فصلنامهٔ علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران
جلد ۲۹، شمارهٔ ۳، صفحهٔ ۵۳۸-۵۲۷ (۱۳۹۲)

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

محسن شخمگر[1*]، رضا برادران[2]، غلامرضا موسوی[2]، محسن پویان[3] و الیاس آرزمجو[4]

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
٤- کارشناس ارشد زراعت

تاریخ دریافت: بهمن ۱۳۸۸ تاریخ اصلاح نهایی: دی ۱۳۹۰ تاریخ پذیرش: دی ۱۳۹۰

چکیده

به‌منظور بررسی اثر دور آبیاری و نیتروژن بر عملکرد و برخی صفات فیزیولوژیک گیاه دارویی شنبلیله (*Trigonella foenum-gracum* L.)، آزمایشی به‌صورت 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 ٤، ۸ و ۱۲ روز) به‌عنوان عامل اصلی و کود نیتروژن (در چهار سطح صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار) به‌عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند. نتایج نشان داد که عملکرد دانه در تیمارهای آبیاری پس از ٤ و ۸ روز تفاوت معنی‌داری نداشت؛ افزایش نیتروژن موجب افزایش عملکرد دانه شد ولی بین مقادیر ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار تفاوت معنی داری از لحاظ عملکرد دانه دیده نشد. کاهش آب مصرفی همچنین موجب افزایش معنی دار 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، می توان بیان کرد که گیاه دارویی شنبلیله تا حدودی به خشکی مقاوم است و با در نظر گرفتن اهمیت این گیاه دارویی، می‌توان در شرایط کمبود آب از آن به‌عنوان جایگزین گیاهانی که ارزش اقتصادی پایین‌تری در شرایط کمبود آب دارند، استفاده نمود.

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

Archive of SID
www.SID.ir

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 & Bhathagar, 2001). شنبلیله از گیاهان دارویی شناخته شده‌ای است که به‌طور عمده به‌منظور استفاده از بذر و یا علوفه آن کشت می‌شود. اثر نرم‌کننده و رفع تحریکات 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 می کند 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 می کند. البته در برخی گزارش ها 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 به‌حساب آید. به‌عنوان مثال، Bokhari و Trent (۱۹۸۵) گزارش کرده اند 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 کلّی جذب نور توسط گیاه می شود. طبق نظر Ahmad و Reid (۱۹۹۶)، جذب زیاد نور خورشید و بازتابش کم آن، شاخص سلامتی جامعه گیاهیست. اصولاً بازتابش از برگ های 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

Archive of SID

www.SID.ir

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

تنش خشکی همچنین می تواند 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 به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک 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 داده‌است گیاهی که خوب تغذیه شده و به مقدار کافی عناصر را دریافت کرده باشد، مقاومت بهتری به خشکی خواهد داشت و در این راستا کمّیت و کیفیت محصول آن نیز تحت تأثیر قرار خواهد گرفت. بسیاری از مطالعات ثابت کرده‌اند که افزایش کاربرد نیتروژن می تواند 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 در تخفیف اثرهای تنش روی رشد گیاهان نخواهد داشت (Ashraf *et al.*, 2001)، ولی نقش نیتروژن به‌عنوان یک تعدیل‌کننده پاسخ‌های فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی و به‌ویژه 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، تنظیم‌کننده‌های اسمزی و جذب عناصر سدیم و پتاسیم در گیاه دارویی شنبلیله بوده‌است.

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 بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. دور آبیاری به عنوان عامل اصلی (در سه سطح ٤، ٨ و ١٢ روز) و مصرف کود نیتروژن (در چهار سطح صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار) به‌عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند. اندازه هر کرت ۳×۲ متر، فاصله بین کرت‌ها نیم متر و فاصله بین بلوک‌ها دو متر در نظر گرفته شد. در درون هر کرت فاصله بین ردیف ها 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

Archive of SID
www.SID.ir

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 کرت های 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 پرولین از روش Bates و همکاران (۱۹۷۳) استفاده شد. در اندازه‌گیری سدیم و پتاسیم از روش خاکسترگیری 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 میلی گرم در گرم ماده خشک محاسبه شدند. برای اندازه‌گیری رنگدانه‌های فتوسنتزی ۰/۲ گرم از برگ های جوان در ۱۰ میلی لیتر 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.

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 داده ها 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 معنی داری بین این تیمار با تیمار دور آبیاری ۴ روز و مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن وجود نداشت (جدول ۳).

پرولین و کربوهیدرات

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

Archive of SID

www.SID.ir

آنها در بافت سبز برگ شنبلیله به‌طور معنی‌داری افزوده شد (جدول ۲). بیشترین مقدار پرولین با میانگین ٤/۱۰ میکرومول در گرم وزن تر برگ و کربوهیدرات با میانگین ۱۳/٦۰ میکروگرم گلوکز در گرم وزن تر برگ از دور آبیاری ۱۲ روز بدست آمد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که نیتروژن تأثیر معنی‌داری روی مقدار پرولین برگ نداشت ولی اثر نیتروژن روی کربوهیدرات برگ معنی‌دار بود (جدول ۱). با وجود این، نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین مقدار پرولین به میزان ۳/۳٦ میکرومول در گرم وزن تر از تیمار ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن بدست آمد که تفاوت معنی‌داری با شاهد داشت. بیشترین مقدار کربوهیدرات با میانگین ۱۱/۳٦ 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 معنی‌داری از لحاظ کربوهیدرات وجود نداشت (جدول ۲). اثر متقابل دور آبیاری و نیتروژن برای این دو صفت معنی‌دار نبود (جدول ۱).

کلروفیل‌ها و کاروتنوئید

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان می‌دهد که دور آبیاری تأثیر معنی‌داری 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 داده‌ها براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵٪ نشان داد که با افزایش دور آبیاری از ٤ 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 به‌ترتیب با میانگین‌های ۱۵/۲٤، ۱۹/٦۷، ۲/۱٦ و ۲۱/۸٤ میکروگرم در گرم وزن تر برگ از دور آبیاری ٤ روز و کمترین مقادیر آنها از دور آبیاری ۱۲ روز بدست آمد. استفاده از نیتروژن نیز بجز کلروفیل b تأثیر معنی‌داری در سطح ۱٪ بر تمامی رنگدانه های مورد مطالعه داشت (جدول ۱) و سبب افزایش آنها گردید. بیشترین مقدار کلروفیل a با میانگین ۱۲/٤۳ میکروگرم در گرم وزن تر برگ از تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن حاصل شد، با وجود این بین سطوح مختلف نیتروژن تفاوت معنی‌داری بر روی کلروفیل a وجود نداشت ولی تفاوت بین این تیمارها با تیمار عدم مصرف کود معنی‌دار بود، به‌طوری‌که موجب افزایش ۱۳/۰۱ درصدی مقدار این رنگدانه نسبت به تیمار شاهد شد (جدول ۲). مقادیر مجموع کلروفیل‌ها، کاروتنوئیدها و مجموع رنگدانه ها نیز در تیمارهای ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن تفاوت معنی‌داری 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 می‌دهد که بیشترین مقدار هر یک از رنگدانه‌ها از دور آبیاری ٤ روز و استفاده از ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار حاصل می شود که با ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن تفاوت معنی‌داری ندارد (جدول ۳).

