



دانشکده مهندسی چوب و کاغذ

تحقیق نظری جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد در رشته  
فراورده های چند سازه چوب

## مطالعه ویژگی های سازه های چوبی سازگار با محیط زیست تحت عنوان سازه های سبز

پژوهش و نگارش:  
میلاذ رحیمی جمنانی

استاد راهنما:  
دکتر محراب مدهوشی

تابستان ۱۳۹۱

## تعهدنامه پژوهشی

نظر به این که چاپ و انتشار پایان‌نامه‌های (رساله) تحصیلی دانشجویان دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان مبین بخشی از فعالیت‌های علمی - پژوهشی بوده و همچنین استفاده از اعتبارات دانشگاه انجام می‌شود، بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش‌آموختگان این دانشگاه نسبت به موارد ذیل متعهد می‌شوند:

۱) قبل از چاپ پایان‌نامه (رساله) خود، مراتب را قبلاً به صورت کتبی به مدیریت تحصیلات تکمیلی دانشگاه اطلاع داده و کسب اجازه نمایند.

۲) در انتشار نتایج پایان‌نامه (رساله) در قالب مقاله، همایش، اختراع و اکتشافات و سایر موارد ذکر نام دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان الزامی است.

۳) انتشار نتایج پایان‌نامه (رساله) باید با کسب اجازه از استاد راهنما صورت گیرد.

اینجانب میلاد رحیمی جمنانی دانشجوی رشته فرآورده‌های چند سازه چوب مقطع کارشناسی ارشد تعهدات فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده و به آن ملتزم می‌شوم.

میلاد رحیمی جمنانی

## چکیده

در این مطالعه ویژگی‌های چوب و فرآورده‌های آن به عنوان مصالح سبز در ساخت و ساز مورد بررسی قرار گرفت. جنگل و چوب به عنوان منابع و مصالح سبز می‌تواند نقش مهمی در کاهش اثرات منفی حاصل از ساخت و ساز بر روی محیط زیست داشته باشند زیرا چوب تنها مصالح ساختمانی تجدیدپذیر در یک شکل پایدار است که در کارخانه‌ای به نام جنگل، پیوسته در حال تولید است. محصولات چوب توانایی مصادره کربن جذب شده در طی رشد درخت تا زمان استفاده از محصول را دارند. همچنین فرآیندهای ساخت محصولات چوبی کمتر در آلودگی هوا و آب نسبت به دیگر فرآیندهای تولید مصالح ساختمانی شرکت می‌کند (به عنوان مثال، تولید کمتر گازهای گلخانه‌ای و استفاده کمتر از آب در طول مرحله تولید). بنابراین چوب و محصولات آن می‌تواند نقش مهمی در کاهش انتشار و افزایش نزول آن ایفا کنند. این بررسی اهمیت استفاده از چوب و محصولات آن را در حفظ محیط زیست، سلامت و بهداشت ساکنین و کاهش اثرات منفی آب و هوایی را نشان می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: مصالح سبز، جنگل، چوب و محیط زیست.

## فهرست مطالب

| صفحه | عنوان                                  |
|------|--|
| ۱    | مقدمه .....                            |
|      | فصل اول: توسعه پایدار و معماری سبز     |
| ۴    | ۱-۱ توسعه پایدار .....                 |
| ۴    | ۱-۱-۱ تعریف توسعه پایدار .....         |
| ۵    | ۱-۱-۲ اهداف توسعه پایدار .....         |
| ۸    | ۲-۱ معماری سبز .....                   |
| ۹    | ۲-۲-۱ اصول معماری سبز .....            |
| ۱۴   | ۱-۲-۱ اهداف معماری سبز .....           |
| ۱۵   | ۳-۱ ساختمان سبز .....                  |
| ۱۹   | ۱-۳-۱ تقاضای ساختمان سبز در دنیا ..... |
| ۲۱   | ۲-۳-۱ اثرات ساختمان‌های سبز .....      |
| ۲۱   | ۱-۲-۳-۱ جامعه و محیط زیست .....        |
| ۲۲   | ۲-۲-۳-۱ کسب و کار .....                |
| ۲۴   | ۳-۳-۱ لید LEED .....                   |
| ۲۸   | ۴-۱ ارزیابی چرخه طول عمر LCA .....     |
|      | فصل دوم: منابع پایدار و جنگل           |
| ۳۲   | ۱-۲ منابع پایدار .....                 |

