دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی
سال هفتم، شماره بیست و سوم، ۱۳۹۴

اثر کودهای زیستی بر شاخص‌های رشد و اسانس بادرشبو (*Dracooephalum moldivica* L.) تحت تنش خشکی

حسین گرگینی شبانکاره[۱]، محمد رضا اصغری پور[۲]، براتعلی فاخری[۲]

تاریخ دریافت: ۹۳/۱۱/۲۳ تاریخ پذیرش: ۹٤/۳/۲۱

چکیده

یکی از ارکان اساسی در کشاورزی پایدار استفاده از کودهای زیستی در اکوسیستم‌های زراعی با هدف حذف یا کاهش مصرف نهاده‌های شیمیایی است. بدین منظور آزمایشی بصورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی زابل در سال ۹۱-۹۲ اجرا شد. تیمارهای تنش خشکی ٤۰، ٦۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی به عنوان کرت‌های اصلی و منابع کودی شامل بدون کود (شاهد)، نیتروکسین، سوپر نیتروپلاس و بیوفسفر به مقدار ۲ لیتر در هکتار به صورت بذرمال عنوان کرت‌های فرعی بودند. نتایج نشان داد که گیاهان تحت تیمار نیتروکسین بیشترین محتوای نسبی آب برگ، ارتفاع بوته، تعداد شاخه جانبی، وزن تازه و خشک گیاه را دارا بودند و پس از آن گیاهان در تیمار نیتروپلاس و بیوفسفر قرار داشتند. گیاهان آبیاری شده در ۸۰ درصد ظرفیت زراعی در مقایسه با سایر گیاهان ارتفاع بوته، تعداد شاخه جانبی، وزن تازه و خشک بیشتری داشتند. درحالی‌که بیشترین محتوای نسبی آب برگ از تیمار آبیاری در ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی (شاهد) به دست آمد. گیاهان تحت تنش خشکی شدید (آبیاری در ٦۰ درصد ظرفیت زراعی) و عدم مصرف کود بیشترین درصد اسانس را دارا بودند. با توجه به نتایج این پژوهش به نظر می‌رسد که استفاده از کود زیستی نیتروکسین همراه با ۸۰ درصد رطوبت ظرفیت زراعی می‌تواند در شرایط کمبود رطوبت برای غلبه بر اثرات منفی تنش خشکی مفید واقع گردد.

واژه‌های کلیدی: اسانس، تیره نعناع، خشکی، ظرفیت زراعی، محتوای نسبی آب

گرگینی شبانکاره، ح.، م.ر. اصغری پور و ب. فاخری. ۱۳۹٤. ارزیابی تأثیر کودهای زیستی بر رشد و اسانس بادرشبویه (*Dracocephalum moldivica* L.) تحت تیمار کم آبی. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۲۳: ۱۹٤-۱۸۵.

۱- دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران- مسئول مکاتبات. پست الکترونیک: h.shabankareh92@gmail.com

۲- دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران

مقدمه

به منظور افزایش تولید محصولات کشاورزی در واحد سطح، عملیات زراعی متعددی نظیر مصرف کودهای شیمیایی صورت می‌گیرد. نتیجه این فعالیت‌ها طی سال‌های اخیر بحران آلودگی محیط زیست و به ویژه آلودگی منابع خاک و آب بوده که زنجیره وار به منابع غذایی انسان راه یافته و سلامت جامعه بشری را مورد تهدید قرار داده است (جهان و کوچکی، ۱۳۸۲). به این منظور تلاش‌های گسترده‌ای با هدف یافتن راه کارهای مناسب برای بهبود کیفیت خاک، محصولات کشاورزی و حذف آلاینده‌ها آغاز شده است. کاهش این مخاطرات زیست محیطی همگام با افزایش عملکرد گیاهان زراعی بخصوص در گیاهان دارویی نیازمند به کار گیری تکنیک‌های نوین زراعی است (فلاحی و رضوان مقدم، ۱۳۸۸؛ جهان و کوچکی، ۱۳۸۲). از جمله این تکنیک‌ها، استفاده از کود زیستی است. کودهای زیستی متشکل از میکروارگانیسم‌های مفیدی هستند که هر یک به منظور خاصی مانند تثبیت نیتروژن، رها سازی یون‌های فسفات، پتاسیم، آهن و غیره تولید می‌شوند. این میکروارگانیسم-ها معمولاً در اطراف ریشه مستقر شده و گیاه را در جذب عناصر یاری می‌کنند (وو و همکاران، ۲۰۰۵).

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 می‌شوند (ناگاناندا و همکاران، ۲۰۱۰). گیاه بادرشبو (*Dracocephalum moldavica*) متعلق به خانواده نعنائیان (*Lamiaceae*)، گیاهی یکساله و علفی است، گل‌ها شهد آورند و رنگ آنها آبی یا بنفش و بندرت سفید یا صورتی است. منشا آن جنوب سیبری و دامنه‌های هیمالیا گزارش شده است. قسمت مورد استفاده این گیاه، قسمت‌های هوایی آن است و عموما بویی معطر و مطبوع از تمامی قسمت‌های هوایی استشمام می‌شود (امیدبیگی، ۱۳۸٤). تحقیقات نشان داده که استفاده از کودهای زیستی نیتروژنه در گیاه شنبلیله موجب بهبود و تسریع در مرحله جوانه زنی و رشد گیاه می‌گردد (ناگاناندا و همکاران، ۲۰۱۰؛ سراواناکومار و همکاران، ۲۰۱۱). میگاهد و همکاران (۲۰۰٤) در بررسی اثر باکتری‌های ازتوباکتر، آزسپریلیوم و باسیلوس به تنهایی یا در ترکیب با یکدیگر بر رشد و عملکرد کرفس مشاهده کردند کاربرد این باکتری‌ها منجر به تولید مواد محرک رشد گیاه در محیط رشد ریشه گردید و از طرف دیگر افزایش رشد، عملکرد و اسانس گیاه در مقایسه با تیمارهای تلقیح نشده را به همراه داشت. یوسف و همکاران (۲۰۰٤) نشان دادند که در گیاه دارویی مریم گلی (*Salvia officinalis* L.)استفاده از کود-های زیستی نیتروکسین، سبب افزایش ارتفاع بوته و وزن تر و خشک اندام‌های هوایی گیاه می‌گردد.

