بسم الله الرحمن الرحیم

دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده کشاورزی

استفاده از نانو ذرات برای ساخت مواد پرکننده درزهای انبساط و انقباض کانال های بتنی انتقال آب

پایان‌نامه کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی

سید علیرضا گوهری

اساتید راهنما

دکترجهانگیر عابدی کوپایی

دکترسید سعید اسلامیان

۱۳۸۷

دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده کشاورزی

پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته آبیاری و زهکشی آقای سید علیرضا گوهری

تحت عنوان

استفاده از نانو ذرات برای ساخت مواد پرکننده درزهای انبساط و انقباض کانال های بتنی انتقال آب

در تاریخ ۸۷/۷/۳۰ توسط کمیته تخصصی زیر مورد بررسی و تصویب نهایی قرار گرفت.

۱- استاد راهنمای پایان‌نامه	دکتر جهانگیر عابدی کوپایی
۲- استاد راهنمای پایان‌نامه	دکتر سید سعید اسلامیان
۳- استاد مشاور پایان‌نامه	دکتر رضا خدادادی
۴- استاد داور	دکتر منوچهر حیدرپور
۵- استاد داور	دکتر کیاچهر بهفرنیا
سرپرست تحصیلات تکمیلی دانشکده	دکتر فرشید نور بخش

تشکر و قدردانی

سپاس و ستایش او را سزد که یگانه و بی‌همتاست و ذات بی‌کرانش آکنده از علم ودانش و تهی از هر گونه نقص و اشتباهی است. از دریای نامتناهی کمالش بشر را موهبتی شگرف ارزانی داشت تا بشر با استعانت به عنایات خداوندیش راه کمال و آراستگی را برگزیند. اینک که با استعانت از خدای متعال و در پرتو الطاف بی دریغ خداوندیش برگی دیگر از دفتر زندگیم با تمامی خاطرات تلخ و شیرینش ورق خورد، به رسم ادب و سنت حسنه سپاس لازم می‌دانم از تمام کسانی که مرا در این مسیر یاری نمودند، تشکر و قدردانی نمایم. با این که می‌دانم فراتر از توان و بیان من است ولی امیدوارم که مراتب امتنان و احترام مرا پذیرا باشند.

از زحمات بی‌دریغ **پدر و مادرم** دو ستاره تابناک آسمان زندگیم، گنجینه های اخلاق و معرفت، یاران صادق روزهای سخت زندگانی که تلاش و همت را با محبت بی دریغ بر گستره ای از عشق و ایمان، ره توشه ام ساختند کمال تشکر و قدردانی را دارم. از زحمات و پشتیبانی های بی شائبه‌ی آرامش بخش زندگیم، **همسر عزیزم** که از هیچ کوششی نسبت به اینجانب فروگذار نبود، **خواهران عزیزم** که شادی بخش و یاور تک تک مراحل زندگیم بودند و همچنین **پدر و مادر همسرم** کمال تشکر را دارم.
از زحمات اساتید فاضل و بزرگوارم جناب آقای **دکتر جهانگیر عابدی** و جناب آقای **دکترسید سعید اسلامیان** که زحمت راهنمایی این پایان نامه را تقبل نموده و در کلیه مراحل تحقیق با رهنمودهای حکیمانه خود راهنماییم نمودند سپاسگزاری نموده و همچنین از زحمات بی دریغ جناب آقای **دکتر خدادادی** که در طول تحقیق از مشورت‌های ارزشمندشان نهایت استفاده را نموده‌ام وهمچنین از جناب آقای دکتر بهفرنیا و دکتر حیدرپور که زحمت بازخوانی این مجموعه را بر عهده داشتند، تشکر می‌نمایم.
از دیگر اساتید محترم گروه آبیاری و زهکشی جناب آقایان دکتر موسوی، دکتر مصطفی زاده، دکتر افضلی‌مهر، دکتر قیصری، مهندس لندی و مهندس سقائیان نژاد که توفیق شاگردی آنها در عرصه علم و زندگی نصیبم شده بود نهایت سپاسگزاری را داشته و از بابت تمامی کوتاهی‌هایی که در طول این مدت داشته‌ام و با بزرگواری خود تمامی آنها را بر این حقیر بخشیده‌اند پوزش می‌خواهم.

از همکاری ارزشمند دوستان عزیزم که از هیچ کوششی نسبت به من کوتاهی نکردند جناب آقایان مهندس زارعیان، مهندس فیروزفر، مهندس دارا، مهندس امیری، مهندس صیادپور، مهندس احمدی، مهندس براهیمی، مهندس خردادی، مهندس نوروزی، مهندس رجبی، مهندس دهقانی زاده و سرکار خانم مهندس برانگیزی، سرکار خانم مهندس شریفی و کلیه حضار محترم کمال تشکر را دارم. در پایان برخود لازم می دانم یاد و خاطره مرحوم حاج احمد شادمان کارمند آزمایشگاه مکانیک خاک دانشکده عمران که در بخشی از انجام این تحقیق بنده را یاری فرمودند، را گرامی بدارم.

علیرضا گوهری
آبان ۱۳۸۷

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات، ابتکارات و نوآوری‌های ناشی از تحقیق موضوع این پایان‌نامه متعلق به دانشگاه صنعتی اصفهان است.

