8th International Conference on Applied Research in Basic Sciences, Engineering and Technology
September 19, 2023
Tbilisi - Georgia
CINVU
Avicenna International Community College LLC
Archive of SID

عملکرد مکانیکی ملات ساختمانی حاوی الیاف پلی پروپیلن و رابطه آن با تخلخل

سیده فاطمه رضوی مهدیان[1]

۱-دانشگاه بجنورد

چکیده

ملات های ساختمانی یکی از مهمترین اجزای سازه هستند که شاید کمتر مورد نظر طراحان و کارشناسان قرار گیرد کلیه اتصالات سفت کاری و همچنین اندودهای روی سطوح با ملات اجرا می گردد. در این پژوهش با بررسی اثر الیاف پلی پروپیلن با درصد های ۰.۲۵،۰.۱،۰.۰۵درملات استاندارد بااستفاده از الیافی با طول ۱۲ میلیمتر مورد بررسی قرار گرفته است تا عملکرد کششی ، فشاری و خمشی آن مطابق استاندارد ASTM C109 و استاندارد ملی ایران و ASTM C349 واستاندارد ASTM C190 در دوره های ۷، ۱۴، ۲۸ روزه مورد بررسی قرار گیرد تا بتوان درصد بهینه الیاف را در ملات های ساختمانی تشخیص داد همچنین در این مقاله تاثیر تخلخل بر مقاومت نیز بررسی گردیده است .نتایج بدست آمده بیانگر روند رو به رشد مقاومت با افزودن الیاف بوده و همچنین استفاده از ۰.۰۵ درصد الیاف بالاترین افزایش مقاومت همزمان را درنمونه های کششی و فشاری و خمشی ایفا نموده است و افزودن الیاف تا ۰.۱ درصد می تواند به کاهش تخلخل و افزایش مقاومت کمک شایانی نماید .

واژگان کلیدی:الیاف پلی پروپیلن، ملات ، مقاومت کششی ،مقاومت فشاری، مقاومت فشاری اصلاح شده.

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

ملات به دلیل خاصیت چسبندگی خود کاربرد فراوانی را در صنعت ساختمان بازی می کند. مصالح تشکیل دهنده ملات با توجه به در دسترس بودن و خصوصیاتی که دارا می باشند توانسته اند پس از گذشت سالیان طولانی به بقای خود ادامه دهند ولی یکی از چالش های مهم در ملات رفع مشکلات آن و تلاش برای افزایش عملکرد رفتاری آن می باشد . محققان تلاش می کنند با افزودن مواد و یا جایگزینی آن بتوان از مصرف سیمان که آلاینده محیط زیست است کمتر استفاده و عملکرد ملات را در عین این تلاش افزایش دهند . استفاده از الیاف یکی از این موارد می باشد که می تواند خیلی از مشکلات ملات در کشش ، خمش و ایجاد ترک را جبران نماید . الیاف ها از لحاظ ساختاری به انواع مختلف تقسیم می شوند که می توان به الیاف های گیاهی ، پلیمری ، جانوری اشاره نمود که حتی تاریخچه استفاده از آن به تاریخچه ساخت ساروج مرتبط می گردد که از الیاف جانوری استفاده می شد. از انواع الیاف های پلیمری با توجه به نیاز هر رفتار از ملات می توان نوع پلیمر را تغییر داد . استفاده از الیاف ها می تواند به طور کل از توسعه ریز ترک ها و همچنین از خاصیت تردشکنی جلوگیری به عمل آورد اما درصد مناسب استفاده از این الیاف و ارتباط آن با تخلخل موجود در ملات می تواند مطالب مهمی را در این باره برای ما روشن سازد در این مقاله سعی شده از الیاف پلی پروپیلن به دلیل انعطاف و مقاومت کششی خوب آن استفاده گردد .با توجه به این که ملات های مورداستفاده معمولاً عملکرد فشاری نداشته و بیشتر عملکرد خمشی و کششی آن موردنظر می باشد ، استفاده از این الیاف توانسته است نیاز های ما را در این زمینه تامین نماید .الیاف پلی پروپیلن از رزین هموپلیمر پلی پروپیلن در شکل ها و اندازه های مختلف ساخته شده است که در تحقیق پیش رو استفاده از الیاف کوتاه با طول ۱۲ میلیمیتر مورد بررسی قرار گرفته است. بررسی تحقیقاتی که در گذشته بر روی الیاف صورت گرفته نشان می دهد که بیشتر مقالات ارائه شده روی اثر الیاف در بتن بوده و تخلخل آن مورد بررسی قرار نگرفته است .به عنوان مثال در مقاله حسینی و همکاران اثر الیاف شیشه و پلی پروپیلن در بتن مورد بررسی قرار گرفته است(۱۴۰۱) مددی و دوستان مقایسه مقاومت فشاری و خمشی ملات ها ی قلیایی فعال سرباره ای حاوی الیاف پلی پروپیلن شیشه و بازالت را مورد بررسی قرار داده اند که تحقیقات این مقاله نیز بر روی بتن صورت گرفته است . اقتداری و همکاران ۱۳۹۸ مطالعه آزمایشگاهی اثرات الیاف شیشه بر مقاومت مکانیکی بتن و مقایسه با الیاف پلی پروپیلن را انجام داده ولیکن بازه ی استفاده از الیاف با موارد استفاده شده در این مقاله متفاوت می باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

