



تأثیر کود زیستی از تو بارور ۲ بر میزان و ترکیبات اسانس مرزه بختیاری *Satureja* (*bachtiarica* Bunge.) در مرحله گلدهی

سعیده خاموشی^۱، فاطمه نژاد حبیب وش^{۲*}

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و مهندسی باغبانی، گرایش گیاهان دارویی، مرکز آموزش عالی شهید باکری میاندوآب، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

^{۲*} استادیار گروه گیاهان دارویی، مرکز آموزش عالی شهید باکری میاندوآب، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

نویسنده مسئول: f.nejadhabibvash@urmia.ac.ir

چکیده

به منظور بررسی اثر کود زیستی از تو بارور ۲ بر میزان و ترکیبات اسانس مرزه بختیاری (*Satureja bachtiarica* Bunge.) آزمایشی در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار بر روی این گیاه انجام گرفت. اسانس مرزه بختیاری شامل مقادیر زیادی ترکیبات فنلی بوده و ظرفیت آنتی اکسیدانی بالایی دارد و همچنین شامل انواع مونوترپن ها و سزکوئی ترپن ها است. نتایج نشان داد میانگین مقدار اسانس گیاه شاهد ۲/۱۲ درصد و گیاهان تیمار شده با کود زیستی از تو بارور ۲ (۳/۱۳ درصد) بود. ترکیبات اصلی اسانس گیاهان شاهد به ترتیب، متعلق به کارواکرول (۵۰/۷۲٪)، بورنئول (۷/۸۱٪) و کاریوفیلین (۵/۷۳٪) بود. ترکیبات اصلی اسانس گیاهان تلقیح شده با کود زیستی از تو بارور ۲ به ترتیب، متعلق به کارواکرول (۴۰/۵۶٪)، بورنئول (۵/۶۹٪) و کاریوفیلین (۵/۳۲٪) بود. بنابراین، چنین نتیجه گرفته می شود که تیمار گیاه مرزه بختیاری با کود زیستی از تو بارور ۲ باعث کاهش مقدار کارواکرول، بورنئول و کاریوفیلین شد. مقدار اسانس مرزه بختیاری نیز با تیمار کود از تو بارور ۲ افزایش یافت.

کلمات کلیدی: بورنئول، کاریوفیلین، کارواکرول، ترکیبات فنلی، آنتی اکسیدانی

مقدمه

جنس مرزه با نام علمی *Satureja* L. متعلق به خانواده نعناعیان Lamiaceae است و حدود ۲۰۰ گونه گیاهی تشکیل شده است که در نواحی مدیترانه، آسیا و آمریکای شمالی گسترده شده اند (Cantino et al., 1992). گونه مرزه (*Satureja bachtiarica* Bunge) به طور خودرو در نواحی غربی و شمالی ایران می رویند. با نام محلی مرزه کوهی یک گونه گیاهی بومی است که به طور وسیعی در کوهستان های زاگرس مرکزی در ایران گسترده شده است (Jamzad, 1994). این گونه از استان های غربی، مرکزی و جنوب غربی ایران مانند استان چهارمحال و بختیاری جمع آوری می شود و در صخره های آهکی و دامنه های سنگلاخی می روید (Sefidkon and Jamzad, 2005; Pirbalouti et al., 2013). این گونه دارای برگ هایی است که در طول حالت تاخوردگی داشته و به شکل مستطیلی و خطی به صورت مجتمع در طول ساقه قرار گرفته اند، چرخه های گل دارای گل های متعدد با اندازه کوچک حدود ۱/۵ میلی متر هستند و با این خصیلت از سایر گونه ها قابل تشخیص می باشند. برگ، گل و کاسه گل دارای غده های ترشحی حاوی اسانس هستند (Ghahraman, 2000). مرزه بختیاری از گیاهان دارویی سنتی و مهم ایران می باشد که از جنبه های دارویی، ادویه ای، تغذیه ای و... ارزش اقتصادی فراوانی دارد و نیز به عنوان معطر کننده در عطرسازی ها، صنایع غذایی، داروسازی و مواد آرایشی استفاده می شود (Valverde, 1985). عشاير بختیاری در داروهای محلی خود از مرزه بختیاری به عنوان گیاهی خلط آور، ضد عفونی کننده و ضد درد استفاده می کنند (Pirbalouti, 2009). همچنین، اسانس مرزه بختیاری در مرحله قبل از گل دهی دارای خواص ضد باکتریایی قابل ملاحظه ای است که می توان از آن به عنوان جایگزینی مناسب برای آنتی بیوتیک های سنتزی که مقاومت باکتری ها به آن ها روز به روز در حال افزایش



است، استفاده کرد (Ahanjan et al., 2011; Sefidkon et al., 2008). اسانس مرزه بختیاری شامل مقادیر زیادی ترکیبات فنلی بوده و ظرفیت آنتی اکسیدانی بالایی دارد و همچنین شامل انواع مونوترپن‌ها و سزکویی‌ترپن‌ها است (Sefidkon and Jamzad, 2000). با توجه به اثر مخرب زیست محیطی کشاورزی متداول که ناشی از مصرف بی‌رویه نهاده‌های شیمیایی می‌شود، روز به روز بر اهمیت توجه به کشاورزی جایگزین افزوده می‌شود. یکی از ارکان اصلی کشاورزی پایدار استفاده از کودهای زیستی در اکوسیستم‌های زراعی با هدف حذف کاربرد کود شیمیایی است. کودهای آلی سبب تامین سلامت انسان و محیط زندگی می‌گردند و اهمیت کاربرد آنها در مورد گیاهان دارویی که به طور مستقیم با سلامت انسان در ارتباط هستند، محرز می‌باشد (Sharma, 2002). استفاده از کودهای بیولوژیک یکی از راهکارهای موثر در حفظ کیفیت مطلوب خاک محسوب می‌گردد که باعث افزایش واکنش‌های مفید بین گیاه و میکروارگانیسم‌ها در ریزوسفر شده و توان گیاه را برای جذب بیشتر عناصر غذایی افزایش می‌دهد (عنصر نیتروژن، بخش اصلی بسیاری از ترکیب‌های شیمیایی مانند پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیک بوده و قسمتی از کلروفیل را نیز تشکیل می‌دهد و عنصری است که در بیشتر موارد، کاهش رشد گیاهان سبز می‌شود (Ojaqhlou, 2007). کود بیولوژیک از تو بارور-۲ (حاوی باکتری تثبیت کننده نیتروژن از جنس از تو باکتر) از تثبیت کننده‌های اختیاری نیتروژن مولکولی بوده که در محیط ریشه گیاه توانایی ساخت و ترشح مقداری مواد بیولوژیکی فعال مانند اسید نیکوتینیک، اسید پنتوتینیک، بیوتین، ویتامین‌های گروه B، اکسین‌ها، جیبرلین‌ها و غیره را دارند که در توسعه سیستم ریشه‌ای نقش مفید و موثری دارند و با بهبود جذب آب و عناصر غذایی و تثبیت بیولوژیکی نیتروژن، عملکرد گیاهان زراعی و همچنین ویژگی‌های خاک را تحت تاثیر قرار می‌دهد. از تو باکتر همچنین قادر به تولید ترکیبات ضد عوامل بیماری‌زای گیاهی بوده و در مقابله با بیماری‌ها نیز نقش دارد (اکبری و همکاران، ۱۳۸۹). در خصوص تاثیر کاربرد کودهای زیستی نیتروژنه بر رشد و عملکرد گیاهان دارویی، در پژوهشی بر روی ریحان مشاهده گردید که مصرف توام باکتری‌های از تو باکتر و آروسپیریلوم، موجب افزایش ارتفاع بوته، عملکرد پیکره رویشی، میزان اسانس و عملکرد اسانس در مقایسه با شاهد گردید (Makkizadeh et al., 2012). همچنین عبود و همکاران (۲۰۰۴) و درزی و همکاران (۲۰۱۲) در تحقیق خود به ترتیب بر روی رازیانه و گشنیز (*Coriandrum sativum* L. مشاهده کردند که کاربرد باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن سبب افزایش معنی‌دار عملکرد دانه و عملکرد اسانس نسبت به تیمار شاهد گردید. خلیل (۲۰۰۶) در پژوهشی نشان داد که استفاده از کودهای بیولوژیک از جمله از تو باکتر، سبب افزایش معنی‌دار عملکرد کمی و مواد موثره در گیاه داوری اسفرزه شد. بنابراین با توجه به اهمیت گیاه دارویی مرزه بختیاری و همچنین در نظر گرفتن اهمیت مدیریت این گونه گیاهی، این آزمایش به منظور بررسی تاثیر کود بیولوژیک از تو بارور-۲ بر محتوی و کیفیت اسانس مرزه بختیاری انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

جهت ارزیابی تاثیر باکتری‌های زیستی اعم از از تو بارور-۲، بر روی اسانس مرزه بختیاری بذر آن را از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه شد و بذرها برای تولید نشاء در گلدان‌های پلاستیکی در سینی کشت حاوی ترکیبی از خاک، ماسه و پیت ماس کشت شدند. این تحقیق در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در بهار سال ۱۳۹۶ در گلخانه تحقیقاتی واقع در شهر ارومیه انجام گرفت. ابتدا نمونه خاک مورد نظر تجزیه شده و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن از جمله اندازه‌گیری بافت خاک، بر پایه قانون استوکی و به روش هیدرومتری انجام شد (گی و بادر، ۱۹۸۶). pH خاک، در عصاره ۱:۵ خاک به آب، به کمک دستگاه pH متر (مدل ۸۲۷) (توماس، ۱۹۹۶) و رسانای الکتریکی در عصاره ۱:۵ خاک به آب، به کمک دستگاه هدایت سنج در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد، اندازه‌گیری شد (رودس، ۱۹۹۶). نیتروژن کل، به روش کجلدال و پتاسیم فراهم به روش استات آمونیوم اندازه‌گیری می‌شود (کلوت، ۱۹۸۶). فسفر اولسن، به کمک عصاره‌گیری بی‌کربنات سدیم نیم مولار و pH ۸/۵، به روش اولسن (۱۹۵۶) جداسازی و به روش اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری می‌شود. اندازه‌گیری کربن آلی خاک نیز به روش اکسیداسیون تر انجام شد (نلسون و سامرز، ۱۹۹۶). آبیاری گلدان‌ها به صورت مه‌پاش به طور اتوماتیک هر روز به مدت ۴ دقیقه صورت گرفت. نشاهای تولید شده پس از حدود ۳ ماه و انجام تیمارها بر روی آن به گلدان انتقال داده شدند. آزمایش به صورت گلدانی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. در هر گلدان



۳ بوته مرزه بختیاری قرار گرفت. گلخانه مورد استفاده دارای دمای متوسط روزانه ۲۴ درجه سانتی گراد و شبانه ۱۵ درجه سانتی گراد بود. آبیاری گلخانه‌ها به صورت مه‌پاش به طور اتوماتیک هر روز به مدت ۴ دقیقه انجام گرفت. نشاهای تولید شده پس از تلقیح با ازتوبارور ۲- به گلدان انتقال داده شدند. برداشت در زمان گلدهی کامل گیاهان انجام شد و گیاهان برداشت شده پس از انتقال به آزمایشگاه به مدت تقریبی یک هفته در سایه خشک شدند. استخراج اسانس از ۸۰ گرم سرشاخه‌های گلدان مرزه بختیاری در مرحله گلدهی از گیاهان شاهد و تیمار شده با ازتوبارور ۲-، به وسیله روش تقطیر با آب (دستگاه کلونجر) انجام گرفت و رطوبت گیری با سولفات سدیم انیدر انجام گردید. تجزیه نمونه‌های اسانس به وسیله دستگاه GC/MS انجام گرفت.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکیوشیمیایی خاک مورد استفاده در گلدان‌های کشت شده

پتاسیم قابل جذب (ppm)	فسفر قابل جذب (ppm)	درصد مواد آلی	ازت کل (درصد)	هدایت الکتریکی (ds.m ⁻¹)	اسیدیته	رس	سیلت	شن	بافت خاک
۳۹۰	۱۴	۱/۳	۰/۱۳	۰/۷۵	۷/۲	۴۰	۳۵	۱۵	رسی

نتایج و بحث

میانگین مقدار اسانس گیاه شاهد ۲/۱۲ درصد و گیاهان تیمار شده با کود زیستی ازتوبارور ۲ (۳/۱۳۱ درصد) بود. بنابراین، مقدار اسانس مرزه بختیاری با تیمار کود ازتوبارور ۲ افزایش پیدا کرد. نتایج مطالعه اخیر نشان داد که ترکیبات اصلی اسانس گیاهان شاهد متعلق به کارواکرول (۵۰/۷۲٪)، بورنتول (۷/۸۱٪) و کاریوفیلین (۵/۷۳٪) بود. ترکیبات اصلی اسانس گیاهان تلقیح شده با کود زیستی ازتوبارور ۲ متعلق به کارواکرول (۴۰/۵۶٪)، بورنتول (۵/۶۹٪) و کاریوفیلین (۵/۳۲٪) بود. نتایج آنالیز واریانس ترکیبات اصلی اسانس مرزه بختیاری نشان داد که مقدار کارواکرول و کاریوفیلین بین گیاهان شاهد و تیمار شده با ازتوبارور ۲ اختلاف معنی‌دار آماری نشان نداد ولی مقدار بورنتول بین گیاهان شاهد و تیمار شده با ازتوبارور ۲ در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). همچنین مقدار اسانس اختلاف معنی‌دار آماری بین گروه گیاهان شاهد و تیمار شده با ازتوبارور ۲ نشان نداد (جدول ۲).

در مقایسه گیاهان شاهد و تیمار شده با کود زیستی ازتوبارور ۲ نتایج نشان داد که مقدار کارواکرول، بورنتول و کاریوفیلین کاهش یافت. نتایج بررسی اثر تلقیح با تثبیت کننده‌های نیتروژن، در گیاه مرزنجوش (El-Gahadban *et al.*, 2002) و در گیاه دارویی رزماری (Abdelaziz *et al.*, 2007)، افزایش غلظت برخی از عناصر پر مصرف در گیاه را ناشی از افزایش سطح جذبی ریشه به ازای هر واحد از حجم خاک، افزایش جذب آب، فعالیت فتوسنتزی و تعرق بیان کردند که تلقیح با این کودها به طور مستقیم بر فرآیند‌های فیزیولوژیکی و مصرف کر بوهدیدرات‌ها در گیاهان موثر است. همچنین محفوظ و شرف‌الدین (۲۰۰۷) بر روی رازیانه و مکی زاده و همکاران (۲۰۱۲) بر روی ریحان، شاهد افزایش میزان اسانس در اثر کاربرد کود زیستی حاوی باکتری‌های ازتوباکتر و آزو سپیریولوم بودند. Leithy و همکاران (۲۰۰۶) گزارشی مبنی بر اثر مثبت کود زیستی ازتوباکتر در افزایش میزان اسانس در گیاه رزماری ارائه شده است. آن‌ها اعلام نمودند که کاربرد کود زیستی نیتروژنه در گیاه سبب بهبود وضعیت نیتروژن آن نقش دارد، لذا میزان اسانس نیز افزایش می‌یابد. نتایج تحقیق دیگری نشان داد که استفاده از باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن در گیاه دارویی مرزنجوش (*Majorana hortensis* L.) سبب افزایش درصد اسانس می‌گردد (Gharib *et al.*, 2008). این اولین مطالعه بررسی تاثیر ازتوبارور - ۲ روی مقدار و ترکیبات اسانس مرزه بختیاری می‌باشد و لذا مقایسه با نتایج محققین قبلی امکان پذیر نشد.



جدول ۲- آنالیز واریانس صفات مورد مطالعه بین گیاهان شاهد و تیمار شده با ازتوبارور ۲

صفات	منبع تغییرات	مجموع		میانگین		F	Sig.
		مربعات	df	مربعات	df		
کارواکرول	بین گروهی	۱۵۴/۷۳۷	۱	۱۵۴/۷۳۷	۱	۱/۱۱۳ ⁿ	۰/۳۵۱
	درون گروهی	۵۵۶/۲۱۱	۴	۱۳۹/۰۵۳	۴		
	کل	۷۱۰/۹۴۸	۵				
بورنتول	بین گروهی	۶/۷۶۳	۱	۶/۷۶۳	۱	۵/۵۲۰*	۰/۰۷۹
	درون گروهی	۴/۹۰۱	۴	۱/۲۲۵	۴		
	کل	۱۱/۶۶۴	۵				
کارپوفیلین	بین گروهی	۳/۳۹۰	۱	۳/۳۹۰	۱	۰/۴۶۷ ⁿ	۰/۵۳۲
	درون گروهی	۲۹/۰۵۵	۴	۷/۲۶۴	۴		
	کل	۳۲/۴۴۵	۵				
مقدار اسانس	بین گروهی	۱/۵۲۰	۱	۱/۵۲۰	۱	۱/۶۷۷ ⁿ	۰/۲۶۵
	درون گروهی	۳/۶۲۵	۴	۰/۹۰۶	۴		
	کل	۵/۱۴۵	۵				

*: اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد n: اختلاف غیر معنی دار

منابع

- اکبری، پ.، قلاوند، ا. و مدرس ثانوی، س. ع. م. ۱۳۸۹. تاثیر کاربرد سیستم‌های مختلف تغذیه‌های (آلی، شیمیایی و تلفیقی) و کود زیستی بر عملکرد دانه و سایر صفات زراعی آفتاب‌گردان. مجله دانش کشاورزی پایدار. ۱(۱): ۹۳-۸۳.
- Abdelaziz, M. E., Pokluda, R. and Abdelwahab, M. M. 2007. Influence of compost, microorganisms and NPK fertilizer upon growth, chemical composition and essential oil production of *Rosmarinus officinalis* L. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj 35: 86-90.
- Abdou, M. A. H., El-Sayed, A. A., Badran, F. S. and El-Deen, R. M. S. 2004. Effect of planting density and chemical and biofertilization on vegetative growth, yield and chemical composition of fennel (*Foeniculum vulgare* Miller): I-Effect of planting density and some chemical (Nofatrein) and biochemical (Biogen) fertilizers, Annals of Agricultural Science, Moshthohor, 42: 1907-192.
- Ahanjan, M., Ghaffari, J., Nasolahie, M., Mirabi, A and Mohammadpour, G. 2011. Antibacterial potential of essential oil of medical plant *Satureja bachtiarica* Bunge. Against human pathogenic bacteria. Planta Med. J; 77(12): PM1.
- Cantino, P. D., Harley, R. M. and Wagstaff, S. J. 1992. Genera of Labiatae: Status and classification. In: Harley RM, Reynolds T. Advances in Labiatae Science. United Kingdom: Royal Botanic Gardens Kew; 511-22.17.
- Darzi, M. T., Haj-Seyed-Hadi, M. R. and Rejali, F. 2012c. Effects of cattle manure and biofertilizer Application on Biological Yield, Seed Yield and Essential oil in Coriander (*Coriandrum sativum* L.), Journal of Medicinal Plants, 11: 77-90.
- EL-Gahadban, E. A., Ghallab, A. M. and 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. Cairo University, 28-30 October 345-359.
- Gee, G. W. and J. W. Bauder. 1986. Particle-size analysis. In A. Klute (ed.), Methods of soil analysis, Part 1: Physical and mineralogical methods. 2nd ed. Agronomy Monograph 9:383-411.
- Ghahraman, A. 2000. Color Florine. Research Institute of Forests and Rangelands. Tehran.
- 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 and Biology 10(4):381-387.
- Jamzad, Z. 1994. A new species of the genus *Satureja* (Labiatae) from Iran. Iran Bot. J; 6(2): 215-8.
- Johri, B. N. 2005. Diversity of plant growth and soil health supporting bacteria. Current Science 89: 136-150.
- Khalil, M. Y. 2006. How-far would *Plantago afra* L. respond to bio and organic manures amendments. Research Journal of Biological Sciences 2(1): 12-21.



- Kokalis-Buerelle, N., Kloepper, J. W. and Reddy, M. S. 2006. Plant growth-promoting rhizobacteria as transplant amendments and their effects on indigenous rhizosphere microorganisms. *Appli. Soil Ecology. J.*; 31: 91-100.
- Klut, A. 1986. *Method of Soil Analysis: Physical, Chemical and Mineralogical Methods*. Soil Sci. Soc. Am. Madison, Wisconsin, USA, Pp: 432-449.
- Mahfouz, S. A. and Sharaf-Eldin, M. A. 2007. Effect of mineral vs. biofertilizer on growth, yield, and essential oil content of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill), *International Agrophysics*, 21: 361-366.
- Makkizadeh, M., Nasrollahzadeh, S., Zehtab-Salmasi, S., Chaichi, M. and Khavazi, K. 2012. The Effect of Organic, Biologic and Chemical Fertilizers on Quantitative and Qualitative Characteristics of Sweet Basil (*Ocimum basilicum* L.), *Journal of Agriculture Science and Sustainable Production*, 22: 1-1.
- Nelson, D. W. and Somers, L. E. 1996. Total carbon, organic carbon and organic matter of soil analysis. Part 3. *Chemical Methods*. Madison, Wisconsin, USA, Pp: 961-1010.
- Ojaqhlou, P. 2007. Effect of inoculation with bio-fertilizers (*Azotobacter* and phosphate fertilization) on the growth, yield and yield components of safflower. Master Thesis of Agronomy, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University of Tabriz, Tabriz, Iran. (In Persian with English Summa).
- Olsen, S. R., Cole, C. V., Watanabe, F. S. and Dean, L. A. 1956. Estimation of available phosphorus in soil by extraction with sodium bicarbonate. *USDA. Circ. 939*. U. S. GOV. Print Office, Washington, DC.
- Pirbalouti, A. 2009. Medicinal plants used in Chaharmahal and Bakhtyari districts of Iran. *Herba Pol*; 55(2): 69-77.
- Pirbalouti, A. G., Oraie, M., Pouriamehr, M. and Babadi, E.S. 2013. Effects of drying methods on qualitative and quantitative of the essential oil of Bakhtiari savory (*Satureja bachtiarica* Bunge.). *Ind. Crop Prod. J*; 46: 324-7.
- Rhoades, J. D. 1996. Salinity: Electrical conductivity and total dissolved solids, P 417-435. In: Sparks, D.L. (Ed.), *Methods of Soil Analysis. Part 3, Chemical methods*. Soil Sci. Soc. Am. Madison, WI.
- Sefidkon, F., Jamzad, Z. 2000. Essential oil of *Satureja bachtiarica* Bunge. *Res. Essent. Oil. J.*; 12(5): 545-546.
- Sefidkon, F. and Jamzad, Z. 2005. Chemical composition of the essential oil of three Iranian *Satureja* species (*S. mutica*, *S. macrantha* and *S. intermedia*). *Food Chem*; 91(1): 1-4.
- Sefidkon, F., Sadeghzadeh, L., Teimoori, M. and Asgary, F. 2008. Survey on antibacterial effects from *Satureja bachtiarica* Bunge and *Satureja khuzestanica* Jamzad in two harvesting Phase. *J. Med. Arom. Plant Res*; 23(2): 174-82.
- Sharma, A. K. 2002. *Biofertilizers for Sustainable Agriculture*. Agro-bios, India, 300 pp.
- Tilak, K. V. B. R., Ranganayaki, N., Pal, K. K., Saxena, A. K., Shekhar-Nautiyal, C., Mittal, S., Tripathi, A. K. and Vande-Broek, A. 1999. Auxins upregulate expression of the indol-3-pyruvate decarboxylase gene in *Azospirillum brasilense*. *Journal of Bacteriology* 181: 1338-1342.
- Thomas, G. W. 1996. Soil pH soil acidity, P 475-490. In: Sparks D.L. (Ed.), *Methods of soil analysis. Part 3, Chemical methods*. ASA, Madison, WI.
- Leithy, S., El-Meseiry, T. A. and Abdallah, E. F. 2006. Effect of biofertilizer, cell stabilizer and irrigation regime on rosemary herbage oil yield and quality. *Journal of Applied Sciences Research* 2(10): 773-779.