

ارزیابی عملکرد، اجزای عملکرد و کارایی مصرف آب سیر در شرایط مختلف آبیاری و کود نیتروژن

رحیم مطلبی فرد^{۱*}

استادیار پژوهش، بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی همدان.

motalebifard@gmail.com

چکیده

کمبود آب در مناطق خشک و نیمه خشک قابل پیش‌گیری نیست. بلکه، با شناخت فرآیند تأثیر آن و با اعمال مدیریت‌های مناسب مانند مصرف کودهای شیمیایی مؤثر می‌توان از اثرات ناگوار آن کاست. نیاز به نیتروژن در شرایط مختلف آبیاری متفاوت است و مصرف مناسب آن می‌تواند از کاهش شدید عملکرد در شرایط تنش کمبود آب جلوگیری نماید. پژوهش حاضر برای بررسی تأثیر نیتروژن و آبیاری بر عملکرد و کیفیت محصول سیر (*Allium sativum* L.) توده محلی اجرا شد. آزمایش به صورت اسپلیت بلوک در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی و با دو فاکتور آبیاری در چهار سطح (با فواصل ۳-۶، ۶-۹، ۹-۱۲ و ۱۲-۹ متر از خط اصلی آبیاری بارانی) و نیتروژن در چهار سطح (۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) و در سه تکرار و با استفاده از سیستم آبیاری بارانی تک‌شاخه اجرا شد. برای اندازه‌گیری کل آب رسیده به هر کرت از قوطی‌هایی که در وسط هر کرت مستقر شده بود، استفاده شد. نتایج تجزیه و تحلیل آماری نشان داد که مصرف نیتروژن باعث افزایش معنی‌دار عملکرد و غلظت نیتروژن بخش هوایی و غده و کاهش معنی‌دار وزن سیرچه‌ها شد. افزایش فاصله از خط آبیاری باعث کاهش عملکرد، وزن سیرچه‌ها و غلظت نیتروژن بخش هوایی و افزایش تعداد پوشش روی سیر و کارایی مصرف آب شد. اثر دوجانبه آبیاری و نیتروژن بر هیچ کدام از ویژگی‌های اندازه‌گیری شده معنی‌دار نبود. حداکثر عملکرد سیر در شرایط مصرف ۴۰۹ میلی‌متر آب آبیاری همراه با مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص به دست آمد.

واژه‌های کلیدی: آبیاری بارانی تک شاخه ای، کم‌آبیاری، کیفیت سیر.

۱- آدرس نویسنده مسئول: همدان، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی همدان.

*- دریافت: اسفند ۹۳ و پذیرش: آذر ۹۴

گرفته است (دومینگوئز و همکاران، ۲۰۱۳). سیر به شدت به تنش آبی حساس است. گزارش شده برای به دست 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 (فابرو کورتس و همکاران، ۲۰۰۳ و دومینگوئز و همکاران، ۲۰۱۳). در داخل کشور هم پژوهشی در مورد تأثیر سطوح مختلف آبیاری بر عملکرد و کیفیت سیر یافت نشد. بنابراین، پژوهش‌های زیادی لازم است تا واکنش سیر به تنش رطوبتی و بررسی عملکرد و کارایی مصرف آب آن در شرایط مختلف رطوبت خاک مورد بررسی قرار گیرد. یکی از روش‌هایی که می‌تواند در شناخت عکس‌العمل گیاهان به تنش‌های رطوبتی مورد استفاده قرار گیرد، استفاده از سیستم آبیاری بارانی تک شاخه‌ای است. با استفاده از این سیستم و بر اساس فاصله از لوله لاترال مرکزی می‌توان شیب رطوبتی ایجاد کرد تا شرایط مواجهه گیاه با مقادیر مختلف آب آبیاری فراهم شود.

این سیستم روشی ساده، قابل اعتماد و مطمئن برای اجرای سطوح مختلف تنش خشکی است (هنکز و همکاران، ۱۹۷۶). در سطح دنیا و ایران از این روش در پژوهش‌هایی استفاده شده که از آن‌جمله می‌توان به سینگ و همکاران (۱۹۹۴) و میر و همکاران (۱۹۹۸) بر روی سیب‌زمینی، اوچان و گنج‌اوقلان (۲۰۰۴)، توحیدلو و همکاران (۲۰۰۴)، بر روی چغندر قند و گنج‌اوقلان و همکاران (۲۰۰۶) بر روی فلفل اشاره کرد. در این پژوهش‌ها عمدتاً اثر دوجانبه سطوح آبیاری همراه با رقم، یا فاکتور تغذیه‌ای (عمدتاً نیتروژن) مورد ارزیابی قرار گرفته است.

فراهمی نیتروژن اهمیت زیادی به دلیل نقشش در تولید پروتئین، اسیدهای نوکلئیک و سنتز کلروفیل دارد (هور و همکاران، ۲۰۱۴). نیتروژن باعث افزایش سرعت تشکیل و توسعه برگ‌های سیر می‌شود (زمان و همکاران،

میانگین بارندگی سالیانه کشور ما ۲۵۰ میلی‌متر در سال است که حدود یک سوم میانگین بارندگی جهانی است. (سپاس‌خواه و همکاران، ۱۳۸۵). در چنین شرایطی، به دلیل کمبود آب گیاهان معمولاً با آبی کمتر از آب مورد نیاز برای تبخیر و تعرق پتانسیل آبیاری می‌شوند (شاه-نظری و همکاران، ۲۰۰۸) و کم‌آبایی یک پدیده معمول در کشاورزی این مناطق است. با وجود آن که کم‌آبایی کارایی مصرف آب را ممکن است بالا ببرد ولی در کل میزان عملکرد را کاهش خواهد داد (سان و همکاران، ۲۰۱۳). از سویی، کمبود آب در مناطق خشک و نیمه خشک قابل پیش‌گیری نیست، بلکه باید ابتدا مکانیسم تأثیر آن را در گیاهان مختلف مورد شناسایی قرار داد و ثانیاً با مدیریت بهینه مانند استفاده از روش‌های کم‌آبایی مناسب و مصرف عناصر غذایی که در بهبود اثرات تنش کمبود آب مؤثر هستند از اثرات ناگوار آن کاست.

سیر با ۱۲ میلیون تن تولید چهاردهمین محصول مهم زراعی دنیاست (فائو، ۲۰۱۱) و علاوه بر خواص دارویی در صنایع غذایی هم کاربرد فراوان دارد (احمد و همکاران، ۲۰۰۹). زیر کشت سیر در استان همدان حدود ۱۹۰۰ هکتار است که متوسط عملکرد آن در این استان ۱۸ تن در هکتار می‌باشد. استان همدان با تولید حدود ۳۸ درصد سیر کشور یکی از مهم‌ترین قطب‌های کشور در زمینه تولید این محصول است (بی‌نام، ۱۳۹۱). در گذشته ایران جزو صادرکنندگان عمده سیر در دنیا بود ولی امروزه سایر کشورهای دنیا با تولید بیشتر و عرضه به موقع بازار صادراتی ایران را در اختیار گرفته‌اند (امیدیگی، ۱۳۸۴). از دلایل کاهش صادرات ایران می‌توان به افت کیفیت سیر اشاره کرد که دلایل زیادی از جمله عدم آشنایی با نیازهای تغذیه‌ای و آبی از مهم‌ترین آن‌ها می‌باشد.

پژوهش‌های بسیار محدودی در مورد مدیریت آب در کشت سیر در دنیا انجام شده است (هانسون و همکاران، ۲۰۰۳). به دلیل اهمیت این گیاه تلاش‌هایی برای افزایش بهره‌وری این گیاه با اعمال تنش آبی صورت

پژوهشی تأثیر سه سطح آبیاری ۱۰۰، ۱۲۰ و ۱۴۰ درصد تبخیر و تعرق پتانسیل، سه سطح نیتروژن ۲۵، ۵۰ و ۷۵ کیلوگرم نیتروژن خالص و سه سطح فسفر ۲۵، ۵۰ و ۷۵ کیلوگرم را بر روی سیر در شرایط هندوستان مورد ارزیابی قرار دادند. بیشترین عملکرد غده‌ها از تیمار آبیاری ۱۲۰ درصد تبخیر و تعرق پتانسیل و مصرف نیتروژن ۷۵ کیلوگرم در هکتار بدست آمد. پانندی و همکاران (۱۹۹۳) در یک خاک لومی رسی پژوهشی با پنج سطح آبیاری ۵۰، ۷۵، ۱۰۰، ۱۲۰ و ۱۵۰ درصد تبخیر و تعرق پتانسیل و سه سطح نیتروژن ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص بر روی سیر انجام دادند که در این بررسی نصف نیتروژن به صورت پایه و نصف دیگر آن ۳۰ روز بعد از کشت مصرف شد.

نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد از تیمار آبیاری ۱۵۰ درصد تبخیر و تعرق پتانسیل و نیتروژن ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار بدست آمد که این سطوح آبیاری و کوددهی بیشترین قطر و وزن ده غده را نیز دارا بودند. نتایج پژوهش سن او و همکاران (۱۹۹۷) نشان داد که تیمارهای نیتروژن و آبیاری تأثیر معنی‌دار بر عملکرد سیر نداشتند، ولی بیشترین وزن غده‌ها از تیمار آبیاری به فاصله سه روز و نیتروژن ۲۰ کیلوگرم در هکتار بدست آمد. یونجای و اشمیدهاتر (۲۰۰۵) به نقل از اسمیکا و همکاران (۱۹۶۵) گزارش کرد که کود نیتروژنه بدون آب کافی، عملکرد را افزایش نمی‌دهد و افزایش آب قابل استفاده گیاه بدون نیتروژن کافی تأثیری بر عملکرد ندارد. افزایش نیتروژن مصرفی زمانی عملکرد را افزایش می‌دهد که تنش آبی شدید نباشد. همچنین، در شرایط رطوبت کافی مصرف نیتروژن کافی باعث افزایش عملکرد دانه می‌شود در حالی که در شرایط تنش رطوبتی، مصرف نیتروژن عمدتاً غلظت آن را در دانه افزایش می‌دهد. در حالی که خشکی معدنی شدن نیتروژن را در خاک کم می‌کند و بنابراین فراهمی آن را کاهش می‌دهد، کاهش جذب نیتروژن به وسیله گیاه ممکن است به کاهش میزان تعرق و انتقال نیتروژن از ریشه به ساقه نسبت داده شود

