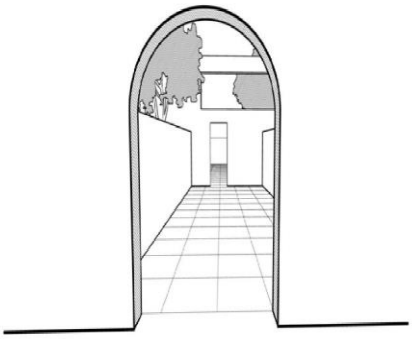
استفاده از مصالح ساختمانی با رنگ روشن از یک سو موجب افزایش میزان بازتابش از بام و از سوی دیگر سبب به حداقل رسیدن گرمای هدایت شده به فضای داخلی می گردد.




**تدبیر ۱۶(استراتژی ۱۸): اندازه ساختمان‌ها**

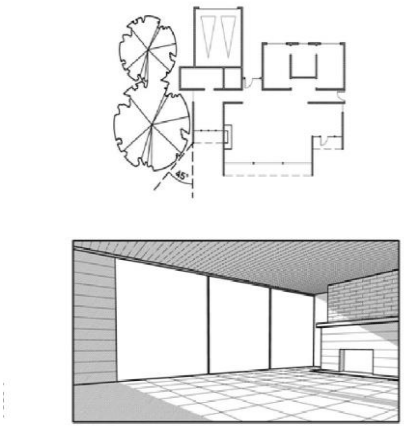
توصیه می‌شود در جهت کاهش گرما و حداقل نیاز به سیستم‌های سرمایشی، اندازه ساختمان‌ها کوچک نگه داشته شود .

[ Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-10 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.56.7.8 ]
[ DOI: 10.29252/jgs.20.56.223 ]



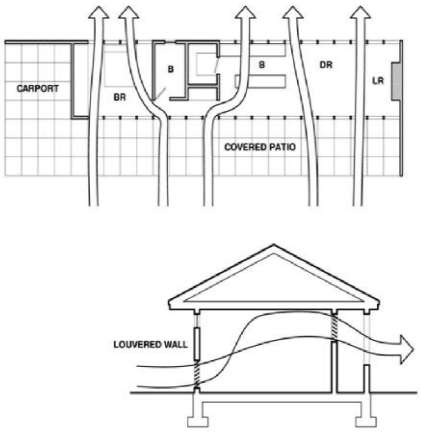
**تدبیر ۱۷(استراتژی ۸): طراحی بهره گیری از روشنایی غالب آسمان(استفاده از فضاهای باز در ساختمان)**

با توجه به شرایط اقلیمی شهر یزد بهره گیری از فضاهای بیرونی محافظت شده در برابر باد و رو به آفتاب در طراحی توصیه می‌شود. این فضاها شامل سالن‌ها یا دالان‌های فصلی، بالکن‌های داخلی، حیاط‌های داخل محوطه و ایوان‌ها می‌باشد. این فضاها همچنین تمام اجزای ساختمان را در برابر عوامل جوی مانند باران محافظت می‌کند.



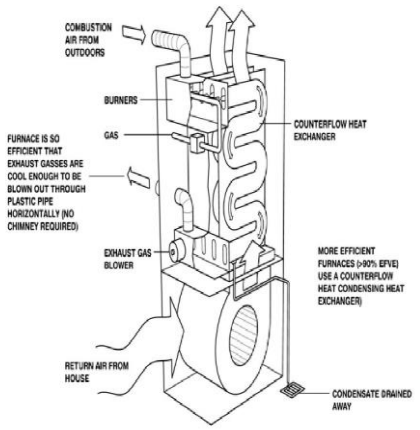
**تدبیر ۱۸(استراتژی ۳۱): جهت و ابعاد الگوهای متعادل برای طبقات در راستای یکپارچه سازی دسترسی به نور خورشید و سایه(گرمایش، سرمایش و روشنایی)**

سازماندهی پلان طبقات در اقلیم گرم و خشک یزد باید طوری باشد که خورشید در زمستان توانایی نفوذ به فضاهای مورد استفاده روزانه را داشته باشد و پلان‌ها با جهت‌گیری خورشید هماهنگ باشند.




