



ارزیابی کاربرد مواد ژئوسنتتیک در کاهش نشت از کانال‌های شبکه آبیاری مغان

فرزین سلماسی^{۱*} و ابراهیم رشتبرزاده^۲

^۱ دانشیار، دانشکده کشاورزی، گروه مهندسی آب، دانشگاه تبریز

^۲ دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی عمران سازه‌های هیدرولیکی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر

چکیده

استفاده از مواد ژئوسنتتیک در پوشش کانال‌های آبیاری و مخازن ذخیره آب از دو دهه پیش شروع شده و با روندی افزایشی در حال گسترش است. در این تحقیق دبی نشتی آب از کانال بتنی دشت مغان که دارای پوشش ژئوممبران- بتن است مورد بررسی قرار گرفته است. میزان نشت آب بر اساس اندازه‌گیری در محل به روش دبی ورودی و خروجی با استفاده از دستگاه سرعت سنج اولترا سوند برای کانال انتقال آب تعیین گردید. اندازه‌گیری‌های انجام شده نشان می‌دهند که دبی نشتی از کانال برابر ۹/۷۴۴ لیتر در هر متر مربع از کانال بوده است. این میزان نشت عمدتاً مربوط به عدم اتصال مناسب پوشش ژئوممبران می‌باشد. مقایسه دبی نشتی با روابط تجربی نشان داد که رابطه دیویس- ویلسون تطابق بیشتری با داده‌های این تحقیق دارد. روابط رگرسیونی نشان داد که رابطه در برگرفته شعاع هیدرولیکی در تخمین دبی نشتی به دلیل سهولت کاربرد و دقت مناسب قابل پیشنهاد است. همچنین در این تحقیق ضریب زبری مانینگ برای پوشش ژئوممبران- بتن کانال برابر ۰/۱۴۶ بدست آمد.

کلمات کلیدی: ژئوسنتتیک؛ ژئوممبران؛ نشت؛ ضریب مانینگ؛ کانال آب.

۱- مقدمه

هدف از احداث شبکه‌های آبیاری فراهم آوردن امکان بهره‌وری از منابع آب و خاک با ایجاد تأسیساتی است که در آنها اصول و ضوابط فنی- اقتصادی رعایت شود. این کار باعث کاهش تلفات و افزایش بهره‌برداری و در عین حال کاهش میزان سرمایه‌گذاری و طول زمان اجرا می‌شود. کانال‌های آبی برای انتقال آب به زمین‌های کشاورزی و آبیاری مورد استفاده قرار می‌گیرند. همچنین انتقال آب به وسیله کانال ممکن است برای رفع نیازهای صنعتی، شهری و دیگر مصارف مورد استفاده قرار گیرد.

در پروژه‌ها و طرح‌های آبی به منظور تولید محصولات یا افزایش آن، انتقال آب باید براساس یک راندمان قابل قبول سیستم آبیاری انجام پذیرد [۱]. موسوی جهرمی و قوی بازو [۲]، علل تخریب پوشش لاینینگ در برخی از کانال‌های شبکه آبیاری دشت مغان را مورد مطالعه قرار داده و گزارش کردند که در مقطع لاینینگ جدید در کیلومتر ۵۶+۶۵۰ الی ۶۵+۷۰ میزان تلفات آب بر اثر نشت بالغ بر ۷۷۰ لیتر در

متر مربع در روز محاسبه گردید. به عنوان یک قاعده کلی تلفات آب به صورت نشت در مسیر یک کانال پوشش شده (لاینینگ) نباید از ۳۰ لیتر در روز در مترمربع بیشتر گردد [۹].

برای بالا بردن راندمان آبیاری و جلوگیری از دبی نشت در کانال‌های آبی استفاده از مواد ژئوسنتتیک توصیه می‌شود. از انواع ژئوسنتتیک‌ها می‌توان به ژئوممبران‌ها اشاره کرد. استفاده از پوشش ژئوممبران - بتن در طول ۶۰۰ متر از کانال انتقال آب منطقه لور اندیمشک نتایج مطلوبی به دست داده است. دلایل این عدم موفقیت را می‌توان به عواملی چون نشست خاک، عدم اجرای درست بتن و ژئوممبران و عدم مهار صحیح ژئوممبران نسبت داد. در طرح کانال اصلی پروژه آبیاری و زهکشی خدا آفرین در شمال غرب کشور به- دلیل وجود خاک‌های گچی در مسیر کانال، از پوشش ژئوممبران صاف به همراه تور مرغی در زیر پوشش بتنی استفاده گردید تا بدین وسیله با قطع ارتباط آب کانال با

* نویسنده مسئول؛ تلفن: ۳۳۹۲۷۸۶ ۰۴۱۱

آدرس پست الکترونیک: Salmasi@tabrizu.ac.ir

مواد پوشش دهنده کانال‌ها ترکیبی از ژئوسنتتیک‌ها، بتن پاششی، بتن غلتکی، بتن مگر، روکش‌های لاستیک و فوم-های پاششی در جا را شامل می‌شدند. بر اساس این نتایج، هر یک از پوشش‌های مختلف دارای مزایا و معایبی بودند. به نظر می‌رسد در این بررسی ژئوممبران با پوشش بتنی بهترین عملکرد بلند مدت را ارائه داده است [۷].

