تأثیر عصاره جلبک *Chlamydomonas* sp. بر برخی ویژگی‌های مورفولوژیکی گیاه توت-فرنگی تحت تنش‌شوری

سحر جلالیان *، اصغر ابراهیم زاده و سید مرتضی زاهدی
گروه علوم و مهندسی باغبانی ، دانشکده کشاورزی دانشگاه مراغه
*نویسنده مسئول: saharjalalian9@gmail.com

چکیده

عصاره جلبک دریایی در حال‌حاضر به‌طور گسترده‌ای به‌عنوان محرک زیستی برای رشد بهتر گیاه، کیفیت میوه و تحمل به تنش مورد استفاده قرار می‌گیرد. به‌منظور مطالعه اثر محلول‌پاشی عصاره جلبک *Chlamydomonas* sp. بر توت‌فرنگی رقم کاماروسا تحت تنش‌شوری آزمایشی در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه مراغه در سال ۹۹-۱۳۹۸ انجام شد. این آزمایش به صورت فاکتوریل برپایه طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار صورت گرفت. در این پژوهش برخی ویژگی‌های مورفولوژیکی گیاه توت‌فرنگی از جمله وزن تر اندام‌هوایی و ریشه، وزن خشک اندام‌هوایی و ریشه و طول ریشه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد تنش شوری منجر به کاهش رشد در بوته‌ها گردید. بیشترین وزن تر اندام‌هوایی (۱۲/۶۸۹ گرم)، وزن تر ریشه (۳۶/۹۱۷ گرم)، وزن خشک اندام‌هوایی (۹۵۵/ ۱۲گرم)، وزن خشک ریشه (۶/۱۶۶ گرم) در محلول‌پاشی عصاره جلبک با غلظت ۲۰ میلی‌لیتر بر لیتر و بیشترین میزان طول ریشه (۴۰/۲۶۷ سانتی‌متر) در محلول‌پاشی عصاره جلبک با غلظت ۴۰ میلی‌لیتر بر لیتر، بدون اعمال تنش‌شوری مشاهده گردید. درواقع کاربرد محلول‌پاشی عصاره جلبک کلامیدوموناس سبب تعدیل شرایط تنش‌شوری شدکه محلول‌پاشی عصاره‌جلبک با غلظت ۲۰ میلی‌لیتر بر لیتر تأثیر بیشتری داشت. با توجه به نتایج بدست آمده استفاده از عصاره جلبک کلامیدوموناس، راهکاری مناسب در جهت بهبود اثرات سوء ناشی از تنش‌شوری می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: تنش‌شوری، توت‌فرنگی، عصاره‌جلبک، عملکرد، محرک‌زیستی

مقدمه

توت‌فرنگی با نام علمی (*Fragaria×ananassa*) گیاهی چندساله متعلق به خانواده گلسرخیان می‌باشد. توت‌فرنگی یکی از مطرح‌ترین میوه‌های ریز دنیا با ارزش غذایی و دارویی زیاد است. به‌دلیل خواص مفید آن، تقاضا برای میوه این محصول درسال‌های اخیر افزایش یافته است. بنابراین سطح زیرکشت آن در ایران نیز درحال افزایش است. توت‌فرنگی گیاهی حساس به شوری است که عملکرد آن بسته به رقم، از یک تا دو دسی‌زیمنس بر متر به بالا شروع به کاهش کرده، بطوریکه با افزایش میزان شوری از عملکرد آن به‌شدت کاسته می‌شود. (Munns, 2002). تنش شوری یکی از مهم‌ترین عوامل محیطی محدودکننده رشد و تولید گیاهان در سراسر دنیاست. بنابراین یافتن روش‌های افزایش تحمل گیاهان به اثرات شوری می‌تواند گامی مؤثر درجهت تولید پایدار در بخش کشاورزی باشد. مهم‌ترین واکنش گیاه به تنش شوری، کاهش رشد است. در شرایط تنش شوری، به علت کاهش سطح برگ، میزان کربوهیدرات برگ کاهش یافته و فتوسنتز نیز محدود می‌گردد که می‌تواند عاملی برای کاهش رشد و عملکرد در گیاه باشد (Jayakannan *et al*., 2015). نتایج پژوهش (Al-Shorafa *et al*., 2014) نشان داد با افزایش سطوح شوری دو رقم توت‌فرنگی کاماروسا و آلبینو، وزن‌تر وخشک ریشه و شاخساره و نسبت ریشه به شاخساره کاهش پیدا کرد. درواقع نسبت K^+/Na^+ را می‌توان به‌عنوان شاخص تحمل بسیاری از گیاهان باغی ازجمله توت‌فرنگی دانست. بالاترین نسبت K^+/Na^+ وکمترین نسبت K^+/Na^+ به‌ترتیب در رقم توت‌فرنگی مقاوم و حساس گزارش شده‌است. محرک‌های زیستی مختلفی برای افزایش تحمل گیاهان به تنش شوری استفاده می‌شود که از جمله می‌توان به گلایسین بتائین، باکتری‌ها، پروتئین‌های هیدرولیز کننده، قارچ مایکوریزا و عصاره جلبک اشاره کرد (du Jardin, 2015). عصاره جلبک دریایی به طور گسترده‌ای برای رشد بهتر گیاه، کیفیت میوه و تحمل به تنش مورد استفاده قرار می‌گیرد. جلبک‌ها حاوی ترکیبات مفید برای گیاهان (عناصر پرمصرف و کم مصرف)، آمینواسیدها، ویتامین‌ها،

پلی‌ساکاریدها و هورمون‌ها و ترکیبات شبه اکسین و آبسیزیک اسید هستند. علاوه بر استفاده گسترده از آن‌ها به‌عنوان کودهای آلی و محرک رشد، می‌توانند تحمل محصولات را دربرابر طیف وسیعی از تنش‌های زیستی و غیرزیستی افزایش دهند. جنس *Chlamydomonas* ریزجلبک سبز تک سولی و از خانواده Chlamydomonadaceae می‌باشد. لامینارین موجود در عصاره جلبک دریایی نیز بر سیستم دفاعی گیاهان تأثیر مثبتی می‌گذارد. این پلی‌ساکارید باعث تحریک تولید تنظیم‌کننده‌ی مهم رشد و تقویت‌کننده سیستم دفاعی گیاهان می‌شود. ترشح پلی‌ساکاریدهای خارج سلولی توسط *Chlamydomonas* SP. می‌تواند در جذب آب و نیتروژن توسط ریشه‌ها به‌طور مستقیم اثر بگذارد. ریزجلبک‌ها می‌توانند حاوی پلی‌ساکاریدها (β –گلوکان) باشند که گزارش شده‌است در بهبود رشد گیاه نقش دارند (Van Oosten *et al*., 2017). کاربرد عصاره‌های ریزجلبک ممکن است از گیاهان دربرابر تنش‌های غیرزیستی محافظت کنند. عصاره‌های *Dunaliella* SPP. و *Pheaedactylum* SPP. تنش شوری را در طی روند جوانه‌زنی بذر فلفل‌دلمه‌ای (*Capsicum annuum* L.) به‌دلیل کاهش قابل توجهی در تولید رادیکال‌های‌سوپراکسید و پراکسیداسیون لیپید، کاهش داد (Guzmán-Murillo *et al*., 2013). به‌طورکلی، با توجه به کاهش کیفیت منابع آبی مورد استفاده در تولید محصولات گلخانه‌ای، می‌توان گفت که کاهش اثرات تنش‌شوری بر گیاهان بسیار دارای اهمیت می‌باشد. بنابراین، هدف از این پژوهش بررسی کاربرد عصاره جلبک *Chlamydomonas* sp. بر برخی ویژگی‌های مورفولوژیکی گیاه توت‌فرنگی رقم کاماروسا تحت شرایط شوری بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در گلخانه تحقیقاتی و آزمایشگاه‌های آموزشی و پژوهشی گروه علوم و مهندسی باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه مراغه در سال ۹۹–۱۳۹۸ اجرا شد. نشاهای رقم توت فرنگی کاماروسا از گلخانه تجاری واقع در روستای زینق شهرستان مراغه تهیه شد. از گلدان های پلاستیکی ۵ لیتری به‌عنوان ظروف کاشت و از کوکوپیت و پرلایت به نسبت (۱:۱) به عنوان بستر کشت استفاده شد. آزمایش به صورت فاکتوریل برپایه طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار (هر تکرار شامل سه بوته) انجام شد. فاکتور اول شوری در سه سطح (صفر، ۴۰ و ۸۰ میلی‌مولار NaCl) و فاکتور دوم شامل محلول پاشی عصاره جلبک کلامیدوموناس (تهیه شده از مرکز بیوتکنولوژی کشاورزی دانشگاه تبریز) در سه سطح (۲۰ و ۴۰ میلی‌لیتر در لیتر و آب مقطر به‌عنوان شاهد) بود. اعمال تنش شوری یک ماه پس از کشت بوته‌های دختری و استقرار آن‌ها تا زمان برداشت میوه‌ها صورت گرفت. ده روز بعد از اعمال تنش شوری، تیمارهای عصاره جلبک با غلظت‌های ذکر شده تهیه و در سه مرحله به فاصله‌ی یک روز محلول‌پاشی صورت گرفت. محلول پاشی برگ‌ها به صورتی انجام گردید که سطح برگ‌ها بطور کامل خیس شوند.