روش تحقیق

هدف از نگارش این مقاله بررسی عملکرد کششی ،فشاری ،خمشی ملات استاندارد و تعیین مقادیر بهینه مصرف الیاف و همچنین رابطه بین مقاومت های بدست آمده و تخلخل ملات های تهیه شده می باشد .در این مقاله نمونه شاهد(بدون استفاده از الیاف)تهیه و کلیه مقایسه های صورت گرفته نسبی بوده است .ماسه مورد استفاده در این ملات، ماسه استاندارد رد شده از الک ۲۰ و مانده بر روی الک ۳۰ مطابق استاندارد (ASTM C788) بوده و نسبت آب به سیمان و ماسه به سیمان مطابق استاندارد (ASTM C109) و استاندارد ملی ایران و (ASTM C349)و استاندارد (ASTM C190) می باشد.

مشخصات مصالح مصرفی

مصالح مصرفی موردنظر در این تحقیق سیمان ، ماسه ، الیاف پلی پروپیلن بوده که با توجه به اینکه سیمان موردنظر سیمان تیپ ۲ بجنورد بوده که مشخصات ارائه شده توسط کارخانه سازنده مطابق جدول شماره ۱ و الیاف موردنظر مطابق مشخصه های جدول شماره ی ۲ مورد استفاده قرار گرفته است ضمنا نسبت طرح اختلاط به عمل آمده در جدول شماره ۳ نشان داده شده است.

جدول شماره ۱:مشخصات سیمان تیپ ۲ بجنورد

سیمان تیپ ۲ بجنورد					
دی اکسید سیلیسیوم	اکسید آلومینیوم	اکسید آهن	اکسید کلسیم	اکسید منیزیم	وزن مخصوص
٪۲۷,۳۱	٪٤,۲۰	٪۳,۹٤	٪٦٤,۱۲	٪۱,۹۸	٪۳,۱٦

جدول شماره ۲:مشخصات فیزیکی و شیمیایی پلی پروپیلن

حالت فیزیکی	طول الیاف	وزن مخصوص	مقدارقلیایی	مقدار سولفات	ضخامت الیاف	میزان کلراید	نقطه ذوب	مقاومت کششی
جامد	۱۲میلیمتر	۹۱گرم بر سانتیمتر مکعب	۰	۰	۱۸-۳۰	۰	۱٦۰	۳۵۰نیوتن بر میلیمتر مربع

