

## تثبیت بستر کانال انتقال آب دشت آزادگان با توجه به شرایط مختلف

### ژئوتکنیکی بستر

محسن ویسیان- کارشناس عمران

سیامک معتمد- کارشناس عمران

[mwaysian@yahoo.com](mailto:mwaysian@yahoo.com)

#### چکیده :

احداث کانالهای آبیاری بر روی خاک مسئله دار از جمله موارد اجتناب ناپذیر بوده که مشکلات فراوانی را در اجرای شبکه های آبیاری و زهکشی به وجود می آورد . رفتار متفاوت بستر کانال های احداث شده در تماس با آب در هنگام آب اندازی و شروع بهره برداری مشکلات متعددی همانند تورم، روانگرایی ، واگرایی ، انحلال گچ ، نشت پذیری و ... را در بستر کانال ایجاد نموده و ممکن است مشکلات جبران ناپذیری را بار بیآورد. با توجه به اینکه کانال انتقال آب دشت آزادگان به طول ۳۸ کیلومتر و دبی حداکثر ۷۵ متر مکعب بر ثانیه که یکی از بزرگترین کانالهای انتقال آب کشور محسوب می گردد و جنس خاک بستر در طول محل اجرای آن دارای شرایط مختلف ژئوتکنیکی می باشد که با در نظر گرفتن این نکته ، در این مقاله نحوه ی تثبیت و انجام بستر سازی در زمینهای ماسه ای ، لجنی و محللهایی که دارای تراز آب زیر زمینی بالا بوده اند مورد بحث و بررسی و در پایان جهت هر یک از موارد مذکور راهکار مناسب و اجرایی ارائه شده است .

کلمات کلیدی : خاک مساله دار ، بستر کانال ، تثبیت و بستر سازی

## مقدمه :

آبگیری و انتقال آب به دشت آزادگان از آبگیر ساحل سمت راست سد انحرافی حمیدیه و از طریق کانال اصلی انتقال آب دشت آزادگان ( AMC ) انجام می شود . محل اجرای این کانال در شرق دشت آزادگان واقع در ۳۰ کیلومتری غرب اهواز در استان خوزستان حدفاصل شهرستان های حمیدیه و سوسنگرد در حاشیه جنوبی رودخانه کرخه قرار دارد . این کانال به طول ۳۸ کیلومتر و دبی ۷۵ متر مکعب بر ثانیه متشکل از ۴ قطعه به طولهای ۱۴ ، ۶ ، ۸ و ۱۰ کیلومتر می باشد که در طول مسیر خود شبکه حمیدیه و قدس ، کوت ، احمد آباد ، جلالیه و ساریه را تامین آب می نماید .

خاکریزی یکی از مهمترین پارامترهای تاثیر گذار در ساخت شبکه های آبیاری و زهکشی مدرن می باشد . با توجه به اینکه کانال انتقال دشت آزادگان واقع در جلگه خوزستان بوده و از خصوصیات این جلگه آبرفتی ، تنوع زمینهای واقع در آن و شیب بسیار ملایم اراضی آن می باشد . لذا جهت دستیابی به اختلاف ارتفاع مورد نیاز طرح جهت هدایت آب و امکان آبیاری زمینهای کشاورزی ، احداث جسم کانال با استفاده از خاکریزی بلند یکی از روشهای امکان پذیر می باشد . با توجه به نیاز به خاکریزی بلند و همچنین نظر به اینکه میزان دبی عبوری در برخی قسمتهایی از کانال انتقال ۷۵ متر مکعب در ثانیه می باشد (عکس شماره ۱) ، لذا احداث یک بستر کاملاً مطمئن با ظرفیت باربری مورد نیاز و قابلیت عدم امکان نشست آب در پاشنه های خارجی آن بسیار حائز اهمیت می باشد .



عکس شماره ۱ : نمایی از مقطع و ابعاد کانال انتقال آب دشت آزادگان

## تقسیم بندی بستر کانال دشت آزادگان با توجه به جنس زمین

مسیر اجرای کانال انتقال آب دشت آزادگان تقریباً به موازات رودخانه کرخه بوده و از بین زمینهای کشاورزی منطقه عبور می کند . باتوجه به طول آن ( ۳۸ کیلومتر ) و همچنین تنوع کشت های موجود در مسیر آن ، خصوصیات ژئوتکنیکی خاک بستر مسیر، بسیار متفاوت می باشد بگونه ای که می توان بستر کانال مذکور را با توجه به خصوصیات ژئوتکنیکی خاک به دو دسته کلی تقسیم کرد .

