تاثیر کودهای زیستی فسفر و نیتروژن بر صفات کمی و کیفی گیاه دارویی گاوزبان (*Borago officinalis* L .) تحت تنش کمبود آب

Effect of Nitrogen and Phosphorous Biofertilizers on Quantitative and Qualitative Traits of Borage (*Borago officinalis* L.) under Water Deficit Stress

افشین کرمی[۱]، علی سپهری[۲*]، جواد حمزه‌یی[۲] و قباد سلیمی[۳]

چکیده

به‌منظور بررسی اثر کودهای زیستی نیتروکسین و بیوفسفات بر صفات کمی و کیفی گیاه دارویی گاوزبان در شرایط تنش کمبود آب آزمایشی در سال ۱۳۹۰ در کرمانشاه اجرا گردید. تنش کمبود آب شامل مراحل رویشی، زایشی، رویشی+زایشی و بدون تنش بودند. تیمارهای کودی شامل سه سطح مصرف ۱۰۰٪ کودهای شیمیایی، ۵۰٪ کودهای شیمیایی+ زیستی و ۲۵٪ کودهای شیمیایی+زیستی بود. براساس نتایج به‌دست آمده تیمارهای مورد بررسی اثر معنی‌داری بر ارتفاع گیاه، تعداد ساقه‌های فرعی، عملکرد سرشاخه گلدار، درصد و عملکرد اسانس و موسیلاژ گاوزبان داشتند. بیش‌ترین تعداد ساقه‌های فرعی، ارتفاع، عملکرد سرشاخه گلدار و عملکرد موسیلاژ و اسانس در شرایط بدون تنش و با مصرف ۵۰٪ کودهای شیمیایی+ زیستی و کم‌ترین مقادیر نیز در شرایط تنش رویشی+ زایشی و با مصرف ۲۵٪ کودهای شیمیایی+ زیستی حاصل شد. مصرف تلفیقی۵۰٪ کودهای شیمیایی+ زیستی نسبت به استفاده ۱۰۰٪ کودهای شیمیایی، در تنش رویشی ۱۴ درصد و در تنش زایشی ۱۹ درصد ارتفاع گیاه را بهبود بخشید. اثر متقابل تیمارهای کودی و تنش کم آبی در اکثر صفات معنی‌دار بود. بیش‌ترین عملکرد اسانس و موسیلاژ به‌ترتیب با ۷/۱۸ و ۷۴/۹۴ کیلوگرم در هکتار در تیمار ۵۰ ٪ کودهای شیمیایی+ زیستی و در شرایط بدون تنش حاصل گردید.

واژه‌های کلیدی: کودهای زیستی، تنش، گاوزبان، موسیلاژ، اسانس

۱ و ۲. به‌ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت و استادیاران گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان.

۳. عضو هیات علمی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد کرمانشاه

*: نویسنده مسوول Email: Sepehri110@yahoo.com

مقدمه

گیاهان دارویی از دیرباز دارای جایگاه ویژه‌ای در نظام سنتی کشاورزی ایران بوده و استفاده از این گیاهان به‌عنوان دارو برای پیش‌گیری و درمان بیماری‌ها از روزگاران کهن مورد توجه متخصصان طب سنتی قرار داشته است. گیاهان دارویی با منابع غنی از متابولیت‌های ثانوی، مواد موثره اساسی بسیاری از داروها را تامین می‌کنند. گرچه بیوسنتز متابولیت‌های ثانویه به‌صورت ژنتیکی کنترل می‌شود، ولی ساخت آن‌ها به شدت توسط عوامل محیطی تحت تاثیر قرار می‌گیرد (امیدبیگی، ۱۳۷۴). امروزه به‌دلیل مشخص شدن عوارض جانبی داروهای شیمیایی، رویکرد عمومی به مصرف داروهای گیاهی در حال افزایش است (*هکل و سوستریکوا*[1]، 2006).

گاوزبان اروپایی .*Borago officinalis* L گیاهی است یکساله که دارای خواص متعدد دارویی، صنعتی و علوفه‌ای می‌باشد. از سرشاخه‌گلدار گاوزبان به‌علت دارا بودن ترکیبات مختلف از جمله گام، موسیلاژ و غیره در طب سنتی استفاده فراوان می‌شود. به‌نظر می‌رسد که گاوزبان از نواحی غربی مدیترانه، اسپانیا و آفریقای شمالی منشا گرفته و از آن‌جا به مناطق دیگر انتقال یافته است (نقدی‌بادی و همکاران، ۱۳۸۶).

سلامت محصولات تولید شده در سیستم‌های مختلف از نظر وجود بقایای سموم و مواد شیمیایی و تاثیر آن‌ها بر سلامت انسان و محیط زیست، توجه ویژه‌ای را به روش‌های تولید و نهاده‌های به‌کار رفته در امر تولید معطوف داشته است. در سال‌های اخیر در پی بحران آلودگی‌های زیست محیطی تلاش‌های گسترده‌ای به‌منظور یافتن راه‌کارهای مناسب برای بهبود کیفیت خاک و محصولات کشاورزی، حذف آلاینده‌ها و حفظ پایداری اکوسیستم‌های طبیعی آغاز شده است (خاوازی و همکاران، ۱۳۸۴). یکی از ارکان اساسی در کشاورزی پایدار استفاده از کودهای زیستی در اکوسیستم‌های زراعی با هدف حذف یا کاهش مصرف نهاده-های شیمیایی است (*شارما*[2]، 2002). کودهای زیستی در برخی موارد به‌عنوان جایگزین و در اکثر موارد به‌عنوان مکمل کودهای شیمیایی می‌توانند پایداری تولید نظام‌های کشاورزی را تضمین کنند (*هن*[3] و همکاران، 2006). کودهای زیستی متشکل از میکروارگانیسم‌های مفیدی هستند که هریک به‌منظور خاصی مانند تثبیت نیتروژن، رهاسازی یون-های فسفات، پتاسیم، آهن و غیره تولید می‌شوند .این میکروارگانیسم‌ها معمولاً در اطراف ریشه مستقر شده و گیاه را در جذب عناصر یاری می‌کنند (*وو*[4] و همکاران، 2005). اکنون مسلم است این باکتری‌ها بیش از یک نقش دارند، یعنی علاوه بر کمک به جذب عنصری خاص باعث جذب سایر عناصر، کاهش بیماری‌ها، بهبود ساختمان خاک، تحریک بیش‌تر رشد گیاه و افزایش کمی و کیفی محصول و افزایش مقاومت گیاه به تنش‌های محیطی می‌شوند (*ناگاناندا*[5] و همکاران،2010).

گیاهان در طی دوران رشد خود با تنش‌های متعدد محیطی مواجه می‌شوند که هر یک از آن‌ها می‌توانند با توجه به میزان حساسیت و مرحله رشدی گیاه اثرات متفاوتی بر رشد و عملکرد داشته باشند. کمبود آب از مهم‌ترین عوامل محیطی کاهش رشد و عملکرد بسیاری از گیاهان زراعی، باغی و دارویی به خصوص در مناطق خشک و نیمه خشک دنیاست (حیدری و همکاران، ۱۳۸۵). تنش خشکی یا کم‌آبی در مراحل مختلف رشد، به خصوص مراحل گلدهی و دانه-بندی محدود کننده عملکرد است (کلامیان و همکاران، ۱۳۸۴). کمبود رطوبت در عملکرد و مواد موثره گیاهان دارویی دارای ویژگی‌های خاصی است که باید به‌طور کامل مورد ارزیابی قرار گیرد. با توجه به این‌که خشکی از ویژگی-های بارز جغرافیایی کشور ماست، لذا شناخت ارتباط کمبود آب و رشد محصولات در مراحل مختلف رشدی گیاه و بررسی واکنش‌های مرفولوژیکی در مقابله با تنش، مفید واقع خواهند بود (کوچکی و نصیری محلاتی، ۱۳۷۱).

