بررسی تاثیر مواد افزودنی سوپر جاذب (Super AB A200) در بتن معمولی

علی اکبر کفاش بازاری

رئیس آزمایشگاه مرکز تحقیق و توسعه کارخانه سیمان تهران

Eliaskafash@gmail.com

چکیده

سوپر جاذب یک پلیمر است که قابلیت جذب آب بسیار بالائی دارد و طی سال‌های اخیر این مواد مورد استفاده و توجه ویژه‌ای قرار گرفته‌اند. در این مطالعه اثر استفاده از این مواد در بتن معمولی بررسی گردید. نتایج نشان دادند که مصرف مواد سوپر جاذب به ویژه از دوز ۰/۰۶٪ به بالا مقاومت کوتاه‌مدت را کاهش می‌دهد. از سوئی دیگر مصرف مواد مذکور در مقاومت میان‌مدت تاثیر بسزائی ندارد. علت این موضوع آنست که برای ساخت مخلوط بتن‌های آزمایشگاهی از افزایش آب به بتن تا رسیدن به کارائی و اسلامپ مورد نظر استفاده شده است. با توجه به قابلیت جذب آب فوق‌العاده زیاد مواد سوپرجاذب، با افزایش این مواد، آب مورد نیاز (water demand) بتن افزایش می‌یابد و این افزایش آب موجب افزایش w/c می‌گردد. به علت خاصیت عمل‌آوری درونی (Internal curing) نتایج مقاومت بلندمدت بهبود داشت.

کلمات کلیدی: سوپر جاذب، سیمان، بتن.

۱. مقدمه (تاریخچه و هدف پژوهش):

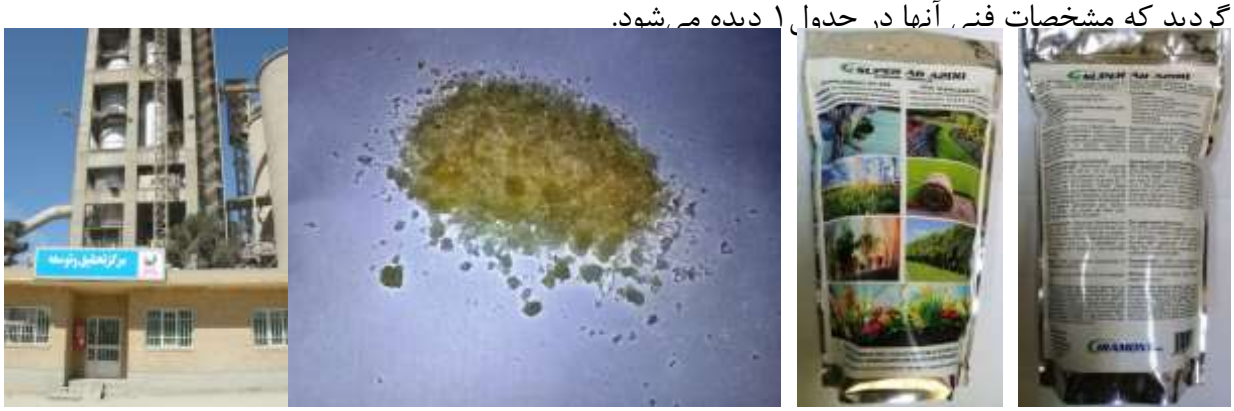
همواره استفاده از مواد جدید در هر صنعتی مورد توجه کارشناسان می‌باشد. سوپر جاذب یک پلیمر است که قابلیت جذب آب و مواد محلول در آب را دارد. طی سال‌های اخیر این مواد مورد استفاده و توجه ویژه‌ای قرار گرفته‌اند. این مواد تا یکصد برابر خود آب جذب نموده و می‌توان از این پتانسیل بهره گرفت. با توجه به این توانایی در موارد متنوع و گسترده‌ایی مورد استفاده قرار می گیرد؛ از جمله صنایع سلولوزی بهداشتی (پوشک بچه، پوشک بزرگسالان، نوار بهداشتی، پد جاذب خونآبه موادپروتئینی، دستمال‌های کاغذی، پد جاذب رطوبت، انواع پدهای بهداشتی، داروسازی، حفظ تازگی سبزی، جلوگیری از نشت ناخواسته مواد در بسته‌بندی‌ها، نم‌گیر دارویی)، کشاورزی (مدیریت صحیح آب و خاک، کاهش مصرف آب، جلوگیری از تنش کم‌آبی گیاه، کاهش مصرف آب تا ٪۷۰، استفاده بهینه از کود و سموم، فراهم نمودن امکان کشت در مناطق بیابانی و سطوح شیب‌دار، افزایش بازدهی محصول، هوادهی خاک، امکان کشت در مناطق بیابانی، بهبود شرایط کشت و کار)، حفاری، تولید بتن (فوق مقاوم در برابر نفوذ؛ عمل‌آوری درونی- Internal curing)، تولید کابل جاذب‌های رطوبتی، استخراج زغال سنگ، حفاری‌های عمیق نفت و گاز، افزودنی در ساخت مواد خمیری، تولید برف مصنوعی، ژل‌های آتش نشانی و بطور کلی هر جا که نیاز به جذب آب، ممانعت از نفوذ رطوبت و یا حفظ رطوبت در بستری پایدار باشد، سوپر جاذب‌ها کاربرد دارند.

داود توکلی و همکاران (۱۳۹۳) تاثیر استفاده از پلیمرهای سوپر جاذب در عمل آوری داخلی بتن را مفید ارزیابی نمودند [۱]. رحیمی و همکارانش (۱۳۸۹) تاثیر استفاده از پلیمرهای سوپر جاذب در بتن‌های با مقاومت بالا را نشان دادند [۲ و ۳].

در این مقاله تاثیر مصرف پودر سوپر جاذب AB A200 به عنوان افزودنی در سیمان را بررسی می‌شود. لذا به نظر می‌رسد با افزایش قیمت سیمان (حدود ۲دلار در هر تن سیمان) منجر به بهبود مقاومت بتن طی "میان‌مدت و بلندمدت" شده و البته مصرف این مواد احتمالا موجب کاهش مقاومت کوتاه‌مدت می‌گردد.

۲. برنامه آزمایشگاهی و مواد تحقیق:

یک نمونه پودر سوپر جاذب AB A200 (تولید شرکت .IRMONT Inc) برای انجام آزمایش بر روی این نمونه تهیه شد (شکل۱). ۳نمونه سیمان تهران (پرتلند نوع ۲) برای اجرای طرح مخلوط‌های بتنی فراهم گردید که مشخصات فنی آنها در جدول ۱ دیده می‌شود.



شکل۱- نمونه مواد سوپر جاذب AB A200 و محل انجام آزمایش‌ها- مرکز تحقیق و توسعه شرکت سیمان تهران

جدول ۱- مشخصات سیمان مورد استفاده در این پروژه

Code	Date	SO3	Compressive Strength- (kg/cm2)			Retained on sieve (%)			Blaine	Settig Time (min)	
			2 Days	7 Days	28 Days	90µ	45µ	32µ	(cm2/gr)	Initial	Final
2697	97/08/06	2.37	210	387	512	1.9	10.6	19.2	3052	190	275
2700	97/08/07	2.30	199	365	563	1.7	8.9	18.2	2916	200	305
2737	97/08/21	*	205	378	548	2.1	9.4	19.4	3085	165	270

سپس نمونه‌ها به ۲صورت مورد استفاده قرار گرفت: ۱-پودر مواد تا حد امکان سایش گردید و به عنوان افزودنی در سیمان مصرف شد؛ ۲-پودر در مقداری آب حل شد تا به صورت ژل در آمده و در مخلوط بتنی مورد استفاده قرار گرفت (شکل۲).

نکته حائز اهمیت آنست که امکان سایش مناسب مواد سوپر جاذب به علت قابلیت جذب فوق‌العاده بالای آب، وجود نداشت. به نظر می‌رسد که در عملیات اجرائی، این مواد به جداره‌ها و مجراها بچسبند و برای جداسازی آنها امکانات ویژه‌ای موردنیاز باشد.

