اثر کاربرد ملاتونین بر فیزیولوژی و رشد فلفل دلمه‌ای تحت تنش شوری

فریدون الواری[۱]، مریم حقیقی[۲*]، علی‌اکبر رامین[۳]، احمدرضامحمدی[۱]
[۱]دانشجوی کارشناسی ارشد گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان
[۲*]استادیار گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان
[۳]پروفسور گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان
* نویسنده مسئول: mhaghighi@cc.iut.ac.ir

چکیده

این پژوهش به‌منظور بررسی اثر ملاتونین روی افزایش مقاومت فلفل دلمه‌ای به شوری به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار و هر تکرار شامل ۳ بوته، با اعمال تیمارهای شوری در سه سطح صفر، ۱۰۰ میلی‌مولار و ۲۰۰ میلی‌مولار و محلول‌پاشی چهار سطح ملاتونین با غلظت‌های ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میکرومولار و محلول‌پاشی با آب مقطر به‌عنوان تیمار شاهد انجام شد. تیمار ملاتونین اثر معنی‌داری بر وزن خشک‌ریشه نداشت اما تیمار ملاتونین ۱۵۰ میکرومولار بیشتر مقدار وزن خشک را سبب شد. بیشترین وزن خشک شاخساره مربوط به محلول‌پاشی گیاهان شاهد با ملاتونین ۵۰ و ۱۰۰ میکرومولار و کمترین وزن خشک مربوط به گیاهان تحت تنش شوری ۲۰۰ میلی‌مولار بوده است. در شوری ۲۰۰ میلی‌مولار نیز با افزایش سطوح ملاتونین محتوای کلروفیل به‌طور معنی‌داری کاهش‌یافته است ولی در غلظت ۱۵۰ میکرومولار مجدداً افزایش‌یافته است. نتایج نشان داد که به‌طورکلی شوری منجر به کاهش صفات رویشی، پارامترهای فتوسنتزی، پروتئین و فعالیت آنزیم‌ها گردید و فعالیت آنتی‌اکسیدانی کل را افزایش داد. کاربرد ملاتونین در غلظت ۲۰۰ میلی مولار بیشترین مقاومت را در گیاه ایجاد نمود و سبب افزایش میزان پروتئین و بهبود فعالیت آنزیم‌ها در گیاه فلفل دلمه‌ای گردید.

کلمات کلیدی: تنش‌های غیرزنده، کاتالاز، پراکسیداز

مقدمه

در میان تنش‌های غیرزنده، شوری محدودکننده‌ترین عامل برای تولید محصولات در سرتاسر جهان محسوب می‌شود تنش شوری بر خصوصیات فیزیولوژی، مورفولوژی، آناتومی، ترکیبات شیمیایی و میزان آب بافت گیاهان مؤثر می‌باشد. در آغاز پیشرفت تنش شوری درون گیاه، تمامی فرآیندهای عمده از قبیل فتوسنتز، سنتز پروتئین و متابولیسم چربی و انرژی تحت تأثیر قرار می‌گیرند، که این تأثیر می‌تواند از طرق مختلف ازجمله کاهش پتانسیل اسمزی خاک که دسترسی ریشه‌های گیاه به آب را کاهش می‌دهد؛ یا برهم زدن ساختار فیزیکی خاک که باعث تهویه ضعیف و نفوذپذیری کمتر به آب می‌شود و تجمع بیش‌ازحد یون‌ها در سلول که باعث تغییر متابولیسم سلولی (سمیت یون، اختلالات تغذیه‌ای، تنش اکسیداتیو، به‌هم‌ریختگی غشاء، کاهش تقسیم و رشد سلولی) می‌شود، اتفاق افتد. فلفل دلمه‌ای یک محصول مهم کشاورزی است که هم به خاطر ارزش غذایی و هم به خاطر ارزش میوه‌های آن و همچنین به خاطر رنگ‌های طبیعی و ترکیبات آنتی‌اکسیدانی بسیار موردتوجه قرارگرفته است. گیاه فلفل با هدایت الکتریکی بحرانی برابر با ۱/۵ دسی زیمنس بر متر در ردیف گیاهان حساس به شوری قرار دارد (Rao *et al.*, 2013). ملاتونین با نام شیمیایی N- استیل ۵- متوکسی تریپتامین است که در یک طیف گسترده‌ای از گونه‌های گیاهی ازجمله غلات، حبوبات، سبزیجات و غیره کشف‌شده است. درواقع به نظر می‌رسد که بافت‌های گیاهی حاوی سطحی از ملاتونین هستند. همچنین مطالعات نشان می‌دهد که ملاتونین در بسیاری عملکردهای گیاهان، ازجمله

