اثر روش‌های مصرف باکتری‌های محرک رشد (PGPR) بر محتوی نسبی آب برگ و نشت الکترولیت های گیاه دارویی اسطو خودوس (*Lavandula angustifolia* L.) در شرایط تنش خشکی

علی ساکی, علیرضا پازکی*, ابوالفضل رشیدی اصل

گروه زراعت, واحد یادگار امام خمینی (ره) شهرری, دانشگاه آزاد اسلامی, تهران, ایران

چکیده

به منظور بررسی **اثر روش‌های مصرف باکتری‌های محرک رشد (PGPR) بر محتوی نسبی آب برگ و نشت الکترولیت های گیاه دارویی اسطو خودوس** (*Lavandula angustifolia* L.) **در شرایط تنش خشکی،** آزمایشی در فروردین ۱۳۹۳ در دانشگاه آزاد اسلامی واحد یادگار امام خمینی (ره) شهرری انجام پذیرفت. این آزمایش به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی باسه تکرار به اجرا در آمد.عوامل آزمایشی شامل دورهای آبیاری به عنوان عامل اصلی در سه سطح آبیاری در ۶۰ ، ۱۱ و ۱۶۰ میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A و روش های مختلف کاربرد باکتری های محرک رشد (PGPR) شامل عدم کاربرد باکتری، کاربرد ریشه مال باکتری، کاربرد باکتری در آب آبیاری و کاربرد ریشه مال+ کاربرد باکتری در آب آبیاری به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند. نتایج به‌دست آمده نشان داد که اثر ساده تنش خشکی و باکتری های محرک رشد بر صفات مورد آزمون معنی دار و هیچیک از اثرات متقابل معنی دار نگردید. در این شرایط تنش خشکی سبب افزایش میزان نشت یونی و کاهش محتوی نسبی آب در گیاه دارویی اسطوخودوس گردید. بعلاوه، گیاهان تیمارشده با باکتری های محرک رشد، نسبت به گیاهانی که در آنها این باکتری ها به کار نرفته بود، دارای محتوی آب نسبی بیشتر و نشت یونی کمتر بودند . نتایج این مطالعه نشان داد که کاربرد باکتری های محرک رشد به خصوص به صورت کاربرد ریشه مال+ باکتری در آب آبیاری، اثرات مفیدی در جهت کاهش نشت یونی و افزایش محتوی آب نسبی داشت. به صورتی که کمترین مقدار نشت یونی (۲۱/۴ µs/cm) و بیشترین محتوی نسبی آب برگ (۷۱/۹۲%) در شرایط عدم وجود تنش خشکی و مصرف باکتریهای محرک رشد به صورت ریشه مال + آب آبیاری حاصل گردید.

واژه‌های کلیدی: اسطوخودوس، تنش خشکی، باکتری های محرک رشد، محتوی نسبی آب برگ و نشت الکترولیت

*نگارنده (pazoki_agri@yahoo.com)

مقدمه

بنا بر نوشته‌های پلینیوس، نام انگلیسی اسطوخودوس (Lavender) از ریشه لاتین (Lavar) مشتق شده و به معنای تمیز کننده و شوینده است. گونه های مختلف اسطوخودوس گیاهانی چند ساله و خشبی هستند. تا کنون حدود ۴۸ گونه متعلق به اسطوخودوس یا "لاواند" شناسایی شده است (زمان، ۱۳۷۴). اسطوخودوس (با گونه های اسپیکا ، افیسینالیس و ورا هم نام است)، گیاهی است مدیترانه ای، منشا آن جنوب اروپا گزارش شده است و در جنوب و مرکز ایتالیا، یونان، جنوب فرانسه و اسپانیا در خاک های سبک شنی ودر ارتفاعات ۱۷۰۰ متری از سطح دریا به طور خودرو می‌روید (Whitman *et al.*, ۱۹۹۶).

تنش خشکی زمانی در گیاه حادث می‌شود که میزان آب دریافتی گیاه کمتر از تلفات آن باشد. این امر ممکن است به علت اتلاف بیش از حد آب یا کاهش جذب آب و یا هر دو موردبه وجود آید. کاهش پتانسیل اسمزی و پتانسیل کل آب همراه با از بین رفتن آماس بسته شدن روزنه‌ها و کاهش رشد از علایم مخصوص تنش آب است. اگرچه همیشه همراه با خشکی تنش آب نیز وجود دارد ولی ممکن است در غیاب خشکی نیز این تنش آب حادث گردد و این در حالتی است که تعرق گیاه زیاد باشد. ولی به علت پائین بودن درجه‌ی حرارت خاک و یا وجود محلول نمک در خاک و یا عدم تهویه‌ی کافی در محیط ریشه جذب آب کاهش می‌یابد. عموما گیاهان در دوره‌ای از رشد رویشی و زایشی در معرض خشکی ملایم یا شدید قرار می‌گیرند. گیاهان نسبت به تنش کمبود آب به اشکال مختلفی پاسخ می‌دهند که این پاسخ‌ها شامل تغییرات در تمام جنبه‌های رشدی گیاه از جمله آناتومی، مورفولوژی، فیزیولوژی و اعمال بیوشیمیائی گیاه می‌شود(کوچکی و علیزاده، ۱۳۷۴).

باکتری های محرک رشد PGPR این باکتری‌ها از طرق مختلف روی رشد گیاه اثر می‌گذارند (خاوازی و ملکوتی، ۱۳۸۰). تولید انواع متابولیت‌های مؤثر در ریشه گیاه، همانند تولید انواع تنظیم کننده‌های رشد گیاه (Plant Growth Regulators) توسط گروه‌های میکروبی شامل اکسین‌ها، جیبرلین‌ها، سیتوکینین‌ها، اسید ایندول استیک و ... یکی از فعالیت‌های این موجودات است. این باکتری‌ها از طریق سنتز هورمون‌های محرک رشد مثل اسید ایندول استیک، جیبرلین‌ها و سیتوکنین‌ها باعث افزایش رشد گیاه، درصد جوانه‌زنی بذرها، ریشه‌زایی و گسترش ریشه می-گردند.

مواد و روشها

تحقیق به صورت یک آزمایش زراعی در فروردین ۱۳۹۳ در دانشگاه آزاد اسلامی واحد یادگار امام خمینی (ره) شهرری در نواحی میانی شمال غرب فلات مرکزی با عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۵۱ دقیقه و طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۲۹ دقیقه و روبروی آبرفتهای سیلابی و مخروط افکنه سیلابهای جاری شده از دامنه‌های جنوبی البرز مرکزی واقع شده انجام پذیرفت. براساس آمار آب و هوایی و باتوجه به منحنی آمبروترمیک، منطقه مورد نظر از لحاظ اقلیمی دارای آب و هوای نیمه بیابانی و نیمه کوهستانی با دوران بارندگی نامشخص میباشد. ارتفاع آن از سطح دریا ۱۰۵۰ متر می‌باشد و متوسط بارندگی سالیانه آن حدود ۲۱۶ میلیمتر است که در مقایسه با میانگین استان که حدود ۲۶۰ میلیمتر بوده دارای بارندگی کمتری می‌باشد و بارندگی عموماً در اواخر پاییز و اوایل بهار روی می‌دهد. کمترین میزان بارندگی در ماههای مرداد و شهریور و بیشترین آن در آذر ماه گزارش شده است. متوسط درجه حرارت سالیانه آن به ۱۷/۱ درجه سانتیگراد می‌رسد.
برای تعیین خصوصیات خاک محل اجرای آزمایش، چند نمونه تصادفی از عمق ۰ تا ۳۰ سانتی متری خاک توسط آگر تهیه و پس از مخلوط کردن در آزمایشگاه خاکشناسی مورد بررسی قرار گرفت.

آزمایش به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و در ۳ تکرار اجرا گردید. آبیاری به عنوان عامل اصلی در سه سطح شامل: دور آبیاری بر اساس ۶۰، ۱۱۰ و ۱۶۰ میلی متر تبخیر از سطح تشتک تبخیر کلاس A به عنوان عامل اصلی و روش های مصرف باکتری های محرک رشد در ۴ سطح (الف) عدم مصرف ب) مصرف ریشه مال باکتری های محرک رشد ج) کاربرد باکتری های محرک رشد در آب آبیاری ج) کاربرد ریشه مال + کاربرد در آب آبیاری) به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شد. آبیاری پس از ۶۰ میلی متر تبخیر از تشتک کلاس A به عنوان تیمار بدون تنش در نظر گرفته شد.
با در نظر گرفتن سطوح هر یک از عوامل مورد بررسی و تعداد تکرارها، آزمایش دارای ۱۲ تیمار و مشتمل بر ۳۶ واحد آزمایشی بود.
عملیات آماده سازی زمین شامل شخم، مصرف کود های شیمیایی، دیسک، ماله و ایجاد کرت هایی به ابعاد ۴ ×۲ متر به نحو مطلوب، قبل از کاشت صورت گرفت و سپس نقشه آزمایش بر روی زمین پیاده گردید. هر کرت آزمایشی دارای ۵ خط کاشت با فاصله ۳۵ سانتی متر بود؛ که خط اول، آخر و ۵۰ سانتی متر ابتدا و انتهای خطوط به عنوان حاشیه در نظر گرفته شده و از خطوط میانی پس از رعایت حاشیه های ذکر شده اقدام به نمونه گیری شد.
زمین آزمایش در آبان ۱۳۹۲ شخم زده شد و کود داده شد و سپس در ۱۵ اسفند ۱۳۹۲ دیسک زده شده و تسطیح گردید. در ۲۷ اسفند ۱۳۹۲ مجدداً تیلر زده شده و علف‌های هرز وجین گردید. در تاریخ ۱۳۹۳/۱۱/۱۲ کاشت قلمه ها انجام شد و اولین آبیاری انجام گردید و سپس بر اساس آبیاری مطلوب به صورت هفته ای

آبیاری تنظیم گردید و هفته ای یک بار تا تاریخ ۱۳۹۳/۳/۱۰ که شروع تنش بود آبیاری انجام شد. در تاریخ ۱۳۹۳/۱/۲۱ اولین تیمار با کود بیولوژیک تا چهار مرحله براساس شش لیتر در هکتار انجام گردید. تیمار تنش نیز از تاریخ ۱۳۹۳/۳/۱۰ تا ۱۳۹۳/۶/۵ اعمال گردید.

میکروارگانیزم‌های تثبیت‌کنندهٔ نیتروژن در این آزمایش از کود بیولوژیک نیتروکسین حاوی باکتری های Azotobacter و Azospirillum تأمین گردید. در تیمارهای کاربرد این باکتری ها، میزان شش لیتر در هکتار از مایه تلقیح (با جمعیت 10^8 عدد گرم در هر میلی لیتر) باکتری زنده و فعال بود مورد استفاده قرار گرفت. با توجه به رشد کند اولیه گیاه اسطوخودوس در اوایل دوره رشد مبارزه با علف های هرز در ۳ نوبت انجام شد. تنظیم تیمار آبیاری با استفاده از تشتک تبخیر کلاس A انجام شد.

نتایج و بحث

آب نسبی برگ و نشت یونی

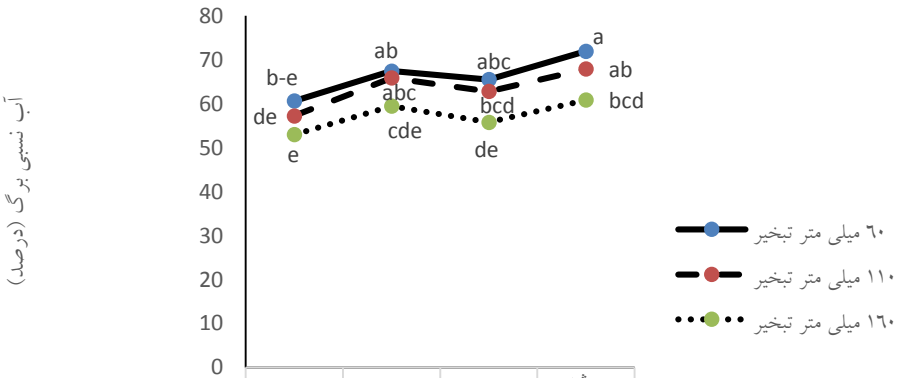
اثرات اصلی دور آبیاری و روش های کاربرد باکتری های محرک رشد بر آب نسبی برگ و میزان نشت یونی معنی دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین اثر تنش خشکی نشان داد که با افزایش شدت تنش میزان آب نسبی موجود در برگ کاهش می یابد به طوری که بالاترین و کمترین میزان آب نسبی برگ به ترتیب در سطوح آبیاری ۶۰ و ۱۶۰ میلی متر تبخیر گردید (جدول ۲). همچنین بین دو سطح ۶۰ و ۱۱۰ میلی متر تبخیر از تشتک کلاس A اختلاف معنی داری در میزان آب نسبی برگ وجود نداشت (جدول ۲).

در صفت نشت یونی نیز تیمار آبیاری ۱۶۰ میلی متر تبخیر منجر به حصول بالاترین میزان نشت یونی گردید، به طوری در مقایسه با گیاهان تیمار شده با سطوح آبیاری ۶۰ و ۱۱۰ میلی لیتر تبخیر میزان نشت یونی به صورت معنی داری بالاتر بود. از طرفی بین دو سطح ۶۰ و ۱۱۰ میلی متر تبخیر از تشتک کلاس A اختلاف معنی داری در میزان نشت یونی وجود نداشت (جدول ۲).

در بین سطوح مختلف روش‌های کاربرد باکتری‌های محرک رشد نیز کاربرد سطح ریشه مال+ کاربرد در آب آبیاری در مقایسه با کاربرد جداگانه هر یک از آنها و همچنین عدم مصرف به طور معنی داری سبب افزایش میزان آب نسبی برگ گردید. همچنین بین دو سطح ریشه مال و کاربرد باکتری در آب آبیاری اختلاف معنی داری در صفت میزان آب نسبی برگ وجود نداشت (جدول۲). در صفت میزان نشت یونی نیز کاربرد باکتری به روش ریشه مال+ کاربرد باکتری در آب آبیاری در مقایسه با سایر روش ها منجر به کاهش معنی دار میزان نشت یونی گردید به طوری که کمترین میزان نشت یونی در همین تیمار و بالاترین میزان نیز در تیمار عدم مصرف باکتری‌های محرک رشد بدست آمد (جدول ۲).

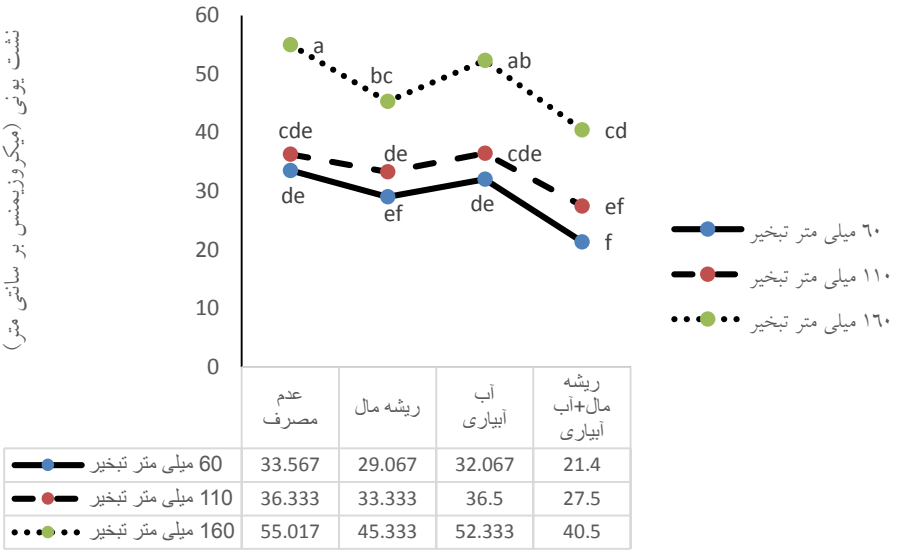
مقایسه میانگین اثر متقابل دور آبیاری در روش‌های کاربرد باکتری‌های محرک رشد بر میزان آب نسبی برگ نیز نشان داد که بالاترین میزان آب نسبی برگ در تیمار ریشه مال باکتری+ کاربرد باکتری در آب آبیاری و سطح آبیاری بدون تنش یعنی ۶۰ میلی متر تبخیر بدست آید که البته با سطوح کاربرد ریشه مال و کاربرد در آب آبیاری در همین سطح آبیاری (۶۰ میلی متر تبخیر) اختلاف معنی داری نداشت. کمترین میزان آب نسبی برگ نیز در سطح عدم کاربرد باکتری و سطح آبیاری ۱۶۰ میلی متر تبخیر مشاهده شد. در هر یک از سطوح آبیاری کاربرد باکتری های محرک رشد منجر به افزایش میزان آب نسبی برگ گردید که با دو روش کاربرد ریشه مال و کاربرد در آب آبیاری باکتری در همین سطح آبیاری اختلاف معنی داری نداشت (شکل ۱). مقایسه میانگین اثر متقابل دور آبیاری در روش های کاربرد باکتری های محرک رشد بر میزان نشت یونی نیز نشان داد که کمترین میزان نشت یونی نیز در سطح کاربرد باکتری به روش ریشه مال+ کاربرد باکتری در آب آبیاری و سطح آبیاری ۶۰ میلی متر تبخیر بدست آمد. بالاترین میزان نشت یونی نیز در سطح عدم کاربرد باکتری ها محرک رشد و سطح آبیاری ۱۶۰ میلی متر تبخیر (تنش شدید) مشاهده شد (شکل ۲).

گزارش شده است که در شرایط کمبود آب محتوی آب نسبی برگ گندم کاهش یافته است (Lobato *et al.*, ۲۰۰۸). کاهش در محتوی نسبی آب برگ از طریق کمبود رطوبت خاک تحریک می شود به این دلیل که در مراحل اولیه کمبود آب فرایندهای مصرف کننده آب مانند فتوسنتز و تنفس ادامه می یابند در حالی که جذب آب به اندازه کافی نیست همچنین در ادامه، از دست دادن آب از طریق تبخیر کوتیکولی نیز باعث کاهش بیشتر RWC می گردد.



	عدم مصرف	ریشه مال	آب آبیاری	ریشه مال+آب آبیاری
60 میلی متر تبخیر	60.613	67.413	65.493	71.92
110 میلی متر تبخیر	57.227	65.84	62.8	67.893
160 میلی متر تبخیر	52.96	59.467	55.787	60.827

شکل ۱- اثر متقابل سطوح آبیاری و روش‌های کاربرد باکتری‌های محرک رشد بر محتوی نسبی آب برگ در گیاه اسطوخودوس



	عدم مصرف	ریشه مال	آب آبیاری	ریشه مال+آب آبیاری
60 میلی متر تبخیر	33.567	29.067	32.067	21.4
110 میلی متر تبخیر	36.333	33.333	36.5	27.5
160 میلی متر تبخیر	55.017	45.333	52.333	40.5

شکل ۲- اثر متقابل سطوح آبیاری و روش‌های کاربرد باکتری‌های محرک رشد بر میزان نشت یونی در برگ اسطوخودوس

در مطالعه ای که توسط(Agarwal *et al.*, ۲۰۰۵). انجام گردید، کاربرد باکتری *Azosperilium* سبب افزایش میزان آب نسبی برگ در شرایط تنش خشکی در گندم گردیده است.

پایداری غشا سلولی تحت تنش رطوبتی نیز به عنوان یک شاخص تحمل به خشکی مهم بیان شده است . میزان خسارت به غشاهای سلولی را می توان از طریق انداز ه گیری نشت الکترولیت ها از سلول های گیاهی اندازه گیری نمود (Agarwal *et al.*, ۲۰۰۵).

جدول۱- تجریه واریانس اثر دور آبیاری و روشهای مصرف باکتریهای محرک رشد بر محتوی نسبی آب برگ و نشت الکترولیتها در در گیاه اسطوخودوس

منابع تغییرات	آب نسبی برگ	نشت یونی
بلوک	۲۶/۵۲	۲۵/۲۱
دور آبیاری (a)	**۲۵۹/۰۶	**۱۲۲۴/۰۸
خطای a	۱۲/۱۰	۵۳/۳۰
باکتری (b)	**۱۶۳/۲۴	**۲۵۶/۲۱
Ab	۲/۷۱	۷/۹۳
خطای b	۱۹/۶۷	۶۰/۱۹
C.V	۷/۷۱	۹/۷۰

*و **به ترتیب نشانگر معنی دار بودن در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد می باشند.

جدول۲- مقایسه میانگین اثر دور آبیاری و روشهای مصرف باکتریهای محرک رشد بر محتوی نسبی آب برگ و نشت الکترولیتها در در گیاه اسطوخودوس

صفات / تیمارها	آب نسبی برگ (درصد)	نشت یونی (میکروزیمنس بر سانتی متر)
دور آبیاری		
۶۰ میلی‌متر تبخیر	۶۶/۳۶a	۲۹/۰۲b
۱۱۰ میلی‌متر تبخیر	۶۳/۴۴a	۳۳/۴۲b
۱۶۰ میلی‌متر تبخیر	۵۷/۲۶b	۴۸/۳۰a
باکتری PGPR		
عدم مصرف	۵۶/۹۳c	۴۱/۶۴a
ریشه مال	۶۴/۲۴ab	۳۵/۹۱b
آب آبیاری	۶۱/۳۶b	۴۰/۳۰ab
ریشه مال+ آب آبیاری	۶۶/۸۸a	۲۹/۸۰c

تیمارهایی که با حروف مختلف نشان داده شده اند، با هم دارای اختلاف معنی داری در سطح ۵ درصد آزمون LSD هستند.

منابع

زمان، س. (۱۳۷۴). گیاهان دارویی، روشهای کشت و شرح مصور رنگی ۲۵۶ گیاه. انتشارات ققنوس. تهران.

کوچکی، ع و علیزاده، ا. ۱۳۷۴. اصول زراعت در مناطق خشک. جلد اول. (تالیف آی. آرنون). چاپ چهارم. انتشارات آستان قدس رضوی، ۲۶۰ ص.

Agarwal, S., Sairam, R.K, Srivastava, G.C, Meena, R.C. ۲۰۰۵. Changes in antioxidant enzymes activity and oxidative stress by abscisic acid and salicylic acid in wheat genotypes. Biologia Plantarum, ٤٩(٤), ٥٤١-٥٥٠.

Lobato, A.K.S., Costa, R.C.L, Oliveira Neto, C.F., Santos filho, B.G., Cruz, F.J.R., Freitas, L.M.N., Cordeiro, F.C.۲۰۰۸.Morphological changes in durum wheat (*Triticum durum* L.) under progressive water stress. International Journal of Botany٤. ۲: ۲۳۱-۲۳۵

Winston, G.W. Cederbaum A.I. ۱۹۸۳a. Oxyradical production by purified components of the liver microsomal mixed-function oxidase system I: Oxidation of hydroxyl radical scavenging agents. *J. Biol Chem* . ۲۵۸:۱۵۰۸-۱۵۱۳.

Effects of PGPR Application Methods on RWC and cell membrane leaching of lavender (*Lavandula angustifolia* L.) under dought stress conditions

Ali Saki[1], Alireza Pazoki[1*], Abolfazl Rashidi Asl[1]
Department of Agronomy, Yadegar-e-Imam Khomeini (RAH) Shahre-Rey Branch, Tehran, Iran

Abstract

In order to study the Effects of PGPR Application Methods on RWC and cell membrane leaching of lavender (*Lavandula angustifolia* L.) under salt stress conditions an experiment was performed at Islamic Azad University, Yadegar-e-Imam Khomeini (RAH) Shahre-Rey Branch. This experiment was carried out in a split plot arrangement with randomized complete block design in three replications. Experimental factors were included irrigation regimes as the main plot in three levels including ٦٠, ١١٠ and ١٦٠ mm evaporation from A class pan, and PGPR application methods in four levels including, Non application, root inoculation, application in irrigation water, and root inoculation+irrigation in irrigation water methods as the subplot. The results indicated that, simple effect of irrigation and PGPRS were significant on experimented traits but non interactions were not significant. In this case drought stress increased cell leaching and decreased RWC in lavender. The treated plants with PGPRS had more RWC and less cell membrane leaching compare to non-treated. The results revealed that root inoculation irrigation were more effective than other application methods for decreasing harmness effects of drought. So the lowest cell membrane leaching (٢١,٤ µs/cm) and highest RWC (٧١,٩٢٪) belonged to non-stress and root inoculation+irrigation PGPR application methods treatment.

Key words: Lavender, Drought stress, Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR), RWC, cell membrane leaching

* Corresponding Author (Pazoki_agri@yahoo.com)