شکل۲- آماده‌سازی مواد به دو صورت پودر و ژل برای مصرف در مخلوط‌های بتنی

در مرحله بعدی تهیه مخلوط‌های بتن آزمایشگاهی در دستور قرار گرفت. در ساخت بتن صنعتی با سنگدانه MSA:25mm انجام می‌گیرد. مبنای انتخاب مصالح سنگدانه‌ای برای تهیه مخلوط بتن‌های آزمایشی در این تحقیق نیز بر همین منوال (مشابه اجرای بتن در ساختمان‌ها) بوده است. محل تهیه مصالح سنگدانه‌ای از جنوب تهران-شرکت پریفاب می‌باشد. از سنگدانه‌های درشت به لحاظ کاهش مصرف سیمان، استفاده بهینه شد. در کلیه مخلوطها، کیفیت مصالح سنگدانه‌ای و آب، مقادیر وزنی مصالح، شرایط فیزیکی همچون دما، ابزار مورد استفاده، آزمونگرها، شرایط عمل‌آوری و غیره تا حد امکان ثابت بوده‌اند تا با ایجاد شرایطی یکسان تنها متغیر مواد افزودنی باشد. عیار سیمان مورد استفاده در کلیه طرح‌ها نیز ۳۵۰ kg/m^3 بود. طراحی مخلوطها به روش ملی [۴] انجام شد. برای تهیه این مخلوط ۶۰٪ ماسه با ۴۰٪ شن درشت استفاده گردید. پیشنهاد اولیه تولیدکننده مواد افزودنی، دوز مصرف مواد کمتر از ۰/۱٪ نسبت به سیمان مصرفی در بتن می‌باشد که صرفا به علت توجیه اقتصادی آن بود. لذا در مراحل اول و دوم مقدار پودر و ژل مصرفی بیشتر از مقدار پیشنهادی مصرف شدند. سپس در مرحله سوم دوز مواد بصورت تدریجی افزایش یافت تا تاثیر آن در دوزهای مختلفی بررسی گردد. در

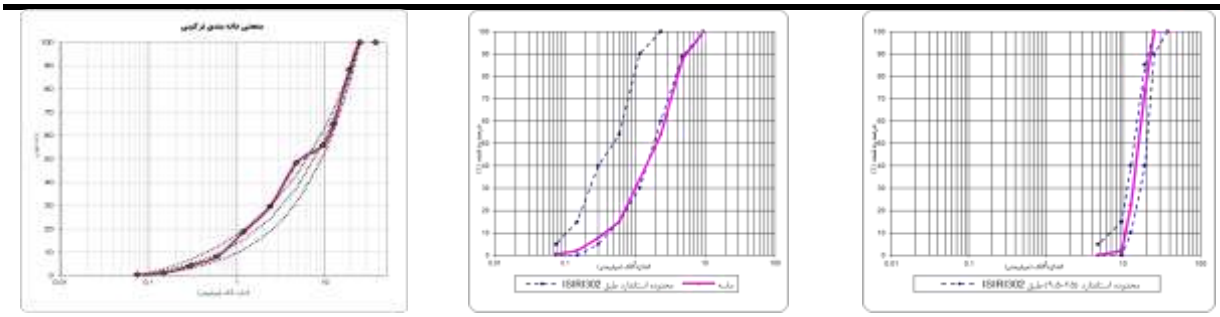
این پروژه مبنای تهیه مخلوط‌های بتن آزمایشگاهی، رسیدن به کارائی مناسب (اسلامپ ۸±۰/۵ سانتی‌متر) بود که w/c= ۰/۵۴±۰/۰۱ به دست آمد (شکل۳).

شکل۳- نماهائی از انجام پروژه در مرکز تحقیق و توسعه مجتمع صنعتی سیمان تهران

در ساخت مخلوط بتن آزمایشگاهی حداکثر اندازه سنگدانه‌ها MSA:25mm بود. شکل۴ و جدول۲ مشخصات سنگدانه‌های مصرفی در این مطالعه را نشان می‌دهد. محل تهیه مصالح سنگدانه‌ای از جنوب تهران می‌باشد.

