مطالعات آزمایشگاهی بررسی میزان حذف نیترات و فسفات در سیستم های زهکش زیرزمینی با استفاده از فیلتر زیستی (مطالعه موردی ناحیه II عمرانی رامهرمز)

مهرداد امیری[۱]، مهدی اسدی‌لور[۱*]

۱) گروه علوم و مهندسی آب، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.

*نویسنده مسئول: Asadi379@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۶/۱۱/۱۴ **تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۳/۲۵**

چکیده

فرآیند حذف بیولوژیکی نیترات در منابع آبی از نظر اقتصادی، قابلیت کاربرد و راندمان، مناسب ترین روش می‌باشد. به علاوه این روش یکی از مناسب‌ترین روش ها جهت حذف آلودگی نیترات در محیط‌های اشباع می‌باشد. در این تحقیق از روش‌های آزمایشگاهی برای بررسی کیفی عملکرد پوشش‌های مصنوعی و زیستی زهکش‌های زیرزمینی استفاده شده است. این بررسی‌ها به منظور کاهش غلظت نیترات و فسفات در پوشش‌های ژئوتکستایل و بهبود پساب‌های زهکشی انجام شده است. در این مطالعه با ساخت نمونه‌ی فیزیکی شبیه‌ساز زهکش منطقه‌ی مورد آزمایش، بررسی و اندازه‌گیری نیترات و فسفات ورودی‌به سیستم و مقدار خروجی آن از مدل و تولنایی حذف این دو آلاینده در فیلترهای مصنوعی و زیستی مورد مطالعه قرار گرفت. پوشش مصنوعی مورد ارزیابی از نوع PP 450 تولید کارخانجات ایرانی است. مدل فیزیکی با مقیاس ۱/۱۰ نسبت به زمین واقعی ساخته شد و قطر لوله‌های زهکشی مورد استفاده ۲۰ میلی‌متر انتخاب شد؛ که در عمق ۳۵ سانتی‌متری از سطح خاک کارگذاری شد. اطراف لوله‌های زهکش توسط پوشش‌های مصنوعی پوشانده و در مرحله بعد به دلیل نیاز به منابع کربنی بیشتر جهت فرآیندهای میکروبی دنیتریفیکاسیون و حذف بیشتر نیترات با فیلتر زیستی (پوشال جو) پوشانده شد. تمام پوشش‌ها از نظر استاندارد کومو مورد تایید قرار گرفت. میزان غلظت نیترات و فسفات ورودی و خروجی مدل با استفاده از دستگاه اسپکتوفتومتر اندازه‌گیری شد. نتایج حاصل از کاربرد فیلترهای زیستی نشان از حذف نیترات ورودی بعد از گذشت ۲۰ روز از شروع آزمایش و آزاد شدن کربن پوشال جو را داشت. نیترات ورودی به مدل در ابتدای آزمایش ۱۶۰ میلی‌گرم بر لیتر مشخص شد؛ که این مقدار در خروجی به مقدار تقریبی ۲۰ میلی‌گرم بر لیتر رسید. این مقدار نشان از حذف حدود ۸۷ درصد از نیترات ورودی به مدل فیزیکی بود. میزان فسفات ورودی و خروجی از مدل تقریبا برابر بوده و حذف فسفات توسط فیلترها انجام نشد.

کلید واژه ها: پوشال جو، فیلتر زیستی، زهکش زیرزمینی، حذف نیترات، فسفات.

