فصلنامه علمی-پژوهشی
جغرافیا و برنامه‌ریزی منطقه‌ای
سال یازدهم، شماره ٤، پاییز ١٤٠٠
صص: ٥٧٩-٥٦٩

# بررسی تاثیر درختچه داز بر ویژگی‌های مهندسی بتن ساخته شده از رسوبات رودخانه دامن ایرانشهر و استفاده از آن در مقاوم‌سازی سازه‌ها در برابر زلزله

**حامد فیروز جهانتیغ**

دانشجوی دکتری، گروه زمین شناسی، واحد زاهدان، دانشگاه آزاد اسلامی، زاهدان، ایران

**کاظم شعبانی گورجی**[1]

استادیار، گروه زمین شناسی، واحد زاهدان، دانشگاه آزاد اسلامی، زاهدان، ایران

**امیر حمزه کیخا**

استادیار، گروه مهندسی عمران، واحد زاهدان، دانشگاه آزاد اسلامی، زاهدان، ایران

**جعفر رهنما راد**

دانشیار، گروه زمین شناسی، واحد زاهدان، دانشگاه آزاد اسلامی، زاهدان، ایران

تاریخ دریافت:١٤٠٠/٠٢/٠٧ تاریخ پذیرش:١٤٠٠/٠٦/٠٦

**چکیده**

زمین لرزه یکی از بلایای طبیعی بسیار حائز اهمیت است که تا به امروز امکان پیش‌بینی دقیق زمان و مکان آن وجود نداشته، به همین دلیل بهترین راهکار برای مقابله با این حادثه، مقاوم‌سازی سازه‌ها با استفاده از روش‌های نوین بخصوص در حوزه بتن در برابر زلزله می باشد، تا در صورت وقوع آن اسیب و خسارت جانی و مالی به حداقل ممکن و حتی به صفر برسد. در این راستا هدف پژوهش حاضر بررسی تاثیر درختچه داز بر ویژگی‌های مهندسی بتن ساخته شده از رسوبات رودخانه دامن ایرانشهر و استفاده از آن در مقاوم‌سازی سازه‌ها در برابر زلزله می‌باشد. در این پژوهش جهت تهیه بتن، ١٥ نمونه رسوب از رسوبات رودخانه دامن برداشت شد. در متن و حاشیه رودخانه درخچه‌های به نام داز وجود دارد که از برگ این درختچه داز جهت بهبود مقاومت بتن استفاده شد. برای این منظور، مقایسه‌ای بین برگ‌های تک رشته‌ای، دو رشته‌ای و سه رشته‌ای در بتن مورد استفاده قرار گرفت. نتایج نشان داد، اثر مقاومت بتن با تغییر تعداد برگ از یک رشته به سه رشته متغیر بود همچنین افزایش مقاومت بتن بوسیله تست برزیلی مشاهده شد. دو رشته برگ، درخچه داز ١٠,١ مگاپاسکال، تک رشته ٩,٥ مگاپاسکال و نمونه‌ای از بتن استوانه‌ای متشکل از سه رشته برگ درخچه دار داز کمترین مقاومت یعنی ٥,١ مگاپاسکال بود.

