



زیست توده، استفاده از بقایای محصولات کشاورزی گندم، جو و نخود در معماری پایدار

محمد صدیق غلامپور^{۱*}، مریم کلامی^۲
^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد معماری پایدار، دانشگاه زنجان، عضو سازمان نظام مهندسی ساختمان استان کردستان
^۲ عضو هیئت علمی دانشکده معماری دانشگاه زنجان
*m.se.gholampour@znu.ac.ir



در دنیای امروز با مشکلات زیست محیطی و اقتصادی مختلف روبه‌رو هستیم.

یک رویکرد پایدار و دوستدار محیط زیست است. این مواد می‌توانند به عنوان مواد اولیه در تولید محصولات ساختمانی نوآورانه مورد استفاده قرار گیرند. زیست توده و پسماندهای کشاورزی به عنوان منابع تجدیدپذیر، نه تنها در تولید انرژی پاک (مانند بیوگاز و بیواتانول) و کاهش آلودگی محیط زیست نقش دارند، بلکه در معماری پایدار نیز به عنوان مصالح ساختمانی سازگار با طبیعت (مانند بلوک‌های عایق ساخته شده از کاه یا پسماندهای گیاهی) مورد استفاده قرار می‌گیرند. تبدیل این مواد به کمپوست علاوه بر حاصلخیزی خاک، در طراحی فضای سبز پایدار و کاهش مصرف منابع تجدیدناپذیر در ساخت و ساز مؤثر است. مدیریت صحیح پسماندهای کشاورزی از طریق معماری پایدار، امکان ساخت ساختمان‌های کم‌مصرف با عایق‌های طبیعی را فراهم می‌کند و به کاهش ردپای کربن در صنعت ساخت کمک می‌نماید. از جنبه اقتصادی، استفاده از این مواد در معماری، هزینه‌های ساخت را کاهش داده و به توسعه جوامع محلی منجر می‌شود. این رویکرد، پیوندی میان کشاورزی پایدار و معماری سبز ایجاد کرده و با بهره‌گیری از منابع طبیعی، گامی مؤثر در جهت ساخت و سازهای دوستدار محیط زیست و تحقق شهرهای پایدار برمی‌دارد.

۴- تهیه مصالح ساختمانی از پسماندها [۱]

۴-۱- ساخت کامپوزیت‌های زیستی (Bio-Composites)

■ بقایای گندم، جو و نخود می‌توانند با ترکیب رزین‌های زیستی و ترکیب بقایای کشاورزی (مانند کاه، ساقه یا پوسته نخود) با رزین‌های طبیعی یا زیست پایه به عنوان پرکننده در کامپوزیت‌های ساختمانی مورد استفاده قرار گیرند [۱۲].

■ کاربردها: عایق‌های حرارتی و صوتی، تولید

مصالح تولید شده از زیست‌توده می‌توانند در ساخت دیوارهای عایق، بلوک‌های ساختمانی، و حتی پانل‌های تزئینی استفاده شوند.

محصولات کشاورزی که در فرایندهای کشاورزی و صنعت به‌عنوان ضایعات باقی می‌مانند، می‌توانند به عنوان مواد اولیه در تولید مصالح ساختمانی مورد استفاده قرار گیرند. این مقاله به بررسی کاربرد بقایای گندم، جو و نخود در معماری پایدار و مزایا و چالش‌های استفاده از آن‌ها می‌پردازد. بقایای محصولات کشاورزی شامل ساقه‌ها، پوست‌ها، دانه‌های خرد شده و دیگر بخش‌های غیرقابل مصرف محصول هستند. این مواد معمولاً به‌عنوان ضایعات کشاورزی به دور ریخته می‌شوند، در حالی که می‌توانند به‌عنوان منابع بالقوه برای ساخت مصالح ساختمانی مورد استفاده قرار گیرند. این مواد معمولاً ویژگی‌هایی نظیر سبکی، عایق حرارتی و صوتی، و قابلیت تجزیه‌پذیری دارند. پسماندهای کشاورزی مانند ساقه‌های گندم، جو و نخود به دلیل فراوانی، در دسترس بودن و ویژگی‌های زیست‌محیطی، پتانسیل بالایی برای تبدیل به مواد مفید دارند. استفاده از این پسماندها می‌تواند به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای، مدیریت بهتر ضایعات و کاهش وابستگی به منابع غیرقابل تجدید کمک کند.

