اثر روش‌های مصرف باکتری‌های محرک رشد(PGPR) بر محتوی پرولین و قندهای محلول گیاه دارویی بومادران (*Achilleamillefolium*L.) در شرایط تنش خشکی

۱-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 پرولین و قندهای محلول گیاه دارویی بومادران (*Achilleamillefolium*L.) در شرایط تنش خشکی، آزمایشی در فروردین ۱۳۹۳ در دانشگاه آزاد اسلامی واحد یادگار امام خمینی (ره) شهر ری انجام پذیرفت. این آزمایش به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به اجرا در آمد.عوامل آزمایشی شامل دورهای آبیاری به عنوان عامل اصلی در سه سطح آبیاری در۵۰ ، ۹۰ و ۱۳۰ 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 مورد آزمون معنی دار و فقط اثرات متقابل پرولین معنی دارگردید. در این شرایط تنش خشکی سبب افزایش میزان پرولین و قندهای محلول در گیاه دارویی بومادران گردید. بعلاوه، گیاهان تیمارشده با باکتری های محرک رشد، نسبت به گیاهانی که در آنها این باکتری ها به کار نرفته بود، دارای محتوی پرولین و قندهای محلول کمتری بودند. نتایج این مطالعه نشان داد که کاربرد باکتری های محرک رشد ، اثرات مفیدی در جهت کاهش محتوی دو صفت ذکر شده داشت. به صورتی که کمترین مقدار پرولین (۲/۰۸۳۳ میلی گرم بر گرم وزن تر) وکمترین مقدار قندهای محلول (8/663 میلی گرم بر گرم وزن تر) در شرایط عدم وجود تنش خشکی و مصرف باکتری های محرک رشد حاصل گردید.

واژه‌های کلیدی: بومادران، تنش خشکی، باکتری های محرک رشد، پرولین و قندهای محلول

مقدمه

بومادران متعلق به تیره **Asteraceae** با نام علمی *Achillea* L. گیاهانی هستند چند ساله، اغلب کرکدار، بیخ ساقه اغلب ضخیم و چوبی شونده. برگ‌ها متناوب، بدون بریدگی تا سه یا چهار بار شانه‌ای شده. کپه‌ها کوچک تا متوسط، کم و بیش با دم کپه بلند، بندرت بدون دم کپه، منفرد یا غالباً دیهیمی شکل هستند (Rechinger, 1963).

تنش خشکی تغیراتی در خصوصیات ظاهری، ناشی از تغییرات پتانسیل آب می باشد به طوری که کمبود آب باعث کاهش فشار آماس شده و باعث کاهش نمو سلول ها و کوچک شدن آنها می گردد.هر مرحله از رشد و نمو گیاه نسبت به تنش رطوبتی به طور یکسان دچار خسارت نمی شوند، بعضی از مراحل نسبت به تنش خیلی حساس و بعضی حساسیت کمتری دارند. برای نمونه در مورد گیاه بومادران، کاهش رطوبت در خاک ارتفاع، وزن ریشه، اندام هوایی و تعداد ساقه در گیاه را کاهش داد (شریفی عاشور آبادی و همکاران، ۱۳۸۸).همچنین افزایش در شدت تنش تعداد گل راکاهش داده و قطر ساقه را کم می کند و درصد وزن برگ ها هم افزایش پیدا می کند که این افزایش به دلیل متوقف شدن رشد گیاه است. در آزمایش

دیگری بر روی بومادران، افزایش شدت تنش خشکی، طول ریشه و ساقه کاهش نشان دادند و با افزایش بیشتر شدت تنش وزن ماده خشک نیز کاهش نشان داد. در مراحل اولیه رشد، گیاه به دلیل کاهش توسعه سلولی و تقسیم سلولی و کاهش فتوسنتز رشدش کاهش می یابد(غنی و همکاران، ۱۳۸۸- 1992 -Irigoyen*et al.*,).

پرولین یک اسید آمینه قابل حل در آب بوده که دارای دو نقش اساسی در شرایط تنش می‌باشد. اول این که افزایش سنتز و تجمع پرولین به عنوان یک پاسخ متابولیکی در گیاهان در شرایط تنش می‌باشد. ثانیاً افزایش پرولین محلول به عنوان یک نشانه برای سازگاری و افزایش مقاومت گیاهان به شرایط نامساعد است. همچنین پرولین در تنظیم روابط آب درون سلولی نقش دارد. در شرایط تنش غلظت اسید آمینه پرولین نسبت به سایر اسیدهای آمینه افزایش می‌یابد، پرولین به عنوان مخزن ذخیره‌ای نیتروژن و یا مادهٔ محلولی که پتانسیل اسمزی سیتوپلاسم را کاهش می‌دهد عمل می‌نماید و گیاه را در تحمل به تنش یاری می‌کند (**Bian *et al.*, 1988**). پرولین، پروتئین‌ها و غشاهای سلولی را از آسیب غلظت‌های زیاد یون‌ها حفظ می‌نماید. .

قندهای محلول به واسطه‌ی حفظ آماس در برگ‌های تحت تنش، از دهیدراسیون پروتئین‌ها و غشاهای سلولی جلوگیری می‌کنند (**Crowe *et al.*, 1990**). (**Campos *et al.*, 1999**) پیشنهاد کردند که تجمع قندهای محلول نتیجه‌ی برخی فعل و انفعالات متابولیکی است که تشکیل و یا انتقال قند را در برگ متأثر می‌سازند. آنها گزارش کردند که این پاسخها منجر به ممانعت از فتوسنتز در تنش کم آبی می‌گردد. در حقیقت تجمع قندها در برگ‌ها از فتوسنتز جلوگیری می‌کند (**Golodschmidt and Huber, 1992**).

تغییر در مقدار قندهای محلول برگ در نتیجه تنش خشکی، اهمیت بالایی دارد و مقاومت به تنش خشکی را در گیاه افزایش می دهند. آزمایشات متعددی افزایش میزان قندهای محلول برگ را تحت شرایط تنش خشکی در گیاهان مختلف نشان داده اند. به طور کلی، در شرایط تنش خشکی با وجود کاهش نرخ آسیمیلاسیون کربن، محتوای قند افزایش می یابد. (**Shaw *et al.*, 2002**) گزارش کردند که تجمع قندهای محلول مانیتول و سوربیتول در شرایط تنش خشکی تا ۸۰٪ افزایش داشته است.

باکتری های ریزوسفری که با ریشه گیاه و خاک در ارتباط هستند و بر هم اثر می گذارند و اثری سودمند بر رشد گیاه دارند را عموما باکتری های ریزوسفری محرک رشد گیاه یا اصطلاحا **PGPR** می گویند.این واژه اولین بار توسط**Kloepper andSchroth(1987)** ارائه شد(**Sharma, 2006**).

همچنین گزارش شده است که کاربرد باکتری های محرک رشد با پاکسازی رادیکال‌های آزاد اکسیژن سبب کاهش خسارت به اسیدهای چرب، پروتئین‌ها شده و در نتیجه اثر مخرب تنش را کاهش می‌دهند و لذا سنتز و تجمع پرولین به عنوان یک عکس‌العمل گیاه به تنش کاهش می‌یابد (**Singh and Kapoor, 1999**).

بطور کلی هدف از این تحقیق بررسی امکان ایجاد مقاومت به خشکی همراه با مصرف باکتری های محرک رشد (PGPR) به منظور ممانعت از کاهش عملکرد گیاه بومادران در شرایط تنش خشکی بوده است.

مواد و روش ها

طرح آزمایشی و مشخصات عامل ها

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 ۵۰، ۹۰ و ۱۳۰ میلی متر تبخیر از سطح تشتک تبخیر کلاس A به عنوان عامل اصلی و روش های مصرف باکتری های محرک رشد در ٤ سطح الف) عدم مصرف ب) مصرف ریشه مال باکتری های محرک رشد ج) کاربرد باکتری های محرک رشد در آب آبیاری د) کاربرد ریشه مال + کاربرد در آب آبیاری به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شد. آبیاری پس از ۵۰ میلی متر تبخیر از تشتک کلاس A به عنوان تیمار بدون تنش در نظر گرفته شد. هرکرت آزمایشی شامل۵خط کاشت بافاصله۳۵ سانتی متر خواهد 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.

سنجش غلظت پرولین

برای اندازه گیری پرولین محتوای بافت برگ از روش (Bates *et al.*, 1973) استفاده شد. برای اندازه گیری پرولین، ابتدا مقدار ۰/۲ گرم گیاهچه توزین شد و در هاون چینی در ۳ میلی‌لیتر اسید سولفوسالیسیلیک ۳٪ به خوبی سائیده شد و هموژنات حاصل در دستگاه سانتریفیوژ با دور ۱۸۰۰۰ به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ گشت. آنگاه ۲ میلی‌لیتر از عصاره های صاف شده را به لوله های در دار منتقل نموده و به تمام لوله ها مقدار ۲ میلی لیتر معرف ناین هیدرین و ۲ میلی لیتر اسید استیک گلاسیال اضافه شد. پس از بستن در لوله ها به مدت یک ساعت در آب C^o 100 قرار داده شدند. پس از سرد کردن لوله ها به هر کدام مقدار ۴ میلی لیتر تولوئن اضافه گشت و با استفاده از دستگاه ورتکس به مدت ۱۵ تا۲۰ ثانیه لوله ها تکان داده شد. سرانجام فاز روئی را که به رنگ قرمز و حاوی پرولین محلول در تولوئن بوده برداشته و همزمان با نمونه های استاندارد در دستگاه اسپکتروفوتومتر قرار گرفت و اعداد در طول موج ۵۲۰ نانومتر قرائت گردید. غلظت پرولین بر حسب میلی گرم بر گرم بافت تازه برگ با استفاده از منحنی استاندارد تعیین شد. واحد به صورت میلی گرم بر گرم وزن تر بیان می شود.

نحوه تهیه محلول های استاندارد پرولین

برای تهیه محلول های استاندارد پرولین، مقدار ۰/۵ گرم پرولین خالص در ۵۰۰ میلی لیتر محلول اسید سولفوسالیسیلیک ۳ درصد (۳/۳ گرم از اسید سولفوسالیسیلیک خشک در ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر) حل می شود. بدین ترتیب محلول 100 ppm پرولین به دست می آید. از محلول 100 ppm برای تهیه سایر غلظت های استاندارد استفاده می شود. بدین ترتیب که در بالن ژوژه های ۱۰۰ میلی لیتری به ترتیب مقادیر ۰، ۰/۵، ۲، ۵، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰، میلی لیتر از محلول 100 ppm اضافه و با محلول اسید سولفوسالیسیلیک ۳ درصد به حجم

رسانده می شوند. محلول های حاصل حاوی غلظت های ۰، ۰/۵، ۲، ۵، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ ppm پرولین می باشند.

اندازه گیری قندهای محلول

از نمونه های منجمد شده به میزان ۰/۲ گرم در ۳ میلی‌لیتر آب مقطر عصاره‌گیری شده و سپس محلول همگن حاصل به کمک کاغذ صافی صاف گردید. برای اندازه‌گیری قند نمونه، به ۵۰ میکرولیتر از همگن صاف شده ۰/۵ میلی‌لیتر فنل ۵٪ و ۲/۵ میلی‌لیتر اسید سولفوریک ۹۸٪ اضافه شد. بلافاصله بعد از افزودن اسید سولفوریک، یک واکنش گرمازا همراه با تولید رنگ نارنجی ایجاد می‌شود که تولید حرارت زیادی می‌کند. لذا ضروری است بعد از افزودن اسید، مخلوط واکنش ۱۰ دقیقه در دمای اتاق خنک شود. منحنی استاندارد با استفاده از غلظت‌های مختلف گلوکز از ۰ تا ۲۰ میکروگرم در میلی‌لیتر ترسیم گردید. جذب استانداردها به همراه جذب نمونه با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ٤٨٠ نانومتر اندازه‌گیری شده و مقدار کل قندهای محلول، بر مبنای میلی گرم بر گرم وزن تر نمونه تعیین شد .(Dubois *et al*., 1956)

نتایج و بحث

پرولین و قندهای محلول

اثرات اصلی دور آبیاری و روش‌های کاربردباکتری‌های محرک رشد بر محتوی پرولین و قندهای محلول معنی دار بود (جدول۱). مقایسه میانگین اثر رژیم های آبیاری نشان داد که با افزایش شدت تنش میزان پرولین و قندهای محلول موجود در برگ افزایش می یابد که منجر به مشاهده بالاترین میزان پرولین و قندهای محلول در سطح خشکی ۱۳۰ میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر گردید (جدول۲).

جدول۱- تجریه واریانس اثر دور آبیاری و روشهای مصرف باکتریهای محرک رشد برمحتوی پرولین و قندهای محلول بومادران

منابع تغییرات	پرولین	قندهای محلول
بلوک	۰/۰۵	٤۰/۰۸
دور آبیاری (a)	۱۳/٤۷**	۹٥٤/۷۸**
خطای a	۰/٤۲	٦/۹۰
باکتری (b)	۰/۹۳**	۸٦/٥۲**
ab	۰/۱۳*	۹/۱٥
خطای b	۰/۱٥	۱/٦٦
C.V (%)	۹/٦٥	۱۱/٦۲

***و **به ترتیب نشانگر معنی دار بودن درسطوح احتمال ۵ و۱درصد می باشند.**

جدول۲- مقایسه میانگین اثر دور آبیاری و روشهای مصرف باکتریهای محرک رشد برمحتوی پرولین و قندهای محلول بومادران

صفات / تیمارها	پرولین (میلی گرم بر گرم وزن تر)	قندهای محلول (میلی گرم بر گرم وزن تر)
دور آبیاری		
۵۰ میلی‌متر تبخیر	۲/۳۰c	۱۱/۵۱c
۹۰ میلی‌متر تبخیر	۳/۱۱b	۱۹/۸۳b
۱۳۰ میلی‌متر تبخیر	٤/٤٠a	۲۹/۳۳a
باکتری PGPR		
عدم مصرف	۳/٦۳a	۲٤/۰۷a
ریشه مال	۳/۳۲a	۱٦/٥٤c
آب آبیاری	۳/۲۷a	۲۰/٦۳b
تلقیح ریشه ای + آب آبیاری	۲/۸٥b	۱۹/٦٥b

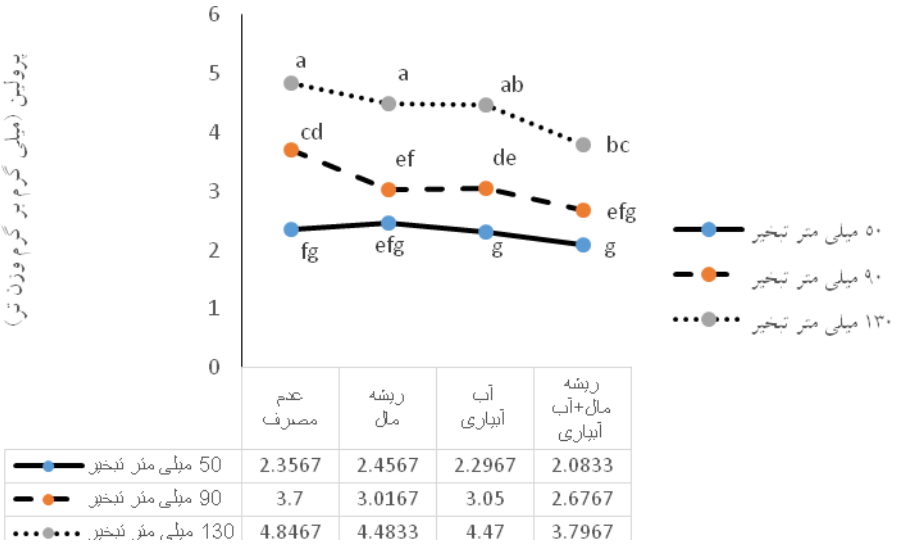
تیمارهایی که با حروف مختلف نشان داده شده اند، با هم دارای اختلاف معنی داری در سطح ۵ درصد آزمون LSDهستند.

همچنین میزان پرولین و قندهای محلول در سطح آبیاری 130 میلی متر تبخیر به طور معنی داری بالاتر از سطح آبیاری ۹۰ و۵۰ میلی متر تبخیر بود.در بین سطوح مختلف روش‌های کاربردباکتری‌های محرک رشد نیز کاربرد باکتری‌های محرک رشد در مقایسه با عدم مصرف به طور معنی داری سبب کاهش میزان پرولین و قندهای محلول گردید(جدول۲)کمترین میزان پرولین در سطح کاربرد ریشه مال باکتری+کاربرد باکتری در آب آبیاری مشاهده شد که با سایر سطوح کاربرد باکتری دارای اختلاف معنی دار بود. کمترین میزان قندهای محلول نیز در سطح کاربرد ریشه مال باکتری مشاهده شد که با سطح کاربرد ریشه مال باکتری+کاربرد باکتری در آب آبیاری اختلاف معنی داری داشت (جدول۲).

مقایسه میانگین اثر متقابل دور آبیاری در کاربرد باکتری های محرک رشدبر میزان پرولین نشان داد که کمترین میزان پرولین(۲,۰۸۳۳ میلی گرم بر گرم وزن تر) در سطح کاربرد ریشه مال باکتری+کاربرد باکتری در آب آبیاری و سطح آبیاری بدون تنش یعنی ۵۰ میلی متر تبخیر، و بیشترین میزان پرولین(٤,۸٤٦۷ میلی گرم بر گرم وزن تر) نیز در سطح عدم کاربرد باکتری و سطح آبیاری ۱۳۰ میلی متر تبخیر (تنش شدید) مشاهده شد. در هر یک از سطوح آبیاری، کاربرد باکتری های محرک رشد منجر به کاهش تولید پرولین گردید. همچنین کاربرد ریشه مال باکتری+کاربرد باکتری درسطح آبیاری ۱۳۰ میلی متر تبخیر در مقایسه با سطح آبیاری ۹۰ میلی متر تبخیر در افزایش میزان پرولین مؤثرتر بود (شکل۱).

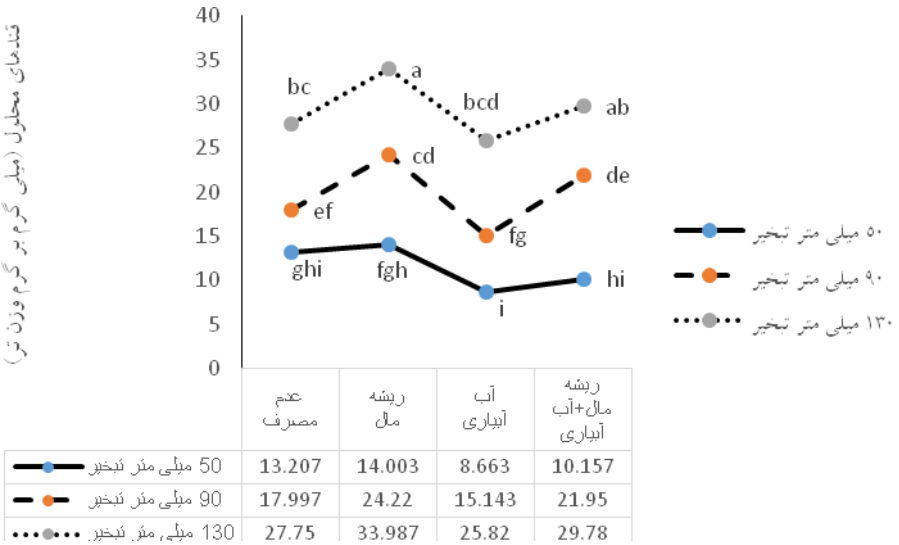
مقایسه میانگین اثر متقابل دور آبیاری در کاربرد باکتری های محرک رشد بر میزان قندهای محلول نیز نشان داد که کمترین میزان قندهای محلول (۸,٦٦۳ میلی گرم بر گرم وزن تر) در تیمار کاربرد باکتری در آب آبیاری و سطح آبیاری ۵۰ میلی متر تبخیر مشاهده شد و بالاترین مقدار این صفت(۳۳,۹۸۷ میلی گرم بر گرم وزن تر) در سطح کاربرد ریشه مال باکتری و تنش خشکی شدید یعنی ۱۳۰ میلی متر تبخیر بدست آمد که با سطح کاربرد ریشه مال باکتری+کاربرد باکتری در آب آبیاری در شرایط تنش شدید خشکی (۱۳۰ میلی متر تبخیر) اختلاف معنی داری نداشت (شکل۲).

(Sanchez *et al.*, 1998) نیز با بررسی تنش خشکی روی ارقام مختلف نخود تجمع کربوهیدرات‌های محلول را مشاهده کردند. افزایش کربوهیدرات‌های محلول در فرآیند سازگاری گیاه به تنش اهمیت به سزائی دارد. همچنین (Bajji *et al.*, 2001) تجمع بیشتر این مواد را در ارقام مقاوم‌تر با اعمال تنش در مورد ارقام مختلف گندم گزارش کرده‌اند.



	عدم مصرف	ریشه مال	آب آبیاری	ریشه مال+آب آبیاری
50 میلی متر تبخیر	2.3567	2.4567	2.2967	2.0833
90 میلی متر تبخیر	3.7	3.0167	3.05	2.6767
130 میلی متر تبخیر	4.8467	4.4833	4.47	3.7967

شکل۱- اثر متقابل سطوح آبیاری و روش‌های کاربرد باکتری‌های محرک رشد بر میزان پرولین در برگ بومادران



	عدم مصرف	ریشه مال	آب آبیاری	ریشه مال+آب آبیاری
50 میلی متر تبخیر	13.207	14.003	8.663	10.157
90 میلی متر تبخیر	17.997	24.22	15.143	21.95
130 میلی متر تبخیر	27.75	33.987	25.82	29.78

شکل۲- اثر متقابل سطوح آبیاری و روش‌های کاربرد باکتری‌های محرک رشد بر میزان قندهای محلول در برگ بومادران

منابع

شریفی عاشورآبادی، ا .، لباسچی، م .، متین، ا.، نادری، ب .، رضایی، م .، گلی پور، م.، الهوردی، ب.، علیزاده انارکی، ک. ۱۳۸۸. تأثیر آبیاری و کشت دیم بر شاخصهای فیزیولوژیک رشد بومادران (*Achilleamillefolium* L.) در منطقه کرج. فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۲۵ (۳)، ۳۶۳-۳۴۷

غنی، ع.، عزیزی، م. و تهرانی¬فر، ع.، ۱۳۸۸. ارزیابی پتانسیل های زینتی پنج گونه وحشی بومادران (Achillea) کشت شده در شرایط آب و هوایی مشهد. نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۳ (۲): ۳۱-۲۵.

Bajji, M. Lutts, S. and Kinet J. 2001. Water deficit effects on solute contribution to osmotic adjustment as a function of leaf ageing in three durum wheat (Triticum durum Desf.) Cultivars performing differently in arid conditions. Plant Science. 160: 669-681.

Bates, L.S. Waldern R.P. and Teave I.D. 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. Plant and Soil.39: 205-207.

Bian, Y.M. Chen S.Y. Liu S.K. Xie M.Y. 1988. Effects of HF on praline of some plants. Plant Physiology Communications. 6: 19-21.

Campos, P.S. Ramalho J.C. Lauriano J.A. Silva M.J. and Matos M.C. 1999. Effect of drought on photosynthetic performance and water relation of four vigna genotypes. Photosnthetics, 36: 79-87.

Crowe, J.H. Carpenter J.F. Crowe L.M. and Anchrology T.J. 1990. Are freezing and dehydration similar stress vectors? A comparison of modes of interaction of stability solutes within biomolecules. Cryobiology. 27: 219-231.

Dubois, M. Gilles K.A. Hamilton J.K. Rebers P.A. and Smith F. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. Anal Chem. 28:350-356

Golodschmidt, EE. Huber, SC. 1992. Regulation of photosynthesis by endproduct accumulation in leaves of plants storing starch, Sucrose, and hexose sugars. Plant Physiology. 99: 1443-1448.

Irigoyen, J., J. Emerich, D. W. Sanchez-Diaz, M.1992.Alfalfa leaf senesecence induced by drought stress: photosynthesis, hydrogen peroxide metabolism, lipid peroxidation and athylene evolution. PhysiologiaPlantarum. 84: 67-72.

Rechinger, K.H. (1963). Flora Iranica. No. 158.AkademischeDruke-U, Verlagsanstalt Wien Austria, 234p.

Sanchez, F.J. Manzanares M. De Andres E.F. Tenorio J.L. and Ayerbe L. 1998. Turgor maintenance, osmotic adjustment and soluble sugar and proline accumulation in 49 pea cultivar in response to water stress. Field Crops Res. 59: 225-232.

Sharma, A.K. 2006.Biofertilizers for sustainable agriculture.Agrobios, India. 407 pp.

Shaw B., Thomas TH. Cooke DT. 2002. Responses of sugar beet (Beta vulgaris L.) to drought and nutrient deficiency stress. Plant Growth Regulation. 37: 77-83.

Singh, S.and Kapoor, K.K.1999.Inocultaion with phosphate –solubilizing microorganisms and a vesicular arbuscular mycorrhizal fungus improves dry matter yield and nutrient uptake by wheat grown in a sandy soil.Biology and Fertility of soils. 28: 139-144.

Effects of PGPR application methods on Proline and soluble sugars content of Yarrow (*Achileamillefolium* L.) under drought stress conditions

Ahmad Mirjalili[1*], Alireza Pazoki[1], AbolfazlRashidi Asl[1]

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 Proline and soluble sugars content of Yarrow (Achillea millefolium L.) under drought 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 50, 90 and 130 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 effects of irrigation and PGPRS were significant on experimented traits but the interaction effects were meaningful only on Proline content at 5% level of Probability. In this case, drought stress increased Proline and soluble sugars in yarrow. The treated plants with PGPRS had less Proline and soluble sugars compare to control. The results revealed that root inoculation + application in irrigation water were more effective than without application methods for decreasing harmless effects of drought. So the lowest Proline (2.0833 mg/g FW) belonged to non-stress and root inoculation+irrigation PGPR application methods treatment and the lowest soluble sugars (8.663 mg/g FW) belonged to non-stress and PGPR application in irrigation water methods treatment.

*** Corresponding Author (ahmad.mirjalili@hotmail.com)**

Key words: Yarrow,Drought stress, Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR), Proline, soluble sugars