

کارگاه سیستم زهکشی زیر پوشش کانال‌ها

۲۶ آذر ماه ۱۳۸۳

سیستم زهکشی زیر پوشش کانال‌های آبیاری

معرفی، ضرورت کاربرد، محدودیت‌ها

محمد کاظم سیاهی^۱

چکیده

انواع مختلف پوشش‌های غیر قابل نفوذ (پوشش‌های سخت) در شرایط بالابودن سطح آب زیر زمینی در اراضی مجاور همزمان با افت سریع سطح آب در کانال (Rapid Drawdown) و یا خالی شدن کانال در خاتمه فصل بهره برداری در معرض خطر فشار بیرونی قرار می‌گیرند. خطر اعمال فشار هیدرولیکی به پوشش در مورد کانال‌های ساخته شده در خاکریز با مصالح خاکی ریز دانه که دارای خاصیت نگهداری زیاد آب و فشارمنفذی بالا باشد نیز در شرایط افت سریع آب در کانال حادث می‌گردد، اگرچه سطح آب زیر زمینی بالا نباشد. احداث سیستم زهکشی زیر پوشش سخت کانالها برای مقابله با پدیده فوق و جلوگیری از بروز آسیب (شکستگی، ایجاد درز و ترک یا بالا آمدن پانل پوشش) ضرورت دارد. احداث سیستم زهکشی هم چنین در شرایطی که خاک بستر پوشش از نوع غیر متعارف (خاکهای متورم شونده، خاکهای گچی، خاکهای واگرا) باشد برای هدایت آب نفوذی، جلوگیری از تماس طولانی آب با بستر و نتیجتاً ممانعت از تخریب پوشش بعنوان بخشی از تمهیدات ایمنی کانال بکارگرفته می‌شود.

مقدمه و معرفی

اصولا پوشش کانالها به دو گروه تقسیم می‌گردد که با دو هدف متفاوت مورد استفاده قرار می‌گیرند. یکی پوشش حفاظتی (Protective Coating) بمنظور جلوگیری از فرسایش بستر و آسیب ناشی از اجسام شناور که معمولا شامل پوشش سنگچین، گابیون گذاری، پوشش بتنی و یا بتن مسلح و پوشش با بلوک‌های پیش ساخته بتنی است.

۱- عضو شورای عالی و هیئت اجرایی کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

عضو هیئت مدیره شرکت مهندسين مشاور پندام

مورد دوم پوشش برای مقابله با تراوش (Anti Seepage Lining) است که موجب کاهش تراوش از کف وبدنه کانال می‌گردد و شامل پوشش‌های رسی، پوشش‌های ژئوسنتیک (ژئومیران، ژئوتکستایل) پوشش‌های قیری و اسفالتی و پوشش‌های بتنی و بتن مسلح می‌باشد.

پوشش‌های بتنی و بتن مسلح بیشترین مورد استفاده را در کانالهای آبیاری چند دهه اخیر داشته است معهذاً پوشش‌های ژئوسنتیک بلحاظ سهولت و سرعت استفاده و دوام در دوده گذشته در کشورهای توسعه یافته جایگزینی برای پوشش‌های بتنی شده است.

انواع پوشش‌های غیر قابل نفوذ (سخت) در شرایط بالا بودن آب زیر زمینی با افت سریع آب و یا خالی شدن کانال در معرض خطر فشار خارجی قرار گرفته و آسیب می‌بیند. برای مقابله با این پدیده به کارگیری سیستم زهکشی زیر پوشش کانال ضرورت پیدا می‌کند. همچنین در شرایطی که خاکریز بدنه کانال در معرض خطر غرقابی ناشی از سیلاب قرار می‌گیرد (حتی اگر آب زیرزمینی نسبت به کف کانال خیلی بالا نباشد) بکارگیری سیستم زهکشی ضروری می‌باشد.

در کشور ما نیز برای ایمنی پوشش بتنی کانالهای آبیاری بکارگیری سیستم زهکشی زیر پوشش از چند دهه قبل سابقه دارد که قدیمی‌ترین نمونه آن کانال کوت امیر مربوط به سیستم آبرسانی از رودخانه کارون به بندر ماهشهر و کانالهای آبیاری اصلی و درجه ۱ شبکه آبیاری سفید رود گیلان می‌باشد.

استفاده از سیستم زهکشی زیر پوشش بتنی در کانالهای آبیاری دشت خوزستان (پروژه آبیاری کرخه، پروژه‌های آبیاری طرح توسعه نیشکر، پروژه‌های آبرسانی شیلات)، کانالهای آبیاری در آذربایجان شرقی و اصفهان در دهه‌های اخیر تجربه شده است. متأسفانه تجارب حاصله از کاربرد سیستم زهکشی در کانالهای آبیاری بطور مستند (Documentary Report) در دسترس جامعه مهندسی آب کشور قرار نگرفته است و چه بسا کانالهای آبیاری در نواحی از ایران احداث گردیده که بدلیل عدم توجه به این مهم در دوره بهره‌برداری با مشکل جدی و آسیب روبرو گردیده است.

هدف این مقاله و سایر مقالات ارائه شده در این کارگاه تبیین ضرورت‌های کاربرد، نحوه و شرایط استفاده و محدودیت‌های انواع روشهای زهکشی زیر پوشش کانال و همچنین تمهیدات نگهداری این سیستم‌ها می‌باشد.

سیستم زهکشی زیر کانال عموماً "مشمول است بر یک بستر متخلخل، لوله‌های زهکش و خروجی که در حالت خروجی سیستم زهکشی به کانال این سیستم شامل لوله زهکش و رایزر مجهز به دریچه یکطرفه (Flap Valve) می‌باشد که معمولاً بنام مجرای هدایت زه آب (Weep Hole) یا بارباکان موسوم است.

اثرات نامطلوب ناشی از بروز فشار خارجی به پوشش را میتوان با اجرای سیستم زهکشی در زیر پوشش بمنظور خنثی سازی فشار هیدرواستاتیکی و جمع آوری و هدایت جریان زهکشی به داخل کانال و یا هدایت آن با لوله زهکش به نزدیکترین خروجی (کالورت، زهکش یا مسیل طبیعی) برطرف نمود.

