شناسایی صفات مؤثر بر عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های گندم نان تحت شرایط تنش و بدون تنش گرمایی

فصلنامه بوم‌شناسی گیاهان زراعی
جلد ۱۳، شماره۴، صفحات ۱۱- ۱
(زمستان ۱۳۹۶)

حسین علی فلاحی[۱]، عاطفه کاویانی چراتی[۲*]، عباسعلی اندرخور[۱]

۱ بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی مازندران، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران

۲ گروه بیوتکنولوژی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران atefe_kaviani@yahoo.com ✉ **(مسؤول مکاتبات)**

چکیده به منظور تعیین صفات مؤثر بر عملکرد دانه، ۱۰ ژنوتیپ گندم نان شامل ارقام مروارید و کوهدشت و لاین‌های N-87-4، N-87-9، N-86-6، N-86-8، N-80-19، N-86-5، N-85-5 و لاین ۱۷ در دو شرایط و آزمایش جداگانه شامل شرایط محیطی بدون تنش گرمایی در تاریخ ۱۵ آذر ماه و شرایط تنش گرمایی ۱۰ بهمن ماه در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گنبد کاووس طی سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ کاشته شدند. در این پژوهش ژنوتیپ‌ها در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و با تجزیه مرکب مورد مقایسه قرار گرفتند. اثر متقابل تنش و ژنوتیپ تنها بر عملکرد دانه، طول سنبله، تعداد سنبله بارور ولی اثرات ساده تنش و ژنوتیپ در همه صفات مورد ارزیابی معنی‌دار بود. در هر دو شرایط طبیعی و تنش گرمایی عملکرد دانه با صفت تعداد سنبله بارور همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت. رگرسیون گام به گام نشان داد که تعداد سنبله بارور در شرایط بدون تنش ۹۹/۸٪ و در شرایط تنش ۹۷/۱٪ از تغییرات عملکرد دانه را تبیین نمود. تجزیه علیت نشان داد که تعداد سنبله بارور بیشترین اثر مستقیم را بر عملکرد دانه در هر دو شرایط داشت. تجزیه خوشه‌ای به روش وارد در شرایط طبیعی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه را در دو گروه و در شرایط تنش در سه گروه طبقه‌بندی کرد. بنابراین، گزینش ژنوتیپ‌ها براساس صفت تعداد سنبله بارور می‌تواند به طور غیر مستقیم در هر دو شرایط تنش گرمایی و طبیعی به گزینش ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا منتج شود.

شناسه مقاله

نوع مقاله: پژوهشی

تاریخ پژوهش: ۱۳۹۱

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۵/۱۱

تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۱/۰۴

واژه‌های کلیدی

- **تجزیه خوشه‌ای**
- **تجزیه علیت**
- **رگرسیون گام به گام**
- **گندم معمولی**
- **همبستگی**

این مقاله با دسترسی آزاد تحت شرایط و قوانین The Creative Commons of BY - NC - ND انتشار یافته است.

DOI: 10.22034/AEJ.2018.538401

مقدمه گندم در سراسر جهان به‌عنوان حیاتی‌ترین محصول کشاورزی مطرح می‌باشد. اگرچه به دلیل تفاوت‌های فرهنگی و اقتصادی میزان استفاده از گندم در کشورهای مختلف متفاوت است اما به هر حال اصل استفاده از گندم به عنوان یک ماده اصلی غذایی در تمام جهان برقرار است.[۱۵] گندم نان[1] مهمترین محصول غله‌ای جهان [۱۸] و یکی از غلات و منابع غذایی مهم در ایران و بسیاری از کشورها است و افزایش عملکرد آن نقش مؤثری در تأمین غذای بشر خواهد داشت [۸]

عملکرد دانه یک صفت کمّی است که توسط ژن‌های متعددی کنترل می‌شود و وراثت‌پذیری این صفت به دلیل اثر متقابل محیط و ژنوتیپ پایین است. بنابراین، انتخاب براساس عملکرد دانه به ویژه در نسل‌های اولیه جهت بهبود آن ممکن است چندان مؤثر نباشد.[۹،۱۷]

اگرچه گندم دارای دامنه سازگاری گسترده‌ای به شرایط متفاوت آب و هوایی است، ولی بسیاری از عوامل زیستی و غیرزیستی عملکرد آن را محدود می‌سازد.[۵] مهم‌ترین عوامل کاهنده عملکرد گیاهان زراعی در دنیا، تنش‌ها می‌باشند و بین تنش‌های غیر زنده، تنش گرما از اهمیت خاصی برخوردار است. تنش گرما غالباً به‌عنوان حالتی که دما آن قدر گرم و مداوم باشد که خسارت غیرقابل برگشت به فعالیت یا نمو گیاهان وارد شود، تعریف شده است.[۱۶،۲۱] دمای بالا ممکن است طول دوره‌های گذارشناختی[2] را با کاهش دورهٔ زندگی گیاه کاهش دهد که در نتیجهٔ آن شمار روز تا سنبله‌دهی، روز تا رسیدگی و دوره‌های پر شدن دانه کاهش و تأثیر منفی روی عملکرد و اجزای عملکرد در غلات خواهد گذاشت.[۱۱]

