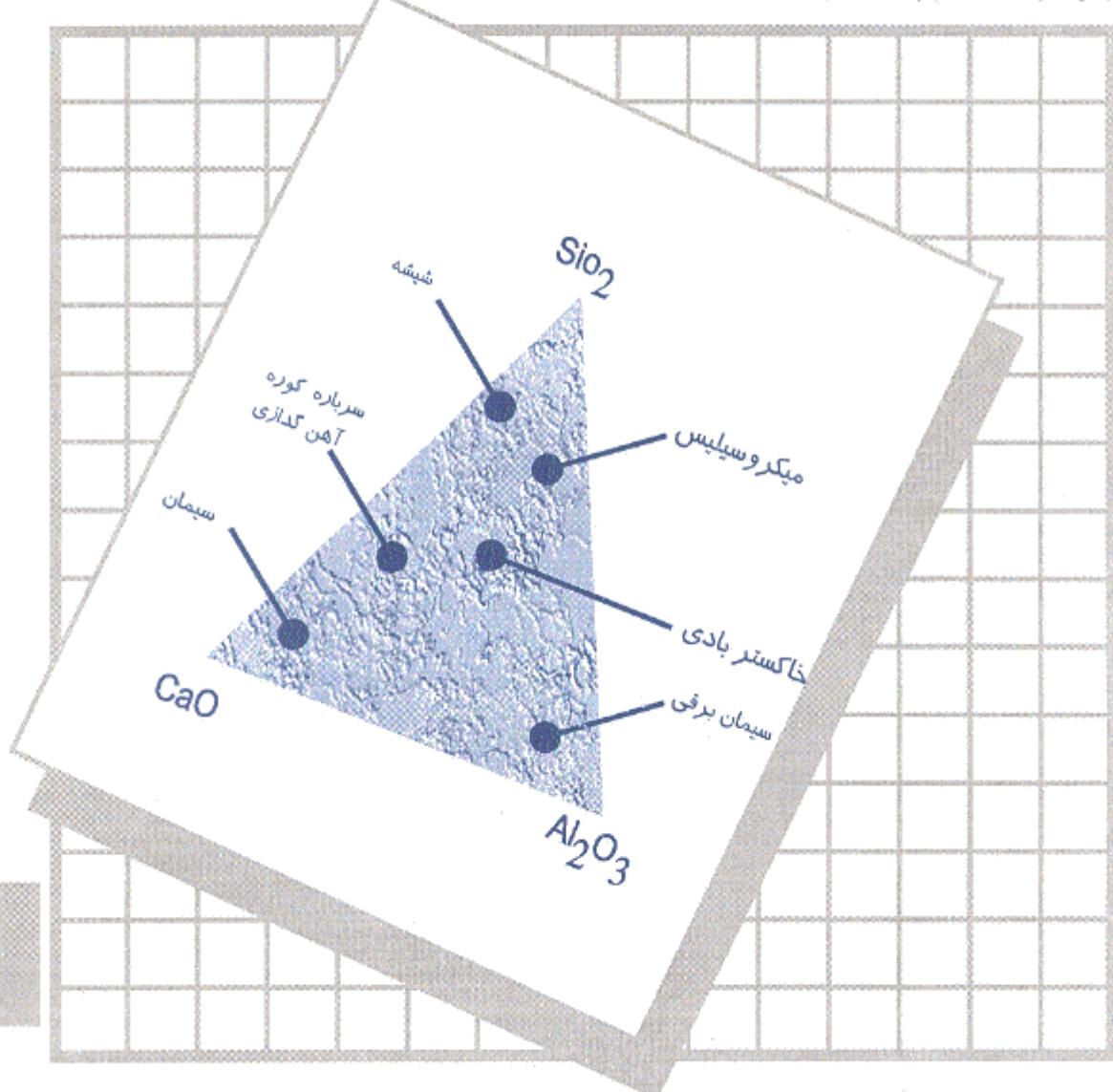


مواد جایگزین سیمان در بتن

مجموعه بتن شناسی (شماره ۲)



تهیه کنندگان (به ترتیب حروف الفبا): دکتر علیرضا باقری
مهندس طبیه پرهیزکار
دکتر علی اکبر رمضانیانپور
دکتر پریز قدوسی
دکتر اسماعیل گنجیان



مواد جایگزین سیمان در بتن

مجموعه بتن شناسی

شماره ۲

تیم کنندگان: (به ترتیب حروف الفبا)

دکتر علیورضا بهمنی
دکتر علی‌اکبر پامنار
دکتر علی‌اکبر پامنار
دکتر روحیه ندهمی
دکتر روحیه ندهمی

نشریه شماره ۲۷۲

بهار ۱۳۷۷

مواد جایگزین سیمان در بتن / مؤلفین: علیرضا باقری ... [و دیگران] - تهران: مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، ۱۳۷۷.

۴۰ ص. : مصور. - (مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، نشریه شماره ۲۷۲)

[۲۷] کتابنامه: ص.

ص. ع. به انگلیسی: Cement Replacement Materials in Concrete

۱. بتن - افزوده‌ها. الف. باقری، علیرضا. ب. مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن؛ نشریه

شماره ۲۷۲

۶۶۶/۸۹۳

TP884A3

مصوبه شماره ۷۶/۲۳۳ چاپ کتاب، کمیته علمی انتشارات مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن



مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

مواد جایگزین سیمان در بتن

کمیته تخصصی بتن شناسی - شماره ۲

نشریه شماره ۲۷۲ ، چاپ اول: بهار ۱۳۷۷

آماده سازی: انتشارات مرکز

ویراستار: امیر عشیری

حروفچینی: سهیلا عسگری

صفحه آرایی و طراحی روی جلد: مریم حشمتی سعادتی

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: چاپخانه مرکز

تعداد: ۲۰۰۰ نسخه

بها: ۲۰۰۰ ریال

کلیه حقوق چاپ و انتشار اثر به مرکز تعلق دارد

نشانی: بزرگراه شیخ فضل... نوری، بین شهرک قدس و فرهنگیان صندوق پستی: ۱۳۱۴۵-۱۶۹۶

تلفن: ۸۲۵۵۹۴۲-۹

دورنوسی: ۸۲۵۵۹۴۱

پست الکترونیکی: BHRC@neda.net

دفتر فروش: نرسیده به میدان ولی عصر، مجتمع اداری - تجاری ولی عصر، واحد ۸۲

پیشگفتار

امروزه بتن به عنوان مهمترین مصالح ساختمانی در سطح وسیع مورد استفاده قرار می‌گیرد. علی‌رغم گذشت زمان طولانی از صنعت بتن و تحقیقات گسترده‌ای که در ایران و دیگر کشورها درباره رفتار آن تاکنون انجام پذیرفته است، به دلیل ساختار فیزیکی و شیمیایی این ماده ساختمانی هنوز تا رسیدن به مقصد نهایی و شناخت کامل از آن راه طولانی در پیش است.

به طورکلی، موضوعات مربوط به بتن به دو بخش تکنولوژی و اجرا تقسیم می‌شود، اما به دلیل ارتباط نزدیک این دو بخش امکان تفکیک وجود ندارد و به عبارت دیگر، روش صحیح اجرا بدون شناخت مکانیزم‌ها و رفتار بتن امکان‌پذیر نیست.

با در نظر گرفتن حجم وسیع سازندگی در کشور که بخش اعظم آن با بهره‌گیری از بتن است می‌توان به اهمیت شناخت بتن پی برد. بنابر این داشتن اطلاعات در زمینه بتن برای تمام دست‌اندرکاران این صنعت امری اجتناب ناپذیر است.

به همین منظور، این مرکز اقدام به انتشار یک سری نشریات در زمینه بتن شناسی کرده که اهداف آن به طور خلاصه به شرح زیر است :

- ۱ - آشنا کردن تمام دست‌اندرکاران با مکانیزم و رفتار بتن،
 - ۲ - ارائه آخرین اطلاعات پژوهشی به دست آمده،
 - ۳ - ارائه مطالب به نحو ساده و قابل درک برای تمام دست‌اندرکاران صنعت بتن،
 - ۴ - ارتباط دادن موضوعات تکنولوژی بتن (بر مبنای مکانیزم‌ها) به موضوعات اجرایی،
 - ۵ - افزایش عمر مفید سازه‌های بتنی در کشور و کاهش خسارات احتمالی.
- امید است این سری نشریات قدم مؤثری هر چند کوچک در پیشرفت سازندگی کشور محسوب گردد.

مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

چکیده

امروزه مواد افزودنی معدنی جایگاه وسیعی در صنعت بتن در سطح جهان پیدا کرده‌اند. کاربرد این مواد علاوه بر مزیت صرفه‌جویی در مصرف سیمان و در نتیجه کاهش مصرف انرژی، امکان ارتقاء کیفیت بتن و دستیابی به خواص مورد نظر را نیز فراهم می‌آورد.

مهمنترین مواد افزودنی معدنی، پوزولانها و سرباره‌ها می‌باشند. پوزولانها موادی سیلیسی یا سیلیسی آلومینی غیربلوری هستند که در حضور رطوبت با هیدرولکسید کلسیم واکنش انجام داده و تولید ترکیباتی می‌کنند که از خواص سیمانی برخوردارند. پوزولانها شامل پوزولانهای طبیعی (مواد آتشفسانی، دیاتومه، ...) و پوزولانهای مصنوعی (خاکستر بادی، دوده سیلیسی و...) می‌شوند. سرباره آهن‌گذاری علاوه بر خاصیت پوزولانی دارای خاصیت سیمانی نیز بوده و در صورت استفاده در درصدهای جایگزینی بالا عملکرد مطلوبی از نقطه نظر دوام بتن دارا می‌باشد.

در استفاده از پوزولانها و سرباره‌ها، تطابق مشخصات آنها با استانداردهای مربوطه و همچنین در نظر گرفتن اثرات این مواد روی خواص بتن از نظر کارآیی و زمان لازمه عمل آوری بایستی مذکور قرار گیرند.

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
پیشگفتار	۵
چکیده	۷
مقدمه	۱۱
انواع مواد افزودنی معدنی	۱۳
پوزولانهای طبیعی	۱۵
دیاتومه	۱۶
مواد شیشه‌ای آذرین	۱۶
توف‌های آذرین	۱۶
رس و شیل تکلیس شده	۱۷
کاربرد پوزولانهای طبیعی در بتن	۱۷
پوزولانها و مواد افزودنی مصنوعی	۱۸
سرباره کوره ذوب آهن	۱۸
خواص بتن حاوی سرباره	۲۰
میکروسیلیس یا دوده سیلیس	۲۱
خاکستر پوسته برنج	۲۵
منابع	۲۷
فهرست انتشارات مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن	۳۱

مقدمه

تاریخ پیدایش و کاربرد پوزولان^۱ ها و سیمان طبیعی را در مصر و یونان باستان باید جستجو کرد، هر چند، گزارش‌های اخیر مدعی‌اند که پیدایش این مواد به ۹۰۰۰ سال قبل بر می‌گردد. پوزولان‌های طبیعی در محصولات سیمانی و بتُنی در قدیم مورد استفاده قرار می‌گرفتند. امروزه نیز مواد افزودنی معدنی، جایگاه وسیعی در صنعت بتُن پیدا کرده‌اند و بخش عمدت‌های از بتُن و یا مواد سیمانی حاوی نوعی پوزولان و یا سرباره^۲ اند. کشور ما نیز با کشف معادن جدید پوزولان‌های طبیعی و همچنین تولید پوزولان‌های مصنوعی پتانسیل بالایی برای تولید بتُن‌های پوزولانی دارد و برای توسعه این صنعت مهم نیاز به همکاری همه جانبه صنایع، دست‌اندرکاران ساخت و پژوهشگران دارد.

براساس تعریف ASTM-C125، افزودنی ماده‌ای است غیر از آب، سنگدانه، سیمان هیدرولیکی والیاف که به عنوان اجزای بتُن یا ملات استفاده می‌شود و قبل یا هنگام مخلوط کردن به بتُن یا ملات افزوده می‌شود. این تعریف، انواع وسیعی از مواد را شامل می‌گردد که می‌توان آنها را به دو گروه: "مواد افزودنی شیمیایی" (مانند روان‌کننده‌ها) و "مواد افزودنی معدنی" تقسیم کرد.

"مواد افزودنی معدنی"^۳ به سه گروه: "فعالیت کم" (مانند سنگ آهک)، "پوزولان" (مانند میکروسیلیس) و "مواد سیمانی" (مانند سرباره) تقسیم می‌گردد.

ASTM C-618، پوزولان‌ها را چنین تعریف می‌کند: مواد سیلیسی یا سیلیسی - آلومینی آمورف (غیر بلوری) هستند که به تنها ی خاصیت سیمانی (چسبندگی) کم داشته و یا اصلاً دارا نیستند و به صورت ذرات ریزی هستند که در حضور رطوبت با هیدرولیکسید کلسیم در دمای معمولی واکنش شیمیایی ایجاد کرده و ترکیباتی را تشکیل می‌دهند که از خواص سیمانی برخوردارند.

استفاده از مواد افزودنی معدنی فقط جنبه اقتصادی ندارد و حتی در بعضی موارد، بتُن حاوی مواد افزودنی

1- Pozzolans

2. Slag

3. Mineral Admixtures

گرانتر از بتن معمولی است. این مواد می‌توانند در بهبود خواص فیزیکی و دوام بتن نقش داشته و حتی بعضی از مواد افزودنی معدنی در بهبود رفتار بتن تازه نیز مانند کارآیی و کاهش آب انداختن نقش مؤثری داشته باشند. پژوهشگران دلیل بهبود دوام بتن حاوی مواد افزودنی معدنی را به صورت‌های مختلف ارائه داده‌اند. بعضی

از نظریه‌ها به شرح زیر است:

- ۱- افزودن ماده افزودنی معدنی به بتن باعث می‌شود که به علت واکنش پوزولانی، منافذ بزرگ به منافذ کوچک تبدیل شوند و در نتیجه از نفوذپذیری بتن کاسته گردد. این فرآیند به دلیل تبدیل هیدروکسید کلسیم [Ca(OH)₂] به ژل سیمان (C-S-H) می‌باشد. یادآور می‌شود که هیدروکسید کلسیم و ژل سیمان از فرآورده‌های مهم سیمان هیدراته شده محسوب می‌گردند و ساختار فیزیکی ژل سیمان نسبت به هیدروکسید کلسیم از تراکم و انسجام بیشتری برخوردار است (منافذ آن کوچکتر می‌باشد).
 - ۲- فعالیت پوزولانی افزودنی‌های معدنی سبب می‌شود که هیدروکسید کلسیم آزاد شده یا تولید شده در بتن، مصرف گردد و همچنین به دلیل جایگزینی سیمان با افزودنی معدنی مقدار کمتری هیدروکسید کلسیم تولید می‌شود و در نتیجه مقدار هیدروکسید کلسیم که عامل مهمی در آسیب‌دیدگی ناشی از تهاجم سولفات محسوب می‌شود، کاهش می‌یابد.
 - ۳- پوزولان‌ها ایجاد کانون‌های واکنش کرده^۱ و بلورهای بزرگ هیدروکسید کلسیم را به بلورهای کوچک تبدیل می‌کنند و در نتیجه نفوذپذیری بتن کاهش می‌یابد.
- به طور کلی، مقدار جایگزینی سیمان با افزودنی‌های معدنی در بتن، تابع نوع و ترکیبات شیمیایی آن مواد می‌باشد و در بعضی از کشورها حتی سرباره را تا ۹۰ درصد وزن سیمان جایگزین می‌کنند. شایان ذکر است که چنانچه مقدار جایگزینی در حدبهینه نباشد، نمی‌توان انتظار بهبود در حد عالی در خواص بتن را داشت. برای کشف معادن پوزولان با کیفیت مطلوب یا بهبود ترکیبات پوزولان‌های مصنوعی، همکاری تمام دست‌اندرکاران صنایع ساختمان و بتن با آزمایشگاهها و پژوهشگاهها را طلب می‌کند.

انواع مواد افزودنی معدنی

به طور کلی، مواد افزودنی معدنی، مواد آسیاب شده ریزدانه هستند که امروزه در صنعت جدید بتن جایگاه وسیعی پیدا کرده‌اند. این مواد اساساً برای بهبود خواص بتن تازه، بتن سخت شده و دوام بتن مورد استفاده قرار می‌گیرند. مواد افزودنی معدنی به گروه‌های زیر تقسیم می‌گردند:

۱- مواد با فعالیت کم^۱

۲- مواد سیمانی یا چسبنده^۲

۳- مواد پوزولانی^۳

۱- مواد با فعالیت کم

این نوع مواد، گاهی اوقات "پرکننده خنثی" نامیده می‌شوند که به سختی با آب یا سیمان واکنش داشته و بنابراین، اثر آنها اساساً طبیعت فیزیکی دارد. معمولاً در مواقعي که ریزدانه بتن کم باشد، از مواد با فعالیت کم استفاده می‌شود زیرا بتن با ریزدانه کم مساعد جداشده‌گی دانه‌ها و آب انداختن است و چنین بتی برای پمپاژ کردن یا بتن‌ریزی با قیف^۴ مناسب نمی‌باشد. برای افزایش چسبنده‌گی چنین بتی‌هایی باید بر مقدار سیمان افزوده شود ولی به دلیل اقتصادی و یا به دلیل فنی مثلاً کنترل مقدار دما در بتن حجیم می‌توان از افزودنی‌های معدنی استفاده نمود.

موادی از قبیل سنگ آهک، دولومیت، کوارتز و آهک هیدراته شده در این گروه قرار دارند. در مواردی که مقاومت زیاد موردنظر نیست از این نوع مواد به مقدار زیاد استفاده می‌شود، مثلاً برای ملات آجرها، بلوک‌ها یا سیمان چاه نفت می‌توان مواد با فعالیت کم را به کار برد.

1. Low - Activity Admixture

2. Cementitious materials

3. Pozzolanic materials

4. Tremie

۱- مواد سیمانی

این مواد، خود دارای خواص یا فعالیت هیدرولیکی (آبی) است و بنابراین، در مقاومت بتن سهم عمده‌ای دارند. این مواد شامل سیمان‌های طبیعی، آهک هیدرولیکی و سرباره کوره ذوب آهن می‌باشد. سرباره از مهمترین مواد در این گروه است و معمولاً^۱ با سیمان پرتلند به صورت مخلوط تولید و عرضه می‌گردد. ممکن است سرباره دارای خواص پوزولانی نیز باشد.

۲- مواد پوزولانی

مواد افزودنی پوزولان‌ها، دارای سیلیس فعال (SiO_2) و در بعضی مواد آلومین فعال (Al_2O_3) هستند که در حضور آب با آهک ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) واکنش داده و ژل سیلیکات کلسیم هیدراته شده (ژل C-S-H) تولید می‌گردد. معمولاً^۱ سیلیس موجود در پوزولان بی‌شکل^۱ است. به همین دلیل پوزولان‌ها، موادی فعال می‌باشند. براساس مهمترین واکنش، یعنی تشکیل C-S-H می‌توان مقایسه‌ای بین سیمان پرتلند و پوزولان به عمل آورد تا بدین وسیله رفتار پوزولان‌ها بهتر درک گردد:

سیمان پرتلند

سیمان پوزولانی

سریع



آهسته



واکنش بین پوزولان و هیدروکسید کلسیم، واکنش یا فعالیت پوزولانی نامیده می‌شود. اهمیت پوزولان‌ها بر سه اصل استوار است: اول، واکنش به آهستگی انجام می‌گردد و بنابراین، سرعت تولید دما و کسب مقاومت کند می‌باشد (به غیر از میکروسیلیس). دوم، واکنش پوزولانی با مصرف آهک (محصول هیدراتاسیون سیمان پرتلند) به جای تولید آهک همراه است که از نظر دوام بتن، در محیط‌های اسیدی بسیار حائز اهمیت است. سوم، محصولات واکنش پوزولانی در پر کردن منافذ بزرگ مowینه در بتن، نقش مؤثر دارد و سبب بهبود مقاومت و نفوذپذیری سیستم می‌شود.

تقسیم‌بندی دیگری غیر از آنچه اشاره شد نیز وجود دارد که براین اساس، مواد افزودنی معدنی به دو گروه

مواد طبیعی و مواد مصنوعی تقسیم می‌شوند:

۱- مواد طبیعی :

موادی هستند که از معادن به دست می‌آیند و فرآیند آسیاب جهت دستیابی به دانه‌بندی نرم‌تربروی آنها نجامی‌گردد و در بعضی از انواع آن نیاز به حرارت دادن نیز هست تا ماده فعال گردد.

۲- مواد زاید یا جانبی صنعتی (معدن‌های مصنوعی) :

موادی هستند که از محصولات اصلی صنعت محسوب نمی‌شوند. این محصولات جانبی ممکن است قبل از مصرف آنها به عنوان افزودنی معدنی نیاز به فرآیندهای خاص، مانند خشک و خرد کردن داشته باشند و یا مستقیماً مورد استفاده قرار داده شوند.

ذیلاً خصوصیات مواد افزودنی مختلف که در ساخت بتن به کار می‌روند شرح داده شده است.

پوزولانهای طبیعی

پوزولانهای طبیعی کاربرد گسترده‌ای در صنعت بتن داشته، خصوصاً در نیمه اول قرن حاضر این مواد به مقیاس زیاد در ساخت سدها و سازه‌های آبی در کشورهای صنعتی به کار رفته‌اند. با وارد شدن مواد جانبی صنایع که دارای خواص پوزولانی هستند، مانند خاکستر بادی^۱ و سرباره و با توجه به یکنواختی بیشتر این فرآوردهای جانبی صنعتی، این مواد کاربرد وسیعتری نسبت به پوزولانهای طبیعی پیدا کرده‌اند و استفاده از پوزولانهای طبیعی محدود شده است. در عین حال با استثنای توجه داشت که در کشورهای در حال توسعه که دارای منابع پوزولان طبیعی هستند این مواد به عنوان مکمل تولیدات سیمان به کار می‌روند.

