

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

وحید براتی<sup>۱</sup> و حسین غدیری<sup>۲\*</sup>

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

### چکیده

به منظور 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 به صورت کرت‌های دوبار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار بود. عامل اصلی رژیم آبیاری (آبیاری کامل (W))، تنش رطوبتی ملایم (۷۵٪ W) و تنش رطوبتی شدید (۵۰٪ W)، 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، به ترتیب در سال اول و دوم، عملکرد و مقدار پروتئین دانه در رقم نیمروز بیشتر از رقم یوسف بود. در سال اول (۲۰۹ میلی‌متر بارندگی)، تنش رطوبتی ملایم عملکرد دانه را به طور 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 به طور معنی‌دار تا سطح ۱۲۰ کیلوگرم کود نیتروژن افزایش یافت (۲۸٪ و ۲۶٪ در مقایسه با شاهد به ترتیب 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. به ترتیب دانشجوی دکتری و استاد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز

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

## مقدمه

به کاربرد کود نیتروژن وابسته به رقم، مدیریت آبیاری، مقدار بارندگی و توزیع آن در طول دوره زندگی گیاه و شرایط اقلیمی منطقه است (۲۴). مراحل نمو اولیه مانند مرحله 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 دانه‌گرده 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 دوره 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 مرحله پر شدن دانه به‌ویژه در دیم‌زارها خواهد شد (۴۰). بنابراین، یکی از عوامل‌های مهم در تولید 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

جو (*Hordeum vulgare* L.) یکی از مهم‌ترین غلات دانه‌های 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 به‌واسطه 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 دوره 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 مرحله 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 مرحله پر شدن دانه رخ دهد، طول دوره 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

نتیجه‌گیری کردند که در این شرایط، عملکرد دانه ارقام دو ردیفه به میزان ۱۱ درصد بیشتر از ارقام شش ردیفه بود. گزنالس و همکاران (۱۹) چهار رقم شش ردیفه و هفت رقم دو ردیفه جو را در شرایط آبیاری کامل و تنش خشکی انتهای فصل مورد مقایسه قرار دادند. آنها گزارش کردند که عملکرد دانه 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 (به ترتیب جو شش و دو ردیفه) بر عملکرد، اجزای عملکرد و محتوای پروتئین دانه بود.

### مواد و روش‌ها

این پژوهش در مزرعه 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) به مدت دو سال زراعی (۹۰ - ۱۳۸۹ و ۹۱ - ۱۳۹۰) انجام شد. منطقه 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 به صورت کرت‌های دوبار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. رژیم آبیاری، کود نیتروژن و رقم به ترتیب به عنوان 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

مختلف کود نیتروژن (۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) به طور 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 همکاران (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 به طور 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 به دلیل کاهش وزن دانه کاهش می‌یابد. همبستگی منفی وزن دانه گندم و غلظت نیتروژن دانه در شرایط تنش خشکی این مطلب را تأیید می‌کند (۴، ۲۹ و ۳۳).

