نشریه تولید گیاهان زراعی
جلد دوازدهم، شماره اول، بهار ۹۸
۳۳-٤٦
http://ejcp.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/ejcp.2019.12051.1925

اثر شوری و خشکی بر رشد، کارایی مصرف آب و غلظت سدیم و پتاسیم دو ژنوتیپ گندم بهاره آبی و دیم

یونس محمدنژاد[1*]، سراله گالشی[2]، افشین سلطانی[2]، فرشید قادری‌فر[3] و عباسعلی نوری‌نیا[4]

[1]استادیار بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران، [2]استاد گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران، [3]دانشیار گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران، [4]استادیار بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۸/۰۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۰/۲۲

چکیده

سابقه و هدف: اثرات تنش خشکی و شوری از نظر کمبود آب در گیاه شبیه به هم هستند، اما در تنش دراز مدت شوری، گیاه علاوه بر تنش خشکی تحت تاثیر تنش زیادی یون و اسمز بالا هم قرار می‌گیرد. استان گلستان دارای خاک‌هایی با درجات مختلف شوری (با بیش از ۳۸ درصد اراضی شور) و شرایط مختلف زراعت (آبی و دیم) می‌باشد. هدف از این آزمایش بررسی اثر همزمان شوری و خشکی بر روی کارآیی مصرف آب در رقم گندم آبی و دیم بود.

مواد و روش‌ها: آزمایش به‌صورت گلدانی در گلخانه دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان به‌صورت فاکتوریل با دو رژیم رطوبتی (۵ و ۷۵ درصد تخلیه از رطوبت قابل استفاده خاک)، چهار سطح شوری (۴/۵، ۶/۵ و ۸ دسی زیمنس بر متر و بدون شوری به عنوان شاهد) و دو رقم (رقم آبی N-۸۷-۲۰ و رقم دیم کریم) در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام شد. بر اساس نتایج آزمایش سال قبل ژنوتیپ N-۸۷-۲۰ برای شوری متوسط و شرایط آبی و رقم کریم برای شرایط دیم، مناسب بودند که به عنوان مواد آزمایشی انتخاب شدند. صفات اندازه‌گیری شده شامل سطح برگ، وزن خشک بخش‌های مختلف هوایی گیاه، تعداد روزنه، عناصر پتاسیم و سدیم به تفکیک برای برگ و ساقه، کل مصرف آب در طی دوره کاشت تا رسیدگی، کارایی مصرف آب دانه و بیوماس، اجزای عملکرد و عملکرد بودند.

یافته‌ها: نتایج آزمایش نشان داد که ژنوتیپ N-۸۷-۲۰، سطح کل برگ بوته بالایی نسبت به رقم کریم داشت، اما تراکم روزنه در آن نسبت به کریم کمتر بود. ژنوتیپ N-۸۷-۲۰ در تیمار خشک‌تر، یعنی ۷۵ درصد تخلیه از رطوبت قابل استفاده خاک، عملکردی برابر با رقم کریم (۱/۲۰ گرم مقابل ۱/۱۶ گرم در بوته) داشت. در شرایط مرطوب‌تر، یعنی ۵ درصد تخلیه از رطوبت قابل استفاده خاک، عملکرد ژنوتیپ N-۸۷-۲۰ نسبت به رقم کریم بالاتر (۲/۰۰ گرم مقابل ۱/۶۴ گرم در بوته) بود. رقم کریم در شرایط خشک‌تر کارایی مصرف آب دانه بالاتری نسبت به شرایط مرطوب داشت، اما ژنوتیپ N-۸۷-۲۰ برعکس آن بود و در شرایط مرطوب کارایی مصرف آب بالاتری نسبت به شرایط خشک از خود نشان داد. غلظت سدیم در ساقه حدود دو برابر برگ (به ترتیب ۰/۵۸ و ۰/۳۲ درصد) بود که با افزایش هر واحد در میزان شوری خاک تا ۸ دسی زیمنس بر متر تقریبا ۰/۰۶۸ و ۰/۰۲۵ درصد به ترتیب بر غلظت سدیم در برگ و ساقه افزوده گردید. در تیمار ۷۵ درصد تخلیه از رطوبت قابل استفاده خاک غلظت سدیم برگ در شوری ۶/۵ دسی زیمنس بر متر به ۰/۵ درصد رسید اما در ۵ درصد تخلیه از رطوبت خاک غلظت سدیم

*نویسنده مسئول: yonesmn@gmail.com

برگ با سرعت کندتر افزایش یافت و در شوری ۸ دسی زیمنس بر متر به این مقدار رسید. از نظر نسبت k^+/Na^+ ساقه و برگ اختلافی بین دو ژنوتیپ مشاهده نشد، اما با افزایش در شوری خاک این نسبت برای ساقه و برگ کاهش یافت.

نتیجه‌گیری: ژنوتیپ N-۸۷-۲۰ برای شرایط آبی با شوری متوسط تا پائین مناسب می‌باشد و رقم کریم برای شرایط دیم مناسب می‌باشد. تا شوری ۸ دسی زیمنس بر متر بین نسبت پتاسیم به سدیم ژنوتیپ‌ها اختلاف مشاهده شد که از این اختلاف می‌توان در شناسایی تحمل به شوری ژنوتیپ‌ها استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: ارقام گندم، تنش شوری، شرایط دیم، کارایی مصرف آب و نسبت پتاسیم به سدیم

مقدمه

واکنش فتوسنتز به تنش خشکی و شوری بسیار پیچیده است و تحت تاثیر فعل و انفعالات محدود کننده‌ای می‌باشد که در مکان‌های مختلف سلول یا برگ و در مقیاس‌های زمانی مختلف در ارتباط با رشد و نمو گیاه اتفاق می‌افتد. شدت، مدت و سرعت پیشرفت تنش روی عکس‌العمل‌های گیاه به کمبود آب و شوری تاثیر خواهد گذاشت (۳). اثرات تنش خشکی و شوری از نظر کمبود آب در گیاه شبیه به هم هستند، اما در تنش دراز مدت شوری، گیاه علاوه بر تنش خشکی تحت تاثیر تنش زیادی یون و اسمز بالا هم قرار می‌گیرد (۱۶). چاوز و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند دانستن این که گیاهان چگونه به خشکی، شوری و خشکی- شوری با هم عکس‌العمل نشان می‌دهند، می‌تواند نقش مهمی در ثبات تولید گیاه زراعی تحت شرایط خشکسالی و شوری داشته باشد. یکی از فرایندهای اصلی متاثر از خشکی و شوری، فتوسنتز به همراه رشد سلول است. اثر آن‌ها می‌تواند به‌طور مستقیم، با کاهش CO_2 قابل دسترس به علت محدودیت در انتشار روزنه و مزوفیل و یا تغییرات در متابولیسم‌های فتوسنتزی، و یا اثر ثانویه، یعنی تنش اکسیداتیو، باشد (۳). در مطالعه اثرات خشکی (شامل ۱۰۰ و ۳۵ درصد پتانسیل آب) و شوری آب (۱/۸، ۱۲ و ۱۷ دسی زیمنس بر متر) به‌مدت ۳ هفته در طول مرحله زایشی مشاهده شد که فتوسنتز در تمامی ارقام گندم دوروم و آمفی پلوئیدهای مربوط به آن نسبت به شاهد از طریق بستن روزنه‌ها، افزایش سرعت پیری و کاهش بیوماس محدود می‌شود (۲۲). در بررسی ویلهلم و همکاران (۱۹۹۳) روی اثرات نیتروژن و آب قابل دسترس بر تولید پنجه و برگ گندم گزارش کردند که ظهور پنجه تابع اثرات متقابلی از نیتروژن، تشعشع و آب قابل دسترس گیاه است (۲۱). سطح برگ عامل تعیین کننده جذب تابش، فتوسنتز، تجمع ماده خشک و انتقال انرژی توسط پوشش گیاهی است. همچنین، از نظر رقابت بین گیاه زراعی و علف‌های هرز نیز دارای اهمیت می‌باشد (۱۲). نتایج منتشره توسط خاکوانی و همکاران (۲۰۱۲) مبین کاهش چشمگیر سطح برگ در شرایط خشک می‌باشد (۱۳). در شوری سرعت گسترش برگ‌های در حال رشد کاهش می‌یابد و برگ‌های جدید به کندی گسترش می‌یابند یا بدون رشد می‌مانند، بنابراین شاخه‌ها و یا ساقه‌های جانبی کمی تشکیل می‌شوند. به طوری که در گندم کاهش سطح برگ کل به علت کاهش در تعداد پنجه می‌باشد (۱۶). تفاوت در عملکرد دانه ژنوتیپ‌های گندم می‌تواند در اثر اختلاف در حساسیت به خشکی ارقام گندم در مراحل رشد و نمو باشد (۹). در زمان پر شدن دانه، تنش خشکی از طریق تقلیل فتوسنتز باعث کاهش عملکرد دانه می‌شود، بنابراین نیاز مقصد برای پر شدن دانه از طریق انتقال مجدد مواد فتوسنتزی ذخیره شده

تأمین می‌گردد (۶). در شوری به دلیل رقابت Na^+ و Cl^- با عناصر غذایی نظیر K^+، Ca^{2+} و No_3^- امکان دارد، عدم توازن یا کمبود عناصر غذایی اتفاق افتد. در مقابل در شرایط خشک اختلال در جذب و انتقال به سمت بالای بعضی از عناصر غذایی حادث می‌شود.

با وجود گزارشات متناقضی که از اثرات فراهمی عناصر غذایی روی رشد گیاهان در شرایط شور یا خشک وجود دارد، معمولاً برای عموم پذیرفته شده که افزایش در فراهمی عناصر غذایی برای شرایطی که میزان عناصر غذایی در خاک در حد کافی وجود دارد یا برای شرایطی که خشکی یا شوری شدید است؛ باعث ارتقاء در رشد نمی‌گردد (۸). اقبال و آفتاب (۲۰۰۸) با بررسی تاثیر تنش شوری بر غلظت یون‌ها در برگ‌های ارقام مختلف گندم گزارش کردند که غلظت یون‌های کلر و سدیم در برگ‌های ارقام حساس تحت شرایط شوری نسبت به پتاسیم بالاتر می‌باشد (۱۰). تافو و همکاران (۲۰۱۰) در بررسی شوری‌های مختلف روی ارقام گوجه فرنگی مشاهده کردند که تیمارهای شوری باعث افزایش غلظت Na^+ در ریشه، ساقه و برگ می‌شود، در حالی که غلظت K^+ و Ca^{2+} و K^+/ Na^+ در تمامی ارقام کاهش می‌یابد (۲۰). در بررسی احسان‌زاده و همکاران (۲۰۰۹) محتوای کلسیم قسمت هوایی گندم تحت تاثیر شوری واقع نشد، در حالی که با افزایش شوری، غلظت سدیم افزایش و غلظت پتاسیم و منیزیم کاهش یافت (۴).

جذب و انتقال نیترات در گیاهان غیر هالوفیت به شوری حساس است. وقتی گیاه نخود فرنگی حساس به شوری در معرض غلظت متوسط NaCl قرار می‌گیرد، ریشه اغلب غلظت بالای نیترات را دارد در حالی که در قسمت هوایی غلظت آن پائین است (۱). نتیجه‌گیری این است که انتقال نیترات به آوند چوبی ریشه مرحله بسیار حساس به شوری است. در بررسی اثرات آب شور و نیتروژن بر ذرت مشاهده شده است که میزان عناصر غذایی بافت‌های مختلف گیاهی تابعی از این عوامل می‌باشد (۱۱). توزیع عناصر غذایی در هر دو شرایط خشکی و شوری رشد گیاه را با تاثیر بر قابلیت دسترسی و انتقال و تسهیم عناصر غذایی، اما به صورت مختلف، کاهش می‌دهد.

یکی از اثرات تنش شوری بر گیاهان حاصل از اثر تنش آب تنظیم اسمزی می‌باشد که سازوکار عمده اجتناب از تنش آب در محیط‌های شور است. در گلیکوفیت‌ها تنظیم اسمزی توسط قندها، اسیدهای آلی مختلف و یون‌های پتاسیم انجام می‌شود و در برخی گونه‌ها نیز تجمع بتائین حائز اهمیت است. از ارزیابی دقیق نقش روابط آب- گیاه در ژنوتیپ‌های مختلف در شرایط شوری منابع زیادی وجود ندارد (۲). سازگاری گیاهان به شوری با سه روش مجزای تحمل به تنش اسمزی، دفع Na^+ و Cl^- و تحمل بافت به تجمع Na^+ و Cl^- صورت می‌گیرد (۱۶). اختلافات میان گونه‌های گیاهی از نظر تحمل به نمک نیز از دیرباز مشخص شده است.

در گندم اگرچه همبستگی بین عملکرد دانه و دفع Na^+ مشاهده شده (۱۷)، اما این رابطه در همه ژنوتیپ‌ها گزارش نشده است (۱۷). این امر نشان می‌دهد که دفع Na^+ تنها سازوکار تحمل به شوری در گندم نمی‌باشد. شاهین و هودناوتنی (۲۰۰۵) در بررسی اثر شوری و خشکی بر ارقام متحمل به شوری و خشکی گندم اذعان داشتند که ارقام متحمل به خشکی در شرایط تنش (خشکی و شوری) به جای افزایش رشد رویشی بیشتر تمایل به افزایش تولید دانه دارند (۱۹).

هدف از این آزمایش بررسی همزمان اثر شوری و خشکی بر روی کارایی مصرف دو رقم گندم دیم و آبی بود.

مواد و روش‌ها

آزمایش به صورت گلدانی در گلخانه دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان جدید انجام شد. مواد آزمایشی عبارت از دو ژنوتیپ انتخاب شده برای شرایط آبی با تحمل متوسط به شوری و برای شرایط دیم منطقه از سال اول آزمایش (۱۵) به‌ترتیب شامل N-۸۷-۲۰ و کریم بود. گلدان‌ها با ۷ کیلوگرم از مخلوط خاک و ماسه به نسبت ۱:۱ پر شدند. در این آزمایش از خاک مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی استفاده شد که مشخصات آن شامل هدایت الکتریکی ۱/۸ دسی زیمنس بر متر، اسیدیته ۷/۸، درصد اشباع ۴۵/۲ و بافت خاک لومی بود. با استفاده از بافت و وزن مخصوص ظاهری خاک منحنی رطوبتی خاک بدست آمد (شکل ۱) و ۵ و ۷۵ درصد تخلیه از آب قابل استفاده خاک توسط گیاه (وزن مرجع) به وسیله این منحنی رطوبتی خاک تعیین شد. در این آزمایش از گلدان‌هایی با ظرفیت ۱۰ لیتر با قطر ۲۵ و ارتفاع ۲۲ سانتی‌متری استفاده شد. در هر یک از گلدان‌ها ۱۰ بذر کشت شد و سپس برای بهتر سبز کردن تا ظرفیت زراعی آبیاری شدند. ده روز بعد از سبز شدن اعمال تنش خشکی شروع شد. برای این منظور در طی آزمایش هر ۲ تا ۳ روز گلدان‌ها وزن شده و به مقدار افت وزن گلدان‌ها از وزن مرجع، آب به گلدان‌ها اضافه شد. میزان آب داده شده به گلدان ثبت گردید. گیاهچه‌ها تا ۸ بوته در هر گلدان در مرحله ۳ برگی تنک شدند. آزمایش به صورت فاکتوریل با دو رژیم رطوبتی (۵ و ۷۵ درصد تخلیه از رطوبت قابل استفاده خاک)، چهار سطح شوری (۴/۵، ۶/۵ و ۸ دسی زیمنس بر متر و بدون شوری به عنوان شاهد) و دو رقم (N-۸۷-۲۰ و کریم) در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی در سه تکرار و برای هر تیمار در دو گلدان بود. برای شور کردن خاک از نمک کلرور سدیم استفاده شد که به همراه آب آبیاری و به‌تدریج ده روز بعد از سبز کردن به گلدان‌ها افزوده گردید. گلدان‌های بدون گیاه نیز به تعداد تیمارها برای اندازه‌گیری تبخیر از خاک در نظر گرفته شدند.

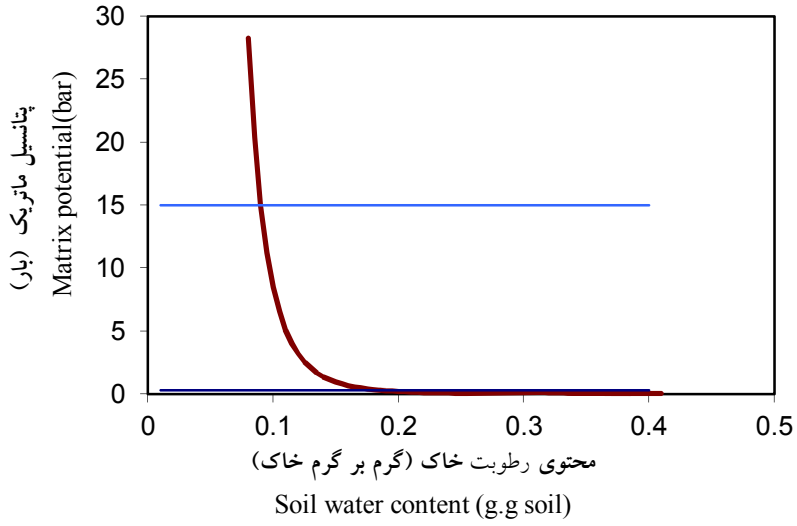
از گلدان‌هایی به تعداد کل تیمارها که کشت در آن‌ها انجام نشد؛ میزان تبخیر از خاک در طی دوره کاشت تا رسیدگی بدست آمد. برای هر گلدان نیز کل مصرف آب یعنی مجموع تبخیر از خاک و تعرق از گیاه در طی دوره کاشت تا رسیدگی اندازه‌گیری (که مقدار آن به طور متوسط ۴/۵ و ۷/۶ لیتر به ترتیب برای تیمارهای ۵ و ۷۵ درصد تخلیه از رطوبت قابل استفاده خاک بود) و از تقسیم وزن ماده خشک و دانه گیاه در هر گلدان به کل آب مصرفی هر گلدان، کارایی مصرف آب برای ماده خشک و دانه بر حسب گرم بر کیلوگرم یا لیتر آب بدست آمد. اندازه‌گیری‌های انجام شده در زمان سنبله دهی:

- **سطح برگ:** به وسیله دستگاه سنجش سطح برگ (Delta T- Devices LTD, Burwell, Cambridge, England) اندازه‌گیری شد.

- **تعداد پنجه**

- **تعداد روزنه‌ها:** به‌طور تصادفی قسمتی از اپیدرم فوقانی از وسط آخرین برگ کاملاً توسعه یافته توسط لاک بی‌رنگ پوشیده شد. پس از خشک شدن لاک چسب نواری روی قسمت لاک قرار داده شد و پس از نقش بستن روزنه‌ها روی چسب در آزمایشگاه با استفاده از میکروسکوپ نوری تعداد روزنه شمارش شد.

در زمان گلدهی عناصر سدیم به تفکیک برای برگ و ساقه (مجموع ساقه و غلاف) به طور جداگانه اندازه‌گیری شدند. برای عناصر سدیم و پتاسیم هضم در بالون ژوژه با اسید سولفوریک، اسید سالیسیلیک و آب اکسیژنه انجام و پس ازهضم به روش نشر شعله‌ای (فلیم فتومتر) اندازه‌گیری صورت گرفت (۵).



شکل ۱- منحنی مشخصه رطوبتی خاک

Figure 1. Soil water characteristic curve

هم‌چنین در زمان رسیدگی عملکرد بوته‌های باقیمانده در گلدان‌ها اندازه‌گیری شدند. پس از جمع‌آوری داده‌های اولیه، محاسبات بعدی برای پارامترهای لازم انجام و تجزیه‌های آماری برای آن‌ها انجام شد. در صورت معنی‌دار بودن اثر تیمار آزمایشی مقایسه میانگین‌های هر صفت با استفاده از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال معنی‌دار مربوط صورت گرفت. همبستگی صفات با رشد و عملکرد نیز گرفته شد.

نتایج و بحث

تعداد پنجه در سنبله‌دهی، تراکم روزنه و سطح کل برگ‌ها:

اثر ژنوتیپ بر تعداد پنجه در بوته معنی‌دار بود (جدول ۱). ژنوتیپ N-۸۷-۲۰ با میانگین ۳/۱۹ عدد، تعداد پنجه در بوته بیشتری نسبت به رقم کریم با میانگین ۲/۵۵ عدد داشت (جدول ۲). اثر رطوبت نیز بر تعداد پنجه در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد. تیمار ۵ درصد تخلیه از رطوبت قابل استفاده توانست با میانگین ۳/۰۶ عدد، تعداد پنجه بیشتری نسبت به تیمار ۷۵ درصد با ۲/۶۹ عدد داشته باشد. در بررسی دیگر نیز تولید پنجه را تابع اثرات متقابلی از نیتروژن، تشعشع و آب قابل دسترس گیاه دانستند (۲۱). به‌جز اثر متقابل ژنوتیپ در رطوبت که معنی‌دار شد، سایر اثرات متقابل معنی‌دار نبودند. رقم کریم در ۷۵ درصد تخلیه رطوبت قابل استفاده تعداد پنجه کمتری نسبت به ۵ درصد تخلیه داشت، در حالی که خشکی تاثیری بر تعداد پنجه ژنوتیپ N-۸۷-۲۰ نداشت (شکل ۲).

با نگاه به جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) مشاهده می‌شود که اثر ژنوتیپ بر تراکم روزنه در سطح ۵ درصد معنی‌دار می‌باشد. رقم کریم که متحمل به شرایط دیم بود با ۶۰ روزنه در اپیدرم فوقانی تعداد روزنه بیشتری را دارا بود؛ در صورتی که ژنوتیپ N-۸۷-۲۰ با ۵۷ عدد روزنه تعداد کمتری داشت (جدول ۲). تراکم و اندازه روزنه می‌تواند اثر قوی روی سرعت فتوسنتز و تنفس در واحد سطح برگ بگذارد که در نتیجه باعث اختلاف در کارآیی مصرف نور و آب می‌گردد (۱۸). بنابراین یکی از دلایل مقاومت به خشکی رقم کریم نسبت به N-۸۷-۲۰ می‌تواند تعداد روزنه بیشتر باشد. خشکی و شوری هیچ‌یک بر تعداد روزنه برگ تاثیر معنی‌دار نداشتند.

اثر خشکی بر تعداد روزنه اگرچه معنی‌دار نشد؛ ولی تیمار ۷۵ درصد تخلیه از رطوبت قابل استفاده تراکم روزنه بیشتری نسبت به شرایط مرطوب داشت. نتیجه آزمایش دیگر نیز نشان داده که در شرایطی که آب کافی در اختیار گیاه نباشد، کاهش سطح برگ نقش مهمی در سازگاری گونه به دمای بالا و تنش خشکی دارد که در این حالت تراکم روزنه در برگ افزایش می‌یابد (۲).

جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان می‌دهد که اثر ژنوتیپ بر سطح کل برگ معنی‌دار نمی‌باشد، اما اثر رطوبت بر این صفت در سطح یک درصد معنی‌دار است. تیمار ۵ درصد تخلیه از رطوبت قابل استفاده خاک با ۵۴/۵۴ سانتی مترمربع سطح برگ بیشتری نسبت به ۷۵ درصد تخلیه با ۴۰/۰۳ سانتی مترمربع داشت (جدول ۲). اثر شوری تا ۸ دسی زیمنس بر متر بر این صفت مورد بررسی در این دو ژنوتیپ متحمل به شوری و خشکی معنی‌دار نشد. اثر متقابل ژنوتیپ در رطوبت، رطوبت در شوری، ژنوتیپ در شوری و شوری در رطوبت نیز معنی‌دار نبود. سطح برگ عامل تعیین کننده جذب تابش، فتوسنتز، تجمع ماده خشک و انتقال انرژی توسط پوشش گیاهی است. همچنین، از نظر رقابت بین گیاه زراعی و علف‌های هرز نیز دارای اهمیت می‌باشد (۱۲). نتایج آزمایشی دیگر مبین کاهش چشمگیر سطح برگ در شرایط خشک بود (۱۳).

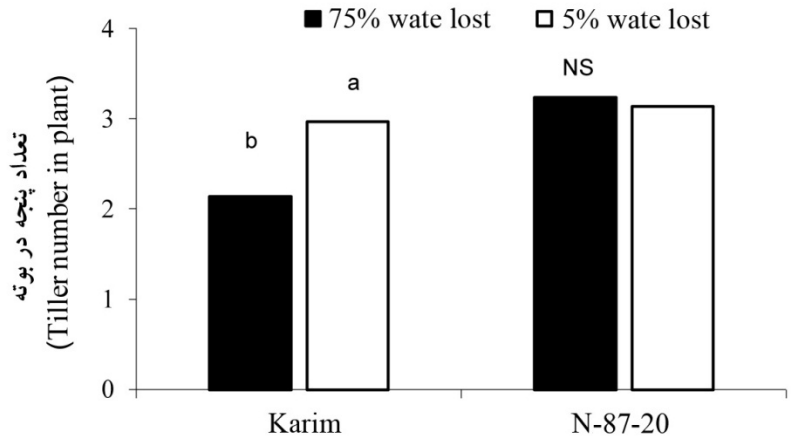
جدول ۱- تجزیه واریانس تعداد پنجه، تراکم روزنه، سطح کل برگ و عملکرد دانه.

Table 1. Analyze of variance of the mean effects on tiller number, stomata density, leaf area and seed yield.

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی df	تعداد پنجه Tiller no.	تراکم روزنه Stomata density	سطح کل برگ Total leaf area	عملکرد دانه Seed yield
ژنوتیپ Genotype (A)	1	4.77 **	105/02 *	601.21 ns	0.30 **
تخلیه آب Water lost (B)	1	1.63 *	17.52 ns	2525.11 **	4.82 **
شوری Salinity (C)	3	0.40 ns	41.63 ns	310.61 ns	0.08 ns
ژنوتیپ در تخلیه آب A* B	1	2.58 **	50.02 ns	124.06 ns	0.48 **
رقم در شوری A* C	3	0.01 ns	48.40 ns	132.47 ns	0.02 ns
تخلیه رطوبت در شوری B* C	3	0.17 ns	16.35 ns	36.13 ns	0.06 ns
رقم در تخلیه رطوبت در شوری A* B* C	3	0.02 ns	9.19 ns	193.25 ns	0.02 ns
خطا Error	32	0.28	27.58	217.09	0.04
ضریب تغییرات (درصد) C.V. (%)		18.31	8.97	31.16	12.69

ns غیر معنی‌دار، * و ** به‌ترتیب معنی دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد بر اساس آزمون F

* and **: Significant at the 1% and 5% probability level respectively, and ns: Non-Significant



شکل ۲- تعداد پنجه برای ژنوتیپ‌های کریم و N-۸۷-۲۰ در ۵ و ۷۵ درصد تخلیه رطوبت قابل استفاده از خاک

Figure 2. Tillers number for Karim and N- 87- 20 genotypes in 5 and 75 % water lost from soil available water.

جدول ۲- مقایسه میانگین تعداد پنجه، تراکم روزنه، سطح کل برگ و عملکرد دانه.

Table 2. Comparison of the mean effects on tiller number, stomata density, leaf area and seed yield.

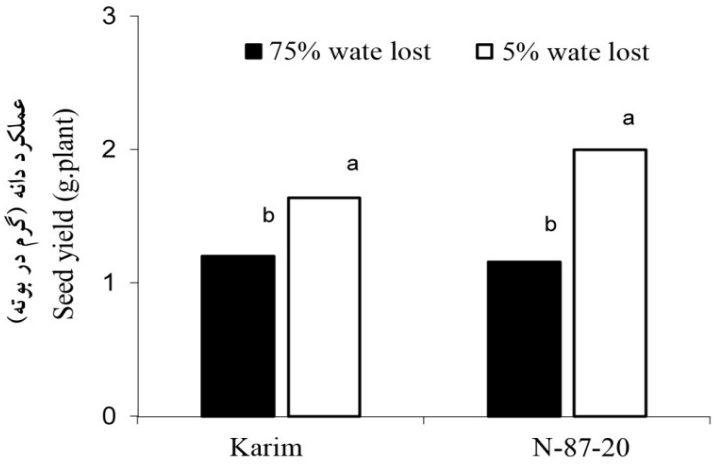
تیمار Treatment	تعداد پنجه Tiller no.	تراکم روزنه (میلی‌متر مربع) Stomata density (mm^2)	سطح کل برگ (سانتی‌متر مربع) Total leaf area (cm^2)	عملکرد دانه (گرم در بوته) seed yield (g plant)
ژنوتیپ Genotype				
کریم (Karim)	2.55 b	60.00 a	43.75 a	1.42 b
N-87-20	3.19 a	57.04 b	50.83 a	1.58 a
تخلیه آب Water lost				
75 %	2.69 b	59.12 a	40.03 b	1.19 b
5 %	3.06 a	57.91 a	54.54 a	1.82 a

در هر ستون میانگین‌هایی که در یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت آماری معنی دار در سطح احتمال ۵٪ می‌باشند.

In each column, means followed by similar letter are not significantly different at the 5% probability level-using LSD test.

عملکرد: عملکرد دانه مهم‌ترین شاخص مورد بررسی می‌باشد. همان طوری که در جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) مشاهده می‌شود اثر ژنوتیپ بر عملکرد دانه در سطح یک درصد معنی‌دار می‌باشد. ژنوتیپ N-۸۷-۲۰ با ۱/۵۸ گرم نسبت به رقم کریم با ۱/۴۲ گرم عملکرد دانه در بوته بیشتری تولید کرد (جدول ۲). اثر رطوبت نیز بر عملکرد دانه در سطح یک درصد معنی‌دار شد. تیمار ۵ درصد تخلیه از رطوبت قابل استفاده عملکرد دانه بیشتری نسبت به تیمار ۷۵ درصد تخلیه داشت. در آزمایشی گزارش شده است که تفاوت در عملکرد دانه ژنوتیپ‌های گندم می‌تواند در اثر اختلاف در حساسیت به خشکی ارقام گندم در مراحل مختلف رشد و نمو باشد (۹). در گزارشی دیگر عملکرد رقم‌های مختلف گندم مورد بررسی در شرایط خشکی کاهش معنی‌داری داشته و میزان کاهش بسته به مقاومت رقم به خشکی متفاوت بود. در زمان پر شدن دانه، تنش خشکی از طریق تقلیل فتوسنتز باعث کاهش عملکرد دانه می‌شود، بنابراین نیاز مقصد برای پر شدن دانه از طریق انتقال مجدد مواد فتوسنتزی ذخیره شده تأمین می‌گردد (۶). نتایج تحقیق دیگر هم نشان می‌دهد در شرایط تنش خشکی عملکرد دانه کاهش معنی‌داری می‌یابد، اما شوری بر عملکرد دانه اثر معنی‌داری ندارد (۷). در آزمایشی گزارش کردند که در شرایط شور سطح برگ و وزن

خشک قسمت هوایی کاهش می‌یابد، اما بر عملکرد دانه اثری ندارد (۱۶). این امر نشان می‌دهد که در شوری پائین شاخص برداشت با شوری افزایش می‌یابد. بنابراین عملکرد دانه تا رسیدن به یک سطح شوری معین (آستانه) کاهشی نخواهد داشت. این آستانه برای گندم ۶ تا ۸ دسی زیمنس بر متر بوده است.



شکل ۳- عملکرد دانه در بوته برای ژنوتیپ‌های کریم و N-۸۷-۲۰ در ۵ و ۷۵ درصد تخلیه رطوبت قابل استفاده از خاک

Figure 2. Seed yield in plant for Karim and N- 87- 20 genotypes in 5 and 75 % water lost from soil available water.

در این آزمایش نیز تا ۸ دسی زیمنس بر متر شوری‌های مختلف تاثیری بر عملکرد ژنوتیپ‌های انتخاب شده متحمل به شوری و خشکی از سال اول نداشت. اگرچه اثر متقابل ژنوتیپ در رطوبت در سطح یک درصد معنی‌دار شد، اما هیچ یک از اثرات متقابل دیگر معنی‌دار نبودند. ژنوتیپ N-۸۷-۲۰ در رطوبت بیشتر، یعنی ۵ درصد تخلیه از رطوبت قابل استفاده خاک، قادر به تولید عملکرد دانه بیشتری نسبت به رقم کریم بود و توانست از رطوبت استفاده بهتری نماید (شکل ۳).

غلظت سدیم در برگ و ساقه و نسبت پتاسیم به سدیم برگ: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر ژنوتیپ و اثر رطوبت بر غلظت سدیم در برگ و ساقه اختلاف معنی‌داری ندارد (جدول ۳)؛ اما اثر شوری بر غلظت سدیم برگ و ساقه بسیار معنی‌دار بود (جدول ۳). با افزایش در میزان شوری خاک غلظت سدیم در برگ و ساقه افزوده شد (جدول ۴). غلظت سدیم در ساقه حدود دو برابر برگ بود که با افزایش هر واحد در میزان شوری خاک تا ۸ دسی‌زیمنس بر متر تقریباً ۰/۰۶۸ و ۰/۰۲۵ درصد به‌ترتیب بر غلظت سدیم در برگ و ساقه افزوده گردید (شکل ۴). در بررسی اثر شوری‌های مختلف روی ارقام گوجه فرنگی مشاهده کردند که تیمارهای شوری باعث افزایش غلظت Na^+ در ریشه، ساقه و برگ می‌شود، در حالی که غلظت K^+ و Ca^{2+} و K^+/ Na^+ در تمامی ارقام کاهش می‌یابد (۲۰). در آزمایشی دیگر نیز با افزایش شوری غلظت سدیم برگ افزایش و غلظت پتاسیم و منیزیم کاهش یافت (۴).

اثر متقابل شوری در رطوبت بر غلظت سدیم برگ در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد؛ اما سایر اثرات متقابل معنی‌دار نبودند. در تیمار خشک (۷۵ درصد تخلیه) غلظت سدیم برگ به سرعت در شوری ۶/۵ دسی زیمنس بر متر افزایش یافت، اما در تیمار مرطوب سرعت افزایش غلظت سدیم در گیاه کندتر اتفاق افتاد

(شکل ۵). این امر نشان می‌دهد که در شرایط خشک‌تر خسارت شوری برای گیاه می‌تواند در هدایت الکتریکی کمتری از خاک رخ دهد. یکی از مهم‌ترین نسبت‌هایی که در گیاه می‌تواند مقاومت گیاه را به تنش شوری افزایش دهد، نسبت k^+/Na^+ می‌باشد. هر چه این نسبت بیشتر باشد، مقاومت گیاه به شوری افزایش می‌یابد. در این آزمایش از نظر نسبت پتاسیم به سدیم در برگ و ساقه اگرچه اختلاف معنی‌داری بین ژنوتیپ‌های کریم و N-۸۷-۲۰ مشاهده نشد، اما ژنوتیپ N-۸۷-۲۰ از رقم کریم نسبت k^+/Na^+ در برگ بیشتری داشت (جدول ۴). سازگاری گیاهان به شوری با سه روش مجزای تحمل به تنش اسمزی، دفع Na^+ و Cl^- و تحمل بافت به تجمع Na^+ و Cl^- صورت می‌گیرد (۱۶). با توجه به این که در گندم مکانیسم دفع Na^+ در تحمل به شوری مشاهده گردیده (۱۷)، این آزمایش نشان می‌دهد که بین ژنوتیپ‌های گندم نیز از نظر جذب سدیم اختلاف وجود دارد و ژنوتیپ N-۸۷-۲۰ از رقم کریم از نظر این صفت برتر بود.

جدول ۳- تجزیه واریانس غلظت سدیم برگ و ساقه، نسبت پتاسیم به سدیم برگ و کارآیی مصرف آب ماده خشک و دانه در هر گلدان بر اساس تبخیر و تعرق در طی دوره رشد از کاشت تا رسیدگی.

Table 3. Analyze of variance of the mean effects on leaf and stem Sodium concentration, leaf K^+/Na^+ ratio, seed and dry matter water use efficiency.

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی df	غلظت سدیم برگ Leaf Na^+ Conc.	غلظت سدیم ساقه Stem Na^+ Conc.	نسبت پتاسیم به سدیم برگ leaf K^+/Na^+	کارایی مصرف آب WUE	
					ماده خشک Dry matter	دانه Seed
ژنوتیپ Genotype (A)	1	0.01 ns	0.01 ns	447.64 ns	1.04 ns	0.20 ns
تخلیه آب Water lost (B)	1	0.01 ns	0.01 ns	392.04 ns	4.15 **	0.12 ns
شوری Salinity (C)	3	0.53 **	0.08 **	10649.44 **	1.18 *	0.48 **
ژنوتیپ در تخلیه آب A* B	1	0.01 ns	0.02 ns	812.43 ns	0.85 ns	0.92**
رقم در شوری A* C	3	0.01 ns	0.01 ns	93.62 ns	0.04 ns	0.09 ns
تخلیه رطوبت در شوری B* C	3	0.07 *	0.01 ns	160.05 ns	0.11 ns	0.12 ns
رقم در تخلیه رطوبت در شوری A* B* C	3	0.04	0.01 ns	322.02 ns	0.29 ns	0.05 ns
خطا Error	32	0.03	0.01	1426.75	0.35	0.08
ضریب تغییرات (درصد) C.V. (%)		57.23	17.46	114.34	12.20	13.54

ns غیرمعنی‌دار، * و ** به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد بر اساس آزمون F

* and**: Significant at the 1% and 5% probability level respectively, and ns: Non-Significant.

سطوح مختلف رطوبتی نیز تاثیری بر این نسبت برای برگ و ساقه نداشت. اما تاثیر شوری خاک بر نسبت پتاسیم به سدیم برای ساقه و برگ معنی‌دار بود، به طوری که با افزوده شدن سطوح شوری خاک این نسبت کاهش یافت. نظر به ثابت بودن غلظت پتاسیم برگ بین شوری‌های مختلف (داده‌ها ارائه نشده است) و نبودن همبستگی بین غلظت پتاسیم با نسبت k^+/Na^+ می‌توان نتیجه گرفت که کاهش نسبت

k^+/Na^+ تا شوری خاک ۸ دسی زیمنس بر متر به علت افزایش در غلظت سدیم برگ بوده است. در بررسی تاثیر تنش شوری بر غلظت یون‌ها در برگ‌های ارقام مختلف گندم گزارش کردند که غلظت یون‌های کلر و سدیم در برگ‌های ارقام حساس تحت شرایط شوری نسبت به پتاسیم بالاتر می‌باشد (۱۰). اگرچه در مطالعه دیگر مشاهده کردند که افزایش غلظت Na^+ در محلول خاک سبب کاهش غلظت K^+ و Ca^{2+} در بافت‌های بسیاری از گونه‌ها می‌گردد که این کاهش را به علت اثرات آنتاگونیستی Na^+ و K^+ در مکان‌های جذب ریشه، اثر Na^+ روی انتقال K^+ در آوند چوبی یا جلوگیری در فرایندهای جذب دانستند (۸).

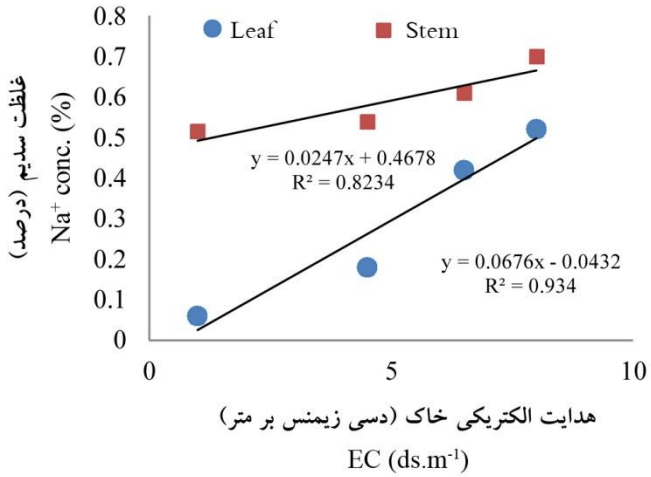
جدول ٤- مقایسه میانگین غلظت سدیم برگ و ساقه، نسبت پتاسیم به سدیم برگ و کارآیی مصرف آب ماده خشک و دانه در هر گلدان بر اساس تبخیر و تعرق در طی دوره رشد از کاشت تا رسیدگی.

Table 4. Comparison of the mean effects on leaf and stem Sodium concentration, leaf K^+/Na^+ ratio, seed and dry matter water use efficiency.

تیمار Treatment	غلظت سدیم برگ (درصد) Leaf Na^+ Conc.(%)	غلظت سدیم ساقه (درصد) Stem Na^+ Conc.(%)	نسبت پتاسیم به سدیم برگ leaf K^+/Na^+	کارایی مصرف آب (گرم بر لیتر) WUE ($g.lit^{-1}$)	
				ماده خشک Dry matter	دانه Seed
ژنوتیپ Genotype					
کریم (Karim)	0.29 a	0.60 a	29.99 a	4.70 a	2.08 a
N-87-20	0.31 a	0.57 a	36.10 a	4.99 a	2.21 a
تخلیه آب Water lost					
75 %	0.30 a	0.57 a	30.85 a	4.55 b	2.09 a
5 %	0.29 a	0.60 a	35.91 a	5.14 a	2.19 a
شوری Salinity					
0	0.06 b	0.51 bc	72.52 a	4.47 b	1.87 b
4.5	0.18 b	0.54 b	4.18 b	4.70 ab	2.10 ab
6.5	0.42 a	0.61 b	7.94 c	5.09 a	2.30 a
8	0.52 a	0.70 a	11.87 bc	5.12 a	2.29 a

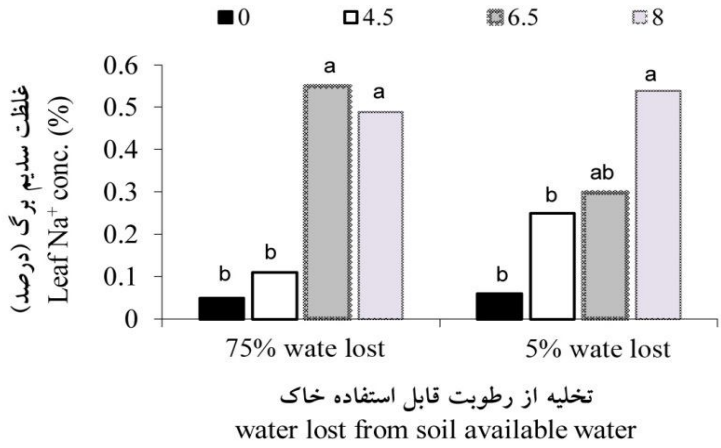
در هر ستون میانگین‌هایی که در یک حرف مشترک هستند فاقد تفاوت آماری معنی دار در سطح احتمال ۵٪ میباشند.

In each column, means followed by similar letter are not significantly different at the 5% probability level-using LSD test.



شکل ٤- روند تغییرات غلظت سدیم برگ و ساقه با افزایش در شوری خاک (۰، ٤/٥، ٦/٥ و ۸ دسی زیمنس بر متر)

Figure 4. Sodium concentration changes trend in leaf and stem with increase in soil EC (0, 4.5, 6.5 and 8 ds/m).

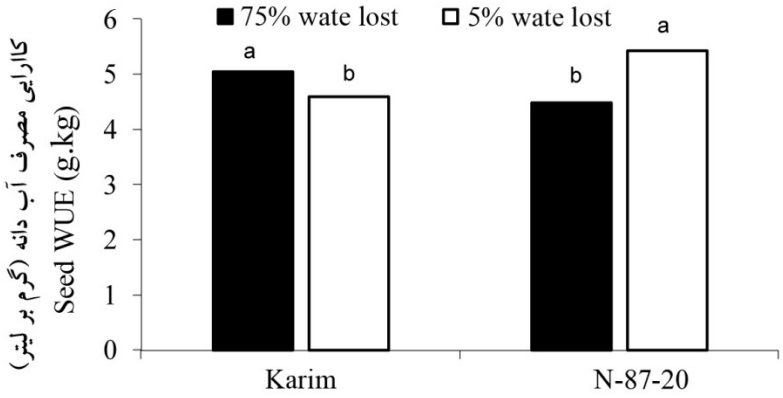


شکل ۵- غلظت سدیم برگ در شوری‌های مختلف خاک (۰، ٤/٥، ٦/٥ و ۸ دسی زیمنس بر متر) در ۵ و ۷۵ درصد تخلیه رطوبت قابل استفاده از خاک

Figure 5. Leaf Sodium concentration in different soil EC (0, 4.5, 6.5 and 8 ds/m) and water lost (5 and 75 %) from soil available water.

کارآیی مصرف آب ماده خشک و دانه بر حسب تبخیر و تعرق: در گندم بهبود کارایی مصرف آب هم از بسته شدن روزنه و هم از افزایش کارایی فتوسنتز بدست آمده است. در نتیجه ژنوتیپ‌هایی که کارایی تعرق بالایی دارند ماده خشک بیشتری در محیط‌های خشک نسبت به ژنوتیپ‌هایی که کارایی تعرق پائین دارند تولید می‌کنند (۱۴). اثر رطوبت بر کارایی مصرف آب ماده خشک در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). اثر رطوبت بر کارایی مصرف آب دانه معنی‌دار نبود، اما بین رطوبت با ژنوتیپ اثر متقابل معنی‌دار وجود داشت (جدول ۳). رقم متحمل به شرایط دیم یعنی کریم در شرایط خشک (۷۵ درصد تخلیه از رطوبت قابل استفاده خاک) کارایی مصرف آب دانه بالاتری نسبت به شرایط مرطوب نشان داد (شکل ۶)، اما ژنوتیپ N-۸۷-۲۰ در شرایط مرطوب کارایی مصرف آب بالایی داشت و در این شرایط از آب در جهت تولید دانه استفاده بهتری نمود. در بررسی اثر شوری و خشکی بر ارقام متحمل به شوری و خشکی گندم اذعان داشتند که ارقام متحمل به خشکی در شرایط تنش (خشکی و شوری) به جای افزایش رشد رویشی بیشتر تمایل به افزایش تولید دانه دارند (۱۹). اثر سطوح شوری نیز بر کارایی مصرف آب ماده خشک و دانه معنی‌دار بود (جدول ۳). با افزایش در شوری خاک تا ۸ دسی زیمنس بر متر اگرچه کل مصرف آب و تعرق (مقدار کل مصرف آب برابر ۶/۱، ۵/۶، ۵/۵ و ۵/۳ لیتر در گلدان و مقدار تعرق برابر ۳/۰، ۲/۵، ۲/۴ و ۲/۲ لیتر در گلدان به ترتیب برای شوری ۰، ۴/۵، ۶/۵ و ۸ دسی زیمنس بر متر) کاهش یافت، اما کارایی مصرف آب ماده خشک و دانه هر دو افزایش یافتند (جدول ۴). با در نظر گرفتن این موضوع که در این محدوده شوری عملکرد دانه و ماده خشک (۱/۴، ۱/۵، ۱/۶ و ۱/۵ گرم عملکرد دانه در بوته و ۳/۴، ۳/۳، ۳/۵ و ۳/۴ گرم عملکرد ماده خشک در بوته به ترتیب برای شوری ۰، ۴/۵، ۶/۵ و ۸ دسی زیمنس بر متر) تغییری نداشتند و اثر متقابل آن با رطوبت و ژنوتیپ نیز برای این دو صفت معنی دار نبود، لذا علت افزایش کارآیی مصرف آب دانه و ماده خشک تنها به دلیل کاهش میزان مصرف آب و یا تعرق با افزایش شوری می‌باشد. اثرات تنش خشکی و شوری از نظر کمبود آب در گیاه شبیه به هم هستند

(۳). در شرایط شور به دلیل اسمز بالای خاک گیاه قادر به جذب آب نمی باشد و در نتیجه تعرق کاهش می‌یابد که در این آزمایش مشاهده شد. شدت، مدت و سرعت پیشرفت تنش روی عکس‌العمل‌های گیاه به کمبود آب و شوری تاثیر خواهد گذاشت، زیرا این عوامل تعیین می‌کنند که آیا فرایندهای کاهش دهنده با تطابقت گیاه اتفاق خواهد افتاد یا نه. عکس‌العمل‌های تطابقت به شوری شامل سنتز مواد محلول سازگار و تنظیم کننده‌ها در انتقال یون (مانند جذب، دفع و سکوسترین یون‌ها) می‌باشند (۳). در این آزمایش نیز مشاهده می‌شود که تا شوری ۸ دسی زیمنس بر متر هر دو ژنوتیپ قادر بودند که با سازوکارهایی خود را تطبیق داده و عملکرد خور را بدون تغییر حفظ کنند. در آزمایشی دیگر در هر دو شرایط مرطوب و تحت تنش خشکی از بدون شوری تا شوری ۸ دسی زیمنس بر متر ماده خشک و کارایی مصرف آب ماده خشک افزایش یافتند و بعد از آن تا شوری ۱۶ دسی زیمنس بر متر کاهش یافتند (۱۹).



شکل ٦- کارایی مصرف آب دانه ژنوتیپ‌های کریم و N-87-20 در ۵ و ۷۵ درصد تخلیه رطوبت قابل استفاده از خاک

Figure 6. Water use efficiency of Karim and N- 87- 20 genotypes in 5 and 75 % water lost from soil available water.

نتیجه‌گیری کلی

ژنوتیپ N-87-20 در شرایط خشک، یعنی۷۵ درصد تخلیه از رطوبت قابل استفاده خاک، عملکردی برابری با رقم کریم (۱/۲۰ گرم مقابل ۱/۱۶ گرم در بوته) داشت و نسبت به رقم کریم دیررس تر (در سنبله‌دهی و رسیدگی ۵ روز تاخیر داشت) بود. در شرایط مرطوب‌تر، ۵ درصد تخلیه از رطوبت قابل استفاده خاک، عملکرد ژنوتیپ N-87-20 نسبت به رقم کریم بالاتر (۲/۰۰ گرم مقابل ۱/۶۴ گرم در بوته) بود. عملکرد بالای آن مربوط به تولید تعداد بیشتر پنجه، سنبله و سنبلچه (داده‌ها ارائه نشده است) در شرایط مرطوب بود و از رطوبت استفاده بهتری نسبت به رقم کریم نمود. ژنوتیپ N-87-20 سطح کل برگ بوته بالایی نسبت به رقم کریم داشت، اما تراکم روزنه در آن نسبت به کریم کمتر بود. این امر نشان می‌دهد که رقم کریم که متحمل به شرایط دیم است، با کم کردن سطح برگ و بدنبال آن زیاد شدن تراکم روزنه سازگاری بهتری به شرایط دیم نشان می‌دهد. از نظر نسبت k^+/Na^+ در برگ اگرچه معنی‌دار نشد، اما ژنوتیپ N-87- ۲۰ نسبت به رقم کریم برتر بود و این اختلاف بین دو ژنوتیپ در شرایط مرطوب، یعنی ۵ درصد تخلیه از رطوبت قابل استفاده خاک، بیشتر (۴۳ و ۲۸ به ترتیب برای N-87-20 و کریم) هم بود که نشان از تحمل بیشتر آن می‌باشد. با توجه به این که

در گندم گزارش کرده‌اند که تحمل به شوری به‌خصوص در ارتباط با توانایی گیاه در جلوگیری از ورود Na^+ به قسمت هوایی گیاه است (۱۷)، این آزمایش نشان می‌دهد که بین ژنوتیپ‌های گندم نیز از نظر جذب سدیم اختلاف وجود دارد. بررسی کارایی مصرف آب دانه نشان داد که رقم کریم در شرایط خشک (۷۵ درصد تخلیه رطوبت قابل استفاده) کارایی آب بالاتری نسبت به شرایط مرطوب دارد، اما ژنوتیپ N-۸۷-۲۰ برعکس آن بود و در شرایط مرطوب کارایی مصرف آب بالاتری از خود نشان داد.

شوری‌های مختلف تا ۸ دسی زیمنس بر متر نتوانستند بر این دو ژنوتیپ که از سال اول (به عنوان متحمل ترین ژنوتیپ‌ها به شوری و شرایط دیم) انتخاب شده بودند و جزء بهترین ژنوتیپ‌ها در منطقه می‌باشند، از نظر بیشتر صفات اندازه‌گیری شده مربوط به رشد و عملکرد تاثیری بگذارند.

منابع

1. Abd-el Baki, G.K., Siefritz, F., Man, H.M., Weiner, H., Kaldenhoff, R., and Kaiser, W.M. 2000. Nitrate reductase in *Zea mayz* L. under salinity. Plant Cell Environ., 23: 515-521.
2. Blum, A., Gozlan, G., and Mayer, J. 1981. The manifestation of dehydration avoidance in wheat breeding germplasm. Crop Sci., 21: 495-499.
3. Chaves, M.M., Flexas, J., and Pinheiro, C. 2009. Photosynthesis under drought and salt stress: regulation mechanisms from whole plant to cell. Ann. Bot-London, 103: 551- 560.
4. Ehsanzadeh, P., Nekoonam, M.S., Azhar, J.N., Pourhadian, H., and Shaydaee, S. 2009. Growth, chlorophyll and cation concentration of tetraploid wheat on a solution high in sodium chloride salt: hulled versus free- threshing genotypes. J. Plant Nut., 32: 58-70.
5. Emami, A. 1996. Guideline for plant analysis. Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO). Soil and Water Research Institute, No 982. pp128. (In Persian)
6. Fischer, R.A., and Maurer, R. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yields responses. Aust. J. Agri. Res., 14:742-794.
7. Gholami, A., and Poor Asadollahi, A. 2008. Improving Wheat Grain Yield under Water Stress by Stem Hydrocarbon Reserve Utilization. Pakistan J. Biol. Sci., 11: 2484-2489.
8. Hu, Y., and Schmidhalter, U. 2005. Drought and salinity: A comparison of their effects on mineral nutrition of plants. Soil Sci., 168:541-549.
9. Innes, P., and Blackwell, R.D. 1981. Effect of morphological and physiological characters on yield and water economy. J. Agri. Sci., 96: 603-610.
10. Iqbal, S., and Aftab, N.K.M. 2008. Comparative performance of wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes under salinity stress. Ionic composition. J. Biol. Sci., 2: 43-45.
11. Irshad, M., Egrinya Eneeji, A., Khattak, R.A., and Khan, A. 2009. Influence of nitrogen and saline water on the growth and partitioning of mineral content in maize. J. Plant Nut., 32: 458-469.
12. Jonckheere, I., Fleck, S., Nackaerts, K., Muysa, B., Coppin, P., Weiss, M., and Baret, F. 2004. Review of methods for in situ leaf area index determination Part I. Theories, sensors and hemispherical photography. Agri. Forest Meteorol., 121: 19-35.

13. Khakwani, A.A., Dennett, M.D., Munir, M., and Baloch, M.S. 2012. Wheat yield response to physiological limitations under water stress condition. J. Anim. Plant Sci., 22(3): 773-780.
14. Latifi, N., Mohamadnezhad, Y., and Seyedi, F. 2012. Management of Agricultural Drought: Agronomy and Genetic Options. Gorgan. Aine nama press., pp 254. (In Persian)
15. Mohammad Nezhad, Y., Galeshi, S., Soltani, A., Ghaderifar, F., and Nourinia. A.A. 2016. Study of stress indices for selecting tolerant wheat genotypes in rain-fed and salinity conditions of Golestan province. Electron. J. crop prod., 9: 127-144. (In Persian)
16. Munns, R., and Tester, M. 2008. Mechanisms of salinity tolerance. Annu. Rev. Plant Biol., 59: 651-681.
17. Munns, R., James, R.A., and Lauchli, A. 2006. Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals. J. Exp. Bot., 57(5): 1025-43.
18. Reigosa Roger, M.J. 2003. Handbook of Plant Eco physiology Techniques. Kluwer Academic Publishers New York, pp 452.
19. Shaheen, R., and Hood-Nowtony, R.C. 2005. Effect of drought and salinity on carbon isotope discrimination in wheat cultivars. Plant Sci., 168: 901-909.
20. Taffouo, V.D., Nouck, A.H., Dibong, S.D., and Amougou, A. 2010. Effect of Salinity stress on seedlings growth, mineral nutrients and total chlorophyll of some tomato (*Lycopersicum esculentum* L.) cultivars. Afr. J. Biotechnol., 9(33): 5366-5372.
21. Wilhelm, W.W., Macmaster, G.S., Rickman, R.W., and Clipper, B. 1993. Above ground vegetative development and growth of winter wheat as influenced by nitrogen and water availability. Eco Modeling, 68: 183-203.
22. Yousfi, S., and Serret, M.D. 2010. Effect of salinity and water stress during the reproductive stage on growth<ion concentration, Δ13, and δ15 of durum wheat and related amphiploids. J. Exp. Bot., 61: 3529-3542.