Archive of SID

اثرات تنش خشکی و کود نیتروژن بر عملکرد، اجزاء عملکرد و محتوای پروتئین دانه دو رقم جو

وحید براتی[۱] و حسین غدیری[۲*]

(تاریخ دریافت:۱۳۹۲/۱۱/۳۰ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۲/۶)

چکیده

به‌منظور مطالعه تأثیر تنش خشکی و کود نیتروژن بر عملکرد، اجزای عملکرد و پروتئین دانه دو رقم جو (یوسف: شش ردیفه و نیمروز: دوردیفه)، پژوهشی در مرکز تحقیقات کشاورزی فارس در شهر زرقان در سال‌های زراعی ۹۰ - ۱۳۸۹ و ۹۱ - ۱۳۹۰ اجرا گردید. آزمایش به‌صورت کرت‌های دوبار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار بود. عامل اصلی رژیم آبیاری (آبیاری کامل (W) ، تنش رطوبتی ملایم (W ۷۵٪) و تنش رطوبتی شدید (W ۵۰٪))، عامل فرعی کود نیتروژن (صفر، ۶۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار) و عامل فرعی فرعی دو رقم جو در نظر گرفته شد. در سال دوم، تیمار دیم نیز به رژیم آبیاری اضافه شد، اما، سایر تیمارها مشابه سال اول بود. نتایج نشان داد که تأثیر تنش رطوبتی، کود نیتروژن و رقم بر عملکرد دانه و اجزای آن و درصد و مقدار پروتئین دانه در هر دو سال از نظر آماری معنی‌دار بود. در شرایط تنش خشکی شدید و دیم، به‌ترتیب در سال اول و دوم، عملکرد و مقدار پروتئین دانه در رقم نیمروز بیشتراز رقم یوسف بود. در سال اول (۲۰۹ میلی‌متر بارندگی)، تنش رطوبتی ملایم عملکرد دانه را به‌طور معنی‌دار در هر دو رقم کاهش داد (۸٪ در رقم نیمروز و ۱۲٪ در رقم یوسف). اما، در سال دوم (۳۰۰ میلی‌متر بارندگی)، تنش رطوبتی ملایم عملکرد دانه رقم نیمروز را کاهش معنی‌دار نداد. برهمکنش رژیم آبیاری و کود نیتروژن بر عملکرد دانه در هر دو سال معنی‌دار بود. در شرایط آبیاری کامل، عملکرد دانه به‌طور معنی‌دار تا سطح ۱۲۰ کیلوگرم کود نیتروژن افزایش یافت (۲۸٪ و ۲۶٪ در مقایسه با شاهد به‌ترتیب در سال اول و دوم)، اما، در سایر رژیم‌های آبیاری عملکرد دانه فقط تا سطح ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار افزایش یافت. در مجموع، رقم نیمروز در شرایط تنش خشکی شدید و دیم نسبت به رقم یوسف برتری داشت. هم‌چنین، با در نظر گرفتن جنبه‌های اقتصادی، رقم نیمروز، تنش رطوبتی ملایم و ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در سال‌هایی با ۳۰۰ میلی‌متر بارندگی (مانند سال دوم این آزمایش) قابل توصیه است.

واژه‌های کلیدی: رقم، عملکرد دانه، تنش رطوبتی

۱ و ۲. به‌ترتیب دانشجوی دکتری و استاد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز

*. مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: ghadiri@shirazu.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

جو (*Hordeum vulgare* L.) یکی از مهم‌ترین غلات دانه‌ای است که جهت تغذیه دام و یا تهیه مالت در سرتاسر جهان مورد استفاده قرار می‌گیرد (۳۹). در اکثر اقلیم‌های مدیترانه‌ای از جمله جنوب ایران، بارندگی‌ها معمولاً در فصل زمستان روی می‌دهد. بنابراین، غلات زمستانه در مراحل آبستنی (booting)، گل‌دهی و پر شدن دانه در بهار با کمبود آب مواجه بوده و عملکرد آنها کاهش خواهد یافت (۱۲). در چنین شرایطی که عملکرد به‌واسطهٔ کمبود آب محدود می‌شود، حفاظت و استفاده بهینه از آب مهم‌ترین عامل تولید در کشاورزی خواهد بود (۲۳).

عملکرد دانه در غلات دانه ریز از جمله جو تابعی از تعداد پنجه بارور در واحد سطح، تعداد دانه در سنبله و میانگین وزن دانه می‌باشد (۱۰). اجزای عملکرد دانه در دوره‌های متوالی از چرخه زندگی گیاه شکل می‌گیرند (۱۱). بزرگی اثرات منفی تنش آب بر رشد و عملکرد گیاه وابسته به هم‌زمانی مراحل نمو گیاه و دورهٔ کمبود آب است (۲۲). بنابراین، با توجه به زمان وقوع تنش خشکی در طول زندگی گیاه، هریک از اجزای عملکرد دانه می‌تواند توسط تنش کمبود آب متأثر شود. اگر کمبود آب بین مرحلهٔ برجستگی دوگانه و گل‌دهی یا حدود مرحله گل‌دهی رخ دهد، ممکن است که عملکرد دانه به‌واسطه کاهش تعداد سنبلچه در سنبله و باروری آنها و در نهایت تعداد دانه در واحد سطح متأثر شود (۱۷) درحالی‌که اگر کمبود آب در مرحلهٔ پر شدن دانه رخ دهد، طول دورهٔ پر شدن دانه را کوتاه کرده و میانگین وزن دانه و در پایان عملکرد غلات زمستانه را کاهش می‌دهد (۳۱). هم‌چنین، کمبود آب در مراحل پیش از گل‌دهی، اثرات نامطلوب تنش خشکی در مراحل گل‌دهی و پر شدن دانه را به‌ویژه در دیم‌زارها تشدید خواهد کرد (۱۵).

یک عامل کلیدی برای دسترسی به عملکرد بالا، کاربرد مقدار مناسبی از کود نیتروژن در زمان مناسب از مراحل رشد و نمو غلات در مناطق مدیترانه‌ای می‌باشد (۳۲). اما، پاسخ گیاه به کاربرد کود نیتروژن وابسته به رقم، مدیریت آبیاری، مقدار بارندگی و توزیع آن در طول دورهٔ زندگی گیاه و شرایط اقلیمی منطقه است (۲۴). مراحل نمو اولیه مانند مرحلهٔ پنجه‌زنی در جو که دارای سازوکار جبرانی برای استفاده حداکثر از آب و مواد غذایی خاک است، به فراهمی آب و کود نیتروژن وابسته است (۱۶). کمبود آب و کود نیتروژن در حدود مرحله گل‌دهی خسارت‌های شدیدی به‌واسطه عقیمی دانه گرده و یا سقط جنین بر تعداد دانه در سنبله می‌گذارد. به‌علاوه، کمبود آب و نیتروژن در این مرحله و مرحله پر شدن دانه باعث کوتاه شدن دورهٔ پر شدن دانه خواهد شد (۳۵). در مقابل، کاربرد مقادیر بالای کود نیتروژن در مراحل نمو اولیه غلات زمستانه، تولید زیست‌توده را افزایش می‌دهد و باعث تخلیه رطوبت خاک و کاهش فراهمی آب در مرحلهٔ پر شدن دانه به‌ویژه در دیم‌زارها خواهد شد (۴۰). بنابراین، یکی از عامل‌های مهم درتولید پایدار غلات در مناطق جنوب ایران فهم دقیق پاسخ گیاه به برهمکنش آب و کود نیتروژن می‌باشد.

دیلاگ و همکاران (۸) گزارش کردند که در شرایط بدون تنش رطوبتی کاربرد کود نیتروژن در سطوح صفر، ۸۰ و ۱۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار تعداد سنبله در مترمربع جو شش ردیفه را به‌طور معنی‌دار تا سطح ۱۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار افزایش داد، اما، کاربرد کود نیتروژن در هر دو سطح شاخص برداشت را به‌طور معنی‌دار کاهش داد و بالاترین سطح کود نیتروژن وزن هزار دانه را نیز به‌طور معنی‌داری کاهش داد. در این آزمایش، افزایش تعداد سنبله در مترمربع در اثر کاربرد کود نیتروژن، کاهش وزن هزار دانه را جبران کرده و عملکرد دانه به‌طور معنی‌داری تا سطح ۱۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار افزایش یافت. گزارش‌های پژوهشگران مختلف در رابطه با اثرات کود نیتروژن بر عملکرد غلات دانه ریز در شرایط تنش و بدون تنش تناقضاتی را نشان می‌دهد (۱۳، ۱۴، ۱۵ و ۲۸). به‌عنوان مثال، ارکول و همکاران (۱۳) نشان دادند که با افزایش سطح تنش خشکی پس از گل‌دهی وزن دانه، تعداد دانه در سنبله، شاخص برداشت و عملکرد دانه گندم دوروم در سطوح

www.SID.ir

Archive of SID

مختلف کود نیتروزن (۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. اما، مقدار کاهش این صفات با افزایش سطح کود نیتروژن افزایش نشان داد. آنها نتیجه‌گیری کردند که در سطوح بالای کود نیتروژن، گندم دوروم حساسیت بیشتری به تنش خشکی نشان می‌دهد. در مقابل، نصیری و همکارن (۲۸) گزارش کردند که کود نیتروژن بر شدت تنش خشکی پس از گل‌دهی تأثیر نداشت و عملکرد دانه در رژیم‌های آبیاری کامل و کم آبیاری تا سطح ۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌طور معنی‌دار افزایش یافت.