تقدیم به:

دو ستاره درخشان آسمان زندگیم

پدر بزرگوارم

و

مادرمهربانم

گنجینه‌های اخلاق و معرفت، یاران صادق روزهای سخت زندگانی که تلاش و همت را با محبت بی‌دریغ بر گستره‌ای از عشق و ایمان، ره توشه‌ام ساختند و به من آموختند فرزانه زیستن را.

همسر مهربان و خواهران عزیزم

که در مراحل مختلف زندگی و انجام این پایان‌نامه یاور و پشتیبان من بوده‌اند.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فهرست مطالب.....هشت

چکیده.....۱

فصل اول: مقدمه و بررسی منابع ۲

۱- ۱- مقدمه.....۲

۱-۱-۱-درزهای پوشش کاتال.....۳

۱-۲- کاربرد ضایعات در صنعت.....۱۶

۱-۱-۲-پوزولان.....۱۶

۱-۱-۳-طبقه بندی و مشخصات استانداردها برای پوزولان.....۲۷

۱-۱-۴-خواص بتن‌های ساخته شده از سیمان پرتلند پوزولانی.....۳۰

۱-۱-۵-تولید پوزولان از بقایای گیاهی.....۴۱

فصل دوم: مواد و روشها ۴۹

۲-۱-کلیات.....۴۹

۲-۲-مصالح مورد استفاده و مشخصات آن‌ها.....۵۰

۲-۲-۱-سیمان.....۵۰

۲-۲-۲-مصالح سنگی.....۵۱

۲-۲-۳-پوزولان.....۵۶

۲- ۳-طرح اختلاط بتن.....۶۵

۲-۴-روش‌های اختلاط مصالح و ساختن بتن.....۷۲

۲-۵-روش‌های مراقبت از بتن.....۷۴

۲-۶-آزمایش تعیین اسلامپ بتن.....۷۵

۲-۷-انجام آزمایشات آزمایشگاهی.....۷۶

۲-۷-۱- تعیین مقاومت فشاری.....۷۷

۲-۷-۲- تعیین مقاومت کششی.....۷۸

۲-۷-۳- تعیین میزان تاثیر محیط سولفات دار بر روی نمونه ها.....۷۹

۲-۷-۴- تعیین مدول الاستیسیته ۸۲
فصل سوم: نتایج و بحث ۸۶
۳-۱-نتایج مربوط به تهیه پودرهای خرما و بامبوی مورد استفاده در این تحقیق ۸۶
۳-۲-نتایج مربوط به تهیه خاکستر گندم ۸۹
۳-۳- نتایج آزمایش‌های تعیین مقاومت فشاری ۹۰
۳-۴- نتایج آزمایش‌های تعیین مقاومت کششی ۹۷
۳-۵-نتایج تعیین تغییرات وزنی نمونه‌های نگهداری شده در محیط سولفات ۱۰۳
۳-۶-نتایج تعیین مدول الاستیسیته بتن ۱۰۴
فصل چهارم: نتیجه‌گیری و پیشنهادها ۱۰۹
۴-۱- نتیجه گیری ۱۰۹
۴-۲- پیشنهادها ۱۱۱
پیوست‌ها ۱۱۴
منابع ۱۱۹
چکیده انگلیسی ۱۲۵

چکیده

با توجه به موقعیت کشورمان، وجود ناهمواری‌های بسیار پراکنده و با داشتن متوسط بارندگی ۲۵۰ میلیمتر در سال، ایران جزء یکی از مناطق نسبتاً کم باران جهان محسوب می گردد. توزیع نامناسب مکانی و زمانی بارش باعث گردیده است که اکثر نقاط کشور ما آب به مقدار کافی نداشته باشند و یا در نقاطی که آب موجود است زمین زراعی به‌مقدار کافی در اختیار نیست و بعلت دوری مناطق کشاورزی و صنعتی اجبار به انتقال آب به مسافت های زیاد می باشد. متاسفانه این انتقال در کلیه موارد موجب اتلاف آب می گردد. بعبارتی حدود ۳۰ درصد آب مصرفی در کشاورزی به مصرف مفید مزرعه می رسد و ۷۰ درصدآن در مراحل مختلف انتقال، توزیع و مصرف به هدر می رود. پوشش کانال ها با هدف افزایش مقاومت دیواره های خاکی آنها در مقابل آب شستگی و نفوذ آب بمنظور افزایش راندمان انتقال یک امر ضروری است. از آنجایی که ارزانترین پوشش ها نیز هزینه قابل توجهی در بردارند، لذا انتخاب نوع پوشش باید با دقت زیادی صورت گیرد و ضمن انتخاب مناسب ترین پوشش، در جهت کاهش هزینه با حفظ مشخصات و خصوصیات مهندسی تلاش گردد. درزهای پوشش کانال شامل درزهای ساختمانی، درزهای انقباض و درزهای انبساط می باشند که به ترتیب با هدف سهولت اجرا، کنترل ترک‌های ناشی از افت بتن و انقباض ناشی از افت درجه حرارت در هنگام هیدراسیون و کنترل تغییر حجم ناشی از تغییرات درجه حرارت ایجاد می شوند. آب بندی و پر کردن درزها در کانال‌های آبیاری یکی از حساس ترین بخش‌های عملیات پوشش بشمار می رود. بحران انرژی و نیاز به صرفه جویی در مواد انرژی زا در تهیه و تولید مواد مختلف نظیر سیمان باعث گردیده است که کوششی همه جانبه در اقتصادی کردن تولید این فرآورده و بهبود بخشیدن به کیفیت آن در سطح جهان انجام پذیرد. یکی از قدم‌های موثر در حل این مشکل استفاده از مواد پوزولانی بصورت طبیعی و مصنوعی در سیمان است. استفاده از این مواد بعنوان جایگزین بخشی از سیمان، نه تنها بهای تمام شده بتن را تقلیل می دهد، بلکه باعث بهبود خواص بتن تازه و سخت شده می گردد.

