



شماره ۱۵ - افزودنی‌های شیمیایی برای بتن

تولید می‌شود. این حباب‌های هوا، مقاومت بتن را در برابر آسیب ناشی از چرخه‌های یخ‌زدن و آب‌شدن و استفاده از نمک‌های یخ‌زدا افزایش داده و در بتن تازه، کارایی را بهبود بخشیده و آب‌ناختگی و جداشدگی را کاهش می‌دهد.

برای سطوح بتنی بیرونی (مانند پارکینگ‌ها، مسیرهای عبور خودرو، پیاده‌روها، عرشه‌های استخر و **نورخانه‌ها**) که در معرض چرخه‌های یخ‌زدن و آب‌شدن هستند یا در مناطقی که از نمک‌های یخ‌زدا استفاده می‌شود، بسته به اندازه سنگدانه درشت (جدول ۱۵-۱)، مقدار هوایی به میزان ۴ تا ۷ درصد حجم بتن در نظر گرفته می‌شود.

جدول ۱۵-۱. مقدار هوای توصیه‌شده در بتن

مقدار هوا (درصد)		بیشینه اندازه اسمی سنگدانه (میلی‌متر)
شرایط محیطی شدید	شرایط محیطی متوسط	
۷/۵	۶/۰	۹/۵
۷/۰	۵/۵	۱۲/۵
۶/۰	۵/۰	۱۹/۰
۶/۰	۴/۵	۲۵/۰
۵/۵	۴/۵	۳۷/۵

شرایط محیطی متوسط: بتن در آب‌وهوای سرد، تنها در موارد معدودی پیش از یخ‌زدن، در معرض رطوبت قرار گرفته و در معرض نمک‌های یخ‌زدا قرار نمی‌گیرد.

شرایط محیطی شدید: بتن در آب‌وهوای سرد و پیش از یخ‌زدن، به طور مداوم در تماس با آب بوده یا نمک‌های یخ‌زدا روی آن مورد استفاده قرار می‌گیرد.

حباب هوای عمده برای بتن‌های سازه‌ای داخلی لازم نیست؛ زیرا در معرض یخ‌زدن و آب‌شدن قرار نمی‌گیرند. باید از وجود هوای عمده در سطوح بتنی که دارای پرداخت مال‌های صاف هستند، اجتناب شود. در بتن‌هایی با مقدار بالای مواد سیمانی، به ازای هر

افزودنی چیست؟

افزودنی‌ها، مواد شیمیایی طبیعی یا ساخته‌شده بوده که به بتن، پیش از مخلوط‌شدن یا در آن هنگام، اضافه می‌شوند. رایج‌ترین افزودنی‌های شیمیایی مورد استفاده شامل مواد هوازا (حباب‌ساز)، کاهنده‌های آب، کندگیرکننده کننده‌های کاهنده آب و تسریع‌کننده‌ها هستند.

چرا از افزودنی‌ها استفاده می‌کنیم؟

افزودنی‌ها برای اضافه‌شدن خواص ویژه به بتن تازه یا سخت‌شده استفاده شده و می‌توانند کارایی بتن تازه، دوام و مقاومت بتن سخت‌شده را بهبود دهند. از این مواد برای غلبه بر شرایط دشوار ساخت‌وساز مانند بتن‌ریزی در هوای گرم یا سرد، الزامات پمپ‌کردن، نیاز به مقاومت در سنین اولیه یا مشخصاتی که نسبت پایین آب به مواد سیمانی را الزام می‌کنند، استفاده می‌شود. افزودنی‌ها می‌توانند برای بهینه‌سازی ترکیب مواد سیمانی در مخلوط‌های بتنی به‌منظور مسائل عملکردی و پایداری مورد مصرف قرار گیرند.

چگونه از افزودنی‌ها استفاده کنیم؟

با تامین‌کننده بتن آماده در خصوص افزودنی‌های مناسب برای پروژه، مشورت شود. پیش از استفاده، افزودنی‌ها به‌منظور انطباق با مصالح سیمانی، اقدامات ساخت‌وساز، الزامات پروژه و تاثیرات مثبت اقتصادی مورد بررسی قرار می‌گیرند. خریداران بتن آماده باید از الزام استفاده از نام تجاری خاص یا استفاده از محصولات، مطابق میل خودشان پرهیز نمایند.