۱- زمینهای ماسه ای و لای دار .

### الف : تعریف زمینهای ماسه ای

خاکهای ماسه ای به خاکهایی گفته می شود که مطابق طبقه بندی یونیفاید از الک نمره ۴ عبور و بر روی الک نمره ۲۰۰ باقی می ماند . با توجه به اینکه این نوع خاک در طبقه بندی درشت دانه قرار می گیرد لذا خصوصیات آن مشابه خواص سنگ مادر می باشد . بدلیل پراکندگی یکنواخت ذرات الکترون و پروتون در ساختمان ماسه با آب واکنش شیمیایی نشان نمی دهد و رفتار آن در مجاورت با آب دستخوش تغییر نمی شود . این نوع خاک بدلیل آنکه در طبیعت با باد یا آب جابجا می شود ، با گذشت زمان در محل اتصال آنها جوش سردی اتفاق می افتد و در نتیجه ساختار قرارگیری آنها در کنار هم بصورت متخلخل ( دانه زنبوری ) می باشد و به همین علت زمانی که تحت بار گذاری قرار می گیرد جوشهای ایجاد شده میان ذرات فروریخته و نشتهای قابل ملاحظه ای در زیر سازه رخ می دهد از این رو لازم است قبل از اعمال هرگونه بارگذاری بر روی آن نسبت به کاهش پتانسیل نشست پذیری آن اقدام نمود .(عکس شماره ۲)



عکس شماره ۲ : جمع آوری خاک ماسه ای زیر بستر کانال

### ب : تعریف زمینهای لای دار

لایها با ذراتی به اندازه ۰/۰۷۴ تا حدود ۰/۰۰۱ میلیمتر ، محصول فرعی و خنثی فرسایش سنگ اند . لایها در صورت آلوده بوده به مواد آلی ، لایهایی آلی ( OH و OL ) نامیده می شود و در غیر این صورت آنها را لای غیر آلی ( MH و ML ) می نامند . لای مرطوب

بدلیل تاثیر تجمعی کشتش سطحی برروی تعداد زیادی ذرات کوچک ، دارای چسبندگی ظاهری ، اما در اثر خشک شدن دچار جمع شدن یا انقباض می شود و کلوخه های خشک شده ی حاصل به آسانی با فشار انگشتان دست خرد می شوند لذا از این رو لازم است که قبل از هرگونه بارگذاری برروی خاک لای دار بایستی مصالحی مناسب با ظرفیت باربری مورد نیاز پروژه جایگزین آن شود . (عکس شماره ۳)



عکس شماره ۳: جمع آوری خاک لای دار زیر بستر کانال

۲- زمینهایی که بدلیل آب گرفتگی طولانی ماندابی شده و بصورت لجنی در آمده و زمینهایی که دارای تراز آب زیر زمینی بالا می باشد

مسیر احداث کانال انتقال آب دشت آزادگان ( AMC ) از زمینهای کشاورزی و در مجاورت رودخانه کرخه عبور می کند . با توجه به اینکه برخی از زمینهای کشاورزی به واسطه توپوگرافی آن دارای تراز پایین تری نسبت به زمینهای اطرافش است لذا همواره آب مازاد آبیاری زمینهای کشاورزی و آب حاصل از بارندگی در این محلها جمع شده و آن منطقه را تبدیل به حالت لجنی نموده است . همچنین بدلیل ذکر شده ( مجاورت با رودخانه کرخه ) و بدلیل عدم امکان زهکشی این گونه زمینها همواره تراز آب زیر زمینی در آنها بالا می باشد بگونه ای که تراز آب نیم متر پایین تر از زمین طبیعی می باشد . لازم به توضیح است که جنس خاک مناطق لجنی و با تراز آب بالا نیز از نوع ماسه ای و لای دار می باشد و دارای مشکلاتی مطابق توضیحات فوق الذکر در خصوص اینگونه خاکها می باشد . (عکسهای شماره ۴ و ۵)