عموما خشکسالی مهمترین عامل محدود کننده رشد و تولید محصول در سراسر نقاط جهان است. زمانی که از دست دادن آب به صورت تعرق بر میزان آب جذب شده از خاک پیشی می-گیرد، تنش آب رخ می‌دهد. تنش طولانی مدت بر تمام فرآیند-های متابولیک گیاه اثر می‌گذارد و در نتیجه اغلب موجب کاهش تولید گیاه می‌شود (موحدی دهنوی و همکاران، ۱۳۸۳). اردکانی و همکاران (۱۳۸٦) در مطالعه‌ای بر روی بادرشبو نشان دادند که تنش کم آبی بر عملکرد اندام هوایی، ارتفاع، تعداد پنجه و طول میانگره تأثیر منفی می‌گذارد، درحالیکه باعث افزایش اسانس و عملکرد اسانس می‌گردد. بابایی و همکاران (۱۳۸۹) بیان داشتند که تنش خشکی ارتفاع بوته، تعداد ساقه جانبی و وزن خشک اندام‌های رویشی آویشن را کاهش می‌دهد. رضاپور و همکاران (۱۳۹۰) طی آزمایشی بر روی گیاه دارویی سیاهدانه گزارش کردند که تنش خشکی موجب کاهش بیوماس گیاهی، ارتفاع بوته و عملکرد اسانس گردید اما با تشدید تنش درصد اسانس افزایش یافت. لازم به ذکر است که کودهای زیستی موجب افزایش مقاومت گیاهان نسبت به تنش نیز می‌گردد (سراوانا کومار و همکاران، ۲۰۱۱). این باکتری‌ها علاوه بر پتانسیل قابل توجهی که بر افزایش رشد گیاهان میزبان دارند، به دلایل دیگری مانند طیف وسیع گیاهان میزبان، تنوع گونه‌ای و تعدیل اثرات تنش‌های محیطی مورد توجه زیادی قرار گرفته است. آزسپریلیوم علاوه بر قابلیت تثبیت نیتروژن با تولید مواد محرک رشد، سبب بهبود رشد ریشه و متعاقب آن افزایش سرعت جذب آب و عناصر غذایی گردیده و از این طریق در افزایش عملکرد تأثیر گذار می‌باشد (تیلک و همکاران، ۲۰۰۵). استفاده از کودهای زیستی و باکتری‌های محرک رشد ممکن است تحمل گیاهچه‌ها نسبت به تنش‌های محیطی از جمله تنش کم آبی را افزایش دهد. به همین دلیل به عنوان یک تیمار قبل از کاشت بذر پیشنهاد می‌شود (رامامورتی، ۲۰۰۰). 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 (ربیعیان و همکاران، ۱۳۸۸).

با توجه با این اصل که رویکرد جهانی در تولید گیاهان دارویی به سمت استفاده از نظام‌های کشاورزی پایدار و

بکارگیری روش‌های مدیریتی آنها نظیر کاربرد کودهای زیستی به منظور ارتقاء عملکرد کمی و کیفی گیاهان دارویی گرایش پیدا کرده و از طرف دیگر استفاده از کودهای زیستی به منظور کاهش مصرف کودهای شیمیایی و افزایش عملکرد گیاهانی که مسئله مهم در جهت حرکت به سمت کشاورزی پایدار می‌باشد که تحت تنش آب می‌تواند از اهمیت مضاعفی برخوردار باشد، پژوهش حاضر، به منظور ارزیابی کاربرد کودهای زیستی در جهت حرکت به سمت کشاورزی پایدار و تعیین تغذیه بادرشبو در شرایط تنش کم آبی اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر تنش کم آبی و کود زیستی بر رشد و عملکرد دانه و اسانس بادرشبو آزمایشی درسال۹۲-۱۳۹۱ درمزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی شهرستان زابل با طول جغرافیایی °۶۰/۱۵ شرقی و °۳۱/۲۸ شمالی و با ارتفاع ۴۸۰ متری از سطح دریا پیاده شد. این منطقه دارای اقلیمی بیابانی با تابستان بسیار خشک و زمستان ملایم است. میانگین دمای سالانه ۲۱/۷، حداکثر مطلق دما ۴۹ وحداقل مطلق آن ۷- درجه سانتی-گراد می‌باشد. میانگین سالانه رطوبت نسبی ۳۹/۲۰ درصد و میانگین بارندگی و تبخیر سالانه به ترتیب ۵۳ و ۵۰۰۰-۴۰۰۰ میلی‌متر است (نگارش و خسروی، ۱۳۷۹). مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای مطالعه در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای مطالعه

عمق خاک (cm)	بافت خاک	اسیدیته	هدایت الکتریکی (dSm^{-1})	پتاسیم ($mg\ Kg^{-1}$)	فسفر ($mg\ Kg^{-1}$)	نیتروژن (٪)
۳۰	رسی سیلتی	۷/۱۶	۱/۵	۱۴۰	۱۲	۰/۱۷

