

مطالعه آزمایشگاهی تاثیر مواد آببند کننده رایج بر مقاومت بتن و بتن الیافی فولادی، پلی پروپیلن و شیشه ای

علی شیخ ابوالحسنی^۱، محمد واقفی^{۲*}، علیرضا فیوض^۳

- ۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی عمران، پردیس دانشگاه خلیج فارس
۲* - دانشیار گروه مهندسی عمران، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه خلیج فارس
۳- استادیار گروه مهندسی عمران، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه خلیج فارس

Vaghefi@pgu.ac.ir

تاریخ پذیرش: [۹۵/۱۰/۱۸]

تاریخ دریافت: [۹۴/۱۰/۲۷]

چکیده- در این پژوهش به بررسی آزمایشگاهی تأثیر مواد آببند کننده بر مقاومت بتن و بتن الیافی پرداخته شده است. بدین منظور برای بتن بدون الیاف و نیز بتن الیافی با الیاف فولادی، پلی پروپیلن و شیشه، پارامترهای مقاومتی فشاری و خمشی با اضافه نمودن مواد آب بند رایج با درصدهای مختلف بررسی شده است. آزمایش‌ها مقاومت فشاری و خمشی در سنین ۷، ۲۸ و ۹۰ روزه بر روی نمونه‌های منشوری انجام گرفته است. آزمایش‌ها در ۳۴ طرح اختلاط به تعداد ۴۰۸ نمونه و با تکرار صورت گرفت. در ساخت بتن الیافی از ترکیب مواد آب بند کننده شامل ماده آب بند کننده پودری با خاصیت اسیدی خنثی و مایع با ویژگی قلبایی و الیاف شامل فولادی، پلی پروپیلن و شیشه‌ای استفاده شده است. نتایج آزمایش‌ها بیانگر این است که حضور مواد آببند کننده با خاصیت اسیدی خنثی در بتن بدون الیاف باعث افزایش مقاومت فشاری و خمشی بتن می‌شود. همچنین از مهمترین نتایج این پژوهش این است که افزودن ۱ درصد ماده آببند کننده bc40 (با خاصیت اسیدی خنثی) به بتن الیافی شکل گرفته با ۲ درصد الیاف فولادی باعث افزایش ۲۷٪ مقاومت فشاری نسبت به نمونه شاهد با الیافی فولادی و بدون ماده آب بند در مقاومت ۹۰ روزه شده است در حالیکه در مقاومت خمشی این ترکیب تغییر محسوسی ملاحظه نشده است. بحث و تجزیه و تحلیل پیرامون نتایج در حالات مختلف از دیگر نکات مطرح شده در این مقاله است.

واژگان کلیدی: مواد آببند کننده، بتن الیافی، مقاومت فشاری، مقاومت خمشی، طرح اختلاط.

۱- مقدمه

انرژی، می‌توان از الیاف در بتن استفاده کرد. استفاده از بتن الیافی و بتن با الیاف شیشه آثار قابل توجهی بر رفتار مکانیکی بتن تحت کشش و مقابله با ریز ترکها می‌گذارد [1]. با افزودن الیاف شیشه‌ای به بتن، میزان نفوذ کاهش می‌یابد و نیز با یکپارچگی سطح بتن و بهبود یکپارچگی آن، کاهش احتمال ترک‌ها و نفوذ را در پی خواهد داشت. همچنین مقاومت خمشی و مقاومت کششی بین ۱۵ درصد تا ۲۰ درصد و مقاومت فشاری ۲۰ درصد تا ۲۵ درصد افزایش می‌یابد [2].

یکی از مواردی که در مورد سازه‌های بتنی، به ویژه سازه‌هایی که در مجاورت دائم یا غیر دائم آب و مواد شیمیایی قرار دارند، دارای اهمیت است، عملکرد مسدود کنندگی در برابر تراوش، نفوذ، فشار یا تهاجم آب حاوی مواد شیمیایی علاوه بر تحمل خوب باربری آن است. در این راستا باید بتنی ساخته شود که اصطلاحاً آببند (ناتراوا) گفته می‌شود. همچنین برای جلوگیری از ترک خوردگی، شکل‌پذیری بالا، مقاومت فوق‌العاده و قابلیت جذب

مقاومت فشاری متوسط در نمونه‌های بتنی با الیاف شیشه‌ای نسبت به نمونه‌های بتنی معمولی با افزایش روبرو می‌شود [3]. استفاده از الیاف پلی پروپیلن سبب جلوگیری از کاهش نفوذپذیری و همچنین افزایش مقاومت ضربه‌ای و سایشی بتن می‌شود. البته باید در نظر داشت که استفاده از مقدار نامناسب الیاف در مخلوط بتن نه تنها خواص بتن را بهبود نمی‌بخشد، بلکه به شدت خواص مکانیکی بتن را تحت الشعاع خود قرار داده و آن را تضعیف می‌نماید [4]. استفاده از الیاف پلی پروپیلن در بتن، باعث افزایش نسبی مقاومت مکانیکی، سرعت عبور امواج مافوق صوت و کاهش میزان جذب آب می‌شود [5].

با افزایش الیاف فولاد اضافه شده به بتن هر سه پارامتر مقاومت فشاری، مقاومت کششی و مقاومت خمشی افزایش پیدا می‌کند. اما مقاومت فشاری با افزایش طول الیاف از ۲۵ میلی‌متر تا ۵۰ میلی‌متر افزایش و پس از آن زمانی که طول الیاف به ۸۰ میلی‌متر می‌رسد کاهش پیدا می‌کند. اگر چه مقاومت کششی با افزایش طول الیاف همواره افزایش پیدا می‌کند [6]. اضافه کردن ۱ درصد حجمی الیاف فولادی به بتن در دال بهترین شکل‌پذیری در دال بوجود می‌آید [7].

