

وزارت راه و شهرسازی  
مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی  
بخش فناوری بتن



گزارش تحقیقاتی

ارزیابی اثر ماده ترکیبی *Strumin Shielder* (ترکیب دوده سیلیس، آب، روان کننده و...) (

بر مشخصات بتن تازه و سخت شده (ویرایش اول)

کارفرما: شرکت پبار بتن ایرانیان هوشمند

پژوهشگر: بخش فناوری بتن مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

تاریخ: بهار ۱۴۰۳



#### ۱- مقدمه

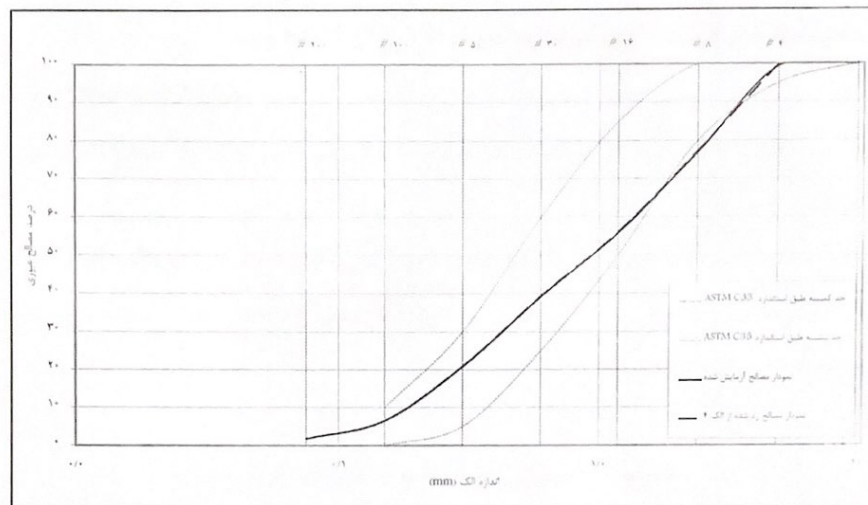
گزارش تحقیقاتی حاضر در راستای انجام شرح خدمات قرارداد پژوهشی شماره ۱۴۰۱۱۱-۰۱ مورخ ۱۴۰۱/۱۱/۱۶ با شرکت بهار بتن ایرانیان هوشمند تهیه شده است. در این تحقیق، ماده ترکیبی حاوی دوده سیلیس، آب، فوق روان کننده و ... با کد تجاری *Strumin Shielder* مورد ارزیابی اولیه قرار گرفت.

#### ۲- مصالح مصرفی

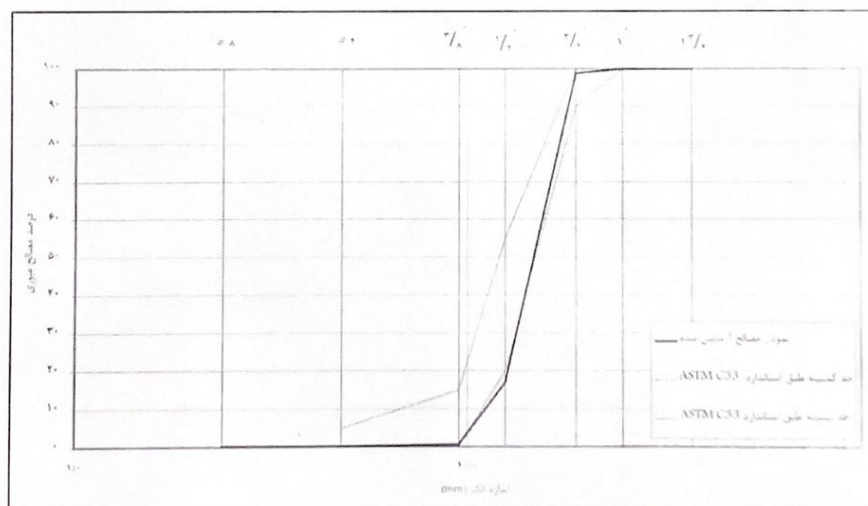
در ساخت نمونه‌های آزمایشی از مصالح زیر استفاده شده است:

- سیمان نوع ۲ تهران
- آب شرب شهر تهران
- مصالح سنگی سیلیسی آهکی (تهیه شده از منطقه شهریار استان تهران)
- ماده ترکیبی حاوی دوده سیلیس، آب، فوق روان کننده و ... با کد تجاری *Strumin Shielder*

همچنین دانه‌بندی مصالح سنگی ریزدانه و درشت‌دانه در شکل‌های ۱ و ۲ ارائه شده است.



شکل ۱- دانه بندی مصالح سنگی ریزدانه



شکل ۲- دانه بندی مصالح سنگی درشت دانه

Handwritten signature in blue ink.



