نیاز فناورانه

HBS VENTURE

مرکز نوآوری و هم‌آفرینی
صنعت بتــن و ساختمان

دانش فنی تولید افزودنی برای دستیابی به مقاومت ۷ روزه ی بتن در مدت زمان ۲۴ ساعت

پاییز ۱۴۰۳

hbscoo.com

عنوان نیاز فناورانه

دانش فنی تولید افزودنی برای دستیابی به مقاومت ۷ روزه‌ی بتن در مدت زمان ۲۴ ساعت

شرح نیاز

- **مقدمه و شرح کلی مسئله**

بتن یکی از پرکاربردترین مصالح ساختمانی در صنعت ساخت‌وساز و دومین ماده پر مصرف دنیا پس از آب است که به دلیل ویژگی‌های منحصربه‌فرد خود مانند مقاومت فشاری بالا، دوام طولانی‌مدت و انعطاف‌پذیری در طراحی، به ماده‌ای اصلی در پروژه‌های عمرانی تبدیل شده است. این ماده با ترکیب سیمان، آب، سنگدانه و افزودنی‌های خاص تولید می‌شود و در انواع سازه‌ها از جمله ساختمان‌ها، پل‌ها، سدها، جاده‌ها و تونل‌ها استفاده می‌شود.

برای دستیابی به مقاومت و دوام مورد نظر، نیاز به عمل‌آوری مناسب بتن است. عمل‌آوری فرآیندی است که طی آن رطوبت و دمای مطلوب برای بتن حفظ می‌شود تا واکنش هیدراتاسیون سیمان به طور کامل انجام شود. این واکنش شیمیایی اصلی‌ترین عامل در ایجاد مقاومت و دوام بتن است. بدون عمل‌آوری مناسب، بتن نمی‌تواند به خواص فیزیکی و مکانیکی مطلوب خود دست یابد و ممکن است دچار نقص‌های جدی شود که بر عملکرد طولانی مدت آن تأثیر منفی می‌گذارد. عمل‌آوری بتن با روش‌هایی مانند پاشیدن آب، غوطه‌وری، پوشش‌های مرطوب، غشاهای محافظ، بخاردهی و عایق حرارتی انجام می‌شود. برای بتن‌های درجا، زمان عمل‌آوری معمولاً ۷ تا ۱۴ روز است و در پروژه‌های حساس به ۲۸ روز می‌رسد. اما در فرایند تولید قطعات پیش‌ساخته، سرعت تولید و اجرا از اهمیت زیادی برخوردار است؛ لذا قطعات پیش‌ساخته‌ی بتنی با استفاده از بخاردهی در مدت ۲۴ تا ۷۲ ساعت عمل‌آوری می‌شوند و در برخی موارد عمل‌آوری تکمیلی در محل نصب انجام می‌گیرد.

عمل‌آوری با بخار در قطعات پیش‌ساخته اگرچه به تسریع فرآیند هیدراتاسیون و کاهش زمان عمل‌آوری کمک می‌کند، اما با چالش‌هایی همراه است. یکی از این چالش‌ها، نیاز به تجهیزات پیشرفته مانند محفظه‌های بخار و سیستم‌های کنترل دما و رطوبت است که هزینه‌های اولیه تولید را افزایش می‌دهد. همچنین، گرمایش سریع ممکن است تنش‌های حرارتی در قطعات ایجاد کند و باعث ترک‌خوردگی‌های ریز یا کاهش مقاومت نهایی بتن شود. کنترل ناهماهنگ دما و فشار می‌تواند منجر به عدم یکنواختی در عمل‌آوری و تفاوت در خواص مکانیکی قطعات شود. علاوه بر این، مصرف انرژی بالا در بخاردهی می‌تواند هزینه‌های تولید را افزایش داده و اثرات زیست‌محیطی ایجاد کند. به دلیل محدودیت ظرفیت محفظه‌ها و هزینه‌ی بالای افزودن تجهیزات در عمل‌آوری با بخار، افزایش سریع و اقتصادی ظرفیت تولید در واحدهای تولید قطعات پیش‌ساخته با مشکلاتی همراه است.

