بررسی اثر تنش شوری بر رشد و ویژگی‌های فیزیولوژیک نه رقم گندم در مرحله رشد رویشی

روزبه فرهودی*

عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شوشتر، گروه زراعت و اصلاح نباتات، شوشتر، ایران.

* **نویسنده مسئول:** Rfarhoudi@gmail.com

تاریخ دریافت: ۹۱/۰۹/۲۹ **تاریخ پذیرش: ۹۱/۱۲/۰۵**

چکیده

این تحقیق به منظور بررسی واکنش ارقام گندم به تنش شوری به صورت آزمایش فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر انجام شد. در این آزمایش واکنش نه رقم گندم شامل چمران، کارچیا ۶۶، ماهوتی، روشن، الوند، کویر، قدس، اترک و تجن در مرحله رشد رویشی در سه سطح شوری آب آبیاری صفر (شاهد)، ۶ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر بررسی شد. نتایج نشان داد تنش شوری باعث کاهش وزن خشک گیاهچه، غلظت کلروفیل، غلظت پتاسیم برگ و نسبت پتاسیم به سدیم برگ ارقام گندم شد. درحالی‌که، غلظت مالون‌دی‌آلدهید، غلظت سدیم برگ و غلظت کربوهیدرات‌های محلول برگ تحت تأثیر تنش شوری افزایش یافت. بیش‌ترین شاخص تحمل تنش شوری در ارقام ماهوتی و کارچیا ۶۶ (به ترتیب ۰/۰۰۸۷ و ۰/۰۰۸۹) دیده شد. درحالی‌که رقم قدس کم‌ترین میزان این شاخص را به خود اختصاص داد (۰/۰۰۲۸). در سطح شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر، ارقام ماهوتی و کارچیا ۶۶ بیش‌ترین وزن خشک گیاهچه را در مقایسه با سایر ارقام داشتند.

واژه‌های کلیدی: وزن خشک، گندم، سدیم، پتاسیم، مالون‌دی‌آلدهید.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1392.5.20.6.7]

مقدمه

محققان تنش شوری را تجمع یون‌هایی نظیر سدیم، سولفات و کلر در محیط ریزوسفر بیان نموده‌اند به‌نحوی‌که رشد و نمو طبیعی گیاه را مختل سازد (Munns, 2002 ; Ashraf and McNielly, 2004). توزیع و پراکندگی اراضی شور در سطح جهان یکنواخت نیست به‌طوری‌که قارهٔ استرالیا با حدود ۳۶۰ میلیون هکتار و قاره آسیا با حدود ۳۱۰ میلیون هکتار اراضی شور بیش‌ترین سطح اراضی شور را دارا می‌باشند. در آسیا بعد از شوروی سابق، چین، هندوستان و پاکستان بیش‌ترین سطح خاک‌های شور به ایران تعلق دارد (ICARDA, 2002). وسعت اراضی شور ایران بر اساس آمار منابع مختلف بین ۳۴ الی ۲۳ میلیون هکتار برآورد گردیده است. به‌طوری‌که آمار FAO (۲۰۱۰) حاکی از این است که ۲۵/۵ میلیون هکتار از اراضی ایران شور و ۸/۵ میلیون هکتار بسیار شور هستند اما جعفری (۱۳۷۹) وسعت اراضی شور ایران را حدود ۲۳ میلیون هکتار برآورد نموده است. پاسخ گیاهان به تنش شوری پیچیده است و بستگی به عوامل گوناگونی نظیر نوع و غلظت املاح، مرحله رشد گیاه، پتانسیل ژنتیکی گیاه و عوامل محیطی دارد. تنش شوری به روش‌های گوناگونی سبب کاهش رشد گیاهان می‌شود، هر چند سهم هر کدام از این عوامل به درستی مشخص نیست (Dieriga *et al.*, 2003). کاهش پایداری غشای سلولی، کاهش فعالیت آنزیم‌های فتوسنتزی، کاهش فتوسنتز، کاهش آماس سلول‌ها و در نتیجه کاهش توسعه برگ‌ها، اختلال در جذب یون‌ها و به‌ویژه تجمع یون‌های سدیم و کلر در برگ و در نهایت کاهش رشد رویشی و عملکرد اقتصادی از اثرات تنش شوری بر گیاهان زراعی می‌باشد (Munns, 2002). گندم یک گیاه زراعی بسیار مهم است و افزایش تولید آن با توجه به پتانسیل ژنتیکی این گیاه و واکنش آن به محیط نقش بسیار عمده‌ای در کاهش گرسنگی و افزایش تولید غذا در سطح جهانی دارد (Shirazi *et al.*, 2005). واکنش ارقام گندم به تنش شوری بسیار متنوع است و لذا شناخت ارقام متحمل به شوری و سازوکارهای ایجاد این تحمل اهمیت بسیار زیادی در مطالعات زراعی و فیزیولوژیک دارد. تحقیقات Munns و James (۲۰۰۳) نشان داد که بررسی واکنش گندم دوروم در مرحله جوانه‌زنی و رشد رویشی به تنش شوری می‌تواند معیار مناسبی برای انتخاب رقم متحمل به شوری باشد زیرا واکنش ارقام گندم دوروم به تنش شوری در مرحله رشد رویشی بیش‌تر از مرحله زایشی است. ایشان کاهش سطح برگ، کاهش وزن گیاهچه تجمع یون سدیم در برگ و تخریب غشاهای سلولی را از اثرات تنش شوری بر گیاهچه گندم عنوان نمودند. Poustini و Siosemardeh (۲۰۰۴) گزارش نمودند که تنش شوری سبب کاهش رشد و عملکرد دانه گندم شد. ایشان مشاهده کردند که ارقام متحمل به شوری گندم دارای سدیم کم‌تری در بافت برگ بودند. Jakab و همکاران (۲۰۰۵) تمایز در جذب یون‌های سدیم، پتاسیم، کلر و کلسیم را یکی از راهکارهای تحمل شوری در گیاهان بیان نمودند زیرا در شرایط تنش شوری افزایش نسبت پتاسیم و کلسیم نسبت به کلر و سدیم از راهکارهای اصلی تحمل تنش شوری در گیاهان است. تحقیقات Shirazi و همکاران (۲۰۰۵) روی گندم نیز نشان داد که تنش شوری سبب افزایش تجمع سدیم، کاهش

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1392.5.20.6.7]