دراین تحقیق اثرات دو عامل تنش کم آبی و کود زیستی به-صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار مورد بررسی قرار گرفت. کرت‌های اصلی شامل آبیاری با ۴۰، ۶۰ ، ۸۰ و ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی و کرت‌های فرعی شامل تیمار گیاه با کودهای زیستی نیتروکسین (حاوی باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژناز جنس *Azotobacter chorococum*، *Azospirillum lipoferoum* و حل کننده فسفاتاز جنس *Pseudomonas sp.* با 10^8 سلول زنده در هر میلی‌لیتر)، سوپر نیتروپلاس (شامل مجموعه‌ای از گونه‌های مختلف باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن، کنترل کننده عوامل بیماری‌زای خاکزی *Bacillus subtilis*و باکتری‌های محرک رشد از جمله *Azospirillum spp.*و *Pseudomonas fluorescens*با 10^8 سلول زنده در هر میلی‌لیتر)، بیوفسفر (شامل دونوع باکتری حل کننده فسفر از گونه‌های *Bacillus lentus* که با ترشح اسیدهای آلی و گونه‌ای از *Pseudomonas putida* با ترشح اسید فسفاتاز سبب افزایش حلالیت فسفر نامحلول می‌شوند با 10^8 سلول زنده در هر گرم) و عدم مصرف کود زیستی (شاهد) بود. نیتروکسین و سوپر نیتروپلاس و بیوفسفر به میزان دو لیتر در هکتار به صورت بذرمال استفاده شدند. کودهای بیولوژیک استفاده شده در این تحقیق توسط شرکت فن‌آوری زیستی مهرآسیا (MABCO) وتحت لیسانس و نظارت مستقیم مؤسسه خاک و آب کشور تولید شده بودند. تمامی عملیات بذرمال کردن کودها در سایه و به دور از تابش مستقیم نور خورشید صورت گرفت که شامل قرار دادن بذور به مدت ۳۰ دقیقه در محلول باکتریایی بود و بلافاصله پس از خشک شدن بذرها در سایه، اقدام به کاشت گردید. در طول اجرای آزمایش، هیچ نوع کود شیمیایی، علف-کش، آفت‌کش و یا قارچ‌کشی مصرف نشد.

کاشت به صورت هیرم‌کاری صورت گرفت. بدین منظور بذرها در اواسط بهمن ماه در داخل هر کرت آزمایش در کپه‌هایی با عمق سه سانتی‌متر به روش جوی و پشته در چهار ردیف ۳ متری با فاصله ۱۰ سانتی‌متر بر روی ردیف و ۴۰ سانتی‌متر بین ردیف به‌طور دستی و خطی کشت شدند. اندازه-گیری رطوبت با دستگاه رطوبت سنج Time Domaine Reflectometry انجام گرفت.

درصد حجمی رطوبت در ظرفیت زراعی ۲۸/۵ درصد و نقطه پژمردگی ۱۲/۵ درصد بود. آبیاری برای شرایط نرمال در ظرفیت زراعی (۲۸/۵ درصد حجمی)، برای شرایط تنش به ترتیب در ۸۰ درصد ظرفیت زراعی (۲۲/۸ درصد حجمی)، ۶۰ درصد ظرفیت زراعی (۱۷/۱ درصد حجمی) و برای ۴۰ درصد ظرفیت زراعی (۱۱/۴ درصد حجمی) صورت گرفت. در مرحله گلدهی کامل ارتفاع بوته، تعداد شاخه جانبی، وزن تازه و خشک بوته و محتوای نسبی آب (RWC) روی ۱۰ بوته که بطور تصادفی از هر کرت، پس از حذف اثرات حاشیه ای انتخاب شده

بودند مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند. برای اندازه گیری محتوای نسبی آب برگ نمونه‌ها در پاکت قرار داده شد و پس از انتقال به آزمایشگاه دیسک‌های برگی به قطر ۲ سانتی‌متر تهیه و وزن تر آنها تعیین شد. این نمونه‌ها به مدت بیست و چهار ساعت در شدت نور کم در آب مقطر قرار داده شدند. سپس وزن نمونه‌های برگی در حالت تورژسانس تعیین شد. نهایتاً نمونه‌ها به مدت ٤٨ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد در آون خشک شدند و وزن آنها تعیین شد (ریچی و همکاران، ۱۹۹۰). محتوای نسبی آب با استفاده از فرموللویت(۱۹۸۰) به شرح زیر محاسبه شد:

محتوای نسبی آب (درصد) =۱۰۰× وزن برگ در حالت تورژسانس- وزن خشک برگ/ وزن تر برگ- وزن خشک برگ

برای استخراج و اندازه‌گیری اسانس، سر شاخه‌های گلدار بوته‌ها در مرحله گلدهی کامل برداشت شد و در دمای اتاق (حدود ۲۵ درجه سانتی‌گراد) و در سایه خشک گردیدند، سپس از هر نمونه خشک شده ۱۰۰ گرم آسیاب شد و به روش تقطیر با آب و کمک دستگاه کلونجر اسانس گیری شدند (حسنی و امید بیگی، ۲۰۰٦). تجزیه وتحلیل آماری نتایج تحقیق با استفاده از نسخه ۹/۲ نرم افزار SAS(SAS Institute, 2013, Cary, NC.) صورت گرفت. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام و محاسبه گردید..

نتایج و بحث

رشد رویشی

اثر تنش کمبود آب بر ارتفاع بوته، تعداد شاخه جانبی، وزن تازه و خشک گیاه در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۲). تیمار کودی اثر معنی داری در سطح احتمال یک درصد بر ارتفاع بوته، تعداد شاخه جانبی، وزن تازه و خشک گیاه داشت (جدول ۲)

جدول ۲- تجزیه واریانس عملکرد کمی و کیفی رازیانه تحت شرایط نش خشکی و کود زیستی

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع بوته	تعداد شاخه جانبی	عملکرد تازه گیاه (گرم در گیاه)	وزن خشک گیاه	RWC	درصد اسانس (٪)
تکرار	۲	۳٦/۸۸**	۲/۰۵**	۹/۷۱**	۰/۲٤**	۹/۸۵^{ns}	۰/۰۰٦**
تش خشکی	۳	۹۳۵/٤٤**	۲۲/٦۳**	٦۸٤/۲۵**	۱۷/٦۱**	۲۱۰/۱٦**	۰/۲۲**
تکرار* تنش خشکی	٦	۰/۵۳^{ns}	۰/۳۹^{ns}	۱/۸٦^{ns}	۰/۰٤^{ns}	۱/۸۳^{ns}	۰/۰۰۰۱^{ns}
کود زیستی	۳	۲۷۵۱/٤۲**	۲۱/۹۹**	۱۵٤۵/۰۰**	۳۹/۵۹**	۱۱۳۸/٦۷**	۰/۲۹**
تنش خشکی * کود زیستی	۹	۳/۵۱**	۰/۱۲^{ns}	۷/۷۷**	۰/۱۹**	۱۱/۵۱**	۰/۰۰۰۵**
خطا	۲٤	۰/٦۰	۰/۱۱	۰/٦۰	۰/۰۱	۳/۰۵	۰/۰۰۰۱
ضریب تغییرات		۱/۵۰	۲/۲۰	۱/۳۷	۱/٤۰	۳/۳۷	۰/٦۲

*،** و ns به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و عدم معنی دار بودن می باشد

بیشترین مقدار برای پارامترهای ارتفاع بوته، تعداد شاخه جانبی، وزن تازه و خشک گیاه از تیمار نیتروکسین و کمترین آنها از تیمار عدم مصرف کود بدست آمد (جدول ۳). برهمکنش تیمارهای کودی و تنش کمبود آب بر ارتفاع بوته، وزن تازه و خشک گیاه در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود، اما برای پارامتر تعداد شاخه جانبی اثر معنی داری مشاهده نشد (جدول ۲). گیاهان تحت کشت کود زیستی نیتروکسن بیشترین اجزای رشد رویشی را داشتند و پس از آن کود زیستی سوپرنیتروپلاس و بیوفسفر اثر مطلوبی بر پارمترهای رشد رویشی داشتند.

پارامترهای رشد رویشی با افزایش تنش خشکی کاهش یافتند. به‌طور کلی بیشترین تولید از گیاهان تحت کشت تیمارهای آبیاری ۸۰ درصد ظرفیت زراعی و کود زیستی نیتروکسین مشاهده شد(جدول ٤). تنش خشکی موجب کاهش مقدار آب، آماس، پتانسیل کل آب، پژمردگی، بسته شدن روزنه‌ها و کاهش در بزرگ شدن سلول‌ها و رشد رویشی می‌گردد. کمیت و کیفیت رشد رویشی گیاه بستگی به تقسیم سلولی، بزرگ شدن سلول‌ها و تمایز دارد و کلیه این حوادث متأثر از تنش خشکی می‌باشند (کوساکا، ۲۰۰۵).

جدول۳- مقایسه میانگین اثرات ساده کود زیستی بر رشد و درصد اسانس گیاه دارویی بادرشبو

تیمار	سطوح	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	تعداد شاخه جانبی	عملکرد تازه گیاه (گرم در گیاه)	وزن خشک گیاه (گرم در گیاه)	محتوای نسبی آب (درصد)	میزان اسانس (درصد)
کود زیستی	عدم کاربرد کود (شاهد)	۳٤/۱۳d	۱۳/۸۲d	٤۲/۵۵d	٦/۷۹d	٤۲/۸٤d	۱/۵۷d
	سوپرنیتروپلاس	۵۷/٤۷b	۱٦/۰۸b	٦٤/۰۷b	۱۰/۲٤b	۵۳/٦۳b	۱/۸۲b
	نیتروکسین	٦۹/۲۷a	۱٦/۹۸a	٦۷/۵٦a	۱۰/۷۹a	٦٤/٦۲a	۱/۹۳a
	بیوفسفر	٤۵/٦۰c	۱۵/۰۸c	۵۲/۹۸c	۸/٤۵c	٤۵/۷۵c	۱/٦۸c

در هر ستون برای هر تیمار، حروف مشابه نمایانگر عدم اختلاف معنی دار در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد

جدول ٤- مقایسه میانگین اثرات برهمکنش تنش خشکی و کود زیستی بر رشد و اسانس گیاه دارویی بادرشبو

