

## مطالعه و ارزیابی ویژگی‌های سازه‌های چوبی سازگار با محیط‌زیست تحت عنوان سازه‌های سبز با هدف محیط‌زیست سبز و سالم

مرجان بدری

کارشناسی ارشد، مدیریت ایمنی بهداشت و محیط زیست (HSE)، دانشکده مدیریت، واحد تهران غرب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران  
m.badri13714@gmail.com

### چکیده

جنگل و چوب به عنوان منابع و مصالح سبز می‌تواند نقش مهمی در کاهش اثرات منفی حاصل از ساخت‌وساز بر روی محیط زیست داشته باشند زیرا چوب تنها مصالح ساختمانی تجدید پذیر 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 فرآورده‌های ساخت محصولات چوبی کمتر در آلودگی هوا و آب نسبت به دیگر فرآورده‌های 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. در این مطالعه به ارزیابی ویژگی‌های سازه‌های چوبی سازگار با محیط‌زیست خواهیم پرداخت.

کلیدواژه: مصالح سبز، جنگل، چوب و محیط زیست

## مقدمه

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؛ ۲۰۱۹)

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 محیطی را داشته و تنها ماده ساختمانی است که پیوسته در دسترس می‌تواند باشد. برخی از پژوهش- تجدیدپذیر است و بعنوان یکی از مصالح قابل برگشت به طبیعت کمترین آثار نامطلوب زیست های 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؛ ۲۰۱۴).

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، ۲۰۰۹)

در طول دهه گذشته، افزایش آگاهی در مورد مسائل مربوط به انرژی، حفاظت از محیط زیست و برنامه های تشویقی پایدار باعث گسترش بی سابقه لید برای **USGBC** شده است. آنها بیش از ۲۰۰٪ رشد در عضویت ملی شان، پروژه ثبت و گواهی شده، و برنامه های اعتبار گذاری تخصصی در ایالات متحده تجربه کرده اند. **USGBC**، رشد لید در خارج از ایالات متحده را در سال ۲۰۰۹ گزارش کرد که تعداد پروژه های بین المللی ثبت شده لید، از ۸ در سال ۲۰۰۶ به ۱۱۲۰ در سال ۲۰۰۹ افزایش یافته است که معادل ۲۷ درصد از کل فوت مربع ثبت شده برای صدور گواهی لید است (انجمن شورای ساختمان سبز ایالات متحده، ۲۰۰۹). بنابراین امروزه، لید به عنوان یک استاندارد پذیرفته و به طور گسترده برای ارزیابی ساختمان های سبز استفاده می شود و دارای درجه ها و رتبه های مختلفی می باشد. یک پروژه ساختمانی برای کسب گواهینامه تحت برنامه **LEED** باید با پیش نیازهای خاص و معیارهای عملکرد (اعتبار) هر رتبه سازگار باشد که عوامل مهم در امتیاز دهی این سیستم عبارتند از کیفیت هوای داخلی، پایداری و مقاومت، استفاده از مصالح و منابع، کیفیت آب ساختمان، مصرف انرژی و اثرات زیست محیطی می باشند. ساختمان های سبز بر حسب امتیاز کسب نموده با توجه به مقررات آن، گواهی های معمولی، نقره ای، طلائی و پلاتینی را دریافت خواهند کرد.

انتخاب منابع و محصولات استفاده شده در مراحل ساخت، تعمیر و بهره برداری سازه ها، تاثیر بزرگی بر روی محیط زیست، مصرف بیشتر منابع طبیعی زمین از هر فعالیت دیگر انسان، و تولید میلیون ها تن از گازهای گلخانه ای، انتشار مواد سمی،

<sup>1</sup> U.S Green Building Council (USBG)

<sup>2</sup> Canadian Wood Council

آلاینده ها آب و ضایعات جامد دارد. بدیهی است که ساختمان سازگار با محیط زیست در ذهن می تواند این تأثیر منفی را کاهش دهد. اما برای مؤثر بودن تصمیم-گیری، نیازمند ایجاد یک استاندارد می باشد، سیستم اندازه گیری استاندارد اجازه یک مقایسه بی طرفانه از مواد و مجموعه در سرتاسر طول زندگی شان را می دهد. رویکردهای تجویزی برای طراحی سبز اغلب بر یک مشخصه از قبیل محتوی بازیافت، با فرض حاصل شدن بزرگترین مزیت زیست محیطی متمرکز می شود. به طور گسترده روش علمی پذیرفته شده برای مقایسه گزینه های طراحی و مصالح ساختمانی به طور مؤثر، ارزیابی چرخه طول عمر است (مردنی و پروین زاده، ۱۳۹۵).

