کد مقاله: CSC18_1249

هجدهمین کنگره ملی و چهارمین کنگره بین‌المللی

علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران

18th Iranian National & 4th International Crop Sciences Congress

Ferdowsi University of Mashhad, Iran — Sept. 10 – 12th , 2024

دانشگاه فردوسی مشهد — ۲۰ - ۲۲ شهریورماه ۱۴۰۳

تاثیر تنش شوری بر فلورسانس کلروفیل برگ و برخی ویژگی‌های فیزیولوژیک ژنوتیپ‌های عدس (*Lens culinaris* Medikus)

وجیه حیدری۱، محمدجواد احمدی لاهیجانی۲*، جعفر نباتی۳، احمد نظامی٤

۱- کارشناسی ارشد فیزیولوژی گیاهان زراعی، گروه اگروتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران/ ۲- استادیار، گروه اگروتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران/ ۳- استادیار، گروه اگروتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران/ ٤- استاد، گروه اگروتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران.

*- نویسنده مسئول: Email: mjahmadi@um.ac.ir

ارائه‌دهنده: وجیه حیدری

حیدری، و.، احمدی لاهیجانی، م.ج.، نباتی، ج.، نظامی، ع. (۱۳۹۳). فلورسانس کلروفیل برگ، شاخص پایداری غشا و هدایت روزنه ای ژنوتیپ‌های عدس (*Lens culinaris* Medikus) تحت تنش شوری.. هجدهمین کنگره ملی و چهارمین کنگره بین‌المللی علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. ۲۲-۲۰ شهریور ۱۴۰۳، دانشگاه فردوسی مشهد.

چکیده:

تنش شوری یکی از مهم‌ترین تنش‌های غیرزیستی و کاهنده عملکرد گیاهان زراعی در مناطق نیمه‌خشک و خشک است. به منظور بررسی اثر تنش شوری بر ویژگی‌های فیزیولوژیک و بیوشیمیایی ژنوتیپ‌های مختلف عدس، آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقات شوری دانشگاه فردوسی مشهد در سال ۱۴۰۱-۱۴۰۰ اجرا شد. سطوح شوری شامل ۲/۵، ۶ و ۹ دسی زیمنس بر متر در کرت‌های اصلی و شش ژنوتیپ عدس با تحمل‌های مختلف به شوری به کرت‌های فرعی اختصاص یافتند. نتایج نشان داد که با افزایش تنش شوری، شاخص پایداری غشاء و فلورسانس متغیر (F_v) کاهش و حداقل فلورسانس (F_o)، حداکثر فلورسانس (F_m) و هدایت روزنه‌ای (g_s) افزایش یافت. ژنوتیپ MLC178 بالاترین F_m را در شوری ۹ دسی زیمنس بر متر نشان داد. این ژنوتیپ عدس در شوری ۹ دسی زیمنس بر متر به ترتیب ۳۶ و ۴۱ درصد در مقایسه با شوری ۶ و ۲/۵ دسی زیمنس بر متر F_m بیشتری نشان داد. بیشترین بازده فتوسیستم ۲ (F_v/F_m) از شاهد به دست آمد که منجر به افزایش ۵۶ درصدی F_v/F_m در مقایسه با در شوری ۹ دسی زیمنس بر متر شد. ژنوتیپ MLC117 بیشترین هدایت روزنه‌ای را در در شوری ۹ دسی زیمنس بر متر نشان داد که منجر به افزایش و ۸۷ درصدی هدایت روزنه‌ای در مقایسه با شوری ۶ و ۲.۵ دسی زیمنس بر متر شد. نتایج نشان دهنده تنوع ژنوتیپ‌های عدس در پاسخ به شرایط شوری بود. به‌طورکلی، ژنوتیپ‌های MLC117 و MLC178 در اکثر صفات در شرایط تنش شوری برتری داشتند.

مقدمه و بیان مسئله:

شوری خاک یکی از مهم‌ترین تنش‌های غیرزیستی در مناطق نیمه خشک و خشک است. حدود ۸۳۰ میلیون هکتار از خاک در سراسر جهان تحت تأثیر شوری قرار دارد و تقریباً دو میلیون هکتار زمین به دلیل افزایش شوری هر سال غیرقابل استفاده می‌شود (Pandey and Sengar, 2020). تقریباً نیمی از زمین‌های کشاورزی ایران تحت تأثیر شوری خاک هستند (Nabati et al., 2022). تنش شوری فرآیندهای مورفوفیزیولوژیک و بیوشیمیایی گیاهان مانند سرعت فتوسنتز، ارتفاع گیاه، سطح برگ، شاخص سطح برگ و میزان نسبی آب برگ و گیاه را به شدت مهار می‌کند. سمیت یون سدیم ثبات غشا را مختل می‌کند. علاوه‌براین، سدیم به سمت اندام‌های تولید مثلی حرکت می‌کند و رشد و عملکرد گیاه را کاهش می‌دهد. عدس (*Lens culinaris* Medikus) گیاهی یک ساله از خانواده Leguminosae است که نقش مهمی در تغذیه انسان و دام دارد. عدس به عنوان منبع مهم انرژی، پروتئین، کربوهیدرات‌ها، فیبر، مواد معدنی، ویتامین‌ها و ترکیبات آنتی اکسیدانی عمل می‌کند و همچنین، ترکیبات غیرمغذی متنوعی مانند مهارکننده‌های پروتئاز، تانن‌ها، الیگوساکاریدهای آلفا گالاکتوزید و اسید فیتیک را فراهم می‌کند (Pandey and Sengar, 2020). با توجه به گسترش روزافزون شوری خاک و کاهش حاصلخیزی اراضی کشاورزی تحت تنش شوری و اهمیت تولید عدس در این مناطق به عنوان یک منبع پروتئینی قابل توجه، مطالعه‌ای به منظور بررسی پاسخ‌های فیزیولوژیک و تحمل به شوری ژنوتیپ‌های مختلف عدس در شرایط مزرعه انجام شد.

مواد و روش‌ها:

این مطالعه به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی شوری دانشگاه فردوسی مشهد در سال ۱۴۰۱-۱۴۰۰ انجام شد. سه سطح شوری (۲/۵، ۶ و ۹ دسی زیمنس بر متر) به عنوان کرت‌های اصلی در نظر گرفته شد. شش ژنوتیپ عدس شامل پنج ژنوتیپ متحمل به نمک (MLC12، MLC178، MLC26، MLC118 و MLC117) و یک ژنوتیپ حساس به نمک (MLC104) به کرت‌های فرعی اختصاص داده شدند. شوری از منبع نمک NaCl و همراه با آب آبیاری با توجه به سطح شوری مدنظر اعمال شد و ژنوتیپ‌های مورد

مطالعه از بانک بذر حبوبات پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد تهیه شدند. کاشت با دست در ۱۸ اسفند انجام شد. هر کرت شامل چهار ردیف به طول دو متر با فاصله ردیف ۵۰ سانتی متر و تراکم بوته ۲۰۰ بوته در متر مربع بود. در ۵۰ درصد گلدهی، پارامترهای فلورسانس کلروفیل برگ با استفاده از دستگاه فلورمتر (OptiScience OS-30) و شاخص پایداری غشا به صورت %MSI=100-EL (MSI: شاخص پایداری غشا، EL: نشت الکترولیت‌ها) با محاسبه میزان نشت الکترولیت‌ها از جوانترین برگ کاملا توسعه یافته اندازه‌گیری شد. هدایت روزنه‌ای نیز با استفاده از دستگاه پرومتر (Leaf Porometer, Inc. USA، مدل SC-1) از جوانترین برگ کاملاً توسعه یافته اندازه‌گیری شد.

تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم افزار Minitab 16 انجام شد و میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح معنی‌داری پنج درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث:

تیمارهای تنش شوری بر شاخص پایداری غشای برگ (MSI) تأثیر منفی گذاشت. با افزایش سطح شوری، شاخص پایداری غشای برگ کاهش یافت. سطح شوری ۹ دسی زیمنس بر متر شاخص پایداری غشای برگ را ۲۰ درصد در مقایسه با ۲/۵ دسی زیمنس بر متر کاهش داد (شکل ۱). در بین ژنوتیپ‌ها، ژنوتیپ MLC12 بالاترین شاخص پایداری غشای برگ برگ را با ۵ درصد شاخص پایداری غشای برگ بالاتر در مقایسه با MLC117 که کمترین سطح شاخص پایداری غشای برگ را داشت نشان داد(جدول ۱).

شکل ۱- شاخص پایداری غشای سلولی برگ تحت تاثیر تنش شوری و ژنوتیپ‌های عدس. میانگین ها با حروف مختلف بر اساس آزمون دانکن در سطح معنی داری پنج درصد تفاوت معنی‌دار دارند.

جدول ۱- اثر تنش شوری بر پارامترهای فلورسانس کلروفیل برگ ژنوتیپ‌های عدس.

	شوری	ژنوتیپ	ژنوتیپ × شوری
شاخص پایداری غشا	**	**	NS
بیشترین بازده فتوسیستم ۲	**	NS	NS

Ns و ** به ترتیب غیرمعنی دار و معنی دار در سطح احتمال یک درصد.

نتایج نشان داد که تنش شوری تأثیر معنی‌داری بر متغیرهای فلورسانس کلروفیل برگ‌های سازگارشده با نور داشت (جدول ۱ و ۲). ژنوتیپ MLC178 بیشترین مقدار F_o و F_m را در شوری ۹ دسی زیمنس بر متر نشان داد. سطح F_v با افزایش سطوح تنش شوری کاهش یافت. بالاترین سطح F_v در شوری ۲/۵ دسی زیمنس بر متر از ژنوتیپ MLC178 به دست آمد که به ترتیب ۲۴ و ۳۶ درصد F_v بیشتری در مقایسه با سطوح شوری ۶ و ۹ دسی زیمنس بر متر را نشان داد. مشابه شوری ۹ دسی زیمنس بر متر، ژنوتیپ MLC178 بالاترین F_v را در ۲.۵ و ۶ دسی زیمنس بر متر نشان دادند. با افزایش سطوح تنش شوری، حداکثر بازده فتوسیستم ۲ کاهش یافت. بالاترین حداکثر بازده فتوسیستم ۲ (F_v/F_m) از تیمار شاهد بدست آمد که منجر به افزایش ۵۶ درصدی در مقایسه با ۹ دسی زیمنس بر متر شد (شکل ۲).

شکل ۲- اثر تنش شوری بر F_v/F_m ژنوتیپ‌های عدس. میانگین‌ها با حروف مختلف بر اساس آزمون دانکن در سطح معنی داری پنج درصد تفاوت معنی‌دار دارند.

جدول ۲- اثر تنش شوری بر پارامترهای فلورسانس کلروفیل برگ ژنوتیپ‌های عدس.

	شوری (دسی زیمنس بر متر)	ژنوتیپ					
		MLC12	MLC26	MLC104	MLC117	MLC118	MLC178
فلورسانس حداقل	۲/۵	c-d۱۸۰	d۱۶۲	d۱۶۴	d۱۵۹	d۱۶۰	d۱۶۹
	۶	c-d۱۹۰	c-d۱۸۷	c-d۱۹۴	d۱۶۰	c-d۱۸۶	c-d۱۷۳
	۹	a-b۲۳۸	a-b۲۴۰	b-c۲۰۸	c-d۱۸۶	c-d۱۹۰	a۲۳۵
		شوری	ژنوتیپ		ژنوتیپ × شوری		
		NS	**		**		
فلورسانس حداکثر	۲/۵	c-d۳۵۵	c-d۳۶۴	d۳۰۸	d۳۱۳	d۲۹۱	c-d۳۶۵
	۶	b-c۴۲۳	c-d۳۸۶	c-d۳۶۷	d۳۲۶	c-d۳۶۳	c-d۳۷۸
	۹	a-c۴۳۰	a-b۴۷۸	c-d۳۷۴	c-d۳۵۳	c-d۳۶۵	a۵۱۳
		شوری	ژنوتیپ		ژنوتیپ × شوری		
		NS	**		**		

	۲/۵	$^{a-b}$۲۳۳	$^{b-d}$۲۰۰	$^{c-g}$۱۷۴	$^{c-g}$۱۶۷	$^{c-g}$۱۷۳	^{a}۲۶۰
فلورسانس متغیر	۶	$^{c-g}$۱۷۵	$^{b-d}$۲۰۲	$^{c-g}$۱۶۶	$^{c-g}$۱۶۷	$^{c-f}$۱۷۹	$^{b-c}$۲۱۰
	۹	$^{d-g}$۱۵۹	$^{c-g}$۱۷۲	$^{f-g}$۱۴۳	$^{e-g}$۱۵۳	^{g}۱۳۱	$^{b-e}$۱۹۱

شوری	ژنوتیپ	ژنوتیپ × شوری
NS	**	**

میانگین‌ها با حروف مختلف بر اساس آزمون دانکن در سطح معنی داری پنج درصد تفاوت معنی‌دار دارند. Ns و ** به ترتیب غیرمعنی دار و معنی دار در سطح احتمال یک درصد.

اثر متقابل شوری و ژنوتیپ به‌طور معنی داری بر هدایت روزنه‌ای تاثیر گذاشت. افزایش سطح تنش شوری منجر به افزایش هدایت روزنه‌ای شد. MLC117 بیشترین هدایت روزنه‌ای را در شوری ۹ دسی زیمنس بر متر نشان داد که منجر به افزایش ۴۸ و ۸۷ درصدی هدایت روزنه‌ای در مقایسه با ۶ و ۲.۵ دسی زیمنس بر متر شد (جدول ۳).

جدول ۳- تأثیر تنش شوری بر هدایت روزنه ای ژنوتیپ های عدس

	شوری (دسی زیمنس بر متر)	ژنوتیپ‌های عدس					
		MLC12	MLC26	MLC104	MLC117	MLC118	MLC178
هدایت روزنه‌ای	۲/۵	$^{e-h}$۸/۹۰	$^{f-h}$۸/۵۵	$^{e-h}$۹/۰۷	^{gh}۸/۴۰	^{h}۷/۳۰	$^{e-h}$۹/۰۷
(میلی مول بر متر مربه بر	۶	$^{d-h}$۱۰/۱	$^{f-h}$۸/۷۲	$^{d-g}$۱۱/۳	$^{d-h}$۱۰/۶	$^{d-h}$۹/۳۷	$^{d-h}$۹/۶۸
ثانیه)	۹	$^{b-e}$۱۲/۳	$^{c-f}$۱۲/۰	$^{a-c}$۱۵/۰	^{a}۱۵/۷	^{ab}۱۵/۴	$^{a-d}$۱۲/۷

شوری	ژنوتیپ	ژنوتیپ × شوری
NS	NS	**

میانگین‌ها با حروف مختلف بر اساس آزمون دانکن در سطح معنی داری پنج درصد تفاوت معنی‌دار دارند. Ns و ** به ترتیب غیرمعنی دار و معنی دار در سطح احتمال یک درصد.

تنش شوری باعث کمبود آب در ریشه می‌شود و تنش خشکی را به گیاه تحمیل می‌کند. بسیاری از تغییرات فیزیولوژیک و متابولیک تحت تنش شوری رخ می‌دهد. در ابتدا، باعث ایجاد تنش اسمزی، اختلال در عملکرد فیزیولوژیک و به دنبال آن سمیت یونی و تنش اکسیداتیو می‌شود (Nabati et al., 2022). با این‌حال، گیاهان مکانیسم‌های دفاعی فیزیولوژیک و بیوشیمیایی متفاوتی را برای حفظ فعالیت‌های سلولی و متابولیک خود توسعه داده‌اند (Peng et al., 2016). در شرایط تنش شوری، رابطه مستقیمی بین شاخص پایداری غشای سلولی و پراکسیداسیون لیپیدی ناشی از گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) وجود دارد که منجر به تولید مالون دی‌آلدئید (MDA) می‌شود (Ahmed et al., 2013). تولید گونه‌های فعال اکسیژن در شرایط تنش شوری منجر به نشت غشای سلولی، به خطر انداختن و کاهش پایداری غشا می‌شود (Nabati et al., 2022). کاهش هدایت روزنه‌ای ناشی از تنش شوری در ژنوتیپ MLC26 در مقایسه با سایر ژنوتیپ‌ها بیشتر بود (جدول ۵). در مطالعه‌ای که روی سورگوم انجام شد، Netondo et al. (2004) دریافتند که تغییرات در هدایت روزنه‌ای و غلظت CO_2 بین سلولی تحت تنش شوری همبستگی مثبتی دارند، و نتیجه‌گیری کردند که هدایت روزنه‌ای یک عامل محدودکننده کلیدی برای سرعت فتوسنتز خالص تحت تنش شوری است. هدایت روزنه‌ای کمتر در ژنوتیپ MLC26 نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها ممکن است منجر به مهار بیشتر فتوسنتز شود. تنش شوری باعث کاهش F_m در ژنوتیپ‌های عدس شد که بین ژنوتیپ‌ها متفاوت بود و بیشترین F_m در ژنوتیپ MLC178 مشاهده شد (جدول ۴). گزارش‌ها حاکی از آن است که تنش شوری راندمان انتقال انرژی جذب‌شده کلروفیل به مراکز واکنش فتوسیستم ۲ را کاهش می‌دهد و به پروتئین‌های جمع‌آوری کننده نور آسیب می‌زند یا موجب گسستن آن‌ها می‌شود (Athar et al., 2015).

مهمترین یافته‌ها:

۱- نتایج نشان دهنده تنوع ژنوتیپ‌های عدس در پاسخ به شرایط تنش شوری است.

۲- شاخص پایداری غشا، فلورسانس کلروفیل و هدایت روزنه‌ای می‌توانند شاخص‌های قابل اعتمادی برای تشخیص ژنوتیپ‌های حساس و متحمل باشند.

۳- ژنوتیپ‌های MLC117 و MLC178 در شرایط تنش شوری توانستند در اکثر صفات برتری نشان دهند.

واژگان کلیدی: پایداری غشاء، فلورسانس کلروفیل، هدایت روزنه‌ای.

The effect of salinity stress on leaf chlorophyll fluorescence and some physiological characteristics of lentil genotypes (*Lens culinaris* Medikus)

Abstract

Salinity stress is one of the most significant abiotic and yield-reducing stresses of crops in semi-arid and arid regions. To investigate the effect of salinity stress on the physiological and biochemical

characteristics of lentil genotypes, an experiment was conducted in a split-plot arrangement based on the randomized complete blocks design with three replications at the Salinity Research field of the Ferdowsi University of Mashhad in 2020-21. Salinity levels of 2.5, 6, and 9 $dS.m^{-1}$ were assigned to main plots, and six lentil genotypes with different salinity tolerance were assigned to subplots. The results indicated that with an increase in salinity stress, leaf membrane stability index and variable fluorescence (F_v) were decreased, while minimum fluorescence (F_o), maximum fluorescence (F_m), and stomatal conductance (g_s) were increased. The MLC178 genotype exhibited the highest F_m at 9 $dS.m^{-1}$. This genotype showed 36% and 41% higher F_m at 9 $dS.m^{-1}$ compared with 6 and 2.5 $dS.m^{-1}$, respectively. The highest maximum efficiency of photosystem II (F_v/F_m) was obtained from the control, which resulted in a 56% higher F_v/F_m compared with 9 $dS.m^{-1}$. MLC117 showed the highest g_s at 9 $dS.m^{-1}$, resulting in 48% and 87% increases in g_s compared with 6 and 2.5 $dS.m^{-1}$, respectively. The results indicated the diversity among lentil genotypes in response to saline irrigation conditions. Overall, the MLC117 and MLC178 genotypes exhibited superiorities in most traits under salinity stress conditions.

Keywords: Chlorophyll fluorescence, Membrane stability, Stomatal conductance.

منابع:

Ahmed, I. M., Cao, F., Zhang, M., Chen, X., Zhang, G., & Wu, F. (2013). Difference in yield and physiological features in response to drought and salinity combined stress during anthesis in Tibetan wild and cultivated barleys. *PloS One*, *8*(10), e77869. **https://doi.org/10.1371/journal.pone.0077869**

Athar, H. U. R., Zafar, Z. U., & Ashraf, M. (2015). Glycinebetaine improved photosynthesis in canola under salt stress: evaluation of chlorophyll fluorescence parameters as potential indicators. *Journal of Agronomy and Crop Science*, *201*(6), 428-442. **https://doi.org/10.1111/jac.12120**

Nabati, J., Nasiri, Z., Nezami, A., Kafi, M., & Goldani, M. (2022). Effects of salinity stress on growth processes and survival of Desi-type chickpea genotypes in hydroponic conditions. *Iranian Journal of Field Crop Science*, *53*(2), 29-44. **https://doi.org/10.22059/ijfcs.2021.315235.654779**

Netondo, G. W., Onyango, J. C., & Beck, E. (2004). Sorghum and salinity: II. Gas exchange and chlorophyll fluorescence of sorghum under salt stress. *Crop Science*, *44*(3), 806-811. **https://doi.org/10.2135/cropsci2004.8060**

Pandey, A. K., & Sengar, R. S. (2020). Effect of salt stress on salt tolerant indices of morpho-physiological traits and yield attributes of lentil (*Lens culinaris* Medik.). *International Journal of Chemistry Studies*, *8*, 2292-2301. **https://doi.org/10.22271/chemi.2020.v8.i1ai.8610**

Peng, Z., He, S., Sun, J., Pan, Z., Gong, W., Lu, Y., & Du, X. (2016). Na^+ compartmentalization related to salinity stress tolerance in upland cotton (*Gossypium hirsutum*) seedlings. *Scientific Reports*, *6*(1), 34548. **https://doi.org/10.1038/srep34548**