تاثیر کاربرد زئولیت بر نگهداشت نیترات و آمونیوم در خاک در شرایط رطوبت اشباع

فرزان یوسفی و علیرضا سپاسخواه

به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی دانشگاه شیراز و استاد بخش آبیاری دانشگاه شیراز

مقدمه

زئولیت‌ها با ساختمان کریستالی مواد متخلخلی هستند که به دلیل داشتن ظرفیت تبادل کاتیونی بالا و قرار دادن بعضی از کاتیون‌ها در شبکه خود علاوه بر نقش اصلاح کنندگی در خاک می‌توانند نقش تغذیه‌ای داشته و باعث بهبود رشد گیاه شوند. نیتروژن عنصر غذایی مهمی برای گیاه است و در خاک به مقدار نسبتاً" زیاد برای رشد گیاهان ضروری است، نیتروژن در درجه اول به شکل یون نیترات (NO_3^-) جذب گیاه می‌شود و مقادیر کمتری نیز به شکل‌های دیگر از جمله یون آمونیوم (NH_4^+) قابل جذب‌اند. در این پژوهش با اندازه‌گیری غلظت یون نیترات و آمونیوم خروجی از ستون‌های خاک حاوی مقادیر مختلف کاربرد زئولیت و رسم منحنی‌های (Breakthrough curve) مربوط به نیترات و آمونیوم به بررسی تاثیر زئولیت بر نگهداشت نیترات و آمونیوم در خاک اشباع پرداخته شد.

انتقال و جابجایی املاح در خاک در حالت کلی به ۳ صورت انجام می‌گیرد. یکی از حالت‌های انتقال املاح، نوعی جریان است که از قانون دارسی پیروی می‌کند و به آن انتقال توده‌ای می‌گویند. شدت جریان املاح J متناسب است با غلظت املاح c و مطابق با رابطه زیر است:

$$J = q * c = K \cdot \left(\frac{dh}{dx}\right) \cdot c \qquad (۱)$$

که در آن

q = شدت جریان آب

K = ضریب هدایت هیدرولیکی

$\frac{dh}{dx}$ = گرادیان هیدرولیکی

J = جرم املاح منتقله

انتقال توده‌ای تنها برای انتقال املاح موجود در آب یا خاک نمی‌باشد بلکه برای هرچیز که در خاک باشد به شرط این که با کلوئیدهای خاک بر هم کنش نداشته باشد نیز قابل تبیین است.

حالت دیگر انتقال و جابجایی املاح در خاک پخشیدگی املاح در خاک می‌باشد. اگر مواد انحلال پذیر در خاک به صورت یکنواخت توزیع نشده باشند یک شیب غلظت از این مواد برقرار کرد. مواد محلول از نقطه یا نقاطی که غلظت آن بیشتر است به مکانی که این غلظت کمتر است، انتقال می‌یابد. برای پخشیدگی املاح در حالت کلی در خاکی با رطوبت θ نوشت:

$$J_d = D_S(\theta) \cdot \frac{dc}{dx} \qquad (۲)$$

در معادله (۲) D_s ضریب پخشیدگی املاح در خاک است.

در بحث پخشیدگی چنین فرض می شود که هر جا در محلول خاک شیب غلظتی برقرار شود، مواد انحلال یافته با توزیع غیر یکنواخت، بدون توجه به ساکن بودن یا حرکت خود محلول، پخشیده می‌شوند. ولی باید به خاطر داشت که یک محلول غیر همگن در یک محیط متخلخل (مانند خاک) که در حال حرکت است موجد فرآیند دیگری

می‌شود که از نظر مکانیسم عمل با پخشیدگی متفاوت است ولی نتیجه‌ای مشابه آن که به همگن شدن غلظت محلول می‌انجامد، به بار می‌آورد. این فرآیند که در مواردی بر فرآیند پخشیدگی نیز غلبه می‌کند، پراکندگی هیدرودینامیکی نام داشته و از سرعت جریان غیر یکنواخت محلول در خلل و فرج خاک ناشی می‌شود.

تحقیقات بسیاری در جهت شناخت پدیده حرکت املاح در خاک انجام شده است. در برخی از این مطالعات کوشش شده است تا تاثیر عوامل مختلف را با انجام مطالعات آزمایشگاهی بر پدیده فوق بررسی کنند. بسیاری از مطالعات نیز در جهت ارائه مدل‌هایی برای پیش بینی حرکت آب و املاح در خاک انجام شده است. عموماً مدل‌های ارائه شده دارای پارامترهای زیادی می‌باشند که بدست آوردن این پارامترها کار آسانی نیست.

در این تحقیق تاثیر مقادیر مختلف کاربرد زئولیت در کنترل انتقال عناصری چون NH_4^+ و NO_3^- و تغییر هدایت هیدرولیکی در یک خاک لومی در شرایط اشباع (شالیزاری)، از طریق مدل فیزیکی جابجایی اختلاط پذیر(Miscible displacement) استفاده شده است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش با هدف بررسی تاثیر کاربرد زئولیت در جذب و نگهداری یون‌های نیترات و آمونیوم در شرایط آزمایشگاهی و خاک اشباع با چهار مقدار مختلف کاربرد زئولیت انجام شد. یکی از این چهار تیمار به عنوان شاهد و فاقد زئولیت کاربردی می‌باشد و سه تیمار دیگر به ترتیب شامل ۲،۴،۸ گرم زئولیت در هر کیلوگرم خاک می‌باشد که معادل ۳۹۲۰، ۹۸۴۰، ۱۹۶۸۰ کیلوگرم در هکتار است. این آزمایش به صورت طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام شد. جهت بررسی مقدار آبشویی یون نیترات و آمونیوم در خاک حاوی مقادیر مختلف زئولیت، از نمک خالص نیترات آمونیم به عنوان کود استفاده شده است. مقدار نیترات آمونیم با توجه به مقدار کودی که به اراضی شالیزاری داده می‌شود، معادل ۸۵۷/۲ کیلوگرم در هکتار که معادل ۳۵۰ کیلوگرم در هکتار ازت خالص می‌باشد.

برای ساختن ستون‌های خاک از لوله‌های پلی‌اتیلن به قطر ۱۱ سانتی‌متر استفاده شده است. در این لوله‌ها تا ارتفاع ۳۰ سانتی متری خاک ریخته شد در ارتفاع ۳۰ سانتی‌متری در دو طرف استوانه دو سوراخ تعبیه شده است که یکی ورودی و دیگری خروجی آب می‌باشد انتهای استوانه نیز با استفاده از کاغذ صافی و توری پلاستیکی و با استفاده از نوار چسب و مفتول سیمی کاملا مسدود گردید. پس از اشباع شدن خاک درون استوانه، آن را روی بشری پلاستیکی (به عنوان ظرف نمونه برداری) کاملا قائم و ثابت قرار داده و نیترات آمونیوم محلول با غلظت ۸۵۴۵ میلی گرم در لیترکه معادل ۳۵۰ کیلوگرم ازت خالص در هکتار است، روی خاک اشباع ریخته شد. پس از نفوذ محلول نیترات آمونیوم شیر آب را باز کرده و بار آبی به اندازه ۰/۵ سانتی‌متر روی سطح خاک قرار داده شد. با گذشت زمان حجم زه‌آب خروجی از انتهای استوانه اندازه‌گیری گردید و همچنین در زمان‌ها یا pore volume های مشخص از زه‌آب خروجی نمونه‌گیری کرده و غلظت یون نیترات و آمونیوم را بدست می‌آوریم.

برای رسم این منحنی‌های (Breakthrough curve)،حجم آب خروجی از ستون خاک اندازه‌گیری شد و با توجه به تخلخل خاک ستون آزمایش (n=0.53) و چگالی ظاهری خاک (ρ_b=1.23 gr/cm^3) مقدار Pore volume ۱ برابر ۱۳۹۰/۴۵cm^3 بدست آمد. با توجه به حجم زه‌آب اندازه‌گیری شده، مقادیر مختلف Pore volume بر روی محور افقی دستگاه مختصات قرار داده شد. برای محاسبه $\frac{c}{c_0}$ یا غلظت نسبی املاح خروجی از ستون خاک، c_0 غلظت اولیه کود نیترات آمونیوم می‌باشد که برای یون نیترات برابر با ۰/۵۷۳۲گرم در ۸۶/۶ سانتی متر مکعب آب می‌باشد و برای یون آمونیوم این مقدار برابر ۰/۱۶۶۵گرم در ۸۶/۶ سانتی متر مکعب آب می‌باشد. با اندازه‌گیری غلظت یون نیترات و آمونیم در Pore volume های خروجی مشخص مقدار $\frac{c}{c_0}$ تعیین گردید و بر روی محور عمودی دستگاه مختصات قرار داده شد، به این ترتیب منحنی (Breakthrough curve) به دست آمد.