تنش گرما اغلب به‌عنوان افزایش دما به بالاتر از یک حد آستانه و برای یک دوره زمانی مشخص که خسارت غیرقابل برگشت به رشد و نمو گیاه وارد کند تعریف می‌گردد[۲۱] و بسیاری از فرآیندهای سلولی را متأثر می‌سازد. فتوسنتز یکی از حساس‌ترین فرآیندهای فیزیولوژیکی به افزایش دما است و کاهش در فتوسنتز در اثر افزایش دما منجر به محدودیت در رشد گندم و در نهایت کاهش عملکرد آن می‌شود.[۳]

مدرسی و همکاران (۲۰۱۰) با بررسی ۱۴۴ لاین اینبرد حاصل از تلاقی رقم کاز[3] (متحمل به گرما) و رقم مانتنا[4] (حساس به گرما) و تعدادی از ارقام تجاری تحت شرایط غیرتنش و تنش گرمایی گزارش کردند که عملکرد دانه، طول سنبله، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبلچه در سنبله، ارتفاع بوته، طول پدانکل و وزن هزار دانه به طور معنی‌داری در اثر گرما کاهش می‌یابد.[۱۰]

آینه و همکاران (۲۰۰۲) بیان داشتند که مواجه شدن دوره زایشی و مرحله پرشدن دانه با تنش گرمای انتهای فصل باعث تسریع نمو و کاهش اندازه گیاه می‌شود. همچنین گرمای بالاتر از حد آستانه تحمل گیاه موجب کاهش فتوسنتز، افزایش تنفس، تسریع پیری، کاهش تعداد سنبله در گیاه، کاهش تعداد دانه در سنبله، بازداری سنتز نشاسته در دانه‌های در حال رشد می‌شود.[۶]

سیال و همکاران (۲۰۰۵) بیان داشتند که تنش گرمایی انتهای فصل باعث کاهش معنی‌دار ارتفاع بوته، تعداد روز از کاشت تا رسیدگی، تعداد روز از کاشت تا خوشه‌دهی، تعداد میانگره، دوره پر شدن دانه و در نهایت کاهش عملکرد و اجزای عملکرد می‌گردد.[۱۹]

[1] *Triticum aestivum* L.
[2] phenologhic
[3] Kauz
[4] Montana

جدول ۱) نتایج تجزیه خاک محل اجرای آزمایش

Table 1) Soil analysis of experimental place

Soil texture	pH	EC (ds/m)	TNV (%)	O.C. (%)	S.P. (%)	Total N (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Zn (mg/kg)	B (mg/kg)
Clay loam	8.1	0.73	20	1.46	52	0.15	9.5	350	2.6	0.6	2

ناندامانداِل و همکاران (۲۰۱۶) در پژوهشی با استفاده از ۱۱۵ اینبرد لاین در شرایط تنش گرمایی در گندم با استفاده از تجزیه علیت نشان دادند وزن دانه در سنبله بیشترین سهم مستقیم در عملکرد دانه در هر بوته را دارد و به دنبال آن تعداد دانه در بوته، تعداد پنجه در بوته، زیست‌توده و شاخص برداشت است. تعداد پنجه در بوته، تعداد دانه در بوته، وزن دانه در بوته، تعداد دانه در سنبله، بیوماس و شاخص برداشت بخش قابل توجهی از عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند.[۱۲]

پژوهش حاضر با هدف تعیین روابط بین صفات و شناسایی صفات مؤثر بر عملکرد دانه در شرایط تنش گرمایی و طبیعی با استفاده از روش‌های آماری چند متغیره انجام شد.

