



دومین همایش و نشست بین المللی نخبگان پیشرو در خط علوم تربیتی و آموزشی و علوم انسانی



به کارگیری مجدد آب باران جهت ارتقا توسعه پایدار در ساختمان های مدارس سبز

حاشیه تالاب انزلی



نویسنده: نازنین اسلامی^۱



۱. دانش آموخته دکتری تخصصی، گروه معماری، واحد بندر انزلی، دانشگاه آزاد اسلامی، گیلان، ایران.

MDOI-01-2026.0017
MNR--1-C1F148

چکیده

امروزه به دلیل توسعه گسترده دانش بشری در عرصه های گوناگون معماری، معماری بومی نقاط مختلف جهان که با توجه به طبیعت و محیط پیرامون خود شکل گرفته اند، به دست فراموشی سپرده شده است. با توجه به این مسئله تمامی کشورهای دنیا در تلاش اند تا نواقص موجود در معماری نسل امروز، که یکی از موارد آن عدم توجه به همسازی معماری با اقلیم می باشد را جبران نمایند. در این راستا مدرسه سبز به عنوان یک رویکرد مدیریتی و آموزشی که هدف آن ایجاد یک محیط یادگیری پایدار، دوستدار محیط زیست و بهینه از نظر مصرف منابع است، مطرح می گردد. در این مدل، مدرسه نه تنها محل آموزش دروس معمول است، بلکه به عنوان یک «آزمایشگاه زیست محیطی» عمل می کند تا دانش آموزان به صورت عملی با اصول حفاظت از طبیعت، پایداری و سبک زندگی سالم آشنا شوند. با در نظر گرفتن این موضوع این سوال مطرح می شود که: چگونه می توان از مصالح بومی به ویژه گیاه بامبو به عنوان مصالح اولیه در ساخت مدارس حاشیه تالاب انزلی بهره برد که ضمن توسعه برخی از توان های محیطی (مانند به کارگیری مجدد آب باران در مصارف داخلی ساختمان های مدارس) کمترین آسیب را به محیط زیست پیرامون خود برساند؟ بر مبنای این فرض که استفاده از گیاه بامبو به عنوان مصالح بومی سبب ارتقا شرایط پایداری ساختمان های مدارس حاشیه تالاب انزلی، کاهش میزان تخریب محیط زیست و کاهش مصرف انرژی می شود، در مسیر تحقیق جهت تبیین نقش مصالح بومی در ایجاد معماری پایدار، در ابتدا تعریفی از معماری پایدار و اصول آن ارائه می گردد و سپس با روش تطبیقی، اصول معماری پایدار و مصالح بومی شمال کشور مقایسه می گردند. در نهایت به نقش مؤثر و محوری مصالح بومی به ویژه گیاه بامبو، در دستیابی به معماری پایدار تاکید خواهد شد. هدف اصلی این نوشتار کاهش عوامل آسیب رساندن به محیط زیست و ارتقا شرایط پایداری مدارس حاشیه تالاب انزلی می باشد. در این مقاله با پیشنهاد بکارگیری بامبو و بررسی خواص فیزیکی و مکانیکی آن به عنوان مصالح اولیه جایگزین چوب درختان در صنعت ساخت و ساز در حوزه معتدل و مرطوب کشور، گامی در جهت جلوگیری از قطع بی رویه آن ها به منظور پایداری محیط زیست برداشته شده است. بدین منظور جهت دستیابی به پاسخی مناسب برای سوال مطرح شده با تکیه بر مطالعات اسنادی و کتابخانه ای از روش توصیفی-تحلیلی در این مقاله استفاده شده است. نتایج حاصل از پژوهش به ارتقا کیفیت مدارس سبز حاشیه تالاب انزلی، کاهش مصرف انرژی، کاهش تخریب و آلودگی های زیست محیطی، خود بسندگی و افزایش استفاده از مصالح بومی و افزایش سطح رضایت مندی دانش آموزان می انجامد.

واژگان کلیدی: معماری پایدار، مدرسه سبز، پایداری زیست بوم، بامبو، تالاب انزلی.



دومین همایش و نشست بین المللی نخبگان پیشرو در خط علوم تربیتی و آموزشی و علوم انسانی



مقدمه

مسئله مهم در معماری معاصر امروز، قطع ارتباط میان معماری بومی و نیازهای مدرن می باشد. (ابراهیم زاده و مظفر زاده، ۱۳۹۰: ۱). در واقع یکی از کمبودهای موجود که همواره نسل امروز را به طور خواسته یا ناخواسته تهدید می کند، عدم توجه به پتانسیل های ناشی از کاربرد مصالح بومی و به عبارت بهتر عدم سازگاری و انطباق معماری با اقلیم آن می باشد. این موضوع یکی از قابلیت های شاخصی است که در حال حاضر اکثر کشورهای جهان برای دستیابی به آن در تلاش اند، چرا که با بهره برداری بهینه از طبیعت و عوامل اقلیمی، علاوه بر ارتقاء سطح زندگی و مدیریت صحیح و سازنده اکوسیستم ها می توان شاهد شکل گیری آینده ای سالم تر و امن تر بود. مدارس سبز در مناطق حساس زیست محیطی، مانند حاشیه تالاب انزلی، نقشی دوگانه بر عهده دارند: از یک سو باید کمترین اثر منفی را بر اکوسیستم آسیب پذیر تالاب داشته باشند و از سوی دیگر به عنوان یک مرکز آموزشی، فرهنگ حفظ محیط زیست را در میان نسل جدید تقویت کنند. در چنین مناطقی، معماری پایدار و مدیریت بهینه انرژی اهمیت ویژه ای پیدا می کند.

در کشور ما الزام بررسی چنین موضوعی با توجه به سابقه تاریخی و قابلیت های بالای کشورمان از اهمیت و ارجحیت بیشتری برخوردار است. به طوری که از گذشته های دور توجه به استفاده از مصالح محلی و بومی در سرزمین ما به وفور دیده می شود (مهر علی به نقل از ابراهیم زاده و مظفر زاده، ۱۳۹۱: ۱). لذا در این مقاله به یکی از مباحث معماری پایدار که همانا به کارگیری مصالح و فرآورده های بومی معماری در ساخت مدارس سبز حاشیه تالاب انزلی است، پرداخته می شود. در واقع این همان اصلی است که استاد پیرنیا در کتاب سبک شناسی معماری ایران، تحت عنوان قناعت و خودبسندگی، بیان نموده و معمار ایرانی را بر آن می داشته همچون کیمیاگری توانا و مسلط، به شایستگی از مصالح بومی پیرامون خود استفاده کند، به طوری که آن معماری مطابق اقلیم محل به جاودانه ترین آثار معماری تبدیل گردد، آثاری که حتی پس از گذشت اعصار و قرون متمادی همچنان پایدار و ماندگارند (پیرنیا، ۱۳۸۴: ۱). بنابراین باید تلاش شود تا این میراث که به دست ما رسیده بدرستی به کار بسته شود و با شرایط امروزی زندگی وقف داده و به طرف جلو پیش برده شود. زیرا توجه نکردن به این ارزش و محصول گذشته و یا کپی برداری صرف از آن باعث می شود که معماری و ارزش های بومی ما فراموش و بی ارزش شمرده شوند و یا باعث ساکن ماندن در سطحی که بوده می شود و این امر بسیار دلسرد کننده می باشد (ابراهیم زاده و مظفر زاده: ۱۳۹۰: ۱). طراحی مدرسه سبز در حاشیه تالاب انزلی به دلیل شرایط اقلیمی خاص منطقه مانند رطوبت بالا، بارش فراوان، پوشش گیاهی انبوه و ارزش اکولوژیک تالاب، نیازمند استفاده از مصالح و راهکارهایی است که هم با محیط سازگار باشند و هم مصرف انرژی را کاهش دهند. در این میان، بامبو به عنوان یکی از مناسب ترین مصالح پایدار، می تواند نقش کلیدی در معماری مدرارس سبز حاشیه تالاب انزلی ایفا کند.

