بررسی مسائل ژئوتکنیکی سیفون اروند کوچک

مولف اول علی دلاوری[1]، مولف دوم افشین قهاری[2] ، فرامرزقلمباز[3] ، بابک ملک خویان[4]

۱- کارشناس آبیاری و زهکشی دانشگاه ارومیه جانشین مدیر امور تأسیسات آب وفاضلاب شرکت مهندسین مشاور یکم

۲-کارشناس ارشد سازه های آبی دانشگاه علوم وتحقیقات خوزستان، رئیس قسمت عملیات اجرایی طرح خرمشهرسازمان آب وبرق خوزستان

۳ - دانشجوی دکتری اقتصادکشاورزی دانشگاه علوم وتحقیقات تهران،مدیر امور اجرایی طرح خرمشهرسازمان آب وبرق خوزستان

۴- دانشجوی کار شناسی ارشدسازه های آبی دانشگاه آزاد واحد اهوازکارشناس مسؤل طرح خرمشهرسازمان آب وبرق خوزستان

چکیده

پروژه کانال اصلی جزیره مینو به عنوان یکی اززیرمجموعه های طرح ساختمان شبکه آبیاری وزهکشی خرمشهر طراحی گردیده است ومحل اجرای آن منتها الیه جنوب غربی ایران واقع درجزایر آبادان ومینو می باشد.برای انتقال آب به داخل جزیره مینو ، کانال مذکور در کیلومتر ۱۰۰+۷ با رودخانه اروند کوچک تلاقی پیدا می کند و به منظور عبور از رودخانه سازه سیفون پیش بینی گردیده بود .سیفون اروند کوچک دارای یک ویژگی خاص میباشد بدین ترتیب که با توجه به اینکه از دو طرف به روخانه اروند متصل میباشد اجرای این سیفون بدون انجام انحراف مسیر روخانه میسر گردید. این امر از لحاظ اجرائی هزینه های انحراف را کاهش داد اما بدلیل وجود تراز بالای آب در دو طرف ترانشه احداثی فشار هیدروستاتیک را در دوطرف ترانشه بالا برده و باعث نفود آب و تشدید ناپایداری دیواره ها میگردد و بالاخره باعث افزایش مشکلات اجرائی میگردید.موضوع این تحقیق یافتن راهی جهت مهار ریزش جداره های ترانشه حفاری شده درون رودخانه بجای استفاده از سپرکوبی می باشد وهدف آن رسیدن به ثبات بستر وجداره ها جهت لوله گذاری سیفون واجرای پروژه می باشد ونتیجه اینکه با بررسی نتایج آزمایش داچ کن و آزمایشهای برش مستقیم و تک محوری، خاک بستر رودخانه در محل سیفون به لحاظ مقاومت درردیف خیلی ضعیف تا ضعیف قرار گرفته واحداث دو دایک خاکی در عرض رودخانه درطرفین سیفون پیشنهاد واجرا گردید.

کلمات کلیدی: سیفون ،تراز آب، اروند، پلی اتیلن، ریزش دیواره

مقدمه

پروژه کانال اصلی انتقال آب جزیره مینو به عنوان یکی اززیرمجموعه های طرح ساختمان شبکه آبیاری وزهکشی خرمشهر جهت تامین آب شیرین مورد نیاز آبیاری قسمتی از اراضی کشاورزی و نخلستانهای واقع در شمال غرب جزیره آبادان و خرمشهر و همچنین کل اراضی و نخلستانهای واقع در جزیره مینو جمعاً به مساحت ۲۲۰۰ هکتار (ناحیه عمرانی شماره ۳ خرمشهر) می باشد. تامین آب این کانال از طریق ایستگاه پمپاژ که در ابتدای کانال واقع در ساحل راست رودخانه بهمنشیر

پایین تر از سرریز مارد و سد بهمنشیر احداث خواهد شد ، صورت می گیرد. دبی کانال در ابتدای مسیر برابر ۵ متر مکعب بر ثانیه می باشد که به سمت غرب و جزیره مینو جریان دارد. کانال مذکور در کیلومتر ۷+۱۰۰ با رودخانه اروند کوچک تلاقی پیدا می کند و پس از عبور از رودخانه اروند کوچک (از طریق سیفون) وارد جزیره مینو می گردد.محل اجرای پروژه منتها الیه جنوب غربی ایران واقع درجزیره آبادان ومینو می باشد.

مواد و روشها

ویژگی خاص رودخانه اروند کوچک

سیفون اروند کوچک دارای یک ویژگی خاص میباشد بدین ترتیب همانطور که در نقشه نیز مشخص میباشد با توجه به اینکه از دو طرف به روخانه اروند متصل میباشد اجرای این سیفون بدون انجام انحراف مسیر روخانه میسر گردید این امر از لحاظ اجرائی هزینه های انحراف را کاهش داد اما بدلیل وجود تراز بالای آب در دو طرف ترانشه احداثی فشار هیدروستاتیک را در دوطرف ترانشه بالا برده و باعث نفود آب و تشدید ناپایداری دیواره ها میگردد و بالاخره باعث افزایش مشکلات اجرائی میگردید.

مشخصات رودخانه اروند کوچک :

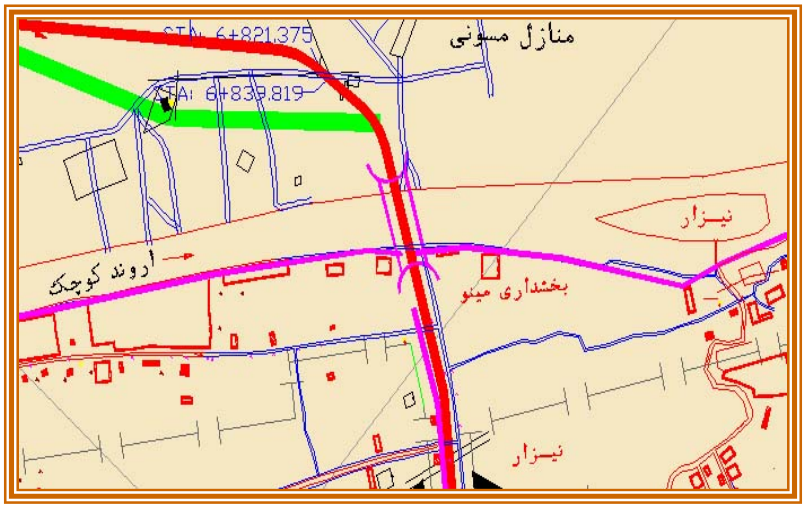
عرض رودخانه در بالاترین مد ۱۴۰ متر

عمق رودخانه در بالاترینن مد ۱/۵ متر

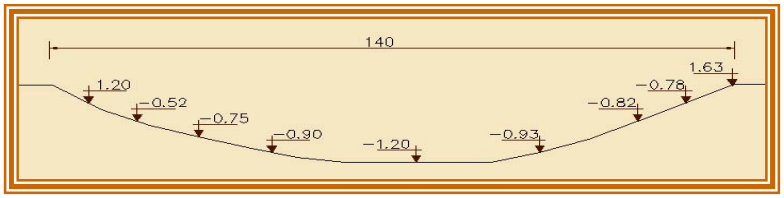
عمق رودخانه در پائین ترین مد۰/۵ متر

میانگین کد کف رودخانه :۰/۷۵

محل تلاقی کانال با رودخانه اروند



مقطع عرضی رودخانه اروندکوچک



مشخصات سازه سیفون

به دلیل عدم امکان اجرای سازه به صورت باکس با توجه به وزن بالای سازه و امکان نشست سازه به ناچار سازه بوسیله سه خط لوله پلی اتیلن دو جداره احداث می شود .

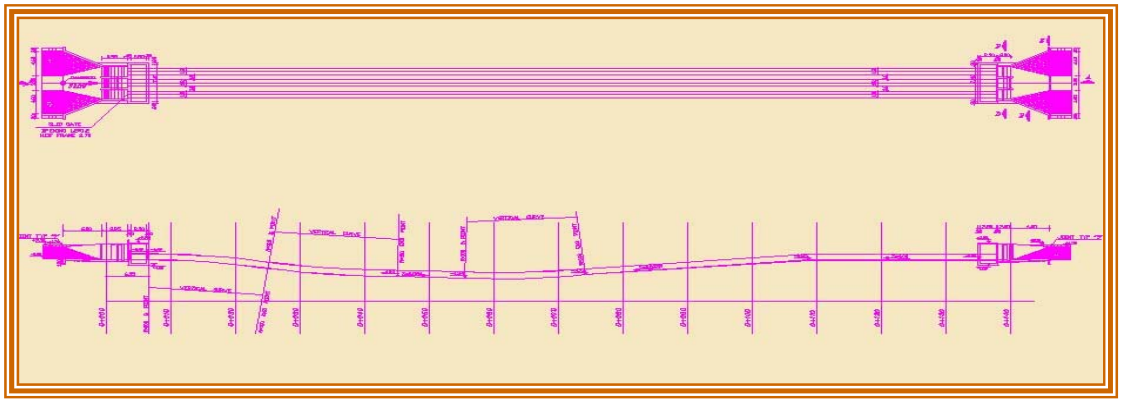
طول سازه ۱۴۰ متر

دبی ورودی در محل تقاطع با رودخانه اروند کوچک : ۵ متر بر ثانیه

نوع سازه : سه خط لوله پلی اتیلن ۲ جداره به قطر ۱۲۰۰ میلیمتر

حداکثر عمق حفاری از مسیر رودخانه ۵ متر (تا کد -۵,۷۰)

پلان و پروفیل طولی سازه سیفون اروند کوچک



مشخصات بستر سیفون بر اساس آزمایشهای ژئوتکنیک

* نوع خاک زیر سطحی سیلت،ماسه بسیار سست و ریزدانه لجنی خاکستری رنگ با طبقه بندی (sm-cl) در سیستم یونیفاید میباشد

* عدد SPTدر آزمایش مقاومت به نفوذ مصالح زیرسطحی در عمق ۲/۵ متری در حدود ۹ بوده و به دلیل سستی لایه ها از عمق ۵ الی ۱۰ متری امکان اخذ نمونه وجود نداشته و ارقام SPT برابر صفر ارزیابی میشود.نتایج آزمایش داچ کن در همان عمق نیز نشان دهنده مقاومت نوک مخروط کمتر از ۲mpa میباشد که از این لحاظ در گروه (very soft) با تراکم نسبی کمتر از ۲۰٪ قرار میگیرد

* آزمایشهای برش مستقیم و تک محوری ،مقدار چسبندگی خاک را در حدود۰/۱ کیلوگرم بر سانتیمترمربع و زاویه اصطکاک داخلی را نزدیک به صفر نشان داده است با توجه به مواد مذکور خاک بستر رودخانه در محل سیفون به لحاظ مقاومت در ردیف خیلی ضعیف تا ضعیف قرار گرفته .

مشکلاتی که در اجرای سیفون پیش بینی میگردید

- با توجه به مشخصات خاک بستر دیواره های ترانشه بسیار ناپایدار بوده و هر لحظه امکان ریزش دیواره ها و مهمترین مسئله تهدید خطر جانی برای کارگرانی که در داخل ترانشه مشغول کار میباشند

- نفوذ آب به داخل ترانشه بدلیل بالا بودن تراز آب در دو طرف ترانشه که این عامل در تشدید ناپایداری دیواره ها نیز تاثیر به سزائی دارد

- نشست های نامتقارن لوله و وزنه های بتنی و عدم امکان تردد ماشین آلات سنگین بدلیل سست بودن بستر ترانشه بر روی کف ترانشه

روش اجرائی پیشنهادی اولیه

احداث دو دایک خاکی در عرض رودخانه در طرفین سیفون

خاکبرداری بستر مسیر سیفون

لوله گذاری و اجرای سیفون

برچیدن دایک ها

مشکلات اجرائی این روش که منجر به تغییر روش اجرا گردید

عدم امکان مانور ماشین آلات جهت اجرای سازه.

عدم پیش بینی تثبیت بستر که باعث نشست های نامتقارن خواهد شد.

عدم تثبیت دیواره ها که باعث ریزش دیواره ترانشه ها خواهد شد.

روش پیشنهادی بدلیل شیب جانبی زیاد نیاز به حجم بالای خاکریزی و خاکبرداری داشت.

اجرای سیفون با استفاده از سپرکوبی: اجرای سیفون با استفاده از سپر کوبی در اطراف ترانشه و برداشت خاک داخل سپرها و ایجاد فضای لازم جهت اجرای سه خط لوله و وزنه های بتنی

مشکلات این روش

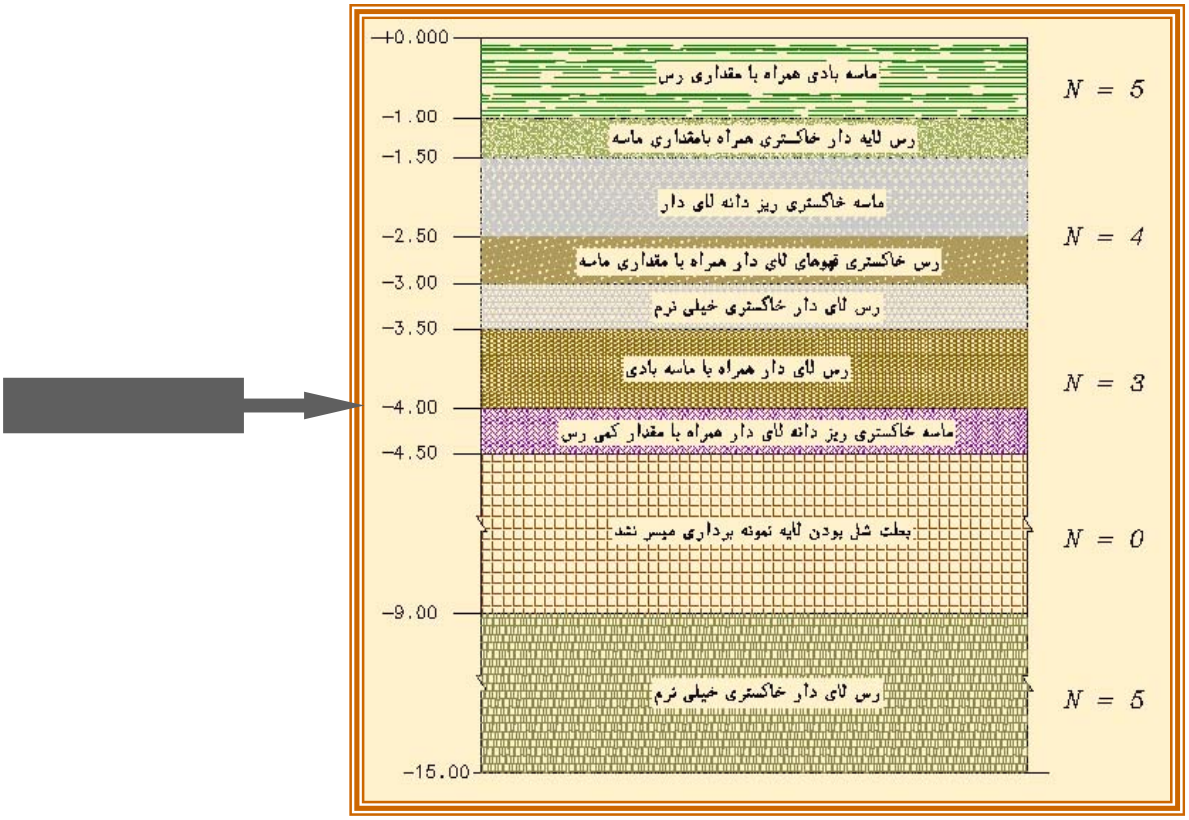
* تامین سپر:با تو جه به هزینه بالای سپر تهیه آن بسیار مشکل بوده بطوریکه در ابتدا حدود سه ماه منتظر تامین سپر از طرف کارفرما بوده و نهایتا کارفرما اعلام کرد تامین سپر در کوتاه مدت امکان پذیر نمیباشد

* وجود مهاریهای طولی وعرضی:این مهاریها بر روی راندمان ماشین آلات تاثیر بسیار منفی داشته و اجرای سازه با وجود این مهاریها بسیار مشکل مینماید

* امکان دسترسی بیل مکانیکی به کف سازه: با توجه به عمق مورد نیاز جهت ترانشه تا کد ۵/۷- (حدود ۶ متر عملا بیل مکانیکی توانائی برداشت خاک پایین ترانشه را نداشته و حتی در عمقهای پایین بیل های بوم بلند نیز امکان برداشت خاک کف ترانشه را نداشتند .

نتایج و بحث

نتایج آزمایشات حفر گمانه شناسائی جنس خاک تا عمق ۱۵ متر از سطح زمین در محل سازه



اجزاء مختلف اجرای عملیات احداث سازه سیفون اروند کوچک:

احداث دایک خاکی یکپارچه با عرض بالای ۲۵ متر برروی رودخانه به منظور دسترسی و اجرای عملیات

اجرای عملیات گودبرداری مسیر سیفون در چهار مرحله

- تثبیت بستر لجنی سیفون با استفاده از قلوه سنگ به ارتفاع ۱,۰۰ متر

اجرای یک لایه زیر اساس از روی قلوه ها به ارتفاع ۱۵ سانتی متر

اجرای یک لایه ماسه بادی از روی زیر اساس تا زیر لوله ها به ارتفاع ۱۵ سانتی متر

لوله گذاری با استفاده از لوله پلی اتیلن ۱۲۰۰ در سه خط

–اجرای وزنه های بتنی برای مهار لوله ها به فاصله هر ۶ متر

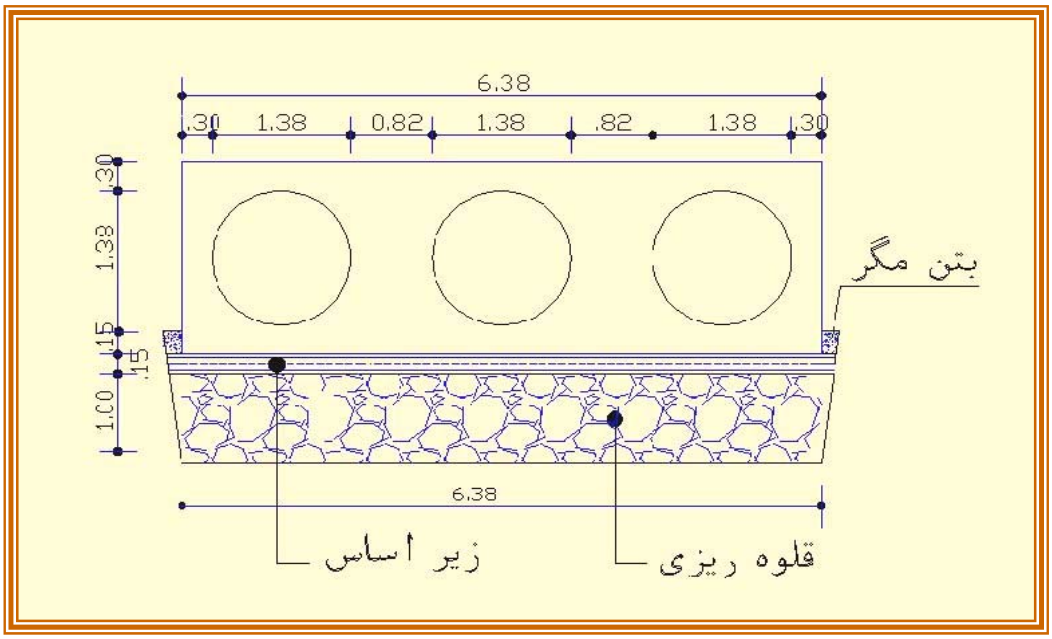
آب اندازی و تست لوله ها و اطمینان از جوشکاری و نصب صحیح لوله ها

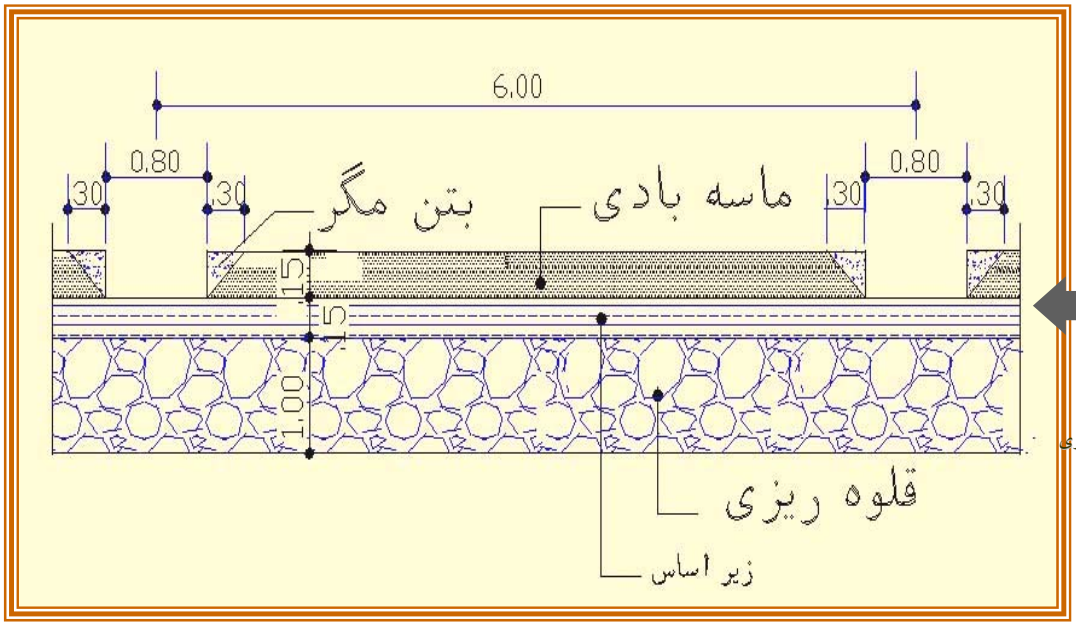
بک فیل اطراف لوله ها با ماسه بادی

انتقال خاک های مازاد از درون رودخانه به خارج آن

اجرای ترانزیشن های ورودی و خروجی

وزنه بتنی دور لوله ها



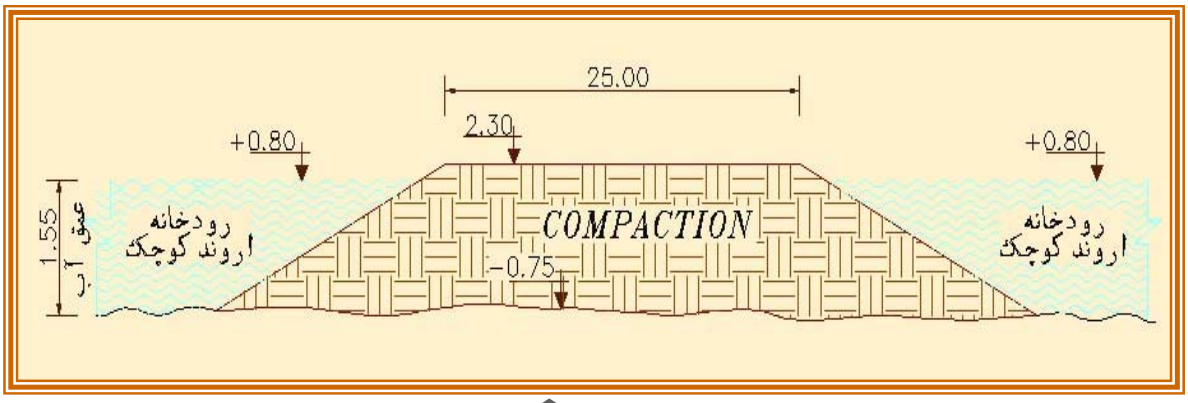


زیر سازی محل لوله گذاری

احداث دایک خاکی

به منظور دسترسی به محل سازه نسبت به احداث دایک خاکی به عرض اولیه ۲۵ متر تا کد ارتفاعی ۲,۳۰+ در عرض بستر رودخانه اقدام گردید که با احتساب کد کف رودخانه (۰,۷۵-) ارتفاع خاکریزی به ۳ متر رسید .

مهمترین هدف احداث دایک به ارتفاع ۳ متر ایجاد وزن برروی بستر رودخانه و فرار لجن های بستر سازه و ایجاد تراکم اولیه در محل سازه و دسترسی به محل اجرای عملیات بوده است .(بارگذاری جهت تحکیم بستر رودخانه در محل احداث سازه)



مقطع عرضی دایک احداث شده در رودخانه

حفاری و ایجاد ترانشه مورد نیاز سیفون اروند کوچک

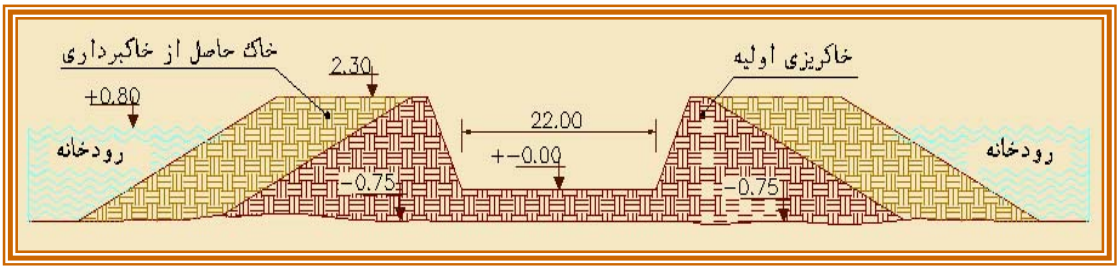
مهمترین مرحله احداث سیفون اروند کوچک احداث ترانشه و تثبیت دیواره های آن به طوریکه عملیات اجرائی را با اطمینان کافی بتوان در داخل ترانشه انجام داد میباشد. حفاری ترانشه مورد نیاز در چهار مرحله انجام گرفت که مراحل آن به شرح ذیل میباشد.

مرحله اول

پس از اتمام عملیات خاکریزی محل سازه و بارگذاری توسط وزن خاک و ترافیک کمپکشن ، نسبت به حفاری مرحله اول اقدام گردید

در این مرحله حفاری به عرض ۲۲ متر از کد ۲,۳۰ تا کد ۰,۰۰ +- صورت پذیرفت و خاکهای ناشی از حفاری جهت تقویت بدنه دایک های دو طرف مورد استفاده قرار گرفت .

مرحله اول حفاری

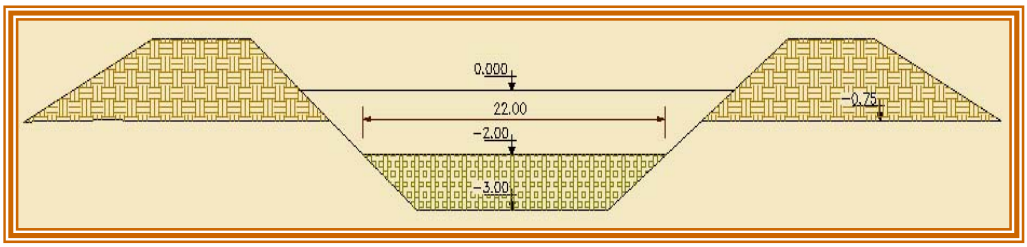


مرحله دوم

پس از اتمام مرحله اول حفاری و جابجائی کلیه خاکهای حاصل از حفاری و لجن برداری و استقرار در کف سازه (در کد ۰,۰۰۰+-) نسبت به زدن گمانه تا عمق ۳ متر (کد ۳,۰۰-) اقدام شد که در کد ۲,۰۰- به لنز ماسه ای جوشان غیر غابل کنترل مواجه شده و در نتیجه ادامه حفاری از کد ۱,۵۰- به طرف پائین بدون در نظر گرفتن تدابیر ویژه امکان پذیر نبود .

در این مرحله پس از حفاری ازکد ۰+۰,۰۰۰ تا کد ۳,۰۰- و خارج نمودن لجن و ماسه بادی روان ، تـا کـد ۲,۰۰- و بـه ارتفـاع یک متر شفته ریزی از روی کد ۳,۰۰- انجام گردید

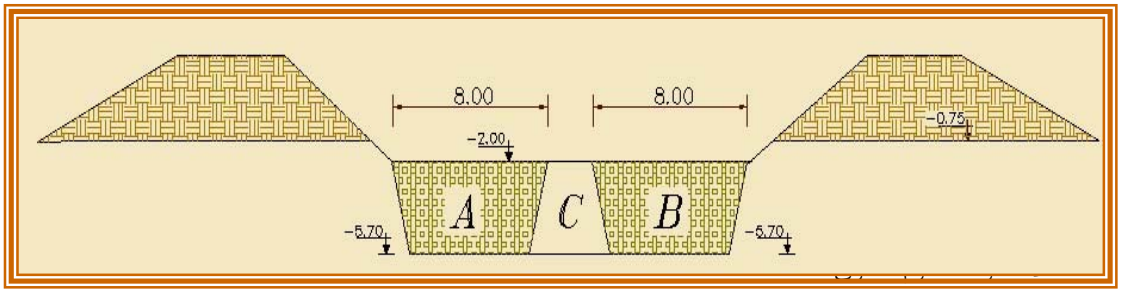
مرحله دوم حفاری



مرحله سوم

پس از تثبیت بستر در مرحله دوم عملیات و امکان استقرار ماشین آلات در بستر ۲۰ متری ایجاد شده ، بستر به سه قسمت A , B , C تقسیم بندی شد که در ابتدا مقاطع A,B از کد ۲,۰۰- تا ۵,۷۰- با عرض ۸ متر حفاری و لجن برداری شده که پس از خارج ساختن ماسه روان درون آن ، مقطع حفاری شده با شفته آهک جایگزین گردید .
تردد ماشین آلات سنگین و گذشت زمان بر روی شفته اجرا شده موجب تثبیت و حصول تراکم گردید .

مرحله سوم حفاری

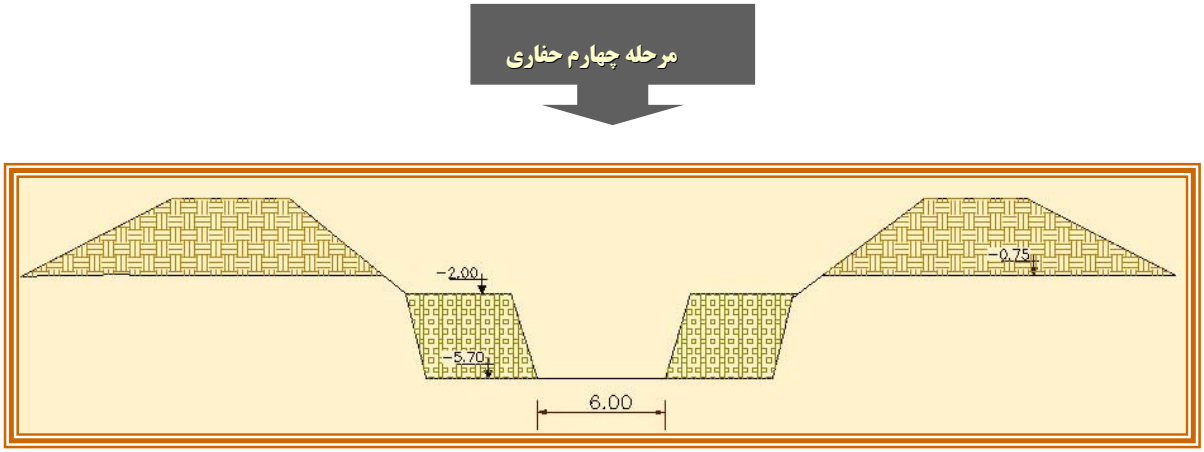


بزرگترین معضل در این قسمت کنترل تراز آب بوده که در صورت عدم مهار آب شفته های انجام شده غرق آب می شد و باعث عدم کارائی شفته های انجام شده می گردد برای پیشگیری از وقوع چنین اتفاقی ، با پمپاژ مسـتمر در محـل ، آبهـای تـراوش شده به خارج از حریم منتقل گردید . در این مرحله فشار ماسه های جوشان به حدی بود که پس از حفاری هر نقطه از مقطـع سریعاً حالت اولیه خود بازمی گشت و فرصت جایگزینی شفته آهک به آن داده نمی شد . لذا با پـوش همزمـان مصـالح شـفته آهک به محل حفاری سریعاً ، شفته جایگزین حفاری گردید . این مرحله از عملیـات بـا کنـدی فـراوان و نیـز چنـدین مرحلـه تخریب و ترمیم محل ترانشه همراه بود

مرحله چهارم

در این مرحله با حفاری مقطع نهائی بصورت ذوزنقه ای از کد ۲,۰۰- تا ۵,۷۰- به عرض کف ۶,۶۸ متر گردید .

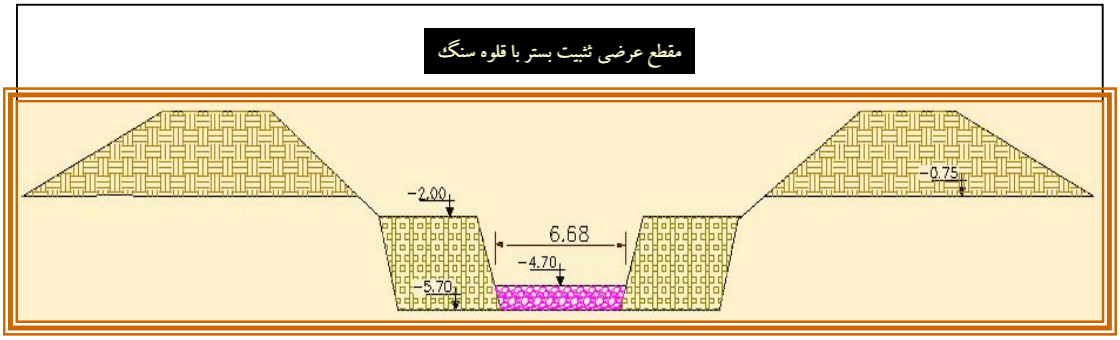
با توجه به اینکه تثبیت انجام شده در مرحله سوم در قسمت های A و B در بعضی نقاط بعلت فشار ماسه های جوشان به خوبی انجام نشده بود و همچنین بعلت اجتناب ناپذیر بودن حفاری تا کد ۵,۷۰- که در عملیات قبلی از این کد به بعد تثبیت انجام نگرفته بود ، همواره عملیات حفاری با هجوم ماسه های جوشان همراه بود .



تثبیت بستر با قلوه سنگ

این عملیات همزمان با حفاری مرحله چهارم انجام گردید .

در این مرحله بلوکاژ با قلوه به ضخامت ۱ متر از کف پی بصورت پیشرو و همزمان با پی کنی انجام گردید . در طی عملیات بعلت فشار بالای آب زیر زمینی و جوشش ماسه ها در کف باعث کندی عملیات گردید .



نتیجه گیری

نوع خاک زیر سطحی سیلت،ماسه بسیار سست و ریزدانه لجنی خاکستری رنگ با طبقه بندی (sm-cl) در سیستم یونیفاید میباشد. عدد SPTدر آزمایش مقاومت به نفوذ مصالح زیرسطحی در عمق ۲/۵ متری در حدود ۹ بوده و به دلیل سستی لایه ها از عمق ۵ الی ۱۰ متری امکان اخذ نمونه وجود نداشته و ارقام SPT برابر صفر ارزیابی میشود.نتایج آزمایش داچ کن در همان عمق نیز نشان دهنده مقاومت نوک مخروط کمتر از ۲mpa میباشد که از این لحاظ در گروه (very soft) با تراکم نسبی کمتر از ۲۰٪ قرار میگیرد .آزمایشهای برش مستقیم و تک محوری ،مقدار چسبندگی خاک را در حدود۰/۱ کیلوگرم بر سانتیمترمربع و زاویه اصطکاک داخلی را نزدیک به صفر نشان داده است با توجه به مواد مذکور خاک بستر رودخانه در محل سیفون به لحاظ مقاومت در ردیف خیلی ضعیف تا ضعیف قرار گرفته .مشکلاتی که در اجرای سیفون پیش بینی میگردیدشامل الف)با توجه به مشخصات خاک بستر دیواره های ترانشه بسیار ناپایدار بوده و هر لحظه امکان ریزش دیواره ها و مهمترین

مسئله تهدید خطر جانی برای کارگرانی که در داخل ترانشه مشغول کار میباشند ب) نفوذ آب به داخل ترانشه بدلیل بالا بودن تراز آب در دو طرف ترانشه که این عامل در تشدید ناپایداری دیواره ها نیز تاثیر به سزائی دارد ج)نشست های نامتقارن لوله و وزنه های بتنی و عدم امکان تردد ماشین آلات سنگین بدلیل سست بودن بستر ترانشه بر روی کف ترانشه د) نتایج آزمایشات حفر گمانه شناسائی جنس خاک تا عمق ۱۵ متر از سطح زمین در محل سازه .

با توجه به مشکلات مذکور در این تحقیق احداث دایک خاکی یکپارچه در طرفین سیفون وگودبرداری درچند مرحله وتثبیت همزمان با استفاده از مخلوط شفته آهک با مصالح درشت دانه (قلوه سنگ) انتخاب واجرا گردید.

قدر دانی:

بدینوسیله از خدمات ،حمایت وپشتیبانی سازمان آب وبرق خوزرستان وشرکت مهندسین مشاور یکم تشکر وقدردانی میشود

مراجع

ابن جلال، ر. و شفاهی بجستان، م. ۱۳۷۱. "اصول نظری وعملی مکانیک خاک"، انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز، ۷۲۴ ص.

رحیمی، ح. ۱۳۷۹. "مسائل احداث کانالهای آبیاری در خاکهای نامتعارف"، کمیته ملی آبیاری وزهکشی ایران، مجموعه مقالات کارگاه فنی: ساخت کانالهای آبیاری، محدودیتها و راه حل ها"، نشریه شماره ۳۹: ۱۶۴-۱۲۸.

عباسی، ن.، رحیمی، ح. و فاخر، ع. ۱۳۸۵. "بررسی رفتار تحکیم پذیری خاکهای رسی نرم با استفاده از دستگاه تحکیم هیدرولیکی"، مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی، ۶ (۲۵): ۴۴-۳۷ .