نشریه زراعت

شماره ۱۰۵، زمستان ۱۳۹۳

(پژوهش و سازندگی)

تجزیه ژنتیکی صفات مرتبط با عملکرد دانه در ژنوتیپ های گندم تحت شرایط آبیاری مطلوب و تنش خشکی انتهای فصل

• سلیمان محمدی، استادیار پژوهش، عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی
• اسماعیل محمودی، کارشناس ارشد اصلاح نباتات. کارشناس دادگستری شهرستان مهاباد
• جلال صبا، دانشیار دانشگاه زنجان
• حمزه حمزه، مربی آموزشی دانشگاه پیام نور مهاباد (نویسنده مسئول)
• محمد رضایی، استادیار پژوهش، عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی

تاریخ دریافت: دی ماه ۱۳۹۰ تاریخ پذیرش: اسفند ماه ۱۳۹۱
تلفن تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۴۴۴۲۲۰۹۰
پست الکترونیک نویسنده مسئول: hamze_606@yahoo.com

چکیده:

به منظور بررسی تنوع ژنتیکی و شناسایی روابط بین صفات در۲۰ لاین و رقم گندم، دو آزمایش جداگانه در مراکز تحقیقات کشاورزی آذربایجان غربی(ایستگاه میاندوآب) و همدان در سه تکرار، در سال زراعی ۸۷-۸۶ در شرایط آبیاری مطلوب و تنش خشکی انتهای فصل مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج مقایسات میانگین نشان داد در شرایط آبیاری مطلوب ژنوتیپ شماره ۲ با میانگین ۸/۹۸۰ تن در هکتار، در شرایط تنش ژنوتیپ های ۲ و ۸ به ترتیب با میانگین ۶/۸۰۰ و ۶/۹۰۰ تن در هکتار بالاترین عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند. در شرایط آبیاری مطلوب صفات ارتفاع بوته (۰/۲۴) و عملکرد بیولوژیک (۰/۵۹**) و در شرایط تنش رطوبتی، طول ریشک (۰/۴۹**)، تعداد دانه در سنبله (۰/۴۱**) عملکرد بیولوژیک (۰/۸۳**) و شاخص برداشت (۰/۲۵**) همبستگی مثبت و روز تا رسیدگی (۰/۲۵**-) همبستگی منفی با عملکرد دانه نشان دادند. نتایج رگرسیون گام به گام صعودی نشان داد در شرایط آبیاری مطلوب صفات عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت (R^2=۰/۵۶)، و در شرایط تنش، صفات عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و تعداد دانه (R^2=۰/۹۷) بیشترین تغییرات عملکرد دانه را توجیه کردند. در تجزیه علیت صفات، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت در هر دو شرایط مطلوب و تنش اثر مستقیم و مثبت بر روی عملکرد دانه نشان دادند، اما صفت عملکرد بیولوژیک از طریق کاهش شاخص برداشت بر روی عملکرد دانه اثر غیر مستقیم منفی تحت هر دو شرایط داشت. در تحقیق حاضر مشخص شد گزینش بر اساس عملکرد دانه می تواند مفید باشد، صفات عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت به عنوان صفات مؤثر بر عملکرد دانه شناسایی شدند و ژنوتیپ شماره ۲ به عنوان ژنوتیپ برتر در هر دو شرایط محیطی شناسایی شد.**

کلمات کلیدی: گندم، تنوع ژنتیکی، تنش خشکی، تجزیه علیت، همبستگی.

Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No:104 pp: 91-100

Genetic Analysis between Traits Associated With Grain Yield in Wheat Genotypes under Full Irrigation and Grain Filling Stage Stress Conditions.

By:

- *S. Mohammadi, Scientific Staff of Agricultural Research and Natural Resources Center of West Azerbaijan*
- *E. Mahmoodi, M.Sc. of Plant breeding*
- *J. Saba, Associate Professor of University of Zanjan*
- *H. Hamze, (Corresponding Author; Tel: 09144422090), Instructor of Payame Noor University of Mahabad*
- *M. Rezaii, Scientific Staff of Agricultural Research and Natural Resources Center of West Azerbaijan*

Received: January 2012 **Accepted: March 2013**

To evaluate the genetic diversity and identify relationships among traits in 20 wheat genotypes, two experiments were conducted based on randomized complete blocks design with three replications, in two separate conditions of full irrigation and late drought stress, in two locations of Miyandoab and Hamedan during 2006-2007. Means comparison showed under full irrigation condition, genotype 2 with 8.980 t/ha, genotypes 2 and 13 under late drought stress condition with 6.800 and 6.900 t/ha, respectively had the greatest grain yield. Correlation coefficients between traits showed that grain yield had positive significant correlation with plant height (0.24^{**}) and biomass (0.59^{**}) in full irrigation, and with biomass (0.83^{**}), awn length (0.49^{**}), number of seed /spike (0.41**) and harvest index (0.25**) in grain filling stage stress condition. Grain yield showed negative significant correlation with days to maturity, too. Stepwise regression analysis showed under full irrigation condition, biomass and harvest index ($R^2 = 0.97$) and in late drought stress condition biomass, harvest index and number of grains per spike ($R^2 = 0.97$) had major effect on grain yield and entered to final model. Path analysis indicated that biomass had highest positive direct effect on grain yield whereas it had negative effect through harvest index on grain yield (in both conditions). In two environmental conditions, selection based on grain yield could be effective, biomass and harvest index were identified as traits that are important in grain yield variations and genotype 2 identified as the best genotypes for two conditions.

key Words: Wheat, Genetic diversity, Drought stress, Path analysis, Correlation

مقدمه

در بین تنش های غیر زنده، تنش خشکی مهمترین عامل کاهش رشد و تولید گیاهان زراعی از جمله گندم است (Shahryari et al., 2011). تنش خشکی واکنش های فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی و ملکولی را در گیاه القاء می کند و گیاهان قادر هستند مکانیسم های تحمل خشکی را توسعه دهند که آنها را در برابر تنش های محیطی سازگار می کند (Khayatnezhad and Gholamin, 2011). ایران با متوسط بارندگی سالیانه ۲۲۰ میلی متر بارندگی سالیانه جزو مناطق خشک جهان تقسیم بندی می شود و در بیشتر مناطق کشور زراعت گندم با تنش خشکی جدی روبرو است، بخصوص در زمان بعد از گلدهی.(Nouri-Ganbalani et al., 2009) واکنش گیاهان به تنش خشکی بسته به تنوع ژنتیکی آنها متنوع بوده و تنوع بین و درون گونه ها در مقاومت به خشکی تقریباً شناسایی شده است که به مرحله رشد گیاه، تأثیر مورفولوژی تنش خشکی، آناتومی، فیزیولوژی و بیوشیمی گیاهان بستگی دارد(Houshmand et al., 2011). حیدری و همکاران (۱۳۸۵) در مطالعه تنوع ژنتیکی ۱۲۷ لاین دابل هاپلوید گندم تنوع ژنتیکی بالایی برای طول پدانکل، تعداد پنجه، تعداد دانه در متر مربع، ارتفاع گیاه، تعداد دانه در سنبله در مقایسه با وزن هزار دانه، روز تا سنبله دهی و رسیدگی گزارش کردند. قراوندی و کهریزی (۱۳۸۹) تنوع ژنتیکی بالایی از نظر طول ریشک، تعداد سنبله در متر مربع، تعداد دانه در سنبله و عملکرد دانه در بین ارقام گندم گزارش نمودند. اطلاع از روابط بین عملکرد دانه با اجزای آن جهت گزینش صفات موثر در مقاومت به خشکی می تواند مفید باشد، وجود همبستگی بالا بین عملکرد دانه و اجزای آن می تواند ما را در گزینش مستقیم این صفات در جهت بهبود عملکرد دانه راهنمایی کند (Cooper, 1983). شناسایی روابط بین صفات کمی و قابل توارث، اثر مستقیم و غیر مستقیم آنها بر روی عملکرد دانه از مهمترین عوامل موفقیت برای گزینش صفات در یک برنامه به نژادی هستند (Khan et al., 2010). بررسی ضریب همبستگی بین صفات می تواند اصلاحگر را در رسیدن به این هدف یاری کند اما نمی تواند دلایل وجود این روابط را توضیح دهد. ضریب تجزیه علیت، رگرسیون جزئی استاندارد شده ای است که اثر مستقیم و غیر مستقیم یک متغیر را بر روی متغیرهای دیگر نشان داده است. همچنین می تواند ضریب همبستگی ساده را به اثرات مستقیم و غیر مستقیم تفکیک کند(Dewey and Lu, 1959). تجزیه علیت توسط اصلاح کننده گان نباتات متعددی جهت شناسایی صفاتی که به عنوان معیار گزینش مفید هستند و موجب بهبود عملکرد می

شوند، مورد استفاده قرار گرفته است (Garcia et al., 2003; Khaliq et al., 2004) . اسلافر و آندرد (Slafer and Andrade (1991 شاخص برداشت را به عنوان یک معیار مهم در گزینش واریته ها تشخیص دادند و گزارش کردند بین شاخص برداشت و عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی دار وجود دارد. داواری و لوترا (۱۹۹۱) گزارش نموده اند طول سنبله و شاخص برداشت از اجزای مهم عملکرد دانه بوده و گزینش بر اساس این صفات می تواند در بهبود عملکرد دانه گندم مؤثر باشد. همبستگی مثبت و معنی دار بین عملکرد دانه با ارتفاع بوته، طول سنبله، تعداد سنبلچه در سنبله و عملکرد بیولوژیک در منابع مختلف گزارش شده است. همچنین این صفات اثرات مستقیم و غیر مستقیم بر روی عملکرد دانه در گندم دارند (Ganbalani et al., 2009;) (Aycicek and Yildirim, 2006) (Saleem et al., 2006) (Mohsin etal., 2009) براساس تجزیه علیت صفات در ژنوتیپ های گندم، تعداد پنجه، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه بالاترین اثر مستقیم و معنی دار با عملکرد نشان دادند (Monral et al., 1997; Simane et al., 1993). حمزه و همکاران (۱۳۸۸) در ارزیابی ۶۰ نسل F_3 به همراه والدینشان گزارش کردند صفات تعداد دانه در سنبله و عملکرد بیولوژیک بیشترین تأثیر را به صورت مستقیم و غیر مستقیم بر روی عملکرد دانه داشته اند. کومار و گوپتا(۱۹۸۴) اثر مستقیم مثبت اما جزئی صفات ارتفاع بوته، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه بر روی عملکرد دانه را گزارش کرده اند. در تحقیقی دیگر گزارش شده است ارتفاع بوته، طول سنبله تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه بر روی عملکرد دانه گندم اثر مستقیم دارند و عملکرد دانه با روز تا گلدهی و رسیدگی کامل رابطه منفی دارد(Subhani and Chowdhry, 2000). این تحقیق به منظور بررسی تنوع ژنتیکی بین ژنوتیپ های گندم و شناسایی روابط بین صفات بخصوص با عملکرد دانه جهت گزینش بهترین لاین ها انجام گرفت.

مواد و روش ها

آزمایش در سال زراعی ۸۷-۸۶ در مراکز تحقیقات کشاورزی آذربایجان غربی(ایستگاه میاندوآب) و همدان با دو رقم شاهد و ۱۸ لاین امید بخش گندم (جدول۱) در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی در سه تکرار، تحت شرایط آبیاری مطلوب و تنش خشکی آخر فصل انجام گرفت. عملیات تهیه زمین در شهریور ماه ۸۶ انجام گرفت و هنگام تهیه زمین مقدار ۹۰ کیلوگرم کود سوپر فسفات تریپل و مقدار ۶۰ کیلوگرم سولفات پتاس به زمین اضافه شد. جهت جبران کمبود احتمالی ازت، مقدار ۱۰۰ کیلوگرم کود اوره در سه نوبت پایه و سرک (یک سوم به هنگام کاشت و یک سوم در مرحله پنجه زنی و یک سوم دیگر در مرحله سنبله دهی به صورت سرک) به طور یکسان مصرف گردید. هر ژنوتیپ در ۶ خط به فاصله ۲۰ سانتی متر و طول ۵ متر با تراکم ۴۰۰ بذر در مترمربع کاشته شد. در طول فصل رشد روز تا سنبله دهی و رسیدگی برای هر کرت ثبت گردید و در زمان رسیدگی گیاه از متوسط ۲۰ بوته صفات ارتفاع بوته، طول سنبله، طول ریشک، تعداد دانه در سنبله اندازه گیری شدند. تعداد سنبله در متر مربع، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت در یک متر مربع از هرکرت تعیین شدند. و عملکرد دانه هر واحد آزمایشی در هر دو مکان برداشت و به تن در هکتار محاسبه گردید. تجزیه مرکب جداگانه برای عملکرد دانه برای شرایط آبیاری مطلوب و تنش انجام گرفت. در این پژوهش از نرم افزار های EXCEL, MSTATC و SPSS بهره گرفته شد.

جدول ۱- لیست و پدیگری ژنوتیپ های مورد استفاده در آزمایشات

Genotypes	Pedigree
C-84-1	Shahryar (Check)
C-84-2	C-80-4 (Check)
C-84-3	Mv17//Attila/Bcn
C-84-4	Mv17/Zrn
C-84-5	Jcam/Emus//DoveS/3/Alvd/4/Mv17/Attila
C-84-6	ES14/SITTA//AGRI/NAC
C-84-7	Mv17/8/Gds/4/Anza/3/Pi/Nar//Hys
C-84-8	Bkt/90-Zhong 87
C-84-9	Prl/90-Zhong 87
C-84-10	TORIK-16
C-84-11	Appolo/Hil 81A
C-84-12	Bkt/90-Zhong 87
C-84-13	TROCADERO
C-84-14	GANSU-6
C-84-15	1-66-76/SubS
C-84-16	GhkS/BowS//Ning8201
C-84-17	Mv/7/3/Azd/VeeS//Seri82/Rsh/4/Azd/Vee#1//Attila
C-84-18	7C/CNO/CAL/3/YMH/4/VP
C-84-19	CHAM4/TAM200//RSK/FKG15
C-84-20	CHATELET

نتایج و بحث

الف. تنوع ژنتیکی

شرایط آبیاری مطلوب

نتایج تجزیه واریانس مرکب صفات در شرایط آبیاری مطلوب (جدول ۲)، اختلاف معنی دار بین ژنوتیپ ها از نظر صفات روز تا رسیدگی، ارتفاع بوته، تعداد سنبله در متر مربع، طول سنبله، طول ریشک، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک نشان داد. اثر متقابل ژنوتیپ در مکان بر روی صفات روز تا رسیدگی، ارتفاع بوته، سنبله در متر مربع، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه معنی دار بود. برآورد وراثت پذیری عمومی صفات نشان داد که تحت شرایط آبیاری مطلوب صفات طول ریشک، طول سنبله، عملکرد دانه و ارتفاع بوته به ترتیب با ۹۶، ۷۲، ۶۷ و ۶۲ درصد وراثت پذیری بالایی نشان دادند که بیانگر سهم بالای اثرات ژنتیکی نسبت به اثرات محیطی در کنترل این صفات است. مقدم و همکاران(۱۹۹۷) برآورد وراثت پذیری عمومی صفات مختلف گندم نان را در دامنه ۵۹ درصد برای عملکرد دانه و ۹۹ درصد برای روز تا سنبله دهی و شاخص برداشت گزارش نمودند. مقایسه میانگین ژنوتیپ ها (جدول ۳)، نشان داد از نظر صفت روز تا رسیدگی لاین های ۱۸، ۱۹ و ۲۰ با ۱۷۹ روز، لاین ۱۹ با ۱۰۶/۲ سانتی متر ارتفاع، لاین ۱۰ با ۹۲۵ سنبله در متر مربع، لاین ۴ با ۸۸ میلی متر طول سنبله، لاین ۱۹ با ۷۲/۸ میلی متر طول ریشک، لاین ۲۰ با ۴۷/۶ گرم وزن هزار دانه، لاین های ۲ و ۱۸ با ۱۵/۸۰۰ تن در هکتار عملکرد بیولوژیک، لاین های ۲ و ۱۳ به ترتیب با میانگین ۸/۹۸۰ و ۸/۲۶۰ تن در هکتار عملکرد دانه، لاین های برتر بودند.

شرایط تنش خشکی انتهای فصل

تجزیه واریانس مرکب داده ها، اختلاف معنی دار بین ژنوتیپ ها از لحاظ روز تا رسیدگی، ارتفاع بوته، تعداد سنبله در متر مربع، طول سنبله، تعداد دانه در سنبله، بیوماس و عملکرد دانه بود (جدول ۴). اثر ژنوتیپ در محیط فقط برای تعداد سنبله در متر مربع اختلاف معنی دار نشان داد. برآورد وراثت پذیری عمومی در شرایط تنش نشان داد ارتفاع با ۹۴/۸ درصد بالاترین و تعداد سنبله در متر مربع با ۲۰/۶ درصد، کمترین وراثت پذیری عمومی را به خود اختصاص دادند. همچنین عملکرد دانه با ۴۹/۴ درصد، مقدار وراثت پذیری متوسطی را نشان داد. در مقایسه با شرایط آبیاری مطلوب، مشاهده شد صفات روز تا گلدهی، ارتفاع و عملکرد بیولوژیک زمانی که در شرایط تنش رطوبتی انتهای فصل قرار دارد بر میزان وراثت پذیری آنها افزوده می شود یعنی در شرایط تنش محیطی، نقش عوامل ژنتیکی در کنترل این صفات چشمگیرتر می شود اما صفات طول ریشک، تعداد سنبله در متر مربع و عملکرد دانه زمانی که در شرایط تنش آخر فصل قرار گرفتند از میزان وراثت پذیری آنها کاسته می شود. مثلاً میزان وراثت پذیری عمومی صفت عملکرد دانه زمانی که تحت تنش رطوبتی انتهای فصل قرار گرفت ۲۵ درصد کاهش یافت که نشان دهنده افزایش نقش عوامل محیطی در کنترل صفت عملکرد دانه نسبت به عوامل ژنتیکی در شرایط تنش محیطی در تحقیق حاضر می باشد. مقایسه میانگین ژنوتیپ ها در شرایط تنش نشان داد لاین ۱۹ با ۱۷۶ روز تا رسیدگی، لاین ۱۷ با ۹۶/۲ سانتی متر ارتفاع، لاین ۱۰ با ۹۶۶ سنبله در متر مربع، لاین ۴ با ۷۸/۵ میلی متر طول سنبله، لاین ۱۱ با ۳۸/۷ تعداد دانه در سنبله، لاین شماره ۲ با ۱۳/۳۷ تن در هکتار عملکرد بیولوژیک و لاین های شماره۲ و ۸ با متوسط ۶/۸۰۰ و ۶/۹۰۰ تن در هکتار عملکرد دانه، لاین های برتر از نظر صفات مورد بررسی بودند(جدول ۵). با توجه به اینکه ژنوتیپ ها از نظر صفت عملکرد دانه تنوع ژنتیکی نشان داده اند و تحت تأثیر محیط قرار نگرفته اند و این صفت وراثت پذیری متوسطی را نشان داده است، گزینش ژنوتیپ ها بر اساس صفت عملکرد دانه احتمالاً بتواند ما را در شناسایی ژنوتیپ های پر محصول و مقاوم به تنش خشکی یاری دهد. عملکرد دانه و پایداری آن در مناطق متعددی که تنش های محیطی وجود دارد همیشه به عنوان معیار مهمی در گزینش و معرفی ارقام مورد استفاده قرار گرفته است (Trethowan and Reynolds, 2007). حیدری و همکاران (۱۳۸۵) تنوع ژنتیکی بالایی برای طول پدانکل، تعداد پنجه، تعداد دانه در متر مربع، ارتفاع گیاه، تعداد دانه در سنبله گزارش کردند. قراوندی و کهریزی (۱۳۸۹) گزارش کردند که ژنوتیپ های گندم تنوع ژنتیکی بالایی از نظر طول ریشک، تعداد سنبله در متر مربع، تعداد دانه در سنبله و عملکرد دانه در مقایسه با سایر صفات نشان دادند.

ب. روابط بین صفات

شرایط آبیاری مطلوب

بین عملکرد دانه با صفات ارتفاع بوته (۰/۲۴**) و عملکرد بیولوژیک (۰/۵۹**) همبستگی مثبت معنی دار وجود داشت(جدول۶). وجود همبستگی مثبت بین عملکرد دانه با ارتفاع بوته را می توان به دلیل ذخیره و سپس انتقال هیدرات های کربن در ساقه نسبت داد، معمولاً ارقام پابلند می توانند مقدار بیشتری از هیدرات های کربن را در قبل از گلدهی در ساقه خود ذخیره نمایند و در مرحله بعد از گلدهی به دانه ها منتقل نمایند. وجود همبستگی مثبت بین عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه به دلیل این واقعیت است که افزایش سطح سبزینه گیاه منجر به فتوسنتز بالاتر و تولید فتوآسمیلات های بیشتر و در نهایت عملکرد بالاتری می گردد.(۱۹۷۳) Bahatt اظهار داشته است عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی داری با ارتفاع بوته و همبستگی منفی با زمان ظهور سنبله دارد. کوپر(۱۹۸۳) گزارش کرده است بین صفات مرتبط با عملکرد دانه همبستگی های متفاوتی وجود دارد و با توجه به ارتباط های پیچیده صفات با همدیگر، قضاوت نهایی فقط بر مبنای ضرایب همبستگی ساده نمی تواند دقیق باشد، لازم است از روش های آماری چند متغیره جهت درک عمیق تر روابط بین صفات بهره برد. در رگرسیون گام به گام صعودی (جدول ۷) عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت بیشترین تأثیر را بر روی عملکرد دانه داشتند و وارد مدل شدند و در مجموع ۵۶ درصد از تغییرات موجود در عملکرد دانه را توجیه نمودند. اگر عملکرد دانه با Y و صفات عملکرد بیولوژیک با X_1 و شاخص برداشت با X_2 نشان داده شود. معادله خط رگرسیون به صورت زیر خواهد شد.

$$Y=-0.67+0.27X1+7.75X2$$

نتایج تجزیه علیت صفات نشان داد که عملکرد بیولوژیک در مقایسه با شاخص برداشت اثر مستقیم مثبت و معنی دار بیشتری بر روی عملکرد دانه نشان داد اما به طور غیر مستقیم از طریق کاهش شاخص برداشت عملکرد دانه را کاهش داد. صفت شاخص برداشت نیز اگرچه به صورت مستقیم اثر مثبت و معنی دار بر روی عملکرد دانه داشت اما این صفت از طریق اثر غیر مستقیم و منفی بر عملکرد بیولوژیک داشت و در نهایت منجر به کاهش عملکرد دانه شد (جدول ۸، نمودار۱). Abinasa et al., (۲۰۱۱)و Izzat et al., (۲۰۰۰) گزارش کردند که عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت بیشترین اثر مثبت را بر روی عملکرد دانه گندم دارند.

شرایط تنش انتهای فصل

عملکرد دانه با عملکرد بیولوژیک (۰/۸۳**)، طول ریشک (۰/۴۹**)، تعداد دانه در سنبله (۰/۴۱**) و شاخص برداشت (۰/۲۵**) همبستگی مثبت معنی دار و با صفت روز تا رسیدگی (۰/۲۵**-) همبستگی منفی معنی دار نشان داد(جدول ۹). وجود رابطه مثبت بین عملکرد دانه و تعداد دانه در سنبله در تحقیق حاضر یک رابطه منطقی است زیرا با افزایش تعداد دانه که از اجزای اصلی و مهم عملکرد دانه است، عملکرد دانه افزایش خواهد یافت. Aycicek and Yildirim (2006) و (Khan et al., 2010) وجود همبستگی مثبت معنی دار بین تعداد دانه در سنبله و عملکرد دانه را گزارش کرده اند. صفت تعداد دانه در سنبله با عملکرد بیولوژیک همبستگی مثبت معنی دار (۰/۲۶**) نشان داد که بیانگر این است که با افزایش تعداد دانه در سنبله که خود یکی از اجزای عملکرد بیولوژیک است بر مقدار عملکرد بیولوژیک افزوده است، به نظر می رسد که با افزایش عملکرد بیولوژیک سطح برگ یا منبع فتوسنتز کننده و نیز مخزن یا محل ذخیره مواد در گیاه افزایش می یابد که در نهایت باعث افزایش عملکرد دانه می گردد. خدا رحمی (۱۳۸۵) و (Habibpor et al., 2011) وجود همبستگی مثبت معنی داری را بین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک گزارش کردند. بین عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت همبستگی منفی معنی دار (۰/۲۶**-) مشاهده شد، شاخص برداشت رابطه عکس با عملکرد بیولوژیک دارد لذا کاهش شاخص برداشت در نتیجه افزایش عملکرد بیولوژیک طبیعی است. (Abinasa et al., 2011) وجود همبستگی مثبت معنی دار بین عملکرد

بیولوژیک و تعداد دانه و همبستگی منفی بین عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت را گزارش کردند. با توجه به اینکه عملکرد دانه در صورت کسر رابطه شاخص برداشت قرار دارد وجود را بطه مثبت معنی دار (۰/۲۶**) قابل انتظار بود. در همین رابطه امینی و همکاران(۲۰۰۵) وجود رابطه مثبت معنی دار بین شاخص برداشت و عملکرد دانه را گزارش کردند. همچنین وجود همبستگی مثبت بین طول ریشک و عملکرد دانه را می توان به این صورت تفسیر کرد که ریشک ها در شرایط نامساعد فصل رشد نقش فیزیولوژیکی مهمی را ایفا می کنند، وجود روزنه و کلرپلاست در ریشک ارتباط فیزیکی و آوندی نزدیک با دانه، فعالیت فتوسنتزی زیاد، انتقال فراورده های فتوسنتزی به دانه ها می توانند از جمله دلایلی باشند که وجود همبستگی مثبت بین عملکرد دانه و طول ریشک را توجیه می کند. (Khan et al., 2010) بین صفت روز تا رسیدگی با صفات عملکرد دانه، طول سنبله و تعداد دانه در سنبله همبستگی منفی گزارش کرده اند. (Abinasa et al., 2011) در ارقام گندم بین تعداد صفت روز تا رسیدگی و صفات عملکرد دانه و شاخص برداشت همبستگی منفی مشاهده کرد.

در رگرسیونی گام به گام صعودی صفات عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و تعداد دانه در سنبله بیشترین تأثیر را در عملکرد دانه داشته و ۹۷ درصد از کل تغییرات عملکرد دانه را در شرایط تنش آبی توجیه کردند، عملکرد بیولوژیک در بین سایر متغیرها بیشترین اثر را بر روی عملکرد دانه داشته است و ۷۰ درصد از کل تغییرات عملکرد دانه را به تنهایی توجیه می کند(جدول ۱۰). در تحقیق حاضر اگر عملکرد دانه : Y، عملکرد بیولوژیک : X_1، شاخص برداشت : X_2، تعداد دانه در سنبله: X_3 باشد، معادله کلی خط رگرسیون به صورت زیر می باشد.

$$Y=-3.66+0.47X1+7.75X2+0.05X3$$

در نتایج تجزیه علیت(جدول۱۰، نمودار۲)، عملکرد بیولوژیک بالاترین اثر مستقیم مثبت بر روی عملکرد دانه را نشان داده است، این صفت همچنین از طریق افزایش تعداد دانه بطور غیر مستقیم منجر به افزایش عملکرد دانه شده است. عملکرد بیولوژیک اثر غیر مستقیم منفی از طریق کاهش مقدار شاخص برداشت بر روی عملکرد دانه نشان داد. شاخص برداشت علاوه بر آنکه بطور مستقیم مقدار عملکرد دانه را افزایش داد به صورت غیر مستقیم و از طریق افزایش تعداد دانه در سنبله موجب افزایش عملکرد دانه گردید. تعداد دانه در سنبله به صورت مستقیم و غیر مستقیم از طریق افزایش شاخص برداشت مقدار عملکرد دانه را افزایش داد. در مقایسه صفاتی که وارد مدل شدند تعداد دانه در سنبله بیشترین اثر مثبت غیر مستقیم را بر روی عملکرد دانه از طریق عملکرد بیولوژیک نشان داد (جدول ۱۱). (Talebi et al., 2010) گزارش کردند در شرایط تنش خشکی در گندم دوروم تعداد دانه بیشترین اثر غیر مستقیم را بر روی عملکرد از طریق عملکرد بیولوژیک گذاشته است. Deniz, (2007) و (Deniz et al., 2009) گزارش کردند که تعداد پنجه های بارور و تعداد دانه در سنبله بیشترین اثر مستقیم مثبت را بر روی عملکرد دانه داشته است. حمزه و همکاران (۱۳۸۸) در بررسی ۶۰ خانواده F_3 به همراه والدینشان در گندم گزارش کردند که صفت عملکرد بیولوژیک و تعداد دانه بیشترین اثر مستقیم مثبت را بر روی عملکرد دانه نشان داده است. (Ahmadizadeh et al., 2011) در بررسی اثر تنش خشکی بر گندم اظهار داشتند در شرایط تنش خشکی صفات عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و تعداد دانه بیشترین اثر مستقیم مثبت را بر روی عملکرد دانه گذاشته است. مقایسه کلی صفات مؤثر بر عملکرد دانه در دو شرایط نشان داد که صفت عملکرد بیولوژیک در هر دو محیط صفتی تأثیر گذار بر روی عملکرد دانه است. صفت ارتفاع بوته در شرایط مرطوب با عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی داری نشان داد اما در شرایط تنش این صفت با عملکرد دانه همبستگی منفی نشان داد. وجود این رابطه منفی شاید به دلیل رقابت بین سنبله در حال رشد و ساقه در حال طویل شدن برای جذب مواد پرورده در شرایط تنش انتهای فصل باشد. طول ریشک نتوانست نقش مؤثری بر روی عملکرد دانه در مقایسه با شرایط تنش داشته باشد معمولاً ریشک ها بیشتر در شرایط نامساعد رشد می توانند اثر مثبت خود را بر روی عملکرد دانه نشان دهند. عدم ارتباط شاخص برداشت با عملکرد دانه در شرایط نرمال در مقایسه با شرایط تنش با استفاده از جدول تجزیه علیت قابل توضیح است صفت شاخص برداشت هرچند اثر مستقیم مثبت و معنی دار بر روی عملکرد دانه نشان داد (۰/۵۹) اما این اثر مستقیم از طریق اثر غیر مستقیم و منفی از طریق عملکرد بیولوژیک (۰/۵۹-) بر روی عملکرد دانه خنثی شده است. براساس نتایج تجزیه رگرسیون گام به گام در شرایط تنش انتهایی علاوه بر صفت عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت صفت تعداد دانه نیز بر روی عملکرد دانه تأثیر گذار بود. اما این صفت در شرایط تنش انتهایی تنها ٪۲ از کل تغییرات عملکرد دانه را توجیه نموده است.

جدول۲- میانگین مربعات صفات مورد مطالعه در شرایط نرمال رطوبتی

	میانگین مربعات										
منابع تغییر	درجه آزادی	روز تا رسیدگی	ارتفاع بوته	سنبله در متر مربع	طول سنبله	سنبلچه در سنبله	طول ریشک	وزن هزاردانه	شاخص برداشت	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک
منطقه	۱	۱۳۱۳**	۲۰/۸^{ns}	۶۶۹۷۶/۸*	۵۰۸/۷^{ns}	۲/۵^{ns}	۲۳۵/۲^{ns}	۱۵۹/۳*	۰/۰۱۲^{ns}	۰/۵۳^{ns}	۵/۸^{ns}
تکرار در منطقه	۴	۶/۱۰	۲۹/۶	۸۸۶۰/۶	۱۵۹۲/۴	۱۵۳/۱	۱۱۱/۴	۳۳/۰۶	۰/۰۱	۰/۴۲	۵/۵۸
ژنوتیپ	۱۹	۷/۹**	۲۳۸/۹**	۱۸۱۴۲/۹**	۱۲۹/۹**	۱۵۱/۰۱^{ns}	۱۸۹/۶**	۶۴/۵**	۰/۰۲^{ns}	۳/۰۵**	۲۵/۵۰**
ژنوتیپ در منطقه	۱۹	۶/۲۶**	۳۴/۶**	۵۸۱۳/۲*	۱۸/۳۹^{ns}	۱۲۹/۹*	۱/۶۳^{ns}	۴۲/۸**	۰/۱**	۰/۸۸^{ns}	۱۶/۲۳^{ns}
خطا آزمایشی	۷۶	۰/۲۷۸	۱۷/۲۳	۳۴۳۴/۶	۲۸/۵۵	۶۹/۴۵	۳/۷۹	۴۲/۲۲	۰/۰۱	۰/۵۶	۱۱/۱۵
CV%	-	٪۳/۷	٪۸/۱	٪۱۲	٪۸/۹	٪۱۰/۱۱	٪۱۹/۰۵	٪۲۱	٪۱۷	٪۲۰/۳۲	٪۱۲/۲
واریانس ژنتیکی	-	۰/۲۷	۳۴	۲۰۵۴/۸	۳۵/۱	-	۶۱/۸	-	-	۰/۷۹	۴/۴۴
واریانس فنوتیپی		۳/۱۷	۵۴/۱۴	۵۵۳۲/۵	۴۸/۷۵	-	۶۳/۶	-	-	۱/۱۷	۱۴/۴۳
وراثت پذیری عمومی	-	٪۸/۵	٪۶۲	٪۳۷	٪۷۲	-	٪۹۶	-	-	٪۶۷	٪۳۰/۴

ns ، * و ** به ترتیب عدم معنی داری معنی داری در سطح ۵٪ و ۱٪

نتیجه گیری

در تحقیق حاضر گزینش مستقیم بر اساس عملکرد دانه به دلیل وجود تنوع ژنتیکی، عدم وجود اثر متقابل ژنوتیپ در محیط و وراثت پذیری مناسب به عنوان شاخصی مناسب برای شناسایی ارقام پر محصول در هر دو شرایط آبیاری توصیه می شود. صفات عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت بترتیب بیشترین نقش را در تغییرات عملکرد دانه در هر دو شرایط محیطی داشتند. لاین های شماره ۲ و ۱۳ در شرایط نرمال رطوبتی و لاین های ۲ و ۸ در شرایط تنش انتهای فصل در مجموع هر دو مکان بالاترین عملکرد دانه را نشان دادند. در نهایت لاین شماره ۲ با عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت بالا در هر دو محیط توصیه می گردد.

جدول ۳- مقایسه میانگین های ژوتیپ ها از لحاظ صفات مورد بررسی در شرایط مطلوب آبیاری

ژنوتیپ	روز تا رسیدگی(روز)	ارتفاع بوته (سانتی متر)	تعداد سنبله در مترمربع	طول سنبله (میلی متر)	تعداد دانه در سنبله	طول ریشک (میلی متر)	وزن هزاردانه (گرم)	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه (تن درهکتار)	شاخص برداشت(٪)
۱	۱۷۷/۶ de	۹۹ ab	۷۷۲/۳ bd	۸۵/۷ ac	۴۲/۸ ab	۵۵/۳ fg	۳۶/۲ ad	۱۲/۵۴bc	۶/۶۵۱ cf	۰/۵۴ b
۲	۱۷۹/۳ ab	۹۸/۸ b	۸۲۱/۳ bc	۸۵ ac	۴۲/۴ab	۶۶/۸ b	۳۴/۱ bd	۱۵/۸a	۸/۹۸۵ a	۰/۵۹ ab
۳	۱۷۵/۳ g	۹۶/۲ bc	۷۳۶ cd	۷۸/۷ af	۴۸/۳ ab	۶۶/۸ b	۴۴/۶ ac	۱۳/۴۸b	۷/۲۹۰ bf	۰/۵۵ b
۴	۱۷۶/۲ f	۱۰۰/۳ ab	۷۹۱/۸ bd	۸۸ a	۴۲/۲ ab	۵۳ gh	۳۸/۱ da	۱۴/۷۰ab	۷/۵۵۹ be	۰/۵۱ b
۵	۱۷۶/۵ f	۹۶/۵ bc	۷۱۶/۷ cd	۸۲/۷ ae	۵۴/۲ a	۶۰/۳ cd	۴۰/۸ ab	۱۱/۲۸c	۶/۳۲۳ ef	۰/۵۷ ab
۶	۱۷۷/۶۶ de	۹۵/۷ bc	۸۴۴/۳ ab	۸۰/۵ af	۴۴/۵ ab	۵۵/۸ eg	۴۰/۰۰ ad	۱۲/۴۸bc	۷/۴۹۳ be	۰/۶۰ ab
۷	۱۷۸/۳ ce	۱۰۱/۷ ab	۷۲۷/۸ cd	۸۷/۲ ab	۴۰/۳ ab	۵۵/۷ eg	۳۹/۲ ad	۱۳/۴۲b	۷/۵۲۸ be	۰/۵۷ ab
۸	۱۷۶/۵ f	۹۱/۳ cd	۷۹۴/۳ bd	۷۶/۲ cf	۴۶ ab	۶۰/۵ cd	۳۲/۷ cd	۱۱/۵۷c	۶/۴۸۸ df	۰/۵۴ b
۹	۱۷۷/۵ e	۱۰۲/۲ ab	۷۶۹/۳ bd	۸۵ ac	۴۳ ab	۶۳ c	۳۳/۸ bd	۱۳/۴۷b	۷/۱۴۱ bf	۰/۵۴ b
۱۰	۱۷۸/۳ ce	۱۰۱/۸ ab	۹۲۵/۲ a	۸۳/۸ ad	۳۵/۸ b	۶۰/۳ cd	۴۰/۶ ad	۱۲c	۶/۰۹۱ f	۰/۵۰ b
۱۱	۱۷۷/۷ de	۹۹/۷ ab	۷۰۰ d	۷۳/۵ ef	۴۴/۱ ab	۶۳/۳ c	۴۵/۶ ab	۱۳/۲۳b	۷/۴۱۷ bf	۰/۵۷ ab
۱۲	۱۷۶/۵ f	۸۸ de	۷۱۹/۳ cd	۷۴/۳ df	۳۹/۸ ab	۵۷/۸ df	۴۲/۵ ad	۱۲/۷bc	۷/۲۴۲ bf	۰/۵۷ ab
۱۳	۱۷۷/۸ ce	۸۳/۸ e	۷۴۳/۸ bd	۸۱/۵ af	۴۶/۹ ab	۵۸/۷ de	۴۱/۴ ad	۱۰/۳۳c	۷/۱۳۳ bf	۰/۷۰ a
۱۴	۱۷۸/۷ bc	۹۹/۳ ab	۸۴۴ ab	۷۹/۳ af	۳۴/۸ b	۵۴/۸ fh	۳۷/۳ ad	۱۴/۲۴a	۸/۲۶۳ ab	۰/۵۹ab
۱۵	۱۷۸/۷ bc	۹۶/۷ bc	۷۸۰ bd	۷۴/۳ df	۴۹/۶ ab	۶۳/۲ c	۳۴/۵ bd	۱۵a	۷/۸۲۲ ad	۰/۵۳ b
۱۶	۱۷۸/۳ ce	۹۹/۷ ab	۸۲۱/۵ bc	۸۰/۷ af	۴۶/۲ ab	۶۳ c	۳۹/۴ ad	۱۳/۹۶ab	۷/۹۶۷ ac	۰/۵۷ ab
۱۷	۱۷۷/۷ de	۸۷/۸ de	۷۴۳/۸ bd	۷۷/۷ bf	۳۹/۱ ab	۶۸/۷ b	۴۰/۸ ad	۱۱/۰۷c	۶/۳۱۴ ef	۰/۵۷ ab
۱۸	۱۷۹/۳ ab	۹۰/۲ ce	۷۴۱/۲ bd	۷۲/۷ f	۳۶/۸ b	۵۵/۲fg	۳۷/۱ bd	۱۵/۸۰a	۷/۴۶۳ be	۰/۴۸ b
۱۹	۱۷۸/۵ cd	۱۰۶/۲ a	۷۸۵/۳ bd	۷۹/۵ af	۳۸/۲ b	۷۲/۸ a	۳۲/۲ d	۱۴/۷۷a	۷/۹۸۹ ac	۰/۵۴ b
۲۰	۱۷۹/۷ a	۸۴/۲ e	۸۱۶ bc	۷۷/۳ cf	۳۷/۴ b	۵۱/۸ h	۴۷/۷ a	۱۳/۶۴bc	۷/۳۷۹ bf	۰/۵۵ b

میانگین ها با آزمون دانکن در سطح احتمال ۱٪ مقایسه شده اند و تفاوت میانگین هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، معنی دار نیست.

جدول۴- میانگین مربعات صفات مورد مطالعه در شرایط تنش رطوبتی آخر فصل

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات								
		روز تا رسیدگی	ارتفاع بوته	سنبله در متر مربع	طول سنبله	سنبلچه در سنبله	طول ریشک	وزن هزاردانه	شاخص برداشت	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک
منطقه	۱	۴۶۴/۱^{ns}	۷۳/۶۳^{ns}	۵۱۰۹/۱^{ns}	۳۰۰/۸^{ns}	۵۶/۵۱^{ns}	۲۶۲۲۵/۶**	۵۹۸^{ns}	۰/۰۰۷^{ns}	۲/۹۲^{ns}	۴/۵۶^{ns}
تکرار در منطقه	۴	۷۰/۸۶	۳۴/۶۸	۳۹۱۱۲	۱۹۴/۷	۱۵۱/۴۲	۱۴۶۳/۴	۴۶۰	۰/۰۰۵	۰/۷۴	۱/۴۸
ژنوتیپ	۱۹	۹/۹۷**	۲۸۰/۲**	۴۳۹۸۸/۹**	۱۳۹/۵**	۷۷/۲۲**	۶۶/۹۱^{ns}	۸۴/۷^{ns}	۰/۰۰۴^{ns}	۱/۲۴**	۳/۹۶**
ژنوتیپ در منطقه	۱۹	۲/۹۵^{ns}	۶/۷۰^{ns}	۲۴۱۱۴/۸**	۳۴/۴۶^{ns}	۲۷/۲۶^{ns}	۸۶/۴^{ns}	۹۸/۲^{ns}	۰/۰۰۴^{ns}	۰/۲۵^{ns}	۱/۶۷^{ns}
خطا آزمایشی	۷۶	۲/۶۰	۱۱/۶۳	۳۸۳۳/۲	۲۸/۷۸	۲۵/۷۶	۶۰/۸	۷۳/۳۶	۰/۰۰۵	۰/۶۴	۱/۶۷
CV%	-	٪۰/۹۳	٪۳/۸	٪۸	٪۷/۶۳	٪۱۵/۴۸	٪۱۱/۷	٪۲۰	٪۱۳/۰۳	٪۱۷/۷	٪۱۹/۹۹
واریانس ژنتیکی	-	۲/۴۸	۹۳/۳	۳۳۱۲/۳	۳۶/۶	۱۷	-	-	-	۰/۲۲	۰/۷۵
و.اریانس فنوتیپی		۴/۳۸	۹۸/۲	۱۶۰۰۷/۸	۵۶/۶۵	۳۴/۸۶	-	-	-	۰/۴۴۵	۱/۸۵
وراثت پذیری عمومی	-	٪۵۶	٪۹۴/۸	٪۲۰/۶	٪۶۴/۶	٪۴۸/۸	-	-	-	٪۴۹/۴	٪۴۰

ns، * و ** به ترتیب عدم معنی داری معنی داری در سطح ۵٪ و ۱٪

جدول ۵- مقایسه میانگین های ژنوتیپ ها از لحاظ صفات مورد بررسی در شرایط تنش

ژنوتیپ	روز تا رسیدگی(روز)	ارتفاع بوته (سانتی متر)	تعداد سنبله در مترمربع	طول سنبله (میلی متر)	تعداد دانه در سنبله	طول ریشک (میلی متر)	وزن هزاردانه (گرم)	عملکرد بیولوژیک (تن درهکتار)	عملکرد دانه (تن درهکتار)	شاخص برداشت(٪)
۱	۱۷۲ de	۹۶ a	۶۸۰/۷ d	۷۳ ad	۳۵/۸ ac	۵۴/۸	۳۸/۳	۹/۶۱c	۵/۰۱ b	۰/۵۴
۲	۱۷۳/۷ ae	۹۴ a	۶۹۴/۳ cd	۷۳/۸ ac	۳۳/۲ ad	۴۷/۸	۴۳/۹	۱۳/۳۷a	۶/۸۳ a	۰/۵۲
۳	۱۷۲ de	۹۵/۷ a	۷۳۳/۳ bd	۶۸ be	۳۵/۹ ac	۵۰/۷	۴۵	۱۰/۶۱b	۵/۲۱ b	۰/۴۹
۴	۱۷۱/۵ e	۹۳/۳ a	۷۵۰ bd	۷۸/۵ a	۳۳/۶ ad	۵۱	۴۱/۸	۱۱/۶۹ab	۶/۲ ab	۰/۵۴
۵	۱۷۲/۵ ce	۹۲ a	۶۶۶/۸ d	۷۲/۲ ad	۳۷/۷ a	۵۲/۵	۴۷/۵	۱۰bc	۵/۴ ab	۰/۵۵
۶	۱۷۲/۸ be	۹۱ a	۷۰۲/۷ cd	۷۳/۳ ac	۳۱/۱ ad	۵۰/۵	۴۵/۹	۸c	۴/۰۳۵ a	۰/۵۰
۷	۱۷۳/۳ ae	۹۶/۲ a	۷۶۱/۲ bd	۷۸/۳ a	۳۱/۱ ad	۵۲	۴۳/۴	۱۱/۴ab	۵/۹۳ ab	۰/۵۳
۸	۱۷۳ de	۸۳/۸ b	۸۲۴/۸ b	۶۵/۸ de	۳۴/۸ ac	۴۹/۳	۴۰/۷	۱۲/۷a	۶/۹ a	۰/۵۵
۹	۱۷۴ ae	۹۴/۸ a	۸۲۲/۳ b	۷۲/۳ ad	۳۳/۶ ad	۴۷/۷	۴۴/	۱۲/۱۵a	۶/۲ a	۰/۵۲
۱۰	۱۷۵/۲ ac	۹۴/۸ a	۹۶۶/۷ a	۷۵/۳ ab	۲۵/۲ d	۶۷۴۸	۴۰/۷	۱۲/۴۴a	۶/۱ ab	۰/۵۰
۱۱	۱۷۵/۳ ac	۹۵/۷ a	۷۷۲/۳ bd	۶۳/۷ de	۳۸/۷ a	۵۰/۷	۴۶	۱۱/۷ab	۶/۱ ab	۰/۵۳
۱۲	۱۷۳ be	۸۵ b	۷۲۷/۵ bd	۶۵ ce	۳۲ da	۵۶/۲	۴۱/۷	۱۱/۳۰ab	۶/۰۳ ab	۰/۵۳
۱۳	۱۷۳/۵ ae	۷۶/۸ cd	۷۹۴/۴ bc	۷۳/۵ ac	۳۴/۱ ad	۴۹/۲	۴۷/۵	۱۱/۹۴ab	۶/۴۵ ab	۰/۵۴
۱۴	۱۷۴/۵ ad	۹۲ a	۸۰۱ bc	۷۱ ae	۲۸/۱ bd	۵۳/۳	۳۴/۶	۷/۰۵c	۳/۶ c	۰/۵۲
۱۵	۱۷۴/۲ ae	۹۲/۵ a	۷۷۷/۲ bd	۶۴/۸ ce	۳۵/۵ ac	۵۱/۷	۴۹/۸	۱۰/۸۴bc	۵/۷۵ ab	۰/۵۳
۱۶	۱۷۴/۵ ad	۹۵/۵ a	۸۰۱/۷ bc	۷۳/۲ ad	۳۷/۲ ab	۴۶/۳	۴۱/۳	۱۰/۲۰bc	۵/۴۱ ab	۰/۵۳
۱۷	۱۷۵/۵ ab	۸۰/۵ bc	۷۹۴/۳ bc	۷۰/۲ ae	۲۷/۸ cd	۵۰	۴۳/۴	۱۰/۷۱bc	۶/۰۳ ab	۰/۵۷
۱۸	۱۷۵ ac	۸۲/۳ b	۷۲۶/۷ bd	۶۱/۸ e	۳۰/۷ ad	۵۰/۸	۳۸	۱۲/۹۳a	۵/۹۵ ab	۰/۴۷
۱۹	۱۷۶/۲ a	۸۵/۵ b	۹۸۶/۷ a	۶۶/۵ be	۲۹/۶ ad	۵۴/۳	۴۲/۶	۱۱/۵۸ab	۶/۱۴ ab	۰/۵۴
۲۰	۱۷۴/۳ ae	۷۵ d	۶۷۶۶۷ d	۶۶/۳ be	۳۰/۴ ad	۴۹/۳	۳۸/۲	۱۳/۳۹a	۶/۱۶ ab	۰/۴۷

میانگین ها با آزمون دانکن در سطح احتمال ۱٪ مقایسه شده اند و تفاوت میانگین هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، معنی دار نیست.

جدول ۶- همبستگی صفات مورد مطالعه در شرایط نرمال

	عملکرد دانه	شاخص برداشت	وزن هزار دانه	طول ریشک	تعداد دانه در سنبله	تعداد سنبله در مترمربع	طول سنبله	ارتفاع بوته	روز تا رسیدگی	
ارتفاع بوته									-۰/۰۲ns	
تعداد سنبله در متر مربع								۰/۱۲ns	۰/۲۷**	
طول سنبله							-۰/۱۲ns	۰/۱۳ns	-۰/۲۱**	
تعداد دانه در سنبله						۰/۱۲ns	-۰/۱۰ns	-۰/۰۱ns	-۰/۰۹ns	
طول ریشک					۰/۰۴ns	۰/۰۲ns	۰/۳۷**	۰/۱۸*	-۰/۱۹*	
وزن هزار دانه				-۰/۰۲ns	۰/۰۳ns	۰/۱۱ns	-۰/۰۵ns	۰/۲۴**	۰/۰۹ns	
شاخص برداشت			۰/۱۰ns	۰/۰۵ns	۰/۱۳ns	۰/۱۷*	-۰/۰۴ns	۰	-۰/۰۴ns	
عملکرد دانه		۰	-۰/۰۴ns	۰/۰۴ns	۰/۱۹ns	۰	۰/۰۷ns	۰/۲۴**	۰/۰۵ns	
عملکرد بیولوژیک	۰/۵۹**	-۰/۶۲**	۰/۱۴ns	۰	۰/۰۹ns	-۰/۰۶ns	۰/۰۲ns	۰/۱۵ns	۰/۰۱ns	

ns، * و ** به ترتیب عدم معنی داری معنی داری در سطح ۵٪ و ۱٪

جدول ۷- مراحل رگرسیون گام به گام برای عملکرد دانه
به عنوان متغیر تابع و سایر متغیر ها به عنوان مستقل در شرایط نرمال رطوبتی

متغیر اضافه شده به مدل	۱	۲
عدد ثابت	۵/۰۳	-۰/۶۷
عملکرد بیولوژیک	۰/۱۶	۰/۲۷
شاخص برداشت		۷/۷۵
ضریب تبین (R2)	٪۳۴	٪۵۶

جدول ۸- اثر مستقیم و غیر مستقیم صفات
عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت بر روی عملکرد دانه

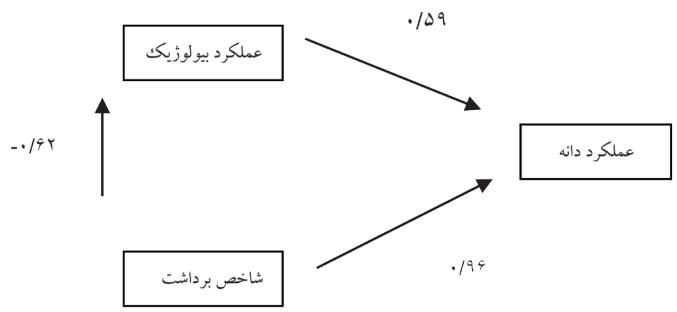
صفات	اثر مستقیم	اثر غیر مستقیم	
		عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت
عملکرد بیولوژیک	۰/۹۶**	-	-۰/۳۶
شاخص برداشت	۰/۵۹**	-۰/۵۹	-

جدول ۹- همبستگی صفات مورد مطالعه در شرایط تنش

صفات	روز تا رسیدگی	ارتفاع	تعداد دانه در سنبله	طول سنبله	تعداد سنبله در متر مربع	طول ریشک	شاخص برداشت	وزن هزار دانه	عملکرد
ارتفاع	-۰/۲۱*								
تعداد دانه در سنبله	۰/۳۷**	۰/۰۷ns							
طول سنبله	-۰/۴۲**	۰/۱۲ns	۰/۲۰*						
تعداد سنبله در متر مربع	۰/۱۳ns	۰/۱۳ns	-۰/۰۷ns	-۰/۰۲ns					
طول ریشک	-۰/۰۱ns	-۰/۲۱*	۰/۳۷**	-۰/۰۸ns	-۰/۰۶ns				
وزن هزار دانه	۰/۱۸*	۰/۰۸ns	-۰/۱۸*	-۰/۰۱ns	-۰/۱۲ns	-۰/۰۲ns			
شاخص برداشت	-۰/۱۳ns	-۰/۲۲*	۰/۲۰*	-۰/۰۴ns	۰/۱۹ns	۰/۲۵**	-۰/۲۵**		
عملکرد دانه	-۰/۲۵**	-۰/۰۵ns	۰/۴۱**	۰/۰۶ns	۰/۰۹ns	۰/۴۹**	۰/۲۵**	۰/۰۷ns	
عملکرد بیولوژیک	۰/۱۷ns	۰/۰۸ns	۰/۲۶**	۰/۰۴ns	۰/۰۹ns	۰/۳۳**	-۰/۲۹**	-۰/۰۶ns	۰/۸۳**

ns، * و ** به ترتیب عدم معنی داری معنی داری در سطح ۵٪ و ۱٪

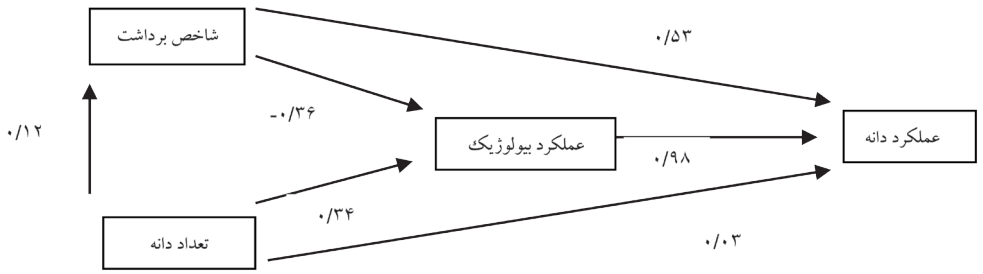
نمودار ۱- دیاگرام اثر مستقیم صفات بر روی یکدیگر تحت شرایط نرمال رطوبتی



جدول ۱۰- مراحل رگرسیون گام به گام برای عملکرد دانه به عنوان متغیر تابع و سایر متغیر ها به عنوان مستقل در شرایط تنش انتهای فصل

متغیر اضافه شده به مدل	۱	۲	۳
عدد ثابت	۰/۶۹	-۳/۶۱	-۳/۶۶
عملکرد بیولوژیک	۰/۴۱	۰/۴۹	۰/۴۸
شاخص برداشت		۷/۲۲	۷/۰۵
تعداد دانه			۰/۰۰۵
ضریب تبین (R^2)	٪۷۰	٪۹۵	٪۹۷

نمودار ۲- اثر مستقیم صفات بر روی یکدیگر تحت شرایط تنش خشکی



جدول ۱۱- اثر مستقیم و غیر مستقیم صفات عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و تعداد دانه بر روی عملکرددانه

صفات	اثر مستقیم	اثر غیر مستقیم		
		عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت	تعداد دانه
عملکرد بیولوژیک	۰/۹۸**	-	-۰/۱۵	۰/۰۱
شاخص برداشت	۰/۵۳**	-۰/۲۸	-	۰/۰۰۷
تعداد دانه	۰/۰۳۹**	۰/۲۵	۰/۱۰	-

ns، * و ** به ترتیب عدم معنی داری معنی داری در سطح ۵٪ و ۱٪

منابع مورد استفاده

۱. حمزه، ح.، ج. صبا، ف. جباری، ج. نصیری و م. علوی سینی. ۱۳۸۸. برآورد اجزای واریانس، قابلیت توارث و ضرایب همبستگی صفات فنوتیپی و ژنوتیپی عملکرد دانه و اجزای آن در گندم نان تحت شرایط دیم. تنش های محیطی در علوم کشاورزی (۱)، صفحات: ۳۸-۲۹.

۲. قراوندی، م و د. کهریزی. ۱۳۸۹. ارزیابی تنوع ژنتیکی گندم نان از نظر صفات فنولوژیک و مورفولوژیک. یازدهمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات. ایران، صفحات ۴۵۱-۵۳۷.

۳. گل پرور، ا.، م. ر. قنادها، ا. زالی و ا. احمدی. ۱۳۸۲. تعیین صفات مؤثر جهت بهبود عملکرد دانه تحت شرایط تنش خشکی، مجله نهال و بذر. ۱۸: صفحات۱۴۴-۱۵۵.

۴. حیدری، ب.، ق. سعیدی، ب. و ا. سید طباطبایی. ۱۳۸۵. ارزیابی تنوع ژنتیکی و برآورد وراثت پذیری بعضی از صفات کمی در لاین های دابل هاپلوئید گندم های ایرانی. مجله علوم کشاورزی، ۳۷ (۲): صفحات ۳۵۶-۳۴۷.

۵. خدارحمی، م.، ا. امینی، و م. ر. قنادها. ۱۳۸۵. همبستگی صفات و تجزیه علیت عملکرد دانه. مجله علوم کشاورزی،۳۷(۲):۸۳-۷۷.

6. Abinasa, M., A. Ayana, and G. Bultosa. 2011. Genetic variability, heritability and trait associations in durum wheat (*Triticum turgidum L.* var. durum) genotypes. African Journal of Agricultural Research Vol. 6(17), pp. 3972-3979.

7. Ahmadizadeh, M., H. Shahbazi, M. Valizadeh and M. Zaefizadeh. 2011. Genetic diversity of durum wheat landraces using multivariate analysis under normal irrigation and drought stress conditions. African Journal of Agricultural Research Vol. 6(10), pp. 2294-2302.

.8 Amini, A., M. Eamailzade-Mogadam and M. Vahabzadeh. 2005. Genetic diversity based on agronomic performance among Iranian wheat landraces under moister stress. Proc. The 7th International Wheat Conference, Nov. 27-dec 2, 2005. Mardel Plata – Argentina.

9. Aycicek, M. and T. Yildirim. 2006. Path coefficient analysis of yield and yield components in bread wheat (*Triticum aestivum L.*) genotypes. Pak. J. Bot. 38(2): 417-424.

10. Bahatt, G. M. 1973. Significance of path coefficient analysis in determining the nature of character associtian. Euphytica, 22: 33 – 43.

11. Cooper، J. C. B. 1983. Factor analysis. An overview. Am. Statis. 37: 141 –147.

12. Dawari, N. H and O. P. Luthra. 1991. Character association studies under high and low environments in wheat (*Triticum aestivum* L.) Indian J. Agric. Res., 25: 515-518.

13. Deniz, B. 2007. Selections for yield and earliness in mutated genotypes of spring barley (*Hordeum vulgare*) in cool and short- season environment. New Zealand. J. Crop Hortic. Sci. 35: 441-447.

14. Deniz, B., Z. Kavurmaci and T, Mehmet. 2009. Determination of ontogenetic selection criteria for grain yield in spring barley by path analysis. African Journal of biotechnology. 8(11): 2616-2622.

15. Dewey, D. R., R .H. Lu. 1 959. A correlation and path coefficient analysis of components of crested wheat grass seed production. Agron. J., 51:515-518 .

16. Ganbalani, A. N., G. N. Ganbalani and D. Hassanpanah. 2009. Effects of drought stress condition on the yield and yield components of advanced wheat genotypes in Ardabil, Iran. J. Food Agri. and Environ. 7(3&4): 228 - 234 .

17. Garcia, L. F., Y, del Moral, D. Rharrabti and C. Royo. 2003. Evaluation of grain yield and its components in durum wheat under Mediterranean conditions: An oncogenic approach. Agron. J., 95:.266-274

18. Habibpor, M., M. Valizadeh, H. Shahbazi, and M. Ahmadizadeh. 2011. Genetic diversity and correlation among agronomic and morphological traits in wheat genotypes (*Triticum aestivum* L.) under influence of drought. Advances in Environmental Biology, 5(7): 1941-1946.

19. Houshmand, S., H. Abasalipour, A. Tadayyon, and H. Zinali, 2011. Evaluation of four chamomile species under late season drought stress. International Journal of Plant Production,:(1)5 .9-24

20. Izzat, S. A., B. E. Abdalla and O. S. Abdalla. 2000. Genetic improvement in grain yield and associated changes in traits of bread wheat cultivars in the Sudan. In: CIMMYT 2000. The Eleventh Regional Wheat Workshop for Eastern, Central and Southern Africa. Addis Ababa Ethiopia: CIMMYT, pp. 60-66.

21. Khaliq, I., N. Parveen and M. A. Chowdhry. 2004. Correlation and path coefficient analysis in bread wheat. Int. J. Agric. Biol. 1560-8530-4-:633-635.

22. Khan, A. J., F. Azam and A. Ali. 2010. Relationship of morphological traits and grain yield in recombinant inbred wheat lines grown under drought conditions. Pak. J. Bot., 42(1): 259-267.

23. Khayatnezhad, M and R. Gholamin. 2011. Scrutiny of hexaploid and tetraploid (*Triticum durum*) wheat's genotypes to some physiological responses in drought stress. Middle-East Journal of Scientific Research, 7(1): 12-16.

24. KhodaRahmi, M., A. Amini and M. R. Bihamta. 2006. Study of traits correlation and path analysis grain yield triticale. Iranian Journal of Agriculture Science, 1-37(2): 77-83.

25. Kumar, D, and S. Gupta. 1984. Correlation and path coeffi-

cient analysis in barley grown on normaland saline soils Indian. J. Agri. Sci, 45:356-358.

26. Moghaddam, M., B. Ehdaie and J. G. Waines. 1997. Genetic variation and interrelationship of agronomic characters in landraces of bread wheat from southwestern Iran. Euphytica, 95: 369-391.
27. Mohsin, T., N. Khan and F. N. Naqvi. 2009. Heritability, phenotypic correlation and path oefficient studies for some agronomic characters in synthetic elite lines of wheat. J. Food Agri. Environ. 7 (3and 4): 278 – 282.
28. Monral, A. B., D. P. Sadhu and D. P. S. Sarkar.1997. Correlation and path analysis in bread wheat.Environment and Ecology, 15(3):537-539.
29. Nouri-Ganbalani, A., G. Nouri-Ganbalani and D. Hassanpanah. 2009. Effects of drought stress condition on the yield and yield components of advanced wheat genotypes in Ardabil, Iran. Journal of Food, Agriculture & Environment,228- :(4&3)7 .234
30. Saleem, U., I. Khaliq, T. Mahmood and M. Rafique. 2006. Phenotypic and genotypic correlation coefficients between yield and yield components in wheat. J. Agric. Res. 44(1):1-8.
31. Shahryari, R., B. Mahfoozi, V. Mollasadeghi and M. Khayatnezhad. 2011. Genetic diversity in bread wheat for phenological and morphological traits under terminal drought stress condition. Advances in Environmental Biology, 5(1): 169-172.
32. Simane, B., P. C. Struit. M. M. Nachit and J. M. Peacock. 1993. Ontogenetic analysis of yield components and yield stability of durum wheat in water-limited environments. Euphytica.71:211-219.
33. Slafer, G. A. and F. H. Andrade. 1991. Changes in physiological attributes on the matter economy of bread wheat (*Triticum aestivum*) through genetic improvement of grain yield potential at different regions of the word. Euphytica, 58: 37-.49
34. Subhani, G. M. and M. A. Chowdhry, 2000. Correlation and path coefficient analysis in bread wheat under drought stress and normal conditions. Pakistan J. Biol. Sci., 3: 72–7.
35. Talebi, R., F. Fayyaz, and A. Mohammad Naji. 2010. Genetic variation and interrelationships of agronomic characteristics in durum wheat under two Constructing Water Regimes. Brazilian Archives of Biology and Technology. Vol.53, n. 4: pp.785-791.