این پروژه با هدف ارائه راهکارهای فناورانه برای استفاده از روشی جایگزین به جای عمل‌آوری با بخار برای رسیدن به گیرش نهایی بتن در زمان کوتاه طراحی شده است. در صورت توجیه فنی و اقتصادی طرح پیشنهادی، سازمان متقاضی اجرای آن را مدنظر قرار

خواهد داد. همچنین، با توجه به تعداد واحدهای تولیدی قطعات پیش‌ساخته در کشور، راهکار ارائه‌شده قابلیت اجرا و تعمیم به سایر واحدهای مشابه را نیز دارد.

- **وضعیت موجود در واحد متقاضی**

شرکت همیار بتن شیرکوه در زمینه‌ی تولید محصولات پیش‌ساخته‌ی بتنی از جمله دیوارهای پیش‌ساخته، زیردیواری‌ها، ستون‌ها و تراورس‌های پیش‌تنیده فعالیت می‌کند. فرایند تولید محصولات شرکت و عمل‌آوری آن‌ها در ادامه آورده شده است.

برای تولید دیوارهای پیش‌ساخته، زیردیواری‌ها و ستون‌ها، ابتدا قالب‌ها با روغن قالب چرب می‌شوند تا از چسبندگی بتن به قالب جلوگیری شود و سطح محصول نهایی صاف و یکنواخت باشد (شکل ۱).

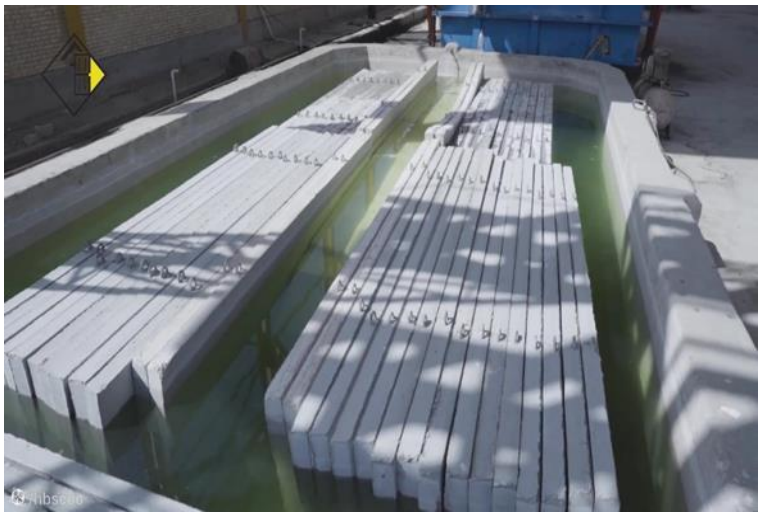
شکل ۱: پاشش روغن قالب بر روی سطح قالب‌ها

سپس شبکه‌های آرماتوربندی در قالب قرار داده می‌شوند و بتن‌ریزی مطابق شکل ۲ آغاز می‌گردد. در حین بتن‌ریزی، فرآیند ویبره‌زنی برای تراکم بتن و کاهش حباب‌های هوا انجام می‌شود و در پایان، سطح بتن با دقت ماله‌کشی می‌شود تا سطحی هموار و یکدست ایجاد گردد.

شکل ۲: بتن‌ریزی و پرداخت سطح قطعات پس از بتن‌ریزی

پس از گذشت ۲ تا ۴ ساعت و گیرش اولیه‌ی بتن، روی قطعات با پوشش‌های برزنتی پوشانده می‌شود و عمل‌آوری با بخار در دمای ۵۰ تا ۷۰ درجه‌ی سانتیگراد و به مدت ۴ تا ۶ ساعت انجام می‌گیرد (شکل ۳). این مرحله باعث تسریع در هیدراتاسیون بتن و افزایش مقاومت اولیه‌ی آن می‌شود. پس از یک روز، قالب‌ها باز شده و قطعات به منظور تکمیل فرآیند عمل‌آوری به مدت یک هفته در حوضچه‌های آب غرقاب می‌شوند تا رطوبت مورد نیاز برای ادامه واکنش هیدراتاسیون حفظ گردد.

