

Effect of Biological, Organic and Chemical Nutrition on some Morphological Traits, Dry Matter Yield and Essential Oil of Dragonhead (*Dracocephalum moldavica* L.)

Yousef Nasiri^{1*}, Taher Ghaderi²

Received: 17 January 2022 Accepted: 28 July 2022

1-Assoc. Prof., Dept. of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Iran.

2-Ph.D Student of Agrotechnology- Crop Ecology, Dept. of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Iran.

*Corresponding Author Email: ysf_nasiri@yahoo.com

Abstract

Background and Objective: This research was carried out to investigate the effect of chemical, livestock, biological, and humic acid fertilizers application on some growth traits, dry matter yield, and production of dragonhead essential oil.

Materials and Methods: The experiment was performed as factorial based on randomized complete blocks design (RCBD) with three replications at a farm in Ahar city in 2015. The first factor included the application of chemical and farmyard fertilizers in four levels of control, 100% chemical fertilizer, 50% chemical fertilizer + 50% of farmyard manure, and 100% farmyard manure (30 tons per hectare). The second factor included three levels of control, application of humic acid and Super nitro plus as a biofertilizer. The traits were included as plant height, number of lateral and flowering stems per plant, main stem diameter, inflorescence length, flowering stems weight, plant dry weight, dry matter yield, 1000-grain weight, essential oil percentage, and essential oil yield. To extract the essential oil from the dry matter of the shoot, the water distillation method was used based on the proposed method of the European Pharmacopoeia and Clevenger apparatus.

Results: The results of the analysis of variance showed that the simple effect of chemical and farmyard manure fertilizers was significant on all studied traits except 1000-seed weight and the simple effect of biofertilizer and humic acid on the number of lateral and flowering stems per plant, dry matter yield, 1000-grain weight, essential oil percentage, and essential oil yield was significant. The interaction of fertilizer and humic acid and Super nitro plus on essential oil content and essential oil yield was significant. The highest plant height, inflorescence length, and dry matter yield were obtained with the application of 50% chemical fertilizer + 50% farmyard manure, the highest number and weight of flowering lateral stems with 100% application of farmyard manure and the highest number of lateral stems, main stem diameter, and plant dry weight by applying 100% chemical fertilizer. The number of lateral and flowering stems per plant, 1000-grain weight, and dry matter yield were significantly increased under Super nitro plus or humic acid application compared to the control. The highest percentage of essential oil was obtained in the treatments of 50% chemical fertilizer + 50% manure without humic acid and Super nitro plus (0.77%), 100% farmyard manure + Humica (0.72%), and 50% chemical fertilizer + 50% farmyard manure with the application of humic acid (0.69%), with no significant difference each other, respectively. The highest essential oil yield was obtained in 50% chemical fertilizer + 50% animal manure with the application of humic acid (1.83 g.m⁻²), application of 100% farmyard manure

with the application of humic acid (1.79 g.m^{-2}) and 50% chemical fertilizer + 50 % of farmyard manure without humic acid and Super nitro plus (1.74 g.m^{-2}).

Conclusion: Application of chemical, farmyard, Super nitro plus, and Humica fertilizers had positive effects on morphological traits, dry matter yield, and essential oil content of dragonhead. Therefore, each of these nutritional sources as a source of humic acid and nitrogen in the production of dragonhead plants can improve dry matter yield and essential oil. However, the combined application of farmyard manure and chemical fertilizers (50% of each) along with the application of humic acid or Super nitro plus will have a greater effect and efficiency in increasing the yield and production of essential oil. On the other hand, reducing the use of chemical inputs and replacing them with organic fertilizers, biofertilizers, and growth stimulants such as humic substances can be considered an important step towards achieving sustainable agriculture.

Keywords: *Dracocephalum moldavica* L., Dry Matter, Essential Oil, Farmyard Manure, Humic Acid, Super Nitro Plus.

اثر تغذیه زیستی، آلی و شیمیایی بر برخی صفات مورفولوژیکی، عملکرد ماده خشک و اسانس گیاه دارویی بادرشبی (*Dracocephalum moldavica* L.)

یوسف نصیری^{۱*}، طاهری قادری^۲

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۰/۲۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۵/۶

۱-دانشیار گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه

۲-دانشجوی دکتری آگروتکنولوژی- اکولوژی گیاهان زراعی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه

*نویسنده مسئول: E-mail: ysf_nasiri@yahoo.com

چکیده

اهداف: این پژوهش به منظور بررسی اثر کاربرد کودهای شیمیایی، دامی، زیستی و اسید هیومیک بر برخی صفات رشدی، عملکرد ماده خشک و تولید اسانس بادرشبی انجام گردید.

مواد و روش‌ها: آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه‌ای در شهرستان اهر در سال ۱۳۹۴ اجرا گردید. عامل اول شامل کاربرد کودهای شیمیایی و دامی در چهار سطح شاهد، ۱۰۰ درصد کود شیمیایی، ۵۰ درصد کود شیمیایی + ۵۰ درصد کود دامی و ۱۰۰ درصد کود دامی (۳۰ تن در هکتار) بود. عامل دوم شامل سه سطح شاهد، کاربرد کود زیستی سوپرنیتروپلاس و اسید هیومیک بود. صفات مورد آزمایش شامل ارتفاع بوته، تعداد ساقه‌های فرعی و گل‌دهنده در بوته، قطر ساقه اصلی، طول گل‌آذین، وزن خشک ساقه‌های گل‌دهنده، وزن خشک تک‌بوته، عملکرد ماده خشک، وزن هزاردانه، درصد اسانس و عملکرد اسانس بودند. برای استخراج اسانس از ماده خشک اندام هوایی از روش تقطیر با آب بر مبنای روش پیشنهادی فارماکوپه اروپا و دستگاه کلونجر (Clevenger) استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر ساده کود دامی و شیمیایی بر تمامی صفات مورد بررسی به غیر از وزن هزاردانه و اثر ساده کود زیستی و اسید هیومیک بر صفات تعداد ساقه‌های فرعی و گل‌دهنده در بوته، عملکرد ماده خشک، وزن هزاردانه، درصد اسانس و عملکرد اسانس معنی‌دار شد. برهمکنش کود دهی و اسید هیومیک و سوپرنیتروپلاس بر صفات درصد اسانس و عملکرد اسانس معنی‌دار شد. بیشترین ارتفاع بوته، طول گل‌آذین و عملکرد ماده خشک با کاربرد ۵۰ درصد کود شیمیایی + ۵۰ درصد کود دامی، بیشترین تعداد و وزن ساقه‌های فرعی گل‌دهنده با کاربرد ۱۰۰ درصد کود دامی و بیشترین تعداد ساقه‌های فرعی، قطر ساقه اصلی و وزن خشک تک‌بوته با کاربرد ۱۰۰ درصد کود شیمیایی به دست آمد. تعداد ساقه‌های فرعی و گل‌دهنده در بوته، وزن هزاردانه و عملکرد ماده خشک با کاربرد سوپرنیتروپلاس و یا اسید هیومیک نسبت به شاهد افزایش معنی‌داری داشتند. بیشترین درصد اسانس به ترتیب در تیمارهای ۵۰ درصد کود شیمیایی + ۵۰ درصد کود دامی بدون اسید هیومیک و سوپرنیتروپلاس (۰/۷۷ درصد)، ۱۰۰ درصد کود دامی + اسید هیومیک (۰/۷۲ درصد) و ۵۰ درصد کود شیمیایی + ۵۰ درصد کود دامی با کاربرد اسید هیومیک (۰/۶۹ درصد) بدون تفاوت معنی‌دار با همدیگر به دست آمد. بیشترین عملکرد اسانس به ترتیب در تیمارهای ۵۰ درصد کود شیمیایی + ۵۰ درصد کود دامی با کاربرد اسید هیومیک (۱/۸۳ گرم در مترمربع)، کاربرد ۱۰۰ درصد کود دامی با کاربرد اسید هیومیک (۱/۷۹ گرم در مترمربع) و ۵۰ درصد کود شیمیایی + ۵۰ درصد کود دامی بدون اسید هیومیک و سوپرنیتروپلاس (۱/۷۴ گرم در مترمربع) به دست آمد.

نتیجه‌گیری: کاربرد کودهای شیمیایی، دامی، سوپرنیتروپلاس و اسید هیومیک اثرات مثبتی بر صفات مورفولوژیکی، عملکرد ماده خشک و محتوای اسانس بادرشبی داشتند. بنابراین هر یک از این منابع تغذیه‌ای به‌عنوان منبع تأمین‌کننده اسید هیومیک و نیتروژن می‌تواند در تولید گیاه دارویی بادرشبی منجر به بهبود عملکرد ماده خشک و اسانس گردد. با این وجود، کاربرد تلفیقی از کود دامی و شیمیایی (۵۰ درصد از هر یک) همراه با کاربرد اسید هیومیک و یا سوپرنیتروپلاس تأثیر و کارایی بیشتری در افزایش عملکرد و تولید اسانس بادرشبی خواهد داشت. از طرف دیگر کاهش مصرف نهاده‌های شیمیایی و جایگزینی آن با کودهای آلی، زیستی و محرک‌های رشدی مانند مواد هیومیکی می‌تواند گامی مهم در جهت نیل به کشاورزی پایدار تلقی شود.

واژه‌های کلیدی: اسانس، سوپرنیتروپلاس، عملکرد ماده خشک، کود دامی، اسید هیومیک، *Dracocephalum moldavica* L.

مقدمه

در این راستا، کاربرد کودهای زیستی، از جمله راهبردهای تغذیه گیاه برای نیل به اهداف کشاورزی پایدار است (کاپور و همکاران ۲۰۰۴). باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن از قبیل *آزوسپیریلیوم* و *ازتوباکتر* نه تنها باعث تثبیت نیتروژن می‌شوند، بلکه باعث آزادسازی هورمون‌های گیاهی (فیتوهورمون‌ها) از جمله جیبرلیک اسید، سیتوکنین و اکسین (باشان و هولگین ۱۹۹۷؛ کاکسیاری و همکاران ۱۹۸۹)، ترشح مواد بیولوژیکی فعال مانند ویتامین‌های گروه B، اسیدپنتوتنیک و بیوتین (قادر و همکاران ۲۰۰۲) و توسعه سیستم ریشه‌ای گیاه شده و در نتیجه باعث تحریک رشد گیاه، افزایش فتوسنتز و افزایش جذب عناصر غذایی می‌گردند (برومند و همکاران ۲۰۲۰). گزارش شده است که استفاده از کودهای زیستی حاوی باکتری‌های مذکور در گیاه مریم‌گلی (*Salvia officinalis* L.) باعث افزایش وزن تر و خشک اندام های هوایی گیاه شد (واندبروک ۱۹۹۹). کاربرد کودهای زیستی منجر به افزایش ارتفاع و قطر بوته، وزن تر و خشک بوته و عملکرد اسانس زوفا (*Hyssopus officinalis* L.) شده و از میان کودهای زیستی مختلف سوپرنیتروپلاس بیشترین تأثیر را در افزایش مقادیر صفات مورد مطالعه داشته است (کوچکی و همکاران ۲۰۰۸). اسید هیومیک از مهمترین مواد آلی تشکیل‌دهنده خاک می‌باشد که نقش مهمی در چرخه عناصر غذایی در محیط خاک و کارکردهای اکولوژیکی آن دارد. علاوه بر

گیاهان دارویی از دیرباز به‌عنوان منشاء بسیاری از داروهای مورد استفاده انسان شناخته می‌شوند. بادرشبی گیاهی علفی، یک‌ساله و دارویی از تیره نعناعیان است. مواد مؤثره پیکره رویشی این گیاه آرام‌بخش و اشتهاآور است. اسانس بادرشبی به دلیل داشتن خواص ضدباکتریایی برای مداوای دل‌درد و نفخ شکم و نیز در صنایع غذایی و بهداشتی و آرایشی استفاده می‌شود (امیدبیگی ۲۰۱۰). در روش‌های تولید کشاورزی، کودهای آلی و معدنی برای افزایش تجمع کربن، نیتروژن و فسفر در خاک استفاده می‌شود تا توانایی خاک برای تأمین مواد مغذی مورد نیاز محصولات بهبود یابد. با این وجود، مشکلات فراوانی در کاربرد کود و راندمان کم مصرف وجود دارد. استفاده از مقادیر زیاد کودهای شیمیایی باعث ایجاد یک سری اثرات زیان‌بار اکولوژیکی و زیست‌محیطی مانند اسیدی شدن خاک، فشرده شدن خاک و تخریب حاصلخیزی خاک شده است که به شدت توسعه پایدار کشاورزی را محدود می‌کند (لیو و همکاران ۲۰۲۱). بنابراین، متعادل کردن منطقی ورودی کودهای شیمیایی و افزایش عملکرد محصول و پایداری خاک، اهدافی هستند که نیاز به تمرکز بیشتری در فرآیند تولید کشاورزی فعلی دارند.

اعمال روش‌های مبتنی بر اصول کشاورزی اکولوژیک در بوم‌نظام‌های زراعی یکی از راهکارهای کاهش مشکلات زیست محیطی و آلودگی آنها می‌باشد و

برخی صفات مورفولوژیکی، عملکرد و اسانس گیاه دارویی بادرشبی تحت تأثیر کودهای شیمیایی و آلی بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۱۳۹۴ در مزرعه‌ای واقع در شهرستان اهر اجرا شد. شهرستان اهر در موقعیت ۴۷ درجه و صفر دقیقه طول جغرافیایی و ۳۸ درجه و ۳۵ دقیقه عرض جغرافیایی واقع شده است و ۱۳۶۰ متر از سطح دریا ارتفاع دارد و میانگین بارش سالیانه آن ۳۱۰ میلی‌متر گزارش شده است. وضعیت آب و هوایی در طول اجرای آزمایش در جدول ۱ آورده شده است. پیش از اجرای آزمایش، نمونه‌هایی از خاک مزرعه از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر تهیه شد و جهت تعیین برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی به آزمایشگاه منتقل گردید. نتایج تجزیه خاک، در جدول ۲ درج شده است.

آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار اجرا شد. فاکتورهای آزمایش شامل عامل اول کود آلی و شیمیایی در چهار سطح شاهد، مصرف ۱۰۰ درصد کود شیمیایی، مصرف ۵۰ درصد کود شیمیایی + ۵۰ درصد کود دامی و ۱۰۰ درصد کود دامی (مصرف ۱۵ تن در هکتار) و عامل دوم در سه سطح شاهد، کاربرد کود زیستی سوپرنیتروپلاس و کاربرد اسید هیومیک (از منبع هیومیکا) بود. ویژگی‌های شیمیایی کود دامی و هیومیکای مورد استفاده به‌ترتیب در جدول‌های ۳ و ۴ آورده شده‌اند.

این، اسید هیومیک بر روند تنفس سلولی، مقدار قندها، اسیدهای آمینه، متابولیسم نیترات در گیاه اثر گذاشته و با دارا بودن فعالیت شبه‌هورمونی، اثرات تحریک‌کننده بر روند رشد و نمو سلول‌های گیاهی دارد (ساکر و همکاران ۲۰۱۹). در این رابطه، افزایش ارتفاع بوته، عملکرد تازه گل، تعداد گل، عملکرد دانه، عملکرد گلبرگ و وزن هزاردانه در همیشه‌بهار (عابدینی و همکاران ۲۰۱۵)، افزایش ارتفاع بوته، وزن خشک برگ، وزن خشک اندام هوایی و عملکرد ماده تر و خشک در نعنای فلفلی (عسگری و همکاران ۲۰۱۲) با کاربرد اسید هیومیک و افزایش مقادیر برخی از صفات مورفولوژیکی، وزن خشک تک‌بوته، عملکرد ماده خشک، عملکرد دانه و عملکرد اسانس بادرشبی (نصیری و همکاران ۲۰۱۹) با کاربرد ترکیبی از اسید آسکوربیک، اسید هیومیک و رومی‌کمپوست گزارش شده است.

با توجه به اثرات سوء مصرف نهاده‌های شیمیایی در کشاورزی متداول و هزینه‌های زیست محیطی آن، استفاده از نهاده‌های آلی و زیستی دارای باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن (آزوسپیریوم و ازتوباکتر) و مواد محرک رشد مانند اسید هیومیک مورد توجه قرار گرفته‌اند. گیاهان دارویی مخازن غنی از مواد مؤثره بسیاری از داروها می‌باشند و ساخت این مواد علاوه بر فرآیندهای ژنتیکی به‌طور بارزی تحت تأثیر عوامل محیطی از جمله حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه قرار می‌گیرد. بنابراین هدف از اجرای این پژوهش بررسی اثر کاربرد کود زیستی سوپرنیتروپلاس و اسید هیومیک بر

جدول ۱- مشخصات اقلیمی محل اجرای آزمایش در طول دوره رشد گیاه (بر مبنای اطلاعات ثبت شده در مرکز هواشناسی شهرستان اهر).

ماه	میزان بارندگی (mm)	رطوبت نسبی (%)	دما (°C)			سرعت بیشینه باد (m.s ⁻¹)
			حداکثر	حداقل	متوسط	
فروردین	۴۳/۵	۵۷	۸/۹	-۱۵/۸	۳۵	
اردیبهشت	۲۳/۳	۵۴	۹/۴	۳۴	۲۱۰	
خرداد	۲۱/۸	۵۳	۱۹/۲	۷/۴	۱۳	
تیر	۱۱	۵۱	۲۲/۴	۱۳/۲	۱۲	

۱۳	۲۳/۵	۱۲	۲۳/۵	۳۸	۲/۱	مرداد
۱۴	۲۱/۶	۱۰/۸	۲۱/۶	۵۱	۶/۳	شهریور

جدول ۲- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه محل اجرای آزمایش (عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری)

هدایت الکتریکی	pH خاک	ماده آلی	نیتروژن کل	فسفر قابل جذب	پتاسیم قابل جذب	سیلت	شن رس	بافت خاک
(dS.m ⁻¹)		(%)	(%)	(mg.kg ⁻¹)	(%)		(%)	
۱/۱۳	۷/۴	۱/۰۲	۰/۰۹	۵/۰۸	۲۹۲	۴۹	۲۶	لومی

جدول ۳- ویژگی‌های کود دامی مورد استفاده در آزمایش

N (%)	P (%)	K (%)	EC (dS.m ⁻¹)	pH
۲/۳۸	۰/۷۸	۲	۱۱/۴	۸

جدول ۴- ویژگی‌های شیمیایی کود هیومیکای مورد استفاده در آزمایش

اسید هیومیک	اسید فولیک	ماده آلی	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	عناصر کمیاب
(%)						
۱۰-۱۲	۴-۵	۲۰-۲۵	۲/۵-۳	۲/۵-۳	۱۰	۱/۴-۱/۵

کشت بهاره آن توصیه شده است. پس از آماده سازی اولیه زمین شامل شخم، دیسک‌زنی و خرد کردن کلوخه‌ها در فروردین‌ماه، اقدام به کرت‌بندی زمین شد. کاشت به صورت جوی و پشته انجام شد به این صورت که طول هر پشته ۳ متر و فاصله آن‌ها ۰/۵ متر لحاظ شد. فاصله بین بلوک‌های آزمایشی ۱/۵ متر و بین واحدهای آزمایشی (کرت‌ها) به اندازه یک پشته نکاشت در نظر گرفته شد. کاشت به صورت هیرم‌کاری در ۱۰ اردیبهشت‌ماه انجام شد. بذور با فاصله ۸ سانتی‌متر از هم‌دیگر روی پشته‌ها (کمی بالاتر از ناحیه داغ‌آب) کشت شدند. عمق کاشت حدود ۰/۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد و پس از کاشت به منظور سهولت در جوانه‌زنی بذور و سبز شدن گیاهچه‌ها بر روی پشته‌های کاشت شده، ماسه بادی پخش گردید و بلافاصله اقدام به آبیاری کرت‌ها گردید. پس از اطمینان از استقرار مناسب گیاهچه‌ها، عملیات تنک کردن در مرحله ۵ تا ۶ برگگی گیاهچه‌ها انجام شد. مبارزه و کنترل علف‌های هرز در مزرعه به صورت وجین دستی و در صورت نیاز در

