

## تعیین روابط میان عملکرد دانه و اجزای عملکرد در ارقام گندم تحت شرایط تنش قطع آب در مراحل رشد از طریق تجزیه علیت

- منظر طالبی فر، گروه کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد آستارا (نویسنده مسئول)
- رضا تقی زاده، گروه کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد آستارا
- سیدابراهیم کمالی کیوی، گروه کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد آستارا

تاریخ دریافت: آذر ماه ۱۳۹۲ تاریخ پذیرش: تیر ماه ۱۳۹۳  
پست الکترونیک نویسنده مسئول: [mtalebifar87@gmail.com](mailto:mtalebifar87@gmail.com)

### چکیده

توسعه ارقام پُر محصول، هدف اصلی در بسیاری از برنامه‌های اصلاح گندم است. با این حال، اثر برنامه به روابط بین عملکرد دانه و اجزای آن بستگی دارد. به منظور بررسی روابط بین عملکرد دانه با سایر عوامل مؤثر بر آن و اهمیت نسبی هر یک از آنها، چهار رقم گندم برای ۹ صفت مورد بررسی قرار گرفتند. ضرایب همبستگی ساده بین صفات، ارتباط مثبت و معنی دار عملکرد دانه با شاخص برداشت، عملکرد بیولوژیک، تعداد دانه در سنبله و تعداد دانه در متر مربع را نشان داد. ارتباط بالای صفات تعداد دانه در سنبله، تعداد دانه در مترمربع، وزن هزار دانه و تعداد سنبلچه در سنبله با عملکرد دانه در نتایج حاصل از رگرسیون چند متغیره خطی به روش گام به گام نیز اثبات گردید. تجزیه علیت، ارتباط مثبت و مستقیم صفات تعداد دانه در متر مربع، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و تعداد سنبلچه در سنبله با عملکرد دانه را نشان داد. تعداد دانه در سنبله مهمترین جزء از اجزای عملکرد دانه بوده و نیز با توجه به نقش مؤثر تعداد سنبلچه در سنبله، گزینش این دو صفت در افزایش عملکرد دانه از اهمیت بسزایی برخوردار خواهد بود.

کلمات کلیدی: مرحله رشدی، کمبود آب، تنش خشکی، تجزیه علیت، رگرسیون

**Determination of relationships between yield and yield components in wheat varieties under water deficit stress in different growth stages through Path analysis**

By:

- M. Talebifar, (Corresponding Author), Department of Agronomy and Plant Breeding, Aštara Branch, Islamic Azad University, Aštara, Iran
- R. Taghizadeh, Department of Agronomy and Plant Breeding, Aštara Branch, Islamic Azad University, Aštara, Iran
- S. E. Kamal kivi, Department of Agronomy and Plant Breeding, Aštara Branch, Islamic Azad University, Aštara, Iran

Received: November 2013

Accepted: June 2014

Development of high yielding varieties is the main objective in many wheat breeding programs. However, effectiveness of program depends on relationships between grain yield and its components. In order to investigate the relationships, four varieties of wheat were evaluated for nine traits. Correlation coefficients of simple traits showed the positive and significant relationship of grain yield with harvest index, biological yield, the number of grain per spike and number of grain per m<sup>2</sup>. The high relationship of grain number per m<sup>2</sup>, number of grain per spike, weight of thousand grains and number of spikelet per spike with grain yield was also observed in multivariate stepwise linear regression. Path analysis showed positive and direct effect of grain number per m<sup>2</sup>, number of grain per spike, weight of thousand grains and number of spikelet per spike on grain yield. Grain number is the most important component from grain yield and according to effective role of spikelet number per spike, selection of these two traits will be important to increased grain yield.

Key Words: Growth stage, water deficit, drought stress, path analysis, regression.

**مقدمه**

به یکدیگر از موازنه و تعادل مطلوبی برخوردار باشند. در بیشتر مناطق رشد گندم، مسئله پُر شدن دانه‌ها با استفاده از مواد فتوسنتزی به وسیله تنش‌های زنده و غیرزنده تحت تأثیر قرار می‌گیرند. در این حالت نتیجه نهایی و عمومی این تنش‌ها، چروکیدگی دانه، کاهش وزن هزار دانه و در نتیجه کاهش عملکرد دانه می‌باشد (Mohammadi *et al.*, 2010).

برخی از مطالعات نشان داده‌اند ارقامی که تعداد پنجه‌های بیشتری دارند، تعداد سنبله در واحد سطح آنها نیز افزایش می‌یابد (Attarbashi *et al.*, 2002)، در این صورت تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه کاهش پیدا می‌کند. با این حال، افزایش وزن دانه فقط تا حدی کاهش تعداد دانه را جبران می‌نماید (Ghobadi *et al.*, 2007). افزایش تعداد دانه در سنبله تا حدود زیادی افزایش تعداد دانه در مترمربع را توجیه می‌نماید.

