

اصول طراحی و ساخت ساختمان های سبز

محمد جواد صفی^۱، احسان قباخلو^۲

۱- دانشجوی کارشناسی عمران، دانشگاه سمنان

۲- دانشجوی کارشناسی عمران، دانشگاه سمنان

E_mail : m.javad_sohofi@yahoo.com

خلاصه :

امروزه با توجه گسترش ساخت و سازها در جهان و آثار تخریبی که ساختمان سازی در محیط اطراف به جای می گذارد، نیاز به ساختمانهایی که این آثار مضر برای محیط زیست را به حداقل رسانده و در عین حال نیازهای انسان را نیز بر آورده سازند احساس می شود. در این راستا طراحی و ساخت ساختمانهایی با عنوان ساختمان سبز روز به روز رونق بیشتری میگیرد. در این ساختمانها به استفاده از منابع تجدید پذیر و قابل بازگشت به طبیعت و استفاده از منابع طبیعی برای مصرف انرژی کمتر توجه فراوانی می شود. به این ترتیب علاوه بر صرفه اقتصادی، محیط زیست اطراف ما نیز آسیب کمتری خواهد دید.

کلمات کلیدی: ساختمان سبز، محیط زیست، انرژی، منابع طبیعی

مقدمه:

در جهان امروزی ساخت و ساز ساختمانی بسیار رونق گرفته است و هر روز شاهد ساخته شدن ساختمانی جدید در گوشه ای از شهر، کشور و جهان می باشیم. این امر تا جایی ادامه یافته است که می گویند امروزه مساحت کل ساختمانهای روی کره زمین نزدیک به یک ششم سطح کل آبهای روی کره زمین شده است. (۲) این درحالی است که ساختن این ساختمانها منجر به قطع درختان جنگلی و نابودی جنگلها و مراتع شده است. همچنین حدود ۷۰٪ مصالح مصرفی موجب از بین رفتن منابع زیر زمینی و هدر رفتن مقدار زیادی انرژی می شود. این ساختمانها ۷۰٪ برق ملی را مصرف می کنند و ضایعات زیادی که برای محیط زیست مضر است را تولید می نمایند. (۳) با ادامه یافتن این روند، جهان امروزی به سمت نابودی منابع خود و در واقع نابودی خود و نسل آینده پیش می رود.

در کشور ما نیز طبق آمار یارانه مصرف انرژی حدود ۶۰ میلیارد دلار است که ۲۴ میلیارد دلار آن به بخش ساخت و ساز تعلق دارد. ایران از کشورهایی است که بیشترین سرانه مصرف انرژی را در جهان داراست و حدود ۴۰٪ این انرژی مربوط به ساختمانهای مسکونی، تجاری و اداری است، زیرا معمولاً ساختمانها در ایران به صورت سنتی ساخته می شوند و دیوارهای خارجی عامل مقاوم در برابر باد و باران می باشند و حفظ حرارت برعهده برق و گاز و سایر منابع انرژی است. (۱)

ما می توانیم با صرفه جویی در مصرف انرژی و اصلاح ساخت و سازها، سرانه انرژی را صرف گردش چرخ های اقتصادی کشور کنیم. برای رسیدن به این هدف استفاده از ساختمانهای سبز "GREEN BUILDING" or "SUSTAINABLE BUILDING" بسیار می تواند ما را به هدفمان نزدیک سازد.

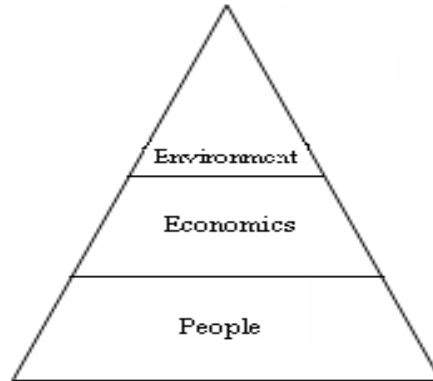
ساخت و بهره برداری از ساختمانها برای محیط زیست بسیار مضر است به نحوی که :

- ۴۰٪ انرژی سالیانه را مصرف می کند.
- ۳۰٪ تولید CO₂ را خواهیم داشت.
- ۲۵٪ از آب استفاده می کند.
- ۲۰٪ تا ۴۰٪ ضایعات ساختمانی تولید می کند.
- ۳۰٪ چوب و مصالح خام را مصرف می کند.
- ۳۰٪ از ساختمانها کیفیت هوای داخلی بدی دارند درحالیکه بیشتر از ۹۰٪ وقت انسان در فضای داخلی ساختمان صرف می شود. (۴)

بنابراین در مجموع ساخت و ساز سریع منجر به عواملی مثل آلودگی هوا، کمبود آب، گرمای جهانی، قطع درختان جنگلی، افزایش حرارت شهری، فرسایش لایه ازن خواهد شد.