در این تحقیق به‌منظور بررسی امکان استفاده از نانو ذرات برگ خرما و نی بامبو به‌جای بخشی از سیمان به عنوان ماده پرکننده درزهای انبساط و انقباض کانال‌های بتنی انتقال آب، مقاومت و دوام این نوع بتن‌ها در محیط‌های سولفاته و مقایسه آن با بتن کنترل مورد بررسی قرار گرفته است. گیاه بامبو و برگ نخل خرما را پس از خشک کردن به‌وسیله چاپر خرد کرده و بوسیله آسیاب گلوله‌ای و آسیاب لوس آنجلس به وسیله گلوله های فولادی که در آن قرار دارند به اندازه لازم آسیاب شدهخواهد شد تا به اندازه کافی نرم شده و به موادی با مقیاس نانو تبدیل گردید. سپس با استفاده از با جایگزینی مقادیر ۳۰، ۲۰، ۰ درصد از هر یک از دو ماده مورد آزمایش(بطور جداگانه) به جای سیمان و با غلظت معین برای هر مقدار درصد جایگزینی ذرات تعداد ۳۴۲ نمونه تهیه گردیده و خصوصیات مهندسی بتن ساخته شده مانند مقاومت فشاری، مقاومت کششی، مدول الاستیسیته و دوام مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصله نشان می‌دهد که مقادیر مقاومت فشاری و کششی تا سن ۱۸۰ روزه در بتن با ۲۰ درصد نانو ذرات بامبو تقریبا برابر با بتن کنترلی می‌باشد و در سایر تیمارها مقادیر مقاومت فشاری و کششی پائین‌تر از بتن کنترلی می‌باشد. در تمام تیمارها میزان کاهش وزن نمونه‌ها در اثر قرارگیری در محیط سولفات منیزیم نسبت به بتن کنترلی پائین‌تر می‌باشد بررسی مقادیر مدول الاستیسیته نشان می‌دهد که استفاده از پوزولان‌های برگ نخل و نی بامبو با عث کاهش مدول الاستیسیته می‌گردد که بتن تهیه شده دارای قابلیت کرنش بیشتری نسبت به بتن کنترلی می‌باشد که یکی از خصوصیات بسیار مهم ماده درزبند به‌شمار می‌رود.

فصل اول
مقدمه و بررسی منابع

۱-۱- مقدمه

در سال های اخیر در اقصی نقاط جهان موفقیت هایی در عرضه آب به صورت حجم زیاد قابل دستیابی برای زارعین به وجود آمده است و نتیجه آن تمایل زارعین به بهره گیری از این آب، جهت تولید محصولاتی که به آب بیشتر نیاز دارند و یا از نظر اقتصادی با ارزش ترند، گردیده است. کشاورزان از زراعت دیم به زراعت آبی روی آورده اند که حتی قادر باشند ۲ تا ۳ نوبت در سال کشت نمایند. در این روند که می توان به آن انقلاب سبز اطلاق نمود آبیاری نقش عمده ای را ایفا نموده است.

لیکن علیرغم این جهش ها و اختصاص سرمایه های کلان به توسعه منابع آب، عملکرد شبکه های آبیاری در طولانی مدت کمتر از حد انتظار است. این مطلب کلیت دارد و در مورد کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته صدق می کند. بنابراین پوشش کانال ها با هدف افزایش مقاومت دیواره های خاکی آنها در مقابل آب شستگی و نفوذ آب و تلفات دیگر آب به منظور افزایش راندمان انتقال یک امر ضروری است [۳].

از آن جایی که ارزانترین پوشش ها نیز هزینه قابل توجهی در بردارند لذا انتخاب نوع پوشش باید با دقت زیادی صورت گیرد و ضمن انتخاب مناسب ترین پوشش، در جهت کاهش هزینه با حفظ مشخصات و خصوصیات مهندسی تلاش گردد. به عبارتی حتی الامکان پوشش طوری انتخاب شود که ارزان، بادوام و

دارای حداقل نفوذپذیری بوده و نگهداری آن ساده و به راحتی نیز قابل دسترس باشد. یکی از پوشش های معمول کانال ها پوشش بتنی است[۴ و۶]. پوشش بتنی با توجه به عمر متوسط آن ها که در حدود ۴۰ سال است و همچنین هزینه نگهداری آن ها و عدم رشد گیاهان در اطراف و داخل آن و نیز وسایل مکانیکی که در حال حاضر در اکثر نقاط در دسترس می باشد از بهترین نوع پوشش هاست، ولی در عوض هزینه اجرای آن نیز گران بوده و سرمایه اولیه زیادی را لازم دارد. همچنین وجود نمک های سولفات در خاک و آب های زیرزمینی و آب آبیاری، خطر آسیب دیدگی و اسفنجی شدن بتن را همواره تهدید می کند. از جمله این نمک ها سولفات کلسیم، سولفات منیزیم و سولفات سدیم می باشند که وجود این نمک ها در خاک های مناطق خشک و نیمه خشک، صدمات جبران ناپذیری را بر کانال های آبیاری با پوشش بتنی وارد می سازد[۹].

احداث شبکه های آبیاری در خاک های گچی با مشکلاتی توام است زیرا اکسید کلسیم[۱] آزاد موجود در بتن کانال های آبیاری با سولفات محلول در آب آبیاری ترکیب شده منجر به تشکیل سولفات آلومینیوم و کلسیم[۲] می شود. ترکیب شیمیایی اخیر محتوی ۳۱ مولکول آب متبلور است و در نتیجه تشکیل آن با ازدیاد حجم همراه شده و به تدریج کانال های بتنی را می ترکاند. برای مبارزه با این امر و جلوگیری از انهدام کانال ها، توصیه شده است در مواردی که گچ آب آبیاری از ۳۰۰ تا ۴۰۰ میلی گرم سولفات در لیتر تجاوز کند، از سیمان مقاوم در مقابل سولفات مانند فراری[۳] و یا سولفادور[۴] استفاده شود[۲] و این در حالی است که استفاده از سیمان های ضد سولفات در چنین مواردی هزینه قابل توجهی را خواهد داشت. بنابراین تلاش در جهت کاهش هزینه اجرای کانال های آبیاری ضمن حفظ خصوصیات و معیارهای فنی و جلوگیری از صدمات وارد بر این سازه و جلوگیری از نشت و هدر رفت آب در مراحل مختلف انتقال و توزیع آب از اهمیت به سزایی برخوردار است.

۱-۱-۱-درزهای پوشش کانال

درزهای پوشش کانال شامل درزهای ساختمانی، درزهای انقباض و درزهای انبساط می باشند که به ترتیب با هدف سهولت اجرا، کنترل ترک های ناشی از افت بتن و انقباض ناشی از افت درجه حرارت در هنگام هیدراسیون و کنترل تغییر حجم ناشی از تغییرات درجه حرارت ایجاد می شوند.

---

[1] CaO
[2] Etringite
[3] Ferrari
[4] Sulfadur

الف: درزهای ساختمانی

در هر توقف عملیات بتن‌ریزی که موجب سخت شدن بتن می‌گردد، درز ساخت (درز اجرایی) به وجود می‌آید. به طور کلی هرگاه زمان قطع بتن‌ریزی از ۳۰ دقیقه تجاوز کند، باید آن نقطه را یک درز اجرایی به حساب آورد، مگر آنکه حالت خمیری بتن با تدابیری به آن بازگردانده شود. درز ساخت ممکن است دارای وضعیت های مختلفی باشد، ولی معمولاً قائم یا افقی است.

ب: درزهای انقباضی

این درزها معمولاً به منظور جلوگیری از بروز ترک های ناشی از جمع شدن بتن تعبیه می‌شوند. اگر در فواصل معین درز انقباض در نظر گرفته نشود، روی سطوح پیاده‌روها یا دیوارهای بتنی ترکهایی پدید خواهد آمد. آرماتورها غالباً می‌توانند محل بروز ترک ها را کنترل نمایند، همچنین، وجود درزهای انقباضی که محلشان به طور صحیح انتخاب شده باشد، می‌توانند مانع بروز ترک شوند. عملکرد این درزها به صورتی است که انقباض طرفین درز در محل درز متمرکز می‌گردد. در روسازیها جایی که دارای عرض بیش از ۳/۷۵ متر نباشد، درزهای ساختمانی بین نوارهای مجاور جوابگوی نیاز برای جمع‌شدگی طولی خواهند بود. برای سنگدانه‌های گرانیتی و آهکی فاصله درزهای روسازی معمولاً بین ۶ تا ۹ متر است. برای مصالح سنگی سیلیسی و روباره‌ها، این فاصله ۴/۸ تا ۶ متر است. در صورت تردید باید فاصله درزها کمتر اختیار شود. در فاصله حدود ۳۰ متر از انتهای آزاد روسازی و ۱۸ متر از هر درز انبساط، در محل هایی که قفل و بست دانه‌ها کم باشد، درزهای انقباض پدید خواهند آمد، در این نقاط باید زبانه‌هایی (که یک طرف آنها به بتن پیوستگی کامل دارد و طرف دیگر در غلافی بدون اصطکاک حرکت می‌کند، یا هر وسیله دیگری که قابلیت انتقال بار در جهت عمود بر زبانه را داشته باشد) تعبیه شود. به طور کلی ویژگی های یک درز کنترلی (انقباضی) مناسب عبارت است از:

۱- درزی که به دال اجازهٔ دهد آزادانه منقبض شود.
۲- اختلاف تغییر مکان عمودی دو طرف درز را محدود نماید.
۳- توانایی انتقال برش از میان درز را داشته باشد.
۴- توانایی ساخته شدن مطابق نقشهٔ طراحی شدهٔ قبلی را داشته باشد.
۵- هزینهٔ آن به صرفه بوده و اجرای آن نیاز به مهارت بالای کارگری نداشته باشد.
۶- اجازه دهد که بتن ریزی به طور پیوسته انجام شود و زمان زیادی در حالت انتظار برای بتن ریزی

پانل های نواری منفرد به هدر نرود.

