



افزودنی های روان کننده بتن

**PLASTICIZER**  
**CONCRETE ADMIXTURES**

41

## مقدمه :

سالهای زیادی است که بتن به عنوان یکی از مصالح ساختمانی مهم با مقاومت فشاری مناسب در ساخت سد ها ، پل ها ، تونل ها ، راه ها ، ساختمان ها ، اسکله ها ، برج ها و دیگر سازه ها کاربرد فراوان دارد .

از جمله عواملی که از دیر باز سبب مقبولیت استفاده از بتن بعنوان یکی از مصالح ساختمانی شده است عبارتند از :

- دسترسی آسان
- مقرون به صرفه ، دارای قیمت مناسب
- فرم پذیری مطلوب
- دوام و استحکام بالا
- ساخته شده از مواد طبیعی
- قابلیت تقویت جهت بهبود مقاومت کششی
- مقاومت فشاری مناسب
- دوام مناسب در برابر عوامل جوی
- مقاومت در برابر آتش سوزی در صورت طراحی صحیح

D  
U  
R  
A  
B  
L  
E

S  
P  
E  
C  
I  
A  
L

R  
E  
C  
O  
N  
C  
R  
E  
T  
E

V  
E  
L  
O  
C  
I  
T  
Y

N  
A  
T  
U  
R  
A  
L

R  
E  
T  
E  
N  
T  
I  
O  
N

O  
N  
S  
A  
T  
U  
R  
E

F  
O  
R  
C  
E

I  
N  
F  
O  
R  
M  
A  
T  
I  
O  
N

A  
B  
O  
U  
T

U  
S  
E



بتن با کیفیت بتنی است که دارای مقاومت ، کارایی و دوام کافی باشد. بنابراین سه

عامل مهم در تعیین بتن با کیفیت عبارتند از:

- کارایی (کارپذیری یا روانی مناسب) Workability
- دوام (عمر ، کیفیت در طول زمان) Durability
- مقاومت Strength

**PLASTICIZER**  
**CONCRETE ADMIXTURES**

مهم ترین عامل کاهشده دوام و مقاومت ، مصرف زیاد آب (با نسبت W/C بالا ) در مخلوط بتن تازه است ، در حالیکه با مقدار آب کم (W/C پایین) نیز نمیتوان کارایی لازم را تامین کرد. لذا کارپذیری ، دوام و مقاومت در خلاف جهت یکدیگر در حرکت هستند و بدین دلیل استفاده از افزودنی های بتن جهت تامین جمیع خواص فوق اجتناب ناپذیر است. پیشرفت هایی که در چند دهه اخیر در تکنولوژی بتن حاصل گردیده ، چه در بحث تسهیل در اجرا و صرفه جویی در انرژی و نیروی انسانی و چه در بحث بهبود خواص فیزیکی و شیمیایی و نیز مقاومتهای مکانیکی بتن ، حاصل ورود افزودنی ها به این صنعت بوده است . افزودنی ها بدلیل ساختار شیمیایی متفاوت و متنوع خود ، باعث تغییر در خواص اصلی بتن تازه و سخت شده می شوند . امری که از طریق روش های معمول و متداول اجرای بتن امکان پذیر نبوده و با مقرون به صرفه نیست .



امروزه در تولید ۹۰% بتن ها در کشورهای پیشرفته از افزودنی های شیمیایی استفاده می گردد. در حال حاضر مصرف افزودنی ها - چنانچه انتظار می رفت - مقبولیت بیشتری یافته و بتن های بیشتری با افزودنی تولید می شوند. ساخت و ساز در شرایط جوی متفاوت و نیاز به بتن با خواص مختلف و مقاومت های گوناگون، استفاده از افزودنی ها را مطلوب و یا حتی ملزوم نموده است . استفاده از افزودنی ها به عنوان ماده چهارم بتن گسترش وسیعی یافته و در پاره ای از کشورها دیگر بتنی بدون استفاده از افزودنی ساخته نمی شود.



نظر به مزایای مطلوب افزودنی های بتن و نیاز وافر کشور به تولید بتن با کیفیت ، شرکت شومبورگ پارس اقدام به تامین افزودنی های بتن شرکت SCHOMBURG آلمان در انواع پلاستی سایزر و سوپر پلاستی سایزر ، دیرگیر و زودگیر ، افزودنی آب بند کریستال شونده ، کیورینگ بتن ، حباب ساز ، رنگ ها و پیگمنت های بتن و . . . در ایران نموده است . این افزودنی ها بنابر شرایط و نیازهای پروژه های داخلی طراحی و فرموله شده اند .



#### افزودنی های بتن :

مطابق استاندارد EN 934-2 و استاندارد ۲۹۳۰ ملی ایران ، افزودنی ها مواد شیمیایی محلول در آب هستند (بندرت به صورت پودر میباشد) که به بتن در حین ترکیب ، به مقدار کمتر از ۵% وزنی ماده سیمانی ، برای اصلاح خواص بتن در حالت تازه یا سخت شده ، اضافه می گردند .

طبق تعریف ACI 116 R و ASTM C 125 ، ماده افزودنی ماده ای غیر از آب ، سنگدانه ، سیمان و الیاف مسلح کننده است که به عنوان یکی از مواد تشکیل دهنده بتن به کار می رود. افزودنی ها برای اصلاح برخی از خواص بتن یا ملات مانند افزایش و یا حفظ کارایی ، افزایش مقاومت فشاری ، کاهش هزینه ها یا دیگر اهداف مرتبط با صرفه جویی در مصرف انرژی به کار گرفته می شوند .

در بسیاری از موارد نظیر کسب مقاومت بسیار بالا ، مقاومت در برابر سیکل یخ بندان ، دیرگیر کردن و زود گیر کردن ، استفاده از مواد افزودنی تنها راه موجه برای رسیدن به هدف مورد نظر می باشد. باید دقت نمود که در پاره ای از موارد نیز رسیدن به مقصود مورد نظر با تغییر در طرح اختلاط بتن یا ملات قابل دسترسی است. برخی از افزودنی های بتن با فراهم آوردن امکان کاهش مصرف سیمان ، از سویی باعث صرفه جویی در مصرف منابع طبیعی و از سوی دیگر موجب کاهش گازهای ناشی از تولید سیمان می شوند که به حفظ محیط زیست و توسعه پایدار کمک میکنند. برخی از افزودنی ها با اصلاح خواص بتن سبب کاهش مصرف انرژی در عملیات ساخت و ساز می شوند. گروهی دیگر از مواد افزودنی با بهبود پایداری و دوام بتن در زمان بهره برداری موجب افزایش عمر مفید سازه های بتنی می گردند.



#### دلایل استفاده از مواد افزودنی :

برخی از مهم ترین دلایل استفاده از مواد افزودنی عبارت است از:

- ۱) اصلاح خواص بتن تازه ، ملات و گروت به منظور :
  - افزایش کارایی بدون افزایش آب اختلاط ، یا کاهش آب اختلاط با حفظ کارایی
  - تسریع یا به تاخیر انداختن زمان گیرش بتن
  - کاهش یا جلوگیری از جمع شدگی بتن و یا ایجاد انبساط جزئی در بتن
  - جلوگیری از جداشدگی سنگدانه ها و آب انداختگی بتن
  - بهبود قابلیت پمپاژ
  - کاهش سرعت افت اسلامپ
- ۲) اصلاح خواص بتن و یا ملات سخت شده به منظور :
  - دیرگیر کردن یا کم کردن گرمای فرآیند هیدراسیون در سنین اولیه بتن
  - تسریع در کسب مقاومت در سنین پایین بتن
  - افزایش مقاومت های مکانیکی نهایی
  - افزایش دوام یا مقاومت در برابر شرایط حاد از قبیل مواجهه با نمک های یخ زدایی
  - کاهش نفوذپذیری بتن
  - کنترل انبساط ناشی از واکنش مواد قلیایی با بعضی از سنگدانه های مشخص
  - افزایش پیوستگی بین بتن جدید و قدیم
  - بهبود مقاومت در برابر ضربه و افزایش مقاومت سایشی بتن

- جلوگیری از خوردگی فلزهای کار گذاشته شده در بتن
- ساخت بتن و ملات رنگی
- کاهش هزینه ها

در حال حاضر مواد افزودنی تا بدان حد جزء مکملی از بتن شده اند که در آینده ای نزدیک ممکن است تعریف ترکیب اجزای بتن احتیاج به تجدید نظر داشته باشد به گونه ای که تعریف جدید ، مواد افزودنی را به عنوان یکی از اجزای بتن به حساب آورد. مواد افزودنی حتماً می توانند خواص بتن را بهبود بخشند اما نباید انتظار داشت که این مواد ، کیفیت ضعیف مواد متشکله بتن یا نسبت نامناسب اختلاط را کاملاً جبران کنند .

افزایش هزینه استفاده از ماده افزودنی در بتن باید در کنار تاثیر آن در کاهش هزینه تمام شده بتن از قبیل : قابلیت صرفه جویی در مصرف سیمان ، هزینه حمل ، سهولت عملیات بتن ریزی و پرداخت سطح تمام شده بتن مد نظر قرار گیرد. همچنین باید به تاثیرات مواد

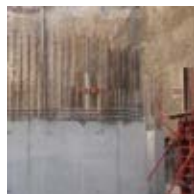


افزودنی در سرعت کسب مقاومت بتن و تسریع ساخت نیز توجه شود. ماده افزودنی می تواند منجر به استفاده از روش ساخت و طرح اختلاط ارزان تر شود. علاوه بر این ، بتن ریزی راحت تر و ارزان تر و قابلیت پمپاژ بتن در فواصل طولانی تر از نتایج استفاده از این مواد است.



**نکات قابل توجه در استفاده از مواد افزودنی :**

همواره باید توجه ویژه ای به دستورالعمل تولید کننده مواد افزودنی در خصوص نحوه استفاده از آنها صورت پذیرد .



تاثیرات مواد افزودنی در بتن در موارد زیر باید مدنظر قرار گرفته و در صورت لزوم ، آزمایش گردد:

- در صورتی که برای اولین بار در طرح اختلاط مورد نظر استفاده میشود

- در صورت استفاده از سیمانهای ویژه

- در صورت استفاده از بیش از یک نوع ماده افزودنی در مخلوط بتن بطور توأمان



- چنانچه اختلاط و بتن ریزی در دمایی خارج از محدوده دمایی توصیه شده صورت گیرد

- مواد افزودنی که خواص بتن تازه را بهبود می بخشند و ممکن است منجر به گیرش سریع یا تاخیر در گیرش بتن شوند

طبق تعریف استاندارد ASTM-C 494 مواد افزودنی بتن در هفت نوع اصلی ذیل طبقه بندی می شوند :

| شرح  | نوع    |
|--|--------|
| افزودنی های کاهش دهنده آب<br>Water-Reducing Admixtures   | Type A |
| افزودنی های دیرگیر کننده<br>Retarding Admixtures   | Type B |
| افزودنی های زودگیر کننده<br>Accelerating Admixtures  | Type C |
| افزودنی های کاهش دهنده آب و دیرگیر کننده<br>Retarding & Water-Reducing Admixtures                | Type D |
| افزودنی های کاهش دهنده آب و زودگیر کننده<br>Accelerating & Water-Reducing Admixtures             | Type E |
| افزودنی های کاهش دهنده آب قوی<br>High Range Water-Reducing Admixtures                            | Type F |
| افزودنی های کاهش دهنده آب قوی و دیرگیر کننده<br>Retarding & High Range Water-Reducing Admixtures | Type G |
| دیگر افزودنی ها  |        |

#### افزودنی های روان کننده یا کاهش دهنده آب :

از ابتدای قرن بیستم ، کاهش نسبت آب به سیمان جهت بهبود کیفیت بتن سخت شده در دستور کار ساخت بتن پایدارتر ، مقاوم تر و نفوذناپذیرتر قرار گرفته است . همواره این کاهش نسبت  $W/C$  به کاهش کارایی و روانی بتن منجر می شد و تا به کارگیری مواد کاهش دهنده آب (روان کننده ها) تحول اساسی در این بحث رخ نداده بود . مصرف افزودنی های روان کننده تحول عظیمی در صنعت بتن به وجود آورد که با به کارگیری روان کننده های ممتاز (فوق روان کننده ها) به اوج خود رسید . قبل از کاربرد این مواد در بتن ، امکان تغییر کارایی (روانی) بتن فقط با تغییر مقدار آب و در نتیجه تغییر نسبت  $W/C$  متصور بود . در صورت ثابت بودن عیار سیمان ، با افزایش آب کارایی زیاد می شد که مسلماً با افزایش نسبت  $W/C$  همراه بوده و نهایتاً منجر به کاهش مقاومت و دوام بتن و افزایش نفوذپذیری آن می گردید .

کاهش نسبت آب به سیمان در افزایش مقاومت فشاری و پایداری آن به ویژه در کاهش نفوذپذیری در برابر آب ، کلریدها و نمک های مضر موثر است . دوام بتن را در برابر تری و خشکی پی در پی ، سیکل های یخبندان و ذوب شدگی و موارد مشابه بهبود می بخشد. در واقع نسبت آب به سیمان مهم ترین عامل در تعیین مشخصات فیزیکی و مکانیکی بتن می باشد. رسیدن به چنین مزیتی با مصرف افزودنی های کاهش دهنده آب میسر است .





مواد کاهنده آب به دو دسته عمده روان کننده و فوق روان کننده تقسیم می شوند که هر کدام ممکن است اثر دیگری بر بتن ، مانند افزایش یا کاهش زمان گیرش ، نیز داشته باشند .

عملکرد اصلی افزودنی های کاهنده آب یا روان کننده ها، توانایی آنها در کاهش مقدار آب اختلاط است . این مواد افزودنی بدون تغییر روانی ، مقدار آب مخلوط بتن را کاهش می دهند، یا هر دو اثر را بطور همزمان ایجاد می کنند. بر اساس این عملکرد می توان کاربرد آنها را به سه شیوه در بتن مورد ارزیابی قرار داد :



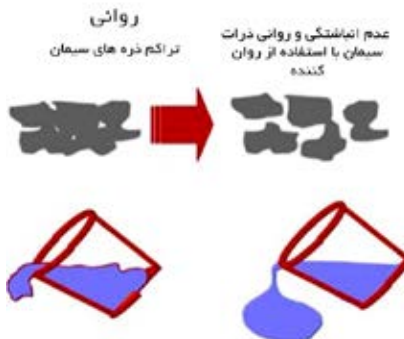
– با افزودن کاهنده آب به بتن با مقدار سیمان و روانی معین ، می توان مقدار آب اختلاط و نتیجتاً نسبت آب به سیمان را کاهش داد و به بتنی با روانی یکسان و مقاومت فشاری بیشتر از بتن شاهد (فاقد افزودنی) دست یافت .



– با افزودن کاهنده آب به بتن با مقدار آب و سیمان معین ، روانی بتن افزایش می یابد و بتنی با مقاومت فشاری بهبود یافته و با روانی بیشتر و کارایی بالاتر نسبت به بتن شاهد بدست خواهد آمد .

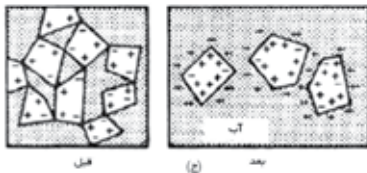
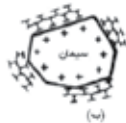
– با افزودن کاهنده آب به بتن با روانی و نسبت آب به سیمان معین ، می توان با کم کردن آب اختلاط مقدار سیمان مورد نیاز را کاهش داد و به بتنی با روانی و مقاومت فشاری برابر با بتن شاهد دست یافت .

در صورت استفاده از روان کننده ها می توان یا روانی بتن را بدون افزایش مقدار آب افزایش داد و یا با ثابت نگهداشتن روانی اولیه ، مقدار آب را کاهش داد. به این دلیل به مواد شیمیایی کاهنده آب ، مواد افزودنی روان کننده (پلاستی سایزر) نیز گفته می شود .



مواد کاهنده آب جزء مواد شیمیایی فعال در سطح (ترساز) هستند و شامل زنجیر بلند مولکول های آلی با یک سر جاذب آب و سر دیگر ضد رطوبت (دافع آب) می باشند . ترسازها در فصل مشترک سیمان- آب ، جذب سطحی می شوند و با کاهش اصطکاک داخلی بین ذرات سیمان ، مخلوط را روان تر می نمایند. پایه روان کننده های معمولی ، اسید های لیگنوسولفونیک و نمک های آن ، مشتقات ملامین و نفتالین می باشند .

در روان کننده ها ، گروه قطبی آتیونی به یک زنجیره هیدروکربنی که خودش قطبی است (یعنی چندین گروه OH در زنجیر موجود است) متصل میباشد. هنگامی که مقدار کمی آب به سیمان افزوده می شود، بدون حضور ترسازها دیسپرس خوب در سیستم به دست نمی آید چرا که اولاً آب دارای کشش سطحی زیاد است (ساختار مولکولی آن دارای پیوند هیدروژنی است) و ثانیاً ذرات سیمان تمایل به جمع شدگی تا تشکیل توده دارند (وقتی که کانی ها یا ترکیبات متبلور خوب آسیاب می شوند نیروهای جاذبی بین لبه ها، گوشه ها و سطوح دارای بار مثبت و منفی آنها وجود دارند). وقتی که یک ترساز با زنجیر نم گیر به سیستم سیمان - آب افزوده می گردد ، زنجیر قطبی در امتداد ذره سیمان بصورت سطحی جذب آن می گردد. در این حالت به جای جهت دادن سر غیرقطبی به سمت آب ، ترساز به سر قطبی جهت می دهد . بنابراین کشش سطحی آب را کاهش داده و ذره سیمان را نم گیر می کند و در نتیجه لایه های آب احاطه کننده ذرات سیمان نم گیر دو قطبی شده و از تجمع آنها ممانعت می گردد و یک سیستم خوب دیسپرس (با پراکنندگی مناسب) به دست می آید .



مدت زمان تاثیر ترسازها نسبتاً محدود است زیرا بلافاصله بعد از شروع واکنش های هیدراسیون بین ترکیبات سیمان پرتلند و آب ، مقدار زیادی از محصولات مانند اترینگایت شروع به شکل گیری می کند و محصولات هیدراسیون سیمان مقدار کم ترساز موجود در سیمان را فرا می گیرد. بنابراین دمای محیط و نرمی و ترکیبات سیمان می توانند در فعل و انفعالات سیمان - ماده افزودنی تاثیر داشته باشند. مسلماً مقدار یا غلظت ماده افزودنی در سیستم نیز میزان این تاثیر را تعیین می کند. مقادیر زیادتر از مقدار لازم و معمول یک ماده افزودنی برای تاثیر بر روانی یا کاهندگی آب ، ممکن است زمان گیرش را از طریق ممانعت از تجمع محصولات هیدراسیون (یعنی از طریق ایجاد چسبندگی بین آنها) به تعویق اندازد. توصیه می شود پیش از استفاده از یک ماده افزودنی تازه یا ترکیبی از چند ماده افزودنی ، بررسی آزمایشگاهی بر روی آنها انجام گیرد.





اثرات ماده روان کننده بر بتن تازه:  
کاهش آب انداختگی ، افزایش کارایی ، صرفه جویی در مصرف سیمان

اثرات روان کننده بر بتن سخت شده :  
افزایش دوام و مقاومت بتن ، کاهش نفوذپذیری

جزء اصلی روان کننده ها ، عامل اثر کننده بر سطح است. اینها موادی هستند که در سطح مشترک بین دو فاز آمیخته نشدنی متمرکز شده و باعث تغییر در نیروهای فیزیکی- شیمیایی موثر بر این سطح مشترک می شوند.

فوق روان کننده ها نیز از مواد کاهنده آب هستند. اثر این مواد در کاهش میزان آب بسیار بیشتر از روان کننده ها است .

فوق روان کننده ها (کاهنده های قوی آب) در مقایسه با مواد افزودنی کاهنده آب معمولی، چند برابر بیشتر قادر به کاهش آب در مخلوط بتن تازه هستند. این مواد حاوی ترسازهای آنیونی زنجیر بلند با وزن مولکولی زیاد یا تعداد زیادی از گروه های قطبی در زنجیر هیدروکربنی میباشد. آنها با جذب در سطح ذرات سیمان ، موجب می شوند که ترساز یک بار منفی قوی را بوجود آورد که به کاهش کشش سطحی آب اطراف کمک قابل توجهی کرده و روانی سیستم را به میزان زیادی افزایش دهد.

پایه افزودنی های فوق روان کننده ملامین سولفونات فرمالدهید، نفتالین سولفونات فرمالدهید و یا پلی کربوکسیلات می باشد .

در مقایسه با مواد افزودنی کاهنده آب معمولی ، می توان مقادیر نسبتاً زیادی از مواد فوق روان کننده را بدون ایجاد آب انداختگی و یا تاخیر بیش از اندازه در گیرش به مخلوط های بتنی اضافه کرد. پراکندگی ذرات سیمان در آب فرآیند هیدراسیون را تسریع می کند و بنابراین ، دیرگیری به ندرت در بتن های حاوی فوق روان کننده مشاهده می شود. در عوض در این نوع بتن ها ، تسریع در گیرش و سخت شدگی معمول می باشد. در مقایسه با ۵ تا

۱۰ درصد کاهش آبی که با کاربرد مواد

حالت تجمع زدایی=آب + سیمان+ روان کننده

افزودنی روان کننده معمولی ممکن می

باشد با استفاده از فوق روان کننده ها،

کاهش آب در حدود ۲۰ تا ۳۰ درصد

- بدون کاهش روانی - در اغلب اوقات

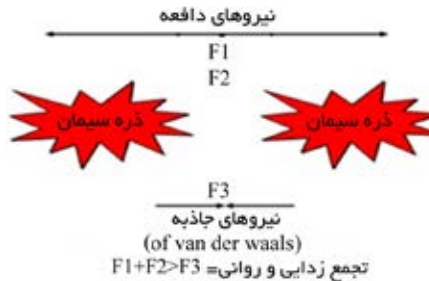
نسبت به بتن شاهد به دست می آید .

این مواد علاوه بر خواص روان کننده ها،

تولید بار منفی نیز می نمایند و دافعه

ناشی از بارهای منفی باعث روانی بیشتر

مخلوط می گردد .



بهبود خواص مکانیکی (افزایش مقاومت فشاری) به طور کلی متناسب با کاهش نسبت آب به سیمان است. به دلیل میزان بیشتر هیدراسیون سیمان در سیستمی که سیمان آن خوب پراکنده شده است، بتن های دارای فوق روان کننده مقاومت های فشاری زیادتری نسبت به بتن اولیه از خود نشان می دهند.

اثرات فوق روان کننده بر بتن تازه :

- ◀ کاهش آب انداختگی
- ◀ کاهش جداشدگی سنگدانه ها
- ◀ افزایش کارایی
- ◀ صرفه جویی در مصرف مصالح سیمانی

اثرات فوق روان کننده بر بتن سخت شده :

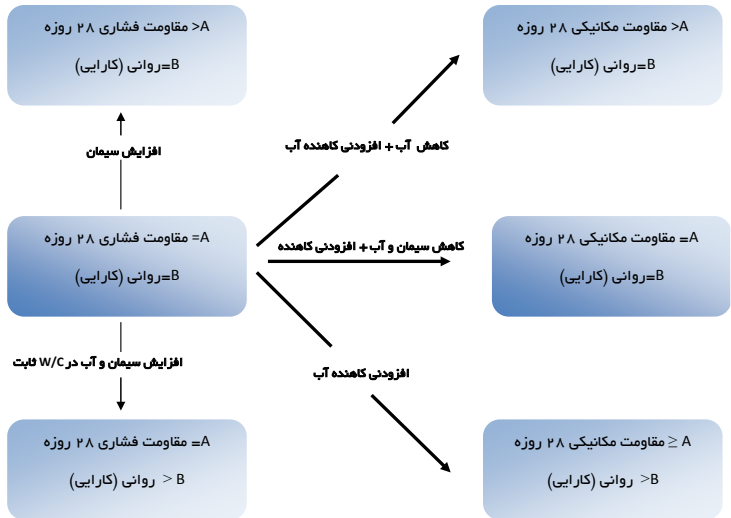
- ◀ افزایش مقاومتهای مکانیکی
- ◀ کاهش تخلخل موجود در بتن و کاهش نفوذپذیری
- ◀ افزایش دوام و عمر سازه بتنی

در هر سه شیوه کاربرد ذکر شده، افزودنی های کاهنده آب تاثیر مستقیمی بر امکان کاهش و صرفه جویی در مقدار سیمان مورد نیاز برای دستیابی به ویژگیهای مورد نظر در بتن دارند. بطور کلی چهار عامل انگیزشی و امتیازی در مصرف مواد افزودنی روان ساز بتن بشرح زیر میباشد :

۱. افزایش روانی (کارایی) بتن
۲. کاهش آب مصرفی (افزایش تراکم بتن و کاهش نفوذپذیری)
۳. کاهش عیار سیمان بتن
۴. افزایش مقاومت و دست یابی به مجموعه ای از اهداف



**PLASTICIZER**  
**CONCRETE ADMIXTURES**



اثر گذاری پارامترهای مختلف بر مقاومت و کارایی بتن

### ۱- افزایش روانی ( کارایی ) بتن:

افزایش کارایی و بنابراین سهولت بتن ریزی خصوصاً در مقاطعی که تراکم میلگرد وجود دارد و موقعیتهای غیر قابل دسترسی جهت ویرنه بتن .  
 اگر این مواد را به بتن یا ملات بیفزاییم روانی و کارایی افزایش می یابد بدون اینکه در مقادیر و نسبت سایر اجزاء بتن و ملات تغییری حاصل شود. این امر کمک شایانی در حمل و ریختن و تراکم بتن و رسیدن به بتنی با مقاومت بالا می کند. تجربیات آزمایشگاهی نشان می دهد که در این حالت علی رغم ثابت بودن W/C، مقاومت و دوام بهبود می یابد و نفوذپذیری کم می شود. علت این پدیده پراکندگی و توزیع یکنواختتر و بهتر سیمنان در بتن و ملات است، چرا که سیمنان از حالت کلوخه خارج شده و آب به نحو کاملتری اطراف دانه های سیمنان را فرا می گیرد و در نهایت توزیع سیمنان در بتن به طور همگن تری صورت خواهد گرفت. در صورت افزایش روانی بتن ، امکان جداسدگی یا آب انداختگی بتن وجود دارد که باید با کنترل اسلالمپ بتن و حفظ آن در حد معین و یا اصلاح طرح اختلاط ، از وقوع آن جلوگیری نمود .





در صورت نیاز به تولید بتن بدون استفاده از روان کننده، مقدار سیمان مصرفی در بتن های با مقاومت زیاد و کارایی مناسب، بالا می رود.

## ۲- کاهش آب مصرفی (کاهندگی یا تقلیل آب):

رسیدن به مقاومتی بالاتر نسبت به بتن بدون افزودنی.



با کاهش نسبت آب به سیمان در مخلوط بتن تازه، مصرف کمتر آب منجر به کاهش روانی بتن می گردد. در حالی که با استفاده از روان کننده می توان بدون این که روانی بتن دستخوش کاهش گردد، مقدار آب مخلوط بتن را کم نمود. در این حالت اگر عیار سیمان بتن ثابت فرض شود، نسبت آب به سیمان کاهش می یابد و مسلماً مقاومت و دوام بتن افزایش یافته و نفوذپذیری آن کم می شود. یکی از طرق ساخت بتن آب بند با نفوذپذیری کم، کاهش W/C است. کاهش آب انداختگی (Bleeding) و جمع شدگی (Shrinkage) از دیگر مزایای کاهش W/C می باشد.



مخلوط های بتن دارای مصالح سنگی گردگوشه و یا مصالح ریز دانه با درصد ذرات ریز کم، بسیار مستعد جداشدگی سنگدانه ها هستند. در این موارد با استفاده از مواد روان کننده به دلیل کم شدن مقدار آب اختلاط، چسبندگی مخلوط زیاد شده و ریسک وقوع جداشدگی (Segregation) کاهش می یابد.



## ۳- کاهش عیار سیمان در بتن:

رسیدن به یک کارایی مشخص با کاهش مقدار سیمان مصرفی و نتیجتاً کاهش حرارت هیدراسیون در بتن ریزی حجیم. در W/C و روانی ثابت بتن، با توجه به خاصیت کاهش آب این مواد، می توان عیار سیمان را کاهش داد.



## ۴- افزایش مقاومت و دستیابی به مجموعه ای از اهداف:

با توجه به دلایل مصرف افزودنی های روان کننده، می توان مجموعه ای از اهداف فوق را نشانه گرفت. مجموعه ای از اهداف فنی و اقتصادی در بحث مصرف اینگونه افزودنی ها مد نظر می باشد و دستیابی به مقاومت بالاتر از مهم ترین این اهداف می باشد.



## موارد کاربرد افزودنی های کاهنده آب (روان کننده):

امروزه کاربردهای متعددی برای این مواد با قدرت کاهندگی متفاوت وجود دارد که ذیلاً به برخی از آن ها اشاره می شود:

- بتن ریزی مقاطع نازک با تراکم میلگرد زیاد
- بتن ریزی با لوله ترمی Tremie و بتن ریزی زیر آب

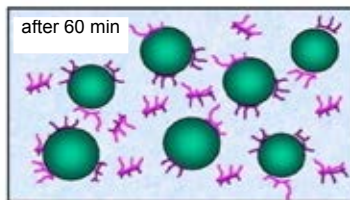


- ایجاد بناهای با کیفیت بالاتر
- دستیابی به سطح بتنی صاف و صیقلی با ساخت و ریختن بتن روان تر
- ساخت بتن های خود تراکم (SCC)
- ساخت بتن پر مقاومت (HSC)
- بتن ریزی با پمپ و لوله با ایجاد بتن روان تر و کار اتر
- ساخت بتن با کارایی بالا
- ساخت بتن آب بند (Waterproof Concrete)
- ساخت بتن های با دوام در برابر یخبندان
- ساخت بتن های با دوام در برابر سولفات ها و سایر مواد شیمیایی
- ساخت بتن های مناسب شرایط خورنده برای کاهش نفوذ یون کلر در بتن و حفظ میلگردها
- ساخت بتن حجیم و بدنه سدها (Mass Concrete)
- ساخت قطعات پیش ساخته
- ساخت ملات های روان برای تزریق در توده سنگدانه درشت و تولید بتن با سنگدانه پیش آکنده
- تزریقهای تحکیمی و یا تماسی دوغاب و ملات به داخل درزها و حفرات سنگ و خاک و پشت قطعات بتنی تونل ها



مواد تشکیل دهنده افزودنی های کاهنده آب و طبقه بندی و دسته بندی آن ها:  
 افزودنی های روان کننده یا کاهنده آب را می توان از نظر نوع و ماده بکار رفته در آن ها، قدرت روان کنندگی یا کاهندگی آب، تک کاره یا چند منظوره بودن دسته بندی و طبقه بندی نمود:

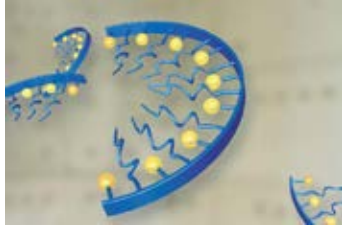
- ۱- طبقه بندی روان کننده ها (کاهنده های آب) از نظر نوع مواد تشکیل دهنده
- ۲- طبقه بندی روان کننده ها (کاهنده های آب) از نظر قدرت کاهندگی آب و نحوه عملکرد
- روان کننده (کاهنده آب) معمولی - نسل اول- این مواد با کاهش اصطکاک داخلی بین ذرات سیمان سبب روانی مخلوط بتن تازه می گردند.



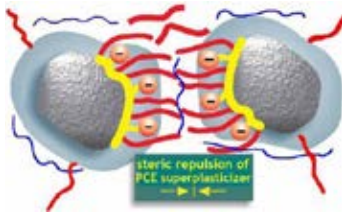
If particles tend to flocculate to multi-ion, polymer interferes

The particles remain friction-less

– روان کننده ممتاز (کاهنده آب قوی) یا فوق روان کننده نسل دوم معروف به (HRWA) High Range Water-Reducing Admixture. این فوق روان کننده ها علاوه بر خاصیت نسل اول ایجاد بار الکتریکی منفی هم می کنند .



– ابر روان کننده (فوق روان کننده ممتاز) یا فوق روان کننده نسل سوم. بار الکتریکی تولید شده توسط این گروه از نسل دوم بیشتر است .



۳- طبقه بندی روان کننده ها از نظر نوع عملکرد در مورد گیرش ، تسریع در کسب مقاومت یا کند کردن آن ، حفظ روانی و سایر خواص بتن تازه یا سخت شده مطابق ASTM C494 :

- نوع A : کاهنده آب معمولی (خثی) با حداقل ۵% قدرت کاهندگی آب
- نوع D : کاهنده آب و دیر گیر کننده با حداقل ۵% قدرت کاهندگی آب و دیرگیری مشخص
- نوع E : کاهنده آب و تسریع کننده با حداقل ۵% قدرت کاهندگی آب و زودگیری و کسب مقاومت اولیه بیشتر



– نوع F : کاهنده قوی آب (ختی) با حداقل ۱۲٪ قدرت کاهندگی آب و کسب مقاومت اولیه بیشتر  
 نوع G : کاهنده قوی آب و دیرگیر کننده با حداقل ۱۲٪ قدرت کاهندگی آب و دیرگیری اما کسب مقاومت بیشتر  
 مطابق تقسیم بندی های فوق، بعنوان نمونه تعدادی از افزودنی های بتن شرکت شومبرگ بصورت زیر طبقه بندی می گردند :

| نوع             | شرح   | مصول مناظر شومبرگ   |
|-----------------|---|---|
| Type A          | افزودنی های کاهنده آب   | BETOCRETE- A 100<br>SAVEMIX 3000  |
| Type B          | افزودنی های دیرگیر کننده  |   |
| Type C          | افزودنی های زودگیر کننده  |   |
| Type D          | افزودنی های کاهنده آب و دیرگیر کننده  | BETOCRETE-D 300   |
| Type E          | افزودنی های کاهنده آب و زودگیر کننده  | BETOCRETE-E 100   |
| Type F          | افزودنی های کاهنده آب قوی   | BETOCRETE- F4<br>BETOCRETE-406<br>BETOCRETE-FN<br>BETOCRETE-F63                         |
| Type G          | افزودنی های کاهنده آب قوی و دیرگیر  | REMICRETE-G650<br>BETOCRETE-G 3000<br>REMICRETE-SP35                                    |
| دیگر افزودنی ها | افزودنی آب بند کننده کریستال شونده<br>فوق روان کننده و آب بند کننده کریستال شونده<br>افزودنی ضد یخ<br>افزودنی هوازا<br>افزودنی عمل آورنده بتن<br>رنگدانه بتن<br>رنگ بتن | BETOCRETE-C16<br>BETOCRETE-C18<br>OC17-ANTIFREEZE<br>REMI-FROST<br>REMI-AIR<br>REMICURE |



افزودنیهای تک منظوره و چند منظوره کاهشده آب :

– روان کننده ها / کاهشده های معمولی آب (Type A) Plasticizers / Water Reducers :

ماده افزودنی که بدون تغییر روانی ، مقدار آب مخلوط بتن را کاهش می دهد یا بدون تغییر مقدار آب ، اسلامپ و روانی را افزایش می دهد یا هر دو اثر را بطور همزمان ایجاد می کند .

– فوق روان کننده ها / فوق کاهشده های آب Superplasticizers / High-Range-Water- Reducers (Type F) :

ماده افزودنی که بدون تغییر روانی، مقدار آب مخلوط بتن را به میزان قابل ملاحظه ای کاهش می دهد و یا بدون تغییر مقدار آب، اسلامپ و روانی را به میزان قابل ملاحظه ای افزایش می دهد، یا هر دو اثر را بطور همزمان ایجاد می کند. این مواد حتی می توانند به میزان ۲۰ تا ۳۰ درصد کاهش آب را در مخلوط بتن تامین نمایند .

از ترکیب فوق روان کنندگی و کاهشده شدید آب بتن، مزایای زیر حاصل می گردد:  
کسب مقاومت اولیه بالا امکان تسریع در عملیات باز کردن قالبها را فراهم نموده و باعث بالا رفتن سرعت ساخت و صرفه جویی در هزینه ها می شود. افزایش کارایی باعث کاهش هزینه های استهلاک تجهیزات مرتبط با بتن و نیز کاهش نیروی انسانی می گردد. مقاومت نهایی بالاتر ، قدرت انعطاف بیشتری را در ارائه یک طرح بهینه اقتصادی به مهندسین می دهد . تسهیل در پمپ نمودن و ویریه کردن بتن، کم کردن نسبت آب به سیمان ، دوام و تراکم بیشتر و کاهش نفوذپذیری بتن از دیگر مزایای آن است.

–فوق روان کننده و فوق کاهشده های آب و دیرگیرکننده

(Type G) Superplasticizers /Retarding & High-Range-Water-Reducers :

موادی هستند که با کنترل و ایجاد تأخیر در هیدراسیون اجزاء سیمان، سرعت گیرش را کاهش داده و سبب افزایش مدت زمان گیرش سیمان می شوند و در عین حال با تولید بار منفی باعث روانی مخلوط بتن میشوند. فوق روان کننده Type G ضمناً تمامی ویژگی هایی که افزودنی Type F دارا می باشد را به همراه دارد.

– افزودنی های روان کننده و دیر گیر کننده (Type D) Retarding Water-Reducing Admixtures :

این افزودنیها مقدار آب مورد نیاز برای یک روانی معین را کاهش می دهند (حداقل ۵٪) و گیرش بتن را به تاخیر می اندازند. این نوع افزودنی ها مصرف قابل توجهی بخصوص در شرایط محیطی گرم دارند. وقتی مقدار آب مخلوط زیاد باشد (۵۵/۰ – ۴۵/۰ W/C) این نوع افزودنی می تواند روانی زیادی ایجاد کند تا پس از کاهش اسلامپ در حین انتقال، کماکان اسلامپ مناسبی برای بتن ریزی در محل تامین شود. خاصیت کند گیر کنندگی از سخت شدن زودرس بتن در حین انتقال و همچنین از ایجاد درز سرد بین بتن ریزی های متوالی جلوگیری می کند.

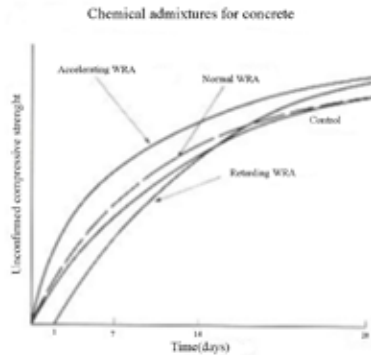




اینگونه افزودنی‌ها سبب ۱۲٪ - ۵٪ کاهش مقدار آب (بسته به نوع مواد مصرفی و ترکیب اختلاط بتن) در کارایی ثابت می‌شوند. لازم به ذکر است حدود ۹۵٪ از موادی که با نام دیر گیر در بازار عرضه می‌شوند در واقع کاهنده آب و دیر گیر کننده هستند.

– افزودنی‌های کاهنده آب و تسریع کننده Accelerating Water-Reducing Admixtures (Type E):

ضمن اعمال خواص کاهندگی آب، در زمان هیدراسیون کوتاهتر مقاومت بالاتری را تامین می‌نمایند. این افزودنی‌ها مقدار آب مورد نیاز برای یک روانی معین را کاهش می‌دهند (حداقل ۵٪) و گیرش و کسب مقاومت اولیه بتن را تسریع می‌کنند. این نوع مواد افزودنی در دماهای پایین و نیز ساخت قطعات پیش ساخته بتنی مصارف زیادی دارند.



**تغییر ذهنیت موجود در صنعت ساختمان نسبت به مواد افزودنی از منفی به مثبت :**

گاهی این ذهنیت وجود دارد که با استفاده از مواد افزودنی هزینه هر متر مکعب بتن بالا خواهد رفت در حالیکه از دیدگاه کلی و بدلائل زیر این قضیه صحت ندارد و نهایتاً استفاده از این مواد از لحاظ اقتصادی بسیار مقرون به صرفه خواهد بود :

۱. در صورت استفاده از مواد روان کننده ، مقدار عیار سیمان قابل کاهش است که این خود باعث کم شدن هزینه تمام شده هر متر مکعب بتن می‌شود و در عین حال به دلیل روان تر شدن بتن، هزینه نیروی انسانی و استهلاک تجهیزات مرتبط با ساخت و تحکیم بتن نیز کاهش می‌یابد.

۲. استفاده از مواد روان کننده باعث افزایش مقاومت بتن شده که این موضوع منجر به امکان کوچکتر شدن مقاطع و در نهایت سبک تر شدن سازه و کم شدن هزینه‌ها می‌گردد.



جدول شماتیک اثر تغییر مقادیر سیمان، آب و نیز استفاده از روان کننده در مشخصات فیزیکی و هزینه تمام شده بتن

| سیمان<br>آب<br>سنگدانه | کارایی | مقاومت | دوام | قیمت |
|------------------------|--------|--------|------|------|
|                        |        |        |      |      |
|                        |        |        |      |      |
|                        |        |        |      |      |
|                        |        |        |      |      |
|                        |        |        |      |      |



شرکت SCHOMBURG PARS JV تحت نظارت کامل شرکت مادر و زیر نظر متخصصین آلمانی اقدام به تامین انواع افزودنی های بتن با خواص و پایه های متفاوت مطابق با شرایط جوی منطقه از جمله انواع پلاستی سایزر و سوپر پلاستی سایزر نموده است. کیفیت بالای این محصولات متضمن تولید بتن های با دوام و کارا میباشد .

**PLASTICIZER**  
**CONCRETE ADMIXTURES**

جدول معرفی اجمالی تعدادی از مواد افزودنی روان کننده و فوق روان کننده پر مصرف

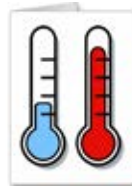
SCHOMBURG

| نوع ماده افزودنی        | خواص  | محمول   | میزان مصرف               | میزان مصرف بهینه* | ویژگی خاص                                  |
|-------------------------|---|---|--------------------------|-------------------|--|
| کاهنده آب               | <ul style="list-style-type: none"> <li>- افزایش مقاومت فشاری بتن</li> <li>- افزایش دوام بتن</li> <li>- بهبود خواص پمپاژ، خواص فیزیکی و مکانیکی</li> <li>- کاهش نسبت آب به سیمان</li> <li>- بهبود ظاهر نهایی سطح</li> <li>- کم کردن آب انداختگی و جداسازی بتن</li> <li>- محافظت از آرماتورها در برابر آب و نمک های فعال آب</li> <li>- بهبود کاربری و کاهش نفوذپذیری</li> </ul> | BETOCRETE-A100<br>TYPE A<br>پایه لیگنو سولفونات   | (۱-۰/۲) %<br>وزن سیمان   | ۰/۷ % وزن سیمان   | دیرگیر کننده                               |
|                         |   | BETOCRETE-E100<br>TYPE E<br>پایه لیگنوسولفونات    | (۳-۰/۵) %<br>وزن سیمان   | ۱ % وزن سیمان     | زودگیر کننده                               |
| دیرگیرکننده و کاهنده آب | <ul style="list-style-type: none"> <li>- کلیه خواص مواد افزودنی بتن کاهنده آب</li> <li>- ایجاد تاخیر در گیرش اولیه و نهایی بتن</li> <li>- قابلیت حمل بتن در فواصل طولانی</li> <li>- کاهش خطر بروز ترکهای حرارتی</li> </ul>  | BETOCRETE-F4<br>TYPE F<br>پایه نفتالین سولفونات   | (۳-۰/۲) %<br>وزن سیمان   | ۰/۸ % وزن سیمان   | مناسب برای بتن آماده و پیش ساخته           |
|                         |   | BETOCRETE-G3000<br>TYPE G<br>پایه پلیمرهای سنتتیک | (۳-۰/۵) %<br>وزن سیمان   | ۰/۹ % وزن سیمان   | مناسب برای بتن ریزی در هوای گرم            |
| دیرگیرکننده و کاهنده آب | <ul style="list-style-type: none"> <li>- کاهش آب</li> <li>- تا ۲۵% با اسلامپ</li> <li>- کاهش آب</li> <li>- تا ۳۵% با قابلیت حفظ اسلامپ</li> </ul>   | REMIRETE-G650<br>TYPE G<br>پایه پلی کربوکسیلات    | (۵/۲-۰/۲) %<br>وزن سیمان | ۰/۴ % وزن سیمان   | ساخت بتن های پر مقاومت با خاصیت حفظ اسلامپ |
|                         |   | REMIRETE-SP35<br>TYPE G<br>پایه پلی کربوکسیلات    | (۲-۰/۳) %<br>وزن سیمان   | ۰/۶ % وزن سیمان   | مناسب برای ساخت بتن خود متراکم SCC         |



\* مقدار مصرف ذکر شده به عنوان میزان مصرف بهینه در شرایط عادی محیطی نظیر دمای معمول، طرح اختلاط عادی، سنگدانه استاندارد، سیمان های پرتلند متداول و محل استفاده و تراکم آرماتور معمول می تواند مورد استفاده قرار گیرد. بنابراین در شرایط ویژه نمونه های کارگاهی تعیین کننده میزان مصرف دقیق می باشد. بدیهی است بر اساس اسلامپ، ریتشن و مقاومت مورد نظر در هر طرح اختلاط، در شرایط متفاوت این مقدار تغییر می یابد.

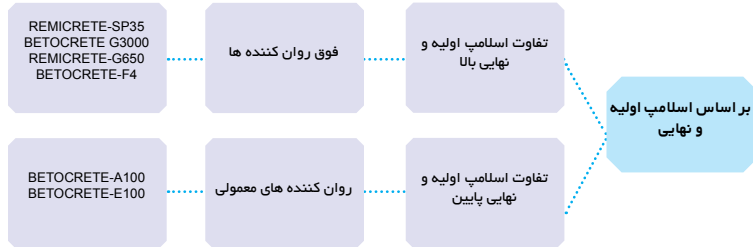
PLASTICIZER  
CONCRETE ADMIXTURES

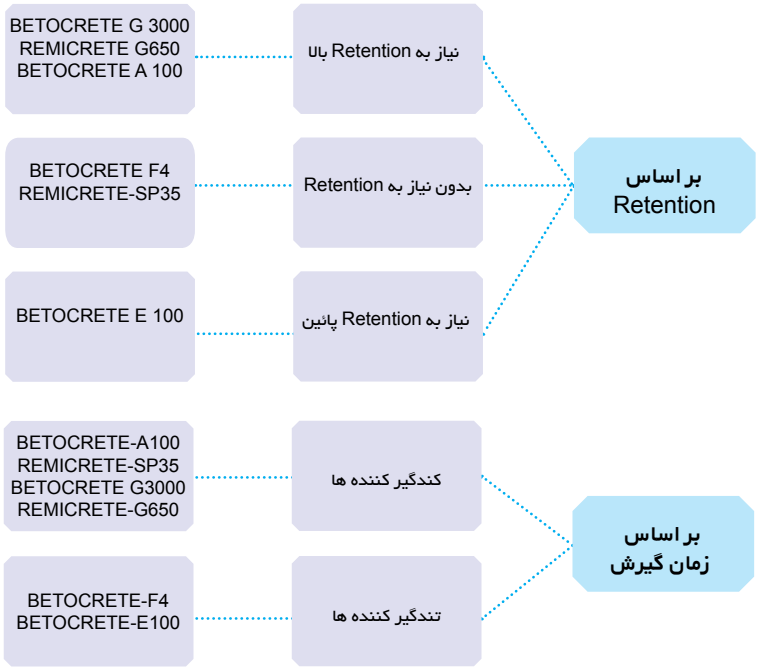


### نحوه انتخاب افزودنی های شومبرگ:

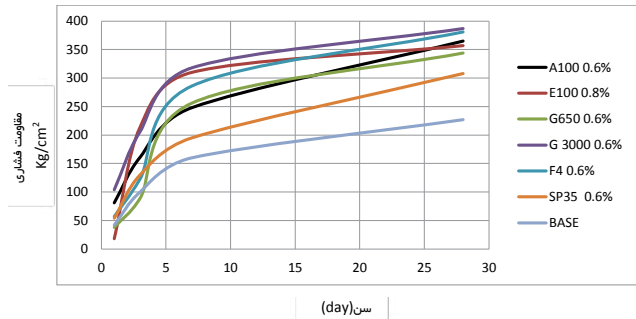
نحوه انتخاب افزودنی روان کننده و فوق روان کننده براساس نیازمندیهای و شرایط پروژه تعیین می شود. نوع افزودنی تابعی از عوامل زیر است:

- بر اساس اسلامپ اولیه و نهایی
- بر اساس ریتنشن (Retention) مورد نیاز
- بر اساس زمان گیرش
- بر اساس مقاومت مورد نیاز
- بر اساس شرایط کاربری
- بر اساس شرایط جوی





بر اساس مقاومت مورد نیاز:



\* مقادیر مقاومت فشاری بدست آمده در نمودار بالا در شرایط آزمایشگاهی و با استفاده از طرح اختلاط مناسب، سنگدانه استاندارد، سیمان پرتلند متداول و مقدار مصرف افزودنی حدوداً ۶/۰٪ وزن سیمان بدست آمده است. بدیهی است در شرایط کارگاهی و نیازهای خاص هر پروژه مقدار مصرف افزودنی و مقاومت های نشان داده شده، تغییر خواهند کرد.

| کاربرد   | نام محصول       |   |
|--|-----------------|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- بتن ریزی های معمول کف و دیواره ها</li> <li>- بتن ریزی های حجیم</li> <li>- انتقال بتن در مسافت های طولانی و هوای گرم</li> </ul>  | BETOCRETE-A100  | <p>بر اساس<br/>نوع کاربری و<br/>شرایط جوی</p> |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- بتن ریزی در شرایط نیاز به کسب مقاومت اولیه سریع نظیر بتن ریزی در هوای سرد و با قالب برداری سریع</li> <li>- مناسب برای بتن ریزی در بزرگراه ها</li> <li>- مناسب برای نیلینگ به عنوان افزودنی در ملات و دوغاب</li> <li>- بتن ریزی در گودهای عمیق زمانیکه ریسک جریان های آب خارجی در فاصله کوتاهی از بتن ریزی وجود دارد.</li> </ul>   | BETOCRETE-E100  |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- مناسب برای بتن ریزی در شرایط تراکم آرماتور بالا</li> <li>- مناسب جهت افزایش روانی مخلوط بتن بدون ایجاد جداشدگی در آن</li> <li>- مناسب جهت افزایش مقاومت فشاری بتن بدون نیاز به افزودن عیار سیمان</li> </ul>   | BETOCRETE-F4    |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- بتن ریزی در هوای معتدل و گرم و همچنین انتقال بتن در مسافت های طولانی</li> <li>- بتن ریزی های حجیم</li> <li>- استفاده در بتن های حاوی مواد پوزولانی و افزودنی های معدنی</li> <li>- مناسب جهت افزایش مقاومت فشاری بتن بدون نیاز به افزودن عیار سیمان</li> </ul>   | BETOCRETE-G3000 |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- بتن خود متراکم (SCC)</li> <li>- بتن ساخته شده با قالب لغزان</li> <li>- بتن ریزی در هوای گرم و انتقال بتن در مسافت های طولانی</li> <li>- بتن ریزی های حجیم</li> <li>- انتقال بتن در مسافت های طولانی</li> <li>- مناسب جهت افزایش مقاومت فشاری بتن بدون نیاز به افزودن عیار سیمان</li> <li>- مواردی که بتن نمایان و یا سطح تمام شده کاملاً هموار مورد نیاز باشد.</li> </ul> | REMICRETE-G650  |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- مناسب جهت کاهش نرخ کربناسیون بتن</li> <li>- مناسب برای ساخت بتن خود متراکم SCC</li> <li>- مواردی که بتن نمایان و یا سطح تمام شده کاملاً هموار مورد نیاز باشد.</li> <li>- مناسب جهت افزایش قابلیت پمپاژ بدون خطر جداشدگی در مخلوط</li> </ul>   | REMICRETE-SP35  |   |



**PLASTICIZER**  
**CONCRETE ADMIXTURES**