۳- اهمیت زیست توده و پسماندهای کشاورزی

در معماری مدرن، توجه به پایداری و طراحی سازگار با محیط زیست افزایش یافته است. مصالح تولید شده از زیست توده می‌توانند در ساخت دیوارهای عایق، بلوک‌های ساختمانی، و حتی پانل‌های تزئینی استفاده شوند. این مصالح علاوه بر کاهش ردپای کربن، به بهبود کیفیت هوای داخلی و کاهش مصرف انرژی کمک می‌کنند. استفاده از بقایای محصولات کشاورزی مانند گندم، جو و نخود در صنعت ساختمان و معماری،

۱- چکیده

با افزایش نگرانی‌ها درباره تغییرات اقلیمی و مصرف منابع طبیعی در دنیای معاصر، استفاده از مواد قابل تجدید و پایدار در صنایع مختلف به‌ویژه معماری، به‌عنوان یک راه‌حل مؤثر در جهت کاهش اثرات زیست محیطی شناخته شده است. زیست توده به‌عنوان یکی از منابع تجدیدپذیر و پایدار انرژی و مواد اولیه، در سال‌های اخیر توجه زیادی را به خود جلب کرده است. یکی از این مواد، بقایای محصولات کشاورزی مانند گندم، جو و نخود است که به‌عنوان منابع جایگزین در مصالح ساختمانی می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند. در معماری مدرن، توجه به پایداری و طراحی سازگار با محیط زیست افزایش یافته است. مصالح تولید شده از زیست توده می‌توانند در ساخت دیوارهای عایق، بلوک‌های ساختمانی، و حتی پانل‌های تزئینی استفاده شوند. این مصالح علاوه بر کاهش ردپای کربن، به بهبود کیفیت هوای داخلی و کاهش مصرف انرژی کمک می‌کنند. در این مقاله به بررسی کاربرد بقایای محصولات کشاورزی در معماری پایدار پرداخته می‌شود. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که استفاده از این مواد نه تنها به کاهش ضایعات کشاورزی و بهره‌برداری بهینه از منابع، بلکه به کاهش مصرف انرژی و کاهش گازهای گلخانه‌ای در ساخت و ساز کمک می‌کند.

۲- مقدمه

در دنیای امروز که با مشکلات زیست محیطی و اقتصادی مختلف روبه‌رو هستیم، مفهوم معماری پایدار به‌عنوان یکی از حوزه‌های مهم علمی و عملی مورد توجه قرار گرفته است. استفاده از مواد طبیعی و تجدیدپذیر می‌تواند به کاهش آسیب‌های زیست محیطی ناشی از ساختمان‌سازی کمک کند. در این راستا، بقایای



استفاده از بقایای کشاورزی در معماری پایدار می‌تواند به عنوان یک راه‌حل مؤثر در جهت کاهش ضایعات کشاورزی و محافظت از محیط زیست در صنعت ساختمان سازی مطرح شود.



پانل‌های دیواری سبک و مقاوم، جایگزین MDF یا تخته‌های فشرده در دکوراسیون داخلی، ساخت سقف‌های عایق با خاصیت ضدحریق و کاهش وزن، تخته‌های فیبر برای کف پوش یا دیوارپوش.

۲-۴- تولید عایق‌های حرارتی و صوتی

با فرآوری ساقه‌ها و کاه این محصولات، می‌توان عایق‌هایی سبک، ارزان و پایدار تولید کرد، ترکیب بقایای گندم و جو با آهک هیدراته، خاک رس، یا سیمان برای تولید بلوک‌های ساختمانی سبک و زیست پایدار و همچنین این بلوک‌ها عایق‌های خوبی برای گرما و صدا هستند و در برابر رطوبت مقاومت بهتری دارند. این مواد به دلیل دارا بودن ساختار متخلخل، عایق حرارتی و صوتی خوبی هستند.

