



انستیتو مصالح ساختمانی  
دانشکده فنی دانشگاه تهران

# عملکرد روان کننده‌های Plastit LR و Plastit L1 در بتن تازه و سخت شده



**CNP**CO



انستیتو مصالح ساختمانی پردیس دانشکده‌های فنی دانشگاه تهران



□ شماره گزارش : CMI-۹۱۱۱۷۸۱

□ تاریخ گزارش : ۱۳۹۱/۱۱/۰۴

□ عنوان گزارش :

عملکرد روان کننده‌های  
**Plastit LR و Plastit L1**  
در بتن تازه و سخت شده

□ کارفرما:

**CNP CO**

شرکت همگرایان تولید

## مقدمه

گزارش حاضر به منظور بررسی عملکرد دو ماده افزودنی با کدهای تجاری Plastit LR و Plastit L1 ارسالی به انستیتو مصالح ساختمانی دانشگاه تهران و مقایسه نتایج آن با نمونه کنترل تهیه شده است. آزمایش‌های انجام شده بر روی بتن تازه به شرح زیر می‌باشد:

۱- اسلامپ

۲- افت اسلامپ

۳- درصد هوای تازه

۴- چگالی بتن تازه

۵- زمان گیرش

آزمایش‌های بتن سخت شده نیز شامل تعیین مقاومت فشاری در سنین ۱، ۳، ۷ و ۲۸ روزه می‌باشد. لازم به ذکر است در این گزارش، ابتدا اجزای تشکیل دهنده بتن معرفی شده و سپس نتایج بدست آمده از آزمایش‌های مختلف مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرد.

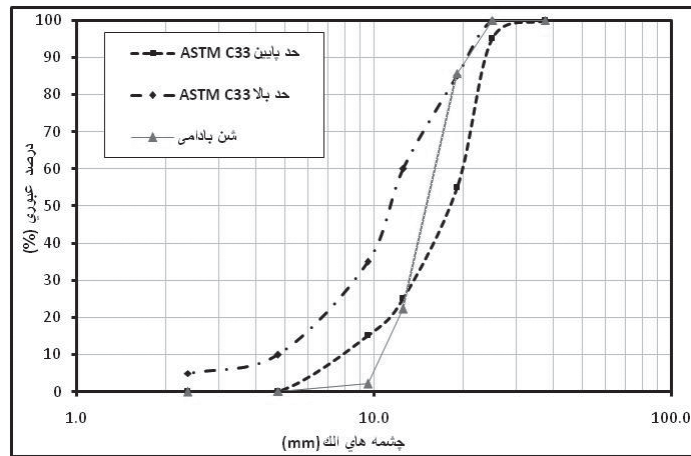
## ۱- مصالح مورد استفاده در بتن

### ۱-۱- مصالح سنگی

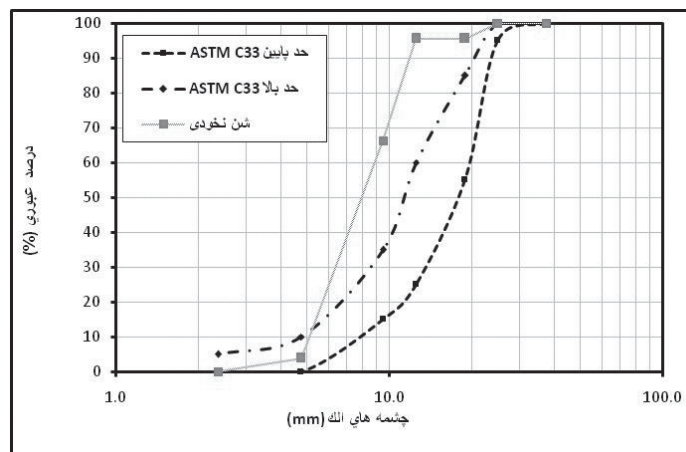
مصالح سنگی مورد استفاده در این پروژه، مصالح تولید شده توسط کارخانه شرکت متوساک شامل ماسه طبیعی ۰-۶، شن نخودی با حداکثر اندازه ۱۲/۵ میلی‌متر و شن بادامی با حداکثر اندازه ۱۹ میلی‌متر می‌باشد. منحنی دانه‌بندی و مخلوط مصالح سنگی در جدول‌های ۱-۱، ۲-۱، ۳-۱ و ۴-۱ ارائه شده است.

منحنی شکل ۴-۱ بر اساس نسبت مصالح سنگی ۶۰ درصد ماسه، ۱۰٪ شن نخودی و ۳۰٪ درصد شن بادامی رسم شده است.