مقدمه

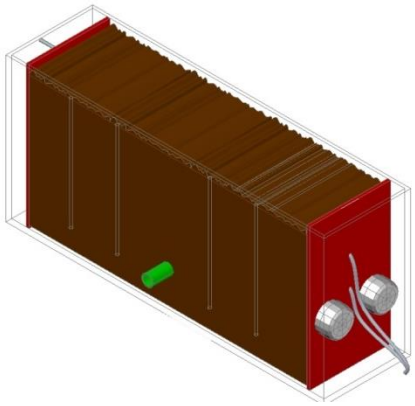
یکی از مشکلات اساسی پیشروی توسعه کشاورزی در استان خوزستان وجود حجم زیادی از زه آب‌های آلوده به نیترات و فسفات است؛ که در اثر استفاده از کود ازته (نیتروژن) و سوپر فسفات تریپل حاصل می‌شود. این مواد باعث آلوده شدن آب‌های سطحی و همچنین ایجاد مشکلات زیست محیطی می‌شود (بازاری و همکاران،۱۳۷۰). نتایج آزمایش و اندازه‌گیری نمونه‌های انتخاب شده از محل مورد مطالعه، نشان دهنده این است که فیلترهای ژئوتکستایل به علت فقدان منابع کربنی برای فرآیندهای میکروبی دنیتریفیکاسیون به تنهایی قادر به حذف نیترات و فسفات نبوده و ملزم به اضافه کردن فیلترهای زیستی کربنی هستند (بای بوردی، ۱۳۷۸). روش‌های متعددی جهت حذف آلاینده‌های نیترات از آب‌ها ارائه و استفاده شده است، اما به جز روش حذف بیولوژیکی، روش‌های دیگر برای اجرا نیاز به هزینه‌ی بسیار بالا دارند (هاشمی و همکاران، ۱۳۹۰). تاکنون مطالعات مختلفی برای حذف نیترات با استفاده از فرایند دنیتریفیکاسون انجام و چندین راهکار ارائه شده است. همه‌ی این راهکارها با عبور دادن آب زهکش از میان یک محیط حذف شامل منابع کربنی (بیوراکتور۲) برای افزایش دنیتریفیکاسیون می‌باشند (حسن اقلی، ۱۳۷۵ و Schipper et al., 1998). در مطالعات پیشین از دیواره‌های کربنی مختلف شامل خاک اره، کمپوست و پوست درختان استفاده شده است (کشکولی ،۱۳۷۹؛ روحانی، ۱۳۷۷ و Schipper et al., 1998). پس از انجام مطالعات بسیار با توجه به دسترسی بسیار آسان و ارزان بودن پوشال جو در منطقه، دارا بودن کربن قابل دسترسی و بالا برای انجام این فرایند در این آزمایش پوشال جو به عنوان بیوفیلتر استفاده شد (ارواحی و ناصری، ۱۳۸۶). به طور کلی هدف از این مطالعه شبیه‌سازی منطقه در شرایط آزمایشگاهی جهت اهداف زیر بود :

- بررسی نمونه‌های پوشش مصنوعی تولید داخل (PLM) از نظر کیفی با استانداردها و ضوابط بین المللی با توجه به معیارهای زیست محیطی در حذف نیترات و فسفات.
- بررسی آزمایشگاهی از نقطه نظر حذف نیترات و فسفات در فیلترهای ژئوتکستایل رایج و پیشنهاد مناسب‌ترین و اصلاح شده‌ترین پوشش ثانویه.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق از مدل آزمایشگاهی شبیه‌سازه زهکش در دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز استفاده شد. در این تحقیق بررسی آزمایشگاهی عملکرد حذف نیترات و فسفات در پوشش‌های مصنوعی زهکش‌های زیرزمینی انجام شده است. ابتدا این آزمایشات بدون پوشش ثانویه‌ی زیستی انجام گرفت؛ ولی با مطالعات بیشتر با اضافه کردن پوشش ثانویه‌ی کربنی (پوشال جو) تکرار گردید.

به همین منظور ابتدا پوشال جو خشک شد، سپس از الک شماره ۱۰ عبور داده شد. جدول (۱) آنالیز ترکیبات فیبری پوشال جو مورد استفاده در این مطالعه را نشان می‌دهد. خاک مورد استفاده در این آزمایش با مراجعه به محل اجرای طرح شبکه آبیاری و زهکشی رامشیر و طرح توسعه نیشکر واحد دهخدا، از محل کارگذاری لترال‌ها در عمق متوسط ۱/۵ متری، برداشت شد. استاندارد کومو نیز جهت کنترل کیفیت پوشش مصنوعی زهکش استفاده شد. پوشش مصنوعی مورد ارزیابی در این تحقیق از نوع PP450 تولید کارخانجات ایرانی است. قطر لوله‌های زهکشی مورد استفاده ۲۰ میلی‌متر می‌باشد.



