

بررسی اثرگذاری میدان پیوند شعوری طاهری بر کریستال بندی و سنجش مقاومت ملات سیمان (بتن)

بهاره کزازی^۱، محمدعلی طاهری^۲

خلاصه

در این تحقیق رفتار ملات سیمان تحت میدان پیوند شعوری بررسی شد. میدان‌های شعوری (ط) بیش از چهار دهه قبل، توسط محمدعلی طاهری به‌عنوان میدان‌های جدید معرفی شده‌اند. این میدان‌ها نه ماده هستند و نه انرژی، بنابراین دارای کمیت نیستند، اما روی ماده و انرژی تأثیر مستقیم دارند. به عبارت دیگر، اگرچه میدان‌های شعوری (ط) به‌طور مستقیم قابل اندازه‌گیری نیستند، اما می‌توانیم با آزمایش‌های مختلف کنترل شده، تأثیرات آن را به‌طور غیرمستقیم بررسی کنیم. در این تحقیق در تمام آزمایش‌ها از سیمان تیپ II و ماسه استاندارد استفاده شد. ساخت و سنجش مقاومت تحت استاندارد ISIR 393 بود. در این استاندارد هر گروه شامل ۳ نمونه منشوری در یک قالب می‌باشد. سه سری آزمایش با تعداد گروه‌های مختلف انجام شد که در هر سری یک گروه شاهد و بقیه تحت میدان پیوند شعوری (ط) بودند. در هر سری، تمام گروه‌ها در شرایط محیطی کاملاً یکسان نگهداری شدند. نام‌گذاری کلیه نمونه‌ها توسط مسئول آزمایشگاه انجام شد و نام گروه‌های تحت میدان پیوند شعوری (ط) به شخص برقرارکننده اتصال اعلام شد. سری-۱ شامل پنج گروه ملات ماسه سیمان بود در سنین ۷ و ۲۸ و ۴۲ روزگی سنجش مقاومت فشاری و خمشی انجام شد.

سری-۲ شامل چهار گروه مطابق ملات ماسه سیمان بود که در سنین ۷ و ۲۸ و ۴۲ روزگی سنجش مقاومت انجام شد.

سری-۳ شامل چهار گروه ملات ماسه سیمان دقیقاً مطابق شرح گفته‌شده ساخته و در سنین ۷ و ۲۸ و ۴۲ و ۹۰ روزگی سنجش مقاومت انجام شد. در سنین ۲۸ و ۴۲ و ۹۰ روزگی مورد آنالیز FT-IR (طیف‌سنج مادون‌قرمز) و در سن ۹۰ روزگی تحت بررسی SEM (میکروسکوپ الکترونی روبشی)، XRF (فلورسانس اشعه X) و XRD (پراش اشعه ایکس) قرار گرفتند. مشخص شد روند رشد مقاومت نمونه‌ها تحت میدان پیوند شعوری (ط) بیشتر از نمونه‌های شاهد بوده است. در نتایج حاصل از آنالیز FT-IR تغییرات بین شدت و ضعف پیک‌های حاصل از نمونه‌های میدان پیوند شعوری (ط) دیده می‌شود به خصوص که در سن ۲۸ روزگی نمونه شاهد دارای کلسیت و سیلیس بیشتری نسبت به سایر نمونه‌هاست. از نتایج سایر آنالیزها مشخص شد میزان حضور ترکیبات شیمیایی حاوی کلسیم $CaCO_3$ از ۸۰ تا ۲۰ درصد و Ca_3SiO_5 از ۷۵ تا ۲۵ درصد در نمونه‌های تحت میدان پیوند شعوری (ط) در ۹۰ روزگی بیشتر از شاهد است. در عوض ترکیبات حاوی سیلیس در نمونه‌های شاهد در همین سن بیشتر بود. عناصر سدیم (Na)، پتاسیم (K) و فسفر (P) در ۹۰ روزگی به‌طور تقریبی متوسط (۳۰٪) در نمونه‌های تحت میدان پیوند شعوری (ط) کاهش داشته‌اند. در صورتی‌که میزان حضور آلومینیوم و کلسیم (متوسط ۷٪-) بیشتر شده است. تفاوت شکل ظاهری و ترکیبات شیمیایی کریستال‌ها از جمله میزان تشکیل اترینگات در نمونه‌های تحت میدان پیوند شعوری (ط) در عکس‌برداری SEM مشهود بود.

۱. مهندس عمران مدیریت شرکت ساختمانی هوپه، تهران، ایران

۲. بخش تحقیق و توسعه Sciencefact، مرکز تحقیقات Cosmointel Inc، انتاریو، کانادا

*نویسنده ناظر:

مهندس عمران مدیریت شرکت ساختمانی هوپه، تهران، ایران

پست الکترونیکی:
baharkazazi@gmail.com

مقدمه

سیمان در سال ۱۸۲۴ اختراع شد و تاکنون ماده‌ای نتوانسته جایگزین آن شود [۱]. ترکیب سیمان سنگ‌دانه و آب به‌عنوان بتن یکی از پرمصرف‌ترین مواد در جهان است. چنانچه سالانه در دنیا بیش از ۴ میلیون تن سیمان تولید می‌شود [۲]. با توجه به وابستگی صنعت به خواص این ماده روش‌های مختلفی در جهت افزایش کارایی آن ارائه می‌شود. لازم به ذکر است اولین کارایی این ماده سخت‌شوندگی است که محصول واکنش‌های شیمیایی هست. با توجه به اهمیت سیمان بررسی روند تغییرات آن تحت میدان پیوند شعوری (ط) موضوع تحقیق پیش رو قرار گرفت. انتظار می‌رود میدان پیوند شعوری (ط) بر کامپوزیت‌ها باعث افزایش واکنش‌های شیمیایی و ارتقا رفتار آن‌ها در جهت شخصیت بنیادی آن‌ها بشود (نظریه ارتباط عام ذرات طاهری) [۳].

در خصوص آشنایی با مبانی نظری میدان‌های شعوری (ط) لازم به توضیح است، ماهیت شعور و جایگاه آن در علم در قرن حاضر بسیار مورد توجه قرار گرفته است. نظریه‌های فلسفی و علمی زیادی در این زمینه ارائه شده است. در دهه ی ۱۹۸۰، محمدعلی طاهری میدان‌های جدیدی را با ماهیت غیرمادی - غیر انرژی به نام میدان‌های شعوری (ط) طاهری معرفی کرد. در این دیدگاه، شعور طاهری^۱ جدا از ماده و انرژی یکی از سه عنصر موجود در جهان و مستقل از ماده و انرژی است. بر اساس این نظریه، میدان‌های مختلف شعوری (ط) با عملکردهای مختلف وجود دارد که زیرمجموعه‌های یک شبکه اینترنت کیهانی به نام شبکه‌ی شعور کیهانی هستند. تفاوت عمده بین تئوری میدان‌های شعوری طاهری و سایر مفاهیم نظری در مورد شعور (ط) مربوط به کاربرد عملی میدان‌های شعوری طاهری است. میدان‌های شعوری طاهری را می‌توان بر همه موجودات زنده و غیر زنده از جمله انسان‌ها، گیاهان، حیوانات،

میکروارگانیزم‌ها، مواد و غیره اعمال کرد.

محمدعلی طاهری، مؤسس مکتب عرفان کیهانی حلقه، علم جدیدی را در سال ۱۳۹۹ به عنوان شاخه‌ای از این مکتب معرفی کرد. او اصطلاح Sciencefact را برای این علم جدید ابداع کرد زیرا در آن از تحقیقات علمی برای اثبات وجود شعور (ط) به عنوان یک پدیده و واقعیت غیر قابل انکار استفاده می‌شود. اگرچه علم صرفاً بر مطالعه‌ی ماده و انرژی متمرکز است و در مقابل، Sciencefact، اثرات میدان‌های غیر مادی/غیر انرژی را بررسی می‌کند، Sciencefact با انجام آزمایش‌های آزمایشگاهی قابل تکرار در حوزه‌های علمی مختلف، زمینه مشترکی بین این دو را فراهم کرده و از رویکردی علمی برای اثبات میدان‌های شعوری (ط) استفاده کرده است. تأثیر میدان‌های شعوری (ط) با ارتباط بین شبکه شعور کیهانی طاهری و موضوعات مورد مطالعه به عنوان جزء آغاز می‌شود. این ارتباط تحت نام "اتصال" توسط یک فرد آموزش دیده و دارای گواهی که مسئول برقراری میدان‌های شعوری (ط) است برقرار می‌شود. ذهن فرد مورد نظر (اعلام‌کننده) نقش واسطه‌ای دارد که با توجهی گذرا (نظر) به موضوع مورد مطالعه ایفای نقش می‌کند؛ و سپس در نتیجه‌ی تاثیرات میدان‌های شعوری (ط) دستاورد اصلی حاصل می‌شود. این میدان‌ها را نمی‌توان مستقیماً از طریق علم اندازه‌گیری کرد، اما می‌توان اثرات آن‌ها بر موضوعات مختلف را از طریق آزمایش‌های آزمایشگاهی تکرارپذیر بررسی کرد. روش تحقیق در مطالعه‌ی شعور (ط) بر اساس فرآیند فرض، برهان و اثبات استوار است؛ که فرض اصلی عبارت است از: کیهان توسط عنصر سومی به نام شعور (ط) شکل گرفته است که با ماده و انرژی متفاوت است. برهان عبارت است از: وجود میدان‌های شعوری (ط) را می‌توان با تأثیرات آن بر ماده و انرژی (به عنوان مثال، انسان‌ها، حیوانات، گیاهان، میکروارگانیزم‌ها، سلول‌ها، مواد و غیره) نشان داد.



سه نقطه‌ای استفاده شد؛ که منشور نمونه از طرف وجهی که در تماس با قالب بوده داخل دستگاه قرار گرفته و سپس بار با سرعت 50 ± 10 نیوتن بر ثانیه توسط غلتک بالایی به وجه مخالف منشور وارد شده است تا زمانی که نمونه شکسته شود سپس دو نمونه منشور تا زمان آزمایش مقاومت فشاری با پارچه مرطوب پوشانده شد.

مقاومت خمشی R_f از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$R_f = b^3/L \times F_f \times 1.5$$

که در اینجا:

R_f : مقاومت خمشی برحسب مگا پاسکال

b : ابعاد مقطع مربعی منشور برحسب میلی‌متر

F_f : بار اعمال شده بر روی منشور در زمان شکست

برحسب نیوتن

L : فاصله مرکز تا مرکز غلتک‌های تیکه‌گاه یا دهانه بارگذاری برحسب میلی‌متر می‌باشند.

در خصوص مقاومت فشاری آزمون بر روی نیمه نمونه‌های مقاومت خمشی انجام گرفت. هر یک از نمونه‌ها داخل دستگاه قرار گرفته و بار به آرامی با سرعت 20 ± 2400 نیوتن بر ثانیه بر روی نمونه اعمال شد تا نمونه شکسته شود. مقاومت فشاری برحسب مگا پاسکال از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$R_c = 1600/F_c$$

که در اینجا:

R_c : مقاومت فشاری برحسب مگا پاسکال

F_c : بیشینه بار در هنگام شکست برحسب نیوتن

1600 : سطح فک بارگذاری یا سطح صفحات کمکی (40×40 میلی‌متر) برحسب میلی‌متر مربع می‌باشد.

نتایج آزمون مقاومت خمشی برحسب میانگین عددی ۳ نتیجه منحصر به فرد محاسبه شد و هر آزمونه با تقریب ۰/۱ مگا پاسکال و میانگین عددی نتایج ۳

اثبات عبارت است از: تأیید علمی تأثیرات میدان‌های شعوری (ط) بر ماده و انرژی (طبق برهان) از طریق آزمایش‌های علمی تکرارپذیر مختلف. بر این اساس، برای بررسی و تأیید وجود، تأثیرات و مکانیسم‌های میدان‌های شعوری (ط)، پنج مرحله تحقیقاتی زیر (مراحل ۰ تا ۴) انجام می‌شود. اهداف هر مرحله در زیر مشخص شده است.

مطالعات فاز صفر با هدف اثبات وجود میدان‌های شعوری طاهری با مشاهده‌ی اثرات آنها انجام می‌شود. ماهیت شعور (ط) و چپستی آن در این مرحله مورد بررسی قرار نخواهد گرفت.

فاز ۱ اثرات گوناگون میدان‌های مختلف شعوری طاهری را بررسی می‌کند. **فاز ۲** دلیل تأثیرات گوناگون این زمینه‌ها را بررسی می‌کند. **فاز ۳** مکانیسم اثرات میدان‌های شعوری طاهری بر ماده و انرژی را بررسی می‌کند. و در نهایت، **فاز ۴** نتایج قابل توجهی را به‌ویژه در رابطه با ذهن و حافظه ماده و ارتباط آن‌ها با شعور (ط) عرضه می‌کند [۳-۶].

مواد و روش آزمایش

ساخت و بررسی افزایش مقاومت ملات سیمان در همه آزمون‌ها بر مبنای استاندارد ISIR 393 بوده است [۷]. در تمام نمونه‌ها از ماسه استاندارد و سیمان تیپ II استفاده شده و همه نمونه‌های ساخته شده از ابتدا تا سنجش میزان مقاومت در شرایط محیطی کاملاً یکسان نگهداری شدند.

