



# دوین کنفرانس ملی تجربیات ساخت تاسیسات آبی شبکه‌های آبیاری و زهکشی

۱۳۸۶ آبان ماه - دانشگاه تهران، دانشکده مهندسی آب و خاک، گروه مهندسی آبیاری و آبادانی

2<sup>nd</sup> Iranian Conference on Construction experiences of Hydraulic structures and Irrigation and Drainage networks (ICCHID)

23 - 25 October 2007 - Tehran University, Irrigation and Reclamation Dept.

## تعیین زمان مناسب اجرای پوشش بتنی کانال در مناطق گرمسیر

فرزین نجفی پور

رییس هیئت مدیره شرکت مهندسی مشاور انرژی آب طلیعه

### چکیده

مناطق جنوبی کشور خصوصا استان خوزستان، به دلیل داشتن قابلیت‌های فراوان در امر ساخت کانال‌های آبیاری، شاهد اجرای صدها کیلومتر کانال بتنی است. یکی از مشکلات بارز این گونه مناطق در فصل گرما، به منظور اجرای پوشش بتنی کانال، کنترل درجه حرارت بتن است. بالا بودن درجه حرارت بتن مضرات بسیاری برای پوشش بتنی کانال دارد. از جمله می‌توان به عدم مقاومت مورد نیاز، ایجاد ترک‌های ریز و گسترده و همچنین بوجود نیامدن شرایط واکنش مناسب در اجزای بتن اشاره نمود. شیوه‌های کاربردی مختلفی برای جلوگیری از افزایش درجه حرارت بتن وجود دارد. استفاده از یخ در بتن و یا خنک نگاه داشتن تراک حامل بتن از شیوه‌های متداول پایین نگاه داشتن درجه حرارت بتن است که در صورت رعایت نکردن فنون مهندسی مربوطه، صدمات قابل ملاحظه‌ای به پوشش بتنی کانال وارد می‌شود. بسیاری از پروژه‌های ساخت کانال‌های آبیاری به منظور مقابله با این معضل، گزینه بتن ریزی در شب را ترجیح می‌دهند. طی یک تحقیقات سه ساله به منظور تعیین بهترین زمان اجرای پوشش بتنی کانال، اقدامات گسترده‌ای انجام و نتایج قابل ملاحظه‌ای بدست آمد. در بررسی‌های انجام شده بر روی بیش از ۲۷۰۰ پانل، اجرای بتن در فصل گرما از ساعت ۳ لغایت ۹ صبح با نتیجه مناسبی همراه بود. همچنین صدمات ناشی از بتن ریزی در درجه حرارت بالا و همچنین در ابتدای شب نیز مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفت.

**واژه‌های کلیدی:** تبخیر، درجه حرارت، گرمای بتن، گرمای خاک، مناسب ترین زمان بتن ریزی، مناطق گرمسیر.

### مقدمه

ساخت کانال‌های بتنی آبیاری نیازمند طی نمودن مراحل پیچیده مهندسی است. از مهمترین اقدامات ساخت کانال‌های بتنی آبیاری می‌توان به ارایه بهترین مسیر، طراحی مقطع کانال بهینه به منظور هدایت هیدرولیکی آب و کم نمودن خسارات ناشی از ایجاد رسوب، ارایه بهترین راهکارهای خاکریزی، خاکبرداری و کانال کنی، اختلاط مناسب مصالح جهت تهیه بتن، نحوه و زمان بتن ریزی و نهایتا نگهداری از کانال بتنی ساخته شده می‌تواند اشاره نمود.

در مناطق جنوب غربی کشور، بیشترین سازه‌های آبی ساخته می‌شود و بیش از ۸ ماه از سال را نیز متحمل گرمای تا ۶۰ درجه سانتی‌گراد است. به منظور کمتر نمودن خسارات ناشی از بتن‌ریزی در این گونه مناطق، باید زمان مناسب عملیات اجرای پوشش بتنی کانال تعیین گردد تا از خسارات مربوطه جلوگیری بعمل آید. خسارت‌هایی که به دلیل عدم کنترل حرارت بتن به هنگام بتن‌ریزی بوجود می‌آید، عدم مقاومت مورد نیاز بتن به منظور پایداری در برابر فشارهای هیدرولیکی آب و واکنش‌های خاک، ایجاد ترک‌های ریز و گسترده و همچنین بوجود نیامدن شرایط واکنش مناسب در اجزای بتن و دیگر معضلات شناخته شده می‌باشد. بیشترین آسیب وارده در حرارت بالای منطقه به بتن، در اثر تبخیر آب موجود در اختلاط بتن می‌باشد که موجب افزایش فعل و انفعالات مورد نیاز بتن به منظور گیرش گردیده و پوکی بتن و ترک‌های گسترده و نهایتاً دست نیافتن به مقاومت مورد نیاز بتن را به همراه خواهد داشت.

انتخاب زمان مناسب برای بتن‌ریزی می‌تواند زمینه ایجاد واکنش لازم را به منظور خروج تدریجی حرارت از بتن را فراهم ساخته و فعل و انفعالات شیمیایی مورد نیاز بتن نیز که مهمترین عامل مقاومت بتن در مراحل اولیه است، را میسر سازد. به منظور تعیین نتیجه ای معقول و کارشناسانه در این خصوص، ساعات بتن‌ریزی در پروژه شهید چمران از سال ۱۳۸۱ به مدت ۳ سال مورد بررسی و تحقیق قرار گرفت.

## روش اجرای تحقیق

به منظور دستیابی به زمان مناسب بتن‌ریزی در مناطق گرمسیر، ساعات آغاز و پایان عملیات بتن‌ریزی در پروژه شهید چمران مورد مطالعه قرار گرفت که در جدول (۱) ارائه شده است.

جدول (۱): ساعات آغاز و پایان عملیات بتن‌ریزی در پروژه شهید چمران

تعداد پانلهای مورد مطالعه	علت توقف عملیات	زمان پایان بتن‌ریزی	زمان شروع بتن‌ریزی	روش
۹۰۰	افزایش درجه حرارت بتن	حداکثر تا ۱۰ صبح	۶ صبح	اول
۶۴۰	اتمام عملیات بتن‌ریزی	۶ صبح	۹ شب	دوم
۱۲۰۰	اتمام عملیات بتن‌ریزی	۹ صبح	۳ صبح	سوم

همانگونه که در جدول (۱) نشان داده شده است، زمان آغاز بتن‌ریزی به گونه ای انتخاب گردید تا عملیات بتن‌ریزی با گرمای شدید مواجه نگردد و به هنگام بتن‌ریزی در محدوده "روش اول" از تدابیری همچون بهره گیری از پولک‌های یخی و یا ایجاد پوشش خنک کننده تراک به منظور جلوگیری از افزایش حرارت بتن استفاده می‌گردید. در تمام موارد یاد شده از کیورینگ<sup>۱</sup> بر روی پوشش بتنی کانال استفاده شده و نحوه بتن‌ریزی نیز در روش اول تا سوم برابر بوده است. با توجه به حجم سنگین بتن مورد نیاز، عملیات بتن‌ریزی از بالا به سمت پایین مقطع کانال انجام می‌گرفت. شماره پانلهای بتن‌ریزی شده در روشهای اول تا سوم، به طور جداگانه ثبت گردید تا تحقیقات مورد نیاز در خصوص هر یک از موارد، به طور جداگانه مورد بررسی قرار گیرد. از آنجا که عوامل متعددی از جمله تورم خاک، اختلاط غلط مصالح، افزایش و یا کاهش رطوبت مورد نیاز بتن، SE، وجود خاک‌های نامتعارف

<sup>۱</sup> - موادی است که پس از انجام عملیات بتن‌ریزی بر روی پوشش بتنی کانال پاشیده می‌شود تا از انتقال حرارت جلوگیری نماید.

در منطقه و دیگر عوامل شناخته شده در ترک خوردن بتن دخالت دارند، لذا تلاش گردیده است تا چنین مواردی مدنظر قرار گیرد تا در نتایج نهایی اختلال ایجاد ننماید. روش تحقیق برای هر مورد به سه صورت انجام پذیرفت.

روش اول: مشاهده عینی وضعیت بتن هر پانل و بررسی مقاومت بتن با استفاده از میخ فولادی و چکش.

در این روش از چکش‌های پنج کیلوگرمی استفاده گردید و تلاش می شد تا شدت ضربات وارده به منظور بررسی مقاومت بتن هر پانل یکسان باشد. تعداد ضربات وارده و تاثیر آن بر روی بتن ثبت گردید تا دقیقا مورد ارزیابی کارشناسانه قرار گیرد. با توجه به بالا بودن سطح آب زیرزمینی در منطقه و از آنجا که یک دوره سه ساله به منظور طول دوره تحقیق در نظر گرفته شده بود، لذا کف کانال بتن شده و بیش از نیمی از ارتفاع کانال از کف به عنوان آزمایش در نظر گرفته نشد. محل انتخاب آزمایش‌ها در کلیه پانل‌ها حدود یک متر پایین تر از دستک در نظر گرفته شد تا املاح موجود در آب‌های زیرزمینی نتواند بر مقاومت بتن اثرگذار شود. محل انتخاب آزمایش‌ها در تمامی پانل‌ها در شکل (۱) نشان داده شده است.



شکل (۱): محل آزمایش روش اول (چکش و میخ فولادی) در کلیه پانل‌های مورد آزمایش

ارقام بدست آمده حاصل از روش اول (چکش و میخ فولادی) و همچنین چگونگی وضعیت ظاهری پانل‌ها در زمان‌های مختلف، در جدول (۲) ارائه شده است.

جدول (۲): ارقام حاصل از ضربات (چکش و میخ فولادی) و چگونگی وضع ظاهری پانل‌ها در زمان‌های مختلف

۹ صبح به بعد		۳ صبح تا ۹ صبح		۹ شب تا ۳ صبح		
تعداد ضربات تاثیرگذار بر بتن	مشاهده عینی	تعداد ضربات تاثیرگذار بر بتن	مشاهده عینی	تعداد ضربات تاثیرگذار بر بتن	مشاهده عینی	
۴	دارای ترک‌های مویی	۷	خوب	۴	خوب	پس از ۱ ماه
۵	افزایش ترک‌های خطی ریز	۱۰	خوب	۶	دارای ترک‌های مویی	پس از ۶ ماه
۵	ترک‌های خطی درشت و سطحی متخلخل	۱۱	خوب	۷	دارای ترک‌های مویی	پس از ۱ سال
۵	ترک‌های خطی درشت و سطحی متخلخل	۱۱	خوب	۷	دارای ترک‌های مویی	پس از ۳ سال

روش دوم: در این روش از نتایج حاصل از شکستن استوانه‌های بتنی تهیه شده توسط کارشناسان آزمایشگاه مقیم استفاده شد. نمونه گیری بتن توسط کارشناسان آزمایشگاه در ساعات مختلف عملیات اجرایی صورت می گرفت. این امر توانست کمک مهمی به نظرات کارشناسانه در خصوص مقاومت بتن بدست آمده نماید. جدول (۳) نشان دهنده میانگین مقاومت بتن پس از ۲۸ روز و در ساعات مختلف از شبانه روز می باشد.

جدول (۳): میانگین مقاومت بتن در روزهای مختلف و در ساعات مختلف از شبانه روز

۹ صبح به بعد	۳ صبح تا ۹ صبح	۹ شب تا ۳ صبح	۲۸ روزه
۲۱۵	۲۷۰	۲۳۰	

روش سوم: در این روش با بهره گیری از دماسنج‌های موجود، درجه حرارت مقطعی از کانال که در نظر بود تا عملیات پوشش بتنی بر روی آن صورت گیرد، بدست می آمد. از آنجا که پوشش بتنی کانال بر روی لایه ای از مگر صورت می گرفت، لذا با ایجاد سوراخ در لایه مگر ایجاد شده و قرار دادن حرارت سنج درون آن، مقدار حرارت خاک مقطع اندازه گیری و ثبت می گردید. از آنجا که سطح پوشش مگر جداره کانال به منظور انجام عملیات بتن ریزی آبپاشی می گردید، لذا قبل و بعد از آبپاشی سطح مگر، حرارت خاک جداره کانال بدست می آمد. جدول (۴) نشان دهنده میانگین درجه حرارت جداره کانال در ساعات مختلف از شبانه روز است.

جدول (۴): میانگین درجه حرارت جداره کانال در ساعات مختلف از شبانه روز است.

۹ صبح به بعد		۳ صبح تا ۹ صبح		۹ شب تا ۳ صبح	
بعد از آبپاشی	قبل از آبپاشی	بعد از آبپاشی	قبل از آبپاشی	بعد از آبپاشی	قبل از آبپاشی
۱۶	۱۸	۱۱	۱۵	۲۳	۲۰

اختلاف درجه حرارت بعد از آبپاشی از ساعت ۹ شب لغایت ۳ صبح مورد بررسی قرار گرفت. در مجموع می توان گفت در تمام طول روز اقدام به جذب حرارت خورشید می نماید و شب هنگام و با خنک شدن هوا، گرمای درونش را تدریجا از دست می دهد<sup>۱</sup>. آبپاشی به هنگام تخلیه حرارت زمین موجب تخلیه سریعتر گرما از خاک شده، لذا درجه حرارت پس از آبپاشی، خصوصا از ساعت ۲۱ لغایت ۲۴ به طور چشمگیری افزایش می یابد.

## بحث و نتیجه گیری

زمان اجرای پوشش بتنی کانال در مناطق گرمسیر مستلزم در نظر گرفتن تمام موارد فنی و مهندسی می باشد. اجرای بتن در هوای گرم و یا خاک با درجه حرارت بالا باعث می شود تا سرعت واکنش‌های مورد نیاز به منظور مقاوم شدن بتن افزایش یافته و در نتیجه آب مورد نیاز برای انجام این واکنش به دلیل افزایش غیرمجاز حرارت

<sup>۱</sup> - این پدیده در خصوص تولیدات صیفی جات زیر پلاستیکی نیز صادق است. خاک زیر پلاستیک، اقدام به جذب حرارت خورشید نموده و به هنگام سرمای هوا، حرارت خود را از دست می دهد و پلاستیک موجود مانع از دست رفتن حرارت خواهد شد.

سریعتر تبخیر گردد. این عمل باعث افزایش خلل و فرج در بتن شده و ترک و پوکی بتن را به همراه خواهد داشت. کمی مقاومت بتن اجرا شده در بعد از ساعت ۹ صبح به دلیل افزایش حرارت بتن است. اما کمی مقاومت بتن‌های اجرا شده در ابتدای شب به دلیل تخلیه حرارت به وسیله خاک بوده و تبخیر سریعتر آب بتن و در نتیجه پوکی بتن را به همراه خواهد داشت. نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که در صورت ضرورت بتن ریزی در ابتدای شب، عملیات آبیاری سطح مگر نباید انجام شود و به جای آن باید سطح مگر آغشته به کیورینگ شود تا از انتقال حرارت خاک به بتن، به مقدار ناچیز جلوگیری بعمل آید<sup>۱</sup>.

بهترین زمان اجرای پوشش بتنی کانال در مناطق گرمسیر به عواملی همچون درجه حرارت هوا، درجه حرارت خاک و نیاز آبیاری زیر پوشش بتنی کانال بستگی دارد. تحقیقات بعمل آمده بر روی بیش از ۲۷۰۰ پانل و در زمان‌های مختلف از شبانه روز نشان داد که زمان مناسب اجرای پوشش بتنی کانال از ساعت ۳ لغایت ۹ صبح می‌باشد. خاک، از ابتدای شب تا ساعت ۳ صبح، حرارت جذب شده خود را از دست داده و اختلالی در فعل و انفعالات مورد نیاز بتن به منظور ایجاد مقاومت اولیه و انجام صحیح واکنش شیمیایی ایجاد نمی‌کند و در نتیجه مقاومت بتن به حد مطلوب رسیده و با گذشت زمان، مقاومت آن افزایش می‌یابد. عکس (۲) نشان دهنده بتن‌های اجرا شده در ساعات بین ۳ تا ۹ صبح و پس از ۳ سال از گذشت عملیات بتن ریزی می‌باشد.



شکل (۲): وضعیت ظاهری پوشش بتنی کانال بعد از سه سال که در حد فاصل بین ساعات ۳ الی ۹ صبح بتن ریزی شده اند

همچنین به منظور بتن ریزی در ساعت ۳ الی ۹ صبح نیازی به خنک نگهداشتن تراک و همچنین افزایش یخ که اکثراً<sup>۲</sup> به صورت استفاده از قالب‌های یخی صورت می‌گیرد، نیز ندارد. افزایش غیراصولی یخ، اختلال بتن را مختل نموده و موجب روان شدن بتن و چندگانگی مقاومت در قسمت کوچکی از لاینینگ اجرا شده خواهد شد.

## سپاسگزاری

بدینوسیله از آقای مهندس علیرضا حسین زاده مدیرعامل شرکت مهندسی مشاور انرژی آب طلیعه به دلیل ایجاد فضای تحقیق و پژوهش در بین کارشناسان و همچنین کادر مدیریتی شرکت مهندسی مشاور آب خاک تهران<sup>۲</sup> (مستقر در کرج) تشکر و قدردانی بعمل می‌آید.

<sup>۱</sup> - با توجه به حرارت بالای خاک و همچنین بتن، در این شرایط کیورینگ فقط به مقدار ناچیز می‌تواند جلوی انتقال حرارت خاک به بتن را بگیرد.

<sup>۲</sup> - کلیه پژوهش‌های صورت گرفته، در دوره همکاری ۸ ساله اینجانب با شرکت مهندسی مشاور آب خاک تهران می‌باشد.

## منابع

فهرست منابع توسط نگارنده ارایه نشده است