



دانشگاه گوارز و منابع آب و خاک

نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک

جلد بیستم، شماره ششم، ۱۳۹۲

<http://jwsc.gau.ac.ir>

تأثیر عمق و فاصله زهکش‌های زیرزمینی بر تلفات نترات در اراضی شالیزاری در فصل کشت کلزا

حسن علی‌بخشی^۱، *علی شاه‌نظری^۲ و رمضان طهماسبی^۳

^۱ دانشجوی کارشناسی‌ارشد آبیاری و زهکشی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری،

آستادیار گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری،

آستادیار گروه مهندسی آب، مؤسسه آموزش عالی علمی کاربردی جهاد کشاورزی

تاریخ دریافت: ۹۱/۶/۱۶؛ تاریخ پذیرش: ۹۱/۱۰/۱۸

چکیده

زهکشی زیرزمینی علاوه بر کنترل سطح ایستابی و آب‌شویی املاح از ناحیه ریشه، ممکن است سبب دفع نیتروژن از طریق پساب زهکشی شود. در این پژوهش، اثر سیستم‌های مختلف زهکشی زیرزمینی بر تلفات نترات، در مزرعه شالیزاری تجهیز و نوسازی شده دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری در طول یک فصل کشت کلزا در سال ۱۳۹۱-۱۳۹۰ بررسی شد. تیمارهای زهکشی عبارت بودند از: سه سیستم زهکشی زیرزمینی معمولی با پوشش معدنی شامل سیستم زهکشی با عمق ۰/۹ متر با فاصله زهکش ۳۰ متر ($D_{0.9}L_{30S}$)، عمق ۰/۶۵ متر با فاصله زهکش ۳۰ متر ($D_{0.65}L_{30S}$) و عمق ۰/۶۵ متر با فاصله زهکش ۱۵ متر ($D_{0.65}L_{15S}$) و یک سیستم زهکشی معمولی با پوشش مصنوعی با عمق ۰/۶۵ متر و فاصله ۱۵ متر ($D_{0.65}L_{15F}$). غلظت نترات زه‌آب زهکش‌ها ۱۵ روز یک بار اندازه‌گیری شد. در طول مدت مطالعه، میانگین غلظت نترات زه‌آب و کل تلفات نترات از تیمارهای $D_{0.9}L_{30S}$ ، $D_{0.65}L_{30S}$ ، $D_{0.65}L_{15S}$ و $D_{0.65}L_{15F}$ به ترتیب ۴/۷، ۴/۵، ۳/۴۷ و ۲/۹۷ میلی‌گرم در لیتر و ۷/۵، ۴/۵۷، ۹/۱۲ و ۱۵/۴۶ کیلوگرم در هکتار بود. براساس نتایج، افزایش فاصله

* مسئول مکاتبه: aliponh@yahoo.com

زهکش‌ها سبب کاهش غلظت نیترات زه‌آب و افزایش عمق نصب لوله‌های زهکش سبب افزایش غلظت نیترات زه‌آب شد. بنابراین، مدیریت آب از طریق سیستم‌های زهکشی زیرزمینی دارای عمق و فاصله مناسب، می‌تواند اثرات منفی دفع نیترات از اراضی شالیزاری به منابع آب سطحی و زیرزمینی را کاهش دهد.

واژه‌های کلیدی: اراضی شالیزاری، زهکشی زیرزمینی، نیترات

مقدمه

نیترژن به‌عنوان پر مصرف‌ترین ماده غذایی مورد استفاده در کشاورزی، علی‌رغم اهمیت قابل توجه آن در تولید محصولات کشاورزی، اثرات زیست‌محیطی زیادی به‌دنبال دارد (موسیر و همکاران، ۲۰۰۴). در حال حاضر، نیترژن تقریباً به‌طور مساوی در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه مصرف می‌شود. براساس پیش‌بینی‌های انجام شده، در سطح دنیا، استفاده از کودهای نیترژن تا سال ۲۰۲۵ حدود ۶۰ تا ۹۰ درصد افزایش خواهد یافت که حدود ۶۵ درصد از این مقدار در کشورهای در حال توسعه به‌کار خواهد رفت (گالوی و همکاران، ۱۹۹۵). بررسی الگوی رفتار نیترژن در خاک به چند دلیل دارای اهمیت است؛ اول این‌که بخش عظیمی از کودهای نیترژن شسته شده و از دسترس گیاه خارج می‌گردند و نیترات و نیتريت وارد شده به منابع آب می‌تواند روی سلامتی انسان و دام تأثیرگذار باشد (منصوری و لوریه، ۱۹۹۳؛ NRC، ۱۹۷۸)، دوم این‌که افزایش کاربرد نیترژن سبب تغییراتی در تعادل عناصر مغذی و عملیات اکولوژیکی در رودخانه‌ها و دریاچه‌ها می‌شود که به‌طور بالقوه سبب پدیده تغذیه‌گرایی^۱ می‌گردد (NRC، ۱۹۷۸)، که نتیجه آن کاهش میزان اکسیژن در اعماق آب‌ها خواهد بود. (جاستیک و همکاران، ۱۹۹۵؛ رابالیس و همکاران، ۱۹۹۶)، سوم این‌که شستشوی نیترژن باعث کاهش معنی‌داری در تولید و اقتصاد کشاورزی می‌گردد (بهمنی و همکاران، ۲۰۱۰). در نهایت بیان اثرات دیگر زیست‌محیطی نیترژن در کشاورزی نیازمند شناخت فاکتورهای مختلفی است که هر کدام می‌توانند به نحوی در کنترل سطح نیترژن خاک مؤثر باشند.

