نشریه پژوهش آب در کشاورزی / ب / جلد ۳۳ / شماره ۲/ ۱۳۹۸

10.22092/JWRA.2019.119741

برهمکنش مقادیر آب و کودهای آلی و شیمیایی بر بهره وری آب گیاه سیر در زهک دشت سیستان

حلیمه پیری[۱] *و ابوالفضل بامری

استادیار، گروه مهندسی آب، دانشگاه زابل. زابل، ایران.

H_piri2880@uoz.ac.ir

مربی، گروه خاکشناسی، دانشگاه زابل. زابل، ایران.

Rbameri@uoz.ac.ir

چکیده

در این تحقیق اثر سطوح مختلف آب آبیاری، کود نیتروژن و کود گاوی بر گیاه سیر مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش به صورت طرح کرت‌های دوبار خرد شده با چهار سطح عمق آب آبیاری (I1 ، I2 ، I3 و I4 به ترتیب معادل ۴۰٪، ۶۰٪، ۸۰٪ و ۱۰۰ درصد نیازآبی‌گیاه) و سه سطح نیتروژن(N1، N2 و N3 به ترتیب معادل ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد نیازکودی نیتروژن) به عنوان کرت فرعی و سه سطح کود دامی(D1، D2 وD3 به ترتیب به مقدار ۲۵، ۳۷/۵ و ۵۰ تن در هکتار) به عنوان کرت فرعی فرعی انجام شد. آبیاری به صورت قطره‌ای نواری انجام گرفت. کود نیتروژن در دو مرحله و کود گاوی در یک مرحله قبل از کاشت به گیاه داده شد. در پایان آزمایش پارامترهای ارتفاع گیاه، وزن سیرچه، تعداد سیرچه، عملکرد و بهره‌وری آب آبیاری اندازه‌گیری شد. نتایج آزمایش نشان داد اثرات ساده مقدار آب آبیاری، کود نیتروژن و کود دامی در سطح احتمال یک و پنج درصد بر تمامی پارامترهای اندازه‌گیری شده معنی‌دار گردید. بیشترین عملکرد از تیمارهای ۱۰۰ درصد مصرف کود و ۱۰۰درصد نیاز آبی به دست آمد اما از این نظر بین تیمار ۱۰۰ و ۸۰ درصد نیاز آبی تأثیر معنی‌دار مشاهده نشد. بیشترین مقدار بهره‌وری آب آبیاری در سطح آبیاری ۶۰ درصد و سطح کودی ۱۰۰ درصد (۱/۴۸ کیلوگرم بر متر مکعب در هکتار) به دست آمد که از این نظر بین تیمار ۶۰٪ و ۸۰ درصد نیاز آبی گیاه تفاوت معنی‌دار حاصل نشد. مقدار آلیسین با کاهش آب آبیاری و کاهش مصرف کود کاهش یافت. افزایش کود نیتروژن تا مقدار ۷۵ درصد نیاز کودی یعنی به مقدار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار باعث افزایش آلیسین شد ولی مقادیر بالاتر از آن باعث کاهش مقدار آلیسین گردید. بنابراین با توجه به وضعیت آب موجود در منطقه و کاهش منابع آبی، کاربرد ۸۰ درصد نیاز آبی باعث صرفه‌جویی در مصرف آب می‌گردد بدون آن که تأثیر معنی‌دار در کاهش عملکرد داشته باشد. همچنین با توجه به شرایط آب و هوایی خشک منطقه سیستان استفاده از کود گاوی و نیتروژن می‌تواند باعث تعدیل خسارات ناشی از تنش خشکی در سیر شود.

واژه‌های کلیدی: بهره‌وری آب آبیاری، عملکرد، تنش آبی، کم‌آبیاری

---

۱ – آدرس نویسنده مسئول: گروه مهندسی آب، دانشگاه زابل. زابل، ایران

* – دریافت: بهمن ۱۳۹۷ و پذیرش: مرداد ۱۳۹۸

مقدمه

سیر با نام علمی (Allium sativum L) گیاهی علفی از خانوادهٔ پیاز بوده که از نظر تولید جهانی در بین گیاهان پیازی پس از پیاز خوراکی رتبهٔ دوم را به خود اختصاص داده است (موسوی و همکاران، ۱۳۹۷). سیر با ۱۲ میلیون تن تولید، چهاردهمین محصول مهم زراعی جهان است (فائو، ۲۰۱٦). سطح زیر کشت سیر در ایران در سال‌های اخیر ۱۸۰۰۰–۱۲۰۰۰ هکتار گزارش شده است که استان همدان با میانگین عملکرد ۱۸ تن در هکتار و تولید ۳۸ درصد سیر کشور یکی از مهم‌ترین قطب‌های تولید سیرکشور می‌باشد (مطلبی فرد، ۱۳۹٤). سیر به شدت به تنش آبی حساس است. تحقیقات نشان داده است برای به‌دست آوردن حداکثر عملکرد سیر باید از اعمال تنش در مرحله تشکیل غده و رسیدن اجتناب شده و اگر در مرحله تشکیل غده تنش آبی اعمال شود اندازه حبه‌ها کاهش خواهد یافت (فابیرو کورتس و همکاران، ۲۰۰۳ و دومینگوئز و همکاران، ۲۰۱۳). نتایج نشان داده است در شرایط کمبود آب متوسط و ملایم، بهره‌وری و کارآیی مصرف آب افزایش می‌یابد (لباسچی و همکاران، ۲۰۰۳). در سال‌های اخیر کم‌آبیاری به عنوان گزینه مفید جهت استفاده بهینه از آب در مناطق خشک و نیمه خشک مطرح شده است. هدف کم‌آبیاری افزایش کارآیی مصرف آب با کاهش نیاز آبیاری گیاه و حذف بخشی از آب آبیاری است که تأثیر معنی‌داری در افزایش عملکرد ندارد (حکیمی‌نیا و همکاران، ۱۳۹۲). اکبری و همکاران (۱۳۹۵) اثر تنش خشکی را در تراکم‌های مختلف کاشت گیاه سیر مورد بررسی قرار دادند و نتیجه گرفتند اعمال تنش خشکی باعث کاهش عملکرد و اجزای عملکرد گیاه سیر نسبت به شاهد گردید که این کاهش با تشدید سطح تنش افزایش یافت. شریف روحانی و همکاران (۱۳۹۳) تأثیر دور آبیاری و عمق کاشت را بر گیاه موسیر مورد ارزیابی قرار دادند و نتیجه گرفتند افزایش دور آبیاری باعث کاهش عملکرو و شاخص برداشت گردید. با توجه به این‌که از مهمترین تأثیرات منفی تنش خشکی، کاهش دسترسی و جذب عناصر غذایی مختلف برای گیاه است (قادری و همکاران، ۱۳۹۰) یکی از روش‌های بهبود حاصل‌خیزی و تغذیه استفاده از کودهای آلی می‌باشد. کودهای آلی موجب افزایش ظرفیت نگهداری عناصر غذایی در خاک، بهبود وضعیت ساختمانی خاک، اصلاح نفوذپذیری و بهبود زهکشی خاک شده و همچنین با حفظ رطوبت کافی، از خشکی بیش از اندازه جلوگیری می‌کند (هرناندز و همکاران، ۲۰۱٤). نتایج بررسی‌ها نشان داده است، استفاده از انواع مواد آلی در خاک به دلیل بهبود خلل و فرج و ظرفیت نگهداری رطوبت در خاک، افزایش عملکرد سیر را موجب می‌شود (ایسلام و همکاران، ۲۰۰۱). استفاده از کود دامی به عنوان نهاده‌ی آلی یکی دیگر از راهکارهای پایدار برای بهبود عملکرد این گیاه دارویی است. نتایج بررسی‌ها نشان داده است، استفاده از کود دامی در زراعت ارگانیک سیر کاربرد گسترده‌ای دارد (بویا و همکاران، ۲۰۰۳ و لورین، ۲۰۰۳). در سال‌های اخیر روند توجه به سلامت و کیفیت خاک به منظور تولید پایدار محصولات زراعی شدت یافته است، به‌طوری‌که در کشورهای صنعتی برای تولید غذای سالم، استفاده از نهاده‌های طبیعی، درون مزرعه‌ای و غیرشیمیایی مورد توجه روزافزون قرار گرفته است (دن هلندر و همکاران، ۲۰۰۷). از طرف دیگر، افزایش قیمت جهانی حامل‌های انرژی، کشاورزان را به استفاده از روش‌های جایگزین به‌منظورکاهش مصرف نهاده‌های شیمیایی مصنوعی ترغیب کرده است (هیلت برونر و همکاران، ۲۰۰۷). صیدی و همکاران (۱۳۹٦) تأثیر کود دامی و کود نیتروژن را بر گیاه دارویی زنیان در منطقه اهواز مورد بررسی قرار دادند و نتیجه گرفتند کاربرد کودآلی باعث افزایش عملکرد گیاه دارویی زنیان می‌شود. موسوی و همکاران (۱۳۹۷) تأثیر سطوح مختلف تنش خشکی و ورمی‌کمپوست را بر گیاه سیر مورد بررسی قرار دادند. نتایج تحقیقات آن‌ها نشان داد تنش خشکی باعث کاهش عملکرد سیر و استفاده از ورمی‌کمپوست تا پنج تن در هکتار باعث افزایش آن شد. ملافیلابی و همکاران (۱۳۹۱) اثر سطوح مختلف کود نیتروژن و بستر کاشت را بر گیاه سیر مورد

بررسی قرار دادند و نتیجه گرفتند مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن و بستر کاشت با ٤٠ کیلوگرم کود دامی باعث افزایش عملکرد سیر می‌شود. امین و همکاران (۱۳۹٦) در تحقیقی درباره اثر نوع و نحوه کاربرد تیمارهای کودی بر رشد و عملکرد گیاه دارویی سیر بیان داشتند استفاده از کود دامی به‌صورت زیرسطحی نسبت به سطحی باعث افزایش ٥/٦۳ درصدی عملکرد سیر شد و برای کاهش مصرف کود شیمیایی در اکوسیستم های زراعی، کاربرد زیرسطحی کود دامی برای تولید کمی گیاه دارویی سیر را توصیه نمودند. 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 و برنامه‌ریزی برای استفاده هر چه بهتر از منابع آب، ضروری و اجتناب‌ناپذیر است. لذا با توجه به اهمیت و ضرورت کاربرد کم‌آبیاری در مناطق خشک همچون سیستان و برتری استفاده از کود آلی به جای کودهای شیمیایی که باعث بهبود خاک و نگهداری بیشتر آب در خاک می‌گردد، در این تحقیق به بررسی سطوح مختلف کودهای دامی و شیمیایی در تنش‌های آبی پرداخته شده است.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال ۱۳۹٦ در مزرعه تحقیقات کشاورزی واقع در شهر زهک در منطقه سیستان در استان سیستان و بلوچستان در ٦۱ درجه و ٦۷ دقیقه طول شرقی و ۳۰ درجه و ۸۹ دقیقه عرض شمالی و ارتفاع ٤۸۰ متر از سطح دریا انجام گرفت. منطقه مطالعاتی دارای اقلیم گرم و خشک بوده، میزان بارندگی آن در سال کمتر از ٦۰ میلی‌متر می‌باشد. به‌منظورتعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک قبل از مراحل آماده‌سازی زمین نمونه‌های خاک برداشت و برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن‌ها تعیین شد (جدول ۱)(بختیاری و همکاران، ۱۳۹۵). مقادیر متوسط برخی خصوصیات آب آبیاری در تیمارهای مختلف نیز در جدول ۲ آورده شده است.

جدول ۱- برخی خصوصیات فیزیکی وشیمیایی خاک مزرعه تحقیقاتی

عمق نمونه برداری	درصد سیلت	درصد شن	درصد رس	بافت خاک	pH	EC (ds/m)	پتاسیم قابل جذب (ppm)	فسفر قابل جذب (ppm)	کربن آلی (٪)
۰-۳۵	۱۷	۶۹	۱۴	شن لوم	۷/۶	۱/۵	۲۵۴	۴/۱	۰/۹

جدول ۲- مقادیرخصوصیات شیمیایی آب آبیاری

نمونه آب	pH	EC (ds/m)	SAR	کاتیون‌ها ($meqlit^{-1}$)				آنیون‌ها ($meqlit^{-1}$)		
				Ca	Mg	Na	K	HCO_3^-	Cl^-	SO_4^-
S1	۷/۵	۰/۸	۲	۱/۶	۱/۳	۲/۴	۰/۰۵	۳/۰۵	۰/۸	۱/۵

تحقیق حاضر درقالب طرح کرت‌های دوبارخرد شده به صورت بلوک کامل تصادفی در سه تکرار در آبان ماه اجرا گردید. تیمارها شامل چهار سطح عمق آب آبیاری (I1، I2، I3 و I4 به ترتیب معادل ٤۰، ٦۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد نیازآبی‌گیاه) و سه سطح کود شیمیایی نیتروژن از نوع اوره (N1، N2 و N3 به ترتیب معادل ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد نیازکودی نیتروژن) به عنوان کرت فرعی و سه سطح کود دامی از نوع کود گاوی (D1، D2 و D3 به ترتیب معادل ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد نیازکودی دامی) به عنوان کرت فرعی فرعی بود. ابعاد کرت‌ها ۳×۲ (متر در متر) و فاصله کرت‌ها از یکدیگر یک متر در نظر گرفته شد. در هر کرت تعداد ۵ ردیف گیاه، بذرها در عمق پنج سانتیمتری از

خاک و به فاصله ۱۰ سانتی متر از یکدیگر روی ردیف‌ها کشت شدند. فاصله بین ردیف های گیاهی ۳۰ سانتی متر در نظر گرفته شد. برای هر ردیف گیاهی یک لوله آبیاری قطره‌ای نواری به قطر ۱۶ میلی‌متر در نظر گرفته شد. کود نیتروژن از منبع اوره به صورت سرک در دو مرحله یکی همزمان با کاشت و دیگری در مرحله غده‌بندی در سه سطح ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار به ترتیب معادل ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد نیازکودی نیتروژن و کود دامی از نوع کود گاوی یک هفته قبل از کاشت در سه سطح ۲۵، ۳۷/۵ و ۵۰ تن در هکتار به ترتیب معادل ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد نیازکودی گاوی به خاک اضافه گردید. حجم آب مورد نیاز برای آبیاری از تبخیر و تعرق گیاه مرجع و با استفاده از روابط زیر به دست آمد (ثقه الاسلامی و همکاران، ۱۳۹۲):

$$ET_o = K_P \times E_p \quad (۱)$$

$$ET_c = K_c \times ET_o \quad (۲)$$

ET_o: تبخیر و تعرق گیاه مرجع ET_c: تبخیر و تعرق گیاهKp: ضریب تشت تبخیر. این ضریب بر اساس دستورالعمل نشریه ۲۴ فائو درنظرگرفته شد و در هر ماه بر اساس میانگین سرعت باد و رطوبت نسبی در آن ماه اصلاح گردید. میانگین ضریب تشت ۰/۷ به دست آمد.

Ep: تبخیر از تشت. از داده‌های اندازه‌گیری شده توسط سازمان آب زابل اخذ شد.

Kp: ضریب گیاهی. از دستوررالعمل فائو ۵۶ مطابق جدول در نظر گرفته شد و سپس با استفاده از فرمول‌هایی که در نشریه امده است برای منطقه مورد مطالعه بر اساس رطوبت نسبی، سرعت باد و ارتفاع اصلاح گردید. ضرایب اصلاح شده ۰/۵۶(ابتدایی)، ۱/۴۵ میانی و ۰/۶۵ پایانی به دست آمد.

پس از تعیین تبخیر و تعرق گیاه و با در نظر گرفتن راندمان آبیاری ۹۰ درصد برای پخش آب در مزرعه، مقدار آب آبیاری در هر تیمار تعیین و با استفاده از کنتورهای نصب شده بر روی هر یک از لوله‌های آبرسان اندازه‌گیری و در اختیار گیاه قرار گرفت. حجم آب سایر تیمارها بر اساس این حجم (۱۸۲۸۰/۳۳ متر مکعب در هکتار تیمار آبیاری کامل در طول فصل کاشت) تعیین و اعمال گردید.

بهره‌وری مصرف آب آبیاری (IWUE)

عبارت است از: نسبت محصول تولید شده به آب آبیاری. از رابطه (۳) به دست آمد (پیرو و همکاران، ۲۰۰۹).

$$IWUE = \frac{Y}{IR} \quad (۳)$$

که در آن:

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

نمونه‌برداری گیاهی

پس از پایان دوره رشد گیاه، به منظور اندازه‌گیری ارتفاع گیاه، وزن و تعداد سیرچه، آلیسین، عملکرد و بهره-وری مصرف‌آب‌آبیاری، از وسط هر کرت با حذف اثر حاشیه دو ردیف گیاهی برداشت شد و پارامترهای مورد نظر اندازه‌گیری گردید. جهت اندازه‌گیری عملکرد خشک، سیرها به مدت دو هفته در هوای آزاد قرار گرفتند و سپس توزین شدند. در پایان داده‌های اندازه‌گیری شده با استفاده ازنرم‌افزار 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 (جدول ۳). نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر مقدار آب آبیاری، مقدار کود نیتروژن و کود گاوی بر پارامترهای اندازه‌گیری شده درسطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. اثر متقابل آب آبیاری و کود نیتروژن در سطح احتمال یک درصد بر پارامترهای ارتفاع، وزن و تعداد سیرچه، آلیسین و عملکرد و در سطح احتمال پنج درصد بر بهره‌وری آب آبیاری معنی‌دار بود. اثر متقابل آب آبیاری و کود گاوی در سطح احتمال پنج درصد بر تمامی پارامترها تأثیر معنی‌دار داشت.

اثر متقابل کودها بر تمامی پارامترها جزء ارتفاع در سطح احتمال یک درصد تأثیر معنی‌دار و بر ارتفاع در سطح احتمال پنج درصد تأثیر معنی‌داری داشت و بر مقدار آلیسین تأثیر معنی‌دار نداشت. اثرات متقابل سه‌گانه آب آبیاری، کود نیتروژن و کود گاوی بر تمامی پارامترها جز ارتفاع و مقدار آلیسین تأثیر معنی‌دار داشت. اثر تکرار برصفات اندازه‌گیری شده معنی‌دار نبود که نشان‌دهنده شرایط یکنواخت آزمایش برای همه تکرارها بود (جدول ۳).

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

منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن سیرچه	ارتفاع	تعداد سیرچه	آلیسین	عملکرد	بهره‌وری آب آبیاری
R	۲	۰/۰۰۲^{ns}	۱/۷۶ ^{ns}	۰/۰۰۵^{ns}	۰/۰۰۸^{ns}	۴۰۷۸۷۲۳^{ns}	۰^{ns}
A(آبیاری)	۳	۱۶/۲**	۶۲۳/۱۷**	۲۲/۱۳**	۲/۱**	۴۲۱۰۲۴۵۱*	۰/۲۸**
خطای A	۶	۰/۰۰۷	۱/۳۸	۰/۰۲	۰/۰۵	۱۹۸۰۷۸۸۲	۰
B(کود نیتروژن)	۲	۱۱/۹۸**	۶۲۹/۳۸**	۴۴/۱۲**	۵/۱**	۱۶۵۵۹۵۲۱۴**	۵/۲۱**
A*B	۶	۰/۷**	۴/۲**	۰/۷۶**	۰/۸۹**	۲۶۶۳۹۲۹**	۰/۰۴*
خطای B	۱۶	۰/۰۰۶	۰/۹۴	۰/۰۰۷	۰/۰۰۴	۹۲۹۸۲۵	۰
C(کود گاوی)	۲	۸/۵۸**	۳۴۱/۴۷**	۱۲/۴۵**	۲۰/۳**	۳۵۶۹۷۶۱۴**	۱/۲۶**
A*C	۶	۰/۰۱*	۱/۶۲*	۰/۰۴*	۰/۰۳*	۱۸۷۴۱۸*	۰/۰۳*
B*C	۴	۰/۰۶**	۱/۵۵*	۰/۰۳۹*	۰/۰۴ ^{ns}	۹۰۷۸۴۸**	۰/۰۲**
A*B*C	۱۲	۰/۰۵**	۰/۴۲ ^{ns}	۰/۰۷۴**	۰/۰۵۴ ^{ns}	۷۳۶۵۱*	۰/۰۰۲*
خطای C	۴۸	۰/۰۰۹	۰/۳۴	۰/۰۰۷	۰/۰۰۸	۳۴۴۰۷	۰/۰۰۴
ضریب تغییرات (٪)		۱/۹۶	۱/۲۳	۱/۵۲	۱/۴۸	۲/۸۷	۱/۷۷

ارتفاع: مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده در جدول ٤ نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌گردد با کاهش عمق آب آبیاری ارتفاع گیاه کاهش می‌یابد و بین تیمارهای مختلف آب آبیاری در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌دار وجود داشت؛ اما بین تیمار ۱۰۰ و ۸۰ درصد نیاز آبی تفاوت معنی‌دار مشاهده نگردید. بیشترین مقدار ارتفاع از تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی (۵۲/۵٤ سانتی‌متر) و کمترین آن از تیمار ٤۰ درصد نیاز آبی (٤۷/۳۳ سانتی‌متر) به‌دست آمد. تنش آبی با کاهش عمل تقسیم سلولی و تأثیر منفی بر رشد اندام‌ها، ارتفاع بوته را کاهش می‌دهد، بنابراین ازجمله مهم‌ترین تأثیرات منفی تنش خشکی، کاهش ارتفاع بوته بر اثر کاهش رطوبت در دسترس و قابلیت جذب عناصر و کاهش رشد است (بابایی و همکاران، ۲۰۱۰). کاهش مقدار کود نیتروژن باعث کاهش ارتفاع گیاه گردید. با افزایش مصرف نیتروژن رشد رویشی ساقه افزایش می‌یابد و باعث افزایش ارتفاع می‌گردد. بیشترین مقدار آن در تیمار ۱۰۰ درصد کود نیتروژن (۵۲/۱۳ سانتی‌متر) و کمترین آن در تیمار ۵۰ درصد کود نیتروژن (٤۱/۳۵ سانتی‌متر) حاصل گردید. امین و همکاران (۱۳۹٦) در تحقیق خود بیان داشتند در کودهای شیمیایی به علت این‌که نیتروژن به‌صورت معدنی در طول رشد در اختیار گیاه قرار می‌گیرد باعث افزایش رنگدانه‌های هوایی و اندام هوایی شده و افزایش ارتفاع گیاه را به‌دنبال دارد. کاهش مقدار کود گاوی از ۱۰۰ درصد نیاز کودی به ۵۰ درصد آن نیز باعث کاهش ارتفاع گیاه شد و از این نظر بین تیمارهای مختلف در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌دار وجود داشت. اثرات متقابل آب آبیاری و کود نیتروژن نشان داد با کاهش مقدار آب آبیاری و کود نیتروژن ارتفاع کاهش یافت (جدول ۵). افزایش مقدار نیتروژن در سطوح مختلف آبی باعث افزایش ارتفاع شد. اثرات متقابل کود گاوی و آب آبیاری نیز در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌دار داشت (جدول ٦). با کاهش مقدار کود گاوی و آب آبیاری ارتفاع نیز کاهش یافت. اثر متقابل کود گاوی و کود نیتروژن نشان داد با کاهش مقدار نیتروژن مصرفی و کود گاوی اندازه ارتفاع گیاه کاهش یافت و از این نظر بین تیمارهای مختلف در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌دار وجود داشت (شکل ۱(a)). تحقیقات

بیانگر برهمکنش مثبت بین تنش خشکی و استفاده از کود می‌باشد (موسوی و همکاران، ۱۳۹۷).

وزن سیرچه: مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده نشان داد اثر مقدار آب آبیاری، کود نیتروژن و کود گاوی در سطح احتمال پنج درصد بر وزن سیرچه معنی‌دار بود (جدول ٤). با کاهش مقدار آب آبیاری، وزن سیرچه کاهش یافت. بیش‌ترین مقدار آن در تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه (۵/۷۸ گرم) و کمترین آن در تیمار ٤۰ درصد نیاز آبی گیاه (٤/۰۱ گرم) به دست آمد. بین تیمار ۱۰۰ و ۸۰ درصد نیاز آبی تفاوت معنی‌دار حاصل نشد. هانسون و همکاران (۲۰۰۷) در تحقیقات خود بر روی گیاه سیر نشان دادند که با افزایش تنش خشکی وزن سیرچه‌ها کاهش می‌یابد. با کاهش مقدار کود نیتروژن و کود گاوی نیز وزن سیرچه کاهش یافت. بایی و همکاران (۱۳۹٤) در تحقیق خود بر روی گیاه سیر نشان دادند افزایش کود نیتروژن باعث افزایش وزن سیرچه‌ها می‌شود. نتایج این تحقیق با نتایج مطلبی فرد (۱۳۹٤) مغایرت دارد. ایشان با تحقیق بر روی گیاه سیر در شرایط آبیاری بارانی و مصرف نیتروژن به این نتیجه دست یافتند که تیمارهای مصرف نیتروژن نسبت به تیمار عدم مصرف نیتروژن، باعث کاهش وزن سیرچه می‌شود. نتایج مطالعات ایشان با نتایج سایر محققین (رفیع (۱۳۸۸)، زمان و همکاران (۲۰۱۱) و هور و همکاران (۲۰۱٤)) نیز مغایرت داشت. اثر متقابل آب آبیاری و کود نیتروژن نشان داد با کاهش عمق آب آبیاری و کود نیتروژن مصرفی، وزن سیرچه کاهش یافت (جدول ۵). اثر متقابل آب آبیاری و کود گاوی نیز نشان داد با کاهش مقدار کود مصرفی اثرات تنش آبی در گیاه افزایش یافت و باعث کاهش وزن سیرچه‌ها شد (جدول ٦). اثر متقابل کود گاوی و کود نیتروژن نشان داد با کاهش مقادیر کود مصرفی وزن سیرچه کاهش می‌یابد (شکل ۱(b)). اثر متقابل سه گانه کود نیتروژن، کود گاوی و تنش آبی در شکل ۲(a) نشان داده شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود بیشترین وزن سیرچه‌ها در تیمارهای ۱۰۰ درصد نیاز آبی و ۱۰۰ درصد کود نیتروژن و کود گاوی به دست آمده است و با کاهش مقدار آب آبیاری و کاهش مقدار کود مصرفی وزن سیرچه‌ها نیز کاهش یافته است.

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده

تیمارهای آزمایشی		وزن سیرچه (گرم)	ارتفاع (سانتی‌متر)	تعداد سیرچه	آلیسین (میلی‌گرم در گرم)	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	بهره‌وری آب آبیاری (کیلوگرم‌برمترمکعب‌درهکتار)
مقدار آبیاری	۱۰۰ درصد نیاز آبی	۵/۷۸a	۵۲/۵۴a	۶/۸۱a	۶/۷a	۸۰۰۰a	۱/۱۴b
	۸۰ درصد نیاز آبی	۵/۲۵a	۵۱/۰۲a	۶/۵۱a	۵/۶a	۷۱۰۰a	۱/۲a
	۶۰ درصد نیاز آبی	۴/۵۱b	۴۷/۳۳b	۵/۴۲b	۳/۹b	۶۲۰۰b	۱/۲۵a
	۴۰ درصد نیاز آبی	۴/۰۱c	۴۱/۳۵c	۴/۷۴c	۲/۴c	۵۳۴۸c	۱/۰۴c
مقدار نیتروژن	۱۰۰ درصد	۵/۴۶a	۵۲/۱۳a	۶/۹۱a	۴/۶b	۸۴۸۶/۷a	۱/۴۹a
	۷۵ درصد	۴/۸۱b	۴۷/۵۲b	۵/۷۷b	۵/۸a	۶۶۶۰b	۱/۱۸b
	۵۰ درصد	۴/۳۱c	۴۳/۷۸c	۴/۷c	۳/۱c	۴۲۱۲/۲c	۰/۷۴c
مقدار کود گاوی	۱۰۰ درصد	۵/۳۶a	۵۰/۹۳a	۶/۴۲a	۵/۳a	۷۴۸۶/۶۷a	۱/۳۳a
	۷۵ درصد	۴/۸۳b	۴۷/۷۳b	۵/۷۱b	۴/۱b	۶۳۷۲/۲۲b	۱/۱۳b
	۵۰ درصد	۴/۳۹c	۴۴/۷۷c	۵/۲۶c	۲/۹c	۵۵۰۰c	۰/۹۵c

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)