مواد و روش‌ها این آزمایش در سال ۹۱-۱۳۹۰ در مزرعه ایستگاه تحقیقات کشاورزی گنبد واقع در سه کیلومتری شمال شرقی شهرستان گنبد و در ۵۵ درجه و ۱۲ دقیقه طول شرقی و ۳۷ درجه و ۱۶ دقیقه عرض شمالی براساس طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. ژنوتیپ‌های گندم مورد آزمایش شامل ۱۰ ژنوتیپ گندم نان شامل ارقام مروارید و کوهدشت و لاین‌های N-87-4، N-87-9، N-86-6، N-86-8، N-80-19، N-86-5، N-85-5 و لاین ۱۷ بودند. هر یک از ژنوتیپ‌ها در دو تاریخ کاشت، ۱۵ آذر (تاریخ کاشت عرف منطقه به عنوان شرایط مساعد محیطی)، ۱۰ بهمن (تاریخ کاشت تأخیری به عنوان شرایط نامساعد محیطی) به منظور برخورد مراحل فنولوژیک رشد بعد از گرده‌افشانی با تنش گرمای آخر فصل، مورد مطالعه قرار گرفتند. پس از انجام عملیات آماده‌سازی زمین، ژنوتیپ‌ها در شش ردیف کشت ۶ متری با فاصله ردیف ۲۰ سانتی‌متر کشت شدند. قبل از کاشت از زمین مورد نظر نمونه‌گیری خاک صورت گرفته و مقدار ۲۰۰ کیلوگرم فسفر از منبع سوپر قسفات تریپل و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار پتاس از منبع کلرید پتاسیم به زمین داده شد نتایج تجزیه فیزیک و شیمیایی خاک محل مورد آزمایش در جدول ۱ آورده شده است. صفات طول سنبله، ارتفاع بوته، وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله بارور، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک در طول فصل و بعد از برداشت اندازه‌گیری و یاداشت برداری شدند. تجزیه واریانس مرکب با استفاده از نرم افزار SAS ver. 9.4 و تجزیه همبستگی، تجزیه رگرسیون گام به گام و تجزیه علیت با استفاده از نرم‌افزار SPSS ver. 23 انجام شد. همچنین برای گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها تجزیه خوشه‌ای به روش وارد[1] و با استفاده از فاصله اقلیدسی به عنوان معیار فاصله با استفاده از نرم‌افزار SPSS ver. 23 انجام گرفت. برای مشخص شدن اهمیت گروه‌ها از نظر صفات مورد بررسی، میانگین هر گروه برای هر صفت و مقدار اختلاف آن از میانگین جامعه اصلی در همان صفت محاسبه شد.

نتایج و بحث تجزیه واریانس داده‌ها حاکی از معنی‌دار بودن تفاوت بین ژنوتیپ و تنش برای کلیه صفات بود. هم‌چنین اثرات متقابل تنش و ژنوتیپ برای صفات طول سنبله، تعداد سنبله بارور و عملکرد دانه معنی‌دار بود (جدول ۲).

[1] ward

تحلیل همبستگی در محیط بدون تنش

تعداد سنبله بارور همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد دانه داشت (جدول ۳) که می‌توان استنباط نمود که در شرایط بدون تنش ژنوتیپ‌های گندم با تعداد سنبله بارور بالا دارای عملکرد دانه بالاتری هستند. *نورخلج و همکاران (۲۰۱۰)* در گندم نشان دادند که تعداد سنبله در واحد سطح همبستگی مثبت و معنی‌داری را با عملکرد دانه داشت که با نتایج این پژوهش هم‌خوانی دارد.[۱۳] هم‌چنین صفت تعداد دانه در سنبله همبستگی مثبت و معنی‌دار را با وزن هزار دانه داشت که ژنوتیپ‌های گندم با تعداد دانه در سنبله بیشتر دارای وزن هزار دانه بالاتری می‌باشند (جدول ۳). *فگم و همکاران (۲۰۰۷)* نیز به تأثیر مستقیم و مثبت تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه بر عملکرد دانه اشاره دارد که با نتایج این پژوهش هم‌خوانی دارد.[۷] همچنین *سلیمان و همکاران (۲۰۱۴)* همبستگی مثبت و معنی‌دار تعداد دانه در سنبله با وزن هزار دانه را در سال اول گزارش کردند که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد.[۲۰]

رگرسیون گام به گام و تجزیه علیت در شرایط بدون تنش

بر اساس نتایج رگرسیون گام به گام تعداد سنبله بارور به عنوان اثرگذارترین صفت روی عملکرد دانه بود و ۹۹/۸٪ از تغییرات عملکرد را توجیه نمود (جدول ۴). *افیونی و محلوجی (۲۰۰۶)* در پژوهشی با ۴۲ لاین و رقم گندم نان اظهار داشتند که دوره پر شدن دانه، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله در متر مربع و ارتفاع بوته زودتر از بقیه صفات به مدل رگرسیون وارد شده و مؤثرترین صفات بر عملکرد دانه بودند.[۲]

نتایج تجزیه علیت ژنوتیپ‌های گندم در شرایط بدون تنش نشان داد که تنها صفت تعداد سنبله بارور اثر مستقیم مثبت بر عملکرد دانه داشت (جدول ۵). *آلی و ال بانا (۱۹۹۴)* در پژوهشی با استفاده از 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٪ از تغییرات عملکرد را توجیه نموده و بیش‌ترین میزان اثر مستقیم را به تعداد سنبله در متر مربع مرتبط دانستند.[۴]