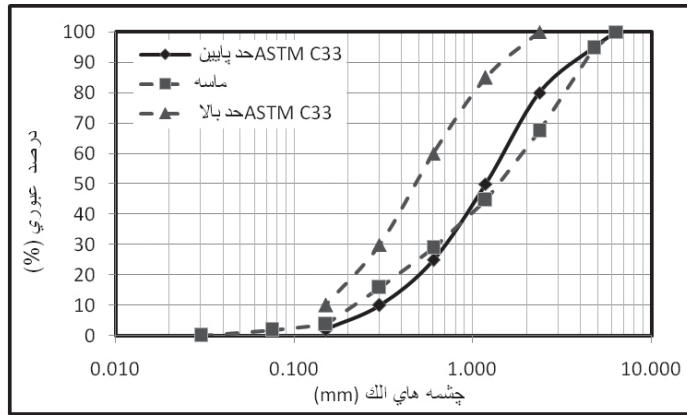
نکته مهم در انتخاب شن و ماسه، پیوستگی دانه‌بندی کلی آن و قرار گرفتن در محدوده مناسب پیشنهاد شده در روش ملی طرح اختلاط بوده است.



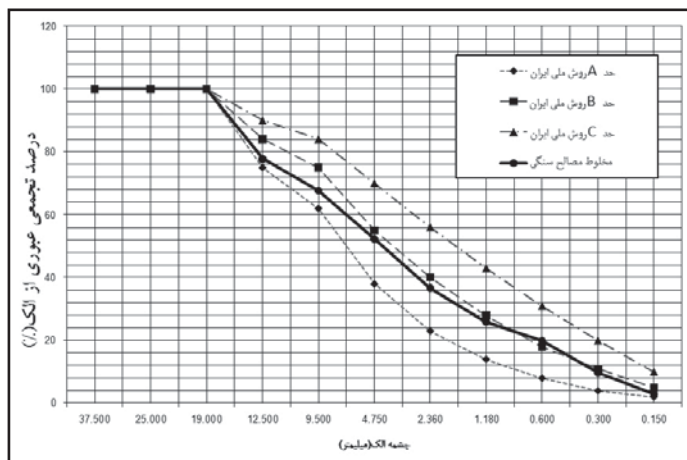
شکل شماره ۱-۱- منحنی دانه بندی مخلوط شن بادامی



شکل شماره ۲-۱- منحنی دانه بندی مخلوط شن نخودی



شکل شماره ۱-۳- منحنی دانه بندی ماسه مصرفی



شکل شماره ۱-۴- منحنی دانه بندی مخلوط مصالح سنگی مصرفی

## ۲-۱- سیمان

سیمان مصرفی در این بررسی، سیمان پرتلند تیپ ۲ کارخانه سیمان تهران می‌باشد. لازم به ذکر است که در این پروژه از سوی انستیتو مصالح ساختمانی دانشگاه تهران روی سیمان آزمایش‌های تعیین مقدار ترکیبات و آنالیز شیمیایی و مشخصات مکانیکی انجام پذیرفته است که در جدول ۱-۱ و ۲-۱ ارائه شده است.

## ۳-۱- افزودنی‌های شیمیایی

### ۱-۳-۱- تعریف مواد افزودنی شیمیایی

افزودنی در گزارش ACI 116R و در استاندارد ASTM C125 اینطور تعریف شده است: "موادی به جز آب، سنگدانه، سیمان هیدرولیکی و الیاف مسلح کننده می‌باشند که به عنوان اجزاء تشکیل دهنده بتن یا ملات بکار رفته و بلافاصله قبل یا هنگام اختلاط به طرح اضافه می‌شوند".



جدول ۱-۱- مقایسه نتایج آزمایش شیمیایی سیمان با الزامات استاندارد ملی ایران (برحسب درصد)

آنالیز شیمیایی	مقدار مجاز طبق استاندارد برای سیمان تیپ ۲	مقادیر بدست آمده برای سیمان تیپ ۲ تهران
$SiO_2$	حداقل ۲۰	۲۱/۲۵
$Al_2O_3$	حداکثر ۶	۳/۳۸
$Fe_2O_3$	حداکثر ۶	۳/۵۶
$CaO$	-	۶۳/۱
$MgO$	حداکثر ۵	-
$SO_3$	حداکثر ۳	۰/۷۱
$Na_2O$	-	۰/۲۱۶
$K_2O$	-	۰/۵۴
$C_3S$	-	۶۲/۷
$C_2S$	-	۱۳/۶
$C_3A$	حداکثر ۸	۲/۹
$C_4AF$	-	۱۰/۸
قلیایی معادل	حداکثر ۰/۱۶	۰/۵۷

