



نشریه تولید گیاهان زراعی
جلد نهم، شماره دوم، تابستان ۹۵
۳۵-۵۵
<http://ejcp.gau.ac.ir>



بررسی لاین‌های برنج متحمل به تنش گرمای ابری با استفاده از روش‌های آماری چندمتغیره

*مریم رضازاده^۱، زهرا خدارحم‌پور^۲ و عبدالعلی گیلانی^۳

^۱دانشجوی کارشناس ارشد اصلاح نباتات، واحد علوم و تحقیقات خوزستان، دانشگاه آزاد اسلامی، خوزستان، ایران،

^۲استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد شوشتر، دانشگاه آزاد اسلامی، شوشتر، ایران،

^۳دانشیار مرکز تحقیقات کشاورزی خوزستان، اهواز، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۷/۷؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۶/۵

چکیده

سابقه و هدف: مطالعه عملکرد دانه و اجزای عملکرد و همچنین صفات مرفولوژیکی می‌توانند به شناخت راهکارهایی برای انتخاب ارقام متحمل و افزایش عملکرد در شرایط متنوع محیطی از جمله شرایط تنش گرمایی کمک کنند. به همین منظور، این آزمایش به منظور بررسی عملکرد دانه و اجزای عملکرد، ۴۲ لاین ارسالی متحمل به گرما از موسسه تحقیقات بین‌المللی برنج (ابری) انجام شد.

مواد و روش‌ها: آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۲-۹۳ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به همراه یک رقم شاهد (هویزه) در مزرعه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان اجرا گردید. در این تحقیق هشت صفت شامل: درجه رسیدگی، دوره رشد، تعداد پنجه در مترمربع، تعداد دانه در خوشه، تعداد دانه پوک در خوشه، وزن هزار دانه، درصد باروری و عملکرد دانه بر اساس سیستم استاندارد ارزیابی مؤسسه تحقیقات بین‌المللی برنج اندازه‌گیری شد. صفت درجه رسیدگی از حاصل ضرب دو صفت درصد باروری و وزن هزار دانه در هر واحد آزمایشی ارزیابی شدند.

*مسئول مکاتبه: re.maryam65@yahoo.com

یافته‌ها: تجزیه واریانس ساده صفات نشان داد اثر رقم برای کلیه صفات به جز تعداد پنجه در مترمربع معنی‌دار بود که حاکی از وجود تنوع بین لاین‌ها و رقم مورد مطالعه بود. تعداد پنجه در مترمربع و تعداد دانه در خوشه در برابر عملکرد دانه وارد معادله رگرسیونی شدند که این صفات دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد دانه بودند. تجزیه علیت نشان داد که صفت تعداد دانه در خوشه با ضریب همبستگی $0/337$ به صورت مستقیم بیشتر از صفت تعداد پنجه در واحد که ضریب همبستگی $0/186$ را به خود اختصاص داد، بر عملکرد مؤثر است. در تجزیه به مؤلفه‌های اصلی دو مؤلفه اول ۷۴ درصد از کل تنوع داده‌ها را توجیه نمودند. با توجه به حضور صفات مطلوب درصد باروری، عملکرد دانه و درجه رسیدگی در مؤلفه اول و داشتن ضرایب عاملی مثبت برای این صفات باید در جهت افزایش مؤلفه اول تلاش کرد، همچنین با حضور صفت مطلوب وزن هزار دانه با ضریب عاملی منفی در مؤلفه دوم، جهت افزایش این صفت باید در راستای کاهش مؤلفه دوم تلاش کرد. تجزیه خوشه‌ای، رقم و لاین‌های مورد بررسی را در سه گروه قرار داد، کلاستر اول شامل لاین‌های ۱، ۳۴، ۵۴، ۳۵، ۳۹، ۲۱، ۳۳، ۴۰، ۲۵، ۲۸، ۹، ۱۰، ۱۵، ۲۹، ۳۲، ۳۱، ۳۰، ۳۶ و ۴۴ و کلاستر دوم لاین‌های ۳، ۲۴، ۴، ۱۹، ۵، ۷، ۶، ۵۵، ۱۴، ۲۳، ۱۶، ۱۷، ۱۸ و ۲۰ و در کلاستر سوم لاین‌های ۸، ۵۰، ۵۲، ۴۳، ۴۱، ۴۵، ۱۱، ۱۳، ۱۲ و ۲۶ قرار گرفتند. در کلاستر اول لاین‌های مطلوبی مانند ۴۰، ۳۵، ۳۴ و ۲۵ و در کلاستر سوم لاین‌های نامطلوبی مانند ۱۲، ۱۱، ۱۳، ۲۶، ۴۱ و ۴۵ قرار گرفتند.

نتیجه‌گیری: اثر رقم برای کلیه صفات به جز تعداد پنجه در مترمربع معنی‌دار بود که حاکی از وجود تنوع بین لاین‌ها و رقم مورد مطالعه بود. براساس نمودار بای‌پلات، خوشه اول به‌عنوان بهترین خوشه و خوشه سوم به‌عنوان نامطلوب‌ترین بود. تابع تشخیص صحت گروه‌بندی را ۹۵ درصد نشان داد.

واژه‌های کلیدی: برنج، تابع تشخیص، تجزیه علیت، تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، تجزیه خوشه‌ای

مقدمه

برنج غذای اصلی ۱۷ کشور جهان در آسیا و اقیانوسیه، ۹ کشور در جنوب و شمال آمریکا و ۸ کشور در آفریقا است. برنج ۲۰ درصد انرژی جهان را تأمین می‌کند، در حالی که سهم گندم ۱۹ درصد و ذرت پنج درصد می‌باشد (۱۱). سطح زیر کشت ارقام مختلف برنج در ایران حدود ۶۰۰ هزار هکتار و تولید شلتوک ۲/۹-۳ میلیون تن می‌باشد که حدود چهار درصد سطح زیر کشت برنج جهان را داراست. متوسط عملکرد برنج در کشور معادل چهار تن در هکتار می‌باشد. ایران جزء بزرگترین واردکنندگان این محصول در جهان محسوب می‌شود، که در این بین واردکننده‌ترین کشورهای جهان در سال ۲۰۰۹، فیلیپین بودند (۹).

تنش‌های غیر زنده از جمله دمای بالا، رشد و نمو گیاهان زراعی از جمله غلات را به شدت محدود نموده و باعث کاهش عملکرد آنان می‌گردد (۸). از مجموع تنش‌های غیر زنده کاهنده عملکرد، مقدار ۴۰ درصد مربوط به تأثیر دمای بالا، ۲۰ درصد شوری، ۱۷ درصد خشکی ۱۵ درصد دمای پایین و ۸ درصد عوامل دیگر می‌باشد (۴). تنش گرما اغلب به عنوان 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 (۲۶). بیشترین آسیب وارده ناشی از تنش گرما در مرحله زایشی به صورت کاهش تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه می‌باشد (۲۲). دمای بالا تمامی مراحل رشدی گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد، گل‌دهی را تسریع نموده، دوره نمو خوشه، تعداد سنبلچه و طول سنبله را کاهش داده و به نحو نامطلوبی نمو دانه کرده را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۵، ۲۵، ۲۶). همچنین، دمای بالا با تسریع فرآیند پیری برگ باعث کاهش سطح سبز برگ در مرحله زایشی شده و در نهایت با کاهش پنجه‌های بارور در بوته منجر به کاهش عملکرد برنج می‌گردد. پاسخ اجزای عملکرد به دمای بالا با توجه به زمان وقوع و مدت زمان قرار گرفتن در معرض دمای بالا و همچنین نوع رقم متفاوت می‌باشد (۲۲، ۱۴). طول دوره پرشدن دانه به وسیله دما تعیین می‌شود به طوری که وقوع دمای بالاتر از ۳۱ درجه سانتی‌گراد در مرحله بعد از گل‌دهی می‌تواند باعث کاهش معنی‌دار این دوره و در نهایت میزان پرشدن دانه شود. وقوع دمای بالا در مرحله گل‌دهی با کاهش تعداد دانه در خوشه و در نهایت کاهش شاخص برداشت منجر به افت عملکرد می‌شود (۱۰).