هیچ شک و تردیدی وجود ندارد که افزایش انتشار گازهای گلخانه ای، عمدتاً به دلیل دی اکسید کربن ناشی از سوختن سوخت های فسیلی، تغییر آب و هوای زمین است. گزارش منتشر شده ارزیابی چهارم، توسط هیئت بین المللی تغییرات آب و هوایی (IPCC) در سال ۲۰۰۷ آمده است: "گرمایش سیستم آب و هوایی رو به افزایش است که مشاهدات بواسطه افزایش متوسط جهانی دمای هوا و اقیانوس ها، ذوب گسترده برف و یخ و افزایش سطح دریا مشهود است. به دلیل پیچیدگی سیستم های زیست محیطی برای تعیین آب و هوا، عواقب ناشی از تغییرات آب و هوایی برای پیش بینی دشوار است، اما برخی از روندها در حال حاضر روشن است:

- تغییرات در زیستگاه های طبیعی منجر به از دست رفتن گونه های گیاهی و جانوری می شود
- گونه های حامل بیماری های گرمسیری، مانند پشه ها (مالاریا)، و در مناطق جدید منتشر و استقرار خواهند یافت.
- سطح دریا به افزایش ادامه خواهد داد و نتایج فاجعه آمیزی برای کسانی که در نواحی ساحلی یا منطقه دلتای رودخانه و یا سرزمین کم ارتفاع زندگی می کند به بار خواهد آورد.

### جنگل ها و چرخه کربن

افزایش غلظت دی اکسید کربن اتمسفر که موجب تغییرات آب و هوایی می شود، به یک مسئله طولانی مدت و بزرگ تبدیل شده است. تدابیر مربوط به این مسئله شامل کاهش انتشار سوخت های فسیلی و افزایش نزول کربن است. اکوسیستم های جنگلی با جذب کربن نقشی مهم در چرخه ی جهانی انرژی، بویژه اثر گازهای گلخانه ای دارد. پوشش گیاهی جنگل به وسیله ی فتوسنتز، دی اکسید کربن را از اتمسفر جذب نموده و آن را به صورت کربن که در خود ذخیره می نماید که به طور میانگین ۲۵-۲۰ درصد از وزن هر درخت را تشکیل می دهد. بنابر این جنگل ها و محصولات جنگلی منبع مهمی از ذخائر کربن به شمار می روند، جنگل و محصولات آن می تواند نقش مهمی در کاهش انتشار و افزایش نزول آن ایفا کند. فعالیت های بخش جنگل می تواند بر جریان کربن به صورت مستقیم با ترسیب کربن در جنگل یا به طور غیر مستقیم با مصرف محصولات چوب به جای مصالح تشدید کننده گازهای گلخانه ای مانند فولاد، آلومینیوم و بتن تاثیر داشته باشند (اسچلمدینگر و مارلند، ۱۹۹۶).

برای کاهش تغییرات آب و هوایی، کاهش انتشار گازهای گلخانه ای و ذخیره بیشتر کربن لازم است. یک جنگل با مدیریت خوب می تواند هر دو این کار را انجام دهد. با رشد درختان، آنها دی اکسید کربن را جذب و در خود ذخیره می کنند. با تجزیه یا سوزاندن آنها، مقدار زیادی از کربن ذخیره شده به داخل جو منتشر می شود، اساس، دی اکسید کربن، و برخی از پسماندهای کربن در جنگل و خاک باقی می ماند. جنگل های سالم در حال رشد، کربن را به طور طبیعی بازیافت می کنند. هنگامی که زیست توده به جای سوخت های فسیلی استفاده می شود، می تواند بالا بودن دی اکسید کربن در جو را کاهش دهد. هنگامی که درختان برای محصولات جنگلی، استفاده می شوند، اغلب کربن به صورت ذخیره در محصولات برای دهه ها یا بیش تر می ماند (کورز و همکاران، ۲۰۱۲).

