تأثیر مقادیر مختلف آبیاری و کود نیتروژن بر عملکرد پیاز و بهره‌وری مصرف آب در سه روش آبیاری

حلیمه پیری[۱] *

استادیار، گروه مهندسی آب دانشکده آب و خاک دانشگاه زابل.

h_piri2880@uoz.ac.ir

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر سطوح مختلف آبیاری،کود نیتروژن و روش‌های آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد پیاز، آزمایشی به صورت اسپلیت پلات (کرت‌های خردشده) فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با ۴۸ تیمار در سه تکرار و به مدت دو سال در مزرعه تحقیقاتی شهرستان زهک اجرا گردید. روش آبیاری به عنوان تیمار اصلی و ترکیب مقدار کود نیتروژن و آب آبیاری به عنوان تیمار فرعی در نظر گرفته شد. تیمارهای کودی شامل چهار سطح کود نیتروژن از منبع اوره (۱۳۰، ۹۷/۵، ۶۵ و ۳۲/۵ کیلوگرم در هکتار) بود. کشت پیاز به‌صورت نشایی در سال‌های ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ و آبیاری به‌صورت آبیاری‌سطحی، آبیاری قطره‌ای سطحی و آبیاری قطره‌ای‌زیرسطحی انجام شد. بیشترین مقدار عملکرد و بهره‌وری مصرف آب آبیاری در سیستم آبیاری‌قطره‌ای زیرسطحی(۲۸/۴۲تن‌درهکتار و ۵/۱۹کیلوگرم‌برمترمکعب‌درهکتار) و کمترین آن در روش آبیاری‌سطحی (۱۹ تن‌درهکتار و ۲/۳۳ کیلوگرم‌برمترمکعب‌درهکتار) به‌دست آمد. کاهش مقدار کود نیتروژن به کمتر از ۱۰۰٪ باعث کاهش عملکرد سوخ و کارآیی مصرف آب آبیاری گردید. بیشترین عملکرد و بهره‌وری مصرف آب آبیاری در تیمار ۱۰۰٪ کود نیتروژن(۳۱/۵۹ تن‌درهکتار و ۴/۷۵ کیلوگرم‌برمترمکعب‌درهکتار) و کمترین آن در تیمار ۲۵٪ کود نیتروژن(۱۶/۱۲ تن‌درهکتار و ۲/۶۷ کیلوگرم‌برمترمکعب‌درهکتار) حاصل شد. اثر مقدار آب آبیاری بر عملکرد سوخ پیاز و بهره‌وری مصرف آب آبیاری نشان داد که با کاهش آب آبیاری به کمتر از نیاز آبی گیاه، عملکرد کاهش و بهره‌وری افزایش یافت اما از این نظر بین تیمار ۱۰۰٪ نیازآبی‌گیاه و تیمار ۷۵٪ نیازآبی‌گیاه اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد. بنابراین با توجه به نتایج به‌دست آمده و با توجه به کمبود آب در منطقه می‌توان آبیاری این گیاه را با ۷۵٪ نیازآبی گیاه انجام داد بدون آن‌که تأثیر معنی‌دار در میزان عملکرد تولید شده داشته باشد. بهترین تیمار برای استفاده از کود نیتروژن همان استفاده ۱۰۰٪ از کود نیتروژن به‌خصوص در شرایط تنش آبی می‌باشد. با توجه به پتاسیل بالای تولید در آبیاری قطره‌ای زیرسطحی و کاهش تبخیر و تعرق در آن، می‌توان از این روش آبیاری برای کاشت پیاز در منطقه استفاده نمود و با در نظر گرفتن آلودگی آب‌های‌زیرزمینی به‌دلیل مصرف بی‌رویه کودهای نیتروژن و جلوگیری از تجمع نیترات در سوخ‌ها، به‌نظر می‌رسد استفاده از آبیاری قطره‌ای مدیریت مصرف کودهای نیتروژن را بهبود می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: آبیاری قطره‌ای اجزای عملکرد، آبیاری زیرسطحی، سوخ پیاز، کارآیی مصرف آب

---

[۱].آدرس نویسنده مسئول:زابل، گروه مهندسی آب دانشکده آب و خاک دانشگاه زابل.

*.دریافت: .مهر ۱۳۹۶ و پذیرش: اردیبهشت ۱۳۹۷

مقدمه

پیاز یکی از قدیمی‌ترین سبزیجات ایران است که از دیرباز مصرف خوراکی و دارویی بسیار داشته است. برخی از پژوهشگران خاستگاه اصلی آن را به ایران و افغانستان نسبت می‌دهند. بر اساس آمار سازمان خواروبار جهانی در سال ۲۰۱۲، ایران چهارمین تولیدکننده پیاز در جهان بوده و به‌طور میانگین، با داشتن مجموع ۷۱ هزار هکتار سطح زیرکشت و متوسط عملکرد حدود ۳۲ تن در هکتار، سالانه بیش از ۲/۲٦ میلیون تن این محصول را تولید می‌کند (فائو، ۲۰۱۲). مناطق تولید این محصول در ایران به سه منطقه روزبلند، روزمتوسط و روزکوتاه تقسیم می‌گردد. در عرض‌های جغرافیایی پایین‌تر از ۳۲ درجه یا گرمسیر ارقام روزکوتاه، در عرض‌های جغرافیایی ۳۸-۳۲ درجه ارقام روزمتوسط و در عرض‌های جغرافیایی بیش از ۳۸ درجه ارقام روزبلند کشت می‌گردد (دانشور، ۱۳۷۹). پیاز گیاه فصل خنک است که در یک محدوده وسیع درجه حرارت به‌خوبی رشد می‌کند و از نظر تشکیل سوخ به طول روز واکنش نشان می‌دهد (افشارمنش و خدادای، ۱۳۸۵).

این محصول به دلیل واکنش‌های مختلف به طول روز جهت تشکیل و حجیم شدن پیاز، امکان کشت آن در استان‌های شمال شرقی، شمالی و جنوبی به ترتیب در اوایل بهار، زمستان و پاییز وجود دارد. در بسیاری از مناطق دنیا از جمله ایران رشد و تولید گیاهان به خاطر کمبود آب دچار محدودیت شده و به‌خصوص در دهه‌های اخیر، کشاورزی جهان را دستخوش تنش‌های فزاینده‌ای نموده است. در کشورهای مختلف دنیا برای استفاده بهتر از آب در بخش کشاورزی، بررسی‌های متعددی انجام گرفته است. به گزارش هیومن (۲۰۰۱) در بین تمام روش‌های آبیاری، روشی که بتواند به موقع آب را در اختیار گیاه قرار دهد، بهترین عملکرد اقتصادی را برای پیاز خواهد داشت. حسن (۲۰۰۱) گزارش کرد هنگامی که در مصرف آب و کود صرفه‌جویی شده باشد ولی در عین حال به‌موقع با روش-های مختلف آب در اختیار گیاه پیاز قرار گیرد، عملکرد اقتصادی قابل قبولی به‌دست می‌آید. رستگار و همکاران (۲۰۰۷) طی گزارش خود اعلام کردند در اثر اعمال روش آبیاری قطره‌ای، کارآیی مصرف آب ٥٤ درصد بیشتر از روش آبیاری کرتی است. همچنین نتیجه این تحقیق نشان داد که در مرحله خاک آب برای سبز شدن بذور پیاز با روش آبیاری کرتی و شیاری حدود ۵۰۰ متر مکعب آب در هکتار بیشتر نسبت به روش قطره‌ای مصرف می‌شود. هانسون و می (۲۰۰٤) عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین آبیاری به روش قطره‌ای را با آبیاری بارانی گزارش کرده‌اند ولی عنوان کرده‌اند آبیاری قطره‌ای آب بیشتری را در ناحیه ریشه گیاه پیاز فراهم می‌کند. شوک و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند، هنگامی که پیاز رقم سوئیت اسپانیش در دو خط به فاصله سه اینچ و با فواصل ردیف ٤٤ اینچ از یکدیگر با تراکم ۱۵۰۰۰۰ بذر در ایکر اواخر مارچ کشت و پس از آن توسط روش آبیاری قطره‌ای با فاصله هر قطره‌چکان ۱۲ اینچ آبیاری گردد، بهترین درصد سبز و در نتیجه بالاترین عملکرد سوخ تولید خواهد شد. گبرک ورجیس و همکاران (۲۰۱۵) تأثیر سطوح مختلف آبیاری (۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه) و کود نیتروژن (۰، ٤٦، ۹۲ و ۱۳۸ کیلوگرم در هکتار) را بر عملکرد و رشد سوخ پیاز در منطقه اتیوپی مورد بررسی قرار دادند.

نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد بیشترین عملکرد سوخ پیاز در تیمار ۱۰۰ درصد نیازآبی‌گیاه و با مصرف ۱۳۸ کیلوگرم‌درهکتار کود نیتروژن به‌دست آمد ولی در شرایط کمبود آب می‌توان مصرف آب را به ۷۵ درصد نیازآبی‌گیاه کاهش و ۹۲ کیلوگرم‌درهکتار کود نیتروژن مصرف نمود بدون آن‌که تأثیر معنی‌دار در کاهش عملکرد محصول داشته باشد. رستگار و باغانی (۱۳۹۱) اثر روش‌های مختلف آبیاری برروی عملکرد سوخ ارقام پیاز مورد بررسی قرار دادند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد روش آبیاری قطره‌ای نسبت به سایر روش‌ها عملکرد سوخ پیازها را بیشتر افزایش داد و بهره‌وری مصرف آب آبیاری در روش قطره‌ای به ترتیب ۲۸٪ و ۵۲٪ نسبت به روش‌های آبیاری شیاری و کرتی بیشتر بود. طاهری و همکاران (۱۳۹٤) به منظور بررسی تأثیر رژیم‌های مختلف آبیاری و روش‌های کاشت

بر عملکرد، اجزای عملکرد، صفات مورفولوژیکی و خصوصیات انبارداری توده محلی پیاز قولی قصه، آزمایشی به صورت اسپلیت‌پلات‌فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار و به مدت سه سال در ایستگاه تحقیقات خیرآباد زنجان انجام دادند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد روش‌های کاشت بر کارآیی مصرف آب در سطح پنج درصد معنی‌دار و بیشترین کارآیی مصرف آب با ۱۰/۲۹۵ کیلوگرم‌بر مترمکعب آب مصرفی با روش کاشت نشایی به دست آمد و با توجه به کمبود منابع آب در منطقه، دور ۷۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی به دلیل کاهش در میزان مصرف آب، مناسب‌تر از تیمار آبیاری با دور ٤٠ میلی‌متر تبخیر تجمعی می‌باشد. امین‌پور و موسوی (۱۳۸۵) طی آزمایشی دو ساله در اصفهان اثر سه رژیم آبیاری پس از ۵۰، ۷۰ و ۹۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشت کلاس A را بر عملکرد بذر پیاز تگزاس ارلی گرانو بررسی نمودند. در این آزمایش حداکثر کارآیی مصرف آب مربوط به تیمارهای ۵۰ و ۷۰ میلی‌متر بود و آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر پیشنهاد گردید. استان سیستان و بلوچستان، پس از استان‌های آذربایجان شرقی، اصفهان و فارس، رتبه چهارم تولید پیاز در کشور را دارد.

میانگین سالانه کشت پیاز در این استان ٤٠٠٠ هکتار در سال می‌باشد (روحانی و همکاران، ۲۰۰۸). منطقه سیستان در استان سیستان و بلوچستان یکی از مناطق مهم برای توسعه پیاز در کشور می‌باشد. کمبود آب در دشت سیستان، یک مسئله جدی و دارای اهمیت است. تنها منبع آب منطقه، رودخانه هیرمند است که از کوه‌های بابا یغمای افغانستان سرچشمه می‌گیرد و بحران آب منطقه، ناشی از کمبود آب در این رودخانه است به گونه‌ای که عدم تأمین آب هیرمند منجر به نابودی کشاورزی منطقه گردیده است.

لذا با توجه به کمبود آب در منطقه، تحقیق حاضر با هدف تعیین مناسب‌ترین روش آبیاری پیاز و تعیین مقدار مناسب کود نیتروژن و آب مصرفی در منطقه سیستان در دو سال زراعی اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال‌های ۱۳۹٤ و ۱۳۹۵ در مزرعه تحقیقات کشاورزی واقع در شهر زهک در منطقه سیستان در استان سیستان و بلوچستان در ٦١ درجه و ٦٧ دقیقه طول شرقی و ۳۰ درجه و ۸۹ دقیقه عرض شمالی و ارتفاع ٤٨٠ متر از سطح دریا انجام گرفت. منطقه مطالعاتی دارای اقلیم گرم و خشک بوده، میزان بارندگی آن در سال کمتر از ٦٠ میلی‌متر می‌باشد. به منظور تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک قبل از مراحل آماده‌سازی زمین نمونه‌های مرکب خاک از اعماق ۳۰-۰ سانتی‌متر و ٦٠-۳۰ سانتی‌متری خاک برداشت و برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن‌ها تعیین شد (جدول ۱). با تعیین نیاز کودی قبل از کاشت بر اساس آزمون خاک، کود فسفر از نوع سوپر فسفات تریپل و کود پتاسیم (سولفات پتاسیم) به ترتیب هر یک به میزان ۸۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار در زمان کاشت در اختیار گیاه قرار گرفت. مقدار کود نیتروژن مورد نیاز بر اساس نیاز کودی ۱۳۰ کیلوگرم محاسبه گردید که به صورت کود اوره و در سه مرحله (یک سوم در هنگام کاشت و بقیه در مرحله سه برگی و پنج برگی) و بر اساس تیمارهایی که ذکر خواهد شد، در اختیار گیاه قرار گرفت (بایبوردی و همکاران، ۱۳۸٤).

مقادیر متوسط برخی خصوصیات آب آبیاری در تیمارهای مختلف نیز در جدول ۲ آورده شده است.

جدول ۱- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه تحقیقاتی

سال	عمق نمونه برداری	درصد سیلت	درصد شن	درصد رس	بافت خاک	pH	ظرفیت زراعی (٪وزنی)	نقطه پژمردگی (٪وزنی)	EC (dsm^{-})	پتاسیم قابل جذب(ppm)	فسفر قابل جذب(ppm)	کربن آلی(٪)
اول	۰-۳۰	۲۹	۶۱	۸	شن لوم	۸	۲۱	۹	۱/۱	۱۴۵	۳/۴	۰/۷۸
	۳۰-۶۰	۳۴	۵۳	۱۱	شن لوم	۷/۸	۲۵	۱۱	۱/۳	۱۵۱	۳/۱	۰/۶۸
دوم	۰-۳۰	۲۹	۶۱	۸	شن لوم	۸/۳	۲۲	۱۰	۱/۳	۱۴۸	۳/۸	۰/۸۴
	۳۰-۶۰	۳۴	۵۳	۱۱	شن لوم	۸/۱	۲۶	۱۱/۵	۱/۴	۱۵۵	۳/۶	۰/۷۵

جدول ۲- مقادیر خصوصیات شیمیایی آب آبیاری

نمونه آب	pH	EC (dsm^{-1})	SAR	کاتیون‌ها($meqlit^{-1}$)				آنیون‌ها($meqlit^{-1}$)		
				Ca	Mg	Na	K	HCo3-	Cl	So4-
S1	۷/۸	۰/۴	۱/۹	۱/۵	۱/۱۷	۲/۲	۰/۰۳	۲/۹	۰/۹	۱/۱

به منظور دستیابی به اهداف موردنظر، تحقیق حاضر در قالب طرح اسپلیت پلات فاکتوریل اجرا گردید. تیمارها شامل چهار سطح عمق آب آبیاری (I1، I2، I3 و I4 به ترتیب معادل ۵۰، ۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۰ درصد نیاز آبی گیاه پیاز) و چهار سطح نیتروژن (N1، N2،N3 و N4 به ترتیب معادل ۲۵،۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد نیاز کودی نیتروژن) به عنوان کرت فرعی و سه روش آبیاری (آبیاری سطحی جوی و پشته، آبیاری قطره‌ای و آبیاری قطره‌ای زیرسطحی) به عنوان کرت اصلی در سه تکرار اجرا شد. ابعاد کرت‌ها ۳ ×۳ (متر در متر) و فاصله کرت‌ها از یکدیگر یک متر در نظر گرفته شد. کشت بصورت ردیفی و نشایی با فاصله ردیف‌های ۳۰ سانتی‌متر و فاصله بوته‌های هفت سانتی‌متر از یکدیگر انجام گرفت. بذر رقم تگزاس با پوست سفید اوایل مرداد ماه در خزانه کشت و انتقال و کاشت نشاء ۱۵ مهرماه انجام شد. آبیاری سطحی به روش جویچه‌ای و عرض جوی و پشته ۳۰ سانتی‌متر از یکدیگر در نظرگرفته شد. در آبیاری قطره‌ای برای هر ردیف کشت یک لوله آبده آبیاری قطره‌ای با قطر ۱۶ میلی‌متر، با قطره‌چکان‌هایی به فاصله ۳۰ سانتی‌متر و آبدهی چهار لیتر در ساعت در واحد متر استفاده شد. برای هر ردیف کشت در روش آبیاری قطره‌ای زیرسطحی یک لوله آبده زیرسطحی با قطر ۱۶ میلی‌متر و مجهز به قطره‌چکان داخل لوله با آبدهی ۳/۴۱ لیتر در ساعت با فاصله ۳۰ سانتی‌متر از یکدیگر در عمق ۳۰ سانتی‌متر نصب گردید.

