

## کاهش تلفات نشت آب در استخرهای ذخیره با پوشش‌های ژئوممبران

رضا بهراملو<sup>۱\*</sup>، سید حسین موسوی فضل<sup>۲</sup> و نادر عباسی<sup>۳</sup>

### چکیده

در بخش کشاورزی مقدار زیادی آب از طریق کانال‌های انتقال و استخرهای ذخیره از طریق نشت هدر می‌رود. پوشش کانال‌ها و استخرهای ذخیره آب، نقش مهمی در جلوگیری از هدر رفت آب دارند. در سال‌های اخیر استفاده از پوشش‌های ژئوممبران در استخرهای ذخیره آب استان سمنان رایج شده است. این پژوهش به منظور مقایسه مقدار نشت آب از پوشش‌های ژئوممبران و سنگ و ملات ماسه سیمان (با رویه سیمانی)، به صورت میدانی در شرق استان سمنان انجام شد. پس از جمع‌آوری اطلاعات لازم در مورد پروژه‌های اجرا شده در منطقه، تعدادی از آن‌ها برای ارزیابی انتخاب شدند. برای اندازه‌گیری مقدار نشت از بدنه‌ها و کف استخرها از روش حوضچه‌ای و لوله‌های مرتبط استفاده شد. بر اساس نتایج نشت آب در استخرها با پوشش ژئوممبران از ۴/۵ تا ۴۶ و به طور متوسط ۲۵ میلی‌متر در مترمربع در روز (۰/۰۲۵ مترمکعب در مترمربع در روز) می‌باشد. در استخرهای با پوشش سنگ و ملات و رویه سیمان، مقدار نشت آب از ۷۴/۵ تا ۸۴ و به طور متوسط ۸۰ میلی‌متر در مترمربع در روز تعیین شد؛ یعنی میانگین نشت آب در پوشش‌های ژئوممبران تقریباً یک سوم تلفات در پوشش‌های سنگ و ملات با رویه سیمانی می‌باشد. بازدیدهای میدانی نشان داد، استخرهایی که پوشش ژئوممبران در آن‌ها با کیفیت خوب اجرا شده است، مقدار نشت بسیار کمتری داشته (۲۰ درصد میانگین) و نشت زیاد آب بیشتر در پروژه‌هایی است که توسط پیمانکاران کم تجربه اجرا گردیده و منجر به نشت زیاد آب از محل اتصال لایه‌ها گردیده است. همچنین نتایج بررسی‌ها بیانگر این است که مدت زمان اجرای پوشش ژئوممبران در حدود ۲۵ درصد زمان اجرای پوشش سنگ و ملات می‌باشد. نتایج این پژوهش در کل برتری پوشش‌های ژئوممبران را نسبت به پوشش سنگ و ملات با رویه سیمان نشان داد. بر اساس بررسی‌های انجام شده و نظر کارفرما یا بهره‌برداران، پیمانکاران و ناظرین پروژه‌ها، دلایل اصلی استقبال از پوشش‌های ژئوممبران افزایش سرعت کار، کاهش مدت‌زمان اجرای پروژه، هزینه‌های کمتر، دوام بیشتر و آب‌بندی بسیار خوب آن‌ها می‌باشد.

**واژه‌های کلیدی:** ارزیابی، استخرهای ذخیره آب، پوشش ژئوممبران، پوشش سنگ و ملات، تلفات نشت آب

### مقدمه

مرسوم پوشش در استخرها عموماً شامل رس متراکم شده، بتن معمولی یا مسلح و اخیراً ژئوممبران‌های مدفون هستند. این مواد به دلایلی همانند نبود مصالح در محل (همانند رس متراکم شده)، هزینه بالا (مثل بتن مسلح)، نیاز به جابجایی زیاد مصالح و تجهیزات سنگین ساخت (نظیر بتن غیرمسلح) و نیاز به حفاری پرهزینه و تهیه زیرساخت (نظیر ژئوممبران مدفون)، همه‌جا مناسب نیستند (USBR, 2002). ویژگی‌های این مواد به خصوص ژئوممبران‌ها به دلیل انعطاف‌پذیری و نفوذپذیری بسیار پایین باعث گردیده است که به عنوان مصالحی جدید در طرح‌های آب‌و خاک، در آب‌بندی استخرها، مخازن و کانال‌های آب مورد استفاده قرار گیرند (رحیمی و همکاران، ۱۳۸۳). طبق پیش‌بینی کامر<sup>۳</sup> (۲۰۰۰)، در آینده، کاهش نشت

ژئوممبران‌ها<sup>۲</sup> به عنوان یک عایق رطوبتی بسیار مقاوم و کم هزینه و دارای طول عمر زیاد، در بسیاری از صنایع کاربرد داشته و در کشور ما کاربرد آن با سرعت در حال توسعه می‌باشد (بهراملو، ۱۳۹۲). مصالح

۱ مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، همدان، ایران (\* نویسنده مسئول: [bahramloo@gmail.com](mailto:bahramloo@gmail.com))

۲ مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان سمنان، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گیلان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، سمنان، ایران

۳ مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۳/۲۵

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۶/۱۹

<sup>3</sup> Comer

<sup>2</sup> Geomembranes

کمک به افزایش بازده انتقال و توزیع آب نقش مؤثری در افزایش میزان آب در دسترس و افزایش تولیدات کشاورزی ایفاء نماید.

