بررسی آزمایشگاهی اثر پرلیت، زئولیت و رزین بر کاهش نیترات و فسفات پساب برای استفاده در کشاورزی؛ مطالعه موردی پساب شهر محلات

احسان صفری[۱]، جواد مظفری[۲]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۱/۲۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۸/۱۲

چکیده

با توجه به محدودبودن منابع آب و خشکسالی‌های اخیر و برداشتهای بی‌رویه و غیر اصولی از منابع آب‌های زیرزمینی، اهمیت استفاده از پساب به عنوان منبعی دائمی، قابل اطمینان و به صرفه جهت تامین آب و حفظ محیط زیست و منابع آبی موجود، بیش از پیش آشکار می گردد. در این راستا استفاده از فیلترها و جاذب‌های طبیعی نظیر زئولیت‌ها، پرلیت و رزین‌های آنیونی برای بهبود ویژگی‌های پساب مورد بررسی قرار گرفت. این پژوهش در ۱۸ ستون PVC به منظور بررسی اثر فیلترهای ترکیبی، شامل زئولیت اصلاح شده، پرلیت و رزین‌های آنیونی در کاهش آلودگی پساب خروجی انجام شد. آزمایش‌ها شامل دو فاکتور روش کاربرد فیلتر ترکیبی (لایه‌ای و مخلوط) و درصد وزنی ذرات به کار رفته در فیلتر و در مجموع ۹ تیمار با دو تکرار انجام گردید. تزریق پساب به داخل خاک به طریق غرقابی و ۱۰ مرتبه با تناوب هفتگی تکرارگردید. اندازه‌گیری‌های نیترات و فسفات زه‌آب خروجی از ستون‌های آزمایش در آزمایشگاه صورت گرفت. نتایج نشان داد کاربرد فیلتر ترکیبی لایه‌ای بیشترین تاثیر را در کاهش نیترات و به طور میانگین تا ۴۸ درصد دارد و بعد از آن فیلتر مخلوط تا ۴۱ درصد سبب کاهش نیترات می‌شود. همچنین فیلتر ترکیبی لایه‌ای و مخلوط به طور میانگین تا ۴۶ درصد سبب کاهش فسفات می‌گردند.

واژه‌های کلیدی: پساب، فیلتر، ستون‌های آزمایشی، دور آبیاری.

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی دانشگاه اراک_ اراک، خیابان شریعتی، ۰۹۱۸۸۶۶۷۴۹۵، ehsansafare85@yahoo.com

[۲]استادیار، دکتری سازه های آبی، هیات علمی، گروه علوم و مهندسی آب دانشگاه اراک، اراک، ایران. تلفن: ۰۸۶۳۲۷۷۷۴۰۱، Javad_370@yahoo.com (مسئول مکاتبه)

مقدمه

ایران به عنوان یکی از کشورهای خاورمیانه با کاهش منابع آب تجدید شونده مواجه بوده و در حال حاضر در سطح کشور، به ویژه در حواشی شهرهای بزرگ و مراکز استان‌ها، مناطق وسیعی با پساب‌ها و آب‌های برگشتی آبیاری می‌شوند. پساب‌ها حاوی ترکیبات آلی، نمک‌های محلول، عناصر ضروری برای گیاهان و مواد سمی شامل فلزات سنگین و پاتوژن‌ها می‌باشند. در بیشتر مواقع استفاده از پساب‌ها غیر اصولی بوده و برای کشت سبزیجات و صیفی‌جات به کار رفته و موجب آلودگی محیط زیست، تجمع آلودگی در خاک و انتقال آن به محصولات تولیدی شده است. پیش‌بینی می‌شود که در سال ۱۴۰۰ بیش از ۱۰ میلیارد متر مکعب آب در سال در بخش شرب شهری و روستایی و صنعت مصرف خواهد شد. با فرض ۶۰ تا ۷۰ درصد ضریب بازیافت این مصارف، حدود ۶ تا ۷ میلیارد متر مکعب آب در سال قابل استفاده مجدد بوده و می‌تواند به طور مستقیم ظرفیت تامین آب کشور برای مصارف کشاورزی و صنعت را افزایش دهد. یکی از مهمترین موارد استفادهٔ پساب‌ها کاربرد در آبیاری محصولات کشاورزی است. باید توجه داشت که شرط استفاده موفقیت آمیز از پساب در کشاورزی، در نظر گرفتن اثرات آن بر محیط زیست و محصولات کشاورزی می‌باشد، در غیر این صورت آسیب‌های جدی به طبیعت و جوامع انسانی وارد خواهد آمد. از جمله آلودگی‌های موجود در پساب‌ها میتوان به نیترات اشاره نمود. پساب‌های شهری دارای منابع غنی نیترات هستند زیرا بدن انسان ها به میزان زیادی نیترات دفع می کند (Ericson et al., 2002). یکی از موادی که به منظور جذب نیترات مورد توجه قرار گرفته‌اند، زئولیت‌ها می‌باشند (حسینی ابری و همکاران ۱۳۸۶). ناظم (۱۳۸۶) بیان کرد که با افزایش دور آبیاری غلظت کاتیون هاو آنیون ها همراه با زه آب خروجی از ستون‌های خاک مخلوط با زئولیت،پرلیت و رزین افزایش یافت. وضعیتی از خاک که باعث افزایش نگهداشت یون‌های آمونیوم و نیترات می‌شود از شدت این مشکل می‌کاهد. زئولیت‌های طبیعی که دارای ظرفیت تبادل یونی بالائی می‌باشند، ممکن است جهت جذب آمونیم و به تعویق انداختن آبشوئی اضافی نیترات به کار برده شوند (صادقی لاری، ۱۳۸۹). مهدوی مزده و همکاران (۱۳۹۰) بیان کردند که زئولیت اصلاح شده توسط هگزا دسیل تری متیل آمونیوم بروماید راندمان جذب (NO_3-N) بالائی داشت و در غلظت ۱۰ میلی‌گرم در لیتر (NO_3-N) تا ۷۹,۷ درصد جذب را نشان داد در حالی که زئولیت اصلاح نشده فقط ۱۶ درصد جذب (NO_3-N) را نشان داد.