ساختمان سبز :

یعنی شیوه ها و روشهایی در طراحی و ساخت که اثر منفی ساختمانها را بر محیط پیرامون ساختمان سبز و محیط زیست به حداقل می رساند. مثلث سه گانه ای برای تاثیر ساختمان های سبز وجود دارد. در راس آن کاهش اثرات زیست محیطی مشاهده می شود ، سپس نرخ بالای سود دهی این ساختمانها مشاهده می شود. در قاعده مردم هستند که این فواید در نهایت به خود آنها بر می گردد.



یک کمیسیون اروپایی به دنبال ایجاد این گونه ساختمانها در اروپا بوده است، نتیجه تلاش آنها این بوده است که امروزه مصرف انرژی این ساختمانها در اروپا ۴۰٪ کم شده است. همچنین کیفیت محیط زیست در این ساختمانها افزایش یافته است .

اثر ساختمان های سبز در ساختمانهای مختلف از نظر کاربری :

مدارس : بدیهی است که دانشگاهها و مدارس با توجه به نقش تربیتی و آموزشی ، اهمیت ویژه ای در هر جامعه دارند. طبق آمار در صورت اصلاح عملکرد ساختمانها با استفاده از ساختمانهای سبز ، عملکرد این مراکز ۲۰٪ بهبود یافته است .
بیمارستان : با توجه به تهویه بهتر در ساختمانهای سبز ، علائم بیماریها کمتر شده و بهبودی سریعتر حاصل می گردد.
فروشگاهها : افزایش فروش در هر متر مربع را در ساختمان های سبز دارند.
کارخانه ها : افزایش تولید در هر متر مربع را در ساختمان های سبز دارند.
دفاتر کار : افزایش بازدهی را تا حدود ۲٪ تا ۱۶٪ خواهند داشت.(۴)

در کل مزایای ساختمانهای سبز را می توان در موارد زیر خلاصه کرد :

- ۱- کاهش مصرف انرژی (مصرف برق ۶۰٪ ، گاز ۲۵٪)
 - ۲- کاهش استفاده از آب ۲۵٪
 - ۳- کاهش استفاده از منابع غیر قابل تجدید
 - ۴- ایجاد محیط زیست سالم
 - ۵- بازده بالای سیستم حرارتی
 - ۶- بازده بالای سیستم روشنایی
 - ۷- بازیافت زباله
 - ۸- پائین آوردن هزینه عملیات و افزایش بهره وری
 - ۹- کاهش استفاده از چوب ۳۰٪ تا ۴۰٪
- به طور دسته بندی شده اثرات ساختمانهای سبز روی محیط زیست را می توان در کاهش گازهای گلخانه ای و بهبود کیفیت آب و هوا دانست. همچنین برای پیمانکاران کاهش هزینه دفع ضایعات و کاهش مصرف مصالح و پتانسیل بازاریابی را در پی دارد. شخص مالک هم با سلامت محیط و پرداخت قبوض آب و انرژی کمتر و کاهش هزینه نگهداری از این ساختمان بهره می برد.

مصرف انرژی :

میانگین سالانه بهای انرژی در ماساچوست ۲۰ دلار در هر متر مربع بوده است که ساختمانهای سبز ۳۰٪ مصرف را کاهش داده است. برای بهبود مصرف انرژی باید الگوی مصرف بهینه همراه با طراحی مصرف انرژی با هم مدنظر قرار گیرد.

بهره وری و سلامت ساختمان :

سلامت و بهره وری از فضای داخلی ساختمان حدود ۱۰۰۰ بیلیون دلار در سال تخمین زده شده است. و درحالیکه معمولاً ۹۰٪ وقت افراد در فضای داخلی ساختمانها سپری می شود، آلودگی ناشی از آلاینده ها در فضای داخلی ۱۰ تا ۱۰۰ برابر فضای خارجی می باشد. در ۱۰۷ ساختمان سبز مطالعه شده در اروپا که شامل ۱۱۰۰۰ کارمند بوده است تاثیر این ساختمان روی سلامتی کارکنان قابل ملاحظه بوده است. در مجموع می توان نتیجه گرفت که در ساختمانهای سبز شاهد کاهش علائم بیماری مثل ناراحتیهای تنفسی و آسم، کاهش غیبت در کار و اشتیاق به کار گروهی خواهیم بود.(۵)

پس نتیجه می شود هزینه طراحی و ساخت این ساختمانها خیلی کمتر است از هزینه هایی که در صورت عدم استفاده از این ساختمانها بصورت هزینه های پنهانی مثل بیمه، هزینه درمان و غیره پرداخت می شود.