بابایی و همکاران (۱۳۸۹) اذعان داشتند که تنش خشکی ارتفاع بوته، تعداد ساقه‌جانبی، وزن خشک اندام رویشی آویشن را کاهش می‌دهد. *شوبهارا*[6] و همکاران (2004) در بررسی‌های خود بر روی گیاه همیشه‌بهار دریافتند که ارتفاع و تعداد گل در شرایط تنش‌خشکی به شدت کاهش یافت. رضاپور و همکاران (۱۳۹۰) طی آزمایشی بر روی گیاه دارویی سیاهدانه گزارش کردند که تنش خشکی موجب کاهش بیوماس گیاهی، ارتفاع بوته، عملکرد اسانس و عملکرد دانه گردید اما با تشدید تنش درصد اسانس افزایش یافت. در مطالعه‌ای که توسط اردکانی و همکاران (۱۳۸۶) بر روی بادرنجبویه انجام شد مشاهده گردید که تنش کم‌آبی بر عملکرد اندام هوایی، عملکرد و بازده اسانس، ارتفاع، تعداد پنجه طول میان‌گره تاثیر می‌گذارد. حسنی و امیدبیگی

1. Hecl and Sustrikova
2. Sharma
3. Han *et al.*
4. Wu *et al.*
5. Nagananda *et al.*
6. Shubhra *et al.*

(۱۳۸۱) اظهار داشتند با کاهش مقدار آب خاک عملکرد اسانس کاهش و در مقابل درصد اسانس افزایش یافت.

محمد ورزی و همکاران (۱۳۸۹) اظهار داشتند که استفاده تلفیقی از باکتری‌های محرک رشد (نیتروکسین و بیوفسفر) به‌همراه کودهای نیتروژنه علاوه بر کاهش مصرف کودهای شیمیایی منجر به افزایش نیتروژن و فسفر دانه آفتابگردان نسبت به تیمار بدون باکتری شد. *فاطما*[1] و همکاران (2006) در تحقیقی بر روی مرزنجوش گزارش کردند کودهای زیستی نیتروژنه و باکتری‌های حل‌کننده فسفات می‌توانند جایگزین کودهای معدنی نیتروژن و فسفر در زراعت این گیاه. *ناگاناند*ا و همکاران (2010) مشاهده کردند که اعمال کودهای زیستی نیتروژنه بر روی گیاه شنبلیله موجب بهبود و تسریع در مرحله جوانه‌زنی و رشد شنبلیله می‌گردد. شایان ذکر است که استفاده از کودهای زیستی موجب افزایش مقاومت گیاهان نسبت به تنش نیز می‌گردد (*ساراوناکومار*[2] و همکاران، 2011).

استفاده از کودهای زیستی و باکتری‌های محرک رشد در ارتقای بنیه بذر و گیاهچه ممکن است بذرها و در نهایت گیاهچه‌ها و بوته‌های ایجاد شده را در تحمل نسبت به تنش‌های محیطی از جمله تنش کم‌آبی و خشکی قوی سازد. به همین دلیل به‌عنوان یک تیمار قبل از بذرکاری پیشنهاد می‌شود (*رامامورثای*[3]، 2000). بابایی و همکاران (۱۳۸۷) اظهار داشتند تلقیح بذر آفتابگردان با باکتری‌های تثبیت کننده ازت قابلیت سبز شدن بذرها را افزایش داده و میزان دانه پوک گیاهان حاصل از تنش کم‌آبی را به مقدار زیادی کاهش داد، هم‌چنین نامبرده بیان نمود که تلقیح بذر با باکتری‌های تثبیت کننده ازت وزن، طول و بنیه گیاهچه را نسبت به‌عدم تلقیح در شرایط تنش کم‌آبی افزایش داد. ربیعیان و همکاران (۱۳۸۸) اظهار داشتند که مصرف کودهای زیستی حاوی باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن و باکتری‌های حل کننده فسفات خاک علاوه بر بهبود عملکرد و اجزای عملکرد نخود رقم پیروز موجب تعدیل تنش کم آبیاری و کاهش اثر منفی آن شده است.

از آن‌جا که هدف جهانی در تولید گیاهان دارویی به سمت بهبود کیفیت، کمیت و سلامت ماده موثره می‌باشد، به نظر می‌رسد که تغذیه سالم این گیاهان از طریق کاربرد کودهای زیستی دارای تطابق بیش‌تری با اهداف تولید گیاهان دارویی داشته باشد. از طرف دیگر استفاده از کودهای زیستی به‌منظور کاهش مصرف کودهای شیمیایی و افزایش عملکرد گیاهان یک مسئله مهم در جهت حرکت به سمت کشاورزی پایدار می‌باشد که تحت تنش آب می‌تواند از اهمیت مضاعفی برخوردار باشد (عباس‌زاده، ۱۳۸۴). لذا هدف این پژوهش بررسی تاثیر کاربرد کودهای زیستی به‌همراه کودهای شیمیایی بر عملکرد گیاه گاوزبان در شرایط تنش کمبود آب است.

مواد و روش‌ها

آزمایش در بهار ۱۳۹۰ در شرایط آب و هوایی کرمانشاه به‌صورت کرت‌های خرد شده و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا گردید. عامل اصلی طرح شامل تنش کمبود آبی در چهار سطح، تنش در مرحله ساقه دهی (رویشی) D_1، تنش در مرحله گلدهی (زایشی) D_2، تنش در مراحل رویشی+ زایشی D_3 و آبیاری کامل (شاهد) D_4 بود. تنش کم آبی با یک مرحله قطع آبیاری در مرحله مورد نظر اعمال گردید. عامل فرعی طرح شامل عامل کودی در سه سطح مصرف ۱۰۰ درصد کودهای شیمیایی توصیه شده مزرعه (F_1)، ۵۰ درصد کودهای شیمیایی توصیه شده مزرعه + کودهای زیستی (F_2) و مصرف ۲۵ درصد کودهای شیمیایی توصیه شده مزرعه + کودهای زیستی (F_3) بود. مقدار و روش مصرف کودهای زیستی در همه تیمارهای حاوی کودهای زیستی یکسان صورت گرفت. مقدار مصرف کودهای شیمیایی اوره، سوپر فسفات تریپل و سولفات پتاسیم به‌ترتیب ۱۰۰، ۲۰۰ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار بر اساس آزمایش خاک تعیین گردید. بافت خاک سیلتی‌کلای، با اسیدیته ۷/۵، هدایت الکتریکی ۰/۸ دسی‌زیمنس و مقدار نیتروژن و فسفر آن به‌ترتیب ۰/۰۹ درصد و ۸/۶ پی‌پی‌ام بود. کشت در ۳۶ کرت با ابعاد ۲/۵×۶ متر با فاصله بین ردیف ۵۰ و فاصله روی ردیف ۳۰ سانتی‌متر انجام گرفت. پس از کشت آبیاری اولیه انجام پذیرفت و به‌منظور حصول اطمینان از سبز شدن بذرها، آبیاری دوم به فاصله چهار روز پس از کشت و آبیاری‌های بعدی با فاصله هفت روز و به روش نشتی با سیفون انجام شد. هر بار آبیاری با رسیدن رطوبت خاک به حد ظرفیت زراعی انجام گرفت. کودهای زیستی مورد استفاده *نیتروکسین*[4] (حاوی مجموعه‌ای از سوش‌های باکتری‌های تثبیت کننده ازت شامل *آزتوباکتر*[5] و *آزوسپیریلیوم*[6]) به میزان دو لیتر در هکتار و کود زیستی

