

بررسی همبستگی برخی صفات زراعی و تجزیه علیت عملکرد دانه جو پائیزه تحت

شرایط آبیاری مطلوب و تنش خشکی آخر فصل

احد حیدری^۱، داود صادق‌زاده اهری^۲ و علیرضا فخرواعظی^۳

چکیده

به منظور بررسی روابط برخی صفات زراعی جو و تأثیر آن‌ها بر عملکرد دانه تحت شرایط رطوبتی متفاوت (بدون تنش خشکی و با تنش خشکی آخر فصل) دو آزمایش در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با استفاده از ۱۵ ژنوتیپ در منطقه اهر انجام شد. نتایج نشان داد که بین ژنوتیپ‌های آزمایشی از نظر کلیه صفات مورد بررسی (طول سنبله، تاریخ رسیدن دانه، ارتفاع بوته، وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله بارور در واحد سطح و عملکرد دانه) در هر دو شرایط رطوبتی اختلاف آماری معنی‌داری وجود داشت. بر اساس میانگین صفات در دو محیط و با در نظر گرفتن عملکرد دانه به عنوان صفت وابسته، نتایج رگرسیون گام‌به‌گام نشان داد که صفات ارتفاع بوته و تعداد دانه در سنبله وارد مدل شده و ۷۶ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه نمودند. نتایج تجزیه علیت برای عملکرد دانه با استفاده از میانگین هر دو آزمایش نشان داد که ارتفاع بوته و تعداد دانه در سنبله از صفات مهم و مؤثر بر آن بودند. توجه به این صفات در گزینش ژنوتیپ‌هایی با عملکرد دانه بالا در جو توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: ارتفاع بوته، تعداد دانه در سنبله، گزینش، رگرسیون.

مقدمه

جو (*Hordeum vulgare*) از جمله قدیمی‌ترین گیاهان زراعی است که طبق شواهد موجود مبدأ آن کوه‌های زاگرس در غرب ایران، آفریقا و نیز آسیا به خصوص سوریه است (۷). جو یکی از غلات ریزدانه مهم در سطح جهان است و از نظر مقدار تولید در رتبه چهارم بعد از ذرت، برنج و گندم قرار دارد (۱۸). محصول جو نقش بسزایی در تأمین خوراک دام و طیور و در نهایت تولید پروتئین حیوانی دارد (۱۳). جو در مقایسه با سایر گیاهان زراعی، دارای سازگاری اکولوژیکی متمایزی بوده و در شرایط متنوع آب و هوایی قابل کشت است (۲۴). در مناطق خشک که بارندگی‌ها برای تولید محصول گندم کفایت نمی‌کند، جو به عنوان یک محصول مقاوم به خشکی و

^۱ کارشناس ارشد زراعت، مدیریت جهاد کشاورزی شهرستان اهر

^۲ عضو هیئت علمی موسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مراغه، ایران

^۳ بخش جنگل و مرتع، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان قزوین، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، قزوین، ایران

شوری مطرح است و می‌تواند جایگزین مناسبی برای گندم باشد (۱۹). زراعت جو در جهان و ایران تحت هر دو شرایط دیم و آبی انجام می‌شود.

تولید غذا از منشأ گیاهی در جهان عمدتاً به دلیل تنش‌های محیطی با محدودیت روبرو است و یافتن مناطقی که عاری از تنش‌های مختلف محیطی باشند برای تولید محصول مشکل است. در میان تنش‌های غیرزنده، خشکی اهمیت بسیاری داشته و خطر اصلی برای تولید محصول در سطح کشور و جهان است (۲۰). بخش وسیعی از اراضی زیر کشت جو در کشور نیز با تنش‌های خشکی و گرمای آخر فصل مواجه است. در این مناطق به علت کمبود منابع آب و خشکی محیط، عملکرد جو کاهش می‌یابد (۹). به‌علاوه به دلیل کشت محصولات بهاره از قبیل پنبه، چغندر قند و صیفی‌جات، یک یا دو آب آخر جو با آبیاری اول این گیاهان تلافی می‌یابد و کشاورزان معمولاً آبیاری محصولات بهاره را در اولویت قرار می‌دهند (۱۰).

کمبود آب در هر مرحله از رشد گیاه زراعی می‌تواند با شدت‌های متفاوت باعث کاهش پتانسیل عملکرد شود. شدت این کاهش بستگی به عوامل زیادی چون زمان، مدت و شدت دوره تنش دارد (۳). معلوم شده است که کاهش عملکرد جو در نتیجه تنش خشکی در اثر کاهش تعداد پنجه‌های بارور، کوتاه شدن دوره رشد، کاهش تعداد پنجه‌ها، تعداد سنبله‌ها، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه رخ می‌دهد (۲۱). طبق نتایج تحقیقات تنش کم‌آبی در مرحله گلدهی اثر شدیدتری بر کاهش عملکرد دانه در مقایسه با تنش در مرحله رشد رویشی دارد (۱۷ و ۲۵).