پیشینه توسعه پایدار در مدارس سبز

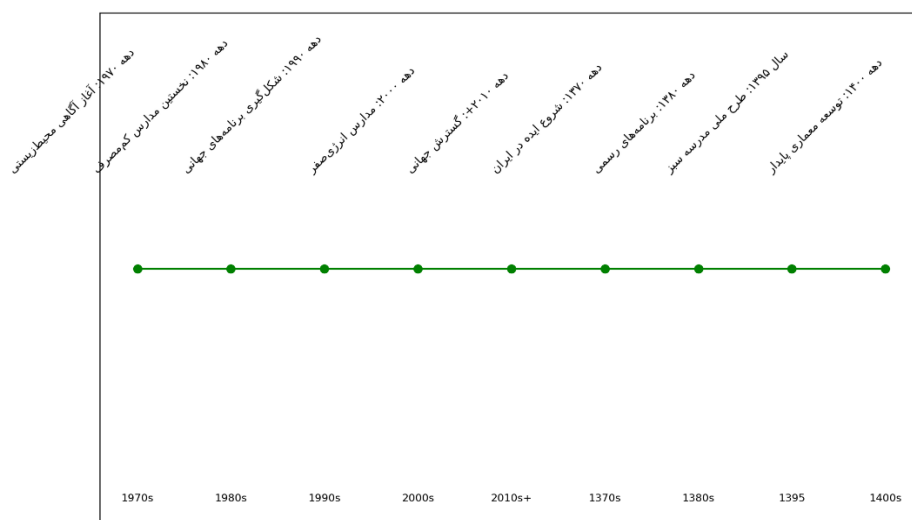
واژه توسعه پایدار از اواسط دهه ۷۰ میلادی و پس از بحران نفتی سال ۱۹۷۳ م.، بسیار به کار رفته است. امروزه، بحث توسعه پایدار، یکی از بحث های بسیار مهم و رایج در سطح بین المللی است. سازمان ها و نهادهای پر طرفدار محیط زیست در جهان و همچنین سازمان ملل از مهم ترین ارگان های دخیل در این امر هستند. تاریخچه شکل گیری مدارس سبز در جهان نیز مرتبط با روند گسترش معماری پایدار در جهان بوده اند.



دومین همایش و نشست بین المللی نخبگان پیشرو در خط علوم تربیتی و آموزشی و علوم انسانی



- دهه ۱۹۷۰ - با افزایش نگرانی‌های محیط‌زیستی، ایده هماهنگی مدارس با طبیعت شکل گرفت.
- دهه ۱۹۸۰ - نخستین مدارس کم‌مصرف انرژی در کشورهایی مثل آمریکا، آلمان و ژاپن ساخته شدند.
- دهه ۱۹۹۰ - یونسکو و UNEP برنامه‌های رسمی آموزش محیط‌زیست را در مدارس توسعه دادند؛ اولین مدارس دارای گواهی سبز ایجاد شد.
- دهه ۲۰۰۰ - مدارس سبز وارد سیاست‌گذاری شهری شدند؛ انرژی خورشیدی، بازیافت و معماری پایدار به‌صورت جدی وارد طراحی مدارس شد.
- دهه ۲۰۱۰ تا امروز - مدارس سبز یک جریان جهانی شدند؛ مدارس با مصرف انرژی صفر، سقف سبز، تهویه طبیعی و فناوری‌های هوشمند گسترش یافتند.



نمودار ۱- نمودار تاریخی شکل‌گیری مدرسه سبز در جهان و ایران ماخذ: نگارنده

- بر اساس تعریف کمیسیون جهانی سازمان ملل توسعه پایدار عبارت است از "توسعه‌ای که پاسخگوی نیازهای فعلی باشد، بدون آنکه توان نسل‌های آینده در تامین نیازهای خود را تحت تاثیر قرار دهد". بانک جهانی توسعه پایدار را چنین تعریف می‌کند: "توسعه‌ای که دوام یابد" (فلامکی به نقل از گرجی مهبانی، ۱۳۸۹: ۲).
- توسعه پایدار، یک ایده و اصطلاح بسیار گسترده است که معانی متفاوت و بسیاری دارد و در نتیجه فراوانی این معانی، واکنش‌های مختلف صاحب‌نظران را بر می‌انگیزاند. مفهوم توسعه پایدار، یک نوع تلاش برای ترکیب مفاهیم در حال رشد حوزه‌ای از موضوعات محیطی با موضوعات اجتماعی-اقتصادی می‌باشد. مفهوم توسعه پایدار یک تغییر مهم در فهم رابطه انسان و طبیعت و انسان‌ها با یکدیگر می‌باشد. این مسأله با دیدگاه دو قرن گذشته انسان که بر پایه جدایی موضوعات محیطی و اجتماعی و اقتصادی شکل گرفته بود در تضاد است. در ایران نیز تاریخچه شکل‌گیری مدارس سبز به دهه ۷۰ خورشیدی بازمی‌گردد.
- دهه ۱۳۷۰ - ایده مدارس دوستدار محیط‌زیست مطرح شد؛ بیشتر در حد پژوهش و آزمایش.
 - دهه ۱۳۸۰ - برخی مدارس پایلوت برای مدیریت پسماند، فضای سبز و صرفه‌جویی انرژی راه‌اندازی شدند.
 - سال ۱۳۹۵ - وزارت آموزش و پرورش طرح رسمی «مدرسه سبز» را معرفی کرد.



دومین همایش و نشست بین المللی نخبگان پیشرو در خط علوم تربیتی و آموزشی و علوم انسانی



شامل: مدیریت آب، انرژی، پسماند، فضای سبز و آموزش محیط زیست.

• دهه ۱۴۰۰ - توجه به معماری پایدار، انرژی خورشیدی، مصالح بومی (مثل چوب و بامبو) و طراحی سازگار با اقلیم در مدارس افزایش یافت.

ساختمان های مدارس سبز ممکن است به عنوان ساختمان هایی تعریف شوند که در تلاش برای حصول کیفیت کامل شامل جنبه های اقتصادی، اجتماعی و محیطی باشند. از این رو طراحی پایدار نوعی دخل و تصرف در محیط است که تلاش می کند تا راه حل هایی را ابداع نماید که با اهداف محیطی، اجتماعی و اقتصادی تشکیل دهنده بخش کالبدی و اهداف اجتماعی نیز به عنوان بخش غیر کالبدی در معماری پایدار باشند (Beck به نقل از گرچی مهبلانی، ۱۳۸۹: ۳).

نقش مصالح بومی در معماری پایدار

اگر به گذشته تاریخی انسان ها نگاه شود دریافت می شود که در معماری بومی هر اقلیم، مصالح بوم آورد به کار رفته، قابل استفاده مجدد و برگشت پذیر بوده و اجداد و نیاکان ما در تعادل با محیط و فضا سازی، کاملاً سازگار با طبیعت گام برمی داشتند به طوری که مصالح مصروف که از موارد حائز اهمیت در تحقق پایداری هستند، منطبق با ملاحظات زیست محیطی، اقتصادی، اقلیمی و ملاحظات انرژی عمل می نمودند (احمدی به نقل از ابراهیم زاده و مظفر زاده، ۱۳۹۰: ۲).

مصالحی بومی و محلی تلقی می شوند که پارامترهایی نظیر فراوانی، در دسترس بودن، بهره وری آسان و از همه مهم تر منشاء طبیعی داشتن به لحاظ عدم تولید پسماند و به تبع آن بازگشت دوباره آن به طبیعت را دارا باشند و بدون هیچ واسطه از منطقه پیرامونی حاصل شوند و هیچ عامل واسطی از مرحله استخراج از طبیعت تا مصرف آن در ساختمان وجود نداشته باشد. بنای شکل گرفته با مصالح بومی نه تنها سازگاری و پایداری اقلیمی با محیط پیرامون خود برقرار می سازد بلکه در ایجاد هماهنگی زیبا و متناسب با طبیعت اطراف خود نیز موفق عمل خواهد نمود (مهر علی به نقل از ابراهیم زاده و مظفر زاده، ۱۳۹۱: ۲).

مصالح بوم آورد موجود در محیط به عنوان مصالح عمده در ساخت و سازهای بومی نقش بسیار مهمی در بهره وری استفاده از منابع (انرژی، آب و حفاظت از منابع طبیعی)، ارتقاء سطح بهداشت و سلامت ساکنین و عموم مردم دارد. در مجموع می توان به این نکته اشاره نمود که اصطلاح "مصالح بومی" ترکیبی از همه موارد مطرح شده است که به نسبت بهره مندی از هریک از ویژگی ها، مواد و مصالح، بومی تر و محلی تر می شوند (احمدی به نقل از ابراهیم زاده و مظفر زاده، ۱۳۹۰: ۲).