IrHC2019

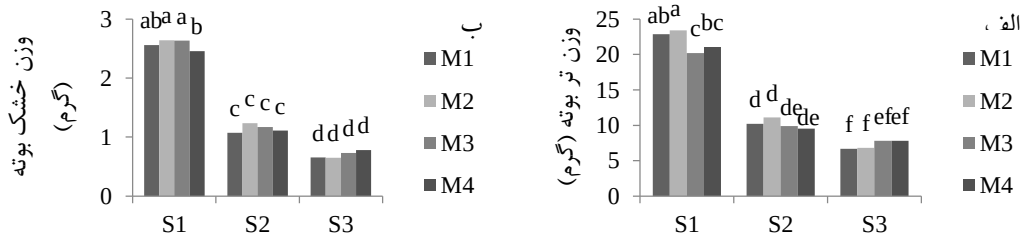
تنظیم میتوز، تأخیر در القای گلدهی، باز زایی ریشه‌های نابجا و جانبی، تحریک رشد هیپوکوتیل، کلئوپتیل و ریشه و محافظت در برابر تنش سرما، تنش شوری و تنش سمیت یون‌های مس نقش دارد (Korkmaz *et al*., 2014).

مواد و روش‌ها

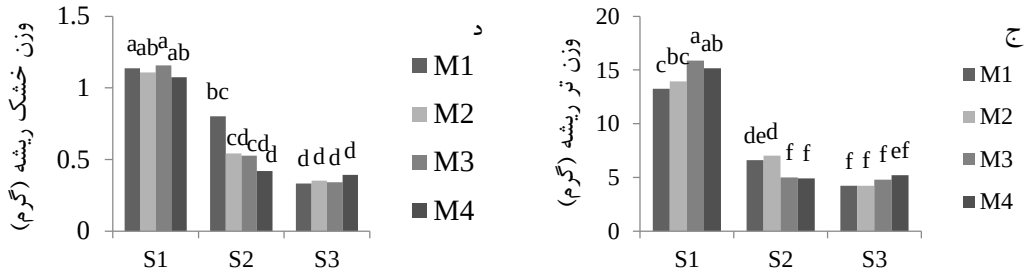
این پژوهش در گلخانه‌های پژوهشی دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان و به‌صورت فاکتوریل، در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار و هر تکرار شامل ۳ بوته، با اعمال تیمارهای شوری در سه سطح صفر (S1)، ۱۰۰ میلی‌مولار (S2) و ۲۰۰ میلی‌مولار (S3) و محلول‌پاشی چهار سطح ملاتونین با غلظت‌های ۵۰ (M2)، ۱۰۰ (M3) و ۱۵۰ (M4) میکرومولار و محلول‌پاشی با آب مقطر به‌عنوان تیمار شاهد (M1) انجام شد. نشاهای فلفل دلمه‌ای (Capsicum annum) در مرحله ۳ برگی به گلدان‌های پلاستیکی حاوی بستری از ماسه و پرلایت به نسبت مساوی منتقل و تا مرحله ۴ برگ حقیقی با محلول غذایی جانسون تغذیه شدند. پس از رسیدن به مرحله ۴ برگی اعمال تیمارها صورت گرفت. پس از خارج کردن گیاهان از گلدان‌ها ریشه آن‌ها شسته و ارتفاع قسمت هوایی و طول ریشه به‌صورت جداگانه با استفاده از خط‌کش میلی‌متری اندازه‌گیری شدند. سپس، به‌منظور اندازه‌گیری وزن‌تر شاخساره و ریشه، شاخساره و ریشه از محل طوقه از هم جدا و با کمک ترازوی دیجیتال وزن و برای اندازه‌گیری وزن خشک در آون دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شد و مجدداً با کمک ترازو وزن شد. شاخص‌های فتوسنتزی موردنظر توسط دستگاه اندازه‌گیری فتوسنتز (مدل LCA4 Portable, photosynthesis system ساخت کشور انگلستان) و شاخص کلروفیل توسط دستگاه کلروفیل سنج (مدل CL-01 ساخت کشور انگلستان) اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری آنتی‌اکسیدان به شیوه‌ی DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl)، محتوای نسبی آب برگ و ریشه به روش ریچی، سنجش غلظت پروتئین محلول با استفاده از روش بردفورد انجام شد. داده‌ها در نرم‌افزار اکسل طبقه-بندی و با برنامه آماری Statestix 8 آنالیز شدند و مقایسه میانگین داده‌ها به کمک آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد محاسبه شد.

نتایج

در شوری ۲۰۰ میلی مولار غلظت‌های ۱۰۰ و ۱۵۰ میکرومولار ملاتونین وزن‌تر شاخساره را نسبت به شاهد افزایش داده هرچند که این افزایش معنی‌دار نبوده است. اثرات متقابل شوری و ملاتونین بر وزن خشک شاخساره معنی‌دار نبوده است. بیشترین وزن خشک شاخساره مربوط به محلول‌پاشی گیاهان شاهد با ملاتوتین ۵۰ و ۱۰۰ میکرومولار و کمترین وزن خشک مربوط به گیاهان تحت تنش شوری ۲۰۰ میلی‌مولار بوده است که با آب مقطر و یا با غلظت پایین (۵۰ میکرومولار) ملاتونین محلول‌پاشی شده‌اند (شکل ۱ الف و ب). در تیمار شوری ۲۰۰ میلی‌مولار غلظت‌های بالای ملاتونین سبب افزایش وزن خشک ریشه شده است اما این افزایش معنی‌دار نیست. در گیاهانی که با شوری ۲۰۰ میلی‌مولار تیمار شدند تیمار ملاتونین اثر معنی‌داری بر وزن خشک‌ریشه نداشت اما تیمار ملاتونین ۱۵۰ میکرومولار بیشتر مقدار وزن خشک را سبب شد (شکل ا ج و د).

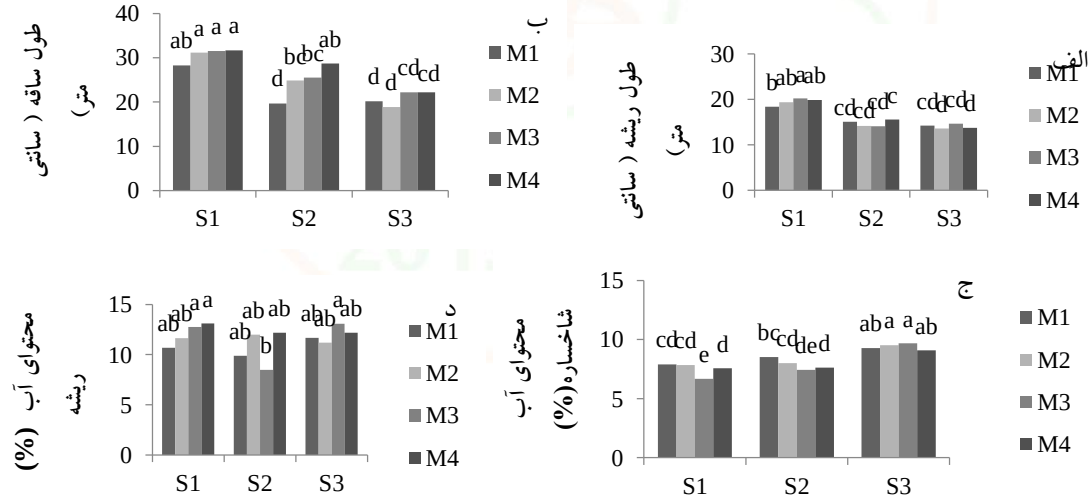


IrHC2019



شکل «۱» اثرمتقابل شوری و ملاتونین بر وزن‌تر بوته (الف) و وزن خشک بوته (ب). وزن‌تر ریشه (ج) و وزن خشک‌ریشه (د)صفر (S1)، ۱۰۰ میلی‌مولار (S2) و ۲۰۰ میلی‌مولار (S3) و آب مقطر به‌عنوان تیمار شاهد (M1)، ۵۰(M2)، ۱۰۰(M3) و ۱۵۰ (M4) میکرومولار ملاتونین

در همه سطوح شوری ملاتونین توانسته است طول ساقه را نسبت به شاهد افزایش دهد ولی این افزایش تنها در شوری ۱۰۰ میلی‌مولار نسبت به شاهد معنی‌دار بوده است. در تیمارهای تنش اثر ملاتونین بر طول ریشه معنی‌دار نبوده و نتوانسته است اثرات منفی تنش شوری بر طول ریشه را کاهش دهد (شکل ۲ الف و ب). در شوری ۲۰۰ میلی مولار با افزایش غلظت ملاتونین تا ۱۰۰ میکرومولار محتوای آب شاخساره افزایش‌یافته و سپس در ۱۵۰ میکرومولار مجدداً کاهش‌یافته است. در شوری ۱۰۰ میلی‌مولار غلظت‌های ۵۰ و ۱۵۰ میکرومولار محتوای آب ریشه را نسبت به شاهد افزایش داده‌اند در شوری ۲۰۰ میلی‌مولار گیاهانی که با غلظت ۱۰۰ میکرومولار ملاتونین محلول‌پاشی شده‌اند دارای بیشترین محتوای آب ریشه بوده‌اند (شکل ۲ج و د). مطالعات نشان داده است که ملاتونین می‌تواند به‌عنوان یک تنظیم‌کننده بالقوه‌ی رشد و نمو گیاهان عمل کند که این توانایی وابسته به غلظت آن است. در پژوهشی مشاهده شد که ملاتونین ۱۰۰ میکرومولار می‌تواند اثرات منفی تنش شوری بر پارامترهای رشدی هندوانه ازجمله طول ساقه را جبران کند (Wang *et al.*, 2016).

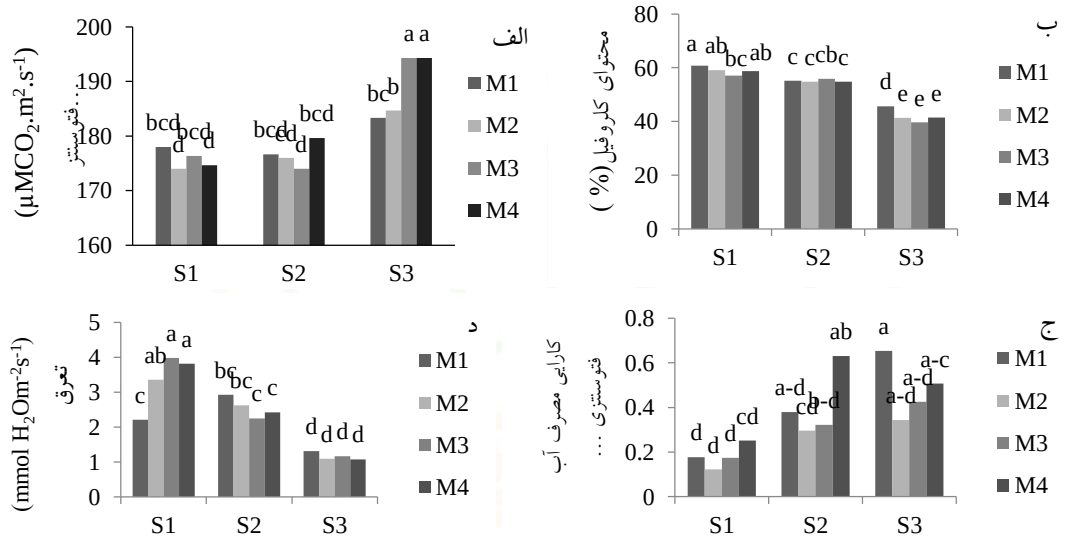


شکل «۲» اثرمتقابل شوری و ملاتونین بر طول ریشه (الف) و طول ساقه (ب). محتوای آب شاخساره (الف)، محتوای آب ریشه (ب). صفر (S1)، ۱۰۰ میلی‌مولار (S2) و ۲۰۰ میلی‌مولار (S3) و آب مقطر به‌عنوان تیمار شاهد (M1)، ۵۰(M2)، ۱۰۰(M3) و ۱۵۰ (M4) میکرومولار ملاتونین

در شوری ۲۰۰ میلی‌مولار نیز با افزایش سطوح ملاتونین محتوای کلروفیل به‌طور معنی‌داری کاهش‌یافته است. در شوری ۱۰۰ میلی‌مولار اثر ملاتونین بر فتوسنتز در سطح ۱۵۰ میکرومولار معنی‌دار بود و مقدار آن را نسبت به شاهد کاهش داد. در گیاهان تیمار شده با شوری ۱۰۰ میلی‌مولار، محلول‌پاشی ملاتونین میزان تعرق را نسبت به شاهد کاهش داد. در شوری ۲۰۰ میلی‌مولار ملاتونین اثر کاهشی داشته و کارایی مصرف آب فتوسنتزی را به‌طور معنی‌داری

IrHC2019

نسبت به شاهد کاهش داد(شکل ۳). کاهش میزان کلروفیل ممکن است به دلیل اختلال در جذب عناصر غذایی باشد که برای سنتز کلروفیل ضروری‌اند. در پژوهش‌های جداگانه‌ای ملاتونین از تجزیه کلروفیل در گیاهان خیار و هندوانه تحت تنش شوری جلوگیری کرده و مقدار کلروفیل را افزایش داد (Li *et al*., 2017b) . تنش شوری از طریق تأثیر بر سطح برگ، مقدار کلروفیل و فعالیت آنزیم PEP کربوکسیلاز موجب کاهش میزان فتوسنتز می‌شود. در پژوهشی استفاده از ملاتونین در گیاهان خیار تحت تنش شوری ۲۰۰ میلی‌مولار ظرفیت فتوسنتزی را افزایش داد (Wang *et al*., 2016). ملاتونین ۱۵۰ میکرومولارکاهش فتوسنتز تحت تنش شوری را جبران کرد اما بر تعرق اثری نداشت بنابراین می‌توان چنین استدلال کرد که غلظت‌های مختلف ملاتونین در شرایط مختلف اثرات متفاوتی دارند که حتی ممکن است اثرات منفی شدیدی بر فیزیولوژی گیاه بگذارد؛ بنابراین در مورد غلظت‌ها، روش‌ها و شرایط اثر ملاتونین بر یک گیاه باید پژوهش نمود (Li *et al*., 2017b).

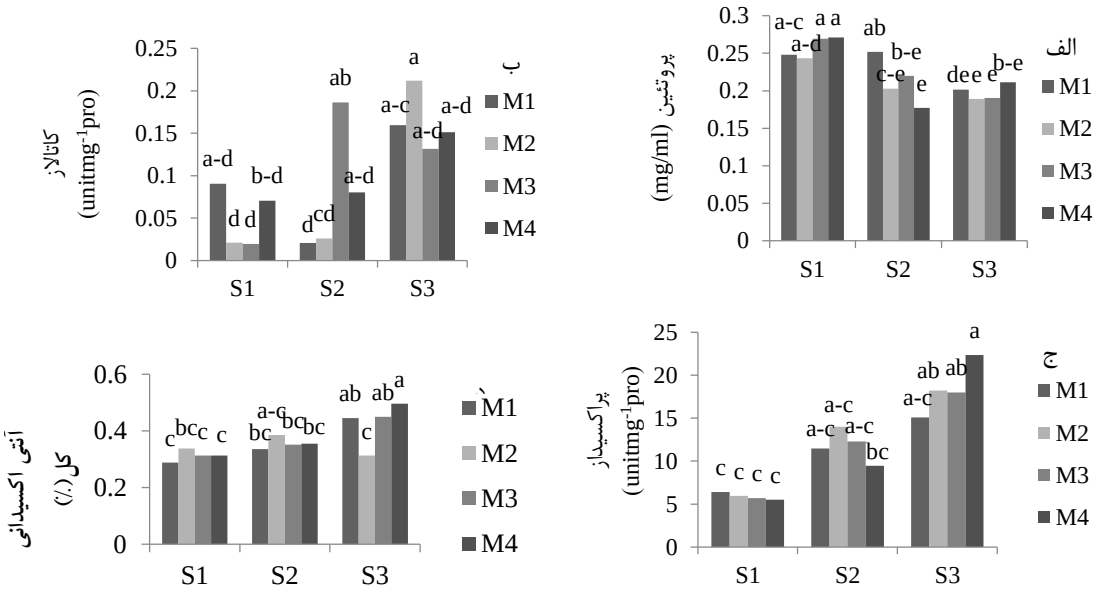


شکل «۳» اثرمتقابل شوری و ملاتونین بر محتوای کلروفیل (الف)، فتوسنتز (ب)، تعرق (ج)، کارایی مصرف آب فتوسنتزی (د)، صفر (S1)، ۱۰۰ میلی‌مولار (S2) و ۲۰۰ میلی‌مولار (S3). و آب مقطر به‌عنوان تیمار شاهد (M1)، ۵۰(M2)، ۱۰۰(M3) و ۱۵۰ (M4) میکرومولار ملاتونین

در شوری ۱۰۰ میلی‌مولار محلول‌پاشی ملاتونین در مقایسه با شاهد پروتئین برگ را کاهش داد. در تیمار شوری ۲۰۰ میلی‌مولار محلول‌پاشی ملاتونین ۱۰۰ و ۱۵۰ میکرومولار میزان آنزیم پراکسیداز را نسبت به شاهد افزایش دادند. اثرات متقابل تیمار شوری و ملاتونین نشان داد که در شرایط شوری ملاتونین اثر معنی‌داری بر میزان کاتالاز نداشته است اما در همه تیمارهای شوری ملاتونین میزان آنزیم کاتالاز را نسبت به شاهد افزایش داد. در تنش شوری ۲۰۰ میلی‌مولار، ملاتونین ۵۰ میکرومولار درصد DPPH را نسبت به شاهد کاهش داده است اما در غلظت‌های بالاتر ملاتونین، DPPH مجدداً افزایش‌یافته و در ملاتونین ۱۵۰ میکرومولار نسبت به شاهد افزایش‌یافته است اما معنی‌دار نیست (شکل ۴). کاهش در محتوای پروتئین در غلظت‌های بالای کلرید سدیم ممکن است به دلیل هیدرولیز یا کاهش در سنتز پروتئین‌ها باشد. ازآنجایی‌که ملاتونین مقاومت و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گیاهان در معرض تنش‌های مختلف را افزایش می‌دهد، می‌تواند گونه‌های فعال اکسیژن را جذب کند بنابراین یکی از دلایل افزایش محتوای پروتئین پس از کاربرد ملاتونین در شرایط تنش، به دلیل نقش مؤثر ملاتونین در بهبود ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و جلوگیری از وارد شدن آسیب‌های اکسیداتیو به پروتئین‌ها و تخریب آن‌ها باشد. کاتالاز یکی از مهم‌ترین آنزیم‌ها برای از بین بردن هیدروژن پراکسید موجود در پروکسی زوم است که به علت اکسیداسیون اسیدهای چرب تولیدشده است. همچنین آسکوربات پراکسیداز نیز به‌عنوان یک آنزیم حیاتی برای مهار گونه‌های فعال اکسیژن و محافظت از سلول تحت تنش اکسیداتیو

IrHC2019

شناخته‌شده است. ملاتونین به‌عنوان یک مولکول جاذب رادیکال‌های آزاد و یک آنتی‌اکسیدان بسیار قوی شناخته‌شده است و سبب مهار تجمع هیدروژن پراکسید می‌شود (Xia *et al.*, 2017).



شکل «۴» اثرمتقابل شوری و ملاتونین بر پروتئین (الف)،کاتالاز (ب)، پراکسیداز (ج). فعالیت آنتی‌اکسیدانی (د).
صفر (S1)، ۱۰۰ میلی‌مولار (S2) و ۲۰۰ میلی‌مولار (S3) و آب مقطر به‌عنوان تیمار شاهد (M1)، ۵۰(M2)، ۱۰۰(M3) و ۱۵۰ (M4) میکرومولار ملاتونین

منابع

Chaogiang, J. and Quanren, C. 2016. Melatonin improves antioxidant capacity and ion homeostasis and enhances salt tolerance in maize seedings. Journal of Plant Physiolgy, 38(4): 82.

Choi, S. D. 2011. Melatonin protectsagainst oxidative stress in granular corneal dystrophy type 2corneal fibroblasts by mechanisms that involve membranemelatonin receptors. Journal of Pineal Research, 51: 94-103.

Korkmaz, A., Deger, O. and Cuci, Y. 2014. Profiling the melatonin content in organs of the pepper plant during different growth stages. Scientia Horticulturae, 172: 242-247.

Li, H., Chang, J., Chen, H., Wang, Z., Gu, X., Wei, C., Zhang, Y., Ma, J., Yang, J. and Zhang, X. 2017b. Exogenous melatonin confers salt stress tolerance to watermelon by improving photosynthesis and redox homeostasis. Frontiers in Plant Science, 8: 295.

Rao, A., Ahmad, S. D., Sabir, S. M., Awan, S. I., Shah, A. H., Abbas, S. R., Shafique, S., Khan, F. and Chaudhary, A. 2013. Potential antioxidant activities improve salt tolerance in ten varieties of wheat (*Triticum aestivum* L.). American Journal of Plant Sciences. 4: 69-75.

Saeidnejad, A., and Rajaei, P. 2015. Antioxidative Responses to Drought and Salinity Stress in Plants. International Journal of Life Sciences, 9 (2): 1 - 8.

Wang, L., Liu, J., Wang, W. and Sun, Y. 2016. Exogenous melatonin improves growth and photosynthetic capacity of cucumber under salinity-induced stress. Photosynthetica, 54: 19-27.

Xia, H., Ni, Z. and Pan, D. 2017. Effects of exogenous melatonin on antioxidant capacity in Actinidia seedlings under salt stress. Paper presented at the IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. doi :10.1088/1755-1315/94/1/012024.

Effect of Melatonin on the Physiology and Growth of Sweet Peppers (*Capsicum annuum* L.). under Salt Stress

Fereydoon Alvari[1], Maryam Haghighi[*2], Ali-Akbar Ramin[3], Ahmad Reza Mohammadi[1]

[1]MSc student, Department of Horticulture, College of Agriculture, Isfahan University of Technology

IrHC2019

[2]Assistant Professor, Department of Horticulture, College of Agriculture, Isfahan University of Technology

[3]Professor, Department of Horticulture, College of Agriculture, Isfahan University of Technology

* *Corresponding Author: e-mail: mhaghighi@cc.iut.ac.ir*

Abstract

Salinity is one of the most important plant stresses that affect plant growth. The present study in order to investigate the effect of melatonin on increasing the resistance of peppers to salinity in factorial test based on a completely randomized design with 3 replications and each replication including 3 plants by applying salinity treatments at three levels of 0 (S1), 100 mM (S2) and 200 mM (S3) and placement of four levels of melatonin at concentrations of 50 (M2), 100 (M3) and 150 (M4) µm and Spraying with distilled water as control (M1) was performed. Melatonin treatment did not have a significant effect on dry weight, but melatonin treatment was 150 µm more than dry weight. The highest dry weight of shoots was observed in the control plants with 50 and 100 µm melatonin and the lowest dry weight of plants under salinity stress 200 mM. In salinity 200 mM, with the increase of melatonin levels, the chlorophyll content decreased significantly, but increased at 150 µM. The results showed that salinity generally reduced vegetative traits, photosynthetic parameters, protein and activity of enzymes and increased total antioxidant activity. The application of melatonin at a concentration of 200 mM resulted in the highest resistance in the plant and increased the protein content and improved the activity of the enzymes in the pepper plant.

Keywords*:* salinity, pepper, melatonin, Catalase, peroxidase

IrHC2019