

## تأثیر کودهای آلی، شیمیایی و زیستی فسفر بر عملکرد و اسانس گیاه دارویی ریحان (*Ocimum basilicum*)

حسین شکفته<sup>۱\*</sup>، امراالله مارزی<sup>۲</sup> و سمیه غفاری شهرآباد<sup>۳</sup>

۱. استادیار، گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولیعصر (عج)، رفسنجان

۲ و ۳. دانشجویان سابق کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد واحد جیرفت

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۰/۱۷ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۳/۲/۶)

### چکیده

به منظور بررسی تأثیر کودهای فسفر بر عملکرد و اسانس گیاه دارویی ریحان آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در منطقه جیرفت انجام شد. تیمارها شامل: کود بارور ۲ در سه سطح (۲۰، ۱۰ و ۲۵ گرم در هکتار)، کود گاوی در سه سطح (۵، ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار)، کودهای شیمیایی سوپرفسفات تریپل و فسفات آمونیوم هر کدام در سه سطح (۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) و شاهد بودند. پس از اعمال تیمارها، صفاتی نظیر عملکرد، ارتفاع بوته، تعداد بذر، تعداد خوشه، وزن تک‌بوته، میزان اسانس، سطح برگ و تعداد برگ اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد که اثر تیمارهای مختلف بر صفات، عملکرد، ارتفاع بوته، تعداد بذر، سطح برگ، درصد اسانس و وزن تک‌بوته در سطح احتمال یک درصد معنادار شد و بر تعداد خوشه و تعداد برگ معنادار نشد. تیمار کود گاوی بالاترین تأثیر را بر ارتفاع بوته، اسانس، وزن تک‌بوته، تعداد برگ و سطح برگ داشت. تیمار کود بارور ۲ تنها بر تعداد بذر بیشترین تأثیر را داشت. تیمار کود سوپرفسفات تریپل بیشترین تأثیر را بر تعداد خوشه و سطح برگ داشت. در مجموع تیمار کود گاوی بیشترین تأثیر را در مقایسه با سایر تیمارهای استفاده شده داشت.

**واژه‌های کلیدی:** بارور ۲، جیرفت، کودهای بیولوژیک، کود گاوی.

### مقدمه

استفاده از گیاهان دارویی برای درمان بیماری‌های مختلف جزئی از تاریخ تمدن بشر را تشکیل می‌دهد. به دلیل بروز عوارض جانبی مضر داروهای شیمیایی، استفاده از گیاهان دارویی افزایش چشمگیری پیدا کرده است. به علت وجود مواد مؤثر در داروهای گیاهی همراه با سایر موارد موجود، به طور پیوسته از یک حالت تعادل بیولوژیک برخوردارند و در بدن انباشته نمی‌شوند و اثرات جانبی به بار نمی‌آورند. این یک مورد برتر گیاهان دارویی نسبت به داروهای شیمیایی است (Amini, 1995). صرف نظر از ارزش اقتصادی گیاهان دارویی، این گیاهان قابل تطابق با

روش‌های کشت ارگانیک‌اند (Rezvani Moghadam et al., 2009). به‌رحال در دنیای امروز کاربرد گیاهان دارویی به صورت فرایندشده مقرون به صرفه است. علاوه بر اثر شفابخشی، ماده مؤثر گیاهان دارویی به صورت یادشده بیشتر می‌شود (Bybordi & Malakoti, 2007). بسیاری از گونه‌هایی که اکنون در صنعت داروسازی جهان مطرح هستند، در ایران رویش طبیعی دارند و با توجه به خاستگاه اکولوژیکی خود در بهره‌برداری از این گونه گیاهان برای تداوم برداشت محصول، باید پژوهش‌های دقیق برای حفظ این منافع و در صورت لزوم تکثیر و پرورش آن‌ها صورت گیرد (Amini, 1995).

آن برای گیاه می‌شود (Malbobi, 2007). این باکتری‌ها قادرند PH ۵ تا ۱۱ و شوری ۳/۵ درصد را تحمل کنند. وجود چنین شرایطی موجب شده است که این کود را بتوان در طیف وسیعی از مناطق مختلف به کار برد. همچنین این کود با افزایش دوام سطح برگ منجر به افزایش استفاده از انرژی خورشید و در نتیجه فتوسنتز بالاتر گیاه می‌شود (Malbobi, 2007). کمبود فسفر در بیشتر خاک‌ها موجب کاهش تولیدات کشاورزی می‌شود، زیرا این عنصر بعد از ورود به خاک بیش از ۸ درصد آن غیرمتحرک شده و با جذب، رسوب و یا تبدیل به شکل آلی از دسترس گیاه خارج می‌شود (Sujatha *et al.*, 2011). بیشتر میکروارگانیزم‌های خاک شامل باکتری‌ها، قارچ‌ها و اکتینومیست‌ها قادرند ترکیبات مختلف فسفر را حل و فسفر موجود در آن‌ها را آزاد کنند (Mahfouz & Sharaf-Eldin, 2007). وقتی کود حیوانی به خاک داده می‌شود مانند یک کود ۰/۲۵، ۰/۰۵، ۰/۲۵ عمل می‌کند، یعنی هر ۱۰ تن آن مقدار ۲۵ کیلو نیتروژن، ۵ کیلو پنتاکسید فسفر و ۲۵ کیلو اکسید پتاس فوراً در اختیار گیاه قرار می‌دهد. ولی مهم‌تر آن است که همین مقدار نیتروژن، پتاسیم و ۲۰ کیلو پنتاکسید فسفر نیز در طولانی مدت به تدریج آزاد و آماده جذب می‌شود. مقادیر چشمگیری از عناصر دیگر از جمله منیزیم، گوگرد و عناصر کم‌مصرف مانند آهن، روی، مس، منگنز و غیره در اختیار گیاه گذاشته می‌شود (Zarin Kafsh, 1992). افزودن کود دامی به خاک غیر از ساختمان خاک، ظرفیت نگهداری رطوبت خاک را افزایش می‌دهد زیرا مواد آلی قادرند چندین برابر ذرات معدنی خاک آب در خود نگه دارند. اثر دیگر کود دامی بر خصوصیات فیزیکی خاک، کم کردن چسبندگی خاک است که از نظر کار با ماشین‌های کشاورزی اهمیت زیادی دارد. همچنین کود دامی در خلل و فرج خاک و افزایش تحمل گیاه به فلزات سنگین مؤثر است (Fatma *et al.*, 2008). استفاده از کودهای دامی و کودهای زیستی، در افزایش تولید محصولات اثر زیادی دارد و می‌تواند نیاز به مصرف مواد شیمیایی را کاهش دهد. Moradi (2009) تأثیر انواع کودهای آلی و بیولوژیک در افزایش تعداد شاخه اصلی و فرعی گیاه دارویی رازیانه را معنادار گزارش کرد، او دلیل این موضوع را به فراهمی

ریحان با نام علمی *Ocimum basilicum* گیاهی علفی و یک‌ساله است. ریحان به‌منزله گیاهی دارویی، ادویه‌ای و همچنین به عنوان سبزی تازه استفاده می‌شود. مواد مؤثر پیکر رویشی این گیاه اشتهاآور است و برای معالجه برخی ناراحتی‌های قلبی و همچنین مداوای بزرگ‌شدن طحال می‌توان استفاده کرد. اسانس ریحان خاصیت ضد قارچی و باکتریایی دارد. از این اسانس در صنایع آرایشی و بهداشتی نیز استفاده می‌شود (Amimi, 1995). در خصوص کودهای بیولوژیک (زیستی) باید گفت کودهای بیولوژیک حاوی باکتری‌ها و قارچ‌های مفیدی هستند که برای اهداف خاصی استفاده می‌شوند. از این موارد می‌توان به تثبیت نیتروژن، رهاسازی یون فسفات، آهن، پتاسیم و... از ترکیبات نامحلول آن‌ها اشاره کرد. این باکتری‌ها معمولاً در اطراف ریشه گیاه استقرار می‌یابند و به گیاه در جذب عناصر غذایی کمک می‌کنند. کودهای بیولوژیک به مواد حاصل‌خیزکننده‌ای گفته می‌شوند که حاوی تعداد کافی از یک یا چند گونه از ارگانیزم‌های مفید خاکزی هستند که روی مواد نگهدارنده مناسبی عرضه می‌شوند. کودهای زیستی به‌صورت مایه تلقیح میکروبی و به‌منزله یک ترکیب حاصل سوش‌های میکروبی مؤثر و با راندمان بالا برای تأمین یک یا چند عنصر غذایی مورد نیاز گیاه تعریف می‌شوند. کودهای بیولوژیک، میکروارگانیزم‌هایی هستند که قادرند یک یا چند عنصر غذایی را از شکل بلااستفاده به شکل قابل استفاده تبدیل کنند و این تبدیل در یک پروسه بیولوژیکی انجام می‌گیرد. در چند دهه گذشته، رویکرد جهانی به سمت کشاورزی مدرن همچون سایر فعالیت‌های بشر سبب صدمه به منابع طبیعی و آلوده‌سازی و تخریب محیط زیست شده و سبب برهم خوردن تعادل اکولوژیک شده است (Rosa *et al.*, 1998). هزینه تولید کودهای بیولوژیک کم است و در اکوسیستم آلودگی به وجود نمی‌آورد (Khoram Del *et al.*, 2008). کودهای بیولوژیک در مقایسه با کودهای شیمیایی از منافع اقتصادی و زیست‌محیطی فراوانی برخوردارند. کود فسفر زیستی با نام تجاری بارور ۲ نوعی کود زیستی حاوی دو نوع باکتری حل‌کننده فسفات از گونه‌های باسیلوس لنتوس و سودوموناس پوتیدا است که به‌ترتیب با استفاده از دو سازکار ترشح اسیدهای آلی و اسید فسفاتاز سبب حل ترکیب‌های فسفر نامحلول و در نتیجه قابل جذب شدن

استفاده از کودهای شیمیایی در کمیت‌های بالا این فعالیت‌ها مختل و سبب کاهش عملکرد می‌شود (Kucey, 1983; Asea et al., 1988). استفاده از میکروارگانیسم‌های خاکزی در جهت افزایش محصول و بالابردن کیفیت تولیدات کشاورزی و کنترل بیماری‌های گیاهی در قرن بیستم مطرح شد و روزه‌روز افق‌های جدیدی در رابطه با استفاده از این میکروارگانیسم‌ها بر روی بشر گشوده می‌شود. از طرفی واردات حجم نسبتاً زیاد کودهای فسفر شیمیایی در هر سال به کشور سبب بروز مسائل و مشکلاتی از نظر تأثیر بر جذب عناصر کم‌مصرف خاک شده است. از این‌رو پیداکردن روشی که بتواند از واردات بی‌رویه این کود بکاهد و مسائل فوق را کاهش دهد ضروری است. مصرف بی‌رویه کودهای فسفات، گذشته از هزینه‌های ارزی گزاف خرید کود از خارج، عواقب زیان‌باری نیز به دنبال دارد. ازجمله این عواقب می‌توان به بهم خوردن تعادل عناصر غذایی در گیاه، کاهش عملکرد محصول، ممانعت از جذب آهن توسط ریشه، مختل شدن متابولیسم روی درون گیاه، آلودگی خاک به کادمیوم و آلودگی آب‌ها به فسفر را نام برد. از آنجاکه اطلاعات کمی در مورد مقایسه تأثیر کودهای آلی و شیمیایی بر عملکرد و اسانس گیاه دارویی ریحان در دسترس است، بنابراین، این پژوهش به منظور بررسی تأثیر کودهای آلی و شیمیایی بر عملکرد و اسانس گیاه دارویی ریحان انجام شده است.

### مواد و روش‌ها

این پژوهش در مزرعه‌ای واقع در روستای محمودیه نراب از توابع شهرستان جیرفت اجرا شد. این منطقه در جنوب شرقی کشور واقع شده است، آب و هوای آن گرم تا نیمه‌گرم است و در طول جغرافیایی ۵۷ درجه و ۴۴ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۲۸ درجه و ۴۰ دقیقه شمالی قرار دارد. متوسط بارندگی ۱۸۵ میلی‌متر در سال و بیشترین نزولات آن در ماه‌های دی و بهمن است. بیشترین دمای آن ۴۹ درجه سانتی‌گراد و حداقل دمای آن صفر درجه و گاهی در بعضی از سال‌ها دمای آن به‌ندرت به یک تا چهار درجه زیر صفر می‌رسد. به‌منظور تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک دو نمونه مرکب از اعماق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متر آن برداشته و تجزیه شد که برخی خصوصیات آن در جدول ۱ آورده شده است.

بیشتر عناصر غذایی برای گیاه در نتیجه استفاده از کودهای آلی و بیولوژیک نسبت داد. به‌منظور بررسی تأثیر مصرف کود دامی بر عملکرد کمی و کیفی محصول چغندر قند پژوهشی طی سال‌های ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۳ در مزرعه پژوهشی مؤسسه پژوهشی چغندر قند واقع در کرج انجام شد. نتایج نشان داد که عملکرد ریشه در زراعت چغندر قند با مصرف کود دامی به‌طور معنادار افزایش می‌یابد. هرچند مصرف کود دامی (حتی قبل از کشت گندم) سبب کاهش درصد قند شده بود، ولی درنهایت عملکرد شکر در هکتار افزایش یافت (Taleghani et al., 2006). به‌منظور مطالعه اثر کودهای بیولوژیکی بر ویژگی‌های رشد، عملکرد و خصوصیات کیفی گیاه دارویی زوفا، آزمایشی در دو سال زراعی ۱۳۸۵-۱۳۸۴ و ۱۳۸۶-۱۳۸۵ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد اجرا شد (Kochehi et al., 2008). نتایج بیانگر آن بود که طی دو سال آزمایش، کاربرد کودهای بیولوژیک منجر به افزایش ارتفاع و قطر بوته، وزن تر و خشک بوته و عملکرد اسانس نسبت به شاهد شدند و در این میان کود سوپرنیتروپلاس و پس از آن تیمارهای تلفیقی از میکروارگانیسم‌ها (مایکوریزا و سودوموناس فلورسنت) بیشترین تأثیر را در افزایش صفات مطالعه‌شده داشتند. نتایج به‌دست‌آمده از پژوهش‌های دیگر اهمیت کاربرد کودهای میکروبی حل‌کننده فسفات و تأثیر آن بر عملکرد گیاهان را به اثبات رسانده است (Vazan et al., 2007; Gorgi Anari et al., 2007; Tahami Zarandi, 2010; Azzaz et al., 2009; Darzi et al., 2008; Alijani et al., 2011; Swaefy Hend et al., 2007). نتایج تحقیقات این پژوهشگران درخصوص کارایی میکروارگانیسم‌های حل‌کننده فسفات مؤید نقش مؤثر *penicillium bilaji* در افزایش عملکرد کلزا و گندم است (Asea et al., 1988). استفاده هم‌زمان کودهای آلی و معدنی نه تنها مقدار کودهای شیمیایی را کاهش می‌دهد بلکه به ذخیره انرژی و کاهش آلودگی محیط کمک خواهد کرد (Fatma et al., 2008). استعمال کود دامی فعالیت‌های بیولوژیکی و تنفسی خاک و فعالیت آنزیم دهیدروژناز و فعالیت‌های گرم‌های خاکی را افزایش می‌دهد، همچنین با

جدول ۱. خصوصیات خاک آزمایش شده

عمق (cm)	EC dSm <sup>-1</sup>	pH	شن (%)	سیلت (%)	رس (%)	کلاس بافتی	فسفر قابل جذب (mgkg <sup>-1</sup> )	کربن آلی (%)
۰-۳۰	۱/۰۱	۷/۶	۶۵/۴	۲۲	۱۲/۶	لوم شنی	۳/۶	۰/۲۴

خشک کردن برگ‌ها اسانس‌گیری به وسیله دستگاه کلونجر انجام شد. به طور کلی، در این پژوهش ۳۲۰ نمونه‌گیری انجام شد. برای محاسبه عملکرد از کل بوته‌ها استفاده شد و برای اندازه‌گیری اسانس به طور تصادفی ۱۰ بوته از بوته‌های هر کرت نمونه‌گیری شد و پس از خشک و آسیاب کردن نمونه‌ها اسانس آن به روش تقطیر با آب مقطر استخراج شد. در نهایت با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS تجزیه آماری صورت گرفت و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن انجام شد.

## نتایج و بحث

### عملکرد گیاه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۲) نشان داد که تأثیر کودهای آلی و شیمیایی بر عملکرد گیاه دارویی ریحان از نظر آماری در سطح احتمال یک درصد معنادار شد. با افزایش مقدار کود گاوی میزان عملکرد افزایش یافت، به طوری که تیمار ۱۵ تن در هکتار بیشترین عملکرد را داشت (شکل ۱) که این موضوع می‌تواند ناشی از آزاد شدن تدریجی عناصر از کود گاوی باشد. کودهای دامی بیشتر عناصر مورد نیاز گیاه را به نسبتی که جذب می‌کنند دارند و با داشتن عناصر درشت مغذی و به مقدار کمتری ریزمغذی خاک را در درازمدت در جهت تعادل پیش خواهند برد. مواد آلی سبب افزایش ظرفیت نگهداری آب، تقویت فعالیت‌های شبه‌هورمونی گیاه، افزایش جذب مواد غذایی به وسیله گیاه و به طور کلی، بهبود ساختمان فیزیکی و شیمیایی خاک می‌شوند (Bachman & Metzger, 2008). این نتیجه با یافته Tahami Zarandi (2010) که اثر کودهای شیمیایی و آلی را بر خصوصیات ریحان بررسی کرد مطابقت دارد. سطوح مختلف کود سوپرفسفات تریپل و فسفات آمونیوم با توجه به اینکه نسبت به شاهد افزایش عملکرد بیشتری داشتند اما از نظر آماری در یک گروه بودند و

این پژوهش در قطعه زمینی که در سال زراعی گذشته آیش بوده است اجرا شد. یک ماه قبل از کاشت، زمین مورد نظر شخم نیمه عمیق زده شد و سپس دو هفته قبل از کاشت دو دیسک عمود بر هم زده و کاشت بذر با دست انجام شد. ابتدا بذر را به صورت کپه‌ای در هر کرت کشت شد و بعد از مرحله چهاربرگی تنک شدند. کودهای گاوی و شیمیایی (فسفات آمونیوم و فسفات تریپل) قبل از کاشت به زمین مورد نظر داده و کود بارور ۲ به صورت بذر مال هم‌زمان استفاده شد. در طول دوران رشد و نمو عملیات معمول زراعی، وجین و مبارزه با علف‌های هرز انجام شد. این پژوهش به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. تیمارهای استفاده شده شامل A<sub>0</sub>: شاهد A<sub>1</sub>: کود بارور ۱۰ گرم در هکتار، A<sub>2</sub>: کود بارور ۲۰ گرم در هکتار، A<sub>3</sub>: کود بارور ۲۵ گرم در هکتار، A<sub>4</sub>: کود گاوی ۵ تن در هکتار، A<sub>5</sub>: کود گاوی ۱۰ تن در هکتار، A<sub>6</sub>: کود گاوی ۱۵ تن در هکتار، A<sub>7</sub>: کود سوپر فسفات تریپل ۵۰ کیلوگرم در هکتار، A<sub>8</sub>: کود سوپر فسفات تریپل ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار، A<sub>9</sub>: کود سوپر فسفات تریپل ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار، A<sub>10</sub>: کود فسفات آمونیوم ۵۰ کیلوگرم در هکتار، A<sub>11</sub>: کود فسفات آمونیوم ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار، A<sub>12</sub>: کود فسفات آمونیوم ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار بودند. برای انجام پژوهش کرت‌هایی به ابعاد ۱/۵ در ۲ متر در نظر گرفته شد. فاصله بین بوته‌ها در هر ردیف ۳۰ سانتی‌متر و فاصله ردیف‌ها ۳۵ سانتی‌متر بود. به طور کلی، در مراحل رشد ریحان سبز نمونه‌برداری‌های لازم در زمان‌های مشخص انجام شد. دو خط کناری به منزله حاشیه در نظر گرفته شد و نمونه‌برداری از خطوط وسطی صورت گرفت. پس از پایان نمونه‌برداری تعداد برگ‌های هر بوته، تعداد بذر در خوشه، تعداد خوشه در بوته و تعداد شاخه‌های فرعی شمارش شد. همچنین ارتفاع گیاه و سطح برگ، وزن گیاه و تک‌بوته و عملکرد اندازه‌گیری شدند. پس از

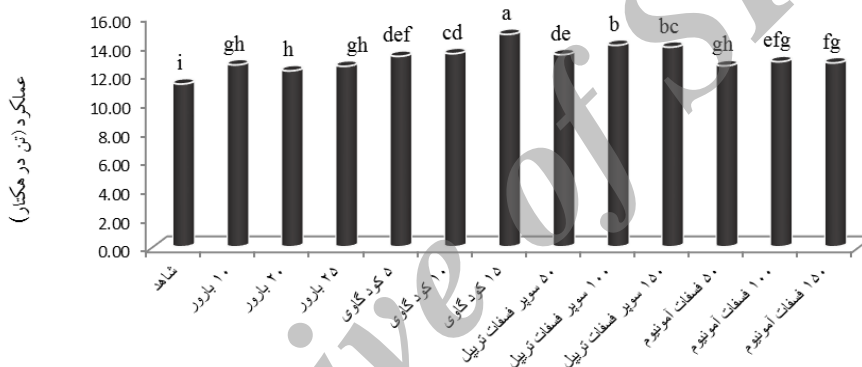
کودهای آلی و شیمیایی نشان داد که تفاوت معناداری ندارند و می‌توان به جای کودهای شیمیایی از کودهای آلی استفاده کرد (شکل ۱). Tahami Zarandi (2010) نیز افزایش عملکرد در گیاه ریحان را بر اثر کاربرد کودهای آلی و زیستی گزارش کرد.

تأثیر آن‌ها بر افزایش عملکرد یکسان بود. سطوح مختلف کود بارور ۲ نسبت به شاهد عملکرد بیشتری داشتند اما از نظر آماری در یک گروه بودند و تأثیر آن‌ها بر افزایش عملکرد یکسان بود (شکل ۱). شاید یکی از دلایل این است که مقدار کود بارور داده شده کم است. مقایسه

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات بررسی شده ریحان

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد	ارتفاع بوته	تعداد بذر	تعداد خوشه	سطح برگ	درصد اسانس	وزن تک بوته	تعداد برگ
بلوک	۳ <sup>ns</sup>	۰/۰۸۶ <sup>ns</sup>	۳/۴۶ <sup>ns</sup>	۲۴۴/۱۲ <sup>ns</sup>	۱۹۵۶/۰۴ <sup>ns</sup>	۳/۷۵ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۷۷ <sup>ns</sup>	۸/۶۳ <sup>ns</sup>	۴۱۶۵۶/۲۱ <sup>ns</sup>
تیمار	۱۲	۲/۳ <sup>**</sup>	۱۶۵/۸۵ <sup>**</sup>	۲۱۵۱/۸۳ <sup>**</sup>	۱۴۹۶/۵ <sup>ns</sup>	۲۸/۶۵ <sup>**</sup>	۰/۳۷۳ <sup>**</sup>	۲۲۹/۶ <sup>**</sup>	۶۹۲۰۵/۳۶ <sup>ns</sup>
خطا	۲۴	۰/۰۵۲	۱/۴۴	۳۰۵/۶۱	۱۳۷۳/۶۵	۱/۱	۰/۰۱۱۳	۵/۱۹	۴۸۴۵۳/۸۶
ضریب تغییرات (%)	-	۱/۷۵	۱/۶۴	۴/۷۶	۱۷/۱۸	۵/۳۶	۴/۲۷	۱/۷۵	۱۸/۵۴

\*\* و \* به ترتیب معنادار در سطح احتمال ۱ درصد و ۵ درصد، ns غیرمعنادار است.



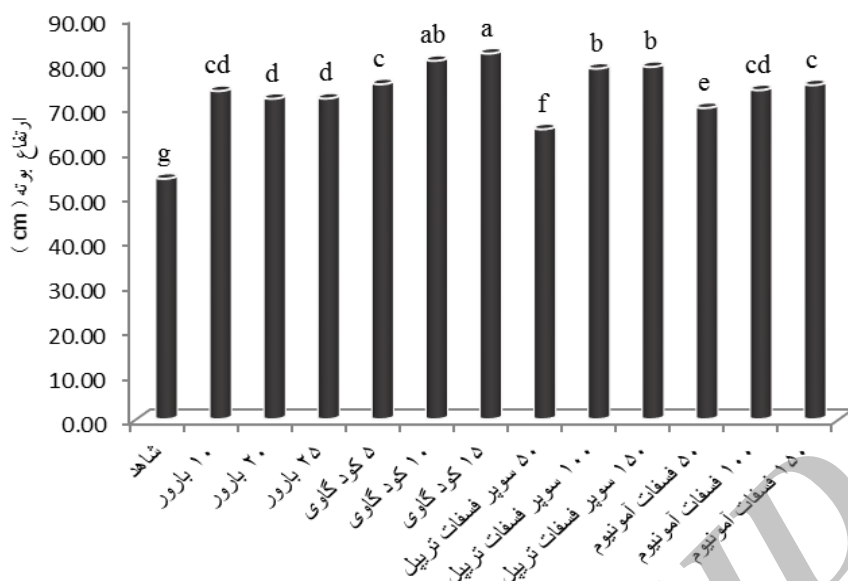
شکل ۱. مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف بر عملکرد ریحان

اما بین تیمارهای مختلف کود بارور ۲ اختلاف آماری معناداری مشاهده نشد (شکل ۲). با افزایش مقدار کودهای شیمیایی سوپر فسفات تریپل و فسفات آمونیم نیز ارتفاع بوته افزایش یافت. یکی از عناصر مهم در افزایش رشد رویشی و زایشی گیاه به دلیل نقش‌های کلیدی‌ای که در گیاه به‌ویژه انتقال انرژی دارد، فسفر است و در نتیجه منطقی است که با افزایش مقدار کودهای شیمیایی فسفر ارتفاع بوته افزایش پیدا کند. Tahami Zarandi (2010) در پژوهشی مشاهده کرد که کودهای آلی و زیستی ارتفاع گیاه ریحان را افزایش داد و این افزایش ارتفاع با عملکرد تر و خشک از نظر آماری رابطه معنادار و مثبتی داشت. افزایش ارتفاع گیاه بر اثر کاربرد کودهای آلی و زیستی می‌تواند ناشی از بهبود ساختمان خاک و افزایش ظرفیت نگهداری آب خاک و تأمین عناصر غذایی باشد.

#### ارتفاع بوته

مقادیر کودهای آلی و شیمیایی اثر معناداری بر ارتفاع بوته در سطح ۱ درصد دارند (جدول ۲). بیشترین ارتفاع بوته با مقدار ۸۱/۹۶ سانتی‌متر مربوط به تیمار کود گاوی ۱۵ تن در هکتار بود؛ و کمترین ارتفاع بوته با مقدار ۵۳/۹۶ سانتی‌متر مربوط به تیمار شاهد بود (شکل ۲). با افزایش مقدار کود گاوی ارتفاع بوته افزایش یافت. در این خصوص باید گفت که این امر احتمالاً ناشی از افزایش جذب عناصر غذایی، به‌ویژه فسفر و نیتروژن و تأثیر آن بر بهبود فتوسنتز و در نتیجه افزایش رشد بوته است. نتایج این پژوهش با نتایج پژوهش‌ها بر روی گیاهان رازیانه (Asea et al., 1988)، چای (Rosa et al., 2000) و نعنای فلفلی (Hazarika et al., 2000) (1989) مطابقت دارد.

ارتفاع بوته در کود بارور ۲ نسبت به شاهد بیشتر بود

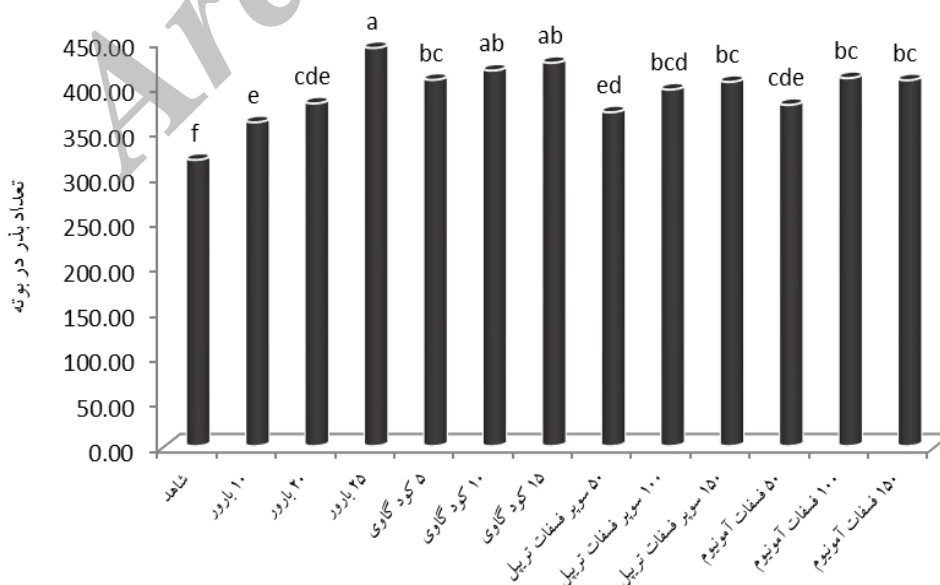


شکل ۲. مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف بر ارتفاع بوتهٔ ریحان

استیک اسید توسط آن‌ها و نیز افزایش دسترسی به فسفر توسط باکتری‌های حل‌کنندهٔ فسفات است. با افزایش مقدار کود گاوی و کودهای شیمیایی فسفر نیز تعداد بذر در بوته افزایش یافت. کاربرد کودهای آلی از طریق آزادسازی عناصر غذایی به‌صورت تدریجی سبب بهبود رشد رویشی و اجزای عملکرد گیاه شده و تعداد بذر در بوته را افزایش داد. علت افزایش تعداد بذر در بوته بر اثر افزایش کودهای فسفر به‌دلیل نقش فسفر در رشد زایشی است.

#### تعداد بذر در بوته

تأثیر کودهای آلی و شیمیایی بر تعداد بذر گیاه دارویی ریحان از نظر آماری در سطح احتمال ۱ درصد معنادار بود (جدول ۲). کمترین تعداد بذر بوته با ۳۱۷/۶۶ عدد مربوط به تیمار شاهد و بیشترین تعداد بذر با ۴۴۲ بذر مربوط به تیمار کود بارور ۲۵ گرم در هکتار بود (شکل ۳). افزایش عملکرد در تیمارهای کود بیولوژیک به‌دلیل نقش ازتوباکتر و آزوسپیریلوم در تثبیت نیتروژن و تولید مواد محرک رشد مانند جیبرلین‌ها و ایندول

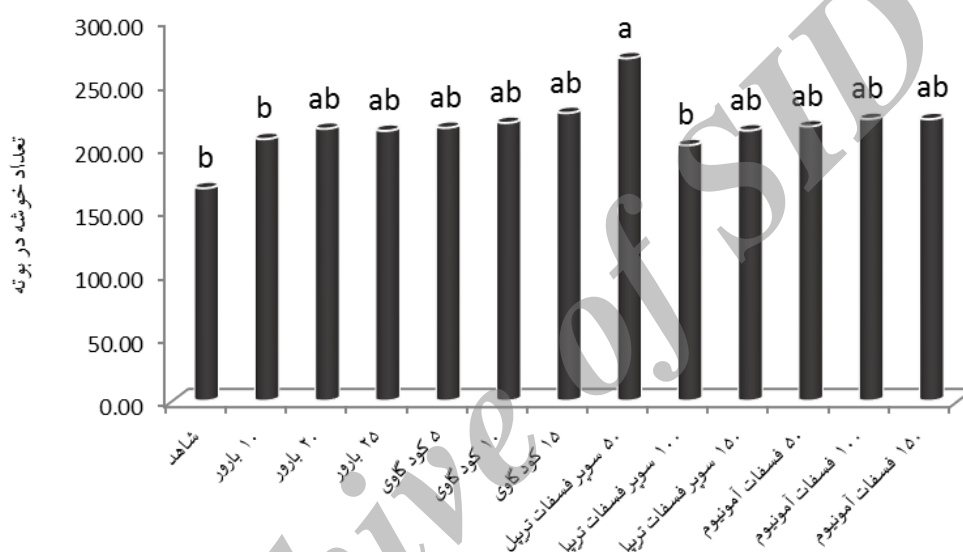


شکل ۳. تأثیر تیمارهای مختلف بر تعداد بذر بوتهٔ ریحان

۱۰۰ کیلوگرم در هکتار تعداد سنبله کمتری در مقایسه با سایر تیمارها داشتند (شکل ۴). نتایج بررسی اثر کودهای زیستی بر گل‌دهی، عملکرد بیولوژیک و درصد همزیستی ریشه با قارچ میکوریزا در گیاه دارویی رازیانه با نتیجه پژوهش جاری مطابقت داشت. Mahfouz & Sharaf-Eldin (2007) افزایش تعداد چتر در گیاه رازیانه نسبت به شاهد را گزارش کردند. Tahami Zarandi (2010) افزایش تعداد گل‌آذین در ریحان را بر اثر کاربرد کودهای آلی و زیستی گزارش کردند.

#### تعداد خوشه در بوته

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر کودهای آلی و شیمیایی بر تعداد سنبله گیاه دارویی ریحان معنادار نشد (جدول ۲). اما مقایسه میانگین‌ها نشان داد که سطوح مختلف کودهای بیولوژیک و شیمیایی اختلاف معناداری در افزایش تعداد سنبله نداشتند؛ و تنها تیمار کود سوپر فسفات تریپل ۵۰ کیلوگرم در هکتار با مقدار ۲۷۰ تعداد سنبله بالاترین و تیمارهای شاهد، کود بارور ۱۰ گرم در هکتار و سوپر فسفات تریپل



شکل ۴. مقایسه میانگین تیمارهای مختلف بر تعداد خوشه بوته ریحان

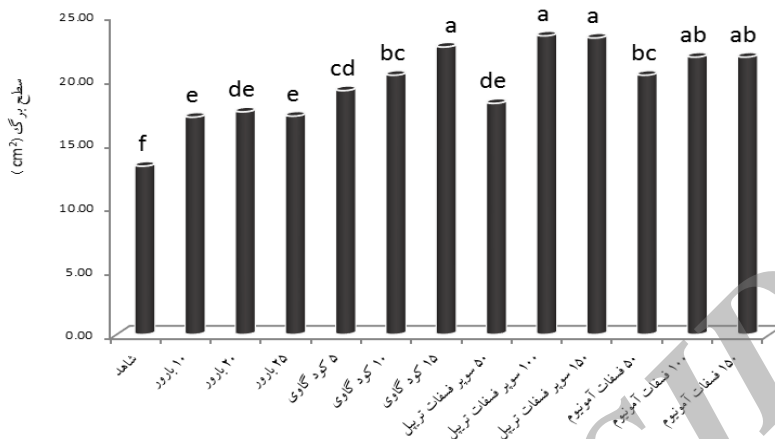
سبب افزایش قدرت رشد گیاه شده است و در نتیجه سطح برگ را افزایش داده است. همان‌طور که در شکل ۵ مشاهده می‌شود سطوح مختلف کود بارور ۲ اختلاف معناداری ندارند و در یک گروه آماری قرار می‌گیرند. با افزایش کود گاوی میزان سطح برگ گیاه ریحان افزایش یافت، اما سطوح ۵ و ۱۰ تن در هکتار کود گاوی اختلاف معناداری نداشتند. با افزایش مصرف کود شیمیایی سوپر فسفات تریپل تا میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار افزایش سطح برگ وجود داشت و بعد از آن افزایش مصرف کود سبب کاهش نسبی سطح برگ شد. سطوح مختلف کود فسفات آمونیوم نیز هرچند موجب افزایش سطح برگ شدند ولی از نظر آماری اختلاف معناداری نداشتند. پژوهش انجام‌شده بررسی تأثیر مایه تلقیح باکتری‌های ازتوباکتر (*Azotobacter paspali*),

#### سطح برگ

نتایج تجزیه داده‌ها بیانگر آن بود که سطوح مختلف کودهای آلی و شیمیایی بر سطح برگ گیاه دارویی ریحان از نظر آماری در سطح احتمال ۱ درصد معنادار شد (جدول ۲). از مقایسه میانگین‌های انجام‌شده نتیجه گرفته می‌شود که تیمارهای مختلف کودهای بیولوژیک و شیمیایی فسفر سبب افزایش سطح برگ گیاه دارویی ریحان در مقایسه با تیمار شاهد می‌شوند. به طوری که بیشترین سطح برگ مربوط به تیمارهای کود گاوی ۱۵ تن در هکتار و کود سوپر فسفات تریپل ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار بود و کمترین سطح برگ مربوط به تیمار شاهد بود. به نظر می‌رسد بهبود وضعیت تغذیه‌ای گیاه و همچنین افزایش آب در دسترس گیاه ناشی از بهبود خواص فیزیکی خاک بر اثر مصرف کودهای آلی و دامی

بیولوژیک سبب افزایش معنادار ارتفاع گیاه و شاخص سطح برگ می‌شود (Khoram Del *et al.*, 2008). نتیجه این پژوهش با نتایج پژوهش فوق مطابقت داشت.

آزوسپیریلوم (*Azospirillum brasilense*) و چارچ همزیست میکوریزا (*Glomus intraradicaes*) بر روی سیاه‌دانه، نشان داد که تلقیح بذر سیاه‌دانه با کودهای



شکل ۵. مقایسه میانگین تیمارهای مختلف بر سطح برگ ریحان

ریحان است. از آنجاکه عملکرد اسانس از حاصل‌ضرب درصد اسانس در عملکرد ماده خشک برگ به دست می‌آید، بنابراین برتری کود شیمیایی را می‌توان به بیشتر بودن عملکرد ماده خشک برگ در مقایسه با سایر تیمارها نسبت داد.

نتیجه این آزمایش با نتایج پژوهش بررسی تأثیر کودهای بیولوژیک بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی بابونه آلمانی مطابقت داشت (Fallahi *et al.*, 2009). در آن پژوهش تیمارهای بررسی شده اثر معناداری بر صفات کمی (تعداد شاخه اصلی، تعداد گل‌آذین در بوته، قطر گل، عملکرد گل خشک، عملکرد بذر) و کیفی (عملکرد اسانس و عملکرد کامازولن در هکتار) گیاه بابونه داشت. بیشترین عملکرد گل تر و خشک در تیمارهای نیتروکسین و باکتری حل‌کننده فسفات به دست آمد. نتایج پژوهش Tahami Zarandi (2010) بر روی ریحان بیانگر آن بود که درصد اسانس در تیمارهای کود آلی نسبت به شاهد افزایش یافت.

#### وزن تک‌بوته

با توجه به نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) تأثیر کودهای آلی و شیمیایی بر وزن تک‌بوته گیاه دارویی ریحان از نظر آماری در سطح احتمال ۱ درصد معنادار شد؛ و نظر به مقایسه میانگین‌های صورت‌گرفته و

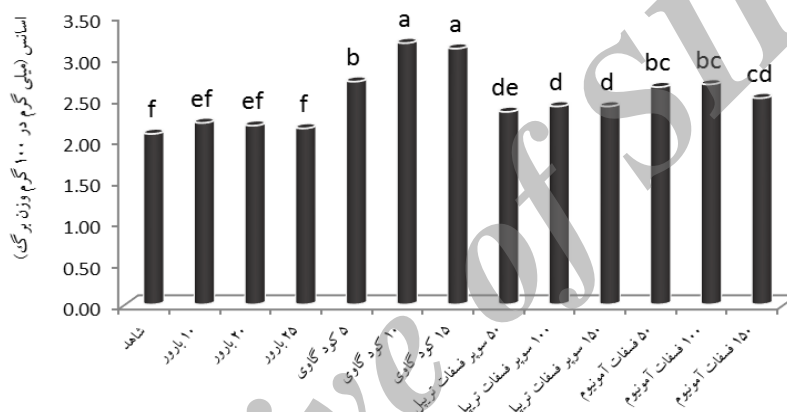
#### میزان اسانس بوته

نتایج نشان داد که تأثیر کودهای آلی و شیمیایی بر میزان اسانس گیاه دارویی ریحان در سطح احتمال ۱ درصد از نظر آماری معنادار شد (جدول ۲). به طوری که بیشترین میزان اسانس استخراج‌شده با مقادیر ۳/۱۷ و ۳/۱ درصد به ترتیب مربوط به تیمارهای کود گاوی ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار بود. تیمارهای شاهد و سطوح مختلف کود بارور ۲ کمترین میزان اسانس را داشت. تیمارهای مختلف کودهای شیمیایی فسفر نیز اختلاف معناداری نداشتند (شکل ۶). این نتایج بیانگر این است که مصرف کود بیولوژیک بارور ۲ تأثیری بر افزایش میزان اسانس ریحان ندارد. با افزایش مصرف کود گاوی تا مقدار ۱۰ تن در هکتار میزان اسانس استخراج‌شده از گیاه ریحان افزایش یافت و افزایش مصرف کود گاوی بیش از این مقدار سبب کاهش نسبی میزان اسانس شد. سطوح مختلف کود سوپر فسفات تریپل نیز اختلاف معناداری در افزایش میزان اسانس نداشتند. همچنین با افزایش مصرف کود فسفات آمونیوم تا مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار افزایش اسانس را به همراه داشت و افزایش مصرف این کود بیش از این مقدار سبب کاهش میزان اسانس شد. به نظر می‌رسد در صورت استفاده از این کود شیمیایی به مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار تیمار مناسبی برای استخراج بیشترین میزان اسانس از گیاه

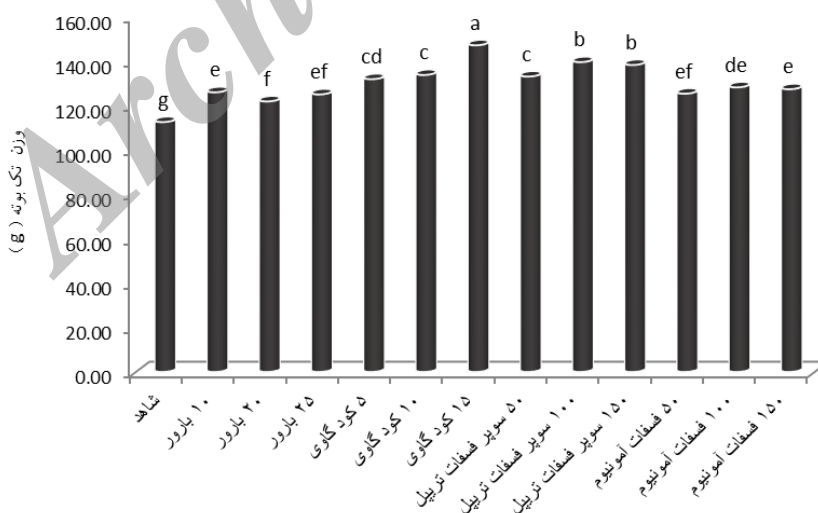


تک‌بوته شد و سایر سطوح این تیمار موجب کاهش وزن تک‌بوته شدند. سطح مختلف تیمار کود فسفات آمونیوم نیز اختلاف معناداری نداشتند، اما به نظر می‌رسد با افزایش سطوح این کود وزن تک‌بوته نیز افزایش می‌یابد. نتیجه این آزمایش با نتایج پژوهش انجام‌شده بر روی رازیانه مطابقت داشت (Kocheiki et al., 2008). نتایج بیانگر آن بود که طی دو سال آزمایش، کاربرد کودهای بیولوژیک منجر به افزایش ارتفاع و قطر بوته، وزن تر و خشک بوته و عملکرد اسانس نسبت به شاهد شدند و وزن تر و خشک اندام‌های هوایی در مقایسه با سال اول مقادیر بیشتری داشتند.

شکل ۷، تیمار کود گاوی ۱۵ تن در هکتار بالاترین وزن تک‌بوته را با مقدار ۱۴۷/۱۳ گرم داشت؛ و تیمار شاهد با مقدار ۱۱۲/۵۴ گرم کمترین وزن تک‌بوته را داشت. سطوح مختلف کود بارور ۲ اختلاف معناداری در افزایش وزن تک‌بوته نداشتند. با افزایش مصرف کود گاوی تا مقدار ۱۰ تن در هکتار وزن تک‌بوته افزایش یافت و افزایش مصرف بیش از این مقدار سبب کاهش وزن تک‌بوته شد که تیمار مناسب برای افزایش وزن تک‌بوته و نهایتاً عملکرد سطح ۱۰ تن در هکتار کود گاوی است. در بین سطوح مختلف تیمار کود سوپر فسفات تریپل تنها سطح مصرف ۱۰۰ کیلوگرم، سبب افزایش وزن



شکل ۶. مقایسه میانگین تیمارهای مختلف بر میزان اسانس بوته ریحان



شکل ۷. مقایسه میانگین تیمارهای مختلف بر وزن تک‌بوته ریحان

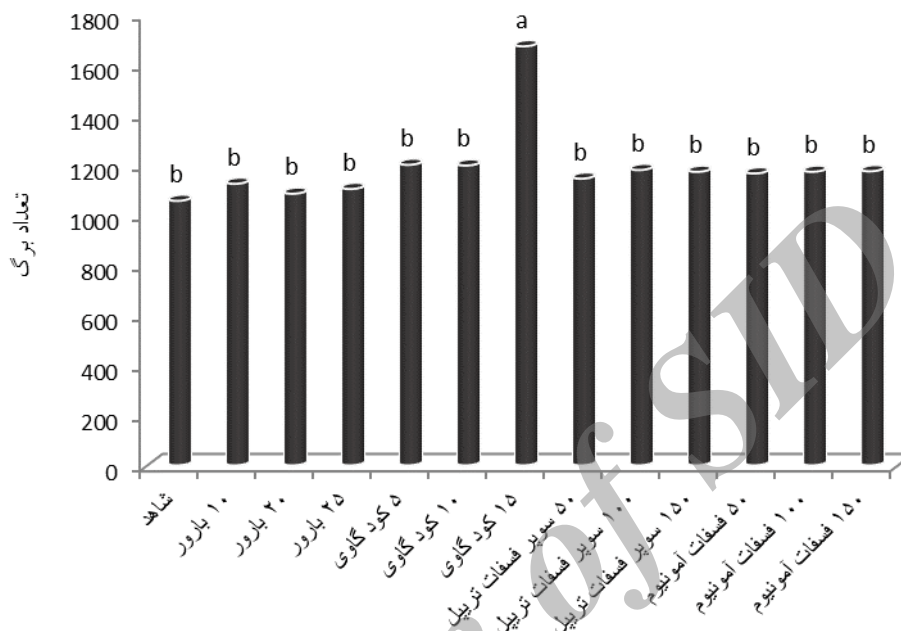
این بدان معناست که مصرف این کودها تأثیری بر افزایش و یا کاهش تعداد برگ گیاه ریحان ندارند (جدول ۲)؛ اما مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد که تنها

تعداد برگ بوته

نتایج این پژوهش نشان داد که کودهای آلی و شیمیایی تأثیر معناداری بر تعداد برگ گیاه دارویی ریحان ندارند.

نشان می‌دهد که فسفر خاک بدون اضافه کردن کود در حدی بوده است که بتواند منجر به تشکیل برگ به اندازه کافی شود. شکل ۸ تأثیر کودهای بیولوژیک و فسفر بر تعداد برگ را نشان می‌دهد.

سطح ۱۵ تن در هکتار تیمار کود گاوی بالاترین تعداد برگ را نسبت به سایر سطوح تیمار کودهای بیولوژیک و فسفر دارد و بقیه تیمارها در یک گروه آماری قرار می‌گیرند و اختلاف معناداری با هم ندارد. این نتایج



شکل ۸. مقایسه میانگین تأثیر تیمارهای مختلف بر تعداد برگ بوته ریحان

کود سوپرفسفات تریپل بیشترین تأثیر را بر تعداد خوشه و سطح برگ داشت. با توجه به نتایج فوق تیمار کود گاوی بیشترین تأثیر در مقایسه با سایر تیمارهای استفاده شده را داشت. بنابراین، با توجه به نتایج این پژوهش و پژوهش‌های اندکی که در این زمینه روی گیاهان دارویی به‌ویژه ریحان صورت گرفته، به نظر می‌رسد کودهای بیولوژیک می‌توانند جایگزین مناسبی برای بخشی از مصرف کودهای شیمیایی در تولید گیاهان دارویی باشند که بهبود تغذیه گیاه و کاهش آسیب‌های زیست‌محیطی و اقتصادی را به دنبال خواهد داشت.

### نتیجه‌گیری کلی

نتایج این پژوهش نشان داد که اثر تیمارهای مختلف کودهای آلی، زیستی و شیمیایی فسفر بر روی صفات عملکرد، ارتفاع بوته، تعداد بذر، سطح برگ، درصد اسانس و وزن تک‌بوته از نظر آماری در سطح احتمال ۱ درصد معنادار شد و بر روی صفات تعداد خوشه و تعداد برگ معنادار نشد. تیمار کود گاوی بالاترین عملکرد، ارتفاع بوته، اسانس، وزن تک‌بوته، تعداد برگ و سطح برگ را داشت. این موضوع می‌تواند به دلیل افزایش قابلیت استفاده عناصر غذایی باشد. تیمار کود بارور ۲ تنها بر روی تعداد بذر بیشترین تأثیر را داشت. تیمار

### REFERENCES

1. Alijani, M., Amini Dehaghi, M., Malboobi, M. A., Zahedi, M. & Modares Sanavi, S. A. M. (2011). The effect of different levels of phosphorus fertilizer together with phosphate bio-fertilizer (Barvar 2) on yield, essential oil amount and chamazulene percentage of *Matricaria recutita* L. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 27(3), 450-459.
2. Amini, A. (1995). *Traditional medicinal plants of Iran*. Tehran University of Medical Sciences Press
3. Asea, P. E. A., Kuecy, R. M. N. & Stewart J. W. B. (1988). Inorganic phosphate solubilization by two penicillium species in solution culture and soil. *Soil Biology and Biochemistry*, 20(4), 459-464.

4. 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.
5. Bachman, G. R. & Metzger, J. D. (1998). The use of vermin compost as a media amendment. *Pedo Biologia*, 32, 419-423.
6. Bybordi, A. & Malakoti, M. J. 2007. Evaluation of different sources of organic fertilizer on quantity and quality characteristics of red onion. *Soil and Water science Journal*, 21(1), 33-43. (in Farsi)
7. Darzi, M. T., Ghalavand, A. & Rejali, F. 2008. Effect of mycorrhiza, vermin compost and phosphate biofertilizer application on flowering, biological yield and root colonization in fennel (*Foeniculum vulgare Mill*). *Iranian Journal of Field Crops Research*, 10 (1), 88-109. (in Farsi)
8. Fatma, A. G., Lobna, A. M. & Osman, N. M. (2008). Effect of compost and biofertilizers on growth, yield and essential oil of sweet marjoram (*Majorana hortensis*). *International Journal of Agriculture and Biology*, 10(4), 381-387.
9. Fallahi, J., Kocheiki, A. & Rezvani Moghadam, P. (2009). Effect of biofertilizers on quantitative and qualitative characteristics of *Matricaria chamomilla* L. *Iranian Journal of Field Crop Research*, 7(1), 127-135. (in Farsi)
10. Gorgi Anari, M., Rafahi, H. Gh. and Alikhani, H. A. (2007). Effect of manure and biofertilizer in production of Lentil. *Iranian Journal of Agricultural Sciences*, 38(2), 305-311. (in Farsi)
11. Hazarika, D. K., Taluk Dar, N. C., Phookan, A. K., Saikia, U. N., Das, B. C. & Deka, P. C. (2000). Influence of vesicular arbuscular mycorrhizal fungi and phosphate solubilizing bacteria on nursery establishment and growth of tea seedlings in Assam. *Symposium No 12, Assam Agriculture University, Jorhat Assam, India*.
12. Khoram Del, S., Kochaki, A., Nasiri Mahalati, M. & Ghorbani, R. (2008). Effect of biological fertilizers on growth indices of Fennel flower. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 6(2), 285-294. (in Farsi)
13. Kocheiki, A., Tabrizi, L. & Ghorbani, R. (2008). Evaluating effect of biofertilizers on growth, yield and quality characteristics of Hyssop. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 6(1), 127-137. (in Farsi)
14. Kucey, R. M. N. (1983). Phosphate- Solubilizing bacteria and fungi in various cultivated and virgin Alberta soils. *Canadian Journal of Soil Science*. 63, 671-67.
15. Mahfouz, S. A. & Sharaf-Eldin, M. A. (2007). Effect of mineral vs. biofertilizer on growth, yield, and essential oil content of fennel (*Foeniculum vulgare Mill.*). *International Agrophysics Journal*, 21, 361-366.
16. Malbobi, M. A. 2007. *Properties of phosphate biofertilizer of Barvar 2*. Jihad University Press, 104 pp.
17. Moradi, R. (2009). *Evaluation of biologic and organic fertilizers effects on grain yield, yield components and essence of fennel (Foeniculum vulgare)*. MSc dissertation, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran.
18. Rezvani Moghaddam, P., Raoofi, M.R., Rashed Mohassel, M.H. & Moradi, R. (2009). Evaluation of sowing patterns and weed control on mung bean (*Vigna radiate L.*) - black cumin (*Nigella sativa L.*) intercropping system. *Journal of Agroecology*, 1(1), 65- 79. (in Farsi)
19. Rosa, M.C., Muchovej, J.J. & Alvarez, V.H. (1989). Temporal relations of phosphorus fractions in an oxisol amended with rock phosphorus and Thiobacillus thiooxidans. *Soil Science Society of America Journal*, 53, 1096-1100.
20. Sujatha, S., Bhat, R., Kannan, C. & Balasimha, D. (2011). Impact of intercropping of medicinal and aromatic plants with organic farming approach on resource use efficiency in areanut (*Areca catechu L.*) plantation in India. *Industrial Crops and Products*, 33, 78-83.
21. Swaefy Hend, M. F., Weaam, R. A., Sabh, A. Z. & Ragab, A. A. (2007). Effect of some chemical and biofertilizers on pepper mint plants grown in sandy soil. *Agricultural Sciences*, 52(2), 451-463.
22. Tahami-Zarandi, S. M. K. (2010). *Assessment of organic, biologic and chemical fertilizers on yield, yield components and essence of basil*. M.Sc. dissertation, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University, Mashahad, Iran.
23. Tahami-Zarandi, S. M. K., Rezavani Moghadam, P. & Jahan, M. (2010). Effect of organic and chemical fertilizers on yield and essential percentage of basil (*Osimum basilicum L.*). *Journal of Agroecology*, 2(1), 63-74. (in Farsi)
24. Taleghani, D., Sadegh Zadeh Hemaiaati, S., Noshad, H., Tohidlo, Gh., Dehghan Shoar, M. & Hamdi, F. (2006). Effect of different amount of manure on quantitative and qualitative characteristics of sugar beet in rotation with wheat. *Journal of Sugar Beet*, 22(2), 67-78. (in Farsi)
25. Vazan, S., Malboobi, M. A., Madani, H. & Anoshe, A. (2005). Effect of mineral and bio-fertilizer on yield of two sorghum cultivars under salt stress. *9<sup>th</sup> Iranian Soil Science Congress*. Karj, Iran.
26. Zarin Kafsh, M. (1992). *Soil Fertility and Fertilizer production*. Teheran University Press. 319 Pp.