هرچند در سطح پژوهش‌های جهانی، عملکرد دانه صفت مهمی از نظر اصلاح‌گران نباتات است ولی یک برنامه اصلاحی مناسب نیازمند کسب درک صحیحی از صفات زراعی اصلی^۱ و ارتباط بین آن‌ها و عملکرد دانه است (۲۶). عملکرد دانه یکی از صفات مهم و پیچیده در اصلاح غلات محسوب شده و بستگی به ترکیبی از صفات مختلف گیاهی دارد؛ بنابراین اطلاع از نحوه تأثیر صفات مختلف بر عملکرد دانه ضرورت یک برنامه اصلاحی محسوب می‌گردد.

بررسی بر روی ۱۹ ژنوتیپ دو ردیفه جو پائیزه نشان داده است که ارتفاع بوته و وزن هزار دانه از اجزای اصلی عملکرد محسوب شده و انتخاب برای بهبود این دو صفت سبب بهبود عملکرد دانه خواهد شد (۲۲). بررسی ده ژنوتیپ جو تحت شرایط خشکی از نظر عملکرد دانه، شاخص برداشت، ارتفاع بوته، طول سنبله، طول ریشک، وزن هزار دانه، تاریخ گلدهی، تاریخ رسیدن و ... نشان داده است که شاخص برداشت و وزن هزار دانه همبستگی مثبت و بالایی با عملکرد دانه داشتند. نتایج تجزیه رگرسیون چندگانه نشان داد که تعداد روز تا گلدهی و شاخص برداشت بیشترین

¹ Main traits

تغییرات عملکرد را توجیه می‌کنند. همچنین نتایج تجزیه علیت نشان داد که شاخص برداشت اثر مستقیم و مثبت و روز تا گلدهی اثر مستقیم و منفی بر عملکرد دانه دارد (۲۰).

به دلیل اهمیت تولید محصول جو در کشور و با در نظر گرفتن این نکته که بخش وسیعی از مناطق زیر کشت جو با تنش خشکی آخر فصل مواجه می‌باشند، اطلاع از نحوه تأثیر صفات زراعی مختلف بر عملکرد دانه تحت چنین شرایطی می‌تواند در امر انتخاب ژنوتیپ‌های سازگار و با عملکرد بالا مورد استفاده به‌نژادگران آن قرار گیرد. هدف از انجام این پژوهش، بررسی همبستگی بین صفات زراعی مختلف و تجزیه علیت عملکرد دانه جو تحت شرایط رطوبتی متفاوت (آبیاری مطلوب و تنش خشکی آخر فصل) و تعیین صفاتی بود که در دستیابی به عملکرد دانه بیشتر در شرایط مذکور نقش دارند.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی همبستگی بین صفات زراعی مختلف و تجزیه علیت عملکرد دانه جو تحت شرایط رطوبتی متفاوت (آبیاری مطلوب و تنش خشکی آخر فصل) و تعیین صفاتی که در دستیابی به عملکرد دانه بیشتر در شرایط مذکور نقش دارند دو آزمایش جداگانه در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه جهاد کشاورزی شهرستان اهر (طول جغرافیائی ۳۸/۳۵ درجه شمالی و عرض جغرافیائی ۴۷/۰۰ درجه شرقی، ارتفاع از سطح دریا ۱۳۴۱ متر و متوسط بارش سالانه ۲۸۵ میلی‌متر) اجرا شد.

شرایط بدون تنش خشکی شامل ۵ نوبت آبیاری (خاک‌آب، پنجاب، ساقاب، خوشاب و دان آب) و شرایط تنش خشکی آخر فصل با حذف دو آبیاری در مراحل خوشاب و دان آب، اعمال شد. مقدار آب آبیاری در هر نوبت برابر ۵۰ میلی‌متر بود که توسط کنتور اندازه‌گیری و به روش نشتی (فارو) به مزرعه آزمایشی داده شد.

هر کرت آزمایشی شامل ۶ خط کاشت به طول ۶ متر با فواصل بین خطوط ۲۰ سانتی‌متر بود. تراکم کاشت بر اساس ۳۰۰ دانه در مترمربع بوده و با توجه به نتایج تجزیه خاک ۱۰۰ کیلوگرم کود سوپر فسفات تریپل (مصرف قبل از کاشت) و ۱۵۰ کیلوگرم کود اوره (مصرف به صورت تقسیط و یک‌سوم در زمان کاشت و دوسوم در مرحله پنجه‌زنی) به ازای هر هکتار محاسبه و در مزرعه آزمایشی مصرف شد. ژنوتیپ‌های آزمایشی شامل ۱۵ لاین امیدبخش جو پائیزه انتخابی از آزمایش EBYTC 85-86 بخش تحقیقات غلات موسسه تحقیقات، اصلاح و تهیه نهال و بذر بود.