کود دامی با مقادیر مشخص شده یک ماه قبل از کاشت در کرت‌های مربوطه مصرف گردید. مقادیر مصرف کود شیمیایی هم بر اساس توصیه کودی شامل ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل و ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره بود. کود فسفره قبل از کاشت و کود اوره در سه نوبت هنگام کاشت، اواسط مرحله رویشی و شروع گل‌دهی مصرف گردید. اسید هیومیک در دو مرحله (ساقه دهی و قبل از گل‌دهی) به روش کودآبیاری پای بوته‌ها با غلظت ۱/۵ درصد (بر اساس دستورالعمل شرکت تولید کننده محصول) مصرف شد. کود زیستی سوپرنیتروپلاس نیز به مقدار دو لیتر در هکتار (حسن پور و همکاران ۲۰۱۱) به صورت خاک‌مصرف مورد استفاده قرار گرفت. بذور مورد استفاده بادرشبی از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه شد. بذور مورد استفاده دارای قوه نامیه بیش از ۹۰ درصد بوده و با توجه به قدرت رویش و سرعت سبز شدن مناسب، کشت مستقیم آن در زمین اصلی موفقیت آمیز خواهد بود. بنابراین در مناطقی با زمستان‌های سرد،

صفات با استفاده از آزمون LSD در سطوح احتمال یک یا ۵ درصد برای هر صفت انجام شد. تجزیه همبستگی پیرسون و رسم نمودارهای مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از نرم افزار SPSS صورت گرفت.

نتایج و بحث ارتفاع بوته

نتایج تجزیه واریانس صفات نشان داد که اثر کاربرد کودهای دامی و شیمیایی بر ارتفاع بوته در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد در حالی که اثر کاربرد اسید هیومیک و نیتروکسین و برهمکنش آنها با کودهای آلی و شیمیایی معنی‌دار نشد (جدول ۵). بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌ها، کاربرد تلفیقی ۵۰ درصد کود دامی و ۵۰ درصد کود شیمیایی به‌طور معنی‌داری ارتفاع بوته را حدود ۱۰ درصد نسبت به شاهد افزایش داد (جدول ۶). از دلایل احتمالی افزایش ارتفاع بوته در تیمار تلفیقی کود شیمیایی و کود دامی می‌تواند در دسترس قرار گرفتن نیتروژن کافی و بهبود ساختمان خاک و افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت خاک (سینگر و همکاران، ۲۰۰۷) در کرت‌های تحت تیمار این کودها باشد. گزارش شده است که نیتروژن عامل اصلی افزایش ارتفاع گیاه می‌باشد (رضوانی مقدم و همکاران ۲۰۱۰). از آنجایی که کمبود عناصر غذایی یکی از عوامل اصلی در تعیین اندازه ارتفاع گیاه است، به‌نظر می‌رسد که گیاهان تحت تیمار شاهد به علت کمبود مواد غذایی از رشد کمتری برخوردار بوده‌اند، در حالیکه میزان مواد غذایی در کلیه تیمارهای کودی مورد استفاده برای رشد رویشی گیاه مناسب بوده است. در این رابطه، ال‌حسن و همکاران (۲۰۲۰) اظهار نمودند که مصرف کودهای شیمیایی و دامی با افزایش میزان نیتروژن در گیاه، باعث افزایش مقادیر کلروفیل و کارتنوئیدها شده که به‌دنبال آن شاخص سبزینگی، توانایی جذب نور خورشید، تولید مواد فتوسنتزی و درنهایت رشد رویشی و ارتفاع بوته افزایش می‌یابد. بدل و همکاران (۲۰۱۹) نیز افزایش رشد اندام‌های هوایی و در نتیجه افزایش ارتفاع بوته در اثر

تمام مراحل رشد و نمو انجام شد. آبیاری مطابق با روال آبیاری در منطقه، هفته‌ای یکبار صورت گرفت. با شروع گلدهی بوته‌های بادرشبی، جهت ارزیابی صفات مورفولوژیکی ارتفاع بوته، تعداد ساقه‌های فرعی، تعداد ساقه‌های فرعی گلدار، قطر ساقه اصلی، طول گل-آذین و وزن خشک تک‌بوته، از هر کرت ۷ بوته به‌طور تصادفی و با رعایت اثر حاشیه‌ای انتخاب شد و میانگین هر صفت به‌عنوان مقادیر آن صفت ثبت گردید. برای تعیین عملکرد در واحد سطح (عملکرد ماده خشک)، در مرحله گلدهی از هر کرت سطحی معادل یک مترمربع در نظر گرفته شد و تمام بوته‌های آن از سطح خاک برداشت گردید و پس از خشک کردن بوته‌های برداشت شده در سایه وزن آن‌ها به‌عنوان عملکرد ماده خشک ثبت گردید. سپس بوته‌های خشک شده در پاکت‌های کاغذی تا زمان اسانس‌گیری در محلی خشک و خنک نگهداری گردیدند. جهت تعیین وزن هزاردانه بوته‌های یک ردیف از هر کرت تا زمان رسیدگی دانه دست نخورده نگهداری شدند و در مرحله رسیدگی، دانه‌ها برداشت و وزن هزاردانه در هر کرت اندازه‌گیری شد. برای تعیین درصد اسانس از بوته‌هایی که از قبل برای تعیین عملکرد ماده خشک برداشت شده بودند استفاده شد. استخراج اسانس از اندام‌های هوایی به روش تقطیر با آب و با استفاده از دستگاه کلونجر (Clevenger) صورت گرفت. به‌این منظور ۴۰ گرم از بوته‌های خشک و آسیاب شده به مدت ۲/۵ ساعت در معرض جوش در داخل بالن دستگاه کلونجر قرار داده شد تا اسانس گیاه کاملاً استخراج شود (برنا و همکاران، ۲۰۰۷؛ یوسف زاده، ۲۰۱۸). اسانس استخراج شده از نمونه‌های گیاهی با استفاده از ترازوی حساس با دقت بالا توزین و به‌صورت درصد وزنی برای هر نمونه ثبت شد. درصد و عملکرد اسانس به‌صورت زیر محاسبه شدند:

$$۱۰۰ \times (\text{وزن اسانس} / ۵۰) = \text{درصد اسانس}$$

$$\text{درصد اسانس} \times \text{عملکرد ماده خشک} = \text{عملکرد اسانس}$$

داده‌های حاصل با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند، مقایسه میانگین‌های

گیاه سرخارگل را گزارش نمودند. در رابطه با علت افزایش تعداد شاخه‌های فرعی در اثر کاربرد کود زیستی سوپرنیتروپلاس این احتمال وجود دارد که باکتری‌های موجود در آن علاوه بر تثبیت نیتروژن برای بادرشبی و متعادل کردن جذب عناصر پرمصرف و ریزمغذی مورد نیاز گیاه، با سنتز و ترشح مواد محرک رشد (هورمون‌ها)، مواد بیولوژیکی فعال و اثرات مفید روی آنزیم‌های حیاتی، اثرات تحریک کننده‌ای روی رشد رویشی گیاه داشته‌اند و به تبع آن تعداد ساقه‌های جانبی افزایش یافته است (آستوتی و همکاران ۲۰۲۰). به نظر می‌رسد که افزایش تعداد سرشاخه گلدار در نتیجه افزایش تعداد ساقه فرعی، تعداد برگ و قطر ساقه اصلی در گیاه باشد. در این راستا بسطامی و همکاران (۲۰۲۱) نیز گزارش نمودند که کودهای زیستی در کنار اثر افزایشی بر قطر ساقه، تعداد برگ در بوته، وزن خشک تک بوته و عملکرد بیولوژیک موجب افزایش تعداد سرشاخه گلدار دو گونه مرزه (*Satureja sp.*) نیز گردید که با نتیجه تحقیق ما مطابقت دارد.

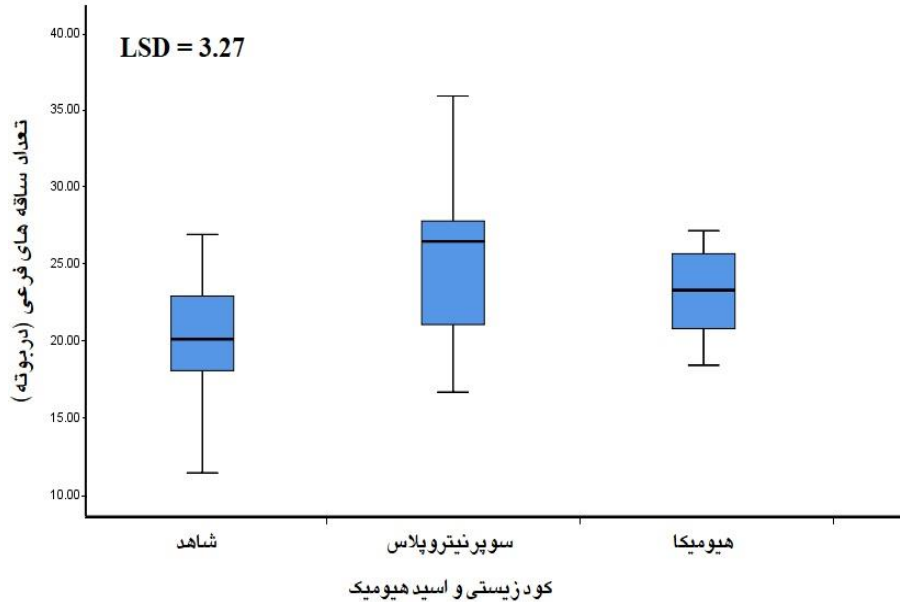
یوسف‌زاده و همکاران (۲۰۱۸) نیز افزایش تعداد سرشاخه گلدار ناشی از کاربرد کودهای آلی و زیستی در چهار رقم گیاه دارویی بادرشبی را گزارش نمودند که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. گارج و همکاران (۲۰۲۱) گزارش کردند که بیشترین تعداد گل در گیاه همیشه‌بهار با مصرف ۴۰ تن در هکتار کود دامی حاصل شد که تا حدودی با نتایج این تحقیق مطابقت داشت. از آنجایی که فرآیند رشد گیاه به میزان زیادی وابسته به محتوای رطوبتی گیاه است، لذا به نظر می‌رسد احتمالاً کودهای آلی با افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت موجود در خاک باعث ایجاد شرایط مناسب‌تر برای رشد گیاه و در نتیجه افزایش تعداد سرشاخه گلدار شده است (نجات زاده ۲۰۲۰).

مصرف مقادیر مناسب کود دامی در گیاه سیر (*Allium sativum L.*) را گزارش نمودند. حسن (۲۰۱۷) گزارش نمود که کاربرد کودهای دامی باعث افزایش ارتفاع گیاه بادرشبی شد. در آزمایشی دیگری آل سید و همکاران (۲۰۲۰) افزایش ارتفاع گیاه دارویی گل سرخ را در اثر مصرف کودهای دامی گزارش نموده‌اند. برزگر و همکاران (۲۰۲۰) نیز افزایش ارتفاع بوته ناشی از کاربرد کودهای دامی را در گیاه رازیانه شیرین گزارش نمودند.

تعداد ساقه‌های فرعی و گلدار

اثر کاربرد کودهای دامی و شیمیایی و مصرف کود زیستی سوپرنیتروپلاس و اسید هیومیک بر تعداد ساقه‌های فرعی و گلدار در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که هر سه سطح تیمار کودی (۱۰۰ درصد کود شیمیایی، ۵۰ درصد کود شیمیایی + ۵۰ درصد کود دامی و ۵۰ درصد کود دامی) به ترتیب باعث افزایش ۳۰، ۲۴/۳ و ۱۹/۲ درصدی تعداد ساقه‌های فرعی نسبت به شاهد شدند. نتایج مقایسه میانگین‌های تعداد ساقه‌های فرعی گلدار حاکی از آن بود که کاربرد ۳۰ تن در هکتار کود دامی باعث افزایش ۲۳/۱ درصدی تعداد ساقه‌های گلدار بادرشبی نسبت به شاهد گردید (جدول ۶). مصرف هر دو نوع کود سوپرنیتروپلاس و اسید هیومیک نیز به ترتیب باعث افزایش ۲۵/۶ و ۱۷/۷ درصدی تعداد ساقه‌های فرعی و ۲۵/۷ و ۲۱/۶ تعداد ساقه‌های گلدار نسبت به شاهد شدند (شکل‌های ۱ و ۲).

شریفی و همکاران (۲۰۱۹) در گیاه دارویی آویشن گزارش کردند که کاربرد کودهای آلی در کنار اثر افزایشی بر روی قطر ساقه و ارتفاع بوته باعث افزایش تعداد ساقه‌های جانبی نیز شد. سیدی و همکاران (۲۰۲۱) گزارش نمودند که اثر کاربرد اسید هیومیک بر افزایش تعداد شاخه‌های جانبی در گیاه دارویی زنیان مثبت بود. کودهای زیستی با ایجاد تعادل بین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه موجب افزایش رشد رویشی شده و در نتیجه تعداد ساقه‌های فرعی را در گیاه افزایش می‌دهد. کوون و همکاران (۲۰۱۹) نیز افزایش تعداد شاخه‌های جانبی ناشی از کاربرد کودهای زیستی در



شکل ۱- مقایسه میانگین های تعداد ساقه های فرعی بادرشبی تأثیر کود زیستی سوپرنیتروپلاس و اسید هیومیک

جدول ۵- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر سوپرنیتروپلاس و اسید هیومیک در سطوح مختلف کودهای دامی و شیمیایی بر صفات مورد ارزیابی در بادرشبی

میانگین مربعات												
منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع گیاه	تعداد ساقه های فرعی	تعداد ساقه های فرعی گلدار	قطر ساقه اصلی	طول گل آذین	وزن خشک تک بوته	وزن خشک ساقه گل دهنده	وزن خشک هزار دانه	عملکرد ماده خشک	درصد اسانس	عملکرد اسانس
تکرار	۲	۴۳/۸ ^{ns}	۱۰۴/۹ ^{**}	۳۱/۷ [*]	۵/۹۵ ^{**}	۱/۷۱ ^{ns}	۸۴/۸ ^{**}	۳۲/۸ ^{**}	۰/۰۷۲ ^{**}	۳۱۴۰ ^{ns}	۰/۱۲ ^{**}	۰/۵۳ ^{**}
کود آلی و شیمیایی (A)	۳	۴۶/۳ [*]	۵۹/۵ [*]	۳۴/۷ [*]	۱/۸۹ [*]	۱۴/۰۷ ^{**}	۲۸/۰ ^{**}	۱۸/۵ ^{**}	۰/۰۱ ^{ns}	۵۱۷۲/۱ ^{**}	۰/۱۵ ^{**}	۱/۴۶ ^{**}
کود زیستی و اسید هیومیک (B)	۲	۱/۹ ^{ns}	۸۳/۸ [*]	۲۸/۵ [*]	۱/۰۶ ^{ns}	۰/۱۵ ^{ns}	۱۴/۱ ^{ns}	۱/۵ ^{ns}	۰/۰۴۸ [*]	۴۰۳۴/۳ [*]	۰/۰۴ [*]	۰/۵۷ ^{**}
A×B	۶	۲۱/۱ ^{ns}	۶/۰۵ ^{ns}	۲/۳ ^{ns}	۰/۱۳ ^{ns}	۰/۳۹ ^{ns}	۴/۹ ^{ns}	۳/۶ ^{ns}	۰/۰۰۲ ^{ns}	۱۴۲/۶ ^{ns}	۰/۰۳ [*]	۰/۱۷ [*]
خطا	۲۲	۱۲/۳	۱۴/۹	۷/۶	۰/۴۸	۲/۰۶	۵/۲	۲/۹	۰/۰۱۲	۹۲۵/۴	۰/۰۱	۰/۰۶
ضریب تغییرات (%)	-	۶/۵۷	۱۶/۷۴	۲۱/۴۵	۹/۳۳	۱۱/۷۳	۱۱/۱۹	۱۴/۹۲	۵/۹۴	۱۲/۳۵	۱۷/۲۴	۱۹/۳۴

ns, *, ** به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد را نشان می دهد.

جدول ۶- مقایسه میانگین‌های اثر کاربرد کودهای آلی و شیمیایی بر صفات مورد ارزیابی بادرشبو

کود	ارتفاع بوته (cm)	تعداد ساقه- های فرعی در بوته	تعداد ساقه- های فرعی گلدار در بوته	قطر ساقه اصلی (mm)	طول گل آذین (cm)	وزن خشک تک بوته (g)	وزن خشک ساقه های گل‌دهنده (g.plant ⁻¹)	عملکرد ماده خشک (g.m ⁻²)
شاهد	۵۳/۲	۱۹/۳	۱۰/۸	۶/۸	۱۰/۸	۱۸/۲	۹/۹	۱۹۳/۶
کود شیمیایی	۵۴/۶	۲۵/۱	۱۲/۰	۸/۰	۱۲/۲	۲۲/۳	۱۱/۰	۲۳۳/۰
۵۰ درصد کود شیمیایی + ۵۰ درصد کود دامی	۵۸/۵	۲۴/۰	۱۵/۴	۷/۴	۱۲/۱	۲۱/۲	۱۳/۳	۲۳۵/۹
کود دامی	۵۵/۸	۲۳/۰	۱۳/۳	۷/۵	۱۳/۹	۲۰/۱	۱۱/۷	۲۴۹/۲
LSD	۳/۵۷	۳/۷۷	۲/۷۰	۰/۶۸	۱/۹۱	۳/۰۴	۱/۶۷	۴۰/۴

حروف غیرمشابه در هر ستون نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد براساس آزمون LSD می‌باشد.

قطر ساقه اصلی

اثر کاربرد کودهای دامی و شیمیایی بر قطر ساقه در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۵). کاربرد ۱۰۰ درصد کود شیمیایی به‌طور متوسط موجب افزایش ۱۶/۴ درصدی قطر ساقه نسبت به شاهد گردید (جدول ۶). کاربرد کود دامی و تلفیقی کود دامی و شیمیایی نیز در مرتبه بعدی قطر ساقه را نسبت به شاهد افزایش دادند. به‌نظر می‌رسد که با کاربرد کود دامی به‌دلیل بهبود

فراهمی عناصر غذایی، رشد بوته‌ها افزایش یافته که این امر علاوه بر افزایش ارتفاع بوته منجر به افزایش قطر ساقه و بهبود وزن خشک اندام‌های هوایی خواهد شد (شبهانگ و همکاران ۲۰۱۴). بنابراین تغذیه مناسب و کاربرد مقادیر مطلوب حاصلخیزکننده‌های آلی عامل مهمی در بهبود رشد گیاه محسوب می‌شود. در مطابقت با نتایج این آزمایش، نجات‌زاده (۲۰۲۰) نیز افزایش قطر ساقه ناشی از کاربرد کود دامی را گزارش نمود.

طول گل آذین

اثر کاربرد کودهای دامی و شیمیایی بر طول گل آذین در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۵). بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌های مربوط به این صفت کاربرد تلفیقی ۵۰ درصد کود شیمیایی و ۵۰ درصد کود دامی، باعث افزایش معنی‌دار طول گل آذین در بادرشبو نسبت به شاهد (عدم کاربرد کود دامی و شیمیایی) گردید. این تیمار به‌طور متوسط طول گل آذین را ۲۸/۲ درصد نسبت به شاهد افزایش داد (جدول ۶).

به‌نظر می‌رسد که کاربرد ۵۰ درصد کود دامی همراه با کاربرد ۵۰ درصد کود شیمیایی با بهبود شرایط محیطی و تغذیه‌ای منجر به افزایش طول گل آذین‌ها در گیاه شده است. در این راستا میسلی و همکاران (۲۰۲۰) گزارش نمودند که مصرف کود دامی باعث افزایش طول گل آذین در گیاه گاوزبان اروپایی شد که با نتیجه تحقیق ما مطابقت داشت. همچنین خالدیان و همکاران (۲۰۲۱)

نشان داد که کاربرد کود نیتروژنی باعث افزایش تعداد و طول گل آذین به نسبت شاهد شدند.

وزن خشک تک‌بوته و ساقه‌های گل‌دهنده

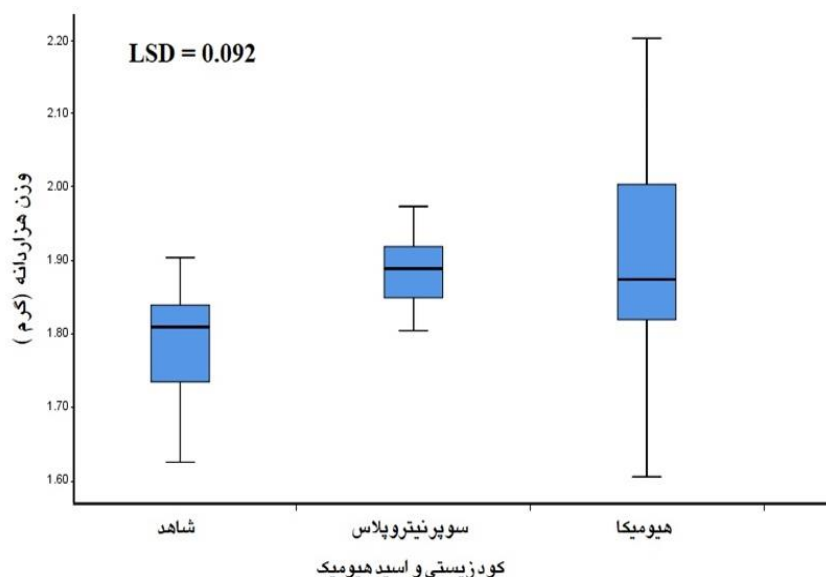
نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر کاربرد کودهای دامی و شیمیایی بر وزن خشک تک‌بوته و ساقه- های گل‌دهنده در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۵). بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌های مربوط به این صفت کاربرد ۱۰۰ درصد کود شیمیایی وزن خشک تک‌بوته را ۲۲/۵ درصد نسبت به شاهد افزایش دادند (جدول ۶). در رابطه با وزن خشک ساقه‌های گل‌دهنده نتایج نشان داد که کاربرد ۱۰۰ درصد کود دامی و کاربرد تلفیقی کود دامی و شیمیایی به‌ترتیب باعث افزایش ۳۴/۳ و ۱۸/۲ درصدی وزن خشک ساقه‌های گل‌دهنده نسبت به شاهد شدند (جدول ۶). با توجه به افزایش تعداد ساقه- های فرعی و گلدار و افزایش قطر ساقه با کاربرد کود دامی و شیمیایی، افزایش وزن خشک تک‌بوته دور از

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر کاربرد کودزیستی سوپرنیتروپلاس و اسیدهیومیک بر وزن هزاردانه در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۵). بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌های مربوط به این صفت مصرف هر دو نوع کود سوپرنیتروپلاس و اسید هیومیک باعث افزایش معنی‌دار این صفت نسبت به شاهد شد. این دو تیمار به ترتیب وزن هزاردانه را ۵/۶ و ۷/۳ درصد نسبت به شاهد افزایش دادند (شکل ۳).

باتوجه به افزایش تعداد ساقه‌های فرعی ناشی از کاربرد اسید هیومیک و کود زیستی در این گیاه (شکل ۱) به نظر می‌رسد که تعداد برگ بیشتری در هر بوته تولید شده است و در نتیجه منابع غذایی بیشتری از برگها به بذرها گسیل شده است و این امر منجر به افزایش وزن هزاردانه بادرشبی در شرایط این آزمایش شده است. در این راستا لیاوا و همکاران (۲۰۲۱) افزایش وزن هزاردانه ناشی از مصرف اسید هیومیک را در گیاه خارمریم گزارش نمودند که با نتیجه تحقیق ما مطابقت داشت. یوسف و همکاران (۲۰۲۰) نیز در گیاه دارویی زیره افزایش وزن هزاردانه ناشی از مصرف کودهای زیستی را گزارش نمودند و دلیل آن را اینطور بیان نمودند که کودهای زیستی با افزایش دسترسی گیاه به نیتروژن می‌توانند نقش مهمی در افزایش وزن هزاردانه داشته باشند.

انتظار نخواهد بود. از طرف دیگر به نظر می‌رسد که کاربرد کودهای آلی از جمله کود دامی با ایجاد تغییرات مثبت بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و تأمین عناصر مورد نیاز گیاه در زمان مناسب طی فصل رشد، می‌تواند شرایط بهینه‌ای را برای افزایش وزن گیاه فراهم آورند (جیانولیس و همکاران ۲۰۲۰). در این راستا شریفی و همکاران (۲۰۱۹) افزایش وزن خشک تک‌بوته آویشن و خالدیان و همکاران (۲۰۲۱) افزایش وزن خشک بوته ریحان در اثر کاربرد کودهای آلی را گزارش نمودند که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. جوان قلیلو و همکاران (۲۰۱۹) افزایش وزن خشک گل، وزن خشک برگ و وزن خشک کل گیاه مرزنجوش وحشی را در اثر مصرف کودهای شیمیایی گزارش نمودند. سکویچ و دوزیدا (۲۰۱۹) نیز افزایش وزن خشک اندام‌های هوایی را در اثر مصرف کودهای شیمیایی در گیاه مرزه گزارش نمودند و علت آن را اینطور بیان نمودند که کودهای شیمیایی یک منبع حاوی نیتروژن می‌باشد و با توجه به نقش نیتروژن در افزایش طول دوره رشد و همچنین افزایش تولید ماده خشک موجبات افزایش وزن خشک را در گیاه فراهم نموده‌اند.

وزن هزاردانه



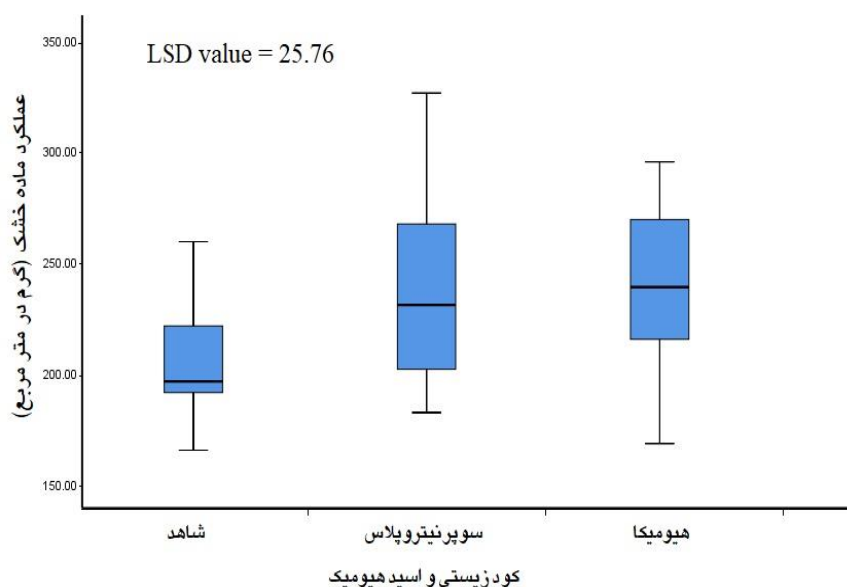
شکل ۳- مقایسه میانگین‌های وزن هزاردانه بادرشیبی تأثیر کود زیستی سوپرنیتروپلاس و اسید هیومیک

عملکرد ماده خشک

اثر کاربرد کودهای دامی و شیمیایی در سطح احتمال یک درصد و مصرف کود زیستی سوپرنیتروپلاس و اسید هیومیک در سطح احتمال ۵ درصد بر عملکرد ماده خشک گیاه بادرشیبی معنی‌دار شد (جدول ۵). بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌های مربوط به این صفت کاربرد تلفیقی ۵۰ درصد کود دامی + ۵۰ درصد کود شیمیایی و کاربرد ۱۰۰ درصد کود دامی باعث افزایش معنی‌دار این صفت نسبت به شاهد گردید. این دو تیمار به ترتیب عملکرد ماده خشک را ۲۸/۷ و ۲۱/۸ درصد نسبت به شاهد افزایش دادند (جدول ۶). کاربرد کود زیستی سوپرنیتروپلاس و اسید هیومیک به ترتیب باعث افزایش ۱۴/۱ و ۱۶/۴ درصدی عملکرد ماده خشک نسبت به شاهد شدند (شکل ۴). به نظر می‌رسد که افزایش عملکرد ماده خشک در این آزمایش ناشی از افزایش تعداد ساقه‌های فرعی و گلدار، وزن خشک تک‌بوته و گل‌آذین در اثر کاربرد حاصلخیزکننده‌های خاک یعنی کودهای شیمیایی و دامی باشد. وجود همبستگی مثبت و معنی‌دار بین صفات ذکر شده (جدول ۷) و عملکرد ماده خشک نیز تأیید کننده این نکته می‌تواند می‌باشد. رضوانی مقدم و سیدی (۲۰۱۵) نیز افزایش وزن خشک سیاه‌دانه ناشی از کاربرد کودهای آلی از جمله کودهای دامی و ورمی‌کمپوست را گزارش نمودند. افزایش ماده خشک گیاه در اثر مصرف کودهای آلی توسط نجات زاده (۲۰۲۰) در بادرشیبی و آروباس و همکاران (۲۰۱۸) در نعنای فلفلی تیز گزارش شده است. غنی سازی مواد آلی، افزایش ظرفیت نگهداری آب در

خاک، تقویت فعالیت‌های شبه‌هورمونی گیاه، افزایش جذب مواد غذایی توسط گیاه و به‌طور کلی بهبود ساختار شیمیایی و فیزیکی بستر کاشت از جمله دلایلی است که برای افزایش عملکرد گیاهان در اثر کاربرد کودهای آلی گزارش شده است (بچمن و متزگر ۲۰۰۸).

عناصر غذایی موجود در کودهای آلی، اعم از کم-مصرف و پرمصرف به دلیل تحریک رشد رویشی و نیز انتقال دوباره مواد از برگ‌های مسن به برگ‌های جوان و در نتیجه ظهور دیرتر علائم پیری، از طریق بهبود شاخص‌های فیزیولوژیک مانند شاخص سطح برگ، سرعت رشد محصول و فتوسنتز خالص، تأثیر خود را در افزایش تجمع ماده خشک نشان می‌دهد (سجادی نیک و یادوی ۲۰۱۴). در خصوص کاربرد اسید هیومیک، عسگری و همکاران (۲۰۱۲) افزایش عملکرد ماده خشک را در اثر کاربرد اسید هیومیک در گیاه نعنای فلفلی گزارش نمودند که با نتیجه تحقیق حاضر مطابقت دارد. با توجه به اینکه نیتروژن جزو عناصر پر مصرف بوده و در روند رشد رویشی گیاهان بسیار ضروری می‌باشد و کود محتوای اسید هیومیک مورد استفاده به‌عنوان یکی از منابع تأمین‌کننده نیتروژن برای گیاه عمل نموده، لذا باعث افزایش عملکرد خشک گیاه شده است (حسین‌زاده و همکاران ۲۰۲۱). کوچکی و همکاران (۲۰۰۸) افزایش وزن خشک گیاه دارویی زوفا را در اثر کاربرد کود زیستی سوپرنیتروپلاس گزارش کرد که با نتیجه این پژوهش مطابقت دارد. حسینی مزینانی و هادی پور (۲۰۱۴) نیز افزایش وزن خشک ناشی از کاربرد کودهای زیستی را در گیاه همیشه‌بهار گزارش نمودند.



شکل ۴- مقایسه میانگین‌های عملکرد ماده خشک بادرشبی تحت تأثیر کود زیستی سوپرنیتروپلاس و اسید هیومیک

درصد اسانس

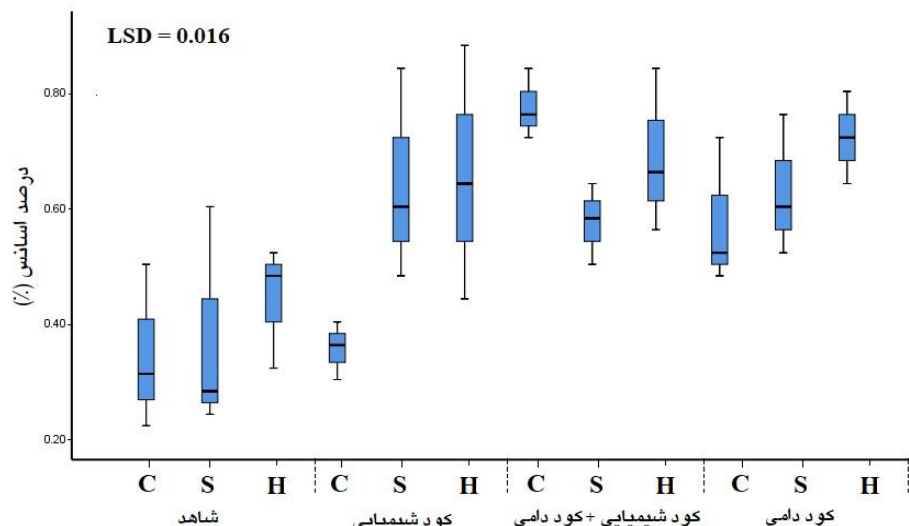
نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر کاربرد کودهای دامی و شیمیایی در سطح احتمال یک درصد و همچنین اثر کاربرد کود زیستی سوپرنیتروپلاس و اسید هیومیک و اثر متقابل آن با کودهای دامی و شیمیایی بر درصد اسانس در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۵). بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌های مربوط به این صفت، بیشترین درصد اسانس بادرشبی به‌ترتیب با کاربرد تلفیقی ۵۰ درصد کود دامی و ۵۰ درصد کود شیمیایی بدون کاربرد کود زیستی و اسید هیومیک (۰/۷۷ درصد) و ۱۰۰ درصد کود دامی + اسید هیومیک (۰/۷۲ درصد) حاصل شد. این دو تیمار درصد اسانس را به‌ترتیب ۱۲۵ و ۱۱۰ درصد نسبت به شاهد افزایش دادند. سایر ترکیبات تیماری کود دامی و شیمیایی و کود زیستی و اسید هیومیک در رتبه‌های بعدی باعث افزایش معنی‌دار درصد اسانس نسبت به شاهد شدند (شکل ۵). از آنجائیکه اسانس‌ها ترکیبات ترپنوئیدی هستند و واحدهای سازنده آنها (ایزوپرنوئیدها) مانند ایزوپنتیل پیروفسفات (IPP) و دیمتیل آلیل پیروفسفات (DMAPP) نیاز مبرم به NADPH و ATP دارند و حضور عنصرهایی مانند نیتروژن و فسفر برای تشکیل ترکیب‌های اخیر ضروری هستند (قاضی‌مناس و همکاران ۲۰۱۳)، ازاینرو کاربرد کود دامی همراه با کود

شیمیایی از طریق فراهمی جذب بیشتر فسفر و نیتروژن به افزایش درصد اسانس میانجامد. در تحقیقی مشابه حسین‌زاده و همکاران (۲۰۲۱) افزایش درصد اسانس و عملکرد اسانس را در اثر کاربرد کودهای دامی در گیاه خرفه (*Portulaca oleracea L.*) گزارش نمودند. محمد و همکاران (۲۰۲۱) نیز افزایش درصد اسانس ناشی از کاربرد کودهای دامی را در گیاه زنیان گزارش نمودند و بیان کردند که میزان و عملکرد اسانس در تیمارهای تلفیقی کودهای شیمیایی و دامی در مقایسه با به‌کارگیری جداگانه هر یک از آنها بیشتر بود. سینگ و همکاران (۲۰۱۰) گزارش نمودند که مصرف کودهای آلی سبب افزایش درصد اسانس نعناع گردید. مرادزاده و همکاران (۲۰۲۱) افزایش درصد اسانس و عملکرد اسانس سیاه‌دانه را در اثر مصرف کودهای آلی گزارش نمودند. کاربرد کودهای آلی مانند کود دامی، کمپوست زباله شهری و ورمی‌کمپوست ضمن حذف یا کاهش قابل‌توجه کودهای شیمیایی، موجب بهبود مواد آلی خاک و عرضه مناسب عناصر غذایی و نیز افزایش کمیت و کیفیت محصول به‌ویژه در تولید گیاهان دارویی در سامانه‌های کشاورزی پایدار و ارگانیک می‌شود (عاطیه و همکاران ۲۰۰۹).

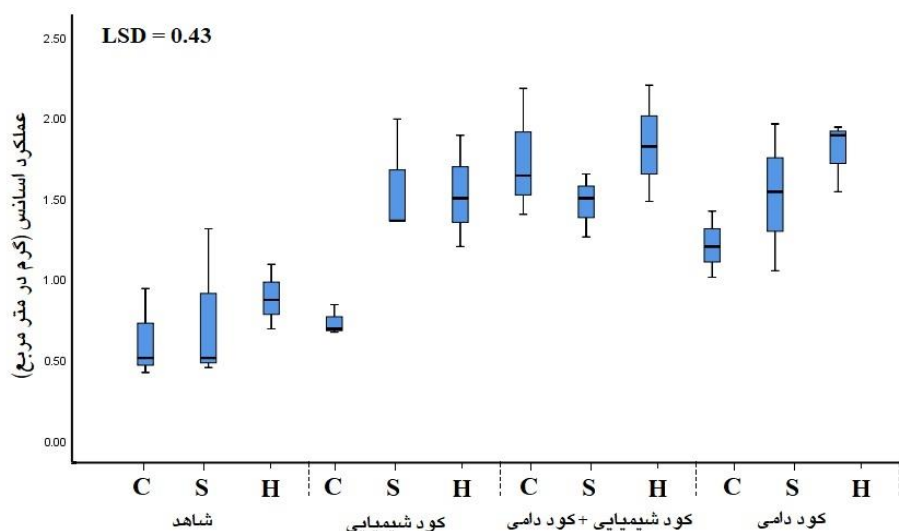
عملکرد اسانس

(عدم کاربرد کود دامی و شیمیایی) شدند. عملکرد اسانس برآیندی از درصد اسانس و عملکرد ماده خشک می‌باشد، لذا هرگونه افزایش در این دو پارامتر در نهایت منجر به افزایش عملکرد اسانس می‌شود. نتایج مربوط به همبستگی صفات (جدول ۷) نیز بیانگر این مطلب است که عملکرد اسانس همبستگی مثبت و معنی‌داری با درصد اسانس، عملکرد ماده خشک و همچنین طول گل آذین دارد. لذا از دیگر دلایل افزایش عملکرد اسانس افزایش طول گل آذین می‌تواند باشد. حسین‌زاده و همکاران (۲۰۲۱) افزایش عملکرد اسانس بادرشبی را در اثر کاربرد تلفیقی کودهای نیتروژنی آلی و معدنی گزارش نمودند. ایوبی و همکاران (۲۰۱۴) گزارش کردند که مصرف کودهای دامی و ورمی‌کمپوست و مخلوط این دو نوع کود به‌طور معنی‌داری عملکرد اسانس را در گیاه نعناع فلفلی افزایش داد. جیانولویس و همکاران (۲۰۲۱) مشاهده کردند که کاربرد مقادیر مناسب کود زیستی در زراعت گیاه دارویی مریم‌گلی به‌طور چشم‌گیری عملکرد اسانس آن را بهبود بخشید، آن‌ها بیان کردند که استفاده از کود زیستی، موجبات افزایش رشد اندام هوایی و تولید ماده خشک و در نهایت بهبود عملکرد اسانس را نیز مهیا کرده است.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر کاربرد کودهای دامی و شیمیایی و مصرف سوپرنیتروپلاس و اسیدهیومیک در سطح احتمال یک درصد و اثر متقابل آن‌ها در سطح احتمال ۵ درصد بر عملکرد اسانس معنی‌دار شد (جدول ۵). بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌های مربوط به این صفت دو تیمار ۱۰۰ درصد کود دامی و تیمار تلفیقی (۵۰ درصد کود دامی + ۵۰ درصد کود شیمیایی) با کاربرد کود زیستی و اسید هیومیک و بدون کاربرد آن‌ها و تیمار ۱۰۰ درصد کود شیمیایی در شرایط کاربرد کود زیستی و اسید هیومیک باعث افزایش معنی‌دار عملکرد اسانس نسبت به شاهد (عدم کاربرد کودهای دامی و شیمیایی) شدند (شکل ۶). بیشترین عملکرد اسانس در سه تیمار مصرف اسیدهیومیک و شاهد با کاربرد تلفیقی ۵۰ درصد کود شیمیایی و ۵۰ درصد کود دامی و مصرف اسید هیومیک با کاربرد ۱۰۰ درصد کود دامی مشاهده شد و کمترین عملکرد اسانس نیز متعلق به تیمار شاهد (عدم کاربرد کود دامی و شیمیایی و سوپرنیتروپلاس و اسید هیومیک) بود. سایر ترکیبات تیماری کودهای دامی و شیمیایی و سوپرنیتروپلاس و اسید در رتبه‌های بعدی باعث افزایش معنی‌دار عملکرد اسانس نسبت به شاهد



شکل ۵- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل کاربرد کودهای دامی و شیمیایی و کود زیستی و اسید هیومیک و بر درصد اسانس بادرشبی (C, S و H به ترتیب شاهد، سوپرنیتروپلاس و اسید هیومیک)



شکل ۶- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل کاربرد کودهای دامی و شیمیایی و کود زیستی و اسید هیومیک بر عملکرد اسانس بادرنشبی (C, S, H به ترتیب شاهد، سوپر نیتروپلاس و اسید هیومیک).

همبستگی بین صفات

بر اساس نتایج همبستگی بین صفات مورد ارزیابی (جدول ۷)، همبستگی مثبت قوی و معنی‌داری بین عملکرد اسانس بادرنشبی با درصد اسانس ($r=0.91^{**}$)، طول گل - آذین ($r=0.74^{**}$) و عملکرد ماده خشک ($r=0.66^{**}$) و همبستگی مثبت متوسطی با تعداد ساقه فرعی ($r=0.45^*$) و قطر ساقه اصلی ($r=0.41^{**}$) وجود داشت. همبستگی

بین درصد اسانس با طول گل آذین متوسط، معنی‌دار و مثبت ($r=0.41^{**}$) بود. همبستگی بین عملکرد ماده خشک و تعداد ساقه‌های فرعی ($r=0.62^{**}$)، وزن خشک ساقه‌های گل‌دهنده ($r=0.71^{**}$) و طول گل آذین ($r=0.55^{**}$) مثبت و معنی‌دار بود. همبستگی بین وزن خشک ساقه گل‌دهنده و تعداد ساقه‌های فرعی گلدار و قطر ساقه اصلی نیز مثبت و معنی‌دار بود.

جدول ۷- ضرایب همبستگی بین صفات مورد ارزیابی گیاه بادرنشبی در شرایط این آزمایش

۱۱	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	
										۱	۱- ارتفاع گیاه
									۱	۰/۴۹**	۲- تعداد ساقه‌های فرعی
								۱	۰/۳۸*	۰/۴۱*	۳- تعداد سرشاخه گلدار
							۱	۰/۴۸**	۰/۴۵*	۰/۱۱	۴- قطر ساقه اصلی
						۱	۰/۲۸	۰/۱۲	۰/۲۸	۰/۳۳	۵- طول گل آذین
					۱	۰/۲۱	۰/۳۸*	۰/۵۱**	۰/۴۴*	۰/۲۱	۶- وزن خشک تک بوته
				۱	۰/۳۴۳*	۰/۲۱	۰/۵۹۸**	۰/۶۸**	۰/۵۲۵**	۰/۳۴*	۷- وزن خشک ساقه گل‌دهنده
			۱	۰/۵۳**	۰/۴۰*	۰/۴۵**	۰/۷۱**	۰/۵۵**	۰/۶۲**	۰/۳۰	۸- عملکرد خشک
		۱	۰/۳۲	-۰/۰۴	۰/۱۵	۰/۴۰*	۰/۱۷	۰/۱۳	۰/۲۴	۰/۱۷	۹- درصد اسانس
	۱	۰/۹۱**	۰/۶۶**	۰/۱۸	۰/۲۶	۰/۷۴**	۰/۴۱*	۰/۳۲	۰/۴۵*	۰/۲۶	۱۰- عملکرد اسانس
۱	۰/۴۶**	۰/۴۱*	۰/۳۲	۰/۳۶*	-۰/۰۸	۰/۱۶	۰/۴۳*	۰/۳۰	۰/۲۶	-۰/۰۰۳	۱۱- وزن هزار دانه

و معنی‌داری بر صفات رشدی، عملکرد ماده خشک، درصد اسانس و عملکرد اسانس بادرنشبی داشتند. به‌طور کلی کاربرد ۵۰ درصد کود دامی در تلفیق با ۵۰ درصد

نتیجه‌گیری

نتایج به‌دست آمده از این پژوهش نشان داد که کاربرد کود دامی، سوپرنیتروپلاس و اسید هیومیک تأثیر مثبت

سپاسگزاری

بدین وسیله از تمامی حمایت‌ها و مساعدت‌های دانشگاه مراغه جهت فراهم نمودن شرایط و امکانات مورد نیاز جهت انجام این پژوهش، تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

کود شیمیایی و همراه با کاربرد اسید هیومیک جهت افزایش عملکرد اسانس بادرشبی بهترین نتیجه را حاصل کرد. بنابراین در نظام‌های تولید پایدار گیاهان دارویی، بهره‌گیری از کودهای آلی و زیستی و مواد محرک رشد مانند اسید هیومیک جهت بهبود عملکرد کمی و کیفی بادرشبی جایگزین مناسبی برای نهاده‌های شیمیایی خواهد بود.

منابع مورد استفاده

- Abedini T, Pezhman M and Abbas H. 2015. Effect of organic fertilizer and foliar application of humic acid on some quantitative and qualitative yield of Pot marigold. *Journal of Novel Applied Sciences*, (4): 1100-1103.
- Ahmadi F, Samadi A and Rahimi A. 2020. Improving growth properties and phytochemical compounds of *Echinacea purpurea* (L.) medicinal plant using novel nitrogen slow-release fertilizer under greenhouse conditions. *Scientific Reports*, 10(1): 1-11.
- Alhasan AS, Abbas MK, Al-Ameri M and Al-Ameri DT. 2020. Growth and yield response of basil (*Ocimum basilicum* L.) to different rates of urea fertilizer under field conditions. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 553 (1) p. 012044.
- Al-Sayed HM, Hegab SA, Youssef MA, Khalafalla MY, Almaroai YA, Ding Z and Eissa MA. 2020. Evaluation of quality and growth of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) as affected by bio-fertilizers. *Journal of Plant Nutrition*, 43(7): 1025-1035.
- Arrobas M, Ferreira IQ, Afonso S and Rodrigues MA. 2018. Sufficiency ranges and crop nutrient removals for peppermint (*Mentha X piperita* L.) established from field and pot fertilizer experiments. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 49(14): 1719-1730.
- Asgari M, habibi D and brojerdi G. 2012. Effect of vermicompost, plant growth promoting rhizobacteria and humic acid on growth factors of *Mentha piperita* L., in Central Province. *Iranian journal of Agronomy and Plant Breeding*, 7(4): 41-54. (In Persian)
- Astuti D, Suhartanto B, Umami N and Irawan A. 2020. Effect of density between intercropped sorghum and stylosanthes on biomass production and quality under varying NPK fertilizer application rates. *Journal of Crop Science and Biotechnology*, 23(3): 197-205.
- Ateia EM, Osman YAH and Meawad AEAH. 2009. Effect of organic fertilization on yield and active constituents of *Thymus vulgaris* L. unde North Sinai conditions. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 5(4): 555-565.
- Ayyobi H and Peyvast GA. 2014. The effects of cow manure vermicompost and municipal solid waste compost on peppermint (*mentha piperita* l.) in Torbat-e-jam and Rasht Regions of Iran. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 3(4): 147-153.
- Bachman GR and Metzger JD. 2008. Growth of bedding plants in commercial potting substrate amended with vermicompost. *Bioresource Technology*, 99: 3155-3161.
- Badal DS, Dwivedi AK, Kumar V, Singh S, Prakash A, Verma S and Kumar J. 2019. Effect of organic manures and inorganic fertilizers on growth, yield and its attributing traits in garlic (*Allium sativum* L.). *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 8(1): 587-590.
- Barzegar T, Mohammadi S and Ghahremani Z. 2020. Effect of nitrogen and potassium fertilizer on growth, yield and chemical composition of sweet fennel. *Journal of Plant Nutrition*, 43(8): 1189-1204.
- Bashan Y and Holguin G. 1997. *Azospirillum*-plant relationships: environmental and physiological advances (1990-1996). *Canadian Journal of Microbiology* 43: 103-121.
- Bastami A, Amirnia R, Sayyed RZ and Enshasy HAE. 2021. The effect of mycorrhizal fungi and organic fertilizers on quantitative and qualitative traits of two important *Satureja* species. *Agronomy*, 11(7): 1285.