تمام پوزولانهای طبیعی غیر از دیاتومه از سنگ‌ها و کانیهای آذرین به دست می‌آیند. سیلیکات‌های مذاب^۲ حاصل از آتشفسان عمدتاً از سیلیکات آلومینیوم تشکیل شده که بر اثر سرد شدن سریع آن، فاز شیشه‌ای تولید می‌گردد. این فاز شیشه‌ای در حضور هیدروکسید کلسیم در بتن، از خود فعالیت پوزولانی نشان می‌دهد.

1. Flyash

2. Magma

خصوصیات بعضی از پوزولان‌های طبیعی به صورت خلاصه به شرح زیراست:

دیاتومه

دیاتومه^۱، سنگ رسوبی با رنگ روشن، سبک وزن و شکننده است که از تجمع پوسته سیلیس گیاهانی موسوم به دیاتومه‌ها حاصل می‌گردد. هر دیاتومه نیز از یک ذره کوچک پروتوپلاسم که در داخل یک صدف و یا یک پوسته سیلیسی یا اوپالین محصور شده تشکیل می‌شود. دیاتومه‌ها در اواخر کرتاسه بشدت رشد کردند و تا امروز نیز به مقدار فراوان باقی مانده‌اند.

همان‌طور که اشاره شد، دیاتومه از سیلیس بی‌شکل هیدراته شده (اسکلت صدف‌ها) تشکیل یافته که در حضور آهک بسیار فعال است ولی به دلیل ریز ساختار اسکلت صدف‌ها، مخلوط بتن نیاز به آب فراوان دارد تا کارآیی موردنظر به دست آید، در نتیجه به علت بالا رفتن نسبت آب به سیمان، بتن حاوی این پوزولان از نظر مقاومت و دوام در حد مطلوب نخواهد بود مگر آنکه از مواد روان‌کننده بتن جهت جبران آب اختلاط مورد نیاز استفاده گردد. همچنین بعضی از معادن دیاتومه آلوده به مقدار زیاد خاک رس هستند، بنابراین قبل از استفاده باید توسط حرارت، فعالیت پوزولانی آنها بهبود یابد.

مواد شیشه‌ای آذرین

میل ترکیبی این مواد با هیدروکسید کلسیم به خاطر وجود مواد شیشه‌ای آلومینوسیلیکاتی تغییر نیافته است و دارای بافت متخلخل هستند. پومیس را می‌توان در زمرة این مواد پوزولانی دانست.

توف‌های آذرین

تراس در گروه توف‌های آذرین جای دارد. اگر توف آذرین به ذرات ریز آسیاب گردد، خاصیت پوزولانی مطلوب می‌یابد.

رس و شیل تکلیس شده^۱

برای آنکه توف آذرین خاصیت پوزولانی پیدا کند نیاز به حرارت دادن نیست ولی رس و شیل با آهک واکنش نشان نمی‌دهند، مگر آنکه ساختار بلوری کانیهای رسی با حرارت دادن تخریب گردد. معمولاً "حرارت ۹۰۰ تا ۶۰۰ درجه سانتیگراد برای تکلیس شدن رس نیاز است. فعالیت پوزولانی این محصول عمدتاً" به دلیل تشکیل ساختار سیلیکات الومینیوم بی‌شکل است که حاصل حرارت دادن می‌باشد. باید خاطر نشان کرد که حرارت دادن رس‌ها و شیل‌هایی که مقدار زیادی کوارترو فلدسپات دارند، سبب تولید پوزولان مناسب نمی‌گردد.

کاربرد پوزولانهای طبیعی در بتن

کاربرد پوزولانهای طبیعی در بتن، علاوه بر صرفه اقتصادی در جایگزینی بخشی از سیمان، می‌تواند منجر به دستیابی به خواص مطلوبی نظیر کاهش حرارت‌زاوی و نفوذپذیری نیز گردد. البته بایستی توجه داشت که در بسیاری موارد نیاز به تکلیس پوزولان طبیعی جهت دستیابی به سطح قابل قبولی از فعالیت پوزولانی است. همچنین در اکثر موارد لازم است پوزولان طبیعی به نرمی حدود سیمان آسیاب گردد. مواردی که پوزولان‌های طبیعی به صورت موجود و بدون هیچ فرآیندی قابل استفاده هستند، نادرند. همچنین باید توجه داشت که استفاده از پوزولانهای طبیعی در بسیاری موارد می‌تواند منجر به افزایش آب اختلاط گردد که ممکن است در این موقع جهت جلوگیری از آثار نامطلوب این پدیده روی مقاومت و دوام بتن استفاده از مواد روان‌کننده مذکور قرار گیرد.

واکنش پوزولانی اکثر پوزولانهای طبیعی به آرامی صورت می‌گیرد و بر این اساس زمان عمل‌آوری طولانی‌تری نسبت به بتن معمولی نیاز هست.

جهت حصول اطمینان از کیفیت مناسب پوزولان‌های طبیعی لازم است از مطابقت آنها با استانداردهای موجود اطمینان حاصل شود. استاندارد ASTM C 618 الزامات مربوط به پوزولانهای طبیعی را برای کاربرد بتن تعیین می‌کند. این استاندارد محدوده‌های قابل قبول برای نرمی، آب اختلاط لازم، فعالیت پوزولانی، ثبات حجمی و تجزیه شیمیایی را مشخص می‌کند.

-۱. کلسینه یا تکلیس کردن به معنی حرارت دادن به جسم است، بدون آنکه فرصت ذوب شدن به آن داده شود.

پوزولانها و مواد افزودنی مصنوعی

از مهمترین مواد جنبی یا مصنوعی، سرباره، میکروسیلیس، خاکستر پوسته برنج و خاکستر بادی (Fly Ash) می‌باشند. آنچایی که خاکستر بادی فعلاً در ایران تولید نمی‌شود، از شرح آن صرف نظر می‌گردد.

سرباره کوره ذوب آهن

سرباره کوره ذوب آهن^۱، محصول جنبی صنعت آهن و فولاد است و به عنوان یک ماده با خواص سیمانی مطرح می‌باشد. سرباره‌ها از آهک، سیلیس، آلومین و مقادیر کمی اکسیدمنیزیم و اکسیدهای قلیایی و اکسیدهای آهن تشکیل یافته است.

سنگ آهن شامل مقداری مواد ناخالص مانند SiO_2 و Al_2O_3 است. برای جدا کردن این عناصر ناخالص از آهن گداخته، مقدار معینی آهک به آن اضافه می‌گردد. آهک با سیلیس و آلومین ترکیب شده و سرباره مذاب تولید می‌گردد. این ماده از آهن گداخته سبک‌تر است و در بالای کوره باقی‌مانده و سپس از کوره خارج می‌گردد. سرباره گداخته از کوره ذوب آهن به صورت یکی از ۳ فرآیند زیر خارج می‌گردد:

الف- سرد کردن با هوا

در این فرآیند، سرباره به آهستگی توسط هوا سرد می‌گردد. محصول به دست آمده بیشترین دانسیته را نسبت به بقیه روشها دارد. این محصول پس از خرد و دانه‌بندی شدن به عنوان سنگدانه‌های مصنوعی در بالاست راه آهن و جاده‌سازی یا سنگدانه‌های بتن مورد استفاده قرار می‌گیرد.

ب- اسفنجی کردن

این فرآیند، شامل اعمال آب تحت شرایط کنترل شده به سرباره مذاب است. در هنگام انتقال سرباره به مخازن کم عمق، آب (با مقدار آب کم نسبت به حجم سرباره) به سرباره پاشیده می‌شود. گازها و بخارهای تولید شده سبب انبساط سرباره می‌گردد و جسم اسفنجی با هدایت حرارتی کم حاصل می‌شود. پس از خرد و دانه‌بندی کردن، سرباره اسفنجی برای بتن سبک استفاده می‌شود.

ج- ریز دانه کردن

این فرآیند، شامل اعمال آب با فشار زیاد بر روی سرباره مذاب است (با مقدار آب زیاد نسبت به

حجم سرباره) و در نتیجه سرباره سریعاً سرد می‌گردد. این محصول غیر بلوری و شیشه‌ای، به صورت ریزدانه است. فقط سرباره ریز دانه و غیر بلوری از خود، خواص هیدرولیکی نشان می‌دهد و می‌توان از آن به عنوان جایگزین سیمان استفاده کرد.

پس از سرد شدن، مواد خشک آسیاب می‌گردد و نرمی آن مشابه سیمان می‌شود. معمولاً "سیمان سرباره‌ای" به دو صورت آسیاب همزمان و جداگانه تولید می‌گردد. در روش اول، سرباره همراه با کلینکر سیمان آسیاب می‌گردد. این محصول سیمان پرتلند سرباره‌ای نامیده می‌شود. در روش دوم، سرباره و کلینکر سیمان به طور جداگانه آسیاب شده و سپس با یکدیگر مخلوط می‌گردد.

عملکرد و ترکیبات

سرباره از "خواص نهان هیدرولیکی" برخوردار است. اگر آب به سرباره اضافه شود، واکنش به میزان کم و بسیار آرام انجام می‌گردد. ولی، در حضور محیط قلیایی، سرباره با آب واکنش می‌دهد (مشابه سیمان معمولی) و محصولات هیدراتاسیون خاص خود سرباره تولید می‌گردد. برای ایجاد محیط قلیایی می‌توان آهک به سرباره اضافه کرد ولی معمولاً از سیمان پرتلند استفاده می‌شود زیرا سیمان پرتلند دارای آهک است.

عملکرد آهک در واکنش بین سرباره و آب عمدتاً به صورت یک کاتالیزور (فعال‌ساز) می‌باشد.

ترکیبات مهم سرباره در جدول ۱ ارائه شده است. غیر از حضور آهک، چهار عامل دیگر در خاصیت هیدرولیکی سرباره دخالت دارند:

- ترکیبات شیمیایی

- درجه تشکیل شیشه "عدد شیشه‌ای"

- دمای واکنش

- نرمی

- ترکیبات شیمیایی: محدودیت در ترکیبات سرباره توسط رابطه‌ای به نام "مدول شیمیایی" بیان می‌شود. براساس BS6699:1986، مدول شیمیایی نباید کمتر از ۱ باشد.

$$\frac{\text{CaO} + \text{MgO} + \text{Al}_2\text{O}_3}{\text{SiO}_2} = \text{مدول شیمیایی} \geq 1.0$$

- عدد شیشه‌ای: این عدد نشان‌دهنده نسبت مواد غیر بلوری در سرباره است و نباید کمتر از ۹۰ درصد باشد. ذرات بلوری از اجزای غیر فعال محسوب می‌شوند و در خواص و کسب مقاومت سرباره نقشی ندارند.

- دهای: مانند سیمان معمولی با افزایش دما، سرعت واکنش سرباره افزایش می‌یابد.

- نرمی: نرمی سرباره، مانند سیمان معمولی در واکنش مؤثر است. براساس C989 ASTM ذرات بزرگتر از $45\mu\text{m}$ فعالیت کم دارند و باید حداقل اندازه ذرات سرباره به $45\mu\text{m}$ محدود گردد. معمولاً "سرباره به اندازه $45\mu\text{m}$ سیمان معمولی آسیاب می‌شود.