کاربردها: عایق بندی دیوارها، سقف‌ها و کف‌ها، کاهش مصرف انرژی در ساختمان، کاهش وزن کلی سازه

۳-۴- ساخت آجرهای زیستی (Bio-Bricks)

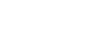
مخلوط کردن بقایای کشاورزی با خاک، آهک و یا مواد چسباننده طبیعی، امکان تولید آجرهای سبک و زیست پذیر را فراهم می‌کند [۹].

کاربردها: ساخت دیوارهای سبک و مقاوم، استفاده در خانه‌های روستایی یا سازه‌های موقت، مقرون به صرفه و دوستدار محیط زیست.

۴-۴- تولید بتن سبز [۲]

استفاده از کاه و ساقه‌های خرد شده به عنوان جایگزین بخشی از سنگدانه‌ها در بتن.

کاربردها: تولید بتن سبک و پایدار، کاهش استفاده از سیمان و بهبود عملکرد عایق بندی، کاهش اثرات زیست محیطی و افزایش خاصیت ارتجاعی بتن، این روش می‌تواند باعث کاهش وزن و بهبود خاصیت عایقی بتن شود [۱۰].



مصالح زیستی ارزان‌تر از مصالح سنتی است.



۵-۴- سقف‌های سبک و سازه‌های موقت

ساقه‌ها و کاه گندم و جو می‌توانند به عنوان ماده اصلی در ساخت سقف‌های کاه‌گلی یا سازه‌های سبک موقت استفاده شوند.

۶-۴- طراحی داخلی و دکوراسیون

استفاده از الیاف این بقایا برای تولید عناصر تزئینی مانند تابلوها، پانل‌های دیواری و مبلمان سبک. تبدیل بقایای نخود و گندم به فیبرهای تزئینی برای ساخت تابلوهای دیواری، پانل‌های هنری و عناصر دکوراتیو.

کاربردها: کاهش ضایعات کشاورزی و استفاده بهینه از منابع طبیعی، کاهش انتشار کربن و جایگزینی مواد غیرقابل تجدید، استفاده در طراحی فضای داخلی ساختمان‌های پایدار سقف کاهگلی مدرن.

۷-۴- تولید چسب‌ها و رزین‌های طبیعی

استخراج نشاسته و ترکیبات گیاهی از نخود برای تولید چسب و رزین. نشاسته موجود در نخود و سایر بقایای گیاهی می‌تواند به عنوان ماده اولیه در تولید چسب‌ها و رزین‌های طبیعی برای ساخت محصولات چوبی و کامپوزیت‌های زیستی استفاده شود [۵].

۸-۴- فناوری چاپ سه بعدی با مواد زیستی [۱۱]

فرآوری بقایای کشاورزی برای تولید مواد اولیه چاپ سه بعدی.

کاربردها: ساخت قطعات معماری پیچیده و منحصر به فرد، جایگزینی پلیمرهای نفتی با مواد.

۹-۴- سیستم‌های ساخت مدولار [۸]

استفاده از بقایا برای تولید قطعات مدولار پیش ساخته مانند پانل‌های سقفی و دیواری.

کاربردها: ساخت سریع و آسان ساختمان‌های موقت، کاهش پسماند ساختمانی.

۵- راهکارهای اجرایی و توسعه

بررسی خواص مکانیکی، حرارتی و زیست محیطی بقایای کشاورزی برای بهبود عملکرد مواد و توسعه کارخانه‌هایی برای جمع‌آوری، فرآوری و تولید مصالح از بقایا، ارائه یارانه‌ها و مشوق‌ها برای استفاده از مواد پایدار در پروژه‌های ساختمانی، برگزاری کارگاه‌ها برای معماران، مهندسان و کشاورزان.