در طول سالیان گذشته محققین مختلف روابط تجربی را جهت محاسبه دبی نشتی از کانال‌های انتقال آب ارائه نموده-اند که در زیر به دو نمونه معروف آن‌ها اشاره می‌گردد: دیویس و ویلسون، فرمول تجربی زیر را برای محاسبه دبی نشتی از کانال پیشنهاد نمودند:

$$q = 0.45 C \frac{P_w L}{4 * 10^6 + 3650 \sqrt{V}} H_w^{1/3} \quad (1)$$

در معادله (۱) مقدار C ضریبی است که بسته به نوع پوشش کانال از یک تا ۷۰ تغییر می‌کند و برای کانال‌های بتنی برابر با عدد یک می‌باشد. پارامتر P (متر) محیط خیس شده، L طول بازه (متر)، V، سرعت (متر بر ثانیه)، Hw عمق آب در کانال (متر) و q نشت از کانال (متر مکعب بر ثانیه در طول کانال) می‌باشد.

موریتز، برای تخمین تلفات نشت در کانال‌های بتنی رابطه (۲) را پیشنهاد کرد:

$$q = 0.0186 C (Q/V)^{0.5} \quad (2)$$

که مقدار C ضریب ثابت و برای جداره رس و رس لومی ۰/۴۱ و لوم شنی ۰/۶۶ می‌باشد. q میزان نشت از کانالی به طول یک کیلومتر (متر مکعب بر ثانیه)، V، سرعت جریان آب (متر بر ثانیه) و Q مقدار جریان آب (متر مکعب بر ثانیه) می‌باشد.

هدف از این تحقیق بررسی نشت در کانال پمپاژ ۳ مغان و مقایسه آن با سایر تحقیقات و مراجع معتبر است. اگر چه روابط تجربی متعددی برای تخمین میزان نشت از کانال‌ها بدست آمده، ولی تجربه نشان داده که ضرایب این معادلات با شرایط کشور ایران متفاوت است و از طرفی نوع روابط نیز به صورت منطقه‌ای تغییر می‌کند. در قسمتی از کانال مورد نظر از مواد ژئوسنتتیک برای پوشش استفاده شده و لذا بررسی قابلیت این نوع پوشش در کاهش آب نشتی از کانال می‌تواند در طرح‌های آبی کشور مورد استفاده قرار گیرد. تعداد ۱۶ بازه طولی انتخاب و دبی نشتی بر اساس بیلان آبی (روش ورودی- خروجی) تعیین گردید.

خاک‌های مسئله دار بستر، مخاطرات ناشی از انحلال گچ به حداقل برسد [۳].

رستمیان و عابدی کوپایی [۴]، به بررسی میزان نشت آب در هفت کانال خاکی درجه ۳ و ۴ شبکه آبیاری زاینده رود پرداختند. نتایج نشان داد که معادلات تجربی با مشاهدات اختلاف زیادی داشته و در عین حال شبیه‌سازی عددی نشت از کانال با نرم افزار Seep/w با دقت قابل قبولی با اندازه-گیری‌ها مطابقت داشت. در تحقیقی که توسط سهرابی و جوادپور بروجنی [۵]، انجام شد، بازده انتقال و توزیع کانال-های درجه ۱ تا ۴ شبکه آبیاری دشت قزوین به ترتیب ۹۵/۲ ، ۹۰/۵ ، ۸۶/۱ و ۷۷/۱ درصد بدست آمد. نتایج عملکرد شبکه مذکور نشان‌دهنده این است که به دلیل عدم کنترل، بازبینی و مرمت قسمت‌های تخریب شده سیستم، پس از گذشت حدود ۳۰ سال از اجرای شبکه، بهره وری شبکه رو به کاهش می‌باشد.

با کاربرد ژئوممبران در قسمت خشکان و هرنج قنوات استان یزد، ضمن کاهش زمان و کاهش هزینه بهبود وضعیت قنات‌ها راندمان انتقال آب از ۲۰ درصد به ۷۰ درصد افزایش یافته است [۶].

یکی از ویژگی‌های ذاتی ژئوممبران‌ها، نفوذپذیری بسیار پایین آنها در محدوده وسیعی از گازها، بخارها و مایعات است. ژئوممبران دست نخورده و بدون آسیب دیدگی، عملاً در برابر جریان سیالات نفوذ ناپذیر محسوب می‌شود [۱۲].

به عنوان نمونه نفوذپذیری ژئوممبران های HDPE و PVC به ترتیب در محدوده 10^{-15} تا 10^{-12} سانتی متر بر ثانیه قرار دارد که این مقدار به طور معنی‌داری از هدایت هیدرولیکی بیشتر خاک‌ها کمتر است [۱۰]. با توجه به نفوذپذیری 10^{-9} سانتی متر بر ثانیه برای بتن تخریب نشده، ملاحظه می‌شود که نفوذ پذیری ژئوممبران حداقل ۱۰۰۰ بار از نفوذ پذیری بتن کمتر است [۸].

اداره عمران آمریکا به منظور بررسی مواد پوششی جدید، ارزان‌تر و ساده‌تر جهت ساخت هنگامی که دسترسی به مصالح معمول محدود است، بررسی‌های جامعی بر روی ۳۴ بازه کانال با پوشش‌های مختلف (طبقه بندی شده در ۴ نوع کلی پوشش) در ۱۱ شبکه آبیاری ایالت‌های مختلف آمریکا انجام داد. این بررسی‌ها شامل ارزیابی دوام و کارایی (کاهش نشت) بر روی کانال‌هایی با قشر بستر از نوع سنگی بودند.

۲- مواد و روش‌ها

این تحقیق در کانال پمپاژ شماره ۳ مغان که بعد از دریاچه احداث و از طریق پمپاژ از شبکه آبیگری می‌کند، انجام گرفته است. این کانال به طول ۲۸ کیلومتر و با ظرفیت ۳/۲ مترمکعب بر ثانیه جهت آبیاری ۳۵۰۰ هکتار از اراضی تحت پوشش کشت و صنعت مغان حدود سال‌های ۱۳۵۵ تا ۱۳۶۲ طراحی و اجرا شده است. پس از آب اندازی و یک دوره بهره‌برداری حدود ۱۰ ساله از آن، ترک‌ها و تخریب‌های زیادی در دیواره و کف کانال اصلی در محدوده مورد مطالعه به وجود آمد که بهره‌برداری از آن را با مشکل روبرو ساخت.

نتایج مطالعه گزارش‌های زمین‌شناسی و بررسی‌های صحرائی محل احداث کانال نشان می‌دهد، که خاک منطقه عمدتاً متشکل از رسوبات باد رفت و ماسه ریز و سیلت درشت می‌باشد که بعضاً با ذرات ریزدانه‌تر رسی همراه است. رسوبات ماسه بادی به دلیل ریزدانه بودن و فقدان چسبندگی به شدت نسبت به جریان آب حساس بوده و در صورت وقوع شرایط مناسب و وجود شیب هیدرولیکی، در آب شناور شده و همراه با آب جاری مهاجرت می‌نمایند که نتیجه آن به صورت فرسایش ناشی از پدیده زیر شویی یا حفرة روباه بروز می‌نمایند. شکل ۱ تخریب در قسمتی از کانال پمپاژ ۳ را نشان می‌دهد.

با توجه به میزان زیاد نشت از کانال به دلیل وجود درز و ترک، تخریب و نشست در قطعات بتنی بهبود وضعیت کانال در دستور کار قرار گرفت و در نهایت به دلایلی نظیر هزینه نسبی پایین و زمان کم موجود برای بهینه‌سازی کانال، پوشش ژئوسنتتیک جهت کانال بتنی مناسب تشخیص داده شد. مشخصات پوشش اجرا شده بر روی کانال بتنی در جدول ۱ ارائه شده است.

لازم به یادآوری است که استفاده از ژئوممبران HDPE بنا به تصمیم شرکت بهره‌بردار شبکه آبیاری دشت مغان بوده است. در استفاده از ژئوممبران HDPE مزیت‌هایی مانند: مقاومت شیمیایی بالا، مقاومت جوش خوب، ویژگی‌های خوب در دمای پایین و قیمت نسبی پایین ذکر شده است. در مقابل معایبی مانند: پتانسیل برای ترک‌زایی و شکاف در اثر تنش، انبساط حرارتی بالا، مقاومت سوراخ شدگی پایین و ویژگی‌های کرنش چند محوری ضعیف وجود دارد. لذا در طرح‌های-

های مهم انجام شده در دنیا نیز بیشتر محصولات PVC، LLDPE، EPDM، استفاده شده است.

برای اندازه‌گیری میزان نشت آب از کانال مورد مطالعه، ۱۶ بازه طولی در کانال انتخاب و اندازه‌گیری سرعت جریان آب در کانال با استفاده از دستگاه اولترا سوند کالیبره شده انجام گرفت. برای هر ۱۶ بازه حسگر دستگاه اولترا سوند در کف کانال قرار داده شد. به طور متوسط برای هر بازه سه اندازه‌گیری انجام و سپس میانگین اعداد بدست آمده (عمق و سرعت جریان) برای هر بازه یادداشت می‌گردید. با داشتن عمق در نقاط مختلف از عرض بالای کانال، سطح مقطع محاسبه و سپس با ضرب آن در سرعت متوسط، دبی کانال بدست می‌آمد. شیب کف کانال در تمام مقاطع برابر با ۰/۰۰۱ می‌باشد. با نادیده گرفتن میزان تخییر از سطح آب جاری در کانال، اختلاف دبی ورودی و خروجی در طول هر بازه، مقدار نشت در آن بازه را بدست می‌دهد. این مقدار نشت ناشی از نفوذ آب از کف و جداره و نیز نفوذ از طریق درزهای انبساطی-انقباضی است. اگر اختلاف دبی ورودی و خروجی در طول هر بازه از کانال بر محیط خیس شده و طول بازه تقسیم گردد، آنگاه میزان نشت در واحد سطح بر حسب لیتر در روز در هر متر مربع بدست آید. در این تحقیق طول بازه-های کانال ۲۵۰ متر می‌باشد. در جدول (۲) اندازه‌گیری‌های انجام شده در بازه‌های مختلف شامل دبی، سرعت جریان، سطح مقطع جریان، عمق جریان و محیط خیس شده کانال ارائه گردیده است.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- محاسبه میزان نشت در کانال

