نشریه علمی پژوهشی دانش کشاورزی و تولید پایدار
جلد ۳۲ شماره ۳ / سال ۱۴۰۱/ صفحات ۳۲-۱۷

The Effect of Organic and Biological Fertilizers on Growth Characteristics, Nutrient Uptake and Essential Oil Yield of *Satureja khusestanica* and *S. Rechinger*i

Asma Bastami[1]. Reza Amirnia*[2]

Received: 07 November 2021 Accepted: 27 December 2021
1- PhD Student Dept. of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia
2-Assoc. Prof., Dept. of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia
*Corresponding Author Email: r.amirnia@urmia.ac.ir

Abstract

Background and Objective: The aim of this study was to compare the effect of fertilizer types on growth characteristics, essential oil content and nutrient element uptake of two savory species and to identify savory species compatible with regional conditions.

Materials and Methods: field experiment as a factorial study based on a randomized complete block design with three replications in the north of Lorestan, Iran in 2017-2019. The first factor was assigned to three mycorrhizal fungi (*Funneliformis mosseae*, *Rhizophagus irregularis*, and *G. fasciculatum*), phosphate biofertilizer (Baravar-2), fish manure (800 kg.ha^{-1}), cattle manure (20 t.ha^{-1}), vermicompost (5 t.ha^{-1}), and control (no fertilization) and the second factor was assigned to two savory species including *Satureja khuzestanica* and *S. rechingeri*.

Results: The results of the combined analysis of variance for the second and third years showed that the simple effects of fertilizers and species were significant on all recorded traits. The highest plant height (39.16 cm), number of lateral branches (29.58), leaf area index (0.79), plant dry weight (4.15 t.ha^{-1}), essential oil content (5.53%), essential oil yield (22.92 kg.ha^{-1}), leaf N, P, K and Fe contents (3.78, 1.91, 4.18, and 466.25 mg.kg^{-1}), were obtained from the foliar application of vermicompost. The interaction between year and species was significant for all traits.

Conclusion: Except for essential oil content and yield. According to the results, the foliar application of vermicompost at a rate of 5 t ha^{-1} can contribute to the sustainable production of both savory species and improving their growth and essential oil yield.

Keywords: Dry Weight, Essential Oil Percentage, Fish Manure, Phosphate Biofertilizer, Vermicompost

تاثیر کودهای زیستی و آلی بر خصوصیات رشدی، جذب عناصر غذایی و عملکرد اسانس مرزه خوزستانی (*Satureja khusestanica*) و رشینگری (*S. rechingeri*)

اسما بستامی[۱]، رضا امیرنیا[۲]*

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۸/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۰/۶
۱-دانشجوی دکترای اکولوژی گیاهان زراعی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه
۲-دانشیار گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه
*مسول مکاتبه: E-mail: r.amirnia@urmia.ac.ir

چکیده

اهداف: مطالعه به‌منظور مقایسه تاثیر کودهای زیستی و آلی بر خصوصیات رشدی، درصد و عملکرد اسانس و جذب عناصر دو گونه مرزه و شناسایی گونه سازگار به شرایط منطقه الشتر بود.

مواد و روش‌ها: آزمایشی مزرعه‌ای به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در سه تکرار در شمال لرستان طی سه سال زراعی (از۱۳۹۶ تا ۱۳۹۸) اجرا شد. فاکتور اول شامل سه گونه قارچ مایکوریزا (*Funneliformis mosseae* ، *Rhizophagus irregularis*, و *G. fasiclutum*)، کود فسفات زیستی (بارور۲)، کود ماهی (۸۰۰ کیلوگرم در هکتار)، کود گاوی (۲۰ تن در هکتار) و ورمی کمپوست (پنج تن در هکتار) و شاهد (عدم استفاده از کود)، فاکتور دوم نیز دو گونه مرزه خوزستانی و رشینگری بود.

یافته‌ها : نتایج تجزیه مرکب واریانس سال دوم و سوم نشان داد اثر ساده تیمارهای کودی و گونه بر تمامی صفات مورد مطالعه معنی‌دار است. بیشترین ارتفاع بوته (۳۹/۱۶ سانتی‌متر)، تعداد شاخه‌های فرعی (۲۹/۸)، شاخص سطح برگ (۰/۷۹)، وزن خشک بوته (۴/۱۵ تن در هکتار)، درصد اسانس (۵/۵۳)، عملکرد اسانس (۲۲/۹۲ کیلوگرم بر هکتار)، نیتروژن (۳/۷۸)، فسفر (۱/۹۱)، پتاسیم (۴/۱۸) وآهن برگ (۴۶۶/۲۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم) از محلول‌پاشی ورمی کمپوست حاصل شد. اثر متقابل معنی‌داری بین سال و گونه در برخی صفات مشاهده شد.

نتیجه‌گیری: بر اساس نتایج به‌دست آمده، محلول‌پاشی ورمی کمپوست (پنج تن در هکتار)، می‌تواند باعث تولید پایدار و بهبود رشد و عملکرد اسانس گیاه شود.

واژه های کلیدی: درصد اسانس، وزن خشک ، کود فسفات زیستی، کود ماهی، ورمی کمپوست

مقدمه

مرزه خوزستانی (*Satureja khusestanica*) و رشینگری (*S.Rechingeri*) از گیاهان بومی، متعلق به خانواه نعناع[۱]، چند ساله و معطر بوده و از جمله گیاهان با ارزش و انحصاری فلور ایران می‌باشد که در مناطق خشک، آفتابی و خاک های سنگلاخی آهکی جنوب غرب

[1] .Lamiaceae

ایران رشد می کند و شباهت زیادی به یکدیگر دارند (جم-زاد ۲۰۰۹، هادیان و همکاران ۲۰۱۰، سفیدکن و همکاران ۲۰۰۷). این گیاهان دارویی اولین بار در سال ۱۹۹۴ به عنوان گونه‌ای جدید در فلور ایران (رویشگاه اصلی این گیاه دارویی ارزشمند، زاگرس میانی، مناطق جنوب لرستان، شرق ایلام و شمال لرستان است) شناخته شدند. جنس مرزه با نام علمی *Satureja* اغلب در مناطق مدیترانه ای پراکندگی دارد. این جنس در ایران دارای ۱۵ گونه می‌باشد که از میان آن‌ها نه گونه به نام‌های *S. kallarica*، *S. sahendica*، *S. edmondi*، *S. intermedia*، *S. bachtiarica*، *S. rechingeri*، *S. atropatana* و *S. isophylla*، انحصاری ایران هستند و سایر گونه‌ها علاوه بر ایران در تالش، ترکمنستان، ترکیه، قفقاز، ماورای قفقاز و عراق نیز می‌رویند. اسانس این دو گونه مرزه غنی از کارواکرول و عصاره آن ها حاوی اسیدهای فنلی آزاد به ویژه رزمارینیک بوده و به‌همین جهت از فعالیت بیولوژیکی قابل توجهی برخوردار می باشند. کارواکرول موجود در اسانس این دو گونه دارای چندین ویژگی بیولوژیکی، از جمله اثر ضدعفونی کننده، فعالیت های ضد التهابی، ضد درد، ضد باکتریایی، ضد قارچی و مخمر، آنتی اکسیدان می باشد (سفیدکن و همکاران۲۰۰۷ و فکا و تورک ۲۰۰۸).

امروزه تحقیقات روی کودهای زیستی به دلیل هزینه بالای کودهای شیمیایی و اثرات منفی آن‌ها روی محیط در حال افزایش است. کودهای زیستی حاوی مواد نگهدارنده‌ای با جمعیت متراکم یک یا چند نوع ریزجاندار و یا به‌صورت فراورده متابولیک این موجودات هستند که به‌منظور بهبود حاصلخیزی خاک و عرضه مناسب عناصر غذایی مورد نیاز گیاه در یک سیستم کشاورزی پایدار به‌کار می‌روند (صالح راستین ۲۰۰۱). از جمله کودهای زیستی قارچ مایکوریزا می‌باشد که مطالعات زیادی در مورد اثرات رشدی آن‌ها و تبادل عناصر غذایی انجام شده است. در آزمایشی بیشترین وزن خشک بوته مرزه خوزستانی در گلدان حاوی تیمار قارچ مایکوریزا مشاهده گردید (نوش‌کام و همکاران ۲۰۱۶). در تحقیقی دیگر اثر مایکوریزا بر روی نعناع[1] مطالعه، و نتایج نشان داد که تلقیح باعث افزایش وزن تر و خشک، ارتفاع گیاه، محتوای اسانس و جذب عناصر غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم شد (گوپتا و همکاران ۲۰۰۴).

مواد غذایی شامل نیتروژن، فسفر، پتاسیم و اسیدهای هیومیک موجود در ورمی‌کمپوست بیشتر از کمپوست است. برتری ورمی‌کمپوست نسبت سایر کودهای آلی این‌است که به‌خوبی تغییر ساختار یافته و تعداد ریزموجودات بیماری‌زای گیاهی در آن به‌شدت کاهش یافته است. فرایند هوموسی شدن در مرحله رسیدگی ورمی‌کمپوست در سطح وسیع‌تری صورت می‌گیرد که در نهایت کود تولیدی در این روش به‌علت بالا بودن نسبت کربن به نیتروژن فاقد بوی نامطبوع است (احمدآبادی و قجرسپندلو ۲۰۱۲). در آزمایشی بیشترین درصد اسانس مرزه سهندی در تیمار دو تن در هکتار ورمی کمپوست به دست آمد (حسینی و همکاران ۲۰۱۵). ناجی و سوری (۲۰۱۵)، حیدر پور و همکاران (۲۰۲۰) و رضوانی مقدم و همکاران (۲۰۱۳) تاثیر مثبت ورمی کمپوست را روی شاخص های رشد و اسانس مرزه تابستانه گزارش کردند.

کود فسفات زیستی (بارور۲) حاوی باکتری‌های مفید حل کننده فسفات است که با اسیدی کردن خاک و ترشح آنزیم‌های فسفاتاز باعث رها سازی یون فسفات از ترکیبات فسفردار می‌شود که قابل جذب توسط گیاهان است. کود فسفات زیستی علاوه بر افزایش بازده جذب کود، باعث افزایش قابل ملاحظه عملکرد نیز می‌شود (صالح راستین ۲۰۰۱، توحیدی و رستگاری ۲۰۱۹). کاربرد کود فسفات زیستی در بهبود شاخص‌های رشد و اسانس مرزه مثبت ارزیابی شده است (ناجی و سوری ۲۰۱۵).

کود ماهی سرشار از عناصر غذایی به‌ویژه نیتروژن و فسفر بوده و جهت رفع کمبود این دو عنصر در باغات و مزراع بسیار مفید می باشد (آروانیتویانسیس و کاساونیستیز ۲۰۰۸). اضافه کردن کود ماهی به عنوان کود آلی به خاک، اثر مطلوبی روی ویژگی‌های فیزیکی و

[1] . *Mentha arvensis*

شیمیایی خاک دارد، و این موضوع به ویژه در مورد افزایش آب قابل استفاده گیاه به‌دنبال افزایش خلل و فرج شده به‌منظور رشد گیاه تربچه[1] (ال تارابیلی و همکاران ۲۰۰۳)، لوبیا چشم بلبلی[2] (شاهسونی و همکاران ۲۰۱۷) ، گوجه[3]، (آرانگاناسان و همکاران ۲۰۱۶)، مثبت ارزیابی شده است.

امروزه شیوه محلول‌پاشی عناصر غذایی به‌عنوان مکمل روش خاکی شیوه موثر در به‌کارگیری ترکیبات بیولوژیکی و آلی با اهداف مختلفی همچون افزایش محصول، کاهش مواد شیمیایی مضر و تاثیر برخی هورمون‌های موثر برای رشد گیاه مورد استفاده قرار می‌گیرند.

تحقیقات اندکی روی مرزه خوزستانی و رشینگری علیرغم بومی بودن آن‌ها انجام شده است. بنابراین زمینه‌های مختلف زراعی و به زراعی روی آن‌ها قابل بررسی است. از طرفی با توجه به نیاز روز افزون کارخانه‌های داروسازی به ماده اولیه و لزوم حفظ بهره-وری بهینه از منابع طبیعی گیاهی، اهمیت بررسی روی کشت و فراوری گیاهان دارویی را دو چندان کرده است. همچنین به دلیل اهمیت کودهای زیستی و آلی در کشاورزی پایدار و حفظ محیط زیست و ضرورت کاهش کاربرد بی‌رویه کودهای شیمیایی، پژوهش حاضر با هدف بررسی تاثیر سه گونه مایکوریزا، کود ماهی، گاوی، ورمی کمپوست و فسفات زیستی بر روی خصوصیات رشدی، درصد و عملکرد اسانس و جذب عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم و آهن برگ روی دو گونه مرزه انجام گرفت.

مواد و روش ها

آزمایش در سه سال زراعی ۹۶، ۹۷ و ۹۸ در مزرعه-ای واقع در الشتر در شمال لرستان با موقعیت جغرافیایی طول ۴۸ درجه و ۱۵ دقیقه شرقی و عرض ۳۳ درجه و ۴۹ دقیقه شمالی، ارتفاع از سطح دریا ۱۵۶۷ متر، با میانگین دمای هوای ماهیانه ۱۲/۷ درجه سلسیوس اجرا شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک خاک بسیار اهمیت دارد (احمدآبادی و قجرسپندلو ۲۰۱۲). استفاده از ضایعات ماهی امولسیون کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. فاکتور اول شامل قارچ مایکوریزا (*Funneliformis mosseae* ، *Rhizophagus irregularis* ، *G. fasiclutum*)، کود ماهی (۸۰۰ کیلوگرم در هکتار)، کود گاوی (۲۰ تن در هکتار)، ورمی کمپوست (پنج تن در هکتار)، کود فسفات زیستی (بارور ۲) و شاهد (بدون هیچگونه کود) بود. مقادیر کودها بر اساس نیاز گیاه و نتایج آزمایش خاک منطقه مورد کشت برآورد شد. فاکتور دوم شامل دو گونه مرزه خوزستانی و رشینگری بود. قارچ مایکوریزا فقط به صورت خاکی مصرف شد. کود فسفات زیستی فقط به صورت محلول ولی کود ماهی و گاوی و ورمی کمپوست به دو صورت مصرف خاکی و محلول‌پاشی به‌کار برده شد. به‌همین منظور در زمستان ۱۳۹۵، قلمه مرزه خوزستانی و رشینگیری از مزرعه پژوهشی شرکت گیاهان دارویی خرمان (خرم آباد) تهیه شد. قلمه-ها بلافاصله در بستر کشت (خزانه) برای ریشه دار شدن کشت شدند. پس از ریشه دار شدن قلمه ها، انتقال قلمه ها و کاشت در اوایل اردیبهشت ۱۳۹۶ انجام شد. پیش از اعمال تیمارها و کاشت، از نقاط مختلف خاک مزرعه در عمق ۳۰-۰ سانتی متری نمونه برداری صورت گرفت و پس از مخلوط کردن نمونه‌ها، یک نمونه ترکیبی برای تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی به آزمایشگاه خاک شرکت خرمان منتقل شد که نتایج خاک در جدول ۱ آمده است.

آماده سازی زمین در فروردین ۱۳۹۶ انجام و با فاروئر جوی و پشته هایی به فاصله ۵۰ سانتی‌متر ایجاد شدند. زمین مورد نظر، در سال قبل از آزمایش به‌صورت آیش بود. در هر کرت آزمایشی سه ردیف کاشت به طول سه متر در نظر گرفته شد. کرت ها با دو خط نکاشت از هم جدا شدند. آرایش کاشت بوته ها به صورت ۵۰×۵۰ سانتی‌متر (چهار بوته در متر مربع) بود. بین بلوک‌ها یک متر فاصله در نظر گرفته شد. کشت به صورت دستی انجام شد. برای کشت قلمه‌های مرزه در مزرعه، ابتدا

1 . *Raphanus sativa*
2. *Vigna sinensis*
3. *Solanum lycopersicum*

جدول ۱- برخی ویژگی های خاک مزرعه

عمق خاک	بافت خاک	هدایت الکتریکی ($mmhos.cm^{-1}$)	اسیدیته (pH)	شن (%)	رس (%)	لای (%)	کربن آلی (%)	پتاسیم ($Mg.kg^{-1}$)	فسفر ($Mg.kg^{-1}$)	نیتروژن (%)
۳۰-۰	لومی- شنی	۱/۱	۶/۹	۳۹	۲۶	۳۵	۰/۶	۲۵۰	۱۰/۴	۰/۱

گودال های ۲۰ سانتی‌متری حفر شده و سپس قلمه‌ها به درون آن گودال‌ها انتقال یافت و بلافاصله آبیاری برای استقرار سریع گیاه انجام گرفت. آبیاری اولیه (روش جوی و پشته‌ای) هر روز انجام شد و بعد از استقرار کامل بوته، آبیاری با توجه به شرایط اقلیمی منطقه به فاصله سه بار در هفته در طول فصل رشد انجام شد. کنترل علف‌های هرز به‌صورت وجین دستی در کلیه کرت‌ها انجام شد. به منظور تهیه تیمارهای محلول پاشی کودهای ورمی‌کمپوست، گاوی و ماهی به نسبت یک به ۱۰ تهیه شد، به این صورت که یک کیلوگرم از کود آلی مورد نظر به مدت ۴۸ ساعت در ۱۰ لیتر آب مقطر خیسانده شد. سپس با دو لایه پارچه نازک عصاره حاصل صاف شد. برای محلول پاشی، ابتدا صبح روز محلول پاشی، مزرعه آبیاری گردید و سپس در عصر و تقریبا غروب آفتاب محلول پاشی انجام شد، با این کار رطوبت نسبی هوا افزایش یافته و محلول فرصت کافی برای جذب شدن داشت. محلول پاشی روی برگ‌ها در اواخر خرداد ماه انجام شد. برداشت پیکر رویشی در زمان گلدهی اواسط مهر ماه ۱۳۹۷ با دست و در ارتفاع هشت سانتی‌متری از سطح زمین صورت گرفت. برای اندازه‌گیری وزن خشک بوته‌ها، از چهار بوته (سطح یک متر مربع) با حذف خطوط کناری و ۵۰ سانتی‌متر از ابتدا و انتهای هر خط به‌عنوان حاشیه، نمونه برداری شد. نمونه‌ها به مدت زمان لازم در سایه خشک شده، سپس توزین شدند. برای اندازه‌گیری شاخص سطح برگ از دستگاه (Leaf Area Metre) (ADC BioScientifc Ltd., U.K) AM200 استفاده شد. روش اسانس‌گیری بدین صورت بود که نمونه‌ها پس از خشک شدن کامل با آسیاب خرد شده و از ۵۰ گرم نمونه خشک، با استفاده از میکروکلونجر به روش تقطیر با آب به مدت سه ساعت در آزمایشگاه شیمی شرکت خرمان، اسانس‌گیری انجام گرفت، سپس بر حسب وزن خشک گیاه (شامل برگ و سرشاخه گلدار)، درصد اسانس تعیین، اسانس‌ها را در شیشه رنگی ریخته و با استفاده از سولفات سدیم مورد آب گیری قرار گرفتند. عملکرد اسانس از حاصلضرب درصد اسانس در وزن خشک محاسبه شد. جهت تعیین غلظت عناصر غذایی (نیتروژن، فسفر، پتاسیم و آهن) موجود در برگ‌های مرزه، یک نمونه ۲۰ گرمی از هر کرت به‌طور تصادفی تهیه شد. نمونه‌های فراهم شده را پس از خشک کردن در آون ۷۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۴۸ ساعت به‌وسیله آسیاب برقی پودر کرده و نهایتاً به روش هضم توسط اسید سولفوریک، اسید سالیسیک، آب اکسیژنه و سلنیم، عصاره آنها تهیه شد (امامی ۱۹۹۶). میزان درصد نیتروژن برگ با استفاده از روش تیتراسیون بعد از تقطیر به‌کمک دستگاه کجل‌تک اتو آنالیزر (Tecator Kjltec auto 10 analyzer)، میزان فسفر با استفاده از روش رنگ سنجی (رنگ زرد مولیبدات- وانادات) و به کمک دستگاه اسپکتروفوتومتر (GBC) مدل Shimadzu- U73100 و میزان پتاسیم با استفاده از روش نشر شعله‌ایی و به‌کمک دستگاه فلیم فوتومتر، میزان آهن نیز با استفاده از دستگاه جذب اتمی AA6400 – Shimadzu اندازه‌گیری شدند (امامی ۱۹۹۶). مایه تلقیح مایکوریزا به صورت مخلوط خاکی حاوی اسپور (با تراکم ۱۵۰ عدد در ۱۰۰ گرم خاک رس خشک)، هیف و قطعات ریشه گیاه میزبان (شبدر) بود و از آزمایشگاه تجاری شرکت زیست فنآور توران شاهرود تهیه شد.

جدول ۲- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی کودهای به کار رفته در ازمایش

نوع کود	هدایت الکتریکی ($mmhos.cm^{-1}$)	اسیدیته(pH)	کربن آلی٪	نیتروژن٪	فسفر	پتاسیم	آهن
					($Mg.kg^{-1}$)		
کود گاوی	۴/۱۴	۹/۰۱	۲۲	۱/۸۷	۰/۱۴	۲/۸	۷۸۹
ورمی کمپوست	۸/۴	۶/۵	۳۱	۱/۱۶	۰/۹	۱/۲۴	۸۹۱
کود ماهی	۵/۵	۶/۵	۵/۳۲	۰/۶۵	۰/۱۲	۰/۷۵	۵۰۰

ورمی کمپوست به کار رفته در آزمایش نیز منشا گیاهی داشته و از شرکت زیست سالم کیمیا شاهرود تهیه شد که نتایج تجزیه آن در جدول دو آمده است. کود فسفات زیستی مورد استفاده در آزمایش، کود زیستی تجاری فسفات بارور-۲ بود، که از شرکت زیست فناور سبز تهران تهیه شد. این کود حاوی دو باکتری پانتو آگلومراتس (*Pantoea Agglomerans Strin 15*) و سودومانس پوتیدا (*Pseudomonas putida Strin 13*) جمعیت این باکتری^{۹}۱۰ (کلونی زنده باکتری (CFU) بر سانتی‌متر مکعب می باشد. این دو باکتری در کنار هم با خنثی کردن pH خاک و آزاد سازی فسفات قابل جذب توسط گیاه، باعث افزایش عملکرد گیاهان می شوند مایه تلقیح مایکوریزا، ورمی کمپوست، کود ماهی و کود فسفات زیستی (فقط به‌صورت محلول) هنگام کاشت قلمه ها در گودال‌ها مورد نظر ریخته شدند. لازم به‌ذکر است از آنجایی‌که دو گونه مرزه مورد آزمایش چند ساله می-باشند، لذا فقط در سال اول آزمایش کشت شدند. در سال دوم و سوم آزمایش نیز، تیمارهای کودی دقیقا در کرت-های سال اول قرار گرفتند و کلیه عملیات مربوط به سال اول (به‌جز کاشت قلمه‌ها و تنک کردن بوته‌ها) برای سال دوم و سوم نیز تکرار گردید. سال اول به عنوان سال استقرار گیاه در نظر گرفته شد. داده‌های سال دوم و سوم با استفاده از نرم افزار SAS (9.1) تجزیه واریانس شدند. مقایسه میانگین‌ها نیز با آزمون LSD در سطح پنج درصد انجام شد.

نتایج

نتایج تجزیه مرکب واریانس نشان داد که اثر ساده تیمار و گونه بر ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های جانبی، شاخص سطح برگ، وزن خشک، درصد اسانس، عملکرد اسانس، درصد نیتروژن، فسفر، پتاسیم و آهن برگ مرزه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار است (جدول ۳). اثر متقابل سال در گونه برای ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های جانبی، وزن خشک، درصد اسانس، میزان نیتروژن، پتاسیم و آهن برگ مرزه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). اثر متقابل بین سال در تیمار هم برای صفات ارتفاع بوته، میزان فسفر و پتاسیم در سطح احتمال یک درصد و برای آهن برگ مرزه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۳).

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس صفات رشدی ، درصد و عملکرد اسانس و جذب عناصر غذایی دو گونه مرزه طی دو سال زراعی ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع بوته	تعداد شاخه‌های جانبی	شاخص سطح برگ	وزن خشک	درصد اسانس
سال	۱	۹۵/۰۳**	۲۰۹۶/۰۳**	۰/۸۱**	۰/۷۶**	۱۳/۶۱**
سال(تکرار)	۴	۴۵/۰۵	۲۸۳/۹۸	۰/۷	۳/۳۶	۰/۱۴
گونه	۱	۹۱۷/۴۵**	۴۱۴/۸۱**	۰/۰۱**	۱۸/۵۵**	۴۵/۴۳**
تیمار	۱۰	۲۶۱**	۳۵۱/۶۳**	۰/۲۶**	۸/۰۸**	۱۱/۴۵**
گونه×تیمار	۱۰	۳/۶۷^{ns}	۳/۰۳^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۰۸^{ns}	۰/۱۴^{ns}
سال×گونه	۱۰	۱۵۲/۷۵**	۱۴۴/۲۷**	۰/۰۰۳^{ns}	۴/۶۴**	۳/۶۵**
سال×تیمار	۱۰	۲۶/۰۱**	۴/۸۸^{ns}	۰/۰۰۲^{ns}	۰/۲۵^{ns}	۰/۱۱^{ns}
سال×گونه×تیمار	۱۰	۷/۵۷^{ns}	۳/۲۵^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۰۱^{ns}	۰/۰۶^{ns}
خطا	۸۴	۵/۱۴	۲/۶۵	۰/۰۰۲	۰/۲۲	۰/۲۲
ضریب تغییرات(٪)	–	۷/۲۹	۸/۲	۹/۱	۱۲	۱۱/۲۶

ns، * و ** به ترتیب نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد در آزمون LSD است.

