

"بررسی اثر الیاف بازیافتی PET در کنترل ترکهای پلاستیک بتن"

حسین حکیمی-کارشناس حوزه معاونت شهر سازی و معماری شهرداری تهران ، مدرس دانشگاه آزاد قزوین

Hakimi-h@tehran.iri

سید عباس حق پرست-دانش آموخته مقطع کاردانی عمران-ساختمان دانشگاه آزاد قزوین ، عضو مرکز تحقیقات

صنعت ساختمان دانشگاه آزاد قزوین

a.haghparsat@qiau.ac.ir

چکیده:

مواد پلیمری به عنوان یکی از پر مصرفترین مصنوعات بشری در کل دنیا شناخته می شوند. با این حال عدم تجزیه پذیری این مواد و مشکلات دفن اصولی آنها به عنوان یکی از معضلات زیست محیطی در عصر حاضر شناخته می شود. در این میان دغن این مواد در بتن به عنوان یکی از پر مصرفترین مصالح ساختمانی به عنوان یک گزینه مطرح شده است . در مقاله حاضر اثر یک نوع از الیاف پلیمری که از قوطی های پلیمری نوشابه (PET) بدست آمده است در کنترل ترکهای پلاستیک در بتن بررسی می شود. به این منظور نمونه های بتنی با درصدهای مختلف الیاف ساخته شده و در معرض شرایط شدید محیطی قرار داده شدند . نتایج حاکی از آن بود که میزان الیاف ۱٪ بهترین نتیجه را در کنترل ترکها در داخل ملات سیمان داشت.

لغات کلیدی : ترک پلاستیک، الیاف پلیمری

۱. مقدمه:

بتن مسلح یکی از اصلی ترین مصالح ساختمانی می باشد. بتن در ساخت سازه های مختلفی مانند بزرگراهها، ساختمانها، سدها، فرودگاهها، خطوط لوله آب و فاضلاب، مخازن ذخیره آب و مایعات و بسیاری از سازه های دیگر که به عنوان زیرساختار جوامع مدرن شناخته می شوند، به کار می رود.

انقباض حاصل از خشک شدن بتن در سنین اولیه آن مهمترین عامل ایجاد ترک بتنهای استاندارد و خود تراکم شناخته شده ونتیجه آزمایشها نشان می دهد که بکارگیری مقدار مناسبی از الیاف موجب تخفیف و جلوگیری از انتشار ترکها می گردد .

استفاده از الیاف پلیمری به عنوان جایگزینی برای آرماتور حرارتی از سال ۱۹۸۰ به طور گسترده ای در سراسر دنیا گسترش یافته است.

علت اصلی استفاده از الیاف، جلوگیری از ایجاد ترک می باشد. کاربرد الیاف پلی پروپیلن از ترک خوردگی و جمع شدگی بتون بخصوص در سنین اولیه آن (Plastic Shrinkage) جلوگیری میکند. علت ایجاد ترک پلاستیک، تمایل بتون به جمع شدگی در اثر تبخیر آب سطحی یا کاهش دمای بتون می باشد. در صورت مقید بودن بتون (اصطکاک با زمین زیر آن، چسبندگی به جداره قالب و ...)، تمایل به جمع شدگی باعث ایجاد تنشهای کششی در بتون می شود و با توجه به اینکه مقاومت اولیه بتون ناچیز است، ترک ایجاد میشود. در بعضی موارد، ترکها میتوانند به حدی گسترش یابند که کل ضخامت قطعه بتونی را فرا گیرد و بشدت کیفیت و دوام عضو را کاهش دهد. تعداد زیاد الیاف و مقاومت کششی آن، باعث جلوگیری از ایجاد اینگونه ترکها میشود.