در واقع در این ساختمانها با افزایش کنترل حرارت، تهویه، نور، و افزایش استفاده از نور طبیعی روز میزان سلامتی افزایش می یابد.

افزایش بازدهی در این ساختمانها توسط سه عامل کنترل تهویه، درجه حرارت و نور به ترتیب زیر است :

کنترل نور ۷۰.۱٪ کنترل تهویه ۱.۸٪ کنترل درجه حرارت ۱.۲٪

این امر هم به نوعی به سلامت کارکنان بر می گردد زیرا بهترین کارکنان که بیشترین سود کاری را داشته اند، کسانی بوده اند که از نظر جسمانی و تکنولوژی محیط کاری در شرایط ایده آلی قرار داشته اند. چرا که این عوامل استرس را کاهش داده و حتی در افزایش طول عمر نیز موثر می باشد(۵).

LEED :

Leadership in energy and environmental design

مدیریت انرژی و طراحی محیطی

هدف از LEED مربوط به کیفیت ساختمانهای سبز، کاهش آلودگی و بیماری و افزایش سلامتی می باشد. در واقع LEED عاملی برای ارزیابی ساختمان های سبز می باشد. به این ترتیب که درجه ها و رتبه های مختلفی دارد که به ساختمانهای سبز بنا به امتیازی که کسب میکنند اختصاص می دهد. عوامل مهم در امتیاز دهی این سیستم عبارتند از ۲۳٪ کیفیت هوای داخلی - ۲۲٪ پایداری و مقاومت - ۲۰٪ استفاده از منابع و مصالح - ۸٪ کیفیت آب ساختمان - ۲۷٪ مصرف انرژی و اثرات زیست محیطی.

ساختمانهایی که امتیاز ۲۲-۲۶ را کسب نمایند موفق به اخذ گواهی LEED می شوند.

امتیاز ۳۸-۳۳ درجه Silver را دارد. ساختمانهایی که امتیاز ۵۱-۳۹ را کسب می کنند یعنی بهره دهی بیشتر و سلامت بیشتری دارند و درجه Gold می گیرند و برای امتیاز ۵۲+ نیز نشان Platinum داده خواهد شد.

مثلاً برای ۱٪ افزایش بهره وری یعنی حدود ۵ دقیقه در هر روز بیشتر کار کردن که موجب ۷۰۰ تا ۶۰۰ دلار سود در هر سال برای هر نفر یا ۳۰ دلار در هر متر مربع سود در هر سال خواهد شد، درجه Silver را به خود اختصاص خواهد داد. اما برای ۱.۵٪ افزایش بهره وری یعنی ۷ دقیقه کار بیشتر در روز که سود ۱۰۰۰ دلار در هر سال برای هر نفر یا ۵۰ دلار در هر متر مربع را در پی خواهد داشت، نشان Gold دریافت خواهد شد.(۵)

سود مالی ساختمانهای سبز با سیستم LEED در جدول شماره ۱ آورده شده است.(۵)