تعیین دور آبیاری و نیاز آبی گیاه

دور آبیاری برای گیاه پیاز با توجه به بافت خاک و ظرفیت نگهداشت آب در خاک و بررسی‌های محلی و با استفاده از رابطه زیر سه روز برای آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی و هفت روز جهت آبیاری جوی و پشته در نظر گرفته شد (علیزاده، ۱۳۸٤).

$$dx = (FC - PWP) \times MAD \times P_w \times R_z \times 0.01 \quad (۱)$$

که در آن:

dx :عمق آب آبیاری(میلی‌متر)، FC: ظرفیت زراعی، PWP: نقطه پژمردگی، MADT: کمبود مجاز رطوبتی،Pw : درصد مساحت مرطوب، Rz :عمق ریشه

$$N = \frac{d_x}{ET_{max}} \quad (۲)$$

N: دور آبیاری، ETmax: حداکثر تبخیر و تعرق جهت تعیین نیاز آبی گیاه از روش تشت تبخیر استفاده گردید. داده‌های مربوط به تشت تبخیر نوع A از سازمان آب شهرستان زابل اخذ گردید که این تشت در مرکز تحقیقات کشاورزی زهک مجاور زمین مورد مطالعه قرار داشت و مقدار آب آبیاری بکار رفته بر اساس تلفات تبخیر تعرق

پتانسیل گیاه (ETc) در فاصله سه روزه (دور آبیاری) با استفاده از رابطه زیر محاسبه گردید:

$$V = \frac{l.s.kp.kc.kr.ETp}{Ea} \quad (۳)$$

که در آن:

V: حجم آب آبیاری (متر مکعب)، l: طول کرت(متر)، s: عرض کرت(متر)، Kp: ضریب تشت(۰/۷)، kc: ضریب گیاهی. با توجه به منحنی ضریب تغییرات گیاهی در طول فصل رشد برای دوره‌های آبیاری با استفاده از دستورالعمل نشریه شماره ٥٦ فائو تعیین شد.

kr: ضریب سایه انداز. مقدار ضریب سایه انداز بستگی به درصد پوشش گیاهی (نسبت به کل سطح مزرعه) داشته و مقدار آن بر اساس پیشنهاد کلر و کارملی از رابطه زیر به دست آمد: (علیزاده، ۱۳۸۰)

$$K_r = \frac{GS}{0.85} \text{ یا } 1 \quad (٤)$$

ETp: تبخیر از تشت (متر)

Ea: راندمان سیستم (۹۰ درصد برای آبیاری قطره‌ای زیرسطحی و ۸۵ درصد برای آبیاری قطره‌ای در نظر گرفته شد.)

جهت تعیین حجم آب مورد نیاز در آبیاری جوی و پشته با دور آبیاری ۷ روزه از رابطه بالا بدون در نظر گرفتن ضریب سایه‌انداز استفاده گردید.حجم آب آبیاری با استفاده از کنتورهای نصب شده بر روی هر یک از لوله‌های آبرسان اندازه‌گیری شد. حجم آب سایر تیمارها بر اساس این حجم تعیین و اعمال گردید.

بهره‌وری مصرف آب آبیاری (IWUE)

عبارت است از: نسبت محصول تولید شده به آب آبیاری. از رابطه (٤) به دست آمد.(پیرو و همکاران، ۲۰۰۹)

$$IWUE = \frac{Y}{IR} \quad (۵)$$

که در آن:

IWUE: بهره‌وری مصرف‌آب‌آبیاری، Y: مقدار محصول برداشت شده، IR (kg/ha): مقدار آب‌آبیاری (مترمکعب)

نمونه‌برداری گیاهی

برداشت از کرت‌ها زمانی انجام گرفت که ۳۰ درصد از بوته‌ها زرد شده و افتادند (افشارمنش و خدادادی، ۱۳۸۵). عملیات برداشت با حذف نیم‌متر از بالا و پایین هرکرت و با حذف خطوط حاشیه از هر طرف کرت انجام شد. از هر کرت تعداد چهار ردیف گیاهی به‌عنوان نمونه انتخاب و صفاتی نظیر عملکرد سوخ، درصد چند قلوزایی، ارتفاع و قطر سوخ، قطر گلوگاه و کارآیی مصرف آب آبیاری اندازه‌گیری شد. جهت اندازه گیری عملکرد سوخ، بعد از برداشت، قسمت های اضافی گیاه همچون ساقه و ریشه جدا و بعد از قرار گرفتن به مدت یک هفته در هوای آزاد (جهت خشک شدن) وزن پیاز ها اندازه گیری گردید. در نمونه های برداشت شده تعداد پیازهای چندقلو نسبت به‌کل تعداد نمونه‌های برداشت شده محاسبه و بر حسب درصد بیان گردید.

در پایان داده‌های اندازه‌گیری شده با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.1 مورد تجزیه و تحلیل و میانگین‌ها با آزمون دانکن مورد مقایسه قرار گرفتند.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده توسط آزمون ANOVA و میانگین صفات با استفاده از آزمون دانکن مورد مقایسه قرار گرفتند. نتایج تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده پیازدر تیمارهای مختلف در جدول ۳ آورده شده است. نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر مقدار آب آبیاری، مقدار کود نیتروژن و روش آبیاری بر پارامترهای اندازه‌گیری شده در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار می‌باشد. سال کاشت تأثیر معنی‌داری بر پارامترهای اندازه‌گیری شده نداشت که علت آن را می‌توان شرایط یکنواخت آب و هوایی منطقه در سال‌های متوالی دانست. اثر تکرار بر صفات اندازه‌گیری شده معنی‌دار نبود که نشان‌دهنده شرایط یکنواخت آزمایش برای همه تکرارها بوده است (جدول ۳).نتایج مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری

شده در تیمارهای مختلف در جداول ٤ تا ٦ و شکل ١ آورده شده است.

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات و درجه آزادی) صفات اندازه‌گیری شده پیاز

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع سوخ	قطر سوخ	قطر گلوگاه	درصد چندقلوزایی	عملکرد سوخ	بهره‌وری آب آبیاری
سال (Y)	۱	۰/۴۱ ns	۰/۲۳ ns	۰/۱۴ ns	۵/۵۴ ns	۰/۲۵ ns	۰/۱۳ ns
تکرار (سال)	۴	۰/۰۱۹ ns	۰/۰۱ ns	۰/۰۳ ns	۱۰/۷۱ ns	۱/۳۴ ns	۰/۲۹ ns
روش آبیاری (A)	۲	۲۳/۴۵ **	۴۷/۴۳ **	۲/۷ **	۲۹/۲۱ *	۲۲۱۷/۴۲ **	۸۷/۳۴ **
A × Y	۲	۰/۰۰۴ ns	۰/۰۱۳ ns	۰/۰۰۱ ns	۷/۹۴ ns	۰/۹۸ ns	۶/۷۸ ns
خطای اصلی	۸	۰/۶۳	۰/۰۸	۰/۰۰۳	۶/۴۲	۱/۰۲	۲/۳۱
مقدار آب آبیاری (B)	۳	۳۱/۵۶ **	۵۲/۹۵ **	۲/۱۹ **	۳۹/۹۵ **	۱۴۲۹/۱۸ **	۳۵/۴۵ **
B × Y	۳	۰/۰۰۳ ns	۰/۰۱۲ ns	۰/۰۰۳ ns	۸/۱۵ ns	۰/۸۹ ns	۰/۰۷ ns
A× B	۶	۰/۱۶ *	۰/۹۵ **	۰/۰۳۵ **	۸/۴۲ ns	۶۸/۸۴ **	۲/۰۳ ns
A × B ×Y	۶	۰/۰۰۶ ns	۰/۰۱۴ ns	۰/۰۰۱ ns	۸/۷۸ ns	۰/۷۶ ns	۰/۰۸ ns
مقدار کود نیتروژن (C)	۳	۶۰/۹ **	۵۳/۱۶ **	۲/۷۸ **	۱۱۵/۱ **	۳۳۹۹/۸۹ **	۶۳/۰۳ **
C × Y	۳	۰/۰۰۸ ns	۰/۰۱۵ ns	۰/۰۰۱ ns	۸/۰۳ ns	۰/۸۸ ns	۰/۰۸ ns
A× C	۶	۰/۶ *	۰/۲۷ **	۰/۰۵۶ **	۷/۷۸ ns	۷۸/۳۷ **	۹/۴۶ **
B×C	۹	۰/۷۲ **	۰/۵۷ **	۰/۰۲۷ **	۸/۷۸ ns	۵۸/۵۸ **	۰/۶۶ ns
A × B ×C	۱۸	۰/۴ ns	۰/۰۷ **	۰/۰۱۶ **	۸/۶۴ ns	۷/۸۸ **	۱/۴ ns
B × C ×Y	۹	۰/۰۰۵ ns	۰/۰۱۱ ns	۰/۰۰۱ ns	۸/۹۲ ns	۰/۹۴ ns	۰/۰۲ ns
A × C ×Y	۶	۰/۰۰۳ ns	۰/۰۰۷ ns	۰/۰۰۲ ns	۸/۸۸ ns	۰/۹۲ ns	۰/۷۶ ns
A×B×C ×Y	۲۴	۰/۰۰۳ ns	۰/۰۱۲ ns	۰/۰۰۲ ns	۸/۷۵ ns	۰/۸۵ ns	۰/۳۶ ns
خطای فرعی	۱۸۰	۰/۲۷	۰/۰۲	۰/۰۰۵	۸/۷۵	۱/۰۵	۱/۲۵

*و **معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد، ns عدم معنی‌داری

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده پیاز

تیمارهای آزمایشی		ارتفاع سوخ (سانتی‌متر)	قطر سوخ (سانتی‌متر)	قطر گلوگاه (میلی‌متر)	درصد چند قلوزایی	عملکرد سوخ (تن در هکتار)	بهره‌وری آب آبیاری (کیلوگرم بر متر مکعب در هکتار)
مقدار آب آبیاری	۱۲۰٪ نیاز آبی	۴/۱۹ a	۴/۲۰ b	۱/۱۹ d	۵/۵۴ b	۲۵/۷۶ a	۲/۷۸ c
	۱۰۰٪ نیاز آبی	۴/۲۰ a	۴/۹۰ a	۱/۳۱ c	۵/۱۹ b	۲۷/۶۱ a	۳/۵۸ a
	۷۵٪ نیاز آبی	۴/۰۰ a	۴/۶۰ a	۱/۳۸ b	۵/۸ b	۲۵/۲۱ a	۴/۴۷ a
	۵۰٪ نیاز آبی	۲/۷۸ b	۲/۹۳ c	۱/۶۰ a	۶/۹۲ a	۱۷/۳۸ b	۳/۱۶ b
مقدار کود نیتروژن	۱۰۰٪	۴/۷۰ a	۵/۲۰ a	۱/۵۸ a	۴/۶۵c	۳۱/۵۹ a	۴/۷۵ a
	۷۵٪	۴/۱۶ b	۴/۴۰ b	۱/۴۸ b	۵/۳۰ c	۲۷/۲۹ b	۴/۳۳ b
	۵۰٪	۳/۳۸ c	۳/۷۶ c	۱/۲۷ c	۵/۹۱ b	۲۰/۶۵ c	۳/۴۰ c
	۲۵٪	۲/۶۲ d	۳/۲۰ d	۱/۱۵ d	۷/۶۰ a	۱۶/۱۲ d	۲/۶۷ d
روش آبیاری	آبیاری سطحی	۳/۱۵ c	۳/۵۰ c	۱/۵۲ a	۶/۵۰ a	۱۹/۰۰C	۲/۳۳ c
	آبیاری قطره‌ای	۳/۹۲ b	۴/۰۳ b	۱/۴۰ b	۵/۴۵ b	۲۴/۵۶b	۳/۸۷ b
	آبیاری قطره‌ای زیرسطحی	۴/۰۸ a	۴/۹۰ a	۱/۱۹ c	۵/۶۵ b	۲۸/۴۲a	۵/۱۹ a

میانگین‌های دارای حروف یکسان بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌دار ندارند.

جدول ۵- مقایسه میانگین اثرات متقابل مقدارآب آبیاری و کود نیتروژن (A×B)

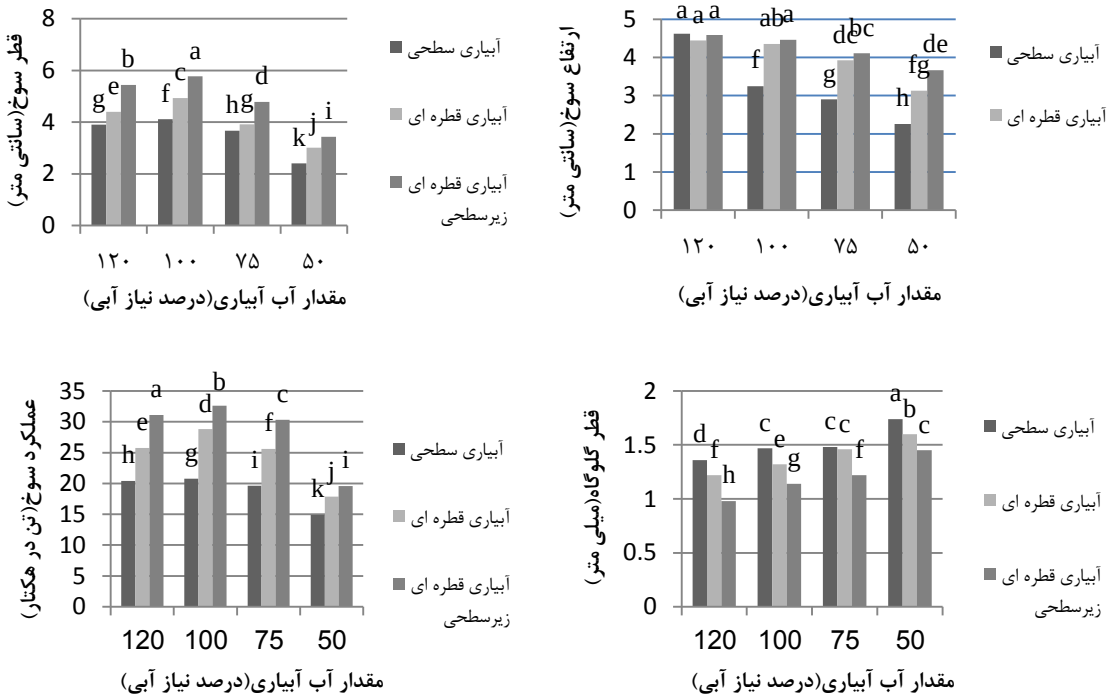
مقدار آب آبیاری	مقدار کود نیتروژن	ارتفاع سوخ (سانتی‌متر)	قطر سوخ (سانتی‌متر)	قطر گلوگاه (میلی‌متر)	عملکرد سوخ (تن در هکتار)
٪۱۲۰ نیاز آبی	٪۱۰۰	۵/۴۲ a	۵/۷۶b	۱/۵۴ c	۳۳/۹۶ b
	٪۷۵	۴/۶۷c	۴/۹ d	۱/۴۳f	۳۰/۰۴ e
	٪۵۰	۳/۷۷e	۴/۰۸ g	۱/۰۶ j	۲۱/۷۹ i
	٪۲۵	۲/۸۹ g	۳/۵۷j	۰/۹۵ k	۱۷/۲۱ m
٪۱۰۰ نیاز آبی	٪۱۰۰	۵/۱۱ ab	۶/۱ a	۱/۵۶ c	۳۶/۱۲ a
	٪۷۵	۴/۸۳ bc	۵/۲۵ c	۱/۴۶ de	۳۱/۴۵d
	٪۵۰	۳/۹۵ de	۴/۶۳e	۱/۱۲ i	۲۴/۹۶ g
	٪۲۵	۲/۹۶ g	۳/۶۶ i	۱/۱ i j	۱۷/۶۵ l
٪۷۵ نیاز آبی	٪۱۰۰	۴/۷۲c	۵/۲۷ c	۱/۵۶ c	۳۳/۵۷ c
	٪۷۵	۴/۱۹d	۴/۳۱ f	۱/۴۹ d	۲۹/۲۵ f
	٪۵۰	۳/۴۳ f	۳/۸۲ h	۱/۲۹ g	۲۱/۴۵ j
	٪۲۵	۲/۵۶h	۳/۲۹k	۱/۱۹ h	۱۶/۴۱ n
٪۵۰ نیاز آبی	٪۱۰۰	۳/۶۳ f	۳/۶۸ i	۱/۷۸ a	۲۲/۷۲ h
	٪۷۵	۲/۹۷ g	۳/۱۳l	۱/۶۸ b	۱۸/۴۳ k
	٪۵۰	۲/۵۱ h	۲/۷۰M	۱/۴۱ f	۱۵/۹۲o
	٪۲۵	۲/۰۱i	۲/۱۹n	۱/۳۱g	۱۲/۳۵p

میانگین‌های دارای حروف یکسان بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ٪۵ اختلاف معنی‌دار ندارند

جدول ۶- مقایسه میانگین اثرات متقابل روش آبیاری و کود نیتروژن (B×C)

روش آبیاری	مقدار کود نیتروژن	ارتفاع سوخ (سانتی‌متر)	قطر سوخ (سانتی‌متر)	قطر گلوگاه (میلی‌متر)	عملکرد سوخ (تن در هکتار)	بهره‌وری آب آبیاری (کیلوگرم بر متر مکعب در هکتار)
آبیاری سطحی	٪۱۰۰	۴/۲۸c	۴/۵۲ e	۱/۷۱ a	۲۴/۰۹ f	۳/۵۲ de
	٪۷۵	۳/۴۸ e	۳/۸۸ h	۱/۶۲ b	۲۱/۳۴ g	۲/۹۰ gf
	٪۵۰	۲/۶۴ f	۳/۰۰J	۱/۴۶ d	۱۶/۱۳ k	۲/۴۷ gf
	٪۲۵	۲/۲۰ g	۲/۶۰ k	۱/۳۰ f	۱۳/۲۹ l	۲/۳۰G
آبیاری قطره‌ای	٪۱۰۰	۴/۹۶ a	۵/۱۷ b	۱/۶۴ b	۳۳/۰۶ b	۴/۷۰ c
	٪۷۵	۴/۴۲ bc	۴/۲۴ f	۱/۵۸c	۲۸/۳۴ d	۳/۹۴ d
	٪۵۰	۳/۵۴ e	۳/۷۰ i	۱/۲۵ g	۲۰/۵۹ f	۳/۱ ef
	٪۲۵	۲/۷۰ f	۲/۹۶ j	۱/۱۵ h	۱۶/۳۸ j	۳/۰۵ ef
آبیاری قطره‌ای زیرسطحی	٪۱۰۰	۴/۹۳ a	۵/۹۲ a	۱/۴۰ e	۳۷/۶۲ a	۶/۵۱ a
	٪۷۵	۴/۵۹b	۵/۰۷c	۱/۲۵ g	۳۲/۲۰ c	۵/۵۲ b
	٪۵۰	۳/۹۳ d	۴/۵۹ d	۱/۱۰ i	۲۴/۸ e	۴/۱۸ cd
	٪۲۵	۲/۸۷ f	۴/۰۱ g	۱/۰۳ j	۱۸/۹۵ i	۳/۲۳ e

میانگین‌های دارای حروف یکسان بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ٪۵ اختلاف معنی‌دار ندارند



میانگین‌های دارای حروف یکسان بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌دار ندارند.

شکل ۱- مقایسه میانگین اثرات متقابل روش آبیاری و مقدار آب آبیاری (A×C)

ارتفاع سوخ

مقدار آب آبیاری بر ارتفاع سوخ در سطح پنج درصد تأثیر معنی‌دار داشت. با کاهش عمق آب آبیاری به کمتر از نیاز آبی گیاه ارتفاع سوخ کاهش یافت؛ اما از این نظر بین تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی گیاه و تیمار آبیاری کامل تأثیر معنی‌داری وجود نداشت. استفاده آب به مقدار بیشتر از مقدار نیاز آبی‌گیاه نیز باعث کاهش ارتفاع سوخ گردید که با نتایج مزامدر و همکاران (۲۰۰۷) در خصوص افزایش ارتفاع سوخ با افزایش مصرف کود نیتروژن همخوانی دارد. علت افزایش ارتفاع سوخ با افزایش مصرف نیتروژن ممکن است به دلیل سنتز بیشتر کربوهیدرات ها در برگ و انتقال آن به سوخ باشد که نسبتا به افزایش ارتفاع سوخ کمک می‌کند (ردی و ردی، ۲۰۰۵). بیشترین ارتفاع سوخ در تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه (٤/۲ سانتی‌متر) و کمترین آن در تیمار ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه (۲/۷۸ سانتی‌متر) به دست آمد (جدول ٤). اثرکود نیتروژن بر ارتفاع سوخ در سطح پنج درصد معنی‌دار بود. با کاهش مصرف کود نیتروژن ارتفاع سوخ کاهش یافت. کمترین مقدار آن در تیمار ۲۵ درصد کود نیتروژن (۲/٦۲ سانتی‌متر) و بیشترین آن در تیمار ۱۰۰ درصد کود نیتروژن (٤/۷ سانتی‌متر) به‌دست آمد (جدول ٤). اثر روش آبیاری نشان داد استفاده از سیستم آبیاری قطره‌ای‌زیرسطحی باعث افزایش ارتفاع سوخ گردید (جدول ٤). اثر متقابل مقدار آب آبیاری و روش آبیاری بر ارتفاع سوخ در سطح پنج درصد معنی‌دار بود. در هر سه روش آبیاری با کاهش عمق آب آبیاری ارتفاع سوخ به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. بیشترین مقدار آن در تیمار آبیاری قطره‌ای زیرسطحی و ۱۲۰ درصد نیاز آبی گیاه (٤/۵۹ سانتی متر) و کمترین آن در تیمار آبیاری سطحی با ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه (۲/۲٦ سانتی متر) به دست آمد (شکل ۱). اثر متقابل مقدار آب آبیاری و کود نیتروژن نشان داد با کاهش عمق آب آبیاری و کاهش مقدار نیتروژن مصرفی ارتفاع سوخ کاهش یافت. بیشترین مقدار آن در تیمار ۱۲۰ درصد نیاز آبی گیاه و ۱۰۰ درصد کود نیتروژن (۵/٤۲ سانتی‌متر) و کمترین آن در تیمار ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه و ۲۵ درصد نیتروژن (۲/۰۱ سانتی‌متر) به دست آمد. همچنین همان‌طور که از جدول ۵ مشاهده می‌گردد در تنش‌های آبی که کمتر

از نیاز آبی گیاه آب به آن داده می‌شود، افزایش مصرف کود نیتروژن باعث کاهش تأثیر تنش بر گیاه می‌گردد و باعث افزایش ارتفاع نسبت به تیمارهای بدون تنش آبی و شرایط کودی پایین می‌شود. به عنوان مثال در تیمار مقدار آب آبیاری ۱۰۰ نیاز آبی گیاه و ۲۵ درصد کود نیتروژن مقدار ارتفاع ۲/۹٦ سانتی‌متر به دست آمد در حالی که در تیمار مقدار آب آبیاری ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه و مقدار کود نیتروژن ۱۰۰ درصد ارتفاع سوخ ۳/٦۳ سانتی‌متر حاصل شد. موسوی‌فضل و همکاران (۱۳۹٦) در تحقیق خود درباره تأثیر تنش آب و کود پتاسیم بر گیاه سورگوم به نتایج مشابهی دست یافتند. نتایج این تحقیق با نتایج فاروکی و بسرامو (۲۰۰٤) و محمد و آشوک (۲۰۱٤) که معتقدند کاربرد کودها می‌تواند بخشی از تنش آبی را جبران نماید، همخوانی دارد. اثر متقابل روش آبیاری و مقدار کودنیتروژن در سطح پنج درصد معنی‌دار بود. در هر سه روش آبیاری با کاهش مقدار نیتروژن مصرفی ارتفاع سوخ کاهش یافت.

قطر سوخ

اثر مقدار آب آبیاری تأثیر معنی‌داری در سطح پنج درصد بر قطر سوخ داشت. با کاهش مقدار آب آبیاری به کمتر از نیاز آبی گیاه قطر سوخ کاهش یافت اما از این نظر بین تیمار ۱۰۰ و ۷۵ درصد نیاز آبی گیاه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. همچنین افزایش آب آبیاری به بیشتر از نیاز آبی گیاه نیز باعث کاهش قطر سوخ گردید. بیشترین مقدار قطر سوخ در تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه (٤/۹ سانتی‌متر) و کمترین آن در تیمار ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه (۲/۹۳ سانتی-متر) به دست آمد. اثر مقدار کود نیتروژن نشان داد با کاهش مقدار نیتروژن مصرفی قطر سوخ کاهش یافت و از این نظر تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد بین تیمارها مشاهده گردید (جدول ٤). این نتایج با نتایج تحقیق ینوس (۲۰۱۳) و کومار و همکاران (۲۰۰۷) مطابقت دارد. اثر روش آبیاری نشان داد آبیاری قطره‌ای زیرسطحی باعث کاهش قطر سوخ می‌شود (جدول ٤). اثر متقابل روش آبیاری و مقدار آب آبیاری نشان داد در هر سه روش آبیاری با کاهش عمق آب آبیاری به کمتر از نیاز آبی گیاه قطر سوخ کاهش یافت. همچنین افزایش عمق آب آبیاری به بیشتر از نیاز آبی گیاه نیز باعث کاهش قطر سوخ شد (شکل ۱). اثر متقابل مقدار آبیاری و کود نیتروژن نشان داد با کاهش عمق آب آبیاری به کمتر از نیاز آبی گیاه و کاهش مقدار نیتروژن مصرفی قطر سوخ کاهش می‌یابد. بیشترین مقدار آن در تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه و ۱۰۰ درصد کود نیتروژن (٦/۱ سانتی‌متر) و کمترین آن در تیمار ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه و ۲۵ درصد کود نیتروژن (۲/۱۹ سانتی‌متر) به دست آمد (جدول ۵). اثر متقابل روش آبیاری و کود نیتروژن نشان داد در هر سه روش آبیاری به کار رفته با کاهش مقدار نیتروژن مصرفی قطر سوخ کاهش یافت (جدول ٦).

قطر گلوگاه

کاهش مقدار آب آبیاری باعث افزایش قطر گلوگاه شد. کمترین مقدار قطر گلوگاه در تیمار ۱۲۰ درصد نیاز آبی گیاه (۱/۱۹ میلی‌متر) و بیشترین آن در تیمار ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه (۱/٦ میلی‌متر) به دست آمد (جدول ٤). کاهش مقدار نیتروژن باعث کاهش قطرگلوگاه گردید. بیشترین قطر گلوگاه مربوط به تیمار ۱۰۰ درصد کود نیتروژن (۱/۵۸ میلی‌متر) و کمترین آن مربوط به تیمار ۵۰ مقدار کود نیتروژن (۱/۱۵ میلی‌متر) می‌باشد (جدول ٤). استفاده از روش آبیاری قطره‌ای زیرسطحی باعث کاهش قطر گلوگاه پیاز گردید. بیشترین قطرگلوگاه در روش آبیاری سطحی جوی پشته (۱/۵۲ میلی‌متر) و کمترین آن در روش آبیاری قطره‌ای زیرسطحی (۱/۱۹ میلی‌متر) به دست آمد (جدول ٤). اثر متقابل مقدار آب آبیاری و روش آبیاری نشان داد در هر سه روش آبیاری با کاهش عمق آب آبیاری قطرگلوگاه افزایش یافت. بیشترین مقدار آن در تیمار آبیاری سطحی با ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه (۱/۷٤ میلی‌متر) و کمترین آن در تیمار آبیاری قطره‌ای زیرسطحی با ۱۲۰ درصد نیاز آبی گیاه (۰/۹۸ میلی‌متر) به دست آمد (شکل ۱). الموشیله (۲۰۰۷) در تحقیق خود نشان داد افزایش قطر گلوگاه سوخ

بستگی به حجم آب استفاده شده دارد. اثرات متقابل مقدارآب آبیاری و کود نیتروژن نشان داد با کاهش مقدار آب آبیاری و کاهش مقدار نیتروژن قطر گلوگاه کاهش می-یابد (جدول ۵). اثر متقابل روش آبیاری و کود نیتروژن نشان داد استفاده از آبیاری قطره‌ای زیرسطحی باعث کاهش قطر گلوگاه شد. در هر سه روش آبیاری استفاده شده کاهش مقدار نیتروژن مصرفی باعث کاهش قطر گلوگاه گردید (جدول ٦).

درصد چند قلوزایی

مقدار آب آبیاری بر درصد چند قلوزایی تأثیر معنی‌دار در سطح یک درصد داشت. با کاهش عمق آب آبیاری درصد چند قلوزایی افزایش یافت؛ اما بین تیمار آبیاری کامل با تیمار ۱۲۰ و ۷۵ درصد نیاز آبی گیاه اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد. بیشترین درصد چند قلوزایی (٦/۹۲ درصد) در تیمار ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه و کمترین آن (۵/۱۹ درصد) در تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه به دست آمد (جدول ٤). الموشیله (۲۰۰۷) در تحقیق خود بر روی سوخ‌های پیاز مشاهده کرد سطوح مختلف آبیاری با روش آبیاری قطره‌ای تأثیری بر درصد سوخ‌های دوقلو نداشت. اثر مقدار کود نیتروژن نشان داد با کاهش مقدار نیتروژن درصد چند قلوزایی افزایش یافت اما از این نظر بین تیمار ۱۰۰ و ۷۵ درصدکود نیتروژن تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد. کمترین درصد چند قلوزایی در تیمار ۱۰۰ درصد کود نیتروژن (٤/٦۵ درصد) و بیشترین آن در تیمار ۲۵ درصد کود نیتروژن (۷/٦ درصد) به دست آمد (جدول ٤). اثر روش آبیاری بر درصد چند قلوزایی در سطح پنج درصد معنی‌دار بود. آبیاری سطحی به طور معنی‌دار باعث افزایش درصد چند قلوزایی سوخ پیاز شد. آبیاری قطره‌ای سطحی کمترین درصد چند قلوزایی (۵/٤۵ درصد) را داشت ولی از این نظر بین آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. آبیاری سطحی (جوی و پشته) بیشترین درصد چند قلوزایی (٦/۵ درصد) را داشت (جدول ٤). باغانی (۱۳۹۱) در تحقیق خود راجع به اثر روش‌های آبیاری بر عملکرد و خصوصیات پیاز به این نتیجه رسید که درصد چند قلوزایی در روش‌های آبیاری سطحی بیشتر از آبیاری تحت‌فشار قطره‌ای می‌باشد که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. اثرات متقابل کود نیتروژن، روش آبیاری و مقدار آب آبیاری بر درصد چند قلوزایی معنی‌دار نبود (جدول ۳).

عملکرد سوخ (تن در هکتار)

اثر مقدار آب آبیاری بر عملکرد سوخ پیاز نشان داد با کاهش عمق آب آبیاری به کمتر از نیاز آبی گیاه، عملکرد کاهش می‌یابد اما از این نظر بین تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه و تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی گیاه تأثیر معنی‌داری مشاهده نشد. همچنین افزایش مقدار آب آبیاری به بیشتر از نیاز آبی گیاه نیز باعث کاهش عملکرد سوخ پیاز گردید اما تأثیر معنی‌داری با تیمار آبیاری کامل نداشت. انسیسو و همکاران (۲۰۰۹) عملکرد کمی و کیفی پیاز را در سطوح مختلف تنش در آبیاری قطره‌ای زیرسطحی مورد بررسی قرار دادند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد بین مقدار عملکرد پیاز در تیمار ۱۰۰ درصد و ۷۵ درصد نیاز آبی گیاه و فشار ۲۰- و ۳۰- کیلوپاسکال تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. پلتر و همکاران (۲۰۰٤) در تحقیق خود به این نتیجه رسیدند که کاهش میزان آبیاری در هر مرحله از رشد پیاز منجر به کاهش عملکرد آن می‌گردد. اختلاف عملکرد در روش‌های مختلف آبیاری در سطح پنج درصد معنی‌دار بود. بیشترین مقدار عملکرد در سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی (۲۸/٤۲ تن در هکتار) و کمترین آن در روش آبیاری سطحی جوی و پشته (۱۹ تن در هکتار به دست آمد (جدول ٤). آبیاری پیاز بر اساس تبخیر و تعرق منطقه باعث شده تا عملکرد سوخ در روش قطره‌ای زیرسطحی نسبت به روش‌های دیگر افزایش یابد. باگالی و همکاران (۲۰۱۲) در تحقیق خود راجع به تأثیر روش آبیاری قطره‌ای بر عملکرد و کارآیی پیاز به نتایج مشابه رسیدند.

کاهش مقدار کود نیتروژن به کمتر از نیاز گیاه باعث کاهش عملکرد سوخ گردید. بیشترین عملکرد در

تیمار ۱۰۰ درصد کود نیتروژن (۳۱/۵۹ تن در هکتار) و کمترین آن در تیمار ۲۵ درصد کود نیتروژن (۱۶/۱۲ تن در هکتار) حاصل شد (جدول ٤). نتایج با نتایج تحقیق نسرین و همکاران (۲۰۰۷) و کومار و همکاران (۲۰۰۷) در خصوص افزایش عملکرد با افزایش سطوح مصرفی کود نیتروژن و آب آبیاری مطابقت دارد. کاهش مصرف نیتروژن به‌طور مستقیم از طریق کاهش میزان فتوسنتز و ساخت مواد پرورده و همچنین کاهش دوام برگ و طول دوره رشد گیاه، کاهش مقدار ماده خشک در طول دوره رشد گیاه را باعث می‌شود (هوشمند و همکاران، ۱۳۹٦). همچنین می‌توان گفت افزایش سطوح آبیاری و کود نیتروژن موجب افزایش ارتفاع و تعداد برگ‌های گیاه و سنتز بهتر مواد و انتقال آن به اندام‌های ذخیره‌سازی شده که افزایش عملکرد را در پی دارد (یسواس و همکاران، ۲۰۰۳). بابیوردی و همکاران (۱۳۸٤) تأثیر مقادیر مختلف کود نیتروژن را بر دو رقم پیاز مورد مطالعه قرار دادند. نتایج تحقیق آن ها نشان داد بیشترین عملکرد از مصرف ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره و پیاز رقم سفید قم حاصل شد. اثر متقابل مقدار آب آبیاری و روش آبیاری نشان داد در هر سه روش آبیاری با کاهش یا افزایش عمق آب آبیاری به بیشتر از نیاز آبی گیاه مقدار عملکرد سوخ کاهش و بیشترین عملکرد در آبیاری قطره‌ای زیرسطحی به دست آمد (شکل ۱). اثر متقابل مقدار آب آبیاری و کود نیتروژن نشان داد با کاهش عمق آب آبیاری از تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه و کاهش سطوح نیتروژن مقدار عملکرد سوخ کاهش یافت. بیشترین مقدار عملکرد سوخ در تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی و ۱۰۰ مقدار کود نیتروژن حاصل گردید (جدول ۵). اثر متقابل روش آبیاری و کود نیتروژن نشان داد بیشترین عملکرد در روش آبیاری قطره‌ای زیرسطحی و تیمار ۱۰۰ درصد کود نیتروژن به دست آمد (جدول ٦). در هر سه روش نیز با کاهش مقدار کود نیتروژن مقدار عملکرد کاهش یافت.

بهره‌وری مصرف آب آبیاری (کیلوگرم بر متر مکعب در هکتار)

اثر مقدار آب آبیاری بر بهره‌وری مصرف آب آبیاری در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. کاهش عمق آب آبیاری از ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه تا ۷۵ درصد نیاز آبی گیاه باعث افزایش بهره‌وری گردید اما از این نظر بین این دو تیمار تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد. افزایش مقدار آب آبیاری از تیمار ۱۰۰ درصد به تیمار ۱۲۰ درصد نیاز آبی گیاه باعث کاهش بهره‌وری شد. بیشترین مقدار بهره‌وری در تیمار ۷۵ نیاز آبی گیاه (٤/٤۷ کیلوگرم بر متر مکعب در هکتار) و کمترین آن در تیمار ۱۲۰ درصد نیاز آبی گیاه (۲/۷۸ کیلوگرم بر متر مکعب در هکتار) به دست آمد (جدول ٤). گامیتی و همکاران (۱۹۸۳) اظهار داشتند که بروز تنش آبی با وجودی که صورت کسر بهره‌وری، یعنی عملکرد را تحت تأثیر قرار می‌دهد، اما به واسطه‌ی فعالیت ساز و کار تنظیم اسمزی گیاه مخرج کسر بیشتر کاهش یافته و بهره‌وری تا حدودی افزایش می‌یابد. در مورد تیمار ۵۰ درصد می‌توان گفت با توجه به این که میزان عملکرد نیز (صورت کسر) به میزان قابل توجهی کاهش یافته در نتیجه باعث کاهش بهره‌وری شده است. ابات و همکاران (۲۰۰٤) نیز به نتایج مذکور در خصوص بهره‌وری مصرف آب دست یافتند و بیان داشتند که افزایش بهره‌وری مصرف آب در کم آبیاری بیشتر است. همچنین نتایج این پژوهش، نشان دهندهٔ کاهش بهره‌وری مصرف آب با افزایش شدت تنش آبی است. برای مثال در یک بررسی در ارقام مختلف توت فرنگی، کاهش بهره‌وری مصرف آب با افزایش شدت تنش آبی در کولتیوار سالوت گزارش شد؛ اما نتایج تحقیقات دیگر گویای افزایش بهره‌وری مصرف آب با افزایش شدت تنش آبی است (زاگادا و ایجیمیا، ۲۰۰۵). اثر مقدار کود نیتروژن نشان داد کاهش مقدار کود نیتروژن مصرفی باعث کاهش بهره‌وری مصرف آب آبیاری گردید (جدول ٤). اثر روش آبیاری نشان داد بیشترین مقدار بهره‌وری در تیمار آبیاری قطره‌ای زیرسطحی (۵/۱۹ کیلوگرم در هکتار) به دست آمد و تیمار آبیاری سطحی جوی و پشته باعث کاهش ۵۵ درصدی بهره‌وری آب آبیاری شد (جدول ٤). رستگار و باغانی (۱۳۹۱) اعلام

کردند در اثر اعمال روش آبیاری قطره‌ای در کشت پیاز، بهره‌وری مصرف آب ٥٤ درصد بیشتر از آبیاری نشتی است. اثر متقابل روش آبیاری و کود نیتروژن در سطح یک درصد بر بهره‌وری آب آبیاری معنی‌دار بود. در هر سه روش آبیاری با کاهش مقدار کود نیتروژن مصرف شده بهره‌وری کاهش یافت (جدول ۷). هال ورسون و همکاران (۲۰۰۸) در تحقیق خود به این نتیجه رسیدند در کشت پیاز، بهره‌وری آب مصرفی و بهره‌وری نیتروژن مصرفی در آبیاری به روش قطره‌ای بیشتر از روش نشتی است و به لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه‌تر می‌باشد.

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد از بین روش‌های آبیاری استفاده شده، بیشترین مقدار عملکرد و بهره‌وری مصرف آب آبیاری در سیستم آبیاری قطره‌ای‌زیرسطحی (۲۸/٤۲ تن در هکتار و ٥/۱۹ کیلوگرم بر متر مکعب‌درهکتار) و کمترین آن در روش آبیاری سطحی (۱۹ تن در هکتار و ۲/۳۳ کیلوگرم بر متر مکعب در هکتار) به‌دست آمد. کاهش مقدار کود نیتروژن به کمتر از ۱۰۰ درصد باعث کاهش عملکرد و بهره‌وری مصرف آب آبیاری گردید به‌طوری‌که بیشترین عملکرد و بهره‌وری مصرف آب آبیاری در تیمار ۱۰۰ درصد کود نیتروژن (۳۱/٥۹ تن در هکتار و ٤/۷٥ کیلوگرم بر متر مکعب در هکتار) و کمترین آن در تیمار ۲٥ درصد کود نیتروژن (۱٦/۱۲ تن در هکتار و ۲/٦۷ کیلوگرم بر متر-مکعب‌درهکتار) حاصل شد. همچنین با توجه به نتایج به دست آمده از این تحقیق می‌توان گفت بین تیمارهای تأمین ۷٥ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه تفاوت معنی‌داری از لحاظ عملکرد سوخ و بهره‌وری وجود ندارد، لذا می‌توان مقدار آب داده شده به گیاه را به مقدار ۷٥ درصد نیاز آبی گیاه کاهش داد و با مدیریت مناسب می‌توان بدون کاهش معنی-دار عملکرد محصول، مقدار آب کمتری مصرف نمود. با توجه به نامناسب بودن پراکندگی زمانی و مکانی ریزش-های جوی در ایران و پایین بودن راندمان آبیاری در کشاورزی، آب از محدودکننده‌ترین عوامل تولید در کشاورزی به‌شمار می‌رود. از این‌رو کاهش مصرف آب آبیاری، الگوی کشت بهینه و به‌کارگیری سیستم آبیاری تحت‌فشار (قطره‌ای‌سطحی و زیرسطحی) در تدوین الگوی کشت در مزارع پیازکاران توصیه می‌شود. همچنین با در نظر گرفتن آلودگی آب‌های زیرزمینی به‌دلیل مصرف بی-رویه کودهای نیتروژن و جلوگیری از تجمع نیترات در سوخ‌ها، به نظر می‌رسد استفاده از آبیاری به روش قطره‌ای امکان مدیریت مصرف کودهای نیتروژن را افزایش می‌دهد.

تقدیر و تشکر

این تحقیق با حمایت مالی دانشگاه زابل انجام شده است. شماره گرنت: UOZ-GR-951-104

فهرست منابع

۱. افشارمنش، غ ر. و م. خدادادی. ۱۳۸٥. بررسی اثر تراکم بوته و مقادیر کود نیتروژن بر عملکرد پیاز خوراکی در منطقه جیرفت. مجله پژوهش و سازندگی، ۷۲: ۱۰۳-۹٤.

۲. امین‌پور، ر. و ف. موسوی. ۱۳۸٥. اثر رژیم‌های آبیاری و اندازه پیازمادری بر خصوصیات کمی و کیفی بذر پیاز (رقم تگزاس‌ارلی‌گراند ٥۰۲) . مجله علوم‌کشاورزی و منابع‌طبیعی، ۱۳(۲): ۹-۱.

۳. باغانی، ج. ۱۳۹۱. بررسی اثر روش‌های آبیاری بر عملکرو و خصوصیات زراعی ارقام پیاز خوراکی. مجله آب و خاک، ۲٦(۲):۲٥۹-۲٥۱.

٤. بایبوردی،ا. ملکوتی، م.ج. و س. سماوات. ۱۳۸٤. بررسی تأثیر منابع و مقادیر مختلف نیتروژن بر خواص کمی و کیفی دو رقم پیاز. مجله علوم خاک و آب، ۱۹(۲): ۱۹۳-۱۸۲.

٥. دانشور، م.ح. ۱۳۷۹. پرورش‌سبزی. انتشارات دانشگاه شهیدچمران اهواز 461 صفحه.

٦. رستگار، ج. و ج. باغانی. ۱۳۹۱. اثر روش‌های مختلف آبیاری برروی عملکرد سوخ ارقام پیاز. مجله به‌زراعی نهال و بذر، ۲۸(۲):۲۲۳-۲۰۹.

۷. طاهری، م. عباسی، م. دانشی، ن. و ن.ع. ابراهیمی‌پاک. ۱۳۹٤. بررسی اثر دورهای مختلف آبیاری و روش‌های کاشت بر عملکرد پیاز. مجله پژوهش آب در کشاورزی، ۲۹(۱): ۱۹-۱۲.

۸. موسوی‌فضل، س ح.، اخیانی، ا. و س.ا. عطاردی. ۱۳۹٦. اثر آب آبیاری و کود پتاسیم بر عملکرد سورگوم علوفه‌ای با هدف تعیین تابع تولید آب کود (رقم پگاه). مجله علوم و مهندسی آبیاری، ٤(۱-۱):۹۷-۸۳.

۹. هوشمند، ع. سالاری،ا. و ا. جعفرنژاد. ۱۳۹٦. تأثیر تنش‌های آبی و نیتروژن در مراحل مختلف رشد بر تجمع ماده خشک درگیاه ذرت رقم سینگل‌کراس ٤۰. مجله علوم و مهندسی آبیاری، ویژه‌نامه بهار، ٤۰(۱-۱):۲۲٦-۲۱۲.

10. Abbat, P.E., J.L. Dardanelli, M.G. Canatarero, M. Melchiori, and E. Suero. 2004. Climate and water availability effects on water use efficiency in wheat. Crop Sci. 44: 474-483.
11. Al-Moshileh, A. M. 2007. Effects of Planting date and irrigation water level on onion (*Allium cepa* L.) production under central Saudi Arabian conditions. Scientific Journal of King Faisal University (Basic and Applied Scientific) 8 (1): 1428H.
12. Bagali, A. N., Patil, H. B., Guled, M. B., and Patil, V. 2012. Effect of scheduling of drip irrigation on growth, yield and water use efficiency of onion (*Allium cepa* L.). Karnataka Journal of Agricultural Science 25(1): 116-119.
13. Biswas, S.K., P.K. Sarker, A. K. M, Mazharulislam, M.A. Bhuyan and B.C. Kundu. 2003. Effect of irrigation on onion production. Pakistan Journal Biology Science, 6(20): 1725-1728.
14. Enciso, J., Wiedenfeld, B., Jifon., J, Nelson., Sh. 2009. Onion yield and quality response to two irrigation scheduling strategies. Scientia Horticulturae, 120 :301-305.
15. Farooqi, A. A. and Kh. Bssreeramu. 2004. Cultivation of spice crops. Universities Press (India). pp: 128-148.
16. Garrity, DP. Watts, DG. Sullivan, CY. and JR. Gilley. 1983. Moisture deficits and grain-sorghum performance vapotranspiration yield relationships.Agronomy. 74: 815-820. Food and Agricultural Organization of the United Nations. 2012. FAOSTAT (Statistics Database). On-line Information Service.
17. Gebregwergis, F., Kebede, W., and A. Yibekal. 2015.Effect of Irrigation Depth and Nitrogen Levels on Growth and Bulb Yield of Onion (Allium cepa L.) at Algae, Central Rift Valley of Ethiopia. International Journal of Life Sciences. Vol. 5 No. 3. 2016. Pp. 152-162.
18. Hanson, B., and May, D. 2004. Effects of subsurface drip irrigation on processing tomato yield, water table depth, soil salinity and profitability. Agricultural Water Management 68: 1-17.
19. Halvorson, A. D., Bartolo, M. E., Reule, C. A., and Schweissing, A. B. 2008. Nitrogen effects on onion yield under drip and furrow irrigation. Agronomy Journal
20. 100: 1062-1069.
21. Hassan M.S. 2001. Effects of frequency of irrigation and fertilizer nitrogen on yield and quality of onion (A. cepa) in the arid tropics, ISHS Act Horticulture African Symposium on Horticultural crops, 143(8).
22. Human J.J. 2001. The influence of different irrigation scheduling methods on the Leaf Area Index, Leaf Area Duration and bulb formation of long season onion, ISHS Acta Horticulture: Symposium of Scheduling of irrigation for Vegetable Crops under field condition, 278 (1).
23. Kumar, S., M. Imtiyaz and A. Kumar. 2007. Effect of differential soil moisture and nutrient regimes on postharvest attributes of onion (Allium cepa L.). Horticultural Sciences, 112: 121-129.

24. Mohamed, M. and K. Ashok. 2014. Growth, yield and water Use effeciency of forage sorghum as affected by NPK fertilizer and deficit irrigation. American Journal of Plant Sciences, 5: 2134-2140.
25. Mozumder , S.N., Moniruzzaman, M. and G. M. A. Halim. 2007. Effect of N, K and S on the yield and storability of transplanted onion (Allium cepa L.) in the hilly region. Journal of Agricultural and Rural Development, 5(1 and 2): 58-63.
26. Nasreen, M. M. Haque, M. A. Hossain and A. T. M. Farid. 2007. Nutrient Uptake and Yield of Onion as Influenced by Nitrogen and Sulphur Fertilization. Bangladesh Journal Agricultural Research, 32(3): 413-420.
27. Pelter, G.Q., R. Mittelstadt, B.G. Leib and C.A. Redulla. 2004. Effects of water stress at specific growth stages on onion bulb yield and quality. Agr. Water Manag. 68:107-115.
28. Rastegar, J., Baghani, J., and Shojaat, Z. 2007. Effects of irrigation system (drip, furrow and basin irrigation system) on quality, quantity and storing of onion cultivars. Pp. 25. In: Proceedings of the 5th Iranian Horticultural Science Congress of Iran. (In Persian).
29. Reddy, K.C. and K.M. Reddy. 2005. Differential levels of vermin-compost and nitrogen on growth and yield in onion (Allium cepa L.) - radish (Raphanus sativus L.) cropping system. Journal of Research Angrau, 33(1): 11-17.
30. Rouhani, N., Yang, H., Sichani, S., Afiouni, M., Mousavi, F. and Kamkar Haghighi, A. 2008. Assessing the food production and virtual water trade according to available water resources in Iran. J. Agri. Sci. Technol. 46:1-22.
31. Shock, C. C., Flock, R., Feibert, E., Shock, C. A., Jensen, L., and Klauzer, J. 2005. Drip irrigation guide for onion growers in the treasure valley. Sustainable Agriculture Techniques. EM 8901:1-6. Available: http://extension.oregonstate.edu/catalog/pdf/em/em8901.pdf/, accessed on 25 July, 2012.
32. Yenus Ousman. 2013. Effects of irrigation and nitrogen levels on bulb yield, nitrogen uptake and water use efficiency of shallot (Allium cepa var. ascalonicum baker). African Journal of Agricultural Research, 8(37):4637-4643.
33. Zegada-Lizarazu W and M. Iijima .2005. Deep root water uptake ability and water use efficiency of pearl millet in comparison to other millet species. Plant Production Science. 8: 454-460.

Effect of Different Levels of Irrigation and Nitrogen Fertilizer on Onion Yield and Water Use Efficiency in Three Irrigation Methods

H. Piri [1] *

Assistant Professor, Department of Water Engineering Department of Water and Soil, Zabol University, Iran.
h_piri2880@uoz.ac.ir

Abstract

In order to study the effects of different levels of irrigation, nitrogen fertilizer, and irrigation methods on yield and yield components of onions, a factorial split plot experiment was conducted in a randomized complete block design with three replications for two years at a research farm in Zahak, Iran. Fertilizer treatments included four levels of nitrogen from urea fertilizer (130, 97.5, 65 and 32.5 kg/ha). Onion seedlings were planted in 2014 and 2015 and irrigation was carried out in the form of surface gravity irrigation, surface drip irrigation and subsurface drip irrigation. The highest yield and water productivity were obtained in the subsurface drip irrigation system (28.42 ton/ha and 5.9 kg/m^3/ha) and the least in surface irrigation (19 ton/ha and 33.3 kg/m^3/ha). Reducing the amount of nitrogen fertilizer to less than plant requirement reduced the yield of bulbs and the efficiency of onions. The highest yield and water productivity were observed in 100% nitrogen application (31.59 ton/ha and 4.75 kg/m^3/ha) and the lowest was in 25% nitrogen fertilizer treatment (16.12 ton/ha and 2.67 kg/m^3/ha).The effect of irrigation water on the yield of onion tubers and its efficiency showed that decreasing the depth of irrigation water to values lower than the water requirement of the plant decreases yield and efficiency, but, no significant effect was observed between treatments 100% and 75% of the plant water requirement. Therefore, according to the results, due to the lack of water in the region, irrigation of this plant can be done with 75% of the plant water requirement, without a significant effect on the yield. Also, due to the high production potential in subsurface drip irrigation and reduction of evapotranspiration, this irrigation method could be used for onions in the region. The best treatment for nitrogen fertilizer use is the 100% nitrogen fertilizer requirement, especially in water tension. Considering the contamination of subsurface waters due to the excessive use of nitrogen fertilizers and the prevention of nitrate accumulation in the bulbs, it seems that using drip irrigation improves nitrogen fertilizer management.

Keywords: Water productivity, Onion bulb, Subsurface drip irrigation

1 - Corresponding author: Zabol, Zabol University, Department of Water Engineering Department of Water and Soil.
*. Received: October 2017and Accepted: May 2018