Journal of Structural and Construction Engineering, 9(6), 2022, pp. 130-147

Journal of Structural and Construction Engineering

www.jsce.ir

Technical and economical evaluation of the use of Mazandaran reed in non-structural concrete

Mohsen Rasouli Formi[1], Milad Jamali[2], Mohammad Javad Taheri Amiri[3*]

1- PhD student, Construction engineering and management, Islamic Azad University, Sari Branch, Sari, Iran
2- PhD, Department of civil engineering, Babol University of Technology, Babol, Iran
3- Assistant Professor, Department of civil engineering, Higher Education Institute of Pardisan, Mazandaran, Iran

ABSTRACT

With increasing population, there is an increasing use of natural resources to produce materials suitable for construction such as bricks, cement and strong rods. This has exponentially increased their prices and also polluted the environment by producing large amounts of greenhouse gases. Therefore, there is a need to provide cheap and durable infrastructure. In this research, the purpose of evaluating the use of Mazandaran common reed, which is found abundantly in agricultural land and landfills, was in the construction industry. To this end, several mixing plans were designed to replace the sand in ordinary concrete with coarse aggregate from the reed and the resistance of the designs was evaluated at the age of 7, 28 and 90 days. In the following, two wall panels with rows of Mazandaran rods were placed in two cases without steel mesh and steel mesh. To find out the two panels, Schmidt's hammer test was first performed for both panels at 28 and 90 days. Then, with a test based on a study paper, its displacement load diagram was evaluated in a three-point bending condition. The results showed that the use of reed aggregates in concrete has obtained an acceptable resistance to the construction of non-structural prefabricated parts. Also, the use of straw instead of rebar in the wall panels has a similar behavior to the panel with fittings and has shown a good performance.

All rights reserved to Iranian Society of Structural Engineering.

ARTICLE INFO

Receive Date: 20 January 2021
Revise Date: 13 August 2021
Accept Date: 25 November 2021

Keywords:
Mazandaran common REED
Waste
non-structural concrete
wall panel
Schmidt's hammer

doi: https://doi.org/10.22065/jsce.2021.269569.2344

*Corresponding author: Mohammad Javad Taheri Amiri
Email address: Jvd.taheri@gmail.com

نشریه مهندسی سازه و ساخت
(علمی - پژوهشی)
www.jsce.ir

Journal of Structural and Construction Engineering
JSCE
نشریه علمی-پژوهشی مهندسی سازه و ساخت

ارزیابی فنی و اقتصادی استفاده از نی مازندران در بتن های غیر سازه‌ای

محسن رسولی فرمی[۱]، سید میلاد جمالی[۲]، محمدجواد طاهری امیری[۳*]

۱- دانشجوی دکترای عمران- مهندسی و مدیریت ساخت دانشگاه آزاد اسلامی ساری،ساری، ایران

۲- دکترای عمران- مهندسی و مدیریت ساخت دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل، بابل، ایران

۳- استادیار گروه عمران- موسسه آموزش عالی پردیسان فریدونکنار، فریدونکنار، ایران

چکیده

در این تحقیق به ارزیابی استفاده از نی‌های مازندران در صنعت ساختمان که به وفور در زمین‌های کشاورزی و شالیزارها یافت می‌شود، پرداخته شده که بدون استفاده درست و موثر، از بین برده می‌شود. بدین منظور ابتدا چند طرح اختلاط برای جایگزینی شن در بتن‌های معمولی با سنگدانه‌های درشت حاصل از نی ساخته شد و میزان مقاومت فشاری طرح‌ها در سنین ۷، ۲۸و ۹۰ روز ارزیابی شد. با جایگزینی کامل شن با نی مازندران؛ نزدیک به ۶۰ درصد افت مقاومت فشاری رخ داده است. هرچند این افت قابل ملاحظه است، اما منجر به تشکیل یک بتن با مقاومت ۷ روزه نزدیک به ۱۰ مگاپاسکال شده است. در ادامه با ساخت دو پنل دیواری با ردیف‌های نی مازندران در دو حالت بدون مش فولادی و با مش فولادی در دستور کار قرار گرفت. برای ارزیابی مقاومت فشاری این دو پنل، آزمایش چکش اشمیت برای هر دو پنل در سن ۲۸ و ۹۰ روز انجام شد. سپس با آزمایشی مبتنی بر یک مقاله مطالعه شده، نمودار بار تغییر مکان این دو پنل در وضعیت خمشی سه نقطه‌ای مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج بدست آمده استفاده از سنگدانه‌های نی در بتن‌ها، مقاومت قابل قبولی برای ساخت قطعات پیش ساخته غیر سازه‌ای نشان داده است. همچنین استفاده از نی به جای میلگردها در پنل‌های دیواری، رفتار مشابهی با پنل دارای میلگرد داشته و عملکرد مناسبی از خود نشان داده است و همچنین پنل‌های دیواری ساخته شده با نی نسبت به دیوار چینی عادی با بلوک حدود ۱۵ درصد هزینه کمتری دارد.

کلمات کلیدی: نی مازندران، ضایعات، بتن غیر سازه‌ای، پنل دیواری، چکش اشمیت.

سابقه مقاله:					شناسه دیجیتال:	
دریافت	بازنگری	پذیرش	انتشار آنلاین	چاپ	https://doi.org/10.22065/jsce.2021.269569.2344	doi:
۱۳۹۹/۱۱/۰۱	۱۴۰۰/۰۵/۲۲	۱۴۰۰/۰۹/۰۴	۱۴۰۰/۰۹/۰۴	۱۴۰۱/۰۶/۳۱	10.22065/jsce.2021.269569.2344	

[*]نویسنده مسئول: محمد جواد طاهری امیری

پست الکترونیکی: Jvd.taheri@gmail.com

۱- مقدمه

با افزایش میزان جمعیت، استفاده روز افزون از منابع طبیعی برای تولید مصالح مناسب برای ساخت و ساز مانند آجر و سیمان به طور تصاعدی قیمت آنها را افزایش داده و همچنین باعث آلوده شدن محیط زیست و انتشار مقدار زیادی گازهای گلخانه‌ای شده است. استفاده از ضایعات در بتن یکی از راهکارهای موثر در کاهش آلودگی زیست محیطی می باشد. مصالح ساختمانی به طور معمول بر اساس نیازهای عملکردی، تکنیکی و اقتصادی انتخاب می شوند. اما با وجود پایداری به عنوان یک موضوع کلیدی در دهه های 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 می شود که می تواند با روش های 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.گیاه نی هر ساله به مقدار زیادی در بیشتر مناطق کشور روییده می شود و بدون استفاده درست و موثر از بین برده می شود.همچنین برای جلوگیری از اتلاف انرژی و کاهش خسارت ناشی از زلزله در بکار گیری از مصالح غیر سازه ای در ساختمان دو ویژگی سبکی و عایق حرارتی مدنظر می باشد به همین دلیل کاربرد قطعات و صفحات ساخته شده ازگچ، الیاف معدنی، پشم شیشه، پشم سنگ و مواد گیاهی مختلف توسعه یافته است که صفحات بافته شده با نی علاوه بر این دو مورد دارای ویژگی هایی از قبیل عایق صوتی، مقاومت، توان خمشی، سازگاری و چسبندگی با اندودهای مختلف را می توان نام برد. به همین خاطر استفاده از مصالح بومی مورد توجه معماران قرارگرفته است مصالحی مانند نی خیزران که درگذشته به عنوان سقف کاذب درخانه شمالی مورد استفاده قرار می گرفت که با ارزانی و دسترسی راحت و استفاده آسان جای خود را درصنعت ساختمان باز کرده است، آنچه امروز معماران و کارشناسان به آن تاکید دارند بازگشت اصولی درساخت و ساز است که شاید دهه ها و قرن ها در هنر معماری پایدار بوده و ثمره تجربه بشریت است بومی سازی ساختمان و توجه به اقتضائات و امکانات موجود و هماهنگ کردن این امکانات با نیازهای روز به شمار می آید. دراین مقاله سعی گردیده است با اتکا به مطالعات کتابخانه ای و آزمایشگاهی به عمل آمده خواص و دامنه کاربرد مصالح ساختمانی تهیه شده از گیاه نی بررسی و ارزیابی گردد و به اثرات استفاده از نی مازندران بر خصوصیات بتن غیر سازه ای پرداخته شود.

