

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



## گزارش تحقیقاتی

ارزیابی اثر رزین فوق روان کننده پایه پلی کربوسیلات اتر باکد Zetanul WR1

با قابلیت روانی زیاد بر مشخصات بتن تازه و سخت شده

کارفرما: شرکت همکرایان تولید (گپکو)

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

تاریخ: بهار ۱۴۰۱

## ۱- مقدمه

گزارش تحقیقاتی حاضر در راستای انجام شرح خدمات قرارداد پژوهشی شماره ۱۴۰۰۰۵۰۱ مورخ ۱۴۰۰/۰۵/۰۲ با شرکت همگرایان تولید (کیکو) تهیه شده است. در این تحقیق، موارد زیر مورد بررسی قرار گرفته است:

- ارزیابی قابلیت روان‌کنندگی رزین پلی‌کرکسیلات اتر با کد Zetanul WR1

- ارزیابی قابلیت حفظ اسلامپ رزین پلی‌کرکسیلات اتر با کد Zetanul WR1

- ارزیابی مشخصات سیمان روی عملکرد رزین پلی‌کرکسیلات اتر با کد Zetanul WR1

لازم به ذکر است که نتایج ارائه شده در این گزارش مربوط به آزمون‌های انجام شده روی نمونه تحویل شده توسط شرکت همگرایان تولید (کیکو) به آزمایشگاه فناوری بتن مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی در نیمه دوم سال ۱۴۰۰ می‌باشد.

## ۲- مواد افزودنی فوق روان‌کننده

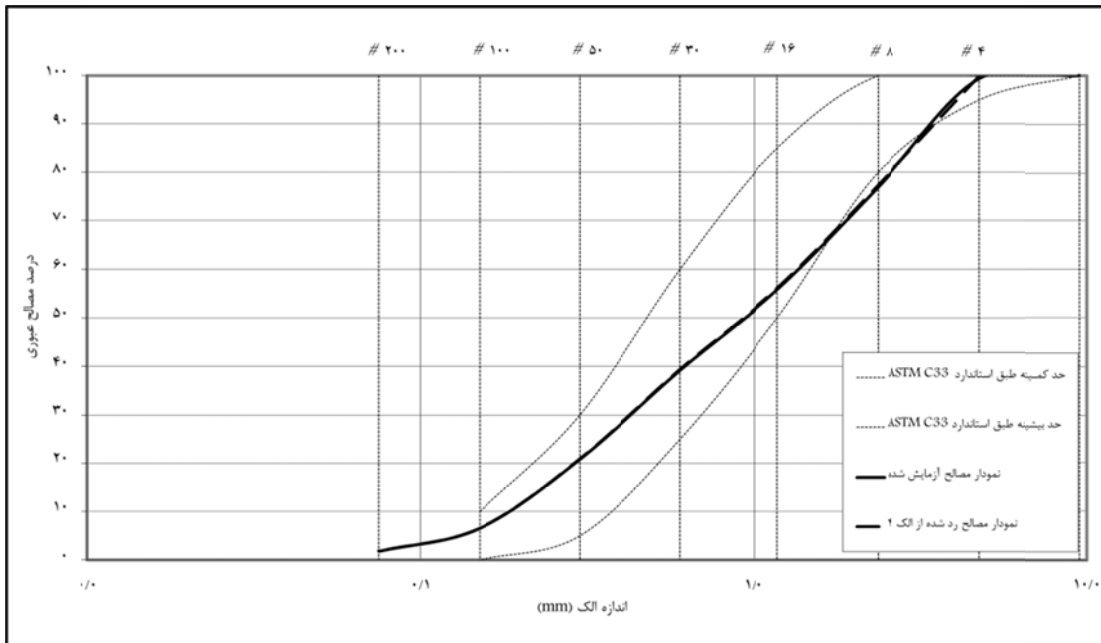
در این تحقیق، اثر رزین پلی‌کرکسیلات اتر با کد آزمایشگاهی Zetanul WR1 عنوان یک ماده افزودنی فوق روان‌کننده (شکل ۱) در بتن مورد بررسی قرار گرفت. لازم به ذکر است به ازای هر یک کیلوگرم رزین پلی‌کرکسیلات ارسالی، مقدار ۱/۵ گرم دیفومر شرکت همگرایان تولید ترکیب شده است. لازم به ذکر است از ماده کنگدگیرکننده در افزودنی مورد آزمایش، استفاده نشده است.