طبق استاندارد فوق روش اندازه‌گیری مقاومت خمشی و فشاری با نمونه‌ها منشوری به ابعاد $40 \times 40 \times 160$ میلی‌متر تعیین شده است. این نمونه‌ها با استفاده از یک مخلوط خمیری شامل یک واحد وزنی ماسه استاندارد و یک‌دوم واحد وزنی آب (نسبت آب به سیمان ۰/۰۵) قالب‌گیری شدند. برای تعیین مقاومت خمشی از دستگاه بارگذاری

آزمونه با تقریب ۰/۱ مگا پاسکال گزارش شده است. میانگین عددی نتایج هر گروه برای مقاومت فشاری محاسبه شد؛ که هرکدام از نتایج با تقریب ۰/۱ مگا پاسکال ارائه شده است و با انجام ۶ آزمون مقاومت فشاری بر روی ۳ منشور شکسته شده به دست می‌آید. در صورتی که هر یک از ۶ نتیجه به تنهایی بیش از ۱۰ درصد نسبت به میانگین تفاوت داشته باشند حذف می‌شوند و میانگین ۵ نمونه باقیمانده ارائه می‌شود و اگر یکی از نتایج ۵ نمونه بیش از ۱۰ درصد با میانگین عددی اختلاف داشته باشد کلیه نتایج حذف می‌گردد و برای آن سری نتیجه‌ای ارائه نشده است [۷].

نام‌گذاری‌ها: قبل از ساخت نمونه هر سری قالب توسط مسئول آزمایشگاه از اسامی تصادفی و بی‌معنی نام‌گذاری شد. یک سری به عنوان شاهد در نظر گرفته شده و بقیه به مجری برقراری میدان شعوری (ط) اعلام شده است.

اثر دادن میدان شعوری (ط)

یکی از میدان‌های معرفی شده، میدان پیوند شعوری (ط) نام دارد و بر اساس پروتکل‌های تنظیم شده توسط مرکز تحقیقاتی (www.COSMOintel.com) بر روی نمونه‌ها اعمال شد. درخواست اتصال به CCN برای استفاده از میدان‌های شعوری (ط) را می‌توان از طریق وب سایت COSMOintel در بخش "تخصیص اعلام" قرار داد. این دسترسی برای همه بدون هیچ هزینه‌ای در دسترس است. به منظور مطالعه و تجربه‌ی این اتصال، محققان می‌توانند در هر زمان در وب سایت مذکور ثبت نام کنند تا آزمایش را به مرکز تحقیقات COSMOintel گزارش دهند. جزئیات خاصی از آزمایش باید به مرکز ارائه شود. برای مثال مشخصات یا تعداد و نام نمونه‌های آزمایشی و نمونه‌های شاهد باید مشخص

شود. تمامی این آزمایش به عنوان یک روش دو سو کور انجام شد که در آن تکنسین‌های آزمایشگاهی کاملاً از میدان‌های شعوری (ط) بی اطلاع بودند؛ و اعلام کننده در مرکز تحقیقات COSMOintel که اتصال را ایجاد کرد از جزئیات این مطالعه بی اطلاع بود. دابل کور یک استاندارد طلایی است که در آزمایشات علمی رایج است.

آزمایش سنجش مقاومت خمشی و فشاری سری- ۱

پنج گروه ملات ماسه سیمان طبق استاندارد بیان شده که هر گروه شامل سه نمونه می‌شود، ساخته شد؛ و در شرایط دما فشار رطوبت و شرایط فیزیکی و محیطی کاملاً یکسان نگهداری شدند و در سنین ۷ و ۲۸ و ۴۲ روزگی مورد سنجش مقاومت فشاری و خمشی قرار گرفتند.

آزمایش سنجش مقاومت فشاری و خمشی سری- ۲

چهار گروه ملات سیمان طبق استاندارد فوق که هر گروه شامل سه نمونه می‌باشد، آماده شد در سنین ۷ و ۲۸ و ۴۲ روزگی سنجش مقاومت انجام شد.

آزمایش سنجش خمشی و فشاری سری- ۳

چهار گروه ملات ماسه سیمان که هر گروه شامل سه نمونه بود دقیقاً مطابق شرح گفته شده ساخته و در سنین ۷ و ۲۸ و ۴۲ و ۹۰ روزگی سنجش مقاومت انجام شد. در سنین ۲۸ و ۴۲ و ۹۰ روزگی مورد آنالیز، طیف FT-IR (طیف سنج مادون قرمز) و در سن ۹۰ روزگی تحت بررسی، SEM (میکروسکوپ الکترونی روبشی) و XRF (فلورسانس اشعه X) و XRD (پراش اشعه ایکس) قرار گرفتند.



نتایج و بحث و بررسی

سنجش مقاومت تمام نمونه‌ها

جدول ۱: میزان قرائت شده مقاومت‌های خمشی و فشاری

Name	مقاومت خمشی (Mpa)				مقاومت فشاری (Mpa)			
	سن‌روز				سن‌روز			
	7	28	42	90	7	28	42	90
سری ۱	B-control	*	7.3	7.1	29.5	46.9	42.9	
	A	6.1	7.5	7.7	34.8	51.2	47.2	
	F	6.1	7	7.1	32	45.8	46.6	
	a	5.5	7.2	7.6	29.1	38.8	48.6	
	b	5.6	7	7.7	29.3	44.3	56	
سری ۲	SH-control	6.1	9.05	10.8	31.7	45.6	48.8	
	A1	6	8.1	10.7	31	45.1	52	
	B1	6.1	*	10.8	30.2	44.5	51.5	
	C1	*	*	10.7	29.3	44.4	49.5	
سری ۳	Sh-control	7.5	8.1	8.2	8.6	32.5	41.4	45.9
	a1	7.3	8.6	8.3	8.8	31.4	42.1	48.1
	b1	7	8.2	8.3	8.7	30.8	41.7	47.8
	c1	7.5	8.1	7.7	7.9	31.8	44.7	46.4

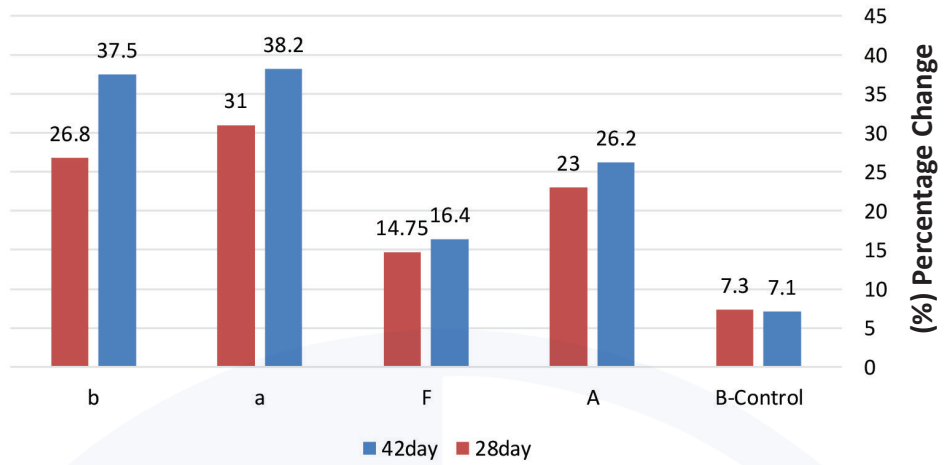
جدول ۲: درصد تغییر مقاومت فشاری و خمشی نسبت به سن ۷ روزگی نمونه‌ها در سری خود

Name	درصد تغییرات مقاومت خمشی				درصد تغییرات مقاومت فشاری			
	سن‌روز				سن‌روز			
	7	28	42	90	7	28	42	90
سری ۱	B-Control	*	7.30%	7.10%	29.5	59%	45.40%	
	A	*	23%	26.20%	34.8	47.10%	35.60%	
	F	*	14.75%	16.40%	32	43.10%	45.60%	
	a	*	31%	38.20%	29.1	33.33%	67%	
	b	*	26.80%	37.50%	29.3	51.20%	91.10%	
سری ۲	SH-Control	*	48.30%	77%	31.7	43.80%	53.90%	
	A1	*	35%	78%	31	45.50%	67.70%	
	B1	*	*	77%	30.2	47.40%	70.52%	
	C1	*	*	*	29.3	51.50%	69%	
سری ۳	Sh-Control	*	8%	9.30%	14.665	27.40%	31.70%	41.23%
	a1	*	17.80%	13.70%	20.50%	34.10%	33.12%	53.18%
	b1	*	17.14%	8.57%	24.30%	35.40%	43.80%	55.20%
	c1	*	8%	3%	5.30%	40.56%	38.36%	46%

مقاومت نسبت به شاهد بیشتر است و نمونه‌های سایر سال‌ها در ۷ روزگی یک افت مقاومتی را نشان داده و در ادامه نرخ رشد نسبت به سن ۷ روزگی بیشتر شده است.

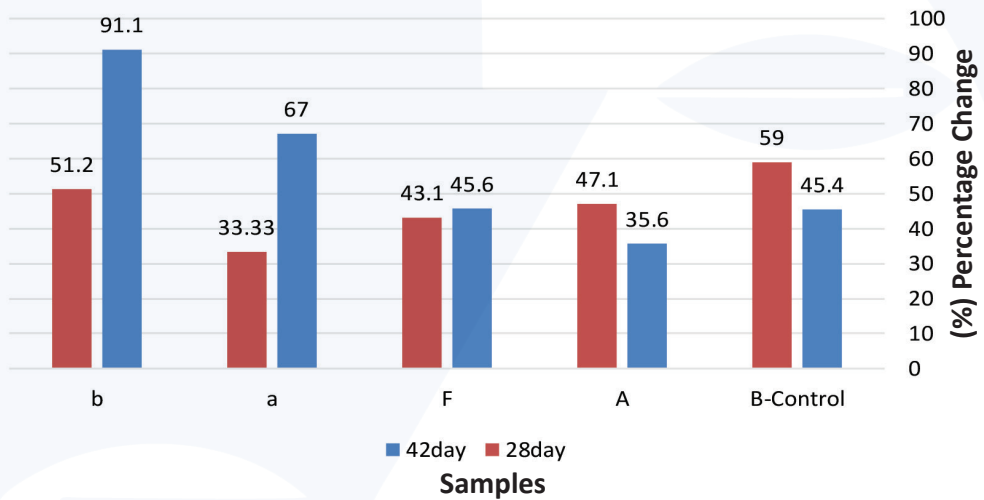
با توجه به نحوه ارائه نتایج در استاندارد ارائه شده برخی از نمونه‌ها به صلاحیت مسئول فنی آزمایش و با احتساب خطای آزمون حذف شده‌اند. همچنین مشاهده می‌شود در نمونه‌های سری-۱ از ۷ روزگی نرخ رشد

Changes bening strength%



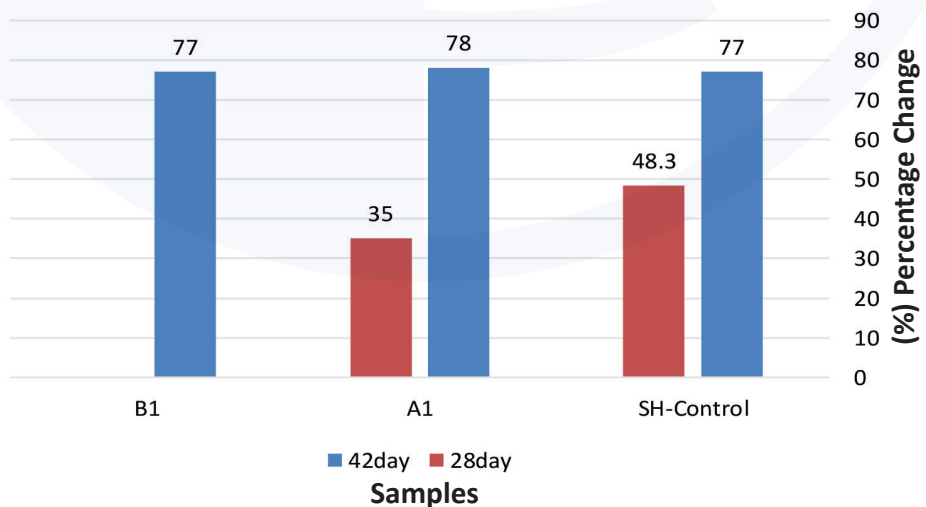
شکل ۱: درصد رشد مقاومت خمشی سری ۲ نسبت به سن ۷ روزه در سری خود

Changes compressive strength%



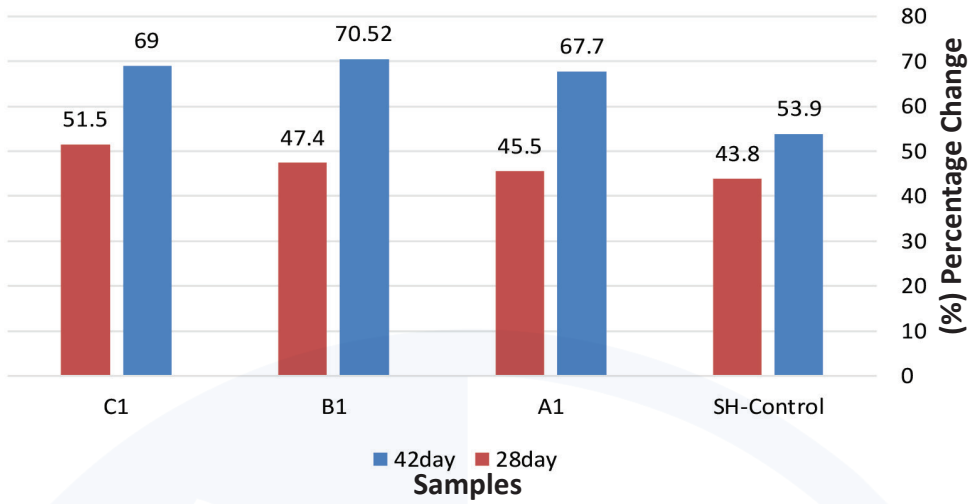
شکل ۲: درصد رشد مقاومت فشاری سری ۱ نسبت به سن ۷ روزه در سری خود