در گزارش سال ۲۰۱۷، کار گروه III هیئت بین المللی تغییرات آب و هوایی اشاره کرد: جنگل کربن را از جو جذب می کند و در عین حال، محصولاتی مطابق نیازهای جامعه با چوب، فیبر و انرژی ارائه می دهد. بازار پایدار برای محصولات جنگل، زمینداران را به اداره پایدار جنگل به جای تبدیل آنها به سایر کاربری ها مانند کشاورزی و توسعه شهری تشویق می نماید.

## 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 پدیده‌های 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، ۱۳۹۸)

جنبش بین المللی "معماری سبز" از سال ۱۹۹۰ شروع شد و در آمریکا ریشه‌های آن به قرن ۱۹ برمیگردد. 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 هم چنین 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 تصمیم گیری 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 بحث دارا می‌باشند، با این حال موضوعات ارائه شده مجموعه-ای از اصول مختلفی هستند که در نظر گرفتن آنها سبب ایجاد توازن و پدید آمدن معماری سبز خواهد شد (نوحی، ۱۳۸۹).

## اصول معماری سبز

۱. حفاظت از انرژی

۲. کار با اقلیم

۳. کاهش استفاده از منابع جدید

۴. احترام به کاربران

احترام به سایت

۶. کلگرایی

چوب یکی از قدیمیترین و ابتداییترین مصالح ساختمانی موجود در طبیعت، که بشر در طول تاریخ از آن بهره برده است؛ چوب یک ماده بسیار سبک وزن با پردازش و تعمیر آسان است که به طور گسترده‌ای برای صنعت ساخت و ساز در دسترس می‌باشد. علاوه بر این، جنگلها و چوبی که از آنها بدست می‌آید، یکی از منابع طبیعی تجدید شونده کره زمین می‌باشند که میتواند بصورت پیوسته در دسترس باشند. ۵۰ درصد از چوب از کربن تشکیل شده است بنابراین یک ماده آلی نیز به شمار می‌رود. با این حال، چوب یک ماده بیولوژیکی است که می‌تواند توسط انواع ارگانیسمها تخریب شود. در ساختمانها، عوامل تخریب در درجه اول قارچها و حشرات هستند، و وقوع آنها به طور کلی تابعی از شرایط ایجاد شده از طریق ساخت و ساز اصلی، تغییر در طراحی، و یا عدم تعمیر و نگهداری است (موررل، ۲۰۱۲).

چوب در مقایسه با مصالحی که امروزه وارد عرصه ساخت و ساز شده، به ظاهر ماده‌های کم مقاومت و بلا استفاده است که اگر هم در ساختمانی مورد استفاده قرار گیرد، بیش از هر چیز کاربرد تزئینی دارد. اما اگر به سالهای قبل برگردیم، خواهید دید بسیاری از سازه‌های مهم همچون پل، سقف و ... در ساختمانهای آن روزگار، با این ماده ساخته شده است که از لحاظ فنی و طراحی، ایمنی) بسته به کاربرد در برابر بادهای قوی، وزنهای سنگین برف، زلزله و (...سازگاری با محیط، کارآمدی انرژی، عمر مفید بالا، سهولت در عایق کاری و تعمیر کردن، راحتی و زیبایی و ... را دارا می‌باشند. اگر ما به دنبال دستیابی اهداف واقعی توسعه پایدار باشیم مدیریت منابع پایدار ضروری است. گاهی اوقات به مفهوم استفاده کمتر، ولی به طور کلی به مفهوم انتخاب محصولات با کمترین اثر کربن می‌باشد. هنگامی که وارد ساخت و ساز و نوسازی ساختمان می‌شویم، این به معنی شناسایی مواد، فرایندهای ساخت و استراتژی طراحی است که شامل (انجمن چوب کانادا، ۲۰۱۶):

- به حداقل رساندن استفاده از منابع غیر قابل تجدید
- به حداقل رساندن مواد زائد در طول استخراج و فرآیند تولید
- به حداقل رساندن استفاده از انرژی سوخت فسیلی در استخراج و تولید
- استفاده از محصولات انعطاف پذیر، سازگار و با دوام
- امکان استفاده مجدد از مواد و محصولات از ساختمان برچیده و : مواد بازیافتی تنها زمانی که دیگر مناسب برای اهداف اصلی خود نیستند.

