

# بررسی انواع افزودنی‌های بتن و کاربرد آن‌ها



● **علیرضا ستاری فرد**

کارشناس ارشد عمران-سازه

## ■ مقدمه

بتن یکی از مهم‌ترین و پرکاربردترین مصالح پرقدرد و مناسب برای ساخت‌وساز می‌باشد و به همین خاطر است که امروزه ساخت‌وسازهایی که مصالح آن‌ها بتن است از اهمیت زیادی برخوردار است. سازه‌های بتنی در تمامی سازه‌های بتنی اعم از ساختمان‌های تجاری و مسکونی، پل‌ها و ... به چشم می‌آیند و به همین دلیل می‌توان گفت که یکی از پرکاربردترین مصالح ساختمانی در زمینه ساخت‌وساز، بتن می‌باشد.

## ■ انواع افزودنی‌های بتن

برای اصلاح خواص بتن در زمان مخلوط کردن آن از موادی مثل افزودنی‌های بتن استفاده می‌شود. افزودنی‌های بتن به دو دسته کلی "مواد مضاف شیمیایی" و "مواد مضاف معدنی" تقسیم می‌شوند [۳ و ۱]. برای افزایش کیفیت بتن، کاهش نارسانایی یا تغییر در بعضی از مشخصه‌های بتن از افزودنی‌های بتن استفاده می‌شود. تأثیرات اصلی این مواد، روان کردن و افزایش کارایی بتن یا به‌نوعی دیگر، کاهش مقدار آب لازم برای مخلوط کردن بتن و افزایش مقاومت بتن است.

## ■ افزودنی‌های شیمیایی بتن

این افزودنی‌ها از ترکیب مواد آلی و معدنی در یک فرایند شیمیایی مشخص به وجود خواهند آمد، این مواد در دو شکل ارائه می‌شوند:

- پودر
- مایع

این موارد در مقادیر کم تا حداکثر ۵ درصد وزن مواد سیمانی، در

زمان ساخت یا اختلاط و پیش از ریختن بتن، به آن افزوده می‌شوند.

### ■ اثرات روان‌کننده بتن

بتن ترکیبی از سیمان، شن، ماسه، آب و مواد افزودنی خاص است که یکی از انواع این مواد افزودنی، روان‌کننده‌ها هستند. این افزودنی‌ها باعث می‌شود که با بالا رفتن عدد اسلامپ، بدون آن که بتن خواص خود را از دست بدهد، روان‌تر شده و به راحتی مورد استفاده قرار بگیرد. در صورت اضافه شدن این موارد به بتن، بدون تأثیر منفی، باعث افزایش استحکام بتن هم خواهد شد. در بتن‌ریزی پروژه‌های عمرانی، روانی و کارپذیری بتن مورد استفاده از اهمیت بالایی برخوردار است، زیرا غالباً بتن مورد نظر با پمپ ریخته شده و در صورت نداشتن روانی مورد نظر، این کار به درستی قابل اجرا نمی‌باشد. از طرفی، در صورتی که برای رسیدن به روانی مورد نظر، چنانچه نسبت آب مصرفی بتن را افزایش دهیم، کیفیت و مقاومت بتن نهایی به طور محسوسی پایین می‌آید و سطح بتن دچار ترک‌هایی خواهد شد. بهترین راه‌حل این مشکل، استفاده از افزودنی روان‌کننده بتن می‌باشد. روان‌کننده‌های بتن که افزودنی‌های کاهنده آب نیز نامیده می‌شوند از مواد آلی و یا ترکیب آنها با مواد معدنی بدست می‌آیند. روان‌کننده بتن یک ماده شیمیایی است که پس از اضافه شدن به بتن باعث یکسان شدن بار الکتریکی ذرات سیمان شده و به این خاطر ذرات سیمان یکدیگر را دفع کرده و کلوخه نمی‌شوند و بدون نیاز به آب اضافی، بتن روان‌تر می‌گردند. این افزودنی‌ها، علاوه بر افزایش روانی بتن و کاهش آب مصرفی، موجب تراکم و قوام هرچه بیشتر مصالح بتن نیز خواهند شد و نیاز به ویربزه‌زنی در بتن را کاهش می‌دهند تا در مواقعی که دسترسی برای ویربزه زدن بتن مشکل است، با خیال آسوده‌تری بتن‌ریزی را انجام دهیم.

