Arch

مقاله کامل علمی- پژوهشی

نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک
جلد بیست و هشتم، شماره دوم، ۱۴۰۰
۲۳-۴۲
http://jwsc.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/jwsc.2021.19350.3482

کاربرد شن- زئولیت- ژئوتکستایل به‌منظور کاهش نیترات فاضلاب و مقایسه کیفی آن با استانداردها

حمید شیروانی ایچی[۱]، سید حسن طباطبائی*[۲]، مهدی قبادی‌نیا[۳] و نگار نورمهناد[۴]

[۱]دانشجوی سابق کارشناسی‌ارشد گروه مهندسی آب، دانشگاه شهرکرد، [۲]دانشیار گروه مهندسی آب، دانشگاه شهرکرد،
[۳]استادیار گروه مهندسی آب، دانشگاه شهرکرد، [۴]استادیار گروه کشاورزی، دانشگاه پیام‌نور

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۵/۰۲؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۶/۳۱

چکیده

سابقه و هدف: در سیستم‌های آبیاری قطره‌ای، واکنش‌پذیری سطحی اندک فیلتر شن به‌منظور تصفیه فیزیکی-شیمیایی باعث شد محیط‌های فیلترکننده دیگری به کار روند که به همراه شن توانایی نگهداری آلاینده‌های فاضلاب را افزایش دهند. هدف از این پژوهش اولاً بررسی مقایسه کاربرد شن و ژئوتکستایل همراه با زئولیت در فیلترها به منظور کاهش آلودگی نیترات در پساب و ثانیاً مقایسه پارامترهای کیفی پساب دانشگاه شهرکرد با استانداردهای جهانی بود.

مواد و روش‌ها: این پژوهش در سال ۱۳۹۴-۱۳۹۳ در دانشگاه شهرکرد انجام شد. فاضلاب مورد استفاده از چاهک مشاهده‌ای واقع در نزدیکی درب شرقی دانشگاه شهرکرد تهیه شد. به منظور بررسی وضعیت نیترات موجود در آن، آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارها شامل تیمار شاهد Ctrl (شن بدون کاربرد زئولیت)، ژئوتکستایل بدون کاربرد زئولیت J، شن-ژئوتکستایل بدون کاربرد زئولیت SJ، شن به همراه زئولیت SZ، ژئوتکستایل به همراه زئولیت JZ و شن ژئوتکستایل به همراه زئولیت SJZ بود. تیمارها درون ستون‌های استوانه‌ای از جنس لوله‌های پی‌وی سی ریخته شد. اندازه‌گیری نیترات فاضلاب ورودی و پساب خروجی با دستگاه اسپکتروفتومتر انجام شد و بارمعلق، EC، pH، سدیم و مجموع کلسیم و منیزیم در فاضلاب ورودی تعیین و با استانداردها مقایسه شد. انجام آنالیز آماری با استفاده از نرم افزار SAS صورت گرفت.

یافته‌ها: نتایج نشان داد فیلترها بر مقدار نیترات پساب خروجی از ستون‌ها در سطح احتمال یک درصد تأثیر معنی‌داری داشت. تیمارهای JZ، SJZ و SZ به ترتیب با کاهش ۵۷، ۵۵ و ۵۲ درصدی، بیش‌ترین کاهش نیترات را نشان دادند. تیمار شن طبق انتظار تأثیری روی نیترات نداشت. اندازه‌گیری‌ها نشان داد میزان نیترات پساب دانشگاه شهرکرد جهت استفاده در آبیاری، از مقدار مجاز بعضی سازمان‌ها، کم‌تر بود اما مطابق استاندارد فائو برای آبیاری مناسب نبود. هم‌چنین میزان EC (۱/۰۲ dS/m) و ذرات معلق (۱۰۹/۶ mg/L) طبق اکثر استانداردها بیش از حد مجاز برای آبیاری بود. حداقل و حداکثر مقدار pH به ترتیب ۷/۲ و ۸/۰۳ بود که از مقدار بیشینه، تمام استانداردها کم‌تر بود. SAR اندازه‌گیری شده پساب ورودی به فیلترها ۲/۱۴ بود که بر اساس استانداردها از نظر کاربرد در آبیاری مجاز بود.

* مسئول مکاتبه: tabatabaei@sku.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه‌گیری: این پژوهش نشان داد فیلتر شنی به تنهایی تأثیری بر مقدار بار معلق موجود در پساب نداشت اما کاربرد ژئوتکستایل و زئولیت در فیلترهای شنی می‌تواند سبب کاهش آلودگی نیترات ناشی از پساب شود. مقدار سدیم و مجموع کلسیم و منیزیم موجود در پساب از مقدار مجاز آن برای استفاده در آبیاری طبق استاندارد سازمان محیط زیست آمریکا بیش‌تر بود. اما مقدار نسبت جذبی سدیم از مقدار مجاز آن برای استفاده در آبیاری طبق تمام استانداردها کم‌تر بود.

واژه‌های کلیدی: آبیاری، آلودگی، بار معلق، فیلتر

مقدمه

کاربرد بدون برنامه‌ریزی پساب می‌تواند تبعات محیط‌زیستی بسیار نامطلوبی را به وجود آورد. بنابراین پایش و تصفیه مواد مضر از فاضلاب‌ها قبل از استفاده به‌منظور آبیاری امری ضروری است تا از این طریق بتوان حفاظت از محیط‌زیست و بهداشت عمومی را ضمانت کرد. برای به حداقل رساندن اثرات منفی آبیاری با فاضلاب اقدامات احتیاطی، دستورالعمل‌های سخت‌گیرانه و سیستم مناسب بازیافت فاضلاب موردنیاز است (۳۱). افزایش سطح شوری فاضلاب معمولاً در صورت استفاده مستقیم در آبیاری بدون تصفیه مناسب، پیامدهای منفی بر کیفیت خاک و رشد محصول دارد (۵ و ۲۱). در طی مطالعه‌ای مزایا و معایب کاربرد روش‌های مختلف آبیاری در هنگام بهره‌برداری از پساب مورد مقایسه قرار گرفت و نشان داده شد که روش آبیاری قطره‌ای تنها روشی است که مشکلات خاص ناشی از کاربرد پساب را رفع می‌نماید (۲٤). هم‌چنین کاربرد فیلتراسیون در آبیاری قطره‌ای باعث کاهش شاخص‌های آلودگی شد. نتایج مطالعات به این نکته اشاره دارد که کاربرد روش‌های قطره‌ای سطحی (DI) و زیرسطحی (SDI) در کنترل آلودگی‌های زیست‌محیطی در مقایسه با روش آبیاری سطحی بسیار مؤثر است علت این امر این است که در این روش‌ها خاک هم‌چون فیلتر عمل می‌کند و آلودگی بیولوژیکی کم‌تری وارد محیط خاک سطحی شده است (۱۳، ۲۳، ۲۰ و ۳۰). نتایج پژوهشی بر روی آبیاری قطره‌ای زیرسطحی نشان داد که غلظت نیترات و EC در خاک اشباع تحت‌تأثیر کیفیت آب قرار دارد و این دو پارامتر خاک در تیمارهای آبیاری فاضلاب در مقایسه با آب چاه به میزان قابل‌توجهی بالاتر است. به‌علاوه غلظت نیترات در خاک تحت‌تأثیر عمق نصب و فاصله نصب قطره‌چکان‌ها است (۳۲). در بررسی کاکماکی و سهین (۲۰۲۱) روش‌های قطره‌ای میزان شوری و محتوای فلزات سنگین را به‌میزان قابل‌توجهی کاهش داد (۵). طبق بررسی ناظم و همکاران (۲۰۲۱) در جریان‌های سریع آب مثل جریان در سیستم آبیاری سطحی، بیلان جرمی نیترات انتقال‌یافته به اعماق خاک بیش‌تر و در جریانات کندتر آب مثل آبیاری قطره‌ای با دبی اندک، بیلان جرمی کلراید آبشویی شده بیش‌تر بود (۲۲).

یکی از راه‌حل‌های اقتصادی استفاده مجدد از فاضلاب با شوری بالا، استفاده از زئولیت‌های طبیعی یا مصنوعی به‌عنوان مبدل یونی و جاذب است (۳۳). به‌علاوه یکی از روش‌های بیولوژیکی حذف نیترات نیز استفاده از زئولیت است (۱۵). به دلیل هزینه سنگین و یا کارایی محدود، در سال‌های اخیر استفاده از روش‌های تصفیه طبیعی و کاربرد جاذب‌های ارزان‌قیمت موردمطالعه و بررسی قرارگرفته است. این‌گونه روش‌های طبیعی که تا حد امکان نیاز به

www.SID.ir

Archive of SID

استفاده از ابزارها و دستگاه‌های پیچیده و هزینه احداث دستگاه‌های تصفیه را کاهش می‌دهند، می‌توانند مقرون‌به‌صرفه و مؤثر باشند (۱). زئولیت طبیعی کلینوپتیلولایت به دلیل خاصیت انتخاب‌پذیری بیش‌تر کاتیون‌ها، ظرفیت بالای تبادل یونی، مقاومت به شرایط محیطی و فراوان‌تر بودن، بیش‌تر مورداستفاده قرار می‌گیرد (۷). تبادل یونی از خواص مهم زئولیت‌ها است که با تحرک کاتیون‌ها و مولکول‌های آب موجود در کانال‌ها و حفره‌های زئولیت و بدون تغییر ساختاری آن میسر می‌شود (۲۹). استفاده از زئولیت‌ها برای جذب مواد آلاینده از خاک، آب و فاضلاب به دلیل کم‌هزینه بودن، در دسترس بودن، خواص مکانیکی و حرارتی خوب، ظرفیت جذب بالا و عدم آلودگی محیط‌زیست به‌سرعت افزایش‌یافته است (۱۷).

نتایج سلیمانی و همکاران (۲۰۰۸) نشان داد با تغییر بار سطحی کانی، جذب نیترات از آب‌های زیرزمینی با بیش از دو برابر افزایش، به ۱۶ میلی‌اکی‌والان بر گرم زئولیت رسیده است (۲۹). نائیج و همکاران (۲۰۱۲) به این نتیجه رسیدند که استفاده از زئولیت اصلاح‌شده به‌وسیله نانوذرات آهن عملکرد مثبتی در حذف نیترات داشته است (۱۹). مهدوی و همکاران (۲۰۱۱) حذف نیترات از زه‌آب کشاورزی با استفاده از زئولیت سمنان به دو صورت طبیعی و اصلاح‌شده توسط هگزادسیل‌تری‌متیل‌آمونیوم بروماید را موردبررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که زئولیت اصلاح‌شده کارایی خوبی در جذب نیترات از محلول‌های آزمایشگاهی و زه‌آب کشاورزی دارد. وی عنوان کرد زئولیت اصلاح‌نشده با حداکثر میزان حذف ۱۶٪ در غلظت ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر جذب قابل‌قبولی ندارد و با افزایش غلظت نیترات به ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر، میزان حذف به ۵/٤٪ کاهش یافت. اما زئولیت‌های اصلاح‌شده با حداکثر مقدار حذف ۷۹/۷٪ در غلظت ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر، کارایی خوبی در حذف نیترات از خود نشان دادند و با افزایش غلظت نیترات به ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر این مقدار به ۲۸/۱٪ رسید (۱۲). احسانگر و همکاران (۲۰۱۳) برای کاهش نیترات از زئولیت اصلاح‌شده با اسیدکلریدریک ۱ نرمال، کربن‌فعال و شن استفاده کردند که نتایج نشان داد قرار گرفتن زئولیت در لایه بالای کربن‌فعال باعث افزایش درصد کاهش نیترات (حدود ٦۰ درصد) می‌شود که علت آن افزایش زمان‌ماند پساب در این ستون، به‌علت تأثیر ضریب آبگذری کم‌تر زئولیت و تخلخل کم‌تر آن، نسبت به کربن‌فعال ذکر شد (٦). در پژوهش صورت گرفته توسط ملکیان و همکاران (۲۰۱۱) با کاربرد ذرات میلی‌متر و نانومتر زئولیت در لایه سطحی خاک، اثر اندازه‌ی ذرات بر کاهش آبشویی نیترات معنی‌دار نشد (١٤).

تجربه‌های حاصل از کاربرد مواد ژئوسنتتیک به‌عنوان فیلتر–زهکش‌ها طی ۵۰ سال گذشته، ثابت کرده که این مواد دارای مزایای قابل‌توجهی نسبت به مواد معدنی متداول (شن و ماسه) می‌باشند (٢٦). استفاده از ژئوتکستایل (به‌عنوان‌مثال لوله‌های ژئوتکستایل) در برنامه‌های تصفیه فاضلاب در حال افزایش است (۱۰). آنشو و همکاران (۲۰۰۸) در طی پژوهش‌های خود نشان دادند که استفاده از ژئوتکستایل و لایه‌ای شن در بهبود کیفیت رواناب و آب زهکشی برای گیاهان و دام بسیار مناسب بوده و اثر استفاده از این لایه‌ها بر پارامترهایی از جمله: NO_2-N، TS، TN، TP، COD و EC در سطح پنج درصد معنی‌دار بوده است (۲). طباطبائی و نجفی (۲۰۰۹) کاربرد محفظه‌هایی از شن و ژئوتکستایل را در سیستم SDI در کنترل گرفتگی قطره‌چکان‌ها پیشنهاد دادند و بیان کردند کاربرد طولانی‌مدت این سیستم در اطراف قطره‌چکان‌های ناحیه‌ی ریشه برای گیاهان فصلی با ریشه‌های سطحی مناسب است. این

www.SID.ir

Archive of SID

فیلتر هدایت الکتریکی را بهبود بخشیده و هم‌چنین با تأثیر بر پارامترهای آلوده‌کننده، خطرات زیست‌محیطی را کاهش می‌دهد (۳۰).

هدف از این پژوهش مقایسه پارامترهای کیفی پساب کاربردی با استانداردهای برخی از سازمان‌ها ازجمله فائو، محیطزیست آمریکا، محیطزیست ایران، باکس و ناکایاما (۱۹۸۰)و رو و عبدالمجید (۱۹۹۵) است (۲۵ و ۱۸). هم‌چنین ازآن‌جاکه سیستم آبیاری قطره‌ای یکی از سامانه‌های مناسب جهت کاربرد پساب است، فیلتر مناسب جایگزین فیلتر شنی از نظر کاهش آلودگی نیترات در آن تعیین شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی وضعیت نیترات موجود در فاضلاب دانشگاه شهرکرد پس از عبور از فیلترهای ژئوتکستایل و زئولیت و بررسی امکان جایگزینی این مواد به‌جای شن، پژوهشی در تابستان سال ۱۳۹۳ در دانشگاه شهرکرد انجام شد. فاضلاب مورداستفاده در این طرح از چاهک مشاهده‌ای واقع در نزدیکی درب شرقی دانشگاه شهرکرد، به‌وسیله پمپ کف‌کشی Stream مدل SPC6-39.3-1.5AF با حداکثر فشار ۴۲ متر و حداکثر دبی ۲۴۰ لیتر بر دقیقه (که علاوه بر صافی خود پمپ اطراف آن با یک توری سیمی به‌منظور آشغال‌گیری پوشانده شده بود)، به درون حوضچه ماند پمپاژ می‌شد. و پس از گذشت مدت زمان‌ماند ۲۴ ساعت به ستون‌های آزمایشی وارد گردید. ستون‌های آزمایش از جنس پی‌وی‌سی ۱۱۰ به قطر داخلی ۱۰/۵ سانتی‌متر و با ارتفاع ۷۰ سانتی‌متر انتخاب شد. میانگین مقادیر برخی پارامترهای فاضلاب ورودی به تیمارها در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱- میانگین برخی پارامترهای فاضلاب دانشگاه شهرکرد

Table 1. Average of some wastewater parameters of Shahrekord University.

مواد جامد معلق TSS (mg/L)	نیترات (NO_3^-) (mg/L)	سدیم Na (meq/L)	مجموع کلسیم و منیزیم Ca+Mg (meq/L)	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی EC (dS/m) (dS/m)
109.3	26	3.4	5.14	7.74	1.02

آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. فاکتورها عبارت بودند از:

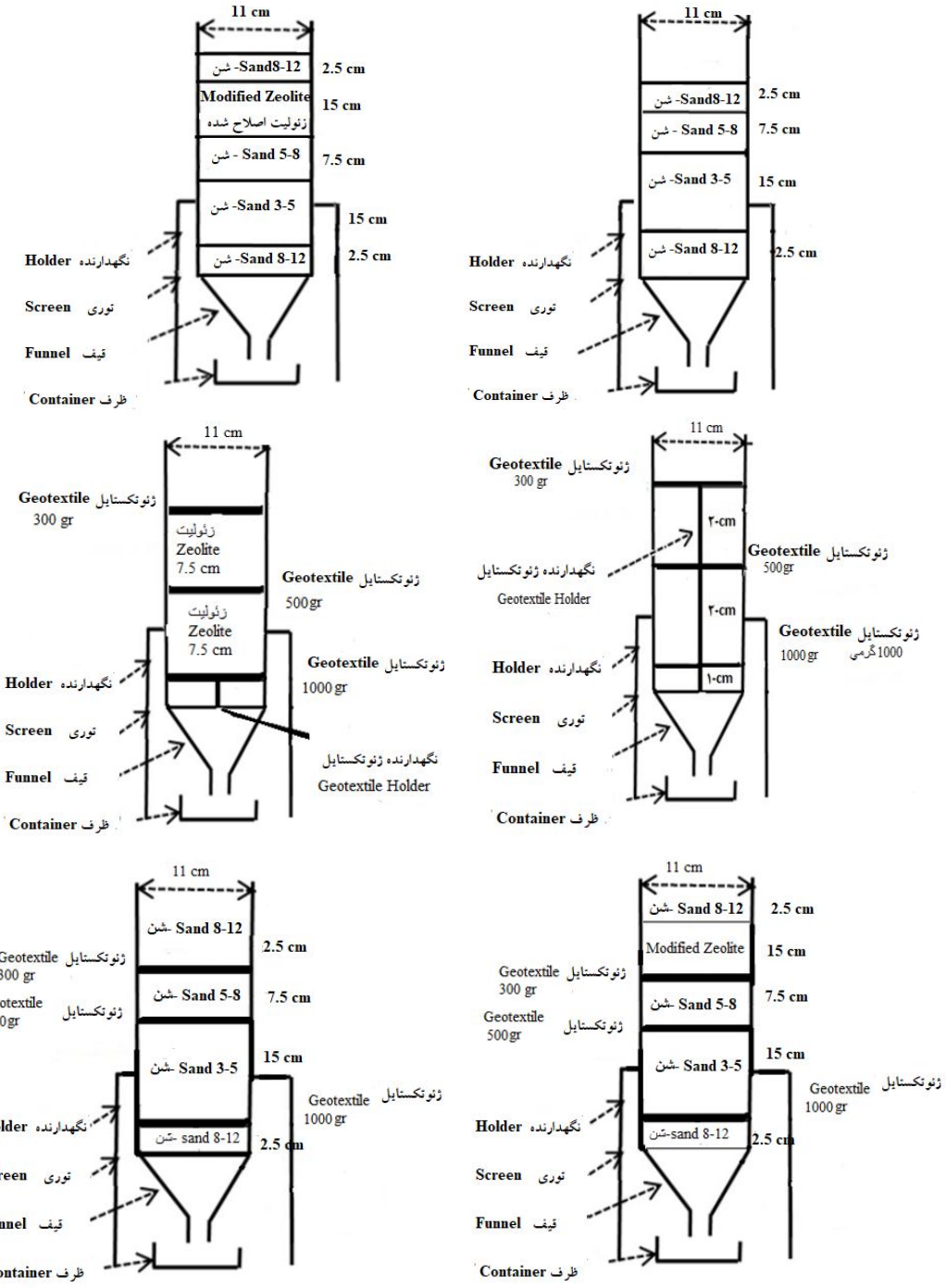
فاکتور اول، نوع فیلتر پایه در سه سطح شامل: ۱- ژئوتکستایل، ۲- شن و ۳- شن-ژئوتکستایل.

فاکتور دوم، مکمل زئولیتی در کنار فیلتر پایه در دو سطح شامل: ۱-کاربرد زئولیت و ۲- بدون کاربرد زئولیت.

هریک از تیمارها با علامت‌های اختصاری خاصی نمایش داده می‌شوند که در جدول ۲ نشان داده‌شده است. شکل ۱ به‌صورت شماتیک تیمارهای مطالعات ستونی انجام‌شده را نشان می‌دهد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- شماتیک تیمارها (شن ۳-۵، منظور شن با دانه‌بندی ۳ تا ۵ میلی‌متر است، شن ۵-۸ منظور شن با دانه‌بندی۵ تا ۸ میلی‌متر و شن ۸-۱۲ منظور شن با دانه‌بندی ۸ تا ۱۲ میلی‌متر است).

Figure 1. Schematic of treatments (Sand 3-5 means sand with a grain size of 3 to 5 mm, Sand 5-8 means sand with a grain size of 5to 8 mm, Sand 8-12 means sand with a grain size of 8 to 12 mm).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- تیمارهای مطالعات ستونی.

Table 2. Column Studies Treatments.

ردیف Row	علامت اختصاری Abbreviation	روش کاربرد زئولیت و شن و ژئوتکستایل Method of application of zeolite, sand and geotextile
1	Ctrl	فقط شن بدون کاربرد زئولیت (تیمار شاهد) Only sand without zeolite (control treatment)
2	J	فقط ژئوتکستایل بدون کاربرد زئولیت Only Geotextile without zeolite
3	SJ	شن و ژئوتکستایل بدون کاربرد زئولیت Sand and Geotextile without zeolite
4	SZ	شن به همراه زئولیت اصلاح شده Sand with modified zeolite
5	JZ	ژئوتکستایل به همراه زئولیت اصلاح‌شده Geotextile with modified zeolite
6	SJZ	شن و ژئوتکستایل به همراه زئولیت اصلاح‌شده Sand and Geotextiles with modified zeolite

S بیانگر شن، Z بیانگر زئولیت اصلاح‌شده و J بیانگر ژئوتکستایل است.

S represents sand, Z represents modified zeolite, and J represents Geotextiles.

شن مورداستفاده در این پژوهش، از دو نوع شن‌های سیلیسی معمول مورداستفاده در فیلتر شنی و از شن‌های کوارتزی بود که در سه اندازه ۵-۳، ۸-۵ و ۱۲-۸ میلی‌متری استفاده شد. به‌منظور زدودن هر نوع آلودگی و ذرات خاک و افزایش دقت کار در اندازه‌گیری بار معلق پساب، شن‌ها قبل از استفاده چندین بار با آب معمولی شستشو داده شد. ازآن‌جاکه از یک ارتفاعی به بعد مواد به‌کاربرده شده در فیلترها توانایی تصفیه بیش‌تر آب را ندارند و حداکثر ارتفاع مؤثر، ۱/۵ متر است، بنابراین معمولاً ارتفاع شن یک متر است که با در نظر گرفتن بستر فیلتر و پخش‌کننده آب ارتفاع فیلترهای شنی به ۱/۵ متر می‌رسد. در این پژوهش به علت کوتاه‌تر بودن ارتفاع فیلترها، ارتفاع هراندازه شن با توجه به مقادیر آن در اندازه‌های معمول فیلترها، متناسب با ارتفاع فیلتر مورداستفاده شده، تعیین شد.

ازآن‌جایی‌که هدف استفاده از ژئوتکستایل در این پژوهش کاهش بار معلق پساب بود و مشخص نبود ذرات با چه اندازه‌هایی قرار است از ژئوتکستایل عبور کند بنابراین ملاک انتخاب ژئوتکستایل اندازه ذرات مجاز برای استفاده از پساب تصفیه‌شده در آبیاری قطره‌ای در نظر گرفته شد و با توجه به آن ژئوتکستایل‌ها انتخاب گردید. ژئوتکستایل‌های استفاده‌شده در این پژوهش سه نوع ژتوتکستایل دارای وزن‌های۳۰۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ گرم در هر مترمکعب بود که از شرکت بهساز نسج کرمان تهیه شدند.

زئولیت استفاده‌شده در این طرح از نوع کلینوپتیلولایت، محصول شرکت افرند توسکا بود که با نام تجاری آنزیمیت عرضه می‌شود. مشخصات فیزیکی و شیمیایی آنزیمیت، به ترتیب در جدول‌های ۳ و ٤ آورده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود نوع زئولیت کلینوپتیلولایت استفاده شده، سدیک پتاسیک کلسیک است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- مشخصات فیزیکی زئولیت.

Table 3. Physical characteristics of zeolite.

پارامتر Parameter	توضیح یا مقدار Explanation or amount
ویژگی ظاهری Appearance	کریستاله- سفید متمایل به سبز روشن- بدون بو Crystal - light greenish white - odorless
ظرفیت تبادل یونی (میلی‌اکی‌والان‌در صد گرم) Ion exchange capacity (meq/100gr)	140-160
وزن مخصوص (گرم در سانتی‌مترمکعب) Specific gravity (gr/cm^3)	1.83بیش از یک تا حداکثر More than one up to a maximum of 1.83
خلوص کانی‌ها (درصد) Purity of minerals (%)	85-95
تخلخل (درصد) Porosity (%)	63
اندازه ذرات (میلی‌متر) Particle size (mm)	1-2

جدول ٤- مشخصات شیمیایی زئولیت.

Table 4. Chemical characteristics of zeolite.

$(K_2, Na_2, Ca, Mg)_3 Al_6 Si_{30} O_{72}. 24H_2O$ (%)

SiO_2	Al_2O_3	TiO_2	Fe_2O_3	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	MnO	P_2O_5	L.O.I
66.5	11.81	0.21	1.3	3.11	0.72	3.12	2.01	0.04	0.01	12.05

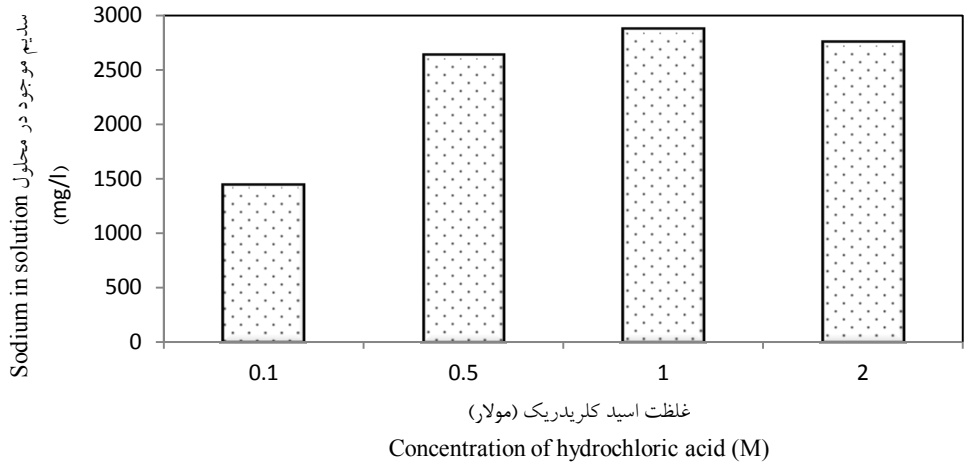
در این پژوهش به منظور افزایش جذب، با توجه به‌اندازه خود ذرات زئولیت، برای استفاده حداکثری بدون نیاز به اعمال تغییرات در اندازه ذرات، زئولیت‌ها با الک‌های مش ۱۰ و ۱۸ الک شد تا اندازه ذرات بین ۱ تا ۲ میلی‌متر جداشده و استفاده شود.

مراحل اصلاح شیمیایی زئولیت به این صورت بود که ابتدا جهت تمیز شدن زئولیت‌ها و جلوگیری از ایجاد خطا در اندازه‌گیری بار معلق، زئولیت چندین بار با آب معمولی شسته شد و سپس مقداری زئولیت در ظروف پلی‌اتیلنی ریخته شد و به ترتیب به هر ظرف مقادیری از اسید (با نسبت جرم به حجم یک‌به‌ده) با غلظت مولی ۰/۵ مولار (غلظت انتخابی جهت اصلاح اسید با توجه به نتایج آزمایش‌ها)، اضافه و اصلاح به مدت ٢٤ ساعت انجام شد. سپس فاز جامد جداسازی شد و توسط آب مقطر شستشو داده شد (شستشو تا زمانی که pH زه‌آب شستشو به ۷ برسد ادامه یافت). بعد از اتمام شستشو زئولیت حاصل در دمای ۷۰ درجه سلسیوس خشک شد. انتخاب بر اساس تغییرات حاصل، بر پایه افزایش غلظت یون سدیم در محلول پس از اصلاح انجام شد. تغییرات به معنی خروج سدیم از ساختار زئولیت و جایگزینی یون هیدروژن به‌جای آن به‌منظور ایجاد ساختاری متخلخل‌تر با سطح ویژه بیش‌تر برای زئولیت، به‌منظور جایگزینی یون نیترات بود. به همین منظور زئولیت در معرض غلظت‌های مختلف اسیدکلریدریک قرار گرفت. به‌طوری‌که از شکل ۲

www.SID.ir

Archive of SID

مشخص است، غلظت یک مولار کارایی بالاتری از سایر غلظت‌ها نشان داده است. ازآن‌جاکه هدف ما از این پژوهش نزدیک شدن به شرایط عملی بوده و نتیجه غلظت نیم مولار هم تفاوت قابل‌توجهی نسبت به غلظت یک مولار ندارد، بنابراین با توجه به قیمت به نسبت زیاد اسیدکلریدریک و هزینه‌بر بودن استفاده از آن با غلظت‌های زیاد جهت اصلاح زئولیت، تصمیم بر آن شد که از غلظت نیم مولار جهت اصلاح زئولیت استفاده شود.



شکل ۲- اثر غلظت اسیدکلریدریک بر فرایند اصلاح زئولیت کلینوپتیلولایت با تاکید بر غلظت یون سدیم محلول پس از آزمایش.

Figure 2. Effect of hydrochloric acid concentration on the process of Clinoptilolite zeolite modification with emphasis on dissolved sodium ion concentration after testing.

در کل مراحل این پژوهش نمونه‌برداری‌ها از پساب ورودی و پساب خروجی، در بطری‌های ۳۰۰ میلی‌لیتری پلی‌اتیلنی سفید ساخته‌شده از مواد درجه یک، که برای جلوگیری از نفوذ نور با پلاستیک‌های تیره‌رنگ پوشانده شده بودند و از قبل اسید شویی شده و سپس با آب مقطر شستشو شده بودند، انجام شد. بطری‌های حاوی نمونه‌ها برای جلوگیری از ورود هوا کاملاً پر شده و داخل یخدان و زیر یخ به آزمایشگاه منتقل شدند و در آنجا در یخچال نگهداری شد و اندازه‌گیری‌ها در اسرع وقت انجام گرفت.

آزمایش‌های مربوط به اندازه‌گیری بار معلق، EC و pH در محل آزمایشگاه آبیاری و اندازه‌گیری نیترات، سدیم و مجموع کلسیم و منیزیم در آزمایشگاه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد انجام شد. برای اندازه‌گیری بار معلق، ۱۰۰ میلی‌لیتر از هر نمونه از صافی عبور داده شد و سپس صافی‌ها در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت قرار گرفتند و سپس با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۰۱ وزن شدند.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵- روش‌های اندازه‌گیری پارامترهای پساب.

Table 5. Methods of measuring wastewater parameters.

پارامتر Parameter	روش اندازه‌گیری Measurement method
نیترات NO_3^-	سالیسیلیک اسید (دستگاه اسپکتروفتومتر) Salicylic acid (spectrophotometer)
کل ذرات معلق TSS	فیلتر و کاغذ صافی Filter paper
قابلیت هدایت الکتریکی EC	هدایت‌سنج Conductivity meter
اسیدیته pH	pH متر pH meter
مجموع کلسیم و منیزیم Ca+Mg	تیتراسیون با EDTA Titration Using EDTA
سدیم Na	دستگاه فلیم فتومتر Flame photometer

به‌منظور انتخاب بهترین تیمارها جهت کاهش نیترات پساب، مطالعات ستونی انجام گرفت. در این آزمایش‌ها درواقع از فیلتر کند استفاده شد که تنها با بارثقل کار می‌کرد. این کار در آزمایشگاه مکانیک خاک دانشگاه شهرکرد انجام شد. فاضلاب، از چاهک مشاهده‌ای به‌وسیله پمپ کف‌کشی، به درون یک ظرف تمیز پمپاژ شده و به آزمایشگاه مکانیک خاک منتقل شد. برای پر کردن ستون‌ها و حجم فاضلاب ورودی، واحدهای آزمایشی در این پژوهش داخل ستون‌های استوانه‌ای از جنس لوله‌های پی‌وی‌سی ۱۱۰ به قطر داخلی ۱۰/۵ سانتی‌متر و با ارتفاع ۷۰ سانتی‌متر پیاده شد. در هر ستون مقداری از فضای بالای ستون برای اعمال حجم آب موردنظر رها گردید و ارتفاع مواد داخل ستون‌ها در هر تیمار نیز مشابه اندازه ارتفاع آن‌ها در فیلترهای شنی سیستم تصفیه (شکل ۱) گرفته شد. به‌منظور انسداد بخش انتهایی ستون‌ها و درعین‌حال برقراری امکان خروج آب از توری فلزی با قطر روزنه‌های یک میلی‌متر استفاده شد. برای محاسبه میزان حجم آب ورودی به هریک از تیمارها، تیمار شن به‌عنوان مبنا انتخاب شد و با محاسبه جرم و حجم مقدار مشخصی از لایه‌های مختلف فیلتر، چگالی ظاهری هر لایه محاسبه شد و با داشتن وزن مخصوص حقیقی سیلیس از منابع موجود، تخلخل آن لایه محاسبه گردید. سپس مقدار ۱/۵nv لیتر آب (n تخلخل لایه سیلیس و v حجم لایه سیلیس) برای هر لایه در نظر گرفته شد و با جمع کردن این مقدار برای لایه‌های مختلف، حجم کل فاضلاب ورودی به ستون به دست آمد که مقدار آن ۳/۵ لیتر بود. در ضمن پیش از شروع آزمایش همین مقدار آب مقطر به هریک از تیمارها جهت شستشو تزریق شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که فیلترها بر مقدار نیترات پساب خروجی از ستون‌ها تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد داشت، هم‌چنین ترکیب آن‌ها با زئولیت نیز در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ٦).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٦- نتایج تجزیه واریانس مقدار نیترات پساب در تیمارها.

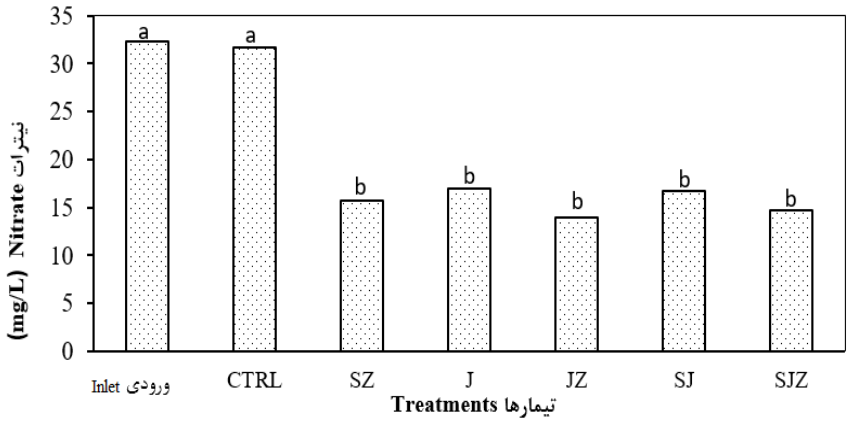
Table 6. Analysis of variance of wastewater nitrate in treatments.

میانگین مربعات Mean squares	درجه آزادی Degree of freedom	منابع تغییرات Sources of changes
130.7**	2	فیلتر پایه Basic filter
220.5**	1	مکمل Complementary
91.5**	2	پایه در مکمل Basic filter* complementary
6.8	14	خطا Error
12.86		ضریب تغییرات Coefficient of variation

** معنی‌داری در سطح یک درصد

** Significance at 1 percent

نتایج مقایسه میانگین‌ها (شکل ۳) نشان داد در تمام تیمارها نیترات کاهش یافت. مقدار این کاهش به‌جز در تیمار شن، در تمامی تیمارهای دیگر اختلاف معنی‌داری با فاضلاب ورودی داشت. هم‌چنین نتایج نشان داد به‌جز تیمار شن، میزان کاهش نیترات نسبت به فاضلاب ورودی، در تیمارهای مختلف با همدیگر نیز تفاوت معنی‌داری نداشت. دلیل این موضوع آن است که تیمار شن (CTRL) اغلب به‌عنوان یک فیلتر فیزیکی عمل می‌کند و تأثیری بر جذب مواد ازجمله نیترات ندارد اما در تیمارهای دارای زئولیت به سبب سطح ویژه بالای آن، جذب سطحی نیز افزایش می‌یابد. درواقع زئولیت به علت داشتن خاصیت تبادل یونی بالا، با آزاد کردن برخی یون‌ها و جذب یون نیترات و قرار دادن آن در حفرات و کانال‌های ساختمان خود باعث کاهش نیترات می‌گردد. این موضوع با نظر احسانگر و همکاران (۲۰۱۳) نیز مطابقت دارد (٦).



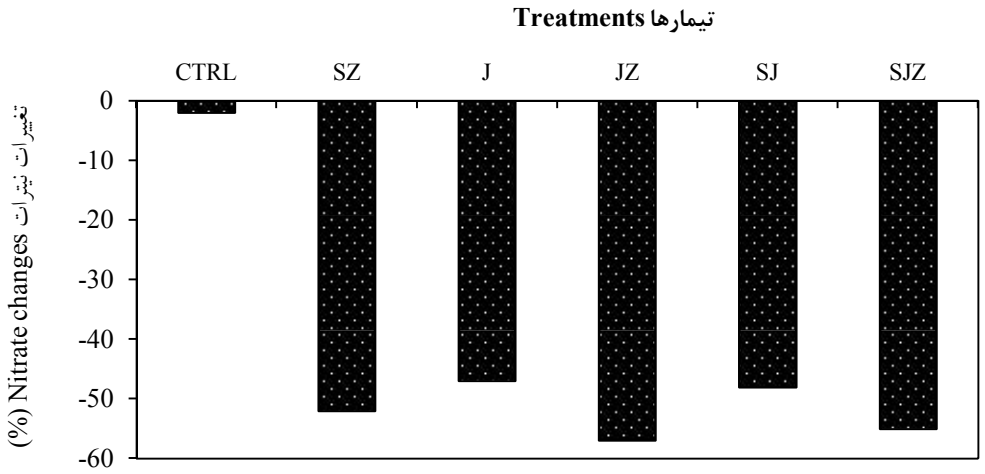
شکل ۳- مقدار میانگین نیترات فاضلاب ورودی و پساب خروجی در تیمارها.

Figure 3. The average of nitrate in the effluent and wastewater in the treatments.

www.SID.ir

Archive of SID

شکل ٤ نشان می‌دهد که تیمارهای JZ، SJZ و SZ بیش‌ترین کاهش نیترات را داشتند که مقدار این کاهش برابر ۵۷، ۵۵ و ۵۲ درصد به ترتیب در تیمارهای ذکر شده بود و بعد از آن‌ها تیمارهای SJ و J با کاهش ٤٨ و ٤٧ درصد، قرار داشت. تیمار شن نیز تقریباً تأثیری بر نیترات نداشت. سیروس‌پور و همکاران (۲۰۱۷) یک سیستم تصفیه نفوذپذیر فعال به‌منظور حذف نیترات موجود در رواناب به‌کاربرده و مشاهده کردند که در pH برابر ۷ حداکثر راندمان جذب نیترات توسط زئولیت حدود ٦٩٪ بود (۲۸). طبق بررسی صفری و مظفری (۲۰۱۷) وجود لایه زئولیت باعث کاهش سرعت نفوذ پساب به داخل خاک شده و درنتیجه زمان‌ماند نیترات داخل خاک افزایش‌یافته و همین امر باعث کاهش آبشویی نیترات می‌شود (۲۷).



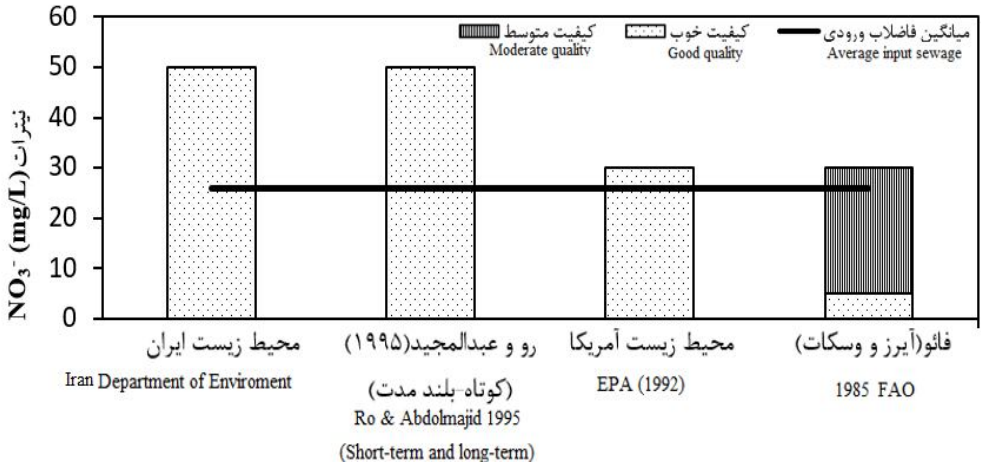
شکل ٤- میانگین درصد تغییرات نیترات فاضلاب در تیمارها.

Figure 4. Mean percentage of wastewater nitrate changes in treatments.

مقایسه ویژگی‌های فاضلاب ورودی با استانداردهای موجود نشان داده است که در مورد نیترات موجود در فاضلاب، همان‌طور که از شکل ۵ مشخص است، برخلاف تصور اولیه مبنی بر نامناسب بودن میزان نیترات فاضلاب شهری دانشگاه شهرکرد جهت استفاده در آبیاری، مقدار این پارامتر، از مقدار مجاز بعضی سازمان‌ها، کم‌تر است. اگرچه مطابق استاندارد آیرز و وسکات (در شرایط کیفیت پساب خوب)، نمی‌توان از فاضلاب شهری دانشگاه شهرکرد به خاطر نیترات زیاد در آبیاری استفاده نمود (۳ و ۱۳). اما بر اساس استاندارد محیط‌زیست آمریکا (۱۹۹۲)، رو و عبدالمجید (۱۹۹۵) و محیط‌زیست ایران ازنظر نیترات پساب مشکلی وجود نداشت. براساس استانداردهای کیفی کشور اردن جهت استفاده از فاضلاب خانگی برای آبیاری گیاهان علوفه‌ای، جنگلی و صنعتی و سبزیجات پخته نشده، حد مجاز نیترات ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر ذکرشده بنابراین مقدار اندازه‌گیری شده در این پژوهش از آن نیز کم‌تر است (۱۳).

www.SID.ir

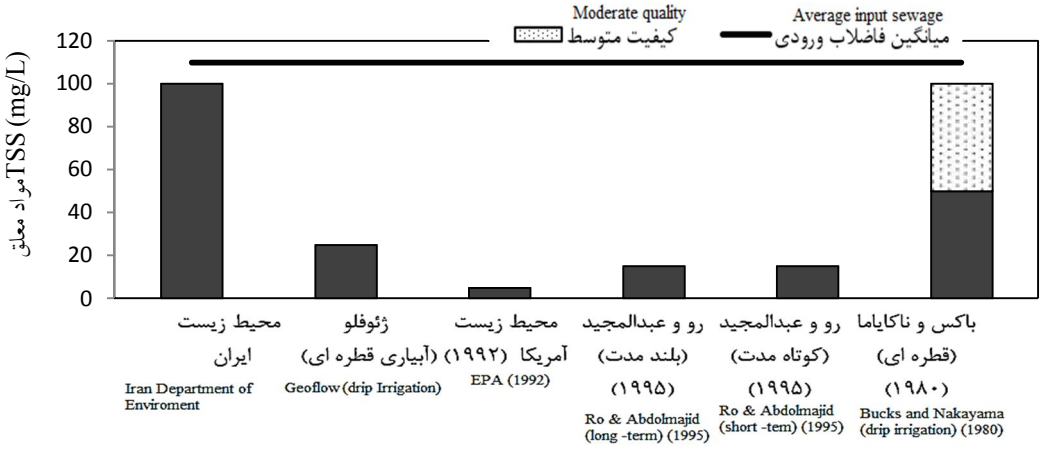
Archive of SID



شکل ۵- مقایسه غلظت نیترات فاضلاب دانشگاه شهرکرد با استاندارد برخی سازمان‌ها.

Figure 5. Comparison of wastewater nitrate concentration of Shahrekord University with the standard of some organizations.

مطابق شکل ٦، مقدار بار معلق موجود در فاضلاب شهری دانشگاه شهرکرد علاوه بر این‌که از مقدار مجاز آن برای استفاده در آبیاری قطره‌ای، طبق استاندارد مؤسسه ژئوفلو و مقدار مجاز اعلام شده توسط باکس و ناکایاما (۱۹۸۰)، بیش‌تر است (۳)، از مقدار مجاز موجود در سایر استانداردها برای استفاده در هرگونه آبیاری دیگر نیز بیش‌تر است. دلیل بالا بودن مواد معلق آن است که بدون طراحی و پیاده‌سازی مجموعه‌های متداول تصفیه فاضلاب و صرفاً به‌منظور بررسی اثر فیلترها برای تصفیه پساب یک مجموعه کوچک از این پساب استفاده شد.



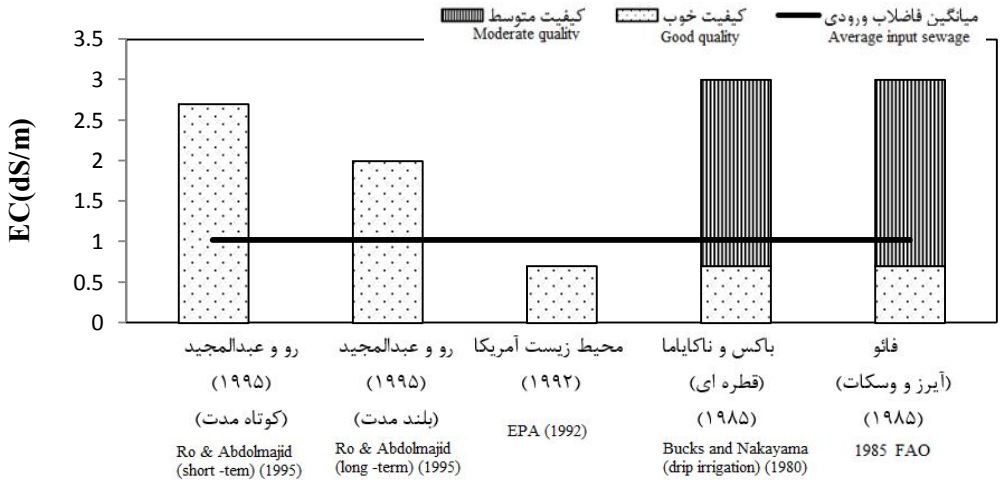
شکل ٦- مقایسه غلظت بار معلق فاضلاب دانشگاه شهرکرد با استاندارد برخی سازمان‌ها.

Figure 6. Comparison of Shahrekord University wastewater TSS with the standard of some organizations.

www.SID.ir

Archive of SID

مطابق شکل ۷، مقدار پارامتر EC در فاضلاب شهری دانشگاه شهرکرد (۱/۰۲ dS/m)، به‌جز استاندارد رو و عبدالمجید، از مقدار مجاز بقیه سازمان‌ها بیش‌تر است. البته لازم به ذکر است که در استاندارد آیرز و وسکات و هم‌چنین مقدار مجاز باکس و ناکایاما (۱۹۸۰) برای استفاده از پساب در آبیاری قطره‌ای، مقدار مجاز قابلیت هدایت الکتریکی در شرایط کیفیت متوسط پساب برای استفاده در آبیاری، بین ۰/۷ تا ۳ می‌باشد و این در حالی است که مقدار EC میانگین فاضلاب ورودی ۱/۰۲ dS/m است، بنابراین در این دو استاندارد، با قبول شرایط کیفیت متوسط برای پساب، می‌توان از این فاضلاب در آبیاری استفاده نمود (۳). آب‌های آبیاری از نظر کیفی به چهار دسته شوری کم، لب‌شور، شوری متوسط و شوری زیاد تقسیم می‌شود (به نقل از کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، ۲۰۰۲) بر این اساس پساب دانشگاه در گروه شوری کم قرار دارد و می‌توان از آن برای آبیاری تمام گیاهان استفاده نمود. این نتیجه با نتایج کابوسی (۲۰۱۵) و قاسمی و دانش (۲۰۱۲) که به ترتیب تصفیه‌خانه بندرگز و شهر مشهد را مورد ارزیابی قرار دادند مطابقت دارد. طبق نتایج آن‌ها و براساس راهنمای آیرز و وسکات از نظر EC پساب تصفیه‌خانه برای آبیاری اراضی محدودیتی نداشت (۱۱ و ۸).



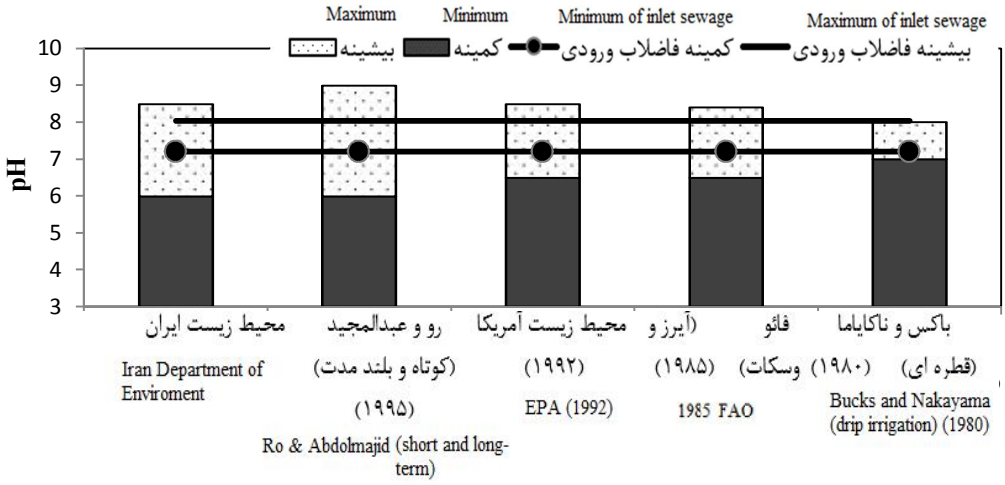
شکل ۷- مقایسه EC فاضلاب دانشگاه شهرکرد با استاندارد برخی سازمان‌ها.

Figure 7. Comparison of Shahrekord University wastewater EC with the standard of some organizations.

مقدار کمینه و بیشینه‌ی پارامتر pH در فاضلاب شهری دانشگاه شهرکرد، از مقدار کمینه آن در تمامی استانداردها بیش‌تر است و از مقدار بیشینه، در تمامی استانداردها کم‌تر یا مساوی آن است. بنابراین مشکلی در استفاده از فاضلاب شهری دانشگاه شهرکرد در آبیاری، ازلحاظ مقدار pH وجود ندارد (شکل ۸). این موضوع با استاندارد وزارت نیرو (۲۰۱۰) نیز مطابقت دارد. براساس این استاندارد مقدار pH بین ٦ تا ۸/۵ برای آبیاری مجاز است (١٦).

www.SID.ir

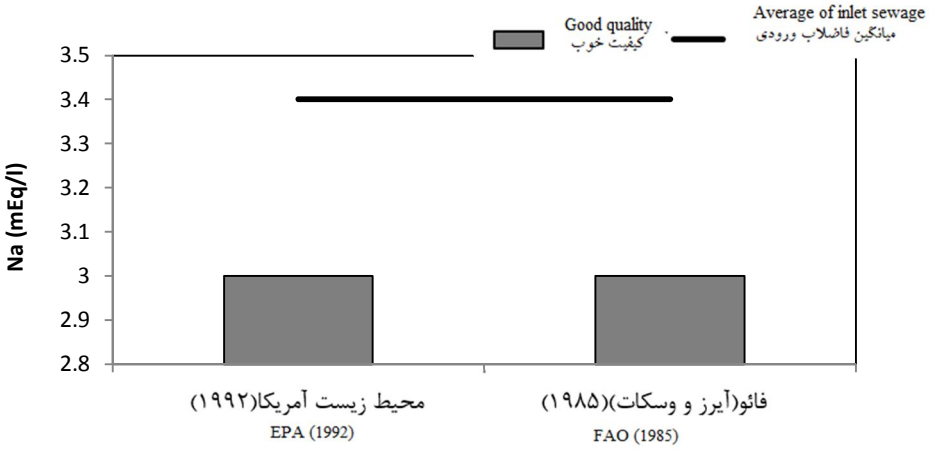
Archive of SID



شکل۸- مقایسه pH فاضلاب دانشگاه شهرکرد با استاندارد برخی سازمان‌ها.

Figure 8. Comparison of Shahrekord University wastewater pH with the standard of some organizations.

مطابق شکل ۹، مقدار سدیم موجود در فاضلاب شهری دانشگاه شهرکرد، از مقادیر اعلام‌شده توسط سازمان محیط‌زیست آمریکا و فائو بیش‌تر می‌باشد و مناسب آبیاری نیست.



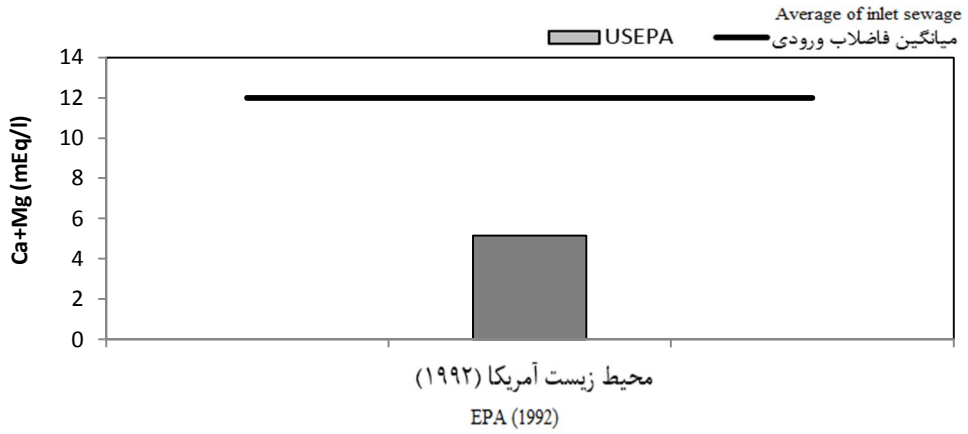
شکل ۹- مقایسه غلظت سدیم فاضلاب دانشگاه شهرکرد با استاندارد برخی سازمان‌ها.

Figure 9. Comparison of Shahrekord University wastewater sodium concentration with the standard of some organizations.

مطابق شکل ۱۰، مقدار مجموع کلسیم و منیزیم موجود در فاضلاب شهری دانشگاه شهرکرد از مقدار مجاز آن برای استفاده در آبیاری طبق استاندارد سازمان محیط‌زیست آمریکا بیش‌تر می‌باشد. لازم به ذکر است سایر سازمان‌ها برای این پارامتر مقداری اعلام نکرده‌اند. البته سازمان محیط‌زیست ایران تنها برای پارامتر منیزیم مقدار ۸ میلی‌اکی‌والان بر لیتر را اعلام کرده است.

www.SID.ir

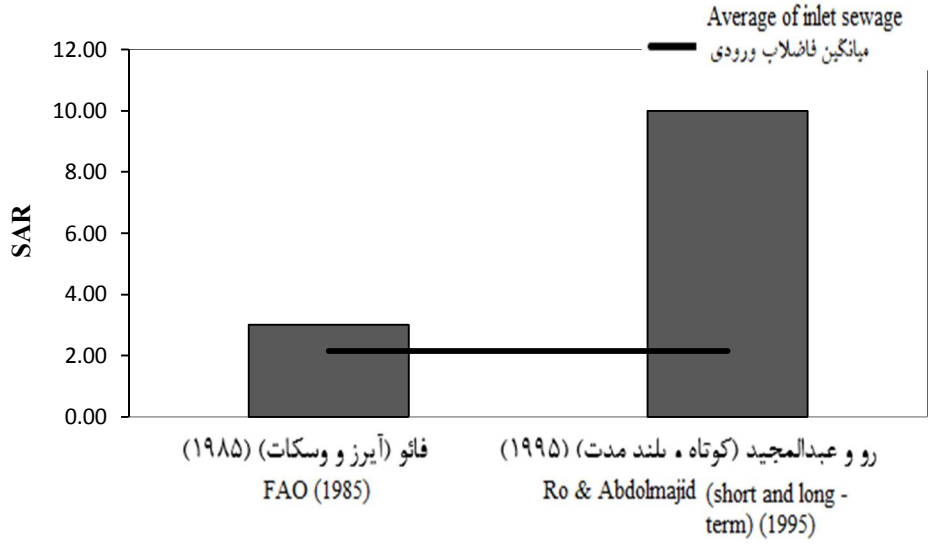
Archive of SID



شکل ۱۰- مقایسه غلظت مجموع کلسیم و منیزیم فاضلاب دانشگاه شهرکرد با استاندارد برخی سازمان‌ها.

Figure 10. Comparison of total calcium and magnesium concentration in Shahrekord University wastewater with the standard of some organizations.

مطابق شکل ۱۱، مقدار پارامتر نسبت جذبی سدیم (SAR) موجود در فاضلاب شهری دانشگاه شهرکرد از مقدار مجاز آن برای استفاده در آبیاری طبق استانداردهای موجود کم‌تر می‌باشد. میزان SAR پساب تصفیه‌خانه فاضلاب شهر بهارستان در اصفهان نیز طبق بررسی هنرجو و مردیها (۲۰۱۹) ۲/۳ بود که طبق استاندارد فائو بدون محدودیت طبقه‌بندی شد (۹).



شکل ۱۱- مقایسه مقدار SAR فاضلاب دانشگاه شهرکرد با استاندارد برخی سازمان‌ها.

Figure 11. Comparison of SAR wastewater of Shahrekord University with the standard of some organizations.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این پژوهش نشان داد استفاده از ژئوتکستایل و زئولیت بر میزان نیترات در سطح یک درصد تأثیر معنی‌داری داشت به‌گونه‌ای که سبب کاهش نیترات در تمام تیمارها شد. به‌جز تیمار شن، میزان کاهش نیترات نسبت به فاضلاب ورودی، در تیمارهای

www.SID.ir

Archive of SID

مختلف با همدیگر نیز تفاوت معنی‌داری نداشتند. بنابراین چنان‌چه پساب مورداستفاده در آبیاری نیترات زیاد و بالاتر از حد مجاز داشت می‌توان قبل از کاربرد در آبیاری قطره‌ای با یکی از پالایه‌های دارای زئولیت و ژئوتکستایل آن را تصفیه نمود. در مقدار بار معلق موجود در پساب دانشگاه شهرکرد از مقدار مجاز تمامی استانداردها برای استفاده در هرگونه آبیاری بیش‌تر است. مقدار پارامتر EC نیز، به‌جز استاندارد رو و عبدالمجید، از مقدار مجاز بقیه سازمان‌ها بیش‌تر بود. البته طبق استاندارد فائو (پسکاد، ۱۹۹۲) و باکس و ناکایاما (۱۹۸۰) برای استفاده از پساب در آبیاری قطره‌ای، با قبول شرایط کیفیت متوسط برای پساب، مشکلی نداشت (۲٤ و ٤). ازنظر pH فاضلاب به‌کار برده شده طبق تمامی استانداردها در حد مجاز بود. مقدار سدیم موجود در پساب، از مقادیر اعلام‌شده توسط سازمان محیط‌زیست آمریکا و فائو بیش‌تر بود. مقدار مجموع کلسیم و منیزیم موجود در فاضلاب شهری دانشگاه شهرکرد از مقدار مجاز آن برای استفاده در آبیاری طبق استاندارد سازمان محیط‌زیست آمریکا بیش‌تر بود. مقدار نسبت جذبی سدیم (SAR) از مقدار مجاز آن برای استفاده در آبیاری طبق تمام استانداردها کم‌تر بود.

تقدیر و تشکر

از تمامی حمایت‌های مادی و معنوی دانشگاه شهرکرد به‌منظور انجام این پژوهش تشکر و قدردانی می‌گردد.

داده‌ها و اطلاعات

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد در رشته علوم و مهندسی آب بوده و مطالعات آزمایشگاهی این پژوهش در دانشگاه شهرکرد در بازه زمانی ۱۳۹۳-۱۳۹٤ انجام شد.

تعارض منافع

در این مقاله تعارض منافعی وجود ندارد و این مسأله مورد تأیید همه نویسندگان است.

مشارکت نویسندگان

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد نویسنده اول است که انجام آزمایش‌ها، جمع‌آوری داده‌ها، تجزیه‌وتحلیل و نگارش مقاله را انجام داده است. نویسنده مسئول و نویسنده سوم اساتید راهنمای پایان‌نامه بودند که در انجام پایان‌نامه، تجزیه‌وتحلیل داده‌ها کمک کردند و نویسنده چهارم در ترسیم نمودارها، تجزیه‌وتحلیل و نگارش مقاله همکاری کرد.

اصول اخلاقی

نویسندگان اصول اخلاقی را در انجام و انتشار این اثر عملی رعایت نموده‌اند و این موضوع مورد تأیید همه آن‌ها است.

حمایت مالی

پژوهش حاضر در قالب پایان‌نامه دانشجویی و با حمایت مالی دانشگاه شهرکرد انجام‌شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

1. Ansari, A. 2003. Removal of heavy elements from aqueous solutions by Iranian natural zeolite minerals. Master Thesis. Department of agriculture, Isfahan University of Technology. 145p. (In Persian)
2. Anshu, S., Jose, R., StepHen, B., and Workman, R. 2008. Runoff and drainage water quality from geotextile and gravel pads used in livestock feeding and loafing areas. Bioresource Technology. 99: 3224-3232.
3. Ayers, R.S., and Westcot, D.W. 1994. Water Quality for Agriculture, Irrigation and Drainage paper, 29 Rev 1. FAO. Rome, 174p.
4. Bucks D.A., and Nakayama F.S. 1980. Injection of fertilizer and other chemicals for drip irrigation. Technical conference Proceedings-Irrigation Association. Houston, Texas. USA. Silver Spring, Maryland. pp. 166-180.
5. Cakmakci, T., and Sahin, U. 2021. Productivity and heavy metal pollution management in a silage maize field with reduced recycled wastewater applications with different irrigation method. J. of Environmental Management. 291: 112602.
6. Ehsangar, M., Charm, M., and Farokhiyan Firozabadi, A. 2013. Investigation of the possibility of adsorption of nitrate in Ahvaz municipal wastewater by columns of zeolite, activated carbon and sand. Iranian National Conference on Environmental Research. 31 October. Shahid Mofateh College of Hamadan. (In Persian)
7. Gedik, K., and Imamoglu, I. 2008. Removal of cadmium from aqueous solutions using clinoptilolite, Influence of pretreatment and regeneration. J. of Hazardous Materials. 155: 385-392.
8. Ghasemi, A.A., and Danesh, S.H. 2012. Application of Wastewater Treatment Plants' Effluent in Agriculture and Evaluation of Potential Impacts on Soil and Crops. JWSS. 16: 61. 109-124. (In Persian)
9. Honarjoo, N., and Mardiha, A. 2019. Possibility of Applying Municipal Wastewater of Baharestan City to Remediate Saline and Sodic Soils of Margh Plain of Isfahan. J. of Geography and Environmental Planning. 30: 2. 1-15. (In Persian)
10. Jahan, I., Wood, M., Lake, C.B., and Gagnon, G.A. 2018. Using a geotextile with flocculated filter backwash water and its impact on aluminum concentrations. Geotextiles and Geomembranes. 46: 6. 759-769.
11. Kaboosi, K. 2015. The Assessment of Medium- term Application of Treated Wastewater on Soil Physical and Chemical Properties (Case Study: Bandargaz Wastewater Treatment Plant). J. of Land Management. 2: 2. 95-110. (In Persian)
12. Mahdavi, A., Liaghat, A.M., and Sheikh Mohammadi, Y. 2011. Nitrate removal from agricultural wastewater using modified zeolite. Iranian J. of Water Research. 8: 117-124. (In Persian)
13. Malekian, R., Heidarpour, M., Mostafazadeh-Fard, B., and Abedi Koupai, J. 2008. Effect of surface and subsurface irrigation with treated wastewater on bermudagrass properties. J. of Agricultural Sciences and Natural Resources. 15: 4. 248-257. (In Persian)
14. Malekian, R., Abedi-Kuopai, J., and Eslamian, S.S. 2011. Influences of clinoptilolite and surfactant-modified Clinoptilolite zeolite on nitrate leaching and plant growth. J. of Hazardous Materials. 185: 970-976.
15. Mateju, V., Cizinska, S., Krejei, J., and Janoch, T. 1992. Biological water denitrification, a review. Enzyme Microbial Technology. 14: 170-18.
16. Ministry of Energy. 2010. Environmental criteria for the reuse of returned water and wastewater. pp. 135-535. (In Persian)
17. Misaelides, P. 2011. Application of natural zeolites in environmental remediation, a short review. Microporous and Mesoporous Materials. pp. 144-15l.
18. Mohammadi, P., Siyahi, M.K., Naseri, M., Liaghat, A.M., Adl, M., Ehteshami, M., Ashrafi, A., Ghodosi, F., and

www.SID.ir

Archive of SID

Zarankabi, M.R. 2010. A review of standards and experiences of using wastewater for irrigation. Iranian National Committee on Irrigation and Drainage publication. 45p. (In Persian)

19. Naeej, O.B., Mohseni Bandpi, A., Jonidi Jafari, A., Esrafili, A., and Rezaei Kalantary, R. 2012. Removal of Nitrate from Water using Supported Zero-Valent Nano Iron on Zeolite. Iranian J. of Health and Environment. 5: 3. 343-354. (In Persian)
20. Najafi, P., Mousavi, S.F., and Feizi, M. 2006. Effect of using subsurface drip in irrigation of tomato and eggplant with treated municipal wastewater. J. of Soil and Water Sciences. 20: 1. 155-163. (In Persian)
21. National Committee for Irrigation and Drainage of Iran. 2002. Use of saline water in sustainable agriculture. Publications of the National Committee for Irrigation and Drainage of Iran, Publication Number, 69: 224. (In Persian)
22. Nazem, Z., Tabatabaei, S.H., Hosseinpur, A., Najafi, P., and Ghobadinia, M. 2021. Effect of drip and surface irrigation systems on contaminant transport in a soil affected by cracking pathway. Water and Soil Conservation. 28: 1. 219-236. (In Persian)
23. Oron, G. 1999. Wastewater treatment, renovation and reuse for agricultural irrigation in small communities. Agricultural Water Management. 38: 223-234.
24. Pescod, M.B. 1992. Wastewater treatment and use in agriculture. FAO, Irrigation and Drainage Paper 47, 113p.
25. President deputy strategic planning and control. 2010. Environmental criteria for the reuse of wastewater and sewage. No 535. 155p. (In Persian)
26. Rahimi, H., Ghobadinia, M., and Ahmadi, H. 2004. Application of geosynthetic materials as drainage under canal cover. Workshop of Drainage system under canal cover. Iranian National Committee on Irrigation and Drainage (IRNCID) publication. No. 93: 113-134. (In Persian)
27. Safare, S., and Mozaffari, J. 2017. Laboratory investigation on Perlite, Zeolite and resin effects on reducing wastewater nitrate and phosphate for agricultural use; Case study wastewater in Mahallat city. J. of irrigation and water engineering. 7: 2. 112-126. (In Persian)
28. Sirouspour, S., Parvizi, M., Parvin Nia, M., and Shokrollahi, A. 2017. The elimination of nitrate from urban storm runoffs by multi-filters process. Water and Soil Conservation. 24: 1. 85-101. (In Persian)
29. Soleimani, M., Ansari, A., Haj Abassi, M., and Abedi, J. 2008. Investigation of Nitrate and Ammonium Removal from Groundwater by Mineral Filters. 19: 3. 18-26. (In Persian)
30. Tabatabaei, S.H., and Najafi, P. 2009. Effects of irrigation with treated municipal wastewater on soil properties in arid and semi - arid regions. Irrigation and Drainage. 58: 551-560.
31. Tabatabaei, S.H., Nourmahnad, N., Kermani, S.G., Tabatabaei, S.A., Najafi, P., and Heidarpour, M. 2020. Urban wastewater reuse in agriculture for irrigation in arid and semi-arid regions-A review. International J. of Recycling of Organic Waste in Agriculture. 9: 2. 193-220. (https://dx.doi.org/ 10. 30486/ijrowa.2020.671672)
32. Tabatabaei, S.H., Mousavi, S.M., Mirlatifi, S.M., Sharifnia, R.S., and Pessarakli, M. 2017. Effects of municipal wastewater on soil chemical properties in cultivating turfgrass using subsurface drip irrigation. Journal of Plant Nutrition. 40: 8. 1133-1142. (https://doi.org/10.1080/01904167.2016. 1264422)
33. Wen, J., Dong, H., and Zeng, G. 2018. Application of zeolite in removing salinity/sodicity from wastewater: a review of mechanisms, challenges and opportunities. Journal of Cleaner Production. 197: 1435-1446.

www.SID.ir

Arc

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Research Full Paper

J. of Water and Soil Conservation, Vol. 28(2), 2021
http://jwsc.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/jwsc.2021.19350.3482

Use of sand-zeolite-geotextile in order to reduce the nitrate from wastewater and compare its quality with standards

H. Shirvaniichi[1], S.H. Tabatabaei[*2], M. Ghobadinia[3] and N. Nourmahnad[4]
[1]Former M.Sc. Student, Dept. of Water Engineering, Shahrekord University, Shahrekord, Iran,
[2]Associate Prof., Dept. of Water Engineering, Shahrekord University, Shahrekord, Iran,
[3]Assistant Prof., Dept. of Water Engineering, Shahrekord University, Shahrekord, Iran,
[4]Assistant Prof., Dept. of Agriculture, Payame Noor University, Tehran, Iran
Received: 07.24.2021; Accepted: 09.22.2021

Abstract

Background and Objectives: In drip irrigation systems, the low surface reactivity of the sand filter for physical-chemical treatment led to the use of other filter media that increase the retention capacity of wastewater contaminants along with the sand. The purpose of this study was firstly to compare the application of sand and geotextile with zeolite in filters to reduce nitrate pollution in wastewater and secondly to compare the quality parameters of Shahrekord University effluent with international standards.

Materials and Methods: This research was conducted at Shahrekord University in 2014-2015. The wastewater used in this project was prepared from an observation well located near the east door of Shahrekord University. In order to investigate the nitrate status, a factorial experiment was performed in a completely randomized design with three replications. Treatments include control treatment Ctrl (sand without application of zeolite), geotextile without application of zeolite (J), sand-geotextile without application of zeolite (SJ), sand with zeolite (SZ), geotextile with zeolite (JZ), and geotextile sand with zeolite (JSZ). The treatments were poured into cylindrical columns made of PVC tubes. Inlet effluent nitrate and wastewater were measured with a spectrophotometer. The total suspended solid, EC, pH, sodium, calcium and magnesium in the effluent were determined and compared with the standards. Statistical analysis was performed using SAS software.

Results: The results showed that the filters had a significant effect on the effluent nitrate passed from the columns ($P<0.01$). JZ, SJZ, and SZ treatments showed the highest nitrate reduction with 57, 55, and 52%, respectively. Sand treatment did not affect nitrate as expected. Measurements showed that the amount of nitrate in Shahrekord University effluent for irrigation was less than the allowable amount of some organizations, but was not suitable for irrigation according to the FAO standard. Also, the amount of EC (1.02 dS/m) and suspended solid (109.6 mg/L) was too much for irrigation according to most standards, but the pH and SAR of the effluent were sufficient to be used for irrigation. The minimum and maximum pH values were 7.2 and 8.03, respectively, which were lower than the maximum value of all standards. The measured SAR of the effluent entering the filters was 2.14, which was allowed according to the standards in terms of application in irrigation.

* Corresponding Author; Email: tabatabaei@sku.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

Conclusion: This study showed that sand filters alone did not affect the amount of suspended load in the effluent, but using geotextiles and zeolite in sand filters can reduce nitrate pollution from effluent. The amount of sodium, and total calcium and magnesium in the effluent was higher than the allowable amount for use in irrigation according to the standards of the US Environmental Protection Agency. But the amount of sodium absorption ratio was less than the allowable amount for use in irrigation according to all standards.

Keywords: Filter, Irrigation, Pollution, Suspended solid

www.SID.ir