**کلمات کلیدی: درختچه داز، مقاومت بتن، زلزله، سازه، رسوبات رودخانه دامن.**

١- (نویسنده مسئول) ksg1354@yahoo.com

**مقدمه**

نگاهی به خسارت های ناشی از زلزله‌های گذشته نشان می‌دهد که درصد بالایی از ساختمان‌های بتن مسلح که تاکنون در کشور ساخته شده‌اند در برابر زلزله مقاوم نیستند و یا مقاومت کافی و قابل قبولی ندارند، زیرا سازه‌های بتن مسلح موجود غالباً بر اساس آئین نامه‌های قدیمی طراحی شده و اکثر آنها الزامات آئین‌نامه‌های جدید زلزله را برآورده نمی‌کنند همچنین ضعف‌های اجرایی مزید بر علت شده و ساختمان‌ها را آسیب‌پذیر ساخته است. از این رو ضرورت تقویت سازه این ساختمان‌ها (بتن) به خصوص برای مقابله با نیروهای جانبی و با روش‌های مقاوم سازی قابل اعتماد آسان سریع و اقتصادی احساس می‌شود(هاشمی، ۱۳۸۳: ۱). بتن یکی از پر مصرف‌ترین مصالح مورد استفاده در صنعت ساختمان می‌باشد لذا در سال‌های اخیر رویکرد متخصصان صنعت ساختمان به ارتقای کیفیت این محصول معطوف شده است. از جمله مشخصات فنی بتن که در پژوهش‌ها مورد توجه محققان قرار گرفته است، مقاومت فشاری و کششی آن می‌باشد. جهت رسیدن به این هدف، در سال‌های اخیر، استفاده از نسبت آب به سیمان کمتر با کمک فوق روان کننده‌ها، و نیز استفاده از پوزولان‌های طبیعی و یا مصنوعی و همچنین استفاده از الیاف از جنس‌ها و با مشخصات متفاوت، در ترکیب بتن، معمول شده است(خوش فطرت و انصاری‌پور، ۱۳۹۵: ۱). استفاده از الیاف طبیعی نه تنها باعث صرفه جویی در مصالح ساختمانی می‌شود بلکه به حل مشکل دفع این ماده نیز کمک می‌کند. اقتصادی‌ترین و اکولوژیکی افزایش تأسیسات کار سازه در اقتصاد فعلی است(Bebitta et al, 2020: 1129). الیاف پلی پروپیلن (PP) با سبک بودن، مقاومت در برابر خوردگی و هزینه نسبتاً کم در تولید بتن برای تقویت مقاومت مکانیکی، الگوهای ترک خوردگی، دوام و مقاومت در برابر آتش گنجانیده شده اند( Mohammad et al, 2020)، پوشش‌های بتن مسلح با الیاف (FRC) برای تقویت و ترمیم روسازی‌ها استفاده می‌شود. مدول الاستیک و مقاومت کششی میله‌های FRP به طور قابل توجهی توسط خواص الیاف و نسبت حجمی الیاف کنترل می شوند(Solyom and Balazs, 2020)، در بیشتر مخلوط های بتن سبک از محتوای بالای مواد سیمانی برای دستیابی به خصوصیات مکانیکی مورد استفاده می‌شود(Sikoora, 2020). امروزه، الیاف پلی‌پروپیلن در اشکال و ابعاد گوناگونی تولید شده و آن‌ها را می‌توان به صورت تک‌رشته ای، دسته‌ای و یا نوارهای به هم پیوسته تولید کرد. اگرچه الیاف پلی‌پروپیلن با بتن، پیوند شیمیایی محدودی ایجاد می‌کنند، اما در حقیقت، پیوند مکانیکی مناسب آن‌ها با بتن، باعث می‌شود الیاف با طول ۲۰ تا ۵۰ میلیمتر که بطور معمول در بتن مورد استفاده قرار می‌گیرند، امکان گسیختگی کششی را داشته باشند(Ghosh and Roy, 1992: 488). یکی از خواص مهم بتن الیافی، طاقت جذب انرژی آن است که می‌تواند ریسک خرابی سازه را به ویژه در مناطق زلزله خیز کاهش دهد(Wei-Ling, 1992: 301) استفاده از بتن الیافی برای بهبود خواص و رفتار مکانیکی بتن در حال گسترش است. الیاف موجود در بتن باعث کاهش شکنندگی بتن و بهبود رفتار شکل‌پذیری آن می‌شوند. الیاف ممکن است از گیاهان، مواد مصنوعی و فلزی باشد که خصوصیات مکانیکی بتن را تحت تنش فشاری، کششی، خمشی و برشی بهبود می‌بخشد( Usman and Majid Ali, 2018: 96). الیاف طبیعی موادی پایدار هستند که به راحتی در طبیعت در دسترس هستند و دارای

مزایایی مانند هزینه کم، وزن سبک و تجدیدپذیر هستند(Zhao et al, 2019: 4). بتن های حاوی الیاف برگ آناناس به دلیل خواص مکانیکی بهتر می توانند در شرایط عادی (غیر دریایی) مورد استفاده قرار گیرند. الیاف فولادی در مخلوط های ترکیبی باعث کاهش تأثیر مثبت الیاف پلی‌الفین بر عملکرد خوردگی بتن می‌شود( Bolooki Poorsaheli et al, 2020). الیاف ماکرو پلی الفین بزرگترین انرژی شکستگی را به نمایش می گذارند که احتمالاً به دلیل پیوند مکانیکی بالا و نسبت ابعاد فیبر کم است(Noushini et al, 2018: 455). استفاده از الیاف در SCC باعث بهبود خواص مکانیکی و دوام بتن سخت شده مانند مقاومت در برابر ضربه، مقاومت خمشی و آسیب‌پذیری در برابر ترک خوردگی می‌شود(Zarrin and Khoshnoud, 2016: 135). در این تحقیق با افزودن برگ‌های داز نمونه های بتنی ساخته شد. این برگ‌ها در قسمت جنوب شرقی ایران یافت می شوند و تأثیر آن بر مقاومت کششی بتن مورد بررسی قرار گرفت.

در این پژوهش خصوصیات بافتی رسوبات آبرفتی رودخانه دامن و تأثیر آن بر خصوصیات مهندسی بتن تهیه شده از آن ارزیابی شد. سپس با افزودن برگ‌های درختچه داز در تیمارهای مختلف، خصوصیات بتن مانند مقاومت بتن با ساخت نمونه های استوانه ای مورد ارزیابی قرار گرفت. رسوبات رودخانه دامن عمدتا از قطعات شیل، سیلتستون، کنگلومرا، ماسه سنگ، کوارتز، قطعات کربناته، قطعات سنگ بازالت و داسیت تشکیل شده است. نمونه های استوانه ای از درصدهای مختلف برگ ساخته شده و مقاومت بتن مورد آزمایش قرار گرفت. پانزده نمونه از رسوبات رودخانه ای برای مطالعات بافتی نمونه‌برداری شد. پنج نمونه در حجم ۵۰ کیلوگرم گرفته شد و برای ساخت بتن مورد استفاده قرار گرفت. نمونه های درختچه داز از حاشیه و متن رودخانه برداشت شد. آب مورد استفاده در ساخت و فرآوری بتن، آب آشامیدنی است که برای بتن مشکلی ایجاد نمی کند. سنگدانه های رسوبات رودخانه در منطقه دامن از نوع گرد گوشه است که پس از غربال کردن آنها به اندازه‌های مختلف تقسیم و جهت آماده نمودن طرح اختلاط در سینی های جداگانه آماده سازی شدند. (شکل ۱)