۲- مرور ادبیات

در سال ۱۳۹۸ نسترن امینی و حسین مهدوی به بررسی کاربرد گیاه نی به عنوان مصالح طبیعی و بومی استان خوزستان پرداختند که استفاده و تهیه مصالح ساختمانی از طبیعت به عنوان یک اصل در معماری ایرانی مورد توجه بوده است. گیاه نی به دلیل داشتن منشا طبیعی و فراوانی که در نیزارهای جنوب ایران دارد، در بخش‌های مختلف ساختمان کاربرد داشته است اما امروزه به کارگیری این مصالح طبیعی به دست فراموشی سپرده شده است. در این مقاله بر مزیت های استفاده از مصالح بوم آورد به خصوص بهره‌وری آسان و صرفه جویی در مصرف انرژی تاکید شده است و سپس از گیاه نی به عنوان یک مصالح بومی که از دیرباز در خانه های روستایی خوزستان و نیز درهورها مورد استفاده قرار می‌گرفته یاد شده است. در ادامه با به دست آوردن آمار تقریبی رشد این گیاه در تالاب‌های خوزستان، گیاه نی را به عنوان یک مصالح بومی در خوزستان معرفی کرده و سپس به بررسی ویژگی های این گیاه از قبیل سبکی، عایق بودن در برابر حرارت و سازگاری با اقلیم خوزستان پرداخته است. پس از آن با بررسی ویژگی‌های گیاه نی در قالب ویژگی‌های محیطی، سازه‌ای، معماری و اجرایی بر امکان استفاده گسترده از آن در صنعت ساختمان به خصوص در استان خوزستان به علت فراوانی تاکید شده است. این پژوهش از نوع کیفی بوده و به روش توصیفی به بررسی امکان توسعه کاربرد گیاه نی در ساخت و سازهای استان خوزستان پرداخته است[۱].

در سال ۱۳۹۷ مژده خراشاهی و همکاران امکان سنجی جایگزینی گیاه نی در ساخت خانه‌های روستایی شمال ایران را مورد بررسی قرار دادند. در زمان ساخت هر بنا فرایند انتقال مصالح از مبدا به محل ساخت از جمله مراحل هزینه بردار است. بنابراین استفاده از مصالح بوم آورد، ضرورتی انکار ناپذیر در مسیر ساختمان‌سازی پایدار می‌باشد. هر چند توجه به مصالح بوم آورد عموماً در ساخت بناهای روستایی کشورمان به چشم می‌خورد، اما استفاده از این مصالح لزوماً در بهینه‌ترین حالت ممکن صورت نگرفته است. بطور مثال بسیاری از

بناهای بومی ساخته شده در مناطق شمالی ایران با استفاده از چوب درختان ساخته شده‌اند و ساخت این بناها منجر به نابودی جنگل‌ها در این نواحی شده است. این در حالی است که در این روستاها منابع دیگری برای ساخت ابنیه وجود دارد که ظاهراً مغفول مانده‌اند. نی از جمله مصالحی است که می‌تواند در قسمت‌های مختلف ساختمان‌های شمال ایران به کار رود. اما علیرغم در دسترس بودن این مصالح که به سبب وجود تالاب‌های متعدد به راحتی قابل بهره‌برداری است، به نظر می رسد از این ظرفیت استفاده‌ی مناسبی نشده است و نی به عنوان گیاهی کم ارزش و بدون فایده شناسایی شده است در این مقاله با روش تحلیل و استدلال منطقی ضمن بررسی ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی این گونه‌ی گیاهی و کاربرد آن در معماری بومی مازندران، به امکان‌سنجی نحوه بهره‌گیری از نی در این خطه پرداخته شده است تا بتوان نی را به عنوان جایگزینی کاربردی و مناسب برای چوب‌های جنگلی که در ساخت بناهای روستایی به کار می‌روند معرفی نمود[۲].

در سال۱۳۹۶ نسیم مرادی و همکاران به بررسی عملکرد گیاه بامبو به عنوان الیاف گیاهی در صنعت ساختمان پرداختند که به علت افزایش جمعیت و صنعتی شدن، نیاز انسان‌ها به استفاده از منابع طبیعی را افزایش داده است، بنابراین برای دستیابی به توسعه پایدار، باید بتوانیم نیازهای خود از طبیعت را، بدون آسیب رساندن به توانایی نسل آینده، در برآورده کردن نیازهایشان، برطرف کنیم کنف و کتان ازجمله الیاف گیاهی می‌باشند که با خواصی که دارند می‌توانند به عنوان ایزوله و عایق در صنعت ساختمان استفاده شوند؛ که مصرف این مواد، علاوه بر اینکه مصرف انرژی و مواد خام را کاهش می‌دهند، از منابع طبیعی تجدیدپذیر می‌باشند و با محیط زیست سازگاری دارند؛ و بامبو (نی) ازجمله گیاهان خودرو می‌باشد که می‌توان به عنوان یکی از مصالح ساختمانی مثل آجر، فولاد و چوب در صنعت ساختمان سازی استفاده شود[۳].

درسال۱۳۹۵ علی عزیزی ناصرآباد در مقاله‌ای به ارائه جزئیات ارتقاء دهنده برای استفاده از مصالح بومی اقلیم مازندران متناسب با پیشرفت های جدید در صنعت ساختمان (پانل ۳ بعدی جداکننده با استفاده از گیاه نی و ارائه آن در قالب جزئیات کناف) پرداخت و جهت تبیین نقش مصالح بومی در ایجاد معماری پایدار با استخراج ویژگی ها و مشکلات مصالح بومی و نحوه عملکرد آنها، جزئیاتی متناسب با معماری امروزی برای استفاده از مصالح بومی مازندران ارائه داد تا بتوان از مصالح بومی متناسب با شرایط حال استفاده نمود. در این مقاله ابتدا به بررسی مصالح بومی اقلیم مازندران و ویژگی گیاه نی پرداخته شده است سپس متناسب با نیاز معماری امروز جزئیات و نحوه ساخت پانل ۳ بعدی جدا کننده با استفاده از گیاه نی ارائه شده است تا از مصالح بومی به شکل امروزی و در قالب جزئیات اجرایی جدید (کناف) در ساختمان ها استفاده شود[۴].

درسال ۱۳۹۵ امکان سنجی استفاده از گیاه نی با نگاهی قیاسی به گیاه بامبو، الهام از معماری بومی با رویکرد معماری پایدار توسط مژده خراشاهی و مریم عقیلی مورد مطالعه قرار گرفت. امروزه به دلیل پیشرفت دانش بشری در عرصه‌های گوناگون معماری، معماری بومی در بیشتر نقاط دنیا به دست فراموشی سپرده شده است و با توجه به اینکه در دنیای امروز توجه به هم‌سازی با طبیعت و کمک به مسائل زیست محیطی و معماری پایدار از نکات حائز اهمیت می باشد لذا روی آوردن به معماری پایدار با الهام از معماری بومی از اهداف این مقاله می‌باشد. حال به منظور نیل به این مقصود توجه به مصالح بومی چون نی که به وفور در این اقلیم یافت می شود و مورد کم توجهی واقع شده و کاربرد آن در مصارف ساختمانی می باشد. لذا نگاهی قیاسی به گیاه بامبو و مصارف مشابه آن با نی پرداخته شد[۵].

در پژوهشی در سال ۱۳۹۵ نقش سازه بامبو در ساختمان‌های شمال کشور با رویکرد توسعه پایدار نمونه موردی شمال کشور (مازندران) توسط فاطمه رشیدی و همکاران انجام شد که در مورد قطع ارتباط میان معماری بومی و نیازهای مدرن می‌باشد. از کمبودهای موجود که همواره نسل امروز را به طور خواسته یا ناخواسته تهدید می‌کند، عدم توجه به پتانسیل‌های ناشی از کاربرد مصالح بومی و به عبارت بهتر عدم سازگاری و انطباق معماری با اقلیم آن می‌باشد. در دنیای امروز که منابع انرژی زوال‌پذیر و در معرض نابودی هستند شعار توسعه پایدار یکی از محورهای اساسی و اهدافی است که در جوامع بین المللی جهت صرفه‌جویی و بهینه‌سازی انرژی مطرح گردیده در معماری پایدار سعی بر این است که با استفاده از اقلیم، مصالح بومی، انرژی‌های موجود در سایت و چگونگی طراحی، طرحی ارائه شود که الگوی مصرف انرژی در آن رعایت شده باشد. سازه به عنوان عنصر اصلی ساختمان همواره مورد توجه بوده است. در این مطلب گیاه بامبو به عنوان مصالح بومی سازه ای در صنعت ساختمان مورد بررسی قرار گرفته است[۶].

در سال ۱۳۹۴ سیدعلی مهدی نیا طبری و همکاران استفاده از نی خیزران درسقف خانه‌های شمالی به عنوان مصالح بومی مورد مطالعه قرار گرفت که برای جلوگیری از اتلاف انرژی از یک طرف و کاهش خسارتهای ناشی از زلزله ازطرف دیگر در به کارگیری مصالح غیرسازه ای در ساختمان‌ها، دو ویژگی مهم سبکی و عایق حرارتی مدنظر می باشد به همین دلیل کاربرد قطعات و صفحات ساخته شده از گچ الیاف معدنی پشم شیشه ، پشم سنگ و ... موادگیاهی محدودیت‌های مختلف توسعه یافته است. به همین خاطر استفاده از مصالح بومی مورد توجه معماران قرار گرفته است[۷].

در سال۱۳۸۳ خواص،ویژگی ها و دامنه کاربرد مصالح ساختمانی تهیه شده از گیاه نی توسط عزت الله تقی زاده قهی مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفت. در سال‌های اخیر برای جلوگیری از اتلاف انرژی و کاهش خسارات ناشی از زلزله در به کار گیری مصالح غیرسازه‌ای در ساختمان‌ها دو ویژگی سبکی و عایق حرارتی مدنظر می‌باشد. به همین دلیل کاربرد قطعات و صفحات ساخته شده از گچ، الیاف معدنی، مواد گیاهی، بتن گازی، پلی استایرن و... علی رغم محدودیت‌های مختلف، توسعه یافته است. استفاده از نی بافته شده به دلیل مقاومت حرارتی، سبکی وزن، قیمت و تولید در شرایط آب و هوایی مختلف بر امکان استفاده گسترده از آن در صنعت ساختمان و بر ضرورت مطالعات تکمیلی و بیشتر تاکید شده است[۸].

در پژوهشی در سال ۱۳۸۲ رفتار نی و اندرکنش آن با بتن بصورت تجربی و نظری توسط مهدی صیامی مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته است. از نتایج حاصل از این مطالعه می توان در طراحی سازه های بتنی مسلح به خیزران استفاده نمود.که مهمترین ویژگیهای خیزران نظیر درصد جذب رطوبت، مقاومت کششی، مقاومت فشاری، مقاومت برشی و مدول الاستیسیته یک نوع خیزران ایرانی محصول مرکز تحقیقات کشاورزی لاهیجان تعیین گردیده است و مسائل مربوط به اندر کنش خیزران و بتن مورد بررسی قرار گرفته و اثرات گوه ای گره های ساقه نیز مدل سازی شده است[۹].

در پژوهشی در سال ۲۰۱۹ فرانچسکو بارکا و همکاران در مورد برخی از کاربردهای ابتکاری استفاده از زباله های حاصل از تولید محصولات کشاورزی به منظور ساخت دیوارها و پارتیشن های خانه های مدیترانه ای انجام دادند. تأثیرات زیست محیطی ساختمانها باید نه تنها با توجه به انرژی مصرف شده توسط آنها بلکه با توجه به انرژی داخل موادی که از آنها ساخته شده است نیز ارزیابی شود. "سندرم ساختمان بیمار" در حال افزایش است. که دلایل عمده آن به آلودگی های شیمیایی ناشی از منابع داخلی مانند مصالح ساختمانی، تهویه ناکافی، استفاده بیش از حد از گرمایش، تهویه و تهویه مطبوع و ترکیبات آلی فرار مرتبط است. مصالح ساختمانی عایق نقش مهمی در سندرم ساختمان بیمار، نه تنها برای محدود کردن استفاده از بلکه برای محدود کردن انتشار آلاینده ها در داخل محیط ساختمان دارند. برخی از روشهای آزمایش عناصر ساختمانی، ساخته شده با نی و چوب پنبه آگلومرا که دو ماده طبیعی معمول در منطقه مدیترانه هستند، نشان داده شده است. این مواد گیاهی غالباً بقایای حاصل از تولید محصولات کشاورزی است، بقایای کشاورزی اغلب برای کشاورزان مشکلی ایجاد می کند زیرا پسماندهای آلی خطرناک تلقی می شوند و دفع چنین موادی بسیار گران است، بنابراین بهترین راه برای استفاده مجدد از زباله ها بازیافت این مواد است. در این مقاله یک پانل دیواره حفره ساخته شده با اسکلت چوبی که روی آن دو لایه دو ضربدری از ساقه های نی ثابت شده و یک دیواره چوب پنبه ای جمع شده چند لایه با یک لایه چند حفره ای هر دو به ضخامت ۲۰ سانتی متر، تجزیه و تحلیل می شود. تجزیه و تحلیل حرارتی دینامیکی که برای خانه های دارای دیوارهای پیشنهادی انجام شده است، عملکرد محیطی بهتر ساختمان هایی با چوب پنبه ی جمع شده و با دیوارهای نی بزرگ را به جای دیوارهای آجری برجسته می کند. تولید گاز دی‌اکسید کربن برای کنترل حرارتی محیط داخلی خانه با دیوارهای نی کمتر از ۲/۱ و خانه با دیوارهای چوب پنبه جمع شده کمتر از ۴/۱ در مقایسه با خانه دیوار آجری است[۱۰].

ژنگ و همکاران در سال ۲۰۱۹ به بررسی مقامت خمشی و رفتار خوردگی میلگردهای مدفون در بتن ساخته شده با خاکستر حاصل از نی پرداختند. نتایج تحقیق آنها نشان داد استفاده از خاکستر نی با حداکثر استفاده ۱۰ درصد به صورت جایگزین قابل قبول تلقی شده است[۱۱].

در سال ۲۰۱۷ پانل های دیواری پیش ساخته و مستحکم از جنس بامبو برای کاهش هزینه مسکن مورد ارزیابی قرار گرفت.با افزایش میزان جمعیت، استفاده روز افزون منابع طبیعی برای تولید مواد مناسب برای ساخت و ساز مانند آجر، سیمان وجود دارد و به طور تصاعدی قیمت آنان را افزایش می دهد و باعث آلوده کردن محیط با تولید مقدار زیادی از گازهای گلخانه ای می شود.بنابراین نیاز به ارائه زیرساخت ارزان و بادوام وجود دارد و این پژوهش نمونه ای از ترکیب بادوام از دیوارهای مستحکم پیش ساخته با بامبو به دلیل داشتن هزینه کم را ارائه می دهد.تعیین میزان کارایی این قالب ها در ساخت و ساز، بررسی استحکام را در راستای ارزیابی میزان هزینه و بررسی تاثیر محیطی که برای این قالب ها اعمال می شود انجام می دهد. این امر نشان می دهد که این دیوارها ۵۶ درصد از لحاظ وزنی سبکتر و۴۰ درصد ارزان تر از دیوارهای آجری می باشند و همچنین از استحکام خوبی برخوردار هستند.فواید این دیوارها نسبت به دیوارهای آجری سنتی به طور خاصی قابل مشاهده است که میتوان نتیجه گرفت که این دیوارها استعداد و پتانسیل خوبی را برای کاهش میزان هزینه مسکن دارا هستند[۱۲].

بلهاج و همکاران درسال ۲۰۱۶ با استفاده از ضایعات نی سعی در سبکسازی بتن را داشتند. آنها سعی در ایجاد یک بتن سبک اقتصادی و پایدار با محیط زیست با استفاده از ضایعات نی کردند و نتایج تحقیق آنها نشان داد تا ۶ درصد افزایش مقاومت خمشی با ضایعات نی رخ داده است. همچنین آنها با آنالیز میکروسکوپ الکترونی روبشی [1](SEM) رفتار ریزساختاری بتن ساخته شده با ضایعات نی را نشان دادند[۱۳].

آشیش کومار و همکاران درسال ۲۰۱۵ به بررسی ساخت و اتصال پنل ساخته شده با بامبو به عنوان یک مصالح ساختمانی مدرن انجام دادند.دیوارها بخشی از صنعت ساختمان است که مصالح ساختمانی زیادی مصرف می کند. در گذشته، دیوارهای بافته شده بامبو با یا بدون گچ و خاک رس در مناطق روستایی هند بسیار رایج بود. این کار بسیار راحت بود و از منابع تجدید پذیر استفاده می شد. ساخت و سازهای مدرن این دیوارها را قبول نکرده است زیرا این پانل های دیواری طول عمر ندارند و نیاز به نگهداری منظم دارند.از این رو آجر محبوب ترین مصالح مورد استفاده در پانل دیواری شد. در آسام و شمال شرقی هند دیوارهای بافته شده بامبو با ملات سیمان محبوب شده و مورد استفاده قرار گرفت ولی در ساخت و سازهای مدرن راهی پیدا نکرد. در این مقاله جزئیات اتصالات دیواری ارائه شده است که برای جایگزینی قاب های چوبی در چنین صفحه دیواری ساخته شده اند[۱۴].

در پژوهشی در سال ۲۰۱۴ افزایش قدرت خمشی قطعات ساخته شده با گچ و نی مورد ارزیابی قرار گرفت. گچ و نی برای هزاران سال برای ساخت و ساز استفاده می شوند، اگر چه امروزه بتن مسلح جایگزین آنها شده است. در تلاش برای پیگیری ساخت و ساز پایدار زیست محیطی، باید تلاش کرد تا آنها را بازگردانیم. در طراحی سنتی، پیوند کمی بین گچ و نی وجود دارد. تغییرات در طراحی قطعات ساخته شده با گچ و نی و با مقایسه با طرح های سنتی مورد آزمایش قرار گرفت و مقاومت خمشی به دست آمده افزایش "۱۱۶/۲"درصدی طراحی جدید "(۵/۳۴ N/mm^2)" نسبت به طراحی سنتی "(۲/۴۷ N/mm^2)" را نشان داد[۱۵].

در سال ۲۰۱۴ مطالعه ای با هدف تعیین خواص کامپوزیت های سبک وزن سیمان با پرکننده های ارگانیک مانند خاک اره و نی معمولی انجام شده است. نی که به طور قابل ملاحظه ای در سرزمین های باتلاقی لهستان رشد می کند و خاک اره یک ماده زائد است که در طول پردازش مکانیکی چوب بوجود می آید.اولین مرحله تعیین نفوذ کانی سازی بر جذب آب پرکننده آلی بود. سپس تأثیرات فوق روان کننده و روش ترکیب شدن مخلوط بر خواص کامپوزیتی سیمان، مانند مقاومت فشاری، جذب آب، تراکم و ساختار تخلخل آن مشخص و توانایی های شیمیایی کامپوزیت سیمان و پرکننده آلی نیز تعیین شد[۱۶].