Ibrahim et al. (2010) در تحقیقات خود به این نتیجه رسیدند که زئولیت ها قادر به جذب عناصر سنگین مانند نیکل، سرب، روی و کادمیوم هستند. از زئولیت‌ها در رفع آلودگی مواد رادیواکتیو در حادثه نیروگاه هسته‌ای تری مایل- ایلند آمریکا در سال ۱۹۷۹ استفاده شد (صمدی و همکاران۱۳۹۰). هدف اصلی این پژوهش، بررسی تغییرات نیترات و فسفات تصفیه خانه شهرمحلات پس از عبور از ستون حاوی خاک، ذرات پرلیت، زئولیت و رزین‌های آنیونی به منظور استفاده در کشاورزی می‌باشد.

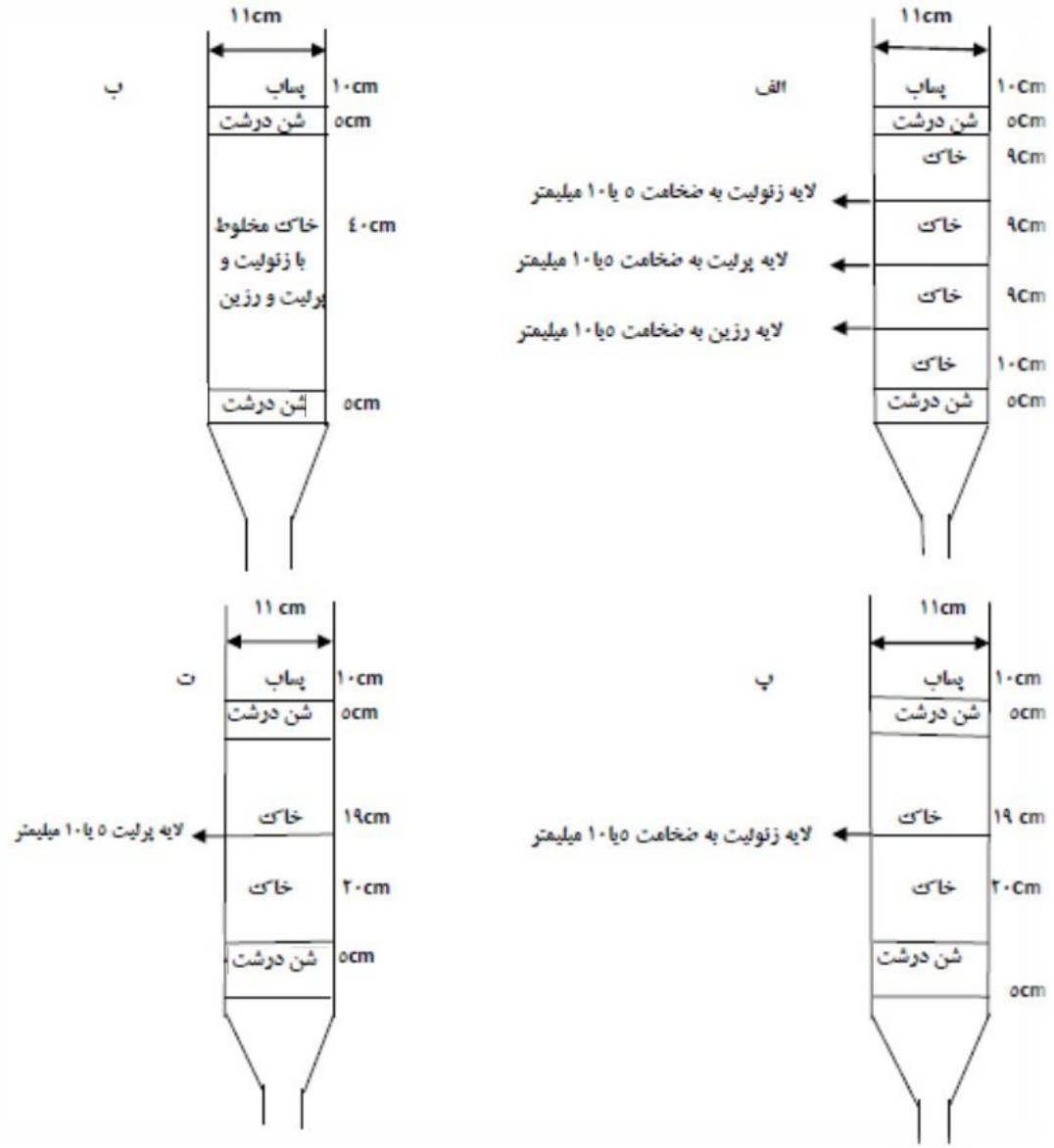
مواد و روش‌ها

خاک استفاده شده در این تحقیق از محدوده تصفیه خانه محلات تهیه شد . خاک مورد نظر از چندین قسمت واقع در یک قطعه ۳ هکتاری برداشته شد و بعد از آوردن به محیط سرپوشیده در هوای آزاد خشک و سپس با هم مخلوط شد. ۸۷ درصد بافت سطحی اراضی محدوده مورد مطالعه، بافتی سنگین و مابقی بافتی متوسط دارد. مشخصات خاک مورد استفاده در جدول (۱) آمده است.