نی خیرزان و بامبو نیز یکی از مصالح بومی در منطقه حاشیه تالاب انزلی می باشد با توجه به سیستم های ساخت و ساز امروزی متأسفانه بهره گیری از آنها در مناطق حاشیه تالاب انزلی به فراموشی سپرده شده است.

مولفه های معماری بومی ساختمان های حاشیه تالاب انزلی

شاخصه های بومی و زیست محیطی حوزه معتدل و مرطوب نمودی خاص به ساختار معماری این منطقه داده است که آن را از سایر حوزه های اقلیمی ایران متمایز می نماید که گویای هماهنگی و تلفیق بنا با طبیعت است.

هماهنگی با عوامل اقلیمی ویژگی ای است که در بیشتر بناهای سنتی منطقه خزری به چشم می خورد، این هماهنگی را می توان در فرم بنا و نوع مصالح و عناصر به کاررفته در بنا مشاهده نمود. عوامل اصلی در متمایز کردن معماری بومی را با معماری امروزی را به گونه زیر نام برد:

۱- استفاده از زیست بوم به عنوان سیستم طراحی

۲- تاثیر متقابل بین مردم و طبیعت اطراف



دومین همایش و نشست بین المللی نخبگان پیشرو در خط علوم تربیتی و آموزشی و علوم انسانی



۳- توسعه اهداف طراحی براساس موضوع بقای انرژی و احترام به محیط زیست

این سه عامل معماری را کاملاً تحت تاثیر قرار می دهد و از سبکی عامه تبدیل به سبکی بومی می کند و با تکیه بر آن می توان فرم های شهری افراط گرایانه قرن ۲۰ را که به پشتوانه معماری مدرن در مناطق مختلف شکل گرفته اند ، اصلاح نمود و به سوی معماری انسانی تر در همسازی با طبیعت سوق داد (نقیبی راد و کرد جمشیدی، ۱۳۹۳: ۴).

ویژگی معماری امروزی ساختمان های حاشیه تالاب انزلی

امروزه دیگر ما شاهد معماری سنتی و بومی در منطقه ای که جزء پرباران ترین مناطق شمالی ایران است و باران مداوم و رطوبت نسبی زیاد، عامل اصلی شکل گیری معماری این سرزمین است، نمی باشیم. در عوض ساختمان هایی با سازه فلزی یا بتنی، پوشش آجری و سقف های شیب دار با فرم های به اصطلاح هنرمندانه با پیروی کورکورانه از معماری بیگانگان و تفکیک فضاهای داخلی تنها به منظور پاسخ به نیازهای خانواده، جایگزین ویژگی های پیشین بناها گشته اند و همین نکات موجب از دست دادن هویت معماری بومی منطبق با این محیط شده اند. در این میان تلاش برای ایجاد محیطی پایدار و مناسب برای زندگی دانش آموزان، با حفظ فرهنگ و ارزش های محلی در منطقه، شرایط معماری آینده را بهبود می بخشد. (عبدلی به نقل از ابراهیم زاده و مظفر زاده، ۱۳۹۱۲: ۳).

در معماری بومی این منطقه برای هم سازی هرچه بیشتر با اقلیم راهکارهای زیر اتخاذ شده است:

-تامین سایه از طریق گسترش بام ساختمان و کاشت درخت.

-برقراری کوران هوا در مجموعه، از طریق احداث بافت پراکنده.

-استفاده هم زمان از سایه و باد به کمک ایوان احداث شده در اطراف ساختمان

در این پهنه بارش باران زیاد بوده و تا ۲۰۰۰ میلیمتر در سال نیز می رسد که در پاره ای از مناطق در فصول سرد با باد همراه شده و تولید کج باران می کند. در نتیجه بهره گیری از سازو کاری که بتوان آب باران جهت بهره گیری مجدد در مصرف داخلی ساختمان ها به ویژه ساختمان های مدارس سبز به کار برد، مورد تاکید است. به منظور طراحی این سیستم راهکارهای اجرا شده به شرح زیر است:

-تخلیه سریع آب باران به کمک بام شیب دار از طریق بامبوه های تعبیه شده در سقف بنا که نقش مسیر را برای انتقال آب باران ایفا می کنند.

-جمع آوری آب به کمک المان های قیف مانند (حوضچه های مرتفع تعبیه شده بر گرفته از طرح پسته آبی تالاب انزلی).

- کنترل باران توام با باد از طریق گسترش سطح بام در جبهه رو به باد غالب

-کنترل کج باران، از طریق پایین آوردن لبه های بام تا نزدیک سطح زمین

مصالح بومی مورد استفاده در گذشته در اقلیم معتدل و مرطوب شمال ایران

در اقلیم معتدل و مرطوب حاشیه تالاب انزلی باتوجه به سرمایه های محیطی از مواد و عناصری که به دلیل آب و هوا و شرایط جوی حاکم، در این منطقه موجود است برای ساخت ساختمان، بهره جسته می شده است که به عنوان مصالح بومی به شمار می رفته اند. همچنین با توجه به عدم وجود امکانات کافی برای فراهم آوردن مصالح از مناطق دیگر، ساکنان از مصالحی که در محل سکونت آن ها موجود بوده برای ساخت و ساز خانه های خود استفاده می کردند. در اقلیم معتدل و مرطوب به دلیل بارش های جوی و جنگل های مملو از چوب (الوار چوب و زغال) و الیاف گیاهی به وفور به عنوان عناصر اصلی سازنده ساختمان ها استفاده می شده است. از جمله مصالح بومی ای که در اقلیم معتدل و مرطوب بسیار کاربرد داشته است می توان:



دومین همایش و نشست بین المللی نخبگان پیشرو در خط علوم تربیتی و آموزشی و علوم انسانی



- چوب
- الباف گیاهی
- نی و لی
- جگن و فل
- گالی یا کولش
- پوشال

نام برد. این مصالح به کرات به عنوان مواد اولیه در ساخت ساختمان ها استفاده می شده است. چرا که در دست ترین مواد برای ساکنان بوده و کمترین آسیب را به محیط زیست می رسانده است.

بدون شک یکی از عوامل مهم در ساخت یک بنا در معماری بومی، مصالح مورد استفاده در آن منطقه است. در گذشته مصالح مورد استفاده در برپایی ساختمان ها جملگی از طبیعت اطراف به دست می آمدند که بهره گیری از این عناصر با فواید و زیان هایی همراه بوده است که در جدول زیر به شرح این نقاط قوت و ضعف پرداخته شده است.

جدول ۱- مزایا و معایب مصالح بومی سنتی مورد استفاده در ساخت ساختمان های حاشیه تالاب انزلی ماخذ: نگارنده

مزایا	معایب
مطابق با شرایط جوی و عوامل اقلیمی حاکم در منطقه	کم دوام و در برخی موارد نامرغوب
کنترل انرژی	اغلب عدم رفتار یکسان سازه ای
کمترین آسیب به محیط زیست	اغلب عدم رفتار یکسان سازه ای
قابلیت بازیافت و بازگشت	کارایی و شکل دهی ضعیف
به حقیقت کشاندن رویای زندگی در طبیعت، برای ساکنین	در برخی موارد وزن زیاد مصالح
ساخت و نگه داری آسان	پوسیدگی در برابر رطوبت
تعمیر و بازسازی آسان	آسیب پذیری در مقابل حشرات موذی خورنده چوب
در دسترس و مهیا بودن مصالح	عدم ایستایی و استحکام کافی در برابر فشارهای ناگهانی و نیروهای جانبی

باتوجه به مزایا و معایب مصالح طبیعی و بوم آورد که در جدول بالا برشمرده شد، به کارگیری این مصالح موجب رونق اقتصادی منطقه شده، چرا که جز تولیدات همان منطقه است. علاوه بر آن خودکفایی در منطقه را از لحاظ ساخت و ساز به ارمغان می آورد.



دومین همایش و نشست بین المللی نخبگان پیشرو در خط علوم تربیتی و آموزشی و علوم انسانی



پس از توضیحاتی که در زمینه مصالح بومی و بهره گیری از آن در ساخت مدارس سبز حاشیه تالاب انزلی ارائه گردید، ضرورت دارد پیشنهادی در جهت به کارگیری درست و منطقی، مطابق با شرایط امروز دنیا به منظور به کارگیری مصالح بومی در اقلیم معتدل و مرطوب حاشیه تالاب انزلی در راستای دستیابی به زیست بومی پایدار برای مدارس سبز این ناحیه ارائه گردد.