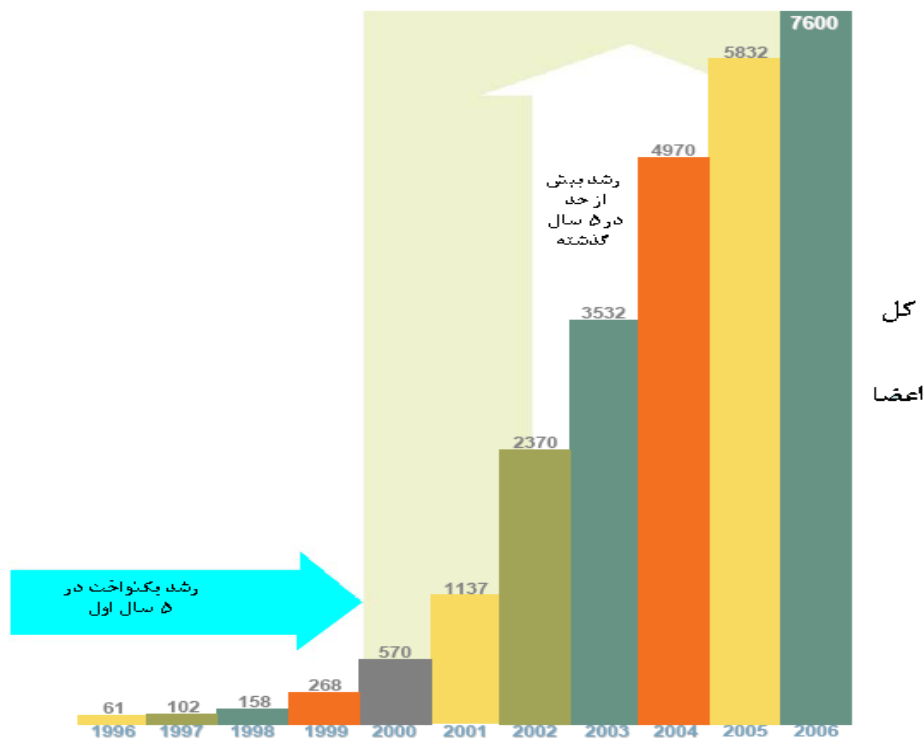
جدول (۱) : سود مالی یک ساختمان سبز

58\$	انرژی
5 \$	آب
12\$	انتشار امواج
85\$	نگهداری
369 \$ تا 553\$	بازدهی و سلامتی

در مجموع یک ساختمان سبز سود مالی حدود ۵۰۰ دلار تا ۷۰۰ دلار را در هر متر مربع دارد. و اگر اگر هزینه اضافی ۵۰ تا ۳۰ دلار به دلیل هزینه اضافی که ساختمان سبز در پی خواهد داشت، کسر گردد، در مجموع یک ساختمان سبز سود ۵۰۰ دلار تا ۶۵۰ دلار را در هر متر مربع در پی خواهد داشت.

ساختمانهای سبز در دنیا :

امروزه استفاده از ساختمانهای سبز در دنیا در حال افزایش است. روند روز افزون استفاده از این ساختمان در دنیا در شکل (۱) نشان داده شده است. (۳)



شکل (۱) : رشد استفاده از ساختمان های سبز در دنیا

از ساختمان های مطرح در دنیا که با این سیستم ساخته شده اند می توان به موارد زیر اشاره نمود :
 ساختمان هرست - بیگ دیگ هاوس - موسسه پزشکی هوارد هیوز - ساختمان ایالتی سانفرانسیسکو - فروشگاه اپل - برج کاکتوس در روتردام - مرکز تجارت جهانی بحرین - برج رودخانه پرل در چین - برج کرانه نیویورک - برج خانه آفتاب دبی - برج انرژی دبی - برج هارست نیویورک - برج منچستر انگلیس - برج پارک شیکاگو - برج مسکونی تیستلتون لندن .

سیستم کنترل حرارتی ساختمان های سبز :

برای کنترل حرارت در ساختمان سبز می توان از گرما و سرمای داخلی زمین و آبهای زیر زمینی بهره گرفت .
 برای تغذیه سیستم ۲ چاه استخراج وجود دارد. در هر کدام یک پمپ چاه غوطه ور که آب را به یک مخزن بزرگ بتنی پمپ میکند وجود دارد . آب از مخزن بزرگ بتنی به یک اتاقک مکانیکی پمپ می شود و پس از گذشتن از یک سری تبادلهای حرارتی ، آب گرم شده یا سرد شده جهت انتقال به سفره های آب زیرزمینی به چاه تغذیه برگشت داده می شود . در تابستان از آب سرد برای خنک کردن هوا استفاده می کند . و در نهایت آب گرم شده را از طریق یک سری تبادلهای گرمایی به چاه برمی گرداند و در زمستان، سیستم از آب گرم استفاده می کند و آب سرد را به چاه پس می فرستد .
 این سیستم کارآمد آب چاه را با کمترین مقدار پرت آب به دیگر سفره های آب پس می دهد. (۶)

مصرف برق و استفاده بهینه از نور در ساختمان سبز :

امروزه ۲۰٪ هزینه انرژی در جهان مربوط به نور می باشد. ۸۰٪ هزینه نور به تکنولوژی های قدیمی مربوط است که انرژی بیشتری مصرف می کنند که با درست کردن تکنولوژی تقریباً ۵۰ میلیارد یورو در مصرف انرژی صرفه جویی می شود.
 همچنین مواد خطرناک لامپها موجب آلودگی محیط زیست و آکو سیستم می شود و عاملی برای گرمای کره زمین، باران های اسیدی، کاهش منابع و سمی شدن محیط زیست به دلیل استفاده از جیوه و سرب خواهد بود .
 در ساختمانهای سبز استفاده از روشنایی روز، چراغهای کم نور شونده، حسگرهای حضور افراد و اپتیک ها باعث کاهش مصرف برق خواهند شد .