اجزا	سیمان تیپ۲	ماسه استاندارد	آب	درصد الیاف

www.SID.ir

Archive of SID

نسبت	۸۰۰گرم	۲٤۰۰گرم	۳۸٤	۰,۰۵ و۰,۱و۰,۲۵

جدول شماره

۳: طرح اختلاط مورد استفاده

تخلخل

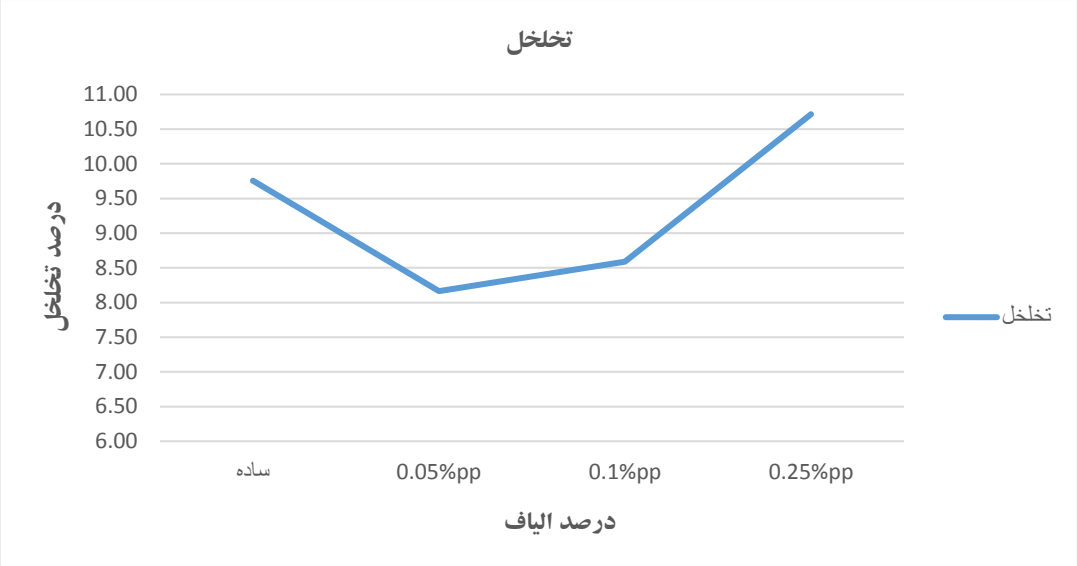
جهت تعیین تخلخل نمونه ها پس از خروج هر کدام از نمونه های تهیه شده پس از ۷ روز از مخزن آب سطوح آن را خشک نموده و وزن حالت اشباع با سطح خشک آن را ثبت نمودیم سپس نمونه ها را به مدت ۷ ساعت در دمای ۱۱۰ درجه سانتیگراد قرار داده و نمونه خشک شده را نیز وزن می نماییم و از رابطه $e = \frac{Wsat-Wd}{Wd}$ تخلخل آن را بدست می آوریم که نتایج آن مطابق جدول شماره ی ۴ و نمودار شماره ۱ ارائه می گردد.

جدول شماره ٤:درصد تخلخل نمونه های حاوی الیاف

درصد الیاف	Wsat	Wd	تخلخل(٪)
ساده	۲۷۰.۷۹	۲٤٦.۷۲	۹.۷٦
۰.۰۵%pp	۲۵۹.٤	۲۳۹.۸۲	۸.۱٦
۰.۱%pp	۲۵۹.۵۵	۲۳۹.۰۲	۸.۵۹
۰.۲۵%pp	۲٦۱.٤۱	۲۳٦.۱۱	۱۰.۷۲

