

کاربرد بهبود دهنده‌های کیفیت در صنایع سیمان

(مطالعه موردی: بررسی عملکرد چند بهبوددهنده کیفیت در آسیاب سیمان شرکت سیمان نهاوند و تحلیل نتایج آزمون‌های کنترل کیفیت)

محسن یعقوبی، رئیس تولید شرکت صنایع سیمان نهاوند
فاطمه ابوالقازی، کارشناس آزمایشگاه شرکت صنایع سیمان نهاوند

چکیده

با توجه به عواملی همچون شروع فصل سرما، قطع گاز، تعطیلی کارخانه‌های سیمان و رکود موجود در بازار فروش، سیستم‌های تولیدی با انبوهی از کلینکر انباشته در محوطه مواجه هستند که با گذشت زمان و با در معرض قرار گرفتن بارش برف و باران، به کلینکر کهنه‌ای تبدیل می‌شوند که افت کیفیت سیمان و در نهایت نارضایتی مشتری را در پی دارد. بنابراین برای تولید سیمان با کیفیت، با استفاده از کلینکرهای کهنه، ضروری است افزودنی‌های مناسب به‌کار گرفته شود. در همین راستا، حفظ کیفیت موجود و صرفه‌جویی در مصرف انرژی در فرایند پخت کلینکر تولیدی، تست صنعتی بهبود دهنده‌های کیفیت^(۱) در دیپارتمان آسیاب سیمان غلتکی شرکت سیمان نهاوند برای تولید سیمان ۱-۵۲۵ با محصولات منتخب پنج شرکت انجام شد. از نتایج به دست آمده استفاده از کمک سایش‌ها، می‌تواند به افزایش تولید با جبران مقاومت سیمان، تثبیت تولید با مصرف انرژی حرارتی و الکتریکی کمتر و جبران مقاومت سیمان در استفاده از کلینکر کهنه با استفاده از بهبود دهنده‌های کیفیت اشاره کرد.

واژه‌های کلیدی: کمک سایش، بهبوددهنده کیفیت، مقاومت فشاری، سیمان

۱- مقدمه

از جمله مشکلات موجود حال حاضر صنعت سیمان ایران،

می‌توان شروع فصل سرما و قطع گاز کارخانه و استفاده از مازوت به عنوان سوخت جایگزین را نام برد (تفاوت استفاده از سوخت گاز و مازوت در این است که کارخانه‌ها ابتدا گاز را مصرف کرده، سپس هزینه آن را پرداخت می‌کنند اما در استفاده از مازوت، ابتدا باید پول آن به علاوه کرایه حمل پرداخت شود و سپس آن را استفاده کرد). همچنین با توجه به شرایط موجود در بازار فروش به دلیل رکود در ساخت و ساز و اجرای طرح‌های عمرانی کشور، میزان تقاضا برای مصرف سیمان کاهش یافته است و کارخانه‌های سیمان با انبوهی از کلینکر انباشته مواجه هستند. به طوری که براساس آخرین آمار، این انباشتگی در حال حاضر حدود ۲۰ میلیون تن است

کیفیت سیمان به مجموعه‌ای از شاخص‌های کنترلی گفته می‌شود که خواص سیمان به وسیله آنها کنترل می‌شود. شاخص‌های کنترل کیفی سیمان از نظر استاندارد به سه رده بحرانی، اصلی و جزئی تقسیم شده است که به ترتیب مقاومت فشاری سیمان شاخص اصلی، بلین و زمان گیرش شاخص جزئی و انبساط سیمان شاخص بحرانی محسوب می‌شود. عوامل اصلی مؤثر بر مقاومت فشاری سیمان نیز که باید به صورت کلی مورد بررسی قرار گیرند، عبارتند از: ترکیب شیمیایی، ترکیب مینرالوژی، نرمی، افزودنی شیمیایی، مواد افزودنی معدنی به کلینکر و هیدراته شده پیش از موعده ترکیب‌های دارای خواص هیدرولیکی.