Archive of SID

www.SID.ir

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

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات								
		عملکرد دانه	پرولین	کربوهیدرات	کلروفیل a	کلروفیل b	مجموع کلروفیل‌ها	کاروتنوئید	مجموع رنگدانه‌ها	سدیم	پتاسیم
تکرار	۲	۳۹۸/٦٦ *	۰/۰۰۸ ns	۰/٤٦ ns	۰/۹۲ ns	۰/۰۷ ns	۱/٤۷ *	۰/۰۱۵ ns	۱/٦٤ *	۰/۱۲ ns	۰/۳۹ ns
دور آبیاری	۲	٤۲۸۹/۷۰**	٦/۹۱۸ **	۸۲/٤۸ **	۱٦۹/۲۹ **	۰/۰٤ ns	۱۷٤/٦۳ **	۱/٦۳۹ **	۲۰۹/۰۲ **	۲٤/۰۲ **	۷/۳٦ **
خطای اصلی	٤	٤٤٦/۳۳	۰/۱۱۸	۰/۳۱	۰/۱۳	۰/۰۹	۰/۱٦	۰/۰۲۰	۰/۲٦	۰/۲۰	۰/۹۲
نیتروژن	۳	۱۰۳٤/٤۵ **	۰/۱۸۱ ns	۲/۷۱ **	٤/۳۷ **	۰/۱۹ ns	٦/۰۹ **	۰/۵۹۸ **	۱۰/۰۸ **	۰/۵٤ ns	۸/۱۵ **
دور آبیاری × نیتروژن	٦	٤۲/٤۵ ns	۰/۰۹۹ ns	۰/۳٦ ns	۱/۱٤ *	۰/۰۷ ns	۱/۱۷ *	۰/۱۲۷ **	۱/۲۱ *	۰/۲۹ ns	۰/۳۰ ns
اشتباه فرعی	۱۸	۹۷/۸۷	۰/۰۷٤	۰/٤۲	۰/۳۳	۰/۰٦۹	۰/۳۱	۰/۰۲۷	۰/۳٦	۰/۱۹	۰/۳۹
ضریب تغییرات	-	۱۱/۳۹	۸/٤۱	٦/۱۳	٤/۸۵	٦/۰۲	۳/٤۷	۹/۳۹	۳/۳٦	۱۰/۳۰	۷/۳۹

*، ** و ns، به‌ترتیب نشان‌دهنده معنی‌دار بودن در سطح ۵٪ و ۱٪ و عدم معنی‌دار بودن می‌باشد.

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۲- نتایج مقایسه میانگین اثرهای اصلی و فرعی 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 (میلی‌گرم در گرم ماده خشک)	پتاسیم (میلی‌گرم در گرم ماده خشک)
				میکروگرم در گرم وزن تر برگ						
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
نیتروژن (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 (I_1= ۴ روز، I_2= ۸ روز و I_3= ۱۲روز)

N= کود اوره برحسب کیلوگرم در هکتار (N_0= مقادیر صفر، N_1= ۵۰، N_2= ۱۰۰ و N_3= ۱۵۰)

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

Archive of SID
www.SID.ir

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 (میلی‌گرم در گرم ماده خشک)	پتاسیم (میلی‌گرم در گرم ماده خشک)
					میکروگرم در گرم وزن تر برگ						
I_1	N_0	۸۹/۸٦ bcd	۲/٤۷۰ d	۸/۷۰۹ de	۱٤/۰۸٤ c	٤/۱۸۹ ab	۱۸/۲۷۳ cd	۱/۸۲٤ cd	۲۰/۰۹۷ d	۲/۹۷ ef	۷/٦۱ d
	N_1	۹۸/٦۲ b	۲/۷۵۷ cd	۸/۸۲۹ de	۱٤/۸٤۵ bc	٤/۲۸۵ ab	۱۹/۱۳۱ bc	۲/۰٦۱ bc	۲۱/۱۹۲ c	۳/۱۷ ef	۹/۳۲ a
	N_2	۱۱۷/٤٦ a	۲/۷۲٤ cd	۸/۵٤۵ e	۱۵/۲۵۸ b	٤/۵۵۳ ab	۱۹/۸۱۱ b	۲/٤٤۸ a	۲۲/۲۵۹ b	۲/٦۷ f	۱۰/۰۷ a
	N_3	۱۱۹/۸۱ a	۲/۷۰۳ cd	۸/۳۳٦ e	۱٦/۷۸۲ a	٤/۷۰۵ a	۲۱/٤۸۷ a	۲/۳۳۹ ab	۲۳/۸۲٦ a	۲/٦۳ f	۹/۲۲ ab
I_2	N_0	۷۵/۲۵ def	۲/۸۳۸ cd	۹/۸٤۱ cd	۱۱/۷۳٤ e	٤/۱٦۳ b	۱۵/۸۹۷ f	۱/۳۷۳ ef	۱۷/۲۷۱ f	٤/۵۹ bc	۷/۳٤ d
	N_1	۸۱/۱۹ bcde	۲/۹۸۸ cd	۱۰/٤۵٤ c	۱۳/۰٦۰ d	٤/۲٦۱ ab	۱۷/۳۲۱ de	۱/٤۱۳ ef	۱۸/۷۳۳ e	٤/۵۷ bc	۹/۰۷ abc
	N_2	۹٤/۳۲ bc	۳/۲۲٦ c	۹/٤۷۰ cde	۱۲/۷٤۰ de	٤/۳۵۱ ab	۱۷/۰۹۱ e	۲/۰٤۳ bc	۱۹/۱۳٦ de	٤/۰۲ cd	۹/۰٤ abc
	N_3	۹۰/۵۳ bcd	۲/۸۲۱ cd	۹/۱٤۸ de	۱۲/۲٦۰ de	٤/٦۹۳ a	۱٦/۹۵٤ e	۲/۰۸۲ bc	۱۹/۰۳٦ de	۳/٦۱ de	۹/۷۲ a
I_3	N_0	۵۹/۰۷ f	۳/۸۳۹ b	۱۳/٦۱٦ b	٦/٦٦۳ g	٤/۳۳۸ ab	۱۱/۰۰۲ h	۱/۱۳٦ f	۱۲/۱۳۸ h	۵/۹٦ a	٦/۲٤ e
	N_1	٦۲/۸٤ ef	۳/۹٦۱ b	۱٤/۸۱۳ b	۸/۰۰۲ f	٤/۳۸۱ ab	۱۲/۳۸۳ g	۱/٦۵۳ de	۱٤/۰۳۷ g	۵/۳۳ ab	۷/۹۹ cd
	N_2	۷٤/٤۱ def	٤/۱۵۱ ab	۱۳/۲۵۲ ab	۸/۳۱۱ f	٤/۲۱٤ ab	۱۲/۵۲۵ g	۱/۵۸٦ de	۱٤/۱۱۲ g	۵/۸۹ a	۸/۱۱ bcd
	N_3	۸۵/۵٤ def	٤/٤٦۵ a	۱۲/۷۲۸ a	۸/۲٤۸ f	٤/۳۲۰ ab	۱۲/۵٦۹ g	۱/۳٦۰ ef	۱۳/۹۲۹ g	۵/۵۷ a	۸/۰۱ cd

I= دور آبیاری (I_1 = ٤ روز، I_2= ۸ روز و I_3= ۱۲ روز)

N= کود اوره برحسب کیلوگرم در هکتار (N_0= مقادیر صفر، N_1= ۵۰، N_2= ۱۰۰ و N_3= ۱۵۰)

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

Archive of SID
www.SID.ir

عناصر سدیم و پتاسیم

براساس نتایج تجزیه واریانس مشخص گردید که دور آبیاری تأثیر معنی‌داری بر میزان عناصر سدیم و پتاسیم در برگ شنبلیله دارد (جدول ۱). با افزایش دور آبیاری از مقدار پتاسیم کاسته و بر میزان تجمع سدیم در بخش هوایی شنبلیله افزوده شد. بیشترین میزان سدیم با میانگین ۵/۶۹ میلی‌گرم در گرم ماده خشک از دور آبیاری هر ۱۲ روز و بیشترین میزان پتاسیم با میانگین ۹/۰۶ میلی‌گرم در گرم ماده خشک از دور آبیاری هر ٤ روز حاصل شد و مقدار پتاسیم در دورهای آبیاری ٤ و ۸ روز تفاوت معنی‌داری با یکدیگر از لحاظ آماری نداشتند (جدول ۲). در این آزمایش نیتروژن تأثیر معنی‌داری بر میزان تجمع سدیم در اندام هوایی شنبلیله نداشت ولی تأثیر آن بر روی پتاسیم معنی‌دار بود (جدول ۱)؛ به‌طوری‌که بالاترین میزان پتاسیم با میانگین ۹/۰۷ میلی‌گرم در گرم ماده خشک از تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن و کمترین آن به میزان ۷/۰٦ میلی‌گرم از تیمار عدم مصرف کود بدست آمد؛ به‌عبارتی تیمار کودی ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن موجب افزایش ۲۲/۷ درصدی پتاسیم در اندام هوایی شنبلیله نسبت به تیمار شاهد شد؛ اثر متقابل تیمار دور آبیاری و نیتروژن در این آزمایش نیز برای هیچ کدام از این دو عنصر معنی‌دار نبود (جدول ۳).

بحث

نتایج مشابهی توسط Khafagi و همکاران (۱۹۹٦) روی شنبلیله در مورد کاهش عملکرد دانه در شرایط کمبود آب بدست آمده‌است. کاهش عملکرد دانه شنبلیله با افزایش دور آبیاری می‌تواند 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 اندام‌های تشکیل‌دهنده آن در مراحل مختلف رشد رویشی و زایشی دارد؛ تأثیر خشکی بر هر یک از اجزای تشکیل‌دهنده آن می‌تواند در نهایت منجر به تغییر در عملکرد دانه شود. صفی‌خانی (۱۳۸۵) نیز در تحقیقات خود گزارش نمود که تنش خشکی در حد ٤۰٪ ظرفیت زراعی مزرعه موجب کاهش عملکرد اندام هوایی گیاه دارویی بادرشبو می‌شود. افزایش عملکرد دانه با مصرف نیتروژن با نتایج Misra و Srivastava (۲۰۰۰) روی نعناع مطابقت دارد. بهبود عملکرد دانه شنبلیله در طی استفاده از کود نیتروژن به‌دلیل جذب بیشتر نیتروژن توسط گیاه است که منجر به بهبود رشد رویشی شده و از آنجا که شنبلیله گیاهی رشد نامحدود است و لازمه و زمینه گلدهی آن رشد رویشی و افزایش تعداد غلاف است، عملکرد آن نیز افزایش می‌یابد.

تجمع ترکیب‌هایی همانند پرولین و کربوهیدرات در بافت سبز گیاه تحت تنش خشکی می‌تواند تا حدی شرایط لازم برای ادامه جذب آب از محیط ریشه را برای گیاه فراهم آورد، اما اتّکای گیاهان به این ترکیبهای آلی برای تنظیم اسمزی هزینه‌بر بوده و گیاه این هزینه را از طریق کاهش عملکرد جبران می‌کند (Good & Zaplachiniski, 1994). افزایش پرولین و کربوهیدرات در شرایط خشکی توسط Slama و همکاران (۲۰۰٦) و Ashraf و Foolad (۲۰۰۷) نیز گزارش شده‌است. براساس نظر Marschner (۱۹۹۵) پرولین دارای ساختار نیتروژنی است، ازاین‌رو استفاده از نیتروژن می‌تواند 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 ترکیب‌های ازته در

Archive of SID

www.SID.ir

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 کلروفیل ها در این آزمایش با نتایج حاصل از تحقیقات Abdalla و El-Khoshiban (۲۰۰۷) روی گندم، Mohammadkhani و Heidari (۲۰۰۷) روی ذرت و Sanchez-Blanco و همکاران (۲۰۰٦) 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 (۲۰۰٦) گزارش شده‌است. افزایش سدیم در شرایط خشکی یک مکانیسم دفاعی است که گیاهان تحت تنش می‌توانند به‌منظور تنظیم فشار اسمزی سلول ها 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 (۲۰۰٦) و Wu و Xia (۲۰۰٦) 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 ازجمله پتاسیم توسط گیاه می‌شود، زیرا سدیم به‌طور مستقیم سبب تداخل در جذب و انتقال دیگر عناصر غذایی از طریق پلاسمودسماتای سلول‌های ریشه می‌گردد (حیدری و همکاران، ۱۳۸٦).

منابع مورد استفاده

- حسنی، ع.، امیدبیگی، ر. و حیدری شریف‌آباد، ح.، ۱۳۸۲. بررسی برخی از شاخص‌های مقاومت به خشکی در گیاه ریحان. علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۰(٤): ۷٤-٦۵.
- حیدری، ح.، نادیان، ح.، بخشنده، ع.، عالمی‌سعید، خ. و فتحی، ق.، ۱۳۸٦. 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(٤۰(الف)): ۲۱۰-۱۹۳.
- زرگری، ع.، ۱۳٦۸. گیاهان دارویی (جلد اول). انتشارات دانشگاه تهران، تهران، ۸۹٤ 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 تنش های محیطی (ترجمه). انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ٤٦۷ صفحه.
- فرزانه، م.ه.، ۱۳٦۹. آگروشیمی (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.

Archive of SID

www.SID.ir

- 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 Zaplachiniski, 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* 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.

Archive of SID

www.SID.ir

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

M. Shokhmgar[1*], R. Baradaran[2], Gh. Mosavi[2], M. Poyan[2] and E. Arazmjoo[3]

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.

Archive of SID

www.SID.ir