مقایسه اقتصادی گزینه های مختلف احداث کانال درشرایط خاک مسئله داربستر و کمبود خاک مناسب ، مطالعه موردی : شبکه آبیاری دشت ارایض

محمدرضا کوچک دزفولی[1]، علی درخشان فرد[2]، غلامرضا صادقی نژاد[3]

۱- مدیراجرایی شبکه آبیاری و زهکشی دشت ارایض-سازمان آب و برق خوزستان(mrkd1352@yahoo.com)

۲- کارشناس مسئول طرح- سازمان آب و برق خوزستان(ali_drkhshn@yahoo.com)

۳- سرپرست دفتر نظارت مقیم – شرکت مهندسی مشاور مهاب قدس

چکیده

وجود خاک های مسئله دار در محدوده احداث شبکه های آبیاری و زهکشی ، همواره یکی از بزرگ ترین مشکلات در اجرای این پروژه ها بوده است . این موضوع نه تنها از دیدگاه فنی و اجرایی مشکلات زیادی بر روند پروژه ها تحمیل می نماید بلکه معمولا" باعث افزایش هزینه ها و مدت زمان اجرای پروژه ها نیز می گردد . دقت در انتخاب گزینه مناسب اجرای کانال در این شرایط بر مبنای ملاحظات فنی ، اجرایی و مالی و با در نظر گرفتن شرایط خاص هر پروژه می تواند کمک زیادی به کاهش تاثیرات منفی این مشکل در پروژه نموده و بعلاوه باعث افزایش اطمینان از عملکرد مناسب کانال در زمان بهره برداری گردد . در پروژه واحدهای ۲ و ۳ دشت ارایض باتوجه به ملاحظات فوق از بین چند گزینه مطرح ،گزینه ژئوممبران پایه قیری پیش ساخته (PBGM) بعنوان گزینه برتر جهت حل مشلات خاک مسئله دار و کمبود خاک مناسب در منطقه انتخاب گردیده و تحلیل اقتصادی انجام شده در این مقاله که در مرحله اجرای این گزینه صورت گرفته ، درستی این انتخاب را از نظر اقتصادی تصدیق می نماید .

کلید واژه‌ها: کانال آبیاری، خاکهای مسئله دار، ژئوممبران پایه قیری،PBGM، عایق رطوبتی قیری.

۱- مقدمه

در بسیاری از مناطق استان خوزستان وجود خاک های مسئله دار نظیر خاک های تورم زا ، واگرا ، رمبنده وخاک های دارای املاح انحلال پذیر باعث گردیده پروژه های احداث شبکه های آبیاری با مشکلات زیادی مواجه گردند . روش تعویض خاک مبتنی بر ایده جایگزینی خاک مسئله دار بستر کانال با خاک مناسب ، همواره یکی از متداول ترین روش های مقابله با مشکل مزبور در این پروژه ها بوده است . از طرفی به دلیل اجرای پروژه های متعدد سد سازی ، شبکه های آبیاری و راهسازی در برخی مناطق ، عملا" پتانسیل موجود خاک مناسب در معادن کاهش یافته و استحصال خاک از معادن دورتری امکان پذیر است ، هرچند استفاده از همین معادن نیز معمولا" از طرف ارگان های محلی نظیر منابع طبیعی و محیط زیست با مخالفت های جدی روبرو می شود .

در پروژه شبکه آبیاری و زهکشی واحد های ۲ و ۳ دشت ارایض ، در راستای حل مشکلات خاک مسئله دار بستر کانال ها ، کمبود خاک مناسب در منطقه و افزایش هزینه های طرح ناشی از این دو مشکل ، بررسی هایی درخصوص امکان انتخاب گزینه های دیگری جایگزین روش تعویض خاک(که روش پیشنهادی در اسناد پیمان می باشد) صورت گرفت که در این نوشتار به خلاصه ای از آن اشاره می گردد اما آنچه که این مقاله قصد دارد بیشتر به آن بپردازد ، بررسی اقتصادی گزینه های مطرح

(روش تعویض خاک ، روش اجرای ژئوممبران پلی اتیلنی و روش اجرای ژئوممبران پایه قیری) ومقایسه آنها مـی باشـد . ایـن مقایسه در دو حالت ، یکی قبل از انتخاب نهایی و با اطلاعات اولیه و درحالت دوم پس از مشخص شدن قیمت خرید ژئوممبران قیری و ابلاغ جزئیات اجرای آن از سوی مشاور طرح صورت گرفته است . درحالت دوم برآورد ها ومقایسه ها از دقـت بیشـتری برخوردار می باشد اما درهر حال بررسی ها در هر دو حالت نشان می دهد که اجرای ژئوممبران قیری پیش ساخته نسـبت بـه دو گزینه دیگر دارای هزینه کمتری می باشد .

