

## اثرات آبیاری در مراحل مختلف فنولوژیک بر روی برخی از صفات ژنوتیپ‌های جوبهاره

سعید فتح باهری<sup>۱</sup>، عزیز جوانشیر<sup>۲</sup>، حمداله کاظمی<sup>۳</sup> و سعید اهری‌زاد<sup>۴</sup>  
۱، ۲، ۳، ۴، اعضاء هیات علمی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز  
تاریخ پذیرش مقاله ۸۲/۳/۲۱

### خلاصه

به منظور شناخت بهترین مراحل فنولوژیک (سبز شدن، بوتینگ، ظهور سنبله و شیری شدن دانه) برای آبیاری برخی از ژنوتیپ‌های جو (دو لاین اصلاح شده به نام‌های MB76-17 و 1B76-26403 و دو جمعیت بومی به نام‌های قراملک و سفیدان) آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و با سه تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی خلعت‌پوشان وابسته به دانشگاه تبریز در اواخر سال ۲۰۰۱ انجام گرفت. تیمارهای آبیاری در مراحل زیر اعمال شدند: ۱- سبز شدن و بوتینگ، ۲- سبز شدن، بوتینگ و ظهور سنبله، ۳- سبز شدن، بوتینگ و شیری شدن دانه و ۴- سبز شدن، بوتینگ، ظهور سنبله و شیری شدن دانه. تعدادی صفات از جمله عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، عملکرد کاه، کارایی مصرف آب برای تولید دانه، کارایی تبخیر و تعرق و دوره رشد ژنوتیپ‌های مورد بررسی ارزیابی شدند. تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بین تیمارهای آبیاری و صفات بررسی شده اختلاف معنی‌داری وجود دارد. همچنین مشخص شد که ژنوتیپ‌ها فقط از نظر عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و طول دوره رشد با هم اختلاف معنی‌دار دارند. در حالی که، اثر متقابل تیمار آبیاری × ژنوتیپ معنی‌دار نشد. مقایسه میانگین صفات نشان داد که آبیاری جو در مرحله ظهور سنبله نسبت به مرحله شیری شدن دانه موثرتر بود.

### واژه‌های کلیدی: جو بهاره، آبیاری، مراحل فنولوژیک، کارایی مصرف آب

#### مقدمه

براساس برآوردهای سازمان ملل، اگر میزان زاد و ولد کاهش یابد، جمعیت جهان در سال ۲۰۵۰ میلادی بین ۷/۳ تا ۱۰/۷ میلیارد نفر خواهد بود، ولی اگر نرخ رشد به همین منوال ادامه یابد، این تعداد به ۱۴/۴ میلیارد نفر خواهد رسید. به همین دلیل است که برنامه‌های تحقیقاتی کشورهای مختلف در جهت دستیابی به منابع غذایی جدید، در جهت بالا بردن عملکرد گیاهان زراعی و بهره‌برداری بهینه از پتانسیل‌های موجود کشاورزی هدایت می‌شوند (۲۲).

غلات، یکی از مهمترین منابع تولیدات غذایی برای انسان به شمار می‌روند. به طوری که، حدود ۵۵ درصد از پروتئین‌ها، ۱۵

درصد از چربی‌ها، ۷۰ درصد از گلووسیدها و به طور کلی ۵۰ تا ۵۵ درصد از کالری مصرفی انسان را در دنیا تامین می‌کنند. بعلاوه، غلات به عنوان یک منبع غذایی مطمئن برای انسان، با توجه به سازگاری گسترده نسبت به شرایط محیطی مختلف، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار هستند (۹).

از آنجایی که، بهره‌برداری از منابع آب کشور تا حدودی به سقف اقتصادی و فنی خود نزدیک‌تر شده است و امکان بهره‌برداری از آن نیز به سهولت گذشته میسر نیست، به نظر می‌رسد که اختصاص منابع آب بیشتر به بخش کشاورزی امکان‌پذیر نخواهد بود، در صورتی که بخش کشاورزی در آینده، ضمن مصرف آب کمتر تولید بیشتری را نیز باید عرضه کند. با

میزان آب آبیاری باید به اندازه‌ای باشد که خاک را تا عمق موثر توسعه ریشه به حد ظرفیت زراعی مرطوب سازد (۳). در مطالعات زراعی بلند مدت، مقدار آب مصرفی به صورت مجموع آب نهاده (نزولات + آبیاری) مورد محاسبه قرار می‌گیرد (۱۲). سپاسخواه (۱۹۷۸) ضمن بررسی اثر دفعات آبیاری در مراحل مختلف رشد جو به این نتیجه رسید که در تیمار یک بار آبیاری، بیشترین افزایش عملکرد، به آبیاری در مرحله ظهور گل مربوط است و براین اساس مرحله گلدهی را مرحله بحرانی در جو بهاره اعلام کرد. در این بررسی، کمترین تاثیر نیز در مرحله خمیری دانه بدست آمد. در یک بررسی دیگر بر روی گندم، مراحل حساس، به صورت مرحله بین سنبله رفتن تا ظهور سنبله (مرحله بحرانی) و مرحله گلدهی تا تشکیل دانه گزارش شده است (۲۱).

