

بررسی کاربرد مصالح «نی» و امکان توسعه آن در ساخت و سازهای بومی شمال ایران

محمود فیض آبادی^۱، نازنین رضایی^{۲*}

۱- عضو هیئت علمی دانشکده معماری، شهرسازی و هنر اسلامی، دانشگاه فردوسی مشهد (mahmood_feizabadi@yahoo.com)

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد معماری، دانشگاه فردوسی مشهد (nzrezaei1@gmail.com)

چکیده

مطالعات چرخه عمر مصالح ساختمانی حاکی از آن است که فرایند انتقال مصالح از مبدأ به محل ساخت، بیشترین انرژی را صرف می‌کند. بنابراین استفاده از مصالح بوم‌آورد، برای نیل به اهداف پایداری، ضرورتی انکارناپذیر است. معماران ایرانی از دیرباز به تامین مصالح ساختمانی از محیط طبیعی توجه و بدان باور داشته‌اند. "نی" از جمله مصالح گیاهیست که در بخش‌های مختلف ساختمان کاربرد داشته است. اما امروزه علیرغم وجود تالاب‌ها که محل اصلی رویش انواع نی بوده و پراکندگی مناسب آن‌ها در کشور، به کارگیری این مصالح طبیعی به دست فراموشی سپرده شده است. در نوشتار حاضر ضمن بررسی ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی مصالح "نی" و کاربرد آن در معماری بومی شمال ایران، به بررسی امکان توسعه استفاده از مصالح "نی" پرداخته می‌شود. نتایج پژوهش حاکی از اینست که این امر از طریق توسعه نیازها به عنوان کارخانه‌های طبیعی تولید مصالح ساختمانی میسر می‌گردد. ویژگی‌های مطلوب مصالح "نی" آن را برای ساخت مسکن بومی در شمال ایران مناسب می‌سازد. پژوهش حاضر از نوع کیفی-تحلیلی بوده و به روش تحلیل و استدلال منطقی به بررسی امکان توسعه مصالح نی در ساخت و سازهای بومی شمال ایران پرداخته است.

واژه‌های کلیدی: مصالح "نی"، ساخت و ساز بومی، شمال ایران، بامبو

۱- مقدمه

مصالح ساختمانی به طور معمول بر اساس نیازهای عملکردی، تکنیکی و اقتصادی انتخاب می‌شوند. اما با وجود پایداری به عنوان یک موضوع کلیدی در دهه‌های اخیر، آثار محیطی مصالح ساختمانی به معیاری با اهمیت بیشتر بدل شده است. صنعت ساختمان، مستقیم یا غیر مستقیم، سالانه موجب ایجاد بخش قابل توجهی از آسیب‌های محیطی می‌شود که می‌تواند با روش‌های ساخت و ساز سازگار با محیط، به توسعه پایدار کمک نماید. یکی از راهکارها، به کارگیری مصالح جدید شامل: بازیافت و استفاده مجدد، تولید پایدار مصالح و استفاده از منابع تجدیدپذیر است [1]. مطالعات مربوط به Life Cycle Assessment مصالح ساختمانی به روشنی نشان می‌دهد که فرایند انتقال مصالح خام از مبدأ به محل ساخت، بخش عظیمی از آثار محیطی را به دنبال دارد [2]؛ بنابراین استفاده از مصالح محلی در ساخت‌وسازهای بومی ضرورتی انکارناپذیر تلقی می‌گردد.

معماران ایرانی از دیرباز به تامین مصالح از محیط طبیعی توجه داشته‌اند؛ آنان بر این باور بودند که ساختمایه باید "بوم‌آورد" یا "ایدری" (اینجایی) باشد. به گفته دیگر، فرآورده همان جایی باشد که ساختمان ساخته می‌شود و تا آنجا که شدنی است از امکانات محلی بهره‌گیری شود. بدین گونه کار ساخت با شتاب بیشتری انجام می‌شده و ساختمان با طبیعت پیرامون خود "سازوارتر" در می‌آمده است و هنگام نوسازی آن نیز همیشه ساختمایه آن در دسترس بوده است [3]. اما امروزه این اصل کمتر مورد توجه طراحان قرار می‌گیرد و تبعات زیست محیطی فراوانی به بار آورده است. علاوه بر آثار محیطی، نگاهی فرهنگی به استفاده از مصالح بومی وجود دارد که بررسی تجارب جهانی نیز موید آن است. رنزو پیانو در طراحی مرکز فرهنگی جین

ماری تی جی باو، مصالح و سیستم‌های سازه‌ای بومی را با تجربیات و روش‌های امروزی ترکیب نموده‌است. این پروژه ویژگی‌های بارز یک معماری بومی در عصر حاضر را داراست؛ زیرا ضمن احترام به سنت‌ها و پرهیز از دوباره‌سازی الگوهای معماری تاریخی منطقه، ارتباطی قوی بین ساختمان و محیط پیرامون برقرار نموده و به فرهنگ کاناک احترام می‌گذارد [4]. در کشورهای در حال توسعه نیز معمارانی چون چارلز کورثا، بالکریشنا دوشی و حسن فتحی به خوبی توانسته‌اند درس‌های برگرفته از روش برخورد لوکوربوزیه و لویی کان به فرم و مصالح را با سنت‌ها و بوم کشورشان بیامیزند و طرحی نو درافکنند [5]. کنگو کوما، معمار ژاپنی در مورد دلیل استفاده از "نی بامبو" در پروژه "دیوار بزرگ بامبو" بیان می‌دارد که در "بامبو" افسانه‌ها و باورهایی از گذشته مردم چین نهفته است و جایگاه ویژه‌ای در فرهنگ این کشور دارد [6]. سیمون ولز در توضیح دلیل استفاده از بامبو برای ساختمان پاپیون کلمبیا در اکسپوی ۲۰۰۰ بیان می‌دارد که بامبو در کلمبیا "چوب افراد فقیر" محسوب می‌شود؛ این مطلب اشاره به نگاه اقتصادی-اجتماعی به این مصالح می‌باشد [7].