جدول ۲- مشخصات فنی مصالح مورد استفاده در طرح‌های مخلوط بتنی

نوع سنگدانه	مدول نرمی (FM)	درصد جذب آب	وزن مخصوص (SSD)	درصد شکستگی	درصد گذشته از الک ۲۰۰
شن متوسط نیمه شکسته (بادامی)	۷/۲	۱/۵۰	۲/۵۷	۴۵	۰/۵
ماسه نیمه شکسته	۴/۰	۳/۳۹	۲/۵۳	*	۴/۴



شکل۴- نمودارهای دانه‌بندی شن (سمت راست)، ماسه (وسط) و ترکیب مصالح (سمت چپ) مصرفی در مخلوط‌های بتن

۳. نتایج آزمایشگاهی، بحث و تحلیل:

جدول۳ خلاصه نتایج مقاومت فشاری مخلوط‌های بتنی در این مطالعه را نشان می‌دهد. همانگونه که مشاهده می‌شود در مراحل اول و دوم افزودن ماده سوپرجاذب به صورت ژل یا پودر تفاوت چندانی ندارد و اثر این افزودنی در بلندمدت بهتر است. البته در نمونه حاوی ۰/۳٪ به علت دوز بالای مصرف، میزان نسبت آب به سیمان افزایش زیادی داشته که موجب افت مقاومت شده است.

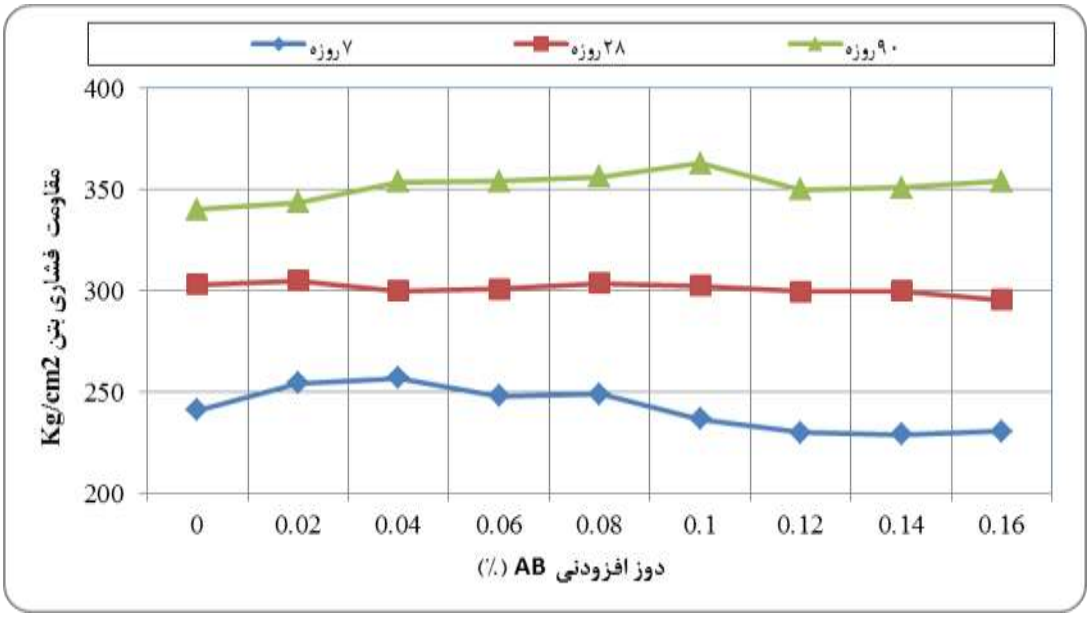
جدول ۳- خلاصه نتایج مخلوط‌های بتنی عملیات آزمایشگاهی

Stage	Code	Name	Date	Fresh Concrete		Compressive Strength-Concrete (kg/cm2)		
				Slump (mm)	w/c	7 Days	28 Days	90 Days
1	2697	Instance	97/08/06	80	0.53	273	302	375
	2697-0.3AB	0.3 Gel: AB	97/08/06	80	0.57	234	301	336
2	2700	Instance	97/08/07	80	0.55	248	347	357
	2700-0.2AB	0.2 AB	97/08/07	80	0.55	243	312	377
3	2737	Instance	97/08/21	80	0.52	241	303	340
	2737-0.02AB	0.02 AB	97/08/21	80	0.54	254	305	344
	2737-0.04AB	0.04 AB	97/08/21	80	0.54	257	300	354
	2737-0.06AB	0.06 AB	97/08/21	80	0.54	248	301	354
	2737-0.08AB	0.08 AB	97/08/21	80	0.54	249	304	356
	2737-0.10AB	0.10 AB	97/08/21	80	0.54	237	303	363
	2737-0.12AB	0.12 AB	97/08/21	80	0.54	230	300	350
	2737-0.14AB	0.14 AB	97/08/21	80	0.55	229	300	351
	2737-0.16AB	0.16 AB	97/08/21	80	0.55	231	296	354

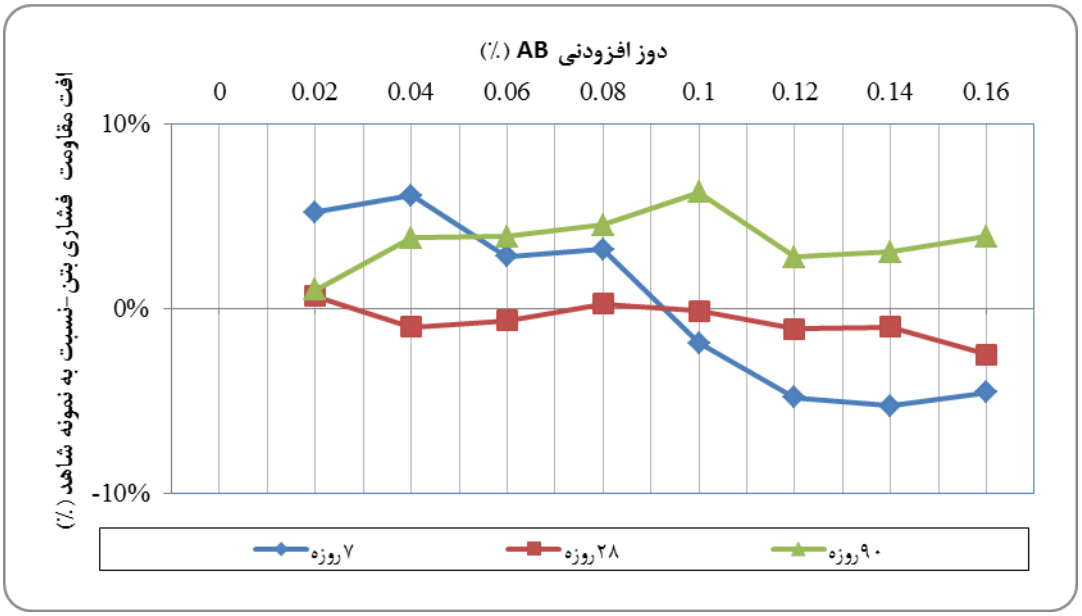
برای تشخیص بهتر نتایج، نمودار درصد مصرف مواد سوپر جاذب نسبت به مقاومت ۷ و ۲۸روزه بتن ترسیم گردید (شکل۳). این نمودار نشان می‌دهد که مصرف مواد سوپر جاذب به ویژه از دوز ۰/۰۶٪ به بالا مقاومت کوتاه‌مدت را کاهش می‌دهد. از سوئی دیگر مصرف مواد مذکور در مقاومت میان‌مدت تاثیر بسزائی ندارد. علت این موضوع آنست که برای ساخت مخلوط بتن‌های آزمایشگاهی از افزایش آب به بتن تا رسیدن به کارائی و اسلامپ مورد نظر استفاده شده است. با توجه به قابلیت جذب آب فوق‌العاده زیاد مواد سوپرجاذب، با افزایش این مواد، آب مورد نیاز (water demand) بتن افزایش می‌یابد و این افزایش آب موجب افزایش w/c می‌گردد. واضح است که افزایش w/c موجب کاهش مقاومت می‌شود. بنابراین این مکانسیم اثر افزایندگی مقاومت میان‌مدت بتن توسط مواد سوپرجاذب را تا حدودی خنثی می‌نماید. نتایج افت مقاومت در مراحل اول و دوم نیز به دلیل مذکور می‌باشد. به علت خاصیت عمل‌آوری درونی (Internal curing) نتایج مقاومت بلندمدت بهبود داشت (شکل۴).

ممکن است که این سئوال در ذهن خواننده محترم متبادر گردد که چرا برای ساخت مخلوط‌های بتنی از یک نسبت w/c ثابتی استفاده نشده است. لیکن باید دقت نمود روش ساخت مخلوطهای بتنی در

کارگاه‌های تولید بتن (یعنی مشتریان کارخانه سیمان)، افزایش آب به بتن تا رسیدن بـه کـارائی و اسـلامپ مطلوب (۱۰-۸ سانتی‌متر) است و چندان توجهی به نسبت w/c و تغییرات آن نمی‌شود.



شکل۵- نمودار درصد مصرف مواد سوپر جاذب نسبت به مقاومت ۷ و ۲۸روزه ب



شکل۶- نمودار درصد مصرف مواد سوپر جاذب نسبت به مقاومت ۷ و ۲۸روزه بتن

۴. نتیجه‌گیری

۱) برای مصرف مواد سوپر جاذب در بتن ۲روش وجود دارد: ۱-پودر سائیده شده به عنوان افزودنی در سیمان؛ ۲-پودر حل شده در آب (به صورت ژل) در مخلوط بتنی مورد استفاده قرار گیرد؛

۲) امکان سایش مناسب مواد سوپر جاذب به علت قابلیت جذب فوق‌العاده بالای آب، وجود نداشت. به نظر می‌رسد که در عملیات اجرائی، این مواد به جداره‌ها و مجراها بچسبند و برای جداسازی آنها امکانات ویژه‌ای موردنیاز باشد؛

۳) نتایج مصرف مواد سوپر جاذب نسبت به مقاومت ۷ و ۲۸روزه بتن نشان می‌دهد که مصرف مواد سوپر جاذب به ویژه از دوز ۰/۰۶٪ به بالا مقاومت کوتاه‌مدت را کاهش می‌دهد. از سوئی دیگر مصرف مواد مذکور در مقاومت میان‌مدت تاثیر بسزائی ندارد. علت این موضوع آنست که برای ساخت مخلوط بتن‌های آزمایشگاهی از افزایش آب به بتن تا رسیدن به کارائی و اسلامپ مورد نظر استفاده شده است. با توجه به قابلیت جذب آب فوق‌العاده زیاد مواد سوپرجاذب، با افزایش این مواد، آب مورد نیاز (water demand) بتن افزایش، لذا افزایش w/c نیز افزایش و در نهایت موجب کاهش مقاومت میان‌مدت بتن می‌شود؛

۴) بررسی نتایج ۹۰روزه (بلندمدت) بهبود اندکی را نشان می‌دهد؛

۵) در صورت تاثیرات دوامی این افزودنی، انجام آزمایش‌های مربوطه پیشنهاد می‌شود.

۵. قدردانی

تشکر و قدردانی ویژه‌ای از مدیران، کارشناسان، و تکنسین‌های آزمایشگاه و نیز آقای مهندس اسلامی را دارم.

۶. مراجع

۱) داود توکلی؛ علی حیدری؛ رهبر ساکنیان دهکردی. (۱۳۹۳) "استفاده از پلیمر های سوپر جاذب در عمل آوری داخلی بتن". سومین کنفرانس ملی مصالح و سازه های نوین در مهندسی عمران.

۲) وحید رحیمی؛ قاسم میقانی؛ علی کیهانی. (۱۳۸۹). "بتن مقاومت بالا با استفاده از پلیمرهای سوپر جاذب". دومین کنفرانس ملی بتن ایران.

۳) وحید رحیمی؛ قاسم میقانی؛ علی کیهانی. (۱۳۸۹). "بررسی روش های آزمایش میزان جذب آب پلیمرهای سوپر جاذب برای کاربرد در بتن: مطالعه موردی پلیمرهای سوپر جاذب A-200" همایش ملی مهندسی عمران و توسعه پایدار.

۴) "راهنمای روش ملی طرح مخلوط بتن" مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، ص ۳۳.