

Evaluation of Organic Manures and Biofertilizers Application on Yield, Yield Components and Essential Oil Content of Marigold (*Calendula officinalis* L.)

Yousef Nasiri

Received: 17 April 2021 Accepted: 01 November 2021

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

Corresponding Author: E-mail: ysf_nasiri@yahoo.com; ysf_nasiri@maragheh.ac.ir

Abstract

Background and Objective: This research was carried out to investigate the effect of farmyard manure, humic acid, and Nitroxin biofertilizer on yield, yield components, and essential oil content of marigold.

Materials and Methods: The experiment was conducted as a factorial based on randomized complete blocks design (RCBD) with three replications at the research farm of faculty of Agriculture, the University of Maragheh in 2014. The first factor was included the application of farmyard manure at three levels of zero, 10, and 20 tons per hectare and the second factor at four levels was included the application of humic acid, Nitroxin, humic acid + Nitroxin, and control. The soil of the test site was sandy loam. The studied characteristics were included plant height, lateral stems number, flowers number, leaf chlorophyll index (SPAD), dry matter yield, number of grains per capitul, 1000-kernal weight, biological yield, essential oil percentage, and essential oil yield. Chlorophyll meter model SPAD-502 and Clevenger apparatus were used to measure the leaf chlorophyll index and extract the essential oil, respectively.

Results: The results of analysis of variance showed that the simple effect of farmyard manure and humic acid and Nitroxin were significant on all studied traits and their interaction was significant on grain yield. The highest plant height, lateral stems number, biological yield, flowers number, leaf chlorophyll index (SPAD value), dry yield of flowers, number of grains per capitul, and 1000-kernal weight were obtained under 20 tons farmyard manure per hectare. Plant height, number of flowers per plant, number of grains per capitul and biological yield showed a significant increase by applying of humic acid + nitroxin compared to the control. The lateral stems number and 1000-kernal weight increased with the combined application of humic acid + Nitroxin or separate application of nitroxin compared to the control. Application of 20 tons per hectare farmyard manure increased the biological yield by 18.9%, and 10 and 20 tons per hectare increased the essential oil content by 24.8% and essential oil yield by 43.3%, compared to the control. The highest dry yield of flowers (178.2 gm^{-2}), essential oil content (0.24%) and essential oil yield (0.42 gm^{-2}) were significantly obtained under humic acid + Nitroxin treatment compared to the control. The highest grain yield was obtained in two treatments of Nitroxin (216 g.m^{-2}) and Nitroxin + humic acid (201 gm^{-2}) under applying of 20 tons farmyard manure per hectare, without significant differences with each other.

Conclusion: In general, the results of this experiment showed that the application of Nitroxin, humic acid and farmyard manure have positive effects on morphological traits, essential oil percentage, and essential oil yield of marigold. In the conditions of this experiment, a combined application of Nitroxin and humic acid under 20 tons per hectare of farmyard manure is recommended to increase the grain yield and produce more essential oil.

Keywords: *Calendula officinalis* L., Nitroxin, Humic Acid, Cattle Manure, Flower Yield, Essential Oil

ارزیابی کاربرد کودهای آلی و زیستی بر عملکرد، اجزای عملکرد و اسانس گیاه دارویی همیشه‌بهار (*Calendula officinalis* L.)

یوسف نصیری

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱/۲۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۸/۱۰

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

مسئول مکاتبه: E-mail: ysf_nasiri@yahoo.com; ysf_nasiri@maragheh.ac.ir

چکیده

اهداف: این پژوهش به منظور بررسی اثر کاربرد کودهای دامی، اسید هیومیک و کود زیستی نیتروکسین بر عملکرد، اجزای عملکرد و اسانس گیاه دارویی همیشه‌بهار انجام گردید.

مواد و روش‌ها: آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در کشتزار پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه مراغه در سال ۱۳۹۳ اجرا گردید. عامل اول شامل کاربرد کود دامی در سه سطح صفر، ۱۰ و ۲۰ تن در هکتار و عامل دوم در چهار سطح شامل کاربرد اسید هیومیک، نیتروکسین، اسید هیومیک + نیتروکسین و شاهد بودند. خاک زراعی محل آزمایش از نوع لومی شنی بود. صفات مورد آزمایش شامل ارتفاع بوته، تعداد ساقه‌های فرعی در بوته، قطر ساقه اصلی، تعداد گل در بوته، شاخص سبزیگی برگ، عملکرد خشک گل‌ها، تعداد دانه در طبق، عملکرد بیولوژیک، وزن هزاردانه، عملکرد دانه، درصد اسانس، عملکرد اسانس و شاخص برداشت گل بودند. جهت استخراج اسانس و اندازه گیری شاخص سبزیگی برگ به ترتیب از دستگاه کلونجر و کلروفیل سنج مدل SPAD-502 استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج تجزیه واریانس صفات نشان داد که اثر ساده کود دامی و اسید هیومیک و نیتروکسین بر تمامی صفات مورد بررسی و برهمکنش آنها بر صفت عملکرد دانه معنی‌دار شد. بیشترین ارتفاع بوته، تعداد ساقه‌های فرعی و عملکرد بیولوژیک، تعداد گل، شاخص سبزیگی برگ، عملکرد خشک گل‌ها، تعداد دانه در طبق و وزن هزاردانه با کاربرد ۲۰ تن در هکتار کود دامی به دست آمد. ارتفاع بوته، تعداد گل در بوته، تعداد دانه در طبق و عملکرد بیولوژیک با ترکیبی اسید هیومیک + نیتروکسین نسبت به شاهد افزایش معنی‌داری نشان دادند. تعداد ساقه‌های فرعی و وزن هزاردانه با کاربرد ترکیبی از اسید هیومیک + نیتروکسین و یا کاربرد جداگانه نیتروکسین نسبت به شاهد افزایش یافتند. کاربرد ۲۰ تن در هکتار کود دامی باعث افزایش ۱۸/۹ درصدی عملکرد خشک گل و کاربرد ۱۰ و ۲۰ تن در هکتار کود دامی به طور میانگین باعث افزایش ۲۴/۸ درصدی محتوی اسانس و ۴۲/۳ درصدی عملکرد اسانس نسبت به شاهد شدند. بیشترین عملکرد خشک گل‌ها (۱۷۸/۲ گرم در مترمربع)، درصد اسانس (۰/۲۴ درصد) و عملکرد اسانس (۰/۴۲ گرم در مترمربع) با تفاوت معنی‌دار نسبت به شاهد در تیمار اسید هیومیک + نیتروکسین به دست آمد. بیشترین عملکرد دانه در دو تیمار کاربرد نیتروکسین (۲۱۶ گرم در مترمربع) و نیتروکسین + اسید هیومیک (۲۰۱ گرم در مترمربع) بدون تفاوت معنی‌دار با یکدیگر با کاربرد ۲۰ تن در هکتار کود دامی به دست آمد.

نتیجه‌گیری: به طور کلی نتایج این پژوهش نشان داد که کاربرد نیتروکسین، اسید هیومیک و کود دامی اثرات مثبتی بر صفات مورفولوژیکی، درصد اسانس و عملکرد اسانس همیشه‌بهار دارند. کاربرد تلفیقی نیتروکسین و اسید هیومیک همراه با ۲۰ تن در هکتار کود دامی جهت افزایش عملکرد دانه و تولید اسانس بیشتر در شرایط این آزمایش توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: *Calendula officinalis* L.، اسید هیومیک، نیتروکسین، کود دامی، عملکرد و اسانس

مقدمه

ورود گیاهان دارویی به الگوهای کشت اکوسیستم-های زراعی نقش مهمی در ایجاد تنوع و پایداری در این سیستم‌های تولید ایفا می‌کند. حفظ کیفیت و پایداری تولید محصول گیاهان دارویی، اهمیت کاربرد روش‌های مدیریت پایدار در سیستم‌های کشاورزی را بیش از گذشته نمایان می‌سازد (روزپیکر و همکاران ۲۰۲۱).

در حال حاضر حدود یک سوم داروهای مورد استفاده بشر از داروهای با منشأ طبیعی و گیاهی تشکیل شده‌اند. اهمیت کاشت، داشت، برداشت و فرایندهای پس از برداشت یک گیاه دارویی به‌منظور افزایش مقادیر مواد مؤثره و به‌صرفه نمودن استحصال آنها در صنایع داروسازی بسیار مورد توجه قرار گرفته است. همیشه‌بهار (*Calendula officinalis* L.) از جمله گیاهان ارزشمند تیره کاسنی (Asteraceae) است که مدت‌هاست به‌عنوان گیاهی زینتی مورد کشت قرار گرفته است. این گیاه اکنون به‌عنوان یک گیاه دارویی نیز مورد استفاده است. به‌طور کلی گل‌های گیاه همیشه‌بهار در بعضی از فارماکوپه‌ها به‌عنوان دارو معرفی شده است و برای مداوای بیماری‌های معدی و روده‌ای استفاده می‌شوند. مواد رنگی استخراج شده از گل‌ها در رنگ کردن مواد غذایی و بعضی از انواع چربی‌ها استفاده می‌شود (امیدبیگی ۲۰۰۸).

مصرف انواع مختلفی از کودهای شیمیایی در درازمدت منجر به تخریب ویژگی‌های خوب فیزیکی و حتی شیمیایی خاک می‌شود. از طرف دیگر مصرف بی-رویه و بدون توجه به آزمون خاک و گیاه و ملاحظات زیست محیطی این کودها، جهت دستیابی به حداکثر عملکرد در بلندمدت و در سطح زیاد باعث بروز مشکلاتی از قبیل افزایش آلودگی‌های زیست محیطی، کاهش کیفیت محصول، شیوع علف‌های هرز و انتشار آفات و بیماری‌ها می‌شود (لیو و لال ۲۰۱۵). استفاده از اصول کشاورزی پایدار در بوم‌نظام‌های زراعی از جمله راه‌کارهای رفع مشکل کاربرد نهاده‌های شیمیایی می‌باشد و امروزه رویکرد جهانی در تولید گیاهان به‌سمت و سوی

کشاورزی پایدار و به‌کارگیری روش‌های مدیریتی پایدار و ارگانیک می‌باشد. انواع متنوعی از کودهای آلی و زیستی وجود دارند که در سیستم‌های کشاورزی پایدار جایگزین نهاده‌های شیمیایی شده‌اند.

مواد آلی به علت اثرات مفیدی که بر ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی، زیستی و حاصلخیزی خاک دارند یکی از ارکان‌های مهم باروری خاک محسوب می‌شوند. کاربرد کودهای آلی باعث افزایش ماده آلی و هوموس خاک می‌شوند و به‌سبب بهبود ویژگی‌های شیمیایی خاک مثل pH، ظرفیت تبادل کاتیونی و افزایش فعالیت ریزجانداران و میزان دسترسی به مواد غذایی، باعث افزایش باروری خاک می‌شوند (رناتو و همکاران ۲۰۰۳). استفاده از کود دامی به‌عنوان یکی از رایج‌ترین منابع آلی در دسترس، در نظام‌های مدیریت پایدار خاک، مرسوم می‌باشد. با وجودیکه استفاده غیراصولی از کود دامی می‌تواند اثرات منفی از جمله آغشته بودن به بذور علف هرز، آفات و نماتد و افزایش شوری و فلزات سنگین خاک و درنهایت هزینه تهیه و کاربرد آن را داشته باشد، اثرات مثبت کاربرد کودهای حیوانی بر باروری خاک، افزایش ماده آلی خاک، رشد و نمو گیاه و غنی‌سازی خاک بارها در منابع مختلف اشاره شده است (کاور و همکاران ۲۰۰۸). نتایج پژوهشی در رابطه با کاربرد کود دامی نشان داد که بیشترین عملکرد پیکره رویشی، میزان اسانس، عملکرد اسانس و درصد تعدادی از ترکیبات اصلی اسانس بادرشی در تیمار کاربرد ۱۰ تن در هکتار کود دامی به‌دست آمد (درزی و همکاران ۲۰۰۶). عملکرد ماده خشک در بابونه (*Matricaria recutita* L.) (فلاحی و همکاران ۲۰۰۸)، ریحان (*Ocimum basilicum* L.) (مکی زاده و همکاران ۲۰۱۱) و آویشن دناهی (*Thymus daenensis* Celak) (سیفی و همکاران ۲۰۱۴) با کاربرد کود دامی در مقایسه با شاهد افزایش یافت. دانشیان و همکاران (۲۰۱۲) نیز گزارش کردند که کاربرد کود دامی به‌همراه نیتروژن بر وزن صددانه، تعداد طبق در مترمربع، عملکرد دانه و شاخص برداشت همیشه‌بهار تأثیر معنی‌داری گذاشته است و بالاترین شاخص

برداشت گل از عدم مصرف کود نیتروژن + ۴۰ تن در هکتار کود دامی به دست آمد.

کودهای آلی دارای اسید هیومیک، چندین دهه است که به منظور افزایش رشد محصول و بازده اقتصادی، به طور تجاری در دسترس کشاورزان قرار دارد (اولک و همکاران ۲۰۱۸). اسید هیومیک در اثر تجزیه مواد آلی به ویژه موادی با منشأ گیاهی به وجود می آید و در خاک، زغال سنگ و پیت یافت می شود. اسید هیومیک با وزن مولکولی ۳۰۰۰۰ تا ۳۰۰۰۰۰ دالتون سبب تشکیل کمپلکس پایدار و نامحلول با عناصر میکرو می گردد (میشل ۲۰۱۱). اسید هیومیک مخلوطی از مولکول های بسیار بزرگ با قابلیت کلات کنندگی عناصر غذایی، افزایش جذب آنها و باروری خاک، به همراه اسید فولیک از مهمترین اجزاء هوموس خاک هستند (ماکویاک و همکاران ۲۰۰۱). از اسید هیومیک به علت نداشتن تأثیر منفی بر محیط زیست به عنوان کود آلی دوست دار طبیعت نام برده می شود (سماوات و ملکوتی ۲۰۰۵). کاربرد مواد آلی دارای اسید هیومیک با بهبود وضعیت فیزیکی و حاصلخیزی خاک و افزایش قابلیت دسترسی گیاه به عناصر غذایی، منجر به افزایش رشد و عملکرد محصول می شود و در نتیجه نیاز به مصرف کودهای شیمیایی را کاهش می دهد (سلام و همکاران ۲۰۰۵). نتایج بررسی کاربرد کود آلی اسید هیومیک بر گیاه همیشه بهار نشان داد که کاربرد اسید هیومیک سبب افزایش ارتفاع بوته، عملکرد تازه گل، تعداد گل، عملکرد دانه، عملکرد گلبرگ و وزن هزار دانه نسبت به شاهد گردید (عابدینی و همکاران ۲۰۱۵). در پژوهشی دیگر بر روی نعنای فلفلی، نتایج نشان داد که کاربرد اسید هیومیک باعث افزایش ارتفاع بوته، وزن خشک برگ، وزن خشک اندام هوایی و عملکرد ماده تر و خشک گیاه شد (اصغری و همکاران ۲۰۱۵).

استفاده از کودهای زیستی از دیگر ارکان کشاورزی پایدار با هدف حذف یا کاهش قابل ملاحظه در مصرف نهاده های شیمیایی است (گیری و همکاران ۲۰۱۹). کودهای زیستی کودهای طبیعی محتوای ریزجانداران زنده شامل باکتری ها، جلبک ها و قارچ ها به تنهایی یا به صورت ترکیبی هستند که دسترسی گیاهان به مواد مغذی را تقویت می کنند. امروزه استفاده از کودهای

بیولوژیکی در کشاورزی، به ویژه در شرایط فعلی افزایش هزینه تهیه کودهای شیمیایی و اثرات سوء مصرف آنها بر محیط زیست و سلامت خاک، اهمیت ویژه ای پیدا کرده است (کومار و همکاران ۲۰۱۷). کودهای زیستی حاوی ریزجانداران، هنگامی که بر روی بذر، سطح ریشه و یا در خاک استفاده شوند موجب تحریک رشد ریشه یا کل گیاه می شوند و از طریق افزایش قابلیت دسترسی گیاه به مواد معدنی، رشد گیاه را افزایش می دهند (ویسی و همکاران ۲۰۰۳). گزارش شده است که کود زیستی نیتروکسین باعث افزایش وزن ساقه و قطر کاپیتول (شکرانی و همکاران ۲۰۱۲) و عملکرد اسانس (حسینی مازینانی و هادیپور ۲۰۱۴) در همیشه بهار شد. تأثیر مثبت کودهای زیستی بر رشد آویشن باغی (*Thymus vulgaris L.*)، مرزه (*Satureja hortensis L.*) و رزماری (*Salvia rosmarinus*) نیز توسط برخی محققین گزارش شده است (لیتی و همکاران ۲۰۰۶؛ نصیری و همکاران ۲۰۲۰) و ویتال و همکاران (۲۰۰۲). نتایج به دست آمده روی گیاه دارویی بابونه شیرازی نشان داد که بیشترین عملکرد گل تر و خشک، اسانس و کامازولن در تیمارهای نیتروکسین و باکتری های حل کننده فسفات مشاهده شد (فلاحی و همکاران ۲۰۰۹). کوچکی و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند که کاربرد کود زیستی نیتروکسین نقش مؤثری در بهبود ویژگی های رشدی، عملکرد اندام های هوایی و ویژگی های کیفی گیاه دارویی زوفا (*Hyssopus officinalis L.*) دارد. قیلاوی زاده و همکاران (۲۰۱۳) در گیاه زنیان (*Carum copticum Heirn*) بیشترین عملکرد بیولوژیک، عملکرد بذر، محتوای اسانس و عملکرد اسانس را با کاربرد باکتری های تثبیت کننده نیتروژن به صورت تلقیح بذر + محلول پاشی گزارش دادند.

با توجه به اهمیت تولید گیاهان دارویی در یک سیستم تولید پایدار به منظور حافظت از منابع طبیعی و تولید محصولات دارویی سالم، هدف از اجرای پژوهش حاضر، بررسی اثر کاربرد کود دامی، کود زیستی نیتروکسین و اسید هیومیک و برهمکنش آنها بر بعضی ویژگی های ریخت شناسی، عملکرد و محتوای اسانس گیاه دارویی همیشه بهار بود.

مواد و روش‌ها

شیمیایی (جدول ۱) به آزمایشگاه منتقل گردید. غلظت نیتروژن کل، فسفر و پتاسیم خاک به ترتیب با روش‌های کج‌دال، اولسن و فلوم فتومتری و بافت خاک با روش هیدرومتری اندازه‌گیری شدند. میانگین بارندگی سالیانه شهرستان مراغه ۳۳۰ میلی‌متر می‌باشد و بیشینه دمای این شهرستان در تابستان حدود ۳۵ درجه سانتی‌گراد بالای صفر و کمینه آن در زمستان حدود ۲۰ درجه سانتی‌گراد زیر صفر می‌باشد. وضعیت آب و هوایی در طول اجرای آزمایش در جدول ۲ آورده شده است.

این پژوهش در سال زراعی ۱۳۹۳ به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در کشتزار پژوهش‌های کشاورزی دانشکده کشاورزی دانشگاه مراغه با ارتفاع ۱۵۳۰ متر از سطح دریا، طول ۴۶ درجه و ۱۶ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۲۴ دقیقه شمالی اجرا شد. پیش از اجرای آزمایش، نمونه‌هایی از خاک کشتزار از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر تهیه شد و پس از ترکیب نمودن، نمونه مرکب خاک جهت تعیین برخی از ویژگی‌های فیزیکی و

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه محل اجرای آزمایش (عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری)

هدایت الکتریکی (dS.m ⁻¹)	pH خاک	ماده آلی	نیتروژن کل (%)	فسفر قابل جذب (mg.kg ⁻¹)	پتاسیم قابل جذب (mg.kg ⁻¹)	سیلت (%)	شن (%)	رس (%)	بافت خاک
۰/۶	۷/۳۲	۰/۸۳	۰/۰۷۶	۲۵/۷	۵۲۰	۲۴	۶۲	۱۴	لومی شنی

جدول ۲- مشخصات اقلیمی محل اجرای آزمایش در طول دوره رشد گیاه (بر مبنای اطلاعات ثبت شده در مرکز هواشناسی شهرستان مراغه).

ماه	میزان بارندگی (mm)	رطوبت نسبی (%)	دما (°C)			سرعت باد (m.s ⁻¹)
			حداکثر	حداقل	متوسط	
اردیبهشت	۴۰/۹	۴۷/۴	۲۵/۶	۲/۵	۱۳/۵۷	۱/۰۹
خرداد	۱/۸	۳۶/۱	۳۴	۶	۱۷/۹۷	۱/۷
تیر	۰/۲	۳۱/۶	۳۷	۹	۲۳/۳	۲/۳۴
مرداد	۰	۲۸/۴	۳۶/۴	۱۱	۲۳/۵	۱/۶
شهریور	۱۱/۳	۳۳/۸	۳۳/۴	۶	۲۰/۸	۰/۹۷

۲۰ میلی‌لیتر کود بیولوژیک نیتروکسین و اسید هیومیک و مقدار کمی آب قند تلقیح و پس از حدود یک دقیقه بذره‌های آغشته به مایه تلقیح، در سایه خشک شدند، سپس به سرعت بذور تلقیح شده کشت شدند.

کود زیستی مورد استفاده (نیتروکسین) از شرکت فناوری زیستی مهر آسیا تهیه شد. این کود شامل باکتری‌های آزادزی تثبیت‌کننده نیتروژن *Azotobacter* و *Azospirillum* می‌باشد. این دو باکتری علاوه بر قابلیت تثبیت نیتروژن، متعادل کردن جذب عناصر غذایی پرمصرف و کم مصرف مورد نیاز گیاه، با تولید هورمون محرک رشد اکسین، تولید ترکیب‌های ضدقارچی و سنتز

تیمارها شامل دو عامل کود دامی در سه سطح: ۱- عدم کاربرد (شاهد)، ۲- کاربرد ۱۰ تن در هکتار و ۳- کاربرد ۲۰ تن در هکتار و عامل دوم در چهار سطح: ۱- شاهد، ۲- تلقیح بذر با کود زیستی نیتروکسین، ۳- تلقیح بذر با اسید هیومیک (هیومیکا) و ۴- تلقیح بذر با نیتروکسین + اسید هیومیک بود.

قبل از کاشت بذر و با توجه به نقشه کاشت، تیمارهای مربوط به کود زیستی نیتروکسین و اسید هیومیک به صورت بذرمال اعمال شد. بدین منظور بذره‌های مربوط به هر کرت در ظروف پلی اتیلن با مقدار

مشخصات مندرج در جدول ۳ که از شرکت پارس فروغ زاگرس تهیه شده بود استفاده شد.

و ترشح اسیدهای آمینه مختلف سبب رشد و توسعه ریشه و اندام‌های هوایی گیاه می‌گردد و از این طریق در افزایش عملکرد گیاه نقش دارند (توکلی و جلالی ۲۰۱۶). جهت کاربرد اسید هیومیک از کود آلی هیومیکا با

جدول ۳- ویژگی‌های شیمیایی کود هیومیکا مورد استفاده در آزمایش

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

دانه، درصد اسانس، عملکرد اسانس و شاخص برداشت گل بودند.

جهت ارزیابی صفات مربوط به تک‌بوته (ارتفاع بوته، تعداد ساقه‌های فرعی در بوته، قطر ساقه اصلی، تعداد گل‌ها در بوته، شاخص سبزی‌نگی برگ)، از هر کرت آزمایشی، ۷ بوته با در نظر گرفتن اثر حاشیه، به‌طور تصادفی انتخاب و صفات موردنظر اندازه‌گیری شدند و پس از میانگین‌گیری، داده‌های به‌دست آمده ثبت شدند. جهت اندازه‌گیری قطر ساقه اصلی از کولیس و برای تعیین شاخص سبزی‌نگی برگ از دستگاه کلروفیل‌سنج (SPAD-502, Minlota Japan, Reading) استفاده گردید. جهت اندازه‌گیری شاخص سبزی‌نگی برگ از برگ‌های وسطی هر بوته در مرحله شروع گلدهی استفاده شد. بعد از باز شدن گل‌ها، برداشت به‌صورت دستی از بوته‌های دو ردیف وسطی هر کرت و هر ۷ روز یکبار انجام شد. عملیات برداشت از اواخر تیرماه شروع شد و تا اواخر شهریورماه به‌طول انجامید. پس از هر برداشت جهت حفظ کیفیت، گل‌های برداشت شده بلافاصله در محلی مناسب به‌دور از تابش مستقیم نور خورشید خشک شدند و پس از خشک شدن در پاکت‌های کاغذی مناسب تا زمان اسانس‌گیری نگهداری شدند. مجموع وزن خشک گل‌های برداشت شده در تمامی برداشت‌ها، به‌عنوان عملکرد گل در واحد سطح لحاظ شد. پس از پایان دوره برداشت گل‌ها، بوته‌هایی که گل‌های آنها از قبل برداشت شده بودند، از ناحیه بالای طوقه قطع و پس از خشک کردن، توزین شدند. مجموع وزن بوته‌ها و گل‌های برداشت شده به‌عنوان عملکرد بیولوژیکی لحاظ گردید.

به‌منظور آماده‌سازی زمین جهت کاشت، با مساعد شدن شرایط آب و هوایی، در هفته اول فروردین‌ماه شخم نیمه‌عمیق توسط گاواهن برگردان‌دار بر روی زمین انجام و جهت نرم کردن خاک دو نوبت دیسک عمود برهم زده شد. پس از شخم و آماده‌سازی زمین، کرت‌هایی با ابعاد ۲×۳ مترمربع ایجاد شد (وجودی و همکاران ۲۰۱۷). فاصله بین بلوک‌ها یک متر و فاصله بین کرت‌های آزمایشی در هر بلوک نیم‌متر در نظر گرفته شد. پس از کرت‌بندی زمین، تیمارهای مربوط به کودهای دامی حدود یک ماه قبل از کاشت به کرت‌های مربوطه براساس نقشه کاشت اضافه و با استفاده از بیل با خاک هر کرت مخلوط گردید. در این آزمایش از هیچ‌گونه کود شیمیایی و یا غیرشیمیایی دیگری در خاک استفاده نگردید. در این آزمایش بذر گل همیشه‌بهار رقم پُرپر با گلبرگ زرد رنگ که از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه شده بود، مورد کشت قرار گرفت. کاشت در ۱۰ اردیبهشت‌ماه به‌روش هیرم‌کاری صورت گرفت به‌این ترتیب که در داخل هر کرت ۵ ردیف کاشت با فاصله ۴۰ سانتی‌متر از هم در نظر گرفته شد. بذور با فاصله ۱۰ سانتی‌متر از یکدیگر روی ردیف‌ها کاشته شدند. عمق کاشت حدود ۱ تا ۲ سانتی‌متر بود. آبیاری کرت‌های آزمایشی به‌روش غرقابی و طبق روال آبیاری در منطقه هر ۷ روز یکبار صورت گرفت. کنترل علف‌های هرز در مزرعه به‌صورت وجین دستی به‌طور مستمر در تمام مراحل رشد و نمو انجام گرفت. در این پژوهش صفاتی که مورد ارزیابی قرار گرفتند شامل ارتفاع بوته، تعداد ساقه‌های فرعی در بوته، قطر ساقه اصلی، تعداد گل در بوته، شاخص سبزی‌نگی برگ، عملکرد خشک گل‌ها، تعداد دانه در طبق، عملکرد بیولوژیک، وزن هزاردانه، عملکرد

روش پیشنهادی فارماکوپه اروپا و دستگاه کلونجر (Clevenger) استفاده شد، به این صورت که از هر نمونه، مقدار ۱۰۰ گرم گل خرد شده به مدت چهار ساعت با استفاده از دستگاه کلونجر اسانس‌گیری شد (فرجامی و نبوی کلات، ۲۰۱۴). برای تعیین درصد و عملکرد اسانس نیز از رابطه‌های زیر استفاده شد:

رابطه (۱) $۱۰۰ \times (\text{وزن خشک گل‌ها (۱۰۰ گرم)} / \text{وزن اسانس استخراج شده (گرم)}) = \text{درصد اسانس}$

رابطه (۲) $\text{عملکرد گل‌ها در مترمربع} \times \text{درصد اسانس} = \text{عملکرد اسانس در مترمربع}$

عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم می‌باشند و به‌مرور زمان این عناصر را در اختیار گیاه قرار داده و موجب افزایش رشد رویشی گیاه (فرناندز و همکاران ۱۹۹۳) از جمله ارتفاع و تعداد ساقه‌های فرعی آن می‌شود. این افزایش‌ها ممکن است به این علت باشد که کاربرد کود دامی دسترسی گیاه به آب و عناصر غذایی کافی مخصوصاً نیتروژن را تسهیل نموده و در نتیجه از طریق تأثیر بر روی تقسیم و بزرگ شدن سلول‌ها در افزایش ارتفاع بوته و تعداد ساقه‌ها فرعی مؤثر واقع شده است (راضی پور و همکاران ۲۰۱۶). محفوظ و شریف‌الدین (۲۰۰۷) در پژوهش خود گزارش نمودند که کاربرد کودهای آلی باعث افزایش معنی‌داری در ارتفاع گیاه دارویی رازیانه گردید. در رابطه با افزایش ارتفاع بوته در اثر کاربرد اسید هیومیک و ترکیب آن با نیتروکسین به نظر می‌رسد که اسید هیومیک از طریق اثرات هورمونی و با تأثیر بر متابولیسم سلول‌های گیاهی و با دارا بودن قدرت کلات‌کنندگی و افزایش جذب عناصر غذایی، سبب افزایش رشد و ارتفاع گیاه می‌شود (ناردی و همکاران ۲۰۰۲). افزایش ارتفاع بوته زیره سبز با کاربرد اسید هیومیک در پژوهشی دیگر گزارش شده است (نصیری دهرخی و همکاران ۲۰۱۸). در تحقیقی روی گیاه دارویی نعنای فلفلی، نتایج حاکی از آن بود که کاربرد اسید هیومیک از طریق ایجاد شرایط تغذیه‌ای بهتر برای رشد رویشی گیاه، باعث افزایش معنی‌دار صفاتی از جمله ارتفاع بوته، وزن خشک اندام هوایی و عملکرد ماده خشک گیاه شده است (عسگری و همکاران ۲۰۱۲). نتایج پژوهشی دیگر نشان داده که تلقیح بذر با کود بیولوژیک

برای تعیین عملکرد دانه در هر کرت یک ردیف انتخاب و دانه‌ها در مرحله رسیدگی برداشت و توزین شدند و به‌عنوان عملکرد بذر ثبت گردید و سپس وزن هزاردانه بذور برداشت شده نیز اندازه‌گیری شد. برای تعیین درصد اسانس، مخلوطی از گل‌های خشک برداشت شده (مجموع برداشت‌ها)، مورد استفاده قرار گرفت. جهت استخراج اسانس، از روش تقطیر با آب بر مبنای

رابطه (۱)

رابطه (۲)

داده‌های حاصل از آزمایش، پس از اطمینال از نرمال بودن آنها، با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. مقایسه میانگین‌های صفات با استفاده از آزمون LSD انجام شد و رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel صورت گرفت.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته و تعداد ساقه‌های فرعی

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر کاربرد کود دامی و تلقیح بذور با نیتروکسین و اسید هیومیک بر ارتفاع بوته و تعداد ساقه‌های فرعی همیشه‌بهار در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۴). بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌ها، کاربرد کود دامی با مقادیر ۱۰ و ۲۰ تن در هکتار بدون تفاوت معنی‌دار با یکدیگر به‌طور میانگین باعث افزایش ۲۴/۵ درصدی ارتفاع بوته همیشه‌بهار نسبت به شاهد شدند (جدول ۵). تیمارهای اسید هیومیک و اسید هیومیک + نیتروکسین نیز به‌طور میانگین باعث افزایش ۲۴/۷ درصدی ارتفاع نسبت به شاهد گردیدند (شکل ۱). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که هر دو تیمار کود دامی (۱۰ تن و ۲۰ تن در هکتار) به‌طور متوسط باعث افزایش ۷۵/۹ درصدی تعداد ساقه‌های فرعی نسبت به شاهد شدند (جدول ۵). بیشترین تعداد ساقه‌های فرعی به‌ترتیب با تلقیح بذور با اسید هیومیک + نیتروکسین (۱۱/۷ عدد) و اسید هیومیک (۱۰/۷ عدد) با اختلافی معنی‌دار نسبت به شاهد به‌دست آمد (شکل ۲). کودهای آلی به‌خصوص کود دامی دارای مقادیر زیادی مواد آلی هستند که به‌عنوان منبع غنی از

درصدی تعداد گل‌ها نسبت به شاهد شد (جدول ۵). کاربرد توأم اسید هیومیک و نیتروکسین نیز به‌طور معنی‌داری باعث افزایش ۸۹/۴ درصدی تعداد گل‌های همیشه‌بهار در مقایسه با شاهد شد (شکل ۳).

براساس نتایج مقایسه میانگین‌ها (جدول ۵)، بیشترین عملکرد خشک گل‌ها (۱۶۲/۳ گرم در مترمربع) با کاربرد ۲۰ تن در هکتار کود دامی به‌دست آمد که نسبت به شاهد ۱۸/۹ درصد افزایش نشان داد و کاربرد ۱۰ تن در هکتار کود دامی نیز با تولید ۱۵۲/۲ گرم گل خشک در مترمربع در رتبه بعدی قرار گرفت (جدول ۵). نتایج مقایسه میانگین‌ها همچنین نشان داد که تیمار کاربرد اسید هیومیک + نیتروکسین بیشترین عملکرد خشک گل‌ها (۱۷۸/۲ گرم در مترمربع) را به‌خود اختصاص داد که نسبت به شاهد باعث افزایش ۳۷/۵ درصدی وزن خشک گل‌ها نسبت شد (شکل ۴).

نیتروکسین به میزان ۱۵ و ۲ لیتر در هکتار و همچنین تلقیح بذر با ۱۰ لیتر کود بیولوژیک سوپرنیتروپلاس باعث افزایش معنی‌دار ارتفاع بوته همیشه‌بهار در مقایسه با شاهد گردید (شکرانی و همکاران ۲۰۱۲). افزایش تعداد ساقه‌های فرعی نیز می‌تواند ناشی از افزایش در ارتفاع بوته و رشد رویشی بیشتر گیاه همیشه‌بهار باشد و آن نیز در نتیجه بهبود جذب عناصر غذایی به‌ویژه نیتروژن با کاربرد نیتروکسین می‌باشد. افزایش تعداد ساقه‌های فرعی با کاربرد کودهای زیستی از جمله نیتروکسین در ریحان (رضایی مؤدب و همکاران ۲۰۱۳) نیز گزارش شده است.

تعداد و عملکرد خشک گل‌ها

براساس نتایج تجزیه واریانس، اثر کاربرد کودهای دامی، نیتروکسین و هیومیکا بر تعداد و عملکرد خشک گل‌های همیشه‌بهار در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که کاربرد ۲۰ تن در هکتار کود دامی باعث افزایش ۶۸/۷

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مورد ارزیابی همیشه بهار تحت تأثیر کود دامی، اسید هیومیک و نیترکسین

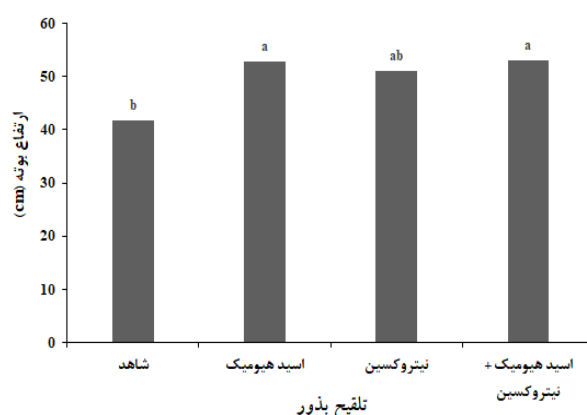
میانگین مربعات		میانگین مربعات																
عملکرد اسانس	درصد اسانس	عملکرد بیولوژیک	وزن هزاردانه	وزن دانه	عملکرد دانه	تعداد دانه	عملکرد در طبق	تعداد گل‌ها	شاخص سبزیگی برگ	خشک گل‌ها	عملکرد خشک گل‌ها	تعداد شاخص سبزیگی برگ	تعداد گل‌ها در بوته	ساقه‌های فرعی	تعداد ساقه‌های فرعی	ارتفاع بوته	درجه آزادی	منابع تغییر
** / ۰.۰۴	** / ۰.۰۰۰۲	** ۳۷۱۶۱۴	** ۵/۶۰	** ۱۹۹۰.۸	** ۱۱۳۷۸/۲	** ۲۴/۷۸	** ۳۵۸/۴	** ۵۱/۴	** ۶۶۲/۳	۲	تکرار							
** / ۰.۰۴	** / ۰.۰۰۷	** ۴۸۳۳۲	** ۱۶/۶۱	** ۳۷۹۸	** ۲۰۳۹/۴	** ۱۰/۹۱۷	** ۲۶۳/۴	** ۲۰.۲	** ۴۲۰/۳	۲	کود دامی (A)							
** / ۰.۰۹	** / ۰.۰۱۳	** ۱۹۵۳۳	** ۳/۹۱	** ۴۲۹۵	** ۷۸/۳۹	** ۲۸۱۴/۸	** ۲۱۶/۶	** ۱۲۵/۲	** ۲۲۲/۸	۲	تلقیح بذور (B)							
** / ۰.۰۰۱	** / ۰.۰۰۰۱	** ۲۲۲۳۶	** ۰/۴۶	** ۳۰۵	** ۱۱۲/۶	** ۲/۳۷	** ۳۰/۵	** ۱۵۷/۴	** ۱۷/۷	۶	A×B							
** / ۰.۰۰۳	** / ۰.۰۰۰۴	** ۸۶۲۷	** ۰/۳۹	** ۱۵۱/۹	** ۱۴/۴۹	** ۱۵۷/۴	** ۲۹	** ۱۰/۸	** ۴۴	۲۲	خطا							
۱/۸/۲	۱۰/۸	۱۲/۹	۵/۸	۷/۶	۱۵/۵	۸/۳۴	۳/۵	۲۴/۹	۱۳/۷	-	ضریب تغییرات (%)							

نشانه‌های NS، *، ** به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد را نشان می‌دهند.

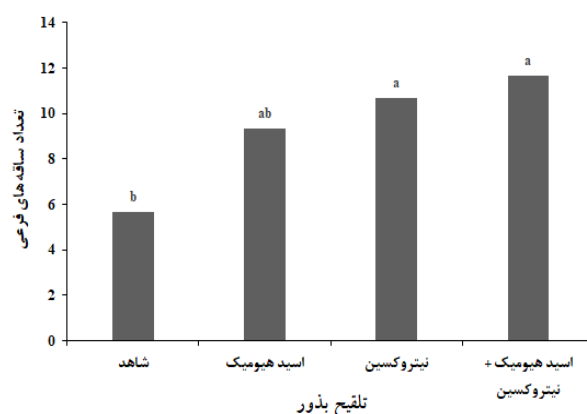
جدول ۵- مقایسه میانگین‌های صفات مورد ارزیابی همیشه بهار تحت تأثیر سطوح مختلف کود دامی

عملکرد اسانس (g.m ⁻²)	درصد اسانس (%)	عملکرد بیولوژیک (g.m ⁻²)	وزن هزار عملکرد بیولوژیک (g)	وزن دانه (g)	تعداد دانه	تعداد خشک عملکرد خشک (g.m ⁻²)	عملکرد خشک (g.m ⁻²)	برگ (SPAD)	شاخص سبزیگی	تعداد گل‌ها	در بوته	در بوته	تعداد ساقه‌ها	تعداد ساقه‌ها	ارتفاع بوته (cm)	سطح کود دامی (ton.ha ⁻¹)
۰/۲۲۳	۰/۱۶۱	۶۵۱/۰	۹/۸۷	۲۱/۵	۱۳۶/۵	۴۷/۱۳	۱۶/۰۰	۹/۳۳	۴۱/۷۵	۰						
۰/۳۰۳	۰/۱۹۹	۷۴۱/۳	۱۰/۳۷	۲۴/۴۲	۱۵۲/۲	۴۸/۶۸	۲۱/۸۳	۱۶/۰۸	۵۲/۹۲	۱۰						
۰/۳۳۵	۰/۲۰۳	۷۷۲/۴	۱۲/۱۱	۲۷/۸۳	۱۶۷/۳	۴۹/۰۲	۲۷/۰۰	۱۶/۷۵	۵۱/۰۸	۲۰						
۰/۰۴۶	۰/۰۰۹	۷۸/۶۴	۰/۵۲۹	۴/۲۸	۸/۹۵	۱/۴۲۶	۶/۱۹۷	۳/۸۸	۷/۶۴	LSD						

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



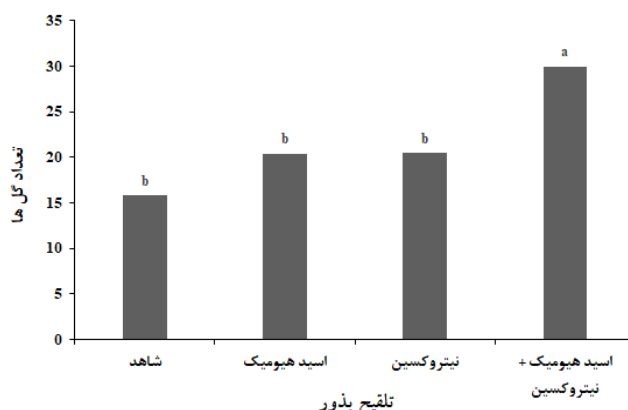
شکل ۱- مقایسه میانگین‌های ارتفاع بوته همیشه‌بهار تحت تأثیر کاربرد اسید هیومیک و نیتروکسین حروف غیرمشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد براساس آزمون LSD می‌باشد.



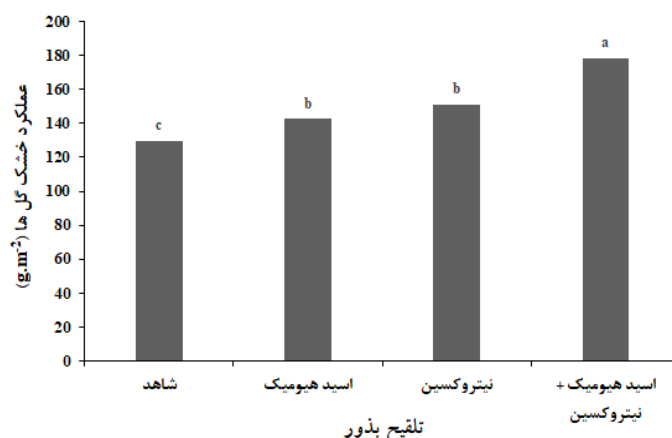
شکل ۲- مقایسه میانگین‌های تعداد ساقه‌های فرعی همیشه‌بهار تحت تأثیر کاربرد اسید هیومیک و نیتروکسین حروف غیرمشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد براساس آزمون LSD می‌باشد.

تعداد گل، عملکرد تر و خشک گل بابونه آلمانی با کاربرد کود دامی را گزارش نمودند. علت افزایش تعداد گل و عملکرد گل با کاربرد اسید هیومیک و نیتروکسین می‌تواند به این دلیل باشد که اسید هیومیک از طریق کلاته کردن عناصر ضروری و افزایش جذب عناصر غذایی، باعث افزایش باروری و تولید در گیاه شده است (تان ۲۰۱۴). نیتروکسین نیز با دارا بودن باکتری‌های ریزوسفری افزایش یافته رشد گیاه (ازتوباکتر و آزوسپیریلوم)، علاوه بر تثبیت نیتروژن، باعث آزادسازی هورمون‌های گیاهی از جمله اسید جیبرلیک و اکسین شده و در این شرایط رشد ریشه و دسترسی و جذب عناصر غذایی از جمله نیتروژن و فسفر افزایش می‌یابد که در نهایت باعث افزایش ارتفاع بوته، تعداد ساقه

تعداد گل از اجزای مهم عملکرد در گیاه همیشه‌بهار محسوب می‌شود و با افزایش آن عملکرد گل هم افزایش می‌یابد. افزایش تعداد گل و عملکرد گل با کاربرد کود دامی می‌تواند مربوط به تأثیر این کود در افزایش عناصر غذایی خاک و فراهم آوردن قابلیت جذب آن‌ها توسط گیاه باشد (آراکون و همکاران ۲۰۱۴) که در نتیجه آن کارایی جذب عناصر غذایی هم افزایش می‌یابد. از طرف دیگر کود دامی در بهبود خلل و فرج خاک و افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی و ظرفیت نگهداری رطوبت خاک نیز مؤثر می‌باشد (عزیز و همکاران ۲۰۰۸) و مجموعه این عوامل به بهبود عملکرد خشک گل‌ها منجر شده است. در تحقیقی مشابه احمدیان و همکاران (۲۰۱۱) افزایش



شکل ۳- مقایسه میانگین‌های تعداد گل‌های همیشه‌بهار تحت تأثیر کاربرد اسید هیومیک و نیتروکسین حروف غیرمشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد براساس آزمون LSD می‌باشد.



شکل ۴- مقایسه میانگین‌های عملکرد خشک گل‌های همیشه‌بهار تحت تأثیر کاربرد اسید هیومیک و نیتروکسین حروف غیرمشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد براساس آزمون LSD می‌باشد.

تیمار کاربرد ۲۰ تن در هکتار کود دامی باعث افزایش چهار درصدی شاخص سبزیگی برگ نسبت به شاهد شد (جدول ۵). کاربرد مقادیر بیشتر کود دامی از طریق افزایش قدرت جذب آب و تدارک مطلوب عناصر غذایی پرمصرف و کم‌مصرف بر میزان کلروفیل برگ تأثیر مثبت گذاشته و موجب بالا رفتن عدد اسپاد دستگاه کلروفیل‌سنج می‌گردد و علاوه بر آن با تأمین نیازهای غذایی ریزجانداران خاک، باعث افزایش تعداد و فعالیت آنها می‌شود و در نتیجه میزان جذب عناصر میکرو از جمله آهن، منگنز و منیزیم که در ساخت کلروفیل نقش مهمی ایفا می‌کنند، توسط گیاه افزایش می‌یابد و سرانجام سبب افزایش سنتز کلروفیل می‌شوند (نعمتی و همکاران ۲۰۱۵).

فرعی، تعداد گل و عملکرد خشک گل‌ها شده است. افزایش تعداد گل و عملکرد خشک گل‌ها در سرخارگل با کاربرد کود زیستی نیتروکسین (آقالیخانی و همکاران ۲۰۱۴) و در بابونه با کاربرد اسید هیومیک (مشایخی و همکاران ۲۰۱۹) نیز گزارش شده است.

شاخص سبزیگی برگ

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر کاربرد کود دامی بر شاخص سبزیگی برگ همیشه-بهار در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد، ولی اثر تلقیح بذر با اسید هیومیک و نیتروکسین و برهمکنش آنها با کود دامی بر این شاخص معنی‌دار نشد (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین‌های مربوط به این صفت نشان داد که

تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه و عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر کاربرد کود دامی، نیتروکسین و اسید هیومیک بر تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه و عملکرد دانه همیشه‌بهار در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۴). بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌ها، کاربرد ۲۰ تن کود دامی در هکتار با ۲۷/۸ دانه در طبق، مقدار این صفت را ۲۹/۴ درصد نسبت به شاهد افزایش داد (جدول ۵). تیمار کاربرد توأم اسید هیومیک + نیتروکسین نیز با ۲۸/۱ دانه در طبق باعث افزایش ۲۹/۱ درصدی مقدار آن نسبت به شاهد گردید (شکل ۵). بین کاربرد جداگانه اسید هیومیک و نیتروکسین با شاهد در رابطه با تعداد دانه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. بیشترین وزن هزاردانه (۱۲/۱۱ گرم) با کاربرد ۲۰ تن در هکتار کود دامی به‌دست آمد که نسبت به شاهد افزایش ۲۲/۷ درصدی را نشان داد (جدول ۵). تیمارهای تلقیح بذور با نیتروکسین و اسید هیومیک + نیتروکسین نیز به‌ترتیب باعث افزایش ۱۳/۸ و ۱۱/۳ درصدی مقادیر این صفت نسبت به شاهد گردیدند (شکل ۶).

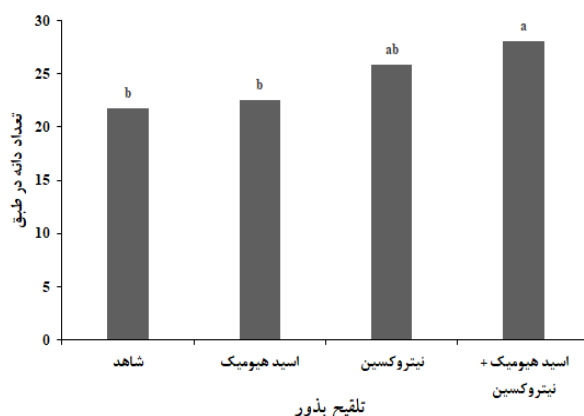
نتایج تجزیه واریانس نشان داد که برهمکنش کود دامی و تلقیح بذور با اسید هیومیک و نیتروکسین در سطح احتمال ۵ درصد بر عملکرد دانه معنی‌دار شد (جدول ۴). براساس نتایج مقایسه میانگین‌های مربوط به این صفت، بیشترین عملکرد دانه در دو تیمار کاربرد نیتروکسین (۲۱۶ گرم در متر مربع) و نیتروکسین + اسید هیومیک (۲۰۱ گرم در مترمربع) بدون تفاوت معنی‌دار با یکدیگر تحت کاربرد ۲۰ تن در هکتار کود دامی به‌دست آمد و این دو تیمار نسبت به شاهد یا عدم کاربرد هر نوع کودی به‌ترتیب ۶۴ و ۵۲/۶ درصد افزایش در عملکرد دانه را نشان دادند (شکل ۷).

تعداد دانه در طبق و وزن هزار دانه نیز به‌عنوان اجزای عملکرد بذر در همیشه‌بهار با کاربرد ۲۰ تن در هکتار کود دامی افزایش معنی‌داری داشتند و به تبع آنها عملکرد دانه نیز افزایش یافت. افزایش عملکرد دانه با کاربرد نیتروکسین و اسید هیومیک در شرایط کاربرد ۲۰ تن در هکتار بیانگر اثرات هم‌افزایی این دو تیمار در مورد این صفت می‌باشد. به‌نظر می‌رسد که کاربرد ۲۰ تن در هکتار کود دامی با بهبود و افزایش درصد مواد آلی خاک، تأثیر

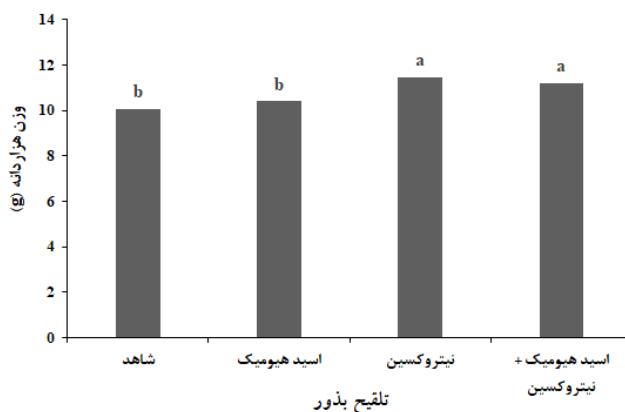
بر قدرت جذب، نگهداری و فراهمی مناسب رطوبت و عناصر غذایی مانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم، بر روی افزایش اجزای عملکرد همیشه‌بهار مانند تعداد دانه در طبق و وزن هزاردانه اثر گذاشته و موجب بهبود عملکرد دانه شده است. در رابطه با مصرف کود زیستی نیتروکسین چنین به‌نظر می‌رسد که تیمار تلقیح با نیتروکسین (حاوی باکتری‌های آزوسپیریلوم و ازتوباکتر) از طریق تأثیر آشکاری که بر افزایش تعداد دانه در طبق و وزن هزاردانه داشت، باعث افزایش عملکرد دانه شد. در واقع باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن از طریق تولید ویتامین‌ها، محرک‌های رشدی، افزایش رشد ریشه و افزایش سرعت جذب آب و عناصر غذایی (برغم‌دی و نجفی ۲۰۱۴)، باعث بهبود بعضی صفات از جمله تعداد دانه، وزن هزاردانه و نهایتاً عملکرد دانه شدند. از طرف دیگر احتمالاً اسید هیومیک نیز با افزایش جذب نترات و فعالیت آنزیم ATP-آز در غشاء پلاسمایی سلول‌های ریشه منجر به افزایش جذب عناصر غذایی از خاک شده و در نتیجه با افزایش فتوسنتز در گیاه منجر به افزایش عملکرد دانه شده است (پینتون و همکاران ۱۹۹۹).

عملکرد بیولوژیک

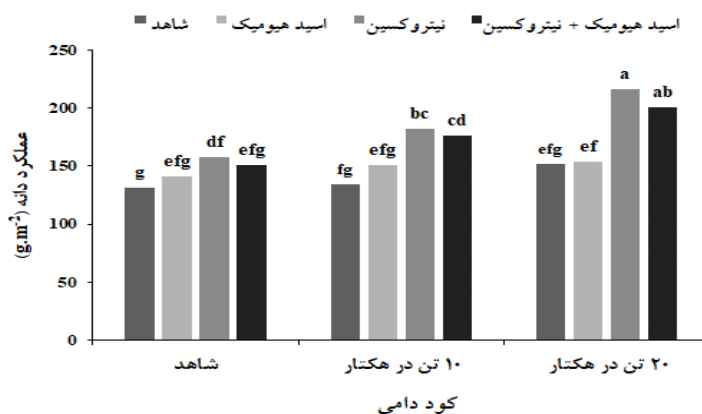
نتایج تجزیه واریانس برای صفت عملکرد بیولوژیک همیشه‌بهار، حاکی از آن است که اثر کاربرد کود دامی بر عملکرد بیولوژیک در سطح احتمال ۵ درصد و اثر تلقیح بذر با اسید هیومیک و نیتروکسین در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۴). براساس نتایج مقایسه میانگین‌های مربوط به این صفت، کاربرد کود دامی با مقادیر ۱۰ و ۲۰ تن در هکتار باعث افزایش معنی‌دار عملکرد بیولوژیک نسبت به شاهد گردید و این تیمارها به‌طور میانگین عملکرد بیولوژیک را ۱۶/۳ درصد نسبت به شاهد افزایش دادند (جدول ۵). بیشترین عملکرد بیولوژیک با کاربرد اسید هیومیک + نیتروکسین به‌دست آمد که نسبت به شاهد افزایش ۲۹/۹ درصدی را نشان داد (شکل ۸).



شکل ۵- مقایسه میانگین‌های تعداد دانه در طبق همیشه‌بهار تحت تأثیر کاربرد اسید هیومیک و نیتروکسین حروف غیرمشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد براساس آزمون LSD می‌باشد.



شکل ۷- مقایسه میانگین‌های وزن هزار دانه همیشه‌بهار تحت تأثیر کاربرد اسید هیومیک و نیتروکسین حروف غیرمشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد براساس آزمون LSD می‌باشد.



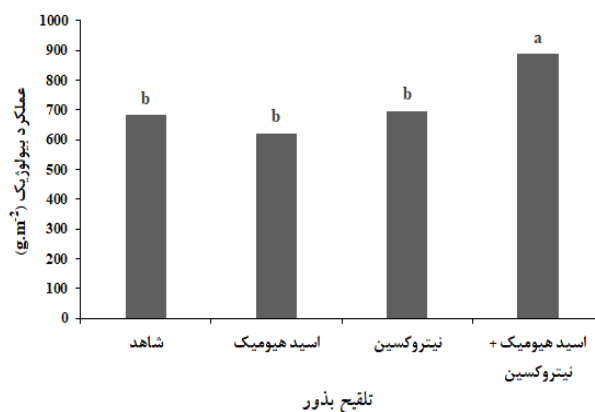
شکل ۷- مقایسه میانگین‌های عملکرد دانه همیشه‌بهار تحت برهم‌کنش کود دامی و اسید هیومیک و نیتروکسین حروف غیرمشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد براساس آزمون LSD می‌باشد.

نیاز گیاه، موجبات افزایش رشد رویشی گیاه و در پی آن تولید ماده خشک را نیز فراهم می‌کند (درزی و همکاران ۲۰۱۲). در پژوهش‌های دیگری نیز به نقش کودهای

افزودن کود دامی به خاک با بهبود شرایط فیزیکی و فرایندهای زیستی خاک، ضمن ایجاد بستری مناسب برای رشد ریشه و فراهم نمودن عناصر غذایی مورد

برگها و حفظ ماندگاری آنها سبب بهبود رشد و افزایش ماده خشک گیاه می‌شود (ایاس و گلسر ۲۰۰۵). علاوه بر این اسیدهیومیک با افزایش جذب عناصر پرمصرف و ریزمغذی‌ها، منجر به تحریک رشد گیاه، تحریک یا ممانعت از فعالیت‌های آنزیمی، تغییر در نفوذپذیری غشای سلولی شده و در نتیجه می‌تواند منجر به افزایش تولید بیوماس شود (القمری و همکاران ۲۰۰۹). از طرف دیگر می‌توان اظهار داشت که تیمار ترکیبی اسید هیومیک و نیتروکسین با اثر مثبتی که بر وزن خشک اندام‌های هوایی همیشه‌بهار داشتند نهایتاً منجر به افزایش عملکرد بیولوژیکی گیاه شد. نصیری و همکاران (۲۰۲۰) در بادرشبو، نصیری دهرسخی و همکاران (۲۰۱۹) در زیره-سبز و عسگری و همکاران (۲۰۱۲) در نعناع‌قلقلی، نتایج مشابهی را در خصوص کاربرد اسید هیومیک بر عملکرد بیولوژیک گیاه را گزارش نموده‌اند.

دامی در افزایش عملکرد بیولوژیک گیاهان دارویی بابونه، بادرشبی، ریحان و آویشن اشاره شده است که با نتیجه این پژوهش مطابقت دارد (مکی‌زاده و همکاران ۲۰۱۲، درزی و همکاران ۲۰۱۶، صفایی و همکاران ۲۰۱۴ و فلاحی و همکاران ۲۰۰۸). عملکرد بیولوژیک همیشه‌بهار همچنان با کاربرد توأم نیتروکسین و اسید هیومیک افزایش معنی‌داری نسبت به شاهد نشان داد. به نظر می‌رسد ترکیبی از کودهای زیستی و اسید هیومیک اثرات افزایشی بر تولید ماده خشک در گیاه دارند به این ترتیب که باکتری‌های موجود در کود زیستی نیتروکسین با توانایی‌های ویژه‌ای که در تثبیت نیتروژن دارند و همچنین با تولید و ترشح ترکیبات فعال مانند ویتامین‌های گروه ب، اکسین‌ها، جیبرلین‌ها و غیره، سبب افزایش رشد رویشی گیاه و عملکرد بیولوژیکی آن می‌شوند (تالیک و همکاران ۲۰۰۵، کادر ۲۰۰۵ و کوچکی و همکاران ۲۰۰۸). اسید هیومیک نیز از طریق افزایش محتوای نیتروژن



شکل ۸- مقایسه میانگین‌های عملکرد بیولوژیک همیشه‌بهار تحت تأثیر کاربرد اسید هیومیک و نیتروکسین

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

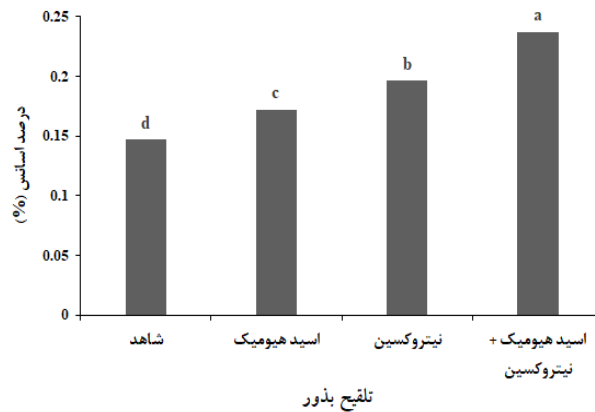
۴۳/۳ درصدی عملکرد اسانس نسبت به شاهد شدند (جدول ۵). بیشترین درصد اسانس (۰/۲۴ درصد) و عملکرد اسانس (۰/۴۲ گرم در مترمربع) در تیمار اسید هیومیک + نیتروکسین به دست آمد که نسبت به شاهد به ترتیب ۶۱ و ۱۳۰ درصد افزایش نشان دادند (شکل‌های ۹ و ۱۰). لازم به ذکر است که بین دو تیمار اسید هیومیک و نیتروکسین تفاوت معنی‌داری در افزایش عملکرد اسانس مشاهده نشد ولی نسبت به شاهد افزایش هریک از آنها معنی‌دار شد.