۶- ویژگی‌های مشترک تمامی روش‌ها

برای بهره‌برداری حداکثری از این روش‌ها، تحقیقات بیشتری درباره فرایندهای بهینه‌سازی (مانند اصلاحات شیمیایی یا مکانیکی) و ترکیب مواد مورد نیاز است. همچنین، ایجاد یک پایلوت صنعتی برای آزمایش و توسعه این فناوری‌ها، برگزاری کارگاه‌ها و دوره‌های آموزشی برای ارتقای دانش متخصصین، سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه برای بهینه‌سازی فرایندها و ترکیبات این راهکارها می‌تواند به صورت مرحله‌ای و متناسب با نیازهای بازار و پروژه‌های ساختمانی اجرا شوند [۳].

۷- تحلیل اقتصادی و زیست محیطی استفاده از بقایای گندم، جو و نخود در صنعت ساختمان

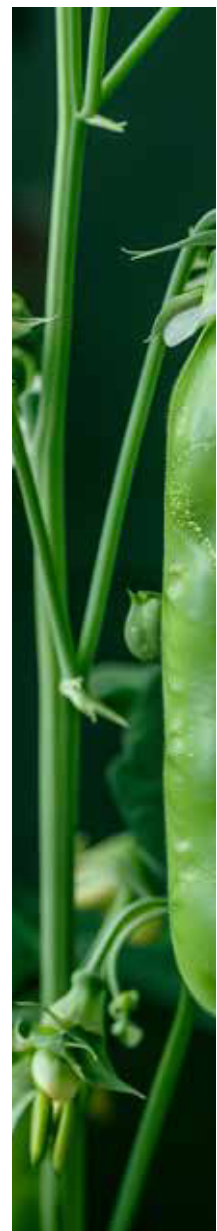
۱-۷- تحلیل اقتصادی

کاهش هزینه تولید مصالح ساختمانی، اشتغال‌زایی و رشد اقتصادی محلی، کاهش هزینه‌های حمل و نقل افزایش دوام و کاهش هزینه‌های تعمیر و نگهداری.

۲-۷- تحلیل زیست محیطی [۷]

الف. کاهش پسماند کشاورزی

مدیریت ضایعات: جلوگیری از سوزاندن بقایای گندم، جو و نخود که منجر به تولید گازهای



بقایای گندم، جو و نخود کاملاً تجدیدپذیر هستند.



پایدار، آینده‌ای روشن برای صنعت ساختمان فراهم می‌کنند.

۹- مراجع

- [۱] کتاب مصالح در ساختمان و معماری (ویراست دوم) نوشته محسن سرتیپی پور (۱۳۹۷)
- [۲] کتاب معماری سبز: از بام سبز تا کشاورزی شهری نوشته هادی محمودی نژاد (۱۳۹۸)
- [۳] سایت سیویلیکا (مجموعه مقالات درباره معماری سبز) ۱۳۹۳ تا ۱۴۰۳
- [۴] سایت سیویلیکا، مقالات علمی کنفرانس و ژورنال - مقاله بررسی تولید سوخت زیستی پایدار از بقایای کشاورزی به عنوان یک رویکرد دوستدار محیط زیست (۱۴۰۳)
- [۵] سایت گیسووم، مقاله مروری بر کاربردهای چوب سیمان ساخته شده از ضایعات کشاورزی (۱۴۰۳)
- [6] John, S., & Taylor, R. (2015). Agricultural Residues as Building Materials. *Journal of Sustainable Construction*, 32(4), 58-71.
- [7] Smith, L., & Chan, M. (2018). Use of Agricultural Waste in Green Building Materials. *Environmental Engineering*, 24(3), 105-117.
- [8] Brown, T. (2020). Innovations in Agricultural Waste Recycling for Sustainable Construction. *Sustainable Development Journal*, 18(2), 150-163.
- [9] Lee, J., & Wilson, P. (2019). The Role of Biomaterials in Sustainable Architecture. *Eco-Building Review*, 15(1), 22-35.
- [10] Kumar, R. (2022). Application of Wheat Straw and Other Agricultural Residues in Construction Materials. *International Journal of Green Technology*, 10(2), 44-53.
- [11] Miller, G. (2021). Sustainable Materials for Future Construction. *Green Technology Press*.
- [12] Wilson, R., & Chen, A. (2020). Agricultural Byproducts in Building Materials. *Journal of Renewable Resources*, 14(2), 95-112.
- [13] FAO. (2019). *Agricultural Waste Management and Utilization*. Rome: FAO Publications

تولید سیمان یکی از بزرگ‌ترین منابع انتشار دی‌اکسید کربن است.

۷-۳- مقایسه اقتصادی با مصالح سنتی

با توجه به موضوعات مطرح شده از نظر هزینه و تولید انرژی و هزینه‌های حمل و نقل و در دسترس بودن و مهم‌تر از همه قابلیت بازیافت، مصالح زیستی ارزان‌تر از مصالح سنتی است و می‌تواند جایگزین مناسبی برای مصالح سنتی از هر نظر باشد.

۸- جمع‌بندی

استفاده از بقایای کشاورزی در معماری پایدار می‌تواند به عنوان یک راه‌حل مؤثر در جهت کاهش ضایعات کشاورزی و محافظت از محیط زیست در صنعت ساختمان‌سازی مطرح شود. با توسعه فناوری‌های نوین و افزایش آگاهی در صنعت معماری، این مواد می‌توانند به یک گزینه مطلوب و پایدار تبدیل شوند. هر یک از بقایای کشاورزی گندم، جو و نخود دارای ویژگی‌ها و مزایای منحصر به فردی هستند که آن‌ها را برای استفاده در معماری پایدار ایده‌آل می‌سازد. با این حال، چالش‌هایی مانند دوام پایین و حساسیت به شرایط محیطی، نیازمند توسعه فناوری‌ها و استانداردهای لازم است. اگرچه این چالش‌ها وجود دارند، اما سرمایه‌گذاری در این حوزه می‌تواند به ایجاد مصالح ساختمانی جدید، پایدار و زیست‌سازگار منجر شود که هم به حفاظت از محیط زیست کمک می‌کنند و هم از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه هستند. بقایای کشاورزی مانند گندم، جو و نخود دارای پتانسیل بالایی برای استفاده در معماری پایدار هستند. با این حال، بهره‌گیری مؤثر از این منابع مستلزم حمایت‌های مالی و قانونی، توسعه فناوری‌های پردازش و افزایش آگاهی عمومی است. این مواد نه تنها به کاهش اثرات زیست محیطی کمک می‌کنند، بلکه به عنوان یک راه‌حل اقتصادی و

کلخانه‌ای و آلودگی هوا می‌شود [۴].

■ بازیافت پایدار: تبدیل ضایعات به مواد مفید ساختمانی.

ب. کاهش انتشار کربن [۱۳]

■ جایگزینی سیمان: تولید سیمان یکی از بزرگ‌ترین منابع انتشار دی‌اکسید کربن است. استفاده از بقایای کشاورزی به عنوان جایگزین بخشی از سیمان می‌تواند انتشار کربن را تا ۳۰ درصد کاهش دهد.

■ کربن منفی: بقایای کشاورزی در طول رشد خود دی‌اکسید کربن جذب می‌کنند و می‌توانند به کاهش انتشار خالص کمک کنند.

ج. کاهش استخراج منابع طبیعی

■ حفظ منابع معدنی: کاهش نیاز به استخراج سنگدانه‌ها، خاک رس و چوب.

■ کاهش فرسایش خاک: جلوگیری از تخریب زمین‌های کشاورزی و منابع طبیعی.

د. بهبود کیفیت هوا

■ کاهش آلودگی ناشی از سوزاندن ضایعات کشاورزی.

■ عایق‌های زیستی: کاهش نیاز به سیستم‌های گرمایش و سرمایش و کاهش آلودگی هوای داخلی.

ه. تجدیدپذیری و زیست تخریب پذیری

■ مواد زیستی: بقایای گندم، جو و نخود کاملاً تجدیدپذیر هستند و پس از پایان عمر مفید محصولات، می‌توانند بازیافت شوند یا به خاک بازگردند.

■ کاهش ضایعات ساختمانی: محصولات زیستی می‌توانند به راحتی تخریب شده و بازیافت شوند.