



تأثیر میکروسیلیس بر مقاومت فشاری و روند رشد آن در ملات‌های سیمانی

محمدرضا توکلی‌زاده^۱، علیرضا رمضانی^۲، الیار ظفرخواه^۲، سید دانیال غفاریان^۲ و سید فرزانه کاظمی^۲

۱- استادیار گروه عمران، دانشگاه فردوسی مشهد

۲- دانشجوی کارشناسی عمران، دانشگاه فردوسی مشهد

drt@um.ac.ir

چکیده

در این مطالعه تأثیر میکروسیلیس بر مقاومت فشاری و روند رشد آن در ملات‌های ماسه-سیمان بررسی می‌شود. در این راستا پنج گونه ملات، با نسبت‌های مختلف وزنی میکروسیلیس و میزان روان‌کننده متفاوت در قالب بیش از ۱۸۰ نمونه تهیه شد. آزمایش مقاومت فشاری بر روی نمونه‌های مکعبی ۵ سانتیمتری در سنین مختلف انجام شد. نتیجه اینکه در صورت استفاده از روان‌کننده، ملات‌های حاوی ۱۰٪ میکروسیلیس بیشترین مقاومت فشاری را نشان می‌دهند؛ در غیر این صورت مقاومت فشاری همواره با افزایش مقدار میکروسیلیس، کاهش می‌یابد. روند رشد مقاومت نیز در نمونه‌های حاوی ۱۰٪ میکروسیلیس در ابتدا کم و در سنین بالاتر افزایش می‌یابد.

کلمات کلیدی: ملات سیمان، میکروسیلیس، مقاومت فشاری، روند رشد مقاومت، روانی

۱. پیشگفتار

میکروسیلیس یکی از موادی است که در دهه اخیر استفاده از آن به طور جدی مورد توجه مهندسين قرار گرفته است. این پودری به رنگ خاکستری روشن یا تیره یا به رنگ خاکستری سبزگون متمایل به آبی می‌باشد. به دلیل خصوصیات بارز پوزولانی میکروسیلیس استفاده از آن جهت بهبود خواص مکانیکی و افزایش دوام بتن رو به افزایش است. همچنین نرمی این ماده باعث می‌شود که میکروسیلیس خاصیت پرکنندگی نیز داشته باشد. برای استفاده از این ماده حتماً باید از روان‌کننده استفاده نمود. میکروسیلیس یک محصول فرعی حاصل از عملیات احیای کوارتز ناخالص با زغال سنگ در یک کوره قوس الکتریکی در جریان تولید آلیاژهای سیلیس یا فروسیلیس می‌باشد [۱].

برای ساخت بتنهایی با مقاومت‌های بالاتر از ۵۰ مگاپاسکال وجود میکروسیلیس در بتن ضروری است. ریز ساختمانی بتن دارای میکروسیلیس، شامل هیدراتهای بلورین کمی می‌باشد و خمیر آنها متراکم تر و دارای خلل و فرج کمتری است از تأثیرات اساسی میکروسیلیس در بتن‌های با مقاومت بالا بهبود ریز ساختار ناحیه انتقال بین سنگدانه‌ها و خمیر است. بدین صورت که با اضافه کردن میکروسیلیس به بتن‌هایی که به اندازه بتن‌های معمولی متبلور و متخلخل نیستند، تمام فضاهای اطراف سنگدانه‌ها توسط هیدرات‌های سیلیکات کلسیم بدون شکل اشغال می‌شوند. همچنین پیوستگی مستقیم بین سنگدانه و هیدرات‌های سیلیکات کلسیم قوی‌تر از ارتباط سنگدانه با هیدروکسید کلسیم در بتن‌های معمولی می‌باشد [۲]. در تحلیل شیمیایی میکروسیلیس مشاهده می‌شود که این ماده متشکل از اکسیدهای فلزی و غیر فلزی مانند Fe_2O_3 و CaO ، MgO ، K_2O ، Al_2O_3 ، SiO_2 می‌باشد.

سطح ویژه ذرات میکروسیلیس بسیار بالا و از ۱۳ تا ۳۰ مترمربع در هر گرم متغیر است. چگالی میکروسیلیس در محدوده ۲/۱۰ تا ۲/۲۵ بوده و جرم حجمی توده‌ای آن حدود ۲۵۶ تا ۳۰۴ کیلوگرم بر مترمکعب است [۳].

۲. پژوهش‌های پیشین

نتایج آزمایشگاهی مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن طبق استاندارد ASTM C 1202 حاکی از آن است که استفاده از ۷ تا ۱۰ درصد ژل میکروسیلیس در ساختار بتن سبب کاهش مصرف آب و افزایش مقاومت‌های مکانیکی بتن تا ۳۰٪ می‌گردد همچنین در مقایسه با ترکیب میکروسیلیس و فوق روان‌کننده خواص و کارایی بتن تا ۱۰٪ افزایش نشان می‌دهد [۴]. همچنین در پژوهش‌هایی که توسط محققین مرکز تحقیقات سیمان ایران صورت گرفته، بیان شده است که به علت سطح ویژه بالای میکروسیلیس، با افزایش آن، کارایی ملات سیمان کاهش خواهد یافت. لذا باید برای جبران این کاهش کارایی از روان‌کننده یا فوق روان‌کننده استفاده نمود. در این وضعیت می‌توان نسبت آب به سیمان را نیز کاهش داد. در نتیجه با افزایش میکروسیلیس عموماً مقاومت فشاری افزایش خواهد یافت. در پژوهشی که توسط دکتر هرمزبایی و دکتر علیرضا باقری با عنوان