در انجام عملیات داشت به ویژه آبیاری و مصرف کود، مراحل مختلف رشدونمو غلات باید مشخص شود. به منظور نیل به هدف، روش‌های کلیدی ساده‌ای مانند فیکس و زادوکس ابداع گردیده‌اند که با استفاده از آن‌ها به سادگی می‌توان مراحل مختلف رشد را در مزرعه مشخص کرد (نقل از ۹).

در بررسی حاضر با توجه به اهمیت جو از لحاظ تامین غذا، علوفه و کاربرد در صنایع تخمیری (۱۷) و با توجه به سطح زیر کشت آن در کشور که به دنبال گندم، در رتبه دوم قرار دارد (۹) و بالاخره با توجه به منابع آبی و قرار گرفتن کشور در کمربند خشک و نیمه‌خشک دنیا، ارقام بومی و اصلاح شده جو بهاره از لحاظ کارایی مصرف آب، پایداری عملکرد و شناخت مراحل فنولوژیک حساس به خشکی مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند.

### مواد و روش‌ها

این بررسی در سال زراعی ۱۳۷۹ در ایستگاه تحقیقاتی خلعت‌پوشان واقع در ده کیلومتری شرق تبریز با ۱۳۶۲ متر ارتفاع از سطح دریا، ۴۶ درجه و ۱۷ دقیقه طول شرقی و ۳۸ درجه و ۵ دقیقه عرض شمالی انجام گرفت. براساس آمارهای هواشناسی موجود، منطقه دارای زمستان‌های سرد و تابستان‌های گرم است. خاک محل آزمایش دارای قابلیت نفوذ سریع و با بافت شنی لومی و لومی شنی است و pH آن در محدوده قلیایی ضعیف تا متوسط قرار دارد (۲).

توجه به مساحت اراضی تحت آبیاری کشور که طبق آخرین آمار وزارت کشاورزی معادل ۷/۸ میلیون هکتار برآورد شده است و با توجه به میانگین حجم آب مصرفی جو که حدود ۴۰۰۰ متر مکعب در هکتار برآورد گردیده است، تجزیه و تحلیل شاخص‌های مصرف آب در بخش کشاورزی حاکی از غیر اصولی بودن مصرف آن است. یکی از این شاخص‌ها که بیانگر استفاده بی‌رویه از منابع آبی و اتلاف آن در این بخش است، کارایی پایین‌تر آبیاری در اراضی فاریاب می‌باشد (۶). کارایی مصرف آب تابعی از روش آبیاری، مقدار آب ورودی به زمین زراعی، نفوذپذیری خاک و شیب زمین است (۳). با اینکه کارایی آبیاری در اراضی فاریاب کشور در حدود ۳۰ درصد تخمین زده شده است، ولی براساس بررسی‌های موجود، مقدار این شاخص مهم کمتر از آن می‌باشد (۶). از دلایل مهم پایین‌تر بودن این کارایی در اراضی فاریاب کشور، عدم آگاهی کشاورزان نسبت به ضرورت صرفه‌جویی در مصرف آب، طراحی، بهره‌برداری، مدیریت نامناسب تاسیسات آبیاری و نشت آب از کانال‌های آبیاری را می‌توان نام برد (۵).

افزایش کارایی آبیاری الزاما به معنی افزایش عملکرد محصولات کشاورزی نیست، زیرا این عامل یکی از عوامل بی‌شماری است که بر رشد گیاه و در نتیجه بر عملکرد آن اثر می‌گذارد (۳).

یکی از مهم‌ترین عوامل موثر در برنامه‌ریزی آبیاری، کارایی مصرف آب<sup>۱</sup> یا مقدار ماده خشک تولیدی به ازای هر واحد آب مصرفی است. از عوامل تعیین کننده آن، عملکرد دانه (عملکرد اقتصادی)، عملکرد بیولوژیک و میزان آب مصرفی را می‌توان نام برد (۱۳). در حدود ۹۴ درصد از آب استحصال از منابع سطحی و زیرزمینی کشور در بخش کشاورزی مصرف می‌شود که به خاطر پایین‌تر بودن کارایی مصرف آب، نه تنها بخش عمده‌ای از آن به هدر می‌رود، بلکه موجب شوری، قلیائیت، زهداری و ماندابی شدن اراضی مرغوب کشاورزی نیز می‌گردد. بنابراین، کارایی مصرف آب اثر تمامی نهاده‌های تولید بر رشد گیاه و عملکرد گیاهان زراعی را تحت تاثیر قرار داده و به افزایش تولیدات کشاورزی منجر می‌گردد (۴).

### 1. Water Use Efficiency

براین اساس ۶ نمونه خاکی از نقاط مختلف بلوک‌ها و از اعماق مورد نظر تهیه و به سرعت به آزمایشگاه منتقل شدند. نمونه‌ها، پس از توزین اولیه، به مدت ۲۴ ساعت و در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. پس از وزن کردن مجدد نمونه‌ها، میانگین درصد رطوبت وزنی خاک (SM) در بلوک‌های آزمایشی، با استفاده از رابطه زیر محاسبه گردید:

$$SM = \frac{\text{وزن خاک خشک} - \text{وزن خاک مرطوب}}{\text{وزن خاک خشک}} \times 100$$

مقدار آب لازم برای آبیاری هر واحد آزمایشی برحسب متر مکعب نیز از رابطه زیر به دست آمد:

$$V = \frac{FC - SM}{100} \times \frac{pb}{\rho_{H_2O}} \times D \times A$$

V: حجم آب مصرفی برای هر واحد آزمایشی برحسب متر مکعب.

FC: درصد وزنی رطوبت مزرعه‌ای خاک.

SM: درصد وزنی رطوبت خاک در موقع نمونه‌برداری.

pb: میانگین وزن مخصوص ظاهری خاک در سه عمق آن برحسب  $\text{g/cm}^3$

$\rho_{H_2O}$ : وزن مخصوص ظاهری آب بر حسب گرم بر سانتی‌متر مکعب که همواره برابر عدد یک است.

D: عمق موثر خاک بر حسب متر که با آبیاری مرطوب می‌شود.

A: سطح کرت بر حسب متر مربع.

با توجه به میزان بارندگی و مقدار آب آبیاری، میانگین مجموع آب مصرفی در دوره‌های مختلف آبیاری از ۱ تا ۴ به ترتیب برابر ۱۹۵/۷، ۲۵۵/۷، ۲۷۰/۷ و ۳۱۰/۷ لیتر به ازای هر متر مربع بدست آمد.

عملیات برداشت به هنگام زرد شدن کامل سنبله‌ها، برگ‌ها و ساقه‌ها، با حذف دو ردیف از طرفین و ۲۵ سانتی‌متر از ابتدا و انتهای هر واحد آزمایش به عنوان حاشیه، با استفاده از قیچی و با قطع بوته‌ها از سطح خاک انجام گرفت. بوته‌ها پس از آفتاب

تیمارهای مورد مطالعه در این آزمایش را آبیاری و مواد گیاهی (هرکدام در چهار سطح) تشکیل می‌دادند.

سطوح مختلف آبیاری با توجه به روند مراحل مختلف فنولوژیک لاین‌ها و توده‌های بومی عبارت بودند از:

- دور اول: در مراحل سبز کردن، بوتینگ<sup>۱</sup> (متورم شدن غلاف برگ پرچم).

- دور دوم: در مراحل سبز کردن، بوتینگ و ظهور سنبله.

- دور سوم: در مراحل سبز کردن، بوتینگ و شیری شدن دانه‌ها.

- دور چهارم: در مراحل سبز کردن، بوتینگ، ظهور سنبله و شیری شدن دانه‌ها.

مواد گیاهی شامل چهار لاین و توده بومی جوشش ردیفه بودند که لاین‌های MB76-17 و 1B78-26403 از موسسه تحقیقات نهال و بذر کرج و توده‌های بومی قراملک و سفیدان از مراکز خدمات کشاورزی روستاهای اطراف تبریز تهیه گردیدند.

این بررسی به صورت یک آزمایش فاکتوریل با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی و در سه تکرار انجام گرفت. عملیات مربوط به تهیه بستر بذر مشتمل بر شخم، دیسک‌زنی، کرت‌بندی و کود پاشی در تاریخ‌های ۱۴، ۱۵ و ۱۶ فروردین ماه انجام شد. بلوک‌ها در جهت عمود بر غیر یکنواختی و شیب زمین و با فواصل ۲ متر از یکدیگر و با کرت‌هایی به ابعاد  $1/6 \times 2/5$  متر مربع تعیین و توسط پشته‌هایی به عرض ۷۰ سانتی‌متر از یکدیگر جدا شدند. در طرفین پشته‌ها و با فاصله ۱۰ سانتی‌متر، اولین ردیف کاشت به عنوان حاشیه و ردیف‌های بعدی با فواصل ۲۰ سانتی‌متر از یکدیگر در نظر گرفته شدند. کاشت کلیه کرت‌ها در روز ۱۷ فروردین ماه و با در نظر گرفتن ۴۰۰ بوته در متر مربع انجام یافت.

در کلیه واحدهای آزمایشی، زمان آبیاری با تحقق ۵۰ درصد از مرحله فنولوژیک مورد نظر منطبق بود. آبیاری هریک از کرت‌ها با استفاده از لوله‌های پلاستیکی و کنتور آب انجام گرفت و خاک زراعی در هر نوبت آبیاری، تا عمق‌های صفر تا ۱۳، ۱۴ تا ۳۳ و ۳۳ تا ۵۰ سانتی‌متر در حد ظرفیت مزرعه‌ای<sup>۲</sup> مرطوب شد.

1. Boot stage  
2. Filed capacity

از انجام تجزیه واریانس، عدم همبستگی بین میانگین‌ها و واریانس‌ها، توسط آزمون بارتلت مورد ارزیابی قرار گرفتند. اثر دور آبیاری بر روی عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). عملکرد دانه، در دور چهارم آبیاری (شاهد) حداکثر بود. با وجود این، با عملکرد دور دوم که ۸۷ درصد عملکرد شاهد را تولید کرده است اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۲). این امر، حاکی از اهمیت آبیاری در مرحله فنولوژیک ظهور سنبله نسبت به مرحله شیری شدن دانه‌ها است. بنابراین، در صورت محدودیت آبی در شرایط اقلیمی و خاکی مشابه به این بررسی، دور دوم آبیاری را می‌توان توصیه کرد، زیرا عدم آبیاری در مرحله ظهور سنبله علاوه بر تأثیر منفی بر روی وزن دانه‌های تازه تشکیل شده، موجب کاهش تعداد دانه در پنجه‌ها نیز می‌شود. اهمیت آبیاری در مرحله ظهور سنبله نیز توسط برخی از محققان گزارش شده است (۱۸، ۲۱).

خشک شدن، در کیسه‌های مطمئن به آزمایشگاه منتقل و توسط کمباین آزمایشگاهی خرد شده و تعدادی از صفات از قبیل عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، عملکرد کاه، کارایی مصرف آب برای عملکرد دانه، کارایی مصرف آب برای عملکرد بیولوژیک (یا کارایی تبخیر و تعرق) و طول دوره رشد اندازه‌گیری گردیدند.

### نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس هر یک از صفات مورد ارزیابی به صورت جداگانه و به شکل میانگین مربعات در جدول ۱ و مقایسه میانگین صفات در سطوح مختلف آبیاری و ارقام توسط آزمون دانکن در جدول‌های ۲ و ۳ آورده شده‌اند. با توجه به اینکه اثر متقابل در هیچ یک از صفات معنی‌دار نشد از مقایسه ترکیبات مختلف تیماری صرفنظر شد و مقایسات فقط در سطوح هر یک از تیمارها انجام گرفت. لازم به ذکر است که قبل

جدول ۱- میانگین مربعات صفات ارزیابی شده چهار رقم جو در چهار دور آبیاری

منابع تغییر	صفات	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت	عملکرد کاه	کارایی مصرف آب برای عملکرد دانه	کارایی تبخیر و تعرق	طول دوره رشد
تکرار	۱۰۴۴۳۷/۱۰۱**	۲۵۴۳۴۳/۴۵۷**	۳۴۱/۸۳۱**	۳۲۸۳۹/۷۰۷**	۱/۶۴۲**	۴/۰۹۳**	۱/۵۸۳ <sup>ns</sup>	
دور آبیاری	۱۰۴۰۶۲/۹۳۴**	۶۱۴۵۱/۸۷۲**	۶۳/۳۷۴*	۲۳۴۷۱/۳۱۵**	۰/۲۳۲**	۰/۸۲۲**	۱۵۹/۳۳**	
ارقام	۵۶۱۱/۲۹۳ <sup>ns</sup>	۵۳۱۵۹/۲۸۷**	۳۶۲/۰۷۵**	۵۹۲۵۳/۵۲۹**	۰/۱۲۳ <sup>ns</sup>	۰/۴۰۰ <sup>ns</sup>	۶۶/۳۸۹**	
اثر متقابل	۲۰۰۹/۰۰۷ <sup>ns</sup>	۹۰۱۸/۳۲۸ <sup>ns</sup>	۲۰/۵۱۹ <sup>ns</sup>	۵۳۵۶/۷۳ <sup>ns</sup>	۰/۰۳۹ <sup>ns</sup>	۰/۱۶۸ <sup>ns</sup>	۳/۳۵۲ <sup>ns</sup>	
اشتباه آزمایشی	۲۷۰۸/۵۹۵	۸۶۲۲/۳۷۱	۲۱/۰۹۱	۳۸۲۳/۸۲۴	۰/۰۵۲	۰/۱۸	۴/۱۳۹	
CV% ضریب تغییرات	۱۹/۷۲	۱۳/۷۹	۱۱/۸۳	۱۵/۱۰	۲۱/۸۵	۱۶/۰۰	۲/۱۹	

\*, \*\*, و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد، ۵ درصد و غیرمعنی‌دار

جدول ۲- مقایسه میانگین هر یک از صفات در دوره‌های مختلف آبیاری

دوره‌های آبیاری	صفات	عملکرد دانه (گرم در متر مربع)	عملکرد بیولوژیک (گرم در متر مربع)	شاخص برداشت (درصد)	عملکرد کاه (گرم در متر مربع)	کارایی مصرف آب برای عملکرد دانه (گرم در کیلوگرم)	کارایی مصرف آب برای عملکرد بیولوژیک (گرم در کیلوگرم)	طول دوره رشد (روز)
سبز کردن + بوتینگ	۲۳۷/۵b	۵۹۳/۳b	۳۹/۲۶ab	۳۵۵/۸c	۱/۲۱۴a	۳/۰۳۲a	۸۹/۰۰b	
سبز کردن + بوتینگ + ظهور سنبله	۲۶۹/۸ab	۶۶۳/۷b	۴۰/۵۶a	۳۹۲/۸bc	۱/۰۸۱ab	۲/۶۳۵b	۹۰/۵۰b	
سبز کردن + بوتینگ + مرحله شیری شدن دانه‌ها	۲۳۸/۴b	۶۶۹/۲b	۳۵/۴۷b	۴۳۰/۸ab	۰/۸۸۷۰c	۲/۴۷۲b	۹۵/۳۳a	
سبز کردن + بوتینگ + ظهور سنبله + شیری شدن دانه‌ها	۳۱۰/۱a	۷۶۷/۴a	۴۰/۰۱a	۴۵۷/۳a	۱/۰۰۷bc	۲/۴۸۲b	۹۶/۵a	

جدول ۳- مقایسه میانگین هر یک از صفات در ارقام مورد آزمایش

ارقام	صفات	عملکرد بیولوژیک (گرم در متر مربع)	شاخص برداشت (درصد)	عملکرد کاه (گرم در متر مربع)	طول دوره رشد (روز)
MB76-17		۶۰۴/۰c	۴۰/۹۲b	۳۵۴/۵b	۹۱/۸۳b
1B78-26403		۶۳۳/۰bc	۴۵/۴۸a	۳۴۳/۲b	۹۰/۰۸c
بومی قراملک		۷۴۸/۴a	۳۵/۸c	۴۷۵/۰a	۹۴/۰۰a
بومی سفیدان		۷۰۸/۲ab	۳۳/۱۱c	۴۶۵/۱a	۹۵/۴۲a

شاخص برداشت در شرایط تنش پایین تر گزارش شده است (۱۴). دلیل کاهش شاخص برداشت در شرایط تنش خشکی عمدتاً به حساسیت بیشتر رشد زایشی در مقایسه با رشد رویشی نسبت داده شده است (۱۵). در این بررسی نیز عدم آبیاری در مرحله ظهور سنبله، موجب کاهش شدیدتر عملکرد دانه در مقایسه با عملکرد بیولوژیک شد (جدول ۲).

لاین 1B78-26403 دارای بیشترین و توده‌های بومی قراملک و سفیدان کمترین شاخص برداشت را به خود اختصاص داده‌اند (جدول ۳). بالاتر بودن شاخص برداشت در لاین‌های اصلاح شده و پاکوتاه توسط اهدایی و وین (۱۹۹۳) و سیدک و همکاران (۱۹۹۰) نیز گزارش شده است. باید توجه داشت که بالاتر بودن شاخص برداشت در ارقام پاکوتاه و نیمه پاکوتاه از انتقال بیشتر مواد فتوسنتزی به سنبله ناشی می‌شود (۱۴). بدیهی است که بالا بودن شاخص برداشت به معنای بالاتر بودن عملکرد نیست، زیرا یک رقم با عملکرد بیشتر ممکن است شاخص برداشت کمتری داشته باشد (۱). در این بررسی نیز با اینکه لاین‌های اصلاح شده از شاخص برداشت بیشتری برخوردار بودند، ولی از نظر عملکرد تفاوت معنی‌داری در بین آنها و توده‌های بومی وجود نداشت (جدول ۳).

میانگین مربعات صفات مورد بررسی گویای این واقعیت است که اثر دوره‌های مختلف آبیاری و ارقام بر روی عملکرد کاه بسیار معنی‌دار است (جدول ۱). مقایسه میانگین عملکرد کاه در دوره‌های مختلف آبیاری (جدول ۲) نشان می‌دهد که دوره‌های سوم و چهارم آبیاری بیشترین و دور اول آن کمترین مقدار کاه را تولید کرده‌اند. این امر، می‌تواند از اثر کمبود آب بر روی رشد پنجه‌ها و شاخ و برگ ارقام در این دور ناشی گردد. لازم به ذکر است که عملکرد کاه از وراثت‌پذیری پایین‌تری برخوردار است و به مقدار زیاد تحت تاثیر شرایط محیطی قرار می‌گیرد (۱).

در بین ارقام مورد آزمایش، اختلاف معنی‌داری از نظر عملکرد دانه بدست نیامد (جدول ۱). پاندی و همکاران (۱۹۸۴) گزارش کرده‌اند که عوامل محیطی مانند بارندگی، رطوبت نسبی، دما و نور و عوامل زراعی مانند تاریخ کاشت، کوددهی، روش کاشت و تراکم در عملکرد ژنوتیپ‌ها در درجه اول اهمیت قرار دارند.

اثر دوره‌های مختلف آبیاری و ارقام مورد آزمایش، بر روی عملکرد بیولوژیک در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). بررسی میانگین عملکرد بیولوژیک در هر یک از دوره‌های آبیاری نشان می‌دهد که بیشترین عملکرد از آن دور چهارم آبیاری (شاهد) است. بیشتر بودن عملکرد بیولوژیک در این تیمار را می‌توان به تولید و بقای پنجه‌ها تا مرحله رسیدگی کامل نسبت داد، زیرا عملکرد بیولوژیک بر اثر تنش خشکی کاهش می‌یابد (۱۵). توده‌های بومی قراملک و سفیدان دارای بیشترین عملکرد بیولوژیک بوده و در یک گروه آماری قرار دارند (جدول ۳). لاین‌های اصلاح شده و پاکوتاه MB76-17 و 1B78-26403 نیز به طور مشترک در یک گروه دیگر قرار می‌گیرند. بالاتر بودن عملکرد بیولوژیک توده‌های بومی نسبت به لاین‌های اصلاح شده را می‌توان به ارتفاع ساقه آنها نسبت داد.

اثر دوره‌های مختلف آبیاری و ارقام، در مورد شاخص برداشت معنی‌دار شد (جدول ۱). شاخص برداشت که موید تخصیص میزان مواد فتوسنتزی به دانه‌ها است، در دوره‌های اول و سوم آبیاری با کمترین مقدار اختلاف در یک گروه آماری قرار گرفتند. این امر نیز می‌تواند تاییدی بر اهمیت آبیاری در مرحله ظهور سنبله باشد (جدول ۲). در مورد واکنش این شاخص به شرایط رطوبتی متفاوت نتایج متفاوتی عنوان شده است. برخی از محققان ثبات نسبی این شاخص را در شرایط رطوبتی مختلف گزارش کرده‌اند (۲۲، ۲۴). در حالی که در بررسی دیگر میزان

جدول ۳ نشان می‌دهد که توده‌های بومی قراملک و سفیدان با بر خورداری از بیشترین عملکرد کاه یک گروه و لاین‌های اصلاح شده گروه دیگر را به خود اختصاص دادند. دلیل این امر را می‌توان به بیشتر بودن ارتفاع در ارقام بومی نسبت داد. آستین و همکاران (۱۹۸۰) با بررسی نحوه توزیع مواد فتوسنتزی به دانه در جوهای پابلند و پاکوتاه نتایج مشابهی را گزارش کرده‌اند.

دوره‌های مختلف آبیاری، از نظر کارایی مصرف آب تفاوت معنی‌داری را با یکدیگر داشتند، ولی از این نظر در بین ارقام مورد بررسی اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۱). افزایش میزان آب مصرفی در دوره‌های چهارگانه آبیاری با افزایش میانگین کارایی مصرف آب از نظر عملکرد دانه روند مشابهی نداشت (جدول ۲). به طوری که دور اول آبیاری، با وجود بر خورداری از کمترین دفعات آبیاری، کارایی بالاتر از سطوح سوم و چهارم را دارا بود. به عبارت دیگر، آبیاری در مرحله شیری شدن دانه‌ها و حذف آن در مرحله ظهور سنبله، نتوانست کارایی مصرف آب را از نظر عملکرد دانه بالاتر ببرد. با توجه به اینکه در دور اول آبیاری مقدار آب کمتری مصرف شد و محصول کمتری نیز بدست آمد، ولی هدر رفت آب در تولید دانه کمتر از دور سوم ارزیابی شد. در مقابل دور دوم که کارایی مصرف آب بالاتری را به خود اختصاص داد، دلیل دیگری بر اهمیت آبیاری در مرحله ظهور سنبله تلقی شد. بررسی‌های مختلف نیز نشان داده‌اند که افزایش میزان آبیاری با کارایی مصرف آب رابطه مستقیم ندارد (۵، ۱۰، ۱۶).

نتایج تجزیه واریانس مندرج در جدول ۱ در بر گیرنده این واقعیت است که تاثیرگذاری سطوح مختلف آبیاری بر روی کارایی مصرف آب از نظر عملکرد بیولوژیک (کارایی تبخیر و تعرق) اختلاف معنی‌دار دارد، ولی در بین ارقام مورد بررسی از این نظر تفاوت معنی‌دار مشاهده نمی‌شود.

مقایسه میانگین صفات در دوره‌های مختلف آبیاری (جدول ۲) نشان می‌دهد که دور اول آبیاری، کارایی تبخیر و تعرق بالاتری را نسبت به بقیه دوره‌ها دارد. این امر را می‌توان به افزایش میزان تبخیر و تعرق در سطوح بالاتر آبیاری نسبت داد. افزایش میزان تبخیر و تعرق، با توجه به نوع خاک، زیاده‌تر بودن دمای محیط و افزایش عملکرد بیولوژیک نیز قابل توجه است. پانووسینگ (۱۹۹۳) دریافتند که در محیط‌های گرم و

گرم خشک، متناسب با افزایش آب آبیاری میزان تبخیر و تعرق نیز افزایش می‌یابد، ولی کارایی مصرف آب از نظر تولید ماده خشک ابتدا ثابت و سپس کاهش پیدا می‌کند. تنش خشکی موجب افزایش مقاومت روزه‌ای می‌شود و از این طریق کارایی مصرف آب را بهبود می‌بخشد. به عبارت دیگر، در چنین مواقعی تلفات آب بر اثر تعرق، بیشتر از میزان فتوسنتز کاهش می‌یابد و در نتیجه کارایی مصرف آب بالا می‌رود (۴).

اثر دوره‌های آبیاری و همچنین ارقام مورد آزمایش بر روی طول دوره رشد (رویشی + زایشی) در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار است (جدول ۱). میانگین دوره رشد در سطوح مختلف آبیاری نشان می‌دهد که دوره‌های سوم و چهارم در یک گروه آماری (طولانی‌تر شدن دوره) و دوره‌های اول و دوم (تنش در مرحله پر شدن دانه‌ها) به طور مشترک در گروه دیگر قرار دارند (جدول ۲). این امر، بیانگر تلاش گیاه برای اتمام این دوره و کاهش فعالیت در زمان پر شدن و رسیدگی دانه است. بررسی‌های مختلف نشان داده‌اند که تنش خشکی موجب کاهش دوره رشد رویشی و زایشی می‌گردد (۷، ۸). میانگین مربوط به این صفت در ارقام مختلف جو نیز نشان می‌دهد که توده‌های بومی قراملک و سفیدان بالاترین طول دوره رشد لاین 1B78-26403 کمترین میزان آن را دارا هستند. زودرس بودن لاین 1B78-26403 را نیز می‌توان با مقاومت به خشکی آن مرتبط دانست. براساس یک بررسی بر روی گندم نیز، ارقام مقاوم به خشکی از تاریخ رسیدگی سریع‌تری نسبت به بقیه ارقام برخوردار بوده‌اند (۲۰).

مهمترین نتایج حاصل از این بررسی عبارت از معنی‌دار بودن اثر دوره‌های مختلف آبیاری بر روی کلیه صفات مورد ارزیابی، قرار گرفتن عملکرد بیولوژیک در دور چهارم آبیاری در یک گروه آماری مستقل و تاثیرگذاری مشترک دور دوم و دور چهارم آبیاری بر روی عملکرد دانه و شاخص برداشت است. در ارتباط با تاثیرگذاری مشترک دوره‌های آبیاری دوم و چهارم می‌توان گفت که در شرایط کمبود رطوبت، دور دوم آبیاری قابل توصیه است. همچنین براساس نتایج این بررسی، با اینکه لاین 1B78-26403 از نظر عملکرد تفاوت معنی‌داری را با سایر ارقام نداشت، ولی به علت بر خورداری از شاخص برداشت بالاتر و طول دوره رشد کوتاه‌تر، می‌تواند به عنوان یک لاین مطلوب مد نظر قرار گیرد.

## REFERENCES

## مراجع مورد استفاده

۱. آقایی، م.، م. مقدم و م. ولیزاده. ۱۳۷۵. تجزیه پایداری و تجزیه علیت عملکرد دانه در بعضی از ارقام جو بهاره، مجله علوم کشاورزی، جلد ۱۹، شماره ۱ و ۲، صفحات ۸۲-۵۹.
۲. جعفرزاده، ع.ا. ۱۳۷۵. مطالعات تفصیلی ۲۶ هکتار از اراضی و خاک‌های ایستگاه تحقیقاتی خلعت‌پوشان. نشریه دانشکده علوم انسانی و اجتماعی دانشگاه تبریز. جلد ۴، شماره‌های ۲، ۳ و ۴، سال دوم، صفحات ۱۶-۳۵.
۳. خواجه‌پور، م.ر. ۱۳۶۵. اصول و مبانی زراعت. جهاد دانشگاهی دانشگاه صنعتی اصفهان.
۴. صادق‌زاده، ک. ۱۳۷۷. کارایی مصرف آب و راه‌کارهایی برای بهینه‌سازی آن. مجموعه مقالات علمی، تخصصی فنی و مهندسی کشاورزی. شماره ۱۱، صفحات ۱-۱۹.
۵. عباسی، ف.، ک. صادق‌زاده و ا. نجفی. ۱۳۷۹. تاثیر کم آبیاری بر عملکرد و کارایی مصرف آب ذرت. مجله تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. جلد ۵، شماره ۱۸، صفحات ۲۳-۳۶.
۶. کشاورز، ع. و ک. صادق‌زاده. ۱۳۷۹. کم آبیاری بهینه و تجزیه و تحلیل ریاضی و اقتصادی آن. مجله تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. جلد ۵، شماره ۱۷، صفحات ۱-۲۶.
۷. کوچکی، ع. ۱۳۷۶. به نژادی و به زراعی در زراعت دیم (ترجمه). انتشارات دانشگاه مشهد.
۸. کوچکی، ع.، م. حسینی و م. نصیری. ۱۳۷۶. رابطه آب و خاک در گیاهان زراعی (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
۹. نور محمدی، ق.، ع. سیادت و ع. کاشانی. ۱۳۷۷. زراعت غلات جلد اول. انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز.
۱۰. هاشمی دزفولی، س.ا. ۱۳۷۳. مفهوم کارایی مصرف آب. پژوهش و سازندگی. شماره ۲۵، صفحات ۳۴-۳۷.
11. Austin, R. B., C. L. Morgan, M. A. Ford, & R. D. Blackwell. 1980. Contributions to grain yield from pre-anthesis assimilation in tall and dwarf barley phenotypes in two contrasting seasons. *Ann. of Bot.* 45: 309-319.
12. Brown, S. C., J. D. H. Keatinge, P. J. Gregory & P. J. M. Cooper. 1987. Effects of fertilizer, variety and location on barley production in northern Syria, root and shoot growth. *Field Crop Research*. 16: 53-66.
13. Ehdaie, B., & J. G. Waines. 1993. Variation in water-use efficiency and its components in wheat: I. Well-watered pot experiment. *Crop Sci.* 33: 294-299.
14. Ehdaie, B., & J. G. Waines. 1996. Dwarfing genes, water-use efficiency and agronomic performance of spring wheat. *Can. J. Plant Sci.* 76: 707-714.
15. Pandey, R. K., W. A. T. Herrera, A. N. Viuegas & J. W. Pendleton. 1984. Drought response of grain legumes under irrigation gradient: III. Plant growth. *Agron. J.* 76: 557-560.
16. Pannu, R. K., & D. P. Singh. 1993. Effect of irrigation on water use, water use efficiency, growth and yield of mungbean. *Field Crops Res.* 31: 87-100.
17. Rasmusson, D. C. 1985. Barley. ASA. CSSA. Pub. No. 26. Madison, Wisconsin, U. S. A.
18. Sepaskhah, A. R. 1978. Time and frequency of irrigation in relation to growth stages of barley. *Agron. J.* 70: 731-734.
19. Siddeque, K. H. M., D. Tennat, M. W. Perry, & R. K. Belford. 1990. Water use and water use efficiency of old and modern wheat cultivars in a Mediterranean type environment. *Aus. J. Agric.* 41: 431-437.
20. Simane, B., J. M. Peacock, & P. C. Struik. 1993. Differences in developmental plasticity and growth rate among drought resistant and susceptible cultivars of durum wheat. *Plant and Soil.* 157: 155-166.
21. Singh, S. D. 1981. Moisture-sensitive growth stages of dwarf wheat and optimal sequencing of evapotranspiration deficits. *Agron. J.* 73(3): 387-391.
22. Speath, S. C., H. C. Randall, T. R. Sinclair, & J. S. Vendeland. 1984. Stability of soybean harvest index. *Agron. J.* 76: 482-486.
23. Terry, A. H. 2001. Enhancing water use efficiency in irrigated agriculture. *Agron. J.* 93: 281-289.
24. Turk, J., & A. E. Hall. 1980. Drought adaptation of cowpea. III. Influence of drought on plant growth and relations with seed yield. *Agron. J.* 72(3): 428-433.

## The Effects of Irrigation at Different Phenological Stages on Some Traits in Spring Barley Genotypes

S. F. BAHERI, A. JAVANSHIR, H. KAZEMI, AND S. AHARIZAD

1, 2, 3, 4, Faculty Members, Faculty of Agriculture, University of Tabriz

Accepted, June. 11, 2003

### SUMMARY

In order to determine the proper phenological stage(s) (emergence, booting, heading and seed milk stage) for irrigating some spring barley genotypes (MB 76-17 and 1B 78-26403, two improved cultivars, as well as Gharamalek and Sefidan, two native populations) a factorial experiment based on randomized complete block design with three replications was conducted at Khalatpooshan Agricultural Experiment Station, university of Tabriz, Iran in early 2001. Irrigation treatments were applied at the following arrangements of growth stages: 1- seedling emergence and booting, 2- seedling emergence, booting and heading, 3- Seedling emergence, booting and grain milk stage, and 4- seedling emergence, booting, heading and grain milk stage. Several traits including seed yield, biological yield, harvest index, straw yield, water use efficiency for seed yield, evapotranspiration efficiency and growing periods of the genotypes were evaluated. Analysis of variance of the data collected indicated that there were significant differences between irrigation treatment and barley traits studied. It was also revealed that genotypes were only different significantly as to biological yield, harvest index and growing period, while genotype  $\times$  irrigation interactions were not significant. Mean comparisons of traits also indicated that irrigation of barley at heading was more effective than that at grain milk stage.

**Key words:** Irrigation, Phenological stages, Spring barley, Water use efficiency.