1-Quality improver

که برای دست اندرکاران و متولیان صنعت سیمان، رقم قابل توجهی می‌باشد. اکثر کارخانه‌های برای جلوگیری از انباشت کلینکر و در نتیجه، کهنه شدن بیشتر آن، محصولات خود را با تخفیف زیاد می‌فروشند که این تدبیر موجب شده، قیمت تمام شده کارخانه‌های بیشتر از قیمت فروش باشد و در نهایت متضرر شوند. به طوری که در حال حاضر بیشتر واحدهای سیمان با مشکلات اقتصادی مواجه هستند. بنابراین به جای متحمل شدن این ضرر، بهتر است که کلینکر کهنه در موقعیت مناسب به سیمان با کیفیت تبدیل شود و با قیمت واقعی به فروش برسد. برای بهبود و ارتقای کیفیت سیمان تولیدی با استفاده از کلینکرهای کهنه، استفاده از افزودنی‌ها لازم و حیاتی است.

حذف یا کاهش پدیده آلگومره شدن یک اولویت اساسی در تولید سیمان است و اهمیت کمک سایش^(۱) را بیش از پیش آشکار می‌سازد. به منظور جبران کاهش ظرفیت و افزایش مصرف انرژی در صنعت سیمان، از کمک سایش‌ها و بهبوددهنده‌های کیفیت استفاده می‌شود (بهبوددهنده‌های کیفیت، گروهی از کمک سایش‌ها هستند که عمدتاً عملکردشان بر روی کیفیت محصول بوده و به میزان کمی، خاصیت کمک سایشی دارند).

استفاده از کمک سایش در تولید سیمان مزایای متعددی از جمله افزایش تولید و بهبود توزیع دانه بندی را به همراه دارد. از طرفی، روشن است که مواد اولیه استفاده شده در فرمولاسیون هر کدام از کمک سایش‌ها، اثرات شیمیایی فراوانی بر روی هیدراسیون سیمان دارد و تولید محصولات خاصی با کیفیت بهتر از نظر مقاومت فشاری، تنظیم زمان گیرش و بهبود کارپذیری سیمان را فراهم می‌آورد.

۱-۱- طرح مسئله

در مواردی که کلینکر در فضای باز ذخیره می‌شود، در معرض رطوبت هوای اطراف و بارندگی‌های فصلی قرار خواهد گرفت و در نتیجه، آهک آزاد و فازهای موجود در لایه‌های سطحی کلینکر هیدراته می‌شود. در اثر هیدراته شدن، هیدروکسید کلسیم حاصل می‌شود که میل ترکیبی بالایی با انیدرید کربنیک موجود در هوا دارد. پس از این مراحل که یک پوسته سفید رنگ که بسیار نرم و خاکی است در اطراف دانه‌های کلینکر تشکیل می‌شود. خاصیت

چسبندگی این پوسته نرم، بسیار زیاد است و در موقع آسیاب کردن کلینکر در آسیاب سیمان، باعث چسبیدن ذرات سیمان به یکدیگر می‌شود و در نهایت از خرد و پودر شدن یکنواخت سیمان جلوگیری می‌کند. مشخصه عمده سیمان حاصل از پودر کردن این نوع کلینکر، بالا بودن سطح مخصوص به همراه زبری بالا است. به این معنی که توزیع دانه بندی ذرات در محدوده وسیعی است. این نوع دانه بندی نه تنها دارای اثرات سوء بر روی خواص هیدرولیکی سیمان است، بلکه باعث پایین آمدن کیفیت سیمان که ناشی از نامناسب پودر شدن است نیز می‌شود.

۲-۱- مکانیسم اثرات فیزیکی مواد افزودنی

مکانیزم اولیه تئوری^(۲) بر این فرض استوار است که با جذب کمک سایش روی مواد داخل آسیاب، انرژی آزاد سطحی کاهش می‌یابد و با توسعه میکروترک‌ها، جلوگیری از کوتینگ روی گلوله‌ها و لاینر آسیاب را نیز توجیه می‌کند. این امر موجب کاهش اندیس باند مواد^(۳) و بهبود قابلیت سایش^(۴) می‌شود. از سوی دیگر، کمترین میزان تنش برای شکست در کانی‌ها و مواد معدنی، مطابق با فرمول Griffith است:

$$\sigma = \left[\frac{4E\gamma}{L} \right]^{1/2}$$

که در آن

σ = تنش کششی، E = مدول یانگ، γ = انرژی آزاد سطح ایجاد شده و L = طول ترک است.