Changes bending strength%



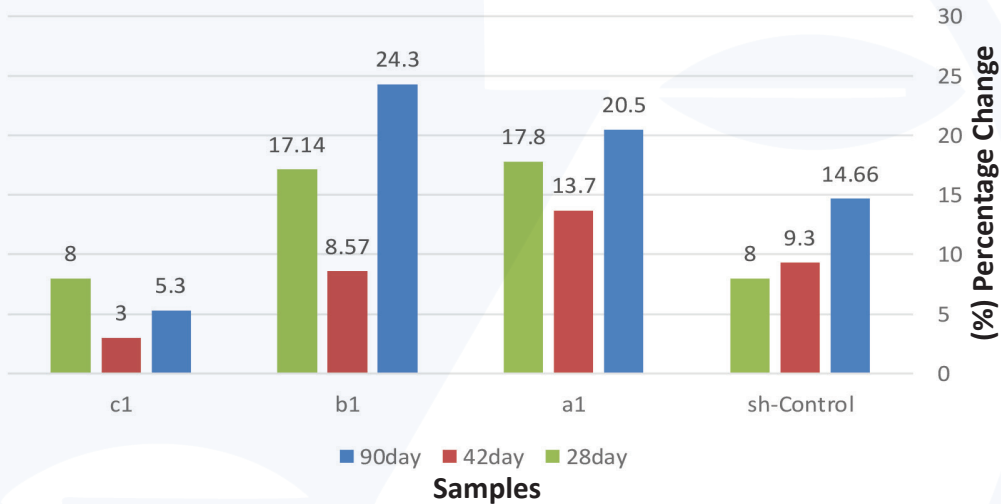
شکل ۳: درصد رشد مقاومت خمشی سری ۲ نسبت به سن ۷ روزه در سری خود

Changes compressive strength%



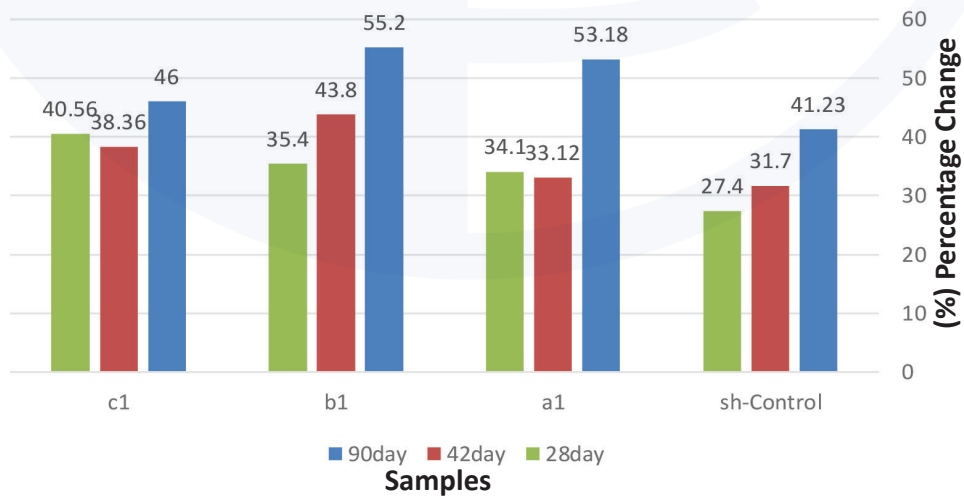
شکل ۴: درصد رشد مقاومت فشاری سری-۲ نسبت به سن ۷ روزه در سری خود

Changes bending strength%



شکل ۵: درصد رشد مقاومت خمشی سری-۳ نسبت به سن ۷ روزه در سری خود

Changes compressive strength%



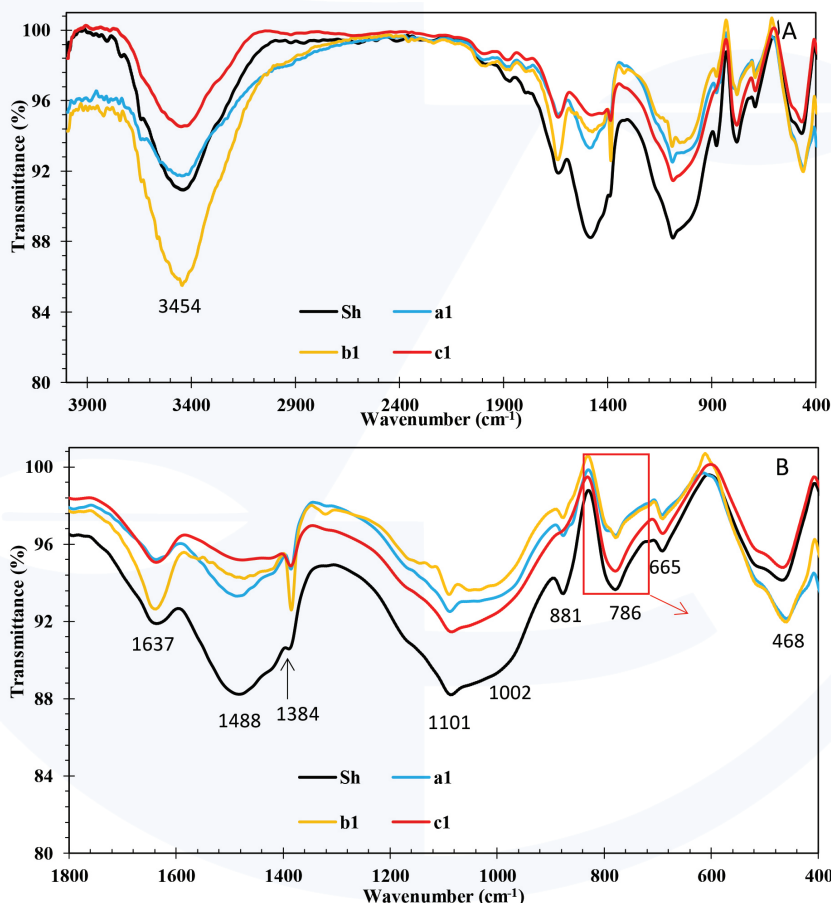
شکل ۶: درصد رشد مقاومت فشاری سری-۳ نسبت به سن ۷ روزه در سری خود

پرتلند را نشان می‌دهد [۸-۹]. ممکن است میدان پیوند شعوری (ط) رفتار سیمان را هوشمندانه تغییر داده باشد.

همان‌طور که دیده شد در اکثر نمونه‌ها تحت میدان پیوند شعوری (ط) میزان رشد مقاومت به مرور زمان نسبت به سن ۷ روزگی بیشتر از نمونه‌های شاهد بوده است. این پدیده نشان از تغییرات در ساختار ترکیبات شیمیایی ایجاد شده دارد. همچنین در سال‌های اخیر به علت آلودگی زیست‌محیطی سیمان استفاده از سیمان‌های با ترکیبات شیمیایی جدید و سبز رونق گرفته [۸] که الگوی رشد مقاومت آن‌ها با سیمان پرتلند شناخته شده که مورد استفاده این تحقیق بوده، متفاوت است. به عنوان مثال سیمان LC3-50 که می‌رود تا در صنعت جایگزین سیمان پرتلند گردد [۸] در روزهای اول افت مقاومت داشته و در سنین ۲۸ تا ۴۲ رشد مقاومت بیشتری را نشان می‌دهد و مجدد در ۹۰ روزگی کاهش افت نسبت به سیمان

آنالیز FT-IR برای نمونه‌های سری- ۳

جهت بررسی ساختار شیمیایی ملات سیمان، از آزمون FT-IR استفاده شده و نتایج در تصاویر زیر نشان داده شده است. همچنین جهت مقایسه بهتر نتایج تصویر بزرگنمایی شده از این طیف‌ها در محدوده 400 cm^{-1} تا 1800 cm^{-1} نیز نشان داده شده است. در تمام گراف‌ها (sh) نمونه شاهد است.



شکل ۷: نتایج آزمون FT-IR مربوط به نمونه ملات سیمانی ۲۸ روزه. (الف) کل طیف و (ب) محدوده 400 cm^{-1} تا 1800 cm^{-1} (sh نمونه شاهد است)

جذب سطحی شده می‌باشد [۱۱،۱۰]. همچنین در این نمونه‌ها نیز ارتعاشات کششی پیوندهای موجود در گروه کربناتی ساختار کربنات کلسیم موجود در سیمان در عدد موج 1488 cm^{-1} پیک جذبی نشان داده است [۱۲].

در طیف‌های نشان داده شده در شکل ۷، در نمونه‌های مورد بررسی پیک‌های قرار گرفته در عدد موج‌های حدود 3450 cm^{-1} و 1637 cm^{-1} به ترتیب مربوط به ارتعاش کششی و خمشی پیوندهای O-H در مولکول‌های آب

به‌علاوه، در عدد موج 1384cm^{-1} پیک جذبی مربوط به ارتعاشات کششی پیوندهای Si-O موجود در واحدهای آنیون‌های SiO_4^{4-} قابل‌مشاهده است [۱۳]. پیک‌های واقع شده در عدد موج‌های 1101cm^{-1} و 1002cm^{-1} به ترتیب مربوط به ارتعاش کششی پیوندهای Si-O-Si و Si-O-Al در ترکیبات موجود در سیمان است [۱۴].

به‌علاوه، در عدد موج 881cm^{-1} پیک جذبی مربوط به ارتعاشات کششی پیوندهای C-O موجود کلسیت است [۱۵]. با مقایسه شدت پیک‌های مربوط به کربنات کلسیم و سیلیس کاملاً مشخص است که نمونه شاهد دارای کلسیت و سیلیس بیشتری نسبت به سایر نمونه‌هاست.

دو پیک واقع شده در عدد موج‌های 665cm^{-1} و 468cm^{-1} نیز مربوط به ارتعاش خمشی پیوندهای Si-O در ترکیبات مختلف است [۱۳-۱۶].

همچنین همان‌گونه که عنوان شد پیک واقع شده در عدد موج 786cm^{-1} در نمونه‌های حاوی مقادیر بالای قلیا مشاهده می‌شود [۱۳]. با مقایسه شدت پیک واقع شده در این عدد موج مشخص است که نمونه‌های a1 و b1 کمترین و نمونه شاهد بیشترین مقدار قلیا در ساختار را دارا بوده‌اند.

یکی دیگر از پارامترهایی که توسط برا ۲ و همکارانش معرفی شد، ضریب اختلال ساختاری ۳ است [۱۷]. این

ضریب جهت بررسی میزان حساسیت به واکنش قلیایی در سیمان قبل از استفاده و عمل هیدراتاسیون پیشنهاد شده است. بر طبق این ضریب چنانچه مقدار این پارامتر کمتر از ۱۲۰ باشد به این معنی است که نمونه غیرفعال است، اگر بین ۱۲۰ تا ۲۰۰ باشد یعنی نمونه دارای فعالیت اندک است، چنانچه بین ۲۰۰ تا ۳۰۰ باشد یعنی شدیداً فعال است و اگر بیش از ۳۰۰ باشد یعنی نمونه فعالیت پوزولانی دارد [۱۷]. از آنجاییکه سیمان استفاده‌شده تیپ II بوده و اگرچه غیرفعال است. ولی بررسی این فاکتور حین واکنش که به طور غیر مستقیم می‌تواند معرف ترکیبات CaOH_2 یا سایر ترکیبات قلیایی باشد مفید است. طبق این تئوری،

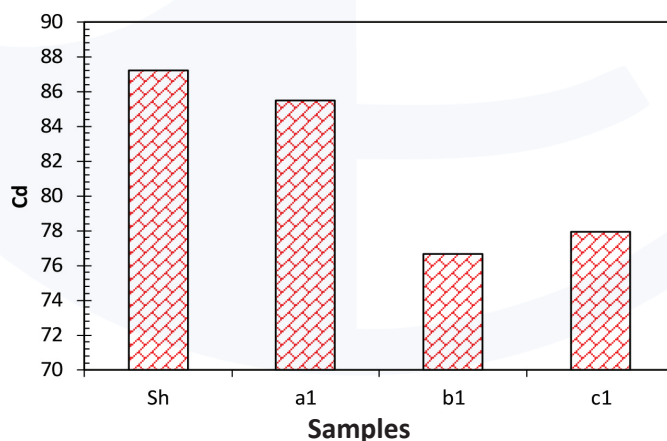
مقدار این ضریب از رابطه (۱) به دست می‌آید. [۱۷]

$$(1) \quad C_d^1 = \Delta v / A'_b$$

که در این رابطه C_d ضریب اختلال ساختاری و Δv پهنای پیک واقع شده در عدد موج 796cm^{-1} بوده و مقدار A'_b از رابطه (۲) استخراج شده است.

$$(2) \quad A'_b = \log [(P+Z)/Z]$$

که در این رابطه P نقطه مینیموم پیک واقع شده در عدد موج 796cm^{-1} و Z اختلاف بین مینیموم پیک واقع شده در عدد موج‌های 1100cm^{-1} و 796cm^{-1} است. مقدار به دست آمده برای این ضریب جهت مقایسه بهتر به صورت نمودارهای ستونی در شکل ۱۱ نشان داده شده است.

