مطالعه قابلیت تعدیل شوری و برخی پاسخ‌های فیزیولوژیک در سیانوباکتری *Anabaena* sp. FS76 تحت شوری‌های مختلف

زینب بادلی*[۱]، شادمان شکروی[۲]، جلال الدین درخشانپور[۱]

[۱] کارشناس ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تنکابن، تنکابن، ایران

[۲] دانشیار، دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرگان، گرگان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۱/۲۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۰۴/۰۱

چکیده

افزایش شوری خاک در بسیاری نقاط دنیا یک مشکل بزرگ برای باروری و رشد گیاهان است. سیانوباکتری خاکزی *Anabaena* sp.FS76 از نظر توان تثبیت نیتروژن و نیز ادامه حیات در نوسانات محیطی نمونه‌ای توانمند به نظر می‌رسد. در این تحقیق نمونه‌برداری از شالیزارهای استان گلستان طی یک دوره یکساله انجام گرفت. نمونه خاک کشت گردیده، پس از تخلیص و شناسایی، سیانوباکتریوم *Anabaena* sp.FS76 گزینش شد و در محیط کشت BG110 تحت شدت نور $2\mu E.m^{-2}.s^{-1}$، دمای ۲۸ درجه سانتی‌گراد و روشنایی سفید مداوم قرار گرفت. محدوده وسیعی از شوری‌ها با سدیم کلرید (۰، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵ و ۳۰ درصد) اعمال گردید. مقدار EC برای بررسی میزان تعدیل شوری با استفاده از EC متر سنجیده شد. رشد بر اساس کدورت سنجی اندازه‌گیری شد. کلروفیل و فیکوبیلی پروتئین‌ها با استفاده از متانول و گلیسرول استخراج شده و اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد که نرخ رشد تا شوری ۵ درصد به بالاترین حد خود رسیده و در محیط کشت بدون اعمال نمک به مراتب بالاتر است. اگرچه در دیگر شوری‌ها در سطح پایین‌تری از حالت طبیعی خود می‌تواند زنده بماند. وضعیت رنگیزه‌ای نیز در این شوری‌ها دارای مقدار بیشتری می‌باشد. قابلیت تعدیل شوری در این سویه مخصوصاً در شوری‌های (۵-۰ درصد) برجسته تر به نظر می‌رسد. مقدار EC طی روزهای مختلف کاهش قابل ملاحظه‌ای را در شوری‌های فوق نشان داد. نتایج رشد، وضعیت رنگیزه‌ای و توانایی تعدیل شوری در تطابق با دیگر خصوصیات این نمونه، نشان داد که کاندید مناسبی برای اهداف آینده بیوتکنولوژی کشاورزی می‌باشد.

واژگان کلیدی: آنابنا، بیوتکنولوژی کشاورزی، تعدیل شوری، رشد، وضعیت رنگیزه‌ای

مقدمه

شوری خاک به طور جهانی در حال افزایش است و تخمین زده شده که ۲۵سال بعد ۳۰٪ از اراضی قابل کشت از بین خواهد رفت و تا سال ۲۰۵۰ این میزان به ۵۰ درصد افزایش خواهد یافت (Zhu, 2001). توزیع گسترده سیانوباکتری‌ها در شرایط شوری افراطی یک ابزار مناسب برای مطالعه اثر شرایط استرس زا روی متابولیسم سلول‌ها می‌باشد (Egamberdieva et al., 2008). بیشتر فرآورده‌های گیاهی حساسیت بیش از حد نسبت به محیط‌های شور دارند، زیرا جذب درون سلولی سدیم برای متابولیسم سلولی سمی است (Serrano and Gaxiola, 1997). شوک‌های اسمزی بالا که به وسیله NaCl یا پلی الها یا قندها با غلظت معادل ایجاد می‌شود از

*مسئول مکاتبه: z.badeli@yahoo.com

Archive of SID

www.SID.ir

رشد ممانعت می‌کند و بیان ژن‌های گیرنده اسمزی را کم می‌کند (Csonk and Hanson, 1991). بر خلاف هالوفیت‌ها بیشتر سیانوباکتری‌ها (مثل *Anabaena.torulosa*) نمی‌توانند مقدار زیادی از سدیم را به‌صورت درون سلولی انباشته کنند و آن را به‌صورت خارج سلولی از سیتوپلاسم خارج می‌کنند و پروتئین‌های مخصوص استرس شوری را سنتز می‌کنند (Apte et al., 1989). در واقع *A. torulosa* سدیم جذب شده را به‌صورت خارج سلولی یا برای فعالیت‌های اسمزی می‌گذارد. بنابراین با مرگ و تخریب سیانوباکتری سدیم به خاک بر می‌گردد. فرض هایی وجود دارد که سیانوباکتری یک بار دیگر می‌تواند سدیم را جذب و انباشته کند و دیگر به خاک برنگرداند. یک رویکرد بیولوژیک برای حل مسأله شوری خاک استفاده از سیانوباکتری‌ها می‌باشد. که در اویل سال ۱۹۵۰ پیشنهاد شد،که در آن جمعیت‌های طبیعی سیانوباکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن برای احیا اراضی زمین‌های ایالت شمال هند بکار رود (Singh, 1950-1961). اهمیت محلول‌های اسمزی در سازش سیانوباکتری‌ها به زندگی در شوری بالا از اوایل دهه ۱۹۸۰ مشخص گردید. سیانوباکتری‌ها برای آنکه بتوانند فشار اسمزی حاصل از محیط‌های پرشور را تحمل کنند، دارای مکانیسم‌هایی هستند که تعادل اسمزی و فشار تورمی سلول را حفظ کنند. محلول‌های اسمزی آلی متفاوت در سیانوباکتری‌ها وجود دارد که منجر به این عمل می‌شود که عبارتند از: سوکروز و ترهالوز که در سویه سیانوباکتری‌های آب شیرین در تنش شوری انباشته می‌شود. گلیکوزیل گلیسرول (۲-o-α-D-گلوکوپیرانوزیل-(۱-۲)-گلیسرول) در سویه‌های دریایی سیانوباکتری‌هایی که به حضور شوری آب دریا سازش یافته اند و اغلب غلظت‌های بالاتر نمک را تحمل می‌کنند، برای دستیابی به تعادل اسمزی از این هتروزید استفاده می‌شود. گلیسین بتائین در سویه‌های سیانوباکتریایی که بیشترین تحمل شوری را دارند، با غلظت بالای درون سلولی انباشته می‌شود. محلول اسمزی دیگر مانند L-گلوتامات- بتائین (N- تری متیل-L-گلوتامات) همراه با سوکروز و ترهالوز در سویه هالوفیل *Calothrix* نشان داده شده اند (شکروی و همکارن، ۱۳۸۶). در فرآیند تثبیت ازت برای این باکتریها این مسئله قابل ذکر است که تثبیت ازت به‌وسیله انرژی حاصل از فتوسنتز انجام میشود. همچنین در صورت وجود نیتروژن آلی حل شده تمایز به سمت تولید سلولهای هتروسیست[1] (سلول‌هایی که در آنها عمل تثبیت انجام می‌شود) متوقف می‌شود، ولیکن در صورت وجود سلول‌های هتروسیست جذب نیتروژن از آب متوقف می‌شود (Hense and Beckmann, 2006). سیانوباکتری‌های خانواده استیگونماتال، به‌دلیل داشتن هتروسیست و قابلیت تثبیت نیتروژن اتمسفری و نیز مورفولوژی خاص خود که سبب گسترش در خاک و حفظ بافت خاک می‌شود، به‌طور بالقوه، می‌توانند در بیوتکنولوژی کاربردی ریزجلبک‌ها مورد توجه جدی قرار گیرد. توانمندی این گروه از سیانوباکتری‌ها از نظر برون ریزش ترکیبات نیتروژنه، از جمله آمونیوم، در بررسی‌هایی که بر روی سیانوباکتری‌های استان گلستان انجام شده نشان داده شده است (شکروی و ساطعی، ۱۳۸۲). مجموع این ویژگی‌ها سبب شده است تا بررسی سیانوباکتری‌های استیگونماتال در استان گلستان، از نظر بیوتکنولوژی کشاورزی‌ارزشمند نشان دهند (Anand et al., 1991). سیانوباکتری‌ها به عنوان کودهای بیولوژیک، در بسیاری ازکشورهایی که کشت برنج در آن‌ها انجام می‌شود، استفاده می‌شوند. اگرچه نیاز به سدیم برای فعالیت‌های فیزیولوژیکی

۱- سلول‌هایی که در آنها عمل تثبیت ازت انجام می‌شود

Archive of SID

www.SID.ir

مانند: تثبیت نیتروژن، رشد، فتوسنتز و تنظیم pH درون سلولی، انتقال کربن و انرژی در سیانوباکتری‌ها نشان داده شده است (Asami et al., 1983). افزایش شوری برخی از پاسخ‌های سازشی را القا می‌کند. این پاسخ‌ها با توجه به نوع سیانوباکتری متفاوت است و می‌تواند در فعالیت‌های فیزیولوژیکی، مانند فتوسنتز، رشد، تثبیت نیتروژن و نیز ترکیبات بیوشیمیایی مانند رنگدانه‌ها مشاهده شود. تحقیقات صورت گرفته در زمینه پاسخ‌های بیوشیمیایی در سیانوباکتری‌ها در تنش شوری زیاد انجام شده است، در حالی که پاسخ‌های فیزیولوژیک کم تر مورد توجه قرار گرفته است.

سیانوباکتری *Anabaena* sp.FS76 از شالیزارهای استان گلستان جدا گردیده ولی تا کنون از نظر تاکسونومیک و اکوفیزیولوژیک معرفی نشده است. در رابطه با مسئله شوری و سیانوباکتری‌های استیگونماتال، تا زمان حاضر تنها بررسی‌های انجام شده مربوط به احمدی و همکاران (۱۳۸۹) بر روی سیانوباکتری *Hapalosiphon* sp.FS56 می‌باشد. از دیگر سیانوباکتری‌های استیگونماتال که به هرحال نه مستقیماً در رابطه با شوری، بلکه از جهات متفاوت در استان گلستان مورد بررسی قرار گرفته اند، می‌توان به بررسی‌های صفایی و همکاران (۱۳۸۵) بر روی *Fischerella* sp. و سلطانی و همکاران (۲۰۰۶) بر روی *Fischerella* sp. FS18 اشاره کرد. تاثیر شوری و اسیدیته بر بقا و رشد گونه‌هایی از *Fischerella* و *Nostoc* توسط صفایی و همکاران (۱۳۸۵) و امیرلطیفی و همکاران (۱۳۸۵) مورد بررسی قرار گرفته است. در سلطانی و همکاران (۱۳۸۴) ارزیابی فعالیت نیتروژنازی، فتوسنتز، رشد و وضعیت رنگیزه ای سیانوباکتریوم خاکزی *Fischerella ambigua* FS18 تحت تیمارهای مختلف شوری بررسی شده است. پژوهشی در کشور، که به‌طور مطلق مسئله سیانوباکتری خاکزی، شوری و خوگیری را مورد توجه قرار داده باشد، انجام نگرفته است. در این مطالعه تاثیر شوری روی خصوصیات فیزیولوژیک *Anabaena* sp. FS76 از نظر بکارگیری در بیوتکنولوژی کشاورزی بررسی شده است.

مواد و روش‌ها

نمونه‌های خاک از استان گلستان جمع آوری شدند. کشت نمونه‌های خاک مطابق روش کشت سیانوباکتری‌های خاکزی انجام گرفت (Kaushik, 1987). پس از تشکیل کلنی، جدا سازی و کشت‌های بعدی، سیانوباکتری *Anabaena* sp. به صورت خالص تهیه گردید. شناسایی مقدماتی و شناسایی در حد گونه با استفاده از John و همکاران (۲۰۰۲)، Anagnostidis و همکاران (۱۹۹۰)، Prescott (۱۹۶۲)، Desikachary (۱۹۵۹) و Geilter (۱۹۳۲) انجام گرفت. نمونه پس از شناسایی با عنوان *Anabaena* sp.FS76 کدگذاری گردید و در موزه جلبکی پژوهشکده علوم پایه کاربردی دانشگاه شهید بهشتی ثبت گردید. کشت در محیط مایع BG110 و در شرایط نوری ۲ میکرومول کوانتا بر متر مربع بر ثانیه (که توسط لامپ فلورسانت تأمین می‌گشت)، دمای ۲۸ درجه سانتی گراد و pH 7.2 انجام گرفت (Soltani et al., 2006). بررسی‌های فیزیولوژیک سلول‌ها در فاز لگاریتمی رشد از محیط استوک برداشت شده و به عنوان ماده تلقیحی برای آزمایش‌ها استفاده شد. شوری مورد استفاده برای تهیه تیمارها در مرحله اول ۳۰-۰ درصد و در مرحله غربال دوم ۵-۰ درصد بود. سلول‌های کشت استوک در ۲۰ ml از محیط کشت BG110 در لوله‌های ۵۰ ml که توسط پنبه مسدود شده بودند، تلقیح گردیدند. کشت‌ها به‌مدت ۱ ساعت هم زده شده و سپس به محفظه روشنایی منتقل گردیدند. در بررسی اولیه تیمار شوری در محدوده (۳۰-۰ درصد) کلرور سدیم انجام گرفت

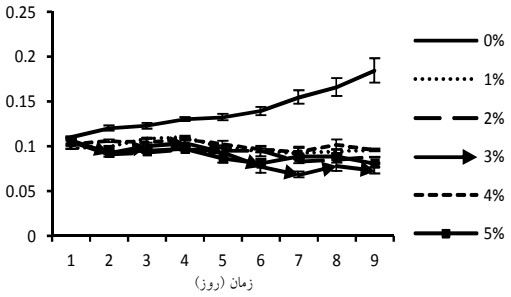
Archive of SID

www.SID.ir

مرحله دوم سنجش شوری بر مبنای نتایج مرحله اول در محدوده ۰، ۱، ۲، ۳، و ۵ درصد کلرور سدیم تنظیم گردید. مقدار EC برای بررسی میزان تعدیل شوری با استفاده از EC متر سنجیده شد. رشد براساس کدورت‌سنجی، با استفاده از اسپکتروفتومتر (OD750) سنجش گردید. وضعیت رنگیزه ای و ثابت جذب رنگیزه ای به صورت درزیوه مطابق با Vincent and Williams (۲۰۰۱) تعیین گردید. آنالیزهای آماری با استفاده از نرم افزارهای SPSS Ver 16 و Excel 2010 و MSTATC انجام شد.

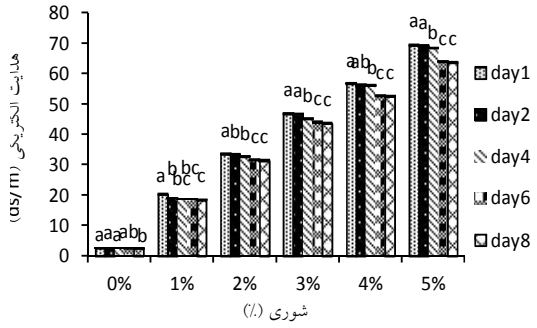
نتایج

نتایج مربوط به رشد در شرایط شوری متفاوت (۳۰-۰ درصد) نشان می‌دهد نمونه توانسته بقای خود را حفظ کند و بهینه رشد آن در شوری (۵-۰ درصد) بود. به صورتی که شوری‌های بالاتر از آن به طور محسوس رشد نمونه را کاهش می‌دهد. در این سویه رشد در شرایط شوری (۵-۰ درصد) به مراتب بالاتر می‌باشد. به نظر می‌رسد که اعمال این مقدار شوری حتی در روزهای نخست پس از تلقیح (روز دوم به بعد)، سبب اختلاف معنی‌دار رشد می‌شود ($P<0.05$). بدین ترتیب در مقایسه شوری‌های متفاوت نمونه توانایی رشد و بقای خود را حفظ کرده است. فاز رشد منفی در روزهای اول و دوم پس از تلقیح در *Anabaena* sp.FS76 در شرایط شوری دو و سه و پنج درصد شوری مشاهده می‌شود. رفتار نمونه در این شرایط در هرسه تیمار یکسان بوده است. از روز دوم شاهد بازیابی در رشد هستیم ولی این بازیابی با ورود به فاز تصاعدی به شیب تند همراه نیست. اینکه در شوری پایین (یک درصد) و بالا (چهار درصد) شاهد رشد منفی حتی در روزهای نخست پس از تلقیح نیستیم قابل توجه می‌باشد (شکل ۱).



شکل ۱. مقایسه منحنی رشد سیانوباکتریوم *Anabaena* sp.FS76 در شوری (۵-۰ درصد)

قابلیت تعدیل EC در سیانوباکتری *Anabaena* sp. FS76 و شوری (۵-۰ درصد) دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشد ($P<0.05$). بر اساس نتایج مقایسه میانگین در چهار روز اول و در شوری ۰ درصد از لحاظ EC با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند. در روز هشتم کمترین میزان در EC مشاهده شد. در شوری ۱درصد نیز کمترین مقدار EC در روز هشتم مشاهده می‌شود و نتایج نشان داد با افزایش زمان EC کاهش یافت. در شوری ۲درصد اختلاف معنی‌داری بین روزهای دوم و چهارم با هم و روزهای ششم و هشتم با یکدیگر وجود ندارد و در روز ششم و هشتم کمترین میزان EC مشاهده شد. در شوری ۳ و ۴ و ۵ درصد اختلاف معنی‌داری در روزهای اول و دوم با یکدیگر و روز ششم و هشتم با هم وجود ندارد و کمترین مقدار EC در روزهای ششم و هشتم مشاهده گردید (شکل ۲).



شکل ۲. هیستوگرام مقایسه نوسانات EC در سیانوباکتریوم *Anabaena* sp.FS76 در شوری (۵-۰ درصد)

Archive of SID
www.SID.ir

نرخ رشد در شوری برابر صفر (محیط کشت بدون اعمال شوری) و سپس در محیط کشت دارای ۲ و ۴ درصد، NaCl در سیانوباکتریوم *Anabaena* sp.FS76 بیشتر است (جدول ۱). محتوای رنگیزه ای شامل کلروفیل، کاروتنوئید، فیکوسیانین، آلوفیکوسیانین، فیکواریترین در سیانوباکتریوم *Anabaena* sp.FS76 و شوری (۵-۰ درصد) از روز نخست تا روز نهم روند افزایشی داشته است (جدول ۲).

جدول ۱. میزان رشد و زمان مضاعف شدن در نمونه سیانوباکتریوم *Anabaena* sp.FS76 تحت شوری متفاوت (۵-۰ درصد)

شوری درصد	ثابت ویژه رشد (μ)	زمان مضاعف شدن (G)
۰ (شاهد)	۰/۶۴۴	۷/۱
۱	۰/۱۲۱	۵/۷
۲	۰/۳۲۸	۲/۱
۳	۰/۲۹	۲/۳
۴	۰/۳۰۱	۲/۳
۵	۰/۲۰۹	۳/۳

جدول ۲. مقدار کاروتنوئید، فیکوسیانین، آلوفیکوسیانین، فیکواریترین و کلروفیل، پروتئین و قند در روز چهارم در سیانوباکتریوم *Anabaena* sp. FS76 در شوری (۵-۰ درصد)

شوری (درصد)	کلروفیل (μg/g.dw)	کاروتنوئید (μg/g.dw)	فیکوسیانین (μg/g.dw)	آلوفیکوسیانین (μg/g.dw)	فیکو اریترین (μg/g.dw)
۰	۲/۷۷۵	۲۵/۶۱۸	۲۱/۹۶۹	۱۴/۴۵۲	۷/۱۸۱
۳	۲/۸۲۰	۲۵/۷۸۳	۲۱/۹۷۵	۱۴/۴۶۲	۷/۲۰۱
۵	۲/۸۳۸	۲۵/۸۲۸	۲۱/۹۷۷	۱۴/۴۶۴	۷/۲۰۶

بحث

مطابق نتایج Subramanian و Shaumugasundaram (۱۹۸۸) در چهار سویه *Anabaena* ساختن تجهیزات آنزیمی بخصوص در رابطه با سیستم‌های مربوط به اسیمیلاسیون نیتروژن در گونه‌های بررسی شده با فاز تاخیری نسبتا قابل توجه همراه بوده است. از جهتی بررسی حاضر این نقطه نظر را تایید می‌کند. در بررسی‌های احمدی (۱۳۸۹) بر روی Hapalosiphon sp.FS56 تحمل به شوری در حد بیش از دو درصد امکان پذیر نبوده است. در صفایی و همکاران (۱۳۸۵)، سویه *Fischerella* sp. در شوری یک درصد رشد نزولی از خود نشان داده است. در سلطانی و همکاران (۱۳۸۴) تاثیر شوری یک درصد بر روی سویه *Fischerella* sp.FS18 مشابه بوده است که پژوهش حاضر نیز تاییدی بر یافته‌های مذکور حتی در میزان شوری‌های بالاتر از مقادیر یاد شده می‌باشد و بیانگر قابلیت بالای بردباری به شوری در این دو سویه سیانوباکتریایی می‌باشد. این سازگاری می‌تواند با برون ریزش ترکیبات دیواره ساز بخصوص در روزهای نخست پس از تلقیح که به نوعی روزهای سازگاری سیستم‌های فیزیولوژیک و آنزیماتیک محسوب می‌شوند مرتبط باشد (شکروی و همکاران، ۱۳۸۲). Zeng و همکاران (۱۹۹۸) نتیجه گرفتند، نمونه هالوفیل *Spirulina platensis* که دارای رشد بهینه در ۱۰۰ تا ۲۰۰ میکرومولار NaCl می‌باشد، وقتی در معرض شوری تا ۰/۷۵ مولار قرار گیرد در ابتدا میزان رشد سقوط کرد و سپس یک حالت تعادل جدید برقرار می‌شود که با آنچه در مورد این سویه‌ها مشاهده شد مطابقت دارد. در Battah (۲۰۰۹) اعمال شوری به میزان ۰ و ۰,۲m بر روی سیانوباکتری

Archive of SID

www.SID.ir

Anabaena constricta و *Nostoc linckia* سبب کاهش میزان رشد نسبت به کنترل (صفر) شد. نتیجه حاصل با آنچه در این تحقیق به دست آمد البته در مقادیر بالاتری از شوری در هر دو سویه مغایر است. سازگاری به استرس در نتیجه تولید یکسری تنظیمات متابولیکی و تجمع اسمولیت‌ها و محلول‌های معدنی از جمله پرولین، گلایسین بتائین، قند، پلی الها و اسید آمینه می‌باشد (Hasegawa و همکاران، ۲۰۰۰؛ Hoque و همکاران، ۲۰۰۷). در بررسی Apte و همکاران (۱۹۹۶) دو گونه سیانوباکتری *Anabaena* sp.strain L-31 و *A.torulosa* در ECهای $5-8/5 ds.m^{-1}$ قرار گرفتند. در *A.torulosa* کاهش EC به میزان ۳۴/۹۶ درصد و در EC=6.97 و در *Anabaena* sp.strain L-31 بیشترین کاهش در EC=5.25 و به میزان ۲۰,۶ درصد بود. Manchand و همکاران (۲۰۰۰)، با بررسی ۹ گونه سیانوباکتری و ۸ گونه کلروفیسه و ۳ گونه باسیلاسه نتیجه گرفتند که بیشترین تراکم در فصل بارانی و در EC=8 در روزهای ۲۲-۱۵ رشد اتفاق می‌افتد. سیانوباکتریوم *Anabaena* تا EC=8 در فصل بارانی و EC=12 در فصل خشک یافت شدند. از نظر کاهش EC نتایج حاصل در هر دو سیانوباکتری مورد بررسی در این پژوهش با کار مذکور مطابقت دارد. در بررسی صورت گرفته توسط Sheikh و همکاران (۲۰۰۶) نشان داده شد با افزایش شوری نرخ رشد در سیانوباکتریوم *Anabaena* cylindrica کاهش می‌یابد که با نتیجه حاصل در این تحقیق مطابقت دارد. در Hiremath و Mathad (۲۰۱۰) میزان ۰/۲-۰/۱مولار NaCl سبب تحریک و افزایش مقدار کلروفیل در *Chlorella vulgaris* Beijerinck شده و با افزایش غلظت ۰/۴-۰/۳ مولار NaCl کاهش مقادیر کلروفیلی دیده می‌شود که با نتایج حاصل مغایراست. سیانوباکتری *Synechocystis* sp.PCC 6803 هنگام کسب سازگاری میزان کارایی دستگاه فتوسنتزی خود را به ازای واحد رنگدانه ای بالا می‌برد. در Kirrolia و همکاران (۲۰۱۱) تاثیر شوری (۰-۱mM) *Scenedesmus quadricauda* سبب کاهش محتویات کلروفیلی در تمام غلظت‌های NaCl نسبت به کنترل (محیط بدون اعمال شوری) گردید، ولی میزان کربوهیدرات و پروتئین افزایش یافته است که با نتیجه حاصل در این تحقیق مغایرت دارد. القای استرس شوری سبب تحریک آنزیم پروتئاز شده در نتیجه محتویات پروتئینی کاهش می‌یابد (Masclaux-Daubresse et al., 2006).

نتیجه‌گیری نهایی

مطابق بررسی فوق، قابلیت‌هایی در نمونه وجود دارد که حاکی از توانمندی نمونه به طور ذاتی است. فعالیت فتوسنتزی قابل توجه و حفظ تمامیت سیستم فیکوبیلی زومی که شرایط شوری افراطی را تحمل پذیر می‌کند از جمله مهم ترین این قابلیت‌هاست. نمونه نسبت به شوری مقاومت نشان داده است. می‌توان ادعا کرد که نمونه در شوری‌های متفاوت از بین نمی‌رود و قادر به رشد می‌باشد و به خصوص در شوری ۵-۰ درصد دارای رشد مطلوب است. هرچند می‌بایست بررسی‌های بیشتری انجام شود.

سپاسگزاری

نگارندگان از کلیه کسانی که در انجام این تحقیق همکاری لازم را داشته‌اند تشکر و قدردانی می‌نمایند. تشکر از مسئولین محترم آزمایشگاه تحقیقات (سرکار خانم دکتر کیایی) و آزمایشگاه ژنتیک دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرگان (سرکار خانم رسایی) الزامی است.

Archive of SID
www.SID.ir

منابع

احمدی، ح.، شکروی، ش. و سلطانی، ن. (۱۳۸۹). بررسی بقا و رشد سیانوباکتری خاکزی در شرایط تنش‌های شوری، دی‌اکسید کربن و pH. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی گرگان.

امیرلطیفی، ف.، شکروی، ش. و علمایی، م. (۱۳۸۵). بررسی قابلیت بقا و رشد سیانوباکتریوم خاکزی در شرایط تنش‌های اسیدیته و عدم تلقیح دی‌اکسیدکربن. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشگاه آزاداسلامی گرگان.

سلطانی، ن.، خاوری‌نژاد، ر.، شکروی، ش. و والینته، ا.ف. (۱۳۸۴). ارزیابی فعالیت نیتروژنازی، فتوسنتز، رشد و وضعیت رنگیزه‌ای سیانوباکتریوم خاکزی *Fischerella ambigua*.FS 18 تحت تیمارهای مختلف شوری. نشریه علوم دانشگاه تربیت معلم، جلد ۵. شماره ۱. صفحات ۵۳۶-۵۲۷.

شکروی، ش.، سلطانی، ن. و بافته‌چی، ل. (۱۳۸۶). سیانوباکتریولوژی. انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی گرگان.

شکروی، ش. و ساطعی، آ. (۱۳۸۲). بررسی پتانسیل سیانوباکتری به منظور تلقیح در شالیزار، گزارش طرح پژوهشی، معاونت پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرگان.

صفایی کتولی، م.، شکروی، ش.، علمایی، م. و سلطانی، ن. (۱۳۸۵). بررسی رشد و وضعیت رنگیزه‌ای سیانوباکتریای خاکزی در رابطه با تنش‌های شوری در شرایط آزمایشگاهی. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی گرگان.

Anagnostidis, K. and Komarek, J. (1990). Modern approaches to the classification of cyanobacteria. Stigonematales. Archieves for hydrobiology. Suppl. Algological Studies, l4. pp.224-286.

Anand, N., Radha, L., Shanthakumar Hopper, R.S., Revathi, G. and Subramanian, T.D. (1991). Blue-green algae as biofertilizers: certain view points on the choice of suitable isolates. Perspective in phycology, International symposium of phycology at university of Madras, Today and Tomorrows Publishers. New Delhi, India. pp.383-391.

Apte, S.K. and Bagwat, A.A. (1989). Salinity stress-induced proteins in two nitrogen-fixing *Anabaena* strains differentially tolerant to salt; Journal of Bacteriology. 171:909-915.

Apte, S.K. and Thomas, J. (1996). Possible amelioration of coastal soil salinity using halotolerant nitrogen-fixing cyanobacteria. Plant and Soil. 189:205–211.

Asami, S., Takabe, T., Akazawa, T. and Codd, G.A. (1983). Ribulose 1, 5-bisphosphate carboxylase from the Halophilic Cyanobacterium *Aphanothece Halophytica*, Archive of Biochemistry and Biophysic Journal.713-721.

Battah, M. (2009). Alleviation of Salinity Stress on Growth and Some Metabolites of Anabaena Constricta and *Nostoc Linckia* Using L- Proline or D L-B Phenylalanine. Australian Journal of Basic and Applied Sciences. 3 (3):1903-1909.

Csonk, L.N. and Hanson, A.D. (1991). Prokaryotic osmoregulation: genetics and physiology; Annual Review Microbiology. 45:569-606.

Desikhachary, T.V. (1959). Cyanophyta. Indian council of agricultural research publishers. pp.185-195.

Egamberdieva, D., Kamilova, F., Validov, S., Gafurova, L., Kucharova, Z. and Lugtenberg, B. (2008). High incidenceof plant growth-stimulating bacteria associated with the rhizosphere of wheat grown on salinated soil in Uzbekistan. Environmental Microbiology. 10:1-9.

Geilter, L. (1932). Cyanophyceae. In Rabenhorst, L (ed.) Kryptogamenflora von Deutschland, Oesterreich und der Schweiz. 14. (Akad. Verlagsges Leipzig).

Hasegawa, P.M., Bressan, RA., Zhu, JK. and Bohnert, H.J. (2000). Plant cellular and molecular response to high salinity. Annual

Archive of SID

www.SID.ir

Review Plant Physiology, Plant Molecular Biology. 51:463-499.

Hense, I. and Beckmann, A. (2006). Towards a model of cyanobacteria life cycle-effects of growing and resting stages on bloom formation of N2-fixing species. Ecological Modeling. 195:205-218.

Hiremath, S. and Mathad, P. (2010). Impact of Salinity on the Physiological and Biochemical Traits of Chlorella vulgaris Beijerinck. Algal Biomass Uth. 1 (2):51-59.

Hoque, M.A., Okuma, E., Banu, MNA., Nakamura, Y. and Murata, Y. (2007). Exogenus proline mitigates the detrimental effects of salt stress more than the betaine by increasing antioxidant enzyme activities. Journal of Plant Physiology. 164:553-561.

John, D.M., Whitton, B.W. and Brook, A.J. (2002). The Freshwater Algal Flora of the British Isles -Cambridge University Press.

Kaushik, B.D. (1987). Laboratory methods for blue-green Algea. Associated publishing company. New Delhi, India. pp.17-63.

Kirrolia, A., Bishnoia, N.R. and Singh, N. (2011). Salinity as a factor affecting the physiological and biochemical traits of *Scenedesmus quadricauda.* Algal Biomass Utln. 2 (4): 28–34.

Manchand, H. and Kaushik, A. (2000). Algal flora of the aridisols of Rohtak and salt-tolerance of the indigenous cyanobacteria. Tropical Ecology. 41 (2): 217-223.

Masclaux-Daubress, C., Resisdorf-cren, M., Pageau, K., Lelandais, M., Grandjean, O., Kronberger, J., Valadier, MH., Feraud, M., Louglent, T. and Suzuki, A. (2006). Glutamine synthetase glutamate synthetase pathway and glutamate dehydrogenase play distinct roles in the sink-source nitrogen cycle in tobacco. Plant Physiology. 140:444-456.

Prescott, G.W. (1962). Algae of western Great Lakes area. Cranbrook inst. Science publication. pp: 521-550.

Serrano, R. and Gaxiola, R. (1997). Microbial models and salt stress tolerance in plants. CRC Critical Reviews in Plant Sciences . 13: 121–138.

Sheikh, T.A., Baba, Z.A. and Sofi, p. (2006). Effect of Nacl on Growth and Phisiological Traits of *Anabaena cylindrical* L. Biological Sciences. 9 (13): 2528-2530.

Singh, R.N. (1950). Reclamation of "usar" lands in India through bluegreen algae. Nature (London). 165:325–326.

Singh, R.N. (1961). Reclamation of usar lands. In Role of Blue Green Algae in Nitrogen Economy of Indian Agriculture. Indian Council of Agricultural Research, New Delhi. pp.83–98.

Soltani, N., Khavari-Nejad, R., Tabatabaie, M., Shokravi, Sh. and Valiente, E.F. (2006). Variation of Nitrogenase Activity, photosynthesis and pigmentation of cyanobacterium *Lyngbya* sp.FS33 Agardh strain FS18 under different irradiance and pH. World Journal of Microbiology and Biotechnology. 22 (6): 571-576.

Subramaninan, G. and Shaumugasundaram., S. (1988). Uniduced ammonia release by nitrogen fixing cyanobacteria *Anabaena*. FEMS. Microbiology letters. 37:151-154.

Vincent, W.F. and Howard-Williams, C. (2001). Life on snowball Earth-science. 287:2421-2428.

Zeng, M.T. and Vonshak, A. (1998). Adaptation of Spriulina plantensis to salinity stress comparative biochemistry and physiology. 120 (1): 113-118.

Zhu, J.K. (2001). Plant salt tolerance. Trends Plant Science. 6:66–71.

Archive of SID

www.SID.ir