تاثیر عصاره‌ی سیانوباکتر گونه‌ی *Anabaena* sp. روی برخی صفات مورفولوژیکی دو رقم تجاری گیاه توت‌فرنگی

فایزه حیاتی[۱*]، اصغر ابراهیم زاده [۲] و سید مرتضی زاهدی[۳]

[۱]فائزه حیاتی ، دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم و مهندسی باغبانی دانشگاه مراغه

[۲]اصغر ابراهیم زاده ، استادیار گروه علوم و مهندسی باغبانی دانشگاه مراغه

[۳]سید مرتضی زاهدی ، دانشیار گروه علوم و مهندسی باغبانی دانشگاه مراغه

*نویسنده مسئول: faezehy9@gmail.com

چکیده

در بین محرک‌های رشدی، سیانوباکترها از اهمیت زیادی برخوردار هستند. به‌منظور بررسی اثر عصاره‌ی سیانوباکتر *Anabaena* sp. بر ارقام توت‌فرنگی گاویتا و کاماروسا پژوهشی در گلخانه دانشکده کشاورزی در سال ۹۹-۱۳۹۸ انجام گرفت. این آزمایش بصورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملا تصادفی انجام شد. شاخص‌های مورد بررسی در این پژوهش شامل وزن تر ریشه و اندام هوایی، طول ریشه و وزن خشک ریشه و اندام هوایی بود. نتایج نشان داد بیشترین وزن تر ریشه و وزن خشک اندام‌هوایی در هر دو رقم رقم مورد بررسی در محلول‌پاشی سیانوباکتر باغلظت ۵۰ میلی‌لیتر مشاهده شد. بیشترین طول‌ریشه در رقم گاویتا و کامارسا به‌ترتیب در محلول‌پاشی عصاره سیانوباکتر با غلظت ۲۰۰ و ۵۰ میلی‌لیتر و بیشترین وزن خشک ریشه در رقم گاویتا و کاماروسا به‌ترتیب در محلول‌پاشی عصاره سیانوباکتر با غلظت‌های ۵۰ و۲۰۰ میلی‌لیتر مشاهده گردید. بنابراین، به نظر می‌رسد استفاده از تیمار عصاره‌ی سیانوباکتر *Anabaena* sp. اثر مثبتی در رشد و نمو در ارقام تجاری مورد بررسی دارد.

کلمات کلیدی: توت‌فرنگی، سیانوباکتر، صفات مورفولوژیکی، محرک‌های رشدی

مقدمه

توت‌فرنگی (*Fragria×ananassa* Duch) متعلق به خانواده‌ی Rosaceae یکی از مهم‌ترین محصولات مناطق معتدله‌ی دنیا محسوب می‌شود. این میوه‌ی خوش ظاهر و خوش طعم با دارا بودن ارزش غذایی بالا به عنوان یک محصول تازه خوری و یا به شکل مواد خام اولیه در صنعت غذایی کاربرد دارد. توت فرنگی از نظر اقتصادی و به شکل عمومی یک محصول مهم گسترده به شمار می‌آید. توت فرنگی به دلیل داشتن ویژگی‌های از جمله ترکیبات آروماتیک، رنگ روشن، بافت آبدار و طعم منحصر به فرد یک محصول محبوب و پرمصرف به حساب می‌آید (Khoshnevisan *et al*., 2014). کشور چین با تولید ۳۷۹۳ هزار تن توت‌فرنگی اولین کشور تولید کننده این محصول در جهان می‌باشد. ایران با تولید سالانه نزدیک به ۵۶ هزار تن توت‌فرنگی در رتبه‌ی بیستم جهان قرار دارد (Righini *et al*., 2018).

هنگامی که گیاهان با سطح معینی از فاکتورهای زنده (بیوتیک) یا غیرزنده (ابیوتیک) که السیتور نامیده می‌شود تیمار شوند، روندهای متابولیسم‌های اولیه و ثانویه را تغییر می‌دهند. گیاهان برای پاسخ‌دهی به تغییرات محیطی نه تنها متابولیسم‌های ثانویه را تولید می‌کنند بلکه میزان مشخصی از السیتورها نیز تولید متابولیسم را افزایش می‌دهند. السیتورها می‌توانند بر جوانه زنی دانه و به تاخیر انداختن پیری میوه تاثیر داشته باشند. همکاری بین محرک‌ها، السیتورها و متابولیسم‌های تولید شده به تحریک کردن گیاهان برای غلبه بر تنش‌های بیولوژیکی و محیطی کمک می‌نماید. تعدادی از السیتورهای گیاهان باعث تحریک پاسخ‌های دفاعی می‌شوند در حالی که برخی دیگر منجر به تحریک پاسخ‌های رشدی و افزایش پارامترهای مورفولوژیکی و عملکرد می‌شوند (Owolabi *et al*., 2018). در بین محرک‌های رشدی، تلقیح باکتریایی که به عنوان کود زیستی استفاده می‌شوند، سیانوباکترها از اهمیت زیادی برخوردار هستند. علاوه‌بر آن استفاده‌ی آنها به شکل سنتی در شالیزارهای پوشیده از آب به عنوان تثبیت کننده‌های غذایی، امروزه این میکروارگانیسم‌ها به عنوان یکی از مهم‌ترین اجزاء شرکت‌کننده در حاصلخیزی خاک و باروری محصولات مختلف و آگرو اکولوژی

شناخته می‌شوند. در دهه‌های اخیر اثرات مثبت آن‌ها به عنوان کنترل‌کننده‌های زیستی در خاک‌های مختلف بیان شده است (Thapa *et al.*, 2018).

سیانوباکترها به شکل طبیعی در همه جا یافت می‌شوند و وجود آنها در خاکهای مختلف برای چندین سال گزارش شده است که آن‌ها نقش‌های مثبتی در موقعیت‌های اکولوژی مختلف دارند. از دهه ۱۹۵۰ کاربرد آنها درخاک (تلقیح زیستی) در ابتدا جلبک دهی نامیده شد که برای بهبود رشد، عملکرد و سلامت بسیاری از محصولات مورد استفاده قرار گرفت. این اثرات سودمند نتیجه‌ی تامین مواد مغذی ضروری برای گیاه و همچنین بهبود بافت و ساختار خاک و ظرفیت نگهداری آب است. سیانوباکترها سالانه قادر به تثبیت ۲۰ الی ۳۰ کیلوگرم نیتروژن در هر هکتار بوده و همچنین دسترسی گیاه به فسفر در خاک را از طریق حل و تحرک مواد آلی نامحلول فسفات را در خاک افزایش می‌دهند. در واقع مشخص شده است که، در کنار کوددهی زیستی و ایجاد تعادل مواد معدنی مغذی، مولکول‌های بیولوژیکی فعال که از سیانوباکترها آزاد می‌شوند، می‌توانند منجر به القاء و بهبود رشد گیاهان شوند. همچنین افزایش مطلوب طول و وزن ریشه در نتیجه استفاده از عصاره‌ی سیانوباکتر در گیاه بید گزارش شده است (Gaia *et al.*, 2021). با توجه به اثرات مثبت سیانوباکتر در رشد و نمو گیاهان در این پژوهش اثرات آن بر برخی ویژگی‌های موفولوژیکی دو رقم تجاری توت فرنگی مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر به شکل آزمایش گلدانی در شرایط هیدروپونیک در سال ۱۳۹۸ در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه مراغه (عرض شمالی ۳۷ درجه و ۱ دقیقه الی ۳۷ درجه و ۴۵ دقیقه و در طول شرقی ۴۶ درجه و ۹ دقیقه الی ۴۶ درجه و ۴۴ دقیقه) انجام گرفت. نشاءهای ارقام تجاری توت‌فرنگی شامل رقم گاویتا و کاماروسا از یک گلخانه تجاری واقع در شهرستان مراغه تهیه و در فصل پاییز در گلدان‌های ۵ لیتری حاوی بستر کشت پرلیت کشت گردید. عصاره سیانوباکتر *Anabaena sp* در آزمایشگاه پژوهشی دانشگاه تبریز تهیه گردید. آزمایش بصورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی بود بطوری که فکتور اول شامل سطوح مختلف سیانوباکتر (صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی لیتر بر لیتر) و فاکتور دوم رقم (گاویتا و کاماروسا) بود. سیانوباکتر در طول مرحله‌ی رشدی گیاهان و به صورت محلول‌پاشی برگ بوته‌توت‌فرنگی انجام گرفت. تیماردهی در سه نوبت و به فاصله هر یک روز در میان انجام گرفت. پس از پایان دوره‌ی رشدی بوته‌های توت‌فرنگی برای بررسی برخی از شاخص‌های مورفولوژیکی به آزمایشگاه پژوهشی علوم باغبانی دانشکده کشاورزی مراغه انتقال داده شد. شاخص‌های مورد بررسی شامل وزن تر ریشه و اندام هوایی (به وسیله‌ی ترازوی دیجتالی با دقت ۰,۰۰۱ گرم)، وزن خشک (از طریق قرار دادن در آون در دمای ۷۰ درجه‌ی سانتی گراد به مدت ۴۸ ساعت) و همچنین طول ریشه (با استفاده از خط‌کش) انجام گرفت. داده‌های به دست آمده با استفاده از نرم‌افزار SAS و مقایسه‌ی میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد آنالیز شدند.

نتایج و بحث

باتوجه به جدول تجزیه واریانس (جدول۱) اثر متقابل رقم و محلول‌پاشی عصاره‌ی سیانوباکتر *Anabaena sp.* در سطح احتمال ۱ درصد بر وزن تر ریشه و طول ریشه معنی دار بود و در سطح احتمال ۵ درصد بر وزن خشک ریشه و وزن خشک اندام هوایی معنی دار بود. ولی برهمکنش رقم و تیمار سیانوباکتر بر صفت وزن تر اندام هوایی اثر معنی داری نداشت.

جدول ۱- تجزیه‌ی واریانس اثر محلول‌پاشی عصاره‌ی سیانوباکتر و رقم بر ویژگی‌های مورفولوژیکی بوته توت‌فرنگی

		میانگین مربعات				
منابع تغییرات	درجه‌ی آزادی	وزن تر ریشه	وزن تر اندام هوایی	طول ریشه	وزن خشک ریشه	وزن خشک اندام هوایی
رقم	۱	۹۴۵/۲۶**	۱۵۹/۵۹**	۰/۰۱^{ns}	۲۰۶/۸**	۷/۳۷**
سیانوباکتر	۳	۲۶۲/۳۴**	۲۴/۸۰**	۸۱/۶۹**	۵/۲۴^{ns}	۶/۹۸**
سیانوباکتر*رقم	۳	۳۵۷/۹۱**	۲۴/۸۰^{ns}	۶۳/۷۳**	۷/۴۲*	۱/۶۱*
خطا	۱۶	۲۶/۴۲	۳/۰۹	۲/۸۳	۲/۲۵	۰/۴۶
ضریب تغییرات		۱۲/۳۱	۸/۳۸	۵/۰۸	۱۳/۳۰	۱۱/۴۴

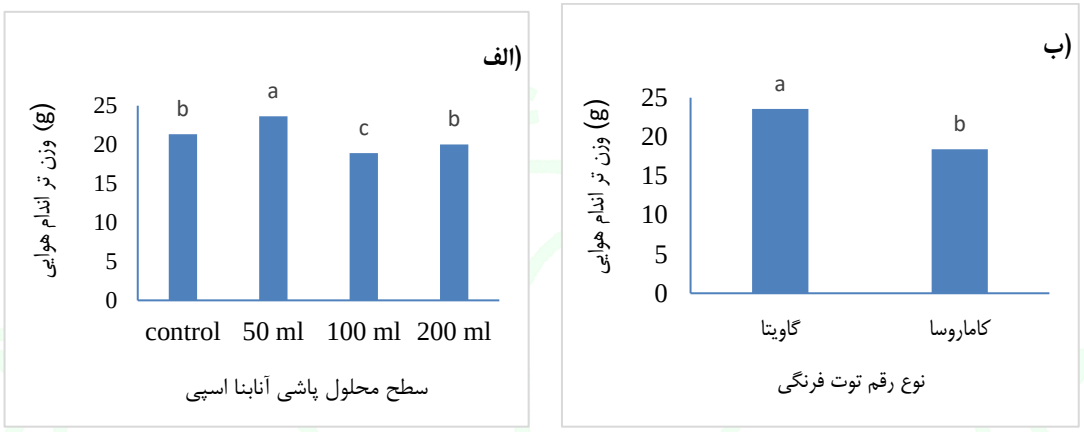
ns عدم تفاوت معنی‌دار، * و ** به ترتیب نشان‌دهنده‌ی تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد و ۱ درصد است.

مقایسه میانگین داده‌ها (جدول۲) نشان داد استفاده از عصاره‌ی سیانوباکتر *Anabaena* sp. در هر دو رقم کاماروسا و گاویتا باعث افزایش طول ریشه، وزن خشک و تر ریشه و وزن خشک و تر اندام هوایی گردید. به طوری که بیشترین میزان وزن خشک ریشه (۱۶/۴۰گرم) و وزن خشک اندام هوایی (۸/۷۶ گرم) در رقم گاویتا در غلظت ۵۰ میلی‌لیتر و بیشترین مقدار طول ریشه (۳۷/۱۴سانتی‌متر) در غلظت ۲۰۰ میلی‌لیتر عصاره مشاهده گردید. بیشترین میزان طول ریشه (۳۸/۸۳ سانتی‌متر) و وزن خشک اندام هوایی (۶/۳۳ گرم) در رقم کاماروسا در محلول‌پاشی ۵۰ میلی‌لیتر و بالاترین میزان وزن خشک ریشه (۸/۸۱گرم) در غلظت ۲۰۰ میلی‌لیتر عصاره در همین رقم مشاهده گردید. استفاده از تیمار سیانوباکتر در هر دو رقم گاویتا و کاماروسا باعث افزایش وزن‌تر ریشه در سطح محلول‌پاشی ۵۰ میلی‌لیتر شد.

جدول ۲- مقایسه‌ی میانگین محلول‌پاشی عصاره‌ی سیانوباکتر بر صفات مورفولوژیکی در دو رقم گاویتا و کاماروسا توت‌فرنگی
میانگین‌های دارای حرف مشترک، دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.

رقم	غلظت(ml/500ml)	وزن تر ریشه(g)	طول ریشه(cm)	وزن خشک ریشه(g)	وزن خشک اندام هوایی(g)
گاویتا	۰	۵۲/۷۳^{ab}	23/36^{a}	۱۵/۰۰^{a}	۶/۳۳^{b}
	۵۰	۵۷/۴۲^{a}	۲۹/۶۱^{bc}	۱۶/۴۰^{a}	۸/۷۶^{a}
	۱۰۰	۵۱/۶۵^{ab}	۲۹/۵۳^{bc}	۱۳/۸۱^{ab}	۵/۵^{bc}
	۲۰۰	۳۰/۲۵^{c}	۳۷/۱۴^{a}	۱۱/۶۳^{b}	۵/۴۰^{bc}
کاماروسا	۰	۲۸/۱۸^{c}	۳۰/۳۶^{b}	۷/۹۵^{c}	۴/۹^{c}
	۵۰	۴۵/۹۹^{b}	۳۶/۸۳^{a}	۸/۵^{c}	۶/۳۳^{b}
	۱۰۰	۳۱/۴۱^{c}	۲۶/۷۴^{c}	۸/۱^{c}	۵/۱۳^{c}
	۲۰۰	۳۶/۲۶^{c}	۳۶/۷۸^{a}	۸/۸۱^{c}	۵/۲۰^{bc}

مقایسه‌ی میانگین داده‌ها نشان داد بالاترین وزن تر اندام‌هوایی (۲۳/۶۵گرم) در محلول‌پاشی عصاره‌ی سیانوباکتر با غلظت ۵۰ میلی‌لیتر مشاهده شده شد **(شکل۱-الف) همچنین بیشترین وزن تر اندام هوایی (۲۳/۵۷ گرم) مربوط به رقم گاویتا می‌باشد (شکل۱-ب).**



شکل۱- اثرساده محلول‌پاشی سیانوباکتر آنابنا اسپی بر ویژگی وزن تر اندام‌هوایی در دو رقم توت‌فرنگی

افزایش رشد رویشی گیاهان تیمار شده با عصاره‌ی سیانوباکتر هم در این مطالعه و هم در پژوهش‌های سایر محققین می‌تواند دلایل مختلفی داشته باشد. در سال (Karthikeyan *et al.*,2007) تاثیر سه نوع از سیانوباکترهای هتروسیست‌ها (Heterocytous) بر گیاه گندم را مطالعه نموده و تاثیر مطلوبی در رشد و عملکرد گیاه مشاهده نمود. این پژوهشگر بیان نمود که تعامل سیانوباکتری‌ها در ریزوسفر گیاهان و همچنین تثبیت نیتروژن به وسیله‌ی آن‌ها باعث القاء رشد گیاهان می‌شود. افزایش عناصری همانند نیتروژن کل، یونهای نیتریت و نیترات و همچنین آمونیوم در ریزوسفر گیاهان تیمار شده و همچنین حضور هورمون‌های گیاهی در عصاره‌ی سیانوباکترها و قابلیت تثبیت نیتروژن این میکروارگانیسم‌ها به عنوان محرک‌های زیستی، این میکروارگانیسم‌ها می‌توانند در رشد و عملکرد گیاهان تیمار شده نقش بسزایی داشته باشند. توانایی سیانوباکترهای هتروسیست در تثبیت نیتروژن به عنوان یکی از مهم‌ترین فاکتورهای رشد به دلیل تولید کربن آلی و افزایش مقدار نیتروژن کل سطح خاک باعث رشد و جذب مواد غذایی توسط گیاه شناخته شده است. همچنین مطالعات پیشین نشان داد که ارتباط مهمی بین پارامترهای رشدی و محتوای یونی موجود در خاک وجود دارد. ترکیبات یونی موجود در ریزوسفر می‌تواند به دلیل نقش‌های مهم آن در رشد سلولی، تنظیمات متابولیسمی و فعالیت مولکولی سلول‌های گیاهان تاثیر داشته باشد. توانایی عصاره‌های جلبک‌های سبز_آبی در افزایش ترکیبات معدنی خاک همانند پتاسیم (K^+)، منیزیم (Mg^+) و کلسیم مشخص گردیده است. اهمیت این کاتیون‌ها در رشد گیاهان به قدری چشمگیر بوده که برخی از محققان بر این باورند که پتاسیم پس از نیتروژن یکی از مهم‌ترین مواد مغذی برای گیاهان تلقی می‌شود. منیزیم از دیگر مواد مغذی می‌باشد که در فعالیت اکثر آنزیم‌ها و ثبات ساختار سلول و بافت و همچنین تنظیم تعادل یون‌های آنیون و کاتیون در سلول‌های گیاهان شرکت دارد.کلسیم از دیگر کاتیون‌های حیاتی بوده که می‌تواند به عنوان تنظیم کننده‌ی رشد و نمو گیاهان در نظر گرفته شود. در حالت کلی، می‌توان بیان نمود که به دلیل آنکه دست‌یابی به کاتیون‌ها می‌تواند فعالیت‌های مولکولی و متابولیکی را در گیاهان تنظیم نماید، سیانوباکترها قادر به تحریک رشد رویشی گیاهان به همراه تولید برخی از متابولیسم‌ها در گیاهان تیمار شده هستند. علاوه‌بر آن عصاره‌ی سیانوباکتر تاثیر بسزایی در رشد گیاهان به دلیل تولید میزان بالایی از هورمون‌های گیاهی همانند اکسین دارد (Chookalaii *et al.*, 2020).

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که کاربرد عصاره‌ی سیانوباکتر *Anabaena* sp. در توت‌فرنگی منجر به افزایش پارامترهای رشدی این گیاه گردید. به نظر می‌رسد محلول‌پاشی دورقم کاماروسا و گاویتا با غلظت ۵۰ میلی‌لیتر بیشترین اثر را به خصوص بر رقم کاماروسا داشته است. بنابراین این گروه از سیانوباکترها می‌توانند به عنوان محرک‌های زیستی در بخش کشاورزی مورد استفاده قرار گیرند.

منابع

Chookalaii, H., Riahi, H., Shariatmadari, Z., Mazarei, Z., Seyed Hashtroudi, M. 2020. Enhancement of Total Flavonoid and Phenolic Contents in Plantago major L. with Plant Growth Promoting Cyanobacteria. Journal of Agricultural Science and Technology, 22(2): 505-518.

Glick, B. R., Holguin, G., Patten, C. L., Penrose, D. M. 1999. Biochemical and genetic mechanisms used by plant growth promoting bacteria. World Scientific.

Hussain, A., Hasnain, S. 2012. Comparative assessment of the efficacy of bacterial and cyanobacterial phytohormones in plant tissue culture. World Journal of Microbiology and Biotechnology, 28(4), 1459-1466.

Karthikeyan, N., Prasanna, R., Nain, L., Kaushik, B. D. 2007. Evaluating the potential of plant growth promoting cyanobacteria as inoculants for wheat. European Journal of Soil Biology, 43(1), 23-30.

Khoshnevisan, B., Rafiee, S., Mousazadeh, H. 2014. Application of multi-layer adaptive neuro-fuzzy inference system for estimation of greenhouse strawberry yield. Measurement, 47, 903-910.

Owolabi, I. O., Yupanqui, C. T., Siripongvutikorn, S. 2018. Enhancing secondary metabolites (emphasis on phenolics and antioxidants) in plants through elicitation and metabolomics. Pakistan Journal of Nutrition, 17(9), 411-420.

Santini, G., Biondi, N., Rodolfi, L., Tredici, M. R. 2021. Plant biostimulants from cyanobacteria: An emerging strategy to improve yields and sustainability in agriculture. Plants, 10(4): 643.

Thapa, S., Dhungana, R. K., Magar, R. T., Shrestha, B., Shekhar, K. C., Giri, R. 2018. Ni-catalysed regioselective 1, 2-diarylation of unactivated olefins by stabilizing Heck intermediates as pyridylsilyl-coordinated transient metallacycles. Chemical science, 9(4): 904-909.

Righini, H., Roberti, R., Baraldi, E. 2018. Use of algae in strawberry management. Journal of applied phycology, 30(6): 3551-3564.

Study of cyanobacterial strain *Anabaena* sp. extract effects on the quality and yield of strawberry fruits

Faezeh Hayati[1], Asghar Ebrahimzadeh[2] and Seyyed Morteza Zahedi[3]
[1]M.Sc. student, Dep, of Horticultural science, University of Maragheh
[2]Assistant prof., Dep, of Horticultural science, University of Maragheh
[3]Associate prof., Dep, of Horticultural science, University of Maragheh Corresponding author:
[*] *Corresponding Author: faezehy9@gmail.com*

Abstract

Among the growth stimulants, bacterial inoculation used as biofertilizer, cyanobacteria are very important. Cyanobacteria, also known as blue-green algae, are photosynthetic and aerobic prokaryotes. In order to evaluate the effect of cyanobacterium extract Anabaena sp. A study was conducted on Gavita and Camarosa strawberry cultivars in the greenhouse of the Faculty of Agriculture in2019-2020. This experiment was performed in factorial format and in a completely randomized design. The study indices included fresh weight of roots and shoots, root length and dry weight of roots and shoots. According to the results, the interaction of cultivar and cyanobacteria had a significant effect on root fresh weight and root length at 1% and on root and shoot dry weight at 5% probability level, but had a significant effect on shoot fresh weight. You have not been observed. The results showed that the highest root fresh weight and shoot dry weight in both Gavita and Camarosa cultivars in Sanobacter spray at a concentration of 50 ml, the highest root length in Gavita and Kamarsa cultivars in Cyanobacter extract spray, respectively. With concentrations of 200 and 50 ml and the highest root dry weight in Gavita and Camarosabeh cultivars were observed in foliar application of cyanobacter extract at concentrations of 50 and 200 ml, respectively. Therefore, according to the results obtained in this study, the use of cyanobacteria extract treatment Anabaena sp. In both concentrations of 50 and 200 ml, it is recommended to increase the morphological traits in strawberry plants.

Keywords: cyanobacteria, growth stimuli, morphological traits, strawberry, yield