آستین (Austin, 1980) اظهار داشتند که عملکرد دانه تابع افزایش عملکرد بیولوژیک است. بنابراین افزایش هر کدام از صفات فوق‌الذکر، افزایش عملکرد دانه را در پی خواهد داشت. اما بدیهی است انتخاب برای صفات مرتبط با عملکرد بدون در نظر گرفتن روابط آنها با سایر صفات به تنهایی نمی‌تواند مؤثر واقع شود و کارایی گزینش را پایین می‌آورد. اهدایی (Ehdaie, 1998) همبستگی بین عملکرد دانه با شاخص برداشت را مثبت و معنی‌دار ولی یزدان‌سپاس (Yazdan-sepas, 1998) همبستگی بین عملکرد دانه با شاخص برداشت را غیر معنی‌دار گزارش کرده‌اند. گل‌پرور و همکاران (Golparvar *et al.*, 2002) بیشترین اثر مستقیم مثبت را بر عملکرد دانه مربوط به صفات وزن هزار دانه و عملکرد بیولوژیک دانسته‌اند.

گندم از جمله غلات عمده است که به علت سهولت تولید و اهمیت آن در تغذیه انسان در سطح گسترده‌ای در دنیا و کشور ایران تولید می‌شود، به طوری که امروزه غذای اصلی بیش از ۳۵ درصد از مردم دنیا را تأمین می‌کند. همچنین از نظر تولید و سطح زیر کشت مهمترین محصول استراتژیک در کشاورزی کشور ایران و جهان است و افزایش روز افزون آن مورد توجه قرار می‌گیرد (Kazemi-Arbat, 2005). طبق گزارش فائو (FAO, 2010)، در حال حاضر سطح زیر کشت گندم در جهان بیش از ۲۱۵ میلیون هکتار و تولید آن بالغ بر ۶۷۵ میلیون تن است. متخصصین پیش بینی می‌کنند که تا سال ۲۰۲۰ میزان تقاضا برای گندم ۴۰ درصد افزایش پیدا کند لذا افزایش سریع تولید گندم ضروری می‌باشد (Braun *et al.*, 1998; Rejesus *et al.*, 1996).

عملکرد دانه در غلات به عنوان مهمترین خصوصیت تحت تأثیر اجزای آن از جمله تعداد دانه در سنبله، وزن دانه، تعداد سنبله در واحد سطح و صفات مرتبط با آنها قرار می‌گیرد. عملکرد یک گیاه در واحد سطح را می‌توان از طریق افزایش ماده خشک تولیدی مزرعه در قبل از گلدهی و یا افزایش شاخص برداشت بالا برد. تعیین مهمترین صفات مؤثر بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم و همبستگی آنها با عملکرد سبب انتخاب ژنوتیپ‌های پُر محصول در جهت افزایش عملکرد در واحد سطح شده است (Rahnama *et al.*, 2000).

جهت حصول عملکرد مناسب باید تمامی اجزای عملکرد نسبت

امری و همکاران (۱۳۹۰) بیان داشتند وزن کاه و کلس بیشترین تأثیر مستقیم و مثبت را بر روی عملکرد دانه داشته است. پس از آن صفات تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و شاخص برداشت به ترتیب بیشترین تأثیر مستقیم و مثبت را بر روی عملکرد دانه نشان دادند. نورخلج و همکاران (۱۳۸۹) بیشترین اثرات مستقیم و مثبت بر عملکرد دانه مربوط به صفات عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت و کمترین تأثیر مستقیم و منفی مربوط به صفت ارتفاع گیاه دانسته‌اند.

نتایج حاصل از همبستگی فنوتیپی، ژنوتیپی، رگرسیون گام به گام و تجزیه علیت بر روی ۲۰ لاین گندم نان در شرایط آبی و دیم نشان داد که برای افزایش عملکرد دانه به ترتیب تعداد سنبله در واحد سطح، تعداد دانه در سنبله و وزن هزاردانه را بایستی افزایش داد و به دلیل محدودیت آبی، برای افزایش برداشت باید عملکرد کاه را نسبت به عملکرد دانه کاهش داد. همچنین این بررسی نشان داد که برای افزایش عملکرد در شرایط بدون تنش از بین اجزای عملکرد دانه به ترتیب تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله در واحد سطح و وزن هزار دانه بایستی افزایش یابد (نورمند مؤید و همکاران، ۱۳۷۷). یودین و همکاران (Uddin *et al.*, 1997) اظهار داشتند که در گندم ژنوتیپ‌های دارای تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه بالاتر، عملکرد بیشتری در واحد سطح تولید می‌شود.

#### مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۱۳۹۰-۹۱ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی اهواز با طول جغرافیایی ۴۸°۴۰' و عرض جغرافیایی ۳۱°۲۰' و نیز با متوسط بارندگی سالیانه ۲۴۰ میلی‌متر و ارتفاع از سطح دریا ۲۲/۵ متر انجام شد. بر اساس آمار هواشناسی، میانگین بارندگی سالانه ۱۹۹/۵ میلی‌متر، میانگین حداکثر دمای سالانه ۲۶/۳°C و میانگین حداقل دمای سالانه ۶/۶°C بود که به ترتیب در تیرماه و دی‌ماه رخ داده است.

این تحقیق به صورت کرت‌های یک بار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. در این آزمایش تیمار اصلی قطع آبیاری در هر یک مراحل رشد شامل پنجه‌زنی، اواسط ساقه‌رفتن، اواسط گلدهی، اواسط دانه‌بندی و شاهد (آبیاری کامل) و چهار ژنوتیپ گندم به عنوان تیمار فرعی که عبارتند از رقم نان (*Triticum aestivum*) شامل ارقام چمران و استار و ۲ رقم گندم دوروم (*Triticum durum*) شامل ارقام کرخه و بهرنک بودند. هر کرت دارای ۶ خط به طول ۵ متر و با فاصله خطوط ۰/۲ متر بود. صفات مورد بررسی شامل شاخص برداشت، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، تعداد سنبله در سنبله، تعداد دانه در سنبله بودند.

به منظور تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه، آزمون خاک انجام شد. بافت خاک، سیلتی رسی با هدایت الکتریکی ( $Ec=ds.m^{-1} 4.5$ ) و اسیدیته خنثی ( $pH=7$ ) در منطقه فعال ریشه بود. زمین محل آزمایش با توجه به شرایط آب و هوایی پس از مآخار کردن با شخم عمیق و دیسک آماده سازی شد و پس از مصرف کودهای پایه بر اساس توصیه‌های تحقیقاتی و آزمون خاک و پس از مخلوط کردن آنها با دیسک، سطح مزرعه با لولر تسطیح شد. پس از آماده شدن زمین، بذور هر ژنوتیپ در کرت‌های مربوطه با تراکم ۵۰۰ گیاه در مترمربع کشت شدند. بعد از انجام کشت

نورخلج و همکاران (۱۳۸۹) در آزمایشی بر روی گندم‌های مشتق شده از لاین‌های سینتتیک بیان نمودند که بالاترین میزان همبستگی عملکرد دانه با عملکرد بیولوژیک بوده و در رگرسیون گام به گام صفات عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، تعداد روز تا گرده‌افشانی، طول پدانکل و طول بیرون آمدگی پدانکل وارد مدل شدند و انجام تجزیه علیت برای عملکرد دانه نشان دهنده تأثیر مثبت و بالای مستقیم عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و طول بیرون آمدگی پدانکل بر افزایش عملکرد بود.

تجزیه علیت عملکرد دانه در گندم نان نشان داده است که تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله و شاخص برداشت از اثر مستقیم و مثبت بالایی بر عملکرد دانه برخوردارند (Del-Blanco *et al.*, 2001; Ehdai & Waines, 1989). فگم (Fagam *et al.*, 2007) نیز به تأثیر مستقیم و مثبت تعداد دانه سنبله و وزن هزار دانه بر عملکرد دانه اشاره دارد. شارما و رانداوا (Sharma & Randawa, 2004) نیز اثر مستقیم وزن هزار دانه بر عملکرد دانه را منفی و اثر غیر مستقیم آن را مثبت گزارش کرده‌اند.

اکویاما و همکاران (Okuyama *et al.*, 2004) در گندم نشان دادند که عملکرد دانه با بیوماس و تعداد سنبله در مترمربع و تعداد دانه در سنبله همبستگی مثبتی دارند، همچنین بر اساس گزارش محققان، تعداد سنبله در مترمربع و تعداد دانه در سنبله اثرات مستقیم و مثبتی روی عملکرد دانه داشتند (Arduini *et al.*, 2006). یاغدی (Yagdi, 2009) در گندم دوروم گزارش نمود که وزن دانه در سنبله اثر مستقیم مثبتی روی عملکرد دانه دارد و اثر غیر مستقیم آن از طریق سایر صفات روی عملکرد نیز مثبت بود. تعداد دانه در سنبله و ارتفاع گیاه اثر مستقیم مثبتی روی عملکرد دانه داشتند.

