



## تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌های گندم دوروم از نظر صفات زراعی تحت شرایط دیم

عباس سلیمانی‌فرد<sup>۱</sup> و رحیم ناصری<sup>۲</sup>

### چکیده

تنوع ژنتیکی صفات زراعی در ۱۶ ژنوتیپ گندم دوروم و روابط آنها با عملکرد دانه در شرایط دیم، در ایستگاه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی ایلام در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار مورد ارزیابی قرار گرفتند. صفات زراعی شامل ارتفاع بوته، طول پدانکل، طول سنبله، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، تعداد سنبله در متر مربع، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت بودند. نتایج این پژوهش نشان داد که ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از نظر صفات مورد بررسی تحت شرایط دیم، اختلاف معنی‌داری با یکدیگر دارند. رگرسیون گام به گام نشان داد که صفات تعداد سنبله در متر مربع، وزن هزار دانه و ارتفاع بوته حدود ۷۵ درصد از تغییرات عملکرد دانه را در شرایط دیم توجیه می‌نمایند. بر اساس تجزیه علیت اثر مستقیم تعداد سنبله در متر مربع و وزن هزار دانه بر عملکرد دانه تحت شرایط دیم مثبت و بالا می‌باشد. تجزیه خوشه‌ای داده‌ها ژنوتیپ‌ها را در سه گروه قرار داد. مقایسه میانگین صفات در گروه‌های حاصله نشان داد که ژنوتیپ‌های موجود در گروه دوم، بیشترین میزان عملکرد دانه، تعداد سنبله در متر مربع و وزن هزار دانه را دارند و برای اهداف به‌نژادی در شرایط دیم قابل استفاده می‌باشند.

**واژگان کلیدی:** تجزیه خوشه‌ای، تجزیه علیت، دیم، رگرسیون گام به گام، گندم دوروم.

## مقدمه

گندم دوروم (*Triticum durum, Desf*) به عنوان یک محصول غذایی با اهمیت، دارای سطح زیر کشت جهانی معادل ۳۰ میلیون هکتار است. خصوصیات گلوتن سنگین و خمیر غیر چسبنده، این نوع گندم را برای تهیه محصولات پاستا از جمله ماکارونی و اسپاگتی ایده‌ال نموده است (Farahani and Arzani, 2008). از دیرباز گندم دوروم به صورت دیم در غرب ایران کشت می‌شده است. با توجه به کاهش بارندگی در سال‌های اخیر و افزایش خشکی و دمای هوا در نواحی مرکزی و غربی ایران، گندم دوروم کشت شده در این مناطق در فصل رشد در معرض شدت‌های مختلف دیم قرار می‌گیرد (Soleymanifard *et al.*, 2010). بررسی صفات مورفولوژیکی و زراعی گندم جهت تعیین اهمیت هر یک از آنها در افزایش عملکرد و استفاده در برنامه‌های به‌نژادی از اهمیت خاصی برخوردار است. انتخاب بهینه آنها در نهایت منجر به بهبود عملکرد و معرفی ارقام تجاری تحت شرایط دیم خواهد شد (Golparvar *et al.*, 2006). عملکرد دانه در غلات یک متغیر وابسته است که توسط تعدادی از مکانیسم‌های فیزیولوژیک تحت تأثیر قرار می‌گیرد. تحت شرایط دیم، کارایی انتخاب برای این صفت را می‌توان با گزینش صفات مورفولوژیک مرتبط با عملکرد دانه که ارتباط مستقیم و مثبتی با عملکرد دانه دارند و سریع و آسان نیز اندازه‌گیری می‌شوند، افزایش داد (Blum, 1997; Dejan *et al.*, 2002). به کمک تجزیه رگرسیون مرحله‌ای می‌توان اثر صفات غیر مؤثر یا کم تأثیر را در مدل رگرسیونی روی عملکرد حذف نموده و تنها صفاتی را که میزان قابل ملاحظه‌ای از تغییرات عملکرد را توجیه می‌کنند مورد گزینش قرار داد (Agrama, 1996). همچنین، با استفاده از تجزیه علیت می‌توان اثرات مستقیم و غیرمستقیم متغیرهای

علت بر روی متغیرهای معلول را بررسی نمود. در این روش ضریب همبستگی بین دو صفت به اجزایی که اثرات مستقیم و غیر مستقیم را اندازه‌گیری می‌کنند، تفکیک می‌گردد (Farshadfar, 2004). تجزیه خوشه‌ای به بررسی رابطه خویشاوندی مواد گیاهی می‌پردازد. این روش برای گروه‌بندی ارقام مورد مطالعه از نظر ژنتیکی، محیطی و تعیین والدین در هیبریداسیون مفید می‌باشد (Farahani and Arzani, 2008). نادری و همکاران (Naderi *et al.*, 2000) با انجام تجزیه رگرسیون گام به گام در ژنوتیپ‌های گندم نتیجه گرفتند که صفات عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت از صفات مؤثر بر عملکرد بوده و انتخاب بر اساس آن دو می‌تواند برای بهبود عملکرد در شرایط دیم مؤثر باشد. سپانلو و همکاران (Sepanlu *et al.*, 2003)، در آزمایشی بر روی ۲۵ ژنوتیپ گندم نان با استفاده از رگرسیون چند متغیره خطی نشان دادند که گزینش برای تعداد سنبله در واحد سطح در شرایط دیم در افزایش عملکرد دانه بیشترین تأثیر را خواهند داشت. مقدم و همکاران (Moghaddam *et al.*, 1997) در مطالعه بر روی گندم نان نشان دادند که تعداد سنبله در بوته، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و شاخص برداشت دارای بیشترین اثر مستقیم روی عملکرد دانه می‌باشند. الی و ال‌بانا (Aly and El-Bana, 1994) نیز در تجزیه علیت برای اجزای عملکرد گندم نان نشان دادند که تعداد سنبله در متر مربع، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه ۹۸/۹ درصد از تغییرات عملکرد را توجیه نموده و بیشترین میزان اثر مستقیم را به تعداد سنبله در متر مربع ارتباط دادند. محمد (Mohamed, 1999) در بررسی ۱۶ ژنوتیپ گندم نان و دوروم تحت شرایط دیم با استفاده از تجزیه خوشه‌ای به روش UPGMA ۱۶ ژنوتیپ گندم دوروم را در ۱۱ گروه مجزا تقسیم نمود.

بوته به صورت تصادفی انتخاب و اندازه‌گیری شدند. به منظور بررسی تعداد سنبله در متر مربع، پیش از برداشت نهایی تعداد سنبله‌ها در محدوده یک متر مربع وسط هر کرت شمارش گردیدند.

برای تعیین عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه در تیمارها، در زمان رسیدگی کامل محصول، عملیات برداشت با حذف دو خط کناری و نیم متر از ابتدا و انتهای هر خط، از سطحی معادل ۶ متر مربع صورت گرفت و سپس عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه بر حسب کیلوگرم در هکتار تعیین گردیدند. شاخص برداشت دانه از تقسیم عملکرد دانه بر عملکرد بیولوژیکی محاسبه شد. تجزیه و تحلیل‌های آماری شامل تجزیه واریانس، رگرسیون مرحله‌ای چند متغیره خطی (گام به گام)، تجزیه علیت و تجزیه خوشه‌ای به روش ward با استفاده از میانگین‌های متغیرهای استاندارد شده انجام شد و مربع فاصله اقلیدسی به عنوان معیار تشابه مورد استفاده قرار گرفت. در این تحقیق از نرم افزارهای SPSS و SAS استفاده شد.

### نتایج و بحث

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بین ژنوتیپ‌ها در تمامی صفات مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری وجود دارد که نشان‌دهنده تنوع موجود در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی برای صفات اندازه‌گیری شده می‌باشد (جدول ۳). با توجه به این که وجود تنوع، پایه و اساس انجام گزینش ارقام مطلوب می‌باشد جمعیت مورد بررسی می‌تواند تنوع مورد نظر را برای انتخاب ژنوتیپ‌های برتر در شرایط دیم فراهم نماید. ارتباط بین عملکرد دانه و اجزای آن پیچیده است و بدیهی است که برخی از صفات تغییرات عملکرد دانه را بهتر از بقیه توجیه می‌کنند. نتایج رگرسیون مرحله‌ای، که در آن عملکرد دانه به عنوان متغیر وابسته در برابر صفات دیگر به عنوان متغیرهای

هدف از این تحقیق، بررسی تنوع ژنتیکی و تعیین روابط صفات مختلف در شرایط دیم و ارزیابی اثرات مستقیم و غیرمستقیم عوامل موثر بر عملکرد دانه بر اساس تجزیه علیت بر ژنوتیپ‌های گندم دوروم می‌باشد.

### مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تنوع ژنتیکی در ۱۶ ژنوتیپ گندم دوروم نسبت به برخی صفات زراعی (جدول ۱) آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در شرایط دیم در ایستگاه تحقیقات کشاورزی ایلام با عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۴۵ دقیقه و با طول جغرافیایی ۳۴ درجه و ۴۶ دقیقه، در سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵ اجرا گردید. متوسط درجه حرارت و بارندگی سالانه در طول دوره آزمایش به ترتیب ۱۷/۹ درجه سلسیوس و ۳۵۱/۷ میلی‌متر می‌باشد. افزایش دما در اواخر فصل رشد معمولاً با قطع بارندگی همراه است و زراعت دیم منطقه را با تنش خشکی مواجه می‌سازد (شکل ۱). هر واحد آزمایشی شامل ۸ ردیف به فاصله ۲۵ سانتی‌متر و طول ۴ متر با تراکم کاشت ۴۵۰ بذر در متر مربع بود. بذور بعد از آماده‌سازی زمین به منظور تأمین نیتروژن و فسفر مورد نیاز گیاه معادل ۷۵ کیلوگرم در هکتار فسفات آمونیوم قبل از کاشت به خاک اضافه شد. کاشت بذور در تاریخ ۸ آبان ۱۳۸۵ به صورت دستی انجام شد. در این آزمایش هیچ گونه آبیاری انجام نشد و صرفاً به استفاده از نزولات آسمانی اکتفا گردید، میزان پراکنش بارندگی منطقه در جدول ۲ ارایه شده است. در مرحله کاشت، پنجه‌دهی و ساقه‌دهی نیز معادل ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره جهت تأمین نیتروژن مورد نیاز گیاه مورد استفاده قرار گرفت. صفات مورد بررسی در این آزمایش شامل ارتفاع بوته، طول پدانکل، طول سنبله، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه بودند که برای تعیین آنها در هر تیمار ده

بنابراین، هنگام نوشتن مدل رگرسیون نهایی، برای هر یک از متغیرهای مستقل وارد شده به مدل، فاکتور افزایش واریانس (VIF) محاسبه و معلوم گردید که بین متغیرهای مستقل همخطی وجود ندارد (جدول ۴)، و می‌توان از روش رگرسیون مرحله‌ای استفاده کرد.

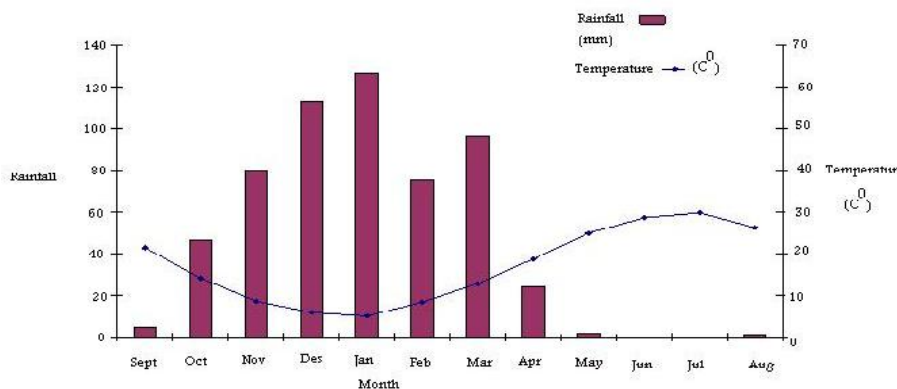
به منظور تفسیر بهتر نتایج به‌دست آمده از رگرسیون مرحله‌ای تجزیه علیت برای عملکرد دانه استفاده گردید (جدول ۵). تجزیه علیت در شرایط دیم نشان داد تعداد سنبله در مترمربع بالاترین اثر مستقیم (۰/۵۹) را بر عملکرد دانه داشت (جدول ۵). که با گزارش الی و ال‌بنا (Aly and El-Bana, 1994) همخوانی دارد. وزن هزار دانه پس از تعداد سنبله در مترمربع، بیشترین اثر مستقیم (۰/۵۰) را بر عملکرد دانه داشت، ولی ضریب همبستگی این صفت با عملکرد دانه به علت اثرات غیرمستقیم و منفی از طریق صفات تعداد سنبله در مترمربع و ارتفاع بوته غیر معنی‌دار بود ( $r = 0/27$ ). افزایش عملکرد دانه از طریق وزن هزار دانه به طور مستقیم توسط مقدم و همکاران (Moghaddam *et al.*, 1997) نیز گزارش شده است. اثر مستقیم ارتفاع بوته با عملکرد دانه منفی و معنی‌دار و اثر غیرمستقیم آن از طریق تعداد سنبله در مترمربع و وزن هزار دانه مثبت و بسیار ضعیف بود. اثر مستقیم منفی ارتفاع بوته بر عملکرد دانه بیانگر این نکته است که ژنوتیپ‌های پابلند در شرایط دیم فرصت کافی را برای پر شدن دانه نداشته که در نهایت منجر به عملکرد دانه پایین‌تری می‌شود، که با گزارش دجان و همکاران (Dejan *et al.*, 2002) مطابقت دارد. تجزیه خوشه‌ای یکی از روش‌های تجزیه و تحلیل چند متغیره است که برای گروه‌بندی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه یک گیاه از نظر ژنتیکی و محیطی و تعیین والدین در هیبریداسیون مفید می‌باشد. دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای ۱۶

مستقل به استثنای عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت در نظر گرفته شد (جدول ۴)، نشان داد که تعداد سنبله در مترمربع، وزن هزار دانه و ارتفاع بوته تغییرات عملکرد دانه را توجیه کرده و دارای ضریب تبیین ۷۵ درصد می‌باشند. در این زمینه، تعداد سنبله در مترمربع که حدود ۴۳ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه کرده است، اهمیت بیشتری دارد. توجیه بخشی از تنوع ژنتیکی عملکرد دانه با تعداد سنبله در مترمربع در این مدل نشان‌دهنده اهمیت این صفت در توجیه تغییرات عملکرد دانه در شرایط دیم است که با گزارش سپانلو و همکاران (Sepanlu *et al.*, 2004) مطابقت دارد. وزن هزار دانه دومین صفت وارد شده به مدل بود که به تنهایی ۱۹ درصد و در مجموع و همراه با تعداد سنبله در مترمربع، ۶۲ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه کرد (جدول ۴). بنابراین، می‌توان اظهار داشت که بین ژنوتیپ‌های گندم دوروم مورد آزمایش، عامل عمده در افزایش عملکرد دانه، تعداد سنبله در مترمربع و وزن هزار دانه بوده است. نتایج به‌دست آمده مبنی بر سهم وزن هزار دانه در عملکرد با یافته‌های حسین پور و همکاران (Hosseinpor *et al.*, 2003) همسو است ولی با نتایج ارایه شده توسط علی و همکاران (Ali *et al.*, 2001) مغایرت دارد. به نظر می‌رسد در زراعت دیم گندم دوروم، وقوع تنش خشکی در مرحله دانه‌بندی از نظر کاهش وزن هزار دانه از اهمیت زیادی برخوردار باشد، به همین دلیل رابطه عملکرد با وزن هزار دانه بیشتر تحت تأثیر قرار می‌گیرد. سومین متغیر وارد شده به مدل رگرسیون، ارتفاع بوته بود که به تنهایی ۱۳ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه و در مجموع با دو صفت فوق‌الذکر، ۷۵ درصد از کل تغییرات را توجیه نمودند. از آنجایی که با زیاد شدن تعداد متغیرهای مستقل در یک مدل رگرسیونی، ممکن است رابطه خطی بین آنها به وجود آید

به طوری که، این گروه از نظر صفت تعداد دانه در سنبله درمقایسه با سایر گروه‌ها دارای کمترین مقدار بود. این امر نشان می‌دهد بین اجزای عملکرد گندم دوروم در شرایط دیم یک رابطه جبرانی وجود دارد. همچنین، از نظر برخی صفات مرتبط با ساختار گیاه مانند ارتفاع بوته، طول پدانکل و طول سنبله در سطح پایینی بودند. پانتوان و همکاران (Pantuwan *et al.*, 2003) نیز در تحقیقات خود گزارش کردند که ارتفاع بوته در شرایط کمبود رطوبت با عملکرد دانه رابطه منفی دارد و ژنوتیپ‌های پابلند در مناطقی که شرایط دیم در طول دوره پر شدن دانه اتفاق می‌افتد مطلوب نمی‌باشد.

گروه سوم شامل ژنوتیپ‌های Omgenil, 9/A/KORDESTAN و 15/A/MARAGHEH بودند، که از نظر عملکرد و اجزای عملکرد در مقایسه با دو گروه دیگر در سطح پایین‌تری قرار داشتند. ژنوتیپ‌های گروه دوم به دلیل دارا بودن میانگین عملکرد دانه، تعداد سنبله در مترمربع، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت بالاتر از میانگین کل جامعه، ارزش بیشتری از نظر انتخاب والدین دارند. ژنوتیپ‌های این گروه می‌توانند برای دستیابی به هتروزیس بیشتر به عنوان والد تلاقی‌ها در شرایط دیم مد نظر قرار گیرند.

ژنوتیپ بر اساس ۹ صفت زراعی در شکل ۲ آمده است. بر اساس این گروه‌بندی ژنوتیپ‌های گندم دوروم مورد مطالعه در سه گروه قرار گرفتند. جدول ۶ خصوصیات هر گروه از ژنوتیپ‌ها و میانگین‌های انجام شده سه گروه دندروگرام را نشان می‌دهد. ژنوتیپ‌های گروه اول شامل سیمره، Waha, Mrb3/Mn1, 14/A/MAR, 12/A/MARAGHEH, Mna10/Rfm7, 19/A/MAR, 18/A/MARAGHEH, AGHEH, 20/A/MARAGHEH, AGHEH و یواروس بودند. ژنوتیپ‌های موجود در این گروه از نظر صفات عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، تعداد سنبله در مترمربع و وزن هزار دانه در سطح متوسط بودند، ولی از نظر تعداد دانه در سنبله در حد بالایی قرار داشتند. بنابراین، هر چند ژنوتیپ‌های این گروه از نظر تعداد دانه در سنبله در حد بالایی قرار داشتند، ولی این جزء عملکرد به تنهایی قادر به افزایش عملکرد گندم دوروم در شرایط دیم نبوده است. گروه دوم مشتمل بر دو ژنوتیپ Omrabi3 و ZARDAK بودند. بالا بودن عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و وزن هزار دانه در ژنوتیپ‌های این گروه ناشی از زیادی تعداد سنبله در واحد سطح بوده است. بنابراین، مواد حاصل فتوسنتزی در ژنوتیپ‌های این گروه صرف پر شدن بیشتر دانه و افزایش عملکرد در شرایط دیم شده است.



شکل ۱- میانگین بارندگی و دما در سال‌های ۷۴ تا ۱۳۸۴ در منطقه ایلام

Figure1- Means of rainfall and temperature at Ilam area during 1996-2007

## جدول ۱- اسامی و مبداء ۱۶ ژنوتیپ گندم دوروم مورد بررسی

Table 1- Names and origin of 16 durum wheat genotypes under study

| مبدأ Origin | ژنوتیپ Genotype | شماره Entry |
|-------------|-----------------|-------------|
| ICARDA      | Omgnil- 3       | 1           |
| ICARDA      | Omrabi3         | 2           |
| GACHSARAN   | Simareh         | 3           |
| ICARDA      | Mrb3/ Mnal      | 4           |
| ICARDA      | Waha            | 5           |
| ICARDA      | Mna10/ Rfm7     | 6           |
| ICARDA      | 9/A/KORDESTAN   | 7           |
| ICARDA      | 12/A/MARAGHEH   | 8           |
| ICARDA      | 14/A/ MARAGHEH  | 9           |
| ICARDA      | 15/A/ MARAGHEH  | 10          |
| ICARDA      | 18/A/ MARAGHEH  | 11          |
| ICARDA      | 19/A/ MARAGHEH  | 12          |
| ICARDA      | 20/A/ MARAGHEH  | 13          |
| SARAROD     | ZARDK           | 14          |
| GACHSARAN   | SARDARY         | 15          |
| KORDESTAN   | YAVAROS         | 16          |

## جدول ۲- میزان بارندگی در سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی سرابله

Table 2- The amount of rainfall during 2006-2007 in Agricultural Research Station of Sarableh

| Month          | ماه           | میزان بارندگی<br>amount of rainfall (mm) |
|----------------|---------------|--|
| sep            | مهر           | 0  |
| Oct            | آبان          | 57.3                                     |
| Nov            | آذر           | 62                                       |
| Dec            | دی            | 45.8                                     |
| Jan            | بهمن          | 50.4                                     |
| Feb            | اسفند         | 68.3                                     |
| Mar            | فروردین       | 16.2                                     |
| May            | اردیبهشت      | 4.6                                      |
| Jun            | خرداد         | 0  |
| Rainfall total | مجموع بارندگی | 304.6                                    |

جدول ۳- میانگین مربعات عملکرد دانه و سایر صفات زراعی در شرایط دیم در واریته‌های گندم دوروم

**Table 3-** Mean squares for grain yield and other agronomic traits under dry land farming in durum wheat genotypes

| S.O.V       | منابع تغییرات | درجه آزادی df. | میانگین مربعات MS           |                           |                               |  |                                    |  |                            |                                     |                              |
|-------------|---------------|----------------|-----------------------------|---------------------------|-------------------------------|--|------------------------------------|--|----------------------------|-------------------------------------|------------------------------|
|             |               |                | ارتفاع بوته<br>Plant height | طول سنبله<br>Spike length | طول پدانکل<br>Peduncle length | تعداد سنبله<br>درمتر مربع<br>Spike.m <sup>-2</sup> | وزن هزار دانه<br>1000-grain weight | تعداد دانه در سنبله<br>Grain spike <sup>-1</sup> | عملکرد دانه<br>Grain yield | عملکرد بیولوژیک<br>Biological yield | شاخص برداشت<br>Harvest index |
| Replication | تکرار         | 3              | 1339.48                     | 1.109                     | 162.63                        | 49238.83   | 119.91                             | 206.54   | 90251.76                   | 2650491.29                          | 98.48                        |
| Variety     | رقم           | 15             | 630.45**                    | 1.583**                   | 43.78**                       | 13872.32**   | 68.69**                            | 135.69   | 2375352.16**               | 6536723.62**                        | 91.55**                      |
| Error       | اشتباه        | 45             | 70.36                       | 0.44                      | 30.68                         | 3813   | 10.33                              | 46.79  | 36478.19                   | 689155.99                           | 52.64                        |
| CV (%)      | ضریب تغییرات  | -              | 11.75                       | 11.97                     | 17.40                         | 15.92  | 8.07                               | 19.23  | 8.46                       | 15.75                               | 14.96                        |

\*\* : معنی دار در سطح احتمال ۱٪.

\*\* : Significant at 1% probability level .

جدول ۴- نتایج تجزیه رگرسیون مرحله‌ای برای عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های گندم دوروم در شرایط دیم

**Table 4-** Result of stepwise regression analysis for grain yield in durum wheat genotypes under drought stress conditions

| مرحله Step | traits                | صفات                       | عرض از مبدأ intercept | ضرایب رگرسیون برای صفات<br>Regression coefficient for traits             |                |                | R <sub>2</sub> |       | VIF  |
|------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------|--|----------------|----------------|----------------|-------|------|
|            |                       |                            |                       | X <sub>1</sub>   | X <sub>2</sub> | X <sub>3</sub> | Partial        | Model |      |
| 1          | Spike.m <sup>-2</sup> | تعداد سنبله<br>در متر مربع | 659.6                 | 4.11   | ----           | ----           | 0.43           | 0.43  | 1.05 |
| 2          | 1000-grain weight     | وزن هزار دانه              | 1955.1                | 4.13   | 40.22          | ----           | 0.19           | 0.62  | 1.14 |
| 3          | Plant height          | ارتفاع بوته                | 2135.7                | 4.24   | 31.47          | -17.25         | 0.13           | 0.75  | 1.91 |
|            | Final model           | مدل نهایی                  |                       | Y= 2135.72+ 4.24x <sub>1</sub> + 3147x <sub>2</sub> -17.25x <sub>3</sub> |                |                |                |       |      |

جدول ۵- تجزیه ضرایب همبستگی به اثرهای مستقیم و غیر مستقیم برای عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های گندم دوروم تحت شرایط دیم

**Table 5-** Correlation coefficient analysis to direct and indirect effects for grain yield in durum wheat genotypes under drought stress

| trait                 | صفت                     | اثر مستقیم<br>Direct effect | اثر غیر مستقیم از طریق<br>Indirect effect via |                |                | ضریب همبستگی با عملکرد دانه<br>Correlation coefficient with grain yield |
|-----------------------|-------------------------|-----------------------------|---|----------------|----------------|---|
|                       |                         |                             | X <sub>1</sub>                                | X <sub>2</sub> | X <sub>3</sub> |   |
| Spike.m <sup>-2</sup> | تعداد سنبله در متر مربع | 0.59                        | -----   | 0.09           | -0.01          | 0.48**  |
| 1000-grain weight     | وزن هزار دانه           | 0.50                        | -0.11   | -----          | -0.12          | 0.27 <sup>ns</sup>  |
| Plant height          | ارتفاع بوته             | -0.46                       | 0.02  | 0.12           | -----          | -0.32*  |
| Residual              | باقیمانده               | 0.41                        |   |                |                |   |

ns: غیر معنی‌دار. \* و \*\*: به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد.

ns: non-significant, \* and \*\*: significant at 5 and 1% probability levels, respectively.

جدول ۶- مقایسه میانگین و انحراف استاندارد شده میانگین هر گروه از میانگین کل برای صفات گروه‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای ۱۶ ژنوتیپ گندم دوروم تحت شرایط دیم

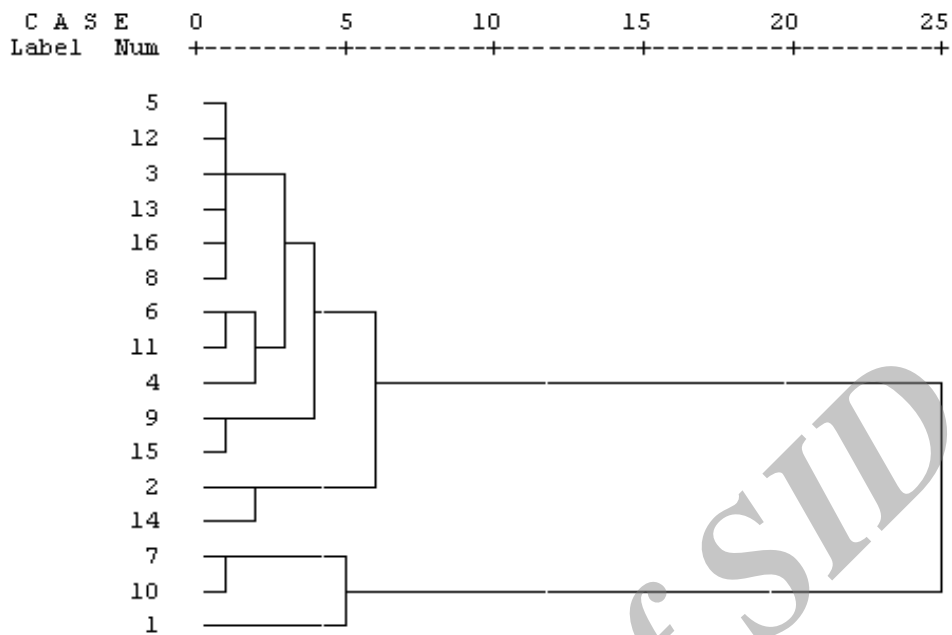
**Table 6-** Mean comparisons of mean and standardized deviations of each mean groups from total mean for traits due to resulted cluster analysis of 16 genotypes of drum wheat under drought stress

| Traits                    | صفات                    | میانگین                 |                          |                         |
|---------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|
|                           |                         | گروه اول<br>First Group | گروه دوم<br>Second Group | گروه سوم<br>Third Group |
| Harvest index             | شاخص برداشت             | 44.23b                  | 52a                      | 41.78c                  |
| Biological yield          | عملکرد بیولوژیک         | -0.23                   | 6.54                     | -3.68                   |
| Grain yield               | عملکرد دانه             | 4682a                   | 4746a                    | 3230b                   |
| 1000- grain weight        | وزن هزار دانه           | 563                     | 627                      | -889                    |
| Grain spike <sup>-1</sup> | تعداد دانه در سنبله     | 2217b                   | 3370a                    | 2217c                   |
| Spike.m <sup>-2</sup>     | تعداد سنبله در متر مربع | -284                    | 869                      | -284                    |
| Spike length (cm)         | طول سنبله               | 38.04b                  | 45.25a                   | 30.05c                  |
| Peduncle length (cm)      | طول پدانکل              | -1.82                   | 5.39                     | 9.81                    |
| Plant height (cm)         | ارتفاع بوته             | 32.98a                  | 26.73b                   | 30.51ab                 |
|                           |                         | 1.06                    | -2.27                    | 3.53                    |
|                           |                         | 277.97b                 | 339.43a                  | 204.97c                 |
|                           |                         | -19.92                  | 41.54                    | -92.92                  |
|                           |                         | 5.71a                   | 5.27b                    | 5.34a                   |
|                           |                         | -0.18                   | -0.25                    | 0.19                    |
|                           |                         | 37.33a                  | 30.41b                   | 31.39b                  |
|                           |                         | -1.01                   | -1.9                     | 3.02                    |
|                           |                         | 84.33a                  | 77.86b                   | 66.9c                   |
|                           |                         | -4.65                   | 6.31                     | 7.78                    |

\*: اختلاف میانگین‌های هر ستون که دارای حروف مشترک هستند از نظر آماری در سطح ۵٪ به روش دانکن معنی‌دار نمی‌باشند.

Means followed by similar letters at each column are not significant at 5% level in using Dancans test.





شکل ۲- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای زنوتیپ‌های گندم دوروم تحت شرایط دیم بر اساس صفات زراعی و عملکرد دانه

**Figure 2-** Dendrogram of cluster analysis of durum wheat genotypes under drought stress conditions based on agronomic traits and grain yield

Archive of SID

## References

## منابع مورد استفاده

- Agrama, H.A.S. 1996. Sequential path analysis of grain yield and its components in maize. *Plant Breeding*. 115: 343- 346.
- Ali, M., C.R. Jensen, V.O. Mogensen, and M.N. Anderson. 2001. Root signaling and osmotic adjustment during intermittent soil drying sustain grain yield of field grown wheat. *Field Crops Research*. 62: 35- 52.
- Aly, R.M., and A.Y. El-Bana. 1994. Grain yield analysis for nine wheat cultivars grown in newly cultivated sandy soil under different N fertilization levels. *J. Agric. Res.* 21: 67-77.
- Blum, A. 1997. Crop responses to drought and the interpretation of adaptation. *Plant Growth Regul.* 20: 135- 148.
- Dejan, D., S. Quarrie, and S. Stankovic. 2002. Characterizing wheat genetic resources for responses to drought stress. *Euphytica*. 97: 307-318.
- Farahani, E., and A. Arzani. 2008. Evaluation of genetic variation of durum wheat genotypes using multivariate analysis. *Electronic Journal of Crop Production*. 1: 51-64.
- Farshadfar, E. 2004. Multivariate principles and procedures of statistics. Taghbostan Publication. (In Persian).
- Golababady, M., and A. Arzani. 2003. Study of genetic variation and factor analysis of agronomic traits in durum wheat. *J. Sci. and Technol. Agric and Natur. Resour.* 7: 115-127.
- Golparvar, A.R., M.R. Ghanadha, A.A. Zali, A. Ahmadi, and E.M. Harvan. 2006. Factor analysis of morphological and morpho-physiological traits in bread wheat genotypes under drought and non-drought stress conditions. *J. of Pajouhesh and Sazandegi*. 72: 52-59. (In Persian).
- Hosseinpor, T., S.A. Siadat, R. Mamagani, and M. Bahrani. 2003. Path analysis of agronomic traits for grain yield and straw of wheat genotypes under reduced irrigation. *The Scientific Journal Agriculture*. 7: 115-127. (In Persian).
- Moghaddam, M., B. Ehdaie, and J.G. Waines. 1997. Genetic variation and interrelationships of agronomic characters in landraces of bread wheat from southern Iran. *Euphytica*. 95: 361-369.
- Mohamed, A.I.S. 1999. Promising durum wheat genotypes under normal and stress growing conditions in northern Sudan-Rachis. *J. Agricultural Sci.* 18: 64-66.
- Naderi, A., E. Majidi, A. Hashemi- Dezfuli, G. Nourmohamadi, and A. Rezaie. 2000. Genetic variation for dry matter and nitrogen accumulation of grain in spring wheat genotypes under optimum and post- anthesis drought stress conditions. I. Grain yield and its related traits. *Iranian J. Crop Sci.* 2: 58- 66. (In Persian).
- Pantuwan, G., S. Fukai, M. Cooper, S. Rajatasereekul, and J.C. O'Toole. 2003. Yield response of rice (*Oryza sativa* L.) to drought under rainfed lowlands 3. Plant factors contributing to drought resistance. *Field Crop Res.* 73: 181-200.
- Sepanlu, G., S. Galeshi, and A. Zeinali. 2004. Effect of water stress on yield and yield components at different growth stages. *Agricultural Sciences and Technology*. J. 4: 91-101.
- Soleymanifard, A., Kh. Fasihi, H. Nasrirad, and R. Naseri. 2010. Evolution of stress tolerance indices in durum wheat genotypes. *J. of Plant Production*. 17(2): 20-30.