عملکرد الیاف فولادی در جذب انرژی بتن، در تغییر مکان‌های کم، بهتر از الیاف پلیمری ماکرو است. اما در تغییر شکل‌های زیاد اختلاف طاق تیرهای مسلح به الیاف ماکرو و فولادی کاهش می‌یابد [8]. استفاده از بتن الیافی و الیاف فولاد و پلی پروپیلن برای جلوگیری از فرسایش سرریز سدها مناسب است [9]. بتن حاوی ترکیب ۷۵٪ الیاف فولادی و ۲۵٪ الیاف پروپیلن از ۱٪ حجم کل به عنوان مناسب‌ترین ترکیب برای ایجاد بالاترین مقاومت فشاری، مقاومت خمشی و سختی خمشی است [10]. تغییر شکل بتن مسلح الیافی با الیاف فولاد با افزایش مقاومت فشاری از ۴۰ مگاپاسکال به ۵۰ و ۶۰ مگاپاسکال به صورت مختلف بین ۱۵ درصد تا ۷۵ درصد افزایش می‌یابد. با افزایش مقاومت فشاری بتن مسلح الیافی از ۴۰ مگاپاسکال به ۵۰ و ۶۰ مگاپاسکال تغییرات بار نیز از ۵ به ۹۵ درصد افزایش می‌یابد [2]. بتن با الیاف کوتاه‌تر کارایی بهتر نسبت به سایر اندازه‌های الیاف موجود در بتن دارد [11]. با افزودن الیاف فولاد و پروپیلن عملکرد بهتری در آزمون نفوذپذیری کلرید و جذب آب

ایجاد می‌شود [12].

نتایج آزمایش مقاومت و پتانسیل الکتریکی و نفوذ یون کلر نشان می‌دهد که ذرات نانوسیلیس، نفوذ یون کلر را در بتن کاهش داده و مقاومت خوردگی را افزایش می‌دهد؛ ولی این تأثیر با افزایش عیار سیمان در طرح اختلاط به شدت کاهش می‌یابد. مشاهده SEM نشان می‌دهند که ذرات نانو سیلیس به دلیل سطح ویژه زیاد و فعالیت بالای پوزولانی، با افزایش عیار سیمان در طرح، ساختاری ناهمگون و با منافذ بزرگ در بتن به وجود می‌آورند که این امر موجب افزایش نفوذپذیری و ضریب نفوذ یون کلر، حتی بیشتر از بتن‌های معمولی می‌شود [13].

همچنین وجود مصالح سنگی با ابعاد کوچکتر در ساختار دانه‌بندی با مدول نرمی پایین‌تر سبب شده است تا شرایط مناسب‌تری برای جابه‌جایی ذرات بزرگتر فراهم آید که این امر افزایش نرخ اسلامپ را در مقابل کاهش میزان مدول نرمی به همراه داشته است. در نتیجه می‌توان گفت نوع دانه‌بندی مصالح سنگی به منظور ایجاد یک ساختار مناسب، تأثیر زیادی بر خواص فیزیکی و مکانیکی بتن ایفا می‌کند [14].

افزایش عیار سیمان از ۳۵۰ تا 450 kg/m^3 در مخلوط بتنی معمولی سبب کاهش مقاومت شده و تأثیر منفی بر پارامترهای دوامی و نفوذپذیری بتن دارد [15]. افزودن ماده آب‌بند یک حالت انقباضی در بتن ایجاد می‌کند که باعث کاهش گسترش ترک می‌شود و در قسمت ترک‌ها به سازی مقاومت ایجاد می‌شود و بنابراین با این افزودنی جدید عملکرد عالی در کاهش نفوذپذیری و جذب به صورت موینگی و مقاومت ایجاد می‌شود [16].

در این مقاله به بررسی هم‌زمان اثر ماده آب‌بند و بتن الیافی بر مقاومت فشاری و خمشی بتن منشوری پرداخته شده است.

۲- مواد و روش‌ها

در این پژوهش با بهره‌گیری از مصالح مناسب، سیمان تیپ ۲ دشتستان و استفاده از الیاف پروپیلن، شیشه و فولاد و افزودنی روان‌کننده و مواد آب‌بند بتن، نمونه‌های بتنی (شاهد و ترکیب الیاف و مواد آب‌بند) با طرح اختلاط‌های مختلف ساخته شده و مقاومت فشاری و خمشی آنها در

سطح خشک) بوده است.

سیمان: سیمان مصرفی، سیمان تپ ۲ دشتستان منطبق با استاندارد ASTM C150 است که پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آن در جدول (۲) ارائه شده است.

الیاف فولادی: الیاف فولادی استفاده شده در این پژوهش ساخت ایران و از شرکت صنایع مفتولی زنجان به طول ۵۰ میلی متر و قطر ۱/۲ میلی متر تهیه شده است.

الیاف شیشه ای: الیاف شیشه بکار رفته در طرح اختلاط بتن به قطر ۱۷-۱۹ میکرون و طول ۳-۵۰ میلی متر از شرکت بلورین تار در تهران تهیه شده است.

الیاف پلی پروپیلن: الیاف پلی پروپیلن استفاده شده در این پژوهش به قطر ۰/۲۱۰ میلی متر و طول ۶ میلی متر است.

ماده آب بند کننده: مواد آب بند کننده شامل پودر bc40 و -sbf و wr201 و مایع bc39 که مشخصات آنها در جدول (۳) ارائه شده است.