در پژوهشی در سال ۲۰۱۴ کاربرد جدیدی از خاکستر نی و الیاف نی خشک شده با هوا برای جایگزینی ماسه در مخلوط های بتونی با ۲/۵٪ ، ۵/۰٪ ، ۷/۵٪ ، ۱۰/۰٪ و ۱۲/۵٪ گزارش شده است. ده مخلوط بتن با نی ، ۵ مخلوط با خاکستر نی و ۵ مخلوط با الیاف نی خشک شده تهیه شد. مخلوط های بتنی از نظر کارایی، چگالی، مقاومت فشاری و مقاومت خمشی مورد ارزیابی قرار گرفتند. در این مطالعه از سنین ۷ ، ۱۴ و ۲۸ روزه استفاده شد. نتایج نشان داد که در مدت زمان ۲۸ روز ، مقاومت فشاری با استفاده از خاکستر نی و الیاف نی

[1] Scanning Electron Microscope

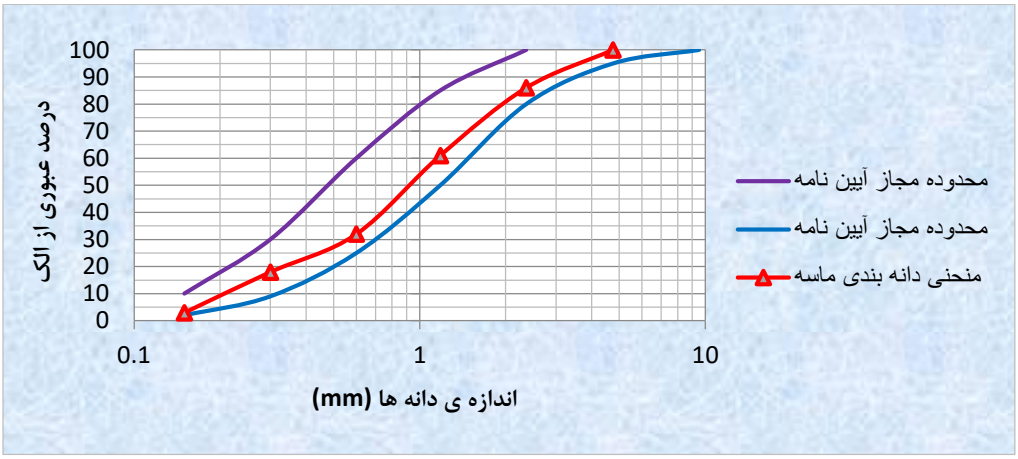
خشک به ترتیب به ۷/۹۶٪ و ۲/۴۷٪ افزایش یافت تا به ترتیب ۵/۵٪ وزن جایگزین شن شود. نتایج تایید می کند که استفاده از نی رویکردی پایدار برای حل مشکلات آلودگی ناشی از انباشت تهاجم این گونه از نی ها ارائه می دهد[۱۷].

طی بررسی‌های انجام شده مشخص گردید که استفاده از مصالح نی مازندران به صورت آزمایشگاهی مورد بررسی قرار نگرفته است. همچنین با توجه به زیاد بودن این مصالح در استان مازندران و. اقتصادی بودن استفاده از این مصالح، ضرورت بررسی آن در پانل ساختمانی احساس می‌شد. بنابراین، در این تحقیق به ارزیابی استفاده از نی مازندران به عنوان پانل‌های ساختمانی، پرداخته شده است. بدین منظور پانل‌هایی با استفاده از نی‌های استان مازندران ساخته شده و مقاومت فشاری و خمشی این پانل‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت و همچنین اقتصادی بودن استفاده از این پانل‌ها و مقایسه آن با پانل‌های معمولی بررسی شده است.

۳- مصالح مورد استفاده

ابتدا با معرفی مواد و مصالح طرح اختلاط های لازم برای بتن های ساخته شده با سنگدانه های حاصل از نی مازندران به عنوان جایگزین شن تشریح می شود و در ادامه شیوه ساخت پنل بتنی با مش های نی مازندران توضیح داده می شود. بطور کلی سنگدانه‌هایی که دارای منحنی دانه‌بندی پیوسته‌ای باشند، به گونه‌ای که برخی از اندازه دانه‌ها در آن‌ها بسیار کم و یا بسیار زیاد نباشد، رضایت بخش‌ترین نتایج را بدست می‌دهند.

بدین منظور برای دانه‌بندی بتن آئین‌نامه (ACI 237R-07) با توجه به حداکثر اندازه سنگدانه به‌کار رفته دو نوع منحنی دانه‌بندی پیشنهاد می‌دهد. برای حالتی که اندازهٔ سنگدانه‌ها بزرگتر از ۱۲/۵ میلی‌متر باشد دانه‌بندی برای بتن باید از نوع دانه‌بندی پیشنهادی ACI (302.1R) استفاده شود و برای حالت دوم که حداکثر اندازه سنگ‌دانه‌ها ۱۲/۵ میلی‌متر می‌باشد از نوع دانه‌بندی پیشنهادی در(ACI 211) استفاده گردد.



شکل۱ : منحنی دانه بندی ماسه مصرفی

شن بکار گرفته شده در ساخت بتن از نوع شکسته با حداکثر اندازه ۱۲/۵۰ میلی‌متر بوده است. همچنین چگالی ویژه شن بکـار رفته برابر ۲/۶۵ بود.

جدول۱ : مشخصات فیزیکی سنگدانه

حداکثر قطر سنگدانه mm	جنس	چگالی	درصد جذب آب	سنگدانه
۱۲/۵	شکسته دولومیت آمل	۲/۶۵	۱/۸	شن
	شسته رودخانه ای	۲/۶۰	۲/۳	ماسه

سیمان مورد استفاده از نوع سیمان پرتلند تیپ II ساخت کارخانه سیمان مازندران (نکا) می‌باشد. دانسیته سیمان مذکور برابر با ۳/۱۵ بوده، که در ساخت آزمونه‌ها مورد استفاده قرار گرفت. در این تحقیق از پودر سنگ آهک ساخت کارخانه نگین پودر خزر با دانسیته ۲/۷ و سطح مخصوص Kg/m^2 ۴۸۰ بعنوان عنصر پرکننده (فیلر) و چسب بتن ساروج و فوق روان کننده نسل سوم بر پایه پلی کربوکسیلات (فرکوپلاست PS1) مورد استفاده قرار گرفت. سنگدانه های حاصل از نی مازندران نیز بین اندازه قطر ۱۰ تا ۲۰ میلیمتر تهیه شد که در شکل ۲ سنگدانه های حاصل از نی قابل مشاهده است.

جدول۲: مشخصات فنی چسب بتن ساروج

فام رنگ چسب	شیری
وزن مخصوص	۱/۰۵ کیلوگرم بر لیتر
نوع رزین	امولسیونی
چگالی	۱ گرم بر سانتیمتر مکعب
چسبندگی سطح بتن و ملات اصلاح شده	> ۱۸ کیلوگرم بر سانتی متر مربع
چسبندگی بتن نو به قدیم	> ۳۰ کیلوگرم بر سانتی متر مربع
PH	۵

جدول۳: مشخصات فنی فوق روان کننده(فرکوپلاست PS1)

ترکیب شیمیایی	کوپلیمر های اصلاح شده پلی کربوکسیلیک اسید
طبیعت یونی	آنیونی
رنگ	عسلی
حالت فیزیکی	مایع
وزن مخصوص	1.1± 0.02 20°c
کلراید(PPM)	500 Max

۴- مراحل بتن‌ریزی قالب‌ها و عمل آوری نمونه‌ها

به منظور تعیین مقاومت فشاری و بررسی روند کسب مقاومت آزمونه‌های بتن، در شرایط استاندارد آزمونه‌های مکعبی مطابق با استاندارد (BS 1881:part 116) ، به ابعاد ۱۵×۱۵×۱۵ سانتی‌متری ساخته و مورد آزمایش قرار گرفت. قبل از بتن ریزی قالب ها بطور مناسب تمیز شده و سطح آن به منظور جلوگیری از چسبیدن بتن به قالب به روغن آغشته گردید. سپس قالب ها برای هریک از طرح های اختلاط بتن ریزی شدند. بعد از ۲۴ ساعت قالب ها باز شده و نمونه‌ها درون حوضچه آب به مدت۷، ۲۸ و ۹۰روز عمل آوری شدند. شکل ۳ تصویری از نمونه ساخته شده با دانه های نی مازندران به عنوان سنگدانه در بتن را نشان داده است. آزمایش مقاومت فشاری در سنین ۷، ۲۸و۹۰ روزه مورد بررسی قرار گرفت. روند انجام کار به این صورت بوده که قالب ها پس از ۲۴ ساعت نگهداری در محیط آزمایشگاه باز شده و بتن‌ها در داخل حوضچه آب در دمای ۵ ±۲۰ نگهداری شدند آزمونه‌های بتنی در سنین مشخص از حوضچه آب خارج و پس از

خشک کردن در دستگاه گرمکن در دمای ۹۵ درجه سانتی‌گراد و سرد شدن تحت آزمایش مقاومت فشاری قرار گرفتند. در این آزمایش جک با اعمال نیروی فشاری با سرعت ثابت آزمونه را شکسته که در نهایت مقاومت فشاری بتن از تقسیم نیروی نهایی جک بر سطح مقطع بتن حاصل می‌شود. لازم به ذکر است نتایج مربوط به این بخش حاصل از میانگین سه آزمونه می‌باشد.