بنابراین هر عامل خارجی که سبب پایین آوردن انرژی آزاد سطحی و افزایش طول ترک شود، شرایط لازم برای سایش ماده معدنی تسهیل می‌کند.

بنا به مکانیزم دوم (تئوری Westwood) جذب کمک سایش، سبب حرکت و تلاشی شدن لایه‌های نزدیک به سطح مواد و در نتیجه کاهش سختی^(۵) مواد می‌شود.

۳-۱- مکانیسم اثرات شیمیایی افزودنی‌ها

واکنش‌های شیمیایی، واکنش‌های هیدراته شدن سیمان است که در آن فازهای کریستال و بی‌شکل وارد واکنش می‌شوند و

ترکیبات جدید ژله‌ای شکل و کریستاله به وجود می‌آورند و نهایتاً هیدروکسید کلسیم تشکیل می‌شود. در ادامه، نیروهای سطحی جدید در بین سطوح مشترک فازهای هیدراته شده، ایجاد می‌شود نهایتاً منجر به اتصالات هیدرولیکی فی مابین اجزا تشکیل دهنده سیمان می‌شود. واکنش‌های هیدراتاسیون حرارت زا هستند. مقدار گرما و سرعت آزاد شدن آن بستگی به نوع، نرمی و افزودنی‌های موجود در سیمان دارد.

مواد کمک سایش به صورت جداگانه یا مخلوط با آب در آسیاب‌های سیمان استفاده می‌شوند. هنگام استفاده از مواد کمک سایش، میزان مصرف باید تحت کنترل باشد زیرا که اگر مقدار مصرف از یک حد معینی تجاوز کند ممکن است نتیجه معکوس از مقاومت و سایش سیمان حاصل شود.

۲- روش تحقیق

پنج شرکت با نام‌های شرکت‌های A، C، L، F و P، محصولات منتخب خود را بر اساس نیازسنجی تعریف شده به کارخانه ارسال کردند. به منظور انتخاب محصول هدف و سازگار با کلینکر کارخانه سیمان نهاوند، تست صنعتی محصولات شرکت‌ها همراه با آزمون‌های مورد نیاز با همکاری واحد کنترل کیفی کارخانه انجام شد. آسیاب سیمان مورد استفاده در شرکت سیمان نهاوند از نوع چهار غلتکی لوشه^(۱) با ظرفیت اسمی ۱۲۰ تن بر ساعت است.

۱-۲- انجام تست صنعتی کمک سایش‌ها

به منظور ایجاد وحدت رویه و امکان مقایسه محصولات، برنامه‌های زیر در هنگام انجام تست صنعتی صورت گرفت و پس از مشخص شدن مقاومت‌های ۲۸ روزه، نتایج لازم، گرد آوری شد و مورد مقایسه قرار گرفت:

۱- گرفتن نمونه شاهد تیپ یک از خروجی آسیاب سیمان خط یک

۲- شروع تست صنعتی بهبود دهنده کیفیت در سه دوره سه ساعته و در هر دوره زمانی به ترتیب:

مقادیر ۶۰۰، ۸۰۰ و ۱۰۰۰ گرم بر تن سیمان برای کمک سایش A

مقدار ۵۰۰ گرم بر تن سیمان برای کمک خردایش C

مقادیر ۲۸۰، ۳۰۰ و ۳۵۰ گرم بر تن سیمان برای کمک سایش P

مقادیر ۱۵۰، ۲۰۰ و ۲۵۰ گرم بر تن سیمان برای کمک سایش L

مقادیر ۳۰۰، ۴۰۰ و ۵۰۰ گرم بر تن سیمان برای کمک سایش F

اندازه‌گیری و آزمایش شد.