ج: درزهای انبساط

این درزها برای جلوگیری از خراب شدن روسازیها در اثر فشار بیش از حد، فراهم ساختن امکان تعمیر قسمتی از جدول های بتنی پیاده‌روها و نظایر آن تعبیه می‌شوند. به طور کلی این درزها برای تأمین امکان انقباض و انبساط ناشی از تغییرات درجه حرارت، به طوری که در نقاط مختلف ساختمان ترک‌خوردگی و در مقاطع سازه تلاش های ثانوی زیاد، ایجاد نشوند، تعبیه می‌گردند. عملکرد این درزها باید به گونه‌ای باشد که انبساط و انقباض طرفین درز کاملاً همساز شوند، لازمه چنین درزهایی این است که هیچگونه پیوستگی در طرفین درز برقرار نباشد، چنین درزهایی باید با کمترین مقاومت در مقابل انقباض و انبساط قادر به باز یا بسته شدن باشند. عموماً این درزها در تمام قسمتهای سازه به طور پیوسته قرار گرفته و از کف تا سقف ادامه می‌یابند، برای حصول اطمینان از جدایی کامل دو قسمت مجاور رعایت این مسئله ضروری است.

مصالح مصرفی در درزهای ساختمانی

برای اجرای درزهای ساختمانی معمولاً مصالح زیر مورد استفاده قرار می‌گیرد:

الف: مصالح پرکننده درز (فیلر[5])

این مواد ممکن است در بر دارنده الیاف گیاهی، لاستیک، ترکیبات آسفالتی، چوب‌پنبه و مانند آنها باشند. اهم ویژگی های مصالح پرکننده برخورداری از دوام زیاد، جاگیری و شکل‌گیری در درزها و قابلیت ارتجاع و عدم ایجاد اتصال محکم با درز می باشند.

ب: مصالح آب‌بندی

مصالح آب‌بندی به منظور نفوذناپذیری در مقابل باد و باران و رطوبت به کار می‌روند. مصالح آب‌بندی باید طبق نقشه ها و مشخصات خصوصی و با تأیید دستگاه نظارت به کار گرفته شود. مصالح آب‌بندی باید از نوعی باشد که به درز آسیب وارد نیاورده و سبب کم و زیاد شدن ابعاد آن نشود. برای آب‌بندی انواع مختلف مصالح فلزی، لاستیکی و یا پلاستیکی به کار می‌رود.

به منظور طراحی درزهای انقباضی و فواصل درزها بایستی به این موارد توجه گردد: بنا بر توصیهٔ

---

[5] Filler

انجمن بتن آمریکا[6] و انجمن پوشش های بتنی آمریکا[7] حداکثر فواصل درزها بین ۲۴ برابر تا ۳۶ برابر ضخامت دال می باشد. ACI تصریح می کنند این عدد برای بتن های با اسلامپ بالا (چنانچه حداکثر اندازهٔ دانه ها کمتر از ۲۰ میلیمتر باشد) ۲۴ برابر بوده ولی با کاهش اسلامپ بتن می توان فواصل درزها را تا ۳۶ برابر ضخامت دال افزایش داد. حداکثر فواصل درزها به عدد ۴۵۷۲ میلی‌متر محدود می شوند. پانل های تشکیل دهنده ی درزها باید تا حد امکان مربعی بوده و حداکثر نسبت طول به عرض آنها بنابر توصیهٔ ACPA از ۱/۲۵ و بنابر توصیهٔ ACI از ۱/۵ برابر، تجاوز نکند. بهتر است زاویهٔ تقاطع درزها ۹۰° باشد. باید از طراحی درزها با زاویهٔ تقاطع کمتر از ۶۰° جداً پرهیز نمود.

خواص ماده درزگیر بر اساس توصیه ACI

بند ۵-۲-۴-۴ از ACI 302,1R در مورد درزگیری تصریح می کند که درزگیری برای تأمین اهداف زیر انجام می شود:

۱- مانع نفوذ آب به داخل بتن شود. این آب در فصول سرد یخ بسته و مشکلاتی پدید می آورد. همچنین باعث خوردگی فولاد می شود.
۲- بهبود عملکرد درز
۳- تسریع و تسهیل در تمیز کردن درز

شکل درز و خواص درزگیر بنا به توصیه انجمن بزرگ راه های آمریکا

۱- هدف از کاربرد درزگیر جلوگیری از نفوذ آب و مصالح غیرقابل تراکم به داخل درز می باشد. اگر چه نتوان ورود آب را به طور کامل از بین برد، لیکن لازم است مقدار آن به حداقل برسد. نفوذ آب باعث تخریب درز می گردد. مصالح غیرقابل تراکم نیز از نزدیک شدن لبهٔ درزها در حین انبساط دال جلوگیری کرده و به تخریب درز می انجامد.

۲- خواص مادهٔ درزگیر، تأثیر بسزایی بر عملکرد درز خواهد شد. مواد درزگیر درجهٔ بالا نظیر سیلیکون و درزگیرهای فشاری پیش ساخته برای درزگیری همهٔ انواع درزها توصیه می شوند. از آنجا که این مصالح گرانتر هستند، طول عمر مفید بیشتری دارند.