تنش خشکی	کود زیستی	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	تعداد شاخه جانبی	عملکرد تازه گیاه (گرم در گیاه)	وزن خشک گیاه (گرم در گیاه)	محتوای نسبی آب (درصد)	میزان اسانس (درصد)
شاهد	شاهد (عدم مصرف کود)	٤۵/۰۰g	۱۵/۲۵ef	۵۰/۷۰h	۸/۰۹h	۵۸/٦٤d	۱/٤۰l
	سوپر سوپر نیتروپلاس	۵۷/۰٦d	۱۵/۸۰cd	٦۳/۰۳d	۱۰/۰٦d	٦٦/۰۵b	۱/۹۰d
	نیتروکسین	٦۸/۵۱b	۱٦/۹۸c	٦۷/۹۳c	۱۰/۸٤c	۷۲/۱۰a	۱/٦۳i
	بیوفسفر	۳۳/۰۱	۱۳/۹۱h	٤۰/۷۷k	٦/۵۰k	٦۱/۷۱c	۱/۵۱k
۸۰ درصد ظرفیت زراعی	شاهد (عدم مصرف کود)	۵۲/۰۰f	۱٦/۳۵cd	٦۰/۳۳e	۹/٦۳e	٤۷/۷٦gh	۱/٦٤h
	سوپر سوپر نیتروپلاس	٦٤/۰۸c	۱٦/۹۱c	۷۱/۷۳b	۱۱/۵۱b	۵۲/۸۹f	۱/۸۹d
	نیتروکسین	۷۷/۲۰a	٤۰/۱۸a	۳٦/۷۷a	۱۲/۳۵a	۵۸/۲۲ed	۲/۰۱b
	بیوفسفر	٤۱/۸۷h	۱٤/۹۵fg	٤۹/٤٦h	۷/۸۹h	۵۵/٦۵ef	۱/۷۵f
٦۰ درصد ظرفیت زراعی	شاهد (عدم مصرف کود)	۵۰/۸۳f	۱۵/۸۰ed	۵٦/۸۳f	۹/۰۷f	٤۱/۷۰i	۱/٦۸g
	سوپر سوپر نیتروپلاس	٦۳/٦۸c	۱٦/٦۸c	٦۸/٦٦c	۱۰/۹٦c	٤۵/٦۹gh	۱/۸۰e
	نیتروکسین	۷٦/۰۵a	۱۷/٦۸b	٦۸/٤۳c	۱۰/۹۳c	٤۸/۷۰g	۲/۰۸a
	بیوفسفر	۳۸/۹۷i	۱٤/٤۸gh	٤۵/۷۰i	۷/۲۹i	٤٦/۹۳gh	۱/۸۰e
٤۰ درصد ظرفیت زراعی	شاهد (عدم مصرف کود)	۳٤/۵۸j	۱۲/۹۲i	٤٤/۰٦j	۷/۰۳j	۳۷/۱۷j	۱/۵٦j
	سوپر سوپر نیتروپلاس	٤۵/۰۸g	۱٤/٤۰gh	۵۲/۸۷g	۸/٤٤g	٤۱/۹۷i	۱/۹۰d
	نیتروکسین	۵۵/۳۱e	۱٤/۸۵fg	۵٦/۵٤f	۹/۰۳f	٤۷/۰۱gh	۱/۸۰e
	بیوفسفر	۲۲/٦۷l	۱۱/۹٦l	۳٤/۳۰l	۵/٤۷l	٤۵/۲۰h	۱/٦۵h

حروف مشابه در هر ستون نمایانگر عدم اختلاف معنی دار در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد.

از اولین نشانه‌های کمبود آب، کاهش فشار آماس و در نتیجه کاهش رشد و توسعه سلول به ویژه در ساقه و برگ‌هاست. کاهش تقسیم سلولی و بزرگ شدن سلول‌ها موجب کاهش سطح برگ و در نتیجه کاهش فتوسنتز و اجزای رشد رویشی می‌گردد. با کاهش رشد و نمو سلول، اندازه اندام محدود می‌شود. به عبارت دیگر کاهش مواد فتوسنتزی تولیدی به علت کاهش سطح برگ و کاهش انتقال مواد آسیمیلاتی به سمت اندام‌های زایشی در اثر تنش کمبود آب سبب کاهش عملکرد سرشاخه‌های گلدار می‌گردد. 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، وزن تر و خشک سرشاخه‌های گل‌دار مانند هر اندام رویشی یا زایشی دیگر شدیداً تحت تأثیر عناصر غذایی وآب قرار می‌گیرند (ارکوسا، ۲۰۰۲).

دسترسی گیاه به آب و عناصر غذایی کافی، به‌خصوص نیتروژن از طریق تأثیر بر روی تقسیم و بزرگ شدن سلول‌ها در افزایش اجزای رشد رویشی بسیار مؤثرمی‌باشد. به همین علت تیمار کود زیستی نیتروکسین بیشترین رشد رویشی را حاصل نموده است و پس از آن سوپرنیتروپلاس قرار داشته است. محققان دیگر همچون ووو همکاران (وو و همکاران، ۲۰۰۵) علت بهبود ارتفاع گیاه ذرت تلقیح شده با کودهای زیستی را افزایش جذب عناصر غذایی و بهبود فتوسنتز عنوان کردند. همچنین خرم دل و همکاران (۱۳۸۷) مشاهده کردند کاربرد مایه تلقیح آزسپریلیوم و ازتوباکتر و قارچ مایکوریزا منجر به افزایش ارتفاع، شاخص سطح برگ، تجمع ماده خشک و سرعت رشد محصول گیاه سیاهدانه نسبت به شاهد گردید.

محتوای نسبی آب

اثر تنش خشکی بر محتوای نسبی آب برگ در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۲). تیمار کودی بر محتوای نسبی آب برگ اختلاف معنی داری در سطح احتمال یک درصد داشت. به‌طوری که بیشترین مقدار محتوای نسبی آب برگ (٦٤/٦٢ درصد) از کاربرد تیمار کودی نیتروکسین و کمترین مقدار آن (٤٢/٨٤ درصد) از تیمار عدم کاربرد کود زیستی (شاهد) بدست آمد (جدول ۳).

