

اثر زهکشی کنترل شده و سطوح مختلف کود نیتروژن بر مقدار زه آب و آبشویی نترات

مسعود نوشادی* و سمانه کریمی^۱

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۸/۱۱؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۷/۱۰)

چکیده

رشد روز افزون جمعیت جهان و در نتیجه نیاز بیشتر به تولیدات کشاورزی، یکی از مسائل مهمی است که بشر همواره با آن روبه‌رو بوده است. به دلیل استفاده از کود نیتروژن در کشاورزی، نگرانی در مورد آلودگی آب‌های سطحی توسط نترات وجود دارد که با توسعه سیستم‌های مدیریت آب کشاورزی می‌توان نترات در خروجی زهکش‌ها و در نتیجه آلودگی زیست‌محیطی را کاهش داد. این تحقیق به منظور بررسی اثر زهکشی کنترل شده و سطوح مختلف کود نیتروژن بر آبشویی نترات و آلودگی محیط زیست به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی، در سه فاکتور کنترل عمق سطح ایستابی و سه فاکتور مقدار کود در سه تکرار در دانشکده کشاورزی شیراز انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل سه سطح کودی صفر، ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار و سه سطح زهکشی شامل زهکشی آزاد، کنترل سطح ایستابی در عمق ۶۰ سانتی‌متری (CD۶۰) و کنترل سطح ایستابی در عمق ۹۰ سانتی‌متری (CD۹۰) بودند. نتایج این تحقیق نشان داد که مقدار زه آب و تلفات نترات، در زهکشی کنترل شده نسبت به زهکشی آزاد به مقدار قابل توجهی کاهش پیدا کرده است که به طور متوسط میزان کاهش زه آب در CD۶۰ و CD۹۰ نسبت به زهکشی آزاد به ترتیب ۵۹/۳ و ۳۵/۷ درصد و کاهش تلفات نترات به ترتیب ۷۲ و ۴۴ درصد بود. با اعمال تیمار کودی ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار نسبت به صفر کیلوگرم در هکتار میزان کل نترات آبشویی شده به ترتیب ۱/۸۶ و ۲/۴۸ برابر بیشتر شد.

واژه‌های کلیدی: سطح ایستابی، زهکشی آزاد، گندم، لایسمتر

۱. گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: noshadi@shirazu.ac.ir

مقدمه

۱۰۰ درصد و ۵۰ درصد به ترتیب ۴۱/۴ درصد و ۳۹/۴ درصد و تلفات آبشویی نیتروژن در تیمارهای ذکر شده، به ترتیب ۶۱/۷ درصد و ۴۶/۱ درصد کاهش یافت.

در این پژوهش تأثیر زهکشی کنترل شده و سطوح مختلف کود نیتروژن بر زه آب و آبشویی نترات در کشت گندم بررسی شد و عمق بهینه سطح ایستابی برای وقتی کیفیت آب زیرزمینی مناسب بود و برای بافت خاک لوم رسی سیلنتی تعیین شده است. در این تحقیق تیمارهای زهکشی کنترل شده و کیفیت آب زیرزمینی با تحقیقات قبلی متفاوت بود و تأثیر تیمارهای کودی نیز هم‌زمان بررسی شده است. با توجه به اینکه اطلاعات در مورد زهکشی کنترل شده برخلاف زهکشی مرسوم بسیار محدود است، نیاز به انجام پژوهش روی زهکشی کنترل شده در مناطق و شرایط مختلف آب‌وهوایی، خاک و کیفیت آب زیرزمینی وجود دارد. بنابراین، این پژوهش با هدف کنترل سطح ایستابی در عمق مناسب جهت کاهش حجم زه آب و کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی انجام شده است.