|                         |  |
|-------------------------|--|
| ۳۲                      | ..... ۲-۲ جنگل                         |
| ۳۳                      | ..... ۱-۲-۲ جنگلداری پایدار            |
| ۳۴                      | ..... ۲-۲-۲ جنگل و تغییرات آب و هوایی  |
| ۳۵                      | ..... ۱-۲-۲-۲ اثر گلخانه‌ای            |
| ۳۷                      | ..... ۲-۲-۲-۲ جنگل‌ها و چرخه کربن      |
| ۴۲                      | ..... ۳-۲-۲ گواهی جنگل                 |
| فصل سوم مصالح سبز و چوب |  |
| ۴۷                      | ..... ۱-۳ مصالح سبز                    |
| ۴۸                      | ..... ۱-۱-۳ معیارهای انتخاب محصول      |
| ۵۰                      | ..... ۲-۳ چوب                          |
| ۵۱                      | ..... ۳-۲-۳ خانه‌های چوبی              |
| ۵۷                      | ..... ۴-۲-۳ فرآورده‌های چوب مهندسی شده |
| ۵۹                      | ..... ۵-۲-۳ ارزیابی چرخه طول عمر و چوب |
| ۶۱                      | ..... ۶-۲-۳ انرژی                      |
| ۷۱                      | ..... ۷-۲-۳ چوب و حفظ منابع            |
| ۷۳                      | ..... ۸-۲-۳ دوام و سازگاری             |
| ۷۵                      | ..... ۹-۲-۳ ایمنی در مقابل زلزله       |
| ۷۸                      | ..... ۱۰-۲-۳ حفاظت در مقابل آتش سوزی   |
| ۷۹                      | ..... ۱۱-۲-۳ عایق مناسب صدا            |
| ۷۹                      | ..... ۱۲-۲-۳ انعطاف‌پذیری و سازگاری    |

۸۰ ..... ۱۳-۲-۳ بهداشت و تندرستی

۸۲ ..... ۱۴-۲-۳ چوب و کیفیت هوا داخلی

۸۲ ..... ۱-۱۴-۲-۳ خاک و ذرات

۸۲ ..... ۲-۱۴-۲-۳ گاز آزاد

۸۳ ..... ۳-۱۴-۲-۳ کنترل رطوبت

۸۴ ..... ۱۵-۲-۳ چوب ماسیو و تغییرات آب و هوا

#### فصل چهارم: سابقه تحقیق

۹۱ ..... ۱-۴ توسعه پایدار و معماری سبز

۹۲ ..... ۲-۴ ساختمان و مصالح سبز

۹۴ ..... ۳-۴ جنگل

۹۷ ..... ۴-۴ چوب

#### فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهادات

۱۱۲ ..... ۱-۵ نتیجه گیری

۱۱۴ ..... ۲-۵ پیشنهادات

۱۱۶ ..... منابع مورد استفاده

## فهرست شکل ها

| صفحه | عنوان   |
|------|---|
| ۷    | شکل ۱-۱ توسعه پایدار.....   |
| ۱۰   | شکل ۲-۱ حفاظت از انرژی: پانل های خورشیدی.....   |
| ۱۱   | شکل ۳-۱ کار با اقلیم.....   |
| ۱۲   | شکل ۴-۱ احترام به کاربران.....  |
| ۱۳   | شکل ۵-۱ احترام به سایت.....   |
| ۱۴   | شکل ۶-۱ کل گرایی.....   |
| ۱۶   | شکل ۷-۱ انتشار دی اکسید کربن در بخش های ایالات متحده تا سال ۲۰۰۰.....                 |
| ۱۷   | شکل ۸-۱ انتشار دی اکسید کربن در بخش های ایالات متحده.....                             |
| ۱۹   | شکل ۹-۱ خروجی ساخت و ساز دنیا در سال ۲۰۰۷.....  |
| ۲۷   | شکل ۱۰-۱ چهار سطح رتبه بندی لید.....  |
| ۳۰   | شکل ۱۱-۱ تمام ورودی و خروجی در نظر گرفته شده در ارزیابی چرخه طول عمر.....             |
| ۳۳   | شکل ۱-۲ نمای از جنگل.....   |
| ۳۶   | شکل ۲-۲ اثر گلخانه ای.....  |
| ۳۸   | شکل ۳-۲ بانک کربن: جنگل و چوب در طول زمان.....  |
| ۳۹   | شکل ۴-۲ قطع درختان جنگلی در توسعه شهری یک عامل برجسته در انتشار CO <sub>2</sub> ..... |
| ۴۰   | شکل ۵-۲ بقایای چوب در جنگل.....   |
| ۴۱   | شکل ۶-۲ مناطق کنونی جنگل های طبیعی جهان به عنوان درصدی از کل جنگل طبیعی جهان          |

- شکل ۳-۱ محصولات گواهی شده توسط شورای نظارت جنگل FSC ..... ۴۸
- شکل ۳-۲ ساختمان‌های قاب سبک: قاب بالونی و قاب زمین‌های ..... ۵۲
- شکل ۳-۳ ساختمان‌های شمعی و ستونی ..... ۵۳
- شکل ۳-۴ لابی ۶ طبقه مهمانخانه Old Faithful در Yellowstone آمریکا ..... ۵۳
- شکل ۳-۵ خانه کنده‌های مدرن در انواع مختلف طرح‌ها موجودند ..... ۵۴
- شکل ۳-۶ قاب چوبی با جزئیات اتصال ..... ۵۵
- شکل ۳-۷ چوب در فرم طبیعی و استحصال شده ..... ۵۶
- شکل ۳-۸ عناصر چوب ..... ۵۶
- شکل ۳-۹ پانل‌های ساختمانی ..... ۵۸
- شکل ۳-۱۰ تیرهای چوبی ..... ۵۹
- شکل ۳-۱۱ ارزیابی چرخه طول عمر محصولات ساختمانی چوبی ..... ۶۰
- شکل ۳-۱۲ اثرات مجسم طرح چوب در طول چرخه عمر ..... ۶۱
- شکل ۳-۱۳ مصرف سوخت فسیلی در مصالح ساختمانی ..... ۶۵
- شکل ۳-۱۴ انرژی مجسم مصالح ..... ۶۶
- شکل ۳-۱۶ انرژی مجسم و عملیات برای سه خانه چوب، فولاد و بتن ..... ۶۶
- شکل ۳-۱۵ خانه غیر فعال ..... ۶۸
- شکل ۳-۱۷ مصرف انرژی دو خانه فولادی و چوبی در شیکاگو ..... ۷۰
- شکل ۳-۸ خانه مسکونی اسمیت ساخته شده با استاندارد خانه غیرفعال در شهر اوربانا استان ایلینویز در ایالات متحده ..... ۷۱



- شکل ۱۹-۳ به ترتیب از چپ به راست: معابد قرن هشتم ژاپن و کلیسای قرن یازدهم نروژ... ۷۴
- شکل ۲۰-۳ ایستگاه‌های حمل و نقل لاینمیلنیوم ونکوور..... ۷۵
- شکل ۲۱-۳ سمت چپ: زمین لرزه Loma Prieta در سال ۱۹۸۹؛ سمت راست: زمین لرزه Northridge در سال ۱۹۹۴..... ۷۸
- شکل ۲۲-۳ مرکز سرطان پوست در انتاریو..... ۸۱
- شکل ۲۳-۳ اثر مجسم مصالح ساختمانی در گرمایش جهانی..... ۸۵
- شکل ۲۴-۳ نمای شماتیک از اتومبیل و خانه چوبی در چرخه کربن..... ۸۶
- شکل ۲۵-۳ اثر کربن مصالح ساختمانی..... ۸۷
- شکل ۱-۴ (a) ذخیره‌سازی کربن در جنگل با طرح برداشت (b) کربن خالص ذخیره شده در محصولات چوبی با طرح: فرض طول عمر ۱۰۰ سال برای محصولات چوبی..... ۹۷
- شکل ۲-۴ مونتاژ نمونه اصلی پناهگاه اضطراری ساخته شده در محل با استفاده از ۴ کارگر..... ۹۸
- شکل ۳-۴ ساختمان‌های فولادی یک و دو طبقه تجاری ساخته شده در چین برای مصارف موقت تجاری و ضروری با واحدهای پیش ساخته از 3DEF..... ۱۰۱
- شکل ۴-۴ بامبو، نوارهای بامبو، تیر بامبو..... ۱۰۳
- شکل ۵-۴ پانل دیوار با مصالح جدید: ۱- لایه مغزی ۳و۲- لایه میانی..... ۱۰۷