با تجزیه‌های تک متغیره همانند تجزیه واریانس، هر صفت به‌طور جداگانه تجزیه می‌شود. اما این روش‌ها میزان تفاوت ارقام را زمانی که صفات اندازه‌گیری شده با یکدیگر ارتباط دارند، تشریح

نمی‌کند (۲۷). از آنجایی که معمولاً بین صفات مرتبط با عملکرد همبستگی منفی وجود دارد و با توجه به روابط پیچیده صفات با یکدیگر، قضاوت نهایی نمی‌تواند فقط بر مبنای همبستگی ساده انجام گیرد و لازم است از روش‌های آماری چند متغیره برای درک عمیق‌تر روابط بین صفات، بهره برد (۱۹). در این ارتباط، خالد و همکاران (۲۰۰۲) در بررسی تنوع ژنتیکی بین ۵۵ ژرم پلاسما برنج اصلاح شده و بومی با استفاده از ۱۰ صفت از جمله عملکرد، بیان داشتند که ارتفاع بوته، تعداد دانه در خوشه و عملکرد تک بوته بیشترین نقش را در تنوع ژنتیکی داشتند. همچنین تعداد روز تا گل‌دهی و طول دانه به‌طور غیرمستقیم در تنوع ژنتیکی تأثیر داشتند (۱۵). رحیم‌سروش و همکاران (۲۰۰۴) نشان دادند که ضرایب همبستگی تعداد خوشه در بوته، تعداد دانه پر در خوشه، وزن خوشه، تعداد روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی و رسیدگی کامل دانه با عملکرد در برنج، مثبت و معنی‌دار بود (۲۱).

استان خوزستان با مشکل وجود گرما در طی فصل رشد برنج مواجه و در نتیجه مجبور به استفاده از مقدار آب زیادی می‌باشد که به‌علت گرمای زیاد و درجه حرارت بالا تبخیر و تعرق افزایش می‌یابد و افزایش درجه حرارت باعث پوک شدن دانه می‌شود. افزایش عقیمی خوشه‌ها و اثرات سوء آن بر رشد دانه در طی رسیدگی یکی از عوامل اصلی کاهش عملکرد و کیفیت دانه در ارقام برنج مورد استفاده در استان خوزستان می‌باشد. لذا معرفی رقم یا ارقام مناسب و سازگار با شرایط گرم استان خوزستان و افزایش تنوع در مقدار ارقام مورد کشت می‌تواند از طریق افزایش در عملکرد دانه و کاهش ریسک تولید، باعث بهبود وضعیت اقتصادی و اجتماعی زارعین برنج‌کار گردد. با توجه به موارد ذکر شده در بالا در این تحقیق ۴۲ لاین مقاوم به تنش گرما ارسالی از مؤسسه بین‌المللی تحقیقات برنج^۱ به‌همراه شاهد محلی (هویزه)، در شرایط آب و هوایی استان خوزستان شهرستان اهواز در منطقه شاوور مورد بررسی قرار گرفتند و با استفاده از روش‌های پیشرفته آماری بهترین لاین در شرایط آب و هوایی استان خوزستان شناسایی گردد. همچنین رابطه صفات مختلفی که در ادامه ذکر شده‌اند با عملکرد مورد تجزیه و تحلیل قرار خواهند گرفت و صفت یا صفاتی که بیشترین تأثیر را روی میزان عملکرد در این ۴۲ لاین مورد بررسی دارند، معرفی خواهند شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش با ۴۲ لاین (جدول ۱) ارسالی مؤسسه بین‌المللی تحقیقات برنج (ایری) به همراه شاهد محلی متحمل به گرما (رقم هویزه) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۱۳۹۲-۹۳ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی شاور در اجرا شد. ایستگاه تحقیقاتی شاور در فاصله ۷۰ کیلومتری شمال اهواز و با عرض جغرافیایی ۴۸ درجه و ۲۱ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴ درجه و ۳۲ دقیقه شرقی در ارتفاع ۳۳ متری از سطح دریا واقع گردیده است. جهت تعیین مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک محل انجام آزمایش، تعداد ۱۰ نمونه تصادفی از دو عمق ۰-۱۵ و ۱۵-۳۰ سانتی‌متری خاک مزرعه تهیه و پس از مخلوط نمودن نمونه‌های هر عمق، یک نمونه مرکب جهت تجزیه به آزمایشگاه خاک‌شناسی توسط بخش خاک و آب مرکز تحقیقات کشاورزی خوزستان ارسال گردید. که نتایج حاصل از تجزیه نمونه خاک در جدول (۲) نشان داده شده است.

جدول ۱- لاین‌های مورد بررسی در آزمایش.

Table 1. Studied lines in experiment.

کد لاین‌ها Lines code	نام لاین Name of line	تلاقی Confluence	منشأ Source or Origin
1	ARC 15210 (ACC 41956)	-	هند
2	ATTEY (ACC 44958)	ATTEY	هند
3	BASMATI 370 (ACC 06426)	-	بنگلادش
4	DOM SIAH (ACC 32291)	-	ایران
5	DOM SEFIF (ACC 12880)	DOM SEFID	ایران
6	DOM SIAH (ACC 32294)	-	ایران
7	FIROOZ (ACC 39261)	-	ایران
8	GANJA CHOOTA (ACC 76342)	-	پاکستان
9	GANJA (ACC 76349)	-	پاکستان
10	GHARIB (ACC 32307)	GHARIB	ایران
11	GIZA 159	AGAMI MI/GIZA 14	مصر
12	HASAN SERAI (ACC 79564)	-	ایران
13	IDS A 77	-	ساحل عاج
14	IR 2006-P12-12-2-2	IR1103-15-8-4-2/IR1163-124-1-3///IR22//MUDGO/IR8	ایری
15	IR 59418-7B-9-2	-	ایری

16	IR 6	SIAM 29/DEE-GEO-WOO- GEN	پاکستان
17	IR 60505-B-4-1-2	-	ایری
18	IR 61250-3B-7-1-2	-	ایری
19	IR 64196-3B-23-3	-	ایری
20	IR 64197-3B-15-2	-	ایری
21	IR 65852-4B-16-1-3	-	ایری
22	IR 71866-3R-3-1	-	ایری
23	IR 71895-3R-26-2-1	-	ایری
24	IR 71899-3R-2-1	-	ایری
25	JIIA (ACC 76357)	-	پاکستان
26	KCN 80152 (ACC 55676)	JIIAI	ایران
27	KHASRAN (ACC 76382)	-	پاکستان
28	KHAU MA TUOI (ACC 78329)	KHASRAN	ویتنام
29	KHIRI (ACC 76386)	-	پاکستان
30	LIETO	KHIRI	ایتالیا
31	MRC 603-383	PRECOCE MONTICELLI/VIALONE NANO	فیلیپین
32	N 22	C12//SIGADIS/TN1///IR24	هند
33	N 22 (ACC117273)	RAJBHOG	هند
34	N 22 (ACC 46459)	RAJBHOG	هند
35	N 22 (ACC 4819)	RAJBHOG	هند
36	N 22 (ACC 6264)	RAJBHOG	هند
37	PARO DUMBJA (WHITE) (ACC75200)	RAJBHOG	بوتان
38	PEH-KUH-TSAO-TU (ACC 8237)	-	تایوان
39	SADRI (ACC 32331)	-	ایران
40	TODOROKIWASE	SADRI	ژاپن
41	ZAKHA (ACC 86841)	SHU921/HONENWASE	بوتان
42	ZARDROME (ACC 32379)	-	ایران
43	Hoveyzeh	رقم شاهد	ایران

جدول ۲- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در عمق صفر تا ۳۰ سانتی متری.

Table 2. Physical and chemical properties of the soil (0-30cm).

عمق خاک (سانتیمتر) Soil depth (cm)	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی $EC \times 10^{-3}$	ظرفیت تبادل کاتیونی CEC	نیتروژن (درصد) N (%)	فسفر (قسمت در میلیون) P (ppm)	پتاسیم (قسمت در میلیون) K (ppm)	کربن آلی (درصد) Organic carbon (%)	کربنات کلسیم (درصد) Calcium carbonate (%)	بافت خاک Soil texture
0-15	7.6	3.10	14.5	0.065	22	300	0.76	36.5	رسی
15-30	7.7	3.06	14.1	0.063	21	305	0.73	40.5	رسی

بذرپاشی در نیمه اول خرداد و در خزانه جوی و پشته‌ای به صورت خشکه‌کاری انجام شد و نشاءها در مرحله سه تا چهار برگی به زمین اصلی منتقل و در کرت‌هایی به ابعاد $5 \times 1/4$ معادل با ۷ مترمربع (هفت ردیف به طول پنج متر) به فواصل 20×20 سانتی‌متر و به تعداد چهار تا پنج بوته در کپه نشاء شد. کودهای موردنیاز بر اساس توصیه فنی شامل ۲۰۰ کیلوگرم اوره و نیز ۴۰، ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار روی، فسفات آمونیوم و سولفات پتاسیم مصرف شد. تمامی کود فسفات، پتاسه و روی به همراه ۴۰ درصد اوره در هنگام تهیه زمین و انتقال نشاء و دو تقسیط ۳۰ درصدی به‌عنوان سرک‌های اول و دوم به ترتیب در شروع ساقه‌رفتن و آبستنی استفاده گردید. علف‌های هرز مزرعه به صورت وجین دستی کنترل شد. آبیاری به صورت مستقیم (ورود و خروج روزانه) با ارتفاع آب ۵-۴ سانتی‌متر، پس از پایان دوره بازیافت نشاءها در زمین اصلی صورت گرفت. در طول دوره رشد بر حسب ضرورت و جهت ایجاد تهویه و کاهش مسمومیت‌های احتمالی مربوط به عناصر میکرو و مولکول سولفید هیدروژن به مدت چهار تا پنج و دو تا سه روز به ترتیب در پایان پنجه‌زنی و آبستنی، آب کرت‌ها قطع گردید. صفات زراعی شامل درجه رسیدگی، دوره رشد، تعداد پنجه در مترمربع، تعداد دانه در خوشه، تعداد دانه پوک، وزن هزار دانه، درصد باروری و عملکرد دانه بر اساس سیستم استاندارد ارزیابی مؤسسه بین‌المللی تحقیقات برنج اندازه‌گیری شد (اس.ای.اس^۱ ۱۹۹۶). صفت درجه رسیدگی از حاصل ضرب دو صفت درصد باروری و وزن هزار دانه محاسبه شد.

تجزیه واریانس و مقایسه میانگین با استفاده از آزمون ال اس دی (LSD) در سطح احتمال یک درصد توسط نرم‌افزار آماری SAS Ver 9.1 و همبستگی، رگرسیون، تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، رسم

1- Standard Evaluation System (S.E.S)

بای پلات، تجزیه خوشه‌ای و تابع تشخیص با استفاده از نرم‌افزار Minitab Ver 16 و همچنین تجزیه علیت با استفاده از نرم‌افزار Path انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۳) نشان داد اثر رقم برای کلیه صفات به‌جز تعداد پنجه در مترمربع معنی‌دار بود که حاکی از وجود تفاوت ژنتیکی در بین لاین‌های مورد بررسی می‌باشد. بنابراین با توجه به تفاوت‌های موجود امکان‌پذیر برای صفات مورد مطالعه وجود دارد. در این ارتباط، ریاضی و همکاران (۲۰۰۹)، صادقی و جاوید (۲۰۰۹) و بخشی‌پور و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند که بین ژنوتیپ‌ها از نظر اکثر صفات مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشت (۲۳، ۲۴، ۷). نتایج مقایسه میانگین نشان داد در صفات درجه رسیدگی لاین ۳۵ به‌نام N22 (ACC 4819) با منشأ هند، درصد باروری لاین ۳۱ به‌نام MRC 603-383 با منشأ فیلیپین، عملکرد دانه لاین ۳۲ به‌نام N22 با منشأ هند، تعداد دانه در خوشه در لاین ۲۶ KCN 80152 (ACC 55676) با منشأ ایران و تعداد پنجه در مترمربع لاین ۱۳ به‌نام IDSA 77 با منشأ ساحل عاج بیشترین مقدار را داشته و همگی در بالاترین گروه بر اساس آزمون LSD قرار گرفتند. لاین‌های مطلوبی نظیر ۲۰ به‌نام IR 64197-3B-15-2 با منشأ ایری که دارای صفات مطلوب درصد باروری و عملکرد دانه در بالاترین گروه و همچنین صفت نامطلوب تعداد دانه پوک در پایین‌ترین گروه، ۳۰ به‌نام LIETO با منشأ ایتالیا و ۳۱ به‌نام MRC 603-383 با منشأ فیلیپین دارای صفت مطلوب درصد باروری در بالاترین گروه، ۳۲ به‌نام N22 با منشأ هند و ۳۴ به‌نام N22 (ACC 46459) با منشأ هند دارای صفت مطلوب وزن هزار دانه در بالاترین گروه و ۳۵ به‌نام N22 (ACC 4819) با منشأ هند دارای صفات مطلوب درجه رسیدگی، وزن هزار دانه همچنین صفت مطلوب درصد باروری در بالاترین گروه بودند (جدول ۴).

جدول ۳- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات عملکرد و اجزای عملکرد در لاین‌های مورد بررسی.

Table 3. Analysis of variance (mean square) for traits of grain yield and yield components in lines studied.

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات (MS)							
		درجه رسیدگی Degree of maturity	دوره رشد Growth period	تعداد پنجه در مترمربع Number of tillers per square meter	تعداد دانه در خوشه Number of grains per panicle	تعداد دانه پوک Number of hollow grains per panicle	وزن هزار دانه 1000 grain weight	درصد باروری Fertility percentage	عملکرد دانه Grain yield
بلوک Block	2	256044.3 **	38.6 ^{ns}	69004.3 **	803.1 ^{ns}	5090.6 ^{ns}	17.02 ^{ns}	230.9 ^{ns}	185018.0 **
لاین Line	42	602010.2 **	364.2 **	14911.2 ^{ns}	1175.1 **	130757.6 **	22.7 *	1045.2 **	40850.9 **
خطا Error	84	110353.2	112.7	120.35.4	282.7	17621.2	12.9	153.7	12852.5
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)	-	25.9	7.17	30.9	27.4	35.8	18.0	19.9	34.6

ns, *, ** به ترتیب غیرمعنی دار و معنی دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد.

ns, *, ** Non significant and significant at the 5% and 1% levels of probability, respectively.

بررسی مقادیر ضرایب همبستگی صفات مورد مطالعه برای لاین‌های برنج نشان داد که بین عملکرد دانه با درجه رسیدگی، تعداد پنجه در واحد سطح، تعداد دانه در خوشه، وزن هزار دانه و درصد باروری همبستگی مثبت و معنی دار در سطح احتمال یک درصد وجود دارد. هر پنج صفت ذکر شده با یکدیگر همبستگی مثبت و معنی داری نشان دادند. همچنین عملکرد دانه با تعداد دانه پوک همبستگی منفی و معنی داری نشان داد. در این ارتباط، آگاهی و همکاران (۲۰۱۰) همبستگی مثبت و معنی داری را بین عملکرد دانه با تعداد کل پنجه گزارش کردند که با توجه به نتایج حاصل از همبستگی (جدول ۵) که عملکرد دانه با تعداد پنجه در واحد سطح همبستگی مثبت و معنی دار نشان داد، تطابق داشت (۳). به این ترتیب که افزایش تعداد پنجه، عملکرد دانه را افزایش خواهد داد. ابوذری گراف‌رودی و همکاران (۲۰۰۸) و بخشی‌پور و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند که تعداد دانه در خوشه با عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی داری داشت (۲، ۷). به این ترتیب با توجه به نتایج (جدول ۵) افزایش تعداد دانه در خوشه باعث افزایش عملکرد دانه در لاین‌های مورد بررسی خواهد شد. همچنین مهدوی (۲۰۰۸) بیان کرد که همبستگی بین عملکرد دانه با وزن هزار دانه، تعداد کل دانه، تعداد خوشه در واحد سطح مثبت و معنی دار بود که با نتایج حاصل از این بررسی تطابق داشته به این ترتیب، انتظار می‌رود که افزایش تعداد پنجه در واحد سطح، تعداد دانه در خوشه، وزن هزار دانه و عملکرد دانه را افزایش دهد (۱۶).

جدول ۴- مقایسه میانگین لاین‌های مورد بررسی بر اساس آزمون ال اس دی.

Table 4. Means of comparison of lines studied using LSD test.

کد لاین‌ها Lines code	درجه رسیدگی Degree of maturity	دوره رشد (روز) Growth period (day)	تعداد پنجه در مترمربع Number of tillers per square meter	تعداد دانه در خوشه Number of grains per panicle	تعداد دانه پوک Number of hollow grains per panicle	وزن هزار دانه (گرم) 1000 grain weight (g)	درصد باروری Fertility percentage	عملکرد دانه (گرم بر مترمربع) Grain yield (g/m ²)
1	1916.4 ^{a-c}	156.7 ^{a-c}	337.7 ^{b-i}	83.0 ^{a-e}	186.3 ^{k-n}	23.6 ^{a-d}	81.4 ^{a-d}	458.0 ^{a-d}
2	1232.3 ^{c-k}	138.0 ^{b-j}	333.3 ^{b-f}	53.7 ^{c-m}	326.0 ^{g-n}	21.0 ^{a-f}	58.9 ^{b-j}	236.9 ^{c-i}
3	1224.5 ^{d-k}	123.3 ^j	291.7 ^{c-i}	54.7 ^{b-m}	336.3 ^{g-n}	19.9 ^{a-g}	61.6 ^{a-i}	429.7 ^{a-e}
4	1107.7 ^{e-m}	127.0 ^{b-j}	366.7 ^{a-c}	61.7 ^{a-i}	394.7 ^{e-n}	18.2 ^{a-g}	60.9 ^{a-i}	382.2 ^{a-g}
5	1092.8 ^{e-n}	150.0 ^{a-g}	375.0 ^{a-d}	31.7 ^{l-n}	224.0 ^{j-n}	18.5 ^{c-g}	58.9 ^{a-j}	128.0 ^h
6	1271.9 ^{b-j}	131.0 ^{l-j}	337.7 ^{b-i}	67.0 ^{a-j}	355.7 ^{l-n}	19.7 ^{a-g}	64.3 ^{a-h}	326.2 ^{a-h}
7	604.7 ^{j-n}	156.0 ^{a-d}	287.7 ^{d-e}	28.7 ^{l-m}	673.0 ^{a-e}	20.4 ^{a-g}	297 ^{l-k}	205.1 ^{c-i}
8	1186.5 ^{d-l}	160.7 ^{ab}	308.3 ^{b-i}	84.3 ^{a-e}	425.7 ^{d-k}	16.9 ^{l-g}	55.9 ^{c-k}	370.6 ^{a-h}
9	1496.5 ^{a-h}	144.7 ^{a-i}	375.0 ^{a-d}	72.7 ^{a-h}	237.0 ^{j-n}	19.4 ^{a-g}	75.6 ^{a-f}	279.4 ^{b-i}
10	409.0 ⁿ	155.0 ^{a-e}	300.0 ^{c-i}	25.0 ^m	632.3 ^{a-i}	14.3 ^g	28.6 ^l	140.5 ^{a-i}
11	529.5 ^{l-n}	145.0 ^{a-i}	275.0 ^{e-i}	34.0 ^{l-m}	827.7 ^a	19.1 ^{a-g}	27.7 ^l	247.1 ^{b-i}
12	458.8 ^m	152.0 ^{a-i}	341.7 ^{a-i}	26.0 ^{l-m}	757.3 ^{a-c}	17.3 ^{c-g}	25.7 ^l	129.5 ^h
13	1353.6 ^{b-i}	137.7 ^{c-j}	433.3 ^a	73.3 ^{a-h}	299.3 ^{b-n}	19.1 ^{a-g}	70.3 ^{a-i}	460.7 ^{a-d}
14	1233.6 ^{c-k}	138.7 ^{b-j}	337.7 ^{b-f}	72.0 ^{a-h}	311.7 ^{g-n}	17.6 ^{d-g}	70.3 ^{a-i}	305.2 ^{b-i}
15	1300.5 ^{b-i}	133.3 ^{d-j}	325.0 ^{b-i}	77.0 ^{a-g}	351.3 ^{l-n}	18.9 ^{a-g}	68.8 ^{a-i}	463.7 ^{a-c}
16	1390.2 ^{b-i}	141.7 ^{a-j}	366.7 ^{a-c}	68.3 ^{a-i}	226.3 ^{j-n}	18.4 ^{c-g}	75.4 ^{a-i}	351.8 ^{a-h}
17	1502.2 ^{a-h}	132.7 ^{c-j}	316.7 ^{b-i}	75.0 ^{a-g}	201.0 ^{k-n}	18.9 ^{a-g}	79.2 ^{a-d}	369.7 ^{a-h}
18	1161.2 ^{c-l}	121.3 ^j	341.7 ^{a-i}	69.0 ^{a-i}	353.7 ^{l-n}	17.5 ^{d-g}	66.4 ^{a-g}	268.1 ^{b-i}
19	1493.0 ^{a-h}	128.0 ^{g-j}	375.0 ^{a-d}	70.3 ^{a-h}	214.7 ^{j-n}	19.3 ^{a-g}	76.7 ^{a-e}	357.4 ^{a-h}
20	1955.4 ^{ab}	156.0 ^{a-d}	383.3 ^{a-c}	64.3 ^{a-k}	124.0 ^m	23.3 ^{a-c}	83.8 ^{a-b}	410.2 ^{a-i}
21	1413.6 ^{a-i}	139.0 ^{b-j}	400.0 ^{ab}	52.7 ^{d-m}	178.3 ^{k-n}	18.8 ^{b-g}	75.3 ^{a-f}	473.8 ^{a-c}
22	1221.1 ^{d-k}	142.3 ^{a-j}	375.0 ^{a-d}	59.0 ^{a-m}	560.7 ^{a-i}	21.8 ^{a-h}	55.4 ^{d-k}	195.6 ^{c-i}
23	1693.0 ^{a-e}	152.7 ^{a-i}	366.7 ^{a-c}	45.3 ^{l-m}	118.0 ⁿ	21.4 ^{a-i}	79.1 ^{a-d}	408.1 ^{a-i}
24	559.5 ^{k-n}	141.0 ^{a-j}	312.7 ^{b-f}	27.3 ^{l-m}	642.0 ^{a-e}	16.9 ^{l-g}	30.6 ^{l-k}	99.8 ⁱ
25	1640.5 ^{a-e}	156.7 ^{a-c}	366.7 ^{a-c}	64.0 ^{a-k}	212.0 ^{j-n}	22.1 ^{a-i}	74.1 ^{a-i}	489.1 ^{ab}
26	1611.7 ^{a-i}	156.0 ^{a-d}	300.0 ^{c-i}	92.7 ^a	300.3 ^{b-n}	21.4 ^{a-i}	75.2 ^{a-i}	343.2 ^{a-i}
27	1604.9 ^{a-i}	155.6 ^{a-d}	400.0 ^{ab}	85.3 ^{a-d}	289.3 ^{b-n}	21.7 ^{a-i}	74.0 ^{a-i}	421.3 ^{a-i}
28	1730.9 ^{a-e}	155.0 ^{a-e}	333.3 ^{b-i}	76.7 ^{a-g}	157.3 ^{k-n}	21.8 ^{a-i}	80.5 ^{a-d}	322.4 ^{a-i}
29	1556.3 ^{a-g}	156.0 ^{a-d}	308.3 ^{b-i}	82.3 ^{a-c}	209.3 ^{j-n}	19.5 ^{a-g}	79.8 ^{a-d}	339.1 ^{a-i}
30	1855.3 ^{a-d}	156.7 ^{a-c}	341.7 ^{a-i}	70.3 ^{a-h}	130.0 ^{l-n}	22.1 ^{a-i}	84.3 ^{a-b}	336.9 ^{a-i}
31	1868.3 ^{a-d}	154.0 ^{a-c}	325.0 ^{b-i}	90.7 ^{ab}	135.0 ^{l-n}	21.6 ^{a-i}	86.4 ^a	456.4 ^{a-d}
32	1606.5 ^{a-i}	156.0 ^{a-d}	308.3 ^{b-i}	89.7 ^{a-c}	492.7 ^{c-j}	25.0 ^{ab}	64.1 ^{a-h}	563.1 ^a
33	1556.8 ^{a-g}	156.0 ^{a-d}	333.3 ^{b-f}	74.3 ^{a-h}	263.3 ^{l-n}	20.8 ^{a-f}	74.3 ^{a-f}	353.0 ^{a-h}
34	1246.7 ^{c-k}	162.7 ^a	341.7 ^{a-i}	52.7 ^{d-m}	412.7 ^{d-k}	24.6 ^{a-c}	50.6 ^{l-i}	468.1 ^{b-c}
35	2079.5 ^a	156.0 ^{a-c}	316.7 ^{b-i}	60.0 ^{a-m}	126.7 ^m	25.2 ^a	82.6 ^{a-c}	339.9 ^{a-i}
36	888.5 ^{g-n}	156.0 ^{a-d}	250.0 ^f	46.0 ^{f-m}	531.7 ^{b-i}	21.9 ^{a-f}	40.3 ^{a-i}	170.9 ^{f-i}
37	734.5 ^{l-n}	156.0 ^{a-d}	308.3 ^{b-i}	46.7 ^{l-m}	795.7 ^{ab}	21.5 ^{a-i}	33.9 ^{j-l}	146.7 ^{g-i}
38	1713.8 ^{a-c}	149.3 ^{a-h}	333.3 ^{b-i}	86.7 ^{a-d}	230.7 ^{j-n}	21.6 ^{a-i}	79.2 ^{a-d}	401.9 ^{a-i}
39	775.6 ^{l-n}	156.7 ^{a-c}	325.0 ^{b-i}	48.0 ^{e-m}	794.7 ^{ab}	20.5 ^{a-g}	37.4 ^{l-i}	275.7 ^{b-i}
40	828.3 ^{h-n}	156.0 ^{a-d}	316.7 ^{b-i}	41.3 ^{g-m}	587.3 ^{a-i}	20.2 ^{a-g}	40.4 ^{g-l}	153.7 ^{g-i}
41	739.2 ^{l-n}	154.3 ^{a-c}	308.3 ^{b-i}	38.7 ^{h-m}	682.3 ^{a-d}	18.6 ^{c-g}	38.2 ^{h-l}	217.4 ^{d-l}
42	1633.3 ^{a-e}	154.7 ^{a-c}	291.7 ^{c-i}	79.7 ^{a-i}	241.0 ^{j-n}	21.3 ^{a-i}	76.5 ^{a-e}	419.7 ^{a-e}
43	927.4 ^{l-n}	155.7 ^{a-d}	400.0 ^{ab}	33.7 ^{l-m}	405.0 ^{d-l}	14.4 ^{b-g}	49.4 ^{l-i}	350.9 ^{a-h}

میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون LSD در سطح ۱ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

برای نام لاین‌ها به جدول ۱ مراجعه شود.

Means followed by the same letters in each column are not significantly different at 1% level, according to LSD Test.

For lines name see Table 1.

با توجه به نتایج حاصل از رگرسیون گام به گام بین صفات مورد بررسی (جدول ۶) از بین ۸ متغیر بررسی شده، تنها ۲ متغیر وارد معادله شدند. به صورتی که در مرحله اول تعداد پنجه در واحد سطح با ضریب تبیین ۶۸/۴۲ درصد و در مرحله دوم تعداد دانه در خوشه با ضریب تبیین ۷۶/۳۴ درصد در معادله قرار گرفتند. به این ترتیب حداکثر اختلاف عملکرد دانه در لاین‌های مورد بررسی در شرایط آب و هوایی خوزستان و سال موردنظر به دو صفت مذکور نسبت داده شد. در تجزیه رگرسیون گام به گام توسط باقری و همکاران (۲۰۱۱) سه متغیر طول خوشه، تعداد خوشه در بوته و تعداد دانه پر در خوشه وارد مدل گردید که این اختلاف می‌تواند از تفاوت در ارقام مورد آزمایش ناشی شود (۶).

جدول ۵- همبستگی بین صفات مورد مطالعه.

Table 5. Correlation between traits of study.

صفات Traits	درجه رسیدگی Degree of maturity	دوره رشد Growth period	تعداد پنجه در مترمربع Number of tillers per square meter	تعداد دانه در خوشه Number of grains per panicle	تعداد دانه پوک Number of hollow grains per panicle	وزن هزار دانه 1000 grain weight	درصد باروری Fertility percentage	عملکرد دانه Grain yield
درجه رسیدگی Degree of maturity	1							
دوره رشد Growth period	0.076 ^{ns}	1						
تعداد پنجه در مترمربع Number of tillers per square	0.597 ^{**}	0.056 ^{ns}	1					
تعداد دانه در خوشه Number of grains per panicle	0.785 ^{**}	-0.047 ^{ns}	0.551 ^{**}	1				
تعداد دانه پوک Number of hollow grains per panicle	-0.889 ^{**}	0.103 ^{ns}	-0.547 ^{**}	-0.620 ^{**}	1			
وزن هزار دانه 1000 grain weight	0.695 ^{**}	0.339 [*]	0.310 [*]	0.421 ^{**}	-0.429 ^{**}	1		
درصد باروری Fertility percentage	0.762 ^{**}	-0.172 ^{ns}	0.539 ^{**}	0.641 ^{**}	-0.800 ^{**}	0.350 [*]	1	
عملکرد دانه Grain yield	0.706 ^{**}	-0.051 ^{ns}	0.827 ^{**}	0.691 ^{**}	-0.608 ^{**}	0.440 ^{**}	0.547 ^{**}	1

ns, * و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد.

ns, *, ** Non significant and significant at the 5% and 1% levels of probability, respectively.

جدول ۶- رگرسیون گام به گام متغیر وابسته (عملکرد دانه) با سایر متغیرهای مورد بررسی.

Table 6. Step wise regression variables (grain yield) to other variables.

مرحله Stage	صفت وارد شده به مدل	عرض از مبدأ	تعداد پنجه در مترمربع Number of tillers per square (X ₁)	تعداد دانه در خوشه Number of grains per panicle (X ₂)	ضریب تیین (R ²)	مقدار t برای ضریب در معادله نهایی
1	تعداد پنجه در مترمربع (X ₁) Number of tillers per square meter	-158.2	1.37	-	68.4	6.96 **
2	تعداد دانه در خوشه (X ₂) Number of grains per panicle	-170.7	1.06	1.99	76.3	3.66 **

** معنی دار در سطح احتمال یک درصد.

** Significant at the 1% level of probability.

در تجزیه علیت، عملکرد دانه به عنوان متغیر وابسته به دو صفت تعداد دانه در خوشه و تعداد پنجه در مترمربع که براساس رگرسیون گام به گام وارد مدل رگرسیونی شده بودند در نظر گرفته شد که نتایج آن در جدول ۷ درج گردید. براساس تجزیه علیت، تعداد دانه در خوشه بیشترین تأثیر مستقیم را بر عملکرد دانه داشت (۰/۳۳۷). اثرات غیرمستقیم این دو صفت به واسطه یکدیگر بر روی عملکرد دانه بیشتر از اثرات مستقیم آن‌ها می‌باشد و این مطلب منعکس کننده آن است که این دو صفت رابطه تنگاتنگی با یکدیگر دارند به طوری که افزایش یا کاهش یکی، بر دیگری تأثیر خواهد داشت. اما چون اثرات مستقیم تعداد دانه در خوشه بر روی عملکرد دانه بیشتر است این نکته را منعکس می‌کند که یک رابطه واقعی بین آن‌هاست و لذا می‌توان صفت مذکور را به منظور اصلاح عملکرد دانه انتخاب نمود. پراکش و پراکش (۱۹۸۷) با استفاده از تجزیه علیت داده‌های حاصل از صفات مؤثر بر عملکرد در برنج نشان دادند که ظرفیت تولید پنجه در واحد سطح و تعداد دانه در خوشه شاخص‌های مهمی برای انتخاب ارقام با عملکرد مطلوب می‌باشند (۲۰). اثر مستقیم تعداد پنجه در واحد سطح نسبت به همبستگی آن ناچیز است. این مقدار همبستگی نمی‌تواند رابطه واقعی این صفت با عملکرد دانه را نشان دهد. در واقع اثر غیرمستقیم این صفت از طریق تعداد دانه در خوشه سبب معنی دار شدن همبستگی آن با عملکرد دانه گردیده است.

جدول ۷- اثرات مستقیم و غیرمستقیم دو صفت وارد شده در معادله با عملکرد.

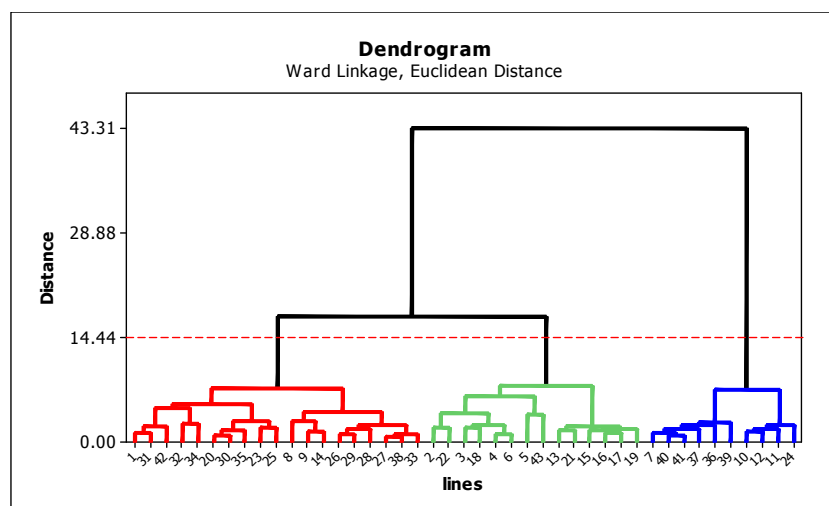
Table 7. Direct and indirect effects two traits into the equation with yield.

صفات Traits	تعداد دانه در خوشه Number of grains per panicle X_1	تعداد پنجه در مترمربع Number of grains per square X_2	جمع همبستگی Sum of correlation
تعداد دانه در خوشه (X_1) Number of grains per panicle	0.337	0.353	0.69
تعداد پنجه در مترمربع (X_2) Number of grains per square	0.64	0.186	0.827

به منظور تعیین قرابت لاین‌های مورد بررسی و گروه‌بندی آن‌ها در ارتباط با صفات اندازه‌گیری شده، از تجزیه خوشه‌ای به روش وارد^۱ و با مربع فاصله اقلیدسی به عنوان معیار فاصله استفاده شد و با برش نمودار درختی در فاصله ۱۴/۴۲، ۴۲ لاین و ۱ رقم محلی شاهد مورد بررسی در سه گروه قرار گرفتند (شکل ۱). بر اساس نتایج به دست آمده ۴۲ لاین و رقم مورد بررسی به سه خوشه اصلی که هر کدام دارای دو زیر گروه بودند، تقسیم شدند؛ که خوشه اول شامل لاین‌های ۱، ۳۱، ۴۲، ۳۲، ۳۴، ۲۰، ۳۰، ۳۵، ۲۳، ۲۵، ۸، ۹، ۱۴، ۲۶، ۲۹، ۲۸، ۲۷، ۳۳، ۳۸ و خوشه دوم شامل لاین‌های ۲، ۲۲، ۳، ۱۸، ۴، ۶، ۵، ۴۳، ۱۳، ۲۱، ۱۵، ۱۶، ۱۷ و ۱۹ و به همین ترتیب خوشه سوم شامل لاین‌های ۷، ۴۰، ۴۱، ۳۷، ۳۶، ۳۹، ۱۰، ۱۲، ۱۱ و ۲۴ بودند. بر حسب نمودار درختی حاصل، لاین ۱ در خوشه اول و لاین ۲۴ در خوشه سوم بیشترین فاصله ژنتیکی را از هم دارند، پس بهترین هیبرید از تلاقی این دو لاین حاصل خواهد شد. لاین‌های موجود در هر یک از خوشه‌ها بر اساس میزان تشابه صفات مختلف دسته‌بندی شده‌اند. بنابراین در برنامه‌های به‌نژادی با توجه به هدف اصلاحی مورد نظر می‌توان از تنوع بین گروه‌ها و لاین‌های موجود در این گروه‌ها استفاده نمود و با انجام تلاقی بین آن‌ها امکان دست‌یابی به لاین‌های مطلوب‌تر از نظر عملکرد دانه و اجزای عملکرد را فراهم نمود. صادقی و جاوید (۲۰۰۹) در گروه‌بندی ارقام بر اساس تجزیه کلاستر با استفاده از روش‌های گزارش کردند که ارقام در ۷ گروه قرار گرفتند. به طوری که، خوشه اول شامل ۲۰ رقم بومی با میانگین عملکرد بالاتر از میانگین کل و خوشه آخر شامل سه رقم شاهی، میهماریحانی و اوپو بودند که مهمترین مشخصه آن‌ها عرض دانه بالا،

1- Ward

ریشک‌های بلند و لما و پالئای تیره بود (۲۴). همچنین قربانی و همکاران (۲۰۱۱) با تجزیه خوشه‌ای به روش UPGMA، ژنوتیپ‌های مورد مطالعه را در نه گروه قرار دادند (۱۳).



شکل ۱- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای لاین‌های مورد بررسی برنج بر اساس کلیه صفات مطالعه شده با استفاده از روش Ward.

Figure 1. Dendrogram resulted from cluster analysis of rice lines used in the experiment based on studied traits using Ward procedure.

تجزیه به مؤلفه‌های اصلی نشان داد که مؤلفه‌های اول و دوم به ترتیب ۶۰ و ۱۵ درصد از تغییرات لاین‌ها را توجیه می‌کنند، به طوری که در مجموع ۷۵ درصد از تغییرات را شامل شد (جدول ۸). بررسی‌ها نشان که صفات درجه رسیدگی، درصد باروری، تعداد دانه پوک، عملکرد دانه، تعداد دانه در خوشه و تعداد پنجه در مترمربع به ترتیب با مقادیر بردارهای ویژه ۰/۴۱۱، ۰/۳۸۳، ۰/۳۵۶، ۰/۳۵۵ و ۰/۳۱۶ بیشترین تأثیر را در تشکیل و تکوین مؤلفه اول داشتند به نحوی که تعداد دانه پوک اثر منفی اما بقیه صفات مؤثر در این مؤلفه اثر مثبت داشتند، که با توجه به این که درجه رسیدگی، درصد باروری، عملکرد دانه، تعداد دانه در خوشه و تعداد پنجه در مترمربع که دارای ضریب عاملی مثبت بودند و همگی صفات مطلوبی به شمار می‌روند و همچنین ضریب عاملی منفی در صفت نامطلوب تعداد دانه پوک می‌باشد، پس باید در جهت بالا بودن مؤلفه اول تلاش کرد. همچنین این

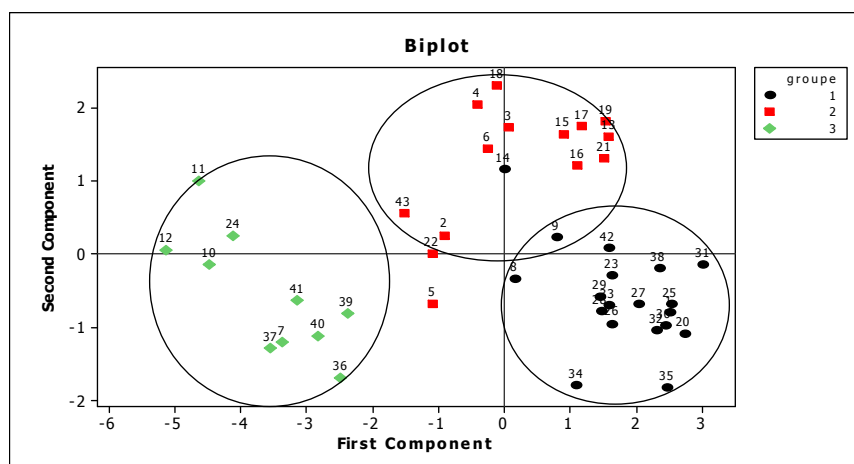
مؤلفه، عملکرد دانه و اجزای آن نام‌گذاری گردید. شایان ذکر است از بین صفات قرار گرفته در این مؤلفه درصد باروری بیشترین ضریب عاملی را نشان داد. به همین ترتیب در مؤلفه دوم صفات دوره رشد و وزن هزار دانه به ترتیب ۰/۷۹۴- و ۰/۴۹۳- بیشترین تأثیر را در تشکیل این مؤلفه داشتند. که با توجه به داشتن ضریب عاملی منفی وزن هزار دانه و با در نظر داشتن این نکته که متغیر نام برده، صفت مطلوبی می‌باشد که باید در راستای افزایش آن تلاش کرد پس توصیه می‌شود، مؤلفه دوم تا حد ممکن کاهش داده شود. همچنین این مؤلفه، دوره رشد و وزن هزار دانه نام‌گذاری گردید. در جدول ۵ ضرایب همبستگی بین صفات مورد مطالعه نیز دوره رشد با وزن هزار دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد نشان داد که بر حسب نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی نیز، هر دو صفت ذکر شده در یک مؤلفه و با علامت جبری یکسان قرار گرفتند. در این مورد آگاهی و همکاران (۲۰۱۰) با انجام تجزیه مؤلفه‌های اصلی گزارش کردند که ۶ مؤلفه مجموعاً بیش از ۹۰ درصد از تغییرات کل را توجیه می‌نمایند و صفت طول دانه بیشترین سهم را در مؤلفه‌های اصلی اول و دوم داشت (۳).

وقتی که دو مؤلفه اصلی اولیه علت بیشتر واریانس موجود در داده‌ها هستند، تهیه نمودار داده‌ها در مقابل این دو مؤلفه اصلی روش خوبی برای پژوهش پیرامون تجزیه خوشه‌ای است (۱۲). بر اساس بای‌پلات ترسیم شده بر مبنای مؤلفه‌های اول و دوم (شکل ۲) لاین‌های برنج مورد بررسی به سه گروه تقسیم شدند. این نمودار نشان داد لاین‌های ۱، ۳۱، ۴۲، ۳۲، ۳۴، ۲۰، ۳۰، ۳۵، ۲۳، ۲۵، ۸، ۹، ۱۴، ۲۶، ۲۹، ۲۸، ۲۷، ۳۳ و ۳۸ در سمت راست نمودار یعنی در ناحیه‌ای با خصوصیات درجه رسیدگی، درصد باروری، عملکرد دانه، تعداد دانه در خوشه، تعداد پنجه در مترمربع و وزن هزار دانه بالا که همگی صفات مطلوبی می‌باشند، قرار گرفتند. لاین‌های قرار گرفته در گروه اول در ناحیه‌ای با پایین بودن مؤلفه دوم و بالا بودن مؤلفه اول می‌باشند. گروه دوم لاین‌هایی هستند که در ناحیه‌ای با بالا بودن مؤلفه دوم قرار گرفتند که با توجه به این نکته که باید مؤلفه دوم را کاهش داد، چندان مطلوب نمی‌باشند. در این گروه لاین‌های ۲، ۲۲، ۱۸، ۴، ۶، ۵، ۴۳، ۱۳، ۲۱، ۱۵، ۱۶، ۱۷ و ۱۹ قرار گرفتند. همچنین لاین‌های ۷، ۴۰، ۴۱، ۳۷، ۳۶، ۳۹، ۱۰، ۱۲، ۱۱ و ۲۴ در ناحیه‌ای با پایین بودن مؤلفه اول قرار گرفتند که با توجه به قرار گرفتن صفات مطلوبی در این مؤلفه، لاین‌های نام برده صفات مطلوب پایینی دارند، این لاین‌ها در گروه سوم قرار گرفتند.

جدول ۸- تجزیه به مؤلفه‌های اصلی صفات مورد بررسی در لاین‌های برنج.

Table 8. Principal component analysis of traits in rice lines.

صفات Traits	مؤلفه اول First component	مؤلفه دوم Second component
درصد باروری Fertility percentage	<u>0.411</u>	0.110
تعداد دانه در خوشه Number of grains per panicle	<u>0.355</u>	0.076
عملکرد دانه Grain yield	<u>0.356</u>	0.142
تعداد پنجه در مترمربع Number of tillers per square meter	<u>0.316</u>	0.208
وزن هزار دانه 1000 grain weight	0.266	<u>-0.493</u>
تعداد دانه پوک Number of hollow grains per panicle	<u>-0.383</u>	-0.097
درجه رسیدگی Degree of maturity	<u>0.416</u>	-0.100
دوره رشد Growth period	<u>0.005</u>	<u>-0.794</u>
مقادیر ویژه وارانس نسبی (Relative variance)	5.39	1.30
وارانس نسبی وارانس تجمعی (Cumulative variance)	0.599	0.145
	0.599	0.744



شکل ۲- نمودار بای پلات لاین‌های مورد بررسی بر اساس مؤلفه اول و دوم.

Figure 2. Biplot lines evaluated on the first and second components.

برای تأیید درستی محل برش از تابع تشخیص استفاده شد. تابع تشخیص به بررسی نحوه تفکیک دو یا چند گروه از افراد از نظر اندازه‌گیری‌های انجام شده روی چند متغیر می‌پردازد که هدف از این تابع، تشخیص افراد متعلق به دو جمعیت متفاوت است که دارای مقداری تداخل هستند (۱۸). به طوری که بر اساس نمودار درختی به دست آمده از تجزیه خوشه‌ای لاین‌های مربوط به هر گروه تخصیص یافت و به آن‌ها کد گروه مورد نظر داده شد. سپس تجزیه تابع تشخیص انجام یافت. بر حسب تابع تشخیص (جدول ۹) از ۱۹ لاینی که بر اساس تجزیه خوشه‌ای در گروه اول قرار گرفتند، ۱۸ لاین به طور صحیح اما ۱ لاین متعلق به گروه دوم می‌باشد. و به همین ترتیب از ۱۴ لاینی که در کلاستر دوم قرار گرفتند، ۱۳ لاین به طور صحیح اما ۱ لاین متعلق به گروه سوم است. نهایتاً از ۱۰ لاینی که در کلاستر سوم بر حسب تجزیه خوشه‌ای قرار گرفتند، همه متعلق به همین گروه بوده و ۱۰۰ درصد صحیح می‌باشد. از ۴۲ لاین و ۱ رقم محلی شاهد مطالعه شده، ۴۱ لاین به صورت صحیح گروه‌بندی شده‌اند بنابراین صحت گروه‌بندی ۹۵ درصد است. مندز و همکاران (۲۰۰۲) با استفاده از تجزیه تشخیص بر روی ۹ گروهی که از تجزیه خوشه‌ای با روش متوسط فاصله بین و درون کلاسترها با معیار فاصله پیرسون به دست آمده بود، نشان دادند که از ۹ گروه اولیه، فقط دو گروه ۱۰۰ درصد صحیح گروه‌بندی شده و ۵ گروه تنها در حدود ۶۰ درصد صحیح گروه‌بندی شده بودند (۱۷). همچنین ابرشهر (۲۰۰۸) در تحقیقی ۳۰ ژنوتیپ برنج را با روش‌های مختلف تجزیه خوشه‌ای گروه‌بندی نمود و سپس صحت میزان گروه‌بندی‌های حاصل را با تابع تشخیص خطی فیشر مورد ارزیابی قرار داد و به این نتیجه رسید که روش حداقل واریانس وارد توانسته است صد درصد ژنوتیپ‌ها را صحیح گروه‌بندی نماید (۱).

جدول ۹- نتایج تجزیه تابع تشخیص برای صحت گروه‌بندی لاین‌های مورد بررسی.

Table 9. Results of discriminant analysis for grouping studied lines.

گروه‌های حاصل از کلاستر Cluster groups	گروه‌های پیش‌بینی شده (Predicted groups)		
	1	2	3
1	18	0	0
2	1	13	0
3	0	1	10
جمع کل (Total sum)	19	14	10
تعداد صحیح (Number of true)	18	13	10
نسبت (Relation)	0.947	0.929	1.00

نتیجه گیری کلی

نتایج این پژوهش نشان داد که بهترین لاین‌ها بیشتر در خوشه اول و تعدادی نیز در خوشه دوم و ضعیف‌ترین لاین‌ها در خوشه سوم قرار گرفتند. همچنین رقم شاهد (هویزه) در خوشه دوم قرار گرفت پس لاین‌های قرار گرفته در این گروه دارای بیشترین تشابه ژنتیکی با این رقم هستند که می‌توان به لاین ۲ با منشأ هند به نام Attey (ACC 44958)، ۳ با منشأ بنگلادش به نام Basmati 370 (ACC06426)، ۴ با منشأ ایران به نام دم‌سیاه (ACC32221) و ۶ با منشأ ایران به نام دم‌سیاه (ACC 32294) اشاره کرد. در نمودار بای‌پلات لاین‌های خوبی مانند ۲۱، ۱۳، ۳۰، ۳۱ و ۳۲ در ناحیه‌ایی با مؤلفه اول بالا و مؤلفه دوم پایین قرار گرفتند که با نتایج تجزیه خوشه‌ای تطابق کامل دارد. به این منظور که خوشه اول در نمودار بای‌پلات رسم شده بر حسب دو مؤلفه اول، که دارای لاین‌های برتری می‌باشد در گوشه پایین سمت راست قرار گرفت. همچنین در این نمودار لاین‌های نامطلوبی نظیر ۱۰، ۱۱ و ۳۶ در ناحیه‌ای با مؤلفه اول پایین و مؤلفه دوم بالا قرار گرفتند، که این لاین‌ها در خوشه سوم تجزیه خوشه‌ای قرار گرفتند. از آنجایی که به لحاظ تئوریک فرض می‌شود تلاقی ژنوتیپ‌هایی که در گروه‌های هتروژیک متفاوت قرار داشته و به عبارت دیگر از فاصله ژنتیکی بیشتری برخوردار باشند در نتاج F₁ اثر هتروژیس بیشتری نشان می‌دهند. در این راستا می‌توان با گزینش لاین‌هایی که فاصله ژنتیکی بیشتری برخوردار بوده و تلاقی دادن آن‌ها، نسبت به یافتن نتاج با عملکرد بهتر و کیفیت بالا اقدام نمود. از نتایج این تحقیق می‌توان در برنامه‌های آتی اصلاحی نظیر هیبریداسیون جهت انتخاب والدین مناسب از گروه‌های هتروژیک مختلف استفاده نمود. در خوشه اول لاین‌های مطلوبی نظیر ۲۰ به نام IR 64197-3B-15-2 با منشأ ایری که دارای صفات مطلوب درصد باروری و عملکرد دانه در بالاترین گروه و همچنین صفت نامطلوب تعداد دانه پوک در پایین‌ترین گروه، ۳۰ به نام LIETO با منشأ ایتالیا و ۳۱ به نام MRC 603-383 با منشأ فیلیپین دارای صفت مطلوب درصد باروری در بالاترین گروه، ۳۲ به نام N22 با منشأ هند و ۳۴ به نام N22 (ACC 46459) با منشأ هند دارای صفت مطلوب وزن هزار دانه در بالاترین گروه و ۳۵ به نام N22 (ACC 4819) با منشأ هند دارای صفات مطلوب درجه رسیدگی، وزن هزار دانه و درصد باروری در بالاترین گروه بودند، قرار گرفتند. به‌طور کلی موفقیت متخصصان اصلاح نباتات در آینده به حفظ ذخایر ژنتیکی در زمان حال بستگی دارد. شانس موفقیت به‌نژادگران در گرو انتخاب مواد مناسب و وجود تنوع بوده و والدینی که از نظر ژنتیکی متفاوت هستند، هیبریدهایی با هتروژیس بیشتر تولید می‌کنند و احتمال به‌دست آوردن نتاج تفرقه‌یافته برتر (تفکیک متجاوز) افزایش می‌یابد. از طرف دیگر

تعیین مشخصات و ژرم پلاسم به به‌نژادگران امکان می‌دهد تا از تکرار در نمونه‌گیری از جمعیت‌ها اجتناب نمایند. نتایج به‌دست آمده از طبقه‌بندی ۴۲ لاین و رقم محلی مورد بررسی توسط روش‌های آماری پیشرفته نشان می‌دهد که در بیشتر موارد طبقه‌بندی ارائه شده در هر سه روش با هم هماهنگ بوده و گروه‌بندی یکسانی بین ارقام ایجاد کرده‌اند. گروه‌بندی به‌دست آمده بر اساس تجزیه به مؤلفه‌های اصلی مبتنی بر دو مؤلفه اول بوده که دارای بالاترین ریشه مشخصه هستند و در این حالت نقش مؤلفه‌های دیگر در گروه‌بندی ارقام نادیده گرفته می‌شود. پس در این گروه‌بندی از تمام تنوع ژنتیکی موجود بین ارقام استفاده نشده است. طبقه‌بندی و شکل دو بعدی تهیه شده از PCA براساس دو مؤلفه اول این تجزیه است و تقریباً از تمام تنوع موجود بین ارقام برای گروه‌بندی آن‌ها استفاده نشده است. تجزیه خوشه‌ای گروه‌بندی کامل‌تر و جامع‌تری را نسبت به دو روش دیگر ارائه داده است. به بیان دیگر در روش تجزیه خوشه‌ای از تمام تنوع موجود بین ژنوتیپ‌ها و صفات جهت طبقه‌بندی ارقام استفاده شده است. پس به صراحت می‌توان گفت تجزیه خوشه‌ای بهترین روش آماری جهت گروه‌بندی ارقام و ژنوتیپ‌ها می‌باشد. در جمع‌بندی نهایی بر این نکته تأکید می‌شود که تمایل به استفاده از والدین مشابه و عدم شناخت و استفاده از ارقام جدید در برنامه‌های اصلاحی منجر به کاهش تنوع ژنتیکی می‌شود. این در حالی است که ارقام دورتر با داشتن چندشکلی بیشتر، تفاوت بیشتری از نظر ژنتیکی نشان می‌دهند و از نظر دورگه‌گیری، ارقام با تفاوت بیشتر، امکان ایجاد هتروزیس بیشتر و یا انتقال صفات نادر را به دنبال خواهد داشت.

منابع

1. Abarshahr, M. 2008. Endemic and improved rice varieties to draught stress. M.Sc. Thesis, College of Agriculture, Guilan University, Iran. (In Persian)
2. Abouzari-Gazafrodi, A., Honarnegad, R., and Fotokian, M.H. 2008. The investigation of genetic diversity with morphological data in rice varieties (*Oryza sativa* L.). Pajouhesh and Sazandegi. 78: 110-117. (In Persian)
3. Agahi, K., Fotokian, M.H., and Yunesi, Z.A. 2010. Study of heritability diversity correlation of important agronomic traits in some rice cultivars. Iran. J. Bio., 25(1): 97-110. (In Persian)
4. Ashraf, M., and Haris, P.J.C. 2005. Abiotic Atresses-Plant Resistance Through Breeding and Molecular Approaches. The Haworth Press, New York, 725p.
5. Ayeneh, A., Van Ginkel, M., Reynolde, M.P., and Ammar, K. 2002. Comparison of leaf, spike, peduncle and canopy temperature depression in wheat under heat stress. Field Crops Res., 79: 173-184.

6. Bagheri, N.A., Babaeian-Jelodar, N.A., and Pasha, A. 2011. Path coefficient analysis for yield and yield components in diverse rice (*Oriza sativa* L.) genotypes. *Biharean Bio.*, 5(1): 32-35.
7. Bakhshipour, S., Gazanchiyan, A., Mohadesi, A., Azizi, M., and Razeghi Jaded, R. 2010. Study of phenotypic and genotypic correlation between grain yield and important agronomic traits in promising lines rice. 11th Iranian Crop Science, Environmental Sciences Research Institute, ShahidBeheshti University, Tehran, 24-26 July, 552p. (In Persian)
8. Barnabas, B., Jager, K., and Feher, A. 2008. The effect of drought and heat stress on reproductive processes in cereals. *Plant, Cell. Environ.*, 31: 11-38.
9. Farshadfar, A. 2009. *Molecular Plant Breeding*. Taghe Bostan Press, Kermanshah, Iran, 815p. (In Persian)
10. Ferris, R., Wheeler, R.H., and Hadley, P. 1998. Effect of high temperature stress at anthesis on grain yield and biomass of field-grown crops of wheat. *Ann. Bot.*, 82: 631-639.
11. Food and Agriculture Organization (FAO). 2004. Rice is life. Italy: FAO. <http://www.fao.org/newsroom/en/focus/200436887//index.html>. International Year of Rice. 2004. "Rice and human nutrition".
12. Food and Agriculture Organization (FAO). 2009. FAO statistical data base (available at www.fao.org).
13. Ghorbani, H.R., Samizadeh-Lahiji, H.A., Rabiei, B., and Allahgholipour, M. 2011. Grouping different rice genotypes using factor and cluster analyses. *J. Agric. Know. Sus. Prod.*, 21(3): 89-111. (In Persian)
14. Gibson, L.R., and Paulsen, G.M. 1999. Yield components of wheat grown under high temperature stress during reproductive growth. *Crop Sci.*, 39: 1841-1846.
15. Khaleda, A., Bashar, M.K., Iftekharrudaula, K.M., Ahmed, M.S., and Rashid, M.H. 2002. Genetic diversity among irrigated traditional and modern rice germplasm. *J. Bio. Sci.*, 2: 659-661.
16. Mahdavi, F. 2008. Study of physiological, morphological index, yield and yield components of native and improved rice cultivars. Mazandaran University, Iran, 64p. (In Persian)
17. Mendenz, M.A., Hodar, C., Valupe, M., Gonzalez, M., and Cambiazo, V. 2002. Discriminant analysis to evaluate clustering of gene expression data. *Fed. Eur. Biochem. Soc.*, 522: 24-28.
18. Moghaddam, M., Mohammadi-Shoti, A., and Aghaei-Sarbarzeh, M. 1994. *Introduction to Multivariate Statistical Methods*. Science Vanguard Publishers, Tabriz, Iran, 208p. (In Persian)
19. Mohammadi, S.H., and Khodam-Bashi, E. 2008. Correlation and path analysis for yield with F_2 diallel cross. *Agri. Res.*, 4: 21-27.
20. Prakash, S., and Prakash, B.G. 1987. Path analysis in ratoon rice. *Rice Abs.*, 24: 215-218.

21. Rahimsouroush, H.R., Mesbah, M., Hossainzadeh, A., and Bozorgipour, R. 2004. Genetic and phenotypic variability and cluster analysis for qualitative traits of rice. *Seed and Plant.*, 20: 167-182. (In Persian)
22. Rahman, M.A., Chikushi, J., Yoshida, S., and Karim. A.J.M.S. 2009. Growth and yield components of wheat genotypes exposed to high temperature stress under control environment. *Bangladesh J. Agri. Res.*, 34: 361-372.
23. Riyazi, S.T., Peyghambari, S.A., Moumeni, A., and Sadeqh-Ghol-Moghaddam, R. 2009. A study on genetic variation of promising rice lines for morphological characters. M.Sc. Thesis, Islamic Azad University, Karaj Branch, Iran. (In Persian)
24. Sadeghi, S.M., and Javidi, F. 2009. A study on genetic variation of endemic rices of Guilan. A meeting on Water, Soil, Agricultural Mechanization. M.Sc. Thesis, Islamic Azad University, Dezful Branch, Iran. (In Persian)
25. Stone, P. 2001. The effects of heat stress on cereal yield and quality. In: Basra, A.S. (ed). *Crop Responses and Adaptations to Temperature Stress*. Food Products Press, Binghamton, Pp: 243-291.
26. Wahid, A., Gelani, S., Ashraf, M., and Foolad, M.R. 2007. Heat tolerance in plants: An overview. *Environ. Experim. Bot.*, 61: 199-223.
27. Yeater, K.M., Bollero, A.G., Bullock, D.G., Rayburn, A.L., and Rodriguez-Zas, S. 2004. Assessment genetic variation in hairy vetch using canonical discriminant analysis. *Crop Sci.*, 44: 185-189.

