

## بررسی سازوکارهای مرتبط با تنش شوری در گندم

**اکبر مرزوقیان** بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان لرستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران | **رایانامه:** a.marzooghian@areeo.ac.ir



**غلامعباس لطفعلی آینه** بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران



ویراستار ترویجی: عباس نوروزی

### چکیده

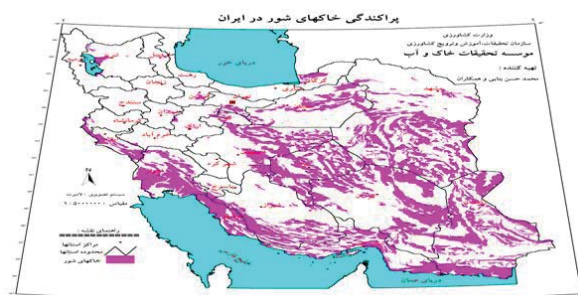
گسترش فزاینده اراضی شور در کشور و افزایش شوری یکی از مهم‌ترین چالش‌هایی است که کشاورزی نوین با آن روبه‌رو است. در این راستا درک صحیح از مفهوم تنش شوری در شناسایی سازوکارهای مرتبط با آن مثمرتر است. علاوه بر آن، مروجان و کارشناسان ضمن شناخت بهتر از این سازوکارها، می‌توانند با جمع‌بندی جوانب مختلف به راهنمایی هدفمند بهره‌برداران بخش کشاورزی بپردازند. در این راستا در این پژوهش به تعاریف و اهمیت تنش شوری در کشور و اثر شوری بر مراحل مختلف رشدی گندم و سازوکارهای پاسخ گندم به شوری پرداخته شده است. تنش اسمزی و تنش یونی از اجزای مهم تنش شوری در گندم به‌شمار می‌آید و پاسخ گندم به عوامل مختلف مانند نوع، مدت و شدت تنش، مرحله رشد و زمان وقوع تنش بستگی دارد. براین اساس گندم در گروه گیاهان نیمه‌متحمل به شوری قرار می‌گیرد و حساسیت به شوری در گندم‌های دوروم و نان با افزایش سن گیاه کاهش می‌یابد.

### واژگان کلیدی

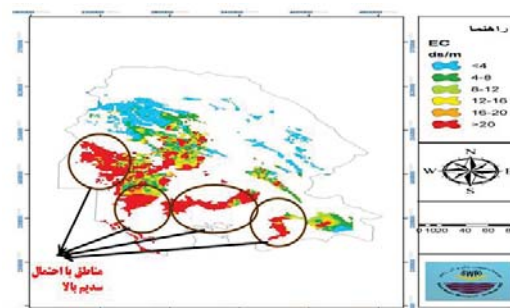
ارقام گندم، تنش یونی، خاک‌های شور و سدیمی، زمین‌های شور

## ◀ خاک‌های شور

ایران دارای اقلیم گرم و خشک است. مجموع خاک‌های شور و سدیمی آن حدود ۲۷ میلیون هکتار برآورد می‌شود که بیش از نیمی از زمین‌های قابل کشت کشور را تشکیل می‌دهد. این امر باعث تکامل سازوکارهای تحمل به شوری در گیاهان زراعی بومی در اثر کشت متوالی در این مناطق شده است. در مناطق مختلف ایران زمین‌های شوری وجود دارد که امکان کشت گندم را محدود می‌سازد (شکل‌های ۱، ۲ و ۳).



شکل ۱- نقشه پراکنش خاک‌های شور در کشور



شکل ۲- توزیع مکانی هدایت الکتریکی در خاک سطحی یکی از استان‌های گندم خیز (خوزستان)



شکل ۳- شور شدن فزاینده اراضی کشاورزی

## ◀ اهمیت گندم

گندم اولین گیاهی است که به‌وسیله بشر اهلی شده است. مبدأ گندم منطقه خاورمیانه به‌خصوص غرب ایران است. نشان سازمان غذا و خواربار جهانی (FAO) یک سنبله ریشکدار گندم است و برنامه توسعه سازمان ملل متحد (UNDP) جهان را در احاطه دو سنبله گندم نشان می‌دهد. سطح زیر کشت گندم در ایران در سال‌های اخیر حدود ۵/۷ میلیون هکتار گزارش شده است. سطح زیر کشت گندم آبی با ۲/۲ میلیون هکتار حدود ۴۰ درصد و برای گندم دیم با ۳/۵ میلیون هکتار حدود ۶۰ درصد است. مقدار تولید سالیانه گندم در کشور حدود ۱۱/۵ میلیون تن است که ۶۹ درصد آن از زراعت‌های آبی با میانگین عملکرد ۳/۵ تن در هکتار و ۳۱ درصد آن از زراعت‌های دیم با میانگین عملکرد یک تن در هکتار حاصل می‌شود.

## ◀ گندم‌های ایران

**توده‌های بومی:** این توده‌ها در بسیاری از نقاط کشور کشت می‌شوند. تا به حال ۷۰۰ توده شناسایی شده‌اند که نسبت به شرایط منطقه سازگاری زیادی دارند و نسبت به بیماری‌ها و آفات مقاومت خوبی نشان می‌دهند. عیب این توده‌ها عملکرد پایین آن‌ها است. به‌نژادگران توانسته‌اند از طریق به‌گزینی، انواعی که دارای خواص عملکرد بهتری هستند، انتخاب و پس از آزمایش‌های متعدد به‌زراعتی به‌عنوان یک رقم خالص به‌زراعین معرفی کنند (شکل ۴). از مهم‌ترین این گندم‌ها می‌توان به ارقام آذر، امید، طبسی، روشن، شاه‌پسند، خلیج و ریحانی اشاره نمود.

**ارقام خارجی:** این گندم‌ها از نقاط دیگر وارد شده‌اند. مانند: بزوستایا، اینیا، اکو و اوپنجامو.

**ارقام حاصل از دورگ‌گیری:** مانند مغان ۳، آرتا، ارگ و چمران ۲.

گندم نان به دلیل دارا بودن یک گروه ژنی اضافه‌تر به نام D نسبت به گندم دوروم (گندم ماکارونی) تحمل بیشتری به شوری دارد. یکی از ژن‌های اصلی افزایش تحمل به نمک روی این مجموعه ژنی قرار دارد.



شکل ۵- مقایسه درصد سبز مزرعه در دو گیاه نیمه متحمل گندم (سمت راست) و حساس کلزا (سمت چپ) در خاک شور با هدایت الکتریکی (EC) ۱۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر در سطح خاک تا ۵ دسی‌زیمنس بر متر در عمق ۲۰ سانتی‌متری خاک



شکل ۶- مزرعه کلزا با خاک غیر شور



شکل ۷- مزرعه گندم (ارقام مختلف گندم نان) با خاک غیر شور (میزان هدایت الکتریکی کمتر از ۲ دسی‌زیمنس بر متر)

از یک سو، تنش اسمزی حاصل از شوری باعث اختلال در آگیری بافت‌های گیاهی می‌شود و به این دلیل منجر به خشکی فیزیولوژیک می‌شود. از سوی دیگر، مسمومیت یونی در اثر تجمع یون‌های خاص به ویژه سدیم موجب

### ◀ ماهیت شوری در گندم

شوری زیاد ناشی از نمک حداقل سه نوع مشکل خاص در گیاهان عالی ایجاد می‌کند:

۱- فشار اسمزی محلول خاک از فشار اسمزی سلول‌های گیاهی بیش‌تر می‌شود که مستلزم تنظیم اسمزی توسط سلول‌های گیاهی به منظور اجتناب از پسابدگی است. مشکل فشار اسمزی در گیاهان تحت تنش خشکی نیز ایجاد می‌شود و بنابراین، از حدود ۱۰۰ سال پیش این باور وجود دارد که تنش شوری خود شکلی از خشکی فیزیولوژیک است.

۲- برداشت و انتقال یون‌های غذایی مانند یون‌های پتاسیم و کلسیم دچار اختلال می‌شود.

۳- سطوح بالای نمک اثرات سمی مستقیمی بر غشای سلول گیاهی ایجاد می‌نماید.

وقتی شوری از محدوده تحمل یک گیاه فراتر رود؛ ممکن است کلرید سدیم (نمک) به بافت‌های مسیر جریان تعرق گسیل شده و در اثر سمیت مستقیم یون‌ها، به ریشه‌ها، برگ‌ها و بقیه اندام‌های هوایی آسیب وارد کند.



شکل ۴- اندازه‌گیری شوری خاک به وسیله دستگاه شوری‌سنج مزرعه‌ای

### ◀ پاسخ گندم به تنش شوری

پاسخ گیاه به تنش‌ها بستگی به عوامل مختلفی مانند نوع، مدت و شدت تنش، مرحله رشد و زمان وقوع تنش دارد. گندم در گروه گیاهان نیمه متحمل به شوری قرار می‌گیرد (شکل‌های ۵، ۶ و ۷).

موجب افزایش درصد پروتئین در واحد حجم می‌شود. زیرا در شرایط تنش مقدار یکی از اولین آنزیم‌های ساخت نشاسته، به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد.

### ◀ اثرات تنش شوری بر گندم

به‌طور کلی خسارت ناشی از تنش شوری بر گندم در چهار مرحله رشدی قابل بررسی است:  
 ۱- در مرحله جوانه‌زنی که تنش شوری باعث کاهش سطح سبز مزرعه می‌شود (شکل ۸).



شکل ۸- اثر شوری خاک بر روی سطح سبز مزرعه

۲- در پایان مرحله پنجه‌زنی و شروع مرحله ساقه‌روی. تنش در این مرحله باعث کاهش تعداد سنبلچه و طول سنبله و ارتفاع بوته می‌شود (شکل ۹).



شکل ۹- اثر تنش بر روی طول سنبله و تعداد سنبلچه و تعداد گلچه درون سنبلچه

۳- در مرحله گرده‌افشانی باعث عدم تشکیل دانه و پوک شدن سنبلچه‌ها می‌شود (شکل ۱۰).

اختلال در واکنش‌های متابولیک گیاه می‌شود. اگر چه گیاهان ممکن است هیچ علامتی برای کمبود آب و یا مواد غذایی و یا واکنش‌های متابولیکی در شوری‌های ملایم و کم از خود بروز ندهند، ولی انرژی اضافی که صرف بقای گیاه در این شرایط می‌شود باعث هدررفت محصول فتوسنتزی لازم برای رشد گیاه می‌شود. در گیاهان زراعی، میزان کاهش عملکرد و رشد گیاه در شرایط شور نسبت به شرایط غیرشور به عنوان معیاری برای سنجش میزان تحمل به شوری به کار می‌رود. در شرایط شوری ملایم گیاهان با افزایش غلظت مواد محلول، فشار اسمزی داخلی خود را حفظ می‌کنند. در غلظت‌های بالای نمک، گیاهان با ورود و خروج یون‌ها، میزان یون سدیم درون سیتوپلاسم را کاهش می‌دهند و با ثابت نگهداشتن غلظت یون پتاسیم، نسبت سدیم به پتاسیم را پایین نگه می‌دارند. این سازوکار از طریق جمع‌آوری یون‌های سدیم از سیتوپلاسم و انتقال آن به واکوئول‌ها (واکوئول‌ها نقش انبار را در سلول گیاهی به‌عهده دارند) انجام می‌شود. در واقع نسبت یون پتاسیم به سدیم بیش‌تر نشانه تحمل گیاه به شوری است. تنش اسمزی و تنش یونی از اجزای مهم تنش شوری به‌شمار می‌روند. از جمله سازوکارهای پاسخ گندم، تغییر ویژگی‌های مورفولوژیک و الگوی نموی و نیز پاسخ‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی را می‌توان برشمرد که سبب سازگاری گیاه به شوری می‌شود. علاوه بر آن، مرحله‌ای از رشد که در آن میزان تحمل اندازه‌گیری می‌شود باید مورد توجه قرار گیرد. حساسیت به شوری در گندم‌های دوروم و نان با افزایش سن گیاه کاهش می‌یابد. یعنی مراحل جوانه‌زنی و اوایل رشد رویشی در تحمل به شوری تعیین‌کننده هستند. زیرا شوری باعث کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی و همچنین کاهش رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه می‌شود. پاسخ گیاهان به تنش شوری و تنش خشکی شباهت زیادی با هم دارند. کاهش رشد گیاه در تنش‌های شوری کوتاه مدت به علت تنش اسمزی است و در تنش‌های بلند مدت به علت ورود زیاد نمک در گیاه، تنش‌های دیگری مانند سمیت و عدم تعادل یونی نیز به تنش اسمزی اضافه می‌گردند. کاهش وزن هزار دانه در اثر کاهش ذخیره نشاسته



شکل ۱۱- پاسخ ارقام مختلف گندم نان (به ترتیب از راست به چپ چمران ۲، افق، نارین، برات، نوگال و نارین) به شوری در خاک شور

**توضیح:** به غیر از رقم نارین که چهار بوته نشان داده شده است؛ از هر رقم ۲ بوته نشان داده شده است. بوته‌های بلندتر در خاک با شوری کم و بوته‌های کوتاه‌تر در خاک با شوری زیاد رشد کرده‌اند.

### ◀ به‌نژادی گندم برای افزایش تحمل به شوری

اغلب به‌نژادگران جهان به تنش خشکی علاقه‌مند بوده و تنش شوری برای آن‌ها هدف اصلی نبوده است. در عین حال بهبود تحمل به تنش شوری در خاک‌های شور که تحت تنش خشکی هستند می‌تواند به افزایش عملکرد منجر شود. در مناطقی که نمک در خاک‌های تحت‌الارضی باقی می‌ماند و میزان بارندگی نیز کم است، افزایش تحمل به شوری به گیاه اجازه خواهد داد که از آب بیش‌تری استفاده کند. گزارش شده است که تحمل شوری به‌وسیله چند ژن کنترل و توسط پروتئین‌های متفاوت تنظیم می‌شوند. به نژادگران از طریق تلاقی گونه‌های *Elytrigia pontica* و *E. elongate* با گندم نان توانستند تحمل به شوری را به گندم نان انتقال دهند. نتیجه این تلاقی‌ها رقم گندمی بوده است که به طیفی از یون‌ها مانند سدیم، منیزیم، کلر و سولفات تحمل نشان داد.



شکل ۱۰- پوک شدن سنبلچه‌ها در اثر تنش شوری

۴- در مرحله پر شدن دانه که باعث چروکیدگی دانه می‌شود. تنش شوری از جنبه‌های مختلف بر رشد و متابولیسم گیاه گندم اثر می‌گذارد. فرانسویز و همکاران گزارش کردند به ازای هر واحد افزایش هدایت الکتریکی (EC) خاک از حد آستانه تحمل شوری، عملکرد گندم نان ۳ درصد و گندم دوروم ۳/۸ درصد کاهش می‌یابد. شوری علاوه بر این که میزان رشد گیاه را در اثر کاهش فتوسنتز به تعویق می‌اندازد، باعث بسته شدن روزنه‌ها و کاهش ورود آب به داخل گیاه می‌شود و به این ترتیب باعث کاهش مضاعف را در وزن تر گیاه می‌شود. تنش شوری موجب کمبود آب، سمیت یونی و کمبود مواد غذایی می‌شود که سبب تأثیر منفی بر رشد، کاهش عملکرد و حتی مرگ گیاه می‌شود. افزون بر این، تنش‌های شوری و خشکی موجب کاهش بازده استخراج آرد و افزایش ظرفیت نگهداری آب شود و ترکیب و مقدار پروتئین و خواص کیفی گندم را تحت تأثیر قرار می‌دهند. از مشخصه‌های بارز تنش شوری بر گندم مشاهده بوته‌های ضعیف و با ارتفاع کمتر است (شکل ۱۱).

”

گندم اولین گیاهی است که به‌وسیله بشر اهلی شده است. مبدأ گندم منطقه خاورمیانه به‌خصوص غرب ایران است.

“

### ◀ سپاسگزاری:

بدین وسیله از آقای دکتر علیرضا جعفرنژادی عضو هیأت علمی بخش آب و خاک مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان به خاطر در اختیار قرار دادن تصاویر نقشه‌ها تشکر و قدردانی می‌گردد.

### ◀ منابع

حمدی، ک. قلیزاده، ح. عبادزاده، ح.ر. حاتمی، ف. فضلی استبرق، م. حسین پور، ر. کاظمیان، آ. و رفیعی، م. ۱۳۹۵. آمارنامه کشاورزی جلد اول محصولات زراعی سال زراعی ۹۴-۹۳. وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات

بی‌نام، ۱۳۹۵. ویرایش نهایی ارقام گندم و جو. مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر. ۹۵ صفحه.

اهدایی، ب. ۱۳۹۲. اصلاح نباتات. چاپ دوم. مؤسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران. ۴۹۶ صفحه.

Huebner, F., Nelsen, T., Chung, O. and Bietz, J. 1997. Protein distributions among hard red winter wheat varieties as related to environment and baking quality. *Cereal Chemistry* 74: 123-128.

Francois, L., Maas, E., Donovan, T. and Youngs, V. 1986. Effect of salinity on grain yield and quality, vegetative growth, and germination of semi-dwarf and durum wheat. *Agronomy Journal* 78: 1053-1058.

## ◀ فعالیت‌های مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر در تولید ارقام متحمل به شوری

پس از پیروزی انقلاب اسلامی تاکنون تعداد ۹۰ رقم توسط بخش تحقیقات غلات مؤسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر معرفی شده است. به عنوان مثال با معرفی ارقام گندم در دهه هفتاد و بعد از آن و رعایت دستورالعمل‌های فنی، میزان تولید گندم از چهار میلیون تن در سال زراعی ۶۷-۱۳۶۶ به بیش از ۱۴ میلیون تن در سال زراعی ۸۳-۱۳۸۲ و با نوسانات کمی در سال‌های بعد رسید. فعالیت‌های مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر در تولید ارقام متحمل به شوری نیز قابل توجه بوده و در این راستا ارقام مناسب جهت کشت در مناطق با آب و خاک شور معرفی شده است که به‌طور مختصر به یکی از این ارقام پرداخته می‌شود.

گندم نان رقم ارگ با شجره 1-66-22/Inia از دورگ‌گیری بین گندم Inia و لاین متحمل به شوری 1-66-22 حاصل شده است. عادت رشدی این رقم بهاره است و میانگین عملکرد آن در طی سال‌های اجرای آزمایش‌های سازگاری و در شرایط تنش شوری ۹ الی ۱۴ دسی‌زیمنس بر متر و شوری آب ۸ الی ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر، ۵۴۷۰ کیلوگرم در هکتار بود. از صفات بارز این رقم علاوه بر عملکرد بالا و سازگاری خوب در مناطق معتدل دارای آب و خاک شور، مقاومت به خوابیدگی و ریزش دانه و کیفیت بالا است.



شکل ۱۲- رقم ارگ نمونه‌ای از فعالیت‌های به‌نژادی جهت کاشت در مناطق با آب و خاک شور