نشریه علمی ـ پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، جلد یازدهم، شماره ۱(۴۱)، بهار ۱۳۹۶، صفحه ۱۲۶-۱۱۱

ارزیابی هدایت الکتریکی، کلروفیل و عملکرد گندم تحت تنش کم آبی با کاربرد زئولیت

محمد میرزاخانی[1]*

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۸/۲۷ تاریخ بازنگری: ۱۳۹۵/۵/۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۲/۴

چکیده

اثر تنش آبی و مصرف مقادیر مختلف زئولیت بر برخی صفات گندم با اجرای آزمایشی در سال زراعی ۱۳۹۰-۱۳۸۹ به‌صورت کرت‌های یک‌بار خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار ارزیابی گردید. تنش آبی در چهار سطح شامل آبیاری بر اساس نیاز آبی گیاه (شاهد)، آبیاری به میزان ۸۵ درصد، آبیاری به میزان ۷۰ درصد، آبیاری به میزان ۵۵ درصد نیاز آبی و مقادیر زئولیت در چهار سطح شامل عدم مصرف زئولیت (شاهد)، مصرف زئولیت به مقدار سه تن، شش تن و نه تن در هکتار در نظر گرفته شدند. در این بررسی، صفاتی نظیر طول پدانکل و ریشک، تعداد سنبله در مترمربع، عملکرد دانه، هدایت الکتریکی در دماهای ۵۰ و ۶۰ درجه سلسیوس اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد که اثر متقابل تیمار تنش آبی و سطوح مصرف زئولیت بر صفات تعداد سنبله در متر مربع، عملکرد دانه، هدایت الکتریکی معنی‌دار بودند. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که اثرات متقابل کمترین مقدار هدایت الکتریکی ناشی از تخریب غشای سلولی توسط تیمار آب ۵۰ و ۶۰ درجه سلسیوس با میانگین ۴۴۷ و ۴۷۶ میکروزیمنس بر سانتی‌متر مربوط به تیمار تنش آبیاری شاهد + مصرف ۹ تن در هکتار زئولیت بود. همچنین، در بین سطوح مختلف مصرف زئولیت، میانگین کاهش عملکرد دانه ناشی از تیمار عدم مصرف زئولیت، معادل ۱۶/۷۹ درصد نسبت به تیمار مصرف نه تن در هکتار زئولیت بود. به‌طوری‌که، مصرف نه تن در هکتار زئولیت با میانگین ۴۹۰۱ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد دانه را به خود اختصاص داشت.

واژگان کلیدی: تنش کم آبی، زئولیت، غشای سلولی، غلظت کلروفیل، هدایت الکتریکی.

۱- گروه کشاورزی، واحد فراهان، دانشگاه آزاد اسلامی، فراهان، ایران.

***نگارنده ی مسئول:** mmirzakhani@iau-farahan.ac.ir

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

ایران به دلیل موقعیت مکانی، اقلیمی و ساختار طبیعی خود جزو مناطق خشک (۶۵ درصد) تا نیمه خشک (۲۵ درصد) محسوب می‌شود (Jazaeri Nushabadi and Rezaei, 2007). وقوع تنش خشکی در مرحله‌ی پنجه‌زنی و طویل شدن ساقه‌های گندم، سبب کاهش معنی‌دار تعداد سنبله‌ی بارور در واحد سطح، گلدهی زود هنگام، کاهش ارتفاع بوته بر اثر کاهش طول میان‌گره‌ها، کاهش تعداد دانه در سنبله و در نهایت عملکرد دانه می‌شود (Zarea-Fizabady and Ghodsi, 2004).

نتایج محققین نشان داد که تنش خشکی تأثیر معنی‌داری بر صفاتی مانند وزن هزار دانه، عملکرد دانه، ارتفاع بوته، تعداد سنبله در متر مربع، شاخص برداشت و تعداد دانه در سنبله دارد (Paknejad *et al*., 2008). در شرایط تنش خشکی شدید، همبستگی عملکرد دانه با تعداد دانه در سنبله، عملکرد زیست توده و شاخص برداشت مثبت و معنی‌دار بود (Dastfal *et al*., 2011). در شرایط تنش، میزان کلروفیل نسبت به شرایط بدون تنش کاهش داشته است (Aghaee-sarbarzeh *et al*., 2008). در شرایط تنش خشکی به دلیل کاهش سطح برگ پرچم، تجمع کلروفیل افزایش می‌یابد اما به علت تعرق بالا گیاه آب بیشتری از دست می‌دهد و در نتیجه محتوای نسبی آب و به دنبـال آن فتوسنتـز نیز کاهش می‌یابد. با کاهش فتوسنتز و کلروفیل و محدود شدن اختصاص مواد فتوسنتزی به دانه‌ها در شرایط تنش خشکی، وزن آنها کاهش یافته که این امر منجر به کاهش عملکرد می‌شود (Shamsi-pour *et al*., 2010).

تنش خشکی در مرحله سنبله‌دهی تا پرشدن دانه به‌دلیل کاهش سنبله‌های بارور و تعداد دانه در هر سنبله موجب کاهش محصول می‌گردد (Emam, 2007). همچنین، تنش خشکی از مرحله گلدهی تا رسیدگی دانه، به‌ویژه اگر با دمای زیاد همراه باشد، پیری را تسریع و دوره پر شدن دانه را کاهش داده و بنابراین وزن دانه‌ها کاهش می‌یابد (Royo *et al*., 2000). با کاهش مقدار آب آبیاری، تنش آبی وارده به گیاه افزایش می‌یابد و در نتیجه غشای سلول‌ها به شدت آسیب خواهند دید و باعث کاهش توانایی سلول در کنترل ورود و خروج مواد از غشای سلولی خواهد شد. زئولیت توانست مقدار پایداری غشای سلول‌ها را در برابر نشت الکترولیت‌های سلول افزایش دهد. به نظر می‌رسد که مصرف زئولیت از طریق فراهم نمودن مقادیر بیشتری از آب آبیاری برای ریشه‌ها، باعث ایجاد شرایط رشد و نمو بهتری برای گیاهان شده و تخریب غشای سلول‌ها را کاهش دهد (Mirzakhani and Sibi, 2010). نتایج یک تحقیق نشان داده است که مصرف زئولیت تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر میزان کلروفیل گیاه دارد (Gholamhoseyni *et al*., 2008). به نظر می‌رسد که با استفاده از زئولیت شرایط مناسبی برای حفظ رطوبت محیط اطراف ریشه ایجاد می‌شود و ضمن بهبود و توسعه ریشه، شرایط لازم برای جذب آب و مواد غذایی بیشتری فراهم خواهد شد (Yarmohammadi *et al*., 2011). نتایج تحقیقی نشان داد که عملکرد برنج در مزرعه با خاک سبک، نتایج معنی‌داری پس از کاربرد زئولیت داشت (Kavousi and Rahimi, 2000). نتایج به دست آمده از تحقیقی روی گیاه جو نشان داد که مصرف زئولیت پنج درصد، تحت آبیاری با آب

Archive of SID

www.SID.ir

شور با غلظت‌های مختلف باعث افزایش ارتفاع گیاه، شاخص سطح برگ، وزن تر و خشک گیاه می‌شود (Al-Busaidi *et al*., 2007).

