تأثیر روش کاربرد، اندازه ذرات و میزان زئولیت بر نگهداشت نیترات در خاک آبیاری شده با پساب شهری

هاجر طاهری سودجانی[۱]، سیدحسن طباطبائی[۱*]، مهدی قبادی‌نیا[۱] و حسین کاظمیان[۲]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۲/۱۶ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۵/۱۶)

چکیده

استفاده از زئولیت به منظور جلوگیری از شستشوی نیترات در خاک کشاورزی مورد توجه است. در این تحقیق، بررسی تأثیر روش، مقدار کاربرد و اندازه زئولیت بر جذب نیترات پساب در خاک مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش‌ها روی تیمارهای مختلف نحوه استفاده از زئولیت شامل، دو روش کاربرد (مخلوط و لایه‌ای)، دو نوع اندازه ذره (بین ۱۲۵ و ۶۳ میکرون و کوچک‌تر از ۶۳ میکرون) و دو مقدار مختلف (۲ و ۴ درصد) در داخل ۲۷ ستون پی وی سی با قطر اسمی (خارجی) ۱۱ سانتی‌متر و ارتفاع ۶۰ سانتی‌متر انجام شد. این آزمایش‌ها مشتمل بر ۹ تیمار و ۳ تکرار بود. تزریق پساب به داخل خاک ۱۳ مرتبه با تناوب هفتگی تکرار شد. در دور آبیاری یک، چهار، نه و سیزدهم از پساب ورودی و زه‌آب خروجی از هر ستون نمونه‌گیری و میزان نیترات تعیین شد. نتایج نشان داد که راندمان جذب نیترات در تیمارهای مخلوط و لایه‌ای نسبت به تیمار شاهد به طور میانگین به ترتیب ۱۶۴/۳ و ۳۵۰/۷ درصد افزایش داشت. با توجه به تجزیه آماری اثر روش کاربرد زئولیت، دور آبیاری، اندازه ذرات زئولیت، مقدار زئولیت به کار رفته بر راندمان جذب نیترات توسط خاک و زئولیت در سطح یک درصد معنی‌دار شد و با ریزتر شدن اندازه ذرات و افزایش میزان کاربرد زئولیت جذب نیترات توسط خاک به طور معنی‌داری افزایش یافت. هم‌چنین نتایج نشان داد با افزایش دور آبیاری میزان جذب نیترات در خاک کاهش می‌یابد.

واژه‌های کلیدی: نیترات، زئولیت، پساب شهری، جذب، ستون خاک

۱. گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد
۲. گروه زئولیت، دانشکده شیمی، دانشگاه انتاریو غربی، انتاریو، کانادا
* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: tabatabaei@agr.sku.ac.ir

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2024-04-25]
[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.67.17.0]
PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

مقدمه

امروزه به دلیل کمبود منابع آبی، استفاده از منابع آب‌های نامتعارف (آب‌های با کیفیت نامطلوب) یک ضرورت اجتناب‌ناپذیر است. بررسی‌ها نشان داده است که کاربرد پساب در کشاورزی، بهترین شیوه دفع آن است (۶). استفاده از پساب‌ها در کشاورزی به عنوان منبعی سرشار از عناصر غذایی مورد نیاز گیاه، به طور گسترده در مناطقی که با کمبود آب شیرین مواجه هستند، پذیرفته شده است (۱۹). پساب دارای مقادیر زیادی عناصر غذایی مانند نیتروژن و فسفر است که برای رشد گیاه با ارزش هستند، اما اگر استفاده از آنها به صورت صحیحی مدیریت نشود، خطر بالقوه آلودگی را در بر خواهند داشت (۱۷).

نیتروژن یک عنصر غذایی لازم برای ادامه حیات موجودات زنده است که معمولاً در زمین‌های کشاورزی برای تولید عملکرد بالاتر به خاک اضافه می شود (۴). دامنه نیتروژن در پساب فاضلاب خام بین ۲۰ تا ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر، در فاضلاب تصفیه شده (پساب اولیه) بین ۱۰ تا ٦۰ میلی‌گرم در لیتر و در پساب ثانویه بین ۱۰ تا ۴۰ میلی گرم در لیتر متغیر است. نیتروژن پساب فاضلاب به صورت‌های نیتروژن آلی، آمونیاکی، نیتراتی و نیتریتی می باشد که معمولاً غلظت نیتروژن نیتریتی از ۱ میلی‌گرم در لیتر کمتر است. غلظت نیتروژن نیتراتی معمولاً در فاضلاب ۷ درصد از کل نیتروژن است. در آمریکا غلظت نیتروژن نیتراتی در پساب ثانویه شهری بین صفر تا ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر است (١٦). حسن‌اقلی و همکاران (۲) در بررسی اثرات آبیاری با فاضلاب های خانگی بر انتقال مواد به عمق خاک و کیفیت زه‌آب های خروجی از لایسی‌متر به این نتیجه رسیدند که از نظر درصد ازت انتقال یافته به عمق در فاضلاب خام کمترین و در آب چاه بیشترین است و پساب تصفیه شده نیز در بین آنها قرار دارد.

برای کاهش آبشویی نیتروژن مواد مختلفی مورد استفاده قرار گرفته‌اند که از آنها می‌توان به کودهای کندرها، بازدارندگان نیتراتی و زئولیت‌ها اشاره کرد. که در میان موارد فوق، زئولیت‌ها به دلیل فراوانی و قیمت مناسب‌تر بیشتر مورد توجه قرار گرفته‌اند (۳ ، ۹ و ۱۰). زئولیت از آلومینیوسیلیکات‌های بلورین تشکیل شده است که دارای واحدهای تتراهدرال SiO_4 و AlO_4 بوده و اکسیژن عامل اتصال این واحدهاست (۱۳). شبکه بلورین زئولیت دارای حفره‌هایی با ابعاد مولکولی است که سدیم، کلسیم و پتاسیم و دیگر کاتیون های تبادلی می‌توانند در حفره‌های ساختمان زئولیت نفوذ کرده و جذب شوند و این کاتیون‌ها هم‌چنین می توانند توسط عناصر سنگین جایگزین شوند (۱۴). اگرچه پساب های شهری دارای منابع غنی نیترات هستند اما در هنگام کاربرد آنها در بخش کشاورزی، نگهداشت این منابع در خاک نیز اهمیت دارد. نیترات به عنوان آنیون با بار منفی، تحت تأثیر بار منفی ذرات رس خاک جذب نمی‌شود و به علت بالا بودن قابلیت حل نیترات‌ها در آب، آنیون‌های نیترات به راحتی در پروفیل خاک جابه‌جا می‌شوند (۸).

