

اثر دور آبیاری و مصرف کود نیتروژن بر تغییرات عملکرد دانه و صفات فیزیولوژیک شنبليله (*Trigonella foenum-gracum* L.)

محسن شخمگر^{۱*}، رضا برادران^۱، غلامرضا موسوی^۲، محسن پویان^۳ و الیاس آرمجو^۴

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بیرجند
پست الکترونیک: shokhmgar_m@yahoo.com

۲- استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بیرجند

۳- مربی آموزشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بیرجند

۴- کارشناس ارشد زراعت

تاریخ دریافت: بهمن ۱۳۸۸

تاریخ اصلاح نهایی: دی ۱۳۹۰

تاریخ پذیرش: دی ۱۳۹۰

چکیده

به منظور بررسی اثر دور آبیاری و نیتروژن بر عملکرد و برخی صفات فیزیولوژیک گیاه دارویی شنبليله (*Trigonella foenum-gracum* L.)، آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه آموزشی دانشگاه آزاد بیرجند در بهار سال ۱۳۸۸ انجام شد. دور آبیاری (در سه سطح ۴، ۸ و ۱۲ روز) به عنوان عامل اصلی و کود نیتروژن (در چهار سطح صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار) به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند. نتایج نشان داد که عملکرد دانه در تیمارهای آبیاری پس از ۴ و ۸ روز تفاوت معنی‌داری نداشت؛ افزایش نیتروژن موجب افزایش عملکرد دانه شد ولی بین مقادیر ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار تفاوت معنی‌داری از لحاظ عملکرد دانه دیده نشد. کاهش آب مصرفی همچنین موجب افزایش معنی‌دار سدیم، پرولین و کربوهیدرات، و کاهش پتاسیم، کلروفیل a، کاروتنوئید و مجموع رنگدانه‌های فتوسنتزی در برگ شد ولی روی کلروفیل b اثر معنی‌داری نداشت. نیتروژن موجب افزایش معنی‌دار کلروفیل a، کاروتنوئید، مجموع رنگدانه‌ها و پتاسیم گردید. افزایش نیتروژن تا سطح ۵۰ کیلوگرم در هکتار موجب افزایش کربوهیدرات ولی پس از آن باعث کاهش کربوهیدرات برگ شد. براساس نتایج بدست‌آمده در این آزمایش، می‌توان بیان کرد که گیاه دارویی شنبليله تا حدودی به خشکی مقاوم است و با در نظر گرفتن اهمیت این گیاه دارویی، می‌توان در شرایط کمبود آب از آن به عنوان جایگزین گیاهانی که ارزش اقتصادی پایین‌تری در شرایط کمبود آب دارند، استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: شنبليله (*Trigonella foenum-gracum* L.)، دور آبیاری، نیتروژن، کلروفیل، تنظیم‌کننده‌های اسمزی.

مقدمه

الگوهای بارش نامنظم در نواحی خشک دنیا، گیاهان را در معرض شدت‌های مختلف تنش خشکی قرار می‌دهد. اغلب اوقات دمای بالا و وضعیت تغذیه‌ای نامناسب نیز اثر خشکی را پیچیده‌تر می‌کند. بنابراین یکی از مهمترین اهداف در برنامه‌های به‌نژادی گیاهان، مطالعه تحمل آنها به خشکی است (Yadav & Bhatnagar, 2001). شبلیله از گیاهان دارویی شناخته شده‌ای است که به‌طور عمده به‌منظور استفاده از بذر و یا علوفه آن کشت می‌شود. اثر نرم‌کننده و رفع تحرکات جلدی، نیروبخش، ترمیم‌کننده قوای از دست رفته بدن، رفع استئومیلیت و سل استخوانی اطفال و بی‌اشتهایی بخشی از اثرهای دارویی این گیاه ارزشمند هستند (زرگری، ۱۳۶۸). تاکنون تحقیقات بسیار اندکی بر روی میزان مقاومت این گیاه دارویی ارزشمند در شرایط کم آبی و پاسخ‌های فیزیولوژیک آن در این شرایط انجام شده‌است.

تنش طولانی مدت آب در تمام فرایندهای متابولیکی گیاه اثرگذار بوده و در نتیجه موجب کاهش تولید محصول در گیاه می‌گردد. بقای گیاه در شرایط تنش رطوبتی محدودکننده، مستلزم توانایی آن در بقاء در شرایط اسمزی شدید حاصل از خشکی است. نگهداری وضعیت رطوبتی در حد بهینه و حفظ ساختار پلیمرهای زیستی در شرایط تنش، برای بقاء گیاه بسیار مهم است (Kuzentsov & Shevykova, 1999). تجمع پرولین به گیاه کمک می‌کند که در دوره کوتاهی بعد از اعمال تنش خشکی زنده بماند و گیاه بتواند بعد از رفع تنش، رشد خود را بازیابی کند، بنابراین اثر مثبتی بر عملکرد خواهد

داشت. اما در تنش‌های طولانی مدت، تجمع آن حتی اثر منفی بر عملکرد خواهد داشت، چون منابع فتوسنتزی گیاه را به سمت فرایندهایی غیر از پر شدن دانه منحرف می‌کند (Sanchez et al., 1998). حسنی و همکاران (۱۳۸۲) نشان دادند که گیاه ریحان به هنگام مواجه شدن با تنش کم‌آبی، مکانیسم تنظیم اسمزی را با افزایش انباشت پرولین و قندهای محلول به خدمت گرفته و از این طریق شرایط کمبود آب را تحمل می‌کند. البته در برخی گزارش‌ها نیز اشاره شده‌است که پرولین و تجمع آن در شرایط تنش خشکی نمی‌تواند به‌عنوان یک شاخص مقاومت به خشکی در یک رقم یا گونه خاص به حساب آید. به‌عنوان مثال، Bokhari و Trent (۱۹۸۵) گزارش کرده‌اند که افزایش پرولین، شاخص خوبی از قدرت تنش خشکی است که بر گیاه اعمال شده‌است.

Zarco-Tejada و همکاران (۲۰۰۰)، کلروفیل برگ را یکی از مهمترین شاخص‌های نشان‌دهنده فشارهای محیطی وارده بر گیاه دانسته و معتقدند مقدار کلروفیل در گیاهان تحت تنش کاهش یافته و باعث تغییر در نسبت جذب نور و در نتیجه کاهش کلی جذب نور توسط گیاه می‌شود. طبق نظر Ahmad و Reid (۱۹۹۶)، جذب زیاد نور خورشید و بازتابش کم آن، شاخص سلامتی جامعه گیاهیست. اصولاً بازتابش از برگ‌های گیاه با سطح سبزینه‌ای رابطه عکس دارد. کاهش رنگدانه‌های فتوسنتزی در شرایط تنش خشکی توسط Iturbe-Ormaetxe و همکاران (۱۹۹۸)، Loggini و همکاران (۱۹۹۹) و Younis و همکاران (۲۰۰۰) گزارش شده‌است، ولی با وجود این برخی از گزارش‌ها حکایت

در تخفیف اثرهای تنش روی رشد گیاهان نخواهد داشت (Ashraf et al., 2001)، ولی نقش نیتروژن به عنوان یک تعدیل کننده پاسخ‌های فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی و به ویژه در ارتباط با کارایی مصرف آب و تحمل تنش خشکی، کاملاً آشکار است (Tan & Hogan, 1997).

بنابراین هدف از این آزمایش بررسی اثرهای دور آبیاری و مقادیر مختلف کود نیتروژن بر روی رنگدانه‌های فتوسنتزی، تنظیم کننده‌های اسمزی و جذب عناصر سدیم و پتاسیم در گیاه دارویی شنبلیله بوده است.

مواد و روشها

این بررسی در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ در مزرعه آموزشی دانشگاه آزاد بیرجند انجام شد. این پژوهشکده در کیلومتر ۵ جاده بیرجند-زاهدان با عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۵۳ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۱۳ درجه شرقی و در ارتفاع ۱۴۹۱ متری از سطح دریا قرار دارد. آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. دور آبیاری به عنوان عامل اصلی (در سه سطح ۴، ۸ و ۱۲ روز) و مصرف کود نیتروژن (در چهار سطح صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار) به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند. اندازه هر کرت ۲×۳ متر، فاصله بین کرت‌ها نیم متر و فاصله بین بلوک‌ها دو متر در نظر گرفته شد. در درون هر کرت فاصله بین ردیف‌ها از یکدیگر ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر لحاظ گردید. کاشت در نیمه اول فروردین ۱۳۸۸ به روش جوی و پشته انجام شد. تا زمان سبز شدن، آبیاری به صورت

از افزایش میزان کلروفیل برگ در طی تنش خشکی دارند؛ به عنوان مثال، Sheteawi و Tawfik (۲۰۰۷) گزارش کردند که افزایش تنش خشکی منجر به افزایش کلیه رنگدانه‌های فتوسنتزی در باقلا شده است.

تنش خشکی همچنین می‌تواند با تغییر اختلاف پتانسیل و تأثیر بر قدرت جذب آب و املاح توسط ریشه‌ها، باعث تغییر میزان جذب عناصر توسط گیاه گردد. در بیشتر گیاهان مقاوم به خشکی و شوری، جذب املاحی مانند سدیم و افزایش غلظت آنها در داخل گیاه مکانیزمی برای تحمل تنش و تلاش برای جذب آب می‌باشد (فرزانه، ۱۳۶۹). آبیاری و افزایش رطوبت محیط به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک باعث افزایش انحلال مواد معدنی و افزایش جابجایی و حرکت آنها به سمت ریشه‌ها و بدنبال آن افزایش قابلیت دسترسی عناصر برای گیاه و در نتیجه باعث افزایش جذب عناصر توسط گیاهان می‌شود (کافی و دامغانی، ۱۳۷۹).

تحقیقات نشان داده است گیاهی که خوب تغذیه شده و به مقدار کافی عناصر را دریافت کرده باشد، مقاومت بهتری به خشکی خواهد داشت و در این راستا کمیت و کیفیت محصول آن نیز تحت تأثیر قرار خواهد گرفت. بسیاری از مطالعات ثابت کرده‌اند که افزایش کاربرد نیتروژن می‌تواند منجر به بهبود کارایی مصرف آب و تخفیف اثرهای مضر تنش خشکی بر روی رشد گیاهان در مناطق خشک گردد، چون از آسیب به غشای سلولی جلوگیری کرده و تنظیم اسمزی را بهبود می‌بخشد (Saneoka et al., 2004; Schaik et al., 1997). واضح است که کاربرد مقادیر اضافی نیتروژن همیشه نقش مثبتی

نتایج

عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که دور آبیاری و تیمار کودی تأثیر معنی‌داری در سطح ۱٪ بر عملکرد دانه شنبلیله داشت (جدول ۱). مقایسه میانگین داده‌ها براساس میانگین‌های چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ نشان داد که بیشترین عملکرد دانه با میانگین ۱۰۶/۴۴ گرم در مترمربع از دور آبیاری ۴ روز و کمترین آن با میانگین ۶۸/۷۱ گرم در مترمربع از دور آبیاری ۱۲ روز بدست آمد و بین تیمارهای آبیاری پس از ۴ و ۸ روز تفاوت معنی‌داری از این لحاظ وجود نداشت (جدول ۲). البته در بین مقادیر مختلف نیتروژن، بیشترین عملکرد دانه با میانگین ۹۶/۲۹ گرم در مترمربع (۲۲/۴٪ بیشتر از شاهد) از تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بدست آمد و این تیمار تفاوت معنی‌داری با تیمار ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار نداشت. نتایج مربوط به اثر متقابل دور آبیاری و کود نیتروژن نشان داد که بیشترین عملکرد دانه از تیمار دور آبیاری ۴ روز و مقدار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن بدست می‌آید ولی تفاوت معنی‌داری بین این تیمار با تیمار دور آبیاری ۴ روز و مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن وجود نداشت (جدول ۳).

پرویلین و کربوهیدرات

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که دور آبیاری تأثیر معنی‌داری بر میزان تجمع پرویلین و کربوهیدرات داشت (جدول ۱) و با افزایش دور آبیاری بر میزان تجمع

روزانه و سطحی انجام گردید و بعد از استقرار گیاه تیمار دور آبیاری اعمال شد. نیتروژن در دو مرحله، یکی بعد از کاشت و دیگری در شروع رشد زایشی به کرت‌های مربوطه اضافه شد. البته برداشت در اوایل تیرماه انجام شد.

به منظور اندازه‌گیری کربوهیدرات در مرحله قبل از گلدهی، با استفاده از اتانول ۹۵٪ و براساس روش اسید سولفوریک میزان کربوهیدرات برگ استخراج شد (Schlegel, 1956). همچنین برای پرویلین از روش Bates و همکاران (۱۹۷۳) استفاده شد. در اندازه‌گیری سدیم و پتاسیم از روش خاکستریگری خشک استفاده گردید. مقادیر این دو عنصر بر حسب ppm در دستگاه فلیم‌فتومتر قرائت و در نهایت با کمک جدول استاندارد، مقادیر این دو عنصر براساس میلی‌گرم در گرم ماده خشک محاسبه شدند. برای اندازه‌گیری رنگدانه‌های فتوسنتزی ۰/۲ گرم از برگ‌های جوان در ۱۰ میلی‌لیتر استون ۱۰۰٪ قرار داده شد و نمونه‌ها را در سرعت ۱۶۰۰ دور در دقیقه به مدت ده دقیقه سانتریفیوژ کرده و مقدار کلروفیل a در طیف جذبی ۶۶۳/۲ نانومتر، مقدار کلروفیل b در ۶۴۶/۸ نانومتر و مقدار کاروتنوئیدها در ۴۹۰ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت و به کمک فرمول لیچنتالر و ولبرن براساس میکروگرم کلروفیل در گرم برگ تازه محاسبه شدند (Dere et al., 1998).

در پایان، داده‌های حاصل با استفاده از نرم‌افزار SAS و MSTATC تجزیه و مقایسه میانگین‌ها براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ انجام شد.

آنها در بافت سبز برگ شنبلیله به طور معنی داری افزوده شد (جدول ۲). بیشترین مقدار پرولین با میانگین ۴/۱۰ میکرومول در گرم وزن تر برگ و کربوهیدرات با میانگین ۱۳/۶۰ میکروگرم گلوکز در گرم وزن تر برگ از دور آبیاری ۱۲ روز بدست آمد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که نیتروژن تأثیر معنی داری روی مقدار پرولین برگ نداشت ولی اثر نیتروژن روی کربوهیدرات برگ معنی دار بود (جدول ۱). با وجود این، نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین مقدار پرولین به میزان ۳/۳۶ میکرومول در گرم وزن تر از تیمار ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن بدست آمد که تفاوت معنی داری با شاهد داشت. بیشترین مقدار کربوهیدرات با میانگین ۱۱/۳۶ میکروگرم گلوکز در گرم وزن تر از تیمار ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بدست آمد و با افزایش نیتروژن از مقدار کربوهیدرات کاسته شد. بین تیمارهای N_0 و N_1 و همچنین بین تیمارهای N_2 و N_3 تفاوت معنی داری از لحاظ کربوهیدرات وجود نداشت (جدول ۲). اثر متقابل دور آبیاری و نیتروژن برای این دو صفت معنی دار نبود (جدول ۱).

کلروفیل ها و کاروتنوئید

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده ها نشان می دهد که دور آبیاری تأثیر معنی داری بر مقادیر کلروفیل a، مجموع کلروفیل ها، کاروتنوئیدها و کل رنگدانه های فتوسنتزی در شنبلیله داشته ولی اثر آن بر روی مقدار کلروفیل b معنی دار نبود (جدول ۱). مقایسه میانگین داده ها براساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح ۵٪ نشان داد که با افزایش دور آبیاری از ۴ به ۱۲ روز، از

میزان کلروفیل a، کاروتنوئید و کل رنگدانه ها کاسته شد (جدول ۲). بیشترین مقادیر کلروفیل a، مجموع کلروفیل ها، کاروتنوئیدها و کل رنگدانه ها به ترتیب با میانگین های ۱۵/۲۴، ۱۹/۶۷، ۲/۱۶ و ۲۱/۸۴ میکروگرم در گرم وزن تر برگ از دور آبیاری ۴ روز و کمترین مقادیر آنها از دور آبیاری ۱۲ روز بدست آمد. استفاده از نیتروژن نیز بجز کلروفیل b تأثیر معنی داری در سطح ۱٪ بر تمامی رنگدانه های مورد مطالعه داشت (جدول ۱) و سبب افزایش آنها گردید. بیشترین مقدار کلروفیل a با میانگین ۱۲/۴۳ میکروگرم در گرم وزن تر برگ از تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن حاصل شد، با وجود این بین سطوح مختلف نیتروژن تفاوت معنی داری بر روی کلروفیل a وجود نداشت ولی تفاوت بین این تیمارها با تیمار عدم مصرف کود معنی دار بود، به طوری که موجب افزایش ۱۳/۰۱ درصدی مقدار این رنگدانه نسبت به تیمار شاهد شد (جدول ۲). مقادیر مجموع کلروفیل ها، کاروتنوئیدها و مجموع رنگدانه ها نیز در تیمارهای ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن تفاوت معنی داری نداشتند. نتایج تجزیه واریانس اثر متقابل دور آبیاری و نیتروژن نیز بجز برای کلروفیل b برای سایر رنگدانه ها معنی دار بود (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل دور آبیاری و کود نیتروژن نشان می دهد که بیشترین مقدار هر یک از رنگدانه ها از دور آبیاری ۴ روز و استفاده از ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار حاصل می شود که با ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن تفاوت معنی داری ندارد (جدول ۳).

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس عملکرد دانه و صفات کیفی شنبليله تحت تأثیر تیمارهای دور آبیاری و کود نیتروژن

میانگین مربعات										درجه آزادی	منابع تغییر
پتاسیم	سدیم	مجموع رنگدانه‌ها	کاروتنوئید	مجموع کلروفیل‌ها	کلروفیل b	کلروفیل a	کربوهیدرات	پرولین	عملکرد دانه		
۰/۳۹ ns	۰/۱۲ ns	۱/۶۴ *	۰/۰۱۵ ns	۱/۴۷ *	۰/۰۷ ns	۰/۹۲ ns	۰/۴۶ ns	۰/۰۰۸ ns	۳۹۸/۶۶ *	۲	تکرار
۷/۳۶ **	۲۴/۰۲ **	۲۰۹/۰۲ **	۱/۶۳۹ **	۱۷۴/۶۳ **	۰/۰۴ ns	۱۶۹/۲۹ **	۸۲/۴۸ **	۶/۹۱۸ **	۴۲۸۹/۷۰ **	۲	دور آبیاری
۰/۹۲	۰/۲۰	۰/۲۶	۰/۰۲۰	۰/۱۶	۰/۰۹	۰/۱۳	۰/۳۱	۰/۱۱۸	۴۴۶/۳۳	۴	خطای اصلی
۸/۱۵ **	۰/۵۴ ns	۱۰/۰۸ **	۰/۵۹۸ **	۶/۰۹ **	۰/۱۹ ns	۴/۳۷ **	۲/۷۱ **	۰/۱۸۱ ns	۱۰۳۴/۴۵ **	۳	نیتروژن
۰/۳۰ ns	۰/۲۹ ns	۱/۲۱ *	۰/۱۲۷ **	۱/۱۷ *	۰/۰۷ ns	۱/۱۴ *	۰/۳۶ ns	۰/۰۹۹ ns	۴۲/۴۵ ns	۶	دور آبیاری × نیتروژن
۰/۳۹	۰/۱۹	۰/۳۶	۰/۰۲۷	۰/۳۱	۰/۰۶۹	۰/۳۳	۰/۴۲	۰/۰۷۴	۹۷/۸۷	۱۸	اشتباه فرعی
۷/۳۹	۱۰/۳۰	۳/۳۶	۹/۳۹	۳/۴۷	۶/۰۲	۴/۸۵	۶/۱۳	۸/۴۱	۱۱/۳۹	-	ضریب تغییرات

ns, * و ** به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌دار بودن در سطح ۵٪ و ۱٪ و عدم معنی‌دار بودن می‌باشد.

جدول ۲- نتایج مقایسه میانگین اثرهای اصلی و فرعی بر عملکرد دانه و صفات کیفی شنبلیله

صفات تیمارها	عملکرد دانه (گرم در مترمربع)	پرویلین (میکرومول در گرم وزن تر برگ)	کربوهیدرات (میکروگرم گلوکز در گرم وزن تر برگ)	کلروفیل a	کلروفیل b	مجموع کلروفیلها	کاروتنوئید	مجموع رنگدانهها	سدیم (میلی گرم در گرم ماده خشک)	پتاسیم (میلی گرم در گرم ماده خشک)
دور آبیاری (I)										
I ₁	۱۰۶/۴۴ a	۲/۶۶ b	۸/۶۰ c	۱۵/۲۴ a	۴/۴۳ a	۱۹/۶۷ a	۲/۱۶ a	۲۱/۸۴ a	۲/۸۶ c	۹/۰۶ a
I ₂	۸۵/۳۲ ab	۲/۹۶ b	۹/۷۲ b	۱۲/۴۴ b	۴/۳۶ a	۱۶/۸۱ b	۱/۷۲ b	۱۸/۵۴ b	۴/۲۰ b	۸/۷۹ a
I ₃	۶۸/۷۱ b	۴/۱۰ a	۱۳/۶۰ a	۷/۸۰ c	۴/۳۱ a	۱۲/۱۱ c	۱/۴۳ c	۱۳/۵۵ c	۵/۶۹ a	۷/۵۹ b
نیترژن (N)										
N ₀	۷۴/۷۲ b	۳/۰۴ b	۱۰/۷۲ ab	۱۰/۸۲ b	۴/۲۳ b	۱۵/۰۵ c	۱/۴۴ c	۱۶/۵۰ c	۴/۵۱ a	۷/۰۶ b
N ₁	۸۰/۸۸ b	۳/۲۳ ab	۱۱/۳۶ a	۱۱/۹۶ a	۴/۳۰ ab	۱۶/۲۷ b	۱/۷۰ b	۱۷/۹۸ b	۴/۳۶ ab	۸/۷۹ a
N ₂	۹۵/۳۹ a	۳/۳۶ a	۱۰/۴۲ b	۱۲/۱۰ a	۴/۳۷ ab	۱۶/۴۷ ab	۱/۹۲ a	۱۸/۵۰ ab	۴/۱۹ ab	۹/۰۷ a
N ₃	۹۶/۲۹ a	۳/۳۳ ab	۱۰/۰۷ b	۱۲/۴۳ a	۴/۵۷ a	۱۷/۰۱ a	۲/۰۲ a	۱۸/۹۳ a	۳/۹۳ b	۸/۹۸ a

I = دور آبیاری (I₁ = ۴ روز، I₂ = ۸ روز و I₃ = ۱۲ روز)N = کود اوره برحسب کیلوگرم در هکتار (N₀ = مقادیر صفر، N₁ = ۵۰، N₂ = ۱۰۰ و N₃ = ۱۵۰)

میانگینهای دارای حروف مشابه در هر ستون با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند.

جدول ۳- نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل دور آبیاری و کود نیتروژن بر عملکرد دانه و صفات کیفی شنبلیله

صفات تیمارها	عملکرد دانه (گرم در مترمربع)	پرولین (میکرومول در گرم وزن تر برگ)	کربوهیدرات (میکروگرم گلوکز در گرم وزن تر برگ)	کلروفیل a	کلروفیل b	مجموع کلروفیلها	کاروتنوئید	مجموع رنگدانهها	سدیم (میلی گرم در گرم ماده خشک)	پتاسیم (میلی گرم در گرم ماده خشک)		
											میکروگرم در گرم وزن تر برگ	میکروگرم در گرم وزن تر برگ
I ₁	N ₀	۸۹/۸۶ bcd	۲/۴۷۰ d	۸/۷۰۹ de	۱۴/۰۸۴ c	۴/۱۸۹ ab	۱۸/۲۷۳ cd	۱/۸۲۴ cd	۲۰/۰۹۷ d	۲/۹۷ ef	۷/۶۱ d	
	N ₁	۹۸/۶۲ b	۲/۷۵۷ cd	۸/۸۲۹ de	۱۴/۸۴۵ bc	۴/۲۸۵ ab	۱۹/۱۳۱ bc	۲/۰۶۱ bc	۲۱/۱۹۲ c	۳/۱۷ ef	۹/۳۲ a	
	N ₂	۱۱۷/۴۶ a	۲/۷۲۴ cd	۸/۵۴۵ e	۱۵/۲۵۸ b	۴/۵۵۳ ab	۱۹/۸۱۱ b	۲/۴۴۸ a	۲۲/۲۵۹ b	۲/۶۷ f	۱۰/۰۷ a	
	N ₃	۱۱۹/۸۱ a	۲/۷۰۳ cd	۸/۳۳۶ e	۱۶/۷۸۲ a	۴/۷۰۵ a	۲۱/۴۸۷ a	۲/۳۳۹ ab	۲۳/۸۲۶ a	۲/۶۳ f	۹/۲۲ ab	
I ₂	N ₀	۷۵/۲۵ def	۲/۸۳۸ cd	۹/۸۴۱ cd	۱۱/۷۳۴ e	۴/۱۶۳ b	۱۵/۸۹۷ f	۱/۳۷۳ ef	۱۷/۲۷۱ f	۴/۵۹ bc	۷/۳۴ d	
	N ₁	۸۱/۱۹ bcde	۲/۹۸۸ cd	۱۰/۴۵۴ c	۱۳/۰۶۰ d	۴/۲۶۱ ab	۱۷/۳۲۱ de	۱/۴۱۳ ef	۱۸/۷۳۳ e	۴/۵۷ bc	۹/۰۷ abc	
	N ₂	۹۴/۳۲ bc	۳/۲۲۶ c	۹/۴۷۰ cde	۱۲/۷۴۰ de	۴/۳۵۱ ab	۱۷/۰۹۱ e	۲/۰۴۳ bc	۱۹/۱۳۶ de	۴/۰۲ cd	۹/۰۴ abc	
	N ₃	۹۰/۵۳ bcd	۲/۸۲۱ cd	۹/۱۴۸ de	۱۲/۲۶۰ de	۴/۶۹۳ a	۱۶/۹۵۴ e	۲/۰۸۲ bc	۱۹/۰۳۶ de	۳/۶۱ de	۹/۷۲ a	
I ₃	N ₀	۵۹/۰۷ f	۳/۸۳۹ b	۱۳/۶۱۶ b	۶/۶۶۳ g	۴/۳۳۸ ab	۱۱/۰۰۲ h	۱/۱۳۶ f	۱۲/۱۳۸ h	۵/۹۶ a	۶/۲۴ e	
	N ₁	۶۲/۸۴ ef	۳/۹۶۱ b	۱۴/۸۱۳ b	۸/۰۰۲ f	۴/۳۸۱ ab	۱۲/۳۸۳ g	۱/۶۵۳ de	۱۴/۰۳۷ g	۵/۳۳ ab	۷/۹۹ cd	
	N ₂	۷۴/۴۱ def	۴/۱۵۱ ab	۱۳/۲۵۲ ab	۸/۳۱۱ f	۴/۲۱۴ ab	۱۲/۵۲۵ g	۱/۵۸۶ de	۱۴/۱۱۲ g	۵/۸۹ a	۸/۱۱ bcd	
	N ₃	۸۵/۵۴ def	۴/۴۶۵ a	۱۲/۷۲۸ a	۸/۲۴۸ f	۴/۳۲۰ ab	۱۲/۵۶۹ g	۱/۳۶۰ ef	۱۳/۹۲۹ g	۵/۵۷ a	۸/۰۱ cd	

I = دور آبیاری (I₁ = ۴ روز، I₂ = ۸ روز و I₃ = ۱۲ روز)N = کود اوره برحسب کیلوگرم در هکتار (N₀ = مقادیر صفر، N₁ = ۵۰، N₂ = ۱۰۰ و N₃ = ۱۵۰)

میانگینهای دارای حروف مشابه در هر ستون با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند.

عناصر سدیم و پتاسیم

براساس نتایج تجزیه واریانس مشخص گردید که دور آبیاری تأثیر معنی داری بر میزان عناصر سدیم و پتاسیم در برگ سنبله دارد (جدول ۱). با افزایش دور آبیاری از مقدار پتاسیم کاسته و بر میزان تجمع سدیم در بخش هوایی سنبله افزوده شد. بیشترین میزان سدیم با میانگین ۵/۶۹ میلی گرم در گرم ماده خشک از دور آبیاری هر ۱۲ روز و بیشترین میزان پتاسیم با میانگین ۹/۰۶ میلی گرم در گرم ماده خشک از دور آبیاری هر ۴ روز حاصل شد و مقدار پتاسیم در دورهای آبیاری ۴ و ۸ روز تفاوت معنی داری با یکدیگر از لحاظ آماری نداشتند (جدول ۲). در این آزمایش نیتروژن تأثیر معنی داری بر میزان تجمع سدیم در اندام هوایی سنبله نداشت ولی تأثیر آن بر روی پتاسیم معنی دار بود (جدول ۱)؛ به طوری که بالاترین میزان پتاسیم با میانگین ۹/۰۷ میلی گرم در گرم ماده خشک از تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن و کمترین آن به میزان ۷/۰۶ میلی گرم از تیمار عدم مصرف کود بدست آمد؛ به عبارتی تیمار کودی ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن موجب افزایش ۲۲/۷ درصدی پتاسیم در اندام هوایی سنبله نسبت به تیمار شاهد شد؛ اثر متقابل تیمار دور آبیاری و نیتروژن در این آزمایش نیز برای هیچ کدام از این دو عنصر معنی دار نبود (جدول ۳).

بحث

نتایج مشابهی توسط *Khafagi* و همکاران (۱۹۹۶) روی سنبله در مورد کاهش عملکرد دانه در شرایط کمبود آب بدست آمده است. کاهش عملکرد دانه سنبله با افزایش دور آبیاری می تواند مربوط به کاهش ارتفاع گیاه، کاهش سطح برگ و افزایش اختصاص مواد فتوسنتزی به ریشه نسبت به بخش هوایی گیاه باشد

(*Sreevalli et al.*, 2001). برای بوجود آمدن دانه، گیاه نیاز به رشد رویشی مناسب و تولید اندام های تشکیل دهنده آن در مراحل مختلف رشد رویشی و زایشی دارد؛ تأثیر خشکی بر هر یک از اجزای تشکیل دهنده آن می تواند در نهایت منجر به تغییر در عملکرد دانه شود. صفی خانی (۱۳۸۵) نیز در تحقیقات خود گزارش نمود که تنش خشکی در حد ۴۰٪ ظرفیت زراعی مزرعه موجب کاهش عملکرد اندام هوایی گیاه دارویی بادرشبو می شود. افزایش عملکرد دانه با مصرف نیتروژن با نتایج *Misra* و *Srivastava* (۲۰۰۰) روی نعناع مطابقت دارد. بهبود عملکرد دانه سنبله در طی استفاده از کود نیتروژن به دلیل جذب بیشتر نیتروژن توسط گیاه است که منجر به بهبود رشد رویشی شده و از آنجا که سنبله گیاهی رشد نامحدود است و لازمه و زمینه گلدهی آن رشد رویشی و افزایش تعداد غلاف است، عملکرد آن نیز افزایش می یابد. تجمع ترکیب هایی همانند پرولین و کربوهیدرات در بافت سبز گیاه تحت تنش خشکی می تواند تا حدی شرایط لازم برای ادامه جذب آب از محیط ریشه را برای گیاه فراهم آورد، اما اتکای گیاهان به این ترکیب های آلی برای تنظیم اسمزی هزینه بر بوده و گیاه این هزینه را از طریق کاهش عملکرد جبران می کند (*Good & Zaplachinski*, 1994). افزایش پرولین و کربوهیدرات در شرایط خشکی توسط *Slama* و همکاران (۲۰۰۶) و *Ashraf* و *Foolad* (۲۰۰۷) نیز گزارش شده است. براساس نظر *Marschner* (۱۹۹۵) پرولین دارای ساختار نیتروژنی است، از این رو استفاده از نیتروژن می تواند سبب افزایش مقدار آن در گیاه گردد. کاهش یافتن کربوهیدرات با بالا رفتن میزان بکارگیری کود نیتروژن با نتایج *Marschner* (۱۹۹۵) مطابقت دارد که اعلام کرد نیتروژن میزان ماده خشک تولیدی و ترکیب های ازته در

عناصر غذایی از طریق پلاسمودسماتای سلول‌های ریشه می‌گردد (حیدری و همکاران، ۱۳۸۶).

منابع مورد استفاده

- حسنی، ع.، امیدبگی، ر. و حیدری شریف‌آباد، ح.، ۱۳۸۲. بررسی برخی از شاخص‌های مقاومت به خشکی در گیاه ریحان. علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۰(۴): ۷۴-۶۵.
- حیدری، ح.، نادیان، ح.، بخشنده، ع.، عالمی سعید، خ. و فتحی، ق.، ۱۳۸۶. بررسی اثرات سطوح مختلف شوری و نیتروژن بر تنظیم‌کننده‌های اسمزی و جذب عناصر غذایی در گندم. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال یازدهم، ۱۱(۴۰الف): ۲۱۰-۱۹۳.
- زرگری، ع.، ۱۳۶۸. گیاهان دارویی (جلد اول). انتشارات دانشگاه تهران، تهران، ۸۹۴ صفحه.
- صفی‌خانی، ف.، ۱۳۸۵. بررسی جنبه‌های فیزیولوژیک مقاومت به خشکی در گیاه دارویی بادرشبو (*Dracocephalum moldavica* L.). پایان‌نامه دکتری، دانشگاه شهید چمران. مجتمع آموزشی عالی کشاورزی و منابع طبیعی رامین.
- کافی، م. و دامغانی، ع.، ۱۳۷۹. مکانیسم‌های مقاومت گیاهان به تنش‌های محیطی (ترجمه). انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ۴۶۷ صفحه.
- فرزانه، م.، ۱۳۶۹. آگرووشیمی (ترجمه). انتشارات آوای نور، تهران، ۳۱۸ صفحه.
- Abdalla, M.M. and El-Khoshiban, N.H., 2007. The influence of water stress on growth, relative water content, photosynthetic pigments, some metabolic and hormonal contents of two *Triticum aestivum* cultivars. *Journal of Applied Science Research*, 3(12): 2062-2074.
- Ahmad, I.S. and Reid, J.F., 1996. Evaluation of color representations for maize images. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 63(3): 185-195.
- Ashraf, M., Shabaz, M. and Ashraf, M.Y., 2001. Influence of nitrogen supply and water stress on growth and nitrogen, Phosphorus, Potassium and calcium contents in pearl Millet. *Biologia Plantarum*, 44(3): 459-462.
- Ashraf, M. and Foolad, M.R., 2007. Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. *Environmental and Experimental Botany*, 59(2): 206-216.

بافت سبز گیاهان را افزایش می‌دهد و بعکس از میزان مواد قندی می‌کاهد.

میزان کلروفیل در گیاهان زنده یکی از فاکتورهای مهم حفظ ظرفیت فتوسنتزی به‌شمار می‌رود. در این بین با توجه به شدت، مدت و مرحله رشدی، تأثیر خشکی بر هر کدام از مقادیر کلروفیل‌های a و b و نیز مقدار کاروتنوئید در گیاهان متفاوت خواهد بود. کاهش میزان کلروفیل‌ها در این آزمایش با نتایج حاصل از تحقیقات Abdalla و El-Khoshiban (۲۰۰۷) روی گندم، Mohammdkhani و Heidari (۲۰۰۷) روی ذرت و Sanchez-Blanco و همکاران (۲۰۰۶) روی رزماری مطابقت دارد. براساس نظر Marschner (۱۹۹۵) عمده این ترکیب‌ها دارای ساختار نیتروژنی هستند، ازاین‌رو استفاده از نیتروژن می‌تواند تا حد زیادی سبب افزایش مقدار آنها در گیاه گردد.

افزایش سدیم متعاقب تنش خشکی نیز توسط Wang (۲۰۰۰) و El-Tayeb (۲۰۰۶) گزارش شده‌است. افزایش سدیم در شرایط خشکی یک مکانیسم دفاعی است که گیاهان تحت تنش می‌توانند به‌منظور تنظیم فشار اسمزی سلول‌ها و بافت‌های تحت تنش، آن را افزایش داده تا قابلیت جذب آب خود را از خاک افزایش دهند. کاهش پتاسیم در پی تنش خشکی با نتایج Kyoro (۲۰۰۶) و Wu و Xia (۲۰۰۶) مطابقت دارد. کاهش پتاسیم در این شرایط در ارتباط با کاهش آب خاک بوده که منجر به کاهش جریان پتاسیم از خاک به گیاه شده و جذب آن توسط ریشه‌های تحت تنش کاهش پیدا کرده و قابلیت جابجایی آن نیز در اندام‌های گیاه نیز کاهش می‌یابد؛ همچنین غلظت بالای سدیم منجر به کاهش جذب دیگر عناصر غذایی از جمله پتاسیم توسط گیاه می‌شود، زیرا سدیم به‌طور مستقیم سبب تداخل در جذب و انتقال دیگر

- under drought conditions. *Journal of Plant Physiology*, 161(6): 675-682.
- Sanchez, F.J., Manzanares, M., Andres, E.F., Ternorio, J.L. and Ayerbe, L., 1998. Turgor maintenance, osmotic adjustment and soluble sugar and proline accumulation in 49 Pea cultivars in response to water stress. *Field Crop Research*, 59: 225-235.
 - Saneoka, H., Moghaieb, R.E.A., Premachandra, G.S. and Fujita, K., 2004. Nitrogen nutrition and water stress effects on cell membrane stability and leaf water relations in *Agrostis palustris* Huds. *Environmental and Experimental Botany*, 52(2): 131-138.
 - Schaik, A.H., Struik, P.C. and Damian, T.G., 1997. Effects of irrigation and N on the vegetative growth of *Aloe barbadensis* Mill, Aruba. *Tropical Agriculture*, 74(2): 104-109.
 - Schlegel, H.G., 1956. Die verwertung organischer sauren durch chlorella im licht. *Planta*, 47(5): 510-515.
 - Sheteawi, S.A. and Tawfik, K.M., 2007. Interaction effect of some biofertilizers and irrigation water regime on mung bean (*Vigna radiata*) growth and yield. *Journal of Applied Sciences Research*, 3(3): 251-262.
 - Slama, I., Messedi, D., Ghnaya, T., Savoure, A. and Abdelly, C., 2006. Effect of water deficit on growth and proline metabolism in *Sesuvium portulacastrum*. *Environmental and Experimental Botany*, 56(3): 231-238.
 - Sreevalli, Y., Baskaran, K., Chandrashekara, R.S. and kuikkarni, R., 2001. Preliminary observations on the effect of irrigation frequency and genotypes on yield and alkaloid concentration in periwinkle. *Journal of Medicinal and Aromatic Plant Sciences*, 22: 356-358.
 - Tan, W. and Hogan, G.D., 1997. Physiological and morphological responses to nitrogen limitation in jack pine seedlings: potential implications for drought tolerance. *New Forests*, 14: 19-31.
 - Wang, S.Y., 2000. Effect of methyl jasmonate on water stress in strawberry. *Acta Horticulturae*, 516: 89-93.
 - Wu, Q.S. and Xia, R.X., 2006. Arbuscular mycorrhizal fungi influence growth, osmotic adjustment and water stress conditions. *Journal of Plant Physiology*, 163(4): 417-425.
 - Yadav, O.P. and Bhathagar, S.K., 2001. Evaluation of indices for identification of pearl millet cultivars adapted to stress and non stress condition. *Field Crops Research*, 70(3): 201-208.
 - Younis, Y.M.H., Ghirmay, S. and Al-Shihry, S.S., 2000. African *Cucurbita pepo* L.: properties of seed and variability in fatty acid composition of seed oil. *Phytochemistry*, 54: 71-75.
 - Zarco-Tejada, P.J., Miller, J.R., Mohammad, G.H., Noland, T.L. and Sampson, P.H., 2000. Chlorophyll fluorescence effects on vegetation apparent reflectance. *Remote Sensing of Environment*, 74(3): 596-608.
 - Bates. L.S., Waldern, R.P. and Teare, E.D., 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. *Plant and Soil*, 39: 205-207.
 - Bokhari, U.G. and Trent, J.D., 1985. Proline concentration in water stressed grasses. *Journal of Range Management*, 38: 37-38.
 - Dere, S., Gunes, T. and Sivci, R., 1998. Spectrophotometric Determination of Chlorophyll-A, B and Total Carotenoid Contents of Some Algae Species Using Different Solvents. *Turkish Journal of Botany*, 22: 13-17.
 - El-Tayeb, M.A., 2006. Differential response of two *Vicia faba* cultivars to drought: growth, pigments, lipid peroxidation, organic solutes, catalase and peroxidase activity. *Acta Agronomica Hungarica*, 54: 25-37.
 - Good, A.G. and Zaplachinski, S.T., 1994. The effects of drought on free amino acid accumulation and protein synthesis in *Brassica napus*. *Physiologia Plantarum*, 90: 9-14.
 - Iturbe-Ormaetxe, I., Escuredo, P.R., Aresse-Igor, C. and Bacana, M., 1998. Oxidative damage in Pea plants exposed to water deficit or paraquat. *Plant Physiology*, 116: 173-181.
 - Khafagi, A.S.H., Hajar, O.A. and Ibrahim, S.M., 1996. Response of responses *Trigonella foenum-graecum* to water deficit *Trigonella foenum-graecum* to water deficit. *Environment and Arid Land Agriculture Sciences*, 7: 79-88.
 - Kuzentsov, V.I. and Shevykova, N.I., 1999. Proline under stress: biological role, metabolism, and regulation. *Russian Journal of Plant Physiology*, 46: 274-287.
 - Kyoro, H.W., 2006. Effect of salinity on growth, photosynthesis, water relations and solute composition of the potential cash crop halophyte (*Plantago coronopus* L.). *Environmental and Experimental Botany*, 56(2): 136-146.
 - Loggini, B., Scartazza, A., Brugnoli, E. and Navari-Izzo, F., 1999. Antioxidative defense system, pigment composition, and photosynthetic efficiency in two wheat cultivars subjected to drought. *Plant Physiology*, 119(3): 1091-1099.
 - Marschner, H., 1995. *Mineral Nutrition of Higher Plants*. Academic Press London, 889p.
 - Misra, A. and Srivastava, N.K., 2000. Influence of water stress on Japanese mint. *Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants*, 7: 51-58.
 - Mohammadkhani, N. and Heidari, R., 2007. Effects of water stress on respiration, photosynthetic pigments and water content in two maize cultivar. *Pakistan Journal of Biological Science*, 10(22): 4022-4028.
 - Sanchez-Blanco, J., Fernandez, T., Morales, M.A., Morte, A. and Alarcon, J.J., 2006. Variation in water stress, gas exchange, and growth in *Rosmarinus officinalis* plants infected with *Glomus deserticola*

Effects of irrigation interval and nitrogen on seed yield and physiological characteristics of Fenugreek (*Trigonella foenum-gracum* L.)

M. Shokhmgar^{1*}, R. Baradaran², Gh. Mosavi², M. Poyan² and E. Arazmjoo³

1*- Corresponding author, M.Sc. student, Agronomy and Plant Breeding Department, Azad University of Birjand, Birjand, Iran
E- mail: Shokhmgar_m@yahoo.com

2- Agronomy and Plant Breeding Department, Azad University of Birjand, Iran

3- M.Sc. of Agronomy

Received: January 2010

Revised: January 2012

Accepted: January 2012

Abstract

In order to study the effects of irrigation interval and nitrogen on yield and some physiological characteristics of Fenugreek (*Trigonella foenum-gracum* L.), an experiment was carried out as split plot in randomized complete block design with three replications at Islamic Azad University of Birjand, 2009. Treatments included irrigation intervals (4, 8 and 12 days) as main plot and nitrogen fertilizer (0, 50, 100 and 150 kg.ha⁻¹ urea) as subplot. Results showed no significant differences for seed yield in irrigation treatments after 4 and 8 days. Increasing N also led to the increase of seed yield but no significant difference was found for seed yield between 100 and 150 kg.ha⁻¹ urea. Decreasing in water use led to the increase of Na, proline and carbohydrate and decrease of K, Cha, carotenoids and total pigments, but it had no significant effect on Chb. Nitrogen significantly increased chlorophyll a, carotenoids, total pigments, and K. Increasing N up to 50 kg ha led to the increase of carbohydrates but then reduced the carbohydrates of leaf. According to the results obtained in this experiment, it can be stated that Fenugreek is somewhat drought tolerant and considering the importance of this medicinal plant, it can be used in conditions of water scarcity as an alternative for the species that have lower economic value under water deficit.

Key words: Fenugreek (*Trigonella foenum-gracum* L.), irrigation interval, nitrogen, chlorophyll, osmotic adjustments.