"سومین کنفرانس ملی تجربه های ساخت تأسیسات آبی و شبکه های آبیاری و زهکشی"
دانشگاه تهران، گروه مهندسی آبیاری آبادانی
۲۹و۳۰مهرماه ۱۳۸۸

مشکلات اجرایی متداول در پروژه شبکه های آبیاری و زهکشی و راهکارهای پیشنهادی
مطالعه موردی: شبکه آبیاری پایاب سد دوستی

حسن ساقی
دانشجوی دکتری عمران-آب، دانشگاه فردوسی مشهد- عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد بجنورد و مدیر پروژه شبکه آبیاری پایاب سد دوستی- بخش توسعه
Has.saghi@gmail.com
اکبر ناجی
کارشناس شرکت مهندسی مشاور طوس آب - نظارت مقیم پروژه شبکه آبیاری پایاب سد دوستی- بخش توسعه
محمدعلی سرحدی
مسئول آزمایشگاه مقیم پروژه شبکه آبیاری پایاب سد دوستی- بخش توسعه

چکیده:

یکی از اهداف اصلی احداث شبکه های آبیاری و زهکشی، استفاده بهینه از منابع آب تخصیص یافته به کشاورزان(حقابه) جهت آبیاری زمینهای کشاورزی می باشد، بطوریکه با توجه به مشکلات کمبود آب در کشورمان، لزوم توجه به راندمان مناسب شبکه ها کاملاً احساس می گردد. در این راستا، بررسی موارد زیر در طراحی شبکه های آبیاری و زهکشی ضروری می باشد:

۱- وضعیت منطقه از لحاظ زمین شناسی و مکانیک خاک و بررسی پارامترهای مختلف از قبیل نفوذپذیری، تورم، مقاومت خاک در حالتهای مختلف و ... .
۲- شناسایی معادن قرضه موجود در منطقه و انتخاب گزینه های مناسب از بعد اقتصادی و کیفی جهت تهیه خاک مورد نیاز برای اجرای بدنه کانال.
۳- مقاومت و نفوذپذیری بتن پوششی کانال(لاینینگ).

تخریب بدنه کانال و بخصوص پوشش بتنی (لاینینگ) در شبکه های آبیاری و زهکشی بر اثر پدیده نشست و تورم خاک بستر، عدم تراکم مناسب و کافی لایه های خاکریزی بدنه کانال به دلیل نامناسب بودن خاک منطقه از لحاظ دانه بندی، کاهش مقاومت فشاری و کششی بتن پوششی کانال بر اثر بهم خوردن دانه بندی، عدم رعایت نسبت اختلاط مناسب مصالح سنگی در محل بچینگ پلانت، عدم کنترل کامل میزان سیمان مصرفی و ...، نگهداری نامناسب بتن اجرا شده لاینینگ و مشکلات بوجود آمده شامل ترک خوردگی و کاهش مقاومت بتن گوشه ای از مشکلات متداول در اجرای پروژه شبکه های آبیاری و زهکشی می باشد.

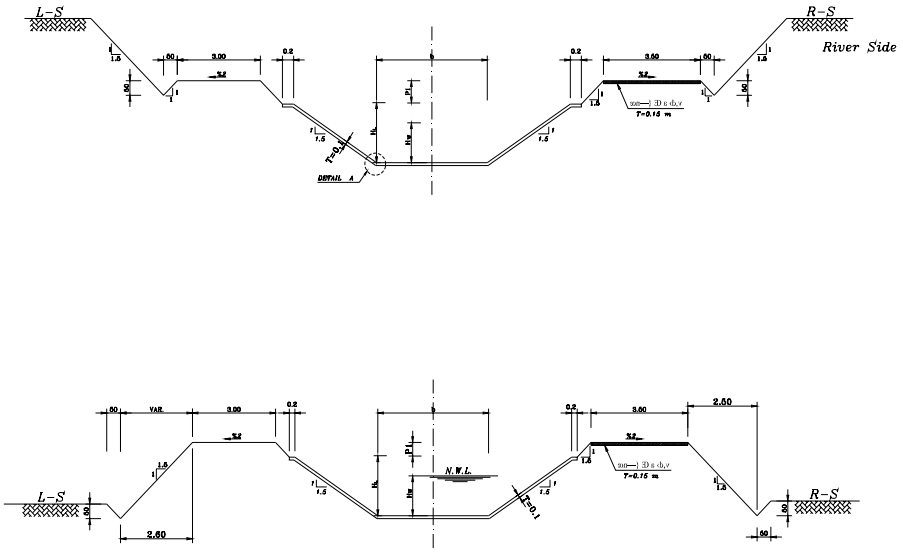
هدف از این تحقیق، بررسی موارد فوق در پروژه شبکه آبیاری پایاب سد دوستی به صورت مطالعه موردی و نیز اقدامات انجام شده و ارائه راهکارهای پیشنهادی می باشد.

کلمات کلیدی: شبکه آبیاری و زهکشی، اختلاط مصالح، دستگاه لاینر، دانه بندی مصالح سنگی، مقاومت فشاری بتن

مقدمه:

اجرای شبکه های آبیاری به منظور استفاده بهینه از آب تخصیص یافته به بخش کشاورزی(حقابه) و بهره برداری بهینه می باشد . شبکه های آبیاری با توجه به وضعیت توپوگرافی منطقه به صورت سیستم تحت فشار و یا ثقلی(کانال) طراحی و اجرا می گردد که در شبکه سرخس با عنایت به دبی موجود، شبکه به صورت ثقلی طراحی گردیده است.

شبکه آبیاری پایاب سد دوستی در مجاورت شهرستان سرخس در استان خراسان رضوی قرار داشته و به منظور آبیاری ۳۲۰۰۰ هکتار اراضی منطقه به کمک آب تخصیص یافته از سد دوستی اجرا و مورد بهره برداری قرار خواهد گرفت. این شبکه بصورت ثقلی بوده و شامل کانال با مقطع ذوزنقه ای و حداکثر ظرفیت دبی ۳۰ مترمکعب بر ثانیه می باشد. مقاطع تیپ کانال در قسمتهای مختلف شبکه، با توجه به وضعیت تراز کف کانال نسبت به تراز زمین طبیعی، در شکل (۱) نشان داده شده است.



شکل(۱): حالتهای مختلف مقاطع تیپ بدنه کانال

به دلایل مختلفی همچون نامرغوب بودن جنس خاک موجود در منطقه و ... ، احتمال بروز مشکلات مختلفی در اجرای کانال وجود دارد که در ادامه به بررسی هر یک از موارد فوق و ارائه راهکارهای به کار رفته می پردازیم. این موارد در قالب مشکلات مربوط به عملیات خاکی و عملیات بتنی طبقه بندی گردیده است.

۱- مشکلات مربوط به عملیات خاکی:

۱-۱- مشکلات مربوط به خاک متراکم شده:

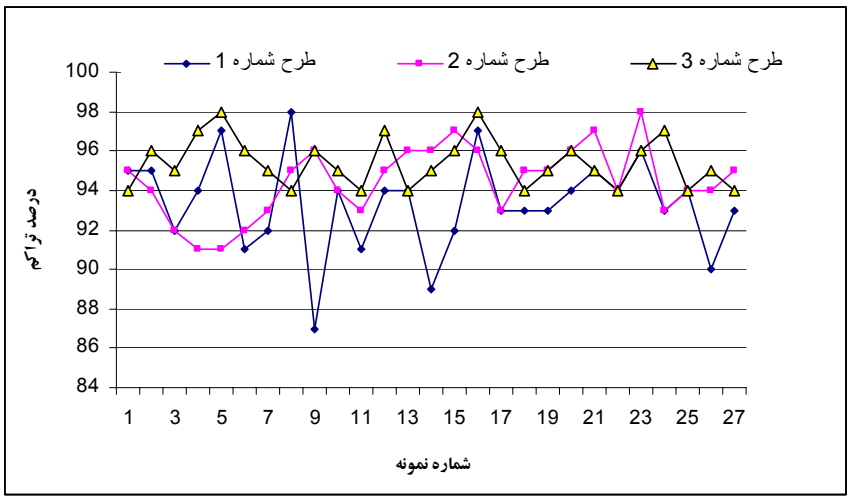
به دلیل کمبود خاک مناسب در محدوده پروژه، به منظور تأمین مصالح مناسب و دارای مشخصات فنی مورد نیاز، در ابتدا دو گزینه شامل تأمین مصالح از معادن با مصالح مناسب اما با فواصل دورتر و نیز اختلاط مصالح پیشنهاد گردید. لذا آنالیز ریالی مربوط به هزینه اجرای یک مترمکعب خاکریزی برای دو گزینه پیشنهادی فوق انجام و ملاحظه گردید گزینه اختلاط مصالح در مقایسه با گزینه حمل مصالح از معادن دور، مقرون به صرفه تر می باشد. بنابراین این گزینه انتخاب و طرحهای زیر مورد بررسی قرار گرفت.

۱- طرح شماره ۱: استفاده از مصالح مخلوط معدن درشت دانه.

۲- طرح شماره ۲: طرح اختلاط مصالح ریزدانه و درشت دانه به نسبت ۷۰٪ به ۳۰٪

۳- طرح شماره ۳: طرح اختلاط مصالح ریزدانه و درشت دانه به نسبت ۴۰٪ به ۶۰٪

در ادامه، براساس طرحهای اختلاط پیشنهادی، نمونه های مختلف از لایه های اجرا شده بدنه کانال تهیه و درصد تراکم نمونه های مختلف توسط آزمایشگاه مقیم تعیین گردید. نمودار (۱) درصد تراکم نمونه های انتخابی را نشان می دهد. بر اساس نمودار (۱) می توان مشاهده نمود، هرچند مقدار متوسط مقاومت فشاری خاک در طرح شماره ۳ (در حدود ۹۵ درصد) نسبت به طرح شماره ۱(در حدود ۹۲ درصد) و طرح شماره ۲(در حدود ۹۳ درصد) افزایش قابل ملاحظه ای نداشته است. اما با توجه به یکنواخت تر بودن منحنی درصد تراکم مربوط به این طرح نسبت به دو طرح دیگر ، رفتار یکنواختی در خاک قابل مشاهده می باشد. از طرفی تجربه نشان داده است که پایداری بدنه کانال در طرح شماره ۳ و در شرایط بهره برداری کانال (بخصوص در زمان بارندگی) به دلیل وجود مصالح ریزدانه، بیشتر از دو طرح دیگر می باشد.



نمودار(۱): تغییرات درصد تراکم نمونه های خاکریزی به ازاء حالت های مختلف طرح اختلاط با انرژی های تراکم یکسان

۱-۲- مشکلات مربوط به خاک طبیعی:

اجرای کانال در محدوده خاکریزی از دولحاظ شرایط مناسب تری نسبت به وضعیت کانال در محدوده کانال کنی دارد. نخست آنکه هنگام اجرای کانال در محدوده خاکریزی، امکان انتخاب خاک مناسب جهت استفاده در خاکریزی عملی می باشد. همچنین تراکم خاک در محدوده خاکریزی به راحتی قابل کنترل و اصلاح می باشد، در حالیکه در محدوده کانال کنی، افزایش میزان تراکم خاک طبیعی به میزان محدودی قابل انجام می باشد. در این راستا مشکلاتی به شرح زیر مشاهده و راهکارهای هر یک به شرح زیر پیشنهاد و مورد استفاده قرار گرفت.

۱-۲-۱- وجود گچ و املاح مسئله دار در بدنه کانال:

در قسمتهایی از بدنه کانال که در محدوده کانال کنی قرار گرفته است، زمین طبیعی دارای گچ و دیگر املاح مسئله دار می باشد. لذا از خاک منطقه نمونه گیری و درصد هر یک از مواد فوق تعیین و مشاهده گردید میزان گچ موجود در بدنه کانال بیشتر از حد مجاز تعیین شده طبق مشخصات فنی بود، لذا به منظور جلوگیری از ایجاد تورم بستر خاکی زیر بتن لاینینگ و در نهایت تخریب بتن لاینینگ در دوران بهره برداری، گزینه های مختلف پیشنهاد و در نهایت پس از آنالیز ریالی گزینه های فوق، اجرای شفته آهکی به ضخامت ۲۰ سانتیمتر به عنوان بهترین گزینه انتخاب و جهت اجرا به پیمانکار ابلاغ گردید.

۱-۲-۲- نشست بدنه کانال:

نشست بدنه کانال در شرایطی که کانال در محدوده کانال کنی قرار داشته و وزن مخصوص خاک طبیعی کمتر از $1.5\,gr/cm^3$ باشد، نگران کننده بوده و می بایست امکان وقوع این پدیده را در دوران بهره برداری کنترل نمود. لذا به منظور بررسی امکان این پدیده، تعدادی گودال به عمق کانال و در مجاورت آن حفر و سپس پر از آب گردید. سپس میزان نشست بدنه پس از اینکه تمامی آب موجود در داخل گودال جذب بدنه کانال شد، اندازه گیری و ملاحظه گردید، میزان نشست قابل اغماض می باشد(کمتر از ۰/۱ درصد).

