"مجله علوم زراعي ايران"
جلد دوازدهم، شماره ۲ تابستان ۱۳۸۹

ارزیابی صفات موثر بر عملکرد ژنوتیپ‌های جو (*Hordeum vulgare* L.) دو ردیفه و شش ردیفه در شرایط تنش خشکی انتهای فصل

Study of effective traits on grain yield of two and six row barley genotypes (*Hordeum vulgare* L.) under terminal drought stress conditions

حمید رضا نیکخواه[۱]، محمد حسین صابری[۲] و مهرداد محلوجی

چکیده

نیکخواه، ح. ر.، م. ح. صابری. و م. محلوجی. ۱۳۸۹. ارزیابی صفات موثر بر عملکرد ژنوتیپ های جو (*Hordeum vulgare* L.) دو ردیفه و شش ردیفه در شرایط تنش خشکی انتهای فصل. **مجله علوم زراعی ایران: ۱۲ (۱) ۱۸۴-۱۷۰.**

به منظور ارزیابی تحمل به تنش خشکی انتهای فصل در ژنوتیپ‌های جو و بررسی ارتباط بین صفات موثر بر عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های دو ردیفه و شش ردیفه در شرایط مذکور، این آزمایش با ۲۱۴ ژنوتیپ جو در طی سال زراعی ۸۳-۱۳۸۲در سه ایستگاه تحقیقاتی منطقه معتدل کشور (بیرجند، اصفهان و ورامین) اجرا شد. در طول فصل زراعی از صفات، تعداد روز تا سنبله رفتن، تعداد روز تا رسیدن دانه، ارتفاع بوته، طول سنبله، طول پدانکل، تعداد دانه در سنبله، تعداد پنجه بارور، وزن هزار دانه و عملکرد دانه یادداشت برداری شد. مقایسه ژنوتیپ های دو ردیفه و شش ردیفه نشان داد که این ژنوتیپ‌ها از نظر صفات یادداشت برداری شده به خصوص اجزای عملکرد (تعداد پنجه بارور، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه)، تعداد روز تا سنبله رفتن و طول سنبله با هم اختلاف معنی‌داری داشتند. نتایج تجزیه‌های همبستگی، رگرسیون گام به گام و علیت نشان داد که صفات تعداد روز تا سنبله رفتن، طول پدانکل و وزن هزار دانه علاوه بر این که بیشترین همبستگی را با عملکرد دانه در هر دو گروه ژنوتیپ‌های شش ردیفه و دو ردیفه جو داشتند، دارای بیشترین اثر مستقیم بر عملکرد دانه نیز بودند. میزان همبستگی و اثر مستقیم بین این سه صفت و عملکرد در ژنوتیپ های دو ردیفه بیشتر بود.

واژه‌های کلیدی: تنش خشکی انتهای فصل، جو دو ردیفه و شش ردیفه، عملکرد دانه و صفات مورفو- فیزیولوژیکی.

تاریخ دریافت: ۸۷/۱۱/۳۰ تاریخ پذیرش: ۸۸/۷/۱۵

۱- عضو هیأت علمی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر (مکاتبه کننده) (پست الکترونیک: nikkahah-HR@yahoo.com)
۲ – عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان جنوبی
۳- عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان

[DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.2.7.6]

مقدمه

میزان تولید گیاهان زراعی در دنیا عمدتا بوسیله تنش‌های محیطی محدود می‌شود. پیدا کردن نواحی عاری از تنش که در آن گیاهان زراعی بتوانند عملکرد بالقوه خود را نشان دهند، بسیار مشکل است. در میان تنش های غیر زنده، خشکی از عمده‌ترین عوامل بازدارنده برای تولید موفق محصولات زراعی در دنیا و همچنین ایران می باشد . ایران با متوسط نزولات آسمانی سالانه ۲۴۰ میلی متر، در زمره مناطق خشک و نیمه خشک قرار دارد. در این مناطق به علت کمبود آب، تنش خشکی بخش عمده‌ای از مطالعات به نژادی گیاهان زراعی را به خود اختصاص داده و باعث توجه بیشتر به مطالعه اثرات خشکی و ایجاد ارقام مقاوم به خشکی شده است (Ehdaie, 1993).

حل مشکل کم آبی و استفاده بهینه از آن در ایران، یک موضوع حیاتی است، زیرا نه تنها قسمت اعظم کشور ما با مشکل کم آبی روبرو است، بلکه با توجه به خشکسالی‌های اخیر، روز به روز بر دامنه این مشکل افزوده می‌شود. با توجه به این موضوع استفاده از گیاهان متحمل به خشکی که با حداقل آب مصرفی محصول قابل قبولی را تولید نمایند، ضروری به نظر می‌رسد. گیاه جو دارای سازگاری وسیع اکولوژیکی بوده و نسبت به سایر گیاهان خانواده غلات تحمل بیشتری نسبت به خشکی، شوری و قلیائیت خاک دارد. با توجه به افزایش جمعیت و نیاز به مواد گوشتی و پروتئینی حیوانی، تولید جو که دارای میزان بالایی از پروتئین و اسید آمینه ضروری لایسین بوده و در حال حاضر مهم‌ترین ماده تشکیل دهنده جیره غذائی دامداری ها را تشکیل می دهد، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (Makouee, 1984). از آنجایی که جو دارای ژنوتیپ های مختلف می باشد و تحمل آنها در برابر تنش خشکی متفاوت است، لازم است جهت استفاده بهتر از آب موجود، در هر منطقه ارقامی که در آن منطقه با حداقل آبیاری عملکرد بالاتری داشته و دارای سازگاری بهتری هستند، تعیین شود. بنابراین انجام تحقیقات برای تهیه ارقام جو متحمل به تنش کمبود رطوبت در انتهای مراحل رشد (خشکی انتهائی) و صفات موثر بر عملکرد دانه تحت شرایط مذکور در زراعت آبی ضروری به نظر می رسد.

عملکرد دانه در جو، همانند سایر گیاهان زراعی، صفتی بسیار پیچیده است که تابع بسیاری از عوامل ژنتیکی و محیطی می‌باشد. با وجود آن که عملکرد دانه جو تحت تاثیر غیر مستقیم صفات مختلف مرفولوژیک، فنولوژیک و فیزیولوژیک می باشد، با این حال با تاکید بیشتر بر ویژگی های مرفولوژیک، می‌توان آن را تابعی از سه عامل اصلی تعداد سنبله در متر مربع، تعداد دانه در سنبله و وزن دانه دانست (Sinebo, 2002). این سه جزء به صورت انتوژنیک (Ontogenic) روی عملکرد دانه اثر می‌گذارند، بدین معنی که این اجزاء به طور همزمان ظهور نمی‌کنند و اجزایی که زودتر ظاهر می‌شوند، سایر اجزاء را تحت تاثیر خود قرار می‌دهند. در صورتی که عکس این قضیه صادق نیست (Sinebo, 2002). به طورکلی جوهای دو ردیفه نسبت به انواع شش ردیفه، تعداد پنجه و وزن هزار دانه بیشتری دارند (Noor-Mohammadi *et al*., 1999). بنابراین انتظار می‌رود که در مقایسه انواع جو دو ردیفه با انواع شش ردیفه به صورت تک بوته، این دو جزء تاثیر بیشتری بر عملکرد گیاه داشته باشند. ولی انواع شش ردیفه نسبت به دو ردیفه تعداد دانه بیشتری در سنبله دارند (Noor-Mohammadi *et al*., 1999). مطالعات نشان داده است که بین اجزای عملکرد نوعی اثر متقابل جبرانی در طی مراحل رشدی گیاه وجود دارد. به عنوان مثال، در حالت کلی در شرایطی که تعداد پنجه زیادی تولید شود، تعداد دانه کمتری در سنبله تشکیل می شود و یا زمانی که تعداد دانه در سنبله به شدت افزایش می‌یابد، وزن دانه کاهش می‌یابد (Mobbaser, 1995). بنابراین همبستگی منفی بین اجزای عملکرد در غالب منابع گزارش شده است که نتیجه

[DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.2.7.6]

همان اثرات متقابل جبرانی اجزا بر روی یکدیگر است. علاوه بر اجزای عملکرد، بسیاری از صفات دیگر نیز به طور غیر مستقیم بر عملکرد تاثیر می‌گذارند. طول سنبله یکی از صفاتی است که می تواند بر عملکرد تاثیر مثبت بگذارد، ولی این موضوع در تمام شرایط صادق نیست. به خصوص در شرایطی که دوره پس از گلدهی همراه با تنش‌های محیطی می‌شود و در نتیجه با وجود سنبله های بلند، به دلیل چروکیدگی زیاد دانه ها، عملکرد پایین است (Tomer and Orasad,1988). به جز تاثیر مستقیم اندازه و وزن دانه بر عملکرد، اندازه دانه جو با توجه به کاربردهای متفاوت جو ممکن است مهم باشد، به خصوص زمانی که هدف به دست آوردن ارقام مناسب جو جهت تهیه مالت باشد این موضوع بسیار حیاتی است (Moody *et al*., 1999).

صفت زودرسی به گیاه توانائی تولید محصول را قبل از بروز خشکی می‌دهد. به نظر آستین (Austin, 1987) در بسیاری از محیط‌های نیمه خشک، رطوبت نسبی هوا در ابتدای فصل رشد بیشترین مقدار خود را دارد و به صورت تصاعدی کاهش می‌یابد، بنابراین در واریته‌هایی که رشد اولیه و زمان رسیدگی سریع‌تری دارند، کارآیی مصرف آب نیز بیشتر است. درارا و همکاران (Derera *et al*., 1969) دریافتند که بین عملکرد دانه و تعداد روز تا ظهور سنبله در شرایط بروز تنش رطوبت همبستگی منفی وجود دارد. فیشر و مورر (Fisher and Maurer, 1978) نیز در ژنوتیپ هایی که در شرایط تنش خشکی زودتر وارد مرحله گلدهی شده بودند، عملکرد بالاتری را گزارش کردند. به عقیده حاجی کریستودولو (Hadjichristodoulou, 1982) اثرات متقابل و پیچیده و غیرقابل پیش بینی بین زودرسی و توزیع بارندگی و تأثیر این دو بر عملکرد دانه وجود دارد و برای هر ناحیه ای دامنه مناسب زودرسی را می بایست پس از آزمایش‌های دراز مدت با تعداد زیادی از ژنوتیپ های مورد نظر، تعیین نمود. تعداد سنبله ها در واحد سطح یکی از اجزای عملکرد می‌باشد و در صورت ثابت ماندن سایر اجزای عملکرد، افزایش در تعداد سنبله ها، باعث افزایش عملکرد خواهد شد (Innes *et a*l., 1981). نسبت پنجه‌هایی که از بین می‌روند و یا تولید سنبله نمی‌کنند، با بروز خشکی افزایش می‌یابد. بگ و ترنر (Begg and Turner, 1976) گزارش کردند تعداد پنجه هایی که تولید سنبله می‌کنند، با بروز کمبود آب در فاصله بین مراحل تمایز گل و ظهور سنبله‌ها، کاهش می یابد. اینز و همکاران (Innes *et a*l., 1981) و جونز و کیربی (Jones and Kirby, 1977) ضمن ارزیابی رفتار پنجه دهی در گندم و جو گزارش دادند که در محیط های با آبیاری کامل، عملکرد بیشتر با گزینش ژنوتیپ‌های با تعداد پنجه زیاد حاصل می‌شود، ولی شرایطی که آب محدود باشد، بهترین عملکرد در ژنوتیپ هایی دیده می‌شود که تعداد پنجه کمتری تولید می‌کنند.

ارتفاع بوته در زمان رسیدگی، به عنوان یک عامل در واکنش گیاه نسبت به خشکی در نظر گرفته می‌شود ولی اعتقاد بر این است که ارتفاع بوته به خودی خود اثر بخصوصی بر روابط آب در گیاه ندارد و تعیین ارتفاع مناسب برای شرایط تنش خشکی، با در نظر گرفتن سایر ملاحظات زراعی صورت می‌گیرد (Blum, 1996). در آزمایشی که آستین (Austin, 1987) با استفاده از لاین های نیمه پاکوتاه و پا بلند بعنوان شاهد، از نظر تأثیر تیمارهای مختلف آبیاری و خشکی بر روی عملکرد دانه گندم انجام داد، مشخص شد که در شرایط آبیاری کامل، لاین های نیمه پا کوتاه، عملکردی بین ۱۳ تا ۱۵ درصد بیشتر از لاین های شاهد پابلند داشتند و حتی در شرایطی که در معرض خشکی زودرس و انتهای فصل قرار گرفتند، عملکرد لاین های نیمه پاکوتاه ۱۱ درصد بیشتر از لاین های شاهد پا بلند بود. در بررسی‌های مشابهی که توسط اینز و همکاران (Innes *et a*l., 1981) انجام گرفت، نتایج دیگری بدست آمد، بطوری که در محیط های کنترل شده، در شرایط آبیاری کامل، هیچگونه شواهدی دال بر اختلاف عملکرد در

[DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.2.7.6]

گروه های با ارتفاع متفاوت بدست نیامد. در شرایط خشکی اولیه، ژنوتیپ های پاکوتاه عملکرد بیشتری نسبت به ژنوتیپ های پا بلند داشتند، در حالی که در شرایط خشکی انتهای فصل، ژنوتیپ های پا بلند عملکرد دانه بیشتری را بطور معنی دار نسبت به ژنوتیپ های پاکوتاه داشتند. این موضوع می‌تواند به قابلیت بیشتر لاین‌های پابلند برای استخراج آب از خاک نسبت داده شود که نتیجتاً طول دوره پر شدن دانه ها در این ژنوتیپ ها کمتر تحت تأثیر تنش خشکی قرار می‌گیرد (Innes *et a*l., 1981). ضمناً ممکن است وجود ذخایر بیشتر مواد پرورده در ساقه ها و انتقال مجدد آنها در زمان پر کردن دانه در شرایط خشکی انتهای فصل در این رابطه نقش داشته باشند (Austin, 1989).

ابی و کاهالان (Abay and Cahalan, 1995) در شمال اتیوپی آزمایشی را برای تحمل به خشکی روی ۸ رقم جو بومی در ۴ مکان انجام دادند. در این آزمایش مشخص شد که ۳ رقم بومی Rei، Kinsobe و Burguda سازگاری عمومی، عملکرد دانه و زودرسی بهتری نسبت به بقیه رقم ها داشتند. عملکرد دانه همبستگی منفی با روز تا گلدهی و روز تا رسیدن داشت که نشان دهنده این است که ارقام بومی زودرس تحت شرایط خشکی عملکرد دانه بالاتری دارند. پیوری و همکاران (Puri *et al*., 1982) در ارزیابی دو ساله جوهای انتخابی به همراه ارقام شاهد، از روش های مختلف همبستگی، رگرسیونی و تجزیه علیت استفاده کردند و وزن دانه در سنبله را به عنوان معیار اصلی گزینش غیر مستقیم برای عملکرد بالا معرفی نمودند. تومر و پراساد (Tomer and prasad, 1988) در ارزیابی دو رقم جو به همراه ۹ ماکرو موتان آنها از بالاترین اثر مستقیم مثبت عرض برگ دوم بر عملکرد دانه گزارش دادند و در بین اجزای عملکرد، اثرات مثبت بیشتر به ترتیب مربوط به تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و تعداد پنجه بارور بود. اثر مستقیم و غیر مستقیم طول سنبله منفی بود. نتایج حاکی از آن بود که اندازه دانه، تعداد دانه در سنبله، طول برگ پرچم و عرض برگ دوم، از جمله صفات مهمی هستند که در گزینش و اصلاح جو باید مد نظر قرار گیرند. دفینگ (Dofing, 1997) با ارزیابی ۲۴۰ ژنوتیپ متنوع جو در طی سه سال و با استفاده از تجزیه علیت و رگرسیون گام به گام، به بررسی کمی رابطه بین عملکرد دانه و زمان رسیدگی پرداخت. دوره های رویشی طولانی تر منجر به عملکرد بالاتری شد، ولی دوره زایشی تاثیر خاصی بر عملکرد دانه نداشت. سرعت پرشدن بالاتر منجر به عملکرد دانه بالاتر و کاهش طول دوره پرشدن دانه شد. دفینگ چنین نتیجه گرفت که با در نظر گرفتن سطوح بحرانی زودرسی مورد نیاز زارعین، دوره پیش گلدهی طولانی تر جهت ایجاد مقدار کافی دانه در هر سنبله و تعداد مناسبی برگ لازم است. بنابراین اهداف متقابل زودرسی و عملکرد بالای دانه با ارقامی که دوره پیش گلدهی نسبتا طولانی‌تر و در عوض دوره زایشی کوتاه‌تر دارند، قابل حصول است. محمدی (Mohhamadi, 2003) به منظور بررسی اهمیت نسبی صفات زراعی و میزان تاثیر مستقیم و غیر مستقیم آنها بر عملکرد دانه در شرایط محیطی گرم و خشک گچساران، تعداد ۲۰ لاین جو را مورد ارزیابی قرار داد و نتیجه گرفت که دوره پر شدن دانه و ارتفاع بوته اثر مثبت و معنی داری بر عملکرد دانه دارند، لذا این دو صفت را به عنوان معیارهای موثر در گزینش ارقام جو در شرایط گرم و خشک پیشنهاد نمود.

هدف از این تحقیق شناسایی ژنوتیپ های متحمل به تنش خشکی انتهای فصل و بررسی اثرات تنش خشکی بر صفات مهم مورفوفیزیولوژیکی در ژنوتیپ های جو شش ردیفه و دو ردیفه بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش طی سال زراعی ۸۳ – ۱۳۸۲ با ارزیابی ۲۱۴ ژنوتیپ جو (با احتساب دو شاهد ریحان وEDBYT82-5 که به ترتیب در بین هر ۲۰ رقم ولاین تکرار شده بودند)، به صورت

[DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.2.7.6]

مشاهده‌ای و بدون تکرار در ۳ ایستگاه تحقیقاتی (بیرجند، ورامین و اصفهان) تحت شرایط تنش خشکی انتهای فصل (قطع آبیاری در زمان ۵۰ درصد گلدهی) به مدت یک سال اجرا گردید. از تعداد ۲۱۴ ژنوتیپ مورد بررسی ۱۵۶ ژنوتیپ شش ردیفه و ۵۸ ژنوتیپ دو ردیفه بودند. هر ژنوتیپ در دو پشته روی شش خط بطول ۳ متر کشت و مورد ارزیابی قرار گرفت. تهیه زمین و عملیات کاشت بر اساس روش معمول اجرای آزمایش‌های غلات انجام شد. میزان بذر مصرفی در هر کرت بر اساس ۳۵۰ دانه در متر مربع، با توجه به وزن هزار دانه ارقام در نظر گرفته شد. کود مصرفی بر اساس آزمون خاک با فرمول (۵۰ – ۹۰ –۹۰) به ترتیب برای عناصر پتاس، فسفر و نیتروژن بود که کود پتاس از منبع سولفات پتاس، کود فسفراز منبع فسفات آمونیم به صورت پایه وکود نیتروژن از منبع اوره در دو نوبت پایه و سرک به مصرف رسید. کود نیتروژن سرک در مرحله ابتدای طویل شدن ساقه مصرف شد. آبیاری به صورت نشتی بود و تا ظهور ۵۰ درصد سنبله ها آبیاری همانند سایر آزمایش‌های غلات انجام و بعد از این مرحله قطع شد. میزان بارندگی در سال زراعی ۸۳- ۱۳۸۲ در ایستگاه بیرجند ۷۶/۵ میلی متر (به ترتیب در اسفند، فروردین، اردیبهشت و خرداد ۵/۰، ۴/۳، ۰/۸ و ۰/۴ میلی متر)، در ایستگاه اصفهان ۱۲۳ میلی متر (به ترتیب در فروردین، اردیبهشت و خرداد ۱۶/۲، ۰/۰ و ۰/۰۵ میلیمتر) و در ایستگاه ورامین ۱۳۵/۸ میلی متر (به ترتیب در فروردین، اردیبهشت و خرداد ۲۱/۵، ۱۹/۴ و ۲/۷ میلی متر) بود. در طول فصل زراعی یادداشت برداری های لازم از صفات مورد نیاز از گیاهان داخل هر کرت به عمل آمد که مهم‌ترین آنها تاریخ ظهور سنبله، تعداد پنجه‌های بارور، زمان رسیدگی، طول سنبله، طول پدانکل، ارتفاع بوته، تعداد دانه در سنبله، عملکرد دانه و وزن هزار دانه بودند. برای تجزیه واریانس صفات، هر ایستگاه به عنوان یک تکرار از طرح آلفا لاتیس ۱۴×۱۴ در نظر گرفته شد. داده‌های ثبت شده از ۱۹۶ ژنوتیپ (تعدادی از تکرار شاهدها حذف شدند) با استفاده از طرح آلفا لاتیس با سه تکرار با ۱۴ بلوک ناقص که هر کدام شامل ۱۴ ژنوتیپ بود (۱۹۶=۱۴×۱۴) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. از میانگین هر صفت در سه ایستگاه در تجزیه های مختلف استفاده گردید. برای انتخاب ژنوتیپ‌های برتر از مقایسه ژنوتیپ‌ها نسبت به میانگین عملکرد دو شاهد و روش رتبه بندی (Ranking) استفاده شد. برای تعیین صفات مؤثر بر عملکرد ژنوتیپ های جو دو ردیفه و شش ردیفه تحت تنش خشکی انتهای فصل، از ضرایب همبستگی، تجزیه رگرسیونی گام به گام و تجزیه علیت با استفاده از نرم افزارهای SPSS و Path2 استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس برای هر یک از صفات مورد بررسی در جدول یک نشان داده شده است. همانطور که ملاحظه می‌شود از نظر کلیه صفات بین ژنوتیپ‌های تحت بررسی تفاوت معنی داری در سطح یک درصد وجود داشت که نشان دهنده تنوع برای این صفات در بین ژنوتیپ های مورد بررسی می‌باشد.

ضرایب همبستگی بین صفات اندازه‌گیری شده در کل ژنوتیپ های مورد بررسی (اعم از شش ردیفه و دو ردیفه) نشان داد که عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی داری با وزن هزار دانه و طول پدانکل و همبستگی منفی و معنی داری با تعداد روز تا سنبله رفتن داشت (جدول ۲). این با نتایج نیکخواه و یوسفی (Nikkhah and Yousefi, 2005) مطابقت داشت. نیکخواه و یوسفی در آزمایش ارزیابی تحمل به خشکی انتهای فصل ژنوتیپ‌های جو با بررسی صفات مختلف در ایستگاه‌های ورامین و کرج نتیجه گرفتند که در شرایط خشکی انتهای فصل، صفات روز تا گلدهی، روز تا رسیدن، طول پدانکل، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه، بیشترین همبستگی را با عملکرد دانه داشتند و به عنوان صفات مهم در این شرایط شناسائی شدند.

[DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.2.7.6]

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات گیاهی ژنوتیپ‌های جو دو ردیفه و شش ردیفه در شرایط تنش خشکی انتهای فصل

Table 1. Analysis of variance for plant characteristics of 2 and 6- rowed barley genotypes in terminal drought stress conditions

			میانگین مربعات (MS)								
S.O.V	منابع تغییر	درجه آزادی d.f	روز تا گلدهی DHE	ارتفاع بوته PLH	روز تا رسیدن DMA	وزن هزار دانه TGW	طول سنبله Sp. L	طول پدانکل Ped. L	پنجه بارور FTN	دانه در سنبله $Gn.Sp^{-1}$	عملکرد دانه GYLD
Replication	تکرار	2	47.52^{**}	920.44^{**}	14.40^{**}	62.50^{**}	4.65^{**}	98.72^{**}	0.729^{ns}	159.68^{**}	17.61^{**}
Sub Block	بلوک ناقص	39	5.67^{**}	119.07^{**}	7.66^{**}	17.42^{ns}	0.596^{*}	7.64^{*}	2.37^{**}	52.41^{*}	1.25^{**}
Genotype	ژنوتیپ	195	20.99^{**}	162.99^{**}	6.08^{**}	55.11^{**}	1.37^{**}	15.42^{**}	2.83^{**}	153.29^{**}	1.87^{**}
Genotype(Adj.)	ژنوتیپ (تصحیح شده)	195	15.96^{**}	100.61^{**}	4.32^{**}	42.26^{**}	1.06^{**}	12.35^{**}	2.21^{**}	127.08^{**}	1.49^{**}
Error	خطا	351	1.52	43.54	1.71	17.38	0.33	4.81	1.29	33.90	0.512

ns :: غیر معنی‌دار

* , **: به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

ns: Non- Significant

* and **: significant at 5% and 1% probability levels, respectively

DHE: تعداد روز تا سنبله رفتن، PLH: ارتفاع بوته، DMA: تعداد روز تا رسیدن، TKW: وزن هزار دانه، Sp.L: طول سنبله، Ped.L: طول پدانکل، FTN: تعداد پنجه بارور، $Gn.Sp^{-1}$: تعداد دانه در سنبله، GYLD: عملکرد دانه

DHE: Days to Heading, PLH: Plant Height, DMA: Days to Maturity, TGW: Thousand Grain Weight, Sp.L: Spike Length, Pe.L: Peduncel Length, FTN: Fertile Tillers Number, $Gn.Sp^{-1}$: Grain per Spike, GYLD: Grain yield

[DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.2.7.6]

درارا و همکاران (Derera *etal*., 1969) دریافتند که بین عملکرد دانه و تعداد روز تا ظهور سنبله در شرایط تنش رطوبت همبستگی منفی وجود دارد. فیشر و مورر (Fisher and Maurer, 1978) نیز در ژنوتیپ هایی که در شرایط تنش خشکی زودتر وارد مرحله گلدهی شده بودند، عملکرد بالاتری را مشاهده نمودند. نتایج ضرایب همبستگی بین صفات و اجزای عملکرد نشان داد که طول پدانکل به عنوان صفتی مهم در شرایط تنش خشکی، بالاترین همبستگی را با وزن هزار دانه (که خود از صفات مهم در شرایط تنش خشکی است) داشت (جدول ۲). بنابراین می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که گیاه در شرایط تنش خشکی آخر فصل با انتقال مجدد مواد پرورده ذخیره شده در ساقه (بخصوص در پدانکل) به دانه می‌تواند بخشی از کاهش عملکرد دانه ناشی از تنش خشکی را جبران نماید.

جدول ۲- ضرایب همبستگی بین صفات گیاهی ژنوتیپ های جو دو و شش ردیفه در شرایط تنش خشکی انتهای فصل

Table 2. Correlation coefficients between plant characteristics of 2 and 6- rowed barley genotypes in terminal drought stress conditions

		ارتفاع بوته PLH	روز تا رسیدن DMA	وزن هزار دانه TKW	طول سنبله Sp.L	طول پدانکل Ped.L	پنجه بارور FTN	دانه در سنبله $Gn.Sp^{-1}$	عملکرد دانه GYLD
DHE	روز تا گلدهی	-0.034	0.438**	-0.243**	0.158*	-0.208**	0.005	-0.084	-0.377**
PLH	ارتفاع بوته		0.255**	0.082	-0.084	0.353**	-0.104	0.189**	0.104
DMA	روز تا رسیدن			0.058	0.202**	0.074	0.209**	-0.010	0.109
TKW	وزن هزار دانه				0.074	0.403**	0.049	-0.317**	0.676**
Sp.L	طول سنبله					-0.086	0.168*	-0.305**	-0.023
Ped.L	طول پدانکل						-0.103	0.189**	0.455**
FTN	پنجه بارور							-0.405**	0.127
$Gn.Sp^{-1}$	دانه در سنبله								0.001

*و **: به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

* and **: significant at 5% and 1% probability levels, respectively

برای حذف اثر صفات غیر مؤثر و یا کم تأثیر در مدل رگرسیونی روی صفت عملکرد دانه، از رگرسیون گام به گام (Stepwise) استفاده شد. در شرایط تنش هنگامی که عملکرد به عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شد شش صفت، وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله، تعداد پنجه بارور، تعداد روز تا سنبله رفتن، تعداد روز تا رسیدن و طول پدانکل وارد مدل شدند و به ترتیب بیشترین تأثیر را بر عملکرد دانه نشان دادند. در این مدل رگرسیونی کلیه صفات به غیر از تعداد روز تا سنبله رفتن تاثیر مثبت در عملکرد داشته ولی صفت تعداد روز تا سنبله رفتن تاثیر منفی در عملکرد گیاه در شرایط تنش خشکی داشت. مدل عملکرد دانه در شرایط تنش بر حسب صفات مذکور به شرح زیر حاصل شد:

$$GYLD = -1565.4 + 27.06TGW + 1.669\ Gn.Sp^{-1} + 0.251FTN - 12.69DHE + 15.37DMA + 11.45Ped.L \quad (۱)$$

در مدل یاد شده ضریب تبیین برابر ۰/۶۰۴ بود که حدود ۴۵/۶ درصد از تغییرات عملکرد دانه را وزن هزار دانه توجیه نمود. تعداد دانه در سنبله دومین صفتی بود که وارد مدل گردید. این دو صفت در مجموع حدود ۵۰/۸ درصد از تغییرات عملکرد را تبیین نمودند، در حالی که چهار صفت بعدی در مجموع فقط حدود ۱۰درصد از تغییرات عملکرد را توجیه کردند. به منظور تبیین روابط علی بین صفات مؤثر بر عملکرد در

[DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.2.7.6]

شرایط تنش از تجزیه علیت استفاده شد. انتخاب صفات مؤثر برای تجزیه علیت بر مبنای تجزیه رگرسیونی و ضرایب همبستگی صفات انجام گرفت (جدول ۳). در تجزیه علیت بر روی عملکرد دانه در شرایط تنش (جدول ۳) ملاحظه می‌شود که اثرات مستقیم وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله، تعداد پنجه بارور، تعداد روز تا رسیدن و طول پدانکل روی عملکرد دانه مثبت بود که بالاترین آنها مربوط به وزن هزار دانه (۰/۶۰۴) و سپس مربوط به تعداد دانه در سنبله (۰/۲۱۱) می باشد. اثر مستقیم تعداد روز تا سنبله رفتن بر روی عملکرد دانه منفی (۰/۲۵۵-) بود. اثر مستقیم طول پدانکل روی عملکرد دانه کم و برابر ۰/۱۴۷ بود در حالی که بیشترین تاثیر آن در نتیجه اثر غیر مستقیم از طریق وزن هزار دانه روی عملکرد بوده است. اثرات مستقیم و غیرمستقیم سایر صفات روی عملکرد در جدول ۳ ارائه شده است. نتایج این آزمایش نشان داد که برای افزایش عملکرد دانه در تنش خشکی انتهای فصل باید به صفات وزن هزار دانه، تعداد روز تا سنبله رفتن، تعداد دانه در سنبله و طول پدانکل توجه خاص نمود. با توجه به اثر مستقیم بالای وزن هزار دانه (۰/۶۰۴) و همچنین اثرات مثبت یا منفی غیرمستقیم بالای سایر صفات از طریق آن (مانند طول پدانکل، تعداد دانه در سنبله و روز تا سنبله رفتن) روی عملکرد، در آزمایش حاضر وزن هزار دانه به عنوان مهمترین صفت مؤثر برای گزینش ژنوتیپ های متحمل به تنش خشکی انتهای فصل زراعی شناخته شد. نتایج همبستگی ساده و همینطور تجزیه رگرسیونی که به تنهائی به عنوان صفت اول وارد شده در مدل، بیشترین تغییرات عملکرد را توجیه می نماید نیز این موضوع را تایید می کند.

جدول ۳- تجزیه علیت صفات گیاهی موثر بر عملکرد دانه ژنوتیپ‌های جو دو و شش ردیفه در شرایط تنش خشکی انتهای فصل

Table 3. Path analysis of effective plant characteristics on grain yield of 2 and 6- rowed barley genotypes in terminal drought stress conditions

Direct effect		اثر مستقیم	اثرغیر مستقیم از طریق Indirect effect via						همبستگی کل Total corelation
			روز تا گلدهی DHE	روز تا رسیدن DMA	طول پدانکل Ped.L	پنجه بارور FTN	دانه در سنبله $Gn.Sp^{-1}$	وزن هزار دانه TGW	
DHE	روز تا گلدهی	-0.255**	-	0.071	-0.031	0.001	-0.018	-0.147	-0.378**
DMA	روز تا رسیدن	0.163*	-0.112	-	-0.011	0.034	-0.003	0.035	0.108
Ped.L	طول پدانکل	0.147	0.052	-0.013	-	-0.018	0.04	0.243**	0.455**
FTN	پنجه بارور	0.165*	-0.002	0.034	-0.016	-	-0.086	0.029	0.127
$Gn.Sp^{-1}$	دانه در سنبله	0.211**	0.021	-0.002	0.027	-0.068	-	-0.192**	0.001
TGW	وزن هزار دانه	0.604**	0.061	0.009	0.059	0.008	-0.068	-	0.675**
Residual effect	اثرات باقی مانده							0.624	

*و **: به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

and **: significant at 5% and 1% probability levels, respectively

باید توجه داشت که با توجه به نتایج تجزیه رگرسیونی و تجزیه علیت این آزمایش به غیر از صفات وزن هزار دانه و تعداد دانه در سنبله که حد بالائی از تغییرات عملکرد را توجیه نمودند، سایر صفات مورد مطالعه در این آزمایش که در مدل رگرسیونی و تجزیه علیت وارد شدند، حدودا فقط ۱۰درصد تغییرات را توجیه نمودند. با توجه به این که اثرات باقی مانده در تجزیه علیت نیز بالا بود، به نظر می رسد که به غیر از صفات

[DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.2.7.6]

مورد بررسی، ممکن است صفات دیگری که در این آزمایش مورد بررسی قرار نگرفته اند نیز در عملکرد دانه ژنوتیپ های جو در شرایط خشکی انتهای فصل موثر بوده و در مجموعه عوامل ناشناخته باشند.

کرمی (Karami, 2005) در مطالعه ۲۲ ژنوتیپ جو در شرایط غیر تنش و تنش خشکی با استفاده از آمار چند متغیره نتیجه گرفت که صفاتی مانند تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، ماده خشک، عملکرد کاه و کلش و شاخص برداشت در حدود ۹۷ درصد از تغییرات عملکرد دانه را در هر دو شرایط توجیه می نمایند.

به منظور بررسی تفاوت ژنوتیپ های دو ردیفه و شش ردیفه جو از نظر صفات مختلف و رابطه این صفات با عملکرد دانه در تنش خشکی انتهای فصل، ژنوتیپ های موجود در این آزمایش به صورت دو دسته جداگانه نیز مورد ارزیابی قرار گرفتند. در ابتدا ژنوتیپ ها با استفاده از آزمون t، از نظر میانگین صفات مورد مقایسه قرار گرفتند. همان طور که در جدول ۴ نشان داده شده است، در این آزمایش ژنوتیپ‌های دو ردیفه و شش ردیفه از نظر تعداد روز تا سنبله رفتن، ارتفاع بوته، تعداد روز تا رسیدن، وزن هزار دانه، طول سنبله، تعداد پنجه بارور و تعداد دانه در سنبله در شرایط تنش خشکی اختلاف قابل توجهی داشتند. ژنوتیپ‌های دو ردیفه به طور کلی دیررس‌تر و دارای وزن هزار دانه بیشتر، طول سنبله بلندتر، تعداد پنجه بیشتر و تعداد دانه در سنبله کمتر نسبت به انواع شش ردیفه بودند. هر چند که میانگین عملکرد دانه ژنوتیپ های دو ردیفه در این آزمایش بیشتر از ژنوتیپ های شش ردیفه بود (این تفاوت از نظر آماری معنی دار نبود)، ولی بیشترین عملکرد دانه از دو ژنوتیپ شش ردیفه شماره ۶۹ و ۱۴۲ به دست آمد.

جدول۴- مقایسه صفات گیاهی ژنوتیپ‌های جو دو ردیفه و شش ردیفه در شرایط تنش خشکی انتهای فصل

Table 4. Comparison of different plant characteristics of 2 and 6- rowed barley genotypes in terminal drought stress conditions

نوع جو Barley type	روز تا گلدهی DHE	ارتفاع بوته PLH (cm)	روز تا رسیدن DMA	وزن هزار دانه TGW (g)	طول سنبله Sp.L (cm)	طول پدانکل Ped.L (cm)	پنجه بارور FTN	دانه در سنبله $Gn.Sp^{-1}$	عملکرد دانه GYLD ($g.plot^{-1}$)
2- rowed	92.5	89.7	128.8	35.1	7.1	25.7	968.8	26.3	2.643
6- rowed	80.1	92.6	126.8	27.8	5.6	26.4	669.6	45.7	2.375
Deviation	12.4	-2.9	2	7.3	1.5	-0.7	299.2	-19.4	0.268
t	10.167^{**}	2.148^{*}	3.559^{**}	5.147^{**}	9.680^{**}	1.055^{ns}	7.512^{**}	3.312^{**}	1.488^{ns}

*و **: به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

and **: significant at 5% and 1% probability levels, respectively

ضرایب همبستگی بین صفات مختلف به طور جداگانه برای انواع جوهای دو ردیفه و شش ردیفه در جداول ۵ و ۶ ارائه شده است. سه صفت تعداد روز تا سنبله رفتن، طول پدانکل و وزن هزار دانه بالاترین همبستگی را با عملکرد دانه هر دو در ژنوتیپ شش ردیفه و دو ریفه نشان دادند، با این تفاوت که همبستگی این سه صفت با عملکرد دانه در ژنوتیپ های دو ردیفه بیشتر بود. گندمکار و همکاران (Gandomkar *et al.*, 1999) در ارزیابی تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌های جو، همبستگی مثبت و معنی داری بین عملکرد دانه جوهای شش ردیفه با شاخص برداشت، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و عملکرد بیولوژیک

[DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.2.7.6]

و همبستگی مثبت و معنی داری بین عملکرد دانه جوهای دو ردیفه با صفات تعداد پنجه بارور، وزن هزار دانه و عملکرد بیولوژیک گزارش نمود. با توجه به وزن هزار دانه بالاتر جوهای دو ردیفه، اهمیت این موضوع در شرایط خشکی در پر کردن دانه بسیار بوده و اگر چه عملکرد دانه دو گروه تفاوت معنی داری ندارد، ولی در تولید محصول مناسب در شرایط تنش، این خصوصیت جوهای دوردیفه قابل توجه‌تر است.

نتایج تجزیه رگرسیون گام به گام در ژنوتیپ‌های شش ردیفه نشان داد که در شرایط تنش هنگامی که عملکرد به عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شد، چهار صفت وزن هزار دانه، طول پدانکل، تعداد روز تا سنبله رفتن و تعداد روز تا رسیدن وارد مدل شدند و به ترتیب بیشترین تأثیر را بر عملکرد دانه داشتند. این چهار صفت حدود ۵۶ درصد از تغییرات عملکرد را توجیه نمودند (R^2 = 0.557). وزن هزار دانه حدود ۴۳/۱ درصد از تغییرات را توجیه نمود و طول پدانکل دومین صفتی بود که وارد مدل گردید و این دو صفت در مجموع حدود ۴۷/۱ درصد از تغییرات عملکرد را تبیین نمودند. دو صفت بعدی در مجموع فقط حدود ۹ درصد تغییرات عملکرد را توجیه نمودند. در این مدل رگرسیونی کلیه صفات به غیر از تعداد روز تا سنبله رفتن تأثیر مثبت در عملکرد داشته ولی تعداد روز تا سنبله رفتن تاثیر منفی بر عملکرد گیاه در شرایط تنش خشکی

جدول ۵- ضرایب همبستگی بین صفات گیاهی در ژنوتیپ های شش ردیفه جو در شرایط تنش خشکی انتهای فصل

Table 5. Correlation coefficients between plant characteristics in 6- rowed barley genotypes in terminal drought strees conditions

Trait	صفت	ارتفاع بوته PLH	روز تا رسیدن DMA	وزن هزار دانه TGW	طول سنبله Sp.L	طول پدانکل Ped.L	پنجه بارور FTN	دانه در سنبله $Gn.Sp^{-1}$	عملکرد دانه GYLD
DHE	روز تا گلدهی	0.116	0.434**	-0.319**	0.044	-0.118	-0.121	0.090	-0.388**
PLH	ارتفاع بوته		0.385**	0.084	0.002	0.232**	0.081	0.196*	0.090
DMA	روز تا رسیدن			-0.117	0.079	0.081	0.172*	0.299**	0.068
TGW	وزن هزار دانه				-0.104	0.400**	-0.115	-0.111	0.656**
Sp.L	طول سنبله					-0.072	-0.076	0.232**	-0.060
Ped.L	طول پدانکل						-0.082	0.278**	0.446**
FTN	پنجه بارور							-0.171*	0.084
$Gn.Sp^{-1}$	دانه در سنبله								0.123

* and **: significant at 5% and 1% probability levels, respectively *و **: به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

جدول ۶- ضرایب همبستگی بین صفات گیاهی در ژنوتیپ‌های دو ردیفه جو در شرایط تنش خشکی انتهای فصل

Table 6. Correlation coefficients between plant characteristics in 2- rowed barley genotypes in terminal drought stress conditions

Trait	صفت	ارتفاع بوته PLH	روز تا رسیدن DMA	وزن هزار دانهTGW	طول سنبله Sp.L	طول پدانکل Ped.L	پنجه بارور FTN	دانه در سنبله $Gn.Sp^{-1}$	عملکرد دانه GYLD
DHE	روز تا گلدهی	-0.489**	0.300**	-0.435**	0.176	-0.578**	-0.034	0.057	-0.553**
PLH	ارتفاع بوته		0.094	0.260*	-0.005	0.562**	-0.218	-0.134	0.183
DMA	روز تا رسیدن			0.295*	0.110	0.139	0.010	0.024	0.154
TGW	وزن هزار دانه				-0.290*	0.581**	-0.145	-0.100	0.753**
Sp.L	طول سنبله					-0.007	-0.247	0.230	-0.211
Ped.L	طول پدانکل						-0.074	-0.059	0.508**
FTN	پنجه بارور							0.064	0.104
$Gn.Sp^{-1}$	دانه در سنبله								0.109

* and **: significant at 5% and 1% probability levels, respectively *و **: به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

[DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.2.7.6]

داشت. مدل عملکرد دانه در شرایط تنش در ژنوتیپ‌های شش ردیفه بر حسب صفات مذکور به شرح زیر حاصل شد

$$GYLD = -2336.2 + 23.09TGW + 18.5Ped.L - 14.6DHE + 26.5DMA \quad (۲)$$

نتایج تجزیه رگرسیون گام به گام در ژنوتیپ‌های دو ردیفه نشان داد که چهار صفت وزن هزار دانه، تعداد روز تا سنبله رفتن، تعداد دانه در سنبله و تعداد پنجه بارور، بیشترین تاثیر را بر عملکرد دانه داشتند و این چهار صفت در مجموع حدود ۷۰ درصد تغییرات عملکرد را توجیه نمودند ($R^2 = 0.698$). وزن هزار دانه حدود ۵۶/۷ درصد از تغییرات را توجیه نمود و تعداد روز تا سنبله رفتن دومین صفتی بود که وارد مدل گردید. این دو صفت در مجموع حدود ۶۳/۰ درصد از تغییرات را تبیین نمودند، در حالی که دو صفت بعدی در مجموع فقط حدود ۷ درصد تغییرات عملکرد را توجیه کردند. در این مدل رگرسیونی کلیه صفات به غیر از تعداد روز تا سنبله رفتن تاثیر مثبت بر عملکرد داشته ولی صفت تعداد روز تا سنبله رفتن تاثیر منفی بر عملکرد گیاه در شرایط تنش خشکی داشتند.

مدل عملکرد دانه در شرایط تنش در ژنوتیپ های دو ردیفه بر حسب صفات مذکور به شرح زیر حاصل شد:

$$GYLD = 1329.9 + 32.3TGW - 23.6DHE + 3.31\ Gn.Sp^{-1} + 0.241FTN \quad (۳)$$

نتایج تجزیه علیت به منظور تبیین روابط علی بین صفات مؤثر بر عملکرد دانه در شرایط تنش در ژنوتیپ‌های شش ردیفه و دو ردیفه بطور جداگانه در جدول های ۷ و ۸ ارائه شده است. در تجزیه علیت عملکرد دانه ژنوتیپ های شش ردیفه در شرایط تنش ملاحظه شد که اثرات مستقیم وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله، تعداد پنجه بارور، تعداد روز تا رسیدن و طول پدانکل روی عملکرد دانه مثبت بود که بالاترین آنها مربوط به وزن هزار دانه (۰/۵۶۲) و سپس مربوط به تعداد روز تا رسیدن (۰/۱۷۴) می‌باشد. اثر مستقیم تعداد روز تا سنبله رفتن بر روی عملکرد دانه منفی (۰/۲۶۵-) بود. اثر مستقیم طول پدانکل بر عملکرد دانه کم و ۰/۱۴۷ بود، در حالی که بیشترین تاثیر آن به صورت غیر مستقیم و از طریق وزن هزار دانه بر عملکرد بود (۰/۴۴۶). اثرات مستقیم و غیرمستقیم سایر صفات روی عملکرد در جدول ۷ ارائه شده است. با توجه به صفات اندازه‌گیری شده در این آزمایش می‌توان نتیجه گرفت که برای افزایش عملکرد دانه در شرایط تنش انتهای فصل در ژنوتیپ‌های شش ردیفه جو باید روی صفات وزن هزار دانه، تعداد روز تا سنبله رفتن و طول پدانکل توجه خاص نمود. صفت تعداد دانه در سنبله فقط اثر مستقیم روی عملکرد داشته و اثرات غیر مستقیم آن از طریق سایر صفات ناچیز بوده و لذا تنها مؤثر بودن آن به واسطه اثر مستقیم بوده است

در تجزیه علیت روی عملکرد دانه ژنوتیپ های دو ردیفه در شرایط تنش ملاحظه شد که اثرات مستقیم وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله، تعداد پنجه بارور و تعداد روز تا رسیدن روی عملکرد دانه مثبت بود. بالاترین آنها مربوط به وزن هزار دانه (۰/۷۹۸) و سپس مربوط به تعداد روز تا رسیدن (۰/۴۲۹) بود. اثر مستقیم تعداد روز تا سنبله رفتن و طول پدانکل روی عملکرد دانه منفی (به ترتیب برابر ۰/۵۲۸- و ۰/۳۲۲-) بود. اثر مستقیم طول پدانکل روی عملکرد دانه منفی بود در حالی که بیشترین تاثیر آن در نتیجه اثر غیر مستقیم از

[DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.2.7.6]

جدول ۷- تجزیه علیت صفات گیاهی موثر بر عملکرد دانه ژنوتیپ‌های جو شش ردیفه در شرایط تنش خشکی انتهای فصل

Table 7. Path analysis of effective plant characteristics on grain yield of 6- rowed barley genotypes in terminal drought stress conditions

Direct effect		اثر مستقیم	اثرغیر مستقیم از طریق Indirect effect via: روز تا گلدهی DHE	روز تا رسیدن DMA	طول پدانکل Ped.L	پنجه بارور FTN	دانه در سنبله $Gn.Sp^{-1}$	وزن هزار دانه TGW	کل Total
DHE	روز تا گلدهی	-0.265**	-	0.075	-0.018	-0.015	0.012	-0.180*	-0.389**
DMA	روز تا رسیدن	0.174*	-0.115	-	-0.011	0.02	0.04	-0.066	0.068
Ped.L	طول پدانکل	0.147	0.031	0.014	-	-0.011	0.038	0.224**	0.446**
FTN	پنجه بارور	0.122	0.032	0.030	-0.013	-	-0.024	-0.065	0.083
$Gn.Sp^{-1}$	دانه در سنبله	0.136	-0.024	0.052	0.041	-0.021	-	-0.063	0.123
TKW	وزن هزار دانه	0.562**	0.084	-0.021	0.059	-0.015	-0.016	-	0.656**
Residual effect	اثرات باقی مانده								0.650

* and **: significant at 5% and 1% probability levels, respectively

*و **: به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

جدول ۸- تجزیه علیت صفات گیاهی موثر بر عملکرد دانه ژنوتیپ های جو دو ردیفه در شرایط تنش خشکی انتهای فصل

Table 8. Path analysis of effective plant characteristics on grain yield of 2- rowed barley genotypes in terminal drought stress conditions

Direct effect		اثر مستقیم	اثرغیر مستقیم از طریق Indirect effect via: روز تا گلدهی DHE	روز تا رسیدن DMA	طول پدانکل Ped.L	پنجه بارور FTN	دانه در سنبله $Gn.Sp^{-1}$	وزن هزار دانه TGW	کل Total
DHE	روز تا گلدهی	-0.528**	-	0.128	0.185	-0.006	0.012	-0.348**	-0.553**
DMA	روز تا رسیدن	0.429**	-0.159	-	-0.045	0.001	0.005	-0.080	0.153
Ped.L	طول پدانکل	-0.322**	0.304**	0.059	-	-0.012	0.012	0.463**	0.508**
FTN	پنجه بارور	0.159	0.017	0.004	0.023	-	0.013	-0.116	0.104
$Gn.Sp^{-1}$	دانه در سنبله	0.217*	-0.031	0.010	-0.019	0.010	-	-0.080	0.108
TGW	وزن هزار دانه	0.798**	0.229*	-0.043	-0.187	-0.024	-0.022	-	0.753**
Residual effect	اثرات باقی مانده								0.405

* and **: significant at 5% and 1% probability levels, respectively

*و **: به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

طریق وزن هزار دانه و تعداد روز تا سنبله رفتن روی عملکرد بود. اثرات مستقیم و غیرمستقیم سایر صفات روی عملکرد در جدول ۸ ارائه شده است. قاسمی و همکاران (Ghasemi *et al.*, 1999) در بررسی ۱۶ ژنوتیپ پیشرفته جو شش ردیفه و دو ردیفه در شرایط دیم نتیجه گرفتند که تعداد پنجه در جوهای دو ردیفه و تعداد دانه در سنبله در جوهای شش ردیفه به عنوان معیار گزینش غیر مستقیم برای عملکرد محسوب می شوند.

به طور کلی با توجه به نتایج این آزمایش و سایر تحقیقات انجام شده در این زمینه، چه در ژنوتیپ‌های جو شش ردیفه و چه دو ردیفه می توان اظهار داشت که برای افزایش عملکرد دانه در تنش خشکی انتهای فصل، باید به صفات مهم وزن هزار دانه، زود رسی و طول پدانکل ژنوتیپ ها توجه خاص نموده ودر انتخاب ژنوتیپ‌ها برای شرایط خشکی انتهای فصل درطول

[DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.2.7.6]

برنامه های به نژادی جو، علاوه بر صفت عملکرد این صفات را مورد توجه قرار داده و در پیشبرد برنامه‌های به نژادی از آنها استفاده نمود.

منابع مورد استفاده References

Abay, F. and C. Cahalan. 1995. Evaluation of response of some barley landraces in drought prone sites of Tigray (Nothern Ethiopa). Crop Improvem. 22 (2): 125 – 132.

Austin, R. B. 1987. Some crop characteristics of wheat and their influence on yield and water use. In: Drought Tolerance in Winter Cereals. Wiley Interscience, New York, pp. 321 – 336.

Austin, R. B. 1989. Maximising production in water – limited environments. In: Baker, F. W. G. (Ed.), Drought resistance in cereals. C A B International, pp. 13 – 26.

Begg, J. E. and N. C. Turner. 1976. Crop water deficits. Adv. Agron. 28: 161- 217.

Blum, A. 1996. Crop responses to drought and the interpretation of adaptation. Plant Growth Reg, 20:135 – 148.

Derera, N. F., D. R. Marshal and L. N. Balaam. 1969. Genetic variability in root development in relation to drought tolerance in spring wheats. Exp. Agric. 5: 327 – 337.

Dofing, S. M. 1997. Ontogenetic evaluation of grain yield and time to maturity in barley. Agron. Y. 89 (4): 685-690.

Ehdaei, B. 1993. Selection for drought resistance in wheat. Proceeding of the first Iranian Congress of Crop Sciences. 6 – 9 Sep. 1993. Tehran University. Karaj, Iran. (In Persian).

Fisher, R.A. and R. Maurer. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars I. Grain yield responses. Aust. J. Agric. Res. 29: 897 – 912.

Gandomkar, S., M. Valizadeh, M. Moghadam, A. Mohammadi, A. Naderi and M. Khosrozadegan. 1998. Study of genetic diversity and relationships between traits with yield of winter barley landraces in western north of Iran. Proceeding of the 5th Iranian Congress of Crop Sciences. Aug. 31 – Sep. 4, 1998. SPII, Karaj, Iran. (In Persian).

Ghasemi, M., M. Moghadam, M. Valizadeh and S. Mahfoozi. 1998. Path analysis of yield and yield components of advanced wheat varieties in rain fed conditions in Ardebil. Proceeding of the 5th Iranian Congress of Crop Sciences. Aug. 31 – Sep. 4, 1998. SPII, Karaj, Iran. (In Persian).

Hadjichristodoulou, A. 1982. The effects of annual precipitation and its distribution on grain yield of dryland cereals. J. Agric. Sci, Comb. 99: 261 – 270.

Innes, P., R. D. Blackwell and R. B. Austin. 1981. The effects of selection for number of ears on the yield and water economy of winter wheat. J. Agric. Sci. Comb. 97: 523 – 532.

Jones, H.G. and E. J. M. Kirby. 1977. Effects of manipulation of number of tillers and water supply on grain yield in barley. J. Agric. Sci. Camb. 88: 391 – 397.

Karami, A. 2005. Mapping genes controlling morphological traits in barley under drought and normal conditions using AFLP marker. M.Sc. Thesis. Tehran University. (In Persian).

Makouee, H. 1984. Barley cultivation. Cereal Res. Dep., SPII, Karaj. (In Persian).

Mobbaser, S. 1995. Study of correlation between yield and yield component and morphological traits in barley via path analysis. M.Sc. Thesis. Ahwaz University. (In Persian).

Mohhammadi, M. 2003. Efficiency of important agronomy traits to indirect selection of superior barley

[DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.2.7.6]

genotypes in drought and warm environments. Proceeding of the 7th Iranian Congress Crop Sciences. Aug. 24 – 26, 2002, SPII, Karaj, Iran. (In Persian).

Moody, D. B., R. Flood and N. Fettel. 1999. Physiological of grain size variation among barley cultivars. Proceedings of Australian Agronomy Conference, Australian Society of Agronomy.

Nikkhah, H. R. and A. Yousefi. 2004. Evaluation of drought tolerance of barley varieties/lines in water – limited conditions. Proceeding of the 8th Iranian Congress of Crop Sciences. Aug. 25 – 27, 2004. Guilan University. Rasht, Iran. (In Persian).

Noor-Mohammadi, Gh., S. A. Siadat and A. Kashani. 1999. Agronomy. Vol. 1 (Cereal). (2th Ed.). Shahid Chamran Univ. Press. (In Persian).

Puri, P. T., C. O. Quceiset and V. A. Williams. 1982. Evaluation of yield components as selection criteria in barley breeding. Crop Sci. 22: 927-934.

Sinebo, W. 2002. Yield relationships of barleys grown in a tropical highland environment. Crop Sci. 42: 428-437.

Tomer, S. B. and G. Orasad. 1988. Path coefficient analysis in barley. Barley Genet. Newslet. Vol 18.

[DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.2.7.6]

Study of effective traits on grain yield of two and six row barley genotypes (*Hordeum vulgare L.*) under terminal drought stress conditions

Nikkhah, H. R.[1], M. H. Saberi[2] and M. Mahlouji[3]

ABSTRACT

Nikkhah, H. R., M. H. Saberi. and M. Mahlouji. 2010. Study of effective traits on grain yield of two and six row barley genotypes (*Hordeum vulgare* L.) under terminal drought stress conditions. **Iranian Journal of Crop Sciences. 12 (2): 170-184 (in Persian).**

To evaluate terminal drought tolerance in barley genotypes and to study the relationship between morpho-physiological traits and grain yield in terminal drought stress conditions, 214 barley genotypes as well as two checks were examined at three locations; Varamin, Birjand and Esfahan Research Field Stations in 2002 -2003 growing season. Morpho-physiological traits including: days to anthesis, days to maturity, plant height, peduncle length, spike length, number of fertile tillers, grain.spike^{-1} and 1000-grain weight were measure and recorded in three locations. Results indicated significant differences between Six row and two row genotypes for grain yield components (number of fertile tillers, grain.spike^{-1} and 1000 grain weight), days to heading and spike length. Correlation, stepwise regression and path analyses studies indicated that days to anthesis, peduncle length and 1000 grain weight not only had the highest correlation with grain yield, but also had the highest direct effects on grain yield in both six row and two row barley genotypes. However, these correlations and effects were more pronounced in two row barley genotypes.

Key words: Two rowed, Six rowed Barley, Grain yield, Morpho–physiological traits and Terminal drought stress.

[DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.2.7.6]

Received: February, 2008 Accepted: October, 2009

1-. Faculty member, Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, Iran (Corresponding author)
(Email: nikkahah-HR@yahoo.com)
2- Faculty member, Agricultural and Natural Resources Research Center of Southern Khorasan Province (Birjand), Iran
3- Faculty member, Agricultural and Natural Resources Research Center of Isfahan, Iran