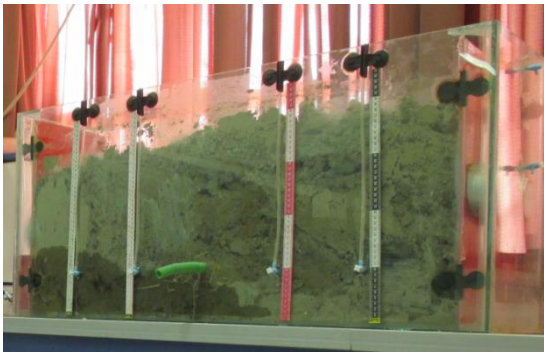
شکل ۱: نمونه طراحی شده‌ی مدل زهکشی

این مدل در مقیاس ۱/۱۰ساخته شد. جنس بدنه‌ی خارجی مدل از شیشه ۱۰ میلی‌متر و در ابعاد ۳۰*۵۰*۱۱۰ سانتی‌متر طراحی گردید. طبق مقیاس فاصله‌ی لوله‌ی زهکش تا لایه‌ی غیر قابل نفوذ ۱۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. سطح ایستابی در این مدل توسط دیواره‌های جانبی کنترل می‌گردید. آب از طریق روزنه‌هایی که در فواصل ۵*۵ سانتی‌متر و با قطر روزنه ۱۰ میلی‌متر که در تمامی جدار دیواره داخلی تعبیه شده بود، وارد مدل شد. در شرایط آزمایشگاهی آب از هردو طرف به درون ستون خاک جریان می‌یافت و شرایطی مشابه جریان طبیعی در داخل خاک به طرف لوله زهکش فراهم نمود. قطر لوله زهکشی مدل ۲ سانتی‌متر و اندازه و فاصله‌ی سوراخ‌ها روی لوله با مقیاس ۱/۱۰ طراحی گردید. پوشش مورد استفاده به عنوان فیلتر از نوع PP450 تولید کارخانجات ایرانی بود؛ که در منطقه مورد بررسی استفاده می‌شود. این پوشش از جنس پلی پروپیلن و الیاف و ضایعات فرشی است. برای کنترل کیفی این پوشش از معیارهای طراحی پوشش مصنوعی (معیار نگهداری، معیار هیدرولیکی، معیار جلوگیری از انسداد و معیار مکانیکی و استحکام) طبق استانداردهای مشخص شده کومو (NEN 7090) استفاده شد که نتایج آن در جدول (۱) ارائه شده است.

جدول۱: نتایج استاندارد کومو نمونه PP450

نوع پوشش مصنوعی	حداقل ضخامت پوشش مصنوعی (میلیمتر)	وزن نمونه (گرم)	وزن (گرم در متر مربع)
پوشش استاندارد	۲/۸	۷/۱۴-۴/۲۸	۵۰۰-۳۰۰
پوشش (۱)	۳/۱	۶/۹	۴۸۳

به منظور نمایش شیب هیدرولیکی ۴ پیزومتر فیلتردار روی بدنه‌ی مدل طراحی شد. ۹ سوراخ بر روی بدنه شامل ۴ سوراخ ۵ میلی‌متر جهت قرارگیری پیزومتر، ۱ سوراخ ۲۰ میلی‌متری جهت قرارگیری لوله زهکش و ۴ سوراخ در بدنه کناری جهت نگهداشتن آب در سطح یکنواخت و خروج آب مازاد طراحی شد. در شکل(۲) مدل نهایی ساخته شده ارایه شده است.



شکل ۲: نمونه ی نهایی ساخته شده

جهت انجام این آزمایش یک متر مکعب خاک، از محل کارگذاری لترال‌ها در عمق متوسط ۱/۵ متری، برداشت و پس از انتقال به آزمایشگاه به مدل مذکور انتقال داده شده و لایه به لایه فشرده شد. در مرحله انجام آزمایش به منظور تهیه‌ی منبع کربنی بیشتر جهت فرآیندهای میکروبی دنیتریفیکاسیون و حذف بیشتر نیترات دور لوله‌ی زهکشی پوشش‌دار به شعاع ۵ سانتی‌متر پوشال جو قرار گرفت. در نهایت جهت حذف نیترات و فسفات خاک و برای پر شدن منافذ خاک و شبیه‌سازی شرایط مزرعه، خاک مذکور به مدت ۲۴ ساعت تحت آبشویی قرار گرفت.

جدول۲: آنالیز ترکیبات فیبری پوشال جو(پوشش زیستی)

نوع پوشش	لیگنین(٪)	سلولز(٪)	همی سلولز(٪)	کربن آلی(٪)	خاکستر(٪)	C:N	نیتروژن کل(٪)
پوشال جو	۱۰/۳۰	۲۹/۶۰	۲۸/۴۰	۲۵/۶۸	۱/۵۰	۱۷/۴۴	۱/۴۷

شکل ۳: انجام مراحل آبشویی قبل از شروع آزمایش و دبی سنجی در طول آزمایش

تهیه محلول نیترات و فسفات ورودی به مدل

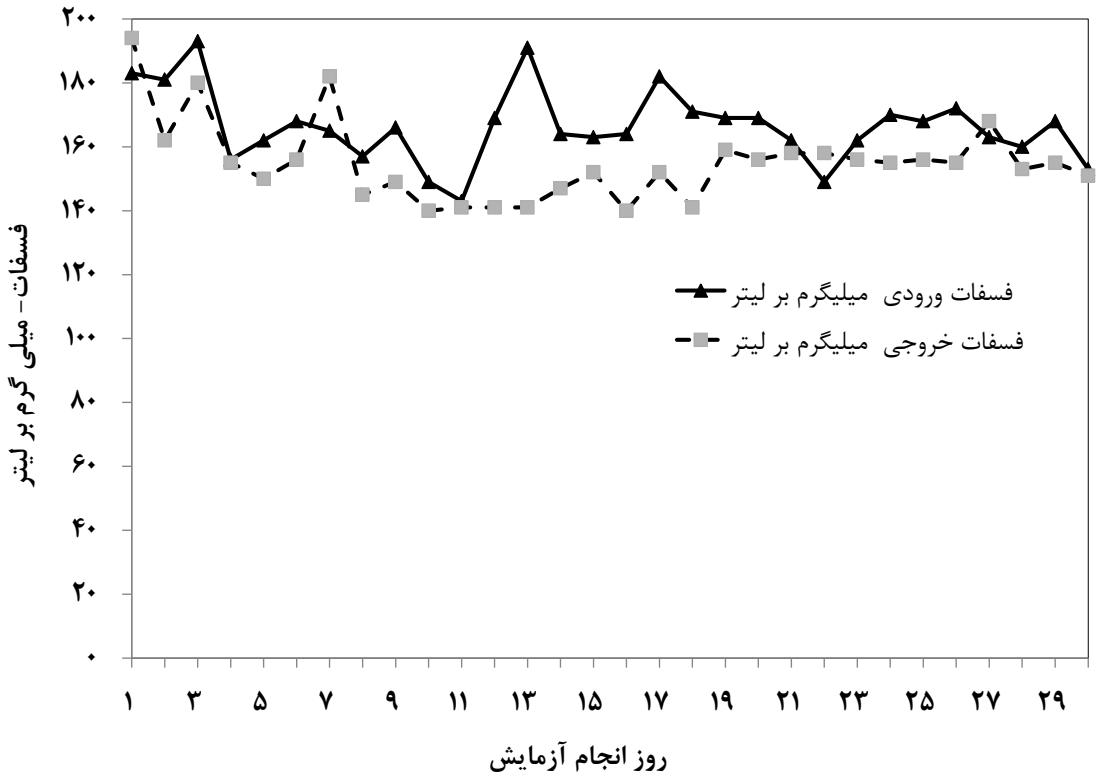
برای تهیه محلول نیترات ورودی به مدل از نیترات پتاسیم و به منظور نزدیک شدن مدل به شرایط مزرعه از کود سوپر فسفات تریپل ۴۶ درصد رایج در منطقه برای تهیه محلول فسفات استفاده به عمل آمد. غلظت نیترات و فسفات ورودی به مدل ۱۶۰ ملی گرم در لیتر تعیین گردید که به این منظور ۵/۲ گرم نیترات پتاسیم و ۶/۹۵ گرم کود سوپر فسفات تریپل حاوی ۴۶ درصد فسفات در ۲۰ لیتر آب محلول و به عنوان ورودی مدل استفاده شد. در این آزمایش محلول نیترات و فسفات با غلظت ۱۶۰ میلی‌گرم در لیتر به مدت یک ماه به مدل مذکور وارد و به صورت روزانه نمونه‌برداری از خروجی زهکش به عمل آمد. در هر روز یک نمونه از آب ورودی به مدل و یک نمونه از آب خروجی از زهکش برداشته شد و با رعایت دمای ۴+ درجه سانتی‌گراد به آزمایشگاه جهت اندازه‌گیری غلظت نیترات و فسفات با دستگاه اسپکتروفتومتر انتقال داده شد. نمونه‌ها به صورت روزانه پس از آماده‌سازی، در دستگاه اسپکتروفتومتر قرار گرفت و میزان فسفات و نیترات ورودی و خروجی ثبت گردید. جهت بررسی تغییرات دبی و شیب هیدرولیکی و هدایت هیدرولیکی آب در خاک و تغییرات آن، به صورت روزانه دبی خروجی از مدل و ارتفاع پیزومترها ثبت شد.