اثر متقابل کود زیستی و تنش خشکی بر محتوای نسبی آب در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۲). بیشترین مقدار محتوای نسبی آب برگ (۷۲/۱۰ درصد) مربوط به گیاهان کشت شده تحت تیمار کودی نیتروکسین و تیمار آبی شاهد و کمترین مقدار آن (۳۷/۱۷ درصد) از گیاهان تحت تیمار آبیاری با ٤۰ درصد ظرفیت زراعی و عدم مصرف کود حاصل شد (جدول ٤). بطور کلی با افزایش تنش کمبود آب، محتوای نسبی آب برگ کاهش یافت. با توجه به این مطلب که رشد حاصل تقسیم و توسعه سلول است و توسعه‌ی سلول نیز حاصل پتانسیل فشاری مطلوب است، لذا رشد به کمبود آب بسیار حساس است، بنابراین تحت تنش خشکی به دلیل کاهش فشار بر دیواره سلولی، آماس سلول‌ها کاهش یافته و رشد متوقف‌می گردد (یوردانو، ۱۹۹۵). بنابراین محتوای نسبی آب برگ مطلوب، باعث گسترش بهتر سطح برگ و اجزای رشدی به دلیل گسترش و توسعه مناسب سلول می‌شود.

بسیاری از محققان معتقدند که کاهش میزان محتوای رطوبت نسبی برگ در اثر تنش کم آبی مربوط به انسداد روزنه‌هامی باشد و علت انسداد روزنه‌ها را تجمع هورمون آبسیزیک اسیدمی دانند به طوری که در شرایط تنش خشکی در ریشه ساخته شده و در سلول‌های روزنه‌ای تجمع می‌یابد (شاویز و همکاران، ۲۰۰۲؛ خان و همکاران، ۲۰۰۷). بنظر می‌رسد که بین میزان رطوبت نسبی برگ و میزان رطوبت خاک رابطه مستقیم وجود دارد که با کاهش رطوبت خاک ایجاد تنش، درصد محتوای رطوبت نسبی کاهش پیدا می‌کند. مشابه این نتایج را اوکاروم و همکاران (۲۰۰۵) در گیاه جو و خان و همکاران (۲۰۰۷) در لوبیا گزارش نمودند. بطور کلی با مصرف تیمار کودی نیتروکسین در شرایط تنش محتوای نسبی آب برگ بهبود یافت. همچنین همبستگی مثبت بین میزان محتوای نسبی برگ و رطوبت خاک رامی توان به مصرف کودهای زیستی ربط داد چرا که با مصرف کودهای زیستی بخصوص نیتروکسین، میزان محتوای نسبی برگ‌ها افزایش یافته، بنابراین با افزایش میزان محتوای نسبی برگ‌ها، فشار درون سلولی برای رشد سلول فراهم می‌شود و امکان اتساع دیواره سلولی را فراهم می‌سازد و در نهایت باعث کاهش پایداری غشاء سلول می‌شود تا زمینه برای رشد سلول بدست آید.

با توجه به اینکه شرایط رشد سلول فشار تورگر در حد ماکزیمم، شامل شل شدن دیواره سلولی و رسوب گذاری در دیواره سلولی می‌باشد بنابراین بنظر می‌رسد با مصرف کودهای زیستی و بهبود شرایط فیزیکی و شیمیایی خاک از جمله ظرفیت نگهداری آب در خاک، گیاه کمتر با شرایط خشکی مواجه شده و تمایل کمتری به سرمایه گذاری برای افزایش غشاء نشان می‌دهد، همچنین با افزایش بهبود ساختمان خاک، تحریک بیشتر رشد گیاه را بدنبال دارد (ناگاناندا و همکاران، ۲۰۱۰).

درصد اسانس

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس، نوع کود زیستی، تنش خشکی و برهمکنش آنها اثر معنی داری بر درصد اسانس بادرشبو داشتند (جدول ۲). بیشترین درصد اسانس (۱/۹۳ درصد) از گیاهان تحت تیمار کود زیستی نیتروکسین به دست آمد و پس از آن بترتیب کودهای سوپرنیتروپلاس (۱/۸۲ درصد) و بیوفسفر (۱/٦۸ درصد) قرار داشتند (جدول ۳). همچنین گیاهان تحت تنش آبیاری با ٦۰ درصد ظرفیت زراعی بیشترین میزان درصد اسانس (۱/۸۸ درصد) را دارا بودند. همچنین بیشترین میزان اسانس (۲/۰۸ درصد) از برهمکنش کاربرد تیمار آبیاری با ٦۰ درصد ظرفیت زراعی و کاربرد کودی نیتروکسین و کمترین میزان اسانس (۱/٤۰ درصد) از تیمار آبیاری در ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی و عدم کاربرد کود زیستی بدست آمد (جدول ٤).

تصور بر این است که در شرایط وقوع تنش خشکی و کم آبی، میزان تولید مواد مؤثره به دلیل جلوگیری از اکسیداسیون درون سلولی افزایش می‌یابد. هرمز و ماتسون (۱۹۹۲) عنوان کردند که هر کمبودی که رشد را بیش از فتوسنتز محدود کند، تولید متابولیت‌های ثانویه را افزایش می‌دهد. بیشترین درصد اسانس از گیاهان تحت کشت کود زیستی نیتروکسین و آبیاری ٦۰ درصد ظرفیت زراعی و کمترین آن از گیاهان تیمار آبی شاهد و عدم مصرف کود زیستی به دست آمد (جدول ٤). همچنین با نظر به افزایش میزان اسانس در اثر مصرف تیمارهای مختلف کودی، می‌توان گفت از آنجا که اسانس‌ها، ترکیبات ترپنوئیدی بوده و بیوسنتز واحدهای سازنده آنها (ایزوپرونوئیدها)، نیازمند ATP و NADPH هستند. همچنین تحقیقات نشان داده است به دلیل این که دی اکسید کربن و گلوکز به عنوان پیش ماده مناسب در سنتز اسانس و به ویژه مونوترپن‌ها مطرح هستند، فتوسنتز و تولید فرآورده های فتوسنتزی ارتباط مستقیمی با تولید اسانس دارد (نیاکان و همکاران، ۱۳۸۳). کود زیستی مخلوط نیتروکسین، بیوفسفر و فسفاته بارور۲ از طریق کمک به جذب نیتروژن، فسفر و گوگرد و نقشی که این عناصر در تولید کلروفیل و تأمین آنزیم‌های مورد نیاز گیاه دارند باعث افزایش میزان بافت‌های فتوسنتزی و نهایتاً افزایش اسانس شده‌اند (درزی، ۱۳۸٦). همچنین محققان افزایش مقدار اسانس در گیاه رزماری در اثر تلقیح با ازتوباکتر و باسیلوس را ناشی از افزایش تعداد غده‌های ترشحی و بیوسنتز مونوترپن‌ها بیان کردند (عبدالعزیز و همکاران، ۲۰۰۷). با توجه به این مطلب که حضور عناصری نظیر نیتروژن و فسفر برای تشکیل ترکیبات اسانس‌ها ضروری می‌باشد، لذا مصرف کودهای زیستی موجب افزایش اسانس گیاه بادرشبو می‌گردد (لومیس و کورتائو، ۱۹۷۲). با توجه به اثر متقابل بین تیمارها، اختلاف درصد اسانس را می‌توان به تأثیر مثبت کود نیتروکسین در بهبود شرایط تغذیه‌ایی گیاهان در شرایط تنش در نظر گرفت.

نتیجه گیری

با توجه به نتایج به دست آمده در مطالعه پیش رو می‌توان اظهار داشت که در راستای کاهش مصرف کودهای شیمیایی و نیل به اهداف کشاورزی پایدار می‌توان بخش زیادی از نیاز عناصر غذایی گیاه بادرشبو را با کاربرد کودهای زیستی تامین نمود. همچنین نتایج این پژوهش نشان داد که افزایش شدت تنش خشکی باعث کاهش صفات بررسی شده گردید، با این حال تیمارهای کودی از گیاهان در برابر تنش خشکی محافظت کرد و باعث کاهش خسارت‌های ناشی از تنش خشکی شد. نقش حفاظتی و تعدیل کنندگی کاربرد کود بر تنش خشکی را می‌توان به تأثیر مثبت کودهای زیستی در بهبود شرایط تغذیه‌ای گیاهان در زمان وقوع تنش، نسبت داده شود. می‌توان در صورت انجام مطالعات تکمیلی برای افزایش عملکرد گیاه بادرشبو در شرایط آب و هوایی مشابه و در مواجه با تنش‌های ملایم کم آبی کاربرد کودهای زیستی نظیر نیتروکسین و سوپر نیتروپلاس را پیشنهاد کرد.

تشکر و قدردانی

از تمامی اساتید ارجمند و آزمایشگاه بیوسنتز که در مراحل گوناگون انجام این تحقیق، نقش ویژه داشته‌اند قدردانی می‌گردد.

منابع

اردکانی، م.ر.، ب. عباس زاده، ا. شریفی عاشورآبادی، م.ح. لباسچی و ف. پاک نژاد. ۱۳۸٦. بررسی اثر کمبود آب بر کمیت و کیفیت گیاه بادرشبو (*Melissa officinalis*L.). فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۲۳ (۲): ۲۵۱-۲٦۱.

امید بیگی، ر. ۱۳۸٤. رهیافتهای تولید و فراوری گیاهان دارویی. انتشارات آستان قدس رضوی. جلد ۳. ۳۹۷ صفحه.

بابایی، ک.، م. امینی دهقی، س.ع.م. مدرس ثانوی و ر. جباری. ۱۳۸۹. اثر تنش خشکی بر صفات مورفولوژیک، میزان پرولین و درصد تیمول در آویشن (*Thymus vulgais* L.).فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۲٦ (۲): ۲۵۱-۲۵۹.

جهان، م و ع. کوچکی. ۱۳۸۲. بررسی تأثیر کشت ارگانیک بابونه آلمانی (*Maricariachamomilla*L.) بر ترکیبات شیمیایی آن. پژوهش و سازندگی. ٦۱: ۸۷-۹۵.

حسنی، ع. و ر. امید بیگی. ۱۳۸۵. تأثیر تنش خشکی بر برخی شاخص‌های مورفولوژیکی و بیوشیمیایی ریحان (*Ocimum basilicum*). مجله زیست شناسی ٦: ۷٦۳-۷٦۷.

خرم دل، س.، ع. کوچکی، م. نصیری محلاتی و ر. قربانی. ۱۳۸۷. اثر کاربرد کودهای بیولوژیک بر عملکرد و اجزاء عملکرد گیاه دارویی سیاهدانه (*Nigellasativa*L.). نشریه پژوهشهای زراعی ایران. ۸ (۵): ۷۷٦-۷٦۸.

درزی، م. ۱۳۸٦. بررسی تأثیر کاربرد کودهای زیستی بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی رازیانه به منظور دستیابی به یک سیستم زراعی پایدار. پایان نامه دکتری زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس.

ربیعیان، ز.، ف. رحیم زاده خویی، ح. کاظمی اربط و م. یارنیا. ۱۳۸۸. اثر کود های زیستی نیتروژنه و فسفری بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود رقم پیروز تحت سطوح مختلف آبیاری. پژوهش در علوم زراعی. ۲ (٦): ۹۳-۱۰۲.

رضاپور، ع.ر.، م. حیدری، م. گلویف و م. رمرودی. ۱۳۹۰. تاثیر تنش خشکی و مقادیر مختلف کود گوگرد بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه و تنظیم کننده های اسمزی در گیاه دارویی سیاه دانه (*Nigella sativa* L.). ۲۷ (۳): ۳۸٤-۳۹٦.