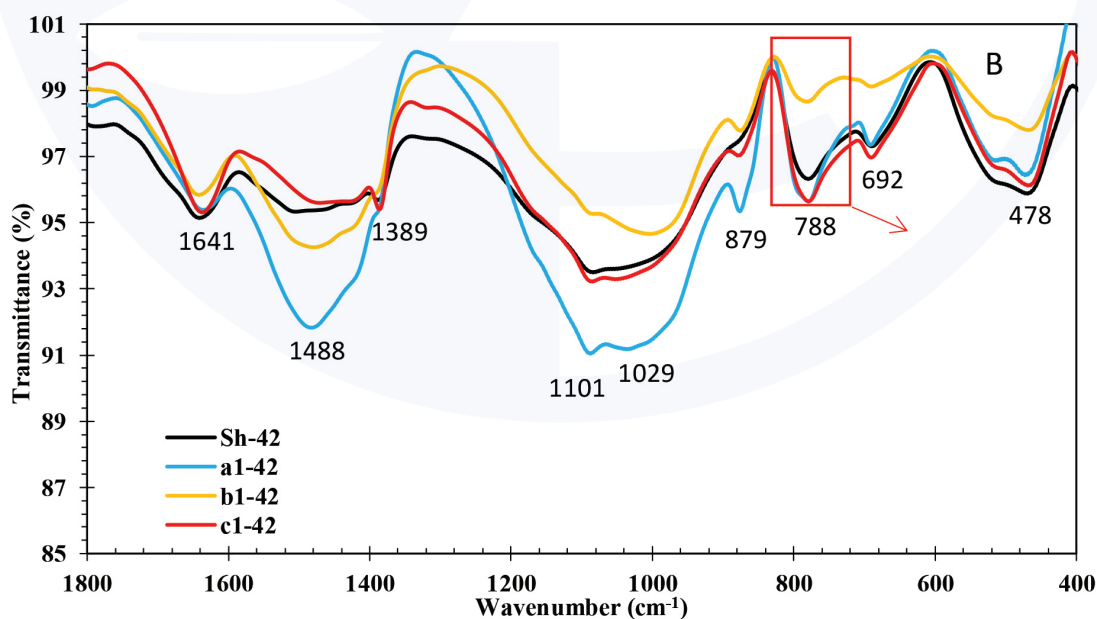
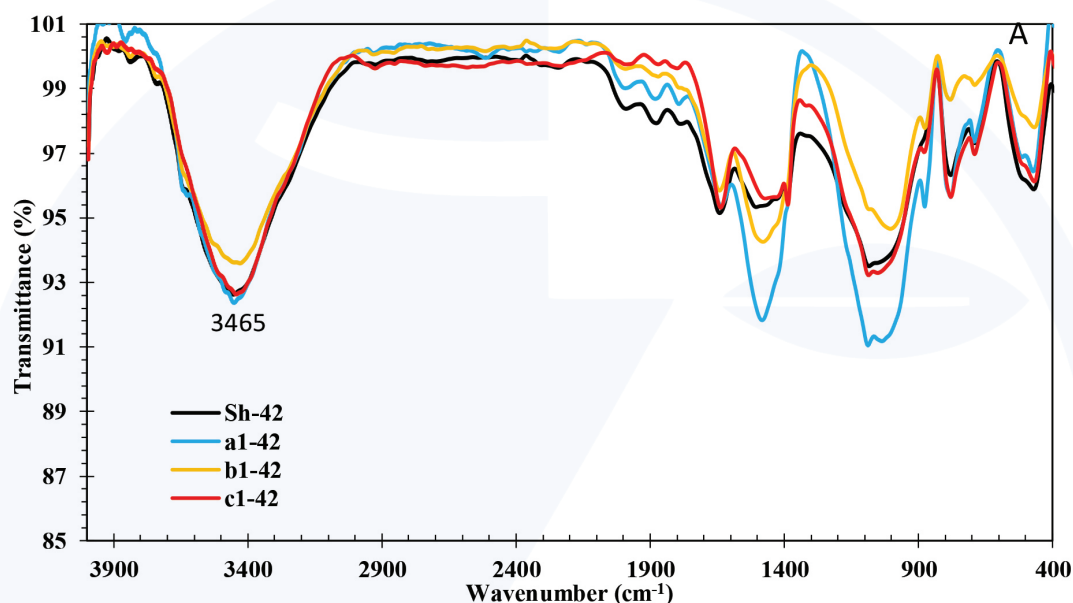


شکل ۸: مقادیر بدست آمده برای ضریب اختلال ساختاری برای نمونه‌های مختلف در سن ۲۸ روزگی (sh نمونه شاهد است)

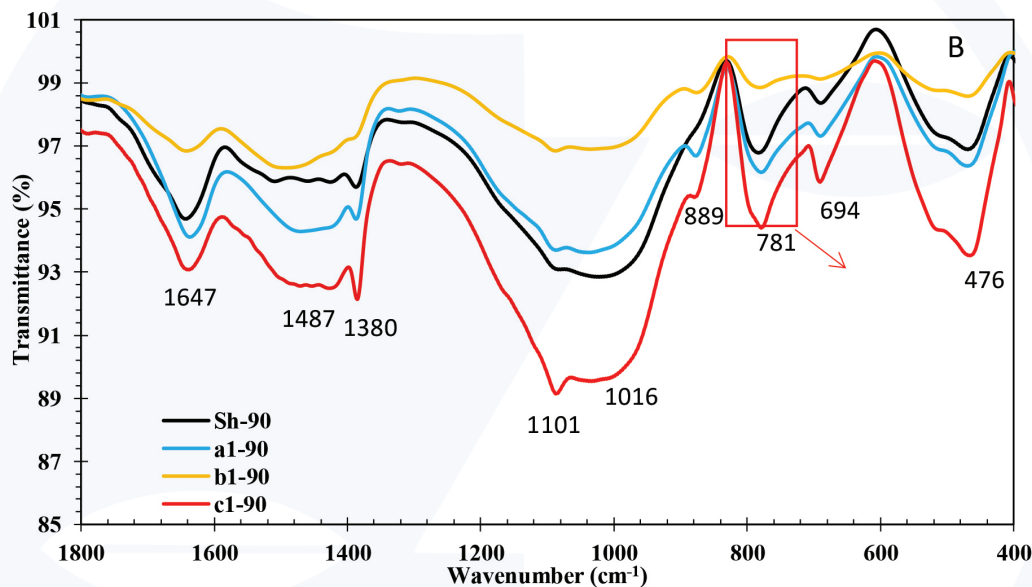
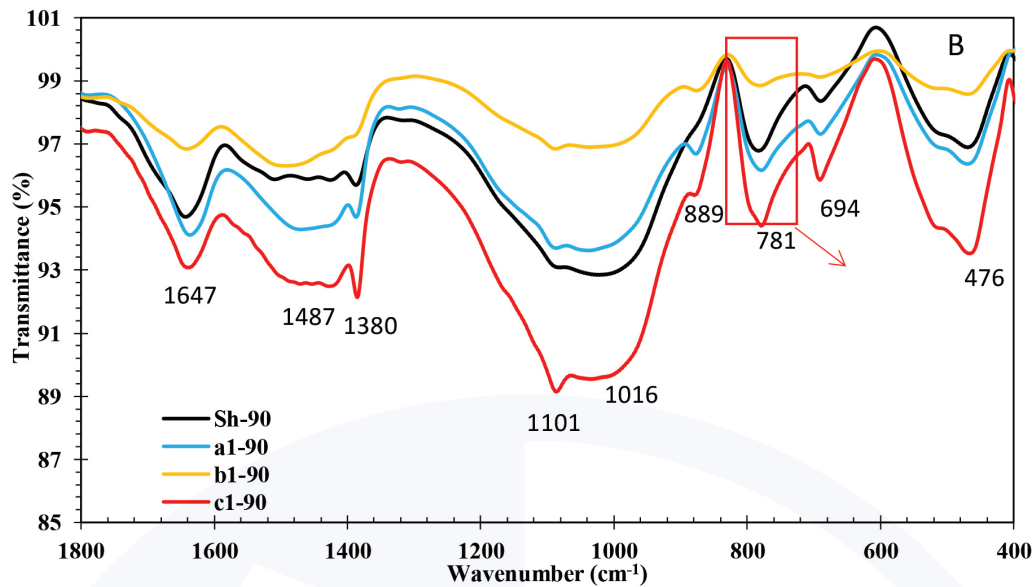
بودن سیمان‌های متفاوت استفاده می‌شود و در اینجا با وجود استفاده از یک نوع سیمان واحد، میزان ترکیب شیمیایی متفاوتی ایجاد شده است.

نتایج آزمون FT-IR مربوط به نمونه‌های ۴۲ و ۹۰ در شکل ۹ و ۱۰ نشان داده شده است همچنین جهت مقایسه بهتر نتایج تصویر بزرگنمایی شده از این طیف‌ها در محدوده 400 cm^{-1} تا 1800 cm^{-1} نیز نشان داده شده است.

مطابق نتایج بدست آمده برای این ضریب مشخص است که مقدار C_e برای نمونه‌های شاهد و b1 به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار بوده است؛ بنابراین نتایج بدست آمده در این پژوهش نشان می‌دهد که نمونه‌های مورد مطالعه غیرفعال بوده‌اند و این با ساختار سیمان استفاده شده مطابقت دارد و کمترین فعالیت شیمیایی نیز متعلق به نمونه b1 و بیشترین فعالیت شیمیایی متعلق به نمونه شاهد است. این ضریب برای میزان ریسک قلیایی



شکل ۹: نتایج آزمون FT-IR مربوط به نمونه ۴۲ (الف) کل طیف و (ب) محدوده 400 cm^{-1} تا 1800 cm^{-1} (sh نمونه شاهد است)



شکل ۱۰: نتایج آزمون FT-IR مربوط به نمونه ۹۰ (الف) کل طیف و (ب) محدوده 400 cm^{-1} تا 1800 cm^{-1} (ش نمونه شاهد است)

در حالی است که در نمونه‌های ۹۰ روز مقدار این ماده در نمونه c1 و پس از آن در نمونه a1 بیشتر بوده است به علاوه، در عدد موج 1380 cm^{-1} تا 1389 cm^{-1} پیک جذبی مربوط به ارتعاشات کششی پیوندهای Si-O موجود در واحدهای آنیون‌های SiO_4^{-4} در هر دو نمونه قابل مشاهده است [۱۳]. با این حال در نمونه ۹۰ این پیک تشدید شده است که می‌تواند مؤید وجود مقدار بیشتر آنیون سولفاتی در این نمونه باشد. پیک‌های واقع شده در عدد موج‌های حدود 1100 cm^{-1} و 1020 cm^{-1} به ترتیب مربوط به ارتعاش کششی

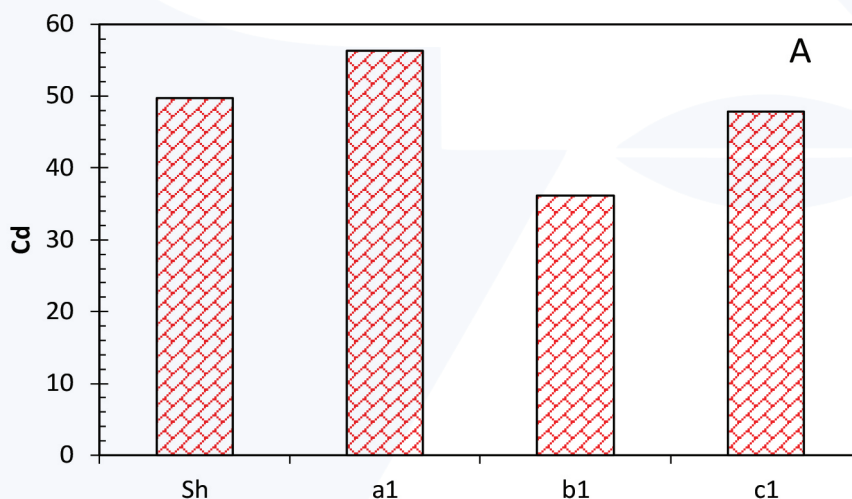
در این دو نمونه پیک‌های قرارگرفته در عدد موج‌های حدود 3450 cm^{-1} و 1640 cm^{-1} مجدداً به ترتیب مربوط به ارتعاش کششی و خمشی پیوندهای O-H در مولکول‌های آب جذب سطحی شده می‌باشد [۱۰، ۱۱]. همچنین در این نمونه‌ها نیز ارتعاشات کششی پیوندهای موجود در گروه کربناتی ساختار کربنات کلسیم موجود در سیمان در عدد موج 1488 cm^{-1} پیک جذبی نشان داده است [۱۲]. در نمونه‌های ۴۲ روز، وجود مقادیر بالاتر کلسیم کربنات در نمونه a1 نسبت به نمونه‌های دیگر کاملاً مشهود است. این

با مقایسه شدت پیک واقع شده در این عدد موج مشخص است که نمونه b1 در هر دودسته نمونه ۴۲ روز و ۹۰ کمترین مقدار قلیا در ساختار را دارا بوده است. این در حالی است که در نمونه ۴۲ روز مقدار قلیای نمونه‌های c1 و a1 در یک حد و بیشتر از مقدار شاهد بوده است. همچنین پس از ۹۰ روز مقدار قلیای نمونه c1 به شکل قابل توجهی از دیگر نمونه‌ها بیشتر است.

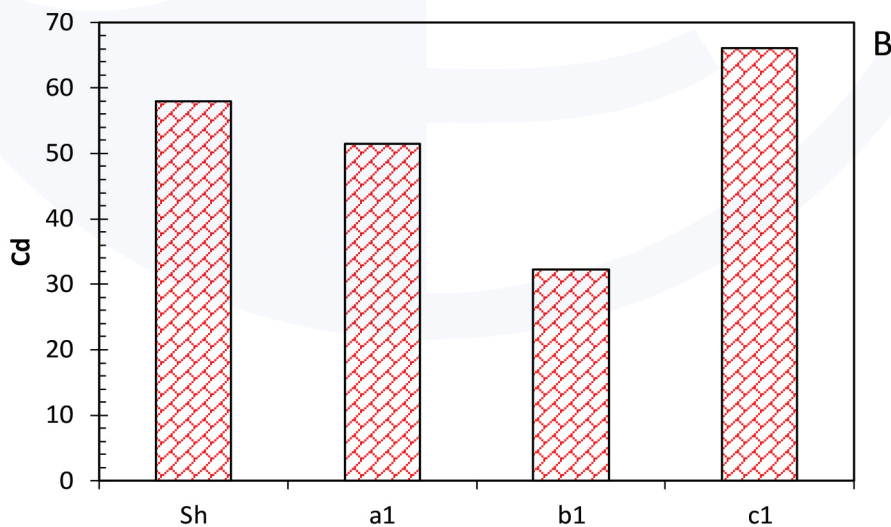
مقدار بدست آمده برای ضریب اختلال ساختاری برای نمونه‌های ۴۲ و ۹۰ روز جهت مقایسه بهتر به صورت نمودارهای ستونی در شکل ۱۱ و ۱۲ نشان داده شده است [۱۷].

پیوندهای Si-O-Si و Si-O-Al در ترکیبات موجود در سیمان است [۱۴]. در اینجا نیز مجدداً مشاهده می‌شود که ساختارهای سیلیسی در نمونه‌های a1 و c1 به ترتیب پس از ۴۲ و ۹۰ روز بیشترین مقدار بوده است به علاوه، در عدد موج حدود 885 cm^{-1} پیک جذبی مربوط به ارتعاشات کششی پیوندهای C-O موجود کلسیت است [۱۵].

دو پیک واقع شده در عدد موج‌های حدود 690 cm^{-1} و 470 cm^{-1} نیز مربوط به ارتعاش خمشی پیوندهای Si-O در ترکیبات مختلف است [۱۶، ۱۳]. همچنین همان‌گونه که قبلاً ذکر شد پیک واقع شده در عدد موج حدود 711 cm^{-1} در نمونه‌های حاوی مقادیر بالای قلیا مشاهده می‌شود [۱۳].



شکل ۱۱: مقادیر بدست آمده برای ضریب اختلال ساختاری برای نمونه‌های مختلف در سن ۴۲ روزگی (Sh نمونه شاهد است)



شکل ۱۲: مقادیر بدست آمده برای ضریب اختلال ساختاری برای نمونه‌های ۹۰ روز (Sh نمونه شاهد است)

آزمون XRD نمونه‌های سری- ۳ در ۹۰ روزگی

جهت بررسی ساختار کریستالی نمونه‌های مورد بررسی از آزمون XRD استفاده شده و الگوهای پراش حاصل در شکل ۱۳ نشان داده شده است. اطلاعات آنالیز به شرح زیر می‌باشد:

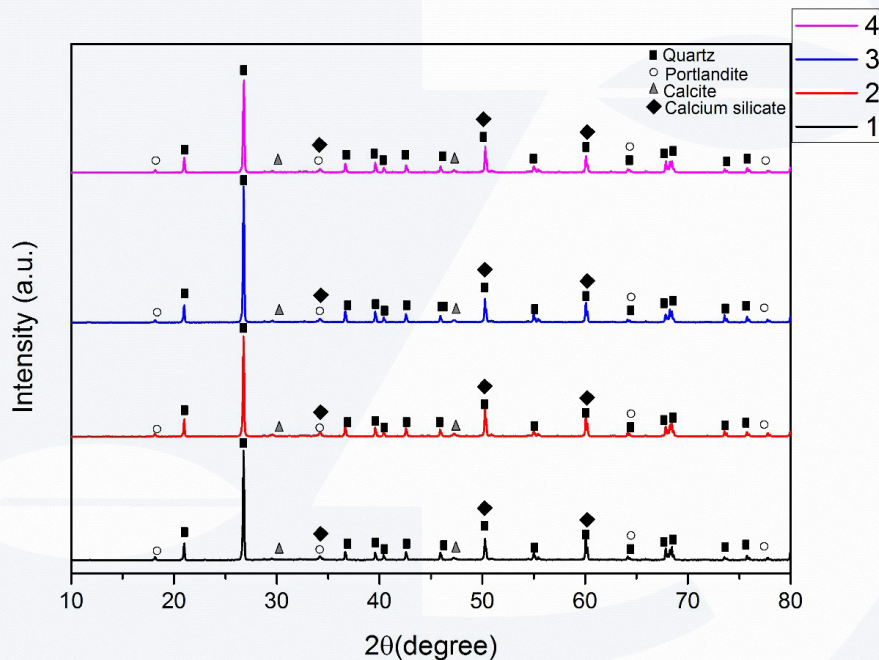
Reference Standard of the test:

BS EN 13925-1: 2008, Anode: Cu, Voltage: 40 KV, Current: 30 mA

Counting time:

0.5 sec, Step Size: 0.02, 2 θ : 2-100°

مطابق نتایج بدست آمده برای این ضریب مشخص است که مقدار C_e برای نمونه‌های a1 و c1 به ترتیب پس از ۴۲ و ۹۰ روز بیشترین مقدار را داشته است. همچنین در هر دودسته نمونه کمترین مقدار این ضریب متعلق به نمونه b1 بوده است. همان‌طور که قبلاً بیان شد مقدار C_e می‌تواند به عنوان معیاری برای فعالیت قلیایی-سیلیکایی یک نمونه در نظر گرفته شود؛ و کمترین فعالیت شیمیایی نیز همانند قبل متعلق به نمونه b1 بوده است. این تفاوت‌ها در صورتی است که سیمان استفاده‌شده در تمام نمونه‌ها یکسان بوده است. لازم به ذکر است این ضریب می‌تواند معرف هر نوع قلیا در این نمونه‌ها باشد و نوع ترکیب شیمیایی قابل بیان نیست.



شکل ۱۳: الگوهای پراش حاصل از چهار نمونه مورد بررسی (شاهد: F و c1؛ ۲، a1؛ ۳، b1)

کلسیم (Ca_3SiO_5) با کد مرجع JCPDS No: 42-0551 بوده است. برای اندازه‌گیری مقادیر هر فاز موجود در این نمونه‌ها از روش ریتولد استفاده شده است. در این تکنیک با استفاده از روش کمترین مربعات، الگوهای پراش نظری را بر مقادیر حاصل از آزمون تطابق داده و از این طریق مقادیر هر فاز را محاسبه می‌کند. نتایج حاصل از این تطابق در جدول ۳ گزارش شده است.

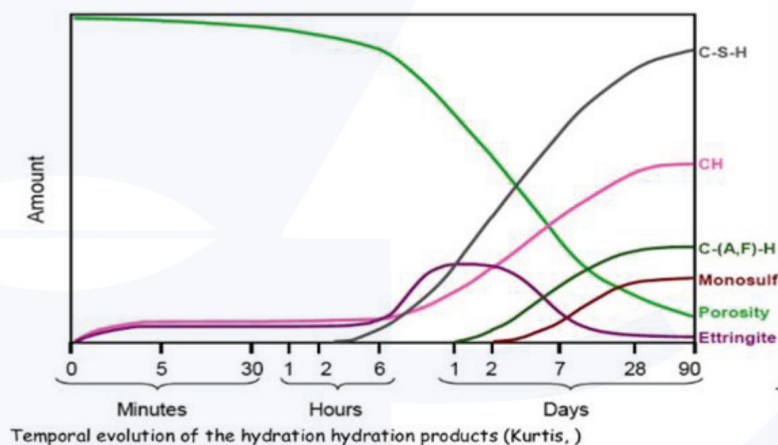
مطابق شکل ۱۳، در هر چهار نمونه دو فاز غالب و دو فاز با مقادیر اندک وجود دارد. فازهای غالب یکی فاز کوارتز (SiO_2) با کد مرجع JCPDS No: 05-0490 و دیگری فاز پورتلندیت $Ca(OH)_2$ با کد مرجع JCPDS No: 44-1481 بوده است. همچنین دو فاز دیگر که با مقداری بسیار کمتر در نمونه‌ها موجود است، یکی کلسیت ($CaCO_3$) با کد مرجع JCPDS No: 05-0586 و دیگری فاز سیلیکات

جدول ۳: درصد حضور ترکیبات شیمیایی در سیمان ۹۰ روزه (sh شاهد است)

Sample name	SiO ₂ (%)	تغییر نسبت به شاهد% شاهد%	Ca(OH) ₂ (%)	تغییر نسبت به شاهد% شاهد%	CaCO ₃ (%)	تغییر نسبت به شاهد% شاهد%	Ca ₃ SiO ₅ (%)	تغییر نسبت به شاهد% شاهد%
1-c1	66.2	-5%	32.2	10.6%	0.9	80%	0.7	75%
2-a1	67.2	-3.7%	31.5	8%	0.8	60%	0.5	25%
3-b1	69.4	*	29.5	1%	0.6	20%	0.5	25%
4-sh	69.8	*	29.1	*	0.5	*	0.4	*

مقادیر بالاتری دارند... در طی هیدراتاسیون سیمان بعد از ۹۰ روزگی انتظار داریم مطابق تصویر (۱۴) ترکیبات شیمیایی حاوی CH و C-S-H رشد داشته باشند به نظر می‌رسد با مقایسه با نمونه شاهد تشکیل ترکیبات شیمیایی با شدت بیشتری اتفاق افتاده یا به تعبیری، تحت میدان پیوند شعوری (ط) هیدراتاسیون کامل‌تری شکل گرفته است.

مطابق جدول ۳، مشخص است که از نمونه ۱ تا ۴ مقدار SiO₂ موجود در سیمان‌ها مقداری افزایش یافته و درصد Ca(OH)₂ روند کاهشی داشته است. همچنین دو فاز دیگر نیز از نمونه ۱ تا ۴ یا با کاهش مقدار همراه بوده و یا درصد آن تغییری نداشته است. نمونه شماره ۴ نمونه شاهد است. در کل، ترکیبات حاوی کلسیم تحت میدان پیوند شعوری (ط)



شکل ۱۴: روند ایجاد ترکیبات شیمیایی سیمان [۱۸]

وزن ناشی از احتراق، نمونه‌ها به مدت ۱/۵ ساعت در دمای ۹۵۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. استاندارد مرجع ASTM E1621-13:

آنالیز XRF و L.O.I نمونه ۹۰ روزه سری-۳
برای بررسی میزان حضور عناصر در نمونه‌ها تحت آنالیز XRF انجام شد همچنین برای بررسی L.O.I کاهش

جدول ۴: درصد عناصر موجود در نمونه‌های سیمان و میزان کاهش وزن در اثر احتراق

نام نمونه‌ها				
%Oxide/Name	c1	a1	b1	Sh-Control
Na ₂ O	0.04	0.06	0.08	0.11
Mg ₂ O	0.54	0.46	0.48	0.54
Al ₂ O ₃	1.6	1.5	1.49	1.43
Si ₂ O ₃	66.1	67	68.6	68.4
P ₂ O ₅	0.07	0.14	0.14	0.18
SO ₃	0.87	0.88	0.96	0.93
K ₂ O ₃	0.11	0.14	0.09	0.16
CaO	20.6	19.6	18.1	18.2
Fe2O3	3.1	2.9	2.9	3
L.O.I	6.97	7.32	7.16	7.05

جدول ۵: مقایسه درصد بیشترین تغییرات عنصری نسبت به شاهد

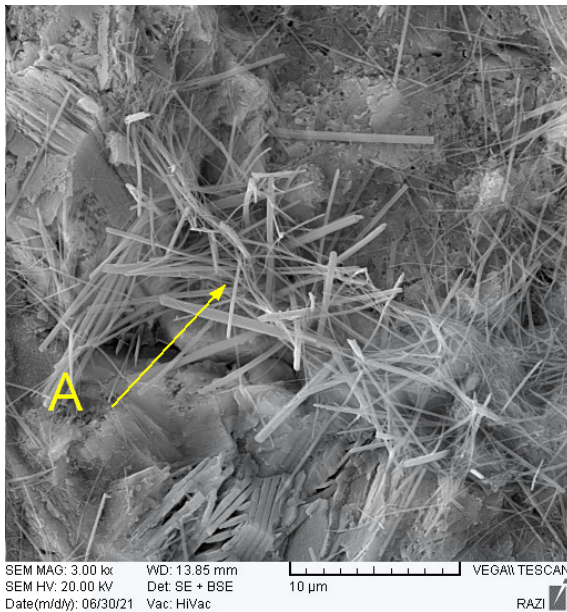
نام نمونه‌ها				
Oxide%	c1	a1	b1	Sh-Control
Na ₂ O	-64%	-45.45%	-27.27%	*
Al ₂ O ₃	12%	5%	4%	*
P2O ₅	-61%	-22%	-22%	*
K ₂ O ₃	-45.50%	-12.50%	-43.80%	*
CaO	13.20%	7.70%	0	*

می‌شود. در عوض چنانچه C₂S بیشتر باشد، سیمان با سرعت کمتری سخت می‌شود. ولی در نهایت به مقاومت بالاتری می‌رسد [۲۰-۲۱]. مطابق جدول (۵) در نمونه‌های تحت میدان پیوند شعوری (ط) تقریباً تا ۳۰ درصد میزان سدیم و پتاسیم کاهش داشته است و در عوض میزان CaO بیشتری گزارش شده است. سیمان‌های که CaO بیشتری دارند با سرعت کمتری شروع به سخت شدن می‌کنند ولی به مقاومت‌های نهایی بالاتری می‌رسند [۲۰-۲۱]. چنانچه این روند از ابتدای شروع عمل هیدراتاسیون ایجاد شده باشد، می‌تواند در توجیه روند کند شروع مقاومت در ۷ روزگی و در ادامه پیشی گرفتن میزان افزایش مقاومت در سنین بالاتر مؤثر فرض شود.

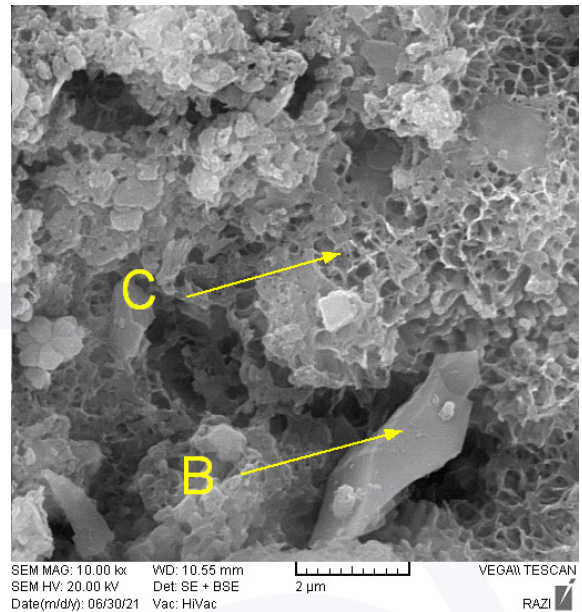
یکی از نکات حائز اهمیت که در جدول ۵ آمده کاهش قابل توجه پتاسیم، سدیم و فسفر در نمونه‌های تحت میدان پیوند شعوری (ط) هست. اکسیدهای سدیم و پتاسیم در واکنش قلیایی بتن با سنگ‌دانه نقش فعالی دارند باعث ترک‌خوردگی و تخریب بتن می‌شوند [۱۹]. حضور مواد قلیایی در سیمان‌ها محدود و عمده زیر ۴ درصد است؛ ولیکن همین مقدار کم تأثیرات خاصی بر رفتار سخت‌شوندگی دارد. با افزایش مواد قلیایی شامل سدیم و پتاسیم مقاومت‌های اولیه افزایش یافته و مقاومت‌های ۲۸ روزه کاهش می‌یابد. دلیل آن تأثیر میزان پتاسیم بر روند هیدراتاسیون C₃S می‌باشد [۲۰]. هرچه مقدار C₃S در سیمان پرتلند بیشتر باشد این نوع سیمان سریع‌تر سخت

آنالیز SEM نمونه ۹۰ روزه سری-۳

در نهایت از نمونه‌ها عکس برداری SEM انجام شد که شاهد تفاوت‌های کریستالی هستیم.



SEM MAG: 3.00 kx WD: 13.85 mm VEGA\\ TESCAN
SEM HV: 20.00 kV Det: SE + BSE 10 µm
Date(m/d/y): 06/30/21 Vac: HiVac RAZI



SEM MAG: 10.00 kx WD: 10.55 mm VEGA\\ TESCAN
SEM HV: 20.00 kV Det: SE + BSE 2 µm
Date(m/d/y): 06/30/21 Vac: HiVac RAZI

Spectra: sample A-D.spx

Element	Series	unn. C [wt.-%]	norm. C [wt.-%]	Atom. C [at.-%]
Oxygen	K series	65.72	62.04	75.66
Silicon	K series	28.69	27.09	18.82
Sulfur	K series	1.97	1.86	1.13
Calcium	K series	9.54	9.01	4.38

Total: 105.9 %

Spectra: sample A-C.spx

Element	Series	unn. C [wt.-%]	norm. C [wt.-%]	Atom. C [at.-%]
Oxygen	K series	26.08	30.90	58.77
Silicon	K series	3.10	3.68	3.98
Sulfur	K series	1.98	2.35	2.23
Calcium	K series	2.55	3.02	2.29
Iron	K series	50.69	60.06	32.72

Total: 84.4 %

Spectra: sample A-A.spx

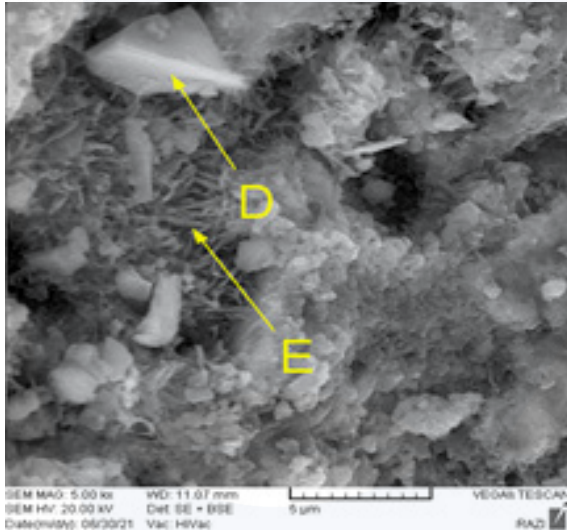
Element	Series	unn. C [wt.-%]	norm. C [wt.-%]	Atom. C [at.-%]
Oxygen	K series	34.05	37.40	57.07
Magnesium	K series	0.77	0.85	0.85
Aluminium	K series	4.57	5.02	4.54
Silicon	K series	10.66	11.71	10.18
Sulfur	K series	3.44	3.78	2.88
Calcium	K series	34.11	37.46	22.82
Iron	K series	3.45	3.79	1.66

Total: 91.0 %

Spectra: sample A-B.spx

Element	Series	unn. C [wt.-%]	norm. C [wt.-%]	Atom. C [at.-%]
Oxygen	K series	37.61	48.46	67.19
Silicon	K series	16.48	19.92	16.77
Sulfur	K series	2.06	2.49	1.84
Calcium	K series	2.91	3.52	2.08
Iron	K series	23.68	28.61	12.12

Total: 82.7 %



SEM MAG: 5.00 kx WD: 11.07 mm VEGA\\ TESCAN
SEM HV: 20.00 kV Det: SE + BSE 5 µm
Date(m/d/y): 06/30/21 Vac: HiVac RAZI

Spectra: sample A-E.spx

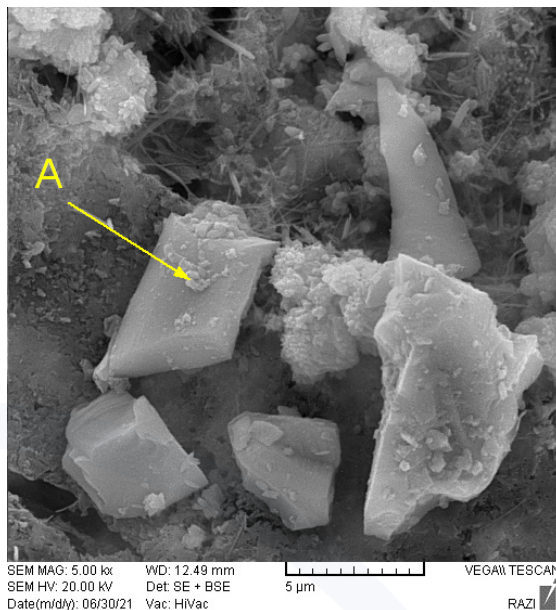
Element	Series	unn. C [wt.-%]	norm. C [wt.-%]	Atom. C [at.-%]
Oxygen	K series	36.02	42.27	61.33
Magnesium	K series	3.00	3.52	3.36
Aluminium	K series	3.32	3.90	3.35
Silicon	K series	9.41	11.04	9.12
Sulfur	K series	1.58	1.85	1.34
Calcium	K series	30.94	36.31	21.03
Iron	K series	0.95	1.12	0.46

Total: 85.2 %

شکل ۱۵: نمونه a)

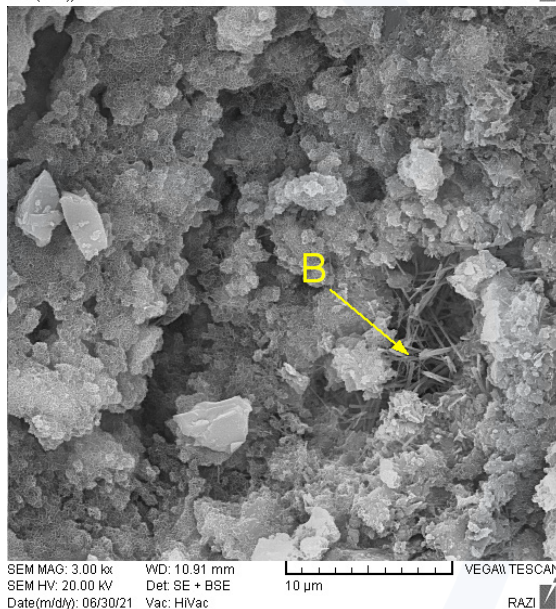
Spectra: sample B-A.spx

Element	Series	unn. C [wt.-%]	norm. C [wt.-%]	Atom. C [at.-%]
Oxygen	K series	52.96	58.90	73.20
Aluminium	K series	0.55	0.61	0.45
Silicon	K series	26.91	29.93	21.19
Calcium	K series	8.96	9.97	4.95
Iron	K series	0.53	0.69	0.21
Total:		89.9 %		



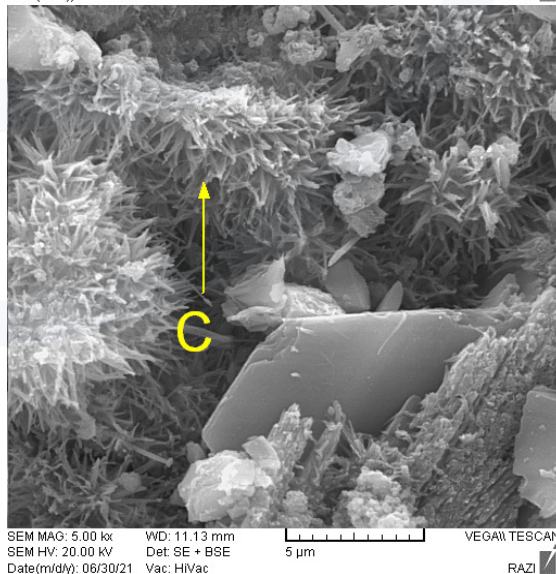
Spectra: sample B-B.spx

Element	Series	unn. C [wt.-%]	norm. C [wt.-%]	Atom. C [at.-%]
Oxygen	K series	32.20	41.31	61.74
Magnesium	K series	0.59	0.75	0.74
Aluminium	K series	1.79	2.30	2.04
Silicon	K series	4.29	5.50	4.68
Sulfur	K series	6.23	7.99	5.96
Calcium	K series	31.40	40.29	24.04
Iron	K series	1.45	1.85	0.79
Total:		77.9 %		

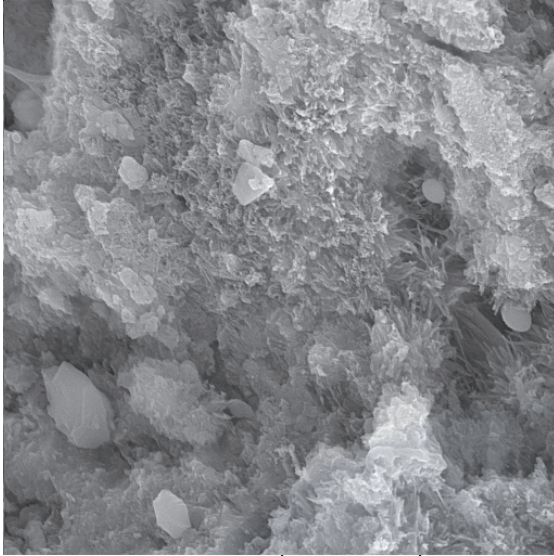


Spectra: sample B-C.spx

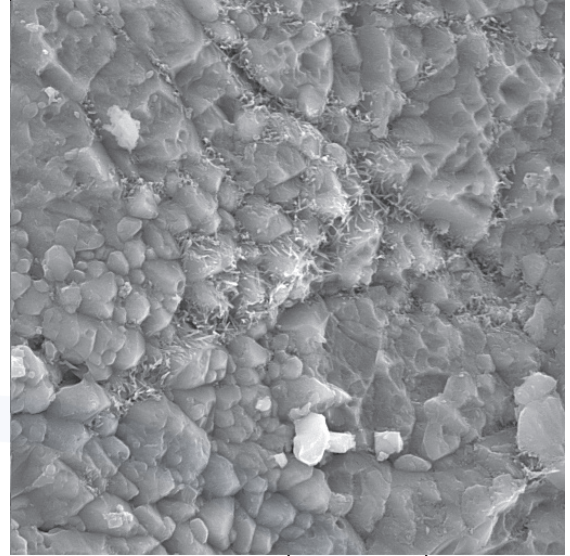
Element	Series	unn. C [wt.-%]	norm. C [wt.-%]	Atom. C [at.-%]
Oxygen	K series	46.45	51.06	70.31
Aluminium	K series	0.99	1.09	0.89
Silicon	K series	8.48	9.32	7.31
Sulfur	K series	3.51	3.86	2.65
Calcium	K series	30.24	33.24	18.27
Iron	K series	1.31	1.44	0.57
Total:		91.0 %		