جدول ۱-۲- نتایج آزمایش مقاومت فشاری ملات سیمان با الزامات استاندارد ملی ایران (برحسب درصد)

مقاومت ۲۸ روزه (MPa)	مقاومت ۷ روزه (MPa)	آزمایش مقاومت فشاری ملات
۳۴/۸	۲۲/۶	استاندارد ملی ایران به شماره ۳۲۰۶

## ۱-۳-۲- دلایل استفاده از افزودنی‌های شیمیایی

بعضی از مهمترین دلایل استفاده از افزودنی‌ها عبارتند از:

- ۱- بهبود خواص بتن تازه، ملات و گروت مانند:
  - افزایش روانی بدون افزایش مقدار آب یا کاهش مقدار آب در روانی مشابه.
  - تأخیر یا تسریع در گیرش اولیه.
  - کاهش یا جلوگیری از جمع شدگی یا ایجاد انبساط اندک.
  - متعادل کردن سرعت و یا ظرفیت آب انداختگی.
  - کاهش جداسدگی.
  - بهبود پمپ پذیری.
  - کاهش سرعت افت اسلامپ.
- ۲- بهبود خواص بتن سخت شده، ملات و یا گروت سخت شده مانند:
  - تأخیر یا کاهش تغییر شکل حرارتی در طی سخت شدگی اولیه.
  - تسریع نرخ افزایش مقاومت در عمر اولیه.
  - افزایش مقاومت مکانیکی (فشاری، کششی و یا خمشی).
  - افزایش دما یا تسریع کسب مقاومت در شرایط سخت هوازدگی و استفاده از نمک‌های یخ‌زدا.
  - کاهش نفوذپذیری بتن.
  - افزایش چسبندگی بتن به فولاد.
  - افزایش چسبندگی بین بتن جدید و بتن موجود.
  - بهبود مقاومت در برابر ضربه و مقاومت در برابر سایش.
  - جلوگیری از خوردگی فلز مدفون در بتن.
  - تولید بتن یا ملات رنگی.

## ۲- آزمایش‌های انجام شده

### ۲-۱- تعیین روانی با آزمایش اسلامپ و اندازه‌گیری روانی با افت اسلامپ

اسلامپ، ساده‌ترین روش برای بیان کارایی بتن تازه است. روانی توسط آزمایش اسلامپ اندازه‌گیری می‌شود. این آزمایش در حال حاضر بهترین روش شناخته شده به منظور پیش بینی سهولت جا دادن و تراکم بتن معمولی می‌باشد.

آزمایش اسلامپ مطابق استاندارد ASTM C143 انجام می‌شود. در این آزمایش بتن در مخروط اسلامپ (به ارتفاع ۳۰۰ میلی‌متر، قطر تحتانی ۲۰۰ میلی‌متر و قطر فوقانی ۱۰۰ میلی‌متر) ریخته شده و پس از ۲۵ بار کوبیدن بوسیله میله در سه لایه، مقدار افت سطح بتن پس از بلند کردن مخروط اندازه‌گیری می‌گردد. میزان افت بتن بر حسب میلی‌متر یا سانتیمتر به عنوان عدد اسلامپ گزارش می‌شود. تصویر انجام این آزمایش در شکل شماره ۲-۱ نشان داده شده است.



شکل ۲-۱- مخروط اسلامپ

این آزمایش افت اسلامپ با اندازه‌گیری اولین اسلامپ بلافاصله پس از پایان اختلاط شروع می‌گردد و هر ۱۵ دقیقه یکبار اندازه‌گیری می‌شود. در هر مرحله مقدار اسلامپ ثبت می‌گردد. آزمایش تا ۶۰ دقیقه پس از پایان اختلاط انجام می‌شود. کل این زمان به عنوان نتیجه آزمایش گزارش می‌گردد.

