

فرآیند انتخاب و اجرای ژئوممبران قیری پیش ساخته (PBGM) به عنوان راه حل مشکلات خاک در احداث کانال های آبیاری دشت اریض

محمدرضا کوچک دزفولی^۱، علی درخشان فرد^۲، محمدرضا هفته نانی^۳

۱- مدیر اجرایی شبکه آبیاری و زهکشی دشت اریض-سازمان آب و برق خوزستان (mrkd1352@yahoo.com)

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

۳- مدیریت طرح های حوزه شمال کرخه-سازمان آب و برق خوزستان

چکیده

در خلال احداث شبکه آبیاری و زهکشی دشت اریض (واحدهای ۲، ۳ و ۵) بررسی ها نشان داد که براساس شرایط پروژه روش تعویض خاک (روش توصیه شده در اسناد پیمان)، روش مناسبی برای مقابله با مشکل خاک مسئله دار بستر کانال های پروژه نمی باشد. از این رو امکان کاربرد ژئوممبران به عنوان یکی دیگر از روشهای مطرح ، مورد بررسی جدی قرار گرفت. از آنجایی که موفقیت یا عدم موفقیت در این روش بستگی زیادی به مجموعه ای از عوامل از جمله انتخاب نوع مناسب ژئوممبران، کنترل کیفی تولید جهت اطمینان از انطباق محصول با نوع انتخاب شده، کیفیت و سهولت اجرا و قیمت تمام شده دارد لذا تمام این موارد مورد بررسی دقیق قرار گرفته و براساس ارزیابی های فنی ، اجرایی و اقتصادی ، گزینه ژئوممبران پایه قیری پیش ساخته (PBGM) به عنوان گزینه برتر شناخته شده و در حال حاضر اجرا می گردد.

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

۱- مقدمه

وجود خاکهای مسئله دار نظیر خاک های تورم زا ، واگرا ، رمبنده ، گچی و ... در محدوده احداث شبکه های آبیاری و زهکشی ، همواره یکی از مشکلات اساسی این پروژه ها در مراحل طرح و اجرا می باشد . روش تعویض خاک، مبتنی بر ایده اصلاح خاک بستر کانال ها ، تاکنون متداول ترین روش در کشورمان جهت مقابله با این مشکل بوده است . صرفنظر از برخی مسائل فنی ، کاربرد این روش معمولاً هزینه های بالایی را به پروژه تحمیل می نماید ، خصوصاً" در اجرای پروژه ها در مناطقی همچون استان خوزستان که اولاً محدوده های حاوی خاک مسئله دار دارای گستردگی زیادی است و ثانیاً کمبود خاک مناسب و فاصله طولانی معادن تا محل مصرف مشکلات جدی دیگر محسوب می شوند، بیشتر اقتصاد پروژه را تحت تأثیر قرار می دهد . از طرفی کاربرد روش های دیگر جهت حل مشکل کمتر مورد توجه قرار گرفته اند . باوجوداستقبال روز افزون از کاربرد ژئوممبران درسطح جهان(بدلیل مزایای فوق العاده آن) که مبتنی بر ایده ایجاد یک غشاء نفوذناپذیر جهت جلوگیری ازنشت رطوبت به لایه های خاک می باشد ، متأسفانه توجه به این روش در کشورمان متناسب با حجم بالای پروژه ها و جایگاه ایران در جهان درزمینه آبیاری و زهکشی نبوده است. حتی رشد مصرف ژئوممبران متناسب با رشد مصرف انواع دیگر محصولات ژئوسنتتیک نظیر ژئوتکستایل ها که استفاده وسیعی در احداث زهکش های زیر زمینی ، تونل ، ساختمان و داشته اند ، نمی باشد . البته وجود برخی از مسائل همچون مشکلات تهیه ژئوممبران (ناشی از عدم تنوع تولیدات داخلی و هزینه بر بودن محصولات خارجی) و نگرانی های اجرایی و فنی نظیر احتمال سوراخ شدگی ، عدم اتصال مناسب درزها وعدم آشنایی پیمانکاران با روشهای اجرا، دلایل برخورد محافظه کارانه کارفرمایان و مشاورین با این روش بوده که البته درجای خود نگرانی های به حقی است لیکن باید توجه داشت در صورتی که ژئوممبران در پروژه های آبی که یکی از بزرگ ترین بازارهای این محصول محسوب می شوند درمقیاس گسترده مورد مصرف قرار گیرد ، جذابیت لازم برای تولیدکنندگان داخلی جهت تولید با قیمت پائین تر ، کیفیت مرغوب تر و تنوع بیشتر محصولات بوجود خواهد آمد . از سوی دیگر انتخاب محصول مناسب ، متناسب با شرایط هر پروژه و سپس کنترل کیفی دقیق در تمام مراحل تولید ، می تواند بسیاری از نگرانی ها را در همان ابتدای امر برطرف کند . برخی دیگر از نگرانی ها در خصوص مسائل اجرایی ، با اتخاذ تدابیر مناسب در ضمن اجرا قابل رفع هستند . در دو پروژه شبکه های آبیاری و زهکشی دشت اریاض شامل واحد های ۳و۲ و واحد ۵، کاربرد ژئوممبران به عنوان یک روش جهت مقابله با مشکل خاک های گچ دار و ماسه فرسایش پذیر مسیرها و کمبود خاک مناسب در منطقه مورد توجه قرارگرفت و سعی شد تا حد امکان نقاط ضعف و قوت این روش بصورت واقع بینانه ودرارتباط با شرایط پروژه ارزیابی گردیده و با برطرف کردن نقاط ضعف درتمام مراحل کار شامل طراحی محصول، ملزومات و روش تولید و مرحله اجرا و حتی در خصوص مشخصات خاک در خاکریزکانال ها و بتن پوششی ، اطمینان حداکثری از رضایت بخش بودن انتخاب نهایی حاصل گردد.

هدف این مقاله آن است که ضمن بیان فرآیند انتخاب بهترین روش و محصول جهت حل مشکل مذکور در پروژه های مورد نظر (دشت اریاض) در قالب یک تجربه مدیریتی ، ویژگی های ژئوممبران قیری پیش ساخته (PBGM) به عنوان انتخاب نهایی طرح و نحوه اجرای آن ، همچنین نقاط ضعف و راههای مقابله با آنها معرفی گردد.

۲- معرفی طرح

طرح دشت های پای پل در استان خوزستان و غرب شهرستان شوش در ساحل راست رودخانه کرخه واقع شده است. این طرح شامل دشت های اوان ، دوسالق ، اریاض و باغه با مساحت کل ۶۵۰۰۰ هکتارمی باشد. دشت اریاض شامل ۷ واحد عمرانی است که چهار واحد از آنها شامل واحد های ۴،۳،۲ و ۵ در حال اجرا می باشند. مشکل کمبود خاک مناسب در واحد های ۳،۲ و ۵ با مساحت ۱۳۲۴۷ هکتاربه شدت مطرح بوده و لذا این واحدها موضوع این مقاله هستند. مجموع طول کانالهای این سه واحد بمیزان ۱۰۹ کیلومتر بوده که بخشی از آن به روش تعویض خاک اجرا ولیکن اجرای مابقی طول کانالها بمیزان ۸۴ کیلومتر با مشکل کمبود خاک مناسب مواجه شد.

۳- مشکل کمبود خاک

۳-۱- خلاصه مطالعات ژئوتکنیکی انجام شده

لایه های شناسایی شده زیرسطحی در محدوده واحدهای فوق از نظر طبقه بندی دررده SC،SM CL-ML،CL و رسوبات ماسه ای از نظر استحکام متراکم تا خیلی متراکم ، در برخی موارد با تراکم متوسط و رسوبات رسی عمدتاً دارای استحکام سخت در برخی موارد سفت تا خیلی سفت گزارش گردیده اند. سطح آب زیرزمینی اندازه گیری شده در این محدوده بین ۱/۴ تا ۹/۶ متر گزارش شده است. مقدار درصد گچ اندازه گیری شده در محدوده طرح بین ۱ تا ۴۲ درصد می باشد که بسیار بیشتر از حد مجاز است. نتایج آزمایشات عمدتاً "پتانسیل واگرایی خاک را ناچیز و تورم پذیری را کم نشان می دهند. ضمناً وجود لایه های زیر سطحی متشکل از مصالح ماسه ای فرسایش پذیر در برخی از محدوده ها گزارش گردیده است. [۱]

۳-۲- روش تعویض خاک و گزینه های تامین خاک مناسب در این روش

در مسیر کانال های احداثی در این واحدهای عمرانی در محدوده هایی که به زمینهای گچی یا فرسایش پذیر ماسه ای برخورد شده روش تعویض خاک در اسناد پیش بینی گردیده و سه امکان ذیل جهت تامین خاک مناسب برای خاکریزی ها و نیز جایگزینی با خاک مسئله دار در این روش ، اعلام گردیده است.

۳-۲-۱- استفاده از خاک های مناسب حاصل از خاکبرداری زهکش ها و کانال های طرح

نتایج آزمایشات روی نمونه های حاصل از بررسی های ژئوتکنیک ضمن اجرا (که با عنایت به نزدیک تر بودن گمانه ها در این مرحله نسبت به مرحله مطالعات از دقت بالاتری برخوردار می باشند) نشان داد که بخشهای زیادی از مسیر کانال ها و زهکش ها به دلیل دارا بودن خاک های ماسه ای یا گچ دار دارای خاک های مناسب برای خاکریزی نیستند. علاوه بر آن محدوده های دارای خاک مناسب نیز نسبتاً پراکنده بوده و بجز تعداد کمی از آنها، استفاده از بقیه به صرفه نمی باشد. همچنین مشخص گردید که محدوده های تعویض خاک بیش از آن چیزی است (افزایش احجام خاکریزی به میزان حدود ۳۳۰۰۰۰ متر مکعب) که در پیش بینی های اولیه مدنظر قرار گرفته شده است .

۳-۲-۲- تامین خاک از معادن معرفی شده در اسناد طرح

به دلایل محدودیت احجام خاک در نتیجه برداشت های مکرر از این معادن طی سال های گذشته ، ممانعت ادارات و نهادهای دولتی ذیربط و خصوصاً ممانعت سازمان حفاظت محیط زیست ، فاصله زیاد این معادن تا محل مصرف ، تخریب جاده دسترسی به این معادن و ضرورت ایجاد راه دسترسی مناسب ، امکان استفاده وسیع از این معادن جهت تامین خاک مناسب وجود نداشت.

۳-۲-۳- تامین خاک از منابع قرضه موجود در منطقه در صورت تأیید کیفیت خاک

هرچند پیمانکار در ابتدا بصورت محدود با خرید زمین از کشاورزان اقدام به برداشت خاک از این قرضه ها نمود لیکن به دلیل ممانعت جدی اداره منابع طبیعی (در جهت حفاظت از منابع خاک منطقه) و ممانعت کارفرما و مشاور طرح (با توجه به پیش بینی بروز مشکلات احتمالی در روند اجرای شبکه های فرعی در آینده و در جهت حفظ اراضی محدوده آبخور شبکه ها) پس از مدت کوتاهی این روند متوقف گردید.

۳-۳- لزوم بررسی روش های جایگزین روش تعویض خاک

پس از گذشت چند ماه از شروع پروژه ، کارفرمای طرح عملاً به این جمع بندی رسید که روش تعویض خاک به دلیل نیاز به حجم بالایی از خاک مناسب و محدودیت های تأمین خاک در هرسه گزینه فوق ، گزینه مناسبی برای مقابله با مشکل خاک های مسئله دار در این پروژه ها نبوده و می بایست راه حل دیگری اندیشید.

۴- انتخاب گزینه ژئو ممبران بعنوان گزینه مناسب جایگزین روش تعویض خاک

با توجه به نتایج رضایت بخش کاربرد ژئوممبران در بسیاری از پروژه های آبیاری وزهکشی درجهان و استقبال فزاینده پروژه های آبیاری از این محصولات و ازطرفی عدم مقبولیت اجرایی یا عدم توجیه پذیری اقتصادی بعضی روشهای مطرح دیگر (با توجه به شرایط منطقه وطرح) که قبلاً" مورد ارزیابی هایی قرار گرفته بودند [۲]، توجه عوامل طرح بر روی کاربرد ژئوممبران متمرکز گردید.

۴-۱- نکات مورد توجه در خصوص گزینه ژئوممبران

بر اساس بررسی اولیه ، برخی نکات مهم به شرح ذیل مورد توجه قرار گرفتند.

۴-۱-۱- طی دهه های اخیر استفاده از ژئوممبران ، راه حل مناسبی برای مقابله با مشکل خاک های مسئله دار بستر و نیز مشکل نشت آب در احداث کانال های آبیاری در سطح جهان بوده است . دو عامل مهم شامل کیفیت یکنواخت تر ژئوممبران نسبت به مصالح دیگر و نفوذ پذیری بسیار کمتر آن نسبت به بتن باعث استقبال زیاد از ژئوممبران در جهان شده است. در بسیاری از موارد سرعت اجرا یکی دیگر از مزایای آن محسوب می شود . بدیهی است سرعت عمل در اجرا می تواند به اقتصادی شدن گزینه ی ژئوممبران در مقایسه با دیگر گزینه ها بیانجامد. [۳]

۴-۱-۲- انتخاب نوع ژئوممبران یکی از مهمترین مراحل کار است. هر نوع از ژئوممبران دارای نقاط قوت وضعف خاص خود می باشد. لذا نمی توان ماده ای را یافت که همه نیازها را تأمین کند . انتخاب مناسب یعنی انتخاب نوعی از ژئوممبران که با توجه به شرایط پروژه بیشترین نیازها را تأمین و کمترین ضعف ها را داشته باشد .

۴-۱-۳- در کشور ما به دلیل عدم آشنایی کامل و تجربه کارفرمایان ، مشاورین و پیمانکاران با این مواد استفاده از آنها محدود به کارهای آزمایشی یا کارهای با مترای کم بوده است و متأسفانه تجربیات کمی در این زمینه وجود دارد . کارهایی که در استان آذربایجان شرقی در سطح حدود ۷۰۰۰ مترمربع انجام شده از جمله این تجربیات است. سازمان آب و برق خوزستان در یک دوره زمانی حدوداً ده ساله اقدام به بررسی ها و کسب تجربیاتی از کاربرد نمونه هایی از ژئوممبران در طرح های شبکه های آبیاری از جمله در کانال انتقال آب آبادان ، کانال شهید چمران و قطعه دوم کانال اصلی پای پل نموده ، که غالباً به صورت آزمایشی بوده اند . در حال متأسفانه تاکنون ارزیابی جامعی از طرحهای انجام شده با پوشش ژئوممبران در کانالها و استخرهای ذخیره آب انجام نشده است. [۴]

۴-۱-۴- علیرغم تنوع در تولید محصولات ژئوممبران در کشورهای پیشرو در این زمینه که امکان انتخاب نوع مناسب ، متناسب با ملزومات طراحی را فراهم ساخته است در کشور ما در انتخاب و تهیه نوع مناسب ژئوممبران محدودیت وجود دارد . تا پیش از این به دلیل محدودیت مصرف این محصول در کشور ، تولید آن نیز محدود و فاقد تنوع کافی بوده است (هر چند با گسترش مصارف آن در آینده این امیدواری وجود دارد که تولید آن نیز برای تولید کنندگان داخلی جذاب تر گردد) . از طرفی تأمین آن از منابع خارجی معمولاً هزینه های بسیار دربر خواهد داشت .

۴-۱-۵- هر چند در طراحی ها ، ژئوممبران به عنوان ماده نفوذ ناپذیر یا با نفوذپذیری کم مد نظر است لیکن عدم دقت در هر کدام از مراحل طراحی ، تولید و اجرای آن باعث بروز مشکلاتی همچون کاهش دوام (بر اثر فرسایش ناشی از عوامل شیمیایی ، عملکرد حرارتی نامناسب ، مدول نامناسب و...) و سوراخ شدگی یا عدم اتصال مناسب بین درزها در زمان اجرا شده که نهایتاً منجر به عدم کارائی ژئوممبران و نشت خواهد شد. [۳]

۴-۱-۶- پوشش ژئوممبران در صورت روباز بودن وعدم وجود امکانات حفاظتی برای کانال و خصوصاً در کانال هایی که در معرض دسترسی اهالی و دام های آنهاست یا در جاهایی که عملیات لایروبی، خطر آسیب دیدگی مکانیکی به کانال رادبرداشته باشد به شدت آسیب پذیر بوده واز عمر طولانی برخوردار نخواهد بود. کانالهای اریض مثالی از چنین شرایطی است. لذا لازم است جهت محافظت از ژئوممبران از یک پوشش سخت روی آن استفاده شود. این پوشش همچنین می تواند ژئوممبران را در برابر اشعه خورشید حفظ واز تغییرات گسترده درجه حرارت در آن بکاهد.

۴-۱-۷- انواع پلیمر و محدوده ضخامت آنها که در پوشش های کانال توسط U.S.B.R توصیه شده است طبق جدول ۱ می باشد .

جدول (۱)- انواع پلیمر ها و محدوده ضخامت آنها

Polymer Type	Thickness Range	Currently used?
LDPE	0.2-0.25 mm	No
HDPE(exposed)	0.75-2.5 mm	Yes
Butyl (IR)(exposed)	1.0-2.0 mm	No
PVC	0.25 mm	No
PVC	0.5-0.75 mm	Yes
PBGM (exposed)	3.0-0.4 mm	Yes
CSPER (exposed)	0.8-1.5 mm	Yes
EPDM (exposed)	1.14-1.5 mm	Yes
VLDPE (exposed)	1.0-1.5 mm	No
VLDPE	1.0-1.5 mm	Yes
FPP and fpp-R	1.0-1.14 mm	Yes

از انواع مختلف ژئوممبران، پلی اتیلن های با چگالی زیاد (HDPE) و پلی اتیلن های با انعطاف پذیری بالا (VLDPE,LDPE) حدود ۶۰ تا ۶۵ درصد بازار را تشکیل می دهند ، این سهم برای ژئوممبران های PVC در حدود ۲۰ تا ۲۵ درصدی باشد . انواع دیگر و از جمله ژئوممبران های قیری (PBGM) مابقی بازار ژئوممبران ها را به خود اختصاص داده اند.[۳]

۴-۱-۸- حتی در صورت انتخاب نوع مناسب ، نمی توان احتمال نشت جزیی را که به دلیل سوراخ شدگی یا اتصال نامناسب در محل درزها است نادیده گرفت . از طرفی عوامل محیطی مانند برداشت های غیر مجاز آب از داخل کانال توسط روستاییان و امکان نشت از مسیر برداشت آب و ایجاد انحلال موضعی در بخش هایی از مسیر ، تجمع آب در اثر انسداد بخشهایی از مسیر و پس زدن آب از داخل کانال و یا بارش باران های با شدت مختلف و ایجاد زمینه آب شستگی در بافت خاکریز نیز از عوامل

تهدید کننده جسم خاکریز کانال حاوی گچ می باشد که می بایست تأثیر این عوامل در تحلیل های فنی مد نظر قرار گیرد [۵].

۵- انتخاب نوع ژئوممبران و تصمیمات مهم در این مرحله

پس از بررسی های بعمل آمده و با توجه به نکات فوق و موارد ذیل بررسی های بعدی در خصوص دو نوع ژئوممبران شامل ژئوممبران پلی اتیلنی با چگالی زیاد (HDPE) و ژئوممبران قیری متمرکز گردید. ضمناً در خصوص دو مورد نیز تصمیم گیری بعمل آمد : اولاً "به دلیل مذکور در بند ۴-۱-۶ ، از پوشش بتنی روی ژئوممبران استفاده گردد و ثانیاً" باتوجه به شرح بند ۴-۱-۸ ، به موازات بررسی ها جهت انتخاب نوع ژئوممبران ، بررسی درخصوص درصد گچ قابل قبول در خاکریز کانال های طرح که در آنها از ژئوممبران استفاده می گردد می بایست انجام پذیرد.

۵-۱- ژئوممبران پلی اتیلنی سنگین (HDPE)

همانطور که قبلاً ذکر گردید ، این نوع ژئوممبران بیشترین میزان مصرف را در بین انواع دیگر به خود اختصاص داده است. در ایران نیز در بین معدود تجربیات اجرایی کاربرد ژئوممبران در پوشش کانالها و مخازن ذخیره آب کشاورزی ، بیشترین سهم را این محصول دارا بوده است. مجموع استفاده از ژئوممبران HDPE در چند کانال مهم انتقال آب اجرا شده در کشور شامل کانال زرین شهر، برخوار، میمه (استان اصفهان) ، کانال اهر، ورزقان (آذربایجان شرقی) ، کانال خدا آفرین (استان اردبیل) و کانال شهید چمران اهواز (استان خوزستان) حدود ۱۴۰۰۰ مترمربع بوده است. [۵ و ۴] با توجه به شناخت نسبی بیشتر از این نوع ژئوممبران در کشور، انتخاب این محصول بعنوان یکی از گزینه های مورد بررسی ، مناسب تشخیص داده شد. ضمناً این محصول به دلیل نوع ترکیبات به کار رفته دارای مدول الاستیسیته بالاتری بوده که باعث سختی و مقاومت نسبی آن در برابر سوراخ شدگی می شود .

۵-۲- ژئوممبران قیری

در ۵۰۰۰ سال پیش قیر در برخی کارهای آبی به کار رفته است، کارهایی که برخی از آنها هنوز در وضعیت خوبی هستند. در قرن بیستم، قیر بعنوان یک ماده نفوذ ناپذیر در مقابل آب در مهندسی ساختمان و سازه های آبی و در قالب بتن های قیری ، آسفالت و ژئوممبران پایه قیری مطرح گردید. امروزه ژئوممبرانهای قیری، پوشش نفوذ ناپذیر با دوام و موثری برای کانالهای آبیاری ، استخرها و مخازن نگهداری آب در سرتاسر جهان محسوب می شوند. این محصول ترکیبی از پلیمر و قیر با کیفیت بالا با یک ورقه ژئوتکستایل مسلح پلی استری بافته نشده و مقاوم به سوراخ شدگی است. این محصولات به سه شکل مختلف مورد کاربرد قرار می گیرند:

- قیر بصورت مایع بر روی یک ورقه ژئوتکستایل نصب شده در محل، بصورت در جا پاشیده می شود. (ژئوممبران پایه قیری در جا ISBGS)

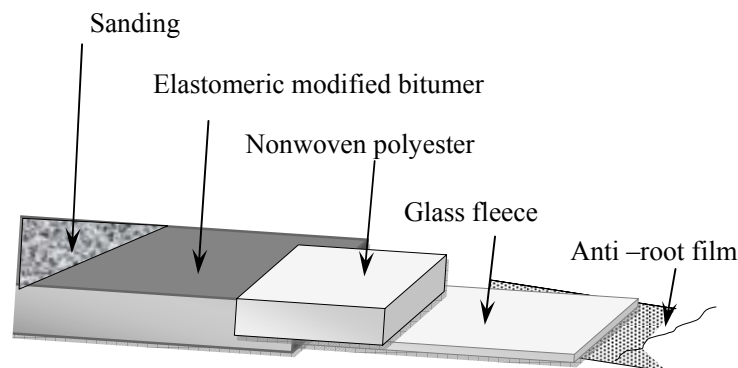
- ژئوممبران در کارخانه ساخته شده و بصورت رول عرضه می گردد. (ژئوممبران پایه قیری پیش ساخته PBGS)

- یک آسفالت غیر قابل نفوذ بر روی کف کانال یا کف مخزن اجرا شده و ممبران روی شیب های جداره پوشانده می شود.

از سال ۱۹۹۶ کار گروه ژئوممبرانهای پایه قیری ، در یکی از کمیته های ASTM تشکیل گردیده است.

ژئوممبران پایه قیری بصورت در جا و پیش ساخته در پروژه های متعدد آبیاری در کشورهای فرانسه و ایالات متحده به کار گرفته شده است. بازرسی ها و مشاهدات پس از ساخت (در برخی موارد پس از بیست سال بهره برداری) نتایج رضایت بخشی را نشان می دهد. استفاده از ژئوممبران پایه قیری پیش ساخته (PBGS) در کانال هایی در مناطق بسیار گرم (مشابه منطقه اریض) از جمله در کشور عراق، بورکینافاسو و هندوستان، همچنین در پروژه های ذخیره آب در مناطق گرم و در معرض اشعه آفتاب و دمای

بالای هوا همچون عربستان، نیجر، جنوب اسپانیا، مراکش، امارات متحده و نیجریه به طور موفقیت آمیزی مورد استفاده قرار گرفته است. [۶] هرچند سهم استفاده از این نوع ژئوممبران در مقایسه با ژئوممبرانهای پلی اتیلنی در بازار خیلی کمتر بوده است لیکن برخی ویژگی های این محصول از قبیل دوام و کارآمدی آن، وزن مخصوص بالاتر نسبت به ژئوممبرانهای پلی اتیلنی، انعطاف پذیری بالا، سهولت نصب توسط کارگران محلی، مقاومت در برابر شرایط مختلف آب و هوایی، قابلیت افزایش اتصال به لایه های زیرین و جلوگیری از چین و چروک باعث استقبال از این محصول در سطح جهان گردیده است. شکل شماره ۱ مقطع ژئوممبران قیری پیش ساخته (PBGM) را نشان می دهد.



شکل (۱) - نمایی از مقطع ژئوممبران قیری پیش ساخته (PBGM)

عایق های رطوبتی پیش ساخته یکی از انواع ژئوممبران های قیری می باشند که از سال ها پیش در کشورمان با نامهای تجاری مختلف شناخته شده و کاربرد متداول آنها در عایق بندی بام و پی ساختمانها، استخر و تونل و... بوده است. به شرط کیفیت بالای تولید و اجرای مناسب، نتیجه کار با این عایق ها معمولاً رضایت بخش می باشد. براساس تعریف ارائه شده در استانداردهای ملی ایران، عایق های رطوبتی ساختاری متشکل از الیاف معدنی یا آلی بصورت بافته شده یا بافته نشده است که با ترکیب قیری اصلاح شده با مواد پلیمری آغشته گردیده است. با توجه به امکان تهیه عایق رطوبتی در کشور، سهولت تهیه، سهولت نصب، کارگزار آموزش دیده و برخی مزایای دیگر، این نوع ژئوممبران قیری بعنوان یکی دیگر از گزینه های مورد بررسی، مناسب تشخیص داده شد.

۶- مقایسه گزینه ها

جهت مقایسه روش های اجرایی و هزینه های هردو گزینه (پلی اتیلنی سنگین و عایق رطوبتی پیش ساخته) تصمیم گرفته شده که اولاً "در محدوده هایی از کانال هردو گزینه بصورت آزمایشی اجرا گردند. و ثانیاً" هزینه های اجرایی در هر دو گزینه در شرایط مختلف کانال اعم از گچی یا ماسه ای بودن مسیرونیز مقطع تماماً "خاکبرداری (cut) و مقطع خاکبرداری و خاکریزی (cut & fill) برآورد و مورد مقایسه قرار گیرند. جهت هر چه کامل تر بودن بررسی، روش تعویض خاک در کنار دو روش دیگر مورد بررسی اقتصادی قرار گرفت.