## فهرست جدول‌ها

| صفحه | عنوان   |
|------|---|
| ۶۴   | جدول ۱-۳ مصرف انرژی مصالح ساختمانی معمولی شامل مراحل: استخراج، پردازش و حمل و نقل |
| ۷۰   | جدول ۲-۳ مقادیر انرژی مجسم برای اجزای ساختمان                                     |
| ۷۷   | جدول ۳-۳ تلفات در ساختمان‌های اسکلت چوبی در اثر زلزله                             |

## مقدمه

در جهان امروزی ساخت و ساز ساختمان‌ها بسیار رونق گرفته است و هر روز شاهد ساخته شدن ساختمانی جدید در گوشه‌ای از شهر، کشور و جهان می‌باشیم. این امر تا جایی ادامه یافته است که می‌گویند امروزه مساحت کل ساختمان‌های روی کره زمین نزدیک به یک ششم سطح کل آب‌های روی کره زمین شده است (صحفی و قباخلو، ۱۳۸۷).

بحران انرژی، آلودگی محیط‌زیست و پدیده گرم شدن کره زمین از مسائل حاضر در سراسر دنیا می‌باشد. انتشار گازهای گلخانه‌ای در جهان عمدتاً توسط بخش‌های ساختمان، حمل و نقل و صنعت صورت می‌گیرد که ساختمان‌ها بزرگترین مصرف کننده انرژی تولید شده توسط نیروگاه‌ها با سوخت فسیلی و در نتیجه بزرگترین عامل انتشار گازهای کربن می‌باشند. با توجه به گسترش ساخت و سازه‌ها و آثار تخریبی که ساختمان‌سازی در محیط اطراف به جای می‌گذارد، 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 می‌شود. در این راستا طراحی و ساخت ساختمان‌هایی با عنوان ساختمان سبز روز به روز رونق بیشتری می‌گیرد (شورای ساختمان سبز ایالات متحده<sup>۱</sup>، ۲۰۰۹).

در طراحی این گونه ساختمان‌ها سعی بر این است، از مصالح زیست محیطی استفاده شود، که می‌بایست بومی و تجدیدپذیر باشند تا موجب کاهش اثرات سوء بر محیط زیست و بالا رفتن ارزش ساختمان گردند. در میان مصالح ساختمانی، چوب تنها مصالح ساختمانی است که ۱۰۰ درصد تجدیدپذیر است و بعنوان یکی از مصالح قابل برگشت به طبیعت کمترین آثار نامطلوب زیست محیطی را داشته و تنها ماده ساختمانی است که پیوسته در دسترس می‌تواند باشد. برخی از پژوهش‌های صورت گرفته در این زمینه گواهی بر این است که محصولات چوب مزایای زیست محیطی بیشتری نسبت به دیگر مصالح ساختمانی در هر مرحله از طول عمرشان دارند و خانه‌های چوبی می‌توانند انتشار گازهای گلخانه‌ای پایین‌تر، آلودگی کمتر هوا، حجم کمتر ضایعات جامد و استفاده کمتر از منابع اکولوژیکی را ارائه دهند (انجمن چوب کانادا<sup>۲</sup>، ۲۰۰۴؛ ورنر و ریچتر، ۲۰۰۷).

1- U.S Green Building Council (USBG)

2- Canadian Wood Council

ویژگی‌های چوب از دیدگاه معماری نیز بسیار جالب و چشمگیر است؛ مشخصات آکوستیک و عایق حرارتی چوب در کنار زیبایی آن باعث شده است که سازه‌های چوبی مورد توجه ویژه‌ای قرار گیرند. این ویژگی‌ها و بسیار از مشخصات دیگر موجب شده است که چوب با بسیاری از مصالح نوین برابری کند و در آمریکای شمالی بیش از دو قرن از چوب به عنوان مصالح ساختمانی برای ساخت بیشتر ساختمان‌های مسکونی، تجاری، تفریحی (پارک‌ها، سواحل و ...) و همچنین پل‌ها و تیرهای برق و تلفن استفاده می‌شود.

امروزه استفاده از ساختمان‌های چوبی در بسیاری از نقاط جهان جایگاه ویژه‌ای یافته است به طوری که ساختمان‌های چوبی، مسکن بیش از یک سوم ساکنان کره زمین را فراهم کرده‌اند (آزمایشگاه محصولات جنگل، ۱۹۹۹). ولی در کشورمان به دلایلی مانند کمبود منابع جنگلی، عدم آگاهی از مصارف گسترده آن و ...، چوب بیشتر کاربرد جزئی و تزئینی مانند مبلمان، کابینت و ... را در صنعت ساختمان پیدا کرده است.

