



# تأثیر محلول‌پاشی ملاتونین بر ویژگی‌های مورفولوژیک گل آذین، عملکرد و تخصیص ماده خشک در گیاه شاهدانه (*Cannabis sativa* L.)

حکیمه علومی<sup>۱</sup>، لیلا ملک‌پورزاده<sup>۱\*</sup>، سودابه نورزاد<sup>۱</sup>

\* گروه اکولوژی، دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته، کرمان، ایران. malekpour.leila@yahoo.com

## نتایج و بحث

با توجه به نتایج مقایسه میانگین، تیمار ملاتونین اثرات متفاوتی بر صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گیاه شاهدانه داشت. این تیمار باعث افزایش معنادار تعداد گل‌های هر خوشه از ۸۳/۳۸ به ۶۷/۵۶ شد که نشان‌دهنده نقش تحریکی آن در گل‌دهی است (جدول ۱). با این وجود، تعداد بذرهای هر خوشه کاهش یافت که ممکن است به دلیل اختلال در فرآیند لقاح یا عوامل محیطی باشد. از سوی دیگر، وزن هزار دانه به‌طور قابل‌توجهی افزایش یافت که حاکی از بهبود پر شدن دانه‌ها و کیفیت بذر تحت تأثیر ملاتونین است. همچنین افزایش طول خوشه و طول برگ مشاهده شد که می‌تواند نشان‌دهنده تقویت رشد رویشی و طول‌شدگی سلول‌ها باشد (جدول ۱). این تغییرات همراه با افزایش وزن بذر و خوشه، حاکی از تخصیص کارآمدتر ماده خشک به بخش زایشی تحت تأثیر ملاتونین است.

جدول ۱- مقایسه میانگین صفات مورفولوژیکی و عملکردی گیاه شاهدانه تحت تأثیر غلظت‌های مختلف محلول‌پاشی ملاتونین

ملاتونین (ppm)	تعداد گل‌های روی یک خوشه	تعداد بذرهای یک خوشه	وزن هزاردانه (گرم)	وزن بذر یک خوشه (گرم)	وزن یک خوشه (گرم)	طول خوشه (سانتی‌متر)	طول برگ (سانتی‌متر)
۰	۳۸/۸۳b	۳۶/۶۷b	۱۳/۸۳b	۰/۷۲b	۰/۸۳b	۵/۵۸b	۴/۸۳b
۱۲	۵۶/۶۷a	۵۸/۰۰a	۲۶/۶۷a	۱/۵۶a	۱/۰۴a	۸/۰۰a	۸/۱۷a

بر اساس نتایج شاخص‌های کارایی، تیمار ملاتونین تأثیر متفاوتی بر کارایی تخصیص ماده خشک در گیاه شاهدانه داشت. این تیمار موجب افزایش شاخص برداشت در سطح شاخه شد که نشان‌دهنده سهم بیشتر بذر از کل ماده خشک تولیدی در شاخه است. با این حال، کارایی خوشه کاهش یافت که احتمالاً ناشی از افزایش نسبی وزن اجزای غیربذری خوشه بوده است. همچنین، کارایی برگ در تولید بذر و تراکم بذر به ازای واحد وزن برگ کاهش نشان داد. این کاهش می‌تواند حاکی از بهبود عملکرد فتوسنتزی کلی و تخصیص مؤثرتر مواد به سوی پر شدن دانه‌ها باشد، به گونه‌ای که با وجود وزن بیشتر برگ، سهم بذر از ماده خشک بهینه‌تر شده است. در مجموع، ملاتونین با بهبود وزن دانه، رشد رویشی و شاخص برداشت شاخه، پتانسیل بالایی به‌عنوان یک تنظیم‌کننده رشد برای افزایش عملکرد کمی و کیفی در کشت شاهدانه دارد (جدول ۲).

جدول ۲- مقایسه میانگین شاخص‌های تخصیص ماده خشک و کارایی تولید بذر در گیاه شاهدانه تحت تأثیر غلظت‌های مختلف محلول‌پاشی ملاتونین

ملاتونین (ppm)	شاخص برداشت در سطح شاخه (Index for Branch)	کارایی خوشه (Cluster Efficiency)	کارایی برگ در تولید بذر	تراکم بذر به ازای واحد وزن برگ
۰	۴۳/۸۶b	۱/۵۷a	۰/۰۲a	۰/۰۰۰۴a
۱۲	۹۴/۴۶a	۰/۷۲b	۰/۰۱b	۰/۰۰۰۲b

با بررسی تأثیر کاربرد خارجی ملاتونین بر گیاه شاهدانه مشخص شد که این ترکیب با تحریک رشد رویشی، به‌طور معنی‌داری باعث افزایش طول خوشه و طول برگ شده است که احتمالاً ناشی از نقش آن در طول‌شدگی سلول‌ها و بهبود وضعیت آنتی‌اکسیدانی گیاه می‌باشد (Oloumi et al., 2025a and b). افزایش تعداد گل‌های هر خوشه در کنار کاهش تعداد بذرها بود که نشان می‌دهد ملاتونین اگرچه القای گلدهی را تقویت می‌کند، ولی ممکن است بر مراحل بعدی تشکیل بذر تأثیر منفی گذاشته یا تحت تأثیر عوامل محیطی قرار گیرد (Oloumi et al., 2025b). با این وجود، افزایش چشمگیر وزن هزار دانه و وزن بذر هر خوشه حاکی از آن است که ملاتونین فرآیند پر شدن دانه‌ها را به‌طور مؤثری بهبود بخشیده و با تخصیص بهینه‌تر فتوسنتزات‌ها، کیفیت بذرها را افزایش داده است. افزایش شاخص برداشت در سطح شاخه و بهبود کارایی برگ در تولید بذر نشان می‌دهد که ملاتونین کارایی هدایت مواد فتوسنتزی به سمت اندام‌های زایشی (بذر) را در سطح کل گیاه ارتقا داده است. این نتیجه با پژوهش‌های پیشین که نشان داده‌اند ملاتونین از طریق کاهش استرس اکسیداتیو می‌تواند بر عملکرد و تولیدمثل گیاه تأثیر بگذارد، همسو است (Jiang et al., 2021). در مجموع، ملاتونین با تعدیل متابولیسم، هم رشد رویشی و هم تخصیص کارآمد ماده خشک به بذرها را در گیاه شاهدانه بهبود می‌بخشد.

## منابع

Dabaghkar, Y., Eghlima, G., Babashpour-Asl, M., Mohammadi, M., and Ghorbanpour, M. (2024). Exploring the impact of exogenous melatonin on agro-morphological characteristics, carvacrol, and Rosmarinic acid production in *Satureja rechingeri* Jamzad under drought stress. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 11(1): 112. <https://doi.org/10.1186/s40538-024-00643-4>

Jiang, Y., Shi, H., Liu, Y., Zhao, S., (2021). Zhao, H. Applications of melatonin in female reproduction in the context of oxidative stress. *Oxid med cell longev*, 6668365. <https://doi.org/10.1155/2021/6668365>

Khalofah, A., Bamatov, I., and Zargar, M. (2024). Interaction of melatonin and H2S mitigates NaCl toxicity summer savory (*Satureja hortensis* L.) through Modulation of biosynthesis of secondary metabolites and physio-biochemical attributes. *Environmental Science and Pollution Research*, 31(35): 47757-70. <https://doi.org/10.1007/s11356-024-34356-w>

Oloumi, H., Malekpourzadeh, L., Mozaffari, H., Hosseinjanizadeh, M., and Maleki, M. (2025a). Comprehensive analysis of hemp growth, physiological responses, and secondary metabolite production under zinc sulfate and melatonin treatments. *Industrial Crops and Products*, 237: 122175. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2025.122175>

Oloumi, H., Nasibi, F., Poorsheikhali, Z., and Malekpourzadeh, L. (2025b). Changes in Growth and Secondary Metabolite Production in *Cannabis Sativa* L. in Response to Simultaneous Treatment with Plasma Activated water, Melatonin and Nano-Zinc. *BioNanoScience*, 15(2): 1-13. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-4898263/v1>

## چکیده

ملاتونین به‌عنوان یک تنظیم‌کننده رشد گیاهی، نقش مهمی در تعدیل پاسخ‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاهان تحت شرایط مختلف ایفا می‌کند. در این پژوهش، تأثیر محلول‌پاشی ملاتونین بر صفات مورفولوژیک، شاخص‌های رشد و تخصیص ماده خشک در گیاه شاهدانه به‌صورت طرح کاملاً تصادفی با شش تکرار انجام شد و تیمارها شامل شاهد (عدم کاربرد ملاتونین) و تیمار با ملاتونین در غلظت ۱۲ پی‌پی‌ام بودند. نتایج نشان داد که کاربرد ملاتونین باعث افزایش معنادار تعداد گل‌های هر خوشه، وزن هزار دانه، طول خوشه و طول برگ شد. همچنین شاخص برداشت در سطح شاخه و کارایی برگ در تولید بذر به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. در مجموع، محلول‌پاشی ملاتونین با غلظت ۱۲ پی‌پی‌ام موجب افزایش در تعداد بذر هر خوشه و کارایی خوشه گردید و از طریق افزایش معنی‌دار در وزن هزار دانه، طول خوشه، طول برگ و شاخص برداشت شاخه، توانست تخصیص ماده خشک را به نفع بخش زایشی (بذر) بهبود بخشد. این تغییرات، همراه با افزایش در کارایی برگ، نشان می‌دهد که ملاتونین با تقویت رشد رویشی و بهینه‌سازی توزیع مواد فتوسنتزی، می‌تواند سهم نهایی ماده خشک را در بذرها افزایش داده و به‌عنوان یک اکسین طبیعی مؤثر در مدیریت عملکرد گیاه شاهدانه مورد استفاده قرار گیرد.

کلمات کلیدی: ملاتونین، شاهدانه، شاخص برداشت، وزن هزار دانه، تخصیص ماده خشک، رشد زایشی

## مقدمه

ملاتونین که نخست به‌عنوان هورمون خواب در جانوران شناخته می‌شد، امروزه نقش چندکاره‌ای به‌عنوان یک تنظیم‌کننده رشد (نوریگولاتور) در گیاهان یافته است و فرآیندهایی مانند جوانه‌زنی، رشد و پاسخ به تنش‌ها را تعدیل می‌کند (Ross, 2024). یکی از سازوکارهای کلیدی آن، تقویت سامانه دفاع آنتی‌اکسیدانی گیاه از طریق فعال‌سازی آنزیم‌هایی مانند سوپراکسید دیسموتاز و افزایش گلوتاتیون است که استرس اکسیداتیو ناشی از تنش‌هایی چون خشکی را کاهش می‌دهد (Dabaghkar et al., 2024). همچنین ملاتونین با تنظیم متابولیسم ثانویه و فعال‌سازی مسیرهایی مانند فیل‌پروپانویید، تولید ترکیبات ارزشمندی مانند فلاونوئیدها را افزایش می‌دهد (Khalofah et al., 2024). با این وجود، اثرات آن بر گیاه بااهمیت اقتصادی و دارویی شاهدانه (*Cannabis sativa* L.) به‌طور نظام‌مند بررسی نشده است (Oloumi et al., 2025b). این مطالعه با هدف پرکردن این خلأ پژوهشی، به بررسی تأثیر محلول‌پاشی ملاتونین بر ویژگی‌های مورفولوژیک، فیزیولوژیکی و الگوی تخصیص ماده خشک در شاهدانه پرداخته است. یافته‌ها می‌تواند راه را برای کاربرد ملاتونین به‌عنوان یک محرک رشد پایدار در زراعت این گیاه استراتژیک هموار کند.

## مواد و روش‌ها

بذر گیاه شاهدانه در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته کرمان در زمستان ۱۴۰۳ کشت شد. هنگامی که گیاهچه به مرحله ۴-۶ برگ رسیده اقدام به محلول‌پاشی ملاتونین در غلظت‌های صفر و ۱۲ ppm شد. دوره تیماردهی ۱۵ روز و دفعات تیماردهی ۵ مرتبه بود، هنگامی که گیاه به گل و بذر رفت اقدام به نمونه‌برداری شد. صفات مورد بررسی شامل: تعداد گل‌های روی یک خوشه، تعداد بذرهای یک خوشه، وزن هزاردانه، وزن بذر یک خوشه و وزن خوشه، طول خوشه و برگ، شاخص برداشت در سطح شاخه، کارایی خوشه، کارایی برگ در تولید بذر و تراکم بذر به ازای واحد وزن برگ بود. تجزیه و تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.4 انجام شد. مقایسه میانگین با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال یک درصد ارزیابی شد.