هنگامی که رشد و برداشت با توجه به شیوه‌های شناخته شده بین المللی مدیریت پایدار جنگل صورت گیرد، چوب تنها مصالح ساختمانی است که ۱۰۰ درصد تجدید پذیر است. به طور مثال در کانادا ۹۷ درصد از فیبر بدست آمده از جنگل برای محصولات با ارزش بالا، و همچنین پسماند کارخانه از جمله تراشه، ضایعات برش و خاک ابره بعنوان مواد اولیه برای ساخت کامپوزیت با ارزش بالا مانند خمیر کاغذ، تخته فیبر با دانسیته متوسط (MDF) و الوار با اتصال انگشتی استفاده می‌شود انجمن چوب کانادا، ۲۰۰۶). هنگامی که ضایعات چوب سوزانده می‌شوند، کربن خنثی در نظر گرفته می‌شود زیرا آن تنها کربن منزوی شده چوب در طول چرخه رشد است که آزاد می‌سازد. محصولات چوبی دارای کمترین انرژی مجسم از تمام مصالح ساختمانی است، به عبارت دیگر، انرژی مصرف شده برای رشد، برداشت، حمل و نقل و ساخت آنها کمتر از محصولات جایگزین است. علاوه بر این، تنها نیمی از انرژی از سوخت فسیلی می‌باشد. نیمی دیگر توسط ضایعات چوبی تولید شده در طی ساخت تامین می‌گردد. این خود کافی است که چوب ماده ای تجدیدپذیر و منبع انرژی کربن خنثی است. در طراحی سازه ساختمانی و تعیین زیر بخش های فضایی، قابلیت انعطاف پذیری و سازگاری در مصرف را دارا می‌باشد پس می‌تواند مناسب نیازهای جدید باشد. جدا از این کارایی، برای پیکربندی مجدد در زمان کوتاه نیز مناسب می‌باشد. چوب در این روش طراحی، به خصوص از طریق استفاده از سازه تیر و ستون (در چوب بریده یا چوب مهندسی شده) و پارتیشن برابر ساخته شده از اعضای کوچک تر معطوف شده است (انجمن چوب کانادا، ۲۰۰۱).

همچنین به علت تجزیه پذیر بودن، چوب و محصولات چوبی در بازار بازیافت معماری به یک واقعیت برتر دائم تبدیل شده است. به‌طور کلی می‌تواند بدون کاهش ارزش یا مفید بودن برای کاربردهای آینده آن را احیا کرد. این در تضاد با مصالحی مانند بتن، که معمولاً برای استفاده در آینده به عنوان سنگدانه یا مصالح شکسته خرد شده، یا آجر، که در هنگام استفاده مجدد به راحتی دچار آسیب می‌شود و به ندرت می‌تواند با دقت زیاد دوباره مونتاژ گردد. بنابر این اعضای چوب ساختمان به طور معمول می‌تواند برای اهداف یکسان و مشابه، تنها با تغییرات جزئی اصلاح شده یا مورد استفاده مجدد قرار گیرند.

طراحان می‌توانند حداکثر کارایی و طول عمر را از مواد و مصالح ساختمانی بدست آورند تا زمانی که آن را درک و مایل کار با آن می‌باشند. به طور مثال اطلاعات نادرست در مورد بتن و سنگ ممکن است دچار خردشدن یا شکاف، فولاد امکان زنگ زدن، و چوب دچار پوسیدگی، و در هر مورد، این یکپارچگی تمامیت یک ساختمان را به خطر انداخته و طول عمر آن را کاهش می‌دهد. در صورت استفاده صحیح، تمام این مواد ذاتاً با دوام هستند و برای دهه‌ها، و یا حتی قرن‌ها می‌توانند پایدار باشند

