عوامل جغرافیایی و ایجاد سرمایش ایستا در مجتمع‌های مسکونی

لیلا شفیعی اردستانی

کارشناس ارشد معماری پایدار

دانشگاه علم و صنعت ایران، دانشکده معماری و شهرسازی

دکتر سید مجید مفیدی شمیرانی

عضو هیأت علمی دانشگاه علم وصنعت ایران، دانشکده معماری و شهرسازی

چکیده

توجه به معیارهای اقلیمی و منطقه‌ای، جلوگیری از تخریب اکوسیستم‌های عمده و اصلی آن، حفظ سلامتی مناطق شهری و حفظ منابع طبیعی و انرژی در طراحی مجتمع‌های مسکونی پایدار، بسیار ضروری است. زیرا هسته اولیه شکل‌گیری شهرها واحدهای مسکونی هستند، که با قرارگیری در بستر خود، مجتمع‌های مسکونی را ایجاد می‌کنند. در مقاله حاضر پس از شناخت و بررسی نقش عوامل جغرافیایی در ایجاد سرمایش طبیعی در مناطق گرم کشور، اصول حاکم بر طراحی مجتمع‌های مسکونی پایدار در سه مقیاس کلان، متوسط و خرد، با تأکید بر راهکارهای سرمایش طبیعی تدوین می‌گردد. در این راستا، از میان انواع روشهای تأمین آسایش کالبدی، به کارگیری سامانه‌های ایستا و فوق ایستا، با حداکثر استفاده از انرژیهای طبیعی، نقش بسیار مؤثری در کاهش هزینه‌های کوتاه‌مدت و بلندمدت مربوط به تأمین تأسیسات و تجهیزات ساختمان دارد.

کلید واژه: توسعه پایدار، انرژی، عوامل جغرافیایی، مجتمع مسکونی، سرمایش ایستا.

۱- مقدمه

در آستانه ورود به هزاره سوم، دستیابی به اهداف توسعه پایدار، به منظور رفع بحرانهای وارد بر محیط طبیعی، صرفه‌جویی در مصرف انرژی و ایجاد اقتصادی پایدار، اساس برنامه‌ریزی و مدیریت در بسیاری از کشورها گردیده و واژه پایداری در سطوح و مقیاسهای مختلف گسترش یافته است. توجه به این موضوع در بخش معماری و شهرسازی و به خصوص در سکونتگاه‌های انسانی، بسیار ضروری است. زیرا واحدهای مسکونی با قرارگیری در بستر خود که همان مجتمع مسکونی است، هسته اولیه شکل‌گیری شهرها را تشکیل می‌دهند. بی‌توجهی به معیارهای اقلیمی طراحی و ساخت از سوی طراحان و برنامه‌ریزان شهری، آسیب‌ها و خسارات جبران‌ناپذیری بر پیکره محیط زیست و اقتصاد جامعه وارد نموده که منجر به شکل‌گیری بحرانهای فراوانی در زمینه‌های انرژی، اکولوژی و اقتصاد گردیده است. بحران انرژی، تغییر اقلیم، گرمایش جهانی، آلودگی هوا، افزایش گازهای گلخانه‌ای، بالا آمدن سطح آب، از بین رفتن منابع طبیعی و غیره، از جمله بحرانهای زیست محیطی است که یکی از دلایل اصلی آنها، عدم توجه به عوامل طبیعی و جغرافیایی در ایجاد مجتمع‌های مسکونی است. از کل انرژی مصرفی در جهان ۵۰ درصد به ساختمانها اختصاص دارد که از این میزان ۴۵ درصد برای ایجاد گرمایش و سرمایش مصرف می‌گردد. ایجاد سرمایش از معیارهای اساسی تأمین آسایش کالبدی در مناطق جغرافیایی با اقلیم گرم است که بیش از دو سوم مساحت کشور را دربرمی‌گیرد. بکارگیری روشهای پویا و فوق پویای ایجاد سرمایش، ضمن استفاده بی‌رویه از انرژی‌های تجدیدناپذیر، منجر به آلودگی‌های زیست محیطی نیز می‌گردد. لذا در مقاله حاضر نقش عوامل جغرافیایی در تدوین اصول طراحی مجتمع‌های مسکونی با تأکید بر راهکارهای ایستا و فوق‌ایستای ایجاد سرمایش در مناطق گرم کشور، در سه مقیاس شهر، محله و بنا بررسی خواهد شد. زیرا مجتمع‌های مسکونی جزئی از محله و محله، یکی از اجزای شهری می‌باشد. علاوه بر این مجتمع‌های مسکونی نیز، از اجزای کوچکتری در مقیاس معماری که همان واحدهای مسکونی هستند تشکیل می‌گردد. بنابراین لزوم بررسی موضوع در هر سه مقیاس کاملاً بدیهی است.

۲- سرمایش ایستا

اساس سرمایش ایستا، به عنوان ارزان‌ترین راهکار خنک‌سازی بنا، با کمترین میزان اثرات محیطی، بر ۴ اصل استوار است:

- ***کاهش میزان گرمای داخلی:*** صرفه‌جویی در روشنایی‌ها، عایق‌کاری لوله‌های آب گرم.
- ***کاهش دریافت گرمای خارجی:*** فشردگی بنا، سایه‌اندازی، درزبندی در و پنجره، تهویه.
- ***استفاده از الگوهای انتقال دهندهٔ گرما:*** استفاده از باد و هدایت گرما

برای تهویه بنا.

● **تخلیه گرما:** ایجاد تهویه با استفاده از نسیمهای شمالی، نصب بادبزن در بالای پنجره.

۲-۱- عوامل جغرافیایی و ایجاد سرمایش ایستا

هر یک از عوامل جغرافیایی، به گونه‌ای در ایجاد آسایش کالبدی از طریق برودت مؤثرند. در اینجا چگونگی تأثیر هر یک از این عوامل، بیان می‌شود:

● **خورشید:** دریافت و ذخیره گرمای حاصل از تابش آفتاب

● **باد:** هدایت باد مطلوب ومـمانعت از وزش بـاد نـامطلوب بـا اسـتفاده از عوامل زمین، گیاهان، بادشکنها و ابنیه.

● **آب:** کاهش دمای خشک با ذخیره گرما

● **گیاه:** ایجاد برودت با تبخیر آب، اثرات سرمایشی حضور گیاه، عبارتنداز:

– تعدیل نوسان حرارت و افزایش رطوبت نسبی

– هدایت باد و کاستن از شدت آن

– استفاده از درختان برگ ریز در سمت جنوبی بنا، برای ایجاد سـایه در تابستان.

– استفاده از سطوح کوتاه گیاهی (چمن)، برای جلوگیری از بازتاب بـه داخل و خارج بنا.

– استفاده از بوته‌ها، برای هدایت باد.

● **زمین:** برای احداث ساختمان، از دو جهت می‌تواند در طراحی به کار رود:

الف– ناهمواریهای سطح زمین

– استفاده از عوارض زمین برای جلوگیری یا هدایت باد به سمت‌ساختمان.

– استفاده از ناهمواریـهای زمـین و نـوع خـاک بـرای رویش گـیاهان و تعدیل شرایط اقلیمی.

ب – عمق زمین

– استفاده از پوسته زمین به عنوان حایلی برای محافظت از بنا در برابـر عوامل جوی و نوسانات درجه حرارت.

– استفاده از پوسته زمین به مثابه عایق حرارتی ضخیم، برای جلوگیری از انتقال حرارت.

– استفاده از عمق زمین برای محافظت در برابر باد.

۲-۲- روشهای ایجاد سرمایش ایستا

برای ایجاد سرمایش، می‌توان از ترکیب عوامل جغرافیایی و یا هر یک از آنها به صورت منفرد، استفاده کرد. روشهای ایجاد سرمایش عبارتنداز:

۲-۲-۱- سرمایش از طریق جابجایی هوا

اساس سرمایش ایستاکه با افزایش قدرت تبخیر به برودت می‌انجامد.

۲-۲-۲- سرمایش تبخیری

در رطوبت کمتر از ۷۰٪ (مناطق گرم و خشک)، با ظرفیت تـبخیر بـالا، استفاده می‌شود.

۲-۲-۳- سرمایش تابشی

تشعشع شبانه از دیوارها و مصالح متراکم ساختمانی، که به صافی آسمان بستگی دارد.

۲-۲-۴- سرمایش زیرزمینی

در مناطق خشک، شیبهای زیاد و ابنیه زیرزمینی، از دمـای ثـابت زمـین استفاده می‌شود.

۲-۲-۵- سرمایش از طریق رطوبت‌زدایی

در رطوبت بالاتر از ۷۰ تا ۸۰٪ از این روش استفاده می‌شود.

۲-۲-۶- سرمایش با استفاده از مصالح حرارتی

اگر نوسان دما، حداقل ۲۰ تا ۳۵ درجه فارنهایت باشد، مناسبند.

۲-۳- سرمایش ایستا در مناطق اقلیمی ایران

سرمایش ایستا، اصلی‌ترین عامل ایجاد آسایش در مـناطق گـرم کشـور است. لذا باید نحوه ایجاد و کارایی آن، در طـراحـی مـجتمع‌های مسکـونی پایدار، در دو اقلیم گرم و مرطوب و گرم وخشک، مورد مطالعه قرار گیرد.

۲-۳-۱- اقلیم گرم ومرطوب

در سواحل جنوبی کشور با شـرایـط سخت آب و هـوایـی (تـابستانهای طولانی با هوای بسیار گـرم و مـرطوب و زمستانهای مـعتدل، بـارش انـدک، رطوبت زیاد، نوسان دما و پوشش گیاهی بسیار کم)، سرمایش اولین راه حـل برای ایجاد آسایش است. بافت شهرهای ساحلی این مناطق، نسبت به بـافت باز سواحل شمالی و بافت بسته مناطق مرکزی حالتی بینابینی دارد؛ تا در عین برقراری امکان کوران، از سایه ابنیه مـجاور و گیاهان مـوجود، بـرای کـاهش حرارت استفاده گردد. بافت شهری در این اقلیم به صورت نـیمه متراکـم بـا فضاهای نیمه محصور و گسترش شهرها وروستاها، در امتداد ساحل و رو به د ریا، می‌باشد. فرم کلی بنا، حیاط مرکزی و نیمه درونگرا، با حداکثر استفاده از سایه و کوران، ارتفاع زیاد اتاقها و پنجره‌های بلند و کشیده، ایوانهای وسیع و مرتفع، طاقهای مسطح، بدون زیرزمین و با مصالح سبک می‌باشد.

۲-۳-۲- اقلیم گرم وخشک

فلات مرکزی، به عنوان بخش عمده‌ای از مساحت ایـران، دارای آب و هوای گرم و خشک، بارندگی، رطوبت و پوشش گیاهی بسیار کم و بـادهای توأم با گردوغبار است. تطبیق شـیوه زنـدگی بـا عـوامـل طـبیعی، مـنجر بـه شکل‌گیری بافت شهری بسیار متراکم، فضاهای کاملاً محصور، کـوچه‌های باریک و نامنظم و بـعضاً پـوشیده بـا طـاق، سـاختمانهای فشـرده، اسـتقرار براساس جهت تابش و باد، در این مـناطق گـردیده است. تـمامی فـضاهای

زیستی، اعم از فضاهای شهری، معابر، حیاطها و ساختمانها در مقابل عوامل جوّی، خصوصاً باد نامطلوب محافظت شده‌اند و استفاده از باد مطلوب و تابش آفتاب با تمهیدات خاص، صورت می‌گیرد. فرم بنا صورت کاملاً درونگرا و محصور، دارای حیاط مرکزی و اغلب زیرزمین، ایوان بادگیر می‌باشد. پایین‌تر بودن سطح حیاط نسبت به سطح طبیعی زمین، ارتفاع نسبتاً زیاد اتاقها، طاقهای غالباً قوسی و گنبدی، دیوارهای نسبتاً قطور و کاربرد مصالح با ظرفیت حرارتی زیاد (خشک، گل و آجر) از دیگر ویژگیهای معماری بومی این مناطق است.

۳- سرمایش ایستا در مجتمع‌های مسکونی

مجتمع مسکونی از یک سو، از تعامل واحدهای مسکونی به عنوان هسته اولیه شهر، با یکدیگر ایجاد می‌شود و از سویی دیگر این مجتمع‌های مسکونی هستند که در تعامل با یکدیگر، شهرها را شکل می‌دهند، لذا برای ایجاد سرمایش در مجتمع‌های مسکونی، باید آن را در سه مقیاس شهر، محله و بنا مورد بررسی قرار داد.

۳-۱- طراحی شهر جهت ایجاد سرمایش ایستا

راهکارهای به کار رفته در مقیاس شهری برای ایجاد آسایش، موضوعاتی هستند که اغلب مورد غفلت متخصصان قرار می‌گیرند. زیرا کنترل کامل تمامی الگوها و توجه به همه راهکارهای ایجاد سرمایش در طراحی شهری، امری دشوار است؛ در این بخش به راهکارهای اساسی طراحی ایستا در مقیاس شهری با رویکرد به سرمایش ایستا، اشاره می‌شود؛ که دسترسی به منابع طبیعی چون نور و گرمای خورشید و باد را امکان‌پذیر ساخته و تأثیر مهمی در کاهش یا افزایش بار سرمایشی بنا دارند.

۳-۱-۱- طراحی مسیرها

شهر از دو طریق بر الگوهای بادی تأثیر می‌گذارد؛ اولاً جزایر گرمایی شهری، باعث حرکت الگوهای بادی از مناطق با چگالی کمتر به مناطق با چگالی بیشتر می‌شود. ثانیاً اختلاف دما بین سطوح چگالتر شهرها و فضاهای باز به عنوان خنک کننده سطوح اطراف در شب، افزایش می‌یابد. این تأثیرات، در شبهای گرم تابستان منجر به ایجاد برودت می‌شوند. اصول اقلیمی طراحی فضاهای سبز و معابر شهری با هدف ایجاد سرمایش به شرح زیر می‌باشند:

۱- طراحی کمربند طبیعی از گیاهان در پیرامون شهر به عنوان منبع ایجاد سرمایش.

۲- طراحی مسیرهای عریض برای عبور جریان هوا از مناطق با چگالی کم به سمت مناطق با چگالی زیاد.

۳- طراحی مسیرهای تهویه، موازی با جهت باد شمال، برای نفوذ جریان هوا به عمق توده‌های متراکم ساختمانی.

۴- طراحی کوچه باغهای سرسبز و پارکهای خطی عریض.

۵- طراحی مسیرها به منظور اتصال کمربندهای سبز پیرامون به مراکز متراکم ساختمانی.

۶- طراحی کمربند سبز به مساحت ۴۰ - ۶۰٪ از فضای باز؛ در مجتمع مسکونی

۷- طراحی مسیرها و ابنیه، عمود بر باد تابستان، به منظور کاهش سرعت آن.

۸- استفاده از سطوح سرسبز موجود در ارتفاعات بالاتر به عنوان منبع هوای خنک وجایگزینی هوایی که از سطوح پایین به بالا می‌آید.

۳-۱-۲- سایه‌اندازی ابنیه

از ویژگی‌های بارز بافت شهرهای گرم و خشک، بناهای مرتفع در امتداد معابر باریک است. اصول اقلیمی طراحی بافت شهری با هدف ایجاد سرمایش به شرح زیر است:

۱- طراحی فشرده، برای سایه اندازی ابنیه بر یکدیگر و بر مسیرها و فضاهای مجاور (نگاره ۱)

۲- سایه اندازی ابنیه مرتفع بر نماهای شرقی و غربی در معابر شمالی - جنوبی (نگاره ۲)

۳- استفاده از عناصر سایه انداز افقی، پیش آمدگی بامها، و سایبانهای طبیعی، در مواقعی که خورشید در اوج ارتفاع، قرار دارد.

نگاره ۱: طراحی فشرده جهت سایه اندازی

نگاره ۲: سایه اندازی معابر کم عرض شمالی - جنوبی

۳-۱-۳- تطابق با توپوگرافی منطقه

در فضاهای شهری و بناهایی که از طریق پوسته کنترل می‌شوند،

توپوگرافی، تابش آفتاب و باد در ترکیب با یکدیگر خرد اقلیم محلی را شکل می‌دهند؛ که بر اقلیم کلان منطقه نیز، تأثیرگذار است. از مزایای قرارگیری مجتمع‌های زیستی در مناطق شیبدار می‌توان موارد زیر را برشمرد:

۱- سایه‌اندازی ابنیه فشرده مستقر در شیب بر یکدیگر، در جهات شرق و غرب.

۲- برخورداری ابنیه از تابش خوب زمستانی

۳- ایجاد جریان هوای خنک، بین ابنیه و پشت دیوارها در شبهای تابستان، در نتیجه اختلاف فشار هوا.

۴- بهبود شرایط آسان و کاهش مصرف انرژی.

۳-۲- طراحی محله جهت ایجاد سرمایش

۳-۲-۱- مسیرهای ارتباطی

۱- جهت‌گیری مسیرهای سواره اصلی در امتداد شرقی - غربی، برای دسترسی بهتر به خورشید زمستان و برخورداری از جریان هوا.

۲- جهت‌گیری مسیرهای سواره فرعی و پیاده در امتداد شمالی - جنوبی برای سایه اندازی ابنیه بر یکدیگر.

۳- جهت‌گیری مسیرهای اصلی با زاویه ۳۰ - ۲۰ درجه نسبت به جهت وزش نسیم تابستانی برای افزایش جریان هوا.

۴- جهت‌گیری مسیرها، هم جهت با باد غالب برای افزایش جریان هوا در فضاهای خارجی.

در مواردی که مسیرهای اصلی موازی با جهت باد طراحی شوند، اصلی‌ترین عامل تأثیرگذار بر سرعت باد در مسیرها، عرض معابر و مساحت (عرض و ارتفاع) سطح رو به باد ابنیه می‌باشد.

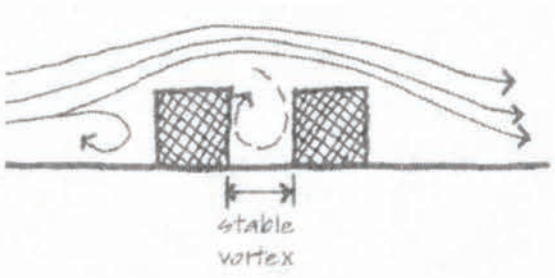
۳-۲-۲- تراکم و پراکندگی بافت

بافت پراکنده با فضاهای باز عریض و پیوسته امکان برخورداری از نسیم خنک را به حداکثر می‌رساند؛ در صورتی که بافت متراکم، از شدت باد زمستانی می‌کاهد.

توجه به این موضوع در تمام اوقات شبانه‌روز در مناطق جغرافیایی با اقلیم گرم و مرطوب و در شبهای مناطق جغرافیایی با اقلیم گرم و خشک ضروری است. بناهایی که در معرض تهویه هستند و به صورت جهت‌دار در پشت یکدیگر قرار گرفته‌اند، برای برخورداری از جریان هوا حتماً باید به اندازه ۵ تا ۶ برابر ارتفاع خود، از بناهای دیگر فاصله داشته باشند. بناهای یک طبقه، منطقه سایه باد کوچکتری ایجاد می‌کنند و می‌توانند در فاصله کمتری از هم قرار گیرند.

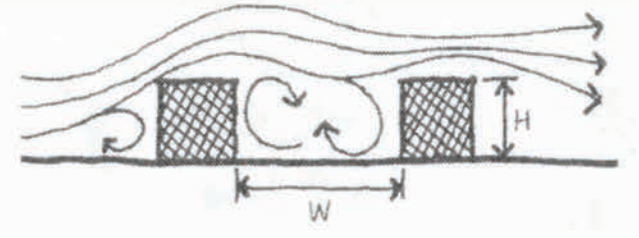
در اقلیم‌های گرم و خشک، واحدهای همسایگی در اطراف حیاط مرکزی به صورت ۸ شکل قرار گرفته‌اند به طوری که امکان برخورداری از نسیمهای خنک تابستانی وجود داشته و در برابر باد سرد زمستان نیز محافظت می‌شود. براساس فاصله بین ساختانها، سه روش برای قرارگیری آنها در کنار یکدیگر تعریف می‌شود:

۱- قرارگیری ابنیه در ردیفهایی نزدیک به هم وعمود بر جهت وزش باد. (نگاره ۳)



نگاره ۳

۲- قرارگیری ابنیه با فاصله‌ای بیشتر از حالت اول و کمتر از مجموع مساحت لبه‌های رو به باد و پشت به باد؛ در این حالت، یک جریان متداخل حلقوی در بین آنها ایجاد می‌شود. (نگاره ۴)

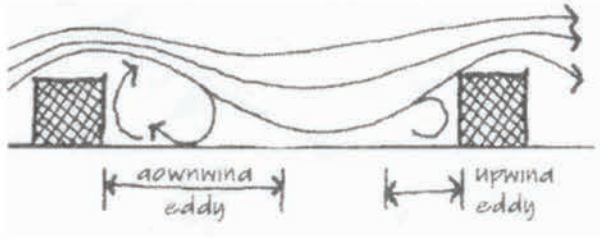


نگاره ۴

۳- قرارگیری ابنیه با فاصله‌ای بیش از مجموع لبه‌های رو به باد و پشت به باد؛ در این حالت، باد در فضای بین آنها با تلاطمی مشخص جریان می‌یابد. (نگاره ۵)

۳-۲-۳- تغییر تدریجی ارتفاع ابنیه

در اقلیمهای گرم، کاهش سرعت باد، آسایش عابرین را به فضای باز بهبود می‌بخشد. تغییر ناگهانی ارتفاع ابنیه در الگوهای شهری، تأثیر قابل توجهی بر سرعت باد در معابر و فضاهای باز دارد. تغییرات تدریجی ارتفاع باعث می‌شود که باد سرد از بالای ساختمانها عبور کند. تغییر ارتفاع از یک بنا به بنای دیگر و یا از یک بلوک به بلوک دیگر، نباید از ۱۰۰ درصد تجاوز کند. در جایی که بر طبق قوانین توسعه، مناطقی با ارتفاعات مختلف ایجاد می‌شود، محدوده تغییر ارتفاع، باید در مرکز بلوکها باشد نه در امتداد مرکز معابر. در غیر این صورت، سرعت باد به طور ناگهانی افزایش یافته و منجر به ایجاد آشفتگی در معابر می‌شود.



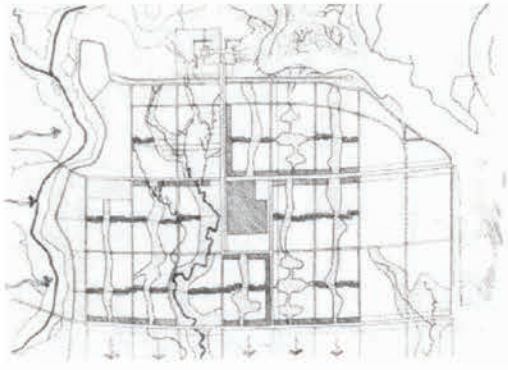
نگاره ۵

جدول ۱: طراحی مسیرها و جهت‌گیری ابنیه مطابق با اقلیم

نوع ساختمان		پاسخ		توضیحات
بنا با سلطه باری	بنا با سلطه از طریق پوسته	اولویت اول	اولویت دوم	
معتدل و خشک	گرم و خشک	سایه تابستانی	باد تابستانی، آفتاب زمستانی	● خیابانهای باریک شمالی جنوبی برای سایه‌اندازی ● چرخش از محور اصلی برای افزایش سایه ● خیابانهای شرقی - غربی عریض، کشیدگی شرقی - غربی بلوکها
معتدل و مرطوب	گرم و مرطوب	باد تابستانی	سایه تابستانی، آفتاب زمستانی	● جهت‌گیری خیابانها ۳۰ - ۲۰ درجه نسبت به باد تابستانی ● تغییر جهت با چرخش از محور اصلی برای افزایش سایه‌اندازی در خیابان ● خیابانهای شرقی - غربی عریض برای دستیابی به خورشید، کشیدگی شرقی - غربی بلوکها ● خیابانهای عریض برای برخورداری از جریان هوا
گرم و خشک	گرمسیری وخشک	سایه در تمام فصول	باد شبانه و در پناه باد در روز	● خیابانهای باریک شمالی - جنوبی برای سایه‌اندازی ● کشیدگی شمالی - جنوبی بلوکها ● خیابانهای عریض شرقی - غربی
گرم و مرطوب	گرمسیری و مرطوب	باد در تمام فصول	سایه	● جهت‌گیری خیابانها ۳۰ - ۲۰ درجه نسبت به باد غالب ● توجه به جهت باد ثانویه ● حداکثر جریان هوا در خیابانها

۳-۲-۴- تلفیق بافت و پوشش گیاهی

در مناطق متراکم ساختمانی دمای هوا چندین درجه بالاتر از مناطق روستایی اطراف است. دمای سطوح مشجر ۸ - ۶ درجه پایین‌تر از توده‌های ساختمانی است و این امر ناشی از ترکیب عواملی چون تبخیر، تعریق، انعکاس، سایه اندازی، و ذخیره‌سازی سرماست. با قرارگیری پارکها در مناطق متراکم، هوای خنک مجاور سطوح سبز، جایگزین هوای گرم موجود در بالای جزایر گرمایی می‌شوند. (نگاره ۶) اثر سرمایشی گیاهان به وسیله دو عامل باد و آب افزایش می‌یابد. در اقلیم‌های گرم و مرطوب، به دلیل رطوبت موجود در هوا، فرایند تبخیر با سرعت کمتری انجام می‌شود و با افزایش میزان رطوبت، محدوده آسایش گسترش نمی‌یابد.



نگاره ۶: تأثیر سرمایشی توزیع عادلانه فضاهای باز

معابر باید به گونه‌ای طراحی شوند که هوای خنک را از فضاهای سبز به سمت ابنیه هدایت کنند. مطالعات نشان می‌دهد تأثیر سرمایشی گیاهان، در بناهای نزدیک به فضای باز بیشتر است. اما تأثیر آن تا شعاع ۲۰۰ الی ۴۰۰ متر ادامه می‌یابد.

سرمایش با استفاده از گیاه، در نتیجه تأثیر ترکیبی ایجاد سایه و تبخیر است. اثر سرمایشی گیاهان در اقلیم گرم و خشک، به طور غالب ناشی از تبخیر است، در حالی که در اقلیم گرم و مرطوب، تأثیر سایه اندازی به نسبت بیشتر است. تأثیر سایه‌اندازی درختان، ۱۵ تا ۳۵٪ از ذخیره انرژی سرمایشی کلی است. در تمامی اقلیم‌ها، اثر ترکیبی سایه اندازی و تبخیر ناشی از درختان، برای ۲۵٪ افزایش پوشش گیاهی، باعث صرفه‌جویی حدود ۱۷ تا ۵۷٪ در انرژی سرمایشی می‌گردد. درختان نسبت به چمن‌ها آب کمتری مصرف می‌کنند و سرمایش بیشتری ایجاد می‌نمایند، لذا بهتر است که چمن‌ها به وسیله درختان جایگزین شوند.

۳-۲-۵- حرکت آب در بافت

سرعت تبخیر در یک فضای باز محصور شبیه به حیاط مرکزی، به رطوبت نسبی هوا، مساحت سطح آب، و دمای آن بستگی دارد. برای افزایش تبخیر، باید فضای خنک از هوای پیرامون جدا شود. اگر انتقال گرما بین هوا و آب ناچیز باشد، سطح تبخیر آب باید با افشاندن یا فواره با قطرات ریز افزایش یابد. (نگاره ۷)

نگاره ۷: استفاده از آب در بافت روستای محیی‌آباد

۳-۲-۶- استفاده از بادشکن‌ها

استفاده از یک بادشکن مرتفع در اطراف بنا، میزان نفوذ هوا در اماکن مسکونی را در حدود ۶۰٪ بیشتر از ۴ درخت مرتفع کاهش می‌دهد. این میزان ۱۵٪ از هزینه انرژی سرمایشی می‌کاهد. در هنگام استفاده از درختان به عنوان مانع، کاهش سرعت باد در پشت بادشکن، به ارتفاع، تراکم، شکل و ابعاد آن وابسته است. دیاگرام کاهش سرعت باد با استفاده از درختان نشان می‌دهد که بادشکنی با تراکم متوسط، در سطحی به اندازه ۵ برابر ارتفاع مانع، ۷۸ - ۶۲ درصد در سمت پشت به باد و ۶۱ - ۲۴ درصد در سطحی به اندازه ۵ تا ۱۰ برابر ارتفاع مانع و ۲۳ - ۱۳ درصد در سطحی به اندازه ۱۰ تا ۱۵ برابر مانع، سرعت باد را کاهش می‌دهد. اصول طراحی بادشکن‌ها برای حفاظت در بر ابربادعبارتنداز:

۱- طراحی بادشکن‌ها، عمود بر جهت وزش باد برای افزایش سطح سایه باد

۲- طراحی بادشکن‌ها با هدف بیشترین کاهش در سرعت و فشار نفوذ باد در بافت

۳- طراحی فضاهای محصور با ارتفاع دو برابر ارتفاع بنا، برای حفاظت در مقابل گردوغبار.

۴- طراحی دیوارهای رو به باد، با ارتفاعی برابر ارتفاع بنا و یا ۶ متر کوتاه‌تر از آن.

۵- طراحی موانع متخلخل، با ارتفاع مناسب به منظور کاهش سرعت باد.

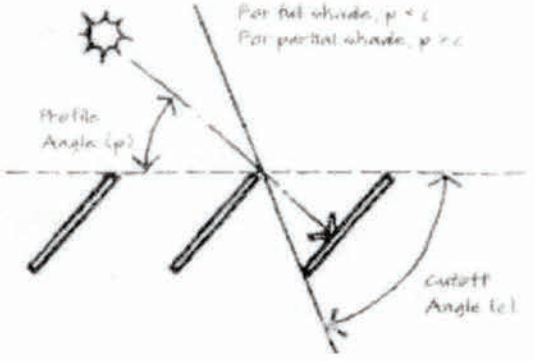
نگاره ۸: استفاده از مسیرهای سرپوشیده در بافت

۳-۲-۷- ایجاد مسیرهای سرپوشیده

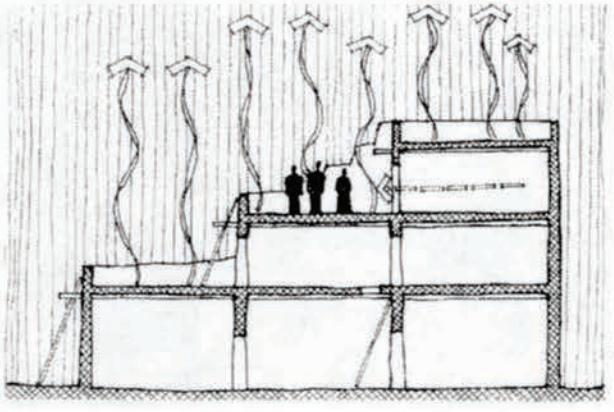
در اقلیم‌های گرم، لازم است ساختمانهای گروهی با معابر پیاده مسقف با یکدیگر متصل می‌شوند. در اقلیم‌های گرم خشک، حفاظت در برابر گرمای روزانه و بادهای توأم با گرد و خاک، ضروری است، بنابراین فضاهای سیرکولاسیون می‌توانند بسیار مؤثر باشند. (نگاره ۸)

گنبدهای روزنه‌دار که در عین ایجاد فضای مسقف، روشنایی مورد نیاز را فراهم می‌سازند، از لحاظ اندازه و شکل متناسب با فضای زیرین هستند. این نورگیرها از لحاظ زاویه (نگاره ۹) و جهت‌گیری متنوع‌اند. اگر سایه کمتر از ۱۰۰٪ مطلوب باشد، از طرح زاویه انقطاع، کمتر از زاویه نیمرخ استفاده می‌شود. برای نورگیرهای سقفی افقی با جهت شرقی - غربی، در تمام عرض‌های جغرافیایی، زاویه نیمرخ اغلب، ۹۰ درجه می‌باشد. برای ایجاد سایه کامل در مسیرهای پیاده، به وسیله سایبانهای سقفی، این زاویه باید بیش از ۹۰ درجه باشد.

نورگیرهایی که به سمت جنوب، جهت‌گیری شده‌اند و در جهت شرقی - غربی امتداد یافته‌اند، در تمام طول روز، سایه ایجاد می‌کنند و مؤثرترین نورگیرها هستند.



نگاره ۹: زوایای انقطاع و نیمرخ در نورگیرهای سقفی.



نگاره ۱۰: انتقال گرما به خارج در شب تابستان

۳-۳- طراحی بنا جهت ایجاد سرمایش

۳-۳-۱- فضاهای تابستانی وزمستانی

طراحی بنا به گونه‌ای که فعالیتها در مواقع گرم در فضاهای خنک‌تر و در مواقع سرد در فضاهای گرمتر انجام شوند. (نگاره ۱۰) در این راستا می‌توان از ویژگی‌های گرمایی برخی از مصالح و نوسان زیاد دمای روزانه بهره برد.

از مزایای طراحی بنا با این ایده می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱- سرمایش بنا با هدایت هوای خنک و مرطوب، توسط کانالهای تعبیه شده در آن.

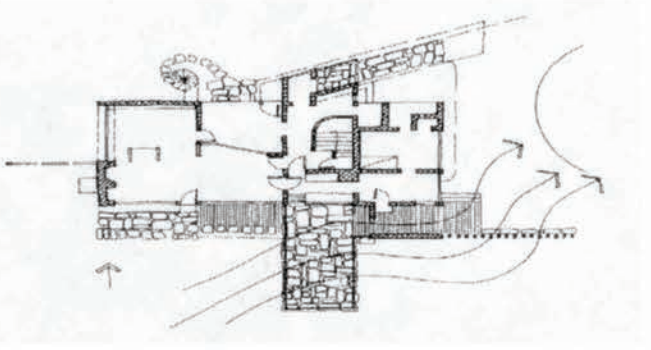
۲- طراحی فضای گرم و دور از حیاط خنک در طبقه دوم برای استفاده در فصول سرد.

۳- طراحی دالانهای خنک طبقه دوم برای خوابیدن در فصل بهار و پاییز.

۴- ذخیره گرمای روزانه در توده‌های ساختمانی و ایجاد زمان تأخیر در انتقال حرارت به داخل بنا.
۵- تابش شبانه گرما به آسمان توسط مصالح ساختمانی و خنک شدن بنا در روز.
۶- طراحی حیاطهای خنک با استفاده از دیوارهای بلند محافظ در برابر تابش و آب‌پاشی کف.
۷- سرازیر شدن هوای خنک به حیاط در شب، خنک کردن مصالح گرم و تخلیه گرما از طریق کانال‌ها.

۳-۳-۲- جانمایی فضاها در ارتباط با خورشید و باد

ابنیه با مقاومت در برابر عوامل طبیعی، خرد اقلیم‌های متفاوتی در اطراف خود ایجاد می‌کنند. ترکیب خورشید و باد موقعیت قرارگیری اتاقها در ارتباط با فضای خارج را تعیین می‌کند.



نگاره ۱۱: دسترسی مستقیم فضاها به خورشید و باد

فضاهایی که نیازهای گرمایی کمتری دارند، (انبار، فضای سیرکولاسیون و اتاق خواب) به عنوان مناطق حائل گرمایی، بین محیط خارج و فضاهایی که نیاز به کنترل گرما در آنها بیشتر است، قرار می‌گیرند. (نگاره ۱۱) در طراحی فضاهای حایل توجه به نکات زیر الزامی است:

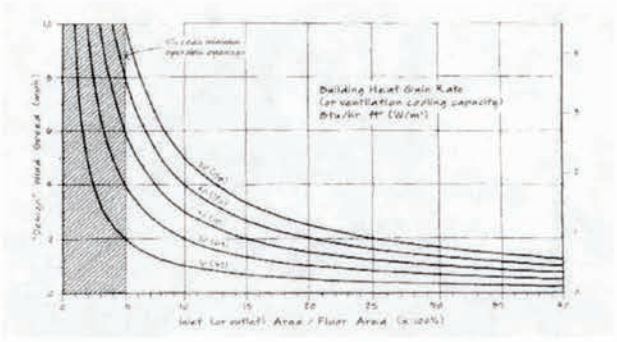
۱- طراحی فضاهای حائل در ضلع جنوبی، برای تأمین گرمای مورد نیاز فضاهای مجاور. اگر فضای حائل رو به شرق، غرب و یا شمال باشد، تلفات حرارتی را کاهش می‌دهد، اما امکان استفاده از تابش در زمستان را از بین می‌برد.
۲- تعبیه پنجره‌های بزرگتر برای فضاهای حایل، به منظور تأمین روشنایی اتاقهای مجاور.

هدایت تابش آفتاب که بیشترین بار گرمایی پوسته ساختان را در تابستان ایجاد می‌کند، از طریق سایه‌اندازی گیاهان برروی پنجره و دیوار، کاهش می‌یابد. در این صورت تنها راه نفوذ گرما به داخل از طریق هدایت و تهویه است.

۳-۳-۳- تهویه اتاقها

ایجاد تهویه در بنا به عوامل زیر بستگی دارد:
۱- طراحی بازشوهایی در دو سمت رو به باد و پشت به باد.
۲- طراحی ورودی باد در ناحیه پرفشار و خروجی آن در ناحیه کم فشار برای ایجاد بیشترین تهویه.
۳- طراحی ورودی‌ها و خروجی‌های بزرگ وعمود بر جهت باد، برای افزایش میزان تهویه.
۴- طراحی محوطه، تیغه‌های بیرون زده و قاب پنجره، برای ایجاد مناطق با فشار مثبت ومنفی در اطراف بنا.
۵- طراحی دیوارهای بیرون زده تنها در ضلع رو به باد.

اگر اختلاف دمای بین هوای داخل و خارج ۱/۷°C باشد، ابعاد بازشوها نسبت به مساحت کف با استفاده از نمودار ۱ به دست می‌آید.



نمودار ۱: تعیین ابعاد بازشو نسبت به مساحت کف

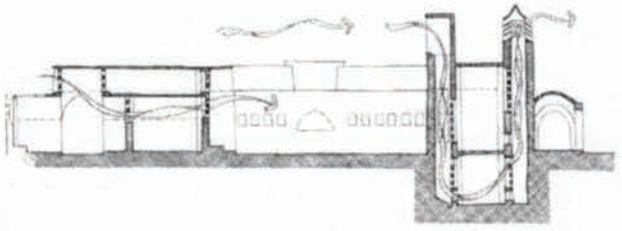
محور عمودی، سرعت باد (متر بر ساعت) و محور افقی، نسبت مساحت پنجره ورودی به مساحت کف می‌باشد. خطوط منحنی نیز میزان دریافت گرما در بنا (وات بر مترمربع) را نشان می‌دهد. زاویه برخورد باد به شیشه ۴۰-۰ درجه فرض شده است. اگر زاویه برخورد نسبت به محور عمود بر پنجره، ۶۰-۴۰ درجه باشد، مساحت پنجره ورودی به دست آمده را باید در عدد ۱/۴ ضرب کرد و اگر ۸۰-۶۰ درجه باشد، مساحت در ۲/۵ ضرب می‌شود.

۳-۳-۴- بادگیر

در مناطق متراکم شهری، که پنجره‌ها برای دریافت جریان هوا کوچکتر از حد نیازند، بادگیر می‌تواند جریان هوای خنک‌تر و بدون گرد و غبار عبوری از روی بام را دریافت و به اتاقهای پایین هدایت کند. (نگاره ۱۲)

در جهت‌گیری ساختمانها، تضادهایی بین جهت‌گیری نسبت به خورشید و باد وجود دارد؛ از مزایای بادگیر، دسترسی به باد در تمام جهات است.

در عین حال که فرم اولیه بنا برای استفاده از همه منابع طبیعی ساختگاه مثل دسترسی به خورشید در زمستان شکل می‌گیرد. بادگیرها باید برای دریافت تمام بادهای محلی جهت‌گیری شوند.



نگاره ۱۲: نحوه کار بادگیر در بنا

۳-۳-۵- تهویه شبانه

استفاده از تهویه شبانه، مؤثرترین روش در اقلیم‌هایی است که در دوره گرمای طولانی و دمای شبانه پائین‌تر از محدوده آسایش دارند. مصالح گرمایی برای جذب گرمای روزانه و خنک نمودن آن در شب با استفاده از تهویه به کار می‌رود. در اینجا، مساحت مصالحی که در مجموع یک بنا را به وجود می‌آورند، شرط اساسی در پتانسیل سرمایشی است. برای انجام این کار، باید توده‌های ساختمانی به مقدار کافی برای جذب گرمای دریافتی در ساختمان وجود داشته باشد. بازشوها باید به اندازه کافی بزرگ باشند تا هوای خنک خارج به راحتی با عبور از روی مصالح، گرمای انباشته شده در طول روز را به خارج از بنا هدایت کند. هنگام استفاده از مصالح حرارتی برای ایجاد تهویه شبانه، باید به نکات زیر توجه نمود:

۱- کاربرد مصالح گرمایی با نسبت بین ۱/۱ و ۱/۳ از مساحت کف

۲- کاربرد مصالح گرمایی در سقف و دیوار، بیش از کف

۳- کاربرد مصالح گرمایی در معرض هوا برای تخلیه گرما.

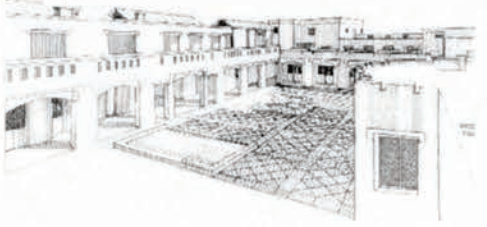
۴- کاربرد مصالح گرمایی در سایه و جلوگیری از دریافت مستقیم گرمای خورشید در تابستان.

۵- کاربرد مصالح گرمایی، با توجه به سطح در معرض هوا، ضخامت، چگالی و گرمای خاص آن.

۳-۳-۶- حیاطهای مرکزی

این حیاطها باید، کوتاه، عریض و قابل نفوذ باشند، در عین این که حیاطهای آرام برای محافظت در برابر باد به قدر کافی بلند و محصور هستند، اما برای دریافت تابش آفتاب باید به اندازه لازم عریض باشند. در حیاط مرکزی، شرایط تهویه در ابتدا به ارتفاع بنا و عرض حیاط در طول مقطعی که باد جریان پیدا می‌کند بستگی دارد. (نگاره ۱۳)

در اقلیم‌های گرم و مرطوب، حیاط مرکزی با زاویه ۴۵° نسبت به باد غالب در ایجاد تهویه بسیار مؤثر است. بازشوهای سمت حیاط مرکزی سرعت باد را افزایش می‌دهند، اما تأثیر کمی بر میانگین باد در حیاط دارند، مگر این که بازشویی در ضلع رو به باد قرار گیرد و یک یا تعداد بیشتری از بازشوها نیز به هوا اجازه خروج از حیاط را بدهد. در این حیاط سرعت باد در حیاطی باریک متناسب با محصوریت باد شدیداً افزایش می‌یابد. امکان دسترسی مناسب به خورشید در حیاط مرکزی وجود دارد. حیاطهای باریک و بلند، در اقلیم گرم و خشک برای ایجاد سایه مناسب‌اند. ساختمانها در طول روز کاملاً محصورند و در برابر بادهای گرم و شنی محافظت می‌شوند.



نگاره ۱۳

۳-۳-۷- حضور آب در بنا

حضور آب در کنار بنا باعث خنک شدن هوای ورودی به آن می‌شود. در اقلیم‌های گرم و خشک تبخیر آب به مقدار قابل توجهی، از دمای هوا می‌کاهد. مقدار تبخیر و در نتیجه مقدار برودت ایجاد شده به مساحت سطح آب، سرعت باد، رطوبت نسبی هوا و دمای آب بستگی دارد. در این زمینه، طراح می‌تواند کنترل زیادی بر سطح آب و موقعیت آن نسبت به جهت باد و فضاهایی که نیاز به سرمایش دارند، داشته باشد.

۳-۳-۸- استقرار بنا در عمق زمین

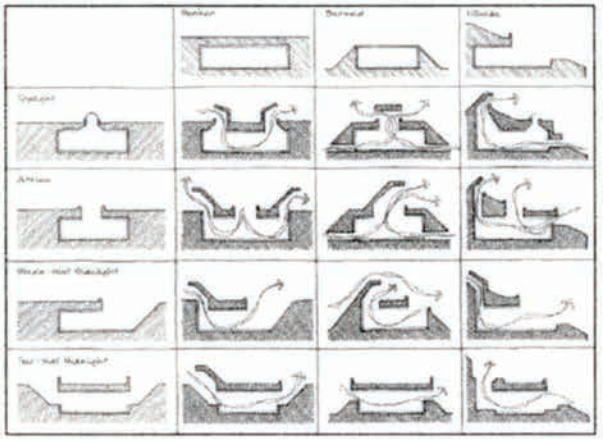
زمین، با نوسانات دمای روزانه بسیار اندک، به عنوان سرپناهی برای بنا، در برابر گرما و سرمای شدید بیرون و تأمین بخشی از سرمایش مورد نیاز آن، به کار می‌رود. ساخت بنا در زیرزمین به سه شکل است:

۱- بنا در زمین فرو می‌رود.

۲- زمین به صورت شیب‌دار در اطراف بنا بالا می‌آید.

۳- بنا در دامنه تپه و سرازیری موجود، احداث می‌شود.

در تمامی این اشکال (نگاره ۱۴)، دیوارها و سقف کاملاً پوشیده‌اند. تأثیرات مرتبط با انرژی و دیگر تأثیرات ناشی از پوسته زمین، باید با هزینه‌های مربوط به ساخت، ایزولاسیون رطوبتی ونگهداری، مقایسه شود. روشنایی از طریق آسمان با ایجاد حیاط مرکزی یا با پنجره‌های کناری در یک سمت تأمین می‌شود. موضوع مهم در طراحی ابنیه داخل زمین، ایجاد تهویه مناسب برای جابجایی گرما و رطوبت است. اگر دسترسی مستقیم به باد وجود نداشته باشد، ممکن است بادگیرها و یا تهویه دودکشی در این راستا به کار روند.



نگاره ۱۴: تطابق با توپوگرافی در طراحی بنا

۴- نتیجه گیری

رعایت اصول اقلیمی زیست محیطی در طراحی مجتمع‌های مسکونی نیاز به مصرف انرژی به منظور ایجاد آسایش کالبدی را به مقدار قابل قبولی کاهش می‌دهد؛ این موضوع درمناطق گرم که بیش از ۲/۳ مساحت کشور را دربرگرفته‌اند، برای ایجاد برودت بسیار مؤثر بوده و از هزینه‌های کوتاه

مدت و درازمدت ساخت و ساز و تأمین انرژی، به مقدار قابل ملاحظه‌ای می‌کاهد. در مقاله حاضر پس از معرفی اجمالی سرمایش طبیعی، منابع و روشهای ایجاد آن، راهکارهای اقلیمی طراحی مجتمع مسکونی پایدار با رویکرد به این موضوع در سه مقیاس کلان، متوسط و خرد ارائه گردید.

با استناد به بررسی‌های انجام شده در این مقاله و پس از ارائه اصول طراحی مجتمع‌های مسکونی پایدار، با توجه به این که واحد مسکونی به عنوان هسته اولیه شهر نقش مهمی در مصرف انرژی دارد، قوانین زیر در جهت دستیابی به معماری پایدار با تأکید بر سرمایش ایستا در اقالیم گرم و مرطوب و گرم و خشک، می‌توانند راهگشا باشند.

۴-۱- قوانین کلی ایجاد سرمایش ایستا

- جهت‌گیری صحیح بنا با بیشترین بازشو در جنوب و شمال، و کمترین در شرق و غرب.
- جهت‌گیری بنا به منظور استفاده از نسیم‌های خنک.
- عایق‌کاری.
- تعیین نوع، محل، و ارتفاع پنجره برای ایجاد تهویه.
- درزبندی در و پنجره.
- استفاده از سایبان برای همه پنجره‌ها در تابستان.
- استفاده از رنگ روشن در سطوح خارجی.
- کاربرد مصالح با ظرفیت حرارتی بالا، در مناطقی با نوسان بالای دمای روزانه.
- کاربرد مصالح با ظرفیت حرارتی پایین، در مناطقی با نوسان پایین دمای روزانه.
- استفاده از فن برای ایجاد تهویه.
- محوطه‌سازی در سطوح شرقی و غربی برای سایه‌اندازی.
- و در نهایت توجه به نیازهای سرمایشی بنا، و طراحی به منظور دستیابی به آن با کمترین هزینه.

۴-۲- قوانین ایجاد سرمایش ایستا در اقلیم گرم و مرطوب

- طراحی فضای سبز، برای ایجاد تونل نسیم‌های خنک.
- طراحی مسیرهای تهویه بدون مانع.
- طراحی بامهای پیش آمده و سایبانهای دائمی، برای ممانعت از ورود نور خورشید به داخل.
- ایجاد سایه بر کل بنا با کمک بامهای مرتفع
- افزایش سایه در سطوح خارجی دیوار با استفاده از پوشش گیاهی
- خروج هوای گرم از ارتفاع بالای اتاق، با کمک پنجره **Clerestory** و منافذ بام.
- انتخاب پنجره‌هایی با بیشترین سطح بازشو و اجتناب از قابهای شیشه‌ای ثابت.
- استفاده بهینه از عمق اتاقهای منفرد، با بیشترین تعداد بازشوی سایه‌دار برای افزایش تهویه.
- استفاده از پنکه‌های سقفی برای جابجایی هوا.
- استفاده از فنهای هوشمند برای مکش هوای خنکتر بیرون به داخل در شبهای آرام.
- استفاده از مصالح با ظرفیت حرارتی پایین.

۴-۳- قوانین ایجاد سرمایش ایستا در اقلیم گرم و خشک

- حیاط مرکزی با برودت تبخیری ناشی از حوض آب.
- درزبندی در و پنجره‌ها با بیشترین سطح بازشو.
- قرارگیری پنجره‌ها در معرض نسیمهای خنک و حفاظت در برابر بادهای داغ و توأم با گرد و غبار.
- استفاده از سایبان برای تمامی پنجره‌ها در تابستان و برای پنجره شرقی و غربی درتمام طول سال.
- استفاده از مصالح سبک، در زمستانهای معتدل با نوسانات روزانه پایین.
- استفاده از مصالح سنگین برای فضاهایی که نیاز به گرمایش ایستای زمستانی دارند و مصالح سبک برای دیگر فضاها.

۵- منابع و مآخذ

۱- توسلی، محمود، ساخت شهر و معماری در اقلیم گرم و خشک ایران، تهران، انتشارات پیام و پیوند نو، ۱۳۸۱.

۲- شیعه، اسماعیل، باشهر و منطقه در ایران، تهران: دانشگاه علم و صنعت، ۱۳۲۸.

۳- قبادیان، وحید، بررسی اقلیمی ابنیه سنتی ایران، تهران، دانشگاه تهران، ۱۳۷۷.

۴- واتسون، دانلد، لب، کنت، طراحی اقلیمی، ترجمه وحید قبادیان و محمدفیض مهدوی، تهران، مؤسسه انتشارات و چاپ، ۱۳۷۲.

۵- مور، فولر، سیستمهای کنترل محیط زیست، مترجمان: محمدعلی کی نژاد، رحمان آذری، دانشگاه هنر اسلامی، تبریز، ۱۳۸۲.

6- Climatic Cosideration in building and urban design, Baruch Givoni, by Van Nostrand Reinhold, 1998.

7- Heating, Cooling, daylighting, by John Wiley and Sons, Inc. All rightreserved , 2001.

8- Sun, Wind & Light, Architectural Design Strategies, G.Z. Brown and Dekay, John Wiley & Sons, INC, 2000.

9- Strategies For Sustainable Open and Distance Learning, by Hilary Perraton, John Middleton, A Hope - Education, 2005.

10- Residential Open Building, edited by Stephen H Kendall, Jonathan Teicher - Technology - 2000.

11- Managing Residential Care, by John Burton - Social Science, 1998.

12- Water & architecture, charles w. moore, thames and Hudson.

13- http://www.doerr.org/html/GreenR.html (8 January 2005, 3:00 pm)

14- http://enertia.com/envirarc.html (10 December 2004, 4:30 pm)

15- http://www.nrel.gov/html (8 January 2005, 3:15 pm)

16-http://www.sbicouncil.org/html (8 January 2005, 3:30 pm)

17- http://www.natenergy.org.uk/passol.html (10 December 2004, 4:45 pm).