**شکل ۱. رسوبات الک شده در اندازه های متفاوت جهت آماده سازی طرح اختلاط (اندازه سینی ها ۶۰×۳۰ سانتی متر)**

منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۰

**دانه بندی رسوبات**

دانه‌بندی رسوبات با استفاده از الک‌های استاندارد انجام شد. حداکثر اندازه دانه های رسوبی ۱۹ میلی متر می‌باشد. درصد دانه‌بندی مواد مصرفی و منحنی دانه بندی آن در شکل (۱) مشخص شده است. وزن مخصوص واقعی و وزن

مخصوص ظاهری مواد ماسه ای به ترتیب برابر ۲/٦۳ گرم در سانتی متر مکعب و ۲/٦٦ گرم در سانتی متر مکعب است و درصد جذب آب مواد مذکور ۱/۹ درصد است.

**برگ درختچه داز**

از برگ های درختچه داز برای افزایش مقاومت بتن مورد استفاده قرار گرفت. مقدار بهینه الیاف برای دستیابی به خصوصیات بتن تازه و سخت شده تعیین شد. در این تحقیق از برگهای درختچه داز از ناحیه جنوب شرقی ایران استفاده شده است شکل (۲)، مشخصات برگ داز که در جدول (۱)، آورده شده است، مورد استفاده قرار گرفت.

**جدول ۱. مشخصات برگ درختچه داز**

| | |
|---|---|
| Length (mm) | ۲٦۰ |
| Thickness (mm) | ۲ |
| Width (mm) | ۲۱ |
| Specific weight (gr/cm$^3$) | ۲,۳۲ |

منبع: یافته های پژوهش، ۱٤۰۰

**شکل ۲. درختچه های داز در متن و حاشیه رودخانه**

منبع: یافته های پژوهش، ۱٤۰۰

**سیمان مورد استفاده در ساخت نمونه های بتنی**

سیمان مورد استفاده در این تحقیق پرتلند نوع II تولید شده در کارخانه سیمان قاین است که دارای وزن مخصوص ۳۱۵۰ کیلوگرم بر متر مکعب و سطح ویژه آن ۳۰۰۰ گرم بر سانتی متر مکعب است. بتن مورد استفاده در این تحقیق با عیار ٤۰۰ مورد استفاده قرار گرفت.بتن آماده شده در قالب استوانه‌ای ۳۰ × ۱۵ سانتی متر اضافه شد. ابتدا نمونه برگ را در یک ردیف، سپس در دو ردیف مرتب شدند. پس از پر کردن قالب‌ها با بتن، نمونه‌ها در طول روز خشک شدند. پس از گذشت ۲٤ ساعت و خشک شدن، قالب‌ها باز شده و به مدت ۲۸ روز در استخر آب قرار گرفتند. شکل (۳).

خصوصیات فیزیکی و شیمیایی سیمان مصرفی که در جداول (۲ و ۳)، آمده است.

**جدول ۲. خصوصیات فیزیکی سیمان تیپ دو**

| Autoclave expansior | Blain | Reception time | | Pushing resistance | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Primitiv( | Final | 3 Days | 7 Days | 28 Days |
| ≤ 0.8 | ≥ 280( | ≥ 0.45 | ≤ 36( | ≥ 10( | ≥ 17[ | ≥ 31[ |

منبع: یافته های پژوهش، ۱٤۰۰

**جدول ۳.خصوصیات شیمیایی سیمان تیپ دو**

| Specification name<br>Value in standard 389 | Sio2 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Al2o[ | Fezo[ | Mg( | So3 | Lol |
| Chemical properties of type cement 2 | ≥ 20 | ≤ 6 | ≤ 6 | ≤ 5 | ≤ 3 | ≤ 3 |

منبع: یافته های پژوهش، ۱٤۰۰

**مقاومت کششی بتن**

مقاومت کششی بتن یکی از مهمترین خصوصیاتی است که تأثیر زیادی در ایجاد و باز شدن ترک‌های بتن دارد. مقاومت کششی بتن اغلب با استفاده از آزمون شکافت نمونه استوانه‌ای یا تست برزیلی بدست می‌آید. شکل (۳).

**شکل ۳. مراحل ساخت نمونه بتن و تست برزیلی**

منبع: یافته های پژوهش، ۱۴۰۰

حجازیان و لزگی نظرگاه (۱۳۹۵)، در پژوهشی به بهینه‌سازی سازه‌های بتنی مقاوم شده با الیاف فولادی در برابر بارهای ضربه‌ای (انفجار) و بارهای ناشی از زلزله، پرداخته‌اند. نتایج نشان می‌دهد که استفاده از بهینه‌سازی در این نوع سازه‌ها کاربرد فراوانی درجهت تولید و استفاده در سازه‌هایی که دارای اهمیت استراتژیک می‌باشند مانند پناهگاه و انبارها خواهد داشت.