ادامه جدول ۳

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد اسانس	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	آهن
سال	۱	۱۹۵۴/۶۴**	۲۳/۲۶**	۵/۹۸**	۲۵/۰۳**	۱۶۶۷۷۶/۰۳**
سال(تکرار)	۴	۵۷/۶۷	۲/۲۶	۰/۸۶**	۰/۷**	۴۱۱۷/۷۸
گونه	۱	۵/۳۰^{ns}	۱۰/۹۳**	۱/۹۷**	۹/۳۴**	۴۰۵۹/۲۷**
تیمار	۱۰	۴۴۷/۱۷**	۷/۴۲**	۲/۰۵**	۹/۲۳**	۶۷۳۷/۰۸**
گونه×تیمار	۱۰	۲/۱۳^{ns}	۰/۰۶^{ns}	۰/۰۵^{ns}	۰/۰۵^{ns}	۳۸۶/۵۳^{ns}
سال×گونه	۱۰	۰/۰۶^{ns}	۲/۴۱**	۰/۰۴^{ns}	۳/۱۲**	۴۹۹۵۹/۲۷**
سال×تیمار	۱۰	۸/۰۵^{ns}	۰/۰۷^{ns}	۰/۰۳**	۰/۴۵**	۱۶۹۰/۰۶*
سال×گونه×تیمار	۱۰	۲/۰۱^{ns}	۰/۰۸^{ns}	۰/۰۶^{ns}	۰/۰۵^{ns}	۶۲/۸۳^{ns}
خطا	۸۴	۵/۱۵	۰/۱۸	۰/۰۴	۰/۱۶	۹۲۰/۶۱
ضریب تغییرات(٪)	–	۱۵/۲	۱۶/۱۰	۱۶/۹	۱۳/۱۱	۸/۴۴

ns، * و ** به ترتیب نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد در آزمون LSD است.

ارتفاع بوته

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته مرزه (۳۹/۱۶ سانتی‌متر) از محلول‌پاشی ورمی-کمپوست حاصل شد. ارتفاع مرزه در اثر تلقیح مایکوریزا گونه *R. irregularis* (۳۶/۵۸ سانتی‌متر) بود که با گونه-های دیگر مایکوریزا اختلاف معنی‌داری داشت (جدول ۴). کاربرد کود فسفات زیستی (۳۱/۶۶ سانتی‌متر) با تلقیح مایکوریزا گونه *G. fasiclutum* (۳۲/۳۳سانتی‌متر)، محلول‌پاشی کود گاوی و مصرف خاکی ورمی کمپوست اختلاف معنی‌داری نداشت که همگی با شاهد (۲۳ سانتی-متر) اختلاف معنی‌داری داشتند (جدول ۴). اثر متقابل معنی‌داری بین سال و گونه مشاهده شد به‌طوری‌که ارتفاع مرزه خوزستانی در سال سوم (۳۵/۲ سانتی‌متر) سه درصد بیش‌تر از ارتفاع مرزه رشینگری (۲۸/۷ سانتی‌متر) در سال دوم شد (جدول ۵). همچنین نتایج اثر متقابل بین سال و تیمار نشان داد ارتفاع مرزه تحت تاثیر

محلول‌پاشی ورمی کمپوست در سال سوم (۴۰/۵ سانتی‌متر) نسبت به سال دوم (۳۷/۵ سانتی‌متر) ۸ درصد افزایش داشت (جدول ۶).

تعداد شاخه‌های جانبی

اطلاعات مقایسه میانگین نشان داد که بیش‌ترین تعداد شاخه‌های جانبی از محلول پاشی ورمی کمپوست (۲۹/۵۸) حاصل شد که اختلاف معنی‌داری با مصرف خاکی آن (۲۰/۹۱) داشت (جدول ۴). بین تلقیح گونه‌های مختلف مایکوریزا نیز اختلاف معنی‌داری وجود داشت، به‌طوری‌که گونه *R. irregularis* (۲۶/۷) نه درصد بیش‌تر از گونه *F. mosseae* (۲۴/۳) و ۲۳ درصد بیش‌تر *G. fasiclutum* (۲۱/۷۵) شد (جدول ۴). بین محلول‌پاشی و مصرف خاکی کود ماهی و کود گاوی اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۴). کود فسفات زیستی (۱۹/۲۵) با مصرف خاکی ورمی کمپوست (۲۰/۹۱) در یک گروه آماری قرار گرفتند که همگی نسبت به شاهد (۱۱/۸) اختلاف معنی‌داری داشتند (جدول ۴). اثر متقابل معنی-داری بین سال و گونه مشاهده شد به‌طوری‌که تعداد شاخه های فرعی مرزه خوزستانی در سال سوم (۲۶/۵) ۵۹ درصد بیش‌تر از مرزه رشینگری (۱۶/۶) در سال سوم شد (جدول ۵).

جدول ۴- مقایسه میانگین برخی صفت مرزه تحت تاثیر تیمارهای مورد مطالعه درسال ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸

تیمار		ارتفاع بوته(cm)	تعداد شاخه‌های فرعی	شاخص‌سطح برگ	وزن خشک($t.ha^{-1}$)	درصد اسانس(%)	عملکرد اسانس($kg.ha^{-1}$)
گونه	ریشنگری	۳۳/۷۴^{b}	۱۸/۲۲^{b}	۰/۵۷^{b}	۲/۵۱^{b}	۴/۷۷^{a}	۱۳/۰۵^{a}
	خوزستانی	۲۸/۴۶^{a}	۲۱/۶۶^{a}	۰/۶^{a}	۳/۲۶^{a}	۳/۶^{b}	۱۲/۶۵^{b}
	LSD	۰/۷۸	۰/۸۲	۰/۰۱	۰/۱۴	۰/۱۶	۰/۷۸
سال	دوم	۳۰/۲۵^{b}	۱۵/۹^{b}	۰/۵۱^{b}	۲/۱۳^{b}	۳/۸۶^{b}	۹^{b}
	سوم	۳۱/۳۶^{a}	۲۳/۸۷^{a}	۰/۶۷^{a}	۳/۶۵^{a}	۴/۵^{a}	۱۶/۷^{a}
	LSD	۳/۳۸	۸/۱۴	۰/۱۳	۰/۸۸	۰/۱۸	۳/۶۷
	شاهد	۲۳^{h}	۱۱/۸^{j}	۰/۳۱^{g}	۱/۵۱^{g}	۲/۴۵^{h}	۳/۷۴^{g}
	مایکوریزا-موسه	۳۳/۹۱^{c}	۲۴/۳^{c}	۰/۷۱^{b}	۳/۶۹^{bc}	۵/۱۰^{bc}	۱۸/۷۷^{b}
	مایکوریزا-ایرریگالاریس	۳۶/۵۸^{b}	۲۶/۷^{b}	۰/۷۶^{a}	۳/۸۳^{ab}	۵/۲۵^{ab}	۲۰/۰۹^{b}
	مایکوریزا-فسیکولوتم	۳۲/۳۳^{cde}	۲۱/۷۵^{d}	۰/۶۷^{bc}	۳/۳۶^{c}	۴/۷۸^{cd}	۱۶/۱۰^{c}
	کود ماهی-خاکی	۲۶/۲۵^{g}	۱۴/۶۶^{h}	۰/۴۳^{f}	۱/۹۸^{f}	۳/۲۲^{fg}	۶/۵۱^{f}
	کود ماهی- محلول	۲۷/۵۸^{fg}	۱۵/۵^{h}	۰/۴۵^{f}	۲/۱۶^{f}	۳/۱۹^{g}	۷/۰۹^{f}
	کود گاوی-خاکی	۲۸/۴۱^{f}	۱۶/۵۸^{hg}	۰/۵۳^{e}	۲/۵۳^{e}	۳/۶۱^{ef}	۹/۲۵^{e}
	کود گاوی -محلول	۳۰/۶۶^{e}	۱۷/۶۶^{fg}	۰/۵۴^{e}	۲/۷۵^{de}	۳/۹۷^{e}	۱۰/۹۱^{e}
	ورمی کمپوست -خاکی	۳۲/۵۸^{cd}	۲۰/۹۱^{de}	۰/۶۲^{d}	۲/۹۴^{d}	۴/۴۹^{d}	۱۳/۱۵^{d}
	ورمی کمپوست -محلول	۳۹/۱۶^{a}	۲۹/۵۸^{a}	۰/۷۹^{a}	۴/۱۵^{a}	۵/۵۳^{a}	۲۲,۹۲^{a}
	کود فسفات زیستی	۳۱/۶۶^{de}	۱۹/۲۵^{ef}	۰/۶۳^{cd}	۲/۸۹^{d}	۴/۴۳^{d}	۱۲/۱^{d}
	LSD	۱/۸۴	۱/۹۳	۰/۰۴	۰/۳۳	۰/۳۸	۱/۸۴

حروف مشابه در هر ستون نشان‌گر عدم تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد می‌باشد.

ادامه جدول ۴

تیمار		نیتروژن	فسفر	پتاسیم	آهن($mg.kg^{-1}$)
		%			
گونه	ریشنگری	۲/۲۱^{b}	۱/۰۹^{b}	۲/۶^{b}	۳۵۳^{b}
	خوزستانی	۲/۷۸^{a}	۱/۳۳^{a}	۳/۱۳^{a}	۳۶۴^{a}
LSD		۰/۱۴	۰/۰۷	۰/۱۴	۱۰/۵
سال	دوم	۲/۰۸^{b}	۱^{b}	۲/۴۳^{b}	۳۲۳/۴۵^{b}
	سوم	۲/۹۲^{a}	۱/۴۲^{a}	۳/۲۴^{a}	۳۹۴/۷۶^{a}
LSD		۰/۷۲	۰/۴۴	۰/۴	۹۸/۰۷
شاهد		۱/۰۸^{h}	۰/۶۱^{g}	۱/۴۳^{j}	۲۲۷/۹۲^{h}
مایکوریزا–موسه		۳/۱۹^{bc}	۱/۴۲^{cd}	۳/۶۲^{bc}	۴۲۶/۵^{bc}
مایکوریزا– ایرریگالاریس		۳/۴۷^{ab}	۱/۵۶^{bc}	۳/۹۲^{ab}	۴۴۴/۸۳^{ab}
مایکوریزا–فسیکولوتم		۲/۸۶^{cd}	۱/۲۸^{d}	۳/۳۷^{cd}	۴۰۷/۳۳^{e}
کود ماهی–خاکی		۱/۶۷^{fg}	۰/۷۵^{fg}	۱/۹۱^{h}	۲۷۷/۹۲^{g}
کود ماهی–محلول		۱/۷۰^{fg}	۰/۸۱^{fg}	۲/۰۵^{gh}	۲۹۲/۸۳^{g}
کود گاوی–خاکی		۲^{ef}	۰/۹۵^{ef}	۲/۳۷^{fg}	۳۲۲/۶۷^{f}
کود گاوی–محلول		۲/۲۲^{e}	۱/۰۴^{e}	۲/۵۸^{f}	۳۳۹^{ef}
ورمی کمپوست –خاکی		۲/۵۸^{d}	۱/۳۵^{d}	۲/۹۴^{e}	۳۶۳/۴۲^{de}
ورمی کمپوست –محلول		۳/۷۸^{a}	۱/۹۱^{a}	۴/۱۸^{a}	۴۶۶/۲۵^{a}
کود فسفات زیستی		۲/۶۳^{d}	۱/۶۳^{ab}	۳/۱۲^{ed}	۳۸۱/۵^{d}
LSD		۰/۳۴	۰/۱۷	۰/۳	۲۴/۶۳

حروف مشابه در هر ستون نشان‌گر عدم تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد می‌باشد.

شاخص سطح برگ

مقایسه میانگین داده‌ها داد که بیش‌ترین شاخص سطح برگ مرزه از محلول پاشی ورمی کمپوست (۰/۷۹) حاصل شد که اختلاف معنی‌داری با تلقیح مایکوریزا گونه *R. irregularis* (۷۶) نداشت، ولی با مصرف خاکی ورمی کمپوست (۶۱) اختلاف معنی‌داری داشت (جدول۴). بین محلول‌پاشی و مصرف خاکی کود ماهی و کود گاوی اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۴). کود فسفات زیستی (۰/۶۳) نیز با مصرف خاکی ورمی کمپوست و تلقیح مایکوریزا گونه*G. fasiclutum* (۰/۶۷) در یک گروه آماری قرار گرفتند که همگی با شاهد (۳۱) اختلاف معنی-داری داشتند (جدول ۴).

وزن خشک

مطابق جدول ۴، بیش‌ترین وزن خشک بوته مرزه (شامل برگ و سرشاخه گلدار) از محلول پاشی ورمی-کمپوست (۴/۱۵ تن در هکتار) حاصل شد که اختلاف معنی‌داری با تلقیح گونه *R. irregularis* (۳/۸۳ تن در هکتار) نداشت، ولی با مصرف خاکی ورمی‌کمپوست (۲/۹۴ تن در هکتار) اختلاف معنی‌داری داشت. بین محلول‌پاشی کود ماهی و کود گاوی با مصرف خاکی آن‌ها اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۴). کود فسفات زیستی (۲/۸۹ تن در هکتار) با مصرف خاکی ورمی کمپوست و تلقیح مایکوریزا گونه *G . fasiclutum* (۳/۳۶ تن در هکتار) در یک گروه آماری قرار گرفتند که همگی با شاهد (۱/۵۱ تن در هکتار) اختلاف معنی‌داری داشتند (جدول ۴). اثر متقابل معنی‌داری بین سال و گونه مشاهده شد به‌طوری‌که وزن خشک بوته مرزه خوزستانی در سال سوم (۳/۷ تن در هکتار) ۶۰ درصد بیش‌تر از وزن خشک بوته مرزه رشینگری (۲/۳ تن در هکتار) در سال سوم شد (جدول ۵).

جدول ۵- مقایسه میانگین ترکیبات تیماری سال در گونه مرزه در سال‌های ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸

صفت	ارتفاع بوته (cm)		تعداد شاخه‌های جانبی		وزن خشک ($t.ha^{-1}$)		درصد اسانس		نیتروژن		پتاسیم ($mg.kg^{-1}$)		آهن	
سال	۲	۳	۲	۳	۲	۳	۲	۳	۲	۳	۲	۳	۲	۳
ریشنگری	۲۸/۷^{c}	۳۱/۸^{b}	۱۵/۲^{d}	۱۶/۶^{c}	۱/۹^{d}	۲/۳^{c}	۴/۳^{b}	۵/۱^{a}	۱/۷^{b}	۲/۵^{ab}	۲^{c}	۲/۹b	۲۸۹^{d}	۳۷۸^{b}
خوزستانی	۲۷/۶^{c}	۳۲/۲^{a}	۲۰/۸^{b}	۲۶/۵^{a}	۲/۷^{b}	۳/۷^{a}	۳/۴^{c}	۳/۶^{c}	۲/۷^{a}	۲/۳^{c}	۳/۴^{a}	۳/۱^{b}	۳۴۸^{c}	۴۰۵^{a}
LSD	۱/۱۳		۱/۱۶		۰/۲۲۹		۰/۲۱۹		۰/۲۵۴		۰/۲۰۸		۱۴/۷	

حروف مشابه در هر ستون نشان‌گر عدم تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد می‌باشد

جدول ۶- مقایسه میانگین ترکیبات تیماری سال در تیمار برای برخی صفات مرزه در سال ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸

تیمار	ارتفاع بوته(cm)		فسفر		پتاسیم		آهن	
سال	۲	۳	۲	۳	۲	۳	۲	۳
شاهد	۲۲^{m}	۲۴^{im}	۰/۵۷^{m}	۰/۶۵^{im}	۱/۴^{m}	۱/۴۶^{n}	۲۱۹^{i}	۲۳۷^{ki}
مایکوریزا-موسه	۳۰/۸^{efg}	۳۶/۵^{bc}	۱/۰۷^{gh}	۱/۷۷^{bc}	۳/۰۱^{fg}	۴/۲۵^{bc}	۳۸۰^{f}	۴۷۳^{bc}
مایکوریزا ایرریگالاریس	۳۴/۵^{cd}	۳۸/۲^{ab}	۱/۱۵^{fg}	۱/۹۸^{b}	۳/۲۹^{ef}	۴/۵۶^{ab}	۳۹۸^{ef}	۴۹۲^{ab}
مایکوریزا-فسیکولوتم	۲۹/۳$^{f-i}$	۳۴/۸^{cd}	۱/۰۴^{ghi}	۱/۵۳^{de}	۲/۸۲^{fgh}	۳/۹۰^{cd}	۳۶۵^{fg}	۴۵۰^{cd}
کود ماهی-خاکی	۲۶/۷^{ijk}	۲۴/۳^{kim}	۰/۷۶^{kjm}	۰/۷۹^{klm}	۱/۶۸^{mn}	۲/۰۹$^{j-m}$	۲۵۱^{i}	۲۹۶^{ij}
کود ماهی-محلول	۲۸/۵$^{g-j}$	۲۶/۵^{jkl}	۰/۷۹^{klm}	۰/۸۲$^{i-j}$	۱/۷۷^{inm}	۲/۲۶^{ijk}	۲۶۸^{jk}	۳۱۸^{hi}
کود گاوی-خاکی	۲۷/۷^{hij}	۲۸/۲$^{g-j}$	۰/۸۱^{jkl}	۱/۰۲$^{g-j}$	۱/۹۵^{kim}	۲/۶۲^{ghi}	۲۸۹^{ij}	۳۴۳^{gh}
کود گاوی-محلول	۳۰/۸^{efg}	۳۰/۲$^{e-h}$	۰/۸۸$^{h-k}$	۱/۱۶^{fg}	۲/۲۲$^{i-l}$	۲/۸۹^{fgh}	۳۰۷^{i}	۳۷۱^{fg}
ورمی کمپوست -خاکی	۳۲/۵^{de}	۳۱/۳^{ef}	۰/۹۵$^{g-k}$	۱/۶۶^{cd}	۲/۴۷^{hij}	۳/۲۵^{ef}	۳۲۲^{hi}	۳۹۶^{ef}
ورمی کمپوست-محلول	۳۷/۵^{b}	۴۰/۵^{a}	۱/۵۹^{cd}	۲/۲۵^{a}	۳/۵۱^{de}	۴/۸۵^{a}	۴۱۷^{de}	۵۱۵^{a}
کود فسفات زیستی	۳۰/۵^{efg}	۳۲/۵d^{e}	۱/۳۱^{ef}	۱/۹۷^{b}	۲/۶۴^{ghi}	۳/۵۸^{de}	۳۴۳^{gh}	۴۲۰^{de}
LSD	۲/۶۴		۰/۲۳		۰/۴۸۷		۳۴/۵	

حروف مشابه در هر ستون نشان‌گر عدم تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد می‌باشد

درصد اسانس

طبق نتایج مقایسه میانگین بیشترین درصد اسانس مرزه مربوط به محلول‌پاشی ورمی کمپوست محلول (۵/۵۳درصد) بود که با تلقیح مایکوریزا گونه *R. irregularis* (۵/۲۵ درصد) در یک گروه آماری قرار داشت، ولی بین تلقیح سایر گونه‌های مایکوریزا تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۴). کود فسفات زیستی (۴/۴۳ درصد) نیز با تلقیح مایکوریزا گونه *G. fasiclutum* (۴/۷۸ درصد) در یک گروه آماری قرار داشت که همگی با شاهد (۲/۴۵ درصد) اختلاف معنی‌داری داشتند (جدول ۴). بین محلول‌پاشی کود ماهی و کود گاوی با مصرف خاکی آن‌ها اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۴). اثر متقابل معنی‌داری بین سال و گونه مشاهده شد به‌طوری‌که درصد اسانس مرزه رشینگری در سال سوم (۵/۱ درصد) ۱۸ درصد از بیشتر از درصد اسانس مرزه رشینگری در سال دوم (۴/۳ درصد) و۴۱ درصد بیش‌تر از مرزه خوزستانی در سال سوم (۳/۶ درصد) بود (جدول۵).

عملکرد اسانس

بر طبق نتایج مقایسه میانگین بالاترین میزان عملکرد اسانس از تیمار ورمی کمپوست محلول (۲۲/۹۲ کیلوگرم بر هکتار) حاصل شد، کمترین میزان عملکرد اسانس هم از تیمار شاهد (۳/۷۴ کیلوگرم بر هکتار) به‌دست آمد

(جدول ۴). تلقیح گونه *R. irregularis* (۲۰/۰۹ کیلوگرم در هکتار) ۷ درصد بیشتر از گونه *F.mosseae* (۱۸/۷۷ کیلوگرم در هکتار) و ۴۰ درصد بیشتر از گونه *G. fasiclutum* (۱۶/۱۰ کیلوگرم در هکتار) شد (جدول ۴). بین کاربرد کود فسفات زیستی و مصرف خاکی ورمی کمپوست اختلاف معنی داری مشاهد نشد، همچنین بین محلول‌پاشی و مصرف خاکی کود گاوی و کود ماهی اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۴). عملکرد اسانس مرزه ریشنگری (۱۳/۰۵ کیلوگرم بر هکتار) سه درصد بیشتر از مرزه خوزستانی (۱۲/۶۵ کیلوگرم بر هکتار) شد. (جدول ۵).

نیتروژن برگ

مطابق نتایج مقایسه میانگین، بیش‌ترین درصد نیتروژن برگ مرزه از محلول‌پاشی ورمی‌کمپوست (۳/۷۸) که با تلقیح گونه *R. irregularis* (۳/۴۷) در یک گروه آماری قرار گرفت ولی با مصرف خاکی ورمی-کمپوست (۲/۵۸) اختلاف معنی‌داری داشت (جدول ۴). کاربرد کود فسفات زیستی (۲/۶۳) با تلقیح مایکوریزا گونه *G. fasiclutum* (۲/۸۶) در یک گروه آماری قرار داشت که همگی با شاهد (۱/۰۸) اختلاف معنی‌داری داشتند (جدول۴). بین محلول‌پاشی و مصرف خاکی کود گاوی و کود ماهی اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۴). اثر متقابل معنی‌داری بین سال و گونه مشاهده شد به طوری‌که درصد نیتروژن مرزه خوزستانی در سال سوم (۲/۷) ۱۷ درصد بیش‌تر از سال دوم (۲/۳) و 58 درصد بیش‌تر از مرزه رشینگری در سال دوم (۱/۷) شد (جدول ۵).

فسفر برگ

نتایج نشان داد که بیش‌ترین درصد فسفر برگ مرزه از محلول‌پاشی ورمی‌کمپوست (۱/۹۱) که با مصرف خاکی ورمی‌کمپوست (۱/۳۵) اختلاف معنی‌داری داشت (جدول ۴). ولی بین محلول‌پاشی و مصرف خاکی کود گاوی و کود ماهی اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۴). کاربرد کود فسفات زیستی (۱/۶۳) با تلقیح مایکوریزا گونه *R. irregularis* (۱/۵۶) در یک گروه آماری قرار داشت که همگی با شاهد (۰/۶۱) اختلاف معنی‌داری داشتند (جدول۴). همچنین نتایج اثر متقابل بین سال و تیمار نشان داد میزان فسفر تحت تاثیر محلول پاشی ورمی کمپوست سال سوم (۲/۲۵) نسبت به سال دوم (۱/۵۹) ۴۱ درصد افزایش داشت (جدول ۵). میزان فسفر در تیمار شاهد سال دوم و سوم اختلاف معنی داری نداشت (جدول۵).

پتاسیم برگ

اطلاعات مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیش‌ترین درصد پتاسیم برگ مرزه از محلول‌پاشی ورمی‌کمپوست (۴/۱۸) حاصل شد که با تلقیح گونه *R. irregularis* (۳/۳۷) در یک گروه آماری قرار داشت ولی با مصرف خاکی ورمی‌کمپوست (۲/۹۴) اختلاف معنی‌داری داشت (جدول ۴). کاربرد کود فسفات زیستی (۳/۱۲) با تلقیح مایکوریزا گونه *G. fasiclutum* (۳/۳۷) در یک گروه آماری قرار داشت که همگی با شاهد (۱/۴۳) اختلاف معنی‌داری داشتند (جدول۴). بین محلول‌پاشی و مصرف خاکی کود گاوی و کود ماهی اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۴). اثر متقابل معنی‌داری بین سال و گونه مشاهده شد به طوری‌که درصد پتاسیم مرزه خوزستانی در سال سوم (۳/۴) نه درصد بیش‌تر از سال دوم (۳/۱) و ۷۰ درصد بیش‌تر از مرزه رشینگری در سال دوم (۲) شد (جدول ۵). همچنین نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل بین سال و تیمار نشان داد میزان پتاسیم تحت تاثیر محلول پاشی ورمی کمپوست سال سوم (۴/۸۵) نسبت به سال دوم (۳/۵۱) ۳۸ درصد افزایش داشت (جدول ۶). میزان پتاسیم در تیمار شاهد سال دوم و سوم اختلاف معنی داری نداشت (جدول۶).

آهن برگ

مطابق نتایج مقایسه میانگین بیش‌ترین درصد آهن مرزه برگ از محلول‌پاشی ورمی‌کمپوست (۴۶۶/۲۵ میلی-گرم بر کیلوگرم) حاصل شد که با تلقیح گونه *R. irregulars* (۴۴۴/۸۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم) در یک گروه آماری قرار گرفت ولی با مصرف خاکی ورمی‌کمپوست

(۳۶۳/۴۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم) اختلاف معنی‌داری داشت (جدول ۴). بین محلول‌پاشی و مصرف خاکی کود گاوی و کود ماهی اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۴). کود فسفات زیستی (۳۸۱/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم) با مصرف خاکی ورمی کمپوست در یک گروه آماری قرار داشت که همگی با شاهد (۲۲۷/۹۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم) اختلاف معنی‌داری داشتند (جدول۴). اثر متقابل معنی-داری بین سال و گونه مشاهده شد به طوری‌که درصد آهن مرزه خوزستانی در سال سوم (۴۰۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم) ۱۶ درصد بیش‌تر از سال دوم (۳۴۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و هفت درصد بیش‌تر از مرزه رشینگری در سال سوم (۳۷۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم) شد (جدول ۵). همچنین نتایج اثر متقابل بین سال و تیمار نشان داد میزان آهن تحت تاثیر محلول پاشی ورمی کمپوست در سال سوم (۵۱۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم) نسبت به سال دوم (۴۱۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم) ۲۳ درصد افزایش داشت (جدول ۶). میزان آهن در تیمار شاهد سال دوم و سوم اختلاف معنی داری نداشت (جدول ۶).

بحث

نتایج این تحقیق نشان داد که عکس العمل هر دو گونه به کاربرد کلیه تیمارها مثبت بود، در همه‌ی صفات به‌جز درصد اسانس و عملکرد اسانس گونه خوزستانی بر گونه ریشنگری برتری داشت. بالاتر بودن درصد اسانس مرزه رشینگری را می‌توان به تفاوت‌های ژنتیکی گیاه نسبت داد چون شرایط اکولوژیکی و خاکی برای هر دو گیاه یکسان بود. عملکرد اسانس این دو گونه مرزه تابعی از درصد اسانس و عملکرد برگ و سرشاخه گلدار به-عنوان اندام اسانس‌دار می‌باشد و هر گونه افزایش در این موارد می‌تواند منجر به افزایش عملکرد اسانس تولیدی گردد. در این آزمایش با اینکه وزن خشک مرزه خوزستانی تحت تاثیر تیمارها در تمامی صفات بیشتر بود، ولی عملکرد اسانس گونه ریشنگری بر گونه خوزستانی برتری داشت.

در تمامی صفات مورد مطالعه، تیمار محلول پاشی ورمی کمپوست، تلقیح مایکوریزا و کود فسفات زیستی به ترتیب، بهترین شرایط رشد و نمو، درصد اسانس و میزان عناصر دو گونه مرزه را فراهم کردند. به‌نظر می-رسد تیمار ورمی کمپوست از طریق افزایش فعالیت زیستی در اطراف ریشه و تاثیر بر تولید مواد تنظیم کننده رشد و بهبود جذب نیتروژن بر رشد مرزه موثر است. در تحقیق ناجی و سوری (۲۰۱۵) نیز بیش‌ترین ارتفاع مرزه تابستانه در اثر کاربرد ۲۰ درصد ورمی کمپوست حاصل شد. همچنین بیشترین وزن تر مرزه در اثر کاربرد ورمی کمپوست حاصل شد، ولی وزن خشک مرزه تحت تاثیر قرار نگرفت. در پژوهشی دیگر بیشترین ارتفاع مرزه تابستانه از ورمی کمپوست حاصل شد (رضوانی مقدم و همکاران ۲۰۱۳). در آزمایشی مشابه حسینی و همکاران (۲۰۱۵) نیز گزارش کردند بیشترین درصد اسانس مرزه سهندی در تیمار دو تن در هکتار ورمی کمپوست به دست آمد. حیدرپور و همکاران (۲۰۲۰) نیز تاثیر ورمی کمپوست بر صفات مورفولوژیکی، بیوشیمیایی و عملکرد مرزه را مثبت ارزیابی کردند. بین مصرف خاکی و محلول‌پاشی ورمی کمپوست، اختلاف معنی‌دار بود به‌نظر می‌رسد محلول پاشی بهره‌وری عناصر غذایی را افزایش داده و کمبود عناصر غذایی را در مدت کوتاه‌تری در مقایسه با مصرف خاکی آن‌ها برطرف سازد.

در این آزمایش بین گونه‌های قارچ مایکوریزا *R. irregularis*برتری معنی‌داری با سایر گونه‌ها داشت. آرنگو و همکاران (۲۰۱۲) نیز نشان دادند گیاهان تیمار شده با مایکوریزا وزن تر، وزن خشک، سطح برگ، درصد و عملکرد اسانس بیشتری در مقایسه با گیاهان غیر مایکوریزا داشتند. در آزمایش آنها نیز گونه *R. irregulais* بیشترین سطح فسفر را در اندام هوایی و عملکرد اسانس باعث شد. این محقیقین اظهار داشتند که تیمار مایکوریزا روشی مناسب برای افزایش عملکرد اسانس می‌باشد. ذاکریان و همکاران (۲۰۲۰) بیشترین درصد اسانس مرزه سهندی را با کاربرد دو گونه مایکوریزا گزارش کردند. ذوالفقاری و همکاران (۲۰۱۳) نیز نشان دادند که تاثیر گونه‌های مختلف مایکوریزا بر

اسانس ریحان[1] متفاوت است. می‌توان گفت عکس العمل گونه‌های مختلف گیاهی در برابر گونه‌های مختلف مایکوریزا یکسان نیست و بهتر است در مطالعات، قارچ-های محلی همزیست با گیاهان همان زیستگاه به‌کار رود. در پژوهشی مشابه، نتایج نشان داد که مایکوریزا باعث افزایش تولید شاخ و برگ درمنه شد (چادهاری و همکاران ۲۰۰۸). با این وجود نوش کام و همکاران (۲۰۱۶) گزارش کردند تلقیح مایکوریزا اثری در افزایش ارتفاع و تعداد شاخه‌های فرعی مرزه خوزستانی ندارد. در این آزمایش تلقیح مایکوریزا باعث بهبود میزان نیتروژن، فسفر، پتاسیم و آهن برگ دو گونه مرزه شد. در تحقیقی مشابه، مایکوریزا باعث افزایش جذب عناصر غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم نعناع شد (گوپتا و همکاران ۲۰۰۴). در پژوهشی دیگر، نتایج نشان داد که مایکوریزا باعث افزایش فسفر و آهن در درمنه شد (چادهاری و همکاران ۲۰۰۸). در آزمایشی دیگر مایکوریزا موجب افزایش فسفر در ذرت شد و گونه *F. mosseae* بیشترین اثر را نسبت به سایر گونه‌ها داشت (امیری و همکاران ۲۰۱۲). با این حال نتایج این ازمایش با آزمایش نوش کام و همکاران (۲۰۱۶) بر روی مرزه خوزستانی و کاراجیانانیدیس و همکاران (۲۰۱۱) بر روی مرزنجوش[2] مطابقت ندارد. مکانیسم‌های مختلفی در ارتباط با تاثیر مایکوریزا بر رشد رویشی گیاهان ذکر شده، از جمله تاثیر مایکوریزا بر جذب عناصر غذایی از جمله نیتروژن، فسفر و پتاسیم خاک است (عبدالحافظ و عبدالمونصف ۲۰۰۶). یا اینکه همزیستی مایکوریزا با ریشه از طریق جذب آب و عناصر غذایی، سبب افزایش فتوسنتز شده و این امر موجب تولید فرآورده بیشتر و بهبود رشد (خلوتی و همکاران ۲۰۰۵). همچنین افزایش وزن خشک گیاهان دارویی همزیست شده با مایکوریزا را با افزایش جذب آب و حفظ محتوای نسبی آب بیشتر، افزایش تخصیص و انتقال مواد غذایی بین ریشه و ساقه و همچنین به دلیل افزایش محتوای کلروفیل برگ و نقش فعالـتر واکنش نوری نسبت داد (خلوانیا و همکاران ۲۰۱۹).

مطابق نتایج حاصل از این آزمایش کاربرد کود فسفات زیستی برتری قابل ملاحظه ای نسبت به کاربرد کود گاوی و کود ماهی داشت. برتری فسفات زیستی کود نسبت به کود دامی نیز در آزمایش ناجی و سوری (۲۰۱۵) در مرزه به اثبات رسیده است. کود فسفات زیستی علاوه بر افزایش بازده کود، باعث افزایش جذب قابل ملاحظه عملکرد نیز می‌شود (توحیدی و رستگاری ۲۰۱۹). در تایید نتایج حاصله، صالح راستین (۲۰۰۱) بیان کرد که کود فسفات زیستی از طریق فرآیندهای ویژه‌ای می‌تواند حلالیت ترکیبات فسفره رسوب کرده در خاک، را افزایش داده و بخشی از فسفر مورد نیاز گیاه را تامین کند. از طرفی این کود حاوی باکتری‌های مفید حل کننده فسفات است که با اسیدی کردن خاک و ترشح آنزیم‌های فسفاتاز باعث رها سازی یون فسفات از ترکیبات فسفردار می‌شود که قابل جذب توسط گیاهان است. او بیان کرد که کود فسفات زیستی علاوه بر افزایش بازده جذب کود، باعث افزایش قابل ملاحظه عملکرد نیز می‌شود.

برتری کود گاوی و ماهی نسبت به شاهد (عدم کاربرد هیچ گونه کود) در این آزمایش مشهود بود. کودهای آلی با افزایش میزان عناصر غذایی در دسترس گیاه و آزاد سازی تدریجی آن‌ها باعث افزایش میزان رشد گیاه شده و میزان بیوماس تولیدی را افزایش می‌دهد. کودهای دامی نیز با بهبود خصوصیات فیزیکی و حفظ رطوبت خاک باعث رشد بهتر ریشه و به دنبال آن افزایش رشد گیاه و عملکرد می‌شود. در ازمایشی مصرف ۳۰ تن در هکتار کود دامی باعث افزایش عملکرد بابونه[3] شد (گوش و همکاران ۲۰۰۴). اضافه کردن کود ماهی به عنوان کود آلی به خاک، اثر مطلوبی روی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک دارد، و این موضوع به ویژه در مورد افزایش آب قابل استفاده گیاه به‌دنبال افزایش خلل و فرج خاک بسیار اهمیت دارد (احمدآبادی و قجرسپندلو

[1] . *Ocimum basilicum*

[2]. *Origanum majorana*

[3] *Matricaria chamomilla*

۲۰۱۲). استفاده از ضایعات ماهی امولسیون شده به منظور رشد گیاه تربچه[1] (ال تارابیلی و همکاران ۲۰۰۳)، لوبیا چشم بلبلی[2] (شاهسونی و همکاران ۲۰۱۷) ، گوجه[3]، (آرانگاناسان و همکاران ۲۰۱۶)، مثبت ارزیابی شده است. در این پژوهش در سال سوم آزمایش افزایش معنی‌دار کلیه صفات نسبت به سال دوم مشاهده گردید که ممکن است دلیل آن اضافه کردن مجدد کودها در سال سوم یا تدریجی آزاد کردن عناصر غذایی موجود در کودهای زیستی و آلی باشد. بین محلول‌پاشی و مصرف خاکی کود ماهی و گاوی در تمامی صفات اختلاف معنی-داری مشاهده نشد، ولی تاثیر مصرف خاکی آن‌ها در سال سوم بارز بود.

نتیجه گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که بازتاب هر دو گونه مرزه به کاربرد تمامی تیمارها مثبت می‌باشد. در تمامی صفات مورد مطالعه، تیمار محلول پاشی ورمی کمپوست (پنج تن در هکتار)، بهترین شرایط رشد و نمو و درصد اسانس و میزان عناصر دو گونه مرزه را فراهم کردند. فقط در مورد ورمی کمپوست بین محلول پاشی و مصرف خاکی اختلاف معنی دار مشاهده شد. با توجه به مقایسه هزینه‌ی تهیه کودهای ورمی‌کمپوست نسبت به افزایش ماده خشک (حدود سه برابر بیشتر از شاهد) مرزه، استفاده از این کودها جهت افزایش کمیت و کیفیت محصول از لحاظ اقتصادی مقرون به‌صرفه خواهد بود. در مجموع به‌نظر می‌رسد کاربرد کودهای زیستی و آلی با توجه به حداقل صدمات و مخاطرات محیطی و با حفظ پایداری و سلامت سیستم کشاورزی می‌توانند نیازهای غذایی این گونه‌های دارویی بومی و ارزشمند را تا حدود زیادی برطرف کنند و باعث استقرار بهتر ریزجانداران خاکزی برای تناوب بعدی شوند.

سپاسگزاری

بدین وسیله از مدیرعامل (مرحوم علی صالح نیا)، کارکنان آزمایشگاه و کارگران گلخانه شرکت گیاهان دارویی خرمان قدردانی می‌شود.

منابع مورد استفاده

Abdelhafez AA and Abdel-Monsief RA. 2006. Effects of VAmycorrhizal inoculation on growth, yield and nutrient content of cantaloupe and cucumber under different water regimes. Journal of Agriculture and Biological Sciences, 2(6):503-50. (In Persian).

Ahmadabadi Z and Ghajarsepanloo M. 2012. Effect of organic fertilizer application on some soil physical properties. Journal of Soil and Water Conservation Research, 12(2): 99-116. (In Persian).

Amiri P , Azizi M and Nabizade A. 2012. Effect of mycorrhizal fungi on yield and quality of maize under drought stress conditions. Journal of New Agricultural Technologies, 5(1): 32-48. (In Persian).

Aranganathan L, Radhika Rajasree SR. 2016. Bioconversion of marine trash fish (MTF) to organic liquid fertilizer for effective solid waste management and its efficacy on Tomato growth, Manag. Environ, 27: 93–103.

Arango MC, Ruscitti MF, Ronco MG and Beltrano F. 2012. Mycorrhizal fungi inoculation and phosphorus fertilizer on growth, essential oil production and nutrient uptake in peppermint (*Mentha piperita* L.). Revista Brasileira de Plantas Medicina, 14: 692-699.

Arvanitoyannis IS and Kassaveti A. 2008. Fish industry waste: treatments environmental impacts, current and potential uses. Int. Journal of Food Science, Tech, 43(4): 726-745.

Chaudhary V, Kapoor R and Bhatnagar AK. 2008. Effectiveness of two arbuscular mycorrhizal fungi on concentrations of essential oil and artemisinin in three accessions of *Artemisia annua* L. Applied Soil Ecology, 40(1): 174-181.

1 . *Raphanus sativa*

2. *Vigna sinensis*

3. *Solanum lycopersicum*

El-Tarabily AK, Nassar AH Giles, E Hardy SJ and Sivasithamparam K. 2003. Fish emulsion as a food base for rhizobacteria promoting growth of radish (*Raphanus sativus* L. var. sativus) in a sandy soil. Plant and Soil, 252: 397-411.

Emami A. 1996. Methods of Plant Analysis (Volume I). Journal Institute of Soil and Water. 128 pages.

Fecka I and Turek S. 2008. Determination of polyphenolic compounds in commercial herbal drugs and spices from Lamiaceae: Thyme, wild thyme and sweet marjoram by chromatographic techniques. Food Chem, 108: 1039–1053.

Gupta ML, Prasad A, Ram M and Kumar S. 2004. Effect of the vesiculararbuscular mycorrhizal (VAM) fungus Glumus fasciculatum on the essential oil yield related characters and nutrient acquisition in the crops of different cultivars of menthol mint (*Menthas arvensis*) under field conditions. Bioresour Technology, 81:77-79.

Ghosh PK, Ajay KK, Bandyopadhyay MC, Manna K G, Mandal A K, and Hati KM. 2004. Comprative effectiveness of cattle manure, poultry manure, phosphor compost and fertilizer-NPK on three cropping system in vertisols of semi-arid tropics. Dry matter yield, nodulation, chlorophyll content and enzyme activity. Bio resource Technology 95: 85-93.

Hadian J, Azizi A, Tabatabaei MF, Naghavi MR, Jamzad Z and Friedt W. 2010. Analysis of the genetic diversity and affinities of different Iranian Satureja Species based on SAMPL markers. Journal of Medicinal Plant and Natural Product Research, 76: 1927-1933.

Hossaini SM, Aghaalikhani M, Sefidkon F and Galivant A. 2015. Vegetative and essential oil yields of savory (*Satureja sahendica* Burn.) affected by vermicompost and Redroot Pigweed (*Amaranthus retroflexux* L.) competition. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 31: 342 – 356. (In Persian).

Heidarpour O, Esmaielpour B, Soltani Toolarood, A and Khorramdel S. 2020. Effect of vermicompost on morphophysiological, biochemical and yield characteristics of summer savory (*Satureja hortensis* L.) under different irrigation regimes. Journal of Agroecology, 12(3):507-522.

Jamzad Z. 2009. Thymus and Satureja species of Iran. Publications of Research Institute of Forests and Rangelands, 171pp. (In Persian).

Karagiannidisa N, Thomidisa T, Lazarib D, Panou-Filotheoua, E and Karagiannidoua C. 2011. Effect of three Greek arbuscular mycorrhizal fungi in improving the growth, nutrient concentration, and production of essential oils of oregano and mint plants. Scientia Horticulturae, 129: 329-334.

Khalvandia M, Ameriana MR, Pirdashtib H, Keramatib S and Hosseinic J. 2019. Essential oil of peppermint in symbiotic relationship with Piriformospora indica and methyl jasmonate application under saline condition. Industrial Crops and Products, 127, 195-202.

Khalvati MA, Mzafar A and Schmidhalter U. 2005. Quantification of water uptake by arbuscularmycorrhizal hypha and its signification for leaf growth, water relations and gas exchange of barley subjected to drought stress. Plant Biology Stuttgart, 7(6).

Naiji M and Souri MK. 2015. Evaluation of growth and yield of Savory (*Satureja hortensis*) under organic and biological fertilizers toward organic production. Plant Protection journal, 38(3): 93-103. (In Persian).

Nooshkam A, Majnonhossini N, Hadian j, Jahansoz MR, Khavazi K, Salehnia, AN and Hedayatpoor S. 2016. Study the effects of biological and chemical fertilizer on quantitative and qualitative characteristics of savory specie (*Satureja khuzestanica* jamzad). Jorunal of Grop Prodution, 84: 87-103 .

Rezvani Moghadam P, Amin Ghafoori A, Bakhshaei Sand Jafari L. 2013. Study the effects of biological and organic fertilizers on quantitative traits and essential oil of savoy (*Satureja hortensis* L.). Journal of Agroecology, 5(2): 105-112. (In Persian).

Saleh Rastin N. 2001. Biofertilizers and Their Role in Order to Reach to Sustainable Agriculture. A compilation of papers of necessity for the production of biofertilizers in Iran. Klavazi, K and Malakouti, J., (eds)., Nashr Amouzesh Keshavarzi. Tehran. Iran. 54p.

Sefidkon F, Sadeghzadeh L, Timoori M, Asgari F and Ahmadi Sh. 2007. Evaluation the effects of antimicrobial of essential oil of two savory species *Satureja bachtiarica* Bunge and *Satureja khuzistanica* Jamzad in two harvest stage. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plant, 23: 174-182. (In Persian).

Shahsavani S, Abbaspoor A, Parsaiyan M and Younkers Z. 2017. Effect of fish waste, chemical fertilizer and biofertilizer on yield and yield components of bean (*Vigna sinensis*) and some soil properties. Iranian Journal of Pulses Research, 8: 45-59. (In Persian).

Tohidi Nejad E, Rastegari F.2019. Effects of biological and organic fertilizers on morphological parameters and chamazulene yield of German chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) under drought stress condition. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research, 34: 949–962,

Zakerian F, Sefidkon F, Abbaszadeh, B. and Kalate-Jari, S. 2020. Effect of drought stress and mycorrhizal fungi on physiological traits and essential oil percentage of *Satureja sahandica* Bornm. Iranian Journal of Horticultural Science, 51: 189-201. (In Persian).

Zolfaghari M, Nazeri V, Sefidkon F and Rejali F. 2013. Effects of arbuscular mycorrhizal fungi on plant growth and essential oil content and composition of *Ocimum basilicum* L. Iranian Journal of Plant Physiology, 3: 643-650.