کنفرانس ملی معماری و منظر شهری پایدار
فروردین ماه ۱۳۹۳
National Conference on Architecture and Sustainable Urban Landscape
19 April 2014

(توسعه پایدار در راستای نقش سیرکولاسیون هوا در اقلیم معتدل و مرطوب)

بهنام خیری[۱*] ، حمید رضا ناصر نصیر[۲] ، وحید شالی امینی[۳]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد معماری (دانشگاه آزاد اسلامی، پردیس تحصیلات تکمیلی علوم و تحقیقات ساوه ، گروه معماری ، ساوه ، ایران) *
۲- (مدرس دانشگاه هنر و معماری واحد تهران مرکزی)
۳- (عضو هیئت علمی دانشگاه هنر و معماری واحد تهران مرکزی)
khanetarh@yahoo.com

چکیده
توسعه پایدار در معماری دارای حوزه های گوناگونی است . یکی از این حوزه ها توجه بـه اقلـیم (اقلـیم معتـدل و مرطـوب) است . در این راستا به تحیل اقلیمی و راه رسیدن به توسعه پایدار در اقلیم معتدل و مرطوب می پردازیم . یکـی از ایـن راه هـا بهره گیری از معماری بومی مناطق است . برای رسیدن به معماری بومی مناطق معتدل و مرطوب از جمله شهرستان آمـل در استان مازندران عوامل متعددی تاثیر گذار هستند . در این مقاله به سیرکولاسیون جریان هوا پرداختـه شـده اسـت ، چـرا کـه رطوبت در این نواحی زیاد است و می بایست از راکد شدن جریان هوا جلوگیری به عمل آورد ، که ایـن خـود یکـی از راه هـای استفاده کم از تجهیزات مکانیکی و جایگزینی آن با معماری بومی منطقه و در نهایت گامی رو به جلو در بحث توسعه پایـدار در اقلیم معتدل و مرطوب به حساب می آید . روش این پژوهش مبتنی بر مطالعات کتابخانه ای است . نتایج به دست آمده از ایـن پژوهش با هدف معماری پایدار و راه های مفید جهت بهره گیری از جریان هوا در اقلیم معتدل و مرطوب است .

کلمات کلیدی: معماری پایدار ، اقلیم معتدل و مرطوب ، سیرکولاسیون هوا ، تهویه طبیعی

۱- مقدمه

معماری پایدار ، که در واقع زیرمجموعه طراحی پایدار است را شاید بتوان یکی از جریان‌های مهم معاصر به حساب آورد که عکس‌العملی منطقی در برابر مسایل و مشکلات عصر صنعت به شمار می‌رود. برای مثال ، ۵۰ درصد از ذخایر سوختی در ساختمان‌ها مصرف می‌شود که این به نوبه خود منجر به بحران‌های زیست محیطی شده و خواهد شد.
(http://hamshahrionline.ir) . در بحث توسعه پایدار و به طبع آن معماری پایدار اینکه هر ساختمان باید با بستر و محیط پیرامون خود تعامل داشته باشد به امری بدیهی مبدل شده است. قسمت بحث بر انگیز و مورد توجه این امر چگونگی برقراری تعامل و نوع تدابیر در نظر گرفته شده می باشد .این درست همان مطلبی است که سالها پیش ساکنان این مرز و بوم با مهارتهای ویژه از آن بهره جسته اند و با اجرای فنون و قواعد خاص در زمینه استفاده بهینه از انرژی ها و منابع طبیعی به خصوص خورشید و باد و هماهنگی با اقلیم از آن استفاده کرده اند. (زندیه، ۲:۱۳۸۹)
در نهایت می توان گفت که توسعه ی پایدار مفهومی جامع دارد و به تمام جنبه های زندگی انسان مربوط می شود و اجرای مدل های توسعه پایدار نیاز به تغییرات اساسی در سیاست های ملی و بین المللی دارد به طور کلی پایداری محیطی با هدف حفظ محیط زیست بر موارد زیر تاکید دارد:
-کاهش اتلاف و پخش انرژی در محیط
-کاهش تولید تاثیر گذارنده ها بر سلامت انسان و رفع سموم مواد . (ملت پرست، ۱۲۲:۱۳۸۸)

