کارگاه سیستم زهکشی زیر پوشش کانال‌ها
۲۶ آذر ماه ۱۳۸۳

طرح و اجرای سیستم زهکشی در زیر بخشی از پوشش بتن
مطالعهٔ موردی

مهدی خلیلی نوتاش[۱]، وفاعلی کمالیان[۲]، حمیدرضا مهرابی[۳]

چکیده:

اجرای سیستم زهکش زیر پوشش بتن کانالها، از جنبه‌های مختلف می‌تواند مورد توجه طراح قرار داشته باشد. کنترل فشار زیر بستری، کنترل تماس آب و خاک زیر بستر، تخفیف فشارهای ناشی از تخلیهٔ سریع کانال و موارد دیگر می‌توانند از جمله مثالهای این امر باشند.

نوشتار حاضر به بررسی موردی یک نمونه از اجرای سیستم زهکش در زیر کانالهای آبیاری اختصاص دارد.

مقدمه:

با پیشرفت عملیات اجرایی طرح، بنابه ضرورتهایی، بهره‌برداری از طرح تکمیل نشده در دستور کار قرار گرفت. در پی چند نوبت بهره‌برداری، حرکت‌های غیر طبیعی در برخی از پانلها مشاهده گردید. با بررسی علل محتمل این پدیده به نظر رسید که با راه حلهایی بتوان از بروز موارد مشابه اجتناب نموده و یا گستره و شدت آن را تخفیف داد. یکی از خطوط دفاعی در مقابل این پدیدهٔ نامطلوب، اجرای سیستم فیلتر و زهکش درحد فاصل خاک بستر و بتن پوشش بود.

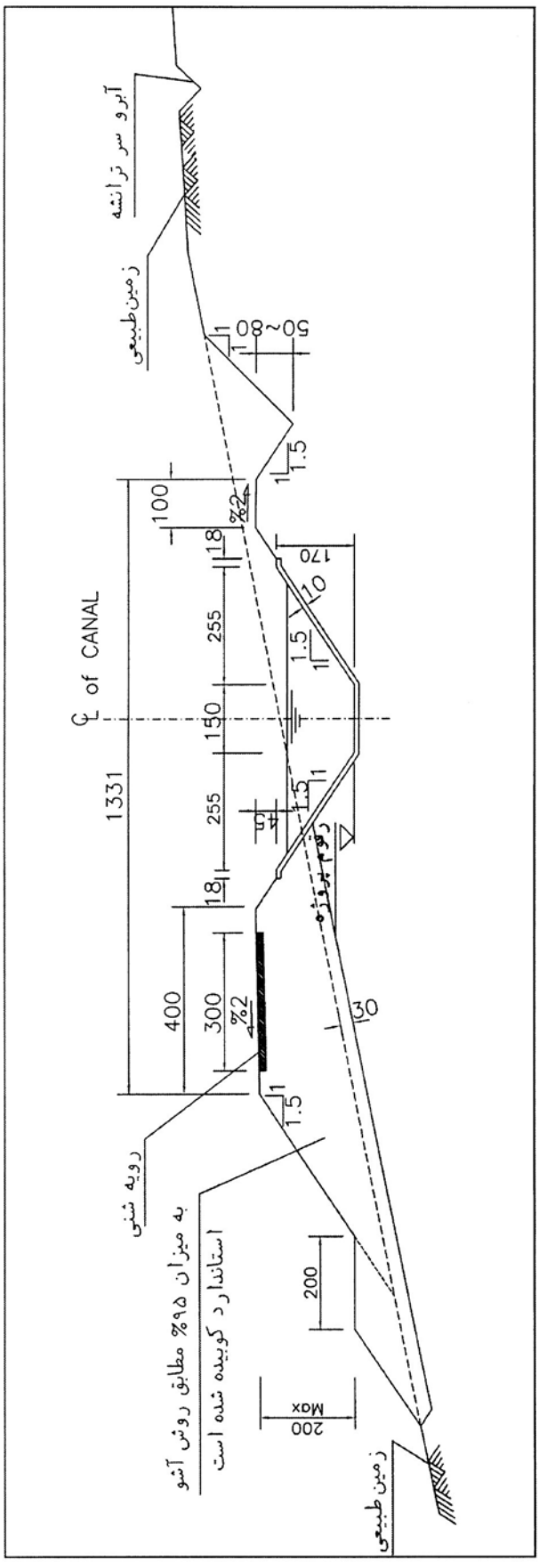
طرح اولیه:

طرح اولیه برای پوشش بتن کانالها، و ابعاد کانالها در شکل شمارهٔ (۱) آورده شده است. همانطورکه ملاحظه می‌شود نشت آب از درزهای بین پانلها محتمل بوده و در طرح اولیه پانل بتنی بطور مستقیم بر روی بستر خاکی اجرا می‌گردیده است. خاک بستر، رسی بوده و در بعضی مقاطع با استفاده از شفته

۱، ۲، ۳- مهندسین مشاور بندآب

سیمانی بهسازی گردیده است. اجرای پانلهای بتنی با روشهای سنتی (بدون استفاده از ماشین‌آلات خاص) انجام شده و بتن مصرفی از نوع غیر مسلح و با عیار ۳۵۰ کیلوگرم سیمان در هر مترمکعب بوده است. منطقهٔ طرح سردسیر بوده و برای مقابله با اثرات یخبندان، بهره‌گیری از مواد هوازا در بتن مورد نظر بود، لیکن بدلیل عدم انجام به موقع آزمایشهای لازم، مطابق توصیه‌های مراجع معتبر، با افزایش میزان سیمان مصرفی، مقاومت بتن در برابر یخ و ذوب متوالی تأمین گردید.

باتوجه به روش مورد استفاده در احداث کانال (روش دستی)، علیرغم نظارت مکرر و تحمل مشقت فراوان، عدم تراکم مناسب در بتن پوشش، خصوصاً در محل درزها، به کرات مشاهده گردید. ساخت دستگاههای اجرای پوشش بصورت قالب لغزنده، هزینه‌ای بسیار کم و سرعتی بسیار زیاد خواهد داشت ولی متأسفانه ابزار مناسب برای اجبار به استفاده از یک فناوری خاص در اجرا، خصوصاً در طرحهای ضربتی وجود ندارد.



شکل شماره (۱): مقطع عرضی تیپ کانال در خاکبرداری و خاکریزی

بروز مشکل:

در پی اولین آب‌اندازی کانال، پیش از تکمیل طرح برای آبیاری بخشی از اراضی، مشاهدهٔ چند مورد خرابی گزارش گردید. خرابی‌ها مشتمل بر حرکت پانلهای روی شیب کانال، از محل درزها به سمت بالا بود. هیچ مورد شکست گزارش نگردید. پراکندگی مواضع آسیب دیده در طول کل پروژه، و میزان بالا آمدگی پانلها از چند میلیمتر تا ۳ سانتی‌متر متغیر گزارش شد. (تصاویر ۱ و ۲)

تصویر شماره (۱): بالازدگی پانل‌های بتنی از محل درزهای اجرایی

تصویر شماره (۲): بالا زدگی برخی پانل‌ها از محل درزها قبل از اجرای سیستم فیلتر و زهکش

تحلیل خرابی:

بعلت وضعیت حرکت پانلها، شکی در وارد آمدن نیرویی روبه بالا به پانلها وجود نداشت. بررسی از نزدیک مواضع آسیب دیده نشان داد که تقریباً در تمامی آنها، بتن ریخته شده در محل اتصال کیفیت مناسب نداشته است. این کیفیت نازل ناشی از بستر خاکی نامناسب در زیر کانال و مخلوط شدن خاک با بتن و نیز روش سنتی اجرا و عدم امکان تراکم بتن در این نواحی ارزیابی گردید. علیرغم استقبال پیمانکار و کارفرما و پیگیری‌های شدید برای ساخت دستگاه اجرای پوشش بصورت لغزنده، متأسفانه توفیقی حاصل نشد. در چند پانل از دستگاه ویبرهٔ متحرک برای متراکم‌تر کردن بتن بهره‌گیری شد، که اثرات مناسبی در متراکم‌تر شدن بتن داشت لیکن مشکل نزول کیفیت ناشی از وضعیت نامناسب بستر بتن‌ریزی‌ها، کماکان موجود بود. به نظر رسید که خرابی حاصل عملکرد دو عامل ضعف پوشش در محل درزها از یک سو و فشار زیر بستری از سوی دیگر بوده است. از آنجاکه بررسی مجدد وضعیت خاک بستر و نمونه‌گیری‌ها بعمل آمده، پتانسیل تورم در خاک را، در حد دقت‌های قابل اعمال، قابل ملاحظه نشان نداد، منشاء اصلی نیرو، فشار حفره‌ای پشت پوشش ناشی از تخلیهٔ سریع کانال دانسته شد.

راهکارها و تمهیدات:

بعلت بافت ریزدانهٔ خاک بستر، چنانچه تماس آب کانال و خاک بستر بکلی قطع می‌شد، نگرانی‌های ولو اندک از احتمال وقوع تورم در خاک تخفیف می‌یافت. بهترین راه حل در این زمینه، استفاده از غشاهای آب‌بند (Geomembrane) بود. بررسی‌های دقیق‌تر نشان داد که (در زمان اجرای طرح) هزینهٔ تهیه و اجرای غشاها قابل ملاحظه بوده و زمان قابل ملاحظه‌ای نیز برای تهیه و اجرای آنها مورد نیاز بود. بعلاوه با اجرای این غشاها، کماکان می‌بایست سرعت تخلیهٔ کانال کنترل می‌شد و عملاً کمکی به تخفیف نیروهای زیر بستری نمی‌شد.

راه حل دیگر، استفاده از شیرهای تخلیه یک طرف (Flap Valve) برای تخلیهٔ آب پشت لاینینگ بود. در زمان بررسی‌ها این شیرها به تازگی در داخل کشور تولید می‌شد و ضمن هزینه‌بری قابل ملاحظه، تولید کننده امکان تأمین تعداد لازم، در زمان‌بندی مورد نظر را نداشت. از دیدگاه فنی حوزهٔ تأثیر این شیرها محدود بوده و در صورت انتظار عملکرد مناسب، لازم بود در فواصل کم اجرا شدند. از دیدگاه بهره‌برداری، در دراز مدت قطعاً لاستیک آب‌بندی شیرها صدمه دیده و باید تعویض می‌شد که رسیدگی به موقع به آن مورد تردید بود که در این صورت عملکرد شیرها معکوس می‌شد.

پیش‌بینی سیستم زهکش در زیر پانل‌ها، یکی دیگر از راهکارهای بررسی شده بود.