۶-۱- مراحل روش اجرای ژئوممبران پلی اتیلنی (HDPE) در مقطع آزمایشی

- حفاری مقطع هیدرولیکی کانال
- رگلاژ و ترمیم سطوح بدنه و کف کانال برای ایجاد بستر مناسب
- اتصال لبه رول های مجاور و پهن کردن رول های ژئوممبران پلی اتیلنی در جهت طول کانال

- نصب قاب های فلزی به جای شابلون و بتن ریزی پوشش کانال (لاینینگ)

۶-۲- مراحل روش اجرای عایق رطوبتی پیش ساخته معمولی در مقطع آزمایشی

- حفاری مقطع هیدرولیکی کانال
- رگلاژ بستر پوشش کانال (ترمیمینگ)
- اجرای بتن کم مایه (مگر)
- پهن کردن رول های عایق رطوبتی در جهت عرض کانال و اتصال لبه رول های مجاور
- نصب قابهای فلزی به جای شابلون و بتن ریزی پوشش کانال (لاینینگ)

۶-۳- نکات مهم مبانی مقایسه اقتصادی

در برآورد هزینه هر سه گزینه از فهرست بهای سال ۱۳۸۷ استفاده گردید . فاصله حمل خاک از منبع قرضه رقم خوشبینانه ۱۸٫۵ کیلومتر مد نظر قرار گرفت لیکن بواسطه اضافه زمان اجرای خاک تعویضی نسبت به گزینه استفاده از ژئوممبران HDPE و عایق رطوبتی پیش ساخته بر اساس رکورد گیری های میدانی (داده پردازی) کارکرد ماشین آلات و نیروی انسانی در زمان معین در برآورد قیمت مقطع خاک تعویضی ضریب تعدیل ۱/۱۰ در نظر گرفته شد . بتن مگر با ضخامتهای ۴، ۶، ۸ و ۱۰ سانتی متر در برآورد هزینه های روش عایق رطوبتی لحاظ شد . بتن پوششی (لاینینگ) به ضخامت ۶ سانتی متر در هر سه گزینه منظور گردید.

۶-۴- مقایسه اقتصادی

مهمترین نتایج مقایسه اقتصادی به شرح ذیل می باشند:

- ۶-۴-۱- در تمام حالت های مورد بررسی هزینه اجرای خاک تعویضی نسبت به دو گزینه دیگر بیشتر است .
- ۶-۴-۲- در مقاطع با عایق رطوبتی پیش ساخته ، در یک متر طول کانال، با کاهش ضخامت بتن مگر ، هزینه اجرا بصورت خطی وبا شیب تقریباً " ثابت کاهش می یابد.
- ۶-۴-۳- عایق رطوبتی در مقاطع با ضخامت بتن مگر ۸ و ۱۰ سانتی متر گران تر از اجرای ژئوممبران پلی اتیلنی ولی در مقاطع با ضخامت ۴ و ۶ سانتی متر ارزان تر اجرا می گردد.
- ۶-۴-۴- در مقطعی با ضخامت بتن مگر ۴ سانتی متر ، هر گونه عملیات خاکریزی باتوجه به نوع منشور دوزنقه کانال تاثیر گذار می باشد به طوری که اگر منشور دوزنقه کانال در ترکیبی از خاکبرداری و خاکریزی باشد هزینه استفاده از عایق رطوبتی پیش ساخته معمولی ۱۲ درصد کمتر از هزینه تعویض خاک و حدوداً " ۷ درصد کمتر از هزینه ژئوممبران پلی اتیلنی می باشد و زمانی که منشور دوزنقه کانال تماماً در خاکبرداری باشد کاهش هزینه در صورت استفاده از عایق رطوبتی پیش ساخته نسبت به تعویض خاک قابل توجه و در حدود ۲۷ درصد می باشد و هزینه استفاده از عایق رطوبتی پیش ساخته حدوداً " ۹ درصد کمتر از کاربرد ژئوممبران پلی اتیلنی می باشد.

۶-۵- مقایسه فنی و اجرایی

۶-۵-۱- مزایای عایق رطوبتی معمولی نسبت به ژئوممبران پلی اتیلنی

۶-۵-۱-۱- آشنایی بیشتر پیمانکاران و حتی کارگران محلی با روشهای نصب عایق های رطوبتی پیش ساخته نسبت به ژئوممبران های پلی اتیلنی .

۶-۵-۱-۲- تکنولوژی بومی ساخت ورقه های عایق رطوبتی در کشور مزایای مهمی به همراه خواهد داشت . اولاً" باتوجه به امکان رقابت بین تولید کنندگان ، کارفرما از آزادی عمل بیشتری برای انتخاب محصول با کیفیت بهتر و قیمت کمتر برخوردار می شود . ثانیاً" در صورت نیاز طرح به اعمال تغییراتی در ویژگیهای عایق، متناسب با شرایط پروژه، هرگونه تغییر در طرح اختلاط و اجزای تشکیل دهنده آن توسط تولید کنندگان جهت نیل به هدف فوق باسھولت بیشتری امکان پذیر است.

۶-۵-۱-۳- درزهای اتصال یافته درمحل نصب ژئوممبران همواره یکی از منابع اصلی تولید مشکل درسطح جهان بوده است. نقطه ضعف ژئوممبران ها اغلب در محل اتصال یا درزبین دو قطعه است . در روش جوشکاری لبه های داغ در اتصال ژئوممبران پلی اتیلنی یک صفحه فلزی داغ بین لبه دو ورقه قرا رگرفته و به طور همزمان آنها را ذوب و سپس با فشار به یکدیگر می چسباند . در برخی کشورها بدلیل عدم اطمینان از اتصال درزها درمحل نصب و نیز سھولت اجرا ، ورقه ها در کارخانه تحت شرایط کنترل شده به یکدیگر متصل شده و ورقه های بزرگ تولید شده را به صورت رول یا تاخوردہ به محل نصب انتقال می دهند[۳] ، (درایران چنین تجربه ای ثبت نگردیده است). حال آنکه اتصال درزها در عایق رطوبتی به وسیله شعله و توسط کارگر با همپوشانی لبه ها به میزان ۱۰ سانتی متر صورت می گیرد . در هر دو روش امکان ارزیابی ساده کیفیت اتصال وجود ندارد لیکن سھولت در تثبیت موقعیت در زمان اتصال(که این موضوع در کیفیت اتصال بسیار تاثیر گذارمی باشد)، طول بیشتر همپوشانی ، انعطاف پذیری بیشتر و خاصیت مواد قیری (که باعث می شود حتی در صورت عدم اتصال مناسب اولیه، احیاناً" پس از اجرای لاینینگ بر اثر فشار ناشی از وزن بتن درزبندی بصورت سرد برقرار گردد) و نیز تجربه کارگران درگزینہ عایق رطوبتی در مقایسه با ژئوممبران پلی اتیلنی باعث مزیت آن می شود .

۶-۵-۱-۴- انعطاف پذیر بودن عایق رطوبتی بویژه با توجه به استفاده از حرارت در نصب آن باعث افزایش سھولت نصب و کیفیت اتصال آن به لایه زیرین در مقایسه با ژئوممبران پلی اتیلنی می شود .