خوش فطرت و انصاری‌پور (۱۳۹۵)، در پژوهشی به تاثیر الیاف مختلف بر مقاومت فشاری و کششی بتن های با مقاومت بالا، پرداخته‌اند. در این پژوهش با استفاده از مصالح بومی موجود در منطقه اصفهان، بتن معمولی تولید شده و سپس با مصرف فوق روان کننده و کاهش نسبت آب به سیمان آن، بتن دیگری تولید شده که دارای مقاومت فشاری و کششی بیشتری بوده است و در گام بعد بتن حاوی فوق روان کننده با میکروسیلیس ترکیب شده و بتن دیگری با مقاومت فشاری و کششی بالاتری تولید گردیده است. پس از یافتن مقدار بهینه کاربرد الیاف از جنس های فولاد و شیشه و پلی پروپیلن، از طریق تهیه نمونه های آزمایشگاهی، تاثیر مصرف این الیاف در هر سه بتن یاد شده مورد بررسی قرار گرفته است. از نتایج بدست آمده قابل ذکر است که در هر سه مورد بتن، در سن هفت روز، تاثیر الیاف از جنس شیشه بیشتر از الیاف پلی پروپیلن و الیاف پلی پروپیلن بیشتر از الیاف فولادی، در مقاومت فشاری و کششی دیده شده و در سن بیست و هشت روزه این تاثیر در مورد الیاف پلی پروپیلن بیشتر از شیشه و الیاف شیشه بیشتر از الیاف فولادی بوده است.

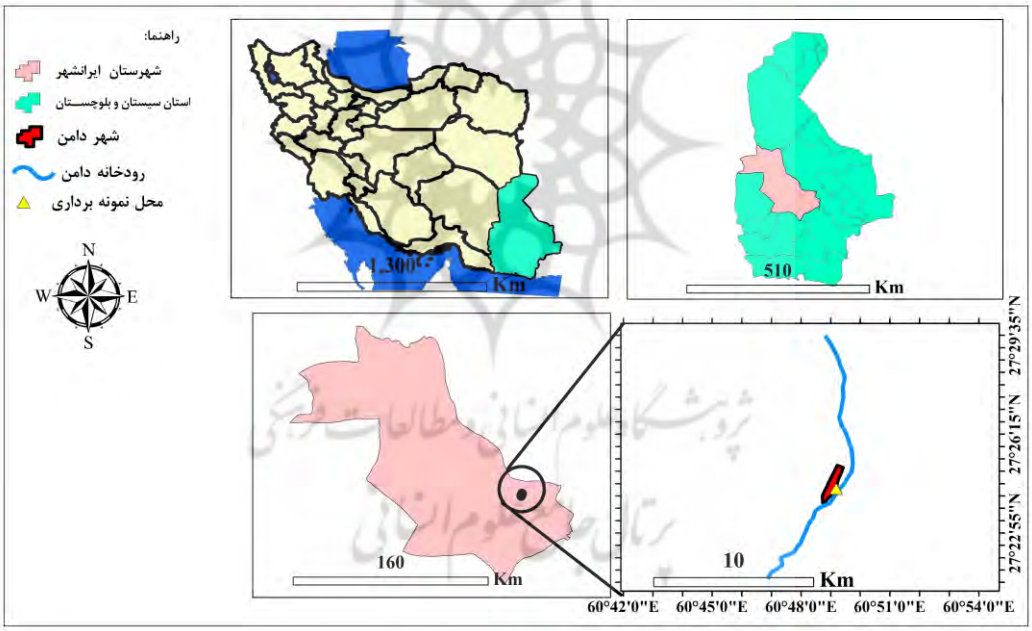
پاردرون و زولو (۱۹۹۰)، اثر دو نوع الیاف پلی‌پروپیلن را در کاهش ترک‌های آبرفتگی پلاستیک در ملات سیمان و در بتن مورد بررسی قرار دادند. آنان برای ایجاد ترک، بتن تازه را به مدت ۱۶ ساعت در معرض جریان هوا با

سرعت ۲۲,۵ کیلومتر بر ساعت قراردادند. نتایج این تحقیقات نشان داد، استفاده از ۰/۱ درصد حجمی الیاف با طول ۱۹ میلیمتر در بتن، ترک‌ها را تا حدود ۲۰ درصد نمونه بدون الیاف کاهش می‌دهد.

جانگ و همکارانش(۲۰۱۵)، به بررسی تأثیر الیاف پلیمری در عملکرد بتن مورد استفاده در روسازی راهها پرداختند. دال‌های بتنی، یکی از انواع سازه هایی است که کاربرد زیادی در صنعت ساختمان داشته و تحقیقات زیادی در زمینه استفاده از الیاف پلی پروپیلن در جهت کنترل ترک‌خوردگی در آنها صورت نگرفته است. لذا هدف از تحقیق حاضر، بررسی تاثیر این نوع الیاف بر مقاومت فشاری بتن و کنترل ترک خوردگی ناشی از جمع شدگی (آبرفتگی) پلاستیک در دالهای بتنی است.