۱-۱- اصول معماری پایدار

برخی بناها دارای ویژگی ها و خصوصیاتی هستند که آنها را در زمره بناهای پایدار قرار می دهد. اصولی که باید رعایت شود تا یک بنا به عنوان یک معماری پایدار طبقه بندی شود، عبارت است از:

اصل اول، حفظ انرژی: بنا باید طوری ساخته شود که نیاز ساختمان به سوختهای فسیلی را به حداقل برساند.

اصل دوم، هماهنگی با اقلیم: بناها باید طوری طراحی شوند که با اقلیم و منابع انرژی موجود در محل احداث هماهنگی داشته و کار کند.

اصل سوم، کاهش استفاده از منابع جدید مصالح: ساختمان ها بایستی به گونه ای طراحی شوند که میزان استفاده از منابع جدید را تا حد ممکن کاهش داده و در پایان عمر مفید خود برای ساختن بنای جدید، خود به عنوان منبع جدید به کار روند.

اصل چهارم، برآوردن نیازهای ساکنان: در معماری پایدار برآورده شدن نیازهای روحی و جسمی ساکنان از اهمیت خاصی بر خوردار است.

اصل پنجم، هماهنگی با سایت: بنا باید با ملایمت در زمین سایت خود قرار گیرد و با محیط اطراف سنخیت داشته باشد.

اصل ششم، کل گرایی: تمام اصول معماری پایدار باید در یک پروسه کامل که منجر به ساخته شدن محیط زیست سالم می شود، تجسم یابد. (قیاسوند، ۴:۱۳۸۵)

۱-۲- ویژگی های معماری بومی مناطق معتدل و مرطوب

معماری بومی این مناطق کـه بیشـتر کرانـه هـای دریـای خـزر و دامنـه هـای شـمالی کـوه هـای البـرز را شـامل مـی شـود، به طور کلی دارای ویژگی های زیر است:

۱- در نواحی بسـیار مرطـوب کرانـه هـای نزدیـک بـه دریـا بـرای حفاظـت سـاختمان از رطوبـت بـیش از حـد زمـین، خانـه ها بر روی پایه های چوبی ساخته شده انـد. ولـی در دامنـه ی کـوه هـا کـه رطوبـت کمتـر اسـت، معمـولاً خانـه هـا بـر روی پایه هایی از سنگ و گل و در پایه ای موارد بر روی گربه رودها بنا شده اند.

۲- برای حفاظـت اتـاق هـا از بـاران، ایوانـک هـای عـریض و سـر پوشـیده ای در اطـراف اتـاق هـا سـاخته انـد. ایـن فضـاها، دربسـیاری از مـاه هـای سـال بـرای کـار و اسـتراحت و در پـاره ای مـوارد بـرای نگهـداری محصـولات کشـاورزی مـورد استفاده قرار می گیرد .

۳- بیشتر ساختمان هـا بـا مصـالحی بـا حـداقل ظرفیـت حرارتـی بنـا شـده انـد و در صـورت اسـتفاده از مصـالح سـاختمانی سـنگین، ضـخامت آنهـا در حـداقل میـزان ممکـن حفـظ شـده اسـت (در ایـن منـاطق بهتـر اسـت از مصـالح سـاختمانی سبک استفاده شود. زمانی که نوسـان دمـای روزانـه ی هـوا کـم اسـت. ذخیـره ی حـرارت هـیچ اهمیتـی نـدارد و عـلاوه بـر ایـن، مصـالح سـاختمانی سـنگین تـا حـدود زیـادی تـأثیر تهویـه و کـوران را کـه یکـی از ضـروریات در ایـن منطقـه اسـت کاهش می دهند.)

۴- در تمـام سـاختمان هـایی کـه ایـن منـاطق، بـدون اسـتثناء از کـوران و تهویـه ی طبیعـی اسـتفاده مـی شـود. بـه طـور کلی، پلان ها گسـترده و بـاز و فـرم کالبـدی آنهـا بیشـتر شـکل هـای هندسـی، طویـل و باریـک اسـت. بـه منظـور حـداکثر استفاده از وزش بـاد در ایجـاد تهویـه ی طبیعـی در داخـل اتـاق هـا، جهـت قـرار گیـری سـاختمان هـا بـا توجـه بـه جهـت وزش نسـیم هـای دریـا تعیـین شـده اسـت. در نقـاطی کـه بادهـای شـدید و طـولانی مـی وزد قسـمت هـای رو بـه بـاد ساختمان ها کاملاً بسته است.

۵ - به منظور استفاده ی هر چه بیشتر از جریان هوا، همچنین به دلیل فراوانی آب و امکان دسترسی به آن در هر نقطه، ساختمان ها به صورت غیر متمرکز و پراکنده در مجموعه سازماندهی شده است .

۶- به دلیل بارندگی زیاد دراین مناطق بام ها شیب دار است و شیب بیشتر آنها تند است.(کسمایی ،۱۳۹۱:۸۶)

۱-۳- اصول بهره گیری از جریان هوا در تهویه ساختمان

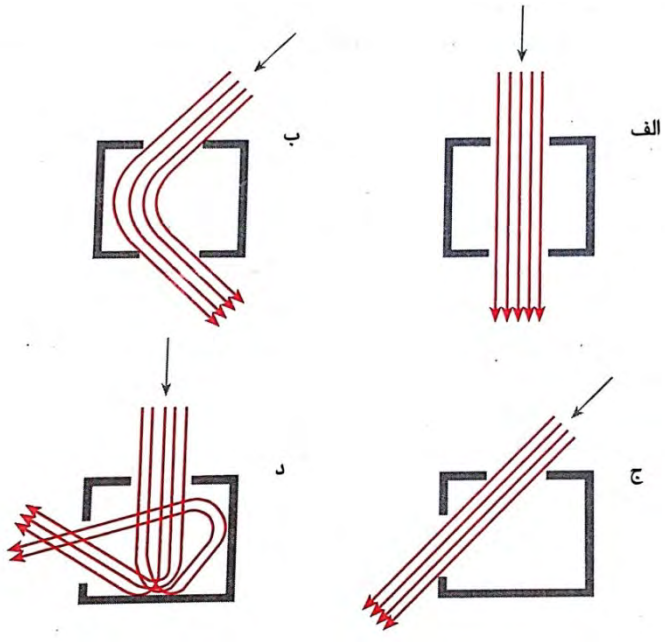
در مورد تهویه در ساختمان باید به این نکته توجه داشت که سرعت هوا در نقاط مختلف یک اتاق متفاوت است و اندازه گیری این سرعت در یک نقطه از اتاق، لزوماً نشان دهنده ی شرایط نقاط دیگر اتاق نیست. همچنین سرعت مطلوب جریان هوا در اتاق، به نوع فعالیتی که در آن اتاق انجام می شود و خصوصیات اقلیمی محل آن بستگی دارد. سرعت مورد نیاز جریان هوا برای ایجاد آسایش در یک فضا نیز، به دما و رطوبت هوا و فعالیت فیزیکی افراد مورد نظر بستگی دارد. به طور مثال، در اتاق نشیمن یک ساختمان مسکونی که معمولاً افراد همیشه در حالت نشسته هستند، بهترین شرایط تهویه زمانی فراهم می شود که هوا در تمام نقاط اتاق با سرعت مساوی جریان یابد و جریان اصلی هوا در ارتفاع سر و شانه ی افراد – یعنی در ارتفاع ۷۰ تا ۱۲۰ سانتی متری ازکف اتاق- باشد. بهترین معیار ارزیابی شرایط تهویه در این حالت میانگین سرعت هوا در ارتفاع یک متری از کف اتاق است. (کسمایی ،۱۳۹۱:۶۶)

۱-۴- موقعیت پنجره و تأثیر آن در وضعیت تهویه ی طبیعی

موقعیت پنجره ی اتاق نسبت به جهت وزش باد، تأثیر زیادی در وضعیت تهویه طبیعی در داخل آن اتاق دارد. مهم ترین اصل ایجاد شرایط تهویه ی مؤثر و قابل استفاده این است که قسمت های باز شو در دو قسمت رو به باد و پشت به باد قرار داشته باشند.

تا مدت ها پیش، باور عمومی بر این بود که برای ایجاد حداکثر جریان هوا در یک اتاق باید پنجره های رو به باد و پشت به باد آن کاملاً مقابل و هم عمود بر جهت باد قرار گیرند. همچنین تصور می شد عمود نبودن جهت وزش باد بر سطح پنجره باعث کاهش سرعت باد در داخل ساختمان می شود. ولی مطالعات و آزمایش هایی که در دو دهه اخیر در این مورد انجام شده، نشان می دهد که همیشه چنین نبوده و گاهی- به ویژه در مواردی که ایجاد جریان هوا در تمام نقاط یک اتاق ضرورت دارد- مناسب ترین تهویه زمانی انجام می شود که جهت وزش باد نسبت به سطح پنجره مایل باشد.
(کسمایی ،۱۳۹۱:۶۷)

نتایج این آزمایش ها و مشاهدات انجام شده بر روی ساختمان های موجود نشان می دهد که اگر اتاقی دارای پنجره هایی در قسمت های رو به باد و پشت به باد باشد، هنگامی که باد به طور عمودی به پنجره ی رو به باد وزید هوا از پنجره ی رو به باد وارد اتاق می شود و به طور مستقیم و بدون تغییر جهت از پنجره ی پشت به باد خارج می گردد. در نتیجه، در این حالت نقاطی از اتاق که در مسیر جریان



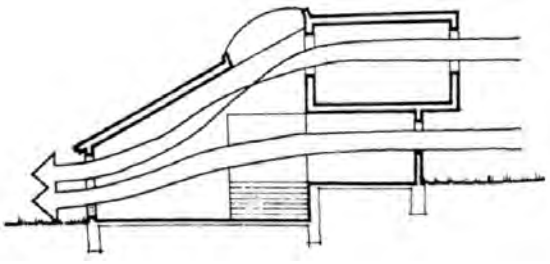
شکل شماره (۱)

هوا قرار ندارند، به طور مؤثر تحت تأثیر جریان هوا قرار نمی گیرند (شکل شماره ۱ - الف) . ولی هنگامی که جهت وزش باد نسبت به پنجره ی رو به باد مایل باشد، تقریباً تمام نقاط اتاق تحت تأثیر جریان هوا قرار می گیرد و باد با یک حرکت دایره ای شکل، در طول دیوار ها و گوشه های اتاق به جریان می افتد (شکل شماره ۱- ب). اگر پنجره های اتاقی در دیوارهای مجاور هم تعبیه شده باشند، وضعیت تهویه ی طبیعی زمانی مطلوب است که جهت وزش باد، عمود بر سطح پنجره ی رو به باد باشد (شکل شماره ۱- الف تا د). (کسمایی ،۱۳۹۰:۶۷ و ۶۸)

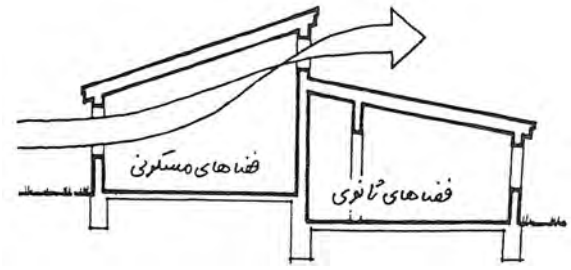
۱-۵- راه هایی در جهت بهره گیری و سیرکلاسیون طبیعی جریان هوا

۱-۵-۱- استفاده از پلان آزاد جهت تهویه

نباید جلوی جریان نسیم که از یک پنجره وارد ساختمان و از پنجره دیگری خارج می شود را با دیوار یا قرار دادن لوازم دیگر مسدود کرد ، زیرا با این عمل جریان تهویه طبیعی در خانه کاهش خواهد یافت . جهت استفاده حداکثر از تهویه طبیعی ، دیوارها و پانل های داخلی باید قابل جابه جایی باشند و در مقابل جریان هوا کمترین مقاومت را از خود نشان دهند .پلان کاملا باز و بدون دیوار بهترین طریقه استفاده از جریان هواست . ولی این کار فقط در آپارتمان های کوچک و یا قسمت هایی از خانه که اشراف اهمیت ندارند ، ممکن است . نصب پنجره هایی با شیشه های کدر و درب ها و دیوارهایی که روی آن دریچه های تهویه هوا نصب شده است در عین اینکه مانع از اشراف اطاقهای می شوند ، جریان هوا را مسدود نمی کنند .استفاده از پانل های تاشو و متحرک جهت اتاقهایی که موارد استفاده مختلف دارند نیز مفید می باشد (شکل شماره ۲ و ۳)
(قبادیان، ۱۳۹۰: ۱۶۰)



شکل شماره (۲) : طراحی آزاد در مقطع می تواند به گونه ای باشد تا عدم اشراف هر قسمت از خانه حفظ شود . (قبادیان،۱۳۹۰،ص۱۵۹)



شکل شماره (۳) : جهت تهویه صحیح باید ورودی و خروجی هوا در هر اتاق در نظر گرفته شود . بدین منظور در سال های ۱۹۶۰ و ۱۹۵۰ از بام های دو طرفه و دریچه های هوا و یا پنجره های متحرک زیر سقف استفاده می شده است. (قبادیان،۱۳۹۰،ص۱۶۰)

۱-۵-۲- ایجاد فضای عمودی جهت تهویه هوا

حتی اگر باد در خارج از ساختمان نوزد ، هوای گرم در داخل بنا رو به بالا صعود کرده و جریان خواهد یافت . اگر چه در صورت عدم استفاده از وسایل مکانیکی این جریان به کندی انجام خواهد شد . توانایی این جریان جهت تهویه ساختمان بستگی به این دارد که مسیر صعود هوا مسدود نشده باشد . این جریان در ساختمان هایی که هوا بین طبقات آن ارتباطی ندارد موثر نخواهد بود ولی اگر ارتفاع اتاق ها زیاد باشد و یا ارتباط بین طبقات برقرار باشد هوا جریا خواهد یافت .
قرار دادن راه پله در وسط خانه جهت تهویه عمودی ساختمان بسیار موثر خواهد بود به شرط آنکه محوطه راه پله محصور نشده باشد . (قبادیان،۱۳۹۰:۱۶۲)

نصب پنجره هایی با شیشه های کدر و درب ها و دیوارهایی که روی آن دریچه های تهویه هوا نصب شده است در عین اینکه مانع از اشراف اطاقهای می شوند ، جریان هوا را مسدود نمی کنند .استفاده از پانل های تاشو و متحرک جهت اتاقهایی که موار استفاده مختلف دارند نیز مفید می باشد. (قبادیان،۱۳۹۰: ۶۰)

۱-۵-۳- استفاده از ناهمواری های روی زمین ، ساختمان ها و گیاهان جهت استفاده از نسیم تابستان

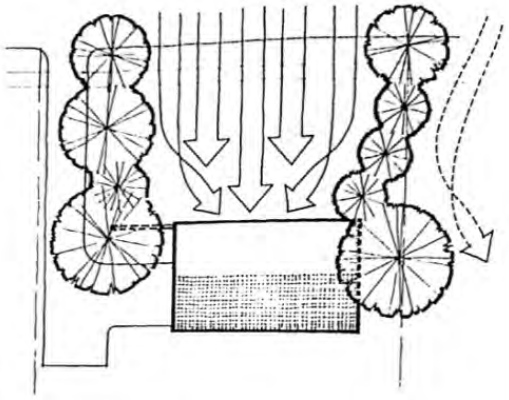
- قیف باد

با کاشت درختان می توان جهت باد را به سوی خانه هدایت کرد . در اینجا ردیف درختان مسیر خیابان را پوشانده و با سایت تطبیق پیدا کرده است .(شکل شماره ۴) (قبادیان،۱۳۹۰: ۱۰۹)

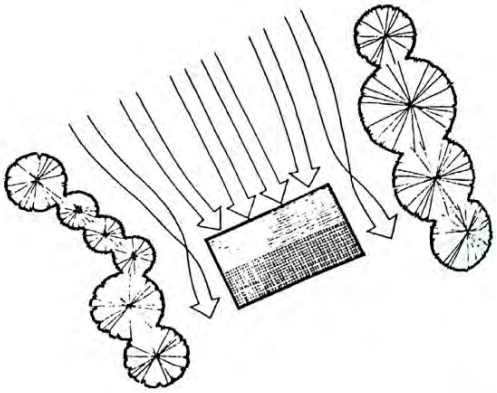
- طراحی صحیح

این طرح امکان گردش آزاد هوا در پشت و قیف هوا را در جلو می دهد . راهرو های باریک در طرفین باعث افزایش سرعت باد می شوند و مکان خوبی برای ایوان یا سکو می باشد.

(شکل شماره ۵) (قبادیان،۱۳۹۰: ۱۰۹)



شکل شماره (۴)



شکل شماره (۵)

۱-۵-۴- درب ها و پنجره ها در جهتی نصب شوند تا نسیم های تابستانی براحتی وارد گردند.

تأثیر نوع پنجره ها بر روی تهویه دوطرفه پنجره ها را در رابطه با جریان هوا می توان به دو گروه تقسیم کرد :

۶-۴-۱- پنجرههای لولادار که موجب انحراف یا چرخش جریان هوای ورودی می شوند.

۶-۴-۲- پنجرههای کشویی و دوبله آویزان که روی سطح قاب پنجره حرکت می کنند و از این رو موجب انحراف جریان هوا نمی شوند. (قبادیان،۱۳۹۰:۲۱۱)

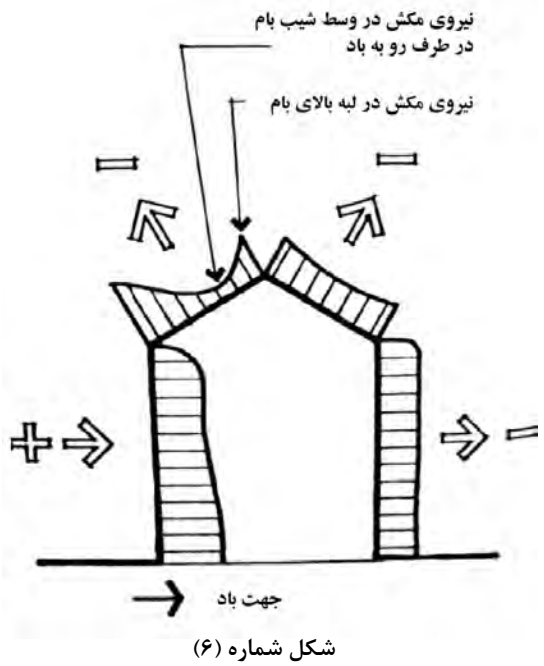
۱-۵-۵- جهت هدایت بادهای تابستانی در داخل ساختمان از دیوارهای الحاقی، پیش آمدگی و کرکره استفاده شود . (قبادیان،۱۳۹۰:۲۱۱)

- پیش آمدگی بام باعث حبس هوا در زیر آن و در نتیجه افزایش فشار هوا می شود. این فشار باعث وزش نسیم به داخل خانه می گردد.

- جان پناه پشت بام سطح دیوار (سد) جلوی باد را افزایش داده و در نتیجه فشار هوا بر روی دیوار زیادتر خواهد شد.

۱-۵-۶- از هواکش های سقفی جهت تهویه عمودی هوا استفاده شود

حوزه مکش که بر روی یک ساختمان آزمایش شده، دلالت بر وجود فشار منفی(مکش) در روی لبه بالایی بام دارد که محل خوبی برای نصب هواکش های سقفی است. باید متذکر شد که کل بام تحت اثر فشار منفی می باشد. شیب بام ۳۰ درجه است. برای بام با شیب بیشتر (۴۵) از هواکش های بلند استفاده می شود. (شکل شماره ۶)



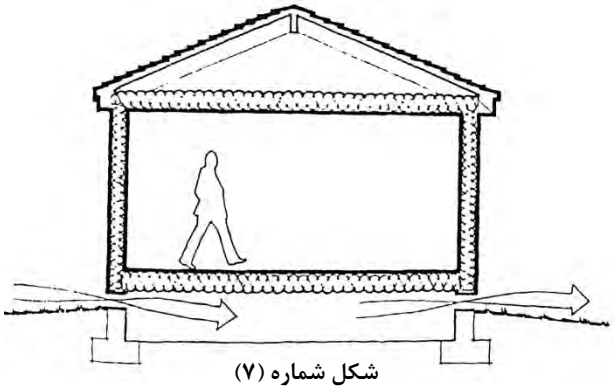
شکل شماره (۶)

۱-۵-۷- شکل و جهت دادن به بدنه ساختمان برای به حد اکثر رساندن استفاده از نسیم تابستان

ساختمان در مقابل جریان هوا مانند سد عمل می کند . در داخل ساختمان هایی با مقیاس مسکونی ، نمای بلندتر باعث فشار بیشتر و در نتیجه تهویه بهتر در داخل بنا می شود . (قبادیان،۱۳۹۰:۱۲۹)

۱-۵-۸- استفاده از زیرزمین یا گربه رو به عنوان منطقه حائل بین فضای داخلی و زمین

با ساختن زیرزمین با فضای گربه رو در زیر ساختمان میتوان اتلاف هدایت حرارتی کف بنا به زمین را کاهش داد. در مناطق شمالی که خاک بسیار سر می باشد بهتر است عایق حرارتی در کف زمین نصب شود به طور کلی عایق حرارتی باید در قسمت بالایی زیرزمین نصب شود خصوصا قسمتی که با هوای آزاد تماس دارد . (شکل شماره۷) (قبادیان،۱۳۹۰:۱۳۶)



شکل شماره (۷)

۱-۵-۹- سایه بان های طبیعی

درگذشته، به دلایل عمیق تری به جز ایجاد زیبایی طبیعی، ساختمان را با شاخ و برگ درختان احاطه می کردند. درخت علاوه بر ارضای نیاز غریزی در امان بودن، تأثیر فراوانی در محیط فیزیکی بر جای می گذارد. درختان می توانند عامل مؤثری در ایجاد فضاهای خصوصی باشند و در عین حال، تا حد زیادی از شدت نور آزار دهنده ی آفتاب بکاهند. سطح چسبنده و زبر برگ درختان گرد و غبار هوا را جذب می کند و آن را تمیز نگه می دارد. اگر درختان به طور انبوه و فشرده کاسته شوند. تأثیر زیادی در کنترل و کاهش صدا نیز خواهند داشت.(کسمایی ، ۵۴:۱۳۹۱)

۱-۵-۱۰- ارتفاع ساختمان

ارتفاع ساختمان از سطح زمین یکی از عوامل تعیین کننده میزان فشار باد بر ساختمان و در نتیجه تعیین کننده میزان استفاده از باد در ایجاد تهویه طبیعی در آن ساختمان است . ساختمان هایی که بلندتر از درختان و ساختمان های اطراف خود هستند شرایط بهتری از نظر ایجاد تهویه طبیعی نسبت به سایر ساختمانها دارند . برج های مرتفع که از ساختمانهای کوتاه اطرافشان خیلی بلندتر هستند نه تنها خود از شرایط تهویه مناسبی برخوردارند بلکه شرایط تهویه ساختمانهای اطراف خود را نیز بهبود می بخشند . اما این ساختمانها در زمستان در برابر وزش باد و بارندگی قرار دارند و از این نظرباید تدابیری اتخاذ نمود که از نفوذ آب باران به داخل دیوارها جلوگیری به عمل آید . (کسمایی ، ۷۸:۱۳۹۱)

۲- نتیجه‌گیری

برای رسیدن به معماری پایدار در اقلیم معتدل و مرطوب ، بدون شک توجه به اقلیم مقوله ی مهمی است که می بایست مورد بررسی قرار گیرد . در این بین سیرکولاسیون هوا در ساختمان یکی از عوامل بسیار مهمی است که با توجه به رطوبت بالا در این مناطق می بایست مورد توجه قرار گیرد . برای رسیدن به این مهم ، مهمترین عواملی که می بایست در نظر گرفته شوند توجه به بادهای مطلوب و نامطلوب منطقه ، همچنین ناهمواری های منطقه و در نهایت تعین فرم در جهت بهره گیری هر چه بهتر از بادهای مطلوب است .

در مناطق مرطوب، طرح ساختمان باید امکان ایجاد کوران در تمام اتاق‌ها را فراهم سازد. از این رو، ساختمان‌هایی که شامل آپارتمان‌هایی با یک سطح خارجی-آن هم در منطقه مکش(پشت به آفتاب) هستند، برای این مناطق مناسب نیست.

به طور کلی بهره گیری از پلان های کاملا باز و بدون دیوار بهترین طریقه استفاده از جریان هوا در اقلیم معتدل و مرطوب است . ولی این کار فقط در آپارتمان های کوچک و یا قسمت هایی از خانه که اشراف اهمیت ندارند ، ممکن است . نصب پنجره هایی با شیشه های کدر و درب ها و دیوارهایی که روی آن دریچه های تهویه هوا نصب شده است در عین اینکه مانع از اشراف اطاقهای می شوند ، جریان هوا را مسدود نمی کنند . با بهرگیری از اصول و استفاده از تهویه طبیعی در داخل بنا می توان استفاده از تاسیسات الکتریکی و مکانیکی در داخل بنا را به شکل قابل توجهی کم کرد . که این خود گامی رو به جلو در راه دستیابی معماری پایدار به حساب می آید .

۳- پیشنهادهایی برای پژوهش‌های بعدی

با توجه به نتایج به دست آمده در این مقاله ، در پژوهش های بعدی پیشنهاد می شود تا نتایج آماری از میزان اتلاف انرژی در نتیجه رعایت نکردن اصول تهویه و سیرکولاسیون هوا در یک بنای معماری در یکی از شهرهای با اقلیم معتدل و مرطوب از جمله شهرستان آمل به دست آید .

تشکر و قدردانی

این مقاله از پایان نامه دانشجویی منتج شده است و نویسنده مسئول آن بهنام خیری می باشد . از اساتید راهنما (جناب مهندس حمیدرضا ناصر نصیر) و مشاور (جناب دکتر وحید شالی امینی) در راهنمایی و مشاوره اینجانب بهنام خیری کمال تشکر و قدردانی را می نمایم.

مراجع

۱. زندیه، مهدی، پروردی نژاد، سمیرا، «توسعه پایدار ومفاهیم آن در معماری مسکونی ایران»، مجله مسکن و محیط روستا، ص۲ - ۲۱، ۱۳۸۹.
۲. قیاسوند، جواد، «تعامل معماری و انرژی های نو (پایدار)»، نشریه راه و ساختمان ، شماره ۳۸، ۱۳۸۵.
۳. کنت لبز، دونالد واتسون، وحید قبادیان (مترجم)، طراحی اقلیمی ، اصول نظری و اجرایی کاربرد انرژی در ساختمان ، محمد فیض مهدوی (مترجم) ، نشر: دانشگاه تهران ، ۱۳۹۰
۴. مرتضی کسمائی ، اقلیم و معماری ؛ ویراسته‌ی محمد احمدی‌نژاد؛ نشر: اصفهان: خاک[illegible].۱۳۹[illegible]
۵. ملت پرست، محمد، «معماری پایدار در شهرهای کویری ایران»، نشریه آرمانشهر، شماره ۳، ۱۳۸۸.
۶. وب سایت همشهری آنلاین (http://hamshahrionline.ir)