هر چند بین عملکرد و تعدادی از اجزای آن رابطه مثبتی وجود دارد، اما وجود همبستگی‌های منفی بین برخی از اجزای عملکرد باعث شده است که انتخاب برای همه اجزای عملکرد دانه نتواند به عنوان عاملی در افزایش عملکرد دانه غلات دانه ریز مفید واقع شود

پُر شدن دانه‌ها و رشد سریع گندم نسبت به کمبود رطوبت بسیار حساس می‌باشند، هر چند اثر سوء تنش در مراحل پُر شدن دانه‌ها و طویل شدن ساقه بر عملکرد از شدت بیشتری برخوردار می‌باشد (Day & Intalap, 1970). با مطالعه همبستگی بین عملکرد دانه و اجزای آن و سایر صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک مشخص شد عملکرد دانه با تعداد سنبله در مترمربع، شاخص برداشت، تعداد دانه در سنبله، درصد باروری سنبله و وزن خشک سنبله در مرحله گرده‌افشانی همبستگی مثبت و معنی‌داری دارد (Araus et al., 2003). بین اجزای عملکرد رابطه متقابل و منفی وجود دارد که با افزایش یک جزء سبب کاهش جزء یا اجزای دیگر می‌شود. این یک سیستم خود تنظیمی و جبرانی است که باعث تطابق بهتر گیاه با امکانات و شرایط محیطی می‌شود.

### تجزیه رگرسیون چند متغیره خطی به روش گام به گام

مطابق نتایج بدست آمده از تجزیه رگرسیون چند متغیره خطی به روش گام به گام (جدول ۳) مشاهده شد که  $Y = \text{عملکرد دانه تابعی از } X = \text{تعداد دانه در مترمربع} + \text{تعداد دانه در سنبله}$ ،  $X_1 = \text{وزن هزار دانه}$  و  $X_2 = \text{تعداد سنبله در مترمربع}$  که به روش گام به گام انجام شد بر اساس معادله ذیل، این مدل حدود ۹۲ درصد از تغییرات ناشی از عوامل متغیر را توجیه نمود.

$$Y = 885 + 0.89 X_1 + 0.86 X_2 + 0.74 X_3 + 0.67 X_4$$

### تجزیه علیت (مسیر)

بر اساس نتایج بدست آمده از تجزیه علیت (جدول ۴) مشاهده گردید تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه دارای بیشترین اثر مستقیم و مثبت بر روی عملکرد دانه بود و پس از آن تعداد دانه در مترمربع و تعداد سنبله در سنبله قرار داشتند. تعداد دانه در متر مربع و تعداد دانه در سنبله دارای بیشترین تأثیر غیر مستقیم منفی از طریق کاهش وزن هزار دانه بر عملکرد دانه بودند. تعداد دانه در متر مربع از طریق افزایش تعداد دانه در سنبله به طور مثبت بر عملکرد دانه تأثیر داشت. مطابق با جدول اشاره شده تأثیر عوامل کنترل نشده برابر با ۰/۰۸ بود.

با توجه به همخوانی اثر مستقیم تعداد دانه در سنبله با اثر کل می‌توان نتیجه گرفت که تعداد دانه در سنبله مهمترین صفت مؤثر بر عملکرد دانه باشد. از سوی دیگر با توجه به اثر مستقیم تعداد دانه در سنبله به عنوان مخزن بر عملکرد دانه، از نظر تسهیم مواد فتوسنتزی به سمت دانه به شرط آنکه محدودیتی در منبع وجود نداشته باشد می‌تواند از اهمیت بیشتری برخوردار باشد. با توجه به جدول ۲، وجود همبستگی مثبت و معنی دار بین تعداد دانه در سنبله و تعداد سنبله و سنبله بسیار توجیه کننده و قابل انتظار است، چرا که تعداد سنبله در سنبله و در واحد سطح بیشتر باشد به نوبه خود تعداد دانه و عملکرد دانه نیز بالاتر می‌رود.

نتایج تجزیه رگرسیونی نشان داد که صفات در مدل رگرسیون، دارای رابطه خطی معنی‌داری با عملکرد دانه می‌باشند و با توجه به بالا بودن ضریب تبیین این مدل ( $R^2 = 92$ )، تعمیم پذیری آن بسیار بالا است. نتایج تجزیه علیت نشان داد که تعداد دانه در سنبله بیشترین اثر مستقیم و معنی دار را بر عملکرد دانه دارد و چون این اثر با همبستگی بین عملکرد دانه و تعداد دانه در مترمربع مطابقت دارد و در یک راستاست لذا این صفت می‌تواند به طور مستقیم مبنای

آبیاری به صورت کرتی انجام شد و فاصله آبیاری‌های بعدی با توجه به میزان بارندگی و مراحل رشد گیاه حدوداً هر ۷-۱۵ روز انجام شد. اولین کود سرک در اوایل مرحله ساقه رفتن و دومین کود سرک در مرحله آبستنی کامل به زمین داده شد. کلیه مدیریت‌های مزرعه از جمله کاربرد کود شیمیایی، مبارزه با علف‌های هرز و غیره بر اساس توصیه‌های تحقیقاتی موجود انجام شد. کنترل علف‌های هرز با توجه به جمعیت علف‌های هرز و بر اساس توصیه‌های تحقیقاتی در اواسط مرحله پنجه‌زنی گیاه انجام گرفت. برداشت در هر کرت به وسیله کمباین با توجه به مرحله رشد گیاه و رسیدگی آن در تاریخ ۱۵ اردیبهشت ماه انجام شد. برای تجزیه آماری داده‌ها از نرم افزارهای Minitab و MSTATC استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

### نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد قطع آبیاری در هر یک از مراحل رشد گیاه بر روی کلیه صفات مورد مطالعه تأثیرگذار بود. میان ارقام مورد بررسی تفاوت معنی‌دار برای هر یک از صفات به استثنای ارتفاع گیاه مشاهده شد. همچنین اثرات متقابل نیز برای همه صفات معنی‌دار گردید.