به طور کلی، چنانچه ذرات سرباره کمتر از $10\mu\text{m}$ باشد، در کسب مقاومت بتن، در سنین اولیه قبل از ۲۸ روز نقش دارد، ذرات بین 10 تا $45\mu\text{m}$ در مقاومت سنین بیشتر مؤثرند و (ذرات کمتر از $45\mu\text{m}$ دارای نرمی برابر $500 \text{ m}^2/\text{Kg}$ می‌باشند).

خواص بتن حاوی سرباره

- کارآیی: بافت سطحی ذرات سرباره صافتر از سیمان است، در نتیجه به کارائی بهبود می‌بخشد. با ثابت‌نگه‌داشتن کارآیی می‌توان مقدار آب را ۵ تا ۸ درصد کاهش داد و در نتیجه مقاومت افزایش می‌یابد.

- کسب مقاومت: سرعت هیدراتاسیون سرباره آهسته‌تر از سیمان پرتلند معمولی است. هرچند سرعت کسب مقاومت بتن حاوی سرباره تابع دمای محیط است. مثلاً در دمای 20°C درجه سانتیگراد، مقدار مقاومت بتن سرباره کمتر از بتن معمولی است ولی در سن حدود 6 روز ممکن است مقاومت بتن سرباره‌ای بیشتر از بتن معمولی گردد. در دمای 50°C درجه سانتیگراد، مقاومت بتن سرباره‌ای در سن 3 روز، مساوی یا بیشتر از بتن معمولی است ولی در سن 28 روز، مقاومت آن نسبت به بتن معمولی به مقدار قابل ملاحظه‌ای افزایش می‌یابد.

- دهای هیدراتاسیون: همان‌طور که اشاره گردید، سرباره با سرعت کمتری نسبت به سیمان پرتلند معمولی هیدراته می‌شود و در نتیجه، دمای هیدراتاسیون آن کمتر است. این اثر سبب می‌گردد که دمای بتن به مقدار قابل ملاحظه‌ای کاهش یابد و در مواردی که مشکل ترک خوردگی حرارتی وجود دارد، یک مزیت محسوب می‌گردد. بنابراین، در بتن‌های حجیم، بتن سرباره‌ای می‌تواند جایگزین سیمان پرتلند نوع IV گردد. البته باقیستی توجه داشت که جهت کاهش محسوس در حرارت‌زاوی بتن، لازم است درصد جایگزینی سیمان با سرباره حداقل 50% درصد باشد.

- مقاومت در مقابل تهاجم سولفات: افزودن سرباره به بتن، در مقابل تهاجم سولفات بسیار مؤثر است. به طور کلی، وجود Ca(OH)_2 و C_3A در بتن سرباره‌ای به مراتب کمتر از بتن معمولی است و به همین دلیل امکان آسیب‌دیدگی کمتر می‌شود. باید توجه داشت که مقدار جایگزینی سرباره در بتن باید در حد بالا باشد

(حدود ۵۰ درصد) تامقاومت در مقابل سولفات افزایش یابد.

- خوردگی آرماتور و واکنش قلیایی - سیلیسی: در مقایسه با بتن معمولی، بتن سرباره‌ای کمتر در معرض خطر خوردگی آرماتور و واکنش قلیایی - سیلیسی قرار دارد. دلیل عدمه آن، کاهش منافذ بزرگ در بتن سرباره‌ای است که در نتیجه از نفوذ آب، اکسیژن و کلر کاسته می‌شود و امکان خرابی ناشی از خوردگی و واکنش قلیایی - سیلیسی کم می‌شود.

- در بررسی خواص دیگر بتن حاوی سرباره مشخص شده است که این ماده اثر منفی بر خزش، جمع‌شدگی و مدول الاستیسیته ندارد.

میکروسیلیس^۱ یا دوده سیلیس^۲

در هنگام تولید آلیاژ فروسیلیسیم و فلز سیلیسیم، از کوره الکتریکی توسط جمع‌کننده‌های دوده بازیافت می‌شود. بنابراین از محصولات جنبی صنعت آلیاژ فروسیلیسیم و فلز سیلیسیم محسوب می‌گردد. به طور کلی، فلز سیلیسیم با احیای کوارتز توسط زغال سنگ در دمای ۲۰۰۰ درجه سانتیگراد به دست می‌آید. در هنگام احیاء مقداری گاز SiO₂ حاصل می‌شود، قسمتی از این گاز با هوا ترکیب و اکسیده شده و SiO₂ تشکیل می‌گردد.

این ماده عمدتاً از ذرات سیلیس بی‌شکل یا آمورف تشکیل شده که فوق العاده ریز هستند، اندازه میانگین ذرات حدود ۰.۱ μm است، در نتیجه نرمی میکروسیلیس به m²/kg ۲۰۰۰۰ می‌رسد، که حدود ۵۰ تا ۶۰ برابر نرمی سیمان پرتلند است.

به طور نمونه، در تولید هر تن فلز سیلیسیم و آلیاژ فروسیلیسیم به ترتیب مقدار kg ۳۵۰ و ۵۵۰ میکروسیلیس به دست می‌آید.

خصوصیات میکروسیلیس: به سه شکل پودر، فشرده^۳ و دوغاب^۴ تولید می‌شود. در نوع دوغاب، قبلاً با افزودنی‌های شیمیایی مخلوط می‌گردد و سپس به مخلوط بتن اضافه می‌شود. برای تولید دوده سیلیس

1. Silica Fume

2. Microsilica

3. Condensed

4. Slurry

فشرده، فشار زیاد به پودر سیلیس اعمال می‌گردد. خصوصیات فیزیکی و شیمیائی دوده سیلیس در جدول ۱ ارائه شده است. به طور کلی دوده سیلیس شامل ۹۰ درصد SiO_2 است. هر چند مقدار SiO_2 و درجه بی‌شکل بودن آن متفاوت بوده و بستگی به روش تولید دارد. رنگ میکروسیلیس خاکستری است اما در رنگ‌های سفید تا سیاه نیز یافت می‌شود که بستگی به مقدار کربن دارد. چگالی واقعی آن $2/1$ تا $2/2$ و وزن مخصوص ظاهری آن 250 تا 300 Kg/m^3 است. همان‌طور که اشاره گردید، مهمترین خصوصیات فیزیکی میکروسیلیس اندازه‌فوق العاده ریز ذرات است که حدود یک صدم اندازه ذرات سیمان پرتلند ($1/0$ در مقابل $10\mu\text{m}$) می‌باشد.

خواص بتن دارای میکروسیلیس

- بتن تازه: از آنجایی که میکروسیلیس فوق العاده ریزدانه است، وقتی که با بتن مخلوط می‌گردد، ویسکوزیته بتن افزایش یافته و از کارآیی آن کاسته می‌شود، در نتیجه افت^۱ بتن کاهش می‌یابد. بنابراین بر مقدار آب موردنیاز برای کسب کارآیی معین افزوده می‌گردد. برای جلوگیری از این پدیده می‌توان از ماده افزودنی فوق روان‌کننده استفاده نمود. به عبارت دیگر، استفاده از میکروسیلیس امکان پذیر نیست مگر آنکه فوق روان‌کننده به کار برده شود.

استفاده از میکروسیلیس سبب می‌گردد که تمایل بتن به جداشدن دانه‌ها کاهش یابد. وقتی که مقدار میکروسیلیس در بتن حدود 10 درصد یا بیشتر باشد، جداشدن دانه‌ها و آب انداختن ایجاد نمی‌گردد حتی اگر افت 15 تا 20 سانتیمتر باشد.

بتن دارای میکروسیلیس مساعد ترک خوردگی ناشی از جمع شدگی پلاستیک است. بنابراین باید پس از بتن‌ریزی در حداقل زمان ممکن با پوشش مناسب اقدام به عمل آوری آن گردد.

حرارت‌زاوی میکروسیلیس در بتن بستگی به نسبت آب به سیمان و مقدار جایگزینی داشته و حرارت‌زاوی 1 گرم میکروسیلیس در بتن از حدود $۰/۳$ تا ۲ برابر حرارت‌زاوی ۱ گرم سیمان است. بایستی توجه داشت که با توجه به افزایش مقاومت بتن، به علت استفاده از میکروسیلیس امکان کاهش مقدار مواد سیمانی در بتن و کاهش حرارت کل تولید شده فراهم می‌آید.

کسب مقاومت: میکروسیلیس از پوزولان‌های بسیار فعال است و در کسب مقاومت بتن حتی در سنین اولیه

نقش مهمی دارد. کسب مقاومت با بتن حاوی میکروسیلیس به مقدار ۶۰ تا ۸۰ مگاپاسکال^۱ به آسانی امکان‌پذیر است و این مقاومت بستگی به نوع میکروسیلیس و سیمان، مقدار آن و روش عمل‌آوری دارد. این خاصیت به دلیل کاهش حجم منافذ بزرگ است که سبب ایجاد بافت و ساختار متراکم بتن می‌شود. امروزه ثابت شده است که با کنترل کمیت و کیفیت اجزای بتن دارای میکروسیلیس (مانند دانه‌بندی سنگدانه‌ها، نوع و مقدار روان‌کننده و غیره) می‌توان مقاومتی حدود ۲۰۰ مگاپاسکال نیز به دست آورد. باید یاد‌آوری کرد که دمای محیط و روش عمل‌آوری در کسب مقاومت بتن دارای میکروسیلیس نقش عمداتی دارند. بخصوص در دمای بیشتر (مثلثاً ۳۰°C) کسب مقاومت بتن دارای میکروسیلیس سریعتر از بتن معمولی است.

- مقاومت در مقابل تهاجم سولفات: بتن میکروسیلیس نسبت به بتن معمولی در مقابل تهاجم سولفات از مقاومت بیشتری برخوردار است. مهمترین دلیل آن احتمالاً "کاهش هیدروکسید کلسیم یا آهک (Ca(OH)₂) در بتن دارای میکروسیلیس است که مقدار تشکیل گچ^۲ را کاهش می‌دهد و در نتیجه مقاومت در مقابل سولفات افزایش می‌یابد.

- مقاومت در مقابل خوردگی: نفوذپذیری کلر و شدت خوردگی آرماتور در بتن دارای میکروسیلیس کمتر از بتن معمولی است. احتمالاً دو فرآیند در رفتار بتن میکروسیلیس در مقابل خوردگی آرماتور نقش دارند، کاهش منافذ بزرگ (بزرگتر از 0.1 μm) و همچنین کاهش سرعت حرکت یون‌های کلر در بتن میکروسیلیس سبب مقاومت بتن، در مقابل نفوذ کلر و خوردگی آرماتور می‌گردد.

هر دو فرآیند اشاره شده در مقاومت الکتریکی بتن بسیار مؤثرند. به همین دلیل است که مقاومت الکتریکی بتن میکروسیلیس بسیار بیشتر از بتن معمولی است.

- خواص دیگر: درباره اثر میکروسیلیس در مقابل واکنش قلیایی - سیلیسی، نظریات متفاوتی ارائه شده است، به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که اثر میکروسیلیس در کنترل واکنش تابع نوع و مقدار استفاده از میکروسیلیس و پخش مناسب آن در مخلوط و نوع سنگدانه‌های فعال است.

همچنین در مورد اثر میکروسیلیس در خزش و مدول الاستیسیته تا حدی اختلاف نظر وجود دارد ولی به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که در مقاومت‌های یکسان، بتن دارای میکروسیلیس با بتن معمولی در خزش

1. Map

۲- در هنگام تهاجم سولفات‌های بتن، آهک موجود در بتن تبدیل به گچ شده و سبب انبساط بتن می‌گردد.

و مدول الاستیسیته تفاوت چندانی ندارند.

جدول ۱: مقدار تقریبی ترکیبات سرباره و میکروسیلیس بر حسب درصد

ترکیبات شیمیائی	سیمان پرتلند نوع I	سرباره	میکروسیلیس	
SiO_2	۲۰	۳۶	۹۰	
Al_2O_3	۶	۹	۰/۵	
Fe_2O_3	۳	۱	۱/۲	
CaO	۶۴	۴۳	۰/۲	
MgO	۱/۵	۷	۰/۲	
$\text{Na}_2\text{O}-\text{K}_2\text{O}$	۱	۱	۲	
افت ناشی از سرخ شدن	۲	-	۲	

خاکستر پوسته برنج

خاکستر پوسته برنج همان طور که از نامش پیداست از سوختن پوسته های برنج به دست می آید. هر تن برنج حدود ۲۰۰ کیلو پوسته دارد که پس از سوختن، وزن آن به ۴۰ کیلو می رسد. اگرچه، خاکستر را می توان از سوزاندن پوسته غلات دیگر نیز به دست آورد، خاکستر پوسته برنج بیشترین مقدار SiO_2 را دارد و وقتی به طور مطلوب سوزانده شود به عنوان ماده افزودنی بتن قابل استفاده خواهد بود. همانند میکروسیلیس، خاکستر پوسته برنج از خصوصیات پوزولانی مناسبی برخوردار است و در کسب مقاومت زیاد و بهبود دوام بتن نقش مؤثری دارد.

خصوصیات خاکستر پوسته برنج

چنانچه دما و شرایط سرد کردن خاکستر تحت کنترل مطلوب نباشد، خاکستر تولید شده مقدار زیادی کربن خواهد داشت و همچنین مقدار سیلیس بی شکل آن کم می گردد. اگر روند سوزاندن ناکافی باشد، مقدار زیاد کربن نسوخته در خاکستر باقی می ماند و رنگ آن سیاه می گردد. وقتی که سوزاندن به طور کامل انجام شود، خاکستر با رنگ خاکستری تا سفید حاصل می شود. همچنین مقدار سیلیس بی شکل تابع دما و زمان سوزاندن است. تحقیقات نشان می دهد که خواص بهینه خاکستر پوسته برنج وقتی حاصل می گردد که دمای سوزاندن ۷۰۰ - ۸۰۰ درجه سانتیگراد افزایش داده شود و زمان آن کوتاه گردد.

ترکیبات شیمیائی خاکستر پوسته برنج شامل SiO_2 ۸۰-۹۵، K_2O ۱-۲ و کربن نسخته ۳-۱۸ درصد است.

خواص بتن دارای خاکستر پوسته برنج

خاکستر پوسته برنج نه تنها در افزایش مقاومت بتن بسیار مؤثر است، بلکه در افزایش مقاومت بتن در مقابل نفوذ کلر نقش مهمی دارد. تحقیقات نشان می‌دهد که افزودن ۱۵ درصد خاکستر (بر حسب وزن سیمان) به بتن، حتی با نسبت آب به سیمان زیاد (۷/۰)، نفوذ کلر را به مقدار قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌دهد. این ماده در بتن غلتکی نیز کاربرد دارد.

خواص بتن دارای خاکستر پوسته برنج نیاز به تحقیقات بیشتر داشته تا جایگاه آن در صنعت ساخت مشخص گردد. مثلاً "بعضی از گزارشها حاکی از آن است که بتن دارای خاکستر، جمع‌شدگی بیشتری نسبت به بتن معمولی نشان می‌دهد و این اثر نیاز به بررسی بیشتری دارد.

منابع

- 1- Mehta , P.K., " Concrete , Structure , Properties and Materials",Prentice - Hall, 1985.**
- 2 - Soroka, I., " Concrete in Hot Environments " , E &FN Spon , 1993.**
- 3- Mindess,S. and Young, J.F., " Concrete " Prentice-Hall, 1981.**
- 4- Neville , A .M .,and Brooks , J.I., " Concrete Technology Longman Scientific & Technical, 1987.**
- 5- Neville , A.M., " Properties of Concrete ", Pitman, 1981.**
- 6- ACI Committee 226 , " Silica fume in Concrete " , ACI Mater. J., 84(2) , 1987,pp. 158-166.**
- 7- RILEM Committee 73-SBC , " Siliceous By-Products for Use in Concrete ", Final report , Mater. Struct., 21 (121) , 1988 , pp. 69-80.**

فهرست کتب، نشریات و ترجمه مقالات علمی و فنی
مرکز تحقیقات ساختمان مسکن

عنوان	تاریخ انتشار	عنوان	تاریخ انتشار
بن سازی در کارگاه	۱۳۵۸	خانه سازی در روستاهای ایران (ضوابطی برای روستاهای)	۱۳۵۳
طرح پیشگیری و مبارزه با آتش سوزی در ساختمانهای مسکونی	۱۳۵۸	برنامه احداث روستاهای نمونه	۱۳۵۴
نظریه فنی درباره سیستم ساختمان استیبل کریت گاما مسکن	۱۳۵۸	پیش سازی ساختمان و تحولات آن در ایران	۱۳۵۶
گچ (چاپ نهم) (بازنگری)	۱۳۵۸	آجرسازی در ایران	۱۳۵۴
ضوابط و مقررات ساختمانی برای بیمارستانهای عمومی	۱۳۵۸	گزارش زمین شناسی و شناخت منابع اولیه در استان خوزستان	۱۳۵۵
سیمان	۱۳۵۸	باخش اطلاعات و مدارک مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن آشنا شوید	۱۳۵۶
بنایی در هوای سرد	۱۳۵۸	بررسی مصالح ساختمانی استان بوشهر	۱۳۵۵
تمیز کردن نمای ساختمانها	۱۳۵۸	ضوابط طرح و محاسبه ساختمانهای مقاوم در برابر زلزله	۱۳۵۶
تاثیر تورم و استهلاک بر قیمت گذاری ساختمانها	۱۳۵۹	صرفه جویی در مصرف انرژی در ساختمان	۱۳۵۶
عایق صوتی و کاربرد آن در طراحی پنجره	۱۳۵۹	منحنی های زوایای خورشید جهت منابع ایران و کاربرد آن	۱۳۵۶
پیش نویس آینین کاربرد آجر کاری در ساختمان، طرح و محاسبه و اجرا	۱۳۵۹	افلیم و آسایش در ساختمان (مناطق مختلف ایران)	۱۳۶۰
متن سخنرانی های سمینار زلزله و زلزله شناسی	۱۳۵۹	پیش نویس آینین نامه اینمنی ساختمان	۱۳۵۷
گزارش مقدماتی زلزله ۲۲ نوامبر ۱۹۸۰ جنوب ایتالیا	۱۳۶۰	بررسی در مورد کاهش سختی آب با استفاده از گرد سنگ نراش	۱۳۵۵
گزارش مقدماتی زلزله ۱۰ اکتبر ۱۹۸۰ الاصنام	۱۳۶۰	راهنمای استفاده از مرکز استاد	۱۳۵۶
پیش نویس آینین کاربرد صدابندی ساختمانها در برابر آزار غوغای	۱۳۶۰	نظریه فنی درباره سیستم ساختمانی پیش ساخته سبک پرنس - هلند	۱۳۵۶
گزارش مقدماتی از زلزله های گلیاف و سیرچ ۱۳۶۰ کرمان	۱۳۶۰	سیستم ساختمانی پیش ساخته نیمه سنگین شرکت گسترش مسکن ایران	۱۳۵۶
زباله شهری	۱۳۶۰	استفاده از انرژی خورشیدی در ایران	۱۳۵۶
پیشینه معماری و مسکن در ایران	۱۳۶۱	بررسی اقتصادی وضع مسکن	۱۳۵۷
- دفتر اول: از آغاز هزاره دوم ق - م	۱۳۶۱	تولید خشت های ثبت شده با امولسیون فیری	۱۳۵۷
گونه شناسی مسکن روستایی در خوزستان - دفتر اول	۱۳۶۱	نظریه فنی درباره سیستم ساختمانی پیش ساخته سبک تویو - ژاپن	۱۳۶۰
گونه شناسی مسکن روستایی در خوزستان - دفتر دوم	۱۳۶۱	مسکن و گروه کم درآمد (بایان نامه برای دریافت درجه فون لیسانس)	۱۳۵۹
بازسازی مناطق زلزله زده ج . ۱ جنوب خراسان - تاییاد	۱۳۶۱	پیشینه معماری و مسکن ایران از آغاز تا هزار دوم ف.م	۱۳۵۹

عنوان	تاریخ انتشار	عنوان	تاریخ انتشار
۶۶ راهنمای برآورده میزان سیمان مورد نیاز در مصالح	۱۳۶۵	۴۶ با مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن آشنا شوید	۱۳۶۲
۶۷ سمینار آموزشی اثرات زلزله در ساختمانهای متعارف	۱۳۶۵	۴۷ زلزله ۲۵ شهریور ۱۳۵۷ طبس و نمودارهای شتاب حرکت	۱۳۶۲
۶۸ بازسازی مناطق زلزله زده - جلد دوم: جنوب خراسان، گلاباد	۱۳۶۵	۴۸ تحقیق و بررسی فنی علل خراب شدن سقف استاد بوم نصیری	۱۳۶۲
۶۹ عملکرد سال ۱۳۶۴ مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن	۱۳۶۵	۴۹ ساختمان، محاسبه و تسبیسات کشتارگاه	۱۳۶۲
۷۰ ارزیابی روند برنامه ریزی شهری و منطقه‌ای و تکنیک‌های رایج آن	۱۳۶۵	۵۰ گونه‌شناسی مسکن روستایی چهارمحال و بختیاری - دفتر اول	۱۳۶۳
۷۱ گونه‌شناسی مسکن روستایی استان ایلام - دفتر دوم: واحد مسکن	۱۳۶۵	۵۱ گونه‌شناسی مسکن روستایی استان کهکلیویه و بویراحمد - دفتر دوم	۱۳۶۳
۷۲ آزمایش‌های بتون سخت شده	۱۳۶۶	۵۲ گونه‌شناسی مسکن روستایی چهارمحال و بختیاری - دفتر دوم	۱۳۶۲
۷۳ طراحی گذرگاههای مناسب برای معلولین جسمی	۱۳۶۶	۵۳ گونه‌شناسی مسکن روستایی کهکلیویه و بویراحمد - دفتر اول	۱۳۶۴
۷۴ پهنه‌بندی مقدماتی خطر نسیبی زلزله در ایران	۱۳۶۶	۵۴ گونه‌شناسی مسکن روستایی استان خوزستان - دفتر دوم	۱۳۶۳
۷۵ گونه‌شناسی مسکن روستایی چهارمحال و بختیاری	۱۳۶۶	۵۵ زلزله و ساختمانهای متداول	۱۳۶۳
۷۶ معماری بازسازی	۱۳۶۶	۵۶ هماهنگی مدلدار	۱۳۶۳
۷۷ سرپناه پس از سانحه	۱۳۶۶	۵۷ سیمان بنایی	۱۳۶۳
۷۸ گونه‌شناسی مسکن روستایی ایلام دفتر اول - وضع موجود	۱۳۶۶	۵۸ شفته آهک	۱۳۶۳
۷۹ سقف‌های یشن ساخته‌بتنی و فروسیمانی	۱۳۶۶	۵۹ گونه‌شناسی مسکن روستایی در خوزستان - دفتر سوم	۱۳۶۳
۸۰ آسیب دیدگی‌های بتون، علل و عوامل آن	۱۳۶۶	۶۰ پیش نویش دستورالعمل روش اندازه‌گیری میزان تقلیل صدا	
۸۱ خاکشناسی ساختمانی و پایدار کردن خاک برای بارگذاری بیشتر	۱۳۶۶	۶۱ در ساختمانها	۱۳۶۳
۸۲ آئین نامه ساختمانها در برابر زلزله	۱۳۶۷	۶۲ تهیه آهک از ماسه بادی‌های خوزستان و کناره شمالی	۱۳۶۴
۸۳ کتاب‌شناسی روشها و سیستم‌های تولید ساختمان	۱۳۶۷	۶۳ خلیج فارس و دریای عمان	۱۳۶۴
۸۴ عملکرد واقعی انرژی ساختمانها	۱۳۶۷	۶۴ گونه‌شناسی مسکن روستایی استان خوزستان - دفتر پنجم: بافت	۱۳۶۴
۸۵ ارتفاع سقف و آسایش انسان	۱۳۶۵	۶۵ طراحی سازه‌های چوبی (دوجلد)	۱۳۶۴
۸۶ عملکرد پنج ساله مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن از سال ۱۳۶۲	۱۳۶۷	۶۶ زلزله ۱۴ بهمن ماه ۱۳۶۴ فتح آباد قیر	۱۳۶۴
۸۷ نقشه ترازیندی سرمه‌صدا در شهر تهران		۶۷	