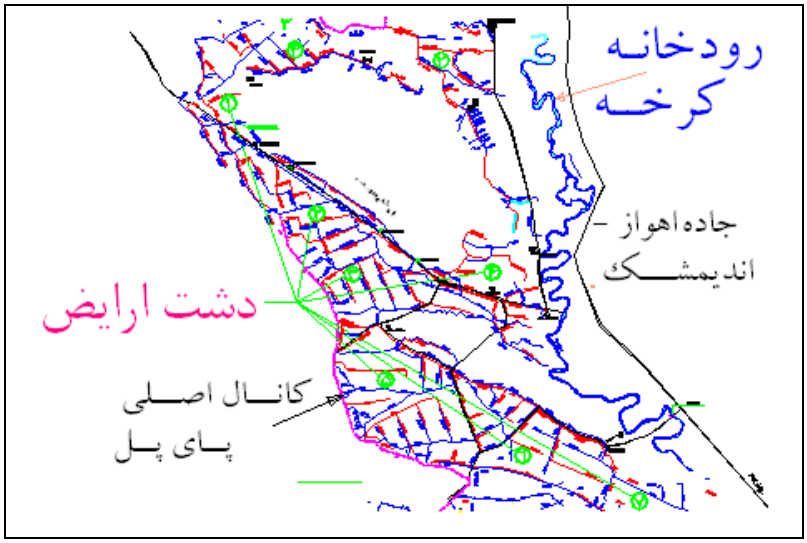
۲- معرفی طرح

طرح پای پل شامل سد تنظیمی انحرافی کرخه (سد پای پل) ، کانال اصلی انتقال آب به طول ۱۰۷ کیلومتر و شبکه های آبیاری و زهکشی پائین دست ، با وسعت ۶۵۰۰۰ هکتارکه در پهنه چهاردشت شامل دشت اوان ، دوسالق ، ارایض و باغه احداث می گردند در شمال غربی استان خوزستان و غرب رودخانه کرخه واقع گردیده است . این طرح بخشی از مجموعه طرح بزرگ کرخه محسوب می شود . با اتمام عملیات اجرایی سد پای پل ، کانال انتقال و بخشی از شبکه های آبیاری ظرف سالهای گذشته ، بهره برداری از آنها شروع و به موازات آن ، عملیات ساخت مابقی شبکه ها ادامه داشته است . درحال حاضر از مجموع ۷ واحد عمرانی دشت ارایض ، احداث شبکه در چهار واحد آن در قالب ۳ پروژه درحال اجرا می باشند . (شکل ۱)
موضوع مورد مطالعه دراین مقاله مربوط به پروژه احداث شبکه آبیاری و زهکشی واحدهای ۲و۳ دشت ارایض به مساحت ۷۶۰۰ هکتارمی باشد. مجموع طول کانال ها در این پروژه ۶۳ کیلومتر است .

۳- مشکلات خاک منطقه

۳-۱- مشکلات خاک بستر کانال ها

بر اساس نتایج بررسی های ژئوتکنیک درمرحله مطالعات ، مقدار درصد گچ اندازه گیری شده درمحدوده پروژه ازمیزان جزئی تا ۴۲ درصد می باشد که بسیار بیشتراز حد مجاز است . علاوه بر آن وجود لایه های زیرسطحی متشکل از مصالح ماسه ای فرسایش پذیر دربرخی از محدوده ها گزارش گردیده است[۱]. در اسناد پیمان درمحدوده هایی از مسیر کانال ها که خاک بستر، حاوی گچ بیش از حد مجاز یا ماسه فرسایش پذیر می باشد ، در جهت کاهش پتانسیل اثرات مخرب این گونه خاک ها بر کانال ها و سازه های احداثی ، روش تعویض خاک پیش بینی گردیده و محدوده های آن مشخص شده است .



شکل (۱)- محل و محدوده شبکه های آبیاری دشت ارایض

جهت تامین خاک مناسب برای خاکریزی ها و نیز خاک مورد نیاز جهت تعویض خاک ، سه امکان شامل استفاده از خاک های مناسب حاصل از خاکبرداری زهکش ها و کانال های طرح ، تأمین خاک ازمعادن معرفی شده دراسناد پیمان و تأمین خاک از منابع قرضه موجود در منطقه (در صورت تأئید کیفیت خاک) پیش بینی گردیده است .