برای تولید تراورس‌های بتنی پیش‌تنیده نیز مراحل مشابهی انجام می‌شود، اما مدت زمان بخاردهی این قطعات به دلیل حساسیت و نیاز به مقاومت بالاتر، به ۸ تا ۱۰ ساعت افزایش می‌یابد. این زمان بیشتر به تراورس‌ها کمک می‌کند تا مقاومت اولیه‌ی بیشتری کسب کرده و برای استفاده در پروژه‌های پرتنش مانند راه‌آهن مناسب باشند.



شکل ۳: تجهیزات عمل‌آوری نمونه‌ها با بخار و حوضچه‌ی آب

- **اهمیت و ضرورت نیاز**

همان‌طور که بیان شد عمل‌آوری با بخار اگرچه فرآیند هیدراتاسیون را تسریع و زمان عمل‌آوری را کاهش می‌دهد، اما نیاز به تجهیزات پیشرفته، مصرف بالای انرژی و خطر ایجاد تنش‌های حرارتی و ترک‌خوردگی‌های ریز، هزینه‌های تولید را افزایش می‌دهد. کنترل ناهماهنگ دما و فشار ممکن است منجر به عدم یکنواختی در خواص قطعات شود. علاوه بر این، محدودیت ظرفیت محفظه‌ها و هزینه بالای توسعه تجهیزات، چالشی در افزایش اقتصادی ظرفیت تولید واحدهای پیش‌ساخته ایجاد می‌کند. بنابراین ارائه‌ی راهکاری اقتصادی برای جایگزینی این فرایند نیاز است.

- **پیشینه‌ی مسئله**

عمل‌آوری با بخار یکی از مهم‌ترین فرآیندها در تولید قطعات پیش‌ساخته بتنی است که به‌منظور تسریع واکنش‌های هیدراتاسیون سیمان و افزایش سرعت تولید در کارخانجات بتن‌سازی استفاده می‌شود. با این حال، این فرایند با چالش‌هایی همراه است که پیش‌تر به آن‌ها اشاره شد. به همین دلیل، تحقیقات زیادی در تلاش برای یافتن روش‌های جایگزین برای عمل‌آوری با بخار به‌منظور کاهش هزینه‌ها، مصرف انرژی و بهبود کیفیت قطعات در حال انجام است. راه حل‌هایی که تاکنون ارائه گردیده در ادامه آورده شده است.

- ✓ **عمل‌آوری با آب گرم:** عمل‌آوری با آب گرم یکی از روش‌های جایگزین برای عمل‌آوری با بخار در تولید قطعات پیش‌ساخته است که با استفاده از آب گرم (دمای۴۰ تا ۶۰ درجه‌ی سانتیگراد) به تسریع واکنش هیدراتاسیون سیمان و افزایش مقاومت اولیه بتن کمک می‌کند. در این روش، قطعات بتنی در یک مخزن پر از آب گرم غوطه‌ور می‌شوند یا از پاشش آب گرم بر روی سطح بتن استفاده می‌شود. این روش نیاز به مخازن بزرگ و تجهیزات خاصی دارد و مصرف آب آن زیاد است.
- ✓ **عمل‌آوری با امواج مایکروویو یا فرکانس رادیویی:** استفاده از امواج الکترومغناطیسی مانند امواج مایکروویو برای تسریع فرآیند خشک شدن و سخت شدن بتن یکی از فناوری‌های نوظهور است. این روش موجب تسریع در تبخیر آب از بتن می‌شود و در نتیجه زمان عمل‌آوری کاهش می‌یابد. این روش نیازمند تجهیزات خاصی چون مایکروویو صنعتی بوده و هزینه‌بر است. علاوه براین در برخی شرایط امواج مایکروویو ممکن است ابه طور یکنواحت در بتن نفوذ نکنند و این می‌تواند منجر به تفاوت کیفیت در بخش‌های مختلف بتن شود و این مسئله در تولید قطعات بتنی با ابعاد بزرگ بسیار مشکل‌ساز است.
- ✓ **استفاده از سیمان های زودگیر:** سیمان زودگیر نوعی سیمان است که به‌طور خاص برای تسریع فرآیند سخت شدن بتن و رسیدن به گیرش اولیه در مدت زمان کمتر طراحی شده است. این نوع سیمان معمولاً در شرایطی استفاده می‌شود که نیاز به زمان کوتاه‌تری برای کسب استحکام اولیه و سخت شدن بتن وجود دارد. سیمان زودگیر از طریق افزایش نرخ هیدراتاسیون سیمان و به‌کارگیری مواد افزودنی خاص، مانند سولفات‌ها و مواد شیمیایی شتاب‌دهنده، فرآیند گیرش را تسریع می‌کند. این ویژگی باعث می‌شود که بتن سریع‌تر سخت شود و بتوان از آن برای تولید سریع‌تر قطعات بتنی یا پروژه‌های عمرانی که نیاز به کاهش زمان ساخت دارند، استفاده کرد. با این حال، استفاده از سیمان زودگیر منجر به کاهش مقاومت بلندمدت بتن و افزایش احتمال ترک‌خوردگی می‌شود؛ چرا که روند هیدراتاسیون آن ممکن است به‌طور ناگهانی و غیر یکنواخت انجام گیرد. همچنین با کاربرد این نوع سیمان زمان لازم برای پرداخت سطحی قطعات بتنی کاهش یافته و کیفیت سطح تمام‌شده مطلوب نخواهد بود.