**منطقه مورد مطالعه**

رودخانه دامن در ۲۵ کیلومتری شمال شهر ایرانشهر و در حاشیه جاده ترانزیتی چابهار – زاهدان قرار گرفته است. تنها راه دسترسی به این رودخانه جاده اصلی ایرانشهر – خاش می‌باشد. ایرانشهر در فاصله ۳۳۵ کیلومتری جنوب زاهدان مرکز استان سیستان و بلوچستان واقع شده است.




**شکل ٤. موقعیت جغرافیایی محدوده مورد مطالعه**

منبع: یافته های پژوهش، ۱٤۰۰

منطقه مورد مطالعه از دیدگاه تقسیم‌بندی پهنه های رسوبی – ساختاری ایران ، جزیی از پهنه های خاوری و جنوب خاوری ایران و نیز حوضه فلیش خاور ایران است. مرز خاوری آن باختر پاکستان و افغانستان مرز باختری آن گسل نهبندان و مرز جنوبی آن گسل بشاگرد و پهنه مکران است. این محدوده به علت فراوانی افیولیت – ملانژهای خاور ایران به نام زون یا منطقه کالرد ملانژ نیز نامبرده شده است. زون فلیش نهبندان – خاش را به عنوان زون جوش خورده میان بلوک لوت و بلوک افغان (به عبارتی دیگر زون جوش خورده سیستان در نظر گرفته‌اند(سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۱۳۹۸).

گستره این صفحه به علت کمبود نزولات جوی، از نظر آب و هوایی در شمار مناطق گرم و خشک و از خشک‌ترین مناطق کشور است. بالاترین دمای هوای آن در ماه های مرداد و زمان رسیدن خرما (خرماپزان) حدود ٤٠ تا ٥٠ درجه سانتی گراد و کمترین دمای منطقه در ماه های دی و بهمن و حدود ١٥ تا ٢٠ درجه سانتی گراد می باشد. میانگین بارش در سطح منطقه در حدود ١٥٠ میلی متر در سال بوده که بیشتر آن به صورت باران در ماه های آبان و آذر است. در تابستان هم متأثر از جریانات جوی اقیانوسی در منطقه باران های سیل آسا و زودگذر می بارد .طوفان های محلی با جهت خاوری، شمال خاوری در ماه های خرداد و تیر می وزند. منابع آب منطقه به جز رودخانه‌های اصلی شامل آب‌های زیرزمینی است که بیشتر از طریق چاه‌های عمیق، نیمه‌عمیق و قنات‌ها تأمین می‌شود(فرمانداری شهرستان ایرانشهر، ١٣٩٨).

با توجه به ویژگی های شرایط آب و هوایی حاکم بر منطقه که شامل بارش اندک و نامنظم، نوسانات شدید بارندگی، درجه حرارت بالا و تبخیر فراوان است. نامساعد بودن خاک و کمبود پوشش گیاهی امری بدیهی است. اگر چه رودخانه های اصلی این ورقه باعث تغذیه منابع آب زیرزمینی قابل توجهی جهت شرب و کشاورزی شده–اند. همچنین گیاهان کهور و گز که سازگار با شرایط خشک و کویری هستند و توانایی زیست در محیط بدون باران را دارند، در حاشیه رودخانه ها رویش یافته اند. فراوانی سفره های آب زیرزمینی این منطقه را یکی از قطب های کشاورزی استان نموده است، به طوری که شغل اصلی ساکنان روستاها کشاورزی و دامپروری بوده و خرما، صیفی جات و هندوانه محصولات عمده کشاورزی این منطقه می‌باشد. بلندترین ارتفاعات منطقه سرکهوران (١٦٤٧ متر) در جنوب خاور ورقه، کوه تیغ آب (١٥٥٦ متر) در شمال ورقه و کوه سیاه سالامی (١١٦٢ متر) در خاور ورقه می‌باشد. جاده‌های آسفالته ایرانشهر – خاش، ایرانشهر – بم، ایرانشهر – چابهار و ایرانشهر – سراوان چهار راه اصلی منطقه می باشند. افزون بر این روستاهای منطقه توسط راه های شوسه و خاکی به هم متصل شده اند. به دلیل راه های ارتباطی زیاد، پراکندگی جمعیت روستایی و رودخانه‌های اصلی دسترسی به رخنمون‌های زمین‌شناسی تقریباً به راحتی امکان پذیر است(فرمانداری شهرستان ایرانشهر، ١٣٩٨).

**یافته‌ها**

مطابق با استاندارد ASTM C٤٩٦–٩٠ ، نمونه استوانه ای استاندارد با ارتفاع ٣٠ و قطر ١٥ سانتی متر به صورت افقی در امتداد محور آن در دستگاه جک بتن شکن قرار گرفت. یک بار پیوسته با سرعت ثابت در محدوده تنش کششی بتن و بین ٧ تا ١٤ کیلوگرم بر سانتی متر مربع (١,٤ تا ٠,٧ مگاپاسکال)، تا زمان شکستن نمونه بر روی آن اعمال شد. تنش فشاری باعث ایجاد کشش یکنواخت در جهت عمود بر نمونه قرار گرفت شکل ٣.

مقاومت کششی دوتایی از معادله (١) بدست می آید

$$T = 2P / \pi LD \qquad \text{معادله (١)}$$

T: تنش کششی ( N / mm2، P: شکستگی ، L: طول نمونه و D: قطر نمونه. مقاومت کششی بتن به روش نصف کردن روی نمونه های استوانه ای انجام شد. نمونه‌ها در ٢٨ روز در شرایط مرطوب مورد آزمایش قرار گرفتند.