کلروفیل و کاهش فتوسنتز در برگ ارقام حساس به شوری گندم شد. ایشان گزارش نمودند نسبت پتاسیم به سدیم برگ در رقم متحمل به شوری گندم بیش از رقم حساس به شوری بود. Cavalanti و همکاران (۲۰۰۷) نیز بررسی نسبت پتاسیم به سدیم برگ را به عنوان یک صفت مناسب برای تعیین ارقام متحمل به شوری جو گزارش نمودند. تحقیقات Carden و همکاران (۲۰۰۳) نیز نشان داد که تمایز میان جذب سدیم و پتاسیم یکی از راهکارهای اصلی تحمل شوری در گیاه جو است. ایشان دریافتند که شوری موجب تجمع سدیم در برگ ارقام حساس و متحمل به شوری جو شد اما تجمع یون سدیم در برگ ارقام حساس به شوری بسیار بیش‌تر از رقم متحمل بود. بررسی تخریب غشاهای سلولی و تولید مالون‌دی‌آلدهید ناشی از تخریب غشاهای سلولی یکی از معیارهای بررسی واکنش گیاهان به تنش‌های محیطی از جمله شوری است. Bhattacharjee و Mukherjee (۲۰۰۲) با بررسی واکنش سه رقم برنج به تنش شوری دریافتند که تنش شوری سبب تخریب غشاهای سلولی و افزایش تولید مالون‌دی‌آلدهید در بافت برگ برنج شد اما میزان تولید مالون‌دی‌آلدهید در رقم حساس به شوری برنج بیش از رقم متحمل به شوری بود. Sreenivasulu و همکاران (۲۰۰۰) نیز بین حساسیت به تنش شوری و میزان نشت پذیری غشا سلولی برگ ارزن دم روباهی همبستگی مثبتی گزارش نمودند. تحقیقات ایشان نشان داد که در ارزن دم روباهی افزایش یون سدیم و کلر در بافت برگ سبب تخریب غشا سلولی و کاهش تورژسانس سلول‌های برگ شد. فرهودی (۱۳۹۰) بررسی تعادل یون‌ها، میزان تخریب غشا سلولی و بررسی وزن خشک گیاهچه را از عوامل مهم انتخاب ارقام متحمل به شوری کلزا بیان نمود. از مهم‌ترین مؤلفه‌هایی که نشان‌دهنده وضعیت آبی گیاهان تحت تأثیر شرایط تنش‌های محیطی هستند می‌توان به درصد رطوبت نسبی بافت گیاه اشاره کرد. Qaism و همکاران (۲۰۰۳) بررسی پتانسیل آب برگ و محتوی نسبی آب برگ ارقام کلزا را یک صفت مناسب جهت معرفی ارقام متحمل به شوری این گیاه معرفی نمودند. ایشان ساخت متابولیت‌های سازگار نظیر گلایسین، بتایین، کربوهیدرات‌های محلول و پرولین تحت تأثیر تنش شوری را یکی از سازوکارهای تحمل شوری کلزا بیان نمودند. Bhattacharjee و Mukherjee (۲۰۰۲) مشاهده نمودند که در شرایط تنش شوری تجمع پرولین و کربوهیدرات‌های محلول در گیاهچه‌های برنج موجب افزایش محتوی نسبی آب برگ و کاهش اثرات منفی تنش شوری بر سلامت غشاهای سلولی شد. در اصلاح نباتات بررسی تنوع ژنتیکی در گیاهان زراعی زمینه و امکان انتخاب و ایجاد ارقام متحمل به شوری را فراهم می‌نماید. ارزیابی تحمل گیاهان به تنش‌های زیست محیطی به ویژه در خلال مرحله جوانه‌زنی و سبزشدن عامل مهمی در انتخاب آن‌ها برای کشت در شرایط مختلف می‌باشد. از آنجا که ارزیابی‌های معمول در شرایط مزرعه‌ای از یک سو زمان‌بر و از سوی دیگر تحت تأثیر عوامل غیرقابل کنترل متعددی از جمله عوامل خاکی، اقلیم و عملیات زراعی می‌باشند، بنابراین با استفاده از یک روش آزمایشگاهی تحت شرایط کنترل شده، امکان ارزیابی سریع و نسبتاً دقیق واکنش گیاهان به تنش فراهم می‌گردد. ارقام مختلف گندم واکنش‌های متفاوتی به تنش شوری نشان می‌دهند و در دامنه گسترده‌ای از ارقام متحمل تا

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1392.5.20.6.7]

حساس به شوری قرار می‌گیرند (Shirazi *et al.*, 2005؛ پوستینی، ۱۳۸۰؛ بنده‌حق و همکاران، ۱۳۸۳). در آزمایش حاضر ارقام کارچیا ۶۶ و ماهوتی متحمل به شوری، ارقام قدس و اترک حساس به شوری و سایر ارقام از نظر تحمل شوری در حالت میانه این دو رقم قرار دارند (پوستینی، ۱۳۸۰). لذا این تحقیق به منظور شناسایی سازوکارهای فیزیولوژیک تحمل یا حساسیت به شوری در نه رقم گندم در مرحله رشد رویشی و بررسی واکنش آن‌ها به شوری بر اساس شاخص تحمل تنش انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به منظور بررسی اثر تنش شوری بر رشد گیاهچه و ویژگی‌های فیزیولوژیکی نه رقم گندم با نام‌های چمران، کارچیا ۶۶، ماهوتی، روشن، الوند، کویر، قدس، اترک و تجن و بررسی دلایل حساسیت و یا تحمل شوری در این ارقام گندم در مرحله رشد رویشی در آزمایشگاه تکنولوژی بذر دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر و آزمایشگاه مرکزی دانشگاه شهید چمران انجام شد. این تحقیق به صورت آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار، انجام شد. فاکتورهای این آزمایش عبارت بودند از سه سطح شوری شامل محلول صفر، ۶ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر نمک کلریدسدیم (ساخت شرکت مرک آلمان) و نه رقم گندم. محیط کشت گلدان‌ها به حجم دو لیتر توسط مخلوط پرلیت دانه ریز و درشت به نسبت سه به یک پر شده بود. در زمان کاشت در هر گلدان ۱۴ عدد بذر از رقم مورد نظر کشت شد و بعد از استقرار گیاهچه‌ها و ثبت شمارش جوانه‌زنی، بوته‌های اضافی تنک‌شده و در هر گلدان ۱۰ گیاهچه باقی ماند. از ابتدای آزمایش، آبیاری گلدان‌ها با محلول هوگلند حاوی نمک کلریدسدیم انجام شد (Hardason and Danson, 1993). چهار هفته پس از سبز شدن گیاهچه‌های گندم و آغاز تنش شوری برداشت گیاهچه جهت بررسی صفات فیزیولوژیک و مرفولوژیک آغاز شد.

سبز شدن و وزن خشک گیاهچه

به منظور بررسی تعداد روز تا تعداد روز تا سبز شدن ۵۰ درصد بذرها، بعد از اولین آبیاری مدت زمان لازم تا سبز شدن ۵۰ درصد جوانه‌ها ثبت شد. معیار جوانه‌زنی خروج یک سانتی‌متر کلئوپتیل از سطح گلدان بود. برای بررسی وزن خشک گیاهچه، در پایان آزمایش دو گیاهچه از هر گلدان از سطح 'گلدان برداشت و به آون با دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت منتقل شد.

اندازه‌گیری یون‌های سدیم و پتاسیم

به منظور اندازه‌گیری غلظت یون‌های سدیم و پتاسیم در اولین برگ گیاهچه گندم از روش Owen (۱۹۹۲) استفاده شد. به این منظور ۰/۲ گرم از ماده خشک این برگ در کوره الکتریکی با دمای ۵۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت چهار ساعت

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1392.5.20.6.7]

در کروزه چینی حرارت داده شدند. خاکستر به‌دست آمده با پنج میلی‌لیتر اسیدکلریدریک ۲ نرمال شستشو داده شد تا کاتیون‌ها آزاد شوند. عصاره با کاغذ صافی صاف شد. به منظور اندازه‌گیری یون‌های سدیم و پتاسیم در محلول حاصله از دستگاه فلایم فتومتر مدل Carl Ziess و منحنی استاندارد استفاده شد.

غلظت مالون‌دی آلدهید برگ

به منظور تعیین غلظت مالون‌دی‌آلدهید در برگ، ابتدا نیم گرم برگ تازه را در محلول ۲۰ درصد تیوکلرواستیک‌اسید که حاوی ۰/۵ درصد تیوباربیتوریک‌اسید بود کاملا پودر کرده و آنگاه این مخلوط به مدت ۲۵ دقیقه در دمای ۹۵ درجه سانتی‌گراد در حمام بن‌ماری حرارت داده شد. سپس این مخلوط را در حمام یخ سرد کرده و طبق روش Valentovic و همکاران (۲۰۰۶) غلظت مالون دی آلدهید در طول موج ۵۳۲ نانومتر اندازه‌گیری شد.

محتوی نسبی آب برگ

به منظور بررسی محتوی نسبی آب برگ، نیم گرم از بافت اولین برگ توسعه یافته جدا شده و پس از وزن نمودن برگ (وزن تر)، نمونه‌ها به مدت۲۴ ساعت در یک طرف دربسته در آب مقطر شناور شده و وزن آن‌ها مجدداً اندازه‌گیری شد (وزن اشباع). بعد از این مدت برگ‌ها به آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت منتقل شدند و وزن خشک برگ‌ها اندازه‌گیری شد. درصد محتوی نسبی آب برگ بر اساس رابطه ۱ محاسبه شد (Qaism *et al.*, 2003):

$$\text{درصد محتوی نسبی آب برگ} = \frac{\text{(وزن خشک - وزن تر)}}{\text{(وزن خشک - وزن اشباع)}} \times ۱۰۰ \qquad \text{رابطه (۱)}$$

غلظت پرولین و کربوهیدرات‌های محلول برگ

غلظت پرولین برگ با استفاده از روش Bates و همکاران (۱۹۷۳) اندازه‌گیری و محاسبه شد. جهت تهیه محلول استخراج پرولین، ۱۰ میلی‌لیتر از محلول ۳ درصد اسیدسولفوسالسلیک به نیم گرم بافت تر برگ اضافه شد. سپس این مخلوط با دور ۸۰۰۰ در دقیقه به مدت ۱۵ دقیقه سانترفیوژ شد. سپس ۲ میلی‌لیتر اسیدناین‌هیدرین و ۲ میلی‌لیتر گلایکول‌استیک به ۲ میلی‌لیتر از محلول استخراج اضافه شد. این محلول به مدت ۶۰ دقیقه در دمای ۹۵ درجه سانتی‌گراد در حمام بن‌ماری جوشانده شد. بعد از خنک شدن محلول، چهار میلی‌لیتر تولوئن به آن اضافه شد و غلظت پرولین با قرائت در طول موج ۵۲۰ نانومتر توسط اسپکتوفتومتری قرائت شد. در نهایت با توجه به منحنی استاندارد حاصل از غلظت‌های مختلف، غلظت پرولین محاسبه شد. جهت اندازه‌گیری کربوهیدرات‌های محلول از روش Dubois و همکاران (۱۹۵۶) استفاده شد به این منظور ۰/۱ گرم برگ خشک آسیاب شده در یک لوله‌ی آزمایشی ریخته شد و ۱۵ میلی‌لیتر الکل اتانول ۸۰ درصد در حال جوشیدن به آن اضافه شد. بعد از حدود ۲۰ ثانیه نمونه‌ها به مدت ۱۰ دقیقه با دور ۳۰۰۰ دور در دقیقه

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1392.5.20.6.7]

سانتریفیوژ شدند. بعد از این مدت محلول روشناور جدا شده و در یک لوله‌ی آزمایش دیگر ریخته شد این عمل دو مرتبه تکرار شد. جهت تبخیر الکل اتانول نمونه‌ها به آون ۷۰ درجه‌ی سانتی‌گراد منتقل شدند. در ادامه ۴۰ میلی‌لیتر آب مقطر به لوله‌های آزمایشی اضافه شد. جهت حذف رسوبات اضافی مانند تانن‌ها ۴/۷ میلی‌لیتر هیدروکسیدباریم ۰/۳ نرمال و ۳ دقیقه بعد ۵ میلی‌لیتر سولفات‌روی ۵ درصد اضافه شد و به مدت ۱۰ دقیقه با دور ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شد. بعد از این مدت ۲ میلی‌لیتر عصاره روشناور جدا شد و به همراه ۱ میلی‌لیتر محلول فنول ۵ درصد به یک لوله آزمایش دیگر منتقل شده و به شدت تکان داده شد. سپس ۵ میلی‌لیتر اسیدسولفوریک ۹۸ درصد به داخل هر لوله آزمایش اضافه شد. بعد از ۴۵ دقیقه و با تثبیت رنگ قهوه‌ای در نمونه‌ها میزان جذب با استفاده از اسپکتوفتومتر در طول موج ۴۸۵ نانومتر قرائت شد. جهت قرائت ابتدا محلول‌های استاندارد صفر، ۱۰ الی ۱۰۰ پی پی ام گلوکز ساخته شد و منحنی استاندارد رسم گردید. با استفاده از منحنی استاندارد و اعداد قرائت شده مقدار کربوهیدرات‌های محلول محاسبه شد.

غلظت مجموع کلروفیل a و b

برای تعیین غلظت مجموع کلروفیل a و b برگ از روش Gunes و همکاران (۲۰۰۷) استفاده شد. ابتدا نیم گرم برگ تازه با ده میلی‌لیتر محلول استون ۸۰ درصد کوبیده و له شد. سپس نمونه‌ها توسط کاغذ صافی صاف شدند و حجم آن توسط استون به ۵۰ میلی‌لیتر رسید. محلول حاصله توسط دستگاه اسپکتوفتومتر قرائت شد. به این منظور ابتدا دستگاه با استون صفر شده و میزان جذب محلول در طول موج ۶۶۳ (کلروفیل a) و طول موج ۶۴۵ (کلروفیل b) بررسی شد. بر اساس اعداد خوانده شده توسط دستگاه اسپکتوفتومتر غلظت مجموع کلروفیل بر اساس میکروگرم بر وزن تر برگ بیان شد.

شاخص تحمل به تنش

شاخص تحمل تنش بر اساس وزن خشک اندام هوایی ارقام گندم در مقایسه میان سطح شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر و شاهد محاسبه شد (فرشادفر و جوادی‌نیا، ۱۳۹۰):

$$STI = \frac{Y_p \times Y_s}{(\overline{Y}_p)^2} \times ۱۰۰$$ رابطه (۲)

در این رابطه Y_p وY_s به ترتیب وزن خشک گیاهچه ژنوتیپ مورد نظر در شرایط نرمال و تنش و $\overline{Y}_p$ میانگین وزن خشک گیاهچه ژنوتیپ‌ها بود. به منظور ارزیابی اثر تنش شوری بر صفات مورد بررسی، درصد تغییرات صفات مورد نظر بین سطح شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر و شاهد بر اساس رابطه زیر محاسبه شد (فرشادفر و جوادی‌نیا، ۱۳۹۰):

$$\text{درصد تغییرات} = \frac{\overline{X}_p - \overline{X}_s}{\overline{X}_p} \times ۱۰۰$$ رابطه (۳)

در این رابطه $\overline{X}_p$ و $\overline{X}_s$ به ترتیب میانگین صفت در شرایط نرمال و تنش شوری است. مثبت بودن درصد تغییر به

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1392.5.20.6.7]

معنی کاهش میزان صفت مورد نظر تحت تأثیر تنش و منفی بودن آن به معنی افزایش میزان صفت مورد نظر تحت تأثیر تنش شوری است. تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد با استفاده از نرم‌افزار MSTAT-C انجام گرفت. بررسی همبستگی میان صفات به کمک نرم‌افزار SPSS انجام شد.

نتایج و بحث

شاخص تحمل تنش و وزن خشک گیاهچه گندم

نتایج نشان داد شاخص تحمل به تنش شوری و وزن خشک گیاهچه گندم تحت تأثیر رقم، شوری و برهمکنش این دو عامل قرار گرفت (جدول ۱). بیش‌ترین شاخص تحمل تنش شوری در ارقام ماهوتی و کارچیا ۶۶ به میزان ۰/۰۰۸۷ و ۰/۰۰۸۹ دیده شد درحالی‌که، رقم قدس کم‌ترین میزان این شاخص را داشت (۰/۰۰۲۸) (جدول ۲). بنده‌حق و همکاران (۱۳۸۳) بررسی شاخص تحمل به تنش را در انتخاب ارقام متحمل به شوری مؤثر دانستند. تنش شوری ۶ دسی‌زیمنس بر متر تنها سبب کاهش وزن خشک گیاهچه ارقام چمران، قدس، اترک و تجن در مقایسه با شاهد شد. در سطح شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر وزن خشک گیاهچه تمام ارقام گندم مورد بررسی در مقایسه با شرایط شاهد کاهش یافت. در این سطح شوری بیش‌ترین وزن خشک گیاهچه گندم در ارقام کارچیا ۶۶ و ماهوتی به ترتیب به میزان ۱/۶ و ۱/۷ گرم مشاهده شد درحالی‌که، رقم قدس با وزن خشک ۰/۵۲ گرم کم‌ترین وزن خشک را در میان ارقام مورد بررسی به خود اختصاص داد. بنابراین نتایج این تحقیق بیانگر کاهش شدید وزن خشک گندم در ارقام حساس به شوری بود. Munns و James (۲۰۰۳) با مطالعه واکنش ارقام گندم دوروم به تنش شوری بررسی وزن خشک بوته و بیوماس را یکی از صفات اصلی قابل بررسی و قابل اطمینان جهت بررسی واکنش گیاهان به تنش شوری بیان نمودند. Zhao و همکاران (۲۰۰۷) نیز با بررسی ارقام یولاف گزارش دادند که تنش شوری سبب کاهش معنی‌دار وزن بوته در گیاهچه یولاف گردید. بیش‌ترین و کم‌ترین درصد تغییر وزن خشک گیاهچه در سطح شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب در ارقام قدس و ماهوتی به میزان ۷۲ و ۲۶ درصد دیده شد (جدول ۲). نتایج نشان داد وزن خشک گیاهچه گندم با صفاتی نظیر محتوی نسبی آب برگ، غلظت پتاسیم و کلروفیل برگ همبستگی مثبت و با غلظت سدیم و مالون‌دی‌آلدهید برگ همبستگی منفی داشت (جدول ۳). Munns (۲۰۰۲) بیان نمود افزایش غلظت سدیم برگ و تخریب غشاهای سلولی و هم‌چنین کاهش غلظت پتاسیم برگ تحت تأثیر تنش شوری با کاهش رشد گیاهچه گیاهان زراعی تحت تأثیر تنش شوری همبستگی دارد.

تعداد روز تا ۵۰ درصد سبز شدن

جدول ۱ نشان داد رقم، شوری و برهمکنش این دو عامل بر زمان لازم تا سبز شدن ۵۰ بذرها اثر معنی‌داری داشت. تنش شوری سبب تأخیر ظهور جوانه‌های گندم شد. در سطح شوری ۶ دسی‌زیمنس بر متر ارقام قدس و اترک بیش‌ترین

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1392.5.20.6.7]

تأخیر در این صفت را داشتند (به ترتیب ۱۱/۶ و ۱۲/۳ روز). در این شرایط کم‌ترین زمان لازم تا سبز شدن ۵۰ درصد دانه‌ها در ارقام ماهوتی، روشن و کارچیا ۶۶ دیده شد. در سطح شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر رقم اترک جوانه‌زنی نداشت و رقم قدس بیش‌ترین تعداد روز تا ۵۰ درصد سبز شدن دانه‌ها را داشت (۱۷/۷روز). درحالی‌که، ارقام کارچیا ۶۶ و ماهوتی به ترتیب با ۹/۱ و ۹/۴ روز کم‌ترین زمان لازم تا ۵۰ درصد سبز شدن دانه‌ها را داشتند. این نتایج بیانگر برتری جوانه‌زنی ارقام ماهوتی و کارچیا ۶۶ در شرایط تنش شوری شدید بود (جدول ۴). نتایج جدول ۲ بیانگر افزایش ۶۰ و ۵۷ درصدی زمان لازم برای سبز شدن ارقام کارچیا ۶۶ و ماهوتی تحت تأثیر شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر بود. درحالی‌که، در این سطح شوری زمان لازم تا سبز شدن ۵۰ درصد بذور رقم قدس حدود ۳۲۵ درصد افزایش یافت. زمان لازم تا ظهور جوانه‌ها و سبز شدن بذر یک عامل مهم در بررسی واکنش ارقام گندم به تنش شوری می‌باشد. ارقام گندم متحمل به شوری سریع‌تر جوانه می‌زنند و استقرار می‌یابند. درحالی‌که، زمان لازم برای جوانه‌زنی ارقام گندم حساس به تنش شوری بسیار طولانی‌تر از ارقام متحمل به شوری بود (Munns and James, 2003). بررسی جوانه‌زنی ارقام نخود در شرایط تنش شوری نشان داد که ارقام نخود متحمل به تنش شوری سریع‌تر از ارقام حساس جوانه می‌زنند (Okcu *et al.*, 2005).

جدول ۱: تجزیه واریانس میانگین مربعات تأثیر تنش شوری بر رشد و ویژگی‌های فیزیولوزیک ارقام گندم

منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن خشک اندام هوایی	تعداد روز تا ۵۰ درصد سبزشدن	غلظت سدیم برگ	غلظت پتاسیم برگ	مجموع کلروفیل a و b	غلظت پروولین برگ	غلظت کربوهیدرات محلول برگ	غلظت مالون‌دی‌آلدهید برگ	نسبت پتاسیم به سدیم برگ	محتوی نسبی آب برگ	شاخص تحمل تنش
تکرار	۳	۳۵۱/۶ **	۴۹۱/۲ **	۱۳۲۹/۰ **	۳۱/۹ ns	۳۱/۹ ns	۱۲۳/۵ ns	۳۰۳/۶ **	۰/۰۰۱ **	۲/۱ ns	۱۱۹/۶ **	۰/۰۰۲۱ **
رقم	۸	۸۹۹۶/۶ **	۶۷۴۵/۰ **	۴۸۴۹۸/۱ **	۶۱۱۰/۹ **	۶۱۱۰/۹ **	۳۲۲۱۶/۴ **	۶۷۱۵/۶ **	۰/۰۰۱۹ **	۲۶/۱ **	۴۷۸/۶ **	۰/۰۰۴۱ **
شوری	۲	۱۷۲۹/۸ **	۳۱۸۸/۹ **	۴۹۶۰/۱ **	۴۵۹۴/۵ **	۴۵۹۴/۵ **	۵۰۸۴/۳ **	۱۰۵۸/۰ **	۰/۰۰۲۳ **	۳۷/۰ **	۳۱۱/۴ **	۰/۰۰۳۴ **
رقم* شوری	۱۶	۲۵۲۲/۳ **	۱۱۵۲/۱ **	۱۰۸۱۱/۲ **	۲۳۲۰/۱ **	۱۳۲۰/۱ **	۳۳۷۳/۸ **	۲۱۹۵/۵ **	۰/۰۰۱۷ **	۲۸/۵ **	۱۲۸/۵ **	۰/۰۰۱۷ **
خطای آزمایش	۷۸	۲۷/۴	۱۶/۷	۸۸/۸	۳۶۱/۱	۳۶/۱	۵۲/۴	۱۹۴/۶	۰/۰۰۰۱	۳/۱	۱۴/۳	۰/۰۰۲

ns، * و **: به ترتیب بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد می‌باشند.

جدول ۲: شاخص تحمل تنش و درصد تغییرات صفات مورد بررسی در گندم تحت تأثیر تنش شوری بین شاهد و سطح شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر

رقم	شاخص تحمل تنش	وزن خشک گیاهچه (میلی‌گرم بر بوته)	زمان لازم تا سبز شدن (روز)	غلظت سدیم برگ (میلی‌گرم بر گرم وزن خشک)	غلظت پتاسیم برگ (میلی‌گرم بر گرم وزن خشک)	نسبت پتاسیم به سدیم برگ (میلی‌گرم بر گرم وزن خشک)	محتوی نسبی آب برگ (درصد)	مجموع کلروفیل a و b (میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ)	غلظت مالون‌دی‌آلدهید (نانومول بر گرم وزن تر برگ)	غلظت کربوهیدرات‌های محلول برگ (میلی‌گرم بر گرم وزن خشک)
کارچیا-۶۶	۰/۰۰۸۹ a	۳۶	-۶۰	-۷۳	۲۶	۶۸	۸	۲۸	-۵۸۰	-۲۱۲
ماهوتی	۰/۰۰۸۷ a	۲۶	-۵۷	-۵۲	۱۶	۴۵	۹	۲۱	-۶۰۵	-۱۹۳
روشن	۰/۰۰۶۵ b	۵۷	-۲۲۵	-۱۸۴	۴۱	۷۹	۱۵	۱۱	-۷۹۶	-۱۴۰
الوند	۰/۰۰۵۶ b	۵۲	-۱۶۰	-۱۲۸	۳۹	۷۵	۱۶	۴۳	-۱۰۵۵	-۱۲۲
کویر	۰/۰۰۴۳ c	۵۵	-۱۳۹	-۱۳۶	۴۳	۷۷	۱۷	۴۱	-۱۱۲۴	-۱۲۱
چمران	۰/۰۰۴۳ c	۶۰	-۸۷	-۱۸۰	۴۸	۸۱	۱۹	۵۵	-۱۴۲۰	-۹۱
تجن	۰/۰۰۴۹ c	۶۱	-۲۵۰	-۲۱۰	۵۱	۸۲	۲۱	۴۳	-۱۵۰۱	-۱۱۲
قدس	۰/۰۰۲۸ d	۷۲	-۳۲۱	-۲۳۶	۶۳	۱۱۰	۳۴	۷۰	-۱۵۷۸	-۲۵
اترک	-----	-----	-----	----	-----	-----	-----	------	-----	------

کاهش شاخص تحمل تنش به معنی افزایش حساسیت رقم مورد نظر به تنش شوری است. مثبت بودن درصد تغییر به معنی کاهش میزان صفت مورد نظر تحت تأثیر تنش و منفی بودن آن به معنی افزایش میزان صفت مورد نظر تحت تأثیر تنش است.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1392.5.20.6.7]

جدول ۳: همبستگی میان صفات مورد بررسی ارقام گندم تحت تأثیر تنش شوری

صفات مورد بررسی	وزن خشک گیاهچه	تعداد روز تا ظهور ۵۰ درصد جوانه‌ها	غلظت سدیم برگ	غلظت پتاسیم برگ	نسبت پتاسیم به سدیم برگ	مجموع کلروفیل برگ	غلظت مالون دی‌آلدهید	غلظت پرولین برگ	غلظت کربوهیدرات محلول برگ
تعداد روز تا ظهور ۵۰ درصد جوانه ها	۰/۱۲ ns								
غلظت سدیم برگ	-۰/۸۱ **	-۰/۶۲ **							
غلظت پتاسیم برگ	۰/۷۹ **	۰/۴۹ *	-۰/۵۳ *						
نسبت پتاسیم به سدیم برگ	۰/۷۳ **	۰/۷۴ **	-۰/۶۶ **	۰/۷۸ **					
مجموع کلروفیل برگ	۰/۶۹ *	۰/۱۱ ns	-۰/۸۳ **	۰/۶۹ **	۰/۷۵ **				
غلظت مالون‌دی‌آلدهید	-۰/۹۱ **	-۰/۶۱ **	۰/۸۱ **	۰/۸۸ **	-۰/۷۳ **	-۰/۷۷ **			
غلظت پرولین برگ	۰/۱۹ ns	۰/۱۰ ns	۰/۳۱ *	-۰/۱۴ ns	۰/۱۹ ns	۰/۱۳ ns	۰/۳۹ *		
غلظت کربوهیدرات محلول برگ	۰/۳۹ *	۰/۱۱ ns	۰/۳۷ *	۰/۲۴ ns	۰/۲۳ ns	۰/۲۱ ns	۰/۴۷ *	۰/۲۵ ns	
محتوی نسبی آب برگ	۰/۷۱ **	۰/۲۱ ns	-۰/۴۸ *	۰/۳۷ *	۰/۵۹ **	۰/۶۴ **	-۰/۸۶ *	۰/۱۶ ns	۰/۶۹ **

ns، * و **: به ترتیب بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد می‌باشند.

غلظت کلروفیل کل برگ

نتایج جدول ۱ بیانگر اثر معنی‌دار تنش شوری، رقم و برهمکنش رقم و شوری بر مجموع کلروفیل a و b گندم بود. نتایج نشان داد تنش شوری سبب کاهش معنی‌دار مجموع کلروفیل a و b برگ گیاهچه‌های گندم شد. در سطح شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر رقم قدس کم‌ترین و ارقام ماهوتی، کارچیا ۶۶ و روشن بیش‌ترین میزان مجموع کلروفیل a و b را داشتند (جدول ۴). بررسی غلظت کلروفیل در شرایط تنش شوری یکی از سازوکارهای انتخاب ارقام متحمل به شوری گیاهان زراعی است (Bandeoglu *et al.*, 2004; Munns, 2002). نتایج جدول ۳ بیانگر همبستگی منفی میان غلظت کلروفیل برگ گندم با صفاتی نظیر غلظت سدیم و مالون‌دی‌آلدهید برگ است که نشان‌دهنده تأثیر منفی تخریب غشاهای سلولی و حضور یون سدیم بر غلظت کلروفیل است. Zhao و همکاران (۲۰۰۷) نیز با بررسی ارقام یولاف گزارش دادند که تنش شوری به دلیل افزایش غلظت یون سدیم در محیط برگ، سبب کاهش معنی‌دار کلروفیل و فتوسنتز گیاه می‌شود. تنش شوری غلظت کلروفیل رقم روشن را ۱۱ درصد و غلظت کلروفیل رقم قدس را ۷۲ درصد کاهش داد که بیانگر تأثیر منفی تنش شوری بر غلظت کلروفیل برگ است (جدول ۲).

غلظت سدیم و پتاسیم برگ

نتایج جدول ۱ نشان داد غلظت یون‌های سدیم و پتاسیم برگ و نسبت پتاسیم به سدیم برگ تحت تأثیر شوری، رقم و برهمکنش شوری و رقم قرار گرفت. تنش شوری سبب افزایش غلظت سدیم برگ ارقام گندم شد. در سطح شوری ۶ دسی‌زیمنس بر متر بیش‌ترین غلظت سدیم برگ در ارقام اترک و قدس (به ترتیب ۶۷/۳ و ۶۱/۲ میلی‌گرم بر گرم ماده خشک) دیده شد. درحالی‌که، در ارقام کارچیا ۶۶ و ماهوتی غلظت سدیم برگ تفاوت معنی‌داری با شرایط شاهد نداشت که بیانگر عدم افزایش معنی‌دار غلظت سدیم برگ در این ارقام تحت تأثیر شوری می‌باشد. در سطح شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر نیز علی‌رغم افزایش معنی‌دار غلظت سدیم برگ در تمامی ارقام گندم، کم‌ترین مقدار سدیم برگ در ارقام کارچیا ۶۶ و ماهوتی به میزان ۳۳/۹ و ۳۲/۷ میلی‌گرم بر گرم ماده خشک دیده شد.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1392.5.20.6.7]

جدول ۴: مقایسه میانگین اثر تنش شوری بر رشد و ویژگی‌های فیزیولوژیک ارقام گندم

سطح تنش شوری (دسی‌زیمنس بر متر)	رقم	وزن خشک اندام هوایی (گرم بر بوته)	تعداد روز تا سبز شدن ۵۰ درصد بذرها	غلظت سدیم برگ (میلی‌گرم بر گرم وزن خشک)	غلظت پتاسیم برگ (میلی‌گرم بر گرم وزن خشک)	غلظت پرولین برگ (میکرومول بر گرم وزن برگ)	غلظت کربوهیدرات محلول برگ (میلی‌گرم بر گرم وزن خشک)	محتوی نسبی آب برگ (درصد)	غلظت مالون‌دی‌آلدهید (نانومول بر گرم وزن تر برگ)	مجموع کلروفیل a و b (میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ)	نسبت پتاسیم به سدیم برگ
شاهد	کارچیا -۶۶	۲/۵a	۵/۱a	۱۹/۶e	۷۸/۳a	۰/۰۱۲c	۳۳/۴e	۹۲/۱a	۰/۰۰۵۴f	۷/۷a	۴/۰۱a
	ماهوتی	۲/۳a	۵/۴a	۲۱/۲e	۷۱/۳a	۰/۰۱۴c	۳۳/۴e	۹۲/۰a	۰/۰۰۶۱f	۷/۳a	۳/۳۶a
	روشن	۲/۶a	۴/۹a	۱۹/۴e	۷۵/۶a	۰/۰۱۱c	۳۲/۵e	۹۴/۰a	۰/۰۰۵۸f	۶/۴ba	۳/۹۴a
	الوند	۲/۳a	۵/۱a	۱۲/۵e	۷۳/۸a	۰/۰۱۵c	۳۱/۹e	۹۲/۰a	۰/۰۰۴۵f	۷/۸a	۳/۴۷a
	کویر	۲/۱a	۵/۵a	۱۹/۵e	۷۴/۰a	۰/۰۱۱c	۳۳/۸e	۹۳/۲a	۰/۰۰۸۷f	۷/۳a	۳/۸۹a
	چمران	۲/۲a	۷/۹b	۲۱/۶e	۷۶/۳a	۰/۰۱۳c	۳۴/۰e	۸۹/۲ab	۰/۰۰۴۸f	۷/۲a	۳/۶۱a
	تجن	۲/۴a	۴/۳a	۱۹/۸e	۶۶/۹ab	۰/۰۱۲c	۳۱/۲e	۹۲/۷a	۰/۰۰۷۳f	۶/۶ab	۳/۴۷a
	قدس	۲/۳a	۴/۹a	۲۲/۰e	۷۴/۷a	۰/۰۱۴c	۳۴/۸e	۹۴/۱a	۰/۰۰۵۶f	۷/۵a	۳/۳۶a
	اترک	۲/۴a	۵/۲a	۲۱/۰e	۷۵/۷a	۰/۰۲۹a	۳۲/۲e	۹۲/۶a	۰/۰۰۶۲f	۷/۲a	۳/۵۷a
۶	کارچیا -۶۶	۲/۲a	۶/۰a	۲۳/۳e	۷۲/۵a	۰/۰۲۴b	۷۲/۲b	۸۹/۰۱ab	۰/۰۱۶e	۶/۲ab	۳/۱۳a
	ماهوتی	۲/۴a	۵/۳a	۲۸/۰ed	۷۲/۰a	۰/۰۲۲b	۷۵/۱b	۹۰/۳a	۰/۰۱۳e	۶/۵ab	۲/۵۷a
	روشن	۲/۳a	۶/۱a	۳۳/۷d	۶۹/۸ab	۰/۰۲۵a	۶۹/۷c	۸۸/۴ab	۰/۳۲d	۶/۶ab	۲/۰۹b
	الوند	۱/۹ab	۸/۰b	۳۰/۵d	۵۹/۳b	۰/۰۲۵b	۶۲/۸c	۸۴/۲b	۰/۳۴d	۵/۶b	۱/۹۶b
	کویر	۲/۱a	۸/۲b	۳۵/۸d	۶۸/۰ab	۰/۰۳۲a	۶۴/۰c	۸۴/۰b	۰/۳۷d	۵/۶b	۱/۹۴b
	چمران	۱/۷b	۸/۳b	۴۱/۷c	۵۵/۱bc	۰/۰۳۲a	۴۱/۵d	۸۱/۱bc	۰/۰۵۲b	۵/۴b	۱/۳۴b
	تجن	۱/۵b	۸/۱b	۴۴/۳c	۴۷/۰c	۰/۰۲۹a	۳۵/۳e	۸۳/۵b	۰/۵۲b	۵/۵b	۱/۰۶c
	قدس	۱/۵b	۱۱/۶c	۶۱/۲b	۳۷/۱d	۰/۰۳۱a	۳۸/۱ed	۷۴/۸c	۰/۰۷۴c	۴/۷c	۰/۶۹e
	اترک	۱/۶b	۱۲/۳c	۶۷/۳a	۳۶/۰d	۰/۰۲۹a	۳۳/۸e	۷۵/۲c	۰/۰۷۹c	۴/۱c	۰/۵۳e
۱۲	کارچیا -۶۶	۱/۶b	۸/۱b	۳۳/۹d	۵۷/۵b	۰/۰۳۲a	۱۰۳/۴a	۸۴/۰b	۰/۰۳۴d	۵/۵b	۱/۷۲b
	ماهوتی	۱/۷b	۷/۹b	۳۲/۷d	۵۹/۰b	۰/۰۲۳b	۹۷/۷a	۸۳/۷b	۰/۰۳۷d	۵/۷b	۱/۸۴b
	روشن	۱/۱c	۱۳/۱c	۵۴bc	۴۴/۰dc	۰/۰۳۱a	۷۷/۰b	۷۹/۰۱c	۰/۰۵۲b	۵/۷b	۰/۸۱d
	الوند	۱/۱c	۱۳/۴c	۴۸/۲c	۴۱/۰d	۰/۰۲۷b	۷۵/۳b	۷۷/۵c	۰/۰۴۹b	۴/۴c	۰/۸۵d
	کویر	۰/۹۳d	۱۲/۹c	۴۵/۴c	۳۹/۸d	۰/۰۲۶b	۷۵/۹b	۷۷/۹c	۰/۰۵۴b	۴/۳c	۰/۸۶d
	چمران	۰/۸۷d	۱۴/۹d	۵۹/۰b	۳۹/۰d	۰/۰۳۱a	۶۳/۱c	۷۲/۱d	۰/۰۷۳c	۳/۲d	۰/۶۶e
	تجن	۰/۹۲d	۱۴/۱d	۵۹/۸b	۳۹/۹d	۰/۰۳۶a	۶۶/۹c	۷۹/۹d	۰/۰۷۶c	۳/۷d	۰/۶۱e
	قدس	۰/۵۶e	۱۷/۷e	۷۴/۴a	۲۷/۳e	۰/۰۳۳a	۴۲/۰d	۶۲۰/۰e	۰/۰۹۴a	۲/۳e	۰/۳۶f
	اترک	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

حروف مشابه در هر ستون به منزله عدم وجود اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد.

رقم اترک در سطح شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر جوانه نزد و داده‌ای برداشت نشد.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1392.5.20.6.7]

درحالی‌که، رقم قدس در این سطح شوری بیش‌ترین غلظت سدیم برگ (۷۴/۴ میلی‌گرم بر گرم ماده خشک) را داشت (جدول ۴). تنش شوری غلظت سدیم برگ ارقام تجن و قدس را به ترتیب به میزان ۲۱۰ و ۲۳۶ درصد شد. درحالی‌که، مقدار این صفت در ارقام کارچیا ۶۶ و ماهوتی ۷۳ و ۵۲ درصد افزایش یافت (جدول ۲). تنش شوری سبب کاهش غلظت پتاسیم برگ ارقام گندم شد. در سطح شوری ۶ دسی‌زیمنس بر متر ارقام کارچیا ۶۶، ماهوتی، کویر و روشن بیش‌ترین پتاسیم برگ را داشتند که تفاوت معنی‌داری با شرایط شاهد نشان نمی داد و کم‌ترین غلظت این یون در ارقام قدس و اترک دیده شد (جدول ۴). در بالاترین سطح تنش شوری روند کاهش غلظت پتاسیم برگ ادامه یافت و کم‌ترین غلظت این یون در رقم قدس به میزان ۲۷/۳ میلی‌گرم بر گرم ماده خشک مشاهده شد (جدول ۴). تنش شوری غلظت یون پتاسیم برگ رقم ماهوتی را ۱۶ درصد و غلظت یون پتاسیم در برگ رقم قدس را ۶۳ درصد کاهش داد (جدول ۲). افزایش غلظت یون سدیم و کاهش یون پتاسیم در برگ گیاهان زراعی تحت تأثیر تنش شوری و تأثیر منفی این فرایند بر فتوسنتز و وزن خشک گیاه توسط بسیاری از محققان گزارش شده است (Munns and James, 2003; Asch *et al.*, 2003). Cavalanti و همکاران (۲۰۰۷) مشاهده نمودند که همبستگی منفی میان تجمع یون سدیم در برگ و ریشه گیاه جو و و وزن خشک این اندام‌ها وجود دارد. ایشان دلیل اصلی کاهش رشد برگ و ریشه ارقام جو را تخریب غشاهای سلولی، کاهش فتوسنتز و کاهش تورژسانس برگ تحت تأثیر یون سدیم گزارش کردند. شوری سبب تجمع یون سدیم در گیاه گندم شد که این افزایش یون سدیم در نهایت منجر به کاهش رشد گیاه شد. اضافه کردن پتاسیم به محیط رشد گیاه گندم سبب کاهش اثرات سوء یون سدیم شد (Shirazi *et al.*, 2005). کاهش یون پتاسیم تحت تأثیر تنش شوری و اثر نامطلوب آن بر تولید ماده خشک در بسیاری از گیاهان زراعی گزارش شده است (Asch et al., 2003; Munns and James, 2003; Ashraf and McNeilly, 2004). تحقیقات Pervaiz و همکاران (۲۰۰۲) نشان داد که در شرایط تنش شوری، ارقام گندمی که غلظت پتاسیم بیش‌تری در برگ خود داشتند از فتوسنتز و وزن خشک اندام هوایی بالاتری برخوردار بودند. Ashraf و McNeilly (۲۰۰۴) کاهش غلظت پتاسیم اندام هوایی کلزا تحت تأثیر تنش شوری را گزارش نمودند. ایشان بیان نمودند که در ارقام حساس به شوری کلزا کاهش غلظت پتاسیم بیش از ارقام متحمل به شوری است. وجود همبستگی منفی میان غلظت یون سدیم با صفاتی نظیر غلظت کلروفیل و وزن گیاهچه گندم بیانگر اثر منفی این یون بر رشد گیاهچه گندم است. درحالی‌که، میان غلظت یون پتاسیم در برگ با وزن خشک گیاهچه گندم همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت (جدول ۳). نتایج جدول ۴ بیانگر کاهش نسبت پتاسیم به سدیم برگ ارقام گندم تحت تأثیر افزایش تنش شوری است. در سطح شوری ۶ دسی‌زیمنس بر متر کم‌ترین نسبت پتاسیم به سدیم برگ در ارقام قدس و اترک مشاهده شد. در سطح شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر ارقام کارچیا ۶۶ و ماهوتی بیش‌ترین (به ترتیب ۱/۷۲ و ۱/۸۴)

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1392.5.20.6.7]

و رقم قدس (۰/۳۶) کم‌ترین نسبت پتاسیم به سدیم برگ را داشتند. Poustini و Siosemardeh (۲۰۰۴) با بررسی واکنش ارقام گندم به تنش شوری گزارش نمودند که بالا بودن نسبت پتاسیم به سدیم برگ ارقام گندم با تحمل شوری این ارقام همبستگی مثبت دارد. Cavalanti و همکاران (۲۰۰۷) بررسی نسبت پتاسیم به سدیم برگ را به عنوان یک صفت مناسب برای تعیین ارقام متحمل به شوری جو گزارش نمودند. تحقیقات Carden و همکاران (۲۰۰۳) نیز نشان داد که تمایز میان جذب سدیم و پتاسیم یکی از راهکارهای اصلی تحمل شوری در گیاه جو است. ایشان دریافتند که شوری سبب کاهش نسبت پتاسیم به سدیم برگ جو شد و ارقام متحمل به شوری جو از نسبت پتاسیم به سدیم بیش‌تری برخوردار بودند. بین نسبت پتاسیم به سدیم برگ با وزن خشک گیاهچه گندم همبستگی مثبت و با غلظت مالون‌دی‌آلدهید همبستگی منفی و معنی‌داری دیده شد که بیانگر اثر مثبت این صفت بر پایداری رشد در شرایط تنش شوری است (جدول ۳). بیش‌ترین کاهش نسبت پتاسیم به سدیم برگ ارقام گندم در رقم قدس به میزان ۱۱۰ درصد مشاهده شد (جدول ۲).

محتوی نسبی آب برگ، غلظت پرولین و کربوهیدرات‌های برگ

اثر تنش شوری، رقم و برهمکنش این دو عامل بر محتوی نسبی آب برگ، غلظت پرولین و کربوهیدرات‌های برگ معنی‌دار بود (جدول ۱). محتوی نسبی آب برگ ارقام گندم تحت تأثیر تنش شوری کاهش یافت. ارقام کارچیا ۶۶، ماهوتی، الوند و روشن در سطح شوری ۶ دسی‌زیمنس بر متر بالاترین محتوی نسبی آب برگ را در مقایسه با سایر ارقام مورد مطالعه داشتند و البته تفاوت معنی‌داری با محتوی نسبی آب برگ با سطح شاهد نداشتند. در سطح شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر ارقام کارچیا ۶۶ و ماهوتی با ۸۴ درصد و ۸۳/۷ درصد بیش‌ترین و رقم قدس با ۶۲ درصد کم‌ترین محتوی نسبی آب برگ را داشت (جدول ۴). Poustini و Siosemardeh (۲۰۰۴) و Qaism و همکاران (۲۰۰۳) کاهش محتوی نسبی آب برگ ارقام گندم و کلزا تحت تأثیر تنش شوری را گزارش نمودند. بین محتوی نسبی آب برگ با وزن خشک گیاهچه، غلظت کربوهیدرات‌های محلول برگ، غلظت پتاسیم و نسبت پتاسیم به سدیم برگ همبستگی مثبت و معنی‌داری دیده شد. درحالی‌که، این صفت با غلظت سدیم برگ همبستگی منفی و معنی‌داری داشت (جدول ۳). در شرایط تنش شوری محتوی نسبی آب برگ در ارقام کارچیا ۶۶ و ماهوتی حدود ۸ درصد و در رقم قدس حدود ۳۴ درصد در مقایسه با شرایط شاهد کاهش یافت (جدول ۲). تنش شوری سبب افزایش غلظت پرولین برگ ارقام گندم شد در سطح شوری ۶ دسی‌زیمنس بر متر بیش‌ترین غلظت پرولین برگ در ارقام کویر، چمران، اترک، قدس و تجن دیده شد. در بالاترین سطح تنش شوری نیز بیش‌ترین غلظت پرولین برگ در ارقام تجن، قدس و چمران مشاهده شد. این نتایج بیانگر آن است که ارقامی مانند چمران و تجن که تقریباً حساس به شوری بودند و رقم قدس که کاملا به شوری حساس بود

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-23]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1392.5.20.6.7]

دارای غلظت پرولین برگ بیش‌تری بودند. بنابراین در این تحقیق نقش پرولین در تحمل تنش شوری پررنگ نبود (جدول ۴). Poustini و همکاران (۲۰۰۷) نیز با مطالعه گندم گزارش نمودند که همبستگی معنی‌داری میان تجمع پرولین برگ و تحمل به تنش شوری در ارقام گندم دیده نشد. تنش شوری سبب افزایش غلظت کربوهیدرات‌های محلول برگ ارقام گندم شد. در سطح شوری ۶ دسی‌زیمنس بر متر ارقام تجن، اترک و قدس کم‌ترین غلظت کربوهیدرات‌های محلول برگ را داشتند. درحالی‌که، ارقام کارچیا ۶۶ و ماهوتی بیش از ۷۰ میلی‌گرم بر گرم ماده خشک کربوهیدراتهای محلول داشتند. در بالاترین سطح تنش شوری نیز این دو رقم بیش‌ترین غلظت کربوهیدرات‌های محلول برگ را داشتند. افزایش غلظت کربوهیدرات‌های محلول برگ در گیاهان زراعی تحت تأثیر تنش شوری علاوه بر اینکه در تنظیم اسمزی و حفظ محتوی نسبی آب برگ نقش دارد، اهمیت ویژه‌ای در حفاظت غشاهای سلولی دارد (Bhattacharjee Mukherjee, 2002; Ashraf and McNeilly, 2004). تحقیقات Kerepesi و همکاران (۲۰۰۰) بیانگر افزایش غلظت کربوهیدرات‌های محلول گیاهچه‌های گندم تحت تأثیر تنش شوری است. ایشان افزایش غلظت کربوهیدرات‌های گیاهچه گندم را یکی از معیارهای انتخاب ارقام گندم متحمل به شوری بیان نمودند. تنش شوری غلظت کربوهیدرات‌های محلول در رقم قدس را تنها ۲۵ درصد افزایش داد که کم‌ترین میزان افزایش این صفت در ارقام مورد بررسی در شرایط تنش شوری بود (جدول ۲).

غلظت مالون‌دی‌آلدهید برگ

اثر تنش شوری، رقم و برهمکنش این دو عامل بر غلظت مالون‌دی‌آلدهید برگ اثر معنی‌دار بود (جدول ۱). تنش شوری سبب تخریب غشاهای سلولی و افزایش غلظت مالون‌دی‌آلدهید برگ ارقام گندم شد. در سطح شوری ۶ دسی‌زیمنس بر متر ارقام اترک و قدس بیش‌ترین غلظت مالون‌دی‌آلدهید برگ (به ترتیب ۰/۰۷۴ و ۰/۰۷۹ نانومول بر گرم وزن تر برگ) و در سطح شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر بیش‌ترین غلظت این ترکیب در رقم قدس به میزان ۰/۰۹۴ نانومول بر گرم وزن تر برگ مشاهده شد که بیانگر تخریب شدید غشاهای سلولی در برگ این ارقام می‌باشد. در هر دو سطح شوری ارقام کارچیا ۶۶ و ماهوتی کم‌ترین غلظت مالون‌دی‌آلدهید برگ را داشتند (جدول ۴). فرهودی (۱۳۹۰) بررسی غلظت مالون‌دی‌آلدهید را یک عامل کلیدی در بررسی واکنش ارقام کلزا به تنش شوری بیان نمود زیرا تنش شوری سبب افزایش غلظت این ترکیب که ناشی از تخریب غشاهای سلولی است در ارقام حساس به شوری کلزا شد. Gunes و همکاران (۲۰۰۷) گزارش دادند که تنش شوری سبب تجمع یون سدیم در اندام هوایی ذرت، تخریب غشاهای سلولی و افزایش تولید مالون‌دی‌آلدهید برگ ذرت شد. نتایج جدول ۳ بیانگر همبستگی منفی میان غلظت مالون‌دی‌آلدهید برگ با وزن خشک گیاهچه، غلظت کلروفیل و محتوی نسبی آب برگ می‌باشد. Sreenivasulu و همکاران (۲۰۰۰) ضمن مطالعه اثر تنش شوری بر رشد و نمو ارزن گزارش نمودند که همبستگی منفی میان تخریب غشای سلولی و افزایش نشت‌پذیری

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1392.5.20.6.7]

متابولیت‌های سلولی با رشد گیاهچه ارزن وجود دارد. تنش شوری غلظت مالون‌دی‌آلدهید را در ارقام تجن و قدس به میزان ۱۵۰۱ و ۱۵۷۸ درصد در مقایسه با شاهد افزایش داد که بیانگر تخریب شدید غشا سلولی در این ارقام تحت تأثیر تنش شوری می‌باشد (جدول ۲).

نتیجه‌گیری

نتایج این آزمایش بیانگر اثر منفی تنش شوری بر نه رقم گندم مورد مطالعه در مرحله رشد رویشی بود. در میان این ارقام گندم بر اساس شاخص تحمل تنش ارقام کارچیا ۶۶ و ماهوتی بیش‌ترین شاخص تحمل و رقم قدس کم‌ترین شاخص تحمل تنش را داشتند. البته رقم اترک در سطح شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر جوانه نزد که بیانگر حساسیت بسیار شدید این رقم به تنش شوری بود. ارقام قدس و اترک در سطح شوری ۶ دسی‌زیمنس بر متر و رقم قدس در سطح شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر بیش‌ترین تأخیر در جوانه‌زنی، غلظت مالون‌دی‌آلدهید و بیش‌ترین غلظت سدیم برگ را داشتند. درحالی‌که، از کم‌ترین وزن خشک گیاهچه، غلظت پتاسیم برگ، غلظت کربوهیدرات‌های محلول برگ و نسبت پتاسیم به سدیم برخوردار بودند. در همین حال ارقام کارچیا ۶۶ و ماهوتی در این سطوح شوری از بیش‌ترین وزن خشک گیاهچه، غلظت کلروفیل، غلظت پتاسیم برگ، نسبت پتاسیم به سدیم برگ و کم‌ترین غلظت سدیم و مالون‌دی‌آلدهید برگ برخوردار بودند. نکته قابل توجه در این تحقیق نقش کم رنگ پرولین در تحمل شوری ارقام مورد مطالعه بود و نتایج نشان داد اهمیت توزیع یونی و کربوهیدرات‌های محلول بیش از نقش پرولین بود. بر اساس نتایج این آزمایش می‌توان نتیجه گرفت ارقام متحمل به شوری گندم در مرحله رشد رویشی از غلظت پتاسیم برگ، نسبت پتاسیم به سدیم برگ و وزن خشک گیاهچه بیش‌تر و غلظت مالون‌دی‌آلدهید و سدیم کم‌تری در برگ برخوردار بودند.

منابع

بنده‌حق، ع.، کاظمی، ح.، ولی‌زاده، م. و جوانشیر، ع. ۱۳۸۳. مقاومت ارقام گندم بهاره به تنش شوری در مراحل رشد رویشی و زایشی، مجله علوم کشاورزی ایران. ۳۵ (۱):۷۱-۶۱.

پوستینی، ک. ۱۳۸۱. ارزیابی ۳۰ رقم گندم از نظر واکنش به تنش شوری، مجله علوم کشاورزی ایران. ۳۳ (۱): ۶۴-۵۷.

جعفری، م. ۱۳۷۹. سیمای شوری در ایران. موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع. نشریه شماره ۹۵. تهران. ایران.

فرشادفر، ع.ا. و جوادی‌نیا، ج. ۱۳۹۰. ارزیابی ژنوتیپ‌های نخود از نظر تحمل تنش خشکی. مجله بـه نـژادی نهـال و بذر. ۲۷ (۴): ۵۳۵-۵۱۷.

فرهودی، ر. ۱۳۹۰. بررسی تأثیر تنش شوری بر رشد رویشی، فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانت و غلظت

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1392.5.20.6.7]

مالون‌دی‌آلدهید برگ ارقام کلزا. پژوهش‌های زراعی ایران. ۹ (۱):۱۳۰-۱۲۳.

Asch, F., Ding Kuhn, M., Dorffling, K. and Miezan, K. 2000. Leaf K/Na ratio predicts salinity induced yield loss in irrigated rice. Euphytica 113:109-118.

Ashraf. M. and McNeilly, T., 2004. Salinity tolerance in Brassica oilseeds. Critical Review of Plant Science 23 (2): 157-174.

Bandeoglu, E., Eyidogan, F., Yucel, M. and Oktem, H.A. 2004. Antioxidant response of shoots and roots of lentil to NaCl Salinity stress. Plant Growth Regulation 42: 69-77.

Bates, L.S., Waldre, R.P. and Teare, I.D. 1973. Rapid determination of free prolin for water stress studies. Plant Soil 39: 205- 208.

Bhattacharjee, S. and Mukherjee, A.K. 2002. Salt stress induced cytosolute accumulation, antioxidant response and membrane deterioration in three rice cultivars during early germination. Seed Science and Technology 30: 279-287.

Carden, D.E., Wakker, D.J., Flowers, T.J. and Miller, A.J. 2003. Single cell measurement of the concentration of cytosolic Na^+ and K^+ to salt tolerance. Plant Physiology 131: 676-685.

Cavalanti, F.R., Lima, J.P.M.S., Silva, S.L.F., Viegas, R.A. and Silveira, J.A.G. 2007. Roots and leaves display contrasting Oxidative response during salt stress and recovery in cowpea. Journal of Plant Physiology 164: 591-600.

Dieriga, D.A., Grieve, M.C. and Shannon, M.C. 2003. Selection for salt tolerance in *lesquerella fendleri*. Industrial Crops and Products 17: 15-22.

Dubois, M., Gilles, K.A., Hamilton, J.K., Rebers, P.A. and Smith, F. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. Snalytical Chemistry 28, 350-356.

FAO. 2010. Extent and causes of salt-affected soils in participating countries. Availableon URL: http://www.fao.org/ag/AGL/agll/spuch/topic4.htm.

Fernandez, G.C.J. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. *In*: Kuo, C.G. (Ed), Proceedings of the International Symposium on Biology of plants, American Society of Plant Biologists, Rockville, USA.

Gunes, A., Inal, A., Alpuslan, M., Fraslan, F., Guneri, E. and Cicek, N. 2007. Salicylic acid induced changes on some physiological parameters symptomatic for oxidative stress and mineral nutrition in maize grown under salinity. Journal of Plant Physiology 164: 728-736.

Hardarson, G. and Danson, S.K.A. 1993. Methods for measuring biological nitrogen fixation in grain legumes. Plant and Soil 152: 19-23.

ICARDA. 2002. International cooperation Highlands regional program. Available on: URL:http// www.icarda.cgiar.Org**.**

Jakob, G., Ton, J., Flors,V., Zimmerli, L.J., Metraux, P. and Mauch- Mani, B. 2005. Enhancing *Arabidopsis* salt and drought stress tolerance by chemical priming for its ABA

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1392.5.20.6.7]

Response. Plant Physiology 139: 267-274.

Kerepesi, I. and Galiba, G. 2000. Osmotic and salt stress- Induced Alteration in soluble carbohydrate content in wheat seeding. Crop Science 40: 482-487.

Munns, R. and James, R.A. 2003. Screening methods for salinity tolerance: a case study with tetraploid wheat, Plant and Soil 253: 201-218.

Munns, R. 2002. Comparative physiology of salt and water stress. Plant, Cell and Environment, 25: 239-250.

Okcu, G., Kaya, M.D. and Atak, M. 2005. Effect of salt and drought stress on germination and seedling growth of pea (*Pisum sativum*). Turkish Journal of Agriculture 29: 137-243.

Owen, C.P. 1992. Plant analysis reference producers for the southern region of the United States. The University of Georgia PP: 33-45.

Pervize, Z., Afzal, M., Xi, S., Xiaoe, Y. and Ancheng, L. 2002. Physiological parameters of salt tolerance in wheat. Asian Journal of Plant Science 1 (4): 78-481.

Poustini, K., Siosemardeh, A. 2004. Ion distribution in wheat cultivars in response to salinity stress. Field Crops Research, 55: 125-133.

Poustini, K., Siosemardeh, A. and Ranjbar, M. 2007. Proline accumulation as response to salt stress in 30 wheat (*T.aestivum*) cultivars. Genetic Resource Crop Evolution 54: 925-934.

Qasim, M., Ashraf, M.M., Jamil, A.M., Rehman, Y.S.U. and Rha, E.S. 2003. Water relations and gas exchange properties in some elite canola (*Brassica napus* L.) lines under salt stress. Annual Application of Biology 142: 307-316.

Shirazi, M.U., Ashraf, M.Y., Khan, M.A. and Nagvi, M.H. 2005. Potassium induced salinity tolerance in wheat. International Journal of Environment Science Technology 2 (3): 233-236.

Sreenivasulu, N., Grimm, B., Wobns, U. and Weschke, W. 2000. Diffrentl response of antioxidant compounds to salinity stress in salt-tolerant and salt-sensetive seedling of foxtail millet. Physiology Plantarum 109: 435-442.

Valentovic, P., Luxova, M., Kolarovi, L. and Gasparikora, O. 2006. Effect of osmotic stress on compatible solutes content, membrane stability and water relation in two maize cultivars. Plant Soil Environment 52 (4): 186-191.

Zhao, G.Q., Ma, B.L. and Ren, C.Z. 2007. Growth, Gas exchange, chlorophyll fluorescence and ion content of Nakota Oat in response to salinity. Crop Science 47: 123-131.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1392.5.20.6.7]