



وزارت جهاد کشاورزی

سازمان جهاد کشاورزی استان همدان

مسائل و مشکلات پوشش بتنی کانال‌های آبیاری



بسمه تعالی

مسائل و مشکلات پوشش بتنی کانال‌های آبیاری

• **عنوان:** مسائل و مشکلات پوشش بتنی کانال‌های آبیاری

• **نظارت فنی:** مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان

• **تهیه‌کنندگان:**

رضا بهراملو - عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی

محمود فیروزفر - مدیر آب و خاکو امور فنی و مهندسی سازمان جهاد کشاورزی استان همدان

محسن محجوب - کارشناس ارشد سازمان جهاد کشاورزی استان همدان

• **ویرایش:**

حمید ترابی - کارشناس ارشد مدیریت آب خاک

نادر عباسی - عضو هیئت علمی موسسه فنی و مهندسی

• **شماره‌گان:** ۵۰۰ جلد

• **سال انتشار:** ۱۳۹۰

• **طراحی و چاپ:** موسسه ریزپرداز هنر

• **ناشر:** مدیریت هماهنگی ترویج کشاورزی

مخاطبین و بهره‌برداران نشریه

- مدیران و کارشناسان آب و خاک و امور فنی و مهندسی
- شرکت‌های مهندسی مشاور و پیمانکاران پروژه‌های شبکه‌های آبیاری
- بهره‌برداران شبکه‌های آبیاری

هدف‌های آموزشی

- با مطالعه‌ی این نشریه با
- مشکلات موجود پوشش‌های بتنی آبیاری
- عوامل مختلف تخریب پوشش بتنی کانال‌های آبیاری
- روش‌های ترمیم و بازسازی پوشش‌های بتنی تخریب شده آشنا می‌شوید.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۴	۱- مقدمه.....
۴	۲- بتن و کاربرد آن در پوشش کانال‌های آبیاری... ..
۵	۳- عوامل تخریب پوشش بتنی کانال‌ها
۵	۱-۳ - عوامل داخلی
۵	الف- نفوذ پذیری بتن
۶	ب- مقاومت کم در مقابل فشار و خمیدگی.....
۷	ج- کرمو بودن نمونه‌ها.....
۸	۲-۳ - عوامل خارجی و محیطی
۸	الف - عوامل شیمیائی
۹	ب- عوامل فیزیکی
۱۱	ج- عوامل مکانیکی
۱۲	۴- عوامل اجرایی
۱۳	۵- عوامل طراحی
۱۳	پیشنهادات
۱۵	خلاصه مطالب.....
۱۶	خود آزمایی.....
۱۶	۸- ...

۱- مقدمه:

بخش کشاورزی بیش از ۹۰ درصد آب استحصالی کشور را مصرف می‌کند. بخش‌هایی از اراضی کشاورزی از لحاظ پستی و بلندی به صورت تپه ماهور و کوهستانی است و اغلب رودخانه‌های موجود در این مناطق به صورت فصلی می‌باشد. یکی از راه‌های جلوگیری از اتلاف منابع آب در کشاورزی، استفاده از مصالح مناسب در پوشش کانال‌ها برای جلوگیری از تلفات و افزایش راندمان انتقال و توزیع آب می‌باشد. در استان همدان حجم کل آب مصرفی سالانه بالغ بر ۲۵۹۹/۶ میلیون مترمکعب می‌باشد که حدود ۹۱ درصد آن در کشاورزی، ۷ درصد برای مصارف خانگی ۲ درصد در صنعت و خدمات مصرف می‌شود. با توجه به حجم بالای مصرف آب در کشاورزی، با کم کردن تلفات، بهره‌وری مناسب‌تری از این منابع خواهیم داشت. پوشش کانال‌ها بر اساس مشخصات فنی، میزان تاثیر پذیری از شرایط محیطی و نحوه جریان آب، دارای استحکام و میزان تلفات متفاوتی هستند. لذا ضروری است در مناطق مختلف پوشش کانال‌های موجود مورد ارزیابی قرار گیرند و پوشش مناسب از لحاظ کاهش تلفات و استفاده مناسب از منابع آب انتخاب گردد.

۲- بتن و کاربرد آن در پوشش کانال‌های آبیاری:

در استان همدان ۸۰۰ کیلومتر کانال پوشش‌دار انتقال و توزیع آب وجود دارد که ۶۰ درصد آن‌ها پوشش بتنی و مابقی دارای پوشش‌های دیگری هستند. با توجه به نوسانات شدید دمائی و ذوب و یخبندان‌های مکرر در اقلیم سرد، اغلب پوشش‌های بتنی دچار ترک خوردگی و تخریب می‌شوند.

یکی از خصوصیات اصلی یک بتن خوب دوام و استحکام آن است، اگر دوام در حد قابل

قبول نباشد در مدت کوتاهی پس از اجرا دچار ترک خوردگی و تخریب می‌شود. تخریب با ترک‌های ریز در سطح بتن شروع می‌شود. پس از مدتی با نفوذ عوامل خوردنده، شکاف‌ها باز شده و سبب از هم پاشیدگی بتن می‌گردد. پوشش بتنی کانال‌های آبیاری که در سطح وسیع در کشور اجرا می‌شود در خیلی از موارد با مشکلات ترک خوردگی و تخریب مواجه می‌گردد (شکل ۱).



شکل ۱- ترک خوردگی پوشش بتنی در کانال‌های آبیاری

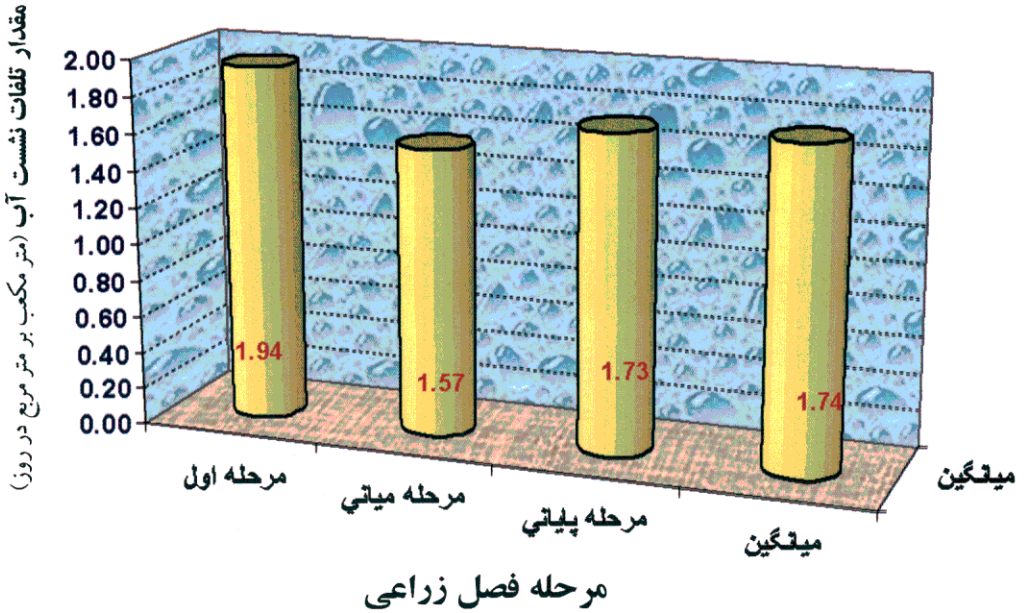
۳- عوامل تخریب پوشش بتنی کانال:

۱-۳ عوامل داخلی

الف: نفوذ پذیری بتن:

نفوذپذیری بتن در اثر اختلاط نامناسب سنگدانه‌ها، ویبره‌زنی کم، نسبت بالای آب به سیمان، ورود عوامل خوردنده شیمیائی و عمل آوری نامناسب ایجاد می‌شود. این عوامل باعث پوکی و اسفنجی شدن بتن می‌گردد و افزایش تلفات در کانال‌های آبیاری می‌شود. برای بررسی مقدار تلفات در پوشش بتنی کانال‌های آبیاری، کانال‌های آبیاری دشت بهار که از مناطق عمده کشاورزی استان همدان است، مورد مطالعه قرار گرفت. که بر اساس

۷۴/۱ مترمکعب در مترمربع در روز می‌باشد. مقدار بالای این تلفات به دلیل ترک خوردگی و تخریب پوشش بتنی می‌باشد.



شکل ۲- ترک خوردگی پوشش بتنی در کانال‌های آبیاری

ب- مقاومت کم در مقابل فشار و خمیدگی :

اگر چنانچه مقاوت در مقابل فشار و خمیدگی بتن در پوشش کانال‌های آبیاری کم باشد، با کوچک‌ترین فشار وارد شده از سوی خاک بستر، محیط و یا انسان، پوشش مربوطه دچار ترک خوردگی و تخریب می‌شود. معمولاً مقاوت در مقابل فشار و خمیدگی بر اثر اختلاط نامناسب سنگدانه‌ها و سیمان، دانه بندی نامناسب، ناهمگن بودن سنگ‌دانه‌ها، کرم‌بودن و تراکم نامناسب کم می‌شود (شکل ۳ و ۴). مقدار مقاوت در مقابل فشار در برخی از کانال‌های استان همدان ۶۱ کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع و بسیار

کمتر از حد استاندارد (حدود ۳۰۰ کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع) می‌باشد.



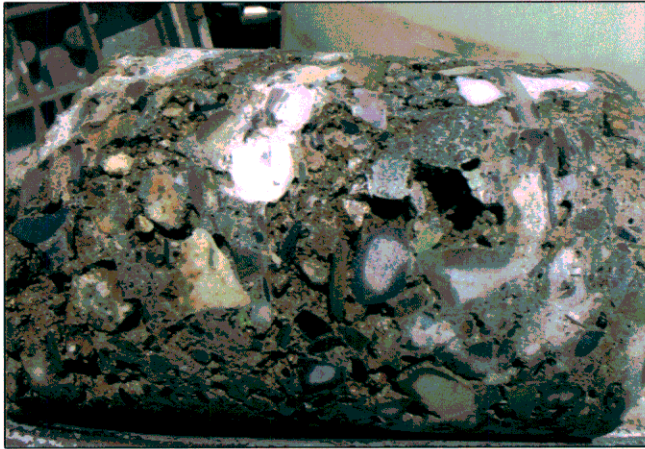
شکل ۳- نمونه بتنی با دانه بندی نامناسب



شکل ۴- ازهم پاشیدگی بتن با سنگ دانه‌های ناهمگن

ج- کرمو بودن نمونه‌ها:

اگر چنانچه پوشش بتنی به خوبی اجرا شود و راه نفوذ آب و سایر مواد مضر به آن بسته شود، این نوع بتن به راحتی تخریب نمی‌گردد. اما در کانال‌های کوچک آبیاری که در شیب جانبی آن‌ها امکان ویبره زنی وجود ندارد، تراکم مورد نظر در بتن ایجاد نمی‌شود و بتن به صورت کرمو مانده و با نفوذ مواد مضر به داخل آن تخریب می‌شود. در مناطق سردسیر همانند همدان، تراکم ناکافی بتن منجر به نفوذ آب به داخل آن