ردیف	عنوان	تاریخ انتشار	ردیف	عنوان	تاریخ انتشار
۱۰۵	سینما برلنند	۱۳۶۸	۸۶	ستف‌های پوسته‌ای بتنی	۱۳۶۷
۱۰۶	محاسبه استانیکی ساختمانهای دو بعدی	۱۳۶۸	۸۷	تأثیر توجه به انرژی در برنامه ریزی و توسعه سکونتگاههای بشر	۱۳۶۷
۱۰۷	کتابشناسی مواد و مصالح ساختمانی	۱۳۶۸	۸۸	حسایرات ناشی از لغزش زمین در ایتالیا آنکونا	۱۳۶۷
۱۰۸	سنجهش ابعاد انسانی و نقش آن در طراحی ساختمانهای آموزشی	۱۳۶۸	۸۹	جنبه‌های شوری و عملی تحکیم دینامیکی	۱۳۶۷
۱۰۹	مطالعات اولیه برای تولید مصالح ساختمانی	۱۳۶۸	۹۰	فضاهای شهری و معلومین	۱۳۶۷
۱۱۰	دوم افزایش و حفاظت عناصر فولادی در ساختمانها	۱۳۶۸	۹۱	سمینار آموزشی انواع پن و دامنه کاربرد آن در ساخت مسکن	۱۳۶۷
۱۱۱	سوانح، پیشگیری و امداد	۱۳۶۸	۹۲	گونه شناسی مسکن روستایی استان ایلام - دفتر سوم	۱۳۶۷
۱۱۲	لوله کشی در ساختمان	۱۳۶۸	۹۳	گونه شناسی مسکن روستایی استان کهکیلویه و بویراحمد - دفتر سوم	۱۳۶۷
۱۱۳	بررسی اقتصادی و فنی انواع سقفها	۱۳۶۸	۹۴	راهنمای طراحی اقليمی	۱۳۶۸
۱۱۴	طراحی برای مقابله با آتش سوزی در مدارس	۱۳۶۸	۹۵	گونه شناسی مسکن روستایی استان ایلام - دفتر پنجم	۱۳۶۷
۱۱۵	ویژگیها و کاربردهای توف سیز البرز	۱۳۶۹	۹۶	گونه شناسی مسکن روستایی استان کهکیلویه و بویراحمد	
۱۱۶	استفاده طولانی از مساکن مؤقت پیش ساخته در زلزله‌های ایتالیا	۱۳۶۸		- دفتر چهارم	
۱۱۷	بهترین دانه بندی شن و ماسه جهت ساخت پن	۱۳۶۹	۹۷	گونه شناسی مسکن روستایی استان کهکیلویه و بویراحمد	
۱۱۸	شناخت، طرح و کاربرد پن سبک در ساختمان	۱۳۶۹	۹۸	گونه شناسی مسکن روستایی استان چهارمحال و بختیاری	
۱۱۹	گزارش فنی مقدماتی و فوری زلزله ۳۱ خرداد ماه ۱۳۶۹ منجیل	۱۳۶۹	۹۹	- دفتر چهارم	
۱۲۰	زلزله‌های ۲۱ تیر ۶۵ هرایبرز و ۲۰ مرداد دره گرگ نورآباد ممسنی	۱۳۶۹	۱۰۰	گونه شناسی مسکن روستایی استان چهارمحال و بختیاری	
۱۲۱	رویه‌های سیاه	۱۳۶۹	۱۰۱	مسکن حداقل	
۱۲۲	تحقيقی درباره پائل های پیش ساخته دیواری	۱۳۶۹	۱۰۲	آجرهای سیلیکات کلسیم (ماسه آهکی)	
۱۲۳	کتابنامه معماری	۱۳۶۹	۱۰۳	اندازه گیری صدابندی سقف طاق ضربی	
۱۲۴	الیم و معماری خوزستان - خرمشهر	۱۳۶۹	۱۰۴	ضوابط و مقررات شهرسازی و معماری برای معلومین جسمی و حرکتی	
۱۲۵	ساختمانهای عمومی و معلومین	۱۳۶۹			
۱۲۶	اسپیسیم‌های پیش ساخته سنگین	۱۳۶۹			

ردیف	عنوان	تاریخ انتشار	ردیف	عنوان	تاریخ انتشار
۱۴۹	راهنمای عایقکاری حرارتی ساختمان	۱۳۷۱	۱۲۷	انلاف حرارت و میزان در ساختمانهای متداول	۱۳۶۹
۱۵۰	دیوارهای حاصل، مصالح بنایی و نیروزهایها	۱۳۷۱	۱۲۸	پیش بینی عمر مفید مصالح و اجزاء ساختمانها	۱۳۶۹
۱۵۱	بهنه بندی اقليمی ایران - مسکن و محیط های مسکونی	۱۳۷۲	۱۲۹	عملکرد عایقکاری حرارتی در ساختمان و بهینه سازی آن	۱۳۶۹
۱۵۲	اندازه گیری ضریب جذب صوتی برخی از مواد متخلخل	۱۳۷۱	۱۳۰	بن و اجرای آن	۱۳۷۰
۱۵۳	ارزیابی پوزولانهای ایران	۱۳۷۱	۱۳۱	شتانگاشتهای فروین و اهر - جلد اول	۱۳۷۰
۱۵۴	سمینار تعمیر و نگهداری ساختمان	۱۳۷۱	۱۳۲	ساختمانهای مسکونی مقاوم در برابر زلزله	۱۳۷۰
۱۵۵	مسکن و معلولین	۱۳۷۲	۱۳۳	کنفرانس آزاد زلزله ۳۱ خرداد ماه ۱۳۶۹ منجیل	۱۳۷۰
۱۵۶	توصیه ها و پیشنهادهای بایانی بن در سواحل و جزایر جنوبی کشور	۱۳۷۱	۱۳۴	(منطقه گیلان و زنجان)	۱۳۷۰
۱۵۷	پس لردهای زلزله ۳۱ خرداد ۱۳۶۹ منجیل - جلد اول	۱۳۷۱	۱۳۴	ساختمانهای پارکینگ	۱۳۷۰
۱۵۸	رس و سیمانهای استفنجی و سایر فرآیندها	۱۳۷۲	۱۳۵	ماشه استاندارد	۱۳۷۰
۱۵۹	ینجه در طراحی و نگهداری ساختمان	۱۳۷۱	۱۳۶	پیش نویس آیین نامه صدابندی در ساختمانها	۱۳۷۱
۱۶۰	طراحی و اجرای ساختمانهای چوبی	۱۳۷۱	۱۳۷	بررسی تولید صنعتی ساختمان در ایران	۱۳۷۰
۱۶۱	آسایش حرارتی در ساختمانهای مناطق گرم سیری	۱۳۷۱	۱۳۸	توصیه های بین المللی برای طرح و اجرای سازه های	۱۳۷۰
۱۶۲	فولاد روی انود	۱۳۷۱	۱۳۹	بنابی غیر مسلح و مسلح	۱۳۷۰
۱۶۳	ساختمان در مناطق زلزله خیز	۱۳۷۱	۱۳۹	سمینار مصالح و روش های ساخت ساختمانهای مسکونی و عمومی	۱۳۷۰
۱۶۴	گونه ها و استانداردهای طراحی شهری و مسکونی	۱۳۷۱	۱۴۰	تکنولوژی و دوام بن	۱۳۷۰
۱۶۵	طرح خانه های انتصادی از نظر مصرف انرژی در مناطق معتدل	۱۳۷۱	۱۴۱	خبرنامه علمی و عملکرد تحقیقاتی سال ۱۳۶۹	۱۳۷۰
۱۶۶	پس لردهای زلزله ۳۱ خرداد ۱۳۶۹ منجیل جلد دوم	۱۳۷۱	۱۴۲	سازه برای متخصصین معمار	۱۳۷۱
۱۶۷	الگوی ساخت مسکن در شهرهای خوزستان	۱۳۷۲	۱۴۳	شتانگاشتهای رو دسر (جلد دوم)	۱۳۷۰
۱۶۸	کتابشناسی تفسیری دفاع غیر عامل	۱۳۷۲	۱۴۴	خبرنامه علمی و عملکرد تحقیقاتی سال ۱۳۷۰	۱۳۷۰
۱۶۹	آبیابی و آبرسانی	۱۳۷۲	۱۴۵	ساختمانهای آموزشی و معلولین	۱۳۷۱
۱۷۰	پیش نویس آیین نامه طرح پلهای شوسه و راه آهن در برابر زلزله	۱۳۷۲	۱۴۶	حافظت کاندی بن های مسلح	۱۳۷۱
۱۷۱	اصول و ضوابط طراحی منطقه، روستا و واحد مسکونی « خوزستان »	۱۳۷۲	۱۴۷	سیمان های طبیعی	۱۳۷۱
۱۷۲	زلزله پدر عباس ۱۶ اسفند ۱۳۵۳	۱۳۷۳	۱۴۸	شتانگاشتهای آب بر، اردبیل، ... - جلد سوم	۱۳۷۰