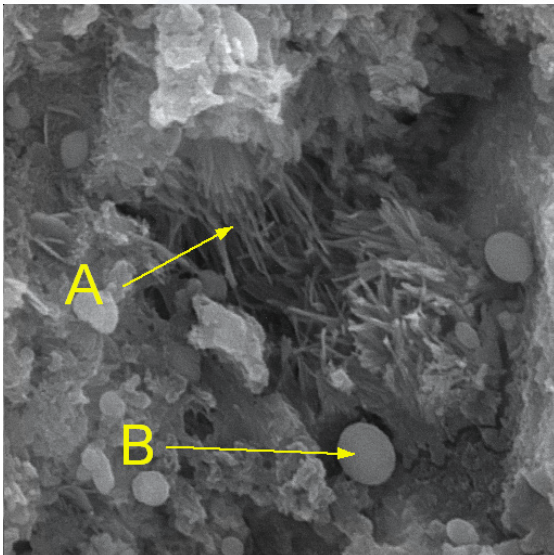
شکل ۱۶: نمونه ب)



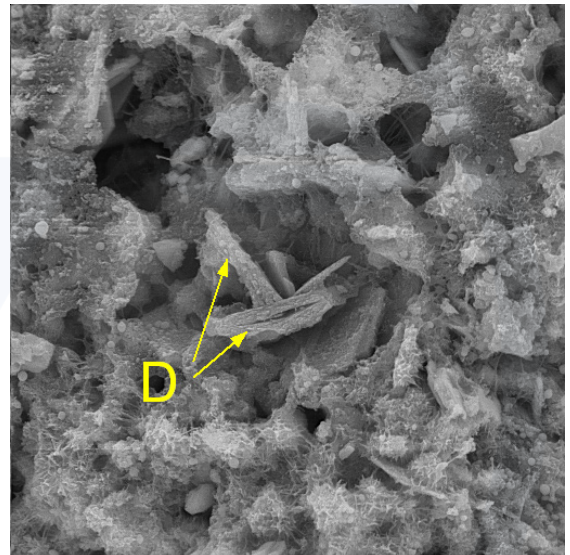
SEM MAG: 5.00 kx WD: 10.98 mm VEGA\\ TESCAN
SEM HV: 20.00 kV Det: SE + BSE 5 μm
Date(m/d/y): 07/05/21 Vac: HiVac RAZI



SEM MAG: 2.50 kx WD: 11.82 mm VEGA\\ TESCAN
SEM HV: 20.00 kV Det: SE + BSE 10 μm
Date(m/d/y): 07/05/21 Vac: HiVac RAZI



SEM MAG: 10.00 kx WD: 10.99 mm VEGA\\ TESCAN
SEM HV: 20.00 kV Det: SE + BSE 2 μm
Date(m/d/y): 07/05/21 Vac: HiVac RAZI



SEM MAG: 2.00 kx WD: 12.17 mm VEGA\\ TESCAN
SEM HV: 20.00 kV Det: SE + BSE 10 μm
Date(m/d/y): 07/05/21 Vac: HiVac RAZI

Spectra: sample C-A.spx

Element	Series	unn. C [wt.-%]	norm. C [wt.-%]	Atom. C [at.-%]
Oxygen	K series	7.76	9.16	17.58
Magnesium	K series	2.39	2.82	3.56
Aluminium	K series	4.35	5.14	5.85
Silicon	K series	24.84	29.33	32.06
Sulfur	K series	3.99	4.71	4.51
Calcium	K series	37.52	44.29	33.93
Titanium	K series	0.20	0.23	0.15
Iron	K series	3.65	4.31	2.37
Total:		84.7 %		

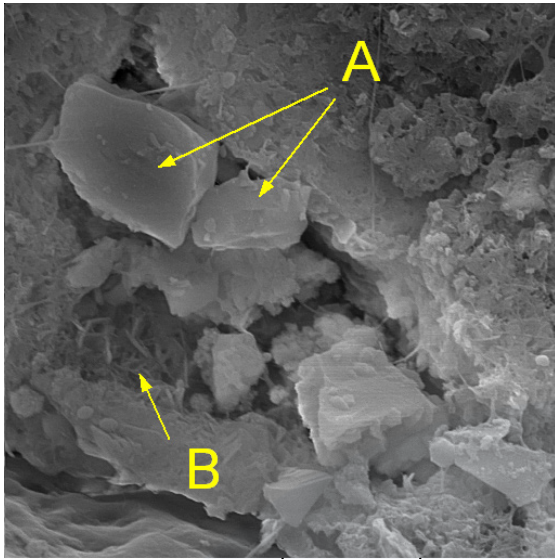
Spectra: sample C-D.spx

Element	Series	unn. C [wt.-%]	norm. C [wt.-%]	Atom. C [at.-%]
Oxygen	K series	47.79	50.79	69.95
Aluminium	K series	9.88	10.50	8.58
Silicon	K series	1.21	1.28	1.01
Calcium	K series	34.51	36.68	20.17
Iron	K series	0.71	0.75	0.30
Total:		94.1 %		

Spectra: sample C-B.spx

Element	Series	unn. C [wt.-%]	norm. C [wt.-%]	Atom. C [at.-%]
Oxygen	K series	9.53	14.08	28.10
Aluminium	K series	0.55	0.81	0.96
Silicon	K series	7.55	11.16	12.68
Sulfur	K series	2.32	3.43	3.42
Calcium	K series	43.43	64.18	51.13
Titanium	K series	0.57	0.84	0.56
Iron	K series	3.72	5.50	3.14
Total:		67.7 %		

شکل ۱۷: نمونه‌ها



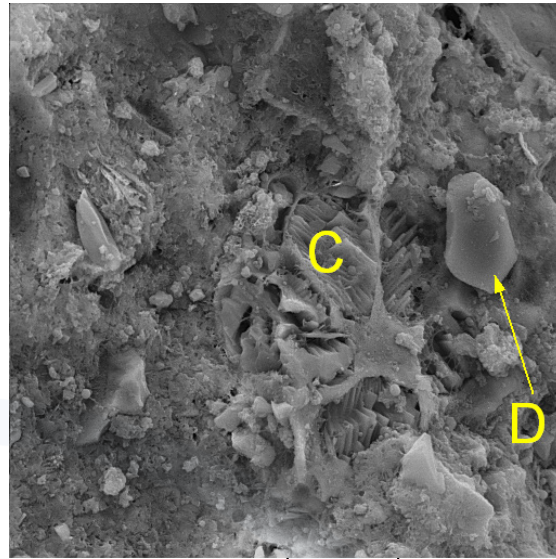
SEM MAG: 5.00 kx WD: 13.62 mm VEGA\\TESCAN
 SEM HV: 20.00 kV Det: SE + BSE
 Date(m/d/y): 07/06/21 Vac: HiVac RAZI

Spectra: sample_SH-A.spx

Element	Series	unn. C [wt.-%]	norm. C [wt.-%]	Atom. C [at.-%]
Oxygen	K series	45.61	48.47	62.56
Sodium	K series	5.07	5.38	4.84
Magnesium	K series	0.20	0.22	0.18
Aluminium	K series	9.24	9.82	7.52
Silicon	K series	27.21	28.91	21.26
Potassium	K series	0.20	0.21	0.11
Calcium	K series	6.09	6.48	3.34
Iron	K series	0.48	0.51	0.19
Total:		94.1 %		

Spectra: sample_SH-B.spx

Element	Series	unn. C [wt.-%]	norm. C [wt.-%]	Atom. C [at.-%]
Oxygen	K series	27.30	32.89	51.07
Magnesium	K series	3.70	4.46	4.56
Aluminium	K series	2.56	3.09	2.84
Silicon	K series	14.52	17.49	15.47
Sulfur	K series	1.39	1.67	1.30
Calcium	K series	32.23	38.83	24.07
Iron	K series	1.30	1.56	0.70
Total:		83.0 %		



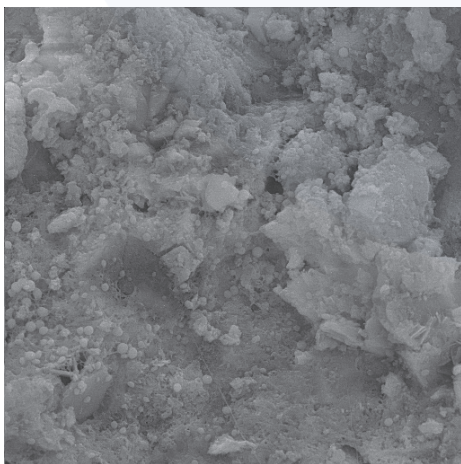
SEM MAG: 2.00 kx WD: 13.05 mm VEGA\\TESCAN
 SEM HV: 20.00 kV Det: SE + BSE
 Date(m/d/y): 07/06/21 Vac: HiVac RAZI

Spectra: sample_SH-C.spx

Element	Series	unn. C [wt.-%]	norm. C [wt.-%]	Atom. C [at.-%]
Oxygen	K series	36.86	38.10	57.38
Magnesium	K series	1.95	2.02	2.00
Aluminium	K series	0.85	0.88	0.79
Silicon	K series	15.30	15.82	13.57
Sulfur	K series	2.72	2.81	2.11
Calcium	K series	38.38	39.67	23.85
Iron	K series	0.68	0.70	0.30
Total:		96.7 %		

Spectra: sample_SH-D.spx

Element	Series	unn. C [wt.-%]	norm. C [wt.-%]	Atom. C [at.-%]
Oxygen	K series	55.31	54.76	68.68
Aluminium	K series	0.36	0.36	0.26
Silicon	K series	39.11	38.72	27.67
Sulfur	K series	2.48	2.45	1.54
Calcium	K series	3.74	3.71	1.86
Total:		101.0 %		



SEM MAG: 2.50 kx WD: 11.04 mm VEGA\\TESCAN
 SEM HV: 20.00 kV Det: SE + BSE
 Date(m/d/y): 07/06/21 Vac: HiVac RAZI

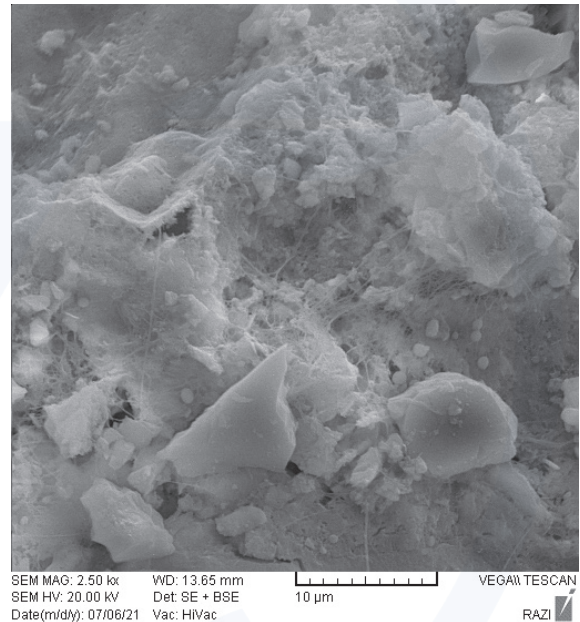
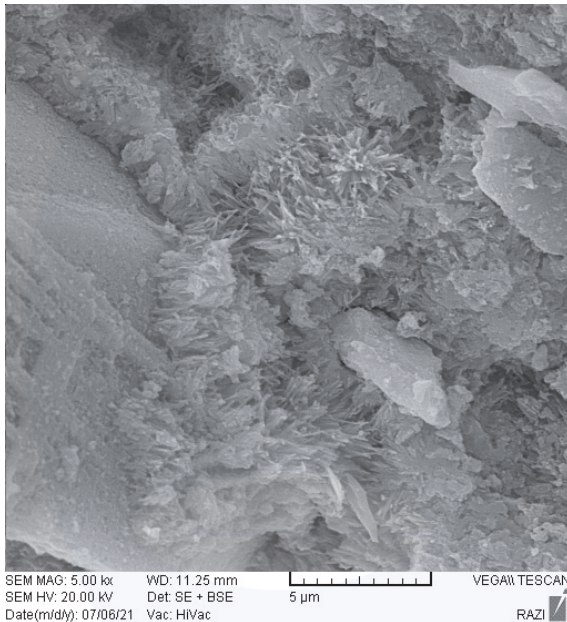
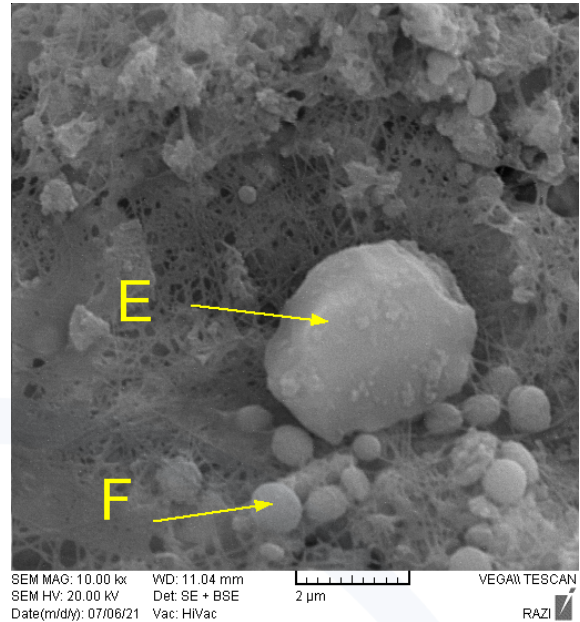
شکل ۱۸: نمونه شاهد sh

Spectra: sample_SH-E.spk

Element	Series	unn. C [wt.-%]	norm. C [wt.-%]	Atom. C [at.-%]
Oxygen	K series	56.09	62.60	76.46
Silicon	K series	22.81	25.45	17.71
Calcium	K series	10.70	11.95	5.83
Total:		89.6 %		