پارامترهای مورد بررسی شامل، وزن‌تر ریشه و اندام‌هوایی (با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ گرم)، طول‌ریشه (در پایان فصل رشد، با استفاده از خط‌کش) و وزن خشک ریشه و اندام‌هوایی (قرار دادن نمونه‌ها در آون با دمای ۷۰ درجه‌سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت و سپس اندازه‌گیری با استفاده از ترازوی دیجیتال بادقت ۰/۰۰۱ گرم) بودند. داده‌های بدست آمده با استفاده از نرم افزار SAS و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمونLSD در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد آنالیز شدند.

نتایج و بحث

باتوجه به جدول تجزیه‌واریانس (جدول۱) برهمکنش شوری و محلول‌پاشی عصاره جلبک کلامیدوموناس در سطح احتمال ۱٪ برپارامترهای طول و وزن خشک‌ریشه معنی‌دار بود. همچنین اثر متقابل تنش‌شوری و محلول‌پاشی عصاره جلبک بر وزن تر ریشه در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار گردید. برهمکنش شوری و محلول‌پاشی بر وزن تر و خشک اندام هوایی اختلاف معنی‌داری نداشت ولی اثر ساده شوری در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار گردید.

جدول۱- تجزیه واریانس اثر محلول‌پاشی عصاره جلبک کلامیدوموناس برشاخص‌های مورفولوژیکی بوته توت‌فرنگی رقم کاماروسا تحت تنش‌شوری.

		میانگین مربعات				
منابع تغییر	درجه آزادی	وزن تر ریشه	وزن تراندام هوایی	طول ریشه	وزن خشک ریشه	وزن خشک اندام هوایی
شوری	۲	۵۹۷/۱۲ **	۴۸۲/۶۹ **	۳/۷۸ ns	۱۷/۲۰ **	۱۷/۶۷ **
جلبک	۲	۱۰۳/۴۴ **	۱۵/۲۳ ns	۳۰/۹۱*	۱/۵۲*	۱/۰۹ *
شوری×جلبک	۴	۴۹/۵۵ *	۱۳/۰۹ ns	۲۹/۴۰ **	۱/۸۶**	۰/۶۰ ns
خطا	۱۸	۱۰/۹۰	۹/۵۵	۶/۰۶	۰/۳۲	۰/۲۶
ضریب تغییر(٪)		۱۳/۰۳	۲۴/۸۵	۷/۰۲	۱۶/۹۹	۱۹/۱۴

ns عدم تفاوت معنی دار، * و **به ترتیب نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح 5% و 1%

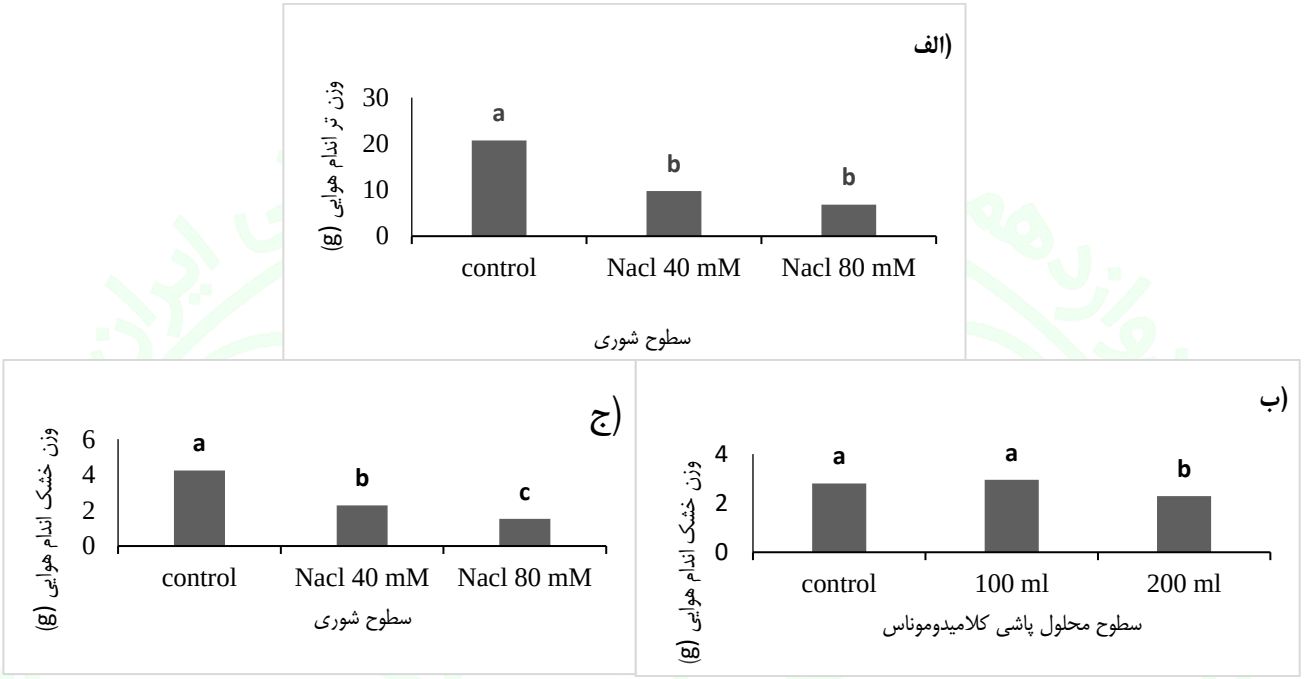
نتایج مقایسه میانگین داده‌ها (جدول۲) نشان داد بیشترین وزن تر ریشه (۳۶/۹۱۷ گرم) در محلول‌پاشی (۲۰ میلی‌لیتر بر لیتر) عصاره جلبک کلامیدوموناس بدون اعمال تنش‌شوری مشاهده گردید. درحالیکه بالاترین وزن خشک ریشه (۶/۱۶۶ گرم) در محلول-پاشی عصاره جلبک (۲۰ میلی‌لیتر بر لیتر) بدون تنش‌شوری مشاهده‌شد. با توجه به جدول مقایسه میانگین (جدول۲) بیشترین میزان طول ریشه (۴۰/۲۶۷ سانتی‌متر) در محلول‌پاشی عصاره جلبک (۴۰ میلی‌لیتر بر لیتر) بدون اعمال تنش‌شوری مشاهده گردید. با افزایش تنش‌شوری صفات وزن تر ریشه و وزن خشک ریشه بطور بارزی کاهش یافتند.

جدول ۲- مقایسه میانگین محلول‌پاشی جلبک کلامیدوموناس برشاخص‌های مورفولوژیکی بوته توت‌فرنگی رقم کاماروسا تحت تنش شوری.

شوری	تیمارها (ml/l)	وزن تر ریشه (g)	وزن خشک ریشه (g)	طول ریشه (cm)
صفر (شاهد)	آب مقطر (شاهد)	۲۹/۹۵۰ bc	۴/۴۳۳۳ b	۳۱/۰۵ d
	۲۰ میلی‌لیتر	۳۶/۹۱۷ a	۶/۱۶۶ a	۳۵/۷۵ bc
	۴۰ میلی‌لیتر	۳۴/۳ab	۴/۱۳۳ bc	۴۰/۲۶۷ a
۴۰ میلی‌مولار	آب مقطر (شاهد)	۱۶/۳۵ d	۳/۱۶۶ cde	۳۳/۳۶۷bcd
	۲۰ میلی‌لیتر	۲۹/۵۵ bc	۳/۳۳۳ cd	۳۴/۱۶۷ bcd
	۴۰ میلی‌لیتر	۲۸/۵۶۷ c	۲/۱۶۶ f	۳۵/۶۵ bc
۸۰ میلی‌مولار	آب مقطر (شاهد)	۱۸/۱ d	۲/۲۳۳ef	۳۲/۱۶۷ cd
	۲۰ میلی‌لیتر	۱۶/۲۶۷ d	۱/۹ f	۳۷/۵ ab
	۴۰ میلی‌لیتر	۱۸ d	۲/۶۶۶ def	۳۵/۶۳۳ bc

میانگین‌های دارای حرف مشترک دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.

مقایسه میانگین داده‌ها (شکل ۱) نشان داد همچنین بیشترین وزن خشک اندام هوایی (۱۲/۹۵۵ گرم) در محلول‌پاشی سطح ۲۰ میلی‌لیتر بر لیتر مشاهده گردید (شکل۱- ب). بررسی نتایج مقایسه میانگین نشان داد که کمترین میزان پارامترهای وزن تر اندام‌هوایی و وزن خشک اندام‌هوایی تحت تنش‌شوری (۸۰ میلی‌مولار) بدون محلول‌پاشی عصاره جلبک کلامیدوموناس بود (شکل ۱- الف و ج).



شکل۱- اثر ساده تنش‌شوری و محلول‌پاشی عصاره جلبک کلامیدوموناس بر وزن‌تر و خشک اندام هوایی بوته توت‌فرنگی رقم کاماروسا تحت تنش‌شوری.

تحت تنش‌شوری، انتقال مواد فتوسنتزی در گیاه دچار اختلال می‌گردد که این امر موجب اشباع شدن برگ‌ها از ROS ها و در نتیجه باعث محدود شدن فتوسنتز و کاهش وزن تر گیاه می‌شود. گیاهان برای مقابله با تنش‌شوری دیواره سلولی خود را از طریق کاهش تقسیم و گسترش سلولی ضخیم کرده که منجر به کاهش قابلیت ارتجاعی دیواره‌سلولی شده و در نهایت سبب کاهش عملکرد گیاهان می‌گردد. کاهش رشد گیاه تحت شوری ممکن است به‌دلیل اختلال در جذب عناصر غذایی، برهم‌زدن تعادل یونی یا کاهش پتانسیل آب در خاک و تنش اسمزی یا به‌علت تغییر در آنزیم‌های مؤثر در دستگاه فتوسنتزکننده گیاه باشد (Reginato *et al*., 2016). یکی از دلایل کاهش وزن تر و خشک در گیاه را می‌توان به کاهش رشد گیاه نسبت داد و از طرفی یکی از دلایل کاهش سرعت رشد در شرایط تنش شوری کاهش میزان فتوسنتز و تأمین ATP ناکافی به دلیل بسته شدن روزنه و جذب محدود دی اکسید کربن خالص می‌باشد. اخیراً نیاز به کاهش استفاده از مواد شیمیایی تجدیدناپذیر در کشاورزی، باعث افزایش استفاده از عصاره جلبک به‌عنوان یک ماده محرک زیستی گیاهی شده‌است. همچنین به‌دلیل توانایی آن‌ها در بهبود رشد گیاه در شرایط غیربهینه مانند محیط‌های شور، کاربرد عصاره جلبک سودمند می‌باشد. عصاره ریزجلبک هنگامیکه محلول‌پاشی می‌شود باعث افزایش بافت ریشه و شاخساره می‌گردد. این اتفاق را می‌توان با بهبود جذب مواد مغذی و یا تنظیم مکانیسم‌های فیزیولوژیکی گیاه توضیح داد. فیتوهورمون-های موجود در عصاره‌جلبک (مانند اکسین‌ها) سبب تحریک ریشه‌زایی و رشد ریشه و مقاومت در برابر تنش می‌گردد (Carillo *et al*., 2020). درمطالعه‌ای کاربرد ریزجلبک سبز *Chlorella vulgaris* بر دانهال‌های گوجه‌فرنگی در شرایط کشت هیدروپونیک باعث رشد رویشی گیاه و طول ریشه تحت تنش‌شوری شد (Escalante *et al*., 2015). مطالعات گسترده‌ای نشان می‌دهد که عصاره‌های جلبک می‌توانند رشد گیاه را به‌دلیل ترکیبی از مولکول‌های سیگنالینگ و متابولیت‌هایی مانند فنولیک‌ها، فیتوهورمون‌ها، کربوهیدرات، بتائین، اسیدهای آمینه، کاروتنوئیدها، ویتامین‌ها و پلی‌آمین‌ها بهبود ببخشند. درواقع می‌توان گفت تمامی این اجزای شیمیایی ممکن است بر رشد گیاه تاثیر مثبت گذاشته و سبب تحمل گیاه به تنش‌های غیرزیستی گردند (Van Oosten *et al*., 2017).

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد تنش‌شوری باعث کاهش میزان وزن تر وخشک اندام‌هوایی، وزن تر و خشک ریشه و طول ریشه گردید. محلول‌پاشی عصاره جلبک کلامیدوموناس اثرات مخرب تنش‌شوری را کاهش داد و موجب بهبود رشد رویشی بوته توت‌فرنگی شد. براساس نتایج این آزمایش به‌نظر می‌رسدمحلول‌پاشی عصاره جلبک کلامیدوموناس با غلظت ۲۰ میلی‌لیتربر لیتر، تحت تنش-شوری سبب بهبود رشد رویشی بوته توت‌فرنگی شده‌است. درواقع می‌توان از عصاره جلبک کلامیدوموناس به‌عنوان تیماری مناسب برای بهبود رشد رویشی و مورفولوژیکی گیاه تحت تنش‌شوری نام برد که بطورکلی، کاربرد محلول‌پاشی عصاره جلبک در شرایط انواع تنش‌ها نیاز به توجه بیشتری دارد.

منابع

Al-Shorafa, W., Mahadeen, A., and Al-Absi, K. 2014. Evaluation for salt stress tolerance in two strawberry cultivars. Am. J. Agric. Biol. Sci, 9(3): 334–341.

Carillo, P., Ciarmiello, L.F., Woodrow, P., Corrado, G., Chiaiese, P., and Raphael, Y. 2020. Enhancing sustainability by improving plant salt tolerance through macro-and micro-algal biostimulants. Biology, 9(9): 253.

du Jardin, P. 2015. Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. Scientia Horticulturae, 196: 3–14.

Escalante, F.M., Cortés-Jiménez, D., Tapia-Reyes, G., and Suárez, R. 2015. Immobilized microalgae and bacteria improve salt tolerance of tomato seedlings grown hydroponically. Journal of Applied Phycology, 27(5): 1923–1933.

Guzmán-Murillo, M. A., Ascencio, F., and Larrinaga-Mayoral, J. A. 2013. Germination and ROS detoxification in bell pepper (Capsicum annuum L.) under NaCl stress and treatment with microalgae extracts. Protoplasma, 250(1): 33–42.

Jayakannan, M., Bose, J., Babourina, O., Rengel, Z., and Shabala, S. 2015. Salicylic acid in plant salinity stress signalling and tolerance. Plant Growth Regulation, 76(1): 25–40.

Munns, R. 2002. Comparative physiology of salt and water stress. Plant, Cell & Environment, 25(2): 239–250.

Reginato, M., Travaglia, C., Reinoso, H., Garello, F., and Luna, V. 2016. Salt mixtures induce anatomical modifications in the halophyte Prosopis strombulifera (Fabaceae: Mimosoideae). Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants, 218: 75–85.

Van Oosten, M. J., Pepe, O., De Pascale, S., Silletti, S., and Maggio, A. 2017. The role of biostimulants and bioeffectors as alleviators of abiotic stress in crop plants. Chemical and Biological Technologies in Agriculture, 4(1): 1–12.

The effects of *Chlamydomonas* sp. alga extract on some physiological attributes of Strawberry (*Fragaria* × *ananassa* cv.Camarosa) under salinity stress.

Sahar jalalian*, asghar Ebrahimzadeh and Seyyed Morteza Zahedi
Dep. Of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, University of Maragheh
*Corresponding Author: saharjalalian9@gmail.com

Abstract

Seaweed extract is currently widely used as a biostimulant for better plant growth, fruit quality and stress tolerance. To study the application of foliar application of algae extract *Chlamydomona*s sp. Strawberries of Camarosa cultivar were tested under salinity stress in the greenhouse of the Faculty of Agriculture in 2019-2020. This factorial experiment was performed based on a completely randomized design with three replications and three experimental units. The studied parameters included fresh weight of shoot and root, dry weight of shoot and root and root length. The highest fresh weight of aerial parts (12.689 g), fresh weight of roots (36.917 g), dry weight of aerial parts (12.955g), dry weight of roots (6.166 g) in foliar application of algae extract with Concentration of 20 ml/l and the highest root length (40.267 cm) was observed in 40 ml/l algae extract foliar application without salinity stress. In fact, the application of foliar application of chlamydomonas algae extract moderated the salinity conditions, which had a greater effect on foliar application of algae extract at a concentration of 20 ml/l. According to the obtained results, the use of *chlamydomonas* algae extract is a suitable solution to improve the adverse effects of salinity stress.

***Keywords*:** Salinity stress, Strawberry, Algae extract, Yield, Biostimulants