استارت‌های الکترونیکی لامپهای فلوروسنت نسبت به استارت‌های مغناطیسی دارای مزیت‌هایی هستند. لامپهای ۴۰ واتی T12 جای خود را به لامپهای ۳۴ واتی T8 و سپس T5 می‌دهند. میزان روشنایی صفحات رایانه کاهش یافته و استفاده از مانیتورهای LCD مصرف برق را کاهش می‌دهد. همچنین از اپتیکنهایی با کیفیت بالا استفاده می‌شود که نور را به سوی محل کار و محل مورد نیاز منعکس می‌کند و درخشندگی مناسب برای جلوگیری از ناراحتی استفاده کننده را دارد. این اپتیکنها متحرک بوده و با حرکت بالا و پائین خود موجب کارایی بیشتر و ناراحتی کمتر استفاده کننده می‌شود. (۷) طراحی دقیق چراغها، طرح مبلمان و انتخاب رنگ مناسب این امکان را فراهم میکند که حدود 10w در هر متر مربع صرفه جویی در مصرف برق داشته باشیم.

نکاتی در مورد طراحی ساختمانهای سبز و مصالح مصرفی در آنها :

برای حداقل کردن هزینه حمل و نقل و انتشار گاز دی اکسیدکربن و برای تقویت اقتصاد محلی، سعی می‌شود تمام مصالح از تولیدات و منابع محلی باشد. همچنین مواد سمی و خطرناک در ساخت ساختمان بکار نرود. و حداقل ۷۵٪ ضایعات ساختمان قابل بازیافت هستند. در استفاده از چوب، از چوب درختانی استفاده می‌شود که علاوه بر مقاومت خوب، سریع رشد می‌کنند و قابل جایگزینی هستند. یعنی در واقع توجه خاصی به منابع بهره برداری و پایدار نگه داشتن آنها می‌شود. در این ساختمانها از رنگها و چسبهای غیر سمی استفاده می‌شود. یا مثلاً در طراحی با توجه به اینکه بازیافت بعضی از مصالح مثل آسفالت سخت است، کار آسانتر و ارزانتر را در نظر می‌گیرند و آن استفاده از خاصیت روانی آب است. یعنی به جای آسفالت کردن پشت بام آب را نگه داری کرده و با استفاده از خاصیت روانی آن از آب استفاده صحیحی می‌کنند. (۸) برای استفاده از نور خورشید از فیبرهای خورشیدی و پنجره‌های حرارتی استفاده می‌شود و طراحی اتاقها بر اساس انعکاس نور خورشید انجام می‌شود. برای نمونه تعدادی از مصالح که میتوانند در این ساختمان‌ها مورد استفاده قرار گیرند در زیر آمده اند (۹)

چوب خیزران بافته شده :

- ✓ در تنش 2600 psi تقریباً دو برابر چوب بلوط مقاومت می‌کند.
- ✓ مناسب در کفسازی به صورت تخته یک لا یا تخته چندلا می‌باشد مخصوصاً در محیط‌های تجاری و اتاقهای هتل.

چوب درخت نارگیل :

- ✓ ۱۰۰٪ از چوب نارگیل استفاده می‌شود.
- ✓ مقاومت 1400 psi را دارا می‌باشد
- ✓ بسیار مقاوم تر از چوب درخت افرا و بلوط است.
- ✓ نصب آن مانند سایر چوبهاست
- ✓ در کفسازی به صورت تخته چندلا قابل استفاده می‌باشد.