نتیجه ارزیابی پوشش کانال‌های قدیمی با استفاده از ژئوممبران در کانال‌هایی با عرض ۷-۱/۴ متر و دبی ۲/۸۰-۰/۱ مترمکعب در ثانیه در پروژه فس پاکستان به طول ۲۰۰ کیلومتر (بین سال‌های ۱۹۹۹-۱۹۹۴) نشان می‌دهد که با توجه به معیارهایی نظیر دوام، سهولت ساخت، آب‌بندی و هزینه؛ مناسب‌ترین انواع پوشش به ترتیب عبارت‌اند از: ژئوممبران زیر بتن معمولی، ژئوممبران زیر کانال بتنی پیش ساخته ذوزنقه‌ای شکل و ژئوممبران پوشیده شده با شن و ماسه در بستر و جدار (Snell, 2001). نتایج بررسی‌ها بر روی کانال با پوشش ژئوممبران از جنس پی‌وی‌سی و ۸ سانتیمتر بتن روی آن در کالیفرنیا نیز نشان می‌دهد که این روش از طریق کنترل نشست، ضمن فراهم آوردن آب کشاورزی برای زمین‌های جدید، از نظر هزینه نیز ۴۰ درصد کمتر از گزینه‌های دیگر بوده و نتایج رضایت‌بخشی به دست داده است.

مؤسسه یو اس بی آر (۲۰۰۲) به منظور بررسی مواد پوششی جدید، ارزان‌تر و ساده‌تر جهت ساخت به هنگامی که دسترسی به مصالح معمول محدود. بر اساس پژوهش دپارتمان کشاورزی آمریکا، مقادیر استاندارد حداقل ضخامت برای پی‌وی‌سی در شرایط پوشیده، ۲۰ میل (هر میل برابر ۰/۰۰۱ اینچ است)، برای ژئوممبران از نوع پلی‌اتیلن، پلی‌اتیلن با دانسیته بالا، پلی‌اتیلن با دانسیته پایین در پوشش کانال‌ها بین ۳۶-۴۵ میل، در شرایط روباز و پوشیده و برای ژئوممبران بیتومینوس ۱۲۰ میل، همراه با حداقل ۳۰ سانتیمتر پوشش خاک پیشنهاد شده است (USDA, 2003). از نظر اجرایی نیز باید شیب‌های مناسب جانبی کانال‌ها، زیرسازی مناسب، ارتفاع آزاد کافی در کانال، ترانشه مهاری مناسب، لایه محافظ احتمالی روی ژئوممبران و ضخامت مناسب برای ژئوممبران رعایت شود (USDA, 2003).

کاربرد مواد ژئوسنتتیک در ایران به دلیل عدم شناخت دقیق و علمی کارفرمایان و مهندسين و نیز به دلیل کمبود و گرانی این مواد هنوز توسعه قابل توجهی نداشته و به صورت محدود در چند پروژه مورد استفاده قرار گرفته‌اند (رحیمی و همکاران، ۱۳۸۶). نتایج دهقانپور تفتی (۱۳۸۴)، نشان می‌دهد که کاربرد ژئوممبران در قسمت خشکان و هرنج قنوات استان یزد، ضمن کاهش زمان و کاهش هزینه بهبود وضعیت قنات، راندمان انتقال آب از ۲۰ درصد به ۷۰ درصد افزایش یافته است.

کنترل فرآیندهای فیزیکی و شیمیایی نظیر اثرات انرژی خورشید بر سطح پوشش‌های ژئوسنتتیک، دقت در نصب، آزمایش‌های فیزیکی