عکسهای شماره ۴ و ۵: نمایی از زمینهای ماندابی و باتلاقی در مسیر کانال

با توجه به اینکه کانال انتقال آب دشت آزادگان دارای ۲ خصوصیت خاکریز بلند و سیستم زهکشی در بدنه و کف می باشد لذا بهنگام تثبیت بایستی بگونه ای این عملیات انجام گیرد که تنشهای ناشی از بارگذاری بواسطه احداث خاکریز بلند را تحمل نماید و همچنین بدلیل آنکه پوشش بتنی بدنه و کف کانال ( لاینینگ ) بصورت نیمه تراوا بوده لذا جهت هدایت و جمع آوری آب ناشی از پوشش بتن بدنه و کف و خروج آن از کانال ، لوله های سوراخدار در کف کانال تعبیه شده که بایستی خاک بستر بگونه ای تثبیت گردد که آب موجود در لوله های زهکش کف کانال قادر به نفوذ در بستر و ایجاد نشستی در پاشنه های طرفین آن ننماید . براساس این توضیحات و جهت نیل به اهداف ذکر شده مطابق استاندارد USBR حداقل به میزان 3ft ( ۹۰ سانتی متر ) عمود بر کف کانال و جهت دستیابی به موضوع دوم ، بایستی به مقدار ۱۱۵ سانتیمتر عمود بر کف کانال تعویض شود لذا جهت تامین هر دو موضوع مقدار تعویض ۱۱۵ سانتیمتر عمود بر کف کانال در دستور کار قرار گرفت . (عکسهای ۶ الی ۹)



عکس شماره ۷: اجرای سیستم زهکشی کف کانال



عکس شماره ۶: ارتفاع خاکریزی مقطع کانال

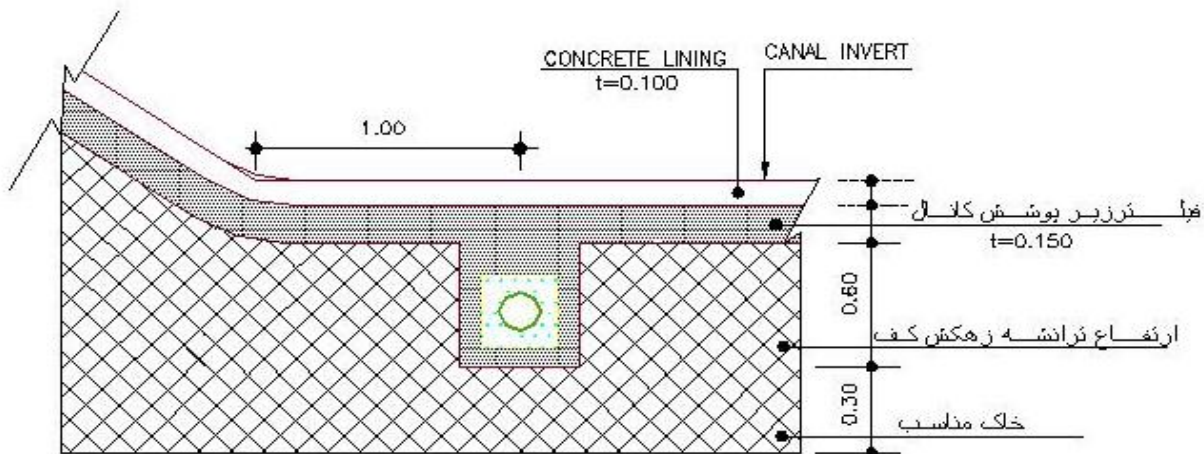


عکس شماره ۹: اتصال خروجی سیستم زهکشی به زهکش منطقه



عکس شماره ۸: خروجی سیستم زهکشی کف کانال

لازم به توضیح است مقدار ۱۱۵ سانتی متر مورد نیاز جهت تعویض خاک مطابق عکس شماره ۱۰ می باشد که با توجه به این اشکال ، در زیر سیستم زهکشی واقع در کف کانال ، حداقل دو لایه خاک با خصوصیات CL جهت جلوگیری از نشت آب در پاشنه های خاکریزی که بدلیل امکان حرکت آب در خاک بستر می باشد ، تا ۹۵٪ متراکم و اجرا گردیده است .



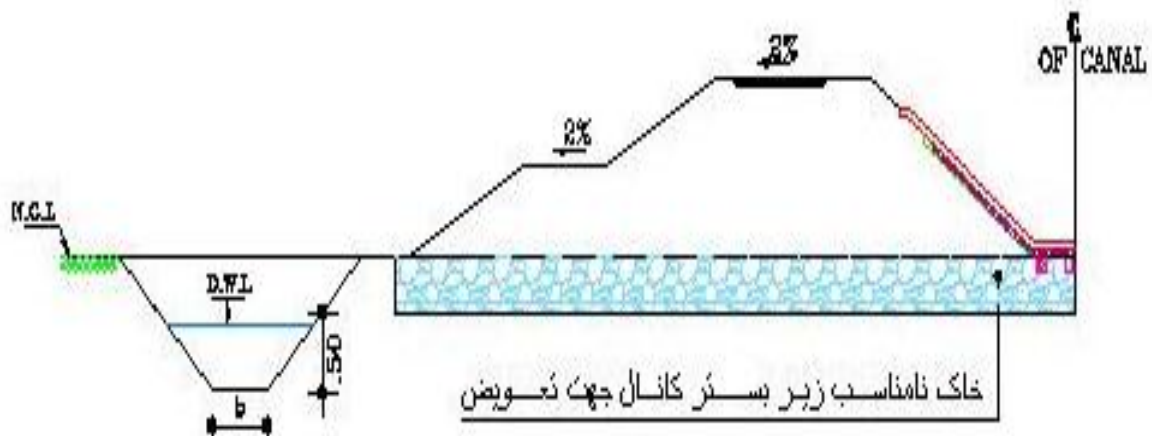
عکس شماره ۱۰: ابعاد ارتفاع مقطع تعویضی خاک زیر بستر کانال

### بحث و بررسی:

با توجه به توضیحات فوق الذکر در خصوص ماسه و لای مشخص گردید که با توجه به ابعاد کانال انتقال و ریسکهای آن در هنگام بهره برداری، قطعاً جهت حصول ظرفیت باربری کافی و عدم وقوع پدیده روانگرایی بایستی خاک ماسه ای و لای دار با خاک دیگری از نوع CL تعویض گردد (مقدار تعویض براساس توضیحات قبلی ۱۱۵ سانتی متر عمود بر کف کانال می باشد) جهت امکان تعویض خاک زیر بستر کانال و با توجه به شرایط مختلف ژئوتکنیکی می توان آن را به دو بخش عمده که یکی در حالتی که تراز آب زیر زمینی بالا بوده و دیگری حالت ماندابی تقسیم بندی نمود که شرح هر یک از حالت‌های مذکور بشرح ذیل می باشد.

#### ۱- تعویض خاک ماسه ای و لای دار در صورتی که تراز آب زیر زمینی بالا باشد

با توجه به بالا بودن تراز آب زیر زمینی چنانچه تمهیداتی جهت خارج کردن آب موجود در بافت خاک ماسه ای زیر بستر خاک صورت نگیرد قطعاً پس از تعویض بستر کانال کاملاً آب دار بوده و انجام عملیات بستر سازی امکانپذیر نمی باشد چراکه بایستی این عملیات بصورت خاکریزی در لایه های حداکثر ۱۵ سانتی متری و با تراکم ۹۵٪ صورت پذیرد. لذا جهت رفع این نقیصه و با توجه به عرض بستر کانال انتقال آب (۶۵ متر) احداث ۲ رشته زهکش در خارج از پاشنه های طرفین خاکریزی در دستور کار قرار گرفت. مهمترین نکته جهت حفر زهکش پایین تر بودن کف آن حداقل به میزان ۵۰ سانتی متر نسبت به کف تعویض بستر کانال می باشد و این اختلاف جهت خارج کردن آب در حداقل ۳ لایه پایین تر از تراز کف تعویض بستر می باشد. پس از حفر این زهکشها چنانچه امکان تخلیه ثقلی آنها به یکی از زهکشهای واقع در منطقه فراهم بوده، متصل و در غیر اینصورت با قراردادن یک دستگاه پمپ در انتهای هر رشته زهکش آب جمع شده در درون آنها تخلیه می گردید. لازم به توضیح است که مدت زمان انتظار جهت خروج آب در درون بافت ماسه ای بستگی به میزان تراز آب آن، شرایط جوی و همزمانی یا عدم همزمانی این مهم با آبیاری زمینهای کشاورزی اطراف داشته است که از حداقل یک هفته و حداکثر ۲ هفته بطول انجامیده است. لازم به ذکر است که این مقدار در خاکهای لای دار تا حدود ۳ هفته نیز بطول انجامیده است چراکه تفاوت مقدار K لای و ماسه تاثیر گذارترین پارامتر برروی زمان انجام زهکشی آب درون لایه های خاک می باشد. پس از خروج آب از درون لایه های ماسه ای اولین لایه بستر سازی با استفاده از یک خاک با PI نسبتاً بالا (۱۸ - ۱۶) و اختلاط با خاک ماسه ای موجود در بستر انجام شده و پس از آن لایه های خاکریزی با ضخامت حداکثر ۱۵ سانتی متر و خاکی با خصوصیات CL اجرا گردیده است. (عکسهای شماره ۱۱ الی ۱۴)



عکس شماره ۱۱ : مقطع سمت چپ کانال AMC بهمراه زهکش مجاور پاشنه آن جهت تعویض خاک نامناسب زیر بستر



عکس شماره ۱۳ : نحوه تخلیه زهکش مجاور پاشنه کانال



عکس شماره ۱۲ : مقطع زهکش مجاور پاشنه کانال



عکس شماره ۱۴ : انجام عملیات تعویض خاک پس از حفر زهکشهای مجاور پاشنه کانال

## ۲- تعویض خاک ماسه ای لای دار در حالتی که زمین لجنی و باتلاقی باشد

مهمترین نکته در اینگونه زمینها عدم امکان شروع عملیات زهکشی می باشد چراکه آب جمع شده برروری زمین مانع از ورودی ماشین آلات به درون آن می شود . جهت رفع این مشک ابتدا با استفاده از تخلیه مقداری خاک در مسیری که بایستی زهکش اجرا گردد و پخش آن در زیر محل استقرار بیل مکانیکی ، یک بستر مناسب جهت شروع عملیات فراهم گردید . پس از آن مجدداً همانند روش قبلی با احداث زهکش و تخلیه آب درون لایه ها بستر ، عملیات بستر سازی شروع می شود .

لازم به توضیح است که زهکشهای حفر شده در این حالت قبل می توانند علاوه بر فراهم نمودن آغاز عملیات اجرایی در هنگام بهره برداری نیز جهت هدایت مقدار نشت مجاز کانال مورد استفاده قرار گیرد . بدینگونه که جهت جلوگیری از وقوع پدیده Piping در پاشنه های کانال در هنگام خروج آب نشتی آن به درون زهکش در هنگام بهره برداری ، مقطع زهکش با استفاده از یک لوله لترال و اجرای فیلتر زون بندی شده در اطراف آن یا فقط با فیلتر ریز دانه پر شود و بایستی پس از اتصال کامل زهکشهای هر یک از طرفین کانال با یکدیگر آنها را به یک از زهکشهای منطقه جهت امکان تخلیه منتقل نمود . با این کار نیز موضوع نشت آب از کانال بدرون زمینهای کشاورزی اطراف آن قابل حل می باشد .

### نتیجه گیری :

یکی از مهمترین اجزای اصلی کانال انتقال که نقش مهمی را در ایستائی و استحکام آن پس از آب اندازی و در حین بهره برداری بر عهده دارد، بستر آن می باشد که می بایست بالاترین فشار هیدرواستاتیکی را نسبت به بقیه قسمت‌های کانال تحمل نماید. لذا تثبیت آن با روشهای بسیار مطمئن و مهندسی قطعاً ضروری و اجتناب ناپذیر می باشد. انجام عملیات تثبیت، احتمال خطرانی مانند روان گرایی، واگرایی و پاپینگ در پاشنه کانال را به شدت کاهش می دهد، به گونه ای که در حال حاضر بخش هایی از کانال AMC که به ارتفاع بیش از ۴ متر پر از آب بوده، به جهت انجام تثبیت های ذکر شده کلیه پدیده های ذکر شده کنترل گردیده است.

### تقدیر و تشکر

بدین وسیله از تمام دوستان و همکاران در سازمان آب و برق خوزستان و مهندسین مشاور و پیمانکارانی که در طراحی و اجرای پروژه هایی مختلف سازمان آب و برق خوزستان و توسعه آنها از جمله احداث کانال های AMC دشت آزادگان و مابقی پروژه های اجرا شده و دست اجرا نقش مؤثر داشته اند کمال تشکر و قدردانی را داریم. این مقاله با پشتیبانی مالی دفتر تحقیقات و استانداردهای شبکه آبیاری و زهکشی سازمان آب و برق خوزستان تهیه گردیده است.

این مقاله با پشتیبانی مالی دفتر تحقیقات و استانداردهای شبکه آبیاری و زهکشی سازمان آب و برق خوزستان تهیه گردیده است.

### منابع و مراجع

دستورالعملها و اسناد و نقشه های پروژه های مختلف اجرا شده و در حال اجرای طرحهای توسعه آب و بر اساس فهرست بهای آبیاری و زهکشی سازمان مدیریت و برنامه ریزی و مهتاب قدس و تجربیات مختلف در طول اجرای آنها