## ۳- طرح مخلوط و نتایج آزمایش

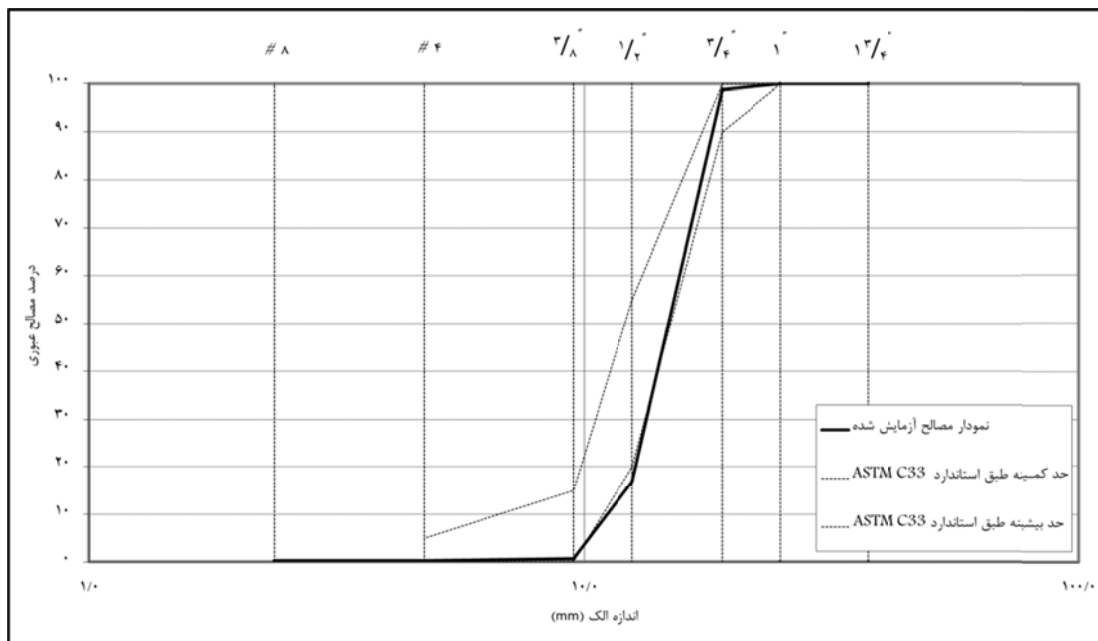
طرح‌های مخلوط بتن‌های حاوی مواد افزودنی فوق روان‌کننده و نتایج آزمایش‌های انجام شده (در ۵ تکرار) در جداول ۱ تا ۵ ارائه شده است. همچنین دانه‌بندی مصالح سنگی ریزدانه و درشت‌دانه در شکل‌های ۲ و ۳ ارائه شده است. ضمناً باید اضافه نمود که آزمون تعیین اسلامپ طبق استاندارد ASTM C143 و آزمون تعیین درصد هوای بتن طبق استاندارد ASTM C231 و با استفاده از دستگاه نوع B اندازه‌گیری شده است. همچنین آزمون تعیین مقاومت فشاری بتن روی آزمون‌های مکعبی با ابعاد ۱۵cm انجام شده است.