جدول (۳) مشخصات مواد آب بند کننده

Waterproof Material	bc39	bc40	sbf
Type	Liquid	Powder	Powder
Specific Gravity (gr/cm ³)	1.4	1.08	1.34
Color	Green	White	White
The Ability to Dissolve in Water	Yes	No	No
Cl	-	-	-
Ph	13	7	7.5

Table 3. Physical and chemical properties of cement

به منظور دستیابی به دانه بندی، مصالح درشت دانه و ریز دانه را با استفاده از یک دستگاه لرزاننده و الک های استاندارد جدا شده است

۲-۲- طرح اختلاط

در این پژوهش ابتدا یک طرح اختلاط بر اساس توصیه های ارائه شده در ACI 211 به روش وزنی برای بتن شاهد (بدون الیاف) تهیه شد. سپس الیاف (فولادی و شیشه و پلی پروپیلن به ترتیب با درصد های ۲، ۲ و ۱ درصد وزن سیمان) و ماده

سنین ۷، ۲۸ و ۹۰ روزه مورد آزمایش مقاومت فشاری و خمشی قرار گرفته است. در انجام آزمایش ها از سه نوع الیاف و سه نوع ماده آب بند کننده استفاده شد. تعداد ۳۴ طرح اختلاط برای حالات مختلف الیاف و مواد آب بند کننده با نسبت های ۱، ۱/۵ و ۲ در صد وزنی سیمان محاسبه شد. ساخت ۲۰۴ نمونه مکعبی با تکرار هر آزمایش به منظور جلوگیری از خطا بر اساس طرح اختلاط های طراحی شده برای انجام آزمایش مقاومت فشاری در سنین ۷، ۲۸ و ۹۰ روزه بتن انجام گرفت. مصالح استفاده شده در این پژوهش به شرح زیر است:

جدول (۱): مشخصات فیزیکی مصالح سنگی

Unit	Gravel	Sand	Characteristic
g/cm ³	2.675	2.669	Bulk Density
g/cm ³	2.56	2.544	Real Density
-	1.6	2.3	Water Absorption

Table 1. Physical characteristics of stone materials

جدول (۲) مشخصات فیزیکی و شیمیایی سیمان

Percentage	Chemical Compounds	Percentage	Chemical Compounds
20.3	SiO ₂	0.7	K ₂ O
5.1	Al ₂ O ₃	2.2	SO ₃
4.1	Fe ₂ O ₃	0.11	Na ₂ O
62.5	CaO	55	C ₃ S
3.5	MgO	21	C ₂ S
11	C ₄ AF	7.4	C ₃ A
2.5	The Percentage of Weight Loss on Heating	0.3	The Percent of Insoluble
1.2	Percentage of Lame	3.5	Sodium Oxide

Physical Characteristics of Cement

145 min	Setting Time	2950 cm ² /gr	سطح وئ
23	Water Needed for Hydration	0.13	The Amount of Volume Expansion in Setting

Table 2. Physical and chemical properties of cement

مصالح سنگی: در این پژوهش از شن و ماسه شکسته موجود در استان بو شهر با مشخصات فیزیکی مندرج در جدول (۱) استفاده شده است. همچنین کلیه مصالح سنگی قبل از استفاده در مخلوط بتن کاملاً شسته و در حالت S.S.D (حالت اشباع با

آزمایش‌های مقاومت فشاری و خمشی

آزمایش‌های مقاومت فشاری و خمشی انجام شده با تکرار هر آزمایش به منظور جلوگیری از خطا برای هر طرح اختلاط است. در این روش مخلوط بتن آماده شده درون قالب‌های مکعبی $150 \times 150 \times 150$ میلی‌متر و قالب‌های مکعب مستطیل $100 \times 100 \times 500$ میلی‌متر در سه لایه ریخته و هر لایه با ۲۵ ضربه میله‌ای کوبه متراکم می‌شود. پس از طی مدت ۱۶ تا ۲۸ ساعت، نمونه‌ها از قالب خارج و در یک حوضچه آب در دمای ۵ تا ۲۰ درجه سانتی‌گراد تا زمان انجام آزمایش نگهداری می‌شوند.

آب‌بند با درصد‌های ۱، ۱/۵ و ۲ درصد وزن سیمان بطور جداگانه به طرح اختلاط بتن شاهد اضافه و برای هر ترکیب یک طرح اختلاط محاسبه شد. لازم به گفتن است که عیار مواد سیمانی در تمامی طرح‌های اختلاط ثابت و برابر ۴۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب و نسبت آب به مواد سیمانی ۰/۴ در نظر گرفته شده است. میزان مصرف فوق روان‌کننده ۲ درصد وزن مواد سیمانی است [3, 6, 10].

نامگذاری نمونه‌ها برای اختصار طبق جدول (۴) انجام شده است. در نامگذاری عدد بعد از حروف مربوط به ماده آب‌بند کننده بیانگر درصد آن ماده در بتن است.

شکل (۱) دستگاه جک بتن شکن



Fig. 1. Jack concrete crushing

جدول (۴) نامگذاری نمونه‌ها

Description	Title
Sample test	C
Sealing material bc40	B
Sealing material bc39	W
Sealing material SBF	F
Steel fiber	S
Polypropilen fiber	P
Glass fiber	G

Table 4. Naming Samples

۳-۲- چگونگی ساخت و انجام آزمایش

آزمایش‌ها در ۳۴ طرح اختلاط (همراه با نمونه شاهد) انجام شده، به گونه‌ای که در هر طرح ۱۲ نمونه شامل ۶ نمونه خمشی و ۶ نمونه فشاری ساخته شده است. از این ۶ عدد، ۲ نمونه برای آزمون ۷ روزه، ۲ نمونه برای آزمون ۲۸ روزه و ۲ نمونه برای آزمون ۹۰ روزه در نظر گرفته شده است. به منظور ساخت مخلوط‌هایی با شرایط یکسان، تمامی اجزاء بتن با دقت ۰/۱ گرم توزین و با یک میکسر کاملاً مخلوط شده‌اند. ترتیب اختلاط به این صورت بوده است که ابتدا شن و ماسه به درون میکسر ریخته شده سپس سیمان به مخلوط اضافه می‌شود. الیاف را پس از میکس به تدریج به مخلوط اضافه کرده تا از پدیده گلوله شدن (Balling) جلوگیری شود. پس از مخلوط شدن الیاف با بتن، ماده آب‌بند اضافه شده است. لازم به گفتن است که ماده روان کننده را پس از اضافه کردن ۷۵ درصد آب با آب باقیمانده مخلوط و به بتن اضافه شده است.

شکل (۲) شکست نمونه‌ها



Fig. 2. Fracture of Samples

نمونه‌ها در سنین ۷، ۲۸ و ۹۰ روز از آب خارج و به وسیله دستگاه جک بتن شکن که در شکل (۱) آن را ملاحظه می‌کنید آزمایش می‌شود و نتایج، پس از شکست نمونه‌ها شکل (۲) بر صفحه دستگاه نشان داده و ثبت می‌شود

۳- نتایج و بحث

نتایج حاصل از آزمایش‌های انجام شده در سه قسمت به

شرح زیر ارائه شده است:

الف- تأثیر ماده آب‌بند کننده بر مقاومت بتن

ب- تأثیر الیاف بر بتن

ج- تأثیر ماده آب‌بند کننده بر مقاومت بتن الیافی

شکل (۴) نمودار میانگین نتایج آزمایش مقاومت خمشی نمونه‌های شاهد با ماده آب‌بند و بدون الیاف نشان می‌دهد که افزودن ماده آب‌بند با خاصیت اسیدی حتی (sbf) و (bc40) باعث افزایش مقاومت خمشی و افزودن ماده آب‌بند با خاصیت قلیایی (bc39) باعث کاهش مقاومت خمشی شده است.

شکل (۴) مقاومت خمشی بتن با ماده آب‌بند و بدون الیاف

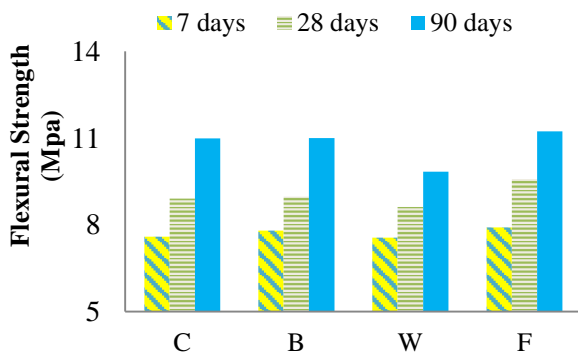


Fig. 4. Flexural strength of concrete with sealing material without fibers

۳-۲- تأثیر الیاف بر مقاومت بتن بدون ماده آب‌بند

افزودن الیاف به بتن باعث کاهش کارایی بتن می‌شود. با توجه به شکل‌های (۵ و ۶) مشاهده می‌شود افزودن الیاف باعث افزایش مقاومت فشاری و خمشی بتن می‌شود که نمونه بتنی با الیاف شیشه بیشترین مقاومت فشاری را در تمامی سنین را دارد. پس از آن نمونه بتنی با الیاف فولادی و در آخر نمونه بتنی شاهد با الیاف پلی پروپیلن قرار می‌گیرند.

شکل (۵) مقاومت فشاری نمونه‌های بتنی با الیاف

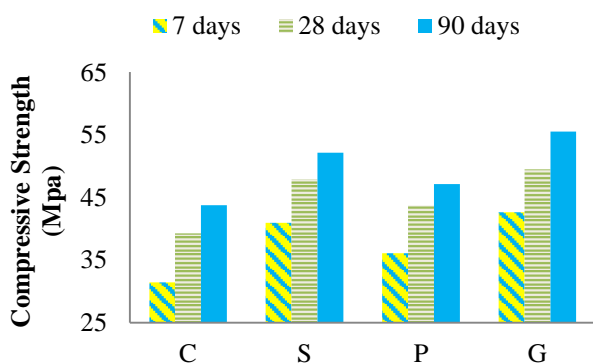


Fig. 5. Compressive strength of concrete with fibers

۳-۱- تأثیر ماده آب‌بند کننده بر مقاومت بتن بدون الیاف

افزودن ماده آب‌بند کننده پودری با خاصیت اسیدی حتی به بتن باعث کاهش کارایی بتن می‌شود. شکل (۳) نمودار تغییرات مقاومت فشاری بتن با ماده آب‌بند و بدون الیاف بر اساس ماده آب‌بند در سنین مختلف را نشان می‌دهد. همان‌گونه که مشاهده می‌شود هنگامی که ماده آب‌بند خاصیت اسیدی حتی (sbf) اضافه شده است بیشترین مقاومت فشاری در سنین مختلف اندازه‌گیری شده است.

شکل (۳) مقاومت فشاری بتن با ماده آب‌بند

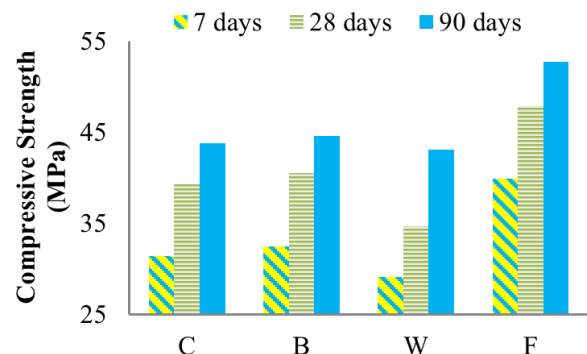


Fig. 3. Compressive strength of concrete with sealing material

همچنین افزودن ماده آب‌بند خاصیت اسیدی حتی (bc40)

باعث افزایش مقاومت فشاری در سنین مختلف شده است، اما افزودن ماده آب‌بند خاصیت قلیایی (bc39) باعث کاهش مقاومت فشاری در سنین مختلف شده است. تغییرات مقاومت فشاری بتن با ماده آب‌بند و بدون الیاف در شکل (۳) نشان می‌دهد که افزودن ماده آب‌بند خاصیت قلیایی (bc39) علاوه بر کاهش مقاومت فشاری در سنین مختلف باعث تغییر روند افزایش مقاومت نسبت به سن شده است.