۱-۲-۳- نشت زه از بدنه کانال:

کنترل نشت آب از بدنه کانال از مهمترین مواردیست که در اجرای شبکه مد نظر قرار می گیرد. استفاده از مواد افزودنی آب بند در ساخت بتن، یکی از راهکارهای متداول می باشد. اما در صورت عبور زه از بتن لاینینگ؛ در نقاطی که جنس خاک بستر از نوع گچی است، نشت آب باعث تخریب بدنه کانال می گردد، لذا در چنین شرایطی، به منظور افزایش اطمینان از پایداری بستر کانال، اجرای شفته آهکی به ضخامت ۲۰ سانتیمتر زیر بتن لاینینگ پیشنهاد و اجرا گردید.

۲- مشکلات مربوط به عملیات بتنی:

اجرای مناسب بتن پوششی کانال(لاینینگ) و ابنیه فنی و هیدرولیکی ، یکی از مسائل مهم در اجرای شبکه های آبیاری به شمار می رود. اجرای مناسب بتن شامل رعایت تمامی مشخصات فنی در کلیه مراحل اختلاط، ساخت، حمل، اجرا و نگهداری بتن می باشد. در این قسمت، مسائلی که در زمینه اجرای بتن لاینینگ و ابنیه فنی با آن مواجه بوده ایم مطرح شده و راهکارهای به کار رفته مورد بررسی قرار می گیرد.

۲-۱- عدم تراکم مناسب بتن لاینینگ:

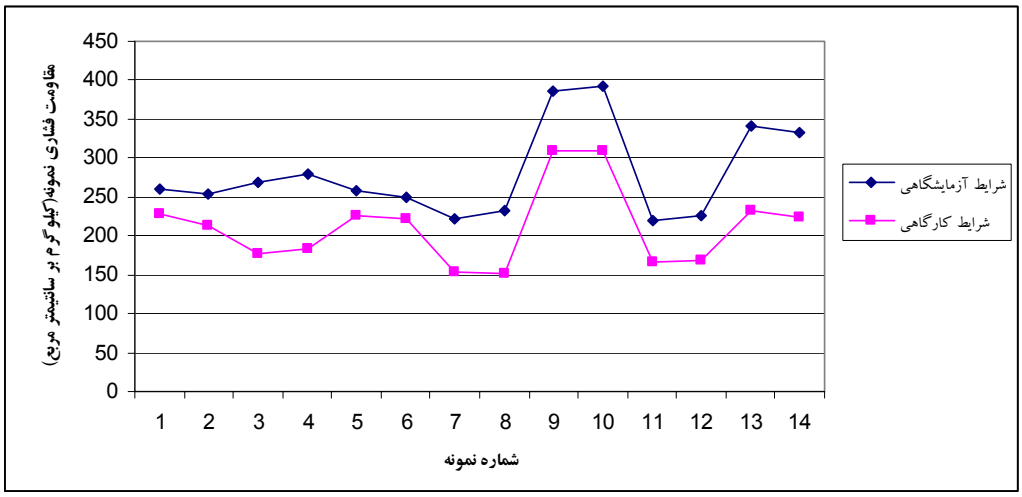
تراکم بتن در حین بتن ریزی، یکی از مراحل اصلی در اجرای هر سازه بتنی می باشد که این کار با استفاده از ویبراتور انجام می گیرد. اما استفاده از ویبراتور(حتی با کمترین قطر) جهت تراکم بتن پوششی کانال بر روی سطح شیبدار و با ضخامت ۱۰ سانتیمتر ممکن نبوده و در این شرایط استفاده از شمشه ویبره پیشنهاد گردیده است**[1]**. در عین حال، در قسمتهایی از مسیر به منظور افزایش تراکم و به دست آوردن سطح یکنواخت تر برای بتن لاینینگ، دستگاه لاینر مورد استفاده قرار گرفت. شکل (۲) نمونه ای از دستگاه لاینر را نشان می دهد.