مواد و روش‌ها

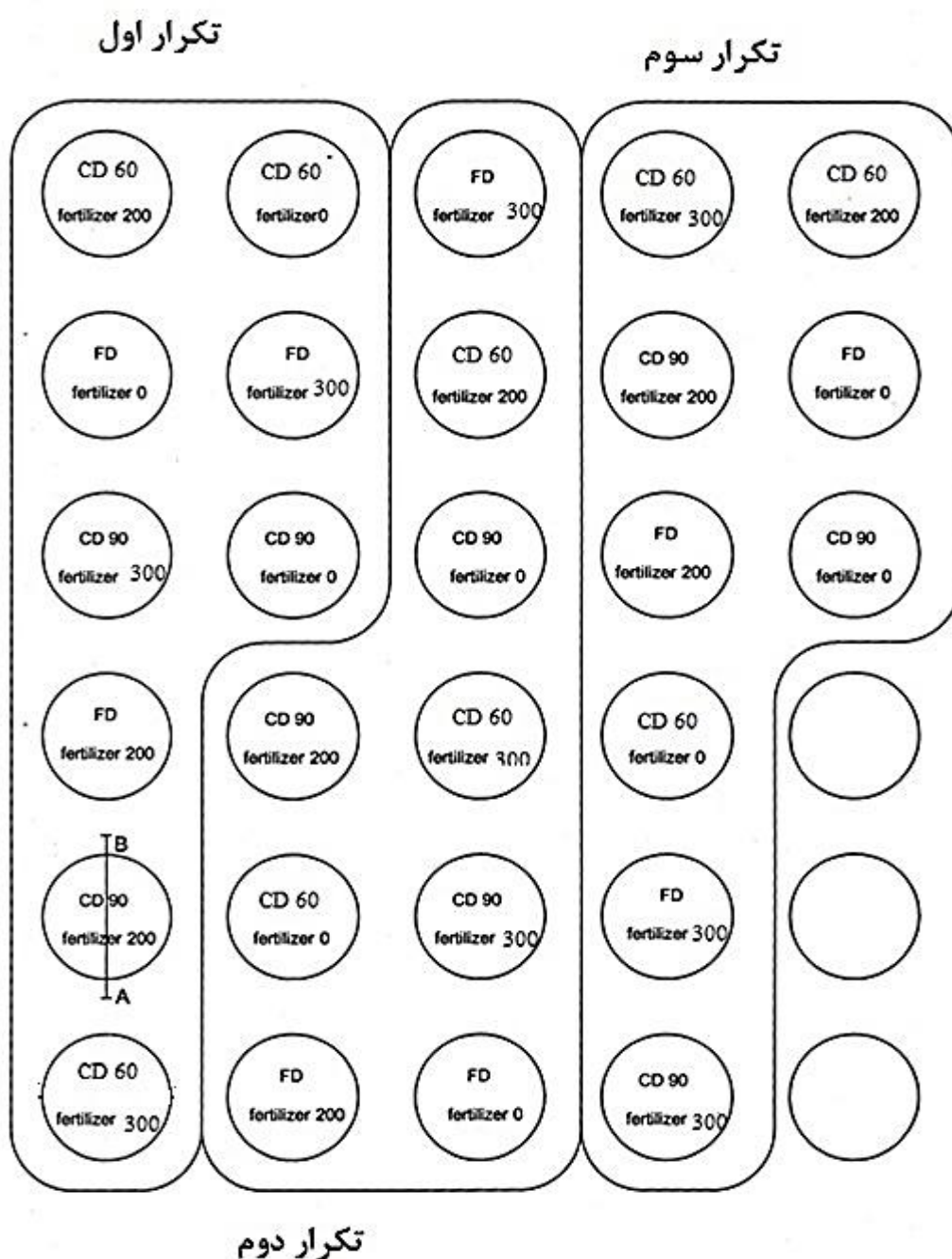
محل اجرای طرح و تیمارها

این پژوهش در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ به منظور بررسی اثر زهکشی کنترل شده بر مقدار زه آب و آبشویی نترات به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی، در سه فاکتور عمق کنترل سطح ایستابی و سه فاکتور مقدار کود در سه تکرار در ۲۷ لایسمتر تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز واقع در ۱۶ کیلومتری شمال شرقی شیراز (دشت باجگاه) با عرض جغرافیایی ۲۹° ۳۶'، طول جغرافیایی ۵۲° ۳۲' و ارتفاع ۱۸۱۰ متر از سطح دریا صورت گرفت. کود به کار رفته براساس مقادیر نیاز کودی گندم بود که به صورت کود اوره حاوی ۴۶ درصد نیتروژن خالص، به کار رفت. به دلیل پویایی کود اوره مصرف آن به صورت سرک توصیه می‌شود و به همین دلیل کود اوره به مقدار صفر، ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار در دو نوبت در ابتدای کشت و در نیمه اول اسفند به گیاه داده

نیتروژن یکی از عناصر غذایی ضروری برای رشد گیاه است و تولید محصولات زراعی به مقدار زیادی تحت تأثیر کاربرد این عنصر قرار می‌گیرد. بنابراین حاصلخیزی خاک و نیتروژن خاک تقریباً مترادف همدیگر هستند. کودهای نیتروژن نقش اساسی در افزایش عملکرد و همچنین بالا بردن کیفیت دانه گندم ایفا می‌کنند. گندم در مراحل مختلف رشد نیاز متفاوتی به نیتروژن دارد، بنابراین کاربرد نیتروژن به میزان مشخص و در زمان معین مهم است (۱). نگرانی در مورد آلودگی آب‌های سطحی توسط نترات باعث توسعه سیستم‌های مدیریت آب کشاورزی به منظور کاهش نترات در خروجی زهکش‌ها شده است (۶). خاک بیشتر مناطق کشاورزی جهان دارای کمبود نیتروژن است و نیاز گیاه از طریق اضافه کردن کودهای نیتروژنی به زمین تأمین می‌شود (۵) ولی کمتر از ۵۰ درصد کود نیتروژن داده شده، استفاده می‌شود و بقیه از طریق آبشویی، فرسایش، رواناب و تصعید گازی از دسترس گیاه خارج و تلف می‌شود (۱۲).