نتایج

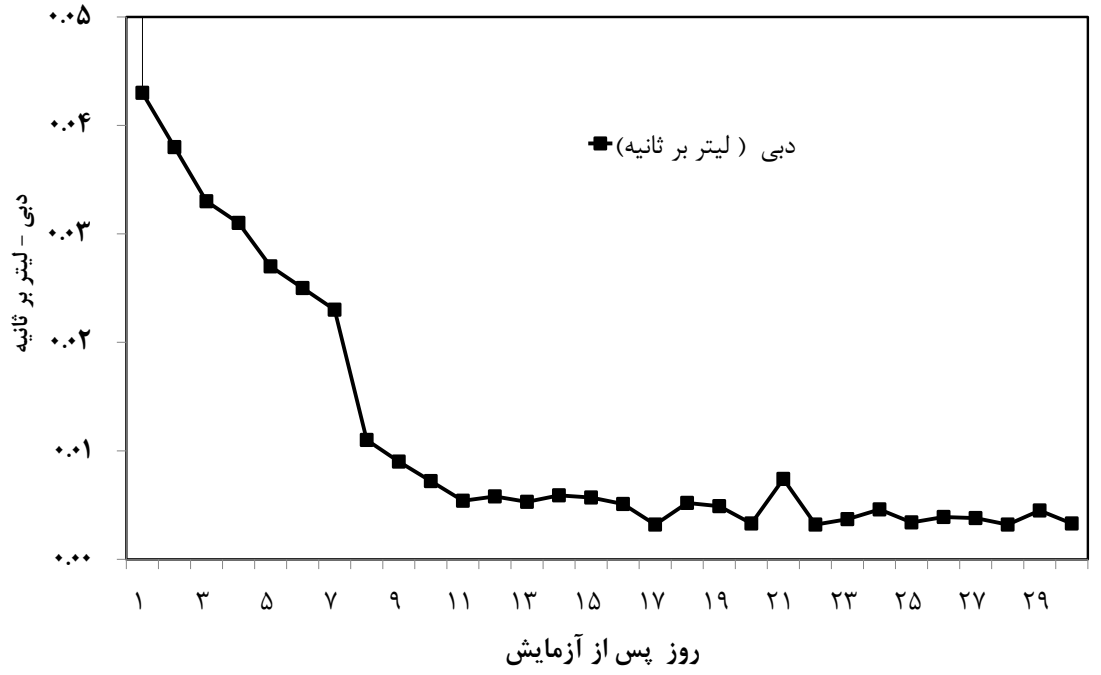
نتایج مطالعات آزمایشگاهی نشان داد در روزهای اول آزمایش به علت عدم انجام آبشویی کامل خاک و آزاد نبودن کربن در پوشال جو، نیترات حذف قابل توجهی نداشته که پس از مدت ۲۴ روز کربن پوشال جو به حالت کاملا آزاد درآمد و توانست با عمل دنیتریفیکاسیون مقدار چشم گیر ۱۳۹ میلی‌گرم بر لیتر از نیترات آب را حذف نماید؛ که این میزان بسیار رضایت‌بخش می‌باشد. (شکل۴)

شکل۴ : تغییرات نقطه به نقطه میزان نیترات ورودی و خروجی از مدل فیزیکی

با توجه به نتایج حاصل از یک دوره یک ماهه آزمایش و اندازه‌گیری فسفات ورودی و خروجی شاهد حذف مقدار چشمگیری از فسفات نبوده ایم که نتیجتا نه فیلترهای مصنوعی و نه پوشال جو هیچ یک در حذف این عنصر کارآمد نبود (شکل۵). دبی مدل بعد از گذشت ۱۰ روز به مقدار ثابت رسید که این امر علاوه بر فیلتر مصنوعی رابطه مستقیمی با ضخامت پوشال جو در اطراف لوله دارد (شکل۶). لذا با توجه به دردسترس بودن پوشال جو علاوه بر کاهش نیترات میتوان بازده‌ی فیلتر را نیز افزایش داد که این امر از نظر اقتصادی بسیار به صرفه می‌باشد.



شکل ۵: تغییرات نقطه به نقطه میزان فسفات ورودی و خروجی از مدل فیزیکی



شکل ۶: تغییرات نقطه به نقطه میزان دبی خروجی از مدل

منابع

هاشمی، س. ا.، مصطفی زاده فرد، ب. و حیدرپور، م. (۱۳۹۰). بررسی میزان حذف نیترات در دو حالت قرارگیری فیلترهای زیستی در سیستم‌های زهکشی زیرزمینی. تولیدات گیاهی (مجله علمی کشاورزی) دانشگاه شهید چمران اهواز، دوره ۳۴، شماره ۲، ص ۸۱-۷۱.

ارواحی، ع. و ناصری، ع. ع. (۱۳۸۶). ارزیابی فنی و اقتصادی کاربرد فیلترهای مصنوعی در سیستم زهکشی زیرزمینی و مقایسه آن با فیلترهای متداول شن و ماسه در نخیلات آبادان. علوم کشاورزی ایران، دوره ۳۸ شماره۳، ص ۳۷۳ -۳۸۳.

بازاری، م.، علیزاده، ا. و نیریزی، س. (۱۳۷۰). مهندسی زهکشی. تهران: انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، چاپ هفتم.

بای بوردی، م. (۱۳۷۸). اصول مهندسی زهکشی و بهسازی خاک. تهران: انتشارات دانشگاه تهران، چاپ هفتم.

پرتواعظم، ر. (۱۳۸۰). ارزیابی فیلترهای به کار رفته در زهکش‌های زیرزمینی میان آب. پایان‌نامه کارشناسی ارشد علوم آب، چاپ نشده، دانشکده مهندسی علوم آب، دانشگاه شهید چمران اهواز. ۲۷۳ صفحه.

پدارم، ش. (۱۳۸۹). ارزیابی عملکرد آزمون نفوذ سنجی در پیش‌بینی پتانسیل انسداد معدنی پوشش‌های مصنوعی در شرایط کاربرد آب و خاک شور. پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد، چاپ نشده، دانشگاه تهران، ۲۱۰صفحه.

جودکی، ح. (۱۳۷۴). ارزیابی فیلترهای زهکشی به طریقه آزمایشگاهی. پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد، چاپ نشده، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران، ۱۸۶ صفحه.

حسن اقلی، ع. (۱۳۷۵). بررسی عملکرد فنی لوله‌های زهکش زمین بافته در مقایسه با لوله‌های زهکشی رایج. پایان نامه کارشناسی ارشد، چاپ نشده، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران، ۱۹۹ صفحه.

حقایقی مقدم، س. (۱۳۷۵). بررسی کاربرد مواد آلی به عنوان فیلتر و پوشش در زهکشی زیرزمینی، دومین کنگره ملی مسائل آب و خاک کشور، تهران، ۳۲۴ صفحه.

روحانی، ع. (۱۳۷۷). ارزیابی عملکرد یک نوع پوشش مصنوعی (ژئوتکستایل) در زهکشی زیرزمینی. رساله دکترا، چاپ نشده، دانشگاه آزاد اسلامی تهران واحد علوم و تحقیقات، ۲۷۰ صفحه.

علیزاده، ا. (۱۳۹۰). زه‌کشی اراضی جدید، مشهد: انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، چاپ چهارم.

کریمی، ب. (۱۳۸۷). ارزیابی عملکرد سه نوع پوشش مصنوعی زهکشی در مقایسه با پوشش رایج معدنی در شرایط آزمایشگاهی. پایان نامه کارشناسی ارشد، چاپ نشده، دانشگاه تهران، ۱۷۸ صفحه.

کشکولی، ح. (۱۳۷۹). نشت آب‌های زیرزمینی. اهواز، انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز (ترجمه).

Ahmet H. Aydilek, Asce, M., Ogoz, S. H. and Tuncer, B. Edil. (2005). Construction size of geotextile filter. *j*ournal of Geotechnical and Geoenvironmental. Engineering,131(1), PP:28-38.

Bonnell, R. B. (1984). Hydraulic Gradinets and Soil - Drain Envelopes. A Thesis for M.S. Degree, Departement of Agricultural and Biosystems Engineering, Mcgill University, Canada.

Robertson, W. D., Blowes, D.W., Ptacek, C. J. and cherry. J. A. (2000). Long-term performance of in situ reactive barriers for nitrate remediation. Ground Water,38(5), PP: 689-695

Schipper, L.A. and Vojvodic-vukovic, M. (1998). Nitrate removal from ground Water using a denitrification wall amended with sawdust: field tral. Jornal of Environmental Quality, 27(3), PP: 664-668

Laboratory Evaluation of Nitrate and Phosphate Removal in Subsurface Drainage Using Bio filter (Case study: Ramhormoz irrigation and drainage network, CA II, Iran)

Mehrdad Amiri[1], Mehdi Asadilour[1*]

1) Water Science and Engineering Department, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran.

*Correspondence author: Asadi379@yahoo.com

Received Data: 2018. 02. 03 **Accepted Data: 2021. 06. 15**

Abstract

The process of biological removal of nitrate in water resources is the most appropriate method in terms of economics, applicability and efficiency. In addition, this method is one of the most suitable methods to remove nitrate contamination in saturated media.In this study, a lab test to check the quality of synthetic coatings for underground drains in Khuzestan province (region 2 Ramhormoz developments) is used. These studies cover a geotextile to reduce nitrate and phosphate in water drainage and recovery has been done. In this study, the development of physical simulators soil drainage Khuzestan (Ramshir) were studied And by measuring nitrate and phosphate input to the output value of the drainage system to remove the contaminants were studied in synthetic filter. Synthetic coatings evaluated in this study (pp 450) are an Iranian manufacturing. Drainage pipe diameter of 20 mm and the full coverage of standard Cuomo received approval. In this study after obtaining an unfavorable result of the removal of nitrate and understand the process of biological and More resources need not necessarily use carbon filters in the filter synthetic organic barley straw was used. The results were very satisfactory, and ultimately the success of the incoming nitrate removal after 20 days of release tests and barley straw carbon was obtained. About 160 milligrams per liter of nitrate input to the model was reduced to approximately 20 milligrams per liter of phosphate which was not fulfilled.

Keywords: barley straw, bio filter, drainage, Nitrate and phosphate elimination