شکل ۵- بتن کرمو

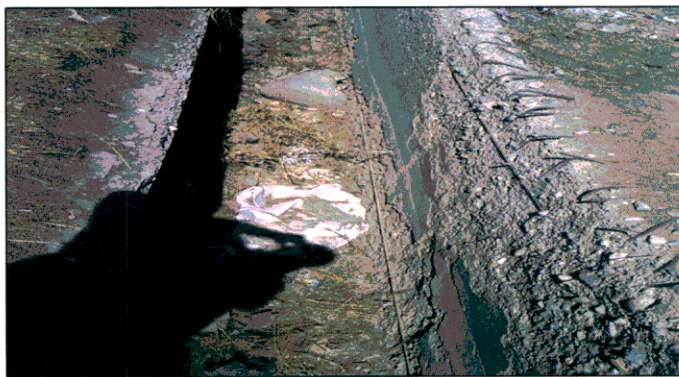
۲-۳ عوامل محیطی :

عوامل محیطی در محیط اطراف بتن با اعمال نیروهایی منجر به ترک خوردگی و تخریب در بتن می‌گردند. عوامل محیطی شامل عوامل شیمیائی، فیزیکی، مکانیکی می‌باشد که در ذیل تشریح می‌گردند.

الف - عوامل شیمیائی:

عوامل شیمیائی شامل سولفات‌ها، کربنات‌ها، کلرور، اسیدهای آلی، گازهای طبیعی و زنگ زدن آرماتور می‌باشند که باعث ترک خوردگی و تخریب در پوشش بتنی کانال‌های آبیاری می‌گردند. این مواد شیمیائی ممکن است در خاک بستر و یا در آب جاری در کانال وجود داشته باشند. لذا ضروری است قبل از هر اقدامی در انتخاب نوع پوشش در کانال‌های آبیاری، وضعیت مواد شیمیائی موجود در خاک بستر و آب جاری در کانال و آب زیرزمینی منطقه مورد آنالیز قرار گیرد و متناسب با آن، پوشش مقاوم انتخاب گردد.

هیچ سیمانی در مقابل تخریب‌های اسیدی مقاوم نیست. در هوای محیط‌های مرطوب، گازهایی از قبیل دی اکسید گوگرد و گاز کربنیک و همچنین بعضی بخارهای دیگر موجود می‌باشند که منجر به تشکیل اسید می‌گردند. این اسیدها به داخل بتن نفوذ کرده و ضمن حل کردن و بیرون آوردن بخشی از خمیر سیمان، توده‌های نرم و خیلی ضعیفی را به وجود می‌آورند. تخریب اسیدی وقتی اتفاق می‌افتد که پی اچ (شاخص اسیدی) محیط کمتر از $6/5$ باشد و اگر مقدار آن به کمتر از $4/5$ برسد تخریب شدید اسیدی رخ می‌دهد (شکل ۶).



شکل ۶- تخریب پوشش بتنی کانال آبیاری در اثر زنگ زدن آرماتور

ب- عوامل فیزیکی

۱- ذوب و یخبندان مکرر

در مناطق سردسیر همانند همدان، تغییرات شدید درجه حرارت در فصل زمستان باعث ایجاد پدیده یخ زدگی و ذوب شدن مکرر آب داخل بتن می‌گردد. این پدیده در بتن‌هایی که از کیفیت اجرای مطلوب و تراکم کافی برخوردار نیستند، سبب ایجاد فشار درونی و ترک خوردگی و تخریب بتن می‌شود. اگر پوشش بتنی دارای تراکم کافی نباشد، آب

فزایش حجم می‌یابد. این عمل سبب ایجاد فشار درونی در بتن می‌شود و تکرار آن سبب ترک خوردگی و تخریب بتن می‌گردد (شکل ۷).



شکل ۷- نمونه‌ای از پوسته‌ای شدن و تخریب پوشش بتنی در اثر ذوب و یخبندان

۲- فرسایش :

اگر سرعت جریان آب در کانال از حداکثر مجاز بیشتر باشد، جریان آب در بستر باعث ایجاد فرسایش و تخریب بتن می‌شود. بیش‌ترین سرعت مجاز برای پوشش‌های مختلف متفاوت است که مقدار آن در پوشش بتنی $2/5$ متر بر ثانیه می‌باشد. برای جلوگیری از فرسایش در سازه‌هایی که سرعت جریان زیادتر از حد مجاز است، ضمن به کار بردن بتن مسلح، در مسیر جریان از بلوک‌های انرژی شکن استفاده می‌گردد (شکل ۸).



