

کارگاه سیستم زهکشی زیر پوشش کانال‌ها

۲۶ آذر ماه ۱۳۸۳

فیلتر زیر پوشش کانال‌ها

«از معیارهای نظری تا واقعیت‌های عملی»

محمدصادق جعفری^۱، آبتین آوندفقیه^۲

چکیده

برای طراحی فیلتر معیارهای مختلفی وجود دارد که هدف از آنها این است که فیلتر آن قدر ریزدانه باشد که از ورود ذرات خاک بستر به داخل فیلتر جلوگیری شود و در عین حال ضریب آگذری فیلتر نسبت به محیط اطراف آن قدر زیاد باشد که آب اضافی به صورت آزاد و به سرعت توسط فیلتر جمع‌آوری و به محل خروجی هدایت شود. شرایط خاص اجرائی و حساسیت کانالهای بزرگ ایجاب می‌کند برای تخلیه آب ناشی از کانالهای با عمق آب بیش از ۱/۵ متر چه در خاکریزی و چه در خاکبرداری و برای کانالهایی که در خاکبرداری عمیق در خاکهای سنگین قرار دارند و کف و بدنه آنها در معرض زیر فشار ناشی از وجود آب زیرزمینی است، فیلتر پیش‌بینی گردد. همچنین به لحاظ جلوگیری از تخریب و فرسایش بستر خاکی کانالهایی که بدنه آنها در خاکهای مسأله‌دار احداث می‌شود، و نباید توسط آب ناشی از کانال به حالت اشباع درآیند، احداث فیلتر یک ضرورت است. تخلیه فیلتر زیر پوشش کانالها به ترتیب اولویت باید به صورت ثقلی آزاد یا ثقلی با دریچه‌های یکطرفه به داخل کانال و در شرایط عدم وجود امکان تخلیه ثقلی، به وسیله پمپاژ انجام شود. چون پمپاژ آب فیلتر زیرپوشش کانال در زمان بهره‌برداری ممکن است به درستی انجام نشود، این راه‌حل بیشتر برای زمان اجرا قابل توصیه است و برای زمان بهره‌برداری باید حتی‌الامکان از پمپاژ اجتناب نمود.

برای اجرای صحیح فیلتر، ضمن انتخاب دانه‌بندی درست برای فیلتر زیر پوشش و نیز فیلتر دور لوله زهکش داخل آن باید فیلتر را بوسیله رطوبت و با کوبیدن تا حد لازم متراکم کرد تا ضمن ایجاد بستری

۱- مدیر طرحهای مطالعاتی شبکه‌های آبیاری و زهکشی کرخه شرکت مهندسی مشاور مهتاب قدس

۲- کارشناس امور آبیاری و زهکشی شرکت مهندسی مشاور مهتاب قدس

محکم برای پوشش بتنی کانال از نشست پوشش بتنی کانال نیز اجتناب گردد. همچنین از اختلاط خاک سست بستر یا بتن پوشش با فیلتر باید جلوگیری شود تا تراوش پذیری آن کاهش نیابد. در جاهایی که تراز آب زیرزمینی بالاتر از کف کانال قرار داشته باشد یا در شرایطی که خاک بستر کانال رسی با تراوایی اندک یا از جمله خاکهای تورمزا، انحلال پذیر، واگرا یا ماسه‌ای (بادی) رملنده باشد؛ علاوه بر تعویض خاک بستر با خاک رسی با تراوش پذیری کم باید از فیلتر زیر پوشش نیز استفاده کرد. همچنین اگر در بدنه کانال با هدف جمع‌آوری و تخلیه آب زیرزمینی زهکش پنجه‌ای در وسط هر پانل احداث شود، نیازی به احداث فیلتر سراسری در بدنه کانال نخواهد بود. در صورت استفاده از غشاء ناتراوا در زیر پوشش کانال یا در شرایطی که خاک بستر تراوش پذیری کافی داشته باشد یا در کانالهای با عمق کمتر از ۱/۵ متر، ضرورتی به استفاده از فیلتر وجود ندارد.

مقدمه

فیلتر محیط متخلخل^۱ است که آب را با ضریب آبدگزی بسیار زیاد نسبت به محیط از خود عبور می‌دهد. به همین دلیل فیلتر می‌تواند محیط اطراف را بصورت آزاد زهکشی و از حالت اشباع خارج کرده و از بروز صدماتی که ممکن است در اثر وجود آب اضافی در محیط اطراف یا سازه‌های بالایی ایجاد شود جلوگیری کند.

هدف از اجرای فیلتر

- ۱- جمع‌آوری آب نشستی حاصل از نشست کانال یا نفوذ آب باران و یا هرزآبهای اراضی اطراف و آب زیرزمینی،
- ۲- جلوگیری از فرسایش و نشست خاک زیرین یا انحلال املاح محلول آن در اثر آب مازاد اشباع در خاک،
- ۳- جلوگیری از زیر فشار^۲ و صدمه به پوشش کانال و سازه‌های روی فیلتر.

معیارهای طراحی فیلترها بسته به نوع کاربرد آنها متفاوت و گاهی متناقض است بطوری که استانداردهای اداره مهندسی ارتش آمریکا^۳، اداره عمران وزارت کشور آمریکا^۴ و اداره حفاظت خاک (منابع طبیعی) وزارت کشاورزی آمریکا^۵ با یکدیگر مطابقت ندارند.

1 - Porous Media
 2 - Uplift Pressure
 3 - U.S. Army Corps of Engineers
 4 - U.S. Bureau of Reclamation (USBR)
 5 - U.S. Natural Resources Conservation Service (SCS)

نوع و دانه‌بندی فیلتر با توجه به نوع خاک اطراف^۱ تعیین می‌شود. فیلتر یا یک لایه است و یا چند لایه^۲ و معمولاً دانه‌بندی آن مخلوطی از شن و ماسه بدون مواد ریزدانه می‌باشد. فیلترهای یک لایه معمولاً دانه‌بندی متنوعی در گستره وسیعی از ذرات با قطرهای مختلف شن و ماسه دارند. در حالی که در فیلترهای چند لایه هر لایه فیلتر دانه‌بندی یکنواختی داشته و ضریب یکنواختی^۳ آن $(CU = D_{60}/D_{10})$ حدود ۳ تا ۴ است.

معیارهای اصلی طراحی فیلتر

برای طراحی فیلتر معیارهای ذیل مورد توافق مراجع مختلف است و فعلاً مورد استفاده قرار می‌گیرد:

۱- معیار پایداری^۴: بر اساس این معیار فضاهای خالی فیلتر درجا باید آن قدر کوچک باشد که ذرات خاک اطراف امکان نفوذ به داخل فیلتر و کاهش تراوش‌پذیری آن یا فرسایش بستر فیلتر را نداشته باشند. بعبارت دیگر فیلتر باید آن قدر دارای ذرات ریز باشد که مصالح ریزدانه خاک اطراف با جریان آب به فیلتر وارد نشود. برای حصول این هدف باید نسبت قطر ذرات D_{15} فیلتر به D_{85} خاک اطراف کمتر یا مساوی ۵ باشد.

$$\text{Stability Ratio} = \frac{D_{15} \text{ FM}}{D_{85} \text{ BM}} \leq 5$$

این معیار حد بالایی D_{15} پوش منحنی مصالح را تعیین می‌کند.

۲- تراوش‌پذیری^۵ مصالح فیلتر باید بسیار بیشتر از تراوش‌پذیری مصالح اطراف باشد تا ضمن کشیدن آب محیط اطراف از ایجاد حالت اشباع و افزایش فشار هیدرولیکی در داخل فیلتر جلوگیری شود. لذا باید تراوش‌پذیری فیلتر حداقل ۲۵ برابر تراوش‌پذیری خاک اطراف آن باشد $(K_{FM} \geq 25 K_{BM})$. معمولاً این معیار موقعی صادق است که:

$$\frac{D_{15} \text{ FM}}{D_{15} \text{ BM}} \geq 5$$

این معیار حد پایینی D_{15} پوش منحنی مصالح را تعیین می‌کند.

۳- ضخامت فیلتر باید آن قدر باشد که توزیع دانه‌بندی مصالح فیلتر در جهت جریان مانع حرکت مصالح اطراف شود و بصورت عرضی هم ظرفیت کافی برای انتقال آب جمع‌آوری شده وجود داشته باشد. بدین منظور حداقل ضخامت ۱۵ سانتیمتر برای فیلتر توصیه می‌شود.

1 - Subgrade or Base Material

2 - Zoned Filter

3 - Coefficient of Uniformity

4 - Stability

5 - Permeability or Hydraulic Conductivity

۴- دانه‌بندی فیلتر باید طوری باشد که ذرات درشت آن مانع از حرکت ذرات ریز به داخل لوله‌های زهکشی شوند. بدین خاطر می‌توان در اطراف لوله‌ها از فیلتر درشت‌تر استفاده کرد. ولی در صورت استفاده از فیلتر یک لایه باید:

$$D_{85} \text{ FM} \geq 2 \text{ (Max Pipe Drain Opening)}$$

۵- به منظور جلوگیری از بسته شدن فضاهای خالی فیلتر و حصول بالاترین تراوش‌پذیری ممکن از یک دانه‌بندی خاص باید مقدار ذرات ریزدانه کوچکتر از ۷۵ میکرون (کوچکتر از الک نمره ۲۰۰) کمتر از ۵ درصد وزنی فیلتر باشد.

معیارهای کنترلی دانه‌بندی فیلتر

علاوه بر معیارهای طراحی فوق موارد ذیل بعنوان معیار کنترلی برای پوش دانه‌بندی فیلتر ملاک عمل قرار می‌گیرد:

- فیلتر باید تمیز و غیرچسبیده باشد و ضریب یکنواختی دانه‌بندی آن $CU \leq 8$ و $CU \geq 1/5$ باشد.
- برای جلوگیری از جدا شدن^۱ مصالح درشت از سایر مصالح فیلتر یا تجمع^۲ ذرات درشت در یک نقطه و تغییر نامطلوب اندازه فضاهای خالی فیلتر لازم است بزرگترین ذرات فیلتر از $37/5$ میلیمتر ($1/5$ اینچ) کوچکتر باشد:

$$D_{\max} \text{ FM} < 37/5 \text{ mm (} 1/5 \text{ inch)}$$

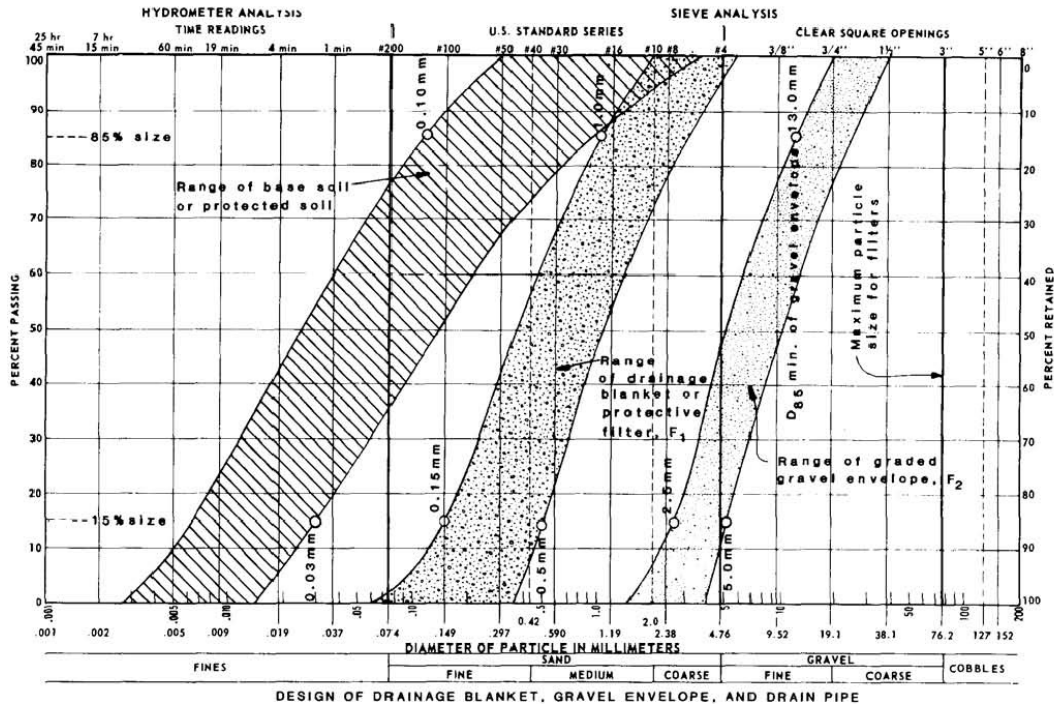
- به منظور پایداری ذرات ریز بستر باید منحنی دانه‌بندی فیلتر و منحنی دانه‌بندی بستر در گستره ذرات ریزدانه نسبتاً موازی باشند.
- برای مصالح بستری که دارای شن زیاد (ذرات بزرگتر از الک نمره ۴) باشد و در عین حال ذرات ریزدانه بسیاری هم داشته باشد (بیش از ۱۰ درصد بزرگتر از الک شماره ۴ و بیش از ۱۰ درصد ریزتر از الک نمره ۲۰۰)، در آن صورت باید فیلتر را بر اساس دانه‌بندی ذرات ریزتر از الک نمره ۴ مصالح بستر طراحی کرد.

شکل (۱) یک نمونه نحوه تعیین دانه‌بندی فیلتر زیر پوشش و فیلتر دور لوله زهکش را نشان می‌دهد.