جدول (۱): مشخصات فیزیکی خاک استفاده شده در آزمایش

عمق نمونه	رس	سیلت	شن	جرم ویژه ظاهری (gr/cm^3)	قابلیت نفوذ (cm/h)	درصد خلل و فرج	بافت خاک
۲۵-۰	۳۰,۶	۳۸,۴	۳۱	۱,۴۷	۳,۳	۴۴,۳۲	Cl
۵۵-۲۵	۳۲,۶	۳۴,۴	۳۳	۱,۵۹	۱,۹۶	۳۹,۰۸	Cl
۸۵-۵۵	۲۶,۶	۳۶,۴	۳۷	۱,۶۸	۲,۵۶	۳۶,۳۶	L
۱۲۵-۸۵	۳۹,۶	۴۹,۴	۱۱	۱,۷۲	۱,۷۷	۳۴,۶	Si.c.l

نتایج پژوهش طباطبائی و همکاران (۱۳۹۰) و طاهری سودجانی (۱۳۹۱) نشان داد که استفاده از زئولیت طبیعی موجب کاهش نفوذپذیری و افزایش SAR زه‌آب خروجی می‌شود که استفاده از آن را با محدودیت مواجه می کند، لذا برای رفع دو مشکل فوق زئولیت با استفاده از اسیدکلریدریک و کلرید کلسیم اصلاح گردید. جهت اصلاح زئولیت مقدار یک گرم نمک کلریدکلسیم درون اسید کلریدریک یک نرمال ریخته شد و سپس به محلول حاضر ده گرم زئولیت اضافه گردید به طوری که نسبت فاز جامد به محلول ۱:۱۰ بود. محلول مورد نظر به مدت ۲۴ ساعت روی شیکر قرار داده شد. جهت خارج ساختن اسیدهای باقی مانده محلول فوق با آب مقطر شست شو و از کاغذ صافی عبور داده شد و به صورت متوالی PH آن اندازه‌گیری گردید تا به مقدار ثابتی برسد و پس از آن در ظروف پلی اتیلنی و در هوای آزاد، خشک شد. پرلیت استفاده شده در آزمایش از نوع شکری سفید رنگ تولید کارخانه تبریز می‌باشد و رزین استفاده شده در آزمایش رزین آردی دارچینی رنگ ساخت کارخانه شیراز می‌باشد. با توجه به پژوهش طاهری سودجانی (۱۳۹۱) ذرات کوچکتر زئولیت کارایی بهتری نسبت به ذرات با اندازه بزرگ‌تر داشتند. بنابراین برای این پژوهش ذرات زئولیت، پرلیت و رزین از الک ۶۳ میکرون عبور داده و از مواد فوق در اندازه کوچکتر از ۶۳ میکرون استفاده شد. برای جلوگیری از خروج ذرات خاک از کف ستون‌ها از فیلتر استفاده شد. انتخاب فیلتر به روش USBR انجام گرفت به این صورت که بعد از تعیین D60 از روی منحنی دانه بندی خاک, حد بالا و پائین فیلتر با توجه به استاندارد USBR تعیین شد (USBR, 1987). واحدهای آزمایشی در داخل ۱۸ ستون استوانه‌ای از جنس لوله پی وی سی ۱۱۰میلیمتری به قطر داخلی ۱۰,۵ سانتی متر و با ارتفاع ۶۰ سانتی‌متر پیاده شد. شکل ۱ شمایی از تیمارها و شکل ۲ تیمارها را در آزمایشگاه نشان می‌دهد.



شکل (۱): الف)روش لایه ای با زئولیت،پرلیت،رزین ، ب)روش مخلوط با زئولیت،پرلیت،رزین، پ) روش لایه ای با زئولیت و پ)روش لایه ای با پرلیت

شکل(۲): تیمارها در آزمایشگاه

پنج سانتی‌متر کف هر ستون با استفاده از فیلتر شنی برای جلوگیری از خروج ذرات خاک پر شد. روی فیلتر شنی تا ارتفاع ۴۰ سانتی‌متر از خاک یا ترکیب خاک زئولیت اصلاح شده و پرلیت و رزین آنیونی به صورت مخلوط و یا به صورت لایه‌ای پر شد. برای پر کردن ستون آزمایشی لایه‌ای مشابه ستون مخلوط عمل می‌شود با این تفاوت که همان میزان زئولیت و پرلیت و رزین به صورت لایه به لایه با درصد یکسان داخل ستون ریخته می‌شود. سپس برای جلوگیری از بهم خوردن سطح خاک، لایه‌ای از شن درشت به ارتفاع ۵ سانتی‌متر داخل هر لوله ریخته شد. بدین ترتیب ۱۰ سانتی‌متر از بالای هر لوله برای آبیاری ستون خاک باقی می‌ماند. برای جلوگیری از حرکت جانبی آب به طرف پائین ستون‌ها قسمت داخلی ستون‌ها با استفاده از گریس پوشانده شد. به منظور انسداد بخش انتهائی ستون‌ها و در عین حال برقراری امکان خروج آب، از توری فلزی با قطر روزنه‌های یک میلی‌متر استفاده شد. در ابتدا تمام ستون‌های آزمایشی با استفاده از آب معمولی آبیاری می‌شود. حجم پساب به کار برده شده در سه آبیاری اول، n)۱،۵nv تخلخل ستون خاک و v حجم کل ستون خاک) صورت گرفت تا خاک نشت خود را داشته باشد سپس در سه دور آبیاری بعدی به میزان nv (حجم فضای خالی موجود در خاک پرشده در ستون ها) با روش غرقابی بر مبنای دور ثابت ۷ روز به تعداد ۶ دور آبیاری شدند. این آزمایش مشتمل بر ۹ تیمار و۲ تکرار بود. هر یک از تیمارها با علامت اختصاری sh، M2، M4، Lzpr2، Lzpr4، Lz2، Lz4، Lp2، Lp4 نمایش داده شده است و اندیس‌ها به صورت زیر تعریف شدند: sh بیانگر ستون شاهد، M بیانگرستون مخلوط با خاک، L بیانگرستون لایه‌ای در خاک، z زئولیت، p پرلیت وr رزین و ۲ و ۴ درصد وزنی زئولیت، پرلیت و رزین می‌باشد که در جدول ۲ آمده است.

جدول(۲): مشخصات تیمارها[۱]

تیمار	روش کاربرد	خاک (گرم)	درصد وزنی زئولیت،پرلیت،رزین
Sh		۳۷۰۰	
M2	مخلوط زئولیت،پرلیت،رزین با خاک	۳۶۲۵	٪۲
M4	مخلوط زئولیت،پرلیت،رزین با خاک	۳۵۵۰	٪۴
Lzpr2	لایه زئولیت،پرلیت،رزین به ضخامت۵ میلی متر	۳۶۲۵	٪۲
Lzpr4	لایه زئولیت،پرلیت،رزین به ضخامت۱۰ میلی متر	۳۵۵۰	٪۴
Lz2	لایه زئولیت، به ضخامت۵ میلی متر	۳۶۷۵	٪۲
Lz4	لایه زئولیت، به ضخامت۱۰ میلی متر	۳۶۵۰	٪۴
Lp2	لایه پرلیت، به ضخامت۵ میلی متر	۳۶۷۵	٪۲
Lp4	لایه پرلیت، به ضخامت۱۰ میلی متر	۳۶۵۰	٪۴

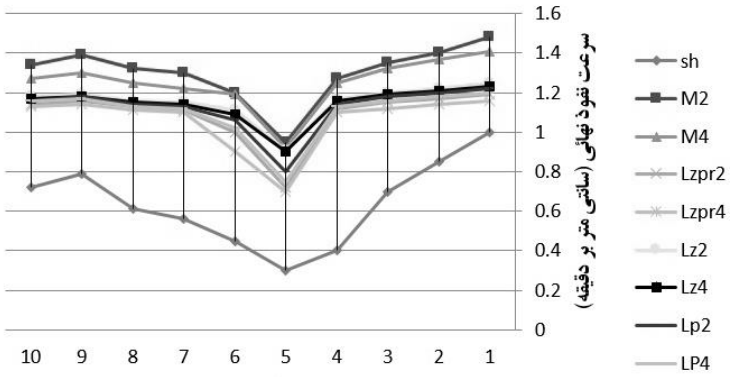
[۱] ۲درصد وزنی شامل ۲۵ گرم زئولیت ،۲۵ گرم پرلیت و ۲۵ گرم رزین و ۴ درصد وزنی شامل ۵۰ گرم زئولیت ،۵۰گرم پرلیت و ۵۰ گرم رزین

طرح آماری در قالب طرح کاملا تصادفی با دو فاکتور اجرا گردید. فاکتور اول، روش کاربرد زئولیت اصلاح شده، پرلیت و رزین در دو سطح لایه‌ای و مخلوط و فاکتور دوم درصد مواد زئولیت اصلاح شده، پرلیت و رزین در دو سطح ۲ و ۴ درصد وزنی می‌باشد. برای اندازه‌گیری مولفه‌های شیمیائی پساب خروجی از ستون‌ها ۱۰ مرتبه تزریق پساب با تناوب هفتگی صورت گرفت و در هر بار تزریق نفوذ اندازه‌گیری و از پساب خروجی ۲ مرتبه نمونه برداشت شد. جمع آوری زه آب خروجی از ستون‌های خاک پس از گذشت ۲۴ ساعت از زمان آبیاری انجام شد. پس از دور نهم یک آبشوئی صورت گرفت. سپس نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل شده و اندازه‌گیری نیترات و فسفات خروجی انجام گردید.

نتایج و بحث

بررسی تغییرات نفوذ طی دوره آزمایش

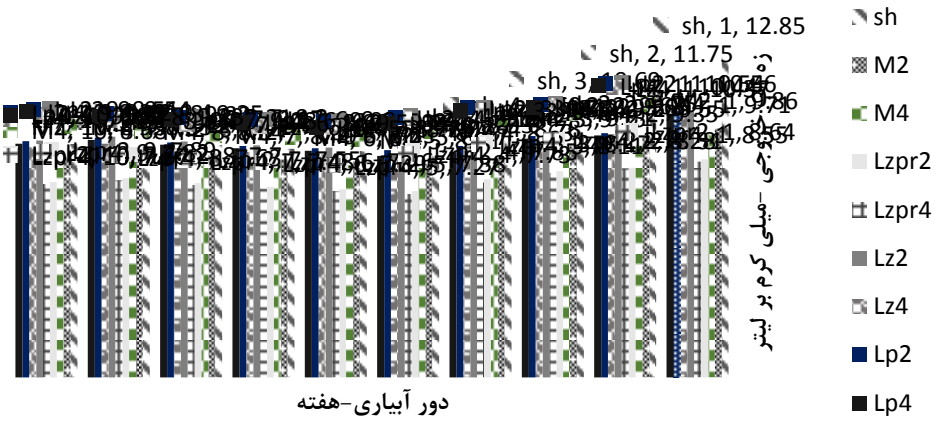
شکل۳، سرعت نفوذ اندازه‌گیری شده در مراحل تزریق آب را نشان می‌دهد. با توجه به شکل مذکور در مرحله اول تا پنجم به علت بالا بودن میزان مواد جامد معلق پساب و وجود لایه‌های فیلتر در خاک شدت نفوذ کاهش یافته اما از این مرحله به بعد با اشباع شدن فیلتر به تدریج افزایش نسبی نفوذ در تمام تیمارها مشاهده شد که با نتایج طباطبائی و همکاران (۱۳۹۱) و قبادی‌نیا و همکاران(۱۳۹۲) مبنی بر بهبود سرعت نفوذ در استفاده از پساب مطابقت داشت. بیشترین و کمترین سرعت نفوذ به ترتیب متعلق به تیمارهای به روش مخلوط با دو درصد وزنی و روش لایه ای با ۴ درصد وزنی به مقدار ۱/۴۸ و ۱/۰۶ سانتی متر بر دقیقه می‌باشد. همانگونه که در شکل ۲ مشاهده می شود اختلاف معنی داری بین کاربرد فیلتر ترکیبی در سطح و یا در وسط خاک وجود ندارد و اختلاف بین تیمارهای مخلوط و لایه‌ای زیاد نمی باشد.



شکل (۳): سرعت نفوذ اندازه گیری شده در مراحل تزریق پساب

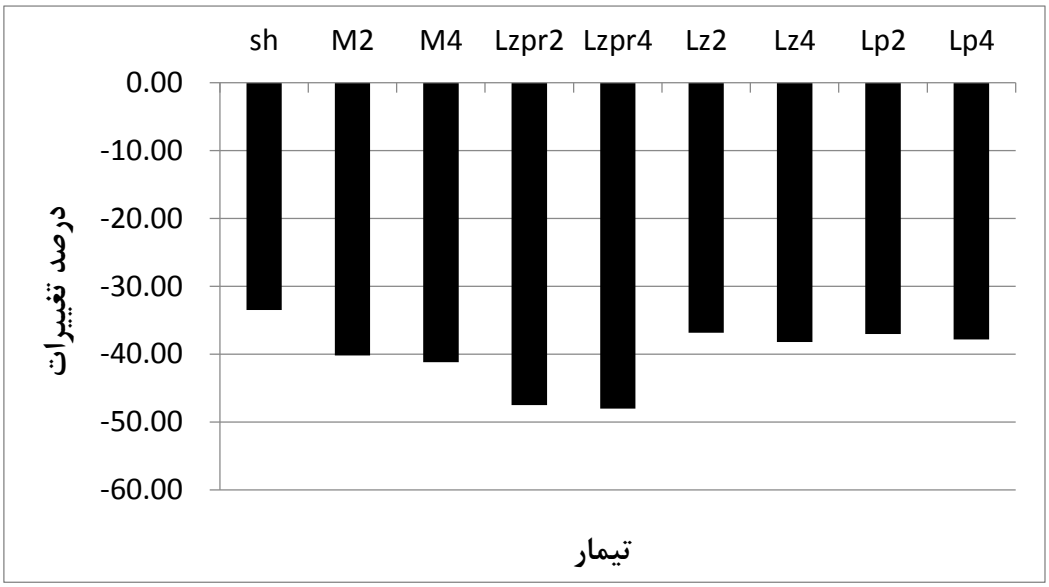
بررسی تغییرات نیترات زه آب خروجی

با توجه به شکل ۴، میزان نیترات زه آب خروجی در کلیه ستون‌های آزمایشی کمتر از میزان ورودی است. قابل ذکر است که میزان نیترات ورودی برابر با ۱۵ میلی‌گرم در لیتر است. همچنین میزان نیترات زه آب خروجی از ستون شاهد در کلیه آبیاری‌ها بیشتر از ستون‌های دارای زئولیت، پرلیت و رزین بوده و از دور پنجم با افزایش دور آبیاری میزان نیترات خروجی در این ستون مجددا افزایش یافته است .



شکل (۴): نیترات زه آب خروجی در دوره‌های مختلف

با توجه به شکل ۵، همواره میانگین نیترات زه آب خروجی در کلیه تیمارها کمتر از میزان نیترات ورودی (۱۵ میلی گرم در لیتر) است. تیمار Lzpr4 و sh به ترتیب با تغییرات ۴۸/۰۵ و ۳۳/۵ درصد بیشترین و کمترین تاثیر را برای حذف نیترات پساب در بین کلیه تیمارها داشتند. جدول ۳، تجزیه واریانس درصد تغییرات در کل دوره را نشان می‌دهد. مطابق جدول اثر تیمارها در کلیه دوره‌های آبیاری در سطح یک درصد معنی دار بود.



شکل (۵): مقایسه درصد میانگین نیترات زه آب خروجی در کلیه تیمارها

جدول (۳): تجزیه واریانس درصد تغییرات پساب بدون حضور تیمار

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	معنی داری
روش کاربرد زئولیت ،پرلیت ،رزین	۱	۱۷۳۹.۰۲	۸۵۴.۴۸	<۰,۰۰۰۱
نوع مواد	۲	۶۷۲۸.۳۲	۱۷۹۳.۹۳	<۰,۰۰۰۱
درصد مواد استفاده شده	۱	۱۲۴۷.۰۲	۲۸۷۰.۱۱	<۰,۰۰۰۱
روش کاربرد*نوع مواد استفاده شده	۳	۵۴.۲۳	۳۵.۴۳	<۰,۰۰۰۱
روش کاربرد*درصد مواد استفاده شده	۳	۲۳۴,۲۱	۴۴۰.۲۳	<۰,۰۰۰۱
نوع مواد استفاده شده*درصد مواد استفاده شده	۳	۱۱۳.۸۳	۲۴۶.۵۲	<۰,۰۰۰۱
خطا		۱.۸۷		

همانطور که در جدول ۴، مشاهده می‌شود، ستون‌های مخلوط و لایه‌ای نسبت به ستون شاهد میزان آبشوئی نیترات را کاهش دادند. بنابراین استفاده از زئولیت، پرلیت و رزین در هر دو شکل مخلوط و لایه‌ای توانائی جذب نیترات توسط خاک را افزایش داده و در فصل رشد گیاه باعث کاهش نیاز به کود نیتراته خواهد شد و در اثر آن از آلودگی آبهای زیرزمینی جلوگیری می شود. حسینی ابری و همکاران (۱۳۸۶) و صادقی لاری و همکاران (۱۳۸۹) نتایج مشابه ای در این زمینه گرفتند. تغییرات نیترات در روش زئولیت، پرلیت و رزین به صورت لایه‌ای بیشتر از روش مخلوط است. وجود لایه زئولیت، پرلیت و رزین باعث کاهش سرعت نفوذ پساب به داخل خاک شده و در نتیجه زمان ماند نیترات داخل خاک افزایش یافته

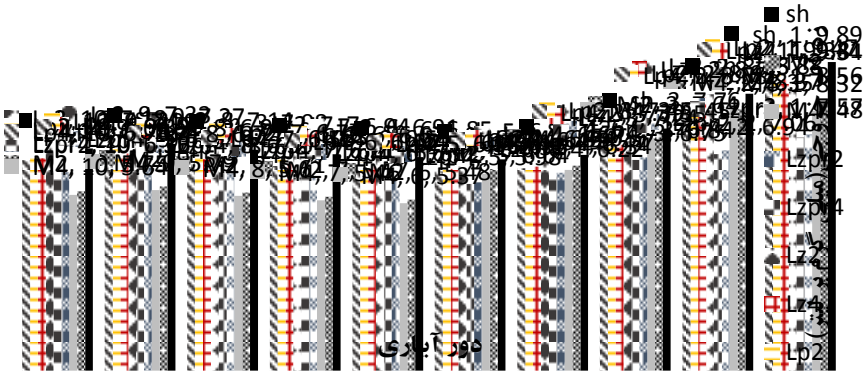
است و همین امر باعث کاهش آبشوئی نیترات شده است. همانطور که مشاهده شد با آبشوئی ستون‌های آزمایشی در دور نهم میزان نیترات زه آب خروجی در دور دهم دوباره کاهش یافت. میزان آبشوئی نیترات از دور ششم به بعد در هر دو ستون مخلوط و لایه ای افزایش یافته است و میزان این افزایش در ستون مخلوط بیشتراز لایه‌ای است. همانطور که مشاهده شد با آبشوئی ستون‌های آزمایشی در دور نهم میزان نیترات زه آب خروجی در دور دهم دوباره کاهش یافت.

جدول(۴): مقایسه میانگین و درصد تغییرات نیترات در ستون های آزمایش

روش کاربرد	اثر متقابل روش کاربرد و دور آبیاری						
درصد تغییرات	اول دور	دوم دور	چهارم دور	هفتم دور	دور نهم	هم دور	میانگین
sh	-۱۴/۳۳	-۲۱,۶۷	-۳۵,۴۰	-۳۹,۶۰	-۳۷,۳۳	-۳۸,۳۳	-۳۳,۵۰
M2	-۳۴,۲۷	-۳۶,۳۳	-۴۱,۴۷	-۴۲,۴۰	-۴۰,۱۳	-۴۱,۱۳	-۴۰,۲۳
M4	-۳۵,۲۷	-۳۷,۶۷	-۴۲,۴۷	-۴۳,۴۰	-۴۱,۱۳	-۴۲,۱۳	-۴۱,۲۱
Lzpr2	-۴۲,۴۰	-۴۴,۶	-۴۷,۶۷	-۴۹,۶۷	-۴۷,۴۰	-۴۸,۴۰	-۴۷,۵۴
Lzpr4	-۴۳	-۴۴,۸۰	-۴۸,۴۷	-۵۰,۱۳	-۴۷,۷	-۴۸,۸۷	-۴۸,۰۵
Lz2	-۲۹,۶	-۳۵	-۳۸,۴	-۳۸,۶۷	-۳۶,۴۰	-۳۷,۴۰	-۳۶,۸۳
Lz4	-۳۰,۸۷	-۳۵,۶۷	-۳۹	-۴۰,۴۷	-۳۸,۲۰	-۳۹,۲۰	-۳۸,۲۵
Lp2	-۲۹,۷۳	-۳۵,۴۷	-۳۸,۸	-۳۸,۸۷	-۳۶,۶۰	-۳۷,۶۰	-۳۷,۰۵
Lp4	-۳۰,۴	-۳۶,۰۷	-۴۰,۴۷	-۳۹,۴۷	-۳۷,۲۰	-۳۸,۲۰	-۳۷,۸۷

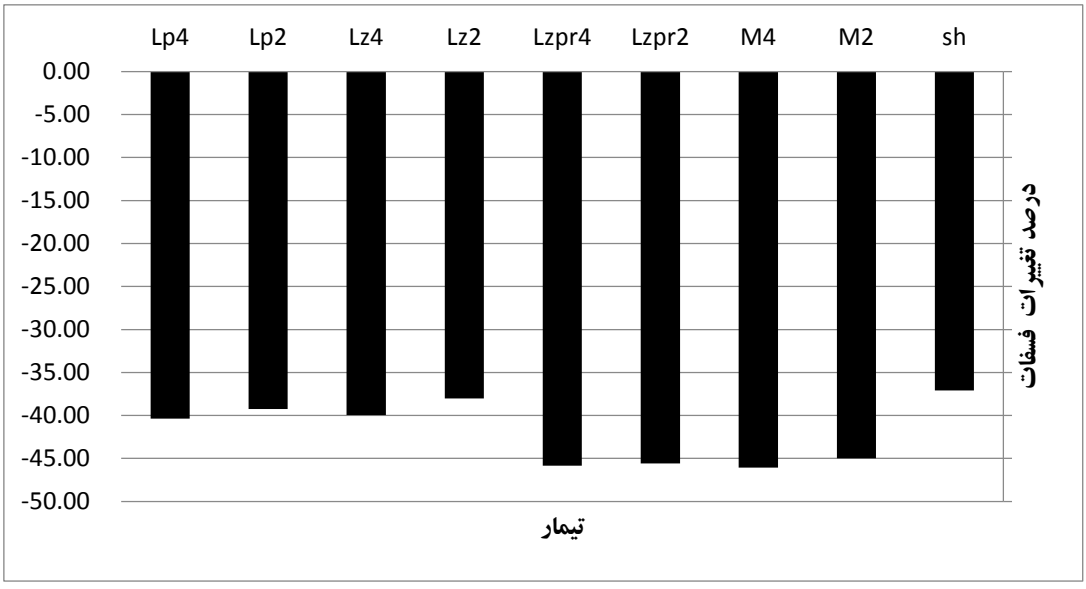
بررسی تغییرات فسفات در زه آب خروجی

با توجه به شکل ۶، میزان فسفات خروجی کمتر از فسفات ورودی (۱۲ میلی‌گرم در لیتر) بوده و میزان فسفات خروجی از ستون شاهد در کلیه آبیاری‌ها بیشتر از ستون‌های دارای زئولیت، پرلیت و رزین بوده است. همانطور که مشاهده می شود تا دور پنجم فسفات‌کاهش یافته است که دلیل آن کاهش سرعت نفوذ در ستون‌های آزمایشی و افزایش زمان تماس پساب با خاک می باشد ولی از دور ششم به بعد با افزایش سرعت نفوذ فسفات خروجی نسبت به دوره‌های بعد بیشتر شده است. با آبشوئی پس از دور نهم فسفات خروجی در دور دهم مجددا کاهش یافت.



شکل (۶): فسفر زه آب خروجی در دوره های مختلف

با توجه به شکل ۷، همواره میانگین فسفات زه آب خروجی در کلیه تیمارها کمتر از میزان ورودی (۱۲ میلی‌گرم در لیتر) است. تیمار M4 و sh به ترتیب با تغییرات ۴۶/۰۶ و ۳۷/۱۰ درصد، بیشترین و کمترین تاثیر را برای حذف فسفات پساب در بین کلیه تیمارها داشتند.



شکل(۷): مقایسه درصد میانگین فسفات زه آب خروجی در کلیه تیمارها

جدول(۵): تجزیه واریانس درصد تغییرات فسفات پساب بدون حضور تیمار

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	معنی داری
روش کاربرد زئولیت،پرلیت، رزین	۱	۱۴۵۲.۰۳	۱۵۲۴.۳۷	<۰,۰۰۰۱
نوع مواد	۲	۶۳۸۲.۳۷	۶۵۲۸.۰۲	<۰,۰۰۰۱
درصد مواد استفاده شده	۱	۱۵۱۸.۶۲	۱۹۸۶.۰۵	<۰,۰۰۰۱
روش کاربرد*نوع مواد استفاده شده	۳	۴۱.۸۲	۳۵.۴۴	<۰,۰۰۰۱
روش کاربرد*درصد مواد استفاده شده	۳	۷۵.۶۴	۱۱.۴۸	<۰,۰۰۰۱
نوع مواد استفاده شده*درصد مواد استفاده شده	۳	۲۱۵.۹۴	۱۱۶.۰۴	<۰,۰۰۰۱
خطا		۱.۱۳		

همانطور که در جدول ۶ مشاهده می‌شود ستون‌های مخلوط و لایه‌ای نسبت به شاهد میزان آبشوئی فسفات را کاهش دادند. بنابراین استفاده از زئولیت، پرلیت و رزین در هر دو شکل مخلوط و لایه‌ای توانائی جذب فسفات توسط خاک را افزایش داده و در فصل رشد گیاه باعث کاهش نیاز به کود فسفات و آلودگی آب‌های زیرزمینی می‌شود. تغییرات فسفات در روش کاربرد زئولیت، پرلیت و رزین به صورت لایه‌ای بیشتر از روش مخلوط است. وجود لایه زئولیت، پرلیت و رزین در لایه‌های خاک باعث کاهش سرعت نفوذ به داخل خاک شده و در نتیجه زمان ماند فسفات داخل خاک افزایش یافته و همین امر باعث کاهش آبشوئی فسفات شده است. میزان آبشوئی فسفات تا دور آبیاری پنجم در هر دو ستون مخلوط و لایه‌ای کاهش یافته است و از دور ششم به بعد با افزایش سرعت نفوذ پساب در خاک میزان آبشوئی فسفات در خاک افزایش یافته است. این افزایش در ستون آزمایشی مخلوط بیشتر از لایه‌ای است. با افزایش دور آبیاری غلظت کاتیون‌ها و آنیون‌ها همراه با زه‌آب خروجی از ستون‌های خاک مخلوط با زئولیت، پرلیت و رزین افزایش یافت. با آبشوئی ستون‌های آزمایشی در دور نهم میزان فسفات زه‌آب خروجی در دور دهم دوباره کاهش یافت.

جدول (۶): مقایسه میانگین و درصد تغییرات فسفات در ستون های آزمایش

روش کاربرد	اثر متقابل روش کاربرد و دور آبیاری						
درصد تغییرات	دور آبیاری اول	دور دوم	دور چهارم	دور هفتم	دور نهم	دور دهم	میانگین
sh	-۱۷,۵۸	-۲۶	-۴۲,۳۳	-۴۲,۱۷	-۳۹,۴۲	-۴۰,۶۷	-۳۷.۱۰
M2	-۳۰,۶۷	-۳۰,۴۲	-۴۶,۳۳	-۵۳,۵۸	-۵۰,۸۳	-۵۲,۰۸	-۴۴,۹۹
M4	-۳۰,۶۷	-۳۰,۴۲	-۴۶,۳۳	-۵۴,۵۰	-۵۱,۷۵	-۵۳,۰۰	-۴۶,۰۶
Lzpr2	-۳۶,۹۲	-۴۱,۱۷	-۴۷,۱۷	-۴۸,۵۰	-۴۵,۷۵	-۴۷,۰۰	-۴۵,۵۸
Lzpr4	-۳۷,۶۷	-۴۲,۱۷	-۴۸,۱۷	-۴۸,۲۵	-۴۵,۵۰	-۴۶,۷۵	-۴۵,۸۵
Lz2	-۲۱,۵۸	-۲۶,۱۷	-۴۴,۴۲	-۴۱,۶۷	-۳۸,۹۲	-۴۰,۱۷	-۳۸,۰۱
Lz4	-۲۲,۱۷	-۲۷	-۴۵,۵۰	-۴۴,۷۵	-۴۲,۰۰	-۴۳,۲۵	-۳۹,۹۵
Lp2	۲۱,۰۸	۲۸,۰۸	-۴۵,۴۲	-۴۳,۶۷	-۴۰,۹۲	-۴۲,۱۷	-۳۹,۲۶
Lp4	-۲۱,۸۳	-۲۸,۵۰	-۴۵,۹۲	-۴۵,۳۳	-۴۲,۵۸	-۴۳,۸۳	-۴۰,۳۵

نتیجه گیری

میزان قابل توجه پساب‌های خانگی و نیاز روزافزون استفاده از آب جهت کشاورزی، استفاده از پساب‌ها را در کشاورزی رایج کرده است. بنابراین بررسی آلودگی پساب‌ها و روش‌های ارزان قیمت برای کاهش آن‌ها ضروری بنظر می‌رسد. هدف از این پژوهش بررسی اثرات استفاده از فیلترهای ترکیبی طبیعی جهت کاهش آلودگی پساب تصفیه شده بوده است. روش تحقیق بر اساس اندازه‌گیری آزمایشگاهی نیترات و فسفات پساب که از ستون‌های آزمایشی با فیلترهای طبیعی شامل زئولیت، پرلیت و رزین آنیونی عبور کرده، می‌باشد. پژوهش شامل دو روش کاربرد (لایه‌ای، مخلوط) و دو مقدار دو و چهار درصد وزنی می‌باشد. نتایج نشان داد استفاده از زئولیت اصلاح شده، پرلیت و رزین آنیونی به عنوان فیلتر ترکیبی به صورت مخلوط دارای آبگذری بیشتری نسبت به کاربرد آن به صورت لایه‌ای است. همچنین، کاربرد مواد فیلتری در این آزمایش به صورت لایه‌ای و بعد از آن به صورت مخلوط بیشترین تاثیر در کاهش نیترات و فسفات خروجی و جذب آن را دارد. تاثیر پرلیت بیشتر از زئولیت در کاهش نیترات و فسفات خروجی و جذب آن می‌باشد. برای در نظرگیری تاثیر آبشویی، قبل از انجام دور آخر آزمایشات، آبشویی انجام گردید. نتایج نشان داد که با آبشوئی ستون‌های آزمایشی از روند افزایشی خروج زه‌آب کاسته شد. بنابراین با آبشوئی فیلتر در زمان کاهش عملکرد می‌توان کیفیت آن را بهتر کرد.

منابع

حسینی ابری ع.، م. ا.کاوه و م.ر. صالح پرهیزگار .۱۳۸۶. بررسی ساختار شیمیایی زئولیت های طبیعی و مزایای استفاده از آن به عنوان اصلاح کننده خاک های کشاورزی.مجله علوم پایه دانشگاه آزاد اسلامی، شماره ۱۷، ص ۱۸-۱۱.

طباطبائی س. ح.، ن. نورمهناد و پ. نجفی. ۱۳۹۰ . مبانی مهندسی زهکشی چاپ اول دانشگاه خوراسگان.

صادقی لاری ع. ه. معاضد، ع.ر. هوشمند و م. چرم. ۱۳۸۹. تاثیر کاربرد زئولیت سدیمی بر نگهداشت نیترات و آمونیوم در یک خاک اشباع لوم سیلتی. مجله علوم و مهندسی آبیار دانشگاه شهید چمران اهواز، شماره ۲، صفحه ۵۲-۳۷.

صمدی م. ت.، م. سلیمی و م. ح. ساقی. ۱۳۸۸.مقایسه کارائی حذف جیوه از آب آشامیدنی به وسیله ی ستون‌های آکنده کربن فعال با زئولیت طبیعی کلینوپتیلولایت و آتنراسیت مجله آب و فاضلاب. دوره ۲، شماره ۴، ص ۵۴-۵۹.

طاهری سود جانی، ه. ۱۳۹۱. بررسی تاثیر استفاده از پساب شهرکرد وذرات میکروزئولیت بر برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیائی خاک. پایان نامه کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی. دانشگاه شهر کرد.

قبادی نیا. م.، س. م.، طباطبائی، ع، حسین پور ، س.، هوشمند گوچی، و م. هاشم خانی. ۱۳۹۳، تاثیر روش کاربرد زئولیت اصلاح شده بر کیفیت پساب شهری خروجی و نفو ذپذیری خاک. نشریه آب و خاک، شماره ۳، ص ۵۹۶-۵۸۷.

مهدوی مزده ع.، ع. م. لیاقت و ی. شیخ محمدی. ۱۳۹۰. حذف نیترات از زه آب کشاورزی با استفاده از زئولیت اصلاح شده. مجله پژوهش آب ایران. دوره ۵، شماره ۸، ص ۱۱۷-۱۲۴.

ناظم، ز. ۱۳۸۶.بررسی امکان تصفیه زمینی شیرابه کمپوست کارخانه کود آلی اصفهان. پایان نامه کارشناسی ارشد خاک شناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان.

Ibrahim H. S., T. S.. Jamil and E.، Z.hegazy. 2010 .Application of zeolite prepared from Egyptian kaolin for the removal of heavy metals. Journal of Desalination .Volume 258, Issues 1–3, P 34–40.

Eriksson E., K., Auffarth. M.. Henze and A. ledin 2002 .characteristics of grey wastewater. Urban Water. Volume 4, Issue 1, P 85–104.

USBR.1987. design standards no.13 embankment dams. Chapter 8.