



افزایش کارایی مصرف آب و عملکرد نخود با تکنیک کود-آبیاری

مسلم ثروتی^{۱*} نیلوفر تیمورپور^۲، علی باریکلو^۳ و شیوا نظری^۴

۱-استادیار مرکز آموزش عالی شهید باکری میاندوآب، دانشگاه ارومیه

۲-دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم و مهندسی خاک دانشگاه تهران

۳-دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم و مهندسی خاک دانشگاه زنجان

۴-دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم و مهندسی خاک، دانشگاه ارومیه

Email: m.sarvati@urmia.ac.ir

چکیده

مصرف بهینه کود می تواند کارایی مصرف آب را تحت تاثیر قرار دهد. هدف از این مطالعه اثر کوددهی همراه با آب آبیاری بر عملکرد و کارایی مصرف آب در زراعت نخود به روش آبیاری بارانی می باشد. جهت نیل به اهداف آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو فاکتور مقدار آب آبیاری در ۳ سطح و مقدار کود شیمیایی در ۴ سطح، در سه تکرار انجام شد. تیمارهای آبیاری شامل سه سطح تیمار ۷۰، ۱۰۰ و ۱۳۰ درصد تیمار محاسبه شده بود. تیمار کودی شامل چهار سطح شاهد، ۷۰، ۱۰۰ و ۱۳۰ درصد ترکیب کودی بود. در روش کود-آبیاری، کود ازت در ۴ نوبت و با فواصل ۲۰ روز و کودهای آهن و روی در ۳ نوبت با فواصل ۳۰ روز در طول سیکل رشد نخود مصرف گردید. نتایج نشان داد که بیشترین مقدار ماده خشک در تیمار ۱۳۰ درصد آبیاری به دست آمد. از نظر میزان عملکرد دانه بیشترین مقدار در تیمار ۱۳۰ درصد بوده و با سایر تیمارها در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی دار دارد. کارایی مصرف آب نیز تحت تاثیر مقدار آب آبیاری و مقدار مصرف کود و اثر متقابل بین این دو عامل قرار گرفت. نتایج به دست آمده نشان داد که کارایی مصرف آب هم بر اساس عملکرد دانه، عملکرد ماده خشک و عملکرد بیولوژیکی بین تیمارهای مختلف آبیاری در سطح ۵ درصد معنی دار است. نهایتاً می توان چنین نتیجه گرفت که با افزایش کارایی مصرف کود، کارایی جذب آب نیز افزایش می یابد.

واژه های کلیدی: آبیاری بارانی، آهن، روی، نخود، نیتروژن

مقدمه

حبوبات پس از غلات دومین منبع غذایی بشر به شمار می روند و ترکیب مناسبی از پروتئین حبوبات با غلات می تواند سوء تغذیه و کمبود اسیدهای آمینه را برطرف کند. عملکرد نخود تحت تاثیر عوامل مختلفی از قبیل شرایط آب و هوایی، حاصلخیزی خاک، رطوبت قابل دسترس قرار می گیرد (مجنون حسینی ۱۳۷۲). کمبود آب برای تولید مناسب محصول نخود یکی از مشکلات اساسی کشاورزان بوده و با توجه به نزولات جوی کم و منابع آبی محدود در کشور ایران، استفاده بهینه از آب موجود کاملاً ضروری است (عنابی میلانی ۱۳۸۱). کارایی مصرف آب عبارت از مقدار ماده خشک گیاهی تولید شده به ازای واحد آب مصرفی می باشد (سینگ و سینکا ۱۹۹۷). راندمان آبیاری با روش های سنتی ۳۲ دصد و با روش های تحت فشار بیش از ۷۵ درصد می باشد، بنابراین آبیاری تحت فشار از لحاظ صرفه جویی در مصرف آب، یکی از بهترین روش ها به شمار می آید. به شرطی که انتخاب، طراحی، اجرا و بهره برداری سامانه با دقت، علمی و اصولی صورت پذیرد (هبار و همکاران ۲۰۰۴). توکلی و اوپس (۲۰۰۴) در مطالعه ای تاثیر مدیریت های آبیاری را بر کارایی مصرف آب در زراعت گندم بررسی نمودند و نشان دادند که کارایی مصرف آب تحت تاثیر رژیم آبیاری قرار گرفت. آب در فرایندهای جذب عناصر غذایی نقش مهمی دارد به گونه ای که وجود رطوبت کافی در خاک برای جذب عناصر غذایی و افزایش عملکرد محصول ضروری است. علاوه بر آب، تأمین و عرضه عناصر غذایی گیاه و به صورت متعادل برای نیل به عملکرد و کیفیت مطلوب محصولات کشاورزی کاملاً ضروری است. از طرفی مصرف بهینه کود و افزایش عملکرد محصول از