در مناطق مختلفی از ایران نیز استفاده از انواع نی، خصوصاً در مسکن بومی، به سبب ویژگی‌های مکانیکی مطلوب آن در مقایسه با سایر مصالح گیاهی رایج بوده است؛ اما با گذشت زمان، این مصالح طبیعی و ارزان، به دست فراموشی سپرده شده است و مصالح دیگری چون بتن، فولاد، الوارهای چوبی و ... جای آن را گرفته‌اند.

پرسش‌های اصلی این نوشتار اینست که:

- مصالح نی در معماری بومی شمال ایران چگونه به کار می‌رفته است؟
- امکان توسعه و گسترش استفاده از آن را چگونه می‌توان فراهم نمود؟

هدف این نوشتار، بررسی چگونگی کاربرد مصالح "نی" در نقاط مختلف کشور و همچنین بررسی امکان توسعه کاربرد آن در ساخت و سازه‌های بومی، از طریق بررسی پراکندگی نیزارهای ایران می‌باشد؛ در ادامه به طرح ایده توسعه نیزارها، به عنوان منابع تولید مصالح طبیعی در کشور پرداخته می‌شود.

۲- شناخت مصالح "نی"

۲-۱- "نی" به عنوان مصالحی پایدار

بدیهی است که "نی" مصالحی طبیعیست و تمامی خصوصیات یک ارگانسیم زنده را داراست؛ اما برای توضیح سودمندی استفاده از این مصالح طبیعی، می‌بایست پایداری آن بررسی نمود. گلدبرگ در کتاب خود پایداری "نی بامبو" را تشریح نموده است: پایداری می‌تواند به عنوان روشی کل‌نگر تصور شود؛ روشی که در آن فرد نسبت به محل مسئول باشد و به تاثیرات جهانی این کار باور داشته باشد. بامبو گیاهیست که با داشته‌هایش از خود حمایت می‌کند؛ گیاهی باستانی است؛ مانند برنج برای آسیایی‌ها و ذرت برای آرتک‌ها. این گیاه بخش عمده‌ای از بسیاری از فرهنگ‌ها در جهان است [8].

کمپوست بامبو، که از تجزیه برگ‌ها و شاخه‌هایش تشکیل می‌شود، خاک زیرش را تغذیه می‌کند. بامبو به خاطر رشد و جایگزینی سریع، می‌تواند به حفاظت و نگهداری از محیط برای نسل فعلی و نسل آینده این گیاه کمک کند. در حالت ایده‌آل، سرعت باززایی مصالح با نیاز به استفاده از آن متناسب است. از آنجا که سرعت اصلاح و پردازش بامبو در حال افزایش است، تولیدکنندگان می‌بایست از افزایش تقاضا برای این مصالح آگاه باشند. کیفیت بالای بامبو در بازار جهانی می‌بایست استوار و ثابت باشد. اینکه چگونه فعالیت‌ها و انتخاب‌های ما بر محیط اثر می‌گذارد باید در نظر گرفته شود. می‌بایست تعادلی برقرار شود تا بهره‌برداری یک محصول بیش از دیگری نباشد. چگونگی رشد بامبو و حفاظت او از خود و محیط، یک چرخه عمر درونی در بوم را بازنمایی می‌کند. احترام به روش‌های سنتی که در طول زمان آزمون شده‌اند، می‌بایست با تکنولوژی خلاقانه نوین در هم آمیزد تا راهکاری محکم برای امروز و آینده استفاده از این مصالح ارائه گردد [8].

۲-۲- ویژگی‌های عمومی مصالح "نی"

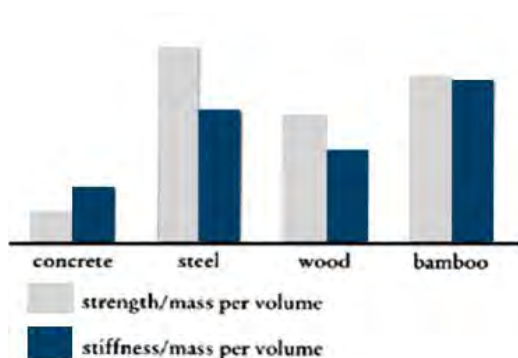
"نی" یک مصالح ساختمانی ارگانیک می‌باشد که مقاومت خوبی در برابر رطوبت و فرسایش آبی دارد. این مصالح محتوی مقدار زیادی مواد سیلیکونی است که آن را برای استفاده به عنوان سازه، بادوام و انعطاف‌پذیر می‌نماید. اگرچه "نی" مصالحی قابل اشتعال است، اما غلظت بالای سیلیکا در آن، موجب دوری حشرات و سایر حیوانات موزی از آن می‌گردد. فرم ساقه نی، آن را برای همه انواع عملکردها در ساختمان مناسب می‌سازد [9]. نی عایق حرارتی و صوتی بسیار خوبی می‌باشد. دوام نسبی و انعطاف‌پذیری در ساخت، مهم‌ترین ویژگی‌های مصالح "نی" می‌باشند [10]. نی بر باکتری‌ها نیز تاثیر شدیدی می‌گذارد و مانع گسترش آن‌ها می‌شود. "نی"‌های روئیده در تالاب‌ها متشکل از انواع مختلفی می‌باشند که ساقه آن‌ها در ضخامت، انعطاف-پذیری، و ترکیبات شیمیایی متفاوتند. ساخت دیوارها از نی، کار و زحمت کمتری نسبت به سایر مصالح مانند آجر، خشت، یا سنگ دارد و به طور قابل توجهی مهارت کمتری نیاز دارد. ساختن ساختمان با نی خلاقیت فردی را تشویق می‌کند، و منجر به ایجاد ساختاری همساز با اقلیم و با بهره‌وری انرژی بالا می‌گردد. "نی" معیایی نیز دارد. دوام طبیعی آن کمتر از چوب است و باید با مواد نگهدارنده اصلاح شود تا در مکان‌های باز باقی بماند [9].

بامبو نامی مشترک برای انواع مختلفی از "نی" هاست. تخمین زده شده است که اکنون ۶۰ الی ۹۰ گونه بامبو، وجود دارد. این گونه‌ها در اندازه‌ها و شکل‌های متنوعی یافت می‌شوند. بامبو به طور عمده در نواحی گرمسیری آسیا، آمریکای لاتین و آفریقا رشد می‌کند [11].

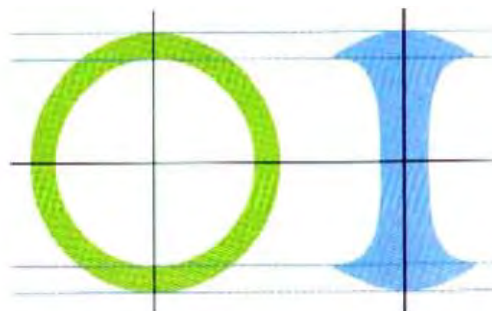
۲-۳- ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی مصالح نی (بامبو)

ساقه‌های بامبو در مدت ۳ تا ۵ سال به حداکثر سختی و خواص فیزیکی خود دست پیدا می‌کنند. این ساقه‌های بالغ هنگامی که خشک می‌شوند دچار انقباض و ترک کمتری می‌شوند و همچنین در این حالت میزان قند و نشاسته کمتری خواهند داشت که این موضوع خطر حمله حشرات و قارچ‌ها را کاهش می‌دهد. علیرغم اینکه بامبو دارای نسبت طول به سطح مقطع خیلی زیادی می‌باشد (۱/۲۵۰ - ۱/۱۵۰) ولی از مقاومت بالا، انعطاف‌پذیری و پایداری در برابر بارهای ثقلی و بار باد و برف برخوردار است و با توجه به استحکام توام با سبکی و انعطاف‌پذیری آن، سازه‌های بامبویی عملکرد خوبی در برابر نیروی زلزله خواهند داشت [۱۲].

بامبو ساختار بسیار کارایی دارد که به سبب توخالی بودن و جهت طولی رشته‌های فیبر در آن می‌باشد. این ویژگی موجب می‌شود تا "نی" نسبت به مصالحی مانند الوارهای چوب که مقطع توپری دارند، جرم کمتری داشته باشد. بامبو به دلیل شکل تیوبی و مقطع I شکلش (شکل ۱) در هر دو جهت افقی و عمودی تحمل بار بسیار بالایی دارد [1]. کارایی ساختار طبیعی بامبو همچنین در شکل ۲ نمایش داده شده است که در آن قدرت و سختی مصالح مختلف بر حسب جرم در واحد حجم مقایسه شده است [13].



شکل ۲: مقایسه قدرت و سختی مصالح ساختمانی مختلف [13]



شکل ۱: مقطع ساقه بامبو [13]

مقاومت فشاری ساقه بامبو به دلیل فرم استوانه‌ای میان تهی آن و همچنین گره‌های سختی می‌باشد که در طول آن تشکیل دیافراگم‌های عرضی می‌دهند. می‌توان گفت ساقه بامبو یک پوسته استوانه‌ای است که به وسیله این دیافراگم‌ها در محل گره‌ها به طول‌های کوچکتری تقسیم شده اند. در واقع این دیافراگم‌ها در محل گره‌ها به طول‌های کوچکتر تقسیم شده اند. این دیافراگم‌ها با کاهش طول موثر، مقاومت کمانشی بامبو را افزایش می‌دهند و پایداری بامبو را در امتداد طول آن تامین می‌کنند [14]. در جدول ۱ خلاصه‌ای از ویژگی‌های مکانیکی مصالح بامبو ذکر شده است.

جدول ۱: ویژگی‌های مکانیکی مصالح بامبو [۱۵]

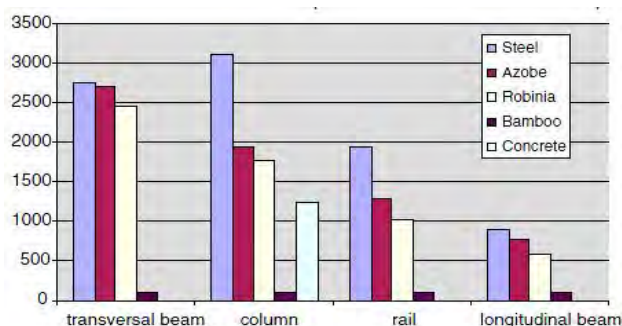
۵۶۰-۹۶۰	وزن مخصوص Kg/m^3
۰/۲۳	ضریب هدایت حرارتی موثر $W/m.K$
۱/۹۱	ضریب انتقال حرارت $W/m^2.K$
۰/۵۲	مقاومت حرارتی $M^2.K/W$
۳۵-۳۰۰	مقاومت کششی N/mm^2
۶۴-۱۱۰	مقاومت فشاری N/mm^2
۶۱/۲ بدون اصلاح	مقاومت در برابر آتش (ثانیه تا حریق)
ساقه توخالی بامبو ۱/۱ برابر مقاوم‌تر	خصوصیات شکلی

۳- بررسی چرخه عمر مصالح "نی"

در سال‌های ۲۰۰۶ و ۲۰۱۱ دو پژوهش کلیدی در خصوص بررسی چرخه عمر مصالح "نی" در مورد یک پل پیاده در کشور هلند و خانه‌های بومی چین صورت گرفته است. در این دو پژوهش مصالح بامبو به عنوان سازه استفاده شده است. نتایج این پژوهش‌ها، اثرات زیست‌محیطی استفاده از این مصالح و میزان انتشار کربن را در مراحل پیش از ساخت، دوره ساخت و دوره بهره‌برداری در مقایسه با مصالحی چون فلز، بتن، آجر و ... آشکار می‌سازد.

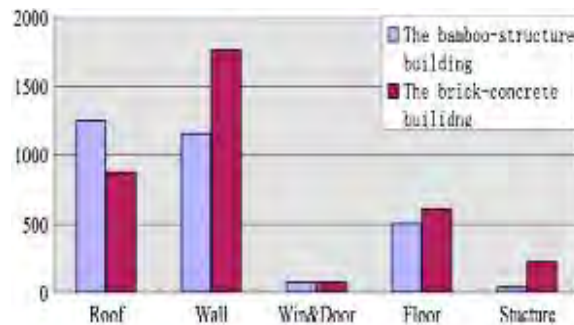
LCA روشی است فراگیر که در آن تمامی مصالح و انرژی مصرفی یک سیستم ارزیابی و سرچشمه مصالح (استخراج، تولید، انتقال و ساخت و ساز)، استفاده و سرانجام (تخریب و دسترسی مجدد) یک سیستم فهرست می‌شود. در این روش همچنین تاثیر سیستم‌ها و مصالح بر محیط مقایسه می‌شوند [16]. روش "بررسی چرخه عمر" (LCA) صفر تا صد تاثیرات محیطی مصالح ساختمان را در طول تولید، استفاده و تخریب بررسی می‌کند. LCA بخش مهمی از مرحله طراحیست که انتخاب مصالح مورد استفاده در ساختمان را به شدت تحت تاثیر قرار می‌دهد [17].

در پژوهشی که در سال ۲۰۰۶ میلادی در کشور هلند صورت گرفت، اثرات محیطی، اقتصادی و عملی استفاده از مصالح بامبو به عنوان سازه، مورد بررسی قرار گرفت. نتایج بررسی چرخه عمر مصالح بامبو استفاده شده در ساخت یک پل عابر پیاده، حاکی از آن است که اثرات محیطی سالانه این مصالح در مقایسه با مصالح چوب، فلز و بتن کمتر بوده و در تمامی بخش‌های یک پل شامل تیرهای طولی و عرضی، ستون‌ها و دست‌اندازها، می‌تواند در شرایط بارگذاری مختلف، با اطمینان عمل نماید.



شکل ۳: شاخص اثرات محیطی سالانه مصالح مختلف در بخش‌های مختلف یک پل [1]

در پژوهش دیگری که در سال ۲۰۱۱ بر روی مسکن بومی چین صورت پذیرفت، مصرف انرژی و میزان انتشار کربن مصالح اصلی ساختمان‌ها مقایسه گردید. در این مطالعه مشخص شد که ساختمان‌های با سازه بامبو در مقایسه با ساختمان‌های آجر و بتنی، انرژی مجسم کمتری مصرف کرده و کربن مجسم کمتری آزاد می‌نمایند. این میزان انرژی و کربن در مجموع مراحل استخراج، انتقال و فرآوری برای پنج بخش ساختمان شامل سقف، دیوار، در و پنجره، کف و سازه اندازه‌گیری شده‌اند.



شکل ۴: مقایسه انرژی مجسم در دو نوع ساختمان [2]

بنابر آنچه گفته شد، استفاده از مصالح بامبو در ساختمان اثرات زیست‌محیطی به مراتب کمتری نسبت به انواع دیگر مصالح همچون چوب، آجر، بتن و فلز دارد؛ به عبارت دیگر میزان مصرف انرژی و کربن آزاد شده آن کمتر از سایر مصالح، حتی چوب بوده و برای استفاده وسیع در ساخت و سازهای بومی ارجحیت دارد. در ضمن استفاده از بامبو تنها به اعضای سازه‌ای محدود نمی‌شود، بلکه برای پوشش بام، دیوارهای خارجی و داخلی، در، پنجره و کف نیز به کار می‌رود و جایگزین مناسبی برای آن‌ها می‌باشد.

۴- بررسی انواع "نی" های ایران

نیوفری که در کتاب خود به شناسایی و تشریح چوب‌های ایران می‌پردازد، نی‌های مهم ایران را چنین بر می‌شمارد:
۱. نی فراگمیت: این نی به نام نی کوچک، نی معمولی، نی ماندابی، و نی عصای کوچک معروف است و معمولاً بلندی آن به ۱/۵ تا ۳ متر و گاه به‌ندرت به ۴ تا ۵ متر می‌رسد. ساقه این نی به قطر ۱۰ تا ۱۵ میلیمتر است و به آسانی شکسته می‌شود و در تمامی نقاط جهان به استثنای نواحی قطبی (یخ‌بندان) و تقریباً در تمام زمین‌هایی که خیلی نمک نداشته باشد می‌روید. این گیاه زمین‌های لجن‌زار Vaseux را که از لحاظ مواد غذایی غنی باشند بر دیگر زمین‌ها ترجیح می‌دهد و از باطلاقی بودن زمین و ماندابی بودن آن (مانند آب به مدت زیاد) حتی در زمستان بیم ندارد و گاهی سطوح زیادی با نام نی زار Roselieres اشغال می‌کند و تولید ۵۰۰۰ تا ۲۰۰۰۰ کیلوگرم ماده خشک در هکتار می‌نماید [۱۸].

۲. خیزران: یا بامبو گیاهی است از خانواده گندمیان و یا علوفه با ساقه بندبند و توخالی که در حدود ۱۵۰۰ گونه از آن وجود دارد. این گیاه سالیان درازی است که در تأمین مسکن نیمی از جمعیت دنیا نقش عمده ای داشته بدون آنکه برای تولید و استفاده از آن هزینه و نیروی انسانی قابل توجهی لازم باشد. بامبو در مقایسه با چوب ارزان تر است و در دوره‌های کوتاه مدت می‌توان از آن بهره برداری کرد، بامبو دارای مقاومت کششی بالا، سبکی و شکل پذیری قابل توجه و یکنواختی مناسب است [۱۹]. انواع دیگر نی در ایران زیرمجموعه نی بامبو قرار می‌گیرند که عبارتند از:

۱-۲. نی عسائی Arundo donax: این نی که به نام‌های نی بزرگ، یا نی اروپا معروف است معمولاً به بلندی ۳ تا ۵ متر می‌رسد و در اطراف کشت‌زارهای شمال ایران فراوان است ساقه آن به قطر انگشتان دست است به اشکال شکسته می‌شود. این گونه خاک‌های شنی (ماسه‌ای) تر و تازه و مرطوب و کنار مجاری را دوست دارد و معمولاً در این محل‌ها با درختان صنوبر و بید همراه است این نی حتی در زمین‌های نسبتاً خشک به‌عمل می‌آید و چندان علاقه‌مند به زمین‌های ماندابی نیست. این نی آب و هوای معتدل شمال ایران را می‌پسندد و در نواحی سرد البرز و زاگرس به‌عمل نمی‌آید [۱۸].

۲-۲. نی اروپا - نی اکپست *Phalaris arundinacea*: این نی که در فرانسه و برخی دیگر از کشورهای اروپایی وجود دارد، شبیه نی بوده و به نام نی دروغی *Alpist rosedu* نامیده می‌شود. و دارای برگ‌های متصل به قسمت میانی بسیار مشخص است که لیگول یا غلاف طولی دارد. گل آذین آن به صورت پانیکول می‌باشد که از خوشه‌های کوچک تشکیل شده است. این گیاه در زمین‌های مرطوب کاشته می‌شود و در زمین‌های خشک نیز رشد کرده و علوفه متوسطی را تشکیل می‌دهد [۱۸].

جدول ۲: ویژگی‌ها و کاربرد انواع نی در ایران برای ساخت و ساز (نگارندگان)

نوع نی	ویژگی‌ها	کاربرد در ساختمان	تصویر
فراگمیت	فراوانی زیاد، شرایط رشد و رویش آسان، قطر کم و طول زیاد ساقه، مقاومت خمشی پایین، مقاومت در فصل سرد	به عنوان پوشش بام، عایق میان دیوارها، حصیر روی بازشوها، زیرانداز	
بامبو	مقاومت کششی و خمشی و انعطاف‌پذیری بالا، ساختار تیوبی، ساقه مجوف	به عنوان عضو سازه‌ای، شبکه نگهدارنده بام، شبکه کف، دیوارهای خارجی	
عصایی	طول و قطر زیاد ساقه، مقاومت خمشی و کششی و فشاری بالا، مقاومت در زمستان	به عنوان ستون فشاری، شبکه نگهدارنده بام، شبکه کف	
اکپست	طول و قطر کم ساقه، کمیاب، زینتی	به عنوان پوشش بام، عایق میان دیوارها، حصار دور بنا	

۵- کاربرد مصالح "نی" در ساخت و ساز بومی شمال ایران

از نی در ساخت و ساز به عنوان عضو سازه‌ای، سقف کاذب، پوشش بام، استفاده در پوشش دیوارها به منظور افزایش بهره‌وری حرارتی، و برای تکمیل دیوارهای داخلی و خارجی مقاوم در برابر زلزله. دیوارهای خارجی ضد زلزله ساخته شده از نی‌های بافته شده پاسخگویی خوبی در گذر زمان دارند؛ بسیاری از نمونه‌های قدیمی هنوز کاملا دست‌نخورده باقی‌مانده اند [20]. در مناطق شمالی ایران و در مجاورت تالاب‌هایی چون تالاب انزلی از انواع سازه‌های بامبویی استفاده می‌شود که مقاومت خوبی در برابر نیروهای ناشی از باد و زلزله دارند. تولید و بهره برداری از بامبو با ابزار و وسایل ساده امکان پذیر است و نیاز به فناوری پیچیده‌ای ندارد. بامبو را به علت دارا بودن ویژگی‌های استثنایی و قیمت ارزان می‌توان به عنوان یکی از مصالح ساختمانی در عمران و آبادانی مسکن روستایی و شهری استفاده کرد [۱۹].

کاربرد بامبو در ساختمان‌های بومی شمال ایران، تنها به سازه محدود نمی‌شود؛ بلکه به طور عمده‌ای در پوشش بام، سقف‌های کاذب و جداکننده‌ها، دیوار جداکننده خارجی و داخلی، و به عنوان قالب بتن مورد استفاده قرار می‌گیرد (جدول ۳) [۲۱].

جدول ۳: کاربرد مصالح "نی" در ساخت و سازهای بومی ایران (نگارندگان)

کاربرد	توضیحات	تصویر
سازه اصلی	بامبوها ۲ الی ۳ هفته بعد از بریدن هنوز سبز و قابل انعطاف هستند و بعد از گذشت یک ماه خشک شده و رنگ آنها رفته رفته از سبز به زرد تبدیل می‌شود و بدین ترتیب بعد از مدتی بامبوهای نرم استفاده شده در سازه پروژه کاملا سخت و مقاوم می‌شوند. اتصال بامبوها از طریق لوله، بست‌های فلزی و طناب (الیاف گیاهی) صورت می‌گیرد. برای پوشش سازه از دسته‌های ساقه‌های درو شده برنج (کولش) که در مزارع اطراف وجود داشتند استفاده می‌گردد.	

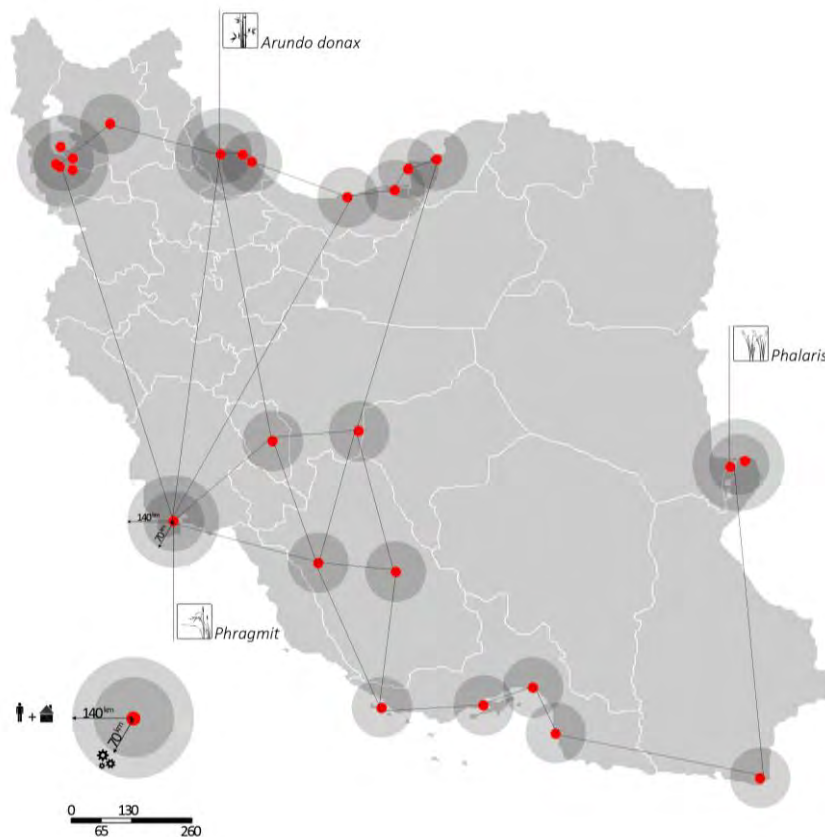
	<p>کاربرد صفحات نی بافته شده در پوشش زیرین سقف به عنوان عایق حرارتی و با قابلیت اندود بسیار مناسب می باشد. پوشش رویه سقف شیبدار که عموماً نقش عمده آن عایق رطوبتی است، از جنس سفال و یا گاهی گاه و ساقه برنج است. در نمونه های معاصر از صفحات نی بافت، به عنوان عایق حرارتی، قالب بتن و قسمتی از سقف سازه های استفاده شده است [۲۱].</p>	<p>پوشش بام</p>
	<p>شبکه ای از تیرهای چوبی و یا نی های با ابعاد و قطر بیشتر به صورت متعامد اجرا، و صفحات نی بافت بر روی آن قرار می گیرد.</p>	<p>کف</p>
	<p>در ساختمان های با سقف شیبدار، از سازه نگهدارنده سقف استفاده شده و یک شبکه فلزی یا چوبی از زیر به سازه خرپا متصل می گردد و صفحات بافته شده از نی در داخل این شبکه قرار می گیرد. این روش با هدف اصلی عایق حرارتی اجرا می شده است. نحوه دیگر استفاده از این صفحات، اتصال یک صفحه بافته شده از نی (یک ردیف نی با قطر کامل و یا نصف شده) به ضخامت حدود ۱۵ میلی متر با مفتول های فولادی به سقف می باشد [۲۱].</p>	<p>سقف های کاذب و جداکننده ها</p>
	<p>در دیوار های جدا کننده اعم از داخلی و خارجی این قطعات داخل شاسی فولادی یا چوبی (که برای این منظور ساخته شده است) قرار گرفته در دو طرف آن به وسیله اندود گچ یا سیمان پوشیده می شود (همان). همچنین از صفحات بافته شده با بامبو در قاب های چوبی نیز می توان استفاده نمود [۱۵].</p>	<p>دیوار جدا کننده خارجی</p>
	<p>خرپاهای بامبویی رفتار مناسبی در برابر نیروهای ناشی از زلزله و طوفان دارند و از آن در سطح وسیعی استفاده می گردد [۱۵].</p>	<p>خرپاها</p>
	<p>از بامبو پل های محکم و زیبایی می سازند که ترکیبی از داربست ها و خرپاهای بامبویی است. در بعضی مناطق نیز از طناب های طویل و محکم بافته شده از رشته های بامبو پل های معلق برای تردد می سازند [۱۵].</p>	<p>پل های عابر پیاده</p>
<p>به خاطر مقاومت کششی بامبو، مهندسان سعی نموده اند که از آن به سه روش در تسلیح قطعات بتنی استفاده کنند:</p> <ol style="list-style-type: none"> ۱. بامبو به عنوان جایگزین میلگردهای فولادی در بتن؛ ۲. الیاف بامبو برای بهبود ویژگی های مکانیکی بتن و ملات های سیمانی؛ ۳. الیاف بامبو برای تهیه تخته سیمانی و بتن سبک [۱۵]. 	<p>مسلح کردن قطعات بتنی</p>	
<p>در سقف های مرکب بامبویی، دیافراگم بندها مانند اتصال دهنده های برشی عمل می کند و این سقف ها معمولاً احتیاج به نازک کاری ندارند زیرا بامبوها در کنار هم نمای زیبایی به این سقف ها می بخشند. این نوع سقف ها از بامبوهای نصف شده و بتن با دهانه هایی بین ۱۲۰ الی ۲۶۰ سانتی متر ساخته می شوند و برای خانه های کم هزینه و کوچک می توان از آنها استفاده نمود [۱۵].</p>	<p>سقف های مرکب</p>	

۶- بررسی امکان توسعه استفاده از مصالح "نی" در ساخت و سازهای بومی شمال ایران

۶-۱- بررسی پراکندگی نیزارهای ایران

در ایران نی‌زارهای بزرگی وجود دارد که از جمله باید نی‌زار حورالعظیم خوزستان، جازموریان و نی‌زار دریاچه هامون صابری را نام برد. بازده متوسط نی‌زارهای ایران به طور متوسط ۵۰۰۰۰ کیلوگرم علوفه خشک در ایران است و گاه تولید ممکن است در حورالعظیم خوزستان به ۱۵۰۰۰ کیلوگرم نی خشک در هکتار نیز برسد. ناگفته نماند که به علت جنگ تحمیلی نی‌زارها در خوزستان گسترش زیادی یافته و به زمین‌های زراعی نیز رسوخ نموده‌اند [۱۸].

«نی» از جمله مصالح طبیعیست که در هر نقطه‌ای از دنیا، خصوصاً در نواحی معتدل و نیمه‌گرمسیری به فراوانی یافت می‌شود. به عبارت دیگر، نی از عرض جغرافیایی ۶۶ درجه شمالی تا ۲۳ درجه (مدار راس‌الجدی)، به جز در نواحی یخبندان، رشد می‌کند. محل اصلی رشد نی در تالاب‌ها، اطراف دریاچه‌ها، آب‌های کم‌حرکت، نواحی ساحلی، باتلاق‌ها و لجن‌زارهاست [22]. طبق آمار سازمان حفاظت محیط زیست، ۲۴ تالاب در کنوانسیون رامسر ثبت شده است که در این میان تالاب‌های ۱. دریاچه‌های آجی‌گل، آلاگل، آلمگل؛ ۲. تالاب امیرکلایه؛ ۳. مجموعه تالاب انزلی؛ ۴. مصب سفیدرود و لاگون کیشهر؛ ۵. آب‌بندان‌های فریدونکنار، سرخ‌رود و ازاباران؛ ۶. لاگون گمیشان و ۷. شبه جزیره میانکاله، خلیج گرگان و آب‌بندان‌های لپوزاغ مرز، در منطقه مورد مطالعه قرار گرفته‌اند [۲۳]. در شکل ۵ محل این تالاب‌ها با نقاط قرمز رنگ نشان داده شده است. فاصله بوم‌آوردی مصالح که بر طبق استاندارد LEED ۸۰۰ کیلومتر از مرکز تالاب در نظر گرفته شده، بخش‌های وسیعی از کشور را پوشش می‌دهد و همانطور که مشاهده می‌شود به جز بخش‌هایی از فلات مرکزی ایران، دشت‌های شمال شرق و ارتفاعات زاگرس، بقیه نقاط دسترسی نسبتاً مناسبی به منابع «نی» در کشور دارند؛ لذا این تالاب‌ها که محل اصلی رویش انواع نی می‌باشند، پراکندگی مناسبی در سطح کشور دارد و لذا مصالح «نی» می‌تواند به عنوان یک مصالح بومی به طور وسیعی در ساخت و سازهای بومی مورد استفاده قرار گیرد.



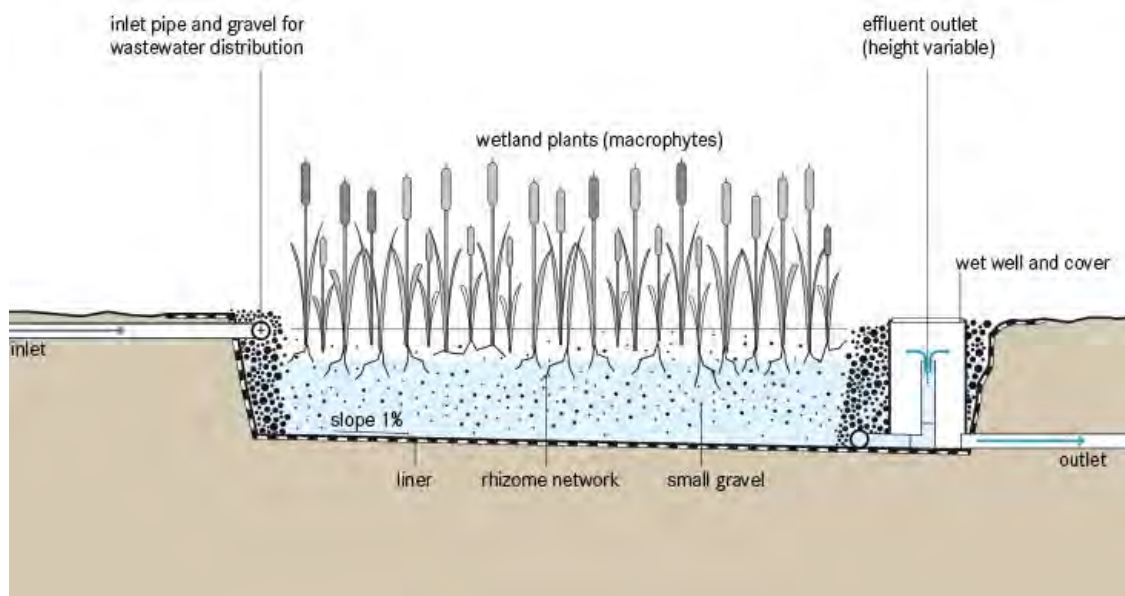
شکل ۵: پراکندگی تالاب‌های ایران و فاصله بوم‌آوردی "نی" (نگارندگان)

۶-۲- توسعه نيزارها به عنوان منابع توليد مصالح طبيعي

بر طبق تحقیقات به عمل آمده در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گیلان، "بامبو" مناسب‌ترین گونه زودبازده در توسعه پایدار منابع طبیعی شمال کشور می‌باشد. این امر به سبب شرایط آب و هوایی ویژه شمال کشور است که برای رشد این گونه گیاهی مساعد است [۲۴]. این گیاه ارزان می‌تواند از طریق توسعه تالاب‌ها، به عنوان "کارخانه طبیعی تولید مصالح" عمل نماید. هدف از بیان این بحث، طرح ایده توسعه منابع طبیعی "نی" از طریق کشاورزی، برای نیل به پایداری است. از این طریق، مصالح ساختمانی، نه در کارخانه‌ها و کارگاه‌های ساخته بشر، بلکه در بستر طبیعت و در فرایندی کاملاً طبیعی ساخته شده و با اندک اصلاحات قابل استفاده در ساخت و ساز بومی می‌باشند.

توسعه نيزارها در گرو ساخت باتلاق‌های مصنوعیست که تکنولوژی مخصوص به خود را داراست. این تکنولوژی که اولین بار در دهه ۱۹۶۰ میلادی در کشور آلمان توسط دکتر Kathe Seidel توسعه یافت، در پی ایجاد باتلاق‌های مصنوعی به منظور حفظ و جلوگیری از هدر رفتن آب می‌باشد. اساس این تکنولوژی، فعال نمودن فرایندهای میکروبی است که تجزیه طبیعی مواد آلاینده در آب‌های هدر رفته را تحریک می‌کند. این فرایند از طریق ویژگی‌های خاص گیاهان باتلاقی مانند "نی" امکان‌پذیر است، که باعث انتقال مقادیر قابل ملاحظه‌ای از اکسیژن جو به ریشه‌های آن‌ها می‌شود و به دنبال آن موجب رشد طیف وسیعی از میکروارگانیسم‌ها در اطراف ریشه گیاه می‌شود [25].

بنابر آنچه گفته شد، توسعه نيزارها علاوه بر ایجاد کارخانه‌های طبیعی مصالح ساختمان، باعث جلوگیری از هدر رفتن آب و تصفیه طبیعی آب‌های خاکستری می‌گردد. همچنین گسترش این روش باعث اشتغال‌زایی در کشاورزی، معماری و مهندسی شده و در راستای نیل به پایداری اقتصادی نیز می‌باشد.



شکل ۶: جزئیات اجرای باتلاق مصنوعی [26]

۷- نتیجه گیری

مصالح "نی" در مراحل سه‌گانه چرخه عمر خود، شامل مرحله پیش از ساخت، مرحله ساخت و بهره‌برداری، و مرحله پس از ساخت و تخریب، مصرف انرژی و انتشار کربن بسیار کمی دارد. به طور کلی در مرحله پیش از ساخت، "نی" از نيزارها کشت شده، بسته بندی می‌گردد و سپس توسط افراد، احشام و وسایل حمل و نقل سبک به محل‌های ساخت و ساز انتقال می‌یابد. نی‌های انتقال یافته بر حسب ابعاد و سایر ویژگی‌های مکانیکی، برای مصارف مختلف استفاده می‌شوند. نی‌هایی که برای ساخت



**3.th International Congress on Civil Engineering , Architecture
and Urban Development
29-31 December 2015, Shahid Beheshti University , Tehran , Iran**

و ساز بومی مناسبند اغلب به عنوان عضو سازه‌ای، پوشش سقف، پوشش دیوارهای خارجی و صفحات جداکننده فضای داخلی مورد استفاده قرار می‌گیرند. پوشش‌ها و جداکننده‌ها که به صورت صفحه‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرند، از دسته کردن نی‌های کوچک و یا بافتن نی‌های با ساقه نازک ساخته می‌شوند. عناصر ساخته شده از نی، در طول مدت زمان بهره‌برداری از بنا قابلیت تعمیر، ترمیم و توسعه دارند. همچنین به دلیل وزن کمی که دارند می‌توان از آنها به عنوان عناصر نیمه ثابت فضا استفاده نمود. نی به دلیل ساختار محوف خود، عایق مناسبی در برابر سرما و گرماست و به دلیل مقطع تیوبی شکلش، مقاومت فشاری و خمشی بالایی دارد. «نی» مصالحی گیاهی و بنابراین زیست‌تخریب‌پذیر و پس از استفاده قابل بازگشت به چرخه طبیعت است. عملیات تخریب ساده بوده و می‌توان با جداسازی اجزا مجدداً آن‌ها را در ساخت و ساز به کار گرفت. در طول تخریب ساختمان، انرژی زیادی صرف نمی‌گردد و آلودگی زیست محیطی ایجاد نمی‌شود.

مراجع

- [1] Van der Lugt, P.; van den Dobbelsteen, A.; Janssen, J., "An Environmental, Economic and Practical Assessment of Bamboo as Building Material for Supporting Structures", *Construction and Building Materials*, No.20, 648-656, 2006.
- [2] Yu, D.; Tan, H.; Ruan, Y., "A Future Bamboo- Structure Residential Building Prototype in China: Life Cycle Assessment of Energy Use and Carbon Emission", *Energy and Building*, No.43, 2638-2646, 2011.
- [3] پیرنیا، م.، سبک شناسی معماری ایرانی، انتشارات سروش دانش، تهران، ۱۳۸۷.
- [4] Terranova, A.; Spirito, G.; Leone, S.; Spita, L., *Eco structures: Forms of Sustainable Architecture*, White Star Publishers, Italy, 2009.
- [5] Roth, L.M., *Understanding Architecture: It's Elements, History and Meaning*, The Herbert Press Ltd., London, 1994.
- [6] Brownell, B., *Material Strategies: Innovative Applications in Architecture*, Princeton Architectural Press, US, 2013.
- [7] Halliday, S., *Sustainable Construction*, Routledge, US, 2008.
- [8] Goldberg, G. B., *Bamboo Style*, Gibbs Smith, US, 2002.
- [9] Almusaed, A.; Almsaad, A., "Building Materials in Eco-energy Houses from Iraq and Iran", *Case Studies in Construction Materials*, No.2, 42-56, 2015.
- [10] Lauren, F., *Green Building Materials City of Santa Monico*, USA, 2000.
- [11] International Network for Bamboo and Rattan, Available from: <http://.inbar.int>, May 2002.
- [12] تسنیمی، ع، بامبو عنصر سازه‌ای در ساختمان‌ها سبک، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، تهران، ۱۳۷۶.
- [13] Janssen, J., *Designing and building with Bamboo*, INBAR, Beijing, China, 2000.
- [14] Ma, J.; Chen, W.; Zhoa, L.; Zhoa, D., "Elastic Bucking of Bionic Cylindrical Shells on Bamboo", *Journal of Bionic Engineering*, Vol.5, 231-238, 2008.
- [15] تابان، م. و زرکش، ا.، "تکنولوژی ساخت با مصالح طبیعی: استفاده از بامبو در سازه‌های مدرن"، ماهنامه بین‌المللی راه و ساختمان، ۷۹-۷۰، ۱۳۹۲.
- [16] Scheuer, C.; Keoleian, G., *Evaluation of LEED Using Life Cycle Assesment Methods*, National Institute of Standards and Thechnology Gaithersburg, Germany, 2002.
- [17] Kozarova, A., *Building Materials and the Environment*, University College Horsens, Denmark, 2012.
- [18] نیلوفری، پ.، چوب شناسی؛ شناسایی، تشریح و مصارف چوب‌های ایران، جلد اول، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۴۱.
- [19] ویسه، س. و همکاران، "ارائه روش‌های مناسب در استفاده از مصالح بوم آورد"، مسکن و محیط روستا، شماره ۶، ۱۹-۲۰، ۱۳۸۸.
- [20] Barreca, F., "Use of giant reed *Arundo Donax L.* in rural constructions", *CIGR Journal*, Vol. 14, No. 13. 46-52, 2012.



**3.th International Congress on Civil Engineering , Architecture
and Urban Development**
29-31 December 2015, Shahid Beheshti University , Tehran , Iran

- [۲۱] تقی‌زاده قه‌می، ع.، "استفاده از مواد گیاهی در صنعت ساختمان، مورد مطالعه: نی"، نشریه هنرهای زیبا، شماره ۱۷، ۶۰-۵۳، ۱۳۸۳.
- [22] www.plants.usda.gov
- [۲۳] پورتال سازمان حفاظت محیط زیست: <http://www.doe.ir>
- [۲۴] امین املشی، م.، "بامبو مناسب‌ترین گونه زودبازده در توسعه پایدار منابع طبیعی شمال"، اولین کنفرانس دستیابی به راهکارهای توسعه پایدار در بخش‌های کشاورزی، منابع طبیعی و محیط زیست، ۲۰۶-۲۰۳، ۱۳۹۱.
- [25] Blumberg, I., Reed Bed Technology, Gänsemarkt, Germany, 2003.
- [26] Tilley, E.; Ulrich, L.; Luethi, C.; Reymond, P; ZURBRUEGG, C., Compendium of Sanitation Systems and Technologies, 2nd Revised Edition, Duebendorf, Switzerland, Swiss, 2014.