نتیجه‌گیری

آن چه در این تحقیق حایز اهمیت است، استفاده از منحنی (Breakthrough curve) جهت بررسی اثر زئولیت در فرآیند انتقال یون نیترات و آمونیوم در خاک اشباع می‌باشد. با رسم این منحنی‌ها حاصل از نتایج آزمایش، اثر زئولیت بر نگهداشت یون نیترات و آمونیم کاملا مشهود بوده و نتایج حاصل از بررسی‌های آماری با استفاده از آزمون F اختلاف معنی داری در سطح ۵٪ بین تیمارهای مختلف کاربرد زئولیت نشان داد.

جدول (۱) مقادیر نسبی غلظت حداکثر نیترات خروجی و Pore volume مربوط به آن‌ها در تیمارها وتکرارهای مختلف

zeolite (g/kg)	تکرار	pore volume	$(c/c_0)_{max}$
0	1	0.45	0.۳
	2	0.۱	0.24
	3	0.51	0.24
2	1	0.509	0.22
	2	0.51	0.23
	3	0.51	0.23
4	1	0.47	0.21
	2	0.49	0.23
	3	0.51	0.23
8	1	0.67	0.19
	2	0.5۰	0.2۰
	3	0.51	0.21

مقدار (c/c_0) یون نیترات در تیمارهای ۲و۴و۸ گرم زئولیت در کیلوگرم خاک به ترتیب کاهش می‌یابد. این نشان می‌دهد که با افزایش مقدار

زئولیت در خاک یون نیترات خارج شده از ستون خاک کاهش می‌یابد. با توجه به خصوصیات زئولیت، اثر نگهداشت زئولیت بر یون نیترات کاملا در تیمارها مشهود می‌باشد. یون آمونیم به علت بار مثبت، جذب کلوئیدهای خاک شده و مقدار (c/c_0) بدست آمده برای یون آمونیم بسیار کم می‌باشد. مقدار یون آمونیم در اکثر نمونه صفر بود و از تیمار فاقد زئولیت نیز مقدار ناچیزی یون آمونیم خارج شد. سطح زیر منحنی برای یون نیترات در تیمارهای بدون زئولیت مقدار محاسبه شده تقریبا برابر مقدار ماده اولیه می‌باشد (۹۵ درصد) که نشان دهنده شسته شدن تمامی یون نیترات در طی آزمایش می‌باشد(جدول ۳-۵). اما در تیمارهای حاوی زئولیت سطح زیر منحنی کمتر از مقدار اولیه می‌باشد که بیان‌گر اثر زئولیت در نگهداشت یون نیترات در خاک تیمار شده می‌باشد. این موضوع در مقدار حداکثر املاح خروجی در منحنی (Breakthrough curve) به خوبی قابل مشاهده است. یون آمونیوم به علت بار مثبت به ذرات کلوئیدی خاک چسبیده و به مقدار کمی شسته می‌شود. این امر در اندازه‌گیری‌ها به خوبی قابل مشاهده است، در اکثر نمونه‌ها غلظت یون آمونیوم صفر و یا کمتر از ۱ppm می‌باشد.

جدول (۲)- درصد نیترات خارج شده از ستون خاک در تیمارها وتکرارهای مختلف

مقادیر کاربرد زئولیت،g/kg				
تکرار	0	2	4	8
1	92	86	64	57
2	98	90	81	70
3	95	87	79	62
میانگین	95.0	87.7	74.7	63.0

منابع مورد استفاده

۱- بای بوردی، م. ۱۳۷۹. فیزیک خاک. انتشارات دانشگاه تهران. چاپ ششم. ۶۷۱ص.

۲- کاظمیان،ح. فقیهیان،ح. ۱۳۷۹. بررسی امکان استفاده از زئولیت‌های طبیعی ایران جهت حفظ و افزایش رطوبت خاک و نیز تصفیه فاضلاب‌های شهری و صنعتی برای مصارف کشاورزی. مجموعه مقالات نهمین کنفرانس آبیاری و زهکشی.

۳- کاووسی، م. رحیمی، م. ۱۳۷۹. بررسی تاثیر کاربرد زئولیت بر عملکرد برنج در دو خاک سبک و سنگین. وزارت جهاد کشاورزی. سازمان تحقیقات آموزش کشاورزی. موسسه تحقیقات برنج کشور

4- Um, M, H. and P,K. Jung. 1988. Effect of zeolite application on rice yields by soil texture. Agric. Sci. Inst. Vol (29).Page: 60-65.

5- Zelanzy, L.W. and F.G. Calhun. 1985. Minerals in soil environments (Palygorskite, Septolite, Talc, Ppyrophyllite, and Zeolite). P. 435-470.

Kazemian, H. and H. Modares. 2002. Optimization of a single step method for the synthese of zeolite a using an Iranian natural clinoptiloit and industrial-grade chemical reagents. zeolite 2002, 6th Itn. Conf. Greece, P. 167.