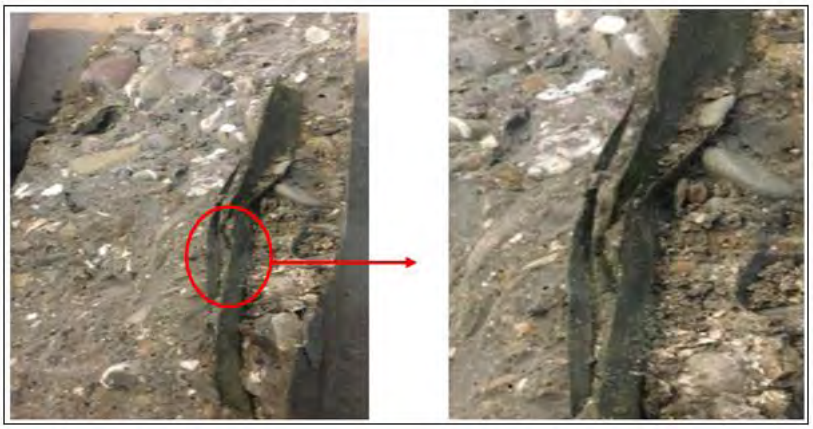
مقاومت کششی برای هر پنج نمونه در شرایط نگهداری در ۲۸ روزگی در جدول (۲)، آورده شده است. پس از تخریب و نصف شدن نمونه، شکستگی سنگدانه‌ها و برگ‌های گسیخته شده دیده می‌شود که تحت فشار جک بتن شکن دیده می‌شود. شکل (٤). نتایج نشان می‌دهد که وجود برگ‌ها مقاومت کششی را افزایش می دهد، به طوری که این افزایش در نمونه شماره ۳ بیشتر قابل توجه است که می تواند به دلیل مقاومت کششی بالاتر نسبت به سایر موارد باشد. وقتی بتن تحت تنش کششی قرار گرفت، پس از اینکه مقاومت کششی بتن به حداکثر رسیده و شکاف ایجاد شد ، برگهای هر منطقه وظیفه انتقال بار را بر عهده دارند. این به معنی توزیع یکنواخت فشار به برگها است و برگها به عنوان پل عمل می کنند. ما دریافتیم که مقاومت بتن به عوامل مختلفی از جمله: چسبندگی برگ به بتن و ابعاد برگ بستگی دارد. نحوه شکستگی در نمونه های برگ بتنی با نمونه های بتنی ساده متفاوت است و از حالت شکننده (ناگهانی) به حالت نرم و تدریجی تغییر کرده است. هنگامی که مقاومت کششی با استفاده از برگها افزایش می یابد، می توان به شرح زیر توضیح داد، هنگامی که برگها بین بخشهای شکافته شده ماتریکس تقسیم می شوند، با انتقال تنش از ماتریکس به برگها، تحت کشش بیشتری قرار می‌گیرند، در نتیجه باعث افزایش کشش می شوند، سپس افزایش مقاومت کششی مشاهده می شود.

**جدول ٤. مشخصات و تعداد برگ های مورد استفاده**

| Number | diameter | length | Specific gravity | Force applied (MPa) | Tensile strength | Properties Attributes |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 15 | 30 | 2.39 | 10.1 | 32.87 | Two strand of leaf |
| 2 | 15 | 30 | 2.39 | 9 | 29.11 | Without strand of leaf |
| 3 | 15 | 30 | 2.39 | 5.1 | 17.4 | Three strand of leaf |
| 4 | 15 | 30 | 2.39 | 9.5 | 29.82 | Single strand of leaf |

منبع: یافته های پژوهش، ۱٤۰۰

نمونه شاهد بدون برگ ساخته شد، با فشار ۹ مگاپاسکال تخریب شد، نمونه ساخته شده با یک رشته برگ با فشار ۹,۵ مگاپاسکال شکسته شد و نمونه دو رشته ای برگ با فشار ۱۰,۱ مگاپاسکال شکسته شد و در پایان، کمترین مقاومت مربوط به بتن ساخته شده از تعداد سه لایه ای برگ بود که با فشار حداکثر ۵,۱ مگاپاسکال تخریب شد. در نمودار بار اعمال شده بر روی نمونه های بتنی شکل (۵). در ابتدا روند افزایشی مقاومت کششی دیده می شود، پس از آن استحکام کششی کاهش می یابد. به عبارت دیگر، افزایش تعداد برگها توسط سه لایه باعث کاهش قابل توجه مقاومت کششی بتن شده است. بیشترین مقاومت کششی مربوط به نمونه ۳ است که از دو لایه برگ تشکیل شده است.