در این میان استفاده از الیاف پلیمری به عنوان یکی از راه حلها در جلوگیری از ترمهای پلاستیک و خمیری در بتن شناخته می شود. الیاف باعث جلوگیری از آب انداختگی بتون شده و از انتقال آب به سطح بتون جلوگیری می کند که نتیجه آن همگن شدن بتون و یکسان سازی نسبت آب به سیمان در تمام بتون و تداوم عمل هیدراتاسیون می باشد. این الیاف نفوذپذیری سطح بتون را کاهش داده و موجب افزایش مقاومت سایشی بتون می شود و لذا سطح بتون دچار خردشدگی و ورقه شدن نمی گردد. کاهش ترک خوردگی در سنین اولیه بتون و جلوگیری از آب انداختگی آن به معنی جلوگیری از ایجاد نقاط ضعیف در بتون بوده و بعد از سخت شدن بتون، جلوی جمع شدگی آن را می گیرد و از ایجاد ترکهای حرارتی به میزان بسیار زیادی جلوگیری می کند(جایگزین مناسبی برای آرماتور حرارتی).

همچنین از نفوذپذیری بتن کاسته شده و نفوذ عوامل خورنده به داخل بتن کمتر شده و دوام بتن افزایش می یابد. در مقاله حاضر اثر استفاده از الیاف بازیافتی PET به عنوان یک نوع الیاف پلیمری در بهبود خواص بتن و جلوگیری از ترک خوردگی حرارتی بتن مورد مطالعه قرار می گیرد.

برنامه آزمایشگاهی

۳-۱. مصالح مورد استفاده

سیمان مصرفی در ساخت تما م نمونه ها از نوع سیمان پرتلند تیپ ۱-۴۲۵ کارخانه سیمان تهران می باشد. سنگدانه مصرفی نیز از نوع سنگدانه معمولی انتخاب شد . الیاف مورد استفاده از نوع الیاف PET بازیافتی از بطریهای نوشابه انتخاب شدند. الیاف مصرفی به طول ۷ سانتیمتر در داخل بتن و ملات مورد استفاده قرار گرفت.

۳-۲. طرح اختلاط نمونه ها

به منظور بررسی اثر اندازه الیاف بر مقاومت بتنها، ابتدا دو نمونه بتن با نسبتهای اختلاط ارائه شده در جدول ۱ ساخته شد. تفاوت دو نمونه تنها در میزان درصد الیاف بکار رفته در آنها بود . به طوری که در یکی از نمونه ها درصد الیاف صفر درصد (نمونه شاهد) و در دیگری درصد الیاف ۱٪ وزن سیمان بود.

جدول ۱: طرح اختلاط نمونه های بتنی

شماره طرح	کد طرح	W/C	سیمان (kg/m ³)	میکروسیلیس (kg/m ³)	آب (kg/m ³)	میزان الیاف (kg/m ³)	چگالی مرطوب (kg/m ³)	مقدار روان کننده (درصد وزن سیمان)
۱	M-۰.۴-۰	۰/۴	۳۶۰	۴۰	۱۶۰	۰	۲۴۰۰	۰/۴
۲	M-۰.۴-۱	۰/۴	۳۶۰	۴۰	۱۶۰	۴	۲۳۳۵	۰/۴

درصد فوق روان کننده به نحوی انتخاب شد که هر دو طرح دارای اسلامپ ۶ باشند.

همچنین به منظور کنترل ترک در ملات سیمانی ۵ نمونه ملات سیمانی به درصد الیاف مختلف به میزان ۰، ۰/۵٪، ۱٪ و ۱/۵٪ وزن سیمان ساخته شدند نمونه ملاتها فقط شامل ۵۰۰۰ گرم سیمان با نسبت آب به سیمان ۰/۳۰ بود..

۲. نتایج آزمایشها

مهمترین ویژگی که به عنوان مشخصات بتن بیان می‌گردد مقاومت فشاری می‌باشد. آزمایش مقاومت فشاری بتن مطابق با استاندارد BS-۱۸۸۱ بر روی نمونه آزمون‌های مکعبی به ابعاد ۱۵*۱۵*۱۵ سانتیمتر انجام شد. همچنین به منظور کنترل اثر الیاف در ظرفیت خمشی نمونه‌های تی‌ر به ابعاد ۵۰ * ۱۰ * ۱۰ ساخته شد و تحت آزمایش خمش ۴ نقطه ای قرا گرفت. حدود ۲ متوسط مقاومت فشاری و خمشی نمونه‌ها را در سن ۲۸ روز نشان می‌دهد.