تجزیه کلاستر در شرایط بدون تنش

ژنوتیپ‌های گندم در شرایط بدون تنش به دو گروه اصلی طبقه‌بندی شدند (شکل ۱). گروه اول از لحاظ صفات طول سنبله و تعداد دانه در سنبله دارای ارزش میانگین بیشتر از میانگین کل جمعیت بود در حالی که میانگین این گروه از نظر ارتفاع بوته، وزن هزار دانه، تعداد سنبله بارور، عملکرد دانه و بیولوژیک نسبت به میانگین کل پایین‌تر بود. گروه دوم برای ارتفاع بوته، وزن هزار دانه، تعداد سنبله بارور، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک میانگین بیشتر از میانگین کل داشت و از لحاظ صفات طول سنبله، تعداد دانه در سنبله پایین‌تر از میانگین کل بود. گروه دوم به دلیل عملکرد بالا بهترین گروه معرفی می‌شود و ژنوتیپ‌های این گروه در برنامه‌های به‌نژادی مورد استفاده قرار می‌گیرند (جدول ۶). *عابدینی و همکاران (۲۰۱۶)* در پژوهشی به منظور بررسی تنوع ژنتیکی اینبرد لاین‌های گندم حاصل از تلاقی ارقام روشن در فلات با استفاده از تجزیه خوشه‌ای لاین‌ها را به سه گروه گروه‌بندی کردند که با نتایج این پژوهش مطابقت ندارد.[۱]

تحلیل همبستگی در محیط تنش گرمایی

ضرایب همبستگی ساده صفات نشان داد عملکرد دانه با صفات تعداد سنبله بارور همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت (جدول ۷). همچنین بین صفت تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت. *مدرسی و همکاران (۲۰۱۰)* در تحقیقی نشان دادند که عملکرد دانه در گندم با طول ساقه گل، شمار دانه در سنبله و طول سنبله در شرایط تنش همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت.[۱۰]

جدول ۲) تجزیه واریانس مرکب ژنوتیپ‌های مختلف گندم تحت شرایط تنش گرمایی و بدون تنش

Table 2) Combined analysis of variance of different wheat genotypes under heat stress and normal conditions

Source of variation	df	Mean Square (MS)						
		Spike length	Plant height	1000 grain weight	Grains/spike	Number of fertile spike	Grain yield	Biological yield
Heat stress	1	4.32**	194.47**	97.53**	138.53**	53362.09**	5344921.17**	24373751.16**
Genotyp	9	4.23**	108.94**	64.16**	86.10**	24554.12**	2634228.63**	9065368.12**
Genotyp* H	9	0.22*	1.61ns	3.17ns	1.46ns	2192.43**	116424.19**	471067.39ns
Error	36	0.10	1.23	3.78	1.29	415.25	20004.10	859387.7
C.V (%)	-	3.77	1.42	4.99	2.99	5.77	3.77	8.31

**، * و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵٪ و غیرمعنی‌دار **, * and ns significant at 1% probability level and non-significant, respectively

جدول ۳) ضرایب همبستگی ساده صفات مهم زراعی ژنوتیپ‌های مختلف گندم در شرایط بدون تنش

Table 3) Simple correlation coefficients agronomic important traits of different wheat genotypes in normal conditions

	Traits	1	2	3	4	5	6
1	1000 grain weight	0.263^{ns}					
2	Grains/spike	0.018^{ns}	0.670^{*}				
3	Number of fertile spike	0.175^{ns}	0.219^{ns}	-0.575^{ns}			
4	Grain yield	0.175^{ns}	0.209^{ns}	-0.584^{ns}	0.999^{**}		
5	Biological yield	0.165^{ns}	0.505^{ns}	-0.182^{ns}	0.404^{ns}	0.382^{ns}	
6	Plant hight	-0.312^{ns}	0.188^{ns}	0.006^{ns}	0.199^{ns}	0.190^{ns}	0.533^{ns}

**، ns به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ و غیر معنی‌دار ** and ns Significant at 1% probability level and non-significant, respectively

جدول ۴) نتایج تجزیه رگرسیون گام به گام ژنوتیپ‌های گندم در شرایط بدون تنش

Table 4) Results of stepwise regression analysis of wheat genotypes in normal conditions

Variables into the model	1
Constant	342.967^{**}
Number of fertile spike	9.670^{**}
Coefficient of determination	0.998

** معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ ** Significant at 1% probability level

جدول ۵) تجزیه علیت ژنوتیپ‌های گندم برای صفت عملکرد دانه در محیط بدون تنش

Table 5) Path analysis of wheat genotypes for grain yield trait in normal environment

Traits	Number of fertile spike	Correlation with grain yield
Number of fertile spike	0.999	0.999^{**}

جدول ۶) انحراف استاندارد شده میانگین هر گروه از میانگین کل برای صفات مورد بررسی در شرایط غیرتنش

Table 6) Average standard deviation for each group of average total for the studied traits in normal conditions

Traits	Group 1		Group 2		Total Mean
	Mean	Standard deviation	Mean	Standard deviation	
Spike length	8.73	-0.03	8.68	0.03	8.71
Plant hight	77.10	2.65	82.41	-2.65	79.76
1000 grain weight	38.40	1.87	42.13	-1.87	40.27
Grains/spike	40.83	-1.37	38.08	1.37	39.46
Number of fertile spike	346.46	36.39	419.23	-36.39	382.84
Grain yield	3692.67	352.50	4397.66	-352.50	4045.16
Biological yield	10799.98	982.15	12764.28	-982.15	11782.13

جدول ۷) ضرایب همبستگی ساده ژنوتیپ‌های گندم در محیط تنش گرمایی

Table 7) Simple correlation coefficients of wheat genotypes in heat stress environment