۲-۲- عدم نگهداری مناسب بتن اجرا شده:

در اجرای سازه های بتنی، معمولاً تمهیدات لازم جهت ساخت، حمل و اجرای بتن به خوبی پیش بینی شده و تمامی کنترلهای لازم در زمان اجرای بتن انجام می گردد. اما پس از اتمام بتن ریزی، مرحله نگهداری بتن که یکی از مراحل اساسی در اجرای هر سازه بتنی می باشد، یا به تسامح سپرده می شود و یا به خوبی انجام نمی گردد. شاید یکی از دلایل این مسئله این باشد که میزان مقاومت فشاری نمونه های بتن که در شرایط آزمایشگاهی نگهداری می شود ملاک تعیین کیفیت بتن اجرا شده قرار می گیرند.

بنابراین، به منظور بررسی تفاوت میان مقاومت بتن نگهداری شده در شرایط کارگاهی نسبت به شرایط آزمایشگاهی، طی چند سری نمونه گیری, نمونه هایی از بتن تهیه و در شرایط کارگاهی و آزمایشگاهی نگهداری گردید. سپس مقاومت فشاری نمونه ها توسط آزمایشگاه مقیم مشخص شد. نمودار (۲) تغییرات مقاومت فشاری نمونه ها را برای شرایط آزمایشگاهی و کارگاهی نشان می دهد. بر اساس نتایج به دست آمده، مقاومت فشاری نمونه های نگهداری شده در شرایط کارگاهی دارای مقاومتی در حدود ۸۵٪-۷۰٪ مقاومت نمونه های نگهداری شده در شرایط آزمایشگاهی می باشند. شکل (۳) نحوه نگهداری نمونه های بتنی در شرایط کارگاهی و آزمایشگاهی را نشان می دهد.

شکل (۲): نمونه دستگاه لاینر جهت اجرای بتن پوششی کانال(لاینینگ)



نمودار (۲): مقایسه مقاومت فشاری نمونه های بتنی نگهداری شده در شرایط کارگاهی و آزمایشگاهی با عیارهای مختلف سیمان

۲-۳- ورود خاک به داخل بتن لاینینگ در حین بتن ریزی:

با توجه به محدود بودن عرض کانال، به منظور بتن ریزی، میکسر در مجاورت کانال قرار گرفته و بتن ریزی توسط شوت انجام میگردد. بدین منظور تعدادی از کارگران در کنار میکسر، وظیفه کنترل شوت میکسر و سایر کارگران نیز وظیفه اجرای بتن لاینینگ(پخش، تراکم ، ماله کشی و ...) را بر عهده دارند. اما تردد بدون کنترل کارگران در حین اجرا و نیز گرد و خاک ناشی از بادهای محلی، باعث ورود خاک به داخل بتن لاینینگ و ترک خوردگی سطح بتن می گردد. به منظور جلوگیری از این مشکل، راهکارهای زیر مورد استفاده قرار گرفته است:

الف- شرایط آزمایشگاهی

ب-شرایط کارگاهی

شکل(۳): نحوه نگهداری بتن در شرایط آزمایشگاهی و کارگاهی

- آب پاشی برمهای طرفین در محدوده بتن ریزی جهت جلوگیری از ایجاد گردوغبار.
- دپوی مصالح حاصل از کانال کنی (که قابل استفاده در خاکریزی نمی باشند) در مجاورت کانال به منظور حفاظت کانال در مقابل سیلابهای احتمالی و نیز طوفان و گرد و خاک.
- جمع آوری خاکهای دپو شده بر روی پانلهای طرفین (ناشی از تریم نهایی) و انتقال آب به خارج از محدوده بتن ریزی.
- محدود نمودن کارگران به حرکت در محدوده فعالیت خود و عدم تردد بی مورد و انجام حرفه ای کارها. به عنوان مثال کارگرانی که وظیفه کنترل میکسر را بر عهده دارند به هیچ وجه حق ورود به محدوده داخل کانال را ندارند.

۲-۴- مقایسه روشهای نگهداری بتن:

استفاده از آب جهت نگهداری بتن، یکی از روشهای متداول در اجرای سازه های بتنی می باشد. این کار با قرار دادن چتائی بر روی سازه (پس از گیرش اولیه سیمان) و غرقاب نمودن سطح بتن انجام می شود. اما در این روش، به دلیل چسبندگی بتن به چتائی، سطح بتن مزرس می گردد. هرچند این مسئله در سازه های بتنی از اهمیت چندانی برخوردار نمی باشد. اما در کانالهای آبیاری به دلیل اینکه سطح بتن در تماس مستقیم با جریان آب می باشد، دارای اهمیت می باشد. لذا در این پروژه به منظور رفع مشکل فوق، پس از اجرای بتن لاینینگ و پس از گیرش اولیه سیمان، سطح بتن توسط مواد کیورینگ نگهداری شده و پس از ۲۴ ساعت، نگهداری بتن توسط آب انجام گردید. شکل (۴) کیفیت سطح بتن را برای دو حالت نگهداری توسط آب و مواد کیورینگ نشان می دهد.

الف- نگهداری توسط آب ب- نگهداری توسط مواد کیورینگ

شکل (۴): مقایسه کیفیت سطح بتن لاینینگ

۲-۵- کنترل ترک خوردگی سطح بتن لاینینگ:

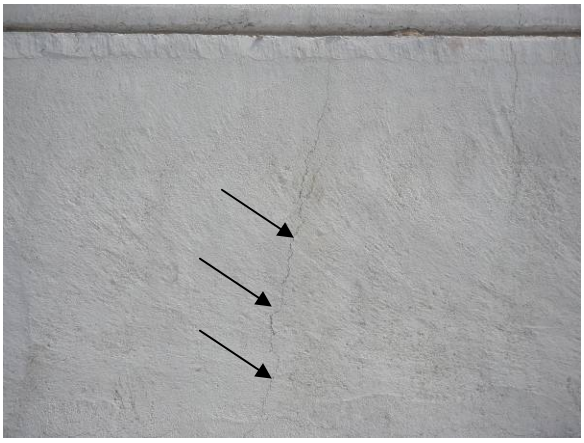
ترک خوردگی سطح بتن لاینینگ در شبکه های آبیاری به دلایل متعددی همچون گرمای هوا و وزش باد گرم بر روی سطح بتن، وجود خاک در مصالح سنگی مورد استفاده در ساخت بتن و ... بوجود آمده و یکی از مشکلات متداول در چنین پروژه هایی می باشد. علاوه بر نگهداری بتن و کنترل کیفیت مصالح سنگی، استفاده از مواد افزودنی همچون میکروسیلیس در ساخت بتن نیز یکی دیگر از روشهای کنترل ترک در بتن لاینینگ می باشد.

لذا به دلیل شرایط آب و هوایی منطقه سرخس و وزش بادهای گرم و خشک، به منظور جلوگیری از ترک خوردگی سطح بتن، دستورکار استفاده از میکروسیلیس به پیمانکار ابلاغ و تأثیرات مثبت آن نیز به خوبی ملاحظه گردید. شکل (۵) سطح بتن لاینینگ را در دو حالت استفاده از میکروسیلیس و عدم استفاده از میکروسیلیس نشان می دهد.

۲-۶- عدم کنترل سریع و مناسب میزان سیمان مصرفی در ساخت بتن:

کالیبراسیون قسمتهای مختلف بچینگ پلانت، باعث اطمینان از رعایت نسبت اختلاط مناسب به صورت وزنی می باشد. از طرفی حضور مستمر دستگاه نظارت مقیم جهت کنترل میزان مصالح مصرفی در ساخت بتن نیز ضروری می باشد. در عین حالیکه نتایج مقاومت فشاری نمونه های بتن نیز می تواند معیاری جهت اختلاط صحیح مصالح در ساخت بتن باشد. اما با توجه به از دست دادن زمان، روش ساده و نسبتاً سریع زیر می تواند در جهت کنترل میزان تقریبی مصالح مصرفی در ساخت بتن و بخصوص سیمان مورد استفاده قرار گیرد.

در این روش ابتدا نمونه ای از بتن تازه به وزن W_t را نمونه گیری می نمائیم. سپس سنگدانه های بتن تازه را در آزمایشگاه و بوسیله شستشو، جدا نموده و پس از خشک نمودن آن توسط دستگاه اون، وزن مصالح سنگی W_s را محاسبه می نمائیم. اختلاف میان وزن بتن تازه و مصالح سنگی $W_{res} = W_t - W_s$



الف- استفاده از میکروسیلیس ب- عدم استفاده از میکروسیلیس

شکل (۵): مقایسه کیفیت سطح بتن لاینینگ

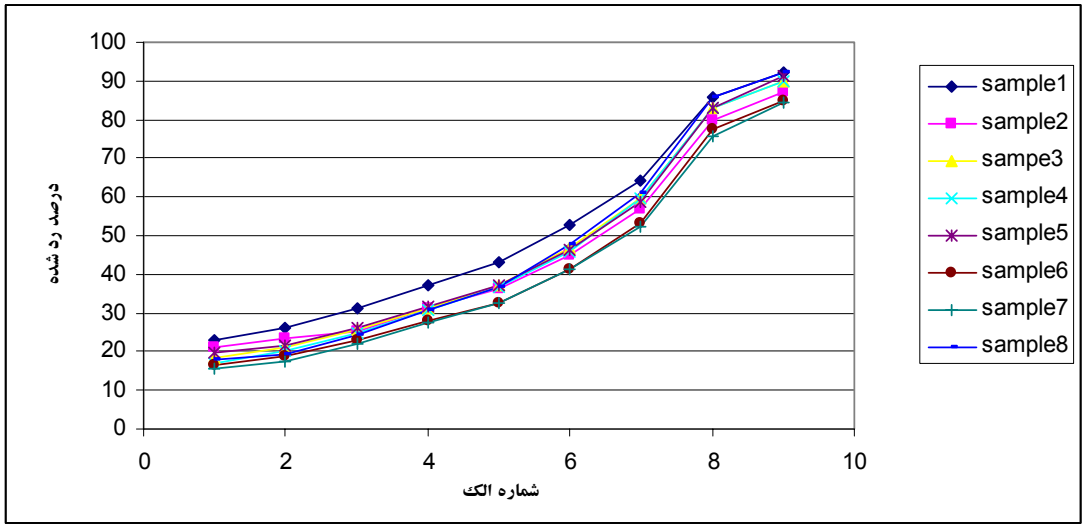
شامل وزن آب، وزن سیمان و وزن مصالح سنگی رد شده از الک ۲۰۰ $pass200$ می باشد. از طرفی بر اساس آزمایشات دانه بندی مصالح سنگی مقدار $pass200$ مشخص می باشد. بنابراین، مجموع وزن آب و سیمان مصرفی به صورت $W_w + W_c = W_{res} - pass200$ به دست می آید. در نهایت با توجه به معلوم بودن نسبت آب به سیمان $\frac{W}{C}$ وزن سیمان از رابطه $W_c = \frac{W_w + W_C}{1 + \frac{W}{C}}$ به دست خواهد آمد. عیار سیمان مصرفی نیز بر اساس وزن مخصوص بتن γ و از رابطه $C = W_c \frac{\gamma}{W_t}$ به دست می آید. جدول (۱) محاسبات مربوط به ده نمونه بتن را نشان می دهد.

در روش فوق میزان آب مصرفی بر اساس نسبت آب به سیمان در نظر گرفته شده است. اما تعیین میزان دقیق آب مصرفی نیز قابل محاسبه می باشد. بدین منظور می توان با قرار دادن بتن تازه در داخل اون، افت وزنی ناشی از تبخیر آب و در نتیجه میزان آب مصرفی در ساخت بتن را محاسبه نمود.

روش پیشنهادی علاوه بر امکان آنالیز بتن از لحاظ میزان عیار سیمان مصرفی در ساخت بتن، می تواند جهت کنترل دانه بندی مصالح سنگی مورد استفاده قرار گیرد. بدین منظور مصالح سنگی به دست آمده از شسته شدن بتن دانه بندی می گردد. نمودار(۳) دانه بندی مصالح سنگی مورد استفاده در ساخت بتن را برای ۸ نمونه $(Sample)$ نشان می دهد. الکهای مورد استفاده شامل الک $\frac{1}{2}''$، $\frac{3}{8}''$، $\frac{3}{16}''$، 8#، 16#، 30#، 50#، 100# و 200# بوده و به ترتیب با شماره های ۱ الی ۹ و بر روی محور افقی نشان داده شده است. لازم به ذکر است نمودار ترسیم شده (نمودار(۳)) غیرلگاریتمی می باشد.