چوب با توجه به ارزان و سهل الوصول بودن نسبت به مواد مشابه دارای مصارف مختلف و تقریباً کاربردی نامحدود است که در کنار این موضوع و بر خلاف تصور عامه، عمری طولانی دارد. به طور کلی چهار موضوع ذکر شده در زیر اغلب بصورت توأم ممکن است به کار روند، می توان گفت که آن ها مکمل یکدیگر می باشند و رعایت توأمی از این اعمال، احتمال تخریب را به حداقل می رساند و یا به عبارت دیگر باعث هر چه طولانی تر شدن عمر مفید چوب می شوند (رضایی، ۱۳۸۵):

استقرار و کاربرد صحیح و آماده کردن چوب برای یک سازه و یا یک مصرف مشخص که در این ارتباط باید از دستور العمل های خاص و یا استانداردهای موجود استفاده نمود انتخاب صحیح گونه چوبی که با توجه به نوع مصرف و تولیدات چوبی خاص لازم است به کار روند تا تخریب به حداقل برسد.

به طور کلی دوام طبیعی چوب ها را باید بیشتر در ارتباط با مواد استخراجی آنها دانست همانطور که می دانیم چوب چنار طبیعتاً کم دوام است ولی ستون های چوبی عالی قاپوی در اصفهان از چنار می- باشد و پس از گذشت بیش از سیصد سال همچنان استوار می باشد که علت سالم ماندن آن را باید خشک بودن محیط و تهویه مداوم ایوان کاخ دانست (پارسا پزوه، ۱۳۸۵).

بنابر این ساختمان ها، برج ها و پل های چوبی در سراسر جهان، نمایانگر این واقعیت و شاهد مثال کاربردهای فراوان چنین ماده ای است. کهن ترین ساختمان های چوبی هنوز موجود هستند عبارتند از معابد قرن هشتم ژاپن، کلیساهای قرن یازدهم نروژ، و بسیاری از سازه های تیر و ستون قرون وسطی اروپا (لتجنیج، ۲۰۰۸).

طراحی برای انعطاف پذیری و سازگاری و همچنین برای حفظ بیشتر ارزش برای انرژی مجسم خالص در مصالح ساختمانی بسیار مهم است. سازه های چوبی به طور معمول برای مصارف جدید به آسانی پذیرفته می شوند زیرا مواد بسیار سبک و آسان برای کار هستند. فراوانی ذاتی ساختاری در سازه های با قاب چوب سبک فرصت های زیادی برای سازگاری فراهم می کند، در حالی که سازه تیر و ستون انعطاف پذیری کامل در پیکربندی دوباره پارتیشن باربر ارائه می کند.

### چوب و کیفیت هوا داخلی

خاک و ذرات

محصولات چوب ماسیو، مخصوصاً کف پوش ها، اغلب در محیط مشخص شده است، که آلرژی ساکنین به گرد و غبار و یا ذرات دیگر مشهود است. چوب به عنوان عامل حساسیت در نظر گرفته شده است که برخلاف سایر کفپوش ها مانند فرش، سطح صاف آن براحتی تمیز و از افزایش ذرات جلوگیری می کند ذرات کپک و زنگ زدگی در ساختمان ها نیز مضر هستند و ذرات آنها می تواند باعث عکس العمل های آلرژی در ساکنین شوند. آنها در هر سطحی ایجاد می شوند، به شرطی که رطوبت سطح از مقدار بحرانی بالاتر باشد و درجه حرارت نیز به رشد کمک می کند. ذرات غبار نیز می تواند باعث بروز حساسیت شوند. این ذرات در سطح رطوبت بالاتر و دمای اتاق منتشر می شوند، ولی در سطوح شرجی زیر ۵۰ درصد زنده نمی مانند. به هر حال این شرایط بستگی به رطوبت محل و وسایل موجود دارد (آزمایشگاه محصولات جنگل، ۱۹۹۹).

