آبشویی نیترات طبیعی خاکهای آهکی استان همدان تحت شرایط اشباع

محبوبه ضرابی[1]، محسن جلالی[2]

1 و2 – به ترتیب دانشجوی دکتری و استاد دانشگاه بوعلی سینا همدان

(zarrabi7@gmail.com)

چکیده

امروزه آبشویی نیترات و آلودگی آب‌های زیرزمینی به یک مشکل جهانی تبدیل شده است. هدف از این مطالعه بررسی آبشویی نیترات و آمونیوم در تعدادی از خاک‌های آهکی با کشت‌های مختلف در شرایط اشباع و یافتن رابطه مقدار آبشویی با خصوصیات خاک می‌باشد. بدین منظور یازده نمونه خاک آهکی با بافت‌های مختلف در شرایط اشباع در ستون‌های آبشویی با آب مقطر تا 12 پورواليوم آبشویی شد. نتایج نشان داد نیترات و آمونیوم آبشویی شده از خاک‌ها به ترتیب بین 62 تا 437 و 2/5 تا 19/3 کیلوگرم در هکتار بود. آبشویی نیترات در مراحل اولیه سریع و سپس با سرعت کمتر ادامه یافت. آبشویی سریع اولیه را می‌توان به خروج نیترات محلول و آبشویی کندتر را به پخشیدگی نیترات از فاز غیر متحرک به فاز متحرک نسبت داد. بین مقدار نیترات خاک‌ها با اوج غلظت نیترات ($r=0.86$; $p<0.01$) و کل نیترات آبشویی شده ($r=0.93$; $p<0.01$) همبستگی معنی‌دار بدست آمد. بین آمونیوم کل آبشویی شده و مقدار سیلت ($r=0.67$; $p<0.05$) ، رس ($r=0.61$; $p<0.05$) و پهاش خاک‌ها($r=0.77$; $p<0.01$) نیز همبستگی معنی‌دار بدست آمد. این نتایج نشان می‌دهد خصوصیات خاک‌ها می‌تواند شاخصی از آبشویی نیترات و آمونیوم از خاک‌های آهکی باشد. از آنجایی که در بعضی از خاک‌ها مقدار نتیرات آبشویی شده بیشتر از حد مجاز غلظت نیترات در آب آشامیدنی می‌باشد آلودگی می‌تواند تهدید جدی برای آب‌های زیرزمینی در استان همدان باشد.

کلمات کلیدی: نیترات، آمونیوم، آبشویی، آب زیرزمینی،آلودگی

مقدمه

نیتروژن پر مصرف‌ترین عنصر غذایی مورد نیاز گیاهان است و افزایش آن به خاک باعث بالا رفتن بازده محصولات می-شود. اگرچه در کشاورزی مدرن امروزی مصرف بالا و کنترل نشده کودهای ازته موجب افزایش محصولات کشاورزی شده است، اما نیتروژن مازاد بر مصرف گیاه به صورت نیترات در خاک تجمع یافته و از طریق آبشویی وارد آب‌های زیرزمینی می‌شود (Hayshi and Hatano, 1999). یون نیترات به علت داشتن بار منفی توسط ذرات خاک دفع شده و به راحتی از منطقه ریشه خارج شده و به اعماق پایین انتقال می‌یابد. در مناطق مختلفی از جهان آلودگی نیتراتی آب‌های زیرزمینی در اثر فعالیت‌های کشاورزی گزارش شده است. Laegreid و همکاران (1999) گزارش نمودند، در 22 درصد از آب‌های زیرزمینی اراضی کشاورزی اروپا مقدار نیترات بالاتر از حد مجاز استاندارد جهانی (50 میلی‌گرم در لیتر) بود (WHO, 1993). Pacheco and Cabrera (1997) آلودگی آب‌های زیرزمینی مکزیک را به فعالیت‌های کشاورزی منطقه نسبت دادند. Johnsson and Hoffmann (1998) در مطالعه خاک‌های سوئد، میانگین آبشویی نیتروژن از منطقه ریشه را 22 کیلوگرم در هکتار در سال گزارش نمودند. Maeda و همکاران (2003) در اراضی کشاورزی کود داده شده با کودهای شیمیایی غلظت نیترات را در عمق یک متری 133 تا 266 میلی‌گرم در لیتر گزارش نمودند. در کشورهای آسیایی نیز به علت افزایش جمعیت و کمبود اراضی، مصرف بیش از اندازه کودهای ازته در اراضی آبی معمول می‌باشد. Xiao-Zong و همکاران (2009) با مطالعه خاک‌های چین آبشویی نیترات را متغیر و بین 72 تا 2024 میلی‌گرم در لیتر گزارش نمودند. Jalali (2005) در بررسی غلظت نیترات آب‌های زیرزمینی استان

همدان میانگین غلظت نیترات را 49 میلی‌گرم در لیتر گزارش نمود. نتایج نشان داد در 37 درصد از نمونه‌ها غلظت نیترات بیشتر از حد مجاز بود. Jalali (2008) با بررسی غلظت نیترات در بعضی از سبزیجات و خاک‌های همدان میانگین نیتروزن نیتراتی تجمع یافته در خاک را 81 میلی‌گرم در کیلوگرم خاک گزارش نمود. با توجه به افزایش غلظت نیترات در آب‌های زیرزمینی و از آنجایی که آب‌های زیرزمینی غالبا برای شرب استفاده می‌شوند لذا بررسی آبشویی نیترات و یافتن مناطقی که مستعد آبشویی می‌باشند و همچنین اطلاع از اثر ویژگی‌های خاک‌های آهکی بر آبشویی نیترات لازم می‌باشد. هدف از این مطالعه بررسی آبشویی نیترات و آمونیوم در تعدادی از خاک‌های آهکی در شرایط اشباع که به طور میانگین در سی سال گذشته، سالیانه 200 کیلوگرم در هکتار کود ازته دریافت کرده‌اند و یافتن رابطه مقدار آبشویی با خصوصیات خاک‌ها می‌باشد.

مواد و روشها

نمونه خاکهای هواخشک شده با بافت‌های مختلف که از اراضی کشاورزی با کشت‌های مختلف جمع آوری شده بودند، از الک دو میلیمتری عبور داده شده، بر اساس وزن مخصوص ظاهری در دو تکرار به ستون‌های آبشویی از جنس پیرکس تا ارتفاع 20 سانتیمتری انتقال داده شدند. ستون‌های خاک به مدت 24 ساعت با آب مقطر اشباع شدند و سپس با آب مقطر در شرایط اشباع تا 12 پورواليوم، مورد آبشویی قرار گرفتند. بار آبی در بالای ستون خاک 5 سانتیمتر نگه داشته شد. محلول خروجی در انتهای ستون به صورت یک هشتم پورواليوم در هر خاک جمع آوری گردید. پ‌هاش، هدایت الکتریکی و غلظت نیترات و آمونیوم در محلول‌های خروجی اندازه‌گیری شد. غلظت نیترات و آمونیوم به روش رنگ سنجی با کمک دستگاه اسپکتروفتومتر (Rowell 1994) اندازه‌گیری شد.

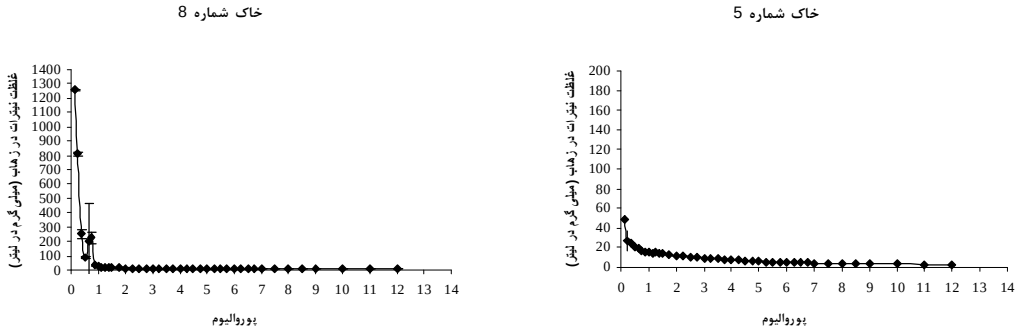
نتایج و بحث

جدول 1 برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه را نشان می‌دهد. نیترات خاک‌ها در دامنه 180-18 میلی‌گرم در کیلوگرم قرار دارد. خاک‌های 5 و 7 و 10 کمترین و خاک 8 بیشترین میزان نیترات را دارند. میزان آمونیوم خاک‌ها بین 1/7-7/2 میلی گرم در کیلوگرم می‌باشد. خاک‌های 4 و 8 به ترتیب کمترین و بیشترین میزان آمونیوم را دارند. میزان آمونیوم خاک‌ها در مقایسه با میزان نیترات کم می‌باشد.

