[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.18.8.3]

[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.18.91]

ارزیابی عملکرد دانه لاین‌های امیدبخش گندم نان و شناسایی صفات اگرومورفولوژیک مرتبط با عملکرد تحت شرایط تنش رطوبتی آخر فصل

سید سعید موسوی[۱*]، فرزاد کیانارثی[۲]، داود افیونی[۳] و محمدرضا عبدالهی[۴]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۷/۱۷ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۳/۲)

چکیده

به‌منظور ارزیابی عملکرد دانه ۲۰ لاین امیدبخش گندم نان با استفاده از روش‌های آماری چند متغیره، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی فقط تحت شرایط تنش رطوبتی آخر فصل در سال زراعی ۹۱ - ۱۳۹۰ انجام شد. نتایج تجزیه به عامل‌ها نشان داد که سه عامل اول در مجموع، ۶۶ درصد از تغییرات داده‌ها را توجیه کردند. براساس این نتایج، صفات ارتفاع بوته، طول پدانکل، وزن هزار دانه، شاخص برداشت، زیست‌توده، وزن پدانکل و وزن ساقه، به‌عنوان مؤثرترین صفات در افزایش عملکرد دانه بودند. هم‌چنین به‌ترتیب لاین‌های ۱۷، ۱۴ و ۱۵ به‌عنوان مطلوب‌ترین لاین‌ها با عملکرد نسبی مناسب در شرایط تنش رطوبتی شناسایی شدند. تجزیه خوشه‌ای به روش Ward، لاین‌های مورد بررسی را در چهار گروه مجزا قرار داد، به‌طوری‌که خوشه اول بیشتر شامل لاین‌های با عملکرد نسبی بالا بود. تجزیه تابع تشخیص نیز، گروه‌بندی تجزیه خوشه‌ای را تأیید کرد. نتایج تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام نیز بیانگر این بود که مهم‌ترین صفات تأثیرگذار بر عملکرد دانه به‌ترتیب شامل؛ روز تا ۵۰ درصد رسیدگی فیزیولوژیک (با رابطه منفی و اثر معکوس)، ارتفاع بوته، سطح کل برگ، شاخص برداشت و عملکرد زیست‌توده بودند که در مجموع ۸۶ درصد از کل تغییرات عملکرد را توجیه نمودند. براساس نتایج تجزیه علیت، صفات شاخص برداشت و زیست‌توده بیشترین تأثیر مثبت مستقیم و صفت روز تا ۵۰ درصد رسیدگی فیزیولوژیک بیشترین تأثیر منفی غیر مستقیم را (از طریق کاهش شاخص برداشت) بر عملکرد دانه داشتند. بنابراین می‌توان از این صفات، در انتخاب مستقیم یا غیر مستقیم ارقام پرمحصول گندم در شرایط تنش رطوبتی آخر فصل استفاده کرد. لاین شماره ۱۷ با طول دوره فنولوژیک کمتر و عملکرد نسبی بیشتر، به‌عنوان مطلوب‌ترین لاین تحت شرایط این آزمایش شناسایی شد.

واژه‌های کلیدی: گندم نان، تجزیه به عامل‌ها، تجزیه خوشه‌ای، تجزیه تابع تشخیص، رگرسیون گام‌به‌گام، تجزیه مسیر

۱، ۲ و ۴. به‌ترتیب استادیار، دانش‌آموخته کارشناسی ارشد و دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی‌سینا همدان

۳. کارشناس ارشد، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی، استان اصفهان

*. مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: s.moosavi@basu.ac.ir

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.18.8.3]

[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.18.91]

مقدمه

تنش رطوبتی مهم‌ترین تنش محیطی در ایران و سراسر جهان است که عامل اصلی کاهش عملکرد گندم می‌باشد. در بیشتر مناطق گندم‌خیز ایران از جمله اصفهان، مشهد و شیراز، به‌دلایلی مانند کمبود آب آبیاری و مصادف شدن آبیاری آخر فصل گندم با کشت محصولات بهاره، مزارع گندم از یک یا دو نوبت آبیاری آخر فصل محروم می‌شوند که این امر سبب کاهش قابل توجه عملکرد دانه گندم می‌شود (۷). در طی سالیانه گذشته تلاش‌های زیادی جهت بهبود و افزایش عملکرد گندم تحت شرایط تنش رطوبتی انجام شده است (۲۱) ولی این فعالیت‌ها صرفاً باعث افزایش ناچیزی در عملکرد این گیاه شده است که بایستی با عمل انتخاب، لاین‌ها و ژنوتیپ‌های مطلوب و مقاوم به تنش رطوبتی را شناسایی و از زمینه ژنتیکی آنها در برنامه‌های به‌نژادی استفاده کرد (۲۴). با افزایش حجم ژرم‌پلاسم مورد استفاده در برنامه‌های به‌نژادی، اهمیت روش‌های طبقه‌بندی و ارزیابی ژرم‌پلاسم بیشتر و بیشتر می‌گردد که در این شرایط، استفاده از روش‌های آماری چند متغیره، استراتژی مهمی جهت طبقه‌بندی ژرم‌پلاسم و ارزیابی روابط ژنتیکی بین مواد مورد مطالعه می‌باشد. از مهم‌ترین این روش‌ها می‌توان روش تجزیه خوشه‌ای، تجزیه به عامل‌ها، تجزیه تابع تشخیص و تجزیه علیت را نام برد (۱۶). هایلو و همکاران (۱۰) برای ارزیابی تنوع ژنتیکی گندم‌های تتراپلوئید از روش‌های آماری چند متغیره استفاده نمودند. هدف اساسی در تجزیه به عامل‌ها کاهش حجم داده‌ها و بیان روابط همبستگی بین بسیاری از متغیرها براساس چند کمیت تصادفی غیر قابل مشاهده (یعنی عامل‌ها) است (۱). در مطالعه‌ای بر روی گندم نان (۱۲)، تعداد ۱۱ صفت به دو عامل که در مجموع ۹۵/۸ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه می‌کردند، تفکیک شدند. در این مطالعه عامل اول، عامل عملکرد نامیده شد که تحت تأثیر مثبت صفات تعداد سنبله در واحد سطح و عملکرد دانه بود. لیلا و الخطیب (۱۳) در بررسی عوامل مؤثر بر عملکرد دانه گندم تحت شرایط تنش خشکی سه عامل پنهانی شناسایی کردند که ۷۴/۴ درصد از تنوع کل را توجیه نمودند. اولین عامل تحت تأثیر صفات تعداد سنبله در مترمربع، وزن صد دانه، تعداد دانه در سنبله و زیست‌توده بود که ۲۶/۶ درصد از تنوع داده‌ها را تبیین نمود. در تحقیقی بر روی گندم، طوسی‌مجرد و همکاران (۲۲) اظهار کردند که پنج عامل اصلی اول در مجموع حدود ۶۸ درصد از تغییرات داده‌ها را توجیه نمودند. از جمله دیگر روش‌های تجزیه چند متغیره، روش تجزیه خوشه‌ای است که یکی از مهم‌ترین روش‌های گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها براساس داده‌های مختلف مرفولوژیکی، مولکولی یا بیوشیمیایی می‌باشد. در تحقیقی (۴) با کاربرد تجزیه خوشه‌ای، ژنوتیپ‌ها متفاوت گندم در چهار خوشه متمایز گروه‌بندی شدند. هاشمی‌نژاد و همکاران (۲۰۱۰) ژنوتیپ‌های مختلف گندم را به سه گروه مجزا تفکیک نموده، بیان کردند که بین گروه‌های مورد نظر اختلاف معنی‌داری آماری وجود دارد. دهقان و همکاران (۲۰۱۰)، به‌کمک تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام، اظهار داشتند که صفات زیست‌توده، شاخص برداشت و تعداد روز تا ظهور سنبله حدود ۸۴ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه می‌کنند. تجزیه ضرایب مسیر، روشی برای تفکیک ضرایب همبستگی به تأثیرات مستقیم و غیر مستقیم صفات است و اطلاعات مفیدی دربارهٔ نحوهٔ تأثیرپذیری صفات از یکدیگر و روابط بین آنها فراهم می‌کند. محمدی و همکاران (۲۰۰۶) اظهار داشتند که ضرایب همبستگی ساده به‌تنهایی نمی‌توانند مبنای صحیحی از تأثیر اجزای مختلف عملکرد بر عملکرد دانه باشند. آنها اظهار داشتند که از میان صفات بررسی شده، تنها اثر غیرمستقیم زیست‌توده بر روی عملکرد دانه، از طریق کاهش شاخص برداشت، نسبتاً بالا بود. تجزیه همبستگی عملکرد دانه و اجزای آن نشان داد که عملکرد دانه با وزن دانه در سنبله، تعداد دانه در سنبله و تعداد سنبله در هر دو شرایط رطوبتی، همبستگی مثبت و معنی‌داری دارد. از طرفی نتایج تجزیه مسیر نشان داد که در شرایط تنش رطوبتی، وزن دانه در سنبله و در شرایط نرمال تعداد سنبله بیشترین اثر مستقیم را بر عملکرد دانه

در هر دو نسل داشتند (۸). در بررسی دیگر(۴)، براساس تجزیه علیت، اظهار شد که اثر مستقیم زیست‌توده و شاخص برداشت بر عملکرد دانه مثبت و بالا بود ولی تعداد روز تا ظهور سنبله فقط اثر غیر مستقیم و منفی از طریق زیست‌توده بر عملکرد دانه داشت. بنابراین با استفاده از روش‌های مختلف چند متغیره، می‌توان حجم داده‌ها را کاهش داد و با کمک این روش‌ها، ژنوتیپ‌های مطلوب را براساس مجموعه‌ای از صفات، به‌جای انتخاب براساس یک صفت، انتخاب کرد. لذا با توجه به اهمیت مواد گیاهی این تحقیق، که لاین‌های امیدبخش اصلاحی و جدید برای شرایط محدود رطوبتی بودند و هم‌چنین با توجه به لازم بودن خلاصه‌سازی اطلاعات حاصله از طریق روش‌های مفید آماری (جهت انتخاب براساس چند صفت به‌جای انتخاب تک صفتی)، اهداف این تحقیق عبارت بودند از:

۱- استفاده از مزایای روش‌های چند متغیره مرسوم جهت کاهش حجم داده‌ها و کسب اطلاعات بیشتر برای ارزیابی و گروه‌بندی اولیه لاین‌های امیدبخش، ۲- شناسایی مهم‌ترین صفات با تأثیر مستقیم و غیر مستقیم بر عملکرد دانه جهت انتخاب مستقیم و غیرمستقیم برای عملکرد در شرایط آزمایش و ۳- شناسایی مقدماتی مطلوب‌ترین لاین‌ها براساس بالا بودن عملکرد نسبی آنها در شرایط تنش رطوبتی آخر فصل و ادامه آزمایش برای نتایج قطعی‌تر در آینده.

مواد و روش‌ها

به‌منظور ارزیابی میزان عملکرد نسبی و سایر ویژگی‌های مهم اگرومرفولوژیک ۲۰ لاین گندم (۱۸ لاین امیدبخش انتخابی برای شرایط محدود رطوبتی آخر فصل و ۲ لاین شاهد) (جدول ۱)، این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار صرفاً تحت شرایط تنش رطوبتی آخر فصل در مزرعهٔ پژوهشی ایستگاه تحقیقات کشاورزی کبوترآباد اصفهان اجرا گردید. عملیات آماده‌سازی زمین شامل شخم عمیق، دو مرحله دیسک عمود بر هم و توزیع کودهای پایهٔ نیتروژن، پتاس و فسفر براساس آزمایش خاک و توصیه کودی مربوطه انجام گرفت. هر کرت آزمایشی از شش ردیف ۵/۵ متری تشکیل شد که فاصله بین ردیف‌ها ۲۰ سانتی‌متر و تراکم نهائی نیز ۴۰۰ بوته در مترمربع در نظرگرفته شد. آزمایش به‌منظور شناسایی مطلوب‌ترین لاین‌های با عملکرد نسبی برتر فقط در شرایط تنش رطوبتی آخر فصل، که مشکل عمدهٔ کشاورزان منطقه است، به‌صورت قطع کامل عمل آبیاری از مرحله ظهور سنبله‌ها به بعد، اعمال گردید. مطلوبیت نسبی لاین‌ها، براساس میزان عملکرد نسبی آنها پس از پُر شدن دانه‌ها و رسیدگی کامل، بررسی و ارزیابی گردید. صفات روز تا ۵۰ درصد رسیدگی فیزیولوژیک، عرض برگ پرچم، سطح کل برگ در مترمربع قبل از برداشت اندازه‌گیری شدند. سایر صفات نیز یعنی: ارتفاع بوته، طول پدانکل، طول سنبله، طول ریشک، وزن ساقه، تعداد پنجه بارور در مترمربع (تعداد سنبله بارور)، تعداد سنبلچه در سنبله، وزن پدانکل، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، نسبت وزن سنبله به ساقه، با رعایت اثر حاشیه و براساس انتخاب تصادفی ۱۰ بوته از هرکرت، اندازه‌گیری شدند. در نهایت صفات مهم و اساسی عملکرد دانه، زیست‌توده و شاخص برداشت برای کل سطح کشت شده تعیین گردیدند و برحسب کیلوگرم در هکتار محاسبه شدند. در پایان به‌دلیل حجیم بودن اطلاعات و داده‌ها (ماتریس ۱۷ صفت برای ۲۰ لاین)، جهت داشتن یک ارزیابی دقیق از وضعیت لاین‌ها براساس چندین صفت و برای شناسایی مهم‌ترین صفات مؤثر بر عملکرد دانه، از روش‌های آماری مختلف از جمله تجزیه عاملی (از طریق محاسبه ضرایب عامل‌ها پس از چرخش وریمکس بر مبنای روش تجزیه به مؤلفه‌های اصلی)، تجزیه خوشه‌ای (روش وآرد)، تجزیه تابع تشخیص، رگرسیون گام‌به‌گام (روش پیش‌رونده) و تجزیه علیت به‌کمک نرم‌افزارهای SAS Ver. 9.1، SPSS Ver. 19، MINITAB Ver. 14 و PATH 2 استفاده شد.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-25]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.18.8.3]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.18.91]

جدول ۱. شماره، شجره‌نامه و مبداء لاین‌های مورد استفاده

شماره لاین	شجره لاین	مبداء
1	Ws-82- 9 (شاهد ۱)	کلیه لاین‌ها، حاصل دورگ‌گیری‌های انجام شده در مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج می‌باشند.
2	SIRVAN(WS-85-10) (شاهد ۲)	
3	Azd/HD2172//V83035/3/Tjn	
4	Shuha-5/Byt	
5	Bocro-4/Marv	
6	FRET2/TUKURU//FRET2	
7	KAUZ/PASTOR//PBW343	
8	BOW/PRL//BUC/3/LUANA/4PASTOR/3/KAUZ*2/OPATA//KAUZ	
9	BABAX/LR42//BABAX*2/3/VIVITSI	
10	WAXWING*2/KUKUNA	
11	SUNSU//RDWG/MILAN	
12	ND643//2*SERI/RAYON	
13	PASTOR/TILHI	
14	CROC1/AESQUARRPSA9224)//OPATA/3/BJY/COC//PRL/BOW/4/BYJ/COC/PRL	
15	CRO1/AE.SQUARROSA(205)//KAUZ/3/BJY/COC//PRL/BOW/4/BJY/COC//PRL/BOW	
16	D67.2/P66/270//AE/SQUARROSA(320)/3/CUNNINGGHAM	
17	OK82282/Bow/NKT/3/Sardari-HD75	
18	TAM200/Kauz	
19	E-88-2	
20	E-88-3	

نتایج و بحث

تجزیه به عامل‌ها

نتایج تجزیه به عامل‌ها نشان داد که بیش از ۶۶ درصد از واریانس کل داده‌ها به‌واسطه سه عامل اول توجیه می‌شود (جدول ۲)، به‌طوری‌که عامل اول، دوم و سوم به‌ترتیب ۳۲، ۲۱ و ۱۳ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه کردند. این در حالی است که در تحقیقی بر روی گندم (۲۲) اظهار شد که پنج عامل اصلی اول در مجموع حدود ۶۸ درصد از تغییرات داده‌ها را توجیه نمودند. عامل اول با صفات روز تا ۵۰ درصد رسیدگی فیزیولوژیک، طول سنبله، طول ریشک، تعداد سنبلچه در سنبله، تعداد دانه در سنبله و عرض برگ پرچم رابطه مثبت داشت که با توجه به مطلوب نبودن افزایش بیش از حد این صفات تحت شرایط تنش رطوبتی و از طرفی دیگر، با توجه به رابطهٔ منفی این عامل با صفات مطلوب عملکرد دانه، شاخص برداشت، ارتفاع بوته و طول پدانکل، عامل اول "عامل طول دوره فنولوژیک" نامیده شد. در واقع تحت شرایط تنش رطوبتی، مقدار کمتر این عامل مدنظر می‌باشد، چرا که افزایش نامحدود این دوره باعث اختصاص بیشتر مواد پرورده به رشد رویشی گیاه می‌شود که با توجه به محدودیت آب در مراحل آخر رشد، در نتیجه این محدودیت موجب کاهش کارایی دورهٔ

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-25]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.18.8.3]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.18.91]

جدول ۲. ضرایب عاملی یا بار عاملی سه عامل اول برای صفات مورد بررسی تحت شرایط تنش رطوبتی آخر فصل

صفات	عامل‌های مختلف و واریانس توجیهی توسط آنها		
	عامل اول (۳۲٪)	عامل دوم (۲۱٪)	عامل سوم (۱۳٪)
روز تا ۵۰ درصد رسیدگی فیزیولوژیک	۰/۶۸	-۰/۳۴	-۰/۴۶
تعداد پنجه در مترمربع	-۰/۶۲	-۰/۵۲	-۰/۴۱
وزن هزار دانه	-۰/۰۳	۰/۸۰	۰/۱۱
ارتفاع بوته	-۰/۴۸	۰/۶۸	-۰/۰۰۶
طول پدانکل	-۰/۷۷	۰/۴۷	۰/۰۸
طول سنبله	۰/۳۵	۰/۲۱	-۰/۴۴
طول ریشک	۰/۱۸	-۰/۵۲	-۰/۰۴
تعداد سنبلچه در سنبله	۰/۶۳	۰/۱۱	-۰/۵۳
وزن پدانکل	۰/۱۵	۰/۸۷	-۰/۱۳
وزن ساقه	۰/۱۹	۰/۹۲	-۰/۱۴
تعداد دانه در سنبله	۰/۸۱	-۰/۰۷	-۰/۲۵
نسبت وزن سنبله به وزن ساقه	۰/۷۰	-۰/۳۲	-۰/۰۷
عرض برگ پرچم	۰/۶۷	۰/۱۵	-۰/۱۹
سطح کل برگ	۰/۴۵	۰/۰۵	۰/۰۹
عملکرد دانه	-۰/۳۲	۰/۵۱	۰/۵۶
زیست‌توده	-۰/۰۹	۰/۲۱	-۰/۸۵
شاخص برداشت	-۰/۱۳	۰/۲۳	۰/۹۳

زایشی و کاهش محصول نهایی بذر می‌گردد. نتیجه حاصله در شرایط این آزمایش، بیانگر این است که لاین‌هایی که طول دوره رسیدگی بیشتری داشته‌اند در کل تعداد پنجه بیشتر، تعداد دانه در سنبله بیشتر، وزن هزار دانه کمتر، وزن دانه در سنبله کمتر و نهایتاً عملکرد دانه کمتری را دارا بوده‌اند. البته این نتیجه، یک نتیجه کلی نیست و ممکن است با تغییر شرایط آزمایش تغییر کند. در حقیقت تحت شرایط تنش رطوبتی، به‌دلیل محدودیت مواد پرورده و انتقال آن از منبع به مخزن، افزایش تعداد دانه در سنبله موجب محدودیت پُر شدن کامل دانه‌ها و در نهایت باعث کاهش عملکرد دانه می‌شود. البته ممکن است که این استنباط فقط برای لاین‌های مورد مطالعه و تحت شرایط این آزمایش صادق باشد و ممکن است نتوان آن را تعمیم کلی داد که جهت اطمینان بیشتر، تکرار آزمایش در سال‌های مختلف و با ژنوتیپ‌های بیشتر توصیه می‌گردد. از طرفی دیگر، با توجه به رابطه مثبت و معنی‌دار عامل دوم با صفات مطلوب وزن هزار دانه، ارتفاع بوته، طول پدانکل، وزن پدانکل، وزن ساقه و عملکرد دانه، این عامل "عامل عملکرد دانه" نامیده شد که مقدار بیشتر آن مطلوب‌تر و مورد نظر است. نتیجه حاصله بیانگر این مطلب می‌باشد که لاین‌های دارای طول و وزن بیشتر ساقه و طول و وزن بیشتر پدانکل، دارای مقدار بیشتری مواد فتوسنتزی پرورده قابل دسترس برای انتقال مجدد به دانه بوده‌اند که در نهایت این عامل باعث افزایش وزن هزار دانه در آنها شده است. از طرف دیگر افزایش وزن هزار دانه خود منجر به افزایش وزن سنبله و نهایتاً افزایش عملکرد دانه شده است. نکته

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-25]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.18.8.3]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.18.91]

قابل توجه در مورد عامل دوم، به‌عنوان عامل افزایش عملکرد، این است که به‌ترتیب صفات وزن ساقه، وزن پدانکل، وزن هزار دانه، ارتفاع بوته و طول پدانکل بیشترین اثر مثبت را در افزایش این عامل داشته‌اند که با توجه به ماهیت این عامل در این پژوهش، این صفات به‌عنوان خصوصیات مطلوبی جهت انتخاب لاین‌های مطلوب تحت شرایط تنش رطوبتی آخر فصل پیشنهاد می‌گردند. در تحقیقی (۱۸) اظهار شد که سه صفت شاخص برداشت سنبله، آب حفظ شده برگ‌های جدا شده و شاخص برداشت، تأثیر قابل توجهی در واریانس دو مؤلفه مهم اول داشتند و این مؤلفه معیاری مناسب در انتخاب لاین‌های گندم تحت شرایط تنش رطوبتی می‌باشد. بنابراین با توجه به اهمیت دو عامل اول در توجیه واریانس صفات و هم‌چنین براساس رابطه عامل‌ها و صفات مختلف، مقادیر کمتر عامل اول و مقدار بیشتر عامل دوم مدنظر است. از این‌رو در نمودار بای‌پلات، ناحیه دوم بای‌پلات (شکل ۱) مورد نظر است و لاین‌ها و صفاتی که در این ناحیه قرار می‌گیرند به‌عنوان مطلوب‌ترین لاین‌ها و صفات معرفی می‌شوند. براساس نتایج حاصله از این تجزیه، لاین‌های شماره ۱۷، ۱۵ و ۱۴ به‌عنوان مطلوب‌ترین لاین‌ها معرفی شدند. هم‌چنین صفات ارتفاع بوته، طول پدانکل، وزن هزار دانه، شاخص برداشت، وزن پدانکل، وزن ساقه و زیست‌توده، به‌عنوان مطلوب‌ترین صفات با تأثیر مثبت بر افزایش عملکرد دانه تحت شرایط تنش رطوبتی شناسایی شدند، که مقدار زیاد این صفات مطلوب و مورد نظر است. این در حالی است که مقدار نسبتاً کم برخی از صفات، یعنی صفات واقع در ناحیهٔ چهارم بای‌پلات (مثل طول ریشک، روز تا ۵۰ درصد رسیدگی فیزیولوژیک)، مناسب انتخاب لاین‌های خاص شرایط تنش رطوبتی آخر فصل است. عامل سوم هم دارای بیشترین ارتباط مثبت با صفت شاخص براشت می‌باشد، لذا این عامل، "عامل شاخص برداشت" نام‌گذاری شد، که انتخاب لاین‌ها براساس مقدار بالای این عامل، منجر به شناسایی لاین‌های با زیست‌توده کمتر می‌شود. به‌عبارتی دیگر، افزایش شاخص برداشت لاین‌ها از طریق این عامل، صرفاً به‌واسطه کاهش زیست‌توده آنها بوده است.

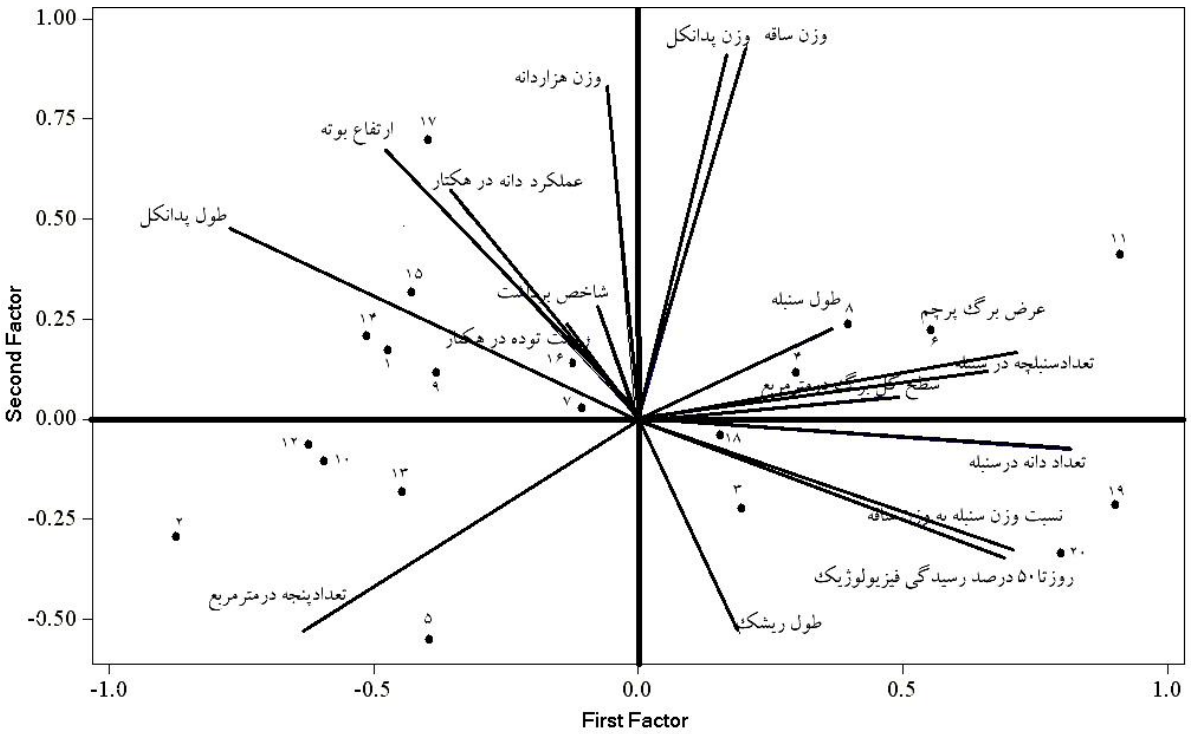
عسگر و همکاران (۲۰۱۰) و متقی و همکاران (۲۰۰۹) اظهار داشتند که بیشترین تغییرات مورد نظر بین داده‌ها با دو عامل اول بیان می‌شوند و نتیجه گرفتند که، صفاتی مانند تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، زیست‌توده، عملکرد کاه‌وکلش و شاخص برداشت ۹۷ درصد از تغییرات عملکرد دانه را در گندم نان توجیه می‌نماید.

زکی‌زاده و همکاران (۲۰۱۰) تنوع ژنتیکی و ارتباط صفات مختلف گیاهی با عملکرد دانه را در ۷۰ ژنوتیپ گندم نان مورد ارزیابی قرار دادند و نشان دادند که سه عامل اول، ۹۶ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه می‌کند. لیلا و الخطیب (۲۰۰۵) اظهار داشتند که براساس تجزیه به عامل‌ها، اولین عامل شامل شاخص برداشت، وزن دانه در سنبله و ارتفاع گیاه حدود ۳۹/۸۹ درصد از تغییرات کل را توجیه نمودند و آن‌را عامل شاخص برداشت نامیدند. دومین عامل شامل وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله با ۲۵/۲۶ درصد و سومین عامل زیست‌توده بود که ۱۸/۸ درصد از تغییرات کل را توجیه می‌کردند.

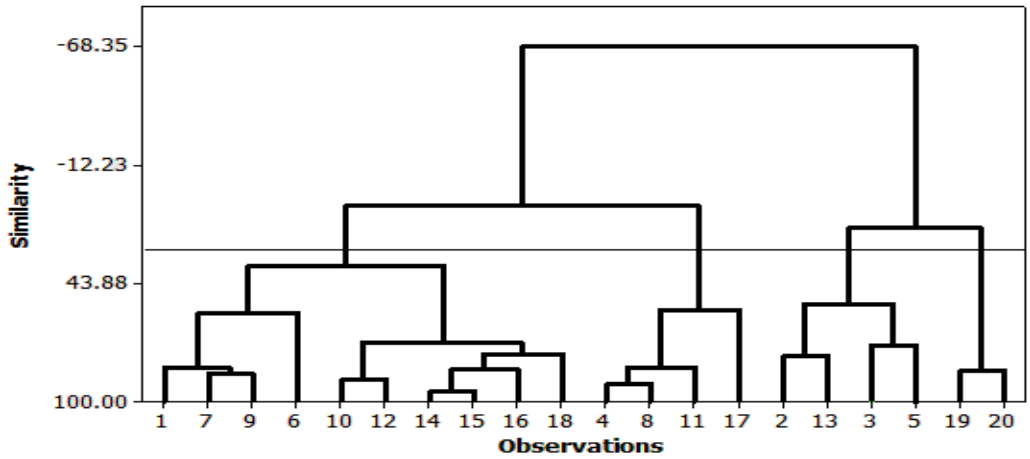
تجزیه خوشه‌ای

در این پژوهش، از روش Ward و از معیار فاصله‌ای "مربع پیرسون"، به‌عنوان ماتریس فاصله، برای تجزیه خوشه‌ای استفاده گردید. لاین‌ها براساس روش برش‌دهی چشمی، که یکی از روش‌های تعیین‌کننده تعداد خوشه‌ها است، به ۴ خوشه گروه‌بندی شدند. نتایج حاصل از گروه‌بندی لاین‌ها (شکل ۲) نشان داد که لاین‌های شماره ۱، ۶، ۷، ۹، ۱۰، ۱۲، ۱۴، ۱۵، ۱۶ و ۱۸، که در خوشه اول قرار گرفتند، به‌طور نسبی مقادیر بالاتری از صفات وزن ساقه، وزن پدانکل، وزن هزار دانه، ارتفاع بوته، طول پدانکل، عملکرد دانه و شاخص برداشت و مقادیر پایین‌تری از صفات طول ریشک، روز تا ۵۰ درصد رسیدگی فیزیولوژیک و تعداد پنجه را دارا بودند (جدول ۳). بنابراین این خوشه به‌نحو مطلوبی، لاین‌های با عملکرد نسبتاً بالا و صفات مطلوب را مجزا ساخته است. بنابراین این خوشه

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-25]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.18.8.3]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.18.91]



شکل ۱. نمودار بای‌پلات تجزیه عاملی ۲۰ لاین امیدبخش گندم نان با ۱۷ صفت مورد بررسی به روش مؤلفه‌های اصلی



شکل ۲. گروه‌بندی ۲۰ لاین امیدبخش گندم براساس میزان شباهت ۱۷ صفت مورد بررسی در شرایط تنش رطوبتی

"خوشه عملکرد و اجزای مرتبط با آن" نام‌گذاری شد. از طرفی لاین‌های شماره ۱۹ و ۲۰ به‌طور نسبی مقادیر پایین‌تری از صفات وزن ساقه، وزن پدانکل، وزن هزار دانه، ارتفاع بوته، طول پدانکل، عملکرد دانه و شاخص برداشت و مقادیر بالاتری از صفات طول ریشک، روز تا ۵۰ درصد رسیدگی فیزیولوژیک و تعداد پنجه را دارا بودند که در خوشه چهارم قرار گرفتند. براساس صفات موجود در این خوشه می‌توان آن‌را "خوشه افزایش طول دوره فنولوژیک" نامید. هم‌چنین با توجه به اینکه تفاوت بین گروه‌ها برای بیشتر صفات از نظر آماری معنی‌دار بود (جدول ۳) و از طرفی براساس فاصله ژنتیکی ژنوتیپ‌ها این

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-25]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.18.8.3]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.18.91]

جدول ۳. میانگین صفات مورد بررسی در هر یک از ۴ خوشه مجزا تحت شرایط تنش رطوبتی آخر فصل

صفات	خوشه اول	خوشه دوم	خوشه سوم	خوشه چهارم
روز تا ۵۰ درصد رسیدگی فیزیولوژیک	۱۹۹/۳^{a}	۲۰۰/۶ ^{a}	۲۰۰/۸ ^{a}	۲۰۲/۷ ^{a}
تعداد پنجه در مترمربع	۷۶۵/۷ ^{b}	۹۴۷/۵ ^{a}	۶۶۸/۳ ^{b}	۷۱۸/۳ ^{bc}
وزن هزار دانه (گرم)	۲۷/۱ ^{a}	۲۴/۷ ^{b}	۲۹/۶ ^{a}	۲۲/۶ ^{bc}
ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	۸۵/۹ ^{a}	۷۶/۶ ^{b}	۸۴^{a}	۷۳/۵ ^{b}
طول پدانکل (سانتی‌متر)	۳۴/۱ ^{a}	۳۲/۶ ^{ab}	۳۲/۹ ^{ab}	۲۷/۷ ^{c}
طول سنبله (سانتی‌متر)	۸/۱ ^{ab}	۸/۳ ^{a}	۸/۵ ^{a}	۸/۵ ^{a}
طول ریشک (سانتی‌متر)	۷/۴ ^{ab}	۸^{a}	۷/۵ ^{ab}	۸^{a}
تعداد سنبلچه در سنبله	۱۳/۷ ^{ab}	۱۳/۷ ^{ab}	۱۴/۷ ^{a}	۱۵/۶ ^{a}
وزن پدانکل (گرم)	۰/۳ ^{a}	۰/۳ ^{a}	۰/۳ ^{a}	۰/۳ ^{a}
وزن ساقه (گرم)	۰/۹ ^{a}	۰/۷ ^{ab}	۱^{a}	۰/۸ ^{ab}
تعداد دانه در سنبله	۳۲/۹ ^{b}	۳۲^{a}	۳۶/۷ ^{a}	۴۱/۹ ^{a}
نسبت وزن سنبله به وزن ساقه	۱/۴ ^{ab}	۱/۶ ^{a}	۱/۶ ^{a}	۱/۸ ^{a}
عرض برگ پرچم (سانتی‌متر)	۱/۳ ^{a}	۱/۳ ^{a}	۱/۳ ^{a}	۱/۴ ^{a}
سطح کل برگ (سانتی‌متر مربع)	۷۵۸۹/۹ ^{ab}	۷۴۶۲/۷ ^{b}	۷۵۴۵/۲ ^{ab}	۷۷۰۳/۷ ^{a}
عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	۴۴۳۷/۷ ^{a}	۳۶۷۸/۲ ^{b}	۴۰۰۹/۹ ^{ab}	۳۵۷۰/۶ ^{b}
زیست‌توده (کیلوگرم در هکتار)	۲۰۲۳۳/۳ ^{b}	۲۱۳۵۸/۳ ^{ab}	۲۳۰۵۴/۲ ^{a}	۱۹۷۰۸/۳ ^{b}
شاخص برداشت	۲۲/۹ ^{a}	۱۷/۷ ^{bc}	۱۷/۸ ^{b}	۱۸/۲ ^{b}

حروف مشابه برای هر صفت در هر ردیف جدول، به معنی عدم تفاوت معنی‌دار بین میانگین چهار خوشه‌های فوق برای آن صفت می‌باشد.

دو خوشه، می‌توان از آنها جهت برنامه‌های دورگ‌گیری این لاین‌های امیدبخش در آینده سود برد. انتخاب والدین مناسب برای دورگ‌گیری یکی از مهم‌ترین و مؤثرترین عوامل در برنامهٔ دورگ‌گیری است. تجزیه خوشه‌ای به‌طور گسترده‌ای برای تنوع ژنتیکی و گروه‌بندی جوامع براساس صفات مشابه مورد استفاده قرار گرفته است (۱۴ و ۱۵). محمدی و همکاران (۱۹۹۳) در مطالعه تنوع ژنتیکی لاین‌های بومی گندم با کمک تجزیه خوشه‌ای به روش UPGMA با در نظر گرفتن ۶۵٪ شباهت درون گروهی، لاین‌ها را در شش گروه قرار دادند. در تحقیقی (۲۴)، نتایج تجزیه خوشه‌ای به روش وارد نشان داد که ژنوتیپ‌ها براساس صفات کمی مورد بررسی، به سه گروه و براساس صفات کیفی مورد بررسی به چهار گروه تفکیک شدند. هاشمی‌نژاد و همکاران (۲۰۱۰) در بررسی تجزیه خوشه‌ای براساس صفات مختلف، ژنوتیپ‌های مختلف گندم را به سه گروه مجزا تفکیک نمودند و بیان کردند که بین گروه‌های مورد نظر اختلاف معنی‌داری وجود دارد. موسوی و همکاران (۲۰۱۴) ژنوتیپ‌های مختلف گندم را در چهار گروه قرار دادند که نتایج حاصله از تجزیه تابع تشخیص نیز، این گروه‌بندی را تأیید کرد.

تجزیه تابع تشخیص

هدف از تجزیه تابع تشخیص، عبارت از بررسی میزان تمایز دو یا چند گروه از افراد از لحاظ اندازه‌گیری‌های انجام شده روی چند متغیر و هم‌چنین تأیید نتایج تجزیه خوشه‌ای می‌باشد (۶). نتایج این تجزیه (جدول ۴) گروه‌بندی لاین‌ها را در ۴ گروه تأیید کرد. نتیجه جدول ۴ بیانگر این است ۱۰ لاینی که دارای

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-25]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.18.8.3]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.18.91]

جدول ۴. نتایج تابع تشخیص برای گروه‌بندی براساس صفات مورد مطالعه در لاین‌های گندم

گروه‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای	گروه‌های پیش‌بینی شده براساس تابع تشخیص									
	۱		۲		۳		۴		کل	
	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد
۱	۱۰	۱۰۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۰	۱۰۰
۲	۰	۰	۴	۱۰۰	۰	۰	۰	۰	۴	۱۰۰
۳	۰	۰	۰	۰	۴	۱۰۰	۰	۰	۴	۱۰۰
۴	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲	۱۰۰	۲	۱۰۰

در جدول فوق، شماره‌های ۱ الی ۴ نشان‌دهنده شماره خوشه‌ها یا دسته‌ها، ستون تعداد نشان‌دهنده تعداد اعضاء در هر خوشه، ستون درصد نشان‌دهنده میزان صحت خوشه‌بندی می‌باشد. مثلاً در خوشه اول تعداد ۱۰ لاین قرار گرفته‌اند که صحت این گروه‌بندی ۱۰۰ درصد می‌باشد.

عملکرد بالایی بودند با صددرصد تأیید به‌درستی در خوشه اول قرار گرفتند. هاشمی‌نژاد و همکاران (۲۰۱۰) در بررسی تجزیه خوشه‌ای براساس صفات مختلف، ژنوتیپ‌های مختلف گندم را به سه گروه مجزا تفکیک نمودند و تجزیه تابع تشخیص این گروه‌بندی را تأیید نمود.

تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام

به‌منظور تعیین صفات با بیشترین تأثیر بر عملکرد دانه و به‌دنبال آن تعیین سهم هریک از صفات، از رگرسیون گام‌به‌گام استفاده شد (جدول ۵). در واقع یکی از اهدف کاربرد این تجزیه در این تحقیق، استفاده از این روش، به‌عنوان یک روش پیش‌نیاز جهت تجزیه علیت، بود. در شرایط تنش رطوبتی ۵ صفت روز تا ۵۰ درصد رسیدگی فیزیولوژیک، ارتفاع بوته، سطح کل برگ در مترمربع، شاخص برداشت و زیست‌توده به‌ترتیب وارد مدل رگرسیونی شدند و در مجموع ۸۶/۳۱ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه نمودند. سایر صفات مورد مطالعه تأثیرمعنی‌داری بر مدل نداشتند. نتایج جدول رگرسیون گام‌به‌گام حاکی از این بود که در شرایط تنش رطوبتی، به‌دلیل محدودیت رطوبتی با افزایش طول دوره رسیدگی فیزیولوژیک گیاه، مقدار عملکرد دانه گیاه کاهش می‌یابد. از طرفی صفاتی هم‌چون ارتفاع بوته، سطح کل برگ، شاخص برداشت و زیست‌توده تأثیر مثبت و معنی‌داری بر عملکرد داشتند که میزان تولید اقتصادی محصول را افزایش می‌دهند. هم‌چنین براساس نتایج جدول رگرسیون می‌توان بیان کرد که این صفات، تأثیرگذارترین صفات بر عملکرد دانه تحت شرایط این آزمایش بودند که بایستی در برنامه‌های به‌نژادی، جهت افزایش عملکرد به این صفات توجه خاصی شود. نکته قابل توجه این است که صفت روز تا ۵۰ درصد رسیدگی فیزیولوژیک دارای ضریب رگرسیون بالا و منفی با عملکرد دانه می‌باشد که نشان‌دهنده این است که افزایش نسبی دوره رسیدگی و صفات مرتبط با آن تحت شرایط تنش رطوبتی باعث کاهش عملکرد می‌شوند. دومین صفتی که وارد مدل رگرسیونی شده است صفت ارتفاع بوته است که مفهوم این مدل این است که تحت شرایط این آزمایش، لاین‌هایی که دارای طول پدانکل بیشتر و ارتفاع بیشتری بوده‌اند، توانایی ذخیره مواد پرورده بیشتر و انتقال آن به بذرها در مراحل آخر رشد و در نتیجه افزایش وزن هزار دانه بیشتری را داشته‌اند که این توانایی باعث افزایش عملکرد دانه آنها تحت شرایط تنش رطوبتی آخر فصل شده است. نتایج بررسی انینز و همکاران (۲۰۰۱) نشان داد که ۴ صفت تعداد سنبلچه در سنبله، شاخص برداشت، زیست‌توده و روز تا گل‌دهی توسط مدل رگرسیونی توجیه شدند. سیاح و همکاران (۲۰۱۰) با استفاده از تجزیه رگرسیون، صفات شاخص برداشت، وزن هزار دانه، تراکم سنبله، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبلچه در سنبله، طول سنبله و طول ریشک و طول دوره پُر

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-25]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.18.8.3]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.18.91]

جدول ۵. نتایج تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام برای عملکرد دانه به‌عنوان متغیر وابسته و سایر صفات به‌عنوان متغییرهای مستقل در ۲۰ لاین امیدبخش گندم

نام صفت	عرض از مبداء	مراحل مدل و ضریب رگرسیونی برای صفات در هر مرحله					ضریب تبیین تجمعی
		۱	۲	۳	۴	۵	
روز تا ۵۰ درصد رسیدگی فیزیولوژیک	۳۵۰۵۸	-۱۵۷/۵۵					۰/۲۲**
ارتفاع بوته	۲۶۷۴۳	-۱۲۱/۲۸	۲۰/۰۵				۰/۳۱**
سطح کل برگ	۲۶۵۰۹	-۱۳۸/۷۱	۲۱/۶۹	۰/۴۷			۰/۳۹**
شاخص برداشت	۱۵۵۸۰	-۸۸/۱۵	۲۵/۹۰	۰/۴۵	۳۰/۴۳		۰/۴۶**
زیست‌توده	۳۸۵۸/۶۹	-۳۱/۳۲	۱/۹۴	-۰/۰۰۶	۰/۱۶	۱۴۹/۶۸	۰/۸۶**

علامت ** در ستون مربوط به ضریب تبیین تجمعی، بیانگر معنی‌دار بودن مدل رگرسیونی در سطح ۱ درصد (با اطمینان ۹۹ درصد) می‌باشد.

شدن دانه را به‌عنوان صفات مؤثر بر عملکرد دانه معرفی کرد. هم‌چنین آنها در مطالعه‌ای دیگر صفات شاخص برداشت، تعداد دانه در سنبله، ارتفاع ساقه و طول سنبله را به‌عنوان صفاتی که ۹۳ درصد از تغییرات عملکرد را توجیه نمودند معرفی کرد. نتایج تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام در تحقیقی (۱۸) بیانگر این بود که صفات شاخص برداشت، زیست‌توده و محتوای آب نسبی برگ، مهم‌ترین صفات تأثیرگذار بر عملکرد دانه بودند که در مجموع ۹۴ درصد از تغییرات عملکرد را توجیه کردند.

تجزیه علیت (تجزیه مسیر)

تجزیه ضرایب مسیر، روشی برای تفکیک ضرایب همبستگی به تأثیرات مستقیم و غیر مستقیم صفات است و اطلاعات مفیدی درباره نحوهٔ تأثیرپذیری صفات از یکدیگر و روابط بین آنها فراهم می‌کند (۲۰). همبستگی بالای بین دو صفت شاید نتیجه اثرات غیر مستقیم صفات دیگر باشد و همیشه استفاده از تجزیه همبستگی ساده نتواند روابط بین صفات را تبیین کند (۲). تجزیه علیت این امکان را فراهم می‌کند که اثرات مستقیم هر جزء عملکرد بر مقدار نهایی تولید، از اثرهای غیر مستقیمی که از طریق ارتباط‌های دو جانبه میان آنها ایجاد می‌شود، تفکیک گردد (۵). براساس نتایج تجزیه علیت (جدول ۶)، شاخص برداشت بیشترین تأثیر مثبت مستقیم را بر روی افزایش عملکرد دانه داشت. در مرحلهٔ بعد، مقدار اثر مستقیم زیست‌توده مثبت و به‌طور نسبی بالا بود که نشان‌دهنده این بود که در این مطالعه، ارقام دارای زیست‌توده بیشتر، عملکرد اقتصادی بالاتری داشته‌اند. با توجه به اینکه ضریب همبستگی بین عملکرد دانه با صفات شاخص برداشت و زیست‌توده به‌طور تقریبی برابر با ضریب علیت (اثر مستقیم) بود، در این صورت ضریب همبستگی بیان کنندهٔ میزان رابطه واقعی بین دو متغیر می‌باشد که انتخاب مستقیم از طریق این صفات، می‌تواند در افزایش عملکرد دانه گندم مفید باشد. بنابراین براساس نتایج حاصله در این تحقیق، گزینش ارقامی با شاخص برداشت و زیست‌تودهٔ بالا، موجب افزایش عملکرد دانه گیاه خواهد شد. نتایج مشابه با استفاده از ضرایب تجزیه علیت مبنی بر وجود رابطهٔ مثبت، معنی‌دار و اثرات غیر مستقیم بین عملکرد اقتصادی و شاخص برداشت گزارش شده است. در بررسی گندم بهاره، شاخص برداشت، ارتفاع گیاه، زمان رسیدگی، عملکرد بیولوژیک و زمان گل‌دهی اثر مستقیمی بر عملکرد دانه داشتند (۱۹). صفت روز تا ۵۰ درصد رسیدگی فیزیولوژیک از طریق کاهش شاخص برداشت بیشترین اثر غیر مستقیم و منفی (۰/۹۰۹-) را بر روی مقدار عملکرد دانه داشت، یعنی هرچه روز تا رسیدگی فیزیولوژیک دیرتر اتفاق بیفتد، وزن هزار دانه کاهش می‌یابد که در نتیجه شاخص برداشت کمتر و به‌تبع آن میزان عملکرد

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-25]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.18.8.3]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.18.91]

جدول ۶. تجزیه علیت همبستگی عملکرد دانه با صفات باقی‌مانده در مدل رگرسیون گام‌به‌گام

نام صفت	اثر مستقیم	اثر غیر مستقیم از طریق					ضریب همبستگی با عملکرد
		۱	۲	۳	۴	۵	
روز تا ۵۰ درصد رسیدگی فیزیولوژیک	-۰/۰۰۹		۰/۰۴	-۰/۰۰۷	-۰/۹۰۹	۰/۲۰	-۰/۶۸**
ارتفاع بوته	-۰/۰۸۹	۰/۰۰۴		۰/۰۰۱	۰/۴۶	۰/۱۸	۰/۵۶*
سطح کل برگ	-۰/۰۲۵	-۰/۰۰۳	۰/۰۰۵		۰/۰۹۵	۰/۰۵۶	۰/۱۳ns
شاخص برداشت	۱/۵۹	-۰/۰۰۵	-۰/۰۲۶	-۰/۰۰۲		-۰/۸	۰/۶۹**
زیست‌توده	۱/۱۲	-۰/۰۰۲	-۰/۰۱۵	-۰/۰۰۲	-۰/۱۳		-۰/۱۳ns

اثر باقی‌مانده = ۰/۳۰۶

*، ** و ns : به‌ترتیب نشان‌دهنده معنی‌دار بودن در سطح ۵ درصد، ۱ درصد و عدم اختلاف معنی‌دار می‌باشد.

دانه هم کاهش خواهد یافت. بعد از آن بیشترین اثر غیر مستقیم مربوط به اثر غیر مستقیم ارتفاع بوته از طریق افزایش شاخص برداشت بود (۰/۴۶) به‌طوری‌که ارتفاع بوته از طریق افزایش شاخص برداشت موجب افزایش مقدار عملکرد اقتصادی خواهد شد، به‌عبارتی بیانگر این نکته است که در این تحقیق، لاین‌های پابلندتر فضای کانوپی بیشتر و در نتیجه نور بیشتری دریافت کرده‌اند که در نتیجه ذخیره مواد پرورده در ساقه‌ها بیشتر شده است و لذا عملکرد دانه نیز افزایش یافته است. اینز و همکاران (۲۰۰۱) اظهار نمودند که در شرایط خشکی آخر فصل، ژنوتیپ‌های پابلند عملکرد دانه بیشتری از ژنوتیپ‌های پاکوتاه داشتند. آنها این امر را به قابلیت بیشتر ژنوتیپ‌های پابلند برای استخراج آب از خاک نسبت دادند. هم‌چنین آنها اظهار داشتند وجود ذخایر بیشتر اسمیلات‌ها در ساقه پابلند و مصرف آن در دوره پُر شدن دانه‌ها در شرایط خشکی انتهایی می‌تواند در این رابطه نقش داشته باشد. تجزیه علیت برای عملکرد دانه گیاه نشان داد که صفات تعداد دانه در گیاه و عملکرد دانه سنبله، بیشترین اثر مستقیم مثبت و صفت تعداد دانه در سنبله، بیشترین اثر مستقیم منفی را بر عملکرد دانه گیاه دارند. بنابراین، صفات تعداد دانه در گیاه و عملکرد دانه سنبله به‌عنوان بهترین معیارهای انتخاب به‌منظور بهبود عملکرد دانه گیاه در شرایط تنش خشکی پیشنهاد می‌گردند (۲۱). نتایج حاصل از تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام نشان داد که صفات وزن سنبله، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه در کل ۸۰٪ از تغییرات عملکرد (وزن دانه در سنبله) را توجیه نمودند. تجزیه علیت نیز نشان داد که وزن سنبله بیشترین اثر را به‌صورت مستقیم بر تغییرات وزن دانه در سنبله داشته است. از سوی دیگر صفت تعداد دانه در سنبله بیشترین تأثیر غیر مستقیم را بر عملکرد دانه داشته است (۳). براساس نتایج تحقیقی (۱۸)، صفت شاخص برداشت بیشترین تأثیر مثبت مستقیم و صفت زیست‌توده بیشترین تأثیر منفی غیر مستقیم را (از طریق کاهش شاخص برداشت) بر عملکرد دانه داشتند.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج بای‌پلات تجزیه به عامل‌ها، لاین‌های شماره ۱۷، ۱۵و ۱۴ که دارای عملکرد نسبی مناسبی نیز بودند، در ناحیه دوم واقع شدند و به‌عنوان مطلوب‌ترین لاین‌ها تحت شرایط این آزمایش شناسایی شدند. از طرفی نتایج این بررسی حاکی از آن است که افزایش خصوصیاتی مانند وزن ساقه، وزن پدانکل، وزن هزار دانه، ارتفاع، طول پدانکل و شاخص برداشت مطلوب شرایط تنش رطوبتی می‌باشد. صفات شاخص برداشت

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-25]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.18.8.3]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.18.91]

و زیست‌توده دارای بیشترین تأثیر مستقیم و صفت روز تا ۵۰ درصد رسیدگی فیزیولوژیک دارای بیشترین تأثیر غیر مستقیم بر افزایش عملکرد اقتصادی بودند. نتیجه کلی آنکه تنوع ژنوتیپ‌های مذکور براساس تجزیه‌های گوناگون چند متغیره، مورد تأیید شد که می‌توان از این تنوع جهت مطالعات بعدی استفاده کرد.

منابع مورد استفاده

1. Arzani, A. (1999). Breeding Field Crops (Translation). Isfahan University of Technology Press. Isfahan.
2. Asgar, M., A. Yazdan Sepas and A. Amini. 2010. Evaluation of genotypes of winter wheat under drought stress and normal irrigation after the flowering stage. *Seed and Plant Improvement Journal* 3: 313-329. (In Farsi).
3. Babaei, A., Abedi, M. S. and Mir Fajhraei. 2013. Path coefficient analysis of wheat grain yield under drought stress in the lake catchment area. *In:* Proceeding of the First National Conference of Lake Uremia Recession Impact on Soil and Water Resources. pp. 125-134. (In Farsi).
4. Dehghan, A., M. Khodarahmi, A. Majidi Harvan and F. Paknezhad. 2010. Genetic variation of morphological and physiological traits in durum wheat lines. *Seed and Plant Improvement Journal* 26: 103-120. (In Farsi).
5. Emam, Y. and A. R. Borjan. 2000. Yield and yield components of two winter wheat cultivars in response to rate and time of foliar application. *Journal of Agriculture Science* 2: 263-270.
6. Farshadfar, E. 1998. Application of Quantitative Genetics in Plant Breeding (Vol I). Taagh Bostan Publications. Razi University. Kermanshah. (In Farsi).
7. Ghodsi, M., M. Chaii-chi, M. R., Jalal-Kamali and D. Mazaheri. 2004. Determination of susceptibility of developmental stages in bread wheat to water stress and its effects on yield and yield components. *Seed and Plant Improvement Journal* 20: 489-509. (In Farsi).
8. Golabadi, M., A. Arzani and S. A. M. Mir Mohammadi Meybodi. 2013. Study of path coefficients for grain yield and yield components in durum wheat under stress and non-stress. *Journal of Crop Production and Processing* 2 (6):167-176. (In Farsi).
9. Hasheminezhad, S. E., M. Shekarpour, O. Soflian and E. Esfandiari. 2010. Cluster analysis of wheat cultivars based on morphological characteristics under drought stress. *In:* Proceeding of the First National Conference on Sustainable Agriculture and Clean Production. Isfahan, Iran. pp.435-442.
10. Hailu, F., A. Merker, H. Singh, G. Belay and E. Johansson. 2006. Multivariate analysis of diversity of tetraploid wheat germplasm from Ethiopia. *Genetic Resources and Crop Evolution* 53: 1089-1098.
11. Innes, P., J. Hoogendoorn and R. D. Blackwell. 2001. Effect of differences in date of ear emergence and height on yield of winter wheat. *Journal of Agriculture Science* 105:543-549.
12. Kalantarzadeh, M. 2002. Evaluation of quantitative and qualitative characters of bread wheat in relation with high molecule glutenin by multivariate statistical methods. MSc. Thesis, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.
13. Leilah, A. A., S. A. Al-Khateeb. 2005. Statistical analysis of wheat yield under drought conditions. *Journal of Arid Environments* 61: 483-496.
14. Mallekshahi, F., H. Dehghani and B. Alizadeh. 2009. Study of drought tolerance Indexes in some varieties of winter oilseed rape. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources* 13(48): 77-89. (In Farsi).
15. Mohammadi, S. A. and B. M. Prasanna. 2003. Analysis of genetic diversity in crop plants- salient statistical tools and considerations. *Crop Science* 43: 1235-1248.
16. Mohammadi, A., A. Majidi, M. R. Bihamta and H. Heydari Sharif Abad. 2006. Evaluation of drought stress on agro-morphological characteristics of some wheat cultivars. *Journal of Research and Development in Agriculture and Horticulture* 73: 23-32. (In Farsi).
17. Mohan, D. S. R., S. Harbir, O. P. S. Khola and H. Singh. 1993. Correlation and path analysis in late sown bread wheat cultivar WH-291. *Field Crops Research* 6(1): 72-77.
18. Moosavi, S. S., F. Kianersi and M. R. Abdollahio. 2013. Application of multivariate statistical methods in detection of effective traits on bread wheat (*Triticum aestivum* L.) yield under moisture stress condition. *Cereal Research* 3(2):119-130. (In Farsi).
19. Motaghi, M., G. Najafian and M. R. Bihamta. 2009. The effect of terminal moisture stress on grain yield and bread-making quality of hexaploid bread wheat genotypes. *Iranian Journal of Crop Science* 11(3): 290-306. (In Farsi).
20. Sayyah, S. S., M. Ghobadi, S. Mansoorifar and R. Zebarjadi. 2010. Studying terminal drought stress effect on grain yield, yield components and some morpho-physiological traits in irrigated wheat genotypes. MSc. Thesis, Kermanshah Razi University, Kermanshah, Iran.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-25]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.18.8.3]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.18.91]

21. Taheri, M. H. and A. Arghavani. 2010. Study of terminal moisture stress using multivariate statistical analysis in bread wheat. *In:* Proceeding of the National Conference on Water Shortage Management and Drought Stress in Agronomy. (In Farsi).
22. Tousi mojarad, M., M. R. Ghanadha, M. Khodarahmi and S. Shahabi. 2005. Factor analysis for grain yield and other traits. *Journal of Research and Development in Agriculture and Horticulture* 67: 9-16. (In Farsi).
23. Tuberosa, R. and S. Salvi. 2006. Genomics-based approaches to improve drought tolerance of crops. *Trends in Plant Science* 11: 405- 412.
24. Zakizadeh, M., M. Esmaeilzadeh Moghaddam and D. Kahrizi. 2010. Study on genetic variation and relationship between plant characteristics and grain yield in long spike bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes-using multivariate analysis. *Iranian Journal of Crop Sciences* 12 (2), 18-30. (In Farsi).

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-25]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.18.8.3]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.18.91]