۳- گرفتن نمونه‌های لازم توسط واحد کنترل کیفی و انجام

آزمون‌های استحکام ۲، ۷ و ۲۸ روزه، الک‌های ۴۵ و ۹۰ میکرون، اتوکلاو و آزمایش سطح مخصوص بلین.

۴- انجام عمل تزریق توسط پمپ دوزینگ (نوار ورودی به آسیاب سیمان به عنوان محل تزریق کمک خردایش انتخاب شد.

۵- ثابت نگه داشتن خوراک آسیاب برای بهبود پارامترهای

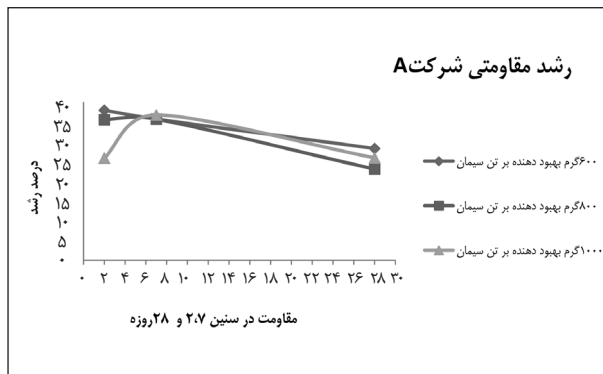
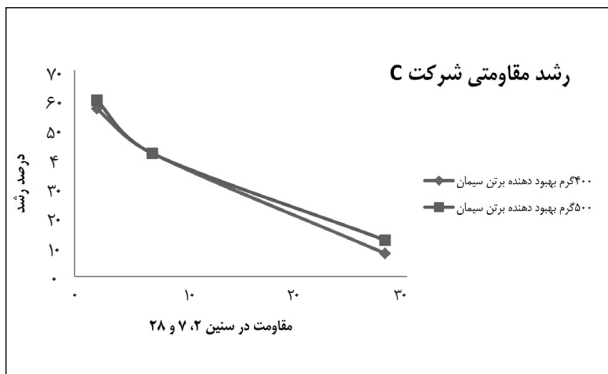
جدول ۱- نتایج آزمایش‌های فیزیکی تست بهبوددهنده کیفیت شرکت A

نمونه	الک % (میکرون)		بلین سانتی‌مترمربع گرم	آهک آزاد %	میزان آب نرمال %	زمان گیرش (دقیقه)		مقاومت خمشی کیلوگرم سانتی‌مترمربع			مقاومت فشاری کیلوگرم سانتی‌مترمربع			
	۴۵	۹۰				اولیه	ثانویه	۲ روزه	۷ روزه	۲۸ روزه	۲ روزه	۷ روزه	۲۸ روزه	
سیمان شاهد	۱۲/۲	۰/۶	۲۸۳۰	۱/۲	۲۵	۱۹۰	۲۸۰	۱۸	۳۵/۳	۴۳/۶	۱۲۴	۱۲۴	۳۰۰	۴۲۵
۶۰۰ گرم بهبود دهنده در تن سیمان	۷/۳	۰/۴	۳۰۳۰	۱/۶	۲۵	۱۱۳	۱۹۸	۲۱/۹	۴۰/۴	-	۱۷۱	۱۷۱	۴۰۷	۵۴۵
۸۰۰ گرم بهبود دهنده در تن سیمان	۷	۰/۴	۳۰۰۰	۱/۵۵	۲۵	۱۲۵	۱۷۵	۲۳/۱	۴۰/۳	-	۱۶۸	۱۶۸	۴۰۷	۵۲۳
۱۰۰۰ گرم بهبود دهنده در تن سیمان	۴/۴	۰/۱	۳۳۰۰	۱/۵۵	۲۵/۵	۵۰	۹۰	۲۴/۱	۴۳	۴۵/۳	۱۵۶	۱۵۶	۴۱۰	۵۳۵

* آهک آزاد: مقدار آهک ترکیب نشده در سیمان را آهک آزاد می‌نامند که اگر از مقدار معینی تجاوز کند باعث انبساط و خرد شدن بتن می‌شود.