### تجزیه همبستگی

بر اساس نتایج حاصل از ضرایب همبستگی میان صفات مورد بررسی (جدول ۲) مشاهده گردید که وزن هزار دانه با تعداد دانه در مترمربع ( $R = 0.85$ ) در سطح احتمال ۱٪ و با ارتفاع گیاه ( $R = 0.57$ ) دارای همبستگی مثبت در سطح احتمال ۵٪ بود. شاخص برداشت با عملکرد بیولوژیک ( $R = -0.69$ ) و با تعداد سنبله در مترمربع ( $R = 0.77$ ) در سطح احتمال ۱٪ دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار بود. عملکرد بیولوژیک با تعداد سنبله در متر مربع ( $R = -0.56$ ) در سطح احتمال ۵٪ دارای همبستگی منفی بود. همبستگی مثبت بین تعداد سنبله در سنبله با تعداد دانه در سنبله ( $R = 0.63$ ) و تعداد دانه در مترمربع ( $R = 0.90$ ) در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود که با نتایج احمدی و همکاران (Ahmadi, et al., 2004) مطابقت دارد. عملکرد دانه با تعداد دانه در مترمربع ( $R = 0.68$ ) در سطح احتمال ۱٪ و با شاخص برداشت ( $R = 0.56$ )، وزن هزار دانه ( $R = 0.52$ )، تعداد سنبله در سنبله ( $R = 0.56$ ) و تعداد دانه در سنبله ( $R = 0.53$ ) در سطح احتمال ۵٪ دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار بود. تعداد سنبله در سنبله با تعداد دانه در سنبله ( $R = 0.51$ ) در سطح احتمال ۵٪ دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار بود. همبستگی موجود بین عملکرد دانه و شاخص برداشت در شرایط تنش خشکی با نتایج مطالعات اهدایی و وانیز (Ehdaie & Waines, 1994) مطابقت دارد. در شرایط تنش خشکی گزینش ژنوتیپ‌هایی با صفات وزن هزار دانه و تعداد سنبله در مترمربع بالا منجر به افزایش عملکرد دانه می‌شود. این نتایج با گزارش جرادات (Jaradat, 1991) مبنی بر این که تعداد دانه در سنبله به عنوان حساس‌ترین صفت جهت انتخاب ژنوتیپ‌های مقاوم به تنش خشکی بوده است. در تحقیقی مشاهده شد بین عملکرد دانه و تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله، شاخص برداشت، درصد باروری سنبله و وزن خشک سنبله در مرحله گرده‌افشانی همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت. بر اساس این نتایج مشخص شد که در شرایط تنش رطوبتی، عملکرد دانه عمدتاً متأثر از تعداد دانه در واحد سطح می‌باشد. بنابراین اعمال تنش در هر مرحله از نمو گندم باعث کاهش عملکرد شده و مراحل

در نهایت با توجه به نتایج به دست آمده چنین نتیجه گیری می شود که انتخاب براساس صفات تعداد دانه در سنبله به علت تأثیر مستقیم باعث افزایش بسیار در میزان عملکرد دانه می گردد ولی از طریق غیر مستقیم با کاهش وزن هزار دانه افزایش کمتری در میزان عملکرد دانه دارد. نتایج این تحقیق نشان داد که صفات تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و تعداد دانه در مترمربع به ترتیب مهمترین صفات مؤثر در افزایش عملکرد دانه گندم می باشند.

انتخاب قرار گیرد و چون این دو اثر در یک راستا و مثبت هستند پس انتخاب نیز در یک جهت تأثیرگذار خواهد بود. در مورد وزن هزار دانه نیز به علت تأثیر مستقیم و مثبت و تقریباً بالا و تطابق کمتر آن با همبستگی کل لذا این صفت را نیز می توان مبنای انتخاب در مرتبه دوم قرار داد. صفات تعداد دانه در مترمربع و تعداد سنبله در سنبله به طور مثبت به علت تأثیر مستقیم و کم و نیز همبستگی مثبت و معنی دار که با عملکرد دانه دارند، در مرتبه سوم قرار دارند.

جدول ۱- خلاصه نتایج تجزیه واریانس میانگین مربعات صفات مورد مطالعه

منبع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع گیاه	شاخص برداشت	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	تعداد سنبله در سنبله	تعداد دانه در مترمربع	تعداد دانه در مترمربع
تکرار	۲	۷۱/۶۲ <sup>NS</sup>	۱۴۶/۰۶ <sup>NS</sup>	۰/۱۶ <sup>NS</sup>	۲۶۹۶۵۶/۶۰ <sup>NS</sup>	۲۹۷۶۰۲۷/۳۸ <sup>NS</sup>	۲/۵۲ <sup>NS</sup>	۲۳/۹۳ <sup>NS</sup>	۲۰۳۴۸۱۷۴/۲۰ <sup>NS</sup>
قطع آبیاری در مرحله رشدی اشتهاب (۱)	۴	۲۸۲/۸۱*	۳۵۱/۹۳*	۱/۸۰*	۹۳۲۶۳۵/۹۷**	۹۷۸۱۷۳۵۵/۱۷**	۱۱/۳۴**	۱۸۹/۶**	۱۰۴۵۲۳۳۳/۱۸**
رقم	۸	۱۲۳/۳۵ <sup>NS</sup>	۱۲۹/۳۲ <sup>NS</sup>	۰/۵۵ <sup>NS</sup>	۳۳۳۶۱۵/۵۶ <sup>NS</sup>	۲۰۶۶۶۷۵/۱۷ <sup>NS</sup>	۱۷/۰۸ <sup>NS</sup>	۵۳/۷۰ <sup>NS</sup>	۹۷۶۹۹۹۲/۵۵
قطع آبیاری × رقم	۳	۱۸/۶۸ <sup>NS</sup>	۶۹/۲۶*	۰/۹۳*	۳۹۵۴۷۲/۶۹**	۹۸۶۲۸۲۰/۶۵**	۴۱/۳۸*	۳۳/۴۸*	۷۱۳۷۴۲۰/۱۳**
خطا	۱۲	۲۸/۱۴*	۶۲/۳۱*	۰/۱*	۳۱۰۰۴۹/۷۸**	۹۳۹۳۳۷۹/۹۹**	۳۸/۷۴*	۲۱/۴۷*	۱۴۹۵۴۱۶/۷۸**
ضریب تغییرات (CV%)	۳۰	۲۱	۲۷/۷۲	۰/۳۰	۱۰۰۴۲۵/۴۸	۳۲۲۸۳۴۸/۶۹	۱۰/۰۱	۹/۷۰	۵۵۰۸۴۱۷/۹۹
		۸/۸	۱۱/۵	۱۰/۳	۱۰/۴	۱۰/۶	۱۰/۱	۹/۷	۱۲/۹

NS: غیر معنی دار. \* و \*\*: میانگین مربعات به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال ۱ و ۵ درصد.

جدول ۲- نتایج ضرایب همبستگی برای عملکرد دانه و اجزای عملکرد مربوط به ارتباط بین صفات در هنگام تنش (n = ۱۶)

صفت	ارتفاع گیاه	شاخص برداشت	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	تعداد سنبله در سنبله	تعداد دانه در مترمربع	تعداد دانه در مترمربع
شاخص برداشت	۰/۱۴ <sup>NS</sup>							
وزن هزار دانه	۰/۵۷*	۰/۱۳ <sup>NS</sup>						
عملکرد دانه	۰/۲۸ <sup>NS</sup>	۰/۵۶*	۰/۵۲*					
عملکرد بیولوژیک	۰/۲۱ <sup>NS</sup>	۰/۲۶*	۰/۱۵ <sup>NS</sup>	۰/۴۵ <sup>NS</sup>				
تعداد سنبله در سنبله	۰/۲۰ <sup>NS</sup>	۰/۱۸ <sup>NS</sup>	۰/۱۷ <sup>NS</sup>	۰/۵۶*	۰/۳۷ <sup>NS</sup>			
تعداد دانه در سنبله	۰/۱۴ <sup>NS</sup>	۰/۱۷ <sup>NS</sup>	۰/۴۶ <sup>NS</sup>	۰/۵۳*	۰/۳۹ <sup>NS</sup>	۰/۵۱*		
تعداد سنبله در مترمربع	۰/۱۲ <sup>NS</sup>	۰/۷۷**	۰/۳۸ <sup>NS</sup>	۰/۲۹ <sup>NS</sup>	۰/۵۶*	۰/۲۷ <sup>NS</sup>	۰/۲۰ <sup>NS</sup>	
تعداد دانه در مترمربع	۰/۱۳ <sup>NS</sup>	۰/۱۲ <sup>NS</sup>	۰/۸۵**	۰/۶۸**	۰/۱۰ <sup>NS</sup>	۰/۹۰**	۰/۱۹ <sup>NS</sup>	۰/۳۵ <sup>NS</sup>

NS: غیر معنی دار. \* و \*\*: به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال ۱ و ۵ درصد.

جدول ۳- مراحل رگرسیون گام به گام برای عملکرد دانه به عنوان متغیر تابع و سایر صفات به عنوان متغیر مستقل

متغیر اضافه شده به مدل	۱	۲	۳	۴
عدد ثابت	۴۵۹	۵۹۹	۷۳۲	۸۸۵
تعداد دانه در مترمربع	۰/۳۲**	۰/۴۰**	۰/۵۳**	۰/۸۹**
تعداد دانه در سنبله		۰/۹۰**	۰/۴۴**	۰/۸۶**
وزن هزار دانه			۰/۳۴**	۰/۷۴**
تعداد سنبله در سنبله				۰/۶۷**
ضریب تبیین (R <sup>2</sup> )	۵۶/۴۵	۶۸/۳۸	۷۹/۴۹	۹۱/۹

\* و \*\*: به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال ۱ و ۵ درصد.

جدول ۴- بررسی اثرات مستقیم و غیر مستقیم در تجزیه علیت (مسیر) صفات موجود مدل رگرسیون بر عملکرد دانه

اثر کل	اثر غیر مستقیم				اثر مستقیم	صفت
	تعداد سنبلیچه در سنبله (همبستگی)	وزن هزار دانه	تعداد دانه در سنبله	تعداد دانه در مترمربع		
۰/۶۸	۰/۳۷	-۰/۸۰	۰/۷۳	-	۰/۳۸	تعداد دانه در مترمربع
۰/۳۳	-۰/۲۲	-۰/۶۶	-	۰/۲۸	۰/۸۹	تعداد دانه در سنبله
۰/۴۲	-۰/۳۸	-	۰/۴۴	-۰/۳۵	۰/۷۱	وزن هزار دانه
۰/۳۶	-	-۰/۲۳	۰/۱۴	۰/۱۲	۰/۳۳	تعداد سنبلیچه در سنبله
Error = ۰/۰۸۱						

- Daynard, T. B. and Kannenberg, L. W., 1976. Relationships between length of the actual and effective grain filling period and the grain yield of corn. *Can. J. Plant Sci.* 56: 237-242.
- Del-blanco, I. A., Rajaram, S. and Kronstad, W. E., 2001. Agronomic potential of synthetic hexaploid wheat-derived populations, *Crop Sci.* 41: 670-676.
- Ehdaie, B. and Waines, G., 1989. Genetic variation, heritability and path analysis in landraces of bread wheat from southwestern Iran. *Euphytica.* 41: 183-190.
- Ehdaie, B., 1998. Selection for drought resistance in wheat. First Iranian Congress on Crop Production and Breeding. Faculty of Agriculture, University of Tehran, Iran.
- Ehdaie, B., Waines, J. G., 1994. Growth and transpiration efficiency of near-isogenic lines for height in a spring wheat. *Crop Sci.* 34:1443-1445.
- Fagam, A. S., Bununu, A. M. and Buba, U. M., 2007. Path Coefficient Analysis of the Components of Grain Yield in Wheat (*Triticum aestivum* L.). *Inter. J. Natu. Appl. Sci.* 2:310-316.
- FAO. 2010. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Quarterly Bulletin of Statistics. Rome, Italy. Available on-line as <http://www.FAO.org/docrep/013/i2050e.pdf/>
- Ghobadi, M., Kashani, A., Mamghani, S. A. and Eghbal-Ghobadi, M., 2007. Studying tillering trend and its relationship with grain yield in wheat under different plant densities. *Journal of Agricultural Sciences* 3: 23-36.
- Golparvar, A., Ghannadha, M. and Ahmadi, A., 2002. Evaluating some morphological traits as selection criteria in breeding bread wheat. *Iranian Journal of Agricultural Sciences* 3: 202-205.
- Jaradat, A., 1991. Levels of phenotypic variation for developmental traits in landrace genotypes of durum wheat from Jordan. *Euphytica.* 51:265-271.
- Kazemi-Arbat, H. 2005. Morphology and anatomy of cereal crops (Firsted.). Tabriz University Press, Iran, 189 pp.
- Mohammadi, S., Yazdanehas, A., Rezaie, M. and Mirmahmudi, T., 2010. Study of response of different Iranian bread wheat genotypes to different sowing dates under full-irrigation and terminal drought stress conditions. *Research on Crops.* 11(1): 13-19.
- Okuyama, L. A., Fedrizzi, L. C. and Barbosa, J. F., 2004. Correlation and path analysis of yield and its components and plant traits in wheat. *Ciencia Rural.* 34: 1701-1708.
- Ortiz, J. and Longie, H., 1997. Path analysis and ideotypes for plant breeding, *Aron. J.* 89: 988-994.

### منابع مورد استفاده

- امری، م.، کاظمی‌اربط، ح. ا. و روستایی، م. ۱۳۹۰. ارزیابی عملکرد و اجزای عملکرد ژنوتیپ‌های گندم نان (*Triticum aestivum* L). فصل نامه دانش نوین کشاورزی پایدار، سال هفتم، شماره سوم، پاییز. صفحات ۸-۱.
- نورخلج، ک.، خدارحمی، م.، امینی، ا.، اسماعیل‌زاده، م. و صادق قول‌مقدم، ر.، ۱۳۸۹. بررسی روابط همبستگی و علی صفات مورفولوژیک در لاین‌های سینتتیک گندم. مجله زراعت و اصلاح نباتات. جلد ۶، شماره ۳، پاییز. صفحات ۱۷-۷.
- نورمند مؤید، ف.، رستمی، م. و قنادها، م. ح.، ۱۳۷۷. بررسی تنوع صفات کمی و رابطه آنها با عملکرد گندم نان در شرایط دیم و آبی. خلاصه چکیده مقالات پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. کرج. مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر. شهریور ماه. صفحه ۲۳۵.
- Ahmadi, A. A., Si-o-Semard, A. A., 2004. A comparison between the capacity of photo assimilate storage and remobilization, and their contribution to yield in four wheat cultivars under different moisture regimes. *Iranian Journal of Agricultural Sciences*, 35(4): 921-931.
- Araus, J. L., Bort, J., Steduto, P., Villegas, D. and Royo, C., 2003. Breeding cereal for Mediterranean conditions: ecophysiological clues for biotechnology application. *Ann. Appl. Biol.* 142: 129-141.
- Arduini, I., Masoni, A., Ercoli, L. and Mariotti, M., 2006. Grain yield, dry matter, nitrogen accumulation and remobilization in durum wheat as affected by variety and grain rate. *Europ. J. Agronomy* 25:309-318.
- Attarbashi, M., Ghaleshi, S. and Zynalzadeh, A., 2002. Relationship of phenological and physiological traits with grain yield of wheat under rain-fed conditions. *Iranian Journal of Agricultural Sciences* 33: 21-28.
- Austin, R. B., 1980. Physiological limitation to cereal yields and ways of reducing them by breeding. In: V. J. Sherman, R. Sylvester-Bradly, R.K. Scott and M.J. Foulkes (Eds). *Opportunities for Increasing Crop Yield.* Pitman Pub. London.
- Braun, H. J., Ekiz, H., Eser, V., Keser, M., Ketata, H., Marcucci, G., Morgounov, A. I. and Zencirei, N., 1998. Breeding priorities of winter wheat programs. In: Braun, H. J., F. Altay, W. E. Kronstad, S. P. S. Beniwal, A. McNaB. (eds): *Wheat: Prospects for Global Improvement Proc 5th Int. Wheat Conf. Ankara. Turkey.* Academic publishers. Dordrecht. Pp: 553-560.
- Day, A. D. and Intalap, S., 1970. Some effects of soil moisture on the growth of wheat. *Agron. J.* 62: 27- 29.

25. Pori, Y. P., Qualset, C. O. and Williams, W. A., 1982. Evaluation of yield components as selection criteria in barley breeding. *Crop Sci.* 22: 927-931.
26. Rahnama, A. A., Bakhshandeh, A. M. and Noormohammadi, M., 2000. Study of tiller variation, grain yield and yield components of wheat as affected by different plant densities under south Khouzeestan climatic condition. *Iranian Journal of Agricultural Sciences* 2: 12-24.
27. Rasmusson, D. C., 1987. Ideotype reseach and plant breeding. In J. P Gustafson (ed.), *Gene manipulation in plant improvement*. Plenum Press, New York.
28. Rejesus, M., Van-Ginkel M. and Smale, M., 1996. *Wheat Breeders Perspectives of Genetic Diversity and Germplasm Use*. Wheat Special Report 4. Mexico D. F. CIM-MYT.
29. Sharma, S. K. and Randawa, A. S., 2004. Path analysis in wheat. *J. Res., Punjab Agric. Uni.* 41:183-185.
30. Solanki, K. B. and Bakshi, J. S., 1973. Component characters of grain yield in barley. *Indian. J. of Genetics.* 3: 180-185.
31. Uddin, M. J., Martin, B. and Chowdhry, M. A. Z., 1997. Genetic parameters, Correlation, Path coefficient and Selection indices in wheat. *Bangladdesh J. Sci. Industrial Res.* 32:52.
32. Yagdi, K., 2009. A path coefficient analysis of some yield components in durum wheat (*Triticum durum*). *Pak. J.* 41(2): 745-751.
33. Yazdansepas, A., 1998. Study of harvest index stability and grain yield in winter and spring wheat genotypes. 5th Iranian Congress on Crop production and Breeding Sciences. Karaj, Iran.