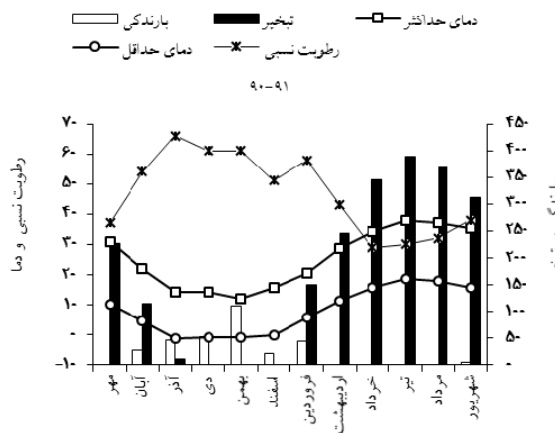
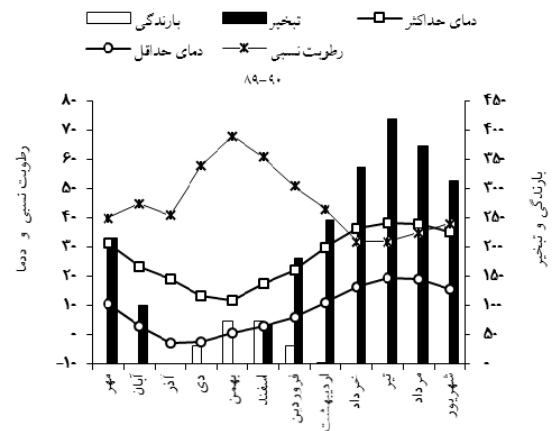
به طور سنتی در شرایط کم‌نهاد، پتانسیل بالاتر ارقام دو ردیفه جو در مقایسه با ارقام شش ردیفه به وسیله کشاورزان مناطق جنوبی ایران از جمله استان فارس پذیرفته شده است. اما، پژوهش جامعی به‌ویژه با ارقام جدید تحت رژیم‌های مختلف آبیاری و کود نیتروژن در شرایط نیمه‌خشک جنوب ایران صورت نگرفته است. لی‌گویس و همکاران (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 دانه 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

خاک به وسیله روش وزنی در فواصل ۳۰ سانتی متری تا عمق ۶۰ سانتی متر اندازه گیری 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 سانتی متری به ظرفیت مزرعه رسانده شد. مقدار آب مورد نیاز به وسیله معادله ۱ محاسبه و مقدار آب کاربردی برای هر کرت به وسیله روش حجمی - زمانی (۲۰) اندازه گیری شد. تیمارهای تنش ملایم و شدید به ترتیب به میزان ۷۵ و ۵۰ درصد از آبیاری کامل، آب دریافت کردند. رژیم آبیاری از مرحله طویل شدن ساقه (مرحله ۳۱ کد زیداکس (۴۱): ZGS31) تا انتهای فصل رشد اعمال شد. پس از شروع اعمال تیمارهای تنش خشکی، ۳۰/۷ و ۴۳/۷ میلی متر بارندگی به ترتیب سال اول و دوم در ماه فروردین رخ داد، که با توجه به مقدار کم آن، اثرات تیمارهای آبیاری را مخدوش نکرد. کود نیتروژن به صورت اوره (۴۶ درصد نیتروژن) در سه مرحله (شروع مرحله پنجه زنی (ZGS21)، شروع طویل شدن ساقه (ZGS31) و ظهور سنبله (ZGS57) به مقدار مساوی به کار رفت.

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

D: عمق آب آبیاری (میلی متر)، i: یک لایه، n: تعداد لایه های خاک،  $\theta_{fci}$ : محتوای حجمی رطوبت خاک در حالت ظرفیت مزرعه (سانتی متر مکعب بر سانتی متر مکعب) در i مین لایه خاک،  $\theta_i$ : محتوای حجمی رطوبت خاک (سانتی متر مکعب بر سانتی متر مکعب) در i مین لایه خاک،  $\Delta Z_i$ : ضخامت هر لایه (میلی متر).

زمین محل آزمایش به مدت دو سال آیش بود. عملیات تهیه زمین شامل یکبار شخم با گاوآهن برگردان دار و سپس یکبار استفاده از دیسک و ماله بود. بذرها 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 به صورت دستی انجام شد. تاریخ کاشت ۳۰ و ۲۸ آذر ماه به ترتیب در سال اول و دوم آزمایش بود. اندازه هر کرت ۳/۸ × ۵ متر بود و برای جلوگیری از حرکت جانبی آب و کود نیتروژن، اطراف هر کرت پشته هایی به عرض یک متر



شکل ۱. مقدار بارندگی (میلی متر)، تبخیر از تشتک (میلی متر)، حداقل و حداکثر دما (درجه سانتی گراد) و مقدار رطوبت نسبی (درصد) در دو سال آزمایش. مقدار تبخیر از تشتک از آذر تا بهمن و از دی تا اسفند به ترتیب 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

قرار داده شد. علاوه بر این، برای اطمینان بیشتر از عدم حرکت جانبی آب، فاصله 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 به وسیله 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 زیست‌توده بالای سطح خاک کف‌بر 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 (مرحله گیاهچه‌ای) نشانه‌گذاری شده بودند، مورد استفاده قرار گرفتند. قبل از اندازه‌گیری درصد نیتروژن، نمونه‌های بذر به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۵ درجه آون قرار گرفتند. غلظت نیتروژن دانه (درصد) به وسیله روش کلیدال اندازه‌گیری و برای محاسبه درصد پروتئین دانه در عدد ۶/۲۵ ضرب شد (۲۸). عملکرد پروتئین دانه به وسیله حاصل ضرب 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

به دلیل اینکه تیمارهای تنش رطوبتی در سال‌های اول و دوم آزمایش متفاوت بودند، تجزیه واریانس برای هر دو سال به صورت 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 دانه هر دو رقم به طور 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) به طور 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 به وسیله 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 ( $r = 0/48$ ) بیشتر از همبستگی بین عملکرد دانه و تعداد دانه در سنبله ( $r = 0/40$ ) و تعداد پنجه بارور در واحد سطح ( $r = 0/42$ ) 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 به نظر می‌رسد زیرا، اثرات تنش خشکی انتهایی بیشتر در مراحل پیشرفته 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. به علاوه، تنش خشکی انتهایی باعث می‌شود که پنجه‌های ثانویه و ثالثیه به مرحله باروری نرسند و یا اینکه اگر بارور هم شوند، تعدادی دانه 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، به‌طور کلی تنش خشکی وزن دانه را نسبت به آبیاری کامل کاهش داد (جدول ۳). در سال اول (نسبتاً

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

عملکرد	درصد	تعداد	تعداد دانه	وزن	شاخص برداشت	عملکرد زیست‌توده	عملکرد دانه	درجه آزادی	منابع تغییر
۱۸۴۳۴/۱۸۰**	۱۲۴/۱۸**	۳۱/۴۵ <sup>NS</sup>	۰/۹۵ <sup>NS</sup>	۰/۳۸ <sup>NS</sup>	۳/۱۱ <sup>NS</sup>	۸۵۲۷۲۸ <sup>NS</sup>	۱۱۱۶۱ <sup>NS</sup>	۲	تکرار
۹۸۸۱۳/۳۹*	۲/۰۸ <sup>NS</sup>	۱۳۷۶۸/۹۲**	۱۰۶/۷۱**	۲۸۰/۸۹**	۵۷/۶۳**	۴۸۰۳۲۸۱۳**	۱۱۶۸۵۶۴۶*	۲	رژیم آبیاری
۶۰۲۴/۱۰	۱/۰۹	۱۴۶/۰۰۴	۰/۶۱	۰/۱۲	۲/۴۰	۵۶۴۸۲۴	۲۹۲۹۴	۴	خطای الف
۱۷۳۱۶۹/۹۰**	۴۵/۰۶**	۳۵۳۲۵/۶۳**	۲۴/۲۸**	۱۵/۴۱**	۲۱/۰۶**	۳۳۷۰۰۳۶۶**	۲۹۴۹۲۴۷**	۲	کود نیتروژن
۱۱۹۴۹/۱ <sup>NS</sup>	۱/۱۳	۱۹۲۶/۱۳ <sup>NS</sup>	۷/۸۸ <sup>NS</sup>	۳/۷۸**	۱/۰۹ <sup>NS</sup>	۶۰۲۵۲۳ <sup>NS</sup>	۱۸۳۴۱۰*	۴	کود نیتروژن × رژیم آبیاری
۳۶۴۸/۸۵	۲/۸۲	۱۲۵۵۹/۱۰	۲/۹۱	۰/۸۹	۲/۶۳	۴۷۰۰۵۱	۳۵۸۰۷	۱۲	خطای ب
۳۸۸۴۳۵ <sup>NS</sup>	۵/۴۲ <sup>NS</sup>	۲۴۷۱۸/۰۰**	۲۲۳۱/۴۷**	۲۸۲/۶۳ <sup>NS</sup>	۴۶/۸۳**	۱۹۵۶۵۰۹ <sup>NS</sup>	۵۹۸۰۰ <sup>NS</sup>	۱	رقم
۱۲۲۳۰/۸۹*	۱/۳۷ <sup>NS</sup>	۱۶۸/۶۳ <sup>NS</sup>	۵/۱۱ <sup>NS</sup>	۵/۲۱*	۰/۱۳ <sup>NS</sup>	۳۱۹۷۶۷۸ <sup>NS</sup>	۵۶۵۵۲۳**	۲	رقم × رژیم آبیاری
۲۵۹/۹۸ <sup>NS</sup>	۰/۵۴ <sup>NS</sup>	۲۰۰۶/۱۴ <sup>NS</sup>	۰/۲۲ <sup>NS</sup>	۰/۰۴ <sup>NS</sup>	۰/۱۵ <sup>NS</sup>	۶۴۸۴۳ <sup>NS</sup>	۵۰ <sup>NS</sup>	۲	رقم × کود نیتروژن
۴۱۵/۰۸ <sup>NS</sup>	۰/۶۰ <sup>NS</sup>	۷۱۳/۱۶ <sup>NS</sup>	۰/۷۱ <sup>NS</sup>	۰/۴۳ <sup>NS</sup>	۰/۱۸ <sup>NS</sup>	۱۱۱۹۳۳ <sup>NS</sup>	۷۸۹۳ <sup>NS</sup>	۴	رقم × رژیم آبیاری × کود نیتروژن
۳۳۲۸/۳۶	۲/۸۴	۱۲۴۴/۷۸	۵/۷۹	۱/۲۸	۳/۸۱	۱۹۱۸۲۸۹	۹۲۱۷۸	۱۸	خطای ج
۲۹۰۲۳/۹۷	۱۱/۳۴	۹۰۰۴/۲۴	۷۳/۶۹	۲۶/۰۷	۷/۳۵	۵۲۱۱۷۴۵	۹۰۸۴۲۲	۳۵	خطای کل

NS و \*\* به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

جدول ۲. میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس ویژگی های عملکرد دانه، عملکرد زیست توده، شاخص برداشت، وزن دانه، تعداد دانه در سنبله، تعداد پنجه بارور، درصد پروتئین و عملکرد پروتئین دانه در سال ۹۱ - ۱۳۹۰

عملکرد	درصد	تعداد	تعداد دانه در سنبله	وزن دانه	شاخص برداشت	عملکرد زیست توده	عملکرد دانه	درجه آزادی	منابع تغییر
۳۰۹۹۶/۱۰**	۱۴۱/۵۸**	۵۹۸۴/۶۱ ns	۲/۵۸ ns	۰/۹۲ ns	۰/۶۸ ns	۴۸۴۴۳/ns	۱۳۷۸/۶ns	۲	تکرار
۱۹۱۳۳۹/۸۰**	۱۲/۰۵ ns	۸۳۰۴/۳۹*	۳۳۷/۴۱**	۵۶۳/۱۴**	۳۲۷/۸۳**	۳۱۲۷۹۴۰/۸۵**	۳۴۹۳۲۷۴۹**	۳	رژیم آبیاری
۶۴۵۸/۸۲	۴/۶۳	۱۵۰۰/۶۵	۱/۰۴	۰/۲۹	۱/۲۱	۱۴۳۴۴/۳۰	۲۰۴۲۶۲	۶	خطای الف
۱۹۰۳۰/۱۰۰**	۲۵/۲۰*	۳۴۵۷/۰۱۰**	۲۰/۴۸*	۴/۹۵*	۳۹/۶۹**	۱۲۱۸۳۱۳۵۴**	۵۵۶۹۶۳۰**	۲	کود نیتروژن
۴۵۸۶/۰۹ ns	۰/۷۹ ns	۲۳۸۳/۸۳۲ ns	۱۰/۱۰ ns	۳/۸۴**	۳/۱۵ ns	۴۶۰۰/۶۶۳	۳۱۸۷/۰۱*	۶	کود نیتروژن × رژیم آبیاری
۸۴۸۳/۶۹	۵/۴۹	۵۱۷۹/۰۲	۴/۸۷	۱/۰۱	۲/۱۲	۷۴۱۸/۰۱۰	۸۱۶۶۰	۱۶	خطای ب
۱۲۹۲۹/۳۹ ns	۵/۸۴ ns	۵۵۱۹۹/۵/۸۰**	۳۶۳۷/۶۳**	۵۰/۱/۸**	۰/۰۵ ns	۳۰۵۱۲۷۳ns	۱۷۲۸۷/۶ns	۱	رقم
۱۵۱۸۵/۶۶ ns	۲/۶۱ ns	۸۴۱/۷۸ ns	۲۳/۱۱*	۲/۵۵ ns	۱۷/۵۰*	۴۹۲۷۸/۷۹ns	۵۴۹۳۴۱*	۳	رقم × رژیم آبیاری
۳۳۱/۴۶ ns	۰/۵۶ ns	۵۵۶/۵۰ ns	۰/۳۳ ns	۰/۴۹ ns	۱/۲۲ ns	۵۰۱۵۶/۸ns	۱۰۹۱۷ ns	۲	رقم × کود نیتروژن
۱۲۰/۸۳ ns	۰/۰۸ ns	۵۷۷/۷۷ ns	۰/۰۵ ns	۰/۱۱ ns	۰/۵۰ ns	۴۷۱۷۴/۴ns	۳۶۵۱ ns	۶	رقم × رژیم آبیاری × کود نیتروژن
۷۱۰۸۷/۱	۴/۳۵	۷۳۶۹/۴۹	۶/۷۵	۱/۲۱	۴/۶۳	۲۱۵۲/۹۰	۱۶۸۳۳۷	۲۴	خطای ج
۳۹۰۷۲/۹۵	۱۰/۷۵	۱۶۴۱۰/۵۱	۱۰۴/۶۰	۴۷/۹۲	۲۵/۱۵	۱۰۰۰۹/۰۶۱	۲۶۰۱۵/۶۹	۴۷	خطای کل

ns و \*\*: به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

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

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 <sup>**</sup>	۰/۳۵ <sup>ns</sup>	-۰/۰۹ <sup>ns</sup>	۰/۴۵ <sup>**</sup>	۰/۲۳ <sup>**</sup>	۰/۰۳ <sup>ns</sup>	۰/۵۳ <sup>**</sup>
تنش ملایم	۰/۹۵ <sup>**</sup>	۰/۳۹ <sup>*</sup>	۰/۲۰ <sup>ns</sup>	۰/۳۴ <sup>ns</sup>	۰/۳۲ <sup>ns</sup>	-۰/۰۳ <sup>ns</sup>	۰/۴۹ <sup>**</sup>
تنش شدید	۰/۹۵ <sup>**</sup>	۰/۱۵ <sup>ns</sup>	۰/۲۹ <sup>ns</sup>	-۰/۰۶ <sup>ns</sup>	۰/۴۴ <sup>**</sup>	۰/۰۱ <sup>ns</sup>	۰/۶۲ <sup>**</sup>
دیم	۰/۶۱ <sup>**</sup>	۰/۱۵ <sup>ns</sup>	۰/۴۸ <sup>**</sup>	-۰/۴۰ <sup>ns</sup>	۰/۴۲ <sup>ns</sup>	-۰/۰۶ <sup>ns</sup>	۰/۴۳ <sup>ns</sup>

ns، \* و \*\*: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

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 ۳۱، ۳۷ و ۲۸ درصد کاهش در تیمارهای ۱۲۰، ۶۰ و صفر کیلوگرم

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 بر میانگین وزن دانه نسبت به آبیاری کامل داشتند. در هر دو سال، کاهش به‌واسطه تنش خشکی در همه تیمارهای نیتروژن یکسان نبود. بیشترین



رقم و کود نیتروژن بر تعداد دانه در سنبله معنی دار شد (جدول ۲). در هر دو سال، تعداد دانه در سنبله در رقم یوسف به طور معنی داری 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 سنبله 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 تحت تأثیر قرار می‌دهد. در سال اول مطالعه 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 معنی دار 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 معنی دار بر عملکرد زیست‌توده بودند (جدول ۱ و ۲). عملکرد زیست‌توده ارقام تفاوت معنی داری نداشتند (جدول ۵). در تأیید این نتایج، لی‌گويس و همکاران (۲۵) نیز گزارش کردند که عملکرد زیست‌توده رقم‌های دو و شش ردیفه تفاوت معنی داری نداشتند. در هر دو سال، تنش آبی ملایم عملکرد زیست‌توده را به طور معنی داری نسبت به آبیاری کامل کاهش نداد، اما، تنش‌های آبی شدید و دیم عملکرد زیست‌توده را به طور معنی دار نسبت به آبیاری کامل کاهش دادند (جدول ۵). در هر

نیتروژن در هکتار در شرایط دیم نسبت به آبیاری کامل در سال دوم). کاربرد کود نیتروژن به واسطه افزایش شاخص سطح برگ و در نتیجه افزایش تخلیه رطوبتی خاک، شدت تنش خشکی را افزایش می‌دهد و به دنبال 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 پنجه بارور در مترمربع را به طور معنی دار تحت تأثیر قرار داد (جدول ۱ و ۲). تعداد پنجه بارور در مترمربع در رقم نیمروز به طور معنی داری بیشتر از رقم یوسف بود (جدول ۵). پژوهشگران دیگری (۱۹ و ۲۵) نیز مشابه این نتیجه را در مقایسه رقم‌های دو و شش ردیفه به دست آورده‌اند. تیمار تنش رطوبتی شدید و دیم به ترتیب در سال اول و دوم، تعداد پنجه بارور را به طور معنی داری نسبت به سایر رژیم‌های آبیاری کاهش داد (جدول ۵). نتایج مشابهی توسط آسوییدو و همکاران (۱) گزارش شده است. در مطالعه حاضر، تنش‌ها از مرحله طویل شدن ساقه به بعد رخ دادند. تنش‌های خشکی در مراحل رشدونمو زایشی، تعداد پنجه‌های بارور را احتمالاً به دلیل عدم تلقیح مناسب گلچه‌ها کاهش می‌دهند. در هر دو سال، تعداد پنجه بارور فقط تا سطح ۶۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار به طور معنی دار افزایش یافت (جدول ۵). اثرات مثبت کود نیتروژن بر مراحل اولیه رشد غلات، مانند مرحله پنجه‌زنی توسط تعدادی از پژوهشگران به اثبات رسیده است (۱۰، ۱۱ و ۱۶). به طور کلی، 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 به دلیل 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 معنی دار بود (جدول ۱). اما، در سال دوم، اثرات برهمکنش رژیم آبیاری ×

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

عملکرد پروتئین (کیلوگرم در هکتار)	پروتئین		عملکرد زیست توده (کیلوگرم در هکتار)		شاخص برداشت (درصد)		تعداد دانه در سنبله		تعداد پنجه بارور در مترمربع		تیمار
	۹۰-۹۱	۸۹-۹۰	۹۰-۹۱	۸۹-۹۰	۸۹-۹۰	۸۹-۹۰	۸۹-۹۰	۸۹-۹۰	۹۰-۹۱	۸۹-۹۰	
۳۰۹ <sup>c</sup>	۱۰/۸ <sup>ab</sup>	-	۸۹۱ <sup>c</sup>	-	-	-	-	-	۴۶۳ <sup>b</sup>	-	دیم
۴۴۲ <sup>b</sup>	۹/۸ <sup>a</sup>	۱۰/۵ <sup>a</sup>	۱۱۸۵ <sup>ab</sup>	۸۷۶ <sup>b</sup>	۳۶/۱ <sup>b</sup>	۲۵/۵ <sup>c</sup>	۴۱۲ <sup>b</sup>	۴۹۸ <sup>a</sup>	۴۱۲ <sup>b</sup>	تنش شدید	
۵۰۷ <sup>ab</sup>	۹/۵ <sup>a</sup>	۹/۳ <sup>a</sup>	۱۳۷۲ <sup>a</sup>	۱۱۰۵ <sup>ab</sup>	۳۸/۴ <sup>a</sup>	۲۸/۴ <sup>b</sup>	۴۳۶ <sup>a</sup>	۴۹۹ <sup>a</sup>	۴۳۶ <sup>a</sup>	تنش ملایم	
۵۴۳ <sup>a</sup>	۹/۱ <sup>a</sup>	۹/۸ <sup>a</sup>	۱۴۲۳ <sup>a</sup>	۱۱۹۲ <sup>a</sup>	۳۹/۶ <sup>a</sup>	۳۰/۳ <sup>a</sup>	۴۵۰ <sup>a</sup>	۵۱۴ <sup>a</sup>	۴۵۰ <sup>a</sup>	آبیاری کامل	
۳۵۱ <sup>b</sup>	۸/۵ <sup>b</sup>	۸/۱ <sup>c</sup>	۱۰۳۹ <sup>c</sup>	۹۰۹ <sup>c</sup>	۳۹/۲ <sup>a</sup>	۲۶/۹ <sup>b</sup>	۳۹۸ <sup>b</sup>	۴۵۳ <sup>b</sup>	۳۹۸ <sup>b</sup>	۰	
۴۷۸ <sup>a</sup>	۹/۹ <sup>ab</sup>	۹/۶ <sup>b</sup>	۱۲۶۸ <sup>ab</sup>	۱۰۹۱ <sup>b</sup>	۳۷/۹ <sup>b</sup>	۲۸/۲ <sup>a</sup>	۴۴۰ <sup>a</sup>	۵۰۱ <sup>a</sup>	۴۴۰ <sup>a</sup>	۶۰	
۵۲۳ <sup>a</sup>	۱۰/۵ <sup>a</sup>	۱۱/۳ <sup>a</sup>	۱۳۲۵ <sup>a</sup>	۱۱۷۳ <sup>a</sup>	۳۷/۰ <sup>b</sup>	۲۹/۲ <sup>a</sup>	۴۶۰ <sup>a</sup>	۵۲۷ <sup>a</sup>	۴۶۰ <sup>a</sup>	۱۲۰	
۴۳۷ <sup>a</sup>	۹/۴ <sup>a</sup>	۹/۴ <sup>a</sup>	۱۱۹۷ <sup>a</sup>	۱۰۷۶ <sup>a</sup>	۳۹/۰ <sup>a</sup>	۳۴/۵ <sup>a</sup>	۳۶۵ <sup>b</sup>	۴۰۶ <sup>b</sup>	۳۶۵ <sup>b</sup>	رقم	
۴۶۳ <sup>a</sup>	۹/۹ <sup>a</sup>	۱۰/۵ <sup>a</sup>	۱۲۳۸ <sup>a</sup>	۱۰۳۸ <sup>a</sup>	۳۷/۱ <sup>b</sup>	۲۱/۸ <sup>b</sup>	۵۰۰ <sup>a</sup>	۵۸۱ <sup>a</sup>	۵۰۰ <sup>a</sup>	یوسف نیمروز	

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون (مربوط به هر تیمار)، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

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

رقم	رژیم آبیاری			میانگین
	آبیاری کامل	تنش ملایم	تنش شدید	
یوسف	۴۱/۳ <sup>a</sup>	۴۰/۵ <sup>a</sup>	۳۶/۱ <sup>b</sup>	۳۶/۸ <sup>A</sup>
نیمروز	۲۵/۴ <sup>d</sup>	۲۴/۷ <sup>d</sup>	۲۱/۹ <sup>e</sup>	۲۲/۶ <sup>B</sup>
میانگین	۳۳/۴ <sup>A</sup>	۳۲/۶ <sup>A</sup>	۲۹/۰ <sup>B</sup>	۲۳/۹ <sup>C</sup>

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

در هکتار و ۳۷/۳ درصد در تیمار ۱۲۰ 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 به‌واسطه کاربرد کود نیتروژن بیشتر از شرایط آبیاری کامل بود. کاهش شاخص برداشت به‌واسطه کاربرد کود نیتروژن به‌ویژه در شرایط تنش خشکی به پدیده "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 دانه کمتری نسبت به ساقه 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

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 زیست‌توده 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 و در 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

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	
یوسف	۴۳/۱ <sup>a</sup>	۴۲/۰ <sup>ab</sup>	۳۷/۲ <sup>d</sup>	۳۸/۵ <sup>A</sup>
نیمروز	۴۱/۲ <sup>ab</sup>	۴۰/۳ <sup>bc</sup>	۳۸/۹ <sup>cd</sup>	۳۸/۵ <sup>A</sup>
میانگین	۴۲/۲ <sup>A</sup>	۴۱/۱ <sup>B</sup>	۳۸/۰ <sup>C</sup>	۳۲/۷ <sup>D</sup>

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

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 سال اول (نسبتاً مرطوب: ۳۰۰ میلی‌متر بارندگی)، تنش ملایم عملکرد دانه رقم یوسف را

به آبیاری کامل در سال دوم) نشان می‌دهد که گیاهانی که کود نیتروژن زیاد دریافت کرده‌اند نسبت به تنش خشکی حساس‌تر هستند. فردریک و کامبرانو (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 بهینه 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 عادلانه 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 انتهایی 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 بهینه کود نیتروژن و کاهش هزینه‌ها و در نهایت سودآوری بیشتر کشاورزان توصیه شود.

به‌طور معنی‌دار کاهش داد، اما، تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه رقم نیمروز نداشت. با افزایش شدت تنش (تنش شدید و دیم)، عملکرد دانه 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 دانه 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 به‌واسطه 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

پروتئین دانه

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

رقم	رژیم آبیاری		
	آبیاری کامل	تنش ملایم	تنش شدید
یوسف	۴۷۵ <sup>a</sup>	۳۹۱ <sup>bc</sup>	۲۷۷ <sup>c</sup>
نیمروز	۴۴۹ <sup>ab</sup>	۳۹۴ <sup>bc</sup>	۳۵۱ <sup>d</sup>
میانگین	۴۶۲ <sup>A</sup>	۳۹۳ <sup>A</sup>	۳۱۴ <sup>B</sup>

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 معنی‌دار 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 دانه رقم نیمروز در شرایط آبیاری کامل و تنش ملایم، این رقم برای کم‌آبیاری ملایم توصیه می‌شود.

صرف‌نظر از اثر رقم، سطح بهینه 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

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 دانه 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 دانه رقم نیمروز را کاهش معنی‌دار نداد، اما، عملکرد پروتئین دانه 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 دانه 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 دانه هر دو رقم تفاوت معنی‌داری نداشتند (جدول ۵). عملکرد پروتئین

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.

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 عادلانه 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

### 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 Agricultural 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<sub>2</sub>-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–

- 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-pollination water deficit stress and nitrogen on yield, yield components and grain protein content of barley (cv. Valfajr). *Agricultural Sciences* 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 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.