	Traits	1	2	3	4	5	6	7
1	**Spike length**	1						
2	**1000 grain weight**	0.008^{ns}	1					
3	**Grains/spike**	0.209^{ns}	-0.854^{**}	1				
4	**Number of fertile spike**	-0.136^{ns}	0.012^{ns}	-0.223^{ns}	1			
5	**Grain yield**	-0.207^{ns}	0.061^{ns}	-0.322^{ns}	0.985^{**}	1		
6	**Biological yield**	-0.094^{ns}	0.132^{ns}	-0.069^{ns}	0.495^{ns}	0.432^{ns}	1	
7	**Plant hight**	-0.594^{ns}	0.074^{ns}	-0.145^{ns}	0.278^{ns}	0.243^{ns}	0.410^{ns}	1

** and ns Significant at 1% probability level and non-significant, respectively

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

جدول ۸) تجزیه رگرسیون گام به گام ژنوتیپ‌های گندم در محیط تنش گرمایی

Table 8) Stepwise regression analysis of wheat genotypes in heat stress condition

Variables into the model	1
Constant	-77.608
Number of fertile spike	10.909
Coefficient of determination	0.971

** Significant at 1% probability level

** معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪

جدول ۹) تجزیه علیت ژنوتیپ‌های گندم برای صفت عملکرد دانه در محیط تنش گرمایی

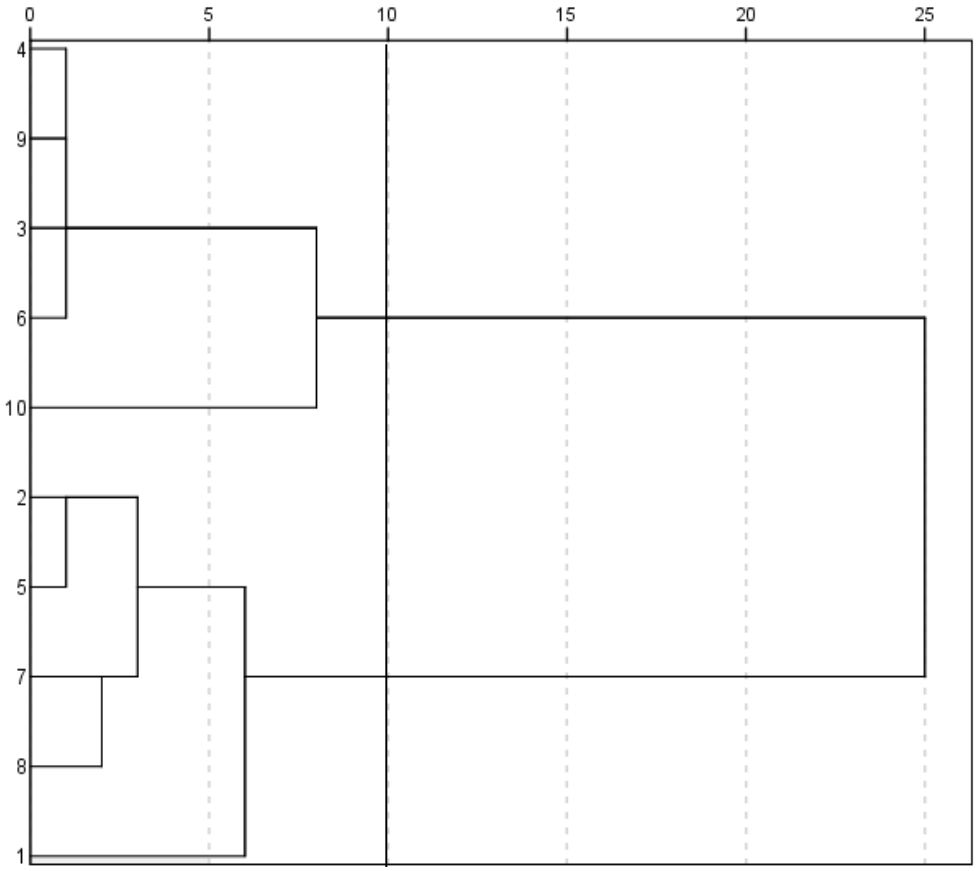
Table 9) Path analysis of wheat genotypes for grain yield trait in heat stress condition

Traits	Number of fertile spike	Correlation with grain yield
Number of fertile spike	0.985	0.985**

جدول ۱۰) انحراف استاندارد شده میانگین هر گروه از میانگین کل برای صفات مورد بررسی در شرایط تنش گرمایی

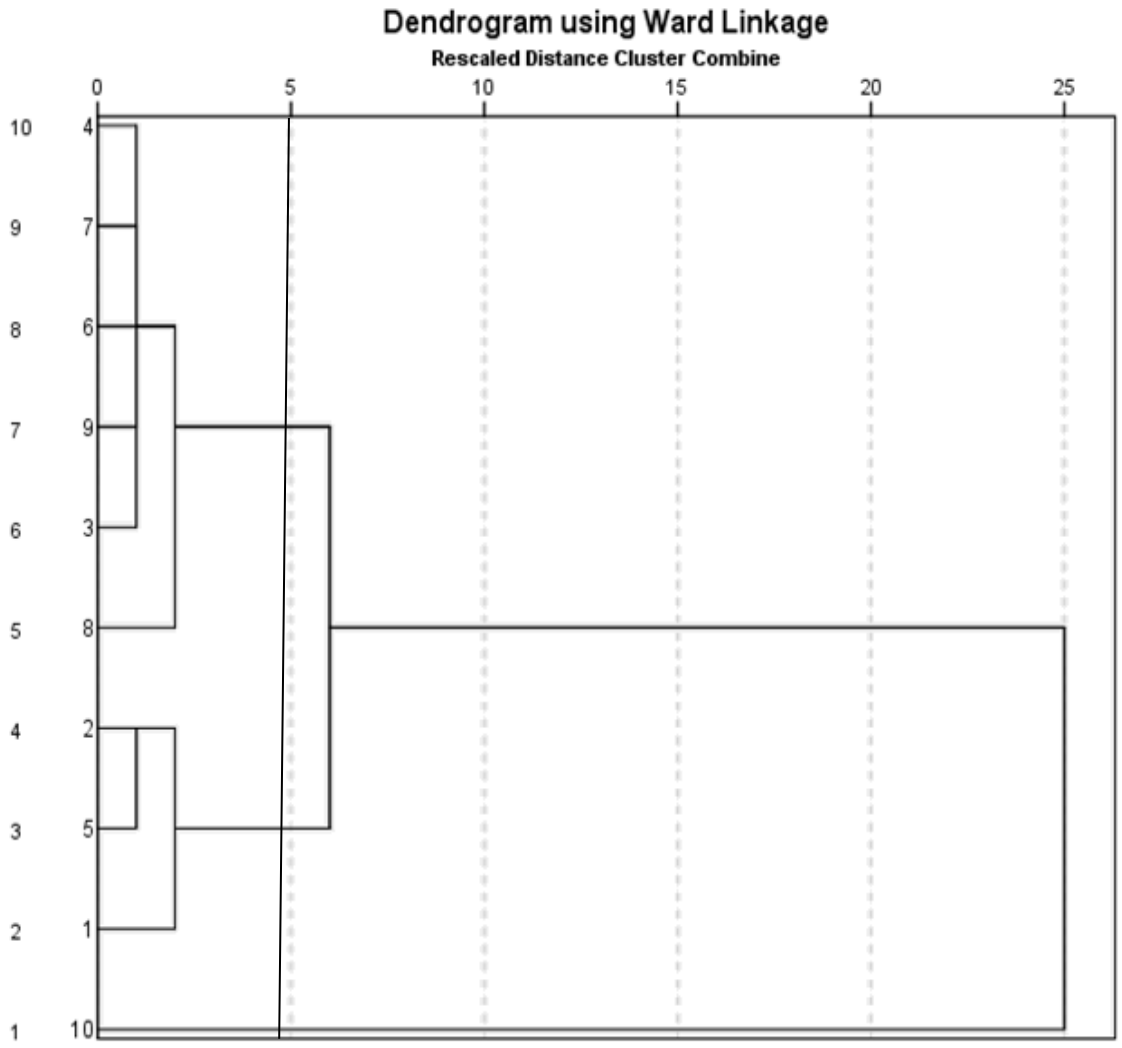
Table 10) Average standard deviation for each group of average total for studied traits in heat stress condition

Traits	Group 1		Group 2		Group 3		Total Mean
	Mean	Standard deviation	Mean	Standard deviation	Mean	Standard deviation	
Spike length	7.90	0.27	8.46	-0.29	8.90	-0.73	8.17
Plant hight	75.79	-0.03	77.36	-1.61	70.73	5.02	75.75
1000 grain weight	38.14	-0.42	37.24	0.47	36.60	1.12	37.72
Grains/spike	35.15	1.27	38.27	-1.85	38.50	-2.08	36.42
Number of fertile spike	329.94	-6.74	334.70	-11.50	248.22	74.98	323.20
Grain yield	3541.78	-93.55	3516.48	-68.25	2682.2	766.03	3448.23
Biological yield	10465.17	42.24	11683.28	-1175.87	7233.22	3274.18	10507.41



شکل ۱) دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌های گندم در شرایط بدون تنش

Figure 1) The dendrogram derived of cluster analysis wheat genotypes in normal conditions



شکل ۲) دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌های گندم تحت شرایط تنش گرمایی

Figure 2) Dendrogram derived from cluster analysis wheat genotypes under heat stress condition