** میزان آب نرمال: مقدار آب لازم برای تهیه خمیر سیمان با غلظت نرمال که در آزمایش‌های گیرش و سلامت سیمان به‌کار می‌رود.

1-Loesche



شکل (۲) - نتایج درصد رشد مقاومت فشاری ملات سیمان نسبت به نمونه شاهد (بهبود دهنده کیفیت C)

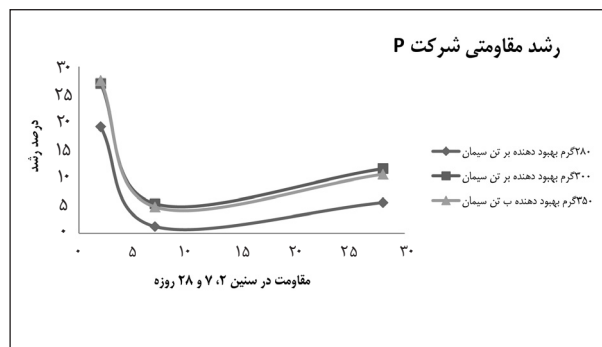
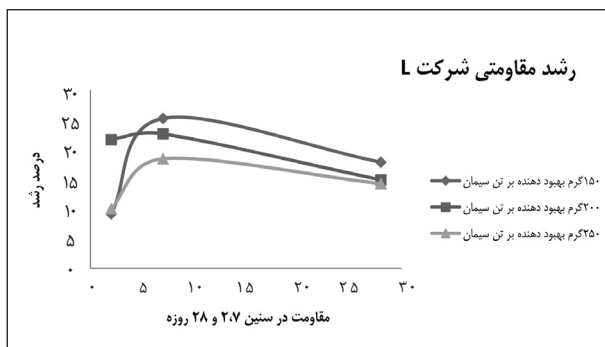
شکل (۱) - نتایج درصد رشد مقاومت فشاری ملات سیمان نسبت به نمونه شاهد (بهبود دهنده کیفیت A)

جدول (۲) - نتایج آزمایش‌های فیزیکی تست بهبوددهنده کیفیت شرکت C

مقاومت فشاری کیلوگرم سانتی‌مترمربع			مقاومت خمشی کیلوگرم سانتی‌مترمربع			زمان گیرش (دقیقه)		میزان آب نرمال %	آهک آزاد %	بلین سانتی‌مترمربع گرم	الک % (میکرون)		نمونه
۲۸ روزه	۷ روزه	۲ روزه	۲۸ روزه	۷ روزه	۲ روزه	ثانویه	اولیه				۹۰	۴۵	
۴۸۵	۲۸۷	۱۰۷	-	۳۸/۴	۱۶/۴	۱۹۵	۱۱۵	۲۵	۱/۷	۳۰۰۰	۰/۴	۹/۲	سیمان شاهد
۵۴۵	۴۰۷	۱۷۱	-	۴۰/۴	۲۱/۹	۱۹۸	۱۱۳	۲۵	۱/۶	۳۰۳۰	۰/۴	۷/۳	۵۰۰ گرم بهبوددهنده در تن سیمان
۵۲۳	۴۰۷	۱۶۸	-	۴۰/۳	۲۳/۱	۱۷۵	۱۲۵	۲۵	۱/۵۵	۳۰۰۰	۰/۴	۷	۴۴۰ گرم بهبوددهنده در تن سیمان