ضرورت کاربرد سیستم زهکشی زیر پوشش کانالها

پوشش کانال بعنوان یک سازه نازک قلمداد می‌شود که بسته به ضخامت و دانسیته مصالح تشکیل دهنده آن میتواند در برابر اختلاف با رهیدرولیکی (Differential Hydraulic Head) مقاومت محدودی نماید و این در حالتیست که پوشش‌های بتنی اغلب تحت تاثیر اختلاف بار هیدرولیکی زیادی قرار می‌گیرند و بدیهی است که غیر اقتصادی خواهد بود اگر پوشش با ضخامت زیاد بمنظور مقابله با چنین بارهای هیدرولیکی طراحی گردد. بنابراین بکارگیری یک سیستم زهکشی مناسب برای خنثی‌سازی اختلاف بارهیدرولیکی اضافی ضروری و از اهمیت ویژه برخوردار است.

مهمترین فاکتورهای تاثیر گذار بر حدود و نوع تمهیدات سیستم زهکشی زیر پوشش کانال عبارتند از:

- نفوذپذیری بستر (Permeability Of subgrade)
- موقعیت آب زیر زمینی نسبت به کف کانال
- نحوه افت سطح آب در کانال (Rate Of Drawdown)

دامنه قابلیت زهکشی (زهکشی آزاد تا غیر قابل نفوذ بودن) بستر پوشش را ممکن است بصورت خیلی کلی براساس نفوذپذیری آن بشرح زیر طبقه بندی نمود:

قابلیت زهکشی آزاد (Free drainage)	شن و ماسه تمیز	نفوذ پذیری بیش از 10^{-4} سانتیمتر بر ثانیه
قابلیت زهکشی کم (Poor drainage)	ماسه خیلی ریز، مخلوط ماسه و سیلت و رس	نفوذپذیری کمتر 10^{-4} سانتیمتر
نفوذپذیری خیلی کم (غیر قابل نفوذ)	رس هموژن	نفوذ پذیری کمتر از 10^{-6} سانتیمتر بر ثانیه

همچنین موقعیت قرار گرفتن سطح آب زیرزمینی نسبت به مقطع کانال قبل از آب اندازی می‌تواند بصورت‌های زیر باشد:

- ۱- سطح آب زیر زمینی بالاتر از سطح آب نرمال کانال
- ۲- سطح آب زیر زمین بالاتر از کف کانال
- ۳- سطح آب زیر زمینی پایین تر از کف کانال

برحسب حالات مختلف فوق نحوه بکارگیری سیستم زهکشی زیر پوشش می‌تواند بشرح زیر باشد:

- در حالتی که سطح آب زیر زمینی پایین تر از کف کانال و بستر پوشش دارای قابلیت زهکشی آزاد باشد، تمهیدات اضافی برای سیستم زهکشی زیر پوشش نیاز نخواهد بود. اما اگر بستر پوشش با قابلیت زهکشی محدود (Poor drainage) یا غیر قابل نفوذ باشد پس از آب اندازی کانال تا سطح

نرمال در دوره بهره‌برداری، خاکریز بدنه کانال اشباع می‌گردد و در زمان پایین انداختن سطح آب کانال فشار خاک اشباع بر پوشش بتنی اعمال می‌شود و لذا بکارگیری تمهیدات سیستم زهکشی ضروری می‌باشد که حداقل آن شامل اجرای لایه فیلتر و مجاری زهکشی در کف کانال می‌باشد.

- وقتی تراز آب زیر زمینی بین کف کانال و سطح نرمال آب در کانال باشد علی‌رغم اینکه بستر پوشش دارای قابلیت زهکشی مناسب یا فاقد آن باشد، پوشش کانال در زمان تخلیه تحت تاثیر فشار هیدرواستاتیک خواهد بود که میزان آن بستگی به موقعیت سطح آب زیر زمینی دارد.
- علاوه بر آن پوشش بتنی کانال تحت تاثیر فشار ناشی از افت سریع سطح آب در کانال در زمان تخلیه آب کانال خواهد بود که این میزان فشار به نفوذ پذیری خاکریز بدنه کانال و سرعت پایین انداختن سطح آب در کانال بستگی دارد.

- وقتی که تراز آب زیر زمینی بالاتر از سطح آب نرمال کانال باشد پوشش کانال تحت تاثیر اختلاف بار هیدرولیکی سطح آب کانال و تراز آب زیر زمینی در شرایط برقرار بودن جریان و یا اختلاف بار هیدرولیکی بین تراز آب زیر زمینی و کف کانال در شرایطی که کانال خالی است قرار می‌گیرد.

در حالت اخیر تمهیدات مؤثر و دقیق‌تری برای سیستم زهکشی مورد نیاز است. عدم کاربرد سیستم زهکشی زیر پوشش بتنی در موارد ضروری گفته شده در بالا بر حسب مورد می‌تواند موجب ایجاد درز و ترک در پوشش بتنی، جدا شدن پانل پوشش بتنی از بستر، بروز ترک و یا درزهای طولی در پوشش بتنی گردد.

انواع فیلتر گذاری زیر پوشش کانال

اصولاً نقش فیلتر، فراهم آوردن امکان زهکشی آزاد (Free Drainage) در محیط زیر پوشش و خروج از شرایط اشباع بستر می‌باشد تا پوشش از آسیب ناشی از فشار هیدرواستاتیکی آب اضافی محیط اطراف رها گردد.

یکی از نکات مهم در تهیه فیلتر، دانه بندی آن است که بایستی متناسب با دانه بندی مصالح خاکی بستر پوشش انتخاب گردد. سازمان حفاظت منابع طبیعی آمریکا (USNRC) و دفتر احیاء و عمران ایالات متحده (US, BUREU OF RECLAMATON) ضوابط انتخاب دانه بندی فیلتر را ارائه نموده اند که علاقمندان می‌توانند به منابع مذکور مراجعه نمایند. در عمل تهیه مصالح فیلتر با مشخصات دانه بندی توصیه شده اغلب مشکل و با محدودیت همراه می‌باشد که این مقوله از نکات اصلی مشکلات ایمنی سیستم زهکشی در دراز مدت می‌باشد. اغلب در سطح کشور برای غلبه بر این مشکل ضخامت قشر فیلتر را بیش از حداقل لازم در نظر می‌گیرند که خود موجب بالا رفتن هزینه‌های اجرایی می‌گردد.

در شرایط مختلف میتوان بر حسب عمق آب کانال، نوع مصالح بستر پوشش و تراز آب زیر زمینی نحوه فیلتر گذاری را بشرح زیر در نظر گرفت:

- ۱- فیلتر گذاری در کف کانال و قراردادن مجرای هدایت زه آب با خروجی بطرف کانال (Weap Heles) که مجهز به دریچه یکطرفه باشند.
 - ۲- فیلتر گذاری یکسره درکف کانال و قرار دادن لایه‌های فیلتر شانه ای در بدنه شیب شیروانی داخلی (Finger Drain) و هدایت جریان زهکشی بدخل کانال
 - ۳- مشابه مورد اول ولی با استفاده از لوله‌های زهکش هدایت جریان زهکشی در طرفین و یا وسط کف کانال متناسب با عرض کف کانال و هدایت آن به طرف یک نقطه خروجی در مجاری متقاطع با مسیر کانال (کالورت، زهکش، مسیل)
 - ۴- مشابه مورد دوم ولی با قراردادن لوله‌های زهکش هدایت جریان زه آب در طرفین و یا وسط عرض کف کانال برحسب مقدار عرض کف و هدایت آن به طرف یک نقطه خروجی در آبراههای متقاطع با مسیر کانال (کالورت، زهکش، مسیل)
 - ۵- برای کانالهای پوشش شده وقتی سطح آب زیرزمینی بالاتر از سطح آب در کانال است و یا احتمال وقوع آن در آینده وجود دارد که موجب بروز فشار تخریبی بر پوشش گردد و یا اینکه مصالح بستر پوشش (بدنه کانال) درحد زیاد نفوذ ناپذیر است که مانع زهکشی آزاد زیر پوشش در شرایط افت ناگهانی آب در کانال (قطع جریان) می‌گردد. تمهیدات کاهش زیر فشار با احداث سیستم زهکش زیر پوشش بایستی منظور گردد.
 - ۶- سطح بستر فیلترگذاری بایستی محکم و در موارد لزوم با وسایل مناسب تاحدی متراکم گردد. فیلتر باید تمیز و حداقل حاوی ۳ تا ۱۰٪ آب باشد و در موقع کارگذاری فیلتر بصورتی عمل شود که دانه بندی آن بهم نخورد.
 - ۷- در شرایط برخورد با خاکهای متورم شونده نیز یکی از راه‌حلها قراردادن لایه‌ای از مصالح شن نفوذپذیر ب ضخامت حداقل ۰/۶ متر بجای خاک رس برداشت شده می‌باشد که در زیر لایه شنی یک قشر آسفالتی یا اندود قیری برای جلوگیری از نفوذ آب به رس منظور میشود. میتوان بجای لایه آسفالتی و یا قیری از یک لایه ژئومیران استفاده نمود. در این حالت جریان زهکشی را می‌توان به داخل کانال و یا ترجیحا" با لوله زهکش به بیرون هدایت نمود.
- بطور کلی انواع روشهای فیلترگذاری برای سیستم زهکشی زیر پوشش کانالها با توجه به شرایط خاک بدنه و موقعیت آب زیرزمینی می‌تواند به یکی از روشهای زیر باشد:
- ۱- فیلتر گذاری فقط در کف کانال ب ضخامت حداقل ۱۵ سانتیمتر همراه با مجرای هدایت زه آب به داخل کانال به قطر ۵ سانتیمتر (Weep Hale) همراه با دریچه یکطرفه یا لوله زهکش هدایت زه آب به طرف مجرای خروجی بیرون از کانال (زهکش، مسیل، کالورت) به قطر حداقل ۱۵ سانتیمتر
 - ۲- فیلتر گذاری کامل در کف و بدنه کانال ب ضخامت حداقل ۱۵ سانتیمتر همراه با سوراخ هدایت زه آب در کف و یا بر حسب مورد کف و بدنه کانال یا کارگذاری لوله در کف کانال و هدایت به مجرای خروجی بیرون از کانال تعداد مجاری هدایت زه آب (بارباکان) به داخل کانال متناسب با عرض کف

کانال شامل یک یا دو ردیف خواهد بود. بطور کلی در هر پانل ۳ متری پوشش کانال حداقل یک بارباکان برای حالت عرض کف کمتر از ۲/۵ متر و دو عدد بار بارباکان برای عرض کف بیشتر از ۲/۵ متر منظور می‌گردد.

۳- فیلتر ریزی در شیب‌های بدنه بصورت فیلترهای شانه ای (Finger Drain) و فیلتر ریزی کامل در کف که هر دو مورد بضخامت حداقل ۱۵ سانتیمتر می‌باشد. در این حالت مجرای هدایت زه‌آب به یکی از روشهای ذکر شده در بالا خواهد بود.

۴- فیلتر ریزی فقط در اطراف لوله‌های هدایت زه‌آب نصب شده در زیر کف کانال (تعداد لوله‌های هدایت زه‌آب بر حسب بزرگی عرض کف شامل یک یا دو عدد خواهد بود) که بر حسب مورد در وسط (فقط یک ردیف لوله زهکش) و یا طرفین شیب دیواره و بفاصله حداقل ۰/۵ متر از کناره شیب در حالت انتخاب دو ردیف لوله خواهد بود.

مجاری تخلیه زه‌آب زیر پوشش

هدایت جریان زهکشی زیر پوشش کانال از طریق مجاری زه‌آب رو که مشتمل بر یک یا ترکیبی از موارد زیر است صورت می‌گیرد:

۱- هدایت جریان زهکشی زیر پوشش بتنی از طریق مجاری یا سوراخ‌های هدایت زه‌آب به داخل مقطع کانال در مواقعی که کانال از آب خالی است این مجاری بنام weep hole یا بارباکان موسوم است. مجاری هدایت زه‌آب عمدتاً شامل یک لوله کوتاه از جنس PVC با ارتفاع حداکثر ۷۰ سانتیمتر می‌باشد که در محدوده فیلتر گذاری بصورت شکافدار می‌باشد. مجاری هدایت زه‌آب به داخل کانال اغلب مجهز به دریچه یکطرفه (Flap Valve) می‌باشند که مانع از خروج آب کانال در دوره بهره‌برداری می‌گردد و در زمان خالی بودن کانال زه‌آبی را که از طریق قشر فیلتر زیر پوشش هدایت شده است به داخل کانال تخلیه می‌نمایند.

در مواردی که تلفات آب از مجاری هدایت زه‌آب (بارباکان) در فصل بهره‌برداری از کانال بعنوان تلفات تلقی نگردد (مانند مورد اراضی شالیزاری که آب خارج شده از این طریق در اشباع نمودن خاک و بالا آوردن تراز آب برای عملیات گل بهم زنی Puddling کمک می‌نماید، می‌توان از نصب دریچه یکطرفه بر روی بارباکان صرفنظر نمود.

۲- مجاری لوله‌ای هدایت جریان زهکشی که در کف کانال نصب می‌گردند و بر حسب عرض کف کانال شامل یک یا دو ردیف لوله زهکش می‌باشند که در اطراف آنها فیلتر زهکش تعبیه می‌شود. این لوله‌ها به مجاری خارج از کانال مانند مسیله‌ها، کالورت‌ها و زهکش‌های روباز تخلیه می‌شوند.

استفاده از هریک از روش‌های فوق به امکانات تخلیه ثقلی در محل، وضعیت رسوب‌گذاری در کانال، امکان حفاظت و نگهداری از مجاری هدایت زه‌آب بستگی دارد. معهذاً در شرایطی که امکان تخلیه مجاری لوله‌ای هدایت زه‌آب بصورت ثقلی فراهم نباشد (اراضی پست و در شرایطی که مقطع کانال در خاکبرداری نسبتاً

عمیق است) توصیه می‌شود که بلحاظ ایمنی از روش پمپاژ برای تخلیه سیستم زهکشی زیر پوشش کانال استفاده نشود و در چنین شرایطی از سوراخ‌های هدایت زه‌آب به داخل کانال (راه حل اول) استفاده گردد.

کاربرد مواد ژئوسنتتیک در سیستم زهکش زیر پوشش کانال

در خاکهای مسئله دار و یا در خاکهای معمولی در شرایطی که تامین مصالح طبیعی برای قشر شنی فیلتر سیستم زهکشی زیر پوشش کانال بلحاظ محدودیت‌های استحصال، تامین دانه‌بندی مناسب، مشکلات زیست محیطی، فاصله حمل زیاد و سایر موارد بلحاظ فنی و اجرایی مشکل و یا غیر اقتصادی باشد، استفاده از مصالح ژئوسنتتیک بجای قشر فیلتر شنی توصیه می‌گردد. کاربرد یک یا دو لایه ژئوتکستایل در زیر پوشش بتنی کانال موجب هدایت جریان آب پشت پوشش در محیط متخلخل ژئوتکستایل گردیده و مانع از حرکت و جابجایی ذرات خاک بستر تحت تاثیر فشار هیدرواستاتیکی می‌شود.

بطور کلی از دهه ۱۹۷۰ میلادی کاربرد وسیع مواد ژئوتکستایل بعنوان فیلتر زهکشی در سطح کشورهای اروپایی و آمریکا رایج گردیده و این مواد بخصوص در کارهای حفاظت سواحل بعنوان لایه فیلتر زیر مصالح سخت حفاظتی مورد استفاده قرار گرفته است. از جمله مزایای استفاده از این مواد بعنوان فیلتر زهکشی می‌توان به سهولت اجرا و بهبود کیفیت ساخت، کاهش زمان اجراء اطمینان از عملکرد مصالح فیلتر زهکشی، کاهش حجم مصالح و رفع مشکل نقل و انتقال مصالح طبیعی و بالأخره غلبه بر مشکلات اثرات نامطلوب زیست محیطی برداشت مصالح شنی از معادن رودخانه ای و یا کوهی را نام برد.

استفاده از سیستم پوشش دو لایه ای بخصوص در خاکهای مسئله دار (خاکهای متورم شونده، خاکهای گچی و خاکهای واگرا) باین ترتیب که یک غشاء ژئوممبران بر روی بستر کانال (کف و شیب بدنه) گسترده می‌گردد و سپس یک لایه ژئوتکستایل بین آن و ضخامت پوشش سخت (بتنی، آسفالتی و . . .) قرار می‌گیرد از مواردی است که قابل توصیه می‌باشد.

این سیستم علاوه بر جلوگیری از تخریب بستر کانال و شکست پوشش، هدایت سیستم زهکشی به مجرای خروجی را فراهم می‌آورد و فشار هیدرولیکی پشت پوشش بتنی را خنثی می‌نماید.

برای تعیین مشخصات لایه زهکشی از نوع مواد ژئوسنتتیک لازم است نفوذپذیری خاک اندازه گیری شود و با توجه به این مشخصه و ارتفاع کانال، موقعیت کف کانال نسبت به زمینی طبیعی (عمق خاکبرداری) و موقعیت آب زیرزمینی نسبت به محل نصب لایه زهکش در کف و یا بخشی از بدنه بصورت زهکشی شانهای (Finger Drain) تصمیم گیری نمود.

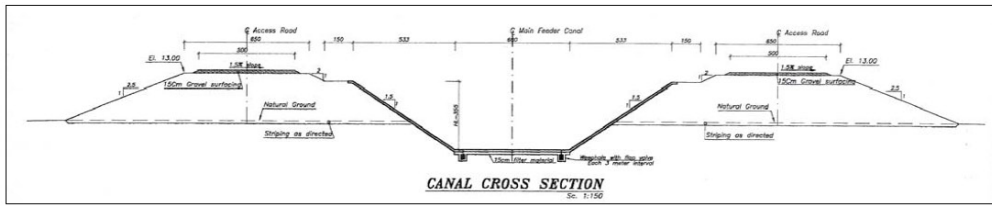
توصیه و پیشنهادات

- ۱- بطور کلی کاربرد سیستم زهکشی زیر پوشش بتنی کانال‌های آبیاری بعنوان یک ضرورت در شرایط مختلف هیدروژئولوژیکی و ژئوتکنیکی محل احداث کانال‌های آبیاری چه اینکه مقطع کانال در خاکبرداری و یا خاکریزی باشد، بایستی مورد توجه قرار گیرد.

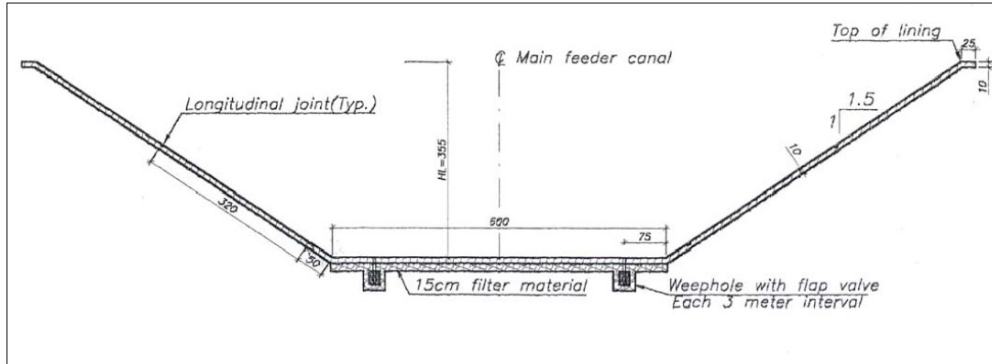
- مگر در شرایط نفوذ پذیری و بافت مناسب خاک بستر و عدم احتمال اعمال فشار هیدرولیکی از آب زیرزمینی یا آب نشتی از پوشش در زمانی احداث و سالهای بعد دوره بهره برداری.
- ۲- بلحاظ مشکلات تهیه مصالح فیلتر طبیعی از نظر تأمین دانه بندی مناسب، فواصل حمل طولانی، کاربرد ضخامت بیش از حداقل قشر فیلتر بلحاظ صعوبت اجرا و نامناسب بودن دانه بندی، طولانی شدن دوره اجرای پوشش و مشکلات زیست محیطی و تهیه این مصالح پیشنهاد می‌گردد که کاربرد فیلتر زهکشی زیر پوشش از مواد ژئوسنتتیک (انواع ژئوتکستایلها) در پروژه‌های مختلف ابتدا بصورت پایلوت و سپس در زمان کوتاه در سطح مملکت بطور وسیع نهادینه گردد تا امکان توسعه صنایع ملی در این فن آوری فراهم گردد.
- ۳- با توجه به بار مالی بالنسبه بالای سیستم زهکشی زیر پوشش، ضمن ملاحظه نقش مؤثر آن در ایمنی و دوام عمر پوشش پیشنهاد می‌گردد که کاربرد فیلتر در کانال‌های با ابعاد متوسط تنها در کف و همراه با مجرای تخلیه زه آب به داخل کانال (Weep hole) با دریچه یکطرفه و یا لوله زهکشی هدایت زه آب به تخلیه گاه خارج از کانال (کالورت، مسیل، . . .) ملاک عمل قرار گیرد. در شرایط توجیه فنی کاربرد فیلتر در بدنه مقطع برای کانالهای خیلی بزرگ، استفاده از سیستم فیلتر شانه ای (Finger Drain) توصیه می‌گردد.
- ۴- ارزیابی سیستم‌های زهکشی زیر پوشش اجرا شده در کانالهای مختلف در سطح کشور از طریق دستگاههای اجرایی و مؤسسات تحقیقاتی دانشگاهی ضروری است و موکداً توصیه می‌گردد.

فهرست منابع

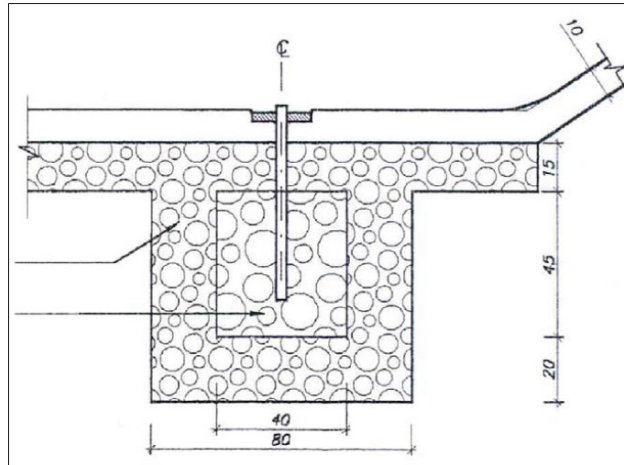
1. B.Z.kinori, "Manual of Surface Drainage Engineering", Vol .1, Elsevier Publishing Company, Amsterdam – London – New York 1970
 2. M.MGrishin , "Hydraulic Structures", Vol .2 , Mir Publisher Moscow , 1987
 3. G.S. Birdie, Ram Chandra Das , "Irrigation Engineering " Second Edition , Dhanpat Rai & Sons , Delhi , 1988
 4. R.S.Varshney, S.C. Gupta" Theory and Design of Irrigation Structures",Vol .1 , Fifth Edition , Nemchad & Bros Roorkee , 1983
 5. Ivan. E. Houk,"Irrigation Engineering" Vol. II, John Willey & Sons , New York , London , 1962
 6. Herve Plusquellec , USA, " Application of Geosynthetics in Irrigation and Drainage Projects " , ICID , New Delhi , Sep 2004
 7. U.S. Bureau of Reclamation , " Earth Manual " , Third Edition , 1998
 8. D.B.Kraatz ,Food and Agriculture Organization of the United Nation , " Irrigation Canal Lining " , Land & Water Development Series No.1 , Rome 1977
 9. Gordom P. Howkins , et al , "Canal Construction – Open Channel Construction , Machinery and Techniques " , ICID, New Delhi 1979
 - 10.U.S. Bureau of Reclamation , " Canals & Related Structures " Denver, Colorade, 1977
۱۱. آلبوم نقشه های پروژه آبیاری و زهکشی ناحیه میانی واحد عمرانی د-۵ دشت گیلان ۱۳۸۲- مهندسین مشاور پندام
 ۱۲. آلبوم نقشه های پروژه کانال آبرسان طرح پرورش ماهی آزادگان ۱۳۷۹ - مهندسین مشاور پندام
 ۱۳. آلبوم نقشه های پروژه اصلاح مقطع پوشش بتنی نهر سنتی کلاف رود ۱۳۸۲- مهندسین مشاور پندام
 ۱۴. آلبوم نقشه های کانال اصلی آب آبیاری دشت آزادگان ۱۳۷۸ - مهندسین مشاور مهتاب قدس



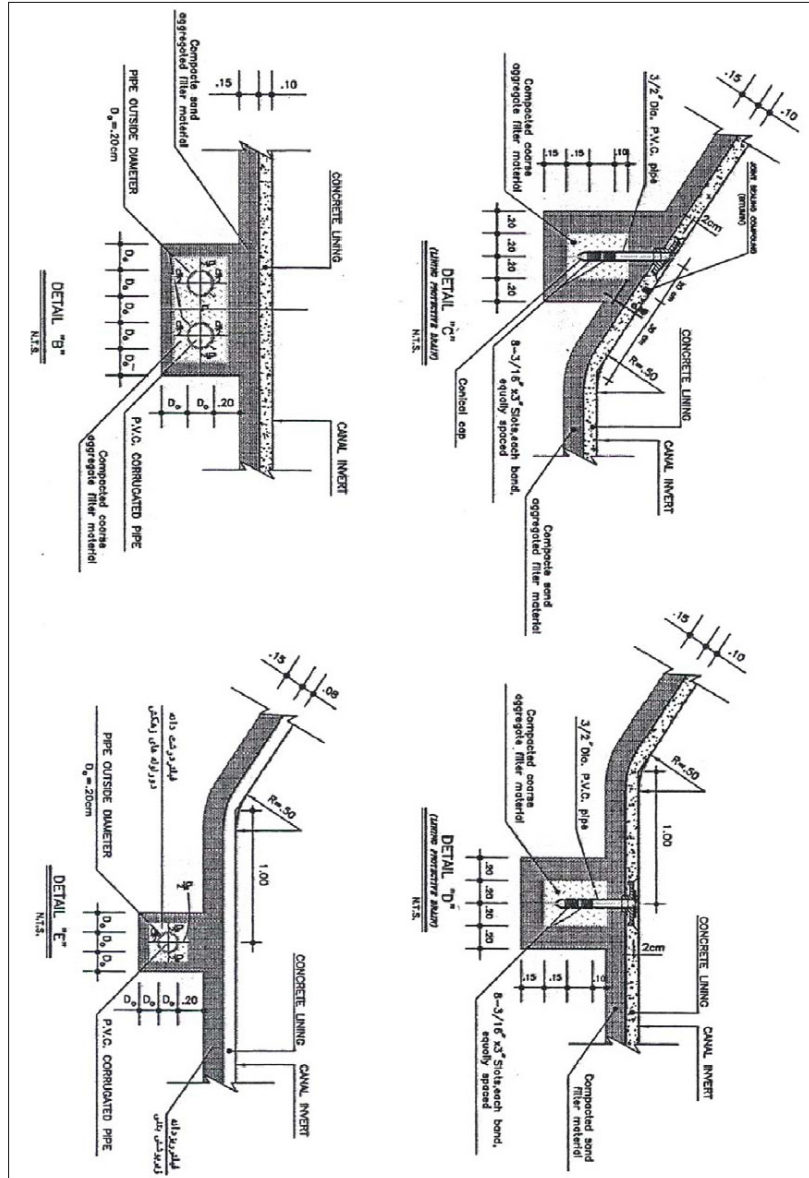
تیپ مقطع کانال اصلی - طرح پرورش ماهی آزادگان



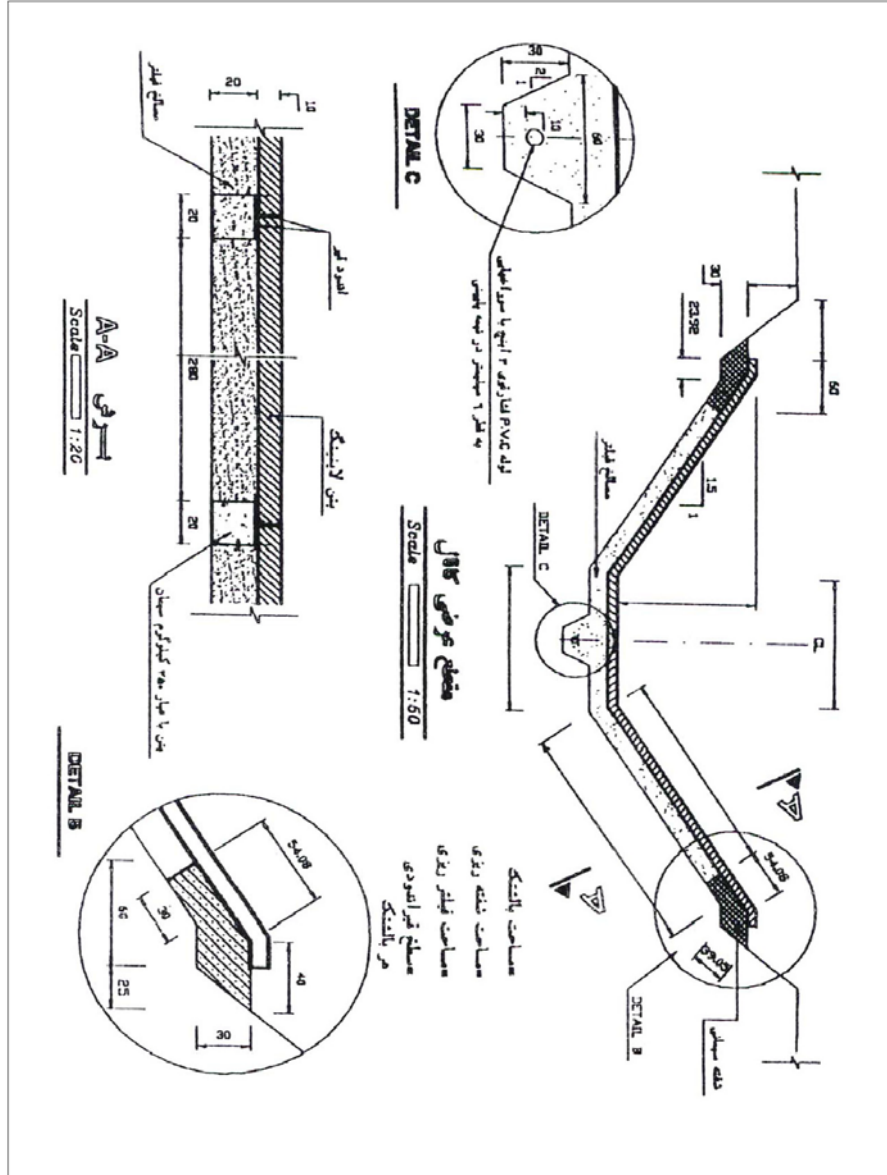
تیپ سیستم زهکشی زیر پوشش بتنی کانال اصلی