شکل ۱- تصویر ظرف حاوی Zetanul WR1



شکل ۲- دانه بندی مصالح سنگی ریزدانه (طبیعی رودخانه‌ای منطقه شهریار)



شکل ۳- دانه بندی مصالح سنگی درشت دانه (شکسته رودخانه‌ای منطقه شهریار)



جدول ۱-الف- طرح مخلوط بتن حاوی رزین Zetanul WR1 (ساخت اول)

| مشخصات اجزاء بتن                          | مقدار اجزاء | اجزاء بتن                                       |
|---|-------------|---|
| نوع ۲ تهران                               | ۴۰۰         | سیمان ( $\text{kg/m}^3$ )                       |
| آب شرب شهر تهران                          | ۱۵۰         | آب ( $\text{kg/m}^3$ )                          |
| -   | ۰/۳۷۵       | نسبت آب به مواد سیمانی                          |
| ماسه طبیعی $0-5\text{mm}$                 | ۱۱۲۰        | ریزدانه ( $\text{kg/m}^3$ )                     |
| شن شکسته $9/5-19\text{mm}$                | ۶۵۸         | درشت‌دانه ( $\text{kg/m}^3$ )                   |
| رزین پلی کربکسیلات اتر با نام Zetanul WR1 | ۰/۴۰        | فوق روان‌کننده (% وزن مواد سیمانی) حاوی دی‌فومر |

جدول ۱-ب- نتایج آزمایش‌های بتن تازه و سخت‌شده نمونه حاوی رزین Zetanul WR1 (ساخت اول)

| مقدار       | مشخصات   |
|-------------|--|
| ۱۹/۹        | دمای بتن تازه ( $^{\circ}\text{C}$ )                 |
| ۱/۸         | درصد هوای بتن تازه (%)                               |
| فاقد اسلامپ | اسلامپ اولیه بتن تازه قبل از اضافه کردن افزودنی (cm) |
| ۲۳/۰        | اسلامپ اولیه بتن تازه بعد از اضافه کردن افزودنی (cm) |
| ۱۹/۰        | اسلامپ بتن تازه بعد از ۱۵ دقیقه (cm)                 |
| ۱۳/۵        | اسلامپ بتن تازه بعد از ۳۰ دقیقه (cm)                 |
| ۴۲/۴        | مقاومت فشاری بتن سخت‌شده - ۷ روزه (MPa)              |
| ۵۴/۲        | مقاومت فشاری بتن سخت‌شده - ۲۸ روزه (MPa)             |



جدول ۲-الف- طرح مخلوط بتن حاوی رزین Zetanul WR1 (ساخت دوم - تکرار آزمون)

| مشخصات اجزاء بتن                          | مقدار اجزاء | اجزاء بتن                                      |
|---|-------------|--|
| نوع ۲ تهران                               | ۴۰۰         | سیمان ( $\text{kg/m}^3$ )                      |
| آب شرب شهر تهران                          | ۱۵۰         | آب ( $\text{kg/m}^3$ )                         |
| -   | ۰/۳۷۵       | نسبت آب به مواد سیمانی                         |
| ماسه طبیعی ۰-۵mm                          | ۱۱۲۰        | ریزدانه ( $\text{kg/m}^3$ )                    |
| شن شکسته ۹/۵-۱۹mm                         | ۶۵۸         | درشتدانه ( $\text{kg/m}^3$ )                   |
| رزین پلی کربکسیلات اتر با نام Zetanul WR1 | ۰/۴۰        | فوق روان کننده (% وزن مواد سیمانی) حاوی دیفومر |

جدول ۲-ب- نتایج آزمایش‌های بتن تازه و سخت شده نمونه حاوی رزین Zetanul WR1 (ساخت دوم - تکرار آزمون)

| مقدار       | مشخصات   |
|-------------|--|
| ۲۱/۰        | دمای بتن تازه ( $^{\circ}\text{C}$ )                 |
| ۳/۰         | درصد هوای بتن تازه (%)                               |
| فاقد اسلامپ | اسلامپ اولیه بتن تازه قبل از اضافه کردن افزودنی (cm) |
| ۲۱/۵        | اسلامپ اولیه بتن تازه بعد از اضافه کردن افزودنی (cm) |
| -           | اسلامپ بتن تازه بعد از ۱۵ دقیقه (cm)                 |
| -           | اسلامپ بتن تازه بعد از ۳۰ دقیقه (cm)                 |
| ۱۳/۸        | مقاومت فشاری بتن سخت شده - ۱ روزه (MPa)              |
| ۲۵/۶        | مقاومت فشاری بتن سخت شده - ۲ روزه (MPa)              |
| ۴۵/۶        | مقاومت فشاری بتن سخت شده - ۷ روزه (MPa)              |
| ۵۵/۳        | مقاومت فشاری بتن سخت شده - ۲۸ روزه (MPa)             |



جدول ۳-الف - طرح مخلوط بتن حاوی رزین Zetanul WR1 (ساخت سوم - تکرار آزمون با سیمان هرمزگان)

| مشخصات اجزاء بتن                          | مقدار اجزاء | اجزاء بتن                                      |
|---|-------------|--|
| نوع ۲ هرمزگان                             | ۴۰۰         | سیمان ( $\text{kg/m}^3$ )                      |
| آب شرب شهر تهران                          | ۱۵۰         | آب ( $\text{kg/m}^3$ )                         |
| -   | ۰/۳۷۵       | نسبت آب به مواد سیمانی                         |
| ماسه طبیعی ۰-۵mm                          | ۱۱۲۰        | ریزدانه ( $\text{kg/m}^3$ )                    |
| شن شکسته ۹/۵-۱۹mm                         | ۶۵۸         | درشتدانه ( $\text{kg/m}^3$ )                   |
| رزین پلی کربکسیلات اتر با نام Zetanul WR1 | ۰/۴۴        | فوق روان کننده (% وزن مواد سیمانی) حاوی دیفومر |

جدول ۳-ب - نتایج آزمایش های بتن تازه و سخت شده نمونه حاوی رزین Zetanul WR1 (ساخت سوم - تکرار

آزمون)

| مقدار       | مشخصات   |
|-------------|--|
| ۲۰/۲        | دمای بتن تازه ( $^{\circ}\text{C}$ )                 |
| ۱/۷         | درصد هوای بتن تازه (%)                               |
| فاقد اسلامپ | اسلامپ اولیه بتن تازه قبل از اضافه کردن افزودنی (cm) |
| ۲۲/۵        | اسلامپ اولیه بتن تازه بعد از اضافه کردن افزودنی (cm) |
| -           | اسلامپ بتن تازه بعد از ۱۵ دقیقه (cm)                 |
| -           | اسلامپ بتن تازه بعد از ۳۰ دقیقه (cm)                 |
| ۱۰/۲        | مقاومت فشاری بتن سخت شده - ۱ روزه (MPa)              |
| ۲۱/۶        | مقاومت فشاری بتن سخت شده - ۲ روزه (MPa)              |
| ۳۹/۱        | مقاومت فشاری بتن سخت شده - ۷ روزه (MPa)              |
| ۴۹/۷        | مقاومت فشاری بتن سخت شده - ۲۸ روزه (MPa)             |



جدول ۴-الف- طرح مخلوط بتن حاوی رزین Zetanul WR1 (ساخت چهارم - تکرار آزمون)

| مشخصات اجزاء بتن                          | مقدار اجزاء | اجزاء بتن                                      |
|---|-------------|--|
| نوع ۲ تهران                               | ۴۰۰         | سیمان ( $\text{kg/m}^3$ )                      |
| آب شرب شهر تهران                          | ۱۵۰         | آب ( $\text{kg/m}^3$ )                         |
| -   | ۰/۳۷۵       | نسبت آب به مواد سیمانی                         |
| ماسه طبیعی ۰-۵mm                          | ۱۱۲۰        | ریزدانه ( $\text{kg/m}^3$ )                    |
| شن شکسته ۹/۵-۱۹mm                         | ۶۵۸         | درشتدانه ( $\text{kg/m}^3$ )                   |
| رزین پلی کربکسیلات اتر با نام Zetanul WR1 | ۰/۳۹        | فوق روان کننده (% وزن مواد سیمانی) حاوی دیفومر |

جدول ۴-ب- نتایج آزمایش‌های بتن تازه و سخت شده نمونه حاوی رزین Zetanul WR1 (ساخت چهارم - تکرار

آزمون)

| مقدار       | مشخصات   |
|-------------|--|
| ۱۹/۴        | دمای بتن تازه ( $^{\circ}\text{C}$ )                 |
| ۱/۸         | درصد هوای بتن تازه (%)                               |
| فاقد اسلامپ | اسلامپ اولیه بتن تازه قبل از اضافه کردن افزودنی (cm) |
| ۲۲/۵        | اسلامپ اولیه بتن تازه بعد از اضافه کردن افزودنی (cm) |
| -           | اسلامپ بتن تازه بعد از ۱۵ دقیقه (cm)                 |
| -           | اسلامپ بتن تازه بعد از ۳۰ دقیقه (cm)                 |
| ۴۳/۶        | مقاومت فشاری بتن سخت شده - ۷ روزه (MPa)              |
| ۵۷/۴        | مقاومت فشاری بتن سخت شده - ۲۸ روزه (MPa)             |



جدول ۵-الف- طرح مخلوط بتن حاوی رزین Zetanul WR1 (ساخت پنجم - تکرار آزمون)

| مشخصات اجزاء بتن                          | مقدار اجزاء | اجزاء بتن                                      |
|---|-------------|--|
| نوع ۲ تهران                               | ۴۰۰         | سیمان ( $\text{kg/m}^3$ )                      |
| آب شرب شهر تهران                          | ۱۵۰         | آب ( $\text{kg/m}^3$ )                         |
| -   | ۰/۳۷۵       | نسبت آب به مواد سیمانی                         |
| ماسه طبیعی ۰-۵mm                          | ۱۱۲۰        | ریزدانه ( $\text{kg/m}^3$ )                    |
| شن شکسته ۹/۵-۲۵mm                         | ۶۵۸         | درشت‌دانه ( $\text{kg/m}^3$ )                  |
| رزین پلی کربکسیلات اتر با نام Zetanul WR1 | ۰/۳۷        | فوق روان کننده (% وزن مواد سیمانی) حاوی دیفومر |

جدول ۵-ب- نتایج آزمایش‌های بتن تازه و سخت‌شده نمونه حاوی رزین Zetanul WR1 (ساخت پنجم - تکرار

آزمون)

| مقدار       | مشخصات   |
|-------------|--|
| ۲۱/۱        | دمای بتن تازه ( $^{\circ}\text{C}$ )                 |
| ۱/۵         | درصد هوای بتن تازه (%)                               |
| فاقد اسلامپ | اسلامپ اولیه بتن تازه قبل از اضافه کردن افزودنی (cm) |
| ۲۱/۵        | اسلامپ اولیه بتن تازه بعد از اضافه کردن افزودنی (cm) |
| ۱۵/۰        | اسلامپ بتن تازه بعد از ۱۵ دقیقه (cm)                 |
| ۱۳/۵        | اسلامپ بتن تازه بعد از ۳۰ دقیقه (cm)                 |
| ۴۵/۸        | مقاومت فشاری بتن سخت‌شده - ۷ روزه (MPa)              |
| ۵۶/۸        | مقاومت فشاری بتن سخت‌شده - ۲۸ روزه (MPa)             |

#### ۴- نتیجه گیری

نتایج آزمون تعیین روانی بتن نشان می‌دهد که قابلیت روان‌کنندگی بتن حاوی رزین پلی‌کرکسیلات اتر با کد Zetanul WR1 در درصدهای مصرف‌شده در این تحقیق و طبق تکرارهای صورت‌گرفته، مطلوب و قابل قبول است.