

بررسی اثر تاریخ کاشت و تک آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم جو دیم

علیرضا توکلی*

مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان سمنان (شاهرود)

چکیده

به منظور بررسی اثر تاریخ کاشت و مقادیر تک آبیاری بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد دو رقم جو دیم، تحقیقی به صورت کرت های دوبار خردشده بر پایه طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار ر سه تکرار و در دو سال زراعی در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم مراغه به اجراء درآمد. سه تاریخ کاشت (زود، معمول، دیر)، پنج مدیریت تخصیص آبیاری محدود (دیم، تک آبیاری به میزان ۵۰ میلی متر در زمان کاشت، تک آبیاری به میزان ۱۰۰ میلی متر در زمان کاشت، یک مرتبه آبیاری بهاره با تأمین ۵۰٪ نیاز و یک مرتبه آبیاری بهاره با تأمین ۱۰۰٪ نیاز) و دو رقم جو (آبیدر و Dayton) مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد اثر تاریخ کاشت و تک آبیاری بر عملکرد دانه و شاخص بهره‌وری آب کاربردی معنی دار است. عملکرد جو Dayton بیشتر از آبیدر بود که ناشی از تعداد سنبله در متر مربع و تعداد دانه در سنبله بیشتر است. آبیاری زمان کاشت به میزان ۱۰۰ میلی متر و در تاریخ کاشت های زود و نرمال، از طریق افزایش وزن هزار دانه، تعداد سنبله در متر مربع و افزایش سهم سنبله های بارور، عملکرد را بهبود بخشید، به نحوی که میانگین اثربخشی این تیمار در دو سال نشان می دهد که کاربرد آن، عملکرد جو را به محدوده ۳۵۰۰ تا ۴۱۰۰ کیلوگرم در هکتار افزایش داد. در خصوص تیمارهای آبیاری بهاره نیز آنچه که اهمیت فراوان دارد، افزایش وزن دانه و سهم سنبله های بارور به کل سنبله ها است که افزایش عملکرد نسبت به شرایط دیم را توجیه و کفایت جبران ۵۰ درصد تخلیه رطوبتی خاک در بهار (۴۴ میلی متر) یعنی ۵۰٪ I₅₀ را بیان می کند.

واژه های کلیدی: آبیاری بهاره، آبیاری زمان کاشت، آبیدر، بهره‌وری آب

مقدمه

جو پس از گندم به دلیل کاربرد آن در تعلیف دام و تأمین نیازهای انسان و نیز استفاده در صنایع مربوطه، مهم‌ترین محصول دیم کشور محسوب می‌شود. زراعت دیم در ایران متکی به بارشی است که بخش اعظم آن در ماه‌های غیر رشد رویشی محصولات به وقوع می‌پیوندد و مقدار ناکافی، پراکنش نامناسب و فقدان مدیریت صحیح زراعی، مهم‌ترین عوامل محدود کننده و نوسان‌بخش تولید محصولات دیم از جمله گندم و جو محسوب می‌شوند (توکلی و همکاران، ۲۰۱۰). چگونگی مدیریت شرایط طبیعی و اقلیمی و نحوه و میزان تاثیر عملیات زراعی بر عملکرد و اجزای عملکرد منجر به افزایش تولید خواهد شد. با برنامه‌ریزی و استفاده بهینه از نهاده‌ها و شرایط طبیعی و اقلیمی، می‌توان از کاهش تولید محصولات دیم در سال‌های کم‌باران یا در شرایط با پراکنش نامناسب بارش جلوگیری کرد. از لحاظ دوره زمانی پراکنش بارش در فصل زراعی، دو مرحله عموماً ممکن است بیشترین درجه تاثیرات را به خود ببینند، یکی در زمان کاشت است که ممکن است اولین بارندگی موثر پاییزه، با تأخیر مواجه بوده و در نتیجه، هم‌زمان با افت درجه حرارت و سرد شدن هوا و خاک و با توجه به حداقل درجه حرارت لازم برای جوانه‌زنی و ادامه رشد، امکان جوانه زدن، رشد و استفاده از بارش‌های پاییزی میسر نگردد. حداقل درجه حرارت لازم برای جوانه‌زنی و ادامه رشد (صفر گیاهی) در منابع مختلف برای گندم و جو ۳-۵ درجه سانتی‌گراد ذکر شده است (سرمدنیا و کوچکی، ۱۹۹۵، مایر و پولجاکف مایبر، ۱۹۷۵). دیگر مرحله حساس رشد، مراحل پایانی رشد

(گل‌دهی تا رسیدن) است که ممکن است آخرین بارندگی مؤثر بهاره، زودتر از روال معمول خاتمه یافته و در مراحل حساس پایانی رشد گیاه، رطوبت کافی برای تشکیل و پر شدن دانه وجود نداشته باشد (توکلی و لیاقت، ۲۰۱۰). بنابراین لازم است برای بهبود شرایط در مراحل حساس رشد تمهیداتی اتخاذ گردد.

یک نوبت آبیاری راهکاری است که در بهبود شرایط محصولات دیم در مراحل حساس رشد می‌تواند به کار رود. لذا تعیین نحوه و زمان تک‌آبیاری و میزان اثربخشی آن بر عملکرد محصولات دیم دارای اهمیت است، چرا که با شناخت اجزایی از محصول، که بیشتر تحت تأثیر آبیاری محدود قرار می‌گیرند، می‌توان در فرآیند اصلاح‌نژاد، آنها را به کار گرفت. از آنجایی که بین ارقام مختلف غلات دیم، اختلاف معنی‌داری در تولید دانه و کاه و کلش وجود دارد (اویس و همکاران، ۱۹۹۸، توکلی و اویس، ۲۰۰۴، توکلی، ۲۰۰۱، توکلی و همکاران، ۲۰۰۰ و ۲۰۰۵)، ضرورت دارد ارقام مختلف مورد آزمون قرار گیرند. چرا که رقم از جمله عواملی است که در بهینه‌سازی مصرف آب موثر است. اصلاح‌نژاد و انتخاب ارقام مناسب برای بهبود بهره‌وری آب و استفاده از ژنوتیپ‌های سازگار با شرایط منطقه‌ای، می‌تواند سبب بهبود استفاده از آب خاک و افزایش بهره‌وری آب مصرفی شود (استودر و ارسکین، ۱۹۹۹). گیاهان نسبت به تنش خشکی و رطوبتی که بروز و ظهور آن از مشخصه‌های زراعت دیم است، عکس‌العمل‌های فیزیولوژیک و ریخت‌شناختی متفاوتی نشان می‌دهند (یاردونوف و همکاران، ۲۰۰۳) و برهم کنش محیط

(اویس و هاشم، ۲۰۰۹). هم‌چنین مطابق با گزارش ایکاردا، عملکرد دانه ژنوتیپ ریحان-۳ تحت شرایط دیم، ۳۳٪، ۶۶٪، و ۱۰۰٪ آبیاری کامل به ترتیب ۲۲۰، ۲۷۰۰، ۴۷۵۰ و ۶۷۲۰ کیلوگرم در هکتار بوده که بیشترین مقدار را نسبت به ژنوتیپ های دیگر داشت (ایکاردا، ۱۹۸۹).

بررسی روابط بین عملکرد دانه ارقام جو با اجزا و پارامترهای زراعی تحت شرایط تاریخ کاشت و میزان آبیاری محدود که در این مقاله بررسی می‌شود، برای بهبود عملکرد حائز اهمیت است. بر این اساس هدف این پژوهش، بررسی اثر زمان و میزان تک‌آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه دو رقم جو و مقایسه آن با شرایط دیم است.

مواد و روش‌ها

این تحقیق بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی، به صورت کرت‌های دو بار خرد شده و در سه تکرار و به مدت دو سال زراعی (۸۵-۱۳۸۳) اجرا شد. محل اجرای آزمایش ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم مراغه (عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۱۵ دقیقه شمالی، طول جغرافیایی ۴۶ درجه و ۱۵ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۷۲۵ متر) بود.

تیمارهای تحقیق مشتمل بر سه تاریخ کاشت شامل: زود (اوائل مهر ماه)، معمول (اواسط مهر ماه) و دیر (اواخر مهر ماه) به عنوان کرت اصلی، پنج تیمار تخصیص تک‌آبیاری شامل: بدون آبیاری (شرایط دیم، I_0)، تک‌آبیاری به میزان ۵۰ میلی‌متر در زمان کاشت (I_{50})، تک‌آبیاری به میزان ۱۰۰ میلی‌متر در زمان کاشت (I_{100})، بدون آبیاری پاییزه + فقط یک نوبت آبیاری با تأمین ۵۰٪ نیاز در بهار ($I_{50}\%$) و بدون آبیاری پاییزه + فقط یک نوبت آبیاری با تأمین

و رقم بر محصول، عامل تعیین‌کننده واکنش‌های فیزیولوژیک و ریخت‌شناختی و نمو گیاه محسوب می‌شود (گابریلا و همکاران، ۲۰۰۲). اجزای عملکرد نیز تحت تاثیر مدیریت زراعی، ژنوتیپ و محیط قرار می‌گیرند و غالباً در توجیه علت کاهش عملکرد به کار می‌روند (شیپوی، ۱۹۸۱، هاشمی دزفولی و همکاران، ۱۹۹۵).

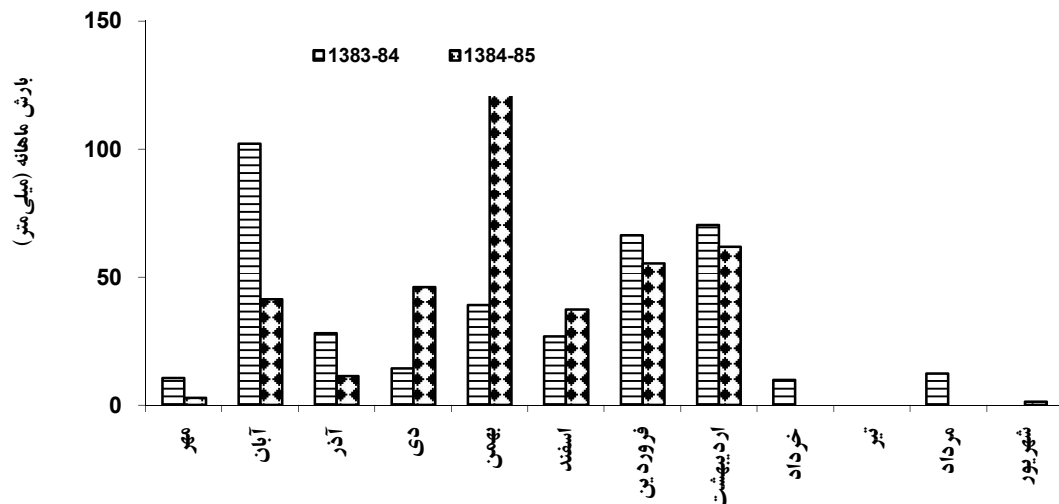
یکی از حساس‌ترین مراحل رشد هر محصول، زمان جوانه‌زنی و سبز شدن است، زیرا در این مرحله بذر در معرض شرایط نامساعد محیطی قرار می‌گیرد و استقرار بوته در مزرعه را دچار مشکل می‌کند (آلبوگوتروکوی و کاروالهو، ۲۰۰۳)، لذا تاریخ کاشت فاکتور مهمی در افزایش بهره‌وری بارش در زراعت دیم است. گزارش شده است که تأخیر در کاشت ناشی از تأخیر در وقوع بارش موثر پاییزه، سبب کاهش عملکرد دانه گندم و جو دیم گردید (توکلی و لیاقت، ۲۰۱۰، اداری و همکاران، ۲۰۰۲، توکلی و همکاران، ۲۰۱۰). بررسی در مورد انجام یک نوبت آبیاری و تعیین زمان و میزان آن برای غلات دیم توسط محققین زیادی گزارش شده است (توکلی و اویس، ۲۰۰۴، اویس و همکاران، ۱۹۹۸، حقیقتی‌ملکی، ۱۹۹۸، عظیم‌زاده، ۲۰۰۵، طلیعی، ۲۰۰۵، توکلی و لیاقت، ۲۰۱۰). اثر سطوح مختلف آبیاری تکمیلی بر روی ژنوتیپ‌های جو در ایکاردا^۱ و با ۱۸۶ میلی‌متر بارش سالیانه بررسی شد و نتایج نشان داد که در حالی که عملکرد تحت شرایط دیم ۲۶۰ کیلوگرم در هکتار بود با ۳۳٪، ۶۶٪، و ۱۰۰٪ آبیاری کامل، عملکرد دانه جو به ترتیب به ۱۸۹۰، ۴۲۵۰ و ۵۱۷۰ کیلوگرم در هکتار افزایش پیدا کرد

1 - International Center for Agricultural Research in Dry Areas (ICARDA)

کرت‌های آبیاری ۴ × ۵ (۲۰ مترمربع) و ابعاد کرت‌های رقم ۴ × ۲/۴ (۹/۶ مترمربع) منظور گردید. فاصله بین تکرارها، کرت‌های اصلی، کرت‌های فرعی و کرت‌های فرعی فرعی به ترتیب ۳، ۲، ۱/۵ و ۰/۲ متر بود.

کل بارش سال‌های زراعی ۸۴-۱۳۸۳ و ۸۵-۱۳۸۴ به ترتیب برابر ۳۸۰ و ۳۸۲ میلی‌متر بود و روند تغییرات ماهانه در شکل ۱ نشان داده شده است. البته قابل ذکر است که در هر دو سال، زمان اولین بارش موثر پاییزه، در ابتدای دهه دوم آبان بوده است.

۱۰۰٪ نیاز در بهار (I_{100%}) (کرت فرعی) و دو رقم جو دیم نیز (آیدر و Dayton) به عنوان کرت فرعی فرعی انتخاب شدند. میزان آب مورد نیاز در بهار بر اساس اندازه‌گیری رطوبت خاک و کمبود از حد ظرفیت زراعی تعیین شد. رقم آیدر (Yesevi-93) با قابلیت کشت در مناطق سرد و معتدل سرد، مقاوم به خشکی، نیمه مقاوم به سرما، متحمل به ورس، زودرس، دانه سفید، دو ردیفه و متحمل به بیماری‌ها است و لاین Dayton/Ranny جزو لاین‌های امیدبخش جو دیم برای معرفی در مناطق سرد و معتدل سرد است. ابعاد کرت‌های تاریخ کاشت ۲۶ × ۵ (۱۳۰ مترمربع)، ابعاد



شکل ۱- بارش ماهانه سال‌های پژوهش در ایستگاه مراغه

میانگین نتایج تجزیه نمونه خاک محل آزمایش نشان می‌دهد که هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک ۰/۴۷ دسی‌زیمنس بر متر، واکنش گل اشباع (pH) ۷/۳، کربن آلی ۰/۵۳ درصد، نیتروژن ۰/۰۶۲ درصد، فسفر قابل جذب ۷/۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم، پتاسیم قابل جذب ۵۲۵ میلی‌گرم بر

ضریب رطوبتی خاک در ظرفیت زراعی، رطوبت نقطه پژمردگی دائم و وزن مخصوص ظاهری خاک به ترتیب ۳۸ درصد حجمی، ۲۰ درصد حجمی و ۱/۱۷۵ گرم بر سانتی‌متر مکعب و متوسط آب قابل استفاده در یک متر عمق خاک برابر ۱۸۰ میلی‌متر بود.

گرفت و برای دست‌یابی به یکنواختی توزیع مناسب، آبیاری در کرت با استفاده از لوله سوراخ‌دار متحرک دستی انجام شد. صفات یادداشت‌برداری و اندازه‌گیری شده شامل: عملکرد دانه، گاه و کلش و عملکرد زیست توده، شاخص برداشت، درجه باردهی، وزن هزار دانه، ارتفاع بوته، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله در متر مربع و شاخص بهره‌وری آب در تیمارهای مختلف بود. مساحت برداشت برای برآورد عملکرد دانه در تیمار فرعی فرعی (رقم) برابر ۲/۴ متر مربع بود که پس از رسیدن محصول و با استفاده از کمباین آزمایشی انجام شد. به منظور تعیین میزان گاه و کلش و عملکرد زیست توده، شاخص برداشت و درجه باردهی (سینگ و استوسکف، ۱۹۷۱)، نمونه‌هایی از هر کرت و به مساحت یک متر مربع به صورت دستی برداشت و در آزمایشگاه صفات مورد نظر اندازه‌گیری و به صورت زیر برآورد شد.

کیلوگرم و مقادیر شن، سیلت و رس نیز به ترتیب ۲۲، ۳۲ و ۴۶ درصد است و بافت خاک رسی محسوب می‌شود. میزان فسفر و نیتروژن مورد نیاز بر اساس تجزیه خاک و نظریه کارشناس خاکشناسی تامین گردید. فسفر از منبع سوپرفسفات تریپل و دو سوم نیتروژن از منبع نترات آمونیم و قبل از کاشت به فواصل ۲۰ سانتی‌متر و در عمق ۸-۷ سانتی‌متر جایگذاری شد. یک سوم باقی‌مانده نیتروژن (از منبع اوره) در اوائل بهار به صورت سرک مصرف شد. با توجه به وزن هزار دانه ارقام مختلف جو و بر مبنای ۴۰۰ دانه در متر مربع، میزان بذر هر کرت فرعی فرعی تعیین شد. پس از ضدعفونی بذر با قارچ‌کش، به کمک بذرکار آزمایشی وینتراشتاگر، عملیات کشت صورت گرفت. دور تا دور کرت‌های آبیاری، پشته‌ای به ارتفاع ۴۰-۳۰ سانتی‌متر ایجاد شد. در کرت‌های رقم (فرعی فرعی)، هر رقم در ۱۲ خط با فواصل ۲۰ سانتی‌متر و طول ۴ متر و عمق ۶-۴ سانتی-متر، کشت شد.

آبیاری به صورت سطحی و از طریق انتقال آب با لوله و کنترل دقیق با کنتور حجمی صورت

$$(۱) \text{ عملکرد دانه} + \text{گاه و کلش} = \text{عملکرد زیست توده}$$

$$(۲) \text{ زیست توده} / (۱۰۰ \times \text{عملکرد دانه}) = \text{شاخص برداشت} (\%)$$

$$(۳) \text{ عملکرد دانه (تن در هکتار)} + \text{زیست توده (تن در هکتار)} + \text{شاخص برداشت} (\%) = \text{درجه باردهی}$$

سال‌های تحقیق از ۵ کم‌تر باشد (گومز و گومز، ۱۹۸۴). بر اساس امید ریاضی، تجزیه مرکب (مخلوط) صورت گرفت و جدول تجزیه واریانس تهیه گردید. مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون دانکن انجام و نرم‌افزار مورد استفاده MSTATC بود.

متجانس بودن واریانس خطاهای آزمایش دو سال از طریق آزمون F هارتلی ارزیابی و بررسی شد. چرا که یکی از مفروضات تجزیه واریانس این است که عوامل آزمایشی، واریانس مشابهی داشته باشند. برای تجزیه مرکب داده‌ها بایستی نسبت میانگین مربعات خطاهای آزمایش به روش F هارتلی در طول

نتایج و بحث

اثر اصلی تاریخ کاشت، تک‌آبیاری، رقم و اثرات متقابل آبیاری × رقم و تاریخ کاشت × آبیاری × رقم در سطح احتمال یک درصد و اثر تاریخ کاشت × رقم در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار است (جدول ۱). مقدار عملکرد دانه تحت تیمارهای $I_{100\%}$ ، $I_{50\%}$ و دیم به ترتیب برابر ۳۷۹۳، ۱۹۲۲، ۲۵۰۹، ۲۳۶۰ و ۱۱۷۰ کیلوگرم در هکتار است (شکل ۲ الف). کمترین میزان عملکرد مربوط به شرایط دیم و مطلوب‌ترین وضعیت با آبیاری سنگین پاییزه حاصل می‌شود و آبیاری سبک بهاره کفایت می‌کند (شکل ۲ ب).

روند تغییرات صفاتی چون ارتفاع بوته، وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله در متر مربع و بهره‌وری آب نشان‌دهنده برتری محسوس جو Dayton است. اثر تیمارهای آبیاری را می‌توان به صورت زیر خلاصه کرد:

الف) در شرایط دیم، متوسط عملکرد جو Dayton و آبی‌در در سال اول به ترتیب برابر ۱۱۳۰ و ۱۰۴۲ کیلوگرم در هکتار و در سال دوم به ترتیب برابر ۱۳۱۱ و ۱۱۹۹ کیلوگرم در هکتار و متوسط عملکرد این دو رقم طی دو سال به ترتیب برابر ۱۲۲۱ و ۱۱۲۰ کیلوگرم در هکتار بود (شکل ۲ الف).

ب) بیشترین اثربخشی در افزایش عملکرد، مربوط به تک‌آبیاری ۱۰۰ میلی‌متر در زمان کاشت (I_{100}) است. میانگین اثربخشی این تیمار در دو سال نشان داد که بکارگیری آن برای جو Dayton در تاریخ کاشت زود، معمول و دیر به ترتیب عملکردی برابر ۳۵۳۳، ۴۱۲۵ و ۳۹۰۰ کیلوگرم در هکتار و برای جو آبی‌در به ترتیب ۳۵۶۵، ۳۹۰۷ و ۳۷۳۵ کیلوگرم

در هکتار را به همراه داشته است (جدول ۲). علت اثربخشی آبیاری زمان کاشت ناشی از جلو افتادن دوره رشد، ایجاد سبز کامل و استقرار محصول، کاهش خسارت سرما، توسعه عمقی ریشه و بهره‌گیری از شرایط بارشی و دمایی مناسب بهاری است (توکلی و لیاقت، ۲۰۱۰، توکلی و همکاران، ۲۰۱۰) و وجود پوشش سبز سبب می‌شود که از سطح تبخیری خاک در بهار کاسته شده و تلفات تبخیر آب کم‌تر شود. در تاریخ کاشت زود، عملکرد جو آبی‌در حدود یک درصد بیشتر از جو Dayton است که عدد قابل توجهی نیست اما در دو تاریخ کاشت دیگر و تحت همین تیمار آبیاری، عملکرد جو Dayton بیشتر از آبی‌در است (شکل ۳).

ج) متوسط اثربخشی تیمار جبران ۱۰۰ درصد تخلیه رطوبتی خاک در بهار (۸۸ میلی‌متر) یعنی $I_{100\%}$ در دو سال نشان می‌دهد که کاربرد این تیمار برای جو Dayton در تاریخ کاشت زود، معمول و دیر به ترتیب عملکردی برابر ۲۵۰۸، ۲۵۷۴ و ۲۵۰۶ کیلوگرم در هکتار و برای جو آبی‌در به ترتیب ۲۴۸۲، ۲۵۴۱ و ۲۴۴۴ کیلوگرم در هکتار را به همراه داشته است (شکل ۳ الف).

د) میانگین اثربخشی تیمار جبران ۵۰ درصد تخلیه رطوبتی خاک در بهار (۴۴ میلی‌متر) یعنی $I_{50\%}$ در دو سال نشان می‌دهد که کاربرد آن برای جو Dayton در تاریخ کاشت زود، معمول و دیر به ترتیب عملکردی برابر ۲۳۸۲، ۲۴۲۸ و ۲۳۵۳ کیلوگرم در هکتار و برای جو آبی‌در به ترتیب ۲۳۰۹، ۲۳۸۲ و ۲۳۰۴ کیلوگرم در هکتار را به همراه داشته است (شکل ۳ الف). نکته قابل توجه این است که در تیمار جبران ۱۰۰ درصد تخلیه رطوبتی خاک در بهار

کیلوگرم در هکتار نیتروژن همراه با آبیاری زمان کاشت حاصل گردید (عظیم‌زاده، ۲۰۰۵). زمان مناسب یک نوبت آبیاری بسته به شرایط اقلیمی ممکن متفاوت باشد، به طوری که در مناطقی مانند کرمانشاه، تک‌آبیاری بهاره دارای اثربخشی بیشتری است و تنش آخر فصل در این گونه مناطق، عامل افت عملکرد است که با تک‌آبیاری بهاره در مرحله ظهور سنبله تا گل‌دهی، افزایش عملکرد قابل ملاحظه‌ای را گزارش کرده‌اند (طلیعی، ۲۰۰۵، توکلی و همکاران، ۲۰۱۰). به طوری که با تک‌آبیاری بهاره، عملکرد جو دیم در کرمانشاه به ۴۰۰۰ کیلوگرم در هکتار و در لرستان به ۳۴۰۰ کیلوگرم در هکتار افزایش یافت (توکلی و همکاران، ۲۰۱۰).

اثر رقم و اثر متقابل تاریخ کاشت \times رقم بر وزن هزار دانه، اثر تاریخ کاشت و اثر متقابل تاریخ کاشت \times آبیاری بر تعداد سنبله در متر مربع و اثر رقم و اثر متقابل تاریخ کاشت \times آبیاری \times رقم بر تعداد دانه در سنبله در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار است (جدول ۱).

در بررسی اجزای عملکرد مشاهده شد که در شرایط دیم، به خاطر تراکم کم‌تر محصول و به تبع رقابت کم‌تر برای دریافت آب و مواد غذایی، به طور نسبی تعداد دانه در سنبله، ارتفاع تک بوته و وزن هزار دانه در این شرایط نسبت به تک‌آبیاری پاییزه بیشتر است. اما به دلیل محدودیت دسترسی به آب در اواخر فاز رویشی و نیز در طول مرحله زایشی، تعداد سنبله‌های بارور کاهش نشان داد.

(۸۸ میلی‌متر) یعنی $I_{100\%}$ نسبت به تیمار جبران ۵۰ درصد تخلیه رطوبتی خاک در بهار (۴۴ میلی‌متر) یعنی $I_{50\%}$ ، علیرغم اینکه میزان آب کاربردی دو برابر شده، اما میزان افزایش متوسط عملکرد دانه تنها ۵-۶ درصد بوده است.

افزایش عملکرد در تیمارهای آبیاری بهاره نسبت به شرایط دیم افزون بر ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار است اما تفاوت چندانی بین آبیاری حداقل بهاره ($I_{50\%}$) با آبیاری کامل بهاره ($I_{100\%}$) وجود ندارد، در حالی که مصرف آب دو برابر شده، تفاوت عملکرد این دو تیمار تنها در حد ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار است لذا ضرورتی به انجام یک نوبت آبیاری کامل بهاره نیست.

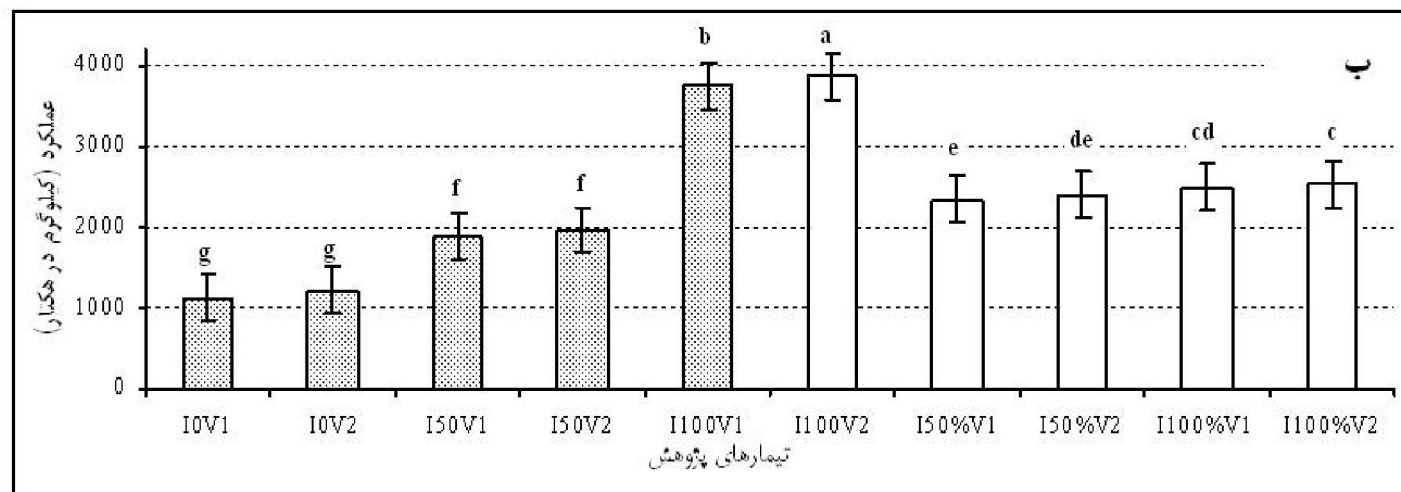
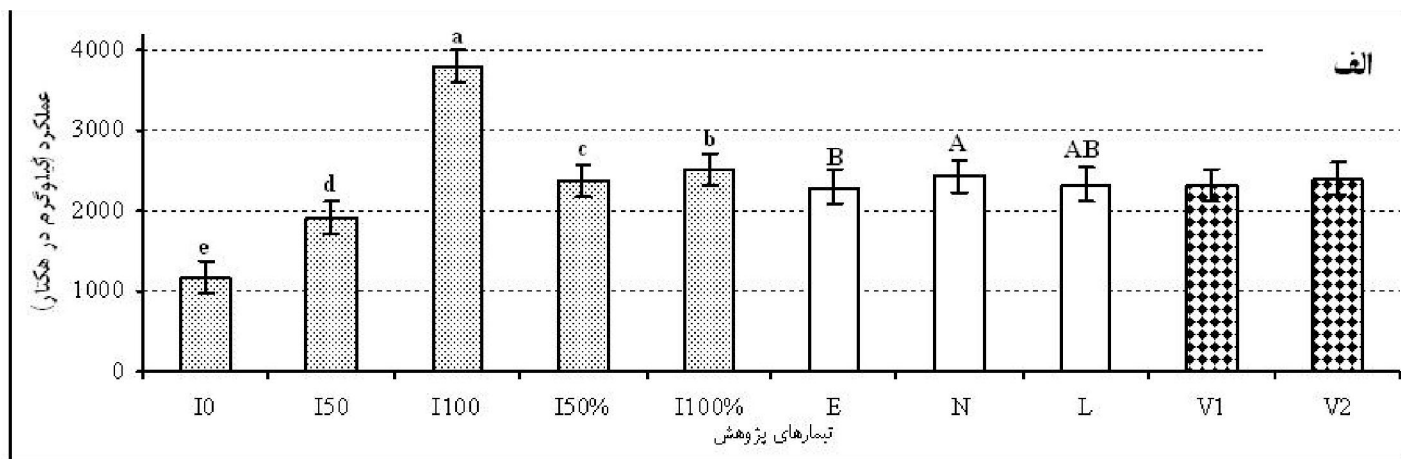
ه) میانگین اثربخشی تیمار تک‌آبیاری ۵۰ میلی‌متر در زمان کاشت (I_{50}) در دو سال نشان می‌دهد که کاربرد آن برای جو Dayton در تاریخ کاشت زود، معمول و دیر به ترتیب عملکردی برابر ۱۹۵۵، ۲۰۷۰ و ۱۸۶۷ کیلوگرم در هکتار و برای جو آبی‌در به ترتیب ۱۹۲۵، ۱۹۲۰ و ۱۷۹۳ کیلوگرم در هکتار را به همراه داشته است (شکل ۳ الف).

نتایج ذکر شده در بندهای الف تا ه، که مربوط به اثرات رقم، تاریخ کاشت و مدیریت آبیاری است با گزارشات محققین دیگر همسو است، به طوری که یک نوبت آبیاری دو رقم جو در زمان کاشت توام با ۸۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص بیشترین میزان عملکرد را به همراه داشته است (حقیقتی‌ملکی، ۱۹۹۸). طی پژوهشی در شمال خراسان که به بررسی اثر سطوح مختلف نیتروژن و آبیاری تکمیلی بر عملکرد جو دیم پرداخت شد، گزارش گردید که بیشترین عملکرد، با تلفیق ۶۰

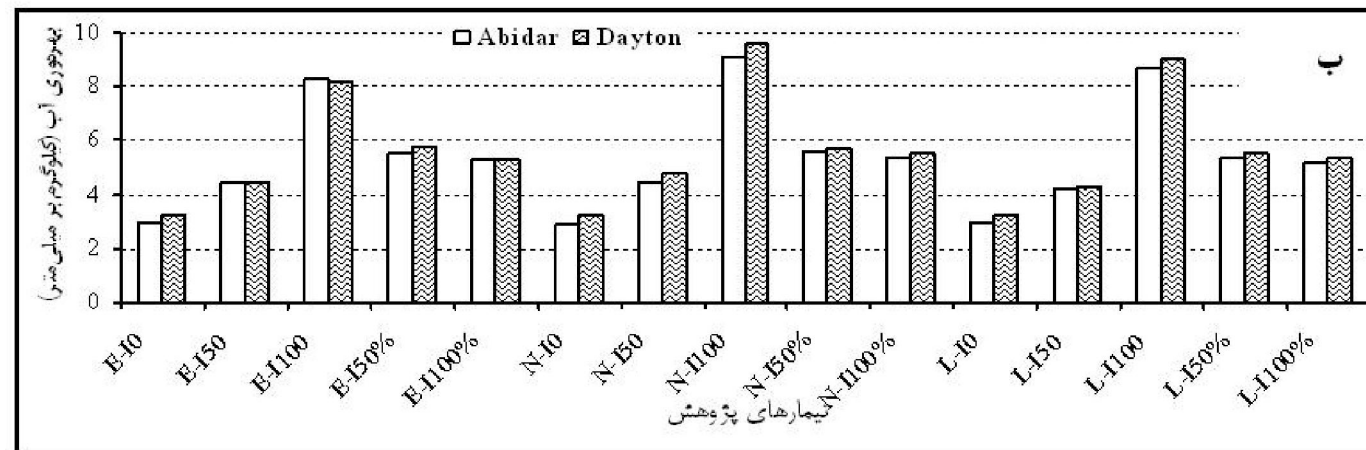
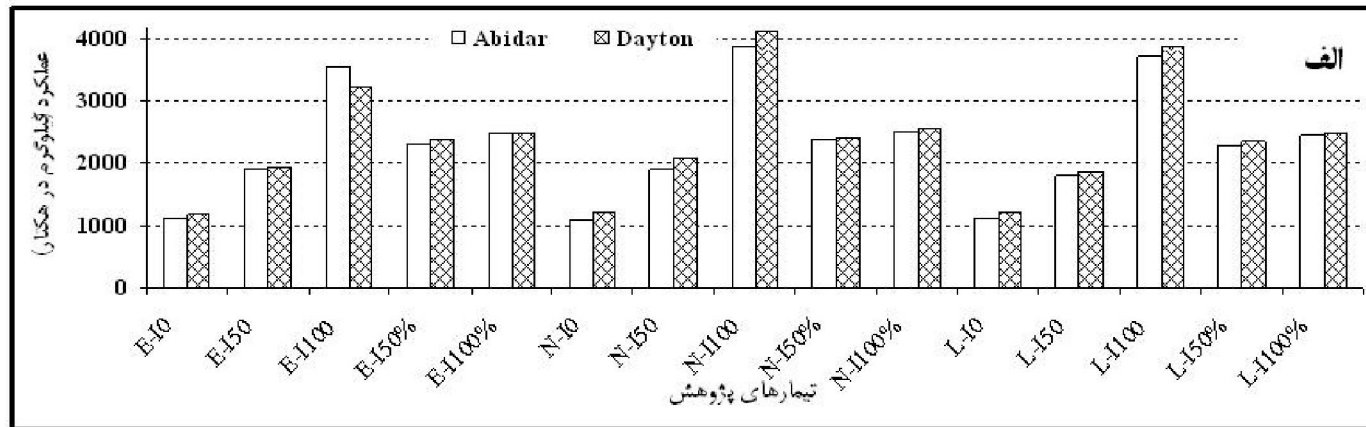
جدول ۱ - تجزیه واریانس صفات زراعی ارقام جو دیم

میانگین مربعات											
منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	کاه و کلش (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد زیست توده (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (%)	درجه باردهی	وزن هزار دانه (گرم)	ارتفاع بوته (سانتی متر)	تعداد سنبله در مترمربع	تعداد دانه در سنبله	بهره‌وری آب (کیلوگرم بر میلی متر)
سال (Y)	۱	۶۰۶۳۵۷۴ ^{ns}	۱۳۷۹۵۱۵۹ ^{ns}	۳۸۱۵۰۵۸۶ ^{ns}	۵۹/۳ ^{**}	۲۶۶ [*]	۱۱۲۳ ^{**}	۶۷/۳ ^{**}	۱۷۶۸۱ ^{**}	۳۸۶ ^{**}	۱۳۴ ^{**}
خطا	۴	۹۰۶۵۴	۶۷۳۰۱۷۸	۷۸۵۷۸۴۷	۸۱/۸	۴۰/۶	۳/۸۳	۱۷۱	۲۱۳۱	۷/۳۹	۰/۵۶۷
تاریخ کاشت (SD)	۲	۲۶۷۰۱۸ ^{**}	۶۰۰۳۲۹۹ ^{ns}	۷۲۵۶۰۳۶ ^{ns}	۸۸/۶ ^{ns}	۵۹/۴ ^{ns}	۱۳/۶۱ ^{ns}	۶/۴۳ ^{ns}	۶۰۷۸۵ ^{**}	۰/۹۱ ^{ns}	۱/۵۱ ^{**}
(SD*Y)	۲	۲۵۰۳ ^{ns}	۱۴۶۷۹۵ ^{**}	۱۲۵۷۶۲ ^{ns}	۰/۷۹ ^{ns}	۰/۳۵ ^{ns}	۲۰/۴ ^{ns}	۱/۳۷ ^{ns}	۴۳۴ ^{ns}	۰/۷۱ [*]	۰/۰۴
خطای عامل a	۸	۳۴۵۹۱	۳۳۱۳۹۸۰	۳۳۶۲۶۱۷	۳۵/۳	۱۹/۳۶	۵	۱۵/۳۵	۲۲۲۷	۵/۵۱	۰/۲۳۴
تک آبیاری (I)	۴	۳۳۱۵۲۰۱۹ ^{**}	۲۴۷۷۳۱۷۳۹ ^{**}	۴۶۱۰۹۹۰۷۳ ^{**}	۸۰ [*]	۳۷۹ ^{**}	۶۰/۸ ^{ns}	۹۵/۷۵ ^{ns}	۲۵۵۸۱۶ ^{ns}	۹/۸۶ ^{ns}	۱۷۱ ^{**}
(I*Y)	۴	۲۴۲۱۴۵ ^{ns}	۴۲۰۵۸۱ ^{ns}	۱۲۷۹۳۷۰ ^{ns}	۰/۵۱ ^{ns}	۴/۳۶ ^{ns}	۴/۳۵ ^{ns}	۱۰/۹۴ ^{**}	۶۳ ^{**}	۶/۵۵ [*]	۱۱/۳ ^{**}
(I*SD)	۸	۱۲۸۳۶۴ ^{ns}	۳۶۵۰۰۱۸ ^{**}	۳۵۶۰۳۰۳ [*]	۶۳/۸ ^{ns}	۴۰/۸ ^{ns}	۱۲/۴۸ ^{ns}	۱۳۶/۵ ^{ns}	۱۹۰۰۳ ^{**}	۱/۳۶ ^{ns}	۰/۶۹۷ ^{**}
(I*SD*Y)	۸	۱۷۴۳ ^{**}	۱۷۸۸۴۹ ^{ns}	۱۹۲۳۳۸ ^{**}	۰/۴۷ ^{ns}	۰/۲۸ ^{ns}	۱۱/۸۲ [*]	۱۲/۹۷ ^{ns}	۲۳۰ ^{ns}	۴/۶ ^{ns}	۰/۰۲۴
خطای عامل b	۴۸	۲۷۳۲۳	۱۳۰۴۸۲۳	۱۴۹۹۲۸۶	۹/۴۶	۵/۳۸	۷/۲۲	۷۳/۴۵	۱۶۷۶	۳/۹۸	۰/۱۸۲
رقم (V)	۱	۲۸۸۴۰۰ ^{**}	۹۳۷۹۹ ^{**}	۷۱۱۱۴۸ ^{**}	۲/۱۸ ^{ns}	۸/۰۶ ^{ns}	۲/۲ ^{**}	۷۶۸ ^{**}	۳۰۰۵۷ ^{ns}	۹۱/۶ ^{**}	۱/۸۶ ^{**}
(V*Y)	۱	۸۴۱۹ ^{**}	۱۴۸۳۲۲ ^{ns}	۸۶۰۶۷ [*]	۲ ^{**}	۱/۴۴ ^{**}	۱۷/۱ ^{**}	۳۵/۱ [*]	۹۳/۹ ^{**}	۱۸/۹۵ [*]	۰/۰۶
(V*SD)	۲	۲۶۴۸۵ [*]	۴۸۵۹۰۵۲ ^{ns}	۵۵۹۲۸۸۱ ^{ns}	۳۴/۶ ^{ns}	۱۱/۴ ^{ns}	۵/۸ ^{**}	۱۰۰/۹ ^{ns}	۳۷۲۹ ^{ns}	۰/۴۳ ^{ns}	۰/۱۴۶
(V*SD*Y)	۲	۲۴۹۸ ^{ns}	۱۳۳۴۸۹ ^{ns}	۱۳۰۰۵۸ ^{ns}	۱/۲ ^{ns}	۰/۵۹ ^{ns}	۱/۳۸ ^{ns}	۲/۴۵ ^{ns}	۲۶۰ ^{ns}	۴/۱۱ ^{ns}	۰/۰۲۹
(I*V)	۴	۹۰۶۵ ^{**}	۱۵۸۳۰۷۴ [*]	۱۴۳۱۴۵۶ [*]	۲۴/۴ ^{ns}	۱۵/۸۵ [*]	۱/۴۹ ^{ns}	۸۰/۱ ^{ns}	۱۰۲۵ ^{ns}	۲/۰۲ ^{ns}	۰/۰۳۸
(I*V*Y)	۴	۴۹۸ ^{ns}	۱۱۱۳۲۷ ^{ns}	۱۰۸۰۸۷ ^{ns}	۰/۲۶ ^{ns}	۰/۰۷ ^{ns}	۰/۶۲ ^{**}	۵/۸۸ [*]	۳۲۷ ^{**}	۲/۵۵ ^{ns}	۰/۰۰۶
(I*SD*V)	۸	۱۰۵۲۶ ^{**}	۲۲۵۶۴۱۸ ^{ns}	۲۵۱۰۷۱۱ ^{ns}	۶/۹ ^{ns}	۱/۷۳ ^{**}	۱/۲ ^{ns}	۲۱ ^{ns}	۱۳۹۷ ^{ns}	۳/۳۱ ^{**}	۰/۰۵۴
(I*SD*V*Y)	۸	۵۶۹ ^{ns}	۱۷۰۱۵۱ ^{**}	۱۷۰۸۶۰ ^{**}	۱/۱۹ [*]	۰/۵۴ ^{ns}	۱/۲۴ ^{ns}	۱۵/۳ ^{ns}	۹۰/۵ ^{ns}	۵/۲۵ ^{ns}	۰/۰۰۹
خطای آزمایشی	۶۰	۱۳۷۸۱	۳۲۶۵۴۲	۴۱۴۹۴۳	۲/۸۹	۱/۹۵	۳/۸۶	۱۳/۷	۱۴۴۳	۲/۸۷	۰/۰۸۷
ضریب تغییرات (%)	۴/۹۹	۱۰/۵۲	۸/۲۸	۵/۴۷	۳/۳۹	۴/۱۷	۶/۵۵	۸/۷۳	۸/۰۳	۵/۱۱	۵/۱۱

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد



شکل ۲- اثر سطوح تک آبیاری، تاریخ کاشت، ارقام جو و اثر متقابل آنها بر عملکرد دانه



شکل ۳- اثر متقابل سطوح تک آبیاری، تاریخ کاشت و ارقام جو بر عملکرد دانه و بهره‌وری آب

E، N و L: به ترتیب بیانگر تاریخ کاشت زود، نرمال و دیر، I0، I50، I100، I50% و I100% به ترتیب دیم، تک آبیاری ۵۰ میلی‌متر پاییزه، تک آبیاری ۱۰۰ میلی‌متر پاییزه، ۵۰ درصد جبران کمبود رطوبت خاک در بهار

و ۱۰۰ درصد جبران کمبود رطوبت خاک در بهار

جدول ۲- رابطه عملکرد و اجزای عملکرد در ارقام جو و تحت تیمارهای مختلف

تیمارهای پژوهش	عملکرد واقعی (کیلوگرم در هکتار)	تعداد دانه در سنبله	تعداد کل سنبله در متر مربع	وزن هزار دانه (گرم)
I ₀	۱۱۷۰	۲۱/۸	۳۵۳	۴۷/۴
I ₅₀	۱۹۲۲	۲۰/۸	۵۰۳	۴۵/۶
I ₁₀₀	۳۷۹۳	۲۰/۵	۵۴۶	۴۵/۹
I _{50%}	۲۳۶۰	۲۱/۴	۳۷۹	۴۷/۹
I _{100%}	۲۵۰۹	۲۱	۳۹۶	۴۸/۶
رقم آیدر	۲۳۱۱	۲۰/۴	۴۲۲	۴۷
Dayton	۲۳۹۱	۲۱/۸	۴۴۸	۴۷/۲
آیدر - I ₀	۱۱۲۰	۲۱/۲	۳۴۱	۴۷/۱
I ₀ - Dayton	۱۲۲۰	۲۲/۴	۳۶۵	۴۷/۸
آیدر - I ₅₀	۱۸۷۹	۱۹/۸	۴۸۳	۴۵/۴
I ₅₀ - Dayton	۱۹۶۴	۲۱/۸	۵۲۳	۴۵/۹
آیدر - I ₁₀₀	۳۷۳۴	۱۹/۵	۵۳۱	۴۶
I ₁₀₀ - Dayton	۳۸۵۳	۲۱/۴	۵۶۲	۴۵/۷
آیدر - I _{50%}	۲۳۳۲	۲۱	۳۶۸	۴۷/۹
I _{50%} - Dayton	۲۳۸۸	۲۱/۸	۳۹۰	۴۸
آیدر - I _{100%}	۲۴۸۹	۲۰/۴	۳۹۰	۴۸/۵
I _{100%} - Dayton	۲۵۲۹	۲۱/۶	۴۰۲	۴۸/۷

تعداد سنبله در متر مربع) نسبت به جو آیدر، برتری نسبی داشته است.

از میان تیمارهای آبیاری، و با توجه به شکل‌های ۲ ب و ۳ ب نشان داده می‌شود که تیمار آبیاری ۵۰ میلی‌متری زمان کاشت به دلیل وجود ریسک خسارت تنش خشکی و عدم کفایت نیاز رطوبتی و تیمار جبران ۱۰۰ درصد تخلیه رطوبتی خاک در بهار به دلیل اثربخشی و بهره‌وری کم‌تر آن نسبت به تیمار جبران ۵۰ درصد تخلیه رطوبتی خاک در بهار، قادر به رقابت و جایگزینی با تیمارهای دیگر نیستند. در شرایط دیم، برتری نسبی جو Dayton

آنچه که در خصوص تیمارهای آبیاری قابل ملاحظه است، اثر آبیاری زمان کاشت در افزایش قابل ملاحظه تعداد سنبله در متر مربع است و آبیاری بهاره از طریق افزایش وزن هزار دانه و تعداد سنبله در متر مربع اثربخشی داشته است. در شرایط دیم، تراکم بوته کم است و به همین دلیل میزان رقابت برای دسترسی به آب کم‌تر است، لذا ارتفاع تک بوته و وزن هزار دانه در این شرایط نسبت به تک‌آبیاری پاییزه بیشتر است. در این شرایط جو Dayton از لحاظ اجزای عملکرد (وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله و

دانه در سنبله و وزن هزار دانه میسر می‌شود (کوک و وست، ۱۹۹۱).

طی مطالعه‌ای نشان داده شد که مهم‌ترین جزء محدود کننده عملکرد، تعداد دانه در سنبله است (اسدی و همکاران، ۲۰۰۱، سینگ، ۱۹۸۱). تعداد دانه در هر سنبله از آن جهت مهم است که حداکثر عملکردی که در یک شرایط محیطی معین می‌توان تولید کرد، دارای سقفی است که از آن بیشتر ممکن نیست (کوچکی، ۱۹۹۷).

اثر تاریخ کاشت، آبیاری، رقم و اثر متقابل تاریخ کاشت × آبیاری بر شاخص بهره‌وری آب در سطح آماری یک درصد معنی‌دار است (جدول ۱).

عملکرد اگرچه شاخص مقایسه‌ای فراگیر و مناسبی است اما به تنهایی این قابلیت را ندارد که به تمایز تیمارها خصوصاً در شرایط وجود تیمارهای آبیاری پردازد. به عنوان نمونه، در مقایسه تیمارهای آبیاری بهاره، علیرغم اینکه در تیمار جبران ۱۰۰ درصد تخلیه رطوبتی خاک در بهار، میزان آب آبیاری کاربردی نسبت به تیمار جبران ۵۰ درصد تخلیه رطوبتی خاک در بهار، دو برابر شده بود، اما افزایش عملکرد فقط به میزان ۶ درصد (۱۴۹ کیلوگرم در هکتار) مشاهده گردید.

هنگامی که این موضوع از منظر شاخص بهره‌وری آب بررسی می‌شود، بهره‌وری کل آب کاربردی این دو تیمار به ترتیب ۵/۳۵ و ۵/۶ کیلوگرم بر میلی‌متر است (شکل ۳ ب) که حاکی از برتری و کفایت تیمار جبران ۵۰ درصد تخلیه رطوبتی خاک در بهار است. اگر امکان آبیاری پاییزه وجود نداشت و برنامه آبیاری بهاره مد نظر قرار گرفت، برنامه زمانی کشت بایستی مطابق با آنچه که برای شرایط دیم

نسبت به آیدر محرز است و حدود ۹ درصد برتری در میزان عملکرد نشان می‌دهد که متأثر از بهبود اجزای عملکرد آن می‌باشد.

در شرایط تامین ۱۰۰ میلی‌متر آبیاری در زمان کاشت، عملکرد، تعداد دانه در سنبله و تعداد سنبله بارور در متر مربع جو Dayton بیشتر از آیدر است، ولی وزن هزار دانه رقم آیدر اندکی بیشتر می‌باشد. در شرایط آبیاری بهاره، اعداد و ارقام حاکی از برتری جو Dayton نسبت به آیدر است. از نظر ارتفاع بوته، جو Dayton نسبت به آیدر برتری دارد. متوسط ارتفاع بوته جو آیدر و Dayton به ترتیب ۵۴/۶ سانتی‌متر و ۵۸/۷ سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. ارتفاع بیشتر سبب تولید کاه و کلش بیشتر گردید.

بررسی نتایج تحقیقاتی دیگر محققین در تحلیل یافته‌های این مطالعه موثر است. افت عملکرد در زراعت دیم، به خاطر تعداد کم‌تر سنبله در واحد سطح و تعداد کم‌تر دانه در سنبله است (راشدمحصل و کوچکی، ۱۹۹۴). در حالتی که رطوبت خاک کافی باشد، اجزایی از عملکرد که بیشترین اثر را در تولید محصول داشتند، تعداد سنبله بارور در واحد سطح است، اما در شرایط تنش خشکی، تعداد دانه در سنبله و گاهی هم متوسط وزن دانه، سهمی مساوی تعداد سنبله‌ها در عملکرد کل دارند (سرمدنیا و کوچکی، ۱۹۹۵، کوچکی، ۱۹۹۷). تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و تعداد سنبله بارور در واحد سطح متأثر از میزان و پراکنش بارش هستند. عملکرد عمدتاً به تعداد پنجه‌های بارور در هر گیاه، تعداد دانه در هر سنبله و وزن هزار دانه بستگی دارد (سرمدنیا و کوچکی، ۱۹۹۵) و برآورد عملکرد دانه به وسیله برآورد اولیه تعداد سنبله بارور در واحد سطح، تعداد

محدوده تغییرات بهترین معیار و ملاک برای گزینش تیمارهای مناسب و مطلوب است.

هر چند احتمال بروز خسارت سرما در جو همواره وجود دارد، اما بازیابی (Recovery) ارقام جو قابل مشاهده بوده است. در شرایطی که آبیاری پاییزه صورت می‌گیرد و گیاه به مرحله پنجه‌زنی می‌رسد، میزان خسارت سرما کم‌تر و میزان بازیابی بیشتر بوده است.

بدیهی است که بین این دو شیوه تفاوتی باشد. یکی از مهم‌ترین و تاثیرگذارترین منابع اختلاف، تعداد سنبله است که به دو جزء سنبله‌های بارور و نابارور تقسیم می‌شود. ناباروری سنبله، علاوه بر جنبه‌های ژنتیکی به اثرات محیطی نیز برمی‌گردد. آنچه که در این مبحث دنبال می‌شود، فقط به اثرات محیطی بر باروری و ناباروری سنبله می‌پردازد. مطابق با مواد و روش تحقیق، ۴۰۰ دانه بذر در متر مربع به کار رفت و بدیهی است که انتظار نمی‌رود که تمام بذرها سبز شوند. تعداد سنبله‌هایی که از هر بوته ایجاد می‌شود به شرایط محیطی و میزان فراهمی و دسترسی به رطوبت کافی بستگی دارد.

آبیاری پاییزه که سبب استقرار محصول در پاییز می‌شود، بهبود این نسبت را به دنبال دارد که نشان‌دهنده افزایش سهم سنبله‌های بارور است. تیمار ۱۰۰ میلی‌متر آبیاری در زمان کاشت از دو طریق افزایش تعداد سنبله در متر مربع و افزایش سهم سنبله‌های بارور، سبب افزایش عملکرد دانه می‌شود.

در خصوص دو رقم به کار رفته نیز قابل ذکر است که جو Dayton دارای عملکرد نسبی بیشتری به میزان ۸۰ کیلوگرم در هکتار است و این افزایش ناشی از تعداد دانه در سنبله و اندکی وزن هزار دانه

توصیه شده صورت پذیرد و از کشت زود هنگام خودداری شود تا تحت تأثیر بارش‌های پراکنده و نامطمئن اوایل فصل قرار نگیرد.

مقدار شاخص بهره‌وری آب مصرفی جو Dayton به ترتیب برای تاریخ کاشت معمول، دیر و زود برابر ۹/۶، ۹/۰ و ۸/۲ کیلوگرم بر میلی‌متر است. مطابق با شکل ۳ ب، این مقادیر نشان می‌دهد که جو Dayton نسبت به آیدر برتری دارد.

در شرایط دیم که برنامه آبیاری پاییزه یا بهاره وجود ندارد، از آنجایی که عملکرد و شاخص بهره‌وری آب ارقام جو در تاریخ کاشت‌های مختلف، تقریباً یکسان است، توصیه می‌شود که در شرایط دیم، از کشت زود هنگام محصولات اجتناب شود. زیرا در تاریخ کاشت زود، احتمال بارش‌های پراکنده منجر به جوانه‌زنی و سبز محصول و سپس بروز یک دوره خشکی وجود دارد که سبب وارد شدن آسیب جدی به محصول می‌گردد. همانطور که در بالا اشاره شد اجتناب از کشت زود برای برنامه آبیاری بهاره هم صادق است (توکلی و همکاران، ۲۰۱۰).

در برنامه آبیاری محدود جو دیم در پاییز، آبیاری سبک (۵۰ میلی‌متر) کفایت نمی‌کند و لازم است که آبیاری ۱۰۰ میلی‌متری صورت پذیرد تا ذخیره رطوبتی کافی برای جوانه‌زنی و استقرار محصول تا اولین بارش موثر پاییزه فراهم گردد. این برنامه منجر به حصول بیشترین میزان عملکرد دانه و بهره‌وری آب کاربردی می‌شود.

بررسی مقادیر شاخص بهره‌وری آب مصرفی حاکی از تغییرات شاخص بهره‌وری آب از ۲/۹ الی ۹/۶ کیلوگرم بر میلی‌متر است (شکل ۳ ب). این

توجه پذیری نشان می‌دهند (توکلی و لیاقت، ۲۰۱۰)، ضمن اینکه تحلیل عملکرد محصولات زراعت دیم کشورهای مختلف نشان می‌دهد که در شرایط دیم و در سطح مزارع زارعین فقط ۲۵ تا ۵۰ درصد عملکرد قابل حصول محصولات دیم به دست می‌آید و این نسبت در شرایط ایران فقط ۲۰ درصد است (راکتوروم و همکاران، ۲۰۰۷).

نتیجه‌گیری

متوسط عملکرد جو در شرایط دیم در این تحقیق برابر ۱۱۷۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد و نتایج نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین ارقام است. با یک نوبت آبیاری در زمان کاشت، متوسط عملکرد دانه جو به ۳۷۹۳ کیلوگرم در هکتار افزایش می‌یابد و افزایش ۲۶۲۳ کیلوگرم در هکتار نسبت به شرایط دیم، ناشی از افزایش تعداد سنبله در متر مربع و افزایش سهم سنبله‌های بارور است. با یک نوبت آبیاری حداقل بهاره (۴۴ میلی‌متر)، عملکرد دانه جو به ۲۳۶۰ کیلوگرم در هکتار افزایش یافت که ناشی از افزایش وزن دانه و سهم سنبله‌های بارور به کل سنبله‌ها است. ضمناً برای شرایط دیم و آبیاری بهاره، تاریخ کاشت نرمال توصیه می‌شود.

سپاسگزاری

این مقاله مستخرج از نتایج طرح تحقیقاتی شماره ۸۴۰۰۱-۰۰۰۰۰-۰۶-۰۰۰۰۰-۲۳-۰۲۲-۲ است که با اعتبارات و امکانات موسسه تحقیقات کشاورزی دیم اجرا گردید، بدین وسیله تشکر و قدردانی می‌شود.

بیشتر است (جدول ۳). جو Dayton اگرچه تعداد سنبله در متر مربع بیشتری دارد اما تعداد سنبله‌های بارور آن در مقایسه با آیدر کم‌تر است (۵۱/۹ درصد در مقایسه با ۵۷/۱ درصد).

در خصوص تیمارهای آبیاری بهاره، تعداد سنبله در متر مربع در این تیمارها اندکی نسبت به شرایط دیم بیشتر است که به اثر آبیاری بهاره و امکان استمرار رشد محصول بر می‌گردد، اما آنچه که اهمیت فراوان دارد، سهم سنبله‌های بارور به کل سنبله‌ها است که افزایش عملکرد نسبت به شرایط دیم را توجه می‌کند. ضمن اینکه کفایت تأمین ۵۰ درصد کمبود رطوبت نسبت به ظرفیت زراعی و عدم نیاز به تأمین ۱۰۰ درصد کمبود رطوبت نسبت به ظرفیت زراعی را نشان می‌دهد.

تأخیر در کاشت بعد از زمان بهینه و معمول بر اساس بارش فصل زراعی، عملکرد دانه را کاهش می‌دهد. در تحقیقات به‌زراعی نشان داده شد که کاشت زود هنگام (نوامبر) بسیار اهمیت دارد (فوتیادس و هاجیچریستودولو، ۱۹۸۴). در سوریه، با به کارگیری مدل شبیه‌سازی نشان داده شد که در سال‌های نرمال، به ازای هر هفته تأخیر در تاریخ کاشت بعد از نوامبر، ۴/۲ درصد از میزان عملکرد محصول کاسته شد (استپر و هریس، ۱۹۸۹). کاشت به هنگام غلات در کنترل علف‌های هرز نیز مؤثر است (اویس و همکاران، ۱۹۹۸). لذا می‌توان چنین تحلیل کرد که ارقام جو همانند ارقام گندم دیم (خصوصاً در مناطق سردسیر و معتدل سرد) به ترتیب به تک‌آبیاری زمان کاشت و سپس به تک‌آبیاری بهاره (ظهور سنبله تا گل‌دهی) عکس‌العمل مناسب و

- Albuguerque, M.F.E. and Carvalho N.M. 2003. Effects of the type of environmental stress on the emergence of sunflower (*Helianthus annuus*), soybean (*Glycine max L.*) merril and maize (*Zea mays L.*) seeds with different levels of vigor. *Seed Sci and Technol.* 31: 465-479
- Adary, A., Hachum, A., Oweis, T., Pala, M. 2002. Wheat productivity under supplemental irrigation in northern Iraq. On-farm water husbandry research report series, No.2. International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA). Aleppo, Syria. 38 pp.
- Asadi, H., Neishabori, M.R., and Siadat, H. 2001. Effect of water stress at different crop stages on yield and yield components and some water relations of wheat. 7th National Congress of Soil Science, Share Kord. (in Farsi).
- Azim-Zadeh, S.M. 2005. Effects of different levels of nitrogen and supplemental irrigation on barley at north of Khorasan. Final research report, Dryland Agricultural Research Institute (DARI), Iran, No 84/10138, (in Farsi).
- Cook, R.j. and Veseth, R.J. 1991. Wheat health management. APS press the American phytopathological Society, St. Paul, MN. 152 p.
- Gabriela, M.P. and Foyer C.H. 2002. Common components, network and pathway of cross tolerance to stress. The central role of Redox and Abscisic acid- mediated controls. *Plant Physiol.* 129(2): 460-468.
- Gomez, K.A., and Gomez, A.A. 1984. Statistical procedures for agricultural research. John Wiley and Sons. New York. 680 pp.
- Haghighati-Maleki, A. 1998. Study effect of supplemental irrigation and nitrogen on yield of barley. Final research report, Dryland Agricultural Research Institute (DARI), Iran No 77/629, (in Farsi).
- Hashemi Dezfoli, A., Kochaki, A., and Banayan, M. 1995. Increasing crops yield. *Jahad e Daneshgahi press of Ferdowsi University*, 287 pp. (In Farsi).
- ICARDA, 1989. Farm Resource Management Program Annual Report for 1989. International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA). Aleppo, Syria.
- Kochaki, A. 1997. Production and crop breeding at rainfed farming. *Jahad e Daneshgahi press of Ferdowsi University*, 302p. (In Farsi).
- Mayer, A.M., and Poljakoff-Mayber, A. 1975. The germination of seeds. Pergamon press, New York. 192 pp
- Oweis, T., and Hachum, A. 2009. Optimizing supplemental irrigation: Tradeoffs between profitability and sustainability. *Agric. Water Manage.* 96 (3): 511-516.
- Oweis, T., Pala, M., and Ryan, J. 1998. Stabilizing rainfed wheat yields with supplemental irrigation and nitrogen in a Mediterranean Climate. *Agron. J.* 90: 672-681.
- Photiades, L., and Hadjichristodoulou, A. 1984. Sowing date, sowing depth, seed rate and row spacing on wheat and barley under dryland conditions. *Field Crops Res.* 9: 151-162.
- Rashed-Mohassel, M.H., and Kochaki, A. 1994. Principal and practices of rainfed farming. *Jahad e Daneshgahi press of Ferdowsi University*, 200 pp. (in Farsi).
- Rockström, J., Hatibu, N., Oweis, T. and Wani, S.P. 2007. Managing water in rainfed agriculture. In: Molden, D. (ed.) *Water for Food, Water for Life: a Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture*. Earthscan, London, UK and International Water Management Institute (IWMI), Colombo, Sri Lanka, pp. 315-348.

- Sarmadnia, G.H., and Kochaki, A. 1995. Physiological aspects of rainfed farming. Jahad e Daneshgahi press of Ferdowsi University, 424 pp. (in Farsi).
- Shipway, P.A. 1981. Factors controlling yield of oil seed rape (*Brassica napus L.*). J. of Agric. Sci. 96: 389-416.
- Singh, I.D. and Stoskopf, N.C. 1971. Harvest index in cereals. Agron. J. 63: 224-226.
- Singh, S.D. 1981. Moisture sensitive growth stages of dwarf wheat and optimal sequencing of evapotranspiration deficits. Agron. J. 73: 387-391.
- Stapper, M., and Harris H.C. 1989. Assessing the productivity of wheat genotype in a Mediterranean climate, using a crop-simulation model. Field Crops Res. 20(2): 129-152.
- Studer, C., and Erskine, W. 1999. Integrating germplasm improvement and agricultural management to achieve more efficient water use in dry area crop production. Paper presented at the International Conference on Water Resource Conversation and Management in Dry Areas, 3-6 December 1999, Amman, Jordan.
- Tallie, A.A. 2005. Response of rainfed barley (*Sararood 1*) to supplemental irrigation and nitrogen (on-farm). Final research report, Dryland Agricultural Research Institute (DARI), Iran, (in Farsi).
- Tavakoli, A.R., and Liaghat, A. 2010. Optimization of single irrigation and sowing date for rainfed wheat varieties under dryland condition. J. Water and Soil Res. 41(2): 179-188. (in Farsi).
- Tavakoli, A.R., Oweis, T., Ashrafi, Sh., Asadi, H., Siadat, H., and Liaghat, A. 2010. Improving rainwater productivity with supplemental irrigation in upper Karkheh river basin of Iran. International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA), Aleppo, Syria, 123 pp.
- Tavakkoli, A.R., and Oweis, T. 2004. The role of supplemental irrigation and nitrogen in producing bread wheat in the highlands of Iran. Agric. Water Manag. 65: 225-236.
- Tavakoli, A.R. 2001. Optimal management of single irrigation on dryland wheat farming. Iranian J. Agri. Eng. Res. 2(7): 41-50. (in Farsi).
- Tavakoli, A.R., Belson, W., and Ferri, F. 2000. Impacts of supplemental irrigation on advanced lines of wheat. Final Research Report, Dryland Agricultural Research Institute (DARI), Maragheh, Iran. (in Farsi).
- Tavakoli, A.R., Oweis, T., Ferri, F., Haghigati, A., Belson, V., Pala, M., Siadat, H., and Ketata, H. 2005. Supplemental Irrigation in Iran: Increasing and Stabilizing Wheat Yield in Rainfed Highlands. International Center for Agricultural Research in the Dry Areas. On-Farm Water Husbandry Research Report Series, No.5. 46 pp.
- Yordanov, I., Velikova, V., and Tsonev, T. 2003. Plant response to drought and stress tolerance. Bulg. J. Plant Physiol. Special Issue 187-206.

Effects of Sowing Date and Single Irrigation on Yield and Yield Components of Rainfed Barley Cultivars

Ali Reza Tavakoli*

Agricultural and natural resources Research Center of Semnan Province (Shahrood)

Abstract

To study the effect of sowing date and a single irrigation (SI) on yield and yield components of barley, a field experiment was conducted in Dryland Agricultural Research Institute (Maragheh, Iran) in 2004-06 cropping seasons, using a split plot based on a randomized complete block design with 3 replications. Main plots were assigned to 3 levels of sowing date (early, normal and late). Sub-plots were assigned to five levels of single irrigation (Rainfed, 50mm SI at planting time, 100mm SI at planting time, SI at 50% depletion of available water and SI at 100% of depletion of available water) for two levels of sub-sub plots of barley cultivars (Abidar and Dayton (URB79-7)). The results showed the effect of planting date, single irrigation and barley cultivars on grain yield and water productivity index were significant on yield and yield components. Dayton cultivar had more yield than Abidar because of having more grains per spike and spike per square meter. Single irrigation at planting time increased grain yield by increasing seed weight, spike number per square meter and fertile spikes. Effectiveness of this treatment on average two years shows that barley yield increased up to 3500 - 4100 kg ha⁻¹. Limited single irrigation (SI at 50% depletion of available water) at spring time (during heading to flowering stage) had significant effects on yield and water productivity by increasing fertile spikes and seed weight.

Keywords: barley cultivar, Sowing irrigation, Spring irrigation, Water productivity

* Corresponding author: art.tavakoli@gmail.com Received: 2013/5/4 Accepted: 2014/2/24