### ■ کاربرد روان‌کننده بتن

انواع متنوعی از محصولات روان‌کننده بتن بر پایه‌های مختلف موجود است که هر کدام دارای خصوصیات متفاوتی هستند. با توجه به نوع نیاز و محصول انتخابی می‌توان کاربرد های متفاوتی از روان‌کننده‌ها انتظار داشت:

- در پروژه‌هایی که به بتن‌های با مقاومت و عملکرد بالا نیاز است
- در بتن‌های خودتراکم
- بتن‌های با سطح نمایان و پروژه‌های معماری (سطوح اکسپوز)
- بتن‌هایی پرتابی با خواص خمیری بالا
- در پایدارسازی گود به صورت های نیلینگ و انکراژ
- جهت استفاده در مناطق گرمسیر
- جهت کاربرد در تولید انواع بلوک بتنی و آجر
- مناسب برای تولید بتن پیش‌تنیده
- مناسب برای استفاده در بتن‌ریزی با پمپ
- مناسب برای استفاده در انواع دیوارها، سقف و ستون‌ها
- مورد استفاده در بتن‌ریزی با تراکم آرماتوربندی پیچیده
- مناسب برای استفاده در بتن‌هایی با مواد جذب‌کننده آب زیاد

### ■ مواد تشکیل‌دهنده روان‌کننده‌های بتن

با توجه به کاربردها و برندهای مختلف ارائه‌کننده روان‌کننده‌ها،

قاعدتاً مواد اولیه استفاده‌شده نیز متفاوت هستند که معمولاً به صورت زیر هستند:

- اسیدهای لیگنو سولفونیک و نمک‌های خاص آن
- فرمول‌های اصلاح‌شده و مشتقات اسیدهای لیگنو سولفونیک و نمک‌های آن
- اسیدهای کربوکسیلیک و هیدروکسیلات و نمک‌های خاص آن

موارد زیر نیز در روان‌کننده‌ها کاربرد دارد:

- نمک‌های روی
  - فسفات‌ها
  - کلریدها
  - کربوهیدرات‌ها
  - پلی‌ساکاریدها
  - اسیدهای قند
  - بعضی از مواد پلیمری مثل مشتقات ملامین
- اما در بعضی از موارد در ساخت روان‌کننده از خواص غیرمطلوب مانند کندگیری، هوازایی و ... استفاده می‌کنند به همین دلیل به‌طور معمول با سایر ترکیبات جهت کاهش و حذف اثرات منفی و بهبود اثرات مثبت، طرح اختلاط جدید ارائه می‌شود [۴].

### ■ انواع روان‌کننده‌های بتن

روان‌کننده‌های بتن در چندین پایه مختلف تولید می‌شوند:

- ملامین سولفونات
- نفتالین سولفونات
- لیگنو سولفونات
- کربوکسیلیک اسید و اترها

در سال‌های اخیر استفاده از انواع محصولات فوق‌روان‌کننده بتن بر پایه کربوکسیلیک اسیدها به خاطر کارایی بالاتر و صرفه اقتصادی رواج بیشتری داشته است، ولی سایر انواع روان‌کننده‌ها هم گه‌گاه مورد استفاده قرار می‌گیرند [۴].

استفاده از روان‌کننده‌ها بیش از هفتاد سال است که در دنیا متداول شده است و بی‌ضرر بودن آن به اثبات رسیده است. در حال حاضر نیز در دنیا کمتر بتنی بدون استفاده از آنها ساخته می‌شود. استانداردهای مختلفی در دنیا برای انواع روان‌کننده بتن تعریف شده است که از متداول‌ترین آنها می‌توان ASTM C-494 را نام برد [۸].

در ایران نیز از چند سال قبل تولید و مصرف روان‌کننده‌ها مشمول رعایت استاندارد اجباری ISIRI ۲۹۳۰ شده است. از لحاظ عملکرد روان‌کننده‌ها آنها را می‌توان به ۳ دسته کلی تقسیم نمود [۳].

- روان‌کننده بتن دیرگیر
  - روان‌کننده بتن زودگیر
  - روان‌کننده‌های بتن نرمال
- همچنین دسته بندی دیگر روان‌کننده‌ها طبق ASTM C-494 به صورت زیر می‌باشد [۸]:
- نوع A، روان‌کننده‌ها
  - نوع B، دیرگیر بتن (کندکننده‌ها)
  - نوع C، زودگیر بتن (سریع‌کننده‌ها)

- نوع D، روان کننده‌ها مخلوط با اثر دیرگیر کننده‌ها
- نوع E، روان کننده همراه با اثر زودگیر کننده‌ها (سریع کننده‌ها)
- نوع F، روان کننده‌های قوی
- نوع G، روان کننده قوی همراه با اثر دیرگیر کننده‌ها

### ■ روان کننده بتن دیرگیر

مواد افزودنی دیرگیرکننده بتن از مواد آلی و یا ترکیبی از مواد آلی و معدنی تشکیل شده‌اند که برای حفظ کارایی بتن تازه به آن اضافه می‌شوند. این نوع از روان کننده‌ها می‌توانند هم زمان با کاهش نسبت آب به سیمان، باعث افزایش کارایی و روان بتن شده و گیرش اولیه بتن را نیز به تاخیر بیندازند. معمولاً از این نوع روان کننده در فصل تابستان و در مناطق گرمسیر و بتن‌های حجیم استفاده می‌شود. این روان کننده‌ها از بروز و ایجاد ترک در سطح بتن جلوگیری کرده و موجب افزایش چسبندگی در بتن‌هایی که از دانه‌بندی مناسبی برخوردار نیستند می‌شوند و به این علت برای بتن ریزی مواردی همچون ستون، تیر و دیوار مورد استفاده قرار می‌گیرند.

این مواد روند کسب مقاومت‌های مکانیکی کوتاه مدت بتن را به تاخیر می‌اندازد ولی پس از عمرهای ۵ تا ۷ روزه رشد مقاومت را جبران می‌کنند و در بعضی مواد ایجاد آرامش در روند گیرش باعث ایجاد نتایج مقاومتی بهتر و تولید محصولاتی با تخلخل کمتر نسبت به مواد فاقد افزودنی‌های بتن است.

انجام دقیق دستورالعمل‌های سازنده و دقت در اندازه گیری مقادیر مصرفی از اهمیت خاصی برخوردار است به دلیل اینکه خطر عدم گیرش ناشی از مصرف بیش از اندازه افزودنی‌های کندگیر کننده بتن وجود دارد [۷-۶-۵].

### ■ روان کننده بتن زودگیر

این مدل از روان کننده‌ها می‌توانند مدت زمان گیرش بتن را کاهش دهند و به همین دلیل نیز معمولاً برای بتن‌ریزی در آب و هوای سرد مورد استفاده قرار می‌گیرند.

زودگیرکننده، از افزودنی‌هایی تشکیل شده که در حین پاشش یا پیش از پاشش به مواد بتن اضافه می‌شود تا شتابی سریع در گیرش یا سخت شدن مخلوط پاشیده شده به وجود آورد. محدوده زمانی عملکرد این افزودنی‌ها بسیار کوتاه تر از تسریع کننده‌ها است [۸-۹-۱۰].

### ■ روان کننده‌های بتن نرمال

این نوع از روان کننده‌ها تاثیر قابل ملاحظه ای روی زمان گیرش بتن نداشته و فقط میزان آب مصرفی را بدون تاثیر بر روی کارایی بتن کاهش می‌دهند. با استفاده از این نوع روان کننده‌ها می‌توان بدون اضافه کردن آب اضافی، روانی بتن را افزایش داده و به راحتی آن را پمپ کرد، بدون آن که موجب جداشدگی در سنگدانه‌ها و آب افتادگی شد، علاوه بر این می‌توان مقاومت فشاری بتن را افزایش داد و یا از میزان سیمان مصرفی کاست.

استفاده از این نوع روان کننده در پمپاژ بتن برای مسافت‌های طولانی و یا در ارتفاع و سازه‌های با تراکم بالای آرماتور و قالب‌های نازک و بتن‌های خود تراکم اجتناب ناپذیر است.

### ■ روان کننده‌های حفظ کننده اسلامپ

این نوع از روان کننده‌ها علاوه بر کاهش میزان آب مصرفی موجب حفظ روانی بتن برای مدت زمان طولانی‌تر می‌شوند. از این نوع روان کننده‌ها برای مواقعی که بتن باید در مسافت‌های طولانی حمل شود و یا بتن‌هایی که در فواصل طولانی باید پمپاژ شوند و کاهش روانی آنها موجب گیر-کردن بتن در لوله‌ها می‌شود استفاده می‌گردد.

استفاده از انواع روان کننده‌ها می‌بایست با رعایت دستورالعمل‌های شرکت تولیدکننده و با نظارت پرسنل کارگاهی باتجربه انجام شود و حتی المقدور قبل از استفاده انبوه، با آزمایش مقدار دقیق مصرف مشخص شود، چرا که مصرف اضافی آن موجب روانی بیش از حد، آب افتادگی و ایجاد حباب هوا می‌شود.





### ■ انواع افزودنی های بتن جهت آب بندی و تعمیرات

- استفاده از مایع آب بند مخصوص پوشش های سیمانی
- سریع گیر بتن برای آب بندی مقطعی
- دوغاب با خاصیت انبساط
- استفاده از چسب بتن برای آب بندی و تعمیرات بتن

### ■ شرایط نگهداری و انبارش مواد افزودنی بتن

بطور کلی مواد افزودنی در شرایط مناسب و با رعایت دستورالعمل های اعلام شده از سوی سازنده ها باید نگهداری شود و برخی مواد افزودنی به دلیل از دست دادن کیفیت آن نباید مدت طولانی نگهداری گردد.

### ■ نتیجه گیری

با توجه به آنچه شرح داده شد مزایای استفاده از محصولات روان کننده بتن را می توان بصورت زیر برشمرد:

- افزایش مقاومت و استمرار در برابر نفوذ آب
- کاهش نسبت آب به سیمان و بهبود مکانیکی بتن
- افزایش روانی بتن و شکل پذیری راحت آن
- افزایش کارایی در مکان هایی دور از دسترس
- کم شدن حرارت هیدراتاسیون در بتن
- کاهش جمع شدگی در سیمان و بالا بردن مقاومت در بتن
- کم کردن ناپیوستگی و نفوذپذیری سیمان
- استفاده راحت در عملیات های بتن ریزی

این نکته را باید مدنظر داشت که مواد افزودنی چنانچه به اندازه کافی و استاندارد در بتن استفاده شود، مقاومت و دوام بتن را افزایش می دهد و در بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی بتن، نقش بسیار مهمی ایفا می کند، ولی اگر این مواد به مقدار زیاد و بیش از اندازه استاندارد استفاده شود، باعث عوارضی مانند تاخیر در گیرش آن، آب انداختن بتن، خشک شدگی بتن و جدا شدن دانه های شن از هم

(تفکیک و از هم گسیختگی بیش از حد بتن) می گردند. به همین دلیل باید از اضافه کردن بیش از حد روان کننده به بتن اجتناب شود و الزاماً به میزان مصرف توصیه شده توسط شرکت سازنده اکتفا کرد.

### ■ منابع

۱. آیین نامه بتن ایران «آبا» (تجدید نظر دوم)، نشریه ی شماره ی ۱۲۰، معاونت امور فنی، دفتر امور فنی و تدوین معیارها، انتشارات سازمان برنامه و بودجه کشور، ۱۴۰۰.
۲. مقررات ملی ساختمان ایران، مبحث نهم، طرح و اجرای ساختمان های بتن آرمه، دفتر مقررات ملی ساختمان، معاونت مسکن و ساختمان، وزارت راه و شهرسازی، ویرایش چهارم، ۱۳۹۹.
۳. استاندارد ملی (۲،۱)-۲۹۳۰: افزودنی های بتن، ملات و دوغاب (الزامات مشترک و الزامات اجباری برای افزودنی های بتن)، سازمان ملی استاندارد ایران، ۱۳۹۲.
۴. مستوفی نژاد، داوود، تکنولوژی و طرح اختلاط بتن، چاپ چهل و سوم، انتشارات ارکان دانش، ۱۳۹۴.

5. ACI 212.3R-10, Report on Chemical Admixture for Concrete, American Standard for Testing and Materials, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA, 2010.

6. ACI 318-11, Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary – ACI 318R-11, American Concrete Institute, Farming Hills, MI, USA, 2011

7. ASTM C1017 / C1017M – 13, Standard Specification for Chemical Admixtures for Use in Production Flowing Concrete, American Standard for Testing and Materials, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA, 2013.

8. ASTM C494 / C494M – 13, Standard Specification for Chemical Admixtures for Concrete, American Standard for Testing and Materials, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA, 2013.

9. ASTM D494 – 11, Standard Test Method for Acetone Extraction of Phenolic Molded or Laminated Products, American Standard for Testing and Materials, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA, 2011.

10. ASTM D98 – 05 (2013), Standard Specification for Calcium Chloride, American Standard for Testing and Materials, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA, 2013.