به منظور حفظ آب نیازمند افزایش قابل توجه استفاده از ژئوسنتتیک‌ها به‌ویژه ژئوممبران‌ها خواهد بود. در کشور ما به دلیل پایین بودن تجربه ساخت با پوشش‌های ژئوممبران، اجرای این پوشش دارای مشکلاتی است و کمتر مورد استفاده قرار می‌گیرد. با این حال به دلیل ویژگی‌های خاص این مواد مثل سهولت کاربرد، افزایش سرعت اجرا و کاهش زمان و هزینه‌های پوشش کانال‌ها با ژئوسنتتیک‌ها، ایجاب می‌نماید که به منظور کاهش تلفات آب در کشور کم‌آبی مثل ایران، در زمینه گسترش استفاده از این مصالح تلاش مؤثرتری صورت گیرد (قربانی و همکاران، ۱۳۸۵). ژئوممبران‌ها یکی از انواع ژئوسنتتیک‌ها هستند که به دلیل طبیعت پلیمری خود (نفوذپذیری اندک، مقاومت شیمیایی بالا در مقابل هیدروکربن‌های غلیظ و کرنش‌پذیری در مقابل تنش‌ها) کاربردهای گسترده‌ای در سازه‌های کنترل جریان، در کشورهای توسعه‌یافته پیدا کرده است (مهدوی مرتضوی و جعفری، ۱۳۸۵). نتایج پژوهش یو اس بی آر نشان می‌دهد که ژئوممبران روباز هرچند به دلیل در معرض قرار گرفتن، حساس به تخریب مکانیکی از ناحیه عبور و مرور حیوانات، تجهیزات ساخت و تخریب‌های عمدی (سهوی) است، با این حال در مقایسه با کانال‌های بتنی از کارایی عالی (با راندمان انتقال و توزیع آب حدود ۹۰ درصد) برخوردار است (USBR, 2002). همچنین بر اساس همین نتایج، ژئوممبران‌ها هرچند نسبت به پوشش‌های بتنی طول عمر محدودتری دارند (بین ۱۵ تا ۲۰ سال) ولی در عوض، پایین‌ترین هزینه اولیه ساخت را نیز دارا هستند. ورق‌های نازک از جنس پلی‌اتیلن به دلیل هزینه‌های پایین، نصب سریع و طول عمر مناسب، می‌تواند به عنوان یک گزینه در برابر بتن معمولی، صفحات بتنی و پوشش‌های آجری کانال‌ها باشد. از نظر تلفات آب نیز میزان آن در کانال‌های با پوشش ژئوممبران کمتر از کانال‌ها با پوشش بتنی بوده و هزینه اجرای پوشش ژئوممبران به ضخامت ۰/۷۵ میلی‌متر همراه با ۵ سانتیمتر پوشش بتنی روی آن در کانال‌های انتقال آب تقریباً با هزینه پوشش بتنی به ضخامت ۱۰ سانتیمتر برابر است (قربانی و همکاران، ۱۳۸۵). ترکیب ژئوممبران با رویه بتنی کارایی عالی (در حد ۹۵ درصد) دارد، زیرا در این سیستم ژئوممبران نقش آب‌بند داشته و توسط بتن از تخریب مکانیکی و هوازگی محافظت می‌گردد و عملیات نگهداری تنها بر روی پوشش بتنی صورت می‌گیرد (USBR, 2002). با توجه به هزینه‌های بالا و زمان زیاد مورد نیاز جهت پوشش کانال‌ها، گسترش استفاده از این مواد می‌تواند هزینه پوشش کانال‌ها را کاهش داده و با

### مواد و روش‌ها

به منظور مقایسه مقدار نشت آب از پوشش‌های ژئوممبران و سیمانی استخرهای ذخیره آب، ارزیابی‌های میدانی از پروژه‌های اجرا شده و در حال بهره‌برداری شرق استان سمنان صورت گرفت. در جداول شماره ۱ و ۳ مشخصات فنی پروژه‌های انتخابی از استخرهای با پوشش ژئوممبران و سنگ و ملات مورد ارزیابی و در جدول ۲ و ۴ مشخصات ژئوممبران و ملات مورد استفاده در این پژوهش ارائه شده است. همان‌گونه که در این جدول مشخص است، استخرهای با پوشش ژئوممبران دارای دیواره‌های شیب دار و با مقطع دوزنقه‌ای بوده و ابعاد فوقانی و تحتانی آن‌ها متفاوت است. در حالی که استخرهای با پوشش سنگ و ملات دارای دیواره قائم و مقطع مستطیل می‌باشند.

و شیمیایی، کنترل میزان نشت و نیز آنالیز وضعیت رسوبات در مدت کاربری این مواد ضروری است و با وجود امکان انجام اکثر آزمایش‌های کنترل کیفی در کشور، متأسفانه مجریان این طرح‌ها دید فنی لازم برای کنترل کیفی محصولات ژئوسنتتیک را نداشته‌اند (منصوری کیا و شاهرخ، ۱۳۸۵). در راستای پژوهش‌های فوق در این مقاله تأثیر پوشش ژئوممبران در کنترل تلفات آب در استخرهای ذخیره آب کشاورزی اقدام و با پوشش رایج سنتی سنگ و ملات مقایسه شده است.