مقایسه میزان نشت آب به دست آمده از کانال با مقادیر موجود در منابع نشان می‌دهد که میزان نشت از کانال‌ها با پوشش‌های مختلف بسته به نوع پوشش، عمق جریان، کیفیت اجرا، نحوه بهره‌برداری و نگهداری و عمر پوشش؛ تغییرات بسیار زیادی را شامل می‌شود. در جدول ۳ میزان نشت از کانال مورد مطالعه (کانال پمپاژ ۳) به روش دبی ورودی و خروجی محاسبه گردیده است. ضمناً در جدول ۴ میزان نشت آب از کانال‌ها با پوشش‌های مختلف موجود

۳-۲- مقایسه میزان نشت بر اساس فرمول‌های تجربی محققان

برای مقایسه نتایج اندازه‌گیری‌های نشت آب از کانال پمپاژ شماره ۳ دشت مغان با فرمول‌های تجربی ارائه شده توسط دیویس و ویلسون و نیز موریتز جدول ۵ ارائه می‌گردد.

مطابق جدول ۵ ملاحظه می‌گردد که نتایج اندازه‌گیری‌های این تحقیق تطابق نزدیکی با رابطه موریتز دارد. لازم به ذکر است که تحقیقات موریتز و دیویس- ویلسون بر روی کانال با پوشش بتنی بوده ولی نتایج پژوهش حاضر بر روی کانال با پوشش بتنی-ژئوممبران می‌باشد و اثر مثبت پوشش‌های ژئوسنتتیک بر روی کاهش دبی نشتی مشهود است. با توجه به جدول ۵ میانگین مقدار نشت از کانال با توجه به اندازه‌گیری‌های انجام یافته این تحقیق برابر $9/744$ ، با استفاده از فرمول دیویس- ویلسون برابر $9/529$ و با استفاده از فرمول موریتز برابر $52/985$ لیتر در روز در هر متر مربع می‌باشد که این اعداد نشان دهنده این است که رابطه دیویس- ویلسون تطابق بسیار مناسبی با نتایج این پژوهش دارد. لازم به ذکر است که ضریب ثابت در رابطه دیویس- ویلسون برای کانال با پوشش بتنی برابر یک منظور شده است ولی نتایج پژوهش حاضر بر روی کانال با پوشش بتنی-ژئوممبران می‌باشد و اثر کاهش دبی نشتی با پوشش‌های ژئوسنتتیک آشکار است. همانطوری که قبلاً اشاره شد، به عنوان یک قاعده کلی تلفات آب به صورت نشت در مسیر یک کانال پوشش شده (لاینینگ) نباید از 30 لیتر در روز در مترمربع بیشتر گردد.

همچنین اندازه‌گیری‌های صحرایی از کانال‌های با پوشش بتنی تحت بهره برداری نشان دهنده نشت آب 37 تا 86 (میانگین $61/5$) لیتر در روز در مترمربع می‌باشد. با در نظر گرفتن اندازه‌گیری‌های انجام یافته در این تحقیق برای نشت آب $9/744$ لیتر در روز در مترمربع، نتیجه می‌گردد که درصد کاهش نشت هنگام اجرای پوشش ژئوسنتتیک حدود $84/16$ درصد می‌شود.



شکل ۱- زیر شویی خاک زیر پوشش بتنی و تخریب پوشش در قسمتی از کانال پمپاژ ۳ دشت مغان

جدول ۱- مشخصات عمومی پوشش ژئوسنتتیک در کانال مورد مطالعه

مشخصات	پارامتر
یک لایه ژئوتکستایل و ژئوممبران و پوشش بتنی	جنس پوشش
ژئوتکستایل نیافته سفید رنگ ساخت داخل با وزن 500 گرم بر متر مربع	مشخصات ژئوتکستایل
HDPE سیاه رنگ صاف به ضخامت $1/5$ mm	مشخصات ژئوممبران
3454 متر	میزان طول پوشش شده
10362 متر مربع	مساحت کل پوشش در طول 3454 متر
$2/5$ متر عرض و $1/5$ متر عمق	عرض و عمق کانال

در مراجع، برای مقایسه با یافته‌های این تحقیق ارائه گردیده است. با توجه به جدول ۳ میانگین دبی نشتی بدست آمده برابر با $9/744$ لیتر در روز در هر متر مربع می‌باشد. این میزان نشت در مقایسه با سایر پوشش‌ها بسیار مطلوب است و کمتر از نشت به دست آمده برای کانال‌های بتنی مطالعه شده در سایر نقاط (37 الی 86 لیتر در روز در هر متر مربع) می‌باشد (جدول ۴). با این حال به نظر می‌رسد پایش میزان نشت در بخش‌های مختلف شبکه و نیز تعیین تغییرات زمانی آن به منظور نگهداری مناسب، امری ضروری بوده و برای جلوگیری از هدر رفتن آب از کانال‌ها و تخریب کانال‌های بتنی (به دلیل ترک در بتن و نشت از درزها) استفاده از مواد ژئوسنتتیک توصیه می‌شود.

جدول ۲- اندازه‌گیری‌های انجام شده در بازه‌های مختلف در کانال پمپاژ شماره ۳

خروجی بازه					ورودی بازه					تاریخ قرائت
P (m)	Y (m)	A (m ²)	V (m/s)	Q (Lit/s)	P (m)	Y (m)	A (m ²)	V (m/s)	Q (Lit/s)	
۶/۷۳	۱/۲۰	۵/۰۴	۰/۶۲۹	۳۱۶۸/۶۵	۶/۸۴	۱/۲۳	۵/۲۲	۰/۶۰۷	۳۱۶۹/۳۶	۱۳۹۰/۴/۱۲
۶/۶۲	۱/۱۷	۴/۸۶	۰/۶۳۳	۳۰۷۹/۱۸	۶/۷۳	۱/۲	۵/۰۴	۰/۶۱۱	۳۰۷۹/۴۴	۱۳۹۰/۴/۱۵
۵/۹۰	۰/۹۷	۳/۷۴	۰/۶۲۲	۲۳۲۷	۶	۱	۳/۹	۰/۵۹۷	۲۳۲۷/۱۳	۱۳۹۰/۴/۲۸
۵/۷۲	۰/۹۲	۳/۴۸	۰/۶۰۴	۲۱۰۰/۴۷	۵/۸۳	۰/۹۵	۳/۶۳	۰/۵۷۸	۲۱۰۰/۶۰	۱۳۹۰/۵/۲
۶/۲۲	۱/۰۶	۴/۲۳	۰/۶۳۳	۲۶۷۷/۲۱	۶/۳۷	۱/۱	۴/۴۶	۰/۶۰۱	۲۶۷۷/۴۶	۱۳۹۰/۴/۱۲
۵/۹۲	۰/۹۸	۳/۷۷	۰/۶۲۵	۲۳۵۷/۴۲	۵/۹۴	۰/۹۸	۳/۸	۰/۶۲۱	۲۳۵۷/۶۱	۱۳۹۰/۴/۱۵
۵/۹۲	۰/۹۸	۳/۷۷	۰/۶۱۸	۲۳۲۶/۹۷	۵/۹۳	۰/۹۸	۳/۷۸	۰/۶۱۵	۲۳۲۷/۱۳	۱۳۹۰/۴/۲۸
۵/۸۴	۰/۹۵	۳/۶۶	۰/۵۹۵	۲۱۷۴/۵۹	۵/۸۶	۰/۹۶	۳/۶۹	۰/۵۹	۲۱۷۴/۷۴	۱۳۹۰/۵/۲
۵/۹۳	۰/۹۸	۳/۷۹	۰/۶۲۲	۲۳۵۹/۷۹	۵/۹۷	۰/۹۹	۳/۸۵	۰/۶۱۴	۲۳۶۰	۱۳۹۰/۴/۱۲
۵/۷۹	۰/۹۴	۳/۵۸	۰/۶۳۸	۲۲۸۴/۹۳	۵/۸۶	۰/۹۶	۳/۶۹	۰/۶۲	۲۲۸۵/۰۵	۱۳۹۰/۴/۱۵
۵/۶۸	۰/۹۱	۳/۴۳	۰/۶۱۹	۲۱۱۸/۹	۵/۷۵	۰/۹۳	۳/۵۳	۰/۶۰	۲۱۱۹/۰۲	۱۳۹۰/۴/۲۸
۵/۶۱	۰/۸۹	۳/۳۲	۰/۵۹۰	۱۹۶۰/۷۵	۵/۶۵	۰/۹	۳/۳۸	۰/۵۸	۱۹۶۰/۸۶	۱۳۹۰/۵/۲
۴/۹۵	۰/۹۳	۲/۷۹	۰/۶۴۹	۱۸۰۷/۶۹	۵/۰۳	۰/۹۵	۲/۸۷	۰/۶۲۹	۱۸۰۷/۷۸	۱۳۹۰/۴/۱۲
۴/۵۹	۰/۸۳	۲/۳۶	۰/۶۵۰	۱۵۳۴/۴۱	۴/۶۷	۰/۸۵	۲/۴۴	۰/۶۲۸	۱۵۳۴/۴۶	۱۳۹۰/۴/۱۵
۴/۰۵	۰/۶۸	۱/۷۸	۰/۶۳۸	۱۱۳۶/۶۶	۴/۱۲	۰/۷	۱/۸۶	۰/۶۱۳	۱۱۳۶/۷۰	۱۳۹۰/۴/۲۸
۴/۰۲	۰/۶۷	۱/۷۵	۰/۶۴۰	۱۱۱۶/۸۵	۴/۱۲	۰/۷	۱/۸۶	۰/۶۰۲	۱۱۱۶/۸۸	۱۳۹۰/۵/۲

جدول ۴- میزان نشت آب از کانال‌ها با پوشش‌های مختلف

[۱۱]

نشت در واحد سطح (لیتر در روز در هر متر مربع)	نوع لاینینگ یا پوشش کانال
۴۶۲	بستر طبیعی
۹۱	آجر بنایی
۱۶۳ - ۳۱۷۰	بستر ماسه‌ای
۱۸۳ - ۱۳۶۸	بستر لومی
۳ - ۱۲	پلاستیک
۱۹۴ - ۲۱۶	کانال بدون پوشش
۳۷ - ۸۶	کانال بتنی
۱۴ - ۶۹	کانال پوشش شده با LDPE به ضخامت ۲/۵ میلی‌متر

جدول ۳- میزان نشت از کانال پمپاژ ۳ به روش دبی ورودی

- خروجی

شماره بازه	نشت در واحد سطح (لیتر در روز در هر متر مربع)	شماره بازه	نشت در واحد سطح (لیتر در روز در هر متر مربع)
۱	۳۶/۱۸۹	۹	۱۱/۸۴۶
۲	۱۳/۵۱۴	۱۰	۷/۰۴۳
۳	۷/۶۹۵	۱۱	۷/۲۱۰
۴	۷/۶۵۴	۱۲	۶/۶۴۸
۵	۱۳/۴۴۴	۱۳	۵/۹۷۶
۶	۱۱/۲۵۴	۱۴	۳/۷۲۱
۷	۹/۳۲۴	۱۵	۳/۴۲۷
۸	۸/۶۱۶	۱۶	۲/۳۳۴

جدول ۵- مقایسه میزان نشت (لیتر در روز در هر متر

مربع) کانال پمپاژ شماره ۳ با روابط تجربی

دیویس و ویلسون	موریتز	تحقیق حاضر
۱۰/۳۶۴	۵۳/۶۷۵	۳۶/۱۸۹
۱۰/۲۷۸	۵۳/۵۷۹	۱۳/۵۱۴
۹/۶۶۴	۵۲/۷۶۲	۷/۶۹۵
۹/۴۹۸	۵۲/۴۹۵	۷/۶۵۴
۹/۹۶۵	۵۳/۱۸۷	۱۳/۴۴۴
۱۰/۶۴۳	۱۰/۳۶۴	۱۱/۲۵۴
۹/۶۳۶	۵۲/۷۲۸	۹/۳۲۴
۹/۵۷۲	۵۲/۶۲۶	۸/۶۱۶
۹/۶۶۴	۵۲/۷۷۰	۱۱/۸۴۶
۹/۵۴۸	۵۲/۵۸۴	۷/۰۴۳
۹/۴۴۷	۵۲/۴۱۵	۷/۲۱۰
۹/۳۶۱	۵۲/۲۶۸	۶/۶۴۸
۹/۵۱۵	۵۴/۱۷۵	۵/۹۷۶
۹/۱۶۵	۵۳/۸۰۸	۳/۷۲۱
۸/۵۸۳	۵۳/۰۰۰	۳/۴۲۷
۸/۵۶۲	۵۲/۹۵۵	۲/۳۳۴

۳-۳- ضریب زبری مانینگ n

برای تعیین ضریب زبری بستر کانال از فرمول مانینگ استفاده شد. میانگین سطح مقطع کانال، پیرامون مرطوب و دبی در مقطع ورودی و خروجی در طول بازه های ۲۵۰ متری با شیب کف ۰/۰۰۰۱ را بدست آورده و سپس از رابطه معروف مانینگ به فرم معادله (۳)، ضریب زبری محاسبه گردید.

$$Q = \frac{1}{n} AR^{2/3} S^{1/2} \quad (3)$$

در رابطه (۳)، Q دبی متوسط عبوری از کانال (m³/s)، A سطح مقطع متوسط کانال (m²), R شعاع هیدرولیکی متوسط کانال (m), S_f شیب متوسط خط انرژی و n ضریب زبری کانال است که در این تحقیق مجهول بوده و مقدار آن محاسبه گردیده است.

مقدار شیب خط انرژی از رابطه (۴) قابل محاسبه است

$$S_f = S_0 + S_E \quad (4)$$

که در آن S₀ شیب کف کانال می باشد (S₀=۰/۰۰۰۱). مقدار S_E با توجه به رابطه (۵) و مشخص بودن عمق و سرعت در مقاطع ورودی و خروجی قابل محاسبه است.

$$S_E = \frac{(y_1 + V_1^2 / 2g) - (y_2 + V_2^2 / 2g)}{\Delta x}$$

که در آن y₁ و V₁ به ترتیب عمق و سرعت جریان ورودی و y₂ و V₂ به ترتیب عمق و سرعت جریان خروجی در مقطع مورد نظر می باشند. ضمناً ΔX فاصله مقطع ۱ تا ۲ می باشد که مقدار آن مشخص و برابر ۲۵۰ متر است.

مطابق جدول ۶ میانگین ضریب زبری مانینگ برابر با ۰/۰۱۴۶ می باشد که در واقع نشان می دهد که این عدد مابین اعدادی است که طراح برای بتن در نظر گرفته است.

۳-۴- کاربرد رگرسیون خطی چند متغیره

در رگرسیون چند متغیره برای به الگو در آوردن یک متغیر پاسخ (وابسته) از چندین متغیر پیش بینی (مستقل) استفاده می شود. در مطالعه حاضر، متغیر وابسته میزان دبی نشت q بوده و متغیرهای مستقل عبارت از: سرعت آب در کانال V (m/s)، پیرامون مرطوب P (m)، سطح مقطع کانال A (m²), شعاع هیدرولیکی R (m) و ضریب زبری کانال n می باشد. هر یک از متغیرهای مستقل می توانند دو به دو بر یکدیگر و یا بر متغیر وابسته تاثیر داشته و یا نداشته باشند. در جدول ۷ مقایسه نتایج آماری بدست آمده از همبستگی بین متغیر وابسته (q) و استفاده از پارامترهای مستقل در معادله رگرسیون خطی ارائه شده است. در جدول مذکور جهت رعایت اختصار، از ارائه روابط با ضریب تبیین کوچک صرف نظر شده است. ضمناً به دلیل این که در روابط ارائه شده توسط دیویس- ویلسون و موریتز از سرعت جریان استفاده گردیده، لذا در روابط رگرسیونی جدول ۷ نیز از سرعت به جای دبی استفاده شد.

مطابق جدول ۷، رابطه (۹) با کاربرد فقط یک پارامتر مستقل (شعاع هیدرولیکی کانال)، به دلیل سهولت استفاده در تخمین میزان دبی ناشی پیشنهاد می گردد.

جدول ۶- پارامترهای هیدرولیکی لازم برای تعیین ضریب زبری مانینگ

y_1 (m)	y_2 (m)	V_1 (m/s)	V_2 (m/s)	S_E	S_f	n
۱/۲۳	۱/۲	۰/۶۰۷	۰/۶۲۹	۰/۰۰۰۱۱	۰/۰۰۰۲۱	۰/۰۱۹۰۱
۱/۲	۱/۱۷	۰/۶۱۱	۰/۶۳۳	۰/۰۰۰۱۱۴	۰/۰۰۰۲۱۴	۰/۰۱۸۶۳
۱	۰/۹۷	۰/۵۹۷	۰/۶۲۲	۰/۰۰۰۱۳	۰/۰۰۰۲۱۳	۰/۰۱۷۲۶
۰/۹۵	۰/۹۲	۰/۵۷۸	۰/۶۰۴	۰/۰۰۰۱۳	۰/۰۰۰۲۱۳	۰/۰۱۷۳۲
۱/۱	۱/۰۶	۰/۶۰۱	۰/۶۳۳	۰/۰۰۰۱۵۲	۰/۰۰۰۲۱۵	۰/۰۱۷۸۹
۰/۹۸۱	۰/۹۷۶	۰/۶۲۱	۰/۶۲۵	۰/۰۰۰۰۱۸	۰/۰۰۰۱۱۸	۰/۰۱۱۹
۰/۹۷۸	۰/۹۷۵	۰/۶۱۵	۰/۶۱۸	۰/۰۰۰۰۱۱	۰/۰۰۰۱۱۱	۰/۰۱۲۰۱
۰/۹۶	۰/۹۵۴	۰/۵۹	۰/۵۹۵	۰/۰۰۰۰۲۲	۰/۰۰۰۱۲۲	۰/۰۱۲۳۷
۰/۹۹	۰/۹۸	۰/۶۱۴	۰/۶۲۲	۰/۰۰۰۰۳۷	۰/۰۰۰۱۳۷	۰/۰۱۲۰۴
۰/۹۶	۰/۹۴	۰/۶۲	۰/۶۳۸	۰/۰۰۰۰۷۵	۰/۰۰۰۱۷۵	۰/۰۱۵۱۳
۰/۹۳	۰/۹۱	۰/۶۰	۰/۶۱۹	۰/۰۰۰۰۷۵	۰/۰۰۰۱۷۵	۰/۰۱۵۳۶
۰/۹	۰/۸۹	۰/۵۸	۰/۵۹۰	۰/۰۰۰۰۳۷	۰/۰۰۰۱۳۷	۰/۰۱۲۰۹
۰/۹۵	۰/۹۳	۰/۶۲۹	۰/۶۴۹	۰/۰۰۰۰۷۴	۰/۰۰۰۱۷۴	۰/۰۱۳۹۸
۰/۸۵	۰/۸۳	۰/۶۲۸	۰/۶۵	۰/۰۰۰۰۷۴	۰/۰۰۰۱۷۴	۰/۰۱۳۱۸
۰/۷	۰/۶۸	۰/۶۱۳	۰/۶۳۸	۰/۰۰۰۰۷۳	۰/۰۰۰۱۷۳	۰/۰۱۲۱۵
۰/۷	۰/۶۷	۰/۶۰۲	۰/۶۴	۰/۰۰۰۰۱۱	۰/۰۰۰۰۲۱	۰/۰۱۳۲۲

جدول ۷- مقایسه نتایج آماری بدست آمده از همبستگی بین متغیر وابسته (q) و استفاده از پارامترهای مستقل در معادله

رگرسیون خطی

R^2	نوع معادله	شماره رابطه
۰/۷۹۲	$q = 64.763 + 101.687R - 93.531V - 523.683n$	۶
۰/۷۹۷	$q = -19.009 + 34.899R + 9.41V$	۷
۰/۷۹۷	$q = -11.101 + 41.981R - 551.37n$	۸
۰/۷۹۵	$q = -13.006 + 34.56R$	۹

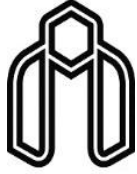
۴- نتیجه گیری

فقط یک پارامتر مستقل (شعاع هیدرولیکی کانال)، به دلیل سهولت استفاده و دقت قابل قبول در تخمین میزان دبی نشستی پیشنهاد می گردد (ضریب تبیین برابر ۰/۷۹۵). براساس اندازه گیری تلفات آب از جداره و کف کانال پوشانده شده با مواد ژئوسنتتیک (ژئوتکستایل- ژئوممبران با حفاظت بتنی)، میزان نشست تا حدود ۸۴/۱۶ درصد کاهش می یابد. در همین راستا تلفات آب در کانال نسبت به حالت اولیه بهینه شده و در نتیجه مزایای مختلفی را در جهت بهره برداری در آینده به دنبال خواهد داشت.

مواد ژئوسنتتیک می توانند به عنوان جایگزین مناسب به جای پوشش های سخت در کنترل نشست از کانال های آبیاری مورد استفاده قرار گیرند. اندازه گیری های انجام شده روی کانال با پوشش بتنی- ژئوممبران در شبکه آبیاری دشت مغان نشان داد که ضریب زبری مانینگ حدود ۰/۱۴۶ برای طراحی مناسب بوده و میزان دبی نشستی از جداره و کف چنین کانالی برابر ۹/۷۴۴ لیتر در روز در مترمربع است. رابطه تجربی دیویس- ویلسون برای محاسبه نشست با نتایج اندازه گیری های این پژوهش تطابق خوبی دارد. رابطه (۹) با کاربرد

مراجع

- [۱] اخوان گیگلو ک (۱۳۷۷) ارزیابی عملکرد هیدرولیکی سازه‌های آب در ارتباط با مدیریت شبکه آبیاری مغان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی. بخش آب دانشکده کشاورزی. دانشگاه شیراز: ۱۸۱
- [۲] موسوی جهرمی ح، قوی بازو ا (۱۳۸۵) بررسی علل تخریب لاینینگ کانال پمپاژ ۳ شبکه آبیاری و زهکشی مغان. اولین همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی، اهواز.
- [۳] مردوخ پور ع، جاماسی ح (۱۳۸۶) نقش ژئوممبران‌ها در بهسازی کانال‌های انتقال آب. اولین همایش ملی سد و سازه‌های هیدرولیکی ۲۳-۲۵ آبان، کرج.
- [۴] رستمیان ر، عابدی کوپایی ج (۱۳۹۰) ارزیابی نرم‌افزار Seep/w در برآورد میزان نشت آب از کانال‌های خاکی (مطالعه موردی شبکه آبیاری زاینده رود)، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک، سال پانزدهم، شماره ۵۸: ۱۳-۲۳.
- [۵] سهرابی ت، جوادیپور بروجنی ا (۱۳۸۴) بازده‌های انتقال و توزیع در شبکه آبیاری دشت قزوین، پژوهش کشاورزی آب، خاک و گیاه در کشاورزی (۲): ۶۸-۷۹.
- [۶] دهقان‌پور تفتی م ر (۱۳۸۴) کاربرد فن‌آوری نوین آب‌بندی با استفاده از ژئوممبران، کنفرانس بین‌المللی قنات، ۲-۳ آذر، کرمان.
- [۷] رحیمی ح، سهرابی ت، قبادی نیا م (۱۳۸۶) کاربرد ژئوسنتتیک‌ها در آبیاری و زهکشی. کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران: ۱۲۶.
- [8] Aldea CW, Shah SP, Karr AF (1999) Permeability of cracked concrete. *Materials and structures* 32(219): 370-376.
- [9] Kraatz DB (1977) Irrigation canal lining. *FAO Land and Water Development Series. No. 1, FAO. Rome: p 199*
- [10] Schiers J (2009) *A guide to polymeric geomembranes: A practical approach.* John Wiley, UK: p 596.
- [11] USBR (1963) *Lining for irrigation canals.*
- [12] Weber CT (2008) *Leakage through defects in geomembrane liners under high hydraulic heads.* Ph.D Dissertation, The University of Texas: p 337.



shahrood University

Vol. 1, No. 2, Fall 2013: 27- 34

Iranian Journal of

Water & Environment Engineering



Assessment of geo-synthetic materials application in reducing seepage in Moghan irrigation network

F. Salmasi^{1*} and E. Rashtbarzadeh²

¹Associate Professor of hydraulic structures, Faculty of Agriculture, Tabriz University, Tabriz, Iran

²M. Sc. Student of hydraulic structures, Faculty of Engineering, Ahar Azad University, Ahar, Iran

*Corresponding author: Salmasi@Tabrizu.ac.ir (F. salmasi)

Abstract

For more than two decades, engineers successfully applied geo-synthetic materials in irrigation lining and water reservoirs. In this study, seepage from an irrigation canal in Moghan plain with geomembran-concrete lining is investigated. The total volume of seeped water was determined by measurement of inlet-outlet discharges in a specified reaches of conveyance canal using ultrasonic anemometry techniques. Measurements showed that the seepage has a discharge of 9.744 liter/day/square meter of canal. This seepage is generally due to improper installation of geo-membrane joints. Comparison of measurements with the empirical formulae confirmed that the Davis - Wilson equation is highly correlated to the data obtained in this study. Regression analysis showed that for the seepage prediction, the equation which includes the hydraulic radius could be employed accurately. In addition, Manning's coefficient of the conveyance canal from pump station No 3 was measured at 0.0146.

Keywords: Geosynthetic, geomembrane, seepage, Manning coefficient, canal.