



به‌زراعی کشاورزی

دوره ۱۹ ■ شماره ۴ ■ زمستان ۱۳۹۶

صفحه‌های ۱۰۹۳-۱۰۷۷

تأثیر قطع آبیاری و محلول‌پاشی پتاسیم بر برخی ویژگی‌های فیزیولوژیک، شاخص برداشت و عملکرد دو رقم و یک لاین گندم نان

عباس زارعیان^{۱*}، آیدین حمیدی^۱، فرشید حسینی^۱

۱. مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۵/۰۲/۱۳

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۵/۱۰/۱۲

چکیده

به منظور بررسی اثر قطع آبیاری و محلول‌پاشی پتاسیم بر برخی از ویژگی‌های فیزیولوژیک (فتوستتوز، پایداری غشای سلولی و کلروفیل برگ) و شاخص برداشت گندم نان، آزمایشی به صورت اسپلیت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار، در سال زراعی ۹۰-۹۱ و در دو مکان مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال کرج و مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل تنش خشکی (به صورت قطع آبیاری در سه سطح از مرحله تشکیل سنبله تا رسیدگی فیزیولوژیک، از مرحله شروع دانه‌بندی تا رسیدگی فیزیولوژیک و آبیاری طبیعی)، محلول‌پاشی پتاسیم (در سه سطح عدم محلول‌پاشی، محلول‌پاشی ۱/۵ و ۳ درصد سولفات پتاسیم (K_2SO_4)) و ژنوتیپ (در سه سطح دو رقم «پیش‌تاز»، و «مرودشت» و لاین «WS-82-9») بودند. نتایج نشان داد که صفات مورد مطالعه با افزایش تنش خشکی، به طور معناداری کاهش یافتند. بیشترین مقدار شاخص برداشت، تحت شرایط آبیاری طبیعی برای لاین «WS-82-9» در منطقه کرج (۳۲/۶۹ درصد) و کمترین مقدار آن، تحت شرایط تنش خشکی شدید برای رقم «مرودشت» در منطقه یزد (۱۱/۵۰ درصد) مشاهده شد. پایداری غشای سلولی در رقم‌های مورد مطالعه متفاوت بود و رقم «مرودشت» کمترین پایداری غشای سلول (۳۵/۵ درصد) را داشت. محلول‌پاشی ۳ درصد K_2SO_4 باعث افزایش معنادار صفات فیزیولوژیک، به ویژه فتوستتوز برگ در شرایط تنش خشکی شدید شد، به نحوی که فتوستتوز برگ در دو منطقه یزد و کرج به ترتیب به میزان ۹۹/۱ و ۶۹/۷ درصد افزایش یافت. نتایج این تحقیق نشان داد که محلول‌پاشی ۳ درصد K_2SO_4 و استفاده از لاین «WS-82-9» در تعدیل آثار تنش خشکی، به ویژه در مزارعی که در مراحل پایانی دوره رشد با محدودیت آب مواجه هستند، مؤثر است.

کلیدواژه‌ها: آبیاری طبیعی، پایداری غشای سلولی، تنش خشکی، فتوستتوز، کلروفیل.

۱. مقدمه

است که بر اثر تنش آبی محتوای رنگدانه‌های فتوسنتزی (کلروفیل b) در برگ‌ها کاهش می‌یابد [۱۳].

در رابطه با تأثیر تغذیه مطلوب گیاه در شرایط تنش نیز گزارش شده است که محلول پاشی گندم با پتاسیم قبل از مواجه شدن گیاه با تنش خشکی، تأثیر منفی تنش را بر رشد گیاه کاهش داده و باعث افزایش عملکرد محصول می‌شود [۱۶]. پتاسیم با تأثیر بر باز و بسته شدن روزنه‌ها، حفظ آماس سلولی، کاهش از دست رفتن آب، توازن آب در بافت‌های گیاهی و بالابردن کارایی مصرف آب، تأثیر تنش خشکی در گیاه را کاهش می‌دهد [۱۱]. محققان تأثیر مثبت پتاسیم را به علت افزایش فتوسنتز ناشی از تأخیر در پیر شدن برگ‌ها و افزایش انتقال مواد فتوسنتزی از برگ‌ها به دانه بیان کردند [۸ و ۱۸].

با توجه به مطالب مطرح شده، ضروری است علاوه بر ترویج الگوهای صحیح استفاده از آب، الگوهای مدیریتی نظیر تغذیه مطلوب گیاه و استفاده از رقم‌های مناسب نیز به کار روند تا در مواقع کمبود آب و دوره‌های خشکسالی از آنها استفاده شود. بنابراین، هدف از این تحقیق بررسی اثر قطع آبیاری و محلول پاشی پتاسیم بر برخی ویژگی‌های فیزیولوژیک گیاه و شاخص برداشت دو رقم گندم «پیش‌تاز»، و «مرودشت» و لاین "WS-82-9" و تعیین بهترین ژنوتیپ و سطح محلول پاشی پتاسیم بود.

۲. مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر قطع آبیاری و محلول پاشی پتاسیم بر برخی از ویژگی‌های فیزیولوژیک و شاخص برداشت دو رقم و یک لاین گندم نان، این مطالعه در سال زراعی ۹۰-۹۱ و در دو مکان مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال کرج و مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد به اجرا درآمد. مزرعه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد در موقعیتی با عرض جغرافیایی ۳۱

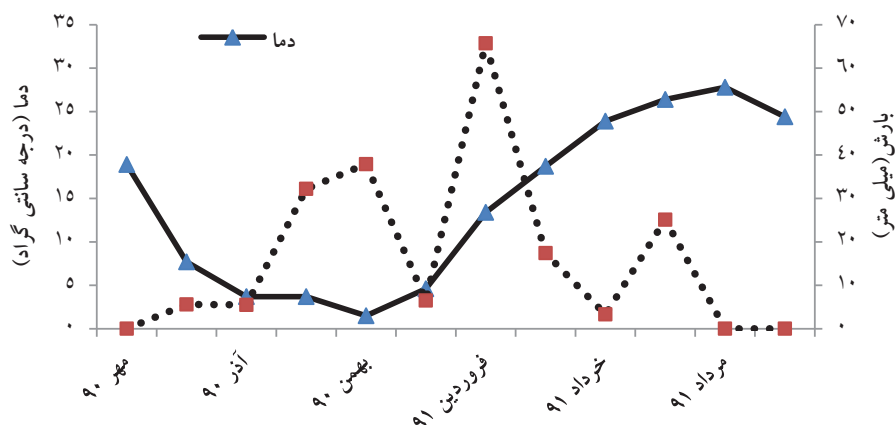
گندم گیاهی است که در سطح وسیعی در اغلب اراضی کشاورزی دنیا به‌ویژه در نواحی خشک کشت می‌شود و همواره از نظر تولید و تغذیه، اهمیتی بیش از سایر محصولات کشاورزی داشته است [۷]. عواملی نظیر کمبود آب به‌ویژه در مراحل پایانی فصل رشد و اختصاص آب اواخر فصل رشد به سایر گیاهان مانند سبزی و صیفی، محدودیت آبیاری و بروز تنش خشکی در مزارع گندم را در پی داشته است. این درحالی است که در آینده به علت پدیده تغییر اقلیم، مناطق خشک و از جمله ایران، شرایط آب و هوایی نامساعدتری مواجه خواهند شد.