جدول ۱: نتایج آزمایش مقاومت فشاری نمونه‌های بتنی

	مقاومت فشاری (MPa)	مقاومت کششی خمشی (MPa)
نمونه شاهد	۲۴/۵۵	۲
بتن با ۱٪ الیاف	۲۵/۳۳	۲/۱۸

همانگونه که مشاهده می‌شود مقاومت فشاری و همچنین مقاومت کششی خمشی نمونه‌ها در هر دو طرح تقریباً یکسان است و این امر حاکی از آن است که استفاده از الیاف PET در محدوده ابعاد ۷ سانتیمتر تاثیر منفی در ظرفیت باربری بتن ندارد. ذکر این نکته لازم است که طول ۷ سانتیمتری الیاف به دلیل اجرای ساده تر این الیاف در بتن انتخاب شده است. با این حال می‌توان انتظار داشت که با کاهش طول الیاف تا حدود ۲/۵ سانتیمتر اثر مثبت الیاف در باربری خمشی و فشاری قابل ملاحظه باشد.

به منظور بررسی اثر الیاف در افزایش ظرفیت کششی ملات سیمان در کنترل ترکهای پلاستیک نمونه‌های ملات سیمان با نسبت آب به سیمان ۰/۳ و درصد الیاف ۰، ۰/۵، ۱٪ و ۱/۵٪ مورد آزمایش قرار گرفتند. نمونه‌های ملات ذکر شده در حالت

مرطوب (ملات تازه) در داخل آون ۵۰ درجه با جریان هوای گرم قرار داده شدند. شکل‌های ۱ تا ۴ میزان ترکهای ایجاد شده در ملات را پس از خشک شدن نمونه‌ها نشان می‌دهد. جدول ۲ ابعاد ترکها در داخل نمونه‌های ملات را نشان می‌دهد. همانگونه که از جدول مشاهده می‌شود ابعاد ترک در نمونه با ۱٪ الیاف از سایر نمونه‌ها کمتر است و میزان الیاف ۱٪ به عنوان درصد بهینه الیاف در کنترل ترکهای پلاستیک شناخته می‌شود.

جدول ۲: ابعاد ترکها در داخل ملاتهای سیمانی

	عرض ترک (mm)	طول ترک (mm)
ملات با ۰٪ الیاف	۲/۵	سراسری
ملات با ۰/۵٪ الیاف	۱	۳۰
ملات با ۱٪ الیاف	۰	۰
ملات با ۱/۵٪ الیاف	۰/۵	۲/۵



ملات با ۵٪ الیاف



ملات با ۱۰٪ الیاف



ملات با ۱۵٪ الیاف



ملات با ۱٪ الیاف

شکل ۱: ابعاد ترک در نمونه های ملات سیمان

۳. جمع بندی و نتیجه گیری

در مقاله حاضر اثر استفاده از الیاف پلیمری بازیافتی PET در نمونه های بتنی و ملات سیمان مورد بررسی قرار گرفت. به این منظور نمون های بتنی با درصد الیاف ۰٪ و ۱٪ و به طول ۷ سانتیمتر مورد آزمایش قرار گرفتند. نتایج حاکی از عدم تاثیر منفی الیاف در باربری خمشی و فشاری نمونه های بتنی بود. همچنین نتایج آزمایشها بر روی نمونه های ملات تازه در محیط گرم و در معرض جریان هوای ۵۰ درجه نشان میدهد که نمونه های با ۱ درصد الیاف بهترین عملکرد را در کنترل ترک داشته اند.

۴. مراجع:

- ۱ - علی دلنواز، حمید رضا مشایخ " استفاده از بتنهای الیافی به عنوان جایگزین آسفالت در جاده ها " اولین همایش اصلاح الگوی مصرف در شهرداری ها، تهران، ۱۳۸۸
- ۲ - [۱] آیین نامه بتن ایران، سازمان مدیریت و برنامه ریزی، دفتر تحقیقات و معیارهای فنی تجدید نظر اول، ۱۳۸۲
- ۳ - رهایی علیرضا، زمردیان آرش " ترمیم و تقویت سازه های بتن مسلح با الیاف پلیمری مرکب FRP " انتشارات دانش نگار، ۱۳۸۴
- ۴ - رمضانیانپور. علی اکبر، صارمی منصور " بررسی علل کاهش عمر مفید سازه های بتنی مسلح " مرکز تحقیقات و مطالعات راه و ترابری، ۱۳۷۵