به‌منظور استفاده از افزودنی‌ها، از راهنمایی‌های زیر پیروی نمایید

۱. افزودنی‌های هوازا (حباب‌ساز)

این نوع افزودنی، مواد شیمیایی مایع بوده که هنگام پیمانه‌کردن اجزا به بتن اضافه شده تا حباب‌های هوای ریز (میکروسکوپی) ایجاد نمایند که حباب هوای عمده (خواسته) نامیده شده و توسط عمل مخلوط‌کردن،

را بهبود می‌بخشند. افزودنی‌های کاهنده متوسط آب باید حداقل با الزامات نوع A در ASTM C494 انطباق داشته باشد. دسته‌بندی مجزایی برای این محصولات در ASTM C494 وجود دارد.

۳. کاهنده‌های شدید آب (HRWR)

یک رده ویژه از کاهنده‌های آب بوده که اغلب به آن‌ها ابرروان‌کننده‌ها گفته می‌شود. کاهنده‌های شدید آب، مقدار آب یک مخلوط بتن را بین ۱۲ تا ۴۰ درصد کاهش داده تا اسلامپ یکسان بماند. بنابراین، از این مواد برای افزایش مقاومت و کاهش نفوذپذیری بتن به وسیله کم کردن مقدار آب در مخلوط استفاده شده و اسلامپ را به میزان زیادی افزایش می‌دهند تا با استفاده از آب کمتر، بتن «روان» یا «بتن خودتراکم» تولید شود (برای اطلاعات بیشتر، به راهنمای شماره ۳۷ بتن در اجرا (CIP ۳۷) مراجعه گردد).

افزودنی‌های کاهنده شدید آب، برای تولید بتن‌های پر مقاومت و توانمند که دارای مقدار بیشتری مواد سیمانی و مخلوط‌های حاوی دوده سیلیسی هستند، ضروری‌اند. برخی از این مواد ممکن است موجب نرخ بیش‌تر افت اسلامپ در طول زمان شوند. در بعضی شرایط، این امکان وجود دارد که افزودنی کاهنده شدید آب در وضعیتی کنترل‌شده، در محل پروژه به بتن اضافه‌شود تا اسلامپ لازم برای بتن‌ریزی و جای‌دهی آن فراهم گردد.

مشخصات این افزودنی‌ها، در ASTM C494 و همچنین در ASTM C1017 (مشخصات افزودنی‌های شیمیایی برای استفاده در تولید بتن روان) در انواع F و G و انواع ۱ و ۲ معرفی شده‌است.

۴. کندگیرکننده‌ها

دسته‌ای از مواد شیمیایی بوده که گیرش اولیه بتن را به میزان یک ساعت یا بیش‌تر به تأخیر می‌اندازد. ار کندگیرکننده‌ها اغلب در هوای گرم و برای مقابله با گیرش سریع ناشی از دمای بالا استفاده می‌شود. برای پروژه‌های بزرگ یا در هوای گرم، بتن دارای این نوع از افزودنی، زمان بیش‌تری برای جای‌دهی و پرداخت خواهد داشت. کندگیرکننده‌ها به طور معمول، جزئی از کاهنده‌های آب بوده و باید الزامات نوع B یا D در ASTM C494 را برآورده کنند.

۵. تسریع‌کننده‌ها

این افزودنی‌ها، زمان گیرش اولیه بتن را کاهش داده و موجب مقاومت بالاتر در سنین اولیه می‌شود. تسریع‌کننده‌ها از یخ‌زدن بتن جلوگیری نمی‌کنند؛ بلکه موجب تسریع گیرش شده تا پرداخت بتن زودتر امکان‌پذیر گردد، نرخ کسب مقاومت افزایش یابد و در نتیجه، بتن قوی‌تری در برابر آسیب ناشی از یخ‌زدگی در هوای سرد ایجاد شود. از تسریع‌کننده‌ها همچنین در ساخت‌وساز سریع استفاده می‌شود؛ جایی که نیاز به بازکردن زود هنگام قالب، بازگشایی عبور و مرور و سایل نقلیه یا بارگذاری روی سازه وجود

۱٪ هوای اضافه‌شده، مقاومت در حدود ۵٪ کاهش خواهد یافت؛ اما در بتن‌های با مقدار سیمان کم، افزودن هوا اثر کمتری داشته و می‌تواند جداشدگی را کاهش دهد و به دلیل آب کمتر مورد نیاز برای اسلامپ مطلوب، موجب افزایش جزئی مقاومت خواهد شد.



شکل ۱-۱۵. نمونه‌ای از افزودنی‌های شیمیایی مورد استفاده در بتن؛ به ترتیب از چپ به راست: کاهنده شدید آب، هوازا (حباب‌ساز) و کندگیرکننده (مقادیر نسبی نشان داده شده از هر ماده برای ۷۷/ مترمکعب بتن با کاربرد و خصوصیات مشخص بوده‌است).

افزودنی‌های هوازا برای استفاده در بتن باید الزامات ASTM C260 (مشخصات افزودنی‌های هوازا برای بتن) را برآورده سازند.

۲. کاهنده‌های آب

این نوع از افزودنی‌ها، برای دو هدف متفاوت استفاده می‌شوند که شامل کاهش مقدار آب در بتن تازه و در نتیجه افزایش مقاومت آن و همچنین، دستیابی به اسلامپ بالاتر بدون افزودن آب اضافی است. افزودنی‌های کاهنده آب، مقدار آب مورد نیاز مخلوط بتن را برای یک رسیدن به اسلامپ هدف کاهش می‌دهد. این افزودنی‌ها، ذرات سیمان را در بتن پراکنده نموده و استفاده کارآمدتری از سیمان را فراهم می‌سازند. این امر مقاومت را افزایش داده یا امکان استفاده از سیمان کم‌تر برای دستیابی به مقاومت یکسان را فراهم می‌کند.

برای جبران افزایش تقاضای آب، استفاده از این نوع افزودنی برای پمپ کردن بتن در هوای گرم مفید است. برخی از آن‌ها ممکن است موجب افزایش نرخ افت اسلامپ با گذشت زمان شوند. افزودنی‌های کاهنده آب باید الزامات نوع A در ASTM C494 (مشخصات افزودنی‌های شیمیایی برای بتن) را برآورده سازند. استفاده از کاهنده‌های متوسط آب، امروزه رایج بوده و از آن‌ها برای کاهش آب بیش‌تری نسبت به کاهنده‌های آب مرسوم استفاده می‌شود. این افزودنی‌ها، خواهان زیادی دارند؛ چون که قابلیت پرداخت سطوح بتنی



دارد. تسريع‌کننده‌های مایع باید مطابق با انواع C و E در ASTM C494 باشند. دو نوع افزودنی تسريع‌کننده وجود داشته که یکی، بر پایه کلرید و دیگری با پایه غیرکلریدی است.

کلرید کلسیم یک تسريع‌کننده مؤثر و مقرون‌به‌صرفه است که به‌طور گسترده استفاده شده و در فرم مایع یا پُرک در دسترس است. این ماده باید الزامات ASTM D98 را برآورده سازد. برای بتن غیرمسلح، کلرید کلسیم می‌تواند تا حد ۲ درصد وزن سیمان استفاده شود. به دلیل نگرانی از خوردگی فولاد مسلح‌کننده ناشی از کلرید، مقادیر پایین‌تر کلرید برای بتن مسلح در نظر گرفته می‌شود. بتن پیش‌تنیده و بتنی که دارای آلومینیوم یا فلز گالوانیزه مدفون است، نباید هیچ‌گونه مواد بر پایه کلرید داشته باشد؛ زیرا احتمال خوردگی فلز مدفون افزایش می‌یابد. تسريع‌کننده‌های غیرکلریدی در جاهایی استفاده می‌شود که نگرانی خوردگی فلزات مدفون یا مسلح‌کننده‌ها در بتن وجود دارد.

علاوه بر این انواع استاندارد افزودنی‌ها، محصولاتی نیز در دسترس هستند که برای بهبود خواص بتن در طیف وسیعی از کاربردها استفاده می‌شوند. برخی از این محصولات شامل بازدارنده‌های خوردگی، افزودنی‌های کاهنده جمع‌شدگی، افزودنی‌های ضد شستشو، افزودنی‌های پایدارکننده آب‌گیری یا افزودنی‌های کندگیرکننده با گیرش طولانی، افزودنی‌ها برای کاهش احتمال واکنش قلیایی سنگ‌دانه، کمک‌کننده‌های پمپ‌کردن بتن، افزودنی‌های کاهنده نفوذپذیری، افزودنی‌های نگهدارنده کارایی، افزودنی‌های اصلاح‌کننده رئولوژی و گران‌روی و انواع رنگ‌ها و محصولاتی که زیبایی بتن را افزایش می‌دهند، هستند. برای استفاده از افزودنی‌هایی که ارزش افزوده به پروژه شما اضافه می‌کنند، با تولیدکننده بتن آماده محلی خود مشورت نمایید