فصلنامهٔ علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران
جلد ۲۹، شمارهٔ ۲، صفحهٔ ۴۵۹-۴۳۸ (۱۳۹۲)

تأثیر کود بیولوژیک، آزوکمپوست و نیتروژن بر خصوصیات مورفولوژیک و میزان اسانس بادرشبی (*Dracocephalum moldavica* L.) در دو منطقه کشور

سعید یوسف‌زاده[۱]، سیدعلی‌محمد مدرس ثانوی[۲*]، فاطمه سفیدکن[۳]، احمد اصغرزاده[۴]، امیر قلاوند[۵]، محسن رشدی[۶] و امین صفرعلیزاده[۷]

۱- دانش‌آموخته دکتری، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

۲*- نویسنده مسئول، استاد، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، پست الکترونیک: Modaresa@modares.ac.ir

۳- استاد، بخش تحقیقات گیاهان دارویی و محصولات فرعی، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور

۴- استادیار، مؤسسه تحقیقات خاک و آب

۵- دانشیار، گروه زراعت، دانشگاه تربیت‌مدرس

۶- استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوی

۷- دانشجوی کارشناسی‌ارشد، دانشگاه آزاد واحد خوی

تاریخ دریافت: خرداد ۱۳۹۰ تاریخ اصلاح نهایی: تیر ۱۳۹۰ تاریخ پذیرش: مرداد ۱۳۹۰

چکیده

به‌منظور بررسی اثر تلفیقی کودهای بیولوژیک و نیتروژن بر تعدادی از خصوصیات مورفولوژیک و میزان اسانس بادرشبی (*Dracocephalum moldavica* L.)، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل سه عاملی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۲۰ تیمار در ۳ تکرار در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ در دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس (منطقه ۱) و در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی استان آذربایجان‌غربی (منطقه ۲) انجام گردید. تیمارهای آزمایشی شامل ژنوتیپ (اکوتیپ بومی و رقم SZK-1)، باکتری (تلقیح بذر با باکتری‌های ازوتوباکتر + آزوسپرلیوم + سودوموناس و عدم‌تلقیح)، رژیم کودی (۱۰۰٪ کود اوره، ۷۵٪ کود اوره + ۲۵٪ آزوکمپوست، ۵۰٪ کود اوره + ۵۰٪ آزوکمپوست، ۲۵٪ کود شیمیایی + ۷۵٪ آزوکمپوست و ۱۰۰٪ آزوکمپوست) بود. براساس نتایج بدست‌آمده بیشتر صفات مورفولوژیک مورد مطالعه تحت تأثیر ژنوتیپ قرار گرفت. اثر رژیم کودی بر عملکرد ماده خشک، بازده و عملکرد اسانس در هر دو منطقه معنی‌دار شد. تعداد شاخه گل‌دهنده در منطقه ۱ و ارتفاع بوته، تعداد برگ ساقه اصلی و تعداد شاخه گل‌دهنده در منطقه ۲ تحت تأثیر عامل تلقیح با باکتری قرار گرفتند. برهم‌کنش اثر متقابل دو جانبه تعدادی از صفات مورد مطالعه را تحت تأثیر قرار دادند. اثر متقابل سه جانبه بر تعداد شاخه گل‌دهنده در منطقه ۱ و بر بازده و عملکرد ماده خشک در منطقه ۲ معنی‌دار بود. بیشترین ارتفاع بوته، ارتفاع اولین شاخه گل‌دهنده از سطح زمین، تعداد برگ در ساقه اصلی، تعداد شاخه فرعی و عملکرد اسانس در اکوتیپ بومی بدست آمد. تلقیح با باکتری ارتفاع، تعداد برگ ساقه اصلی، قطر ساقه و تعداد شاخه گل‌دهنده را افزایش داد. کاربرد تلفیقی ۵۰ درصد کود اوره + ۵۰ درصد آزوکمپوست توانست عملکرد ماده خشک، بازده و عملکرد اسانس را افزایش دهد. به‌طوری‌که کاربرد ۱۰۰٪ آزوکمپوست کمترین عملکرد اسانس را تولید کرد. عملکرد اسانس در اکوتیپ بومی نسبت به رقم اصلاح‌شده افزایش یافت. افزایش عملکرد اسانس به واسطه تلقیح با باکتری در اکوتیپ بومی در مقایسه با رقم اصلاح‌شده بیشتر بود. در مجموع، نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که کاربرد تیمار تلفیقی ۵۰٪ کود اوره + ۵۰٪ آزوکمپوست در حالت تلقیح با باکتری می‌تواند به‌عنوان یک جایگزین مناسب برای کودهای شیمیایی مورد توجه قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: بادرشبی (*Dracocephalum moldavica* L.)، آزوکمپوست، ازوتوباکتر، نیتروژن، کودهای زیستی.

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

بادرشبی با نام علمی *Dracocephalum moldavica* L. گیاهیست علفی و یکساله از خانواده Lamiaceae که بومی آسیای مرکزی و اهلی شده در مرکز و شرق اروپاست (Dasmalchi *et al*., 2007). گل و اندام رویشی بادرشبی (برگ‌ها و ساقه‌های جوان) دارای بیشترین درصد اسانس می‌باشد. اسانس بادرشبی دارای خاصیت ضدمیکروبی و باکتریایی بوده و التیام‌دهنده زخم و جراحات می‌باشد (بریمانی، ۱۳۷٦). اسانس این گیاه در صنایع داروسازی، آرایشی و بهداشتی، غذایی و عطرسازی کاربردهای فراوانی دارد. از عصاره بادرشبی برای رفع سردرد و سرماخوردگی، ضعف عمومی بدن، به‌عنوان مسکن در دردهای عصبی و اسپاسم‌های معدی و کلیوی استفاده می‌شود. این گیاه خاصیت ضدتوموری نیز داشته (Hussein *et al*., 2006) و عصاره آبی آن دارای خصوصیات آنتی‌اکسیدانتی می‌باشد (Dastmalchi *et al*., 2007).

تولید و مصرف بی‌رویه نهاده‌های شیمیایی به‌ویژه نیتروژن در کشاورزی متداول مشکلات زیست‌محیطی بسیاری را به همراه داشته‌است. در این بین می‌توان به آلودگی منابع آب، خاک، کاهش کیفیت محصولات غذایی و بر هم خوردن تعادل زیستی در محیط خاک که صدمات جبران‌ناپذیری به اکوسیستم وارد می‌سازد اشاره کرد (Melero *et al*., 2008). راه‌حل اساسی این مشکل حرکت به سوی کشاورزی پایدار براساس استفاده هر چه بیشتر از نهاده‌های درونی مزرعه ازجمله استفاده از جانداران مفید خاکزی تحت عنوان کودهای زیستی و همچنین بکارگیری تلفیق کودهای آلی و شیمیایی می‌باشد. در بحث تولید گیاهان دارویی، ارزش واقعی به کیفیت محصول و پایداری تولید داده می‌شود و کمّیت محصول در درجه دوم اهمیت قرار می‌گیرد (شریفی عاشورآبادی و همکاران، ۱۳۸۱). به همین دلیل، رویکرد جهانی در تولید گیاهان دارویی به سمت کشاورزی پایدار و بکارگیری روشهای مدیریتی آن می‌باشد. یکی از این روشها بکارگیری کودهای آلی ازجمله آزولا به‌منظور ارتقاء عملکرد کمّی و کیفی گیاهان دارویی می‌باشد. آزولا یک سرخس آبزی و شناور در آب بوده که همراه با جلبک سبز- آبی (*Anabaena azollae*) به‌صورت همزیست زندگی می‌کند. آزولا توانایی جذب نیتروژن اتمسفر و تثبیت آن را داشته و می‌تواند جایگزین بسیار خوبی برای کودهای شیمیایی باشد. آزولا منبع بسیار مهمی از عناصر مورد نیاز گیاهان مانند نیتروژن، فسفر، پتاسیم و ... بوده که پس از اضافه شدن به خاک می‌تواند آنها را به تدریج در اختیار گیاه قرار دهد (Arora & Kiguli, 2000؛ Pabby *et al*., 2003؛ Singh, 2003). یکی از روشهای استفاده از آزولا در خاک‌های زراعی تبدیل آن به کمپوست (آزوکمپوست) و بعد اضافه کردن آن به خاک است. بازدهی استفاده از آزولا با توجه به مقدار ماده سبز تولیدی و توانایی تثبیت نیتروژن اتمسفر بالا بوده و به این دلیل می‌توان آن را به‌عنوان یک کود بیولوژیک بسیار مفید و مناسب برای اکوسیستم قلمداد کرد. راهکار دیگر برای افزایش عملکرد کمّی و کیفی گیاهان دارویی، استفاده از ریز باکتری‌های محرک رشد گیاه (PGPR: Plant Growth Promoting Rhizobacteria) است. از مهمترین این باکتری‌ها می‌توان به *Azotobacter*، *Azosprillum* و *Psedomonas* spp. اشاره کرد (Banchio *et al*., 2008). باکتری‌های محرک رشد گیاه علاوه بر تثبیت زیستی نیتروژن، با تولید

Archive of SID

www.SID.ir

هورمون‌های محرک رشد به‌ویژه انواع اکسین، جیبرلین و سیتوکنین، افزایش فراهمی عناصر غذایی، افزایش جوانه‌زنی و توسعه سیستم ریشه‌ای، رشد و نمو و عملکرد گیاهان را تحت تأثیر قرار می‌دهند (علیخانی و صالح راستین، ۱۳۸۱؛ Banchio *et al*., 2008).

مطالعات زیادی در مورد استفاده از کودهای زیستی و PGPRها در گیاهان مختلف به‌ویژه گیاهان زراعی انجام شده ولی در مورد گیاهان دارویی وسعت مطالعات زیاد نمی‌باشد. Gharib و همکاران (۲۰۰۸) نشان داده‌اند که کاربرد مخلوط PGPRها (ازتوباکتر، آزوسپریلیوم و باسیلیوس) و کمپوست ارتفاع گیاه، قطر ساقه، تعداد شاخه‌های جانبی، وزن تر و خشک پیکر رویشی گیاه و در نهایت درصد اسانس گیاه (*Majorana hortensis*) را افزایش داد. محققان نشان داده‌اند که تلقیح بذرهای گیاه دارویی *Gaillaradia pulchella* با *Azospirillum* به همراه ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار توانست به‌طور معنی‌داری ارتفاع، تعداد برگ در گیاه، تعداد شاخه‌های جانبی و بیوماس کل گیاه را نسبت به شاهد افزایش دهد (Gadagi *et al*., 2004). Kandeel و همکارن (۲۰۰۲) نشان دادند که کاربرد ازتوباکتر و آزوسپریلیوم با نصف مقدار مطلوب کود نیتروژن در گیاه basil ارتفاع، تعداد شاخه‌های جانبی، وزن خشک و تر برگ و ریشه‌ها را افزایش داد. در بررسی دیگر، تلقیح بذرهای مرزنگوش با PGPRها به‌طور معنی‌داری تعداد برگ و گره، طول و وزن شاخه‌ها و در نهایت درصد اسانس آن را افزایش داد (Banchio *et al*., 2008). Hussein و همکاران (۲۰۰۶) گزارش کرده‌اند در گیاه بادرشبی کاربرد ۳۹/٦ تن در هکتار کمپوست نسبت به سایر سطوح کمپوست باعث افزایش معنی‌دار در اغلب خصوصیات رشدی و درصد اسانس شد. اطلاعات اندکی در مورد کاربرد کودهای زیستی و آزوکمپوست روی گیاه بادرشبی وجود دارد. ازاین‌رو، هدف از این تحقیق بررسی تأثیر کودهای زیستی و تلفیق نیتروژن و آزوکمپوست بر عمکرد اسانس و برخی از صفات مورفولوژیکی بادرشبی در دو منطقه از ایران می‌باشد.