این تحقیق از نوع بررسی و پژوهش کتابخانه‌ای است که با استفاده از منابع اطلاعاتی کتابخانه دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان و سایت‌های اینترنتی در این زمینه (مانند سایت انجمن ساختمان آمریکا و کانادا، شورای نظارت جنگل آمریکا و ...) مطالب گردآوری شده است. محقق با بررسی موضوعات و تحلیل آن‌ها با توجه به هدف تحقیق که معرفی مزایای زیست محیطی چوب و فرآورده‌های آن در ساخت و ساز با حفظ محیط زیست نسبت به سایر مصالح ساخت و ساز می‌باشد. با معرفی اثرات مثبت و منفی ساخت و ساز با چوب بر مصرف انرژی، انتشار گازهای گلخانه‌ای، دوام و سازگاری و ... که نیز از اهداف فرعی این تحقیق می‌باشد.

فصل اول

# توسعه پایدار و معماری

سبز

### ۱-۱ توسعه پایدار

واژه توسعه پایدار<sup>۱</sup> از اواسط دهه ۷۰ میلادی و پس از بحران نفتی سال ۱۹۷۳ مطرح شد ولی برای اولین بار «براندت‌لند<sup>۲</sup>» بطور رسمی آن را در سال ۱۹۸۷ در گزارش «آینده مشترک ما» مطرح نمود. این واژه در مفهوم گسترده آن به معنی «اداره و بهره‌برداری صحیح و کارا از منابع پایه، طبیعی، مالی و نیروی انسانی برای دستیابی به الگوی مصرف مطلوب است که با بکارگیری امکانات فنی و ساختار و تشکیلات مناسب برای رفع نیاز نسل امروز و آینده به طور مستمر و رضایت‌بخش» امکان‌پذیر می‌شود (زیاری، ۱۳۸۱). به دنبال اعتراضات گروه صلح سبز و طرفداران محیط زیست به آلودگی زمین، نابودی محیط‌زیست و نیز تخریب لایه ازن بواسطه‌ی توسعه صنعتی و انباشت زباله‌های سمی کارخانه‌ها بحث توسعه پایدار در سطح بین‌الملل شکل گرفت، و به موجب آن در سال ۱۹۹۲، کنفرانس جهانی توسعه پایدار به نام اجلاس زمین در شهر ریودوژانیرو برزیل، که بعدها به اجلاس ریو مشهور شد تشکیل گردید.

در اجلاس ریو تعریفی از توسعه پایدار تحت عنوان «توسعه‌ای که نیازهای کنونی بشر را بدون به مخاطره افکندن نیاز نسل‌های آینده برآورده ساخته و در آن به محیط زیست و نسل‌های فردا نیز توجه شود» ارائه شده است و قطعنامه‌ای در جهت ارائه راهبردهایی برای حرکت در جهت توسعه پایدار کشورهای جهان صادر گردید و کشورهای جهان مستلزم به پیروی از این قطعنامه می‌باشند. در سال ۲۰۰۲ کنفرانس دیگری با هدف تاکید بر مصوبات کنفرانس ریو و اجرایی کردن این مصوبات در سطح جهان در شهر ژوهانسبورگ آفریقای جنوبی در سطح وزرای کشور و کارشناسان محیط زیست برگزار شد.

#### ۱-۱-۱ تعریف توسعه پایدار

---

1- Sustainability Development  
2- Brandt Land

تاکنون تعریف زیادی از توسعه پایدار ارائه شده اما به اندازه تعریف ریو متداول نشده‌اند. تعریف‌های از توسعه پایدار برای درک و فهم بیشتر در زیر آمده است؛

– توسعه پایدار کیفیت زندگی انسان را مادامی که در محدوده ظرفیت و گنجایش اکوسیستم‌های پشتیبان زندگی می‌کند، بهبود می‌بخشد (برنامه محیط‌زیست سازمان ملل، ۱۹۹۱).

– روبرت آگن در کتاب «چگونه جهان را حفظ کنیم»: توسعه پایدار توسعه‌ای است که احتمالاً به منظور دستیابی به هدف برطرف کردن احتیاجات انسانی و بهبود شرایط کیفی زندگی و به صورت دائمی صورت می‌گیرد (گلشنی‌منش و همکاران، ۱۳۸۸).

– توسعه پایدار توسعه‌ای است که سلامت انسان و نظام‌های اکولوژیکی را در بلند مدت بهبود می‌بخشد (سفلائی، ۱۳۸۳).