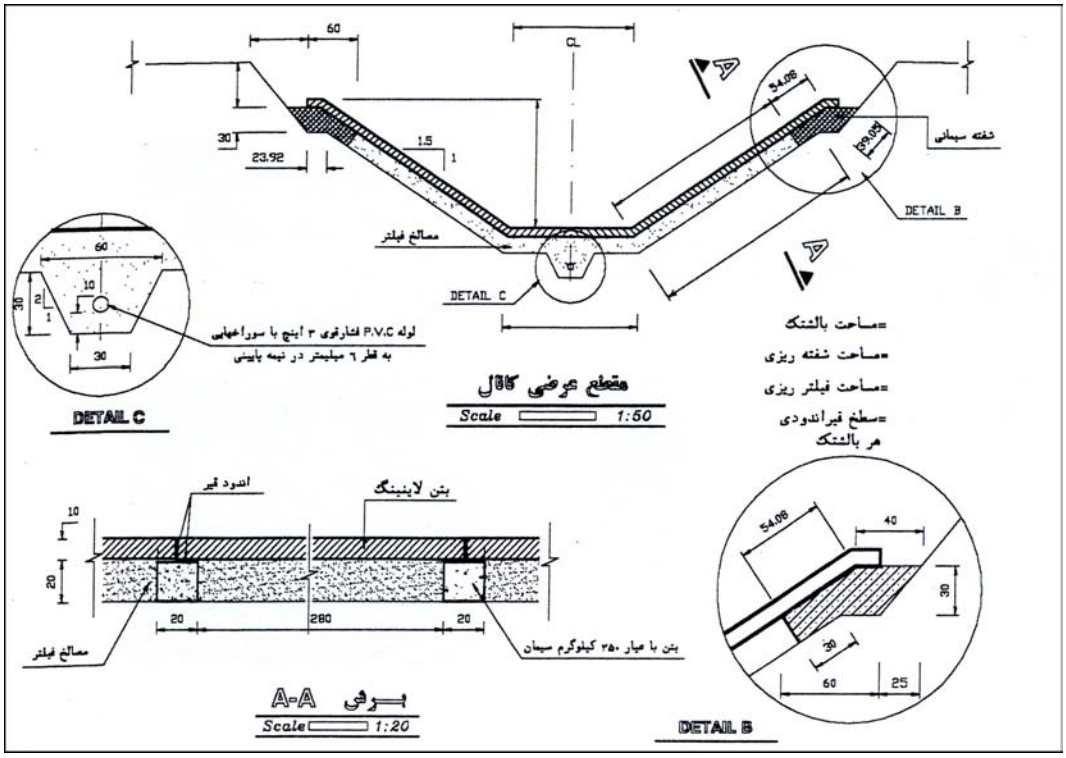
سیستم زهکشی می‌توانست فشار زیر بستری را در موقع آب‌اندازی و نیز هنگام تخلیهٔ سریع بخوبی کنترل و مستهلک نماید. آب نشتی احتمالی از پوشش بتنی می‌توانست بطور مطلوب توسط سیستم مزبور جذب و به طریق مناسب دفع گردد. بستر اجرای پوشش بتنی، درصورت اجرای سیستم زهکشی می‌توانست با اتخاذ اندک تمهیدات، بسیار بهبود یافته و از این رهگذر امیدوار بود که مشکلات ناشی از کیفیت بتن نیز

تخفیف یابد. تأمین مصالح سیستم زهکشی در کارگاه میسر بوده و سرعت اجرای آن عمدتاً تابع نیروی انسانی بود. برپایهٔ جملگی این موارد، با تهیهٔ طرح اولیه، چند پانل بطور آزمایشی اجرا و اجرای سیستم زهکش برای اجرای زیر کانال برگزیده شد.

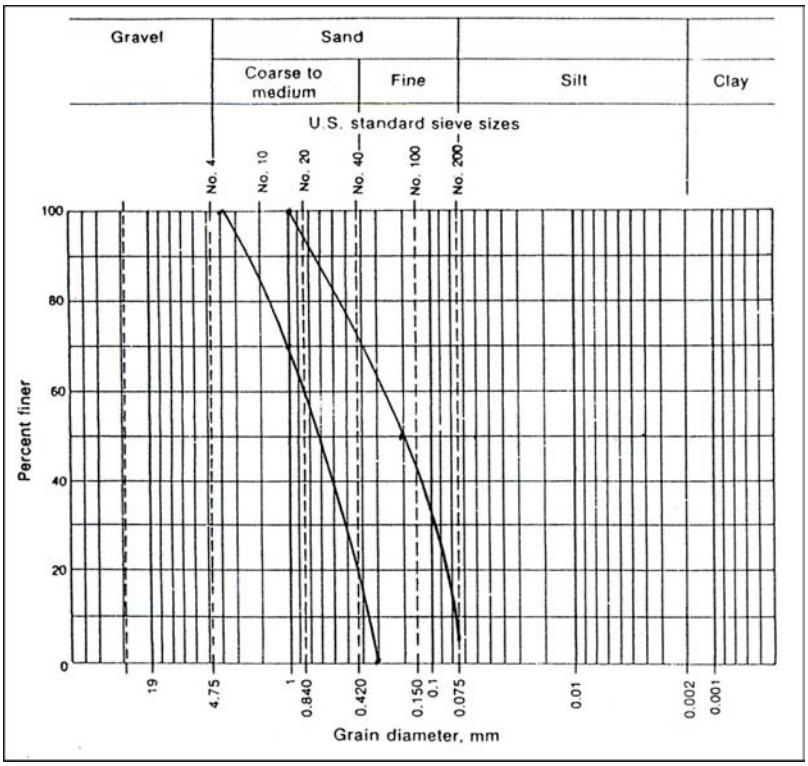
سیستم زهکشی زیر کانال:

با درنظر داشتن فرضیات و عملکردهای مورد انتظار، سیستم زهکشی زیر پوشش بتنی برای اجرا انتخاب شد. جزئیات این سیستم در شکل شمارهٔ (۲) نمایش داده شده است. اجزای این سیستم به شرح زیر قابل شرح‌اند:

- شیار طولی در محور کانال با حفر شیار و تعبیه یک لولهٔ PVC شیار داده شده در آن، آب نشت کرده به زیر پوشش جمع‌آوری و به نزدیک‌ترین کالورت در طول مسیر هدایت شد.
- مصالح زهکش ـ فیلتر: این مصالح در زیر پوشش بتنی تعبیه شده و وظیفهٔ جذب و هدایت آبهای نشتی را بر عهده داشت. منحنی دانه‌بندی این مصالح در شکل شمارهٔ (۳) آورده شده است
- بالشتکهای بتنی عرضی: در زیر هر درز عرضی پوشش بتنی، یک بالشتک بتن غیر مسلح بصورت عرضی کامل اجرا می‌شد. این بالشتک اثر بسیار قابل توجهی در ارتقاء کیفیت اجرای بتن در محل درزها داشته، همچنین میزان آب نشتی از درز را تخفیف می‌داد. از دیگر مزایای بالشتک‌ها، تقسیم فضای زیر پوشش (محل اجرای مصالح زهکش) و تسهیل در اجرا بود.
- بالشتکهای بتنی طولی: در محل اختتامیهٔ بتن پوشش در دو طرف، بالشتکهای بتنی پیش‌بینی شد که چند وظیفه برعهدهٔ آنها متصور بود. این بالشتکها از ورود آبهای سطحی به زیر پوشش جلوگیری می‌کرد. کیفیت اجرای گوشواره‌های انتهایی به شدت ارتقاء می‌یافت. (عملاً پیمانکار مجبور بود که برای اجرای گوشواره‌ها یکبار خاکبرداری و سپس خاکریزی نماید که به علت عدم امکان تراکم، وضع نامناسبی حاصل می‌آمد).



شکل شماره (۲): مشخصات اجرایی سیستم فیلتر زهکش



شکل شماره (۳): محدودهٔ دانه بندی مصالح فیلتر

با وجود این بالشتک‌ها، همراه با بالشتکهای عرضی پیش‌گفته، عملاً پوشش لاینینگ کانال بر یک قاب بتنی قرار می‌گرفت و تا حدود زیادی از اثر تغییر مکانهای بستر بر پوشش بتنی کاسته می‌شد. این بالشتکها نیز در تقسیم فضای زیر پوشش بتنی و اجرای سهل‌تر و بهتر پوشش بسیار مؤثر بودند

مراحل اجرای سیستم زهکش زیر کانال در مجموعهٔ تصاویر شمارهٔ (۳ الی ۱۸) نشان داده شده است.