www.SID.ir

Archive of SID



نمودار شماره ۱ : رابطه ی تخلخل با درصد الیاف

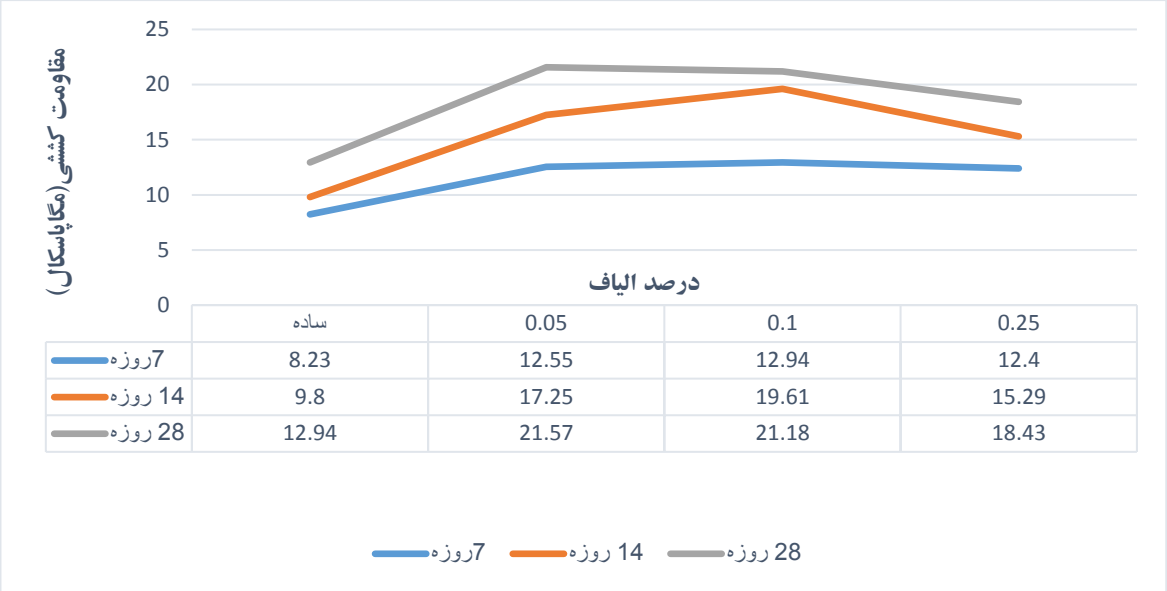
مقاومت فشاری

در این مقاله مطابق استاندارد ASTM c109 نمونه های مکعبی با ابعاد ۵ سانتی متر با نسبت اختلاط سیمان به ماسه (یک به سه)و نسبت آب به سیمان ۰.۴۸ و با درصد های مختلف الیاف و نمونه ای به عنوان شاهد بدون استفاده از الیاف تهیه گردید و هر نمونه را با ۲۵ ضربه تحکیم نمودیم پس از ۲۴ ساعت نمونه ها را از قالب خارج و در مخزن آب قرار دادیم سپس نمونه ها را در فواصل زمانی ۷روزه ، ۱۴ روزه و ۲۸ روزه از نظر مقاومت فشاری در دستگاه مربوطه مطابق شکل شماره ۱ قرار داده و نمودار آن مطابق نمودار شماره ی ۲ ترسیم گردید.

شکل شماره ۱ : نمونه های فشاری تهیه شده با درصد های مختلف الیاف

www.SID.ir

Archive of SID



نمودار شماره ۲: مقایسه مقاومت فشاری نمونه های حاوی الیاف در بازه های زمانی ۷، ۱۴ و ۲۸ روزه

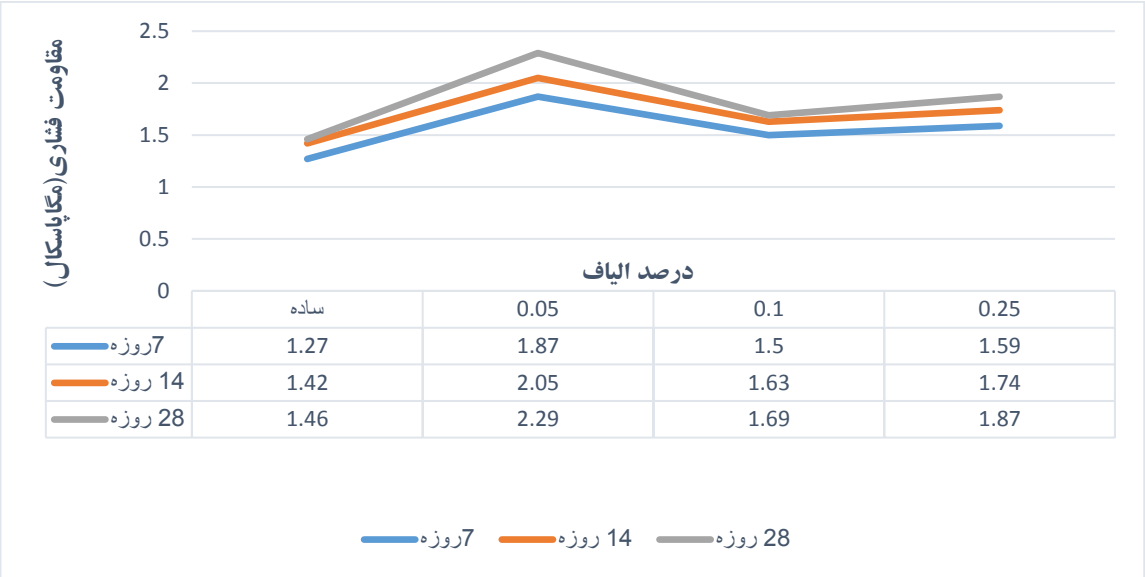
مقاومت کششی

مطابق استاندارد ASTM c348-86 نمونه های مشابه با درصد اختلاط مشابه تهیه و در قالب های مخصوص نمونه آزمون کششی قرار داده شد سپس با اعمال ۲۵ ضربه نمونه ها را به تراکم موردنظر رسانده و نمونه ها را با درصد های مختلف الیاف مطابق شکل شماره ۲ در دوره های زمانی۷،۱۴و ۲۸ روزه مورد آزمایش مقاومت کششی قرار داده سپس نیروی مقاوم در آزمون کشش را در سطوح شکست تقسیم نموده و تنش آن را برحسب مگاپاسکال محاسبه نمودیم که مقادیر به دست آمده مطابق نمودار شماره ی ۲ ارائه گردیده است.

شکل شماره ۲:نمونه های کششی تهیه شده با درصد های مختلف الیاف

www.SID.ir

Archive of SID



نمودار شماره ۳: مقایسه مقاومت کششی نمونه های حاوی الیاف در بازه های زمانی ۷، ۱۴ و ۲۸ روزه

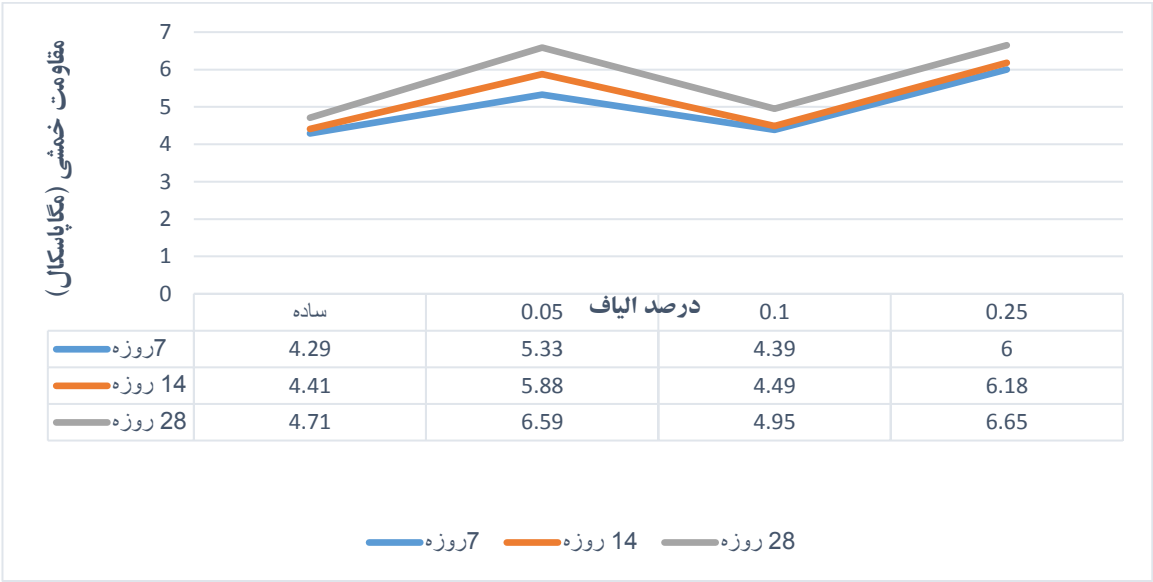
مقاومت خمشی

در این آزمایش مطابق استاندارد ASTM-C349 با استفاده از نمونه های منشوری به ابعاد ۴۰*۴۰*۱۶۰ ومطابق با طرح اختلاط تهیه و تحکیم آن با ۲۵ ضربه و قرار دادن نمونه ها پس از خروج از قالب در حوضچه آب و آزمایش آن ها پس از ۷ ، ۱۴ و ۲۸ روز با دستگاه مقاومت خمشی یک نقطه ای مطابق شکل شماره ۳ و بدست آوردن تنش خمشی ، نمودار آن را مطابق نمودار شماره ۳ ترسیم نمودیم.

www.SID.ir

Archive of SID

شکل شماره ۳: نمونه های خمشی تهیه شده با درصد های مختلف الیاف



	ساده	0.05	0.1	0.25
7روزه	4.29	5.33	4.39	6
14 روزه	4.41	5.88	4.49	6.18
28 روزه	4.71	6.59	4.95	6.65

نمودار شماره ٤: مقایسه مقاومت خمشی نمونه های حاوی الیاف در بازه های زمانی ۷، ١٤ و ۲۸ روزه

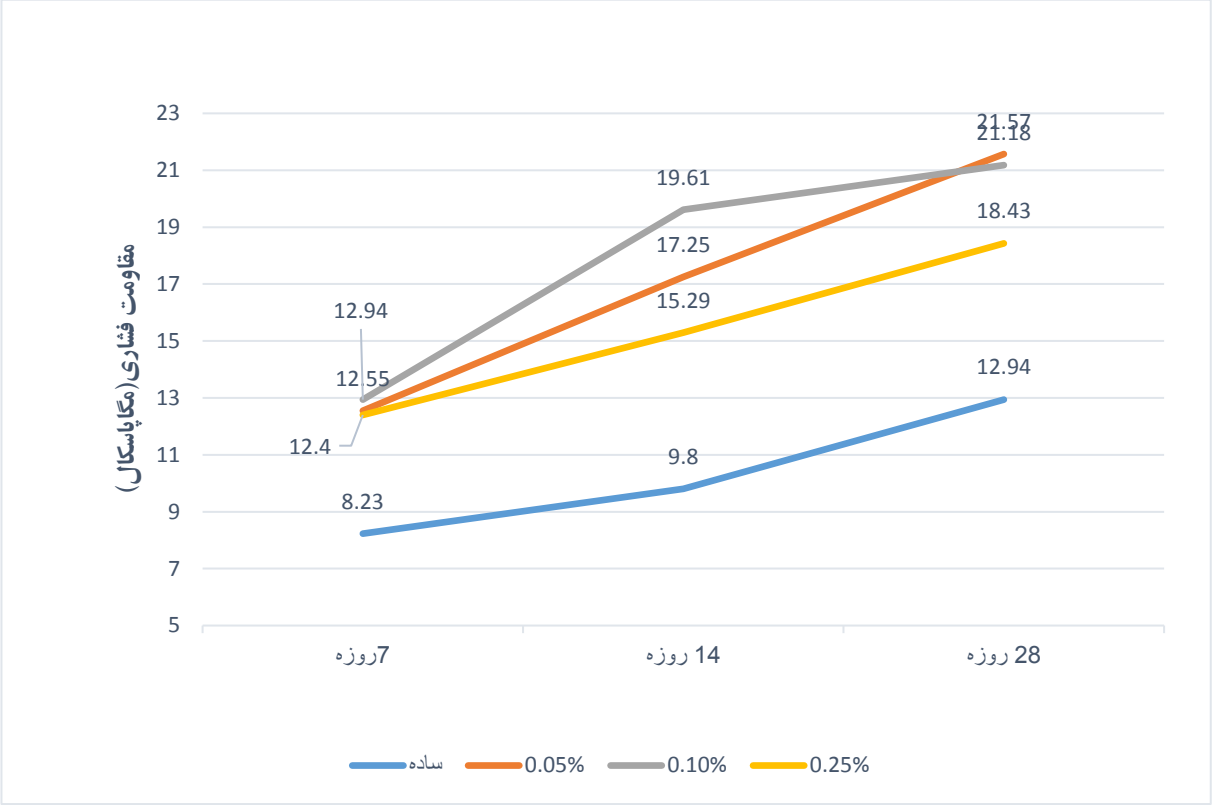
یافته ها

پس از بررسی نتایج بدست آمده از آزمونه های فشاری نمودار نتایج آزمونه های ۷،۱۴،۲۸ در نمودار شماره ۵ نشان داده شده و نتایج نشان دهنده این می باشد که با ترکیب حدفاصل ۰.۰۵ درصد و ۰.۱ درصد می توانیم حداکثر مقاومت فشاری را بدست آوریم و اضافه نمودن بیش از این مقدار نمیتواند کمک بیشتری به ما نماید افزایش ۰.۱ درصد الیاف می تواند

www.SID.ir

Archive of SID

۵۰الی ۶۰ درصد مقاومت فشاری ملات استاندارد را افزایش دهد .

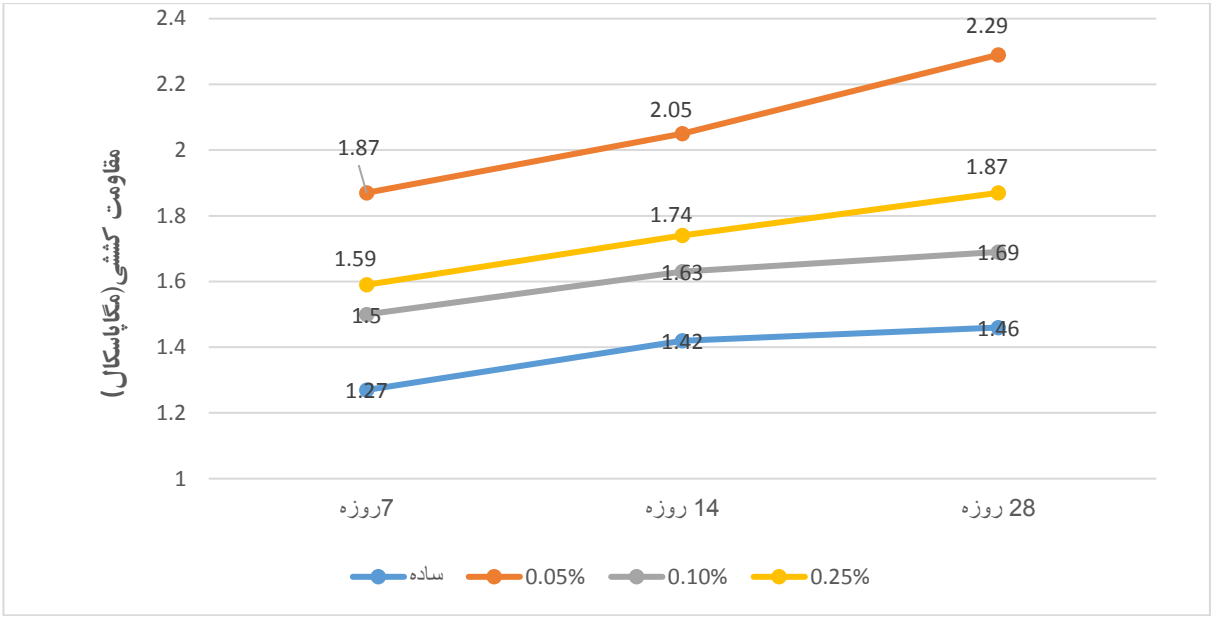


نمودار شماره ۵: مقایسه مقاومت فشاری در نمونه های حاوی درصد های مختلف الیاف

نتایج بدست آمده از آزمایش مقاومت کششی نیز بیان کننده این مطلب است که درصد بهینه جهت افزایش مقاومت کششی ۰.۰۵ درصد الیاف بوده و که با این مقدار مقاومت کششی حداکثر در نمونه بدست آمده وحتی در ۷ روزه اول ۴۷ درصد افزایش مقاومت نشان داده است شایان ذکر است جهش نشان داده شده در استفاده از این درصد الیاف نشان دهنده بهینه بودن این مقادیر می باشد

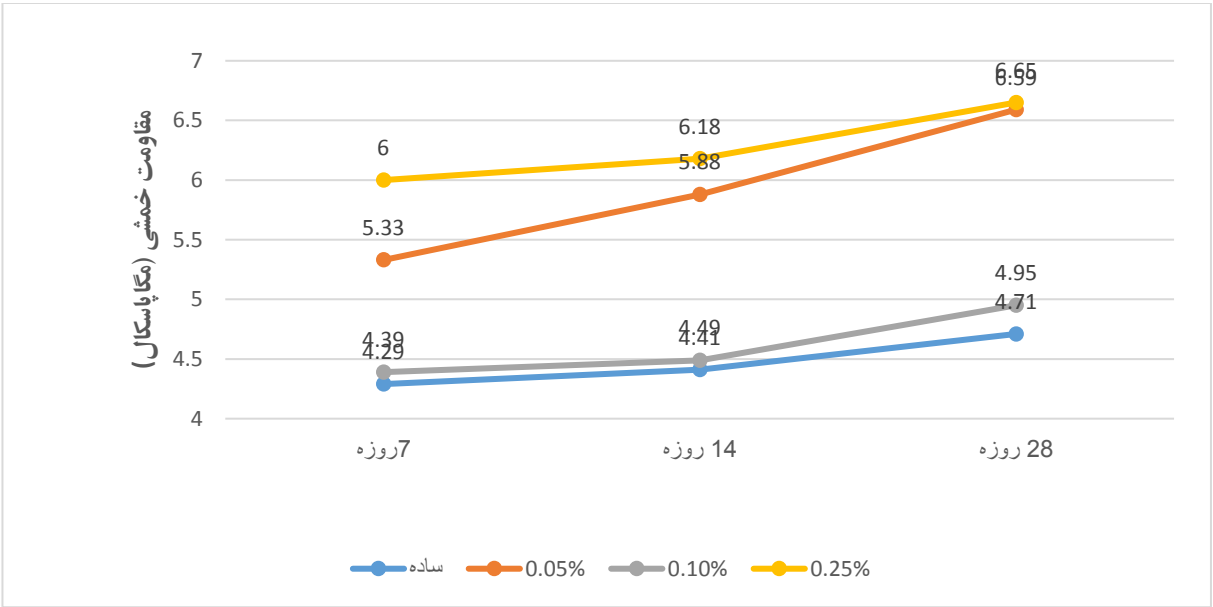
www.SID.ir

Archive of SID



نمودار شماره٦: مقایسه مقاومت کششی در نمونه های حاوی درصد های مختلف الیاف

نتایج بدست آمده از نمونه های خمشی نیز نشان دهنده این مطلب می باشد که افزودن الیاف تا حداکثر ۰.۰۵ درصد باعث افزایش قابل توجهی در مقاومت می گردد ولی با بیشتر نمودن درصد الیاف عملکرد بهتری نسبت به نمونه های حاوی ۰.۰۵ الیاف مشاهده نگردیدو نتایج ۲۸ روزه نمونه های با درصد الیاف بیشتر نیز مشابه نمونه های ۰.۰۵ درصد می باشد.



www.SID.ir

Archive of SID

نمودار شماره۷: مقایسه مقاومت خمشی در نمونه های حاوی درصد های مختلف الیاف

بحث و نتیجه‌گیری

مطابق مطالعات و مقالات ارائه شده تا کنون رابطه تخلخل و درصد الیاف مورد بررسی قرار نگرفته و بیشتر مقالات ارائه شده بر روی بتن بوده و مطابق این مطالعات ما توانستیم یافته های جدیدی از درصد های مختلف استفاده شده از الیاف پلی پروپیلن و رابطه بین تخلخل و مقاومت فشاری را بدست آوریم.

نتایج یافته ها ی بدست آمده به قرار زیر می باشد:

۱)نمونه هایی با درصد الیاف ۰.۱ و ۰.۲۵ درصد قبل از شکست با نشان دادن اصوات، تخریب نمونه را هشدار داده که این امر موجب آگاهی و باعث بدست آوردن زمان برای افراد در هنگام تخریب می باشد.

۲)پس از تخریب نمونه ها ، نمونه هایی با درصد الیاف بیشتر به صورت یکباره خرد نشده و حتی پس از شکست به عملکرد خود ادامه می دهند.

۳)نتایج بدست آمده از آزمایش مقاومت کششی بیانگر درصد بهینه ۰.۰۵ درصد جهت افزایش حداکثری مقاومت کششی ملات می باشد . شایان ذکر است با افزودن الیاف بیش از مقادیر فوق افزایش مقاومت کششی مشهود بوده ولیکن حداکثر توان عملکردی با ۰.۰۵ درصد الیاف می باشد.

۴) افزایش ۰.۰۵ درصد الیاف می تواند باعث بهبود عملکرد کششی تا ۴۷٪ و همچنین افزودن ۰.۱ ٪ الیاف بین ۱۰ تا ۱۲ درصد و افزودن ۰.۲۵ ٪ الیاف می تواند از ۱۰ تا ۱۷ درصد افزایش مقاومت کششی در ملات ماسه سیمان ایجاد نماید.

۵) آزمون های فشاری مورد آزمایش نشان دادند که با توجه به کاهش تخلخل در نمونه های حاوی ۰.۱ ٪ و ۰.۰۵ ٪ ، مقاومت فشاری این نمونه ها افزایش قابل توجه ای نسبت به نمونه های اولیه پیدا نموده است.

۶) با افزودن الیاف به نمونه ها حتی در مقاومت فشاری نیز افزایش مقاومت نشان داده و این مقدار ۵۰-۶۰٪ می تواند افزایش یابد.

۷) با افزایش درصد الیاف در ملات های استاندارد ساخته شده ۳۹ ٪ افزایش مقاومت خمشی دیده شد ولیکن افزایش درصد استفاده از الیاف نمی تواند عملکرد بهتری را رقم زند.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع:

اقتداری، م، قنبری، ا، ۱۳۹۸،مطالعه آزمایشگاهی اثرات الیاف شیشه بر مقاومت مکانیکی بتن و مقایسه با بتن حاوی الیاف پلی پروپیلن، سومین کنفرانس ملی رویه های بتنی، تهران، انجمن بتن ایران، دانشگاه علم و صنعت ایران

حسینی،مهدی،فخری،دانیال،۱۴۰۱،مطالعه آزمایشگاهی اثر الیاف ترکیبی شیشه و پلی پروپیلن بر خواص فیزیکی و مکانیکی بتن و ملات سیمان، نشریه مهندسی منابع معدنی، سال ۱۴۰۱، دوره هفتم، شماره ۲، ص ۸

حجازی،م، فتحی، ف،صدرارحامی، ح،۱۳۹۶، بررسی خواص مکانیکی بتن سبک سازه ای بااستفاده ازالیاف ترکیبی مهندسی عمران امیرکبیر، دوره ۴۹، شماره ۲، ص

قدیریان ، رضا، گلچین ، علی ، برافرازی ، حسن ، خسروی، حسین ،۱۴۰۱ ، بررسی تاثیر استفاده از الیاف پلی پروپیلن و آرامید در مقاومت بتن پودری واکنش پذیر، دومین کنفرانس معماری و شهرسازی دانشگاه تبریز

پروار ، مجتبی ، قنبری ،فرشاد ، بیاتی ، رضا ، ۱۴۰۱ ، تاثیر الیاف پلی پروپیلن و پلی وینیل بر دوام بتن در سیکل های ذوب و انجماد ، دومین کنگره ی بین المللی مهندسی عمران ، معماری ، مصالح ساختمانی و محیط زیست السینکی فنلاند

www.SID.ir