ردیف	عنوان	تاریخ انتشار	ردیف	عنوان	تاریخ انتشار
۱۷۳	زلزله ناغان ۱۷ فروردین ۱۳۶۵ (پسلزه ها - جلد ششم)	۱۹۷	۱۳۷۳	زلزله چالدران (ترکیه) ۲ آذر ۱۳۵۵	۱۷۳
۱۷۴	طراحی و اجرای نظمات پیش ساخته بتنی در نما	۱۹۸	۱۳۷۳	زلزله پندر عباس اول فروردین ۱۳۵۶ (جلد اول)	۱۷۴
۱۷۵	خبرنامه علمی و عملکرد تحقیقاتی سال ۱۳۷۲	۱۹۹	۱۳۷۳	پس لرزه های زلزله پندر عباس اول فروردین ۱۳۵۶ (جلد دوم)	۱۷۵
۱۷۶	عملکرد ۱۰ ساله مرکز	۲۰۰	۱۳۷۳	زلزله وندیک ۱۶ آبان ۱۳۵۵ (جلد اول)	۱۷۶
۱۷۷	مبانی آکوستیک در ساختمانها	۲۰۱	۱۳۷۳	پس لرزه های وندیک ۱۶ آبان ۱۳۵۵ (جلد دوم)	۱۷۷
۱۷۸	باز طراحی، تعمیر و تقویت ساختمانها در نواحی زلزله خیز	۲۰۲	۱۳۷۳	پس لرزه های وندیک ۱۶ آبان ۱۳۵۵ (جلد سوم)	۱۷۸
۱۷۹	آکوستیک در طراحی استودیوها	۲۰۳	۱۳۷۲	مجموعه ای از اطلاعات شبکه شتابنگاری ایران	۱۷۹
۱۸۰	اصول هماهنگی مدلولار	۲۰۴	۱۳۷۲	مجموعه ای از اطلاعات شبکه شتابنگاری ایران - لانین	۱۸۰
۱۸۱	آجر رسی؛ خواص و تولید	۲۰۵	۱۳۷۲	بامبو، طلای سبز	۱۸۱
۱۸۲	آزمایشگاه غیر مخرب بتن - مغزه گیری	۲۰۶	۱۳۷۲	پایانی بتن (لانین)	۱۸۲
۱۸۳	مواد انشیاع کننده چوب	۲۰۷	۱۳۷۲	کاربرد رسویات سد سفید رود در صنایع ساختمانی	۱۸۳
۱۸۴	آشنایی با نقش و اهمیت آزمایشگاه آتش در ایمنی ساختمانها	۲۰۸		بورسی و مطالعه برای تدوین روش مناسب عیار سیمان در	۱۸۴
۱۸۵	اصول محاسبه انتقال حرارت در اجزای ساختمان	۲۱۱	۱۳۷۳	بتن های سخت شده	۱۸۵
۱۸۶	اصول و روش های اندوکلاری	۲۱۲	۱۳۷۳	زلزله قائن ۲۶ دیماه ۱۳۵۷ (جلد اول)	۱۸۶
۱۸۷	بررسی خواص دینامیکی زلزله ایران	۲۱۳	۱۳۷۳	زلزله قائن ۲۶ دیماه ۱۳۵۷ (جلد دوم)	۱۸۷
۱۸۸	عایق های رطوبتی یام	۲۱۴	۱۳۷۳	زلزله کربلا - خواص ۲۳ آبان ۱۳۵۸ (جلد اول)	۱۸۸
۱۸۹	(اصول و مبانی نظری)		۱۳۷۳	زلزله کربلا - خواص ۲۳ آبان (جلد دوم)	۱۸۹
۱۹۰	هماهنگی مدلولار در نظام طراحی و اجرای ساختمان	۲۱۶	۱۳۷۳	زلزله کربلا - بنیاد ۶ آذر ۱۳۵۸ (جلد دوم)	۱۹۰
۱۹۱	(از زبانی اندازه ها و ...)		۱۳۷۳	زلزله ناغان ۱۷ فروردین ۱۳۶۵	۱۹۱
۱۹۲	پوسته برنج و خاکستر آن در صنعت ساختمان	۲۱۸	۱۳۷۳	زلزله ناغان ۱۷ فروردین ۱۳۶۵ (پسلزه ها - جلد اول)	۱۹۲
۱۹۳	بورسی ذخیر خاک رس استان خوزستان برای پخت آجر	۲۱۹	۱۳۷۳	زلزله ناغان ۱۷ فروردین ۱۳۶۵ (پسلزه ها - جلد دوم)	۱۹۳
۱۹۴	پیشلرزه های زلزله ۳۰ خرداد ماه ۱۳۷۳ زنجیران (جلد اول)	۲۲۰	۱۳۷۳	زلزله ناغان ۱۷ فروردین ۱۳۶۵ (پسلزه ها - جلد سوم)	۱۹۴
۱۹۵	پیشلرزه های زلزله ۳۰ خرداد ماه ۱۳۷۳ زنجیران (جلد چهارم)	۲۲۱	۱۳۷۳	زلزله ناغان ۱۷ فروردین ۱۳۶۵ (پسلزه ها - جلد چهارم)	۱۹۵
۱۹۶	پیشلرزه های زلزله ۳۰ خرداد ماه ۱۳۷۳ زنجیران (جلد پنجم)	۲۲۲	۱۳۷۳	زلزله ناغان ۱۷ فروردین ۱۳۶۵ (پسلزه ها - جلد پنجم)	۱۹۶

تاریخ انتشار	عنوان	تاریخ انتشار	عنوان
۱۳۷۶	ساخت سیمان بنایی با پوسته برجع	۲۵۱	پیشلزهای زلزله ۳۰ خرداد ماه ۱۳۷۳ زنجیران (جلد ششم)
۱۳۷۶	گزارش عملکرد پژوهشی و آموزشی مرکز در سال ۱۳۷۵	۲۵۲	پیشلزهای زلزله ۳۰ خرداد ماه ۱۳۷۳ زنجیران (جلد هفتم)
۱۳۷۶	آین نامه طرح ساختمانها در برابر زلزله، ویرایش دوم	۲۵۳	زلزله ۳۰ خرداد ماه ۱۳۷۳ زنجیران
۱۳۷۶	اصول ایمنی حریق در ساختمانها	۲۵۴	پیشلزهای زلزله ۳۰ خرداد ماه ۱۳۷۳ زنجیران (جلد اول)
۱۳۷۶	زمینلرزه ۲۰ اردیبهشت ماه ۱۳۷۶ زیرکوه فاثنات	۲۵۵	پیشلزهای زلزله ۳۰ خرداد ماه ۱۳۷۳ زنجیران (جلد دوم)
۱۳۷۶	داده‌های پایه شبکه‌گاشتهای شبکه شبکه‌گاری کشور	۲۵۶	پیشلزهای زلزله ۳۰ خرداد ماه ۱۳۷۳ زنجیران (جلد سوم)
۱۳۷۶	هماهنگی مدولار در ساختمان - مبانی (آین نامه پیشنهادی)	۲۵۷	بررسی ملتهاي معمول ايران
۱۳۷۶	بررسی افت صوتی دیوارهای سبک	۲۵۸	ترکیبات و ویژگیهای فرق روان‌کننده‌ها
۱۳۷۷	مواد افزودنی روان‌کننده و فرق روان‌کننده (استاندارد پیشنهادی)	۲۵۹	رنگار اتصال ستون به شالوده‌های بتن آرمه
۱۳۷۶	اجزای معماری	۲۶۰	گزارش عملکرد پژوهشی و آموزشی مرکز در سال ۱۳۷۴
۱۳۷۶	طراحی در مهدکوک با امکانات موجود	۲۶۱	آین نامه طرح بلهای شوسه و راه‌آهن در برابر زلزله
۱۳۷۶	شوری و راهنمای نرم افزار CA2	۲۶۲	راهنمای طراحی معماری ساختمانهای بلند مسکونی
۱۳۷۶	حداصل بار واردہ بر ساختمانهای اینه فنی (استاندارد ۵۱۹) زیرچاپ	۲۶۳	کریاتسیون در سازه‌های بتن مسلح
۱۳۷۶	پیشلزهای زلزله ۴ اسفند ماه ۱۳۷۲ سفیدآبزیرچاپ (استان سیستان و بلوچستان)	۲۶۴	سیستم پیلغزشی برای محافظت ساختمانهای کوچک
۱۳۷۶	روشن اندازه گیری نویه در ساختمانها (استاندارد پیشنهادی)	۲۶۵	در برابر زلزله
۱۳۷۶	روشن اندازه گیری زمان واختش در یک فضای بسته (استاندارد پیشنهادی)	۲۶۶	نگرشی فلسفی به ضوابط محاسباتی ساختمانها در برابر زلزله
۱۳۷۶	اندوذکاری با مصالح آمیخته	۲۶۷	گزارش مقدماتی - فوری زمین لرزه ۱۶ بهمن ۱۳۷۵ (گرمان)
۱۳۷۶	گروه‌بندی (تیپ‌بندی) مدولار در ساختمان	۲۶۸	مواد افزودنی و مضاف و کاربرد آن در بتن
۱۳۷۶	مواد افزودنی حباب هواساز در بتن (استاندارد پیشنهادی)	۲۶۹	پلیمرها و سازه‌های مقاوم خاک مسلح
۱۳۷۶	محاسبه مقاومت دال‌های بتنی مرکب با ورق فولادی پروفیل شده در برابر آتش استاندارد	۲۷۰	مجموعه مقالات سمینار بین‌المللی میکروسیلیس
۱۳۷۷	ترکهای پلاستیک بتن (مجموعه بتن شناسی)	۲۷۱	ضوابط طراحی معماری پارکینگ‌های چند طبقه و پارکینگ‌های زیرزمینی
۱۳۷۷	مواد جایگزین سیمان در بتن (مجموعه بتن شناسی)	۲۷۲	راهنمای تصویری آین نامه طرح ساختمانها در برابر زلزله (آین نامه ۲۸۰۰ ایران)
۱۳۷۷	واکنش قلابی سنگدانه‌ها در بتن (مجموعه بتن شناسی)	۲۷۳	رنگار دیوارهای برشی در ساختمانهای متداول
۱۳۷۷	دوم بتن و نقش سیمان‌های پوزولانی	۲۷۴	بامبو، عنصر سازه‌ای در ساختمانهای سبک
			معیارهای گرینش ایستگاهها در شبکه شبکه‌گاری
			گزارش مقدماتی زمین لرزه سرعنین ۱۴/۱۲/۱۳۷۵
			زلزله ۵ بهمن ماه ۱۳۷۳ بندرعباس

- | | |
|-----------|---|
| ۱۰۰۰ ریال | ۵- مجله تازه‌های ساختمان و مسکن
- سال دوم شماره اول تابستان ۱۳۷۶ |
| ۱۰۰۰ ریال | ۶- مجله تازه‌های ساختمان و مسکن
- سال دوم شماره دوم پاییز ۱۳۷۶ |
| ۱۰۰۰ ریال | ۷- مجله تازه‌های ساختمان و مسکن
- سال دوم شماره سوم پاییز ۱۳۷۷ |

نقشه‌ها:

- ۱- نقشه بهنه بنده اقلیمی ایران و محیط های مسکونی ۱۳۷۰، ۵۰۰ ریال
- ۲- نقشه‌مراکز زمین لرزه‌ها و خطواره‌های زمین ساختی ایران ۱۳۷۲، ۴۰۰۰ ریال

مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن از سال ۱۳۷۲ آندام به انتشار تازه‌های استاد و مدارک کتابخانه نموده است که در حال حاضر بصورت فصلنامه منتشر و در اختیار علاقمندان قرار می‌گیرد.
همچنین انتشار مجله تازه‌های ساختمان و مسکن از تابستان ۱۳۷۵ آغاز و شماره‌های منتشر شده آن بشرح ذیل موجود است.

- | | |
|-----------|--|
| ۱۰۰۰ ریال | ۱- مجله تازه‌های ساختمان و مسکن
- سال اول شماره اول، تابستان ۱۳۷۵ |
| ۱۰۰۰ ریال | ۲- مجله تازه‌های ساختمان و مسکن
- سال اول شماره دوم پاییز ۱۳۷۵ |
| ۱۰۰۰ ریال | ۳- مجله تازه‌های ساختمان و مسکن
- سال اول شماره سوم زمستان ۱۳۷۵ |
| ۱۰۰۰ ریال | ۴- مجله تازه‌های ساختمان و مسکن
- سال اول شماره چهارم بهار ۱۳۷۶ |

ترجمه مقالات علمی و فنی

عنوان	تاریخ انتشار
۱- ملات بنایی	۱۳۵۸
۲- ترک خوردگی در ساختمانها	۱۳۵۸
۳- خشت های ثبیت شده با آهک	۱۳۵۸
۴- حمله سولفانها با آجرکاری	۱۳۵۸
۵- طرح روشنایی داخلی ساختمان و صرفه جویی در مصرف انرژی	۱۳۵۹
۶- بتن ریزی در هوای گرم	۱۳۵۹
۷- شوغاژ خورشیدی (با استفاده از جریان هوای گرم)	۱۳۵۹
۸- رطوبت بالا رونده در دیوارها	۱۳۵۹
۹- اخراج سیمان و خواص آن	۱۳۵۹
۱۰- تولید و کاربرد بتن سبک	۱۳۵۹
۱۱- پهبایی حرارتی برای گرم کردن مناطق مسکونی	۱۳۶۰
۱۲- بازسازی مناطق پس از سوانح طبیعی (زلزله)	۱۳۶۰
۱۳- خشت‌های ثبیت شده برای ساختمان	۱۳۶۰
۱۴- چگونه زلزله را بیشینی کنیم	۱۳۶۰
۱۵- صنعت ساختمان در مجارستان (توزيع محدود)	۱۳۶۰
۱۶- دو مقاله در مورد کاربرد خاکستر پوسته برنج در صنعت ساختمان	۱۳۶۱
۱۷- مخلوط های بتنی، مشخصات، طرح و کنترل مرغوبیت	۱۳۶۱
۱۸- وضعیت و سیاست مسکن در سوئد	۱۳۶۲
۱۹- نهضت نعاونی مسکن در نروژ	۱۳۶۲
۲۰- تعمیر آجرکاری	۱۳۶۳
۲۱- تشبیه فیزیکی و کاربرد آن در مسائل مکانیک خاک	۱۳۶۳
۲۲- مکانیزم خوردگی فولاد در بتن	۱۳۶۴
۲۳- منطقه چیست؟	۱۳۶۵
۲۴- دوام فولاد در بتن	۱۳۶۶
۲۵- آسایش حرارتی و طراحی ساختمان	۱۳۶۶
۲۶- بازسازی الاصالح و روشن	۱۳۶۶
۲۷- فولاد روى اندود	۱۳۶۶



مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

فرم درخواست اشتراک و خرید نشریات

<input type="checkbox"/> دانشجو	نام :
<input type="checkbox"/> پژوهشگر	نام خانوادگی :
<input type="checkbox"/> مهندس	تلفن :
<input type="checkbox"/> پیمانکار	آدرس :

لطفاً نشریات موجود در زمینه:

مهندسی ساختمان

معماری

هر یو موضوع را ارسال فرمایید.

حواله بانکی به مبلغ ریال به پیوست ارسال می‌گردد.

مبلغ سپرده (۵۰۰۰ ریال) بابت قیمت انتشارات است. لطفاً مبلغ فوق را به حساب شماره ۸۴۶/۱ خزانه بانک مرکزی (قابل پرداخت بر کلیه شعب بانک ملی) واریز فرمایید. برای دانشجویان تخفیف م adul ۱۰٪ در نظر گرفته می‌شود.

مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

بزرگراه شیخ فضل ا... دوری، بین شهری قدس و شهرک فردوسیان

مندوی پست: ۱۴۰۵-۱۴۰۶

تلفن: ۸۲۵۹۹۷۰-۸۲۵۵۶۷۲-۹

نایاب: ۸۲۵۵۹۴۱

پست الکترونیکی: BHRC@neda.net

Abstract

Mineral admixtures have found widespread applications in the concrete industry in many parts of the world. Their use apart from resulting in lowering cement and consequently energy consumption , may lead to improvements in concrete quality. Pozzolanas and slags are the most important mineral admixtures. Pozzolanas are silicious or silicious aluminous amorphous materials, which in the presence of moisture react with calcium hydroxide to produce cementing compounds. Pozzolanas include natural (volcanic materials, diatomaceous earth,...) and artificial pozzolans (fly- ash, silica fume,...).

Apart from pozzolanic activity blast - furnace slags, also possess cementing properties and if used in sufficient quantity can produce concrete with high quality.

In utilizing pozzolanas and slags, their conformance with relevant specifications and their effects on concrete properties such as workability or length of required curing time should be considered.



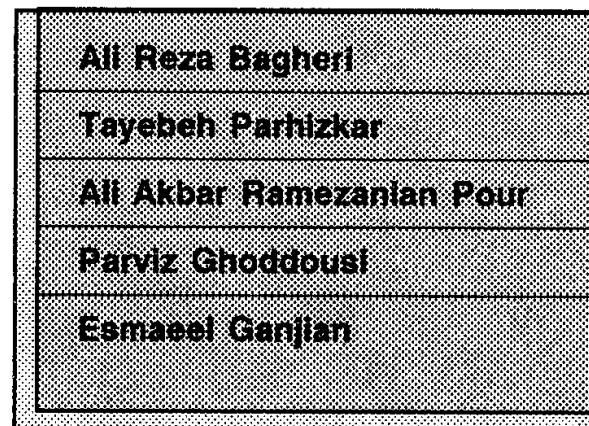
BUILDING AND HOUSING RESEARCH CENTER
Ministry of Housing & Urban Development
Islamic Republic of Iran

BHRC
272

Cement Replacement Materials in Concrete

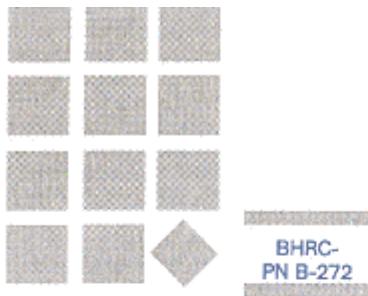
Concrete Technology Series
No.2

Prepared by: (In alphabetical order)



Publication no. 272

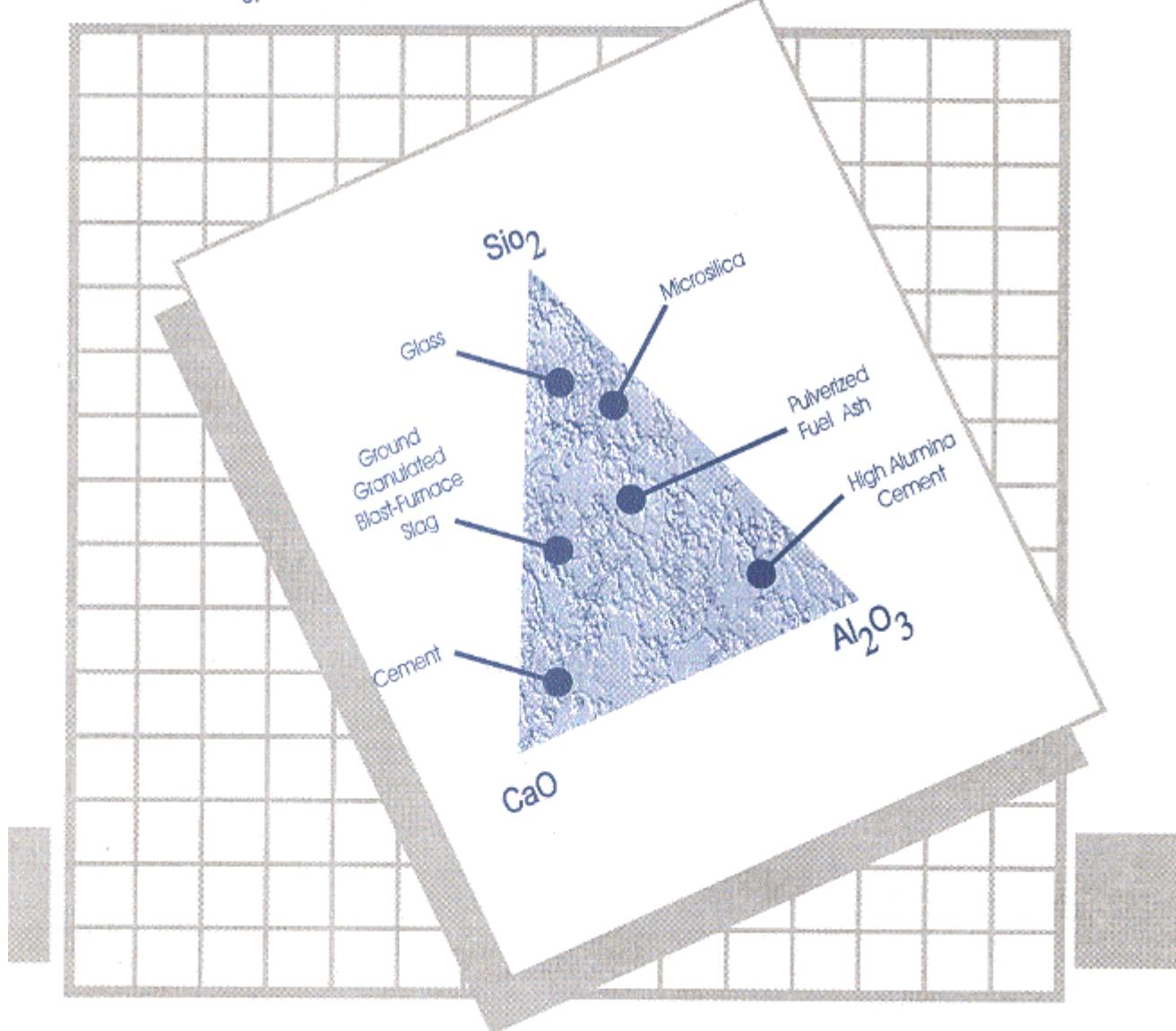
Spring 1998



BHRC

CEMENT REPLACEMENT MATERIALS IN CONCRETE

Concrete Technology Series No.2



Prepared by (In alphabetical order) : Ali Reza Bagheri
Tayebeh Parhizkar
Ali Akbar Ramezanian Pour
Parviz Ghoddousi
Esmaeel Ganjlan