

تأثیر رژیم‌های آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام نخود در دو کشت پاییزه و بهاره در استان لرستان

علی غلامی زالی^۱، پرویز احسان‌زاده^{۲*} و جمشید رزمجو^۳

۱ و ۲. کارشناس ارشد، دانشیار و استاد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۶/۱۸ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۳/۱۲/۲۳)

چکیده

به منظور مطالعه عملکرد و اجزای عملکرد شش رقم نخود آزمایشی به صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در دو زمان کشت بهاره و پاییزه در نورآباد-لرستان اجرا شد. عامل اصلی شامل چهار رژیم آبیاری (بدون آبیاری، ۷۵، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌متر) براساس تبخیر از تشت تبخیر کلاس A، و عامل فرعی شامل شش رقم نخود (آرمان، آزاد، هاشم، ILC-482، گریت و نورآباد) بود. کشت پاییزه به ترتیب سبب افزایش ۵۵/۰، ۷/۰، ۸/۵، ۴۹/۰، ۴۶/۰، ۴۴/۰ و ۵/۷ درصدی تعداد نیام بارور، ارتفاع، وزن صددانه، عملکرد دانه بوته، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و شاخص برداشت شد. سطوح آبیاری پس از ۷۵، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر به ترتیب با میانگین ۲۳۱۶، ۲۱۲۱ و ۲۰۱۰ کیلوگرم در هکتار سبب افزایش ۷۸، ۶۳ و ۵۴ درصدی عملکرد دانه نسبت به سطح بدون آبیاری شدند. ارقام گریت و هاشم به ترتیب با میانگین ۲۰۸۹ و ۱۷۷۵ کیلوگرم در هکتار بیشترین کمترین عملکرد دانه را تولید کردند. اگرچه کشت پاییزه رقم گریت به همراه آبیاری پس از ۷۵ میلی‌متر تبخیر به حداکثر عملکرد در این منطقه منجر شد، آبیاری پس از ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر نیز سبب بهبود چشمگیر عملکرد دانه در کشت پاییزه شد.

واژه‌های کلیدی: تنش خشکی، فصل کشت، نخود دیم.

مقدمه

حبوبات پس از غلات، دومین منبع مهم غذایی بشر به‌شمار می‌روند (Koocheki & Bananian Aval, 1996). دانه حبوبات با بر خورداری از ۱۸ تا ۳۲ درصد پروتئین در تغذیه بشر بسیار اهمیت دارد. به‌علاوه قابلیت همزیستی این تیره با باکتری‌های جنس ریزوبیوم سبب تأمین بخشی از نیتروژن مورد نیاز گیاه و حاصلخیزی خاک می‌شود (Dahan, 1998; Lopez-). نخود ایرانی^۱ از مهم‌ترین گیاهان زراعی خانواده بقولات بوده که از نظر اهمیت تولید مواد غذایی در بین حبوبات جایگاه سوم جهانی را با تولید

۱۱/۶ میلیون تن در سطح زیر کشت معادل ۱۳/۲ میلیون هکتار به خود اختصاص داده است (FAO, 2011). استان لرستان بخش زیادی از سطح زیر کشت و تولید نخود کشور را در بر می‌گیرد. براساس آمارنامه کشاورزی سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ سطح زیر کشت نخود آبی و دیم به‌صورت پاییزه، انتظاری و بهاره در استان لرستان ۱۳۵۶۲۰ هکتار است (Anonymous, 2014).

به‌طور کلی در نواحی مدیترانه‌ای و نیمه‌خشک، تنش خشکی یکی از مهم‌ترین تنش‌های غیرزیستی است که عملکرد گیاه نخود را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Gaur et al., 2008). در بخش غربی ایران، رطوبت اولیه

مناسب کاشت، اثر تنش خشکی را کاهش می‌دهد و به‌طور معمول، بهترین نتیجه با ارقام زودرس و متحمل به خشکی حاصل می‌شود که بیشتر مواد فتوسنتزی خود را به دانه انتقال می‌دهند (Anjamshoaa *et al.*, 2011). کشت پاییزه نخود مناطق دیم مدیترانه‌ای در مقایسه با کشت بهاره، امکان بیشتری برای استفاده از رطوبت فصلی (زمستان و پاییز) دارد (Oweis *et al.*, 2004).

Mosavi & Pzeshkpour (2006) در بررسی پاسخ رقم‌های مختلف نخود کابلی به تاریخ کشت، کاهش ۶۶ و ۷۹ درصدی به ترتیب در زیست‌توده و عملکرد دانه را به تأخیر در زمان کاشت و همزمانی پر شدن دانه با تنش خشکی و درجه حرارت‌های به نسبت زیاد در انتهای رشد ارتباط دادند. آنها علت کاهش عملکرد دانه را کاهش وزن صددانه و تعداد غلاف در بوته بیان کردند. در بررسی براساس سه تاریخ کشت (۱ ژانویه، ۱۵ ژانویه و ۲ فوریه) در مدت سه سال عملکرد دانه عدس تا حد زیادی تحت تأثیر تاریخ کشت قرار گرفت (Turk *et al.*, 2003). نتایج این مطالعه نشان داد که تأخیر در زمان کاشت به ترتیب سبب کاهش ۷/۴ و ۱۵/۱ درصدی عملکرد در تاریخ کشت دوم و سوم نسبت به تاریخ کشت اول شد که کاهش عملکرد و اجزای عملکرد دانه، به تأخیر در زمان کاشت و کوتاه شدن دوره رشد ارتباط داده شد (Turk *et al.*, 2003). تغییر فصل کشت نخود از بهار به پاییز و ایجاد زمان کاشت زودتر به همراه آبیاری تکمیلی می‌توانند در مناطق خشک و نیمه‌خشک به‌عنوان عوامل مدیریتی مناسب تولید مطرح شوند (Oweis *et al.*, 2004).

آبیاری تکمیلی یک عامل مدیریتی برای بهبود، ثبات و در نهایت کاهش خطر شکست محصول در شرایط تنش رطوبتی محسوب می‌شود (Oweis *et al.*, 2004). این محققان بیان داشتند که آبیاری تکمیلی کاهش ۴۵ درصدی عملکرد در شرایط دیم را به ۲۵ درصد تحت آبیاری تکمیلی کاهش داد. نتایج مطالعه آنها مشخص کرد که تأخیر در زمان کاشت نسبت به رژیم‌های آبیاری عامل مهم‌تری برای تولید محسوب می‌شود؛ اما در واقع رژیم‌های آبیاری و تاریخ کشت دو عامل مکمل برای تولید مناسب‌تر در مناطق دیم به‌شمار می‌روند و آبیاری تکمیلی به دفعات کمتر به‌همراه کشت زودتر نخود

در مراحل رویشی و زایشی یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده تولید نخود بوده و شدت تنش رطوبتی بسته به مقدار و توزیع بارش از سالی به سال دیگر متفاوت است (Soltani *et al.*, 2006). شرایط محیطی، به‌خصوص تنش خشکی، عامل مهمی در بیان فنوتیپی، عملکرد و اجزای عملکرد دانه به‌شمار می‌رود (Szilagyi, 2003). شناخت عوامل مؤثر بر عملکرد و محدودیت‌هایی که برای دستیابی به عملکردهای بیشتر در محصولات زراعی وجود دارد، می‌تواند اقدام مؤثری در تولید ارقام سازگار و پرمحصول باشد. تنش خشکی یکی از مهم‌ترین محدودیت‌هاست که حساسیت به آن اغلب با کاهش عملکرد دانه اندازه‌گیری می‌شود (Sanhewe & Ellis, 1996). تنش خشکی می‌تواند از طریق تأثیر بر فرایندهای رشدی در طی دوره رشدونمو مقدار عملکرد را تحت تأثیر قرار دهد، اما شدت تأثیر، بسته به زمان وقوع تنش خشکی و شدت آن ممکن است متفاوت باشد (Thomas *et al.*, 2003; Soltani *et al.*, 2006). کمبود رطوبت در لایه‌های سطحی خاک، ممکن است سبب شود که گیاه رطوبت مورد نیاز خود را از لایه‌های عمیق‌تر خاک که عناصر غذایی ضروری در آنها کم است، استخراج کند. بدین ترتیب، گیاه دچار تنش عناصر غذایی می‌شود. مجموع این عوامل، موجب کاهش اندازه گیاه و کاهش ذخایر فتوسنتزی موجود برای پرکردن غلاف‌ها می‌شود و در نهایت عملکرد دانه را کاهش می‌دهد (Benjamin & Nielsen, 2006; Szilagyi, 2003).

مدیریت صحیح، شرایط و عوامل محیطی برای حداکثر استفاده از منبع محدود رطوبتی تولید دیم گیاهان زراعی از جمله نخود از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (Ehsanzadeh *et al.*, 2005). تاریخ کاشت مناسب، از مهم‌ترین جنبه‌های مدیریتی لازم برای تعدیل عوامل غیراقلیمی مانند رقم، آفات و بیماری‌ها، علف‌های هرز، تهیه بستر بذر و همچنین تولید اقتصاد تولید گیاهان زراعی به‌شمار می‌رود (Turk *et al.*, 2003). تاریخ کاشت عامل مهمی است که بر طول دوران رشد رویشی و رشد زایشی و توازن بین آنها و همچنین سایر عوامل تولید، کیفیت برداشت و در نهایت عملکرد حبوبات تأثیر می‌گذارد (Board & Settimi, 1986). انتخاب تاریخ

مواد و روش‌ها

این آزمایش در روستای دوراهی زالی واقع در پنج کیلومتری شهرستان نورآباد (شمال لرستان) (عرض جغرافیای ۳۴ درجه و ۰۳ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۰۰ دقیقه شرقی و ارتفاع از سطح دریا ۱۸۵۹ متر) در خاکی رسی سیلتی اجرا شد (جدول ۱). آزمایش به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار طی دو فصل کاشت (دو آزمایش مجزا) اجرا شد. عامل اصلی شامل چهار رژیم آبیاری (بدون آبیاری، آبیاری پس از ۷۵، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر) بر اساس تبخیر از تشت تبخیر کلاس A، و عامل فرعی شامل شش رقم نخود (آرمان، آزاد، هاشم، ILC-482، گریت و نورآباد) بود. با توجه به اینکه تجزیه و تحلیل داده‌ها به‌صورت تجزیه مرکب انجام گرفت، آزمون اثر فصل کاشت بر مبنای اثر تکرار در داخل فصل، همچنین آزمون اثر رژیم آبیاری و اثر متقابل فصل کاشت × رژیم آبیاری بر مبنای خطای a و آزمون اثر رقم و سایر اثرهای متقابل بر مبنای خطای b صورت گرفت.

پاییزه، تأثیر زیادی در تقویت و ایجاد ثبات در بهره‌وری در تولید خواهند داشت. این در حالی است که با افزایش آبیاری تکمیلی و کاشت زودتر می‌توان مقدار تولید نخود را افزایش داد (Oweis et al., 2004). در این راستا Rezvani Moghadam & Sadeghi Samarjan (2008) اظهار داشتند که کشت پاییزه نخود نسبت به کشت انتظاری، بهاره و تأخیری، عملکرد بیشتری دارد و افزایش آب آبیاری (بیش از دو بار) موجب افزایش ارتفاع بوته، ارتفاع اولین غلاف از سطح زمین، فاصله بین گره‌ها، تعداد گره، تعداد ساقه، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته، وزن دانه در بوته و عملکرد دانه می‌شود. با عنایت به گستردگی سطح زیر کشت نخود و همچنین اهمیت اقتصادی آن در استان لرستان، شناسایی تأثیر شیوه‌های مدیریتی بر عملکرد آن از اهمیت زیادی برخوردار است؛ از این رو هدف آزمایش حاضر مطالعه پاسخ ارقام اصلاح‌شده و توده‌های محلی به رژیم‌های مختلف آبیاری در دو فصل کشت پاییزه و بهاره در منطقه نورآباد استان لرستان بود.

جدول ۱. برخی ویژگی‌ها و مشخصات فیزیکی شیمیایی خاک محل آزمایش در لایه ۰-۳۰ سانتی‌متری خاک

| دانه‌بندی (%) | بافت خاک | فسفر | پتاسیم | نیترژن کل | کربن آلی | pH | هدایت الکتریکی | رس | | |
|---------------|-----------|------|--------|-----------|----------|-----|----------------|----|------|-----|
| | | | | | | | | شن | سیلت | رسی |
| ۵۰ | رسی سیلتی | ۲۶/۱ | ۳۶۰ | ۰/۰۵۲ | ۱/۶۲ | ۷/۹ | ۰/۵۹۸ | | ۴۲ | ۸ |

گیاهچه، ۲۵ کیلوگرم در هکتار ازت خالص (به‌صورت اوره) به‌عنوان کود اولیه در سطح مزرعه پخش شد. وجین علف‌های هرز در طول آزمایش به‌صورت دستی و کنترل آفت کرم غلاف‌خوار نخود با سم کارباریل (سوپن) سه در هزار صورت گرفت. با داشتن مقدار رطوبت وزنی در زمان ظرفیت مزرعه و نقطه پژمردگی دائم، مقدار آب قابل استفاده محاسبه شد. مقدار تخلیه آب در هر تیمار آبیاری با اندازه‌گیری رطوبت وزنی در زمان قبل از آبیاری و مقایسه آن با مقدار رطوبت در نقطه تخلیه مجاز محاسبه شد. علاوه بر آن با استفاده از رطوبت‌سنج مدل (Soil Moisture Meter) GMK-S770 و همچنین به‌روش وزنی، رطوبت عمق ۴۰ سانتی‌متری خاک در روز قبل از آبیاری اندازه‌گیری شد. تیمارهای آبیاری در دو فصل کشت به‌طور همزمان بعد از استقرار کامل گیاه، در

عملیات تهیه بستر شامل شخم پاییزه در اواسط مهر و یک نوبت دیسک قبل از هر فصل کاشت و ضد عفونی بذور با سم کربوکسین تیرام بود. کاشت طی دو فصل پاییز (۳۰ آبان) و بهار (۲۵ اسفند ۱۳۹۱) صورت گرفت. کاشت با تراکم ۵۷ بوته در متر مربع با فوکای دستی در فواصل ردیف ۲۵ سانتی‌متر و فواصل بذر ۷ سانتی‌متر و در عمق کاشت حدود ۵ سانتی‌متر، پس از ضد عفونی در برابر بیماری‌های قارچی انجام گرفت. هر کرت آزمایش دارای طول ۵ متر و عرض ۱/۲۵ متر و شامل پنج خط کاشت بود. فاصله بین دو کرت فرعی مجاور نیم متر و فاصله بین دو کرت اصلی هر بلوک ۳ متر در نظر گرفته شد. برای اطمینان بیشتر در هر نقطه دو بذر در خاک قرار داده شد. پس از سبز شدن توسط قیچی باغبانی فرایند تنک کردن انجام گرفت. پس از استقرار کامل

۱۳۹۱-۹۲ از مرکز هواشناسی شهرستان نورآباد (واقع در یک کیلومتری مزرعه) دریافت و ثبت شد (جدول ۲). کرت‌ها تا مرحله پر شدن کامل نیام‌ها (حدود ۲۰ درصد رسیدگی فیزیولوژیک) آبیاری شدند.

کشت پاییزه تقریباً در مرحله هشت‌برگی و در کشت بهاره تقریباً در مرحله شش‌برگی در تاریخ ۱۳۹۲/۲/۱ اعمال شد. مقدار تبخیر از تشت تبخیر به صورت روزانه و آمار درجه حرارت و نزولات آسمانی سال زراعی

جدول ۲. میانگین ماهیانه درازمدت (۹۰-۱۳۸۱) و سال زراعی ۱۳۹۱-۹۲ بارندگی، دما و تبخیر از تشت تبخیر کلاس A در ایستگاه هواشناسی نورآباد لرستان

| ماه | متوسط ماهانه دما (درجه سانتی‌گراد) | | | | | | | |
|----------|------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | بارندگی (mm) | | میانگین | | حدافل | | حداکثر | |
| | ۱۳۹۱-۹۲ | ۱۳۸۱-۹۰ | ۱۳۹۱-۹۲ | ۱۳۸۱-۹۰ | ۱۳۹۱-۹۲ | ۱۳۸۱-۹۰ | ۱۳۹۱-۹۲ | ۱۳۸۱-۹۰ |
| مهر | ۰ | ۳/۴ | ۱۶/۵ | ۱۶/۳ | ۸/۱ | ۷/۹ | ۲۵ | ۳۴/۷ |
| آبان | ۱۱۲/۳ | ۹۶/۱ | ۱۰ | ۹/۰ | ۳/۷ | ۳/۱ | ۱۵/۸ | ۱۵/۰ |
| آذر | ۶۴/۳ | ۵۰/۶ | ۳/۳ | ۳/۱ | -۱/۳ | -۲/۸ | ۷/۸ | ۹/۰ |
| دی | ۵۱/۷ | ۵۲/۶ | -۰/۷ | -۰/۵ | -۶/۸ | -۵/۸ | ۵/۳ | ۴/۹ |
| بهمن | ۴۲/۴ | ۸۰/۳ | ۳/۵ | -۰/۹ | -۱/۹ | -۶/۰ | ۸/۹ | ۴/۲ |
| اسفند | ۳۵/۲ | ۴۸/۷ | ۵/۶ | ۴/۷ | -۰/۶ | -۱/۲ | ۱۱/۷ | ۱۰/۵ |
| فروردین | ۲۷/۴ | ۷۶/۵ | ۹/۶ | ۸/۶ | ۱/۹ | ۲/۴ | ۱۳/۷ | ۱۴/۷ |
| اردیبهشت | ۵۹/۰ | ۵۲/۳ | ۱۱/۴ | ۱۳/۲ | ۴/۶ | ۲/۶ | ۱۸/۲ | ۲۰/۱ |
| خرداد | ۰ | ۴/۶ | ۱۸/۳ | ۱۸/۷ | ۸/۶ | ۹/۶ | ۲۸ | ۲۷/۹ |
| تیر | ۰ | ۰/۲ | ۲۳/۹ | ۲۳/۱ | ۱۳/۱ | ۱۳/۴ | ۳۴/۷ | ۳۲/۹ |
| جمع | ۳۹۲/۳ | ۴۶۵/۱ | | | | | | |

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس صفات در جدول ۳ ارائه شده است. برای تعداد نیام بارور به جز اثرهای متقابل رژیم آبیاری×رقم و فصل کشت×رژیم آبیاری×رقم اثر سایر منابع تغییر معنی‌دار بود. کشت پاییزه، افزایش ۵۵ درصدی تولید نیام بارور نسبت به کشت بهاره را نشان داد (جدول ۴). تعداد نیام یکی از اجزای مهم عملکرد است که می‌تواند تأثیر تعیین‌کننده‌ای در تعداد دانه و در نهایت عملکرد دانه داشته باشد. در مطالعه‌ای به منظور بررسی اثر تاریخ کشت بر گیاه نخود نتایج مشابهی مبنی بر افزایش ۹۲/۹ درصدی تعداد نیام بارور در بوته کشت پاییزه نسبت به کشت بهاره گزارش شد (Rezvani Moghadam & Sadeghi, 2008). در آزمایش حاضر، سطوح آبیاری پس از ۷۵، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر به ترتیب افزایش ۴۵، ۳۴ و ۲۸ درصدی تعداد نیام بارور نسبت به سطح بدون آبیاری را نشان دادند (جدول ۴). Rezvani Moghadam & Sadeghi (2008) در

ارتفاع بوته، تعداد نیام (غلاف) بارور و عملکرد تک‌بوته به صورت تصادفی در ده بوته در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک اندازه‌گیری شد. برداشت کشت پاییزه و بهاره به فاصله تقریباً پنج هفته و به ترتیب در ۲۸ خرداد و ۳۰ تیر سال زراعی ۱۳۹۲ صورت گرفت. محاسبه عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و شاخص برداشت در مساحتی معادل سه متر مربع پس از حذف ۵۰ سانتی‌متر از طرفین کرت‌ها صورت گرفت. توزین و سپس خرمکوبی و بوجاری برای هر کرت بعد از برداشت و خشک شدن کامل بوته در هوای آزاد مزرعه صورت گرفت. نتایج با استفاده از نرم‌افزار (SAS-9.2) و (Excel-2010) مورد تجزیه آماری قرار گرفت. میانگین‌ها با آزمون حدقل تفاوت معنی‌دار^۱ در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شدند. همچنین ضرایب همبستگی ساده (پیرسون) بین صفات محاسبه شد.

1. Least significant difference

می‌شود، سطوح مختلف آبیاری به‌واسطه تعدیل این شرایط توانسته‌اند مقدار تولید نیام در کشت بهاره را نسبت به شرایط بدون آبیاری بهبود بخشند. Rezvani Moghadam & Sadeghi Samarjan (2008) درباره اثر متقابل فصل کشت رژیم آبیاری به نتایج مشابهی دست یافتند و بیان داشتند هرچه مقدار آب آبیاری افزایش یابد تعداد نیام بارور در بوته افزایش می‌یابد. تعداد نیام بارور در تمام ارقام تحت کشت پاییزه نسبت به کشت بهاره افزایش نشان داد، ولی مقدار افزایش بسته به رقم متفاوت بود. افزایش یادشده از ۳۷/۳ درصد در رقم آرمان تا ۶۸/۹ درصد در رقم ILC-482 متغیر بود (شکل ۲- الف).

Sadeghipour & Aghaei (2012) نتایج مشابهی در زمینه پاسخ ارقام مختلف نخود به زمان‌های کاشت مختلف از نظر تولید نیام بارور را گزارش کردند. نتایج مطالعه این محققان، افزایش تعداد نیام بارور در کشت پاییزه نسبت به کشت بهاره را در همه ارقام مورد مطالعه نشان داد که با نتایج تحقیق پیش‌رو مطابقت داشت. به‌نظر می‌رسد چنین پاسخی از طولانی بودن دوره رشد رویشی و مصادف شدن مرحله پر شدن نیام‌های نخود پاییزه با شرایط به‌نسبت مناسب محیطی ناشی می‌شود.

گزارش‌های خود بیان داشتند که با افزایش آب آبیاری، رشد نیام‌ها و بلوغ آنها در دوره طولانی‌تر صورت می‌گیرد و برگ‌ها آهسته‌تر پیر می‌شوند؛ در نتیجه تعداد دانه در بوته افزایش می‌یابد. از طرفی کاهش آب آبیاری و افزایش ناگهانی درجه حرارت سبب پیری زودرس گیاه می‌شود. به‌نظر می‌رسد هر چه مقدار آب آبیاری در طول فصل رشد بیشتر شود، تعداد نیام‌ها افزایش می‌یابد و گیاه هم به‌دلیل طولانی‌تر شدن فصل رشد فرصت بیشتری برای پر کردن نیام دارد (Singh et al., 1997; Soltani et al., 2006). ارقام گریت و نورآباد کمترین، و ارقام آرمان، هاشم، آزاد و ILC-482 بیشترین تعداد نیام بارور در بوته را به خود اختصاص دادند (جدول ۴). معنی‌دار بودن اثرهای متقابل حاکی از این بود که اگرچه هم تحت کشت پاییزه و هم تحت کشت بهاره با کوتاه کردن دور آبیاری تعداد نیام بارور در بوته نسبت به کشت دیم (بدون آبیاری) افزایش نشان داد، افزایش یادشده برای کشت بهاره (۹۷/۶ درصد) بیشتر از کشت پاییزه (۲۱/۱ درصد) بود و به‌نظر می‌رسد همین تفاوت سبب معنی‌دار شدن اثر متقابل فصل کشت رژیم آبیاری برای این صفت شده باشد (شکل ۱- الف). با توجه با اینکه در کشت بهاره، گیاه نخود در مراحل انتهایی رشد با دمای زیاد و تنش رطوبتی انتهایی فصل روبه‌رو

جدول ۳. تجزیه واریانس مرکب دو کشت پاییزه و بهاره برای عملکرد و اجزای عملکرد ارقام نخود تحت تأثیر رژیم‌های مختلف آبیاری

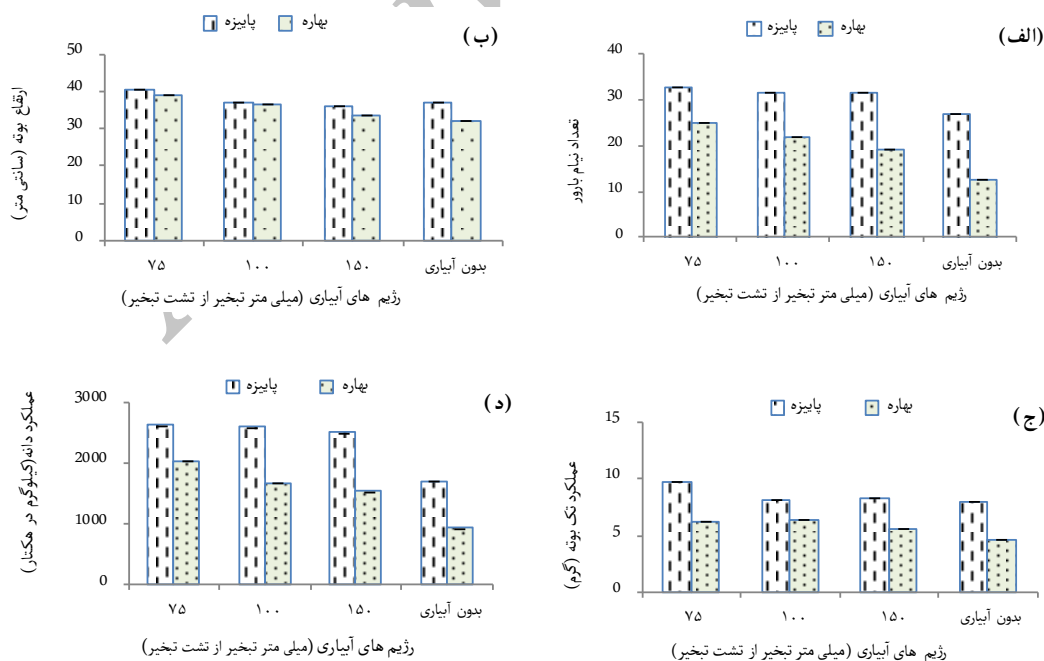
| میانگین مربعات (MS) | | | | | | | |
|-----------------------------|------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|----------------------|---------------------|
| منابع تغییرات | درجه آزادی | تعداد نیام بارور | ارتفاع بوته | وزن صدانه | عملکرد دانه تک‌بوته | عملکرد بیولوژیک | عملکرد شاخص برداشت |
| فصل کشت | ۱ | ۸/۸۰* | ۲۱۱** | ۲۲۱** | ۲۹۰** | ۱۰۵۱۷۱۶۱۴** | ۲۳۹۴۱۵۳** |
| تکرار داخل فصل کشت | ۴ | ۰/۹۱ | ۱۴/۸ | ۵/۵۷ | ۳/۵۵ | ۶۷۶۴۲۶ | ۱۰۴۱۰۸ |
| رژیم آبیاری | ۳ | ۵/۶۴** | ۱۹۹** | ۲۳/۷** | ۱۷/۹** | ۱۹۱۷۶۳۹۶** | ۷۰۹۹۸۷۷** |
| فصل کشت × رژیم آبیاری | ۳ | ۲/۳۸* | ۳۱/۵** | ۱/۰۶ ^{ns} | ۶/۳۹* | ۸۱۰۰۳۶ ^{ns} | ۲۷۹۴۹۰** |
| خطای (a) | ۱۲ | ۰/۱۸ | ۲/۷۷ | ۱/۴۰ | ۱/۴۹ | ۲۲۳۶۵۹ | ۵۱۰۷۷ |
| رقم | ۵ | ۱/۲۳** | ۳۲۳** | ۹۶۱** | ۱۷/۰۴** | ۲۲۴۵۰۲۴** | ۲۶۶۵۳۸** |
| فصل کشت × رقم | ۵ | ۰/۵۱** | ۱۲/۶** | ۲/۹۶ ^{ns} | ۳/۱۲* | ۷۱۹۵۸۴** | ۳۹۸۰۲ ^{ns} |
| رژیم آبیاری × رقم | ۱۵ | ۰/۲۰ ^{ns} | ۹/۷۴** | ۱۱/۱** | ۱/۹۸ ^{ns} | ۲۴۹۷۹۸ ^{ns} | ۹۱۰۴۷** |
| فصل کشت × رژیم آبیاری × رقم | ۱۵ | ۰/۲۵ ^{ns} | ۱/۶۰ ^{ns} | ۱/۵۰ ^{ns} | ۱/۰۱ ^{ns} | ۲۴۶۶۷۹ ^{ns} | ۴۹۵۱۸ ^{ns} |
| خطای (b) | ۸۰ | ۰/۱۷ | ۴/۲۳ | ۳/۵۶ | ۱/۶۴ | ۱۵۶۴۰۹ | ۲۹۲۳۲ |
| ضریب تغییرات (CV%) | ۱۶/۹ | ۵/۷ | ۶/۳ | ۱۵/۹ | ۸/۷ | ۸/۸ | ۴/۸ |

ns * و ** به ترتیب معنی‌دار نبودن و معنی‌دار بودن در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد را نشان می‌دهد.

جدول ۴. مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد ارقام نخود تحت تأثیر رژیم‌های مختلف آبیاری در دو کشت پاییزه و بهاره

| تیمار | تعداد نیام‌های بارور (در بوته) | ارتفاع بوته (سانتی‌متر) | وزن صددانه (گرم) | عملکرد دانه تک‌بوته (گرم) | عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار) | عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) | شاخص برداشت (درصد) |
|-------------|--------------------------------|-------------------------|--------------------|---------------------------|------------------------------------|--------------------------------|---------------------|
| فصل کشت | | | | | | | |
| پاییزه | ۳۰/۶ | ۳۷/۶ | ۳۱/۹ | ۸/۵۶ | ۵۳۷۸ | ۲۳۴۴ | ۴۳/۴۸ |
| بهاره | ۱۹/۷ | ۳۵/۱ | ۲۹/۴ | ۵/۷۲ | ۳۶۶۵ | ۱۵۲۸ | ۴۱/۱۲ |
| LSD = %۵ | ۲/۹ | ۱/۸ | ۱/۰۹ | ۰/۹ | ۳۸۰/۵ | ۱۴۹/۳ | ۱/۰۷ |
| رژیم آبیاری | | | | | | | |
| بدون آبیاری | ۱۹/۸ ^c | ۳۴/۳ ^c | ۲۸/۶ ^c | ۶/۳۱ ^c | ۳۵۲۱ ^d | ۱۲۹۸ ^c | ۳۶/۷ ^b |
| ۷۵ | ۲۸/۸ ^a | ۳۹/۵ ^a | ۳۱/۵ ^a | ۸/۰۱ ^a | ۵۲۳۳ ^a | ۲۳۱۶ ^a | ۴۴/۳ ^a |
| ۱۰۰ | ۲۶/۶ ^b | ۳۶/۸ ^b | ۳۰/۷ ^{ab} | ۷/۲۷ ^b | ۴۸۲۲ ^b | ۲۱۲۱ ^b | ۴۳/۸ ^a |
| ۱۵۰ | ۲۵/۴ ^b | ۳۴/۸ ^c | ۲۹/۶ ^b | ۶/۹۷ ^b | ۴۰۵۳ ^c | ۲۰۱۰ ^b | ۴۴/۴ ^a |
| LSD = %۵ | ۱/۶ | ۰/۸ | ۰/۶ | ۰/۶ | ۲۷۸/۳ | ۱۱۶/۰ | ۱/۳ |
| رقم | | | | | | | |
| هاشم | ۲۶/۳ ^a | ۴۱/۹ ^a | ۲۶/۵ ^c | ۶/۵۰ ^c | ۴۱۴۳ ^e | ۱۷۷۵ ^c | ۴۲/۰ ^{bc} |
| آرمان | ۲۴/۸ ^{ab} | ۳۵/۵ ^c | ۲۶/۲ ^c | ۶/۹۶ ^c | ۴۲۹۲ ^{ed} | ۱۸۸۹ ^b | ۴۳/۳ ^a |
| آزاد | ۲۶/۳ ^a | ۳۹/۰ ^b | ۲۶/۷ ^c | ۷/۲۴ ^b | ۴۶۰۸ ^{bc} | ۱۹۸۶ ^b | ۴۲/۳ ^{abc} |
| ILC-482 | ۲۵/۶ ^{ab} | ۳۶/۴ ^c | ۲۶/۹ ^c | ۷/۲۸ ^b | ۴۴۰۹ ^{cd} | ۱۹۱۳ ^b | ۴۳/۱ ^{ab} |
| گریت | ۲۳/۹ ^b | ۳۲/۴ ^d | ۳۸/۲ ^b | ۸/۴۲ ^a | ۵۰۰۳ ^a | ۲۰۸۹ ^a | ۴۱/۳ ^c |
| نورآباد | ۲۴/۱ ^b | ۳۲/۸ ^d | ۳۹/۴ ^a | ۷/۴۵ ^b | ۴۶۶۳ ^b | ۱۹۶۶ ^b | ۴۱/۶ ^c |
| LSD = %۵ | ۱/۲ | ۱/۲ | ۱/۰۸ | ۰/۶ | ۲۲۷/۲ | ۹۸/۲ | ۱/۲ |

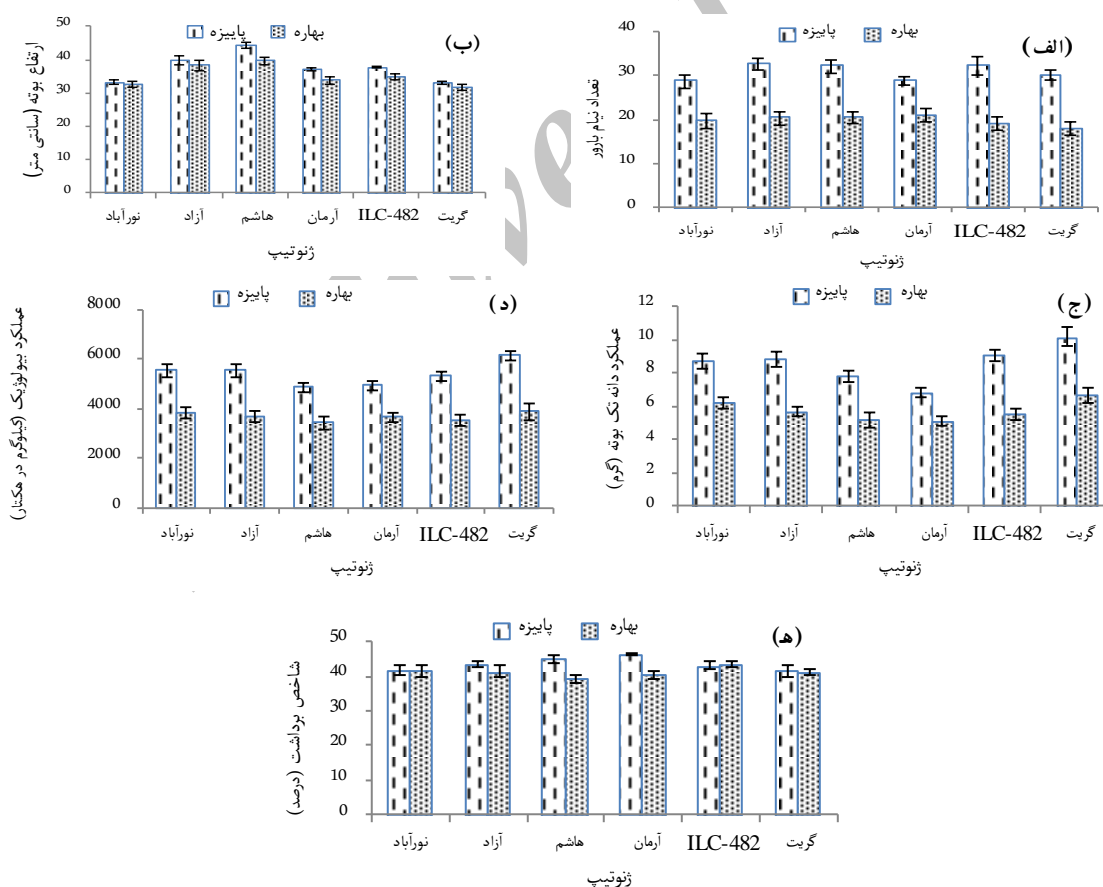
در هر ستون و برای هر عامل آزمایشی میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه‌اند، براساس آزمون LSD تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.



شکل ۱. میانگین اثرهای متقابل فصل کشت و رژیم‌های آبیاری بر تعداد نیام بارور (الف)، ارتفاع بوته (ب)، عملکرد دانه تک‌بوته (ج) و عملکرد دانه (د) ارقام نخود در شرایط مزرعه در نورآباد لرستان. میله‌های هیستوگرام نشان‌دهنده خطای معیار (SE) هستند (تعداد نمونه=۱۸).

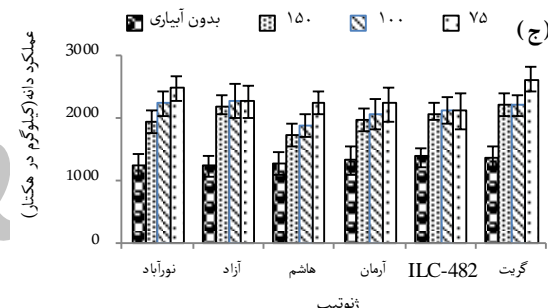
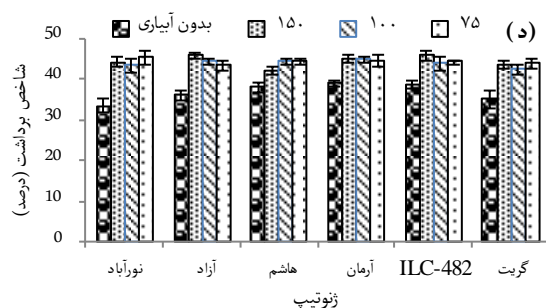
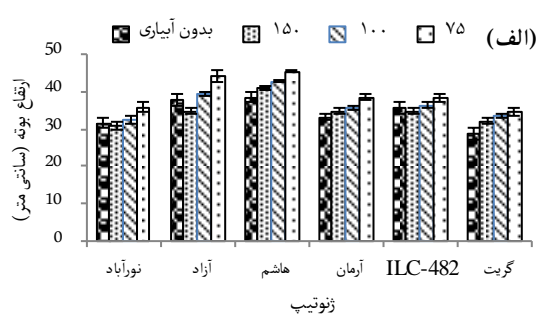
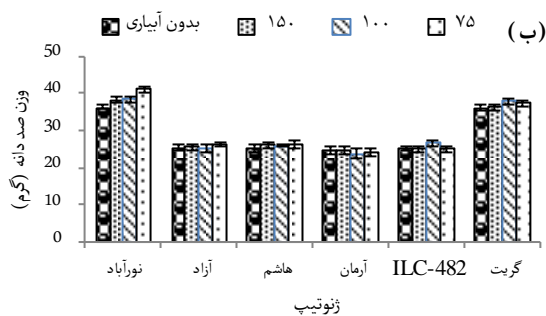
رقم هاشم با $41/9$ سانتی‌متر بیشترین، و ارقام گریت و نورآباد به ترتیب با میانگین ارتفاع $32/4$ و $32/8$ سانتی‌متر کمترین ارتفاع بوته را به خود اختصاص دادند (جدول ۴). به نظر می‌رسد چنین پاسخی ناشی از تنوع ژنتیکی رقم‌ها باشد. اگرچه ارتفاع بوته در تمام سطوح رژیم‌های آبیاری تحت کشت پاییزه بیشتر از کشت بهاره بود، این تفاوت تحت سطح آبیاری پس از 150 میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر و به‌ویژه شرایط دیم (بدون آبیاری) چشمگیرتر بود و همین امر ممکن است به معنی دار شدن اثر متقابل مربوط برای این صفت منجر شده باشد (شکل ۱-ب). علاوه بر این، اگرچه ارتفاع بوته در تمام ارقام تحت کشت پاییزه نسبت به کشت بهاره افزایش نشان داد، مقدار افزایش بسته به رقم متفاوت بود. افزایش یادشده از $2/5$ درصد در رقم نورآباد تا $11/8$ درصد در رقم هاشم متغیر بود (شکل ۲-ب).

ارتفاع بوته به‌جز اثر متقابل فصل کشت رژیم آبیاری رقم تحت تأثیر سایر عوامل و اثرهای متقابل آنها قرار گرفت (جدول ۳). ارتفاع بوته در کشت پاییزه نسبت به کشت بهاره 7 درصد افزایش نشان داد (جدول ۴). تأخیر در زمان کاشت به‌علت افزایش دما و کوتاه شدن طول روز، سبب تسریع گلدهی و در نتیجه توقف رشد ساقه اصلی و در نتیجه کاهش ارتفاع گیاه می‌شود (Rahchamandi et al., 2010). سطوح آبیاری پس از 75 ، 100 و 150 میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر به ترتیب سبب افزایش 15 ، $2/7$ و $1/4$ درصدی ارتفاع بوته نسبت به سطح بدون آبیاری شدند (جدول ۴). برخی محققان کاهش ارتفاع بوته در شرایط تنش کمبود رطوبت را به کاهش تورم نسبی و از دست دادن آب پروتوپلاسم و در نهایت، کاهش تقسیم و توسعه سلول ارتباط دادند (El-Kholy, 2005; Yordanov, 2003).



شکل ۲. میانگین اثرهای متقابل فصل کشت و رقم بر تعداد نیام بارور (الف)، ارتفاع بوته (ب)، عملکرد دانه تک‌بوته (ج)، عملکرد بیولوژیک (د) و شاخص برداشت (ه) ارقام نخود در شرایط مزرعه در نورآباد لرستان. میله‌های هیستوگرام نشان‌دهنده خطای معیار هستند (SE) (تعداد نمونه = ۱۲).

در گلدهی و در نتیجه توقف رشد ساقه اصلی و کم شدن ارتفاع گیاه شده است. همچنین، ارتفاع بوته در تمام ارقام نخود مورد مطالعه با تشدید کم آبی کاهش یافت، ولی مقدار کاهش یادشده تابع رقم بود. بیشترین (۱/۱۵ درصد) و کمترین (۶/۷ درصد) کاهشها به ترتیب در ارقام هاشم و ILC-482 مشاهده شد (شکل ۳- الف).



شکل ۳. میانگین اثرهای متقابل رژیم‌های آبیاری (به ترتیب سطح بدون آبیاری و سطوح آبیاری پس از ۷۵، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر) و رقم بر ارتفاع بوته (الف)، وزن صدانه (ب)، عملکرد دانه (ج) و شاخص برداشت (د) رقم‌های نخود در شرایط مزرعه در نورآباد لرستان. میله‌های هیستوگرام نشان‌دهنده خطای معیار (SE) هستند (تعداد نمونه = ۶).

نورآباد و آرمان به ترتیب با میانگین ۳۹/۴ و ۲۶/۲ گرم بیشترین و کمترین وزن صدانه را به خود اختصاص دادند (جدول ۴). وزن صدانه بسته به رقم روند متفاوتی را با تشدید کمبود آب نشان داد. در حالی که رقم نورآباد افزایش معنی‌داری در وزن صدانه با تشدید کمبود آب نشان داد، در سایر ارقام کاهشها در وزن صدانه در پاسخ به تشدید کم آبی از نظر آماری معنی‌دار نبودند (شکل ۳- ب). به نظر می‌رسد اگرچه وزن دانه متأثر از مواد فتوسنتزی، تعداد دانه و ظرفیت هر دانه است، رقم و عوامل محیطی در طول دوره رشد نیز بر آن مؤثر است (Leport *et al.*, 1999).

عملکرد دانه تک‌بوته به‌جز اثرهای متقابل فصل

در گیاه آفتابگردان و *Shafipour et al.* (2011) نیز درباره اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم بر ارتفاع بوته گیاه سویا به نتایج مشابهی دست یافتند و نتیجه گرفتند که کاهش ارتفاع در تاریخ کاشت دیر هنگام احتمالاً علاوه بر کوتاهی دوره رشد، به دلیل طول روزهای کوتاه بوده که سبب تسریع

وزن صدانه از نظر آماری تحت تأثیر تمامی اثرهای اصلی و اثر متقابل رژیم آبیاری-رقم قرار گرفت (جدول ۳). وزن صدبوته در کشت پاییزه نسبت به کشت بهاره ۸/۵ درصد افزایش نشان داد (جدول ۴). به نظر می‌رسد تأخیر در زمان کاشت به دلیل کوتاه‌تر کردن طول دوره رشد گیاه، کاهش طول دوره پر شدن دانه و برخورد به شرایط خشکی و کم آبی آخر دوره رشد می‌تواند به کاهش وزن صدانه در گیاه منجر شود (Kanouni *et al.*, 2002). سطوح آبیاری پس از ۷۵ و ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر به ترتیب سبب افزایش ۴ و ۳ درصدی و معنی‌داری در وزن صدانه نسبت به سطح بدون آبیاری شدند (جدول ۴). ارقام

افزایش تعداد آبیاری، افزایش عملکرد دانه تک‌بوته در کشت بهاره نسبت به کشت پاییزه بیشتر متأثر می‌شود. علاوه بر این، عملکرد دانه تک‌بوته در تمام ارقام تحت کشت پاییزه نسبت به کشت بهاره افزایش نشان داد، ولی مقدار افزایش بسته به رقم متفاوت بود. افزایش یادشده از ۳۱/۳ درصد در رقم آرمان تا ۵۱/۶ درصد در رقم گریت متغیر بود (شکل ۲-ج). زمان کاشت و رقم دو عامل بسیار مهم و تأثیرگذار بر عملکرد در شرایط مزرعه محسوب می‌شوند (Sadeghipour & Aghaei, 2012).

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تمامی اثرهای اصلی و اثر متقابل فصل کشت رقم برای عملکرد بیولوژیک معنی‌دار بودند (جدول ۳). به نظر می‌رسد کشت پاییزه به دلیل همزمانی مراحل رشد زایشی با رژیم‌های حرارتی و رطوبتی، موجب افزایش طول دوره رشد رویشی و افزایش عمر مؤثر کانوپی، جذب فعال فتوسنتزی و در نهایت افزایش وزن خشک اندام هوایی می‌شود. در مطالعه حاضر نیز، کشت پاییزه با میانگین عملکرد بیولوژیک ۵۳۷۸ کیلوگرم در هکتار افزایش ۴۶ درصدی نسبت به کشت بهاره نشان داد (جدول ۴). سطوح آبیاری پس از ۷۵، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر به ترتیب افزایش ۴۸، ۳۶ و ۱۵ درصدی در عملکرد بیولوژیک نسبت به سطح بدون آبیاری را نشان دادند (جدول ۴). مطالعه برخی محققان نتایج مشابهی مبنی بر کاهش عملکرد بیولوژیک به موازات افزایش دور آبیاری را تأیید می‌کند (Kanouni et al., 2002; Rezvani Moghadam & Sadeghi Samarjan, 2008). اثرهای منفی تنش کمبود آب بر عملکرد گیاهان زراعی ممکن است از جنبه‌های متفاوتی صورت گیرد. در مراحل رشد رویشی تنش جزئی می‌تواند سرعت رشد برگ و در نتیجه شاخص سطح برگ را کاهش دهد. از طرف دیگر تنش شدید سبب بسته شدن روزنه‌ها می‌شود و با کاهش جذب دی‌اکسید کربن، به‌طور غیرمستقیم تولید ماده خشک را کاهش می‌دهد. البته آسیب مستقیم تنش کمبود آب به ساختارهای سلولی نیز مطرح است. اگرچه تولید ماده خشک تحت شرایط تنش رطوبتی ممکن است به شدت کاهش یابد، اما پاسخ ژنوتیپ‌ها در میزان کاهش و به تبع آن مقاومت به خشکی متفاوت است. ارقام هاشم و گریت به ترتیب با

کشت رقم و فصل کشت رژیم آبیاری رقم تحت تأثیر سایر عوامل و اثرهای متقابل آنها قرار گرفت (جدول ۳). کشت پاییزه نسبت به کشت بهاره افزایش ۴۹ درصدی در عملکرد دانه تک‌بوته را نشان داد (جدول ۴). بررسی‌ها نشان می‌دهد که در کشت زمستانه، رشد رویشی گیاهان با رژیم‌های رطوبتی و حرارتی مناسب‌تری روبه‌رو می‌شود و در نتیجه رشد زایشی بهبود می‌یابد و زمینه جذب تشعشع فعال فتوسنتزی بیشتری نسبت به کشت بهاره نیز فراهم می‌آید که این عمل به افزایش عملکرد دانه منجر می‌شود (Dahan, 1983; Eshel, 1967). سطوح آبیاری پس از ۷۵، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر به ترتیب با میانگین ۸/۰۱، ۷/۲۷ و ۶/۹۷ گرم سبب افزایش ۲۹/۹، ۱۵/۲ و ۱۰/۴ درصدی عملکرد دانه تک‌بوته نسبت به سطح بدون آبیاری شدند (جدول ۴). آبیاری تکمیلی به علت کاهش نسبی تنش رطوبت در دوره پر شدن غلاف و در نتیجه بهبود وزن دانه‌ها سبب افزایش عملکرد دانه تک‌بوته می‌شود (Oweis et al., 2004). برخی مطالعات نتایج مشابهی مبنی بر افزایش عملکرد تک‌بوته را به موازات افزایش مقدار آب آبیاری نشان می‌دهد که با نتایج تحقیق ما مطابقت دارد (Kanouni et al., 2002; Rezvani Moghadam & Sadeghi Samarjan, 2008). رقم گریت با میانگین ۸/۴۷ گرم بیشترین ارقام هاشم و آرمان به ترتیب با ۶/۵۰ و ۶/۹۶ کمترین عملکرد دانه تک‌بوته را به خود اختصاص دادند (جدول ۴). رقم گریت به واسطه تیپ رشدی گسترده و سازگاری زیاد با شرایط محیطی منطقه و از طرف دیگر با داشتن وزن صدانه زیاد توانسته عملکرد دانه تک‌بوته بیشتری تولید کند (جدول ۴). اگرچه هم تحت کشت پاییزه و هم کشت بهاره با کوتاه کردن دور آبیاری عملکرد دانه تک‌بوته نسبت به کشت دیم (بدون آبیاری) افزایش نشان داد، مقدار افزایش یادشده برای کشت بهاره (۳۲/۷ درصد) بیشتر از کشت پاییزه (۲۳/۴ درصد) بود و به‌ظاهر همین تفاوت سبب معنی‌دار شدن اثر متقابل فصل کشت رژیم آبیاری برای این صفت شد (شکل ۱-ج). Rezvani Moghadam & Sadeghi Samarjan (2008) درباره اثر متقابل فصل کشت رژیم آبیاری به نتایج مشابهی دست یافتند و یافته‌های این محققان بیانگر این بود که به موازات

معنی‌داری داشت (جدول ۵). وجود همبستگی مثبت و معنی‌دار عملکرد بیولوژیک با تعداد نیام بارور ($r=0/77^{**}$) و عملکرد تک‌بوته ($r=0/77^{**}$) بیانگر افزایش عملکرد ماده خشک به‌موازات افزایش هر یک از اجزاست (جدول ۵). به‌نظر می‌رسد همه اجزای عملکرد دانه، عملکرد دانه در واحد سطح و عملکرد بیولوژیک در همه ارقام مورد مطالعه نخود در اثر بهبود وضعیت رطوبتی افزایش می‌یابند. بنابراین به‌نظر می‌رسد افزایش دسترسی به رطوبت سبب بهبود اجزای اولیه (تعداد دانه و اندازه دانه) و ثانویه (تعداد نیام) این گیاه زراعی شده است. به‌طور کلی پذیرفته شده است که اجزای عملکرد به‌صورت منفرد و مستقل از هم عملکرد گیاه زراعی را تعیین نمی‌کنند، بلکه اغلب ارتباط تنگاتنگی با همدیگر دارند. هنگامی که گیاه زراعی در معرض کمبود رطوبت طولانی‌مدت قرار می‌گیرد (برای مثال شرایط دیم بدون آبیاری در آزمایش حاضر)، کاهش عملکرد چشمگیر و اغلب در اثر کاهش تعداد دانه در گیاه است و تأثیر اندازه دانه در این زمینه کمتر است.

متوسط ۴۱۴۳ و ۵۰۰۳ کیلوگرم در هکتار کمترین و بیشترین عملکرد بیولوژیک را داشتند (جدول ۴). اگرچه عملکرد بیولوژیک در تمام ارقام تحت کشت پاییزه نسبت به کشت بهاره افزایش نشان داد، مقدار این افزایش بسته به رقم متفاوت بود. افزایش یادشده از ۳۴/۸ درصد در رقم آرمان تا ۵۸/۵ درصد در رقم گریت متغیر بود (شکل ۲-د). بیشترین عملکرد بیولوژیک در کشت پاییزه و بهاره به‌ترتیب با میانگین ۶۱۳۶/۳ و ۳۸۷۰/۴ کیلوگرم در هکتار در رقم گریت، و کمترین عملکرد بیولوژیک کشت پاییزه و بهاره به‌ترتیب با میانگین ۴۸۵۶/۹ و ۳۴۳۰/۴ کیلوگرم در هکتار در رقم هاشم به‌دست آمد (شکل ۲-د). مقدار کاهش عملکرد بیولوژیک بر اثر تنش کمبود آب متأثر از ژنوتیپ‌های مختلف یک گیاه زراعی است، چرا که ممکن است ژنوتیپ‌های مختلف در میزان سازگاری یا مقاومت به خشکی متفاوت باشند. عملکرد بیولوژیک با تعداد نیام بارور در بوته ($r=0/77^{**}$)، ارتفاع بوته ($r=0/23^{**}$) و عملکرد تک‌بوته ($r=0/77^{**}$) همبستگی مثبت و

جدول ۵. ضرایب همبستگی ساده بین عملکرد و اجزای عملکرد رقم‌های نخود تحت تأثیر رژیم‌های مختلف آبیاری (n=۱۴۴)

| نیام‌های بارور | ارتفاع بوته | وزن صدانه | عملکرد دانه تک‌بوته | عملکرد بیولوژیک | عملکرد دانه |
|----------------|-------------|--------------------|---------------------|--------------------|-------------|
| ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ |
| ۰/۴۲** | -۰/۰۷ | ۰/۲۴* | ۰/۷۷** | ۰/۹۶** | ۰/۶۷** |
| -۰/۰۷ | -۰/۴۶** | ۰/۱۵ ^{ns} | ۰/۷۰** | ۰/۴۶** | ۰/۳۰** |
| ۰/۶۲** | ۰/۲۳* | ۰/۱۹* | ۰/۲۱* | ۰/۱۲ ^{ns} | ۰/۳۰** |
| ۰/۷۷** | ۰/۲۳* | ۰/۱۹* | ۰/۲۱* | ۰/۱۲ ^{ns} | ۰/۳۰** |
| ۰/۷۷** | ۰/۲۷** | ۰/۱۲ ^{ns} | ۰/۲۱* | ۰/۱۲ ^{ns} | ۰/۳۰** |
| ۰/۴۶** | ۰/۳۰** | -۰/۰۹ | ۰/۲۱* | ۰/۱۲ ^{ns} | ۰/۳۰** |

ns * و ** به‌ترتیب معنی‌دار نبودن و معنی‌دار بودن در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد را نشان می‌دهد.

آزمایش هم مشهود بود، گزارش‌های متعدد حاکی از آن است که تعداد شاخه در گیاهان کشت پاییزه نسبت به بهاره به‌طور معنی‌داری افزایش یافته است که علت آن رشد بیشتر در اثر بهبود نسبی شرایط محیطی از نظر دما و رطوبت در طی دوره رشد رویشی بوده است (Nezami et al., 2010). در کاشت زمستانه نخود درجه حرارت‌های کمتر همراه با طول روز کوتاه‌تر، مرحله رشد رویشی گیاه را طولانی می‌کند و به گیاه اجازه می‌دهد که چارچوب رویشی خود را گسترش دهد. در آزمایش حاضر پر شدن

برای عملکرد دانه در هکتار به‌جز تأثیرات متقابل فصل کشت × رقم و فصل کشت × رژیم آبیاری × رقم، اثر سایر منابع از نظر آماری معنی‌دار بود (جدول ۳). کشت پاییزه با میانگین ۲۳۴۴ کیلوگرم دانه در هکتار سبب افزایش ۴۴ درصدی عملکرد دانه نسبت به کشت بهاره با میانگین ۱۵۲۸ کیلوگرم در هکتار شد (جدول ۴). این افزایش به‌موازات افزایش ۸/۵ و ۴۹ درصدی به‌ترتیب برای وزن صدانه و عملکرد دانه تک‌بوته در کشت پاییزه نسبت به کشت بهاره صورت گرفت (جدول ۴). همچنان که در این

میانگین ۱۶۸۵/۳ و ۹۱۰/۷ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد (شکل ۱-د). علاوه بر این، اگرچه عملکرد دانه در تمام ارقام نخود مورد مطالعه با تشدید کمبود آب کاهش یافت، میزان کاهش یادشده بسته به رقم متغیر بود. بیشترین (۴۸/۱ درصد) و کمترین (۳۵/۲ درصد) کاهش‌ها به‌ترتیب در ارقام گریت و ILC-482 مشاهده شدند (شکل ۳-ج).

به‌جز اثر متقابل فصل کشت×رقم برای سایر اثرها و اثر متقابل آنها، شاخص برداشت معنی‌دار به‌دست آمد (جدول ۳). کشت پاییزه نسبت به کشت بهار افزایش ۵/۷ درصدی شاخص برداشت را نشان داد (جدول ۴). سطوح آبیاری پس از ۷۵، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تحت تبخیر به‌ترتیب افزایش ۲۰، ۱۹ و ۲۰ درصدی شاخص برداشت نسبت به سطح بدون آبیاری را نشان دادند (جدول ۴). ارقام آرمان و گریت به‌ترتیب با ۴۳/۳ و ۴۱/۲ درصد بیشترین و کمترین میانگین شاخص برداشت را نشان دادند (جدول ۴). در برخی مطالعات دیگر بر روی ارقام مختلف نخود نتایج مشابهی مبنی بر تنوع رقم‌ها در شاخص برداشت گزارش شده است (Kanouni et al., 2002; Sadeghipour & Aghaei, 2012). شاخص برداشت بسته به رقم روند متفاوتی با تغییر فصل کشت نشان داد. درحالی‌که ارقام آرمان و هاشم افزایش معنی‌داری را در شاخص برداشت در کشت پاییزه نسبت به بهار نشان دادند، در سایر ارقام افزایش یا کاهش‌ها در شاخص برداشت در پاسخ به فصل کشت از نظر آماری معنی‌دار نبود (شکل ۲-ه). Rahchamandi et al. (2010) نیز در مطالعه خود در سه ژنوتیپ سویا روند متفاوتی را از نظر اثر زمان کاشت بر شاخص برداشت ژنوتیپ‌ها گزارش کردند. علاوه بر این، اگرچه شاخص برداشت در تمام ارقام مورد مطالعه با تشدید کمبود آب کاهش یافت، میزان کاهش یادشده بسته به رقم متغیر بود. بیشترین (۲۵/۲ درصد) و کمترین (۱۱/۹ درصد) کاهش‌ها به‌ترتیب در ارقام نورآباد و آرمان مشاهده شد (شکل ۳-د).

نتیجه‌گیری

اطمینان از نتایج حاصل نیازمند تکرار آزمایش در سال‌های آینده است، ولی براساس یافته‌های بالا می‌توان استنباط کرد که وضعیت رطوبتی خاک به‌همراه فصل کشت تأثیر

نیام‌ها و دانه‌های نخود در کشت بهار، اغلب از نیمه دوم خرداد تا نیمه تیر با میانگین ماهانه حداکثر دمای به‌ترتیب ۲۸ و ۳۴/۷ صورت گرفت (جدول ۲). پر شدن نیام‌ها و دانه‌ها در کشت پاییزه، اغلب در خرداد صورت گرفت؛ از این‌رو مرحله پر شدن دانه این گیاه سرمدوست در کشت بهار با وقوع دماهای تنش‌زای جدی‌تری در مقایسه با کشت پاییزه آن مواجه بوده است. بدین ترتیب ضمن فراهم شدن زمینه جذب بیشتر تشعشع فعال فتوسنتزی، در اوایل فصل رشد، تعداد گره بیشتری نیز تولید می‌شود که با مناسب شدن شرایط فتوپریودی، گیاهان نخود وارد رشد زایشی می‌شوند؛ ضمن اینکه مراحل رشد زایشی گیاه نیز با شرایط حرارتی ملایم‌تر و رطوبتی مطلوب‌تری همزمان می‌شوند (Eshel, 1967). سطوح آبیاری پس از ۷۵، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تحت تبخیر به‌ترتیب افزایش ۷۸، ۶۳ و ۵۴ درصدی در عملکرد دانه نسبت به سطح بدون آبیاری را نشان دادند (جدول ۴). Niari-Khamssi (2011) در بررسی چهار سطح مختلف آبیاری (براساس تبخیر از تحت تبخیر) بر روی سه رقم مختلف نخود به نتایج مشابهی مبنی بر افزایش ۸۵/۷، ۲۷/۵ و ۳۷/۶ درصدی عملکرد دانه در سطح اول (آبیاری پس از ۷۵ میلی‌متر تبخیر از تحت تبخیر)، سطح دوم (آبیاری پس از ۷۰-۹۰ میلی‌متر تبخیر از تحت تبخیر) و سطح سوم آبیاری (آبیاری پس از ۷۰-۱۰۰-۱۳۰ میلی‌متر تبخیر از تحت تبخیر) نسبت به سطح چهارم (آبیاری پس از ۱۳۰ میلی‌متر تبخیر از تحت تبخیر) آبیاری دست یافت. ارقام هاشم و گریت به‌ترتیب با میانگین تولید ۱۷۵۵ و ۲۰۸۹ کیلوگرم دانه در هکتار کمترین و بیشترین عملکرد دانه را در بین ارقام به خود اختصاص دادند (جدول ۴). اگرچه هم تحت کشت پاییزه و هم تحت کشت بهار، با کوتاه کردن دور آبیاری عملکرد دانه نسبت به کشت دیم (بدون آبیاری) افزایش نشان داد، میزان افزایش یادشده برای کشت بهار (۱۲۲/۲ درصد) بیشتر از کشت پاییزه (۵۴/۷ درصد) بود و به‌ظاهر، همین تفاوت سبب معنی‌دار شدن اثر متقابل فصل کشت × رژیم آبیاری برای عملکرد دانه شد (شکل ۱-د).

در هر دو کشت پاییزه و بهار بیشترین عملکرد دانه در سطح آبیاری پس از ۷۵ میلی‌متر تبخیر از تحت تبخیر به‌ترتیب با میانگین ۲۶۰۸/۴ و ۲۰۲۴/۰ کیلوگرم و کمترین عملکرد دانه در شرایط دیم (بدون آبیاری) به‌ترتیب با

حساس رشدی) می‌تواند سبب بهبود چشمگیر عملکرد دانه در مقایسه با کشت بهاره به‌صورت دیم (بدون آبیاری) در نورآباد لرستان شود.

سپاسگزاری

از کمک‌های مالی معاونت پژوهشی دانشگاه صنعتی اصفهان، مشورت‌های علمی دکتر حمیدرضا عشقی‌زاده و دکتر حمیدرضا عیسوند (دانشگاه لرستان)، و تأمین بذر رقم‌های نخود توسط تحقیقات دیم سرارود استان کرمانشاه تشکر و قدردانی می‌گردد.

جدی در رشد و عملکرد دانه نخود در نورآباد لرستان دارند. کاشت نخود به‌صورت پاییزه بر کشت بهاره آن برتری دارد و هرچه تعداد آبیاری بیشتری صورت گیرد، عملکرد دانه نخود نسبت به شرایط دیم (بدون آبیاری) افزایش می‌یابد. اگرچه در هر دو کشت بهاره و پاییزه، سطح آبیاری پس از ۷۵ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر سبب دستیابی به حداکثر عملکرد دانه می‌شود، با توجه به محدودیت آب آبیاری می‌توان بیان داشت که کشت پاییزه رقم گریت به‌همراه آبیاری تکمیلی پس از ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر (به‌عبارت دیگر دو نوبت آبیاری در مراحل

REFERENCES

1. Anonymous. (2014). National Agriculture Statistics of Iran, Lorestan Province, Office of Statistics and Information Technology, Ministry of Agriculture.
2. Anjamshoaa, S., Moeinrad, H. & Ebrahimi, H. (2011). The effects of different irrigation levels on grain yield and yield components of four chickpea cultivars (*Cicer arietinum* L.) in Mashhad climatic condition. *Iranian Journal of Pulses Research*, 2(2), 69-82. (In Farsi)
3. Benjamin, J. G. & Nielsen, D. C. (2006). Water deficit effects on root distribution of soybean, field pea and chickpea. *Field Crops Research*, 97, 248-253.
4. Board, J. & Settini, J. R. (1986). Photoperiod effect before and after flowering on branch development of indeterminate soybeans. *Agronomy Journal*, 78, 995-1002.
5. Dahan, R., Kirby, J. & Beniwal, S. P. S. (1998). Dual season chickpea development for wide adaptation and stable yield. 3rd European conference on grain legumes. Valladolid, Spain.
6. Dahiya, B. S., Gupta, K. R. & Waldia, M. (1983). Adaptation of lentil varieties to late sowing. *Indian Journal of Agricultural Science*, 53(8), 673-676.
7. Ehsanzadeh, P., Bhari, M., Pahlavani, R. & Akbari, N. (2005). Growth and productivity of dryland chickpea (*Cicer arietinum* L.) under varying levels of Fe and Cu in Aligoodarz-Azna region, Lorestan. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*, 12 (5), 190-200. (In Farsi)
8. El-Kholy, M. & Gaballah, M. S. (2005). Productivity of wheat cultivars affected by seeding methods and reflectant application under water stress condition. *Agronomy Journal*, 4, 23-30.
9. Eshel, Y. (1967). Effect of sowing date on growth and seed yield components of chickpea (*Cicer arietinum*). In: K. B. Singh and M. C. Saxena (Eds.). *The Chickpea*. p. 215. C. A. B. International, UK.
10. Food and Agriculture Organization. (2012). Biodiversity: Agricultural biodiversity in FAO. Retrieved 2012, from <http://www.fao.org/biodiversity>.
11. Gaur, P. M., Krishnamurthy, L. & Kashiwagi, J. (2008). Improving drought-avoidance root traits in chickpea (*Cicer arietinum* L.) current status of research at ICRISAT. *Plant Production Science*. 11(1), 3-11.
12. Kanouni, H., Kazemi Arbat, H., Moghaddam, M. & Neyshabouri, M. R. (2002). Selection of chickpea (*Cicer arietinum* L.) entries for drought resistance. *Agricultural Science*, 12(2), 109-123. (In Farsi)
13. Koocheki, A. & Bananian Aval, M. (1996). *Pulse Crops*. University of Mashhad Jahade-Daneshgahi press. (In Farsi)
14. Leport, L., Turner, N. C., French, R. J., Barr, M. D., Duda, R., Davies, S. L., Tennant, D. & Siddique, K. H. M. (1999). Physiological responses of chickpea genotypes to terminal drought in a mediterranean-type environment. *European Journal of Agronomy*, 11, 279-291.
15. Lopez-bellido, L. (1998). *Role of Grain Legumes in Mediterranean Agricultural System*. 3rd European Conference on Grain Legumes. Valladolid, Spain.
16. Nezami, A., Bagheri, A., Porsa, H., Zafranieh, M. & Khamadi, N. (2010). Evaluation of cold tolerant lentil genotypes (*Lens culinaris* Medik.) in fall planting under supplementary irrigation. *Iranian Journal of Pulses Research*, 2(1), 49-58. (In Farsi)
17. Niari-khamssi, N. (2011). Grain yield and protein of chickpea (*Cicer arintinum* L.) cultivars under gradual water deficit conditions. *Research Journal of Environmental Sciences*, 5, 611-616.
18. Oweis, T., Hachum, A. & Pala, M. (2004). Water use efficiency of winter-sown chickpea under supplemental irrigation in a Mediterranean environment. *Agricultural Water Management*, 66, 163-179.
19. Rahchamandi, H., Aboutalebian, M. A., Ahmadvand, G. & Jahedi, A. (2010). Effects of on-farm seed priming and sowing date on yield and yield components of three soybean cultivars (*Glycine max* L.) in Hamedan. *Plant Production Technology*, 10(2), 17-29. (In Farsi)

20. Rezvani Moghadam, P. & Sadeghi Samarjan, R. (2008). Effect of sowing dates and different irrigation regimes on morphological characteristics and grain yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.) (cultivar ILC 3279). *Iranian Journal Field Crop Research*, 6(2), 315-325. (In Farsi)
21. Sadeghipour, O. & Aghaei, P. (2012). Comparison of autumn and spring sowing on performance of chickpea (*Cicer arietinum* L.) varieties. *International Journal of Biosciences*, 2, 49-58.
22. Sanhewe, A. J. & Ellis, R. H. (1996). Seed development and maturation in (*Phaseolus vulgaris* L.) ability to germinate and to tolerate desiccation. *Journal of Experimental Botany*, 47, 949-9583.
23. Shafipour, H., Saidesar, S., Nadali, F. A. & Mohamadi, A. (2011). Effect of sowing dates and pre-treatment on phenology, Attributes morphologic and yield seed sunflower. *Iranian Journal of Crops Improvement*, 3 (1), 103-129. (In Farsi)
24. Singh, K. B., Malhotra, R. S., Saxena, M. C. & Bejiga, G. (1997). Superiority of winter sowing over traditional spring sowing of chickpea in the Mediterranean region. *Agronomy Journal*, 89, 112-118.
25. Soltani, A., Hammer, G. L., Torabi, B., Robertson, M. J. & Zeinali, E. (2006). Modeling chickpea growth and development: phenological development. *Field Crops Research*, 99(1), 1-13.
26. Szilagyi, L. (2003). Influence of drought on seed yield components in common bean. *Bulgarian Journal of Plant Physiology*, 320-330.
27. Thomas, M. J., Fukai, S. & Peoples, M. B. (2003). The effect of timing and severity of water deficit on growth, development, yield accumulation and nitrogen fixation of mung bean. *Field Crops Research*, 86, 67-80.
28. Turk, M. A., Tawaha, A. M. & El-Shatnawi, M. K. J. (2003). Response of lentil (*Lens culinaris* Medik) to plant density, sowing date, phosphorus fertilization and ethephon application in the absence of moisture stress. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 189, 1-6.
29. Yordanov, I., Velikova, V. & Tsonev, T. (2003). Plant responses to drought and stress tolerance. *Bulgarian Journal of Plant Physiology*, 187-206.

Archive of SID