چوب پنبه :

- ✓ در کفسازی کاربرد دارد و مانند چسب شناوری در کف اتاق است
- ✓ قابلیت نصب در همه مکانها را داراست
- ✓ در کفسازی کاربرد دارد و مانند چسب شناوری در کف اتاق است
- ✓ قابلیت نصب در همه مکانها را داراست
- ✓ نیاز به کار سخت ندارد و استفاده از آن آسان است
- ✓ قابل استفاده در مناطق مسکونی و تجاری می‌باشد
- ✓ دارای استقامت در عبور و مرور زیاد است
- ✓ بوی بدی ندارد

استفاده از مشمع طبیعی در کف اتاق :

- ✓ نصب آسان و بدون نیاز به چسب
- ✓ راحتی عبور و مرور و گام برداشتن
- ✓ قابل استفاده در ۱۸ رنگ

رنگ نقاشی :

- ✓ رنگهایی با عملکرد بالا و استفاده از پلیمرهای خاص
- ✓ تولید شده بر مبنای تکنولوژی رنگ با عملکرد بالا و بوی کم
- ✓ بدون ترکیبات آلی خطرناک و دارای خاصیت آب بندی

استفاده از هسته گندمی در درها :

- ✓ بدون ترکیبات شیمیایی و با گواهی آزمایشگاهی
- ✓ دارای ۸۵٪ سرعت بازگشت به طبیعت

استفاده از عایق های کنانی :

- ✓ دارای کلاس A تولیدات ساختمانی
- ✓ شامل ۸۵٪ سرعت بازگشت به طبیعت برای فیبرهایی که برای تقویت کتان بکار می رود .
- ✓ مطابقت با آزمایشات استاندارد ASTM برای اثر آتش و دود و پایداری در برابر قارچ و خوردگی .

استفاده از دستگاہهای اسمز معکوس :

- ✓ بدون اتلاف آب به دلیل طراحی منحصر به فرد
- ✓ شامل پمپ تقویتی جهت ایجاد فشار زیاد، و ایده آل برای کاربرد در فشار کم
- ✓ بدون نیاز به شکاف هوایی
- ✓ دارای مخزن فلزی
- ✓ دارای گواهی استاندارد NSF .

استفاده از سیفونها :

- ✓ استفاده دوباره از سینک های قدیمی
- ✓ بازسازی شیرها
- ✓ نصب شیرهای کم جریان
- ✓ نصب شیرهایی با کنترلرهای بصورت اتوماتیک (۱۰)

هزینه اجرای ساختمانهای سبز :

۵۰ تا ۱۰ درصد این هزینه به صورت هزینه اولیه نیاز است و ۶۰ تا ۸۵ درصد آن هم ارزش عملیاتی این ساختمانهاست. مقداری از هزینه هم بخاطر زمین، حق مالکیت، نقشه کشی، طراحی و نوسازی خواهیم داشت. (۴)

در مورد هزینه باید توجه نمود که استفاده از مصالح ارزان ممکن است بدلیل هزینه نگهداری بالا و عملکرد ضعیف در دراز مدت بسیار گران تمام شود. به عنوان مثال استفاده از مشمع Linoleum در برابر تخته معمولی نتایج جدول شماره (۲) را در بر دارد. (۴)

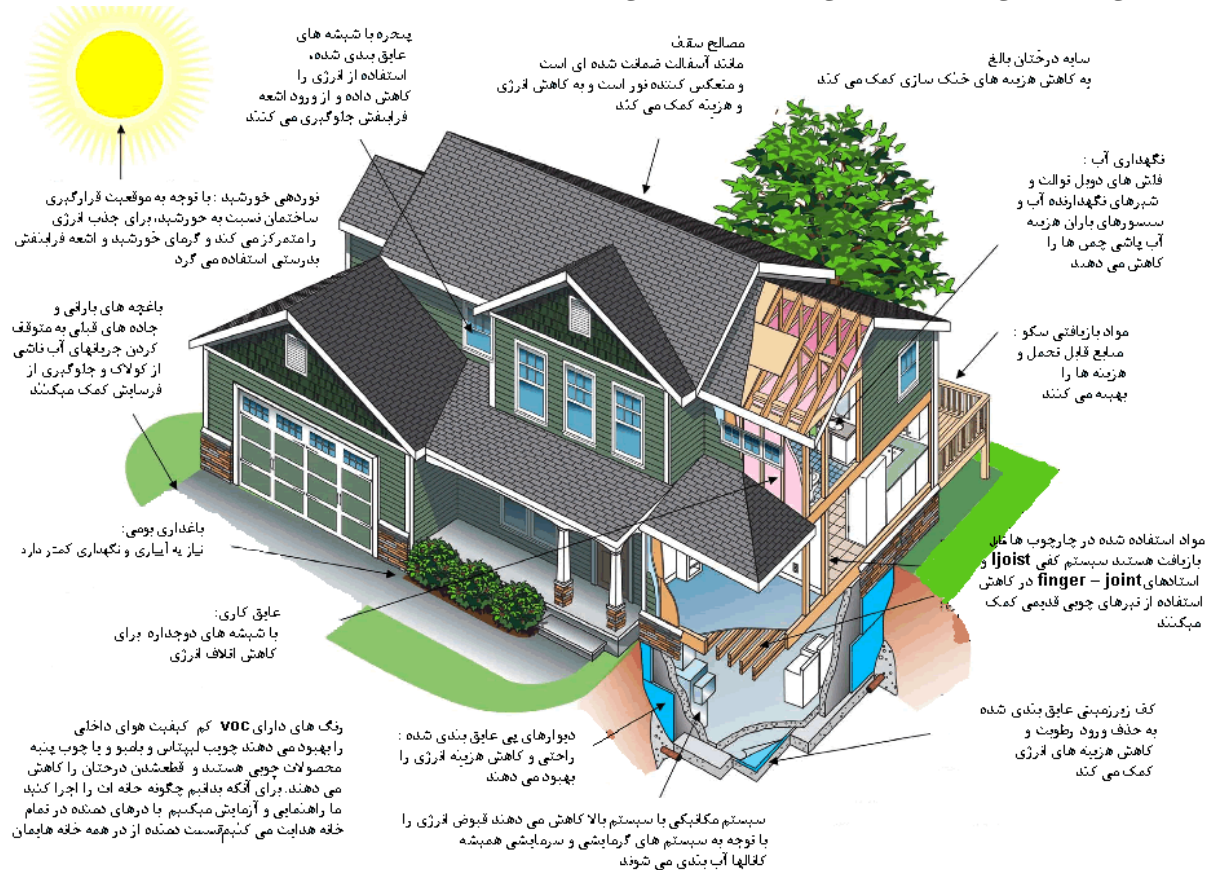
جدول شماره (۲): مقایسه مصالح مصرفی در ساختمان سبز و مصالح عادی

تخته وینیل	مشمع Linoleum	
۵۰۰۰	۵۰۰۰	زیر بنا
15 \$	50 \$	هزینه در هر متر مربع
Replac every 10 years	Replac every 40 years	عمر مفید
۳۰۰۰۰\$	۲۵۰۰۰\$	TOTAL cost

هر چند طراحان ساختمانهای سبز نمی گویند که این طرح خیلی اقتصادی است بلکه می گویند که عملکرد بالایی دارد، اما در کل این ساختمانها ۲۹ تا ۱۶۸ بیلیون دلار در هر سال در سود ملی اثر دارند.(۸)

استفاده از یک ساختمان سبز در یک مرکز تحصیلی :

به عنوان نمونه ای از موارد ذکر شده یک مرکز تحصیلی که در سال ۲۰۰۰ بر اساس طراحی سبز و ارتباط بین انسان و طبیعت ساخته شده است ، مورد بررسی قرار می گیرد . در سرتاسر فضاهای درونی و بیرونی از نور طبیعی استفاده شده است و تمام سیستمها و مواد بر اساس کم کردن ضربه محیطی و حفظ سلامتی انسان طراحی شده بودند و طراحی دارای درجه LEED می باشد .(شکل ۳و۲)(۱۲)



شکل (۲): نمونه ای از یک ساختمان سبز

مخزن آب باران : مخزن سنگی در گوشه ساختمان تعبیه شده و آب باران را از سقف جمع آوری میکند. آب ذخیره شده برای آبیاری و در توالت به جای آب تصفیه شده منطقه ای بکار می رود .

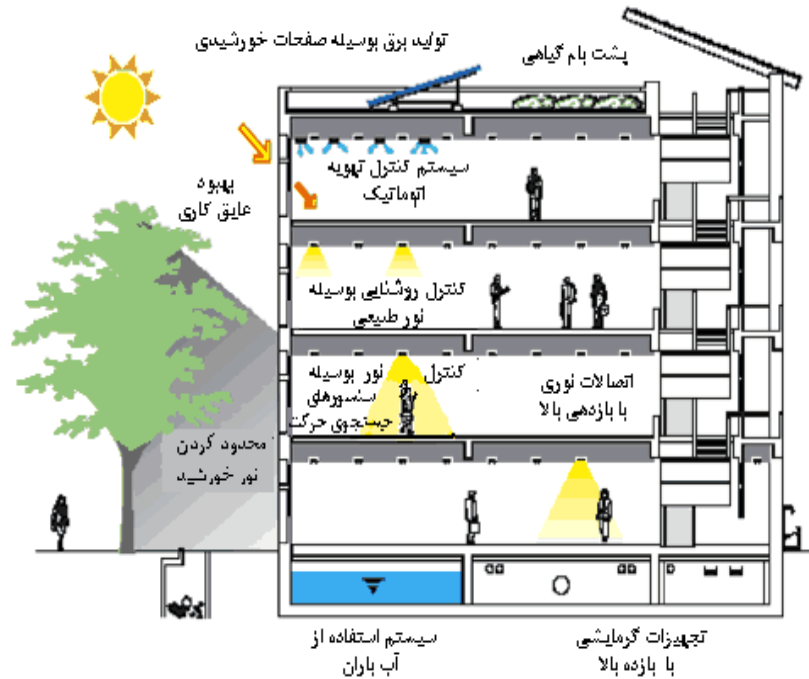
چاههای وابسته به حرارت مرکزی زمین : چرخش آب در تمام لوله های زیرزمین برای پایداری حرارت (حفظ گرما در زمستان و سرما در تابستان) کاربرد دارد .

صفحه های قدرت زای نوری (فتوولتائیک) : این صفحه ها انرژی خورشید را گرفته و بیشتر از ۲۰٪ انرژی ساختمان را تولید می کنند.
پنجره های بام : این پنجره ها نور طبیعی را در تمام ساختمان تهیه می کند. همچنین جهت دهی ها و پیش آمدگیها و طره ها نور را در زمستان هدایت می کند تا وارد شود و در تابستان ساختمان سایه دار می شود. همچنین سنسورهایی به طور اتوماتیک نور را تنظیم می کنند تا نور روز به حد کافی باشد .

سایت سکشن : سایت ساختمان به نحوی انتخاب شده که از پوشش گیاهی منطقه محافظت کند. همچنین کمترین حجم خاکبرداری و تهیه بهترین گرماسازی خورشیدی و طراحی خنک سازی را دارد.

آب باران در مخازن و زمینهای گودی نگه داری می شود. وقتی آب باران آرام پائین می آید با پوشش گیاهی آب در ناحیه حفظ می شود.

مصالح ساختمانی : برای حداقل کردن هزینه حمل و نقل و انتشار گاز دی اکسید کربن و برای تقویت اقتصادی محلی ، تمام مصالح از تولید محل هستند . برای تهیه چوب هیچ درختی از جنگل بریده نمی شود. و سنگها از سنگهای محلی و منابع محلی است. همچنین حداقل ۷۵٪ آشغالهای ساختمان قابل بازیافت هستند و هیچ مواد سمی و خطرناکی هم بکار نمی رود.



شکل (۳): نمونه ای از فضای داخلی یک ساختمان سبز

نتیجه گیری :

در مقاله حاضر به اهمیت استفاده از ساختمان های سبز در جهان امروزه پی بردیم. از اصول طراحی و ساخت در این ساختمان ها می توان به استفاده از نور طبیعی روز ، استفاده از حرارت طبیعی برای کنترل حرارت ساختمان ، استفاده از مصالح غیر مضر و قابل بازگشت به طبیعت جهت حفظ سلامتی انسان و حفظ محیط زیست و همچنین استفاده از منابعی که پس از مصرف به سرعت جایگزین شده و احیا می شوند ، اشاره کرد مزایای استفاده از چنین ساختمان هایی عبارتند از : سلامتی و راحتی بیشتر برای انسان ، حفظ محیط زیست ، حفظ منابع طبیعی ، کاهش مصرف انرژی و آب و در پی آن سود اقتصادی برای مالکین و جامعه .

تقدیر و تشکر :

در پایان از استاد گرانقدرمان جناب آقای دکتر امید رضایی فر که از راهنمایی های ارزنده ایشان بهره ی فراوان بردیم ، کمال تشکر را داریم .

مراجع :

- (1) <http://www.roozna.com>
- (2) <http://www.uan.ir>
- (3) JRGBC james river green building council
- (4) green building in southern California (2nd , April 2005)
- (5) Gregory H. Kats "Green building costs and financial benefits"
- (6) Northwest center for Engineering, science and technology.
- (7) <http://www.philips.com>
- (8) DEBERA CARLTON HARRELL, "seattle leads green wave in building"
- (9) Karen Ingram , (president HealthyHome) "what is in green building?"
- (10) Niki Vonhedemann, Sabina Bharwani, Stephanie Squibb, "green building team"
- (11) <http://www.heartlandbuildersllc.com>
- (12) Frank Harmon , (Architect) "A Building for North Carolina"