جدول (۳) - نتایج آزمایش‌های فیزیکی تست بهبود دهنده کیفیت شرکت P

مقاومت فشاری کیلوگرم سانتی‌مترمربع			مقاومت خمشی کیلوگرم سانتی‌مترمربع			زمان گیرش (دقیقه)		میزان آب نرمال %	آهک آزاد %	بلین سانتی‌مترمربع گرم	الک % (میکرون)		نمونه
۲۸ روزه	۷ روزه	۲ روزه	۲۸ روزه	۷ روزه	۲ روزه	ثانویه	اولیه				۹۰	۴۵	
۴۹۰	۳۴۰	۱۹۳	۴۳	۴۲/۳	۲۶/۴	۲۶۵	۱۸۵	۲۵/۵	۱/۹	۳۱۸۰	۱	۱۰/۸	سیمان شاهد
۵۱۷	۳۴۴	۲۳۰	۴۳/۸	۴۰	۲۸/۸	۳۷۵	۲۵۵	۲۵	۲	۳۲۸۵	۰	۵/۷	۲۸۰ گرم بهبوددهنده در تن سیمان
۵۴۷	۳۵۸	۲۴۵	۴۷/۷	۴۶/۸	۳۴	۳۵۳	۲۴۰	۲۵	۲/۲	۳۲۸۵	۰/۴	۵/۸	۳۰۰ گرم بهبوددهنده در تن سیمان
۵۴۲	۳۵۶	۲۴۶	۵۰	۴۴	۳۲/۹	۲۷۷	۱۸۰	۲۵/۵	۲/۷	۳۰۳۵	۰	۳/۸	۳۵۰ گرم بهبوددهنده در تن سیمان



شکل (۴) - نتایج درصد رشد مقاومت فشاری ملات سیمان نسبت به نمونه شاهد (بهبوددهنده کیفیت L)

شکل (۳) - نتایج درصد رشد مقاومت فشاری ملات سیمان نسبت به نمونه شاهد (بهبوددهنده کیفیت P)

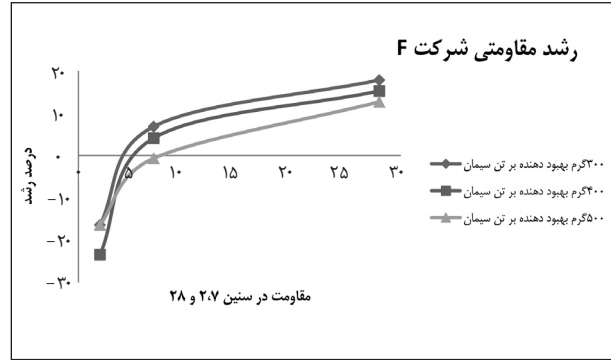
جدول (۴) - نتایج آزمایش‌های فیزیکی تست بهبوددهنده کیفیت شرکت L

نمونه	الک % (میکرون)		بلین سانتی مترمربع گرم	آهک آزاد %	میزان آب نرمال %	زمان گیرش (دقیقه)		مقاومت خمشی کیلوگرم سانتی مترمربع			مقاومت فشاری کیلوگرم سانتی مترمربع		
	۹۰	۴۵				اولیه	ثانویه	۲ روزه	۷ روزه	۲۸ روزه	۲ روزه	۷ روزه	۲۸ روزه
سیمان شاهد	۸/۶	۰/۲	۳۳۰۰	۲/۱	۲۵	۱۶۵	۲۳۰	۱۷	۳۸/۴	۴۶	۱۲۰	۳۰۹	۴۷۰
۱۵۰ گرم بهبوددهنده در تن سیمان	۳/۲	۰	۳۲۱۰	۱/۲۵	۲۵	۱۸۰	۲۷۰	۱۸/۴	۴۱/۱	۴۸	۱۳۱	۳۸۷	۵۵۴
۲۰۰ گرم بهبوددهنده در تن سیمان	۴/۲	۰/۱	۳۲۵۰	۱/۱	۲۵	۱۶۵	۱۵۵	۲۳/۳	۴۰/۶	۴۴	۱۴۶	۳۷۹	۵۴۰
۲۵۰ گرم بهبوددهنده در تن سیمان	۳/۸	۰	۳۱۶۰	۱/۸	۲۵	۱۸۰	۲۸۰	۱۹/۳	۳۸/۵	۵۱	۱۳۲	۳۶۶	۵۳۷