مقاومت خمشی کمی افزایش یافته ولی در نمونه‌های بتنی با ۱/۵ و ۲ درصد آب‌بند مقاومت خمشی با کاهش رو به رو شده است. یعنی با افزودن ماده آب‌بند بیش از ۱ درصد، مقاومت خمشی بتن کاهش می‌یابد.

با توجه به شکل (۹) نتایج نشان دهنده این است که افزودن ماده آب‌بند با خاصیت قلیایی (bc39) به بتن با الیاف فولادی باعث افزایش مقاومت فشاری در سن ۹۰ روزه بتن شده است. بیشترین افزایش مقاومت فشاری با افزودن ماده آب‌بند به میزان ۱/۵ درصد وزن سیمان در سن ۹۰ روزه حاصل شده است ولی در سن ۷ روزه و ۲۸ روزه این نوع بتن، افزودن ماده آب‌بند با خاصیت قلیایی (bc39) باعث کاهش مقاومت فشاری شده است.

شکل (۸) مقاومت خمشی نمونه‌های بتنی با الیاف فولادی و ماده

آب‌بند bc40

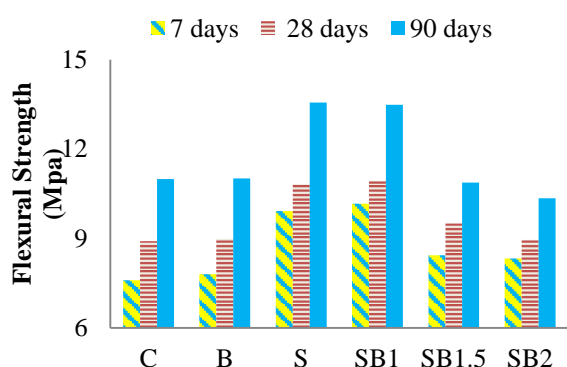


Fig. 8. Flexural strength of concrete with steel fibers and sealing material (bc40)

شکل (۹) مقاومت فشاری نمونه‌های بتنی با الیاف فولادی و ماده آب‌بند

bc39

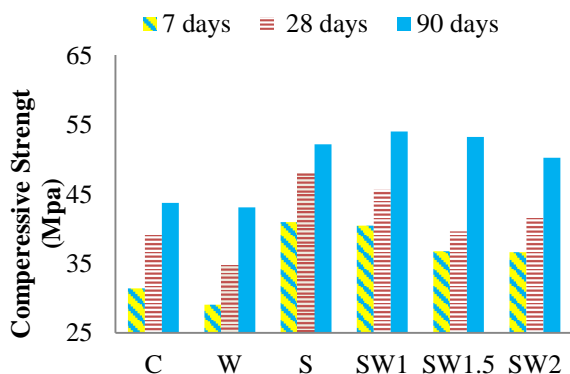


Fig. 9. Compressive strength of concrete with steel fibers and sealing material (bc39)

شکل (۶) مقاومت خمشی بتنی با الیاف

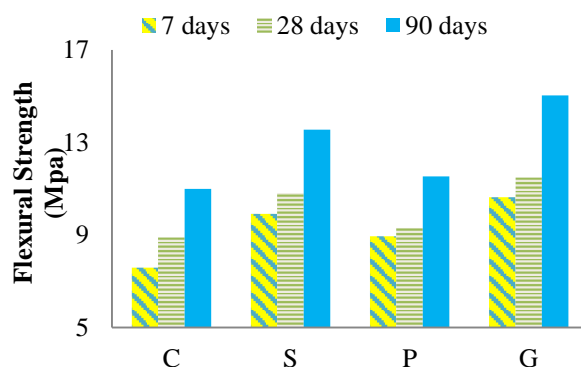


Fig. 6. Flexural strength of concrete with fibers

۳-۳- تأثیر ماده آب‌بند کننده بر مقاومت بتن با الیاف مختلف

مهمترین نتایج حاصل از ترکیب ماده آب‌بند کننده با بتن

الیافی به شرح زیر ارائه شده است:

با توجه به شکل (۷) مشاهده می‌شود در نمونه‌های بتنی الیافی با ۱ درصد ماده آب‌بند با خاصیت اسیدی خنثی مقاومت فشاری افزایش می‌یابد ولی در نمونه‌های بتنی با ۱/۵ و ۲ درصد ماده آب‌بند مقاومت فشاری کاهش می‌یابد. یعنی با افزودن ماده آب‌بند بیش از ۱ درصد، مقاومت فشاری بتن کاهش می‌یابد. میزان افزایش مقاومت فشاری نمونه بتنی الیافی با ۱ درصد آب‌بند نسبت به نمونه بتنی شاهد الیافی در سنین ۷، ۲۸، و ۹۰ روزه به ترتیب ۲۷٪، ۲۶٪، و ۲۸٪ است.

شکل (۷) مقاومت فشاری نمونه‌های بتنی با الیاف فولادی و ماده آب‌بند

bc40

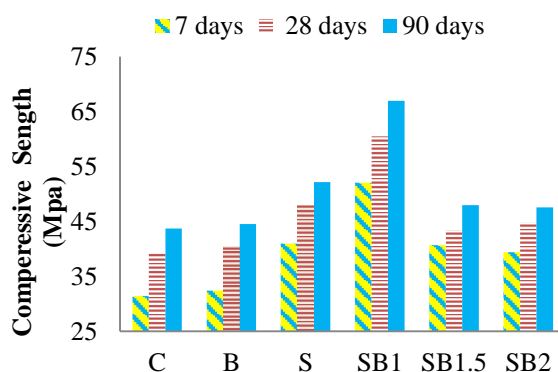


Fig. 10. Compressive strength of concrete with steel fibers and sealing material (bc40)

با توجه به شکل (۸) مشاهده می‌شود که در نمونه‌های

بتنی الیافی با ۱ درصد آب‌بند با خاصیت اسیدی خنثی (bc40)

محسوسی ندارد ولی در نمونه‌های بتنی با ۲ درصد ماده آب‌بند مقاومت خمشی کمی کاهش یافته است.