۶-۵-۱-۵- وزش باد در منطقه اراضی در بسیاری از ساعات روز باعث ایجاد چین خوردگی و برخاستن ژئوممبران از روی بستر زیرین می گردد حال آن که عایق رطوبتی قیری با ضخامت حدود ۴ میلی متر دارای وزن واحدسطح حدود ۴ کیلوگرم در متر مربع می باشد که چند برابر سنگین تراز ژئوممبران پلی اتیلنی است . بنابراین کمتر تحت تاثیر مشکلات ناشی از باد درزمان نصب قرار می گیرد . علاوه بر آن ، پس از یک بار پهن کردن و چسباندن آن به سطح زیرین نیازی به مهار بندی بعدی آن در زمان بتن ریزی نخواهد بود.

۶-۵-۱-۶- مقاومت به سوراخ شدگی یک خصوصیت پیچیده است. هنگامی که یک جسم تیز به ژئوممبران نیرو وارد می کند، حتی مواد با مقاومت کششی پائین می توانند با تغییر شکل یافتن درمقابل جسم تیز، موجب کاهش نیروی وارده و یا انتقال آن به لایه زیرین شده ودرمقابل گسیختگی مقاومت نمایند. در بعضی موارد این شیوه مقاومت به سوراخ شدگی موثرتر از کاربرد مواد مقاوم تر با تغییر شکل کمتر مانند ژئوممبران های سخت (HDPE) می باشد.[۳] مقاومت دربرابر سوراخ شدگی ناشی از مصالح سنگدانه ای دربرخی محصولات ژئوممبران قیری آنچنان عالی است که می توان آنها را بدون واسطه درزیرشن های شکسته زیر ریل راه آهن(مصالح بالاست) مورد استفاده قرارداد .[۷] لذا باتوجه با انعطاف پذیری خوب عایق رطوبتی و در صورت داشتن مقاومت کششی مناسب تاحدودی نگرانی ها درخصوص احتمال سوراخ شدگی کاهش می یابد .

۶-۵-۲- معایب عایق رطوبتی معمولی

- ۱- در گزینه ی عایق رطوبتی جهت امکان اتصال با لایه زیرین ، از یک لایه بتن کم مایه(مگر)استفاده می شود حال آن که در روش ژئوممبران پلی اتیلنی معمولاً" نیازی به این لایه وجود ندارد (هر چند در برخی پروژه ها و براساس ملاحظات اجرایی حتی در زیر ژئوممبران پلی اتیلنی نیز بتن مگر اجرا گردیده است، [۸])
- ۲- عدم چسبندگی کافی با بستر بتنی در برخی نقاط و نیز کاهش خاصیت انعطاف پذیری در اثر اعمال حرارت شدید.
- ۳- عدم تامین برخی نیازهای طرح از جمله مقاومت کششی ، مقاومت در برابر پارگی و ضخامت پوشش قیری در قسمت زیرین عایق رطوبتی معمولی

۷- انتخاب ژئوممبران پایه قیری PBGM (عایق رطوبتی پایه قیری) به عنوان راه حل مناسب

در مجموع با ارزیابی موارد فوق و نتایج مقایسه اقتصادی و مشاهدات بعمل آمده در خلال اجرای هر دو گزینه در دو بازه آزمایشی مختلف، گزینه عایق رطوبتی پیش ساخته قیری(ژئوممبران قیری) بعنوان گزینه مناسب تشخیص داده شد البته ملاحظات به شرح ذیل نیز وجود داشت که می بایست مورد توجه جدی قرار می گرفت.

۷-۱- ملاحظات موجود در انتخاب ژئوممبران پایه قیری

۷-۱-۱- عایق رطوبتی معمولی(ساختمانی) به دلیل اشکالات بیان شده توصیه نگردید . ژئوممبران قیری مناسب، عایقی است که خصوصیات فیزیکی، مکانیکی و شیمیایی آن ملزومات طراحی را برآورده ساخته ، بیشترین تناسب را با شرایط پروژه داشته باشد ضمن این که ، از مواد اولیه مرغوب در آن استفاده شده و سیستم کنترل کیفی مناسبی در تمامی مراحل تولید آن برقرار باشد . علاوه بر آن آزمایشات مستمر بر روی محصولات ساخته شده ، تطابق مشخصات عملکردی محصول نهایی با نیاز های طراحی را کنترل نمایند .

۷-۱-۲- همان طور که در بخشهای قبل ذکر گردید می بایست میزان گچ مجاز خاکریزها در حالت استفاده از ژئوممبران قیری مورد بررسی قرار گرفته و اعلام گردد.

۷-۱-۳- تدابیر اجرایی جهت افزایش کیفیت نصب و جلوگیری از هرگونه سوراخ شدن در حین اجرا و در زمان بتن ریزی لایننگ پیش بینی گردد

۷-۲- اقدامات انجام شده در خصوص ملاحظات فوق

۷-۲-۱- با بهره گیری از استانداردهای بین المللی و بکارگیری متخصصان امر ، مشخصات عملکردی ژئوممبران پایه قیری مورد نیاز، توسط مشاور طرح تعیین گردید. باتوجه به اهمیت مقاومت در برابر سوراخ شدگی، انتخاب نوع و وزن واحد سطح الیاف پلی استری و نوع پلیمر مصرفی (جهت اصلاح قیر)، طوری انتخاب شدند که اولاً" بیشترین مقاومت در برابر سوراخ شدگی حاصل گردد و ثانیاً" در صورت سوراخ شدگی به هردلیل، محصول حتی الامکان با عنایت به خاصیت ارتجاعی خوب قیر اصلاح شده بتواند خود را ترمیم نماید. استفاده از چنین الیاف و پلیمری مقاومت در برابر پارگی و مقاومت کششی را نیز افزایش خواهد داد.

پایداری خواص محصول پس از اعمال حرارت زمان نصب نیز بستگی زیادی به ضخامت قیر در طرف زیرین عایق، نوع الیاف پلی استر و ضخامت آن و ترکیب قیر اصلاح شده دارد، لذا در طراحی محصول این موضوعات مورد توجه قرار گرفتند.

۷-۲-۲- پس از طراحی محصول، جهت افزایش اطمینان از کیفیت تولید، علاوه بر درج مشخصات عملکردی، برخی مشخصات فیزیکی محصول نهایی و مواد اولیه آن از جمله حد اقل ضخامت، وزن واحد سطح، ضخامت پوشش قیری در طرف زیرین عایق، وزن واحد سطح الیاف و... در اسناد مناقصه (جدول شماره ۲) تعیین گردیدند. همچنین مشخصات تعدادی از آزمایش هایی که محصول باید با موفقیت بگذراند در اسناد قید گردید.

۷-۲-۳- در خصوص بررسی امکان استفاده از خاک های با درصد گچ بالاتر از ۴٪ در شرایط استفاده از پوشش عایق رطوبتی پایه قیری، با استفاده از نتایج حاصله از آزمایشات مختلف بر روی نمونه های خاک محل، تحلیل های ژئوتکنیکی در قالب مدلسازی عددی پدیده نشت از خاکریز کانالهای حاوی درصدهای مختلف گچ صورت پذیرفته و باتوجه به جمیع جهات، استفاده از خاک های حاوی حداکثر ۱۰٪ گچ در بافت مصالح خاکریزی در صورت داشتن سایر شرایط مناسب کیفی و فنی از جمله حدود اتربرگ مناسب و PI حداقل ۱۰ در کانال های واحد عمرانی ۳ و ۵ دشت اراضی و با رعایت سایر مقتضیات از سوی مشاور طرح بلامانع تشخیص داده شد. از طرفی به دلیل احتمال وجود خطاهای اجرایی از قبیل عدم تراکم مناسب برخی لایه های خاکریزی، تغییر شرایط توزیع ذرات گچ در مناطق مختلف و در بخش های مختلف منابع قرضه، تغییر شرایط محیطی نسبت به آنچه پیش بینی شده است و وجود عوامل انسانی مانند برداشت کنندگان غیر مجاز آب، انسداد موضعی مسیر کانال به هردلیل و مواردی از این قبیل، لازم دیده شد میزان درصد گچ در بافت خاکریزی کانال ها به ۸ درصد محدود گردد. [۵]

۷-۲-۴- کارفرما بنا به ملاحظات قراردادی و در جهت امکان نظارت بیشتر در روند انتخاب تولید کننده و در جریان تولید، تصمیم گرفت تهیه ژئوممبران را در قالب قرارداد مستقلی راساً به مناقصه بگذارد. از طرفی جهت اجتناب از تداخل در اجرا و با توجه به قابلیت پیمانکار اصلی، اجرای ژئوممبران را به پیمانکار اصلی واگذار نمود.

۷-۲-۵- با توجه به طیف وسیع تولید کنندگان عایق رطوبتی قیری از نظر درجه کیفی و متاسفانه وجود انواع نامرغوب تولیدات برخی کارخانه ها در بازار، لزوم دقت کافی در تنظیم اسناد مناقصه به نحوی که اطمینان نسبی از حضور ورقابت تولید کنندگان برتر (از نظر کیفی) را مهیا کند احساس گردید. لذا در اسناد به موارد دیگری نیز اشاره شد از جمله مشخصات ظاهری محصول، روش تولید و برخی تجهیزات الزامی در خط تولید، اختیار خریدار نسبت به بازدید از کارخانه جهت کنترل صحت و سقم اطلاعات اظهار شده از سوی تولید کننده (در مورد شرایط خط تولید، مواد اولیه، شرایط بسته بندی و نگهداری، وضعیت آزمایشگاه و...) قبل از جمع بندی نتیجه نهایی و اعلام برنده مناقصه و سنگین نمودن وزن امتیاز مربوط به کیفیت و امکانات آزمایشگاه مستقر در کارخانه در مجموع امتیازات.

جدول (۲) - ویژگی های فیزیکی، مکانیکی و شیمیایی عایق رطوبتی پیش ساخته PBGM

ردیف	ویژگی	واحد	شماره و نوع استاندارد	معیار
۱	ضخامت (حداقل)	mm	ASTM D 5199	۴/۲
۲	وزن واحد سطح (حداقل)	Kg/m ²	ASTM D 5261	۴/۲
۳	پایداری حرارتی (حداقل)	C°	ISIRI 3878	۱۲۰
۴	انعطاف پذیری (حداقل)	C°	ISIRI 3881	-۲
۵	افت انعطاف پذیری در سرما (حداکثر) بعد از حرارت دهی	C°	ASTM 5147	۲
۶	نفوذ ناپذیری در برابر آب	60 kpa	ISIRI 3861, ASTM 5147	عدم نفوذ آب
۷	پایداری شیره در برابر نیروی خارجی (حداکثر)	mm	مطابق روش آزمون ارائه شده در این بخش	۳
۸	ضخامت پوشش قیری در طرف زیرین (حداقل)	mm	ASTM 5147	۲
۹	مقاومت کششی در نقطه ماکزیمم (در طول و عرض عایق)	kgf/5cm	ISIRI 3882	۶۰±۱۰
۱۰	مقاومت در برابر پارگی (در طول و عرض عایق)	kgf	ISIRI 3863	۴۰±۱۰
۱۱	میزان افزایش طول در هنگام پارگی (در طول و عرض عایق)	%	ISIRI 3882	۶۰±۱۰
۱۲	مقاومت در برابر سوراخ شدگی (در طول و عرض عایق)	N	ASTM D 4833	۲۰۰±۳
۱۳	مقاومت در برابر یون سولفات ، کلرید و گچ			
	افت انعطاف پذیری قبل و بعد از آزمون	(C°)	ISIRI 3881	۲
	افت پایداری حرارتی قبل و بعد از آزمون	(C°)	ISIRI 3878	۱۰

۷-۲-۶- جهت چسبندگی بیشتر ژئوممبران قیری به لایه زیرین و اعمال حرارت کمتر در زمان نصب ، استفاده از پرایمر آبی پایه قیری به میزان ۰/۵ کیلوگرم در هر مترمربع سطح پیش بینی گردیده و مشخصات آن در اسناد دیده شد.

۷-۲-۷- طبق برآورد اولیه میزان نیاز طرح حدود ۳۰۰۰۰۰ متر مربع ژئوممبران قیری و ۱۵۰۰۰۰ کیلوگرم پرایمر بود. هرچند تولیدکنندگان تمایل زیادی به تولید یک باره این محصول دارند لیکن با توجه به محدودیت زمان مصرف محصول و امکان توقف در روند عملیات اجرایی به هر دلیل و نیز امکانات محدود نگهداری در کارگاه ، روند تولید بر اساس یک برنامه زمانبندی ۱۲ ماهه در اسناد مناقصه پیش بینی گردید.

۷-۲-۸- کارفرمای طرح جهت اطمینان از کیفیت و دوام محصول ، و نظارت و بازرسی بر تهیه مواد اولیه ، خط تولید ، شرایط بسته بندی ، نگهداری و بارگیری و....نسبت به بکارگیری بازرسی تخصصی اقدام نمود .

۷-۲-۹- جهت حفاظت رول ها درمقابل اشعه آفتاب درزمان نگهداری درکارگاه، اقدام به ساخت محل دپو مسقف گردید.

۷-۲-۱۰- با توجه به این که لایه بتن کم مایه (مگر) عمدتاً فقط نقش بستر اجرای ژئوممبران را بعهدده دارد لذا اجرای آن با ضخامت ۴ سانتی متر(حداقل ضخامت ممکن از نظر اجرایی) مبنا قرار گرفت.(شکل شماره ۲)

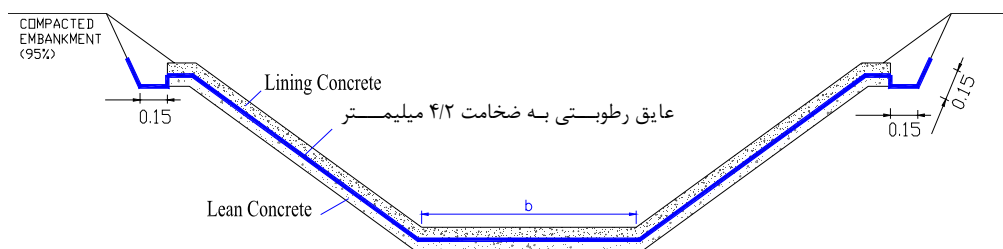
۷-۲-۱۱- جهت امکان چسبندگی مناسب پرایمر با بتن مگر، سطح بتن مگر قبل از اجرای پرایمر، بوسیله فشار باد کمپرسور های قوی، از هرگونه آلودگی ناشی از خاک و گرد و غبار تمیز می گردد .

۷-۲-۱۲- رول ها با همپوشانی ۱۰ سانتیمتر بصورت عرضی روی بتن مگر اندود شده توسط پرایمر، چسبانده می شوند.

۷-۲-۱۳- جهت حفاظت جسم کانال، اضافه طول عایق بمیزان ۳۵ سانتی متر روی دستک لاینینگ و اجرای رفیل روی آن از شفته آهک پیش بینی گردید. شیب عرضی مناسب و دیچ خاکی در مجاورت بیرونی برم ها نیز طراحی شد .

۷-۲-۱۴- در اجرای بتن پوششی ، روشی ابتکاری به کار گرفته شده که در آن بدون نیاز به میخ جهت تثبیت شابلون ها (که می تواند باعث سوراخ شدگی ژئوممبران گردد) قابهای بتن پوششی به سرعت نصب و تثبیت شوند .

۷-۲-۱۵- جهت تثبیت بتن روی ژئوممبران قیری در شیب جداره های مقطع ، میزان اسلامپ بتن (اسلامپ حداکثر ۵) و طرح اختلاط مناسب تعیین گردید. (به دلیل زبری نسبی سطح عایق قیری نسبت به نمونه پلی اتیلنی، تثبیت بتن روی سطح عایق قیری در شرایط مشابه راحت تر است البته در هردو حالت امکان مضرس کردن سطح بوسیله پاشیدن ماسه یا مواد دیگر روی آن درکارخانه وجوددارد.



شکل (۲) - مقطع کانال با پوشش PBGM



شکل (۴) - اندازه گیری درجه نفوذ قیر مورد استفاده در
PBGM و پرایمر



شکل (۳) - دستگاه اندازه گیری مقاومت کششی
PBGM



شکل (۵) - نصب PBGM روی بتن مگر اندود شده با
پرایمر قیری



شکل (۴) - اجرای پرایمر قیری روی بتن مگر



شکل (۷) - اجرای بتن لاینینگ روی PBGM



شکل (۶) - نصب قاب های فلزی جهت بتن ریزی
لاینینگ بدون استفاده از میخ

۸- بحث و نتیجه گیری

پس از انتخاب تولید کننده از طریق مناقصه ، تولید ژئوممبران پایه قیری (PBGM) و اجرای آن در کانالهای واحدهای ۲، ۳ و ۵ اراضی شروع و بصورت رضایت بخشی تاکنون ادامه داشته است . بررسی ها نشان می دهد که این روش علاوه بر کمک به حل مشکل پروژه ، باعث کاهش هزینه ها و مدت اجرای پروژه های مورد بحث خواهد شد. همچنین نقش مهمی در حفظ منابع طبیعی و محیط زیست منطقه و کاهش تلفات آب در کانال ها ایفا می نماید . از طرفی کاهش معارضت کشاورزان (به دلیل کاهش حجم عملیات خاکی و تردد ماشین آلات در مناطق زراعی) مزیت دیگر این روش محسوب می شود.

با این همه جا دارد در جهت افزایش مستمر کیفیت کار، تسهیل نحوه اجرا و کاهش بیشتر هزینه ها ، فرآیند طراحی و اجرا بطور مداوم مورد بررسی و ارزیابی قرار گیرند . مطالعه دقیق وضعیت کانال در شرایط بهره برداری کمک شایانی به صحت این ارزیابی ها خواهد نمود .

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از همکاری سازمان آب و برق خوزستان ، خصوصا " مدیریت تحقیقات و استانداردهای شبکه های آبیاری و زهکشی در حمایت مالی و فراهم نمودن مقدمات لازم برای تهیه این پژوهش تشکر و قدردانی می گردد.

مراجع

۱. شرکت مهندسی مشاور مهتاب قدس ، (۱۳۸۰): " گزارش نهایی شبکه آبیاری و زهکشی دشت اراضی "، مطالعات مرحله دوم ، جلد چهارم .
- ۲- منصوری کیا محمدتقی، (۱۳۸۲): "بررسی مشکلات ساخت کانالهای آبیاری و زهکشی در خاک های حاوی گچ و ارائه راهکارهای مناسب"، سازمان آب و برق خوزستان.
- ۳- رحیمی حسن، قبادی نیا مهدی، سهرابی تیمور (۱۳۸۶) : "کاربرد ژئوسنتتیک ها در آبیاری و زهکشی" ، کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران.
- ۴- موحدان محمد، مامن پوش علیرضا، عباسی نادر، (۱۳۸۹): "ارزیابی موردی میزان نشت آب از کانالهای آبیاری و مخازن ذخیره آب با پوشش ژئوسنتتیک"، مجموعه مقالات دومین سمینار ملی مسائل ژئوتکنیکی شبکه های آبیاری و زهکشی موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی کرج ، ص: ۲۸۷
- ۵- شرکت مهندسی مشاور مهتاب قدس (۱۳۸۹): "گزارش موردی تحلیل و بررسی تأثیر استفاده از ژئوممبرین پایه قیری در احداث کانال های آبیاری واحد های عمرانی دشت اراضی" .
6. B.Breul, and R.Herment,(1998)." Bitumen Geomembrane in Irrigation – Case Histories From a Range of Climates", Sixth International Conference Geosynthetics.
7. B.Breul , "Durability of Bituminous Geomembrane Water Proofing Works", 57th Canadian Geotechnical Conference.
- ۸- امامی کامران، پورمهر بهروز، کبیری جهان آبادی علی، (۱۳۸۹): حل مسایل ژئوتکنیک کانال اصلی انتقال آب خداآفرین با استفاده از مهندسی ارزش" ، مجموعه مقالات دومین سمینار ملی مسائل ژئوتکنیکی شبکه های آبیاری و زهکشی موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی کرج.

Selecting and application process of Prefabricated Bituminous Geomembrane (PBGM) as the proper method to construction of canal with bed soil problem in Arayez irrigation projects

M.R.Kouchak Dezfuly¹ - A.Derakhshanfard² - M.R.Haftehnani³

1-Project Execution Manager-Khuzestan Water & Power Authority co.

2- Project Expert-KWPA co.

3- North Karkheh Plan Manager-KWPA co

Abstract

Arayez plain irrigation and drainage network under construction studies shows that based on project condition , the soil changing method (the suggested method in primary studies) , is not a proper canal construction method with bed soil problem .Therefore application of Geomembrane as one of proposed method was studied strongly . Success or non-success of this method is depending to a summation of factors such as choice of proper Geomembrane type , qualification control to conform product with selected type , easy application and cost.So all these factors were studied and based on technical , executive and economical evaluation , application of the Prefabricated Bituminous Geomembrane (PBGM) was introduced as the best case and it is applying now.

Key words:

Irrigation Canal , Problematic soils , Bituminous Geomembrane , PBGM , Bituminous Humidity Insulator