– توسعه پایدار منابع تجدیدپذیر طبیعی را به گونه‌ای استفاده می‌کند که باعث از بین رفتن و یا کاهش ارزش آن‌ها نشود و یا از فواید تجدیدپذیرشان برای نسل‌های آینده کاسته نشود و این مساله تا وقتی امکان‌پذیر است که ذخایر پایان‌پذیر و دائمی طبیعی مانند خاک، آب‌های زیرزمینی و نیز مجموعه موجودات زنده حفاظت شوند (مؤسسه منابع جهانی، ۱۹۹۲).

به طور کلی، هرچند تاکنون تعریف‌های زیادی از توسعه پایدار ارائه شده، ولی محور تمامی آن‌ها توجه به توسعه انسانی در ارتباط با محیط زیست و نسل‌های آینده و حفاظت از محیط زیست جهانی بوده است. توجه به نسل آینده، بهره‌گیری از انرژی‌های تجدیدپذیر مانند انرژی خورشیدی و باد، پرهیز از بکارگیری انرژی‌های تجدیدناپذیر مانند سوخت‌های فسیلی و توجه به محیط زیست و کاهش آلودگی آن خلاصه‌ای از اصول توسعه پایدار است.

#### ۱-۲ اهداف توسعه پایدار

تامین نیازهای اساسی، بهبود ارتقاء سطح زندگی برای همه، حفظ و اداره بهتر اکوسیستم‌ها و آینده‌ای امن‌تر و سعادتمندتر از اهداف اصلی توسعه پایدار می‌باشند.

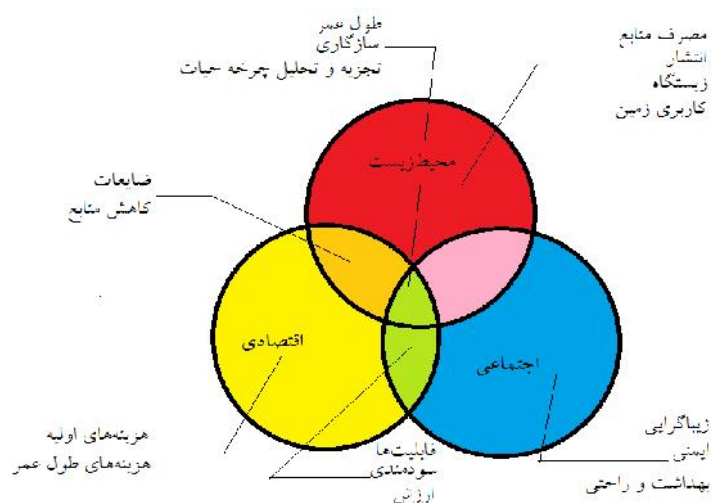
استفاده گسترده از مفهوم پایداری مبین استحکام و مفید بودن مقاصد و معانی آن، چه برای شهرسازی و چه برای سایر رشته‌هاست. از مهم‌ترین این خصوصیات توجه به تصویر بلندمدت می‌باشد. خصوصیات مهم دیگر، توجه به زیستگاه‌های طبیعی محیط‌زیست است. هرچند این موضوع این روزها بسیار بر زبان‌ها افتاده، لیکن توجه به جنبه‌های کاربردی آن بسیار جدید بوده و نیازمند آگاهی‌هایی به مراتب بیشتری است. توجه به این امر که الگوهای متداول توسعه موجب بروز مسائل اجتماعی و اکولوژیکی در سطح جهانی خواهد شد نیز در همین اواخر صورت گرفته است. به هر ترتیب از نظر بسیاری از ناظران، هزینه‌ها و خطرات زیست‌محیطی الگوهای کنونی توسعه غیرقابل قبول است. بنابراین باید در جستجوی راه‌حل‌های پایدار بود. دست یافتن به راه‌حل‌هایی برای مشکلات زیست‌محیطی که امروزه با آن‌ها روبه‌رو هستیم نیازمند اقداماتی طولانی مدت و برنامه‌ریزی شده در جهت توسعه پایدار است. لازمه حرکت به سوی توسعه پایدار (اصول توسعه پایدار در منشور سازمان ملل، ۱۹۹۱) عبارت است از:

- حفاظت از محیط زیست که جز لاینفکی از فرایند توسعه بوده و نمی‌تواند جدا از آن مدنظر قرار گیرد و استفاده مناسب از منابع طبیعی،
  - تغییر جهت اساسی در نگرش انسان به طبیعت،
  - ارتقاء دانش علمی از طریق تبادلات علمی و تکنولوژی، نظام اقتصادی کشورها و اتخاذ سیاست‌های جمعیتی متناسب،
  - تجدیدنظر جدی در الگوهای تولید و مصرف
- و.....

امروزه، پایداری به یک نیروی جهانی فزاینده در کسب و کار تبدیل شده است و اثر آن فراتر از محصولات و خدمات است. پایداری در هر جنبه‌ای از طرح تجاری و استراتژیکی شرکت‌ها مانند سرمایه‌گذاری‌های اجتماعی، فرآیندهای تولید، املاک و مستغلات، مواد، مصرف انرژی، تدارک و



تامین، گواهی‌ها و تقاضای بازار نفوذ کرده است. پیامدهای اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی از تصمیمات کسب و کار، اغلب به عنوان سه رکن اصلی توسعه پایدار تعریف شده است و در حال تبدیل به بخشی از یک چارچوب کسب و کار جهانی است (شکل ۱-۱). چالش‌های مربوط به کسب و کار امروز، استفاده از ابزار و منابع در دسترس برای ایجاد راه‌حلی برای بهینه‌سازی افراد، سود و ایجاد ارزش برای سیاره است. عملکرد اجتماعی و زیست محیطی سازمان‌ها همراه با عوامل اقتصادی از جمله ارزش سهام و موقعیت بازار به اندازه اساسی موفق می‌گردند. سازمان‌ها با استفاده از استراتژی مدل سه‌رکن، عواملی مانند انتشار کربن، توسعه جامعه، سلامت و ایمنی و همچنین وضعیت بازار و ارزش سهام را بررسی و گزارش می‌کنند. به طور کلی در اشتراک عملکرد اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی، پایداری رخ می‌دهد (موسسه معماران آمریکایی، ۲۰۰۷).



شکل ۱-۱ توسعه پایدار (موسسه معماران آمریکایی، ۲۰۰۷)

در کنار اقبال عمومی به مسئله پایداری معماران نیز همسو با سایر اندیشمندان در پی یافتن راهکارهای جدید برای تامین زندگی مطلوب بشر بوده‌اند. بدون اغراق تمامی فعالیت‌های آدمی، از خوردن و

خوابیدن تا کار و عبادت در فضاهای طراحی شده توسط معماران صورت می‌گیرد و از آن جا که نقاط قوت و ضعف محیط مصنوع بر کیفیت محیط زیست، روابط اجتماعی و مناسبات فرهنگی تاثیر مستقیم خواهد داشت، علم و هنر معماری نقش اساسی در نیل به اهداف توسعه پایدار ایفا می‌کند. معماری پایدار، مقوله گسترده‌ای است که تمامی گرایش‌های معماری از قبیل اکولوژیکی، سبز، زیست‌محیطی و ... را در خود جمع کرده و به سازگاری و پایداری به مفهوم عمیق و همه جانبه آن تکیه می‌کند (محمودی و مجدی، ۱۳۸۸). بنابراین توسعه پایدار فرایندی است که در آن سیاست‌های اقتصادی، مالی، تجاری، انرژی، کشاورزی و صنعت و سایر سیاست‌ها به نحوی طراحی می‌شوند که منجر به توسعه‌ای شوند که از لحاظ اقتصادی، اجتماعی و اکولوژیکی پایدار باشد و مفهوم آن سرمایه‌گذاری به قدر کافی در زمینه آموزشی، بهداشت، جمعیت و انرژی است، به طوری که بدهی اجتماعی برای نسل‌های آینده به وجود نیارد. در حقیقت توسعه پایدار یا Sustainable Development، ایجاد تعادل میان توسعه و محیط زیست است.

## ۲-۱ معماری سبز

فرایند سبز در معماری فرایندی کهن می‌باشد، برای مثال از هنگامی که انسان‌های غارنشین برای اولین بار به این مسئله پی بردند که انتخاب غاری رو به جنوب از لحاظ دمای محیط بسیار مناسب‌تر از غاری می‌باشد که دهانه آن به سمت شمال است. معماری سبز در طراحی ساختمان می‌بایست به گونه‌ای باشد که تمام منابع وارده به ساختمان، مصالح آن، سوخت یا اشیاء مورد استفاده ساکنان، نیازمند پدید آوردن یک معماری پایدار هستند. بنابراین معماری سبز برخاسته از معماری پایدار و توسعه پایدار می‌باشد که این نیز ناشی از نیاز انسان امروز در مقابل پیامدهای سوء جهان صنعتی و مصرفی عصر حاضر است. معماری سبز موضوع یا پدیده‌ای است که اکنون در بیشتر کشورهای جهان، توسط بسیاری از معماران با سلیقه‌ها و دیدگاه‌های متفاوت به آن توجه می‌شود.

ایده "معماری سبز" ضمن اینکه یک مفهوم جهانی است، "محلی" هم هست یعنی این مفهوم ضمن برخورداری از نکات مشترک و جهان شمول، در هر یک موقعیت اجتماعی فرهنگی مفهوم خاص و متمایز خود را دارد. ساخت و سازهای سبز در برابر شرایط محیطی و ماندگاری سرمایه، مسئول و

مکان‌های سالم برای کار و زندگی هستند. آن‌ها راه حلی برای نزدیک‌تر کردن و ملموس‌تر شدن هر چه بیشتر طرح معماری در طبیعت محسوب می‌شوند (گلشنی‌منش و همکاران، ۱۳۸۸؛ اعتمادی، ۱۳۸۵).

جنبش بین‌المللی "معماری سبز" از سال ۱۹۹۰ شروع شد و در آمریکا ریشه‌های آن به قرن ۱۹ بر می‌گردد. مرجع راهنمایی برای استاندارد "ساختمان‌های سبز" وجود دارد که در آن پارامترهای ساختمان‌سازی سبز در آمریکا و چندین کشور دیگر مشخص شده است. ایده اصلی آن عبارتند از: استفاده از مواد و مصالح دارای چرخه طبیعی و هم‌چنین استفاده از منابع کارآمد و طراحی مجدد برخی محصولات و ارزش‌گذاری بیشتر روی سیستم‌های طبیعی برای محافظت هرچه بیشتر از کیفیت زندگی بشر. کاربری مناسب از زمین از ارکان بسیار مهم در معماری سبز می‌باشد (شورای ساختمان‌سازی سبز آمریکا، ۲۰۰۹).

به طور کلی فرآیند سبز اینگونه مطرح می‌شود که تمامی موضوعات به یکدیگر وابسته بوده و در هر تصمیم‌گیری باید تمامی جنبه‌های آن مورد بررسی قرار گیرد و بدین ترتیب، ایده بررسی اصول به صورت مجزا با آن در تضاد قرار می‌گیرد. در مجموع اصول گوناگونی در ایجاد هر نوع سازه مطرح است که نقاط مشترک فراوانی را برای بحث‌دارا می‌باشند، با این حال موضوعات ارائه شده مجموعه‌ای از اصول مختلفی هستند که در نظر گرفتن آن‌ها سبب ایجاد توازن و پدید آمدن معماری سبز خواهد شد (نوحی، ۱۳۷۹).

#### ۲-۲-۱ اصول معماری سبز

۱. حفاظت از انرژی
۲. کار با اقلیم
۳. کاهش استفاده از منابع جدید
۴. احترام به کاربران

۵. احترام به سایت

۶. کل‌گرایی

### ۱. حفاظت از انرژی

هر ساختمان باید به گونه‌ای ساخته شود که نیاز آن به سوخت فسیلی به حداقل ممکن برسد. همچنین توجه به این مسئله که منابع بهره‌برداری شده در سامانه‌های توسعه در کجا استفاده می‌شوند و چگونگی پایدار نگهداشتن آن‌ها و استفاده از منابعی که امکان جایگزینی سریعتری دارند بسیار مهم است بعنوان مثال از چوب درختانی باید استفاده شود که سریع‌تر رشد کرده و می‌توانند جایگزین شوند (زندیه و پروردی‌نژاد، ۱۳۸۹).



شکل ۱-۲ حفاظت از انرژی: پانل‌های خورشیدی (منافزاده، ۱۳۸۶)

### ۲. کار با اقلیم

ساختمان‌ها باید به گونه‌ای طراحی شوند که قادر به استفاده از اقلیم و منابع انرژی محلی باشند. شکل ونحوه استقرار ساختمان و محل قرارگیری فضای داخل آن می‌تواند به گونه‌ای باشد که موجب ارتقاء سطح آسایش درون ساختمان گردد و در عین حال از طریق عایق بندی صحیح سازه، موجبات کاهش