تعداد زیادی از پژوهشگران (۲، ۹، ۱۳، ۲۸ و ۳۴) تأثیر مثبت کاربرد کود نیتروژن را بر غلظت و مقدار نیتروژن دانه غلات دانه ریز گزارش کرده‌اند. تنش خشکی جذب نیتروژن توسط ریشه‌ها را کاهش می‌دهد. اما، غلظت نیتروژن دانه‌ها افزایش خواهد یافت. این افزایش به حساسیت بیشتر تجمع نشاسته در دانه در مقایسه با تجمع پروتئین در شرایط تنش خشکی نسبت داده می‌شود (۷، ۱۸ و ۳۸). با وجود افزایش غلظت نیتروژن دانه در شرایط تنش خشکی، مقدار نیتروژن یا پروتئین دانه به‌دلیل کاهش وزن دانه کاهش می‌یابد. همبستگی منفی وزن دانهٔ گندم و غلظت نیتروژن دانه در شرایط تنش خشکی این مطلب را تأیید می‌کند (۴، ۲۹ و ۳۳).

به‌طور سنتی در شرایط کم‌نهاده، پتانسیل بالاتر ارقام دو ردیفهٔ جو در مقایسه با ارقام شش ردیفه به‌وسیله کشاورزان مناطق جنوبی ایران از جمله استان فارس پذیرفته شده‌است. اما، پژوهش جامعی به‌ویژه با ارقام جدید تحت رژیم‌های مختلف آبیاری و کود نیتروژن در شرایط نیمه‌خشک جنوب ایران صورت نگرفته است. لی‌گویس و همکاران (۲۵) در شرایط آبیاری کامل ارقام دو و شش ردیفه را تحت تیمارهای مختلف کود نیتروژن مورد ارزیابی قرار دادند و نتیجه‌گیری کردند که عملکرد دانهٔ ارقام شش ردیفه در رژیم‌های مختلف کودی ۴ درصد بیشتر از ارقام دو ردیفه بود. در مقابل، نیکخواه و همکاران (۳۰) ارقام دو و شش ردیفه را تنها در شرایط تنش خشکی شدید پس از گل‌دهی مورد مقایسه قرار دادند و نتیجه‌گیری کردند که در این شرایط، عملکرد دانهٔ ارقام دو ردیفه به‌میزان ۱۱ درصد بیشتر از ارقام شش ردیفه بود. گنزالس و همکاران (۱۹) چهار رقم شش ردیفه و هفت رقم دو ردیفهٔ جو را در شرایط آبیاری کامل و تنش خشکی انتهای فصل مورد مقایسه قرار دادند. آنها گزارش کردند که عملکرد دانهٔ ارقام شش ردیفه جو در شرایط نرمال و تنش نسبت به ارقام دو ردیفه برتری داشت.

هدف اصلی این پژوهش ارزیابی اثرات رژیم‌های مختلف آبیاری، کود نیتروژن و دو رقم یوسف و نیمروز (به‌ترتیب جو شش و دو ردیفه) بر عملکرد، اجزای عملکرد و محتوای پروتئین دانه بود.

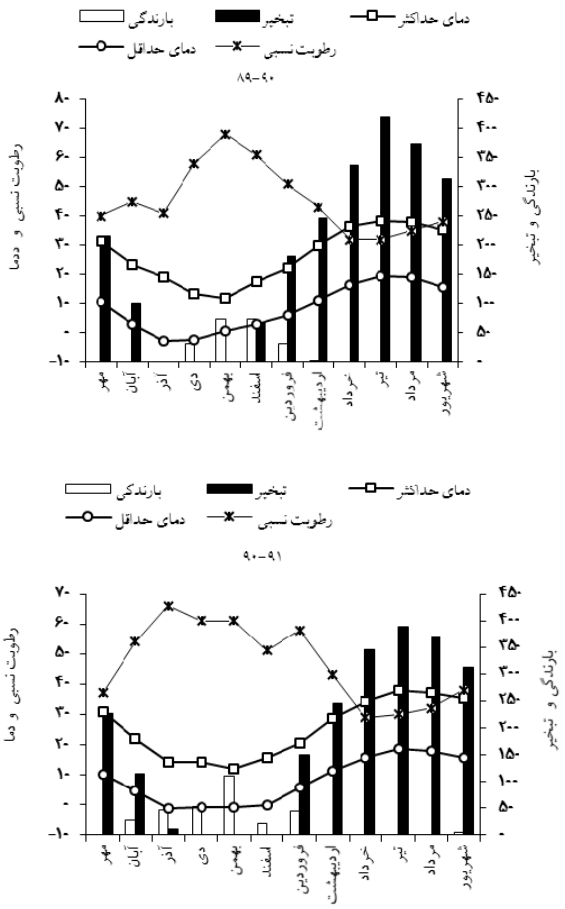
مواد و روش‌ها

این پژوهش در مزرعهٔ تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی فارس واقع در ایستگاه زرقان (طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ۴۳ دقیقه و عرض جغرافیایی ۲۹ درجه و ۴۶ دقیقه و ارتفاع ۱۶۰۳ متر از سطح دریا) به‌مدت دو سال زراعی (۹۰ – ۱۳۸۹ و ۹۱–۱۳۹۰) انجام شد. منطقهٔ زرقان دارای آب‌وهوای نیمه‌خشک بوده و میانگین بارندگی سالیانه آن که بیشتر در زمستان رخ می‌دهد، ۳۵۰ میلی‌متر می‌باشد. داده‌های هواشناسی از ایستگاهی واقع در ۵۰۰ متری محل آزمایش تهیه شدند (شکل ۱). خاک محل آزمایش رسی سیلتی با میانگین چگالی ظاهری ۱/۴۲ گرم بر سانتی‌متر مکعب در ۳۰ سانتی‌متر بالایی خاک بود. هم‌چنین، این لایه دارای ۱/۸۷ درصد مواد آلی، ۰/۱۱۹ نیتروژن کل، ۲۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم فسفر قابل دسترس، ۴۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم پتاسیم قابل دسترس بود.

آزمایش به‌صورت کرت‌های دوبار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. رژیم آبیاری، کود نیتروژن و رقم به‌ترتیب به‌عنوان عامل اصلی، عامل فرعی و عامل فرعی فرعی در نظر گرفته شد. رژیم آبیاری در سال اول و دوم آزمایش متفاوت بود. در سال اول، رژیم آبیاری شامل سه سطح: ۱. آبیاری کامل (W) ۲. تنش ملایم (W ۷۵٪) ۳. تنش

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱. مقدار بارندگی (میلی‌متر)، تبخیر از تشتک (میلی‌متر)، حداقل و حداکثر دما (درجه سانتی‌گراد) و مقدار رطوبت نسبی (درصد) در دو سال آزمایش. مقدار تبخیر از تشتک از آذر تا بهمن و از دی تا اسفند به‌ترتیب در سال اول و دوم قابل دسترس نبودند.

شدید (W ۵۰٪) بود. با توجه به مقاومت خوب ارقام به تنش خشکی در سال اول آزمایش، تیمار دیم برای سال دوم در نظر گرفته شد. بنابراین، رژیم آبیاری در سال دوم شامل چهار سطح: ۱. آبیاری کامل (W) ۲. تنش ملایم (W ۷۵٪) ۳. تنش شدید (W ۵۰٪) ۴. دیم بود. کود نیتروژن شامل سه سطح (صفر، ۶۰ و ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) و رقم شامل: رقم یوسف (جو شش ردیفه) و رقم نیمروز (جو دو ردیفه) بود.

در هر کرت مربوط به تیمار آبیاری کامل، محتوای رطوبتی خاک به‌وسیله روش وزنی در فواصل ۳۰ سانتی‌متری تا عمق ۶۰ سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. وقتی که میانگین رطوبت خاک به کمتر از ۵۰ درصد از رطوبت قابل دسترس رسید، آبیاری انجام گرفت و رطوبت عمق صفر تا ۶۰ سانتی‌متری به ظرفیت مزرعه رسانده شد. مقدار آب مورد نیاز به‌وسیله معادلهٔ ۱ محاسبه و مقدار آب کاربردی برای هر کرت به‌وسیلهٔ روش حجمی – زمانی (۲۰) اندازه‌گیری شد. تیمارهای تنش ملایم و شدید به‌ترتیب به‌میزان ۷۵ و ۵۰ درصد از آبیاری کامل، آب دریافت کردند. رژیم آبیاری از مرحلهٔ طویل شدن ساقه (مرحلهٔ ۳۱ کد زیداکس (۴۱): ZGS31) تا انتهای فصل رشد اعمال شد. پس از شروع اعمال تیمارهای تنش خشکی، ۳۰/۷ و ۴۳/۷ میلی‌متر بارندگی به‌ترتیب سال اول و دوم در ماه فروردین رخ داد، که با توجه به مقدار کم آن، اثرات تیمارهای آبیاری را مخدوش نکرد. کود نیتروژن به‌صورت اوره (۴۶ درصد نیتروژن) در سه مرحله (شروع مرحلهٔ پنجه‌زنی (ZGS21)، شروع طویل شدن ساقه (ZGS31) و ظهور سنبله (ZGS57) به‌مقدار مساوی به‌کار رفت.

$$D = \sum_{i=1}^{n} (\theta_{fci} - \theta_i)\Delta Z_i \qquad (۱)$$

D : عمق آب آبیاری (میلی‌متر)، i : یک لایه، n : تعداد لایه‌های خاک، θ_{fci} : محتوای حجمی رطوبت خاک در حالت ظرفیت مزرعه (سانتی‌متر مکعب بر سانتی‌متر مکعب) در i مین لایه خاک، θ_i : محتوای حجمی رطوبت خاک (سانتی‌متر مکعب بر سانتی‌متر مکعب) در i مین لایه خاک، ΔZ_i : ضخامت هر لایه (میلی‌متر).

زمین محل آزمایش به‌مدت دو سال آیش بود. عملیات تهیه زمین شامل یک‌بار شخم با گاوآهن برگردان دار و سپس یک‌بار استفاده از دیسک و ماله بود. بذرهای هر دو رقم جو از مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج تهیه شدند و روی خطوط ۴/۵ متری کشت شدند. تراکم کاشت ۲۵۰ بوته در مترمربع و کاشت به‌صورت دستی انجام شد. تاریخ کاشت ۳۰ و ۲۸ آذر ماه به‌ترتیب در سال اول و دوم آزمایش بود. اندازهٔ هر کرت ۳/۸ × ۵ متر بود و برای جلوگیری از حرکت جانبی آب و کود نیتروژن، اطراف هر کرت پشته‌هایی به عرض یک متر

www.SID.ir

Archive of SID

قرار داده شد. علاوه‌بر این، برای اطمینان بیشتر از عدم حرکت جانبی آب، فاصلهٔ بین کرت‌های مربوط به تیمارهای مختلف آبیاری چهار متر در نظر گرفته شد. با توجه به نتایج آزمون خاک و عدم احتیاج به سایر عناصر، هیچ نوع کودی به غیر از تیمارهای موردنظر استفاده نشد. علف‌های هرز به‌وسیلهٔ دست کنترل شدند و هیچ نوع آفت‌کشی مورد استفاده قرار نگرفت.

در زمان رسیدگی محصول، پس از حذف نیم متر حاشیه، یک مترمربع از وسط هر کرت برای تعیین عملکرد دانه و زیست‌تودهٔ بالای سطح خاک کف‌بُر شد. پس از جدا کردن دانه‌ها، عملکرد دانه اندازه‌گیری شد و شاخص برداشت از نسبت عملکرد دانه به کل زیست‌توده محاسبه شد. برای اندازه‌گیری اجزای عملکرد ۵۰ بوته که از قبل (مرحلهٔ گیاهچه‌ای) نشانه‌گذاری شده بودند، مورد استفاده قرار گرفتند. قبل از اندازه‌گیری درصد نیتروژن، نمونه‌های بذر به‌مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۵ درجهٔ آون قرار گرفتند. غلظت نیتروژن دانه (درصد) به‌وسیلهٔ روش کلدال اندازه‌گیری و برای محاسبهٔ درصد پروتئین دانه در عدد ۶/۲۵ ضرب شد (۲۸). عملکرد پروتئین دانه به‌وسیلهٔ حاصل‌ضرب عملکرد دانه در درصد پروتئین دانه محاسبه و برحسب کیلوگرم در هکتار بیان شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها به روش تجزیه واریانس با استفاده از نرم‌افزار SAS (۳۶) انجام شد، رسم نمودارها توسط نرم‌افزار Excel صورت گرفت و میانگین‌ها با روش دانکن (۵ درصد) مقایسه شدند.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس

به‌دلیل اینکه تیمارهای تنش رطوبتی در سال‌های اول و دوم آزمایش متفاوت بودند، تجزیه واریانس برای هر دو سال به‌صورت جداگانه صورت گرفت (جدول ۱ و ۲).

اجزای عملکرد دانه

در سال اول آزمایش، میانگین وزن دانه تحت‌تأثیر برهمکنش رقم و تیمار آبیاری قرار گرفت (جدول ۱). در این برهمکنش، میانگین وزن دانه رقم نیمروز در تمام سطوح آبیاری بیشتر از رقم یوسف بود (جدول ۳). با افزایش سطح تنش از آبیاری کامل تا تنش شدید، میانگین وزن دانهٔ هر دو رقم به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. اما، کاهش میانگین وزن دانه در رقم یوسف (۲۴ درصد) بیشتر از رقم نیمروز (۱۷ درصد) بود. در سال دوم نیز، میانگین وزن دانه رقم نیمروز (۳۶/۷ میلی‌گرم) به‌طور معنی‌داری بیشتر از رقم یوسف (۳۲/۰ میلی‌گرم) بود (جدول ۲). برتری وزن هزار دانه ارقام دو ردیفه نسبت به شش ردیفه و کاهش وزن دانه هر دو رقم به‌وسیله تنش خشکی را سایر محققین (۳، ۱۹ و ۲۵) نیز گزارش کرده‌اند. میانگین وزن دانه در بین سایر اجزای عملکرد بیشترین تأثیر را از تنش خشکی پذیرفت. هم‌چنین، ضریب همبستگی بین عملکرد دانه و میانگین وزن دانه در شرایط دیم ($r = ۰/۴۸$) بیشتر از همبستگی بین عملکرد دانه و تعداد دانه در سنبله ($r = ۰/۴۰$) و تعداد پنجه بارور در واحد سطح ($r = ۰/۴۲$) بود (جدول ۴). البریزیو و همکاران (۲) گزارش کردند که تنش رطوبتی وزن دانه را بیشتر از تعداد دانه در مترمربع تحت‌تأثیر قرار داد. این نتایج نشان می‌دهد که کاهش عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی، اساساً تحت‌تأثیر کاهش وزن دانه است. این نتیجه‌گیری منطقی به‌نظر می‌رسد زیرا، اثرات تنش خشکی انتهایی بیشتر در مراحل پیشرفتهٔ رشدونمو گیاه، به‌ویژه در شرایط دیم نمایان می‌شود. در چنین شرایطی فرایندهای فتوسنتز و انتقال مجدد دچار اختلال شده و تعداد سلول‌های آندوسپرم جنین (۱۱) و در نهایت وزن دانه‌ها کاهش می‌یابد. به‌علاوه، تنش خشکی انتهایی باعث می‌شود که پنجه‌های ثانویه و ثالثیه به مرحله باروری نرسند و یا اینکه اگر بارور هم شوند، تعدادی دانهٔ لاغر تولید کنند (۱۰).

در هر دو سال، برهمکنش کود نیتروژن و رژیم آبیاری بر میانگین وزن دانه معنی‌دار بود (جدول ۱ و ۲). در این برهمکنش، به‌طورکلی تنش خشکی وزن دانه را نسبت به آبیاری کامل کاهش داد (جدول ۳). در سال اول (نسبتاً

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱. میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس ویژگی‌های عملکرد دانه، عملکرد زیست‌توده، شاخص برداشت، وزن دانه، تعداد دانه در سنبله، تعداد پنجه بارور، درصد پروتئین و عملکرد پروتئین دانه در سال ۹۰ – ۱۳۸۹

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد دانه	عملکرد زیست‌توده	شاخص برداشت	وزن دانه	تعداد دانه در سنبله	تعداد پنجه بارور	درصد پروتئین دانه	عملکرد پروتئین دانه
تکرار	۲	۱۱۱۶۱^{ns}	۸۵۲۷۲۸^{ns}	۳/۱۱^{ns}	۰/۳۸^{ns}	۰/۹۵^{ns}	۳۱/۴۵^{ns}	۱۲۴/۱۸**	۱۸۴۳۴۱/۸۰**
رژیم آبیاری	۲	۱۱۶۸۵۶۴۶*	۴۸۰۳۲۸۱۳**	۵۷/۶۳**	۲۸۰/۸۹**	۱۰۶/۷۱**	۱۳۷۶۸/۹۲**	۲/۰۸^{ns}	۹۸۸۱۳/۳۹*
خطای الف	۴	۲۹۲۹۴	۵۶۴۸۲۴	۲/۴۰	۰/۱۲	۰/۶۱	۱۴۶۰/۰۴	۱/۰۹	۶۰۲۴/۱۰
کود نیتروژن	۲	۲۹۴۹۲۴۷**	۳۲۷۰۰۳۶۲**	۲۱/۰۶**	۱۵/۴۱**	۲۴/۲۸**	۳۵۳۲۵/۶۳**	۴۵/۰۶**	۱۷۳۱۶۹/۹۰**
کود نیتروژن × رژیم آبیاری	۴	۱۸۳۴۱۰*	۶۰۲۵۲۳^{ns}	۱/۰۹^{ns}	۳/۲۸**	۷/۸۸^{ns}	۱۹۲۶/۱۳^{ns}	۱/۱۳	۱۱۹۴/۹۱^{ns}
خطای ب	۱۲	۳۵۸۰۷	۴۷۰۰۵۱	۲/۶۳	۰/۸۹	۲/۹۱	۱۲۵۵۹/۱۰	۲/۸۲	۳۶۴۸/۸۵
رقم	۱	۵۹۸۰۰^{ns}	۱۹۵۶۵۰۹^{ns}	۴۶/۸۲**	۲۸۲/۶۳^{ns}	۲۲۳۱/۴۷**	۲۴۷۱۸۹/۰۰**	۵/۴۲^{ns}	۳۸۸۴/۳۵^{ns}
رقم × رژیم آبیاری	۲	۵۶۵۵۲۲**	۳۱۹۷۶۷۸^{ns}	۰/۱۳^{ns}	۵/۲۱*	۵/۱۱^{ns}	۱۶۸/۶۲^{ns}	۱/۲۷^{ns}	۱۲۲۳۰/۸۹*
رقم × کود نیتروژن	۲	۵۰^{ns}	۶۴۸۲۳^{ns}	۰/۱۵^{ns}	۰/۰۴^{ns}	۰/۲۲^{ns}	۲۰۰۶/۱۴^{ns}	۰/۵۴^{ns}	۲۵۹/۹۸^{ns}
رقم × رژیم آبیاری × کود نیتروژن	۴	۷۸۹۲^{ns}	۱۱۱۹۳۲^{ns}	۰/۱۸^{ns}	۰/۴۳^{ns}	۰/۷۱^{ns}	۷۱۳/۲۶^{ns}	۰/۶۰^{ns}	۴۱۵/۰۸^{ns}
خطای ج	۱۸	۹۲۱۷۸	۱۹۱۸۲۸۹	۳/۸۱	۱/۲۸	۵/۷۹	۱۲۴۴/۷۸	۲/۸۴	۳۳۲۸/۳۶
خطای کل	۳۵	۹۰۸۴۳۲	۵۲۱۱۷۴۵	۷/۳۵	۲۶/۰۷	۷۳/۶۹	۹۰۰۴/۲۴	۱۱/۳۴	۲۹۰۲۳/۹۷

ns، * و **: به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲. میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس ویژگی‌های عملکرد دانه، عملکرد زیست‌توده، شاخص برداشت، وزن دانه، تعداد دانه در سنبله، تعداد پنجه بارور، درصد پروتئین و عملکرد پروتئین دانه در سال ۹۱ – ۱۳۹۰

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد دانه	عملکرد زیست‌توده	شاخص برداشت	وزن دانه	تعداد دانه در سنبله	تعداد پنجه بارور	درصد پروتئین دانه	عملکرد پروتئین دانه
تکرار	۲	۱۳۷۸۶۹^{ns}	۴۸۴۴۳۷^{ns}	۰/۶۸^{ns}	۰/۹۲^{ns}	۲/۵۸^{ns}	۵۹۸۴/۶۱^{ns}	۱۴۱/۵۸**	۳۰۹۹۶۲/۱۰**
رژیم آبیاری	۳	۳۴۹۳۷۴۹**	۳۱۲۷۹۴۰۸۵**	۳۲۷/۸۳**	۵۶۳/۱۴**	۳۳۷/۴۱**	۸۳۰۴/۳۹*	۱۲/۰۵^{ns}	۱۹۱۳۳۹/۸۰**
خطای الف	۶	۲۰۴۲۶۲	۱۴۳۴۸۳۰	۱/۲۱	۰/۲۹	۱/۰۴	۱۵۰۰/۶۵	۴/۶۳	۶۴۵۸/۸۲
کود نیتروژن	۲	۵۵۶۹۶۳۰**	۱۲۱۸۳۱۳۵۴**	۳۹/۶۹**	۴/۹۵*	۲۰/۴۸*	۳۴۵۷۰/۱۰**	۲۵/۲۰*	۱۹۰۳۰۱/۰۰**
کود نیتروژن × رژیم آبیاری	۶	۳۱۸۷۰۱*	۴۶۰۰۶۶۳	۳/۱۵^{ns}	۳/۸۴**	۱۰/۱۰^{ns}	۲۳۸۳/۳۳۲^{ns}	۰/۷۹^{ns}	۴۵۸۶/۰۹^{ns}
خطای ب	۱۶	۸۱۶۶۰	۷۴۱۸۰۱۰	۲/۱۲	۱/۰۱	۴/۸۷	۵۱۷۹/۰۲	۵/۴۹	۸۴۸۳/۶۹
رقم	۱	۱۷۲۸۷۲^{ns}	۳۰۵۱۲۷۳^{ns}	۰/۰۵^{ns}	۵۰۱/۱۸**	۳۶۳۷/۶۲**	۵۵۱۹۹۵/۸۰**	۵/۸۴^{ns}	۱۲۹۲۹/۳۹^{ns}
رقم × رژیم آبیاری	۳	۵۴۹۲۴۱*	۴۹۲۷۸۷۹^{ns}	۱۷/۵۰*	۲/۵۵^{ns}	۲۳/۱۱*	۸۴۱۷۸^{ns}	۲/۶۱^{ns}	۱۵۱۸۵/۶۶^{ns}
رقم × کود نیتروژن	۲	۱۰۹۱۷^{ns}	۵۰۱۵۶۸^{ns}	۱/۲۲^{ns}	۰/۲۹^{ns}	۰/۲۳^{ns}	۵۵۶/۵۰^{ns}	۰/۵۶^{ns}	۳۳۱/۴۶^{ns}
رقم × رژیم آبیاری × کود نیتروژن	۶	۳۶۵۱^{ns}	۴۷۱۷۴۴^{ns}	۰/۵۰^{ns}	۰/۱۱^{ns}	۰/۰۵^{ns}	۵۷۷/۷۷^{ns}	۰/۰۸^{ns}	۱۲۰/۸۳^{ns}
خطای ج	۲۴	۱۶۸۳۳۷	۲۱۵۲۸۹۰	۴/۶۳	۱/۲۱	۶/۷۵	۷۳۶۹/۴۹	۴/۳۵	۷۱۰۸/۷۱
خطای کل	۴۷	۲۶۰۱۵۶۹	۱۰۰۰۹۰۶۱	۲۵/۱۵	۴۷/۹۲	۱۰۴/۶۰	۱۶۴۱۰/۵۱	۱۰/۷۵	۳۹۰۷۲/۹۵

ns، * و **: به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳. اثر برهمکنش‌های رژیم آبیاری × کود نیتروژن و رژیم آبیاری × رقم بر وزن دانه (میلی‌گرم) در سال ۹۰ – ۸۹ و اثر برهمکنش رژیم آبیاری × کود نیتروژن بر وزن دانه (میلی‌گرم) در سال ۹۱ – ۹۰

سال	کود نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)	رژیم آبیاری				میانگین
		آبیاری کامل	تنش ملایم	تنش شدید	دیم	
۹۰ – ۸۹	۰	۳۸/۱^{a}	۳۶/۰^{b}	۳۱/۷^{d}	_	۳۵/۳^{A}
	۶۰	۳۸/۱^{a}	۳۵/۳^{b}	۳۰/۴^{e}	_	۳۴/۶^{A}
	۱۲۰	۳۷/۸^{a}	۳۴/۱^{c}	۲۸/۴^{f}	_	۳۳/۴^{B}
	رقم					
	یوسف	۳۶/۱^{b}	۳۳/۱^{c}	۲۷/۳^{d}	_	۳۲/۱^{B}
	نیمروز	۳۹/۹^{a}	۳۷/۲^{b}	۳۳/۱^{c}	_	۳۶/۷^{A}
	میانگین	۳۸/۰^{A}	۳۵/۱^{B}	۳۰/۲^{C}	_	
۹۱ – ۹۰	کود نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)					
	۰	۳۷/۷^{ab}	۳۷/۱^{b}	۳۲/۱^{c}	۲۷/۲^{d}	۳۳/۵^{A}
	۶۰	۳۸/۵^{a}	۳۷/۴^{ab}	۳۲/۳^{c}	۲۶/۶^{d}	۳۳/۷^{A}
	۱۲۰	۳۸/۷^{a}	۳۷/۰^{b}	۳۱/۲^{c}	۲۴/۵^{e}	۳۲/۹^{B}
	میانگین	۳۸/۳^{A}	۳۷/۲^{B}	۳۱/۹ ^{C}	۲۶/۱^{D}	

میانگین‌های دارای حروف کوچک مشترک در هر برهمکنش و میانگین‌های اثرات اصلی دارای حروف بزرگ مشترک، تفاوت معنی‌دار ندارند (دانکن، ۵ درصد).

جدول ۴. ضرایب‌های همبستگی بین عملکرد دانه و سایر ویژگی‌های مورد اندازه‌گیری در سطوح مختلف تنش خشکی

رژیم آبیاری	عملکرد زیست‌توده	شاخص برداشت	وزن دانه	تعداد دانه در سنبله	تعداد پنجه بارور	درصد پروتئین دانه	عملکرد پروتئین دانه
آبیاری کامل	۰/۹۵**	۰/۳۵^{ns}	−۰/۰۹^{ns}	۰/۴۵**	۰/۲۳**	۰/۰۳ ^{ns}	۰/۵۳**
تنش ملایم	۰/۹۵**	۰/۳۹*	۰/۲۰^{ns}	۰/۳۴^{ns}	۰/۳۲^{ns}	−۰/۰۳ ^{ns}	۰/۴۹**
تنش شدید	۰/۹۵**	۰/۱۵^{ns}	۰/۲۹^{ns}	−۰/۰۶^{ns}	۰/۴۴**	۰/۰۱ ^{ns}	۰/۶۲**
دیم	۰/۶۱**	۰/۱۵^{ns}	۰/۴۸**	−۰/۴۰^{ns}	۰/۴۲ ^{ns}	−۰/۰۶ ^{ns}	۰/۴۳ ^{ns}

ns، * و **: به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

خشک‌تر) حتی تنش ملایم نیز باعث کاهش معنی‌دار میانگین وزن دانه شد. ولی، در سال دوم (نسبتاً مرطوب‌تر) تنها تنش خشکی شدید و دیم اثرات معنی‌داری برمیانگین وزن دانه نسبت به آبیاری کامل داشتند. در هر دو سال، کاهش به‌واسطهٔ تنش خشکی در همهٔ تیمارهای نیتروژن یکسان نبود. بیشترین کاهش در تیمار ۱۲۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار نسبت به سایر تیمارهای کودی رخ داد (۲۵، ۲۰ و ۱۷ درصد کاهش در تیمارهای ۱۲۰، ۶۰ و صفر کیلوگرم نیتروژن در هکتار در شرایط تنش شدید نسبت به آبیاری کامل در سال اول و ۳۷، ۳۱ و ۲۸ درصد کاهش در تیمارهای ۱۲۰، ۶۰ و صفر کیلوگرم

www.SID.ir

Archive of SID

نیتروژن در هکتار در شرایط دیم نسبت به آبیاری کامل در سال دوم). کاربرد کود نیتروژن به‌واسطهٔ افزایش شاخص سطح برگ و در نتیجه افزایش تخلیه رطوبتی خاک، شدت تنش خشکی را افزایش می‌دهد و به‌دنبال آن مقدار فتوسنتز و انتقال مواد پرورده و در نهایت میانگین وزن دانه کاهش بیشتری می‌یابد (۱۴).

در هر دو سال، رژیم آبیاری، کود نیتروژن و رقم تعداد پنجهٔ بارور در مترمربع را به‌طور معنی‌دار تحت‌تأثیر قرار داد (جدول ۱ و ۲). تعداد پنجه بارور در مترمربع در رقم نیمروز به‌طور معنی‌داری بیشتر از رقم یوسف بود (جدول ۵). پژوهشگران دیگری (۱۹ و ۲۵) نیز مشابه این نتیجه را در مقایسهٔ رقم‌های دو و شش ردیفه به‌دست آورده‌اند. تیمار تنش رطوبتی شدید و دیم به‌ترتیب در سال اول و دوم، تعداد پنجه بارور را به‌طور معنی‌داری نسبت به سایر رژیم‌های آبیاری کاهش داد (جدول ۵). نتایج مشابهی توسط آسیویدو و همکاران (۱) گزارش شده است. در مطالعهٔ حاضر، تنش‌ها از مرحله طویل شدن ساقه به بعد رخ دادند. تنش‌های خشکی در مراحل رشدونمو زایشی، تعداد پنجه‌های بارور را احتمالاً به‌دلیل عدم تلقیح مناسب گلچه‌ها کاهش می‌دهند. در هر دو سال، تعداد پنجه بارور فقط تا سطح ۶۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار به‌طور معنی‌دار افزایش یافت (جدول ۵). اثرات مثبت کود نیتروژن بر مراحل اولیه رشد غلات، مانند مرحلهٔ پنجه‌زنی توسط تعدادی از پژوهشگران به اثبات رسیده‌است (۱۰، ۱۱ و ۱۶). به‌طورکلی، کاربرد کود نیتروژن تولید و بقای پنجه‌ها را افزایش می‌دهد، اما پاسخ به کود نیتروژن با افزایش تراکم گیاهان در سطوح بالای نیتروژن (مانند ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار در این آزمایش) کاهش می‌یابد (۵). هم‌چنین، گیتارد و همکاران (۲۱) گزارش کردند که در تراکم‌های بالای گیاهی به‌دلیل کاهش تولید پنجه یا افزایش مرگ و میر آنها، تعداد کمتری سنبله بارور تولید می‌شود.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که در سال اول، اثرات رژیم آبیاری، کود نیتروژن و رقم بر تعداد دانه در سنبله معنی‌دار بود (جدول ۱). اما، در سال دوم، اثرات برهمکنش رژیم آبیاری × رقم و کود نیتروژن بر تعداد دانه در سنبله معنی‌دار شد (جدول ۲). در هر دو سال، تعداد دانه در سنبله در رقم یوسف به‌طور معنی‌داری بیشتر از رقم نیمروز بود (جدول ۵ و ۶). در سال اول، تنش رطوبتی در تمام سطوح تعداد دانه در سنبله را نسبت به آبیاری کامل کاهش داد (جدول ۵). در سال دوم، با افزایش سطح تنش از آبیاری کامل تا دیم، تعداد دانه در سنبلهٔ هر دو رقم کاهش یافت. اما، مقدار کاهش در رقم یوسف (۲۹ درصد) بیشتر از رقم نیمروز (۲۷ درصد) بود (جدول ۶). لی و همکاران (۲۶) گزارش کردند که تعداد گلچه‌ها در سنبله از شروع مرحله طویل شدن ساقه تا ظهور سنبله تعیین می‌شوند و تنش خشکی در این مرحله، تعداد گلچه و نهایتاً تعداد دانه در سنبله را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد. در سال اول مطالعهٔ حاضر، کاربرد کود نیتروژن تعداد دانه در سنبله را فقط تا سطح ۶۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار افزایش داد (جدول ۵). در سال دوم نیز، تعداد دانه در سنبله از ۲۸/۷ در تیمار صفر کیلوگرم نیتروژن در هکتار به ۳۰/۱ و ۳۰/۴ در تیمارهای ۶۰ و ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار افزایش یافت که مانند سال اول، این افزایش فقط تا سطح ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار معنی‌دار بود. پاسخ مثبت تعداد دانه در سنبله به کاربرد کود نیتروژن را سایر پژوهشگران نیز گزارش نموده‌اند (۱۳، ۲۵ و ۲۸).

عملکرد زیست‌توده و شاخص برداشت

در هر دو سال، نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تیمارهای رژیم آبیاری و کود نیتروژن دارای اثر معنی‌دار بر عملکرد زیست‌توده بودند (جدول ۱ و ۲). عملکرد زیست‌تودهٔ ارقام تفاوت معنی‌داری نداشتند (جدول ۵). در تأیید این نتایج، لی‌گویس و همکاران (۲۵) نیز گزارش کردند که عملکرد زیست‌تودهٔ رقم‌های دو و شش ردیفه تفاوت معنی‌داری نداشتند. در هر دو سال، تنش آبی ملایم عملکرد زیست‌توده را به‌طور معنی‌داری نسبت به آبیاری کامل کاهش نداد، اما، تنش‌های آبی شدید و دیم عملکرد زیست‌توده را به‌طور معنی‌دار نسبت به آبیاری کامل کاهش دادند (جدول ۵). در هر

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵. اثر رژیم آبیاری، کود نیتروژن و رقم بر تعداد پنجه بارور، تعداد دانه در سنبله، شاخص برداشت، عملکرد زیست‌توده، درصد پروتئین دانه و عملکرد پروتئین دانه در سال‌های ۹۰ – ۸۹ و ۹۱ – ۹۰

تیمار	تعداد پنجه بارور در مترمربع		تعداد دانه در سنبله	شاخص برداشت (درصد)	عملکرد زیست‌توده (کیلوگرم در هکتار)		پروتئین (درصد)		عملکرد پروتئین (کیلوگرم در هکتار)
	۹۰ – ۸۹	۹۱ – ۹۰	۹۰ – ۸۹	۹۰ – ۸۹	۹۰ – ۸۹	۹۱ – ۹۰	۹۰ – ۸۹	۹۱ – ۹۰	۹۱ – ۹۰
رژیم آبیاری									
دیم	-	۴۶۳^{b}	-	-	-	۸۹۱۰^{c}	-	۱۰/۷^{a}	۳۰۹^{c}
تنش شدید	۴۱۲^{b}	۴۹۸^{a}	۲۵/۵^{c}	۳۶/۱^{b}	۸۷۶۱^{b}	۱۱۸۵۴^{b}	۱۰/۰^{a}	۹/۸^{a}	۴۴۲^{b}
تنش ملایم	۴۳۶^{a}	۴۹۹^{a}	۲۸/۴^{b}	۳۸/۴^{a}	۱۱۰۵۴^{a}	۱۳۷۲۰^{a}	۹/۳^{a}	۹/۰^{a}	۵۰۷^{ab}
آبیاری کامل	۴۵۰^{a}	۵۱۴^{a}	۳۰/۳^{a}	۳۹/۶^{a}	۱۱۹۲۲^{a}	۱۴۲۳۱^{a}	۹/۷^{a}	۹/۱^{a}	۵۴۳^{a}
کود نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)									
۰	۳۹۸^{b}	۴۵۳^{b}	۲۶/۹^{b}	۳۹/۲^{a}	۹۰۹۶^{c}	۱۰۳۹۴^{c}	۸/۱^{c}	۸/۵^{b}	۳۵۱^{b}
۶۰	۴۴۰^{a}	۵۰۱^{a}	۲۸/۲^{a}	۳۷/۹^{b}	۱۰۹۱۱^{b}	۱۲۶۸۵^{b}	۹/۶^{b}	۹/۹^{ab}	۴۷۷^{a}
۱۲۰	۴۶۰^{a}	۵۲۷^{a}	۲۹/۲^{a}	۳۷/۰^{b}	۱۱۷۳۰^{a}	۱۳۴۵۷^{a}	۱۱/۳^{a}	۱۰/۵^{a}	۵۲۳^{a}
رقم									
یوسف	۳۶۵^{b}	۴۰۶^{b}	۳۴/۵^{a}	۳۹/۰^{a}	۱۰۷۶۹^{a}	۱۱۹۷۳^{a}	۹/۴^{a}	۹/۴^{a}	۴۳۷^{a}
نیمروز	۵۰۰^{a}	۵۸۱^{a}	۲۱/۷^{b}	۳۷/۱^{b}	۱۰۳۸۹^{a}	۱۲۳۸۵^{a}	۱۰/۰^{a}	۹/۹^{a}	۴۶۳^{a}

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون (مربوط به هر تیمار)، اختلاف معنی داری براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۶. اثر برهمکنش رژیم آبیاری و رقم بر تعداد دانه در سنبله در سال ۹۱ – ۹۰

رقم	رژیم آبیاری				
	آبیاری کامل	تنش ملایم	تنش شدید	دیم	میانگین
یوسف	۴۱/۳^{a}	۴۰/۵^{a}	۳۶/۱^{b}	۲۹/۴^{c}	۳۶/۸^{A}
نیمروز	۲۵/۴^{d}	۲۴/۷^{d}	۲۱/۹^{e}	۱۸/۴^{f}	۲۲/۶^{B}
میانگین	۳۳/۴^{A}	۳۲/۶^{A}	۲۹/۰^{B}	۲۳/۹^{C}	

میانگین‌های دارای حروف کوچک مشترک در هر برهمکنش و میانگین‌های اثرات اصلی دارای حروف بزرگ مشترک تفاوت معنی‌دار ندارند (دانکن ۵ درصد).

دو سال، عملکرد زیست‌توده با کاربرد کود نیتروژن تا سطح ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (جدول ۴). نتایج مشابهی در مورد اثرات مثبت کود نیتروژن بر عملکرد زیست‌تودهٔ جو توسط سایر پژوهشگران گزارش شده است (۲، ۸، ۲۵ و ۲۸).

نتایج تجزیه واریانس شاخص برداشت (جدول ۱ و ۲) نشان داد که، در سال اول اثرات رژیم آبیاری، کود نیتروژن و رقم ودر سال دوم اثرات رژیم آبیاری، کود نیتروژن و برهمکنش رقم × رژیم آبیاری بر این صفت معنی‌دار بود. در سال اول، شاخص برداشت رقم یوسف (۳۹/۰ درصد) به‌طور معنی‌داری بیشتر از رقم نیمروز (۳۷/۱ درصد) بود. در این سال، بالاترین سطح تنش شاخص برداشت را به‌طور معنی‌دار کاهش داد (جدول ۵). در سال دوم، اثر برهمکنش رقم و رژیم آبیاری بر شاخص برداشت نشان داد که، شاخص برداشت هر دو رقم با افزایش تنش خشکی از آبیاری کامل تا دیم کاهش یافت، اما، این کاهش در رقم یوسف (۲۶ درصد) بیشتر از رقم نیمروز (۱۹ درصد) بود (جدول ۷). سایر پژوهشگران (۱۳، ۱۹ و ۲۵) نیز نتایج مشابهی را در مورد اثرات منفی تنش رطوبتی بر شاخص برداشت گزارش کرده‌اند.

در سال اول، کاربرد کود نیتروژن شاخص برداشت را به‌طور معنی‌داری در مقایسه با شاهد کاهش داد (۶ درصد) (جدول ۵). در سال دوم نیز، شاخص برداشت کاهش معنی‌داری با افزایش سطوح نیتروژن داشت و از ۳۹/۹ درصد در تیمار صفر کیلوگرم نیتروژن در هکتار به ۳۸/۳ درصد در تیمار ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و ۳۷/۳ درصد در تیمار۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار کاهش یافت. اگرچه برهمکنش نیتروژن و رژیم آبیاری معنی‌دار نبود. اما، در شرایط تنش خشکی و به‌ویژه دیم کاهش شاخص برداشت به‌واسطهٔ کاربرد کود نیتروژن بیشتر از شرایط آبیاری کامل بود. کاهش شاخص برداشت به‌واسطه کاربرد کود نیتروژن به‌ویژه در شرایط تنش خشکی به پدیدهٔ "hay off" نسبت داده می‌شود. این پدیده وقتی رخ می‌دهد که، کود نیتروژن به‌مقدار زیادی در شرایط تنش خشکی به‌کار رود. در این شرایط، عملکرد زیست‌توده بیشتر شده و آب موجود در منطقه ریشه بیشتر تخلیه می‌شود و در نهایت فراهمی آب در دوره پر شدن دانه کاهش می‌یابد (۴۰). در این شرایط، تعداد زیادی پنجه در واحد سطح تولید خواهند شد که این پنجه‌ها دانهٔ کمتری نسبت به ساقهٔ اصلی تولید می‌کنند و باعث کاهش در شاخص برداشت می‌شوند (۳۷).

عملکرد دانه

اثرات برهمکنش‌های کود نیتروژن × رژیم آبیاری و رقم × رژیم آبیاری بر عملکرد دانه در سال اول و دوم آزمایش معنی‌دار بودند (جدول ۱ و ۲). در هر دو سال، عملکرد رقم یوسف در شرایط آبیاری کامل بیشتر از رقم نیمروز بود (۸ و ۵ درصد به‌ترتیب در سال‌های اول و دوم). اما، در شرایط تنش خشکی شدید و دیم به‌ترتیب در سال اول و دوم، رقم نیمروز عملکرد بیشتری نسبت به رقم یوسف داشت (۱۱ و ۲۱ درصد به‌ترتیب در سال‌های اول (تنش شدید) و دوم (دیم)) (جدول ۸). در

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۷. اثر برهمکنش رژیم آبیاری و رقم بر شاخص برداشت (درصد) در سال ۹۱ – ۹۰

رقم	رژیم آبیاری				میانگین
	آبیاری کامل	تنش ملایم	تنش شدید	دیم	
یوسف	۴۳/۱^{a}	۴۲/۰^{ab}	۳۷/۲^{d}	۳۱/۹^{e}	۳۸/۵^{A}
نیمروز	۴۱/۲^{ab}	۴۰/۳^{bc}	۳۸/۹^{cd}	۳۳/۴^{e}	۳۸/۵^{A}
میانگین	۴۲/۲^{A}	۴۱/۱^{B}	۳۸/۰^{C}	۳۲/۷^{D}	

میانگین‌های دارای حروف کوچک مشترک در هر برهمکنش و میانگین‌های اثرات اصلی دارای حروف بزرگ مشترک، تفاوت معنی‌دار ندارند (دانکن ۵ درصد).

جدول ۸. اثر برهمکنش‌های رژیم آبیاری × کود نیتروژن و رژیم آبیاری × رقم بر عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) در سال‌های ۹۰ – ۸۹ و ۹۱ – ۹۰

سال	کود نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)	رژیم آبیاری				میانگین
		آبیاری کامل	تنش ملایم	تنش شدید	دیم	
۹۰–۸۹	۰	۴۰۷۳^{d†}	۳۷۷۱^{e}	۲۸۷۷^{g}	_	۳۵۷۴^{C}
	۶۰	۴۸۶۹^{b}	۴۳۴۲^{c}	۳۲۲۹^{f}	_	۴۱۴۶^{B}
	۱۲۰	۵۱۹۵^{a}	۴۵۶۲^{c}	۳۳۱۰^{f}	_	۴۳۵۵^{A}
	رقم					
	یوسف	۴۸۹۶^{a}	۴۳۰۲^{bc}	۲۹۷۶^{e}	_	۴۰۵۸^{A}
	نیمروز	۴۵۲۸^{b}	۴۱۴۷^{c}	۳۳۰۰^{d}	_	۳۹۹۲^{A}
	میانگین	۴۷۱۲^{A}	۴۲۲۵^{B}	۳۱۳۸^{C}	_	
۹۱–۹۰	کود نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)					
	۰	۲۵۲۵^{c}	۴۹۵۴^{cd}	۳۹۹۵^{e}	۲۶۲۵^{g}	۴۲۰۰^{C}
	۶۰	۶۱۵۵^{b}	۵۸۰۳^{b}	۴۶۲۱^{d}	۳۱۱۱^{f}	۴۹۲۲^{B}
	۱۲۰	۶۵۵۵^{a}	۶۱۲۵^{b}	۴۸۵۰^{d}	۲۹۲۱^{fg}	۵۱۱۳^{A}
	رقم					
	یوسف	۶۱۱۷^{a}	۵۶۵۵^{b}	۴۳۹۶^{c}	۲۶۱۶^{e}	۴۶۹۶^{A}
	نیمروز	۵۸۴۰^{ab}	۵۶۰۰^{b}	۴۵۸۱^{c}	۳۱۵۵^{d}	۴۷۹۴^{A}
	میانگین	۵۹۷۸^{A}	۵۶۲۷^{A}	۴۴۸۹^{B}	۲۸۸۶^{C}	

میانگین‌های دارای حروف کوچک مشترک در هر برهمکنش و میانگین‌های اثرات اصلی دارای حروف بزرگ مشترک، تفاوت معنی‌دار ندارند (دانکن ۵ درصد).

سال اول (نسبتاً خشک: ۲۰۹ میلی‌متر بارندگی)، سطوح مختلف تنش رطوبتی عملکرد هر دو رقم را به‌طور معنی‌دار نسبت به آبیاری کامل کاهش داد (جدول ۸). در سال دوم (نسبتاً مرطوب: ۳۰۰ میلی‌متر بارندگی)، تنش ملایم عملکرد دانهٔ رقم یوسف را

www.SID.ir

Archive of SID

به‌طور معنی‌دار کاهش داد، اما، تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه رقم نیمروز نداشت. با افزایش شدت تنش (تنش شدید و دیم)، عملکرد دانهٔ هر دو رقم نسبت به شاهد کاهش معنی‌دار نشان دادند (جدول ۸). کاهش عملکرد دانه ارقام جو در اثر تنش خشکی را سایر پژوهشگران (۲، ۱۹ و ۲۸) نیز گزارش نموده‌اند. بنابراین، با توجه به عدم کاهش معنی‌دار عملکرد دانهٔ رقم نیمروز در شرایط تنش رطوبتی ملایم نسبت به آبیاری کامل، می‌توان از این رقم شرایط تنش رطوبتی (کم‌آبیاری) ملایم استفاده کرد. هم‌چنین، با توجه به برتری رقم نیمروز نسبت به یوسف در شرایط تنش خشکی شدید و دیم، این رقم برای شرایط مشابه توصیه می‌شود.

در هر دو سال، به‌جز در شرایط آبیاری کامل که عملکرد دانه با افزایش کود نیتروژن تا سطح ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌طور معنی‌دار افزایش یافت، در سایر تیمارهای آبیاری، عملکرد دانه فقط تا سطح ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌طور معنی‌دار افزایش یافت (جدول ۸). در سال اول (نسبتاً خشک)، تیمارهای تنش رطوبتی در مقایسه با آبیاری کامل، عملکرد دانه را در تمام سطوح نیتروژن به‌طور معنی‌دار کاهش دادند (جدول ۸). در سال دوم (نسبتاً مرطوب)، تنش خشکی ملایم عملکرد دانه را در سطوح صفر و ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌طور معنی‌دار کاهش نداد. اما، در سطح ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، عملکرد دانه با تنش خشکی ملایم نیز به‌طور معنی‌دار کاهش یافت. سایر سطوح تنش خشکی (شدید و دیم) عملکرد دانه را در تمام سطوح نیتروژن نسبت به آبیاری کامل به‌طور معنی‌دار کاهش دادند (جدول ۸). به‌طورکلی، کاهش بیشتر عملکرد دانه به‌واسطهٔ افزایش شدت تنش خشکی از آبیاری کامل تا تنش خشکی شدید و دیم در تیمارهای کود نیتروژن در مقایسه با شاهد (بدون کود نیتروژن) (۲۹، ۳۴ و ۳۶ درصد کاهش به‌ترتیب در تیمارهای صفر، ۶۰ و ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در تیمار تنش شدید نسبت به آبیاری کامل در سال اول و (۴۹، ۵۰ و ۵۵ درصد کاهش به‌ترتیب در تیمارهای صفر، ۶۰ و ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در تیمار دیم نسبت به آبیاری کامل در سال دوم) نشان می‌دهد که گیاهانی که کود نیتروژن زیاد دریافت کرده‌اند نسبت به تنش خشکی حساس‌تر هستند. فردریک و کامبراتو (۱۴) اثبات کردند که، تحت شرایط بدون تنش خشکی، عملکرد دانه گندم با افزایش سطح کود نیتروژن تا ۱۳۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار افزایش یافت. اما، در شرایط تنش خشکی شدید، این سطح از کود نیتروژن، شدت تنش را تشدید کرده و رشد و عملکرد گندم را کاهش می‌دهد. بنابراین، سطح بهینهٔ کود نیتروژن وابسته به رژیم آبیاری و فهم دقیقی از پاسخ گیاه به برهمکنش‌های کود نیتروژن و آب می‌باشد.

اگرچه تنش رطوبتی ملایم عملکرد دانه را در تمام سطوح کود نیتروژن (در سال اول: نسبتاً خشک) و در سطح ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (در سال دوم: نسبتاً مرطوب) کاهش داد، اما، با توجه به عدم کاهش معنی‌دار عملکرد دانه در سطح صفر و ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در سال دوم (جدول ۸)، تنش رطوبتی ملایم می‌تواند به‌عنوان یک راهبرد مناسب جهت توزیع عادلانهٔ منابع محدود آب در بین تعداد بیشتری کشاورز در سال‌های مشابه به‌کار رود. در سطح مزرعه، معمولاً گیاهانی که نزدیک‌تر به کانال آبیاری هستند، آب بیشتر و آنهایی که دورتر هستند، آب کمتری دریافت می‌کنند و با توجه به فاصله تا کانال اصلی، احتمالاً با سطوح مختلفی از تنش روبرو هستند. به‌عبارت دیگر، حرکت آب در فاروهای منشعب شده از کانال اصلی در زمین‌های کشاورزی مختلف با توجه به شیب زمین متفاوت است. کشاورزان می‌توانند با اندازه‌گیری رطوبت خاک در نقاط مختلف فاروها به‌میزان آب رسیده به آن قسمت پی ببرند و چنانچه متوجه تنش رطوبتی در قسمت‌های انتهای فارو شدند از کود کمتری استفاده کنند. بنابراین، استفاده از سطوح بالاتر کود نیتروژن در قسمت‌های نزدیک‌تر به کانال و سطوح کمتر کود در قسمت‌های دورتر از کانال اصلی (به‌ترتیب ۱۲۰ و ۶۰ کیلوگرم در این آزمایش)، می‌تواند به‌عنوان یک راهبرد مناسب برای کاربرد بهینهٔ کود نیتروژن و کاهش هزینه‌ها و در نهایت سودآوری بیشتر کشاورزان توصیه شود.

www.SID.ir

Archive of SID

پروتئین دانه

در هر دو سال، کود نیتروژن اثر معنی‌دار بر درصد پروتئین دانه داشت (جدول ۱ و ۲). در هر دو سال، کاربرد کود نیتروژن درصد پروتئین دانه را در مقایسه با شاهد افزایش داد (جدول ۵). سایر پژوهشگران (۶ و ۳۳) نیز نتایج مشابهی را گزارش کرده‌اند. در هر دو سال، ارقام تفاوت معنی‌داری از لحاظ درصد پروتئین دانه نداشتند. اما، درصد پروتئین دانه در رقم نیمروز به‌مقدار جزئی بیشتر از رقم یوسف بود (جدول ۵). درصد پروتئین دانه به‌طور معنی‌دار متأثر از تیمارهای آبیاری نشد. اما، تنش رطوبتی شدید و شرایط دیم به‌ترتیب در سال اول و دوم درصد پروتئین دانه را نسبت به تیمار آبیاری کامل افزایش داد. به‌طوری‌که، بیشترین درصد پروتئین دانه (۱۰/۷) در شرایط دیم به‌دست آمد (جدول ۵).

در سال اول، اثر کود نیتروژن و برهمکنش رژیم آبیاری × رقم بر عملکرد پروتئین دانه معنی‌دار بود (جدول ۱). عملکرد پروتئین دانهٔ ارقام با افزایش سطح تنش از آبیاری کامل تا تنش رطوبتی شدید کاهش یافت، اما، مقدار کاهش در رقم یوسف (۴۲ درصد) بیشتر از رقم نیمروز (۲۲ درصد) بود (جدول ۹). تنش رطوبتی ملایم عملکرد پروتئین دانهٔ رقم نیمروز را کاهش معنی‌دار نداد، اما، عملکرد پروتئین دانهٔ رقم یوسف با تنش خشکی ملایم نیز کاهش معنی‌دار یافت (جدول ۹). عملکرد پروتئین دانه ارقام تفاوت معنی‌داری در سطح آبیاری کامل و تنش رطوبتی ملایم نداشتند، اما، در سطح تنش رطوبتی شدید، رقم نیمروز به‌طور معنی‌داری عملکرد پروتئین دانهٔ بیشتری نسبت به رقم یوسف داشت (جدول ۹). عملکرد پروتئین دانه از ۲۸۹ کیلوگرم در هکتار در تیمار صفر نیتروژن به ۳۹۴ و ۴۸۶ کیلوگرم در هکتار به‌ترتیب در تیمارهای ۶۰ و ۱۲۰ افزایش یافت که این افزایش در هر دو سطح نیتروژن نسبت به شاهد معنی‌دار بود.

در سال دوم، اثر رژیم آبیاری و کود نیتروژن بر عملکرد پروتئین دانه معنی‌دار بود (جدول ۲). عملکرد پروتئین دانهٔ هر دو رقم تفاوت معنی‌داری نداشتند (جدول ۵). عملکرد پروتئین

جدول ۹. اثر برهمکنش رژیم آبیاری و رقم بر عملکرد پروتئین دانه (کیلوگرم در هکتار) در سال ۹۰ – ۸۹

رقم	رژیم آبیاری			میانگین
	آبیاری کامل	تنش ملایم	تنش شدید	
یوسف	۴۷۵^{a}	۳۹۱^{bc}	۲۷۷^{c}	۳۸۱^{A}
نیمروز	۴۴۹^{ab}	۳۹۴^{bc}	۳۵۱^{d}	۳۹۸^{A}
میانگین	۴۶۲^{A}	۳۹۳^{A}	۳۱۴^{B}	

میانگین‌های دارای حروف کوچک مشترک در هر برهمکنش و میانگین‌های اثرات اصلی دارای حروف بزرگ مشترک، تفاوت معنی‌دار ندارند (دانکن ۵ درصد).

دانه با افزایش سطح تنش خشکی کاهش یافت، اما، این کاهش فقط در شرایط تنش خشکی شدید و دیم نسبت به آبیاری کامل معنی‌دار بود. عملکرد پروتئین دانه فقط تا ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار افزایش معنی دار داشت (جدول ۵). نصیری و همکاران (۲۸) نتایج مشابهی را در مورد جو والفجر گزارش کردند.

نتیجه‌گیری

صرف‌نظر از اثر کود نیتروژن، با توجه به بالاتر بودن عملکرد و پروتئین دانه رقم نیمروز نسبت به یوسف در شرایط تنش خشکی شدید و دیم، استفاده از رقم نیمروز در شرایط تنش‌های شدید و دیم توصیه می‌شود. در شرایط برنامه‌ریزی برای کم‌آبیاری، چنانچه میزان بارندگی حدود ۳۰۰ میلی‌متر باشد (مانند سال دوم این آزمایش)، با توجه به عدم اختلاف عملکرد دانه و پروتئین دانهٔ رقم نیمروز در شرایط آبیاری کامل و تنش ملایم، این رقم برای کم‌آبیاری ملایم توصیه می‌شود.

صرف‌نظر از اثر رقم، سطح بهینهٔ نیتروژن بستگی به سطح آبیاری داشت. به‌طوری‌که، عملکرد دانه در شرایط آبیاری کامل تا ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و در رژیم‌های مختلف تنش رطوبتی و دیم فقط تا سطح ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار

www.SID.ir

Archive of SID

به‌طور معنی‌دار افزایش یافت. بنابراین، در شرایط مشابه این آزمایش، مصرف ۱۲۰ و ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در شرایط آبیاری کامل و تنش خشکی قابل توصیه است.

صرف‌نظر از اثر رقم، با توجه به اینکه تنش رطوبتی ملایم عملکرد دانه را در سطوح صفر و ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار کاهش معنی‌دار نداد (در سال دوم با ۳۰۰ میلی‌متر بارندگی)، این رژیم آبیاری می‌تواند به‌عنوان یک راهبرد مطلوب برای توزیع عادلانهٔ منابع محدود آب در سطوح پایین کاربرد نیتروژن (مانند صفر و ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) در بین کشاورزان بیشتری کاربرد داشته باشد. عدم کاهش معنی‌دار درصد و مقدار پروتئین دانه در شرایط تنش رطوبتی ملایم در مقایسه با آبیاری کامل، تأکید بیشتری در استفاده از این رژیم آبیاری در سال‌های مشابه دارد.

سپاسگزاری

نویسندگان از شورای تحصیلات تکمیلی دانشگاه شیراز برای حمایت مالی از این پژوهش و مرکز تحقیقات کشاورزی فارس که امکان اجرای این پژوهش را فراهم آوردند، سپاسگزاری می‌نمایند.

منابع مورد استفاده

1. Acevedo, E., P. Q. Craufurd, R. B. Austin and P. Perez-Marco. 1991. Traits associated with high yield in barley in low-rainfall environments. *Journal of Agricultural Science* 116: 23–36.
2. Albrizio, R., M. Todorovic, T. Matic and A. M. Stellacci. 2010. Comparing the interactive effects of water and nitrogen on durum wheat and barley grown in a Mediterranean environment. *Field Crops Research* 115: 179–190.
3. Anbessa, Y., P. Juskiw, A. Good, J. Nyachiro and J. Helm. 2009. Genetic variability in nitrogen use efficiency of spring barley. *Crop Science* 49: 1259–1269.
4. Barber, J. S. and R. S. Jessop. 1987. Factors affecting yield and quality in irrigated wheat. *Journal of Agricaltural Science* 109: 19–26.
5. Birch, C. J. and K. E. Long. 1990. Effect of nitrogen on the growth, yield and grain protein content of barley (*Hordeum vulgare* L.). *Australian Journal of Experimental Agriculture* 30:237-242.
6. Bulman P. and D. L. Smith. 1994. Post-heading nitrogen uptake, re-translocation and partitioning in spring barley. *Crop Science* 34: 977-984.
7. Daniel, C. and E. Triboi. 2002. Changes in wheat protein aggregation during grain development: effects of temperatures and water stress. *European Journal of Agronomy* 16: 1–12.
8. Delogu, G., L. Cattivelli, N. Pecchioni, D. De-Falcis, T. Maggiore and A. M. Stanca. 1998. Uptake and agronomic efficiency of nitrogen in winter barley and winter wheat. *European Journal of Agronomy* 9: 11–20.
9. Dianne, C. F., W. Randy, H. Ronnie, M. S. Paul and G. W. Seffery. 2006. Minimizing protein variability in soft red winter wheat: Impact of nitrogen application timing and rate. *Agronomy Journal* 98: 1137–1145.
10. Emam, Y. 2011. Cereal Crop Production, Shiraz University Press. Shiraz. (In Farsi).
11. Emam, Y. and M. Niknejhad. 2011. An Introduction to the Physiology of Crop Yield, Shiraz University Press. Shiraz. (In Farsi).
12. English M. J. and S. N. Raja. 1986. Perspective on deficit irrigation. *Agricultural Water Management* 32 (1): 1-4.
13. Ercoli, L., L. Lulli, M. Mariotti, A. Masoni and I. Arduini. 2008. Post-anthesis dry matter and nitrogen dynamics in durum wheat as affected by nitrogen supply and soil water availability. *European Journal of Agronomy* 28: 138–147.
14. Frederick, J. R. and J. J. Camberato. 1994. Leaf net CO_2-exchange rate and associated leaf traits of winter wheat grown with various spring nitrogen fertilization rates. *Crop Science* 34: 432-439.
15. Garabet S., M. Wood and J. Ryan. 1998. Nitrogen and water effects on wheat yield in a Mediterranean type climate. I. Growth, water-use and nitrogen accumulation. *Field Crops Research* 57: 309-318.
16. Garcia del Moral, L. F., J. M. Ramos, M. B. Garcia del Moral and P. Jimenez-Tejada. 1991. Ontogenic approach to grain production in spring barley based on path-coefficient analysis. *Crop Science* 31: 1179-1185.
17. Giunta F., R. Motzo and M. Deidda. 1993. Effect of drought on yield and yield components of durum wheat and triticale in a Mediterranean environment. *Field Crops Research* 33: 399-409.
18. Gooding, M. J., R. H. Ellist, P. R. Shewry and J. D. Schofield. 2003. Effects of restricted water availability and increased temperature on the grain filling, drying and quality of winter wheat. *Journal of Cereal Science* 37: 295–

www.SID.ir

Archive of SID

309.
19. Gonzalez A., I. Martin and L. Ayerbe. 2007. Response of barley genotypes to terminal soil moisture stress: phenology, growth and yield. *Australian Journal of Agricultural Research* 58: 29-37.
20. Grimes D. W., H. Yamada and S. W. Hughes. 1987. Climate-normalized cotton leaf water potentials for irrigation scheduling. *Agricultural Water Management* 12: 293-304.
21. Guitard, A. A., J. A. Newman and P. B. Hoyt. 1961. The influence of seeding rate on the yield and yield components of wheat, oats and barley. *Canadian Journal of Plant Science* 41: 751-758.
22. Hang, A. N. and D. E. Miller. 1983. Wheat development as affected by deficit, high frequency sprinkler irrigation. *Agronomy Journal* 75: 234-239.
23. Katerji N., M. Marcello and R. Gianfranco. 2008. Water use efficiency of crops cultivated in the Mediterranean region: review and analysis. *European Journal of Agronomy* 28: 493–507.
24. Latiri-Souki K., S. Nortcliff and D. W. Lawlor. 1998. Nitrogen fertilizer can increase dry matter, grain production and radiation and water use efficiencies for durum wheat under semi-arid conditions. *European Journal of Agronomy* 9: 21-34.
25. Le Gouis J., O. Delebarre, D. Beghin, E. Heumez and P. Pluchard. 1999. Nitrogen uptake and utilization efficiency of two-row and six-row winter barley cultivars grown at two N levels. *European Journal of Agronomy* 10: 73-79.
26. Li, C., W. Cao and T. Dai. 2001. Dynamic characteristics of floret primordium development in wheat. *Field Crops Research* 71: 71-76.
27. Mogensen V. O., H. E. Jensen and A. Rab. 1985. Grain yield, yield components, drought sensitivity and water use efficiency of spring wheat subjected to water stress at various growth stages. *Irrigation Science* 6: 131-140.
28. Nasiri, Y., M. R. Shakiba, H. Alyari, M. Valizadeh and A. Dabagh Mohammadi-nasab. 2008. Influence of post-polination water deficit stress and nitrogen on yield, yield components and grain protein content of barley (cv. Valfajr). *Agricultural Science*s 18(4): 143-153. (In Farsi)
29. Nicolas, M. E., R. J. Simpson and H. Lambers. 1985. Effects of drought on partitioning of nitrogen in two wheat varieties differing in drought-tolerance. *Annual of Botany* 55: 743–754.
30. Nikkhah, H. R., M. H. Saberi and M. Mahlouji. 2010. Study of effective traits on grain yield of two and six row barley genotypes (*Hordeum vulgare* L.) under terminal drought stress condition. *Iranian Journal of Crop Science* 12(2): 170-184. (In Farsi).
31. Oweis, T., H. Zhang and M. Pala. 2000. Water use efficiency of rainfed and irrigated bread wheat in a Mediterranean environment. *Agronomy Journal* 92: 231–238.
32. Passioura, J. B. 2002. Environmental biology and crop improvement. *Functional Plant Biology* 29: 537-546.
33. Panozzo J. F. and H. A. Eagles. 1999. Rate and duration of grain filling and grain nitrogen accumulation of wheat cultivars grown in different environments. *Australian Journal of Agricultural Research* 50: 1007-1015.
34. Qi, J. C., G. P. Zhang and M. X. Zhon. 2006. Protein and hordein content in barley seeds as affected by nitrogen level and their relationship to beta-amylase activity. *Journal of Cereal Science* 43: 102–107.
35. Saini, H. S. and M. E. Westgate. 2000. Reproductive development in grain crops during drought. *Advance in Agronomy* 68: 59–96.
36. SAS. 2004. Statistical analysis software. Version 9. Cary (NC): SAS Institute.
37. Sieling, K., H. Schroder, M. Finck, and H. Hanus. 1998. Yield, N uptake and apparent N use efficiency of winter wheat and winter barley grown in different cropping systems. *Journal of Agricultural Science* 131: 375–387.
38. Triboi, E., P. Martre, C. Girousse, C. Ravel and A. M. Triboi-Blondel. 2006. Unravelling environmental and genetic relationships between grain yield and nitrogen concentration for wheat. *European Journal of Agronomy* 25: 108–118.
39. Ullrich, S. 2011. Significance, adaptation, production, and trade of barley. pp. 1- 13. *In:* S. Ullrich (Eds.), Barley: Production, Improvement and Uses. A John Wiley & Sons, Inc., Publication. Singapore.
40. Van Herwaarden, A. F., G. D. Farquhar, J. F. Angus, R. A. Richards and G. N. Howe. 1998. Haying off, the negative grain yields response of dryland wheat wheat to N fertilizer. I. Biomass, grain yield, and water use. *Australian Journal of Agricultural Research* 49: 1067-1081.
41. Zadoks, J. C., T. T. Chang and C. F. Konzak. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals of cereals. *Weed Research* 14: 11-16.

www.SID.ir

Archive of SID

www.SID.ir