جدول ۱- مشخصات فنی استخرهای ژئوممبران

نام مالک	محل پروژه	نوع پوشش	نوع ورق	سطح ورق (مترمربع)	حجم استخر (مترمکعب)	ابعاد استخر		عمق (متر)
						بالا	پایین	
رجبی	بسطام	ژئوممبران	ایرانی	۱۶۰۰	۲۵۰۰	۳۸×۲۵/۵	۳۷×۲۴/۵	۲/۷
مختاری	امیریه	ژئوممبران	ایرانی	۱۲۰۰	۳۳۱۰	۳۵×۲۵	۲۳×۱۳	۶
حسینی	مسیر راه مجن	ژئوممبران	آلمانی	۷۲۵۰	۲۴۰۰۰	۵۰×۱۰۰	۷۶×۲۶	۶
عامری	خارتوران	ژئوممبران	آلمانی	۱۴۲۰	۱۵۰۰	۲۷×۲۷	۲۲×۲۲	۲/۵

جدول ۲- مشخصات فنی پوشش ژئوممبران استفاده شده در استخرهای مورد ارزیابی

نوع ژئوممبران	رنگ	صافی سطوح	ضخامت (mm)	طول (m)	عرض (m)
پلی‌اتیلن فشرده ۱	مشکی	دو طرف صاف	۱/۵	۱۱۰	۸

جدول ۳- مشخصات فنی استخرهای سنگ و ملات با رویه سیمانی

نام مالک	محل پروژه	نوع پروژه	سطح پوشش (مترمربع)	حجم استخر (مترمکعب)	ابعاد استخر (متر* متر)	عمق استخر
رحیمی	روستای فیروزآباد فرومد شهرستان میامی	سنگ و ملات با پوشش سیمان	۳۴۴	۴۸۰	۲۰×۱۱	۲
قاسمی	روستای قدس شهرستان میامی	سنگ و ملات با پوشش سیمان	۳۷۰	۴۵۰	۱۵×۲۰	۱/۵
فیروزآباد	قنات باغ نو روستای فیروزآباد شهرستان میامی	سنگ و ملات با پوشش سیمان	۳۴۰	۴۷۰	۱۱×۲۰	۱

<sup>1</sup> High Density Polyethylene (HDPE)

## تعیین تلفات نشت

برای محاسبه حجم و سطح نشت متناظر با هر عمق، در زمانی که استخر خالی بود ابعاد آن اندازه‌گیری شده و رابطه بین آن‌ها تعیین گردید. در قرائت‌های بعدی با قرائت عمق آب در شلنگ تراز نصب‌شده و قرار دادن آن در رابطه موردنظر، سطح نشت و حجم آب متناظر در استخر موردنظر قابل محاسبه بود.



شکل ۱- تعیین تلفات کل و تبخیر و اتصالات مربوطه

## نتایج

در جداول ۴ تا ۹ نتایج اندازه‌گیری میزان نشت آب از استخرهای مورد بررسی ارائه شده است.

اندازه‌گیری تلفات آب از منابع آب می‌تواند به روش حوضچه‌ای<sup>۱</sup> یا روش ورودی خروجی<sup>۲</sup> انجام شود. در این پژوهش تلفات نشت آب از استخرها با استفاده از روش حوضچه‌ای در سه مرحله از دوره آبیگری (فصل رشد) اندازه‌گیری شده است. برای این منظور ابتدا استخرهای مورد ارزیابی تا حد امکان از آب پر شده، بعد از این مرحله به مدت ۲۴ ساعت از آن استخر آبی تخلیه نشده و آبی نیز وارد آن نمی‌شد. در ابتدا و انتهای زمان اندازه‌گیری، عمق آب در استخر مطابق شکل ۱ با استفاده از قانون لوله‌های مرتبط و به کمک یک شلنگ تراز متصل به لوله خروجی استخرها تعیین و حجم آب متناظر با آن محاسبه گردید تا از اختلاف حجم آب در این دوره، مقدار تلفات کل مشخص گردد. با توجه به اینکه تلفات قرائت‌شده، ناشی از اثرات توأم تلفات نشت و تبخیر از سطح آب استخرها می‌باشد، ضروری است جهت تعیین مقدار تلفات خالص نشت عمقی از پوشش ژئوممبران، مقدار تلفات تبخیر محاسبه گردیده و از آن کسر گردد.

برای تعیین مقدار تبخیر، از نصب تشتک تبخیر کلاس A در لبه استخرها مطابق شکل ۱ استفاده گردید. برای این منظور عمق آب تبخیر شده از استخرها در مدت آزمایش بعد از اعمال ضریب تشتک (۰/۷)، از تلفات کل قرائت‌شده در شلنگ تراز کسر شد تا تنها تلفات ناشی از نشت در رابطه ۱ اعمال گردد. تلفات نشت برحسب حجم تلفات در واحد سطح در شبانه‌روز تعیین گردید. برای این منظور، تلفات کل از تقسیم مقدار کاهش حجم آب استخر (V1-V2) بر سطح نشت در مدت ۲۴ طبق رابطه ۱ محاسبه شده است.

$$S_{loss} = \frac{(V_1 - V_2)}{SA_m} \quad (1)$$

که در آن:

V1 = حجم آب در استخر در ابتدای هر نوبت اندازه‌گیری (مترمکعب). این حجم با داشتن عمق آب قرائت‌شده از کف استخر برای استخرهای مورد ارزیابی با ابعاد مشخص، تعیین شد.

V2 = حجم آب استخر ۲۴ ساعت بعد از قرائت اول

SA<sub>m</sub> = سطح نشت خیس شده متوسط در مدت اندازه‌گیری برای عمق‌های اندازه‌گیری شده (مترمربع)

S<sub>loss</sub> = تلفات نشت از پوشش موردنظر در استخرهای مورد ارزیابی (مترمکعب در مترمربع در روز)

<sup>1</sup> Ponding Method

<sup>2</sup> Inflow- Outflow Methos

جدول ۴- نتایج آزمون نشت از استخر ژئوممبران رجبی به روش حوضچه‌ای

مرحله پایانی	مرحله میانی	مرحله اول	پارامتر
۲/۰۵	۲/۱۰	۲/۳۰	عمق آب (متر)
۹۶۹	۹۶۹	۹۶۹	مساحت سطح آزاد (مترمربع)
-/۰۳۲	-/۰۳۰	-/۰۲۷	تغییرات عمق آب استخر (متر)
-/۰۰۶۵	-/۰۰۵	-/۰۰۳	ارتفاع خالص تلفات تبخیر از سطح استخر (متر)
۳۱	۲۹	۲۶	تغییرات حجم آب استخر یا تلفات ناخالص آب (مترمکعب)
۶/۳	۴/۸	۲/۹	حجم تبخیر و باد بردگی از سطح آزاد آب (مترمکعب)
۰	۰	۰	میزان تلفات آب از شیرهای خروجی (مترمکعب)
۲۴/۷	۲۴/۲	۲۳/۱	میزان تلفات خالص آب از پوشش ژئوممبران (مترمکعب)
۱۲۲۹	۱۲۳۶	۱۲۶۱	مساحت تر شده ژئوممبران (مترمربع)
۲۵/۴	۲۴/۹	۲۱/۷	ارتفاع نشت از پوشش ژئوممبران (میلی‌متر در روز از هر مترمربع)
۳۰	۳۰	۳۰	توصیه فائو (FAO) برای نشت (میلی‌متر در روز از هر مترمربع)

جدول ۵- نتایج آزمون نشت استخر ژئوممبران آقای حسنی به روش حوضچه‌ای

مرحله پایانی	مرحله میانی	مرحله اول	پارامتر
۱۰/۷۰	۱۰/۵	۱۰/۱۰	عمق آب (متر)
۴۶۱۶/۸۰	۴۵۵۹	۴۴۴۴/۴۰	مساحت سطح آزاد (مترمربع)
-/۰۱۷	-/۰۱۵	-/۰۱۴	تغییرات عمق آب استخر (متر)
-/۰۰۷	-/۰۰۵۵	-/۰۰۴۵	ارتفاع خالص تلفات تبخیر از سطح آب استخر (متر)
۷۸/۴۹	۶۸/۴۰	۶۲/۲۲	تغییرات حجم آب استخر یا تلفات ناخالص آب (مترمکعب)
۳۲/۳۲	۲۵	۲۰	حجم تبخیر و باد بردگی از سطح آزاد آب (مترمکعب)
۱۵/۹۰	۱۶/۸۰	۱۴/۲۲	میزان تلفات آب از شیرهای خروجی (مترمکعب)
۳۰/۲۷	۲۶/۶۰	۲۸	میزان تلفات خالص آب از پوشش ژئوممبران (مترمکعب)
۶۱۱۸/۵۰	۶۰۹۹	۶۰۷۷/۲۴	مساحت تر شده ژئوممبران (مترمربع)
۵	۴/۳۰	۴/۶	ارتفاع نشت شده از پوشش ژئوممبران (میلی‌متر در روز از هر مترمربع)

جدول ۶- نتایج آزمون نشت استخر ژئوممبران آقای مختاری به روش حوضچه‌ای

مرحله پایانی	مرحله میانی	مرحله اول	پارامتر
۵/۲۰	۵/۷۰	۵/۵	عمق آب (متر)
۷۸۱/۵۶	۸۳۹/۴۰	۸۱۶	مساحت سطح آزاد آب (مترمربع)
-/۰۵۵	-/۰۵۸	-/۰۵۰	تغییرات عمق آب استخر (متر)
-/۰۰۶۵	-/۰۰۶	-/۰۰۴	ارتفاع خالص تلفات تبخیر از سطح استخر (متر)
۴۲/۹۸	۴۸/۶۸	۴۰/۸	تغییرات حجم آب استخر یا تلفات ناخالص آب (مترمکعب)
۵/۰۸	۵/۰۴	۳/۲۶	حجم تبخیر و باد بردگی از سطح آزاد آب (مترمکعب)
-/۱۸۳	-/۲	-/۱۹۵	میزان تلفات آب از شیرهای خروجی (مترمکعب)
۳۷/۷۲	۴۳/۴۴	۳۷/۳۴	میزان حجم تلفات خالص آب از پوشش ژئوممبران (مترمکعب)
۸۲۸/۲	۸۷۹/۳	۸۵۹/۲	مساحت تر شده ژئوممبران (مترمربع)
۴۵/۵	۴۹/۴۰	۴۳/۴۶	ارتفاع نشت شده از پوشش ژئوممبران (میلی‌متر در روز از هر مترمربع)

جدول ۷- نتایج آزمون نشت از استخر سنگ و ملات با پوشش سیمان آقای رحیمی به روش حوضچه‌ای

مرحله پایانی	مرحله میانی	مرحله اول	پارامتر
۰/۹۲	۰/۸۰	۰/۹۶	عمق آب (متر)
۲۲۰	۲۲۰	۲۲۰	مساحت سطح آزاد آب (مترمربع)
۰/۱۰۰	۰/۰۹۸	۰/۱۰۵	تغییرات عمق آب استخر (متر)
۰/۰۰۷۵	۰/۰۰۷	۰/۰۰۶۵	ارتفاع خالص تلفات تبخیر از سطح استخر (متر)
۲۲	۲۱/۵۶	۲۳	تغییرات حجم آب استخر یا تلفات ناخالص آب (مترمکعب)
۱/۶۵	۱/۵۴	۱/۴۳	حجم تبخیر و باد بردگی از سطح آزاد آب (مترمکعب)
۰/۱۴	۰/۱۱	۰/۱۲	میزان تلفات آب از دریچه خروجی (مترمکعب)
۲۰/۲۱	۱۹/۹۱	۲۱/۴۵	میزان تلفات خالص آب از پوشش سیمانی (مترمکعب)
۲۷۷	۲۶۹/۶	۲۷۹/۵	مساحت تر شده پوشش (مترمربع)
۷۲/۹۶	۷۳/۸۵	۷۶/۷۴	ارتفاع نشت از پوشش استخر (میلی‌متر در روز از هر مترمربع)

جدول ۸- نتایج آزمون نشت از استخر سنگ و ملات با پوشش سیمان آقای قاسمی به روش حوضچه‌ای

مرحله پایانی	مرحله میانی	مرحله اول	پارامتر
۱/۱۵	۱/۳۵	۱/۲۰	عمق آب استخر (متر)
۳۰۰	۳۰۰	۳۰۰	مساحت سطح آزاد آب (مترمربع)
۰/۱۱۵	۰/۱۲۵	۰/۱۱۸	تغییرات عمق آب استخر (متر)
۰/۰۰۷۵	۰/۰۰۷	۰/۰۰۶	ارتفاع خالص تلفات تبخیر از سطح استخر (متر)
۳۴/۵	۳۷/۵	۳۵/۴	تغییرات حجم آب استخر یا تلفات ناخالص آب (مترمکعب)
۲/۲۵	۲/۱	۱/۸	حجم تبخیر و باد بردگی از سطح آزاد آب (مترمکعب)
۰/۱۱۷	۰/۱۲۱	۰/۱۱۹	میزان تلفات آب از شیرهای خروجی (مترمکعب)
۳۲/۱۳	۳۵/۲۸	۳۳/۴۸	میزان تلفات خالص آب از پوشش سیمانی (مترمکعب)
۳۸۰	۳۹۴/۵	۳۸۴	مساحت تر شده پوشش (مترمربع)
۸۴/۶	۸۹/۴۳	۸۷/۲	ارتفاع نشت از پوشش استخر (میلی‌متر در روز از هر مترمربع)

جدول ۹ - نشت در پوشش‌های مختلف (لیتر در روز از هر مترمربع)

ردیف	نام مالک	نوع پوشش	میانگین نشت در ۳ مرحله	متوسط نشت
۱	حسنی	ژئوممبران ۴/۵		۲۵
۲	رجبی	ژئوممبران ۲۴		
۳	مختاری	ژئوممبران ۴۶		
۴	رحیمی	سیمان ۷۴/۵		۸۰
۵	قاسمی	سیمان ۸۴		

\*\* توصیه فائو (FAO) برای نشت قابل قبول ۳۰ میلی‌متر در روز از هر مترمربع

ذخیره با پوشش سنگ و ملات با ۵ سانتیمتر رویه سیمانی، در محدوده‌ی ۷۴/۵ تا ۸۴ و به‌طور متوسط تلفات نشت ۸۰ میلی‌متر در روز از هر مترمربع (بیش از ۳ برابر پوشش ژئوممبران) می‌باشد. همچنین بر اساس بررسی میدانی، دوره‌های اجرای دو نوع پوشش، مشخص گردید که مدت‌زمان اجرای سنگ و ملات ب رویه سیمانی تقریباً ۴ برابر مدت‌زمان اجرای پوشش ژئوممبران می‌باشد. نشت و

نتایج این پژوهش برتری پوشش‌های ژئوممبران را از جنبه مقدار کنترل تلفات و مدت‌زمان اجرا نسبت به پوشش سنگ و ملات نشان می‌دهد؛ بنابراین ورق‌های ژئوممبران پوشش‌های بسیار خوبی برای جلوگیری از تلفات آب و سرعت عمل در استخرهای و مخازن ذخیره آب هستند. میانگین نشت در استخرهای ژئوممبران از ۴/۵ تا ۴۶ و به‌طور متوسط ۲۵ میلی‌متر در روز از هر مترمربع باشد. در استخرهای

مورد آنالیز و مقایسه قرار گرفتند. بر اساس نتایج و بحث حاصل از این پژوهش، می‌توان نتیجه‌گیری نمود که:

- ۱- مقدار متوسط تلفات نشت آب از بستر استخرهای ذخیره با پوشش ژئوممبران حدود ۳ برابر کمتر از آن در پوشش سنگ و ملات با رویه سیمانی است.
- ۲- هزینه اجرای پوشش ژئوممبران نسبت به پوشش سنگ و ملات با رویه سیمانی برای حجم ذخیره آب یکسان در حدود یک‌سوم می‌باشد.
- ۳- زمان اجرای پوشش ژئوممبران در حدود ۴ برابر کمتر از زمان اجرای سنگ و ملات با رویه سیمانی است.
- ۴- عرض کم در ورق‌های ایرانی مورد استفاده در استخرهای مورد ارزیابی سبب افزایش مصرف ژئوممبران، افزایش هزینه جوشکاری و در نتیجه افزایش محل‌های تلفات می‌گردد.
- ۵- با توجه به نتایج پیشنهاد می‌گردد در پوشش استخرهای ذخیره آب از ورق‌های ژئوممبران استفاده گردد تا ضمن کاهش تلفات آب به کمتر از یک‌سوم، هزینه اجرا و زمان اجرا نیز به کمتر از یک‌سوم کاهش یابد.

## مراجع

- بهراملو، ر. ۱۳۹۲. ارزیابی فنی و اقتصادی پوشش‌های ژئوستتیک اجرا شده در کانال‌ها و مخازن آب (گزارش منطقه‌ای استان همدان). مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. ۵۶ صفحه.
- دهقان‌پور تفتی، م. ر. ۱۳۸۴. کاربرد فن‌آوری نوین آب‌بندی با استفاده از ژئوممبران Geomembran در قسمت خشکان و هرنج قنات، کنفرانس بین‌المللی قنات، کرمان، دانشگاه باهنر کرمان، جهاد دانشگاهی استان کرمان.
- رحیمی، ح.، سهرابی، ت.، قبادی‌نیا، م. ۱۳۸۶. کاربرد ژئوستتیک‌ها در آبیاری و زهکشی. کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. ۱۲۶ صفحه.
- رحیمی، ح.، قبادی‌نیا، م.، احمدی، ح. ۱۳۸۳. کاربرد مواد ژئوستتیک به‌عنوان زهکش زیر پوشش کانال‌ها. مجموعه مقالات کارگاه سیستم زهکشی زیر پوشش کانال‌ها. کمیته ملی آبیاری و زهکشی. تهران. ص: ۱۱۳-۱۳۴.
- شاهرخ نیا، م. ع. ۱۳۹۱. تاثیر پوشش کانال آبیاری جنت شهر داراب بر کاهش میزان تلفات آب، سومین سمینار ملی مسائل ژئوتکنیکی شبکه‌های آبیاری و زهکشی، کرج.
- قربانی، ف.، روشنفکر، ع.، فتحی‌مقدم، م.، و توکلی‌زاده، ا. ع. ۱۳۸۵، ارزیابی پوشش‌های بتنی و ژئوستتیک (ژئوممبران) در کانال

فرار زیاد آب، بیشتر در پروژه‌هایی مشاهده شد که توسط پیمانکاران کم‌تجربه و با کیفیت نامناسب اجرا شده بودند (جدول ۱۰). موحدان و عباسی (۱۳۹۱) نیز در پژوهشی مقدار نشت از پوشش‌های ژئوممبران را ۱۶/۹ میلی‌متر در روز از هر مترمربع اندازه‌گیری کرد. بهراملو (۱۳۹۲) مقدار تلفات نشت در استخرهای با پوشش ژئوممبران در همدان را ۰/۳ میلی‌متر در مترمربع در روز و ۵۸۰۰ برابر کمتر از مقدار نشت در بتن گزارش نموده است و دلیل آن را اجرای باکیفیت پوشش ژئوممبران و دوام نامناسب بتن در اقلیم منطقه دانسته است. شاهرخ نیا (۱۳۹۱) نیز مقدار متوسط نشت در کانال‌های پوشش شده با سیمان را ۱۶/۳ میلی‌متر در روز بر مترمربع تعیین نمودند.

## جدول ۱۰- شاخص‌های مختلف پوشش ژئوممبران نسبت به سنگ و ملات

ملات	
نوع شاخص پوشش	ژئوممبران نسبت به سنگ و ملات
مقدار تلفات نشت آب	۰/۳
هزینه اجرایی	۰/۳
مدت‌زمان اجرا	۰/۲۵

مطابق جدول ۱۰ تلفات نشت و هزینه در پوشش ژئوممبران نسبت به سنگ و ملات ۰/۳ و مدت‌زمان اجرای این پوشش نسبت به سنگ و ملات ۰/۲۵ می‌باشد.

بهراملو (۱۳۹۲) در مقایسه پوشش ژئوممبران و پوشش بتنی با نتیجه‌ای مشابه، هزینه پوشش ژئوممبران را ۳ برابر کمتر از پوشش بتنی در استخرها نتیجه‌گیری نمود. لذا از جنبه اقتصادی نیز پوشش ژئوممبران بر سایر پوشش‌های رایج (بتن و سنگ و ملات با رویه سیمانی)، برتری دارد.

بر اساس بررسی‌های میدانی و مذاکره با کارفرمایان، بهره‌برداران و پیمانکاران استخرهای مختلف در منطقه، مشخص گردید که مدت‌زمان اجرای استخرهای سنگ و ملات حدود ۴ برابر استخرهای ژئوممبران می‌باشد. در تائید نتایج این پژوهش، موحدان و عباسی (۱۳۹۱) دلیل استقبال خوب بهره‌برداران از پوشش‌های ژئوممبران را، هزینه‌های کمتر، آب‌بندی خوب، نشت بسیار کم آب و سرعت زیاد اجرای آن‌ها نسبت به پوشش بتنی بیان کرده است. در جدول ۱۰ شاخص‌های مختلف پوشش ژئوممبران نسبت به سنگ و ملات ارائه شده است.

## نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در این پژوهش دو نوع پوشش ژئوممبران و سنگ و ملات با رویه سیمانی از لحاظ تأثیر بر کنترل تلفات نشت آب و هزینه‌های اقتصادی

ها، اولین همایش ملی مدیریت شبکه های آبیاری و زهکشی، اهواز، دانشگاه چمران.

منصوری کیا، م.ت.، شاهرخ، ب. ۱۳۸۵. آزمایش های ضروری کنترل کیفی فیزیکی و شیمیایی برای بکارگیری عایق های ژئوسنتتیک در کانال های آبیاری و زهکشی. اولین همایش ملی مدیریت شبکه های آبیاری و زهکشی. اهواز.

موحدان، م. عباسی، ن. ۱۳۹۱. استفاده از آزمون نشت در ارزیابی اجرای پوشش ژئوممبران در استخرهای آب کشاورزی – مطالعه موردی منطقه کرج، سومین سمینار ملی مسائل ژئوتکنیکی شبکه های آبیاری و زهکشی، ۲۴ خرداد. کرج.

مهدوی مرتضوی، م. و جعفری، س.م. ۱۳۸۵. دیوار آب بند ژئوممبران، روشی نوین در کنترل و حذف آلاینده های زیست محیطی مدفن پسماندهای خطرناک (landfills)، اولین همایش تخصصی مهندسی محیط زیست، تهران، دانشگاه تهران، دانشکده محیط زیست.

Comer, A.I., 2000. Canal lining systems in irrigated agriculture, GRID, 15:4-6.

Snell, M., 2001. Lining old irrigation canals: thoughts and trials. Irrigation and Drainage, 50:139-157.

USB, 2002. Canal-lining demonstration project year 10 final report, 230p.

USDA, 2003. Irrigation water conveyance ditch and canal lining, flexible membrane, conservation practice standard. Natural Resources Conservation Service. 428B, pp.1-4.



## Reduction of Water Seepage in Ponds of Water Storage with Linings of Geomembrane

R. Bahramloo<sup>1\*</sup>, S. H. Moosavi Fazl<sup>2</sup> and N. Abbasi<sup>3</sup>

### Abstract

A lot of water is wasting through the canals and ponds. The use of geosynthetic materials such as geomembrane liners, have been welcomed by farmers due to their low cost, rapid installation and low water seepage. In this research, seepage water lost in 7 ponds with HDPE geomembrane lined in Semnan province was studied. To determine water lost, ponding method was used. The results showed that in the pools that were lined with HDPE geomembrane, the amount of water seepage lost was 4.5 to 46 (meanly 25) mm/m<sup>2</sup>/day. Water seepage losses in the stone and cement of pools was 74.5 to 84 (meanly 80) mm/m<sup>2</sup>/day. So, water seepage in geomembrane lined pools in about 30% of ston-lined pools. Water seepage losses in Geomembrane lining, was 20 times less than ston-lined. High-speed, short implementation time, lower cost, greater durability and very good seal, are the most important reasons for accepting the Geomembrane covers. The biggest weakness of the Iranian Geomembranes plates was width low. Low width sheets, increased cost of the projects.

**Keyword:** Evaluation, Geomembrane lining, Ponds, Seepage water loss, Stone lining.

---

1 Agricultural Engineering Research Institute Department, Hamedan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Hamedan, Iran. \*(Corresponding author Email: bahramloo@gmail.com)

2 Agricultural Engineering Research Institute Department, Semnan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Semnan, Iran.

3 Agricultural Engineering Research Institute (AERI), AREEO, Karaj, Iran.

Received: Jun 14, 2016

Accepted: Sep 9, 2016