۳- خلاء زائی:

تغییر ناگهانی در جهت جریان آب یا سطح مقطع جریان در کانال‌های روباز، باعث تشکیل پدیده خلاء زائی و ایجاد نیروی کشش در سطح بتن می‌شود در نتیجه به مرور پوشش بتنی کنده شده و تخریب می‌گردد. برای جلوگیری از این اتفاق، تغییرات جهت و مقطع جریان می‌بایستی به مرور و با استفاده از تبدیل‌ها انجام گردد (شکل ۹).

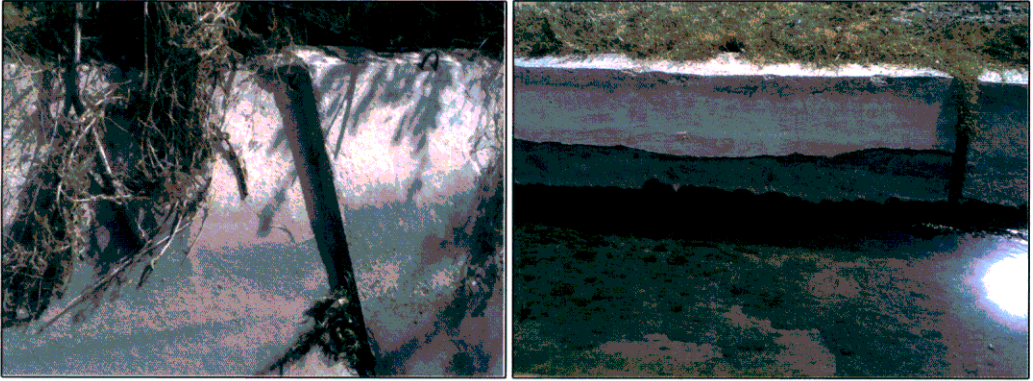


شکل ۹- استفاده از تبدیل های سگ‌دستی و اریب برای کنترل خلاء زائی در بتن

ج- عوامل مکانیکی

۱- خاک بستر مسئله‌دار:

خاک‌های مسئله دار (رمبنده، انحلال پذیر، ناپایدار، آلی) در بستر پوشش بتنی، با ایجاد تورم و یا نشست باعث شکسته شدن و تخریب بتن می‌گردند. در شکل ۱۰ نمونه‌ای از خاک بستر تورم‌زا در پوشش‌های بتنی که باعث ترک خوردگی و جابجایی بتن شده



شکل ۱۰- خاک بستر تورم زا در پوشش بتنی

۴- مسائل و مشکلات اجرای پوشش بتنی:

عدم امکان ویبره زنی در قسمت شیب‌دار مقطع دوزنقه‌ای کانال‌های بتنی، یکی از عمده ترین مسائل اجرایی است که زمینه را برای ایجاد سایر عوامل تخریب کننده بتن فراهم می‌کند. چون ویبره زنی در سطوح شیب دار منجر به لغزش و جدائی سنگ دانه‌های سبک و سنگین از هم می‌گردد، لذا اغلب پیمان‌کاران به خصوص در کانال‌های کوچک در قسمت‌های شیب‌دار ویبره زنی نمی‌کنند. این مسئله منجر به پوکی، عدم تراکم و کرمو ماندن بتن می‌گردد به طوریکه بتن متراکم نشده مستعد برای نفوذ آب، ریشه گیاهان و انواع مواد شیمیائی مخرب بتن است. تنها راه مقابله با این پدیده ایجاد تغییر در روش، ادوات و استانداردهای اجرا می‌باشد به نحوی که امکان ویبره‌زنی در سطوح شیب‌دار فراهم گردد. در شکل ۱۱ نمونه‌ای از بتن ریزی بدون ویبره‌زنی در قسمت جانبی مقطع کانال مشاهده می‌شود.