در طول دوره رشد و نمو ژنوتیپ‌های آزمایشی از صفات زراعی مختلف شامل تعداد روز از کاشت تا رسیدن دانه، ارتفاع بوته، تعداد سنبله در واحد سطح، طول سنبله و تعداد دانه در سنبله یادداشت‌برداری به عمل آمده و پس از رسیدن دانه و بعد از حذف اثرات حاشیه‌ای (حذف نیم متر از ابتدا و انتهای هر کرت و حذف دو خط کناری هر کرت) اقدام به برداشت واحدهای آزمایشی گردیده و وزن هزار دانه و عملکرد در واحد سطح مشخص گردید. بعد از کنترل نرمال بودن توزیع داده‌ها اقدام به تجزیه آماری آن‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS(Ver.18) شد.

مقایسات میانگین تیمارها با استفاده از آزمون کمترین اختلاف معنی‌دار آماری (LSD) در سطح احتمال ۵٪ انجام و ضرایب همبستگی ساده صفات مورد مطالعه استخراج گردید. همچنین برای تجزیه و تحلیل بهتر داده‌ها از روش‌های آماری چند متغیره مانند رگرسیون چندگانه (به روش صعودی گام به گام) و تجزیه علیت استفاده شد.

نتایج و بحث

۱- تجزیه واریانس صفات

تجزیه واریانس صفات در شرایط تنش خشکی آخر فصل نشان داد که تفاوت‌های بسیار معنی‌داری ($p \leq 0.01$) بین ژنوتیپ‌ها از نظر کلیه صفات وجود داشت که حاکی از تنوع ژنتیکی مطلوب در بین ژنوتیپ‌های آزمایشی از نظر صفات مورد مطالعه در این بررسی داشت (جدول ۱). نتایج تجزیه واریانس در شرایط بدون تنش خشکی نشان داد بین ژنوتیپ‌های آزمایشی از نظر صفات زراعی و عملکرد دانه اختلاف‌های معنی‌داری وجود داشت (جدول ۲) که حاکی از وجود تنوع ژنتیکی در بین ژنوتیپ‌های آزمایشی بود.

وجود تفاوت معنی‌دار از نظر برخی از صفات در بین ژنوتیپ‌های جو تحت شرایط تنش خشکی و بدون تنش در مطالعات دیگر توسط سایر پژوهشگران نیز گزارش شده است (۵، ۶، ۱۱، ۱۴، ۱۶ و ۲۰).

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه ژنوتیپ‌های جو تحت شرایط تنش خشکی

میانگین مربعات							درجه آزادی	منابع تغییر
عملکرد دانه	تعداد سنبله بارور در مترمربع	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه	ارتفاع بوته	تعداد روز تا رسیدگی دانه	طول سنبله		
۰/۵۱۵*	۳۴۴۰/۲۶**	۶/۰۶ ^{ns}	۷/۹۵*	۱۰/۸۲ ^{ns}	۹/۳۵ ^{ns}	۰/۴۱ ^{ns}	۲	تکرار
۲/۱**	۶۹۱۳۰/۱۵**	۱۵/۹۴**	۱۸/۸۵**	۴۹۵/۲۸**	۱۲/۱۶**	۱/۰۵**	۱۴	ژنوتیپ
۰/۱۳۴	۱۱۰۴۱/۰	۳/۷	۱/۹۵	۴۷/۱۲	۵/۸۵	۰/۳۱	۲۸	خطا
۷/۵۶	۱۸/۳۷	۵/۹۸	۴/۴۰	۹/۳۱	۰/۹۹	۱۳/۲۱	-	%CV

** و * به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪، ns = غیر معنی‌دار

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه ژنوتیپ‌های جو تحت شرایط بدون تنش

میانگین مربعات							درجه آزادی	منابع تغییر
عملکرد دانه	تعداد سنبله بارور در مترمربع	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه	ارتفاع بوته	تعداد روز تا رسیدگی دانه	طول سنبله		
۰/۵۱۸ ^{ns}	۴۸۱۶/۰۷**	۶/۴۶۶ ^{ns}	۰/۵۸ ^{ns}	۷۵/۸۲ ^{ns}	۱۳/۰۷ ^{ns}	۱/۳*	۲	تکرار
۲/۶**	۵۲۷۴/۶**	۱۴/۷۱**	۲۸/۱۹**	۵۱۴/۱۲**	۱۲/۸۵*	۰/۸*	۱۴	ژنوتیپ
۰/۱۹۶	۵۸۱/۰۲	۳/۰۸	۹/۸۸	۶۱/۰۶	۶/۱۲	۰/۴	۲۸	خطا
۸/۴۹	۴/۱۶	۵/۱۴	۹/۵۲	۱۰/۳۶	۱/۰۱	۱۳/۰	-	%CV

** و * به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪، ns = غیر معنی‌دار

۲- همبستگی فنوتیپی صفات

ضرایب همبستگی فنوتیپی صفات تحت شرایط تنش خشکی آخر فصل و بدون تنش خشکی در جدول ۳ آمده است. بر این اساس در شرایط تنش رطوبتی آخر فصل بین طول سنبله و تعداد روز از کاشت تا رسیدن دانه و وزن هزار دانه همبستگی معنی‌داری وجود داشت. نتایج نشان داد که در این شرایط همبستگی بین تعداد روز از کاشت تا رسیدن دانه، وزن هزار دانه و عملکرد دانه نیز معنی‌دار بود. همبستگی بین ارتفاع بوته و وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله و عملکرد دانه نیز از نظر آماری معنی‌دار بود. همچنین بر اساس نتایج حاصله، بین وزن هزار دانه و تعداد دانه در سنبله و عملکرد دانه همبستگی معنی‌داری وجود داشت. همبستگی بین تعداد دانه در سنبله و عملکرد دانه نیز از نظر آماری معنی‌دار بود. نتایج نشان داد که بیشترین ضرایب همبستگی بین صفات متعلق به تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه و نیز بین تعداد دانه

در سنبله و عملکرد دانه بود (به ترتیب $r = 0.95$ و $r = 0.84$). احمدی و همکاران (۱۳۹۳) در بررسی ۲۰ ژنوتیپ مختلف بهاره جو در خرم‌آباد مقادیر ضرایب همبستگی بین این صفات را کمتر گزارش نمودند که با نتایج پژوهش حاضر مغایرت دارد. به نظر می‌رسد اختلاف در ماهیت مواد ژنتیکی مورد مطالعه از نظر تیپ رشد (بهاره و پائیزه بودن) و نیز تفاوت‌های آب و هوایی مناطق اجرای پروژه موجب بروز این مغایرت در نتایج به دست آمده باشد.

نتایج نشان داد که بین تعداد روز تا رسیدن، ارتفاع بوته، وزن هزار دانه و تعداد دانه در سنبله از سوئی و عملکرد دانه از سوی دیگر همبستگی مثبت و معنی‌داری ($p \leq 0.01$) وجود داشت و بیشترین مقدار ضرایب همبستگی متعلق به تعداد دانه در سنبله و ارتفاع بوته با عملکرد دانه (به ترتیب $r = 0.84$ و $r = 0.75$) بود. پژوهشگران معتقدند که در جو تعداد دانه در سنبله یکی از اجزای مهم عملکرد دانه بوده و تأثیر مهمی بر آن دارد (۲). وجود همبستگی مثبت بین صفاتی نظیر ارتفاع بوته و وزن هزار دانه با عملکرد جو تحت شرایط تنش رطوبتی توسط سایر پژوهشگران نیز گزارش شده است (۳ و ۸) و با یافته‌های این پژوهش مطابقت دارد.

نتایج نشان داد که تحت شرایط بدون تنش خشکی عملکرد دانه با ارتفاع بوته، وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله و تعداد سنبله بارور در مترمربع دارای ضرایب همبستگی مثبت و معنی‌داری بود؛ اما بین تعداد روز از کاشت تا رسیدن دانه و عملکرد دانه در شرایط بدون تنش خشکی همبستگی معنی‌داری مشاهده نشد که نشان‌دهنده کاهش رابطه این صفات توسط شرایط مطلوب رطوبتی است (جدول ۳).

زارع (۱۳۹۶) نیز در بررسی خود تحت شرایط بدون تنش خشکی ضریب همبستگی بین عملکرد دانه و ارتفاع بوته در جو را مثبت گزارش نمود. وجود همبستگی مثبت و معنی‌دار بین وزن هزار دانه، ارتفاع بوته و عملکرد دانه در جو توسط سایر پژوهشگران نیز گزارش شده است (۳ و ۲۲).

۳- برآورد مدل رگرسیونی عملکرد دانه

مدل رگرسیونی به دست آمده بر اساس روش صعودی گام‌به‌گام برای عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی نشان داد که فقط صفات تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه در مدل باقی ماندند و این صفات رابطه مستقیم با عملکرد دانه داشتند. در این مدل ضریب صفت تعداد دانه در سنبله تقریباً ۲ برابر صفت وزن هزار دانه بود، به عبارت دیگر توجیه عملکرد دانه توسط تعداد دانه در سنبله، بیشتر از وزن هزار دانه است، مدل مذکور در رابطه ۱ آمده است.

ضریب تبیین تصحیح شده برای این مدل ۰/۹۵۷ بود، یعنی ۹۵/۷ درصد از تغییرات عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه تحت شرایط تنش خشکی آخر فصل توسط تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه توجیه می‌شوند.

در گیاهانی مانند جو صفت تعداد دانه در سنبله جزو تأثیرگذارترین صفات بر عملکرد دانه و از اجزای مهم عملکرد دانه است (۲ و ۴). نتایج تحقیقات نشان داده است که وزن سنبله که مؤلفه‌ای از تعداد دانه در سنبله و وزن دانه است، همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد دانه جو دارد (۱). نتایج مطالعات برخی از پژوهشگران نیز نشان داده که افزایش تعداد سنبله در واحد سطح و تعداد دانه در سنبله از عوامل مهم افزایش عملکرد دانه در جو است (۱۲ و ۲۵).

جدول ۳- ضرایب همبستگی ساده بین صفات زراعی مورد مطالعه جو تحت شرایط تنش خشکی (قطر بالای جدول) و بدون تنش خشکی (قطر پایین جدول)

صفت	طول سنبله	تعداد روز تا رسیدن	ارتفاع بوته	وزن هزار دانه	تعداد دانه در سنبله	مترمربع	بارور در	تعداد سنبله	عملکرد دانه
طول سنبله	-	۰/۴۶*	-۰/۳۴	-۰/۵۰**	۰/۰۱	-	-۰/۱۹	-۰/۲۹	
تعداد روز تا رسیدن	۰/۵۷**	-	-۰/۴۷	۰/۶۶**	-۰/۱۹	-	-۰/۳۲	-۰/۵۲**	
ارتفاع بوته	-۰/۴۲	-۰/۴۸*	-	۰/۶۸**	۰/۵۰**	-	۰/۰۶	۰/۷۵**	
وزن هزار دانه	-۰/۲۵	-۰/۴۷*	۰/۶۲**	-	۰/۹۵**	-	۰/۰۳	۰/۵۴**	
تعداد دانه در سنبله	-۰/۰۲	-۰/۲۰	۰/۵۰*	۰/۸۷**	-	-	۰/۴۱	۰/۸۴**	
تعداد سنبله در مترمربع	-۰/۱۵	-۰/۴۰	۰/۶۷**	۰/۹۲**	۰/۵۷**	-	-	۰/۴۲	
عملکرد دانه	-۰/۱۸	-۰/۴۵*	۰/۷۲**	۰/۶۳**	۰/۸۱**	-	۰/۹۹**	-	

** و * به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪

رابطه (۱) (وزن هزار دانه) $194/1 +$ (تعداد دانه در سنبله) $332/9 +$ $11357/2 -$ عملکرد دانه تحت شرایط تنش خشکی

رابطه (۲) (تعداد سنبله بارور در مترمربع) $10/10 +$ $15/95 -$ عملکرد دانه تحت شرایط بدون تنش خشکی

رابطه (۳) (تعداد دانه در سنبله) $275 +$ (ارتفاع بوته) $41/75 +$ $6462/94 -$ عملکرد دانه

در برآورد مدل رگرسیونی عملکرد دانه در شرایط بدون تنش فقط صفت تعداد سنبله بارور در مترمربع در مدل باقی ماند که با عملکرد دانه رابطه مستقیم و معنی‌داری ($p \leq 0.01$) داشت. همچنین ضریب تبیین تصحیح شده مدل مذکور $0/955$ بود (رابطه ۲).

بر اساس برآورد مدل رگرسیونی عملکرد دانه با استفاده از میانگین داده‌های به دست آمده تحت شرایط بدون تنش و تنش خشکی معلوم شد که صفات ارتفاع بوته و تعداد دانه در سنبله در مدل ابقا شدند (رابطه ۳) که هر دو صفت با عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ داشتند. ضریب تبیین این مدل برابر $0/763$ بود.

با توجه به نتایج حاصله به نظر می‌رسد تحت هر دو شرایط مختلف رطوبتی یکی از اجزای مهم عملکرد دانه، تعداد دانه در سنبله است که باید مورد توجه اصلاح‌گران در امر گزینش ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا در محیط‌های مختلف از نظر تنش رطوبتی قرار گیرد. همچنین بر اساس نتایج حاصله علاوه بر تعداد دانه در سنبله، می‌توان از صفت ارتفاع بوته نیز به عنوان معیار دیگری برای گزینش ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا استفاده کرد.

۴- نتایج تجزیه علیت برای عملکرد دانه

تجزیه علیت برای عملکرد دانه تحت شرایط تنش خشکی آخر فصل نشان داد که عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری با صفات تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه دارد. ضریب همبستگی ساده تعداد دانه در سنبله با عملکرد دانه $0/84$ بود (جدول ۳) که از این مقدار همبستگی کل، $0/814$ اثر مستقیم تعداد دانه در سنبله بر عملکرد دانه و $0/007$ اثر غیرمستقیم آن از طریق تعداد سنبله بارور در مترمربع بود (جدول ۴). ضریب کل همبستگی ساده وزن هزار دانه با عملکرد دانه $0/54$ بود (جدول ۳) که از این میزان، $0/516$ اثر مستقیم وزن هزار دانه روی عملکرد دانه بوده و $0/0122$ اثر غیرمستقیم آن از طریق تعداد دانه در سنبله بر عملکرد دانه تحت شرایط بدون تنش خشکی بود (جدول ۴). مبصر و همکاران (۱۳۷۹) نیز در تجزیه علیت عملکرد دانه جو تأثیر مستقیم و معنی‌داری بین تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه با عملکرد دانه جو را گزارش کردند. همچنین این نتایج با گزارش برخی محققان دیگر (۲۰) مطابقت دارد.

تجزیه علیت مشخص می‌کند که همبستگی صفات با عملکرد به علت اثر مستقیم آن‌ها روی عملکرد و یا در نتیجه اثر غیرمستقیم از طریق صفات دیگر است. اگر همبستگی بین عملکرد و یک صفت به علت اثر مستقیم آن صفت باشد این مطلب منعکس‌کننده یک رابطه واقعی بین آن‌ها است و بنابراین می‌توان صفت مذکور را به منظور اصلاح عملکرد انتخاب نمود (۱).

نتایج تجزیه علیت عملکرد دانه بر اساس میانگین داده‌های حاصل تحت شرایط تنش خشکی و بدون تنش در جدول ۵ آمده است و نشان می‌دهد که عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری با صفات ارتفاع بوته و تعداد دانه در سنبله داشت. در این تجزیه، ضریب کل همبستگی صفت ارتفاع بوته با عملکرد دانه $0/77$ بود. که مقدار $0/408$ از آن مربوط به اثر مستقیم و $0/361$ نیز مربوط به اثر غیرمستقیم ارتفاع بوته از طریق تعداد دانه در سنبله بر عملکرد دانه بود (جدول ۵).

نتایج همچنین نشان داد که تعداد دانه در سنبله دارای ضریب همبستگی کل $0/76$ با عملکرد دانه بود که از این میزان، $0/390$ مربوط به اثر مستقیم و $0/369$ از آن مربوط به اثر غیرمستقیم تعداد دانه در سنبله از طریق ارتفاع بوته بر عملکرد دانه بود (جدول ۵).

این نتایج با گزارش‌های سایر پژوهشگران (۱۵) مطابقت دارد. زارع (۱۳۹۶) نیز در جمع‌بندی نتایج حاصل از تجزیه علیت صفات مؤثر بر عملکرد دانه در جو تحت شرایط بدون تنش و با تنش رطوبتی در جو اظهار داشت که وزن سنبله دارای بیشترین اثرات مستقیم و غیرمستقیم مثبت بر عملکرد دانه است. از آنجاکه وزن سنبله می‌تواند تابعی از طول آن و یا تعداد دانه در آن باشد لذا نتایج این پژوهش نیز مؤید نتایج مذکور است.

در جمع‌بندی نتایج و با توجه به این واقعیت که بنا بر پیش‌بینی و اعتقاد دانشمندان، پدیده تغییرات اقلیمی در سطح جهان موجب افزایش شرایط نامساعد و متغیر سال‌به‌سال گردیده و بر روی میزان تولید محصولات اثرات نامطلوبی خواهد گذاشت (۲۳) و به‌منظور آمادگی و مقابله با چنین شرایط متغیری لازم است تا متخصصان اصلاح نباتات اقدام به تعریف تیپ‌های ایده‌آل گیاهی^۵ به‌عنوان مدلی برای ایجاد و اصلاح ارقام و کولتیوارهای جدید و سازگار با شرایط مذکور نمایند (۲۲).

بنابراین با توجه به وضعیت اقلیمی کشور در چندساله گذشته از نظر بروز تنش‌های خشکی آخر فصل و کاهش میزان و منابع آب برای کشاورزی، لازم است برنامه‌های اصلاحی و گزینش ارقام جو متکی بر گزینش ژنوتیپ‌های مقاوم یا متحمل به تنش خشکی آخر فصل باشند. در این راستا و بر اساس نتایج این پژوهش، توجه به صفات ارتفاع بوته و تعداد دانه در سنبله می‌تواند موجب گزینش ژنوتیپ‌های مناسب برای کشت و کار در چنین مناطقی گردد.

جدول ۴- تجزیه علیت عملکرد دانه ژنوتیپ‌های جو تحت شرایط تنش خشکی

صفت	اثر غیرمستقیم		
	اثر مستقیم	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه
تعداد دانه در سنبله	۰/۸۱۴**	-	۰/۰۰۷
وزن هزار دانه	۰/۵۱۶**	۰/۰۱۲۲	-

$R^2 = ۰/۹۵۷$ (ضریب تبیین) $K = \lambda = ۰/۰۲۵$ (اریب) $e = ۰/۲$ (خطا) ** معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪

⁵Ideotype

جدول ۵- تجزیه علیت عملکرد دانه ژنوتیپ‌های جو بر اساس میانگین داده‌های حاصل از بررسی تحت شرایط با و بدون تنش خشکی

صفت	اثر غیرمستقیم		اثر مستقیم	همبستگی با عملکرد دانه
	تعداد دانه در سنبله	ارتفاع بوته		
ارتفاع بوته	۰/۳۶۱	-	۰/۴۰۸**	۰/۷۷
تعداد دانه در سنبله	-	۰/۳۶۹	۰/۳۹۰**	۰/۷۶

* * : معنی دار در سطح احتمال ۱٪ $K = \lambda = ۰/۰۲۵$ $R^2 = ۰/۷۶۳$ $e = ۰/۲$ (خطا)

تشکر و قدردانی

از بخش تحقیقات غلات مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی به دلیل در اختیار گذاشتن ژرم پلاسما آزمایشی برای اجرای این پژوهش تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع مورد استفاده

۱. احمدی ع.، پور قاسمی ر.، و حسین پور ط (۱۳۹۳) تعیین روابط عملکرد دانه و سایر صفات مرتبط با عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های جو از طریق آمار چند متغیره. مجله بوم‌شناسی گیاهان زراعی. ۱۰(۳): ۱-۱۳.
۲. باقری ع. و حیدری شریف‌آباد ح (۱۳۸۶) بررسی اثر تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد و محتوای یون‌ها در گیاه جو بدون پوشینه. مجله دانش نوین کشاورزی. ۳(۷): ۱۵-۱.
۳. پاک‌نژاد ف.، فاطمی ریکا ز. و ایلکایی دهنوم ن (۱۳۹۶) بررسی اثر تنش آخر فصل بر عملکرد و اجزای عملکرد ده رقم جو (*Hordeum vulgare L.*) در منطقه کرج. تنش‌های محیطی در علوم زراعی. ۱۰(۳): ۳۹۱-۴۰۱.
۴. جباری م.، سیاه سر ب.، رمودی ر.، کوه کن ش. و ذوالفقاری کرباسک ف (۱۳۹۰) تجزیه و تحلیل همبستگی و ضرایب مسیر صفات مورفولوژیک مرتبط با عملکرد لاین‌های دابل هاپلوئید جو در شرایط تنش خشکی و نرمال. فصل‌نامه زراعت (پژوهش و سازندگی). ۲۴(۴): ۱۱۹-۱۱۲.
۵. جهان‌بین ش.، طهماسبی سروستانی ز ا.، مدرس ثانوی س ع م. و کریم زاده ق (۱۳۸۲) اثر تنش خشکی بر عملکرد دانه و برخی از اجزای عملکرد و شاخص‌های مقاومت در ژنوتیپ‌های جو لخت. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۰(۴): ۳۴-۲۰.
۶. حسین پور ط.، سیادت س ع.، مامقانی ر. و رفیعی م (۱۳۸۲) بررسی برخی خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک مؤثر بر عملکرد و اجزاء ژنوتیپ‌های گندم تحت شرایط کم آبیاری. مجله علوم زراعی ایران. ۲۳-۳۶: (۱)۹.
۷. خدابنده ن (۱۳۸۴) زراعت غلات (چاپ هفتم). انتشارات دانشگاه تهران. تهران. ۵۳۷ صفحه.

۸. زارع م (۱۳۹۶) بررسی همبستگی فنوتیپی و تجزیه علیت صفات مختلف زراعی جو تحت شرایط آبیاری مطلوب و تنش خشکی. مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی. ۶۷-۶۰.
۹. کمیلی ح. و شرفی س (۱۳۹۴) ارزیابی عملکرد لاین‌های امیدبخش جو تحت شرایط تنش خشکی و آبیاری نرمال در مزارع زارعین. تحقیقات علوم زراعی در مناطق خشک. ۱۳۲-۱۱۹.
۱۰. کوچکی، ا.، امینی، ا.، شریف‌الحسینی م. و کمیلی ح (۱۳۹۰) ارزیابی و گزینش لاین‌های بین‌المللی جو تحت شرایط خشکی آخر فصل. مجله تنش‌های محیطی در علوم زراعی. ۹۱-۸۷.
۱۱. مبصر ص.، نورمحمدی ق.، کاشانی ع. و مقدم م (۱۳۷۹) تجزیه علیت برای عملکرد دانه جو. مجله علوم زراعی ایران. ۲۲-۱۵.
۱۲. مجنون حسینی ن (۱۳۹۰) زراعت غلات. انتشارات دانشگاه تهران. تهران. ۲۳۶ صفحه.
۱۳. محلوچی م (۱۳۸۴) تنش‌های زنده (خشکی و گرما) و غیرزنده در گیاه جو. فصل‌نامه علمی و ترویجی خشکی و خشک‌سالی کشاورزی ۱۷: ۸۲-۷۶.
۱۴. نوری نیاع ع (۱۳۸۱) ارزیابی توانایی تولید بیولوژیک و اقتصادی جو بدون پوشینه در شرایط آب و هوایی منطقه گنبد. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۰(۱): ۱۴-۵.
۱۵. نیستانی ا.، محمودی ع ا. و رحیم نیا ف (۱۳۸۴) تجزیه علیت و برآورد وراثت‌پذیری عملکرد و اجزای آن در ارقام مختلف جو. مجله دانش کشاورزی. ۷(۲): ۶۴-۵۵.
۱۶. یوسفی راد م.، اصغری م.، محمدی م. و معصومی زواریان ا (۱۳۹۴) اثر تنش خشکی بر عملکرد، اجزای عملکرد و برخی خصوصیات فیزیولوژیکی هفت رقم جو. مجله پژوهش‌های به‌زراعی. ۷(۴): ۳۰۸-۲۹۷

17. Boyer JS (1992) Mechanisms for obtaining water use efficiency and drought resistance. In: Stalker HT and Murphy TP (Eds.), Plant breeding in the 1990 s. CAB International. U.K. pp: 181-200.

18. FAOSTAT (2014) Food and Agriculture Organization (FAO). FAOSTAT. (Available at <http://faostat.fao.org>).

19. Johnson AM and Flower DB (1992) Response of no-till winter wheat nitrogen fertilization and drought stress. Canadian Journal of Plant Science. 72: 1075- 1089.

20. Jouyban A, Sadeghi Give H and Noryan M (2015) Relationship between agronomic and morphological traits in barley varieties under drought stress condition. International Research Journal of Applied and Basic Sciences. 9(9):1507-15011.

21. Khalil FA, Ouda SA and Tantawy MM (2007) Predicting the effect of optimum irrigation and water stress on yield and water use of barley crop. Journal of Applied Science Research. 3(1): 1-6.

22. Miroslavljevic M, Pržulj N, Canak P, Momcilovic V, Acin V, Jockovic B, Hristov N and Mladenov N (2015) Relationship between grain yield and agronomic traits in winter barley. Ratarstvo i povrtarstvo Journal. 52(2):74-79.

23. Olesen JE, Trnka M, Kersebaum KC, Skjelvag AO, Seguin B, Peltonen-Sainio P, Rossi F, Kozyra J and Micale F (2011) Impacts and adaptation of European crop production systems to climate change. *European Journal of Agronomy*. 34: 96- 112.
24. Samarah NH (2005) Effects of drought stress on growth and yield of barley. *Agronomy for Sustainable Development*.25: 145-149.
25. Thomas H (1997) Drought resistance in Plants.*In*: Basra SA and Basra RK (Eds.). *Mechanisms of environmental stress resistance in Plants*. IPH. Publishers. New Dahlia. India. pp: 31-42.
26. Yan W and Kang MS (2003) GGE biplot analysis: A graphical tool for breeders, geneticists and agronomists. CRC Press. Boca Raton. FL. USA,pp:1-100.

پژوهش نامه کشاورزی و منابع طبیعی

Study on some agronomic traits correlations and path coefficient analysis of winter barley under optimum irrigation and terminal drought stress

A. Heidary, D. Sadeghzadeh-Ahari, A. Fakhrevaezi

Abstract

In order to study of relationships between some agronomic characteristics and their influences on grain yield of barley, two experiments based on randomized complete block carried out under different irrigation regimes (without drought stress and with terminal drought stress) using fifteen genotypes at Ahar region in East Azarbaijan province. Results showed that there were significant differences between genotypes in all studied traits (spike length, maturity days, plant height, 1000 kernel weight, number of seeds per spike, fertile spike number per 1 m² and grain yield). Results based on characteristics means under two environments and using stepwise regression, with grain yield as the dependent variable, plant height and number of seeds in spike entered in the model that 76% of variations in grain yield were justified by them. Path coefficients analysis for grain yield using characteristics means under two environments showed that, plant height and number of seeds per spike were the most important and effective traits on the grain yield. Therefore and according to the results, noticing to these traits recommended for selecting genotypes with high yielding potential in barley.

Key words: plant height, seed number per spike, selection, regression