فلاحی، ج. و پ. رضوان مقدم. ۱۳۸۸. تأثیر کودهای بیولوژیک بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی بابونه (*Matricarecutita* L.).نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. ۷ (۱): ۱۳۵-۱۲۷.

موحدی دهنوی، م.ف.، س.ع.م. مدرس ثانوی، ع. سروش زاده و م. جلالی. ۱۳۸۳. تغییرات میزان پرولین قندهای محلول کل، کلروفیل (SPAD) و فلورسانس کلروفیل در ارقام گلرنگ پائیزه تحت تنش خشکی و محلول پاشی روی و منگنز.بیابان. ۹ (۱): ۱۰۹-۹۳.

نگارش، ح. و م. خسروی. ۱۳۷۹. بررسی اقلیم کشاورزی استان سیستان و بلوچستان. معاونت پژوهشی دانشگاه سیستان و بلوچستان. زاهدان.

نیاکان، م.، ر.ع. خاوری نژاد و م.پ. رضایی. ۱۳۸۳. اثر نسبتهای مختلف سه کود K، P و N بر وزن تر ، وزن خشک، سطح برگ، و میزان اسانس گیاه نعناع فلفلی (*Mentha piperita* L.). فصلنامه پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۲۰ (۲): ۱۳۱-۱٤۸.

Abdelaziz, M., R. Pokluda and M.M. Abdelwahab. 2007. Influence of compost, microorganisms and NPK fertilizer upon growth, chemical composition and essential oil production of *Rosmarinus officinalis* L. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici cluj- Napoca, 35: 86-90.

Chaves, M. M., J. S. Pereira, J. P. maroco, M. L. Rodrigues, C. P. Ricardo and M. L. Osorio. 2002. Composition of (*Salvia officinalis* L.). Plant Ann. Agric. Sci. 49: 299-311.

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

Herms, D.A. and W.J. Mattson. 1992. The dilemma of plants: To grow or defend. Quart.Rev. Biol. 67:283 – 325.

Khan, H. U., W. Link, T. Hocking and F. Stoddard. 2007. Evaluation of physiological traits for improving drought tolerance in faba bean (*Vicia faba* L.). Plant Soil. 292:205-217.

Kusaka, M., A. G. Lalusin and T. Fujimura. 2005.The maintenance of growth and turgor in pearl millet (*Pennisetum glaucum* L. Leeke) cultivars with different root structures and osmo-regulation under drought stress. Plant Sci. 168: 1-14.

Levitt, J. 1980. Water, Radiation, Salt and Other Stresses. Response of Plants to Environmental Stresses. Academic press, New York, 650p.

Loomis, W.D. and R. Corteau. 1972. Essential oil biosynthesis. Re. Adv. Phyt. 6: 147-185.

Migahed, H.A., A.E. Ahmed and G.B.F. Abdel. 2004. Effect of different bacterial strains as biofertilizer agents on growth, production and oil of *Apium graveolens* under calcareous soil. Arab Uni. J. Agric. Sci. 12(2): 511-525.

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

Oukarroum, A., S. Elmadidi and R. J. Strasser. 2005. Analysis of the chlorophyll fluorescence transient OJIP during drought stress and re-watering of barely cultivars (*Hordeum vulgare* L.). Abstract. Int. http://www.plant stress.com/id2/ID2%20Posters.htm.

Ramamoorthy, K., N. Natarajan and A. Lakshmanan. 2000. Seed biofortification with *Azospirillum* spp. forimprovement of seedling vigor and productivity in rice (*Oryza sativa* L.). Seed Sci. Tec. 28: 809-815.

Ritchie, S. W. and Nguyen, H. T. 1990. Leaf water content and gas exchange parameters of two wheat genotypes differing in drought resistance. Crop Sci. 30: 105-111.

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

Tilak, K. V. B., N. Ranganayaki, K. K. Pal, R. De. R. K. Saxena, C. S. Nautiyal, S. Mitral, A. K. Tripathi and B. N. Johri. 2005. Diversity of plant growth and soil health supporting bacteria. Current. Sci. 89: 136-150.

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

Yordanov, I. 1995. Responses of photosynthesis to stress and plant growth regulators. Bulg. J. Plant Physiol, 21: 51-70.

Youssef, A. A., A. E. Edri and A. M. Maa. 2004. A comparative study between some plant growthregulators and certain growth hormones producing microorganisms on growth and essential oil photosynthesis and growth. Ann. Bot. 89: 907-916.

The effect of bio fertilizers on some growth parameters and essential oil of Moldavian dragonhead under drought condition

H. Gorgini Shabankareh[1], M.R. Asgharipour[1], B.A. fakheri[1]

Received: 2015-2-12 Accepted: 2015-6-11

Abstract

One of the fundamental principle in sustainable agriculture is use of bio-fertilizers in agro-ecosystems in order to eliminate or reduce the use of chemical inputs**. In this order,** an experimental design as a split plot with four irrigation regimes: 40 %, 60 %, 80 % and 100% FC (as control) as main plots, and four biological fertilizers including nitroxin, super nitroplas, biophosphor and non-fertilizer (as control) as the sub plots were applied with three replications at Zabol University research farm in south of Iran in 2013. The results showed that nitroxin had the highest relative water content, plant height, number of lateral branches, fresh and dry weight and followed by nitroplas and biophosphor. Plants irrigated at 80 % FC had higher plant height, number of lateral branches, fresh and dry weight, while the greatest relative water content was achieved in irrigation at 100 % of FC (control). The experimental results suggested that application of nitroxin along with irrigation at 80 % FC could be useful in drought conditions.

Key words: Essential oil, lamiaceae, drought, field capacity, relative water content

1- College of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran