

بررسی خواص مهندسی و پایایی بتن‌های حاوی افزودنی‌های شیمیایی کاهش‌دهنده آب و تسریع‌کننده گیرش

دکتر علی اکبر رمضانپور

استادیار دانشکده مهندسی عمران دانشگاه صنعتی امیرکبیر

مهندس محمدرضا شاه‌نظری

مدرس دانشگاه امام حسین

چکیده

در این کار آزمایشگاهی دو نوع از پرمصرفترین افزودنیهای شیمیایی یعنی کاهش‌دهنده‌های آب و تسریع‌کننده‌های گیرش که از محصولات یکی از شرکتهای تولیدکننده ایرانی انتخاب شده بودند، مورد استفاده قرار گرفته‌اند. با کاربرد درصد بهینه این افزودنیها در بتن و تعیین خواص مهندسی و شاخص‌های پایایی نمونه‌ها، نتایج به‌دست آمده با مشخصات بتن کنترل مقایسه شده‌اند. همچنین کمیت و کیفیت تاثیر افزودنیهای مورد مصرف بر خصوصیات بتن با مشخصات ارائه شده در استاندارد (ASTM-C494-82) برای افزودنیهای کاهش‌دهنده آب قوی (نوع F) و افزودنیهای تسریع‌کننده (نوع C) مقایسه شده‌اند.

Engineering Properties and Durability of Concretes Containing Water

Reducing Agents and Accelerators

A.A.Ramezaniapour, Ph.D.

Civil. Eng. Dept. Amirkabir Univ. of Tech.

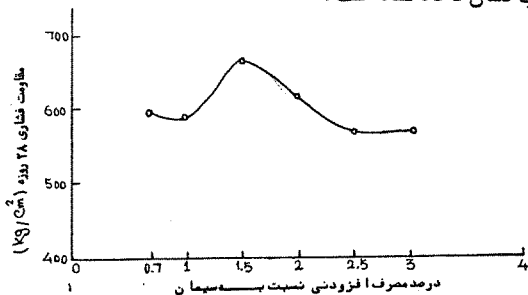
M.R.Shahnazari, M.Sc.

Imam Hossein Univ. – Iran

ABSTRACT

In this study the engineering properties and durability of concretes made of two superplasticizer and accelerator from a home factory have been evaluated. These concretes with optimum amount of the admixtures have been compared with control concrete. The results have also been compared with those recommended by the ASTM standard specification for water reducing and accelerator containing concrete mixes.

مخلوطهایی با اسلامپ یکسان، مقاومت فشاری مخلوطی که در آن از ۱/۵ درصد افزودنی کاهنده آب استفاده شده بود بیشتر از سایر مخلوطها بدست آمد. در شکل ۱ منحنی تغییرات مقاومت فشاری ۲۸ روزه نمونه‌ها برحسب درصد مصرف افزودنی کاهنده آب نشان داده شده است.



شکل ۱. منحنی تغییرات مقاومت فشاری نمونه‌ها برحسب درصد مصرف افزودنی کاهنده آب

درصد بهینه افزودنی تسریع کننده نیز برابر درصدی که مصرف آن باعث بیشترین کاهش در زمان گیرش بشود در نظر گرفته شد. متأسفانه پس از انجام آزمایشهای متعدد و صرف وقت زیاد در شرایط آزمایشگاهی متفاوت نتایج خوبی بدست نیامد و استفاده از افزودنی تسریع کننده نه تنها باعث کاهش زمان گیرش نشد، بلکه تاثیر آن به صورت معکوس باعث افزایش زمان گیرش گردید. علیرغم این نتیجه، نامطلوب جهت کنترل تاثیر تسریع کننده بر میزان سخت‌شدگی و افزایش مقاومت بتن، در آزمایشهای ساخت و بررسی خواص مهندسی بتن‌ها، بتنی نیز با استفاده از ۱ درصد تسریع کننده ساخته شد (توصیه تولیدکننده در برگ مشخصات فنی محصول).

۳. روشهای آزمایش

مصلح مصرفی در آزمایشها شامل سیمان نوع تهران، شن و ماسه منطقه جنوب غربی تهران و افزودنیهای شیمیایی کاهنده آب و تسریع کننده ساخت ایران بوده‌اند.

به منظور بررسی تاثیر افزودنیها بر خواص مهندسی بتن سه نوع مخلوط بتن به شرح زیر ساخته شد:

۱- مخلوط بتن کنترل بدون افزودنی شیمیایی (با علامت اختصاری CC)

۲- مخلوط بتن حاوی درصد بهینه کاهنده آب (با علامت اختصاری CS)

۳- مخلوط بتن حاوی ۱ درصد وزنی سیمان افزودنی تسریع کننده (با علامت اختصاری CA)

در هر یک از مخلوطهای فوق مقدار شن، ماسه و سیمان ثابت بود و در هر مورد آن قدر آب به مخلوط اضافه شده که اسلامپ ثابتی برابر ۵۰ میلیمتر حاصل شود. از هر یک از بتن‌های مذکور ۱۲ نمونه مکعبی به ابعاد ۱۵ سانتی متر جهت تعیین مقاومت فشاری در سنین ۳، ۷، ۲۸ و ۹۰ روز، ۸ نمونه استوانه‌ای به قطر ۱۵ و ارتفاع ۳۰ سانتی متر جهت تعیین مقاومت کششی در سنین فوق و ۱ نمونه استوانه‌ای جهت

افزودنیها مصالحی غیر از دانه‌های سنگی، سیمان و آب می‌باشند که قبل یا ضمن اختلاط به مخلوط بتن اضافه می‌شوند. نیازهای مختلف سازه‌ای و اجرایی در تکنولوژی بتن باعث توسعه روزافزون کاربرد افزودنیهای شیمیایی در ساخت بتن گردیده‌اند. در برخی موارد اگر رسیدن به هدف مطلوب در ارتباط با رفتار بتن بدون استفاده از افزودنیها غیرممکن نباشد، خیلی غیراقتصادی خواهد بود. در حالی که در اغلب موارد با مصرف افزودنیهای شیمیایی با هزینه‌ای جزئی می‌توان تغییرات مطلوب و قابل ملاحظه‌ای در خصوصیات بتن ایجاد کرد.

علیرغم توسعه روزافزون تکنولوژی ساخت و کاربرد افزودنیهای شیمیایی بتن در کشورهای توسعه یافته، در کشور ما هنوز مشکلاتی در این رابطه وجود دارد. اگرچه مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران نسبت به استاندارد کردن بخشی از افزودنیها گامهای مؤثری برداشته و کوشش بعضی از تولیدکنندگان داخلی نیز در جهت نیل به تکنولوژی پیشرفته ساخت این مواد کارساز بوده است، اما باید کنترل کیفیت افزودنیها را قبل از کاربرد ضرورت فنی به شمار آورد. این موضوع از آن جهت اهمیت پیدا می‌کند که در موارد زیادی عدم مرغوبیت و گاهی مضر بودن افزودنیهای شیمیایی داخلی باعث عدم اطمینان مصرف کنندگان و دست اندرکاران بتن شده و همین موضوع از جذابیت کاربرد آنها در بتن کاسته است.

در این کار آزمایشگاه با مصرف دو نوع از محصولات تولید شده داخلی، خواص مهندسی (شامل میزان آب مصرفی جهت رسیدن به اسلامپ معین، مقاومت فشاری، مقاومت کششی و جمع شدگی) و شاخصهای پایایی نمونه‌ها (شامل عمق کره‌نا تاسیون و میزان کاهش مقاومت در محیط سولفاتی) تعیین شده و با مشخصات ارائه شده در استاندارد (ASTM-C494-82) برای افزودنیهای کاهنده آب قوی (نوع F) و افزودنیهای تسریع کننده (نوع C) به عنوان معیاری جهت پذیرش و یا مردود شمردن افزودنی مورد مصرف، در نظر گرفته شده‌اند.

۲. تعیین درصد بهینه مصرف افزودنیها

با توجه به اینکه همیشه با افزایش درصد مصرف افزودنی میزان تاثیر آن افزایش نمی‌یابد و حتی گاهی افزایش میزان مصرف از حد معینی باعث تاثیر منفی خواهد شد، لازم است قبل از کاربرد افزودنیهای شیمیایی نسبت به تعیین درصد بهینه مصرف آنها، که معمولاً نسبت به وزن سیمان سنجیده می‌شود، اقدام نمائیم. با توجه به روشهای متفاوتی که جهت کاربرد افزودنی کاهنده آب وجود دارد و با توجه به اینکه در ساخت مخلوطهای بتن رسیدن به اسلامپ ثابت به عنوان یک اصل در نظر گرفته خواهد شد، آنچه به عنوان معیاری جهت تعیین درصد بهینه تقلیل دهنده آب در نظر گرفته شد، مقاومت فشاری ۲۸ روزه بتن‌های حاوی درصدهای متفاوت این نوع افزودنی بود.

بر اساس نتایج بدست آمده از مصرف ۵/۷، ۱، ۱/۵، ۲، ۲/۵ و ۳ درصد افزودنی تقلیل دهنده (نسبت به وزن سیمان) در

اندازه‌گیری جمع‌شدگی در سنین مختلف ساخته شد. نمونه‌های ساخته شده برای آزمایشهای مقاومت به مدت ۷ روز در آب و سپس در محیط آزمایشگاه نگهداری شدند. نمونه‌های موردنظر برای اندازه‌گیری جمع‌شدگی ۷ روز در آب و پس از خارج کردن آنها و آغاز اندازه‌گیریهای انقباض، در درجه حرارت و رطوبت نسبی تقریباً "کنترل شده نگهداری شدند (۲۵-۱۷ درجه سانتیگراد و ۴۵-۴۰ درصد رطوبت نسبی) .

به منظور اندازه‌گیری مقاومت فشاری از آزمایش استاندارد فشاری و برای تعیین مقاومت کششی از روش دو نیم کردن استفاده شد. جمع‌شدگی نمونه‌ها نیز با استفاده از یک کرنش‌سنج با دقت ۱۰ میکرواسترین اندازه‌گیری شد.

ممتناظر با سه نوع مخلوط بتن فوق، و به منظور انجام آزمایشهای پایایی، سه نوع ملات نیز با حذف شن و آب جذب‌شونده توسط آن از اجزاء تشکیل‌دهنده بتن‌ها ساخته شد. از هر یک از این ملات‌ها ۱۲ نمونه استوانه‌ای به قطر ۵ و ارتفاع ۱۰ سانتیمتر جهت تعیین عمق کرنباتاسیون در سنین ۱، ۲، ۳ و ۴ ماه و ۲۴ نمونه مکعبی به ابعاد ۵ سانتیمتر جهت تعیین مقاومت فشاری ملات‌ها در آب و در محلول ۴ درصد سولفات سدیم در سنین ۷، ۲۸، ۶۰ و ۹۰ روز ساخته شد. عمق کرنباتاسیون نمونه‌ها با شکستن آنها و آغستن مقطع با فنل‌فالتین تعیین گردید. همچنین کاهش مقاومت فشاری نمونه‌های نگهداری شده در محیط سولفاتی نسبت به نمونه‌های نگهداری شده در آب به عنوان شاخصی از پایایی بتن در محیط سولفاتی در نظر گرفته شد. لازم به تذکر است که در طول انجام آزمایشها محلول سولفاتی با افزودن اسید سولفوریک در حدود ۶ نگهداری شد.

۴. نتایج آزمایشها

۴.۱. میزان آب مصرفی

طبق مشخصات ارائه شده در استاندارد ASTM برای افزودنیهای کاهنده آب با قدرت بالا (نوع F) باید این نوع افزودنی میزان آب مصرفی را حداقل به میزان ۱۲ درصد آب مصرفی در بتن کنترل کاهش دهد. براساس آزمایشهای انجام شده درصد آب مصرفی در بتن حاوی کاهنده آب برابر ۸۸ درصد بتن کنترل به دست آمد. لذا افزودنی مورد مصرف از این لحاظ دارای مشخصات استاندارد بود. در ضدآب مصرفی در بتن حاوی تسریع‌کننده نسبت به بتن کنترل برابر ۹۹ درصد به دست آمد که نشان می‌داد این نوع افزودنی بر میزان آب مصرفی جهت رسیدن به اسلاپ ثابت تقریباً "بی‌تاثیر می‌باشد.

۴.۲. مقاومت فشاری

نتایج به دست آمده از آزمایشهای تعیین مقاومت فشاری در منحنی‌های شکل (۲) خلاصه شده‌اند. به منظور بررسی تاثیر افزودنیها بر مقاومت فشاری بتن، درصد مقاومت‌های فشاری به دست آمده برای بتن‌های حاوی کاهنده آب و تسریع‌کننده نسبت به مقاومت فشاری بتن کنترل محاسبه و در جدول (۱) با مشخصات ارائه شده در مورد تاثیر این نوع افزودنیها بر مقاومت فشاری بتن (استاندارد ۸۲-۴۹۴-ASTM, C) مقایسه شده‌اند.

۷۴/میرگیبر

همان‌گونه که از نتایج حاصله مشخص می‌شود افزودنی کاهنده آب توانسته است به مقدار قابل توجهی مقاومت فشاری بتن را در سنین مختلف افزایش دهد و این افزایش مقاومت به استثنای سنین ۷ روزه (با اختلاف جزئی) بیش از حد قابل است که در استاندارد مشخص شده است. بنابراین افزودنی کاهنده آب از این لحاظ دارای مشخصات استاندارد می‌باشد. دلیل این افزایش مقاومت را می‌توان در کاهش آب مصرفی و اثرات متعاقب آن خلاصه کرد.

همچنین با توجه به جدول (۱) مشخص می‌شود که افزودنی تسریع‌کننده تاثیر معکوسی بر مقاومت فشاری بتن در مقایسه با بتن کنترل گذاشته و تا اندازه‌ای مقاومت فشاری بتن را کاهش داده است. این نتایج با نتایج حاصله در ارتباط با تاثیر افزودنی تسریع‌کننده بر زمان گیرش سازگار می‌باشند. (تاثیر معکوس).

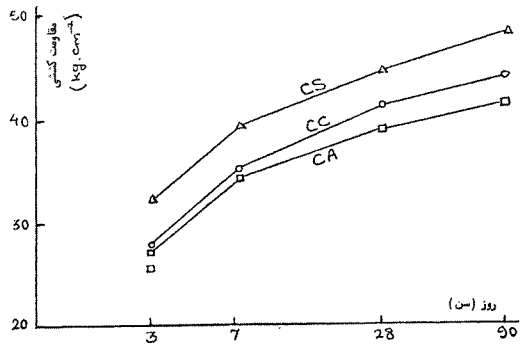
جدول ۱. درصد مقاومت بتن‌های حاوی کاهنده آب و تسریع‌کننده نسبت به بتن کنترل

سن نمونه (روز)	۳	۷	۲۸	۹۰
درصد مقاومت فشاری بتن حاوی کاهنده آب نسبت به بتن کنترل	۱۲۷	۱۱۴/۱	۱۱۷	۱۱۶
حداقل درصد مقاومت فشاری برای بتن حاوی افزودنی کاهنده آب قوی (نوع — ASTM, F) نسبت به بتن کنترل	۱۲۵	۱۱۵	۱۱۰	-
درصد مقاومت فشاری بتن حاوی تسریع‌کننده نسبت به بتن کنترل	۹۶/۶	۸۴/۲	۹۳/۲	۹۶/۴
حداقل درصد مقاومت فشاری برای بتن حاوی تسریع‌کننده (نوع — ASTM, C) نسبت به بتن کنترل	۱۲۵	۱۰۰	۱۰۰	-

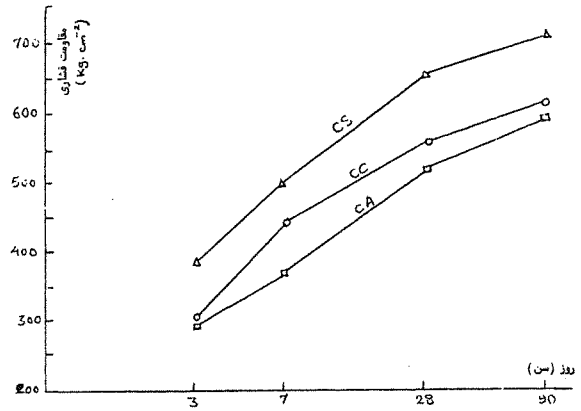
۴.۳. مقاومت کششی

نتایج به دست آمده از آزمایشهای تعیین مقاومت کششی نیز در منحنی‌های شکل (۳) خلاصه شده‌اند و مقایسه‌ای مشابه با آنچه در مورد مقاومت فشاری انجام دادیم، در جدول (۲) انجام شده است.

همان‌گونه که مشاهده می‌شود مطابق با آنچه در مقاومت‌های فشاری دیدیم، در اینجا هم افزودنی کاهنده آب باعث افزایش مقاومت کششی بتن بیش از حد قابل تعیین شده توسط استاندارد ASTM گردیده است. ولی افزودنی تسریع‌کننده در بی‌تاثیر منفی بر زمان گیرش و مقاومت فشاری، در این مورد هم نه تنها مقاومت کششی بتن را افزایش نداده، بلکه باعث کاهش آن شده است.



شکل ۳. منحنی‌های تغییرات مقاومت کششی بتن‌ها



شکل ۲. منحنی‌های تغییرات مقاومت فشاری بتن‌ها

جدول ۳. بررسی تاثیر افزودنیها بر انقباض بتن

سن نمونه (روز)	۳	۷	۲۸	۹۰
درصد انقباض بتن حاوی کاهنده آب نسبت به انقباض بتن کنترل	۳۷/۲	۵۸/۹	۹۰/۱	۹۶/۳
درصد انقباض بتن حاوی تسریع کننده نسبت به انقباض بتن کنترل	۶۷/۴	۷۱/۴	۸۱/۲	۸۶/۴

جدول ۲. بررسی تاثیر افزودنیها بر مقاومت کششی بتن

سن نمونه (روز)	۳	۷	۲۸	۹۰
درصد مقاومت کششی بتن حاوی کاهنده آب نسبت به بتن کنترل	۱۱۵/۹	۱۱۱/۸	۱۰۹/۵	۱۱۰
حداقل درصد مقاومت کششی برای بتن حاوی کاهنده آب قوی (نوع ASTM, F) نسبت به بتن کنترل	۱۱۰	۱۰۰	۱۰۰	-
درصد مقاومت کششی بتن حاوی تسریع کننده نسبت به بتن کنترل	۹۹/۶	۹۷/۴	۹۴/۸	۹۱/۶
حداقل درصد مقاومت کششی برای بتن حاوی تسریع کننده (نوع ASTM, C) نسبت به بتن کنترل	۱۱۰	۱۱۰	۹۰	-

هم کاهش یافته است.

از طرف دیگر افزودنی تسریع کننده هم باعث کاهش جمع شدگی بتن نسبت به بتن کنترل شده است. همان گونه که در ارتباط با زمان گیرش، مقاومت فشاری و مقاومت کششی نتایج حاصل از مصرف تسریع کننده غیرقابل قبول بود، این نتیجه هم جای بسی تعجب دارد.

* با توجه به نتایج به دست آمده در مورد افزودنی تسریع کننده از این مرحله به بعد از مصرف آن صرف نظر می کنیم.

۴.۴ جمع شدگی

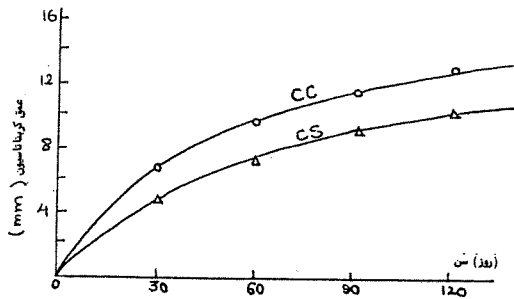
منحنی‌های تغییرات جمع شدگی بتن‌ها بر حسب زمان در شکل (۴) نشان داده شده‌اند. همچنین در جدول (۳) درصد جمع شدگی بتن‌های حاوی افزودنی در سنین مختلف نسبت به بتن کنترل محاسبه شده است.

در استاندارد ASTM حداکثر جمع شدگی در بتن‌های حاوی کاهنده آب و تسریع کننده برابر ۱۳۵ درصد بتن کنترل تعیین شده است. همان گونه که از نتایج به دست آمده مشخص می شود، در تمام سنین جمع شدگی بتن کنترل بیشتر از جمع شدگی بتن‌های حاوی کاهنده آب و تسریع کننده بوده است. نتایج به دست آمده در مورد جمع شدگی بتن حاوی کاهنده آب کاملاً "منطقی" است زیرا استفاده از افزودنی کاهنده آب باعث کاهش آب مصرفی شده و در نتیجه جمع شدگی بتن

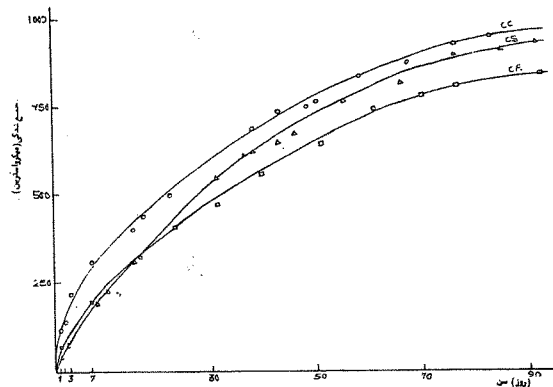
۴.۵ عمق کربناتاسیون

بر اساس نتایج به دست آمده منحنی‌های تغییرات عمق کربناتاسیون نمونه‌ها بر حسب زمان در شکل (۵) ارائه شده‌اند. همچنین در جدول (۴) درصد عمق کربناتاسیون ملات حاوی کاهنده آب نسبت به ملات کنترل داده شده است.

همان گونه که ملاحظه می شود افزودنی کاهنده آب در پی تاثیر مثبت بر خواص مهندسی در این ارتباط هم باعث کاهش عمق کربناتاسیون شده است.



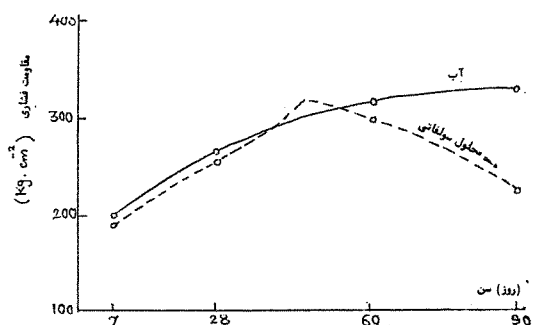
شکل ۵. منحنی‌های تغییرات عمق کربناتاسیون



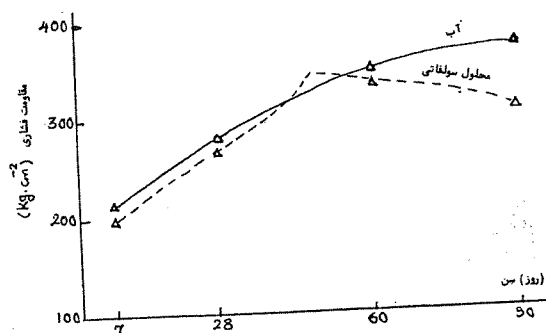
شکل ۴. منحنی‌های تغییرات جمع‌شدگی در بتن‌ها

جدول ۴

سن نمونه	۱ ماه	۲ ماه	۳ ماه	۴ ماه	متوسط
درصد عمق کربناتاسیون ملات	۷۴	۷۷	۸۰	۸۱	۷۸
کاهنده آب نسبت به ملات					
کنترل					



شکل ۶. منحنی‌های تغییرات مقاومت فشاری ملات کنترل در آب و در محیط سولفاتی



شکل ۷. منحنی‌های تغییرات مقاومت فشاری ملات حاوی کاهنده آب در آب و در محیط سولفاتی

۴.۴. پایایی در محیط سولفاتی

در این ارتباط تغییر در مقاومت فشاری نمونه‌های موجود در محیط سولفاتی نسبت به نمونه‌های موجود در آب به عنوان معیاری جهت کنترل پایایی ملات‌ها در محیط سولفاتی در نظر گرفته شد. براساس نتایج به دست آمده از آزمایش‌های تعیین مقاومت فشاری ملات‌ها، منحنی‌های تغییرات مقاومت فشاری ملات کنترل و ملات حاوی کاهنده آب در آب و در محیط سولفاتی در شکل‌های (۶) و (۷) داده شده است. همچنین در جدول (۵) درصد کاهش مقاومت فشاری نمونه‌های نگهداری شده در محیط سولفاتی نسبت به نمونه‌های نگهداری شده در آب در سن ۹۰ روز برای ملات کنترل بر ملات حاوی افزودنی کاهنده آب داده شده‌اند.

جدول ۵

ملات	کنترل	حاوی کاهنده آب
درصد کاهش مقاومت ۹۰ روزه	۳۲/۳	۱۷/۲

ملاحظه می‌شود که ملات حاوی کاهنده آب کاهش مقاومت کمتری نسبت به بتن کنترل داشته است. به عبارت دیگر این افزودنی باعث افزایش پایایی ملات در محیط سولفاتی شده است.

۵. نتیجه‌گیری

۵.۱. قضاوت در مورد افزودنی کاهنده آب

در حالت کلی از یک افزودنی کاهنده آب که سالم و قابل اعتماد باشد، می‌توان نتایج مفیدی را انتظار داشت. همانگونه که اشاره شد در این آزمایشها از یک افزودنی کاهنده آب ساخت کشورمان استفاده شد که پس از تعیین درصد بهینه (۱/۵ درصد وزنی سیمان) و مصرف آن نتایج خوب و قابل توجهی به دست آمد. در جدول (۶) خلاصه‌ای از نتایج حاصل از مصرف این افزودنی داده شده است.

جدول ۶- اثرات مصرف افزودنی کاهنده آب در بتن معمولی

خصوصیات مورد بررسی	درصد بتن حاوی کاهنده	تأثیر افزودنی
آب نسبت به بتن کنترل		
آب مصرفی	۸۸	کاهش نسبت آب به سیمان
مقاومت فشاری ۲۸ روزه	۱۱۷	افزایش مقاومت فشاری
مقاومت کششی ۲۸ روزه	۱۰۹/۵	افزایش مقاومت کششی
انقباض ۹۰ روزه	۹۶/۳	کاهش جمع شدگی
عمق کربناتاسیون ۱۲۰ روزه	۸۱	کاهش عمق کربناتاسیون
مقاومت ۹۰ روزه در محیط سولفاتی	۱۲۷/۵	بهبود پایداری در محیط سولفاتی

همانگونه که ملاحظه می‌شود افزودنی کاهنده آب (مورد مصرف)، کلیه خصوصیات مورد بررسی بتن را بهبود داده است و همانطوری که در قسمتهای قبیل به تناسب آزمایش اشاره شد در تمام موارد تأثیر مثبت آن بیش از حداقل تعیین شده توسط استاندارد ASTM برای افزودنیهای کاهنده آب قوی (نوع F) بوده است.

۵.۲. قضاوت در مورد افزودنی تسریع کننده

برخلاف نتایجی که در مورد افزودنی کاهنده آب حاصل شد، نتایج به دست آمده در مورد خواص مهندسی بتن حاوی افزودنی تسریع کننده رضایتبخش نبود. در هنگام تعیین درصد بهینه تسریع کننده این نتیجه به دست آمد که افزودنی مورد مصرف به جای کاهش زمان گیرش، باعث افزایش آن می‌شود. (در حالی که افزودنیهای تسریع کننده‌ای که در ACI و BS به عنوان تیپ A و در ASTM به عنوان تیپ C دسته بندی شده‌اند، زمان گیرش را کاهش می‌دهند). در جدول ۷ خلاصه‌ای از نتایج حاصل از مصرف یک درصد تسریع کننده در بتن ارائه شده‌اند.

جدول ۷. اثرات مصرف افزودنی تسریع کننده در بتن معمولی

خصوصیت مورد بررسی	درصد بتن حاوی تسریع کننده نسبت به بتن کنترل	تأثیر افزودنی
آب مصرفی	۹۹	تقریباً "بی اثر"
مقاومت فشاری ۷ روزه	۸۴/۲	کاهش مقاومت فشاری
مقاومت کششی ۷ روزه	۹۷/۴	کاهش مقاومت کششی
انقباض ۹۰ روزه	۸۶/۴	کاهش انقباض (غیر منتظره)

همانگونه که ملاحظه می‌شود، تسریع کننده مورد مصرف نه تنها زمان گیرش را کاهش نداده، بلکه مقاومت سنین اولیه بتن را هم کاهش داده و با مشخصات استاندارد ASTM مطابقتی ندارد. این نتایج از سوی تولیدکنندگان نیز پذیرفته شد و هم‌اکنون مطالعاتی در جهت اصلاح خصوصیات افزودنی تسریع کننده در دست اقدام است. به امید روزی که شاهد تولید محصولاتی با کنترل کیفیت بالا از سوی تولیدکنندگان داخلی و کاربرد مناسب و صحیح آنها از سوی مصرف کنندگان باشیم.