- ✓ **افزودنی‌های زودگیرکننده:** افزودنی‌های زودگیر بتن موادی هستند که با تسریع فرآیند هیدراتاسیون سیمان، باعث افزایش سرعت گیرش و سخت شدن بتن می‌شوند. این افزودنی‌ها عمدتاً بر گیرش اولیه تأثیر می‌گذارند، زیرا هدف اصلی آن‌ها کاهش زمان لازم برای آغاز گیرش بتن و افزایش سرعت سخت شدن اولیه است. معمولاً در پروژه‌هایی با زمان محدود یا شرایط آب و هوایی سرد استفاده می‌شوند تا مقاومت اولیه بتن افزایش یابد. با این حال، معایب آنها شامل کاهش کارایی بتن، افزایش احتمال ترک‌خوردگی به دلیل انقباض سریع، و در مواردی کاهش مقاومت بلندمدت بتن است.
- ✓ **افزودنی‌های زود سخت‌شونده:** این نوع افزودنی‌ها با استفاده از موادی مانند نانوکامپوزیت‌ها، با تسریع واکنش هیدراتاسیون سیمان و بهبود ریزساختار بتن، زمان گیرش و سخت شدن آن را کاهش می‌دهند. این مواد، شامل نانوذراتی مانند نانوسیلیس و نانوآلومینا هستند که مقاومت اولیه بتن را به‌طور قابل‌توجهی افزایش داده و دوام آن را با کاهش نفوذپذیری بهبود می‌بخشند. زودسخت‌شونده‌ها برای تولید قطعات پیش‌ساخته، پروژه‌های سریع‌الاجرا و سازه‌های مقاوم در برابر عوامل محیطی ایده‌آل هستند، اما هزینه بالا و نیاز به دانش تخصصی از چالش‌های استفاده از آن‌هاست. در تحقیقاتی که در مقیاس آزمایشگاهی انجام گرفته است محققان نانوکامپوزیتی را معرفی کردند که به‌عنوان یک تسریع‌کننده مؤثر برای سخت شدن سیمان پرتلند عمل می‌کند. این ماده هیبریدی معدنی-آلی با ترکیب محلول‌های آبی $Ca(NO_3)_2$ و Na_2SiO_3 در محلول پلی کربوکسیلات اتر (PCE) تهیه می‌شود. نانوذرات C-S-H که با لایه‌هایی از PCE پوشیده شده‌اند، مانع رشد آن‌ها به ورقه‌های بزرگتر شده و موجب پراکندگی یکنواخت ذرات سیمان می‌شوند. این نانوکامپوزیت باعث افزایش ۵۰ تا ۳۰۰ درصدی مقاومت فشاری در ۲۴ ساعت اول می‌شود و برخلاف تسریع‌کننده‌های سنتی، تأثیر منفی بر مقاومت نهایی سیمان (پس از ۲۸ روز) ندارد.

در مقیاس صنعتی، شرکت آلمانی Master Builders Solutions محصولی با نام تجاری Master X Seed 100 تولید نموده است. این محصول نوعی افزودنی شیمیایی است که به طور خاص در تولید قطعات پیش‌ساخته از آن استفاده می‌گردد. این محصول می‌تواند در دمای ۲۰ درجه‌ی سانتی‌گراد و در مدت ۲۴ ساعت، مقاومت فشاری بتن را حداقل ۲۰ درصد نسبت به نمونه‌ی شاهد افزایش دهد. همچنین در دمای ۵ درجه‌ی سانتیگراد و پس از گذشت ۴۸ ساعت مقاومت نمونه‌ی حاوی این محصول، حداقل ۳۰ درصد نسبت به نمونه‌ی شاهد افزایش می‌یابد. همانند زودگیرکننده‌ها، این افزودنی نیز بر روی مقاومت نهایی بتن اثر منفی می‌گذارد؛ اما مقدار آن ناچیز است و حداکثر ۱۰ درصد کاهش در مقاومت ۲۸ روزه‌ی بتن نسبت به نمونه‌ی شاهد ایجاد می‌نماید. مشخصات عملکردی و فنی این محصول در جدول‌های شماره ۱ و ۲ آورده شده است.

جدول ۱: مشخصات عملکردی Master X Seed 100

Essential Characteristics	Performance	Harmonised Technical Specification
Compressive strength – 24 hour	@ 20°C ≥ 120% of Reference mix	BS EN 934-2:2009
Compressive strength – 48 hour	@ 5°C ≥ 130% of Reference mix	BS EN 934-2:2009
Compressive strength – 28 day	@ 20°C ≥ 90% of Reference mix	BS EN 934-2:2009
Air content	≤ Reference mix +2.0%	BS EN 934-2:2009
Chloride content	Max 0.10% by mass	BS EN 934-1:2008
Alkali content	Refer to Technical Data Sheet	BS EN 934-1:2008
Corrosion behaviour	Contains only components according to BS EN 934-1:2008, Annex A.1	BS EN 934-1:2008
Dangerous substances	No Performance Determined	BS EN 934-2:2009
Durability	No Performance Determined	BS EN 934-2:2009

جدول ۲: مشخصات فنی Master X Seed 100

Product Data	
Appearance:	White liquid
Specific gravity @ 20°C:	1.135 ± 0.03 g/cm³
pH-value:	11.0 ± 1
Alkali content (%):	≤ 4.00 by mass
Chloride content (%):	≤ 0.10 by mass
Corrosion behaviour:	Contains only components according to BS EN 934-1:2008, Annex A.1 & declared list A.2.
Air Content:	Fulfilled
Setting time – initial @ 5°C:	≤ 60% of Reference mix
Setting time – initial @ 20°C:	≥ 30 minutes
Compressive strength:	Fulfilled
Durability:	NPD
Dangerous substances:	NPD

باوجود تلاش‌هایی که برای بهبود محصول فوق انجام گرفته‌است، هنوز نتوانسته به طور کامل انتظارات صنعت بتن را برآورده کند. به‌ویژه، میزان رشد مقاومت فشاری بتن در ۲۴ ساعت نسبت به نیازهای پروژه‌های پیش‌ساخته و کاربردهای صنعتی، به اندازه کافی رضایت‌بخش نیست و نیاز به بهبود بیشتری دارد.

علاوه بر این، در حال حاضر محصول مشابهی با این ویژگی‌ها و عملکردهای مورد نیاز در ایران تولید نمی‌گردد. برای رسیدن به سطح عملکردی مورد نظر، نیاز به بومی‌سازی این محصولات و بهبود تکنولوژی‌های مورد استفاده داریم تا بتوانیم تولیدات داخلی با عملکرد

مشابه و حتی بهتر از نمونه‌های خارجی داشته باشیم. این فرآیند بومی‌سازی می‌تواند شامل تحقیق و توسعه در زمینه افزودنی‌ها و مواد سازنده بتن باشد تا بتوانیم مقاومت بتن را در زمان‌های کوتاه‌تری به سطح مطلوب برسانیم.

حوزه‌های تخصصی مسئله

- مهندسی شیمی
- مهندسی مواد و متالوژی
- مهندسی پلیمر
- مهندسی عمران

حوزه‌ی کاربرد مسئله

- صنعت پیش‌ساخته‌ی بتن

*علاوه بر این، این نوع افزودنی می‌تواند در بتن ریزی درجا برای ساختمان‌سازی و پل‌سازی، راهسازی و سازه‌های دریایی و بنادر استفاده شود.

رویکردها

۱. رویکردهای ممکن در ارائه‌ی راه حل(راه حل‌های پیشنهادی برای حل مسئله)

- آنالیز و فرمولاسیون نمونه‌ی ماده‌ی خارجی و مهندسی معکوس آن
- پیشنهاد فرمولاسیون جدید برای ماده‌ی جایگزین و با خواص مشابه

۲. رویکردهایی که دارای جذابیت نمی‌باشند

- با توجه به اهمیت و تاثیر موضوع در میزان مصرف انرژی، سرعت و کیفیت ساخت قطعات پیش‌ساخته‌ی بتنی، محدودیتی در ارائه‌ی پیشنهادات وجود ندارد و در صورتی‌که طرح و ایده‌ی ارائه شده توجیه فنی و اقتصادی لازم را داشته باشد پذیرفته خواهد شد.

ویژگی‌ها و خروجی‌های مورد نیاز فناوری

- رشد سریع مقاومت فشاری بتن و رسیدن به مقاومت ۷ روزه‌ی بتن بعد از گذشت ۲۴ ساعت (معادل ۷۰ درصد مقاومت فشاری ۲۸ روزه‌ی بتن)
- عدم تاثیرگذاری شدید بر زمان گیرش اولیه (تامین زمان لازم برای پرداخت سطح قطعات بتنی)
- عدم اثر سوء بر مقاومت فشاری نهایی بتن

- دارا بودن ویژگی‌های استاندارد افزودنی‌های بتن (استاندارد ملی شماره ۲۹۳۰)
- سازگاری با فوق روان‌کننده‌های پلی کربوکسیلاتی و پوزولان‌ها

بعد اقتصادی و مالی رفع مسئله

با توجه به اهمیت موضوع برای کارخانه، ضروری است که طرح پیشنهادی به‌طور کامل از جنبه‌های مختلف ارزیابی شود. در صورتی که این طرح توانایی پاسخگویی به نیازهای فنی مجموعه را داشته و از نظر اقتصادی توجیه‌پذیر باشد، حمایت‌های لازم برای اجرایی شدن طرح انجام خواهد گرفت.

مدت زمان مطلوب برای حل مسئله

مدت زمان مطلوب برای رفع این مسئله حدود ۶ ماه می‌باشد.

موارد مورد نیاز برای ارائه در پروپوزال

- تشریح فرایند و روند اجرایی کار
- آنالیز شیمیایی و نحوه‌ی عملکرد ماده
- مدت زمان انجام پروژه
- هزینه‌ی پروژه

ارسال پاسخ

نوآوران و فناوران محترم پیشنهادات خود ر ا در قالب پروپوزال (طرح پیشنهادی) به همراه رزومه‌ی شرکت و سایر مستندات و مجوزات مرتبط به آدرس ایمیل hbsventure@hbscoo.com ارسال نمایند.

جهت هماهنگی و کسب اطلاعات بیشتر با شماره‌های ۳۲۶۳۷۶۷۶-۰۳۵ و ۰۹۱۳۵۵۰۸۱۸۲ تماس برقرار نمایید.

مهلت ارسال پیشنهادات: پایان بهار ۱۴۰۴

پیوست ۱: الزامات عمومی افزودنی‌های بتن

ردیف	ویژگی	روش آزمون	الزامات
۱	یکنواختی[الف]	چشمی	در هنگام استفاده باید یکنواخت باشد. جداشدگی آن نباید بیشتر از حد اعلام شده توسط تولید کننده باشد.
۲	رنگ[الف]	چشمی	یکنواخت و مشابه با توصیف اظهار شده توسط تولیدکننده باشد.
۳	ترکیب موثر[الف]	استاندارد ملی ۸۱۱۷-۶ [ج]	هنگامی که طیف مادون قرمز با طیف مرجع ارایه شده توسط تولیدکننده مقایسه شود، تغییر بااهمیتی نشان ندهد.
۴	چگالی خالص[الف] (فقط برای افزودنی‌های مایع)	استاندارد ملی ۲۶۴۶ [ج]	چگالی بیان شده توسط تولیدکننده را D فرض می‌کنیم: - اگر $D>1,1$ kg/l باشد: چگالی اندازه‌گیری شده باید $(D \pm 0,03)$ kg/l باشد؛ - اگر $D\leq1,1$ kg/l باشد: چگالی اندازه‌گیری شده باید $(D \pm 0,02)$ kg/l باشد.
۵	مقدار ماده خشک[الف] (درصد جرمی)	استاندارد ملی ۸۱۱۷-۸ [ت]	مقدار بیان شده توسط تولیدکننده را T و مقدار اندازه‌گیری شده را X فرض می‌کنیم، - اگر $T\geq 20\%$ باشد: $0,95T\leq X\leq 1,05T$

ردیف	ویژگی	روش آزمون	الزامات
			- اگر ٪۲۰ >T باشد: ۰٫۹۰T≤X≤ ۱٫۱۰T
۶	مقدار pH [الف] (فقط برای افزودنی‌های مایع)	استاندارد ملی ۳۱۷۸-۱۸	مقدار اندازه‌گیری شده در محدوده‌ی ۱ ± نسبت به مقدار بیان شده توسط تولیدکننده و یا در درون گستره‌ی بیان شده توسط تولیدکننده باشد.
۷	کلر[۱] کل [الف،ج]	استاندارد ملی ۹۱۶ [چ]	کم‌تر یا مساوی ۰٫۱۰درصد جرمی باشد[ث] و یا این‌که بیش‌تر از مقدار بیان شده توسط تولیدکننده نباشد.
۸	کلرید محلول در آب [الف]	استاندارد ملی ۸۱۱۷-۱۰	کم‌تر یا مساوی ۰٫۱۰درصد جرمی باشد[ث] و یا این‌که بیش‌تر از مقدار بیان شده توسط تولیدکننده نباشد.
۹	قلیایی (معادل سدیم اکسید) [الف] -درصد جرمی	استاندارد EN 480-12	بیش‌تر از مقدار بیان شده توسط تولیدکننده نباشد.
۱۰	رفتار خوردگی	استاندارد EN 480-14	بند ۵ را ببینید.
۱۱	مقدار سیلیسیم دی‌اکسید [الف،ح،خ]	استاندارد ملی ۱۶۹۲	بیش‌تر از ماکسیمم مقدار بیان شده توسط تولیدکننده نباشد.

الف-این مقادیر را باید تولید کننده مشخص کرده و به صورت اطلاعات فنی به مصرف کننده ارایه کند.

ب- اگر استاندارد ۶-۸۱۱۷ مناسب نباشد، تولیدکننده باید یک استاندارد روش آزمون جای‌گزین را مشخص کند.

پ- استاندارد ۲۶۴۶ روش مرجع است. روش دیگر ممکن است به‌کار برده شود در صورتی‌که بتواند نشان داده شود نتایجی مشابه با استاندارد ۲۶۴۶را می‌دهد.

ت- اگر روش استاندارد ۸-۸۱۱۷ مناسب نباشد، تولیدکننده باید یک استاندارد روش آزمون جای‌گزین را مشخص کند.

ث- درصورتی‌که مقدار کلرید کم‌تر یا مساوی ۰٫۱۰درصد جرمی باشد، ممکن است افزودنی تحت‌عنوان «بدون کلرید» توصیف شود.

ج- اگر مقدار کلرین کل و کلرید محلول در آب اختلاف زیادی با هم نداشته باشند، توصیه می‌شود در آزمون‌های بعدی فقط کلرید محلول در آب تعیین شود

چ- روش استاندارد ۹۱۶ باید طبق موارد زیر اصلاح شود:

- افزایش اندازه‌ی نمونه به روش ب تا ۰٫۱ گرم از افزودنی خشک؛
- استفاده از محلول‌های ۰٫۰۱ نرمال نقره نیترات و آمونیم تیوسیانات.

ح- مقدار سیلیسیم دی‌اکسید فقط زمانی الزامی است که سیلیس (جدول الف۱) به‌عنوان یک ماده‌ی تشکیل‌دهنده‌ی افزودنی بوده و مقدار آن نیز بیش از ۵ درصد جرمی افزودنی باشد.

خ- این الزام به ماسه‌ی طبیعی اعمال نمی‌شود.