شکل۲ : سنگدانه های حاصل از نی مازندارن

شکل۳ : بتن ساخته شده با نی مازندران

۵- مراحل ساخت پنل با نی های مازندران

پنل فرض شده به ابعاد ۱۵۰ در ۶۰ سانتی متر به ضخامت ۷ سانتی متر بوده است. ابتدا یک قالب با این ابعاد بوسیله ورق (PVC) ساخته شد. در گام بعد نی های به قطر تقریبی ۱/۵ تا ۲ سانتیمتر به دقت انتخاب و به وسیله سیم مفتول کنار هم بافته شده اند. جهت چسبندگی بیشتر نی ها با بتن نی های بافته شده با قیر آغشته شده و برای درگیری بهتر با بتن ماسه پاشی شده اند. شکل۴ و ۵ تصاویری از نی های بافته شده را نشان داده است.

شکل۴ : قیرکاری و ماسه پاشی نی ها

شکل۵ : نی های بافته شده برای پنل دیواری

در ادامه قالب ها کاملا روغن کاری شده و ملات سیمانی با نسبت ۳ به ۱ ماسه به سیمان ، یک درصد وزنی سیمان چسب بتن و درصد آب ۰/۵ تهیه شد، و در قالب به اندازه ۲/۵ سانتیمتر ضخامت قالب ریخته شد و نی های بافته شده روی ملات قرار گرفت و بقیه ملات ها روی نی ها ریخته شد. در پنل دوم نیز همین روال با حضور یک توری مشبک آهنی ۴*۴ سانتی متر که در دو طرف پنل قرار دارد انجام شد که در شکل۶ قابل مشاهده می باشد. قالب‌ها پس از ۲۴ ساعت نگهداری در محیط آزمایشگاه باز شده و پنل‌ها در داخل حوضچه

آب در دمای ۵ ±۲۰ نگهداری شدند پنل های بتنی در سنین مشخص از حوضچه آب خارج و پس از خشک کردن تحت آزمایش مقاومت فشاری با چکش اشمیت قرار گرفتند.

شکل۶ : پنل ساخته شده با نی و توری مشبک

۶- نتایج و تحلیل

طرح های اختلاط ساخته شده برای ارزیابی استفاده از نی مازندران به عنوان سنگدانه و جـایگزین شـن مصـرفی در بـتن هـا در جدول۴ آورده شده است.

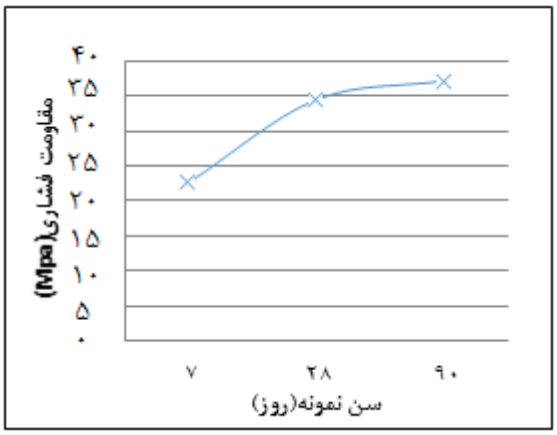
جدول۴ : طرح های اختلاط ساخته شده با سنگدانه های نی مازندران

طرح	سیمان Kg/m^3	آب Lit	ماسه Kg/m^3	پودر سنگ Kg/m^3	شن Kg/m^3	نی مازندران Kg/m^3	روان کننده (درصد وزنی سیمان)	چسب بتن (درصد وزنی سیمان)
A	۴۰۰	۱۴۰	۱۰۵۰	۵۰	۷۰۰	۰	%۱	۰
B	۴۰۰	۱۴۰	۱۰۵۰	۵۰	۵۶۰	۱۴۰	%۱	%۱
C	۴۰۰	۱۴۰	۱۰۵۰	۵۰	۴۲۰	۲۸۰	%۱	%۱
D	۴۰۰	۱۴۰	۱۰۵۰	۵۰	۲۸۰	۴۲۰	%۱	%۱
E	۴۰۰	۱۴۰	۱۰۵۰	۵۰	۱۴۰	۵۶۰	%۱	%۱
F	۴۰۰	۱۴۰	۱۰۵۰	۵۰	۰	۷۰۰	%۱	%۱

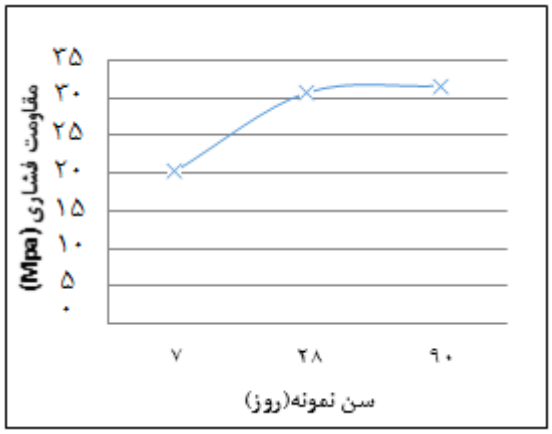
روند های مقاومتی طرح اختلاط های مختلف ابتدا تشریح شده است. برای نمونه شاهد طرح A که بتن معمولی و بـدون اسـتفاده از سنگدانه های حاصل از نی مازندران بوده است. طرح B با جایگزینی ۲۰ درصد، طرح C با جایگزینی ۴۰ درصد، طرح D بـا جـایگزینی

۶۰ درصد، طرح E با جایگزینی ۸۰ درصد و طرح F با جایگزینی کامل سنگدانه های حاصل از نی مازندران به جای شن و بقیه مصالح طرح اختلاط نمونه ها بدون تغییر بوده است.

نمودار شکل ۷ روند افزایش مقاومت فشاری بتن شاهد در سنین ۷ ، ۲۸ و ۹۰ روز را نشان داده است.

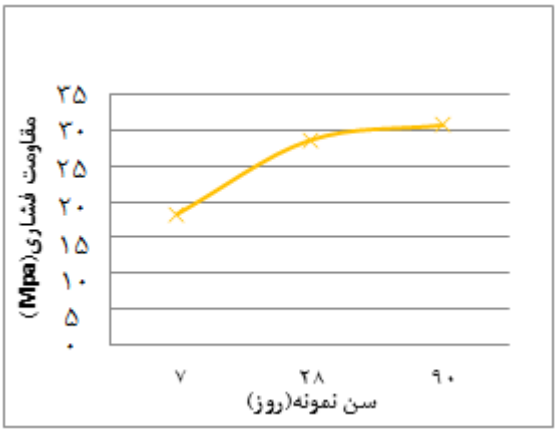


شکل۷ : روند افزایش مقاومت بتن شاهد

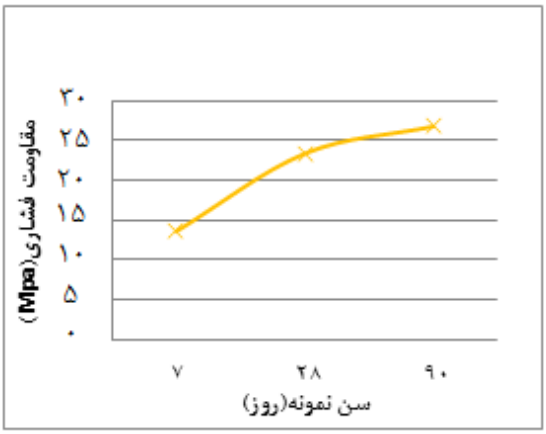


شکل۸ : روند افزایش مقاومت بتن طرحB

همانطور که دیده شده است در سن ۲۸ روز نسبت به ۷ روز ۵۰ درصد افزایش مقاومت و در سن ۹۰ روز نسبت به ۲۸ روز در حدود ۷ درصد افزایش مقاومت دیده می شود این نسبت برای یک بتن معمولی با توجه به عیار سیمان بالا و نسبت آب به سیمان پایین قابل قبول است و این اعداد مبنای مقایسه سایر طرح اختلاط ها با این بتن شده تا حضور سنگدانه های نی مازندران و اثر آن بر مقاومت فشاری در سنین مختلف مورد ارزیابی قرار گیرد. در اولین طرح اختلاط ساخته شده پس از طرح شاهد ۱۴۰ کیلوگرم در هر متر مکعب از شن مصرفی کم شده است و به جای آن از نی های مازندران آغشته به چسب بتن استفاده شده است.شکل ۸ روند مقاومتی در سنین ۲۸،۷ و ۹۰ روز را در طرح **B** نشان داده است. همانطور که مشاهده می شود در سن ۲۸ روز نسبت به ۷ روز ۵۱ درصد افزایش مقاومت و در سن ۹۰ روز نسبت به ۲۸ روز در حدود ۳ درصد افزایش مقاومت دیده می شود. لذا از نظر روند رشد مقاومت تفاوت چندانی نداشته است.



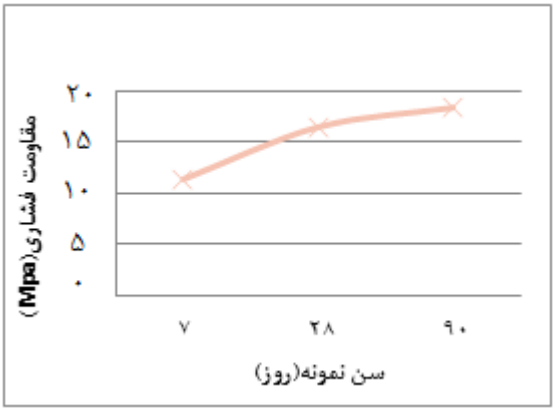
شکل۹ : روند افزایش مقاومت بتن طرح C



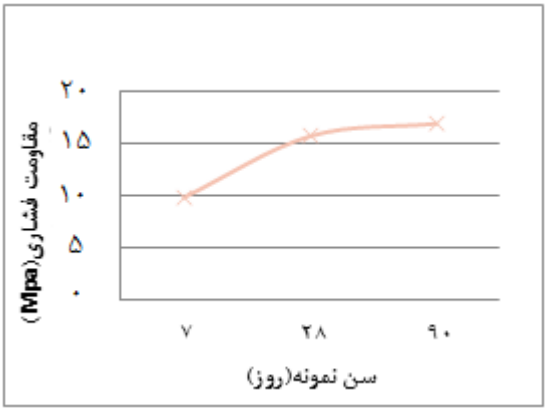
شکل۱۰ : روند افزایش مقاومت بتن طرح D

نمودار شکل ۹ روند افزایش مقاومت فشاری بتن طرح C را نشان می دهد که در سن ۲۸ روز نسبت به ۷ روز ۵۶ درصد افزایش مقاومت و در سن ۹۰ روز نسبت به ۲۸ روز در حدود ۸ درصد افزایش مقاومت دیده می شود. نمودار شکل ۱۰ روند افزایش مقاومت فشاری

بتن طرح D را نشان می دهد که در سن ۲۸ روز نسبت به ۷ روز ۷۲ درصد افزایش مقاومت و در سن ۹۰ روز نسبت به ۲۸ روز در حدود ۱۴ درصد افزایش مقاومت دیده می شود. این اعداد نسبت به بتن معمولی بزرگتر بوده است و در حدود ۴۰ درصد بیشتر است این موضوع نشان داد با اضافه شدن سنگدانه های نی و اثر کاهش چگالی آن رفتار آن مشابه بتن های سبک شده و افزایش مقاومت بیشتری در آن رخ داده است.



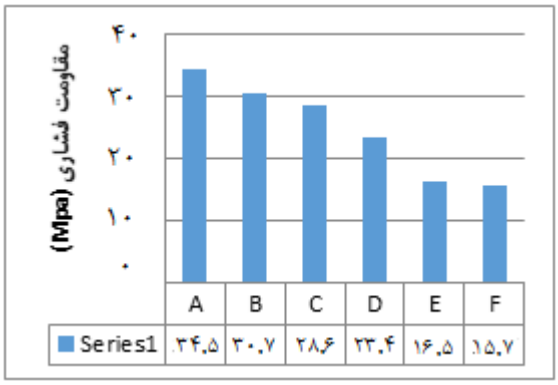
شکل۱۱ : روند افزایش مقاومت بتن طرح E



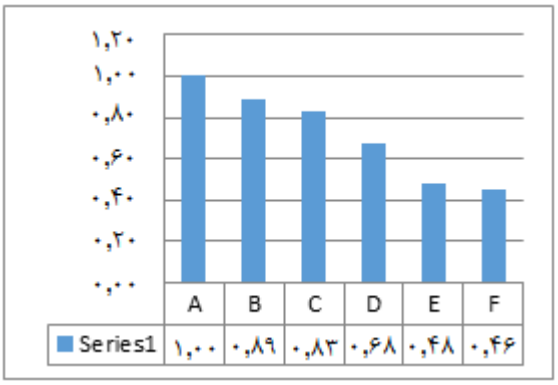
شکل۱۲ : روند افزایش مقاومت بتن طرح F

روند افزایش مقاومت بتن های طرح های E و F نیز در شکل های۱۱و۱۲ آورده شده است. سطح جایگزینی شن ها با سنگدانه های نی مازندران در این دو طرح افزایش بیشتری یافت و به ۸۰ درصد و ۱۰۰ درصد رسید تا در طرح آخر بطور کامل شن حذف شده باشد.

مقایسه طرح ها و مقاومت های آن در سن ۲۸ روز در شکل ۱۳ نشان داده شده است.



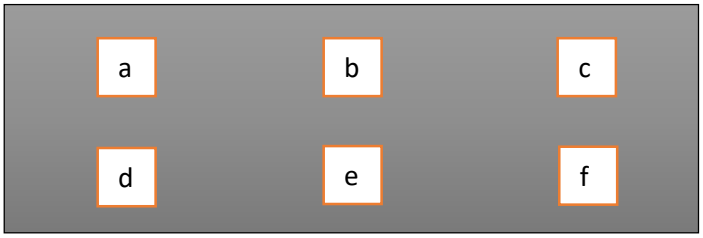
شکل۱۳ : مقایسه مقاومت های ۲۸ روزه نمونه ها



شکل۱۴ : شاخص کاهش مقاومت۲۸روزه با جایگزینی کامل نی

همانطور که در شکل ۱۳ دیده شده است، مطابق انتظار با افزایش نی مازندران به جای شن در طرح های اختلاط مقاومت فشاری کاهش یافته است به طوری که مطابق شکل ۱۳ با جایگزینی کامل شن با نی مازندران نزدیک به ۵۵ درصد افت مقاومت فشاری رخ داده است. هرچند این افت قابل ملاحظه است اما منجر به تشکیل یک بتن با مقاومت ۲۸ روزه با مقاومت ۱۵/۷ مگاپاسکال شده است. این موضوع روشن می سازد استفاده از نی های مازندران در قطعات بتنی که نیاز مقاومتی کمتر دارند می تواند قابل توجیه باشد. در شکل ۱۴ شاخص کاهش مقاومت با سطح جایگزینی سنگدانه حاصل از نی قابل مشاهده است.

برای تعیین مقاومت فشاری پنل ها از چکش اشمیت استفاده شده است و برای درک بهتر از ۶ نقطه مطابق شکل ۱۵ میانگین مقاومت فشاری پنل ها در نظرگرفته شده است.



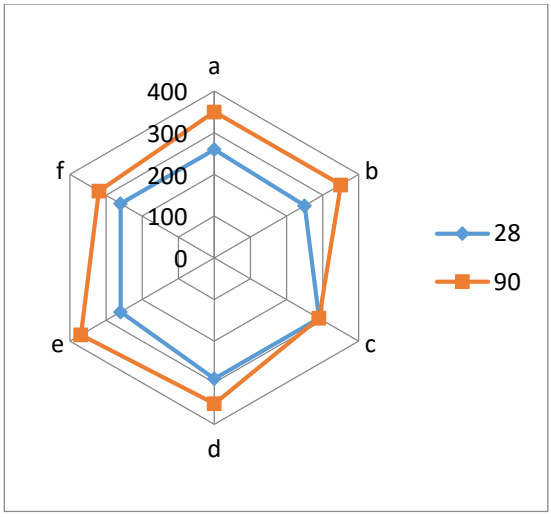
شکل۱۵ : مکان های آزمایش چکش اشمیت در پنل ها

در جدول۵ مقاومت فشاری بدست آمده توسط چکش اشمیت قابل مشاهده است.

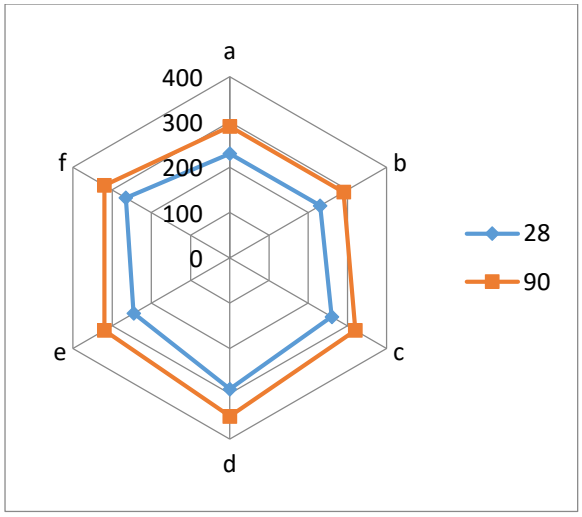
جدول۵ : نتایج آزمایش چکش اشمیت

پنل	پنل ۱ (با حضور نی)		پنل ۲(با حضور نی و توری)	
	۲۸ روزه (Kg/ cm^2)	۹۰ روزه (Kg/ cm^2)	۲۸ روزه (Kg/ cm^2)	۹۰ روزه (Kg/ cm^2)
a	۲۳۰	۲۹۰	۲۶۰	۳۵۰
b	۲۳۰	۲۹۰	۲۵۰	۳۵۰
c	۲۶۰	۳۲۰	۲۹۰	۲۹۰
d	۲۹۰	۳۵۰	۲۹۰	۳۵۰
e	۲۴۵	۳۲۰	۲۶۰	۳۷۰
f	۲۶۵	۳۲۰	۲۶۰	۳۲۰
میانگین	۲۵۳/۳	۳۱۵	۲۶۸/۳	۳۳۸/۳

مقاومت های ارزیابی شده میانگین در هر نقطه در دو سن ۲۸ روز و ۹۰ روز در نمودار شکل۱۶ و ۱۷ بصورت شماتیک آورده شده است.



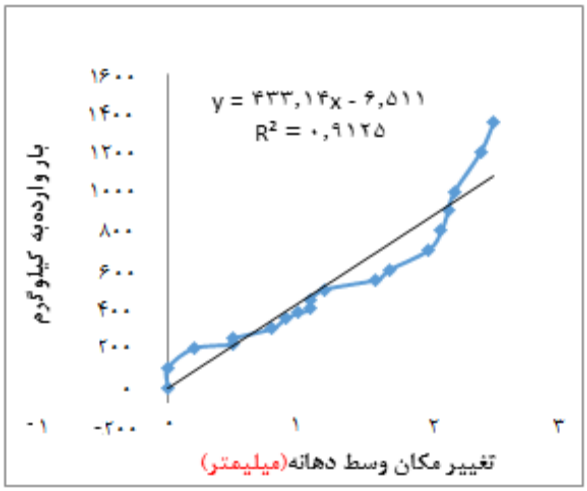
شکل۱۶ : نتایج آزمایش چکش اشمیت برای پنل ۲



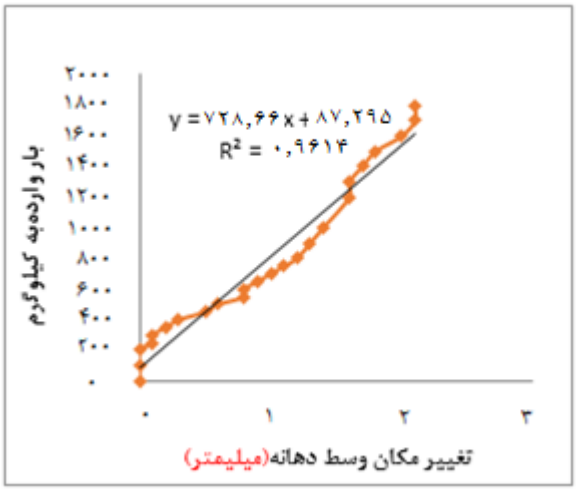
شکل۱۷ : نتایج آزمایش چکش اشمیت برای پنل ۱

در پنل دوم مقاومت ها در همه نقاط بیشتر از پنل اول بوده است چرا که حضور مش میلگرد نمره ۴ باعث افزایش سختی در برابر ضربه شده و نتایج آزمایش چکش اشمیت را بیشتر کرده است. همچنین در سن ۹۰ روز در همه نقاط نسبت به ۲۸ روز افزایش مقاومت دیده شده است. این رشد در پنل اول بصورت میانگین کمی کمتر از پنل دوم بدست آمده است.

نمودار بار تغییر مکان برای تعیین ظرفیت پنل های ساخته شده با نی مازندارن در وضعیت خمشی سه نقطه ای مورد ارزیابی قرار گرفت که در شکل (۱۸و۱۹) آورده شده است. در پنل اول با حضور نی پس از ۱۴۰۰ کیلوگرم بار پنل دچار گسیختگی شد.



شکل۱۸: نمودار تغییر مکان- بار برای پنل دیواری اول



شکل۱۹: نمودار تغییر مکان- بار برای پنل دیواری دوم

مطابق نمودار شکل ۱۸ پنل ساخته شده با بارگذاری حدود ۱۴۰۰ کیلوگرم نزدیک به ۲/۵ میلیمتر تغییر مکان داده و سپس دچار گسیختگی گردید. روند تغییرات بار تغییر مکان نشان داد رابطه بین بار و تغییر مکان را میتوان بصورت خط در نظر گرفت. رابطه بین بار و تغییر مکان مطابق رابطه ۱ بدست آمد. خط بدست آمده نشان داد رفتار این پنل بدون میلگرد بیشتر بصورت الاستیک و خطی بوده و ناگهان بصورت ترد شکسته شده است. این موضوع نشان دهنده این است که استفاده از بتن پیشنهادی با نی مازندران در المان های سازه

ای چندان مناسب نیست اما بصورت بلوکی و استفاده در دیوارهای غیرسازه ای و یا استفاده در قطعات پیش ساخته بتنی غیرباربر می توان از آن بهره گرفت.

$$P = ۳۳۴,۱۴\,\delta + ۶,۵۱۱ \quad (۱)$$

در پنل دوم با حضور نی و توری مشبک پس از ۱۸۰۰ کلیوگرم بار پنل دچار گسیختگی شد. مطابق نمودار شکل ۱۹ پنل ساخته شده با بارگذاری خمشی تشریح داده شده در فصل سوم با بارگذاری حدود ۱۸۰۰ کیلوگرم نزدیک به ۲ میلیمتر تغییر مکان داده و سپس دچار گسیختگی گردید. روند تغییرات بار تغییر مکان نشان داد رابطه بین بار و تغییر مکان را میتوان بصورت خط در نظر گرفت. رابطه بین بار و تغییر مکان مطابق رابطه شماره ۲ بدست آمد.

$$P = ۷۲۸,۶۶\,\delta + ۸۷,۲۵ \quad (2)$$

در شکل (۲۰و۲۱) شکست پنل ها تحت بارگذاری خمشی قابل مشاهده می باشد.

شکل۲۰: شکست پنل با حضور نی

شکل۲۱: شکست پنل با حضور نی و توری مشبک آهنی

۷- مقایسه هزینه پنل ساخته شده با دیوار بلوکی معمولی

بر اساس هزینه های مصالح استفاده شده در پنل و تعیین میزان اقتصادی بودن آن، به مقایسه هزینه پنل ساخته شده با هزینه یک متر مربع از دیوار بلوکی عادی پرداخته شد. فرض شد یک دیوار برای محوطه سازی و با سیمان کاری نهایی مد نظر است. نتایج این مقایسه در جدول ۶ و جدول ۷ نشان داده شده است.

جدول۶ : هزینه دیوار تهیه شده با نی

هزینه ایجاد دیوار معرفی شده بصورت درجا		
ردیف		هزینه(تومان)
۱	سیمان	۶۵۰۰
۲	ماسه	۴۰۰۰
۳	چسب	۵۰۰۰
۴	نی	۱۰۰۰
۵	سیم مفتول	۱۰۰۰
۶	قیر	۳۰۰۰
۷	سیمان کاری	۱۸۰۰۰
مجموع		۳۸۵۰۰

جدول۷ : هزینه دیوار بلوکی معمولی

هزینه ایجاد دیوار پیرامونی بلوکی ۱۰ سانتی		
ردیف		هزینه(تومان)
۱	سیمان	۶۵۰۰
۲	ماسه	۴۵۰۰
۳	دستمزد بلوک چینی	۸۰۰۰
۴	بلوک	۶۵۰۰
۵	سیمان کاری	۱۸۰۰۰
۶	قیر	-
۷	سیم مفتول	-
مجموع		۴۳۵۰۰

همانطور که دیده می شود در روش پیشنهادی این تحقیق آیتم بلوک و بلوک چینی حذف و جای خود را با جایگذاری و بستن نی ها داده است. نتایج نشان داده است این روش نسبت به دیوار چینی عادی حدود ۱۵درصد هزینه کمتری دارد.

۸- نتیجه گیری

در این تحقیق هدف ارزیابی استفاده از نی های مازندران که به وفور در زمین های کشاورزی و شالیزارها یافت می شود، در صنعت ساختمان بود. بدین منظور ابتدا چند طرح اختلاط برای جایگزینی شن ها در بتن های معمولی با سنگدانه های درشت حاصل از نی ساخته شد و میزان مقاومت طرح ها در سنین ۷، ۲۸و ۹۰ روز ارزیابی شد. در ادامه با ساخت دو پنل دیواری با ردیف های نی مازندران در دو حالت بدون مش فولادی و با مش فولادی در دستور کار قرار گرفت. برای ازیابی این دو پنل آزمایش چکش اشمیت برای هر دو پنل در سن ۲۸ و ۹۰ روز انجام شد.

اهم نتایج بدست آمده مطابق زیر است:

- در مورد بتن شاهد در سن ۲۸ روز نسبت به ۷ روز ۵۰ درصد افزایش مقاومت و در سن ۹۰ روز نسبت به ۲۸ روز در حدود ۷ درصد افزایش مقاومت دیده می شود این نسبت برای یک بتن معمولی با توجه به عیار سیمان بالا و نسبت آب به سیمان پایین قابل قبول است و این اعداد مبنای مقایسه سایر طرح اختلاط ها با این بتن شده تا حضور سنگدانه های نی مازندران و اثر آن بر مقاومت فشاری در سنین مختلف مورد ارزیابی قرار گیرد.
- در بتن ساخته شده با سطح جایگزینی ۲۰ درصدی از نی مازندران با شن در سن ۲۸ روز نسبت به ۷ روز ۵۱ درصد افزایش مقاومت و در سن ۹۰ روز نسبت به ۲۸ روز در حدود ۳ درصد افزایش مقاومت دیده می شود. لذا از نظر روند رشد مقاومت تفاوت چندانی نداشته است.
- با افزایش سطح جایگزینی به ۶۰ درصد در سن ۲۸ روز نسبت به ۷ روز ۷۲ درصد افزایش مقاومت و در سن ۹۰ روز نسبت به ۲۸ روز در حدود ۱۴ درصد افزایش مقاومت دیده می شود. این اعداد نسبت به بتن معمولی بزرگتر بوده است و در حدود ۴۰ درصد بیشتر است این موضوع نشان داد با اضافه شدن سنگدانه های نی و اثر کاهش چگالی آن رفتار آن مشابه بتن های سبک شده و افزایش مقاومت بیشتری در آن رخ داده است.
- مطابق انتظار با افزایش نی مازندران به جای شن در طرح های اختلاط مقاومت فشاری کاهش یافته است به طوری که با جایگزینی کامل شن با نی مازندران نزدیک به ۶۰ درصد افت مقاومت فشاری رخ داده است. هرچند این افت قابل ملاحظه است اما منجر به

تشکیل یک بتن با مقاومت ۷ روزه نزدیک به ۱۰ مگاپاسکال شده است. این موضوع روشن می سازد استفاده از نـی هـای مازنـدران در قطعات بتنی که نیاز مقاومتی کمتر دارند می تواند قابل توجیه باشد.

- در آزمون چکش اشمیت و مقایسه دو پنل ساخته شده در پنل دوم مقاومت ها در همه نقاط بیشتر از پنـل اول بـوده اسـت چـرا کـه حضور مش میلگرد نمره ۴ باعث افزایش سختی در برابر ضربه شده و نتایج آزمایش چکش اشمیت را بیشتر کرده اسـت. همچنـین در سن ۹۰ روز در همه نقاط نسبت به ۲۸ روز افزایش مقاومت دیده شده است. این رشد در پنل اول بصورت میانگین کمی کمتر از پنـل دوم بدست آمده است.
- پنل ساخته شده از ترکیب بتن به علاوه نی ها با بارگذاری خمشی با بار حدود ۱۴۰۰ کیلوگرم نزدیک بـه ۲/۵ میلیمتـر تغییـر مکـان داده و سپس دچار گسیختگی گردید. روند تغییرات بار تغییر مکان نشان داد رابطه بین بار و تغییر مکـان را میتـوان بصـورت خـط در نظر گرفت. خط بدست آمده نشان داد رفتار این پنل بدون میلگرد بیشتر بصورت الاستیک و خطی بوده و ناگهان بصورت ترد شکسـته شده است. این موضوع نشان دهنده این است که استفاده از بتن پیشنهادی با نی مازندران در المـان هـای سـازه ای چنـدان مناسـب نیست اما بصورت بلوکی و استفاده در دیوارهای غیرسازه ای و یا استفاده در قطعات پیش ساخته بتنی غیرباربر مـی تـوان از آن بهـره گرفت.
- پنل ساخته شده با حضور مش فولادی نمره ۴ با بارگذاری حدود ۱۸۰۰ کیلوگرم نزدیک به ۲ میلیمتـر تغییـر مکـان داده و سـپس دچار گسیختگی گردید. روند تغییرات بار تغییر مکان نشان داد رابطه بین بار و تغییر مکان را میتوان بصورت خط در نظر گرفت.
- در روش پیشنهادی این تحقیق آیتم بلوک و بلوک چینی حذف و جای خود را به جایگذاری و بستن نی هـا داده اسـت. نتـایج نشـان داده است این روش نسبت به دیوار چینی عادی حدود ۱۵درصد هزینه کمتری دارد.

مراجع

[۱] امینی، نسترن و مهدوی پوربابکی، حسین،۱۳۹۸،بررسی کاربرد گیاه نی به عنـوان مصـالح طبیعـی و بـومی اسـتان خوزستان،ششـمین کنفرانس ملی پژوهشهای کاربردی در مهندسی عمران، معماری و مدیریت شهری و پنجمـین نمایشـگاه تخصصـی انبـوه سـازان مسـکن و ساختمان استان تهران،تهران.

[۲] خراشاهی، مژده و فروتن، محمدامین و حسن زاده، زهره،۱۳۹۷،امکان سنجی جایگزینی گیاه نی در ساخت خانه های روسـتایی شـمال ایران،دومین کنگره بین المللی علوم و مهندسی.

[۳] مرادی, نسیم؛ احسان دلنواز و طیبه صیدی، ۱۳۹۶، بررسی عملکرد گیاه بامبو بـه عنـوان الیـاف گیـاهی در صـنعت سـاختمان، اولـین همایش ملی توسعه پایدار و مدیریت شهری با رویکرد آرامش شهروندی، سیرجان، شهرداری سیرجان.

[۴] عزیزی ناصرآباد، علی،۱۳۹۵،ارائه جزئیات ارتقاء دهنده برای استفاده از مصالح بومی اقلیم مازندران متناسب با پیشرفت هـای جدیـد در صنعت ساختمان (پانل ۳ بعدی جداکننده با استفاده از گیاه نی و ارائه آن در قالب جزئیات کناف)،اولین کنفرانس بـین المللـی و سـومین کنفرانس ملی معماری و منظر شهری پایدار،مشهد.

[۵] خراشاهی, مژده و مریم عقیلی، ۱۳۹۵، امکان سنجی استفاده از گیاه نی با نگاهی قیاسی به گیاه بامبو الهام از معماری بومی بـا رویکـرد معماری پایدار، اولین کنفرانس ملی چشم انداز آینده معماری و شهرسازی با رویکرد توسعه پایدار، مازنـدران، مرکـز تحقیقـات نقـش غـدیر معماری و شهرسازی، دانشکده هنر و معماری دانشگاه مازندران.

[۶] رشیدی, فاطمه؛ بنت الهدی نامداری و وهاب نامداری، ۱۳۹۵، نقش سازه بامبو در ساختمان های شمال کشور با رویکرد توسـعه پایـدار نمونه موردی شمال کشور (مازندران)، اولین کنفرانس بین المللی و سومین کنفرانس ملی معماری و منظر شهری پایدار، مشـهد، موسسـه بین المللی معماری، شهرسازی مهراز شهر.

[۷] مهدی نیا طبری, سیدعلی؛ مجتبی حجازی و پریسا حسن نیا درزی، ۱۳۹۴، استفاده از نی خیزران درسقف خانه های شمالی به عنـوان مصالح بومی، سومین کنگره بین المللی عمران، معماری و توسعه شهری، تهران، دبیرخانه دائمی کنگره بین المللی عمران، معماری و توسعه شهری، دانشگاه شهید بهشتی.

[۸] تقی زاده, عزت الله،۱۳۸۳، استفاده از مواد گیاهی در صنعت ساختمان مورد مطالعه:نی،نشریه هنرهای زیبا،شماره۱۷.

[۹] صیامی, مهدی، ۱۳۸۲، بررسی تجربی ونظری رفتار خیزران و اندرکنش آن با بتن، دهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی عمران، تهران، دانشگاه امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)، عمران.

[10] Francesco Barreca&Etc, Innovative use of giant reed and cork residues for panels of buildings in Mediterranean area, 2019, Resources, Conservation and Recycling, Volume 140, Pages 259-266.

[11] Franco-Luján, V. A., Maldonado-García, M. A., Mendoza-Rangel, J. M., & Montes-García, P. (2019). Chloride-induced reinforcing steel corrosion in ternary concretes containing fly ash and untreated sugarcane bagasse ash. *Construction and Building Materials*, *198*, 608-618.

[12] Vishal Puria&Etc, Bamboo reinforced prefabricated wall panels for low cost housing,2017, Journal of Building Engineering 9, Pages 52–59.

[13] Belhadj, B., Bederina, M., Makhloufi, Z., Dheilly, R. M., Montrelay, N., & Quéneudec, M. (2016). Contribution to the development of a sand concrete lightened by the addition of barley straws. Construction and Building Materials, 113, 513-522.

[14] A.K. Dash, S. Gupta, A scientific approach to Bamboo-Concrete House ConstructionAdvances in Structural Engineering, Springer, New Delhi, 2015, pp .1933-1942.

[15] A.Martínez Gabarrón&Etc, Increase of the flexural strength of construction elements made with plaster (calcium sulfate dihydrate) and common reed, 2014, Construction and Building Materials, Volume 66, Pages 436-441.

[16] MichałBołtryk-EdytaPawluczuk, Properties of lightweight cement composite with an ecological organic filler, 2014, Construction and Building Materials, Volume 51, Pages 97-105.

[17] zainab ziad ismail&Ali J.Jaeel, A novel use of undesirable wild giant reed biomass to replace aggregate in concrete, 2014, Construction and Building Materials, Volume 67, Pages 68-73.