جایگاه بامبو در معماری این منطقه

معضلات حاصل از صنعتی سازی و کارخانه ای شدن تولیدات، رفته رفته به موازات فوایدی که برای ساکنان مناطق حاشیه تالاب انزلی فراهم آورده بود شروع به حرکت نمود و مهندسان را از حقایق و مشکلات پیش رو و آسیب های حاصله بر محیط زیست آگاه ساخت. معضلات حاصل از صنعتی سازی دنیای مدرن را می توان در قالب دوری از طبیعت و روحیه طبیعت گرایی، در برخی موارد عدم سازگاری با شرایط اقلیمی و آلودگی محیط زیست برشمرد. باتوجه به مطالب عنوان شده، به کارگیری هریک از انواع مصالح سنتی به تنهایی دیگر پاسخگوی نیازهای ساکنین این منطقه نیست. چرا که استفاده از مصالح بومی به صورتی که در گذشته رایج بوده است با شرایط امروز دنیا تطابق ندارد. یادآوری این مسئله ضروری است که معماری بومی در دوره خود بهترین پاسخ ممکن در جهت رفع نیازهای محیطی، اجرایی، اقتصادی، معماری و حتی زیستی و زیست محیطی کاربران بوده است. اما امروزه باید نواقص و کمبودهای به وجود آمده در معماری را برطرف سازیم تا مثل گذشته به رابطه منطقی و ژرف طبیعت با انسان دست یابی حاصل شود و به معماری و زیست بومی پایدار رسید. به گونه ای که ساختمان ها در راستای کمال بخشیدن به محیط زیست، حرکت کنند و جزئی جدایی ناپذیر از زیست بوم پیرامون خود گردند. (Chariar به نقل از نقیبی راد و کرد جمشیدی، ۱۳۹۳: ۶).

به همین منظور برای کاهش فشارهای ناشی از آن بر طبیعت، نیاز به معرفی روش های ساخت و بهره گیری از مصالحی ارزان و غیر آلاینده، در دسترس و همساز با طبیعت و محیط زیست، به عنوان جایگزین هایی قابل قبول برای مصالح موجود دیده می شود (زرکش به نقل از نقیبی راد و کرد جمشیدی، ۱۳۹۳: ۶). همچنین با در نظر گرفتن جایگاه ویژه چوب به عنوان اصلی ترین مصالح در ساخت و ساز ساختمان های حاشیه تالاب انزلی این منطقه تامین و رفع کمبود آن امری مهم و حیاتی به شمار می رود. در گذشته چوب درختان مصالح اصلی در ساخت بناهای این ناحیه به شمار می رفته اند اما امروزه با افزایش جمعیت و گسترش ساخت و ساز اگر قرار باشد روند بهره گیری از چوب درختان و قطع آن ها به شکل گذشته ادامه یابد، آسیبی بحرانی و جبران ناپذیر به محیط زیست این منطقه وارد می شود. در این زمینه سازمان ملل در مورد تامین چوب و رفع کمبود آن از سال ها پیش دو توصیه مهم نموده است:

- کاشت درخت های سریع الرشد در محیط های سازگار

- یافتن موادی به عنوان جایگزین چوب در صنایع مختلف (سجودی به نقل از نقیبی راد و کرد جمشیدی، ۱۳۹۳: ۶).

با توجه به روند رو به رشد جمعیت، پیشرفت تکنولوژی و کمبود منابع طبیعی و جلوگیری از تخریب طبیعت و محیط زیست، با بهره گیری از مصالح طبیعی گذشته و فناوری نوین امروزی سعی در ارائه راهکارهایی در امتداد حرکت در مسیر گذشته و سنتی معماری شده است، اما به شیوه جدید در تطابق با شرایط روز دنیا و با به کارگیری ترفندهایی که به سیستم های ساخت و ساز سنتی باید الحاق شود.

در این راستا می توان از بامبو به عنوان یکی از مصالح طبیعی جایگزین چوب و از خانواده گیاه نی یادکرد، که آن را به عنوان راه حلی مناسب برای جلوگیری و جبران زیان هایی که بشر به محیط زیست وارد می کند به شمار می آورند (سجودی به نقل از نقیبی راد و کرد جمشیدی، ۱۳۹۳: ۶).



دومین همایش و نشست بین المللی نخبگان پیشرو در خط علوم تربیتی و آموزشی و علوم انسانی



بامبو سریع‌الرشد ترین گیاه روی خشکی، یکی از راه‌حل‌های معاصر است که هر دو توصیه فوق را برآورده می‌سازد به طوری که در بسیاری از موارد می‌توان از بامبو به جای چوب و حتی مناسب‌تر از آن استفاده نمود. در حقیقت این گیاه هدیه‌ای است از طرف طبیعت که حتی در صنعت ساختمان سازی هم کاربرد دارد و به عنوان یکی از مصالح ارزان و مقاوم توجه مهندسان ساختمان را چه در گذشته و چه در عصر مدرن به خود جلب کرده است. باتوجه به مزایایی که این گیاه دارد، زمینه‌های کاربردی آن در معماری مورد بررسی قرار گرفته است (سجودی به نقل از نقیبی راد و کرد جمشیدی، ۱۳۹۳: ۶).

در زمینه انتخاب، توسعه و گسترش مصالح بومی تحقیقات گسترده‌ای از سال ۱۹۹۲ م. در جهان صورت گرفته است که هدف محققان دوباره از سر گرفتن روش‌های سنتی برای بهره‌گیری از مصالح سنتی با تلفیق تکنولوژی روز دنیا در راستای کاهش آلودگی‌های زیست محیطی و انرژی تلف شده در تولیدات صنعتی بوده است. ۲۵ سال است که در دپارتمان مهندسی پی‌یو سی ریدوژانیرو برزیل مطالعاتی در زمینه کاربرد بامبو به عنوان یکی از اجزای ساختمانی صورت می‌گیرد (Ghavami به نقل از نقیبی راد و کرد جمشیدی، ۱۳۹۳: ۷). تحقیقات انجام شده بیانگر قابلیت‌های فوق‌العاده و مقرون به صرفه گیاه بامبو بوده که آن را تبدیل به یک مصالح قابل رقابت با چوب در دنیای صنعتی امروز ما کرده است. البته لازم به ذکر است که بامبو تنها پیشنهاد برای همسویی با طبیعت و محیط زیست به منظور ساخت و ساز نیست اما مطالعات حاکی از آن است که می‌تواند به عنوان یکی از بهترین مواد برای جایگزینی مصالحی چون چوب در ساختار ساختمان‌ها باشد. همان‌طور که در گذشته در بسیاری از مناطق معتدل دنیا استفاده گسترده‌ای در ساختار ساختمان‌ها داشته است.

بامبو گیاهی از خانواده گندمیان و یا علوفه ساقه‌بندبند و توخالی می‌باشد؛ که تا به امروز ۱۵۰۰ گونه از آن شناسایی شده است، اما چوب بامبو برتر از علف‌های دیگر و حتی سودمندتر از گونه‌های دیگر گیاهان می‌باشد. با توجه به آنکه استفاده و پرورش این گیاه زیبا و خودرو، نیاز چندانی به نیروی انسانی و هزینه بالایی ندارد، سالیان مدیدی است که نیمی از جمعیت دنیا از آن بهره‌مند می‌شوند و از آنجاکه امروزه تهیه مصالح ساختمانی از مشکلات عمده کشورهای در حال توسعه می‌باشد از این رهگذر، بامبو با امتیازات استثنایی و قیمت ارزان خود، یک نوع مصالح ساختمانی سودمند در صنایع عمرانی محسوب می‌شود، که متأسفانه به علت ناشناخته ماندن آن در کشورمان به عنوان یک عضو سازه‌ای - هنوز طرح‌های گسترده اجرایی صورت نپذیرفته است.

بامبو، به علت رشد سریعی که دارد، یعنی بعد از سه ماه به طول هفت الی هشت متر می‌رسد و در مقایسه با سایر گیاهان دی‌اکسید کربن بیشتری جذب کرده و بالطبع، اکسیژن بیشتری در محیط منتشر می‌کند و همچنین یکی از جذب‌کننده‌های بسیار قوی فاضلاب می‌باشد؛ گیاهی است که کاملاً منطبق بر محیط زیست است و از طرف دیگر، مقاومت مکانیکی فوق‌العاده بالایی دارد و به راحتی قابل بازگشت به طبیعت می‌باشد با در نظر گرفتن مقاومت کششی و فشاری بالای این محصول توان جایگزین شدن بجای فولاد را دارا می‌باشد چوب بامبو در مقابل گرما دارای قدرت بسیاری می‌باشد و نیز از انعطاف پذیری خوبی بهره‌مند است. چوب بامبو فقط یکبار کاشته می‌شود و ندین بار برداشت می‌شود که با مراقبت و رسیدگی به زمین تعداد دفعات بیشتری می‌توان محصول برداشت کرد، که این موضوع به بازگشت سرمایه کمک می‌کند.