جدول 1- برخی از ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی خاک‌های مورد مطالعه

شماره خاک	کاربری	رس	سیلت	شن	بافت	آهک معادل	ماده آلی	EC	pH	CEC	NO_3^-	NH_4^+
		($g\ kg^{-1}$)				($g\ kg^{-1}$)		($dS\ m^{-1}$)		$Cmol_c\ kg^{-1}$	($mg\ kg^{-1}$)	
1	مرتع	68	214	718	شنی لومی	7	6/4	0/147	7/2	22/8	21	2/9
2	سبزیکاری	108	194	698	شنی لومی	134	13/0	0/140	7/1	17/6	88	4/2
3	باغ	28	254	718	لومی شنی	69	39/0	0/140	7/4	15/7	63	5/1
4	مرتع	48	274	678	شنی لومی	70	114/0	0/130	7/1	20/9	21	2/7
5	مرتع	28	274	698	شنی لومی	28	353/0	0/163	7/0	14/3	20	3/8
6	باغ	88	414	498	شنی لومی	67	35/0	0/127	7/2	21/2	60	¾
7	گندم	208	354	438	لومی	249	9/5	0/134	7/5	25/0	18	4/0
8	گندم	288	274	438	لومی	119	15/3	0/205	7/4	22/8	180	7/1
9	سیب زمینی	308	368	324	رسی لومی	190	9/9	0/179	7/5	28/0	38	5/1
10	سیر	248	428	324	لومی	244	6/6	0/130	7/4	27/1	18	4/2
11	سیر	488	308	204	رسی	249	6/7	0/116	7/4	31/4	49	5/2

آبشویی نیترات توسط آب مقطر تا دوازده پورواليوم در دو خاک در شکل 1 نشان داده شده است.



شکل 1- منحنی رخنه نیترات طبیعی خاک آبشویی شده با آب مقطر

در تمام خاک‌ها نیترات سریعا در اولین زهاب خروجی مشاهده شد. غلظت نیترات خارج شده از خاک در آغاز آبشویی بالا بود. با ادامه آبشویی به سرعت و با شیب تند از غلظت نیترات کاسته شد. به دلیل وجود نیروی دافعه بین یون نیترات و ذرات خاک، نیترات به قسمت مرکزی آب موجود در منافذ منتقل شده و همراه با جبهه رطوبتی از خاک خارج می‌شود. در منحنی‌های رخنه حاصله بیشترین اوج غلظت نیترات در خاک 8 (1278 میلی‌گرم در لیتر) و کمترین آن در خاک 5 (49 میلی گرم در لیتر) مشاهده شد. Evanylo و همکاران (2008) اوج غلظت نیترات را در خاک سیلتی رسی لومی در اولین زهاب خارج شده بیشتر از 177 میلی گرم در لیتر گزارش نمودند. در تمام خاک‌ها، بجز خاک 5 غلظت نیترات در یک هشتم از حجم اولین پورواليوم خارج شده (اولین نمونه برداری) بیشتر از حد استاندارد بین المللی مجاز غلظت نیترات در آب آشامیدنی بود (50 میلی گرم در لیتر). غلظت نیترات در زهاب خاک‌ها، به جز خاک‌های 2، 6 و 8 به طور متوسط پس از عبور نیم پورواليوم آب مقطر به کمتر از 50 میلی گرم در لیتر رسید. در خاک‌های 2،6 و8 پس از عبور سه چهارم پورواليوم آب مقطر از ستون خاک غلظت نیترات به کمتر از 50 میلی گرم در لیتر رسید.

تفاوت در مقدار و روند خارج شدن نیترات از خاک‌ها را می‌توان به میزان نیترات موجود درخاک‌ها، ویژگی خاک‌ها و شرایط محیطی مؤثر بر فرآیند دنیتریفکاسیون و نیتریفیکاسیون نسبت داد. مقدار 56/3 – 9/6 درصد از نیترات موجود در خاک‌ها با عبور یک هشتم پورواليوم آب مقطر (0/125 پورواليوم) خارج شده و وارد اعماق پایین‌تر از 20 سانتی-متری شده است. با توجه به نتایج بدست آمده به طور میانگین درهر سال 160-23 کیلوگرم در هکتار نیترات از خاک-های آهکی شسته می‌شود. از آنجایی که کشت غالب در خاک‌های مورد بررسی سیب زمینی، گندم و سیر می‌باشد (جلالی، 2005) و این گیاهان دارای ریشه‌های افشان و غده‌ای می‌باشند، نیترات به راحتی می‌تواند توسط آب آبیاری و یا بارندگی از منطقه توسعه ریشه خارج شده و به اعماق پایین انتقال یافته و باعث آلودگی آب‌های زیرزمینی شود. با توجه به موارد ذکر شده خطر آبشویی نیترات در خاک‌های آهکی مورد بررسی بالا می‌باشد.

در طول دوره آبشویی حداکثر آمونیوم آبشویی شده در خاک 9 (19/3 کیلوگرم در هکتار) و کمترین در خاک 1 (3/0 کیلوگرم در هکتار) مشاهده شد. در خاک‌های 7، 9 و 10 آمونیوم آبشویی شده بیشتر از آمونیوم عصاره‌گیری شده خاک با کلرید پتاسیم یک مولار بود. احتمالا آمونیوم اضافی خارج شده، حاصل از رها سازی آمونیوم موجود در مکان-

های تثبیت شده است. بین غلظت نیترات موجود در خاک‌ها با اوج غلظت نیترات و میزان کل نیترات آبشویی شده از خاک‌ها همبستگی معنی‌داری بدست آمد (به ترتیب $r= 0.86, P> 0.01$ و $r= 0.93, P > 0.01$). بین آمونیوم موجود در خاک‌ها و میزان کل نیترات آبشویی شده همبستگی معنی‌دار بدست آمد ($r= 0.70, P > 0.05$). بین آمونیوم کل آبشویی شده و مقدار سیلت ($r=0.67; p<0.05$) ، رس ($r=0.61; p<0.05$) و پهاش خاک‌ها ($r=0.77; p<0.01$) نیز همبستگی معنی‌دار بدست آمد. با توجه به اینکه این تحقیق در شرایط اشباع انجام شد، در شرایط غیر اشباع موجود در مزرعه، آبشویی به طور پیوسته صورت نمی‌گیرد و در فواصل زمانی که رطوبت و دمای خاک مطلوب است نیتریفیکاسیون اتفاق افتاده و میزان نیترات موجود در خاک بالا می‌رود. علاوه بر این کشاورزان در هنگام مصرف کود شیمیایی ازته مقدار نیترات حاصل از معدنی شدن مواد آلی که گاها به مقدار بسیار زیاد در خاک مصرف می‌شوند را در نظر نمی‌گیرند. این مسئله می‌تواند موجب بالاتر رفتن میزان نیترات و آمونیوم آبشویی شونده از خاک‌ها در مقایسه با میزان برآورده شده از این تحقیق شود.

منابع

Evanylo, G., Sherony, C., Spargo, J., Starner, D., Brosius, M., and Haering, K. (2008). Soil and water environmental effects of fertilizer-, manure, and compost-based fertility practices in an organic vegetable cropping system. Agr. Ecosyst. Environ.127: 50-58.

Hayshi, Y., and Hatano, R. (1999). Annual nitrogen leaching to subsurface drainage water from a clayey aqiuc soil cultivated with onions in Hokkaido, Japan. Soil Sci. Plant Nutr. 45: 451–459.

Jalali, M., (2005). Nitrates leaching from agricultural land in Hamadan, western Iran. Agric. Ecosyst. Environ. 10: 210–218.

Jalali, M., (2008). Nitrate concentrations in some vegetables and soils in Hamadan, western Iran. Arch. of Agron. Soil Sci. Vol. 54. No. 5. 569–583.

Johnsson, H., and Hoffmann, M. (1998). Nitrogen leaching from agricultural land in Sweden. Standard rates and gross loads in 1985 and 1994. Ambio. 27: 481–488.

Laegreid, M., Bockman, O. C., Kaarstad, O. (1999). Agriculture, Fertilizers and Environment. CAB International. Wallingford & Norsk Hydro, ASA, Oslo.

Maeda, M., Zhao, B. Z, Ozaki, Y., and Yoneyama, T. (2003). Nitrate leaching in an Andisol treated with different types of fertilizers. Environ. Pollut. 121: 477-487.

Pacheco, J., and Cabrera, S. (1997). Groundwater contamination by nitrates in the Yucatan Peninsula, Mexico. Hydrol. J. 5: 47–53.

Rowell DL. 1994. Soil Science: methods and applications. Longman Scientific and Technical.

WHO (1993). Guidelines for Drinking Water Quality. 1. Recommendations, second ed. World Health Organization, Geneva.

Xiao, S. Z., Xing, Z. Ch., Lan, W. X and Ji, L. (2009). Study of nitrate leaching and nitrogen fate under intensive vegetable production pattern in northern China. C. R. Biologies. 332: 385–392.