



<https://alender.ir>

مقایسه بتن معمولی و بتن الیافی، کدام بهتر است؟

بتن معمولی چیست؟

بتن معمولی در واقع همان ترکیب سیمان، ماسه، شن و آب است که پس از انجام عملیات مخلوط سازی و آماده‌شدن به بتن که ماده ای مقاوم و سخت است تبدیل می شود.

بتن الیافی چیست؟

بتن الیافی یا الیاف بتن نوعی بتن تقویت شده با الیاف است که به آن اختصاراً FRC نیز اطلاق میشود. این نوع بتن می تواند متشکل از الیاف فولادی، شیشه ای و یا الیاف پلی پروپیلن و یا ترکیبی از آن ها باشد. این نوع مقاومت فشاری و کششی بالاتری نسبت به نوع بتن معمولی دارد.

مقایسه مقاومت بتن معمولی و بتن الیافی

مقاومت در برابر گسترش ترک با استفاده از بتن مسلح به الیاف (FRC) حاصل می‌شود بتنی که دارای سنگ‌دانه درشت است و وجود این سنگ‌دانه‌ها در ماتریس بتن، باعث ایجاد چالش‌هایی در توزیع یا پراکندگی الیاف می‌شود. به همین دلیل، درصد حجمی استفاده از الیاف محدود است. برای بتن مسلح به الیاف که در عمل استفاده می‌شود، درصد حجمی قابل قبول الیاف فولادی بین ۰.۴ تا ۲ درصد و برای الیاف پلی‌پروپیلن بین ۰.۰۶ تا ۰.۵ درصد است.

دال‌های کف روی بستر از مهم‌ترین اجزای پروژه‌های صنعتی هستند. با توجه به اینکه کف‌ها در معرض آسیب قرار دارند، تعمیر و مقاوم‌سازی آن‌ها هزینه‌بر است. طراحی و اجرای یک کف بتنی بادوام در فضاهای ذخیره‌سازی، سالن‌ها و سکوها اهمیت زیادی دارد.

کف‌های صنعتی دو وظیفه اصلی دارند:

- تحمل بارهای بهره‌برداری، انبارش مواد، بارهای دینامیکی ناشی از چرخ‌های لیفتراک و انتقال آنها به بستر خاکی.
- فراهم کردن سطحی صاف برای سهولت استفاده و ایمنی .

ضروری است که کیفیت بتن افزایش یابد. بتن معمولی در کشش ضعیف است و مقاومت کششی آن حدود یک‌دهم مقاومت فشاری است. همچنین بتن در برابر بارهای ضربه‌ای رفتار طرد دارد.

آرماتوربندی با میلگرد نمی‌تواند از ایجاد ترک به‌طور کامل جلوگیری کند، از این رو الیاف معرفی شدند. این الیاف از یکدیگر جدا بوده و به‌صورت تصادفی در بتن پخش می‌شوند. سابقه استفاده از الیاف به دوران مصر باستان بازمی‌گردد، جایی که از الیاف در دیوارهای گلی استفاده می‌شد. همچنین حدود ۵۰۰۰ سال قبل از میلاد، از الیاف پشم‌سنگ برای تقویت خاک رس استفاده شده است.

از میان انواع مختلف الیاف مورد استفاده در بتن، **الیاف فولادی و پلی‌پروپیلن** بیشترین کاربرد را دارند. مقاومت خمشی و مقاومت ضربه مهم‌ترین پارامترها در این بررسی هستند.

به‌طور کلی مشکلات دال‌های روی بستر شامل ترک‌خوردگی، تخریب سطح، پیچش (curling)، نشست یا بالازدگی بستر، خرابی درزها، جداشدگی پوشش‌ها، نفوذ آب حمله شیمیایی و سایش است.

بیشتر خرابی‌های سازه‌ای در دال‌های روی بستر ناشی از بارهای نقطه‌ای، بار چرخ جرثقیل‌ها و سایر تجهیزات ساختمانی، و دیوهای سنگین مواد است. در بسیاری از موارد، ترک‌خوردگی سازه‌ای به بارگذاری زودهنگام مربوط می‌شود، یعنی زمانی که بتن هنوز به مقاومت کافی نرسیده است .

کف‌های صنعتی نوعی دال روی بستر هستند و از عناصر بسیار مهم سازه به شمار می‌آیند. عملکرد این دال‌ها وابستگی زیادی به کیفیت خاک زیرین دارد و برای کارفرمایان اهمیت زیادی دارند.

بر همین اساس در یک آزمایش در سال 2014 مشخص شد که بتن مسلح به الیاف مقاومت خوبی در برابر جمع‌شدگی پلاستیک دارد و در صنعت ساختمان، به‌ویژه در دال‌های روی بستر، سابقه موفقیت داشته است. با این حال، استانداردهای فعلی استفاده از FRC را در زیرساخت‌های عمرانی پوشش نمی‌دهند. نتایج نشان داد که الیاف پلی‌اتیلن و نایلون بهترین مقاومت را در برابر جمع‌شدگی اولیه ارائه کردند؛ هرچند که در بتن تقویت‌شده با الیاف نایلون مشکل گلوله شدن (balling) مشاهده شد.

الیاف کوتاه کوچک‌تر از یک اینچ بهترین عملکرد را در کنترل جمع‌شدگی اولیه داشتند، درحالی‌که الیاف بلند بزرگ‌تر از یک اینچ ظرفیت پس از ترک‌خوردگی را افزایش دادند. برای دال‌های جایگزین، استفاده از الیاف کوتاه پلی‌اتیلن توصیه شد تا از ترک‌خوردگی غیرقابل کنترل جلوگیری شود.

به‌طور کلی افزودن الیاف می‌تواند مقاومت فشاری اولیه را تا 48٪ افزایش دهد. همچنین زمان ترک‌خوردگی بیش از دو برابر می‌شود و با افزودن تنها 0.3٪ الیاف پلی‌پروپیلن، عرض ترک به یک‌چهارم کاهش می‌یابد. همچنین الیاف فولادی مقاومت پسماند خوبی ایجاد می‌کنند.

همچنین FRC می‌تواند مقاومت خمشی بتن را نسبت به بتن معمولی به‌طور قابل توجهی بهبود دهد. این میزان به نوع الیاف مورد استفاده بستگی دارد. هرچند استفاده از الیاف جدید نیست، اما FRC به تدریج در صنعت ساخت‌وساز، به‌ویژه در ساختمان‌های بلند، محبوبیت یافته است. این شامل استفاده از تقویت‌کننده‌های اضافی، به‌ویژه در مناطق لرزه‌خیز است.

مواد زائد صنعتی عملکرد بهتری نسبت به بتن معمولی در ویژگی‌هایی مانند کارایی، دوام، نفوذپذیری و مقاومت فشاری ایفا میکند. استفاده از این ضایعات علاوه بر صرفه‌جویی اقتصادی، مشکل دفع پسماند را نیز کاهش می‌دهد.

در یک آزمایش عملی در سال 2016 ویژگی‌های بتن مسلح به الیاف فولادی، مانند مقاومت خمشی و فشاری مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش‌ها با چهار نسبت طول به قطر (Aspect Ratio) شامل 40، 50، 60 و 70 و درصدهای 0.5٪ تا 2.5٪ الیاف فولادی انجام شد. منحنی بار تغییرمکان نشان داد که با افزایش درصد الیاف در یک نسبت ثابت، تغییرمکان تیر قبل از شکست نیز افزایش می‌یابد. بیشترین تغییرمکان با 2.5٪ الیاف و نسبت 70 مشاهده شد که مقدار آن 3.2 میلی‌متر بود. در نتیجه می‌توان گفت بتن مسلح به الیاف روشی مؤثر برای بهبود عملکرد بتن است. الیاف در پروژه‌هایی مانند تونل‌ها، عرشه پل‌ها، روسازی‌ها، داک‌های بارگیری، روکش‌های نازک و دال‌های بتنی کاربرد دارند. این کاربردها در حال افزایش بوده و عملکرد بسیار خوبی نشان داده‌اند. روسازی‌های بتن الیافی نسبت به روسازی‌های بتن مسلح معمولی کارآمدتر هستند. در بسیاری از موارد، مقاومت فشاری بتن الیافی بهبود می‌یابد. مقاومت فشاری نمونه CSFRC با 1٪ الیاف در سن 28 روز بهترین عملکرد را داشته و توصیه شده است.

الیاف PP ویژگی‌ها و مقاومت فشاری

الیاف PP در شکل‌ها و اندازه‌های مختلف تولید می‌شوند. چسبندگی شیمیایی این الیاف با بتن ضعیف است، اما چسبندگی مکانیکی مناسبی دارند و احتمال شکست کششی در آنها وجود دارد. ماده اولیه پلی‌پروپیلن از هیدروکربن خام C₃H₆ تولید

می‌شود و فرآیند تولید آن شبیه الیاف نایلون و ریون است. این الیاف در محیط قلیایی بتن مقاومت بالایی دارند.

الیاف PP در نسبت‌های مختلف برای روسازی‌های پیاده‌رو، دال‌های روی بستر، کف های بتنی، پوشش تونل‌ها، کانال‌ها و مخازن برای جلوگیری از ترک مورد استفاده قرار می‌گیرند و محدوده مصرف آنها بین **0.05 تا 0.3 درصد** است. مدول الاستیسیته الیاف PP بین **3 تا 5 گیگاپاسکال** است. همچنین این الیاف جمع‌شدگی اولیه در حالت پلاستیک بتن را کنترل می‌کنند.

پس از ریختن بتن و هنگام ایجاد ترک‌ها، الیاف PP با اعمال نیروی جابه‌جایی کم، مانع گسترش ترک می‌شوند. از آنجا که الیاف PP اغلب به صورت نواری هستند، اتصال آنها با بتن بهتر صورت می‌گیرد. با سخت شدن بتن، تأثیر الیاف PP کاهش می‌یابد.

از دیگر ویژگی‌های الیاف PP عملکرد آنها در برابر آتش است. با قرار گرفتن بتن در معرض آتش، الیاف PP ذوب شده و از منافذ بتن خارج می‌شوند. بخار آب از کانال‌هایی که سوختن الیاف ایجاد کرده است خارج می‌شود. بنابراین الیاف PP نه‌تنها اثر منفی ندارند، بلکه برای مدتی کوتاه می‌توانند از خرابی بتن جلوگیری کنند.

1-2- ویژگی‌های و مقاومت فشاری الیاف فولادی

در کف سازی صنعتی و لایه‌های روکش، اغلب از الیاف فولادی استفاده می‌شود مدول الاستیسیته این الیاف حدود **200 گیگاپاسکال** و مقاومت کششی آنها بین **800 تا 2500 مگاپاسکال** است.

در شرایط اولیه بتن، ممکن است ترک‌های بسیار ریز ناشی از جمع‌شدگی ایجاد شوند. در این زمان، الیاف هنوز به خوبی در بتن مهار نشده‌اند؛ بنابراین الیاف فولادی

در سنین اولیه تأثیر چندانی ندارند. اما با سخت شدن بتن، تأثیر آنها افزایش یافته و گسترش ترک‌ها کاهش می‌یابد.

استفاده از الیاف فولادی ممکن است موجب خوردگی در نزدیکی سطح و ایجاد تغییر رنگ بتن شود، اما این خوردگی تأثیری بر ظرفیت باربری ندارد. برای کاهش احتمال خوردگی الیاف فولادی دو روش وجود دارد:

- بهینه‌سازی ترکیب بتن الیافی

- استفاده از الیاف گالوانیزه یا استنلس استیل

الیاف فولادی در برابر آتش رفتار خاصی ندارند و حتی عملکرد آنها نسبت به بتن معمولی ضعیف‌تر است.

الیاف فولادی تأثیر اندکی بر افزایش مقاومت فشاری بتن دارند و مقدار افزایش بین صفر تا حدود **25 درصد** را شامل می‌شود. حتی در بتنی که علاوه بر الیاف فولادی، آرماتور معمولی نیز دارند، تأثیر الیاف بر مقاومت فشاری بسیار کم است. اما الیاف به‌طور قابل توجهی شکل‌پذیری پس از ترک و ظرفیت جذب انرژی بتن را افزایش می‌دهند.

مقدار معمول مصرف الیاف فولادی بین **20 تا 40 کیلوگرم بر مترمکعب بتن** است. با افزایش این مقدار، مقاومت خمشی بتن افزایش می‌یابد. در طرح‌هایی که از نوار نقاله برای انتقال بتن استفاده می‌شود، معمولاً الیاف همراه با سنگ‌دانه‌ها وارد مخلوط‌کن می‌شوند. اگر نسبت طول به قطر الیاف (l/d) کمتر از 50 باشد، تجمع الیاف مشکل‌ساز نیست. اما اگر این نسبت بیش از 50 باشد، باید برای جلوگیری از تجمع الیاف دقت بیشتری صورت گیرد.

Contact us



Ground floor.No0. Maharat alley, Ariana Co alley. Bidak Industrial Zone. Bojnord

zip code: 9418156420



+989120706698



info@alender.ir



+98 (21) 91307050



ALENDER