چوب بامبو بیشتر، از درختان ساکن اطرافش، تولید اکسیژن می‌کند. شدت نور آن پایین است و این چوب در برابر اشعه ماوراءبنفش نگهداری می‌شود. و این چوب یک پالاینده خاکی و اتمسفری است. علاوه بر آن از چوب بامبو در صنعت، به عنوان کفپوش ساختمان، چهارچوب و قاب‌های دیواری، تخته‌های چندلا و... لوازم خانگی و تزئینی به عنوان نمایی از فرهنگ و هنر مردم آن جامعه استفاده می‌شود. در مناطق حاره‌ای بامبو یک گیاه بسیار مهم است که وسیله‌امرا معاش بیش از ۵۵۵ میلیون نفر و وسیله‌ای برای خانه سازی و سرپناه برای بیش از یک میلیارد نفر است. علاقه وسیع به بامبو در شرق از آن جهت می‌باشد که به عنوان یک منبع سوخت در نظر گرفته می‌شود. و برآورد شده است که در آسیا، ۱۵ میلیون خانه در سال، به بامبو احتیاج دارند.



دومین همایش و نشست بین المللی نخبگان پیشرو در خط علوم تربیتی و آموزشی و علوم انسانی



متأسفانه تا به امروز به علت ناشناخته ماندن بامبو در ایران، تحقیقات وسیع و سرمایه گذاری جدی در جهت بهره بری از آن صورت نگرفته است. به نظر می رسد که بامبو برای اولین بار در قرن ۱۳ توسط کارشناسان چینی به جهت ساختن سبدها و الک های چای در لاهیجان پرورش یافت. با وجود آنکه بامبو ریشه خانوادگی در ایران ندارد و از خارج به کشورمان وارد شده است، اما خوشبختانه زمینه رشد و پرورش آن در سواحل جنوبی دریای خزر (در استان مازندران و به ویژه گیلان و حاشیه تالاب انزلی) و حتی درنواحی حاشیه رودخانه ای و باتلاقی جنوب و غرب کشور امکان پذیر است. با توجه به امکان تکثیرگونه های مرغوب گیاه بامبو در مناطق شمالی و جنوبی کشورمان، شایسته است؛ اقدامات و سرمایه گذاری های حساب شده ای در توسعه ارزشمند این گیاه سازهای، در جهت عمران و آبادانی کشور به عمل آید.

خواص مهندسی بامبو

مقاومت کششی

نمونه هایی از ساقه بامبو را به نحوی که طول تارهای تشکیل دهنده ساقه در ا طرف بندها به حداقل برسد در دو دسته "بایند و بدون بند" در دستگاه "یونیور سال" قرار داده و با نصب کرنش سنج های الکتریکی بر روی آنها، به ثبت نیرو و کرنش توسط دستگاه Data می پردازیم: با انجام این آزمایشات با توجه به ابعاد نمونه ها نتایجی از قرار زیر بدست می آید.

جدول ۲- مقایسه مقاومت فشاری بامبوها با ضخامت های متفاوت ماخذ: نگارنده

$$20.5 \frac{KN}{mm^2} = (Eave) \text{ مدول الاستیته متوسط آن}$$

شماره نمونه	بدون بند	دارای بند	عرض نمونه (mm)	ضخامت نمونه (mm)	نیروی گسیختگی (kN)	مقاومت کششی (Mpa)	میانگین مقاومت کششی (Mpa)
۱	—		۴/۰	۴/۵	۵/۲۵	۲۹۰/۲۲	
۲	—		۳/۹۰	۴/۶	۴/۸۹	۲۷۲/۶	۲۸۵/۳
۳	—		۴/۰۰	۴/۵	۵/۲۴	۲۹۱/۱	
۴		—	۳/۹۰	۴/۴	۳/۷۶	۲۱۹/۱	۲۰۹/۰
۵		—	۳/۹۰	۴/۵	۳/۴۹	۱۹۸/۹	



دومین همایش و نشست بین المللی نخبگان پیشرو در خط علوم تربیتی و آموزشی و علوم انسانی



۲- مقاومت فشاری:

شماره نمونه	بدون بند	دارای بند	عرض نمونه (mm)	ضخامت نمونه (mm)	نیروی گسیختگی (kN)	مقاومت کششی (Mpa)	میانگین مقاومت کششی (Mpa)
۱		—	۴۷	۶/۵	۸۰/۲۵	۹۷/۰۴	۹۶/۹۰
۲		—	۶۱	۷/۰	۱۱۵/۲	۹۷/۰۵	
۳		—	۴۸	۶/۸	۸۵/۴	۹۶/۶۰	
۴	—		۶۰	۷/۳	۱۰۵/۰	۸۶/۰	۸۹/۳۰
۵	—		۶۱	۷/۱	۱۰۸/۰	۸۹/۹۰	
۶	—		۵۶	۵/۱	۷۴/۴	۹۱/۲۰	

مقاومت برشی

برخلاف تصور کلی که شاید مقاومت برشی بامبو را پائین دانسته شود باید متذکر شد که چوب این گیاه با توجه به توخالی بودن آن، مقاومت برشی بیشتری نسبت به چوب طبیعی دارد، که از این مهم در طراحی اتصالات استفاده می شود. ولی باید دقت کرد که چون خواص بامبو در جهت عمود بر الیاف و موازی الیاف آن فرق دارد لذا آزمایشات مقاومت برشی برای هر دو حالت صورت می پذیرد. که غالباً مقاومت برشی عمود بر جهت الیاف طولی مقادیر بالاتری را بدست می دهد.

مزایای بامبو

از مزیت های استفاده از گیاه بامبو می توان به موارد زیر اشاره کرد:

-ارزان بدست می آید.

-با یکبار کاشت می توان چندین بار برداشت کرد.

-در عین سبکی مستحکم می باشد.

-از فرسایش خاک ممانعت می کند و باعث تحریک و زنده شدن زمین های بایر می شود.

-بامبو تولید کننده اکسیژن می باشد.

-مقاومت کششی بالای دارد.

-برای ساخت ساخت کاغذ دیواری، کف پوش منزل، لوله، لوازم منزل (مبل و...)، ابزارهای موسیقی (فلوت و...) و داربست نیز می توان از بامبو استفاده کرد.

معایب بامبو

با بررسی های دقیق فنی به دلایل زیر استفاده از بامبو قابل قبول نمی باشد:



دومین همایش و نشست بین المللی نخبگان پیشرو در خط علوم تربیتی و آموزشی و علوم انسانی



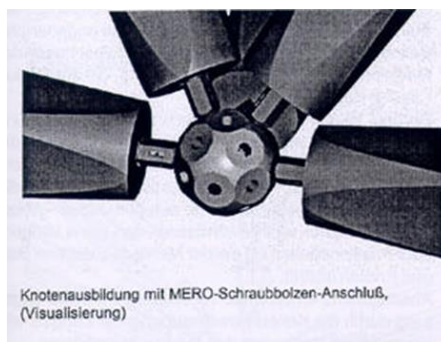
- توسط حشرات موذی(موریانه و قارچ و ...)دچار آسیب های بیولوژیکی می شود.
- رویش گیاه در مقطع بصورت یکنواخت صورت نمی گیرد به این علت استفاده از آن برای اجزای سازه های مناسب نمی باشد.
- گرچه بامبو دارای مقاومت کششی بالایی می باشد ولی هر ساقه دارای مقاومت کششی متفاوتی می باشد، که این اختلاف نیز در عضو های سازه ایجاد مشکل خواهد کرد.
- مقاومت در برابر نیروی برشی بامبو نسبت به فولاد کم می باشد، که باید تقویت شود و این موضوع مقرون به صرفه نخواهد بود. و از دیگر ضعف های بامبو در نحوه اتصالات آن می باشد
- طول عمر بامبو بسیار کم می باشد که برای ساختن بناهای دائم مناسب نمی باشد.