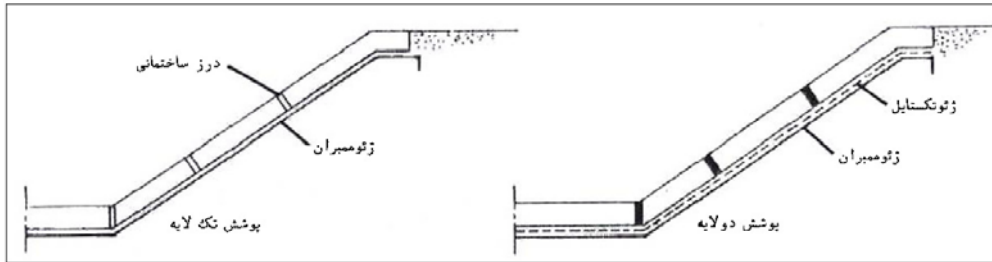
تیپ نصب مجرای هدایت زه آب (Weep Hole) با درپشه یکطرفه



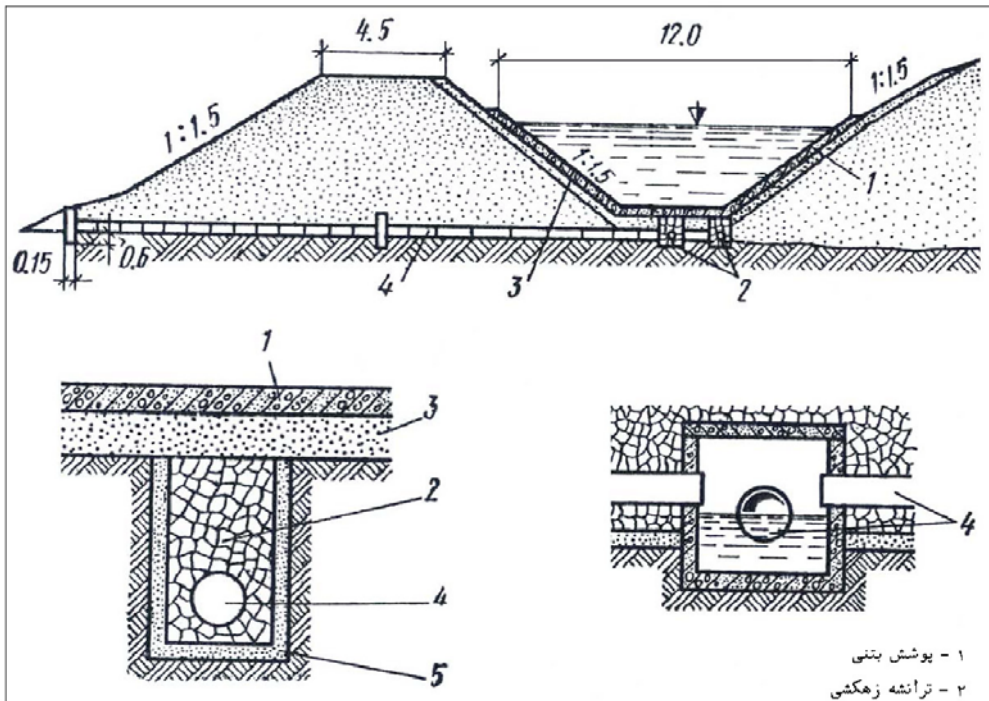
نموده های سیستم زهکشی زیر پوشش بتنی در حال اصلی پروژه آبیاری گرنه



تیپ سیستم زهکشی زیر پوشش کانال - منطقه آزاد چابهار

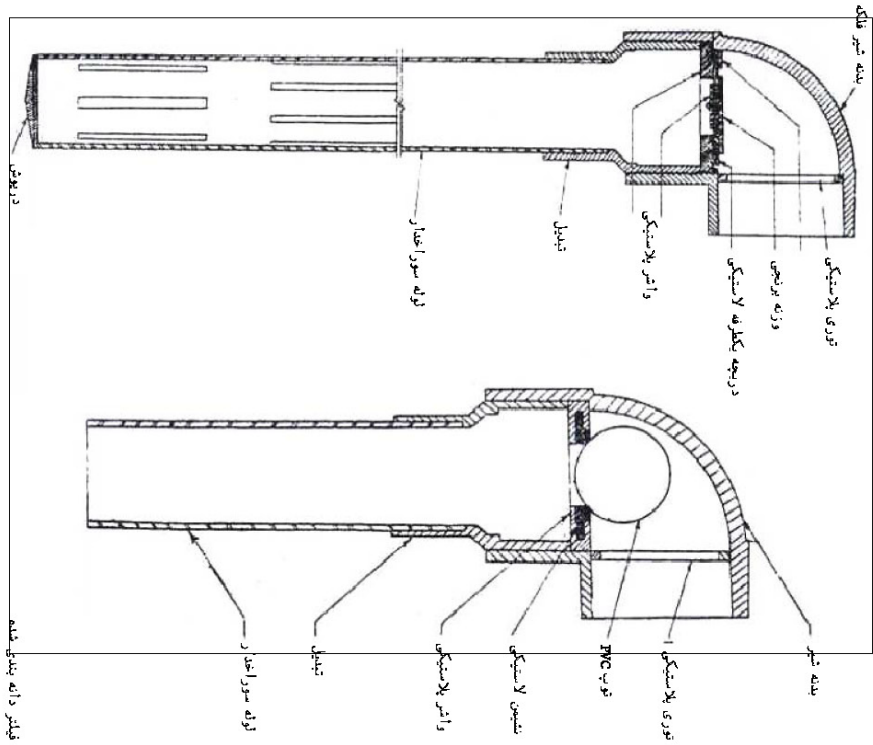


نمونه پوشش یک لایه و دو لایه با استفاده از غشاء زئوممبران و لایه زئوتکتایل و پوشش بتنی - (مآخذ ۶)

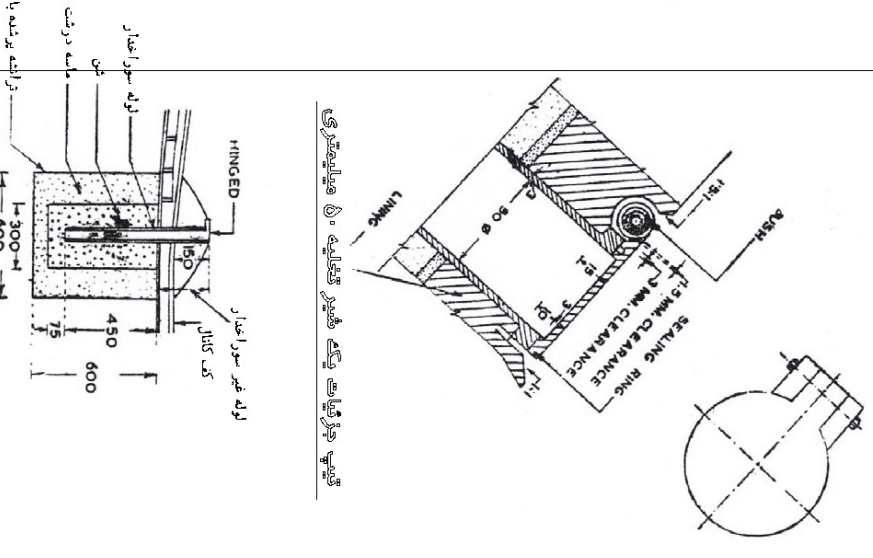


- ۱ - پوشش بتنی
- ۲ - ترانشه زهکشی
- ۳ - بستر پوشش
- ۴ - لوله زهکش
- ۵ - قشر شنی فیلتر

قیپ سیستم زهکشی زیر پوشش کانال - (مآخذ ۲)

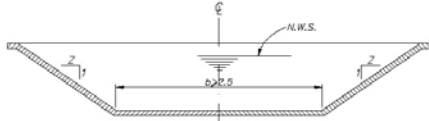
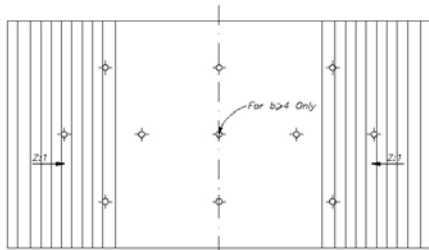
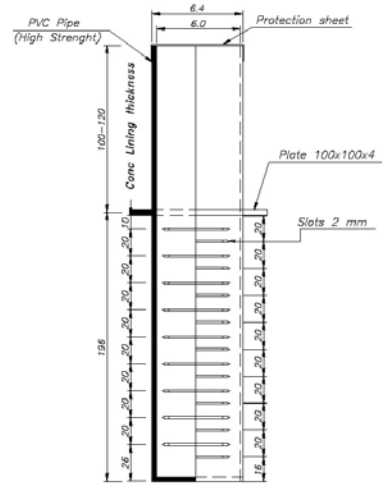
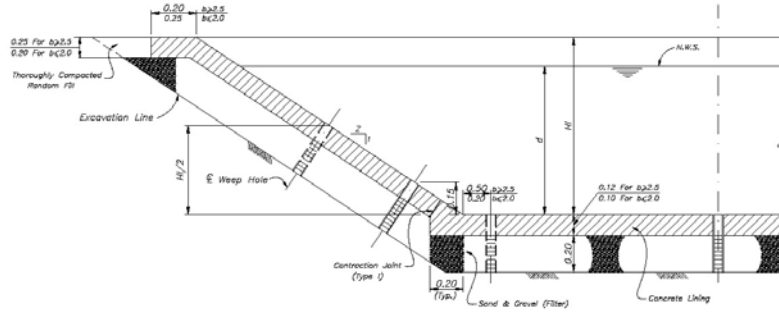


نموده فیلتر و تخلیه فشار از نوع PVC پلی اتیلن

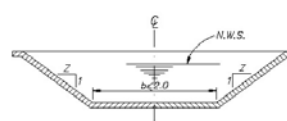
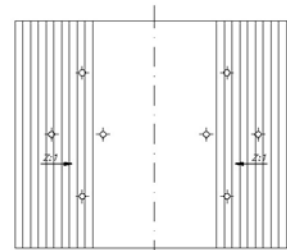


نموده نصب دریچه تبدیل فشار هیدرولیکی - (سایز ۶۰۰)

نمونه تیپ فیلتر گذاری و باریکان گذاری در شبکه های آبیاری کیلان



Weep Holes Layout
(For each 5m)



Weep Holes Layout
(For each 5m)