۳-۲- کمبود خاک مناسب در محدوده طرح

در ابتدای پروژه و به موازات شروع عملیات اجرایی در برخی مسیرها ، بررسی های ژئوتکنیکی مجددی بر روی خاک مسیرکانا ل ها ، زهکش ها ، منابع قرضه موجود در منطقه و معادن معرفی شده در اسناد ، با اهداف ذیل انجام شد**[۲]** :

۳-۲-۱- تدقیق بررسی های ژئوتکنیکی انجام شده در مرحله مطالعات

۳-۲-۲- مشخص شدن دقیق تر محدوده های تعویض خاک با توجه به نزدیک تر بودن گمانه های شناسایی در این مرحله

۳-۲-۳- شناسایی پتانسیل واقعی خاک مناسب خاکریزی در منطقه

۳-۳- جمع بندی کارفرمادر خصوص مشکلات خاک با توجه به بررسی های ضمن اجرا

۳-۳-۱- به دلیل محدودیت های تأمین خاک در تمام گزینه های پیش بینی شده در قرارداد ، پروژه به شدت با مشکل کمبود خاک مناسب مواجه می باشد .

۳-۳-۲- به دلیل افزایش محدوده های تعویض خاک ، حجم خاک مناسب مورد نیاز بیش از احجام پیش بینی شده است . بدیهی است موضوع دوم ، تاثیر مشکل اول را در روند پروژه مضاعف می نماید .

۳-۳-۳- با توجه به اتکای شدید روش تعویض خاک به استفاده از مقادیر زیاد خاک مناسب (خاک با میزان کمتر از ۴٪ گچ و حد خمیری مناسب) ، و با عنایت به مشکلات فوق ، مطلوبیت استفاده از روش تعویض خاک در پروژه با تردید جدی مواجه گردیده و بررسی روش های دیگر و مقایسه آن ها با روش تعویض خاک اجتناب ناپذیر تشخیص داده شد .

۴- فرآیند انتخاب گزینه جایگزین روش تعویض خاک

نتایج حاصله از بررسی های اولیه درخصوص روش های جایگزین روش تعویض خاک نشان داد که با توجه به شرایط پروژه و با رویکرد استفاده از یک غشای نفوذ ناپذیر برای جلوگیری از نشت آب به لایه های خاک زیرین ، استفاده ازدو نوع محصول شامل ژئوممبران پلی اتیلنی سنگین(HDPE) و عایق رطوبتی قیری معمولی (ساختمانی) می توانند گزینه های مناسبی برای بررسی های بعدی باشند.

۴-۱- بررسی مسایل فنی و اجرایی گزینه های پیشنهادی

با انتخاب دوگزینه فوق الذکر بعنوان گزینه های پیشنهادی ، عملا" این گزینه ها از نظرفنی مورد مطالعه ومقایسه قرارگرفتند . همچنین جهت بررسی مسایل اجرایی ، این روش ها در دو بازه آزمایشی مورد اجرا قرارگرفته و نقاط قوت و ضعف هرکدام تاحد امکان شناسایی گردید .(شکل های ۲ ، ۳ ، ۴ و ۵)

شکل(۲)- نصب ژئو ممبران پلی اتیلنی در بازه آزمایشی

شکل(۳)- اجرای بتن پوششی روی ژئو ممبران پلی اتیلنی در بازه آزمایشی

شکل(۴)- نصب عایق رطوبتی در بازه آزمایشی

شکل(۵)- اجرای بتن پوششی روی عایق رطوبتی در بازه آزمایشی

۴-۲- بررسی مسایل اقتصادی گزینه های پیشنهادی

جهت امکان مقایسه اقتصادی سه روش مطرح (تعویض خاک ، کاربرد ژئوممبران پلی اتیلنی و عایق رطوبتی معمولی) برآورد هزینه ها ی هر سه روش در دستور کار قرارگرفت . بدین منظور یکی از کانالهای طرح به نام ER-SC1 بدلیل اینکه منشور ذوزنقه آن در ترکیبی از خاکبرداری و خاکریزی ودر مقاطعی تماما" در خاکبرداری واقع شده است در گزینه های مقطع بدون خاک تعویض، مقطع با خاک تعویضی ، مقطع ژئوممبران پلی اتیلنی و مقطع با عایق رطوبتی معمولی در زمین های فرسایش پذیر ماسه ای و زمین های گچی مورد مقایسه قرار گرفت[۳] . بازه های مورد بررسی عبارت بودند از :

بازه اول – کانال از زمین های فرسایش پذیر ماسه ای می گذرد و منشور ذوزنقه کانال در ترکیبی از خاکبرداری و خاکریزی می باشد .

بازه دوم – کانال از زمین های گچی گذشته و منشور ذوزنقه کانال درترکیبی از خاکبرداری و خاکریزی می باشد .

بازه سوم – کانال از زمین های فرسایش پذیر ماسه ای می گذرد و منشور ذوزنقه کانال تماما" درخاکبرداری می باشد .

بازه چهارم- کانال از زمین های گچی می گذرد و منشور ذوزنقه کانال تماما" در خاکبرداری می باشد .

در برآورد هزینه گزینه های یاد شده موارد ذیل در نظر گرفته شد:

۱. در برآورد ردیف های عملیات خاکی ، بتنی و ژئوممبران پلی اتیلنی از فهرست بهای آبیاری و زهکشی ودر برآورد ردیف های عایق رطوبتی ساختمانی از فهرست بهای ابنیه سال ۱۳۸۷ استفاده گردید.
۲. حمل مصالح و حمل آب برای گزینه های مختلف یکسان در نظرگرفته شد .
۳. فواصل حمل مطابق جدول شماره ۱ درنظرگرفته شد .
۴. در گزینه عایق رطوبتی به میزان ۱۰ سانتی متر همپوشانی در جهت عرض درمحاسبات منظور گردید .

۵. برای مهار لبه ژئوممبران در بالای خاکریزکانال ۰,۲ متر اضافه طول درهر طرف در نظرگرفته شد .
۶. پرکردن پشت دستکهای لاینینگ(RefIill) با شفته آهک با عیار ۱۵۰ کیلوگرم در نظر گرفته شد .
۷. حداقل ضخامت لاینینگ براساس رفرنس های موجود درکانال های کوچک ۶ سانتی متر منظورگردید .
۸. ضخامت بتن مگر در چهارحالت شامل ۴ ، ۶ ، ۸ و ۱۰ سانتی متر در برآوردها منظور گردید .

جدول (۱) - مقادیر فواصل حمل مصالح

ردیف	مصالح	فاصله(کیلومتر)	توضیحات
۱	آهک	۲۴۸	حمل در جاده خاکی و آسفالته
۲	شن وماسه بتن	۱۱۹	حمل در جاده خاکی و آسفالته
۳	آب	۲۴/۶	حمل در جاده خاکی
۴	سیمان	۲۶۵	حمل در جاده خاکی و آسفالته
۵	خاک قرضه	۱۸/۷	حمل در جاده خاکی
۶	بتن با تراک میکسر	۱۶	-

تحلیل نهایی براساس نتایج این مقایسه ، مزیت اقتصادی گزینه عایق رطوبتی نسبت به دوگزینه دیگر را نشان داد . به طور مثال جدول ۲ ، نتایج مقایسه بین هرسه گزینه را در حالتی که کانال از مسیر ماسه فرسایش پذیر می گذرد نشان می دهد .
البته در زمان انجام این مقایسه ، عدم مشخص بودن دقیق برخی پارامترهای موثر درهزینه تمام شده گزینه ها باعث می شد که برآوردها از دقت کامل برخوردار نباشند .

جدول (۲)- برآورد ریالی هزینه اجرای یک متر طول کانال با شرایط پروژه در بسترماسه فرسایش پذیر

نوع مقطع	تعویض خاک	ژئوممبران پلی اتیلنی	عایق رطوبتی معمولی(با ضخامت مگر ۴ سانتی متر)
خاکبرداری – خاکریزی	۹۵۱,۲۷۴	۱,۰۰۲,۵۳۴	۹۲۰,۴۴۹
خاکبرداری کامل	۹۱۱,۰۲۴	۸۱۴,۵۸۲	۷۳۲,۰۲۶

