نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۲، جلد ۱۹، خرداد - تیر ۱۴۰۴، ص. ۱۸۳-۱۷۵

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No.2, Vol. 19, Jun.-Jul. 2025, p. 175-183

مقاله علمی-پژوهشی

تاثیر تنش شوری بر بهره‌وری آب و برخی خصوصیات گیاه بادرشبویه با استفاده از ملاتونین

وحید شمس آبادی[۱*]، محمدناصر مودودی[۲] و مهدی مرادی[۲]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۰/۰۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۳/۱۱

چکیده

پژوهش حاضر با هدف بررسی تاثیر سطوح مختلف تنش شوری و محلول‌پاشی ملاتونین بر بهره‌وری آب و برخی خصوصیات گیاه بادرشبویه در گلخانه تحقیقاتی مجتمع آموزش عالی تربت جام اجرا گردید. آزمایشی به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار و بر پایه‌ی کشت گلدانی اجرا شد. در این آزمایش، تیمارها شامل سه سطح تنش شوری (صفر ، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم) و دو سطح محلول‌پاشی ملاتونین (صفر و ۱۰۰ میکرومولار) بود. نتایج نشان داد که اعمال تنش شوری به میزان ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌مولار به ترتیب منجر به کاهش ۱۸/۶۶ و ۳۵/۷۴ درصدی محتوی نسبی آب، ۲۲/۲۱ و ۳۰/۷۴ درصدی بهره‌وری مصرف آب و افزایش ۲۹/۴۱ و ۷۲/۰۵ درصدی پتانسیل آب برگ و ۳۲/۵۲ و ۶۴/۱۶ درصدی نشت الکترولیتی نسبت به تیمار شاهد شد. همچنین نتایج نشان داد که بالاترین درصد اسانس در شوری ۵۰ میلی‌مولار و به میزان ۰/۵۶۲ درصد رخ داد. همچنین میزان کل آب مصرفی هر گلدان در هر تیمار ۹/۳۳ لیتر بود. همچنین نتایج نشان داد که محلول‌پاشی ملاتونین به میزان ۱۰۰ میکرومولار، به ترتیب موجب افزایش ۱۳/۹۷، ۲۰/۷۲، ۲۲/۷۲، ۱۵/۳۸، ۲۲/۲۲، ۸/۵۴، ۹/۳۳ ، ۲۰/۷۴، ۹/۸۸ و ۱۳/۳۲ درصدی ارتفاع بوته، وزن خشک اندام هوایی، کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل، محتوی نسبی آب، درصد اسانس، بهره‌وری مصرف آب، پتانسیل آب برگ و درصد نشت الکترولیتی در گیاه بادرشبویه گردید. همچنین نتایج حاکی از این بود که محلول‌پاشی ملاتونین می‌تواند یکی از راهکارهای لازم در جهت افزایش تحمل گیاه بادرشبویه نسبت به تنش شوری باشد.

واژه‌های کلیدی: اسانس، پتانسیل آب، کلرید سدیم، هورمون

مقدمه

گیاه بادرشبویه، گیاهی علفی و معطر بوده و بومی آسیای مرکزی می‌باشد. اندام هوایی این گیاه دارای ترکیبات ثانویه متنوعی است که برای برخی از ترکیب‌های اسانس آن مصارف متعدد دارویی، بهداشتی و صنعتی ذکر شده است (یوسف‌زاده و همکاران، ۲۰۱۳). حسین و همکاران در پژوهشی عنوان نمودند که از عصاره بادرشبویه برای رفع سردرد، سرماخوردگی، ضعف عمومی بدن، شتشوی دهان و درد دندان و خاصیت ضد توموری استفاده می‌شود (Hussein et al., 2006). گیاهان در دوران رشد خود با تنش‌های متعددی روبه رو می‌شوند. تنش‌های محیطی و به ویژه تنش شوری از عوامل بازدارندهٔ رشد و نمو گیاهان به شمار می‌آیند. تنش شوری از مهمترین عوامل کاهش تولیدات زراعی و باغی در سراسر دنیا به شمار می‌روند (شمس آبادی و همکاران، ۱۴۰۱). وسعت زیاد اراضی شور و البته رو به فزون بودن آن، همچنین کاهش منابع آب قابل استفاده یا به اصطلاح شیرین، توجه زیادی را در حال حاضر به مباحث مربوط به شوری به خصوص در مناطق خشک معطوف کرده است. تراجکوا و همکاران اظهار داشتند که بیشترین مطالعات صورت گرفته در خصوص شوری بر روی کلرید سدیم انجام شده است و معدود مطالعاتی به بررسی اثر شوری ناشی از کلرید کلسیم بر رشد و فیزیولوژی گیاه پرداخته اند (Trajkova et al., 2006). رادی و همکاران در تحقیقات خود نشان دادند که تجمع مقادیر سمی نمک در آپوپلاسم سلول منجر به از دست دادن آب و تورژسانس، مهار رشد و نمو گیاه و در نهایت مرگ سلول‌ها و بافت‌های گیاهی می‌شود (Rady et al., 2019). امروزه استفاده از ترکیباتی که بتوانند اثرات تنش‌های محیطی را کاهش

۱- استادیار گروه علوم و مهندسی آب، مجتمع آموزش عالی تربت جام، تربت جام، ایران
۲- استادیار گروه علوم و مهندسی باغبانی، مجتمع آموزش عالی تربت جام، تربت جام، ایران
(*- نویسنده مسئول: v_shamsabadi@tjamcaas.ac.ir)

دهند، از لحاظ تئوری و کاربردی، اهمیت فراوانی دارند. استفاده از محرک‌های زیستی با هدف دستیابی به افزایش کیفیت و پایداری عملکرد گیاهان زراعی و دارویی از اهمیت بالایی برخوردار است. ملاتونین به عنوان محرک زیستی، با تأثیر بر متابولیت‌های گیاه موجب تحریک بیوسنتز فیتوهورمون‌ها، تسهیل و افزایش جذب عناصر غذایی، ارتقاء مکانیسم‌های دفاعی، تحریک رشد ریشه و در نهایت افزایش کیفیت و کمّیت محصول تولیدی می‌شود و به عنوان بخشی از یک راهکار تلفیقی، عملی‌ترین و اقتصادی‌ترین روش برای افزایش رشد کمی و کیفی گیاهان معرفی شده است (نقی‌زاده و همکاران، ۱۴۰۰). ژانگ و همکاران عنوان کردند که ملاتونین علاوه بر خاصیت آنتی اکسیدانی، نقش به‌سزایی در فرآیندهای جوانه‌زنی، رشد و نمو ریشه و اندام هوایی، افزایش سطح برگ و بیوماس و بهبود کمیت و کیفیت محصول تولیدی دارد (Xang et al., 2015). تان و همکاران عنوان کردند که در پژوهش‌های اخیر نشان داده است که استفاده از ملاتونین موجب افزایش تحمل گیاهان به تنش‌های زنده و غیرزنده و بهبود رشد و توسعه گیاه می‌شود (Tan et al., 2012). ساراپولو و همکاران گزارش کردند که ملاتونین خط مقدم برای مقابله با تنش خشکی و شوری بوده و هم به عنوان تحریک کننده و هم بازدارنده رشد عمل می‌کند که اثر تحریک‌کنندگی و بازدارندگی ملاتونین به غلظت آن بستگی دارد (Sarropulou et al., 2012). چراغی و همکاران (۱۴۰۲) نشان دادند که کاربرد خارجی ملاتونین سبب تعدیل اثرات منفی تنش شوری در گیاهان گشنیز و شوید گردید. ژانک و همکاران نشان دادند که در بذرهای پیش تیمار شده خیار با محلول ملاتونین یک میکرومولار در حین تنش شوری ۱۵۰ میلی مولار سدیم کلراید، افزایش جوانه‌زنی در مقایسه با بذرهایی با تنش شوری ۱۵۰ میلی‌مولار بدون تیمار ملاتونین دیده شد (Xang et al., 2015). خدادادی و همکاران (۱۴۰۱) در پژوهشی عنوان کردند که محلول‌پاشی ملاتونین (صفر و ۲۰۰ میکرومولار) باعث بهبود بیشتر شاخص‌های فیزیولوژیکی گیاه نارنج در شرایط شوری (صفر، ۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ میلی‌مولار کلرید سدیم) گردید. قره‌خانی و همکاران (۱۴۰۰) نشان دادند که محلول‌پاشی ملاتونین (۵۰ میکرومولار) می‌تواند به گیاه سالیکورنیا در تحمل بیشتر تنش شوری (صفر، ۴۰۰ و ۶۰۰ میلی‌مولار) و افزایش خصوصیات عملکردی این گیاه، کمک شایانی نماید. با عنایت به اینکه پژوهش‌های اخیر نشان داده است که استفاده از محرک‌های زیستی از جمله ملاتونین می‌تواند راهکار موثری برای کاهش آثار تنش محیطی بر گیاهان باشد، در پژوهش حاضر اثر محلول‌پاشی ملاتونین بر بهبود تحمل به تنش شوری در گیاه بادرشبویه مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش روی دو فاکتور سطوح مختلف شوری در سه سطح (صفر، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم) و ملاتونین در دو سطح (صفر و ۱۰۰ میکرومولار) و در مجموع در ۶ تیمار و سه تکرار در سال ۱۴۰۳ در گلخانه تحقیقاتی مجتمع آموزش عالی تربت جام با طول و عرض جغرافیایی ۶۰.۶۴ و ۳۵.۲۳ و ارتفاع ۹۸۲ متر از سطح دریا واقع در استان خراسان رضوی انجام شد. بذرهای سالم بادرشبویه *(Dracocephalum moldavica L.)* از شرکت پاکان بذر تهیه شد. یک نمونه از تیمارهای پژوهش در شکل (۱) نمایش داده شده است.

شکل ۱- نمونه‌ای از تیمارهای پژوهش

در این پژوهش گلدان‌های مورد استفاده دارای قطر ۲۵ و ارتفاع ۴۰ سانتی‌متری بود که توسط خاک پر شدند. ترکیبات شیمیایی و فیزیکی خاک مورد استفاده در جدول (۱) ارائه‌شده است.

جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

بافت خاک	شن	سیلت	رس	چگالی ظاهری ($g\ cm^{-3}$)	ظرفیت زراعی حجمی (%)	نقطه پژمردگی دائم حجمی (%)	هدایت الکتریکی ($dS\ m^{-1}$)	pH	ماده آلی درصد
	(%)								
لومی	۴۶	۴۱	۱۳	۱/۳۱	۲۸/۵	۱۴/۲	۱/۲۸	۷/۷۵	۰/۶

در ابتدا حدود ۲۵ عدد بذر در هر گلدان کشت شد و پس از سبز شدن بذرها، تنک‌کاری بوته‌ها در طی چند مرحله انجام گرفت و نهایتاً در داخل هر گلدان شش بوته نگه‌داری شد. روشنایی مورد نیاز گیاهان با نور طبیعی آفتاب تامین شد. آبیاری تا شروع تیمارها (مرحله شش تا هشت برگی) با آب معمولی (شاهد) انجام شد. خصوصیات کیفی آب آبیاری مورد استفاده در جدول (۲) ارائه شده است. همچنین برای جلوگیری از شوک ناگهانی ناشی از شوری آب آبیاری، تیمارهای شوری از کمترین مقدار شروع شد و به تدریج به گلدان‌ها اضافه شد. آبیاری به صورت دور متداول و بر اساس سنجش رطوبت خاک (هر سه روز یکبار) انجام شد. سطوح ثابت تغذیه‌ای برای تمامی تیمارها اعمال گردید.

جدول ۲- خصوصیات کیفی آب آبیاری

SAR	TDS (meq/l)	EC (ds/m)	PH
۰/۹۶	۵۲۶	۱/۴۱	۷/۹۴

محلول‌پاشی ملاتونین هر هفت روز یکبار (در مجموع چهار نوبت) و همزمان با اعمال تنش شوری، انجام شد (بیرامی و همکاران، ۱۳۹۸). تاریخ کاشت و برداشت این گیاه به‌ترتیب ۲۰ اردیبهشت و ۲۲ مرداد تیر ۱۴۰۳ بود. حجم آب آبیاری در تیمارهای مختلف ثابت و به میزان ۹/۳ لیتر داده شد. همچنین برای مقابله با علف‌های هرز طی یک مرحله و به‌صورت دستی، علف‌های هرز برداشت شد. برداشت بوته‌ها به منظور اندازه‌گیری شاخص‌های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی نیز پس از گلدهی (حدود هشت هفته پس از شروع تیمارهای شوری) انجام شد.

در این پژوهش صفات ارتفاع، وزن خشک اندام هوایی، کلروفیل a کلروفیل b، کلروفیل کل، درصد اسانس، سنجش محتوی نسبی آب برگ، بهره‌وری مصرف آب، پتانسیل آب برگ و میزان نشت الکترولیتی اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری ارتفاع بوته از خط‌کش استفاده شد. برای اندازه‌گیری بهره‌وری آب (CPD)[1] از رابطه زیر استفاده شد (نوری خواجه بلاغ و همکاران، ۱۳۹۹).

$$CPD = \frac{\text{مقدار محصول تولید شده}}{\text{مقدار آب مصرف شده}} \quad (۱)$$

به روش آرنون برای سنجش محتوی رنگیزه‌های فتوسنتزی، مقدار ۰/۵ گرم از بافت برگ تازه در هاون چینی ریخته و با استفاده از ۲۰ میلی‌لیتر استن ۸۰ درصد ساییده و له شد، سپس در دستگاه سانتریفیوژ با سرعت۶۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه قرار گرفت. عصاره جداشده رویی به فالکون منتقل و مقداری از نمونه در کووت اسپکتروفتومتر ریخته شد و سپس به طور جداگانه در طول موج های ۶۶۳ نانومتر برای کلروفیل a و ۶۴۵ نانومتر برای کلروفیل bتوسط اسپکتروفتومتر مقدار جذب قرائت گردید (Arnon, 1967).

جهت اندازه‌گیری محتوی نسبی آب برگ (RWC) بر حسب نسبت از رابطه ریتچیه استفاده شد (ریتچیه و همکاران، ۱۹۹۰).

$$(\%)RWC = \frac{\text{وزن خشک−وزن تر}}{\text{وزن خشک−وزن تورژسانس}} \quad (۲)$$

برای تعیین درصد اسانس همانند کروتیو و همکاران با استفاده از ۳۰ گرم از برگ‌های خشک شده (در شرایط سایه در دمای ۲۲ درجه سانتیگراد) از دستگاه کلونجر و از روش تقطیر استفاده شد. در این روش، ۳۰ گرم برگ‌های خشک بادرشبویه در ۴۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر در بالن به مدت ۱۲۰ دقیقه جوشانده شد و سپس حرارت دادن متوقف و مقدار اسانس اندازه‌گیری شد (Croteau et al., 2006). جهت اندازه گیری پتانسیل آب برگ به روش زاجی و همکاران (۱۳۹۸) عمل شد.

میزان درصد نشت الکترولیتی که با EL نمایش می‌دهند با استفاده از رابطه ۳ و به روش لوتس و همکاران بدست آمد EC_1 (Lots et al., 1996). هدایت الکتریکی قطعاتی از برگ‌های جوان را که برای مدت ۲۴ ساعت در لوله‌های آزمایش حاوی آب مقطر در دمای آزمایشگاه بر روی شیکر با ۱۰۰ دور در دقیقه قرار داده شدند را نشان می‌دهد. EC_2 نیز نشان دهنده هدایت الکتریکی نمونه‌ها پس از قرار دادن آن‌ها در اتوکلاو با دای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۰ دقیقه است.

$$(\%)EL = \frac{EC1}{EC2} * 100 \quad (۳)$$

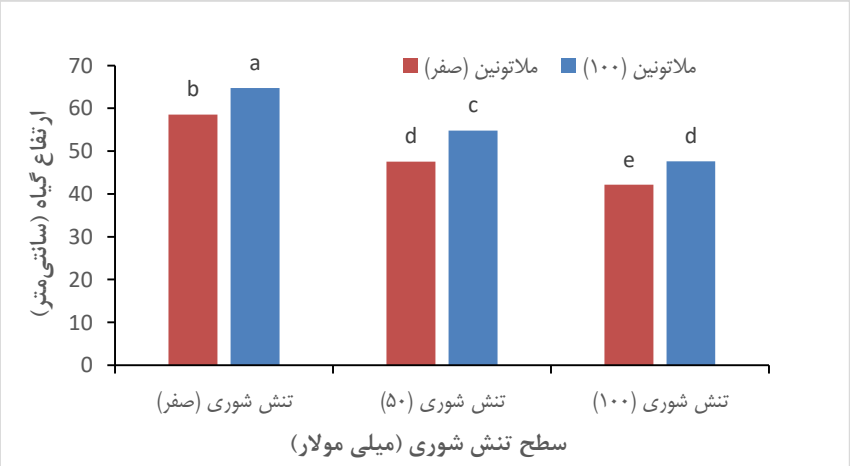
جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها (تجزیه واریانس و مقایسه میانگین به روش LSD) از نسخه ۹/۴ نرم افزار SAS و جهت ترسیم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

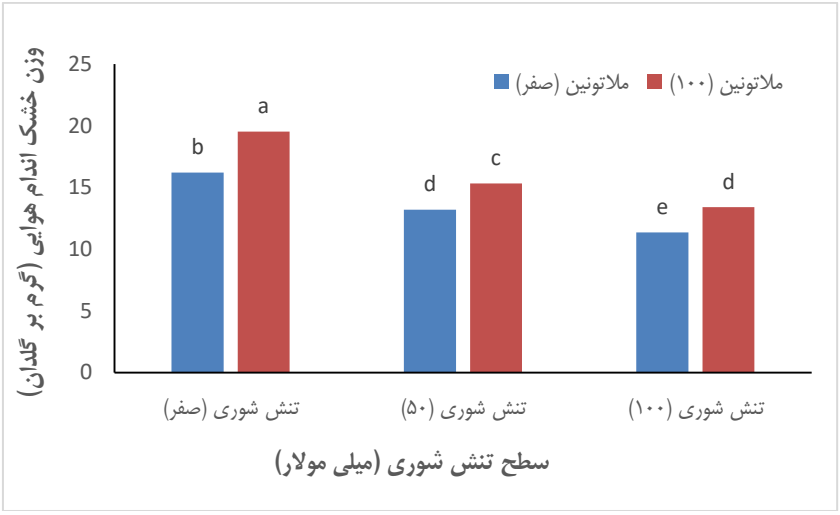
بر اساس نتایج جدول (3)، اثر ساده تنش شوری بر صفات ارتفاع بوته، وزن خشک اندام هوایی، کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل، محتوی نسبی آب، درصد اسانس، بهره‌وری مصرف آب، پتانسیل آب برگ و درصد نشت الکترولیتی گیاه بادرشبویه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. همچنین نتایج نشان داد که بر اساس جدول (۳) اثر ساده محلول‌پاشی ملاتونین نیز بر صفات ارتفاع بوته، وزن خشک اندام هوایی، کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل، محتوی نسبی آب، درصد اسانس، بهره‌وری مصرف آب، پتانسیل آب برگ و درصد نشت الکترولیتی این گیاه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. طبق نتایج جدول فوق، اثر متقابل تنش شوری و محلول‌پاشی ملاتونین بر

1- Crop Per Drop

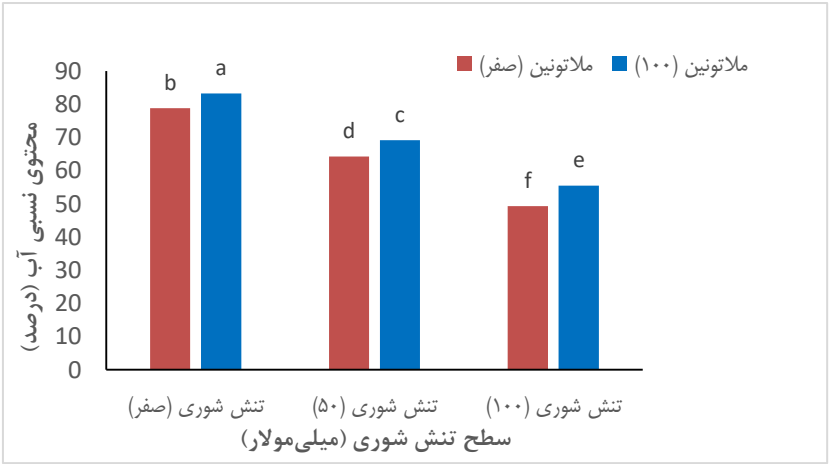
وزن خشک اندام هوایی و ارتفاع گیاه در سطح پنج درصد و بر محتوی نسبی آب، درصد اسانس، بهره‌وری مصرف آب، پتانسیل آب برگ و درصد نشت الکترولیتی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار و در خصوص سایر صفات اندازه‌گیری شده گیاه بادرشبویه، معنادار نگردید. نتایج جدول (۴) نشان داد که بیشترین میزان کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل در تنش شوری صفر (شاهد) و کمترین صفات فوق در تنش شوری ۱۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم مشاهده شد. یکی از دلایل کاهش صفات فوق را با اعمال تنش شوری می‌توان اثر مستقیم تنش شوری بر تقسیم سلولی، کاهش آماس، پیری زودرس و همچنین ریزش برگ‌ها دانست. فیصل و همکاران عنوان نمودند که اعمال تنش خشکی و شوری منجر به پیری زودرس و همچنین ریزش برگ‌ها می‌شود که این مهم می‌تواند کاهش وزن تر و خشک اندام هوایی گیاه را به دنبال داشته باشد (Faisal et al., 2000). در تایید یافته‌های حاضر، چوتیپاجیت و همکاران و آقامی بیان کردندکه تنش شوری از طریق اعمال اثرت منفی اسمزی و یونی، رنگیزه‌های فتوسنتزی را تحت تاثیر خود قرار دهد (Chutipaijit et al., 2011)، که بستگی به شدت و مدت زمان تنش دارد (Aghami., 2013). نتایج نشان داد که اعمال تنش شوری به میزان ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌مولار به ترتیب منجر به کاهش ۲۱/۴۲ ۲۸/۵۷ درصد کلروفیل a، ۱۹/۰۴ و ۲۸/۵۷ درصدی کلروفیل b و ۲۰/۶۳ و ۲۷/۷۹ درصدی کلروفیل کل نسبت به تیمار شاهد شد. همچنین نتایج نشان داد که محلول‌پاشی ملاتونین به میزان ۱۰۰ میکرومولار، به ترتیب موجب افزایش ۱۳/۹۷، ۲۰/۷۲، ۲۲/۷۲، ۱۵/۳۸، ۲۲/۲۲، ۸/۵۴، ۹/۳۳ ، ۲۰/۷۴، ۹/۸۸ و ۱۳/۳۲ درصدی ارتفاع بوته، وزن خشک اندام هوایی، کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل، محتوی نسبی آب، درصد اسانس، بهره‌وری مصرف آب، پتانسیل آب برگ و درصد نشت الکترولیتی در گیاه بادرشبویه گردید. نتایج اثرات برهمکنش تنش شوری و محلول‌پاشی ملاتونین بر صفات مختلف اندازه‌گیری شده گیاه بادرشبویه (شکل ۸-۲) نشان داد که محلول‌پاشی ملاتونین در سطوح مختلف تنش شوری (صفر، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم)، به ترتیب موجب افزایش ۱۰/۵۸، ۱۵/۲۲ و ۱۲/۹۷ درصدی ارتفاع گیاه، ۲۰/۴۰، ۱۶/۱۳ و ۱۸/۱۴ درصدی وزن خشک اندام هوایی، ۵/۶۹، ۷/۶۶ و ۱۲/۵۷ درصدی محتوی نسبی آب، ۱۲/۵۷، ۱۲/۲۲ و ۹/۸۶ درصدی درصد اسانس، ۲۰/۶۸، ۱۶/۱۳ و ۱۸/۰۳ درصدی بهره‌وری مصرف آب، ۱۲/۴۱، ۱۰/۲۸ و ۷/۶۲ درصدی پتانسیل آب برگ و ۱۶/۸۱، ۱۹/۰۴ و ۱۱/۱۶ درصدی درصد نشت الکترولیتی در گیاه بادرشبویه گردید. نتایج این پژوهش با نتایج کالسو و کشاوکنت که نشان دادند محلول‌پاشی ملاتونین در هر دو غلظت (۵۰ و ۱۰۰ میکرومولار) استفاده شده، موجب افزایش محتوای رنگیزه‌های فتوسنتزی گیاهان مورد استفاده گردید، مطابقت داشت (Xalxo and Keshavkant., 2019). همچنین نتایج وانگ و همکاران نشان داد که محلول‌پاشی ملاتونین از طریق اثرات حفاظتی که بر روی گیاه دارد می‌تواند منجر به بهبود محتوی نسبی آب و وزن خشک اندام هوایی گردد که با نتایج این پژوهش مطابقت داشت (Wang et al., 2016). به‌طور کلی نتایج حاکی از آن بود که محلول‌پاشی ملاتونین به میزان ۱۰۰ میکرومولار موجب افزایش تحمل گیاه بادرشبویه در مقابل اعمال تنش شوری گردید.



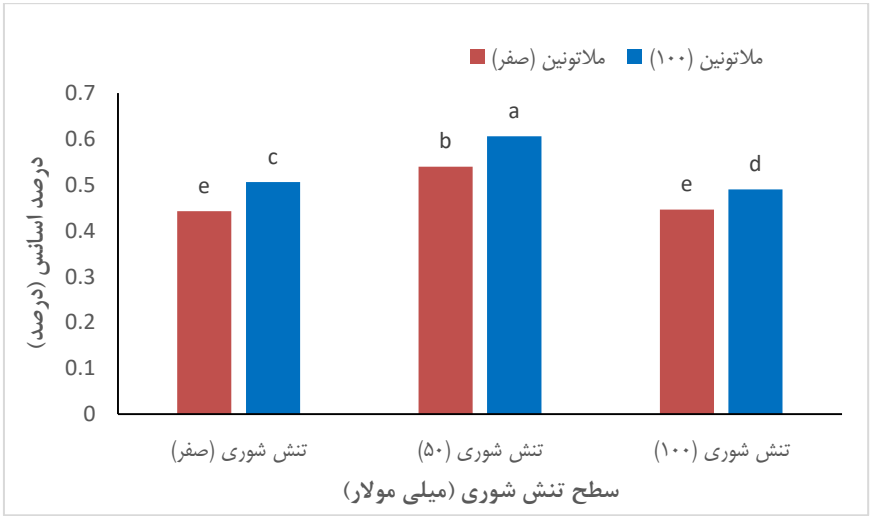
شکل ۲- مقایسه اثر برهمکنش تنش شوری و محلول‌پاشی ملاتونین بر ارتفاع گیاه در گیاه بادرشبویه



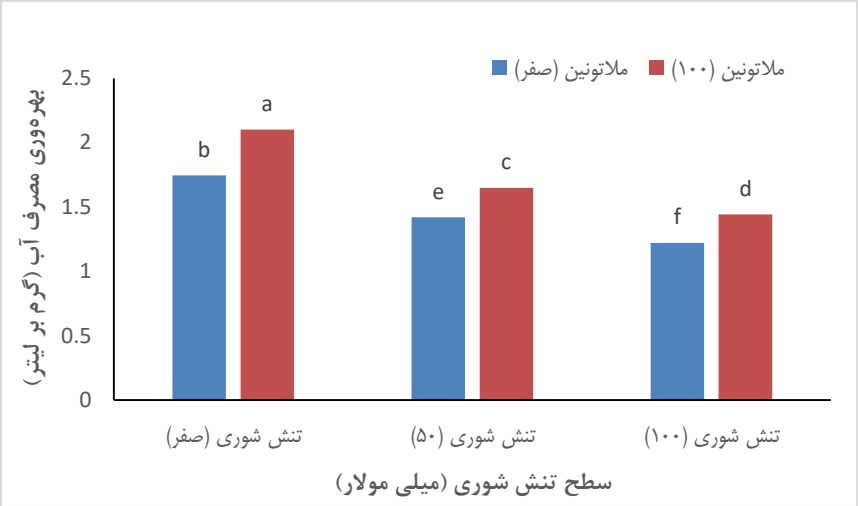
شکل ۳- مقایسه اثر برهمکنش تنش شوری و محلول‌پاشی ملاتونین بر وزن خشک اندام هوایی در گیاه بادرشبویه



شکل ٤- مقایسه اثر برهمکنش تنش شوری و محلول‌پاشی ملاتونین بر محتوی نسبی آب در گیاه بادرشبویه



شکل ٥- مقایسه اثر برهمکنش تنش شوری و محلول‌پاشی ملاتونین بر درصد اسانس در گیاه بادرشبویه



شکل ٦- مقایسه اثر برهمکنش تنش شوری و محلول‌پاشی ملاتونین بر بهره‌وری مصرف آب در گیاه بادرشبویه

شکل ۷- مقایسه اثر برهمکنش تنش شوری و محلول‌پاشی ملاتونین بر پتانسیل آب برگ در گیاه بادرشبویه

شکل ۸- مقایسه اثر برهمکنش تنش شوری و محلول‌پاشی ملاتونین بر درصد نشت الکترولیتی در گیاه بادرشبویه

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش می‌توان به این نتیجه رسید که اعمال تنش شوری منجر به کاهش معنی‌دار ارتفاع بوته، وزن خشک اندام هوایی، میزان کلروفیل، محتوی نسبی آب، درصد اسانس، بهره‌وری مصرف آب و افزایش پتانسیل آب برگ و درصد نشت الکترولیتی در گیاه بادرشبویه گردید. نتایج نشان داد که اعمال تنش شوری به میزان ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌مولار به ترتیب منجر به کاهش ۱۸/۹۵ و ۲۷/۱۸ درصدی ارتفاع بوته، ۲۲/۱۶ و ۳۰/۷۲ درصدی وزن خشک اندام هوایی، ۲۱/۴۲ ۲۸/۵۷ درصد کلروفیل a، ۱۹/۰۴ و ۲۸/۵۷ درصدی کلروفیل b، ۲۰/۶۳ و ۲۷/۷۹ درصدی کلروفیل کل، ۱۸/۶۶ و ۳۵/۷۴ درصدی محتوی نسبی آب، ۲۲/۲۱ و ۳۰/۷۴ درصدی بهره‌وری مصرف آب و افزایش ۲۹/۴۱ و ۷۲/۰۵ درصدی پتانسیل آب برگ و ۳۲/۵۲ و ۶۴/۱۶ درصدی درصد نشت الکترولیتی نسبت به تیمار شاهد شد. همچنین نتایج نشان داد که با بالاترین درصد اسانس در شوری ۵۰ میلی‌مولار و به میزان ۰/۵۶۲ درصد رخ داد. همچنین نتایج نشان داد که محلول‌پاشی ملاتونین به میزان ۱۰۰ میکرومولار، به ترتیب موجب افزایش ۱۳/۹۷، ۲۰/۷۲، ۲۲/۷۲، ۱۵/۳۸، ۲۲/۲۲، ۸/۵۴، ۹/۳۳ ، ۲۰/۷۴، ۹/۸۸ و ۱۳/۳۲ درصدی ارتفاع بوته، وزن خشک اندام هوایی، کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل، محتوی نسبی آب، درصد اسانس، بهره‌وری مصرف آب، پتانسیل آب برگ و درصد نشت الکترولیتی در گیاه بادرشبویه گردید. بر اساس نتایج فوق می‌توان گفت گیاه بادرشبویه نسبت به تنش شوری حساس بود و اعمال تنش منجر به کاهش عملکرد و اجزای عملکرد این گیاه خواهد شد. همچنین نتایج حاکی از این بود که محلول‌پاشی ملاتونین می‌تواند یکی از راهکارهای لازم در جهت افزایش تحمل گیاه بادرشبویه نسبت به تنش شوری باشد.

سپاسگزاری

این مقاله مستخرج از نتایج طرح تحقیقاتی اجرا شده از محل اعتبارات مجتمع آموزش عالی تربت جام می‌باشد. بدین‌وسیله از حمایت مالی این مجتمع، تقدیر و تشکر می‌گردد.

تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع بین نویسندگان مقاله حاضر وجود ندارد.

منابع

بیرامی، حسین.، رحیمیان، محمدحسن.، دهقان، فرهاد.، رنجبر، غلامحسن. و هاشمی نژاد، یوسف. ۱۳۹۸. تأثیر شوری آب آبیاری بر عملکرد و اجزاء عملکرد دو گونه سالیکورنیا. دانش کشاورزی و تولید پایدار. ۲۹ (۳): ۱۲۲-۱۱۳.

چراغی، م.، حاتم نیا، ع. ا.، و قنبری، ف. ۱۴۰۲. تأثیر ملاتونین بر برخی ویژگی‌های فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی گشنیز و شوید تحت شرایط تنش شوری. *نشریه علوم باغبانی*. ۳۷(۲): ۵۷۵-۵۶۱.

خدادادی، ا. ع.، عرفانی‌مقدم، ج.، قنبری، ف. و حدادی‌نژاد، م. ۱۴۰۱. اثر محلول‌پاشی ملاتونین بر برخی صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی نارنج در شرایط تنش شوری. *مجله نهال و بذر*. ۳۸ (۴): ۴۵۲-۴۳۳.

زاجی، ب.، خاوری‌نژاد، ر.، سعادتمند، س. و ایرانبخش، ع. ۱۳۹۸. بررسی برخی پاسخ‌های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گیاه دارویی بادرشبویه به سلنیوم تحت تنش شوری. *نشریه فیزیولوژی محیطی گیاهی*. ۱۴ (۵۶): ۲۷-۱۳.

شمس آبادی، و.، بانژاد، ح.، انصاری، ح. و نعمتی، س.ح. ۱۴۰۱. بررسی بهره‌وری آب و بعضی خصوصیات گیاه نعناع فلفلی در شرایط تنش آبی و شوری در حضور سلنیوم. *مدیریت آب در کشاورزی*. ۹ (۲): ۱۳۰-۱۱۵.

قره‌خانی، م.، سلطانلو، ح.، مختارپور، ح.، رمضان‌پور، س.، خراسانی‌نژاد، س.، مشهدی اکبربوجار، م. و توکل، ا. ۱۴۰۰. اثر محلول‌پاشی اسید آبسیزیک و ملاتونین بر خصوصیات مرفولوژیکی و اجزای عملکرد گیاه سالیکورنیا تحت شرایط تنش شوری. نشریه علوم گیاهان زراعی ایران. ۵۲ (۳): ۱۸۸-۱۷۵.

نقی زاده، م.، کبیری، ر. و مقصودی، کبری. ۱۴۰۰. ارزیابی تأثیر محلول پاشی ملاتونین و اسید آسکوربیک بر عملکرد دانه و موسیلاژ *Plantago ovate Forssk* . *تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران*. ۳۷(۶): ۹۱۹-۹۰۸.

Agami, R.A. 2013. Alleviating the adverse effects of NaCl stress in maize seedlings by pretreating seeds with salicylic acid and 24- epibrassinolide. South African Journal of Botany. 88: 171-177.

Arnon A.N. 1967. Method of extraction of chlorophyll in the plants. Agronomy Journal. 23:112-121.

Chutipaijit, S., Cha-um, S. and Sompornpailin, K. 2011. High contents of proline and anthocyanin increase protective response to salinity in 'Oryza sativa' L. spp. 'indica'. Australian Journal of Crop Science. 5(10): 1191-1198.

avium×Prunus cerasus). Plant Physiol. Biochem. 61: 162-168.

Trajkova, F., Papadantonakis, N. and Savvas, D. 2006. Comparative effects of nacl and $cacl^2$ salinity on cucumber grown in a closed hydroponic system. Hortscience: a publication of the American Society for Horticultural Science. 41(41): 437-441.

Tan, D. X., Hardeland, R., Manchester, L. C. Korkmaz, A., Shran, M., Rosales-coral, S and Reiter, R.J. 2012. Functional roles of melatonin in plants, and perspectives in nutritional and agricultural science. Journal of Expression and Biothechnology. 63: 577-597.

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

Xalxo, R. and Keshavkant, S. 2019 Melatonin, glutathione and thiourea attenuate lead and acid rain-induced deleterious responses by regulating gene expression of antioxidants in Trigonella foenum graecum L. Chemosphere 221: 1-10.

Yousefzadeh, S., Modarres-Sanavy, S. A. M., Sefidkon, F., Asgarzadeh, A., Ghalavand, A. and Sadat-Asilan, K. 2013. Effects of Azocompost and urea on the herbage yield and contents and compositions of essential oils from two genotypes of dragonhead (Dracocephalum moldavica L.) in two regions of Iran. Food Chemistry. 138 (2): 1407-1413.

Zhang, N., Sun, Q., Zhang, H., Cao, Y., Weeda, S., Ren, S.H. and Guo, Y.D., (2015). Roles of melatonin in abiotic stress resistance in plants. Journal of Experimental of Botany. 66: 647-56.

Croteau R. Ketchum R. Long R. Kaspera R. and Wildung M. 2006. Taxol biosynthesis and molecular genetics. Phytochemistry reviews. 5(1): 75-97.

Hussein, M.S., El-Sherbeny, S.E., Khalil, M.Y., Naguib, N.Y., Aly, S.M. 2006. Growth characters and chemical constituents of Dracocephalum moldavica L. plants in relation to compost fertilizer and planting distance. Scientia Horticulturae. 108: 322-331.

Faisal, E.A., Yagoub, S.O. and Elsheikh, E.A.E. 2000. Effects of mycorrhizal inoculation and phosphorus application on the nodulation, mycorrhizal infection and yield components of faba bean grown under two different watering regimes. Khartoum Journal of Agricultural Sciences. 1(1): 137-151.

Lutts, S., Kinet, J.M. and Bouharmont, J. 1996. NaCl-induced senescence in leaves of rice (Oryza sativa L.)cultivars differing in salinity resistance. Ann. Bot. 78: 389-398.

Rady, M.M., Desoky, E.-S., Elrys, A. and Boghdady, M. 2019. Can licorice root extract be used as an effective natural biostimulant for salt-stressed common bean plants? South African Journal of Botany. 121: 294-305.

Ritchie, S.W., Nguyen, H.T. and Holaday, A.S. 1990. Leaf water content and gasexchange parameters of two wheat genotypes differing in drought resistance. Crop Science. 30(1): 105-111.

Sarropoulou, V.N., Dimassi-Theriou, K., Therios, I., and Koukourikou-Petridou, M. 2012. Melatonin enhances root regeneration, photosynthetic pigments, biomass, total carbohydrates and proline content in the cherry rootstock PHL-C (Prunus

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No.2, Vol. 19, Jun.-Jul. 2025, p. 175-183

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۲، جلد ۱۹، خرداد - تیر ۱۴۰۴، ص. ۱۸۳-۱۷۵

The Effect of Salinity Stress on Water Productivity and Some Characteristics of (*Dracocephalum moldavica* L.) Using Melatonin

V. Shamsabadi [1*], M.N. Modoodi[2] and M. Moradi[2]

Recived: Dec.22, 2024 Accepted: Jun.01, 2025

Abstract

The present study was conducted with the aim of investigating the effect of different levels of salinity stress and melatonin foliar application on water productivity and several characteristics of *Dracocephalum moldavica* L. in the research greenhouse of Torbat Jam Higher Education Complex. The experiment was performed as a completely randomized design with 3 replications and based on pot culture. In this experiment, the treatments included three levels of salinity stress (0-, 50- and 100-mM sodium chloride) and two levels of melatonin foliar application (zero and 100 µM). The results indicated that the application of 50- and 100-mM salinity stress resulted in a decrease of 18.66 and 35.47% relative water content and 22.21 and 30.74% water productivity and an increase 29.41 and 72.05% of leaf water and 32.52 and 64.16% compared to the control treatment. Also, the results showed that the highest percentage of essential oil occurred at 50 mM salinity at 0.562%. Also, the total amount of water used in each pot in each treatment was 9.33 liters. Also, the results showed that foliar spraying of melatonin at the rate of 100 micromolar increased 13.97, 20.72, 22.72, 15.38, 22.22, 8.54, 9.33, 20.74, 9.88 and 13.32% respectively, plant height, shoot dry weight, chlorophyll a, chlorophyll b, total chlorophyll, percent of relative water content, essential oil percentag, water productivity, leaf water potential and Electrolyte leakage percentage in *Dracocephalum moldavica* L. It seems that *Dracocephalum moldavica* L is sensitive to salinity stress and the application of salinity stress will lead to a decrease in the yield and yield components of this plant. Also, the results indicated that melatonin foliar spraying led to an increase in the tolerance of *Dracocephalum moldavica* L to salinity stress.

Keywords: Essential oil, Hormone, Sodium Chloride, Water Potential

1- Assistant Professor, Department of Water Sciences and Engineering, University of Torbat-e Jam, Torbat-e Jam, Iran
2 Assistant Professor, Department of Horticulture Science and Engineering, University of Torbat-e Jam, Torbat-e Jam, Iran
(*- Corresponding Author Email: v_shamsabadi@tjamcaas.ac.ir)