دانشگاه گنبد کاووس
نشریه "تحقیقات کاربردی اکوفیزیولوژی گیاهی"
دوره اول، شماره چهارم، زمستان ۹۳
http://arpe.gonbad.ac.ir

اثر باکتری‌های محرک رشد همراه با محلول‌پاشی منگنز و روی بر صفات مورفولوژیک و رویشی ریحان (*Ocimum basilicum* L.)

سیده‌حدیثه بهاری ساروی[۱]، همت‌اله پیردشتی[۲*]، یاسر یعقوبیان[۳]

[۱]دانشجوی دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی شاهرود، ایران،
[۲]دانشیار گروه زراعت، پژوهشکده ژنتیک و زیست فناوری کشاورزی طبرستان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران،
[۳]دانشجوی پژوهشکده ژنتیک و زیست فناوری کشاورزی طبرستان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران
تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۲/۱۴ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۷/۲۴

چکیده

به‌منظور بررسی اثر باکتری‌های محرک رشد و محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف منگنز (Mn) و روی (Zn) بر صفات مورفولوژیکی و رویشی گیاه ریحان (*Ocimum basilicum* L.)، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۰ اجرا شد. فاکتورهای آزمایشی شامل تلقیح باکتری در سه سطح عدم تلقیح، تلقیح با باکتری‌های ازتوباکتر و آزوسپیریلوم (AZB+AZL) و تلقیح با آزوسپیریلوم، سودوموناس و باسیلوس (AZL+PSF+BAS) و عناصر کم‌مصرف در چهار سطح (شاهد، منگنز، روی و منگنز+روی) بود. نتایج آزمایش حاکی از آن بود که ارتفاع بوته ریحان با کاربرد AZB+AZL و AZL+PSF+BAS همراه با محلول‌پاشی روی به‌ترتیب ۳۳ و ۲۹ درصد و سطح برگ در تلقیح با AZL+PSF+BAS و محلول‌پاشی منگنز+ روی به میزان ۱۵ درصد نسبت به شاهد به‌ترتیب افزایش معنی‌دار و غیرمعنی‌دار نشان دادند. کاربرد AZB+AZL و AZL+PSF+BAS طول گل‌آذین را به‌ترتیب ۳۳ و ۳۵ درصد نسبت به عدم تلقیح بهبود بخشید. هم‌چنین، کاربرد AZL+PSF+BAS همراه با روی وزن تر ساقه، برگ و بوته و وزن خشک برگ را به‌ترتیب ۴۵، ۸۵، ۶۳ و ۴۸ درصد نسبت به شاهد به‌طور معنی‌داری افزایش داد. وزن خشک ساقه پس از تلقیح گیاه با باکتری‌های AZB+AZL و محلول‌پاشی روی و روی+ منگنز از ۳۳ تا ۵۰ درصد نسبت به تیمار عدم تلقیح افزایش یافت. هم‌چنین، کاربرد هم‌زمان ازتوباکتر و آزوسپیریلوم و محلول‌پاشی روی و روی+ منگنز موجب بهبود ۱۷ تا ۳۰ درصدی وزن خشک بوته گردید. در مجموع، نتایج بیانگر پاسخ مثبت گیاه ریحان به کاربرد هم‌زمان باکتری‌های محرک رشد و محلول‌پاشی توأم عناصر کم‌مصرف روی و منگنز بود.

واژه‌های کلیدی: **باکتری‌های محرک رشد، روی، ریحان، صفات مورفولوژیک، منگنز**

*نویسنده مسئول: h.pirdashti@sanru.ac.ir

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-04-29]

مقدمه

در حال حاضر یک‌سوم داروهای مورد استفاده بشر منشأ گیاهی داشته و نیاز روزافزون کارخانه‌های داروسازی به ماده‌ی اولیه و لزوم حفظ منابع طبیعی گیاهی، اهمیت مطالعه در زمینه‌ی کشت و فرآوری گیاهان دارویی و معطر را دو چندان نموده است (Mosavi and Segatoleslami, 2012). یکی از گیاهان دارویی که امروزه مورد توجه قرار گرفته است؛ ریحان (*Ocimum basilicum* L.) می‌باشد. این گیاه یکساله، علفی و معطر به خانواده نعناعیان (Lamiaceae) تعلق دارد (Weisany *et al.*, 2012; Makri and Kintzios, 2007) و علاوه بر مصرف دارویی به‌عنوان گیاه ادویه‌ای و هم‌چنین سبزی استفاده می‌شود. مواد مؤثره پیکر رویشی این گیاه اشتها آور بوده و برای تسکین دردهای معده بهبود بیماری‌های ریوی و کمک به هضم غذا استفاده می‌شود (Shah Hoseini *et al.*, 2012).

یکی از مسائلی که در مورد ریحان همانند سایر گیاهان دارویی و زراعی ضروری به‌نظر می‌رسد، به‌زراعی و تأمین مناسب عناصر غذایی مورد نیاز آن است. امروزه استفاده از میکروارگانیسم‌های همزیست با گیاهان به‌عنوان کود زیستی برای تأمین عناصر غذایی مورد توجه قرار گرفته و با هدف استفاده از پتانسیل موجودات و مواد آلی موجود در خاک جهت افزایش کمی و کیفی و هم‌چنین حفظ ایمنی محیط زیست رواج یافته‌اند (Khase Sirjani *et al.*, 2011). در حال حاضر کودهای زیستی جایگزینی مناسب برای کودهای شیمیایی جهت افزایش حاصلخیزی خاک و تولید محصولات در کشاورزی پایدار به‌شمار می‌آیند (Bahari Saravi *et al.*, 2013; Avise *et al.*, 2008). به‌کارگیری کود فسفات زیستی حاوی باکتری‌های باسیلوس و سودوموناس در گیاهان دارویی رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.) و همیشه‌بهار (*Calendula persica*) باعث افزایش عملکرد (Darzi *et al.*, 2008) و در گیاه دارویی بادرنجبویه (*Melissa officinalis* L.) موجب افزایش زیست‌توده تر و خشک گیاه گردید (Tahami, 2010). از طرفی، تأمین عناصر غذایی در گیاه دارویی می‌تواند نقش مهمی در افزایش کیفیت و کمیت ماده‌ی مؤثره آن‌ها داشته باشد که در این میان اهمیت عناصر پرمصرف از قبل مشخص بوده اما نقش عناصر کم‌مصرف تا حدی ناشناخته مانده و کاربرد آن‌ها کم‌تر مورد توجه قرار گرفته است (Heidari *et al.*, 2008). عناصر کم‌مصرف در گیاهان به مقادیر کم مورد استفاده قرار می‌گیرند اما آثار مهمی را برجای می‌گذارند و این عناصر در صورت کمبود می‌توانند به‌عنوان محدودکننده جذب سایر عناصر غذایی و رشد عمل کنند و همین امر لزوم توجه به کاربرد آنها را مشخص می‌کند (Eydizadeh *et al.*, 2010). از سوی دیگر، وجود عناصر پرمصرفی مانند نیتروژن و فسفر در خاک به جذب عناصر کم‌مصرف مانند آهن، روی و منگنز کمک می‌نماید (Sharifi *et al.*, 2010). با توجه به این‌که باکتری‌های محرک رشد قابلیت دسترسی به عناصری چون نیتروژن و فسفر

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-04-29]

را افزایش می‌دهند بنابراین، می‌توانند بر جذب عناصر کم‌مصرف نیز مؤثر باشند. هم‌چنین تولید سیدروفور در باکتری‌های محرک رشد جنس سودوموناس (Yang *et al*., 2011)، آزوسپیریلوم و ازتوباکتر (Ahmad *et al*., 2006) اثبات شده است که افزایش جذب عناصر کم‌مصرف به‌خصوص آهن، منگنز و روی توسط گیاه می‌تواند با تولید سیدروفورهای گیاهی مرتبط باشد (Arzanesh *et al*., 2012).

برگ‌ها مهم‌ترین اندام فتوسنتزکننده در گیاهان بوده و استفاده از عناصر غذایی باعث افزایش سطح برگ و میزان فتوسنتز می‌شود (Karamy *et al*., 2013). در طول رویش گیاهان، کاربرد مواد غذایی محلول که حاوی عناصر کم‌مصرف مانند آهن، روی، منگنز، مولیبدن و بور باشد و در سطح برگ‌ها محلول‌پاشی شوند منجر به افزایش عملکرد می‌گردد و کمبود این عناصر در کاهش عملکرد گیاه تأثیر به‌سزایی دارد (Ahmadi *et al*., 2012; Rezaei *et al*., 2013). بیش‌تر خاک‌های ایران حاوی آهک و دارای pH بالا بوده و کمبود عناصر کم‌مصرف در آن مشاهده می‌گردد که در این میان دو عنصر روی و منگنز قابل دسترس برای گیاه با افزایش pH خاک کاهش می‌یابد (Pahlavan *et al*., 2008). در همین زمینه طاهرخانی و همکاران (Taherkhani *et al*., 2013) در پژوهشی گزارش کردند که ۴۰ درصد خاک‌های کشور دچار کمبود روی و ۲۵ درصد دچار کمبود منگنز می‌باشند. در مناطق شمالی کشور نیز اکثر خاک‌های کشاورزی با کمبود روی و منگنز مواجه هستند (Mottaghian *et al*., 2013). اثر مثبت مصرف عناصر کم‌مصرف چه در گیاهان دارویی مانند بهبود وزن خشک گیاه دارویی ترخون (*Artemisia dracunculus*) (Glyn, 2002) و نعناع فلفلی (*Mentha piperita* L.) (Heidari *et al*., 2008) و چه افزایش زیست‌توده، عملکرد دانه و ارتفاع بوته در گیاهانی مانند گندم (Davodzadeh *et al*., 2011)، ذرت (Karimi *et al*., Khalili Mahale and Roshdi, 2008; 2012) و آفتابگردان (Rezaei *et al*., 2013) گزارش شده است؛ هم‌چنین بورجز و همکاران (Borges *et al*., 2009) اثر عناصر کم‌مصرف مانند روی و منگنز را در گیاه ذرت بررسی نموده و دریافتند که استفاده از این دو عنصر موجب افزایش عملکرد گردید؛ در مطالعه‌ای که روی ارقام مختلف کنجد صورت گرفت مشخص گردید که عناصر کم‌مصرف آهن و روی اثرات افزایشی در ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های فرعی، عملکرد دانه و درصد روغن در بوته داشتند (Ahmadi *et al*., 2012). تریهان و شارما (Trehan and Sharma, 2000) اظهار داشتند که استفاده از عنصر روی باعث افزایش عملکرد ماده خشک در ذرت، گندم و آفتابگردان گردید. با توجه به مطالب بیان شده و هم‌چنین برهم‌کنش میزان جذب عناصر پرمصرف و کم‌مصرف و نیز نقش میکروارگانیسم‌های محرک رشد بر جذب عناصر، این مطالعه با هدف بررسی برهم‌کنش کودهای زیستی و دو عنصر کم‌مصرف روی و منگنز بر صفات مورفولوژیکی و رویشی گیاه ریحان اجرا شد.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-04-29]

مواد و روش‌ها

این پژوهش در گلخانه دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در تابستان ۱۳۹۰ اجرا شد. فاکتورهای آزمایشی شامل تلقیح باکتری در سه سطح عدم تلقیح، تلقیح با باکتری‌های ازتوباکتر و آزوسپیریلوم (AZB+AZL) و تلقیح با باکتری‌های آزوسپیریلوم، سودوموناس و باسیلوس (AZL+PSF+BAS) و محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف در چهار سطح شاهد، منگنز (Mn)، روی (Zn) و منگنز+ روی (Mn+Zn) بود. تلقیح بذور با کود زیستی بر اساس دستورالعمل شرکت سازنده انجام شد به این صورت که بذور به‌مدت ۶۰ دقیقه در محلول ۲۰ درصد نیتروکسین و ۱۰ درصد سوپرنیتروپلاس خیسانده و سپس در سایه به‌دور از نور خورشید خشک گردیدند. برخی از مشخصات کودهای زیستی در جدول ۱ آورده شده است. از گلدان‌هایی به ابعاد ۵۰×۳۰ و حاوی نسبت دو به یک خاک مزرعه و ماسه استفاده گردید. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک شامل هدایت الکتریکی عصاره اشباع و pH خاک به‌ترتیب توسط دستگاه‌های هدایت‌سنج الکتریکی و pH متر اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری فسفر قابل جذب خاک از روش اولسن، نیتروژن کل از دستگاه کجلدال، پتاسیم از روش استات آمونیوم یک مولار و با دستگاه فلیم فتومتر، بافت خاک از روش هیدرومتری و میزان عناصر کم‌مصرف (روی و منگنز) از روش DTPA و دستگاه جذب اتمی (جدول ۲) استفاده شد (Baker and Suhr, 1982). بذور ریحان ابتدا با هیپوکلریت سدیم یک درصد به‌مدت ۱۰ دقیقه ضدعفونی شد و پس از تلقیح با تیمارهای باکتریایی به تعداد ۲۰ بذر در هر گلدان کشت گردید و در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و دوره نوری ۱۶ ساعت نگهداری شدند. در مرحله هشت برگی، محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف در دو مرحله و با فاصله زمانی یک هفته انجام شد. عناصر کم‌مصرف مورد استفاده در آزمایش شامل روی (Zn) و منگنز (Mn) با غلظت شش میلی‌گرم در لیتر به‌ترتیب از منبع سولفات روی و سولفات منگنز تهیه گردید. زمان محلول‌پاشی عصر انتخاب شد تا از آثار نامطلوب نور خورشید بر ترکیبات پاشیده شده جلوگیری گردد. هم‌چنین، بعد از محلول‌پاشی، آبیاری گلدان‌ها انجام شد تا با افزایش حرکت آب در داخل سامانه گیاه جذب ترکیب‌های به‌کار رفته بهتر و سریع‌تر انجام شود (Heidari *et al*., 2008). صفات مورفولوژیک شامل ارتفاع بوته، سطح برگ (با نرم‌افزار Digimizer نسخه ۴/۱)، تعداد برگ در بوته، طول گل و هم‌چنین صفات رویشی شامل وزن تر و خشک برگ، ساقه، گل و بوته اندازه‌گیری شد. برای تعیین وزن خشک (ساقه، گل و بوته) سه بوته از هر گلدان به‌صورت کف‌بر در مرحله تمام گل برداشت و نمونه‌ها در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۴۸ ساعت قرار داده شدند. سپس با استفاده از ترازوی حساس با دقت ۰/۰۰۱ گرم (AND HR-100, Japan) وزن شدند؛ در نهایت، داده‌های حاصل از آزمایش با روش کولموگروف- اسمیرنوف آزمون نرمال شده و با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-04-29]

تجزیه و میانگین‌ها با استفاده از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد مورد مقایسه قرار گرفتند.

جدول ۱- برخی مشخصات کودهای زیستی مورد استفاده

ماده مؤثره	نام تجاری	علایم اختصاری	واحد تشکیل‌دهنده کلونی در هر میلی‌لیتر (CFU/ml)	شرکت سازنده
Azotobacter brasilense *Azospirillum lipoferum*	نیتروکسین	AZB+AZL	10^8 در هر میلی‌لیتر	فناوری زیستی مهر آسیا
Azospirillum lipoferum *Pseudomonas fluorescens* *Bacillus subtili*	سوپرنیتروپلاس	AZL+PSF +BAS	10^8 در هر میلی‌لیتر	فناوری زیستی مهر آسیا

جدول ۲ - نتایج تجزیه نمونه خاک اولیه قبل از اجرای آزمایش

هدایت‌الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	اسیدیته pH	کربن آلی (درصد)	نیتروژن (درصد)	فسفر (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	پتاسیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	منگنز (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	روی (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	شن (درصد)	رس (درصد)	سیلت (درصد)	بافت خاک
۱/۳۶	۷/۰۸	۴	۰/۴۱	۱۶/۸۸	۳۸۰	۳/۹۶	۱/۲۳	۱۷	۲۸/۸۱	۵۴/۱۹	رسی- سیلتی

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های آزمایش (جدول ۳) نشان داد که اثر ساده باکتری بر ارتفاع بوته، سطح برگ و طول گل‌آذین در سطح احتمال یک درصد و بر تعداد برگ در بوته در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. اثر ساده عناصر کم‌مصرف نیز بر تمام صفات مورفولوژیک مورد بررسی در گیاه ریحان در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). بین باکتری‌های محرک رشد و عناصر کم‌مصرف از نظر ارتفاع گیاه در سطح احتمال پنج درصد و در پارامترهای تعداد برگ در بوته و سطح برگ در سطح احتمال یک درصد برهم‌کنش معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۳).

جدول۳- میانگین مربعات اثر تیمارهای مورد بررسی برصفات مورفولوژیکی گیاه ریحان

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع بونه	تعداد برگ در بوته	سطح برگ	طول گل‌آذین
باکتری	۲	۱۴۲/۸۱**	۶/۵۸*	۳۹/۰۴**	۱۷/۷۸**
عناصر کم‌مصرف	۳	۲۶۰/۱۴**	۳۱/۷۲**	۱۷/۱۷**	۱۲/۷۲**
باکتری × کم‌مصرف	۶	۲۱/۹۹*	۱۱/۱۳**	۱۲/۵۴**	۲/۳۸^{ns}
خطای آزمایش	۲۴	۸/۲۹	۱/۸۹	۱/۱۱	۱/۷۱
ضریب تغییرات (درصد)		۵/۵	۹/۹	۱۱/۲	۱۶/۹

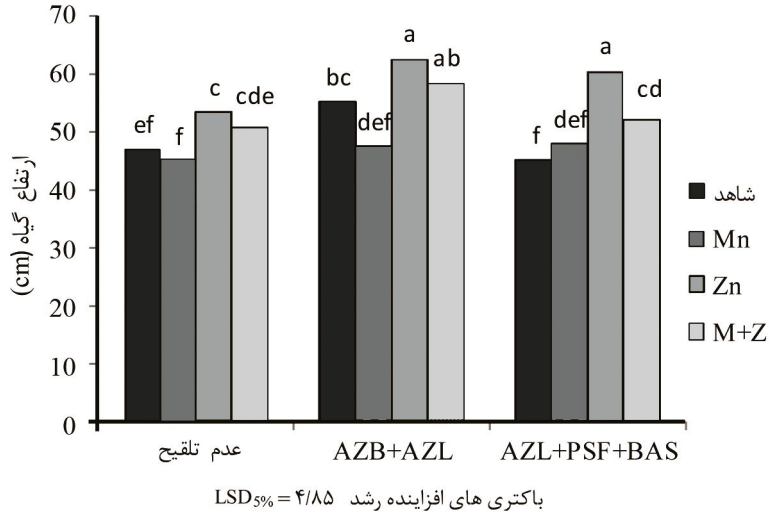
ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-04-29]

بر اساس یافته‌ها، ارتفاع بوته ریحان تحت تأثیر باکتری‌های محرک رشد و عناصر کم‌مصرف افزایش یافت. کاربرد هم‌زمان ازتوباکتر و آزوسپیریلوم (AZB+AZL) و کاربرد هم‌زمان آزوسپیریلوم، سودوموناس و باسیلوس (AZL+PSF+BAS) همراه با محلول‌پاشی روی (Zn)، به‌ترتیب منجر به افزایش ۳۳ و ۲۹ درصدی ارتفاع بوته نسبت به شاهد و عدم تلقیح گردید (شکل ۱). در همین راستا، ازاز و همکاران (Azzaz *et al.*, 2009) با مطالعه اثر باکتری‌های ازتوباکتر و باسیلوس بر گیاه دارویی نعناع فلفلی و طهماسبی عمران و همکاران (Tahmasbi Omran *et al.*, 2012) با مطالعه روی گیاه بادرنجبویه بیان داشتند که باکتری‌های محرک رشد باعث افزایش معنی‌داری در ارتفاع بوته می‌گردند. در خصوص اثر باکتری‌های محرک رشد بر افزایش ارتفاع بوته باید اظهار داشت که این امر احتمالاً ناشی از افزایش جذب عناصر غذایی به‌ویژه نیتروژن و تأثیر آن بر بهبود فتوسنتز گیاه می‌باشد (Weisany *et al.*, 2012). هم‌چنین، عنصر روی با تأثیر بر بیوسنتز هورمون اکسین می‌تواند باعث افزایش ارتفاع ساقه در گیاه گردد (Eydizadeh *et al.*, 2010).

مقایسه میانگین اثرات متقابل باکتری‌های محرک رشد و عناصر کم مصرف (جدول ۴) نشان داد سطح برگ در کاربرد هم‌زمان آزوسپیریلوم، سودوموناس و باسیلوس و محلول‌پاشی توأم روی و منگنز (Mn+Zn) به‌میزان ۱۵ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش یافت. با این وجود، بالاترین تعداد برگ در بوته در کاربرد هم‌زمان ازتوباکتر و آزوسپیریلوم و عدم مصرف عناصر کم‌مصرف مشاهده گردید. تأثیر باکتری‌های ازتوباکتر، آزوسپیریلوم و سودوموناس به‌عنوان محرک‌های رشد رویشی در افزایش تعداد برگ در بوته و افزایش سطح برگ توسط گلدر و وان‌گلدر (Gelder and Van Gelder, 1988) و نیاکان و همکاران (Niakan *et al.*, 2004) در گیاه دارویی نعناع‌فلفلی گزارش شده است. برگ به‌عنوان اصلی‌ترین اندام گیاهی جهت انجام عمل فتوسنتز و تولید آسیمیلات در گیاه از نقش مهمی برخوردار است و با افزایش در تعداد برگ و سطح برگ، گیاه می‌تواند از نور به حدی کافی در ساخت و ساز مواد غذایی بهره گرفته و میزان فتوسنتز را افزایش دهد (Ahmadi *et al.*, 2009). محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف منجر به بهبود پدیده‌های فتوشیمیایی و افزایش غلظت کلروفیل و کاروتن می‌گردد و به‌نظر می‌رسد این مسئله باعث شده محلول‌پاشی عنصر روی سطح برگ در گیاه ریحان را افزایش دهد.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-04-29]



شکل ۱- اثر متقابل باکتری‌های محرک رشد و محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف بر ارتفاع گیاه ریحان

جدول ۴- اثر متقابل باکتری‌های محرک رشد و عناصر کم‌مصرف بر سطح برگ و تعداد برگ در بوته ریحان

صفت	باکتری	ریزمغذی			
		شاهد	Mn	Zn	Zn+Mn
سطح برگ (cm^2)	عدم تلقیح	۱۰/۵۸ abc	۷/۹۷ d	۶/۵۷ de	۶/۱۸ ef
	AZB+AZL	۹/۹۳ c	۱۰/۵۰ bc	۱۰/۷۳ abc	۴/۶۳ f
	AZL+PSF+BAS	۱۲/۳۳ a	۹/۹۳ c	۱۱/۲۰abc	۱۲/۱۷ ab
	$LSD_{5\%}$=۱/۷۸				
تعداد برگ در بوته	عدم تلقیح	۱۷/۶۷ a	۱۳/۶۷ bcd	۱۴/۳۳ bc	۱۳/۰۰ cde
	AZB+AZL	۱۸/۰۰ a	۱۰/۵۶ f	۱۱/۳۳ ef	۱۳/۰۰ cde
	AZL+PSF+BAS	۱۳/۶۷ bcd	۱۲/۰۰def	۱۵/۸۳ ab	۱۲/۸۳ cdef
	$LSD_{5\%}$ =۲/۳۲				

در هر صفت، میانگین‌های دارای حرف یا حروف مشابه تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

طبق جدول ۵ کاربرد باکتری‌های محرک رشد، طول گل‌آذین گیاه ریحان را به‌صورت معنی‌داری افزایش داد به‌طوری‌که در کاربرد هم‌زمان AZL+PSF+BAS و AZB+AZL به‌ترتیب ۳۵ و ۳۳ درصد نسبت به شاهد بیش‌تر بود. هم‌چنین اثر ساده عناصر کم‌مصرف باعث افزایش طول گل‌آذین در گیاه ریحان گردید و بهترین نتیجه پس از محلول‌پاشی روی به‌تنهایی با ۳۷ درصد و یا همراه با منگنز

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-04-29]

۳۳ درصد افزایش نسبت به تیمار شاهد مشاهده شد ولی نسبت به محلول‌پاشی منگنز (Mn) تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۵).

جدول ۵- مقایسه میانگین اثرات ساده باکتری‌های محرک و عناصر کم‌مصرف بر طول گل‌آذین

تیمار	طول گل‌آذین (cm)
باکتری	
عدم‌تلقیح	۶/۳۵b
AZB+AZL	۸/۴۳a
AZL+PSF+BAS	۸/۴۷a
$LSD_{5\%}$	۱/۱۱
عناصر کم‌مصرف	
شاهد	۶/۴۹b
Mn	۷/۰۰b
Zn	۸/۹۱a
Mn+Zn	۸/۶۱a
$LSD_{5\%}$	۱/۲۸

میانگین‌های دارای حرف یا حروف مشابه تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

با توجه به تجزیه واریانس داده‌های وزن تر و خشک اندام‌های رویشی گیاه ریحان (جدول ۶)، اثر ساده باکتری بر وزن تر برگ، بوته و هم‌چنین بر وزن خشک گل‌آذین در سطح احتمال پنج درصد و بر وزن تر گل‌آذین و وزن خشک ساقه و برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. اثر ساده عناصر کم‌مصرف نیز بر وزن تر ساقه، برگ، بوته و بر وزن خشک ساقه، برگ و بوته در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گردید. هم‌چنین برهم‌کنش باکتری‌های محرک رشد و عناصر کم‌مصرف بر وزن تر ساقه، وزن خشک ساقه و بوته در سطح احتمال پنج درصد و در صفات وزن تر برگ، بوته، وزن خشک برگ و گل‌آذین در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-04-29]

جدول۶- میانگین مربعات اثر تیمارهای مورد بررسی بر وزن تر و خشک اندام‌های رویشی گیاه ریحان

منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن تر				وزن خشک			
		ساقه	برگ	گل‌آذین	بوته	ساقه	برگ	گل‌آذین	بوته
باکتری	۲	۱/۹۴^{ns}	۱۴/۵۷*	۷/۹۰**	۴۰/۷۶**	۰/۳۶**	۰/۲۷**	۰/۰۸۳*	۱/۰۱^{ns}
عناصر کم‌مصرف	۳	۷/۵۱**	۴۰/۸۴**	۰/۲۰^{ns}	۷۴/۰۴**	۰/۶۵**	۱/۰۱**	۰/۰۳۹^{ns}	۲/۴۷**
باکتری × کم‌مصرف	۶	۳/۳۲*	۱۴/۶۴**	۰/۵۵^{ns}	۲۵/۲۱**	۰/۲۴**	۰/۴۹**	۰/۰۷۶**	۱/۲۶*
خطای آزمایشی	۲۴	۱/۱۱	۲/۸۱	۰/۴۶	۹/۸۲	۰/۰۲۷	۰/۰۳	۰/۰۱۷	۰/۴۹
ضریب‌تغییرات(درصد)		۱۵/۷	۱۷/۹	۲۶/۸	۱۶/۸	۹/۲	۹/۲	۲۴/۴	۱۶/۷

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

نتایج مقایسه میانگین برهم‌کنش باکتری‌های محرک رشد و عناصر کم‌مصرف بر وزن تر و خشک اندام‌های رویشی گیاه ریحان نشان داد که کاربرد هم‌زمان آزوسپیریلوم، سودوموناس و باسیلوس همراه با محلول‌پاشی روی (Zn)، وزن تر ساقه، برگ و بوته و وزن خشک برگ را به‌ترتیب ۴۵، ۸۵، ۶۳ و ۴۸ درصد نسبت به تیمار شاهد و عدم تلقیح افزایش داد. در مورد وزن خشک گل‌آذین کاربرد این باکتری‌ها همراه با محلول‌پاشی منگنز اثر بهتری داشته و نسبت به شاهد افزایش حدود ۷۷ درصدی را به دنبال داشت. هم‌چنین وزن تر ساقه در گیاهان تلقیح شده با ازتوباکتر و آزوسپیریلوم و محلول‌پاشی روی به‌تنهایی یا همراه با منگنز به‌ترتیب ۳۵ و ۲۶ درصد نسبت به شاهد بهبود یافت (جدول ۷). در پژوهش مشابهی ال-گاهدبن و همکاران (EL-Gahadban *et al*., 2002) در گیاه دارویی مرزنجوش (*Organum majorana*) و رزماری (*Rosmarinus officinalis*) و ولموروگن و همکاران (Velmurgan *et al*., 2008) با مطالعه گیاه زردچوبه (*Curcuma longa*) و تلقیح این گیاهان با باکتری‌های محرک رشد، افزایش غلظت برخی از عناصر پرمصرف در گیاهان مورد نظر را ناشی از افزایش سطح جذب ریشه به ازای هر واحد از حجم خاک، افزایش جذب آب، فعالیت فتوسنتزی و تعرق بیان کردند که با تأثیر مستقیم بر فرآیندهای فیزیولوژیکی و میزان کربوهیدرات گیاه باعث افزایش وزن گیاه می‌گردد (Davodzadeh *et al*., 2011). از سوی دیگر منصوری (Mansori, 2014) بیان کرد استفاده از عناصر کم‌مصرف در گیاه دارویی نعناع فلفلی به‌عنوان یک مکمل باعث افزایش معنی‌داری در وزن تر و خشک گیاه گردید. محلول‌پاشی این عناصر علاوه بر مزایای استفاده از این روش که مواد غذایی را سریع و با مصرف هزینه کم در اختیار گیاه قرار می‌دهد؛ باعث ایجاد تعادل در تغذیه گیاه شده و فرآیندهای رشد و نمو را با اثر بر آنزیم‌های آن کنترل کرده و بهبود می‌بخشد (Karimi *et al*., 2012).

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-04-29]

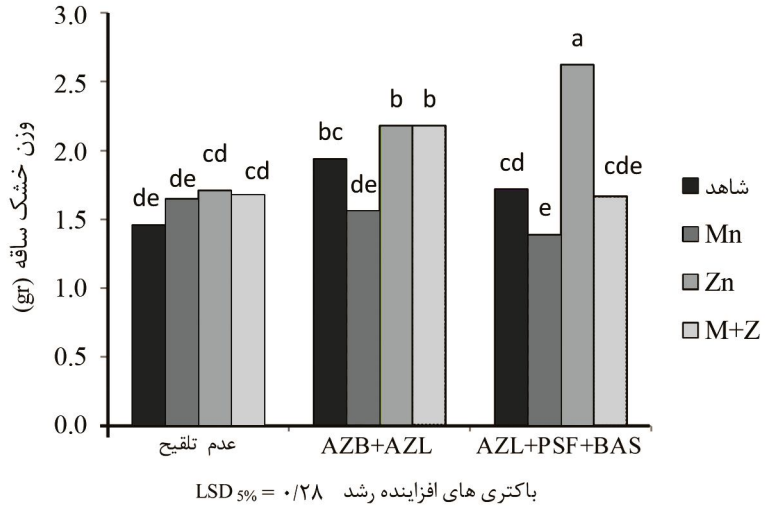
جدول ۷–اثر متقابل باکتری‌های محرک رشد و عناصر کم‌مصرف بر وزن تر و خشک اندام‌های رویشی گیاه ریحان

صفت	باکتری	ریزمغذی			
		شاهد	Mn	Zn	Zn+Mn
وزن تر ساقه (گرم در بوته)	عدم تلقیح	۶/۰۴ cde	۶/۵۸ bcde	۶/۴۱ bcde	۶/۱۸ cde
	AZB+AZL	۶/۷۷ bcd	۵/۸۷ cde	۸/۱۶ ab	۷/۶۲ abc
	AZL+PSF+BAS	۶/۷۳ bcd	۴/۸۷ e	۹/۳۰ a	۵/۷۹ de
	$LSD_{5\%}$=۱/۷۷				
وزن تر برگ (گرم در بوته)	عدم تلقیح	۱۰/۶۲ bcde	۸/۶۴ cdef	۸/۷۶ cdef	۶/۹۸ ef
	AZB+AZL	۱۱/۹۹ b	۷/۵۷ def	۹/۱۸ bcde	۶/۲۰ f
	AZL+PSF+BAS	۱۰/۳۲ bcd	۸/۰۳ cdef	۱۶/۲۳ a	۸/۰۴ cdef
	$LSD_{5\%}$=۲/۸۳				
وزن تر بوته (گرم در بوته)	عدم تلقیح	۱۷/۹۳ bc	۱۶/۹۲ bc	۱۷/۷۷ bc	۱۴/۹۸ c
	AZB+AZL	۲۱/۳۶ b	۱۵/۶۸ c	۲۰/۰۵ bc	۱۷/۱۳ bc
	AZL+PSF+BAS	۲۰/۱۴ bc	۱۶/۷۰ bc	۲۸/۸۲ a	۱۶/۶۵ bc
	$LSD_{5\%}$=۵/۲۸				
وزن خشک برگ (گرم در بوته)	عدم تلقیح	۱/۷۵ def	۱/۷۷ de	۲/۰۷ bc	۱/۷۰ efg
	AZB+AZL	۲/۳۵ b	۱/۴۲ g	۱/۶۶ efg	۱/۴۳ g
	AZL+PSF+BAS	۲/۰۱ cd	۱/۶۱ efg	۲/۹۵ a	۱/۴۷ fg
	$LSD_{5\%}$=۰/۲۹				
وزن خشک گل‌آذین (گرم در بوته)	عدم تلقیح	۰/۴۹ bcd	۰/۵۱ bcd	۰/۴۶ cd	۰/۳۴ d
	AZB+AZL	۰/۵۰ bcd	۰/۴۳ cd	۰/۵۹ bc	۰/۷۰ ab
	AZL+PSF+BAS	۰/۳۵ d	۰/۸۷ a	۰/۵۸ bc	۰/۶۵ abc
	$LSD_{5\%}$=۰/۲۹				

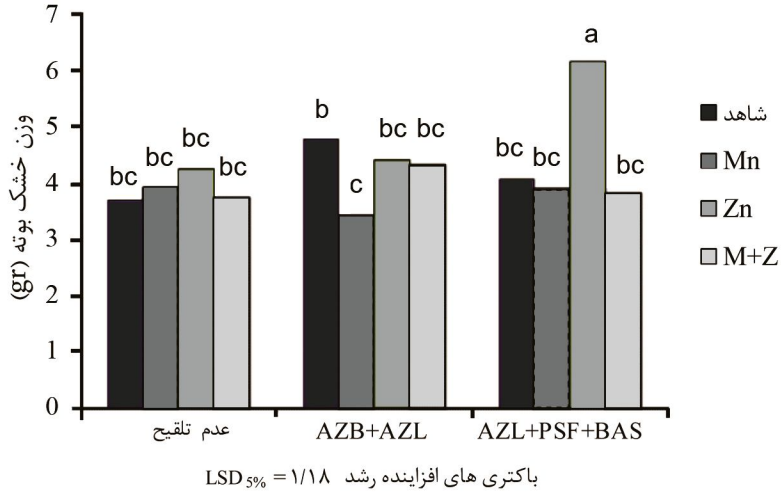
* در هر ستون هر صفت، میانگین‌های دارای حرف یا حروف مشابه تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

کاربرد هم‌زمان باکتری‌های محرک رشد ازتوباکتر و آزوسپیریلوم (AZB+AZL)، وزن خشک ساقه را در تمام سطوح محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف بجز محلول‌پاشی منگنز، به‌صورت قابل توجهی (به‌ترتیب ۳۳، ۵۰ و ۵۰ درصد) افزایش داد. با این وجود، تلقیح هم‌زمان باکتری‌های آزوسپیریلوم، سودوموناس و باسیلوس (AZL+PSF+BAS) تنها در تیمار محلول‌پاشی روی اثر افزایشی و معنی‌داری (۶۷ درصد) نسبت به تیمار عدم تلقیح داشت (شکل ۲).

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-04-29]



شکل ۲- اثر متقابل باکتری‌های محرک رشد و محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف بر وزن خشک ساقه



شکل ۳- اثر متقابل باکتری‌های محرک رشد و محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف بر وزن خشک بوته

هم‌چنین کاربرد هم‌زمان باکتری‌های محرک رشد ازتوباکتر و آزوسپیریلوم همراه با محلول‌پاشی روی و روی + منگنز وزن خشک بوته را به‌ترتیب ۳۰، ۲۰ و ۱۷ درصد بهبود بخشید. کاربرد هم‌زمان باکتری‌های آزوسپیریلوم، سودوموناس و باسیلوس همراه با محلول‌پاشی روی (Zn) توانست وزن خشک بوته را ۸۰ درصد نسبت به تیمار عدم تلقیح افزایش دهد (شکل ۳).

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-04-29]

براساس نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر ساده باکتری‌های محرک رشد بر وزن تر گل‌آذین گیاه ریحان (جدول ۸)، استفاده از این میکروارگانیسم‌ها باعث افزایش معنی‌دار این صفت شد، به‌طوری‌که کاربرد AZL+PSF+BAS و AZB+AZL به‌ترتیب باعث افزایش ۹۵ و ۶۳ درصدی آن نسبت به تیمار شاهد گردید. اثر ساده عناصر کم‌مصرف بر وزن تر گل‌آذین در گیاه ریحان معنی‌دار نبود؛ با این وجود، بیشترین وزن تر گل‌آذین پس از محلول‌پاشی منگنز با ۱۵ درصد افزایش نسبت به تیمار شاهد مشاهده شد (جدول ۸).

جدول ۸- مقایسه میانگین اثرات ساده باکتری‌های محرک و عناصر کم‌مصرف بر وزن تر گل‌آذین

تیمار	وزن تر گل‌آذین (گرم در بوته)
باکتری	
عدم‌تلقیح	۱/۶۶b
AZB+AZL	۲/۷۱a
AZL+PSF+BAS	۳/۲۵a
$LSD_{5\%}$	۰/۵۷۴
عناصر کم‌مصرف	
شاهد	۲/۳۲a
Mn	۲/۶۵a
Zn	۲/۶۲a
Mn+Zn	۱/۸۲a
$LSD_{5\%}$	۰/۶۶۳

میانگین‌های دارای حرف یا حروف مشابه تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

باکتری‌های محرک رشد حاوی مواد نگهدارنده با تراکم زیاد از یک یا چند نوع میکروارگانیسم مفید خاکزی و یا به صورت فرآورده متابولیت این موجودات می‌باشند که در اطراف ریشه و یا بخش داخلی گیاه تشکیل کلونی داده و با تحریک رشد گیاه میزبان موجب افزایش رشد رویشی از جمله تعداد برگ (Alipour *et al.*, 2010) و شاخه‌های فرعی شده و در نتیجه عملکرد ماده خشک را افزایش می‌دهند (Khan and Zaidi, 2007). براساس نتایج، پس از محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف روی و منگنز عملکرد گیاه (وزن خشک بوته) به‌طور قابل توجهی بهبود یافت که براساس پژوهش قبلی این امر می‌تواند علت‌های مختلفی داشته باشد که از آن جمله می‌توان به افزایش بیوسنتز اکسین در حضور روی (Eydizadeh *et al.*, 2010)، افزایش غلظت کلروفیل، افزایش فعالیت فسفوانول پیروات

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-04-29]

کربوکسیلاز و ریبولوز بی‌فسفات کربوکسیلاز و کاهش تجمع سدیم در بافت‌های گیـاهی (Ahmadi *et al.*, 2009) و هم‌چنین افزایش کارایی جذب نیتروژن و فسفر در حضور عناصر ریزمغذی اشاره کرد. در نتیجه وجود برخی از این عناصر ریزمغذی در ساختار کلروفیل به‌عنوان رنگیزه‌ی اصلی فتوسنتز بـوده و منجر به افزایش عملکرد بیولوژیک یا وزن خشک بوته می‌گردد (Omidi *et al.*, 2009).

نتیجه‌گیری

در مجموع، براساس نتایج به‌نظر می‌رسد کاربرد هم‌زمان کودهای زیستی ازتوباکتر، آزوسپیریلوم، سودوموناس و باسیلوس و عناصر کم‌مصرف روی و منگنز با بهبود صفات رویشی نظیر ارتفاع گیاه، وزن‌تر و خشک ساقه، برگ و بوته می‌تواند راهکار مناسبی در بهینه‌سازی تغذیه و در نتیجه تولید پایدار گیاه دارویی ریحان باشد.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از مساعدت‌های پژوهشکده ژنتیک و زیست‌فناوری کشاورزی طبرستان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری در فراهم نمودن امکانات لازم در انجام این پژوهش تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

Ahmad F., Ahmad I., Khan M.S. 2006. Screening of free-living rhizospheric bacteria for their multiple plant growth promoting activities. Microbial Research, 36: 1-9.

Ahmadi A., Jabbari F., Ehsanzadeh P. 2009. Introduction to Plant Physiology. Tehran University Press. Tehran. Iran. (In Persian).

Ahmadi J., Seyfi M.M., Amini M. 2012. The effect of micronutrients (Fe, Zn and Ca) spraying on grain and oil yield of sesame (*Sesamum indicum* L.) varieties. Electronic Journal of Crop Production, 5(3): 115-130. (In Persian).

Alipour S., Mirshekari B., Sharifi R., Farahbakhsh F. 2012. The effect of seed inoculation with plant growth promoting rhizobacteria in different amounts of nitrogen and phosphorus fertilizers on the emergence time and leaf growth of barley. Iranian Journal of Soil Research, 26(4): 405- 414. (In Persian).

Arzansh M.H. Benny Aghil N., Ghorbanly M.L., Shahbazi M. 2012. Effect of plant growth promoting rhizobacteria on growth parameters and levels of micronutrient on rapeseed cultivars under salinity stress. Journal of Soil Management and Sustainable Production, 2(2): 153-156. (In Persian).

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-04-29]

Avis T.J., Gravel V., Antoun, H., Tweddell J. 2008. Multifaceted beneficial effects of rhizosphere microorganisms on plant health and productivity. Soil Biology and Biochemistry, 40(7): 1733-1740.

Azzaz N.A., Hassan E.A., Hamad E.H. 2009. The chemical constituent and vegetative and yielding characteristics of fennel plants treated with organic and biofertilizer instead of mineral fertilizer. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 3(2): 579-587.

Bahari Saravi H., Pirdashti H. 2013. The effect of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) and phosphate solubilizing microorganism (PSM) on yield components of wheat (cv. N80) under different nitrogen and phosphorous fertilizers levels in pot experiments. Iranian Journal of Field Crops Research, 10(4): 681-689. (In Persian).

Baker D.E., Suhr N.H., 1982. Atomic absorption and flame emission spectrometry. P. 13-27. In A.L. Page et al., (Eds.). Methods of Soil Analysis: part 2, Chemical and microbiological properties. Agronomy, A Series of Monographs, No.9 pt.2, Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin USA.

Borges I.D., Von Pinho R.C., Pereira A.R. 2009. Micronutrients accumulation at different maize development stages. Science Agrotecnic Lavras, 33(4):1018-1025.

Darzi M., Ghalavand M.T., Sefidkon F., Rejali F. 2008. The effect of mycorrhizae, vermicompost and biophosphate on essence quantity and quality of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants. 24(4): 396-413. (In Persian).

Darzi M.T., Ghlavand A., Rajai F., Sefidkon F. 2006. Application of biofertilizers on yield and yield components of fennel. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 22(4): 276-292. (In Persian).

Davodzadeh A., Sajedi N.A., Vadani H., Habibi D. 2011. Effect of salicylic acid and selenium and some micronutrients on yield and agronomic traits of wheat under low irrigation conditions. New Finding in Agriculture. 6(1): 30-39. (In Persian).

EL-Gahadban E.A., Ghallab A.M., Abdelwahab A.F. 2002. Effect of organic fertilizer (Biogreen) and biofertilization on growth, yield and chemical composition of marjoram plants growth under newly reclaimed soil conditions. 2nd Congress of Recent Technologies in Agriculture, 2: 334-361.

Eydizadeh K., Mahdavi Damghani A., Sabahi H., Soufizadeh S. 2010. Effects of Integrated application of biofertiliser and chemical fertilizer on growth of maize (*Zea mays* L.) in Shushtar. Journal of Agroecology, 2(2): 292-301. (In Persian).

Gelder H.V., Van Gelder H.H.M. 1988. Influence of nitrogen fertilizer application level on oil production and quality in *Mentha piperita* L. Applied Plant Science, 2: 68-71.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-04-29]

Glyn M.F. 2002. Mineral nutrition, production, and Artemisinin content in *Artemisia annua* L. Acta Horticulture, 426 p.

Heidari F., Zehtab Salmasi S., Javanshir A., Aliari H., Dadpoor M.R. 2008. The effects of application microelements and plant density on yield and essential oil of peppermint (*Mentha piperita* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 24(1): 1-9. (In Persian).

Karamy S., Mohammad Modares-Sanavy S.A., Ghanati F., Pourdehghan M. 2013. Effect of foliar zinc application on yield and yield components of soybean cultivars under water deficit. Journal of Sustainable Agriculture and Production Science, 23(4): 131-117. (In Persian).

Karimi Z., Nasrollahzadeh Asl A., Jalili F., Valilo R. 2012. The effects of Barvar 2 biofertilizer and foliar spraying of micronutrients on yield of corn (SC 704). Journal of Research in Crop Sciences, 15(4): 33-43. (In Persian).

Khalili Mahale J., Roshdi M. 2008. Effect of foliar application of micro nutrients on quantitative and qualitative characteristics in corn (cv. SC704) silage in Khoy. Plant and Seed Journal, 24(2): 281-292. (In Persian).

Khan M.S., Zaidi A. 2007. Synergistic effect of the inoculation with plant growth-promoting rhizobacteria and an *Arbuscular Mycorrhizal* fungus on the performance of wheat. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 31: 355-362.

Khase Sirjani A., Farahbakhsh H., Ravari S.Z. 2011. Effect of biological, zinc and nitrogen fertilizers on the yield and quality of wheat. Iranian Journal of Soil Research, 25(2): 125-135. (In Persian).

Makri O., Kintzios S. 2007. *Ocimum* sp. (basil): botany, cultivation, pharmaceutical properties and biotechnology. Journal of Herbs, Spices and Medical Plants. 13(3): 123-150.

Mansori I. 2014. Evaluating the effect of planting space and micronutrients spraying on yield and some morphological traits of peppermint. Journal of Crop Improvement, 16(1): 43-54. (In Persian).

Mosavi S.G.R., Segatoleslami M.J., Pooyan M. 2012. Effect of *plantago orate* L. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic plants, 27(4): 681-699. (In Persian).

Mottaghian A., Pirdashti H., Bahmanyar M.A. Motaghian B. 2013. Response of growth characteristics and nutrients uptake of basil (*Ocimum basiilicum* L.) to concomitant use of municipal waste compost and three species of *Trichoderma*. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 29(2): 358-372. (In Persian).

Niakan M., Khavarynejad R.A., Rezaee M.B. 2004. Effect of different rates of N-P-K fertilizers on leaf fresh weight, dry weight, leaf area and oil content in *Mentha piperita* L. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 20(2): 131-148. (In Persian).

Omidi H., Naghdi Badi H.A., Golzad A., Torabi H., Fotukian M.H. 2009. The impact of bio-fertilizers and nitrogen on the yield and quality of saffron. Journal of Medicinal Plants, 8(2): 99-109. (In Persian).

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-04-29]

Pahlavan Rad M.R., Keikha G.A., Naroi Rad M.R. 2008. Effect of zinc, iron and manganese on yield, yield components, nutrients concentration and absorption in the wheat grain. Pajouhesh va Sazandegi, 79(2): 141-150. (In Persian).

Rezaei A., Rezadoust S., Barmaki Y. 2013. The effect of foliar application of new fertilizers on the yield and yield component of sunflower. Journal of Research in Crop Science, 19(5): 15-28. (In Persian).

Shah Hoseini R., Omid Beigi R., Kiani D. 2012. The effect of nitroxin and biosulfur organic fertilizers and superabsorbent polymer on the growth, yield and quantity of the essence of basil medicinal plant. Journal of Horticulture Science, 26(3): 246- 254. (In Persian).

Sharifi M., Efyoni M., Khoshgoftarmanesh A.H. 2010. Effect of sewage sludge, compost and cow manure on growth and yield and fe, zn, mn and ni uptake in tagetes flower. Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture, 2(1): 43-53. (In Persian).

Tahami Zarandi S.M.K. 2010. Evaluating the effect of organic, chemical and biological fertilizers on yield, yield components and essence of basil medicinal plant. M.Sc. Thesis. Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian).

Taherkhani S., Habibi D., Khodarahmi M., Rezaei M. 2013. Evaluation of application iron, zinc and selenium on yield and yield components and its content in durum wheat: Role of super absorbent polymers. Iranian Journal of Agronomy and Plant Breeding, 9(3): 67-80. (In Persian).

Tahmasbi Omran R., Fallah Amoli H., Niknejhad Y., Marashi S.J., Jafari R., Jookar A.M. 2012. Comparison of biofertilizer and manure effects on characteristics of lemon balm (*Melissa officinalis* L.) National Congress on Medicinal Plants. Islamic Azad University, Ayatollah Amoli Branch, Amol, Iran. (In Persian).

Trehan S.P., Sharma R.C. 2000. Phosphorus and zinc uptake efficiency of potato (*Solanum tuberosum* L.) in comparison to wheat (*Triticum aestivum* L.), maize (*Zea mays* L.) and sunflower (*Helianthus annus* L.). International Journal of Plant Production, 30(4): 485-488.

Velmurugan M., Chezhiyan N., Jawaharlal M. 2008. Influence of organic manures and inorganic fertilizers on cured rhizome yield and quality of turmeric (*Curcuma longa* L.) cv. BSR-2. International Journal of Agricultural Science, 4(1): 142-145.

Weisany W., Rahimzadeh S., Sohrabi Y. 2012. Effect of biofertilizers on morphological, physiological characteristic and essential oil content in basil (*Ocimum basilicum* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 28(1): 73-87. (In Persian).

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-04-29]

Yang M.M., Mavrodi D.V., Mavrodi O.V., Bonsall R.F., Parejko J.A., Paulitz T.C., Thomashow L.S., Yang H.T., Weller D.M., Guo J.H. 2011. Biological control of take-all by fluorescent *Pseudomonas* spp. from Chinese wheat fields. Phytopathology, 101: 14. 81-91.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-04-29]

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-04-29]