تأثیر کاربرد همزمان سیلیکون و ملاتونین بر ترکیب اسیدهای چرب گوار (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) در شرایط تنش شوری

مژگان علی‌نیا[۱]، سیدعبدالرضا کاظمینی[۲*]

[۱ و ۲*] گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز- akazemeini@shirazu.ac.ir

چکیده

با توجه به نقش‌های مطلوب سیلیکون و ملاتونین در کاهش اثرات زیان‌بار احتمالی ناشی از تنش شوری و بهبود صفات کیفی گیاه، هدف از این پژوهش بررسی اثرات ترکیبی سیلیکون و ملاتونین همراه با سطوح شوری بر پروفایل اسیدهای چرب گوار به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی بود. نتایج نشان داد که تنش شوری موجب کاهش اسیدهای چرب غیراشباع شد، در مقابل کاربرد ترکیب سیلیکون و ملاتونین توانست سبب بهبود محتوای اسید اولئیک، اسید لینولئیک و اسید لینولنیک در بالاترین سطح شوری (۲۰ دسی‌زیمنس بر متر) به میزان ۳۸/۶، ۱۶/۸ و ۳۸/۵ درصد در مقایسه با تیمار شاهد شد. برهمین اساس می‌توان بیان کرد که کاربرد برگی توأم سیلیکون و ملاتونین می‌تواند به‌عنوان رویکردی نوین برای کاهش اثرات تنش شوری در محصولات زراعی مورد توجه قرار گیرد.

مقدمه

گوار به‌عنوان یک لگوم اقتصادی مهم، علاوه بر نقش کلیدی در تولید صمغ، از نظر کیفیت روغن دانه و ترکیب اسیدهای چرب نیز حائز اهمیت است. ترکیب اسیدهای چرب دانه‌ها یکی از شاخص‌های اصلی کیفیت تغذیه‌ای و پایداری غشاهای سلولی گیاهان محسوب می‌شود و به‌شدت تحت تأثیر تنش‌های محیطی، به‌ویژه شوری قرار دارد. تنش شوری با القای تنش اسمزی و یونی، سبب افزایش تولید گونه‌های فعال اکسیژن و آسیب به غشاهای زیستی می‌شود که این امر معمولاً با افزایش اسیدهای چرب اشباع و کاهش اسیدهای چرب غیراشباع شامل اسیدهای چرب تک‌غیراشباع و چندغیراشباع همراه است. در سال‌های اخیر، استفاده از ترکیبات تنظیم‌کننده رشد گیاه به‌منظور بهبود ترکیب اسیدهای چرب تحت شرایط تنش شوری مورد توجه قرار گرفته است. بررسی اثرات هم‌افزای سیلیکون و ملاتونین بر تعدیل ترکیب اسیدهای چرب و افزایش کیفیت روغن دانه در شرایط شوری، می‌تواند راهکاری نوین برای بهبود ارزش تغذیه‌ای این گیاه در مناطق شور فراهم آورد (*Pathak, 2015*).

مواد و روش‌ها

این پژوهش در خردادماه ۱۴۰۳ در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه شیراز انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار طراحی شد. تمامی تیمارها شامل سطوح محرک‌های رشد گیاهی، غلظت‌های کلرید سدیم (صفر، ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر، و ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر) و ترکیبات محلول‌پاشی برگی (شاهد، ملاتونین ۱۰۰ میکرومولار، سیلیکون ۱۶/۲ میلی‌مولار تأمین‌شده به‌صورت سدیم متاسیلیکات، و ملاتونین + سیلیکون) با آب مقطر تهیه شدند. برای تهیه محلول مادر ملاتونین، ۵۰ میلی‌گرم ملاتونین ابتدا در ۱ میلی‌لیتر اتانول حل و سپس با آب مقطر تا رسیدن به غلظت نهایی موردنظر رقیق شد. پروفایل اسیدهای چرب در مرحله رسیدگی کامل دانه‌ها (۹۰ روز پس از کاشت) با اعمال برخی اصلاحات تعیین شد. شناسایی استرهای اتیلی اسیدهای چرب بر اساس مقایسه زمان‌های بازداری با استانداردهای معتبر و تطبیق طیف‌های جرمی انجام و خلوص پیک‌ها و یکنواختی آن‌ها در تیمارهای مختلف با استفاده از نرم‌افزار *Peak-ABC* تأیید گردید.

نتایج و بحث

اسید میریستیک (*C14:0*)، اسید پنتادکانوئیک (*C15:0*)، اسید استئاریک (*C18:0*)، اسید تریکوزانوئیک (*C23:0*) و اسید لیگنوسریک (*C24:0*) در بذرهای گوار تحت سطح شوری ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر، به‌ترتیب ۴/۶، ۶/۲، ۰/۱، ۳/۸ و ۷/۶ برابر نسبت به سطح صفر در تیمار شاهد افزایش معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد نشان دادند. در مقابل، اسید اولئیک (*C18:1*)، اسید لینولئیک (*C18:2*)، اسید لینولنیک (*C18:3*) و اسید دوکوزاهگزانوئیک (*C22:0*) در سطح شوری ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر نسبت به سطح صفر کاهش یافتند، در حالی‌که کاربرد توأم ملاتونین و سیلیکون موجب بهبود مقادیر این اسیدهای چرب شد. بیشترین مقادیر اسید اولئیک (*C18:1*) و اسید دوکوزاهگزانوئیک (*C22:0*) در گیاهان تیمارشده با ترکیب ملاتونین و سیلیکون تحت سطح صفر مشاهده شد، در حالی‌که بیشترین مقدار اسید لینولئیک (۵۰/۹۰ درصد) و اسید لینولنیک (۵/۵۴۹ درصد) به‌ترتیب در تیمار ملاتونین و تیمار سیلیکون، تحت سطح صفر به‌دست آمد (جدول ۱). بر اساس نتایج، تیمار ترکیبی ملاتونین و سیلیکون در سطوح شوری صفر، ۱۰ و ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر، نسبت *UFA/SFA* را به‌ترتیب ۰/۷، ۱۳/۱، ۳۷/۶ واحد نسبت به تیمار ملاتونین به‌تنهایی، ۳/۸، ۲۳/۸ و ۲۰/۳ واحد نسبت به تیمار سیلیکون به‌تنهایی افزایش داد (جدول ۱). تنش شوری از طریق افزایش پراکسیداسیون لیپیدها و تولید رادیکال‌های آزاد، موجب کاهش اسیدهای چرب غیراشباع (*UFA*) در محصولات زراعی می‌شود که این فرآیند با افزایش اسیدهای چرب اشباع و کاهش کیفیت روغن بذر همراه است (*Bakyani et al., 2022*). کاربرد ملاتونین و سیلیکون با فعال‌سازی آنزیم‌های بیوسنتز اسیدهای چرب، کاهش پراکسیداسیون لیپیدی و حفظ یکپارچگی غشاها، سبب افزایش محتوای *UFA* گردید (*Bakyani et al., 2022*).

جدول ۱. مقایسه میانگین پروفایل اسیدهای چربی بذرهای گوار تحت تاثیر تیمارهای مختلف محرک رشد گیاهی و سطوح شوری

محرک رشد گیاهی	شوری	SFA C14:0	SFA C15:0	SFA C16:0	SFA C18:0	MUFA C18:1	MUFA C18:2	PUFA C18:3	PUFA C22:0	PUFA C23:0	SFA C24:0
شاهد	صفر	0.511 ef	0.262 g	0.000 i	24.11 d	25.8 h	38.2 f	2.449 c	0.688 d	1.095 a	0.431 h
شاهد	۱۰	1.474 b	1.615 a	0.000 i	24.94 b	22.1 k	37.2 h	2.194 d	0.671 d	2.118 b	0.470 gh
شاهد	۲۰	2.350 a	1.636 a	1.278 fg	25.13 a	19.4 l	36.3 i	1.560 g	0.040 e	4.155 a	3.284 a
ملاتونین	صفر	0.649 a	0.296 g	0.876 h	23.67 f	28.3 c	50.9 a	2.783 b	0.893 c	1.751 d	0.398 h
ملاتونین	۱۰	0.950 d	0.870 c	1.757 d	24.16 d	26.4 f	41.0 e	2.140 d	0.602 d	2.106 b	0.775 d
ملاتونین	۲۰	1.593 b	1.183 b	2.511 a	24.48 c	23.8 j	34.7 j	1.903 e	0.040 e	2.104 b	1.478 b
سیلیکون	صفر	0.508 ef	0.567 ef	1.529 e	23.17 i	30.0 b	44.4 b	5.549 a	1.834 b	1.716 d	0.579 fg
سیلیکون	۱۰	0.963 d	0.710 de	1.946 c	23.48 g	26.0 g	43.5 c	2.390 c	0.687 d	1.933 c	0.715 de
سیلیکون	۲۰	1.302 c	0.794 cd	2.165 b	23.86 e	24.8 i	37.8 g	1.749 f	0.040 e	2.105 b	0.912 c
ملاتونین + سیلیکون	صفر	0.376 f	0.464 f	1.207 g	22.99 j	30.3 a	44.3 b	2.472 c	2.087 a	1.152 e	0.040 i
ملاتونین + سیلیکون	۱۰	0.617 e	0.773 cd	1.282 fg	23.31 hi	28.1 d	41.0 e	2.437 c	1.846 b	1.680 d	0.635 ef
ملاتونین + سیلیکون	۲۰	0.618 e	0.788 cd	1.355 f	23.55 fg	26.9 e	42.4 d	2.160 d	0.886 c	2.074 b	0.907 c

در هر ستون میانگین‌ها با حروف مشابه تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند (LSD٪۵). اسید میریستیک (C14:0)، اسید پنتادکانوئیک (C15:0)، اسید استئاریک (C18:0)، اسید اولئیک (C18:1)، اسید لینولئیک (C18:2)، اسید لینولنیک (C18:3)، اسید دوکوزاهگزانوئیک (C22:0)، اسید تریکوزانوئیک (C23:0) و اسید لیگنوسریک (C24:0)

منابع

Alinia, M., Kazemeini, S. A., Meftahizadeh, H., and Mastinu, A. (2024). Alleviating salinity stress in Cyamopsis tetragonoloba L. seedlings through foliar application of silicon or melatonin in arid and semi-desert environments. South African Journal of Botany, 174, 347-359. https://doi.org/10.1016/j.sajb.2024.09.024

Bakyani, M.R.F., Alinia, M., Kazemeini, S.A., Abadía, J., and Dadkhodaie, A. (2022). *Foliar application of melatonin improves the salt tolerance, ion and redox homeostasis and seed oil fatty acid profile in Camelina sativa.* Plants, 11(22):3113. https://doi.org/10.3390/plants11223113

Ghosh, D., Das, T., Paul, P., Dua, T.K., and Roy, S. (2024). Zinc-loaded mesoporous silica nanoparticles mitigate salinity stress in wheat seedlings through silica-zinc uptake, osmotic balance, and ROS detoxification. Plant Physiol Biochem, 211:108693. https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2024.108693

Meftahizadeh, H., and Rahmati Ahmadabad, Z. (2021). Evaluation of germination and growth characteristics of guar (Cyamopsis tetragonoloba L.) genotypes under salinity stress condition. IJSST, 10(2): 97-109. https://doi.org/10.22034/ijsst.2020.342298.1332

Pathak, R. (2015). Clusterbean: Physiology, genetics and cultivation, first ed. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-287-907-3