۲۰۱۱؛ هور و همکاران، ۲۰۱۴) و به دلیل نقش در ساختمان کلروفیل در فتوسنتز نقش اساسی دارد. نیتروژن در واکنش‌های متابولیکی نقش کلیدی ایفا نموده و در دیواره سلول نقش ساختمانی دارد (زمان و همکاران، ۲۰۱۱). گزارش شده که سیر نیاز زیادی به نیتروژن به-خصوص در مراحل اولیه رشد دارد. مقدار مصرف نیتروژن اندازه حبه‌های سیر را تحت تأثیر قرار می‌دهد. مصرف مناسب نیتروژن در مرحله رشد رویشی باعث رشد رویشی قوی‌تر و توسعه مناسب‌تر برگ‌ها می‌شود. در حالی که مصرف زیادتر نیتروژن به‌خصوص در مراحل انتهایی رشد عملکرد و کیفیت انباری سیر را کاهش می‌دهد. اگر نیتروژن کم‌تر از مقدار نیاز مصرف شود، رسیدگی تسریع شده و عملکرد کاهش می‌یابد. زمان و همکاران (۲۰۱۱) مصرف نیتروژن تا ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار عملکرد و اجزای عملکرد سیر را افزایش داد و مصرف زیادتر آن نتیجه عکس داشت. همچنین، می‌توان به پژوهش ملافیلایی و همکاران (۱۳۹۱) اشاره کرد. هور و همکاران (۲۰۱۴) گزارش کردند که مصرف نیتروژن باعث افزایش معنی‌دار ویژگی‌های رشد سیر مانند ارتفاع گیاه، تعداد برگ، تعداد سیرچه‌ها و وزن سیرچه‌ها شده و این عوامل باعث شدند که رشد رویشی تقویت شود و عملکرد غده سیر نیز افزایش پیدا کند.

از سویی، وقتی نیتروژن به فرم نیتراتی جذب می‌شود، تعادل هورمونی داخل گیاه برهم خورده و تولید هورمون جیبیرلین بیشتر می‌شود که این هورمون باعث افزایش تعداد سیرچه‌های داخل غده می‌شود و این افزایش تعداد سیرچه‌ها باعث کاهش وزن سیرچه‌های هر غده می‌شود (هاچته و همکاران، ۲۰۱۴). براو و دویموویچ (۱۹۷۸) اثر دوجانبه دوره‌های مختلف آبیاری و کود نیتروژنه در تراکم‌های مختلف را بر روی سیر ارزیابی کردند. نتایج نشان داد که تیمارهایی که پنج، شش و یا هفت بار آبیاری در آنها انجام شده بود و مقدار ۲۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار دریافت کرده بودند، بیشترین میزان عملکرد را دارا بودند. پانچل و همکاران (۱۹۹۲) در

(xerochrepts) که سری غالب دشت بهار و ایستگاه اکباتان است به مدت دو سال اجرا شد. داده‌های هواشناسی فصل رشد (آبان تا تیرماه) در سال‌های اجرای پژوهش در جدول (۱) قابل مشاهده است. این پژوهش به صورت آزمایش اسپلیت بلوک و در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی و با دو عامل آبیاری و نیتروژن و در سه تکرار اجرا شد. نحوه اجرای پژوهش بر اساس روش پیشنهادی هنکز و همکاران (۱۹۸۰) بود. در این روش یک سیستم آبیاری تکشاخه‌ای با یک خط لاترال با فاصله آب‌پاش‌های شش متر و در دو نیمه راست و چپ لوله اصلی نصب شد. خط آبیاری موازی با باد غالب منطقه نصب شد تا غیر یکنواختی بین سطوح آبیاری در دو نیمه چپ و راست به حداقل برسد. در سیستم آبیاری مورد استفاده مقدار آب آبیاری برای کلیه کرت‌هایی که در یک ستون قرار می‌گیرند (در هر دو طرف لوله اصلی) یکسان و پیوسته است، درحالی‌که برای کرت‌هایی که در ردیف قرار دارند، مقدار پاشش آب از مرکز به طرفین کاهش می‌یابد.

(یونجای و اشمیدهالتز، ۲۰۰۵). تایل و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند که مصرف ۹۰ کیلوگرم نیتروژن و آبیاری به مقدار ۷۵ درصد تبخیر و تعرق پتانسیل باعث افزایش چهار درصدی عملکرد سیر و افزایش ۳۰ درصدی کارایی مصرف آب شد.

از این رو، با توجه به نبود پژوهش بر روی سیر در زمینه کم‌آبیاری و محدود بودن اطلاعات در زمینه نقش تغذیه گیاهی و به خصوص نیتروژن در کیفیت و عملکرد سیر به عنوان یکی از گیاهان زراعی و دارویی مهم این پژوهش با هدف شناسایی نقش تنش آبی و نیتروژن بر عملکرد و کیفیت سیر و بررسی اثر دوجانبه آن دو انجام شد. با توجه به اطلاعات بسیار محدود در این زمینه نتایج آن می‌تواند باعث افزایش آگاهی و توجه بیشتر به پژوهش بر روی این گیاه شود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در طی سالهای زراعی ۸۴-۱۳۸۳ و ۸۵-۱۳۸۴ در ایستگاه اکباتان مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی همدان و در سری خاک بهار با مشخصات (Fine loamy, mixed, mesic, calcixerollic)

جدول ۱- آمار هواشناسی ایستگاه اکباتان در دو سال اجرای پژوهش

سال دوم					سال اول				
میانگین	حداقل	حداکثر	بارندگی	ماه‌های	میانگین	حداقل	حداکثر	بارندگی	ماه‌های
درجه	مطلق درجه	مطلق درجه	(mm)	فصل رشد	درجه	مطلق درجه	مطلق درجه	(mm)	فصل رشد
(°C)	(°C)	(°C)			(°C)	(°C)	(°C)		
۶/۸	-۰/۲	۱۴/۵	۲۹/۴	آبان	۸/۹	۲/۲	۱۶/۱	۳۰/۷	آبان
۵/۷	-۱/۶	۱۴/۴	۳۱	آذر	۰/۸	-۴/۶	۶/۹	۳۵/۳	آذر
-۳/۷	-۷/۹	۱/۱	۴۵/۹	دی	-۵/۳	-۱۱/۳	۰/۴	۵۸/۳	دی
۲	-۳/۳	۷/۴	۶۸/۶	بهمن	-۶/۷	-۱۳/۹	-۰/۷	۴۹/۲	بهمن
۱/۷	-۰/۶	۱۴/۷	۲/۷	اسفند	۵/۳	-۰/۷	۱۱/۹	۴۸/۱	اسفند
۱۰/۹	۴/۱	۱۸	۶۹/۶	فروردین	۹/۴	۲/۶	۱۶/۴	۴۰/۹	فروردین
۱۵/۶	۷/۵	۲۳	۱۷/۷	اردیبهشت	۴/۸	۷/۲	۲۲/۱	۲۱/۲	اردیبهشت
۲۱/۸	۱۰/۹	۳۱	۲/۸	خرداد	۱۹/۶	۱۰/۱	۲۸/۱	۳/۶	خرداد
۲۵/۵	۱۵/۲	۳۴/۹	۰	تیر	۲۵	۱۵/۱	۳۴/۴	۰	تیر

نیتروژن شامل مقادیر ۰، ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار بود که در دو نیمه چپ و راست مصرف شد. سطح ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص معادل توصیه کودی برای گندم و در شرایط استان همدان بود و سطوح

سطوح آبیاری بر اساس فاصله از خط آبیاری اصلی شامل (I1) فاصله ۰-۳ متر از خط آبیاری، (I2) فاصله ۳-۶ متر از خط آبیاری، (I3) فاصله ۶-۹ متر از خط آبیاری و (I4) فاصله ۹-۱۲ متر از خط آبیاری و سطوح

روش وزنی قبل از هر آبیاری انجام (از سه روز قبل از هر آبیاری نمونه خاک با استفاده از مته از عمق‌های مختلف خاک تا ۴۰ سانتی‌متر تهیه و رطوبت آن اندازه‌گیری می‌شد و زمانی که رطوبت خاک به حدود ۵۰ درصد ظرفیت مزرعه‌ای کاهش یافته بود انجام می‌شد) و میزان آبیاری بر اساس رساندن رطوبت خاک در سطح آبیاری II تا عمق ۴۰ سانتی‌متر به حد ظرفیت مزرعه‌ای (قبل از اجرای پژوهش در هر سال رطوبت ظرفیت زراعی خاک محل پژوهش تعیین می‌شد) تعیین می‌شد که نتایج اندازه‌گیری رطوبت خاک تیمار II قبل از هر آبیاری در جدول (۲) درج شده است. برای تعیین مقدار آب دریافت شده توسط هر کرت، ظروفی با قطر دهانه ۱۰ سانتی‌متر در مرکز هر کرت و بر روی سه پایه در ارتفاع ۶۰ سانتی‌متر قرار داده شد. بلافاصله بعد از هر آبیاری مقدار آب دریافت شده با استفاده از هر لیوان اندازه‌گیری و با در دست بودن سطح دهانه ظروف ارتفاع آب دریافت شده توسط هر کرت محاسبه شد.

دیگر کمتر از توصیه بیان شده انتخاب شدند چرا که نیاز غذایی سیر کمتر از گندم است (برای سیر در منطقه توصیه دقیق وجود نداشت) و ثانیاً در شرایط تنش آبی ممکن است نیاز به عناصر غذایی از جمله نیتروژن کاهش یابد. سطح عدم مصرف کود نیتروژن هم جهت تحلیل رگرسیونی نتایج انتخاب شد. هر کدام از کرت‌ها در این پژوهش شامل شش خط کاشت جوی‌پشته با فاصله ردیف ۵۰ سانتی‌متری بود که بر روی هر پشته دو خط سیر با فاصله بوته‌های ۱۰ سانتی‌متر کشت شد. هر کرت در این پژوهش دارای هشت متر طول (موازی با خط آبیاری) و سه متر عرض بودند. پس از کاشت آبیاری در پاییز یکنواخت انجام شد و در بهار خط آبیاری بارانی تک‌شاخه‌ای با فاصله آب‌پاش‌های شش متر و با آب‌پاش‌های نلسون F33 (شعاع پاشش ۱۵ متر و فشار کار ۳/۵ اتمسفر) نصب شد. دور آبیاری بر اساس تخلیه رطوبت خاک به میزان ۵۰ درصد ظرفیت مزرعه‌ای در سطح II (بدون تنش) تعیین می‌شد. اندازه‌گیری رطوبت خاک به

جدول ۲- نتایج اندازه‌گیری رطوبت وزنی خاک (θ_m) به درصد تیمار II روز قبل از انجام آبیاری

سال دوم اجرای پژوهش		سال اول اجرای پژوهش	
-	آبیاری اول	-	آبیاری اول
۱۱/۰	آبیاری دوم	۱۰/۱	آبیاری دوم
۱۰/۹	آبیاری سوم	۹/۸	آبیاری سوم
۹/۹	آبیاری چهارم	۱۰/۵	آبیاری چهارم
۹/۵	آبیاری پنجم	۱۰/۱۲	آبیاری پنجم

هدایت الکتریکی (EC) محلول ۱:۱ آب به خاک (جونز ۲۰۰۱) و کربنات کلسیم معادل خاک به روش خنثی‌سازی با اسید و تیتراژ با سود (ریچاردز ۱۹۶۹) تعیین شد. بر اساس نتایج تجزیه خاک، ۱۰ کیلوگرم سکوسترین ۱۳۸ آهن، ۱۵۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل و ۳۰ کیلوگرم سولفات روی همزمان با کاشت مصرف شدند. یک چهارم کود نیتروژنه طبق نقشه پژوهش در پاییز و همزمان با کاشت مصرف و سه چهارم مابقی طی دو تقسیط در بهار (اولی همراه با آب اول و دومی بیست روز بعد از آن) مصرف شد. در پایان اردیبهشت با تهیه نمونه برگ‌گی و در زمان برداشت با تهیه نمونه غده از هر کدام از کرت‌ها غلظت نیتروژن با استفاده از روش هضم با مخلوط

برای اجرای پژوهش هر سال یک قطعه زمین به ابعاد ۲۷×۷۳ مترمربع انتخاب شد و از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر نمونه مرکب خاک تهیه و پس از هواخشک برخی ویژگی‌های فیزیکی-شیمیایی آن شامل فسفر قابل جذب گیاه در خاک به روش اولسن (جونز ۲۰۰۱)، روی، آهن، منگنز و مس قابل جذب گیاه در خاک با عصاره‌گیر DTPA (لیندزی و نورول ۱۹۷۸)، پتاسیم قابل جذب گیاه در خاک به روش عصاره‌گیری با استات آمونیوم یک نرمال (جونز ۲۰۰۱)، بافت خاک به روش هیدرومتری (گیبی و بائودر ۱۹۸۶)، کربن آلی به روش اکسایش تر (نلسون و سامرز ۱۹۹۶)، pH خاک در سوسپانسیون ۱:۱ آب به خاک (مک‌کلین ۱۹۸۲)، قابلیت

نتایج و بحث

برخی ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی خاک مورد استفاده در این آزمایش در جدول (۳) ارائه شده است. همانطور که در جدول (۳) مشاهده می‌شود خاک مورد نظر خاکی آهکی و قلیایی و بدون محدودیت شوری بود. خاک محل اجرای پژوهش فقیر از نظر مواد آلی بود و از نظر فسفر، آهن و روی دارای کمبود بود. بافت خاک مورد نظر برای کشت سیر و عمده محصولات غده‌ای خاک ایده‌آل است. جدول (۴) میانگین ارتفاع آب مصرفی را برای سطوح مختلف آبیاری در دو سال اجرای پژوهش نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود به دلیل اجرای خط لاترال موازی با باد غالب و آبیاری در مواقع با باد حداقل الگوی توزیع بین دو نیمه چپ و راست تقریباً مناسب بود و تفاوت قابل ملاحظه‌ای بین دو نیمه از نظر ارتفاع آب دریافت شده وجود نداشت.

سولفات‌ها (والینگ و همکاران، ۱۹۸۹) و اندازه‌گیری با استفاده از روش تیتراسیون بعد از تقطیر در دستگاه کجلدال انجام شد (والینگ و همکاران، ۱۹۸۹). در هر کدام از کرت‌ها برداشت از دو خط وسط و به طول سه متر انجام شد و در موقع برداشت صفاتی مانند تعداد پوشش بر روی سیر، تعداد سیرچه‌ها و میانگین وزن سیر-چه‌ها اندازه‌گیری شد و در پایان تجزیه واریانس و تجزیه و تحلیل آماری اثر تیمارها و اثر دوجانبه میزان آب و کود نیتروژن بر عملکرد و سایر صفات به روش Hanks انجام شد. تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای MSTATC و SPSS انجام شد. ابتدا آزمون نرمال بودن توزیع داده‌ها انجام و در صورت نیاز از تبدیل مناسب برای داده‌های غیرنرمال استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها با آزمون‌های Duncan در سطح احتمال پنج درصد انجام و شکل‌ها با نرم‌افزار Excel رسم شد.

جدول ۳- برخی ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی خاک مورد استفاده در آزمایش

Fe	K	P	EC (۱:۱)	pH	OC	FC	SP	CCE	گروه بافت
	(mg/kg)		(dS/m)	(۱:۱)			(%)		
۴/۲	۳۴۸	۱۱	۰/۵۷	۸/۰۱	۰/۵۴	۱۹/۵	۴۴/۴	۱۰/۲۵	لوم رسی
۴/۶	۳۴۰	۱۰	۰/۶۰	۸/۰	۰/۵۲	۱۹/۰	۴۷/۰	۱۱/۱۰	لوم

CCE: کربنات کلسیم معادل؛ OC: کربن آلی خاک؛ SP: درصد رطوبت اشباع خاک

جدول ۴- میانگین دوسالانه ارتفاع آب مصرف شده در سطوح مختلف آبیاری در دو نیمه

سطح آبیاری	نیمه	چپ و راست
آب مصرف شده (mm)		
	چپ	۴۰۸/۰
بدون تنش	راست	۴۱۰/۴
	میانگین	۴۰۹
	چپ	۳۳۲/۸
تنش ملایم	راست	۳۳۱/۰
	میانگین	۳۳۱/۹
	چپ	۲۲۵/۶
تنش متوسط	راست	۲۲۶/۰
	میانگین	۲۲۵/۸
	چپ	۱۳۹/۹
تنش شدید	راست	۱۳۶/۵
	میانگین	۱۳۸/۲

$$Y = 6.63(N) + 5207, r = 0.997^{**} \quad (1)$$

جدول ۵- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) ویژگی‌های اندازه‌گیری شده سیر در این پژوهش

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد	کارایی مصرف آب	وزن سیرچه‌ها	تعداد سیرچه‌ها	تعداد پوشش روی سیر	غلظت نیتروژن غده	غلظت نیتروژن بخش هوایی
سال	۱	۲۹۵۶۷۰۷۳۲ ^{ns}	۱/۸ ^{ns}	۰/۶۶ ^{ns}	۱/۲۴ ^{ns}	۰/۲۳ ^{ns}	۶/۲۱۷ ^{**}	۲/۴ ^{**}
تکرار (سال)	۴	۲۱۴۵۷۲۹۶ ^{**}	۳/۸ [*]	۰/۵ ^{ns}	۹/۹ [*]	۰/۷۵ ^{ns}	۰/۱۵۹ ^{ns}	۰/۲۲ ^{ns}
نیتروژن	۳	۹۵۲۲۲۴۷۵	۰/۴۲ ^{ns}	۷/۹ ^{**}	۳/۳۹ ^{ns}	۲/۲۴ ^{ns}	۰/۳۸۵ [*]	۱/۲۴ ^{**}
نیتروژن×سال	۳	۶۱۸۵۳۹۰ ^{ns}	۰/۳۱ ^{ns}	۱/۷ ^{ns}	۱/۲۵ ^{ns}	۰/۳۳ ^{ns}	۰/۱۱۳ ^{ns}	۰/۰۹ ^{ns}
خطا	۱۲	۴۲۹۸۴۰۴ ^{ns}	۰/۹۳ ^{ns}	۰/۷ ^{ns}	۲/۴۴ ^{ns}	۰/۸۵ ^{ns}	۰/۰۷۲ ^{ns}	۰/۰۵۵ ^{ns}
آبیاری	۳	۱۰۴۰۰۳۵۶۴ ^{ns}	۳/۸۴ ^{**}	۱۰/۶ ^{**}	۱/۳۸ ^{ns}	۳/۵۶ [*]	۰/۰۴۲ ^{ns}	۲/۰۷۲ ^{**}
آبیاری×سال	۳	۱۴۲۳۹۷۷۴	۰/۱۹ ^{ns}	۰/۶ ^{ns}	۰/۴۴ ^{ns}	۰/۳۱ ^{ns}	۰/۰۰۳ ^{ns}	۰/۰۲۱ ^{ns}
خطا	۱۲	۴۷۴۶۹۰۵ ^{ns}	۰/۴۹ ^{ns}	۰/۵۵ ^{ns}	۸/۵۶ ^{ns}	۰/۸۹ ^{ns}	۰/۰۴۹ ^{ns}	۰/۰۰۹ ^{ns}
نیتروژن×آبیاری	۹	۸۶۰۴۷۴ ^{ns}	۰/۱۶ ^{ns}	۰/۵ ^{ns}	۱/۳۹ ^{ns}	۰/۶۲ ^{ns}	۰/۰۳۸ ^{ns}	۰/۰۴۴ ^{ns}
نیتروژن×آبیاری×سال	۹	۱۲۳۸۴۴۸ ^{ns}	۰/۱۸ ^{ns}	۰/۷۶ ^{ns}	۱/۴۹ ^{ns}	۱/۵۶ ^{ns}	۰/۰۳۱ ^{ns}	۰/۰۴۷ ^{ns}
خطا	۳۶	۱۳۱۴۸۱۰ ^{ns}	۰/۱۳ ^{ns}	۰/۹۱ ^{ns}	۲/۸۵ ^{ns}	۰/۹۱ ^{ns}	۰/۰۲۴ ^{ns}	۰/۰۳۵ ^{ns}
نیمه	۱	۱۴۰۷۶۸۳۴ ^{ns}	۳/۵۷ ^{ns}	۳/۳ ^{ns}	۱۵/۰ ^{ns}	۰/۰۱ ^{ns}	۰/۰۶۲ ^{ns}	۰/۰۷۳ ^{ns}
نیمه×سال	۱	۳۱۵۵۶۰۱۱ ^{ns}	۰/۹۷ ^{ns}	۲/۸ ^{ns}	۳/۵۴ ^{ns}	۰/۱۱ ^{ns}	۰/۰۰۴ ^{ns}	۰/۰۲۲ ^{ns}
خطا	۴	۳۵۳۵۲۳۲۵ ^{ns}	۳/۶۴ ^{ns}	۲/۴ ^{ns}	۵/۶۹ ^{ns}	۰/۹۵ ^{ns}	۰/۰۲۵ ^{ns}	۰/۰۰۴ ^{ns}
نیتروژن×نیمه	۳	۱۵۰۰۴۴ ^{ns}	۰/۱۷ ^{ns}	۰/۲ ^{ns}	۱/۷۳ ^{ns}	۰/۹۰ ^{ns}	۰/۰۳۴ ^{ns}	۰/۰۰۵ ^{ns}
نیتروژن×نیتروژن×سال	۳	۳۶۲۰۴۷ ^{ns}	۰/۰۶ ^{ns}	۰/۶ ^{ns}	۴/۱۶ ^{ns}	۰/۷۶ ^{ns}	۰/۰۹۷ ^{ns}	۰/۰۶۷ ^{ns}
خطا	۱۲	۲۱۴۸۰۱۰ ^{ns}	۰/۱۸ ^{ns}	۰/۴ ^{ns}	۱/۸ ^{ns}	۱/۰۱ ^{ns}	۰/۰۳۰ ^{ns}	۰/۰۷۱ ^{ns}
آبیاری×نیمه	۳	۹۳۰۸۱۹۹ ^{ns}	۱/۸۹ ^{ns}	۱/۰ ^{ns}	۲/۱ ^{ns}	۳/۲۴ ^{ns}	۰/۰۲۹ ^{ns}	۰/۰۱۱ ^{ns}
نیمه×آبیاری×سال	۳	۱۱۲۷۴۰۳ ^{ns}	۱/۶۷ ^{ns}	۱/۳ ^{ns}	۷/۵ ^{ns}	۰/۸۱ ^{ns}	۰/۰۲۸ ^{ns}	۰/۰۲۳ ^{ns}
خطا	۱۲	۷۹۶۱۶۵۹ ^{ns}	۱/۴۶ ^{ns}	۰/۵۸ ^{ns}	۳/۲ ^{ns}	۱/۲۵ ^{ns}	۰/۰۰۹ ^{ns}	۰/۰۰۶ ^{ns}
نیتروژن×آبیاری×نیمه	۹	۶۰۹۰۵۹ ^{ns}	۰/۱۶ ^{ns}	۱/۱ ^{ns}	۲/۵ ^{ns}	۰/۸ ^{ns}	۰/۰۳۳ ^{ns}	۰/۰۱۱ ^{ns}
نیتروژن×آبیاری×سال	۹	۱۳۱۹۶۷۴ ^{ns}	۰/۰۷ ^{ns}	۱/۱ ^{ns}	۴/۳ ^{ns}	۰/۵۶ ^{ns}	۰/۰۵۴ ^{ns}	۰/۰۴۲ ^{ns}
نیمه×سال	۳۶	۹۶۲۲۶۳ ^{ns}	۰/۱۴ ^{ns}	۰/۶ ^{ns}	۳/۲ ^{ns}	۰/۵۹ ^{ns}	۰/۰۴۰ ^{ns}	۰/۰۵۰ ^{ns}
خطا	۱۷	۱۷	۱۷/۱	۲۰/۹	۳۰/۱	۱۹/۷	۱۳/۰	۱۴/۶

عملکرد سیر

و کمترین آن (۵۲۳۶) کیلوگرم در هکتار) از عدم مصرف کود نیتروژن به دست آمد (جدول ۶). مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن باعث افزایش ۱۹ درصدی عملکرد غده سیر در مقایسه با شرایط عدم مصرف نیتروژن شد. با افزایش مصرف نیتروژن عملکرد غده سیر به طور خطی افزایش یافت و شکل (۱) نشان داد که رابطه خطی و معنی‌دار بین نیتروژن مصرفی و عملکرد سیر طبق رابطه (۱) وجود دارد. از رابطه رگرسیونی ارائه شده در شکل و رابطه (۱) می‌توان عملکرد سیر را در مقادیر مختلف

جدول (۵) نتایج تجزیه و تحلیل آماری را نشان می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌شود اثرهای اصلی نیتروژن و آبیاری بر عملکرد غده سیر معنی‌دار بود، ولی اثر دوجانبه این دو فاکتور بر عملکرد در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار نشد. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که مصرف نیتروژن باعث افزایش عملکرد سیر گردیده است، به طوری که بیشترین مقدار عملکرد (۶۲۳۰) کیلوگرم در هکتار) از مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص

دار بر عملکرد سیر در مقایسه با شرط عدم مصرف آن نداشته، نتایج مشابه این یافته در نتایج ابراهیمی و همکاران (۲۰۱۴) نیز مشاهده.

مقایسه میانگین‌های عملکرد سیر برای اثر اصلی آبیاری نشان داد که با افزایش شدت تنش آبی عملکرد سیر کاهش یافته است. بیشترین عملکرد سیر مربوط به بدون تنش (مصرف ۴۰۹ میلی‌متر آب در طی فصل) به-میزان ۷۱۶۳ کیلوگرم در هکتار و کمترین آن مربوط به شرایط تنش شدید آبی با عملکرد ۳۷۹۷ کیلوگرم در هکتار بود و با افزایش شدت تنش آبی از شرایط بدون تنش تا تنش شدید آبی عملکرد حدود ۹۰ درصد کاهش یافت. بین تمام سطوح آبیاری از نظر عملکرد سیر اختلاف معنی‌دار وجود داشت (جدول ۶) و با کاهش سطح آب مصرفی عملکرد به‌طور خطی کاهش یافت.

نیتروژن با دقت مناسبی به‌دست آورد. تحلیل رگرسیونی نشان داد که بین نیتروژن مصرفی (N) و عملکرد (Y) رابطه رگرسیونی معنی‌دار با ضریب همبستگی بیش از ۰/۹۹ وجود داشت. زمان و همکاران (۲۰۱۲) نیز گزارش کردند که حداکثر عملکرد سیر با مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص به‌دست آمد. تأثیر نیتروژن بر افزایش عملکرد سیر با نتایج پژوهش بوالدا (۱۹۸۶)، یاداو (۲۰۰۳)، رفیع (۱۳۸۴)، قاپوولی و لیبینسکی (۲۰۰۸)، فاروکوی و همکاران (۲۰۰۹)، ملافیلابی و همکاران (۱۳۹۱) و هور و همکاران (۲۰۱۴) بر روی سیر مطابقت داشت. با این همه نوری و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند که مصرف نیتروژن علی‌رغم بهبود بسیاری از ویژگی‌های رویشی و برخی از اجزای عملکرد سیر تأثیر معنی‌دار بر عملکرد سیر نداشت. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که مصرف ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن تأثیر معنی-

جدول ۶- مقایسه میانگین‌های ویژگی‌های اندازه‌گیری شده در سطوح مختلف آبیاری و نیتروژن

فاکتور	سطوح	عملکرد (kg/ha)	غلظت نیتروژن بخش هوایی (%)	غلظت نیتروژن غده (%)	تعداد پوشش روی سیر	تعداد سبزه‌ها	وزن سبزه‌ها (g/Tuber)	کارایی مصرف آب (kg yield/m ³ water)
آبیاری	بدون تنش	۷۱۶۳a	۱/۷۶a	۱/۵۶a	۴/۵۶b	۹/۲a	۴/۱۹a	۲/۰۴b
	تنش ملایم	۶۴۹۲b	۱/۷۵ab	۱/۵۵a	۴/۶۳b	۸/۹a	۴/۰۲ab	۱/۹۲b
	تنش متوسط	۵۳۶۸c	۱/۶۹ab	۱/۵۶a	۴/۹۸a	۹/۲a	۳/۷۵b	۲/۴۱a
	تنش شدید	۳۷۹۷d	۱/۴۵b	۱/۵a	۵/۱۲a	۸/۹a	۳/۱۲c	۲/۵۱a
نیتروژن (kg N/ha)	.	۵۲۳۶c	۱/۴۹b	۱/۴۲c	۴/۹۷a	۸/۷a	۴/۰۶a	۲/۳۲a
	۵۰	۵۵۰۹c	۱/۶۴ab	۱/۵۴b	۴/۷۰a	۹/۲a	۳/۷۱b	۲/۲۷a
	۱۰۰	۵۸۴۵b	۱/۷۷a	۱/۵۸b	۴/۵۰b	۸/۹a	۳/۷۱b	۲/۱۳a
	۱۵۰	۶۲۳۰a	۱/۷۵a	۱/۶۳a	۴/۴۲b	۹/۳a	۳/۶۱b	۲/۱۴a

افزایش آب آبیاری، عملکرد سیر هم به‌طور معنی‌دار خطی افزایش پیدا کرد.

مقادیر بیش‌تر عملکرد سیر در شرایط آبیاری بیشتر ممکن است به‌دلیل چند عامل باشد. اولاً رطوبت بیش‌تر احتمال دارد باعث افزایش پتانسیل آب برگ (مطلبی‌فرد و همکاران، ۲۰۱۳) و هدایت روزنه‌ای و کربن-گیری (مطلبی‌فرد و همکاران، ۱۳۹۳) به‌تبع آن شده و حجم ساقه و برگ را که برای جذب نور خورشید و فتوسنتز ضروری است افزایش داده است و فتوسنتز بیش‌تر نیز عملکرد را افزایش داده است (وستیگیت و گرانت، ۱۹۸۹)؛ (شیلپی و توتجا، ۲۰۰۵)؛ (گرم و همکاران،

شکل (۲) نشان داد که رابطه‌ای خطی و معنی‌دار بین آب مصرفی و عملکرد رابطه (۲) وجود دارد. از رابطه رگرسیونی ارائه‌شده در این شکل عملکرد سیر در مقادیر مختلف آب مصرفی قابل برآورد است و ۹۷ درصد تغییرات عملکرد سیر با مصرف آب آبیاری قابل توجیه می‌باشد (شکل ۲). با توجه به این که نیاز آبی سیر برای منطقه با استفاده از مدل پنمن مانتیس ۵۰۰ میلی‌متر بر آورد شده است (قدمی فیروزآبادی و نصرتی، ۱۳۸۶) (۴۲۵ میلی‌متر هم در منابع خارجی گزارش شده است (آیارز، ۲۰۰۸)) و در تمام سطوح آبیاری مقدار آب مصرف شده کمتر از تبخیر و تعرق پتانسیل بود لذا با

مقادیر بالاتر نیتروژن عملکرد سیر کاهش هم نشان داد هرچند این کاهش معنی‌دار نبود، ولی با افزایش فراهمی آب در دسترس، پاسخ گیاه به نیتروژن بهبود یافت و با افزایش مصرف نیتروژن عملکرد نیز افزایش یافت. با افزایش تنش آب مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن عملکرد را کاهش داد که نشان می‌دهد در شرایط تنش آبی نیاز داخلی به نیتروژن کاهش یافته است و یا نیتروژن حساسیت به تنش را تقویت کرده است. نتایج به دست آمده در این پژوهش با نتایج پژوهش تایل و همکاران (۲۰۱۰) مطابقت و با نتایج پژوهش جمیل‌محمد و زورایقی (۲۰۰۳) مغایرت نشان داد که این مغایرت احتمالاً به دلیل شرایط متفاوت انجام پژوهش و نوع سیستم آبیاری به‌کار رفته بوده است.

وزن متوسط و تعداد سیرچه‌ها

نتایج تجزیه و تحلیل آماری نشان داد که اثرهای اصلی نیتروژن و آبیاری بر وزن سیرچه‌ها معنی‌دار بود ولی اثر دوجانبه این دو فاکتور بر این ویژگی معنی‌دار نگردید (جدول ۵). براساس جدول (۵) هیچ‌یک از اثرهای اصلی نیتروژن و آبیاری و اثر دوجانبه آن‌ها بر تعداد سیرچه‌ها معنی‌دار نشد. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با افزایش مصرف نیتروژن متوسط وزن سیرچه‌ها کاهش یافت به طوری که عدم مصرف نیتروژن با وزن متوسط ۴/۰۶ گرم بر سیرچه بیشترین و مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با متوسط وزن ۳/۶۱ گرم بر سیرچه کمترین وزن سیرچه‌ها را به خود اختصاص دادند. مقادیر ۵۰ تا ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار از نظر وزن سیرچه‌ها در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۶). شکل (۴) نشان می‌دهد که بین نیتروژن مصرفی و وزن سیرچه‌ها رابطه رگرسیونی معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد طبق رابطه (۳) وجود دارد. کاهش وزن سیرچه‌ها در اثر مصرف نیتروژن یک فاکتور نامطلوب در کیفیت محصول سیر می‌باشد وقتی وزن سیرچه‌ها کم می‌شود از بازارپسندی آن‌ها کاسته می‌شود. تأثیر مصرف نیتروژن بر

(۲۰۰۷) و ممکن است در شرایط تنش آبی فعالیت آنزیم‌های مؤثر در فتوسنتز نیز کم شده باشد (شیلپی و توتجا، ۲۰۰۵). ثانیاً تنش آبی ممکن است باعث کاهش معدنی‌شدن، فراهمی و جذب عناصر غذایی مختلف مانند نیتروژن، فسفر، منیزیم و عناصر کم‌مصرف شده باشد (یونجای و اشمیت‌هالتر، ۲۰۰۵). ثالثاً شاید به دلیل رسوب فسفر و کلسیم و تصعید آمونیاک در شرایط تنش آبی عملکرد کاهش یافته است (یاسین‌اشرف و همکاران، ۱۹۹۸)، (شیلپی و توتجا، ۲۰۰۵). همانطور که از جدول (۴) برمی‌آید با روش آبیاری بارانی تک‌شاخه‌ای شیب مناسب رطوبتی ایجاد شده است و این شیب رطوبتی هم منجر به ایجاد یک شیب خطی در عملکرد سیر گردیده است.

تأثیر تنش آبی بر کاهش عملکرد غده سیر با نتایج تحقیقات زیادی از جمله براو و دویموویچ (۱۹۷۸)، پانچل و همکاران (۱۹۹۲)، پاندی و همکاران (۱۹۹۳)، لپینسکی (۱۹۹۴) و ورلی و همکاران (۱۹۹۵)، تایل و همکاران (۲۰۱۰) و دومینگوئز و همکاران (۲۰۱۳) مطابقت نشان داد. هرچند فابیروکورتس و همکاران (۲۰۰۳) گزارش کردند که زمان اعمال تنش خشکی در سیر بسیار مهم است و زمان رسیدن غده حساس‌ترین و مرحله تشکیل سیرچه‌های سیر مقاوم‌ترین مرحله به اعمال تنش آبی می‌باشد و اگر ناچار به اعمال تنش باشیم بهتر است در زمان تشکیل سیرچه‌ها انجام شود.

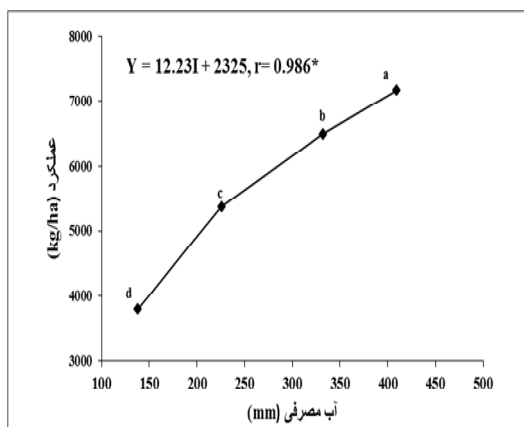
$$Y = 12.23(I) + 2325, r = 0.986^* \quad (2)$$

اثر دوجانبه آبیاری و نیتروژن بر عملکرد سیر در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار نبود (جدول ۵) ولی بیشترین عملکرد از تیمار بدون تنش آبیاری (مصرف ۴۰۹ میلیتر آبیاری) و مصرف ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص (۷۵۱۷ کیلوگرم در هکتار) و کمترین آن از تیمار تنش شدید آبیاری و عدم مصرف نیتروژن (۳۶۰۸ کیلوگرم در هکتار) به‌دست آمد که بیانگر اختلاف بیش از دو برابری بین این دو تیمار بود (شکل ۳). در شرایط تنش آبی شدید مصرف نیتروژن نه تنها عملکرد را افزایش نداد حتی در

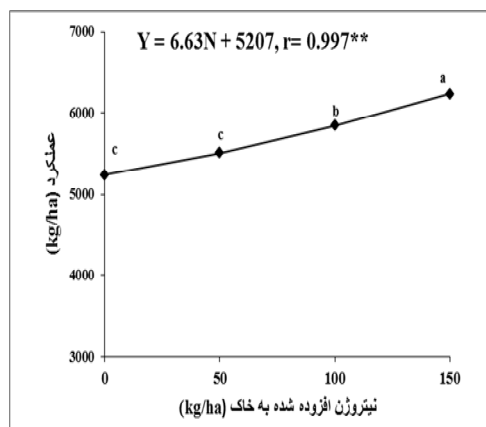
(۲۰۱۴) مغایرت داشت. ولی نوری و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند که در مقادیر بیشتر نیتروژن وزن سیرچه‌ها کاهش یافت.

کاهش وزن سیرچه‌ها با نتایج تحقیقات پاندی و همکاران (۱۹۹۳)، سن او و همکاران (۱۹۹۷)، رفیع (۱۳۸۸)، زمان و همکاران (۲۰۱۱) و هور و همکاران

$$MW = 2E - 0.05N^2 - 0.0065N + 4.04, r = 0.956^* \quad (3)$$



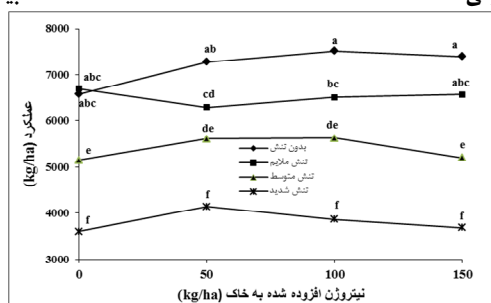
شکل ۲- مقایسه میانگین‌های عملکرد سیر تحت اثر سطوح



شکل ۱- مقایسه میانگین‌های عملکرد سیر تحت اثر

آبیاری

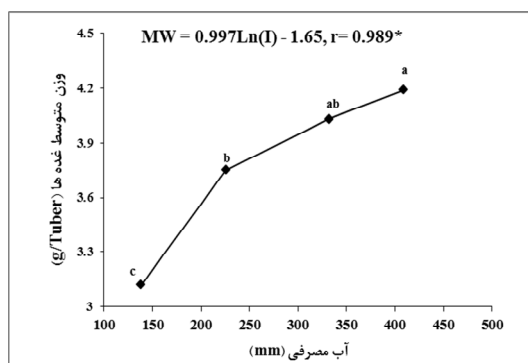
نیتروژن مصرفی



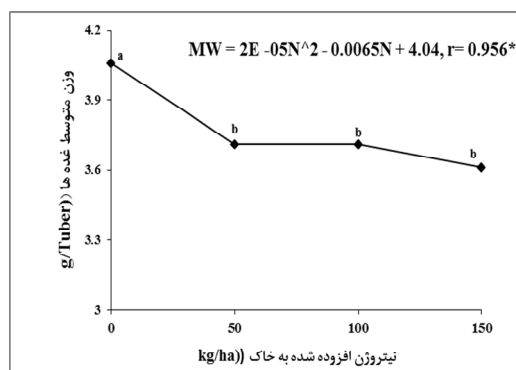
شکل ۳- مقایسه میانگین‌های عملکرد سیر تحت اثر ترکیب‌های تیماری نیتروژن و آبیاری

افزایش وزن سیرچه‌ها بوده است چرا که تعداد سیرچه‌ها تحت تاثیر تیمارهای آبیاری قرار نگرفت. کاهش وزن سیرچه‌ها با افزایش تنش آبی با نتایج تحقیقات پاندی و همکاران (۱۹۹۳) و ورلی و همکاران (۱۹۹۵) مطابقت نشان داد. هانسون و همکاران (۲۰۰۲) با انجام بررسی‌های وسیع بر روی سیر با استفاده از سیستم آبیاری تک‌شاخه- ای گزارش کردند که با افزایش تنش آبی وزن سیرچه‌ها مانند تحقیق حاضر به‌طور خطی کاهش یافت و ضریب تبیین این رابطه ۰/۷۵ بود.

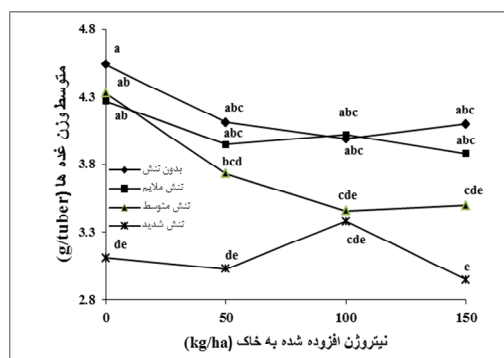
مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با افزایش آب مصرفی افزایش وزن سیرچه‌ها هم بیشتر شد به‌طوری‌که بیشترین وزن سیرچه‌ها مربوط به شرایط بدون تنش آبی (مصرف ۴۰۹ میلی‌متر آب در طی فصل) با ۴/۱۹ گرم بر هر سیرچه و کمترین آن مربوط به شرایط تنش شدید آبی (مصرف ۱۳۷/۹ میلی‌متر آب در طی فصل) با ۳/۱۲ گرم بر هر سیرچه بود. با افزایش آب مصرفی وزن سیرچه‌ها به‌طور معنی‌دار روند افزایشی نشان داد (شکل ۵). یکی از دلایل افزایش عملکرد سیر در تیمارهای بالاتر آبیاری



شکل ۵- مقایسه میانگین‌های وزن متوسط غده‌ها تحت اثر سطوح آبیاری



شکل ۴- مقایسه میانگین‌های وزن متوسط غده‌ها تحت اثر نیترژن مصرفی



شکل ۶- مقایسه میانگین‌های وزن متوسط غده‌ها تحت اثر ترکیب‌های تیماری نیترژن و آبیاری

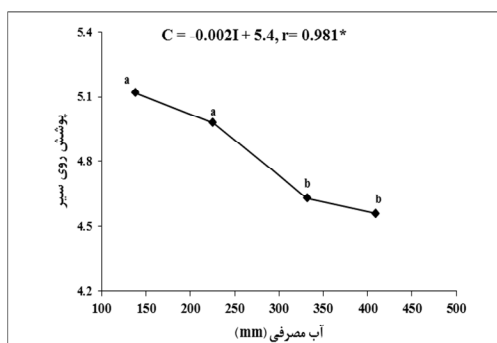
تعداد پوشش سیر

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر اصلی آبیاری بر تعداد پوشش سیر معنی‌دار بود ولی اثر اصلی نیترژن و اثر دوجانبه نیترژن و آبیاری بر این ویژگی در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار نگردید (جدول ۵). با وجود عدم معنی‌دار شدن اثر اصلی نیترژن بر تعداد پوشش سیر، مقایسه میانگین‌های این ویژگی نشان داد که از نظر سطوح نیترژن در گروه‌های آماری مختلف قرار گرفته است به طوری که شرایط عدم مصرف نیترژن با ۴/۹۷ پوشش بیشترین و مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیترژن با تعداد ۴/۴۲ پوشش کمترین تعداد پوشش سیر را دارا بودند (جدول ۶). بین سطوح نیترژن مصرفی و پوشش روی سیر رابطه رگرسیونی معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد وجود داشت (شکل ۷) و با استفاده از این معادله می‌توان تعداد پوشش بر روی سیر را در مقادیر مختلف نیترژن خاک با دقت نسبتاً مناسبی پیش‌بینی

اثر دو جانبه آبیاری و نیترژن بر وزن سیرچه‌ها معنی‌دار نبود (جدول ۵) ولی بیشترین وزن سیرچه‌ها در تیمار بدون تنش آبیاری (مصرف ۴۰۹ میلی‌تر آبیاری) و عدم مصرف نیترژن و به مقدار ۴/۵۴ گرم بر سیرچه و کمترین آن از تیمار تنش شدید آبیاری و مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیترژن در هکتار و به مقدار ۲/۹۵ گرم بر سیرچه مشاهده شد که نشان می‌دهد بین این دو تیمار حدود ۵۴ درصد اختلاف وجود داشت (شکل ۶). در تمام شرایط آبیاری، مصرف نیترژن باعث کاهش وزن سیرچه‌ها شد ولی این کاهش فقط در شرایط تنش متوسط (مصرف ۲۲۵/۸ میلی‌متر آب در طی فصل) معنی‌دار بود. برخلاف نتایج این پژوهش بدر و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کرد که در شرایط مصرف نیترژن بیشتر افزایش تنش آبی عملکرد را بیشتر کاهش می‌دهد.

پوشش) از شرایط بدون تنش آبی (مصرف ۴۰۹ میلی‌متر آب در طی فصل) و بدست آمد. شکل (۸) نشان می‌دهد که روند کاهش پوشش روی سیر با افزایش آب مصرفی به شکل خطی بود و این کاهش را می‌توان با دقت مناسبی از رابطه (۴) برآورد کرد. این نتایج نشان می‌دهد که در شرایط کم‌آبیاری گیاه خود را برای شرایط استرس آماده می‌کند و افزایش تعداد پوشش روی سیر یکی از این روش‌ها است. با اینحال قدمی فیروزآبادی و همکاران (۱۳۸۶) گزارش کردند که سطوح مختلف آبیاری تأثیری بر تعداد پوشش تشکیل شده بر روی سیر نداشت.

$$Y = 6.63(N) + 5207, r = 0.997^{**}$$



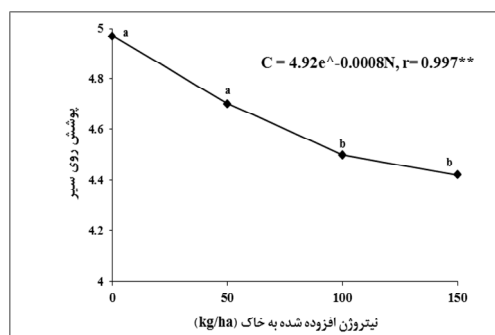
شکل ۸- مقایسه میانگین‌های پوشش روی سیر تحت اثر سطوح آبیاری

۹). با مصرف نیتروژن فراهمی آن در خاک افزایش یافته و جذب آن توسط گیاه افزایش می‌یابد عمده نیتروژن جذب شده برای تولید اسیدهای آمینه، آنزیم‌ها و سنتز کلروفیل مصرف می‌شود و این موضوع باعث افزایش غلظت آن در بخش هوایی می‌گردد زمانی که نیتروژن جذب شده بیش از نیاز گیاه برای تولید باشد به اندام‌های ذخیره‌ای مانند غده-ها منتقل شده و غلظت آن در غده‌ها افزایش می‌یابد. سن- او (۱۹۹۷) و ساردی و تایمار (۲۰۰۵) بر روی محصول سیر، سیدنو و سادنو (۱۹۹۲) بر روی جو و ارشادی و همکاران (۲۰۰۹) و عارفی و همکاران (۱۳۹۱) بر روی موسیر گزارش کردند که با مصرف نیتروژن غلظت نیتروژن بخش هوایی و غده گیاه افزایش یافت.

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که افزایش تنش خشکی باعث کاهش غلظت نیتروژن بخش هوایی گردید

نمود. با افزایش مصرف نیتروژن روند کاهشی در تعداد پوشش سیر مشاهده گردید. وقتی نیتروژن در اختیار گیاه کم است تنشی به آن وارد می‌شود و خود را برای تنش آماده می‌کند و یکی از روشها برای مقابله با استرس افزایش تعداد پوشش سیر است ولی با افزایش نیتروژن مصرفی از میزان تنش مذکور کاسته شده و از تعداد پوشش سیر کم شده است.

با افزایش میزان آب مصرفی از تعداد پوششهای روی غده سیر کاسته شد. به طوری که بیشترین پوشش روی سیر (۵/۱۲ پوشش) از شرایط تنش شدید آبی (۱۳۷/۹ میلی‌متر آبیاری در هکتار) و کمترین آن (۴/۵۶) (۴)



شکل ۷- مقایسه میانگین‌های پوشش روی سیر تحت اثر نیتروژن مصرفی

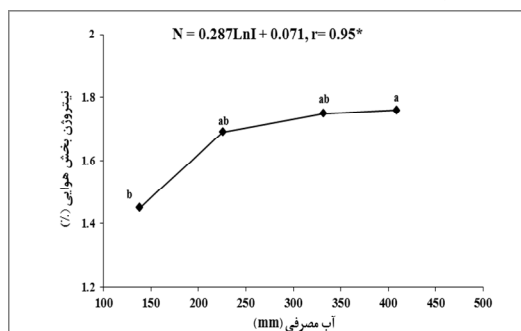
غلظت نیتروژن بخش هوایی و غده

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر اصلی نیتروژن بر غلظت نیتروژن بخش هوایی و غده و اثر اصلی آبیاری بر غلظت نیتروژن بخش هوایی در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود ولی اثر دوجانبه دو فاکتور نیتروژن و آبیاری بر غلظت نیتروژن بخش هوایی و غده در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار نگردید (جدول ۵).

با افزایش مصرف نیتروژن غلظت نیتروژن بخش هوایی و غده افزایش نشان داد که این افزایش برای نیتروژن بخش هوایی ۱۸ و برای نیتروژن غده ۱۵ درصد بود (جدول ۶). غلظت نیتروژن بخش هوایی سیر به مراتب بیشتر از غلظت نیتروژن غده آن بود و به مصرف نیتروژن هم در مقایسه با سیر غده بیشتر واکنش نشان داد. روند افزایش نیتروژن غده با مصرف نیتروژن خطی بود (شکل

کارایی مصرف آب

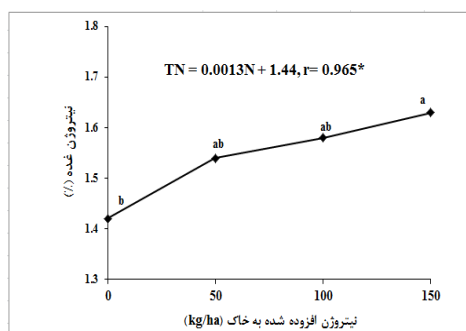
بررسی نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر اصلی آبیاری در سطح احتمال یک درصد بر کارایی مصرف آب معنی‌دار بود ولی این ویژگی تحت تأثیر معنی‌دار اثر اصلی نیتروژن و اثر دوجانبه آبیاری و نیتروژن قرار نگرفت (جدول ۵). با افزایش آب مصرفی از کارایی مصرف آب در گیاه سیر کاسته شد. بیشترین کارایی مصرف آب مربوط به شرایط تنش متوسط آبی (مصرف ۲۲۵/۸ میلی‌متر آب آبیاری) با ۲/۵۱ کیلوگرم غده بر مترمکعب آب آبیاری و کمترین آن مربوط به شرایط تنش ملایم آبی (مصرف ۴۰۹ میلی‌متر آب آبیاری) با ۱/۹۲ کیلوگرم غده بر مترمکعب آب آبیاری بود. شکل ۱۳ نشان داد که بیشترین کارایی مصرف آب سیر در تیمار مصرف ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در شرایط تنش شدید آبی و کمترین آن در تیمار مصرف ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در شرایط تنش ملایم آبی مشاهده شد که نشانگر اختلاف ۵۰ درصدی بین این تیمارها بود. در هیچ‌کدام از شرایط آبیاری مصرف نیتروژن تأثیر معنی‌دار بر کارایی مصرف آب نداشت. تفاوت کارایی مصرف آب بین سطوح بدون تنش و تنش-ها در هیچ‌کدام از سطوح نیتروژن مصرفی معنی‌دار نبود ولی تفاوت بین شرایط تنش ملایم و تنش‌های شدیدتر معنی‌دار گردید (شکل ۱۳). علت کاهش کارایی مصرف آب در تیمارهای بالاتر افزایش آب آبیاری مصرف شده و عدم افزایش متناسب عملکرد غده سیر بود.



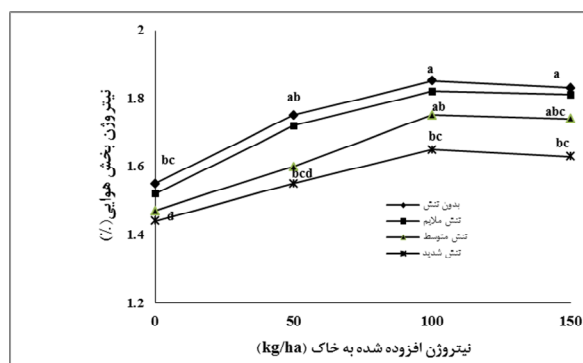
شکل ۱۰- مقایسه میانگین‌های نیتروژن بخش هوازی تحت اثر سطوح آبیاری

و تفاوت سطوح بدون تنش و تنش شدید آبی ۲۱ درصد بود هرچند تأثیر سطوح آبیاری بر غلظت نیتروژن غده معنی‌دار نبود ولی رابطه بین آب مصرفی و غلظت نیتروژن بخش هوازی از نوع لگاریتمی بود که در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (شکل ۱۰). همانطور که در شکل (۱۱) مشخص است با افزایش نیتروژن و آب مصرفی غلظت نیتروژن بخش هوازی افزایش یافت کمترین (۱/۴۴ درصد) و بیشترین (۱/۸۵ درصد) غلظت نیتروژن بخش هوازی به ترتیب در تیمار تنش شدید آبی و عدم مصرف نیتروژن و تیمار بدون تنش آبی و مصرف ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار مشاهده گردید که نشان‌دهنده افزایش ۲۹ درصدی غلظت نیتروژن بخش هوازی است.

نتایج نشان داده است که غلظت نهایی نیتروژن در شرایط تنش آبی، به نسبت کاهش جذب عنصر غذایی به کاهش وزن خشک گیاه بستگی دارد. اگر کاهش رشد شدیدتر از کاهش جذب باشد عناصر غذایی تجمع می‌یابند و اگر کاهش جذب شدیدتر باشد غلظت عناصر غذایی کاهش می‌یابد (سامارا و مولن، ۲۰۰۴). اکرم و همکاران (۲۰۰۸) به نقل از ساروار و همکاران (۱۹۹۱) افزایش غلظت نیتروژن و تانگولیک و همکاران (۱۹۸۷) کاهش غلظت نیتروژن را در شرایط تنش آبی در پژوهش بر روی گندم، سویا، برنج و ذرت گزارش کردند.



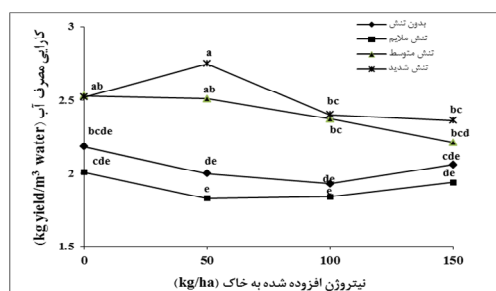
شکل ۹- مقایسه میانگین‌های نیتروژن غده تحت اثر نیتروژن مصرفی



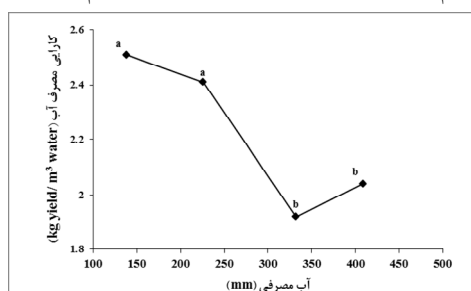
شکل ۱۱- مقایسه میانگین‌های نیتروژن بخش هوایی تحت اثر ترکیب‌های تیماری نیتروژن و آبیاری

تک‌شاخه‌ای بر روی سیر گزارش کردند که با اعمال تنش آبی سیر آب مورد نیاز خود را حتی از عمق‌های بیش از ۱۰۰ سانتی‌متر جذب می‌نماید. همچنین پاسخ سیر به آبیاری در اکثر پژوهش‌های فوق پایین بود و برای افزایش جزئی در عملکرد نیاز بود مصرف آب به مقدار قابل توجه افزایش یابد که این خود دلیل دیگری بر کاهش کارایی مصرف آب با افزایش آب مصرفی بود. به‌علاوه در تعیین عملکرد یک محصول در شرایط تنش آبی میزان و مدت انتقال کربوهیدرات‌ها از برگ‌ها به غده‌ها نقش اساسی دارد (ایرنا و مائوریمیکاله، ۲۰۰۶) و ممکن است در شرایط تنش آبی انتقال کربوهیدرات‌ها به غده‌ها و در واقع شاخص برداشت تحت تأثیر قرار گرفته و افزایش یافته باشد.

نتایج پیشماری در مورد افزایش یا کاهش کارایی مصرف آب با اعمال تیمارهای کم‌آبیاری گزارش شده است که به‌نظر می‌رسد به‌دلیل شرایط متفاوت آزمایش‌ها، نوع محصول، زمان، مدت و شدت اعمال تنش‌ها و شرایط آب و هوایی محل اجرای پژوهش باشد درحالی‌که فابیروکورتز و همکاران (۲۰۰۳)، هانسون و همکاران (۲۰۰۳)، توحیدلو و همکاران (۲۰۰۴)، نورجو (۲۰۰۸)، احمد و همکاران (۲۰۰۹)، و شاهین و همکاران (۲۰۱۴) افزایش کارایی مصرف آب را در شرایط تنش آبی گزارش کردند ولی سینگ و همکاران (۱۹۹۴) و اوچان و گنجوقلان (۲۰۰۴) افزایش کارایی مصرف آب را در چنین شرایطی مشاهده نمودند. هانسون و همکاران (۲۰۰۲) با انجام آزمایش‌های متعدد با استفاده از سیستم آبیاری بارانی



شکل ۱۳- مقایسه میانگین‌های کارایی مصرف آب تحت اثر ترکیب‌های تیماری نیتروژن و آبیاری



شکل ۱۴- مقایسه میانگین‌های کارایی مصرف آب تحت اثر سطوح آبیاری

نتیجه‌گیری

وزن سیرچه‌ها شد. اثر دو جانبه نیتروژن و آبیاری بر هیچ-کدام از ویژگی‌های اندازه‌گیری شده معنی‌دار نبود. برای نیل به حداکثر عملکرد در محصول سیر مصرف ۴۰۹ میلی‌متر آب آبیاری همراه با مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص مناسب به‌نظر می‌رسد و در این

نتایج نشان داد که تنش آبی باعث کاهش عملکرد و اجزاء عملکرد سیر و غلظت نیتروژن بخش هوایی گردید و تعداد پوشش بر روی سیر را افزایش داد. مصرف نیتروژن باعث افزایش عملکرد و غلظت نیتروژن بخش هوایی و غده و کاهش تعداد پوشش بر روی سیر و

مقادیر آب آبیاری و کود نیتروژنه عملکرد محصول سیر به حداکثر می‌رسد. ولی اگر در منطقه با آبی آبیاری مواجه باشیم بهترین تیمار آبیاری از نظر عملکرد تیمار مصرف ۳۳۲ میلی‌متر آب آبیاری می‌باشد ولی تفاوتی بین سطوح نیتروژن مصرفی از نظر عملکرد در این سطح آبیاری وجود ندارد.

فهرست منابع

۱. امیدبیگی، ر. ۱۳۸۴. تولید و فرآوری گیاهان دارویی. جلد اول. انتشارات آستان قدس رضوی، مشهد، ایران.
۲. بی‌نام. ۱۳۹۱. آمارنامه کشاورزی استان همدان، سازمان جهادکشاورزی استان همدان، همدان، ایران.
۳. سپاس‌خواه، ع.، ع. تولکی و س.ف. موسوی. ۱۳۸۵. اصول و کاربرد کم‌آبیاری، انتشارات کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. تهران، ۲۸۸ صفحه.
۴. 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.
۵. عارفی، ا.، م. کافی، ح.ر. خزاعی و م. بنایان‌اول. ۱۳۹۱. بررسی اثر سطوح مختلف نیتروژن، فسفر و پتاسیم بر عملکرد، فتوسنتز و پیگمانتهای فتوسنتزی، کلروفیل و غلظت نیتروژن گیاه دارویی و صنعتی موسیر (*Allium altissimum Regel*). نشریه بوم‌شناسی کشاورزی، جلد ۴، شماره ۳، صفحه‌های ۲۰۷ تا ۲۱۴.
۶. قدمی‌فیروزآبادی، ع. و ع.ا. نصرتی. ۱۳۸۶. بررسی اثر دو سیستم آبیاری تیپ و نشتی و تراکم‌های مختلف کاشت بر کارایی آب و ازت و خصوصیات کمی و کیفی توده سیر همدان در شرایط مزرعه. گزارش نهایی شماره ۸۶/۱۶۵۴ سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.
۷. مطلبی‌فرد، ر. ن. نجفی، ش. اوستان، م.ر. نیشابوری و م. ولیزاده. ۱۳۹۳. اثر رطوبت خاک، روی و فسفر بر ویژگی‌های رشد سیب‌زمینی در شرایط گلخانه‌ای. مجله تحقیقات آب و خاک ایران، دوره ۴۵، شماره ۱، صفحه-های ۷۵ تا ۸۶.
۸. ملافیلابی، ع.، س. خرمدل و ه. شوریده. ۱۳۹۱. اثر مقادیر مختلف کود نیتروژن و انواع بستر کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی سیر (*Allium sativum L.*). نشریه بوم‌شناسی کشاورزی، جلد ۴، شماره ۴، صفحه‌های ۳۱۶ تا ۳۲۶.
9. Ahmed, M.E., N.I.A. El-Kader, and A.A. El-Kader Derbala. 2009. Effect of irrigation frequency and potassium source on the productivity, quality and storability of garlic. *Aus. J. Basic Applied Sci.* 3(4): 4490-4497.
10. Akram, N.A., M. Shahbaz, and M. Ashraf. 2008. Nutrient acquisition in differentially adapted populations of *cynodon dactylon L. pers* and *cencherus ciliaris L.* under drought stress. *Pak. J. Bot.* 40(4): 1433-1440.
11. Badr, M.A., W.A. El-Tohamy, A.M. Zaghoul. 2012. Yield and water use efficiency of potato grown under different irrigation and nitrogen levels in an arid region. *Agr. Water Manag.* 110: 9-15.
12. Bravo, M. and M. Duimovic. 1978. Cropping conditions that affect the incidence lateral shoots in plants of white garlic. *Sci. Invest. Agraria*, 5(4):225-229.
13. Buwalda, J.G. 1986. Nitrogen nutrition of garlic (*Allium sativum L.*) under irrigation. Components of yield and indices of crop nitrogen status. *Sci. Hort.* 29: 69-76.
14. Domínguez, A., A. Martínez-Romero, K.N. Leite, J.M. Tarjuelo, J.A. deJuan, R. López-Urrea. 2013. Combination of typical meteorological year with regulated

- deficit irrigation to improve the profitability of garlic growing in central Spain. *Agr. Water Manag.* 130: 154-167.
15. Ershadi, A., M. Noori, F. Dashti, and F. Bayat. 2009. Effect of different nitrogen fertilizer on yield, pungency and nitrate accumulation in garlic (*Allium sativum*). *International Symposium on Medicinal and Aromatic Plants–SIPAM 2009*.
 16. Fabeiro Cortés, C., F. Martín de Santa Olalla, and R. López Urrea. 2003. Production of garlic (*Allium sativum* L.) under controlled deficit irrigation in a semi-arid climate. *Agr. Water Manag.* 59: 15-167.
 17. FAO. 2010. FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Available in: <http://faostat.fao.org/countryprofiles/>.
 18. Farooqui, M.A., I.S. Naruka, S.S. Rathore, P.P. Singh, and R.P.S. Shaktawat. 2009. Effect of nitrogen and sulphur levels on growth and yield of garlic (*Allium sativum* L.). *Aus. J. Food Ag-Ind. Special Issue*, Pp. 18-23.
 19. Gaviola, S. and V.M. Lipinski. 2008. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento y el color de cultivares de ajo (*Allium sativum*) Colorado. *Cien. Inv. Agr.* 35(1): 67-75.
 20. Gee, G.W. and D. Bauder. 1986. Particle size analysis. Pp. 255-292. Dane J.H. and G.C. Topp (eds.). *Methods of Soil Analysis: Part 4. Physical Methods*. Soil Sci. Soc. Am. Book Ser. 5. Madison, WI, USA.
 21. Germ, M., I. Kreft, V. Stibilj, and O. Urbanc-Bercic. 2007. Combined effects of selenium and drought on photosynthesis and mitochondrial respiration in potato. *Plant Physiol. Biochem.* 45: 162-167.
 22. Genjoglan, C., I. E. Akinci, K. Uchan, S. Akinchi and S. Genjoglan. 2006. Response of red pepper plant to the deficit irrigation. *Akdeniz Universitesi Ziraat Facultesi Dergisi*, 19:1:131-138.
 23. Hanks, R.J., D.V. Sisson, R.L. Hurst, and K.G. Hubbard. 1980. Statistical analysis of results from irrigation experiments using the line source sprinkler system. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 44: 886-888.
 24. Hanks, R.J., J. Keller, V.P. Rasmussen, and B.D. Wilson. 1976. Line source sprinkler for continuous variable irrigation crop production studies. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 40: 426-429.
 25. Honson, B.R., D. May, R. Voss, M. Cantwell, and R. Rice. 2002. Garlic in clay loam soil thrives on little irrigation. *California Agr.* 56(4): 128-132.
 26. Honson, B.R., D. May, R. Voss, M. Cantwell, and R. Rice. 2003. Response of garlic to irrigation water. *Agr. Water Manag.* 58: 29- 43.
 27. Hore, J., K.S. Ghanti, and M. Chanchan. 2014. Influence of nitrogen and sulphur nutrition on growth and yield of garlic (*Allium sativum* L.). *J. Crop Weed.* 10(2): 14- 18.
 28. Jamil Mohammad, M., and S. Zuraiqi. 2003. Enhancement of yield and nitrogen and water use efficiencies by nitrogen drip-fertigation of garlic. *J. Plant Nutr.* 26(9): 1749-1766.
 29. Jones, J. 2001. *Laboratory Guide for Conducting Soil Tests and Plant Analysis*. CRC Press, LLC. USA.
 30. Lipinski, V., S.Gaviola, and J. Burba 1994. Effect of irrigation, nitrogen fertilization and clove size on yield and quality of colored garlic in valled de uco. *III Gurso Taller Sobre Production Comercialization and Ustralizacion de aje*, 235-245.
 31. Mclean, E.O. 1982. Soil pH and lime requirement. Pp. 199-224. Page A.L., R.H. Miller, and D.R. Keeney (eds). *Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties*. Soil Sci. Soc. Am. Book Ser. 5. Madison, WI, USA.

32. Motalebifard R., N. Najafi, S. Oustan, M.R. Nyshabouri, and M. Valizadeh. 2013. The combined effects of phosphorus and zinc on evapotranspiration, leaf water potential, water use efficiency and tuber attributes of potato under water deficit conditions. *Sci. Hort.* 162: 31-38.
33. Nelson, D.W. and L.E. Sommers. 1996. Total carbon, organic carbon and organic matter. Pp. 967-1010. Sparks D.L., A.L. Page, P.A. Helmke, R.H. Loeppert, P.N. Soltanpour, M.A. Tabatabaei, C.T. Johnson and M.E. Sumner (eds.). *Methods of Soil Analysis. Part 3, Chemical Methods.* Soil Sci. Soc. Am. Book Ser. 5. Madison, WI, USA.
34. Panchal, G., M. Modhwadia, J. Patel, S. Sadaria and B. Patel. 1992. Response of garlic to irrigation, nitrogen and phosphorus. *Indian J. of Agron.* 37(2): 397-398.
35. Pandey, U. and D. Singh. 1993. Response of garlic to different levels of irrigation and nitrogen. *News Letter National Horticultural Research and Development Function*, 13:3-4:10-12.
36. Richards, L.A. 1954. *Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils.* US Salinity Laboratory Staff, Agricultural Handbook No 60, USA.
37. Seno, S. 1997. Effects of irrigation frequency and nitrogen rates on garlic. *Cultura Agron.* 37(2): 397-398.
38. Sahin, U., S. Ors, F.M. Kiziloglu, and Y. Kuslu. 2014. Evaluation of water use and yield responses of drip-irrigated sugar beet with different irrigation techniques. *Chilean J. Agr. Res.* 74(3): 302-310.
39. Samarah, N., and R. Mullen. 2004. Size distribution and mineral nutrients of soybean seeds in response to drought stress. *J. Plant Nutr.* 27(5): 815-835.
40. Sardi K. and E.Timar. 2005. Response of garlic (*Allium sativum* L.) to varying fertilization levels and nutrient ratios. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 36: 673-679.
41. Shahnazari, A., S.H. Ahmadi, P.E. Laerke, F. Liu, F. Plauborg, S.E. Jacobsen, C.R. Jensen, and M.N. Andersen. 2008. Nitrogen dynamics in the soil-plant system under deficit and partial root-zone drying irrigation strategies in potatoes. *Eur. J. Agron.* 28: 65-73.
42. Shilpi, M. and N. Tuteja. 2005. Cold, salinity and drought stresses: An overview. *Arch. Biochem. Biophys.* 444: 139-158.
43. Sing, N., M. Sood., G. Shekhawat, S. khurana, S. Pandey, and V.Chandla. 1994. Water and nitrogen needs of potato under modern irrigation methods. *ACB Abstracts 1993-1994.*
44. Sidnu, A. and K. Sandnu 1992. Effect of method of urea application on barley. *J. Res. Pungab Agr. Univ.* 29(3): 338-340.
45. Sun, Y., F. Yan, and F. Liu. 2013. Drying/rewetting cycles of the soil under alternate partial root-zone drying irrigation reduce carbon and nitrogen retention in the soil-plant systems of potato. *Agr. Water Manag.* 128: 85-91.
46. Tanguilig, V.C., E.B. Yambao, J.C.O. Tolle, and S.K. De Datta. 1987. Water stress effects on leaf elongation, leaf water potential, transpiration and nutrient uptake of rice, maize and soybean. *Plant Soil* 103: 155-168.
47. Tayel, M.Y., E.I. El- Dardiry, S.M. Shaaban and K.P. Sabreen. 2010. Effect of injector types and irrigation and nitrogen levels On: III - cost analysis of garlic production. *J. Applied Sci. Res.* 6(7): 822-829.
48. Tohidloo, G., S. Ghalebi, D. Taleghani, S.Y. Sadeghian and M.A. Chegini. 2004. Study of water use efficiency, yield and quality of two sugar beet varieties in line source sprinkler irrigation. *Proceedings of the 4th International Crop Science.* Australia.

49. Waling, I., W.V. Vark, V.J.G. Houba, and J.J. Vanderlee. 1989. Soil and Plant Analysis, a series of syllabi. Part 7. Plant Analysis Procedures. Wageningen Agriculture University, Netherland.
50. Westigate, M.E. and D.T. Grant. 1989. Effect of water deficits on seed development in soybean I: Tissue water status. *Plant Physiol.* 91: 975-979.
51. Worley, R., J. Daniel, J Dutcher, and K. Harrison. 1995. A long term comparison of broad cast application versus drip fertigation on nitrogen for mature pecan trees. *Hort Tech.* 5(1):43-47.
52. Uchan, K. and C. Gejoglan. 2004. The effect of water deficit on yield and yield components of sugar beet. *Turk J. Agr.*, 28:163-172.
53. Yadav, P.K. 2003. Effect of nitrogen and potassium on growth and yield of garlic (*Allium sativum* L.) in western Rajasthan. *Haryana J. Hort. Sci.*, 32: 290-91.
54. Yasin-Ashraf, M., S.A. Ala, and A. Batti. 1998. Nutritional imbalance in wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes grown at soil water stress. *Acta Physiol. Plantarum* 20: 307-310.
55. Yuncai H. and U. Schmidhalter. 2005. Drought and salinity: A comparison of their effects on mineral nutrition of plants. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 168: 541-549.
56. Zaman, M.S., M.A. Hashem, M. Jahiruddin, and M.A. Rahim. 2011. Effect of nitrogen for yield maximization of garlic in old Brahmapurta flood plain soil. *Bangladesh J. Agril. Res.* 36(2): 357-367.