۴- وقتی از درزگیرهای فشاری پیش ساخته استفاده می شود، درز را باید به نحوی طراحی نمود که

---

[6] ACI
[7] ACPA

درزگیر همیشه دارای کرنشی معادل ۲۰ تا ۵۰ درصد باشد[۱۲].

آب بندی و پر کردن درزها در کانال‌های آبیاری یکی از حساس ترین بخش‌های عملیات پوشش بشمار می رود. در این زمینه کیفیت مواد آب بند و پرکننده و همچنین اجرای صحیح آنها حائز اهمیت فراوان می باشد. یکی از فاکتورهای مهم کیفی مصالح درز بندی، مقاومت و پایداری آنها در شرایط جوی سخت (عدم ایجاد شکنندگی در آنها تحت سرما و یا روان شده تحت تأثیر گرمای زیاد) می باشد. معمولاً مانور مصالح مذکور بین ۱۰- تا ۶۰+ درجه سانتیگراد تعیین می گردد، لیکن این ویژگی در شرایط ویژه قابل تغییر می باشد. تمیز بودن درزها از گرد و خاک، چربی، رسوب و غیره هنگام آب بندی و درزبندی از اهمیت فوق العاده ای برخوردار است و با توجه به مشکلات فراوان تمیز کردن درزها، انجام اندود آب بند و پرکننده درزبند بلافاصله پس از انجام پوشش بتنی، اکیداً توصیه می گردد. مواد آب‌بند که عموماً از پایه و اساس قیری برخوردارند بصورت اندود در محل درزها و در تمامی سطوح آن با استفاده از بررسیهای مخصوص به ضخامت ۲ میلیمتر اجرا شده و آنرا غیرقابل نفوذ می سازد. پس از آن مواد درزبند قابل انعطاف به صورت فتیله در درون درزها قرار گرفته و با تسمه‌های مخصوص فشرده و صاف می گردند. دقت در انجام آب بندی و درزبندی نیز علاوه بر صحت عملکرد عملیات، در زیبایی ظاهری کانال نقش مؤثری را ایفا می نماید.

یکی از مشکلات شایع در ساخت منابع ذخیره آب مشکل آببندی نمودن آن ها پس از اتمام کار می باشد. عوامل اصلی آببندی نشدن منابع ذخیره آب به شرح زیر است :

الف) وجود منافذ ریز ناشی از انتخاب نامناسب مصالح، ساخت و عمل آوری و اجرای بد و ضعیف بتن

ب) وجود شکاف های ریز ناشی از ترک خوردن بتن بر اثر انقباض و انبساط

ج) قرار گرفتن زود هنگام بتن در معرض سرما و یا گرمای شدید و در نتیجه ضعیف و یا پوک شدن آن

د) عایق کاری نامناسب اولیه و یا صدمه دیدن عایق کاری در حین اجرا

ه) استفاده نکردن از آب بند[۸] (واتر استاپ) و یا مصرف نادرست آن

روش های آب بندی سازه های بتنی

آب بندی سازه‌های بتنی معمولا به دو روش کلاسیک و مدرن صورت می‌گیرد.

الف) روش کلاسیک

در این روش با استفاده از ملاتی دو جزئی شامل پودر ترمیم کننده۱ -RM و رزین ۱۱۰ -VA به شرح ذیل می توان منابع را آببندی نمود :

ابتدا یک حجم رزین VA-۱۱۰ با ۲ الی ۳ حجم آب مخلوط شده سپس با اضافه کردن پودر RM-۱ ملات خمیری شکل ساخته شود. از این ملات جهت انجام پوشش به روش ذیل استفاده می شود:

ـ سطح زیر کار کاملا" تمیز و عاری از هرگونه گرد و غبار و آلودگی نفتی و روغنی شود.

ـ شکاف های عمیق به وسیله ملات ضد آب پر شود.

ـ یک لایه توسط رزین رقیق شده به وسیله پیستوله و یا برس بر روی زیر کارکشیده شود (لایه پرایمر).

ـ پس از دو نیم شدن لایه پرایمر، یک لایه نازک از ملات ضد آب به ضخامت ۲ میلی متر الی۳ میلی متر بر روی سطح بکشید. خاصیت کارپذیری فوق العاده عالی این ملات، این کار را به راحتی گچکاری امکان پذیرمی سازد. چون لایه اجراء شده بسیار نازک است نگهداری آن فوق العاده حائز اهمیت است. برای این منظوریک لایه با استفاده از رزین رقیق شده با پیستوله یا برس برروی سطح کشیده شود.

ب) روش مدرن

در این روش با استفاده از ماده پنترون[۹] (ساخت شرکت آمریکائی ICS-Penetron) پوششی بر روی سطوح انجام می شود. این پوشش منبع بتنی را صد در صد نفوذ ناپذیر می کند.

الف: پنترون

پنترون ماده ای پودری شکل است که پس از آن که با نسبت معینی آب مخلوط شد تبدیل به مایعی غلیظ مانند رنگ می شود . پنترون دارای ماده شیمیائی فعالی می باشد که با نفوذ بدرون ماتریس بتن با آب موجود در خلل و فرج بتن و خمیر سیمان تشکیل کریستال داده، آنها را کاملا پر کرده و بدین طریق منافذ بتن مسدود شده و نهایتا آببند می شود.

مزایای پنترون

بعلت دائمی بودن واکنش تشکیل کریستال، درون سازه بتنی همیشه خشک باقی می ماند. در محیط خشک میلگردها سالم باقی می مانند و احتمال خوردگی یا زنگ زدگی از بین می رود. از دیگر مزایای این ماده می توان به موارد زیر اشاره کرد:

ـ تا فشار ۱۶ آتمسفر نفوذ ناپذیر است.

---

[9] Penetron

ـ در محیط های شیمیائی در محدوده ۱۱- ۳= pH مقاوم است.

ـ لایه اجرا شده دارای چسبندگی زیادی بسطح زیرین می باشد بطوری که تا ۲۵۰psi فشارجدا نمی شود.

ـ بتن را با تغییر ماهیت آن آب‌بندی می کند، بطوری که اگر لایه پوشش داده شده هم کنده شود آسیبی به آببندی منبع وارد نمی‌شود.

ب: امولسیون قیري[10]

امولسیون قیري BEM-B4 خميري غليظ وآماده مصرف مي باشد كه با استفاده از قير، رزين و حلال هاي مخصوص توليد مي گردد. اين ماده به راحتي با آب رقيق شده و براي عايقكاري سطوح مختلف مانند سقف هاي افقي يا شيبدار، كف سرويس‌ها و غيره بكارمي رود. امولسيون قيري BEM-B4 بعلت داشتن رزين هاي مخصوص در مقابل عوامل جوي، املاح معد ني و اسيدهاي رقيق مقاوم مي باشد. پوشش انجام شده توسط BEM-B4 پس از خشك شدن قشري انعطاف پذير و ضد آب تشكيل مي‌دهد كه تا دماي ۱۵۰ درجه سانتي گراد حتي بر روي سطوح قائم روان نمي گردد و در درجه حرارت هاي پائين نيز انعطاف پذير باقي مي ماند.

موارد مصرف :

جهت عايقكاري در موارد زير بكار مي رود:

ـ سطوح مختلف نظير سقفهاي افقي يا شيبدار

ـ سرويس‌هاي ساختمان

ـ ديوارهاي قائم داخلي و خارجي ساختمان

ـ منابع كوچك و بزرگ آب

ـ سازه هاي بتني و فلزي

مـزايـا :

به علت رقيق شدن با آب انجام عمليات عايقكاري به سهولت، با اطمينان و بي خطر انجام مي شود. در دماي بالا تا ۱۵۰ درجه سانتي گراد و دماي زير صفر قابل انعطاف باقي مي ماند. آب موجود در BEM-B4 بسته به شرايط آب و هوائي در ظرف مدت ۰/۵ الي ۴ ساعت خشك شده و پس ازآن لايه ايجاد شده صد درصد درمقابل نفوذ آب مقاوم مي‌شود.

---

[10] Bituminous Emulsion BEM –B4

ج: آني گير سيمان[11]

آني گير سيمان ES-50P محلولي است كه پس از اضافه شدن به سيمان باعث كاهش زمان گيرش آن به كمتر از يک دقيقه مي گردد. از اين محلول براي جلوگيري از نشت شديد آب در سازه‌هاي بتني، منابع و مخازن، زيرزمين‌ها و به طور كلي كليه مواردي كه نياز به جلوگيري موقت و يا دائم نشت آن باشد استفاده مي گردد.

موارد مصرف:

مصرف عمده ES-50P در عمليات ترميمي يا ساخت ساز بر روي سطوح خيس مي‌باشد. در اين موارد ابتدا بايد سطح را خشک نمود تا عمليات ترميمي يا ساخت ساز بر روي آن امكان پذير باشد. استفاده از ES-50P اين امكان را فراهم مي‌آورد.

روش و ميزان مصرف:

يک حجم محلول آني گير سيمانQS–1 را با دو حجم سيمان مخلوط و استفاده نمائيد. روش معمول مصرف به اين صورت است كه محلول آني گير سيمان QS–1 را در ظرف مناسبي ريخته و سيمان را به طور يكنواخت و سريع به آن اضافه نموده و به سرعت و به مدت كوتاهي مخلوط كرده تا خمير يكنواختي به دست آيد و بلافاصله با دست آن را در محل نشت قرار داده و فشار دهيد تا سفت شود. زمان گيرش مخلوط ۳۰ الي ۴۵ ثانيه از زمان آغاز مخلوط كردن مي باشد. افزايش دماي محيط و مواد باعث سرعت انجام واكنش و كوتاهتر شدن زمان گيرش مي شود.

برای سطوح با نشت وسيع بايستی به صورت تكه تكه عمل شودو سعي شود تا نشت آب را به يک نقطه هدايت گردد سپس با قرار دادن يک تكه لوله P.V.C در محل نشت، آب را به خارج انتقال داده و اطراف آن را محكم نموده سپس با قرار دادن يک قطعه سنگ يا بتن در داخل لوله جلوی نفوذ آب را موقتا گرفته و بلافاصله روي آن با ملات آني گيرپوشانده شود. اضافه كردن آب جهت رقيق نمودن باعث بهم خوردن زمان گيرش و كاهش كيفيت شده و توصيه نمي شود. در صورت لزوم مي توان مقداري ماسه نرم به سيمان اضافه نموده در اينصورت مقدار مصرف آني گير متناسب با غلظت مورد نظر ملات مصرفي با سعي و خطا انتخاب می‌شود.

د: پوشش محافظ نما[12]

---

[11]Extra Quick Setting Compound ES -50P

[12] Surface Protective COM -C 4 Coating

پوشش محافظ نمای COM-C4 که بر پایه رزین های اکریلیکی تقویت شده تولید می گردد. این محصول ماده ای مناسب جهت بالابردن دوام و محافظت از زیبائی طبیعی نماهای آجری و سیمانی در مقابل عوامل مخرب جوی نظیر باران، باد، تابش خورشید وآلودگی های هوا بویژه در شهرهای بزرگ و مناطق شرجی است.

پوشش محافظ COM-C4 با ایجاد لایه ای بی رنگ برروی سطح آن را نفوذ ناپذیر کرده و بدینوسیله با ممانعت از ورود رطوبت، آلودگی‌ها و سایر مواد مخرب موجود در فضا به درون خلل و فرج مصالح از انجام واکنش‌های شیمیایی که باعث تخریب و کثیف شدن نما می شوند جلوگیری نموده و به همین خاطر سطوح پوشش شده با این ماده به راحتی با آب شسته و به شکل اول خود بر می گردند.

ه: پوشش محافظتي بتن[13]

PC-B 4 ماده اي است يک جزئي با قدرت محافظتي عالي براي سطوح بتني و فلزي که برپايه مواد قيري، حلال و رزين توليد مي شود. اين ماده داراي چسبندگي زياد بر روي سطوح بتني و فلزي مي باشد. PC -B 4 را ميتوان براى محافظت سطوح در فضاى آزاد و يا سازه هائي که درون آب يا داخل خاک قرار خواهند گرفت بکار برد.

موارد مصرف:

PC -B 4 جهت حفاظت سطوح سازه های بتني و فلزي در شرايط سخت جوی و زمين هاي مرطوب با املاح خورنده بکار می‌رود. از جمله اين سازه ها می توان به مثال هاي زير اشاره کرد:

مخازن آب آشاميدني ، سيلوهاى ذخيره بتني و فلزى ، منابع بتني ، لوله هاي بتني و فلزى و همچنين سازه های کناردريا در نواحي شمال و جنوب ايران.

و: دير گير بتن[14]

ديرگير کننده COMEX C44 قوی ترين پايه ديرگير کننده ها در بتن هستند که با مقدار مصرف بسيار پائين دارای بالاترين اثرات ديرگير بدون اينکه بر روی مقاومت نهايی بتن اثر سوئی داشته باشند .

COMEX C44 بصورت پودر صورتی رنگ می‌باشد که مستقيماً بر روی هيدراتاسيون سيمان اثر

---

[13] Concrete Protective Coating PC -B 4
[14] Concrete Retarder COMEX C44

گذاشته و بر مبنای مقدار مصرف آن زمان گیرش را می‌تواند تا ساعت ها به تاخیر بیاندازد.

COMEX C44 اثرات خوبی بر روی مقاومت‌های مکانیکی داشته و همچنین بدلیل کاهش گرمای هیدراتاسیون سازه بتنی را در مقابل ترک‌های ناشی از انبساط‌های حرارتی مصون می‌دارد. دیرگیر COMEX C44 را به آب مصرفی بتن اضافه کرده به مدت ۳ دقیقه مخلوط نموده و سنگدانه را اضافه کرده و تا ساخت بتن مورد درخواست به اختلاط آن ادامه دهید. مقدار مصرف COMEX C44 بمیزان ۲ % وزن سیمان مصرفی می‌باشد.

از مزایای این ماده می توان به کاهش حرارت هیدراتاسیون در بتن ریزی های حجیم، جلو گیری از ایجاد ترک‌های سطحی، کاهش اثرات جمع شدگی خمیری و حرارتی بتن و نداشتن اثر سو بر روی مقاومت نهائی بتن اشاره کرد.

ح: ماستیک درزبندي (گرم ریز)[۱۵]

ماستیک HJS -T6 ماده اي است يک جزئي بر پايه قير، لاستيک و رزين که پس از گرم کردن تا حد رواني داخل درزهاي افقي و عمودی انبساط ريخته مي‌شود. این ماده دارای چسبندگي فوق العاده زیادی بوده و پس از سرد شدن تا چند برابر اندازه خود کش آمده و دوباره به حالت اول برگشته و از سطح کار جدا نمی‌شود. از این ماده برای چسباندن قطعاتي که احتياج به انعطاف در ناحيه اتصال دارند نيز مي-توان استفاده نمود .

موارد مصرف :

- جهت پرکردن درزهای انبساط و ساختماني
- جاده های بتني و پارکینگ‌ها و پیاده روها
- کف‌های بتني کارخانجات صنعتي
- بام‌ها و تراس‌ها
- منابع بتني ذخيره آب، استخرها و کانال‌های آب رساني

مزايا :

- دردرجه حرارت‌های پایین قابلیت انعطاف آن محفوظ مي‌ماند.
- در مقابل آب دریا و شرایط جوی مقاوم مي‌باشد.
- دارای قدرت چسبندگي بسيار عالي بر روی اغلب مواد مي‌باشد.

---

[15] Joint Sealant (Hot) HJS -T6