تأثیر اسید سالسیلیک و کود زیستی فسفات بارور۲ بر خصوصیات زراعی رازیانه

موسی ارشد[۱]، حمید حاتمی ملکی[۲]، یونس خیری‌زاده آروق[*۳]، مهدی شهبازی[۴]

۱- گروه علوم باغبانی، واحد مهاباد، دانشگاه آزاد اسلامی، مهاباد، ایران

۲- گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه مراغه

۳- دانشجوی دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی دانشگاه محقق اردبیلی

۴- مرکز آموزش علمی کاربردی فنی و حرفه‌ای اردبیل

[*] نویسنده مسئول: kheirizadeh@yahoo.com

خلاصه

به منظور بررسی تأثیر اسید سالسیلیک و کود زیستی فسفات بارور ۲ بر خصوصیات زراعی رازیانه، آزمایشی در ایستگاه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ملکان به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۱۳۹۲ اجرا شد. فاکتورهای مورد بررسی شامل غلظت اسید سالسیلیک در سه سطح (عدم مصرف، کاربرد ۳۰ مول بر لیتر و کاربرد ۶۰ مول بر لیتر) و کود زیستی فسفات بارور ۲ (کاربرد و عدم کاربرد) بود. مقایسه میانگین‌ها نشان که محلول پاشی با اسید سالسیلیک و کاربرد کود زیستی فسفات بارور ۲ بر صفات ارتفاع بوته، وزن خشک اندام هوایی، تعداد دانه در گل آذین، تعداد دانه در بوته، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، درصد اسانس و عملکرد اسانس تأثیر معنی-داری داشت.

کلمات کلیدی: رازیانه، اسید سالسیلیک، کود زیستی فسفات بارور ۲

مقدمه

رازیانه (*Foeniculum Vulgare Mill*) یکی از مهم‌ترین و قدیمی‌ترین گیاهان دارویی است (۱۰). تلاش‌های زیادی برای افزایش دسترسی گیاهان به مواد غذایی به روشی پایدار انجام گرفته که از جمله می‌توان به استفاده از کودهای زیستی اشاره نمود. کود زیستی کود طبیعی است که محتوی جمعیت‌های بالایی از میکروارگانیسم‌های مفید برای افزایش توان تولیدی خاک با تثبیت نیتروژن اتمسفری یا محلول‌سازی فسفر نامحلول خاک یا از طریق سنتز مواد محرک رشد است (۲۳). کودهای زیستی از طریق مکانیسم‌های مختلف مانند تجزیه ماده آلی، افزایش دسترسی مواد غذایی برای گیاه، افزایش جذب آب، باز چرخ مواد غذایی و کنترل آفات، رشد و عملکرد گیاهان را بهبود می‌بخشند (۵).

فسفر نقش مهمی در کشاورزی پایدار دارد که رشد گیاهان را در بسیاری از خاک‌ها محدود می‌کند. کمبود فسفر معمول‌ترین عامل تنش‌زای تغذیه‌ای در بسیاری از مناطق جهان است (۲۲). در کشورهای در حال توسعه کاربرد بیش از حد کود فسفره باعث شده است تا فسفر به یک مشکل زیست محیطی بدل گردد (۷). در این راستا باکتری‌های حل کننده فسفر نامحلول خاک نقش مهمی را در محلول‌سازی فسفر نامحلول خاک برای جذب توسط گیاهان بر عهده دارند (۱۱). جنس غالب

باکتری‌های حل کننده فسفر نامحلول خاک در میکروارگانیسم‌ها پتانسیل بالایی در افزایش تولید گیاهان زراعی دارند و عملکرد گیاهان زراعی را می‌توانند تا بیش از ۷۰ درصد افزایش دهند (۱۳). باکتری‌های حل کننده فسفر نامحلول خاک فیتو هورمون هایی مانند اکسین و جیبرلین تولید می‌کنند (۱۹). این گروه از باکتری‌ها همچنین با تولید سایدروفور رشد گیاهان را افزایش می‌دهند (۴). محمود و همکاران (۱۲) اظهار داشتند که کاربرد کود زیستی افزایش معنی‌داری را در عملکرد دانه، عملکرد اسانس و بیوماس رازیانه باعث گردید. عسگری‌پور و همکاران (۳) در بررسی خود مشاهده نمودند که تلقیح رازیانه با باکتری‌های افزایش دهنده رشد گیاهی ارتفاع بوته، سرعت و درصد جوانه‌زنی رازیانه را افزایش داد. گارک (۸) اظهار داشت باکتری‌های حل کننده فسفر نامحلول خاک رشد و عملکرد رازیانه را ۱۵ درصد افزایش داد.

اسید سالسیلیک یک تنظیم کننده رشد گیاهی است که بر روی بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی از جمله فتوسنتز، جذب یون‌ها، نفوذپذیری غشای سلولی، فعالیت آنزیم‌ها، گل‌دهی، رشد و نمو و بسیاری از فرآیندهای دیگر در گیاهان تأثیر می‌گذارد (۱۸). سالسیلات سازگاری به تنش‌ها در گیاهان را بر عهده دارد و می‌تواند به طور مستقیم به عنوان یک آنتی اکسیدانت عمل کند و فرم‌های فعال اکسیژن را از بین ببرد (۱۷). اسید سالسیلیک میزان کلروفیل برگ‌های گیاهان (۹)، میزان سنتز کاروتنوییدها، زانتوفیل (۱۴) را افزایش می‌دهد اسید سالسیلیک میزان آسیمیلاسیون دی‌اکسید کربن و فتوسنتز و میزان جذب مواد غذایی توسط گیاهان را تحت تأثیر عوامل تنش‌زا افزایش می‌دهد (۲۴).

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۲ در ایستگاه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ملکان به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا گردید. تیمارهای آزمایشی شامل غلظت اسید سالسیلیک در سه سطح (عدم مصرف، کاربرد ۳۰ مول بر لیتر و کاربرد ۶۰ مول بر لیتر) و کود زیستی فسفات بارور ۲ (کاربرد و عدم کاربرد) بود. کود زیستی مورد استفاده در این مطالعه، فسفات بارور ۲ بود که حاوی دو نوع باکتری حل کننده فسفات از گونه‌های باسیلوس لنتوس (سویهP5) و سودوموناس پوتیدا (سویهP13) است. محلول پاشی با اسید سالسیلیک در در دو مرحله (۳۰ روز پس از کاشت و ۶۰ روز پس از کاشت) انجام شد. عملیات تهیه زمین شامل شخم بهاره، دیسک و تسطیح بود. طرح آزمایشی متشکل از ۱۸ واحد آزمایشی بود که در هر کرت ۴ ردیف کاشت به صورت جوی و پشته با فاصله ردیف ۵۰ سانتی‌متر ایجاد شده و فاصله بوته‌ها روی ردیف‌ها ۱۰ سانتیمتر در نظر گرفته شد. بذور در عمق کاشت ۱-۲ سانتی‌متر کاشته شد. فاصله کرت‌ها از یکدیگر ۷۰ سانتیمتر و فاصله تکرارها از یکدیگر یک متر در نظر گرفته شد. در زمان رسیدگی، با حذف حاشیه کرت‌ها، ۵ بوته از ردیف-های میانی کرت به طور تصادفی انتخاب و صفات ارتفاع بوته، وزن خشک اندام هوایی، تعداد دانه در بوته، عملکرد دانه، درصد اسانس و عملکرد اسانس اندازه‌گیری شد. عملکرد دانه از جدا کردن دانه گل آذین‌های بوته‌های وسط هر کرت بعد از حذف اثر حاشیه‌ای برآورد گردید. به منظور اندازه‌گیری درصد اسانس پس از برداشت، دانه‌ها در هوای آزاد تحت دمای ۲۴-۲۶ درجه سانتیگراد قرار داده شد تا همگی به طور یکنواخت هواخشک شوند. نمونه‌های بذر خرد گردیده و با دستگاه رطوبت‌سنج درصد

رطوبت آن‌ها اندازه‌گیری شد سپس به روش تقطیر با آب به مدت ۳ ساعت با استفاده از دستگاه کلونجر مدل بریتانیا اقدام به اسانس‌گیری گردید (۱۶). عملکرد اسانس با ضرب درصد اسانس در عملکرد دانه به دست آمد. برای تجزیه داده‌ها و رسم نمودارها از نرم افزارهای MSTAT-C و Excel استفاده شد و میانگین‌ها با آزمون Duncan مقایسه شدند.

نتایج و بحث

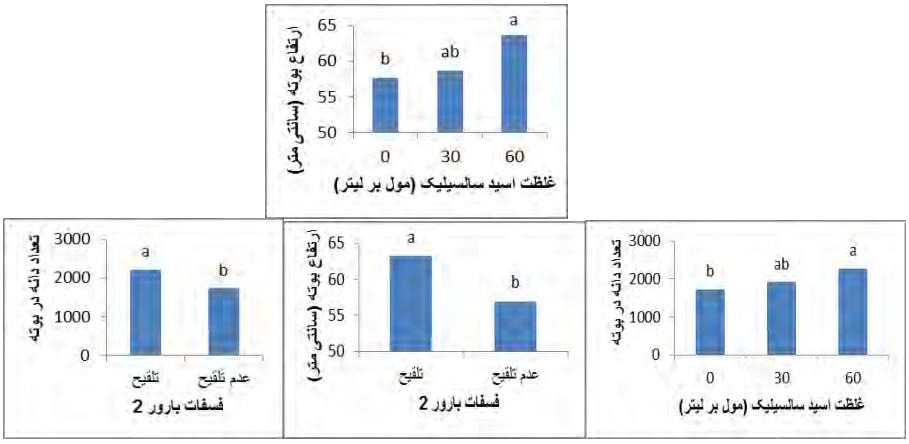
بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس اثر اصلی اسید سالسیلیک بر روی تمام صفات مورد مطالعه معنی‌دار گردید. همچنین اثر اصلی فسفات بارور ۲ بر صفات ارتفاع بوته، تعداد دانه در بوته، ، عملکرد دانه و عملکرد اسانس معنی-دار بود (جدول ۱).

جدول ۱- تجزیه واریانس تأثیر اسید سالسیلیک، کود زیستی فسفات بارور ۲ بر عملکرد و اجزای عملکرد رازیانه

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع بوته	وزن خشک اندام هوایی	تعداد دانه در بوته	عملکرد دانه	درصد اسانس	عملکرد اسانس
تکرار	۲	۱۷/۳۴۴	۶/۴۴۳	۴۲۹۰/۶۸۱	۰/۵۶	۰/۱۵۲	۰/۰۱۳
اسید سالسیلیک	۲	۵۸/۹۵۴ *	۳۵/۲۶۸ *	۴۷۲۷۷۲/۴۰۲ *	۲۷/۵۳۳ *	۱۱/۷۳۸ **	۰/۵۳۳ **
فسفات بارور ۲	۱	۱۷۶/۲۱۹ **	۲۱/۱۰۳ ns	۱۰۸۸۷۹۱/۱۹۲ **	۹۷/۱۶۲ **	۰/۰۷۲ ns	۰/۳۷۶ **
اسید سالسیلیک در فسفات بارور۲	۲	۳۹/۷۰۹ ns	۱۲/۲۴۸ ns	۱۵۷۲۸۳/۰۰۲ ns	۲۳/۹۵۹ ns	۰/۰۳۱ ns	۰/۰۸ ns
خطا	۱۰	۱۲/۸۱۶	۵/۱۷	۱۰۶۹۲۴/۵۳۶	۶/۸۱۸	۰/۰۷۱	۰/۰۲۹
ضریب تغییرات (درصد)	-	۵/۹۶	۱۴/۸	۱۶/۶	۲۳/۰۲	۴/۴۸	۲۴/۱۷

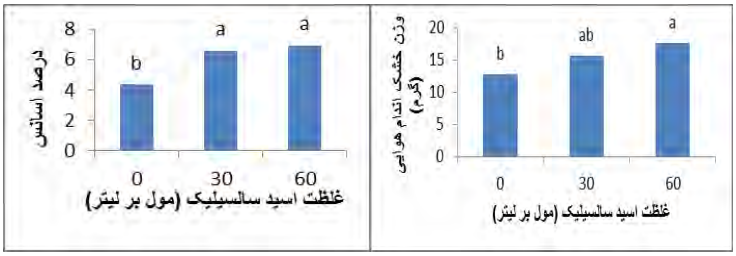
ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

ارتفاع بوته و تعداد دانه در بوته: مقایسه میانگین اثر اصلی اسید سالسیلیک نشان داد بیشترین ارتفاع بوته (۶۳/۶ سانتیمتر) و تعداد دانه در بوته (۲۲۷۴ عدد) در کاربرد ۶۰ مول بر لیتر و کمترین آن‌ها به ترتیب (۵۷/۷ سانتیمتر) و (۱۷۲۰) در عدم محلول پاشی به دست آمد (شکل ۱). اثر اصلی فسفات بارور ۲ نشان داد بیشترین ارتفاع بوته (۶۳/۱۸ سانتیمتر) و تعداد دانه در بوته (۲۲۱۵/۵ عدد) در حالت کاربرد فسفات بارور ۲ و کمترین آن‌ها به ترتیب (۵۶/۹۳ سانتیمتر) و (۱۷۲۳/۶) در حالت عدم کاربرد به دست آمد (شکل ۱). باکتری‌های حل کننده فسفات نامحلول خاک گروهی از فیتوهورمون‌های محرک رشد گیاه مانند سیتوکنین و جیبرلین تولید می‌کنند که این فیتوهورمون‌ها می‌توانند رشد بوته گیاهان را از طریق افزایش رشد سلول‌ها و افزایش تعداد سلول‌های ساقه افزایش دهند (۲). دادخواه و همکاران (۶) نیز افزایش ارتفاع بوته‌های رازیانه را با کاربرد کود زیستی گزارش کردند. گارگ (۸) نیز افزایشی ۱۶/۳ درصدی را در ارتفاع بوته با کاربرد کود زیستی مشاهده نمودند. به نظر می-رسد افزایش تعداد گل آذین منجر به افزایش تعداد دانه در بوته رازیانه می‌گردد و هر عاملی که تعداد گل آذین را افزایش دهد، منجر به افزایش تعداد دانه در بوته رازیانه خواهد شد. اسید سالسیلیک تعداد واحدهای زایشی و پر شدن دانه‌ها را افزایش داده و از این طریق تعداد دانه در بوته را افزایش می‌دهند (۲۵).



شکل ۱: اثر اصلی اسید سالسیلیک و فسفات بارور ۲ بر روی ارتفاع بوته و تعداد دانه در بوته رازیانه

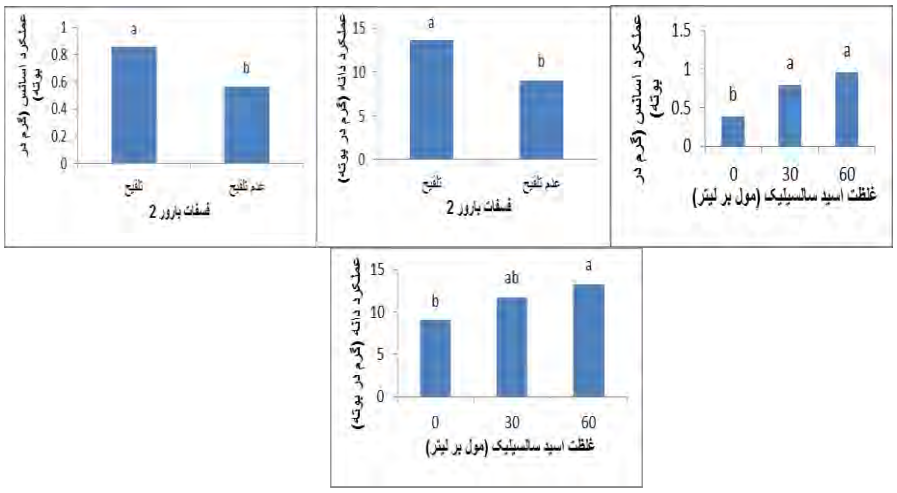
وزن خشک اندام هوایی و درصد اسانس: اثر اصلی اسید سالسیلیک نشان داد بیشترین وزن خشک اندام هوایی (۱۷/۶۱ گرم) و درصد اسانس (۶/۹۳ درصد) در کاربرد ۶۰ مول بر لیتر و کمترین آن‌ها به ترتیب (۱۲/۷۹ گرم) و (۴/۳۵ درصد) در عدم محلول پاشی به دست آمد (شکل ۲). اسید سالسیلیک به روش‌های مختلف از جمله کاهش سرعت پیری برگ‌ها (۲۱) و افزایش تولید برگ‌ها (۱۵) سطح برگ گیاه را افزایش می‌دهد و در نتیجه میزان آسیمیلات‌ها برای رشد گیاه و ساقه افزایش می‌یابد که در نتیجه باعث افزایش وزن خشک اندام هوایی می‌شود. عباس و همکاران (۱) اظهار داشتند که کاربرد کود زیستی منجر به افزایش وزن خشک اندام هوایی رازیانه می‌گردد. به نظر می‌رسد اسید سالسیلیک میزان تولید ترکیبات ثانوی را در گیاهان دارویی افزایش می‌دهد و از این طریق باعث افزایش درصد اسانس می‌شود. روشن و همکاران (۲۰) در گیاه دارویی مریم گلی نشان داد که کاربرد اسید سالسیلیک میزان اسانس گیاه دارویی مریم گلی را افزایش می دهد.



شکل ۲: اثر اصلی اسید سالسیلیک بر روی وزن خشک اندام هوایی و درصد اسانس رازیانه

عملکرد دانه و عملکرد اسانس: مقایسه میانگین اثر اصلی اسید سالسیلیک نشان داد بیشترین عملکرد دانه (۱۳/۲۵ گرم در بوته) و عملکرد اسانس (۰/۹۶ گرم در بوته) در کاربرد ۶۰ مول بر لیتر و کمترین آن‌ها به ترتیب (۹/۰۲ گرم در بوته) و (۰/۳۸ گرم در بوته) در عدم محلول پاشی به دست آمد (شکل ۳). همچنین اثر اصلی فسفات بارور ۲ نشان داد بیشترین عملکرد دانه (۱۳/۶۶ گرم در بوته) و عملکرد اسانس (۰/۸۵ گرم در بوته) در حالت کاربرد فسفات بارور ۲ و کمترین آن‌ها به ترتیب (۹ گرم

در بوته) و (۰/۵۶ گرم در بوته) در حالت عدم کاربرد به دست آمد (شکل ۳). یکی از مهمترین مکانیسم‌های افزایش عملکرد گیاهان تحت تأثیر باکتری‌های حل کننده فسفات نامحلول خاک، تأمین فسفر مورد نیاز جهت رشد گیاهان است. محمود و همکاران (۱۲) مشاهده نمودند که کاربرد کودهای زیستی افزایش معنی‌داری را در عملکرد دانه و اسانس رازیانه ایجاد کرد.



شکل ۳: اثر اصلی اسید سالسیلیک و فسفات بارور ۲ بر روی عملکرد دانه و عملکرد اسانس رازیانه

منابع

1- Abaas, I.S. 2014. The study of biometric and volatile oil quantity of sage plant (*Salvia officinalisl*) as medicinal plant affected by nitrogen and phosphorus fertilizers. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*. 6: 82-83.

2- Abd El-Fattah, D.A. Ewedab, W.E. Zayed, M.S and Hassaneina M.K. 2013. Effect of carrier materials, sterilization method, and storage temperature on survival and biological activities of Azotobacter chroococcum inoculants. *Ann Agric Sci*. 58:111–118.

3- Asgharipour, R. Armin, M and Pooresmail, H. 2014. Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) alleviate toxicity of cadmium on germination and early seedling growth of fennel. *International Journal of Biosciences*. 5: 355-358.

4- Babana, A.H. Dicko, A.H. Maïga, K and Traoré, D. 2013. Characterization of rock phosphate-solubilizing microorganisms isolated from wheat (*Triticum aestivum* L.) *rhizosphere in Mali Journal of Mıcrobıology and Mıcrobıal Research*. 1(1):1-6.

5- Berg, G. Zachow, C. Müller, H. Phillips, J. and Tilcher, R.. 2013. Next-generation bio-products sowing the seeds of success for sustainable agriculture. *Agronomy*. 3: 648–656.

6- Dadkhah, A. 2012. Effect of chemicals and bio-fertilizers on yield, growth parameters and essential oil contents of funnel (*Foeniculum vulgare* Miller.). *Journal of Medicinal Plants and By-products*. 2: 101-105.

7- Delgadol, A and Scalenghe, R. 2008. Aspects of phosphorus transfer from soils in Europe. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*. 171: 552-575.

8- Garg, V.K. 2007. Effect of non-symbiotic microbial inoculants on growth, yield and quality of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) grown in sodic soil. *Journal of Spices and Aromatic Crops*. 16(2): 93–98.

9- Gunes, A. Inal, A. Alpaslan, M. Eraslan, F. Bagci, E.G and Cicek, N. 2007. Salicylic acid induced changes on some physiological parameters symptomatic for oxidative stress and mineral nutrition in maize (*Zea mays* L.) grown under salinity. *J. Plant Physiol*. 164: 728-736.

10- Khan, M and Musharaf, S. 2014. *Foeniculum vulgare* Mill. A Medicinal Herb. *Medicinal Plant Research*.4: 46-54.

11- Kuhad, R.C. Singh, S. Lata, M and Singh, A. 2011. Chapter 4- Phosphate-Solubilizing Microorganisms. A Singh et al. (Eds.), Bioaugmentation, Biostimulation and Biocontrol, *Soil Biology*. PP: 28.

12- Mahmoud, M. Kandil, H and Omer, E. 2002. Fruit and essential oil yield of fennel, grown with fertilizer sources for organic farming in egypt. Landbauforschung Volkendrone. 52: 135-139.

13- Mohammadi, K. 2012. Phosphorus solubilizing bacteria: occurrence, mechanisms and their role in crop production. *Resources and Environment*. 2: 80-85

14- Moharekar, S.T. Lokhande, S.D. Hara, T. Tanaka, R. Tanaka, A and Chavan, P.D. 2003. Effect of salicylic acid on clorophyll and carotenoid contents of wheat and moong caryopsis. *Photosynthetica*. 41: 315-317.

15- Moradkhani, S. Ali Khavari Nejad, R. Dilmaghani, K and Chaparzadeh, N. 2012. Effect of salicylic acid treatment on cadmium toxicity and leaf lipid composition in sunflower. *Journal of Stress Physiology & Biochemistry*. 8: 78-89.

16- Ozturk, A. Unlukara, A. Ipek, A and Gurbuz, B. 2004. Effects of salt stress and wather defficit on plant growth and essential oil content of lemon balm (*Mellisa officinalis* L.). *Pakistan Journal of Bottany*. 36(4): 787-792.

17- Popova, L. Maslenkova, L. Yordanova, R. Krantev, A. Szalai, G and Janda, T. 2008. Salicylic acid protects photosynthesis against cadmium toxicity in pea plants. *Gen. Appl. Plant Physiology*. Special Issue. 34 (3-4): 133-148.

18- Purcărea, C and Cachiţă-Cosma, D. 2008. The influence of salicylic acid and acetylsalicylic acid on the growth of sunflower (*Helianthus* SP.) seedling roots and on their total absorption capacity. *Seria Ştiinţele Vieţii.Life Sciences Series*. 18: 55-67.

19- Ramkumar, V.S and Kannapiran, E. 2011. Isolation of total heterotrophic bacteria and phosphate solubilizing bacteria and in vitro study of phosphatase activity and production of phytohormones by PSB. *Archives of Applied Science Research*. 3:581-586.

20- Rowshan, V. Khosh Khoi, M and Javidnia, K. 2010. Effects of Salicylic Acid on Quality and Quantity of Essential oil Components in Salvia macrosiphon. *J. Biol. Environ. Sci*. 4(11): 77-82.

21- Sakhabutdinova, A.R. Fatkhutdinova, D.R. Bezrukova, M.V and Shakirova, F.M. 2003. Salicylic acid prevents the damaging action of stress factors on wheat plants. *Bulg. J. Plant Physiol*. Special Issue. 314–319.

22- Scervino, J.M. Papinutti, V.L. Godoy, M.S. Rodriguez, J.M. Monica, I.D. Recchi, M. Pettinari, M.J and Godeas, A.M. 2011. Medium pH, carbon and nitrogen concentrations modulate the phosphate solubilization efficiency of Penicillium purpurogenum through organic acid production. *Journal of Applied Microbiology*. 110:1215-1223.

23- Singh, T and Purohit, S.S. 2011. Biofertilizers Technology. *Agrobios* (India).

24- Szepesi, A. Csiszar, J. Bajkan, S. Gemes, K. Horvath, F. Erdei, L. Deer, A.K. Simon, M.L and Tari, I. 2005. Role of salicylic acid pre-treatment on the acclimation of tomato plants to salt- and osmotic stress. *Acta Biologica Szegediensis*. 49: 123-125.

25- Zamaninejad, M. Khavari Khorasani, S. Jami Moeini, M and Heidarian, A.R. 2013. Effect of salicylic acid on morphological characteristics, yield and yield components of Corn (*Zea mays* L.) under drought condition. *European Journal of Experimental Biology*. 3(2):153-161.