جدول (۵) - نتایج آزمایش‌های فیزیکی تست بهبود دهنده کیفیت شرکت F

نمونه	الک % (میکرون)		بلین سانتی مترمربع گرم	آهک آزاد	میزان آب نرمال	زمان گیرش (دقیقه)		مقاومت خمشی کیلوگرم سانتی مترمربع			مقاومت فشاری کیلوگرم سانتی مترمربع		
	۹۰	۴۵				اولیه	ثانویه	۲ روزه	۷ روزه	۲۸ روزه	۲ روزه	۷ روزه	۲۸ روزه
سیمان شاهد	۳/۴	۰/۱	۳۱۰۰	۱/۲	۲۵	۱۷۰	۲۶۰	۱۶/۸	۴۰/۳	۴۷/۵	۱۲۸	۲۹۲	۴۶۵
۳۰۰ گرم بهبوددهنده در تن سیمان	۳/۸	۰	۲۹۶۰	۱/۲	۲۵/۵	۱۹۰	۲۶۰	۱۴/۶	۳۹/۴	۴۳/۴	۱۰۷	۳۱۲	۵۴۸
۴۰۰ گرم بهبوددهنده در تن سیمان	۳/۴	۰	۲۹۴۰	۱/۳	۲۶	۱۴۰	۲۳۰	۱۴	۳۶/۷	۴۶/۶	۹۸	۳۰۴	۵۳۶
۵۰۰ گرم بهبوددهنده در تن سیمان	۴/۲	۰	۲۹۹۰	۱/۴	۲۶	۲۲۰	۲۲۰	۱۵/۴	۳۱/۶	۴۹/۲	۱۰۷	۲۹۰	۵۲۴

توزیع دانه بندی (مشخصاً الک های ۴۵ و ۹۰ میکرون) نتایج انجام تست های صنعتی و میانگین هر دوره زمانی برای سیمان شاهد و افزودنی در جداول (۱) تا (۵) و شکل های (۱) تا (۵) آورده شده است.



۳- بحث و نتیجه گیری

با استفاده از نتایج به دست آمده از جداول (۱) تا (۵) و اشکال (۱) تا (۵)، وضعیت میزان مصرف بهینه برای هر کدام از بهبوددهنده های کیفیت در جدول (۶) معین شده است.

شکل (۵) - نتایج درصد رشد مقاومت فشاری ملات سیمان نسبت به نمونه شاهد (بهبوددهنده کیفیت F)

جدول (۶) مقایسه شرکت های حاضر در تست بهبوددهنده کیفیت به لحاظ میزان بهینه مصرف

شرکت	شرکت A	شرکت C	شرکت P	شرکت L	شرکت F
دوز بهینه (گرم بر تن)	۱۰۰۰	۵۰۰	۳۰۰	۲۰۰	۳۰۰

Type 1-525

جدول (۷) - ویژگی های فیزیکی و شیمیایی سیمان ۱-۵۲۵ در استاندارد اجباری ایران

Chemical Specification	Result	Standard Requirement	Physical Specification	Result	Standard Requirement
%SiO ₂	۰,۳±۲۰,۷		Blaine (g/g) 2/g	۱۰۰±۳۲۰۰	Min:2800
%Al ₂ O ₃	۰,۲±۵,۲		Auto Clave method %	۰,۲±۰,۰۸	Max:0.8
%Fe ₂ O ₃	۰,۲±۴,۶		Setting Time In (minute)	۲۰±۱۴۰	Min:45
%CaO	۰,۵±۶۵		Setting Time Fi (minute)	۲۰±۲۴۰	Max:360
%MgO	۰,۲±۱,۸	Max:5	Comp.Strengthkg/cm ² (2day)	۱۰±۲۳۰	Min:200
%SO ₃	۰,۴±۲,۲	Max:3	Comp. Strength kg/cm ² (7 day)	۱۰±۴۴۰	
%K ₂ O	۰,۰۶±۰,۰۵		Comp. Strengthkg/cm ² (28 day)	۱۰±۵۵۰	Min:525
%Na ₂ O	۰,۰۵±۰,۱۵		Sieve 0.09 mm	۰,۱±۱,۱	
%L.O.I (LossOf Ignition)	۰,۵±۱	Max:3	Density g/cm ³	۰,۰۱±۳,۱۳	
% I.R (Insoluble Residue)	۰,۱±۰,۰۴	Max:0.75			
%FreeCaO	۰,۲±۱,۳				
%C ₃ S	59.47				
%C ₂ S	14.48				
%C ₃ A	6.00				
%C ₄ AF	14.00				

پس از مشخص شدن میزان مصرف بهینه و قیمت خرید هر کدام از محصولات، باید دوشاخص نقطه سربه سر محصول و قیمت محصول به ازای هر تن سیمان با یکدیگر مقایسه شود. در صورتی که قیمت محاسبه شده، کمتر از نقطه سربه سر خرید باشد، استفاده از کمک سایش در مدار آسیاب سیمان به صرفه و اقتصادی خواهد بود. ضمناً با توجه به رشد قابل توجه مقاومت‌ها، چشم‌انداز مناسبی را می‌توان برای تولید سیمان با مقاومت بالا ۱-۵۲۵ در نظر گرفت. لازم است برای دستیابی به مقاومت دو روزه مطمئن در سیمان ۱-۵۲۵، باید تمهیداتی برای تنظیم مواد خام ورودی به کوره، اندیشیده شود. در هر صورت برای مقادیر مشخص از بهبوددهنده‌های کیفیت، می‌توان به مقاومت ۵۲۵ و حتی بالاتر هم رسید که در این صورت با در نظر گرفتن مقاومت ۴۲۵، می‌توان از مواد خام با صرف انرژی کمتر در دیارتمان پخت استفاده کرد. به عبارت دیگر، اثرات بهبوددهنده‌های کیفیت را می‌توان در تولید کلینکری با مقاومت ۴۲۵ و مصرف انرژی حرارتی کمتر دید که از این منظر هم، استفاده حساب شده از بهبود دهنده‌های کیفیت می‌تواند در صرفه‌جویی‌های هزینه، بسیار تاثیرگذار باشد.

همچنین به منظور بهره‌برداری بیشتر در استفاده از بهبوددهنده‌های کیفیت می‌توان امکان سنجی‌های زیر را به عنوان پروژه برای کارخانه‌های سیمان تعریف کرد:

۱- تولید سیمان‌های آمیخته با خواص کیفی سیمان‌های تپ

یک و دو. هدف انجام این کار تولید هر یک از سیمان‌های پوزولانی، سرباره‌ای، پرتلند آهکی با اهداف و دامنه کاربرد زیر است:

- قابل کاربرد در کارخانه‌های که قسمت عمده تولید و فروششان بر مبنای سیمان‌های آمیخته است.

- صرفه‌جویی در مصرف کلینکر به میزان قابل ملاحظه به عنوان با ارزش‌ترین جزء سیمان با تولید و فراوری سیمان‌های آمیخته.

- صرفه‌جویی در مصرف انرژی و به حداقل رساندن بهای تمام شده تولید

- به حداقل رساندن زمان استفاده بتن در ماشین‌آلات و ابزارهای کار در محصولات بی نظیر قالب‌های تیرچه و بلوک، جدول‌های بتنی و

- دامنه کاربرد وسیع این محصول با امکان جایگزینی سیمان تپ دو با حرارت هیدراتاسیون متوسط و افزایش مقاومتی بالاتر به میزان ۲۵٪ در تمامی سازه‌های عمرانی

۲- ارتقاء کیفیت سیمان‌های تولیدی با استفاده از کلینکرهای کهنه.

کلینکرهای کهنه که در معرض بارش برف و باران قرار گرفته‌اند، در زمان مصرف موجب افت مقاومت سیمان می‌شوند، ولی می‌توان با استفاده از این افزودنی‌ها به مقاومت مورد نظر رسید و افت کیفیت کلینکرهای کهنه را جبران کرد.

منابع

- 1-El-Shal, H. E. Grinding aids. Reagent in Mineral Technology. No 5(1988), pp(159-177).
- 2-Kolacz, J & Sandvik, K. L. The effect of grinding aids on fine grinding. SINTEF-Rock and Mineral Engineering, No 2(1977), pp(251-260).
- ۳- یعقوبی، محسن. رحمانی، فریدون. "کمک سایش‌ها پیام آوران افزایش بهره‌وری و کاهش انرژی در صنایع سیمان، آلومینا، شیشه، چینی و سرامیک"، فصلنامه‌ی الماس، بهار ۸۹.