یکی از راه‌های جلوگیری از هدررفت فسفر و نیتروژن، استفاده از زهکشی کنترل شده است. زهکشی کنترل شده باعث افزایش جذب نیتروژن توسط گیاه و بهبود کیفیت آب می‌شود. پژوهش‌های انجام شده روی اثر زهکشی کنترل شده و آبشویی نترات نشان می‌دهد که زهکشی کنترل شده اثر معنی‌داری بر کمیت و کیفیت آب زهکشی شده داشته و مزایای زیست‌محیطی قابل توجهی دارد (۷، ۸ و ۱۳).

نانکلی و همکاران (۳) به مقایسه زهکشی کنترل شده و زهکشی سنتی از لحاظ کمیت و کیفیت زه آب‌های کشاورزی، تلفات آبشویی نیتروژن و کارایی مصرف کود نیتروژن تحت کشت گندم پرداختند. آزمایش شامل هشت تیمار زهکشی کنترل شده در سطح ۴۵ سانتی‌متری و زهکشی آزاد، شوری آب آبیاری در دو سطح ۲/۴ و ۵ دسی‌زیمنس بر متر و کود اوره در دو سطح ۲۰۰ و ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار بود. نتایج نشان داد در تیمارهای زهکشی کنترل شده، حجم جریان خروجی به میزان ۴۲ درصد، غلظت نترات در تیمارهای با اعمال کود



شکل ۱. طرح شماتیک تیمارهای آزمایشی

لایسیمترهای کشت

در این پژوهش از ۲۷ عدد لایسیمتر کشت که از لوله‌های GRP به قطر داخلی ۱/۲ و عمق ۱/۳ متر و شیب کف هشت درصد درست شده‌اند، استفاده شد. این لایسیمترها در زمین مدفون شدند. در کف لایسیمتر یک لایه سنگریزه و گراول به ضخامت

شد. کود به صورت محلول در آب استفاده شد. تیمارهای زهکشی شامل FD یا زهکشی آزاد، CD۶۰ یا زهکشی کنترل شده در عمق ۶۰ سانتی متری و تیمار CD۹۰ یا زهکشی کنترل شده در عمق ۹۰ سانتی متری بودند. شکل (۱) نمایی از شماتیک طرح آزمایشی است.

جدول ۱. خصوصیات فیزیکی و بافت خاک لایسمترهای طرح

بافت	ماسه	سیلت	رس	FC	PWP	عمق خاک
						(cm)
			(درصد)			
لومی رسی سیلتی	۱۴/۸	۵۶/۴	۲۸/۸			۳۰-۰
لومی رسی سیلتی	۱۴/۸	۵۳/۸	۳۱/۴	۲۶	۱۶	۶۰-۳۰
لومی رسی سیلتی	۱۴/۲	۵۴/۴	۳۱/۴			۹۰-۶۰

جمع‌آوری اطلاعات

پس از هر آبیاری و یا بارندگی، حجم زه‌آب هر لایسمتر به‌صورت جداگانه اندازه‌گیری شد. سپس نمونه‌های زه‌آب جهت آزمایش به آزمایشگاه منتقل و با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر غلظت نیترات محاسبه شد. لازم به ذکر است که به‌علت تجزیه سریع نیترات، غلظت نیترات نمونه‌ها باید در کمتر از ۲۴ ساعت قرائت شود. مقدار کل نیتروژن آبخویی شده از حاصل ضرب حجم زه‌آب خروجی در مقدار غلظت نیترات زه‌آب به‌دست آمد.

نتایج و بحث

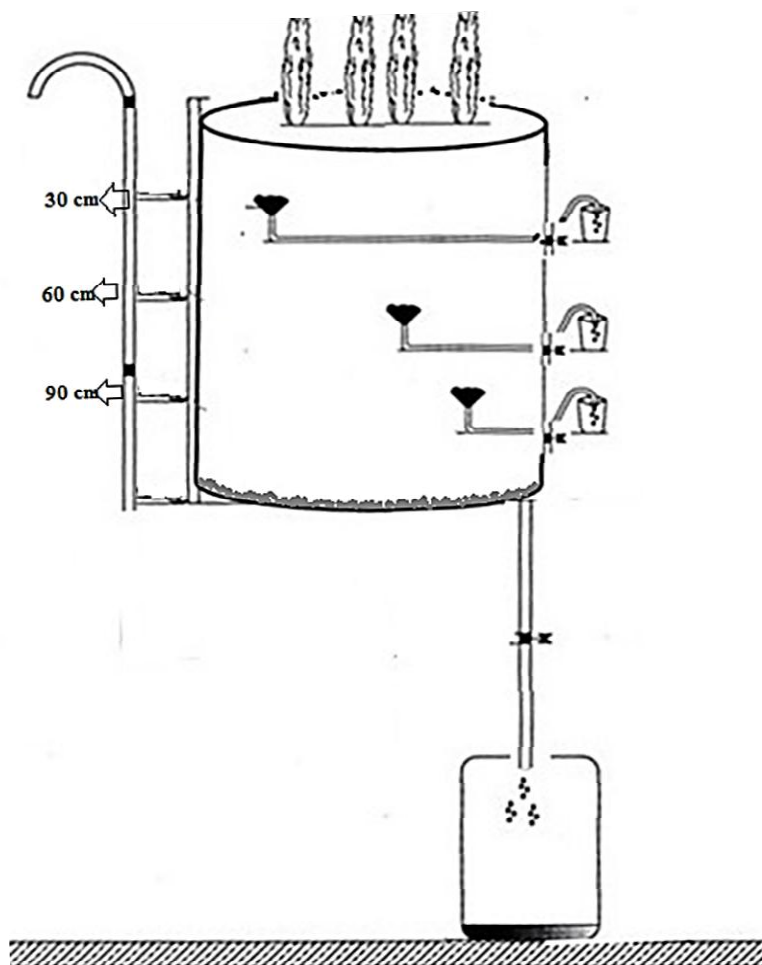
مقدار آب آبیاری

مقدار میانگین آب آبیاری در تیمارهای کودی مختلف در تیمار CD_{۹۰} و CD_{۶۰} نسبت به زهکشی آزاد به‌ترتیب ۴۰/۱ و ۲۴/۴ درصد کاهش یافت. کاهش مقدار آب آبیاری در CD_{۶۰} نسبت به CD_{۹۰} برابر ۲۰/۹ درصد بود. اثر کود نیتروژن بر کاهش آب آبیاری در سطح پنج درصد معنی‌دار شد، به‌طوری‌که با افزایش مقدار کود اوره، میزان آب آبیاری کاهش پیدا کرد، چون افزایش نیتروژن، باعث گسترش اندام هوایی و افزایش توسعه ریشه شده که منجر به جذب آب بیشتر و در نتیجه تعرق بیشتر می‌شود. بنابراین با افزایش کود، گیاه از آب آبیاری بیشتر استفاده کرده و در نتیجه حجم زه‌آب کاهش پیدا کرده است. پس از آبیاری زمانی طول می‌کشد تا آب از منطقه ریشه عبور کرده و فرونشست عمقی رخ دهد (که این زمان به بافت و ساختمان خاک بستگی دارد) و بلافاصله آب ثقلی

۱۰ سانتی‌متر ریخته شد و سپس لایسمتر به‌صورت لایه لایه با خاک زمین زراعی پرشد. مشخصات فیزیکی خاک در جدول (۱) ارائه شده است. برای بررسی تیمار زهکشی در پژوهش انجام شده، پس از استقرار لوله‌های GRP در مزرعه در اعماق ۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۳۰ سانتی‌متری خروجی تعبیه شد (شکل ۲). برای ایجاد سطح ایستابی در دو عمق ۶۰ و ۹۰ سانتی‌متری سطح خاک، آب به‌آرامی و با دبی اندک از زیر (خروجی واقع در کف لایسمتر) وارد خاک شد. کنترل سطح ایستابی باید از زیر صورت گیرد چون اگر برای کنترل سطح ایستابی، آب از بالا وارد شود، باعث آبخویی کود و افزایش زه‌آب خواهد شد.

آبیاری

دور آبیاری و نیاز خالص آبیاری براساس محاسبه نیاز آبی با استفاده از معادله پنمن-مانتیت گیاه مرجع و با استفاده از ضرایب توصیه شده FAO۵۶ تبخیر و تعرق بالقوه گندم برآورد شد. دور آبیاری به‌صورت ثابت ۱۰ روزه در نظر گرفته شد. در هر آبیاری مقدار آبیاری ۳۰ درصد بیشتر در نظر گرفته شد تا شرایط مشابه آبیاری‌های معمولی که در مزارع انجام می‌شود، ایجاد گردد. در لایسمترها با زهکشی کنترل شده، سطح ایستابی به‌دلیل مصرف آب توسط گندم کاهش می‌یافت، بنابراین مقدار آب مصرفی برای کنترل سطح ایستابی در عمق مورد نظر از مقدار آب آبیاری کسر و آب آبیاری برای هر لایسمتر محاسبه شد. آبیاری به‌صورت سطحی بود و حجم آب آبیاری به‌وسیله یک کنتور حجمی اندازه‌گیری شد.



شکل ۲. مقطع عرضی لایسیمترهای استفاده شده در تحقیق (مقطع AB)

میانگین آب آبیاری مربوط به زهکشی کنترل شده در عمق ۶۰ سانتی متری و تیمار کودی ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار بود.

مقدار زه آب

پس از انجام هر آبیاری و بارندگی، مقدار زه آب خروجی از زهکش در عمق ۶۰، ۹۰ و ۱۳۰ سانتی متر اندازه گیری شد و پس از پایان فصل رشد گیاه، مجموع کل زه آب محاسبه شد. نتایج نشان داد که کنترل سطح ایستابی باعث کاهش معنی داری در مقدار زه آب خروجی از زهکش ها شد. به طور متوسط میزان کاهش زه آب در CD۶۰ و CD۹۰ نسبت به زهکشی آزاد به ترتیب ۵۹/۲ و ۳۵/۷ درصد و کاهش مقدار زه آب در CD۶۰ نسبت به CD۹۰ برابر ۳۶/۶ درصد بود که این کاهش از نظر آماری در سطح پنج درصد معنی دار

خارج نمی شود. بنابراین گیاه در این مدت از آب ثقلی استفاده می کند. در ضمن چون در این موقع رطوبت خاک نیز بیشتر است، گیاه راحت تر می تواند از این آب استفاده کند. بنابراین با توجه به موارد ذکر شده، افزایش نیتروژن باعث گسترش اندام هوایی و افزایش توسعه ریشه شده که منجر به جذب آب بیشتر و در نتیجه تعرق بیشتر شده است. بنابراین با افزایش کود، گیاه از آب آبیاری بیشتر استفاده کرده و در نتیجه حجم زه آب کاهش پیدا کرده است.

به طور میانگین کاهش مقدار آب آبیاری با اعمال کود ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار نسبت به کود صفر کیلوگرم در هکتار به ترتیب ۲/۱ و ۴/۱ درصد بود. با توجه به جدول (۲)، بیشترین مقدار آب آبیاری مربوط به تیمار زهکشی آزاد و کمترین مقدار

جدول ۲. مقدار کل آب آبیاری در تیمارهای مختلف (mm)

میانگین	نیترژن (kg/ha)			تیمارهای زهکشی
	۳۰۰	۲۰۰	۰	
۴۵۶/۶۳ ^C	۴۳۷,۳۷ ^g	۴۵۱/۷۳ ^f	۴۸۰/۷۸ ^e	CD۶۰
۵۷۷/۰۱ ^B	۵۵۹,۷۶ ^d	۵۸۰/۴۵ ^c	۵۹۰/۸۰ ^b	CD۹۰
۷۶۳ ^A	۷۶۳ ^a	۷۶۳ ^a	۷۶۳ ^a	FD
	۵۸۶/۷۱ ^B	۵۹۸/۳۹ ^B	۶۱۱/۵۳ ^A	میانگین

داده‌ها با حروف مشابه بر طبق آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند. حروف کوچک مقایسه تیمارها و حروف بزرگ مقایسه میانگین تیمارها است. FD: زهکشی آزاد، CD۶۰: زهکشی کنترل شده در عمق ۶۰ سانتی‌متری، CD۹۰: زهکشی کنترل شده در عمق ۹۰ سانتی‌متری

جدول ۳. میزان کل زه‌آب خروجی در تیمارهای مختلف (mm)

میانگین	نیترژن (kg/ha)			تیمارهای زهکشی
	۳۰۰	۲۰۰	۰	
۷۳/۵ ^C	۶۴/۹۳ ⁱ	۶۹/۷۸ ^h	۸۵/۸۵ ^g	CD۶۰
۱۱۶ ^B	۱۰۰/۰۵ ^f	۱۱۴/۰۲ ^e	۱۳۳/۹۵ ^d	CD۹۰
۱۸۰/۵۳ ^A	۱۵۷/۰۷ ^c	۱۷۴/۸۸ ^b	۲۰۹/۶۶ ^a	FD
	۱۰۷/۳۵ ^C	۱۱۹/۵۶ ^B	۱۴۳/۱۵ ^A	میانگین

داده‌ها با حروف مشابه بر طبق آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند. حروف کوچک مقایسه تیمارها و حروف بزرگ مقایسه میانگین تیمارها است. FD: زهکشی آزاد، CD۶۰: زهکشی کنترل شده در عمق ۶۰ سانتی‌متری، CD۹۰: زهکشی کنترل شده در عمق ۹۰ سانتی‌متری

زهکشی آزاد باعث کاهش مقدار غلظت نیترات در زه‌آب خروجی شده است (جدول ۴). به‌طور متوسط کاهش غلظت نیترات در CD۶۰ و CD۹۰ نسبت به زهکشی آزاد به ترتیب ۳۱/۸ و ۱۲/۸ درصد بود. میزان غلظت نیترات خروجی در تیمار کودی ۳۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار، نسبت به تیماری کودی صفر کیلوگرم در هکتار به ترتیب ۷۱/۱ و ۵۶/۵ درصد بیشتر بود. کاهش تلفات نیترژن می‌تواند به دلیل دنیتریفیکاسیون باشد که در حضور سطح ایستابی کم عمق، شرایط بی‌هوایی ایجاد شده و در نتیجه رشد و نمو باکتری‌های دنیتریفیکاسیون کننده، افزایش یافته و غلظت نیترات در زه‌آب کاهش یافته است. این نتایج با نتایج سایر محققین مانند تان و همکاران (۱۲)، اسکگز (۱۱) و یانگ و همکاران (۱۶) مطابقت دارد.

بود. با توجه به جدول (۳) با افزایش کود استفاده شده، مقدار زه‌آب خروجی کاهش می‌یابد که این کاهش بین تیمارهای کودی صفر، ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار، در سطح پنج درصد معنی‌دار بود که علت آن در قسمت قبل توضیح داده شد.

نتایج اسکگز و همکاران (۱۰) وستروم و مسینگ (۱۳) و صادقی لاری و همکاران (۱) نشان داد که میزان کل جریان خروجی زهکشی کنترل شده در مقایسه با تیمار زهکشی آزاد کاهش می‌یابد.

غلظت نیترژن در زه‌آب خروجی

مقایسه میانگین غلظت نیترات در طول فصل کشت بین تیمارهای سطح ایستابی نشان داد که روش کنترل سطح ایستابی نسبت به

جدول ۴. میانگین غلظت نیترات در تیمارهای مختلف (mg/l)

میانگین	نیتروژن (kg/ha)			تیمارهای زهکشی
	۳۰۰	۲۰۰	۰	
۹/۱۵ ^C	۱۳/۶۴ ^c	۹/۵۸ ^e	۴/۲۳ ^h	CD۶۰
۱۱/۶۹ ^B	۱۷/۳۵ ^b	۱۲/۴ ^d	۵/۳۳ ^g	CD۹۰
۱۳/۴۱ ^A	۲۰/۷۶ ^a	۱۳/۳۲ ^c	۶/۱۶ ^f	FD
	۱۷/۲۵ ^A	۱۱/۷۸ ^B	۵/۲۴ ^C	میانگین

داده‌ها با حروف مشابه بر طبق آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند. FD: زهکشی آزاد، CD۶۰: زهکشی کنترل شده در عمق ۶۰ سانتی متری، CD۹۰: زهکشی کنترل شده در عمق ۹۰ سانتی متری

جدول ۵. مقدار کل نیتروژن آبشویی شده (kg/ha)

میانگین	نیتروژن (kg/ha)			تیمارهای زهکشی
	۳۰۰	۲۰۰	۰	
۲۲/۹۴ ^A	۳۲/۶ ^a	۲۳/۲۹ ^b	۱۲/۹۲	FD
۶/۳۹ ^C	۸/۸۵ ^f	۶/۶۸ ^g	۳/۶۳ ^h	CD۶۰
۱۲/۸۸ ^B	۱۷/۳۶ ^c	۱۴/۱۴ ^d	۷/۱۴ ^g	CD۹۰
	۱۹/۶۰ ^A	۱۴/۷۰ ^B	۷/۹ ^C	میانگین

داده‌ها با حروف مشابه بر طبق آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند. FD: زهکشی آزاد، CD۶۰: زهکشی کنترل شده در عمق ۶۰ سانتی متری، CD۹۰: زهکشی کنترل شده در عمق ۹۰ سانتی متری

مقدار کل نیتروژن آبشویی شده

مقدار کل نیتروژن آبشویی شده از حاصل ضرب حجم زه آب خروجی در مقدار غلظت نیترات زه آب به دست آمد. نتایج آزمون دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد در جدول (۵) نشان داده شده است. نتایج به دست آمده نشان داد که از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری بین مقدار میانگین کل نیترات آبشویی شده در تیمارهای سطح ایستابی و تیمارهای کودی وجود دارد. با افزایش کود به کار برده شده، میزان کل نیترات آبشویی شده افزایش پیدا کرد، به طوری که در تیمارهای کودی ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار، نسبت به صفر کیلوگرم در هکتار میزان کل نیترات آبشویی شده به ترتیب ۱/۸۶ و ۲/۴۸ برابر بیشتر شد. میزان کل نیترات آبشویی شده در تیمارهای زهکشی CD۶۰ و CD۹۰ نسبت به زهکشی آزاد در تیمار کودی صفر کیلوگرم

در هکتار به ترتیب ۷۱/۹ و ۴۴/۷ درصد، در تیمار کودی ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار به ترتیب ۷۱/۳ و ۳۹/۳ درصد و در تیمار کودی ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار به ترتیب ۷۲/۹ و ۴۶/۷ درصد کاهش یافت. به طور متوسط کاهش میزان کل نیترات آبشویی شده در CD۶۰ و CD۹۰ نسبت به زهکشی آزاد به ترتیب ۷۲/۱ و ۴۳/۸ درصد بود. میزان نیترات آبشویی شده در تیمار CD۶۰ از CD۹۰ به مقدار ۴۹/۶ درصد، کمتر بود که این کاهش از نظر آماری در سطح پنج درصد معنی‌دار بود.

بیشترین میزان نیتروژن آبشویی شده در تیمار کودی ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار با زهکشی آزاد به میزان ۳۲/۶ کیلوگرم در هکتار و کمترین مقدار در تیمار کودی صفر کیلوگرم در هکتار با کنترل سطح ایستابی در عمق ۶۰ سانتی متری و به میزان ۳/۶۳ کیلوگرم در هکتار بود که نشان می‌دهد کنترل سطح ایستابی در

بود. با اعمال تیمار کودی ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار نسبت به صفر کیلوگرم در هکتار میزان کل نیتروژن آبشویی شده به ترتیب ۱/۸۶ و ۲/۴۸ برابر بیشتر شد. از طرفی چون منافع محیط زیست باید در سر لوحه کار قرار گیرد، توصیه می‌شود که از زهکشی کنترل شده و مقدار کود کمتر در کشاورزی استفاده شود، چون کود نیتروژن به شدت انحلال پذیر و متحرک است و به صورت نترات در زه آب از خاک خارج می‌شود و باعث آلودگی منابع آبی و خاکی می‌شود. از طرفی زهکشی کنترل شده باعث افزایش نترات زدایی و کاهش غلظت نترات در زه آب می‌شود. با توجه به نتایج فوق برای کاهش زه آب و تلفات نترات ناشی از آبشویی، کنترل سطح ایستایی در عمق ۶۰ سانتی متر با مقدار کود ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار توصیه می‌شود.

عمق ۶۰ سانتی متری، تأثیر به سزایی در کاهش تلفات نترات داشته است.

زهکشی کنترل شده بر کیفیت زه آب تأثیرگذار است، کاهش حجم آب زهکشی شده باعث کاهش خروج عناصر غذایی و نیتروژن می‌شود. پژوهشگران این کاهش تلفات نترات و عناصر غذایی را ناشی از کاهش حجم زه آب خروجی و افزایش نترات زدایی دانستند (۹).

نتیجه گیری

با توجه به نتایج این پژوهش مقدار زه آب و تلفات نترات، در زهکشی کنترل شده نسبت به زهکشی آزاد به مقدار قابل توجهی کاهش پیدا کرد که به طور متوسط میزان کاهش زه آب در CD_{۶۰} و CD_{۹۰} نسبت به زهکشی آزاد به ترتیب ۵۹/۳ و ۳۵/۷ درصد و کاهش تلفات نترات به ترتیب ۷۲ و ۴۴ درصد

منابع مورد استفاده

۱. صادقی لاری، ع.، ه. معاضد. ع.ع. ناصری. آ. محجوبی و ع. لیاقت. ۱۳۹۱. نوسانات سطح ایستایی، شدت زهکشی و دینامیک نیتروژن در اراضی زیر کشت نیشکر با سیستم زهکشی کنترل شده. نشریه آب و خاک ۲۷: ۱۰۸۹-۱۰۷۷.
۲. لطف الهی، م. ۱۳۹۱. بررسی تغییرات پروتئین دانه گندم از طریق محلول پاشی کود نیتروژن. مجله زراعت و اصلاح نباتات ۸: ۱-۶.
۳. نانکلی، س.، م. مشعل. ف. میرزایی و م. قربانی جاوید. ۱۳۹۲. تأثیر زهکشی کنترل شده بر عملکرد گندم و کارایی مصرف آب در شرایط تنش شوری، چهارمین همایش ملی مدیریت شبکه های آبیاری و زهکشی، دانشگاه شهید چمران اهواز.
4. Abdel Daiem, S., J. Hoevenaars, P. P. Mollinga, W. Scheumann, R. Sloopweg and F. Van Steenberg. 2005. Agricultural drainage: Towards an integrated approach. *Irrigation and Drainage Systems* 19: 71-87.
5. Bacon, P. E. 1995. Nitrogen Fertilization in the Environment. Marcel Dekker Inc, New York.
6. Fisher, M. J., N. R. Fausey, S. E. Subler, L. C. Brown and P. M. Bierman. 1998. Water table management, nitrogen dynamics, and yields of corn and soybean. *Soil Science Society of American Journal* 63: 1786-1795.
7. Liu, H. L., J. Y. Yang, C. S. Tan, C. F. Drury, W. D. Reynolds, T. Q. Zhang, Y. L. Bai, J. Jin, P. He and G. Hoogenboom. 2011. Simulating water content, crop yield and nitrate-N loss under free and controlled tile drainage with subsurface irrigation using the DSSAT model. *Agricultural Water Management* 98: 1105-1111.
8. Luo, W., G. R. Sands, M. Yousef, J. S. Strpck, I. Song and D. Canelon. 2010. Modeling the impact of alternative drainage practices in the northern Corn Belt with DRAINMOD-NII. *Agricultural Water Management* 97: 389-398.
9. Skaggs, R. W., R. O. Evans and J. W. Gilliam. 1999. Effects of controlled drainage subirrigation on crop yield and water quality. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering* 272-281.
10. Skaggs, R. W., A. Y. Mohamed and R. O. Evans. 2005. Effects on water conservation, N loss and crop yields. In: Proceeding of the 2nd Agricultural Drainage and Water Quality Field Day University of Minnesota – Southwest Research & Outreach Center, Lamberton Minnesota. PP: 1-10.
11. Skaggs R. W. 2007. Controlled drainage to reduce nitrogen losses from drained lands. In: Proceeding of the ASA-CSSA-SSSA Annual Meeting, New Orleans, LA, U.S.A.
12. Tan C. S., C. F. Drury, M. Soultani, I. J. van Wesenbeeck, H. Y. F. Ng, J. D. Gaynor and T.W. Welacky. 1998. Controlled drainage and subirrigation effects on crop yield and water quality. In: Proceeding of the Drainage in the

- 21st Century: Food Production and the Environment. Proceedings of the Seventh International Drainage Symposium, Orlando, Fl. ASAE, 2950 Niles Rd, St. Joe, MI, pp. 676–683.
13. Weestrom I., and I. Messing. 2007. Effects of controlled drainage on N and P losses and N dynamics in a loamy sand with spring crops. *Agricultural Water Managment* 87(3): 229–240.
 14. Wiesler, F. 1998. Comparative assessment of the efficacy of various nitrogen fertilizers. *In: Z. Rengel (Ed.), Nutrient Use in Crop Production*. Food Product Press. 81-114.
 15. Xiao, M.H., X.J. Hu, L.L. Chu. 2015. Experimental study on water-saving and emission-reduction effects of controlled drainage technology. *Water Science and Engineering*. 1-7.
 16. Yang C. C., S. O. Prasher, S. Wang, H. S. Him, C. S. Tan, C. Drury and R. M. Patel. 2007. Simulation of nitrate-N movement in southern Ontario, Canada with DRAINAMOD-N. *Agricultural Water Managment* 87(3): 299–306.

Effect of Controlled Drainage and Nitrogen Fertilizer Levels on Drainage Water and Nitrate Leaching

M. Noshadi* and S. Karimi¹

(Received: November. 2-2015 ; Accepted: October 2-2017)

Abstract

The growth of world population and the demand for agricultural products can be regarded as one of the important issues that humanity has ever faced. There are serious concerns regarding surface and ground water pollution by nitrates because of using nitrogen fertilizers in the agriculture. Improving agricultural water management systems can reduce nitrate in drainage outflow and therefore, reduce the environmental pollution. This research was conducted to evaluate the effect of the controlled drainage and nitrogen fertilizer on nitrate leaching and environment pollution as a factorial randomized complete block design in Shiraz College of Agriculture. The treatments consisted of three fertilizer levels; 0, 200 and 300 kgN/ha, and three water table depths: free drainage, control water table at 60cm (CD60) and 90 cm (CD90) depths, respectively. According to the results, the value of drainage water and nitrate losses in the controlled drainage toward free drainage were significantly increased. The mean reduction of drainage water in CD60 and CD90, as compared to free drainage, was 59.3 and 35.7%, respectively. The decrease nitrate losses, as compared to free drainage, was 72 and 44%, respectively. The total value of nitrate leaching in 200 and 300 kgN/ha fertilizer treatments was 1.86 and 2.48 times of 0 kgN/ ha.

Keywords: Water table, Free drainage, Wheat, Lysimeter

1. Department of Water Engineering, College of Agriculture, University of Shiraz, Shiraz, Iran.

*: Corresponding Author, Email: noshadi@shirazu.ac.ir