۱۲۳ گاز آزاد محصولات پانل چوب مانند تخته خرده چوب، تخته فیبر با دانسیته متوسط (MDF) و تخته فیبر سخت به علت داشتن یک تاثیر منفی بر روی کیفیت هوای داخل ساختمان به دلیل استفاده از چسب اوره فرمالدئید (UF) شناخته شده اند. فرمالدئید از پانل های چوبی نیز در دراز مدت، به تدریج آزاد

می شود و این فرایند در محیط های گرم و مرطوب افزایش می یابد. این امر به خصوص در فضاهای بسته مانند انبارها و اتاق هایی که از پانل بدون پوشش ساخته شده اند، نگران کننده می باشد. استفاده از پوشش های مناسب مانند رنگ و روکش سطح و لبه های تخته این مشکل را تا حد زیادی مرتفع می- سازد. در تخته های روکش دار، فرمالدئید آزاد کاملاً کنترل شده و به طور محسوسی کاهش می یابد. همچنین پیشرفت های در سال های اخیر در زمینه طراحی و ساخت رزین های مصنوعی بوجود آمده که خواص آنها را بهبود بخشیده است، به نحوی که امروز مشکل گاز فرمالدئید تا حدودی بر طرف شده است (دوست حسینی، ۱۳۸۹). به طور مثال در سال ۲۰۰۶ انجمن های پانل کامپوزیت (CPA) برنامه های گواهی محصول سازگار با محیط زیست (EPP) برای انتشار فرمالدئید کمتر از پانل های چوب برای مصارف داخلی مطرح کردند. محصولات مشخص

**EPP** دارای گواهی شخص ثالث مطابق با معیارهای زیست محیطی در دستور العمل های آژانس حفاظت محیط زیست ایالات متحده برای خرید سازگار با محیط زیست اشاره شده است. برنامه های گواهی **EPP** انجمن پانل کامپوزیت برای اولین بار توسط مؤسسه استاندارد ملی آمریکا " (ANSI) به رسمیت شناخته شده است. برخی از تولیدکنندگان نیز محصولات پانلی فرمالدئید، با رزین ساخته شده از نوع اور تان (**MDI**) تولید می کنند. محصولات پانل چوب مبتنی بر **MDI** بسیار پایدار و بدون گاز آزاد است.

### کنترل رطوبت

استفاده از محصولات چوبی می تواند کیفیت هوای داخل را با تعدیل کردن رطوبت بهبود بخشد. همانند یک اسفنج، چوب رطوبت را به منظور حفظ تعادل با هوای مجاور جذب و یا آزاد می کند. این اثر افزایش رطوبت در زمانی که هوا خشک و کاهش آن زمانی که هوا مرطوب است رخ می دهد ( آزمایشگاه محصولات جنگل، ۱۹۹۹). در بهبود کیفیت و یا توسعه محصول برای راضی کردن مشتریان لازم می باشد. از این رو، اطلاعات به عنوان تاثیر بر رضایت مشتری و برای تحقق نیازهای مختلف مشتریان، و همچنین عملکرد چوب و جایگزین در تامین این نیازها، ضروری است.

### چوب ماسیو و تغییرات آب و هوا

استفاده از محصولات چوب برای ذخیره سازی کربن به جای مصالح ساختمانی که نیازمند مقدار بیشتر انرژی سوخت فسیلی برای تولید هستند، می تواند به کاهش انتشار گازهای گلخانه ای کمک کند. درختان با انرژی خورشیدی رشد و ضایعات کمی در طول پردازش تولید می کنند که اغلب برای پاسخگویی به نیازهای انرژی کارخانه استفاده می شوند. محصولات جنگل در پایان زندگی خود، می توانند به راحتی مورد استفاده مجدد، بازیافت و یا به عنوان منبع انرژی کربن خنثی استفاده شوند چوب به طور بالقوه یک ماده خنثی دی اکسید کربن است اگر به روش های سازگار با محیط زیست تولید شود؛ در طی رشد **CO2** زیادی را جذب می کند به طوری که در طی پوسیدگی یا احتراق رها می سازد. از آنجایی که تولید چوب به انرژی نسبتاً کمی برای پردازش جنگل و چوب نیاز دارد، می - توان آن را به عنوان مواد و مصالح ساختمانی با انرژی پایین تعریف کرد. استفاده از چوب به عنوان مصالح ساختمانی موثر بر تعادل کربن از طریق حداقل چهار مکانیسم امکان پذیر است (اریکسون و همکاران، ۲۰۱۰).

افزایش مصرف مصالح چوبی در ساخت و ساز یک انتخاب بالقوه برای کاهش انتشار خالص **CO2** است، زیرا انرژی نسبتاً پایین مورد نیاز برای ساخت محصولات چوبی در مقایسه با دیگر مصالح، ذخیره سازی کربن در مصالح ساختمانی چوب و قابلیت استفاده از سوخت های زیستی محصولات جانبی چوب می باشد. استفاده از زیست توده برای جایگزینی مستقیم سوخت های فسیلی با مصالح با مصرف زیاد سوخت فسیلی یک وسیله مهم در کاهش انتشار گازهای گلخانه ای است. مطالعات متعدد بر روی اثرات انرژی و **CO2** چوب مصرف شده در بخش ساخت و ساز به جای مصالح دیگر مانند بتن و فولاد متمرکز شده است. آنها نشان می دهند که انتشار گاز **CO2** مربوط به مصرف مواد در بخش ساخت و ساز می تواند تا حدود ۳۰۰-۸۵ درصد کاهش یابد (بر وجسون و گستاوسون، ۲۰۰۰)

### بحث و نتیجه گیری

واقعیت این است که طرح ساخت و ساز سبز به این آسانی در تمام جوامع به مرحله اجرا در نخواهد آمد مگر این که به عنوان یک هدف اصلی و مهم در سر فصل کاری تمام طرحهای عمرانی قرار گیرد. از اصول طراحی و ساخت در این زمینه می توان به استفاده از نور طبیعی روز، استفاده از حرارت طبیعی برای کنترل حرارت ساختمانها، استفاده از مصالح غیر مضر و قابل بازگشت به طبیعت جهت حفظ سلامتی انسان و محیط زیست و همچنین استفاده از منابعی که پس از مصرف به سرعت جایگزین میشوند، اشاره کرد. انتخاب موادیکی از عوامل مهم در ساخت "پروژه سبز" می باشد. مصالح ساختمانی سازگار با محیط زیست باعث افزایش ارزش طرحهای ساختمانی و کاهش اثرات سوء بر محیط میشوند که این نوع روش معمولاً یک یا چند مزیت دارد. بهره‌وری استفاده از منابع انرژی، آب و حفاظت از منابع طبیعی، ارتقای سطح بهداشت و سلامت ساکنان و عموم مردم از آن جمله هستند. بنابراین توجه به انتخاب مصالح

ساختمانی و به کارگیری ماده‌ای خاص در هر قسمت به شرط برگشت پذیر و قابل تجزیه بودن در طبیعت، اندازه هر ماده و جایگزین کردن هر عنصری که در طراحی سبز به کار گرفته می‌شود، در اکوسیستم یک اصل مهم می‌باشد. با توجه به مصرف گسترده مصالح ساختمانی مانند بتن و فولاد در صنعت ساخت و ساز دنیا و آثار تخریبی که در این سال‌ها در محیط زیست به جا گذاشته‌اند، در این بین چوب به دلیل مزایایی ذیل بررسی شده در این تحقیق و با حمایت دولتها و جامعه از لحاظ اقتصادی می‌تواند انتشار کربن و اثرات زیست محیطی ساختمان را در طراحی، ساخت و بهره‌برداری کاهش داده و به عنوان یک محصول سبز از لحاظ حفظ سلامتی انسان و محیط زیست به شمار رود.

چوب تنها مصالح ساختمانی است که ۱۰۰ درصد تجدید پذیر است. چوب، پایدار است زیرا در کارخانه‌های به نام جنگل پیوسته در حال تولید است. فرآورده‌های چوبی به طور معمول برای مصارف جدید به آسانی پذیرفته میشوند زیرا مواد بسیار سبک و آسان برای کار هستند. چوب نه تنها به عنوان یک عنصر زیبا طنین انداز است بلکه آرامش بخش و یک کنتراست گرم و لمسی در محیط مصنوعی از فضای کار مدرن با تکنولوژی بالا نیز فراهم میکند. محیط‌های غنی از چوب یک رابطه نزدیک با طبیعت دارند و برای کسانی که در آن محیط زندگی و کار میکنند جذاب و راحت است. چوب به عنوان یکی از مصالح ساختمانی دارای هدایت حرارتی پایین و خواص عایقی مناسب است. از آنجایی که تولید چوب به انرژی نسبتاً کمی برای پردازش جنگل و چوب نیاز دارد، میتوان آن را به‌عنوان مواد و مصالح ساختمانی با انرژی پایین تعریف کرد. چوب به علت خاصیت آکوستیک و قابلیت هدایت صوت پایین در دیوارهای ساختمانهای مدرن و سینماها و... نیز به کار می‌رود. محصولات چوبی دارای کمترین انرژی مجسم از تمام مصالح ساختمانی است زیرا انرژی مصرف شده برای رشد، برداشت، حمل و نقل و ساخت آنها کمتر از محصولات جایگزین است.

محصولات چوب توانایی مصادره کربن جذب شده در طی رشد درخت تا زمان استفاده از محصول را دارند و 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) ضایعات حاصل از چوب از ابتدا تا پایان چرخه طول عمر یک محصول، توانایی بازیافت و استفاده مجدد را دارند و همچنین می‌تواند به عنوان زیستتوده در تولید انرژی برای استخراج و پردازش خود نیز به کار رود و به همین دلیل است که انرژی مجسم و مصرف سوخت فسیلی چوب در مقایسه با دیگر مصالح پایین است.

منابع

- Agoudjil, B., Benchabane, A., Boudenne, A., Ibos, L. and Fois, L. 2012. Renewable materials to reduce building heat loss: Characterization of date plam wood. Journal homepage: <http://www.elsevier.com/locate/enbuild>.
- American Forest & Paper Association. 2001. Details For Conventional Wood Frame Construction. site homepage: <http://www.awc.org/> - Bergouignan, M., and Levy, R. 2010. Sharing a common resource in a sustainable development context: The case of a wood innovation system. Technological Forecasting & Social Change 77 (2010) 1126-1138. - Bernasconi, A. 1995. Von der Nachhaltigkeit zu nachhaltigen Systemen. Forstliche Planung als Grundlage nachhaltiger Waldbewirtschaftung. Dissertation Nr. 11195, Professur für forsteinrichtung und Waldwachstum. ETH, Zürich.
- Bjarløv, S., and Vladykova, P. 2010. The potential and need for energy saving in standard family detached and semi-detached wooden houses in arctic Greenland. journal homepage: <http://www.elsevier.com/locate/buildenv/>.
- Forest Products Laboratory. 1999. Wood handbook-Wood as an engineering material. Gen. Tech. Rep. FPL-GTR-113. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory. 463 p.
- Flander, K., and Rovers, R. 2008. One laminated bamboo-frame house per hectare per year. journal homepage: <http://www.elsevier.com/locate/conbuildmat>.



- Goverse, T., Hekkert, M., Groenewegen, P., Worrell, E., and Smits, R. 2001. Wood innovation in the residential construction sector; opportunities and constraints. journal homepage: <http://www.elsevier.com/locate/resconrec>.
- Graf, W. 2008. Wood Frame Buildings. California Geological Survey Special Report 207 version 1.0.
- Timber Committee October 11-14, 2010, Geneva, Switzerland. - Krook, J., Ma'tensson, A., Eklund, M., and Libiseller, C. 2007. Swedish recovered wood waste: Linking regulation and contamination. journal homepage: <http://www.elsevier.com/locate/wasman/>
- Kurz, W.A., Apps, M.J., Banfield, E., and Stinson, G. 2002. Forest carbon accounting at the operational scale. For. Chron. 78:672-679.
- Lacouture, D., Sefair, J., Flo'rez, L., and Medaglia, A. 2008. Optimization model for the selection of materials using a LEED-based green building rating system in Colombia. journal homepage: <http://www.elsevier.com/locate/buildenv/>
- Lippke, B., Wilson, J., Perez, J., Boyer, J., and Meil, J. 2004. CORRIM: lifecycle environmental performance of renewable building materials. For Prod J 546):8-19.
- Liu, G., and Han, S. 2009. Long-term forest management and timely transfer of carbon into wood products help reduce atmospheric carbon. journal homepage: <http://www.elsevier.com/locate/ecolmodel>.
- MacFarlane, D. 2008. Potential availability of urban wood biomass in Michigan: Implications for energy production, carbon sequestration and sustainable forest management in the U.S.A. . journal homepage: <http://www.elsevier.com/locate/biombioe>.