طریق افزایش کارایی مصرف آب امکان پذیر است. کود-آبیاری^۱ که عبارت از مصرف کود با آب آبیاری در طی دوره رشد و نمو گیاه است، می تواند کارایی مصرف کود و آب را به طور همزمان افزایش دهد (هرناندز و همکاران ۱۹۹۱). سینگان هوپ و همکاران (۲۰۰۳) نشان دادند که در کود-آبیاری به روش تحت فشار نه تنها کارایی مصرف آب توسط گیاه گوجه فرنگی در مقایسه با آبیاری سطحی افزایش یافت، بلکه میزان جذب ازت توسط گیاه در آبیاری تحت فشار ۸ تا ۱۱ درصد بیشتر از آبیاری سطحی به دست آمد. هبار (۲۰۰۴) اثر کود-آبیاری با منابع و سطوح مختلف کودی و روش های مختلف کاربرد کود را بر روی رشد، عملکرد و کارایی مصرف کود بر گیاه گوجه فرنگی مورد مطالعه و بررسی قرار داد. نتایج نشان داد که ماده خشک کل و شاخص سطح برگ در آبیاری تحت فشار به طور معنی داری نسبت به آبیاری سطحی افزایش می یابد. عملکرد میوه ۲۰ درصد در آبیاری تحت فشار بیشتر از روش سطحی به دست آمد. در کشور ایران، کارایی مصرف آب و تولید محصول به دلیل مصرف زیاد کود و پخش سطحی و نامناسب آن پایین است. اهداف این تحقیق دستیابی به روشی است که بتوان با استفاده از اطلاعات زود یافت مانند میزان رطوبت و سایر ویژگی های خاک، برای نخود برنامه آبیاری تعیین و اثرات کود-آبیاری را بر عملکرد و کارایی مصرف آب مورد ارزیابی قرار داد.

مواد و روش ها

محل انجام طرح

این پژوهش در استان آذربایجان غربی و در اراضی تحقیقاتی مرکز آموزش عالی شهید باکری میاندوآب در خاکی با بافت سطحی رسی سیلتی و در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی با دو فاکتور مقدار آب آبیاری در سه سطح، و مقدار کود شیمیایی در چهار سطح، در سه تکرار انجام گردید. جهت انجام طرح آزمایشی در اوایل فروردین، ابتدا زمین مورد نظر پیش از کاشت نخود نمونه ای مرکب از خاک مزرعه از دو عمق ۰ تا ۲۵ و ۲۵ تا ۵۰ سانتیمتر برداشت و تجزیه ای فیزیکی و شیمیایی بر روی آن انجام گرفت. بافت با استفاده از روش هیدرومتری، مقدار آب قابل استفاده، رطوبت ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی دائم به ترتیب در مکش های ۰/۳ و ۱۵ اتمسفر به کمک دستگاه صفحه فشاری اندازه گیری گردید. همچنین در این نمونه واکنش خاک در گل اشباع، هدایت الکتریکی در عصاره گل اشباع، کربنات کلسیم به روش تیتراسیون برگشتی، گچ به روش استون، نیتروژن کل به روش کج لداال، آهن و روی با عصاره گیری از خاک با DTPA توسط دستگاه اتمی اندازه گیری شد. مشخصات فیزیکی (جدول ۱) و مشخصات شیمیایی (جدول ۲) خاک ارائه شده است.

جدول ۱- ویژگی های فیزیکی خاک مورد مطالعه

عمق خاک	شن	سیلت (%)	رس	بافت	درصد اشباع	ظرفیت زراعی	نقطه پژمردگی
	(%)		(%)			(%)	دایم (%)
۰ تا ۲۵	۱۶	۴۱	۴۳	رسی-سیلتی	۴۵/۲	۲۴/۷	۱۷/۴
۲۵ تا ۵۰	۱۴	۴۴	۴۲	رسی-سیلتی	۴۴/۵	۲۲/۵	۱۶/۹

جدول ۲- ویژگی های شیمیایی خاک مورد مطالعه

عمق خاک	گچ	آهک	نیتروژن	واکنش خاک	کربن آلی	هدایت الکتریکی	آهن (میلی گرم	روی (میلی گرم بر
	(%)	(%)	کل (%)		(%)	(dS/m)	بر کیلوگرم)	کیلوگرم)
۰ تا ۲۵	ناچیز	۱۱/۷	۰/۱	۷/۵	۰/۸	۲/۱	۲۰۹	۵۳
۲۵ تا ۵۰	۰/۷	۲۴/۳	۰/۰۶۷	۷/۸	۰/۴	۲/۸	۱۸۳	۴۷

^۱- Fertigation



سیستم آبیاری

برای این آزمایش، سیستم آبیاری بارانی طراحی و اجرا گردید. در این روش آبیاری، آب با فشار حدود ۱ بار پس از عبور از دستگاه کنترل مرکزی به وسیله آبفشان در کل سطح قطعه آزمایشی توزیع شد. برای تعیین تیمارهای آبیاری از تخلیه رطوبتی خاک استفاده گردید، و با توجه به دور معمول آبیاری منطقه ۱۰ روز و درصد تخلیه مجاز ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه به عنوان تیمار ۱۰۰ درصد آبیاری در نظر گرفته شد و سایر تیمارهای آبیاری به عنوان درصدی از این مقدار منظور گردید (پیروت و همکاران ۱۹۸۹ و استوارت و نلسون ۱۹۹۰). تیمارهای آبیاری بر اساس جدول ۳ اعمال گردید.

جدول ۳- تیمارهای آبیاری و کودی

تیمارهای آبیاری	توضیح تیمارهای آبیاری
I ₁	آبیاری به میزان ۷۰ درصد نیاز آبی محاسبه شده
I ₂	آبیاری به میزان ۱۰۰ درصد نیاز آبی محاسبه شده
I ₃	آبیاری به میزان ۱۳۰ درصد نیاز آبی محاسبه شده
F ₀	تیمار شاهد
F ₁	مصرف کود به میزان ۷۰ درصد فرمول کودی توصیه شده
F ₂	مصرف کود به میزان ۱۰۰ درصد فرمول کودی توصیه شده
F ₃	مصرف کود به میزان ۱۳۰ درصد فرمول کودی توصیه شده

به منظور دستیابی به روش صحیح توصیه کودی، آزمون خاک به منظور تعیین مقدار عناصر غذایی قابل استفاده گیاه در خاک انجام گرفت و از این طریق و بر اساس نتایج به دست آمده توصیه کودی مناسب استفاده شد. در جمع ۱۲ تیمار در ۳ تکرار انجام گردید. در هر یک از تیمارهای کودی، از آنجا که کلیه انواع کودهای موجود در ترکیب کودی مصرف گردیدند، اثر جمععی کودها مد نظر قرار گرفت. در روش کود - آبیاری، کود نیتروژن در ۴ نوبت و با فواصل ۲۰ روز و کودهای آهن و روی در ۳ نوبت با فواصل ۳۰ روز در طی فصل رشد نخود مصرف گردید.

در طول فصل رشد به موازات اعمال تیمارهای آبیاری و کودی عملیات دیگر مانند مبارزه با آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز صورت گرفت. بعد از رسیدن محصول، در مرحله تبدیل دانه به حالت خمیری، محصول کرته‌ها با حذف حاشیه‌ها در سطح ۳ متر انجام گردید. تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ انجام شد و پس از محاسبه جدول تجزیه واریانس، مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD انجام گردید.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس در جدول ۴ و اثر تیمارهای آبیاری و تیمارهای کودی بر عملکرد ماده خشک، عملکرد بیولوژیکی، عملکرد دانه، شاخص برداشت و کارایی مصرف آب توسط نخود به ترتیب در جدول های ۵ و ۶ نشان داده شده‌اند. نتایج نشان می‌دهد که عملکرد ماده خشک، عملکرد بیولوژیکی، عملکرد دانه، شاخص برداشت و کارایی مصرف آب در زراعت نخود تحت تأثیر میزان آب آبیاری، مقدار کود مصرفی و اثر متقابل این دو عامل قرار می‌گیرند.

جدول ۴- سطوح معنی‌دار پارامترهای رشد و کارایی مصرف آب نخود

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیکی	عملکرد ماده خشک	کارایی مصرف آب
آبیاری	۲	۱۴۲/۳**	۸۸/۵**	۱۱۹**	۳۴/۶۵**
کود	۳	۲/۷**	۴/۹۷**	۳/۲۲**	۱/۸۷**
آبیاری-کود	۶	۶/۹۴*	۵/۱۲*	۳/۹۸*	۴/۲۱*



* معنی داری در سطح ۵ درصد، ** معنی داری در سطح ۱ درصد

جدول ۵- اثر تیمارهای آبیاری بر پارامترهای رشد و کارایی مصرف آب نخود

تیمارهای آبیاری	عملکرد بر حسب کیلوگرم در هکتار			کارایی مصرف آب بر حسب کیلوگرم بر متر مکعب		
	دانه	ماده خشک	بیولوژیکی	دانه	ماده خشک	بیولوژیکی
I ₁	۱۵۱۷c	۸۵۳۱b	۶۸۴۳b	۰/۲c	۱/۲۳c	۱/۰۳c
I ₂	۳۹۵۴b	۱۶۱۵۳a	۱۳۲۴۳a	۰/۳۹b	۲/۳۳a	۱/۶۴a
I ₃	۴۱۲۱a	۱۶۲۳۴a	۱۳۴۲۳a	۰/۳۵a	۱/۸۴b	۱/۳۹b

میانگین هر ستون که دارای یک حرف لاتین مشترک هستند، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی داری ندارند.

جدول ۶- اثر تیمارهای کودی بر پارامترهای رشد و کارایی مصرف آب نخود

تیمارهای آبیاری	عملکرد بر حسب کیلوگرم در هکتار			کارایی مصرف آب بر حسب کیلوگرم بر متر مکعب		
	دانه	ماده خشک	بیولوژیکی	دانه	ماده خشک	بیولوژیکی
F ₀	۲۹۱۲bc	۱۲۵۳۶b	۹۸۷۱bc	۰/۳۱a	۱/۵۳b	۱/۲۲c
F ₁	۳۱۰۸a	۱۲۴۲۳b	۹۴۵۶c	۰/۳۳a	۱/۵۴b	۱/۱۷c
F ₂	۳۰۲۴ab	۱۳۸۲۴a	۱۰۱۴۶b	۰/۳۲a	۱/۸۳ab	۱/۳۳b
F ₃	۲۷۹۸c	۱۴۲۴۳a	۱۱۶۴۳a	۰/۲۷b	۱/۹۷a	۱/۴۹a

میانگین هر ستون که دارای یک حرف لاتین مشترک هستند، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی داری ندارند.

در مقدار آب مصرف شده بین تیمارها اختلاف قابل ملاحظه‌ای وجود داشت که این نتیجه توسط واعظی و همکاران (۱۳۸۱) نیز گزارش شده است. نتایج نشان می‌دهد که برای دستیابی به عملکرد قابل ملاحظه نخود مقدار آب نسبتاً کمی لازم است، و عملکرد محصول رابطه نزدیکی با قابلیت دسترسی آب دارد. برای تولید حداکثر عملکرد، یک رقم بسته به شرایط اقلیمی بین ۲۵۰ تا ۴۰۰ میلی‌متر آب نیاز دارد. از طرف دیگر دور و عمق آبیاری اثر قابل توجهی بر عملکرد دانه دارد. به نظر می‌رسد که نخود در دوره رشد رویشی و رسیدن دانه به کمی آبی مقاوم باشد. بیشترین کاهش عملکرد دانه مربوط به کمبود آب در دوره جوانه‌زنی و بویژه گلدهی است. کمبود آب در این دوره موجب کاهش عملکرد و تولید می‌شود. کاهش رطوبت خاک باعث کاهش معنی دار وزن خشک ریشه در تیمارهای تحت تنش نسبت به شاهد شد. با افزایش تنش رطوبتی روند کاهش در میزان وزن خشک ریشه مشاهده شد. کاهش وزن خشک ریشه در شرایط کمبود رطوبت توسط ترحمی و همکاران (۱۳۸۸) نیز گزارش شده است.

اختلاف بین تیمارهای کودی از نظر تولید عملکرد بیولوژیکی، عملکرد ماده خشک و عملکرد دانه اثر معنی دار در سطح ۵ درصد نشان داد. تیمار F₃ و تیمار F₀ و F₁ بیشترین و کمترین کارایی مصرف آب را بر اساس ماده خشک نشان داد. بر اساس عملکرد دانه تیمار F₁ و تیمار F₃ به ترتیب بیشترین و کمترین کارایی مصرف آب را نشان دادند. نتایج عملکرد بیولوژیکی هم مانند نتایج عملکرد کل مشاهده گردید. همچنین نتایج نشان داد که اثر تیمارهای کودی بر اختلاف شاخص برداشت معنی دار بوده است. تیمار F₁ و F₃ به ترتیب بیشترین و کمترین شاخص برداشت را نشان دادند. در این پژوهش مقدار آبیاری در تیمار I₃ نسبت به مقادیر دیگر از نظر شاخص برداشت مناسب‌تر بوده زیرا علاوه بر عملکرد کل عملکرد دانه را نیز افزایش داده است که بیشترین شاخص برداشت ۰/۴۵ بوده است.

نتیجه‌گیری

به طور کلی وجود رطوبت کافی در خاک برای افزایش جذب عناصر غذایی ضروری می‌باشد. بنابراین افزایش قابلیت دسترسی عناصر غذایی در طی دوره رشد گیاه برای افزایش کارایی مصرف کود، عملکرد و در نتیجه کارایی مصرف آب ضروری است. در روش کود - آبیاری، کود به صورت محلول و به صورت متناوب در طی دوره رشد به همراه آب آبیاری مصرف شده و با



کوددهی به وسیله آبیاری بارانی، بر اثر تماس مستقیم کود با گیاه، امکان جذب عناصر غذایی فراهم می‌شود. به این دلیل در روش کود - آبیاری تأثیر توأمان دو نهاده یعنی آب و کود، کارآیی هر دو را افزایش می‌دهد. کمی رطوبت و همچنین زیادی رطوبت هر دو می‌توانند اثر منفی بر عملکرد گیاه نخود داشته باشند ولی با استفاده از آبیاری تکمیلی در مرحله‌ای که گیاه حداکثر نیاز آبی را دارد، می‌توان عملکرد را در مقایسه با شرایط دیم به طور قابل ملاحظه‌ای بالا برد.

منابع

- ترحمی گ، لاهوتی م، عباسی ف، ۱۳۸۹. بررسی اثرات ناشی از تنش خشکی بر روی تغییرات قندهای محلول، میزان کلروفیل و پتاسیم در گیاه نوروک. فصلنامه علوم زیستی دانشگاه آزاد اسلامی واحد زنجان. جلد ۳، شماره ۳، صفحه‌های ۱ تا ۷.
- عنابی میلانی، ۱۳۸۱. ارزیابی تأثیر رژیم‌های آبیاری در اجزاء عملکرد و کارآیی مصرف آب گندم در یک خاک شور. مجله علوم خاک و آب، جلد ۱۶، شماره ۱، صفحات ۱۲۱ تا ۱۳۵.
- مجنون حسینی ن، ۱۳۷۲. حبوبات در ایران. انتشارات جهاد دانشگاهی تهران، ایران.
- واعظی ع ر، همائی م و ملکوتی م ج، ۱۳۸۱. اثر کود-آبیاری بر کارآیی مصرف کود و آب در ذرت علوفه‌ای. مجله علوم خاک و آب، جلد ۱۶، شماره ۲، صفحات ۱۵۲ تا ۱۶۰.

- Hebbar, S.S., B.K. Ramachandrappa, H.V. Nanjappa, & M. Prabhakar. 2004. Studies on NPK drip fertigation in field grown tomato. *Europ. J. Agronomy*. 21:117-127.
- Hernandez, J. M., B. Bar-Yosef, & U. Kafkafi. 1991. Effect of surface and subsurface drip irrigation on sweet corn rooting, uptake, dry matter production and yield.
- Pruitt, W.O., E. Fereres, P.E. Martin, H. Singh, D.W. Henderson, R.M. Hagan, E. Tarantino, & B. ChandiO. 1989. Microclimate, evapotranspiration, and water use efficiency for drip and furrow irrigated tomatoes. *International Conference on Irrigation and Drainage (ICID) 12th Congress*, Q 38, R 22, PP.367-393.
- Sing, N.P. & S.K. Sinka. 1997. Water use efficiency in crop production. In: *Water requirement and irrigation management of crops in India*, ed. Water technology center. Pp,289-335. Indian Agricultural Research Institute. New Delhi.
- Singandhupe, R.B., G.G.S.N. Rao, N.G. Patil, & P.S. Brahmanand. 2003. Fertigation studies and irrigation scheduling in drip irrigation system in tomato crop. *Europ. J. Agronomy*. 19:327-340.
- Stewart, B.A. & D.R. Nielsen. 1990. *Irrigation of agricultural crops*. ASA, No. 30, Madison, Wisconsin.
- Tavakkoli, A.R. & T.Y. Oweis. 2004. The role of supplemental irrigation and nitrogen in producing bread wheat in the highlands of Iran. *Agricultural Water Management*. 65:225-236.