شکل ۱۱- بتن ریزی در قسمت جانبی مقطع کانال بدون ویبره‌زنی

از دیگر مسائل اجرایی که می‌تواند منجر به تخریب پوشش بتنی گردد می‌توان به زمان نامناسب اجرا، خشک شدن سریع بتن (عمل آوری نامناسب)، مصالح نامرغوب، آب اضافی در مخلوط بتن، مقاومت نامناسب بتن ریخته شده، نبود درزهای انبساط، بتن ریزی در زمین یخ زده، بتن ریزی بدون تراکم بستر، ناکافی بودن ضخامت پوشش اشاره کرد.

۵- عوامل طراحی:

از عوامل طراحی تاثیرگذار در تخریب پوشش بتنی کانال‌های آبیاری می‌توان به مواردی از قبیل، ارائه طرح اختلاط نامناسب، توصیه تیپ نامناسب سیمان، عدم انجام آزمایش‌های ضروری بر روی مصالح و بستر، نبود و یا نقص مطالعات ژئوتکنیک و عدم توجه به شرایط اقلیمی منطقه اشاره کرد.

پیشنهادات:

۱- در بخش مطالعات به مسئله ژئوتکنیک توجه گردد و پس از تعیین مسیر انتقال آب، حداقل تا عمق ۲ متری و به فواصل حدود ۲۰۰ متری از خاک بستر کانال نمونه گیری شود.

کربنات‌ها و بی‌کربنات‌ها و پی اچ عصاره اشباع انجام گردد. همچنین از منابع قرصه شن و ماسه بایستی نمونه برداری شود و از لحاظ فعل و انفعالات قلیائی با خمیر بتن مورد آزمایش قرار گیرند.

۲- نوع پوشش (بتن، سنگ و ملات، ژئوممبران و...) بر اساس مشخصات خاک بستر انتخاب گردند.

۳- قبل از اجرا بر روی طرح اختلاط بتن ارائه شده، علاوه بر آزمایش‌های رایج، حداقل ۳ نمونه آزمایش دوام (مقاومت در برابر یخ زدن و ذوب شدن مکرر) و آزمایش مقاومت در برابر نفوذ بتن سخت شده طبق استاندارد بتن ایران انجام گردد.

۴- نظارت دقیق بر مسائل فنی اجرا از قبیل: رعایت طرح اختلاط، وپیره زنی، ضخامت پوشش و نسبت آب به سیمان (در حدود ۴۵ درصد) انجام شود.

۵- در صورت نیاز به انجام تعمیر در قسمت‌های تخریب شده نکات زیر مد نظر قرار گیرد:
- ترک‌های باریک به کمک مواد اپوکسی پر شود.

- اگر سطح تعمیر زیاد است می‌توان از بتن پاشی استفاده کرد.

- از روش بخیه زنی در محل‌هایی که ترک‌های زیادی روی سطح بتن وجود دارد، استفاده شود.

- در محل‌هایی که ترک‌ها در بتن به صورت وسیع ظاهر می‌شود و امکان بخیه زنی وجود ندارد، روش تنیدن توصیه می‌گردد. در این روش میل‌گرد یا کابل در محل آسیب دیده قرار می‌دهند و با ایجاد فشار آن را مهار می‌کنند.

- استفاده از روش درزگیری: در این روش درزها با مواد پلاستیکی پر می‌شوند.

- استفاده از روش پوشش: در این روش برای جلوگیری از نفوذ آب به داخل بتن، محافظت در برابر عوامل مخرب شیمیائی و ایجاد پایداری و دوام بیشتر برای سطح بتن، ملات نازکی به حالت مایع می‌کشند و یا قسمت‌های آسیب دیده در معرض خرابی را با پلاستیک می‌پوشانند.

- استفاده از روش جایگزین سازی: در این روش پس از کندن و خارج کردن بتن نامرغوب، قسمت های برداشت شده را با استفاده از ملات، بتن، سیمان معمولی و... جایگزین می کنند. این روش یکی از روش های معمول در تعمیر سازه های بتنی است و در محل هایی که عامل تخریب دیگر وجود ندارد استفاده می شود.

خلاصه مطالب:

یکی از خصوصیات اصلی یک بتن خوب دوام و استحکام آن است، اگر دوام در حد قابل قبول نباشد در مدت کوتاهی پس از اجرا دچار ترک خوردگی و تخریب می شود. دلایل تخریب بتن به طور خلاصه به شرح ذیل است:

- ۱- عوامل داخلی بتن شامل: مقاومت کم در مقابل فشار، پوکی بتن، کیفیت پائین بتن.
- ۳- عوامل محیطی شامل: تورم زائنی خاک، تغییرات درجه حرارت و ذوب و یخبندان مکرر که باتوجه به مقاومت پائین بتن از عوامل اصلی تخریب است.
- ۴- مسائل طراحی و اجرا شامل: عدم استفاده از ویبره در قسمت جانبی مقطع کانال، نبود و یا نقص مطالعات ژئوتکنیک، عدم توجه به شرایط اقلیمی منطقه در طراحی و اجرا، طرح اختلاط نامناسب بتن، خشک شدن سریع بتن (عمل آوری نامناسب)، گرمویی بودن بتن، ناکافی بودن ضخامت پوشش، آب مازاد در اختلاط بتن، مقاومت نامناسب بتن ریخته شده، نبود درزهای کنترل، بتن ریزی در زمین یخ زده، بتن ریزی بدون تراکم بستر.

خود آزمایی :

۱- عوامل کلی تخریب پوشش‌های بتنی در کانال‌های آبیاری کدامند؟

۲- انواع عوامل داخلی تاثیر گذار در تخریب پوشش بتنی را نام ببرید.

۳- انواع عوامل محیطی تاثیر گذار در تخریب پوشش بتنی را نام ببرید.

۴- اگر عوامل تخریب به طور کامل از بین رفته باشد، مناسب‌ترین روش ترمیم کدام است؟ چرا؟

۵- عمده‌ترین عامل که زمینه ساز تشکیل سایر عوامل مخرب در بتن می باشد کدام است و چگونه عمل می کند؟

منابع:

- بهراملو، ر. ۱۳۸۶. بررسی علل تخریب بتن در پوشش کانال‌های آبیاری. مجله تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. جلد ۸، شماره ۳. پائیز ۱۳۸۶. مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. کرج.

۲- بهراملو، ر.، ن. عباسی و م. موحدان. ۱۳۹۰. ارزیابی میزان نشست در کانال‌های کوچک آبیاری با پوشش بتنی در اقلیم سرد و تاثیر آن بر ذخایر منابع آب (مطالعه موردی در استان همدان). مجله آساری و زهکشی. شماره ۱، جلد ۵، بهار ۱۳۹۰.





مسائل و مشکلات پوشش بتنی کانال‌های آبیاری

بتن از رایج‌ترین مصالحی است که در سطح وسیع در پوشش کانال‌های آبیاری برای جلوگیری از تلفات آب اجرا می‌گردد. در اغلب مناطق کشور این پوشش در مدت کوتاهی پس از اجرا به دلایل مختلف درونی و محیطی دچار ترک خوردگی و تخریب می‌گردد که باعث به هدر رفتن سرمایه‌های ملی می‌شود. اگر چنانچه عوامل تخریب شناسائی و راه‌های ترمیم مشخص گردد از این مصالح استفاده بهینه به عمل خواهد آمد و از تلفات آب جلوگیری خواهد شد. در این نشریه مشکلات پوشش بتنی و عوامل تخریب آن در کانال‌های آبیاری مورد بررسی قرار گرفته و روش‌های ترمیم و بازسازی آن به اختصار بیان می‌شود.