نگهداشت نیترات از دو جنبه منبع غذایی گیاهان و عدم آلودگی‌های زیست محیطی حائز اهمیت است. ویدیاستوتی و همکاران(۲۲) نشان دادند که زئولیت طبیعی بسته به زمان تماس، غلظت آمونیوم وpH تا ۹۷ درصد قادر به جذب آمونیوم پساب می‌باشد. تحقیقات نشان می‌دهد که زئولیت کلینوپتیلولیت با دارا بودن توانایی کاهش مقدار شستشوی NO_3-N و NH_4-N، افزایش نگهداری آب و تأخیر در نیتریفیکاسیون جهت اصلاح خاک‌های کشاورزی مناسب می‌باشد (۳). ساری اوقلو (۲۱) نشان داد که زئولیت طبیعی Dogantepe ترکیه می‌تواند برای حذف آمونیوم پساب مورد استفاده قرار گیرد. در تحقیقی، کاربرد صفر، ۲، ۴ و ۸ گرم زئولیت در هر کیلوگرم باعث کاهش شست و شوی نیترات در خاک، به میزان ۶، ۲۸/۷ و ۴۷/۶ درصد نسبت به تیمار شاهد گردید (۵). عابدی کوپایی و همکاران (۷) نشان دادند که کاربرد زئولیت کلینوپتیلولیت بر کاهش آبشویی کود اوره از خاک مؤثر بوده و ذرات ریزتر زئولیت قدرت بیشتری در جذب و نگهداری کود اوره در خاک داشتند. ملکیان و همکاران (۱۸) با کاربرد زئولیت در سطح خاک، افزایش میزان نیترات جذب شده

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2024-04-25]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.67.17.0]

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

توسط خاک نسبت به تیمار شاهد (بدون زئولیت) را نتیجه گرفتند و بیان کردند که اثر اندازه ذرات زئولیت بر جذب نیترات معنی‌دار نبوده است. مطالعات انجام شده بر گیاه زیتون، تأثیر مثبت زئولیت در کاهش آبشویی نیترات و افزایش قدرت نگهداری آب در خاک را نشان داد، هم‌چنین افزایش میزان مصرف زئولیت اثر معنی‌داری در وزن زیتون و میزان روغن آن داشت (۲۰).

هدف از این تحقیق بررسی توانایی زئولیت کلینوپتیلولیت در جذب نیترات از پساب شهری در دو روش کاربرد مخلوط و لایه‌ای در عمق خاک و هم‌چنین بررسی تأثیر اندازه و میزان زئولیت بر نگهداشت نیترات توسط خاک می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق با هدف بررسی روش کاربرد، اندازه ذرات و میزان زئولیت در جذب نیترات پساب در محل گلخانه پژوهشی دانشگاه شهرکرد انجام گرفت. پساب استفاده شده در این تحقیق از محل تصفیه‌خانه فاضلاب شهرکرد تأمین شد. برخی از خصوصیات خاک و پساب به ترتیب در جداول ۱ و ۲ آورده شده است.

زئولیت مورد استفاده از نوع زئولیت کلینوپتیلولیت تهیه شده از معدن سمنان بود. زئولیت خریداری شده با استفاده از دستگاه‌های آسیاب Ball mill و Fast mill آسیاب شد و دو اندازه مورد نظر با استفاده از الک، جداسازی شد. برخی از مشخصات زئولیت مورد استفاده در جدول ۳ آمده است.

در اجرای این تحقیق و به منظور کنترل کلیه عوامل مؤثر بر محیط، آزمایش‌ها در داخل ۲۷ ستون استوانه‌ای پی وی سی انجام شد. ابعاد ستون‌ها به قطر اسمی (خارجی) ۱۱ سانتی‌متر و با ارتفاع ۶۰ سانتی‌متر بود. ستون‌ها به ترتیب از پایین به بالا با فیلتر شنی (انتخاب فیلتر به روش USBR) به ضخامت۵ سانتی‌متر، برای جلوگیری از خروج ذرات خاک از ستون‌ها،۴۰ سانتی‌متر بالای آن مطابق با تیمارها از ترکیب خاک مورد آزمایش و زئولیت، سپس ۵ سانتی‌متر روی سطح خاک برای به‌هم نخوردن سطح خاک از شن درشت پر شد. ۱۰ سانتی‌متر بالای آن نیز فضای خالی به منظور آبیاری در نظر گرفته شد. برای جلوگیری از حرکت جانبی آب از کناره ستون‌ها به طرف پایین، قسمت داخلی آنها با استفاده از گریس پوشانده شد. برای پرکردن تیمارهای لایه‌ای مشابه تیمارهای مخلوط عمل شد با این تفاوت که همان میزان زئولیت به صورت لایه‌ای در وسط نمونه خاک ریخته شد. تمامی ۲۷ ستون خاک سه بار با استفاده از آب معمولی به میزان ۱/۵nv آبیاری شد، در این رابطه n تخلخل ستون خاک و v حجم کل ستون خاک می‌باشد. تا خاک به شرایط یکنواخت از لحاظ جرم مخصوص ظاهری و جرم مخصوص حقیقی برسد. شکل ۱ شمای کلی ستون‌های آزمایشی را نشان می‌دهد.

این آزمایش مشتمل بر ۹ تیمار و ۳ تکرار بود. طرح از نظر آماری در قالب طرح فاکتوریل با ۴ فاکتور انجام گرفت. فاکتور اول دور آبیاری (در چهار سطح دور اول، چهارم، نهم و سیزدهم)، فاکتور دوم روش کاربرد میکروزئولیت (در دو سطح مخلوط با خاک و به صورت لایه‌ای در خاک)، فاکتور سوم اندازه ذرات میکروزئولیت ها (در دو سطح ذرات میکرو زئولیت A=۶۳ و B=۱۲۵ میکرومتر) و فاکتور چهارم درصد مواد میکرو زئولیت به کار رفته (در دو سطح دو و چهار درصد وزنی خاک) می‌باشد. تیمارهای تحقیق مطابق جدول ۴ می‌باشند.

ستون‌ها با پساب به طریق غرقابی و ۱۳ مرتبه با تناوب هفتگی آبیاری شدند. حجم پساب به کار برده شده در هر مرتبه آبیاری برابر nv ۱/۰ می‌باشد. در دور آبیاری یک، چهار، نه و سیزدهم از پساب ورودی و خروجی از هر ستون نمونه‌گیری شد. نمونه‌ها داخل ظروف تمیز و درب‌دار پلاستیکی به آزمایشگاه منتقل شد و میزان نیترات نمونه‌ها با استفاده از روش اسپکتروفتومتری (۱۲) تعیین گردید. بعد از اتمام ۱۳ دور آبیاری ستون‌های آزمایشی شکافته شد و در دو عمق (۰تا۲۰ سانتی‌متری) و (۲۰ تا ۴۰ سانتی‌متری) نمونه‌برداری انجام شده و میزان نیتروژن خاک با روش کجلدال (۱۵) تعیین شد. هم‌چنین در دورهای آبیاری ذکر شده سرعت نفوذ نهایی با

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2024-04-25]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.67.17.0]

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

جدول ۱. برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک دانشگاه شهرکرد

محل	بافت خاک	جرم مخصوص ظاهری (gr/cm^3)	جرم مخصوص حقیقی (gr/cm^3)	pH	EC (dS/m)	Na (mEq/L)	N (mg/kg)
دانشگاه شهرکرد	سیلت لوم	۱/۱۵	۲/۶۱	۸/۴۵	۰/۲۴	۰/۸	۱۴/۳۲

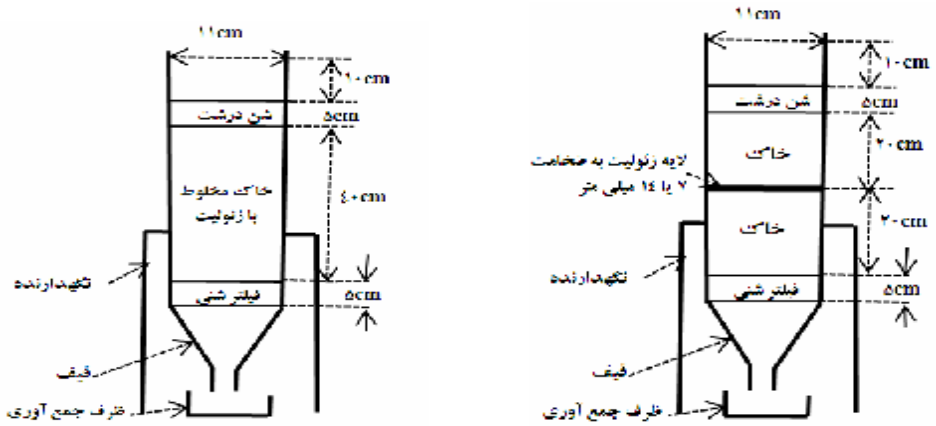
جدول ۲. برخی خصوصیات شیمیایی پساب و آب شهرکرد

	pH	EC (dS/m)	TDS (mg/L)	TSS (mg/L)	SAR $(mmol/L)^{0.5}$	BOD_5 (mEq/L)	$N\text{-}NO_3$ (mg/L)
پساب	۷/۹	۰/۸۴	۴۴۲	۳۰	۲/۴۳	۱۵/۸۷	۱۴/۲۳
آب معمولی	۷/۵۴	۰/۳	۳۸	۰	۰/۱۳	۳/۹۶	۲/۶۱

جدول ۳. درصد مواد شیمیایی موجود در زئولیت سمنان (۱۸)

(SiO_2/Al_2O_3)	LOI[1]	MgO	Fe_2O_3	CaO	K_2O	Na_2O	Al_2O_3	SiO_2	pH	EC (dS/m)
۵/۹	۱۱/۸۹	۰/۵۲	۱/۲۵	۳/۲	۲/۳۱	۲/۱	۱۱/۲	۶۵/۹	۹	۰/۲۴

۱. درصد از دست رفت آب در اثر خشکاندن در کوره



شکل ۱. ابعاد ستون‌های آزمایشگاهی

استفاده از روش بار افتان (۱) اندازه‌گیری شد. راندمان جذب پارامترهای اندازه‌گیری شده با استفاده از فرمول‌های زیر تعیین شد. پس از تعیین نیترات پساب ورودی و زه‌آب خروجی و میزان نیتروژن خاک، راندمان جذب نیترات و نیتروژن به ترتیب با معادلات زیر محاسبه شد.

$$RE_w(\%) = \frac{(C_{.w} - C_{tw})}{C_{.w}} \times ۱۰۰ \qquad [۱]$$

$$RE_s(\%) = \frac{(C_{ts} - C_{.s})}{C_{.s}} \times ۱۰۰ \qquad [۲]$$

در معادلات فوق C_{0w} و C_{tw} به ترتیب غلظت نیترات در پساب ورودی و زه‌آب خروجی (میلی‌گرم بر لیتر)، C_{0s} و C_{ts} غلظت

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2024-04-25]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.67.17.0]

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

جدول ۴. مشخصات تیمارها

علامت اختصاری تیمار	روش کاربرد زئولیت	اندازه‌ی زئولیت (میکرومتر)	در صد وزنی زئولیت در خاک
CTRL (شاهد)	-	-	۰%
MB2	مخلوط زئولیت با خاک	۱۲۵-۶۳	۲%
MB4	مخلوط زئولیت با خاک	۱۲۵-۶۳	۴%
MA2	مخلوط زئولیت با خاک	<۶۳	۲%
MA4	مخلوط زئولیت با خاک	<۶۳	۴%
LB2	لایه زئولیت به ضخامت ۷ میلی‌متر در خاک	۱۲۵-۶۳	۲%
LB4	لایه زئولیت به ضخامت ۱۴ میلی‌متر در خاک	۱۲۵-۶۳	۴%
LA2	لایه زئولیت به ضخامت ۷ میلی‌متر در خاک	<۶۳	۲%
LA4	لایه زئولیت به ضخامت ۱۴ میلی‌متر در خاک	<۶۳	۴%

M: بیانگر مخلوط با خاک L: بیانگر لایه‌ای در خاک B و A: اندازه ذرات میکرو زئولیت است.

نیتروژن خاک در ابتدای دوره و انتهای دوره (میلی‌گرم بر کیلوگرم) و RE راندمان جذب نیترات یا نیتروژن (درصد) می‌باشد.

نتایج حاصل ابتدا وارد محیط نرم‌افزاری Excel شد و سپس با استفاده از نرم‌افزار SAS تحلیل آماری شد و مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد انجام گردید.

نتایج و بحث

بررسی میزان نیترات زهاب خروجی

شکل ۲ و ۳ به ترتیب میانگین نیترات موجود در زه‌آب و راندمان جذب نیترات پساب توسط خاک در تیمارهای آزمایشی در کل دوره را نشان می‌دهد.

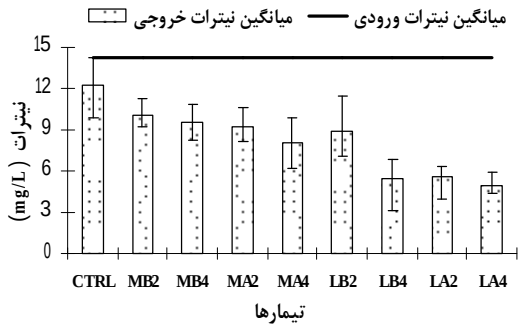
با توجه به شکل ۲ همواره میزان نیترات موجود در زه‌آب خروجی ازکلیه تیمارها کمتر از میزان نیترات ورودی است و نیترات زهاب خروجی تیمارهای دارای زئولیت به دلیل قرارگرفتن یون‌های نیترات در حفرات و کانال‌های زئولیت کمتر از تیمار شاهد می‌باشد و میزان کاهش برای تیمارهای لایه‌ای بیشتر است. نتایج حاصل از تجزیه واریانس و تأثیر فاکتورها بر میزان نیترات موجود در زه‌آب تیمارها در جدول ۵ نشان داده شده است. نتایج این جدول نشان می‌دهد هر یک از فاکتورها به طور جداگانه تأثیر معنی داری بر راندمان جذب نیترات در خاک دارند. بنابراین آزمون مقایسه میانگین صورت گرفت که نتایج آزمون در جدول ۶ آمده است و در ادامه به بررسی اثر هریک از فاکتورها پرداخته شد.

با توجه به جدول ۶ میانگین راندمان جذب نیترات در تیمار شاهد کمتر از تیمارهای مخلوط و لایه‌ای است. بنابراین استفاده از زئولیت به هر دو صورت لایه‌ای و مخلوط توانایی جذب نیترات را توسط خاک افزایش داده و در فصل رشد گیاه باعث کاهش نیاز به کود نیتراته خواهد شد و به دنبال آن از آلودگی آب‌های زیرزمینی به علت آبشویی جلوگیری خواهد شد. راندمان جذب نیترات در تیمارهای مخلوط و لایه‌ای نسبت به تیمار شاهد به ترتیب ۱۶۴/۲۸ و ۳۵۰/۷۳ درصد افزایش داشته است که نشان‌دهنده توانایی بالاتر تیمارهای لایه‌ای برای جذب نیترات می‌باشد. صادقی لاری (۵) نشان داد، یون نیترات خارج شده از ستون‌های خاک با کاربرد زئولیت به صورت مخلوط با خاک کاهش یافته و علت این امر را به ساختار شبکه‌ای زئولیت و در نتیجه به دام افتادن یون نیترات در داخل این ساختار

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2024-04-25]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.67.17.0]

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



شکل ۲. میانگین میزان نیترات ورودی و خروجی در کل دوره

شکل ۳. میانگین راندمان جذب نیترات توسط خاک در کل دوره

جدول ۵. تجزیه واریانس راندمان جذب نیترات توسط خاک در کل دوره

پارامتر	درجه آزادی	میانگین مربعات	معنی داری
دور آبیاری	۳	۳۸۷۱/۹۴	۰/۰۰۰۱**
روش کاربرد زئولیت	۱	۱۲۳۷۴/۳۸	۰/۰۰۰۱**
اندازه زئولیت	۱	۲۹۶۷/۲۵	۰/۰۰۰۱**
درصد زئولیت	۱	۳۲۹۶/۸۳	۰/۰۰۰۱**
خطا	۶۴	۳/۰۸	

** : معنی‌داری اثر تیمارها در سطوح ۱ درصد

جدول ۶. مقایسه میانگین راندمان جذب نیترات تیمارهای آزمایشی

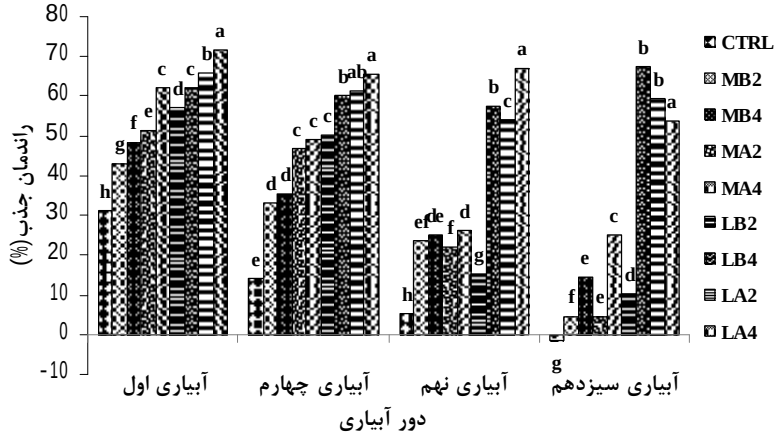
روش کاربرد		دور آبیاری					اندازه ذرات (میکرومتر)		درصد زئولیت	
		اول	چهارم	نهم	سیزدهم	۱۲۵-۶۳	۶۳	۲	۴
شاهد*	۱۲/۱۸	۳۱/۰۸	۱۳/۹۰	۵/۱۹	-۱/۴۸	-	-	-	-
مخلوط	۳۲/۱۹^{b}	۵۱/۲۶^{b}	۴۱/۲۱^{c}	۲۴/۲۲^{d}	۱۲/۰۷^{e}	۲۸/۴۶^{d}	۳۵/۹۲^{c}	۲۸/۶۴^{d}	۳۵/۷۴^{c}
لایه‌ای	۵۴/۹۰^{a}	۶۴/۱۷^{a}	۵۹/۲۳^{a}	۴۸/۵۳^{cb}	۴۷/۶۶^{cb}	۴۷/۵۱^{b}	۶۲/۲۹^{a}	۴۶/۷۲^{b}	۶۳/۰۷^{a}

* : با توجه به طرح آماری امکان تعریف تیمار شاهد وجود نداشت، لذا مقایسه میانگین بدون حضور تیمار شاهد صورت گرفت.

نسبت داده است. عابدی کوپایی و همکاران (۷) در تحقیقات خود بیان کردند که استفاده از زئولیت به صورت مخلوط با خاک میزان جذب نیتروژن کود اوره را افزایش می‌دهد.

با توجه به جدول ۵ اثر دورآبیاری در میانگین جذب نیترات توسط خاک در سطح یک درصد معنی‌دار شد و با افزایش دور آبیاری راندمان جذب نیترات به صورت معنی‌داری کاهش یافته است. اما اختلاف راندمان جذب نیترات در آبیاری شماره نهم و سیزدهم در روش کاربرد لایه‌ای معنی‌دار نشد. بیشترین میزان جذب نیترات در تیمارهای آزمایشی در دور اول آبیاری و در تیمار لایه‌ای به میزان ۶۴/۱۷ درصد بود. با توجه به شکل ۴ در تیمار LB2 راندمان جذب نیترات با افزایش دور آبیاری به دلیل ضخامت کمتر و اندازه درشت‌تر زئولیت این لایه کاهش داشته است در حالی که در سایر تیمارهای لایه‌ای با افزایش دور آبیاری راندمان جذب تغییر زیادی نداشته است و به نظر می‌رسد علت این امر سرعت کمتر حرکت آب در خاک این تیمارهاست که در قسمت انتهایی نتایج آمده است. ناظم و همکاران (۱۱) بیان کردند که با افزایش دورهای آبیاری غلظت کاتیون‌ها و آنیون‌ها همراه با زه‌آب خروجی از ستون‌های خاک

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2024-04-25]
[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.67.17.0]
PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



شکل ۴. میانگین نیترات خروجی درچهار آبیاری

(تیمارهایی که حرف مشترک دارند از لحاظ آماری در سطح ۵ درصد معنی‌دار نمی‌باشند.)

مخلوط با زئولیت افزایش یافته است. عابدی کوپایی و همکاران (۷) بیان کردند زئولیت در آبیاری چهارم نسبت به آبیاری اول آبشویی کود اوره را در خاک بیشتر کاهش داده است ولی به نظر می‌رسد که انجام آزمایش با چهار آبیاری کافی نبوده و برای رسیدن به نتایج قطعی‌تر باید آزمایش‌ها برای دوره طولانی‌تری بررسی می‌شد.

با توجه به جدول ۵، اثر اندازه ذرات زئولیت بر راندمان جذب نیترات در سطح یک درصد معنی‌دار شد. به گونه‌ای که در هر دو روش کاربرد، ذرات ریزتر (۶۳> میکرون) قدرت بیشتری در جذب و نگهداری یون نیترات در خاک نسبت به ذرات درشت‌تر(۱۲۵-۶۳ میکرون) داشتند. عابدی کوپایی (۷) نشان داد که ذرات ریزتر عملکرد بهتری را در جذب نیتروژن کود اوره نشان می‌دهند و این به دلیل افزایش سطح ویژه ذرات است که توانایی جذب مواد مغذی را افزایش می‌دهد. ملکیان و همکاران (۱۸) با کاربرد زئولیت با اندازه ذرات میلی‌متر و نانومتر در لایه سطحی خاک به منظور جذب نیترات، مشاهده کردند که اثر اندازه ذرات بر راندمان جذب نیترات معنی‌دار نبوده است.

با توجه به جدول ۵ درصد زئولیت به کار رفته اثر معنی‌داری بر راندمان جذب نیترات در سطح یک درصد داشته به گونه‌ای که در هر دو روش کاربرد، هر چه درصد زئولیت به کار رفته بیشتر شده، میزان جذب نیترات توسط خاک افزایش یافته است. پرز و همکاران (۲۰)، عابدی و همکاران (۷)، مهدوی و همکاران (۱۰) ، صادقی لاری و همکاران (۵) و ملکیان و همکاران (۱۸) افزایش جذب نیترات و نیتروژن را با افزایش میزان زئولیت مخلوط شده با خاک گزارش نمودند.

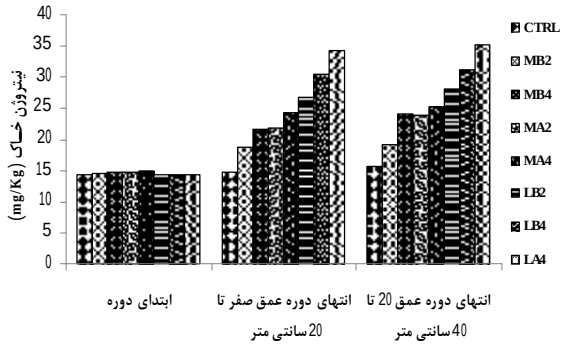
بررسی میزان نیتروژن خاک

در شکل ۵ میزان نیتروژن در تیمارهای آزمایشی در خاک در ابتدای دوره و هم‌چنین میزان نیتروژن در دو عمق خاک بعد از ۱۳ دور آبیاری با پساب نشان داده شده است. در شکل ۶ راندمان جذب نیتروژن نسبت به خاک ابتدای دوره نشان داده شده است. با توجه به شکل ۶ میزان نیتروژن خاک در کلیه تیمارها در انتهای آزمایش افزایش یافته است و این افزایش به طور متوسط در اعماق ۲۰ تا ۴۰ سانتی‌متر بیشتر است.

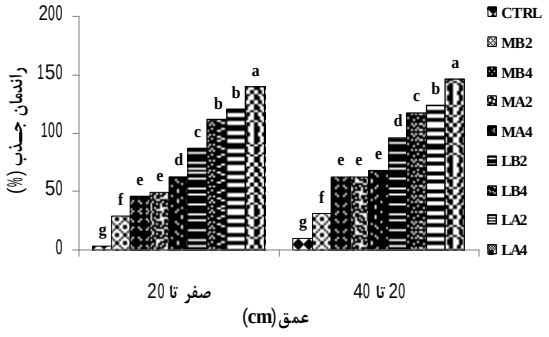
تیمارهایی که حرف مشترک دارند از لحاظ آماری در سطح ۵ درصد معنی‌دار نمی‌باشند.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس تیمارها و تأثیر فاکتورها بر میزان نیتروژن خاک در جدول ۶ نشان داده شده است. همان‌گونه که از نتایج این جدول مشخص می‌گردد هر یک از

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2024-04-25]
[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.67.17.0]
PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



شکل ۵. میزان نیتروژن موجود در خاک



شکل ۶. راندمان جذب نیتروژن توسط خاک

جدول۷. تجزیه واریانس راندمان جذب نیتروژن توسط خاک

پارامتر	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	Pr >F
عمق	۱	۷۶۸/۹۲	۲۵/۴۷	۰/۰۰۰۱**
روش کاربرد زئولیت	۱	۵۳۰۹۴/۰۷	۱۷۵۸/۴۷	۰/۰۰۰۱**
اندازه زئولیت	۱	۶۹۲۲/۵۳	۲۲۹/۲۷	۰/۰۰۰۱**
درصد زئولیت	۱	۴۴۴۴/۳۳	۱۴۷/۲۰	۰/۰۰۰۱**
خطا	۳۲	۳۰/۱۹		

** و *: معنی داری اثر تیمارها در سطوح ۱ و ۵ درصد

جدول ۸. مقایسه میانگین راندمان جذب نیتروژن تیمارهای آزمایشی

روش کاربرد		عمق (سانتی متر)		اندازه ذرات (میکرومتر)		درصد زئولیت	
		صفر تا ۲۰	۲۰ تا ۴۰	۱۲۵-۶۳	۶۳>	۲	۴
شاهد*	۶/۷۵	۳/۴۲	۱۰/۰۸				
مخلوط	۵۱/۴۲[b]	۴۶/۶۶[d]	۵۶/۱۸[c]	۴۲/۱۱[d]	۶۰/۷۳[c]	۴۳[d]	۵۹/۸۴[c]
لایه ای	۱۱۷/۹۴[a]	۱۱۴/۷[b]	۱۲۱/۱۸[a]	۱۰۳/۲۳[b]	۱۳۲/۶۴[a]	۱۰۷/۱۱[b]	۱۲۸/۷۶[a]

*: با توجه به طرح آماری امکان تعریف تیمار شاهد وجود نداشت، لذا مقایسه میانگین بدون حضور تیمار شاهد صورت گرفت.

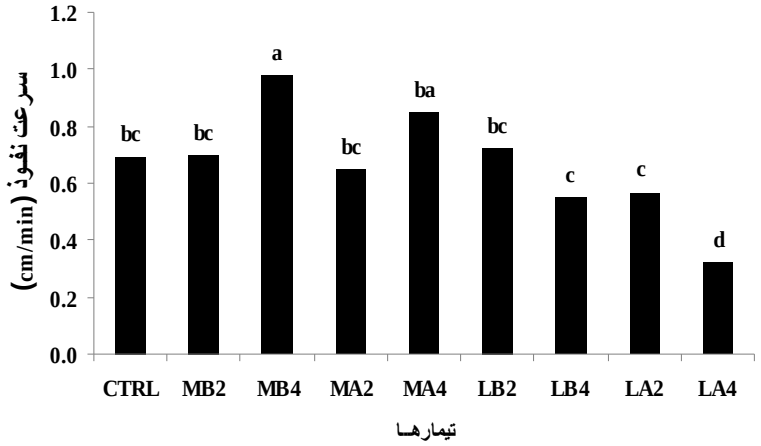
فاکتورها به طور جداگانه تأثیر معنی‌داری بر میزان نیتروژن جذب شده در خاک دارند بنابراین آزمون مقایسه میانگین صورت گرفت و نتایج در جدول ۸ آمده است.

با توجه به جدول ۸ میانگین راندمان جذب در تیمارهای لایه‌ای بیشتر از تیمار مخلوط و مخلوط بیشتر از شاهد است که با نتایج نیترات جذب شده مطابقت دارد. هم‌چنین تیمارهای لایه‌ای نیتروژن بیشتری جذب کرده‌اند که نتایج نیترات خروجی در زه‌آب نیز جذب بیشتر نیترات توسط تیمارهای لایه‌ای را نشان داد. با توجه به جدول ۷ میزان نیتروژن اندازه‌گیری شده در عمق معنی‌دار شده است و با توجه به جدول ۸ میزان نیتروژن جذب شده در عمق ۲۰ تا ۴۰ سانتی‌متر بیشتر از عمق سطحی است. نیترات به عنوان آنیون با بار منفی، تحت تأثیر بار منفی ذرات رس خاک جذب نشده و به راحتی در پروفیل خاک جابه‌جا می‌شود (۸) بنابراین به علت آبشویی و تحرک نیترات

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2024-04-25]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.67.17.0]

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



شکل ۷. میانگین سرعت نفوذ نهایی در کل دوره

تیمارهایی که حرف مشترک دارند از لحاظ آماری در سطح ۵ درصد معنی‌دار نمی‌باشند.

تجمع این آنیون در عمق بیشتر افزایش یافته است. ملکیان و همکاران (۱۸) با کاربرد زئولیت در سطح خاک، جذب بیشتر نیترات و آمونیاک در خاک سطحی و عمقی را نسبت به تیمار شاهد (بدون زئولیت) نتیجه گرفتند و بیان کردند که با افزایش میزان زئولیت، میزان نیترات جذب شده در عمق سطحی افزایش خواهد یافت.

با توجه به جدول ۷ اثر اندازه ذرات بر راندمان جذب نیتروژن در سطح یک درصد معنی‌دار شده است. با توجه به مقایسه میانگین جدول ۸ ذرات ریزتر توانایی بهتری برای جذب نشان دادند. عابدی کوپایی و همکاران (۷) نتایج مشابهی به دست آوردند.

تیمارهای لایه‌ای توانایی بهتری در جذب نیترات پساب از خود نشان دادند. به نظر می‌رسد وجود لایه باعث کاهش سرعت نفوذ پساب به داخل خاک شده و در نتیجه زمان ماند نیترات داخل خاک افزایش داده است. شکل ۷ نشان می‌دهد که میانگین سرعت نفوذ در تیمار لایه‌ای نسبت به تیمار شاهد ۲۲ درصد کاهش داشته است ($P<0.01$). در تیمارهای مخلوط با کاربرد زئولیت میزان سرعت نفوذ نهایی افزایش یافته که با نتایج ژانبین و هانگ (۲۳) و صادقی لاری و همکاران (۵) همخوانی دارد، اما در تیمار لایه ای با افزایش میزان زئولیت سرعت نفوذ نهایی کاهش یافته است.

نتیجه‌گیری

بر مبنای تحقیق انجام شده، نتایج زیر به‌دست آمد:

- تیمار مخلوط و لایه ای به ترتیب نسبت به تیمار شاهد توانستند میزان جذب نیترات را ۲۴/۲۳ و ۴۸/۸ درصد افزایش دهند، یعنی با کاربرد زئولیت به صورت لایه ای میزان جذب نیترات افزایش بیشتری داشت.
- راندمان جذب نیترات در تیمار مخلوط در دور آبیاری ۱۳ نسبت به دور آبیاری اول ۷۶/۴۵ درصد کاهش داشت در حالی که تیمارهای لایه‌ای تنها ۲۵/۷۲ درصد کاهش نشان دادند و این نشان دهنده کارایی بهتر روش لایه‌ای با گذر زمان است.
- هرچه اندازه زئولیت ریزتر باشد، به دلیل افزایش سطح تماس میزان نیترات جذب شده افزایش خواهد یافت به گونه‌ای که با تغییر اندازه ذرات از (۱۲۵-۶۳) میکرون به ذرات کوچکتر از ۶۳ میکرون راندمان جذب نیترات در تیمارهای مخلوط از ۲۸/۴۶ به ۳۵/۹۲ درصد و در تیمارهای لایه‌ای از ۴۷/۵۱ به ۶۲/۲۹ درصد افزایش خواهد یافت.
- هرچه میزان زئولیت به کار رفته بیشتر باشد، جذب نیترات

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2024-04-25]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.67.17.0]

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

توسط خاک افزایش خواهد یافت به گونه‌ای که با تغییر درصد زئولیت از ۲ بـه ۴ درصـد وزنـی رانـدمان جـذب نیتـرات در تیمارهای مخلوط از ۲۸/۶۴ بـه ۳۵/۷۴ درصـد و در تیمارهـای لایه‌ای از ۴۶/۷۲ به ۳۴/۹۹ درصد افزایش خواهد یافت.

- میانگین راندمان جذب نیتروژن موجود در خاک تیمارهـای شاهد، مخلوط و لایه‌ای به ترتیـب ۶/۷۵، ۵۱/۴۲ و ۱۱۷/۹۴ درصد بوده است.

سپاسگزاری

بدین وسیله از معاونـت پژوهـشی دانـشگاه شـهرکرد بـه دلیـل حمایـت‌هـای مـالی، از مـسئولین تـصفیه خانـه بهـرام آبـاد و آزمایشگاه مرکز تحقیقات به سبب حمایت‌هایـشان، از شـرکت افرند توسکا به دلیل تأمین زئولیت این تحقیق تشکر می‌شود.

منابع مورد استفاده

۱. بی‌نام، ۱۳۸۴. استاندارد دستورالعمل اندازه‌گیری هدایت هیدرولیکی خاک به روش‌های مختلف. سازمان مـدیریت و برنامـه‌ریـزی، شماره ۳۲۲.

۲. حسن اقلی، ع.، ع. لیاقت م. میراب زاده م. وثوقی و ح. فرداد. ۱۳۸۱. بررسی اثرات آبیاری با فاضلاب‌های خانگی بر انتقال مواد به عمق خاک و کیفیت زه آب‌های خروجی از لایسیمتر. کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، تهران ۱۱: ۳۳۴-۳۱۷.

۳. حسینی ابری، ع.، م.ا. کاوه و م.ر. صالح پرهیزکار.۱۳۸۶. بررسی ساختار شیمیایی زئولیت‌های طبیعی و مزایای اسـتفاده از آنهـا بـه عنوان اصلاح کننده خاک‌های کشاورزی. مجله علوم پایه دانشگاه آزاد اسلامی ۶۴: ۱۱ - ۱۸.

۴. خادمی، ز.، م.ج. ملکوتی و م. لطف‌اللهی. ۱۳۷۸. مدیریت بهینه نیتروژن در مزرعه گندم به منظور افزایش عملکرد و بهبـود کیفیـت محصول. مجلهٔ خاک و آب ویژه‌نامهٔ گندم ۱۲ (۶): ۱-۶.

۵. صادقی لاری، ع.، ه. معاضد، ع.ر. هوشمند و م. چرم. ۱۳۸۹. تأثیر کاربرد زئولیت سدیمی بر نگهداشت نیترات و آمونیـوم در یـک خاک اشباع لوم سیلتی. علوم و مهندسی آبیاری (مجله علمی کشاورزی) ۳۳(۱): ۳۱-۴۳.

۶. عابدی، م.ج. و پ. نجفی.۱۳۸۰. استفاده از فاضلاب تصفیه شده در کشاورزی. کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. ۲۴۸ .

۷. عابدی کوپایی، ج.، ف. موسوی و آ. معتمدی. ۱۳۸۹. بررسی تأثیر کاربرد زئولیت کلینوپتیلولایت در کاهش آبـشویی کـود اوره از خاک. مجله‌ی آب و فاضلاب (۳): ۵۱-۵۷.

۸. فرداد، ح. و ناشر م. ۱۳۸۷. *آبیاری با فاضلاب تصفیه شده با مدیریت در حفظ محیط زیست و اثر آن بـر بهداشـت: انـسان، دام و طیور*. انتشارات تندیس شب، تهران.

۹. ملکوتی، م.ج. و ا. سپهر. ۱۳۸۲. *تغذیه بهینه دانه‌های روغنی*. مجموعه مقالات. انتشارات خانیزان. تهران،۲۹۰ صفحه.

۱۰. مهدوی، ع.، ع.م. لیاقت و ی. شیخ محمدی.۱۳۹۰. حذف نیترات از زه آب کشاورزی با استفاده از زئولیت اصـلاح شـده. مجلـه پژوهش آب ایران (۵): ۱۱۷-۱۲۴.

۱۱. ناظم، ز.، پ. نجفی، ش. حاج رسولی‌ها و س.ح. طباطبائی. ۱۳۸۶. بررسی تأثیر کاربرد زئولیت کلینوپتیلولیت طبیعی ایران در بستر خاک روی کاهش میزان املاح موجود در شیرابه کارخانه کود آلی اصفهان. مجله پژوهش آب ایران (۱): ۴۳-۵۳.

12. APHA. 1998. Standard Methods for Examination of water and Wastewater. 20th ed., American Public Health Association Inc., Washington, USA.

13. Babel, S. and T. A. Kurniawan. 2002. Low-cost adsorbant for heavy metals uptake from contaminated water: Review. J. Hazardous Materials 97: 219-243.

14. Bailey, S.E., T.J. Olin, M. Bricka and D.D. Adrian. 1999. A Review of potentially low-cost sorbents for heavy

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2024-04-25]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.67.17.0]

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

metals. J. Water Res. 33(11): 2469-2479.
15. Bremer, J.M. and C.S. Mulvaney. 1982. Nitrogen total. PP. 595-624. *In*: A.L. Page et al. (Eds.), Methods of Soil ńalysis. Part II. 2nd ed., ASA, SSSA, Madison, WI. USA.
16. Feigin, A., I. Ravina and J. Shalhevet. 1990. Irrigation with Treated Sewage Effluent Management for Enviroment Protection. Springer-Vrelags Pub., USA.
17. Lei, X., N. Sugiura, C. Feng and T. Maekawa. 2007. Pretreatment of anaerobic digestion effluent with ammonia stripping and biogas purification. J. Hazard. Mater. 145: 391–397.
18. Malekian, R., J. Abedi-Koupai and S. S. Eslamian. 2011. Influences of clinoptilolite and surfactant-modified clinoptilolite zeolite on nitrate leaching and plant growth. J. Hazard. Mater. 185: 970-976.
19. Nadav, I., G. Arye, J. Tarchitzky and Y. Chen. 2012. Enhanced infiltration regime for treated-wastewater purification in soil aquifer treatment (SAT). J. Hydrol. 421: 275–283.
20. Perez, R., J. Caballero, C. Gil, J. Benitez and L. Gonazalez. 2008. The effect of adding zeolite to soilsin order to improve the N-K nutrition of olive trees: Preliminary results. Amer. J. Agric. and Biol. Sci. 2(1): 321-324.
21. Sarioglu, M. 2005. Removal of ammonium from municipal wastewater using natural Turkish (Dogantepe) zeolite. Separ. Purif. Technol. 41: 1–11.
22. Widiastuti, N., H. Wu, H. Ming Ang and D. Zhang. 2011. Removal of ammonium from greywater using natural zeolite. J. Homepage 277: 15-23.
23. Xiubin, H. and Z. Huang. 2001. Zeolite application for enhancing water infiltration and retention in loess soil. Resour. Conserv. Recy. 34(1): 45-52.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2024-04-25]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.67.17.0]

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com