نقش براسینواستروئید در بهبود تحمل شوری در دو رقم توت فرنگی

ابراهیم لطیفی خواه[۱*]، سعید عشقی[۲]، علی قرقانی[۲] و احمد رئوفی[۳]
عضو هئیت علمی بخش تحقیقات زراعی و باغی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان
عضو هئیت علمی بخش علوم باغبانی دانشگاه شیراز
دانش آموخته دکتری علوم باغبانی دانشگاه شیراز
-*ایمیل نویسنده مسئول:elatifikhah@gmail.com

چکیده
این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه فاکتور شوری شامل چهار سطح ۰ (شاهد)، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ میلی‌مولار کلرید سدیم، رقم توت‌فرنگی (دو رقم شامل 'آروماس' و 'پاروس') و تنظیم کننده رشد گیاهی ۲۴- اپی براسینولید در چهار سطح (۰، ۰/۲۵، ۰/۵ و ۱ میلی‌گرم در لیتر) انجام شد. در هر تیمار ۴ تکرار یا چهار گلدان وجود داشت و در هر گلدان دو گیاه کشت شد. آبیاری گیاهان با محلول غذایی هوگلند انجام شد. غلظت‌های ۰، ۰/۲۵، ۰/۵ و ۱ میلی‌گرم در لیتر از محلول ۲۴-اپی‌براسینولید ساخته شد و هم زمان با تیمار شوری به صورت محلول‌پاشی روی گیاهان انجام شد. محلول‌پاشی با ۲۴- اپی‌براسینولید دو بار به فاصله ۳ هفته تکرار شد. محلول‌پاشی برگی براسینواستروئید در غلظت‌های ۰/۵ و ۱ میلی‌گرم در لیتر باعث افزایش سطح برگ، وزن تر و خشک شاخساره و ریشه شد. این اثر بهبود دهنده با افزایش غلظت نمک به ۶۰ میلی‌مولار کاهش یافت. به‌طور کلی کاربرد براسینواستروئید به ویژه در غلظت‌های ۰/۵ و ۱ میلی‌گرم در لیتر در شرایط شوری می‌تواند اثر زیان‌آور تنش شوری بر رشد توت‌فرنگی را بهبود بخشد.

واژگان کلیدی: صفات مورفولوژیکی، محلول‌پاشی برگی، کلرید سدیم

مقدمه
توت‌فرنگی با نام علمی *Fragaria × ananassa* Duch. دارای یک ساقه مرکزی یا طوقه بوده و برگ‌ها، ریشه‌ها و روندک‌ها از آن منشأ می‌گیرند. این گیاه متعلق به تیره Rosaceae است. شوری عامل مهم محدودکننده رشد گیاهان و کاهش محصول بوده که هم‌اکنون به عنوان یک مشکل جهانی مطرح می‌باشد (Jaleel *et al*., 2009). چنانچه غلظت نمک در آب و یا خاک افزایش پیدا کند، هم رشد و هم اندازه نهایی بیشتر گونه‌های گیاهی به طور فزاینده‌ای کاهش پیدا می‌کند. ایجاد تحمل به عوامل تنش‌زا بسیار پیچیده بوده زیرا برهمکنش عوامل تنش‌زا با ویژگی‌های مولکولی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه تعیین کننده میزان تحمل می‌باشد (Razmjoo *et al*., 2008). براسینواستروئید یکی از ترکیباتی است که اثر بسیار جالب و امیدوار کننده‌ای را در تولید و نگهداری محصولات کشاورزی و باغی نشان داده است (Dong *et al*., 2017). به این ترتیب نه تنها به منزله‌ی عامل کلیدی سبب تشویق ایجاد مقاومت در گیاه در مقابل تنش‌های مختلف می‌شود، بلکه در افزایش آنتی‌اکسیدان‌های کل محصول، کاهش تولید اتیلن از نظر فیزیولوژیکی اثرگذار است و می‌تواند حیات‌بخش باشد. براسینواستروئید یک تنظیم‌کننده رشد درونی است که در تنظیم فرآیندهای فیزیولوژیک در گیاهان نظیر رشد، فتوسنتز و ایجاد مقاومت در برابر تنش‌های زیستی و غیرزیستی، مثل شوری نقش دارد (Dong *et al*., 2017). براسینواستروئیدها توانایی حفاظت از گیاهان در برابر تنش‌های مختلف محیطی از جمله شوری، خشکی، درجه حرارت‌های کم و زیاد، فلزات سنگین و خسارت علف‌کش‌ها را دارد. براسینواستروئیدها کارآیی فتوسنتز و تثبیت کربن را افزایش می‌دهند و فعالیت ریبولوز۱-۵ کربوکسیلاز را زیاد می‌کنند و بدین ترتیب مواد فتوسنتزی و ماده خشک افزایش می‌یابد. تنش شوری سبب آسیب به رشد، کلروفیل برگ‌ها و جذب عناصر توسط گیاه توت‌فرنگی شد؛ اما گیاهانی که توسط براسینواستروئید تیمار شده بودند، وزن تر و خشک ریشه و شاخساره و همچنین کلروفیل بیشتری تحت شرایط تنش داشتند (Karlidag *et al*., 2011). هدف از انجام این پژوهش بررسی اثرات هورمون براسینواستروئید بر صفات مورفولوژیکی ارقام توت فرنگی بود.

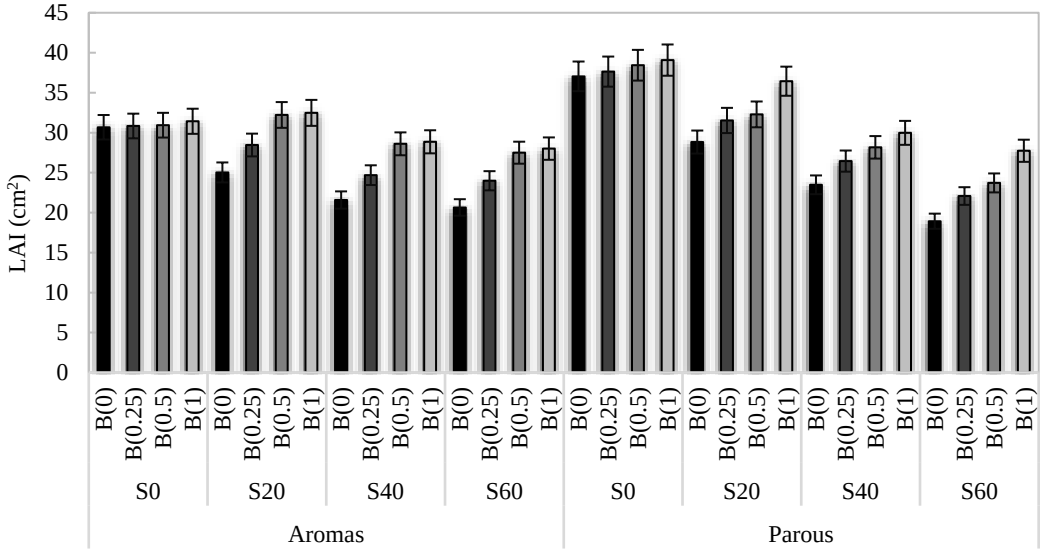
مواد و روش‌ها

برای مشخص کردن رفتار دو رقم توت فرنگی شامل ارقام "آروماس" و "پاروس" به تنش شوری در شرایط گلخانه‌ای و اثر براسینواستروئید بر صفات مورفولوژیکی توت فرنگی در کشت بدون خاک از هر رقم هشتاد نشاء توت فرنگی از استان کردستان تهیه و در گلخانه بخش علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز در گلدان‌های چهار کیلوگرمی حاوی محیط کشت پرلایت و کوکوپیت کشت شد. دمای گلخانه در روز ۳±۲۴ درجه سلسیوس و در شب ۳±۱۵درجه سلسیوس تنظیم شد. شرایط نور طبیعی و رطوبت نسبی ۷۰ درصد بود. آبیاری این گیاهان در ابتدا با محلول غذایی نیم هوگلند و سپس با محلول غذایی هوگلند کامل انجام شد و به صورت ۲ روز یک بار ۲۵۰ سی سی محلول غذایی هوگلند به پای هر گلدان تا مرحله استقرار گیاهان داده شد.

آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه فاکتور شوری (۰، ۲۰ ، ۴۰ و ۶۰ میلی مولار)، رقم توت‌فرنگی (دو رقم شامل آروماس و پاروس) و تنظیم کننده رشد گیاهی ۲۴- اپی براسینولید در چهار سطح (۰، ۰/۲۵، ۰/۵ و ۱ میلی‌گرم در لیتر) انجام شد. در هر تیمار ۴ تکرار یا چهار گلدان وجود داشت و در هر گلدان دو گیاه کشت شد. صفات مورفولوژیکی اندازه گیری شده شامل: سطح برگ، وزن و سطح ویژه‌ی برگ، وزن تر و خشک ریشه و شاخساره بود.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که شوری باعث کاهش سطح برگ شد، به طوری که با افزایش غلظت کلرید سدیم از ۰ (شاهد) به ۶۰ میلی‌مولار، شاخص سطح برگ به طور معنی‌داری کاهش یافت. کاربرد براسینواستروئید باعث افزایش سطح برگ به میزان جزئی نسبت به تیمار شاهد شد و این افزایش در رقم آروماس بیشتر از رقم پاروس بود. در بین تیمارهای مورد استفاده، بهترین تیمار مربوط به غلظت ۱ میلی‌گرم در لیتر براسینواستروئید بود که تفاوت معنی‌داری با شاهد داشت و در هر دو رقم این تفاوت معنی‌دار بود (شکل ۱). محلول‌پاشی برگی براسینواستروئید در غلظت ۱ میکرومولار باعث افزایش سطح برگ در شرایط شوری در توت‌فرنگی شد (Karlidag *et al*., 2011). که با نتایج این پژوهش همسویی دارد. این اثر مثبت براسینواستروئید را می‌توان به افزایش متابولیسم CO_2 و میزان فتوسنتز نسبت داد (Karlidage *et al*., 2011). اثر مثبت براسینواستروئید در رقم آروماس بیش از پاروس بود.

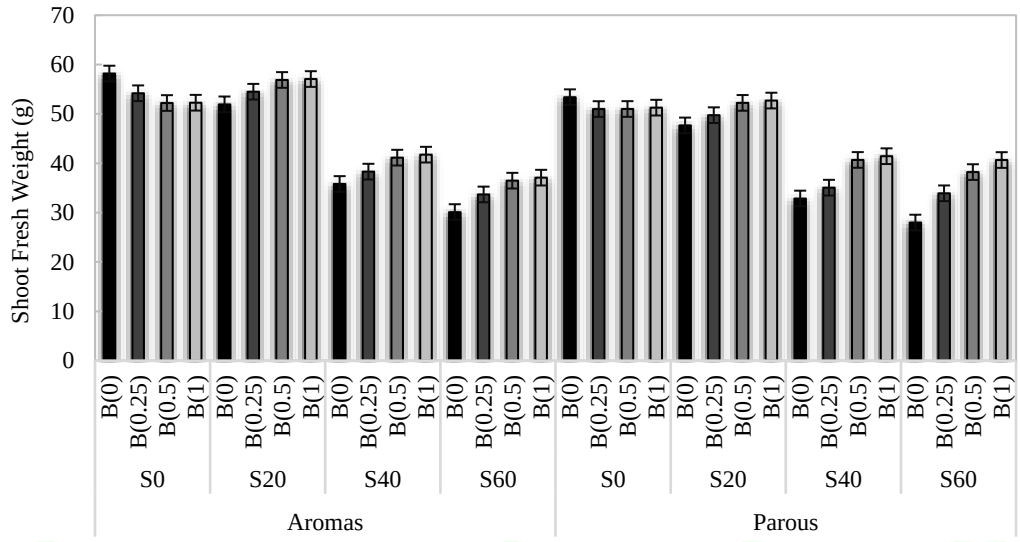


رقم × شوری (میلی‌مولار)× براسینواستروئید (میلی‌گرم در لیتر)

شکل ۱- سطح برگ دو رقم توت‌فرنگی (آروماس و پاروس) در شرایط تنش شوری (۰ (شاهد)، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ میلی‌مولار) در حضور براسینواستروئید

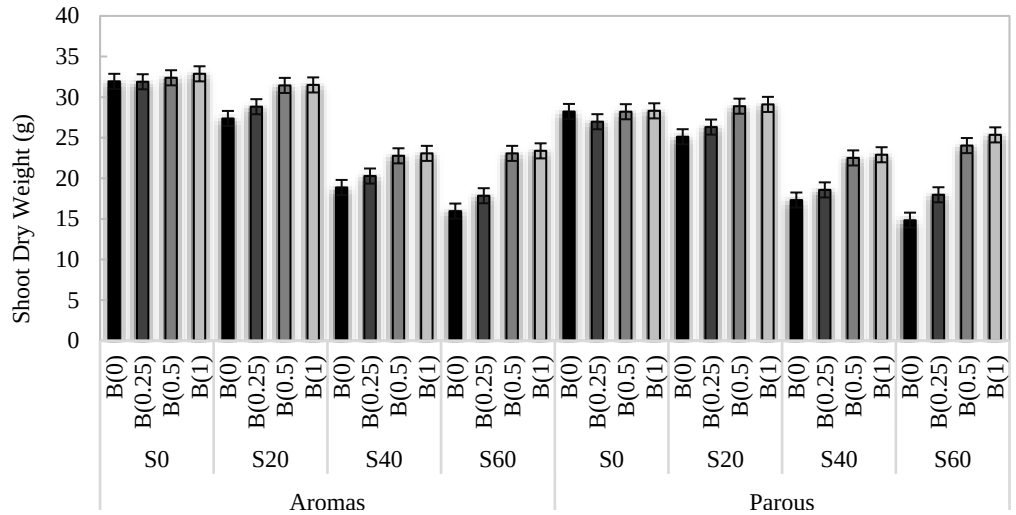
تأثیر شوری و براسینواستروئید و برهمکنش آن‌ها بر وزن تر و خشک شاخساره

کاربرد براسینواستروئید توانست میزان وزن تر شاخساره را به طور معنی‌داری افزایش دهد. برهمکنش بین شوری و براسینواستروئید هم روندی مشابه داشت در غلظت‌های ۲۰، ۴۰ و ۶۰ میلی‌مولار کلریدسدیم به ترتیب ۶٪، ۲۴٪ و ۶۶٪ کاهش وزن تر شاخساره در رقم پاروس دیده شد و این کاهش در رقم 'آروماس' به ترتیب ۴٪، ۲۰٪ و ۵۶٪ بود (شکل ۲). با افزایش غلظت نمک کلریدسدیم میزان وزن خشک شاخساره در هر دو رقم کاهش یافت به گونه‌ای که در تیمار ۶۰ میلی‌مولار نمک کلریدسدیم به میزان ۳۴ و ۳۱ درصد کاهش وزن خشک شاخساره به ترتیب در رقم 'پاروس' و 'آروماس' مشاهده شد (شکل ۳).کاربرد خارجی براسینواستروئید در شرایط شوری باعث افزایش وزن‌تر شاخساره در توت‌فرنگی (Karlidag *et al*., 2011) و لوبیا چشم بلبلی (El- Mashad and Mohamed, 2012) شده است. این اثر مثبت براسینواستروئید را می‌توان به افزایش میزان فتوسنتز، تولید ماده خشک و نیز جذب بیشتر مواد معدنی توسط گیاه نسبت داد (El- Mashad and Mohamed, 2012). کاهش اثرات تنش شوری توسط تیمار براسینواستروئید به خاصیت آنتی‌اکسیدانی این تیمار و ثبات غشای سلولی در حضور این ترکیبات مرتبط می‌باشد. تاثیر مثبت براسینواستروئید در افزایش وزن تر و خشک شاخساره احتمالاً مربوط به نقش این هورمون در افزایش تقسیم سلولی و افزایش سایر هورمون‌های گیاهی از قبیل اکسین و جیبرلین و کاهش مقدار اسید آبسیزیک است (El- Mashad and Mohamed, 2012). کاربرد براسینواستروئید باعث افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی نظیر پراکسیداز و سوپراکسیددیسموتاز در شرایط شوری می‌گردد. این آنزیم‌ها که به عنوان مهارکننده گونه‌های فعال اکسیژن عمل می‌کنند، می‌توانند تحمل گیاهان توت‌فرنگی را نسبت به تنش شوری افزایش دهند و در نتیجه باعث بهبود رشد در شرایط شوری گردند، که نتیجه آن افزایش در وزن‌تر و خشک شاخساره است (Karlidag *et al*., 2011).



رقم × شوری (میلی‌مولار)× براسینواستروئید (میلی‌گرم در لیتر)

شکل۲- وزن تر شاخساره دو رقم توت‌فرنگی (آروماس و پاروس) در شرایط تنش شوری (۰ (شاهد)، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ میلی‌مولار) در حضور براسینواستروئید

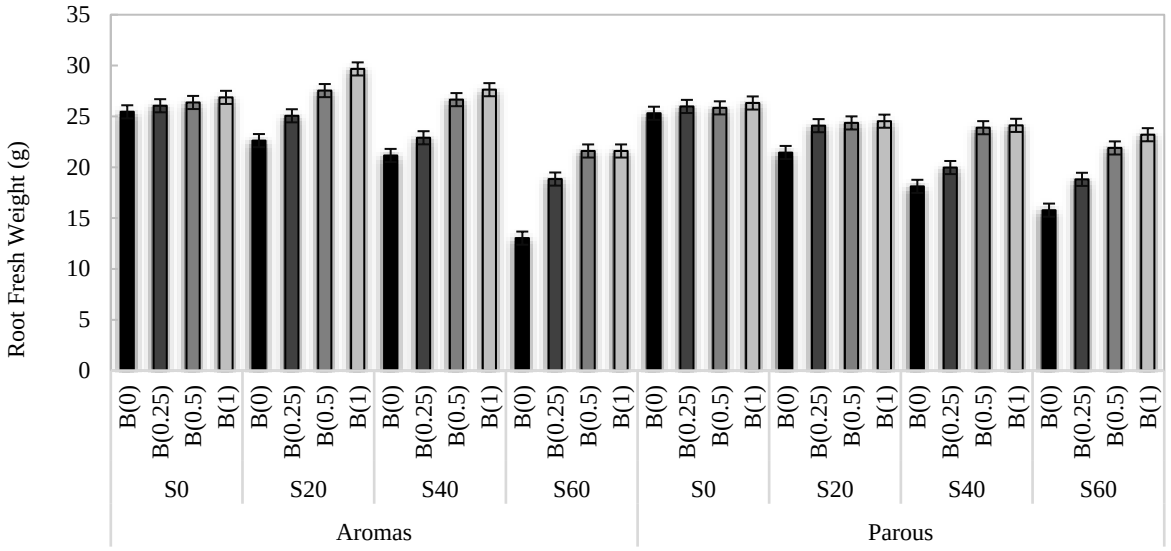


شکل ۳- وزن خشک شاخساره دو رقم توت‌فرنگی (آروماس و پاروس) در شرایط تنش شوری (۰ (شاهد)، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ میلی‌مولار) در حضور براسینواستروئید

تأثیر شوری و براسینواستروئید و برهمکنش آن‌ها بر وزن تر و خشک ریشه

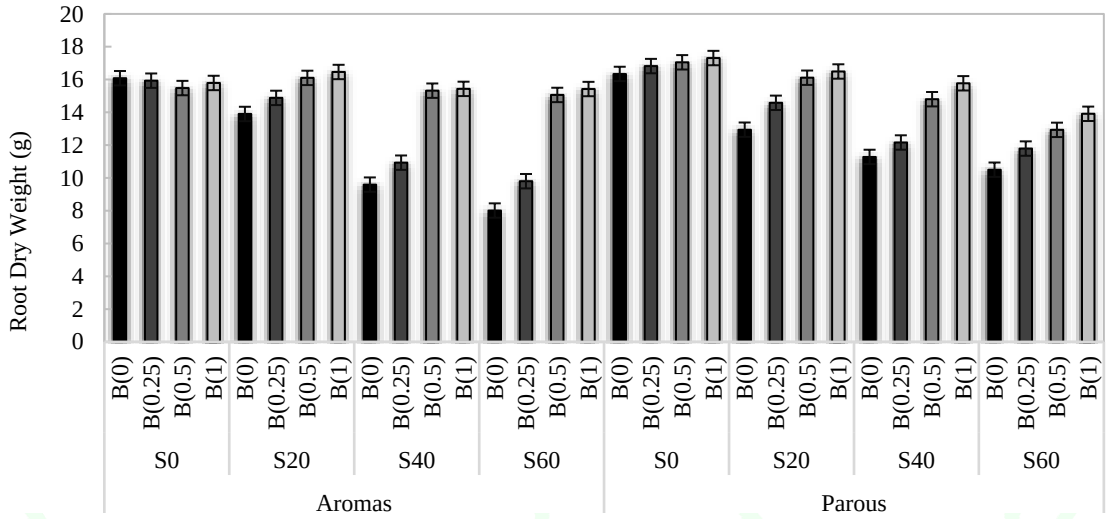
بر اساس نتایج به‌دست آمده با اعمال تنش شوری کلرید سدیم در غلظت‌های ۴۰ و ۶۰ میلی‌مولار مقدار وزن تر و خشک ریشه در مقایسه با شاهد به طور معنی‌دار کاهش یافت. بیشترین کاهش مقدار وزن تر و خشک ریشه در غلظت ۶۰ میلی‌مولار کلرید سدیم مشاهده شد. در بین تیمارهای مختلف مورد استفاده بهترین اثر در تیمار ۱ میلی‌گرم در لیتر براسینواستروئید به دست آمد که نسبت به تیمار شاهد آن به میزان ۴۱ و ۴۴ درصد افزایش وزن تر ریشه به ترتیب در رقم‌های 'پاروس' و 'آروماس' دیده شد (شکل‌های ۴ و۵). دلیل کاهش وزن تر ریشه در شرایط تنش شوری، کاهش مقدار مواد فتوسنتزی در سیستم گیاه و همچنین، فشار اسمزی بالا در محیط ریشه و کاهش مقدار آب بافت‌های ریشه می‌باشد، همچنین کاهش رشد ناشی از شوری را می‌توان به غلظت بالای یون‌های کلر و سدیم نسبت داد که در جذب عناصر غذایی مزاحمت ایجاد می‌کنند. جلوگیری از فرآیندهای بیوشیمیایی و نیز افزایش تولید گونه‌های فعال اکسیژن در کلروپلاست نیز از دلایل دیگر می‌باشد (سعادتی و معلمی، ۱۳۹۰).

کاربرد براسینواستروئید به طور معنی‌داری باعث افزایش وزن تر ریشه‌ها شد. برهمکنش بین شوری و براسینواستروئید هم روندی مشابه داشت (شکل ۴). کاربرد خارجی براسینواستروئید در شرایط شوری باعث افزایش وزن‌تر ریشه در توت‌فرنگی (Karlidag et al., 2011) لوبیا چینی (El- Mashad and Mohamed, 2012) شده است. این اثر مثبت براسینواستروئید را می‌توان به افزایش میزان فتوسنتز، تولید ماده خشک و نیز جذب بیشتر مواد معدنی توسط گیاه نسبت داد (El- Mashad and Mohamed, 2012).



رقم × شوری (میلی‌مولار)× براسینواستروئید (میلی‌گرم در لیتر)

شکل ۴- وزن تر ریشه دو رقم توت‌فرنگی (آروماس و پاروس) در شرایط تنش شوری (۰ (شاهد)، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ میلی‌مولار) در حضور براسینواستروئید



رقم × شوری (میلی‌مولار)× براسینواستروئید (میلی‌گرم در لیتر)

شکل ۵- وزن خشک ریشه دو رقم توت‌فرنگی (آروماس و پاروس) در شرایط تنش شوری (۰ (شاهد)، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ میلی‌مولار) در حضور براسینواستروئید

منابع:

Dong, Y. J., Wang, W. W., Hu, G. Q., Chen, W. F., Zhuge, Y. P., Wang, Z. L., and He, M. R. 2017. Role of exogenous 24-epibrassinolide in enhancing the salt tolerance of wheat seedlings. Journal of soil science and plant nutrition, 17(3), 554-569.

Jaleel, C. A., Manivannan, P., Wahid, A., Farooq, M., Somasundaram, R., Panneerselvam, R. 2009. Drought stress in plants: A review on morphological characteristics and pigments composition. InternationalJournal of . Agriculture and Biology, 11: 100-105.

El-mashad, A. A. A., and Mohamed, H. I. (2012). Brassinolide alleviates salt stress and increases antioxidant activity of cowpea plants (*Vigna sinensis*). *Protoplasma*, 249(3), 625.

Karlidag, H., Yildirim, E., & Turan, M. (2011). Role of 24-epibrassinolide in mitigating the adverse effects of salt stress on stomatal conductance, membrane permeability, and leaf water content, ionic composition in salt stressed strawberry (*Fragaria× ananassa*). *Scientia Horticulturae*, 130(1), 133-140.

Razmjoo, K. H. O. R. S. H. I. D., Heydarizadeh, P. A. R. I. S. A., & Sabzalian, M. R. (2008). Effect of salinity and drought stresses on growth parameters and essential oil content of Matricaria chamomila. Int. J. Agric. Biol, 10(4), 451-454.

Role of brassinosteroide in improving their salinity tolerance in two strawberry cultivars

Abstract

This experiment was factorial in a completely randomized design with three salinity factors including four levels of 0 (control), 20, 40 and 60 mM sodium chloride, strawberry cultivars (two cultivars including 'Aromas' and 'Paros') and plant growth regulator 24-epibrassinolide was performed at four levels (0, 0.25, 0.5 and 1 mg / l). Foliar spray of brassinosteroid at 0.5 and 1 mgL^{-1} increased tolerance level of strawberry plants and ameliorates negative effects of salinity on leaf area, shoot and root dry weight. This improvement was counteracted when salinity level was increased to 60 mM NaCl. In conclusion, exogenous brassinosteroid treatments especially at 0.5 and 1 mgL^{-1} ameliorated the deleterious effects of salt stress on the growth of strawberry plants.

Keywords: morphological, foliar application, NaCl salinity