1 - Segregation

2 - Bridging

DESIGN OF SMALL DAMS



DESIGN OF DRAINAGE BLANKET, GRAVEL ENVELOPE, AND DRAIN PIPE

<p>FOR DRAINAGE BLANKET, F₁</p> <p>$5D_{15} \text{ base} \leq D_{15} F_1 \leq 5D_{85} \text{ base}$</p> <p>$5 \times 0.03 \text{ mm} \leq D_{15} F_1 \leq 5 \times 0.10 \text{ mm}$</p> <p>$0.15 \text{ mm} \leq D_{15} F_1 \leq 0.50 \text{ mm}$</p> <p>$1.5 \leq C_u \text{ (coefficient of uniformity)} \leq 8$</p> <p>$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} = \frac{0.45 \text{ mm}}{0.12 \text{ mm}} = 4$</p> <p>$1.5 \leq 4 \leq 8, \text{ ok}$</p>	<p>FOR GRAVEL ENVELOPE, F₂</p> <p>$5D_{15} F_1 \leq D_{15} F_2 \leq 5D_{85} F_1$</p> <p>$5 \times 0.5 \text{ mm} \leq D_{15} F_2 \leq 5 \times 1.0 \text{ mm}$</p> <p>$2.5 \text{ mm} \leq D_{15} F_2 \leq 6 \text{ mm}$</p> <p>$1.5 \leq C_u \leq 8$</p> <p>$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} = \frac{6.5}{2.3} = 3$</p> <p>$1.5 \leq 3 \leq 8, \text{ ok}$</p>	<p>FOR DRAIN PIPE WITH 1/4-INCH SLOTS</p> <p>$D_{85} F_2 > 2 \times \text{slot width or } \phi \text{ of perforation}$</p> <p>$D_{85} F_2 > 2 \times \frac{1}{4} \text{ in.} \times 25.4 \text{ mm/in.}$</p> <p>$D_{85} F_2 > 13 \text{ mm}$</p> <p>SEGREGATION:</p> <p>Maximum size filter < 3 in.</p>
--	---	--

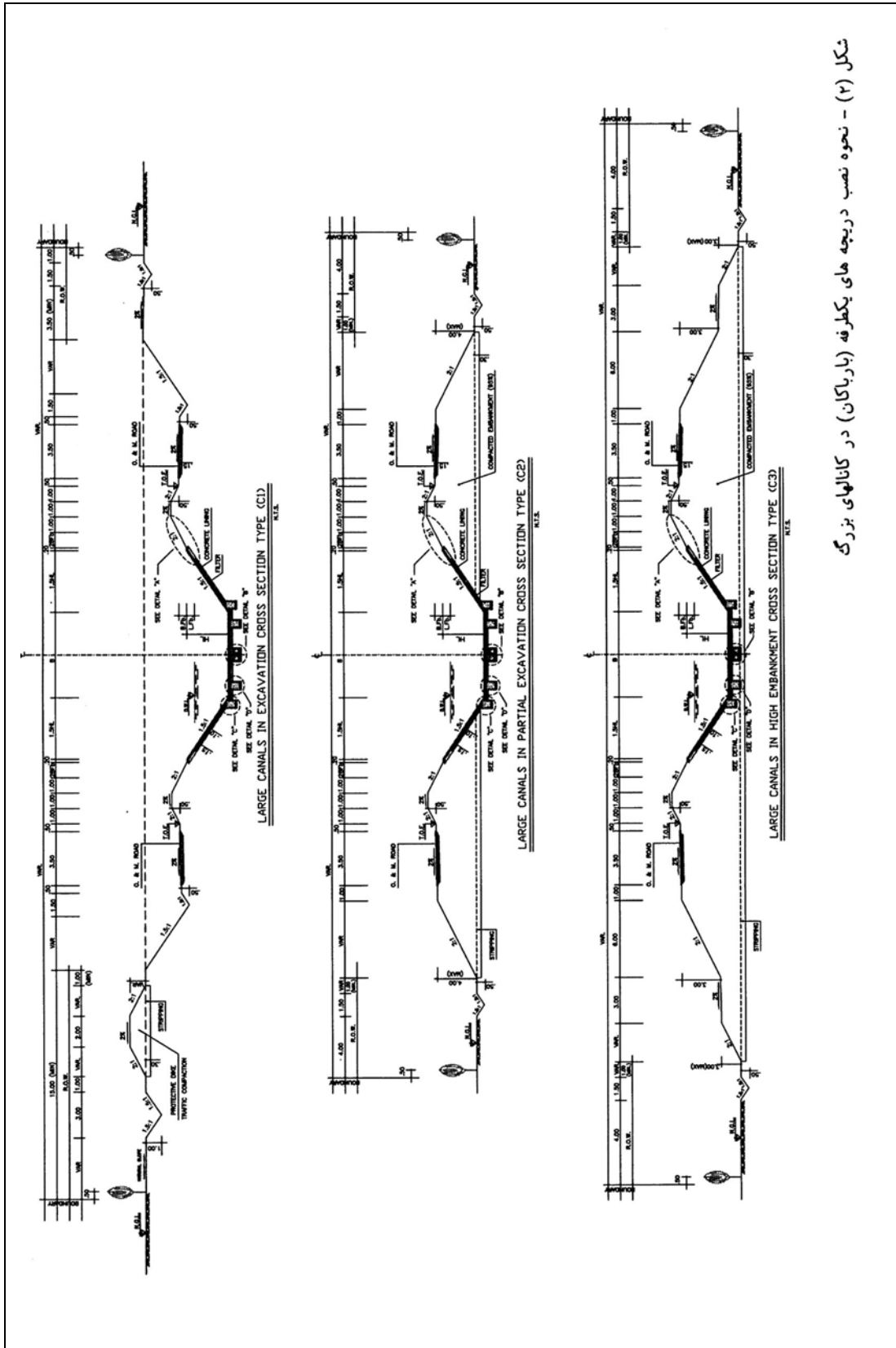
Figure 6-24.—Typical filter design. 103-D-1828.

