اثر باکتری محرک رشد و زئولیت بر برخی ویژگی‌های مورفولوژیک اسفناج تحت شرایط متفاوت رطوبتی

سید الیاس حسینی*[۱]، مهدی زارعی[۲]، سید علی اکبر موسوی[۳]، زینب پریدار[۴]، حسن مظفری[۵]
۱و۴- دانشجوی کارشناسی ارشد، ۲و ۳- دانشیار، ۵- دانشجوی دکتری، بخش علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

چکیده

بخش کشاورزی عمده‌ترین مصرف‌کننده منابع آب کشور و همچنین بیشترین حجم تلفات آب نیز مربوط به این بخش می‌باشد. بنابراین به منظور بررسی اثر باکتری محرک رشد و زئولیت بر برخی ویژگی‌های مورفولوژیک گیاه اسفناج تحت شرایط متفاوت رطوبتی، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی و با سه تکرار در شرایط گلخانه‌ای انجام شد. تیمارها عبارت بودند از: باکتری در دو سطح (شاهد و *Micrococcus yunnanensis*)، زئولیت در سه سطح (۰، ۲ و ۴ گرم بر کیلوگرم) و رطوبت در دو سطح (در شرایط ظرفیت زارعی FC و 0.75 FC) بودند. رطوبت 0.75 FC باعث افزایش معنی‌دار شاخص سبزینگی برگ و کاهش معنی‌دار وزن تر گیاه اسفناج شد. همچنین باکتری سبب افزایش غیر معنی‌دار محصول وزن تر سطح برگ و تعداد برگ شد. کاربرد زئولیت اثر معنی‌داری بر ویژگی‌های اندازه‌گیری شده نداشت.

کلمات کلیدی: سطح برگ، *میکروکوکوس یونانسیس*، شاخص سبزینگی، رطوبت ظرفیت زراعی

مقدمه

اسفناج (*Spinacia oleracea* L.) یکی از سبزی‌های فصل سرد است که ارزش غذایی زیادی داشته و به دلیل نقش تغذیه‌ای برای انسان، افزایش عملکرد، و بهبود کیفیت محصول اهمیت فراوانی دارد (Grant et al, 2005). برگ‌های اسفناج منبعی از کلروفیل است و به دلیل داشتن مقادیر زیاد آهن و ویتامین A دارای ارزش غذایی فراوان می‌باشد(El-Assiouty., & Abo-Sedera,2005). اسفناج در میان ۴۲ نوع از میوه‌ها و سبزیجات رایج، رتبه‌ی دوم را از نظر مقدار نسبی ۱۰ نوع از ویتامین ها و مواد معدنی داراست (Moghadam et al, 2012).

امروزه اصطلاح PGPR به معنای وسیع‌تری *Azospirillum*، *Azotobacter* و باکتری‌های پتاسیمی و غیره به کار رفته که تأثیر مشخصی در افزایش رشد گیاه نشان داده‌اند (Bakker et al.,1999). باکتری های محرک رشد می‌تواند به دو روش مستقیم و غیر مستقیم بر رشد و نمو گیاه اثرات مفید داشته باشند. در روش مستقیم باکتری‌ها با تولید یک ترکیب خاص و موثر و یا با تسهیل در جذب عناصر غذایی مورد نیاز گیاه، رشد گیاه را بهبود می‌بخشد. در روش غیر مستقیم، این باکتری‌ها برخی از اثرات ریزجانداران پاتوژنی را با استفاده از یک یا چند مکانیسم، حذف و یا تعدیل می‌نمایند و به این صورت به سلامت گیاه کمک کرده و در نهایت منجر به افزایش رشد گیاه می‌شوند. همچنین این باکتری ها از راه‌های مختلف سبب حفظ گیاه از تنش‌های محیطی (خشکی و شوری) می شوند (خاوازی و ملکوتی ۱۳۸۰).

خشکی شایعترین تنش محیطی غیر زنده و مهمترین عامل محدود کننده‌ی تولید موفقیت آمیز محصولات زراعی به‌ویژه در نواحی خشک و نیمه خشک سرتاسر جهان است (Kramer Boyer, 1995). تنش خشکی به عنوان یکی از مهمترین عوامل محیطی اثر گذار روی تسهیم مواد فتوسنتزی، اغلب با کاهش رشد برگ و افزایش میزان تخصیص ماده خشک به ریشه ها تا حدی نسبت ساقه به ریشه را کاهش می دهد (Steer & Seiler., 1990). تنش خشکی اثر منفی روی بسیاری از فرآیندهای گیاهی از جمله فتوسنتز، تبخیر و تعرق، تجمع و تخصیص کربوهیدارتها دارد (Ohashi, et al., 2006). حسنی و امیدبیگی (۱۳۸۱)، اظهار داشتند

تنش ناشی از کمبود آب سبب کاهش ارتفاع، تعداد و سطح برگ، وزن خشک، بسته شدن روزنه‌ها، کاهش میزان کلروفیل و کاهش رشد ریشه گیاه ریحان شود.

زئولیت ها (بلورهای آلومینوسیلیکات هیدراته با خلل و فرج ریز) دارای کاتیون‌های قلیایی و قلیای خاکی قابل تبادل، با ساختمان سه بعدی نامحدود هستند که ساختمان کریستالی آنها مشابه کندوی زنبور عسل است و قابلیت نگهداری مقادیر زیاد آب در کانال‌های ساختمان خود را دارد؛ تونل‌ها از داخل به هم وصل شده‌اند و اتم‌ها می‌توانند با یون‌های آمونیوم، پتاسیم، فسفر، کلسیم و دیگر کاتیون‌ها مبادله شوند؛ زئولیت به دلیل داشتن تخلخل زیاد و ساختار کریستالی و با خاصیت شدید جذب آب قادر است آب موجود در خاک را تا حد اشباع جذب نموده و آن را برای طولانی مدت درون شبکه خود نگهداری نماید، و آب موجود در شبکه را به تدریج در اختیار گیاه قرار دهد (Polat et al.2004). زئولیت مورد استفاده در این تحقیق، زئولیت طبیعی کلینوپتیلولیت می باشد که با توجه به موجود بودن آن در ایران و ظرفیت تبادل کاتیونی زیاد به ویژه پتاسیم و آمونیوم استفاده از آن به عنوان اصلاح‌کننده خاک مناسب می باشد. در میان زئولیت‌های طبیعی، به نظر می رسد که کلینوپتیلولیت دارای بیشترین خاصیت تبادل و انتخاب یونی می باشد (Bittell & Miller,1974). بنابراین کاربرد زئولیت می‌تواند اثرات سوء و زیان بار تنش خشکی در گیاهان زراعی را تعدیل بخشد. با توجه به موارد ذکر شده این آزمایش به منظور بررسی اثر زئولیت و باکتری بر برخی صفات گیاه اسفناج در شرایط متفاوت رطوبتی انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در فضای گلخانه بخش علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز روی گیاه اسفناج به صورت فاکتوریل سه عاملی در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام شد. عامل‌ها شامل زئولیت در سه سطح (۰، ۲ و ۴ گرم بر کیلوگرم خاک)، باکتری در دو سطح (بدون مایه زنی باکتری و مایه‌زنی شده با باکتری *Micrococcus yunnanensis*) و رطوبت با دو سطح (رطوبت زراعی FC و 0.75 FC) بود. پس از تهیه‌ی خاک و عبور از الک ۲ میلی متر به مقدار ۳ کیلوگرم خاک برای هر گلدان تهیه و پس از آزمون خاک، عناصر مورد نیاز به خاک اضافه شده و سپس تیمارهای مختلف افزوده شد. پس از مهیا ساختن بستر کشت به تیمارهای حاوی باکتری به ازای هر بذر اسفناج ۲ میلی لیتر باکتری *میکروکوکوس یونانسیس* افزوده و پس از ۷ روز به منظور اطمینان از تلقیح دوباره باکتری به گیاهان اضافه شد. دو هفته پس از جوانه زنی تعداد بوته‌ها به ۴ بوته در گلدان کاهش یافت و سطوح رطوبتی گفته شده (۸ هفته پس از جوانه زنی) اعمال شد.

در پایان فصل رشد وزن تر، تعداد برگ، سطح برگ و شاخص سبزینگی با دستگاه کلروفیل‌متر اندازه‌گیری شد. داده‌های حاصل با استفاده از نرم افزار SAS مورد تجزیه آماری قرار گرفتند. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح اطمینان ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

وزن تر

نتایج نشان داد تیمار باکتری در رطوبت FC و در سطح صفر گرم بر کیلوگرم زئولیت سبب افزایش وزن تر نسبت به تیمار بدون باکتری شد ولی در سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۱). وزن تر گیاه در شرایط FC در مقایسه با شرایط 0.75 FC به طور معنی‌داری به میزان ۹ درصد بیشتر بود. بیشترین مقدار وزن تر مربوط به تیمار صفر گرم بر کیلوگرم زئولیت و رطوبت FC، در حضور باکتری (۹۱/۵۹) گرم در گلدان حاصل شد که نسبت به تیمار شاهد (۷۱/۵۳) گرم در گلدان به میزان ۲۸ درصد بیشتر بود. وحدی و قلی نژاد (۱۳۹۲) گزارش کردند که تنش آبی بر عملکرد دانه، وزن غلاف بوته، وزن برگ، وزن ساقه و وزن بوته بر روی سه رقم سویا اثر معنی‌دار دارد (۱۳۹۲).

جدول ۱- اثر سطوح زئولیت و باکتری بر وزن تر (گرم بر گلدان) گیاه اسفناج در شرایط مختلف رطوبتی

زئولیت	بدون باکتری	با باکتری	میانگین	بدون باکتری	با باکتری	میانگین
	رطوبت FC			رطوبت 0.75 FC		
۰	۷۱/۷^{bc*}	۹۱/۵^{a}	**۸۱/۶^{A}**	۷۵/۷^{bc}	۷۰/۳^{c}	**۷۳/۱^{A}**
۲	۷۹/۵^{bac}	۸۴/۷^{ba}	**۸۲/۲^{A}**	۷۵/۵^{bc}	۷۱/۴^{c}	**۷۳/۵^{A}**
۴	۷۸/۳^{bc}	۷۷/۸^{bc}	**۷۸/۱^{A}**	۷۲/۵^{bc}	۷۷/۸^{bc}	**۷۵/۲^{A}**
میانگین	**۷۶/۵^{A}**	**۸۴/۷^{A}**	**۸۰/۶^{A}**	**۷۴/۶^{A}**	**۷۳/۲^{A}**	**۷۳/۹^{B}**

*میانگین‌هایی که در هر ردیف یا ستون دارای یک حرف بزرگ و اعدادی که در داخل بدنه جدول دارای یک حرف کوچک مشترک هستند از لحاظ آماری در سطح ۵ درصد با استفاده از آزمون LSD تفاوت معنی دار ندارند.

شاخص سبزینگی

نتایج نشان داد رطوبت ۷۵ درصد FC سبب افزایش معنی‌دار شاخص سبزینگی نسبت به تیمار بدون تنش (FC) شد که بیشترین مقدار (۵۰/۸) مربوط به سطح صفر زئولیت در حضور باکتری می‌باشد (جدول ۲). که این ممکن است به دلیل افزایش غلظت عناصری چون نیتروژن، آهن و.... در وزن تر گیاه در اثر تنش خشکی باشد. گویلی و همکاران (۱۳۹۵) گزارش کردند در سطح ۵۵ درصد ظرفیت مزرعه در سه مرحله‌ی زمانی (به ترتیب ۴۰، ۵۵ و ۷۰ روز پس از کشت) قرائت کلروفیل به ترتیب ۱۴، ۱۴، و۱۱ درصد نسبت به تیمار شاهد بدون تنش به طور معنی‌داری افزایش یافت. همچنین آنان عنوان نمودند در اثر اعمال تنش رطوبتی وزن خشک گیاه کاهش یافت و در نتیجه غلظت نیتروژن در اندام هوایی گیاه اسفناج افزایش یافت است که سبب افزایش شاخص سبزینگی برگ نسبت به تیمار شاهد می‌شود.

تیمار باکتری نیز سبب افزایش معنی‌دار شاخص سبزینگی نسبت به تیمارهای تلقیح نشده با باکتری شد. تیمار مایه زنی شده با باکتری در سطح ۲ گرم بر کیلوگرم زئولیت در رطوبت FC سبب افزایش ۱۷درصد شاخص سبزینگی برگ اسفناج نسبت به تیمار بدون مایه زنی باکتری شد. همچنین تیمار 0.75 FC در سطح ۲ گرم بر کیلوگرم زئولیت در حضور باکتری سبب افزایش معنی‌دار ۱۱ درصدی میزان شاخص سبزینگی برگ در مقایسه با شرایط بدون باکتری شد. سادات و همکاران (۱۳۹۴) در تحقیقی بر روی گیاه گندم گزارش کرند که استفاده از سویه باکتری *سودموناس فلوروسنس* موجب افزایش کلروفیل گیاه گندم شد.

جدول ۲- تأثیر سطوح زئولیت و باکتری بر میزان شاخص سبزینگی گیاه اسفناج در شرایط مختلف رطوبتی

زئولیت	بدون باکتری	با باکتری	میانگین	بدون باکتری	با باکتری	میانگین
	رطوبت FC			رطوبت 0.75 FC		
۰	۴۷/۲^{bac*}	۴۶/۹^{bac}	**۴۷/۱^{A}**	۴۶/۵^{bac}	۵۰/۸^{a}	**۴۸/۶^{A}**
۲	۴۰/۴^{d}	۴۷/۲^{bac}	**۴۳/۸^{A}**	۴۵/۳^{dc}	۵۰/۳^{ba}	**۴۷/۸^{A}**
۴	۴۵/۵^{bc}	۴۶/۸^{bac}	**۴۶/۱^{A}**	۴۷/۸^{bac}	۴۶/۹^{bac}	**۴۷/۳^{A}**
میانگین	**۴۴/۴^{A}**	**۴۶/۹^{A}**	**۴۵/۷^{B}**	**۴۶/۵^{A}**	**۴۹/۳^{A}**	**۴۷/۹^{A}**

*میانگین‌هایی که در هر ردیف یا ستون دارای یک حرف بزرگ و اعدادی که در داخل بدنه جدول دارای یک حرف کوچک مشترک هستند از لحاظ آماری در سطح ۵ درصد با استفاده از آزمون LSD تفاوت معنی دار ندارند.

تعداد برگ

نتایج بر طبق جدول ۳ مقایسه میانگین نشان می‌دهد رطوبت 0.75 FC سبب کاهش میانگین تعداد برگ نسبت به رطوبت زارعی (FC) در تمام سطوح زئولیت (بجز سطح ۴ درصد) شد ولی تفاوت معنی‌داری حاصل نشد. همچنین علیرغم اینکه تیمارهای

تلقیح شده با باکتری در سطوح مختلف رطوبتی و تمام سطوح زئولیت (بجز سطح ۴درصد در 0.75 FC) نسبت به تیمار تلقیح نشده با باکتری موجب افزایش غیر معنی‌دار تعداد برگ شد.

قلی‌زاده و همکاران (۱۳۸۴) گزارش کردند که استفاده از ۲۰ گرم زئولیت اثر معنی‌داری بر درصد تخلیه رطوبت خاک نداشت. همچنین در تیمارهای کاربرد ۲۵ و ۳۰ گرم زئولیت همراه با کاهش رطوبت خاک از ۵۰ درصد به ۷۰ درصد تعداد برگ گیاه دارویی بادرشبی کاهش یافت ولی این کاهش معنی‌دار نبود. همچنین این نتایج با یافته‌های نخجوانی مقدم (۱۳۸۲) مطابقت داشت در حالی که با نتایج کوچکی و همکاران (۱۳۷۲) مطابقت نداشت.

جدول ۳- تأثیر سطوح زئولیت و باکتری بر تعداد برگ گیاه اسفناج در شرایط مختلف رطوبتی

زئولیت	بدون باکتری	با باکتری	میانگین	بدون باکتری	با باکتری	میانگین
	رطوبت FC			رطوبت 0.75 FC		
۰	۱۴^{ba*}	۱۴/۶^{ba}	**۱۴/۳^{A}**	۱۲/۶^{ba}	۱۲/۰^{b}	**۱۲/۳^{A}**
۲	۱۴^{ba}	۱۴/۳^{ba}	**۱۴/۱^{A}**	۱۳/۶^{ba}	۱۳/۰^{ba}	**۱۳/۳^{A}**
۴	۱۳/۳^{ba}	۱۵/۰^{ba}	**۱۴/۱^{A}**	۱۵/۶^{a}	۱۴/۶^{ba}	**۱۵/۱^{A}**
میانگین	**۱۳/۷^{A}**	**۱۴/۶^{A}**	**۱۴/۲^{A}**	**۱۴^{A}**	**۱۳/۲^{A}**	**۱۳/۶^{A}**

*میانگین‌هایی که در هر ردیف یا ستون دارای یک حرف بزرگ و اعدادی که در داخل بدنه جدول دارای یک حرف کوچک مشترک هستند از لحاظ آماری در سطح ۵ درصد با استفاده از آزمون LSD تفاوت معنی دار ندارند.

سطح برگ

در جدول ۴ مشاهده می‌شود که تیمار باکتری در رطوبت FC و رطوبت 0.75 FC در هر سه سطح زئولیت نسبت به تیمارهای بدون باکتری سبب افزایش غیر معنی‌دار سطح برگ شد. رطوبت 0.75 FC نیز در هر کدام از تیمارها نسبت به تیمارهای بدون تنش موجب کاهش غیر معنی‌دار سطح برگ گیاه شد.

خانکی و همکاران (۱۳۹۰) گزارش کردند تنش خشکی بر شاخص سطح برگ چغندرقند نسبت به تیمار شاهد بدون تنش تفاوت معنی‌داری حاصل نشد. علاوه بر این نتایج با نتیجه حاصل از قلی‌زاده و همکاران (۱۳۸۴) بر روی گیاه دارویی بادرشبی و بررسی‌های انجام شده توسط رنجبر (۱۳۸۲) بر روی گیاه توتون، همچنین با نتیجه Felent et al (1998) بر روی آفتابگردان مطابقت داشت هر چند که آفتاب گردان نسبت به سایر گیاهان زراعی مقاومت بیشتری نسبت به تنش خشکی دارد.

جدول ۴- تأثیر سطوح زئولیت و باکتری بر سطح برگ گیاه اسفناج (cm^2) در شرایط مختلف رطوبتی

زئولیت	بدون باکتری	با باکتری	میانگین	بدون باکتری	با باکتری	میانگین
	رطوبت FC			رطوبت 0.75 FC		
۰	۳۳/۷^{ba*}	۴۱^{a}	**۳۷/۳^{A}**	۲۶/۲^{b}	۳۰/۴^{ba}	**۲۸/۳^{A}**
۲	۲۷/۱^{ba}	۲۶/۸^{b}	**۲۶/۹^{A}**	۲۶/۱^{b}	۳۱/۳^{ba}	**۲۸/۷^{A}**
۴	۳۰/۹^{ba}	۳۲/۶^{ba}	**۳۱/۷^{A}**	۲۶/۳^{b}	۳۲/۱^{ba}	**۲۹/۲^{A}**
میانگین	**۳۰/۶^{A}**	**۳۳/۵^{A}**	**۳۲/۱^{A}**	**۲۶/۲^{A}**	**۳۱/۳^{A}**	**۲۸/۷^{A}**

*میانگین‌هایی که در هر ردیف یا ستون دارای یک حرف بزرگ و اعدادی که در داخل بدنه جدول دارای یک حرف کوچک مشترک هستند از لحاظ آماری در سطح ۵ درصد با استفاده از آزمون LSD تفاوت معنی دار ندارند.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این پژوهش نشان داد که اعمال ۷۵ درصد رطوبت زراعی نسبت به ۱۰۰درصد رطوبت FC سبب کاهش سطح برگ، تعداد برگ و وزن تر شد که بیشترین تأثیر را بر وزن تر گیاه اسفناج نشان داد، همچنین مشاهده می‌شود که کاربرد همزمان باکتری و تنش خشکی سبب بهبود سطح برگ و شاخص سبزینگی برگ شده اگر چه تفاوت‌ها معنی‌داری نبود.

منابع

بخشی خانیکی، غ. جوادی، ص. مهدی خانی، پ. و طهماسبی، د. ۱۳۹۰. بررسی تأثیر تنش خشکی روی برخی خصوصیات کمی و کیفی ارقام جدید اصلاح شده چغندرقند. تازه‌های بیوتکنولوژی سلولی- مولکولی، جلد اول، شماره‌ی ۳، صفحه‌های ۶۵ تا ۷۴

حسنی، ع. و امیدبیگی، ر. ۱۳۸۱. اثرهای تنش آبی بر برخی خصوصیات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و متابولیکی گیاه ریحان. دانش کشاورزی، جلد دوازدهم، شماره‌ی ۳، صفحه‌های ۴۷ تا ۶۱

خاوازی، ک. و ملکوتی م، ج. ۱۳۸۰. ضرورت تولید صنعتی کودهای بیولوژیک در کشور. انتشارات موسسه تحقیقات خاک و آب تهران ایران.

رنجبر چوبه، م. ۱۳۸۲. تأثیر آبیاری و مصرف زئولیت طبیعی بر عملکرد کمی وکیفی توتون کوکر۳۴۷، پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان.

سادات، ع. ا. ثواقبی، غ. رجالی، ف. فرحبخش، م. خاوازی، خ. خاوازی، م. و شیرمردی، م. ۱۳۸۹. تأثیر چند نوع قارچ مایکوریزا آربوسکولار و باکتری محرک رشد گیاه بر شاخص‌های رشد و عملکرد دو رقم گندم در یک خاک شور. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد بیست و چهارم، شماره‌ی ۴، صفحه‌های ۵۳ تا ۶۲.

قلی زاده، آ. اصفهانی، م. و عزیزی، م. ۱۳۸۴. مطالعه اثرات تنش آب به همراه کاربرد زئولیت طبیعی بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی بادرشبی. پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی، جلد بیست و پنجم، شماره‌ی ۷۳، صفحه‌های ۹۶ تا ۱۰۲.

کوچکی، ع.، م. نصیری محلاتی. ۱۳۷۲؛ رابطه آب و خاک در گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه مشهد.

گویلی، ا. موسوی، س، ع، ا. و کامکار حقیقی، ع، ا. ۱۳۹۵. اثر بیوچار کودگاوی و تنش رطوبتی بر ویژگی‌های رشد و کارایی مصرف آب اسفناج در شرایط گلخانه. نشریه پژوهش آب در کشاورزی، جلد سی‌ام، شماره ۲، صفحه‌های ۲۴۳ تا ۲۵۹.

نخجوانی مقدم، م.، م. ۱۳۸۲. بررسی اثر تنش آبی در مراحل مختلف رشد گیاه گندم زمستانه، پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد.

وحدی، ن.، قلی نژاد، ا. ۱۳۹۲. تأثیر تنش خشکی بر عملکرد و وزن تر و خشک اندام‌های مختلف سویا در ارومیه. صفحه‌های ۵۴ تا ۶۲ اولین همایش ملی علوم کشاورزی با تاکید بر تنش‌های غیر زیستی.

Bakker, P. A. H. M., Van Peer, R., and Schippers, B. 1991. Suppression of soil-borne plant pathogens by fluorescent pseudomonads: mechanisms and prospects. Biotic interactions and soil-borne diseases, *23*: 217-230.

Bittell, J. E., and Miller, R. J. 1974. Lead, cadmium, and calcium selectivity coefficients on a montmorillonite, illite, and kaolinite. Journal of Environmental Quality, 3: 250-253.

El-Assiouty, F. M. M., and Abo-Sedera, S. A. 2005. Effect of bio and chemical fertilizers on seed production and quality of spinach (Spinacia oleracea L.). *Int. J. Agric. Biol*, 7: 947-952.

Flenet, F., Bouniols, A., and Saraiva, C. 1996. Sunflower response to a range of soil water contents. European Journal of Agronomy, 5: 161-167.

Grant, C., Bittman, S., Montreal, M., Plenchette, C., and Morel, C. 2005. Soil and fertilizer phosphoru s: Effects on plant P supply and mycorrhizal development. Canadian Journal of Plant Science, *85*: 3-14.

Kramer, P. J. and Boyer, J. S. 1995. Water relations of plants and soils. Academic press.

Moghadam, A., Vattani, H., Baghaei, N., and Keshavarz, N. 2012. Effect of Different Levels of Fertilizer Nano_Iron Chelates on Growth and Yield Characteristics of Two Varieties of Spinach (Spinacia oleracea L.): Varamin 88 and Viroflay. Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology, 22: 4813-4818.

Ohashi, Y., Nakayama, N., Saneoka, H., and Fujita, K. 2006. Effects of drought stress on photosynthetic gas exchange, chlorophyll fluorescence and stem diameter of soybean plants. Biologia Plantarum, 50: 138-141.

Polat, E., Karaca, M., Demir, H., and Onus, A. N. 2004. Use of natural zeolite (clinoptilolite) in agriculture. Journal of fruit and ornamental plant research, 12: 183-189.

Steer, B. T., and Seiler, G. J. 1990. Changes in fatty acid composition of sunflower (Helianthus annuus) seeds in response to time of nitrogen application, supply rates and defoliation. Journal of the Science of Food and Agriculture, 51: 11-26.

Effect of PGPR and zeolite on some morphological characteristics of spinach plants under different water status

S. E. Hosseini[1], M. Zare[2], A. Akbar moosavi[3], Z. Paridar[4], H. Mozafary[5]

1, 4 - Master of science student, 2, 3 - Associate Professor and 5- Ph.D student, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Shiraz University.

Abstract

Agriculture is the largest consumer of water, as well as most of the water loss is also related to this part. In order to investigate the effect of PGPR and zeolite on some morphological characteristics of spinach plants under different water status. a factorial experiment in a completely randomized design with three replications was performed under greenhouse conditions. Treatments consisted of bacteria in two levels (Control and *Micrococcus yunnanensis*), zeolite at three levels (0, 2 and 4 g/kg), and water in two levels (Fild capacity (FC), and 0.75 FC). Application of 0.75 FC increased greennss index significantly and reduced fresh wet. Inoculation with PGPR increased fresh weight and leaf area (P> 0.05). Zeolit had no significaet effect on studied plant traits.

Keywords: Leaf area, Micrococcus yunnanensis, greennss index, field capacity.