نشریه تولید گیاهان زراعی
جلد هفتم، شماره سوم، پاییز ۹۳
۱۶۱-۱۴۵
http://ejcp.gau.ac.ir

اثر عناصر ریزمغذی و کاربرد کود زیستی فسفاته بر برخی از صفات مورفولوژیک، فیزیولوژیک، عملکرد و اسانس گیاه سرخارگل تحت شرایط کمبود آب

مریم فرزانیان[1*] و مهرداد یارنیا [2]

[1و2] به‌ترتیب دکترای تخصصی زراعت- فیزیولوژی گیاهان زراعی و دانشیار گروه زراعت واصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز

تاریخ دریافت: ۹۲/۳/۲۶ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۳/۶/۸

چکیده

به‌منظور بررسی اثر کودهای ریزمغذی و کود زیستی فسفاته بر برخی صفات مورفولوژیک، فیزیولوژیک، عملکرد و اسانس گیاه سرخارگل تحت شرایط کمبود آب، آزمایشی به صورت اسپلیت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی تبریز در سال ۱۳۹۰ به اجرا درآمد. تیمارهای آزمایش شامل تنش کم آبی به عنوان عامل اصلی در ۳ سطح (A_1: آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک کلاس A، A_2: آبیاری پس از ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر و A_3: آبیاری پس از ۱۷۰ میلی‌متر تبخیر)، فاکتور فرعی شامل مصرف عناصر ریزمغذی در ۳ سطح (B_1: عدم مصرف، B_2: مصرف سولفات روی، B_3: سولفات آهن) و کود زیستی فسفاته در دو سطح (C_1: عدم مصرف و C_2: مصرف) بود. نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد اسانس سرخارگل با محلول‌پاشی سولفات روی در شرایط آبیاری پس از ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک با ۲۰/۱۹ لیتر در هکتار به‌دست آمد. مصرف کود زیستی فسفاته در شرایط متفاوت آبیاری عملکرد اسانس را افزایش داد به‌طوری‌که این افزایش در شرایط آبیاری کامل ۱۵/۱ درصد، در آبیاری پس از ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک ۱۶/۵۷ درصد و در شرایط آبیاری پس از ۱۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک ۱۴/۶۴ درصد بود. بیشترین محتوای اسانس در شرایط آبیاری پس از ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک و با محلول‌پاشی سولفات روی و آهن به‌ترتیب با ۰/۷۸۲۲ و ۰/۷۷۷۵ درصد به‌دست آمد.

واژه‌های کلیدی: تنش کم آبی، سرخارگل، عملکرد اسانس، کودهای ریزمغذی، کود زیستی فسفاته.

*نویسنده مسئول: m.farzaniyan@gmail.com

مقدمه

سرخارگل (*Purple coneflower*) با نام علمی *Echinaceae purpurea* (L.) Monch گیاهی علفی و چندساله است. این گیاه متعلق به تیره Asteraceae بوده و منشأ آن شمال آمریکا گزارش شده است (چوالیر، ۱۹۹٦). از مهم‌ترین خواص این گیاه افزایش قدرت سیستم ایمنی بدن در مقابل عوامل بیماری‌زا می‌باشد که سبب گردیده این گیاه به عنوان یک داروی مؤثر در پیشگیری و درمان بسیاری از امراض همچون سرماخوردگی، آنفولانزا و عفونت‌ها مورد استفاده قرار گیرد (لی، ۱۹۹۸). تمام پیکره این گیاه دارویی اعم از ریشه و اندام رویشی حاوی مواد مؤثره ارزشمندی از قبیل ترکیبات آلکیل آمیدی مانند ایزوبوتیل آمید، متیل بوتیل آمید، اسید شیکوریک، ترکیبات پلی‌ساکاریدی مانند اکیناسئین، اکیناکوزید و اکینولون و نیز حاوی اسانس است. مهم‌ترین ترکیبات تشکیل‌دهنده اسانس را هومولن، کاریوفیلن و اکسید کاریوفیلن تشکیل می‌دهد (گرینوال و همکاران، ۱۹۹۹).

فراهم نمودن حاصلخیزی مناسب خاک با استفاده متعادل از کودهای شیمیایی و تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه یکی از جنبه‌های مهم مدیریت زراعی جهت حصول حداکثر عملکرد و کیفیت مطلوب محصولات دارویی و حداقل نمودن اثرات مضر آن‌ها بر محیط زیست می‌باشد (چادوری و سارور، ۱۹۹۹). گلین (۲۰۰۲) در طی تحقیقی مشخص نمود که سطوح متفاوتی از ریزمغذی‌ها بر وزن خشک ترخون تأثیر گذاشته است. حیدری و همکاران (۲۰۰۸) در تحقیقی مشاهده کردند که در نعناع فلفلی، محلول‌پاشی با عناصر ریز مغذی بیشترین عملکرد خشک و عملکرد اسانس را در واحد سطح تولید نمود. در چند دهه اخیر مصرف نهاده‌های شیمیایی در اراضی کشاورزی موجب معضلات زیست محیطی عدیده ای از جمله آلودگی منابع آب، افت کیفیت محصولات کشاورزی و کاهش میزان حاصلخیزی خاک‌ها گردیده است (شارما، ۲۰۰۲). کشاورزی پایدار بر پایه مصرف کودهای زیستی با هدف حذف یا تقلیل چشم‌گیر در مصرف نهاده های شیمیایی، یک راه حل مطلوب جهت غلبه بر این مشکلات به‌شمار می‌آید. کودهای زیستی حاوی مواد نگهدارنده ای با جمعیت متراکم یک یا چند نوع ارگانیسم مفید خاک‌زی و یا به‌صورت فرآورده متابولیک این موجودات هستند که به‌منظور بهبود حاصلخیزی خاک و عرضه مناسب عناصر غذایی مورد نیاز گیاه در یک سیستم کشاورزی پایدار به‌کار می‌روند (صالح راستین، ۲۰۰۱). فاتما و همکاران (۲۰۰٦) در یک آزمایش گلخانه‌ای در مصر بر گیاه مرزنجوش (*Majorana hortensis*) نشان دادند که کودهای زیستی حاوی ازتوباکتر، آزوسپریلیوم و باکتری‌های حل کننده فسفات روی شاخص‌های رشدی و میزان اسانس اثرات قابل توجهی دارد.

علاوه بر این، عوامل محدود کننده محیطی از جمله تنش‌ها نیز می‌توانند تأثیر نامطلوبی بر رشد و تولید آن داشته باشند. خشکی یکی از مهم‌ترین بازدارنده های تولید گیاهان در بسیاری از مناطق خشک و نیمه خشک دنیا به‌شمار می‌رود (ردی و همکاران، ۲۰۰٤). در تحقیقات انجام گرفته توسط سریوالی و همکاران (۲۰۰۱) تنش خشکی موجب افزایش عملکرد ریشه و کاهش عملکرد برگ گیاه دارویی پروانش (*Vinca minor* L.) گردید. شوبرا و همکاران (۲۰۰٤) از بررسی بر روی گیاه همیشه بهار دریافتند که ارتفاع و تعداد گل در گیاه در شرایط تنش خشکی به شدت کاهش یافت. افزایش تنش باعث افزایش پرولین و کاهش توان بالقوه آبی و آب نسبی برگ‌ها در مرزه (*Satureia hortensis* L.) می‌شود (باهرنیک، ۲۰۰٤).

سرخارگل به عنوان گیاه دارویی جدید در ایران مطرح می‌باشد و تحقیقات اندکی روی این گیاه انجام شده و زمینه‌های مختلف زراعی و به زراعی آن قابل بررسی است. بنابراین، هدف از این آزمایش بررسی اثر عناصر ریزمغذی و کودهای بیولوژیک در شرایط تنش کمبود آب بر برخی از صفات مورفوفیزیولوژیک و تولید اسانس سرخارگل بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش با هدف ارزیابی تأثیر تیمارهای کودی روی گیاه دارویی سرخارگل تحت تأثیر تنش کمبود آب در گلخانه تحقیقاتی دانشکده ی کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز در سال ۱۳۹۰ به‌صورت اسپلیت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک های کامل تصادفی در ۳ تکرار انجام شد. در این آزمایش تنش خشکی به‌عنوان فاکتور اصلی در ۳ سطح: A_1: آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک کلاس A، A_2: آبیاری پس از ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک کلاس A و A_3: آبیاری پس از ۱۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک کلاس A و عناصر ریزمغذی در ۳ سطح: B_1: عدم مصرف (شاهد)، B_2: عنصر ریزمغذی از منبع سولفات روی و B_3: سولفات آهن و کود زیستی فسفاته (فسفاته بارور ۲) در ۲ سطح: C_1: عدم مصرف و C_2: مصرف کود زیستی فسفاته به عنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شد. عناصر ریزمغذی یک بار با غلظت ۵ در هزار در مرحله ۸ برگی گیاه محلول‌پاشی شدند و کود زیستی فسفاته نیز به صورت سرک قبل از گلدهی در تیمارهای مورد نظر استفاده شد، به این ترتیب که محتوای یک بسته ۱۰۰ گرمی از کود زیستی بارور ۲ را در یک بشکه آب به میزان ۱۰۰ لیتر آب حل کرده و در مسیر آب آبیاری قرار داده شد. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک قبل از شروع آزمایش

تعیین شـد که نتایج آن در جدول (۱) نشان داده شده است. کودهای پایه نیتروژنه و پتاسه مورد نیاز بر اساس نتایج تجزیهٔ خاک و توصیه های بخش تحقیقات آب و خاک انجام شد بدین ترتیب که کود اوره به میزان ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار اسـتفاده شـد که ۵۰ درصـد اوره در زمان کاشت و ۵۰ درصد بقیه در شروع گلدهی به خاک اضافه شد (جدول ۱).

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی وشیمیایی خاک محل آزمایش.

عمق (سانتی متر)	هدایت الکتریکی (میکرومول بر سانتی‌متر)	اسیدیته	درصد کربن آلی	ازت کل (درصد)	فسفر قابل جذب (میلی گرم بر کیلوگرم)	پتاسیم قابل جذب (میلی گرم بر کیلوگرم)	روی (میلی گرم بر کیلوگرم	آهن (میلی‌گرم برکیلوگرم)	بافت خاک
۰-۳۰	۱/۹۱	۷/۹۳	۰/۹۲	۰/۰۹۷	۱۸/۵	٤۹۰	۰/۹٦	۲/۲۸	لوم شنی

ابعاد کرت ها ۱/۵ ×۲ متر مربع که در هر کرت ۳ ردیف کاشـت به صورت جوی پشته ای به فاصله ٤۵ سـانتی‌متر و فاصله کرت‌های فرعی از همدیگر یک خط نکاشت و فاصله کرت‌های اصلی ۱/۵ متر و فاصـله تکرارهای آزمایشی نیز ۲ متر در نظر گرفته شد. پس از آماده‌سازی بستر کاشت در گلخانه در اسـفند ماه، بذور سـرخارگل درردیف‌هایی به فاصـله ۱۰ سـانتی‌متر و عمق ۲ تا ۳ سـانتی‌متر با دسـت کشـــت شـــدند. با آبیاری منظم در هر روز و وجین علف‌های هرز در خزانه، بذرها پس از ۱۵ روز به تدریج سبز شدند. نشاءها در مرحله ۵-٤ برگی در ردیف هایی به فاصله ٤۵ سانتی‌متر و فاصله دو بوته در طول ردیف ۲۵ سـانتی‌متر و در شـرایط کاملاً یکسان از نظر ویژگی های خاک به زمین اصلی منتقل شـد. آبیاری مزرعه تا مرحله گلدهی گیاه به‌طور متوسـط هر هفته یک‌بار انجام شـد و بعد از گلدهی تنش کم آبی بر اسـاس میزان تبخیر از تشـتک کلاس A اعمال گردید. اندازه‌گیری صفات مورد نظردر مرحله گلدهی کامل انجام شـد. به‌منظور از بین بردن اثرات حاشـیه‌ای دو ردیف حاشـیه در نظر گرفته شـــده و همچنین دو بوتـه از ابتـدا و انتهای هر کدام از ردیف های باقیمانده حذف گردید. در مرحله گل‌دهی کامل ٦ بوته از هر کرت انتخاب شـده و اندام رویشـی آنها از فاصـله ۱۵ تا ۲۰ سانتی متری از سـطح زمین برداشـت و ارتفاع و تعداد شاخه گل دهنده اندازه گیری شد. میزان پرولین نیز با استفاده از روش بیتس و همکاران (۱۹۷۳) اندازه‌گیری و تعیین گردید. پس از اندازه‌گیری وزن، بوته‌ها در محلی سـایه، دارای تهویه مناسـب و دمای ۲۵ درجه سـلسـیوس منتقل و خشـک شده و مجدد توزین شده و

عملکرد خشک اندام هوایی محاسبه گردید. استخراج اسانس نمونه‌ها به روش تقطیر با آب و با استفاده از دستگاه کلونجر به مدت سه ساعت و در شرایط کاملاً یکسان برای تمام تیمارها انجام شد و پس از تعیین مقدار وزنی اسانس‌ها، درصد وزنی اسانس هر نمونه مشخص شد. تجزیه واریانس داده ها با استفاده از برنامه آماری Mstat-C و مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. نمودارها با استفاده از نرم افزار Excel رسم شد.