خشکی پدیده‌ای است خطرناک و اجتناب‌ناپذیر که همه ساله در بخش‌هایی از دنیا در زمان‌های مختلف با دامنه و شدت متفاوت به تولید موفقیت‌آمیز محصولات کشاورزی خسارت وارد می‌کند. خشکی بر اثر ترکیب فرآیندهای فیزیکی محیطی که گیاه را با تنش خشکی مواجه می‌کند، به وجود می‌آید و عملکرد محصول را کاهش می‌دهد [۱۲]. تنش آب میزان فتوسنتز و یا کارایی مصرف نور را کاهش می‌دهد. کارایی مصرف نور کمتر در شرایط کمبود آب برای جو و ذرت گزارش شده است [۱۵ و ۲۰]. از پایداری غشای سلولی در شرایط تنش رطوبتی به عنوان اجزای اصلی تحمل به خشکی نام برده شده است [۱۰]. در مطالعه‌ای میزان خسارت غشای سلولی در لاین‌های مختلف گندم دوروم در شرایط تنش رطوبتی بررسی و نتیجه‌گیری شد که پایداری غشای سلولی در بین لاین‌های مورد مطالعه متفاوت بود و با افزایش خسارت غشای سلولی، صفات فیزیولوژی و عملکرد کاهش شدیدی داشت [۵]. در گیاهان زراعی گزارش‌هایی در رابطه با واکنش متفاوت کلروفیل به خشکی در ژنوتیپ‌های حساس و مقاوم و یا عدم تأثیر تنش خشکی بر غلظت کلروفیل ارائه شده است [۱۴ و ۲۱]. در این رابطه بیان شده

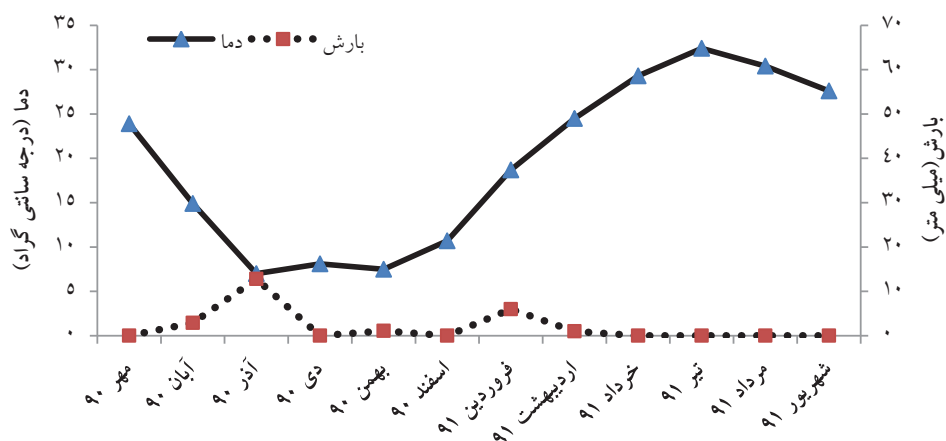
تأثیر قطع آبیاری و محلول پاشی پنتاسیم بر برخی ویژگی‌های فیزیولوژیک، شاخص برداشت و عملکرد دو رقم و یک لاین گندم نان

در نوسان بود. در طول دوره رشد گیاه، منطقه کرج در ماه‌های دی، بهمن و فروردین از وضعیت رطوبتی مطلوب و در بقیه ماه‌ها از شرایط خشک برخوردار بود، در حالی که منطقه یزد در تمامی ماه‌ها از شرایط خشک برخوردار بود. تغییرات رطوبت نسبی طی سال زراعی ۹۰-۹۱ در دو مکان نشان داد که در طول دوره رشد گیاه، منطقه یزد در مقایسه با کرج از رطوبت نسبی پایین‌تری برخوردار بود. میانگین رطوبت نسبی هوا در دو ماه انتهایی دوره رشد گیاه (اردیبهشت و خرداد) در یزد به ترتیب ۲۵ و ۱۴/۶ درصد، در حالی که در کرج به ترتیب ۴۷ و ۳۵ درصد بود [۳].

درجه و ۵۴ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۲۵ دقیقه شرقی قرار دارد. مزرعه پژوهشی مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال نیز در موقعیت ۳۵ درجه و ۴۸ دقیقه شمالی و ۵۰ درجه و ۵۸ دقیقه شرقی قرار گرفته است. تغییرات دمایی و بارش طی سال زراعی ۹۰-۹۱ در دو مکان یزد و کرج به صورت منحنی آمبروترومیک در شکل‌های ۱ و ۲ ارائه شده است. میانگین ماهیانه دمای هوا طی دوره رشد در کرج بین ۱/۵ تا ۲۳/۹ درجه سانتی‌گراد (به ترتیب در ماه‌های بهمن و خرداد) و در یزد بین هفت تا ۲۹/۳ درجه سانتی‌گراد (به ترتیب در ماه‌های آذر و خرداد)



شکل ۱. منحنی آمبروترومیک وضعیت دما و بارندگی منطقه کرج در سال زراعی ۹۰-۹۱ [۳]



شکل ۲. منحنی آمبروترومیک وضعیت دما و بارندگی منطقه یزد در سال زراعی ۹۰-۹۱ [۳]

به زراعی کشاورزی

دوره ۱۹ ■ شماره ۴ ■ زمستان ۱۳۹۶

جدول ۱. صفات فیزیکی و شیمیایی خاک دو منطقه مورد آزمایش

مکان	شوری (ds/m)	بافت (%)	رس (%)	لوم (%)	شن (%)	روی (mg/kg)	مس (mg/kg)	کربن (%)	نیتروژن (%)	فسفر (mg/kg)	پتاسیم (mg/kg)	pH
کرج	۲/۴	لومی	۱۴/۶	۴۷	۳۸/۴	-	-	۰/۷۸	۰/۲۲۱	۸/۰۹	۱۴۹/۹	۷/۰۱
یزد	۵/۱۲	شنی لومی	-	-	-	۰/۶۵	۰/۴	-	۰/۰۲۱	۱۰/۷۴	۱۰۰	۷/۴۴

و شیمیایی خاک اندازه گیری شد (جدول ۱). با توجه به اینکه حد بحرانی پتاسیم برای گندم آبی در کشور ۲۵۰ میلی گرم در کیلوگرم خاک گزارش شده است، بنابراین خاک زراعی دو منطقه مورد نظر، به کود پتاسه نیاز داشت [۶].

عملیات تهیه بستر بذر شامل عملیات شخم پاییزه به عمق ۳۰ سانتی متر با گاو آهن و عملیات دیسک زدن به منظور خردکردن کلوخه ها و تسطیح زمین انجام شد. نقشه آزمایش برای کاشت در دو منطقه ترسیم شد. آزمایش شامل ۲۷ تیمار در ۸۱ واحد آزمایشی بود. هر واحد آزمایشی به مساحت هشت متر مربع (۴×۲) و شامل هشت ردیف کاشت به فاصله ۲۵ سانتی متر و به طول چهار متر بود. فاصله بلوک ها دو متر، فاصله کرت های اصلی یک متر و کرت های فرعی نیم متر اعمال شد. میزان بذر مصرفی براساس مقدار ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار و وزن هزار بذر هر ژنوتیپ و به تعداد ۴۰۰ بذر در متر مربع کشت شد. مصرف عناصر غذایی ماکرو براساس توصیه آزمون تجزیه خاک و از منابع اوره و سوپر فسفات تریپل به ترتیب به مقدار ۳۰۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار انجام شد [۶]. اعمال تیمار محلول پاشی پتاسیم با غلظت های مختلف در مرحله رشد طولی ساقه (مرحله ۳۹ زادکس) انجام شد. معیار آبیاری بر اساس ظرفیت مزرعه ای و نقطه پژمردگی خاک در عمق های مختلف (روش درصد رطوبت وزنی خاک) و

آزمایش به صورت اسپلینت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. فاکتورهای مورد بررسی شامل اعمال تنش خشکی (قطع آبیاری)، محلول پاشی پتاسیم و ژنوتیپ به شرح زیر بودند:

الف: عامل اصلی اعمال تنش خشکی به صورت قطع آبیاری در سه سطح: ۱. قطع آبیاری از مرحله سنبله رفتن (مرحله ۴۹ زادکس) تا رسیدگی فیزیولوژیک (مرحله ۹۵ زادکس) به صورت تنش شدید؛ ۲. قطع آبیاری از مرحله شروع دانه بندی (مرحله ۷۱ زادکس) تا رسیدگی فیزیولوژیک (مرحله ۹۵ زادکس) به صورت تنش ملایم و ۳. شاهد (بدون قطع آبیاری) براساس اندازه گیری درصد رطوبت وزنی خاک و نیاز گیاه.

ب: عامل فرعی محلول پاشی کود پتاسیم در سه سطح: ۱. عدم محلول پاشی (K0) ۲. محلول پاشی با محلول ۱/۵ درصد K_2SO_4 (K1) و ۳- محلول پاشی با محلول ۳ درصد K_2SO_4 (K2). محلول پاشی قبل از اعمال تنش و در مرحله رشد طولی ساقه (مرحله ۳۹ زادکس) انجام شد و از سولفات پتاسیم (K_2SO_4) برای تهیه محلول ها استفاده شد.

ج: عامل فرعی ژنوتیپ در سه سطح شامل: دو رقم «پیشناز» و «مرودشت» و لاین "WS-82-9"

قبل از کاشت از عمق صفر تا ۳۰ و ۳۰ تا ۶۰ سانتی متری خاک محل اجرای آزمایش نمونه گیری مرکب انجام و میزان عناصر غذایی و برخی خصوصیات فیزیکی

تأثیر قطع آبیاری و محلول پاشی پتاسیم بر برخی ویژگی‌های فیزیولوژیک، شاخص برداشت و عملکرد دو رقم و یک لاین گندم نان

=شاخص پایداری غشای سلولی (درصد)

$$[1 - \left(\frac{\text{هدایت الکتریکی آب } 40 \text{ درجه سانتی گراد}}{\text{هدایت الکتریکی آب } 100 \text{ درجه سانتی گراد}} \right)] \times 100$$

به منظور اندازه‌گیری فتوسنتز در واحد سطح برگ $(\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1})$ ، از دستگاه اندازه‌گیری فتوسنتز مدل (CI340) استفاده شد. اندازه‌گیری‌ها پس از مرحله دانه‌بستن (مرحله ۷۶ زادکس) در ساعت ۹-۱۲ صبح در شدت نور معادل ۱۲۰۰-۱۴۰۰ میکرومول فوتون بر مترمربع و از سومین برگ کاملاً توسعه یافته از بالای گیاه انجام شد. بدین صورت که با قرار دادن برگ درون محفظه مخصوص تبادل گازی و حفظ موقعیت آن عمود بر خورشید به مدت زمان مشخص اقدام به ثبت این عوامل شد. از دستگاه کلروفیل‌متر برای اندازه‌گیری میزان کلروفیل برگ استفاده شد. پس از رسیدن کامل بوته‌ها، به منظور اندازه‌گیری شاخص برداشت، از هر کرت نمونه‌هایی شامل دو متر طولی از دو ردیف کاشت برداشت و به مدت ۴۸ ساعت در دمای 70°C در آون خشک شد. سپس عملکرد بیولوژیک گیاه با استفاده از ترازویی با دقت یک صدم گرم اندازه‌گیری شد. بلافاصله سنبه‌ها خرمن‌کوبی شده و عملکرد دانه و شاخص برداشت تعیین شدند. قبل از تجزیه آماری مرکب داده‌ها، از آزمون بارتلت برای تست یکنواختی واریانس‌ها استفاده شد. تجزیه و تحلیل مرکب داده‌های حاصل از دو مکان آزمایش با تصادفی در نظر گرفتن اثر مکان و با استفاده از نرم افزارهای SAS نسخه ۹/۱ و MSTAT_C انجام شد. برای رسم نمودارها از برنامه Excel و برای مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون دانکن استفاده شد.

مراحل مختلف رشد گیاه بود. عمق آب آبیاری با استفاده از فرمول زیر به نحوی محاسبه شد که رطوبت خاک در منطقه رشد ریشه به حد ظرفیت زراعی^۱ برسد.

$$dn = (Fc - \theta m) \times \rho b \times D \quad (1)$$

در این رابطه، dn عمق آب آبیاری بر حسب سانتی متر، θm رطوبت خاک بر حسب وزنی قبل از آبیاری، ρb جرم مخصوص ظاهری خاک و D عمق نمونه برداری از خاک با توجه به عمق ریشه در هر دفعه نمونه‌گیری بر حسب سانتی متر است.

با توجه به تعیین آب مورد نیاز، در تیمار شاهد آبیاری گیاه تا پایان دوره رشد گیاه ادامه یافت. در تیمار تنش شدید، قطع آبیاری از مرحله ظهور سنبه (مرحله ۴۹ زادکس) تا رسیدگی فیزیولوژیک و در تیمار تنش ملایم، قطع آبیاری از مرحله شروع دانه بندی (مرحله ۷۱ زادکس) تا رسیدگی فیزیولوژیک برای کرت های مورد نظر اعمال شد و در سایر مراحل رشد، آبیاری کرت ها مشابه تیمار شاهد انجام شد. به منظور کنترل بارندگی مؤثر در هنگام اعمال تنش، از پوشش پلاستیک در مزرعه کرج استفاده شد. برای تعیین شاخص پایداری غشای سلولی، یک هفته پس از اعمال تیمار قطع آبیاری در مرحله شروع دانه بندی، از هر کرت دو برگ جوان توسعه یافته انتخاب و سپس در پلاستیکی قرار داده شده و به آزمایشگاه منتقل شدند. سپس ۱۰ دیسکت از هر نمونه تهیه شد. دیسکت‌های تهیه شده درون شیشه حاوی ۱۰ میلی لیتر آب دو بار تقطیر شده (دمای 40°C درجه سانتی گراد) قرار گرفتند و پس از آن ۲۴ ساعت، هدایت الکتریکی اندازه‌گیری شد. پس از آن شیشه‌ها را در اتوکلاو با دمای 100°C درجه سانتی گراد و به مدت ۲۰ دقیقه قرار گرفتند و پس از سرد شدن، هدایت الکتریکی ثانویه اندازه‌گیری شد. شاخص پایداری غشای سلولی با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد [۲].

1. Field Capacity

به زراعی کشاورزی

۳. نتایج و بحث

نتایج تجزیه مرکب داده‌ها نشان داد که میزان فتوستتزر برگ تحت تأثیر معنادار تیمارهای تنش خشکی، پتاسیم و رقم و اثر متقابل مکان در پتاسیم و تنش خشکی در رقم قرار گرفت (جدول ۲).

جدول ۲. تجزیه واریانس (میانگین مربعات) میزان فتوستتزر، پایداری غشای سلولی، کلروفیل و شاخص برداشت دورقم و یک لاین گندم تحت شرایط تنش خشکی و محلول پاشی پتاسیم در دو مکان

میانگین مربعات (MS)					
منابع تغییرات	درجه آزادی	فتوستتزر برگ	پایداری غشای سلولی	کلروفیل برگ	شاخص برداشت
مکان (L)	۱	۰/۹۲ ^{ns}	۶۱۳۴/۱۳ *	۱۶۵/۷۰ ^{ns}	۰/۰۳۲*
خطای مکان	۴	۱/۹۷	۳۲۸/۱۲	۷۵/۶۷	۰/۰۰۴
تنش خشکی (A)	۲	۳۰/۷۳***	۳۲۸۵/۶۹ **	۲۲۴۳/۴۵**	۰/۱۶۸**
L×A	۲	۰/۱۱ ^{ns}	۲۸۷/۸۱ ^{ns}	۱۱۰/۴۹ **	۰/۰۰۹*
خطای a	۸	۰/۷۵	۴۶۹/۳۵	۳۸/۲۶	۰/۰۰۴
غلظت پتاسیم (B)	۲	۹/۹۷**	۱۵۷۸/۸۴ **	۱۲۷/۲۷ **	۰/۰۶۹**
L×B	۲	۲/۲۱**	۴۳/۲۱ ^{ns}	۴/۳۱ ^{ns}	۰/۰۴۳**
A×B	۴	۰/۴۸ ^{ns}	۳۵۹/۱۹*	۱۱/۱۵ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}
L×A×B	۴	۰/۳۷ ^{ns}	۴۰۷/۷۰*	۹۸/۹۵ **	۰/۰۰۴ ^{ns}
ژنوتیپ (C)	۲	۱/۳۴**	۲۴۳۸/۴۰ **	۱۴۳/۴۶ **	۰/۱۲۷**
L×C	۲	۰/۳۳ ^{ns}	۲۹۵/۰۷ ^{ns}	۱۱۲/۵۳ **	۰/۰۰۵ ^{ns}
A×C	۴	۰/۸۶**	۱۲۰/۵۵ ^{ns}	۴/۳۴ ^{ns}	۰/۰۰۸**
L×A×C	۴	۰/۳۶ ^{ns}	۳۱۷/۱۰ ^{ns}	۳۹/۹۱ ^{ns}	۰/۰۰۹**
B×C	۴	۰/۳۵ ^{ns}	۱۸/۵۱ ^{ns}	۹/۸۶ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}
L×B×C	۴	۰/۱۳ ^{ns}	۳۲۳/۵۱ ^{ns}	۸/۱۴ ^{ns}	۰/۰۰۳ ^{ns}
A×B×C	۸	۰/۳۲ ^{ns}	۲۰۱/۳۵ ^{ns}	۷/۴۰ ^{ns}	۰/۰۰۲ ^{ns}
L×A×B×C	۸	۰/۱۸ ^{ns}	۱۶۱/۸۴ ^{ns}	۱۳/۷۸ ^{ns}	۰/۰۰۲ ^{ns}
خطای b	۹۶	۰/۲۳	۱۳۲/۰۰	۲۲/۵۶	۰/۰۰۲

ns، * و ** به ترتیب نشانگر غیرمعنادار، معنادار بودن اثر عامل آزمایشی در سطح احتمال خطای آماری ۵ و ۱ درصد.

تأثیر قطع آبیاری و محلول پاشی پتاسیم بر برخی ویژگی‌های فیزیولوژیک، شاخص برداشت و عملکرد دو رقم و یک لاین گندم نان

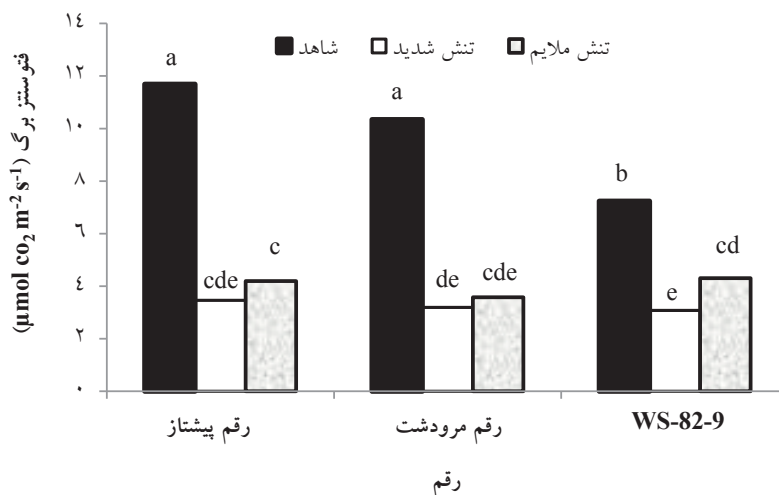
داشت. در تیمار شاهد سرعت فتوستتزر برگ پرچم رقم متحمل «زاگرس» (۱۵/۰ میکرومول دی‌اکسیدکربن بر مترمربع در ثانیه) به مراتب بیشتر از رقم «مرودشت» (۱۰/۷ میکرومول دی‌اکسیدکربن بر مترمربع در ثانیه) بود. در تیمار تنش خشکی در مرحله پر شدن دانه نیز سرعت فتوستتزر برگ پرچم رقم متحمل «زاگرس» (۱۰/۶ میکرومول دی‌اکسیدکربن بر مترمربع در ثانیه) به‌طور معناداری بیشتر از رقم «مرودشت» (۶/۰۸ میکرومول دی‌اکسیدکربن بر مترمربع در ثانیه) بود [۴].

اثر متقابل معنادار مکان در پتاسیم بر میزان فتوستتزر برگ نشان داد که میزان تأثیر سطوح محلول پاشی پتاسیم در دو مکان مورد مطالعه بر میزان فتوستتزر برگ متفاوت بود، به طوری که در مزرعه کرج میزان فتوستتزر برگ در تیمار ۳ درصد K_2SO_4 به میزان ۷/۱ میکرومول دی‌اکسیدکربن بر مترمربع در ثانیه بود که تفاوت معناداری با دو سطح دیگر محلول پاشی داشت، در حالی که در مزرعه یزد حتی محلول پاشی ۱/۵ درصد K_2SO_4 نیز تفاوت معناداری با عدم محلول پاشی داشت. محلول پاشی ۳ درصد K_2SO_4 نسبت به عدم محلول پاشی باعث افزایش فتوستتزر برگ در مزرعه یزد به میزان ۳/۶۷ میکرومول دی‌اکسیدکربن بر مترمربع در ثانیه (۹۹/۱ درصد) و در مزرعه کرج به میزان ۲/۹۵ میکرومول دی‌اکسیدکربن بر مترمربع در ثانیه (۶۹/۷ درصد) شد (شکل ۴). در تحقیقی تأثیر تنش خشکی (کم، متوسط و شدید) و مصرف پتاسیم (۰/۲، ۲ و ۶ میلی مول) بر فتوستتزر گندم بررسی شد و نتایج آن نشان داد که با افزایش تنش خشکی، فتوستتزر گیاه ۶۱ درصد کاهش یافت. همچنین در سطوح مختلف تنش خشکی با افزایش غلظت پتاسیم، فتوستتزر گیاه نیز افزایش یافت، به نحوی که در تنش خشکی کم، متوسط و شدید با افزایش پتاسیم از ۰/۲ به ۶ میلی مول، فتوستتزر گیاه به ترتیب به مقدار ۱۷/۳، ۷۵ و ۹۲/۸ درصد افزایش یافت [۲۳].

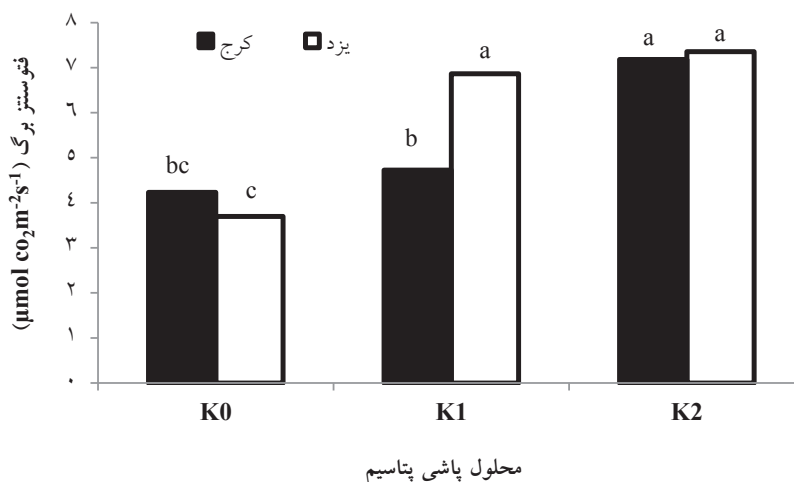
مقایسه میانگین اثر متقابل تنش خشکی در ژنوتیپ بر میزان فتوستتزر برگ نشان داد که واکنش دو رقم و یک لاین مورد مطالعه نسبت به اعمال تنش خشکی متفاوت بود. رقم‌های «پشتاز» و «مرودشت» در شرایط آبیاری طبیعی مزرعه به ترتیب با ۱۱/۶۹ و ۱۰/۳۴ میکرومول دی‌اکسیدکربن بر مترمربع در ثانیه، بیشترین مقادیر مربوط به این صفت را به خود اختصاص دادند. تنش خشکی شدید نسبت به آبیاری طبیعی باعث کاهش فتوستتزر در هر سه رقم و لاین شد، ولی روند کاهش در رقم‌های «پشتاز» و «مرودشت» نسبت به لاین "WS-82-9" شدیدتر بود. این کاهش در رقم «پشتاز» به میزان ۸/۲۳ میکرومول دی‌اکسیدکربن بر مترمربع در ثانیه (۷۰/۴ درصد) و در رقم «مرودشت» ۷/۱۵ میکرومول دی‌اکسیدکربن بر مترمربع در ثانیه (۶۹/۱ درصد) و در لاین "WS-82-9"، ۴/۱۶ میکرومول دی‌اکسیدکربن بر مترمربع در ثانیه (۵۷/۵ درصد) بود (شکل ۳).

تحقیقی به منظور بررسی اثر تنش خشکی بر عملکرد و برخی مؤلفه‌های فیزیولوژیک گندم به ترتیب در مرحله تقسیم سلولی (چهارده روز اول پس از گرده افشانی، مرحله اول) و پر شدن دانه‌ها (چهارده روز دوم پس از گرده افشانی، مرحله دوم) در دو رقم حساس «مرودشت» و متحمل به خشکی «زاگرس» انجام شد. نتایج نشان داد که در هر دو رقم تنش خشکی در هر دو مرحله باعث کاهش معنادار سرعت فتوستتزر برگ پرچم شد، به طوری که فتوستتزر برگ پرچم در شرایط شاهد، تنش در مرحله تقسیم سلولی و تنش در مرحله پر شدن دانه به ترتیب ۱۲/۸۵، ۷/۸۷ و ۸/۳۴ میکرومول دی‌اکسیدکربن بر مترمربع در ثانیه مشاهده شد. همچنین فتوستتزر برگ پرچم رقم متحمل «زاگرس» (۱۱/۶۵ میکرومول دی‌اکسیدکربن بر مترمربع در ثانیه) نسبت به رقم «مرودشت» (۷/۷۱ میکرومول دی‌اکسیدکربن بر مترمربع در ثانیه) برتری

عباس زارعیان و همکاران



شکل ۳. مقایسه میانگین اثر متقابل تنش خشکی در ژنوتیپ برگ بر فتوسنتز برگ (حروف مشترک نشان دهنده عدم اختلاف معنادار است)

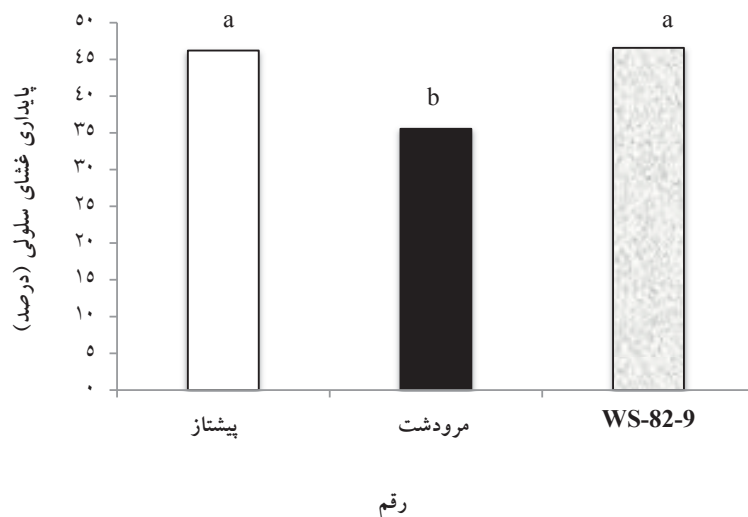


شکل ۴. مقایسه میانگین اثر متقابل مکان در غلظت پتاسیم بر فتوسنتز برگ (حروف مشترک نشان دهنده عدم اختلاف معنادار است). K0، K1 و K2 به ترتیب نشانگر محلول پاشی پتاسیم در سه سطح عدم محلول پاشی، محلول پاشی ۱/۵ و ۳ درصد سولفات پتاسیم (K₂SO₄) است)

سه رقم و لاین مورد مطالعه متفاوت بود و بیشترین پایداری به رقم «پیشتاز» و لاین «WS-82-9» اختصاص داشت که تفاوت معناداری با یکدیگر نداشتند و کمترین آن در رقم «مرودشت» مشاهده شد (شکل ۵).

نتایج تجزیه مرکب داده ها نشان داد که اثر ساده مکان، تنش خشکی، ژنوتیپ و پتاسیم و اثر متقابل تنش خشکی در پتاسیم و اثر مکان در تنش خشکی در پتاسیم بر پایداری غشای سلولی معنادار بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین صفات نشان داد که درصد پایداری غشای سلولی در بین

تأثیر قطع آبیاری و محلول پاشی پتاسیم بر برخی ویژگی‌های فیزیولوژیک، شاخص برداشت و عملکرد دو رقم و یک لاین گندم نان



شکل ۵. مقایسه میانگین پایداری غشای سلولی دو رقم و یک لاین گندم (حروف مشترک نشان دهنده عدم اختلاف معنادار است)

غشای سلول داشت. با افزایش سطوح پتاسیم، درصد پایداری غشای سلولی در هر دو مکان افزایش معناداری داشت، به طوری که بیشترین مقدار آن در شرایط آبیاری طبیعی و محلول پاشی ۳ درصد K_2SO_4 در کرج حاصل شد (۶۷/۴۵ درصد) و کمترین مقدار آن در تیمار تنش خشکی شدید و بدون محلول پاشی پتاسیم در یزد (۲۶/۷۶ درصد) مشاهده شد (شکل ۶). بسیاری از محققان اندازه‌گیری میزان رادیکال‌های آزاد اکسیژن تولید شده، لیپیداسیون غشای سلولی و پایداری غشای سلولی را معیارهای مناسب برای شناسایی رقم‌های مقاوم گندم می‌دانند. همچنین آنها گزارش کردند که رقم‌های مقاوم به دلیل سازگاری بیشتر در شرایط تنش خشکی کمتر خسارت می‌بینند و میزان مرگ سلولی در آنها کمتر است [۲۲].

نتایج نشان داد که اثر ساده تنش خشکی، غلظت پتاسیم و رقم و اثر متقابل مکان در رقم و مکان در خشکی و اثر متقابل مکان در تنش خشکی در غلظت پتاسیم بر کلروفیل معنادار بود (جدول ۲).

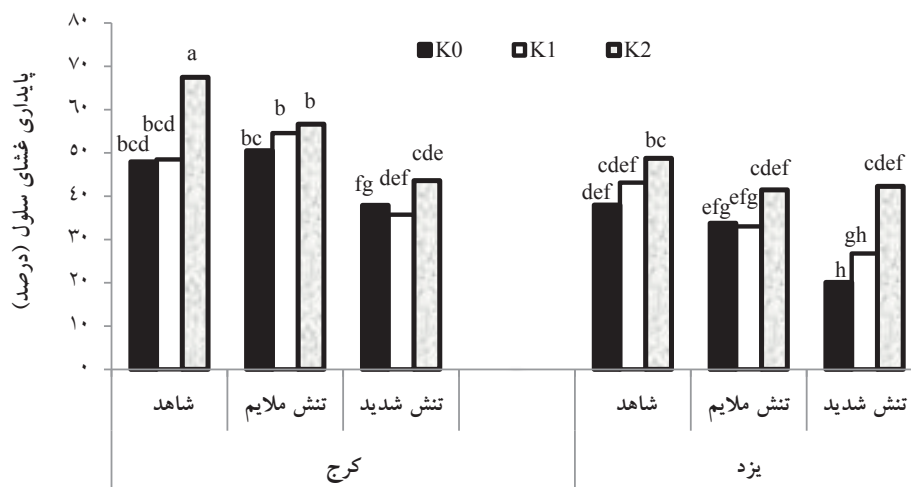
در مطالعه‌ای تأثیر تنش خشکی بر صفات فیزیولوژیک ۱۸ رقم گندم نان و دو رقم گندم دوروم بررسی شد و نتایج نشان داد که پایداری غشای سلولی در شرایط تنش، کاهش معناداری داشت. همچنین با توجه به میزان حساسیت رقم‌ها به تنش خشکی، صفاتی نظیر محتوی نسبی آب برگ و پایداری غشای سلولی متفاوت بودند، به طوری که در شرایط تنش خشکی، رقم‌های متحمل نظیر «آذر ۲»، «پیش‌تاز»، «توس»، «چمران»، «کویر» و «کوه‌دشت» در مقایسه با رقم‌های حساس نظیر «شیراز»، «شیرودی»، «فلات»، «بهار»، «زرین» و «الموت» از محتوی نسبی آب برگ و پایداری غشای سلولی بالاتری برخوردار بودند [۱۹].

در این تحقیق مقایسه میانگین اثر متقابل مکان در تنش خشکی در پتاسیم بر پایداری غشای سلولی نشان داد که اعمال تنش خشکی بر رقم‌های مورد مطالعه در هر دو مکان باعث کاهش پایداری غشای سلولی شد و در این شرایط محلول پاشی پتاسیم تأثیر مثبتی بر افزایش پایداری

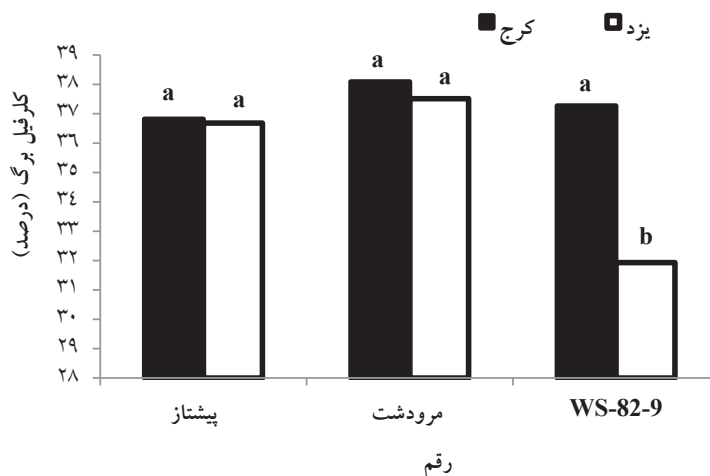
عباس زارعیان و همکاران

یزد به استثنای لاین "WS-82-9" در مزرعه یزد، تفاوت معنادار وجود نداشت و این لاین در مزرعه تحقیقاتی یزد کمترین میزان کلروفیل برگ را داشت (شکل ۷).

مقایسه میانگین اثر متقابل مکان در رقم نشان داد که واکنش لاین "WS-82-9" در مقایسه با دو رقم دیگر متفاوت بود، به نحوی که بین رقم‌های کشت شده در کرج و



شکل ۶. مقایسه میانگین اثر متقابل مکان در تنش خشکی در غلظت پتاسیم بر پایداری غشای سلولی (حروف مشترک نشان دهنده عدم اختلاف معنادار است)



شکل ۷. مقایسه میانگین اثر متقابل مکان در رقم بر کلروفیل برگ (حروف مشترک نشان دهنده عدم اختلاف معنادار است)

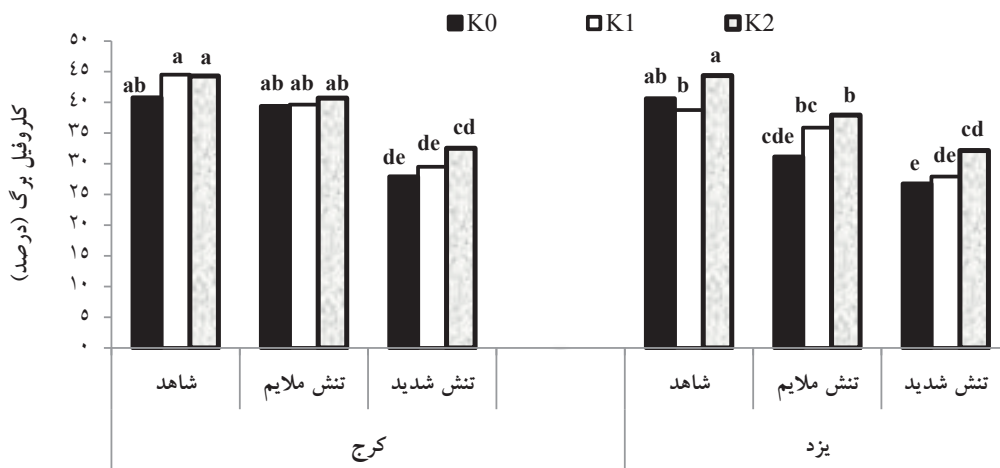
تأثیر قطع آبیاری و محلول پاشی پتاسیم بر برخی ویژگی‌های فیزیولوژیک، شاخص برداشت و عملکرد دو رقم و یک لاین گندم نان

از آنجا که عکس العمل رقم‌های یک گیاه در شرایط آب و هوایی مختلف، با توجه به پتانسیل ژنتیکی آن‌ها متفاوت است، به نظر می‌رسد که لاین "WS-82-9" در مواجهه با شرایط نامساعد محیطی به ویژه در مراحل انتهایی دوره رشد در منطقه یزد، به منظور فرار از تنش خشکی، دوره رشد خود را سریع‌تر به پایان رسانده است. بنابراین، زرد و کم‌رنگ شدن سریع‌تر برگ‌ها و در نتیجه سبزیگی کم‌تر آن‌ها، باعث کاهش معنادار در کلروفیل برگ این لاین شده است.

در تحقیقی میزان کلروفیل برگ ۱۸ لاین پیشرفته گندم دوروم در شرایط دیم و کم آبیاری (یک نوبت آبیاری در مرحله گل دهی) در دو سال زراعی متوالی ۱۳۸۳-۱۳۸۵ مطالعه و نتیجه‌گیری شد که لاین‌های مورد بررسی از نظر میزان کلروفیل برگ تفاوت داشتند [۵].

در مطالعه‌ای تأثیر رژیم‌های مختلف آبیاری (آبیاری بعد از ۵۰، ۷۰ و ۹۰ درصد تخلیه آب خاک) و استفاده از سولفات پتاسیم در سه سطح (عدم استفاده، ۱۵۰ و ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار) بر میزان کلروفیل برگ کلزا نشان داد که دو ژنوتیپ مورد مطالعه از نظر میزان کلروفیل برگ متفاوت بودند و رقم «هایولا ۴۰۱» نسبت به ژنوتیپ محلی ۱۶ درصد برتری داشت. با افزایش تنش خشکی میزان کلروفیل برگ در دو مرحله اندازه‌گیری (مرحله گل‌دهی و تشکیل غلاف‌ها) به ترتیب به میزان ۶ و ۳ درصد کاهش یافت. همچنین تیمار استفاده از سولفات پتاسیم تأثیر معناداری بر میزان کلروفیل برگ داشت، به طوری که با مصرف ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار نسبت به عدم استفاده از سولفات پتاسیم، این صفت در مرحله گل‌دهی، ۷ درصد و در مرحله تشکیل غلاف‌ها، ۶ درصد افزایش یافت [۱۷].

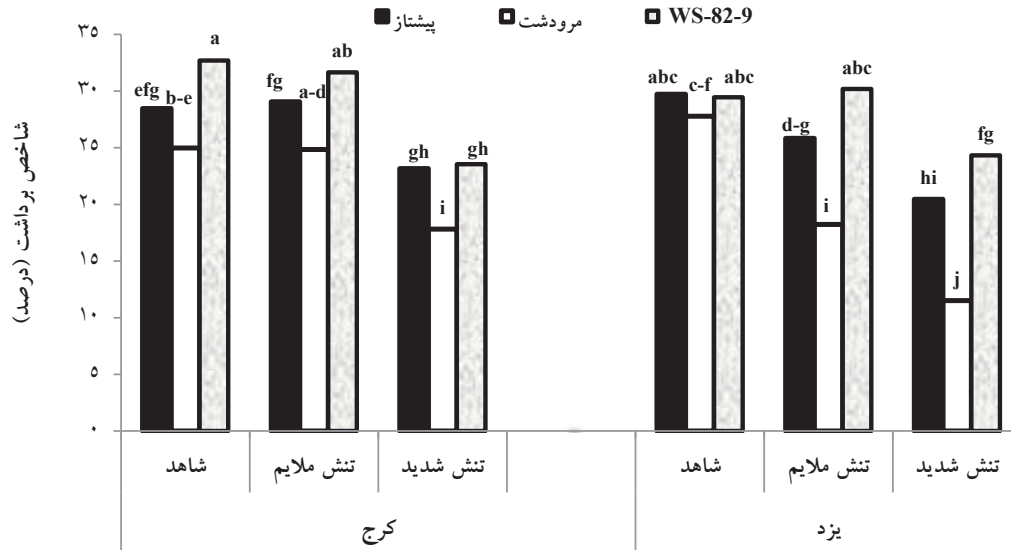
مقایسه میانگین اثر متقابل مکان در تنش خشکی در غلظت پتاسیم بر میزان کلروفیل برگ نشان داد که شرایط آبیاری طبیعی مزرعه و تیمار محلول پاشی پتاسیم، به تولید بیشترین مقدار کلروفیل برگ در دو مکان منجر شد، به طوری که بیشترین مقدار کلروفیل برگ در کرج تحت شرایط آبیاری طبیعی و تیمار محلول پاشی ۳ و ۱/۵ درصد K_2SO_4 (به ترتیب



شکل ۸. مقایسه میانگین اثر متقابل مکان در تنش خشکی در غلظت پتاسیم بر کلروفیل برگ (حروف مشترک نشان دهنده عدم اختلاف معنادار است)

همچنین شاخص برداشت لاین "WS-82-9" کشت شده در کرج در شرایط تنش شدید (۲۳/۵۴ درصد) نسبت به آبیاری طبیعی (۳۲/۶۹ درصد) به میزان ۹/۱۵ درصد کاهش یافت، در حالی که شاخص برداشت لاین "WS-82-9" کشت شده در یزد در شرایط تنش شدید (۳۴/۲۴ درصد) نسبت به آبیاری طبیعی (۲۹/۴۵ درصد) به میزان ۵/۱۳ درصد کاهش یافت. در مجموع در هر دو مکان با محدودیت بیشتر آب و شدیدتر شدن تنش خشکی، شاخص برداشت نیز در سه رقم ولاین آزمایشی کاهش یافت. بیشترین درصد شاخص برداشت تحت شرایط آبیاری طبیعی متعلق به لاین "WS-82-9" در منطقه کرج (۳۲/۶۹ درصد) و کمترین مقدار مربوط به آن تحت شرایط تنش خشکی شدید در رقم «مرودشت» در منطقه یزد (۱۱/۵۰ درصد) بود (شکل ۹).

نتایج تجزیه مرکب داده ها نشان داد که اثر مکان، تنش خشکی، پتاسیم، ژنوتیپ و اثر متقابل مکان در تنش خشکی، مکان در پتاسیم، تنش خشکی در ژنوتیپ و مکان در تنش خشکی در ژنوتیپ بر شاخص برداشت معنادار بودند (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل مکان در تنش خشکی در ژنوتیپ بر شاخص برداشت نشان داد که واکنش دو رقم و یک لاین مورد مطالعه به سطوح مختلف تنش خشکی در دو مکان متفاوت بود، به نحوی که شاخص برداشت رقم «مرودشت» کشت شده در کرج در شرایط تنش شدید (۱۷/۸۱ درصد) نسبت به آبیاری طبیعی (۲۴/۹۸ درصد) به مقدار ۷/۱۷ درصد کاهش یافت. در حالی که شاخص برداشت رقم «مرودشت» کشت شده در یزد در شرایط تنش شدید (۱۱/۵۰ درصد) نسبت به آبیاری طبیعی (۲۷/۷۷ درصد) به مقدار ۱۶/۲۷ درصد کاهش یافت.



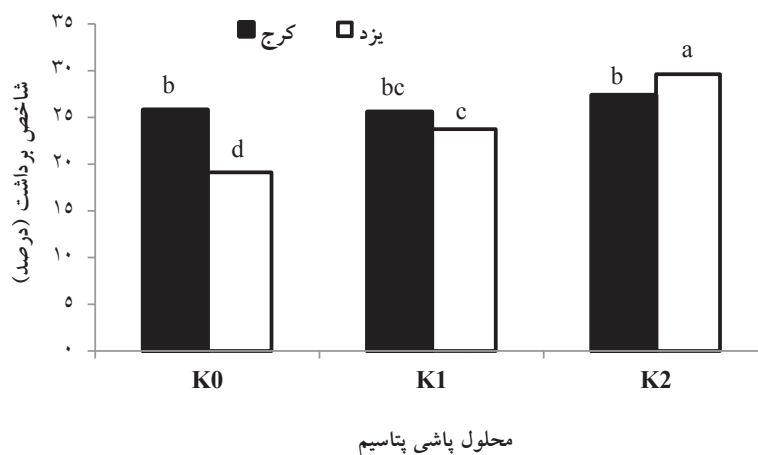
شکل ۹. مقایسه میانگین اثر متقابل مکان در تنش خشکی در رقم بر شاخص برداشت (حروف مشترک نشان دهنده عدم اختلاف معنادار است)

تأثیر قطع آبیاری و محلول پاشی پتاسیم بر برخی ویژگی‌های فیزیولوژیک، شاخص برداشت و عملکرد دو رقم و یک لاین گندم نان

این شرایط ارتباط داد. در تحقیقی در دو شرایط مطلوب و تنش خشکی پس از گل‌دهی، میانگین شاخص برداشت گندم به ترتیب ۳۶/۲۸ و ۲۹/۷۱ درصد به دست آمد. همچنین در شرایط تنش، بیشترین و کمترین شاخص برداشت به ترتیب در رقم «گهر» با ۳۴/۲۰ و لاین "Boholh-15" با ۲۵/۵۳ درصد به دست آمد. در شرایط مطلوب نیز بیشترین و کمترین شاخص برداشت به ترتیب به دو رقم «گهر» با ۳۹/۱۰ و «سیمره» با ۳۰/۵۷ درصد اختصاص داشت [۱].

بررسی مقایسه میانگین اثر متقابل مکان در پتاسیم بر شاخص برداشت نشان داد که میزان تأثیر محلول پاشی پتاسیم در دو مکان مورد نظر متفاوت بود، به نحوی که در مزرعه تحقیقاتی کرج سطوح مختلف پتاسیم تأثیر معناداری بر میزان شاخص برداشت نداشتند، ولی در مزرعه تحقیقاتی یزد با افزایش سطوح محلول پاشی پتاسیم، میزان شاخص برداشت نیز افزایش معناداری داشت. بر این اساس بیشترین میزان شاخص برداشت با اعمال تیمار محلول پاشی ۳ درصد K_2SO_4 در مزرعه یزد (۲۹/۶۲ درصد) و کمترین میزان شاخص برداشت نیز در تیمار بدون محلول پاشی در مزرعه یزد (۱۹/۱۱ درصد) مشاهده شد (شکل ۱۰).

شاخص برداشت به نحوه تخصیص مواد فتوسنتزی به اندام‌های زایشی و رویشی بستگی دارد و تنش خشکی از طریق تأثیر بر این اندام‌ها بر شاخص برداشت اثر می‌گذارد. در این مطالعه در اثر اعمال تنش خشکی تغییر در اجزای رویشی و زایشی ژنوتیپ‌ها در دو مکان به یک میزان نبود. با اعمال تنش خشکی، کاهش عملکرد بیولوژیک نسبت به عملکرد اقتصادی در لاین "WS-82-9" کشت شده در یزد در مقایسه با کرج بیشتر بود، که این موضوع احتمالاً می‌تواند به علت انتقال مجدد بیشتر مواد در شرایط آب و هوایی یزد در لاین "WS-82-9" باشد که در نتیجه آن عملکرد دانه این لاین کمتر کاهش یافت. در حالی که در اثر تنش خشکی کاهش عملکرد اقتصادی نسبت به عملکرد بیولوژیک در رقم «مرودشت» در منطقه یزد به مقدار بیشتری مشاهده شد. این موضوع را می‌توان از یک طرف با شرایط آب و هوایی گرم و خشک تر یزد در مقایسه با کرج به ویژه در ماه‌های اردیبهشت و خرداد که مصادف با دوران زایشی و پر شدن دانه گندم است مرتبط دانست، و از طرف دیگر به حساسیت بیشتر رقم «مرودشت» به خشکی و در نتیجه چروکیدگی و کاهش وزن بذر و عملکرد اقتصادی آن در



شکل ۱۰. مقایسه میانگین اثر متقابل مکان در پتاسیم بر شاخص برداشت (حروف مشترک نشان دهنده عدم اختلاف معنادار است). K0، K1 و K2 به ترتیب نشانگر محلول پاشی پتاسیم در سه سطح عدم محلول پاشی، محلول پاشی ۱/۵ و ۳ درصد سولفات پتاسیم (K_2SO_4) است.

گزارش شده است که محلول پاشی ۲ درصد اوره همراه با ۲ درصد K_2SO_4 نسبت به شاهد (عدم محلول پاشی)، سبب افزایش در عملکرد و اجزاء عملکرد گندم شد، به طوری که میانگین شاخص برداشت در تیمار محلول پاشی ۲ درصد اوره همراه با ۲ درصد K_2SO_4 (۳۷/۴ درصد) نسبت به شاهد (۳۵/۵ درصد) به میزان ۱/۹ درصد افزایش داشت [۹].

۴. نتیجه گیری کلی

نتایج نشان داد که تنش خشکی باعث کاهش معنادار ویژگی های فیزیولوژیک و شاخص برداشت دو رقم و یک لاین مورد بررسی در این تحقیق شد. با توجه به اختلاف شرایط آب و هوایی دو منطقه مورد مطالعه و شرایط آب و هوایی نامساعدتر یزد به ویژه در ماه های اردیبهشت و خرداد که مصادف با مراحل رشد زایشی و پر شدن دانه گندم بود، تأثیر تنش خشکی بر ویژگی های فیزیولوژیک ژنوتیپ ها بیشتر بود و این عامل باعث شد که در منطقه یزد، عملکرد و شاخص برداشت کمتری حاصل شد. بیشترین درصد شاخص برداشت در لاین "WS-82-9" تحت شرایط آبیاری طبیعی در منطقه کرج (۳۲/۶۹ درصد) و کمترین آن در رقم «مرودشت» تحت شرایط تنش خشکی شدید در منطقه یزد (۱۱/۵۰ درصد) مشاهده شد. تنش خشکی شدید نسبت به آبیاری طبیعی باعث کاهش فتوسنتز در دو رقم «پیشتاژ» و «مرودشت» لاین "WS-82-9" به ترتیب به میزان ۷۰/۴، ۶۹/۱ و ۵۷/۵ درصد شد. پایداری غشای سلول در بین دو رقم و لاین مورد مطالعه متفاوت بود و کمترین آن در رقم «مرودشت» (۳۵/۵۵ درصد) حاصل شد. محلول پاشی پتاسیم باعث تعدیل اثر تنش خشکی شد، به طوری که بیشترین میزان شاخص برداشت با اعمال تیمار محلول پاشی ۳ درصد K_2SO_4 در منطقه یزد (۲۹/۶۲ درصد) به دست آمد. تأثیر

محلول پاشی پتاسیم در دو منطقه مورد مطالعه بر فتوسنتز برگ متفاوت بود، به نحوی که محلول پاشی ۳ درصد K_2SO_4 نسبت به عدم محلول پاشی باعث افزایش فتوسنتز برگ در منطقه یزد به میزان ۳/۶۷ میکرومول دی اکسید کربن بر مترمربع در ثانیه (۹۹/۱ درصد) و در منطقه کرج به میزان ۲/۹۵ میکرومول دی اکسید کربن بر مترمربع در ثانیه (۶۹/۷ درصد) شد. علاوه بر این بیشترین مقدار کلروفیل برگ تحت شرایط آبیاری طبیعی و تیمار محلول پاشی ۳ و ۱/۵ درصد K_2SO_4 (به ترتیب ۴۴/۵۳ و ۴۴/۳ درصد) در منطقه کرج و کمترین آن تحت شرایط تنش خشکی شدید و تیمار عدم محلول پاشی (۲۶/۷۶ درصد) در منطقه یزد حاصل شد. با توجه به نتایج این تحقیق توصیه می شود در مزارعی که به ویژه در مراحل پایانی دوره رشد گیاه با محدودیت آبیاری مواجه هستند، الگوهای مدیریتی نظیر تغذیه مناسب گیاه (محلول پاشی پتاسیم) و رقم مناسب (لاین "WS-82-9") استفاده شوند.

منابع

۱. امام ی، رنجبری م.ع. و بحرانی م.ج. (۱۳۸۶) ارزیابی عملکرد دانه و اجزای آن در ژنوتیپ های گندم تحت تأثیر تنش خشکی پس از گلدهی. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۱(۱): ۳۱۷-۳۲۷.
۲. برزویی ا، خزائی ح.ر. و شهریاری ف.ر. (۱۳۸۵) اثر تنش خشکی پس از گرده افشانی بروی ویژگی های فیزیولوژیک و میزان آنتی اکسیدان های موجود در ژنوتیپ های مختلف گندم. مجله علوم و صنایع کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد. ۲(۵): ۶۵-۷۵.
۳. بی نام (۱۳۹۱) آمار هواشناسی کشور. سایت سازمان هواشناسی کشور.
۴. سعیدی م، مرادی ف، احمدی ع، سپهری ر، نجفیان

تأثیر قطع آبیاری و محلول پاشی پتاسیم بر برخی ویژگی‌های فیزیولوژیک، شاخص برداشت و عملکرد دو رقم و یک لاین گندم نان

- Potassium starvation increases stomata conductance in olive trees. Horticulture Science. 41: 433-436.
12. Boyer J.S. (1982) Plant productivity and environment. An analysis Science. 218(4571): 443-448.
13. Burce J.A. (1991) Comparative responses of leaf conductance to humidity in single attached leaves. Journal of Experimental Botany. 32: 629-634.
14. Castrillo M. and Calcargo A.M. (1989) Effects of water stress and re watering on ribulose-1, biphosphate carboxylase activity, chlorophyll and protein contents in two cultivars of tomato. Journal of Horticultural Science. 64: 717-724.
15. Earl H.J. and Davis R.F. (2003) Effect of drought stress on leaf and whole canopy radiation use efficiency and yield of maize. Agronomy Journal. 95: 688- 696.
16. EL-Ashry M.S. and El-Kholy M.A. (2005) Response of wheat cultivars to chemical desiccants under water stress conditions. Journal of Applied Science Research. 1 (2): 253-262.
17. Fanaei H.R. Galavi M. Kafi M. and Ghanbari Bonjar A. (2009) Amelioration of water stress by potassium fertilizer in two oilseed species. International Journal of Plant Production. 3 (2): 41-54.
18. Fusheing L. (2006) Potassium and water interaction. International Workshop on Soil Potassium and K Fertilizer Management. Agricultural College Guangxi University. 1-32.
19. Hasheminasab H., Assad M.T., Aliakbari A and Sakhafi S.R. (2012). Evaluation of some physiological traits associated with improved drought tolerance in Iranian wheat. Annals of Biological Research. 3 (4): 1719-1725.
- گ. و شعبانی ا. (۱۳۸۹) اثر تنش خشکی انتهای فصل بر خصوصیات فیزیولوژیک و روابط منبع و مخزن در دو ژنوتیپ گندم نان. مجله علوم زراعی ایران. ۱۲(۴): ۳۹۲-۴۰۸.
۵. محمدی ر.، حق پرست ر.، آقایی سربرزه م. و عبدالمهی ع. (۱۳۸۵) ارزیابی میزان تحمل خشکی ژنوتیپ های پیشرفته گندم دوروم بر اساس معیارهای فیزیولوژیک و سایر شاخص های وابسته. مجله علوم کشاورزی ایران. ۳۷(۱): ۵۶۱-۵۶۷.
۶. ملکوتی م.ج.، غیبی م.ن. (۱۳۷۶) تعیین حد بحرانی عناصر غذایی محصولات استراتژیک و توصیه کودی در کشور. نشر آموزش کشاورزی، معاونت آموزش و تجهیز نیروی انسانی سازمان تات، وزارت جهاد کشاورزی. ۵۶ صفحه.
۷. نورمحمدی ق.، حاج سیدهادی م.ر.، درزی م.ت. و موحلی دهنوی م. (۱۳۹۱) اصلاح و تولید گندم نان (ترجمه). انتشارات سروا. ۶۲۷ صفحه.
8. Abou El-Defan T.A., El-Kholi H.M.A., Rifaat M.G.M. and Abd Allah A.E. (1999) Effect of soil and foliar application of potassium on yield and mineral content of wheat grains grown in sandy soils. Egyptian Journal of Agricultural Research. 77 (2): 513-522.
9. Ahmed G., Tawfik M.M. and Hassanein M.S. (2011) Foliar feeding of potassium and urea for maximizing wheat productivity in sandy soil. Australian Journal of Basic and Applied Sciences. 5(5): 1197-1203.
10. Arnon I. (1972) Crop production in dry regions. Wheat. Vol. 2: Systematic Treatments of the Principal crops. Plant Science Monograph. Leonard Hill Books, London. p. 683.
11. Arquero O., Barranco Dand Benlloch M. (2006)

20. Jamieson P.D., Martin R.J., Martin G.S. and Wilson D.R. (1995) Drought effects on biomass production and radiation-use efficiency in barley. *Field Crops Research*. 43: 77- 86.
21. Kulshreshtha S., Mishra D.P. and Gupta R.K. (1987) Changes in content of chlorophyll, proteins and lipids in whole chloroplast and chloroplast membrane fractions at different leaf water potentials in drought resistant and sensitive genotypes of wheat. *Photosynthetica*. 21(1): 65-70 .
22. Renu K.C. and Devarshi S. (2007) Acclimation to drought stress generates oxidative stress tolerance in drought-resistant than susceptible wheat cultivar under field conditions. *Environmental and Experimental Botany*. 60: 276-283.
23. Sen Gupta A., Berkowitz G.A. and Pier P.A. (1989) Maintenance of photosynthesis at low leaf water potential in wheat. *Plant Physiology*. 89: 1358-1365.



Crops Improvement

(Journal of Agricultural Crops Production)

Vol. 19 ■ No. 4 ■ Winter 2017

Effect of irrigation with holding and foliar potassium application on some physiological characteristics, harvest index and yield of two cultivars and a line of bread wheat

*Abbas Zareian**, *Aidin Hamidi*, *Farshid Hasani*

Seed and Plant Certification and Registration Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

Received: January 2, 2016

Accepted: May 3, 2016

Abstract

In order to evaluate the effect of irrigation withholding and foliar potassium application on some physiological traits (photosynthesis, cell membrane stability and chlorophyll) and harvest index of wheat (*Triticum aestivum* L.), an experiment was carried out using a split plot factorial based on a randomized complete blocks design with three replications in 2011-2012 in two locations: Seed and Plant Certification and Registration Research Institute, Karaj and Agricultural and Natural Resources Research Center, Yazd. The experimental factors were included drought stress (three levels of irrigation withholdings were irrigation withheld from ear emergence to physiological maturity, irrigation withheld from grain filling to physiological maturity, and normal irrigation) foliar potassium application (without potassium application, 1.5 and 3.0% K_2SO_4) and genotype (two wheat cultivars of 'Marvdasht', 'Pishtaz' and a line 'WS-82-9'). Results showed that the studied characteristics were significantly reduced by increasing drought stress level. The highest harvest index was observed in 'WS-82-9' in Karaj under normal irrigation (32.69%) and the lowest harvest index was obtained from 'Marvdasht' cultivar in Yazd, under severe stress (11.50%). Genotypes were different for cell membrane stability and the lowest rate was belonged to 'Marvdasht' (35.5%). Foliar application of 3.0% K_2SO_4 caused to significant differences in physiological characteristics, especially for leaf photosynthesis under severe drought stress condition: photosynthesis increased 99.1 and 69.7% in Yazd and Karaj, respectively. It can be concluded that cultivating of 'WS-82-9' and spraying of 3.0% K_2SO_4 were effective to moderate drought stress, especially when fields have limitations for irrigation water at the end of crop life cycle.

Keywords: cell membrane stability, chlorophyll, drought stress, normal irrigation, photosynthesis.