- Borna F, Omidbaigi R and Sefidkon F. 2007. The effect of sowing dates on growth, yield and essential oil content of *Dracocephalum moldavica* L. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 23 (3): 307-314. (In Persian)
- Bromand Sivieri M, Heidary M. Gholami A and Ghorbani H. 2020. Effects of biofertilizers and foliar application of nano iron oxide on quantitative and qualitative yield of black cumin (*Nigella sativa* L.) Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 35 (6): 1017-1027. (In Persian).
- Cacciari I, Lippi D, Pietrosanti T and Pietrosanti W. 1989. Phytohormone-like substances produced by single and mixed diazotrophic cultures of *Azospirillum* and *Arthrobacter*. Plant and Soil, 115: 11-153.
- Garge VC, Malik S, Awasthi M, Singh SP, Chaudhary M and Kumar A. 2021. Effect of different nutrient sources on growth, flowering and quality attributes of French marigold (*Tagetes patula* L.) cv. Pusa Arpita. Indian Journal of Pure & Applied Biosciences, 9(1): 416-421.
- Giannoulis KD, Evangelopoulos V, Gougoulis N and Wogiatzi E. 2020. Lavender organic cultivation yield and essential oil can be improved by using bio-stimulants. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B—Soil & Plant Science*, 70(8): 648-656.
- Giannoulis KD, Skoufogianni E, Bartzialis D, Solomou A and Danalatos NG. 2021. Growth and productivity of *Salvia officinalis* L. under mediterranean climatic conditions depends on biofertilizer, nitrogen fertilization, and sowing density. *Industrial Crops and Products*, 160: 113136.
- Hassan SED. 2017. Plant growth-promoting activities for bacterial and fungal endophytes isolated from medicinal plant of *Teucrium polium* L. *Journal of Advanced Research*, 8(6): 687-695.
- Hasanpour R, Pirdashti H, Esmaili MA, Abbasian A. Response of yield and yield components of three sesame (*Sesame indicum* L.) cultivars to application of nitrogen and supernitroplus biofertilizer. *Journal of Agroecology*, 3(1): 9-16. (In Persian)
- Heidarzadeh A, Modarres-Sanavy SAM and Mokhtassi-Bidgoli A. 2021. Changes in yield and essential oil compositions of *Dracocephalum kotschy*. L Boiss in response to azocompost, vermicompost, nitroxin, and urea under water deficit stress. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 1-18.
- Hoseini Mazinani M and Hadipour A. 2014. Increasing quantitative and qualitative yield of *calendula officinalis* L. by using Bio-Fertilizer. *Journal of Medicinal Plants*, 13 (50): 83-91
- Hosseinzadeh MH, Ghalavand A, Boojar MMA, Modarres-Sanavy SAM and Mokhtassi-Bidgoli A. 2021. Application of manure and biofertilizer to improve soil properties and increase grain yield, essential oil and $\omega 3$ of purslane (*Portulaca oleracea* L.) under drought stress. *Soil and Tillage Research*, (205): 104633.
- Javan Gholiloo M, Yarnia M, Ghorttapeh AH, Farahvash F and Daneshian AM. 2019. Evaluating effects of drought stress and bio-fertilizer on quantitative and qualitative traits of valerian (*Valeriana officinalis* L.). *Journal of Plant Nutrition*, 42(13): 1417-1429.
- Kader MA, Mian MH and Hoque MS. 2002. Effects of *Azotobacter* inoculant on the yield nitrogen uptake by wheat. *Journal of Biological Science*, 2(4): 250-261.
- Kapoor R, Giri B and Mukerji KG. 2004. Improved growth and essential oil yield and quality in *Foeniculum vulgare* Mill on mycorrhizal inoculation supplemented with P-fertilizer. *Bioresource Technology*, 93: 307-311.
- Khalediyan N, Weisany W and Schenk, PM. 2021. Arbuscular mycorrhizae and rhizobacteria improve growth, nutritional status and essential oil production in *Ocimum basilicum* and *Satureja hortensis*.L *Industrial Crops and Products*, (160): 113163.
- Koocheki A, Tabrizi L and Ghorbani R. 2008. Evaluation of biofertilizers effects on growth characteristics, yield and qualitative characteristics of hyssop (*Hyssopus officinalis* L.). *Iranian Journal of Field Crop Research*, (6): 127-137. (In Persian)
- Kwon SJ, Kim HR, Roy SK, Kim HJ, Boo HO, Woo S. H and Kim HH. 2019. Effects of nitrogen, phosphorus and potassium fertilizers on growth characteristics of two species of bellflower (*Platycodon grandiflorum*). *Journal of Crop Science and Biotechnology*, 22(5): 481-487.

- Liava V, Karkanis A and Tsiropoulos N. 2021. Yield and silymarin content in milk thistle (*Silybum marianum* L. Gaertn.) fruits affected by the nitrogen fertilizers. *Industrial Crops and Products*, (171): 113955.
- Liu Q, Xu H and Yi H. 2021. Impact of fertilizer on crop yield and C: N: P stoichiometry in arid and semi-arid soil. *International journal of environmental research and public health*, 18(8): 4341.
- Miceli C, Moncada A, Vetrano F, Iapichino, G, D'Anna F and Miceli A. 2020. Effect of agronomic practices on yield and quality of borage at harvest and during storage as minimally-processed produce. *Agronomy*, 10(2): 242.
- Mohamed Y, Mohamed I, Elsadek M, Ali M and Ghatas Y. 2021. Improving growth, productivity, and chemical composition of *Trachyspermum ammi* L. by using organic and chemical fertilization in the presence of boron. *Industrial Crops and Products*, 169: 113637.
- Moradzadeh S, Moghaddam SS, Rahimi A, Pourakbar L and Sayyed RZ. 2021. Combined bio-chemical fertilizers ameliorate agro-biochemical attributes of black cumin (*Nigella sativa* L.). *Scientific Reports*, 11(1): 1-16.
- Nasiri Y, Baghban Akbari P, Nouraeen M and Amini R. 2020. Evaluation of farmyard and vermicompost application and spray of ascorbic acid and humic substances on dragonhead production (*Dracocephalum moldavica* L.). *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 29(4): 81-101. (In Persian)
- Nejatzadeh F. 2020. Effect of biofertilizer and magnesium sulfate on the components of essential oil of (*Dracocephalum moldavica* L.). *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, (27): 101671.
- Omidbaigi R. 2010. *Production and Processing of Medicinal Plants*. Astane Ghodse Razavi Press. Mashhad, Iran. 423 pp. (In Persian).
- Rezvani Moghadam P and Seyedi SM. 2015. The role of organic fertilizers and biological phosphorus and potassium uptake by nigella (*Nigella sativa* L.). *Journal of Horticultural Science (Agricultural Science and Technology)*, 28(1): 43-53.
- Rezvani Moghaddam P, Mohammadabadi AA and Moradi R. 2010. The effect of application of chemical and organic fertilizers on yield and yield components of sesame (*Sesamum indicum* L.) in different plant densities. *Journal of Agroecology*, 2 (2): 256-265. (In Persian).
- Sajadi Nik R and Yadavy AR. 2014. Effect of nitrogen fertilizer, vermicompost and nitroxin on growth, phenological stages and grain yield. *Electronic Journal of Crop Production*, (6): 73-99. (In Persian)
- Sakr MT, Ibrahim HM, ElAwady AE and Abo ElMakarem AA. 2019. Effect of humic acid, seaweed extract and essential oils as antioxidants on pre-and post-harvest quality of red radish plants. *Horticulture International Journal*, (3): 129-138.
- Seidi Z, Fateh E and Ayneband A. 2021. Changes in secondary metabolite and biologically active compounds of ajowan (*Trachyspermum ammi* L.) upon organic and conventional production systems. *Acta Ecologica Sinica*, (413): 215-222.
- Shabahang J, Khorramdel S, Siahmargue A, Gheshm R and Jafari L. 2014. Evaluation of integrated management of organic manure application and mycorrhiza inoculation on growth criteria, qualitative and essential oil yield of hyssop (*Hyssopus officinalis* L.) under Mashhad climatic conditions. *Journal of Agroecology*, 6(2): 353-363. (In Persian).
- Sharafi GA, Changizi M, Rafiee M, Gomarian M and Khagani S. 2019. Investigating the effect of drought stress and vermicompost biofertilizer on morphological and biochemical characteristics of (*Thymus vulgaris* .L). *Archives of Pharmacy Practice*, 10(3): 137-145.
- Singer WJ, Sally SD and Meek DW. 2007. Tillage and compost effects on corn growth, nutrient accumulation, and grain yield. *Agronomy Journal* 99:80-87.
- Singh M, Singh A, Singh S, Tripathi RS, Singh A.K and Patra DD. 2010. Cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) as a green manure to improve the productivity of a menthol mint (*Mentha arvensis* L.) intercropping system. *Industrial crops and products*, 31(2): 289-293.
- Skubij N and Dzida K. 2019. Essential oil composition of summer savory (*Satureja hortensis* L.) cv. Saturn depending on nitrogen nutrition and plant development phases in raw material cultivated for industrial use. *Industrial Crops and Products*, (135): 260-270.

- Vande Broek A. 1999. Auxins upregulate expression of the indole -3- pyruvate de- carboxylase gene in *Azospirillum brasilense*. *Journal of Bacteriology*, 181: 1338-1342.
- Wali AM, Shamseldin A, Radwan F I, Abd El Lateef E M and Zaki NM. 2018. Response of barley (*Hordeum vulgare*) cultivars to humic acid, mineral and biofertilization under calcareous soil conditions. *Middle East Journal of Agriculture Research*, 7(1): 71-82.
- Yousefzadeh S, Daryai F, Mokhtassi-Bidgoli A, Hazrati S, Yousefzadeh T and Mohammadi K. 2018. Morphological, essential oil and biochemical variation of *Dracocephalum moldavica* L. populations. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, 10: 59-66.
- Youssef A S M. 2020. Response of caraway (*Carum carvi* L.) plant to bio-fertilizers in substitution of chemical fertilization. *Journal of Medicinal Plants*, 8(6): 45-54.