نتایج

ارتفاع بوته: نتایج به‌دست آمده از تجزیه‌ی واریانس ساده داده‌ها، نشان داد که تأثیر تنش خشکی، محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی و کاربرد فسفاته بارور۲ بر روی صفت ارتفاع بوته سرخارگل در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲).

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر تنش خشکی، عناصر ریزمغذی و کود زیستی فسفاته بر برخی از خصوصیات رشدی و عملکرد کمی و کیفی گیاه سرخارگل

میانگین مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		ارتفاع بوته	تعداد شاخه گل دهنده	پرولین	عملکرد خشک بوته	عملکرد اسانس	محتوای اسانس
تکرار	۲	۱۱۳/۸۶۱ ns	۳/۳۳۳*	۰/۰۲٤ ns	۱۵۰۰/٦٤٥ ns	۰/۰۰۹ ns	۰/۰۰۲ns
تنش خشکی	۲	٤٦٥۳/۸۹۲**	۱۳۷/۳٤٤**	٥٦۸/۳۳۷**	۱۷۳٦۲٦/۰۷۰**	۸٤٥/۰۷۸**	۱/٥۸٥**
خطا	٤	٤۸/۰۰٤	۰/۲۹۷	۰/۲۰٦	۳۱۸۲/٤۰٥	۰/۱۰۳	۰/۰۰٤
عناصر ریزمغذی	۲	٥۱۱/۷۱۹**	٤۰/۲۷۰**	۲۷/۷٥۰**	٤۱۸۹۷/۰۲۹**	۲۱۰/۳۳۷**	۰/۰٥۰**
تنش × ریزمغذی	٤	٥/۷٦٦ ns	۱/۹٥۰**	٦/۳٥۳**	۱۲٥٥/۰۳٦*	۱۸/۸٤۷**	۰/۰۰٦**
کود زیستی فسفاته	۱	٤٦٤/۲۱٥**	۱٤۱/۸۷۸**	۰/۷۱٦ ns	۳۰۱۳٦/٤٤۰**	٥٥/۷۷٥**	۰/۰۲۸ ns
تنش × کود زیستی	۲	۱/٥۲۹ ns	٥/٥٥۷**	۰/۱۰۷ ns	۷٤/۳۰۱ ns	٥/۸۲۱**	۰/۰۰٦ ns
ریزمغذی × کود زیستی	۲	۲/٦٥۰ ns	۰/۲۸٦ ns	۰/۰۱۷ ns	٦/۷۳٦ ns	۰/۹۲۹**	۰/۰۰۲ ns
تنش×ریزمغذی×کودزیستی	٤	۱/۷۳۰ns	۰/۲۷۸ ns	۰/۰۰۸ ns	٤۱/۰٥٤ ns	۰/۱٥۲ ns	۰/۰۰۱ ns
خطا	٤٥	۱۰/۷۲۷	۰/۳۱۲	۰/۱۱۱	٤۸۰/۰۸۲	۱/۱٥۰	۰/۰۰۱
ضریب تغییرات		۳/۹۲	۷/۱٥	٦/۷۱	۷/٦۳	۳/٦	۷/۸۲

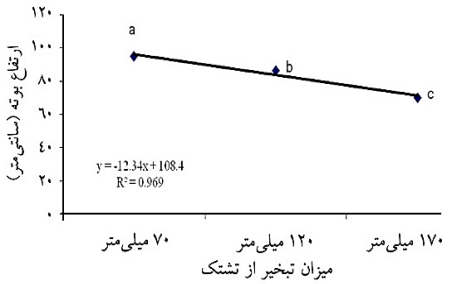
ns، * و ** به‌ترتیب نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ است.

مقایسه میانگین بین سطوح مختلف تنش آبی نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته با ۹٤/۸٤ سانتی‌متر در شرایط آبیاری به دست آمد و کمترین ارتفاع با ۷۰/۱٦ سانتی متر به شرایط آبیاری پس از تبخیر ۱۷۰ میلی‌متر آب از تشتک مربوط بود. کاهش ارتفاع بوته در شرایط اعمال آبیاری پس از ۱۲۰ و ۱۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک نسبت به شاهد به ترتیب برابر با ۹/۹۵ و ۲٦/۰۲ درصد بود، این کاهش به ازای هر واحد تاخیر در آبیاری معادل ۱۲/۳٤ واحد بود (شکل ۱). مقایسه میانگین کاربرد عناصر ریزمغذی نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته به محلول‌پاشی سولفات روی با ۸۷/۷۷ سانتی متر مربوط بود که اختلاف معنی‌داری را با محلول‌پاشی سولفات آهن با ۸٦/۵۲ سانتی‌متر نداشت وکمترین ارتفاع مربوط به عدم محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی با ۷٤/۳ سانتی‌متر مربوط بود (شکل ۲). مقایسه میانگین بین سطوح مختلف کاربرد و عدم کاربرد کود زیستی فسفاته اختلاف معنی‌داری را نشان داد به‌طوری که کاربرد کود زیستی فسفاته با ۸٦/۳ سانتی‌متر بیشترین و عدم کاربرد کود زیستی فسفاته با ۸۱/٦۷ سانتی‌متر کمترین ارتفاع بوته را داشتند (جدول ۳). کاربرد کود زیستی فسفاته افزایشی معادل با ۵/٦۷ درصدی نسبت به عدم مصرف آن نشان داد.

جدول ۳- مقایسه میانگین تأثیر کود زیستی فسفاته بر خصوصیات رشدی و عملکرد کمی و کیفی سرخارگل

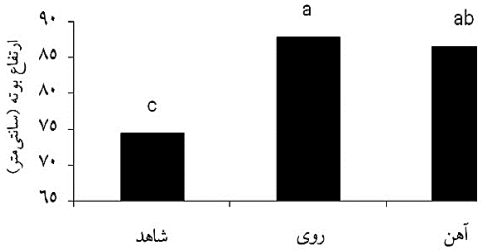
کود زیستی فسفاته	عملکرد خشک بوته (کیلوگرم درهکتار)	ارتفاع بوته (سانتی متر)
عدم مصرف	۲۳۵/۰۷ b	۸۱/٦۷ b
مصرف	۲۷۳/۱۰ a	۸٦/۳۰ a

حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار در بین میانگین‌هاست.