**شکل ۵. نمونه بتن استوانه ای پس از وارد کردن فشار و گسیخته شدن برگ های موجود در بتن** منبع: یافته های پژوهش، ۱٤۰۰

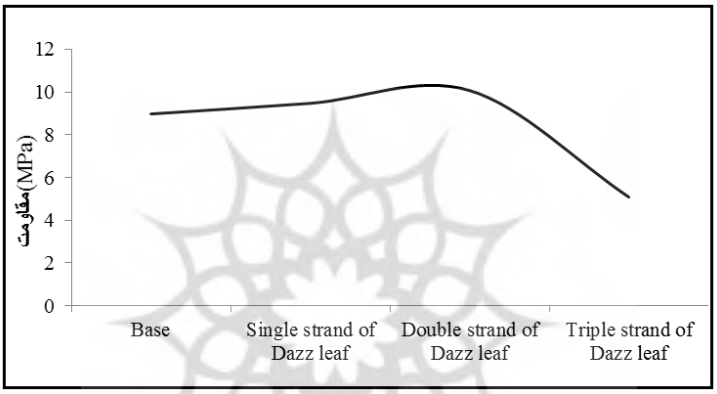
**نتیجه‌گیری و دستاورد علمی و پژوهشی**

ایران، بر روی کمربند زلزله قرار دارد و زلزله خسارات زیادی را به سازه‌های بی‌شماری در سراسر کشورمان وارد نموده است. تا به حال انسان امروزی نتوانسته است از وقوع زلزله اطلاع پیدا کند. اما با به کارگیری یکسری از روش‌ها می‌توان از به‌وجود آمدن خسارات مالی و فجایع انسانی کاسته شود. یکی از این روش‌ها مقاوم‌سازی سازه‌ها در برابر زلزله است. دانش تر ، تعمیر و تقویت ساختمان ها پاسخ به یکی از اساسی ترین نیازهای انسان یعنی احساس به امنیت است. مسئله تقویت سازه‌ها در برابر خوردگی و استحکام آنها در برابر زلزله یکی از مهم‌ترین مسائل در مقابل زلزله می باشد. از جمله مواد جدیدی که جایگاه ویژه‌ای در ساخت وساز به خود اختصاص داده، افزودنی‌های بتن و الیاف تقویت‌کننده می‌باشد. این مواد باعث بهبود خواص مطلوب بتن، همچون مقاومت آن می‌گردد و در بعضی موارد با کاهش وزن بتن، مصالح بسیار سبکی را فرا راه مهندسین بنا قرار می‌دهد. از سال ۱۹۶۰ میلادی به بعد نوع جدیدی از این بتن وارد عرصه صنعتی شد. در این راه این نوع بتن جدا از هم با توزیع تصادفی به عنوان فاز جدیدی علاوه بر فازهای بتن معمولی به کار گرفته شده‌است .مقاومت کششی و برشی بتن الیافی نسبت به بتن معمولی بیشتر می‌باشد. ضخامت نهایی بتن الیافی علاوه بر کفایت در برابر بارهای استاتیکی و دینامیکی ضریب اطمینان بسیار بالایی در اجرا ایجاد می‌کند. علاوه بر این موارد بتن‌های الیافی در برابر بارهای دینامیکی مانند زلزله، و ضربه به دلیل خصوصیات جذب انرژی مناسب، عملکرد بسیار مناسب‌تری از خودشان نشان می‌دهند.

الیاف یکی از مصالح جدید ساختمانی است که امروزه در صنعت ساختمان‌سازی جایگاه ویژه‌ای پیدا کرده است. با استفاده کردن از آن در کنار آرماتور می‌توان خصوصیات مهندسی بتن را تا حد قابل توجهی بهبود داد. با توجه به مقاومت پایین بتن در برابر ضربه و خاصیت شکنندگی آن از الیاف بتن به منظور بهبود ویژگی‌های مصالح ساختمانی قدیمی استفاده شده است.

تجزیه و تحلیل اندازه ذرات رسوبی به‌عنوان یکی از مشخصه‌های اصلی بافت در تعیین و تفسیر محیط رسوبی نهشته‌های قدیمی کمک مؤثری می‌نماید و معیارهای همه‌جانبه در تعیین نوع محیط ارائه می‌دهد. پس از دانه سنجی با توجه به مطالعه مقاطع نازک بوسیله میکروسکوپ پلاریزان رسوبات رودخانه دامن جنس این رسوبات از نوع سیلیسی حاوی کوارتز مونو کریستالین و پلی کریستالین و همچنین قطعات لیتیک می باشد. وجود کوارتز در رسوبات رودخانه ای باعث بالا رفتن میزان مقاومت دانه های رسوبی در مقابل حمل از نقاط بالادست رودخانه و طی مسیر طولانی به نقاط پایین دست رودخانه شده است. در این پژوهش به منظور بررسی تأثیر استفاده از برگ درختچه داز، بر روی خواص مهندسی بتن پس از تعیین میزان بهینه برگ ها جهت تقویت بتن، آزمایش‌های لازم بر روی بتن تازه و سخت شده انجام شد. ساخت بتن تقویت شده توسط برگ داز، نشان می‌دهد که با افزودن برگ از خصوصیات پرکنندگی بتن کاسته می شود. افزودن برگ داز به بتن سبب افزایش مقاومت در نمونه‌های بتنی شده است. با مقایسه نتایج این آزمایش در بتن معمولی و بتن‌های تقویت شده با برگ درختچه داز نشان داد که این افزایش مقاومت در سنین ۲۸ روز تنها در نمونه استوانه ای تک رشته ای و دو رشته ای از برگ به کار برده، افزایش

نشان داد. در حالیکه در نمونه استوانه ای سه رشته ای برگ به کار برده کاهش زیادی در مقاومت فشاری بتن دیده شد. مزیت استفاده از داز در بتن سازی را می‌توان تأمین چسبندگی بسیار خوب بین بتن، کاهش وزن بتن، قالب و اندود نازک کاری دانست. همچنین عایق مناسبی در مقابل انتقال حرارت و صوت می‌باشد. افزودن الیاف در صنعت با توجه به افزایش سازه‌های بتنی و ضعف‌های متعددی که دارند، ایجاد و بکارگیری راهکارهایی جهت رفع و بهبود این نواقص ضروری و مهم می‌باشد. پیشنهاد میشود به دلیل وجود کوارتز در مصالح و مقاومت بالای رسوبات رودخانه ای دامن از این مصالح به عنوان ساخت پل های بتنی منطقه استفاده نمود که این امر باعث کاهش هزینه های حمل مصالح قرضه از دیگر نقاط به این منطقه می شود. همچنین می توان جهت بالا بردن مقاومت ستون های پل، عرشه پل ها و سد های منطقه از برگ های درختچه داز جهت افزایش مقاومت بتن استفاده نمود.




**شکل ٦. نمودار تاثیر تعداد برگ های مورد استفاده در بتن بر مقاومت آن**

منبع: یافته های پژوهش، ١٤٠٠

## منابع


حجازیان، سیدعلی، لزگی نظرگاه، مجتبی، (۱۳۹۵)، بهینه سازی سازه های بتنی مقاوم شده با الیاف فولادی در برابر بارهای ضربه ای (انفجار) و بارهای ناشی از زلزله، چهارمین کنگره بین المللی عمران، معماری و توسعه شهری، تهران.

خوش فطرت، علی و انصاری‌پور، سیامک، (۱۳۹۵)، تاثیر الیاف مختلف بر مقاومت فشاری و کششی بتن‌های با مقاومت بالا، اولین مسابقه کنفرانس بین المللی جامع علوم مهندسی در ایران، بندرانزلی.

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، (۱۳۹۸).

فرمانداری شهرستان ایرانشهر، (۱۳۹۸)، سالنامه آماری.

هاشمی، سیدحمید، (۱۳۸۳)، مقاوم سازی ساختمان‌های بتن مسلح به کمک الیاف پلیمری مسلح شده(FRP) ،کنفرانس بین المللی زلزله (یادواره فاجعه بم)، کرمان.

Bebitta, R, Shiela Balanta, S, (2020), Experimental Work on Concrete Using Natural Leaf Fiber, International Journal of Innovative Science and Research Technology, Volume 5. Issue 5, PP 1129-1132

Bolooki Poorsaheli, H, Behravan, A, Tabatabaei Aghda, S.T, (2020), Durability performance of hybrid reinforced concretes (steel fiber + polyolefin fiber) in a harsh marine tidal zone of Persian Gulf, Construction and Building Materials, Volume 266, Part B, 121176.

Ghosh. S. and Roy. A., (1992), Polypropylene Fiber Concrete Beams in Flexure", Fiber Reinforced Cement and Concrete, RILEM, pp 486-498.

High, C., Seliem, H.M., El-Safty, A. and Rizkalla, S.M. (2015), Use of basalt fibers for concrete structures", Construction and Building Materials, Volume 96, 15 October 2015, pp. 37-46.

Mohammad R. Irshidat Nasser Al-Nuaimi Mohamed Rabie (2020),“ Hybrid effect of carbon nanotubes and polypropylene microfibers on fire resistance”, thermal characteristics and microstructure of cementations composites, Construction and Building Materials. Volume 266, Part B, 121154.

Noushini, A, Aslani, F, Castel, A, (2018), Mechanical and flexural performance of synthetic fiber reinforced geopolymer concrete, Construction and Building Materials, Volume 186, 454-475.

Padron. I. and Zollo. R.F. (1990), Effect if Synthetic Fibers on Volume Stability and Cracking of Portland Cement Concrete and Mortar", ACI Materials Journal, Vol. 87, No4, pp.327-332.

Sikoora, P, Rucinska, T, Stephan, D, Chung, S.Y, Abd Elrahman, M, (2020), Evaluating the effects of Nano silica on the material properties of lightweight and ultra-lightweight concrete using image-based approaches, Construction and Building Materials, 120241.Volume 264, 120241.

Solyom, S, L.Balazs, G, (2020), Bond of FRP bars with different surface characteristics, Construction and Building Materials, Volume 264, 119839.

Wei-Ling, L., (1992), Toughness Behavior of Fiber Reinforced Concrete", Fiber Reinforced Cement and Concrete, RILEM, pp. 299-315.

Zarrin, O, Khoshnoud. H.R. (2016), Experimental investigation on self-compacting concrete reinforced with steel fibers, Structural Engineering and Mechanics, 2016, Volume 59, Number 1, PP 133-151.

Zhao, K, Xue, Sh, Zhang, P, Tian, Y, Li, P, (2019), Application of Natural Plant Fibers in Cement-Based Composites and the Influence on Mechanical Properties and Mass Transport, Materials, 12 (21), PP 1-16.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی