دوازدهمین کنگره علوم باغبانی ایران

12th Iranian Horticultural Science Congress
September 05-08 2021
۱۴ لغایت ۱۷ شهریورماه ۱۴۰۰

دانشگاه شهید چمران اهواز

(بررسی اثر باکتری *Pseudomonas putida* برصفات مورفولوژیکی و بیوشیمیایی دو گونه ریحان)

مجتبی مومنی منفرد[۱*]، محمد محمودی سورستانی[۲]، نعیمه عنایتی ضمیر[۲]

۱. دانش آموخته کارشناسی ارشد گیاهان دارویی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز

۲. دانشیار دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز

*:Ac.mojtaba_momeni@yahoo.com

چکیده

(به منظور بررسي اثر باکتری *Pseudomonas putida* در تأمین نیاز فسفر دو گونه ریحان(*Ocimum.basilicum* و*Ocimum. sanctum*) آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه شهید چمران اهواز اجرا گردید. فاکتور اول شامل نوع گیاه و فاکتور دوم نوع کود (۰٪، ۵۰٪ و ۱۰۰٪ سوپرفسفات، تلقیح باکتری، باکتری+۵۰٪ سوپرفسفات و تلقیح باکتری+۱۰۰٪ سوپرفسفات). صفات اندازه گیری شده عبارت‌اند از: ارتفاع، تعداد گل‌آذین، سطح برگ، وزن تر و خشک، فسفر برگ، فلاون و فلاونول، فلاونوئید، فنل و درصد مهار رادیکال‌های آزاد. نتایج نشان داد به ترتیب برای هر دو گونه *O.basilicum* و *O. sanctum* بیشترین ارتفاع، تعداد گل‌آذین، سطح برگ، وزن تر و خشک اندام هوایی و همچنین بیشترین میزان فسفر برگ (۹۲/۴ و ۸۲/۴ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک)، فلاون و فلاونول (۶/۱۰ و ۷۶/۷ میلی‌گرم کوئرستین بر گرم وزن خشک)، فلاونوئید (۷۲/۴۹ و ۸۲/۴۸ میلی‌گرم گالیک اسید بر گرم وزن خشک)، فنل (۶۲/۹ و ۱۸/۱۴ میلی‌گرم گالیک اسید بر گرم وزن خشک) و درصد مهار رادیکال‌های آزاد (۴۲/۶۷٪ و ۲۶/۷۵٪) در تیمار تلقیح باکتری مشاهده شد. به طور کلی باکتری سودوموناس باعث بهبود خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی ریحان نسبت به شاهد شد و می‌تواند جایگزین مناسبی برای کود شیمیایی فسفر در تولید گیاهان دارویی باشد.

واژه‌های کلیدی: سودوموناس، فسفر، ریحان، ترکیبات فنلی

مقدمه

ریحان گیاهی علفی و یک‌ساله از خانواده نعناعیان می‌باشد که به عنوان گیاهی دارویی و ادویه‌ای استفاده می‌شود. این گیاه به دلیل مواد مؤثره‌ای که در پیکره رویشی خود دارد در بیشتر فارماکوپه‌ها به‌عنوان یک گیاه دارویی معرفی‌شده است(امیدبیگی، ۱۳۹۲). مواد مؤثره موجود در اسانس آن در صنایع عطر و ادوکلن سازی، صنایع آرایشی-بهداشتی، صنایع غذایی و دارویی استفاده می‌شود زیرا اسانس ریحان منبع ترکیبات حلقوی می‌باشد و عملکرد ضد باکتری، ضد قارچ، ضدویروس و ضد اکسایشی دارد (Harisaranraj et al., 2008). فسفر بعد از نیتروژن مهم‌ترین عنصر غذایی موردنیاز برای رشد گیاهان است (Okusancya and Fawole, 1985). عنصر فسفر ضمن شرکت در ساخت فسفولیپیدها و پایداری بخشیدن به غشاهای سلولی، در ساختار پروتئین ها و انواع مختلف مولکول‌های حامل انرژی همچون ATP، GTPو NADPH حضور داشته و دارای نقش اساسی در واکنش‌های حیاتی سلول می‌باشد. به علاوه، این عنصر با افزایش تشکیل جوانه گل در گیاه سبب تغییر رشد رویشی گیاه به سمت رشد زایشی می‌گردد. کمبود عنصر فسفر منجر به عوارضی چون باریک شدن برگ‌ها، کاهش تشکیل جوانه برگ و گل و در نهایت کاهش محصول میوه و بذر در گیاه می‌شود (داوودی، ۱۳۸۵). با توجه به کاربرد بی‌رویه کودهای شیمیایی فسفاته و اثرات مضر ناشی از آن به منابع آب‌وخاک لازم است مطالعاتی درباره روش‌های کاربرد یا موارد قابل جایگزین انجام شود. رویکرد جهانی در تولید گیاهان دارویی به سمت بکار گیری روش‌های مدیریتی نظیر مصرف کودهای زیستی می‌باشد، چراکه از گیاهان دارویی در ساخت انواع دارو استفاده می‌کنند پس باید در مصرف نهاده‌هایی مثل کود دقت بیشتری را داشت مطمئن‌ترین کودها کودهای زیستی می‌باشند زیرا علاوه بر اینکه نیاز تغذیه‌ای گیاه را تأمین می‌کند با محیط‌زیست نیز سازگارند و حتی موجب بهبود کیفیت خاک نیز می‌گردند (Vadiraj et al., 1998). در پژوهشی تأثیر کاربرد کودهای بیولوژیک بر میزان جذب عناصر نیتروژن و فسفر گیاه دارویی همیشه بهار مورد بررسی قرار گرفت، نتایج نشان داد کاربرد تلفیق کودهای زیستی حاوی باکتری‌های ازتوباکتر و سودوموناس سبب افزایش معنی دار حدود ۱/۵ برابری در میزان عناصر نیتروژن و فسفر گیاه گردید(Hosseinzadah et al., 2011). مطالعه تأثیر کود فسفات زیستی بر روی فاکتورهای رشدی و عملکرد گیاه دارویی ریحان جهت تأمین نیازهای غذایی سالم و غنی‌تر، برداشت بیشتر به‌دوراز آلوده سازی زیست‌بوم و افزایش محصول ازنظر کمی و کیفی بدون آسیب رساندن به اکوسیستم مزرعه امری ضروری به نظر می‌رسد لذا پژوهش حاضر در راستای اهداف زیر پایه گذاری گردید: ۱- استفاده از باکتری حل‌کننده فسفر به‌منظور تأمین فسفر موردنیاز دو گونه ریحان. ۲- مقایسه کارایی کود زیستی و شیمیایی فسفر بر تأمین نیاز فسفر دو گونه ریحان. ۳- مقایسه کارایی کود زیستی و شیمیایی فسفر بر شاخص‌های رشدی دو گونه ریحان.

مواد و روش ها

این پژوهش در سال(۱۳۹۷) به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی علوم باغبانی دانشگاه شهید چمران اهواز اجرا گردید. فاکتور اول شامل نوع گیاه (*O.basilicum var. Thyrsiflora* و *O. sanctum.L*) فاکتور دوم شامل سطوح مختلف کود (صفر، ۵۰ و ۱۰۰ درصد نیاز گیاه کود سوپرفسفات، فقط باکتری، باکتری+۵۰ درصد کود سوپرفسفات و باکتری+۱۰۰ درصد نیاز گیاه کود سوپرفسفات). به منظور بررسی تأثیر باکتری *Pseudomonas putida* بر روی صفات رشدی و عملکردی دو گونه از گیاه دارویی ریحان. گلدان‌هایی تهیه و با خاک (سیلتی-رسی) پر شدند، سپس اعمال کود شیمیایی و زیستی فسفر به تناسب تیمارهای آزمایش انجام شد

نتایج و بحث

نتایج جدول تجزیه واریانس صفات مورفولوژیکی (جدول-۱) نشان داد اثر متقابل فاکتورهای a و b سبب تفاوت معنی‌دار در صفات ارتفاع گیاه، تعداد گل‌آذین و سطح برگ در سطح احتمال ۱ درصد گردید. همچنین اثر ساده فاکتورهای a و b نیز بر صفات وزن‌تر و خشک اندام هوایی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود.

جدول-۱: تجزیه واریانس اثر باکتری (*Pseudomonas putida*) و کود شیمیایی سوپر فسفات بر صفات مورفولوژیکی دو گونه از گیاه دارویی ریحان.

Sov.	df	MS				
		Dry weight	Fresh weight	Leaf area	No. Inflorescence	height
Plant (a)	1	0.01^{ns}	2.93*	8121.01**	213.69**	82.93**
Fertilizer (b)	5	0.12**	9.04**	3584.65**	43.94**	140.68**
a*b	5	0.06^{ns}	1.14^{ns}	430.61**	6.61**	9.97**
Error	24	0.05	0.45	12.26	0.55	1.61
Cv (%)		5.20	5.47	1.33	9.61	2.95

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

نتایج حاصل از مقایسه میانگین نشان داد (جدول-۲) که بیشترین میزان ارتفاع گیاه در هر دو گونه باسیلیکوم و سانکتوم در تیمار کودی فقط باکتری وجود داشت (به ترتیب ۴۵ و ۴۹ سانتی‌متر) و بعدازآن تیمارهای (باکتری + ۵۰ درصد سوپر فسفات) و (باکتری + ۱۰۰ درصد سوپر فسفات) بیشترین ارتفاع را نسبت به شاهد داشتند. در پژوهشی که بر روی تأثیر باکتری‌های محرک رشد بر صفات مورفولوژیکی گیاه ریحان انجام شد مشخص گردید کاربرد باکتری‌های ازتوباکتر، آزوسپیریلیوم و سودوموناس سبب افزایش معنی‌دار ارتفاع گیاه در مقایسه با تیمار شاهد گردید (Roshanpour et al., 2014). بیشترین سطح برگ (۴۰۴ و ۴۰۵ سانتی‌متر مربع برای باسیلیکوم و سانکتوم) در تیمار فقط باکتری مشاهده شد. تیمارهای باکتری + ۵۰ درصد سوپر فسفات و باکتری + ۱۰۰ درصد سوپر فسفات بدون داشتن اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد بعد از تیمار فقط باکتری بیشترین میزان سطح برگ را به خود اختصاص دادند. با توجه به اهمیت نقش عنصر فسفر در انجام فرآیند فتوسنتز و اثر مثبت کاربرد کود بیولوژیک فسفر بر تعداد برگ و متعاقب آن سطح برگ گیاه ریحان را می‌توان چنین استدلال کرد کاربرد این عامل توانسته است با تأمین کافی عنصر فوق، توان فتوسنتزی گیاه را بالابرده و از این طریق سبب افزایش سطح برگ گردیده است. تیمار کودی فقط باکتری در هردو گونه باسیلیکوم و سانکتوم بیشترین تعداد گل‌آذین را تولید نمود (۹ و ۱۳ عدد در بوته برای باسیلیکوم و سانکتوم). در پژوهشی تأثیر کاربرد باکتری‌های محرک رشد بر روی صفات مورفولوژیکی گیاه دارویی ریحان موردمطالعه قرار گرفت، نتایج نشان داد کاربرد کودهای بیولوژیک حاوی باکتری‌های حل‌کننده فسفر (سودوموناس و باسیلوس) سبب افزایش معنی‌دار تعداد گل‌آذین این گیاه نسبت به تیمار شاهد گردید (تهامی و همکاران، ۱۳۹۳). در بررسی حاضر تیمار فقط باکتری تأثیر بیشتری در هر دو گونه موردنظر داشت و پس از آن تیمار باکتری + ۵۰ درصد سوپر فسفات و تیمار باکتری + ۱۰۰ درصد سوپر فسفات به ترتیب بهترین نتیجه را داشتند. تلقیح گیاه ریحان با باکتری *Pseudomonas putida* (به‌عنوان یک باکتری حل‌کننده فسفات) سبب افزایش انحلال‌پذیری و میزان غلظت این عنصر در محلول خاک شده و با کمک به جذب این عنصر توسط گیاه منجر به تحریک رشد زایشی و افزایش تعداد گل‌آذین در گیاه گردیده است. مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد (جدول-۲) که بیشترین وزن‌تر (۷/۱۴ و ۸/۱۳ گرم برای باسیلیکوم و سانکتوم) و خشک (۰۴/۲ و ۵۸/۲ گرم برای باسیلیکوم و سانکتوم) اندام هوایی بوته در هر دو گونه موردمطالعه در تیمار فقط باکتری مشاهده شد، به‌طور مشابهی تیمار شاهد در این مطالعه برای صفات موردنظر کمترین میزان را نشان داد. با توجه به اینکه باکتری *Pseudomonas putida* باعث افزایش چشمگیری در صفات ارتفاع، سطح برگ، تعداد گل‌آذین گردید به تبعیت از این موضوع باعث افزایش چشمگیری در وزن‌تر و خشک گیاه نسبت به سایر تیمارهای به‌ویژه تیمار شاهد گردید. این باکتری باعث افزایش میزان فسفر قابل‌جذب برای گیاه می‌شود، عنصر فسفر با تأمین انرژی لازم جهت انجام واکنش‌های بیوشیمیایی مانند فتوسنتز و بیوسنتز هورمون‌های گیاهی که نقش مهمی در افزایش توان فتوسنتزی دارد، سبب بهبود رشد ریشه گیاه و جذب بهتر آب و مواد غذایی می‌شود (Mano and Nemoto, 2012) و از سوی دیگر با شرکت در ساختار رنگیزه های فتوسنتزی و تأمین انرژی لازم برای فرآیند فتوسنتز، سبب افزایش وزن‌تر و خشک اندام‌های گیاه می‌گردد (Hoseini et al., 2015). با توجه به تأثیر باکتری سودوموناس بر وزن‌تر و خشک گیاه ریحان در تحقیق حاضر می‌توان چنین استدلال کرد باکتری سودوموناس توانسته است با بهبود جذب عنصر فسفر سبب افزایش توان فتوسنتزی گیاه و درنهایت افزایش وزن‌تر و خشک آن شده است.

جدول-۲: مقایسه میانگین اثر باکتری (*Pseudomonas putida*) و کود شیمیایی سوپر فسفات بر صفات مورفولوژیکی دو گونه از گیاه دارویی ریحان .

	O. sanctum					*O.basilicum var. Thyrsiflora*				
	Dry weight	Fresh weight	Leaf area	No. Inflo.	hight	Dry weight	Fresh weight	Leaf area	No. Inflo.	hight
Control	0.97^{f}	6.8^{g}	250^{d}	4.6^{d}	35^{g}	0.91^{f}	8.33^{f}	212^{e}	2.8^{e}	37^{fg}
50% P	1.2^{e}	9.8^{e}	260^{d}	9^{d}	42^{c}	1.12^{ef}	10.3^{e}	229^{e}	2.6^{e}	38^{de}
100% P	1.54^{d}	10^{e}	304^{c}	11^{b}	43^{cb}	1.24^{e}	11.2^{d}	281^{cd}	4.1^{d}	40^{cd}
Bacteria	2.58^{a}	13.8^{b}	405^{a}	13.6^{a}	49^{a}	2.04^{b}	14.7^{a}	404^{a}	9^{c}	45^{b}
Bacteria + 50% P	2.1^{b}	12.5^{c}	390^{ab}	11.3^{b}	49^{a}	1.81^{c}	13.9^{b}	362^{b}	8^{c}	43^{c}
Bacteria +100% P	1.85^{c}	11.1^{d}	353^{b}	11^{b}	47^{b}	1.46^{d}	12.5^{c}	333^{bc}	4.6^{d}	42^{c}

اعداد دارای حرف مشابه اختلاف معنی‌داری در سطح 5 درصد ندارند.

نتایج جدول تجزیه واریانس صفات بیوشیمیایی (جدول-۳) نشان داد اثر متقابل فاکتورهای a و b سبب تفاوت معنی‌دار در صفات فنل کل، فلاون و فلاونول کل، فلاونوئید کل و درصد مهار آنتی‌اکسیدانی در سطح احتمال ۱ درصد گردید. اثر ساده فاکتورهای a و b نیز بر میزان فسفر برگ در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود.

جدول-۳: تجزیه واریانس اثر باکتری (*Pseudomonas putida*) و کود شیمیایی سوپر فسفات بر صفات بیوشیمیایی دو گونه از گیاه دارویی ریحان .

Sov.	df	MS				
		inhibition of antioxidant	Flavonoid	Flavone and flavonol	Phenol	Leaf phosphorus
Plant (a)	1	265.21**	197.89**	0.27**	4.78**	0.12^{ns}
Fertilizer (b)	5	404.04**	86.34**	3.08**	39.15**	0.54**
a*b	5	46.48**	9.79**	0.28**	5.84**	0.05^{ns}
Error	24	2.470	2.672	0.04	0.08	0.02
Cv (%)		2.70	2.08	3.14	3.73	3.88

ns، * و ** به ترتیب معنی‌دار و غیر معنی‌دار در سطح احتمال 5 و 1 درصد

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد (جدول-۴) که بیشترین میزان فسفر برگ در هر دو گونه باسیلیکوم و سانکتوم در تیمار فقط باکتری مشاهده شد (۹۲/۴ و ۸۲/۴ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) و بعد از آن تیمارهای باکتری + ۵۰ درصد سوپر فسفات (۶۹/۳ و ۴۵/۴ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک برای باسیلیکوم و سانکتوم) و باکتری + ۱۰۰ درصد سوپر فسفات (۵۹/۳ و ۳۹/۴ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک برای باسیلیکوم و سانکتوم) بدون داشتن اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد بیشترین میزان فسفر برگ را به خود اختصاص دادند. تیمار شاهد نیز در هر دو گونه کمترین مقدار فسفر برگ را به خود اختصاص داد (۴۴/۲ و ۵۴/۲ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک برای باسیلیکوم و سانکتوم). در پژوهشی که بر روی تأثیر کاربرد کودهای بیولوژیک بر میزان جذب عناصر نیتروژن و فسفر در برگ گیاه دارویی همیشه‌بهار انجام شد مشخص گردید کاربرد کودهای بیولوژیک حاوی باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن (ازتوباکتر) و حل‌کننده فسفر (سودوموناس) سبب افزایش معنی‌دار حدود ۵۰ درصدی در میزان عناصر نیتروژن و فسفر گیاه گردید (Hosseinzadah et al., 2011) با توجه به نتایج به‌دست‌آمده در پژوهش حاضر به نظر می‌رسد باکتری حل‌کننده فسفر (سودوموناس) توانسته است با انحلال فسفات‌های کم محلول و نامحلول موجود در خاک، میزان این عنصر در خاک و درنهایت جذب آن توسط گیاه را به‌طور معنی‌داری افزایش دهد. با توجه به نتایج حاصل از مقایسه میانگین تیمارها (جدول-۴) بیشترین میزان فنل کل (۶۲/۹ و ۱۸/۱۴ میلی‌گرم گالیک اسید بر گرم وزن خشک برای باسیلیکوم و سانکتوم)، فلاون و فلاونول کل (۶/۱۰ و ۷۶/۷ میلی‌گرم کوئرستین بر گرم وزن خشک برای باسیلیکوم و سانکتوم)، فلاونوئید کل (۷۲/۴۹ و ۸۲/۴۸ میلی‌گرم گالیک اسید بر گرم وزن خشک برای باسیلیکوم و سانکتوم) و در صد مهار آنتی‌اکسیدانی (۴۲/۶۷ و ۲۶/۷۵ درصد برای باسیلیکوم و سانکتوم) در تیمار فقط و بعدازآن در تیمار باکتری + ۵۰ درصد سوپر فسفات مشاهده شد. به‌طورکلی باکتری سودوموناس توانست تأثیر مثبتی برافزایش میزان ترکیبات فنلی و افزایش درصد مهار آنتی‌اکسیدانی داشته باشد که این موضوع را می‌توان به ارتباط همزیستی این باکتری باریشه گیاه دارویی ریحان نسبت داد چراکه برخی گیاهان برای ایجاد ارتباط مؤثر و همزیستی با میکروارگانیسم‌هایی مانند قارچ‌ها و باکتری جهت استفاده بهتر و بیشتر از منابع غذایی در محدوده ریزوسفر ریشه خود جهت جذب میکروارگانیسم‌ها اقدام به ترشح یک سری ترکیبات هورمونی (مانند جیبرلین‌ها، اکسین‌ها و سالیسیلیک اسید و...) و ترکیبات پیچیده فنلی می‌کنند که سیگنالی برای جذب میکروارگانیسم‌ها می‌باشد (Van Dam and Bouwmeester, 2016). میکروارگانیسم‌ها پس از استقرار در سطح ریشه گیاهان برخی از ترکیبات موردنیاز گیاه مثل فسفر و نیتروژن را در اختیار گیاه قرار داده و همچنین به ترشح و تحریک ترشح مواد بیولوژیکی فعالی مانند اکسین‌ها، جیبرلین‌ها، فلاونوئیدها، ویتامین‌های گروه ب، اسید نیکوتینیک، اسید پنتوتنیک، بیوتین و غیره می‌پردازند که با افزایش در کارایی فتوسنتز باعث افزایش رشد رویشی، زایشی و تولید ترکیبات آنتی‌اکسیدانی می‌شوند (Rademacher, 1994) همچنین دریافت نیتروژن و فسفر محلول تولیدشده توسط باکتری، در گیاه پاسخ مثبتی را در پی داشته که باعث جذب تعداد بیشتری باکتری توسط گیاه می‌شود، ادامه این روند منجر به افزایش رشد و عملکرد گیاه می‌شود(Kai et al., 2016). در این آزمایش کاربرد باکتری *Pseudomonas putida* باعث بهبود خصوصیات کمی و کیفی هر دو گونه گیاه دارویی ریحان شد، به‌طوری‌که نتایج حاصل از مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که باکتری به‌تنهایی در بهبود صفات مورفولوژیکی و بیوشیمیایی. بسیار موفق بوده است و توانسته نتایج بهتری را نسبت به شاهد و سایر تیمارها به دست آورد، بررسی منابع نشان می‌دهد که با افزایش منابع فسفر محلول موجود در محیط عملکرد باکتری حل‌کننده فسفر کاهش‌یافته می‌یابد (Han and Lee, 2006) که با نتایج به‌دست‌آمده از پژوهش حاضر مطابقت دارد.

جدول-4: مقایسه میانگین اثر باکتری (*Pseudomonas putida*) و کود شیمیایی سوپر فسفات بر صفات بیوشیمیایی دو گونه از گیاه دارویی ریحان.

	O. sanctum					*O.basilicum var. Thyrsiflora*				
	inhibition of antioxidant	Flavonoid	Flavone and flavonol	Phenol	Leaf P.	inhibition of antioxidant	Flavonoid	Flavone and flavonol	Phenol	Leaf P.
Control	52.8^{d}	24.6^{d}	3.7^{d}	4.4^{e}	2.5^{e}	45^{e}	23.4^{d}	3^{e}	5.5^{d}	2.4^{e}
50% P	59.2^{c}	32^{c}	4.3^{cd}	5.14^{de}	3.2^{d}	45.8^{e}	30.3^{c}	3.1^{e}	5.7^{d}	3^{d}
100% P	52.7^{d}	39.6^{b}	3.7^{d}	7.3^{c}	3.8^{c}	55.5^{cd}	32.2^{c}	5.5^{c}	6.5^{cd}	3.2^{c}
Bacteria	75.2^{a}	48.8^{a}	7.7^{b}	14.1^{a}	4.8^{a}	67.4^{b}	49.7^{a}	10.2^{a}	9.6^{b}	4.9^{a}
Bacteria + 50% P	65.5^{b}	43.51^{ab}	7.1^{b}	9.13^{b}	4.4^{b}	61.68^{bc}	39.4^{ab}	7.4^{b}	9.1^{b}	3.7^{b}
Bacteria +100% P	59.3^{c}	42.51^{ab}	5.3^{c}	7^{c}	4.3^{b}	57^{c}	33^{ab}	6.1^{c}	4.8^{e}	3.6^{b}

اعداد دارای حرف مشابه اختلاف معنی‌داری در سطح 5 درصد ندارند.

نتیجه گیری کلی

به‌طورکلی باکتری *Pseudomonas putida* توانست به‌تنهایی باعث بهبود خصوصیات کمی و کیفی در هر دو گونه(*O.basilicum var. Thyrsiflora* و *O. sanctum*) گیاه دارویی ریحان شود. با توجه به‌ضرورت تولید گیاهان دارویی و لزوم توجه به کشت این گیاهان در نظام‌های کم نهاده و ارگانیک به نظر می‌رسد این باکتری جایگزین مناسبی برای کودهای شیمیایی فسفر در تولید این گیاهان باشد.

منابع

۱.امیدبیگی، ر. ۱۳۹۲. تولید و فرآوری گیاهان دارویی. جلد سوم. چاپ هفتم. انتشارات آستان قدس رضوی، مشهد، ۱۰۵-۹۹.

۲.تهامی، م. ک. رضوانی مقدم، پ. و جهان، م. ۱۳۹۳. ارزیابی تأثیر کودهای آلی، بیولوژیکی و شیمیایی بر صفات مورفولوژیکی، عملکرد و اجزاء عملکرد بذر گیاه دارویی ریحان *Ocimum basilicum L.)* نشریه پژوهش های زراعی ایران. ۱۲(۴): ۵۵۳-۵۴۳.

۳.داوودی، م. ح. ۱۳۸۵. علائم کمبود عناصر غذایی پر مصرف در گیاهان زراعی. نشر آموزش کشاورزی، کرج، ۱۴۴ صفحه.

4.Bingham, F. T. and Bartels, J. M. 1996. Methods of soil analysis. Vol. 1, Part 3. Chemical methods. Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA. PP: 752-758.

5.Han, H. S., and Lee, K. D. (2006). Effect of co-inoculation with phosphate and potassium solubilizing bacteria on mineral uptake and growth of pepper and cucumber. Plant soil and Environment, 52(3): 130.

6.Harisaranraj, R., Prasitha, R., Babu, S. S. and Suresh, K. (2008). Analysis of Inter-species relationships of Ocimum species using RAPD Markers. Ethnobotanical Leaflets, 12: 609-613.

7.Hoseini, R. Z., Mohammadi Goltapeh, E. and Kalatejari, S. (2015). Effect of Bio-fertilizer on growth, development and nutrient content (leaf and soil) of Stevia rebaudiana Bertoni. Journal of Crop Protection, 4 (1): 691-704.

8.Hosseinzadah, F., Satei, A. and Ramezanpour, M. R. (2011). Effects of mycorhiza and plant growth promoting rhizobacteria on growth, nutrients uptake and physiological characteristics in Calendula officinalis L. Middle-East. Journal of Scientific Research, 8 (5): 947-953.

9.Kai, M., Effmert, U., and Piechulla, B. (2016). Bacterial-plant-interactions: approaches to unravel the biological function of bacterial volatiles in the rhizosphere. Frontiers in microbiology, 7.

10.Mano, Y., and Nemoto, K. (2012). The pathway of auxin biosynthesis in plants. Journal of experimental Botany, ers091.

11.Menichini, F., Tundis, R., Bonesi, M., Loizzo, M. R., Conforti, F., Statti, G., Dicindi B., Houghton, P. J. and Menichini, F. (2009). The influence of fruit ripening on the phytochemical content and biological activity of Capsicum chinense Jacq. Habanero. Food Chemistry, 114: 553-560.

12.Oke, F., Aslim, B., Ozturk, S. and Altundag, S. (2009). Essential oil composition, antimicrobial and antioxidant activities of Satureja cuneifolia ten. Food Chemistry, 112: 874-879.

13.Okusancya, O. T. and Fawole, T. (1985). The possible role of phosphate in salinity tolerance of Lavatera arborea. Journal of Ecology, 73:317 – 322.

14.Popova, M., Bankova, V., Butovska, D., Petkov, V., Nikolova-Damyanova, B., Sabatini, A. G., Marcazzan, G. L. and Bogdanov, S. (2004). Validated methods for the quantification of biologically active constituents of poplar-type propolis. Phytochemical Analysis, 15: 235-240.

15.Rademacher, W. (1994). Gibberellin formation in microorganisms. Plant growth regulation, 15(3): 303-314.

16.Roshanpour, N., Darzi, M.T. and Hadi, M.H.S. (2014). Effects of plant growth promoter bacteria on biomass and yield of basil (Ocimum basilicum L.). International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research, 2(6): 2077-2085.

17.Vadiraj, B. A., S, Gangaiah and N, Poti. (1998). Effect of vermicompost on the growth and yield of turmeric. South Indian Horticulture, 46: 176-179.

18.Van Dam, N. M. and Bouwmeester, H. J. (2016). Metabolomics in the rhizosphere: Tapping into belowground chemical communication. Trends in plant science, 21(3): 256-265.

19.Wojdylo, A., Oszmianski, J. and Czemerys, R. (2007). Antioxidant activity and phenolic compound in 32 selected herbs. Food Chemistry, 1005: 940-949.