

# بررسی تنش شوری بر پارامترهای مورفولوژیکی رشد در گندم نان (*Triticum aestivum L.*)

ایوب ویسی<sup>۱</sup>، شهریار سعیدیان<sup>۲</sup>، فواد فاتحی<sup>۳</sup>، محمود ملکی<sup>۴</sup>

<sup>۱</sup> کارشناسی ارشد نور، تهران، ایران

<sup>۲</sup> دانشیار بیوشیمی، دانشگاه پیام، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

<sup>۳</sup> دانشیار علوم کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

<sup>۴</sup> استادیار بیوتکنولوژی دانشکده تحصیلات تکمیلی و فناوری پیشرفته کرمان

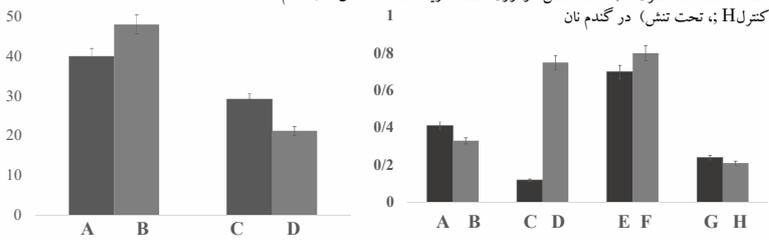
## نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها نشان داد تنش شوری اثرات معنی‌داری بر صفات فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی گندم نان دارد. تنش شوری باعث کاهش معنی‌دار تعداد برگ شد که بیانگر اختلال در رشد رویشی و فرآیندهای تقسیم و گسترش سلولی تحت تنش اسمزی است. از نظر تعادل یونی، غلظت  $Na^+$  در برگ به‌طور شدید افزایش یافت و هم‌زمان نسبت  $K^+/Na^+$  کاهش معنی‌داری نشان داد که حاکی از برهم‌خوردن تعادل کاتیونی و افزایش سمیت یونی است. اگرچه غلظت  $K^+$  نیز افزایش یافت، اما کاهش نسبت  $K^+/Na^+$  نشان می‌دهد که این افزایش برای حفظ تعادل یونی کافی نبوده است. بررسی صفات مورفولوژیکی نشان داد که تنش شوری اثرات متضادی بر اندام‌های مختلف گیاه داشته است؛ به‌طوری‌که طول ساقه هوایی به‌طور معنی‌دار افزایش یافت که می‌تواند به‌عنوان یک پاسخ سازشی در شرایط شوری متوسط تفسیر شود. در مقابل، وزن تر و به‌ویژه وزن خشک ساقه کاهش یافت که نشان‌دهنده محدودیت در تجمع ماده خشک و کاهش کارایی فتوسنتز است. در سیستم ریشه، طول ریشه کاهش معنی‌دار داشت، در حالی که وزن تر ریشه افزایش و وزن خشک آن کاهش یافت. این الگو بیانگر حفظ آب و تورژانس ریشه به‌عنوان یک مکانیسم سازشی در برابر تنش اسمزی، همراه با کاهش تولید ماده خشک است. در مجموع، نتایج نشان می‌دهد که تنش شوری در گندم نان بیش از آنکه رشد طولی را محدود کند، تجمع ماده خشک، تعادل یونی و وضعیت آبی گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد. مشاهده پاسخ‌های سازشی محدود، در کنار کاهش کلی توده زیستی، تأیید می‌کند که گندم نان دارای تحمل متوسط به شوری است و شوری عمدتاً از طریق اختلال در تعادل یونی و کاهش کارایی رشد، عملکرد بالقوه گیاه را محدود می‌کند. نتایج این مطالعه نشان داد که تنش شوری اثرات معنی‌داری بر رشد مورفولوژیکی و تعادل کاتیونی گندم نان دارد. افزایش شدید غلظت  $Na^+$  و کاهش معنی‌دار نسبت  $K^+/Na^+$  بیانگر اختلال در تعادل یونی و بروز سمیت یونی تحت شرایط شوری است. کاهش تعداد برگ و کاهش وزن خشک اندام‌ها نشان‌دهنده محدودیت رشد و تجمع ماده خشک می‌باشد. اگرچه طول ساقه هوایی و وزن تر ریشه افزایش یافت که می‌تواند به‌عنوان پاسخ‌های سازشی در برابر تنش اسمزی تفسیر شود، اما کاهش رشد ریشه و بیومس خشک بیانگر حساسیت متوسط گندم به شوری است. در مجموع، نتایج بر ضرورت شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل و استفاده از منابع ژنتیکی مناسب برای بهبود تحمل شوری در برنامه‌های به‌نژادی گندم تأکید دارد.

جدول ۱: جدول تجزیه واریانس اثر تنش شوری بر میانگین صفات مورفولوژیکی مورد بررسی تحت تنش شوری

منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد برگ	Na	K	K/Na
کنترل		۴/۵	۰/۰۹	۳/۳۴	۷/۲۲
تنش شوری	۱	ns ۲/۹	*** ۵/۵۶	*** ۲۳/۲۴	** ۴/۵
خطا	۴	۰/۱۳۰	۰/۰۳	۱/۸۷۱	۰/۶۲۸
CV%		۱۳/۷	۱۲/۳	۳۵/۹	۳۲/۱

شکل ۱: مقایسه صفات مورفولوژیکی و وزن تر ساقه (A)، کنترل (B)؛ و وزن خشک ساقه (C)، کنترل (D)؛ تحت تنش شوری در گندم نان. شکل ۲: مقایسه صفات مورفولوژیکی و وزن تر ساقه (A)، کنترل (B)؛ و وزن خشک ساقه (C)، کنترل (D)؛ تحت تنش شوری در گندم نان. شکل ۳: مقایسه صفات مورفولوژیکی و وزن تر ساقه (A)، کنترل (B)؛ و وزن خشک ساقه (C)، کنترل (D)؛ تحت تنش شوری در گندم نان. شکل ۴: مقایسه صفات مورفولوژیکی و وزن تر ساقه (A)، کنترل (B)؛ و وزن خشک ساقه (C)، کنترل (D)؛ تحت تنش شوری در گندم نان. شکل ۵: مقایسه صفات مورفولوژیکی و وزن تر ساقه (A)، کنترل (B)؛ و وزن خشک ساقه (C)، کنترل (D)؛ تحت تنش شوری در گندم نان. شکل ۶: مقایسه صفات مورفولوژیکی و وزن تر ساقه (A)، کنترل (B)؛ و وزن خشک ساقه (C)، کنترل (D)؛ تحت تنش شوری در گندم نان. شکل ۷: مقایسه صفات مورفولوژیکی و وزن تر ساقه (A)، کنترل (B)؛ و وزن خشک ساقه (C)، کنترل (D)؛ تحت تنش شوری در گندم نان. شکل ۸: مقایسه صفات مورفولوژیکی و وزن تر ساقه (A)، کنترل (B)؛ و وزن خشک ساقه (C)، کنترل (D)؛ تحت تنش شوری در گندم نان. شکل ۹: مقایسه صفات مورفولوژیکی و وزن تر ساقه (A)، کنترل (B)؛ و وزن خشک ساقه (C)، کنترل (D)؛ تحت تنش شوری در گندم نان. شکل ۱۰: مقایسه صفات مورفولوژیکی و وزن تر ساقه (A)، کنترل (B)؛ و وزن خشک ساقه (C)، کنترل (D)؛ تحت تنش شوری در گندم نان.



## منابع

- Balasubramaniam, T., Shen, G., Esmaili, N., & Zhang, H. (2023). *Plants*, 12(12), 2253.  
 Elnajar, M., Aldesuquy, H., Abdelmoteleb, M., & Eltanahy, E. (2024). *BMC Plant Biology*, 24(1), 233.  
 Lu, Y., & Fricke, W. (2023). *International Journal of Molecular Sciences*, 24(9), 8070.  
 Shrivastava, P., & Kumar, R. (2015). *Saudi Journal of Biological Sciences*, 22(2), 123-131.

## چکیده

شوری خاک یکی از مهم‌ترین تنش‌های غیرزیستی محدودکننده عملکرد گندم نان است. این پژوهش با هدف ارزیابی تأثیر تنش شوری (۱۵۰ میلی‌مولار NaCl) بر صفات مورفولوژیکی و تعادل کاتیونی گندم نان انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو سطح شوری (شاهد و تنش) و سه تکرار در گلخانه اجرا گردید. صفات مورد بررسی شامل تعداد برگ، طول ساقه هوایی، طول ریشه، وزن تر و خشک ساقه و ریشه، غلظت  $Na^+$  و  $K^+$  و نسبت  $K^+/Na^+$  در برگ بودند. نتایج نشان داد که تنش شوری باعث کاهش معنی‌دار تعداد برگ، وزن تر و خشک ساقه، طول ریشه و وزن خشک ریشه گردید، اما طول ساقه هوایی افزایش معنی‌دار یافت که احتمالاً پاسخی سازشی برای دسترسی بهتر به نور است. وزن تر ریشه تحت تنش افزایش نشان داد که بیانگر مکانیسم نگهداری آب بیشتر در ریشه برای حفظ تورژانس در شرایط تنش اسمزی است. در تعادل کاتیونی، غلظت  $Na^+$  به‌طور چشمگیری افزایش یافت و نسبت  $K^+/Na^+$  کاهش معنی‌دار داشت که نشان‌دهنده سمیت یونی و اختلال در انتخاب‌پذیری غشایی است. به‌طور کلی، گندم نان حساسیت متوسطی به شوری نشان داد و تنش شوری عمدتاً باعث کاهش زیست توده خشک و اختلال در تعادل کاتیونی شد، در حالی که برخی پاسخ‌های مورفولوژیکی سازشی مشاهده گردید. این یافته‌ها می‌تواند در غربالگری ژنوتیپ‌های مقاوم و برنامه‌های به‌نژادی برای بهبود تحمل شوری گندم مورد استفاده قرار گیرد.

## مقدمه

شوری خاک یکی از مهم‌ترین تنش‌های غیرزیستی محدودکننده کشاورزی است که بخش قابل توجهی از اراضی جهان را تحت تأثیر قرار می‌دهد. گندم نان به‌عنوان محصولی استراتژیک با حساسیت متوسط به شوری، در این شرایط دچار کاهش رشد، زیست‌توده و عملکرد می‌شود. تنش شوری از طریق تنش اسمزی، سمیت یونی و برهم‌خوردن تعادل غذایی به‌ویژه کاهش نسبت  $K^+/Na^+$  به گیاه آسیب می‌زند. گیاهان برای مقابله با این تنش، مکانیسم‌هایی مانند تنظیم اسمزی، جداسازی یون‌ها، فعال‌سازی پمپ‌های یونی و تغییرات مورفولوژیکی را به کار می‌گیرند. حفظ نسبت بالای  $K^+/Na^+$  و صفات مورفولوژیکی نظیر طول ساقه و ریشه و وزن تر و خشک اندام‌ها، از شاخص‌های مهم تحمل به شوری محسوب می‌شوند. با توجه به گسترش اراضی شور، بررسی پاسخ‌های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گندم به شوری اهمیت زیادی دارد. هدف این مطالعه ارزیابی اثر تنش شوری بر صفات مورفولوژیکی و تعادل کاتیونی  $Na^+$  و  $K^+$  در گندم نان به‌منظور درک بهتر مکانیسم‌های تحمل و فراهم‌کردن مبنایی برای پژوهش‌ها و برنامه‌های به‌نژادی آینده است.

## مواد و روش‌ها

این پژوهش با هدف بررسی اثر تنش شوری بر برخی صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گندم نان انجام شد. آزمایش در سال ۱۳۹۹ به‌صورت گلدانی و در شرایط گلخانه‌ای اجرا گردید. بذرها سالم و ضدعفونی‌شده گندم در گلدان‌های ۲/۵ لیتری کشت و گیاهان به مدت یک ماه تا مرحله پنج‌برگی با استفاده از محلول غذایی هوگلند پرورش داده شدند. اعمال تنش شوری با تیمار کلرید سدیم (NaCl) در دو سطح صفر (شاهد) و ۱۵۰ میلی‌مولار به مدت سه هفته انجام گرفت. پس از پایان دوره تنش، صفات مورفولوژیکی شامل طول ساقه و ریشه، وزن تر و خشک ساقه و ریشه و تعداد برگ اندازه‌گیری شد. همچنین غلظت یون‌های  $Na^+$  و  $K^+$  و نسبت  $K^+/Na^+$  در برگ مورد بررسی قرار گرفت. برای اندازه‌گیری یون‌ها، نمونه‌های خشک گیاهی در کوره الکتریکی در دماهای ۲۰۰ و ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد خاکستر شده، سپس با HCl هضم و پس از فیلتراسیون، غلظت یون‌ها با دستگاه فلیم‌فوتومتر تعیین گردید. طول ساقه و ریشه و تعداد برگ بر حسب سانتی‌متر و وزن تر و خشک اندام‌ها با ترازوی دقیق بر حسب میلی‌گرم اندازه‌گیری شد. طرح آزمایشی به‌صورت کاملاً تصادفی با دو سطح شوری و سه تکرار اجرا و داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار GraphPad مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند.