اثر زهکشی کنترل شده و سطوح مختلف کود نیتروژن برمقدار زه‌آب و آبشویی نیترات

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. به‌دلیل استفاده از کود نیتروژن در کشاورزی، نگرانی در مورد آلودگی آب‌های سطحی توسط نیترات وجود دارد که با توسعه سیستم‌های مدیریت آب کشاورزی می‌توان نیترات در خروجی زهکش‌ها و در نتیجه آلودگی زیست‌محیطی را کاهش داد. این تحقیق به‌منظور بررسی اثر زهکشی کنترل شده و سطوح مختلف کود نیتروژن بر آبشویی نیترات و آلودگی محیط زیست به‌صورت 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) وکنترل سطح ایستابی در عمق ۹۰ سانتی‌متری (CD۹۰) بودند. نتایج این تحقیق نشان داد که مقدار زه‌آب و تلفات نیترات، در زهکشی کنترل شده نسبت به زهکشی آزاد به مقدار قابل توجهی کاهش پیدا کرده است که به‌طور متوسط میزان کاهش زه‌آب در CD۶۰ و CD۹۰ نسبت به زهکشی آزاد به‌ترتیب ۵۹/۳ و ۳۵/۷ درصد و کاهش تلفات نیترات به‌ترتیب ۷۲ و ۴۴ درصد بود. با اعمال تیمار کودی ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار نسبت به صفر کیلوگرم در هکتار میزان کل نیترات آبشویی شده به‌ترتیب ۱/۸۶ و۲/۴۸ برابر بیشتر شد.

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

۱. گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز
*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: noshadi@shirazu.ac.ir

مقدمه

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 بالابردن کیفیت دانه گندم ایفا می‌کنند. گندم در مراحل مختلف رشد نیاز متفاوتی به نیتروژن دارد، بنابراین کاربرد نیتروژن به‌میزان مشخص و در زمان معین مهم است (۱). نگرانی در مورد آلودگی آب‌های سطحی توسط نیترات باعث توسعه سیستم‌های مدیریت آب کشاورزی به‌منظور کاهش نیترات 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 نیترات 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).

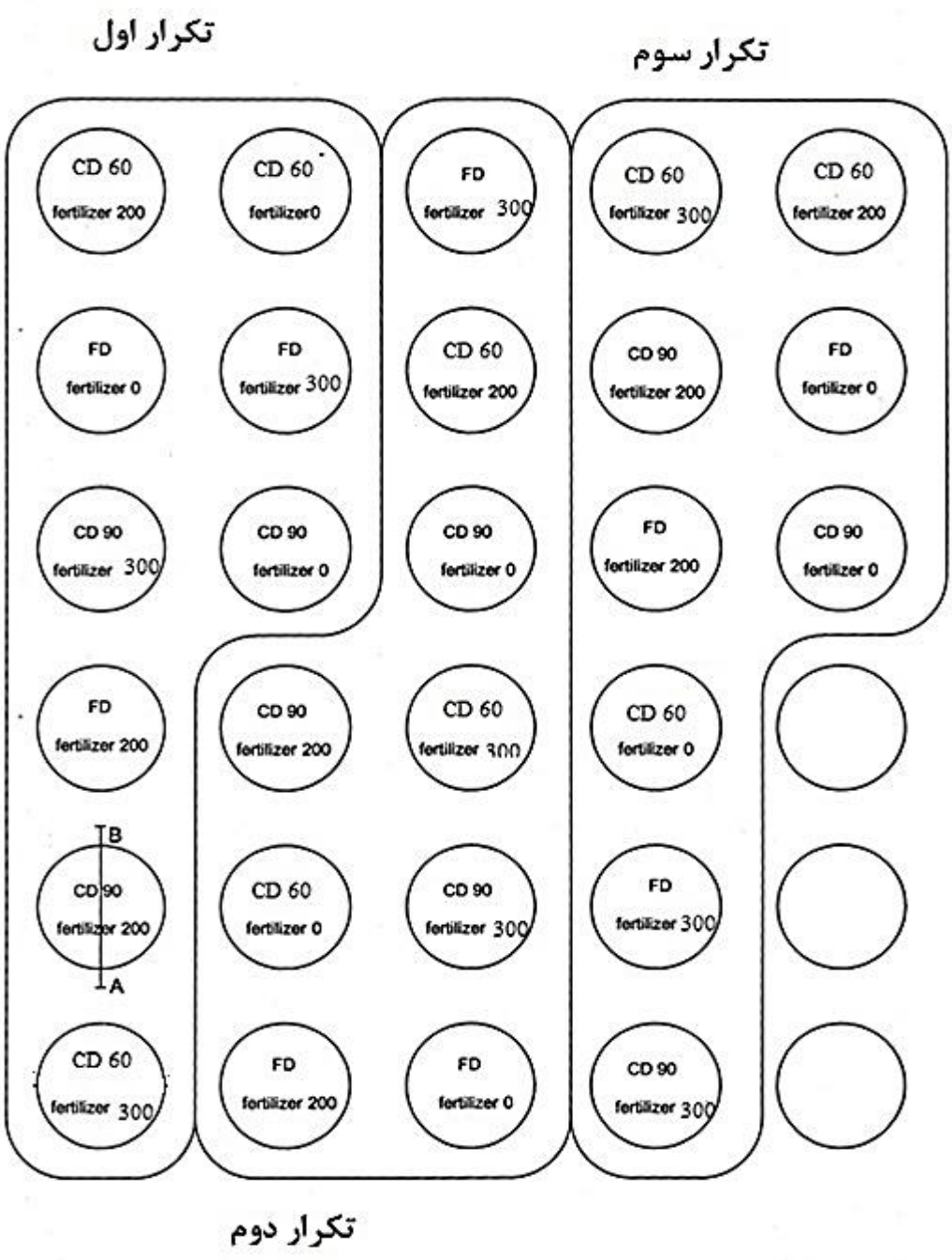
نانکلی و همکاران (۳) به مقایسه زهکشی کنترل شده و زهکشی سنتی از لحاظ کمیت و کیفیت زه‌آب‌های کشاورزی، تلفات آبشویی نیتروژن و کارایی مصرف کود نیتروژن تحت کشت گندم پرداختند. آزمایش شامل هشت تیمار زهکشی کنترل شده در سطح ۴۵ سانتی‌متری و زهکشی آزاد، شوری آب آبیاری در دو سطح ۲/۴ و ۵ دسی‌زیمنس بر متر و کود اوره در دو سطح ۲۰۰ و ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار بود. نتایج نشان داد در تیمارهای زهکشی کنترل شده، حجم جریان خروجی به‌میزان ۴۲ درصد، غلظت نیترات درتیمارهای با اعمال کود ۱۰۰ درصد و ۵۰ درصد به‌ترتیب ۴۱/۴ درصد و ۳۹/۴ درصد و تلفات آبشویی نیتروژن در تیمارهای ذکر شده، به‌ترتیب ۶۱/۷ درصد و ۴۶/۱ درصد کاهش یافت.

در این پژوهش تأثیر زهکشی کنترل شده و سطوح مختلف کود نیتروژن بر زه‌آب و آبشویی نیترات در کشت گندم بررسی شد و عمق بهینه سطح ایستابی برای وقتی کیفیت آب زیرزمینی مناسب بود و برای بافت خاک لوم رسی سیلتی 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 زه‌آب و کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی انجام شده است.

مواد و روش‌ها

محل اجرای طرح و تیمارها

این پژوهش در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ به‌منظور بررسی اثر زهکشی کنترل شده بر مقدار زه‌آب و آبشویی نیترات به‌صورت 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 لایسیمتر تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز واقع در ۱۶ کیلومتری شمال شرقی شیراز (دشت باجگاه) با عرض جغرافیایی ′۳۶ °۲۹، طول جغرافیای ′۳۲ °۵۲ و ارتفاع ۱۸۱۰ متر از سطح دریا صورت گرفت. کود به‌کار رفته براساس مقادیر نیاز کودی گندم بود که به‌صورت کود اوره حاوی ۴۶ درصد نیتروژن خالص، به‌کار رفت. به‌دلیل پویایی کود اوره مصرف آن به‌صورت سرک توصیه می‌شود و به‌همین 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



شکل ۱. طرح شماتیک تیمارهای آزمایشی

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

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

جدول ۱. خصوصیات فیزیکی و بافت خاک لایسیمترهای طرح

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

۱۰ سانتی‌متر ریخته شد و سپس لایسیمتر 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 لایسیمتر) وارد خاک شد. کنترل سطح ایستابی باید از زیر صورت گیرد چون اگر برای کنترل سطح ایستابی، آب از بالا وارد شود، باعث آبشویی 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 براورد 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 لایسیمترها 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 لایسیمتر محاسبه شد. آبیاری به‌صورت سطحی بود و حجم آب آبیاری به‌وسیله یک کنتور حجمی اندازه‌گیری شد.

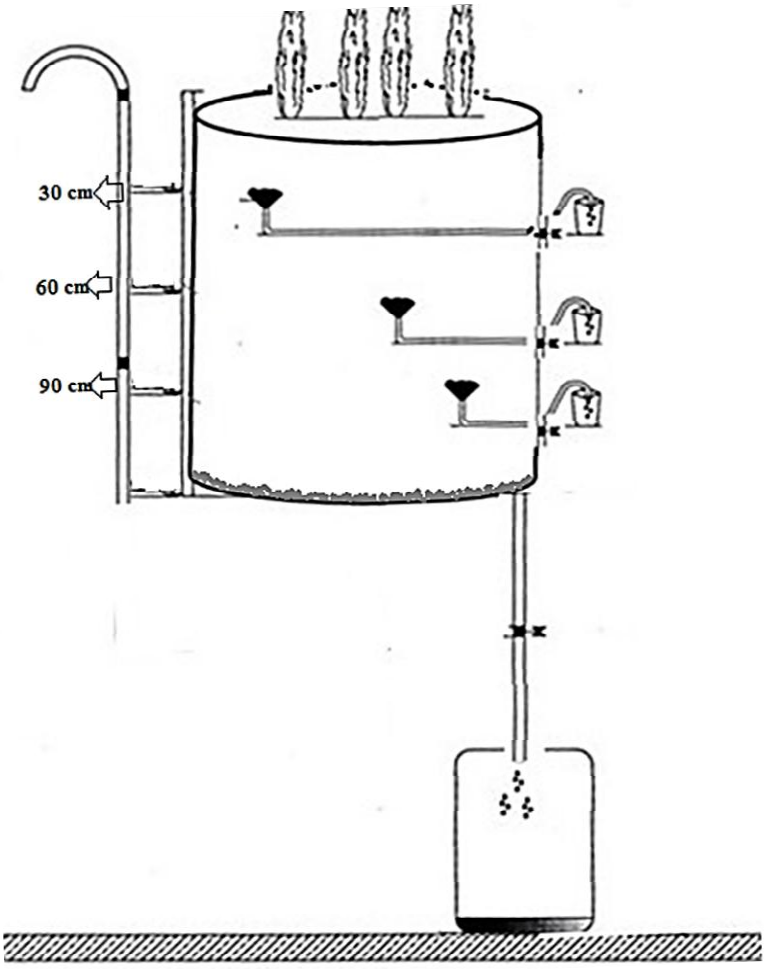
جمع‌آوری اطلاعات

پس از هر آبیاری و یا بارندگی، حجم زه‌آب هر لایسیمتر 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 آبشویی شده از حاصل‌ضرب 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 تیمارCD۶۰ و CD۹۰ نسبت به زهکشی آزاد به‌ترتیب ۴۰/۱ و۲۴/۴ درصد کاهش یافت. کاهش مقدار آب آبیاری در CD۶۰ نسبت به CD۹۰ 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 فرونشت عمقی رخ دهد (که این زمان به بافت و ساختمان خاک بستگی دارد) و بلافاصله آب ثقلی



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

خارج نمی‌شود. بنابراین گیاه در این مدت از آب ثقلی استفاده می‌کند. در ضمن چون در این موقع رطوبت خاک نیز بیشتر است، گیاه راحت‌تر می‌تواند 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 زه‌آب کاهش پیدا کرده است.

به‌طور میانگین کاهش مقدار آب آبیاری با اعمال کود ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار نسبت به کود صفر کیلوگرم در هکتار به‌ترتیب ۲/۱و ۴/۱ درصد بود. با توجه به جدول (۲)، بیشترین مقدار آب آبیاری مربوط به تیمار زهکشی آزاد و کمترین مقدار میانگین آب آبیاری مربوط به زهکشی کنترل شده در عمق ۶۰ سانتی‌متری و تیمار کودی ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار بود.

مقدار زه‌آب

پس از انجام هر آبیاری و بارندگی، مقدار زه‌آب خروجی از زهکش در عمق ۶۰، ۹۰ و ۱۳۰ سانتی‌متر اندازه‌گیری شد و پس از پایان فصل رشد گیاه، مجموع کل زه‌آب محاسبه شد. نتایج نشان داد که کنترل سطح ایستابی باعث کاهش معنی‌داری در مقدار زه‌آب خروجی از زهکش‌ها شد. به‌طور متوسط میزان کاهش زه‌آب در CD۶۰ و CD۹۰ نسبت به زهکشی آزاد به‌ترتیب ۵۹/۲ و ۳۵/۷ درصد و کاهش مقدار زه‌آب در CD۶۰ نسبت به CD۹۰ برابر ۳۶/۶ درصد بود که این کاهش از نظر آماری در سطح پنج درصد معنی‌دار

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

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

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)

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

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 سانتی متری، CD۹۰: زهکشی کنترل شده در عمق ۹۰ سانتی‌متری

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 نیتروژن در زه‌آب خروجی

مقایسه میانگین غلظت نیترات در طول فصل کشت بین تیمارهای سطح ایستابی نشان داد که روش کنترل سطح ایستابی نسبت به 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 به‌ترتیب ۳۱/۸ و ۱۲/۸درصد بود. میزان غلظت نیترات خروجی در تیمار کودی ۳۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار، نسبت به تیماری کودی صفر کیلوگرم در هکتار به‌ترتیب ۷۱/۱ و ۵۶/۵ درصد بیشتر بود. کاهش تلفات نیتروژن می تواند به‌دلیل دنیتریفیکاسیون باشد که در حضور سطح ایستابی کم عمق، شرایط بی‌هوازی 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.

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

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

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 سانتی‌متری

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

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

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 سانتی‌متر

مقدار کل نیتروژن آبشویی شده

مقدار کل نیتروژن آبشویی شده از حاصل‌ضرب حجم زه‌آب خروجی در مقدار غلظت نیترات زه‌آب به‌دست آمد. نتایج آزمون دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد در جدول (۵) نشان داده شده است. نتایج به‌دست آمده نشان داد که از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری بین مقدار میانگین کل نیترات آبشویی شده در تیمارهای سطح ایستابی وتیمارهای کودی وجود دارد. با افزایش کود به‌کار برده شده، میزان کل نیترات آبشویی شده افزایش پیدا کرد، به‌طوری‌که در تیمارهای کودی ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار، نسبت به صفر کیلوگرم در هکتار میزان کل نیترات آبشویی شده به‌ترتیب 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 درهکتار به‌ترتیب ۷۱/۹ و ۴۴/۷ درصد، در تیمار کودی ۲۰۰ کیلوگرم درهکتار به‌ترتیب ۷۱/۳ و ۳۹/۳ درصد و در تیمار کودی ۳۰۰ کیلوگرم درهکتار به‌ترتیب ۷۲/۹ و ۴۶/۷ درصد کاهش یافت. به‌طور متوسط کاهش میزان کل نیترات آبشویی شده در CD۶۰ و CD۹۰ نسبت به زهکشی آزاد به‌ترتیب ۷۲/۱ و ۴۳/۸ درصد بود. میزان نیترات آبشویی شده در تیمار CD۶۰ از CD90 به‌مقدار 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 به‌میزان ۳۲/۶ کیلوگرم در هکتار و کمترین مقدار در تیمار کودی صفر کیلوگرم در هکتار با کنترل سطح ایستابی در عمق ۶۰ سانتی‌متری و به‌میزان ۳/۶۳ کیلوگرم در هکتار بود که نشان می‌دهد کنترل سطح ایستابی در

عمق ۶۰ سانتی‌متری، تأثیر به‌سزایی در کاهش تلفات نیترات داشته است.

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

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج این پژوهش مقدار زه‌آب و تلفات نیترات، در زهکشی کنترل شده نسبت به زهکشی آزاد به مقدار قابل توجهی کاهش پیدا کرد که به‌طور متوسط میزان کاهش زه‌آب در CD۶۰ و CD۹۰ نسبت به زهکشی آزاد به‌ترتیب ۵۹/۳ و ۳۵/۷ درصد و کاهش تلفات نیترات به‌ترتیب ۷۲ و۴۴ درصد بود. با اعمال تیمار کودی ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار نسبت به صفر کیلوگرم در هکتار میزان کل نیتروژن آبشویی شده به‌ترتیب ۱/۸۶ و۲/۴۸ 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 به‌شدت انحلال‌پذیر و متحرک است و به‌صورت نیترات در زه‌آب از خاک خارج می‌شود و باعث آلودگی منابع آبی و خاکی می‌شود. از طرفی زهکشی کنترل شده باعث افزایش نیتراتزدایی و کاهش غلظت نیترات در زه‌آب می‌شود. با توجه به نتایج فوق برای کاهش زه‌آب و تلفات نیترات ناشی از آبشویی، کنترل سطح ایستابی در عمق ۶۰ سانتی‌متر با مقدار کود ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار توصیه می‌شود.

منابع مورد استفاده

۱. صادقی لاری، ع.، ه. معاضد. ع .ع. ناصری. آ. محجوبی و ع. لیاقت. ۱۳۹۱. نوسانات سطح ایستابی، 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 زارعت و اصلاح نباتات* ۸ :۶-۱.

۳. نانکلی، س.، م. مشعل. ف. میرزایی و م. قربانی جاوید. ۱۳۹۲. تأثیر زهکشی کنترل شده بر عملکرد گندم و کارآیی 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. Slootweg and F. Van Steenbergen. 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 Combelt 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. *Agricaltural 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. *Agricaltural Water Managment* 87(3): 299–306.

Journal of Water and Soil Science (Science and Technology of Agriculture and Natural Resources)
Vol. 22, No. 3, Fall 2018, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

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

M. Noshadi* and S. Karimi[1]

(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