در بررسی اثر تنش خشکی شدید و ملایم بر ژنوتیپ‌های گندم، گزارش شد که در بین سطوح مختلف تنش خشکی، تیمار شاهد و تنش شدید با میانگین ۳۹/۵۵ و ۳۴/۴۴ درصد به‌ترتیب بیشترین و کمترین شاخص برداشت دانه را به خود اختصاص دادند. به‌طوری‌که، کاهش شاخص برداشت دانه در تنش شدید و ملایم نسبت به تیمار شاهد به‌ترتیب ۶/۷ و ۱۲/۹ درصد بوده است (Dastfal *et al*., 2011). نتایج پژوهشی نشان داد که بیشترین و کمترین عملکرد دانه به‌ترتیب با میانگین ۶۵۹۰ و۳۵۰۰ کیلوگرم در هکتار مربوط به ترکیب تیماری (آبیاری شاهد + مصرف ۱۵ تن کود دامی + ۴ تن زئولیت در هکتار) و ترکیب تیماری (آبیاری ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه + مصرف ۱۵ تن کود دامی) بود (Farmahini, 2007). نتایج تحقیقی نشان داد که تنش خشکی سبب افزایش پروتئین ژنوتیپ‌های گندم شد (Amirifar *et al*., 2011).

هدف از انجام این آزمایش ارزیابی هدایت الکتریکی شیره سلولی، غلظت کلروفیل و عملکرد گندم تحت تنش کم آبی و مصرف زئولیت در شرایط آب و هوایی شهرستان اراک بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۸۹-۱۳۸۸ در مزرعه آموزشی – تحقیقاتی دانشگاه پیام نور استان مرکزی واقع در شهرستان اراک در ۳۴ درجه و ۵ دقیقه عرض شمالی و ۴۹ درجه و ۴۲ دقیقه طول شرقی از نصف النهار گرینویچ اجرا گردید. آزمایش به‌صورت کرت‌های یک‌بار خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. کرت‌های اصلی به تنش آبی در چهار سطح شامل آبیاری بر اساس نیاز آبی گیاه (شاهد)، آبیاری به میزان ۸۵، ۷۰ و ۵۵ درصد نیاز آبی گیاه و کرت‌های فرعی به مصرف مقادیر مختلف زئولیت در چهار سطح شامل عدم مصرف زئولیت (شاهد)، مصرف زئولیت به مقدار سه، شش و نه تن در هکتار اختصاص یافتند. نحوه مصرف زئولیت بدین شکل بود که در هنگام کاشت مقدار زئولیت مورد نظر برای هر کرت بر اساس تیمارهای آزمایش، تعیین و پس از اضافه شدن به هر کرت کاملاً با خاک مخلوط شد. هر کرت آزمایشی شامل ۴ پشته کاشت به طول ۵ متر و به فاصله ۵۰ سانتی‌متر (روی هر پشته سه خط گندم به فاصله ۱۶/۵ سانتی‌متر کاشته شد) و مقدار بذر کاشته شده معادل ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار (تراکم کاشت معادل۴۰۰ بذر در هر متر مربع) و رقم مورد استفاده بک‌کراس روشن بود. بر اساس نتایج آزمایش خاک (جدول ۱) کودهای نیتروژن و فسفر به‌ترتیب به‌مقدار ۲۵۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار از منابع کودی اوره و سوپر فسفات تریپل در اختیار گیاهان قرار گرفت. کود اوره در سه نوبت، یک سوم آن در موقع کاشت و دوسوم به صورت سرک در مراحل پنجه‌زنی و ساقه‌دهی به گیاهان مزرعه داده شد. عمق کاشت بذور ۳ تا ۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. کنترل علف‌های هرز به موقع و به روش دستی انجام شد. در زمان برداشت تعداد ۲۰ بوته از هر کرت آزمایشی با در نظر گرفتن اثرات حاشیه‌ای به‌طور کاملاً تصادفی انتخاب و صفات طول پدانکل، طول ریشک، تعداد سنبله در متر مربع، عملکرد دانه، غلظت کلروفیل a، هدایت الکتریکی در آب ۵۰ و ۶۰ درجه سلسیوس اندازه‌گیری و ثبت شد. جهت تعیین محتوای کلروفیل a از بوته‌های هر کرت

Archive of SID

www.SID.ir

آزمایشی تعداد ۱۰ برگ پرچم جدا شد و بر اساس روش آرنون (Arnon, 1949; Ashraf *et al.*, 1994) اندازه‌گیری انجام شد. از استون ۸۰ درصد برای استخراج کلروفیل استفاده و میزان جذب نور توسط عصاره با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتر (Varian 300 Scan, USA) از طول موج‌های ۶۶۳ و ۶۴۵ استفاده شد.

در این آزمایش برای اندازه‌گیری صفت هدایت الکتریکی، ابتدا به تعداد کرت‌های آزمایشی لوله آزمایش تهیه و داخل هر لوله آزمایش ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر ریخته شد. سپس ده دیسک به قطر یک سانتی‌متر از پهنک برگ‌های جوان کاملاً توسعه یافته هر تیمار تهیه و داخل هر لوله قرار داده شد. سپس کلیه لوله‌های آزمایش به‌طور همزمان به مدت ۲ دقیقه در داخل ظرف آب ۵۰ و ۶۰ درجه سلسیوس قرار داده شد. پس از گذشت ۴ ساعت، هدایت الکتریکی محلول هر لوله آزمایش به‌طور جداگانه با دستگاه هدایت سنج الکتریکی اندازه‌گیری و ثبت شد. محلول هر لوله آزمایشی که هدایت الکتریکی بیشتری را نشان دهد، بیانگر تخریب بیشتر غشای سلولی بافت گیاهان موجود در آن است (Blum and Ebercom, 1980).

برای تعیین عملکرد دانه، در هر کرت پس از حذف اثرات حاشیه‌ای از دو خط میانی، مساحت ۴ متر مربع برداشت و پس از کوبیدن و توزین و با در نظر گرفتن رطوبت حدود ۱۴ درصد (با استفاده از دستگاه رطوبت سنج) عملکرد دانه هر کرت برحسب کیلوگرم در هکتار محاسبه و ثبت شد.

پس از تجزیه داده‌ها، میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد مقایسه و معنی‌دار بودن آنها به‌وسیله نرم‌افزار Mstatc تعیین گردید.

نتایج و بحث

طول پدانکل

اثر تیمار تنش آبی بر صفت طول پدانکل در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار ولی اثر تیمار مصرف سطوح مختلف زئولیت غیرمعنی‌دار شد (جدول۲). به‌طوری‌که، طول پدانکل در تیمار تنش آبی شدید (آبیاری بر اساس ۵۵ درصد نیاز آبی گیاه) نسبت به تیمار آبیاری شاهد (عدم تنش) کاهشی در حدود ۲۱/۶۱ درصدی را نشان داد (شکل ۱). در این آزمایش با کاهش مقدار آب آبیاری روند کاهشی طول پدانکل مشاهده شد. با کاهش میزان رطوبت قابل دسترس گیاه، معمولاً رشد رویشی گیاه کاهش خواهد یافت و با کاهش رشد رویشی گیاه، مقدار تولید مواد فتوسنتزی گیاه، تقسیم سلولی و رشد طولی سلول‌های ساقه و میانگره‌ها نیز کاهش خواهد یافت و در نتیجه گیاه طول پدانکل کمتری تولید می‌نماید.

در ارزیابی تنش خشکی بر ارقام گندم گزارش نمودند که طول پدانکل در شرایط نرمال و تنش آبی تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد داشت و بیشترین مقدار آن با میانگین ۳۱/۹ سانتی‌متر متعلق به تیمار آبیاری نرمال بود. به‌طوری‌که، این تفاوت ۲۲/۸۰- درصد نسبت به شاهد می‌باشد (Mohammadi *et al.*, 2006). نتایج سایر محققان نشان داد که تنش خشکی تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر صفات طول پدانکل، عملکرد دانه، شاخص برداشت، وزن هزار دانه، تعداد سنبله در متر مربع، تعداد دانه در سنبله و ارتفاع گیاه دارد (Behdad *et al.*, 2009). بین سطوح مختلف تیمار تنش آبی از نظر طول پدانکل اختلاف آماری معنی‌داری

Archive of SID

www.SID.ir

مشاهده نشد. ولی بیشترین مقدار طول پدانکل با میانگین ۳۱/۶ سانتی‌متر متعلق به تیمار آبیاری پس از تخلیه ۶۰ درصدی رطوبت از ابتدای مرحله طویل شدن ساقه‌ها تا پایان دوره رشد بود (Paknejad *et al*., 2008). سایر محققان گزارش نمودند که در شرایط تنش خشکی، تعداد روز تا گلدهی با طول پدانکل در زمان گلدهی دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار با تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه می‌باشد (Niknam, 2005).

طول ریشک

تأثیر ریشک‌ها بر عملکرد دانه گندم عمدتاً به علت افزایش وزن هزار دانه است. زیرا که نقش ریشک‌ها تا قبل از گل دادن گندم، یعنی زمانی که تعداد سنبله و تعداد دانه در هر خوشه قبلاً تعیین شده، موثر واقع نمی‌شود. در رطوبت‌های نزدیک به نقطه پژمردگی دایمی خاک که برگ پرچم از تولید و انتقال فرآورده‌های فتوسنتزی به دانه‌ها باز می‌ایستد، ریشک‌ها هنوز می‌توانند نقش قابل ملاحظه‌ای در افزایش وزن دانه‌ها ایفا نمایند. مقایسه گندم ایزوژنیک ریشک‌دار و بدون ریشک نشان داد که لاین‌های ریشک‌دار به‌طور معنی‌داری عملکرد بیشتر، دانه‌های سنگین‌تر و زیادتری در شرایط خشکی داشتند (Noormohammadi *et al*., 2001). اثر تیمار تنش آبی بر صفت طول ریشک در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار، ولی اثر تیمار مصرف سطوح مختلف زئولیت غیرمعنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین طول ریشک با میانگین ۷/۴۰ سانتی‌متر مربوط به تیمار آبیاری شاهد (عدم تنش) بود که افزایشی در حدود ۲۵/۴۲ درصدی را نسبت به تیمار تیمار تنش آبی شدید (آبیاری بر اساس ۵۵ درصد نیاز آبی گیاه) از خود نشـان داد (شکل ۲). بنـابراین، به نظر می‌رسد به دلیل اینکه ریشک‌ها آخرین اندامی از گیاه گندم هستند که در طول مرحله رویشی گیاه به‌وجود می‌آیند، بنابراین تا آخرین لحظه از زندگی گیاه سبز باقی می‌مانند و به‌واسطه داشتن کلروفیل قدرت فتوسنتز دارند و در تولید و انتقال کربوهیدرات به دانه‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند. زیرا بر اساس اصل فیزیولوژیکی که بیان می‌دارد به‌منظور کاهش هزینه انتقال، مواد فتوسنتزی از نزدیک‌ترین مبدأ به نزدیک‌ترین مخزن منتقل می‌شوند. علاوه براین، نقش مثبت ریشک‌ها در کاهش آسیب‌های ناشی از تنش‌های محیطی به اثبات رسیده است. نتایج تحقیقی نشان داد که طول ریشک در بوته‌های گندم به طور معنی‌داری تحت تأثیر سطوح تنش خشکی و ژنوتیپ‌های گندم قرار گرفت و در سطح یک درصد معنی‌دار شد (Naderi zarnaghi and Fotovat, 2017). محققان در ارزیابی تنش خشکی بر گندم اظهار کردند که طول ریشک در شرایط نرمال و تنش آبی تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد داشت و بیشترین مقدار آن با میانگین ۴/۶ سانتی‌متر متعلق به تیمار آبیاری نرمال بود (Mohammadi *et al*., 2006).

تعداد سنبله در متر مربع

تعداد سنبله در متر مربع یکی از اجزای اصلی برآورد عملکرد دانه در واحد سطح محسوب می‌شود. داشتن تعداد بیشتری از سنبله بارور در متر مربع می‌تواند در نیل به عملکرد دانه مطلوب، حایز اهمیت باشد. این صفت تحت تأثیر سطوح مختلف تنش آبی و اثر متقابل تنش آبی و مصرف زئولیت قرار گرفت و به‌ترتیب در سطح آماری یک و پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). با مقایسه میانگین اثرات متقابل، بیشترین تعداد سنبله در متر مربع با میانگین ۵۸۷/۳ عدد مربوط به تیمار

Archive of SID

www.SID.ir

آبیاری شاهد + مصرف ۹ تن در هکتار زئولیت و کمترین تعداد آن با میانگین ۳۵۰/۷ عدد مربوط به تیمار آبیاری بر اساس ۵۵ درصد نیاز آبی گیاه + مصرف ۳ تن در هکتار زئولیت) بود. بنابراین، با افزایش تنش آبی و کاهش مصرف زئولیت، تعداد سنبله در متر مربع به‌عنوان یکی از مهم‌ترین اجزای عملکرد دانه گندم تحت تأثیر قرار گرفت و کاهشی در حدود ۴۰/۲۸ داشت (جدول ۳). نتایج تحقیقی نشان داد که تعداد سنبله در متر مربع تحت تأثیر سطوح آبیاری در سطح آماری پنج درصد و تحت تأثیر ژنوتیپ‌های گندم در سطح یک درصد معنی‌دار شد (Shahryari, 2016).

در بررسی اثر تنش خشکی شدید و ملایم در ژنوتیپ‌های گندم گزارش شد که در بین سطوح مختلف تنش خشکی، تیمار شاهد و تنش شدید با میانگین ۴۲۴/۲ و ۳۶۵ عدد به‌ترتیب بیشترین و کمترین تعداد سنبله در متر مربع را به خود اختصاص دادند. به‌طوری‌که، کاهش تعداد سنبله در متر مربع در تنش شدید و ملایم نسبت به تیمار شاهد ۶/۷ و ۱۳/۸ درصد بوده است (Dastfal *et al*., 2011). در تحقیقی بین تیمار آبیاری کامل و تنش رطوبتی اختلاف آماری در سطح پنج درصد از نظر تعداد سنبله در متر مربع گزارش گردید (Komeyli *et al*., 2006). بین سطوح مختلف تیمار تنش آبی از نظر تعداد سنبله در واحد سطح اختلاف آماری معنی‌داری در سطح یک درصد مشاهده شد و بیشترین تعداد سنبله در واحد سطح با میانگین ۷۳۵ عدد متعلق به تیمار قطع آبیاری از مرحله گلدهی تا پایان دوره رشد بود (Paknejad *et al*., 2008). در آزمایشی نتایج مقایسه میانگین ها نشان داد که بیشترین تعداد سنبله در متر مربع در شرایط آبیاری کامل به‌دست آمد، هر چند با آبیاری از مرحله طویل شدن ساقه تا گرده‌افشانی اختلاف معنی‌داری نداشت. هر چقدر تنش خشکی به مراحل ابتدایی از فصل رشد نزدیک‌تر بود، تعداد سنبله در واحد سطح با شدت بیشتری کاهش یافت. کمترین تعداد سنبله در متر مربع در شرایط کشت دیم به‌دست آمد و نسبت به شرایط آبیاری کامل کاهش ۱۶ درصدی داشت (Nabati and Sharifi, 2016). سایر محققان گزارش نمودند که بیشترین تعداد سنبله در متر مربع در بین سطوح تیمارهای مواد جاذب رطوبت مربوط به تیمار (۴ تن زئولیت + ۲ تن بنتونیت + ۱۵ تن کود دامی در هکتار) با میانگین ۴۱۸/۶ و کمترین تعداد آن در تیمار مصرف (۲ تن بنتونیت + ۱۵ تن کود دامی در هکتار) با میانگین ۳۵۴/۴ عدد بود (Farmahini, 2011). نتایج تحقیقی نشان داد که تنش خشکی تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر صفات عملکرد دانه، شاخص برداشت، وزن هزار دانه، تعداد سنبله در متر مربع، تعداد دانه در سنبله، ارتفاع گیاه و طول پدانکل دارد (Behdad *et al*., 2009).

عملکرد دانه

هدف اصلی از کاشت گیاه زراعی گندم تولید عملکرد اقتصادی است که بتواند علاوه بر پوشش هزینه‌های تولید، سود قابل توجهی را نیز برای کشاورز به دنبال داشته باشد. در این آزمایش عملکرد دانه تحت تأثیر تنش آبی، مصرف زئولیت و اثر متقابل تنش آبی و مصرف زئولیت قرار گرفت (جدول۲). با مقایسه میانگین اثرات متقابل مشخص شد که بیشترین عملکرد دانه با میانگین ۶۱۱۷ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار آبیاری شاهد + مصرف ۹ تن در هکتار زئولیت بود (جدول۳). نتایج این تحقیق نشان داد که با کاهش مقدار آب آبیاری، تعداد دانه در سنبله به

Archive of SID

www.SID.ir

عنوان یکی از مهم‌ترین اجزای عملکرد دانه گندم تحت تأثیر قرار گرفت و کاهش محسوسی داشت. بدین ترتیب، با کاهش برخی از اجزای عملکرد دانه، عملکرد دانه در هکتار نیز کاهشی معادل ۴۹/۳۲ درصد نسبت به تیمار آبیاری شاهد + مصرف ۹ تن در هکتار زئولیت داشت. نتایج تحقیقی نشان داد که بیشترین عملکرد دانه در تیمارهای مواد جاذب رطوبت مربوط به تیمار مصرف (۴ تن زئولیت + ۱۵ تن کود دامی در هکتار) با میانگین ۵/۱۴ تن بود (Farmahini, 2011). در تحقیقی عملکرد دانه به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر سطوح تنش خشکی قرار گرفت و میزان کاهش عملکرد در شرایط تنش شدید نسبت به حالت عادی، ۴۶ درصد بود (Naderi zarnaghi and Fotovat, 2017). کاربرد زئولیت عملکرد محصول گندم را نزدیک به ۱۰۰ درصد در مقایسه با شاهد بدون کود و نزدیک به ۴۰ درصد در مقایسه با شاهد همراه کود افزایش داد (Urotadze *et al*., 2002). در ارزیابی تنش خشکی بر خصوصیات مورفولوژیکی ارقام گندم اظهار شد که عملکرد دانه در شرایط نرمال و تنش آبی تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد داشت، به‌طوری‌که، این تفاوت ۵۰/۳۷ درصد نسبت به شاهد می‌باشد (Mohammadi *et al*., 2006). نتایج تحقیقی نشان داد که صفت عملکرد دانه تحت تأثیر سطوح آبیاری در سطح آماری پنج درصد و تحت تأثیر ژنوتیپ‌های گندم در سطح یک درصد معنی‌دار شد (Shahryari, 2016). در بررسی اثر تنش خشکی شدید و ملایم بر ژنوتیپ‌های گندم گزارش شد که تیمار تنش شدید با میانگین ۲۸۹۲ کیلوگرم در هکتار کمترین عملکرد دانه را داشت (Dastfal *et al*., 2011). نتایج سایر محققان نیز نشان داد که بین سطوح مختلف تیمار تنش آبی از نظر عملکرد دانه اختلاف آماری معنی‌داری در سطح یک درصد مشاهده شد (Paknejad *et al*., 2008). سایر محققان گزارش نمودند که در بین سطوح مختلف مصرف پلیمر جاذب رطوبت و کود دامی، بیشترین عملکرد دانه با میانگین ۱۲/۴۹ تن در هکتار متعلق به تیمار (مصرف ۳۵ درصد پلیمر جاذب رطوبت + مصرف ۶۵ درصد کود دامی) بود (Khadem *et al*., 2010). اظهار شد که اثر تنش آبی و مصرف زئولیت بر عملکرد دانه در سطح آماری یک درصد معنی‌دار بود و در بین سطوح مختلف مصرف زئولیت، بیشترین عملکرد دانه با میانگین ۸۲۳/۵۸ کیلوگرم مربوط به تیمار مصرف ۸ تن زئولیت در هکتار بود (Sibi *et al*., 2011). در آزمایش مشابهی نیز بیان شد که بین سطوح مصرف زئولیت، بیشترین عملکرد دانه با میانگین ۱۸۷۹ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار مصرف ۹ تن زئولیت در هکتار بود(Mirzakhai and Sibi, 2011).

غلظت کلروفیل a

اثر تنش آبی و مصرف سطوح مختلف زئولیت بر صفت غلظت کلروفیل a غیرمعنی‌دار ولی اثر متقابل تنش آبی و مصرف زئولیت بر این صفت در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد که بیشترین مقدار غلظت کلروفیل a با میانگین ۱/۴۷۸ میلی‌گرم بر گرم بافت تازه گیاهی مربوط به تیمار آبیاری شاهد + مصرف ۹ تن در هکتار زئولیت و کمترین مقدار آن با میانگین ۱/۰۸۴ میلی‌گرم بر گرم بافت تازه گیاهی مربوط به تنش کمبود آبی متوسط + مصرف ۹ تن در هکتار زئولیت بود (جدول ۳). با افزایش شدت تنش خشکی، گیاه برای کاهش میزان جذب

Archive of SID

www.SID.ir

تشعشع خورشید و در نتیجه کاهش میزان تعرق، غلظت کلروفیل را در بافت‌های سبز کاهش داده تا از این طریق با کاهش درجه حرارت بتواند مقدار هدررفت آب را کاهش و شرایط کم آبی را برای مدت زمان بیشتری تحمل نماید.

نتایج آزمایشی نشان داد که رقم شیرودی دارای بالاترین و لاین N-80-18 دارای کمترین میزان قرائت کلروفیل‌متر بودند (Nabati and Sharifi, 2016). نتایج سایر محققان نشان داد که مصرف زئولیت تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر میزان کلروفیل گیاه دارد (Gholamhoseyni *et al*., 2008). در بررسی تغییرات غلظت کلروفیل a ارقام گندم تحت شرایط تنش مشخص شد که بیشترین غلظت کلروفیل a با میانگین ۰/۸۸۹ میلی‌گرم بر گرم بافت تازه گیاهی مربوط به تیمار عدم تنش متعلق به رقم Inqlab بود (Mohsina *et al*., 2008). در بررسی ۲۰ ژنوتیپ گندم در شرایط آبیاری نرمال و تنش آبی گزارش شد که بیشترین مقدار کلروفیل a با میانگین ۹/۶۴ میلی‌گرم در گرم بافت گیاهی توسط ژنوتیپ شماره ۱۷ در تیمار آبیاری نرمال و کمترین آن با میانگین ۴/۴۱ میلی‌گرم در گرم بافت گیاهی توسط ژنوتیپ شماره ۱۱ در تیمار تنش آبی به‌دست آمد (Aghaee-sarbarzeh *et al*., 2008). همچنین، سایر محققان بیان داشتند که بیشترین شاخص کلروفیل برگ با میانگین ۲۱/۵۸ و کمترین مقدار آن با میانگین ۱۵/۶۸ که با استفاده از دستگاه SPAD اندازه‌گیری شده است، به‌ترتیب مربوط به تیمار آبیاری شاهد و آبیاری بر اساس ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه بود (Farmahini, 2011).

هدایت الکتریکی تیمار آب ۵۰ و ۶۰ درجه سلسیوس

اثر تنش آبی بر صفت هدایت الکتریکی تیمار آب ۵۰ و ۶۰ درجه سلسیوس در سطح احتمال پنج درصد و اثر متقابل تنش آبی و زئولیت بر صفت هدایت الکتریکی تیمار آب ۵۰ درجه سلسیوس در سطح آماری پنج درصد ولی بر صفت هدایت الکتریکی تیمار آب ۶۰ درجه سلسیوس در سطح آماری یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). از آنجایی که غشای سلول‌های گیاهی از پروتئین‌ها و لیپیدها تشکیل شده‌اند و افزایش درجه حرارت محیط، به بیش از ۴۰ درجه سلسیوس باعث تخریب ساختار پروتئین‌ها و خروج از حالت طبیعی آنها می‌شود. در نتیجه غشای سلول دچار آسیب‌دیدگی جدی در کنترل ورود و خروج الکترولیت‌ها خواهد شد. در جدول مقایسه میانگین، اثرات متقابل کمترین مقدار هدایت الکتریکی ناشی از تخریب غشای سلولی توسط تیمار آب ۵۰ و ۶۰ درجه سلسیوس با میانگین ۴۴۷ و ۴۷۶ میکروزیمنس بر سانتی‌متر مربوط به تیمار تنش آبیاری شاهد + مصرف ۹ تن در هکتار زئولیت بود (جدول ۳).

میزان تخریب غشای سلول‌ها در تیمار آب ۶۰ درجه سلسیوس بیشتر از تیمار آب ۵۰ درجه سلسیوس بود. به نظر می‌رسد که زئولیت با حفظ و نگهداری مقادیر بیشتری از رطوبت در خاک، توانسته است شرایط رطوبتی متناسب‌تر و یکنواخت‌تری برای حفظ پایداری غشای سلول‌های بافت گیاهی فراهم نماید و تخریب کمتری در تراوایی غشای سلول‌ها اتفاق افتاده است.

با کاهش مقدار آب آبیاری، تنش آبی وارده به گیاه افزایش می‌یابد و سلول‌ها به شدت آسیب خواهند دید و باعث کاهش توانایی سلول در کنترل ورود و خروج مواد از غشای سلولی خواهد

Archive of SID

www.SID.ir

شد. در چنین گیاهانی به دلیل آسیب دیدگی غشای سلول‌ها و خروج الکترولیت‌های سلول، هدایت الکتریکی محلول حاوی بافت گیاهی افزایش خواهد یافت (Mirzakhani and Sibi, 2010). گندم‌هایی که در معرض تنش خشکی (عدم آبیاری) قرار داشتند، دارای دیواره‌های سلولی مقاوم‌تری بودند (Saneoka *et al*., 2004). اثر سطوح مختلف تنش آبی بر پایداری غشای سلولی معنی‌دار بود. به‌طوری‌که در مرحله گلدهی، بیشترین ناپایداری غشای سلولی با میانگین ۸۵/۸۹ درصد متعلق به تیمار آبیاری نرمال بود (Khadem *et al*., 2010).

در بررسی ۲۰ ژنوتیپ گندم در شرایط آبیاری نرمال و تنش آبی گزارش شد که بیشترین مقدار خسارت غشای سلولی با میانگین ۲۵/۳ درصد توسط ژنوتیپ شماره ۱۳ در تیمار تنش آبی به‌دست آمد (Aghaee-sarberzeh *et al*., 2008). در تحقیقی بین سطوح تیمار آبیاری، بیشترین نشت یونی سلول با میانگین ۶۹۶۸ میکروزیمنس بر سانتی‌متر مربوط به تیمار آبیاری بر اساس ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه بود (Farmahini, 2011).

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به تأثیرات مثبتی که کاربرد زئولیت بر عملکرد و سایر خصوصیات زراعی و فیزیولوژیک گندم داشت، عملکرد دانه گندم از ۴۰۷۸ کیلوگرم در تیمار عدم مصرف زئولیت به ۴۹۰۱ کیلوگرم در هکتار در تیمار مصرف ۹ تن در هکتار زئولیت افزایش یافت که این افزایش در حدود ۲۰/۱۸ درصد نسبت به تیمار عدم مصرف زئولیت می‌باشد.

با در نظر گرفتن هزینه پایین تهیه زئولیت (قیمت هر کیلوگرم زئولیت در سال انجام آزمایش ۳۵۰ ریال بود) و همچنین حفظ قابلیت آبگیری و آبدهی زئولیت (به مدت ۱۰ تا ۱۵ سال)، بنابراین با فرض حفظ کارآیی ۱۰ ساله زئولیت و قیمت خرید گندم در سال انجام آزمایش (۳۳۰۰ ریال) و مقدار مصرف (۹ تن در هکتار) توصیه شده آن در سال انجام آزمایش، اگر فقط افزایش عملکرد دانه گندم مزرعه حدود ۹۶ کیلوگرم در هکتار می‌تواند هزینه کاربرد زئولیت در یک هکتار را مستهلک نماید. بنابراین، مصرف آن در مزارع تولید گیاهان زراعی می‌تواند مد نظر باشد.

جدول ۱- نتایج تجزیه خاک

Table 1- Results of soil analysis

عمق خاک Soil depth	اسیدیته اشباع pH	نیتروژن کل (درصد) N (%)	فسفر قابل جذب (پی پی ام) P (ppm)	پتاسیم قابل جذب (پی پی ام) K (ppm)	شن (درصد) Sand	سیلت (درصد) Silte	رس (درصد) clay	بافت Texture
0-30	7/8	0.05	9	220	38	37	25	Loam

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس برخی صفات گندم تحت تنش آبی و کاربرد زئولیت

Table –2 Anova of some traits of wheat under water stress and zeolite application

منابع تغییرات s.o.v	درجه آزادی d.f	هدایت الکتریکی تیمار آب ۶۰ درجه (۴ ساعت) Electrical conductivity at 60^{oC} of water	هدایت الکتریکی تیمار آب ۵۰ درجه (۴ ساعت) Electrical conductivity at 50 ^{oC} of water	غلظت کلروفیل a concentration of a chlorophyll	عملکرد دانه Grain yield	تعداد سنبله در متر مربع No of spike per m^{-2}	طول ریشک Aristate lenght	طول پدانکل Peduncl lenght
تکرار Replication	2	367873.77 $^{n.s}$	1232231.58 $^{n.s}$	0.001 $^{n.s}$	255780 $^{n.s}$	3756.81 $^{n.s}$	1.26 **	9.56 $^{n.s}$
تنش آبی Water stress	3	7267494.91 *	2434771.86 *	0.026 ^{ns}	8350811**	29347.13 **	5.51 **	71.35 **
خطای (الف) Error (Ea)	6	969818.07	282912.69	0.008	100533	2812.45	0.11	1.05
زئولیت Zeolite	3	314870.91 ^{ns}	2127616.3 ^{ns}	0.004 ^{ns}	1424599**	3493.47 $^{n.s}$	0.18 $^{n.s}$	6.63 $^{n.s}$
تنش آبی × زئولیت (W.Z)	9	3437580.1**	1927208.52 *	0.043 *	1149573**	7993.86 *	0.14 $^{n.s}$	4.76 $^{n.s}$
خطای (ب) Error (Eb)	24	623608.16	750831.30	0.016	121114	3199.76	0.22	3.87
ضریب تغییرات Cv (%)		10.89	14.42	10.14	7.74	11.79	7.05	11.27

ns ,*, ** به ترتیب غیرمعنی دار، معنی دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

ns, * and **: Non significant, Significant at the 5% and 1% probability levels respectively.

جدول ۳- مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل برخی صفات گندم تحت تنش آبی و کاربرد زئولیت

Table 3 –Mean comparison effects of some traits of wheat under water stress and zeolite application

تیمار Teratment	هدایت الکتریکی تیمار آب ۶۰ درجه (۴ ساعت) Electrical conductivity at 60^{oC} of water ($\mu s\ cm^{-1}$)	هدایت الکتریکی تیمار آب ۵۰ درجه (۴ ساعت) Electrical conductivity at 50^{oC} of water ($\mu s\ cm^{-1}$)	غلظت کلروفیل Concentration of a chlorophyll (mg gr^{-1})	عملکرد دانه Grain yield (kg ha^{-1})	تعداد سنبله در متر مربع No of spike per m^{-2}
I_0 Z_0	743 b-d	513 cd	1.194 b-d	4108 ef	448.3 c-e
I_0 Z_1	710 b-d	587 a-d	1.256 a-d	5018 bc	563.0 ab
I_0 Z_2	610 d	668 a-c	1.259 a-d	5527 ab	483.0 a-d
I_0 Z_3	476 e	447 d	1.478 a	6117 a	587.3 a
I_1 Z_0	687 b-d	645 a-c	1.231 a-d	4492 c-e	475.0 b-d
I_1 Z_1	675 b-d	595 a-d	1.212 b-d	4572 c-e	495.3 a-d
I_1 Z_2	682 b-d	551 b-d	1.208 b-d	5959 a	545.7 a-c
I_1 Z_3	765 b-d	565 b-d	1.358 ab	4932 b-d	474.0 b-d
I_2 Z_0	745 b-d	712 ab	1.341 a-c	4315 de	520.0 a-d
I_2 Z_1	770 bc	590 a-d	1.247 a-d	4937 b-d	468.3 b-d
I_2 Z_2	795 bc	472 d	1.278 a-d	3630 fg	447.7 c-e
I_2 Z_3	649 cd	616 a-d	1.084 d	4987 bc	539.0 a-c
I_3 Z_0	810 b	751 a	1.095 cd	3397 g	414.3 de
I_3 Z_1	735 b-d	673 a-c	1.302 a-d	3100 g	350.7 e
I_3 Z_2	741 b-d	565 b-d	1.249 a-d	3256 g	456.7 b-e
I_3 Z_3	999 a	658 a-c	1.091 cd	3568 fg	409.7 de

I_0, I_1, I_2, I_3 به ترتیب شامل: آبیاری شاهد، آبیاری بر اساس ۸۵، ۷۰ و ۵۵ درصد نیاز آبی گیاه

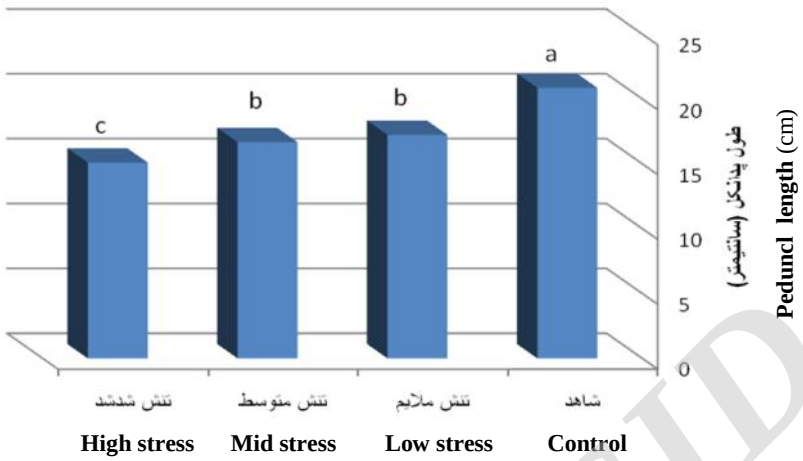
Z_0, Z_1, Z_2, Z_3 به ترتیب شامل: عدم مصرف زئولیت و مصرف ۳، ۶ و ۹ تن در هکتار زئولیت

میانگین هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند، اختلاف آماری در آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means which have at least one common letter are not significantly different at the 5% level using DMRT

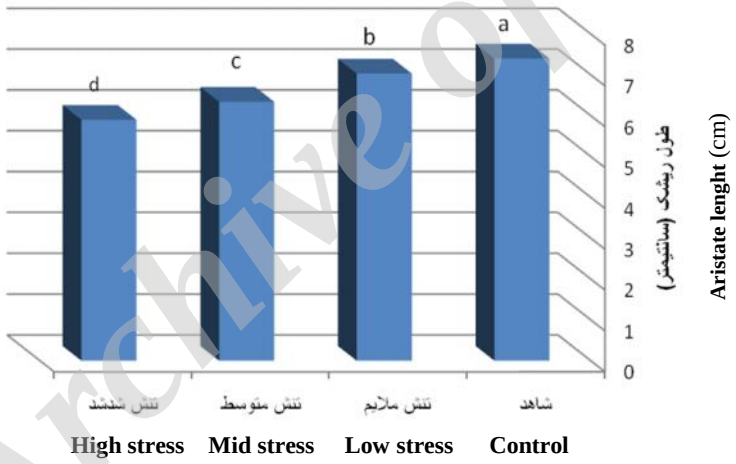
Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱- اثر سطوح تنش آبی بر طول پدانکل

Figure 1- Effect of water stress on peduncl lenght



شکل ۲- اثر سطوح تنش آبی بر طول ریشک

Figure 2- Effect of water stress on aristate lenght

Archive of SID

www.SID.ir

References منابع مورد استفاده

- Aghaee-sarbarzeh, M., R. Rajabi, R. Haghdoust, and R. Mohammadi. 2008. Evaluation and selection of bread wheat genotypes using physiological traits and drought tolerance indices. *Journal of Seed and Plant*. 24 (3): 579-601. (In Persian).
- Al-Busaidi, A., T. Yamamoto, and M. Irshad. 2007. The ameliorative effect of artificial zeolite on barley under saline conditions. *Journal of Applied Sciences.* 7(16): 2272-2276.
- Amirifar, A., M. Aghaeisarbarze, R. Haghparast, and M. Khosroshali. 2011. Sustainable yield, baking quality and drought tolerance of wheat genotypes. *Seed and Plant Journal*. 27(1): 223-255. (In Persian).
- Arnon, D.I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts: polyphenol-oxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiology*. 24: 1-15.
- Ashraf, M.Y., A.R. Azmi, A.H. Khan, and S.A. Ala., 1994. Effect of water stress on total phenols, peroxidase activity and chlorophyll content in wheat. *Acta Physiology Planta.* 16: 185-190.
- Behdad, M., F. Paknejad, S. Vazan, M.R. Ardakani, and M. Nasri. 2009. Effect of drought stress on yield and component yield in different stages of wheat growth. *Environment Stress in Agricultural Sciences*. 1(2): 143-157. (In Persian).
- Blum, A., and A. Ebercon. 1980. Cell membrane stability as a measure of drought and heat tolerance in wheat. *Crop Sciences.* 21: 43-47.
- Dastfal, M., V. Barati, Y. Emam, H. Hagigat-nia, and M. Ramezan-pour. 2011. Evaluate of yield and component yield in wheat genotype in drought stress in Darab region. *Journal of Seed and Plant*. 27(2): 195-217. (In Persian).
- Emam, Y. 2007. Cereal production. Shiraz University Press. 190 pages. (In Persian).
- Farmahini, M. 2011. Effect of water deficit stress and application of material humidity absorbent on physiological and agronomy traits of Alvand wheat. Thesis of M.Sc. in Agronomy. Faculty of Agriculture & Natural Resources, Islamic Azad University, Arak Branch. 172 pp. (In Persian).
- Golamhoseyni, M., M. Aghaalikhani, and M.J. Malakouti. 2008. Effect of nitrogen different levels and zeolite on quality and quantity yield of winter rape seed. *Journal of Sciences and Technology in Agricultural and Natural Resources*. 45(b): 537-548. (In Persian).
- Jazaeri Nushabadi, M.R., and A.M. Rezaei, 2007. Evaluation of relations between parameters in oat cultivars in water stress and non- stress conditions. *Sciences and Technology in Agricultural and Natural ReSources.* 11(1): 265-278. (In Persian).
- Kavousi, M., and M. Rahimi. 2000. Investigating the effect of zeolite application on rice yield in two light and heavy-textured soils. Rice Research Istitute, Rasht. (In Persian).
- Khadem, S.A., M. Galavi, M. Ramrodi, S.R. Mousavi, M.J. Rousta, and P. Rezvan-moghadam. 2010. Effect of animal manure and superabsorbent polymer on corn

Archive of SID

www.SID.ir

leaf relative water content, cell memberane stability leaf chlorophyll content under dry condition. *Australian Journal of Crop Science*. 4(8): 642-647.

- Komeyli, H.R., M.H. Rashed-Mohassel, M. Ghodsi, and A. Zare-Feyzabadi. 2006. Evaluation of tolerance to drought stress of wheat new genotypes in moisture stress condition. *Iranian Journal of Field Crops Research*. 4(2): 1-14. (In Persian).
- Mirzakhan, M., and M. Sibi. 2010. Response of safflower physiological traits to water stress and zeolite application. The Proceedings of 2nd Iranian National Congress on Agricultural and Sustainable Development. Islamic Azad University, Shiraz Branch. (In Persian).
- Mirzakhan, M., and M. Sibi. 2011. Effect of water stress and zeolite application on yield of winter safflower in Arak zone. The Proceedings of National Congress on New Findings in Agriculture. Islamic Azad University, Shahr-e- Ghods Branch. (In Persian).
- Mohammadi, A., A. Majidi-Haravan, M.R. Bihamta, and H. Heydari-Sharifabad. 2006. Evaluation of drought stress on morphological- agronomy traits in wheat cultivars. *Pajoohesh and Sazandegi in Agronomy and Horticultural*. 73: 84-192. (In Persian).
- Mohsina, H., M. Yasin Ashraf, K.H. Rehman, and M. Arashad. 2008. Influence of salicylic acid seed priming on growth and some biological attributes in wheat grown under saline conditions. *Pakistan Journal of Botany*. 40(1): 361-367.
- Niknam, N. 2005. Effect of water stress on grain yield and some of morphological characteristics in wheat genotypes. Goodarz Product Company. (In Persian).
- Nabati, I., and P. Sharifi. 2016. The effect of irrigation regimes on yield and yield componets of three wheat cultivars. *Journal of Crop Ecophysiology*. 10(1):183-200. (In Persian).
- Naderi Zarnaghi, R., and R. Fotovat. 2017. Evaluation of drought tolerance of some winter wheat genotypes. *Journal of Crop Ecophysiology*. 10(4):945-958. (In Persian).
- Noormohammadi, GH., S.A.A. Siadat, and A. Kashani. 2001. Cereal production. Shahid Chamran University Press. 446 pages. (In Persian).
- Paknejad, F., M. Jami-Alahmadi, A.R. Pazouki, and M. Nasri. 2008. Investigation of the drought stress effects on yield and yield component in wheat cultivares. *Environment Stress in Agricultural Sciences*. 1(1): 1-15. (In Persian).
- Royo, C., M. Abaza, R. Blanco, and L.F. Garcia del Moral. 2000. Triticale grain growth and development as affected by drougth stress, late sowing and simulated drought stress. *Australian Journal of Plant Physiology*. 27: 1051-1059.
- Saneoka, H., R.E.A. Moghaieb, G.S. Premachandra, and K. Fujita. 2004. Nitrogen nutrition and water stress effects on cell membrane stability and leaf water relations in Agrostis palustris Huds. *Environmental and Experimental Botany*. 52: 131–138.

Archive of SID

www.SID.ir

- Shahryari, R. 2016. Evaluation of genetic variation of bread wheat genotypes for some morphological and physiological characteristics under drought stress condition. *Journal of Crop Ecophysiology*. 10(2):413-430. (In Persian).
- Shamsi-pour, M., R. Fotovat, and F. Jabari. 2010. Relative between of chlorophyll index and wheat grain yield under drought stress. *Journal Science of Crops Ecological*. 2(1): 27-39. (In Persian).
- Sibi, M., M. Mirzakhani, and M. Gomarian. 2011. Effect of water stress, application zeolite and salicylic acid on un-sustainability of cell memberance in spring safflower. The Proceedings of 12th Iranian Soil Sciences Congress. Tabriz University. (In Persian).
- Urotadze, S.L., T.A. Andronikashvili, and G.V. Tsitishvili. 2002. Output of a winter wealth grown on enriched by aloumontite containing rock. Book of Zeolite Abstracts.
- Yarmohammadi, V.A., N.A. Sajedi, M. Mirzakhan, and M. Sibi. 2011. Effect of water stress and application of zeolite and animal manure on potatos. The Proceedings of 1st National Congress on Sterategy of Obtain to Sustainable Agriculture. Payam Noor University, Khouzestan Branch. (In Persian).
- Zarea-Fizabady, A., and M. Ghodsi. 2004. Evaluation of yield and yield components of facultative and winter bread wheat genotypes (*Triticum aestivum*) under different irrigation regimes in Khorasan Province in Iran. *Agronomy Journal*. 3: 184-187. (In Persian).

Archive of SID

www.SID.ir

Evaluation of Electrical Conductivity, Chlorophyll and Seed Yield of Wheat under Water Stress with Zeolite Application

Mohammad Mirzakhani [1*]

Received: November 2015, Revised: 25 July 2016, Accepted: 24 April 2017

Abstract

Electrical conductivity of wheat cell sap and chlorophyll concentration of its leaves under drought stress and application of zeolite were evaluated in a split plot experiment, by using a RCBD with three at Arak Payam-Noor University in 2010. Treatments were four levels of water stress (I_0= control irrigation, I_1= irrigation at 85% of I_0, I_2= irrigation at 70% of I_0, I_3= irrigation at 55% of I_0) assigned to the main plots and four levels of zeolite applications (Z_0= without zeolite application, Z_1= 3 t.ha^{-1}, Z_2= 6 t.ha^{-1}, Z_3= 9 t. ha^{-1}) to the sub plots. Sub plots consisted of 4 rows of 5 m long spaced 50 cm apart and 20 plants per meter on the rows. In this study traits like peduncle length, awn length, number of spike per m^{-2}, grain yield, electrical conductivity by using water with 50 and 60^{oC} were assessed. Results indicated that intraction effect of water stress and zeolit application on number of spike per m^2, seed yield, and electrical conductivity at 50 and 60^{oC} water were significant. Mean comparisons of intraction effects showed that electrical conductivity of water with 50 and 60 ^{oC} (447 and 476 respectively) resulted in the least detrimental effect on cell membrane. Results also revealed that electrical conductivity at control irrigation (554 µs.cm^{-1}) and application of 9 t.ha^{-1} of zeolit produced highest seed yield (4901 kg.ha^{-1}) at wheat.

Key words: Cell membrant, Chlorophyll, Electrical conductivity, Water stress, Zeolit.

1- Department of Agriculture, Farahan Branch, Islamic Azad University, Farahan, Iran.
**** Corresponding Author:*** *mmirzakhani@iau-farahan.ac.ir*

Archive of SID

www.SID.ir