1. Fatma *et al.*
2. Saravanakumar
3. Ramamoorthy
4. Nitroxin
5. Azotobacter sp.
6. Azospirillium sp.

بیوفسفات[1] (حاوی مجموعه‌ای از سوش‌های *باسیلوس*[2] و *سودوموناس*[3]) به میزان ۱۰۰ گرم در هکتار و به روش اختلاط با بذر استفاده گردید. بذرهای گاوزبان اروپایی *Borago officinalis* L. از موسسه پاکان بذر اصفهان تهیه گردید. در پایان صفات ارتفاع گیاه، تعداد ساقه‌های فرعی در بوته، عملکرد خشک سرشاخه‌های‌گلدار، درصد و عملکرد اسانس هم‌چنین درصد و عملکرد موسیلاژ اندازه‌گیری شد. اسانس‌گیری از سرشاخه گلدار پس از خشک نمودن نمونه‌ها با آون (به مدت ۴۸ ساعت و در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد) به روش تقطیر با آب و توسط دستگاه کلونجر انجام گردید (*افلاطونی*[4]، 2005). برای این منظور ۱۰۰ گرم نمونه خشک شده به همراه آب مقطر به مدت ۱۲۰ دقیقه در بالن کلونجر جوشانده شده و سپس جریان قطع و اندازه‌گیری بر حسب میلی‌لیتر انجام گرفت (*افلاطونی*، 2005). برای تعیین درصد موسیلاژ از روش استخراج سرد استفاده گردید، به‌طوری‌که ۱۰ گرم سرشاخه گلدار انتخاب و آسیاب گردید. ماده گیاهی با ۱۰۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر اسیدی شده با اسید کلریدریک ۰/۲ نرمال مخلوط به مدت ۱۲ ساعت در دمای آزمایشگاه به‌وسیله شیکر هم زده شد و این عمل ۲ بار متوالی تکرار و عصاره‌های حاصل شده با هم ترکیب گردید و به محلول موسیلاژی، ۴ حجم اتانول ۹۶ درصد افزوده و اجازه داده شد تا موسیلاژ طی شب و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد رسوب نماید (پیری‌قارنایی و همکاران، ۱۳۸۸). آنالیز آماری طرح با استفاده از نرم‌افزارهای SAS و MSTAT-C و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار و در سطح احتمال پنج درصد ($P\leq0/05$) استفاده گردید.

نتایج و بحث

ارتفاع گیاه

اثر تنش کمبود آب بر ارتفاع گیاه معنی‌دار بود (جدول ۱). بیش‌ترین ارتفاع گیاه در تیمار بدون تنش و کم‌ترین ارتفاع در تیمار تنش رویشی + زایشی حاصل گردید (جدول ۲). تنش کم آبی در مراحل رویشی + زایشی ۲۲ درصد ارتفاع گیاه را نسبت به تیمار شاهد کاهش داد (جدول ۲). تیمار کودی اثر معنی‌داری بر ارتفاع داشت و بیش‌ترین ارتفاع گیاه در تیمار ۵۰ درصد کودهای شیمیایی+ زیستی و کم‌ترین ارتفاع نیز در تیمار ۲۵٪ کودهای شیمیایی+ زیستی مشاهده شد (جدول۲). اثر متقابل تیمارهای کودی در تنش کمبود آب معنی‌دار بود و بیش‌ترین ارتفاع گیاه (۸۴/۶۶ سانتی‌متر) در تیمار بدون تنش به‌همراه عامل کودی ۵۰٪ کود شیمیایی + زیستی حاصل گردید و کم‌ترین ارتفاع گیاه (۵۱/۷۳ سانتی‌متر) نیز در تیمار تنش رویشی + زایشی و مصرف ۲۵٪ کود شیمیایی + زیستی به‌دست آمد (جدول ۳). از اولین نشانه‌های کمبود آب، کاهش فشار آماس و در نتیجه کاهش رشد و توسعه سلول به‌ویژه در ساقه و برگ‌هاست. با کاهش رشد سلول، اندازه اندام محدود می‌شود و به همین دلیل اولین اثر محسوس کم آبی بر گیاهان را می‌توان از روی اندازه کوچک‌تر برگ‌ها و ارتفاع کم‌تر گیاهان تشخیص داد. ارتفاع بوته مانند هر اندام رویشی یا زایشی دیگر شدیداً تحت تاثیر عناصر غذایی و آب قرار می‌گیرد (*ارکوسا*[5] و همکاران، 2002). دسترسی گیاه به آب و عناصر غذایی کافی، به‌خصوص نیتروژن از طریق تاثیر بر روی تقسیم و بزرگ شدن سلول‌ها در افزایش ارتفاع بوته بسیار موثر می‌باشد. *وو* و همکاران (2005) علت بهبود ارتفاع گیاه ذرت تلقیح شده با کودهای زیستی را افزایش جذب عناصر غذایی و بهبود فتوسنتز عنوان کردند. با توجه به اثر متقابل بین تیمارها، اختلاف ارتفاع را می‌توان به تاثیر مثبت کودهای زیستی در بهبود شرایط تغذیه‌ای گیاهان در شرایط تنش در نظر گرفت.

ساقه فرعی

بر اساس نتایج تجزیه واریانس تنش کمبود آب تاثیر معنی‌داری در سطح احتمال ($P\leq0/05$) بر تعداد ساقه فرعی داشت (جدول ۱). بیش‌ترین تعداد ساقه فرعی در تیمار بدون تنش و کم‌ترین تعداد در تنش رویشی + زایشی مشاهده گردید (جدول ۲). تیمار کودی اثر معنی‌داری بر تعداد ساقه فرعی داشت (جدول ۱). بیش‌ترین تعداد ساقه فرعی در بوته با کاربرد تلفیقی ۵۰٪ کود شیمیایی + زیستی و کم‌ترین تعداد با ۲۵٪ کودهای شیمیایی + زیستی مشاهده شد (جدول ۲). *محفوظ* و *شرف الدین*[6] (2007) بیان کردند بیش‌ترین تعداد ساقه فرعی در رازیانه از ۵۰٪ کود شیمیایی + کودهای زیستی حاصل شده است که با نتیجه آزمایش حاضر مطابقت دارد. در آزمایشی بر روی گندم نیز گزارش گردید که استفاده از باکتری‌های ازتوباکتر، آزوسپریلیوم و سودوموناس و تلقیح بذرها با این سوش باکتری‌ها موجب بهبود ۲۲ درصدی پنجه‌زنی نسبت به شاهد شد (نجاری-صادقی و همکاران، ۱۳۸۷).

1. Biophosphot
2. Bacillus sp.
3. Pseudomonas sp.
4. Aflatuni
5. Erkossa *et al.*
6. Mahfouz & Sharaf-Eldin

جدول۱: تجزیه واریانس تاثیر سطوح مختلف تنش کمبود آب و تیمارهای کودی در گیاه دارویی گاوزبان

Table 1: Analysis of variance for different levels of water deficit stress and fertilizer treatments on *Borago Officinalis* L.

Means of squre							Degree of Freedom	Source of Variation
mucilage yield (kg/ha)	mucilage %	Essential oil yeild (kg/ha)	Essential oil %	florescence yield (kg/ha)	Number of Branches in Plant	Plant Height (cm)		
25/63 ns	0/1131 ns	0/654 ns	0/002ns	60051/813 ns	0/610 ns	6.56 ns	2	Replication
400/91**	14/927**	11/55**	0/028**	2200823/24**	17/06**	449/09**	3	Stress (D)
39/28	0/042	0/618	0/0013	46657/94	0/19	15/35	6	Error1
1730/20**	2/841**	8/22**	0/0016**	555280/39**	2/04 **	727/31**	2	Fertilizer (F)
160/66 **	0/478**	1/37**	0/0002ns	149037/30**	0/54 ns	39/357*	6	D × F
11/562	0/0525	0/117	0/0001	11506/003	0/121	14/03	16	Error2
7/81	5/31	9/06	3/72	9/68	6/37	5/8	-	CV%

**: Significant at 1% level of probability. *: Significant at 5% level of probability. ns: not significant

جدول۲: مقایسه میانگین‌های تاثیر تنش کمبود آبی و تیمارهای کودی بر گاوزبان

Table 2: Mean comparison of different levels of water deficit stress and fertilizer treatments on *Borago Officinalis* L.

mucilage yield (kg/ha)	mucilage %	Essential oil yield (kg/ha)	Essential oil %	florescence yield (kg/ha)	Number of Branches in Plant	Plant Height (cm)	Treatments
45/90 b	3/68 c	4/03 b	0/323 b	1241/1 b	4/67 c	61/62 c	Stress in vegetative stage (D_1)
41/90 c	4/88 b	3/39 b	0/395 a	856/8 c	6/01 b	66/20 b	Stress in reproductive stage (D_2)
35/17 d	5/79 a	2/48 c	0/414 a	598/3 d	4/05 d	56/96 d	Vegetative + reproductive (D_3)
50/98 a	2/87 d	5/17 a	0/296 b	1734/9 a	7/13 a	73/54 a	Control (D_4)
41/15 b	4/37 b	3/50 b	0/351 b	1042/92 b	5/45 b	63/22 b	100% chemical fertilizer (F_1)
56/49 a	4/75 a	4/70 a	0/371 a	1374/88 a	5/89 a	72/95 a	50% of chemical fertilizer + biofertilizer (F_2)
32/82 c	3/79 c	3/11 c	0/350 b	932/58 c	5/06 c	57/56 c	25% of chemical fertilizer + biofertilizer (F_3)

Means in each column, followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level

جدول۳: اثر متقابل تاثیر سطوح مختلف تنش کمبود اب و تیمارهای کودی در گیاه دارویی گاوزبان

Table 3: Interaction effects of different levels of water deficit stress and fertilizer treatments on *Borago Officinalis* L.

mucilage yield (kg/ha)	mucilage %	Essential oil yeild (kg/ha)	Essential oil %	florescence yield (kg/ha)	Number of Branches in Plant	Plant Height (cm)	Treatments	
41/73 cde	3/640 ef	3/72 cd	0/3203 de	1155/83 d	4/53 e	58/76 e	F_1	D_1
57/94 b	4/033 e	4/82 b	0/3331 d	1444/1 bc	5/23 d	68/86 cd	F_2	
38/03 ef	3/386 fg	3/55 cde	0/3163 ed	1123/17 d	4/26 ef	57/23 ef	F_3	
41/05 def	4/810 cd	3/24 def	0/3796 c	854/17 ef	6/03 bc	62/76 ed	F_1	D_2
47/45 c	5/113 c	3/90 c	0/4211 a	928/17 e	6/40 b	77/66 b	F_2	
37/216 efg	4/720 cd	3/04 ef	0/3870 bc	788/17 ef	5/60 cd	58/16 ef	F_3	
35/23 fg	6/113 b	2/34 gh	0/4078 ab	575/83 g	3/96 ef	58/53 e	F_1	D_3
45/651 cd	6/653 a	2/89 fg	0/4222 a	685/23 fg	4/40 ef	60/63 e	F_2	
24/637 h	4/610 d	2/21 h	0/4141 a	534/17 g	3/80 f	51/73 f	F_3	
46/58 cd	2/946 h	4/72 b	0/2977 ef	1585.83 b	7/26 a	72/83 bc	F_1	D_4
74/94 a	3/226 gh	7/18 a	0/3058 e	2334/17 a	7/53 a	84/66 a	F_2	
31/424 g	2/446 i	3/62 cde	0/2839 f	1284/83 cd	6/60 b	63/13 ed	F_3	

Means in each column, followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level.

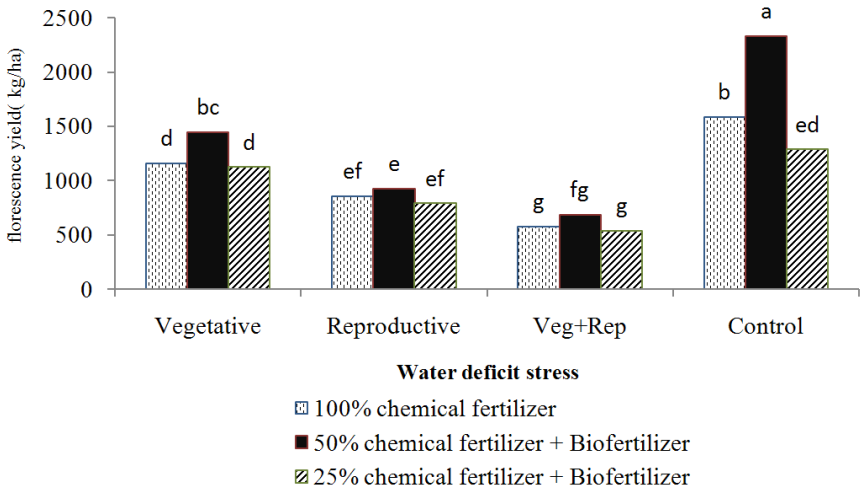
اثر متقابل تنش کم‌آبی و تیمارهای کودی بر تعداد ساقه فرعی معنی‌دار نبود (جدول ۱). بنابر نتایج حاصل شده تنش کم آبی موجب کاهش ساقه‌دهی گاوزبان گردید. به‌طوری‌که تنش رویشی ۳۴/۵ درصد و تنش زایشی ۱۵/۷ درصد و تنش رویشی + زایشی ۴۳/۱ درصد ساقه‌دهی را نسبت به شرایط بدون تنش تقلیل داد. در حالت کلی وقوع تنش، سبب کاهش تولید مواد فتوسنتزی و کاهش توسعه رویشی در گیاه می‌شود، از علایم کاهش توسعه رویشی می‌توان به کاهش تعداد ساقه فرعی در گیاه اشاره کرد (صفی‌خانی، ۱۳۸۶). اردکانی و همکاران (۱۳۸۶) اظهار داشتند که کم‌ترین تعداد پنجه در گیاه دارویی بادرنجبویه در تیماری که بیش‌ترین تنش را داشت مشاهده گردید. هم‌چنین امیدبیگی و همکاران (۱۳۸۹) بر روی گیاه دارویی گل مکزیکی مشاهده کردند که با افزایش تنش خشکی ساقه‌فرعی کاهش می‌یابد. از طرف دیگر ساقه‌دهی زیاد تحت شرایط خشکی یک صفت نامطلوب به حساب می‌آید زیرا باعث مصرف بیهوده رطوبت خاک می‌گردد. بنابراین کاهش تعداد ساقه‌های جانبی در شرایط تنش شدید آبی را شاید بتوان به‌عنوان یک مکانیسم سازگاری برای گیاه گاوزبان در نظر گرفت.

عملکرد سرشاخه‌گلدار

بنابر نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل داده‌ها، تنش کم آبی بر عملکرد سرشاخه گلدار اثر معنی‌دار داشت (جدول ۱). به‌طوری‌که بیش‌ترین سرشاخه گلدار در شرایط بدون تنش به‌دست آمد. کم‌ترین مقدار نیز در شرایط ناشی از تنش‌های رویشی + زایشی حاصل گردید (جدول ۲). تنش کم آبی به‌خصوص در مرحله زایشی نسبت به مرحله رویشی عملکرد سرشاخه گلدار را بیش‌تر تحت تاثیر قرار داد به‌طوری‌که تنش در مرحله زایشی ۵۰ درصد و تنش رویشی ۲۹ درصد عملکرد سرشاخه گلدار را کاهش داد (جدول ۲). اردکانی و همکاران (۱۳۸۶) بیان کردند در شرایط بدون تنش بیش‌ترین عملکرد اندام هوایی و سرشاخه گلدار بادرنجبویه به‌دست می‌آید. تیمارهای کودی اثر معنی‌داری بر عملکرد سرشاخه گلدار داشتند (جدول ۱). بیش‌ترین عملکرد سرشاخه گلدار با مصرف ۵۰٪ کودهای شیمیایی + زیستی و کم‌ترین عملکرد سرشاخه گلدار با استفاده از ۲۵٪ شیمیایی + زیستی حاصل گردید (جدول ۲). اثر متقابل تیمارهای کودی و تنش کمبود آب معنی‌دار شد (جدول ۱). بیش‌ترین عملکرد سرشاخه گلدار در هکتار در تیمار بدون تنش و با مصرف ۵۰٪ کودهای شیمیایی + زیستی و کم‌ترین عملکرد سرشاخه گلدار (۵۳۴/۱۷ کیلوگرم در هکتار) با کاربرد ۲۵٪ کودهای شیمیایی + زیستی حاصل گردید (جدول ۳ و شکل ۱). نتایج نشان داد که اعمال تنش در هر دو مرحله رویشی و زایشی عملکرد سرشاخه گلدار را کاهش داد. علت کاهش را می‌توان چنین بیان کرد که برای به وجود آمدن گل، گیاه به رشد رویشی مناسب و تولید اندام‌های تشکیل دهنده آن در مراحل مختلف رشد رویشی و زایشی نیاز دارد. به‌نظر می‌رسد که کاهش مواد فتوسنتزی تولیدی به‌علت کاهش سطح برگ و کاهش انتقال مواد آسیمیلاتی به سمت اندام‌های زایشی در اثر تنش کمبود آب سبب کاهش عملکرد سرشاخه گلدار شده است .کاربرد تلفیقی ۵۰٪ کودهای شیمیایی + زیستی توانسته در شرایط تنش کم آبی عملکرد بهتری نسبت به کاربرد کامل (۱۰۰ درصد) کودهای شیمیایی داشته باشند. به‌طوری‌که تیمار تلفیقی مذکور در تنش رویشی ۲۰ درصد و در تنش زایشی ۸ درصد عملکرد سرشاخه گلدار را نسبت به استفاده کامل ۱۰۰ درصد کودهای شیمیایی در همان شرایط بهبود دهد. *محفوظ* و *شرف الدین* (2007) نیز بعد از تحقیق بر روی گیاه دارویی رازیانه بیان کردند که استفاده از کودهای زیستی نیتروژنه و فسفاته به همراه ۵۰ درصد کودهای شیمیایی عملکرد بهتری نسبت به استفاده یک‌نواخت کودهای معدنی داشته است. از نتایج چنین بر می‌آید که کاربرد کودهای زیستی می‌تواند علاوه بر کاهش مصرف کودهای شیمیایی تا حدی در تعدیل شرایط تنش کم‌آبی مفید واقع شود.

درصد و عملکرد اسانس

تنش کم آبی بر درصد و عملکرد اسانس اثر معنی‌داری داشت (جدول ۱). بیش‌ترین درصد اسانس (۰/۴۱ درصد) در شرایط تنش رویشی + زایشی و کم‌ترین درصد اسانس در تنش رویشی (۰/۳۲ درصد) و تیمار شاهد (۰/۲۹ درصد) حاصل گردید (جدول ۲). در تیمارهای کودی نیز بیش‌ترین درصد اسانس (۰/۳۷ درصد) در تیمار ۵۰٪ کودهای شیمیایی + زیستی و کم‌ترین درصد اسانس (۰/۳۵ درصد) در تیمار ۲۵٪ کودهای شیمیایی + زیستی حاصل گردید (جدول ۲). اثر متقابل تنش کمبود آب و تیمارهای مختلف کودی بر درصد اسانس معنی‌دار نشد (جدول ۱). با توجه به جدول مقایسه میانگین‌ها در گیاه گاوزبان با اعمال تنش کم‌آبی درصد ماده موثره افزایش یافته است به‌طوری‌که تنش رویشی ۸/۳٪، تنش زایشی ۲۵٪ و تنش رویشی + زایشی ۲۸٪، درصد اسانس را نسبت به شاهد افزایش داد. تصور بر این است که در شرایط تنش خشکی و کم‌آبی تولید مواد موثره به دلیل جلوگیری از اکسیداسیون درون سلولی افزایش می‌یابد (امیدبیگی، ۱۳۷۴).



شکل ۱: مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح مختلف تنش کم‌آبی و تیمارهای کودی بر عملکرد سرشاخه‌گلدار گاوزبان

Fig 1: Mean comparisons of different levels of water deficit stress and fertilizer treatments interaction effect on florescence yield in *Borago afficinalis* L.

نتیجه این آزمایش با نتایج به‌دست آمده توسط ابرئو و *مازافرا*[1] (2005) در گیاه راعی و *خالید*[2] (2006) در گیاه ریحان هم‌خوانی دارد. از آن‌جا که عملکرد اسانس گاوزبان تابع درصد اسانس و عملکرد سرشاخه گلدار است. بیش‌ترین عملکرد اسانس (۵/۱۷ کیلوگرم در هکتار) در شرایط بدون تنش و کم‌ترین عملکرد اسانس (۲/۴۸ کیلوگرم در هکتار) در تنش رویشی + زایشی به‌دست آمد. در تیمارهای کودی نیز بیش‌ترین عملکرد اسانس (۴/۷۰ کیلوگرم در هکتار) در تیمار ۵۰٪ کودهای شیمیایی + زیستی و کم‌ترین عملکرد (۳/۱۱ کیلوگرم در هکتار) در تیمار ۲۵٪ شیمیایی + زیستی به‌دست آمد (جدول ۲).

اثر متقابل تنش کمبود آب در تیمارهای کودی بر عملکرد اسانس معنی‌دار شد (جدول ۱). در بین تیمارهای تنش کم‌آبی بیش‌ترین عملکرد اسانس (۷/۱۸ کیلوگرم در هکتار) در شرایط بدون تنش و با مصرف ۵۰٪ کودهای شیمیایی + زیستی و کم‌ترین عملکرد اسانس (۲/۲۱ کیلوگرم درهکتار) در شرایط تنش رویشی + زایشی به همراه ۲۵٪ شیمیایی+ زیستی مشاهده گردید (جدول ۳ و شکل ۲). بنابر نتایج به‌دست آمده با تشدید تنش کم آبی عملکرد اسانس کاهش یافت. کاهش عملکرد اسانس در نتیجه کاهش رطوبت خاک می‌تواند ناشی از اثر زیان‌بار تنش آبی بر رشد و توسعه رویشی گیاه باشد. از آن‌جا که عملکرد اسانس تابع درصد اسانس و عملکرد سرشاخه گلدار گیاه می‌باشد. اگرچه در شرایط کم آبی درصد اسانس افزایش یافت ولی به دلیل کاهش محسوس عملکرد سرشاخه گلدار گاوزبان، در کل عملکرد اسانس کاهش یافت. نتایج مشابهی توسط صفی‌خانی (۱۳۸۶) و علی‌آبادی فراهانی (۱۳۸۶) به‌دست آمده است. با بررسی اثر متقابل نیز مشاهده می‌گردد که کاربرد تلفیقی ۵۰٪ کود شیمیایی + زیستی در تیمار تنش رویشی + زایشی عملکرد اسانس را ۲۲/۸۲ درصد نسبت به کاربرد کامل ۱۰۰ درصد کودهای شیمیایی در همان شرایط افزایش داد. بنابر نتایج، کاربرد باکتری‌های محرک رشد می‌تواند تا حدی در تعدیل شرایط تنش کم آبی از طریق بهبود فراهمی عناصر، ترشح مواد تحریک‌کننده رشد و تسریع مراحل اولیه‌ای رشد مانند ریشه دوانی، جوانه‌زنی و سبز شدن مفید واقع شود (*میشرا*[3] و همکاران، 2010 و *ناگاناندا* و همکاران، 2010).

درصد و عملکرد موسیلاژ

براساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها اثر تنش کم آبی بر درصد و عملکرد موسیلاژ معنی‌دار بود (جدول ۱) و بیش-ترین درصد موسیلاژ (۵/۷۹٪) در شرایط تنش زایشی و کم-ترین درصد موسیلاژ (۲/۸۷٪) در شرایط بدون تنش حاصل گردید (جدول ۲). در مورد تیمارهای کودی نیز بیش‌ترین درصد موسیلاژ (۴/۷۵٪) در تیمار ۵۰٪ کودهای شیمیایی + زیستی و کم‌ترین درصد موسیلاژ (۳/۷۹٪) با مصرف ۲۵٪ کودهای شیمیایی + زیستی حاصل گردید (جدول ۲). بیش-ترین عملکرد موسیلاژ (۵۰/۹۸ کیلوگرم در هکتار) در شرایط

1. Abreu & Mazzafera
2. Khalid
3. Mishra *et al.*

بدون تنش و کم‌ترین عملکرد (۳۵/۱۷ کیلوگرم در هکتار) در شرایط ناشی از تنش در مراحل رویشی + زایشی مشاهده شد (جدول ۲). بیش‌ترین عملکرد موسیلاژ با ۵۰٪ کودهای شیمیایی + زیستی و کم‌ترین عملکرد با مصرف ۲۵٪ کودهای شیمیایی + زیستی حاصل گردید (جدول ۲). اثر متقابل تنش کمبود آب در تیمارهای مختلف کودی برای درصد موسیلاژ و عملکرد موسیلاژ معنی‌دار بود (جدول ۱). بیش‌ترین درصد موسیلاژ در تنش‌های رویشی + زایشی و با استفاده از ۵۰٪ کودهای شیمیایی + زیستی حاصل گردید (شکل ۳). برای عملکرد موسیلاژ نیز بالاترین عملکرد در شرایط بدون تنش و با استفاده از ۵۰٪ شیمیایی + زیستی مشاهده گردید. کم-ترین درصد موسیلاژ (۲/۴۴٪) در تیمار بدون تنش و با استفاده از تیمار کودی ۲۵٪ کود شیمیایی + زیستی و کم-ترین عملکرد موسیلاژ نیز در شرایط ناشی از تنش‌های رویشی + زایشی و با استفاده از ۲۵٪ کودهای شیمیایی + زیستی حاصل گردید (جدول ۳، شکل ۳). نتایج به‌دست آمده حاکی از آن است که استفاده از کودهای زیستی به‌همراه کودهای شیمیایی بر درصد و عملکرد موسیلاژ تاثیر مثبت بگذارد. با در نظر گرفتن این‌که عملکرد موسیلاژ از حاصل ضرب سرشاخه گلدار در درصد موسیلاژ حاصل می‌شود می-توان دریافت که علت اصلی بالا بودن عملکرد موسیلاژ در این تیمارها بالا بودن سرشاخه گلدار و درصد موسیلاژ می‌تواند باشد. سینگ[1] و همکاران (2003) و *ظاهور*[2] و همکاران (2004) نیز اظهار کردند که تیمارهای حاصل‌خیزی خاک درصد موسیلاژ اسفرزه را به‌طور معنی‌داری تحت تاثیر قرار دادند که نتیجه حاضر با آن‌ها هم‌خوانی دارد.

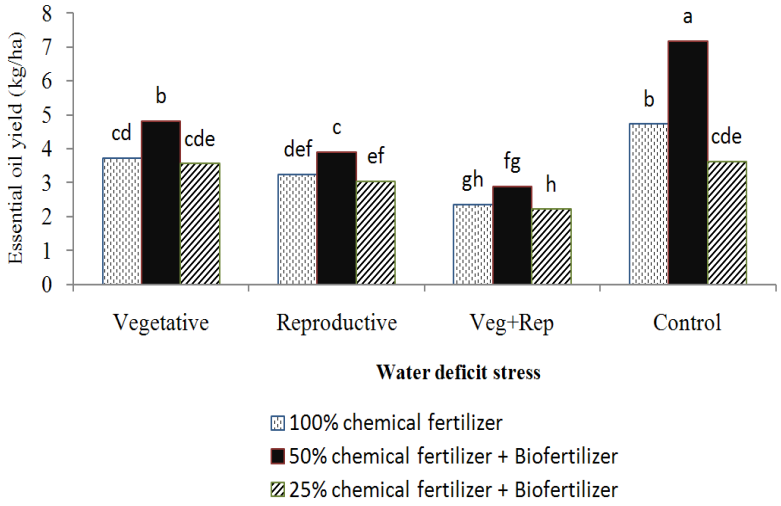
نتیجه‌گیری

نتایج این آزمایش نشان داد که مصرف تلفیقی کودهای شمیایی به‌همراه کودهای زیستی نیتروژنه و فسفاته تاثیر معنی‌داری بر صفات کمی و کیفی مانند ارتفاع گیاه، تعداد ساقه‌های فرعی، عملکرد سرشاخه گلدار، درصد و عملکرد اسانس و موسیلاژ گاوزبان داشته است و جهت حصول حداکثر عملکرد سرشاخه گلدار گاوزبان مصرف ۵۰٪ کودهای شیمیایی توام با استفاده از کودهای زیستی توصیه می‌شود. از طرفی نتایج نشان داد که مصرف کودهای زیستی با بهبود شرایط تغذیه‌ای گیاه در شرایط تنش کم‌آبیاری می‌توانند نقش مفیدی در جهت کاهش خسارت‌های شرایط تنش‌زا داشته باشند و مهم‌تر آن‌که، جایگزینی کودهای زیستی به جای کودهای شیمیایی، نوید بخش کشاورزی پایدار و کاهش آلودگی‌های زیست محیطی در آینده می‌باشد.

سپاسگزاری

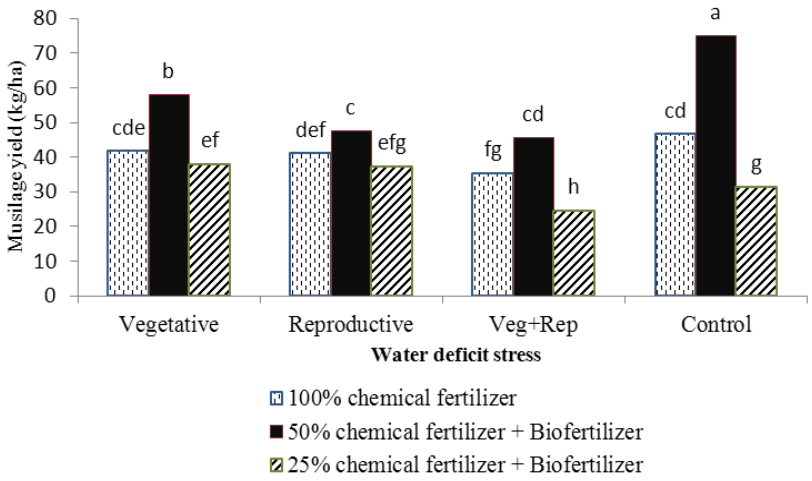
بدین‌وسیله از دانشگاه آزاد اسلامی کرمانشاه و هم‌چنین پرسنل محترم مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد کرمانشاه جهت مساعدت‌های بی‌دریغ‌شان کمال تشکر و قدردانی را داریم.

1. Singh *et al.*
2. Zahoor *et al.*



شکل۲: مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح مختلف تنش کم آبی و تیمارهای کودی بر عملکرد اسانس گاوزبان

Fig 2: Mean comparisons of different levels of water deficit stress and fertilizer treatments interaction effect on Essential oil yield in *Borago officinalis* L.



شکل۳: مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح مختلف تنش کم آبی و تیمارهای کودی بر عملکرد موسیلاژ گاوزبان

Fig 3: Mean comparisons of different levels of water deficit stress and fertilizer treatments interaction effect on Musilage yield in *Borago officinalis* L.

منابع

اردکانی، م.، ح. عباس زاده، ب.، شریف عاشورآبادی، ا.، لباسچی، م. ح. و پاک‌نژاد، ف. ۱۳۸۶. بررسی اثر کمبود آب بر کمیت و کیفیت گیاه بادرنجبویه. فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، جلد۲۳، شماره۲، صفحات۲۶۱- ۲۵۱.

امیدبیگی، ر. ۱۳۷۴. رهیافت‌های تولید و فرآوری گیاهان دارویی(جلد اول). انتشارات فکر روز تهران، ۲۸۳ صفحه.

امیدبیگی، ر. و محمودی سورستانی، م. ۱۳۸۹. اثر تنش خشکی بر برخی صفات مرفولوژی، میزان و عملکرد اسانس گیاه گل مکزیکی *Agastache foeniculum* L.. مجله علوم باغبانی ایران، دوره۴۱، شماره ۲، صفحات۱۶۱-۱۵۳.

بابایی، ن.، دانشیان، ج.، حمیدی، آ.، هادی، ح. و ارزانش، م. ح. ۱۳۸۷. تاثیر باکتری افزاینده رشد گیاه بر ویژگی‌های بذر حاصل از شرایط کم آبی آفتابگردان. فصلنامه علمی- پژوهشی (دانش زیستی ایران)، جلد۳، شماره۱، صفحات۱۸-۱۷.

بابایی، ک.، امینی دهقی، م.، مدرس ثانوی، ع. م. و جباری، ر. ۱۳۸۹. اثر تنش خشکی بر صفات مورفولوژیک، میزان پرولین و درصد تیمول در آویشن (*Thymus vulgaris* L.). فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، جلد۲۶، شماره۲، صفحات ۲۵۱-۲۳۹.

پیری‌قارنایی، م.، حیدری، ر.، صیامی، ع.، زارع، ص. و جامعی، ر. ۱۳۸۸. جداسازی و بررسی پلی ساکاریدهای موسیلاژی برگ‌ها و پیاز گونه لوشه. علوم دارویی، جلد۱۵، شماره۲، صفحات ۱۱۴-۱۰۵.

حسنی، ع. و امیدبیگی، ر. ۱۳۸۱ .اثرات تنش آبی بر برخی خصوصیات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و متابولیکی گیاه ریحان . مجله دانش کشاورزی، جلد۱۲، شماره۳، صفحات ۵۹- ۴۷.

حیدری، م.، بخشنده، ع. م.، نادیان، ح.، فتحی، ق. و عالمی سعید، خ. ۱۳۸۵. تاثیر سطوح مختلف شوری و نیتروژن بر عملکرد دانه، تنظیم کننده‌های اسمزی و جذب عناصر سدیم و پتاسیم در گندم رقم چمران. مجله علوم کشاورزی ایران، جلد۳۷، شماره۳، صفحات۵۱۰-۵۰۱.

خاوازی، ک.، اسدی‌رحمانی، ه. و ملکوتی، م. ج. ۱۳۸۴. مجموعه مقالات ضرورت تولید صنعتی کودهای بیولوژیک در کشور. انتشارات سنا، تهران، ۴۳۵ صفحه.

ربیعیان، ز.، رحیم‌زاده خویی، ف.، کاظمی اربط، ح. و یارنیا، م. ۱۳۸۸. اثر کودهای زیستی نیتروژنه و فسفری بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود رقم پیروز تحت سطوح مختلف آبیاری. مجله پژوهش در علوم زراعی، سال۲، شماره۶، صفحات ۹۶-۹۳.

رضاپور، ع.، حیدری، م.، گلوی، م. و رمرودی، م. ۱۳۹۰. تاثیر تنش خشکی و مقادیر مختلف کود گوگرد بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه و تنظیم کننده‌های اسمزی در گیاه دارویی سیاه دانه (*Nigella sativa* L.). فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، جلد۲۷، شماره۳، صفحات ۳۹۶-۳۸۴.

صفی‌خانی، ف .۱۳۸۶. تاثیر تنش خشکی بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی بادرشبو تحت شرایط مزرعه . پایان‌نامه دکتری زراعت. دانشگاه اهواز، صفحات ۹۵-۱۵.

عباس زاده، ب. ۱۳۸۴ .تاثیر سطوح مختلف و روش‌های مصرف کود نیتروژن بر میزان اسانس بادر نجبویه. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، صفحات۶۰-۳۵.

علی‌آبادی فراهانی، ح.، علی‌زاده سهزابی، ع.، لباسچی، م. ح.، شیرانی راد، ا. ح.، ولدآبادی، ع. و حمیدی، آ. ۱۳۸۶. تاثیر قارچ *Glomus hoi*، سطوح مختلف فسفر و تنش خشکی بر تعدادی از صفات فیزیولوژیکی گشنیز (*Coriandrum sativum* L.). تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، جلد۲۳، شماره۳، صفحات ۴۰۵-۴۱۵.

کلامیان، س.، مدرس ثانوی، ع. و سپهری، ع. ۱۳۸۴. تاثیر تنش کمبود آب در مراحل رشد رویشی و زایشی در هیبریدهای پر برگ و تجاری ذرت. مجله پژوهش کشاورزی آب خاک و گیاه در کشاورزی، جلد۵، شماره۳، صفحات ۵۱-۳۸.

کوچکی، ع. و نصیری محلاتی، م. ۱۳۷۱. اکولوژی کشاورزی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۲۹۱ صفحه.

محمدورزی، ر.، حبیبی، د.، وزان، س. و پازکی، ع. ۱۳۸۹. بررسی تاثیر باکتری‌های محرک رشد و کود نیترو ژن بر کیفیت دانه آفتابگردان (*Helianthus annus* L.). فصلنامه علمی- پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، دوره۲، شماره۳، صفحات ۱۶۰-۱۵۶.

نجاری صادقی، م.، میرشکاری، ب.، باصر کوچه باغ، س. و الهیاری، ش. ۱۳۸۷. تاثیر کودهای زیستی و شیمیایی نیتروژنه برکارآیی مصرف نیتروژن و شاخص برداشت دو رقم گندم پاییزه. یافته‌های نوین کشاورزی، سال سوم، شماره۲، صفحات ۲۰۳-۱۹۰.

نقدی بادی، ح.، سروش‌زاده، ع.، رضازاده، ش.، شریفی، م.، قلاوند، ا. و امیدی، ح. ۱۳۸۶. مروری بر گیاه گاوزبان (گیاه دارویی بـا ارزش و غنی از گامالینولنیک اسید) فصلنامه گیاهان دارویی، سال ششم، دوره چهارم، شماره۲۴، صفحات ۱۷- ۱.

Abreu, I. N. and Mazzafera, P. 2005. Effect of water and temperature stress on the content of active constituents of *Hypericum brasiliense* Choisy. Plant Physiology and Biochemistry 43: 241–248.

Aflatuni, A. 2005. The yield and essential oil content of mind (Mentha ssp.) in Ontario. Canada journal of Essential oil Research 35: 663-666.

Erkossa, T., Stahr, K. and Tabor, G. 2002. Integration of Organic and Inorganic Fertilizers: Effect on Vegetable Productivity. Ethiopian Agricultural research Organization, Debre Zeit Agricultural Research Centre, Ethiopia 82: 247-256.

Fatma, E .M., El-Zamik, I., Tomader, T., El-Hadidy, H. I., Abd El-Fattah, L. and Seham Salem, H. 2006. Efficiency of biofertilizers, organic and in organic amendments application on growth and essential oil of marjoram(*Majorana hortensis* L.) plants grown in sandy and calcareous .Agric. Microbiology Dept., Faculty of Agric., Zagazig University and Soil Fertility and Microbiology Dept., Desert Research Center, Cairo, Egypt 212-264.

Han, H. S., Supanjani, D. and Lee K. D. 2006. Effect of coin coculation with phosphate andpotassium solubilizing bacteria on mineral uptake and growth of pepper and cucumber. Plant Soil Environ 52: 130–136.

Hecl, J. and Sustrikova, A. 2006. Determination of heavy metals in chamomile flower drug-an assurance of quality control. Program and Abstract book of the 1st International Symposium on Chamomile Research, Development and Production pp.69.

Khalid, Kh. A. 2006. Influence of water stress on growth, essential oil, and chemical composition of herbs (*Ocimum* sp.). International Agrophysics 20: 289-296.

Mahfouz, S. A. and Sharaf-Eldin, M. A. 2007. Effect of mineral vs. biofertilizer on growth, yield, and essential oil content of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). Int. Agrophysics 21: 361-366.

Nagananda, G. S., Das, A., Bhattacharya, S. and Kalpana, T. 2010. In vitro studies on the effects of biofertilizers (Azotobacter and Rhizobium) on seed germination and development of *Trigonella foenum-graecum* L. using a novel glass marble containing liquid medium. Int. J. Botany 6: 394-403.

Ramamoorthy, K., Natarajan, N. and Lakshmanan, A. 2000. Seed biofortification with *Azospirillum* spp.for improvement of seedling vigour and productivity in rice (*Oryza sativa* L.). *Seed Science and Technology* 28: 809-815.

Saravanakumar, D., Kavino, M., Raguchander, T., Subbian, P. and Samiyappan, R. 2011. Plant growth promoting bacteria enhance water stress resistance in green gram plants. Acta Physiol Plant 33: 203–209.

Sharma, A. K. 2002. Biofertilizers for Sustainable Agriculture. Agrobios, India 407p.

Shubhra, K., Dayal, J., Goswami, C. L. and Munjal, R. 2004. Effects of water-deficit on oil of *Calendula* aerial parts. Biologia Plantarum 48(3): 445-448.

Singh, D., Chand, S., Anvar, M. and Patra, D. 2003. Effect of organic and inorganic amendment on growth and nutrient accumulation by isabgol (*Plantago ovata*) in sodic soil under greenhouse conditions. J. Med. Aromat. Plant. Sci 25: 414-419.

Wu, S. C., Cao, Z. H., Li, Z. G., Cheung, K. C. and Wong, M. H. 2005. Effects of biofertilizer containing N-fixer, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth: a greenhouse trial. Geoderma 125:155–166.

Zahoor, A., Ghafor, A. and Muhammad, A. 2004. *Plantago ovata*- A crop of arid and dry climates with immense herbal and pharmaceutical importance. Introduction of Medicinal Herbs and Spices as Crops Ministry of Food, Agriculture and Livestock, Pakistan 71(2): 612-644.

Effect of Nitrogen and Phosphorous Biofertilizers on Quantitative and Qualitative Traits of Borage (*Borago officinalis* L.) under Water Deficit Stress

Karami[1], A., Sepehri[2*], A., Hamzei [2], J. and Salimi[3], Gh.

Abstract

In order to study the effect of biofertilizer (Nitroxin and Biophosohate)on quantitative and qualitative traits of *Borago officinalis*, a field experiment was conducted at Kermanshah, Iran, in year 2011. Water deficit stress set as main factor with four levels, D_1 (interrupt irrigation in vegetative phase), D2 (interrupt irrigation in reproductive phase), D_3 (interrupt irrigation in vegetative phase + productive phase) and D_4 (without water deficit stress). Water deficit stress was applied by interrupting irrigation once. Fertilizer treatments set as sub factor with three levels, F_1 (100% chemical fertilizer), F_2 (50% of chemical fertilizer + biofertilizer), F_3 (25% of chemical fertilizer + biofertilizer). Result indicated that these treatments had significant effects on plant height, number of branches, yield of florescence, essential oil yield and mucilage yield. The highest value of the plant criteria was related to without stress and by using 50% of chemical fertilizer + biofertilizer. And the lowest value was achieved from stress in vegetative + reproductive stages by using 25% of chemical fertilizer + biofertilizers. 50% of chemical fertilizer + biofertilizer in vegetative stage 14% and in reproductive stage 19% increase the plant height in compare to use of 100% chemical fertilizer. The highest essntial oil yield (7/18) and Musilage yield (74/94) was achieved by using 50% of chemical fertilizer + biofertilizers without stress situation.

Keywords: Biofertilizer, stress, *Borago officinalis* L., Musilage, Eseential oil

1 and 2. M. Sc Student and Assistant Professor respectively, Department of Agronomy and plant breeding, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan.
3. Faculty members of Agronomy and plant breeding Department, Azad University of Kermanshah.
*: Corresponding author Email: Sepehri110@yahoo.com