درصد اسانس و عملکرد اسانس

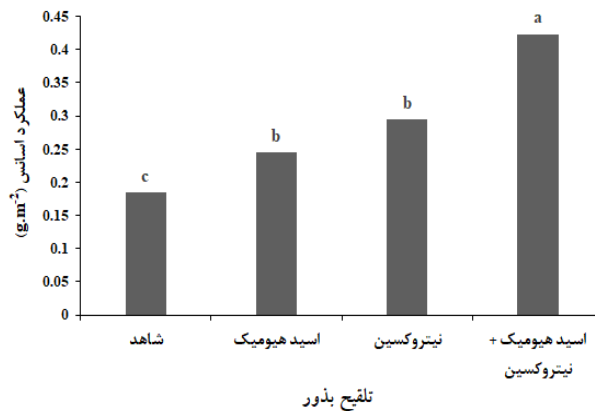
براساس نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به این دو صفت، اثر کاربرد کود دامی بر درصد اسانس و عملکرد اسانس به ترتیب در سطح احتمال ۵ و یک درصد و اثر تلقیح بذور با اسید هیومیک و نیتروکسین بر درصد اسانس و عملکرد اسانس در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۴). براساس نتایج مقایسه میانگین‌ها، کاربرد ۱۰ و ۲۰ تن در هکتار کود دامی به طور میانگین باعث افزایش ۲۴/۸ درصدی محتوای (درصد) اسانس و

واحدهای سازنده آنها (ایزوپرنوئیدها) نیازمند ATP و NADPH می‌باشد، حضور عناصری نظیر نیتروژن و فسفر برای تشکیل ترکیبات اخیر ضروری بوده و کاربرد کودهای زیستی از جمله نیتروکسین در تأمین این عناصر نقش مؤثری ایفا نموده و می‌تواند به افزایش درصد اسانس گیاه بیانجامد (هان ۲۰۰۶). قیلاوی‌زاده و همکاران (۲۰۱۳) گزارش نمودند که درصد اسانس زنیان در اثر تلقیح بذر با باکتری‌های ازتوباکتر و آروسپیریولوم و یا محلول‌پاشی با باکترهای مذکور به دلیل افزایش جذب نیتروژن توسط گیاه، افزایش یافت. رضایی چیاپه و همکاران (۲۰۱۴) نیز افزایش درصد اسانس زیره سبز با کاربرد کودهای زیستی مختلف را گزارش نمودند. آنها اظهار داشتند که باکتری‌های حل‌کننده فسفات و تثبیت‌کننده نیتروژن از طریق فراهم نمودن شرایط مناسب جذب عناصر غذایی به‌ویژه نیتروژن، فسفر و عناصر کم-مصرف (آهن، منگنز، روی و مس) موجب افزایش اسانس این گیاه دارویی شدند. عامل‌های زیادی سبب تغییر در کمیت و کیفیت اسانس در گیاهان دارویی می‌شود که یکی از آنها کاربرد عنصرهای غذایی است. گیاهان دارویی در طول دوره رشد برای تولید اسانس و سایر مواد مؤثره علاوه بر نیاز به عنصرهای پرمصرف، به میزان کافی از ریزمغذی‌ها نیاز دارند، به‌طوری‌که تأمین این عنصرها میزان و عملکرد اسانس را تا حد زیادی افزایش می‌دهد (شعبان‌زاده و همکاران، ۲۰۱۱). متابولیت‌های اولیه و سوخت و ساز ساکارز در گیاهان ارتباط نزدیکی با انباشت اسانس در آنها دارند. به‌عنوان مثال عنصر روی به دلیل نقشی که در فتوسنتز و سوخت و ساز ساکاریدها دارد و آهن به دلیل نقشی که در افزایش توان فتوسنتزی و پیش‌سازهای ترکیب‌های فنولی مورد نیاز در ساخت اسانس‌ها دارد، فراهمی این ریزمغذی‌ها، می‌تواند میزان اسانس در گیاه را بهبود بخشد (دوبی و همکاران، ۲۰۰۳).

به‌نظر می‌رسد که افزودن کود دامی به خاک باعث بهبود فعالیت ریزجانداران خاک شده و شرایط لازم برای حلالیت فسفر و دسترسی بیشتر به نیتروژن خاک را فراهم می‌نماید و در نتیجه فسفر و نیتروژن مورد نیاز برای بیوسنتز ATP و NADPH جهت ساخت ترکیبات ترپنوئیدی (اسانس‌ها)، در دسترس گیاه قرار گرفته و تولید اسانس افزایش می‌یابد (نصیری و همکاران ۲۰۲۰ و قاضی‌مناس و همکاران ۲۰۱۳). از آنجایی که کاربرد کود دامی، کود زیستی و اسید هیومیک منجر به افزایش عملکرد دانه و درصد اسانس همیشه‌بهار شده است لذا، عملکرد اسانس همیشه‌بهار (رابطه ۲) که برآیندی از دو پارمتر اخیر می‌باشد، نیز افزایش می‌یابد. در تطابق با نتایج این پژوهش، سانتوس و همکاران (۲۰۰۹) مشاهده کردند که کاربرد مقادیر مناسب کود دامی در زراعت گیاه دارویی بادرنجبویه به‌طور محسوسی عملکرد اسانس را افزایش داد. آنها بیان کردند که افزودن مواد آلی به خاک، موجبات افزایش رشد اندام هوایی و تولید ماده خشک و در نهایت بهبود عملکرد اسانس را نیز مهیا کرده است. مونا و همکاران (۲۰۰۸) نیز گزارش کردند که کاربرد کودهای آلی در گیاه دارویی رازیانه سبب افزایش عملکرد اسانس می‌شود. در رابطه با تأثیر مثبت کاربرد اسید هیومیک بر درصد و عملکرد اسانس نیز می‌توان استدلال نمود که اسید هیومیک با افزایش فعالیت آنزیم رابیسکو، سبب افزایش فعالیت فتوسنتزی گیاه و در نتیجه تولید فرآورده‌های فتوسنتزی می‌شود و چون اسانس‌ها از گروه شیمیایی ترپن‌ها بوده و به‌این دلیل که گلوکز به‌عنوان پیش‌ماده مناسب در سنتز اسانس و به‌ویژه مونوترپن‌ها مطرح می‌باشد، فتوسنتز و تولید فرآورده‌های فتوسنتزی ارتباط مستقیمی با تولید اسانس خواهند داشت (برغمدی و نجفی ۲۰۱۴). از آنجاییکه اسانس‌ها ترکیبات ترپنوئیدی هستند و بیوسنتز



شکل ۹- مقایسه میانگین‌های درصد اسانس همیشه‌بهار تحت تأثیر کاربرد اسید هیومیک و نیتروکسین حروف غیرمشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد براساس آزمون LSD می‌باشد.



شکل ۱۰- مقایسه میانگین‌های عملکرد اسانس همیشه‌بهار تحت تأثیر کاربرد اسید هیومیک و نیتروکسین حروف غیرمشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد براساس آزمون LSD می‌باشد.

نتیجه گیری

عملکرد دانه، درصد و عملکرد اسانس همیشه‌بهار می - شود.

به‌طور کلی، کاربرد کود دامی با افزایش ماده آلی و ذخیره مواد غذایی خاک می‌تواند به بهبود شرایط رشد گیاه کمک کند. کاربرد کودهای زیستی از جمله نیتروکسین نیز به دلیل افزایش دسترسی گیاه به نیتروژن و سایر عناصر غذایی و تحریک رشد گیاه و کاربرد اسید هیومیک به دلیل کمک به دسترسی بیشتر گیاه به عناصر غذایی مورد نیاز گیاه، باعث افزایش صفات رشدی،

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از تمامی حمایت‌ها و مساعدت‌های دانشگاه مراغه جهت فراهم نمودن شرایط و امکانات موردنیاز جهت انجام این پژوهش، تشکر و قدردانی به- عمل می‌آید.

منابع مورد استفاده

- Abedini T, Moradi P and Hani A, 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*, 10:1100-1103.
- AghaAlikhani M, Iranpour A and Naghdi Badi H, 2013. Changes in agronomical and phytochemical yield of purple coneflower (*Echinacea purpurea* (L.) Moench) under urea and three biofertilizers application. *Journal of Medicinal Plants*, 2(46): 121-136.

- Ahmadian A, Ghanbari A, Siaharsar B, 2011. Study of the yield and its components of chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) under drought stress and organic and inorganic fertilizers using and their residue. Journal of Agroecology, 3(3): 383-395.
- Arancon NQ, Edwards CA, Atiyeh R and Metzger JD, 2004. Effects of vermicomposts produced from food waste on the growth and yields of greenhouse peppers. Bioresource Technology, 93(2):139-144.
- Asgari M, Habibi D and Naderi Brojerdi G, 2012. Effect of vermicompost, plant growth, promoting rhizobacteria and humic acid on growth factor of *Mentha piperata* L. in Central Province. Iranian Journal of Agronomy and Plant Breeding, 7 (4): 41-54. (In Persian).
- Ayas H and Gulser F, 2005. The effect of sulfur and humic acid on yield components and macronutrient contents of spinach. Journal of Biological Sciences, 5(6): 801-804.
- Azizi M, rezwanee F, Hassanzadeh Khayat M, Lakzian A and Neamati, H., 2008. The effect of different levels of vermicompost and irrigation on morphological properties and essential oil content of German chamomile (*Matricaria recutita* variety Goral). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 24(1): 82-93.
- Barghamadi K and Najafi, Sh, 2014. Effect of different levels of nitroxin and humic acid on quantitative properties and essential oil of ajowan (*Carum copticum* (L.) C. B. Clarke). Journal of Horticultural Science, 29(3): 332-341.
- Daneshian J, Rahmani N and Alimohammadi M, 2012. Effects of application nitrogen and fertilizer manure on physiological characteristics of calendula (*Calendula officinalis* L.) under water deficit stress. New Finding in Agriculture, 6(4): 231-240.
- Darzi M, Haj Seyd Hadi M and Rejali F, 2012. Effects of cattle manure and biofertilizer application on biological yield, seed yield and essential oil in coriander (*Coriandrum sativum*). Journal of Medicinal Plants, 11(42):77-90.
- Darzi MA, Atarpoor R and Haj Seyed Hadi M, 2016. Effects of different manure and vermicompost rates on yield and essential oil contents of dragonhead (*Dracocephalum moldavica* L.). Iranian Journal of Field Crop Science, 46 (4): 711-721.
- Dubey VS, Bhalla R and Lithra R, 2003. Sucrose mobilization in relation to essential oil biogenesis during palmarosa (*Cymbopogon martini* Roxb. Wats. var. motia) inflorescence development. Boisiences, 28(4): 479-487.
- El-Ghamry AM, Abd El-Hai KM and Ghoneem KM, 2009. Amino and humic acids promote growth, yield and disease resistance of faba bean cultivated in clayed soil. Australian Journal Basic and Applied Science, 3(2): 731-739.
- Fallahi J, Koochehi A and Rezvani Moghaddam P, 2008. Investigating the effects of organic fertilizers on quantity index and the amount of essential oil and chamazulene in chamomile (*Matricaria recutita*). Agriculture Research: Water, Soil and Plant in Agriculture, 8(1): 157-168.
- Fallahi J, Koochehi A and Rezvani- Moghaddam P, 2009. Effects of biofertilizers on quantitative and qualitative yield of chamomile (*Matricaria recutita*) as a medicinal plant. Iranian Journal Field Crops Research, 7 (1): 127 – 135.
- Farjani AA and Nabavi KS, 2014. Effect of humic acid and phosphorus on the quantity and quality of marigold (*Calendula officinalis*). Journal of Crop Ecophysiology, 7(4): 443-452.
- Fernandez R, Scull R, Gonzales JL, Crespo M, Sanchez E and Carball C, 1993. Effect of fertilization on yield and quality of *Matricaria reculita* L. (Chamomile). Aspects of mineral nutrition of the crop. Memorias 11th Congress Latino Americano de la Ciencia del Suelo. 2ed Congresso Cubcno de la Ciencia del Suelo, Berlin, Germany (pp. 891-894).

- Ghazi Manas M, Babj Shafiee S, Hajseyd Hadi MR and Darzi MT, 2013. Effects of vermicompost and nitrogen on qualitative and quantitative yield of chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 29(2): 269-280. (In Persian)
- Ghilavizadeh A, Darzi MT and Haj Seyed Hadi M, 2013. Effects of biofertilizer and plant density on essential oil content and yield traits of ajowan (*Carum copticum*). Middle-East Journal of Scientific Research, 14(11): 1508 - 1512.
- Giri B, Prasad R, Wu QS and Varma A, (Eds), 2019. Biofertilizers for sustainable agriculture and environment (Vol. 55), Cham: Springer.
- Han HS and Lee KD, 2006. Effect of inoculation with phosphate and potassium co-in solubilizing bacteria on mineral uptake and growth of pepper and cucumber. Plant, Soil & Environ, 52: 130-136.
- Hoseini Mazinani M and Hadipour A, 2014. Increasing quantitative and qualitative yield of *Calendula officinalis* L. by using bio-fertilizer. Journal of Medicinal Plants, 2(50): 83-91.
- Kader MA, 2002. Effects of *Azotobacter* inoculant on the yield and nitrogen uptake by wheat. Journal of Biological Science, 2: 259 - 61.
- Kaur T, Brar BS and Dhillon NS, 2008. Soil organic matter dynamics as affected by long term use of organic and inorganic fertilizers under maize – wheat cropping system. Nutrient Cycling in Agroecosystems, 81: 59–69.
- Koocheki A, Tabrizi L and Ghorbani R, 2008. Effect of biofertilizers on agronomic and quality criteria of Hyssop (*Hyssopus officinalis* L.). Iranian Journal of Field Crops Researches, 6 (1): 127 - 37.
- Kumar R, Kumawat N and Sahu YK, 2017. Role of biofertilizers in agriculture. Pop Kheti 5(4): 63-66.
- Leithy S, El-Meseiry TA and Abdallah EF, 2006. Effect of biofertilizers, cell stabilizer and irrigation regime on Rosemary herbage oil yield and quality. Journal of Applied Researches, 2: 773 -779.
- Liu R and Lal R, 2015. Potentials of engineered nanoparticles as fertilizers for increasing agronomic productions. Science of the Total Environment, 514: 131-139.
- Mackowiak CL, Grossl PR and Bugbee BG, 2001. Beneficial effects of humic acid on micronutrient availability to wheat. Soil Science Society of America Journal, 65(6): 1744-1750.
- Mahfouz SA and Sharaf-Eldin MA, 2007. Effect of mineral vs. biofertilizer on growth, yield, and essential oil content of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). International-Agrophysics, 21: 361-366.
- Makkizadeh M, Nasrollahzadeh S, Zehtab Salmasi S, Chaichi M and Khavazi K, 2011. The Effect of organic, biologic and chemical fertilizers on quantitative and qualitative characteristics of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.). Journal of Agriculture Science and Sustainable Production, 22(1): 1-12. (In Persian).
- Mashayekhi S, Abdali Mashhadi A, Bakhshandeh A, Lotfi Jalal Abadi A, Seyyed Nejad SM, 2019. Relationship of salicylic acid and humic acid foliar spray and harvesting times with yield and quality of German chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). Journal of Agriculture Science and Sustainable Production, 92(1): 209-222. (In Persian).
- Michael K, 2001. Oxidized lignites and extracts from oxidized lignites in agriculture. Soil Science, 1-23.
- Mona Y, Kandil, AM and Swaefy Hend MF, 2008. Effect of three different compost levels on fennel and salvia growth character and their essential oils. Biological Sciences, 4:34-39.
- Nardi S, Pizzeghello D, Muscolo A, and Vianello A, 2002. Physiological effects of humic substances on higher plants. Soil Biology and Biochemistry, 34: 1527-1536.
- Nasiri Dehsorkhi A, Makarian H, Varnaseri Ghandali V and Salari N, 2018. Investigation of effect of humic acid and vermicompost application on yield and yield components of cumin (*Cuminum cyminum* L.). Applied Field Crop Research, 31(1): 93-113.

- Nasiri Y, Baghban AP, Nouraeen M and Amini R, 2020. Evaluation of farmyard and vermicompost application and spray of ascorbic acid and humic substances on dragonhead production (*Dracocephalam moldavica* L.). Journal of Agricultural Science and Sustainable Production, 29(4): 81-101. (In Persian).
- Nasiri Y, Shekari F and Asadi M, 2020. Effects of biofertilizers and zinc sulfate on some morphological and yield characteristics of *Satureja hortensis* L. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research, 36 (4), 523-541. (In Persian).
- Nemati M, Dahmardeh M, Khmmari E and Nejati M, 2015. Effect of biofertilizer and manure application on economic yield and quality characteristics of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 31(4): 610-625.
- Olk DC, Dinnes DL, Scoresby JR, Callaway CR and Darlington JW, 2018. Humic products in agriculture: potential benefits and research challenges-a review. Journal of Soils and Sediments, 18(8): 2881-2891.
- Omidbeigi R, 2008. Production and processing of medicinal plants (V.2). Astan Qods Razavi Publications, Mashhad, 397pp.
- Pinton R, Cesco S, Lacoletig G, Astolfi S and Varanini Z, 1999. Modulation of NO₃-uptake by water extractable humic substances: involvement of root plasma membrane H⁺Atpase. Plant Soil, 215: 155-161.
- Razipour P, Golchin A and Daghestani M, 2016. Effects of different levels of cow manure and inoculation with nitroxin on growth and performance of *Melissa officinalis* L. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 32(5): 807-823.
- Renato Y, Ferreira, ME, Cruz MC, and Barbosa JC, 2003. Organic matter fractions and soil fertility under influence of liming, vermicopmpost and cattle manure. Bioresource Technology, 60: 59-63.
- Rezaee Moadab A, Nabavi Kalat SM and Sadrabadi Haghghi R, 2013. Effects of biological fertilizer and vermicompost on vegetative yield and essential oil of basil (*Ocimum basilicum* L.) under Mashhad climatic conditions. Agroecology, 5(4): 350-362. (In Persian).
- Rezaei Chiyaneh I, Pirzad A and Farjami A, 2014. Effect of nitrogen, phosphorus and sulfur supplier bacteria on seed yield and essential oil of cumin (*Cuminum cyminum* L.). Journal of Agriculture Science and Sustainable Production, 24(4): 71-83. (In Persian).
- Roospeikar Z, Jowkar M, Taei-Semiromi J and Parsa Motlagh B 2020. Effect of additive intercropping system on yield, yield components and efficiency indices of *Hyssopus officinalis* and *Plantago ovate* Forsk. Journal of Agriculture Science and Sustainable Production, 30(4): 1-17. (In Persian).
- Safaei L, Sharifi Ashoorabadi E, Afiuni D, Davazdah Emami S and Shoaii A. 2014. The effect of different nutrition systems on aerial parts and essential oil yield of *Thymus daenensis* Celak. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 30(5): 702-713.
- Salman SR, Abou-hussein SD, Abdel-Maqqoud AMR and El-Nemr MA, 2005. Fruit yield and quality of watermelon as affected by hybrids and humic acid application. Journal of Applied Sciences Research, 1(1): 51-58.
- Samavat S and Malakuti M, 2005. Important use of organic acid (humic and fulvic) for increase quantity and quality agriculture productions. Water and soil researchers technical, 463: 1-13.
- Santos MF, Mendonca MC, Carvalho filho JLS, Dantas IB, Silva- Mann R and Blank AF, 2009. Cattle manure and biofertilizer on the cultivation of lemon balm (*Melissa officinalis* L.). Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, 11 (4): 355-359.
- Shabanzadeh SH, Ramroudi M and Galavi M, 2011. The effect of foliar application of micronutrients on yield and qualitative characteristics of (*Nigella sativa* L.) in different irrigation regimes. Journal of Crop Protection and Processing, 1(2): 79-89. (In Persian).

- Shokrani F, Pirzad A, Zardoshti MR and Darvishzadeh R, 2012. Effect of irrigation disruption and biological nitrogen on growth and flower yield in *Calendula officinalis* L. African Journal of Biotechnol, 11 (21): 4795 - 802.
- Tan KH, 2014. Humic matter in soil and the environment: principles and controversies. CRC press.
- Tavakoli M and Jalali AH, 2016. Effect of different biofertilizers and nitrogen fertilizer levels on yield and yield components of wheat. Journal of Crop Production and Processing, 6(21): 33-45.
- Tilak KVB, Ranganayaki RN, Pal KK, DeSaxena R, Shekhar Nautiyal, AK, Shilpi Mittal C, Tripathi AK and Johri BN, 2005. Diversity of plant growth and soil health supporting bacteria. Current Science, 89: 136 - 150.
- Vessey JK, 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. Plant and Soil, 255: 571 – 86.
- Vital WM, Teixeira NT, Shigihara R and Dias AFM, 2002. Organic manuring with pig biosolids with applications of foliar biofertilizers in the cultivation of Thyme (*Thymus vulgaris* L.). Ecosystema, 27: 69 – 70.
- Vojodi L, Valizadeh R and Azizpour K, 2017. The Effects of organic manures, soil cover and drying temperature on some growth and phytochemical characteristics of *Calendula officinalis*. Journal of Agriculture Science and Sustainable Production, 26(4): 103-112. (In Persian).