مواد و روشها

این آزمایش به‌صورت مزرعه‌ای در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ در دو منطقه در دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس (منطقه ۱) و در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی استان آذربایجان‌غربی (منطقه ۲) واقع در شهرستان خوی انجام گردید. براساس آمار هواشناسی، این منطقه با ۲٤٦ میلی‌متر بارندگی سالانه دارای رژیم آب و هوایی نیمه‌خشک بوده و متوسط درجه حرارت سالیانه آن ۱۷/٦۹ درجه سانتی‌گراد است. براساس نتایج تجزیه خاک، بافت خاک مزرعه لوم شنی (Sandy loam) تشخیص داده شد. همچنین براساس آمار هواشناسی شهرستان خوی، متوسط بارندگی سالیانه این منطقه ۲۹٦ میلی‌متر بوده و با داشتن زمستان‌های سرد و تابستان‌های گرم و خشک دارای رژیم آب و هوایی نیمه‌خشک بوده و متوسط درجه حرارت سالیانه آن ۱۲ درجه سانتی‌گراد بود. با توجه به نتایج تجزیه خاک، بافت خاک مزرعه تحقیقاتی شهرستان خوی لومی رسی (Clay loam) تشخیص داده شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل سه عاملی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و در ۳ تکرار اجرا گردید. عامل ژنوتیپ (G) شامل G_1 (اکوتیپ بومی) و G_2 (رقم اصلاح‌شده SZK-1)، عامل تلقیح با باکتری (B) شامل B_1 (تلقیح بذر با باکتری‌های

Archive of SID

www.SID.ir

ازوتوباکتر + آزوسپرلیوم + سودوموناس) و B_2 (عدم‌تلقیح بذر با باکتری) و عامل کود (F) شامل F_1 (۱۰۰٪ کود اوره به‌عنوان شاهد)، F_2 (۷۵٪ کود اوره + ۲۵٪ آزوکمپوست)، F_3 (۵۰٪ کود اوره + ۵۰٪ آزوکمپوست)، F_4 (۲۵٪ کود اوره + ۷۵٪ آزوکمپوست) و F_5 (۱۰۰٪ آزوکمپوست) بود. با در نظر گرفتن سطوح هر یک از عوامل مورد بررسی و تعداد تکرارها، آزمایش دارای۲۰ تیمار و مشتمل بر ٦۰ واحد آزمایشی بود. هر کرت مشتمل بر شش ردیف کاشت روی سه پشته به فاصله ردیف ٤۰ سانتی‌متر، فاصله بین هر بوته ۱۵ سانتی‌متر و به طول سه متر در نظر گرفته شد. علاوه‌براین بین هر کرت با کرت مجاور که از نظر سطح دریافت کودی متفاوت بودند، دو پشته به‌صورت نکاشت در نظر گرفته شد. در زمستان ۸۷ در منطقه ۱ و در بهار سال ۸۸ در منطقه ۲ پس از شخم، زمین دیسک زده شد و عملیات تسطیح زمین و تهیه جوی و پشته انجام گردید. میزان کودهای مصرفی با توجه به نیاز غذایی گیاه و آزمون خاک تعیین شد. دو هفته قبل از کاشت از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری خاک به‌منظور تعیین خصوصیات شیمیایی خاک نمونه‌برداری شد. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در منطقه ۱ و ۲ در جدول ۱ نشان داده شده‌است. آزوکمپوست مورد استفاده نیز قبل از مصرف تجزیه و آنالیز شد تا میزان عناصر موجود در آن مشخص گردد (جدول ۲). یک هفته قبل از تاریخ کاشت پس از ایجاد جوی و پشته‌ها در دو طرف پشته، شیارهایی با عمق ۲۰-۱۵ سانتی‌متر توسط فوکا ایجاد گردید. با توجه به درصد نیتروژن موجود در آزوکمپوست، بعد از توزین کود مقادیر F_1 (بدون کود آزوکمپوست به‌عنوان شاهد شیمیایی)، F_2 (۳/۸۵ تن در هکتار آزوکمپوست)، F_3 (۷/۷۷ تن در هکتار آزوکمپوست)، F_4 (۱۱/۵۵ تن در هکتار آزوکمپوست) و F_5 (۱۵/۵۵ تن در هکتار آزوکمپوست) در داخل شیارها، قرار داده شد، سپس شیارها به وسیله خاک پوشانده شدند.

قبل از کاشت بذرهایی که باید با باکتری‌ها تیمار شوند با مخلوط باکتری‌های ازوتوباکتر، آزوسپرلیوم و سدوموناس تلقیح شدند. برای تلقیح بذرهای بادرشبی ۵۰۰ میلی‌لیتر مایه تلقیح به نسبت ۳۳: ۳۳: ۳۳ (*Azotobacter*، *Azospirillum* و *Seudomonas*) با ٤۰۰ گرم بذر تلقیح شد. به‌طوری که بذرهای بادرشبی به مدت ۳۰ دقیقه در محلول قرار داده شدند. برای جلوگیری از چسبندگی بذرها جهت کاشت از پودر تالک استفاده گردید. بذر اصلاح شده گیاه بادرشبی رقم SZK-1 از شرکت دارویی زردبند و اکوتیپ بومی آن از شهرستان ارومیه تهیه گردید. بذرهای گیاه با تراکم بالاتر از مطلوب در تاریخ ۲۰ فروردین در منطقه ۱ و در تاریخ ۲۰ اردیبهشت در منطقه ۲ به‌صورت جوی و پشته و به عمق ۲-۱ سانتی‌متر کشت گردید. عملیات وجین علف‌های هرز نیز در سه مرحله و به‌صورت دستی انجام شد. عملیات آبیاری، به‌صورت منظم با توجه به نیاز گیاه در طول دوره رشد انجام شد. در مرحله ٦-٤ برگی تیمارهای نیتروژن با مقادیر F_1 (۷۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار)، F_2 (۵۲/۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار)، F_3 (۳۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار)، F_4 (۱۷/۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) و F_5 (بدون کود شیمیایی نیتروژن) به خاک اضافه و بلافاصله آبیاری انجام گردید. زمانی که ۸۰٪ گیاهان در تاریخ ۲۰ تیر در منطقه ۱ و در تاریخ ۱۸ شهریور در منطقه ۲ به مرحله گلدهی کامل رسیدند، برداشت از مزرعه انجام گردید.

Archive of SID

www.SID.ir

در این تحقیق ویژگی‌هایی از قبیل ارتفاع بوته، طول گل‌آذین ساقه اصلی، ارتفاع اولین شاخه گل‌دهنده از سطح زمین، قطر ساقه، تعداد برگ ساقه اصلی، تعداد شاخه فرعی، تعداد شاخه گل‌دهنده، عملکرد ماده خشک، بازده و عملکرد اسانس مورد بررسی قرار گرفتند. برای تعیین اثر تیمارهای مورد بررسی بر بازده و عملکرد اسانس در هر کرت دو ردیف کناری و ۰/۵ متر از ابتدا و انتهای سه ردیف کاشت در هر واحد آزمایش به‌عنوان حاشیه کنار گذاشته شدند و برداشت از سطحی معادل ۲/۲۵ مترمربع انجام شد. به‌منظور تعیین مقدار اسانس از سرشاخه‌های جوان، از هر کرت آزمایشی یک نمونه ۵۰ گرمی تهیه و با استفاده از روش تقطیر با آب به وسیله دستگاه کلونجر اسانس‌گیری بعمل آمد. به‌منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها از برنامه آماری SAS استفاده شد. با توجه به متفاوت بودن شرایط آب و هوا و خاک در دو منطقه آزمایشی نتایج بدست‌آمده برای هر منطقه به‌صورت جداگانه مورد آنالیز قرار گرفتند. برای مقایسه میانگین تیمارها از آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪استفاده شد.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در دو منطقه مورد آزمایش

	Texture	EC ($ds\ m^{-1}$)	pH	Organic carbo (%)	Total N (%)	AvailableP ($mg\ kg^{-1}$)	Available K ($mg\ kg^{-1}$)
منطقه ۱	لوم شنی	۱/۵۸	۷/٤	۱/۲۵	۰/۰۹۹	٤۱	٤٦۰
منطقه ۲	لومی رسی	۱/۲٤	۷/۷	۰/۸۱	۰/۰۷۵	٤	۱۵۰

جدول ۲- برخی از خصوصیات شیمیایی آزوکمپوست مورد استفاده در آزمایش

pH	EC ($ds\ m^{-1}$)	Organic carbon (%)	Total N (%)	C:N	P (%)	K (%)	Fe (%)	Zn ($mg\ kg^{-1}$)	Cu ($mg\ kg^{-1}$)	Mn ($mg\ kg^{-1}$)
۵/۷	۳/۱	۳۱/٤	۳	۱۰/٤٦	۱/۵۱	۱/۳	۰/۵	۱۱۲	٤۳	۹۹۲

نتایج

در کلیه صفاتی که اثر متقابل در آن معنی‌دار شد نتیجه‌گیری و بحث براساس نتایج اثر متقابل بیان شد. در سایر موارد، اثرهای اصلی مورد بحث و نتیجه‌گیری قرار گرفتند.

ارتفاع بوته

نتایج نشان داد که در مناطق ۱ و ۲ ارتفاع بوته به‌ترتیب در سطح آماری ۵٪ و ۱٪ تحت تأثیر ژنوتیپ قرار گرفت. همچنین، در منطقه ۲ اثر اصلی باکتری ارتفاع بوته را در سطح ۱٪ تحت تأثیر قرار داد (جدولهای ۳ و ٤). در هر دو منطقه ارتفاع اکوتیپ بومی (به‌ترتیب با ٦۲/۹۱ و ۷٤/٦۸ سانتی‌متر در مناطق ۱ و ۲) به‌طور معنی‌داری نسبت به رقم SZK-1 (به‌ترتیب با ۵۹/۰۸ و ٦۷/۹ سانتی‌متر در مناطق ۱ و ۲) بیشتر شد (جدولهای ۵ و ٦). باوجود غیرمعنی‌دار شدن F جدولهای تجزیه واریانس (۳ و ٤) در هر دو منطقه، بین تیمارهای کودی اختلاف آماری معنی‌دار مشاهده شد (جدولهای ۵ و ۷). در هر دو منطقه کمترین ارتفاع در اثر کاربرد تیمار ۱۰۰٪ آزوکمپوست (به‌ترتیب با ۵۸/۰۱ و ۷۰/۲۷ سانتی‌متر در مناطق ۱ و ۲) بدست آمد. بالاترین ارتفاع به‌ترتیب در تیمار ۱۰۰٪ اوره (٦۳/٦۵ سانتی‌متر) و ۵۰٪ کود اوره +

Archive of SID

www.SID.ir

۵۰٪ آزوکمپوست (۷۳/۹۱ سانتی‌متر) در منطقه ۱ و ۲ بدست آمد (جدولهای ۵ و ۷). این در حالی بود که در منطقه ۱ بعد از تیمار شاهد شیمیایی تیمار تلفیقی ۵۰٪ کود اوره + ۵۰٪ آزوکمپوست ارتفاع بیشتری را کسب کرد.

ارتفاع اولین شاخه گل‌دهنده از سطح زمین

نتایج نشان داد که در منطقه ۱ اثر اصلی ژنوتیپ و در منطقه ۲ علاوه بر ژنوتیپ اثر متقابل (باکتری × کود) بر ارتفاع اولین شاخه گل‌دهنده از سطح زمین را در سطح ۱٪ معنی‌دار کردند (جدولهای ۳ و ٤). در هر دو منطقه ارتفاع اولین شاخه گل‌دهنده از سطح زمین در اکوتیپ بومی (به‌ترتیب با ۱۳/۳۳ و ۱۲/۰۳ سانتی‌متر در مناطق ۱ و ۲) نسبت به رقم SZK-1 (به‌ترتیب با ۹/۵۹ و ۷/۸۹ سانتی‌متر در مناطق ۱ و ۲) بیشتر شد (جدولهای ۵ و ٦). اثر متقابل باکتری × کود نشان داد در حالت تلقیح بین تیمار کودی ۷۵٪ کود اوره + ۲۵٪ آزوکمپوست (۱۲/٦۳ سانتی‌متر) و ۲۵٪ کود اوره + ۷۵٪ آزوکمپوست (۷/۳۹ سانتی‌متر) اختلاف آماری معنی‌داری وجود داشت. در حالت عدم‌تلقیح بین سطوح مختلف تیماری اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۱).

قطر ساقه

در منطقه ۱ اثر اصلی ژنوتیپ ($p \leq 0.01$) و کود ($p \leq 0.05$) بر قطر ساقه معنی‌دار شد، این در حالی بود که در منطقه ۲ هیچ یک از اثرهای اصلی و متقابل بر قطر ساقه معنی‌دار نشدند (جداول ۳ و ٤). مقایسه میانگین نشان داد، رقم SZK-1 قطر ساقه بیشتری را نسبت به اکوتیپ بومی ایجاد کرد (جدول ۵). در منطقه ۲ هر چند تفاوت معنی‌دار بین دو ژنوتیپ مشاهده نشد، ولی مشابه با منطقه ۱ قطر ساقه در ژنوتیپ اصلاح شده نسبت به اکوتیپ بومی بیشتر بود (داده‌ها منتشر نشده‌است). در منطقه ۱ کاربرد تیمار شاهد شیمیایی و ۱۰۰٪ آزوکمپوست به‌ترتیب بیشترین و کمترین قطر ساقه را تولید کردند. این در حالی بود که تیمار تلفیقی ۵۰٪ کود اوره + ۵۰٪ آزوکمپوست با تیمار شاهد شیمیایی در یک گروه آماری قرار گرفت (جدول ۵). با وجود معنی‌دار نشدن F جدول تجزیه واریانس در منطقه ۲ بین تیمارهای کودی اختلاف آماری معنی‌دار مشاهده شد. بیشترین و کمترین قطر ساقه به‌ترتیب در تیمارهای کودی ۵۰٪ کود اوره + ۵۰٪ آزوکمپوست و ۱۰۰٪ آزوکمپوست بدست آمد (جدول ۷).

تعداد برگ ساقه اصلی

در منطقه ۱ فقط اثر اصلی ژنوتیپ ($p \leq 0.01$) و در منطقه ۲ اثر ژنوتیپ و باکتری ($p \leq 0.01$) بر تعداد برگ در ساقه اصلی معنی‌دار شد (جدولهای ۳ و ٤). مقایسه میانگین در منطقه ۱ و ۲ نشان داد که تعداد برگ ساقه اصلی در اکوتیپ بومی نسبت به رقم SZK-1 بیشتر بود (جدولهای ۵ و ٦). در منطقه ۱ به‌رغم معنی‌دار نشدن F جدول تجزیه واریانس بین سطوح مختلف کودی اختلاف معنی‌دار مشاهده شد. کاربرد تیمار کودی ۲۵٪ کود اوره + ۷۵٪ آزوکمپوست بیشترین و تیمار ۱۰۰٪ آزوکمپوست کمترین تعداد برگ را در ساقه اصلی تولید کرد (جدول ۵). در منطقه ۲ کاربرد تیمار تلقیح با باکتری تعداد برگ بیشتری را در مقایسه با حالت عدم‌تلقیح در هر دو ژنوتیپ تولید کرد (جدول ٦).

Archive of SID

www.SID.ir

تعداد شاخه فرعی

براساس نتایج تجزیه واریانس، در منطقه ۱ اثر اصلی ژنوتیپ ($p \leq 0.01$) و کود ($p \leq 0.05$) و همچنین اثر متقابل دوجانبه (ژنوتیپ × باکتری)، (باکتری × کود) در سطح ۵٪ معنی‌دار شدند (جدول ۳). در منطقه ۲ فقط اثر اصلی ژنوتیپ بر تعداد شاخه ثانویه در سطح ۵٪ معنی‌دار بود (جدول ٤). مقایسه میانگین اثر متقابل (ژنوتیپ × باکتری) نشان داد در تیمار تلقیح، رقم SZK-1 در مقایسه با اکوتیپ بومی تعداد شاخه فرعی بیشتری تولید کرد. در تیمار عدم‌تلقیح رقم اصلاح شده تیمار برتر بود و اکوتیپ بومی تعداد کمتری شاخه فرعی تولید کرد (شکل ۲). اثر متقابل دو جانبه (باکتری × کود) نیز بیانگر آن بود که در تیمار تلقیح تیمار شاهد شیمیایی بیشترین و تیمار ۱۰۰٪ آزوکمپوست کمترین تعداد شاخه فرعی را تولید کرد. این در حالی بود که تیمار تلفیقی۵۰٪ کود اوره + ۵۰٪ آزوکمپوست مانند تیمار شاهد شیمیایی در گروه آماری برتر قرار گرفت. در حالت عدم‌تلقیح تفاوت آماری معنی‌داری بین تیمارهای کودی مشاهده نشد (شکل ۳). مشابه با منطقه ۱ تعداد شاخه فرعی در رقم SZK-1 نسبت به اکوتیپ بومی بیشتر شد (جدول ٦). با وجود معنی‌دار نبودن F جدول تجزیه واریانس بین تیمارهای کودی تفاوت معنی‌دار مشاهده شد. بیشترین و کمترین تعداد شاخه فرعی به‌ترتیب در تیمار ۵۰٪ کود اوره + ۵۰٪ آزوکمپوست و ۱۰۰٪ آزوکمپوست مشاهده شد (جدول ۷).

تعداد شاخه گل‌دهنده

نتایج جدول تجزیه واریانس در منطقه ۱ حکایت از آن داشت که اثر اصلی باکتری ($p \leq 0.05$) و کود ($p \leq 0.01$) و (اثر متقابل ژنوتیپ × کود) در سطح ۵٪ بر تعداد شاخه گل‌دهنده معنی‌دار شد (جدول ۳). در منطقه ۲ بجز اثر اصلی باکتری تمامی اثر اصلی و متقابل بر تعداد شاخه گل‌دهنده معنی‌دار شدند (جدول ٤). در منطقه ۱ تیمار تلقیح (۲۱/۵۲) توانست در مقایسه با تیمار عدم‌تلقیح (۱۸/۸۵) به‌طور معنی‌داری تعداد شاخه گل‌دهنده را افزایش دهد (داده‌ها نشان داده نشده‌است). مقایسه میانگین اثر متقابل ژنوتیپ × کود نشان داد در اکوتیپ بومی کاربرد تیمار ۱۰۰٪ اوره بیشترین و ۱۰۰٪ آزوکمپوست کمترین تعداد شاخه گل‌دهنده را تولید کرد. این در حالی بود که تیمار ۵۰٪ کود اوره + ۵۰٪ آزوکمپوست بعد از تیمار شاهد در گروه تیماری بعدی قرار گرفت. در رقم SZK-1 بین تیمارهای کودی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. باوجوداین بالاترین تعداد شاخه گل‌دهنده در تیمار ۵۰٪ کود اوره + ۵۰٪ آزوکمپوست بدست آمد (شکل ٤). مقایسه میانگین اثر متقابل سه جانبه در منطقه ۲ نشان داد که در اکوتیپ بومی در حالت تلقیح، کاربرد ۱۰۰٪ نیتروژن بالاترین تعداد شاخه گل‌دهنده را تولید کرد. کمترین تعداد شاخه گل‌دهنده در تیمار ۱۰۰٪ آزوکمپوست مشاهده شد. همچنین، تمامی تیمارهای کودی با تیمار ۱۰۰٪ آزوکمپوست تفاوت معنی‌دار داشتند. در اکوتیپ بومی در حالت عدم‌تلقیح مشابه با حالت اول بیشترین و کمترین تعداد شاخه گل‌دهنده به‌ترتیب در تیمار شاهد شیمیایی و تیمار ۱۰۰٪ آزوکمپوست بدست آمد. در رقم SZK-1 در حالت تلقیح ترکیب کودی ۱۰۰٪ اوره بیشترین تعداد شاخه گل‌دهنده را تولید کرد و با سایر تیمارهای کودی به‌طور معنی‌داری تفاوت داشت. در رقم اصلاح شده و حالت عدم‌تلقیح بین تیمارهای کودی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. با این

Archive of SID

www.SID.ir

حال، بیشترین تعداد شاخه اولیه را تیمار کودی ۵۰٪ کود اوره + ۵۰٪ آزوکمپوست تولید کرد (شکل ۵).

عملکرد ماده خشک

در منطقه ۱، اثر اصلی ژنوتیپ، کود ($p \leq 0.01$)، اثر متقابل دو جانبه (ژنوتیپ × کود)، (باکتری × کود) ($p \leq 0.01$) و اثر سه جانبه (ژنوتیپ × باکتری × کود) ($p \leq 0.05$) بر عملکرد ماده خشک معنی‌دار شد (جدول ۳). در منطقه ۲، فقط عملکرد ماده خشک در سطح ۵٪ تحت تأثیر تیمار کودی قرار گرفت (جدول ٤). اثر متقابل سه جانبه نشان داد که در اکوتیپ بومی در حالت تلقیح و عدم‌تلقیح (به‌ترتیب با ۵۲۸۹ و ۵۷۱۱/٤ کیلوگرم در هکتار) با روندی مشابه بالاترین عملکرد ماده خشک در تیمار شاهد شیمیایی بدست آمد (شکل ٦). کمترین عملکرد ماده خشک نیز در هر دو حالت تلقیح و عدم‌تلقیح (به‌ترتیب با ۳۱۳۱/۸ و ۳۰۲۰/۷ کیلوگرم در هکتار) در تیمار ۱۰۰٪ آزوکمپوست حاصل شد. در حالت تلقیح تیمار تلفیقی ۵۰٪ کود اوره + ۵۰٪ آزوکمپوست اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد شیمیایی نداشت. همچنین، در حالت عدم‌تلقیح نیز تیمار ۵۰٪ کود اوره + ۵۰٪ آزوکمپوست در گروه آماری بعدی قرار گرفت. در رقم اصلاح شده در حالت تلقیح بیشترین و کمترین عملکرد ماده خشک به‌ترتیب در تیمار ۷۵٪ کود اوره + ۲۵٪ آزوکمپوست (۵۸۸۹/٦ کیلوگرم در هکتار) و ۱۰۰٪ آزوکمپوست (۳۸۱۹/٤ کیلوگرم در هکتار) بدست آمد. این در حالی بود که تیمار مذکور با تیمارهای شاهد و ۵۰٪ کود اوره + ۵۰٪ آزوکمپوست اختلاف آماری معنی‌داری نداشت. در حالت عدم‌تلقیح در رقم اصلاح شده بیشترین عملکرد ماده خشک از کاربرد ۱۰۰٪ کود شیمیایی (شاهد) بدست آمد. در این حالت نیز اختلاف آماری معنی‌داری بین تیمار شاهد شیمیایی با تیمار ۵۰٪ کود اوره + ۵۰٪ آزوکمپوست مشاهده نشد. مشابه با منطقه ۱ در منطقه ۲ نیز تیمار شاهد شیمیایی بالاترین عملکرد ماده خشک را به خود اختصاص داد (جدول ۷). باوجوداین اختلاف آماری معنی‌داری بین تیمار شاهد با تیمار تلفیقی۵۰٪ کود اوره + ۵۰٪ آزوکمپوست مشاهده نشد. همچنین، تیمار ۱۰۰٪ آزوکمپوست کمترین مقدار ماده خشک را تولید کرد.

بازده اسانس

در منطقه ۱ بجز اثر باکتری، کلیه اثرهای اصلی و متقابل در سطح ۱٪ بر بازده اسانس معنی‌دار شد (جدول ۳). در منطقه ۲ بازده اسانس توسط اثر اصلی ژنوتیپ و کود در سطح ۱٪ معنی‌دار گردید. همچنین، اثر متقابل دوگانه (ژنوتیپ × کود) در سطح ۵٪ و اثر متقابل (باکتری × کود) در سطح ۱٪ بازده اسانس را معنی‌دار کرد (جدول ٤). مقایسه میانگین اثر متقابل سه جانبه در منطقه ۱ بیانگر آنست که در اکوتیپ بومی در حالت تلقیح کاربرد ۱۰۰٪ آزوکمپوست (۰/٦۳٪) بیشترین درصد اسانس را تولید کرد. این در حالی بود که تیمار شاهد شیمیایی با تیمار ۱۰۰٪ آزوکمپوست در یک گروه آماری قرار گرفتند. در اکوتیپ بومی در حالت عدم‌تلقیح به‌ترتیب تیمار تلفیقی ۵۰٪ کود اوره + ۵۰٪ آزوکمپوست (۰/٥٤٪) و ۲۵٪ کود اوره + ۷۵٪ آزوکمپوست (۰/٤۳٪) بیشترین و کمترین بازده اسانس را تولید کردند. در رقم اصلاح‌شده و در حالت تلقیح بیشترین درصد اسانس را تیمار۵۰٪ کود اوره + ۵۰٪ آزوکمپوست (۰/٤٦٪) به خود اختصاص داد. کمترین بازده اسانس را تیمار ۷۵٪ کود اوره + ۲۵٪

Archive of SID

www.SID.ir

آزوکمپوست (۰/۳۳٪) تولید کرد. در رقم اصلاح‌شده در حالت عدم‌تلقیح بیشترین و کمترین بازده اسانس به‌ترتیب در تیمار ترکیبی ۵۰٪ کود اوره + ۵۰٪ آزوکمپوست و ۱۰۰٪ آزوکمپوست بدست آمد. همچنین، بازده اسانس در شاهد شیمیایی به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (شکل ۷). در منطقه ۲ در اکوتیپ بومی و اصلاح‌شده بیشترین بازده اسانس به‌ترتیب با ۰/٦٤٪ و ۰/۵۷٪ متعلق به تیمار ۵۰٪ کود اوره + ۵۰٪ آزوکمپوست بود. کمترین درصد اسانس در اکوتیپ بومی (۰/٤۹٪) در ترکیب کودی ۱۰۰٪ آزوکمپوست و در رقم اصلاح‌شده (۰/٤٤٪) در ترکیب کودی ۷۵٪ کود اوره + ۲۵٪ آزوکمپوست حاصل شد (شکل ۸). با توجه به شکل ۹، بیشترین بازده اسانس در حالت تلقیح در تیمار تلفیقی ۲۵٪ کود اوره + ۷۵٪ آزوکمپوست با ۰/٦۳٪ حاصل شد. این ترکیب تیماری با تیمار کودی ۵۰٪ کود اوره + ۵۰٪ آزوکمپوست در یک گروه آماری قرار گرفت. کمترین درصد اسانس در تیمار کودی ۱۰۰٪ آزوکمپوست با ۰/٤۵٪ مشاهده شد. این در حالی بود که در حالت عدم‌تلقیح در ترکیب تیماری۵۰٪ کود اوره + ۵۰٪ آزوکمپوست با روندی مشابه با حالت تلقیح بیشترین درصد اسانس را به خود اختصاص داد. به‌طوری‌که کمترین درصد اسانس در ترکیب تیمار کودی ۲۵٪ کود اوره + ۷۵٪ آزوکمپوست بدست آمد.

عملکرد اسانس

در منطقه ۱ نتایج حکایت از آن دارد که اثر اصلی ژنوتیپ و رژیم کودی، اثر متقابل دو جانبه (ژنوتیپ × باکتری) و نیز اثر متقابل (ژنوتیپ × کود) در سطح ۱٪ بر عملکرد اسانس معنی‌دار شد. در منطقه ۲ اثر اصلی ژنوتیپ ($p \leq 0.05$)، کود ($p \leq 0.01$) و اثر متقابل دوگانه (باکتری × کود) در سطح ۵٪ بر عملکرد اسانس معنی‌دار شد. مقایسه میانگین اثر متقابل (ژنوتیپ × باکتری) در منطقه ۱ نشان داد که در حالت تلقیح اکوتیپ بومی به‌طور معنی‌داری در مقایسه با رقم اصلاح‌شده عملکرد اسانس بیشتری تولید کرد (شکل ۱۰). در حالت عدم‌تلقیح تفاوت بین اکوتیپ بومی و رقم SZK-1 معنی‌دار نشد. مقایسه میانگین اثر متقابل (ژنوتیپ × کود) نشان داد، در اکوتیپ بومی بالاترین عملکرد اسانس از کاربرد تیمار شاهد شیمیایی بدست آمد (شکل ۱۱). این در حالی بود که تیمار کودی ۱۰۰٪ آزوکمپوست کمترین عملکرد اسانس را تولید کرد. در این میان ترکیب کودی ۵۰٪ کود اوره + ۵۰٪ آزوکمپوست در گروه آماری برتر قرار گرفت. در رقم SZK-1 کاربرد تیمار تلفیقی ۵۰٪ کود اوره + ۵۰٪ آزوکمپوست بیشترین عملکرد اسانس را تولید کرد. با روندی مشابه با اکوتیپ بومی کمترین عملکرد اسانس به‌واسطه کاربرد تیمار ۱۰۰٪ آزوکمپوست حاصل شد. در منطقه ۲ عملکرد اسانس در اکوتیپ بومی به‌طور معنی‌داری در مقایسه با رقم SZK-1 بیشتر بود (جدول ٦). نتایج شکل ۱۲ نشان داد که بیشترین عملکرد اسانس در حالت تلقیح و عدم‌تلقیح در ترکیب کودی تیمار ۵۰٪ کود اوره + ۵۰٪ آزوکمپوست بدست آمد. همچنین کمترین عملکرد اسانس در حالت تلقیح و عدم‌تلقیح در ترکیب تیمار کودی ۱۰۰٪ آزوکمپوست و ۲۵٪ کود اوره + ۷۵٪ آزوکمپوست حاصل شد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳- تجزیه واریانس برخی از صفات مورفولوژیک، عملکرد ماده خشک، بازده و عملکرد اسانس تحت تأثیر ژنوتیپ، باکتری و کود در منطقه ۱

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		ارتفاع بوته	ارتفاع اولین شاخه گل‌دهنده از زمین	قطر ساقه	تعداد برگ ساقه اصلی	تعداد شاخه فرعی	تعداد شاخه گل‌دهنده	عملکرد ماده خشک	بازده اسانس	عملکرد اسانس
تکرار	۲	۸۰/۰۰٦	۰/٦۸	۱/۱٤	۱۱۳/٤۳ **	۲۱٤/۹٦ **	۸۲/۱ *	۲۸۰٥٤٥/٥	۰/۰۰۰۷	۱۰/٦۰۹٦۲
ژنوتیپ	۱	۲۱۹/۹۱ *	۲۰۹/٤۷ **	۱۲/٥۹ **	۳۱٥/۰۱ **	۱۷۱۹/٤۱ **	۰/۰۰۷	٤۹٦٤۱۲٦ **	۰/۱۸ **	۷٥/۱ **
باکتری	۱	۲۲/٤۸	۳/۹۱	۰/۳	۳۹/۱۳	۰/۹۹	۱۰٦/۷۷ *	٦٤۸٥۲/٥۱	۰/۰۰۱	۲/٥۱
کود	٤	٥۹/۱٥	۷/۰۹	۲/۹٤ *	۲۸/۹٥	۹۱/۷٦ *	۲۰۹/۸ **	۸۱۸٦۱۷٦ **	۰/۰۱ **	۳۰۷/۹۱ **
اثر متقابل ژنوتیپ × باکتری	۱	۳۹/٦٤	۲۸/۲٤	۰/۲۸	۸/٦۷	۲٤۳/۲۱ *	۹۷/۳۸	۱۰۷۱۱۹	۰/۰۷ **	۱۱٥/٥٦ **
اثر متقابل ژنوتیپ × کود	٤	۳۳/۷۷	٥/۸	۰/۹۸	۱۸/۹٦	٥٦/۷٦	۸۳/٦ *	٤٥۹۷۷۳/۹ **	۰/۰۰۹ **	۲۲/۲۱ **
اثر متقابل باکتری × کود	٤	۲٤/۱۰	۹/٥۳	۰/۲٥	٤۲/۲٥	۹٤/۲۷ *	۲۸/٤٦	۳٥۷۰۷٥/۸ **	۰/۰۱ **	٥/۹٦
اثر متقابل ژنوتیپ × باکتری× کود	٤	٦٤/۱٦	۳/۱۹	۰/٥	۲۷/٦۸	۸/٤۸	۱۸/۷	۳۲۹۰۷٥/٤ *	۰/۰۰٥ **	۱۱/۲۷
خطای آزمایش	۳۸	۳۲/۹٦	۷/۷۳	۰/۷۷	۲۰/۰۸	۳۳/۳۱	۲٤/٦	۸۸٦۳٦/٦۲	۰/۱	٥/۲
ضریب تغییرات (cv)		۹/٤۱	۲٤/۲٦	۱۳/۹۸	۸/٤۸	۱۹/۸۱	۲٤/٥۷	٦/٤٦	۷/۱۲	۱۰/۳۲

** و *: به‌ترتیب نشانگر معنی‌دار بودن در سطح آماری ۱٪ و ۵٪. میانگین‌های فاقد ستاره دارای اختلاف آماری معنی‌دار نیستند.

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ٤- تجزیه واریانس برخی از صفات مورفولوژیک، عملکرد ماده خشک، بازده و عملکرد اسانس تحت تأثیر ژنوتیپ، باکتری و کود در منطقه ۲

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		ارتفاع بوته	ارتفاع اولین شاخه گل‌دهنده از زمین	قطر ساقه	تعداد برگ ساقه اصلی	تعداد شاخه فرعی	تعداد شاخه گل‌دهنده	عملکرد ماده خشک	بازده اسانس	عملکرد اسانس
تکرار	۲	٥٤/٧٩	٧٢/٩٢ **	١/٧٨ **	٣٧/٩٤	٢٦٨/٨٢ **	٤٣/٦٢ **	٤٢١٣٧٠٠	٠/٠٢٤	١٦/٩٣٩١٢
ژنوتیپ	۱	٦٨٩/٠٥ **	٢٥٦/٧٢ **	٠/١	٦١٥/٨ **	١٦٨/٨ **	٣٠/٢٠ *	٢١٦٠٠٤/٨	٠/٠٨ **	١١٦/٣٧ *
باکتری	۱	١٥١/٢٧ **	٠/١٨	٠/٨٢	٢١٨/١٢ **	٣/٩٥	١/٣٤ *	٢٤٤٦١٧	٠/٠٠٩	٠/٠٠١
کود	٤	٢٧/٢٨	٩/١٥	٠/٦٢	٩/٣٣	٣٤/٥٦	٣٨/٤٦ **	١٨٩٩٥٤٠٩ *	٠/٠٢ **	١٢٠/٨٩ **
اثر متقابل ژنوتیپ × باکتری	۱	١١/٥٥	١٤/٣٥	٠/٥٢	١/١٣	١٠/١٦	٩٥/٦٨ **	٤٤٣٤٢٠٠	٠/٠٠٠٩	٢٧/٩٨
اثر متقابل ژنوتیپ × کود	٤	٩/٥٤	٢/٢٦	٠/٥٨	١٦/٠٦	٣٧/٢٤	١٦/٠١ *	٢٦٩٠٨٢٧	٠/٠١ *	٣٠/١٦
اثر متقابل باکتری × کود	٤	٢٧/٤١	٢١/١٨ **	٠/٢١	١٨/٧١	٢٦/٨٩	٢٦/٢٥ **	٣٧٨٨٩٢٩	٠/٤ **	٥٦/١١ *
اثر متقابل ژنوتیپ × باکتری × کود	٤	٢/٩٨	٤/٠٨	٠/٢٣	٧/٠١	٢٤/٣٩	٢٣/٤٣ **	٥٠٧٧٤٨٦	٠/٠٠٧	٢٤/١٨
خطای آزمایش	٣٨	١٨/٥٥	٥/٣٥	٠/٢٧	١٦/٠١	١٧/٦٦	٥/٧	٤٩٦٢١٠١/١	٠/٠٠٤	١٩/٣٦
ضریب تغییرات (cv)		٦/٠٤	٢٣/٢٣	٧/٥٧	٦/٧٤	١٥/٦	١٦/٥٣	١٣/٤٩	١٢/٤٢	٢٢/٩٦

** و *: به‌ترتیب نشانر معنی‌دار بودن در سطح آماری ۱٪ و ٥٪. میانگین‌های فاقد ستاره دارای اختلاف آماری معنی‌دار نیستند.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۵- مقایسه میانگین‌های برخی از صفات مورفولوژیک تحت تأثیر ژنوتیپ و رژیم کودی در منطقه ۱

تیمار	ارتفاع بوته (cm)	ارتفاع اولین شاخه گل‌دهنده از زمین (cm)	قطر ساقه (mm)	تعداد برگ ساقه اصلی
ژنوتیپ				
اکوتیپ بومی	٦٢/٩١ a	١٣/٣٣ a	٥/٨٥ b	٥٥/١٢ a
رقم SZK-1	٥٩/٠٨ b	٩/٥٩ b	٦/٧٦ a	٥٠/٥٣ b
رژیم کودی				
١٠٠٪ اوره	٦٣/٦٥ a	١٠/٢٧ a	٧/٠٦ a	٥٣/٩٧ a
٧٥٪ اوره + ٢٥٪ آزو کمپوست	٥٩/٨٢ ab	١١/٤٦ a	٦/١٥ b	٥١/٨١ ab
٥٠٪ اوره + ٥٠٪ آزو کمپوست	٦٢/٥٣ ab	١١/٥٨ a	٦/٣٥ ab	٥٣/١٨ a
٢٥٪ اوره + ٧٥٪ آزو کمپوست	٦٠/٩٩ ab	١١/٥٧ a	٦/٢٩ b	٥٤/٤٥ a
١٠٠٪ آزوکمپوست	٥٨/٠١ b	١٢/٤١ a	٥/٦٨ b	٥٠/٧ b

جدول ٦- مقایسه میانگین‌های برخی از صفات مورفولوژیک تحت تأثیر ژنوتیپ و باکتری در منطقه ۲

تیمار	ارتفاع بوته (cm)	تعداد برگ ساقه اصلی	ارتفاع اولین شاخه گل‌دهنده از سطح زمین	تعداد شاخه فرعی	عملکرد اسانس
ژنوتیپ					
اکوتیپ بومی	٧٤/٦٨ a	٦٢/٥٣ a	١٢/٠٣ a	٢٥/٢٥ b	٢٠/٥٥ a
رقم SZK-1	٦٧/٩ b	٥٦/١٢ b	٧/٨٩ b	٢٨/٦١ a	١٧/٧٧ b
باکتری					
تلقیح	٧٢/٨٧ a	٦١/٢٤ a	٩/٩ a	٢٦/٦٧ a	١٩/١٦ a
عدم‌تلقیح	٦٩/٧ b	٥٧/٤٢ b	١٠/٠١ a	٢٧/١٨ a	١٩/١٥ a

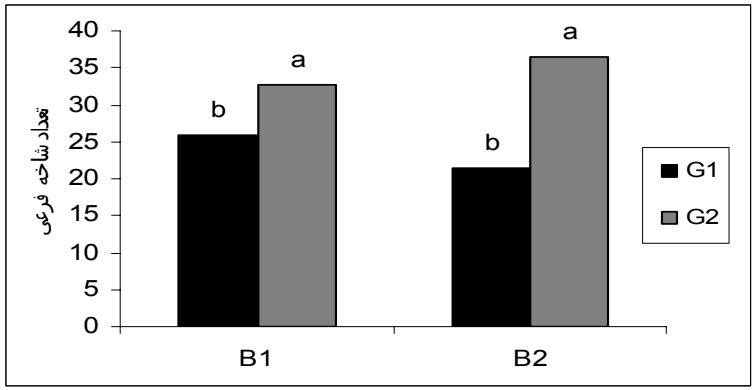
جدول ۷- مقایسه میانگین‌های برخی از صفات مورفولوژیک تحت تأثیر رژیم کودی در منطقه ۲

تیمار	ارتفاع بوته (cm)	ارتفاع اولین شاخه گل‌دهنده از زمین (cm)	قطر ساقه (mm)	تعداد شاخه فرعی	عملکرد وزن خشک
رژیم کودی					
١٠٠٪ اوره	٧٠/٧٦ ab	٩/٧ ab	٦/٨٣ ab	٢٧/٨٨ a	٣٩٠٣/٧ a
٧٥٪ اوره + ٢٥٪ آزوکمپوست	٧١/١٥ ab	١١/٠٣ a	٦/٨٢ ab	٢٦/٥١ ab	٣٤٦٢/١ ab
٥٠٪ اوره + ٥٠٪ آزوکمپوست	٧٣/٩١ a	٩/٧٢ ab	٧/١٥ a	٢٨/٢٧ a	٣٨٩٢/٩ a
٢٥٪ اوره + ٧٥٪ آزوکمپوست	٧٠/٣٥ b	٨/٧ b	٧/٠١ a	٢٧/٨٤ a	٣٣٤٧/٤ b
١٠٠٪ آزوکمپوست	٧٠/٢٧ b	١٠/٥٧ ab	٦/٥٥ b	٢٤/١٣ b	٣٠٨٣/٦ b

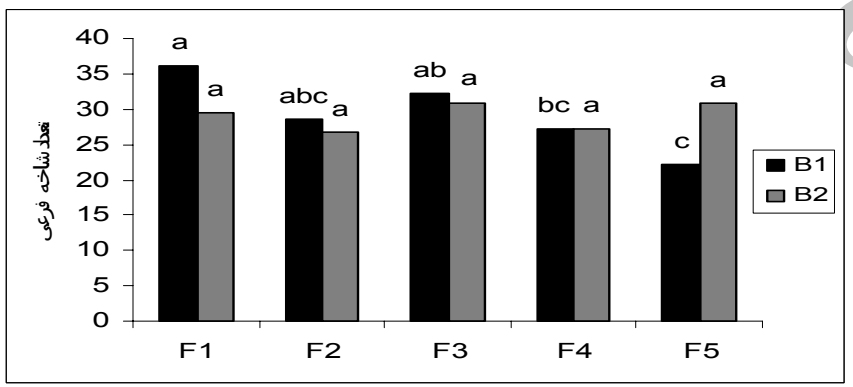
Archive of SID

www.SID.ir

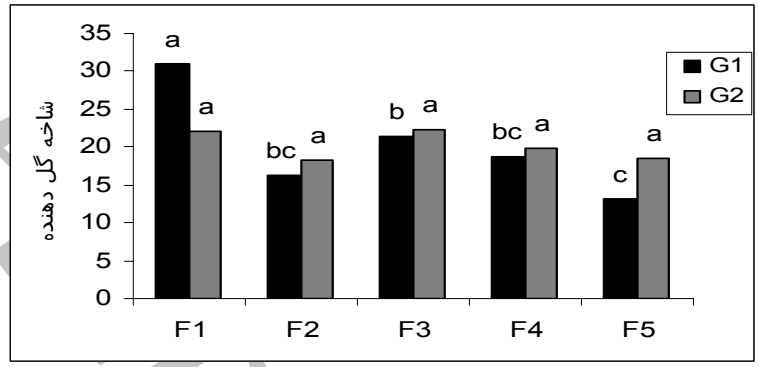
شکل ۱- مقایسه اثر متقابل کود و باکتری بر ارتفاع اولین شاخه گل‌دهنده از سطح زمین در منطقه ۲



شکل ۲- مقایسه اثر متقابل ژنوتیپ و باکتری در تعداد شاخه فرعی در منطقه ۱



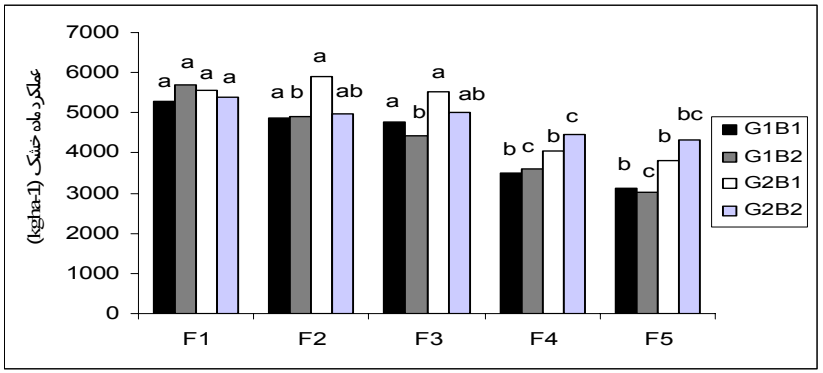
شکل۳- مقایسه اثر متقابل کود و باکتری در تعداد شاخه فرعی در منطقه ۱



شکل ٤- مقایسه اثر متقابل ژنوتیپ و کود بر تعداد شاخه گل‌دهنده در منطقه ۱

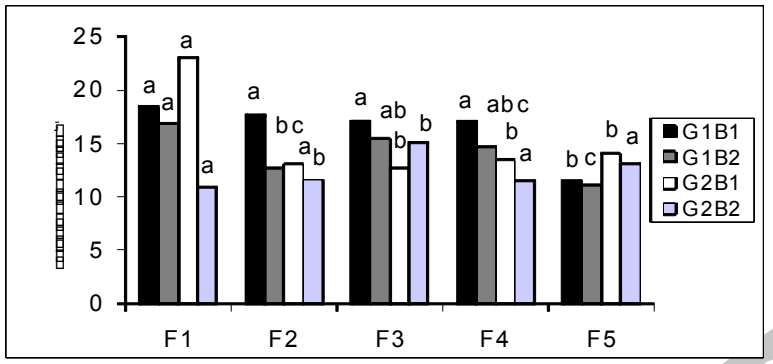
F_1: ۱۰۰٪ اوره، F_2: ۷۵٪ اوره + ۲۵٪ آزوکمپوست، F_3: ۵۰٪ اوره + ۵۰٪ آزوکمپوست، F_4: ۲۵٪ اوره + ۷۵٪ کود آزوکمپوست، F_5: ۱۰۰٪ آزوکمپوست، B_1: تلقیح، B_2: عدم‌تلقیح، G_1: اکوتیپ بومی، G_2: رقم SZK-1.

Archive of SID
www.SID.ir



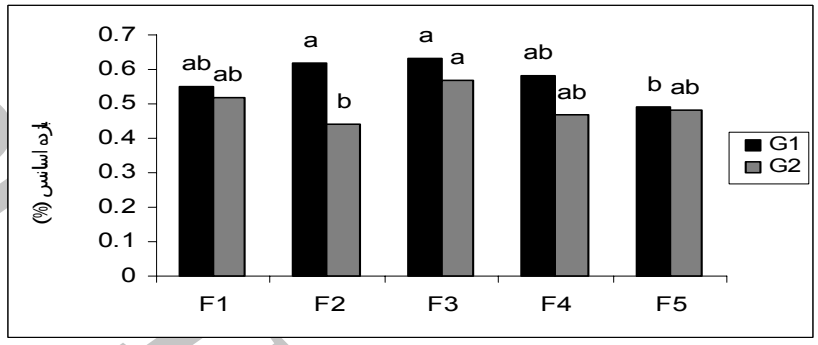
شکل ٦- مقایسه اثر متقابل کود، باکتری و ژنوتیپ

بر عملکرد ماده خشک در منطقه ۱



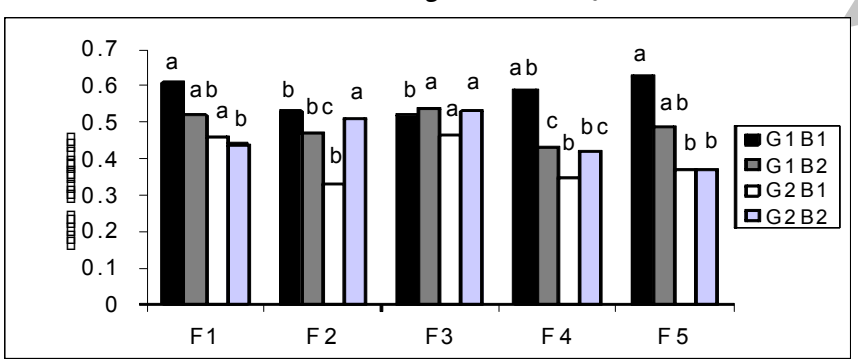
شکل ۵- مقایسه اثر متقابل کود، باکتری و ژنوتیپ

بر تعداد شاخه گل‌دهنده در منطقه ۲



شکل ۸- مقایسه اثر متقابل کود و ژنوتیپ

بر بازده اسانس در منطقه ۲

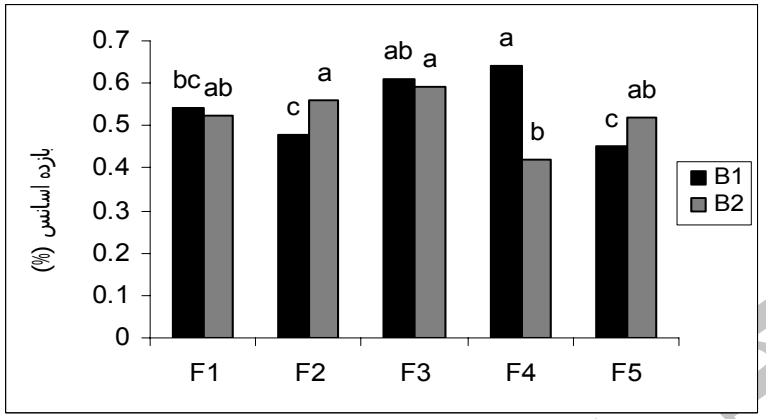


شکل ۷- مقایسه اثر متقابل کود، باکتری و ژنوتیپ

بر بازده اسانس در منطقه ۱

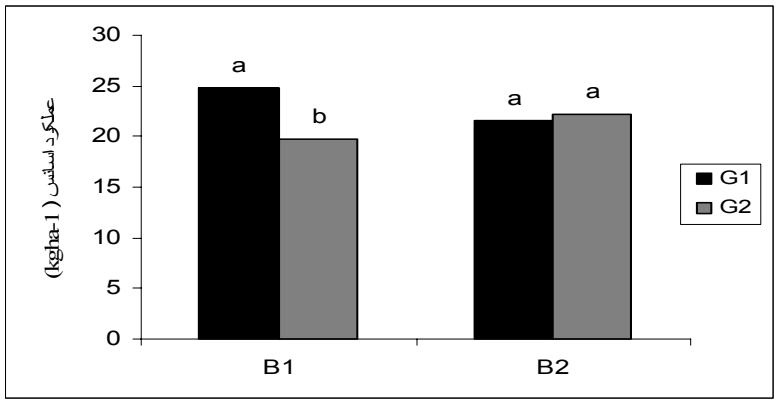
F_1: ۱۰۰٪ اوره، F_2: ۷۵٪ اوره + ۲۵٪ آزوکمپوست، F_3: ۵۰٪ اوره + ۵۰٪ آزوکمپوست، F_4: ۲۵٪ اوره + ۷۵٪ کود آزوکمپوست و F_5: ۱۰۰٪ آزوکمپوست، B_1: تلقیح، B_2: عدم‌تلقیح، G_1: اکوتیپ بومی، G_2: رقم SZK-1. G_1B_1: اکوتیپ بومی در حالت تلقیح، G_1B_2: اکوتیپ بومی در حالت عدم‌تلقیح، G_2B_1: رقم SZK-1 در حالت تلقیح، G_2B_2: رقم SZK-1 در حالت عدم‌تلقیح.

Archive of SID
www.SID.ir



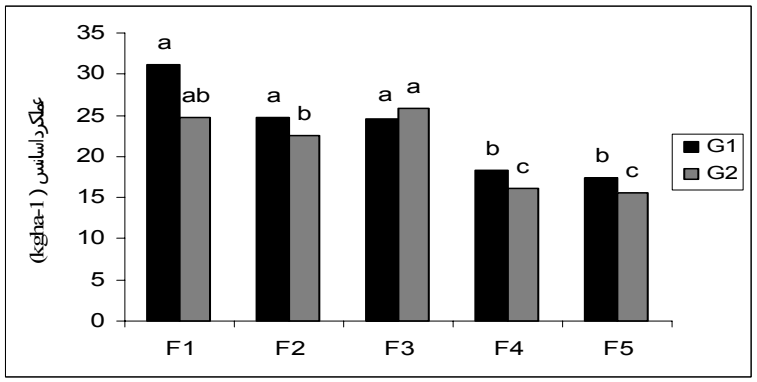
شکل ۹- مقایسه اثر متقابل کود و باکتری

بر بازده اسانس در منطقه ۲



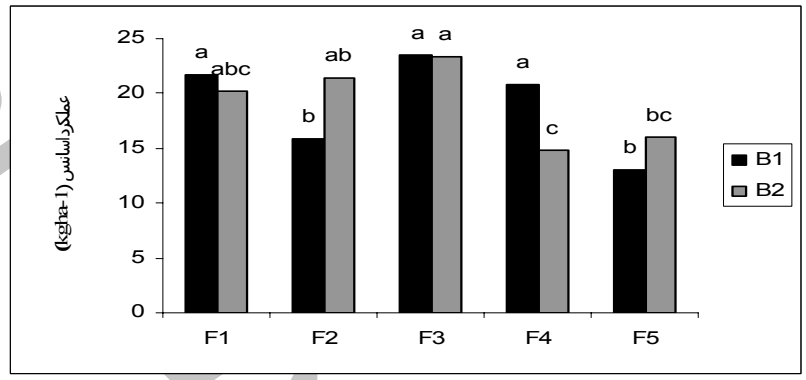
شکل ۱۰- مقایسه اثر متقابل ژنوتیپ و باکتری

بر عملکرد اسانس در منطقه ۱



شکل ۱۱- مقایسه اثر متقابل ژنوتیپ و کود

بر عملکرد اسانس در منطقه ۱



شکل۱۲- مقایسه اثر متقابل کود و ژنوتیپ

بر بازده اسانس در منطقه ۲

F_1: ۱۰۰٪ اوره، F_2: ۷۵٪ اوره + ۲۵٪ آزوکمپوست، F_3: ۵۰٪ اوره + ۵۰٪ آزوکمپوست، F_4: ۲۵٪ اوره + ۷۵٪ کود آزوکمپوست و F_5: ۱۰۰٪ آزوکمپوست، B_1: تلقیح، B_2: عدم‌تلقیح، G_1: اکوتیپ بومی، G_2: رقم SZK-1.

Archive of SID
www.SID.ir

بحث

ارتفاع اکوتیپ بومی در هر دو منطقه نسبت به رقم SZK-1 بیشتر شد. این اختلاف ارتفاع در دو ژنوتیپ علاوه‌بر تأثیر تیمارهای کودی ژنتیکی می‌باشد. در منطقه ۱، بالاترین ارتفاع با کاربرد بیشترین مقدار نیتروژن بدست آمد، درحالی‌که این تیمار کودی اختلاف آماری معنی‌داری را با سایر تیمارها (بجز تیمار ۱۰۰٪ آزوکمپوست) ایجاد نکرد. به نظر می‌رسد استفاده تلفیقی نیتروژن با کود آلی آزوکمپوست علاوه‌بر افزودن نیتروژن به خاک عناصر ریزمغذی موجود در آزوکمپوست را نیز به خاک اضافه کرده و ارتفاع گیاه را افزایش داده‌است. سایر محققان گزارش کرده‌اند که استفاده از کمپوست به‌دلیل بهبود شرایط خاک، افزایش پویایی خاک، تأمین عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم و سایر ریزمغذی‌ها، باعث رشد بهتر ریشه، افزایش جذب عناصر غذایی و افزایش ارتفاع گیاهان می‌شود (Caravaca *et al.*, 2002؛ Hendawy, 2008؛ Hussein *et al.*, 2006). نتایج بررسی‌های پیشین، Hussein و همکاران (۲۰۰٦) در گیاه *Dracocephalum moldavica* L.، Ozguven و همکاران (۲۰۰۸) در گیاه *Artemisia annua* L.، Sotiropoulou و Karamanos (۲۰۱۰) در گیاه *Greek oregano*، نشان دادند که کاربرد کود نیتروژن، کمپوست و تلفیق کمپوست و نیتروژن باعث افزایش ارتفاع در گیاهان مذکور شدند. در منطقه ۲، مشابه با منطقه اول کاربرد ۱۰۰٪ آزوکمپوست کمترین ارتفاع بوته را حاصل کرد. کاهش ارتفاع در این تیمار شاید به‌دلیل آزادسازی تدریجی عناصر ماکرو و میکروالمنت‌ها در طول دوره رشد گیاه باشد. تیمار تلفیقی ۵۰٪ کود اوره + ۵۰٪ آزوکمپوست توانست بیشترین ارتفاع را به خود اختصاص دهد. با توجه به نتایج تیمار تلفیقی ۵۰٪ کود اوره + ۵۰٪ آزوکمپوست نسبت به تیمار شاهد شیمیایی و ۱۰۰٪ آزوکمپوست نتیجه بهتری را تولید کرده‌است. در منطقه ۲ تلقیح بذرها با باکتری توانست ارتفاع گیاه را افزایش دهد. این نتیجه با یافته‌های سایر محققان مطابقت دارد (Abdelaziz *et al.*, 2007؛ Gharib *et al.*, 2008). در این راستا خالص‌رو (۱۳۸۹) گزارش کرد، کاربرد همزمان ورمی‌کمپوست و باکتری‌های *Azotobacter chroococum*، *Azosprillum lipoferum* و *Flurescence psedomonas* در گیاه دارویی انیسون ارتفاع بوته را به‌طور معنی‌داری افزایش داد.

تفاوت در ارتفاع اولین شاخه گل‌دهنده از سطح زمین یک ویژگی ژنتیکی است که در اکوتیپ بومی نسبت به رقم SZK-1 بیشتر است. با توجه به یافته‌های Nikitina (۲۰۰۸) ارتفاع مطلوب برداشت گیاه بادرشبی برای اسانس‌گیری، ۳۵ تا ٤۰ سانتی‌متر از سطح خاک می‌باشد. او دلیل این امر را پایین بودن مقدار اسانس از نظر کمّیت و کیفیت در قسمت‌های پایینی ساقه ذکر کرد. همچنین، ارتفاع بالای اولین شاخه گل‌دهنده از سطح زمین صفتی مطلوب در برداشت محصول به‌صورت مکانیزه می‌باشد. با توجه به ارتفاع برداشت مطلوب در گیاه بادرشبی، ارتفاع بیشتر اولین شاخه گل‌دهنده از سطح زمین شاید در کاهش تلفات در میزان اسانس مؤثر باشد، زیرا بیشترین میزان اسانس در گل‌ها و برگ‌های (سرشاخه‌های جوان) گیاه بادرشبی وجود دارند (Nikitina, 2008؛ Domokos, *et al.*, 1994).

قطر ساقه در هر دو منطقه در رقم SZK-1 نسبت به اکوتیپ بومی بیشتر بود. همچنین، تیمار کودی ۵۰٪ کود اوره + ۵۰٪ آزوکمپوست توانست با تولید قطر ساقه بیشتر در هر دو منطقه در گروه تیماری برتر قرار گیرد. این نتایج

Archive of SID
www.SID.ir

با یافته‌های (Gharib *et al.*, 2008) مطابقت دارد. آنها گزارش کرده‌اند که کاربرد کمپوست نسبت به شاهد شیمیایی (KPN) به‌طور معنی‌داری قطر ساقه بیشتری ایجاد کرد. محبوب خمامی و پداشت دهکائی (۱۳۸۸) نیز گزارش کرده‌اند کاربرد ۱۰۰ گرم کمپوست در هر گلدان نسبت به عدم کاربرد کمپوست قطر ساقه را در فیکوس بنجامین ابلق رقم استارلایت افزایش داد.

در منطقه ۱ کاربرد تلفیقی کود نیتروژن با آزوکمپوست توانسته است تعداد برگ بیشتری را در ساقه اصلی تولید کند. در هر دو منطقه اکوتیپ بومی نسبت به رقم اصلاح‌شده قابلیت تولید برگ بیشتری را داشته‌است. در منطقه ۲ افزایش تعداد برگ توسط باکتری شاید به دلیل تأمین عناصر غذایی به‌ویژه نیتروژن بوده‌است. محققان نشان داده‌اند که تلقیح بذرهای گیاه دارویی *Gaillaradia pulchella* با *Azospirillum* به همراه ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار توانست به‌طور معنی‌داری تعداد برگ در گیاه را نسبت به شاهد افزایش دهد (Gadagi *et al.*, 2004). مطالعات نشان داده‌اند که تلقیح بذرهای گیاهان با PGPRها سبب افزایش رشد گیاه می‌شوند. این باکتری‌ها با تولید هورمون‌هایی نظیر اکسین، جیبرلین و سیتوکنین تقسیم سلولی را القاء کرده و باعث بزرگتر شدن قسمت‌های مختلف گیاه می‌شوند (Vikram *et al.*, 2007).

در هر دو منطقه رقم SZK-1 در مقایسه با اکوتیپ بومی توانایی تولید شاخه فرعی بیشتری را داشت. نیتروژن یکی از عناصر مؤثر در افزایش رشد رویشی، زایشی و در نهایت عملکرد در بیشتر گیاهان می‌باشد. تأثیر مثبت کاربرد نیتروژن، کمپوست، PGPRها و تلفیق آنها در بهبود رشد و نمو و افزایش شاخه‌های فرعی چندین گیاه دارویی گزارش شده‌است که با یافته‌های این تحقیق مطابقت دارد (Hussein *et al.*, 2006؛ Sotiropoulou & Karamanos, 2010؛ Hendawy, 2008؛ Abdelaziz *et al.*, 2007). در منطقه ۲ تیمار باکتری تعداد شاخه فرعی را تحت تأثیر قرار نداد. با این حال تیمار تلفیقی ۵۰٪ کود اوره + ۵۰٪ آزوکمپوست بالاترین شاخه فرعی را ایجاد کرد. بنابراین به‌نظر می‌رسد که اثر ژنوتیپ و کود در منطقه ۲ نسبت به تیمار تلقیح بیشتر است. Hussein و همکاران (۲۰۰۶) گزارش کرده‌اند که افزایش مقدار کمپوست (۳۹/٦ $tonha^{-1}$) نسبت به عدم کاربرد کمپوست باعث افزایش تعداد شاخه‌های جانبی در گیاه بادرشبی شد.

در منطقه ۱ بعد از تیمار شاهد شیمیایی تیمار تلفیقی ۵۰٪ کود اوره + ۵۰٪ آزوکمپوست و در منطقه ۲ تیمار شاهد شیمیایی در گروه برتر تیماری قرار گرفتند. براساس یافته‌های Alizadeh Sahzabi و همکاران، (۲۰۰۷) کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار نسبت به سایر سطوح کودی (۰، ۵۰ و ۱۵۰ $Kgha^{-1}$) بیشترین مقدار سرشاخه گلدار در گیاه مرزه را به خود اختصاص داد. در گیاه بادرشبی به‌دلیل بالا بودن میزان اسانس در گل‌ها نسبت به سایر قسمت‌های گیاه به‌نظر می‌رسد تعداد گل‌ها در افزایش بازده و عملکرد اسانس دارای اهمیت باشد. با توجه به بررسی‌های Domokos و همکاران (۱۹۹٤) بیشترین اسانس در گل، برگ و سرشاخه‌های جوان مشاهده شد. تلقیح بذرها با باکتری توانست تعداد شاخه‌های گل‌دهنده را در منطقه ۱ در هر دو ژنوتیپ افزایش دهد. همچنین، در منطقه ۲ مشابه با منطقه ۱ (بجز در تیمار کودی F_3 در رقم SZK-1 در حالت تلقیح) تلقیح با باکتری تعداد شاخه‌های گل‌دهنده را افزایش داد. به‌نظر

Archive of SID

www.SID.ir

می‌رسد تلقیح با باکتری با تأثیر مثبت در رشد ریشه، تثبیت نیتروژن و افزایش جذب عناصر غذایی و در نهایت افزایش میزان فتوسنتز تعداد شاخه‌های گل‌دهنده را افزایش داده‌است. این نتیجه با یافته‌های محققان دیگری مانند خالص‌رو (۱۳۸۹) در گیاه انیسون، مرادی و همکاران (۱۳۸۸) در گیاه رازیانه، سعیدنژاد و رضوانی‌مقدم (۱۳۸۹) در گیاه زیره سبز، Aliabadi Farahani و همکاران (۲۰۰۸) در گیاه *Coriandrum sativum* L. همخوانی دارد.

با توجه به نتایج حاصل شده در منطقه ۱ تیمار ۵۰٪ کود اوره + ۵۰٪ آزوکمپوست توانست در اکوتیپ بومی عملکرد قابل‌قبولی نسبت به تیمار شاهد شیمیایی در هر دو حالت تلقیح و عدم‌تلقیح تولید کند. به‌نظر می‌رسد اثر کود در عملکرد وزن خشک در مقایسه با تیمار تلقیح بیشتر است. نیتروژن قابل دسترس در کودهای آلی به تدریج در خاک آزاد می‌شود، این امر شاید یکی از عوامل کاهش عملکرد ماده خشک در تیمار ۱۰۰٪ آزوکمپوست نسبت به سایر تیمارهای کودی باشد. نیتروژن یکی از مهمترین عناصر غذایی در افزایش تولید گیاهان، به‌واسطه افزایش عملکرد ماده خشک، توسعه سطح برگ و بهبود فتوسنتز می‌باشد. کمبود نیتروژن در بیشتر گیاهان باعث کاهش رشد رویشی، زایشی، و در نهایت عملکرد می‌شود (Ram *et al.*, 2003؛ Rao, 2001؛ Dordas & Sioulas, 2008). براساس نتایج بدست‌آمده مشابه با اکوتیپ بومی در رقم اصلاح‌شده تیمار کودی ۵۰٪ کود اوره + ۵۰٪ آزوکمپوست در گروه برتر تیماری قرار گرفت. همچنین در منطقه ۲، مشابه با منطقه ۱ تیمار کودی ۵۰٪ کود اوره + ۵۰٪ آزوکمپوست عملکرد قابل ملاحظه‌ای را نسبت به تیمار ۱۰۰٪ نیتروژن کسب کرد. به‌نظر می‌رسد افزایش عملکرد ماده خشک در تیمار تلفیقی ۵۰٪ کود اوره + ۵۰٪ آزوکمپوست به علت تأمین بهتر مواد غذایی به‌ویژه نیتروژن، فسفر، پتاسیم و سایر میکروالمنت‌ها توسط آزوکمپوست باشد. کاربرد تلفیقی کمپوست و نیتروژن باعث افزایش عملکرد ماده خشک در این تحقیق شد که با یافته‌های سایر محققان مطابقت دارد (Rao, 2001؛ Abdelaziz *et al.*, 2007؛ خالص‌رو، ۱۳۸۹).

در منطقه ۱، در هر دو حالت تلقیح و عدم‌تلقیح تیمار تلفیقی ۵۰٪ کود اوره + ۵۰٪ آزوکمپوست در هر دو ژنوتیپ (بجز در حالت تلقیح در اکوتیپ بومی) در گروه تیماری برتر قرار گرفت. بنظر می‌رسد این تیمار علاوه بر کاهش ۵۰ درصدی نیتروژن شیمیایی توانسته‌است میزان اسانس قابل ملاحظه‌ای را تولید کند. در منطقه ۲ مشابه با منطقه ۱، تیمار کودی ۵۰٪ کود اوره + ۵۰٪ آزوکمپوست بالاترین درصد اسانس را در هر دو ژنوتیپ به خود اختصاص داد. همچنین، تلقیح با باکتری بازده اسانس را نسبت به حالت عدم‌تلقیح در اکوتیپ بومی افزایش داد. البته در رقم اصلاح‌شده تلقیح با باکتری در مقایسه با حالت عدم‌تلقیح نتوانسته است بازده اسانس را افزایش دهد. به‌نظر می‌رسد در رقم اصلاح‌شده نسبت به اکوتیپ بومی سازگاری کمتری نسبت به باکتری‌ها نشان داده‌است. در هر دو حالت (تلقیح و عدم‌تلقیح با باکتری) ترکیب تیماری ۵۰٪ کود اوره + ۵۰٪ آزوکمپوست بالاترین درصد اسانس را به خود اختصاص داد. به‌نظر می‌رسد نیتروژن زیاد دلیل کاهش بازده اسانس در شاهد شیمیایی در رقم اصلاح‌شده در حالت عدم‌تلقیح باشد. Azizi و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کرده‌اند که کاربرد مقادیر بالای نیتروژن باعث کاهش درصد اسانس در گیاه *Origanum vulgare* L. شد. آنها اذعان داشته‌اند که نیتروژن زیاد به

Archive of SID

www.SID.ir

علت افزایش اندازه سلول‌های حاوی اسانس و کاهش غلظت اسانس در اندام‌های گیاهی باعث کاهش بازده اسانس می‌شود. بازده اسانس رقم اصلاح‌شده در حالت کلی کمتر از اکوتیپ بومی است. به بیان دیگر دلیل کم بودن بازده اسانس در رقم اصلاح‌شده جنبه ژنتیکی این رقم نسبت به اکوتیپ بومی نیز می‌باشد. کاربرد آزوکمپوست و مخلوط PGPRها به دلیل فراهم‌سازی عناصر ماکرو و میکرو، بهبود شرایط خاک، ترشح و تولید هورمون‌ها (اکسین، جیبرلین و سیتوکنین)، تثبیت نیتروژن و درصد اسانس را افزایش داده‌است. باکتری و کود آزوکمپوست در کنار یکدیگر توانسته‌اند اثر مطلوبی در افزایش اسانس داشته باشند. بررسی‌های محققان نشان دادند که کاربرد نیتروژن، کمپوست و PGPRها باعث افزایش بازده اسانس در چندین گیاه دارویی شد (Sifola & Barbieri, 2006؛ Ozguven *et al.*, 2006؛ Ashraf *et al.*, 2006؛ Hussein *et al.*, 2006؛ Gharib *et al.*, 2008؛ Naguib, 2003). این نتایج با یافته‌های سایر محققان مطابقت دارد.

در منطقه ۱ تلقیح با باکتری در اکوتیپ بومی نسبت به رقم اصلاح‌شده عملکرد اسانس را بهبود داده‌است. به‌نظر می‌رسد سازگاری اکوتیپ بومی با باکتری‌ها بیشتر از رقم اصلاح‌شده می‌باشد. طبق بررسی‌های سایر محققان کاربرد PGPRها باعث افزایش عملکرد اسانس در چندین گیاه دارویی شد (خالص‌رو، ۱۳۸۹؛ مرادی و همکاران، ۱۳۸۸؛ سعیدنژاد و رضوانی‌مقدم، ۱۳۸۹؛ Khalil, 2006؛ Gharib *et al.*, 2008؛ Abdelaziz *et al.*, 2007). در منطقه ۱ تیمار شاهد شیمیایی و۵۰٪ کود اوره + ۵۰٪ آزوکمپوست به‌ترتیب در اکوتیپ بومی و رقم اصلاح‌شده بالاترین عملکرد اسانس را به خود اختصاص دادند. با عنایت به بالا بودن عملکرد ماده خشک (بجز در اکوتیپ بومی و در حالت عدم‌تلقیح برای تیمار و۵۰٪ کود اوره + ۵۰٪ آزوکمپوست) و بازده اسانس (بجز در اکوتیپ بومی و در حالت تلقیح برای تیمار ۵۰٪ کود اوره + ۵۰٪ آزوکمپوست) افزایش عملکرد اسانس در این دو تیمار منطقی به‌نظر می‌رسد. در منطقه ۲ نیز تیمار تلفیقی ۵۰٪ کود اوره + ۵۰٪ آزوکمپوست در هر دو حالت تلقیح و عدم‌تلقیح در گروه تیماری برتر قرار گرفت. همچنین مشابه با منطقه ۱ اکوتیپ بومی در مقایسه با رقم اصلاح‌شده عملکرد اسانس بیشتری را تولید کرد. در این راستا پایین بودن عملکرد ماده خشک در تیمار ۱۰۰٪ آزوکمپوست باعث کاهش عملکرد اسانس شد. کمبود نیتروژن در گیاهان دارویی و معطر با کاهش فتوسنتز، میزان کلوفیل، فعالیت آنزیم رابیسکو، بیوماس و رشد و توسعه برگ و عملکرد اسانس را کاهش می‌دهد (Sifola & Ozguven *et al.*, 2006؛ Ashraf *et al.*, 2006؛ Barbieri, 2006؛ Ram *et al.*, 2003). به‌نظر می‌رسد تیمار تلفیقی ۵۰٪ کود اوره + ۵۰٪ آزوکمپوست به‌دلیل تأمین عناصر غذایی میکرو و ماکرو در خاک، افزایش کربن آلی، افزایش پویایی در ریزوسفر، تسریع فعالیت‌های آنزیمی در گیاه در نهایت باعث افزایش عملکرد شده‌است. این یافته با گزارش‌های سایر محققان مبنی بر اثر مثبت کاربرد کودهای آلی و تلفیق کودهای شیمیای با آلی بر عملکرد اسانس توسط Ram و همکاران (۲۰۰۳) در گیاه *geranium*، Rao (۲۰۰۱) در گیاه *palmaroza*، Hendawy (۲۰۰۸) در گیاه *Plantago arenaria*، Kandeel و همکاران (۲۰۰۲) در گیاه *basil*، Husein و همکاران (۲۰۰٦) در گیاه *Dracocephalum moldavica* L. و Naguib (۲۰۰۳) در گیاه *chamomile* همخوانی دارد.

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج نشان داد کاربرد کودهای بیولوژیک و تلفیق آزوکمپوست و نیتروژن باعث بهبود خصوصیات رشدی، بازده و درصد اسانس شد. کاربرد تیمار تلفیقی ۵۰٪ کود اوره + ۵۰٪ آزوکمپوست علاوه بر کاهش مصرف نیتروژن شیمیایی افزایش قابل‌ملاحظه‌ای در بازده و عملکرد اسانس داشت و توانست با تیمار شاهد شیمیایی رقابت کند. تأثیر باکتری‌ها بر میزان اسانس در اکوتیپ بومی در مقایسه با رقم اصلاح‌شده بیشتر بود. در مجموع تیمار تلفیقی ۵۰٪ کود اوره + ۵۰٪ آزوکمپوست و استفاده از بذرهای اکوتیپ بومی در حالت تلقیح با باکتری به‌عنوان تیمار برتر معرفی شد.

منابع مورد استفاده

- بریمانی، م.، ۱۳۷۶. مطالعه تأثیر کودهای ازته در مراحل مختلف زندگی گیاه بادرشبو و میزان تولید اسانس آن. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد رشته علوم گیاهی، دانشکده علوم دانشگاه تربیت معلم.
- خالص‌رو، ش.، ۱۳۸۹. بررسی کاربرد کود بیولوژیک، ورمی-کمپوست و زئولیت در ویژگی‌های خاک و عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی انیسون. رساله دکتری زراعت، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۸۲ صفحه.
- سعیدنژاد، ا.ح. و رضوانی‌مقدم، پ.، ۱۳۸۹. ارزیابی اثر کودهای بیولوژیک و شیمیایی بر خصوصیات مورفولوژیکی، عملکرد، اجزای عملکرد و درصد اسانس گیاه دارویی زیره سبز (*Cuminum cyminum*). علوم باغبانی، ۲۴(۱): ۴۴-۳۸.
- شریفی عاشورآبادی، ا.، نورمحمدی، ق.، متین، ا.، قلاوند، ا. و لباسچی، م.ح.، ۱۳۸۱. مقایسه کارایی انرژی مصرفی در روشهای مختلف حاصلخیزی (شیمیایی، تلفیقی و ارگانیک) خاک. پژوهش و سازندگی، ۱۵(۴-۳): ۹۷-۹۱.
- علیخانی، ح. و صالح راستین، ن.، ۱۳۸۱. ضرورت تولید انبوه کودهای بیولوژیکی محرک رشد گیاه PGPB در راستای نیل به کشاورزی پایدار. مجموعه مقالات ضرورت تولید صنعتی کودهای بیولوژیک در کشور. انتشارات موسسه تحقیقات خاک و آب کشور، ۶۱۰ صفحه.
- محبوب خمامی، ع. و پداشت دهکائی، م.ن.، ۱۳۸۸. اثر آزولای کمپوست شده در بسترهای مختلف کشت بر رشد و ترکیب عناصر غذایی در گیاه فیکوس بنجامین ابلق رقم استار لایت. به‌زراعی نهال و بذر، ۲۵(۴): ۴۳۰-۴۱۷.
- مرادی، ر.، رضوانی‌مقدم، پ.، نصیری محلاتی، م. و لکزیان، ا.، ۱۳۸۸. بررسی تأثیر کودهای بیولوژیک و آلی بر عملکرد، اجزای عملکرد دانه و میزان اسانس گیاه رازیانه (*Foeniculum vulgare*). پژوهش‌های زراعی ایران، ۷(۲): ۶۳۵-۶۲۵.
- Abdelaziz, M.E., Pokluda, R. and Abdelwahab, M.M., 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.
- Aliabadi Farahani, H., Arbab, A. and Abbaszadeh, B., 2008. The effects of super phosphate triple, water deficit stress and *Glomus hoi* biological fertilizer on some quantity and quality characteristics of *Coriandrum sativum* L. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 24(1): 18-30.
- Alizadeh Sahzabi, A., Sharifi Ashorabadi, E., Shiranirad, A.H., Bigdeli, M. and Abaszadeh, B., 2007. The effects of different methods and levels of using nitrogen on some quality and quantity characteristics of *Satureja hortensis* L. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 23(3): 416-431.
- Arora, A. and Singh P.K., 2003. Comparison of biomass productivity and nitrogen xing potential of *Azolla* spp. Biomass and Bioenergy, 24: 175-178.
- Ashraf, M., Ali, Q. and Iqbal, Z., 2006. Effect of nitrogen application rate on the content and composition of oil, essential oil and minerals in black cumin (*Nigella sativa* L.) seeds. Journal of the science of Food and Agriculture, 86(6): 871-876.
- Azizi, A., Yan, F. and Honermeier, B., 2009. Herbage yield, essential oil content and composition of three oregano (*Origanum vulgare* L.) populations as affected by soil moisture regimes and nitrogen supply. Industrial Crops and Products, 29(2-3): 554-561.
- Banchio, E., Bogino, P.C., Zygadlo, J. and Giordano, W., 2008. Plant growth promoting rhizobacteria improve growth and essential oil yield in *Origanum majorana* L. Biochemical Systematics and Ecology, 36(10): 736-771.
- Caravaca, F., Hernandez, T., Garcia, C. and Roldan, A., 2002. Improvement of rhizosphere aggregate

Archive of SID

www.SID.ir

status of a Vertisol under conservation tillage system in semi-arid Mediterranean conditions. European Journal of Soil Biology, 44(4): 437-442.
- Naguib, N.Y., 2003. Impact of mineral nitrogen fertilizer and organic compost on growth, herb and chemical composition of German chamomile (*Chamomilla recutita* L.) Egypt. Journall of Applied Science, 18: 301-323.
- Nikitina, A.S., Popova, O.I., Ushakova, L.S., Chumakova, V.V. and Ivanova, L.I., 2008. Studies oF the essential oil of *Dracocephalum moldavica* L. cultivated in the Stavropol region. Pharmaceutical Chemistry Journal, 42(4), 203-207.
- Ozguven, M., Ayanoglu, F. and Ozel, A., 2006. Effects of nitrogen rates and cutting times on the essential oil yield and components of *Origanum syriacum* L. var. *bevanii*. Journal of Agronomy, 5: 101-105.
- Ozguven, M., Sener, B., Orhan, I., Sekeroglu, N., Kirpik, M., Kartal, M., Pesin, I. and Kaya, Z., 2008. Effects of varying nitrogen doses on yield, yield components and artemisinin content of *Artemisia annua* L. Industrial Crops and Products, 27, 60-64.
- Pabby, A., Prasana, R. and Singh, P.K., 2003. Azolla-Anabaena symbiosis- from traditional agriculture to biotechnology. Indian Journal of Biotechnology, 2: 26-37.
- Ram, M., Ram, D. and Roy, S.K., 2003. Influence of an organic mulching on fertilizer nitrogen use efficiency and herb and essential oil yields in geranium (*Pelargonium graveolens*). Bioresource Technology, 87(3): 273-278.
- Rao, B.R.R., 2001. Biomass and essential oil yields of rainfed palmarosa (*Cymbopogon martinii* (Roxb) Wats var. *motia* Burk) supplied with different levels of organic manure and fertilizer nitrogen in semi-arid tropical climate. Industrial Crops and Products, 14(3): 171-178.
- Sifola, M.I. and Barbieri G., 2006. Growth, yield and essential oil content of three cultivars of basil grown under different levels of nitrogen in the field. Scientia Horticulturae, 108(4): 408-413.
- Sotiropoulou, D.E. and Karamanos, A.J., 2010. Field studies of nitrogen application on growth and yield of Greek oregano (*Origanum vulgare* ssp. *hirtum* (Link) Ietswaart). Industrial Crops and Products. 32(3): 450-457.
-Vikram, A., Hamzehzarghani, H., Al-Mughrabi, K.I., Krishnaraj, P.U., Jagadeesh, K.S., 2007. Interaction between Pseudomonas fluorescens FPD-15 and Bradyrhizobium spp. in peanut. Biotechnology, 6: 292–298.
stability of afforested semi-arid plant species subjected to mycorrhizal inoculation and compost addition. Geoderma, 108: 133-144.
- Dastmalchi, K., Dorman, H.G.D., Kosar, M. and Hiltunen, R., 2007. Chemical composition and in vitro antioxidant evaluation of a water soluble Moldavian balm (*Dracocephalum moldavica* L.) extract. LWT-Food Science and Technology, 40(2): 239-248.
- Domokos, J., Peredi, J. and Halasz-Zelnik, K., 1994. Characterization of seed oils of Dragon head (*Dracocephalum moldavica*) and catnip (*Nepeta cataria* var. *citriodora* Balb.). Industrial Crops and Products, 3: 91-94.
- Dordas, C.A. and Sioulas, C., 2008. Safflower yield, chlorophyll content, photosynthesis, and water use efficiency response to nitrogen fertilization under rain-fed conditions. Industrial Crops and Products, 27: 75-85.
- Gadagi, R.S., Krishnaraj, P.U., Kulkarni, J.H. and Tongmin, S.A., 2004. The effect of combined *Azospirillum* inoculation and nitrogen fertilizer on plant growth promotion and yield response of the blanket flower *Gaillardia pulchella*. Scientia Horticulturae, 100: 323-332.
- Gharib, F., Moussa, L.A. and Massoud, O.N., 2008. Effect of compost and bio-fertilizers on growth, yield and essential oil of sweet marjoram (*Majorana hortensis*) plant. International Journal of Agriculture and Biology, 10(4): 381-387.
- Hendawy, S.F., 2008. Comparative study of organic and mineral fertilization on *Plantago arenaria* plant. Journal of Applied Sciences Research, 4(5): 500-506.
- Hussein, M.S., El-Shrbeny, S.E., Khalil, M.Y., Naguib, N.Y. and Aly, S.M., 2006. Growth characters and chemical constituents of *Dracocephalum moldavica* L. plants in relation to compost fertilizer and planting distance. Journal of Scientica Horticulture, 108(3): 322-331.
- Kandeel, A.M., Naglaa, S.A.T. and Sadek, A., 2002. Effect of biofertilizers on the growth, volatile oil yield and chemical composition of *Ocimum basilicum* L. plant. Annals of Agricultural Science, 47: 351-371.
- Khalil, M.Y., 2006. How fare would Plantago afra L. respond to bio and organic manure amendment. Research Journal of Biological Science, 2(1):12-21.
- Kiguli, L.N., 2000.The Utilization of *Azolla filiculoides* Lam. as a Biofertilizers under Dry Land Conditions. MSc. thesis, Rhodes University.
- Melero, S., Vanderlinden, K., Ruiz. J.C. and Madejon, E., 2008. Long-term effect on soil biochemical

Archive of SID

www.SID.ir

Effect of biofertilizer, azocompost and nitrogen on morphologic traits and essential oil content of *Dracocephalum moldavica* L. in two regions of Iran

S. Yousefzadeh[1], S.A.M. Modarres-Sanavy[2*], F. Sefidkon[3], A. Asgarzadeh[4], A. Ghalavand[3], M. Roshdi[5] and A. Safaralizadeh[6]

1- Ph.D. Student, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
2*- Corresponding author, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modarres University, Tehran, Iran
E-mail: Modaresa@modares.ac.ir
3- Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran
4- Soil and Water Research Institute, Tehran, Iran
5- Department of Agronomy and Plant Breeding, Islamic Azad University, Khoy Branch, Khoy, Iran
6- MSc. Student, Department of Agronomy, Islamic Azad University, Khoy Branch, Khoy, Iran

Received: May 2011 Revised: July 2011 Accepted: August 2011

Abstract

To determine the effect of biofertilizers and nitrogen on some morphologic traits and essential oil content of dragonhead (*Dracocephalum moldavica* L.), a field experiment was conducted as factorial in a randomized complete blocks design with 20 treatments and 3 replications. The study was performed in two locations during 2009-2010 on research field at Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, and at the Khoy Agricultural Research Center in West Azarbaijan province. The treatments were consisted of two genotypes (landrace and SZK-1 cultivar), two seed inoculation treatments (either with or without bacterial inoculation with *Azotobacter* + *Azosprillum* + *psedomonas*) and five fertilization regimes (100% urea, 75% urea + 25% Azocompost, 50% urea + 50% Azocompost, 25% urea + 75% Azocompost and 100% Azocompost). Results showed that most of the studied morphologic traits were affected by genotype factor. The effect of fertilizer regime was significant on dry matter yield, percentage of essential oil and essential oil yield. The number of flowering branches in location one, and plant height, number of leaves per main stem and number of flowering branches in location two were affected by bacterial *inoculation*. Two-way interaction effects on a number of studied traits were significant. Three-way interaction effects were significant for the number of flowering branches in location one and the percentage of essential oil and dry matter yield in location two. The greatest plant height, height of the first flowering branch from ground level, number of leaves on the main stem, the number of lateral branches and essential oil yield were recorded for the landrace. The bacterial inoculation increased plant height, the number of leveas on the main stem, stem diameter and the number of flowering branches per plant. The application of 50% urea + 50% Azocompost increased dry matter yield, essential oil percentage and yield. The application of 100% Azocompost resulted in the least essential oil yield. Essential oil yield in landrace was more than that of SZK-1 cultivar. Bacterial inoculation could enhance the essential oil yield in both genotypes, particularly in landrace. In general, results showed that application of 50% urea + 50% Azocompost integrated with bacterial inoculation *c*an be a suitable alternative to chemical fertilizers.

Key words: *Dracocephalum moldavica* L., azocompost, Azotobacter, nitrogen, biofertilizer.

Archive of SID

www.SID.ir