باتوجه به حلالیت زیاد ترکیبات نیتراتی، این مواد همراه آب جریان یافته، به اعماق نیم‌رخ خاک منتقل شده و در بسیاری از موارد از دسترس گیاه خارج می‌گردند (ملکوتی و همائی، ۲۰۰۴). بیشتر تلفات نیتروژن در اراضی شنی به‌صورت آب‌شویی نیترات به اعماق است (وادل و همکاران، ۲۰۰۰). مقدار آب‌شویی نیترات در یک سیستم زراعی معمول بین ۲۵ تا ۹۰ کیلوگرم در هکتار در سال گزارش شد (باسو و ریتیچی، ۲۰۰۵). در نتیجه این فرآیند، غلظت نیترات آب‌های زیرزمینی در مناطق تحت کشت به سرعت افزایش می‌یابد.

سیستم‌های زهکشی زیرزمینی نقش مهمی در انتقال مواد شیمیایی محلول کشاورزی مانند نیترات دارند (کالینا و همکاران، ۲۰۰۶). عمق و فاصله زهکش‌های زیرزمینی دو پارامتر مهم در طراحی سیستم‌های زهکشی می‌باشند که نقش تعیین‌کننده‌ای در مقدار و کیفیت زه‌آب‌های خارج شده از لوله‌های زهکشی دارند. بررسی‌های انجام شده توسط آیز و همکاران (۱۹۸۷) روی زهکش‌های زیرزمینی با عمق‌های متفاوت نشان می‌دهد که شوری زه‌آب خارج شده از زهکش‌های نصب شده در عمق ۲ متری بیش از شوری زه‌آب خارج شده از زهکش‌هایی است که در عمق ۱/۷ متری نصب شده‌اند همچنین زهکش‌هایی که در عمق بیشتری نصب شده‌اند، دارای زه‌آب خروجی بیشتری نیز خواهند بود و زمانی که خروج زه‌آب از زهکش‌های کم عمق متوقف می‌شود، خروج زه‌آب از زهکش‌های عمیق‌تر ادامه دارد. زهکش‌های عمیق‌تر نسبت به زهکش‌هایی که در عمق کمتری نصب شده‌اند آب با کیفیت پایین‌تری خارج می‌نمایند. نتایج مطالعات نشان می‌دهد که با نصب زهکش‌ها در عمق ۱/۸ متری، حدود ۳۰ درصد از جریان ورودی به داخل زهکش‌ها از آب زیرزمینی خواهد بود و اگر عمق نصب به ۲/۷ متری برسد، این مقدار به حدود ۶۰ درصد خواهد رسید (دویرل و فیو، ۱۹۹۰). تأثیر عمق و فاصله زهکش‌های زیرزمینی بر کیفیت زه‌آب خروجی توسط گریسمر (۱۹۹۳) در ایالت کالیفرنیا مورد مطالعه قرار گرفت. در این پژوهش اثرات نصب لوله‌های زهکش در عمق‌های ۲/۵، ۳ و ۴ متری و فواصل ۲۰، ۴۰، ۶۰ و ۸۰ متری بر کیفیت زه‌آب در شرایط تغذیه ماندگار و غیرماندگار بررسی گردید. گریسمر به‌این نتیجه رسید که با افزایش عمق و فاصله زهکش‌ها کیفیت زه‌آب زهکش‌ها کاهش می‌یابد. اسکگز و چسچیر (۲۰۰۳) اثر عمق‌های زهکشی ۰/۷۵، ۱، ۱/۲۵ و ۱/۵ متر بر تلفات نیتروژن از خاک لومی شنی را مطالعه کردند. نتایج این آزمایش‌ها نشان داد که با قرار دادن زهکش‌ها در عمق‌های کم می‌توان مقدار نیتروژن خارج شده از طریق زهکش‌های زیرزمینی را کاهش

داد. هر چند منافع کشاورزی زهکش‌های کم عمق، تا حدی کمتر از زهکش‌های عمیق است اما، در کل منافع زهکش‌های کم عمق به دلیل هزینه‌های بالای جداسازی نیتروژن از زه آب زهکش‌های عمیق به منظور کاهش غلظت آن، بیشتر است.

در سال‌های اخیر، به منظور بهره‌برداری بهتر از منابع محدود آب و خاک حاصل‌خیز و پتانسیل‌های اقلیمی استان مازندران و ایجاد شرایط مناسب جهت کشت دوم، نصب سیستم‌های زهکشی زیرزمینی در شالیزارهای یکپارچه‌سازی شده این استان، علاوه بر زهکش سطحی که به‌عنوان جزء لاینفک طرح‌های تجهیز و نوسازی اراضی شالیزاری است، در حال گسترش می‌باشد (درزی و همکاران، ۲۰۱۲). زهکشی زیرزمینی ضمن کنترل سطح ایستابی، از شور شدن خاک به دلیل جریان کاپیلاری از آب زیرزمینی شور جلوگیری می‌کند و آب‌شویی املاح از ناحیه ریشه پروفیل خاک را تسهیل می‌نماید. با این وجود، سیستم‌های زهکشی زیرزمینی مقداری مواد غذایی را از ناحیه ریشه خارج می‌سازند. بدون توجه به این مسائل، آگاهی از ترکیب شیمیایی پساب زهکشی برای فهم اثرات زیست‌محیطی طولانی مدت کارهای زهکشی ضروری می‌باشد. در پژوهش‌های متعدد انجام شده، اثرات زیست‌محیطی سیستم‌های مختلف زهکشی از لحاظ دفع مواد غذایی از شالیزارها مطالعه نشده است.

با توجه به وجود حدود ۲۱۰ هزار هکتار (بانک کشاورزی، ۲۰۱۰) شالیزار برنج در استان و اهمیت کنترل و کاهش اثرات زیست‌محیطی دفع مواد غذایی از این اراضی، در این پژوهش، با بررسی تغییرات غلظت نترات در طول مدت مطالعه و تعیین حجم زه آب خروجی از سیستم‌های زهکش، اثر سیستم‌های مختلف زهکشی زیرزمینی بر دفع نترات در اراضی شالیزاری در کشت دوم بررسی و با یکدیگر مقایسه شد.

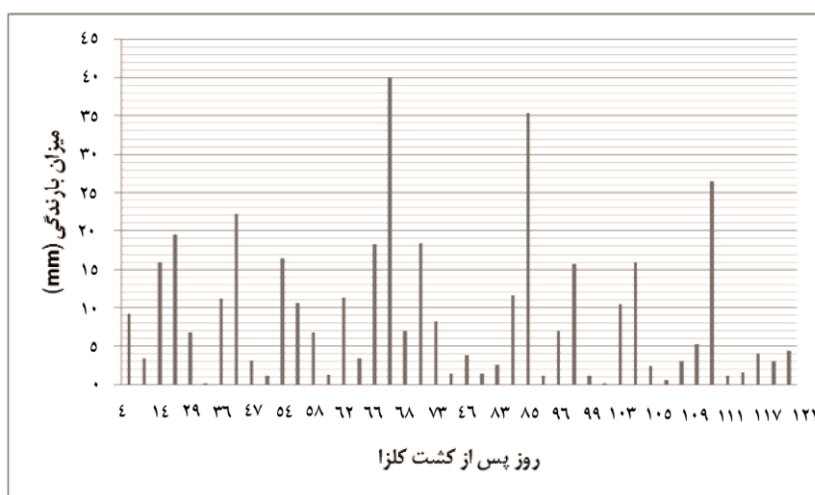
مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه: این پژوهش در مزرعه‌ای با مساحتی حدود ۴/۵ هکتار از اراضی شالیزاری تجهیز و نوسازی شده دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری واقع در کیلومتر ۹ جاده ساری- دریا انجام شد. عرض و طول جغرافیایی منطقه به ترتیب ۳۶/۳۹ درجه شمالی و ۵۳/۰۴ درجه شرقی بوده و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۵- متر می‌باشد. طبق آمار هواشناسی ۱۰ ساله (۱۳۸۱ تا ۱۳۹۰)، متوسط بارندگی منطقه، ۶۱۶ میلی‌متر و متوسط دمای هوا ۱۷/۳ درجه سانتی‌گراد است. حداقل و حداکثر دمای

هوای ثبت شده در ایستگاه هواشناسی دانشگاه به ترتیب ۶- و ۳۸/۹ درجه سانتی گراد می باشد. اقلیم منطقه براساس روش تعیین اقلیم دومارتن، از نوع مرطوب است. در جدول ۱، خلاصه‌ای از میانگین اطلاعات اقلیمی منطقه مورد مطالعه ارائه شد. بخش اعظم بارندگی‌ها (بیش از ۷۰ درصد)، در فصول پاییز و زمستان رخ می دهد. علاوه بر این، در ماه‌های آبان تا اسفند مقدار متوسط بارندگی از میانگین تبخیر ماهانه بیشتر می باشد. میزان بارندگی‌ها در طول مدت پژوهش در شکل ۱ نشان داده شد.

جدول ۱- خلاصه‌ای از میانگین اطلاعات اقلیمی ماهانه منطقه مورد مطالعه.

ماه	دمای هوا (درجه سانتی گراد)		بارش (میلی متر)		تبخیر از تشتک (میلی متر)	
	حداقل	حداکثر	میانگین	حداکثر روزانه	میانگین	حداکثر روزانه
فروردین	۱	۳۸/۴	۴۷/۷	۵۰/۱	۸۱/۵	۱۰/۸
اردیبهشت	۴	۳۵/۸	۲۴	۱۷	۱۰۰/۷	۷/۵
خرداد	۱۱/۵	۳۷	۳۰/۴	۲۹/۵	۱۶۳	۹/۲
تیر	۱۵/۵	۳۶/۴	۲۰	۴۵	۱۶۵/۵	۸/۳
مرداد	۱۷/۳	۳۸/۹	۱۲/۶	۲۵/۲	۱۷۹/۴	۸/۷
شهریور	۱۲	۳۸/۴	۴۱/۲	۲۶/۳	۱۲۹	۸/۷
مهر	۸/۴	۳۷/۲	۶۸/۵	۶۸	۹۰	۷/۸
آبان	۱	۳۴/۷	۸۷	۶۷/۳	۵۴/۴	۴/۸
آذر	-۳	۳۰/۶	۸۹/۷	۷۴	۳۸/۵	۴
دی	-۶	۲۴/۱	۷۷	۶۶/۵	۳۰/۱	۴/۶
بهمن	-۵	۲۳/۶	۵۵/۵	۳۹/۹	۳۷	۵
اسفند	-۳	۲۹/۲	۶۳	۳۹/۴	۵۰/۳	۵/۷

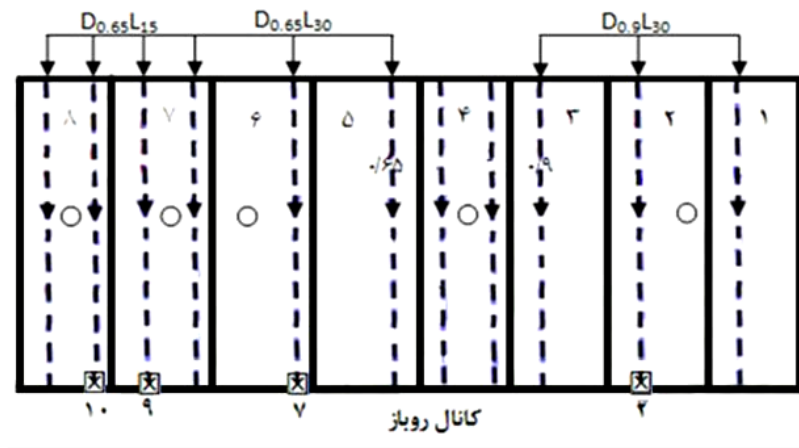


شکل ۱- میزان بارندگی در طول مدت مطالعه.

این مطالعه روی سه سیستم زهکشی زیرزمینی معمولی با پوشش معدنی متشکل از عمق ۰/۹ متر با فاصله ۳۰ متر ($D_{0.9}L_{30}S$)، عمق ۰/۶۵ متر با فاصله ۱۵ متر ($D_{0.65}L_{15}S$) و عمق ۰/۶۵ متر با فاصله ۳۰ متر ($D_{0.65}L_{30}S$) و یک سیستم زهکشی زیر زمینی معمولی با پوشش الیاف مصنوعی با عمق ۰/۶۵ متر با فاصله ۱۵ متر ($D_{0.65}L_{15}F$) انجام شد. در جدول ۲ مشخصات سیستم‌های زهکشی، شماره کرت محل نصب هر سیستم و شماره خطوط معرف هر سیستم زهکشی ارائه شد. شماتیک مزرعه مورد مطالعه و سیستم‌های مختلف زهکشی در شکل ۲ قابل مشاهده است.

جدول ۲- مشخصات سیستم‌های مختلف زهکشی مورد مطالعه.

شماره خط زهکشی	شماره کرت	میانگین دبی زهکش‌ها (مترمکعب بر روز)	فاصله زهکش (متر)	عمق زهکش (متر)	سیستم زهکشی
۲	۲	۴/۱۴	۳۰	۰/۹	$D_{0.9}L_{30}$
۷	۶	۴/۰۳	۳۰	۰/۶۵	$D_{0.65}L_{30}$
۹	۷	۲/۸۴	۱۵	۰/۶۵	$D_{0.65}L_{15}$
۱۰	۸	۶/۸۱	۱۵	۰/۶۵	$D_{0.65}L_{15}F$



اعداد ۱ تا ۸ بالای شکل شماره کرت، \bigcirc موقعیت نقاط نمونه برداری از خاک، \boxtimes محل اندازه‌گیری دبی زهکش،
 - - - خطوط زهکش، شماره های ۲، ۷، ۹ و ۱۰ در قسمت پایین شکل معرف شماره خطوط زهکش بدین ترتیب که:
 خط ۲ معرف سیستم $D_{0.9}L_{30}$ ، خط ۷ معرف سیستم $D_{0.65}L_{30}$ ، خط ۹ معرف سیستم $D_{0.65}L_{15}$ و خط ۱۰ معرف
 سیستم $D_{0.65}L_{15}$

شکل ۲- تصویر شماتیک نحوه آرایش سیستم‌های زهکشی.

طول کلیه خطوط زهکش، ۱۰۰ متر و جنس لوله‌ها PVC موج‌دار با قطر ۱۰۰ میلی‌متر می‌باشند که با شیب ۰/۲ درصد نصب شد. زه‌آب کلیه خطوط زهکش به درون یک کانال روباز به عمق ۱/۲ متر تخلیه می‌شود. کانال نام‌برده به‌عنوان تنها زهکش اراضی مورد مطالعه بود که در زمان اجرای عملیات تجهیز و نوسازی، به‌عنوان زهکش سطحی حفر شده است. برای مشخص کردن بافت خاک مزرعه، در مرکز کرت‌های ۲، ۷، ۸ و ۱۰ چاهک‌هایی به عمق ۳ متر حفر گردید. نمونه خاک گرفته شده در آزمایشگاه پس از خشک شدن از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شدند و سپس با استفاده از روش هیدرومتری نوع بافت آن مشخص شد. بافت خاک مزرعه از نوع ریز بافت و غالباً از نوع رس-سیلتی و رسی می‌باشد. نتایج آنالیز بافت خاک لایه‌های مختلف در جدول ۳ ارائه شد.

برای اندازه‌گیری دبی زهکش، یک عدد پارشال فلوم در محل تخلیه زه‌آب خطوط زهکش ۲، ۷، ۹ و ۱۰ به درون نهر جمع‌کننده نصب شد. این پارشال فلوم‌ها مجهز به سنسور و ثبات بوده و دبی زهکش‌ها را به‌صورت ساعتی ثبت می‌شد. همچنین دبی زهکش‌ها روزانه یک بار به‌صورت حجمی

برای جلوگیری از خطا در سنسورها اندازه‌گیری شد. در جدول ۲ میانگین دبی زهکش‌ها نشان داده شده است.

جدول ۳- بافت خاک کرت‌های مورد مطالعه.

	عمق لایه (سانتی‌متر)	رس (درصد)	سیلت (درصد)	شن (درصد)	بافت خاک
کرت ۲	۰-۵۰	۴۸/۵	۴۴/۵	۷	Silty Clay
	۵۰-۱۰۰	۵۵/۵	۴۲	۲/۵	Silty Clay
کرت ۶	۰-۵۰	۴۸	۴۶	۶	Silty Clay
	۵۰-۱۰۰	۵۳/۵	۴۰/۵	۶	Silty Clay
کرت ۷	۰-۵۰	۴۹/۵	۴۴/۵	۶	Silty Clay
	۵۰-۱۰۰	۵۱/۵	۴۴/۵	۴	Silty Clay
کرت ۸	۰-۵۰	۴۳/۵	۵۰/۵	۶	Silty Clay
	۵۰-۱۰۰	۵۵	۳۷	۸	Clay

بذر کلزا (رقم هایولا ۴۰۱) با حداقل خلوص فیزیکی ۹۸ درصد و حداقل قوه نامیه ۸۵ درصد به میزان شش کیلوگرم در هکتار در تاریخ ۷ آذر ماه سال ۱۳۹۰ در کرت‌های مورد مطالعه کشت شد. کشت به صورت دیم انجام شد و در هیچ زمانی آبیاری صورت نگرفت. در طول این مدت در دو مرحله عملیات کود دهی اجرا شد. در جدول ۴ تاریخ‌های کاشت و برداشت و زمان و مقدار کوددهی ارائه شد. نمونه‌برداری از زه‌آب در تاریخ ۲۱ آذر ۱۳۹۰ آغاز و تا ۱۴ فروردین ۱۳۹۱ ادامه یافت. به‌طور کلی، تقریباً ۱۵ روز یک‌بار و پس از کوددهی، تقریباً دو روز یک‌بار (به‌مدت یک هفته پس از کوددهی) از زه‌آب زهکش‌ها نمونه‌برداری شد. کلیه نمونه‌برداری‌های زه‌آب با استفاده از بطری‌های پلاستیکی ۳۰۰ میلی‌لیتری انجام شد. در آزمایشگاه، غلظت نیترات نمونه‌ها با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر مدل DR-4000 HACH در طول موج ۲۲۰ نانومتر و با سل کوارتزی اندازه‌گیری شد.

جدول ۴- خلاصه‌ای از فعالیت‌های زراعی انجام شده در طول فصل کشت کلزا.

توضیحات	عملیات زراعی یا مدیریتی	تاریخ
	کشت کلزا	۷ آذر ۹۰
۳۵ کیلوگرم در هکتار اوره	کوددهی	۱۷ اسفند ۹۰
۳۵ کیلوگرم در هکتار اوره	کوددهی	۸ فروردین ۹۱
	برداشت کلزا	۲۰ اردیبهشت ۹۱

نتایج و بحث

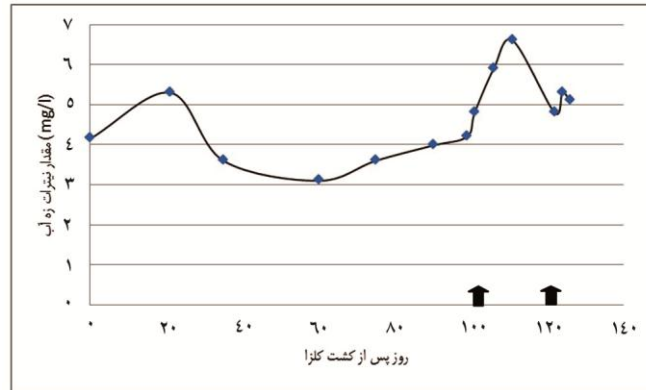
روند تغییرات غلظت نیترات زه‌آب خطوط زهکش ۲ ($D_{0.9L_{30}S}$)، ۷ ($D_{0.65L_{30}S}$)، ۹ ($D_{0.65L_{15}S}$) و ۱۰ ($D_{0.65L_{15}F}$) به ترتیب در شکل‌های (۳) تا (۶) ارائه شد. بیشترین غلظت نیترات زه‌آب خروجی از زهکش‌ها تا قبل از کوددهی مربوط به خط ۲ ($D_{0.9L_{30}S}$) در دومین نمونه‌گیری با مقدار $5/3 \text{ mg/l}$ و کمترین غلظت نیترات مربوط به خط ۷ ($D_{0.65L_{30}S}$) در چهارمین نمونه‌برداری با مقدار $0/5 \text{ mg/l}$ می‌باشد. بیشترین مقدار نیترات اندازه‌گیری شده از زهکش‌ها در زمان قبل از کوددهی به جز خط ۲ ($D_{0.9L_{30}S}$) در اولین نمونه‌برداری در چهاردهمین روز پس از کشت مشاهده شد. در خط ۲ ($D_{0.9L_{30}S}$) بیشترین مقدار نیترات زه‌آب از دومین نمونه‌برداری سی و پنجمین روز مشاهده شد. نصب سیستم‌های زهکشی زیرزمینی کم‌عمق ممکن است تلفات نیتروژن را مشابه روش زهکشی کنترل شده کاهش دهد. نصب زهکش‌های کم عمق باعث افزایش ضخامت لایه اشباع می‌شود همین امر باعث کاهش نیتروفیکاسیون و افزایش دنیتروفیکاسیون می‌شود و خروج $\text{NO}_3\text{-N}$ کاهش می‌دهد (اسکاگزو چسپر، ۲۰۰۳). روند تغییرات غلظت نیترات در زهکش‌های خط ۲ ($D_{0.9L_{30}S}$) و ۹ ($D_{0.65L_{15}S}$) پیش از کوددهی نسبتاً ثابت است. این تغییرات در زهکش خط ۱۰ ($D_{0.65L_{15}F}$) دارای شیب نزولی می‌باشد و در زهکش خط ۷ ($D_{0.65L_{30}S}$) تغییرات غلظت نیترات تا چهارمین نمونه‌گیری رو به کاهش است، اما در پنجمین نمونه‌برداری غلظت نیترات افزایش یافته است و پس از آن تغییرات غلظت نیترات سیر نزولی در پیش گرفت. بیشترین و کمترین میانگین غلظت نیترات خروجی از زهکش‌ها پیش از کوددهی مربوط به خطوط ۲ ($D_{0.9L_{30}S}$) و ۷ ($D_{0.65L_{30}S}$) می‌باشد. در جدول ۵ میانگین غلظت نیترات خطوط زهکش برای زمان‌های قبل از کوددهی، پس از کوددهی و کل مدت پژوهش ارائه شد.

جدول ۵- میانگین غلظت نترات زه آب خروجی از زهکش‌ها (میلی‌گرم بر لیتر).

خط ۲	خط ۷	خط ۹	خط ۱۰	
(D _{0.9} L ₃₀ S)	(D _{0.65} L ₃₀ S)	(D _{0.65} L ₁₅ S)	(D _{0.65} L ₁₅ F)	
۳/۹۶	۲/۳۶	۳/۵۶	۲/۶۵	پیش از کوددهی
۵/۲۴	۴/۴۱	۵/۳۱	۳/۲۴	بعد از کوددهی
۴/۶۵	۳/۴۷	۴/۵	۲/۹۷	میانگین کل دوره اندازه‌گیری

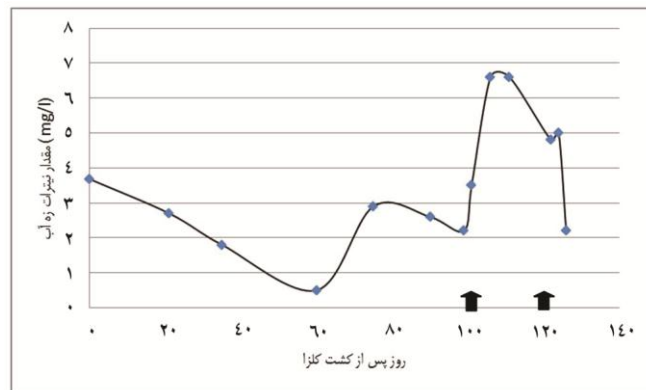
D عمق زهکش (m)، L فاصله بین زهکش‌ها (m)، S پوشش معدنی، F پوشش مصنوعی

پس از اولین کوددهی در تاریخ ۱۷ اسفند مشاهده شد که غلظت نترات زه‌آب در تمامی خطوط به‌صورت قابل ملاحظه‌ای افزایش یافته است. اما بعد از کوددهی در نوبت دوم در تاریخ ۸ فروردین به استثنای خط ۱۰ (D_{0.65}L₁₅F) که در تغییرات غلظت نترات زه‌آب سیر نزولی مشاهده شد، در ۳ خط زهکش دیگر غلظت نترات تقریباً ثابت بود. لازم به ذکر است از تاریخ ۱۸ تا ۲۲ اسفند، بارندگی شدیدی به مقدار ۲۹ میلی‌متر رخ داد که به‌نظر می‌رسد نقش مهمی در شستشوی کود و انتقال آن به زهکش‌های زیرزمینی و افزایش غلظت نترات داشته است. کمترین و بیشترین غلظت نترات زه‌آب زهکش‌ها پس از کوددهی، به‌ترتیب ۰/۹mg/l و ۷/۵mg/l بود که مربوط به زه‌آب خط ۱۰ (D_{0.65}L₁₅F) می‌باشد. این موضوع به‌این دلیل می‌باشد که این خط زهکش دارای عمق و فاصله کمتری نسبت به زهکش‌های دیگر می‌باشد همچنین نوع پوشش استفاده شده در این خط زهکش از نوع مصنوعی است. فاصله کمتر زهکش‌ها، عمق نصب کمتر و همچنین نوع پوشش استفاده شده در این تیمار (D_{0.65}L₁₅F) باعث شد که عکس‌العمل سریع‌تری نسبت به سایر تیمارها در خارج ساختن نترات داشته باشد.



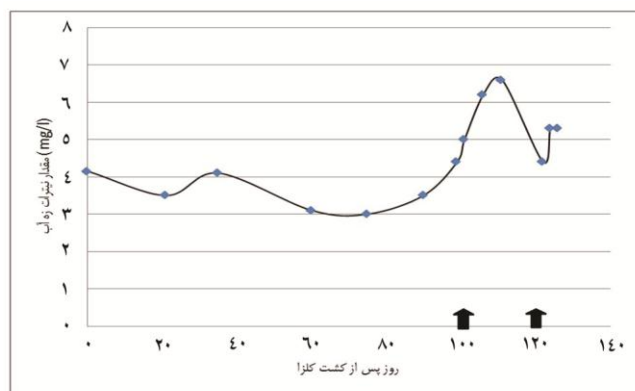
شکل ۳- تغییرات غلظت نیترات در طول مدت اندازه گیری از خط ۲.

↑ زمان کوددهی



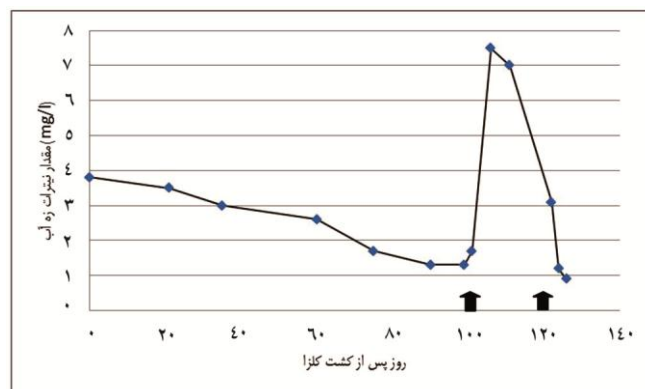
شکل ۴- تغییرات غلظت نیترات در طول مدت اندازه گیری از خط ۷.

↑ زمان کوددهی



شکل ۵- تغییرات غلظت نیترات در طول مدت اندازه‌گیری از خط ۹.

↑ زمان کوددهی



شکل ۶- تغییرات غلظت نیترات در طول مدت اندازه‌گیری از خط ۱۰.

↑ زمان کوددهی

کمترین و بیشترین میانگین غلظت نیترات زه‌آب زهکش‌ها در طول مدت اندازه‌گیری برابر ۲/۹۷ و ۴/۶۴ میلی‌گرم در لیتر بود که به ترتیب مربوط به خطوط ۱۰ ($D_{0.65}L_{15}F$) و ۲ ($D_{0.9}L_{30}S$) می‌باشد. این نتایج با نتایج پژوهش اسکگرز و چسچیر (۲۰۰۳) درباره تأثیر عمق زهکش‌ها بر خروج نیترژن در خاک‌های لومی شنی مطابقت دارد. در این پژوهش، افزایش عمق زهکش سبب افزایش غلظت نیترژن زه‌آب شد.

باتوجه به مقادیر غلظت نیترات زه آب و دبی زهکش‌ها، مقدار تلفات نیترات از سیستم‌های مختلف زهکشی محاسبه شد. کمترین مقدار نیترات خروجی مربوط به خط ۷ ($D_{0.65}L_{30}S$) با مقدار ۴/۵۷ و بیشترین مقدار نیترات خروجی مربوط به خط ۱۰ ($D_{0.65}L_{15}F$) با مقدار ۱۵/۴۶ کیلوگرم در هکتار، مشاهده شد. در جدول ۶ مقادیر نیترات خارج شده از زهکش‌ها در طول مدت پژوهش نشان داده شد. یکی از دلایل اصلی بالا بودن تلفات نیترات در زهکش خط ۱۰ ($D_{0.65}L_{15}F$) دبی بالای این خط زهکش است.

جدول ۶- کل تلفات نیترات از سیستم‌های مختلف زهکشی (کیلوگرم در هکتار).

۷/۵	$D_{0.9}L_{30}S$
۴/۵۷	$D_{0.65}L_{30}S$
۹/۱۲	$D_{0.65}L_{15}S$
۱۵/۴۶	$D_{0.65}L_{15}F$

D عمق زهکش (m)، L فاصله بین زهکش‌ها (m)، S پوشش معدنی، F پوشش مصنوعی

نتیجه‌گیری

دراین پژوهش چهار تیمار زهکشی با عمق و فاصله و پوشش زهکشی متفاوت مورد مقایسه قرار گرفت. مقایسه غلظت نیترات زه آب تیمارهای مختلف نشان داد که با افزایش عمق زهکش‌ها، غلظت نیترات افزایش یافت. همچنین مشاهده شد که با افزایش فاصله زهکش‌ها غلظت نیترات کاهش یافت که این مسأله با پژوهش‌هایی که پیش از این در اراضی غیر شالیزاری انجام شده بود، متفاوت است که این تفاوت به دلیل وجود بافت سنگین خاک مزرعه مورد مطالعه می‌باشد. زهکش با عمق ۰/۶۵ و فاصله ۳۰ متر ($D_{0.65}L_{30}S$) کمترین مقدار نیترات خروجی در واحد سطح را داشته و بهترین گزینه برای مسائل زیست‌محیطی از نظر طراحی بوده است.

همچنین با توجه به مقادیر کل نیترات خروجی از دو خط زهکش ۹ ($D_{0.65}L_{15}S$) و ۱۰ ($D_{0.65}L_{15}F$) مشخص شد که پوشش مصنوعی مقدار نیترات بیشتری نسبت به فیلتر معدنی خارج می‌کند. که دلیل آن بیشتر بودن ضریب آب‌گذری پوشش مصنوعی نسبت به پوشش معدنی است. همان‌طور که مشاهده شد میانگین غلظت نیترات خط ۱۰ ($D_{0.65}L_{15}F$) کمتر از میانگین غلظت نیترات

خط ۹ ($D_{0.65}L_{15}S$) نشان داده شد اما به دلیل بیشتر بودن دبی خروجی از تیمار $D_{0.65}L_{15}F$ مقدار تلفات نیترات بیشتر از تیمار $D_{0.65}L_{15}S$ است.

لازم به ذکر است که در مطالعه‌ای دیگری که روی عملکرد سیستم‌های زهکشی موجود در کنترل سطح ایستابی انجام شد (درزی، ۲۰۱۲) نشان داده شد که تمامی سیستم‌های زهکشی موجود از کارایی مناسبی برای کنترل سطح ایستابی برخوردارند و سیستم‌های زهکشی کم عمق توانایی بیشتری در کنترل سطح ایستابی دارند.

با توجه به مسائل زیست‌محیطی و نتایج این پژوهش، برای کاهش میزان نیترات خروجی از زهکش‌ها در حد امکان باید فاصله زهکش‌ها افزایش داده شود. همچنین با قرار دادن زهکش‌ها در عمق‌های کم، می‌توان مقدار نیتروژن خارج شده از طریق زهکش‌های زیرزمینی را کاهش داد.

سپاسگزاری

از صندوق حمایت از پژوهش‌گران که قسمتی از هزینه طرح را پرداختند تشکر می‌گردد. همچنین از پژوهشکده ژنتیک و فناوری زیستی طبرستان که هزینه‌های اجرای طرح زهکشی را پرداختند تقدیر و تشکر می‌گردد.

منابع

1. Agricultural Bank (General bureau of studies and economic evaluation), 2010. Abstract landscape of weather, climate and water resources in Mazandaran province, 11p.
2. Ayars, J.E., Patton, S.H., and Schoneman, R.A., 1987. Drain water quality from arid irrigated lands. In: Proceedings of 5th National drainage Symposium. J. Chicago, USA., 220-230.
3. Basso, B., and Ritchie, J.T., 2005. Impact of compost, manure and inorganic fertilizer on nitrate leaching and yield for a 6-year maize- alfalfa rotation in Michigan. J. Agriculture Ecosystem and Environment., 108: 329-341.
4. Bahmani, O., Bromandnasab, S., Behzad, M., and Naseri, A.A., 2010. Evaluation of Potential Nitrate and Ammonium Accumulation in the Soil Profile under Irrigation and Manure Treatments with the LEACHM Model. J. Environmental sciences. 7: 2. 95-108.
5. Darzi, A., 2012. Effects of bi-level subsurface drainage system on the losses of N., and P. from paddy fields. PhD thesis Tarbiat Modares University. 174p.

6. Darzi, A., Mirlatifi, M., Shahnazari, A., Ejlali, F., and Mahdian, M.H., 2012. Influence of surface and subsurface drainage on rice yield and its component in paddy fields. *J. Water research in agriculture*. 26: 1, 61-71.
7. Deverel, S.J., and Fio, J.L., 1990. Ground-water flow and solute movement to drain laterals, Western San Joaquin Valley, California. *Water Resources Research*, 27: 233-246.
8. Galloway, J.N., Schlesinger, W.H., Levy, H., Michaels, A., and Schnoor, J.L., 1995. Nitrogen fixation—anthropogenic enhancement environmental response. *J. Global Biogeochem*. 9: 235–252.
9. Grismer, M.E., 1993. Subsurface drainage system design and drain water quality. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 119: 3, 537-543.
10. Justic, D., Rabalais, N.N., Turner, R.E., and Dortch, Q., 1995. Changes in nutrient structure of river-dominated coastal waters: Stoichiometric nutrient balance and its consequences. *J. Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 40: 339–356.
11. Kalita, P.K., Algozany, A.S., Mitchell, J.K., Cooke, R.A.C., and Hirschi, M.C. 2006. Subsurface water quality from a flat tile-drained watershed in Illinois, USA. *J. Agriculture, Ecosystems and Environment*, 115: 83–193.
12. Malakouti, M.J., and Homaei, M., 2004. Soils fertility in arid and semi-arid lands. Second print. Publication office of scientific papers Tarbiat modarres university, 482 p.
13. Mansouri, A., and Lurie, A.A., 1993. Concise review: methemoglobinemia. *American J. Hematol*, 42: 7–12.
14. Mosier, A.R., Syers, J.K., and Freney, J.R., 2004. Agriculture and the nitrogen cycle: Assessing the impacts of fertilizer use on food production and the environment. Washington DC, USA, Island Press, 344p.
15. NRC, 1978. Nitrates: An Environmental Assessment, Report 0-309-02785-3. USA Washington, DC, National Academy of Sciences. 723p.
16. Rabalais, N.N., Turner, R.E., Justic, D., Dortch, Q., Wisman, W.J., and SenGupta, B.K. 1996. Nutrient changes in the Mississippi River and system responses on the adjacent continental shelf. *Estuaries*, 19: 386-407.
17. Skaggs, R.W., and Chescheir, G.M., 2003. Effects of subsurface drain depth on nitrogen losses from drained lands. *J. Transactions of ASAE*, 46: 2. 237-244.
18. Waddell, J.T., Gupta, S.C., Moncrief, J.F., Rosen, C.J., and Steele, D.D., 2000. Irrigation and nitrogen management impacts on nitrate leaching under potato. *J. Environmental Quality*, 29: 251-261.



Gorgan University of Agricultural
Sciences and Natural Resources

J. of Water and Soil Conservation, Vol. 20(6), 2013
<http://jwsc.gau.ac.ir>

Influence of subsurface drain depth and spacing on nitrate losses from paddy fields during canola growth season

H. Alibakhshi¹, *A. Shahnazari² and R. Tahmasebi³

¹M.Sc. Student, Dept. of Irrigation and Drainage Engineering, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, ²Assistant Prof., Dept. of Irrigation and Drainage Engineering Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, ³Assistant Prof., Dept. of Irrigation and Drainage Engineering, Institute of Applied Scientific Higher Education of Jahad-e Keshavarzi agriculture
Received: 09/06/2012 ; Accepted: 01/07/2013

Abstract

A subsurface drainage system, in addition to controlling the water table and leaching out dissolved salts from the root zone, may cause losses of nitrogen via drainage effluent. In this research, the effect of different subsurface drainage systems on the losses of nitrate, was investigated at the consolidated paddy fields of Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, during a canola growing season of 2011-2012. Drainage treatments included: three conventional subsurface drainage systems with mineral envelope including drainage system with drain depth of 0.9 m and drain spacing of 30 m ($D_{0.9}L_{30}S$), drain depth of 0.65 m and drain spacing of 30 m ($D_{0.65}L_{30}S$), and drain depth of 0.65 m and drain spacing of 15 m ($D_{0.65}L_{15}S$) and a conventional subsurface drainage system with artificial envelope with drain depth of 0.65 m and drain spacing of 15 m ($D_{0.65}L_{15}F$). The nitrate concentration of effluent of subsurface drains was measured every 15 days. During the study period, the average of nitrate concentration of drainage effluent and total nitrate loss in $D_{0.9}L_{30}S$, $D_{0.65}L_{30}S$, $D_{0.65}L_{15}S$, and $D_{0.65}L_{15}F$ treatments were 4.65, 3.47, 4.5, and 2.97 mgL^{-1} and 7.5, 4.57, 9.12, and 15.46 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, respectively. Based on the results, increase in drain spacing resulted in reduction of nitrate concentration of drainage effluent. Also, by increasing in drain depth, the nitrate concentration of drainage effluent was increased. Therefore, water management through a subsurface drainage system with proper drain depth and spacing, could diminish the negative effects of nitrate losses from paddy fields on water resources.

Keywords: Nitrate, Paddy fields, Subsurface drainage

* Corresponding Author; Email: aliponh@yahoo.com