Spectra: sample_SH-F

Element	Series	unn. C [wt.-%]	norm. C [wt.-%]	Atom. C [at.-%]
Oxygen	K series	48.52	49.14	68.04
Magnesium	K series	0.91	0.92	0.84
Aluminium	K series	1.77	1.80	1.47
Silicon	K series	12.99	13.16	10.38
Sulfur	K series	3.34	3.38	2.34
Calcium	K series	27.75	28.10	15.53
Iron	K series	3.46	3.50	1.39
Total:		98.7 %		

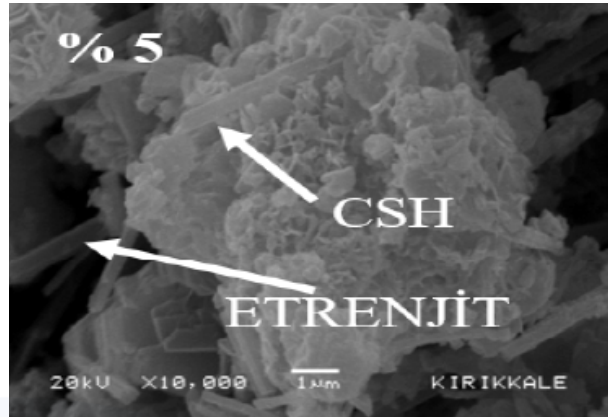
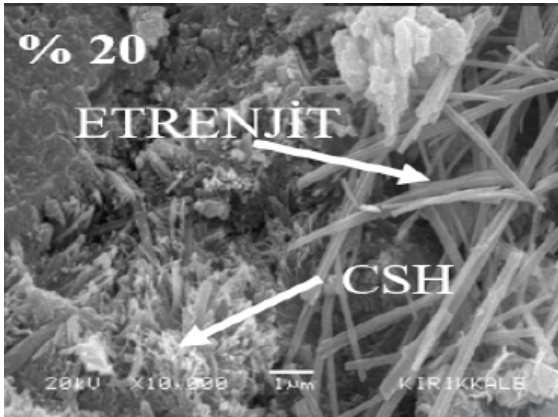


شکل ۱۹: نمونه شاهد Sh

افزوده می‌شود [۲۲].

همچنین اترینگت محصول ترکیب کلسیم آلومینات با کلسیم سولفات است و مقادیر کم آن باعث افزایش مقاومت می‌شود و مقادیر بالا اثر منفی در دوام بتن خواهد داشت. البته ابعاد تأثیر اترینگت بر کارایی سیمان موردعلاقه صنعت است و بسیار جای کار دارد تا جاییکه مطالعاتی انجام شده که از ظرفیت حرارتی این ترکیب در سیمان جهت بهینه‌سازی گرمایش ساختمان استفاده شود [۲۳-۲۴].

در تصاویر SEM روند تشکیل کریستال‌های حاوی کلسیم، آهن، آلومینیوم و سولفور در نمونه‌های میدان پیوند شعوری (ط) واضح‌تر دیده می‌شود و می‌تواند معرف تشکیل اترینگت باشد (تصاویر ۱۵ الی ۱۹). در اهمیت این موضوع، در تصویر شماره (۲۰) نمونه سیمانی ۹۰ روزه همراه با مقادیر ۵ و ۲۰ درصد خاکستر بادی که تفاوت تشکیل اترینگت را نشان می‌دهد، آورده شده است. خاکستر بادی در جهت کاهش میزان CO_2 و حفظ محیط‌زیست به سیمان



شکل ۲۰: نحوه تشکیل کریستال‌ها در سیمان اصلاح‌شده (سبز) با ۵ و ۲۰ درصد خاکستر بادی در ۹۰ روزگی [۲۲]

نتیجه‌گیری

شعوری (ط) تغییر کرده (جدول ۵-۶) ایجاد ترکیبات شیمیایی جدید، روند تازه ای دارد و با شیمی عرف سیمان قابل مقایسه نمی‌باشد.

نکته قابل‌توجه در نتایج حاصل از آنالیز FT-IR این است که تغییر پیوندهای شیمیایی برای هر نمونه منحصر به خود آن نمونه است.

به‌طور کلی تحقیق حاضر حاوی نکات کلی زیر است:

از تصاویر SEM و نتایج XRD و مقایسه با روند مورد انتظار هیدراتاسیون، می‌توان گفت در مجموع در ۹۰ روزگی هیدراتاسیون کامل‌تری را در نمونه‌های تحت میدان پیوند شعوری (ط) شاهد هستیم.

از نتایج XRF می‌توان تغییر میزان عناصر موجود در نمونه‌های تحت میدان پیوند شعوری (ط) را دریافت که با توجه به اینکه همه نمونه‌ها از یک ماده ساخته شده‌اند، تغییر مواد و میزان عناصر از تبدیل شعور (ط) به ماده امکان‌پذیر است؛ که اتفاقاً یکی از چالش‌های صنعت بتن، رسیدن به ترکیب شیمیایی، درصد وزنی مناسب و نحوه عمل‌آوری مواد نزدیک به ساختار سیمان است که بتواند با سیمان‌های شناخته‌شده ترکیب شده و در خواص بتن اثر مطلوب بگذارد. میدان پیوند شعوری (ط) با تغییر در مواد پایه سیمان، با استفاده از شعور (ط) و نه ماده، توانسته تغییرات ساختاری مناسب را ایجاد کند.

در این تحقیق روند تغییرات داخلی برای هر سری و گروه، مستقل از سایر نمونه‌ها است؛ اما جهت کلی تغییر در راستای افزایش مقاومت می‌باشد و این مطابق با نظریه

همان‌طور که دیده شد در اکثر نمونه‌ها تحت میدان پیوند شعوری (ط) میزان رشد مقاومت به مرور زمان نسبت به سن ۷ روزگی بیشتر از نمونه‌های شاهد بوده است. این پدیده نشان از تغییرات در ساختار ترکیبات شیمیایی ایجاد شده دارد [۲۵-۲۶]. در بررسی آنالیزهای تکمیلی سری-۳ داریم:

در نتایج XRD، میزان حضور ترکیبات حاوی سیلیسیم در نمونه شاهد در ۹۰ روزگی بیشتر است در عوض در نمونه‌های تحت میدان پیوند شعوری (ط) ترکیبات شیمیایی غالب، عمدتاً کلسیم هستند. ترکیبات $(CaCO_3)$ ۸۰ تا ۲۰ درصد و ترکیبات (Ca_3SiO_5) از ۷۵ تا ۲۵ درصد همچنین $Ca(OH)_2$ در نمونه‌های تحت میدان شعوری (ط) بیشتر تشکیل شده است.

از نتایج XRF مشخص است که میزان حضور کلسیم و آلومینیوم در نمونه‌های میدان پیوند شعوری (ط) بیشتر بوده است.

(متوسط ۷~ درصد)؛ و عناصر سدیم (Na)، پتاسیم (K) و فسفر (P) متوسط تقریبی ۳۰ درصد (بین ۶۴ تا ۱۳ درصد) در نمونه‌های تحت میدان شعوری (ط) کمتر دیده می‌شوند؛ که تأثیرات خاصی در تأخیر در روند هیدراتاسیون (افزایش مقاومت بلندمدت) دارند.

در تصاویر SEM روند تشکیل اترینگات در نمونه‌های میدان پیوند شعوری (ط) واضح‌تر دیده می‌شود. با توجه به این مورد که ترکیب عناصر سیمان تحت میدان پیوند

۲۸؛ که این مسئله مستقیماً به معنای تغییر رفتار در شرایط مختلف است. از این لحاظ ما با یک فناوری چندجانبه روبه‌رو هستیم که با حداقل هزینه، احتمال کارکردهای مختلفی را ایجاد می‌کند و این همواره مورد نظر صنعت بوده است.

تقدیر و تشکر

از همکاری آقای دکتر بخشی در طی این سالها کمال تشکر را دارم.

ارتباط عام ذرات است که بیان می‌کند، تغییرات رفتار مواد تحت میدان پیوند شعوری (ط) در راستای ارتقا شخصیت بنیادی آن‌هاست [۴]؛ و از آنجایی که شخصیت بنیادی سیمان سخت‌شوندگی است، در نهایت تغییرات نمونه‌ها در راستای ارتقا این شخصیت بنیادی است.

تاکنون در تجربه کار با میدان‌های شعوری (ط) متوجه شدیم که ابعاد دستاورد پیاده‌سازی آن‌ها بسیار بیشتر از یک عملکرد خاص می‌باشد به این معنا که وقتی سیمان تحت میدان شعوری (ط) قرار می‌گیرد به‌طور چندجانبه و کاملاً هدفمند سایر پارامترها و ترکیبات شیمیایی تغییر می‌کند [۲۷]-

منابع:

- Locher F.W. (2006). Cement: principles of production and use ISBN9789642917020, pp3
- U.S. (2012). Geological Survey, Mineral Commodity Summaries, January
- Taheri.M.A. (2012). General Connection of particles. Interuniversal Publishing. Erfan-Higheh. ID: 978-1-940491-03-5
- Taheri.M., Payervand, F., Ahmadvanlou, F., Torabi, S., & Semsarha, F. (2021). Distinction of Consciousness Fields According to Taheri from Other Conventional Physical Fields: Evaluating the Magnetic Properties of Materials.
- Taheri M.A., (2013) Human from another outlook Interuniversal Press; 2nd Edition ISBN-13: 978-1939507006, ISBN- 10: 1939507006
- Taheri, M. A. (2020). The main monitoring center for T-Consciousness Fields research and studies based on Sciencefact. www.CosmoIntel.com.
- <http://www.isiri.gov.ir>, Iran Institute of Standards and Industrial Research
- Joseph.Sh, Joseph.A.M and Bishnoi.Sh (2015). Economic Implications of Limestone Clinker Calcined Clay Cement (LC3) in India, Calcined Clays for Sustainable Concrete, RILEM Bookseries 10, DOI 10.1007/978-94-017-9939-3_62
- Scrivener K, F.R. Eng. Cement chemistry and sustainable materials (2018). Edx
- Javidparvar A.A, Ramezanzadeh.B, Ghasemi.E. (2016). The effect of surface morphology and treatment of Fe3O4 nanoparticles on the corrosion resistance of epoxy coating, J. Taiwan Inst. Chem. Eng. 61. <https://doi.org/10.1016/j.jtice.2016.01.001>.
- Anchieta.C, Cancelier.A, Mazutti.M, Jahn. S, Kuhn.R, Gündel. A, O. Chiavone-Filho. O, Foletto.E., (2014). Effects of Solvent Diols on the Synthesis of ZnFe2O4 Particles and Their Use as Heterogeneous Photo-Fenton Catalysts, Materials (Basel), 7 -6281-6290. <https://doi.org/10.3390/ma7096281>.
- Sasnauskas. V. (2013). Cement hydration with zeolite-based additive, Chemija. 24 - 271-278
- Hassan.M, Khatib.J.M, Mangat.P.S, Naseef.A, Gardiner.P.H.E., (2014). FTIR and XRD Characterized Portland Cement Stabilised Lead Contaminated Soil, in: Int. Conf. Nat. Sci. Environ. (ICNSE 2014), Dubai, (pp. 102-106.)
- Springfield.T. (2021). Application of FTIR for Quantification of Alkali in Cement, (2011) https://www.researchgate.net/publication/313389380_FTIR_and_XRD_Characterized_Portland_Cement_Stabilised_Lead_Contaminated_Soil
- Chollet.M, Horgnies.M. (2011). Analyses of the surfaces of concrete by Raman and FT-IR spectroscopies: Comparative study of hardened samples after demoulding and after organic post-treatment, Surf. Interface Anal. 43 - 714-725. <https://doi.org/10.1002/sia.3548>.
- Trezza M.A. (2007). Hydration study of ordinary Portland cement in the presence of zinc ions, in: Mater. Res. Universidade Federal de Sao Carlos, (pp. 331-334). <https://doi.org/10.1590/S14392007000400002-1516>.
- Berra M, Mangialardi T, Paolini A.E. (1999). Rapid evaluation of the threshold alkali level for alkali-reactive siliceous aggregates in concrete, Cement and Concrete Composites 21 -325-333
- Scrivener K, F.R. Eng. Cement chemistry and sustainable materials, Edx-Introduction & Hydration (2018)
- Zandi Y. (2009). Advanced Concrete Technology (2009). ISBN:978-964-547-221-2. PP5-25
- Locher F.W. (2006). Cement: principles of production and use ISBN:9789642917020-pp206
- Taylor H.F.W. (1997). Cement Chemistry, 2nd Ed. Academic Press, London
- Demir. I, Guzelkuck.S, Sevim.O, Filaze.A, Sengul.C.G. (2017). Mortar Examination of Microstructure of Fly Ash in Cement Proceedings of The IRES International Conference, Lisbon, Portugal, 11th-12th December
- Ndiaye K, Ginestet. S, Cyr.M. (2017). Durability and stability of an ettringite-based material for thermal energy storage at low temperature. Cem Concr Res (99:106-115) <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2017>.
- Khadim.P, Gineste.N.S, Cyr.M. (2018). Experimental evaluation of two low temperature energy storage prototypes based on innovative cementitious material <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.02.136>
- Locher. F.W. (2006). Cement: principles of production and use -ISBN9789642917020, pp204
- Double.D.D. (1983). New developments in understanding the chemistry of cement hydration, Published: Royal Society <https://doi.org/10.1098/>
- Kazazi.B, Taheri.M.A. (2001) Effects of the Consciousness Field on Concrete (ASR).
- Kazazi.B, Taheri.M.A. (2021). Influence of the Consciousness Bond Field on alkaline reaction of Concrete

