

بررسی کاربرد کودهای زیستی و شیمیایی فسفر بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی گل راعی (*Hypericum perforatum L.*)

شهلا شفیعی ادیب^{۱*}، مجید امینی دهقی^۲ و سید علی محمد مدرس ثانوی^۳

۱- نویسنده مسئول، دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد، پست الکترونیک: ss.adib88@gmail.com

۲- دانشیار، مرکز تحقیقات گیاهان دارویی و دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد

۳- استاد، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

تاریخ پذیرش: مرداد ۱۳۹۲

تاریخ اصلاح نهایی: اسفند ۱۳۹۱

تاریخ دریافت: دی ۱۳۹۰

چکیده

به منظور بررسی اثر کودهای زیستی بر کمیّت و کیفیت گیاه دارویی گل راعی (*Hypericum perforatum L.*)، آزمایشی به صورت فاکتوریل سه فاکتوره شامل کود فسفات زیستی (تلقیح و عدم تلقیح)، ورمی کمپوست (۰، ۵ و ۱۰ تن در هکتار) و کود شیمیایی فسفر (۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در سال زراعی ۱۳۸۹ در مرکز تحقیقات گیاهان دارویی دانشگاه شاهد اجرا شد. همچنین یک کرت به عنوان تیمار شاهد شیمیایی شامل کود شیمیایی (N=250 kg/h، عملکرد بیولوژیک (۱۹۹/۶۶ گرم در مترمربع)، عملکرد سرشاخه گلدار (۱۱۴۹/۳۳ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد هیپرسیسین (۱۵۷/۲۳ گرم در هکتار) در سطح دوم ورمی کمپوست بدست آمد و بین سطح دوم و سوم ورمی کمپوست اختلاف معنی داری وجود نداشت. در این تحقیق اثرات متقابل دو فاکتور تلقیح بارور-۲ و کود شیمیایی فسفر معنی دار شد، به طوری که بیشترین میزان عملکرد سرشاخه گلدار (۱۲۶۷/۴۴ کیلوگرم در هکتار)، عملکرد بیولوژیک (۲۲۵/۶۷ گرم در مترمربع)، عملکرد هیپرسیسین (۱۷۶/۸ گرم در هکتار) و کلروفیل a (۰/۲۴۷ میلی گرم بر گرم برگ تازه) در تیمار تلقیح بارور-۲ به همراه ۱۰۰ کیلوگرم کود فسفره بدست آمد که در بیشتر آنها مقدارشان با تیمار ۲۰۰ کیلوگرم کود فسفره بدون تلقیح با بارور-۲ اختلاف معنی داری وجود نداشت. مقایسه شاهد با تیمارهای کود زیستی معنی دار گردید. به نظر می رسد که کودهای بیولوژیک می توانند در کشاورزی پایدار به عنوان یک جایگزین برای کودهای شیمیایی در گیاه دارویی گل راعی مورد استفاده قرار گیرند.

واژه‌های کلیدی: گل راعی (*Hypericum perforatum L.*)، هیپرسیسین، کودهای زیستی، کود فسفات زیستی، ورمی کمپوست.

مقدمه

روز در حال افزایش است (عباس زاده، ۱۳۸۴) و با توجه به اهمیت و نقش گیاهان دارویی در صنایع مختلف، نکته حائز اهمیت در تولید و پرورش این گونه‌های ارزشمند، افزایش

امروزه به دلیل مشخص شدن عوارض جانبی داروهای شیمیایی، رویکرد عمومی به مصرف داروهای گیاهی روز به

دارویی علف لیمو انجام شد، ملاحظه گردید که ویژگی‌هایی مانند ارتفاع گیاه، عملکرد بیولوژیک و غلظت فسفر ساقه نسبت به کنترل به طور قابل ملاحظه‌ای بهبود یافت. در این مطالعه کیفیت اسانس نیز در اثر وجود باکتری‌های حل‌کننده فسفات بهبود یافت، به نحوی که درصد ژرانیول در اسانس در حدود ۲۷/۶٪ بیشتر از تیمار شاهد بود (Darzi et al., 2009). Koochaki و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند که استفاده از ترکیب نیتروکسین، میکوریزا و پسودوموناس فلورسنت در گیاه دارویی زوفا باعث افزایش ۱۱۲/۹٪ عملکرد اسانس شد. نتایج تحقیق Gharib و همکاران (۲۰۰۸) حکایت از آن دارد که استفاده از باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن و حل‌کننده فسفات در گیاه دارویی مرزنجوش سبب افزایش درصد و عملکرد اسانس می‌گردد. Sanchez و همکاران (۲۰۰۵) در آزمایشی در کشور کوبا اثر کودهای بیولوژیک را روی دو گیاه دارویی بابونه و همیشه‌بهار مورد بررسی قرار دادند. نتایج حکایت از آن داشت که کاربرد این کودها در همیشه‌بهار باعث افزایش عملکرد گل و بهبود کیفیت دارویی شد، در حالی‌که در بابونه باعث افزایش عملکرد گل شد، ولی در کیفیت اثری نداشت. ورمی‌کمپوست گروه دیگری از کودهای زیستی می‌باشد و نوعی کمپوست تولید شده به کمک کرم‌های خاکی است که در نتیجه تغییر و تبدیل و هضم نسبی ضایعات آلی (کود دامی و بقایای گیاهی و غیره) در ضمن عبور از دستگاه گوارش این جانور بوجود می‌آید (ملکوتی، ۱۳۷۵؛ معلم و عشقی‌زاده، ۱۳۸۶). این ماده دارای تخلخل زیاد، قدرت جذب و ظرفیت زیاد نگهداری آب و بدون بوی نامطبوع و عوامل بیماری‌زا می‌باشد و امروزه استفاده از آن در کشاورزی پایدار، برای بهبود رشد و کیفیت محصولات زراعی و باغی متداول است (Atiyeh et al., 2002). در خصوص استفاده از ورمی‌کمپوست بر روی رشد و نمو و عملکرد گیاهان دارویی مطالعات اندکی انجام شده است. در رابطه با کاربرد ورمی‌کمپوست بر روی رشد و نمو گیاهان دارویی، Vadiraj و همکاران (۱۹۹۸) در مطالعه‌ای بر روی گیاه دارویی زردچوبه نشان دادند که مصرف ۱۰ تن ورمی‌کمپوست سبب بهبود ارتفاع بوته و عملکرد آن گردید. در مطالعه‌ای دیگر نیز مشاهده شد

تولید زیست‌توده آنها بدون کاربرد نهاده‌های مضر شیمیایی اعم از کود یا سموم دفع آفات و علف‌های هرز می‌باشد (Abdul-Jaleel et al., 2007). از آنجا که تأکید عمده کشاورزی پایدار بر افزایش کیفیت و پایداری عملکرد محصولات کشاورزی می‌باشد و نیز مطالعات انجام شده روی گیاهان دارویی در اکوسیستم‌های طبیعی و زراعی گویای آن است که استفاده از نظام کشاورزی پایدار بهترین شرایط را برای تولید این گیاهان فراهم می‌آورد و حداکثر عملکرد کمی و کیفی را در چنین شرایطی فراهم می‌کند. یکی از ارکان اصلی در کشاورزی پایدار استفاده از کودهای زیستی در اکوسیستم‌های کشاورزی با هدف حذف یا کاهش قابل ملاحظه در مصرف نهاده‌های شیمیایی است. از میان گیاهان دارویی می‌توان به گل‌راعی اشاره کرد. گل‌راعی یا علف‌چای (*Hypericum perforatum*) گیاهی علفی و پایا از خانواده Hypericaceae می‌باشد (صمصام شریعت، ۱۳۷۴). این گیاه دارویی در ترمیم زخم‌ها، بیماریهای عصبی مانند سیاتیک، بیماریهای عفونی مانند سفلیس، سل، اسهال خونی و سیاه‌سرفه و همچنین دفع کرم و دفع مالاریا نقش اساسی دارد (Goldstein et al., 1999). در اواخر دهه ۱۹۸۰ میلادی داروهای ضدافسردگی که از گل‌راعی تهیه شده بودند به تدریج وارد بازار شدند (Lake, Linde et al., 1996). از انواع کودهای زیستی می‌توان به میکروارگانیزم‌های حل‌کننده فسفات که عمدتاً شامل باکتری‌ها و قارچ‌ها می‌باشند، اشاره کرد که با تولید اسیدهای آلی موجب افزایش حلالیت فسفات‌های معدنی کم‌محلول نظیر سنگ فسفات می‌شوند. همچنین بسیاری از آنها با تولید آنزیم‌های فسفاتاز موجب آزاد شدن فسفر از ترکیب‌های آلی می‌گردند (صالح راستین، ۱۳۸۰؛ Gharib et al., 2008; Shahab et al., 2009). بسیاری از محققان نشان دادند که استفاده از باکتری‌های حل‌کننده فسفات، فسفر تثبیت شده درون خاک را حل نموده و استفاده گیاه از آن موجب عملکرد بالاتر محصولات زراعی شده است (Gull et al., 2004). در همین رابطه می‌توان به تحقیقات زیر اشاره کرد. در پژوهشی که با استفاده از یک گونه از باکتری حل‌کننده فسفات به نام *Bacillus polymyxa* همراه با مصرف یک نوع فسفات معدنی غیرمحلول به نام تری‌کلسیم فسفات، بر روی گیاه

تکرار اجرا گردید. در این طرح فاکتورها شامل عامل کود فسفات زیستی (بارور-۲) در دو سطح (تلقیح= B_1 و عدم تلقیح= B_2) و عامل کود شیمیایی فسفر به صورت سوپرفسفات تریپل در سه سطح ($P_1=0$ ، $P_2=100$ و $P_3=200$ کیلوگرم در هکتار) و عامل ورمی کمپوست در سه سطح ($V_1=0$ ، $V_2=5$ و $V_3=10$ تن در هکتار) هستند. کود بیولوژیک فسفر (بارور-۲) حاوی دو نوع باکتری حل‌کننده فسفر از گونه‌های پانتوآلگومرانس (سویه P_{25}) و سودوموناس پوتیدا (سویه P_{13}) می‌باشد، که از شرکت زیست فناوری سبز تهیه شد. در این تحقیق از بذره‌های خارجی اصلاح شده رقم زراعی به نام توپاز استفاده گردید. کشت به صورت غیرمستقیم و با استفاده از خزانه هوای آزاد انجام شد. به منظور اجرای آزمایش عملیات تهیه زمین در اسفند ماه با مناسب شدن شرایط اقلیمی انجام گردید. پس از تسطیح زمین اقدام به کرت‌بندی به ابعاد 3×2 گردید که هر کرت دارای شش ردیف کشت و فاصله بوته از یکدیگر 50×20 سانتی‌متر با تراکم ۱۰ بوته در مترمربع بود. پس از انتقال نشاءها آبیاری در حد نیاز و وجین به صورت دستی انجام شد. برداشت محصول در زمانی که ۸۰٪ بوته‌ها به گل رفتند، از ارتفاع ۱۰ سانتی‌متری سطح خاک انجام شد و بعد سرشاخه گلدار برداشت شده از هر کرت توزین گردید و نمونه‌های برداشت شده در سایه و در دمای معمولی (۲۵ تا ۳۰ سانتی‌گراد) به مدت سه روز خشک گردید. استخراج هیپرسیسین با استفاده از دستگاه سوکسله و اندازه‌گیری آن براساس قوانین بیر و لامبرت با اسپکتروفوتومتر ماوراءبنفش انجام شد. در این روش شستشوی کلروفیل و استخراج هیپرسیسین به ترتیب با کلروفیل و متانول انجام شده و بعد میزان جذب هیپرسیسین در طول موج ۵۹۰ نانومتر مشخص گردید. اندازه‌گیری و استخراج کلروفیل و اندازه‌گیری کلروفیل‌های a و b بر حسب روش Arnon (۱۹۹۴) انجام شد. اطلاعات حاصل، از طریق برنامه آماری Mstat-c مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و میانگین‌ها از طریق آزمون چند دامنه‌ای دانکن مقایسه شدند.

که کاربرد ورمی کمپوست موجب افزایش عملکرد دو گونه از گیاه دارویی بارهنگ شد (Sanchez et al., 2008). نتایج حاصل از پژوهش Darzi و همکاران (۲۰۱۱) روی کاربرد ورمی کمپوست و کود فسفات زیستی بر گیاه دارویی آنیسون (*Pimpinella anisum* L.) نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته، عملکرد بیولوژیک، تعداد چتر در بوته و عملکرد دانه با مصرف ۱۰ تن ورمی کمپوست حاصل گردید. کود فسفات زیستی نیز روی سایر صفات معنی دار شد. همچنین اثر متقابل این دو عامل باعث افزایش عملکرد بیولوژیک گردید. در تحقیقی که Astarai (۲۰۰۶) با موضوع تأثیر کمپوست زباله شهری و ورمی کمپوست روی گیاه دارویی اسفرزه انجام داد، به این نتیجه رسید که بیشترین میزان ارتفاع بوته و طول سنبله، تعداد سنبله در بوته، تعداد دانه در سنبله، وزن کاه و کلش در بوته و وزن هزاردانه در نسبت ۲۰ به ۸۰ ورمی کمپوست به خاک مشاهده گردید که در همه آنها ورمی کمپوست به نسبت ۲۰٪ خاک به کمپوست برتری داشت. با توجه به مسائل مطرح شده فوق، هدف از اجرای این پژوهش بررسی تأثیر کودهای بیولوژیک ورمی کمپوست و باکتری‌های حل‌کننده فسفات به همراه مصرف بهینه کود شیمیایی فسفر بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی گل‌زراعی به منظور مدیریت پایدار بوم نظام زراعی از طریق تغذیه تلفیقی گیاهیست.

مواد و روشها

این آزمایش در سال ۱۳۸۹ در مرکز تحقیقات گیاهان دارویی دانشگاه شاهد واقع در عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۳۱ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۳ درجه و ۴۸ دقیقه شرقی با ارتفاع ۱۰۵۰ متر از سطح دریا اجرا شد. میانگین بارش سالیانه منطقه ۲۵۹ میلی‌متر می‌باشد. قبل از کشت، برای تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه، از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک نمونه‌برداری انجام شد و مشخص شد که بافت خاک لومی شنی و pH آن برابر $7/8$ می‌باشد (جدول ۱). آزمایش مزرعه‌ای به صورت فاکتوریل سه عاملی در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه

جدول ۱- مشخصات خاک مزرعه

عمق (cm)	بافت	واکنش گل اشباع (pH)	ازت کل (%)	فسفر قابل جذب (p.p.m)	پتاسیم قابل جذب (p.p.m)	آهن (Mg/Kg)	روی (Mg/Kg)	مس (Mg/Kg)	منگنز (Mg/Kg)
۳۰	لومی	۷/۸	۰/۰۳۷	۳/۲	۱۵۰	۱/۹۶	۰/۴۸	۰/۲۲	۴/۶
۰	شنی								
حد معمول -	لومی	۶/۵-۷/۵	۰/۰۲	۱۲-۱۵	۳۰۰-۳۵۰	۸-۱۰	۱-۲	۰/۸-۱	۵-۸

نتایج

عملکرد سرشاخه گلدار در هکتار

نتایج بدست آمده از آزمایش، بیانگر آن بود که عامل کود ورمی کمپوست به تنهایی و اثر متقابل کود فسفات زیستی و شیمیایی فسفر و همچنین اثر متقابل کود ورمی کمپوست و کود شیمیایی فسفر و نیز اثر متقابل هر سه عامل با هم در سطح ۱٪ بر میزان عملکرد سرشاخه گلدار در هکتار معنی دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین بین سطوح مختلف کود ورمی کمپوست نشان داد که بین سطوح ۵ تن در هکتار ورمی کمپوست (۱۱۴۹/۳۳) کیلوگرم در هکتار و ۱۰ تن ورمی کمپوست (۱۰۵۱/۷۸) کیلوگرم در هکتار اختلاف معنی داری نبود، ولی هر دو آنها با تیمار عدم مصرف ورمی کمپوست (۸۶۸/۵) کیلوگرم در هکتار اختلاف معنی داری داشتند. به طوری که عملکرد سرشاخه در تیمار ۵ تن در هکتار ورمی کمپوست نسبت به تیمار کنترل ۳۲٪ افزایش یافت (جدول ۳). در مقایسه میانگین اثر متقابل کود بارور-۲ و کود شیمیایی فسفر بیشترین میزان عملکرد سرشاخه گلدار در تیمارهای تلقیح بارور-۲ به همراه ۱۰۰ کیلوگرم کود شیمیایی فسفر (۱۲۶۷/۴۴) کیلوگرم در هکتار و تیمار عدم تلقیح بارور-۲ به همراه ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفره (۱۲۴۲/۶۶) کیلوگرم در هکتار بدست آمد. میزان عملکرد سرشاخه گلدار در هر دو آنها نسبت به تیمار شاهد به ترتیب ۲۷/۶۹٪ و ۲۴/۱۹٪ افزایش یافت. در مقایسه میانگین اثر متقابل کود شیمیایی فسفر و ورمی کمپوست بیشترین میزان عملکرد سرشاخه گلدار

مربوط به تیمار ۵ تن ورمی کمپوست و صفر کیلوگرم فسفر (۱۳۰۳/۳۳) کیلوگرم در هکتار و کمترین مربوط به تیمار شاهد (۵۸۹/۶۶) کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۴). در مقایسه میانگین اثر متقابل هر سه عامل کود زیستی و شیمیایی فسفر و ورمی کمپوست بیشترین عملکرد سرشاخه در تیمار ۵ تن ورمی کمپوست و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفره بدون تلقیح با کود زیستی بارور-۲ (۱۴۴۵) کیلوگرم در هکتار و کمترین در تیمار شاهد (۵۲۶) کیلوگرم در هکتار بدست آمد. به طوری که عملکرد در تیمار مربوطه ۱۷۴٪ نسبت به تیمار شاهد افزایش یافت. میزان عملکرد سرشاخه در تیمار شاهد شیمیایی (NPK توصیه شده) ۸۶۳/۷ کیلوگرم در هکتار بدست آمد (جدول ۵).

عملکرد بیولوژیک

نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر متقابل کود فسفات زیستی و کود شیمیایی فسفر نشان داد که عملکرد بیولوژیک در تیمار تلقیح کود بارور-۲ به همراه ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفره (۲۲۵/۶۷) گرم در مترمربع بیشترین میزان بود که میزان آن با تیمار عدم تلقیح کود بارور-۲ به همراه ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفره (۲۱۶/۳۱) گرم در مترمربع اختلاف معنی داری نداشت. عملکرد بیولوژیک در هر دو آنها نسبت به تیمار شاهد به ترتیب ۲۹/۶۵٪ و ۲۴/۲۷٪ افزایش یافت. در مقایسه میانگین اثر متقابل هر سه عامل کود زیستی و شیمیایی فسفر و ورمی کمپوست بیشترین عملکرد بیولوژیک در تیمارهای ۵ تن ورمی کمپوست به همراه

هکتار ($B_1P_3V_2$) بیشترین و در تیمار شاهد ($66/61$ گرم در هکتار) کمترین مقدار بود. به طوری که عملکرد هیپریسین در این تیمار نسبت به تیمار شاهد 20.5% افزایش داشت. عملکرد هیپریسین در $B_1P_3V_2$ نسبت به تیمار شاهد شیمیایی (کود شیمیایی توصیه شده برای گیاه) 14.9% افزایش یافت (جدول ۵).

کلروفیل کل و کلروفیل a و b

در مقایسه میانگین اثر متقابل دو عامل کود شیمیایی فسفر و بارور-۲ در سطح 1% بیشترین میزان کلروفیل در تیمار عدم تلقیح بارور-۲ به همراه 200 کیلوگرم کود شیمیایی فسفر ($0/596$ میلی گرم بر گرم برگ تازه) بدست آمد که مقدار آن با تیمار تلقیح بارور-۲ به همراه 100 کیلوگرم کود فسفره ($0/582$ میلی گرم بر گرم برگ تازه) اختلاف معنی داری نداشت. در مقایسه میانگین اثر متقابل دو عامل کود شیمیایی فسفر و کود ورمی کمپوست در سطح 5% بیشترین میزان کلروفیل کل مربوط به تیمار 200 کیلوگرم کود فسفره به همراه 10 تن در هکتار ورمی کمپوست ($0/605$ میلی گرم بر گرم برگ تازه) بدست آمد (جدول ۴). در مقایسه میانگین اثر متقابل سه عامل کود بارور-۲، کود فسفره و کود ورمی کمپوست بیشترین میزان کلروفیل کل در تیمار 200 کیلوگرم کود فسفره و 5 تن ورمی کمپوست بدون تلقیح با بارور-۲ ($0/661$ میلی گرم بر گرم برگ تازه) بدست آمد. مقدار کلروفیل کل در تیمار شاهد شیمیایی $0/602$ میلی گرم بر گرم برگ تازه بدست آمد که با تیمار مطلوب کودی اختلاف معنی داری نداشت (جدول ۵). در مقایسه میانگین اثر متقابل دو عامل کود شیمیایی فسفر و بارور-۲ در سطح 1% بیشترین میزان کلروفیل a در تیمار عدم تلقیح بارور-۲ به همراه 200 کیلوگرم کود شیمیایی فسفر ($0/259$ میلی گرم بر گرم برگ تازه) و تیمار تلقیح بارور-۲ به همراه 100 کیلوگرم کود فسفره ($0/247$ میلی گرم بر گرم برگ تازه) بدست آمد. در مقایسه تیمارهای کودی با تیمار شاهد شیمیایی (NPK) توصیه شده برای گیاه) میزان کلروفیل b ($0/343$ میلی گرم بر گرم برگ تازه) با تیمارهای دیگر اختلاف معنی داری نداشت.

200 کیلوگرم در هکتار کود فسفره بدون تلقیح با بارور-۲ ($250/07$ گرم در مترمربع) و تیمار 5 تن ورمی کمپوست و صفر کیلوگرم فسفر همراه با تلقیح بارور-۲ ($256/33$ گرم در مترمربع) بدست آمد و کمترین میزان عملکرد بیولوژیک مربوط به تیمار شاهد ($81/13$ گرم در مترمربع) بود. میزان عملکرد بیولوژیک در تیمار شاهد شیمیایی $113/7$ گرم در مترمربع بدست آمد (جدول ۵).

میزان هیپریسین

نتایج بدست آمده از تجزیه واریانس نشان داد که هیچ یک از تیمارهای کودی به تنهایی و اثر متقابل آنها بر میزان هیپریسین اثر معنی داری نداشت.

عملکرد هیپریسین در هکتار

نتایج بدست آمده از آزمایش، بیانگر آن بود که تأثیر دو عامل کود شیمیایی فسفر و کود ورمی کمپوست به تنهایی و اثر متقابل دو عامل کود فسفات زیستی و شیمیایی و همچنین اثر متقابل کود ورمی کمپوست و کود شیمیایی فسفر در سطح 1% و دو عامل کود زیستی فسفر و ورمی کمپوست در سطح 5% و نیز اثر متقابل هر سه عامل با هم در سطح 1% بر میزان عملکرد هیپریسین در هکتار معنی دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر متقابل دو عامل کود زیستی و شیمیایی فسفر نیز اختلاف معنی داری را نشان داد، به نحوی که بیشترین میزان عملکرد در تیمار تلقیح کود فسفات زیستی به همراه 100 کیلوگرم کود شیمیایی فسفر ($176/83$ گرم در هکتار) بدست آمد که مقدار عملکرد هیپریسین در این تیمار 34% نسبت به تیمار شاهد (عدم مصرف کود) افزایش یافت. در مقایسه میانگین اثر متقابل دو عامل کود شیمیایی فسفر و کود ورمی کمپوست تمامی تیمارهای کودی با تیمار شاهد اختلاف معنی داری داشتند (جدول ۴). مقایسه میانگین اثر متقابل هر سه عامل نیز اختلاف معنی داری را نشان داد. به نحوی که میزان عملکرد هیپریسین در تیمار 200 کیلوگرم در هکتار کود فسفره و 5 تن در هکتار ورمی کمپوست بدون تلقیح با بارور-۲ ($203/16$ گرم در

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر کودهای زیستی و شیمیایی فسفر بر صفات مختلف عملکرد سرشاخه، هیپریسین و کلروفیل گل راعی

میانگین مربعات							درجه آزادی (df)	منابع تغییر (S.O.V)
کلروفیل کلروفیل کلروفیل	عملکرد بیولوژیک	عملکرد سرشاخه گلدار در هکتار	عملکرد هیپریسین در هکتار	میزان هیپریسین	میزان هیپریسین	میزان هیپریسین		
b	a	کل	عملکرد	عملکرد سرشاخه گلدار در هکتار	عملکرد هیپریسین در هکتار	میزان هیپریسین	df	
./۰۰۱ ns	./۰۰۱ ns	./۰۰ ns	۸۵۸۳/۹۵۷ **	۳۱۹۷۲۴/۱۳ **	۲۶۴۳/۵۹ **	۱۲۵/۰۱۹ ns	۲	تکرار
./۰۰۴ ns	./۰۰ ns	./۰۰۵ ns	۲۲۵۲/۹۹ *	۹۵۷۳/۳۵ ns	۴/۷۲۶ ns	۸/۱۶۷ ns	۱	کود بارور ۲ (B)
./۰۰۳ ns	./۰۰۳ **	./۰۱ *	۲۰۶/۵۸۷ ns	۴۵۴۰۳/۴۶ ns	۲۷۹۴/۲۱۴ **	۲۰۵۸/۹۰۷ **	۲	فسفر (P)
./۰۰۲ ns	./۰۰۱ ns	./۰۰۱ ns	۱۳۱/۴۹۵ **	۳۶۵۹۲۵/۵۷ **	۷۷۹۱/۶۶۸ **	۲۵۶/۱۳ ns	۲	ورمی کمپوست (V)
./۰۰۴ ns	./۰۰۷ **	./۰۱۸ **	۱۷۲/۸۴ **	۷۶۲۱۳۹/۲۴ **	۲۲۷۶۹/۰۴۱ **	۱۰/۷۲۲ ns	۲	B×P
./۰۰۵ *	./۰۰۱ ns	./۰۰۷ ns	۲۳۷/۶۳۲ ns	۱۰۱۱۹/۹ ns	۲۳۴۳/۴۵۵ *	۶۴۲/۳۸۹ ns	۲	B×V
./۰۰۳ ns	./۰۰۳ **	./۰۰۹ *	۷۶۳/۲۴۸ **	۲۴۶۰۷۷/۲۹ **	۲۷۹۵/۳۶۸ **	۷۱۶/۲۴۱ ns	۴	P×V
./۰۰۵ *	./۰۰۵ **	./۰۱۴ **	۶۱۶/۹۷۳ **	۱۴۹۷۳۸/۹۶ **	۵۵۴۱/۲۴۹ **	۷۰۰/۹۴۴ ns	۴	B×P×V
./۰۰۱	./۰۰۱	./۰۰۳	۳۸۱/۳۷	۲۸۷۲۷/۵۸	۷۳۱/۳۴۸	۴۰۴/۵۲۸	۳۴	خطای آزمایش
۱۲/۲۷	۱۱/۱۲	۱۰/۱۰	۱۰/۳۷	۱۶/۵۶	۲۰	۱۵/۵۴		c.v

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات مختلف عملکرد سرشاخه گلدار، میزان و عملکرد هیپریسین، کلروفیل در ازای مصرف کود و تلقیح باکتری بر گل راعی

کلروفیل b (mg/gr)	کلروفیل a (mg/gr)	کلروفیل کل (mg/gr)	عملکرد بیولوژیک (گرم در مترمربع)	عملکرد هیپریسین در هکتار (گرم در هکتار)	میزان هیپریسین (mg/kg)	عملکرد سرشاخه گلدار در هکتار (کیلوگرم در هکتار)	سطوح تیمارهای کودی
سطوح فسفر							
./۳۰۱ a	./۲۲۶ a	./۵۲۸ b	۱۸۴/۴۷ a	۱۲۸/۰۲ b	۱۲۶/۴۴ b	۹۷۰/۷۸ a	۰ کیلوگرم در هکتار
./۳۱۶ a	./۲۲۳ a	./۵۴۰ ab	۱۹۰/۶۳ a	۱۴۹/۶۳ a	۱۳۰/۳۹ ab	۱۰۷۰/۸۹ a	۱۰۰ کیلوگرم در هکتار
./۳۲۸ a	./۲۴۷ a	./۵۷۴ a	۱۸۹/۹۹ a	۱۲۸/۰۷ b	۱۳۱/۴۴ a	۱۰۲۷/۹۴ a	۲۰۰ کیلوگرم در هکتار
سطوح کود بارور							
./۳۰۷ a	./۲۳۰ a	./۵۳۸ a	۱۸۱/۹۱ b	۱۳۴/۹۴ a	۱۲۹/۰۴ a	۱۰۳۶/۵۲ a	عدم تلقیح
./۳۲۴ a	./۲۳۴ a	./۵۵۷ a	۱۹۴/۸۳ a	۱۳۵/۵۴ a	۱۲۹/۸۲ a	۱۰۰۹/۸۹ a	تلقیح
سطوح ورمی کمپوست							
./۳۱۳ a	./۲۳۴ a	./۵۵۰ a	۱۵۷/۵۲ b	۱۱۵/۸۷ b	۱۲۸/۱۷ a	۸۶۸/۵ b	۰ تن در هکتار
./۳۲۶ a	./۲۲۶ a	./۵۵۱ a	۲۰۷/۹۱ a	۱۵۷/۲۳ a	۱۳۳/۶۷ a	۱۱۴۹/۳۳ a	۵ تن در هکتار
./۳۰۷ a	./۲۳۶ a	./۵۴۱ a	۱۹۹/۶۷ a	۱۳۲/۶۱ b	۱۲۶/۴۴ a	۱۰۵۱/۷۸ a	۱۰ تن در هکتار

در هر ستون مربوط به هر عامل حروف مشابه بیانگر عدم وجود تفاوت معنی دار در بین میانگین تیمارها می باشند.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثرات متقابل دوگانه تلقیح کود فسفره بارور-۲ و کود فسفره، ورمی کمپوست و کود فسفره، کود ورمی کمپوست و کود فسفره بارور-۲ در گیاه دارویی گل‌راعی

مقایسه میانگین اثرات دوگانه	عملکرد سرشاخه گلدار در هکتار (کیلوگرم در هکتار)	میزان هیپریسین (mg/kg)	عملکرد هیپریسین در هکتار (گرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (گرم در مترمربع)	کلروفیل کل (mg/gr تازه)	کلروفیل a (mg/gr تازه)	کلروفیل b (mg/gr تازه)
کود بارور-۲ و کود شیمیایی فسفر							
عدم تلقیح × صفر کیلوگرم	۹۹۲/۵۶ b	۱۲۹/۶۷ a	۱۳۱/۷۲ bc	۱۷۴/۰۷ cd	۰/۵۱۸ bc	۰/۲۳۱ ab	۰/۲۸۵ a
عدم تلقیح × ۱۰۰ کیلوگرم	۸۷۴/۳۳ b	۱۳۸/۷۸ a	۱۲۲/۴۲ bc	۱۵۵/۳۴ d	۰/۴۹۹ c	۰/۱۹۹ b	۰/۲۹۹ a
عدم تلقیح × ۲۰۰ کیلوگرم	۱۲۴۲/۶۶ a	۱۱۸/۶۷ a	۱۵۰/۶۸ ab	۲۱۶/۳۱ ab	۰/۵۹۶ a	۰/۲۵۹ a	۰/۳۳۷ a
تلقیح بارور-۲ × صفر کیلوگرم	۹۴۹ b	۱۲۹/۴۴ a	۱۲۴/۳۲ bc	۱۹۴/۸۸ bc	۰/۵۳۸ abc	۰/۲۲۰ ab	۰/۳۱۷ a
تلقیح بارور-۲ × ۱۰۰ کیلوگرم	۱۲۶۷/۴۴ a	۱۴۱/۳۳ a	۱۷۶/۸۳ a	۲۲۵/۹۲ a	۰/۵۸۲ ab	۰/۲۴۷ a	۰/۳۳۴ a
تلقیح بارور-۲ × ۲۰۰ کیلوگرم	۸۱۳/۲۲ b	۱۱۸/۶۷ a	۱۰۵/۴۶ c	۱۶۳/۶۸ d	۰/۵۵۱ abc	۰/۲۳۴ ab	۰/۳۲۰ a
کود فسفره و ورمی کمپوست							
صفر کیلوگرم × صفر تن	۵۸۹/۶۶ c	۱۳۶ a	۸۱/۱ c	۱۱۴/۲۵ d	۰/۵۵۳ ab	۰/۲۳۶ ab	۰/۳۱۷ a
صفر کیلوگرم × ۵ تن در هکتار	۱۳۰۳/۳۳ a	۱۲۰/۳۳ a	۱۷۰/۷۱ a	۲۳۲/۸ a	۰/۵۵۰ abc	۰/۲۳۰ ab	۰/۳۱۶ a
صفر کیلوگرم × ۱۰ تن در هکتار	۱۰۱۹/۳۳ ab	۱۳۲/۳۳ a	۱۳۲/۲۶ ab	۲۰۶/۳۷ ab	۰/۴۸۰ c	۰/۲۱۰ ab	۰/۲۷۰ a
۱۰۰ کیلوگرم × صفر تن	۱۱۱۱/۳۳ ab	۱۳۵/۱۷ a	۱۴۵/۹۶ ab	۱۹۹/۲ ab	۰/۵۶۱ ab	۰/۲۳۶ ab	۰/۳۱۶ a
۱۰۰ کیلوگرم × ۵ تن در هکتار	۱۰۷۷/۸۳ ab	۱۴۶/۸۳ a	۱۵۹/۹۸ ab	۱۹۲/۷ bc	۰/۵۲۴ bc	۰/۱۹۷ b	۰/۳۲۷ a
۱۰۰ کیلوگرم × ۱۰ تن در هکتار	۱۰۲۳/۵ ab	۱۳۸/۱۷ a	۱۴۲/۹۴ ab	۱۸۰ bc	۰/۵۳۷ abc	۰/۲۳۷ ab	۰/۳۰۶ a
۲۰۰ کیلوگرم × صفر تن	۹۰۴/۵ b	۱۱۳/۳۳ a	۱۲۰/۵۶ bc	۱۵۹/۱۲ c	۰/۵۳۶ abc	۰/۲۲۹ ab	۰/۳۰۵ a
۲۰۰ کیلوگرم × ۵ تن در هکتار	۱۰۶۶/۸۳ ab	۱۳۳/۸۳ a	۱۴۱/۰۱ ab	۱۹۸/۲۳ ab	۰/۵۸۰ ab	۰/۲۵۰ ab	۰/۳۳۵ a

ادامه جدول ۴-

مقایسه میانگین اثرات دو گانه	عملکرد سرشاخه گلدار در هکتار (کیلوگرم در هکتار)	میزان هیپریسین (mg/kg)	عملکرد هیپریسین در هکتار (گرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (گرم در مترمربع)	کلروفیل کل (mg/gr تازه)	کلروفیل a (mg/gr تازه)	کلروفیل b (mg/gr تازه)
کود بارور-۲ و کود شیمیایی فسفر							
۲۰۰ کیلوگرم × ۱۰ تن در هکتار	۱۱۱۲/۵ ab	۱۰۸/۸۳ a	۱۲۲/۶۴ bc	۲۱۲/۶۳ ab	۰/۶۰۵ a	۰/۲۶۱ a	۰/۳۴۶ a
بارور-۲ و ورمی کمپوست							
عدم تلقیح × صفر تن	۸۷۱/۴۴ b	۱۲۱ a	۱۰۴/۳۱ c	۱۵۱/۰۳ c	۰/۵۱۷ a	۰/۲۲۶ a	۰/۲۸۴ c
عدم تلقیح × ۵ تن در هکتار	۱۱۸۹/۷۸ a	۱۳۷/۷۸ a	۱۶۸/۴۹ a	۲۰۵/۱ a	۰/۵۵۷ a	۰/۲۲۴ a	۰/۳۳۱ ab
عدم تلقیح × ۱۰ تن در هکتار	۱۰۴۸/۳۳ a	۱۲۸/۳۳ a	۱۳۲/۰۳ b	۱۸۹/۵۹ ab	۰/۵۳۹ a	۰/۲۳۹ a	۰/۳۰۴ bc
تلقیح با بارور-۲ × صفر تن	۸۶۵/۵۵ b	۱۳۵/۳۳ a	۱۲۷/۴۳ bc	۱۶۴/۰۱ bc	۰/۵۸۳ a	۰/۲۴۲ a	۰/۳۴۱ a
تلقیح با بارور-۲ × ۵ تن در هکتار	۱۱۰۸/۸۹ a	۱۲۹/۵۶ a	۱۴۵/۹۸ ab	۲۱۰/۷۲ a	۰/۵۴۵ a	۰/۲۲۷ a	۰/۳۲۱ ab
تلقیح با بارور-۲ × ۱۰ تن در هکتار	۱۰۵۵/۲۲ a	۱۲۴/۵۶ a	۱۳۳/۱۹ b	۲۰۹/۷۴ a	۰/۵۴۳ a	۰/۲۳۳ a	۰/۳۱۰ abc

در هر ستون مربوط به اثرات متقابل دو عامل حروف مشابه بیانگر عدم وجود تفاوت معنی‌دار در بین میانگین تیمارها می‌باشند.

جدول ۵- مقایسه میانگین تیمارهای کودهای زیستی و شاهد بر برخی از صفات کمی و کیفی گیاه دارویی گل‌راعی در سال ۱۳۸۹

مقایسه میانگین اثرات سه گانه	عملکرد سرشاخه گلدار در هکتار (کیلوگرم در هکتار)	میزان هیپریسین (mg/kg)	عملکرد هیپریسین در هکتار (گرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (گرم در مترمربع)	کلروفیل کل (mg/gr تازه)	کلروفیل a (mg/gr تازه)	کلروفیل b (mg/gr تازه)
B1P1V1	۵۲۶ h	۱۲۴/۳۳a	۶۶/۶۱ g	۸۱/۱۲ i	۰/۵۳۸ abcd	۰/۲۳۱ a	۰/۳۰۷ abc
B1P1V2	۱۲۴۰/۳۳ abcde	۱۲۹/۶۷/۷ a	۱۷۱/۸۸ abc	۲۰۹/۲۷ abcd	۰/۵۶۳ abcd	۰/۲۵۶ a	۰/۳۰۱ abc
B1P1V3	۱۲۱۱/۳۳ abcde	۱۳۵ a	۱۵۶/۶۸ abcde	۲۳۱/۸ ab	۰/۴۵۳ d	۰/۲۰۷ ab	۰/۲۴۶ c
B1P2V1	۹۹۶ bcdefg	۱۴۱ a	۱۳۹/۷۷ abcdef	۱۷۹/۰۳ cdefg	۰/۵۲۵ abcd	۰/۲۲۱ a	۰/۲۸۶ abc
B1P2V2	۸۸۴ cdefgh	۱۴۳/۳۳ a	۱۳۰/۴۳ bcdefg	۱۵۵/۹۷ efgh	۰/۴۴۶ d	۰/۱۳۴ b	۰/۳۱۲ abc
B1P2V3	۷۴۳ fgh	۱۳۲ a	۹۷/۰۷ efg	۱۳۱/۰۳ gh	۰/۵۲۶ abcd	۰/۲۴۱ a	۰/۲۹۹ abc
B1P3V1	۱۰۹۲/۳۳ abcdef	۹۷/۶۷ a	۱۰۶/۵۴ cdefg	۱۹۲/۹۳ bcdef	۰/۴۹۰ cd	۰/۲۲۶ a	۰/۲۶۰ bc
B1P3V2	۱۴۴۵ a	۱۴۰/۳۳ a	۲۰۳/۱۶ a	۲۵۰/۰۷ a	۰/۶۶۱ a	۰/۲۸۲ a	۰/۳۸۱ a
B1P3V3	۱۱۹۰/۶۷ abcde	۱۱۸ a	۱۴۲/۳۵ abcdef	۲۰۵/۹۳ abcde	۰/۶۳۷ ab	۰/۲۶۹ a	۰/۳۶۸ ab
B2P1V1	۶۵۲/۳۳ gh	۱۴۷/۶۷ a	۹۵/۹۸ efg	۱۴۷/۳۷ fgh	۰/۵۶۹ abcd	۰/۲۴۲ a	۰/۳۲۷ abc
B2P1V2	۱۳۶۶/۳۳ ab	۱۱۱ a	۱۶۹/۵۴ abcd	۲۵۶/۳۳ a	۰/۵۳۷ abcd	۰/۲۰۵ ab	۰/۳۳۲ abc
B2P1V3	۸۲۷/۳۳ efgh	۱۲۹/۶۷ a	۱۰۷/۸۴ cdefg	۱۸۰/۹۳ bcdefg	۰/۵۰۸ bcd	۰/۲۱۳ a	۰/۲۹۳ abc
B2P2V1	۱۲۲۶/۶۷ abcde	۱۲۹/۳۳ a	۱۵۲/۱۴ abcde	۲۱۹/۳۷ abcd	۰/۵۹۶ abc	۰/۲۵۱ a	۰/۳۴۶ abc
B2P2V2	۱۲۷۱/۶۷ abcd	۱۵۰/۳۳ a	۱۸۹/۵۳ ab	۲۲۹/۴۳ abc	۰/۶۰۲ abc	۰/۲۵۹ a	۰/۳۴۲ abc
B2P2V3	۱۳۰۴Abc	۱۴۴/۳۳ a	۱۸۸/۸۱ ab	۲۲۸/۹۷ abc	۰/۵۴۷ abcd	۰/۲۳۲ a	۰/۳۱۴ abc
B2P3V1	۷۱۶/۶۷ efg	۱۲۹ a	۱۳۴/۵۷bcdef	۱۲۵/۳ hi	۰/۵۸۳ abcd	۰/۲۳۳ a	۰/۳۵۰ abc
B2P3V2	۶۸۸/۶۷ efg	۱۲۷/۳۳ a	۷۸/۸۶ fg	۱۴۶/۴ fgh	۰/۴۹۸ bcd	۰/۲۱۷ a	۰/۲۸۸ abc
B2P3V3	۱۰۴۳/۳۳ abcdefg	۱/۴۸۶ a	۱۰۲/۹۳ defg	۲۱۹/۳۳ abcd	۰/۵۷۴ abcd	۰/۲۵۳ a	۰/۳۲۲ abc
NPK (شاهد)	۸۶۳/۷ defgh	۹۲ a	۹۲/۴۲ efg	۱۱۳/۷ defgh	۰/۶۰۲ abc	۰/۲۵۸ a	۰/۳۴۳ abc

در هر ستون حروف مشابه بیانگر عدم وجود تفاوت معنی‌دار در بین میانگین تیمارها می‌باشند.

B: سطوح مختلف کود بارور-۲ (تلقیح= B1 و عدم تلقیح= B2)

P: سطوح مختلف کود فسفره (P1: صفر کیلوگرم، P2: ۱۰۰ کیلوگرم، P3: ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار)

V: سطوح مختلف کود ورمی‌کمپوست (V1: صفر تن در هکتار، V2: ۵ تن در هکتار، V3: ۱۰ تن در هکتار)

بحث

کود فسفات زیستی باعث افزایش عملکرد بیولوژیک گیاه دارویی گل‌راعی شد. در تفسیر این موضوع با توجه به اینکه شاخ و برگ و اندام‌های هوایی در گیاه تحت تأثیر فعالیت جذب ریشه، میزان انتقال آب و مواد غذایی از ریشه قرار دارد، می‌توان چنین استدلال کرد که فسفات زیستی به‌وسیله آزادسازی و جذب بیشتر فسفر موجب افزایش میزان فتوسنتز و بهبود عملکرد بیولوژیک در گیاه دارویی گل‌راعی گردید. نتایج تحقیقی دیگر نیز مبین بهبود معنی‌دار عملکرد بیولوژیک و دانه در اثر مصرف باکتری‌های حل‌کننده فسفات در یک گیاه دارویی از خانواده فرفیون به نام *Phyllanthus amarus* در مقایسه با تیمار شاهد بود (Annamali et al., 2004). نتایج حاصل از این تحقیق با نتایج بررسی‌های Rashmi و همکاران (۲۰۰۸) در گیاه ریحان و Cabello و همکاران (۲۰۰۵) در گیاه دارویی عنعنا مطابقت دارد.

همچنین در بررسی اثر متقابل باکتری حل‌کننده فسفات با کود شیمیایی فسفر بیشترین عملکرد بیولوژیک گل‌راعی در تیمار تلقیح بارور-۲ به همراه نصف کود فسفره توصیه شده، بدست آمد. در مجموع می‌توان نتیجه گرفت که با مصرف باکتری حل‌کننده فسفات می‌توان میزان کود شیمیایی فسفر را تا ۵۰٪ کاهش داد. این موضوع با پژوهش‌های Falahi و همکاران (۲۰۰۹) روی گیاه دارویی بابونه آلمانی، Alijani و همکاران (۲۰۱۰) روی گیاه دارویی بابونه و Darzi و همکاران (۲۰۱۱) روی گیاه دارویی آنیسون مطابقت دارد.

استفاده از ورمی‌کمپوست باعث افزایش بیشتر صفات اندازه‌گیری شده در گیاه دارویی گل‌راعی گردید. دلیل آن را می‌توان چنین بیان کرد که احتمالاً افزودن ورمی‌کمپوست به خاک نه تنها تدارک عناصر غذایی مورد نیاز گیاه را افزایش داده است، بلکه با بهبود شرایط فیزیکی و فرایندهای حیاتی خاک، ضمن ایجاد یک محیط مناسب برای رشد ریشه، موجبات افزایش رشد اندام هوایی و تولید ماده خشک را نیز فراهم کرده است. همچنین می‌توان نتیجه گرفت که احتمالاً

خواص شیمیایی و فیزیکی هیومیک اسید موجود در ورمی‌کمپوست، از طریق افزایش ظرفیت نگهداری عناصر غذایی و افزایش هورمون‌های تنظیم‌کننده رشد (Tomati et al., 1987) و همچنین افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌ها (Arancon et al., 2004) باعث افزایش تجمع نیتروژن توسط گیاه می‌شود و با افزایش نیتروژن، سبب افزایش رشد گیاه گل‌راعی می‌شود. در همین رابطه پژوهش Pandey (۲۰۰۵) روی گیاه دارویی درمنه (*Artemisia pallens*) بیانگر آن بود که مصرف ورمی‌کمپوست حاصل از بقایای گیاهی موجب بهبود قابل‌ملاحظه گلدهی این گیاه دارویی در مقایسه با تیمار شاهد گردید. وی در تفسیر نتایج خود بیان کرد که بکارگیری ورمی‌کمپوست از طریق کنترل آفات و بیماریهای خاکزی و بهبود واکنش‌های حیاتی مفید در خاک و نیز احتمالاً جذب آب و عناصر غذایی، باعث افزایش رشد و نمو و گلدهی گیاه می‌شود. او همچنین اظهار داشت که بهبود عملکرد اسانس در این گیاه ناشی از افزایش ماده خشک حاصل از مصرف ورمی‌کمپوست بود. نتایج بدست آمده از این تحقیق با نتایج تحقیقات عزیز و همکاران (۱۳۸۳) روی گیاه دارویی ریحان، Darzi و همکاران در گیاه دارویی رازیانه (۲۰۰۹) و آنیسون (۲۰۱۱) Sanchez و همکاران (۲۰۰۸) روی گیاه دارویی بارهنگ و Sanchez و همکاران (۲۰۰۵) در گیاه دارویی همیشه بهار و بابونه مطابقت دارد.

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که بیشترین میزان عملکرد سرشاخه گلدار گل‌راعی در اثر استفاده از باکتری‌های حل‌کننده فسفات به همراه نصف کود شیمیایی توصیه شده برای گیاه بدست آمد. در این زمینه بسیاری از محققان نشان دادند که استفاده از باکتری‌های حل‌کننده فسفات، فسفر تثبیت شده درون خاک را حل نموده و استفاده گیاه از آن موجب عملکرد بالاتر محصولات زراعی شده است (Gull et al., 2004). در ارتباط با افزایش عملکرد سرشاخه‌های گلدار در اثر مصرف کود زیستی به همراه نصف کود شیمیایی می‌توان چنین بیان کرد که باکتری‌های حل‌کننده فسفات ممکن است باعث بهبود

نتایج بدست آمده از آزمایش نشان داد که هیچ یک از تیمارهای کودی بر میزان هیپریسن اثر معنی داری نداشت. افزایش کیفیت در گل راعی در اثر مصرف کودهای زیستی ناشی از افزایش عملکرد هیپریسن بود. در این راستا می توان بیان کرد که برای افزایش ماده مؤثره گیاهان دارویی راه های متفاوتی وجود دارد که از میان آنها می توان به افزایش وزن ماده خشک تولیدی به شرط ثابت بودن درصد ماده مؤثره، تغییر در نسبت اندام های ذخیره کننده ماده مؤثره و همچنین تغییر در میزان تجمع این مواد اشاره کرد. تحقیقات نشان داده است که عملیات زراعی مانند تغذیه اغلب به طور غیرمستقیم بر متابولیت های ثانویه مؤثر هستند (مانند تأثیر تغذیه بر اسانس ها و گلیکوزیدها) و بندرت این عوامل به طور مستقیم عمل می نمایند (مانند تأثیر تغذیه نیتروژن بر آلکالوئیدها) (Franz, 1983). با توجه به اینکه گل ها از مهمترین اندام های حاوی هیپریسن در گل راعی هستند (Martonfi & Repcak, 1994; Palevitch, 1987) و همچنین گزارشی در مورد تأثیر عناصر ماکرو بر متابولیسیم های بیوستیزی فلاونوئیدها وجود ندارد، پس افزایش در نسبت اندام ذخیره کننده و سازنده هیپریسن از مهمترین راه های افزایش هیپریسن و بهبود کیفیت این محصول است. مصرف کودهای زیستی باعث افزایش عملکرد سرشاخه گلدار گیاه دارویی گل راعی شد که نتیجه آن بهبود عملکرد هیپریسن ناشی از افزایش ماده خشک حاصل از مصرف کودهای بیولوژیک بود. در همین راستا در بررسی اثر نیتروژن و فسفر بر تولید ترکیب های شیمیایی ارقام Anthos, Elixir Standard, و Topas نشان داده شد که با تأمین این دو ماده شیمیایی، میزان هیپریسن اندکی افزایش یافت و اختلاف معنی دار نبود (Barl et al., 2002). این موضوع با نتایج تحقیق Sanchez و همکاران (۲۰۰۵) در آزمایشی در کشور کوبا با موضوع اثر کودهای بیولوژیک روی گیاه دارویی بابونه مطابقت دارد. تیمارهای کودی در بابونه باعث افزایش عملکرد گل شد اما بر کیفیت اثری نداشت. بنابراین می توان اظهار داشت که تیمارهای مطلوب

تولیدات گیاهی از طریق تولید متابولیسیم های ثانویه شود. همچنین شواهدی در ارتباط با بهبود رشد گیاهان بوسیله باکتری های حل کننده فسفات از طریق تولید اکسین (Patten & Glick, 2002; Shahab et al., 2009) و Siderophore (Koo & Cho, 2009) وجود دارد که این امر باعث شده که باکتری های حل کننده فسفات مناسبترین کود بیولوژیک به منظور مصرف بهینه کود شیمیایی فسفر در گیاهان دارویی به خصوص گل راعی شود. در همین رابطه Shaalan (۲۰۰۵a,b) در مطالعات خود نشان داد که مصرف باکتری های حل کننده فسفات (*Pseudomonas sp.* و *Bacillus megaterium*) موجب بهبود بارز ویژگی هایی مانند ارتفاع بوته، تعداد گل و عملکرد دانه در گیاه دارویی گل گاوزبان (*Borago officinalis*) و نیز افزایش چشمگیر صفاتی مانند ارتفاع بوته و عملکرد دانه در گیاه دارویی سیاه دانه گردید. در تحقیق دیگری که Alijani و همکاران (۲۰۱۰) روی گیاه دارویی بابونه انجام دادند، به این نتیجه رسیدند که بیشترین تعداد گل، عملکرد گل خشک و عملکرد اسانس و درصد اسانس در تیمار تلفیق کود زیستی بارور-۲ و کود شیمیایی فسفر حاصل گردید. این موضوع با پژوهش های Falahi و همکاران (۲۰۰۹) بر گیاه دارویی بابونه آلمانی و Annamali و همکاران (۲۰۰۴) روی فرقیون مطابقت دارد. از طرفی کود فسفات زیستی به همراه ۲۰۰ کیلوگرم کود شیمیایی فسفر در هکتار باعث کاهش عملکرد سرشاخه گلدار گل راعی و سایر صفات مورد اندازه گیری گردید. علت آن را می توان به این صورت تفسیر کرد که افزایش میزان فسفر خاک، سبب کاهش عملکرد ناشی از نسبت بالای فسفر به روی یا فسفر به آهن، تجمع بر، مولیبدن و کادمیوم در بافت های گیاهی می شود (Hamilton et al., 1993). این امر موجب کاهش میزان عملکرد سرشاخه گلدار و عملکرد هیپریسن شده است. بنابراین استفاده از کود فسفات زیستی به همراه میزان مناسب کود شیمیایی فسفر برای بدست آوردن حداکثر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی امری ضروریست.

- عزیزی، م.، لکزبان، ا. و باغانی، م.، ۱۳۸۳. بررسی تأثیر مقادیر متفاوت ورمی‌کمپوست بر شاخص‌های رشد و میزان اسانس ریحان اصلاح شده. خلاصه مقالات دومین همایش گیاهان دارویی، دانشگاه شاهد، تهران، ۸-۷ بهمن: ۶۲.
- ملکوتی، ج.، ۱۳۷۵. کشاورزی پایدار و افزایش عملکرد با بهینه‌سازی مصرف کود در ایران. انتشارات سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ۴۵۰ صفحه.
- معلم، ا.ح. و عشقی‌زاده، ح.ر.، ۱۳۸۶. کاربرد کودهای بیولوژیک: مزیتها و محدودیت‌ها. خلاصه مقالات دومین همایش ملی بوم‌شناسی ایران، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ۲۶-۲۵ مهر: ۴۷.
- Abdul-Jaleel, C., Manivannan, P., Sankar, B., Kishorekumar, A., Gopi, R., Somasundaram, R. and Panneerselvam, R., 2007. *Pseudomonas fluorescens* enhances biomass yield and ajmalicine production in *Catharanthus roseus* under water deficit stress. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 60: 7-11.
- Alijani, M., Amini Dehaghi, M., Modares Sanavi, S.A.M. and Mohammad Rezaye, S., 2010. The effects of phosphorous and nitrogen rates on yield, yield components and essential oil percentage of *Matricaria recutita* L. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 26(1): 110-113.
- Annamali, A., Lakshmi, P.T.V., Lalithakumari, D. and Murugesan, K., 2004. Optimization of biofertilizers on growth, biomass and seed yield of *Phyllanthus amarus* (Bhumyamalaki) in sandy loam soil. *Journal of Medicinal and Aromatic Plants Sciences*, 26(4): 717-720.
- Arancon, N.Q., Edwards, C.A., Bierman, P., Welch, C. and Metzger, J.D., 2004. Influences of vermicomposts on field strawberries: Part 1. effects on growth and yields. *Bioresource Technology*, 93(2): 145-153.
- Arancon, N.Q., Edwards, C.A. and Bierman, P., 2006. Influences of vermicomposts on field strawberries: Part 2, effects on soil microbiological and chemical properties. *Bioresource Technology*, 97(6): 831-840.
- Arnon, D.L., 1994. Copper enzymes in isolated chloroplasts, polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiology*, 24: 1-15.
- Astarai, A.R., 2006. Effect of municipal solid waste compost and vermicompost on yield and yield components of *Plantago ovate*. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 22(3): 180-187.
- Atiyeh, R.M., Arancon, N., Edwards, C.A. and Metzger, J.D., 2002. The influence of earthworm-

کودهای زیستی در مقایسه با تیمار کود شیمیایی شاهد، به مراتب شرایط مناسبتری را برای بهبود فعالیت میکروارگانیسم‌های مفید در خاک فراهم کرده و از طریق جذب مطلوب عناصر معدنی ماکرو و میکرو توسط ریشه، موجب ازدیاد رشد و به دنبال آن افزایش بیوماس گیاهی می‌شوند. در آخر توجه به این نکته ضروری است که با توجه به اینکه هدف از کشت گل راعی عملکرد سرشاخه گلدار و عملکرد هیپریسین می‌باشد، در مقایسه کلی میزان هیپریسین ارقام خارجی و ارقام برداشت شده از منابع طبیعی ایران در تحقیقات انجام شده، می‌توان نتیجه گرفت که میزان هیپریسین در ارقام بومی ایران بسیار بالاتر از میزان آنها در ارقام خارجی است. به عنوان مثال میزان هیپریسین تولیدی سرشاخه گلدار در سویس از ۱۰۰ ppm تا ۱۰۰۰ ppm گزارش شد (Kartnig & Heydel, 1993). در حالی که میزان هیپریسین از گونه‌های جمع‌آوری شده از منابع طبیعی ایران ۱۹۰۰ ppm گزارش شده است (Jaymand *et al.*, 2007). در نتیجه به نظر می‌رسد که استفاده از ارقام خارجی بدون کیفیت موجب پایین بودن مقادیر هیپریسین و عملکرد آن می‌شود. بنابراین می‌توان بیان کرد که زراعی کردن ارقام بومی ایران باعث افزایش چشمگیر میزان هیپریسین و عملکرد آن می‌شود.

منابع مورد استفاده

- صالح راستین، ن.، ۱۳۸۰. کودهای بیولوژیک و نقش آنها در راستای نیل به کشاورزی پایدار: ۵۴-۱. خاوازی، ک. و ملکوتی، م.ج.، (مؤلفان)، مجموعه مقالات ضرورت تولید صنعتی کودهای بیولوژیک در کشور. نشر آموزش کشاورزی، ۶۰۴ صفحه.
- مصمص شریعت، ه.، ۱۳۷۴. پرورش و تکثیر گیاهان دارویی. انتشارات مانی، اصفهان، ۴۲۰ صفحه.
- عباس‌زاده، ب.، ۱۳۸۴. تأثیر سطوح مختلف و روشهای مصرف کود نیتروژن بر میزان اسانس بادرنجبویه. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج.

- systems. Soil Science Society of America Journal, 57(5): 1310-1315.
- Jaymand, K., Rezaei, M.B., Mozafarian, V.A., Azadi, R., Naderi Haji Bagherkandi, M., Meshkizadeh, S. and Golipour, M., 2007. Determination of hypericin content in flowers and leaves of eight *Hypericum* species. Journal of Medicinal Plants, 7(25): 26-55.
 - Kartnig, T. and Heydel, B., 1993. Effects of visible and ultraviolet light on the production of hypericin and flavonoids in cell cultures of *Hypericum perforatum*. Planta Medica, 59: A654.
 - Koochaki, A., Tabrizi, L. and Ghorbani, R., 2008. Effect of biofertilizers on agronomic and quality criteria of hyssop (*Hyssopus officinalis*). Journal of Iranian Field Crop Research, 6(1): 127-137.
 - Koo, S.Y. and Cho, K.S., 2009. Isolation and characterization of a plant growth promoting rhizobacterium *Serratia* sp. SY5. Journal of Microbiology and Biotechnology, 19(11): 1431-1438.
 - Lake, R. 1997. The power of medicinal plants. Canadian Journal of Health and Nutrition, 175: 13.
 - Linde, K., Ramirez, G., Mulrow, C.D., Pauls, A., Weidenhammer, W. and Melchart, D., 1996. St. Johns wort for depression: an overview and metaanalysis of randomized clinical trials. British Medical Journal, 313(7052): 253-258.
 - Martonfi, P. and Repcak, M., 1994. Secondary metabolites during flower ontogonism of *Hypericum perforatum* L. Zahradnictvi, 21: 37-44.
 - Palevitch, D., 1987. Recent advances in cultivation of medicinal plants. Acta Horticulture, 208: 29-34.
 - Pandey, R., 2005. Management of *Meloidogyne incognita* in *Artemisia pallens* with bio organics. Phytoparasitica, 33(3): 304-308.
 - Patten, C.L. and Glick, B.R., 2002. Role of *Pseudomonas putida* indole acetic acid in development of the host plant root system. Applied and Environmental Microbiology, 68(8): 3795-3801.
 - Rashmi, K.R., Earanna, N. and Vasundhara, M., 2008. Influence of biofertilizers on growth, biomass and biochemical constituents of *Ocimum gratissimum* L. Biomedicine, 3(2): 123-130.
 - Sanchez, E.G., Rodrigues Gonzales, H. and C., Carballo Guerra. 2005. Ifluencia de los abonos organicos y biofertilizantes en la calidad de las especies medicinales *calendula officinalis* L. y *Matricaria recutita* L. Revista Cubana de Plantas Medicinales, 10(1):1.
 - Sanchez, G.E., Carballo, G.C. and Ramos, G.S.R., 2008. Influence of organic manures and biofertilizers on the quality of two Plantaginaceae: *Plantago major* L. and *Plantago lanceolata* L. processed pig manure on the growth and productivity of marigolds. Bioresource Technology, 81(2): 103-108.
 - Barl, B., Dragland, S. and Salamon, I., 2002. The effect of soil nutrients on the phytochemical profile of nutraceutical crops. Proceedings of the Symposium on Fertilizing Crops for Functional Food, Indiana, USA, 11 November: 6: 1-3.
 - Cabello, M., Irrazabal, G., Bucsinszky, A.M., Saparrat, M. and Schalamuk, S., 2005. Effect of arbuscular mycorrhizal fungus, *Glomus mosseae*, and a rock phosphate-solubilizing fungus, *Penicillium thomii*, on *Mentha piperita* growth in a soilless medium. Journal of Basic Microbiology, 45(3): 182-189.
 - Darzi, M.T., Ghalavand, A., Sefidkon, F. and Rejali, F., 2009. The effects of mycorrhiza, vermicompost and phosphatic biofertilizer application on quantity and quality of essential oil in fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 24(4): 396-413.
 - Darzi, M.T., Hadjseyed Hadi, M.R. and Rejali, F., 2011. Effects of vermicompost and phosphate biofertilizer application on yield and yield components in anise (*Pimpinella anisum* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 26(4): 452-465.
 - Falahi, J., Kouchaki, A.R. and Rezvani Moghadam, P., 2009. Effects of biofertilizers on quantitative and qualitative yield of chamomile (*Matricaria recutita*) as a medicinal plant. Journal of Iranian Field Crop Research, 7(1): 127-135.
 - Franz, Ch., 1983. Nutrient and water management for medicinal and aromatic plants. Acta Horticulturae, 132: 203-215.
 - Gharib, F.A., Moussa, L.A. and Massoud, O.N., 2008. Effect of compost and Bio-fertilizers on growth, yield and essential oil of sweet marjoram (*Majorana hortensis*) plant. International Journal of Agriculture & Biology, 10(4): 381-387.
 - Goldstein, A.H., Braverman, K. and Osorio, N., 1999. Evidence mutualism between a plant growing in a phosphate-limited desert environment and a mineral phosphate solubilizing (MPS) bacterium. FEMS Microbiological Ecology, 30(4): 295-300.
 - Gull, M., Hafeez, F.Y., Saleem, M. and Malik, K. A., 2004. Phosphorus uptake and growth promotion of chickpea by co-inoculation of mineral phosphate solubilizing bacteria and a mixed rhizobial culture. Australian Journal of Experimental Agriculture, 44(6): 623-628.
 - Hamilton, M.A., Westermann D.T. and James, D.W., 1993. Factors affecting Zinc uptake in cropping

- promotion by indigenous PSBs. *African Journal of Agricultural Research*, 4(11): 1312-1316.
- Tomati, U., Grappelli, A. and Gall, E., 1987. The hormone-like effect of earthworm casts on plant growth. *Biology and Fertility of Soils*, 5(4): 288-294.
 - Vadiraj, B.A., Gangaiah, S. and Poti, N., 1998. Effect of vermicompost on the growth and yield of turmeric. *South Indian Horticulture*, 46: 176-179.
 - Shaalan, M.N., 2005a. Effect of compost and different sources of biofertilizers, on borage plants (*Borago officinalis* L.). *Egyptian Journal of Agricultural Research*, 83(1): 271-284.
 - Shaalan, M.N., 2005b. Influence of biofertilizers and chicken manure on growth, yield and seeds quality of *Nigella sativa* L. plants. *Egyptian Journal of Agricultural Research*, 83(2): 811-828.
 - Shahab, S., Ahmed, N. and Khan, N.S., 2009. Indole acetic acid production and enhanced plant growth

The effects of Bio fertilizers and chemical phosphorus fertilizers on quantity and quality yield of John's wort (*Hypericum perforatum* L.)

Sh. Shafiee Adib^{1*}, M. Amini Dehaghi² and S.A.M. Modares Sanavi³

1*- Corresponding author, MSc. Student, Shahed University, Tehran, Iran, E-mail: ss.adib88@gmail.com

2- Medicinal Plants Research Center and Shahed University, Tehran, Iran

3- Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

Received: January 2012

Revised: March 2013

Accepted: July 2013

Abstract

In order to study the effects of biofertilizers on the quantity and quality of John's wort (*Hypericum perforatum* L.), an experiment was conducted at Shahed University in 2010. The studied factors included phosphatic biofertilizer (inoculated and non-inoculated), phosphorous fertilizer at three levels (0, 100, 200 kg/h) and vermicompost (0, 5, 10 ton/h). The study was conducted in a factorial experiment in the form of a randomized complete blocks design (RCBD) with three replications. In addition, one plot was considered as control group in each replication to be compared with other plots in which only chemical fertilizers (NPK: 250, 200 and 100 kg/h) were used. Results showed that the highest biological yield, flowering shoot yield, and hypericin yield were obtained by applying vermicompost at 5 ton/ha, and there was no significant difference between the application rates of 5 and 10 ton/ha. The interaction effects of phosphatic biofertilizer (inoculated) and phosphorous fertilizer were significant, so that the highest biological yield, flowering shoot yield, hypericin yield and chlorophyll a were obtained by applying 100 kg/ha P₂O₅ plus phosphatic biofertilizer, having no significant difference with the application rate of 200 kg/ha P₂O₅. Significant differences were found between biofertilizer treatments and control group. According to the obtained results, it seems that biofertilizers can be considered as a replacement for chemical fertilizers.

Keywords: John's wort (*Hypericum perforatum* L.), hypericin, biofertilizers, phosphorus biofertilizer, vermicompost.