### ۲-۳- آزمایش تعیین چگالی بتن تازه بر طبق استاندارد ASTM C138

این آزمایش با استفاده از ظرف فلزی استوانه‌ای بر طبق استاندارد ASTM C138 انجام می‌گیرد. مطابق استاندارد این ظرف توزین شده، در سه لایه با بتن پر می‌گردد. پس از پر کردن هر لایه، ۲۵ ضربه با میله‌ای به قطر ۱۶ میلی‌متر جهت تراکم بتن در قالب وارد می‌شود و پس از پر کردن لایه سوم و صاف کردن سطح آن دوباره وزن می‌شوند. حجم این ظرف استاندارد ۷ لیتر می‌باشد. بعد از کم کردن وزن ظرف پر از بتن از وزن قالب و تقسیم آن بر حجم ظرف، مقدار چگالی بتن تازه بدست می‌آید.

### ۲-۴- آزمایش تعیین درصد هوای بتن تازه طبق استاندارد ASTM C231

برای انجام این آزمایش، بتن را در دو لایه در دستگاه تعیین درصد هوای بتن تازه ریخته (شکل ۲-۲)، در هر لایه ابتدا ۲۵ بار میله زده و پس از آن از چهار جهت جانبی ۴ بار با چکش به دیواره ظرف ضربه وارد می‌شود. سپس مقداری آب روی سطح بتن ریخته، در ظرف را بسته و فشار داخل محفظه بالا برده می‌شود تا مقدار درصد هوای بتن تازه قرائت گردد.





شکل ۲-۲- دستگاه تعیین درصد هوای بتن تازه

## ۲-۵- آزمایش تعیین مقاومت فشاری

یکی از مهمترین ویژگی‌هایی که به عنوان مشخصات بتن بیان می‌شود، مقاومت فشاری آن می‌باشد. بسیاری از مشخصات بتن با مقاومت فشاری رابطه دارند. نتایج آزمایش مقاومت فشاری می‌تواند به عنوان پایه‌ای برای کنترل کیفیت بتن، نسبت‌های اختلاط آن، روش مخلوط کردن و ریختن بتن و مطابقت آن با مشخصات و همچنین ارزیابی اثرات مواد افزودنی و مواد مشابه دیگر روی بتن، به کار برده می‌شود.

آزمایش مقاومت فشاری بتن مطابق استاندارد BS-1881 بر روی آزمون‌های مکعبی به ابعاد ۱۵۰ میلی‌متر انجام شده است. در این آزمایش، بار محوری فشاری به آزمون مکعبی با نرخ مشخص اعمال شده و تا گسیخته شدن نمونه ادامه می‌یابد. مقاومت فشاری از تقسیم حداکثر بار تحمل شده توسط نمونه بر سطح مقطع آن بدست می‌آید. تصویر دستگاه تعیین مقاومت فشاری در شکل ۲-۳ نشان داده شده است.



شکل ۲-۳- دستگاه آزمایش تعیین مقاومت فشاری

## ۲-۶- آزمایش تعیین زمان گیرش بتن

زمان گیرش اولیه، تعیین کننده محدوده زمانی جایجا کردن بتن و نشان دهنده محدود زمانی است که بتن تازه بیشتر از آن نمی‌تواند به خوبی مخلوط، جای دهی و متراکم گردد و زمان گیرش نهایی تعیین کننده شروع توسعه مقاومت مکانیکی آن است. تعیین زمان‌های گیرش اولیه و نهایی در برنامه زمان‌بندی عملیات ساخت بتن، از ارزش قابل ملاحظه‌ای برخوردار است. همچنین داده‌های آزمایشی می‌تواند در مقایسه مؤثر بودن نسبی مواد افزودنی کنترل کننده گیرش مفید باشد.



آزمایش گیرش بتن مطابق استاندارد ASTM C403 بر روی ملاتی که از مخلوط بتن رد شده از الک شماره ۴ فراهم شده، صورت می‌گیرد. در این روش برای تعیین گیرش از نفوذ میله استاندارد استفاده می‌شود (شکل ۲-۴). به این صورت که نیروی کافی برای نفوذ میله‌های با قطرهای استاندارد به میزان مشخص در زمان‌های مختلف اندازه‌گیری می‌شود و بر اساس آن منحنی مقاومت نفوذ-زمان بتن بدست می‌آید. زمان مربوط به مقاومت گیرش اولیه و ثانویه از نمودار بدست می‌آید.

مطابق با استاندارد ASTM C403 ، با قرار دادن PR برابر با مقادیر به ترتیب 500 psi و 4000 psi در (رابطه ۲-۱)، مقادیر گیرش اولیه و نهایی بدست می‌آیند:

$$\text{Log}(PR) = a + b \text{Log}(t)$$

(رابطه ۲-۱)



شکل ۲-۴- دستگاه تعیین گیرش بتن

### ۳- نتایج آزمایش‌ها

بر اساس خصوصیات مورد انتظار برای بتن آماده، بتن شاهد با خصوصیات مشخص طراحی گردید. مشخصات این طرح در جدول ۱-۳ برای مصالح در حالت اشباع با سطح خشک آمده است. خصوصیات مورد نظر برای بتن شاهد عبارتند از:

- اسلامپ بدون افزودنی در حدود ۹-۶ سانتیمتر

- عیار سیمان برابر ۳۲۵ کیلوگرم بر متر مکعب

- مقاومت متوسط استوانه‌ای برابر ۲۵ مگاپاسکال

- نسبت آب به سیمان برابر ۰/۴۷

برای هر کدام از مواد افزودنی در حضور نماینده شرکت همگرایان تولید و شرکت بنیاد بتن ایران میزان درصد مصرفی بر اساس انتخاب نماینده به مخلوط شاهد اضافه گردید و خصوصیات آن پس از افزودن روان‌کننده مورد بررسی قرار گرفت در جدول ۱-۳ طرح اختلاط بتن شاهد آمده است.

پس از ساخت و اضافه نمودن روان‌کننده به مخلوط خصوصیات بتن تازه مورد بررسی قرار گرفت که در جداول ۲-۳ تا ۴-۳ و شکل‌های ۱-۳ تا ۴-۳ آمده است.



جدول شماره ۳-۱ - طرح اختلاط بتن شاهد

مقدار اجزای اختلاط	اجزای تشکیل دهنده بتن
۳۲۵	سیمان تیپ ۲ ( $kg/m^3$ )
۱۵۲/۸	آب ( $kg/m^3$ )
۰/۴۷	نسبت آب به سیمان
۹۶۱	ماسه ۰-۶ طبیعی متوساک ( $kg/m^3$ )
۱۹۲	شن نخودی ۴/۷۵-۹/۵ ( $kg/m^3$ )
۷۶۹	شن ۹/۵-۱۹ متوساک ( $kg/m^3$ )
-	افزودنی (درصد وزنی سیمان)

جدول شماره ۳-۲ - نتایج آزمایشهای انجام شده روی بتن شاهد

۶۱۰	اسلامپ بتن تازه (cm)	
۰	میزان اسلامپ پس از یک ساعت (cm)	
۲۳۷۰	چگالی بتن تازه ( $kg/m^3$ )	
۱/۷	هوای بتن تازه (درصد)	
۳/۵	۱ روزه	مقاومت فشاری (MPa)
۱۶/۷	۳ روزه	
۲۳/۳	۷ روزه	
۳۳/۶	۲۸ روزه	
۲۲۵	اولیه	گیرش (دقیقه)
۴۸۲	نهایی	

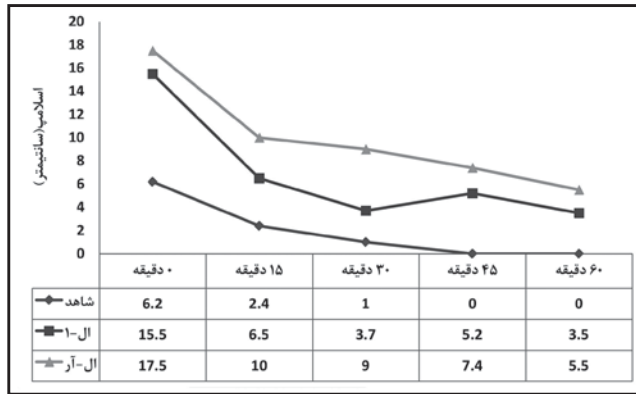


جدول شماره ۳-۳- نتایج آزمایشهای انجام شده روی محصول شرکت کپکو با کد تجاری Plastit L1

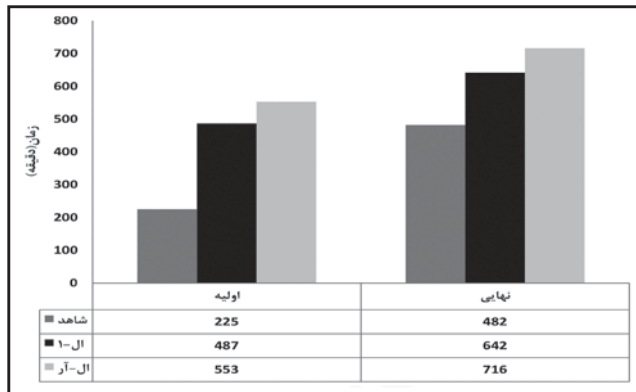
۸/۰	اسلامپ بتن تازه (cm)	
۱۵/۵	اسلامپ بتن تازه پس از افزودنی (cm)	
۳/۵	میزان اسلامپ پس از یک ساعت (cm)	
۲۳۶۹	چگالی بتن تازه ( $kg/m^3$ )	
۱/۰	هوای بتن تازه (درصد)	
۳/۷	۱ روزه	مقاومت فشاری (MPa)
۱۹/۶	۳ روزه	
۳۰/۲	۷ روزه	
۳۹/۳	۲۸ روزه	
۴۸۷	اولیه	گیرش (دقیقه)
۶۴۲	نهایی	
۰/۵۰	مصرف افزودنی بر اساس وزن سیمان (درصد)	
۱۱۶۱	چگالی افزودنی ( $kg/m^3$ )	