رگرسیون گام به گام و تجزیه علیت شرایط تنش گرمایی

قبل از تجزیه علیت با استفاده از تجزیه رگرسیون گام به گام صعودی سهم هر یک از صفات که بیشترین تأثیر را در عملکرد دانه داشتند مشخص شد. نتایج رگرسیون گام به گام در شرایط تنش نشان داد که صفت تعداد سنبله بارور به تنهایی ۹۷/۱٪ از کل تغییرات عملکرد را توجیه نمود (جدول ۸). بنابراین نقش تعداد سنبله بارور بر روی تغییرات عملکرد دانه در تحقیق حاضر به مراتب بیشتر از دیگر صفات مورد مطالعه بود. *اورکی و همکاران (۲۰۱۶)* با استفاده از رگرسیون گام به گام نشان دادند پنج صفت شمار روز از کاشت تا رسیدگی، طول ساق گل، عملکرد زیست توده و شاخص برداشت به عنوان متغیرهای تشکیل دهندهٔ مدل انتخاب شدند که با نتایج این پژوهش مطابقت ندارد. تجزیه علیت برای صفت عملکرد دانه گیاه و براساس صفاتی که

وارد مدل رگرسیونی شده بودند صورت گرفت.[۱۴] نتایج حاصل از تجزیه علیت در شرایط تنش نشان داد صفات تعداد سنبله بارور بیشترین تأثیر مستقیم را بر روی عملکرد دانه داشت (جدول ۹). در پژوهش *نانداماندل و همکاران (۲۰۱۶)* صفت وزن دانه در سنبله بیشترین اثر مستقیم بر عملکرد دانه را داشت که با نتایج این پژوهش مطابقت ندارد.[۱۲]

تجزیه کلاستر شرایط تنش گرمایی

دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای ۱۰ ژنوتیپ براساس صفات مورد مطالعه در شرایط تنش در شکل ۲ آمده است. براساس این گروه‌بندی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در محلی که اختلاف بین گروه‌های تشکیل شده معنی‌دار بود، تشکیل سه گروه را دادند. میانگین و درصد انحراف از میانگین کل هر یک از گروه‌ها در جدول ۱۰ آورده شده است. گروه اول از نظر صفات ارتفاع بوته، وزن هزار دانه، تعداد سنبله بارور و عملکرد دانه دارای میانگین بیشتر از میانگین کل جمعیت بود و برای صفات طول سنبله و تعداد دانه در سنبله دارای ارزش کمتر از میانگین کل بود. گروه دوم از نظر صفات طول سنبله، ارتفاع بوته، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله بارور، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک دارای میانگین بیشتر از میانگین کل جمعیت بود در حالی که میانگین این گروه از نظر صفت وزن هزار دانه نسبت به میانگین کل پایین‌تر بود. گروه سوم برای صفات طول سنبله و تعداد دانه در سنبله میانگین بیشتر از میانگین کل داشت و از لحاظ صفات ارتفاع بوته، وزن هزار دانه، تعداد سنبله بارور، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک پایین‌تر از میانگین کل بود. گروه دوم به علت عملکرد بالا بهترین گروه معرفی می‌شود و ژنوتیپ‌های این گروه در برنامه‌های به‌نژادی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

نتیجه‌گیری کلی مهم‌ترین صفت مؤثر بر عملکرد دانه در هر دو شرایط بدون تنش و تنش گرمایی صفت تعداد سنبله بارور بود. بنابراین جهت دستیابی به ژنوتیپ‌های پرمحصول بایستی ژرم پلاسم‌های مورد استفاده در برنامه اصلاح نباتات دارای صفت بالا بوده و مورد توجه محقق قرار گیرد.

References

1. Abedini S, Mohammadi-Nejad Gh, Nakhoda B (2016) Evaluation of agronomic traits and yield potential diversity inbreed wheat inbred lines (*Triticum aestivum* L.) derived from Roshan × Falat Cultivar. Journal of Crop Breeding 8(20): 1-10. [in Persian with English abstract]
2. Afiuni D, Mahloji M (2006) Correlation analysis of some agronomic traits in wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes under salinity stress. Seed and Plant Improvement Journal 22(2): 186-197. [in Persian with English abstract]
3. Al-Khatib K, Paulsen GM (1990) Photosynthesis and productivity during high-temperature stress of wheat genotypes from major world regions. Crop Science 30: 1127–1132.
4. Aly RM, El-Bana AYA (1994) Grain yield analysis for nine wheat cultivars grown in newly cultivated sandy soil under different fertilization levels. Zagazing Journal of Agriculture Research 21: 67-77.
5. Arshad U, Zahravi M, Ebadvarze GhR (2012) Identification of sources of heat stress in wheat relatives. Journal of Agricultural Research 4(2): 98-107. [in Persian]
6. Ayeneh A, van Ginkel M, Reynolds MP, Ammar K (2002) Comparison of leaf, spike, peduncle and canopy temperature depression in wheat under heat stress. Field Crops Research 79: 173-184.
7. Fagam AS, Bununu AM, Buba UM (2007) Path Coefficient Analysis of the Components of Grain Yield in Wheat (*Triticum aestivum* L.). International Journal of Natural and Applied Sciences 2: 310-316.
8. Gohari AM, Sedaghat N, Javan Nikkhah M, Saberi-Riseh R (2007) Mycoflora of Wheat Grains in the Main Production Area in Kerman Province, Iran. International Journal of Agriculture and Biology 9(4): 635-637.

9. Keim DL, Kronstand WE (1981) Drought responses of winter wheat cultivars grown under field stress conditions. Crop Science 21: 11-14.
10. Modarresi M, Mohammadi V, Zali A, Mardi M (2010) Response of wheat yield and yield related traits to high temperature. Cereal Research Communications 38: 23–31.
11. Nahar K, Ahamed KU, Fujita M (2010) Phenological variation and its relation with yield in several wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars under normal and late sowing mediated heat stress condition. Notulae Scientia Biologicae 2(3): 51-56.
12. Nanda Mandal S, Singh Dhanda S, Munjal R, Pramanik Ch (2016) Multivariate analysis for trait alliance of bread wheat yield under terminal heat stress conditions. International Quarterly Journal of Environmental Sciences 10(2): 121-127.
13. Norkhalaj K, Khodarahmi M, Amini A, Esmailzadeh M, Sadegh Ghol Moghaddam R (2010) Study on Correlation and Causation relations of Morphological traits in synthetic wheat liens. Journal of Agronomy and Plant Breeding 6(3): 7-17. [in Persian]
14. Oraki A, Siahpoosh MR, Rahnama A, Lakzadeh I (2016) The effects of terminal heat stress on yield, yield components and some morpho-phenological traits of barley genotypes (*Hordeum vulgare* L.) in Ahvaz weather conditions. Iranian Journal of Filed Crop Science 47(1): 29-40. [in Persian with English abstract]
15. Porjahromi MA (2007) The response two wheat cultivars to adjusting the size of the source: Interaction of variety and density in stress and normal conditions. Master Thesis. University of Tehran, Faculty of Agriculture: Tehran, Iran. [in Persian with English abstract]
16. Radmehr M (1997) Effect of heat stress on physiology of growth and development of wheat. Ferdowsi University Publication: Mashhad. [in Persian]
17. Richards RA (1996) Defining selection criteria improve yield under drought. Plant Growth Regulation 20: 157-166.
18. Royo C, Nachit MM, Fonze ND, Araus JL, Pfeiffer WH, Slafer GA (2005) Durum wheat breeding: current approaches and future strategies. Food product Publication: Binghamton, USA.
19. Sial MA, Afzal MA, Khanzada Sh, Naqvi MH, Dahot MU, Nizamani NA (2005) Yield and quality parameters of wheat genotypes as affected by sowing dates and high temperature stress. Pakistan Journal of Botany 37(3): 575-584.
20. Suleiman AA, Nganya JF, Ashraf MA (2014) Correlation and path analysis of yield and yield components in some cultivars of wheat (*Triticum Aestivum* L.) in Khartoum state, sudan 3(6): 221-228.
21. Wahid A, Gelani S, Ashraf M, Foolad MR (2007) Heat tolerance in plants: An overview. Environmental and Experimental Botany 61(3): 199-223.

Recognition the effective traits on grain yield of bread wheat genotypes under heat stress and non-stress conditions

Agroecology Journal
Vol. 13 No. 4 (1-11)
(winter 2018)

Hossein Ali Fallahi[1], Atefeh Kaviani Charati[2*], Seyed Abbas ali Andarkhor[1]

1 Agronomic and Horticultural Research Department, Research and Education Center of Agriculture and Natural Resources in Mazandaran, Agricultural Extension and Education Research Organization, Sari, Iran

2 Department of Agricultural Biotechnology, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran

* ✉ atefe_kaviani@yahoo.com **(corresponding author)**

Received: 02 August 2017 **Accepted:** 24 January 2018

Abstract To determine the traits affecting grain yield, 10 bread wheat genotypes including Morvarid and Kohdasht cultivars and Lines of N-87-4, N-87-9, N-86-6, N-86-8, N-80-19, N-86-5, N-85-5 and Line 17 were planted in two separate experiments including environmental conditions without heat stress in 15 December, and heat stress conditions of 10 February in Gonbad Kavous Agricultural Research Station during 2011-2012. Genotypes were compared in a randomized complete block design with three replications and with combined analysis. Interaction of heat stress and genotypes were significant for grain yield, spike length, number of fertile spike. Genotypes and heat stress effect in all recorded traits were significant. In both conditions, grain yield had a positive and significant correlation with number of fertile spikes. Stepwise regression showed that the number of fertile spikes in normal conditions 99.8% and in heat stress 97.1% of grain yield changes were explained. The path analysis showed that the number of fertile spike had the most direct effect on grain yield in both conditions. The cluster analysis categorized genotypes into two group in normal conditions and three groups in heat stress conditions. Therefore, the number of fertile spikes can be used indirectly in the selection of genotypes with high yield in both heat and normal conditions.

Keywords
- cluster analysis
- common wheat
- correlation
- heat stress
- path analysis
- stepwise regression

This open-access article is distributed under the terms of the Creative Commons-BY-NC-ND which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

DOI: 10.22034/AEJ.2018.538401