با توجه به شکل‌های (۱۳ و ۱۴) مشاهده می‌شود افزودن ماده آب‌بند با خاصیت اسیدی خنثی (bc40) به بتن با الیاف شیشه باعث کاهش مقاومت فشاری و خمشی می‌شود که بیشترین کاهش با افزودن ۱/۵ درصد ماده آب‌بند ایجاد شده است.

شکل (۱۲) مقاومت خمشی نمونه‌های بتنی با الیاف پلی پروپیلن و

ماده آب‌بند sbf

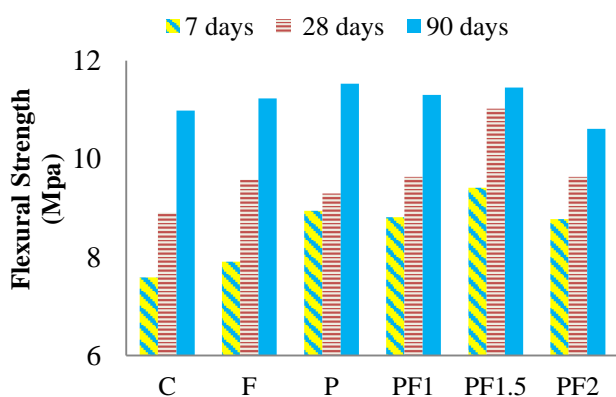


Fig. 12. Flexural strength of concrete with polypropylene fibers and sealing material (sbf)

شکل (۱۳) مقاومت فشاری نمونه‌های بتنی با الیاف شیشه و ماده آب‌بند

bc40

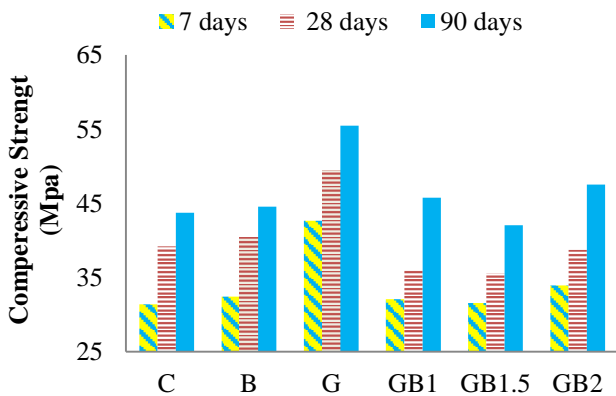


Fig. 13. Compressive strength of concrete with glass fibers and sealing material (bc40)

با توجه به شکل (۱۰) مشاهده می‌شود با افزودن ماده آب‌بند، مقاومت خمشی بتن کاهش می‌یابد. که در نمونه‌های بتنی با ۱ درصد آب‌بند کمترین کاهش مقاومت خمشی ایجاد می‌شود. همانطور که در شکل (۱۱) مشاهده می‌شود در نمونه‌های بتنی الیافی با ۱ و ۱/۵ درصد ماده آب‌بند، مقاومت فشاری تقریباً برابر ولی در نمونه‌های بتنی با ۲ درصد ماده آب‌بند مقاومت فشاری کاهش یافته است. یعنی با افزودن ماده آب‌بند به مقدار بیش از ۱/۵ درصد، مقاومت فشاری بتن کاهش می‌یابد.

شکل (۱۰) مقاومت خمشی نمونه‌های بتنی با الیاف فولادی و ماده آب‌بند

bc39

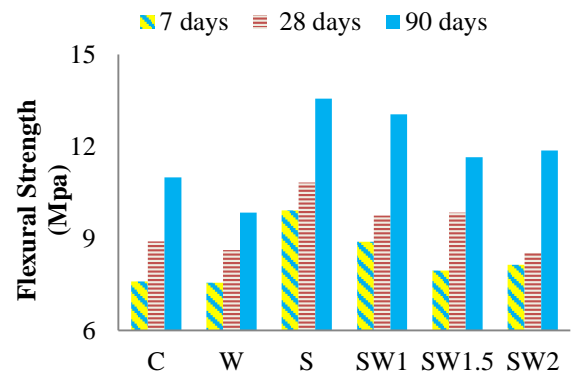


Fig. 10. Flexural strength of concrete with steel fibers and sealing material (bc39)

شکل (۱۱) مقاومت فشاری نمونه‌های بتنی با الیاف پلی پروپیلن و ماده

آب‌بند sbf

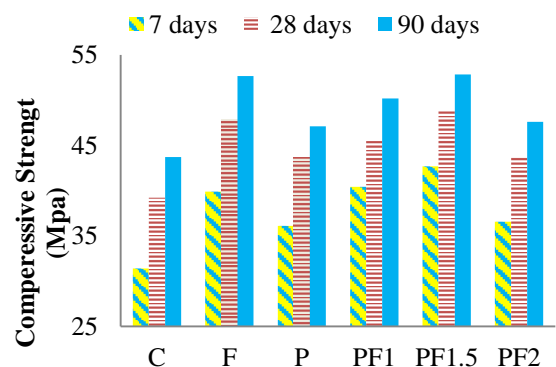


Fig. 11. Compressive strength of concrete with polypropylene fibers and sealing material (sbf)

۴- نتیجه گیری

با مطالعه و بررسی بر روی نتایج و با توجه به محدودیت‌های تحقیق می‌توان گفت:

با توجه به شکل (۱۲) مشاهده می‌شود که در نمونه‌های بتنی الیافی با ۱ و ۱/۵ درصد ماده آب‌بند مقاومت خمشی تغییر

خنتی به بتن باعث کاهش کارایی بتن می شود.

شکل (۱۴) مقاومت خمشی نمونه های بتنی با الیاف شیشه و ماده آب

بند bc40

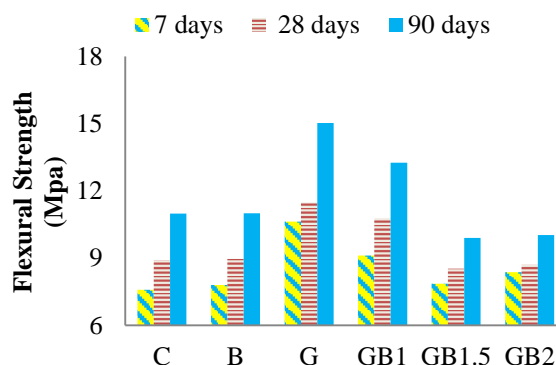


Fig. 14. Flexural strength of concrete with glass fibers and sealing material (bc40)

قدردانی

از شرکت آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک استان بو شهر که با همکاری خود شرایط انجام آزمایش ها را فراهم نمودند تشکر می کنیم

References

۵- مراجع

[1]Mostowfi Neza, D. "Empirical Investigation of Behavior of Glass Fiber Reinforcement Concrete (GFRC)". Tehran, Esteghlal Publication, (2001).pp 83-95,(In Persian).

[2]Chandramouli, K., Srinivasa, Rao, P., Pannirselvam, N., Seshadri Sekhar, T., Sravana, P. "Strength Properties of Glass Fiber Concrete". Priyadrashini Institute of Technology for Women, Tenali, Guntur, Andhra Pradesh, India, JNTU College of Engineering, Hyderabad, Andhra Pradesh, India, VIT University, Vellore, India, Samual George Institute of Technology, Markapur, Prakasam District, Andhra Pradesh, India, ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. Vol. 5.4. (2010). pp 1-6.

[3]Krishna Rao, M.V., Rathish Kumar, P., Srinivas, B. "Effect of Size and Shape of Specimen on Compressive Strength of Glass Fiber Reinforced Concrete (GFRC)". Department of Civil Engineering CBIT, Hyderabad and NIT Warangal, FACTA Universitatis Series, Architecture and Civil Engineering Vol. 9.(2011).pp.1-9.

[4]Rezvani Div Kalabi, M., Hosein Ali Beigi, M., Emadi, A., Ahlikhani Ardeshir, M. "Investigation of Mechanical Properties Impression of Strap Self-Compact Conceret against Variations of Strap and Water Content". International Congress of Civil Engineering. 8th Course, Shiraz, (2010), In Persian.

[5]Sadr Momtazi, A., Afsoos Biria, H., Kafi Sia, S., Estalkhi, P., Bagheri Poorasil, M. "Study and Investigation of Experimental Reinforcement Concerets to Glass Strap". National Congress of Civil Engineering GFRC, 7th Course, Zahedan, (2013), (In Persian).

[6]Raikar, R.V., Karjinni, V.V., Gundakalle, V.D. "Study on Strength Parameters of Steel Fiber Reinforced High Strength Concrete". College of Engineering and Technology, Belgaum 590008, Karnataka, Int. Journal of Applied Sciences and Engineering Research, (2012). Volume 1(4).pp.612-622.

[7]Muhammad, N.S., Hadi. "An investigation of the Behaviour of Steel and Polypropylene Fiber Reinforced Concrete Slabs". School of Civil, Mining and Environmental Engineering, University of Wollongong, Wollongong, NSW 2522, Australia. (2008).

[8]Bagheri, A., Zanganeh, A., Shahmoradi, M., Adeli, A. "Investigation of Effect of Macro Polymeric Strap on

۱-افزودن ماده آب بند کننده با خاصیت قلیایی (bc39) به بتن باعث کاهش مقاومت خمشی و افزودن ماده آب بند کننده با خاصیت اسیدی خنتی (sbf) باعث افزایش مقاومت فشاری و خمشی می شود. (بتن بدون الیاف).

۲- افزودن الیاف باعث افزایش مقاومت فشاری و خمشی بتن می شود که بیشترین افزایش مربوط به افزودن الیاف شیشه به بتن است.

۳-افزودن تا ۱٪ ماده آب بند کننده خاصیت اسیدی خنتی (bc40) به بتن الیافی یا الیاف پلی پروپیلن تغییر محسوس در مقاومت فشاری و خمشی ایجاد نمی کند.

۴- افزودن یک درصد ماده آب بند کننده خاصیت اسیدی خنتی (bc40) به بتن الیافی با الیاف فولادی باعث می شود مقاومت فشاری تا ۲۷ درصد افزایش یابد ولی در مقاومت خمشی تغییری ایجاد نمی کند.

۵-افزودن تا ۱/۵ درصد ماده آب بند کننده خاصیت اسیدی خنتی (sbf) به بتن الیافی با الیاف پلی پروپیلن تغییر محسوس در مقاومت فشاری و خمشی ایجاد نمی کند.

۶- افزودن ماده آب بند کننده با خاصیت قلیایی (bc39) به بتن الیافی با الیاف شیشه و پلی پروپیلن باعث کاهش مقاومت خمشی و فشاری می شود.

۷-افزودن ماده آب بند کننده به بتن الیافی با الیاف شیشه باعث کاهش مقاومت فشاری و خمشی تا ۲۰ درصد می شود.

۸- افزودن الیاف و ماده آب بند کننده پودری با خاصیت اسیدی

- any Admixture". Department of Civil Engineering Dr. M.G.R., Educational and Research Institute University, Chennai 600095, India , International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT) (2013). Volume 3(1), pp411-417.
- [13]Khanzadi, M., Khazaeni, G., Sephiri Kahrizi, H. "Influence of Cement Content Increase on Chloride Diffusion and Microstructure of Concretes Containing Nano-Sio₂". Modares Civil Engineering Journal, 11(1), (2010).pp41-48, (In Persian).
- [14]Yazndoust, M., Yazdani, M. "Experimental Study on the Effect of Aggregate Fineness Modulus on Physical and Mechanical Properties of Concrete". Modares Civil Engineering Journal, 13(2), (2013).pp161-177, In Persian.
- [15]Khuntia, B., Stojadinovic, S.C. "Shear Strength of Normal and High Strength Fiber Reinforced Concrete Beam Without Stirrups".(1999). pp.282-289.
- [16]Zhang, S.Q., Chen, H.F., Zhong, H., Leung F.M., Nick P. "Use of Concrete Admixtures to Produce Waterproof Concrete – Asia Results", 33rd Conference on Our World in Concrete & Structures, (2008). pp 25 – 27, Singapore.
- Conceret Bonding Strength". Annual National Coference of Iran Conceret Association, Third Course, (2011), In Persian.
- [9]Shekarbagi, M., Shekarbagi, Y. "Use of Polymeric Strap (Steel and Poly Propylen Strap) for Improvement of Conceret Quality in Marin Structure". International Exihibition of Nonosmosis Concerets of Water Reserve Tanks, First Course, Rasht, (2010). pp 1-10 , (In Persian).
- [10]Singh, S.P. "Strenght and Flexural Toughness of Concrete Reinforced with Steel – Polypropylene Hybrid Fibers". Department of Civil Engineering, Asian Journal of Civil Eengineering (Building and Housing), VOL. 11, NO. 4, (2010).pp 495-507
- [11]Kafeel, A., Ahmed, R., Uzma, K., Sherif, k. "Effect of Compressive Strength on Bond Behaviour of Steel Reinforcing Bar in Fiber Reinforced Concrete". Department of Civil Engineering, University of Engineering & Technology, Lahore, Pakistan ,Department of Civil Engineering, Qassim University, Al Qassim, Saudi Arabia Global Engineering Associates, Lahore, Pakistan ,International Journal of Current Engineering and Technology. (2014).pp325-331
- [12]Tamil Selvi, M. "Studies on the Properties of Steel and Polypropylene Fibre Reinforced Concrete without

Effect of Waterproof Materials on Concrete Strength and Steel, Polypropylene and Glass Fibers Concrete

A. Sheikh Abolhasani¹, M. Vaghefi^{2*}, A. R. Fiouz³

1- M.Sc., Civil Engineering, Pardis Branch of Persian Gulf University

2* - Assoc. Prof., Civil Engineering, Persian Gulf University, Shahid Mahini Street, Bushehr.

3- Assist. Prof., Civil Engineering, Persian Gulf University

Vaghefi@pgu.ac.ir

Abstract:

Concrete is the most widely used building material. In Iran, the consumption of chemical additive materials has been significantly more than the average consumption in the world. This is true especially in the case of ready-mixed concrete industry which is the major producer and contributor of concrete in the country. Ready-mixed concrete industry is among the highest potential sections that must pay attention to the valuable characteristics of chemical additives. Therefore, it is essential to develop the knowledge and technology of chemical additive materials over the past decades in Iran. One of the important cases about concrete structures, especially structures permanently or non-permanently located in the vicinity of water and chemicals, is blocked effect against leakage, influence, pressure or water containing chemicals attack. In this context, a type of concrete should be used that is commonly known as "waterproof". Also, to prevent cracking, high ductility, supernatural strength and energy absorption capability fiber can be used in concrete or which many application instances can be found. To date, it has become clear that different types of fiber can increase strain capacity, resistance to impact, energy absorption, abrasion resistance and tensile strength of concrete. In this research, the influence of the strength of regular concrete and fiber concrete sealing substances has been investigated. For this purpose, compressive and flexural strength parameters of regular concrete and fiber concrete with steel fibers, polypropylene and glass are studied by adding common waterproof material with different percentages. In this study, concrete parameters of pressure and bending resistance are evaluated using material available in the Khormoj and fiber and waterproof material. Crushed sand from Bushehr province was used. All the stone materials in the concrete mix were thoroughly washed in the S.S.D state. Dashtestan Cement Type 2 according to ASTM C 150 was used for the mixture. Thus, compressive strength tests were carried out at 7, 28 and 90 days on the cubic samples, and bending strength tests were implemented at 7, 28 and 90 days on cubic rectangular samples. The tests were carried out on 34 mixture designs and 408 samples. The concrete mixture contained waterproof materials including powder sbf-wr201 (acidic neutral) and powder bc40 (acidic neutral) and liquid bc39 (alkaline) and steel, polypropylene glass fiber. In this study, a mixture design was prepared based on ACI 211 recommendations for concrete without fibers by weight method. Then fibers (polypropylene, steel and glass of 2, 2, and 1% of weight cement, respectively) and the waterproof material (with percentages of 1, 1.5, and 2% of cement weight) were added separately to the concrete mixture design. Thereafter, the mixture design was calculated for each compound. Results show that waterproof materials bc40 and sbf increase the strength and flexural compressive strength, and waterproof material bc39 decreases concrete strength and flexural compressive strength. The most important result of this study is that to add 1% of waterproof materials bc40 to the fiber concrete with steel fiber increased compressive strength by 27%, compared to the control sample containing fiber in 90-day strength. Also, in the flexural strength of this combination no significant change is seen.

Keywords: Water proof materials, Fiber concrete, Compressive strength, Flexural strength