جدول شماره ۳-۴- نتایج آزمایشهای انجام شده روی محصول شرکت کپکو با کد تجاری Plastit LR

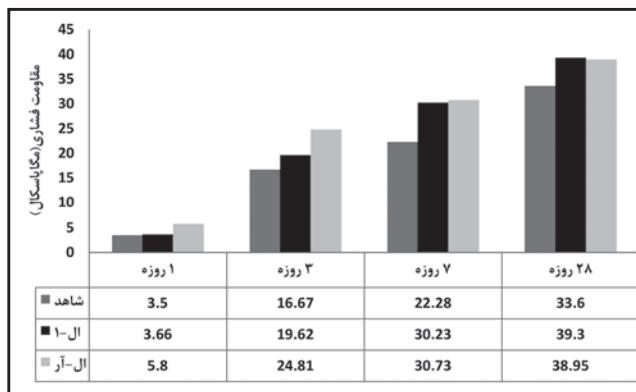
۵/۵	اسلامپ بتن تازه (cm)	
۱۷/۵	اسلامپ بتن تازه پس از افزودنی (cm)	
۵/۵	میزان اسلامپ پس از یک ساعت (cm)	
۲۳۸۸	چگالی بتن تازه ( $kg/m^3$ )	
۱/۰	هوای بتن تازه (درصد)	
۵/۸	۱ روزه	مقاومت فشاری (MPa)
۲۴/۸	۳ روزه	
۳۰/۷	۷ روزه	
۳۹/۰	۲۸ روزه	
۵۵۳	اولیه	گیرش (دقیقه)
۷۱۶	نهایی	
۰/۵۰	مصرف افزودنی بر اساس وزن سیمان (درصد)	
۱۱۴۵	چگالی افزودنی ( $kg/m^3$ )	



شکل ۱-۳ نتایج افت اسلامپ بتن حاوی روان کننده و بتن شاهد



شکل ۲-۳ مقایسه زمان گیرش بتن حاوی روان کننده با بتن شاهد



شکل ۳-۳ مقایسه نتایج مقاومت فشاری بتن حاوی روان کننده و بتن شاهد در سنین مختلف

## ۴- نتیجه گیری

- بر اساس نتایج بدست آمده از آزمایش‌ها می‌توان نتیجه‌گیری زیر را انجام داد:
- بتن حاوی روان کننده Plastit LR و Plastit L1 عملکرد مناسبی در خصوص بهبود کارایی بتن تازه و حفظ آن بدون تغییر در نسبت آب به سیمان داشته است.
- استفاده از هر دو روان کننده به خصوص Plastit LR موجب افزایش زمان گیرش گردیده است.
- استفاده از روان کننده به علت افزایش زمان گیرش موجب افزایش زمان حفظ روانی بتن بر اساس آزمایش اسلامپ شده است.
- استفاده از روان کننده افزایش قابل ملاحظه‌ای در میزان مقاومت فشاری به خصوص در سن ۷ و ۲۸ روز بوجود آورده است.

## شرکت همگرایان تولید

تهران، خیابان انقلاب، خیابان استاد نجات الهی (ویلا)، کوچه مراغه، شماره ۲ طبقه ۵  
تلفن: ۸۹۳۳۱ سامانه پیام کوتاه: ۳۰۰۰۱۶۰۰۰۲

Add: 5<sup>th</sup> Fl., No.2, Maraghe Alley, Vila St., Enghelab Ave., Tehran, Iran

Tel: +98 (21) 893 31 S.M.S Box: 3 0 0 0 1 6 0 0 0 2

[www.capco.co.ir](http://www.capco.co.ir)

[info@capco.co.ir](mailto:info@capco.co.ir)



شرکت بیمه ایران