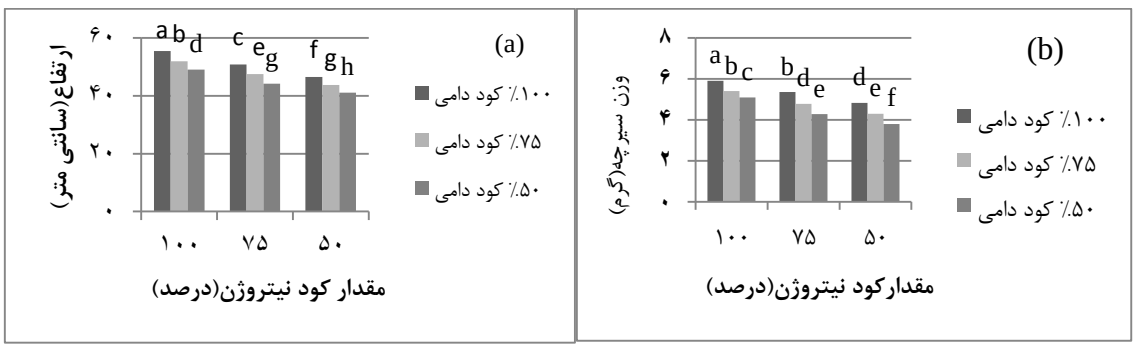
مقدار کود نیتروژن	ارتفاع (سانتی‌متر)	وزن سیرچه	تعداد سیرچه	آلیسین (میلی‌گرم بر گرم)	عملکرد	بهره‌وری آب آبیاری (کیلوگرم‌برمترمکعب‌درهکتار)	مقدار آب آبیاری
٪۱۰۰	۵۶/۵۳a	۶/۷۴a	۷/۵۸a	۴/۸b	۱۰۱۹۴/۴a	۱/۳۲b	٪۱۰۰نیازآبی
٪۷۵	۵۲/۷۶b	۵/۵۵b	۶/۸۳c	۶/۱a	۸۳۲۷/۷۸b	۱/۱۱f	
٪۵۰	۴۸/۳۲f	۵/۰۵c	۶/۰۲d	۲/۷d	۵۴۷۸/۸۹e	۰/۶۳k	
٪۱۰۰	۵۵/۲۱a	۶/۲a	۷/۲۴b	۳/۸c	۹۶۲۸/۸۹a	۱/۶۵a	٪۸۰نیازآبی
٪۷۵	۵۱/۱۶c	۴/۹۴d	۶/۰۷d	۵/۵a	۷۱۳۳/۴۴c	۱/۱۲f	
٪۵۰	۴۵/۷۵e	۴/۶۳e	۵/۳۳e	۲/۱e	۴۰۵۵/۵۶f	۰/۶۸i	
٪۱۰۰	۵۰/۱۲d	۴/۹۶ed	۶/۷۶c	۲/۲c	۷۰۹۴/۳۳d	۱/۶۷a	٪۶۰نیازآبی
٪۷۵	۴۶/۹۲h	۴/۵۳f	۵/۴۱e	۳/۶e	۵۶۱۲/۲۲e	۱/۲۹c	
٪۵۰	۴۳/۹۱g	۴/۰۳h	۴/۱g	۱/۷f	۳۸۷۲/۲۲g	۰/۷۴h	
٪۱۰۰	۴۶/۶۲h	۴/۲۵g	۶/۰۷d	۱/۶f	۶۹۹۰d	۱/۲۴d	٪۴۰نیازآبی
٪۷۵	۴۰/۲۷i	۴/۲۱g	۴/۷۸f	۲/۳d	۵۶۰۵/۵۶e	۱/۲۱e	
٪۵۰	۳۷/۱۵j	۳/۵۴j	۳/۳۶h	۱/۱g	۳۴۴۲/۲۲h	۰/۹g	

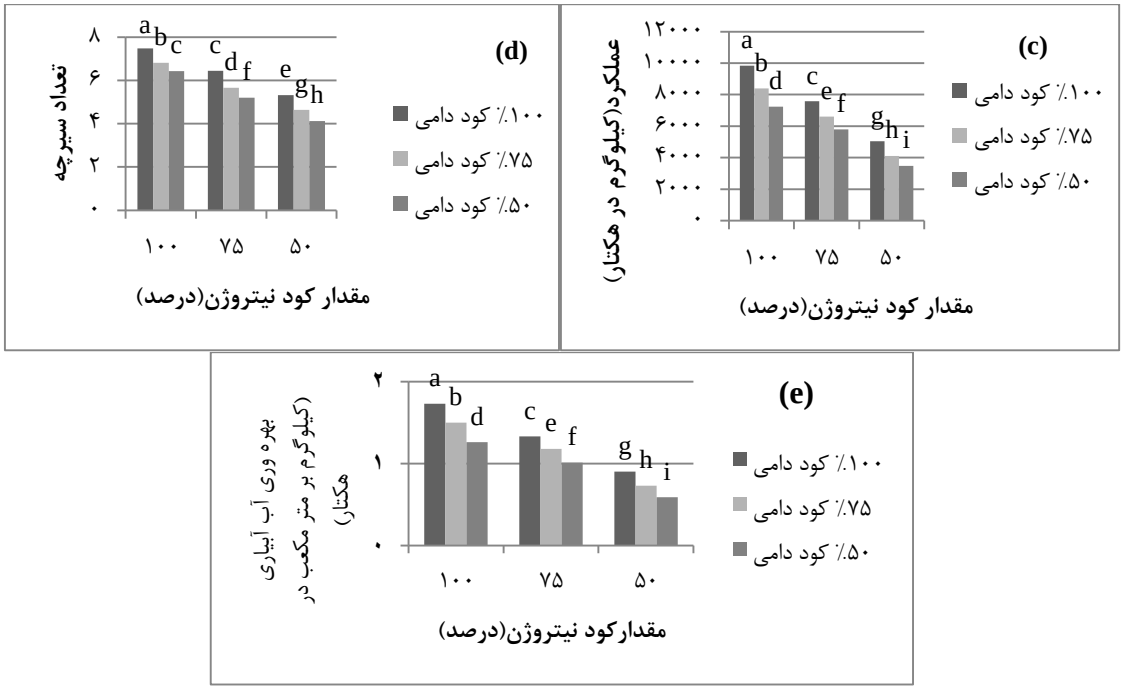
میانگین‌های دارای حروف یکسان بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌دار ندارند

جدول ۶- مقایسه میانگین اثرات متقابل مقدار آب آبیاری و کود دامی (A×D)

مقدار آب آبیاری	مقدار کود دامی	وزن سیرچه	ارتفاع (سانتی-متر)	تعداد سیرچه	آلیسین (میلی‌گرم بر گرم)	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	بهره‌وری آب آبیاری (کیلوگرم‌برمترمکعب‌درهکتار)
٪۱۰۰نیازآبی	٪۱۰۰	۶/۲۵a	۵۵/۷۶a	۷/۳۶a	۵/۵a	۹۲۲۸/۸۹a	۱/۳۵b
	٪۷۵	۵/۶۷b	۵۲/۳۸c	۶/۷۶b	۴/۱b	۷۷۶۶/۶۷b	۱/۰۱f
	٪۵۰	۵/۳۲c	۴۹/۴۶e	۶/۳۱c	۳/۱d	۷۰۰۵/۵۶c	۰/۹۱i
٪۸۰نیازآبی	٪۱۰۰	۵/۹۷a	۵۳/۳۸b	۷/۱a	۴/۸a	۸۷۴۰a	۱/۴۳a
	٪۷۵	۵/۱۱d	۵۰/۰۸d	۶/۱۴d	۳/۲d	۶۷۹۰d	۱/۰۵e
	٪۵۰	۴/۷۳f	۴۶/۶۱g	۵/۷۱e	۲/۴e	۵۹۸۸/۸۹g	۰/۹۲i
٪۶۰نیازآبی	٪۱۰۰	۵/۰۱e	۵۰/d۵۸	۶/۱۴d	۳/۷c	۶۴۸۸/۸۹e	۱/۴۸a
	٪۷۵	۴/۴۶g	۴۷/۳۸f	۵/۳۲f	۲/۵e	۵۳۶۰i	۱/۱۹d
	٪۵۰	۴/۰۳h	۴۴/۰۲h	۴/۸۱g	۱/۴f	۴۵۵۵/۵۶k	۱/۰۳e
٪۴۰نیازآبی	٪۱۰۰	۴/۵۵g	۴۳/۹۷h	۵/۴f	۲/۶e	۶۲۲۸/۸۹f	۱/۲۹c
	٪۷۵	۳/۹۶h	۴۱/۰۸i	۴/۶۲h	۱/۳f	۵۵۷۲/۲۲h	۱/۲۱C
	٪۵۰	۳/۴۸i	۳۸/۹۸j	۴/۲۱i	۰/۸g	۴۵۵۰k	۰/۹۵g

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





شکل ۱- مقایسه میانگین اثرات متقابل مقدار کود نیتروژن و کود دامی (B×D)

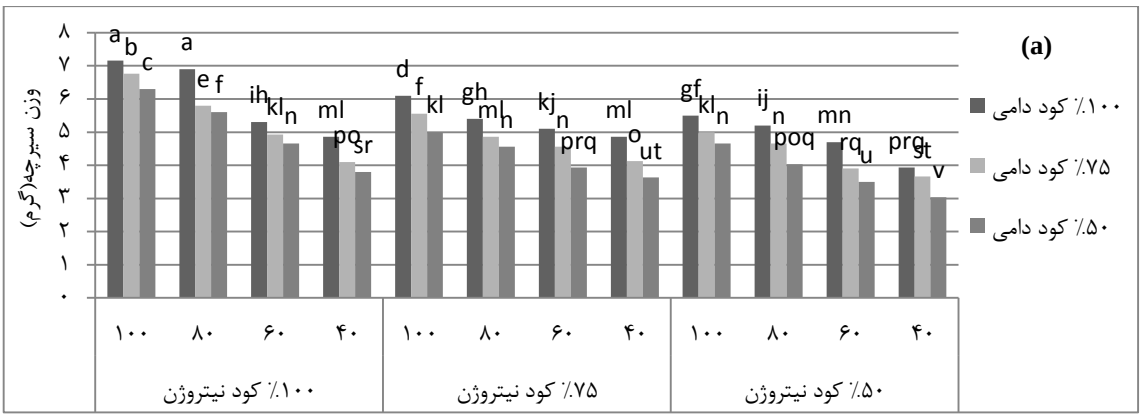
تعداد سیرچه: اثر مقدار آب آبیاری، کود نیتروژن و کود گاوی در سطح‌احتمال پنج درصد بر تعداد سیرچه معنی‌دار بود (جدول ٤). با کاهش مقدار آب آبیاری، تعداد سیرچه کاهش یافت. بیش‌ترین مقدار آن در تیمار ۱۰۰ درصد (٦/۸۱) و کمترین آن در تیمار ٤۰ درصد نیاز آبی گیاه (٤/۷٤) به دست آمد؛ اما از این نظر بین تیمار ۱۰۰ و ۸۰ درصد نیاز آبی تفاوت معنی دار حاصل نشد. با کاهش مقدار کود نیتروژن و کود گاوی نیز تعداد سیرچه کاهش یافت. اثر متقابل کود گاوی و نیتروژن و نیاز آبی گیاه نشان داد با کاهش سطوح آبی و کودی تعداد سیرچه کاهش یافت. در تنش‌های آبی با افزایش سطوح کودی می‌توان کاهش تعداد سیرچه را جبران نمود و استفاده ۱۰۰ درصدی از کود در تنش‌های آبی باعث افزایش تعداد سیرچه گردید (جدول ۵ و ٦). مصرف کود دامی به دلیل داشتن عنصرهای غذایی، ویژگی‌های رشد سیر همچون وزن برگ به عنوان اندام نورساخت کننده را افزایش داد که در نتیجه باعث بهبود تولید و افزایش تعداد سیرچه در واحد سطح شد. نتایج تحقیقات کارای و یاکوبو (۲۰۰٦) و پلتر و همکاران (۲۰۰۰) نیز تأثیر معنی‌دار کود حیوانی را بر بهبود تعداد سیرچه تأیید می‌کند. ترابی و همکاران (۱۳۹۷) بیان کردند یکی از دلایل افزایش تعداد سیرچه همراه با افزایش مصرف کود دامی و نیتروژن محدود بودن اندازهٔ سیرچه به‌عنوان مخزنی برای ذخیرهٔ مواد نورساختی است. نیاز به عنصرهای غذایی موجود در کودهای آلی به همراه نیتروژن در مرحله‌های مختلف رشد و نمو گیاه متفاوت است و مصرف مناسب آن‌ها می‌تواند از کاهش شدید عملکرد در شرایط رشد متفاوت جلوگیری کند؛ بنابراین می‌توان با استفاده از نهاده‌هایی مانند کودهای دامی و شیمیایی که رشد اندام‌های هوایی و ویژگی‌های رویشی را در سیر تقویت می‌کنند، می‌توان عملکرد اقتصادی را افزایش داد. این گیاه در صورت مناسب بودن شرایط محیطی برای رشد، اقدام به افزایش تجمع مواد نورساختی در هر حبه می‌کند، در این شرایط اگر گیاه از نظر تعداد سیرچه دچار محدودیت مخزن شود می‌تواند مخزن خود را با افزایش تعداد سیرچه برطرف سازد. لذا یکی از راه‌کارهای اصلی برای بهبود عملکرد سیر به‌کارگیری هرگونه عملیات زراعی است که بتواند ویژگی‌های رویشی و تعداد سیرچه را بهبود بخشد و باعث افزایش عملکرد سیر گردد. ملافیلابی و همکاران (۱۳۹۱) نیز بیان داشتند مصرف کود دامی به دلیل دارا بودن عناصر غذایی خصوصیات رشدی

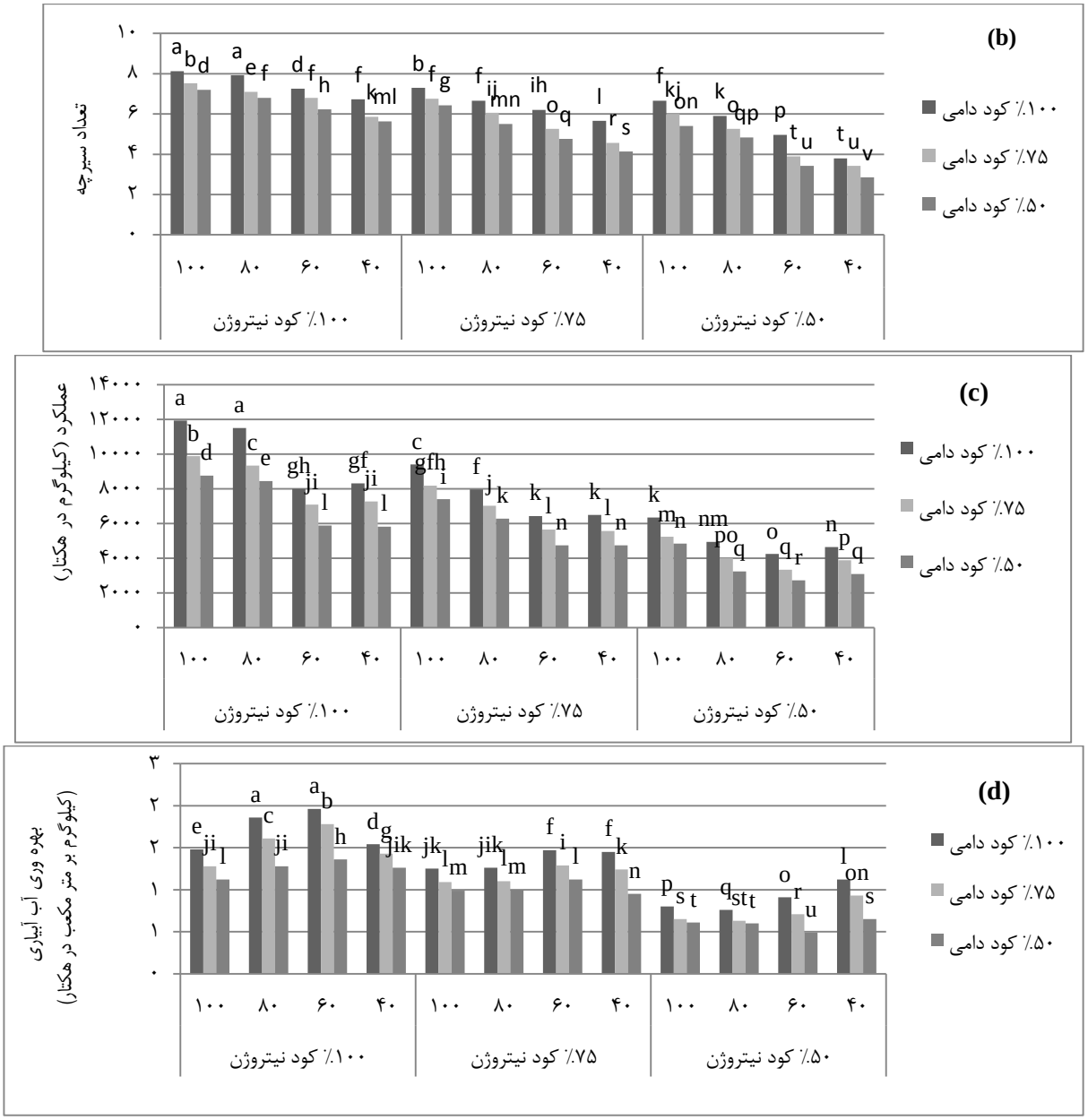
سیر همچون برگ به‌عنوان اندام فتوسنتزکننده را افزایش داده و باعث افزایش حبه سیر در واحد سطح می‌شود. اثر متقابل سه گانه کود نیتروژن، کود گاوی و تنش آبی در شکل ۲(b) نشان داده شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود بیشترین تعداد سیرچه در تیمارهای ۱۰۰ درصد نیاز آبی و کودی به‌دست آمد که از این نظر بین تیمار ۱۰۰ و ۸۰ نیاز آبی تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد. در سطوح پایین کود نیتروژن با افزایش مقدار کود گاوی می‌توان تعداد سیرچه‌ها را افزایش داد.

آلیسین: مهم‌ترین خواص سیر مربوط به آلیسین می‌باشد، آلیسین یک ترکیب روغنی و با رنگ زرد روشن می‌باشد که عطر خاص سیر را به وجود می‌آورد. به آلیسین روغن سیر هم گفته می‌شود که خواص ضد میکروبیِ سیر مربوط به همین ترکیب است. مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده (جدول ٤) نشان داد اثرات ساده کود نیتروژن، کود گاوی و مقدار آب آبیاری بر مقدار آلیسین تأثیر معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد داشت. بیشترین مقدار آلیسین در تیمارهای آبی، در تیمار آبی ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه به‌دست آمد. کاهش مقدار آب آبیاری باعث کاهش مقدار آلیسین گیاه شد؛ اما از این نظر بین تیمار ۱۰۰ و ۸۰ درصد نیاز آبی گیاه تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد. کاهش مقدار کود نیتروژن و کود گاوی نیز باعث کاهش مقدار آلیسین گیاه شد. بیشترین مقدار آلیسین در تیمارهای کودی ۱۰۰ درصد کود دامی (معادل ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود گاوی) و ۷۵ درصد کود شیمیایی (معادل ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن) به‌دست آمد. نتایج تحقیقات نشان می‌دهد کودهای آلی نقش عمده‌ای در کیفیت مواد موثره و متابولیت‌های ثانویه گیاهان دارویی دارد (امیدبیگی،۱۳۸٤). اثرات متقابل کود نیتروژن و تنش آبی (جدول ۵) نشان داد با کاهش سطوح آبی و افزایش مقدار کود نیتروژن مقدار آلیسین تا سطح ۷۵ درصد کود نیتروژن افزایش می‌یابد ولی استفاده بیشتر از این مقدار نیتروژن باعث کاهش مقدار آلیسین گردید. نتایج این تحقیق و نتایج محققان دیگرنشان داد کاربرد نیتروژن زیاد به دلیل افت ویژگی‌های کیفی و کاهش مادهٔ مؤثره و یا تغییر در اجزای متشکلهٔ این مواد مناسب نیست (برناث، ۲۰۱۰). اثرات متقابل کود دامی و تنش آبی نشان داد با کاهش سطوح کود دامی و کاهش مقدار آب آبیاری مقدار آلیسین کاهش می‌یابد که با افزایش مقدار کود مصرفی می‌توان مقدار کاهش را جبران نمود. علت را شاید این‌گونه می‌توان بیان نمود که کود دامی باعث افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک و کاهش تبخیر از سطح خاک شده که این امر در شرایط کم‌آبی کمک‌کننده خواهد بود. دیگر محققان نیز در نتایج بررسی‌های خود گزارش کردند، وجود کودهای آلی در خاک، باعث بهبود وضعیت فیزیکی، شیمیایی، زیستی و حاصل‌خیزی خاک شده و در نهایت موجب افزایش عملکرد کمی و در مواردی نیز باعث افزایش کیفیت تولید می‌شود. در همین رابطه تأثیر سودمند کودهای آلی بر افزایش تولید، توسط بیشتر پژوهشگران گزارش شده است (فرانسیس، ۲۰۰۰).

عملکرد: مقایسه میانگین عملکرد نشان داد در تیمارهای مختلف در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌دار وجود دارد (جدول ٤). با کاهش عمق آب آبیاری عملکرد کاهش یافت اما از این نظر بین تیمار ۱۰۰ و ۸۰ درصد نیاز آبی اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد. از آنجایی که سیر گیاهی است که نسبت به میزان رطوبت حساس می‌باشد، تنش آبی باعث کاهش عملکرد آن می‌گردد؛ اما با توجه به این‌که در آبیاری قطره‌ای نواری همواره ریشه گیاه مرطوب می‌باشد، تنش خشکی در ۸۰ درصد نیاز آبی گیاه باعث کاهش عمکرد گردید اما این کاهش با تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی اختلاف معنی‌دار نداشت. کاهش عملکرد گیاه در شرایط خشکی می‌تواند به دلیل کاهش سطح فتوسنتزکننده، کاهش تولید کلروفیل، افزایش انرژی مصرفی گیاه جهت بالابردن غلظت شیره سلولی و تغییر در مسیرهای تنفسی و فعال شدن مسیر پنتوزفسفات و یا افزایش حجم ریشه و غیره باشد. تأثیر خشکی بر هریک از اجزای عملکرد می‌تواند در نهایت منجر به تغییر درعملکرد شود (سری والی و همکاران، ۲۰۰۱). موسوی و همکاران (۱۳۹۷) و بیدشکی و آروین (۱۳۸۹) نیز در تحقیقات خود

به نتایج مشابهی دست یافتند. با کاهش مقادیر کود مصرفی نیز مقدار عملکرد کاهش یافت و مشخص گردید بیشترین مقدار عملکرد در تیمارهای ۱۰۰ درصد نیاز کودی به دست می‌آید. اثر متقابل آب آبیاری و کود نیتروژن نشان داد با کاهش آب آبیاری و کود نیتروژن مقدار عملکرد کاهش یافت. همچنین مشاهده گردید در تیمارهای دارای تنش آبی مصرف بیشترکود نیتروژن اثرات تنش را کاهش داد (جدول ۵). درشرایط آبیاری مطلوب با افزایش میزان نیتروژن عملکرد افزایش یافت؛ اما درشرایط تنش ملایم و شدید رطوبتی افزایش کاربرد کود نیتروژن تا حدودی باعث افزایش تحمل گیاه در برابر تأثیر منفی کمبود آب بر عملکردگیاه می‌شود، به عبارتی کاربرد مقادیر مناسب کود نیتروژن می‌تواند مقابله با تنش آبی را در گیاه افزایش دهد. درصورت کمبود شدید رطوبت خاک جذب نیتروژن توسط گیاه دچار اختلال می‌گردد و نیتروژن مورد نیاز برای مراحل بحرانی رشد حتی درصورت افزایش نیترات خاک فراهم نمی‌گردد و درنتیجه عملکرد کاهش می‌یابد، آبیاری سبب افزایش جذب نیتروژن می‌شود و افزایش تنش آب به خودی خود توانایی گیاه را از نظر استخراج نیترات خاک محدود می‌سازد. این نتایج با نتایج مگایز و همکاران (۲۰۰٤) مطابقت دارد. اثرات متقابل آب آبیاری و کود گاوی نیز نشان داد با کاهش آب آبیاری و کود گاوی مقدار عملکرد کاهش یافت و مصرف بیشترکود گاوی در سطوح تنش آبی تا حدودی می‌تواند اثرات تنش آبی را کاهش دهد (جدول ٦). اثرات متقابل کود نیتروژن و کود گاوی نشان داد با کاهش مقادیر کودهای مصرفی مورد نیاز گیاه، عملکرد کاهش یافت. در سطوح پایین نیتروژن می‌توان با افزایش مصرف کود گاوی اثرات کاهش نیتروژن را تا حدودی جبران نمود (شکل ۱(c)). دربین عناصر غذایی، نیتروژن بیشترین راندمان تولید را داراست و به‌طور همزمان فتوسنتز وکلروفیل را تحریک می‌کند، متابولیسم را افزایش می‌دهد و تراوش برخی از اسیدها از ریشه را تسهیل می‌کند. این وضعیت جذب دیگر عناصر را آسان می‌کند (ضرغامی، ۱۳۸۵). نیتروژن از عناصر پرمصرف می‌باشد که نقش‌های متعدد ساختاری در سلول و عملکرد کاتالیتیک آنزیم‌های دخیل در متابولیسم دارد (اختر و همکاران، ۲۰۰۹). نیتروژن نقش اساسی و مهمی در ساخت پروتئین گیاه و تشکیل سلول‌های گیاهی دارد و کمبود نیتروژن مانع فرآیندهای رشد گردیده و باعث کوتاه ماندن از رشد و کاهش ماده خشک در گیاه می‌گردد (پهلوان و همکاران، ۲۰۰٦). اثرات متقابل کود نیتروژن، کود گاوی و تنش آبی در شکل ۲(c) نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود با کاهش سطوح آبی و کودی مقدار عملکرد کاهش یافته است و بیشترین مقدار آن در تیمارهای ۱۰۰ درصد نیاز آبی و کودی به دست آمد که از این نظر بین تیمار ۸۰ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی اختلاف معنی‌دار وجود نداشت. مصرف کود دامی افزون بر بهبود ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک، با فراهم کردن بیشتر عنصرهای غذایی قابل دسترس برای گیاه و افزایش ظرفیت نگهداری آب خاک، باعث بهبود رشد رویشی و بالا رفتن وزن سیرچه‌ها و درنهایت افزایش عملکرد سیر شده است. محققان زیادی استفاده از کود دامی و شیمیایی را باعث افزایش عملکرد سیر دانسته‌اند (دامس و همکاران، ۲۰۱٤، زاکایی و همکاران، ۲۰۱٤ و هور و همکاران، ۲۰۱٤).





شکل ۲- اثرات متقابل کود نیتروژن، کود دامی و سطوح آبی

بهره‌وری آب آبیاری: مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده نشان داد بین بهره‌وری آب در تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد وجود داشت. با کاهش عمق آب آبیاری مقدار بهره‌وری آب آبیاری افزایش یافت. بیشترین مقدار بهره‌وری آب آبیاری در تیمار ٦٠ درصد (١/٩٦ کیلوگرم بر متر مکعب در هکتار) و کمترین آن در تیمار ٤٠ درصد نیازآبی (١/٠٤ کیلوگرم بر متر مکعب درهکتار) به دست آمد؛ اما از این نظر بین تیمارهای ٨٠ و ٦٠ درصد تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد.

علت کم بودن بهره‌وری آب آبیاری در گیاه در اثر تنش خشکی را می‌توان به عوامل روزنه‌ای یا عوامل متابولیکی مؤثر بر انتشار دی‌اکسیدکربن به داخل کلروپلاست و کاهش کربوکسیلاسیون در طول تنش که در این شرایط عوامل محدود کنندهٔ غیرروزنه‌ای ناشی از اختلال در واکنش‌های بیوشیمیایی نقش مهمی در کاهش فتوسنتز ایفا می‌کنند، نسبت داد. به علت نبود ارتباط خطی بین هدایت روزنه‌ای و جذب کربن، بیشتر گیاهان تمایل دارند در شرایط تنش آبی متوسط، بهره‌وری خود را افزایش دهند

(چاوز، ۱۹۹۹). نتایج، نشان دهندهٔ کاهش بهره‌وری آب آبیاری با افزایش شدت تنش آبی است. برای مثال در یک بررسی در ارقام مختلف توت فرنگی، کاهش بهره‌وری آب آبیاری با افزایش شدت تنش آبی در کولتیوار سالوت گزارش شد؛ اما نتایج تحقیقات دیگر گویای افزایش بهره-وری آب آبیاری با افزایش شدت تنش آبی است (زاگادا و ایجیمیا، ۲۰۰۵). احمد و همکاران (۲۰۰۹) و شاهین و همکاران (۲۰۱٤) افزایش بهره‌وری مصرف آب آبیاری را در شرایط تنش آبی گزارش کردند. مطلبی‌فرد (۱۳۹٤) نیز بیان نمود با افزایش شدت تنش آبی مقدار بهره‌وری آب آبیاری افزایش می‌یابد و علت کاهش آن در تیمارهای بالاتر، افزایش آب آبیاری مصرف شده و عدم افزایش متناسب عملکرد غده سیر بود. همچنین برای افزایش جزئی در عملکرد نیاز بود مصرف آب به مقدار قابل توجه افزایش یابد که این خود دلیل دیگری بر کاهش بهره‌وری مصرف آب با افزایش آب مصرفی بود. کاهش مقدار کود نیتروژن باعث کاهش بهره‌وری آب آبیاری گردید. کاهش مقادیر مصرفی کود گاوی نیز باعث کاهش بهره‌وری آب آبیاری گردید. اثرات متقابل آب آبیاری و کود نیتروژن نشان داد با کاهش عمق آب آبیاری و افزایش سطح کود نیتروژن بهره‌وری افزایش می‌یابد. بیشترین مقدار بهره‌وری در سطح آبیاری ٦۰ درصد و سطح کودی درصد ۱۰۰ نیتروژن و کمترین آن در ۱۰۰ درصد نیاز آبی و مصرف ۵۰ درصد کود نیتروژن به‌دست آمد (جدول ۵). اثرات متقابل آب آبیاری و کود گاوی نشان داد با کاهش عمق آب آبیاری و افزایش مقدار کود گاوی بهره‌وری آب آبیاری افزایش می-یابد. بیشترین مقدار بهره‌وری آب آبیاری در سطح آبیاری ٦۰ درصد و سطح کودی ۱۰۰ درصد (۱/٤۸ کیلوگرم بر متر مکعب در هکتار) و کمترین آن در ۱۰۰ درصد نیاز آبی و مصرف ۵۰ درصد کود گاوی (۰/۹۱ کیلوگرم بر متر مکعب در هکتار) حاصل شد (جدول ٦). اثرات متقابل کود گاوی و کود نیتروژن نشان داد با کاهش مقدار کود نیتروژن و افزایش مقدار کود گاوی بهره‌وری آب آبیاری افزایش یافت. بیشترین مقدار آن در تیمار ۱۰۰ درصد کود نیتروژن و کود گاوی (۱/۷۳ کیلوگرم بر متر مکعب در هکتار) به دست آمد (شکل ۱(e)).

نتیجه گیری

نتایج نشان داد بیشترین مقدار عملکرد در تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه (۸۰۰۰ کیلوگرم‌درهکتار) و کمترین آن در تیمار ٤۰ درصد نیاز آبی گیاه (۵۳٤۸ کیلوگرم‌در 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 (۸٤۸٦/۷ کیلوگرم‌درهکتار و ۱/٤۹ کیلوگرم‌برمترمکعب‌درهکتار) حاصل شد. کاهش مقدار کود دامی نیز 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 دامی (۷٤۸٦/٦۷ کیلوگرم‌درهکتار و ۱/۳۳ کیلوگرم‌برمترمکعب‌درهکتار) به‌دست آمد. همچنین با توجه به نتایج به دست آمده از این تحقیق می‌توان گفت بین تیمارهای تأمین ۸۰ و ۱۰۰ درصد نیازآبی‌گیاه تفاوت معنی-داری از لحاظ عملکرد وجود ندارد، لذا می‌توان مقدار آب داده شده به گیاه را به مقدار ۸۰ درصد نیازآبی‌گیاه کاهش داد و با مدیریت مناسب می‌توان بدون کاهش معنی‌دار عملکرد محصول، مقدار آب کمتری مصرف نمود. همین-طور می‌توان بیان داشت که کودهای آلی و شیمیایی مکمل یکدیگر بوده و تلفیق این دو منبع تغذیه، نه تنها باعث بهینه شدن شرایط تغذیهٔ گیاه و بهبود حاصل خیزی خاک می‌شود بلکه باعث بهبود شرایط فیزیکی و زیستی خاک نیز شده و افزایش تولید را به دنبال خواهد داشت و برای این‌که مقدار عملکرد با کاهش عمق آب آبیاری کاهش پیدا نکند باید مقدار کود نیتروژن و کود دامی مصرفی افزایش یابد. با توجه به نامناسب بودن پراکندگی زمانی و مکانی ریزش‌های 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 تحت‌فشاردر تدوین الگوی کشت در مزارع سیر توصیه می‌شود. به علت شدت بالای تبخیر و تعرق، وزش بادهای شدید و همچنین کمبود آب در منطقه مورد مطالعه و پتانسیل بالای سیستم آبیاری قطره ای توصیه می‌شود از این روش جهت آبیاری گیاه سیر استفاده گردد. همچنین با توجه به اثرات مثبت کودهای آلی در پایداری منابع خاک، حفظ تولید در دراز مدت، جلوگیری از آلودگی محیط زیست و عرضه محصول سالم و با کیفیت استفاده از این نوع کودها به تنهایی و یا در تلفیق با کودهای شیمیائی می‌تواند به عنوان گزینه‌ای مناسب در راستای کاهش مصرف کودهای شیمیایی و رسیدن به اهداف کشاورزی پایدارمورد توجه قرار گیرد.

فهرست منابع

۱. اکبری، ش.، کافی، م.، رضوان بیدختی، ش. ۱۳۹۵. اثر تنش خشکی بر عملکرد، اجزای عملکرد و آنتی اکسیدان در دو اکوتیپ سیر با تراکم‌های کاشت مختلف. بوم شناسی کشاورزی، ۸(۱):۱۰۶-۹۵.

۲. امید بیگی، ر. ۱۳۸۹. رهیافت‌های تولید و فراورده‌های گیاهان دارویی. ناشر طراحان. ٤٢٤.

۳. امین، ز.، فلاح، س.، عباسی سورکی، ع. ۱۳۹٦. اثر نوع و نحوه کاربرد تیمارهای کودی بر رشد و عملکرد گیاه دارویی سیر. پژوهش‌های زراعی ایران،۱۵(۱):۲۰۳-۱۸۵.

٤. بایی، ف.، نخ زری مقدم, ع.، نعیمی، م. و سجادی، س.ج. ۱۳۹٤. تأثیر مقادیر مختلف کود نیتروژن و ورمیکمپوست بر عملکرد و اجزای عملکرد سیر. کنفرانس بین المللی یافته های نوین در علوم کشاورزی، منابع طبیعی و محیط زیست، انجمن توسعه و ترویج علوم و فنون بنیادین، تهران.

۵. بختیاری، م.، گنجعلی، ص.، مهربان، ا.، ابراهیمی، ا. ۱۳۹۵. بررسی اثرات کاربرد نیتروژن و فسفر بر عملکرد کمی و کیفی گلرنگ در منطقه سیستان، یافته‌های نوین کشاورزی، ۱۰(٤):۲۵۳-۲٤۲.

٦. بیدشکی، ع. و آروین، م.ج. ۱۳۸۹. تأثیر اسید سالیسیلک و تنش خشکی بر رشد و عملکرد و محتوای آلیسین سیر. فیزیولوژی گیاهی، ۲:۷۹-۷۳.

۷. پهلوان، م.، فرقانی، ع. و کیخا، ع. ۱۳۸۵. تهیه نقشه دشت سیستان. گزارش نهایی. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی سیستان، زابل، ایران.

۸. ترابی، ع.، اکبری, غ.ع.، تجلی، ع.ا. ۱۳۹۷. تأثیر کودهای آلی و شیمیایی بر برخی صفات زراعی و ویژگی‌های کیفی گیاه دارویی سیر. علوم باغبانی ایران، ٤۹(۲):٤٤۲-٤۲۹.

۹. ثقه الاسلامی، م ج.، موسوی، غ ر. و برزگران، ط. ۱۳۹۲. تأثیر سطوح آبیاری و تاریخ کاشت بر عملکرد و بازدهی مصرف آب چای ترش، فصلنامهٔ علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۹(۱): ۱۵٦-۱٤٤.

۱۰. حکیمی‌نیا، ع.، بلندنظر، ص.ع.، طباطبایی، س.ج. ۱۳۹۲. اثر آبیاری محدود در مراحل مختلف رشد بر صفات رویشی، عملکرد و کارآیی مصرف آب پیاز خوراکی. دانش کشاورزی و تولید پایدار، ۲۳(۳):۲٦-۱۲.

۱۱. رفیع، م.ر. ۱۳۸۸. بررسی اثرات ازت و فسفر بر خصوصیات کمی و کیفی سیر سلکسیون شده رامهرمز. گزارش نهایی سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.

۱۲. شریف روحانی، م.، کافی، م.، و نظمی، ا. ۱۳۹۳. تأثیر رژیم آبیاری و عمق کاشت بر عملکرد و اجزاء عملکرد گیاه دارویی و صنعتی موسیر

۱۳. . بوم‌شناسی کشاورزی. ٦ (۲): ۲۲۸-۲۱۹.

۱٤. صیدی، ز.، فاتح، ا.، آینه‌بند، ا. ۱۳۹٦. اثر منابع مختلف نیتروژن و کودهای آلی بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی زنیان. بوم‌شناسی کشاورزی، ۹(۱): ۱۲۸-۱۱۵.

۱۵. ضرغامی، ت. ۱۳۸۵. کاشت و برداشت تنباکو، موسسه تحقیقات دخانیات رشت.

۱٦. قادری، م.، حسینی، م.، و کرامتی، ل. ۱۳۹۰. تأثیر کمپوست آلی بر خصوصیات رشد خیار، گوجه فرنگی، کلم و کاهو در گلخانه. علوم و فناوری کشاورزی. ٤۱(۱): ٦۹-٦۰.

۱۷. مطلبی فرد، ر. ۱۳۹٤. ارزیابی عملکرد، اجزای عملکرد و کارایی مصرف آب سیر در شرایط مختلف آبیاری و کود نیتروژن. پژوهش آب در کشاورزی، ۲۹(٤): ٤۸۲-٤٦٦.

۱۸. ملافیلابی، ع.، خرم دل, س. و شوریده, ه. ۱۳۹۱. اثر مقادیر مختلف کود نیتروژن و انواع بستر کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه داروئی سیر. بوم شناسی کشاورزی، ٤(٤):۳۲٦-۳۱٦.

۱۹. موسوی،ز.، احمدیان، ا.، کاوه، ح. و سالاری، ا. ۱۳۹۷. تأثیر سطوح مختلف تنش خشکی و کود ورمی کمپوست بر عملکرد، اجزای عملکرد و آلیسین گیاه سیر. پژوهش های حفاظت آب و خاک گرگان، ۲۵(۱):۲۲۷-۲۱۵.

20. Akhtar, MS., Y. Oki and Adachi, T. 2009. Mobilization and acquisition of sparingly soluble P-sources by Brassica cultivars under P-starved environment I. Differential growth response, P-efficiency characteristics and P- remobilization. Journal of Integrative Plant Biology, 51(11): 1008-1023.

21. Ahmed, M.E., El-Kader, N.I.A and El-Kader Derbala, A.A. 2009. Effect of irrigation frequency and potassium source on the productivity, quality and storability of garlic. Journal of Basic and Applied Sciences. 3(4): 4490-4497.

22. Bernath, J. 2000. Medicinal and aromatic plants. Mezo. Pub1. Budapest. Pp; 667. (in Hungarian)

23. Bhuiya, M. A. K., Rahim, M. A and Chowdhury, M. N. A. 2003. Effect of planting time, mulch and irrigation on the growth and yield of garlic. Asian Journal of Plant Science, 2(8): 639-643.

24. Chaves. MM .1999.Effects of water deficits on carbon assimilation. Experimental Botany.42:1-16.

25. Damse, D. N. Bhalekar, M. N. and Pawar, P. K. 2014. Effect of integrated nutrient management on growth and yield of garlic. Thebioscan Journal, 9(4): 1557-1560.

26. Den Hollander, N. G., Bastiaans, L and Kropff, M. J. 2007. Clover as cover crop for weed suppression in an intercropping design: II. Competitive ability of several clover species. European Journal of Agronomy, 26 (2):104-112.

27. Domínguez, A., Martínez-Romero, A., Leite, K.N., Tarjuelo, J.M., deJuan, J.A., López-Urrea, R. 2013. Combination of typical meteorological year with regulated deficit irrigation to improve the profitability of garlic growing in central Spain. Agricultural Water Management, 130: 154-167.

28. FAO. 2016. FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations.Available in: http://faostat.fao.org/countryprofiles/.

29. Fabeiro Cortés, C., Martín de Santa Olalla, F and López Urrea, R. 2003. Production of garlic (Allium sativum L.) under controlled deficit irrigation in a semi-arid climate. Agricultural Water Management. 59: 15-167.

30. Francis, C. A., Bulter, F. C. and King, L. D. 2000. Sustainable agriculture in temperate zones. New York: John Wiley and Sons, U.S.A., 487 p.

31. Hiltbrunner, J., Streit, B., Liedgens, M. 2007. Are seeding densities an opportunity to increase grain yield of winter wheat in a living mulch of white clover? Field Crops Research, 102 (3): 163-171.

32. Honson, B.R., May, D., Voss, R., Cantwell, M and Rice, R. 2003. Response of garlic to irrigation water. Agricultural Water Management. 58: 29- 43.

33. Hore, J., Ghanti, K.S. and Chanchan, M.. 2014. Influence of nitrogen and sulphur nutrition on growth and yield of garlic (Allium sativum L.). Journal of Crop and Weed, 10(2):14-18.
34. Hernandez, T., Chocano, C., Moreno, J.L., and Garcia, C. 2014. Towards a more sustainable fertilization: Combined use of compost and inorganic fertilization for tomato cultivation. Agriculture, Ecosystems and Environment. 196: 178-184.
35. Islam, M. J., Hossain, A. K. M. M., Khanam, F., Majumder, U. K., Rahman, M. M., and Saifur, M. R. 2001. Effect of mulching and fertilization on growth and yield of garlic at Dinajpur in Bangladesh. Asian Journal of Plant Sciences, 6(1): 98-101.
36. Karaye, A.K., and Yakubu, A.I. 2007. Checklist of weeds in irrigated garlic (Allium sativum L.) and onion (Allium cepa L.) in Sokoto river Valley. Journal of Crop and Weed. 20: 53-60.
37. Lebaschi, M.H., Sharifi-Ashoorabadi, A., and Mazaheri, D. 2003. Effects of Drought Stress on Changes in Hypericin Flowers. Journal of Research and Development. 58(1): 44-52.
38. Lorion, R. M. 2004. Rock phosphate, manure and compost use in garlic and potato systems in a high intermontane valley in Bolivia. Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science in Soil Science. Washington State University Department of Crop and Soil Science.
39. Megyes, A. Ratonyi, T. and Huzsvai, L. 2004 the effect of fertilization and irrigation on maize (Zea mays L.) production, www.date.hu/acta-agraria.
40. Sahin, U., Ors, S., Kiziloglu, F.M., and Kuslu, Y. 2014. Evaluation of water use and yield responses of drip-irrigated sugar beet with different irrigation techniques. Chilean Journal of Agricultural Research. 74(3): 302-310.
41. Sreevalli, Y., Baskaran, K., chandra shekara, R., Kuikkarni, R., Sushil Hasan., Samresh, D, Kukre, J., Ashok, A., Sharmr Singh, K., Srikant, S. and Rakesh, T. 2001. Preliminary obserration on the effect of irrigation frequency and genotypes on yield and alkaloid concentration in petriwinkle. Journal of medicinal and Aromatic plant Sci. 22; 356-358.
42. Payero, J.O. Melvin, S.R. Irmak, S and Tarkalson, D. 2009. Yield response of corn to deficit irrigation in a semiarid climate. Agricultural Water Management. 84:101–112.
43. Pelter, G. Sorensen Q., Van DenBurgh E. j.and Hannan, R. W. 2000. Effect of scape removal on bulb yield and quality of garlic grown in Central Washington. In: Proceedings of the 3rd International Symposium on Edible Alliaceae, Athens, Georgia,.29th October to 3rd November.
44. Zegada-Lizarazu W and Iijima, M.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.
45. Zaki, H. E. M., Toney, H. S. H. and Abdel Raouf, R. M. 2014. Response of two garlic cultivars (Allium sativum L.) to inorganic and organic fertilization. Journal of Nature and Science, 12(10): 52-60.
46. Zaman, M.S., Hashem, M.A., Jahiruddin, M and Rahim, M.A. 2011. Effect of nitrogen for yield maximization of garlic in old Brahmapurta flood plain soil Bangladesh, Journal of Agricultural Research. 36(2): 357-367.

Interaction of Water and Organic and Chemical Fertilizers on Water Productivity of Garlic in Zahak Region of Sistan Plain

H. Piri [1] * and A. Bameri

Assistant Professor, Department of Water Engineering, Zabol University, Zabol, Iran.
H_piri2880@uoz.ac.ir
M.S.c, Department of Soil Science, Zabol University, Zabol, Iran.
Rbameri@uoz.ac.ir

Abstract

In this research, the effect of different levels of irrigation water, nitrogen fertilizer, and cow manure on garlic was investigated. The experiments were carried out in a split-spilt plot design, with four levels of irrigation water depths (40%, 60%, 80% and 100% of the plant water requirement) in the main plots, three levels of nitrogen (50, 75 and 100% nitrogen) in the sub- plots, and three levels of manure (25, 32.5 and 50 ton/ha cow manure) in the sub-plots. Nitrogen was applied in two stages and cow manure in one stage before planting. At the end of the experiment, parameters such as plant height, weight, and number of garlic, yield, and irrigation water productivities were measured. The results showed that the effects of irrigation water, nitrogen fertilizer, and manure were significant ($p< 1\%$ and $<5\%$) on all parameters. The highest yield was obtained from 100% fertilizer application and 100% water requirement, but no significant effect was observed between treatments of 100 and 80% of water requirement. The highest amount of irrigation water utilization was obtained at irrigation level of 60% and fertilizer level of 100% (1.48 kg/m^3/ha). In this regard, there was no significant difference between treatments of 60% and 80% of water requirements. The amount of allicin was reduced by reducing irrigation water and reducing fertilizer use. Increasing nitrogen fertilizer up to 75% of fertilizer requirement, amounting to 150 kg/ha, resulted in increase of allicin, but higher amounts resulted in decrease of allicin content. Therefore, due to shortage of water in the region, irrigation of this crop can be done with 80% of the plant's water requirement, without a significant effect on the yield.

Keywords: Irrigation water productivity, Yield, Water stress, Deficit irrigation

[1] - Corresponding author: Department of Water Engineering, Zabol University, Zabol, Iran.
*- Received: February 2019 , and Accepted: August 2019