شکل ۱- اثر سطوح تنش خشکی بر ارتفاع بوته سرخارگل

میانگین‌هایی با حروف مشابه از نظر آماری اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.



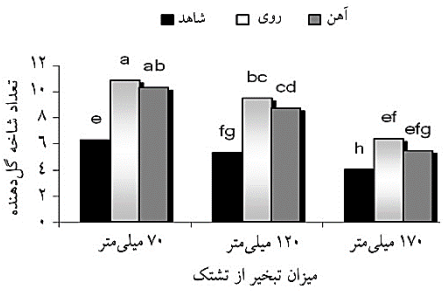
شکل ۲- اثر انواع عناصر ریزمغذی بر ارتفاع بوته سرخارگل

میانگین‌هایی با حروف مشابه از نظر آماری اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

تعداد شاخه گل‌دهنده: نتایج به‌دست آمده از تجزیه‌واریانس ساده‌ی داده‌ها، نشان داد که تأثیر تنش خشکی، محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی و کاربرد کود زیستی فسفاته بر تعداد شاخه گل‌دهنده سرخارگل در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). اثر متقابل تنش خشکی و محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی و نیز اثر متقابل تنش خشکی و کاربرد کود زیستی فسفاته نیز بر روی صفت قطر ساقه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر متقابل بین سطوح مختلف تنش و کاربرد کود ریزمغذی به ایجاد اختلاف معنی‌دار در تعداد شاخه گل‌دهنده منجر گردید، به‌طوری‌که بیشترین تعداد شاخه گل‌دهنده با ۱۰/۹ و ۱۰/۳۷ شاخه به‌ترتیب با محلول‌پاشی کود سولفات روی و سولفات آهن در شرایط آبیاری کامل به‌دست آمد و کمترین تعداد شاخه گل‌دهنده با ٤/۰۵ شاخه به تیمار عدم مصرف عناصر ریزمغذی در شرایط آبیاری پس از ۱۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک مربوط بود (شکل ۳). محلول‌پاشی سولفات روی و سولفات آهن به افزایش معنی‌دار تعداد شاخه گل‌دهنده در شرایط آبیاری کامل و آبیاری پس از تبخیر ۱۲۰ میلی‌متر از تشتک نسبت به عدم مصرف آن‌ها شد این افزایش به‌ترتیب ٥۰/۲۷٤ و ٤۷/۳۷ درصد بود. افزایش شدت تنش به ۱۷۰ میلی‌متر اثر افزایشی معنی‌دار عناصر ریزمغذی را از بین برد و در این شرایط تنها سولفات روی افزایش ۱/۳۳ درصدی در تعداد شاخه گل‌دهنده نشان داد. مقایسه میانگین اثر متقابل بین سطوح مختلف تنش و کاربرد و عدم کاربرد کود زیستی فسفاته اختلاف معنی‌داری را نشان داد، به طوری که کاربرد کود زیستی فسفاته در شرایط آبیاری کامل با ۱۱/۲۹ شاخه بیشترین و عدم کاربرد کود زیستی فسفاته در شرایط آبیاری پس از تبخیر ۱۷۰ میلی‌متر از تشتک با ٤/۷۲ شاخه کمترین تعداد شاخه گل‌دهنده را داشتند (شکل ٤). مصرف بارور۲، در شرایط متفاوت آبیاری تعداد شاخه گل‌دهنده را افزایش داد. این افزایش در آبیاری کامل ۳۹/۲٦ درصد، در ۱۲۰ میلی‌متر ٤۰/۹٦ درصد و در ۱۷۰ میلی‌متر ۳۲/٦۳ درصد بود. بر این اساس فسفات در شرایط آبیاری پس از تبخیر ۱۲۰ میلی‌متر از تشتک اثر شدیدتری داشت.

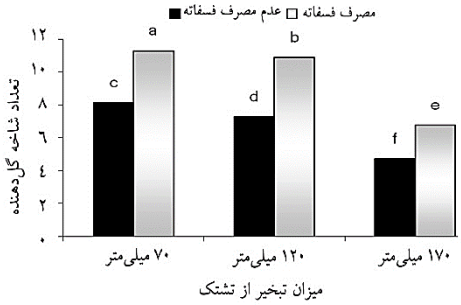
میزان پرولین: نتایج بدست آمده از تجزیه واریانس داده‌ها، نشان داد که تأثیر تنش خشکی و محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی و نیز اثر متقابل تنش در محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی بر میزان پرولین سرخارگل در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر متقابل بین سطوح مختلف تنش و کاربرد کود ریزمغذی به ایجاد اختلاف معنی‌دار در میزان پرولین منجر گردید، به‌طوری‌که محلول‌پاشی سولفات روی در شرایط آبیاری پس از تبخیر ۱۷۰ میلی‌متر از تشتک با ۱۰/۰۱ میلی‌گرم بر گرم وزن‌تر

بیشترین و عدم کاربرد عناصر ریزمغذی در شرایط آبیاری کامل با ۰/۰۷۸۳ میلی‌گرم بر گرم وزن تر کمترین میزان پرولین را به خود اختصاص داد (شکل ۵). محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی سولفات روی و سولفات آهن به افزایش معنی‌دار میزان پرولین در شرایط آبیاری پس از تبخیر ۱۷۰ میلی‌متر از تشتک منجر گردید، به‌طوری‌که این افزایش نسبت به عدم مصرف آنها به‌ترتیب معادل ۹۱/۰۳ و ۷۵/۹۲ درصد بود.



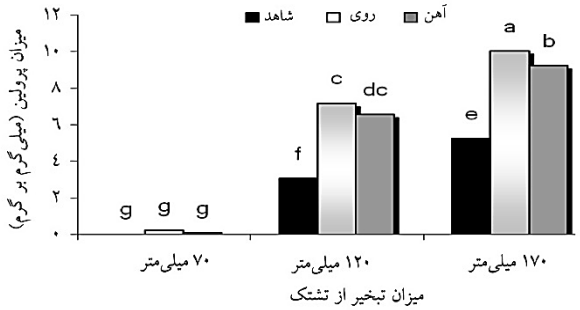
شکل ۳- اثر متقابل تنش خشکی و انواع عناصر ریزمغذی بر تعداد شاخه گل دهنده سرخارگل

میانگین‌های دارای حروف مشترک اختلاف معنی‌داری با همدیگر ندارند.



شکل ٤- اثر متقابل تنش خشکی و کود بیولوژیکی فسفاته بر تعداد شاخه گل دهنده سرخارگل

میانگین‌های دارای حروف مشترک اختلاف معنی‌داری با همدیگر ندارند.

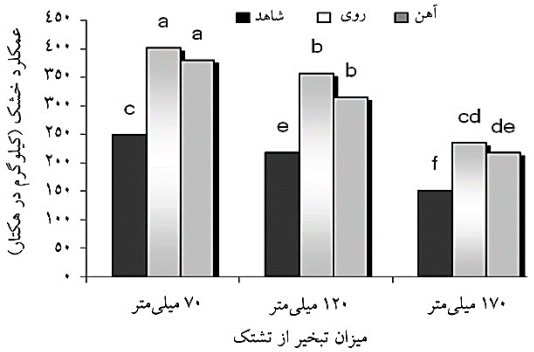


شکل ۵- اثر متقابل تنش خشکی و انواع ریزمغذی‌ها بر میزان پرولین سرخارگل

میانگین‌های دارای حروف مشترک اختلاف معنی‌داری با همدیگر ندارند.

عملکرد خشک اندام هوایی: نتایج به‌دست آمده از تجزیه‌واریانس ساده‌ی داده‌ها، نشان داد که اثر متقابل تنش خشکی در عناصر ریزمغذی بر عملکرد خشک اندام هوایی سرخارگل در سطح ۵ درصد و تأثیر کود زیستی فسفاته در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر متقابل بین سطوح تنش و عناصر ریزمغذی اختلاف معنی‌داری را نشان داد به‌طوری‌که بیشترین عملکرد بیولوژیک به محلول پاشی سولفات روی و سولفات آهن در شرایط آبیاری کامل به ترتیب با ٤٠٢/٤ و ٣٨١/٢ کیلوگرم در هکتار و کمترین عملکرد بیولوژیک به عدم محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی در شرایط آبیاری پس از ۱۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک با ۱۵۲/۲ کیلوگرم در هکتار مربوط بود (شکل ٦). کاهش عملکرد بیولوژیک در شرایط عدم مصرف ریزمغذی‌ها با آبیاری پس از تبخیر ۱۲۰ و ۱۷۰ میلی متر از تشتک نسبت به شاهد ۱۹/۹۱ و ٤٠/١ درصد بود. محلول‌پاشی سولفات روی و سولفات آهن در شرایط آبیاری پس از ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک به ترتیب ۲۹/۲۸ و ۱۸/٤٦ درصد نسبت به شاهد افزایش نشان داد. آبیاری پس از ۱۷۰ میلی‌متر از تشتک اثر افزایشی معنی‌دار عناصر ریزمغذی را از بین برد و در این شرایط مصرف این عناصر نتوانست از افت عملکرد بیولوژیک نسبت به شرایط شاهد ممانعت کند.

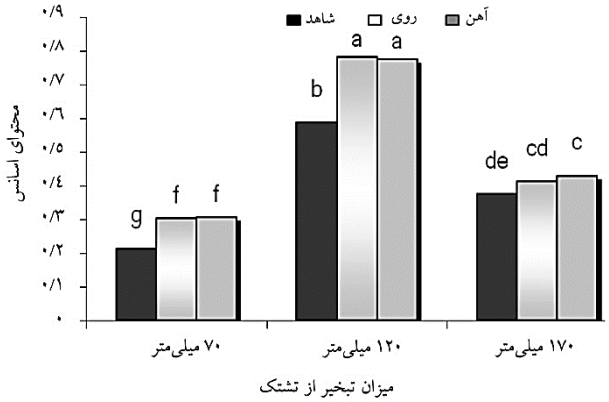
مقایسه میانگین بین سطوح مختلف کاربرد و عدم کاربرد کود زیستی فسفاته اختلاف معنی‌داری را نشان داد، به‌طوری‌که کاربرد کود زیستی فسفاته با ۲۷۳/۱ کیلوگرم در هکتار بیشترین و عدم کاربرد کود زیستی فسفاته با ۲۳۵/۰۷ کیلوگرم در هکتار کمترین عملکرد خشک را داشتند (جدول ۳). کاربرد کود زیستی فسفاته نسبت به عدم کاربرد آن افزایشی را معادل ١٦/١٨ درصد ایجاد کرد.



شکل ٦- اثر متقابل تنش خشکی و انواع ریزمغذی‌ها بر عملکرد خشک سرخارگل

میانگین‌های دارای حروف مشترک اختلاف معنی‌داری با همدیگر ندارند.

محتوای اسانس: نتایج بدست آمده از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر تنش خشکی، محلول پاشی عناصر ریزمغذی و اثر متقابل تنش خشکی در محلول‌پاشی عناصر ریز مغذی بر محتوای اسانس سرخارگل در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر متقابل بین سطوح مختلف تنش و کاربرد کود ریزمغذی به ایجاد اختلاف معنی‌دار در محتوای اسانس منجر گردید، به‌طوری که محلول‌پاشی کود سولفات روی و سولفات آهن در شرایط آبیاری پس از ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک به ترتیب با ۰/۷۸۲۲ و ۰/۷۷۷۵ بیشترین و عدم کاربرد عناصر ریزمغذی در شرایط آبیاری کامل با ۰/۲۱۵۷ کمترین محتوای اسانس را به خود اختصاص دادند (شکل ۷). محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی سولفات روی و سولفات آهن به افزایش معنی‌دار محتوای اسانس در شرایط آبیاری کامل، آبیاری پس از ۱۲۰ و ۱۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک نسبت به عدم مصرف آن ها شد. این افزایش در شرایط آبیاری پس از ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک به‌ترتیب برابر با ۳۲/٦٤ و ۳۱/۸۵ درصد بود.

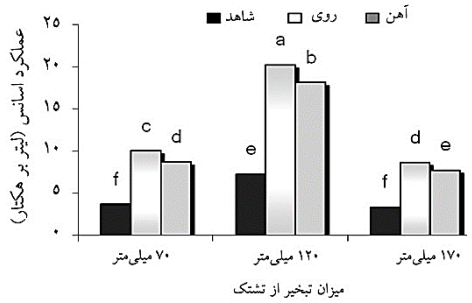


شکل ۷- اثر متقابل تنش خشکی و انواع عناصر ریزمغذی بر محتوای اسانس سرخارگل

میانگین‌های دارای حروف مشترک اختلاف معنی‌داری با همدیگر ندارند.

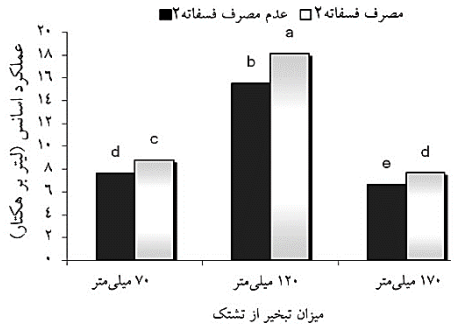
عملکرد اسانس: نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس داده‌ها، نشان داد که تأثیر تنش خشکی، محلول پاشی عناصر ریزمغذی و کاربرد کود زیستی فسفاته بر عملکرد اسانس اندام هوایی سرخارگل در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. اثر متقابل تنش خشکی در محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی، اثر متقابل تنش خشکی در کود زیستی فسفاته و نیز اثر متقابل محلول پاشی عناصر ریزمغذی در کود زیستی فسفاته برروی این صفت در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر متقابل

بین سطوح مختلف تنش و کاربرد کود ریزمغذی به ایجاد اختلاف معنی‌دار در عملکرد اسانس سرخارگل منجر گردید، به‌طوری‌که محلول‌پاشی کود سولفات روی در شرایط آبیاری پس از ۱۲۰ میلی متر تبخیر از تشتک با ۲۰/۱۹ لیتر در هکتار بیشترین و عدم کاربرد عناصر ریزمغذی در شرایط آبیاری پس از تبخیر ۱۷۰ میلی‌متر از تشتک و عدم کاربرد عناصر ریزمغذی در شرایط آبیاری کامل به ترتیب با ۳/۳۵۷ و ۳/۷۲۲ لیتر در هکتار کمترین عملکرد اسانس را به خود اختصاص دادند (شکل ۸). افزایش عملکرد اسانس در شرایط عدم مصرف ریزمغذی‌ها با آبیاری پس از ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک ۹۵/٤٦ درصد بود و کاهش عملکرد اسانس با آبیاری پس از ۱۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک نسبت به شاهد برابر با ۹/۸۱ درصد شد. محلول پاشی عناصر ریزمغذی سولفات روی و سولفات آهن به افزایش معنی‌دار عملکرد اسانس در شرایط آبیاری کامل، آبیاری پس از ۱۲۰ و ۱۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک نسبت به عدم مصرف آن‌ها شد. مقایسه میانگین اثر متقابل بین سطوح مختلف تنش و کاربرد و عدم کاربرد کود زیستی فسفاته اختلاف معنی داری را نشان داد، به‌طوری‌که کاربرد کود زیستی فسفاته در شرایط آبیاری پس از ۱۲۰ میلی متر تبخیر از تشتک با ۱۸/۱۵ لیتر در هکتار بیشترین و عدم کاربرد کود زیستی فسفاته در شرایط آبیاری پس از ۱۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک با ٦/۷ لیتر در هکتار کمترین عملکرد اسانس را داشتند (شکل ۹). مصرف کود زیستی فسفاته در شرایط متفاوت آبیاری عملکرد اسانس را افزایش داد. این افزایش در آبیاری کامل ۱۵/۱ درصد، در شرایط آبیاری پس از ۱۲۰ و ۱۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک به ترتیب ۱٦/۵۷ درصد و ۱٤/٦٤ درصد بود. بر این اساس فسفات در شرایط آبیاری پس از ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک اثر شدیدتری داشته است. مقایسه میانگین اثر متقابل بین عناصر ریزمغذی و کاربرد و عدم کاربرد کود زیستی فسفاته اختلاف معنی‌داری را نشان داد، به طوری که محلول پاشی سولفات آهن همراه با کاربرد فسفاته بارور۲ با ۱٤/۰۹ لیتر در هکتار بیشترین و شاهد با ۳/۹٤٦ لیتر در هکتار کمترین عملکرد اسانس را داشتند (شکل ۱۰). مصرف فسفات نسبت به عدم مصرف آن در کلیه سطوح مصرف عناصر ریزمغذی به افزایش معنی‌دار عملکرد اسانس منجر شد. با این حال، بیشترین اثر افزایشی بر عملکرد اسانس از مصرف توأم کود زیستی فسفاته و سولفات روی به‌دست آمد.



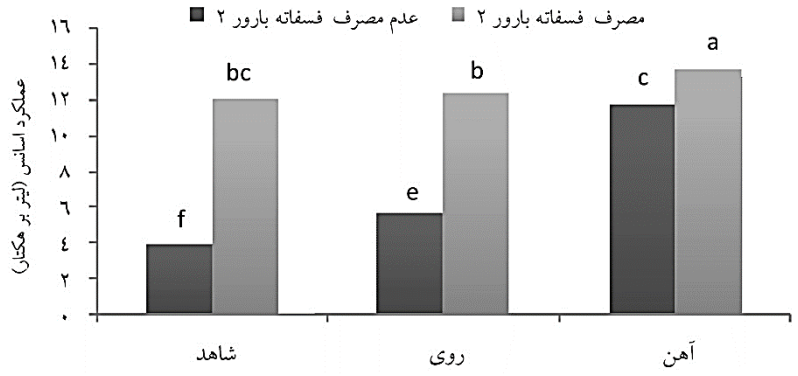
شکل ۸- اثر متقابل تنش خشکی و انواع عناصر ریزمغذی بر عملکرد اسانس سرخارگل

میانگین‌های دارای حروف مشترک اختلاف معنی‌داری با همدیگر ندارند.



شکل ۹- اثر متقابل تنش خشکی و کود زیستی فسفاته بر عملکرد اسانس سرخارگل

میانگین‌های دارای حروف مشترک اختلاف معنی‌داری با همدیگر ندارند.



شکل ۱۰- اثر متقابل انواع عناصر ریز مغذی و کود زیستی فسفاته بر عملکرد اسانس سرخارگل

میانگین‌های دارای حروف مشترک اختلاف معنی‌داری با همدیگر ندارند.