تصویر شماره (۳): کانال‌کنی مسیر در نواحی لازم به اجرای فیلتر و زهکش

تصویر شماره (۴): تریمینگ و حفاری حوضچه محل استقرار لوله زهکش در زیر لاینینگ

تصویر شماره (۵): قالب‌بندی جهت اجرای بالشتک‌های بتنی

تصویر شماره (۶): قالب‌بندی بالشتک‌های بتن زیر لاینینگ

تصویر شماره (۷): بتن‌ریزی بالشتک‌های زیر لاینینگ و نمایی از بالشتک‌های اجرا شده در طول مسیر

تصویر شماره (۸):بالشتک‌های بتنی اجرا شده قبل از اجرای شفته سیمانی و فیلتر ریزی

تصویر شماره (۹): آماده سازی و قالب‌بندی جهت اجرای شفته سیمانی در بالادست بالشتک‌های بتنی

تصویر شماره (۱۰): اجرای شفته سیمانی در بالادست بالشتک‌های بتنی(قبل از فیلتررریزی)

تصویر شماره (۱۱): اجرای شفته سیمانی در محل سرشیب‌ها، بالادست بالشتک‌های بتنی

تصویر شماره (۱۲): نمایی از بالشتک‌ها و شفته سیمانی اجرا شده قبل از فیلترریزی

تصویر شماره (۱۳): مقطع کنی و آماده سازی محل قرارگیری لوله P.V.C مشبک زهکش

تصویر شماره (۱۴): کارگذاری لوله P.V.C مشبک در زیر بالشتک‌های بتنی و مقطع فیلتر‌ریزی

تصویر شماره (۱۵): فیلتر‌ریزی و پخش مصالح در حد واسط بالشتک‌های بتنی

تصویر شماره (۱۶):آبپاشی و تراکم مصالح فیلتربا غلطک دستی

تصویر شماره (۱۷): فیلترریزی و غلطک زنی درحد واسط بالشتک‌های بتنی و آمادگی بستر جهت اجرای لاینینگ

تصویر شماره (۱۸): نمایی از سطح آماده شده سیستم فیلتر، زهکش در زیر پوشش کانال (قبل از اجرای لاینینگ)

بررسی‌های بعدی:

پس از چند مورد آزمایش، ارائه نتایج به کارفرما، مشورت با پیمانکار و اخذ تصویب کارفرما، در طول ۵۰۰۰ متر از مسیر کانال، سیستم زهکش زیر کانال اجرا شد. برای کنترلهای بعدی، در چهار گوشهٔ چند پانل مبتنی از این مجموعه، میخ‌های فولادی تعبیه شده و در طول ۶ ماه حرکات آنها مطالعه گردید. خوشبختانه در هیچ مورد حرکت قابل ملاحظه مشاهده نگردید. با بررسیهای چشمی نیز بهبود کلی وضعیت رفتاری پانلها مشهود بوده است.

بررسی‌های اقتصادی

اجرای سیستم زهکش به شرح پیش‌گفته، براساس برآوردها و پرداخت‌های انجام شده، با درنظر داشتن کلیهٔ موارد و هزینه‌های مستقیم و غیر مستقیم، بار مالی در حدود ۵ ~ ۲ درصد از کل هزینهٔ اجرای کانال در بر داشته است.