جدول (۱): محاسبه عیار سیمان مصرفی در ساخت بتن به روش پیشنهادی

No	Wt(kg)	Ws(kg)	Wres(kg)	pass200(kg)	Wc+Ww(kg)	Wc(kg)	c(kg/m3)	C(kg/m3)-design	percent
۱	۲	۱/۶۹۲۱	۰/۳۰۹۸	۰/۰۵۷۰۲	۰/۲۵۲۷۸	۰/۱۶۸۵۲	۲۵۱/۱۱	۲۵۰	۱,۰۰۴
۲	۲	۱/۶۴۰۷	۰/۳۵۹۳	۰/۰۵۷۴۲	۰/۳۰۱۸۸	۰/۲۰۱۲۵	۲۴۱/۵۰	۲۵۰	۰/۹۶۶
۳	۲	۱/۵۴۰۷	۰/۴۵۹۳	۰/۰۶۰۹	۰/۳۹۸۴	۰/۲۶۵۶	۳۱۸/۷	۳۵۰	۰/۹۱۱
۴	۲	۱/۵۴۱۵	۰/۴۵۸۵	۰/۰۴۶۸	۰/۴۱۱۷	۰/۲۷۴۴۷	۳۲۹/۴	۳۵۰	۰/۹۴۱
۵	۲	۱/۶۳۰۲	۰/۳۶۹۸	۰/۰۵۱	۰/۳۱۸۸	۰/۲۱۲۵۳	۲۵۵/۰۴	۲۵۰	۱/۰۲
۶	۲	۱/۶۵۸۸	۰/۳۴۱۲	۰/۰۶۰۳	۰/۲۸۰۹	۰/۱۸۷۲۷	۲۲۴/۷	۲۵۰	۰/۹
۷	۲	۱/۶۰۴۷	۰/۳۹۵۳	۰/۰۳۹۷	۰/۳۵۵۶	۰/۲۳۷۰۷	۲۸۴/۵	۲۵۰	۱/۱۳
۸	۲	۱/۶۶۵۴	۰/۳۳۴۶	۰/۰۴۰۵	۰/۲۹۴۱	۰/۱۹۶۰۷	۲۳۵/۳	۲۵۰	۰/۹۴
۹	۲	۱/۶۸۰۷	۰/۳۱۹۳	۰/۰۳۸۷	۰/۲۸۰۶	۰/۱۸۷۰۷	۲۲۴/۵	۲۵۰	۰/۹
۱۰	۲	۱/۶۴۰۷	۰/۳۵۹۳	۰/۰۲۵۸	۰/۳۳۳۵	۰/۲۲۲۳۳	۲۶۶/۸	۲۵۰	۱/۰۶



نمودار (۳): دانه بندی مصالح سنگی مورد استفاده در ساخت بتن

مراجع:

۱- سازمان برنامه و بودجه، معاونت امور فنی، دفتر تحقیقات و معیارهای فنی: "ضوابط و معیارهای فنی شبکه های آبیاری و زهکشی- مشخصات فنی و عمومی نشریه شماره ۱۰۸"

۲- رشید نهال احمد(۱۳۸۴): " مشکلات اجرایی در قطعات کانال اصلی سد کرخه"، مجموعه مقالات نخستین کنفرانس ملی تجربه های ساخت شیکه های آبیاری و زهکشی گروه ممهندسی آبیاری و آبادانی دانشگاه تهران، دو جلد، جلد دوم، ص: ۵۷ تا ۶۷.

۳- آبخو نورا...، پورسنگبر عزیز(۱۳۸۴): " استفاده از میکروسیلیس در بتن رویه سرریز و کف تخلیه رسوبات و حوضچه آرامش سد انحرافی هندیجان"، مجموعه مقالات نخستین کنفرانس ملی تجربه های ساخت شیکه های آبیاری و زهکشی گروه ممهندسی آبیاری و آبادانی دانشگاه تهران، دو جلد، جلد دوم، ص: ۱۱۱ تا ۱۲۳.

۴- نجفی پور فرزین(۱۳۸۴): " راهکارهای مناسب جهت جلوگیری از شستگی لاینینگ حاصل از تورم و فشار آب زیرزمینی"، مجموعه مقالات نخستین کنفرانس ملی تجربه های ساخت شیکه های آبیاری و زهکشی گروه ممهندسی آبیاری و آبادانی دانشگاه تهران، دو جلد، جلد دوم، ص: ۱۲۵ تا ۱۳۶.

۵- قسمت اعظم مطالب ذکر شده در این مقاله حاصل تجربیات کسب شده طی بیش از ۴ سال فعالیت در واحدهای مختلف اجرایی دستگاه نظارت می باشد.