بحث

مقایسه نتایج به‌دست آمده در این تحقیق با نتایج منتشر شده در منابع نشان می‌دهد که مصرف عناصر ریزمغذی تأثیر مثبتی بر خصوصیات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی، عملکرد خشک بوته، عملکرد اسانس و محتوای اسانس سرخارگل دارد. نتایج برخی تحقیقات نشان داده است که فتوسنتز و تولید فرآورده‌های فتوسنتزی ارتباط مستقیمی با تولید اسانس دارد (ایوانس، ۱۹۹۶)، لذا با توجه به تأثیر مثبت عناصر ریزمغذی بر افزایش شاخص کلروفیل این عناصر می‌توانند نقش مهمی در افزایش اسانس

گیاهان دارویی داشته باشند. در تحقیقی مشاهده شد که در نعناع فلفلی محلول پاشی با عناصر ریزمغذی بیشترین عملکرد اسانس را در واحد سطح تولید می‌کند (حیدری و همکاران، ۲۰۰۸). در طی تحقیقی مشخص شد که سطوح متفاوتی از ریزمغذی‌ها روی وزن خشک گیاه ترخون اثر داشته است (گلین، ۲۰۰۲). افزایش عملکرد ماده خشک با مصرف کود ریزمغذی علت‌های مختلفی می‌تواند داشته باشد که از آن جمله می‌توان به افزایش بیوسنتز اکسین در حضور عنصر روی اشاره نمود (شرفی و همکاران، ۲۰۰۲). سولفات روی با افزایش متابولیسم و تولید کربوهیدرات ها و سولفات آهن با تولید کلروفیل و افزایش فتوسنتز با افزایش فعالیت‌های آنزیمی گیاه، در افزایش عملکرد بیولوژیک گیاهی نقش دارند (ملکوتی، ۲۰۰۰). از آن‌جایی که عملکرد اسانس تابعی از درصد اسانس و عملکرد گیاه است، بنابراین افزایش عملکرد بیولوژیک سرخارگل در نهایت به افزایش عملکرد اسانس منجر شده است. میرشکاری و همکاران (۲۰۰۹) در زیره سبز و حیدری و همکاران (۲۰۰۸) در نعناع فلفلی افزایش عملکرد اسانس را بر اثر کاربرد عناصر ریزمغذی گزارش کردند.

نتایج این تحقیق نشان داد که اعمال تنش خشکی شدید باعث کاهش صفات مورفولوژیکی، عملکرد خشک اندام هوایی و عملکرد اسانس و افزایش میزان پرولین در اندام هوایی گیاه شد. وقوع تنش سبب کاهش تولید مواد فتوسنتزی و توسعه رویشی در گیاه می‌شود (حسنی و امیدبیگی، ۲۰۰۲). کاهش عملکرد گیاه در شرایط خشکی احتمالاً به‌دلیل کاهش سطح فتوسنتزکننده، کاهش تولید کلروفیل، افزایش انرژی مصرفی گیاه جهت بالا بردن غلظت شیره سلولی و تغییر در مسیرهای تنفسی و فعال شدن مسیر پنتوز فسفات و یا افزایش حجم ریشه و غیره باشد. تحقیقات انجام گرفته توسط سریوالی و همکاران (۲۰۰۱) نشان داد که تنش خشکی موجب افزایش عملکرد ریشه و کاهش عملکرد برگ گیاه دارویی پروانش گردید. افزایش تنش باعث افزایش پرولین و کاهش توان بالقوه آبی برگ‌ها و آب نسبی برگ‌ها در مرزه می‌شود (باهرنیک، ۲۰۰٤). در شرایط تنش خشکی، گیاهان رشد خود را متوقف می‌سازند و تجمع مواد محلول را در سلول‌ها به‌منظور دسترسی بیشتر به آب افزایش می‌دهند. این امر تنظیم اسمزی نامیده می‌شود (پاتاکاس و همکاران، ۲۰۰۲). نقش مشخص پرولین تنظیم فشار اسمزی است و از اکسیداسیون درونی سلول‌ها در شرایط تنش جلوگیری می‌کند، به همین دلیل، پرولین در گیاهانی که تحت تنش‌های سخت قرار می‌گیرند تجمع می‌یابد. این نتیجه با نتایج بایر (۲۰۰۷) در یک راستا قرار دارد.

نتایج نشان داد که همیشه همراه با بالا رفتن میزان تنش، محتوای اسانس افزایش نمی‌یابد. چرا که در تنش‌های بالا گیاه بیشتر مواد فتوسنتزی خود را صرف تولید ترکیبات تنظیم‌کننده‌های اسمزی می‌کند که بتواند پتانسیل آب سلولی را کاهش دهد. این ترکیبات برای گیاه هزینه‌بر بوده و گیاه این هزینه را از کاهش عملکرد کل یا دانه جبران می‌کند (مونز، ۱۹۹۳). با توجه به نتایج حاصل کاربرد کود زیستی فسفاته تأثیر مثبتی روی صفات مورفولوژیکی، عملکرد خشک بوته و عملکرد اسانس سرخارگل داشت. فسفر به عنوان یکی از عناصر اصلی در ساختار فتوسنتزی گیاه نقش دارد (خلوتی وهمکاران، ۲۰۰۵). آموجویگب و همکاران (۲۰۰۷) در طی آزمایش‌های خود مشاهده کردند که تلفیق کودهای شیمیایی و بیولوژیک موجب تولید حداکثر عملکرد، وزن خشک، شاخص سطح برگ و محتوای کلروفیل برگ‌های ذرت شد. بالا بودن عملکرد اسانس به ساختار فتوسنتز و دوام فتوسنتزی گیاه باز می‌گردد که با دارا بودن عناصر اصلی تشکیل‌دهنده ساختار کلروفیل در گیاه، هیدروکربن‌ها با بالاترین مقدار تولید می‌شود و متابولیت‌های ثانویه که از تولیدات فرعی فتوسنتز هستند در بالاترین مقدار تولید می‌شوند. در مطالعه‌ای در مصر افزایش عملکرد اسانس رازیانه بر اثر کاربرد کودهای بیولوژیک گزارش شده است (ال- گادبان و همکاران، ۲۰۰٦).

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج به‌دست آمده، محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی روی و آهن و کاربرد کود زیستی فسفاته به‌دلیل اهمیتی که در افزایش عملکرد بیولوژیک و عملکرد اسانس سرخارگل داشتند و نیز نظر به قیمت مناسب این کودها و پایین بودن میزان مصرف آن‌ها و همچنین به‌منظور نیل به کشاورزی پایدار و استفاده بهینه از کودهای شیمیایی پیشنهاد می‌شود. همچنین، با توجه به این که سرخارگل گیاه دارویی بوده و افزایش عملکرد اسانس آن بیشتر از سایر مؤلفه‌ها مدنظر می‌باشد، اعمال تنش ملایم خشکی در این گیاه مطلوب است، زیرا تنش ملایم خشکی نه تنها عملکرد و محتوای اسانس را در این گیاه بالا برد، بلکه تأثیر کاهشی چندانی بر صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک سرخارگل نداشت.

منابع

1. Amujoyegbe, B.Y., Opbode, J.T., and Olayinka, A. 2007. Effect of organic and inorganic fertilizer on yield and chlorophyll Content of *zea mays* and *sorghum bicolour*. Plant Sci., 46:186-174.
2. Bahernik, Z. 2004. Effect of Metabolic changes of water stress in Savory. Med. Plants., 20: 263-275.

3. Bates, L.S., Pand, W.R., and Terare, I. 1973. Rapid determination of free prolin for water stress studies. Plant Soil. 39: 205-207.
4. Bayer, C. 2007. Proper proline management needed for effective results. Med. Chem., 18: 10-25.
5. Chaudhry, A.U., and Sarwar, M. 1999. Optimization of nitrogen fertilizer in cotton (*Gossypium hirsutum* L.). Pak. J. Biol. Sci., 2:242-243.
6. Chevallier, A. 1996. The Encyclopedia of Medicinal Plants. Dorling Kindersley Ltd. Pub1., London. Pp: 46-63.
7. El-Ghadban, E.A.E., Shalan, M.N., and Abdel-Latif, T.A.T. 2006. Influence of biofertilizers on growth, volatile oil yield and constituents of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). Agric. Res., 84: 977-992.
8. Evans, W.C., 1996. Trease and Evans. Pharmacognosy. 14th Edition, Chapter 21, Volatile oils and resins, Wiley, New York, 450 p.
9. 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 inorganic amendments app.lication on growth and essential oil pf 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.
10. Glyn, M.F. 2002. Mineral nutrition, production and artemisin content in *Artemisia annua* L. Acta Hortic., 426: 721-728.
11. Gruenwald, J., Brendler, T., and Jaenicke, C. 1999. DDR for Herbal Medicines. Medical Economics Co., New Jersy, USA.
12. Hasani, A., and Omidbeigi, R. 2002. Effect of water stress on some morphological, Physiological and Metabolical traits of Ocimum basilicum. Agric. Sci., 12: 47-59.
13. Heidari, F., Zehtab Salmasi, S., Javanshir, A., Aliyari, H., and Dadpoor, M.R. 2008. The effect of application microelements and plant density on yield and essential oil of peppermint. Med. Plants Res., 24: 1-9.
14. Khalvati, M.A., Mozafar, A., and Schmidhalter, U. 2005. Quantification of water uptake by arbuscular mycorrhizal hyphae and its significance for leaf growth, water relations, and gas exchange of barley subjected to drought stress. Plant Biol., 7: 706-712.
15. Li, Th.S.C. 1998. Echinacea: Cultivation and Medicinal Value. Hortic. Technol., 8:122-129.
16. Malakuti, M.J. 2000. The role of microelements in increasing agricultural production in Iran. Publication of Agricultural Education. Tat Organization. Department of Agriculture., Pp: 123-144.
17. Mirshekari, B., Asadi Rahmani, H., and Mirmozafari Rodsari, A. 2009. The effect of seed inoculation with *Azospirillum strains* and coating with microelements on seed yield and essence of cumin (*Cuminum cyminum* L.). Res. Med. Plants., 25: 470-481.

18. Patakas, A., Nikolaou, N., Zioziou, E., Radoglou, P., and Noitsakis, B. 2002. The role of organic solute and ion accumulation in osmotic adjustment in drought stressed grapevines. Plant Sci., 163: 361-367.
19. Munns, R. 1993. Physiological process limiting plant growth in saline soil: some dogmass and hypotheses. Plant Cell Environ. 16: 15-24.
20. Reddy, A.R., Chaitanya, K.V., and Vivekanandan, M. 2004. Drought induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants. J. Plant Physiol., 161: 1189-1202.
21. Saleh Rastin, N., 2001. Biofertilizers and Their Role in Order to Reach to Sustainable Agriculture. A compilation of papers of necessity for the production of biofertilizers in Iran. Klavazi, K., and Malakouti, J., (eds)., Nashr Amouzesh Keshavarzi. Tehran. Iran. 54p.
22. Sharafi, S., Tajbakhsh, M., Majidi, M., and Pourmirza, A. 2002. Effect of iron and zinc fertilizer on yield and yield components of two forage corn cultivars in Urmia. Soil. Water., 12: 85-94.
23. Sharma, A.K. 2002. A handbook of Organic Farming. Agrobios, India. 627p.
24. Shubhra, K., Dayal, J., Goswami, C. L., and Munjal, R. 2004. Effects of water-deficit on oil of *Calendula aerial* parts. Biol. Planta., 48: 445-448.
25. Sreevalli, Y., Baskaran, K., Chandrashekara, R., Kuikkarni, R., Sushil Hasan, S., Samresh, D., Kukre, j., Ashok, A., Sharma Singh, K., Srikant, S., and Rakesh, T. 2001. Preliminary observations on the effect of irrigation frequency and genotypes on yield and alkaloid concentration in Petriwinkle. Med. Plant Sci., 22: 356-358.

EJCP., Vol. 7 (3): 145-161
http://ejcp.gau.ac.ir

Effects of microelement fertilizers and phosphate biofertilizer on some morphological, physiological traits, yield and essence of Purple coneflower in water stress conditions

M. Farzanian*[1] and M. Yarnia[2]
[1,2] Ph.D of Agronomy- Crop Physiology, and Associate Professor, Department of Agronomy, College of Agriculture, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran.
Received: 06/16/2013 ; Accepted: 08/30/2014

Abstract

In order to study the effects of microelement fertilizer and phosphate biofertilizer on some morphological, physiological characteristics, yield and essence content of Purple coneflower under water stress conditions, an experiment was carried out as split factorial layout based on a randomized complete block design with three replications in the agricultural research station, Islamic Azad University, Tabriz Branch during growing season 2009-2010. Factors included water stress as the main factor on three levels (irrigation after ,120 and 170 mm evaporation from class A), application of micro elements in three levels (control, application of zinc sulphate and Iron sulphate) and phosphate biofertilizer in two levels (C_1: not application and C_2: application of biofertilizer). The results showed that the highest essence yield with 20.19 lit h^{-1} was obtained with foliar application of zinc sulphate under irrigation after 120 mm evaporation from class A basin. Application of phosphate biofertilizer increased essence yield under different irrigation regimes so that this increase was 15.1%, 16.57% and 14.64% under full irrigation, irrigation after 120 mm and under irrigation after 170 mm evaporation from class A basin, respectively. Also, the highest essence percentage obtained in irrigation after 120 mm evaporation from class A basin with foliar application of zinc sulphate and iron sulphate, it was equal to 0.7822 and 0.7775%, respectively.

***Keywords*:** *Echinaceae purpurea* (L.) Monch, Microelements, Phosphate biofertilizer, Water stress, Essence yield.

*Corresponding author; m.farzaniyan@gmail.com