اتصالات بامبویی

- نوع اتصالات اعضا در قاب یا خرپاهای بامبویی از با اهمیت ترین جزئیات این گونه سازه ها می باشد .زیرا پایداری و مقاومت آنها بستگی به استحکام و عملکرد صحیح اتصال دارد.
- ساخت اتصالات بطور کلی به دو دسته سنتی و مهندسی تقسیم می شود:
- اتصال سنتی حاصل تجربه اهالی بومی منطقه در ساخت پل و خانه های روستایی و دیگر صنایع دستی بامبو می باشد. که به دلیل عدم استفاده از حداکثر توان اعضا و اطمینان از پایداری آنها، طراحی اتصالات از طریق روش های مهندسی دنبال می گردد که در این میان نکات بسیاری همچون
- مقاومت برابر اتصال در کشش و فشار.
 - استحکام و یکپارچگی ظاهر عضو.
 - توانایی انتقال نیرو و لنگرهای مختلف توسط هر عضو.
 - توان کافی اتصال برای انتقال تنش ها در حد مقاومت اعضاء
 - حفظ پایداری و جدا نشدن اتصالات و... همگی مد نظر می باشد.



دومین همایش و نشست بین المللی نخبگان پیشرو در خط علوم تربیتی و آموزشی و علوم انسانی



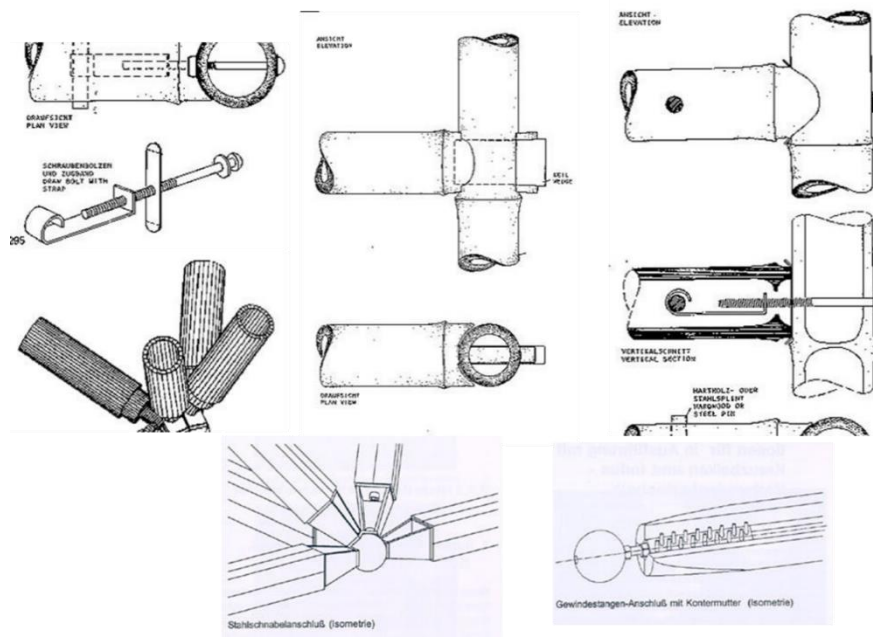
تصویر ۱- اتصالات با حلقه های آهنی و بت ها ماخذ: پیمان، ۱۳۸۹

نحوه صحیح برش چوب بامبو برای اتصالات

اتصالات اعضا در قاب یا خرپاهای بامبویی از اهمیت بالایی برخوردار می باشد، زیرا پایداری و مقاومت آنها بستگی به استحکام و عملکرد صحیح اتصال دارد. ساخت اتصالات بطور کلی به دو دسته سنتی و مهندسی تقسیم می شود: اتصال سنتی حاصل تجربه اهالی بومی منطقه در ساخت پل و خانه های روستایی و دیگر صنایع دستی بامبو می باشد.



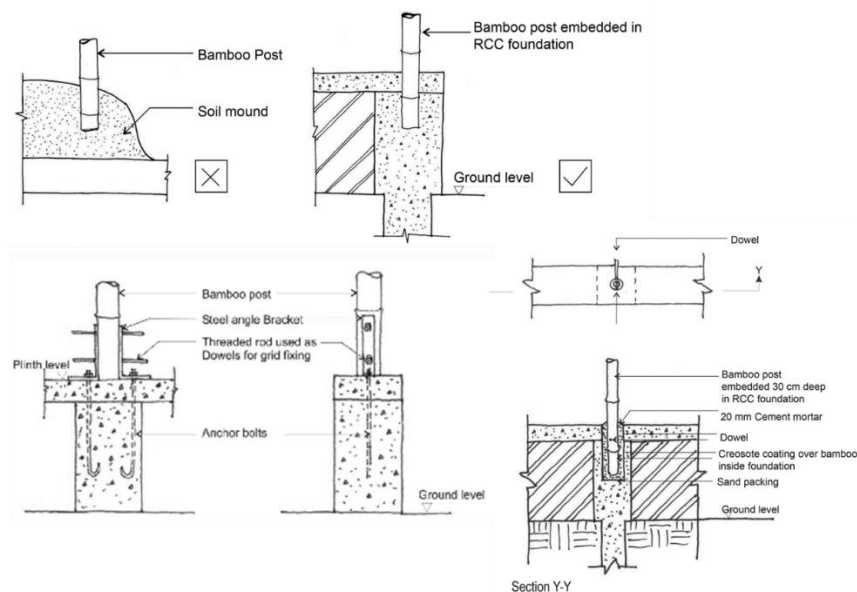
دومین همایش و نشست بین المللی نخبگان پیشرو در خط علوم تربیتی و آموزشی و علوم انسانی



تصویر ۲- جزئیات اتصالات بامبویی

در اتصالات مهندسی باید مسائل زیر رعایت گردد:

مقاومت قسمت اتصالی در برابر کشش و فشار و برش، استحکام و یکپارچگی ظاهر عضو، توانایی انتقال نیرو و لنگرهای مختلف توسط هر عضو. توان کافی اتصال برای انتقال تنش ها در حد مقاومت اعضاء، حفظ پایداری و جدا نشدن اتصالات و... همگی مد نظر می باشد.



تصویر ۳- جزئیات اتصال بامبو به زمین



دومین همایش و نشست بین المللی نخبگان پیشرو در خط علوم تربیتی و آموزشی و علوم انسانی



بامبو دارای مقاومت کششی بالایی می باشد به طوریکه در بعضی از گونه های آن بخصوص در تایلند به نمونه هایی بوجود دارد که حتی مقاومت کششی آن از فولاد نیز بالاتر است. تحقیقات اینگونه نشان می دهند که اگر مقاومت فولاد را ۲۳۰۰۰ به ازای هر اینچ سطح در نظر گرفته شود، بامبو مقاومتی تا ۲۸۰۰۰ در اینچ سطح را از خود نشان می دهد که این مهم بامبو را عنصری سازه ای معرفی می نماید. بامبو علاوه بر مقاومت کششی، از مقاومت فشاری، برشی و خمشی خوبی نیز بهره مند است که این خصوصیات خواص مهندسی آنرا آشکارتر می کند. با توجه به مشکل روزافزون تهیه مصالح در کشورهای رو به توسعه، امتیازات ویژه بامبو به عنوان یکی از مصالح کم هزینه و پر کاربرد در صنایع عمرانی و ساختمانی حاشیه تالاب انزلی به شرح زیر می باشد:

۱ تیر و ستون

۲ سقف کاذب

۳ داربست

۴ خرپا

۵ پل های روستایی

۶ ساخت خانه های مقاوم در برابر زلزله

۷ مسلح کردن قطعات بتنی

تحلیل یافته ها

بدین ترتیب در راستای هم سازی هرچه بیشتر ساختمان مدرسه سبز حاشیه تالاب انزلی و ارتقا توسعه پایدار در این منطقه طرح ساختمان مدرسه سبز پیشنهادی در حاشیه تالاب انزلی با در نظر گرفتن ویژگی های اقلیمی و جغرافیایی در طرح زیر ارائه می گردد.

سازوکارهای لازم در طراحی مدرسه سبز حاشیه تالاب انزلی

- جهت گیری بنا در این منطقه به صورت شرقی - غربی می باشد.
- گسترده گی بنا باعث ایجاد کوران و فشار منفی در بیرون ساختمان برای تهویه فضاهای داخلی می شود.
- جهت غرب با توجه به بادهای نا مناسب فصلی ، نور نامناسب و کج باران جهت چندان مطلوبی نمی باشد به همین دلیل در طراحی این مجموعه ضلع غربی دارای حداقل باز شو ها و نیز سقف شیبدار در جهت شمال غربی برای مقابله با کج باران قرار دارد.
- گسترده گی ساختمان در ارتفاع نیز با افزایش سرعت جریان باد به تهویه فضای داخلی کمک می کند.
- فضاهای سبز و محیط های تفریحی بیرونی در ضلع جنوبی قرار گرفته است تا از تابش آفتاب مناسب بدور باشد.
- در مناطق معتدل باید قسمت های غربی ساختمان از مصالحی سنگین با ظرفیت حرارتی زیاد ساخته شوند تا انتقال گرمای از تابش آفتاب بعد از ظهر به داخل ساختمان جلوگیری نمایند. در حالی که دیوارهای سایر سمت ها می بایست از مصالحی با مقاومت حرارتی خوب ساخته شوند.
- حداقل ارتفاع زمین در این حوزه حدودا برابر بیست متر زیر سطح آبهای آزاد و واقع در نقاط کاملا نزدیک به دریاست حداکثر ارتفاع آن حدودا برابر سیصد متر بالای سطح آبهای آزاد است و بر ناحیه جنوبی آن انطباق دارد.



دومین همایش و نشست بین المللی نخبگان پیشرو در خط علوم تربیتی و آموزشی و علوم انسانی



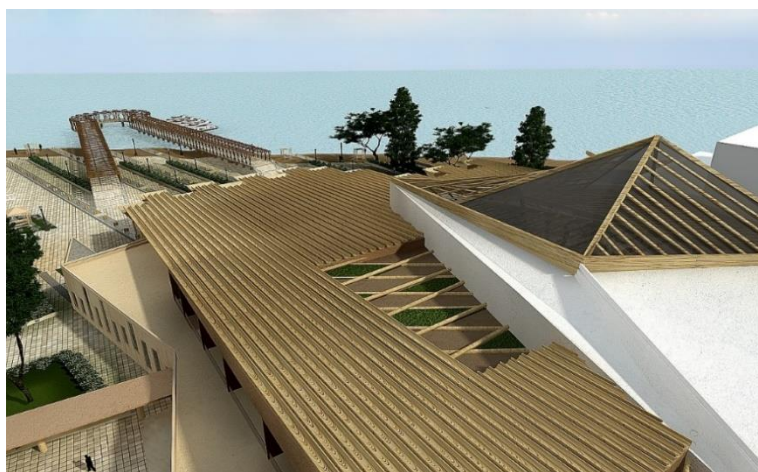
- در این حوزه به ویژه در حاشیه غربی آن که در مجاوت تالاب قرار دارد نظر به عرض جغرافیایی حدود ۳۶/۵ درجه و ارتفاع نزدیک به سطح آبهای آزاد و رطوبت زیاد هوا و آسمان غالباً ابری آن ، تابش خورشید شدت چندانی وجود ندارد.

ایده های طراحی مدرسه سبز حاشیه تالاب انزلی

- استفاده از سقف شیبدار متناسب با آب و هوای منطقه و داشتن شیب مناسب برای مقابله با کج باران شمال غربی و هدایت آب باران توسط نی ها برای جمع آوری آب باران و استفاده از آن در سایت پروژه (در جهت رویکرد معماری پایدار).



تصویر ۴- استفاده از سقف شیبدار برای مقابله با باران و طرح بامبو ها بر گرفته از بام سفالی خانه های بومی گیلان با بهره گیری از تمهیدات قیف مانند جهت جمع آوری آب باران ماخذ: نگارنده



تصویر ۵- استفاده از سقف شیبدار برای مقابله با باران و طرح بامبو ها بر گرفته از بام سفالی خانه های بومی گیلان ماخذ: نگارنده





دومین همایش و نشست بین المللی نخبگان پیشرو در خط علوم تربیتی و آموزشی و علوم انسانی



تصویر ۶- استفاده از مونومان هایی بر گرفته از پسته تالاب برای جمع آوری آب باران و استفاده مجدد از آب
نگارنده



تصویر ۷- بهره گیری از شکل کندوج (محل جمع آوری برنج در گیلان) در روند شکل گیری حجم بنا
ماخذ: نگارنده



تصویر ۸- استفاده از ایوان دور تا دور بنای مدرسه سبز (استفاده از ویژگی برونگرایی خانه های گیلان)
ماخذ: نگارنده



تصویر ۹- بهره گیری از بافت ضربدری بامبو ها بر گرفته از نرده ایوان های بناهای بومی گیلان
ماخذ: نگارنده



دومین همایش و نشست بین المللی نخبگان پیشرو در خط علوم تربیتی و آموزشی و علوم انسانی



تصویر ۱۰- استفاده از بافت حصیری موجود در صنایع دستی گیلان در طراحی حجم بنا مدرسه ماخذ: نگارنده



تصویر ۱۱- بامبوه‌های موجود در سقف آب باران را هدایت می کنند.(شکل دستگاه های جمع آوری آب برگرفته از گل نیلوفر آبی
تالاب)

ماخذ نگارنده



دومین همایش و نشست بین المللی نخبگان پیشرو در خط علوم تربیتی و آموزشی و علوم انسانی



تصویر ۱۲- نمای شمالی، جنوبی، شرقی و غربی مدرسه سبز طراحی شده در حاشیه تالاب انزلی ماخذ: نگارنده

نتیجه گیری

باتوجه به یافته های پژوهش بامبو گیاهی زیبا و عنصری سازه ای به سبکی آلومینیوم و به مقاومت فولاد می باشد و از طرفی امکان پرورش آن در ایران نیز فراهم است. بامبو به دلیل رشد سریع و قدرت کافی که دارد در بسیاری از مناطق جهان مورد استفاده قرار می گیرد. نسبت به وزنی که دارد چوب بامبو توانایی تحمل بار بسیار بالایی دارد. متأسفانه امروزه مصالح و منابع ساخت و ساز وارداتی بدون توجه به انطباق آنها با اقلیم و شرایط زیست محیطی اغلب با اهداف سودجویانه مورد استفاده قرار می گیرند. از این رو با استفاده صحیح از مصالح بومی و تلفیق آنها با شرایط جدید ساخت و ساز و بهره گیری از تجربیات متخصصین کارآمد، می توان الگوها را به گونه ای شکل داد تا بنا هرچه منسجم تر به سمت شرایط مطلوب محیطی حرکت کرده و موجبات پدیداری معماری پایدار را فراهم کند. البته می توان به این نکته اشاره نمود که صرف استفاده از مصالح بومی منجر به ایجاد معماری پایدار نخواهد شد. بلکه توجه و اهتمام به تمام مباحث مطرح شده از مرحله استخراج مصالح تا فرآوری و استفاده از آن در بنا و از همه مهم تر سازگاری و همخوانی مصالح با فرهنگ پایداری، یکی از ملزومات اصلی دستیابی به معماری همگون با طبیعت است. با توجه به اینکه در معماری بومی کشورمان انتخاب مصالح بسیار مدبرانه و همراه با نگرش پایداری محور مورد استفاده قرار می گرفت، برماست با شناخت هرچه بیشتر معماری بومی از اصولی که آگاهانه و هدفمند در آن به کار رفته استفاده کنیم. باتوجه به مطالعات اسنادی و



دومین همایش و نشست بین‌المللی نخبگان پیش‌رو در خط علوم تربیتی و آموزشی و علوم انسانی



کتابخانه ای که در مرحله نخست مقاله صورت گرفت و خواص فیزیکی و مکانیکی گیاه بامبو و مقایسه آن با چوب درختان می توان نتیجه گیری کرد که بامبو به عنوان یکی از مصالح بومی و طبیعی، البته با ضخامت و وزن کمتر در اقلیم معتدل و مرطوب می تواند استفاده گسترده تری نسبت به چوب که به دلیل شرایط آب و هوایی و زیست محیطی در این خطه در ساخت ساختمان ها بسیار متداول است، داشته باشد البته با کمترین هزینه برای تولید و بهره برداری و حداقل زیان برای طبیعت و محیط زیست و تطابق با چرخه حیات و طبیعت اطراف، باتوجه به نتایج حاصل از پژوهش ارائه شده در زمینه به کارگیری گیاه بامبو در جداره های ساختمانی می توان به موارد زیر اشاره نمود.

- بامبو به عنوان یکی از مصالح بومی با بهره گیری از روش های جدید و تقویت آن، قدرت همتایی با چوب را دارد.
- با به کارگیری بامبو در صنعت ساخت و ساز می توان منجر به کاهش وزن ساختمان و مقاومت ساختمان در برابر زلزله و... شد.
- افزایش مقاومت اکثر ساختمان های بامبویی نسبت به ساختمان های چوبی در برابر حریق.
- گسترش رشد این گیاه نه تنها یک نیاز ساختمانی را برطرف می سازد بلکه نقش به سزا و بیشتری نسبت به سایر گیاهان در تولید CO₂ و تولید O₂ ایفا می کند.
- راهی برای دستیابی به معماری پایدار
- همسازی کامل با محیط زیست و نهایتاً قرارگیری در چرخه طبیعت و دستیابی به زیست بومی پایدار.

به کارگیری بامبو در طراحی و ساخت مدرسه سبز نشان می دهد که مصالح بومی و تجدیدپذیر می توانند نقش مؤثری در تحقق اهداف توسعه پایدار ایفا کنند. بامبو با رشد سریع، وزن کم، مقاومت مناسب و قابلیت جذب رطوبت، گزینه ای کارآمد برای اقلیم مرطوب و حساس تالاب انزلی محسوب می شود و می تواند ضمن کاهش وابستگی به مصالح پرکربن، کیفیت محیطی و آسایش حرارتی فضای آموزشی را بهبود بخشد. ترکیب سازه های بامبویی با سامانه های جمع آوری و استفاده دوباره از آب باران نیز امکان مدیریت پایدار منابع آب را فراهم می کند؛ به ویژه در مناطقی که بارش بالا و منابع آب سطحی شکننده هستند. این رویکرد نه تنها مصرف انرژی و هزینه های عملیاتی مدرسه را کاهش می دهد، بلکه خود مدرسه را به یک آزمایشگاه زنده آموزشی تبدیل می کند که دانش آموزان در آن با مفاهیم مهمی مانند چرخه آب، حفاظت از تالاب و معماری پایدار به صورت عملی آشنا می شوند. در مجموع، تجربه استفاده از بامبو و بازچرخانی آب باران در مدرسه سبز نشان می دهد که می توان با اتکا بر ظرفیت های طبیعی و فناوری های ساده، به الگوهایی پایدار، کم هزینه و سازگار با محیط زیست دست یافت و هم زمان فرهنگ حفاظت از منابع را در نسل های آینده نهادینه کرد. همچنین نتایج این پژوهش نشان می دهند که به کارگیری بامبو، به عنوان یکی از مصالح زیستی با ظرفیت تجدیدپذیری بالا و ردپای کربن بسیار محدود، می تواند جایگاهی راهبردی در ارتقای کیفیت زیست محیطی و عملکردی فضاهای آموزشی در چارچوب معماری پایدار داشته باشد. تحلیل های انجام شده بیانگر آن است که ویژگی های فیزیکی، مکانیکی و زیست اقلیمی بامبو—از جمله نسبت بالای استحکام به وزن، رفتار مطلوب در برابر رطوبت، توانایی تنظیم حرارتی و قابلیت انطباق با فرم های معماری—آن را به گزینه ای کارآمد برای کاربرد در اقلیم مرطوب و شکننده شمال ایران، به ویژه حاشیه تالاب انزلی، تبدیل می کند. استفاده از این ماده نه تنها سبب کاهش مصرف انرژی و کاهش آلاینده های ناشی از مصالح متداول می شود، بلکه زیرساخت لازم برای ارتقای تاب آوری کالبدی و عملکردی مدارس را نیز فراهم می آورد.

نتایج همچنین آشکار ساخت که ادغام سیستم های جمع آوری، ذخیره سازی و بازاستفاده آب باران در ساختار مدرسه سبز، با توجه به الگوهای بارشی منطقه و حساسیت منابع آبی تالاب، می تواند به طور معناداری میزان بهره برداری از منابع آب شیرین را کاهش داده و چرخه ای پایدار و خودکفا در مصرف آب ایجاد کند. این راهبرد، در کنار استفاده از مصالح کم کربن مانند بامبو، سبب کاهش بار زیست محیطی مجموعه، افزایش کارایی بهره برداری و تقویت سازگاری اکولوژیک مدرسه با بستر طبیعی می شود.



دومین همایش و نشست بین المللی نخبگان پیشرو در خط علوم تربیتی و آموزشی و علوم انسانی



در جمع‌بندی نهایی، پژوهش حاضر نشان می‌دهد که ترکیب مصالح بومی محور و پایدار با فناوری‌های ساده و کم‌هزینه مدیریت منابع، می‌تواند به الگویی عملی و قابل تعمیم برای توسعه مدرسه‌های سبز در مناطق حساس اکولوژیک تبدیل شود. این رویکرد علاوه بر ارتقای کیفیت محیط یادگیری، زمینه‌ای برای ترویج سواد زیست‌محیطی و شکل‌دهی رفتارهای پایدار در نسل آینده فراهم می‌آورد و از این‌رو دارای اهمیت راهبردی در برنامه‌ریزی آموزشی و سیاست‌گذاری محیط‌زیست کشور است. به بیان دیگر، مدرسه سبز مبتنی بر بامبو و بازچرخانی آب باران، نه صرفاً یک نمونه ساخت‌وساز، بلکه یک نظام یکپارچه اکولوژیک-آموزشی محسوب می‌شود که می‌تواند به‌عنوان مدل مرجع برای توسعه پایدار در مقیاس خرد و شهری مورد استفاده قرار گیرد.

فهرست منابع

- ابراهیم زاده، فاطمه و بهاره، مظفرزاده (۱۳۹۰). *مصالح بومی، گامی در جهت بازگرداندن ارزش‌های معماری پایدار در مازندران (نمونه موردی پروژه سازه بامبو در مازندران، اولین همایش ملی ساختمان آینده، کانون مهندسين ساری*.
- احمدی، زهرا (۱۳۹۰). *مصالح بومی و معماری پایدار*. اولین همایش ملی عمران، معماری، شهرسازی و مدیریت انرژی، اردستان.
- پیرنیا، محمدکریم (۱۳۸۴). *سبک شناسی معماری ایرانی*، تهران: انتشارات سروز دانش.
- پیمان، معصومه و پیمان، ریحانه (۱۳۸۹). *ساختمان‌های مقاوم و سبک با اسکلت بامبویی*. ص ۱۰-۱.
- زرکش، افسانه و تابان، محسن (۱۳۸۹). *تکنولوژی ساخت با مصالح طبیعی استفاده از بامبو در سازه‌های مدرن*. ماهنامه راه و ساختمان، شماره ۷۳، ص ۱۶.
- سجودی، محمدابراهیم و همتی، علیرضا (۱۳۷۵). *آشنایی با گیاه بامبو*. انتشارات نگارنده.
- فلامکی، محمدمنصور (۱۳۸۱). *ریشه‌ها و گرایش‌های نظری معماری*. تهران: نشر فضا.
- گرجی مهلبانی، یوسف (۱۳۸۹). *معماری پایدار و نقد آن در حوزه محیط زیست*. نشریه علمی-پژوهشی انجمن علمی معماری و شهرسازی ایران، شماره ۱، پاییز، ص ۹۱-۱۰۰.
- مهرعلی، اباذر (۱۳۹۱). *مصالح بومی معماری و جایگاه آن در راستای توسعه پایدار*. اولین همایش ملی توسعه پایدار در مناطق خشک و نیمه خشک، ابرکوه.
- عبدلی، محمد (۱۳۹۱). *بررسی لزوم استفاده از مصالح بومی هر استان در ساخت و سازها*. نخستین همایش بومی سازی مقررات ملی ساختمان، گرگان.
- نقیعی راد، پرستو و کرد جمشیدی، ماریا (۱۳۹۳). *به کارگیری مصالح بومی در صنعت ساختمان، راهکاری در جهت ارتقا پایداری محیط زیست (نمونه موردی: خانه‌های روستایی استان مازندران)*. اولین همایش ملی زیست بوم پایدار و توسعه اراک.
- Beck, U. (1992). *The Risk Society*. Sage: London
- Chariar, V.M (2009). *Fabrication and Testing of jute Reinforce Engineered-Bamboo Structure Elements*. World climate and energy event, Rio de Janeiro, Brazil.
- Ghavami, K (2008). *Low cost and energy saving construction materials*. International Conference on modern bamboo construction, crc press, pp5-21.



- URL1: www.bambus/new/eng/reports/connect/index/pdf.html