DOI: 10.22059/ijswr.2021.311861.668767 تحقیقات آب و خاک ایران، دوره ۵۲، شماره ۳، خرداد ۱۴۰۰ (ص ۶۶۵-۶۵۱)

The effect of Ascorbic acid and Melatonin on Morphophysiological Characteristics and Salinity Tolerance of Miniature Rose (*Rosa chinensis* var. minima)

HAMIDEHSADAT MIRTAHERI[1], SEPIDEH KALATEJARI [1], BABAK MOTESHAREZADEH*[2] AND FOAD FATEHI[3]

1. Department of Horticultural Science, Faculty of Agricultural Sciences and Food Industry, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran.
2. Department of Soil Science, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.
3. Department of Agriculture, Payame Noor University, Tehran, Iran.

(Received: Oct. 14, 2020- Revised: Jan. 30, 2021- Accepted: Feb. 15, 2021)

ABSTRACT

Soil salinity is a major abiotic constraint affecting crop yield and quality of ornamental plants. The current study aimed to investigate the melatonin and ascorbic acid regulator on the morphological and physiological characteristics of miniature roses under salinity stress, in the research greenhouse of Agriculture and Natural Resources Campus, University of Tehran, located in Karaj, on biennial cuttings of miniature roses, in plastic pots with a diameter of 14 cm containing cocopeat and perlite (1: 1), in the randomized complete block design with four replications, in the spring of 2018. The studied factors included foliar application of melatonin (at four concentrations of 0, 1, 10, and 100 µM) and ascorbic acid (at three concentrations of 0.5, 1.5, and 3 mM) and combined treatment containing two levels of melatonin 1 µM × ascorbic acid 0.5 mM and melatonin 1 µM × ascorbic acid 1.5 mM and salinity stress at three levels of zero, four and eight dS/m. The results showed that the salinity stress generally reduced morphological characteristics; in this study, the most effective treatment in the foliar application was observed with 3 mM ascorbic acid treatment, which increased the number of flowers and branch height by 36% and 86%, respectively, compared to the control. Foliar application of melatonin 100 µM showed the highest effect on the concentration of nitrogen and potassium equal to 43% and 11% as compared to the control, respectively. Accumulation of soluble sugars during salinity stress conserving osmotic potential and reducing dehydration, and the leaf soluble sugar increased by 11% as compared to the control and proline was observed in foliar application with 1 µM melatonin treatment. The results of this study showed that the ability of this antioxidant (Ascorbic acid 3 mM) can be used to improve the growth and development of miniature roses under salinity stress.

Keywords: Antioxidant, Miniature Rose, Salinity Stress, Yield.

* Corresponding author's Email: moteshare@ut.ac.ir

بررسی اثر اسید آسکوربیک و ملاتونین بر خصوصیات مورفوفیزیولوژیکی و تحمل به شوری در رز مینیاتوری (Rosa *chinensis* var.minima)

حمیده سادات میرطاهری[۱]، سپیده کلاته جاری[۱]، بابک متشرع زاده[۲*]، فواد فاتحی[۳]

۱.گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، تهران. ایران.

۲. گروه علوم و مهندسی خاک، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران. کرج، ایران.

۳. گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور. تهران، ایران.

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۷/۲۳- تاریخ بازنگری: ۱۳۹۹/۱۱/۱۱- تاریخ تصویب: ۱۳۹۹/۱۱/۲۷)

چکیده:

شوری خاک یک محدودیت غیرزیستی مهم است که بر عملکرد و کیفیت گل‌های زینتی تأثیر می‌گذارد. این پژوهش با هدف بررسی اثر تنظیم کننده رشد ملاتونین و اسید آسکوربیک بر افزایش عملکرد و کیفیت رز مینیاتوری (Rosa *chinensis* var.minima) تحت شرایط تنش شوری در گلخانه تحقیقاتی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران واقع در شهر کرج، برروی قلمه‌های دوساله رزهای مینیاتوری درگلدان‌های پلاستیکی با دهانه ۱۴ سانتی‌متر حاوی کوکوپیت و پرلیت (۱ : ۱)، بصورت فاکتوریل در قالب طرح آزمایشی بلوک‌های کاملا تصادفی و در چهار تکرار، بهار سال ۱۳۹۷ انجام شد. فاکتورهای مورد استفاده در این آزمایش شامل، محلول‌پاشی برگی ملاتونین (در چهار غلظت ۰، ۱، ۱۰ و ۱۰۰ میکرومولار) و اسید آسکوربیک (در سه غلظت ۰/۵، ۱/۵ و ۳ میلی‌مولار) و تیمار ترکیبی شامل (دو سطح ملاتونین ۱میکرومولار×اسید آسکوربیک ۰/۵ میلی‌مولار و ملاتونین ۱ میکرومولار×اسید آسکوربیک ۱/۵ میلی‌مولار) و تنش شوری (با سه سطح صفر، چهار و هشت دسی‌زیمنس بر متر) بود. نتایج نشان دادند، تنش شوری بطورکلی باعث کاهش خصوصیات مورفولوژیکی شده؛ در این پژوهش موثرترین تیمار در محلول‌پاشی با تیمار اسید آسکوربیک ۳ میلی‌مولار مشاهده شد که تعداد گل و ارتفاع شاخه را نسبت به شاهد، به‌ترتیب ۳۶ درصد و ۸۶ درصد افزایش داد. محلول‌پاشی با تیمار ملاتونین ۱۰۰ میکرومولار بیشترین اثر را بر میزان غلظت عناصر نیتروژن و پتاسیم نسبت به شاهد به‌ترتیب برابر ۴۳ و ۱۱ درصد نشان داد. تجمع قندهای محلول طی تنش شوری باعث حفظ پتانسیل اسمزی و کاهش دهیدراتاسیون می‌شود و بیشترین میزان قند محلول برگ با افزایش ۱۱ درصد نسبت به شاهد و پرولین در محلول‌پاشی با تیمار ملاتونین ۱ میکرومولار مشاهده شد. بنابراین می‌توان از توانایی این آنتی اکسیدان (اسید آسکوربیک ۳ میلی‌مولار) در راستای بهبود رشد و نمو گل رز مینیاتوری در شرایط تحت تنش شوری استفاده کرد.

واژه های کلیدی: آنتی اکسیدان، تنش شوری، رز مینیاتوری، عملکرد.

مقدمه

گل رز با نام علمی *Rosa hybrida* متعلق به خانواده گل‌سرخیان[۱] می‌باشد. در بسیاری از مناطق که در آن گل رز کشت می‌شود، عرضه آب محدود است و شور شدن خاک به دفعات اتفاق می‌افتد. اثرات شوری روی گونه‌های رز بستگی به نوع و غلظت نمک‌ها، سیستم کشت (خاک یا هیدروپونیک)، نوع محیط کشت، سیستم آبیاری، گونه و رقم گل رز دارد. بنابراین شناخت شرایط محیطی منطقه‌ای و شیوه‌های کشاورزی برای شناسایی گیاهان مقاوم به شوری ضروری است. معمولا افزایش غلظت نمک در خاک اثرات منفی بر رشد و گلدهی دارد که منجر به آسیب‌دیدگی و کاهش کیفیت در برخی گونه‌های گل رز می‌شود (Valquiria Do Ries *et al.*, 2016).

شوری خاک یک محدودیت غیرزیستی مهم است که بر عملکرد محصول تأثیر می‌گذارد، تحقیقات زیادی برای توسعه گیاهان در شرایط تنش شوری انجام شده است. تنش شوری باعث ایجاد بسیاری از تغییرات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی، مولکولی و سلولی درگیاهان شده و باعث کاهش میزان تولید و کیفیت گیاهان، به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک می‌شود (Hegazi and El-Shraiy 2017).شوری خاک ۱۰-۱ میلیارد هکتار از خاک‌های سراسر جهان را تحت تاثیر قرار داده، که تهدیدی جدی برای تولید محصولات کشاورزی مورد نیاز جهت

* نویسنده مسئول: moteshare@ut.ac.ir

1 Rosaceae

تغذیه جمعیت روزافزون جهان است (Juses *et al*., 2015). گیاهان مکانیسم‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی مختلفی را برای مقاومت در خاک‌هایی با غلظت بالای شوری ایجاد می‌کنند. برخی از این مکانیزم‌های اصلی شامل : تعادل یونی، انتقال و جذب یون، بیوسنتز اسمولیت‌ها و محلول‌های سازگار، فعال شدن آنزیم آنتی اکسیدان، سنتز پلی آمین‌ها، تولید نیتریک اکسید و تغییر در سطح هورمون‌ها می‌باشد (Gupta and Huang, 2014).

اسید آسکوربیک (ویتامین ث) به سه طریق در واکنش‌های بیوشیمیایی در گیاهان نقش ایفا می‌کند: ۱- به‌عنوان یک آنتی اکسیدان به طور مستقیم در از بین بردن پراکسید هیدروژن تولید شده به‌وسیله احیای نوری اکسیژن در فتوسیستم I عمل می‌کند. ۲- مونودهیدروآسکوربات تولیده شده بوسیله آسکوربات پراکسیداز بطور مستقیم پذیرنده الکترون در فتوسیستم I است. ۳- اسید آسکوربیک کوفاکتوری برای چرخه ویلاگزانتین است.

اسید اسکوربیک یکی از آنتی‌اکسیدان‌های غیرآنزیمی است که پتانسیل قابل توجهی نه تنها در خنثی کردن اثر رادیکال‌های آزاد اکسیژن دارد، بلکه تعدیل‌کننده تعدادی از عملکردهای بنیادی در گیاهان تحت شرایط تنش و بدون تنش نیز می‌باشد (Akram *et al*., 2017). اسید آسکوربیک به‌عنوان یکی از رایج‌ترین و قوی‌ترین ترکیبات خنثی‌کننده های رادیکال‌های آزاد اکسیژن[1] به شمار می‌آید (Ahmed *et al*., 2009).

تحقیقات متعددی روی گیاهان یا محصولات مختلفی انجام شد که نشان داد کاربرد اسید آسکوربیک خارجی سبب کاهش شدت تنش شوری، افزایش رشد و عملکرد می‌گردد. طول ریشه، طول ساقه، انباشته شدن ماده خشک، کلروفیل a و b، گلوتاتیون[2] و فعالیت آسکوربات پراکسیداز به طور قابل توجهی توسط تنش نمک کاهش یافت، کاربرد زود هنگام اسید آسکوربیک با غلظت ۰/۵ و ۱ میلی‌مولار در شوری ۱۲ دسی زیمنس بر متر کلرید سدیم باعث افزایش ریشه‌ها، طول ساقه، تجمع ماده خشک، فعالیت کلروفیل در گیاه ذرت[3] شد (Billah *et al*., 2017). نتایج بررسی‌های انجام شده بر روی نخودفرنگی[4] در سطوح شوری ۱۵۰ میلی‌مولار با کاربرد اسید آسکوربیک با غلظت‌های ۰/۵ ، ۱ و ۲ میلی مولار نتایج نشان داد که اسید آسکوربیک از اثرات نامطلوب شوری بر توسعه گیاه کاسته و کاهش سطح پرولین در روزهای ۲۰، ۴۰ و ۶۰ پس از کاشت کاهش یافت. فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز در ۴۰ روز پس از کاشت کاهش یافت (Kumar *et al*., 2017). در تحقیق دیگری، کاربرد اسید آسکوربیک و سیلیکات پتاسیم به‌طور کلی همه پارامترهای رشد را در کلم قرمز[5] افزایش داد. هر دو تیمار اسید آسکوربیک ۲۰۰ و ۴۰۰ پی پی ام و سیلیکات پتاسیم ۱ و ۲ میلی‌مولار رشد رویشی، وزن تر و خشک، محتوای نسبی آب، کلروفیل a ، b ، کلروفیل کل وکاروتنوئیدها را در برگ افزایش دادند و برخی از خواص بیوشیمیایی مثل غلظت پرولین، فعالیت پلی فنل اکسیداز، پراکسیداز و پروتئین را در سطوح شوری ۲۵۰۰ و ۴۵۰۰ پی پی ام در کلم قرمز افزایش نشان داد (Hegazi and El-Shraiy, 2017).

ملاتونین با فرمول شیمیایی (*N-acetyl*-5-methoxytryptamine) یک مولکول زیستی می‌باشد که مسیر بیوسنتز آن به‌درستی مورد مطالعه قرار گرفته است. در مسیر سنتز سروتونین، تریپتوفان (آمینو اسید) توسط تریپتوفان ۵- هیدروکسیلاز (T5H) به سروتونین که پیش ماده تولید ملاتونین می‌باشد، تبدیل می‌شود. سروتونین توسط کاتالیزور N-acetyltransferase (SNAT) به N-acetylseratonon تبدیل می‌شود (Zhang *et al*., 2015). مطالعات نشان داده استفاده از ملاتونین به طور قابل توجهی از کاهش رشد ناشی از شوری زیاد جلوگیری می‌کند.

ملاتونین باعث افزایش ظرفیت فتوسنتزی گیاهان می‌شود. استفاده از ملاتونین باعث کاهش آسیب اکسیداتیو توسط رادیکال‌های آزاد اکسیژن و افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانی از جمله آسکوربات پراکسیداز، کاتالاز و پراکسیداز می‌شود (Li *et al*., 2012). ملاتونین در جوانه‌زنی، رشد و تولید بذر نقش مهمی دارد و همچنین عملکرد حفاظتی در برابر عوامل استرس‌زای زیستی یا غیرزیستی نیز دارد. ملاتونین یک آنتی اکسیدان قوی با ظرفیت و کارایی بالا برای تخلیه ROS است (Allegra *et al*., 2003). کاربرد اسید آسکوربیک ۰/۵ میلی‌مولار و ملاتونین ۱ میکرومولار در نارنج[6] باعث کاهش نشت الکترولیت و پراکسیداسیون لیپیدها و همچنین تیمار ترکیبی ملاتونین و آسکوربیک اسید در برگ‌ها میزان تجمع کمتری از کلر را نشان دادند. تیمار با اسید آسکوربیک و یا ملاتونین میزان کربوهیدرات‌ها، پرولین، فنل، گلوتاتیون و فعالیت آنتی‌اکسیدانی را نیز تحت‌تاثیر قرار داد (Kostopoulou *et al*., 2014).

هدف از انجام این پژوهش، بررسی اثر تنظیم‌کننده رشد ملاتونین و اسید آسکوربیک بر خصوصیات مورفولوژی، فیزیولوژی و طول عمر گل رز مینیاتوری در شرایط تحت تنش شوری و همچنین بررسی بیشترین تاثیر بین دو ماده مورد استفاده در

1 *Reactive oxygen species* (ROS)
2 GSH
3 Maize (*Zea maize* L.)
4 Mungbean (*Vigna radiata* L.)
5 Red Cabbage (*Brasssica oleracea* L. var. capitata)
6 Citrus aurantium L.

تحقیق بر تحمل به تنش شوری و بررسی بهترین سطوح کاربرد ملاتونین و اسید آسکوربیک بر روی رشد و نمو گل رز مینیاتوری می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در گلخانه تحقیقاتی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران واقع در کرج (عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۸ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۵۹ دقیقه شرقی با ارتفاع ۱۳۳۶ متر از سطح دریا)، بهار سال ۱۳۹۷ انجام شد. این پژوهش روی قلمه‌های دوساله رزهای مینیاتوری[1] بصورت فاکتوریل در قالب طرح آزمایشی بلوک‌های کاملا تصادفی و در چهار تکرار اجرا شد. قلمه‌های یک‌دست با خصوصیات مورفولوژی و ظاهری یکسان از نهالستانی واقع در محلات تهیه و سپس تا فاصله ۵ سانتی‌متری از طوقه هرس شده و به گلدان‌های پلاستیکی با دهانه ۱۴ سانتی‌متر حاوی کوکوپیت و پرلیت (۱ : ۱) منتقل شدند. کوکوپیت یک محیط رشد با ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی مانند pH و هدایت الکتریکی مناسب می‌باشد (Abad *et al*., 2002). افزودن پرلیت به کوکوپیت باعث بهبود خصوصیات فیزیکی و هیدرولیکی بستر کشت شد (Ilahi and Ahmad, 2017). گلدان‌ها به‌مدت سه هفته جهت سازگاری با محیط در شرایط کنترل شده گلخانه نگهداری و سپس اولین مرحله محلول‌پاشی تیمارها انجام گرفت. برای بررسی اثر شوری بر رز مینیاتوری سه سطح شوری (۰، ۴ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر) در نظر گرفته شد. در این مدت، آبیاری برای تمام گلدان‌ها دو نوبت در هفته با آب مقطر و تغذیه با محلول غذایی هوگلند هفته‌ای یک نوبت همراه نوبت آبیاری انجام شد. اعمال تنش شوری به گونه‌ای انجام شد که مشابه بروز تنش شوری در طبیعت باشد. بر این اساس، مقدار نمک لازم برای حصول به شوری‌های مورد نظر (فرمول TDS=EC*640) محاسبه و با آب مقطر به گلدان‌ها داده شد (Ultman, 2013). برای اعمال سطوح شوری ابتدا یک محلول کلرید سدیم با غلظت معین تهیه گردید و بستر گلدان‌ها با حجم‌های مختلفی از آن به‌تدریج طوری آبیاری شد که قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع بستر از تیمار شاهد (آب آبیاری گلخانه ۲ دسی‌زیمنس بر متر) به ۴ و ۸ دسی زیمنس بر متر افزایش یابد. افزایش تدریجی سطح شوری بستر برای جلوگیری از وارد شدن شوک نمکی به گیاه انجام شد. در ضمن در شرایط واقعی مزرعه نیز شوری خاک بر اثر آبیاری با آب شور به‌تدریج افزایش می‌یابد. آبشویی جهت جلوگیری از انباشت نمک پیرامون ریشه برای هر تیمار در نظر گرفته شد. اولین تیمار بصورت محلول‌پاشی برگی سه هفته بعد از سازگاری با محیط گلخانه انجام گرفته و هفته چهارم استقرار درگلخانه سطوح شوری بصورت آبیاری اعمال شد. تیمارها ۵ بار با فاصله زمانی ده روز روی برگ‌ها اسپری و از توئین ۲۰[2] جهت افزایش جذب محلول‌پاشی استفاده شد. در مجموع در این پژوهش ۲۷ تیمار اعمال شد. فاکتورهای آزمایش شامل:

محلول‌پاشی برگی ملاتونین (M) با غلظت ۰، ۱، ۱۰ و ۱۰۰ میکرومولار در لیتر، در سطوح تنش صفر، ۴ و ۸ دسی زیمنس بر متر

محلول‌پاشی برگی اسید آسکوربیک (A) با غلظت ۰/۵، ۱/۵ و ۳ میلی‌مولار در لیتر، در سطوح تنش صفر، ۴ و ۸ دسی زیمنس بر متر

محلول‌پاشی برگی تیمار ترکیبی ملاتونین با غلظت ۱ میکرومولار×اسید آسکوربیک با غلظت ۰/۵ میلی‌مولار در لیتر (MA)، در سطوح تنش صفر، ۴ و ۸ دسی زیمنس بر متر

محلول‌پاشی برگی تیمار ترکیبی ملاتونین با غلظت ۱ میکرومولار×اسید آسکوربیک با غلظت ۱/۵ میلی‌مولار در لیتر (MB)، در سطوح تنش صفر، ۴ و ۸ دسی زیمنس بر متر

گلخانه دارای میانگین دمای بیشینه و کمینه به‌ترتیب ۲۸ و ۲۳ درجه سلسیوس و میانگین رطوبت نسبی بیشینه و کمینه به‌ترتیب ۵۸٪ و ۳۰٪ و میزان تابش فعال فتوسنتزی[3]، ۱۸۰ تا ۲۰۰ میکرومول بر متر مربع بر ثانیه بود. پس از پایان دوره اعمال تیمارها، شاخساره گیاهان از محل طوقه قطع و ریشه‌ها با دقت از خاک خارج شده و گل‌ولای آن‌ها شسته شد و نمونه‌های گیاهی به آزمایشگاه منتقل و صفت‌های مورد ارزیابی، اندازه‌گیری شد. ویژگی‌های مورفولوژیکی شامل تعداد گل و تعداد شاخه شمارش و طول عمر گل روی بوته و طول عمر گل درگلجای یادداشت شد. قطر گل(میانگین ۳ گل)، ارتفاع شاخه گل‌دهنده، طول میانگره، قطر ساقه، ارتفاع بوته(از پایین‌ترین قسمت ساقه تا جوانه انتهایی بلندترین شاخه)، طول دمگل بوسیله کولیس اندازه‌گیری شد. حجم ریشه به روش اختلاف حجم ایجاد شده پس از قرار دادن ریشه در حجم معینی از آب (قانون ارشمیدس) محاسبه گردید.

میزان استرس گیاه توسط دستگاه استرس متر[4] اندازه‌گیری شد (*Rykaczewska* and *Mańkowski, 2015*). سبزینه گیاه توسط دستگاه کلروفیل متر محاسبه و وزن تر اندام هوایی، ریشه و گل توسط ترازو دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ اندازه‌گیری و جهت اندازه‌گیری وزن آماسیده برگ و گل، نمونه‌ها در آب مقطر به‌مدت ۲۴ ساعت قرار گرفته و سپس توزین شدند. جهت محاسبه

1 Rosa *chinensis* var.minima
2 Tween20
3 Photosynthetically Active Radiation (PAR)
4 Pocket PEA-Hansatech Instrument Ltd

وزن خشک برگ، گل و ریشه نمونه‌ها در پاکت کاغذی قرار گرفته و به مدت ۷۲ ساعت در آون در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد خشک شـده و سپس وزن خشک اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری سطح برگ توسط دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ انجام گرفت. برگ‌ها از بالا وسط و پایین بوته انتخاب شدند.

اندازه‌گیری محتوای نسبی آب برگ[1] : ابتدا وزن تر نمونه‌ها اندازه‌گیری شده و سپس در آب مقطر به مدت ۲۴ ساعت قرار داده شدند. بعد از ۲۴ ساعت وزن اشباع برگ‌ها اندازه‌گیری و برگ‌ها به‌مدت ۲۴ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد در آون قرار گرفته و وزن خشک آن‌ها اندازه‌گیری شد. با قرار دادن اعداد در فرمول، محتوی نسبی آب برگ بدست آمد (Ritchie *et al.*, 1990).

$$RWC= F_w^{۲} - D_w^{۳} / S_w^{۴} - D_w \times ۱۰۰$$

نیتروژن به روش کجلدال، کلسیم و منیزیم به روش کمپلکسومتری، کلر به روش تیتراسیون و سدیم و پتاسیم با دستگاه فلیم فتومتر و به روش هامادا و النای اندازه‌گیری شد (Hamada and EL-nany, 1994). با آماده‌سازی استانداردهای قند محلول، نمونه‌ها توسط دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۴۸۵ نانومتر قرائت و منحنی استاندارد رسم گردید.

با قرار دادن میزان جذب نمونه‌های گیاهی در معادله خط مقدار قندهای محلول برگ و گلبرگ بدست آمد (Sheligl, 1986).

تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار Minitab16 و برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه دانکن در سطح احتمال ۵٪ انجام گرفت.

نتایج و بحث

تعداد شاخه و محتوی نسبی آب برگ

با توجه به نتایج بدست آمده از جدول تجزیه واریانس (جدول ۱)، اثر شوری بر تعداد شاخه و محتوی نسبی آب برگ در سطح ۱ درصد و اثر تیمار بصورت مستقل بر تعداد شاخه در سطح ۵ درصد و همچنین بر محتوی نسبی آب برگ در سطح ۱ درصد معنی‌دار و نتایج اثر متقابل سطوح مختلف شوری و محلول‌پاشی با تیمارها در تعداد شاخه در سطح ۵ درصد و بر محتوی نسبی آب برگ در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد.

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر تیمار و شوری بر تعداد شاخه و محتوی نسبی آب برگ

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	
		تعداد شاخه	محتوی نسبی آب برگ
شوری	۲	۲۶/۲۷۲**	۵۱۲/۴۹**
تیمار	۸	۲/۷۶۲*	۱۱۳/۹۳**
شوری×تیمار	۱۶	۱/۹۶۶*	۵۲/۱۰**
خطا آزمایش	۵۴	۱/۰۱۲	۷/۶۱
ضریب تغییرات		۲۱/۳۳	۲/۷۳

ns، * و ** به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌داری در سطح ۵٪ و ۱٪

با افزایش تنش شوری تعداد شاخه کاهش یافته و در محلول‌پاشی با تیمار ملاتونین ۱۰۰ میکرومولار در سطح شوری چهار دسی‌زیمنس بر متر نسبت به شاهد، ۴۱ درصد افزایش در تعداد شاخه مشاهده شد (شکل ۱). در پژوهش برروی باقلا[5]، کاربرد ملاتونین ۱۰۰ میکرومولار در خاک با سطوح شوری ۴- ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر، نسبت به شاهد افزایش تعداد شاخه و برگ و وزن تر شاخه و وزن خشک اندام هوایی مشاهده شد (El-Ghany and Attia, 2020).

ملاتونین در بهبود رشد و نمو و محافظت از گیاهان در برابر تنش‌های محیطی مانند تنش شوری نقش دارد و با تنظیم بیان ژن بر عملکرد گیاهان تأثیر می‌گذارد (Fan *et al.*, 2018).

با افزایش تنش شوری محتوی نسبی آب برگ کاهش پیدا کرده و اثر متقابل شوری در تیمار برروی محتوی نسبی آب برگ به تنهایی نشان داد، تیمار ترکیبی ملاتونین ۱ میکرومولار× اسید آسکوربیک ۱/۵ میلی‌مولار (MB) در سطح شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر (۸۳/۵۳ درصد)، بیشترین تاثیر را با افزایش ۲/۸ درصد نسبت به شاهد در کاهش اثرات مخرب شوری بر محتوی نسبی آب برگ داشت. در پژوهش روی باقلا[6]، تنش شوری باعث کاهش پارامترهای رشد (ارتفاع بوته، تعداد برگ، وزن تر و خشک گیاه)، محتوای نسبی آب و رنگدانه‌های فتوسنتزی شد و کاربرد ملاتونین

1 Leaf Relative Water Content (RWC)

۲ وزن تر برگ بلافاصله بعد از نمونه‌برداری

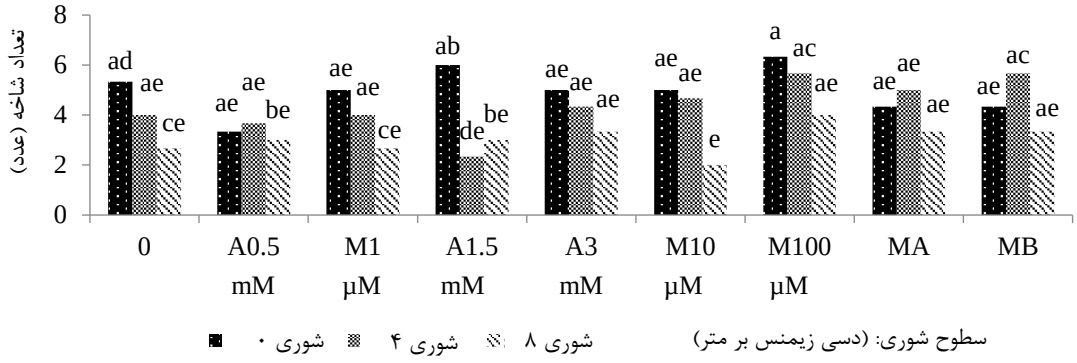
۳ وزن خشک برگ بعد از قرار گرفتن در آون

۴ وزن اشباع برگ بعد از قرار گرفتن در آب مقطر

5 Faba bean (*Vicia faba* L.)

6 *Vicia faba L.*

۱۰۰ و ۵۰۰ میکرومولار در لیتر، پارامترهای رشد و محتوی نسبی آب را بهبود بخشید (Dawood and El-Awadi, 2015).

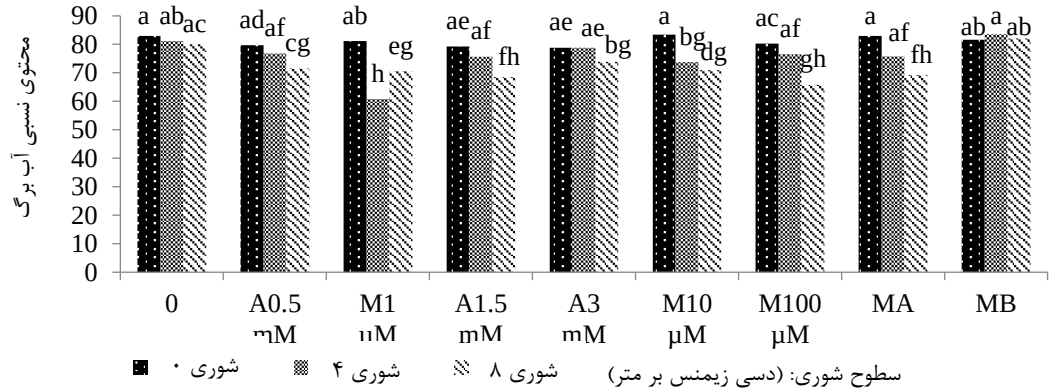


شکل ۱- اثر متقابل سطوح مختلف محلول‌پاشی تیمار و شوری بر تعداد شاخه (عدد)

M: تیمار ملاتونین، A: تیمار اسید آسکوربیک ، MA: تیمار ترکیبی ملاتونین ۱µM×اسید آسکوربیک ۰/۵، MB: تیمار ترکیبی ملاتونین ۱µM×اسید آسکوربیک ۱/۵mM

تصویر ۱- مقایسه تیمارهای شوری و کاربرد ملاتونین در رز مینیاتوری

M: تیمار ملاتونین، A: تیمار اسید آسکوربیک ، MA: تیمار ترکیبی ملاتونین ۱µM×اسید آسکوربیک ۰/۵، MB: تیمار ترکیبی ملاتونین ۱µM×اسید آسکوربیک ۱/۵mM



شکل ۲- اثر متقابل سطوح مختلف محلول‌پاشی تیمار و شوری بر محتوی نسبی آب برگ (درصد)

M: تیمار ملاتونین، A: تیمار اسید آسکوربیک ، MA: تیمار ترکیبی ملاتونین ۱µM×اسید آسکوربیک ۰/۵، MB: تیمار ترکیبی ملاتونین ۱µM×اسید آسکوربیک ۱/۵mM

خصوصیات گل

با توجه به نتایج بدست آمده از جدول تجزیه واریانس (جدول ۲)، اثر متقابل تیمار و شوری بر تعداد گل، قطر گل، ارتفاع شاخه گل‌دهنده و نسیت وزن تر به وزن خشک گل بوته در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد و همچنین اثر مستقل تنش شوری بر تعداد گل، قطر گل، عمر گل و نسیت وزن تر به وزن خشک گل در سطح ۱ درصد و اثر

مستقل تیمار بر تعداد گل و نسبت وزن تر گل به وزن خشک گل در سطح ۱ درصد و قطر گل در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد.

تعداد گل

با افزایش تنش شوری تعداد گل کاهش یافت. در پژوهش انجام گرفته برروی گل رز[1] با افزایش تنش شوری، کاهش جذب آب و کاهش تعداد گل مشاهده شد (Ali *et al*., 2014). تیمار اسید آسکوربیک ۳ میلی‌مولار در سطح شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر (۳۰عدد)، بیشترین اثر را بر تعداد گل (۳۶ درصد افزایش نسبت به شاهد) داشت (شکل ۳). در پژوهش انجام گرفته برروی گل ختمی[2] کاربرد اسید آسکوبیک باعث افزایش تعداد گل روی بوته شد (Fatma *et al*,. 2009). اسید آسکوربیک به‌عنوان کوفاکتور برای سنتز برخی از هورمون‌ها نظیر: جیبرلین و آبسیزیک اسید عمل می‌کند، از این‌رو می‌توان به طور غیرمستقیم به نقش آن در القای گلدهی اشاره کرد (Barth *et al*., 2006)

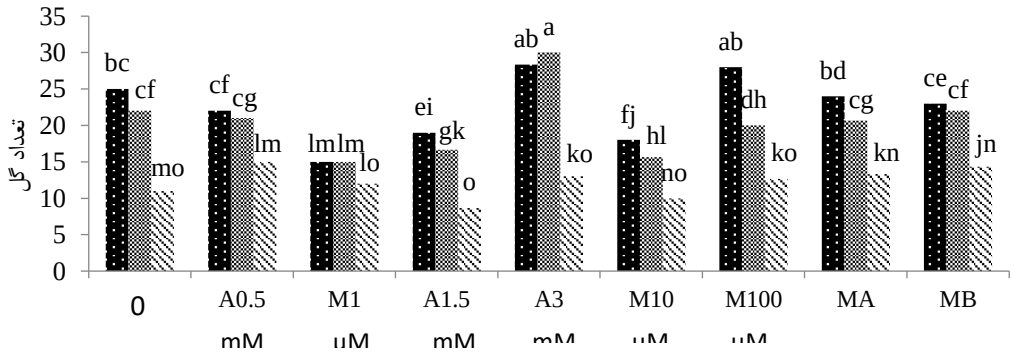
جدول ۲- تجزیه واریانس اثر تیمار و شوری بر خصوصیات گل

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		تعداد گل	قطر گل	عمرگل	ارتفاع شاخه گل‌دهنده	وزن تر به وزن خشک گل
شوری	۲	۷۹۰/۴۶**	۴۶۷/۶۶**	۵۶/۱۴ **	۵۶/۵۴ns	۲۳/۱۴**
تیمار	۸	۹۴/۴۸**	۲۴/۵۵*	۱/۶۱ ns	۳۱/۹۷ns	۶/۶۶**
شوری×تیمار	۱۶	۲۰/۰۱**	۳۳/۶۵**	۰/۳۴ ns	۶۶/۶۹**	۵/۰۱**
خطا آزمایش	۵۴	۱/۹۹	۹/۶۸	۱/۲۴	۲۳/۸۵	۰/۰۰۱
ضریب تغییرات		۷/۵۵	۷/۹۶	۲۵/۶۸	۲۱/۲۸	۱/۰۶

ns، * و ** به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌داری در سطح ۵٪ و ۱٪

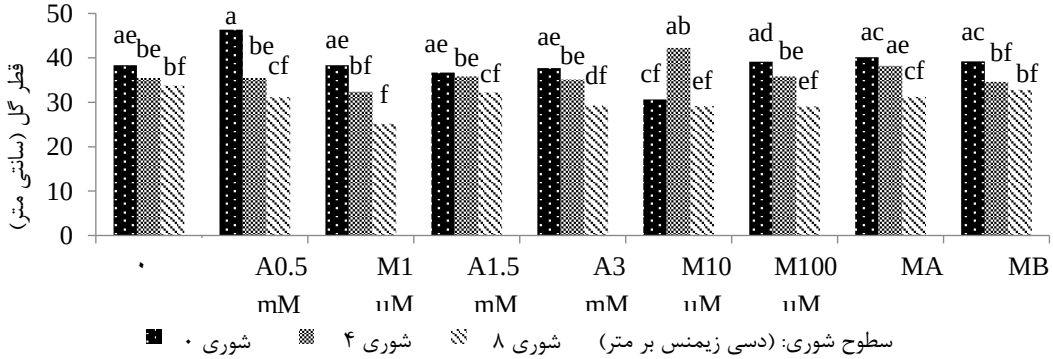
قطر گل

اثر متقابل تیمارها در سطوح مختلف شوری در سطح ۱ درصد معنی‌دار شده و محلول‌پاشی با تیمار ملاتونین ۱۰ میکرومولار در سطح شوری چهار دسی‌زیمنس بر متر نسبت به شاهد ۲۰ درصد افزایش نشان داد (شکل ۴). در این پژوهش با افزایش تنش شوری، قطر گل کاهش یافت. در پژوهش انجام گرفته برروی گل همیشه بهار[3] با افزایش میزان کلرید سدیم، کاهش قطر گل مشاهده شد (Bayat *et al*., 2013).



شکل ۳- اثر متقابل سطوح مختلف محلول‌پاشی تیمار و شوری بر تعداد گل (عدد)

M: تیمار ملاتونین، A: تیمار اسید آسکوربیک ، MA: تیمار ترکیبی ملاتونین۱µM×اسید آسکوربیک ۰/۵، MB: تیمار ترکیبی ملاتونین۱µM×اسید آسکوربیک ۱/۵mM



شکل ۴- اثر متقابل سطوح مختلف محلول‌پاشی تیمار و شوری بر قطر گل (سانتی‌متر)

M: تیمار ملاتونین، A: تیمار اسید آسکوربیک ، MA: تیمار ترکیبی ملاتونین۱µM×اسید آسکوربیک ۰/۵، MB: تیمار ترکیبی ملاتونین۱µM×اسید آسکوربیک ۱/۵mM

1 Rose (*Rosa damascina var. trigintipetala*)
2 Hibiscus (*Rosa-sinesis L.*)
3 Calendula (*Calendula officinalis L.*)

عمر گل

طبق نتایج بدست آمده از جدول تجزیه واریانس (جدول ۲)، اثر شوری بر عمر گل در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد. با افزایش تنش شوری، عمر گل کاهش پیدا کرد. pH بالای خاک باعث کاهش جذب مواد غذایی توسط گیاه شده و کیفیت گل را تحت‌تاثیر قرار می‌دهد (Baldotto and Baldotto, 2013).

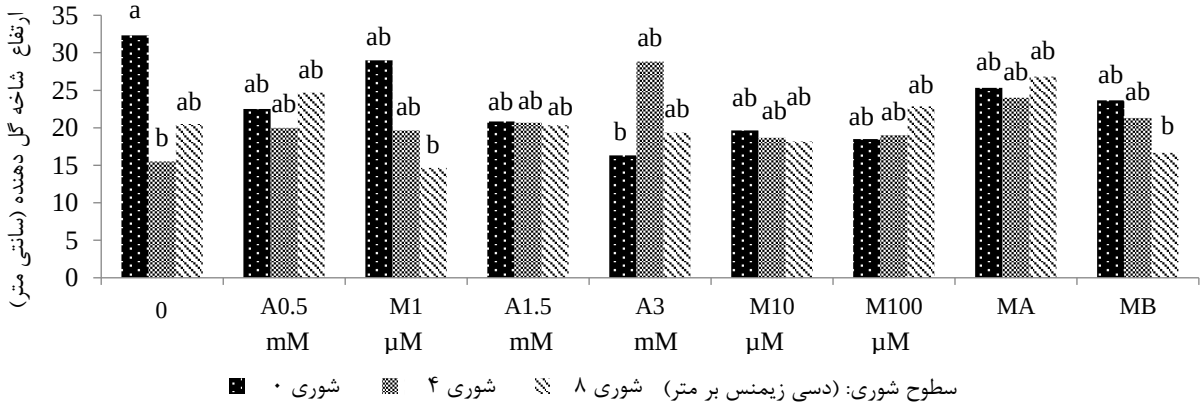
ارتفاع شاخه گل‌دهنده

طبق نتایج بدست آمده از جدول تجزیه واریانس (جدول ۲)، اثر متقابل شوری و تیمار بر ارتفاع شاخه گل‌دهنده در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد و محلول‌پاشی با تیمار اسید آسکوربیک ۳ میلی‌مولار در لیتر در سطح شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر (۲۸/۸۳ سانتی متر)، نسبت به شاهد ۸۶ درصد افزایش نشان داد (شکل ۵). اسید آسکوربیک روی غشای پلاسمایی اثر گذاشته و باعث افزایش توسعه دیواره سلولی و بزرگ شدن سلول‌ها می‌شود (Rayle and Cleland., 1992).

وزن تر به وزن خشک گل

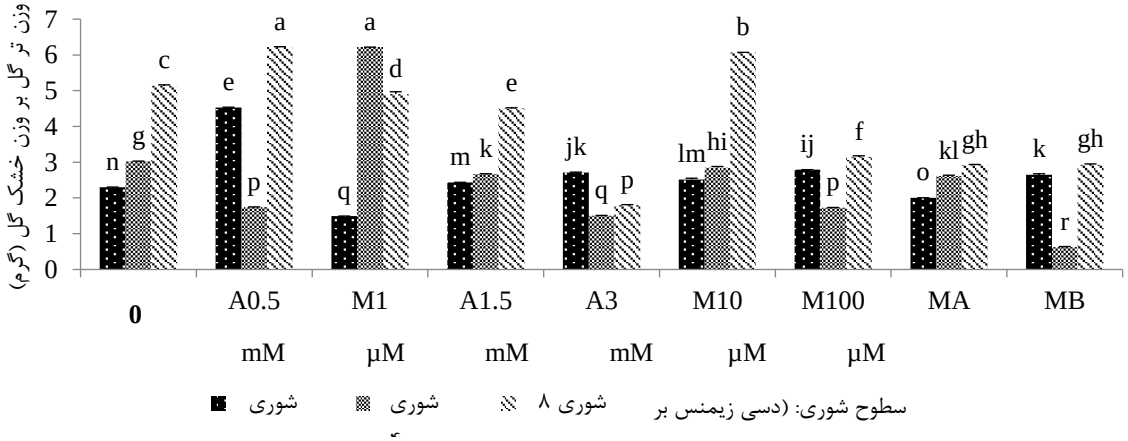
اثر متقابل تیمارها در سطوح مختلف شوری نشان داد (جدول ۲)، بیشترین اثر مربوط به محلول‌پاشی با اسید آسکوربیک ۰/۵ میلی-مولار (۶/۲۱ گرم) در سطح شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر بود که ۲۱ درصد نسبت به شاهد افزایش نشان داد (شکل۶).

پژوهش انجام شده روی گازانیا[1]، تیمار اسید آسکوربیک ۲۰۰ میلی‌مولار بر لیتر افزایش قابل ملاحظه‌ای در وزن تر و خشک گل نشان داد (Saeed, 2020). بهبود کیفیت رویشی و گل در نتیجه محلول‌پاشی با اسید آسکوبیک را می‌توان به‌دلیل فعالیت آن در عملکردهای مختلف، از جمله نقش کوفاکتور برای آنزیم‌های دخیل در فرآیندهای مختلف از جمله فلاونوئیدها، سنتز هورمون‌های گیاهی و چرخه گزانتوفیل دانست (Tullio and Arrigoni, 2004).



شکل ۵- اثر متقابل سطوح مختلف محلول‌پاشی تیمار و شوری بر ارتفاع شاخه گل‌دهنده

M: تیمار ملاتونین، A: تیمار اسید آسکوربیک، MA: تیمار ترکیبی ملاتونین۱µM×اسید آسکوربیک ۰/۵، MB: تیمار ترکیبی ملاتونین۱µM×اسید آسکوربیک ۱/۵mM



شکل ۶- اثر متقابل سطوح مختلف محلول‌پاشی تیمار و شوری بر وزن تر گل بر وزن خشک گل

M: تیمار ملاتونین، A: تیمار اسید آسکوربیک ، MA: تیمار ترکیبی ملاتونین۱µM×اسید آسکوربیک ۰/۵، MB: تیمار ترکیبی ملاتونین۱µM×اسید آسکوربیک ۱/۵mM

1 Gazania (*Gazania rigens L.*)

غلظت عناصرغذایی

با توجه به نتایج بدست آمده از جدول تجزیه واریانس (جدول۳)، اثر متقابل تیمارها با شوری بر غلظت عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلر، کلسیم، سدیم در سطح ۱ درصد و تنش شوری بر غلظت عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم و سدیم در سطح ۱ درصد و کلر در سطح ۵ درصد اثر معنی‌داری داشت. تنش شوری بر کلسیم تفاوت معنی‌داری را نشان نداد. همچنین اثر تیمارها بر غلظت نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلر، کلسیم، سدیم در سطح ۱ درصد معنی‌دار و بر فسفر تفاوت معنی‌داری را نشان نداد.

جدول ۳- تجزیه واریانس اثر تیمار و شوری بر غلظت عناصرغذایی سدیم، کلسیم، کلر، پتاسیم، فسفر و نیتروژن

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		نیتروژن	فسفر	پتاسیم	کلر	کلسیم	سدیم
شوری	۲	۵۶۲/۷۸**	۰/۰۰۰۰۰۰۴**	۲/۶۵**	۵۵۲۸*	ns۳/۱۸	۹/۵۱**
تیمار	۸	۸۰/۲۱**	ns۰/۰۰۰۰۰۰۴	۰/۰۸*	۵۵۷۷**	۲۱/۵۶**	۰/۰۷**
شوری×تیمار	۱۶	۴/۴۹**	۰/۰۰۰۰۰۰۹**	۰/۱۴**	۵۱۵۸**	۱۶/۱۵**	۰/۰۹**
خطا آزمایش	۵۴	۱/۲۶	۰/۰۰۰۰۰۰۲	۰/۰۳	۱۵۳۴	۶/۰۲	۰/۰۲
ضریب تغییرات		۵/۷۰	۰/۱۸	۵/۵۴	۲۳/۱۳	۱۸/۸۲	۶/۲۸

ns، * و ** به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌داری در سطح ۵٪ و ۱٪

نتایج اثر متقابل سطوح مختلف شوری و تیمارها بر غلظت نیتروژن برگ، بیشترین اثر را محلول‌پاشی با تیمار ملاتونین ۱۰۰ میکرومولار در سطح شوری چهار دسی‌زیمنس بر متر با ۴۳ درصد افزایش نسبت به شاهد نشان داد (شکل ۷). پژوهش انجام شده برروی خیار[1]، استفاده از ملاتونین ۰/۵ میلی‌مولار در لیتر آسیب-های ناشی از نیتروژن ۰/۶ میلی‌مولار را بر رشد گیاه را کاهش داد (Zhang *et al*., 2017).

فسفر

اثر متقابل تیمارها در سطوح مختلف شوری در مقدار غلظت فسفر برگ نشان داد، بیشترین اثر مربوط به محلول‌پاشی با ملاتونین ۱۰ میکرومولار با شوری چهار دسی‌زیمنس بر متر با افزایش ۰/۲ درصدی نسبت به شاهد بود (شکل ۸).

پتاسیم

با افزایش تنش شوری میزان غلظت پتاسیم کاهش یافت، بیشترین اثر متقابل تیمارها در سطوح مختلف شوری را محلول-پاشی با ملاتونین ۱۰۰ میکرومولار در شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر (۳/۲۵ میلی‌گرم در گرم وزن خشک) با ۱۱ درصد افزایش نسبت به شاهد، نشان داد (شکل ۹). ملاتونین ممکن است با کنترل بیان ژن‌های کانال یونی تحت تنش شوری، به حفظ تعادل یونی کمک کرده و مقاومت به شوری را در گیاهان بهبود ببخشد (Li *et al*., 2012).

کلر

بیشترین اثر متقابل تیمارها در سطوح مختلف شوری، مربوط به محلول‌پاشی با تیمار اسید آسکوربیک ۰/۵ میلی‌مولار در لیتر در سطح شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر با کاهش ۶۶ درصدی نسبت به شاهد مشاهده شد (شکل ۱۰).

شوری یک تنش یونی شدید است. یکی از زیان‌بارترین اثرهای تنش شوری انباشت یون‌های سدیم و کلر در بافت گیاهانی است که در تماس با غلظت‌های بالای کلرید سدیم قرار می‌گیرند. ورود یون‌های سدیم و کلر در یاخته سبب عدم تعادل یونی شده و می‌تواند به بی‌نظمی‌های فیزیولوژیکی مهمی منجر شود .غلظت زیاد سدیم از جذب پتاسیم که یک عنصر مهم برای رشد و نمو است جلوگیری می‌کند و سبب کاهش تولید می‌شود (Kataria and Verma, 2018).

کلسیم

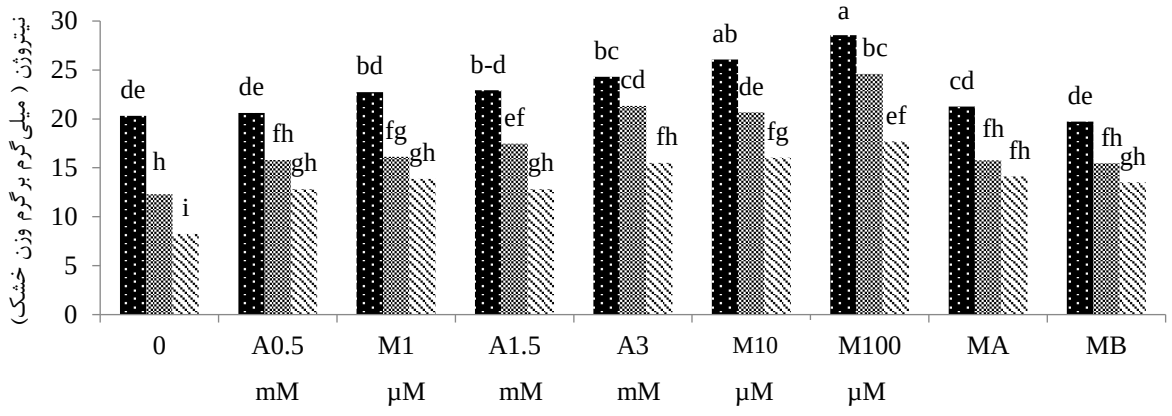
اثر متقابل تیمارها در سطوح مختلف شوری در مقدار غلظت کلسیم برگ نشان داد، بیشترین اثر مربوط به محلول‌پاشی با ملاتونین ۱ میکرومولار در سطح شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر (۱۴/۴ میلی‌گرم در گرم وزن خشک) با افزایش ۵۰ درصدی نسبت به شاهد مشاهده شد (شکل ۱۱). در پژوهش انجام گرفته بر توت‌فرنگی[2]، محلول پاشی هفتگی ملاتونین ۱۰۰ و ۲۰۰ میکرومولار بر غلظت عناصرغذایی اثر افزایشی داشت (Zahedi *et al*., 2020).

سدیم

اثر متقابل تیمارها در سطوح مختلف شوری در مقدار غلظت سدیم برگ نشان داد که بیشترین اثر مربوط به تیمار تیمار اسید آسکوربیک ۰/۵ میلی‌مولار در سطح شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر

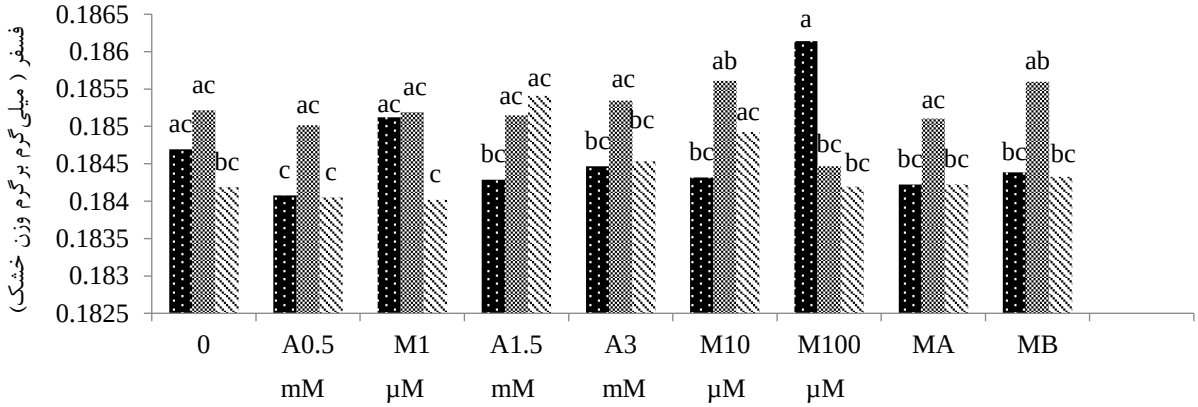
1 cucumber (*Cucumis sativus* L. "Jin You No. 1")
2 Strawberry (*Fragaria* × *ananassa* Duch.)

(کاهش ۱۹ درصدی نسبت به شاهد) مشاهده شد (شکل ۱۲). محلول‌پاشی اسید آسکوربیک ممکن است اسیدهای آلی دفع شده از ریشه‌ها به خاک را افزایش داده و به‌دنبال آن، حلالیت عناصر غذایی که در منطقه ریزوسفر آزاد می‌شوند، افزایش یابد (Ahmed, 1996).



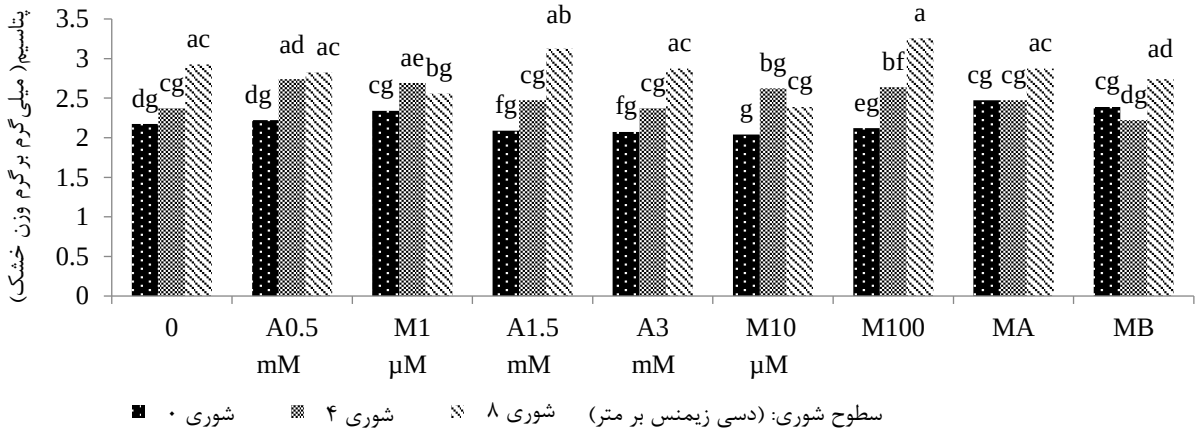
شکل ۷- اثر متقابل سطوح مختلف محلول‌پاشی تیمار و شوری بر غلظت نیتروژن

M: تیمار ملاتونین، A: تیمار اسید آسکوربیک ، MA: تیمار ترکیبی ملاتونین ۱µM×اسید آسکوربیک ۰/۵، MB: تیمار ترکیبی ملاتونین ۱µM×اسید آسکوربیک ۱/۵mM



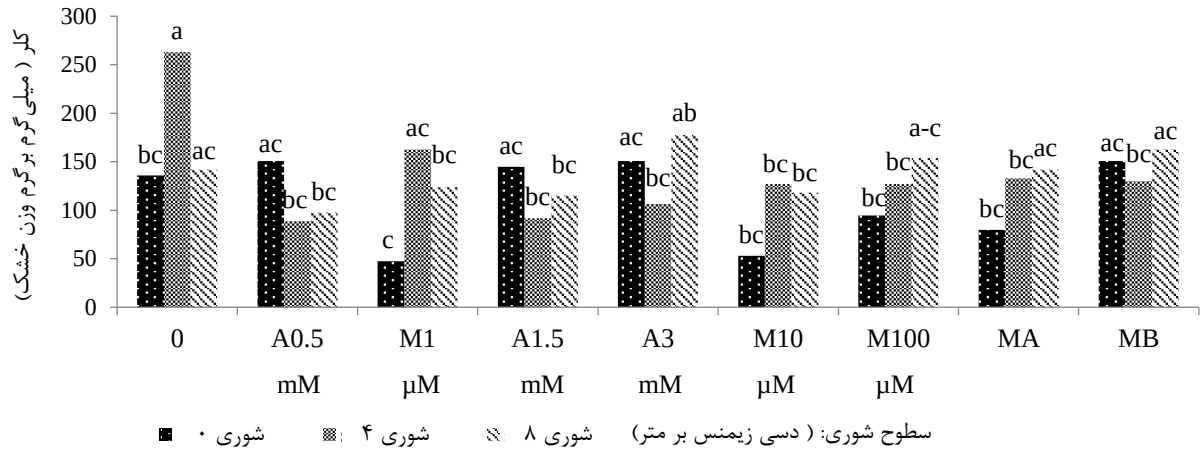
شکل ۸- اثر متقابل سطوح مختلف محلول‌پاشی تیمار و شوری بر غلظت فسفر

M: تیمار ملاتونین، A: تیمار اسید آسکوربیک ، MA: تیمار ترکیبی ملاتونین ۱µM×اسید آسکوربیک ۰/۵، MB: تیمار ترکیبی ملاتونین ۱µM×اسید آسکوربیک ۱/۵mM



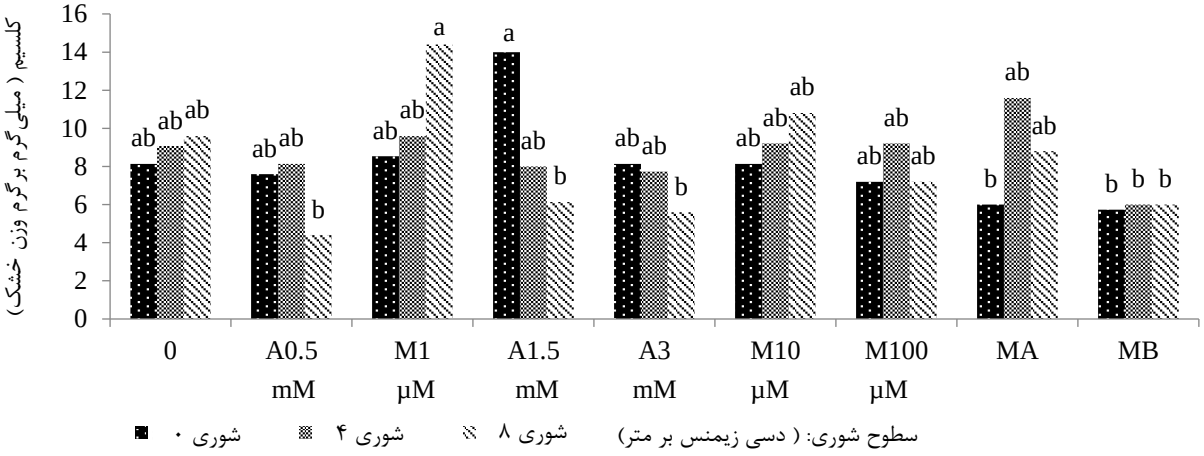
شکل ۹- اثر متقابل سطوح مختلف محلول‌پاشی تیمار و شوری بر غلظت پتاسیم

M: تیمار ملاتونین، A: تیمار اسید آسکوربیک ، MA: تیمار ترکیبی ملاتونین۱µM×اسید آسکوربیک ۰/۵، MB: تیمار ترکیبی ملاتونین۱µM×اسید آسکوربیک ۱/۵mM



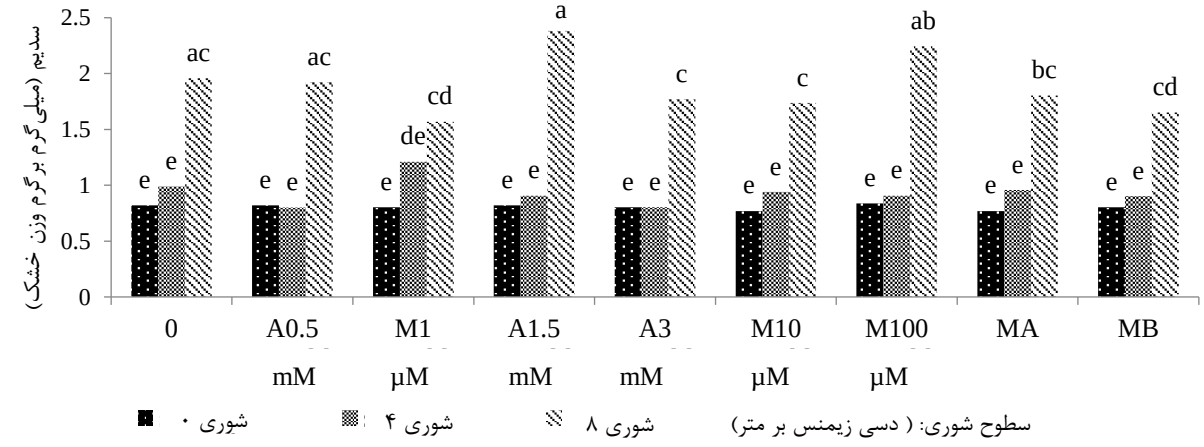
شکل ۱۰- اثر متقابل سطوح مختلف محلول‌پاشی تیمار و شوری بر غلظت کلر

M: تیمار ملاتونین، A: تیمار اسید آسکوربیک ، MA: تیمار ترکیبی ملاتونین ۱µM×اسید آسکوربیک ۰/۵، MB: تیمار ترکیبی ملاتونین ۱µM×اسید آسکوربیک ۱/۵mM



شکل ۱۱- اثر متقابل سطوح مختلف محلول‌پاشی تیمار و شوری بر غلظت کلسیم

M: تیمار ملاتونین، A: تیمار اسید آسکوربیک ، MA: تیمار ترکیبی ملاتونین ۱µM×اسید آسکوربیک ۰/۵، MB: تیمار ترکیبی ملاتونین ۱µM×اسید آسکوربیک ۱/۵mM



شکل ۱۲- اثر متقابل سطوح مختلف محلول‌پاشی تیمار و شوری بر غلظت سدیم

M: تیمار ملاتونین، A: تیمار اسید آسکوربیک ، MA: تیمار ترکیبی ملاتونین ۱µM×اسید آسکوربیک ۰/۵، MB: تیمار ترکیبی ملاتونین ۱µM×اسید آسکوربیک ۱/۵mM

قند محلول برگ، گلبرگ و پرولین

قند محلول برگ

با توجه به نتایج بدست آمده از جدول تجزیه واریانس (جدول ۴)، اثر متقابل شوری و تیمار بر غلظت قند محلول برگ در سطح ۵ درصد و بر غلظت قند محلول گلبرگ و پرولین در سطح ۱ درصد و اثر سطوح مختلف تیمارها بر غلظت قند محلول برگ، گلبرگ و

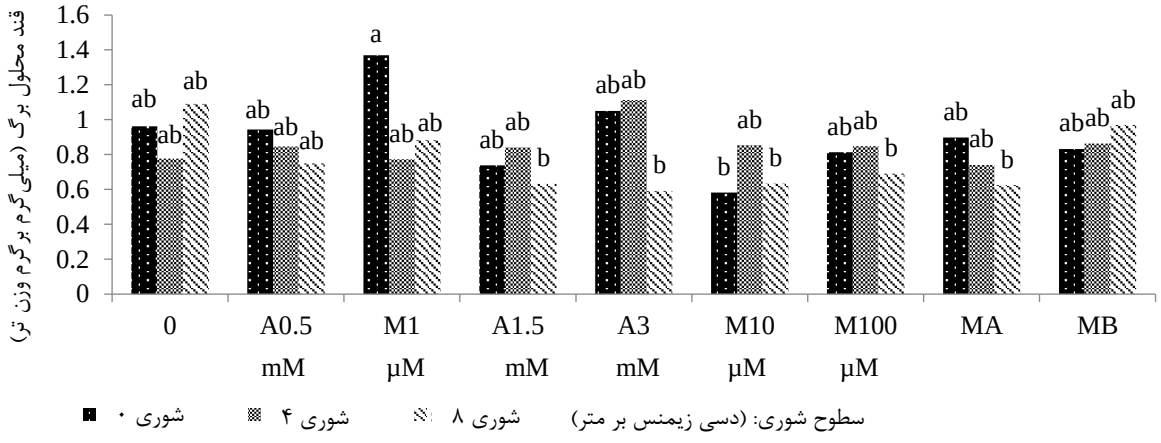
پرولین در سطح ۱ درصد و اثر سطوح مختلف شوری بر قند محلول گلبرگ و پرولین در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد.

اثر متقابل سطوح مختلف شوری و محلول‌پاشی با تیمارها در میزان قند محلول برگ نشان داد، بیشترین میزان قند محلول برگ در محلول‌پاشی با تیمار ملاتونین ۱ میکرومولار در سطح شوری هشت دسی‌زیمنس بر متر (۱/۲۱ میلی‌گرم در گرم وزن تر) با افزایش ۱۱ درصدی نسبت به شاهد، بود (شکل ۱۳). ملاتونین در سطوح مختلف باعث افزایش معنی‌داری در عملکرد، کربوهیدرات، پروتئین، نیتروژن، فسفر، پتاسیم، فلاونوئیدها، محتوای فنلی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی شد. ملاتونین ۵۰۰ میکرومولار بهترین و موثرترین تیمار در کاهش اثرات مضر تنش شوری در گندم بود (Sadak, 2016).

جدول ۴- تجزیه واریانس اثر تیمار و شوری بر قند محلول برگ، قند محلول گلبرگ و پرولین (میلی‌گرم بر گرم وزن تر)

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		قند محلول برگ	قند محلول گلبرگ	پرولین
شوری	۲	۰/۰۸ ns	۰/۸۹**	۰/۰۲**
تیمار	۸	۰/۱۵**	۱/۲۳**	۰/۰۰۷**
شوری×تیمار	۱۶	۰/۰۹*	۰/۷۰**	۰/۰۰۲**
خطا آزمایش	۵۴	۰/۰۳	۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۰۳
ضریب تغییرات		۱۶/۳۳	۱/۲۴	۲۰/۱۴

ns، * و ** به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌داری در سطح ۵٪ و ۱٪

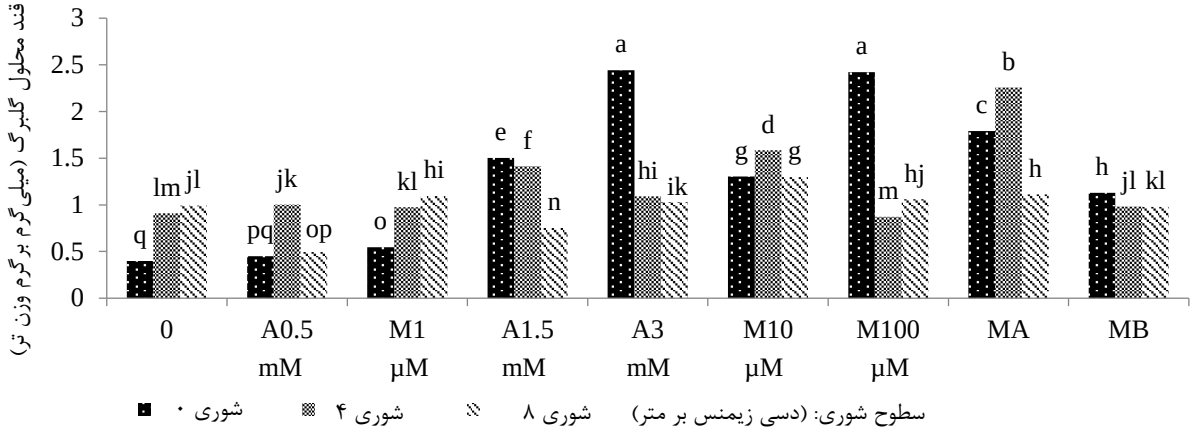


شکل ۱۳- اثر متقابل سطوح مختلف محلول‌پاشی تیمار و شوری بر قند محلول برگ

M: تیمار ملاتونین، A: تیمار اسید آسکوربیک ، MA: تیمار ترکیبی ملاتونین۱µM×اسید آسکوربیک ۰/۵، MB: تیمار ترکیبی ملاتونین۱µM×اسید آسکوربیک ۱/۵mM

قند محلول گلبرگ

باتوجه به اثر متقابل سطوح مختلف شوری و تیمار ، بیشترین میزان قند محلول برگ در محلول‌پاشی با تیمار ترکیبی ملاتونین ۱ میکرومولار× اسید آسکوربیک ۰/۵ میلی‌مولار (MA) در سطح شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر (افزایش ۱۵۰ درصدی نسبت به شاهد) مشاهده شد (شکل ۱۴). تجمع ساکارز موجب حفظ فسفولیپیدهای غشاء شده و از تغییرات ساختاری در پروتئین‌های سلول جلوگیری می‌کند. علت تجمع قندهای محلول در طی تنش شوری این است که قندهای نامحلول (نشاسته) تجزیه شده و قندهای محلول را ایجاد می‌کند تا پتانسیل اسمزی را حفظ کرده و خطر دهیدراتاسیون را کاهش دهد. علاوه بر این کاهش مصرف قند به دلیل کاهش فتوسنتز در طی تنش شوری نیز عامل دیگری برای افزایش غلظت قندهای محلول در سلول می‌تواند باشد (Parvaiz and Satyawati, 2008).کربوهیدرات‌ها عمدتا از طریق فرآیند فتوسنتز تامین می‌شوند و میزان فتوسنتز معمولا در گیاهانی که در معرض شوری به‌ویژه کلریدسدیم هستند، کمتر است (Ashraf and Harris, 2004).

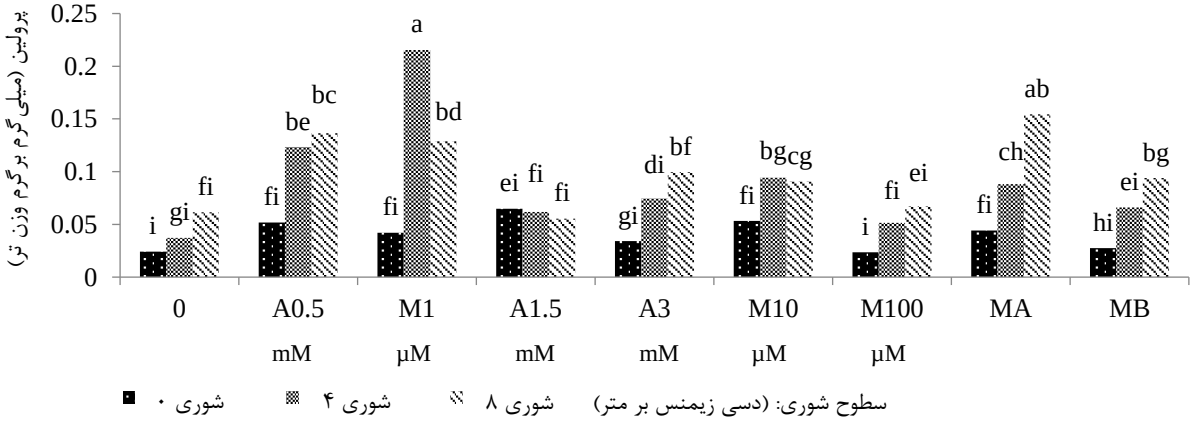


شکل ۱۴- اثر متقابل سطوح مختلف محلول‌پاشی تیمار و شوری بر قند محلول گلبرگ

M: تیمار ملاتونین، A: تیمار اسید آسکوربیک ، MA: تیمار ترکیبی ملاتونین ۱µM×اسید آسکوربیک ۰/۵، MB: تیمار ترکیبی ملاتونین ۱µM×اسید آسکوربیک ۱/۵mM

پرولین

با توجه به نتایج بدست آمده از جدول تجزیه واریانس (جدول۴)، اثر سطوح مختلف شوری، تیمارها و اثر متقابل شوری در تیمار در پرولین در سطح ۱٪ معنی‌دار شد. اثر متقابل سطوح مختلف شوری و محلول‌پاشی با تیمارها در میزان پرولین نشان داد، بیشترین اثر در محلول‌پاشی با تیمار ملاتونین ۱ میکرومولار در سطح شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر (با افزایش ۴۸۱ درصدی نسبت به شاهد) بود (شکل ۱۵) که میتوان به عملکرد ملاتونین به‌عنوان آنتی اکسیدان در جلوگیری از تخریب پرولین اشاره کرد (Sarropoulou *et al*., 2012).



شکل ۱۵- اثر متقابل سطوح مختلف محلول‌پاشی تیمار و شوری بر پرولین

M: تیمار ملاتونین، A: تیمار اسید آسکوربیک ، MA: تیمار ترکیبی ملاتونین ۱µM×اسید آسکوربیک ۰/۵، MB: تیمار ترکیبی ملاتونین ۱µM×اسید آسکوربیک ۱/۵mM

نتیجه‌گیری

در مجموع، تنش شوری باعث کاهش خصوصیات مورفولوژیکی مانند، کاهش تعداد شاخه، ارتفاع شاخه، تعداد گل، عمر گل شد. در این پژوهش موثرترین تیمار در محلول‌پاشی با تیمار اسید آسکوربیک ۳ میلی‌مولار مشاهده شد که تعداد گل و ارتفاع شاخه را نسبت به شاهد افزایش داد. بنابراین می‌توان از توانایی این آنتی اکسیدان در راستای بهبود رشد و نمو گل رز مینیاتوری در شرایط تحت تنش شوری استفاده کرد. تداوم تحقیقات در شرایط گلخانه و زمین پیشنهاد می‌شود.

"هیچ‌گونه تعارض منافع بین نویسندگان وجود ندارد"

REFERENCES

Abad M, Noguera P, Puchades R, Maquieira A. and Noguera, V. (2002). Physico-chemical and chemical properties of some coconut coir dusts for use as a peat substitute for containerised ornamental plants. *Bioresource Technology* 82(3): 241-245.

Ahmed, A.H. (1996). Physiological studies on tiploun and nitrate accumulation in lettuce plants. J. Agric. Sci., Mansoura Univ., 21: 3971-3994.

Ahmed P, Jaleel C.A., Azooz M, and Nabi G. (2009). Generation of ROS and non-enzymatic antioxidants during abiotic stress in plants. *Botany Research International.* 2: 11-20

Akram N. A., Shafigh F, and Ashraf M. (2017). Ascorbic Acid-A Potential Oxidant Scavenger and Its Role in Plant Development and Abiotic Stress

Tolerance. *Frontiers in Plant Science journal.* 8:613. doi: 10.3389/fpls.2017.00613

Ali, E.F., Bazaid, S.A. & Hassan, F.A.S. (2014). Salinity tolerance of taif roses by gibberellic acid (GA3). International Journal of Science and Research, 3(11), 184-192. http://doi.org/10.2298/ABS1602116089A.

Allegra M, Reiter R, Tan D, Gentile C, Tesoriere, Livrea M. (2003). The chemistry of melatonin`s insteraction with reaction species. Journal of Pineal Reserch. 34:1 – 10. 10.1034/j.1600-079X.2003.02112.x.

Ashraf M, and Harris P. (2004). Potential Biochemical Indicators of Salinity Tolerance in Plants. *Plant Science*. 166. 3-16. 10.1016/j.plantsci.2003.10.024.

Baldotto, M.A., and L.E.B. Baldotto. 2013. *Gladiolus* development in response to bulb treatment with different concentrations of humic acids. Revista Ceres 60:138-142.

Barth, C., De Tullio, M., and Conklin, P. L. (2006). The role of ascorbic acid in the control of flowering time and the onset of senescence. *J. Exp. Bot.* 57, 1657–1665. doi: 10.1093/jxb/erj198

Bayat H, Alirazaie M, Neamati H, and Abdollahi Saadabad A. (2013). Effectof silicon on growth and ornamental traits of salt-stressed calendula (*Calendula officinalis* L.). *Journal of Ornamental Plants*. 3(4): 207-214.

Billah M, Rohman M, Neelima H, and Shalim U. (2017). Exogenous ascorbic acid improved tolerance in maize (*Zea maize* L.) by increasing antioxidant activity under salinity stress. AfricanJournalof Agricultural Research, 12(17), pp. 1437-1446, DOI: 10.5897/AJAR2017.12295.

Dawood MG, El-Awadi ME. (2015). Alleviation of salinity stress on *Vicia faba* L. plants via seed priming with melatonin. Acta biol. Colomb. 20(2):223-235.

El-Ghany, M. F. A., & Attia, M. (2020). Effect of exopolysaccharideproducing bacteria and melatonin on faba bean production in saline and non-saline soil. Agronomy, 10(3), 316. https://doi.org/10.3390/ agronomy10030316.

Fan, J., Xie, Y., Zhang, Z., & Chen, L. (2018). Melatonin: A Multifunctional Factor in Plants. *International journal of molecular sciences*, *19*(5), 1528. https://doi.org/10.3390/ijms19051528.

Fatma, E.; El-Quesni, M.; El-Aziz, A.; Nahed, G.; Kandil, M.M. (2009). Some studies on the effect of ascorbic acid and α-tocopherol on the growth and some chemical composition of *Hibiscus rosasineses* L. at Nubaria. *Ozean J. Appl. Sci.* 2009, *2*, 159–167.

Gupta, B and Huang, B. (2014). Mechanism of Salinity Tolerance in Plants: Physiological, Biochemical, and Molecular Characterization. Department of Biological Sciences (Section Biotechnology), Presidency University, 86/1 College Street, Kolkata 700073, India Department of Plant Biology and Pathology, Rutgers University, New Brunswick, NJ 08901, USA.

Hegazi A.M., and El-Shraiy A.M. (2017). Stimulation of photosynthetic pigments, anthocyanin, antioxidant enzymes in salt stressed Red Cabbage plants by ascorbic acid and potassium silicate. *Middle East Journal of Agriculture Research*, 6(2):553-568.

Hamada A. M, and EL-enany A.E. (1994). Effect of NaCl salinity on growth, pigment and mineral element contents, and gas exchange of broad bean and pea plants. *Biologia Plantarum*, 36: 75- 81.

Ilahi W F and Ahmad D. (2017). A Study on the physical and hydraulic characteristics of cocopeat perlite mixture as a growing media in containerized plant production. *Sains Malaysiana*. 46: 975-980. 10.17576/jsm-2017-4606-17.

Jesus, J. M., Danko, A. S., Fiuza, A. and Borges, M.T. (2015). Phytoremediation of salt-affected soils: a review of processes, applicability, and the impact of climate change, Environmental Science and Pollution Research. 22, 6511-6525.

Kataria S, and Verma S.K. (2018). Salinity stress responses and adaptive mechanism in major glycophytic crops: The story so far. In salinity responses and tolerance in plants. Springer International Publishing.1:1-39.

Kostopoulou Z Therios I, Roumeliotis E, Kanellis A, and Molassiotis A. (2014). Melatonin combined with ascorbic acid provides salt adaptation in Citrus aurantium L. seedlings. *Plant Physiology and Biochemistry* : PPB / Societe francaise de physiologie vegetale. 86C. 155-165. 10.1016/j.plaphy.2014.11.021.

Kumar Nagda J, Nishant A.B, Deepmala K, Akhouri H, and Dinesh K. (2017). Mitigating effect of foliar applied ascorbic acid on morpho-physiological, biochemical changes and yield attributes induced by salt stress in *Vigna radiate.* Department of Plant Physiology, Institute of Agricultural Sciences, Banaras Hindu University, Varanasi-221-005(U.P), India. 112-116.

Li C, Wang P, Wei Z, Liang D, Liu C, Yin L, Jia D, Fu M, and Ma F. (2012). The mitigation effects of exogenous melatonin on salinity-induced stress in *Malus hupehensis*. Department of Pomology, College of Horticulture, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China. pp 298-306.

Parvaiz A, and Satyawati S. (2008). Salt stress and phyto-biochemical responses of plants - A review. *Plant, Soil and Environment*. 54. 10.17221/2774-PSE.

Ritchie S.W, and Nguyen H.T. (1990). Leaf water content and gas exchange parameters of two wheat genotypes differing in drought resistance. *Crop Science*, 30: 105-111.

Rykaczewska K, and Mańkowski D. (2015). The effect of physiological age of potato plants on chosen chlorophyll fluorescence parameters. *Plant Soil and Environment.* 61. 462-467.

10.17221/474/2015-PSE.

Rayle, D.L., and Cleland, R.E. 1992. The Acid Growth Theory of auxin-induced cell elongation is alive and well. Plant Physiology, 99(4): 1271-1274.

Sadak M. (2016). Mitigation of salinity adverse effects of on wheat by grain priming with melatonin. Botany Department, National Research centre, Dokki, Giza, Egypt. pp 85-97.

Saeed, Abdul Kareem A.J. Mohammad. (2020). Effect of ascorbic and salicylic acids on growth and flowering of Gazania cv. Frosty Kiss Mixed. *Ornamental Horticulture*, *26*(4), 537-544. Epub November 09, 2020.https://dx.doi.org/10.1590/2447-536x.v26i4.2118.

Sheligl HQ. (1986). Die verwertung orgngischer souren durch chlorella lincht. Planta Journal. 47-51. (With English abstract).

Sarropoulou, V., Dimassi-Theriou, K., Therios, I., & Koukourikou-Petridou, M. (2012). Melatonin enhances root regeneration, photosynthetic pigments, biomass, total carbohydrates and proline content in the cherry rootstock PHL-C (Prunus avium × Prunus cerasus). *Plant physiology and biochemistry : PPB*, *61*, 162–168. https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2012.10.001.

Tullio, M.C., Arrigoni, O. (2004). Hopes, disillusions and more hopes from vitamin C. Cellular and Molecular Life Sciences, v.61, n.2, p.209-219, 2004. https://doi. org/10.1007/s00018-003-3203-8.

Ultman, J. L., (2013). *Soil salinity in agricultural systems: the basics*. Accessed on 29th Agust 2017 (2013), from http://hos.ufl.edu/sites/default/files/faculty/Ultman.pdf.

Valquiria Dos Ries, M., Mendonca Figueiredo J.R., Paiva, R., Pedrosa Correa Da Silva, D., Nunes De Faria, C.V and Vaughn Rouhana, L. (2016). Salinity in rose production, p. 228-234.

Zahedi, S. M., Hosseini, M. S., Abadía, J. and M.Marjani (2020). Melatonin foliar sprays elicit salinity stress tolerance and enhance fruit yield and quality in strawberry (Fragaria × ananassaDuch.). Plant Physiology and Biochemistry, 149: 313-323. https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2020.02.021

Zhang N, Sun Q, Zhang H, Cao Y, Weeda S, Ren S, and GouYD. (2015). Roles of melatonin in abiotic stress resistance in plants. *Journal of Experimental Botany*, 66(3): 647–656.

Zhang R, Sun Y, Liu Z, Jin W, and Sun Y. (2017). Effects of melatonin on seedling growth, mineral nutrition, and nitrogen metabolism in cucumber under nitrate stress. *Jurnal of Pineal Rresearch*. 62:e12403.