شکل (۱) - نحوه تعیین دانه بندی فیلتر زیر پوشش و فیلتر دور لوله زهکش

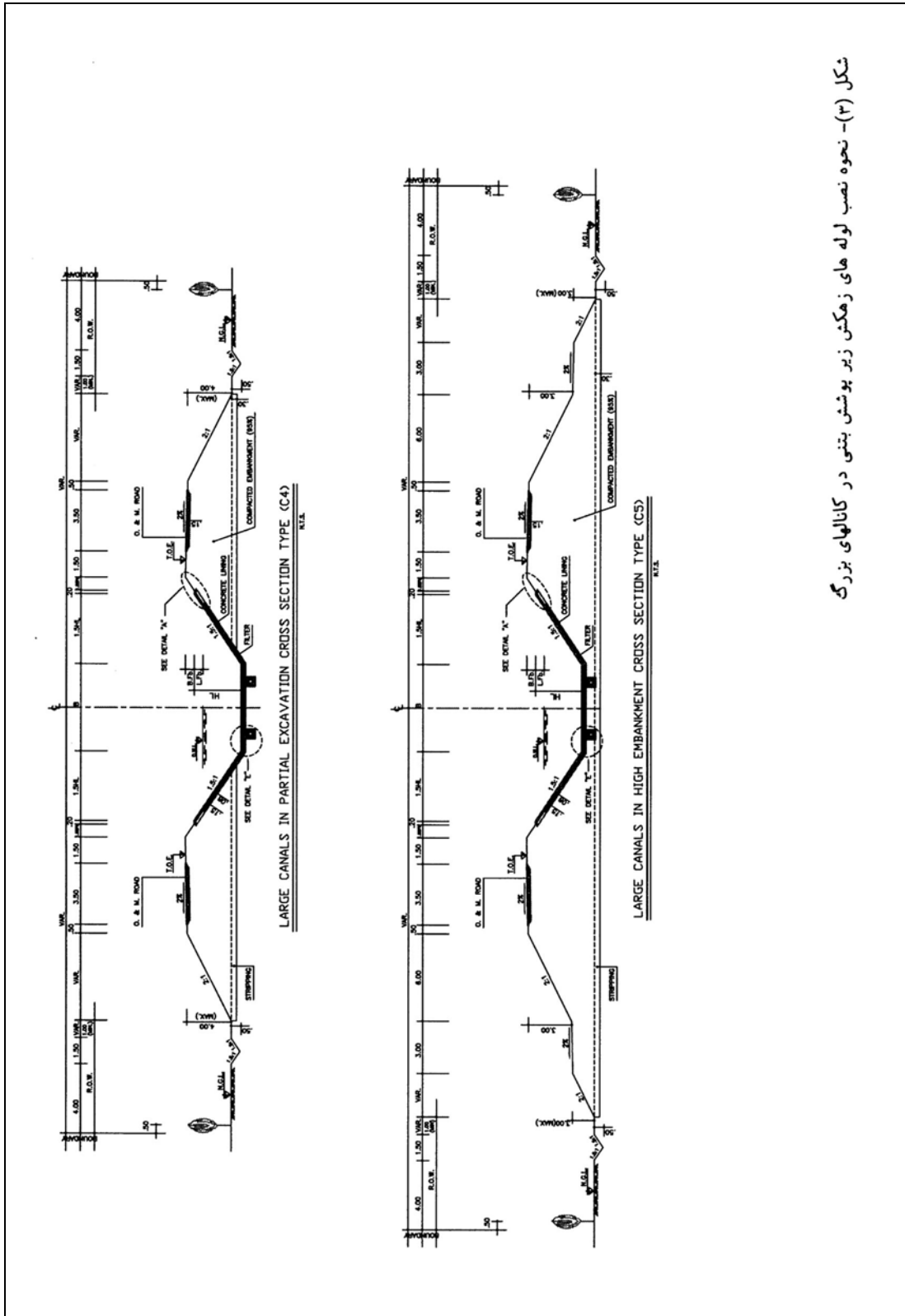
اصول نصب فیلتر

در نصب فیلتر باید اصولی رعایت گردد که اهم آن بشرح ذیل است :

- ۱- بستر فیلتر باید محکم باشد یعنی به درستی رگلاژ شود و قبل از ریختن فیلتر تمامی خاکهای شل از زیر آن روئیده شود.
- ۲- فیلتر دارای رطوبت کافی (۳ تا ۱۰ درصد) باشد و طوری ریخته شود که دانه بندی آن به هم نخورد و با خاک بستر هم مخلوط نگردد.



شکل (۲) - نحوه نصب دریچه های یکطرفه (بارباکان) در کانالهای بزرگ



شکل (۳) - نحوه نصب لوله های زهکش زیر پوشش بتنی در کانالهای بزرگ

- ۳- برای متراکم کردن فیلتر در بستر کانال باید از غلطکهای صاف سبک یا از ضربه (پشت بیل) استفاده شود. فیلترهای ضخیم را باید همانند خاکریز پشت سازه‌ها تا ۷۰ درصد وزن مخصوص نسبی کوبید تا در عین حفظ قابلیت زهکشی از نشست زیاد آن نیز جلوگیری شود.
- ۴- ضخامت فیلترهای درشت با حداکثر قطر ذرات ۱/۵ اینچ نباید کمتر از ۲۰ سانتیمتر و ضخامت لایه‌های فیلترهای ریز شنی ماسه‌ای نباید کمتر از ۱۵ سانتیمتر باشد. در عین حال در شرایط فشار هیدرولیکی زیاد، تغییرات دانه‌بندی مصالح بستر و درشتی فیلتر، حداقل ضخامت ۲۰ سانتیمتر باید رعایت گردد.
- ۵- اگر برای تخلیه آب جمع‌آوری شده توسط فیلتر از لوله زهکشی استفاده می‌شود، باید ظرفیت لوله برای تخلیه زه‌آب یا نشت آب جمع‌آوری شده کافی باشد.
- ۶- در حین نصب لوله باید آنرا طوری حفاظت کرد تا از ورود ذرات ریزدانه بوسیله آبی که به داخل لوله جریان می‌یابد جلوگیری بعمل آید.
- ۷- شیره بتن پوشش نباید به درون فیلتر نفوذ کند زیرا از ضخامت مؤثر آن خواهد کاست و ضریب تراوایی آن را نیز کاهش خواهد داد.
- شکلهای (۲) الی (۴) انواع مقطع کانالهای بزرگ با فیلتر زیر پوشش و جزئیات نصب درچه‌های یکطرفه و لوله‌های زهکش زیر پوشش بتنی کانال را نشان می‌دهد.

موارد ضرورت فیلتر

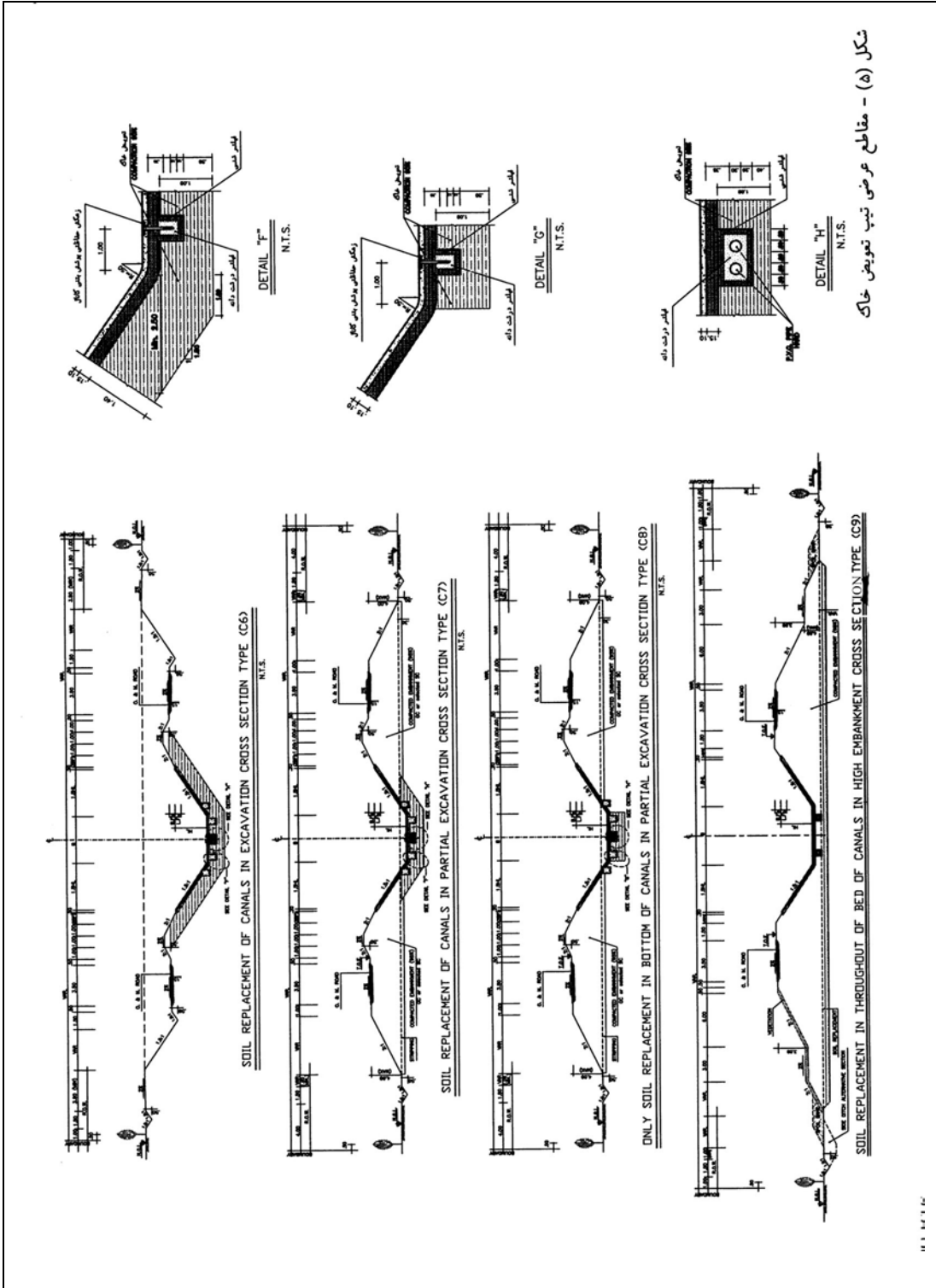
در موارد ذیل پیش‌بینی فیلتر ضروری است :

- ۱- اگر کانال در خاکبرداری کامل و سطح آب‌زیرزمینی بالاتر از کف کانال قرار داشته باشد، پیش‌بینی فیلتر در کف و بدنه ضروری است. فیلتر در بدنه را می‌توان بصورت زهکش پنجه‌ای^۱ هم اجرا کرد، بطوری که در زیر هر پانل یک زهکش پنجه‌ای قرار گیرد. زهکش پنجه‌ای نباید در زیر درز انقباض عرضی اجرا شود.
- ۲- در مقطعی که کانال در خاکبرداری نسبی یا کامل و سطح آب‌زیرزمینی هم‌تراز کف یا بالاتر از آن قرار داشته باشد، پیش‌بینی فیلتر در کف ضروری است.
- ۳- اگر کانالهای بزرگ با عمق آب بیش از ۱/۵ متر در خاکبرداری یا خاکریزی قرار داشته باشد و مصالح بستر و بدنه از نوع ریزدانه رسی با تراوش‌پذیری اندک باشد، برای جمع‌آوری و دفع آب نشستی و جلوگیری از بروز زیرفشار در شرایط تخلیه سریع^۲ کانال باید از فیلتر در کف و بدنه استفاده شود. در این شرایط فیلتر بدنه بهتر است یکپارچه اجرا شود.

1 - Finger Drain

2 - Rapid Drawdown

- ۴- در جایی که مصالح بستر و کف از نوع ماسه بادی باشد، که در اثر رطوبت متراکم شده و کاهش حجم پیدا می‌کند، معمولاً یا خاک بستر را تعویض می‌کنند یا از غشای پلی‌اتیلن ناتراوا برای جلوگیری از نفوذ آب نشستی به داخل مصالح ماسه‌ای استفاده می‌شود. در حالتی که خاک بستر تعویض می‌شود نیز بدلیل ناتراوا بودن و جلوگیری از نیروی زیر فشار در اثر تخلیه سریع کانال لازم است از فیلتر استفاده شود.
- ۵- در صورت استفاده از غشای ناتراوا در زیر پوشش بتنی، پیش‌بینی فیلتر ضرورتی نخواهد داشت.
- ۶- در صورتی که مصالح تشکیل‌دهنده بستر کانال چه در خاکریزی و چه در خاکبرداری دارای تراوش‌پذیری کافی باشد استفاده از فیلتر موضوعیت پیدا نمی‌کند.
- ۷- در صورت عدم وجود آب‌زیرزمینی در کانالهای با عمق حدود ۱/۵ متر، پیش‌بینی فیلتر در بدنه ضرورتی ندارد و تنها ضرورت فیلتر در کف باید مورد بررسی قرار گیرد. در کانالهای با عمق ۱ متر و کمتر اساساً اجرای فیلتر ضرورتی ندارد.
- ۸- ضرورت خشکاندن بستر کانال برای انجام عملیات خاکبرداری، رگلاژ و پوشش بتنی در زیر سطح آب‌زیرزمینی گاهی ایجاب می‌کند که در کف کانال مصالح فیلتر ریخته شود و زه‌آبهای زیرزمینی توسط لوله زهکش به پائین‌دست کانال منتقل گردد. با این کار می‌توان سطح آب‌زیرزمینی در زمان اجرا را به راحتی پائین انداخت و از پمپاژ منقطع که کارآیی چندانی ندارد نیز اجتناب نمود.
- ۹- اگر خاک بستر کانال تورم‌زا، رمبنده، واگرا و دارای املاح انحلال‌پذیر باشد، علاوه بر سایر تمهیدات مثل تعویض خاک بدنه و بستر لازم است فیلتر زیر پوشش بتنی نیز برای آن اجرا شود. شکل (۵) مقاطع عرضی تیپ کانالهای بزرگ با تعویض خاک را نشان می‌دهد.



خروجی فیلتر

فیلتر زیر پوشش کانال نیز همانند هر زهکش دیگری نیاز به خروجی دارد. در صورتی که آب جمع‌آوری شده به شکل صحیحی از فیلتر خارج نشود، اصولاً فیلتر هیچگونه کاری را انجام نخواهد داد. تخلیه فیلتر به دو صورت ثقی و با پمپاژ میسر است.

تخلیه با پمپاژ

در شرایطی که مقطع کانال در خاکبرداری کامل یا در خاکبرداری نسبی قرار داشته باشد و رقوم پائین فیلتر یا رقوم لوله زهکش پائین‌تر از تراز سطح آب زهکشهای تقاطعی با کانال واقع شده باشد و نیز نتوان آب جمع‌آوری شده توسط فیلتر را به داخل کانال تخلیه کرد، در آن صورت باید زه‌آب را از طریق لوله‌های زهکش از زیر مقطع کانال به داخل چاهکهای هدایت و بوسیله پمپاژ، آن را از چاهکها تخلیه نمود. اگر وجود فیلتر فقط برای جلوگیری از بروز زیرفشار در زمان تخلیه کانال باشد، در آن صورت پمپاژ چاهکها زمانی آغاز خواهد شد که آب کانال در حال تخلیه است و در طول زمان تخلیه نیز پمپاژ ادامه خواهد یافت. در زمان احداث کانال در ترانشه‌های عمیق با تراز سطح آب‌زیرزمینی بالا، فقط برای احتراز از بروز مشکلات و مسائل بالا آمدن سطح آب در حین اجرا که به واسطه آن عملیات خاکی و بتن‌ریزی با مشکل مواجه خواهد شد و یا احیاناً موجب وقوع لغزش بدنه ترانشه به داخل کانال خواهد گردید (خصوصاً اگر بدنه ترانشه لایه لایه و لایه‌های زیرین ماسه‌ای یا سیلتی و سست باشد)، می‌توان تخلیه با پمپاژ در بازه‌های مختلف کانال را به عنوان یک راه‌حل موقت و فوری مدنظر قرار داد. در صورتی که هیچ‌گونه راه‌حلی بجز تخلیه آب ورودی به مقطع کانال با پمپاژ نباشد، ساعات کار پمپ باید تقریباً یکنواخت و دائمی و شدت پمپاژ باید معادل حجم آب ورودی به داخل ترانشه در نظر گرفته شود.

چنانچه مقطع کانال در خاکریزی نسبی قرار داشته باشد و بنا باشد آب نشستی از کانال به داخل فیلتر با پمپاژ تخلیه شود، در این صورت این کار باید بطور مستمر انجام پذیرد، زیرا در غیر این صورت حتی اگر تخلیه سریع کانال و مشکل زیرفشار هم مطرح نباشد، با اشباع بدنه خاکریز کانال و نشست آب از آن ممکن است مشکل عدم پایداری شیروانی‌ها و بدنه نیز مطرح شود.

تخلیه ثقی

تخلیه ثقی فیلتر به هر روش که انجام شود بر تخلیه با پمپاژ چه در زمان اجرا و چه در زمان بهره‌برداری ارجح است و تخلیه بوسیله پمپاژ فیلتر نه تنها بدلیل هزینه بلکه بخاطر سوء مدیریت بهره‌برداری باید همواره بعنوان آخرین راه‌حل مطرح شود. تخلیه ثقی فیلتر به دو صورت تخلیه به داخل کانال و تخلیه آزاد امکان‌پذیر است.

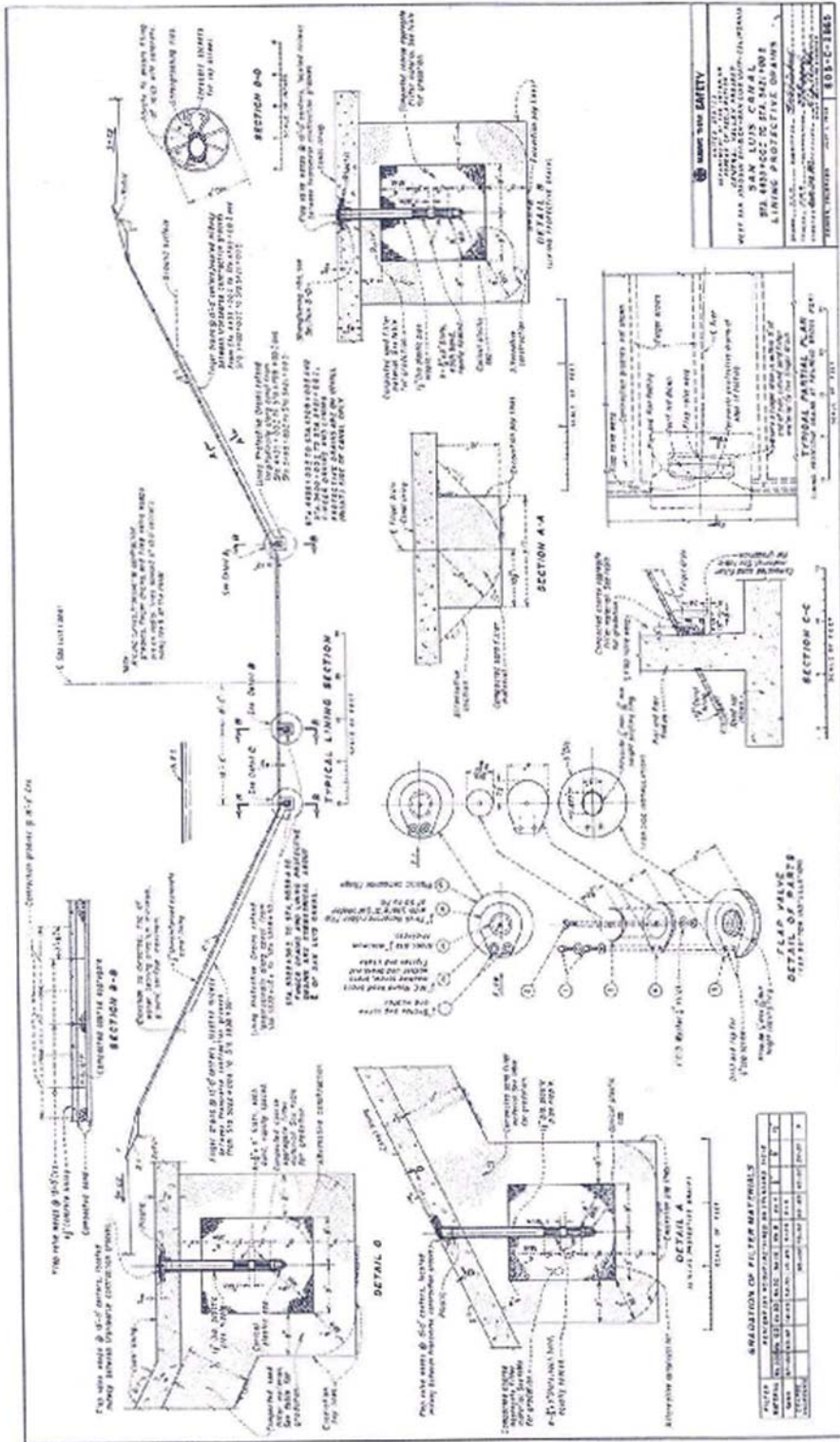
تخلیه ثقلی با دریچه یکطرفه

تخلیه زه‌آب فیلتر زیر پوشش به داخل کانال در مقاطع خاکبرداری که خروجی آزاد به داخل زهکشهای متقاطع یا مجاور با کانال متصور نیست یک راه حل ارزان و مناسب است. مناسب بودن آن به این خاطر است که در مقاطع خاکبرداری طولانی که سطح آب‌زیرزمینی بالا است یا آب‌زیرزمینی پائین است ولی راهی برای تخلیه آب نشستی از کانال وجود ندارد، زه‌آبها از طریق دریچه‌های یکطرفه^۱ (بارباکان) به داخل مقطع تخلیه می‌شود. مکانیزم تخلیه تفاوت فشار هیدرولیکی در دو طرف دریچه است. در شرایطی که رقوم سطح آب‌زیرزمینی بالاتر از رقوم سطح آب در کانال باشد آب‌زیرزمینی به داخل کانال تخلیه می‌شود. با تخلیه آب کانال شدت تخلیه آب‌زیرزمینی به داخل کانال نیز (بدلیل افزایش اختلاف فشار دو طرف دریچه) افزایش می‌یابد. در صورتی که شدت تخلیه آب از دریچه بر اساس تفاوت فشار مدرج شده باشد، می‌توان بسته به شرایط تخلیه آب‌زیرزمینی، شدت جریان تخلیه به کانال و تعداد بارباکانهای لازم در طول کانال را تعیین نمود.

در شرایطی که مقطع کانال در خاکریزی قرار داشته باشد، استفاده از بارباکان باید با احتیاط صورت پذیرد، زیرا این دریچه‌ها به خوبی قابل آب‌بندی نیستند و به صورت یکطرفه کار نمی‌کنند و به کار بردن آنها عملاً معادل ایجاد منافذ عبور آب در بتن پوشش کانال است که بسته به فشار هیدرولیکی دو طرف آن، آب از یکسو به سوی دیگر حرکت می‌کند. لذا باید تعداد آنها در واحد طول کانال را به حداقل لازم کاهش داد و شاید همیشه نصب یک بارباکان در هر پانل کف ضرورتی نداشته باشد. باید توجه داشت در صورت استفاده از بارباکان، لزومی به آب‌بندی درزهای انقباض یا ترکهای پوشش کانال توسط ماستیک نخواهد بود. برای جلوگیری از بروز زیرفشار در اثر تخلیه سریع کانال نیز لازم نیست تعداد زیادی بارباکان نصب شود، زیرا برای آنکه خاک زیر فیلتر (که خاکی متراکم و کوبیده شده با تخلخل بسیار کم حدود ۵ تا ۱۰ درصد است) از حالت اشباع خارج و فشار منفذی آن به صفر برسد، لازم نیست حجم زیادی آب از آن خارج شود. در شرایطی که کانال در حال بهره‌برداری یا به هر دلیلی از آب پر باشد، آب از داخل کانال به فیلتر زیر پوشش نفوذ کرده و خاکریز کانال را اشباع خواهد ساخت. در این شرایط امکان بروز مخاطراتی که قبلاً برای خاکریز اشباع به آن اشاره شد (بروز حالت ماندابی در کناره کانال و امکان شکستن خاکریز در صورت وجود ترکهای عرضی و طولی عمیق به دلیل فشار هیدرولیکی زیاد)، بوجود خواهد آمد.

در برخی کشورها برای آنکه بارباکان فقط با زیرفشار کار کند آن را با رس پر کرده (به عمق ۳۰ سانتیمتر) و می‌کوبند تا از نفوذ آب از کانال به پشت پوشش جلوگیری کند. با افزایش زیرفشار، مغزه رسی به آرامی از محور بارباکان خارج و آب به داخل کانال نشت می‌کند.

در کانالهایی که رسوب‌گذاری زیاد در کف ممکن است عملکرد بارباکان را مختل کند، می‌توان بارباکان را در بدنه کانال با فاصله مناسب از کف نصب کرد تا تخلیه آب به داخل کانال در هر شرایطی به خوبی انجام پذیرد.



شکل (۶) - استفاده از دریچه‌های یکطرفه در کانال سن لویز کالیفرنیا

استفاده از دریچه‌های یکطرفه فقط در بازه‌های خاکبرداری و جاهایی که تخلیه ثقیلی آزاد آب نشستی جمع‌آوری شده توسط فیلتر میسر نیست، قابل توصیه است و بر تخلیه لوله‌های زهکشی هم به لحاظ هزینه و هم به لحاظ سهولت مدیریت بهره‌برداری ارجح است. شکل (۶) استفاده از دریچه‌های یکطرفه در کانال سن‌لویز کالیفرنیا را نشان می‌دهد.

تخلیه ثقیلی با خروجی آزاد

نوع دیگر تخلیه ثقیلی آب نشستی جمع‌آوری شده توسط فیلتر زیر پوشش کانال، تخلیه آزاد آن به داخل زهکشها یا تخلیه‌گاههای دیگر مانند کالورت‌های زهکشهای عبوری از زیر کانال است. در این روش میزان تخلیه بسته به شدت جریان قابل تخلیه که ناشی از نشت آب از پوشش بتنی است، متفاوت می‌باشد (۰/۰۳ تا ۰/۰۶ مترمکعب در مترمربع پوشش بتنی در طول ۲۴ ساعت یا ۰/۵ لیتر در ثانیه در ۱۰۰۰ مترمربع پوشش بتنی). اگر درزهای انقباض و ترکها به خوبی با مواد ماستیک مرغوب آب‌بندی نشوند، بدیهی است که میزان تخلیه آب نشستی از کانال افزایش خواهد یافت.

علت نشت و میزان تلفات آب نه بدلیل وجود فیلتر و خروجی ثقیلی آن بلکه بخاطر نامرغوب بودن پوشش بتنی اجرا شده است. در روشهای دیگر تخلیه چه با پمپاژ و چه بصورت نشت از بدنه کانال چون تخلیه بصورت آهسته و بطئی انجام می‌شود، میزان شدت تخلیه چندان به چشم نمی‌آید ولی در تخلیه ثقیلی آزاد چون تمامی آب نشستی در طول قابل توجهی از کانال از یک نقطه تخلیه می‌شود، مقدار شدت تخلیه قابل ملاحظه به نظر می‌رسد. در تخلیه آزاد لوله‌های زهکشی باید توجه داشت که فیلتر دور لوله با دقت انتخاب و اجرا شود تا در صورت افزایش آب نشستی به پشت پوشش بتنی و افزایش شدت تخلیه لوله‌ها و سرعت قابل ملاحظه ورود آب از فیلتر به داخل لوله‌ها وضعیتی بوجود نیاید که مصالح فیلتر به داخل لوله شسته شده و نشست فیلتر کف و شکسته شدن پوشش بتنی را به دنبال داشته باشد و نهایتاً به تخریب کانال بیانجامد. برای آنکه بیشترین امکان تخلیه برای لوله‌های زهکش در مسیر کانال فراهم گردد، می‌توان لوله‌های زهکش را از دو طرف سرآب و پایاب به داخل خروجیهای آزاد تخلیه کرد. در این صورت لوله زهکشی که از سمت پایاب در جهت خلاف شیب کف کانال در خروجی تخلیه می‌شود، در بازه کوتاهی از طول خود تحت فشار عمل می‌کند ولی بسته به فاصله تخلیه‌گاه بعدی این اطمینان وجود خواهد داشت که سطح هیدرواستاتیک در داخل فیلتر خیلی از رقوم کف کانال بالاتر نخواهد آمد. بسته به شیب کانال معمولاً فاصله‌های ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ متر برای تخلیه لوله‌ها کافی و شدت تخلیه هر یک از تخلیه‌گاهها بین ۵ تا ۱۰ لیتر در ثانیه می‌باشد. در صورتی که برآورد شدت تخلیه بیشتر باشد می‌توان تعداد لوله‌های موجود در کف کانال یا قطر آنها را افزایش داد.

نکات فنی در اجرای فیلتر

- آنچه در عمل مشاهده می‌شود آن است که در تهیه و نصب فیلتر کمتر مواردی که در مقدمه و معیارهای طراحی و انتخاب فیلتر گفته شد رعایت می‌گردد. اهم مواردی که در اجرا اشکال ایجاد می‌کند عبارتند از:
- ۱- عدم امکان قرار دادن دانه‌بندی فیلتر در داخل پوش طراحی فیلتر بدلیل کمبود ذرات با قطر خاص که با افزایش ضخامت فیلتر قابل جبران است.
 - ۲- کم و زیاد شدن ضخامت فیلتر به دلیل عدم رگلاژ دقیق بستر که در برخی نقاط نشست زیاد فیلتر و ترک خوردن پوشش بتنی را به همراه خواهد داشت. این اشکال با افزایش تراکم فیلتر قابل جبران است.
 - ۳- ریختن فیلتر از بالای بدنه کانال، جدایی ذرات درشت از ریز آن را بدنبال خواهد داشت که این اشکال را می‌توان بعد از فیلترریزی دور لوله‌های زهکش، با انتقال تمامی مصالح فیلتر به کف کانال و اجرای آن از پائین به بالا مرتفع ساخت. این امر باعث افزایش تراکم فیلتر نیز خواهد شد.
 - ۴- ریختن بتن بر روی فیلتر از بالای بدنه کانال به سمت پائین و راه رفتن کارگران بر روی بتن در حین هدایت آن به سمت پائین موجب اختلاط فیلتر با بتن و نفوذ شیره بتن در داخل فیلتر و تخریب آن می‌گردد. این اشکال را می‌توان با انتقال بتن به کف کانال به وسیله باکت حمل بتن و بتن‌ریزی از پائین به بالا رفع کرد. این روش ضمن افزایش تراکم فیلتر، موجب افزایش تراکم بتن شمشه‌کشی شده نیز خواهد شد.
 - ۵- عدم استفاده از هیچ‌گونه غلطک بر روی فیلتر ریخته شده، موجب عدم تراکم کافی فیلتر قبل از بتن‌ریزی می‌گردد. چون غلطک‌زنی با دست خصوصاً در شیب بدنه کانال مشکل است، توصیه می‌شود برای حصول تراکم کافی فیلتر، از افزایش رطوبت به وسیله آبپاشی بر روی آن بهره برد. این کار موجب می‌شود که شیره بتن نیز کمتر جذب فیلتر شود.
 - ۶- در جایی که ضخامت خاک برداشت شده به وسیله رگلاژ بیش از حد مجاز باشد، می‌توان به جای استفاده از بتن مگر بر ضخامت فیلتر افزود مشروط بر آن که با ضربات پشت بیل و افزایش رطوبت به اندازه کافی آن را متراکم نمود.
 - ۷- معمولاً درصد ذرات ریزدانه فیلترهای اجرا شده بیش از ۵ درصد است. این امر یا به خاطر آن است که منبع قرصه فیلتر آلوده به مواد ریزدانه است که در این صورت باید با شستشوی فیلتر در کارگاه ذرات ریزدانه آن را شست، یا آن که ذرات سست خاک بدنه که در حین رگلاژ به جا مانده است با مصالح فیلتر مخلوط شده و فیلتر را آلوده می‌سازد که در این حالت، روبش دقیق بدنه کانال بعد از رگلاژ می‌تواند این مشکل را رفع کند.
 - ۸- برای احتراز از شسته شدن ذرات ریز فیلتر به داخل لوله‌های زهکش با تخلیه آزاد ثقیلی، می‌باید دور لوله‌های مشبک را تا فاصله حدود ۵۰ متر از خروجی با فیلترهای سنتتیک پوشاند.

۹- برای کاهش میزان نشست از کانال برای کلیه کانالهای دارای فیلتر زیر پوشش که خروجی ثقلی آزاد دارند، آببندی درزهای انقباض و ترکهای بدنه کانال با مواد آببندی مناسب چون ماستیک کاملاً ضروری است.

۱۰- برای کاهش میزان نشست و جلوگیری از تخریب بتن پوشش می‌توان شن درشت فیلتر را افزایش داد. مقدار مناسب شن در فیلتر را می‌باید با انجام آزمایشهای تراکم و نشست در کارگاه تعیین نمود.

موضوعهای پیشنهادی برای تحقیق درباره فیلتر زیر پوشش کانالها

با توجه به کارهای انجام شده و کمبودهای اطلاعاتی موجود برای طراحی و استفاده از فیلتر در زیر پوشش کانالها توصیه می‌شود موارد ذیل به عنوان موضوع تحقیقات در دستور کار قرار گیرد:

- تفاوت نوع، موقعیت و میزان ترکها در پوششهای بتنی کانالهای اجرا شده با فیلتر و بدون فیلتر.
- اندازه‌گیری میزان نشست در پوشش بتنی کانالها.
- برآورد میزان آبگذری درچه‌های یکطرفه پوشش بتنی کانالها (بارباکانها) با تغییرات اختلاف بار هیدرولیکی طرفین آن.
- تأثیر میزان مصالح درشت‌دانه در دانه‌بندی فیلتر بر میزان نشست.
- تأثیر فیلتر بر کاهش میزان ترکهای انقباضی پوشش بتنی کانالها در حین گیرش.
- ارزیابی الگوی جریان نشست آب از کانال در بدنه خاکی کانالهای با فیلتر و بدون فیلتر در مقطع خاکریزی.

فهرست مراجع

- 1- "Earth Manual", U.S. Department of the Interior, Bureau of Reclamation, Earth Sciences and Research Laboratory, Geotechnical Research, Technical Service Center, Denver, Colorado, Third Edition, 1998.
- 2- "Design of Small Dams", U.S. Department of the Interior, Bureau of Reclamation, A Water Resources Technical Publication, Third Edition, 1987.
- 3- "Irrigation Canal Lining", by D.B. Kraatz, Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO Land and Water Development Series NO.1, Rome, 1977.
- 4- Technical Record of Design and Construction, Central Valley Project, West San Joaquin Division - San Luis Unit - California, Volume VI, Design of Waterways and Detention Dams, U.S. Department of the Interior, Bureau of Reclamation, Denver, Colorado, October 1974.
- 5- "Lining for Irrigation Canals", U.S. Department of the Interior, Bureau of Reclamation, First Edition, 1963.

۶- آلبوم نقشه‌های اجرایی کانال اصلی انتقال آب به دشت آزادگان و کانال MC1