جمع‌بندی و نتیجه‌گیری:

در اجرای شبکه‌های آبیاری و زهکشی، فناوریهای مورد نیاز و بکار رفته در سطح جهانی، نیاز چندانی به تجهیزات پیچیده ندارند. آنچه بیشتر در اینجا مطرح است ایجاد فرصت برای بروز خلاقیت‌ها و نگرش کلان بر فعالیتها و هزینه‌هاست. درحالیکه در مراجع غربی، اجرای کانال‌های آبیاری با قالب لغزنده با سرعت بسیار مناسب و بالا، در حدود ۶۰ سال پیش آورده شده است، هنوز بهره‌گیری از این سیستم کارآمد در سطح پروژه‌های ملی فراگیر نشـده است و این در حالیست کـه طرح و اجرای این سیستم در مقایسه با سیستمهایی که در واحدهای مهندسی کشور صورت می‌پذیرد، بسیار ساده و سهل خواهد بود. در این مورد مثالهای متعدد قابل ارائه است.

ضعف‌های بنیادین در فهارس بهای عملیات اجرایی و عدم توجه به واقعیت‌های اجرایی، بعضاً دستگاههای اجرایی را در شرایطی قرار می‌دهد که عملاً چاره‌ای جز تمکین به شرایط نامناسب ندارند. ارتباط بسیار قوی‌تر بین گروههای درگیر در پروژه‌های اجرایی و گروه مسئول تدوین و بهنگام‌سازی فهارس بهای واحد عملیات، قطعاً می‌تواند راهگشا باشد.

وجود مشکلات مشابه، در پروژه‌های مختلف ملی، متأسفانه نشانگر عدم وجود فرهنگ و بستر لازم برای مستندسازی، ارتباط فنی و انتقال تجارب است. توجه به این امر نه فقط در حد شعار بلکه بصورت عملی و با پیش‌بینی محمل‌های مناسب قراردادی برای مشاوران و پیمانکاران قطعاً اثرات مثمر و مناسبی در پی خواهد داشت .

خلاقیت و نوآوری، وظیفه و رسالت مهندس است. شرایط کار در کشور به‌گونه‌ای نیسـت که در مواجهه با یک پدیدهٔ تشخیص داده نشده در فـاز طراحـی (به هردلیل)، مهندس بتواند با انعطاف و اعمال تغییرات لازم، مشکل را رفع نماید.

تصور فرآیند طولانی و بعضاً غیر قابل انجام تهیهٔ اقلام جدید و اجرای آنها با قیمت‌های جدید، در بسیاری موارد سبب بخشیدن عطای کار به لقای آن می‌شود که البته هم حس و انگیزهٔ عوامل فنی از بین می‌رود و هم منابع ملی به نحو مناسب صرف نمی‌گردد.

درتمام مراحل توضیح داده شدهٔ قبلی، اگر نبود همکاری و مساعدت تمام عوامل درگیر در پروژه (کارفرما ـ پیمانکار و مشاور) هیچ اقدامی صورت نمی‌پذیرفت. تشویق ارگانهای درگیر در طرحهای ملی، خصوصاً فراهم آوردن امکان تحقیق و بررسی از سوی کارفرمایان، قطعاً مؤثر و راهگشاست.

کلام آخر آنکه عجله آفت طرحهای مهندسی است. پیش از آنکه از تکمیل الزامات اولیه اطمینان حاصل کرده باشید و بدون آنکه واقعاً ضرورتی وجود داشته باشد، و مهمتر از همه قبل از آنکه گروه و سزمان بهره‌بردار تشکیل و تعریف شده باشد، بعضاً مشاهده می‌شود که بهره‌برداری از طرحها در دستور کار قرار می‌گیرد. امید آنکه روزی چنین بهره‌برداریهایی بصورت یک ضد ارزش در سطح جامعه مهندسی کشور فراگیر شود.

تصویر شماره (۱۹): اجرای بتن پوشش کانال روی مصالح فیلتر

تصویر شماره (۲۰): اجرای یک در میان پانل‌های بتنی روی مصالح فیلتر

تصویر شماره (۲۱): پرداخت بتن (لاینینگ) روی مصالح فیلتر و بالشتک‌های بتنی

تصویر شماره (۲۲): حفاظت و نگهداری از لاینینگ اجرا شده در نواحی فیلترریزی