**تدبیر ۱۹(استراتژی ۴۷): تعیین موقعیت فضاهای داخلی جهت تهویه**

استفاده از فضای داخلی طرح برای ارتقاء تهویه متقابل طبیعی یا درب های منزل و در صورت نیاز به حریم خصوصی، کانال های پرش مناسب هستند.




**تدبیر ۲۰(استراتژی ۱۵): برآورد جریان گرمای پوسته (استفاده از کوره‌های گرمایشی)**

جهت گرمایش ساختمان استفاده از کوره‌های گرمایشی بزرگ توصیه می‌شود.

**شکل(۶). تدابیر طراحی و معماری همساز با اقلیم بر اساس استراتژهای طراحی اقلیمی ساختمان در یزد(منبع: Climate Consultant Tools)**

[ Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-10 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.56.7.8 ]
[ DOI: 10.29252/jgs.20.56.223 ]

## نتیجه‌گیری

آب و هوا از مهمترین عوامل محیطی است که نقش موثری در طراحی اقلیمی ساختمان‌ها و شهرسازی دارد. طراحی اقلیمی ساختمانی روشی است که هدف آن کاستن از هزینه‌های گرمایش و سرمایش ساختمان و استفاده از انرژی‌های طبیعی محیطی برای ایجاد آسایش در ساختمان‌هاست. بر اساس بررسی‌های انجام شده مشخص گردید که از حیث آسایش حرارتی، در ساعات وزش باد ماه‌های فوریه تا می(بهمن تا اردیبهشت) دارای شرایط عدم آسایش است. همچنین بر اساس تابش افقی کل در ساعات مختلف روز نیز نشان داده شد که ۲۵ درصد از ساعات روز از تابش بسیار بالا و عدم آسایش تابشی و ۸ درصد نیز در شرایط آسایش قرار دارند که این شرایط آسایش تابشی بیشتر مربوط دوره سرد سال و ساعات ابتدایی و انتهایی روز می‌باشد.

نتایج حاصل از بررسی دما و رطوبت نسبی نیز نشان داد که درجه حرارت‌های بیش از ۳۸ درجه سانتی‌گراد هم در ماه‌های جون و جولای قابل مشاهده است که این امر بیانگر نیاز به سایه در امر معماری اقلیمی را مطرح می‌کند. در ماه جولای(مرداد) نیز شرایط عدم آسایش در کل ساعات شبانه‌روز حاکم است. ماه‌های جون تا اکتبر(اردیبهشت تا آبان)ساعات میانی روز به دلیل پایین بودن رطوبت(۳۸ درصد) به همراه دمای بالا شرایط عدم آسایش و خشکی بسیار قابل مشاهده است. بیشترین میزان رطوبت نیز در ماه‌های سرد سال می‌باشد. به طور کلی با توجه به اقلیم شهر یزد و نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل جمعا ۲۰ استراتژی برای طراحی معماری به کار گرفته شده است.

## منابع


اداره کل هواشناسی استان یزد (۱۳۹۶)، **سالنامه تخصصی ابر، ۸(۴۱)**: ۶۸-۱.

جهانبخش، سعید؛ نجما، اسمعیل‌پور (۱۳۸۲). **مبانی طراحی اقلیمی واحدهای مسکونی شهر یزد(مبانی حرارتی و نورگیری)**. فصل‌نامه جغرافیایی سرزمین، **۲**: ۲۱-۳۲.

صادقی‌روش، محمدحسین (۱۳۸۹). **ارزیابی ضرائب زیست اقلیمی موثر در آسایش انسان مطالعه موردی: شهر یزد.** فصل نامه جغرافیای طبیعی, **۳(۱۰),** ۹۲-۷۷.

عدل، احمدحسین. (۱۳۳۹). **آب و هوا و رستنی های ایران (جلد. اول)**. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.

کسمائی، مرتضی (۱۳۹۴). **اقلیم و معماری**. انتشارات نشر خاک، تهران.

الماسی، مهدی (۱۳۸۲). **راهکارهای ترویج طراحی اقلیمی در استای کاهش مصرف سوخت**. سومین همایش بهینه‌سازی مصرف سوخت، تهران.

Aronin, J. E. (1953). **Climate & architecture.** National Agricultural Library, Reinhold.

De Vecchi, R., & al., e. (2015). **ASHRAE 55 adaptive model application in hot and humid climates: the Brazilian case**. Architectural Science Review, 58(1), 93-101 .

DeKay, M., & Brown, G. (2013). **Sun, wind, and light: Architectural design strategies**: John Wiley & Sons.

Emmanuel, R. (2005). **Thermal comfort implications of urbanization in a warm-humid city: the Colombo Metropolitan Region (CMR)**, Sri Lanka. Building and Environment, 40(12), 1591-1601 .


[ Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-10 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.56.7.8 ]
[ DOI: 10.29252/jgs.20.56.223 ]

Fanger, P. O. (1970). **Thermal comfort. Analysis and applications in environmental engineering. Thermal comfort**. Analysis and applications in environmental engineering .
Givoni, B. (1976). **Man, climate and architecture**, Elsevier, United States.
Hui, S. C., & Cheung, K. (1997). **Climatic data for building energy design in Hong Kong and Mainland China. Paper presented at the Proc**. of the CIBSE National Conference 1997.
International Organization for Standardization, E. (2005).. **Ergonomics of the thermal environment-Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria .**
ISO, I. (1998), **Ergonomics of the thermal environment, instruments for measuring physical quantities**. Geneva: International Standard Organization .
Johansson, E. (2006**). Influence of urban geometry on outdoor thermal comfort in a hot dry climate: A study in Fez, Morocco**. Building and Environment, 41(10), 1326-1338 .
Lechner, N. (2014). **Heating, cooling, lighting: Sustainable design methods for architects**: John wiley & sons.
Murray Milne. (2017), **Energy Design Tools (Climate Consultant**), UCLA Department of Architecture and Urban Design.Network, E. I. (2007). **Sun, Wind & Light–Architectural Design Strategies**. UPDATE .
Oktay, D. (2002). **Design with the climate in housing environments: an analysis in Northern Cyprus**. Building and Environment, 37(10), 1003-1012 .
Olgyay, V., & Olgyay, A. (1963). **Design with climate: bioclimatic approach to architectural regionalism**.
Pourvahidi, P., & Ozdeniz, M. B. (2013). **Bioclimatic analysis of Iranian climate for energy conservation in architecture**. Scientific Research and Essays, 8(1), 6-16 .
Primers, B., Own, M. Y., from Environmental, P., & Carbon, C. (2001). **Sun, Wind and Light: Architectural Design Strategies**. 2ed, pp382.
Rodrigo, P., Pérez-Higueras, P. J., Almonacid, F., Hontoria, L., Fernández, E. F., Rus, C., Almonacid, G. (2012). **Calculation of direct normal irradiation from global horizontal irradiation**. Paper presented at the AIP Conference Proceedings.
Rupp, R. F., & Ghisi, E. (2014). **What is the most adequate method to assess thermal comfort in hybrid commercial buildings located in hot-humid summer climate?** Renewable and Sustainable Energy Reviews, 29, 449-462 .
Saljoughinejad, S., & Sharifabad, S. R. (2015). **Classification of climatic strategies, used in Iranian vernacular residences based on spatial constituent elements**. Building and Environment, 92, 475-493 .
Siple, P. A., & Passel, C. F. (1945). **Measurements of dry atmospheric cooling in subfreezing temperatures.** Proceedings of the American Philosophical Society, 177-199 .
Steadman, R. G. (1979). **The assessment of sultriness. Part II: effects of wind, extra radiation and barometric pressure on apparent temperature**. Journal of Applied Meteorology, 18(7), 874-885 .
Terjung, W. (1968). **World patterns of the distribution of the monthly comfort inde**x. International journal of biometeorology, 12(2), 119-151 .
Watts, J. D., & Kalkstein, L. S. (2004). **The development of a warm-weather relative stress index for environmental applications**. Journal of Applied Meteorology, 43(3), 503-513 .
Yang, L., Yan, H., & Lam, J. C. (2014). **Thermal comfort and building energy consumption implications–a review**. Applied Energy, 115, 164-173 .

[ Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-10 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.56.7.8 ]
[ DOI: 10.29252/jgs.20.56.223 ]