### ۳- ارزیابی ماده ترکیبی حاوی دوده سیلیس، آب، روان کننده و ...

در این تحقیق، ماده ترکیبی حاوی دوده سیلیس، آب، فوق روان کننده و ... با کد *Strumin Shielder* مورد بررسی قرار گرفت. مشخصات ظاهری و میزان ماده جامد فوق روان کننده مورد بررسی در جدول شماره ۱ و شکل شماره ۳ ارائه شده است.

همچنین طرح مخلوط نمونه بتن کنترل و نمونه بتن حاوی ماده ترکیبی حاوی دوده سیلیس، آب، فوق روان کننده و ... و نتایج آزمایش‌های انجام شده روی بتن تازه و بتن سخت شده (طبق روش‌های آزمون استاندارد ملی ایران) در جداول ۲-الف و ۲-ب ارائه شده است.

جدول ۱- مشخصات ماده ترکیبی حاوی دوده سیلیس، آب، فوق روان کننده و ...

نام ماده افزودنی	رنگ	وزن مخصوص	میزان ماده جامد (%)
Strumin Shielder	خاکستری	۱/۳۴	۴۸



شکل ۱- ماده ترکیبی *Strumin Shielder*

2



## جدول ۲-الف- طرح‌های مخلوط

طرح BB5 (کنترل) و BB6 (حاوی ماده ترکیبی دوده سیلیس، آب، روان‌کننده و ...)

مشخصات اجزاء بتن	مقدار اجزاء		اجزاء بتن
	BB6	BB5	
نوع ۲ تهران	۳۸۰	۴۰۰	سیمان ( $\text{kg/m}^3$ )
سیمان نوع ۲ تهران + دوده سیلیس موجود در ماده ترکیبی	۴۰۰	۴۰۰	مقدار تقریبی مواد سیمانی ( $\text{kg/m}^3$ )
Strumin Shielder	۴۰	-	ماده ترکیبی ( $\text{kg/m}^3$ )
آب شرب شهر تهران	۱۶۰	۱۸۰	آب اختلاط ( $\text{kg/m}^3$ )
-	۰/۴۵	۰/۴۵	نسبت آب به مواد سیمانی
ماسه طبیعی ۰-۵mm (منطقه شهریار)	۱۰۹۳	۱۰۹۴	ریزدانه ( $\text{kg/m}^3$ )
شن شکسته ۹،۵-۱۹ mm (منطقه شهریار)	۶۱۹	۶۲۰	درشت‌دانه ( $\text{kg/m}^3$ )

توجه: طبق اعلام تولید کننده، فرض شده است که تقریباً ۵۰ درصد از ماده ترکیبی Strumin Shielder، دوده سیلیس و ۵۰ درصد آب است. از اینرو از سیمان و آب اختلاط به میزان  $20 \text{ kg/m}^3$  در طرح BB6 کاسته شده است. البته لازم به ذکر است طبق بررسی اولیه مقدار دوده سیلیس در ماده ترکیبی، اندکی کمتر می‌باشد.

## جدول ۲-ب- نتایج آزمایش‌های بتن تازه و سخت‌شده نمونه‌های BB5 و BB6

تغییر نسبت به طرح کنترل	مقدار		مشخصات
	طرح BB6	طرح BB5	
-	۲۰/۶	۲۶/۵	دمای بتن تازه ( $^{\circ}\text{C}$ )
-	۲/۰	۲/۰	درصد هوای بتن تازه (%)
-	۴۵	۵/۰	اسلامپ اولیه/جریان اسلامپ بتن تازه (cm)
-۱۰٪	۱۵/۲	۱۶/۸	مقاومت فشاری بتن سخت‌شده - ۳ روزه (MPa)
-۹٪	۳۱/۱	۳۴/۲	مقاومت فشاری بتن سخت‌شده - ۷ روزه (MPa)
+۱۷٪	۵۰/۱	۴۲/۹	مقاومت فشاری بتن سخت‌شده - ۲۸ روزه (MPa)
+۳۲٪	۳/۹	۳/۱	درصد جذب آب نیم‌ساعته
+۴۰٪	۷/۳	۵/۲	مقاومت الکتریکی چهار نقطه‌ای ( $\text{k}\Omega \cdot \text{cm}$ )
-۵۰٪	۳۷۵۵	۷۴۹۴	نفوذ تسریع‌شده کلرید (کولمب)
-۳۳٪	۱۰	۱۵	عمق نفوذ آب در بتن (mm)

توجه ۱: آزمون‌های دوام در سن ۲۸ روز و طبق استانداردهای ASTM AASHTO T358, BS1881:Part 122 و EN 12390-8 انجام شده است.

توجه ۲: در تغییر نتایج آزمون‌های حاوی نمونه بتن کنترل و نمونه بتن حاوی ماده ترکیبی (حاوی دوده سیلیس، آب، فوق روان‌کننده و ...)، روانداری‌های مجاز در نظر گرفته شود.