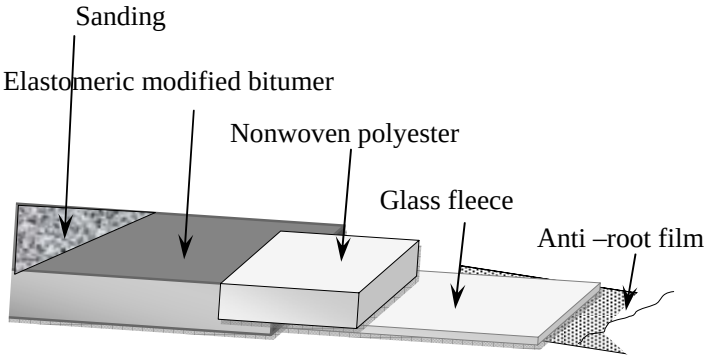
۴-۳- جمع بندی نتایج و انتخاب گزینه برتر

هرچند گزینه عایق رطوبتی معمولی ازنظر اقتصادی دارای برتری اقتصادی بود لیکن وجود برخی معایب از دیدگاه فنی و اجرایی باعث عدم اطمینان بخشی کافی در انتخاب این گزینه بعنوان گزینه برتر می شد . البته پاره ای از این معایب در گزینه کاربرد ژئوممبران پلی اتیلنی نیز صدق می کنند . بررسی های تکمیلی نشان داد با توجه به جمیع جهات و درنظرگرفتن شرایط پروژه مورد نظرکاربرد نوعی خاص از عایق رطوبتی پیش ساخته قیری (PBGM) می تواند یک راه حل مناسب برای مقابله با مشکلات خاک در منطقه باشد .

۵- ژئوممبران پایه قیری پیش ساخته (PBGM)

۵-۱- معرفی محصول ژئوممبران پایه قیری پیش ساخته (PBGM) انتخاب شده

برای معرفی این محصول به طور خلاصه می توان گفت نوعی عایق رطوبتی قیری است که از نظر شکل ظاهری ، روش ساخت و نحوه اجرا مشابهت هایی با عایق های رطوبتی معمولی مورد مصرف در ساختمان داشته و لیکن با توجه با مشخصات عملکردی متفاوت آن که متناسب با ملزومات کار و شرایط محیطی بصورت منحصر بفرد طراحی گردید ، همچنین از نظر ترکیبات پلیمری قیر اصلاح شده ، نوع ، ضخامت و وزن واحد سطح الیاف پلی استری ، ضخامت قیر در طرف زیرین عایق و ... تفاوت هایی با عایق های رطوبتی معمولی دارد . در این پروژه جهت افزایش چسبندگی به لایه زیرین ، استفاده از پرایمر آبی پایه قیری با مشخصات خاص نیز پیش بینی گردید . شکل شماره ۶ نمایی از مقطع کلی این نوع عایق ها را نشان می دهد .



شکل (۶) – نمایی از مقطع ژئوممبران قیری پیش ساخته (PBGM)

دراین جا لازم به توضیح است که بموازات توسعه انواع محصولات ژئوممبران و رشد مصرف آن ها در شبکه های آبیاری و سدها ، کاربرد ژئوممبرانهای پایه قیری(PBGM) نیز از این قاعده مستثنی نبوده وطی سالیان اخیر از استقبال خوبی در سطح جهان برخوردار بوده اند . ازجمله ، اجرای این روش درمناطقی با شرایط آب و هوایی گرم و خیلی گرم (نظیر وضعیت آب و هوایی استان خوزستان) موفقیت آمیز ارزیابی گردیده است[۴].

۵-۲- مراحل اصلی روش اجرای ژئوممبران قیری پیش ساخته در پروژه

۵-۲- ۱- حفاری مقطع هیدرولیکی کانال به روش معمول شامل:

۵-۲- ۱- ۱- حفاری مقطع کانال (درصورتی که کانال در مقطع خاکبرداری کامل باشد)

۵-۲- ۱- ۲- خاکریزی تا برم کانال و سپس حفاری مقطع (درصورتی که کانال در مقطع خاکریزی باشد)

۵-۲- ۲- تریمینگ (رگلاژ سطوح)

۵-۲- ۳- اجرای بتن کم مایه(مگر) به ضخامت ۴ سانتی متربه روش اجرای لاینینگ

۵-۲- ۴- تمیزکاری سطح بتن و سپس اجرای پرایمر روی آن به میزان ۰,۵ کیلوگرم در هرمترمربع

۵-۲- ۵- نصب عایق رطوبتی (PBGM) بصورت عرضی روی بتن مگراندودشده با پرایمربا همپوشانی ۱۰ سانتی متر

۵-۲- ۶- شابلون گذاری واجرای بتن پوششی کانال(بتن لاینینگ)

۵-۲- ۷- اجرای رفیل(Refill) با شفته آهک

۵-۳- مشخصات خاک مورد استفاده در این روش

نتایج بررسی های مشاور برروی نمونه های مختلف خاک محل و تحلیل های ژئوتکنیکی درقالب مدل سازی عددی پدیده ی نشت برروی این خاک ها نشان داد که در صورت دارابودن سایر شرایط مناسب کیفی و فنی و اتخاذ تدابیری جهت مقابله با اثرات روان آبهای سطحی برروی جسم کانال ، استفاده از خاک محل با حداکثر ۸ درصد گچ و حدخمیری حداقل ۱۰ در روش اجرای عایق رطوبتی قیری بلامانع می باشد[۵] . طبیعتا" تهیه خاکی با این مشخصات به دلیل محدودیت های کمتر نسبت به خاک مورد نیاز در روش تعویض خاک باسهولت بیشتریا فاصله حمل کمتر امکان پذیر خواهد بود .

۵-۴- اجرای کانال ها با استفاده از ژئوممبران قیری پیش ساخته(PBGM)

پس از انتخاب این گزینه اقدامات لازم جهت انعقاد قرارداد خرید محصول از طریق مناقصه توسط کارفرما و سپس اجرادر کارگاه توسط پیمانکار اصلی بعمل آمد . با توجه به شروع احداث تعدادی ازمسیرکانال ها با روش تعویض خاک از ماه ها قبل ، اجرای این مسیرها با روش سابق ادامه پیدا کرده لیکن اجرای مابقی مسیرها به طول ۴۵ کیلومتربا روش جدید شروع گردید .

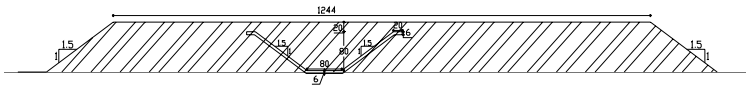
۶- مقایسه اقتصادی هر سه گزینه پس از نهایی شدن روش اجرا

در حال حاضر با توجه به مشخص شدن دقیق قیمت تهیه محصول (براساس قرارداد منعقده با برنده مناقصه) ، همچنین اعلام جزییات روش اجرا توسط مشاور طرح و نیز مشخص شدن دقیق فواصل حمل خاک موردنیاز در این روش ، امکان تحلیل اقتصادی دقیق تر وجود دارد . این تحلیل از دو جهت دارای اهمیت می باشد: اولا" از این طریق صحت و سقم برآوردهای قبلی و ارزیابی مجدد گزینه منتخب از نظر اقتصادی فراهم می گردد و ثانیا" نتایج این تحلیل در تصمیمات مربوط به پروژه های بعدی مفید واقع خواهد شد .

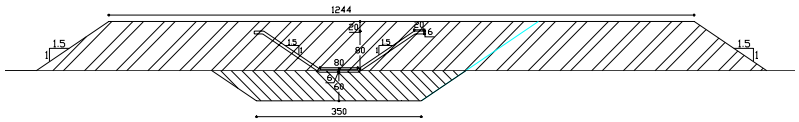
۶-۱- مبانی محاسبات

دراین تحقیق ، برآورد هزینه های غیرمشترک اجرای کانال در هرسه گزینه (گزینه اجرای ژئوممبران پایه قیری(PBGM) ،گزینه تعویض خاک و گزینه استفاده از ژئومبران پلی اتیلنی (HDPE)) و مقایسه آنها در یک کیلومتر از طول کانال و در سه حالت مختلف مورد بررسی قرارگرفته است .

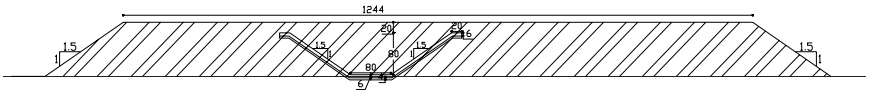
درحالت اول ابتدا سطح مقطع متوسط کانال درکل پروژه محاسبه گردیده و مبنای محاسبات احجام قرار گرفته است . طبیعی است با توجه به اختلاف روش اجرا درگزینه های مختلف ، سطح مقطع اجرایی در این گزینه ها نیز باهم اختلاف خواهد داشت (شکل های ۷، ۸ و ۹) . در این حالت ، برآوردها و مقایسه ها در شرایط واقعی پروژه مورد نظر انجام می گیرد و اختلاف هزینه تمام شده روش ژئوممبران قیری با روش تعویض خاک ، میزان کاهش یا افزایش ناشی از تغییر در روش طرح را نشان می دهد .



شکل(۷)- مقطع متوسط اجرای کانال های پروژه در حالت استفاده از HDPE



شکل(۸)- مقطع متوسط اجرای کانال های پروژه در روش تعویض خاک



شکل(۹)- مقطع متوسط اجرای کانال های پروژه در حالت استفاده از PBGM

درحالت دوم و سوم بررسی ها در شرایطی فرضی انجام شده است . در این حالات برآورد هزینه و مقایسه گزینه ها در شرایط احداث مقطع هیدرولیکی حالت اول (مقطع هیدرولیکی متوسط پروژه) ولی این بار در شرایط خاکریزی کامل و خاکبرداری کامل ارائه می گردد . لذا بجز احجام خاک(کانال کنی ، خاکبرداری و خاکریزی) بقیه پارامترهای موثر در محاسبات در هر سه حالت ثابت در نظر گرفته شده اند .

درجدول ۳ مبانی و پارامترهای مشترک در همه حالات و روش ها و در جدول ۴ مقادیر مربوط به پارامترهای متغیر درج گردیده است . نکته مهم در این زمینه آن است که در برآوردها و سپس مقایسه ، فعالیت های مشترک در هرسه گزینه مانند اجرای بتن پوششی (لاینینگ) یا اجرای رفیل بدلیل عدم تاثیر گذاری در مقایسه ، لحاظ نگردیده اند .

جدول (۳) - مبانی محاسبات – پارامترهای مشترک

فهرست بهاء مورد استفاده(بجز در مورد تهیه PBGM)	فهرست بهای پایه آبیاری و زهکشی سال ۱۳۸۷
برآورد قیمت تهیه PBGM	براساس قرارداد منعقده با تولید کننده
ضرائب مورد استفاده	۱/۳- ۱/۱۵- ۰/۹۹
طول کل کانالها	۴۵ کیلومتر
ابعاد هندسی مقطع هیدرولیکی متوسط پروژه(cm)	b=80، H.T=100، H.L=80، F.b=20، t1=3،t3=20
ضخامت بتن مگر در روش PBGM	۴ سانتی متر
فاصله حمل آب خاکریزی	۲۵ کیلومتر
فاصله حمل سیمان	۲۶۵ کیلومتر
فاصله حمل شن وماسه بتن	۱۱۹ کیلومتر
فاصله حمل بتن	۱۶ کیلومتر
طبقه بندی خاکبرداری معدن	۵۵٪ نرم ، ۴۵٪ سخت
طبقه بندی کانال کنی تعویض خاک	۴۵٪ نرم ، ۵۵٪ سخت
میزان اجرای بتن در فصول گرم(محاسبه یخ مصرفی)	۶۰٪

جدول(۴)- مهمترین پارامتر های مورد اختلاف بین گزینه ها (پارامترهای غیر مشترک)

(مقادیر احجام در یک کیلومتر از طول کانال)		واحد	تعویض خاک	ژئوممبران پلی اتیلنی (HDPE)	ژئوممبران قیری پیش ساخته(PBGM)
حجم خاکریزی	مقطع متوسط پروژه	M3	۱۷۱۷۱	۱۴۴۰۶	۱۴۴۰۶
	مقطع خاکریزی کامل		۲۴۷۸۴	۲۴۷۸۴	۲۴۷۸۴
	مقطع خاکبرداری کامل		۱۱۲۶۶	۳۷۳۲	۳۷۳۲
میزان گچ مجاز درمصالح خاکریزی		درصد	۴	۸	۸
فاصله حمل مصالح خاک برای خاکریزی		KM	۲۰	۵	۵
حجم کانال کنی خاک تعویضی	مقطع متوسط پروژه	M3	۲۷۶۵	-	-
	مقطع خاکریزی کامل		-	-	-
	مقطع خاکبرداری کامل		۷۵۳۴	-	-
حجم بتن مگر		M3	-	-	۱۵۹,۴
میزان خرید ژئوممبران		M2	-	۴۷۸۵	۵۲۶۴
میزان نصب ژئوممبران		M2	-	۴۷۸۵	۴۷۸۵
میزان همپوشانی رول ها در عرض		CM	-	در حد جزیی	۱۰
اضافه طول ژئوممبران روی دستک های لاینینگ		CM	-	۳۵	۳۵

۶-۲- بحث و نتیجه گیری

جدول ۵ نتایج نهایی محاسبات و مقایسه بین گزینه هارا نشان می دهد. براساس این نتایج ، هزینه تمام شده اجرای کانال درپروژه مورد نظربا گزینه منتخب(استفاده از ژئوممبران قیری) و درشرایط واقعی درمقایسه با دو روش دیگر کمتر بوده ومیزان صرفه جویی در هزینه های طرح در این حالت نسبت به گزینه سابق(روش تعویض خاک) در هرکیلومتر طول کانال ۱۳۴ میلیون ریال و در کل پروژه ۶۰۳۰ میلیون ریال می باشد . این نتیجه ، درستی انتخاب طرح را از دیدگاه اقتصادی تصدیق می نماید . همچنین نتایج ارائه شده در شرایط فرضی مقطع خاکریزی کامل و مقطع خاکبرداری کامل نیز مطلوبیت اقتصادی روش ژئوممبران قیری نسبت به دو روش دیگر را نشان می دهد ، هرچند میزان صرفه جویی در این حالت ها مقادیرمتفاوتی را نشان می دهد .

جدول(۵)- هزینه عملیات غیر مشترک در هرسه گزینه در حالات مختلف مقطع اجرایی

		تعویض خاک	ژئوممبران پلی اتیلنی (HDPE)	ژئوممبران قیری پیش ساخته(PBGM)
هزینه در یک کیلومتر طول کانال(میلیون ریال)	مقطع واقعی پروژه	۹۱۳	۷۸۴	۷۷۹
	مقطع خاکریزی کامل	۱۲۸۵	۱۰۷۲	۱۰۶۷
	مقطع خاکبرداری کامل	۶۴۶	۴۸۸	۴۸۳
هزینه در طول کل کانال ها(میلیون ریال)	مقطع واقعی پروژه	۴۱۰۸۵	۳۵۲۸۰	۳۵۰۵۵
	مقطع خاکریزی کامل	۵۷۸۲۵	۴۸۲۴۰	۴۸۰۱۵
	مقطع خاکبرداری کامل	۲۹۰۷۰	۲۱۹۶۰	۲۱۷۳۵

شکل (۱۰)- اجرای پانل های اولیه لاینینگ کانال روی ژئوممبران قیری اجرا شده

۷-پیشنهادات

باتوجه به سهم بالای هزینه های مربوط به عملیات خاکی در کل هزینه های یک پروژه آبیاری و زهکشی ، هر گونه افزایش دراحجام خاک یا فواصل حمل درخلال اجرا نسبت به مقادیر پیش بینی شده درپیمان ، می تواند موجب تغییرات زیادی در هزینه های تمام شده وزمان پروژه نسبت به برآورد اولیه گردیده و لذا کارفرمایان می بایست نسبت به افزایش این مقادیر (احجام خاک و فواصل حمل) حساسیت کافی داشته باشند . در این میان سرعت و دقت مشاور طرح در برآورد جدید احجام و فواصل حمل خاک جهت خاکریزی ، در ارائه تصویری روشن تر از تغییرات هزینه و زمان پروژه به کارفرما (جهت اخذ تصمیمات بعدی و به موقع) کمک شایانی می نماید . درمرحله بعد بررسی به موقع و دقیق گزینه های احتمالی که باعث کاهش این تغییرات (در هزینه و زمان پروژه) گردد ضروری است . توجه به شرایط خاص هر پروژه و مزیت های نسبی آن کمک زیادی به انتخاب صحیح گزینه نهایی خواهد نمود .

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از همکاری سازمان آب وبرق خوزستان ، خصوصا" مدیریت تحقیقات و استانداردهای شبکه های آبیاری وزهکشی در حمایت مالی و فراهم نمودن مقدمات لازم همچنین از همکاری آقایان صناعی و بهنام زاده برای تهیه این پژوهش تشکر و قدردانی می گردد.

مراجع

۱- شرکت مهندسی مشاور مهاب قدس ،(۱۳۸۰):" گزارش نهایی شبکه آبیاری و زهکشی دشت ارایض"، مطالعات مرحله دوم ، جلد چهارم .

۲- شرکت مهندسی مشاور مهاب قدس ،(۱۳۹۰):: "گزارش تحلیلی کنترل کیفی عملیات اجرایی واحدهای ۲و۳ دشت ارایض" .

۳- شرکت مهندسی مشاور مهاب قدس ،(۱۳۸۹):"گزارش مقایسه فنی و اقتصادی کاربرد عایق رطوبتی پیش ساخته (ایزوگام) در آب بندی کانال،واحدهای عمرانی شماره ۲و۳ دشت ارایض".

۴. B.Breul, and R.Herment,(1998)." Bitumen Geomembrane in Irrigation – Case Histories From a Range of Climates", Sixth International Conference Geosynthetics.

۵- شرکت مهندسی مشاور مهاب قدس (۱۳۸۹):"گزارش موردی تحلیل وبررسی تأثیر استفاده از ژئوممبرین پایه قیری در احداث کانال های آبیاری واحد های عمرانی دشت ارایض"