



"مقاله پژوهشی"

برآورد اثرات هفت دهه آزادسازی ارقام بر افزایش عملکرد جو در ایران

جواد عرب‌زوزنی^۱، محمد‌هادی پهلوانی^۲، خلیل زینلی‌نژاد^۳ و محسن اسماعیل‌زاده‌قدم^۴

۱- دانشگاه اصلاح نباتات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۲- دانشگاه اصلاح نباتات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، (نویسنده مسؤول): (hpahlavani@yahoo.com)

۳- استادیار اصلاح نباتات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۴- استاد، موسسه تحقیقات، اصلاح و تهیه نهال بذر، سازمان تحقیقات، آموزشی و ترویج کشاورزی، البرز، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۸/۴ تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۷/۲۲

صفحه: ۱۱۲ تا ۱۰۱

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف: مطالعه پیشرفت ژنتیکی عملکرد گیاهان زراعی و شناسایی صفاتی که در آن نقش داشته‌اند در ارزیابی کارائی روش‌های اصلاحی در گذشته و همچنین تعریف اهداف جدید در پژوهه‌های بهترزایی آینده اهمیت دارد. این تحقیق با هدف برآورد میزان پیشرفت ژنتیکی و آگاهی از سطح تنوع در رقام جو که در خلال سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۲ در ایران آزاد شده‌اند انجام شد.

مواد و روش‌ها: این مطالعه در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان طی سال‌های ۱۳۹۶ تا ۱۳۹۷ انجام شد. مواد مورد بررسی یک نمونه شامل رقم جو آزادشده در بازه زمانی ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۱ در ایران بود. در پخش مزرعه ارقام مختلف جو در قالب طرح بلوك‌های کامل تصادفی با سه تکرار برای ارزیابی متغیرهای بوته در گرت، ارتفاع بوته، تعداد سنبله، طول سنبله، تعداد پنجه، وزن هزار دانه و روز تا رسیدگی کشت شدند. از نشانگرهای ISSR به منظور بررسی تنوع و گروه‌بندی ارقام استفاده گردید. ابتدا از ۲۳ آغازگر تصادفی ISSR استفاده شد که از میان آنها هفت آغازگر که چندشکلی بالای نشان دادند برای ارزیابی نهایی و تولید نشانگر انتخاب شدند.

یافته‌ها: تجزیه واریانس داده‌ها تفاوت معنی دار بین ارقام را برای عملکرد دانه، وزن دانه، تعداد سنبله در گرت، تعداد دانه در سنبله، روز تا رسیدگی، تعداد پنجه در بوته، طول سنبله و طول ساقه آشکار نمود. از بین صفات مورد بررسی اثرات بهترزایی بر بهبود عملکرد دانه و تعداد پنجه بزرگ و معنی‌دار بود. تجزیه خواهی داده‌ای مورفو‌لوریک با تفکیک ارقام جو به سه گروه جدید (آزاد شده بین سال‌های ۱۳۹۰ به بعد)، میانی (آزاد شده بین سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۱) و قیمتی (آزاد شده بین سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۰) حصول پیشرفت ژنتیکی را تایید نمود. مقادیر شاخص تنی و شانون برای نشانگرهای ISSR نیز حاکی از وجود تنوع ژنتیکی قابل توجهی در بین ارقام مورد بررسی بود. بر اساس مقدار PIC، آغازگرهای شماره ۱۸، ۱۵، ۲۳ و ۲۳ برای شناسایی والدها در تهیه جمعیت‌های در حال تفرق و یا گزینش به کمک نشانگر مفید خواهد بود.

نتیجه‌گیری: در بین دهه‌های مطالعه شده ارقام دهه مفتم (سال ۱۳۹۲ تا ۱۳۹۰) دارای بالاترین عملکرد دانه و در بین آنها دو رقم زهک و نیک بهترین بودند. نتایج نشان داد که متوسط پیشرفت ارقام جو طی هفت دهه بهترزایی حدوداً معادل ۳/۷ کیلوگرم در سال بوده است.

واژه‌های کلیدی: آی‌اس‌اس‌آر، تجزیه خواهی، تنوع ژنتیکی، عملکرد، نشانگر

مقدمه

پیشرفت‌های ژنتیکی بوده است (۳۱). اکثر مطالعات انجام شده نشان می‌دهند که بهبود عملکرد جو عمدتاً در اثر کاهش ارتفاع گیاه، بهبود مقاومت به خواییدگی، افزایش مقاومت به بیماری‌ها و افات و تسریع در گلدهی بوده است و انتظار بر این است که افزایش‌های آنی نیز بیشتر از عوامل ژنتیکی ناشی گردد (۲۴، ۲۷).

جو بهدلیل تحمل در مقابل شرایط سخت محیطی و قابلیت تحمل به کم آبی (نیاز کم به رطوبت) و تطابق با محیط کشت، در بسیاری از نقاط جهان مورد استفاده کشاورزان قرار دارد و بهدلیل دوره کوتاه رشد در نیم‌کره شمالی و در ارتفاعات، در جایی که دوره عاری از بخندان کوتاه باشد، به خوبی رشد می‌کند. جو نسبت به گندم دامنه سازگاری وسیع‌تری دارد و در دیمزارهایی که رطوبت خاک و بارندگی برای رشد گندم ناکافی و نامطمئن باشد می‌تواند جایگزین مناسبی باشد. طبق گزارش فائه در سال ۲۰۱۸ روسیه با ۲۰/۴۸ میلیون تن بزرگترین تولیدکننده و کشورهای فرانسه، آلمان و کانادا به ترتیب با ۱۱/۵۹، ۱۳/۵۶ و ۱۰/۳۸ میلیون تن در رتبه‌های بعدی قرار داشته‌اند (۱۲). طبق همین گزارش ایران با ۳/۶۰ میلیون تن رتبه چهاردهم را در بین کشورهای تولیدکننده جو به خود اختصاص داده است. متوسط عملکرد دانه جو در ایران حدود ۱۶۵۰ کیلوگرم در هکتار (و در روسیه ۲۴۰۰ کیلوگرم در هکتار) می‌باشد (۱۲). در ایران جو از

افزایش روزافزون جمعیت و کمبود مواد غذایی باعث ایجاد نگرانی‌هایی در زمینه آینده تولیدات کشاورزی در دنیا شده است. در حال حاضر بهبود کمی و کیفی محصولات کشاورزی به عنوان گزینه‌های موجود به منظور مقابله با چالش کمبود مواد غذایی از اهمیت خاصی برخوردار است، به ویژه اینکه پیشرفت‌های اخیر در زمینه دانش ژنتیک و استفاده از فناوری‌های نوین، سهم بسزایی در طراحی و اجرای دقیق‌تر برنامه‌های بهترزایی گیاهان زراعی و باعی داشته است. بهترزایی گیاهان به مجموعه فناوری‌هایی اطلاق می‌شود که در آن با مشاهده پتانسیل تولید و ازمن جوامع متعدد گیاهی و واکنش آنها نسبت به تنش‌های زیستی و غیرزیستی، نمونه‌هایی را که حاوی ژنه‌ای مطلوب هستند و کارکرد بهتری دارند انتخاب می‌نمایند. روش دیگر شناسایی ژن‌های مفید که بسیار سریع است مقایسه ارقام جدید سازگار و پرمحصول با انواع قدیمی‌تر است تا ویژگی‌هایی از گیاهان زراعی که به همراه عملکرد دانه تغییر کرده‌اند مشخص شوند (۳۷). در گیاهان زراعی رایج همانند غلات این مقایسه به تفکیک اثرات عوامل ژنتیکی از عوامل محیطی و تعیین سهم آنها در بهبود پتانسیل عملکرد دانه کمک نموده است. مقایسه ارقام قدیم و جدید نشان می‌دهد که بخش قابل توجهی از افزایش عملکرد بالقوه در جو طی قرن اخیر مربوط به

و حداکثر تشابه به ترتیب ۸۸/۰ و ۲۹/۰ تشخصیص داده شد (۳۴).

آگاهی از میزان پیشرفت ژنتیکی رخ داده، شناسایی صفات مطلوبی که ارقام جدید را از انواع قدیمی‌تر تمایز می‌گرددند و همچنین سطح تنوع ژنتیکی علاوه بر اینکه معیارهای مناسبی برای ارزیابی موفق‌بودن فعالیت‌های بهترادی صورت‌گرفته هستند می‌توانند برای پیش‌بینی میزان و جهت تغییرات اصلاحی در آینده و انتخاب صفات موثر برای اصلاح به عنوان راهنمای کار روند. این تحقیق با هدف برآورد میزان پیشرفت ژنتیکی و شناسایی صفات مفید و موثر در پیشرفت و تعیین تنوع ژنتیکی در ارقام جو آزادشده در ایران طی دهه‌های اخیر با استفاده از صفات مورفو‌لوبیک و نشانگرهای ISSR صورت پذیرفت.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در مزرعه شماره یک دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرجستان طی سال‌های ۱۳۹۶ تا ۱۳۹۷ انجام شد. مواد مورد بررسی در این تحقیق یک نمونه که شامل ۲۱ رقم جو آزادشده در بازه زمانی ۱۳۹۲ تا ۱۳۹۲ در ایران بودند در دو بخش مزرعه و آزمایشگاه مورد مطالعه قرار گرفتند (علیرغم اینکه تعداد زیادی ارقام جو طی این بازه زمانی آزاد شد ولی به دلیل برخی محدودیت‌ها در دسترسی به بذر کافی و سایر امکانات مادی و اعتباری تعداد ۲۱ رقم برای بررسی در نظر گرفته شد). بذور از موسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج تهیه شد. در بخش مزرعه ارقام مختلف جو در قالب طرح بلوك‌های کامل تصادفی با سه تکرار برای ارزیابی متغیرهای مورفو‌لوبیک از جمله صفات مربوط به عملکرد دانه کشت شدند. در بخش آزمایشگاه ارقام مورد مطالعه به منظور بررسی تنوع و گروه‌بندی با استفاده از نشانگرهای ISSR در آزمایشگاه ژنتیک دانشکده تولید گیاهی ارزیابی شدند. نام، شجره و کد ارقام جو مورد مطالعه در جدول ۱ آمده است. ارقام مورد بررسی بر اساس سال آزادسازی در هفت گروه (دهه) دسته‌بندی شدند (جدول ۱). بعد از آماده‌سازی زمین و انجام عملیات سخنم و دیسک، بذور ارقام در تاریخ ۲۳ آبان ماه ۱۳۹۶ کشت شد. هر کرت آزمایشی در هفت خط دو متری با فاصله ۲۰ سانتی‌متر بین ردیف و ۲/۵ سانتی‌متر روی ردیف کشت شدند. تراکم کاشت در هر کرت ۵۶۰ دانه و سطح هر کرت ۲/۸ متر مربع بود. پس از رسیدگی بوته‌های هر کرت به صورت جداگانه جمع‌آوری گردید و مورد خرمنکوبی و بوجاری قرار گرفت. برای اندازه‌گیری عملکرد دانه در واحد کرت، نمونه‌برداری پس از حذف دو خط کناری و ۳۰ سانتی‌متر از دو طرف هر خط به منظور حذف اثر حاشیه صورت گرفت (سطح برداشت در هر کرت ۸۴/۰ مترمربع بود). سایر صفات مورفو‌لوبیک شامل تعداد بوته در کرت، ارتفاع بوته، تعداد سنبله، تعداد دانه در سنبله، طول سنبله، تعداد پنجه، وزن هزار دانه و روز تا رسیدگی اندازه‌گیری گردید. برای ثبت ارتفاع بوته و طول سنبله در هر کرت از پنچ بوته تصادفی استفاده شد. برای تجزیه آماری داده‌ها و رسم نمودارها از نرم‌افزارهای SAS و Excel استفاده شد. برای گروه‌بندی ارقام بر مبنای صفات مورفو‌لوبیک از روش ward

لحاظ سطح زیر کشت و میزان تولید در بین غلات پس از گندم در رتبه دوم قرار دارد (۳). در سال زراعی ۱۳۹۷-۱۳۹۸ سطح برداشت جو در ایران حدود ۱/۵۵ میلیون هکتار برآورد شده که حدود ۱۵ درصد از کل سطح محصولات زراعی و ۲۰ درصد از کل سطح غلات کشور می‌باشد که سهم اراضی آبی حدود ۴۰ درصد و اراضی دیم حدود ۶۰ درصد بوده است. بیشترین سطح برداشت جو در کل ایران (سال زراعی ۱۳۹۷-۱۳۹۸) مربوط به استان کرمانشاه با ۱۱/۲۵ درصد می‌باشد. استان‌های کرمانشاه با ۱۷/۴۰، خراسان رضوی با ۹/۱۴، لرستان با ۷/۶۶، فارس با ۷/۸۶، همدان با ۷/۳۴ و خوزستان با ۶/۶۲ درصد از سطح برداشت جو در ایران را به خود اختصاص دادند و از این حیث به ترتیب مقام‌های اول تا ششم را احراز نمودند (۳). در سال زراعی ۱۳۹۷-۱۳۹۸ سهم استان گلستان از سطح برداشت جو در ایران حدود ۳/۱۷ درصد بود که از آن حدود ۱۲۱۰۰۰ تن دانه جو برداشت گردیده است (۳).

raig ترین روش برآورد نقش فعالیت‌های بهترادی در بهبود ارقام و تعیین سهم آن محسنه ضریب رگرسیون میانگین عملکرد ارقام بر روی سال آزادسازی آنها به عنوان بهبود ژنتیکی سالانه است (۵، ۱۰، ۲۴). در این روش شبی خط رگرسیون سرعت پیشرفت ناشی از بهترادی برای عملکرد دانه یا هر صفت دیگر در نظر گرفته می‌شود. مطالعاتی که تاکنون انجام شده است نتایج مفید و جالبی در پی داشته است. در مطالعه‌ای میانگین عملکرد دانه ۱۵ رقم جو بهاره معرفی شده طی دوره ۱۸۸۰ تا ۱۹۸۰ با مدل رگرسیون خطی برآش داده شد. عملکرد در سال ۱۹۸۰ که ۸/۱ تن در هکتار بود، افزایشی معادل ۳۰/۹ درصد را نسبت به سال ۱۸۸۰ با عملکرد ۱۹/۶ تن در هکتار نشان داد. همچنین افزایش عملکرد در طی دوره ۲۷ ساله منتهی به ۱۹۸۰ تقریباً چند برابر عملکردی بوده که طی دوره ۷۳ ساله منتهی به ۱۹۵۳ حاصل شده بود (۲۴). با انجام تجزیه رگرسیون خطی صفات مورفو‌لوبیک و فیزیولوبیک ارقام جوهای بومی و وارداتی معرفی شده در ایران طی سال‌های ۱۳۳۵ تا ۱۳۷۷ که بیشترین سطح زیر کشت را داشتند و مقایسه آنها با رقم شاهد، میزان بهبود ژنتیکی سالانه عملکرد دانه را ۲۳/۷۵ کیلوگرم در هکتار گزارش گردید (۲۳).

استفاده از نشانگرهای مولکولی نظیر ISSR و تجزیه داده‌های مولکولی حاصل از پلی‌مورفیسم آن به روشی معتبر و سریع در مطالعات امروزه تبدیل گشته که همراه با داده‌های مورفو‌لوبیک اطمینان بیشتری به تفسیر و کاربری نتایج تحقیقات تنوع ژنتیکی بخشیده است. میزان تنوع ژنتیکی موجود در مجموعه ارقام قدیمی و جدید بیانگر ایجاد تغییرات در خلال سالهای آزاد سازی آنها است. در مطالعه‌ای که به هدف اندازه‌گیری تنوع ژنتیکی در مجموعه‌ای شامل ۲۰ ژنتیپ جو با استفاده از ۲۵ آغازگر ISSR صورت گرفت نتایج نشان دادند که در کل ۲۰ آغازگر توانستند ۱۶۳ باند تولید که حدود ۴۳ درصد آنها چندشکلی نشان دادند. تجزیه خوشای و تجزیه به مختصات اصلی با استفاده از ماتریس تشابه ژنتیکی جاکاردا، ژنتیپ‌ها را به سه گروه متمایز تقسیم نمود و حداقل

در نرم‌افزار R استفاده گردید. برای تعیین تعداد کلاستر معنی‌دار از بسته آماری NbClust در نرم‌افزار R استفاده می‌باشد.

جدول ۱- نام، سال و دهه آزادسازی (گروه) بهمراه مشا و شجره ارقام جو مورد استفاده در این مطالعه

Table 1. Name, year and decade of releasing (group) along with origin and pedigree of barley cultivars used in this study

نام رقم	سال آزادسازی	گروه (دنه آزادسازی)	مشنا	شجره
نیک	۱۳۹۰	۷	ایکاردا	Lignee527/NK1272/JLB70-63
کارون	۱۳۵۹	۳	آمریکا	Strain 205
فجر ۳۰	۱۳۸۷	۶	کراس داخلی - برنامه ملی ایران	Lignee131/Gerbel//Alger-Ceres
به رخ	۱۳۹۲	۷	بوگسلاوی و روسیه	Novosadski-444
جنوب	۱۳۷۶	۵	سیمیت	Gloria's"/Copal's"
گوهرچو	۱۳۳۸	۱	چوبک همدان	از ارقام بومی ایران
گرگان ۴	۱۳۴۱	۲	سوئد	Herta
نمروز	۱۳۸۷	۶	سیمیت	Trompillo
کوپر	۱۳۵۸	۳	آمریکا	Strain 205
دشت	۱۳۷۲	۵	ایکاردا	Probestdwarf
نصرت	۱۳۸۷	۶	کراس داخلی - برنامه ملی ایران	Karoon/kavir
ریحان	۱۳۷۳	۵	ایکاردا	Rihane
یوسف	۱۳۸۸	۶	ایکاردا	Lignee527/Chn-01//Gustoe/4/Rhn-08/3/DeirAlla 106/DI71/Strain 205
زر جو	۱۳۳۰	۱	همدان	از ارقام بومی ایران
ارس	۱۳۶۷	۴	اروپا	Arumir
ترکمن	۱۳۷۲	۵	ایکاردا	Rihane "S"-04
والپر	۱۳۶۴	۴	مواد بین المللی	CI-108985
ارم	۱۳۴۱	۲	ایران - یجنورد	از ارقام بومی ایران
سینا	۱۳۴۵	۲	فانو	-
زهک	۱۳۹۱	۷	سیمیت	Poa/Hjo//Qjina
صحراء	۱۳۸۲	۶	سیمیت	B.LRAN/Una8271// Glorias's'Com

۱/۵ درصد استفاده شد. برای آشکارسازی محصولات و ارزیابی نهایی از ژل پلی‌اکریلامید شش درصد استفاده شد. باندهایی که چندشکلی نشان دادند به صورت یک (حضور) و صفر (عدم حضور) امتیازدهی شدند. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها ابتدا ماتریس دوتایی صفر و یک برای هر نمونه بر مبنای چندشکلی تولید شده تشکیل شد. مقادیر PIC مطابق با معادله آندرسون و همکاران (۴) در نرم‌افزار Pop Gene محاسبه گردید.

$$PIC = 1 - \sum p_i^2$$

در این معادله Pi فراوانی آلل i می‌باشد.

به منظور استخراج DNA ارقام مورد مطالعه، نمونه‌گیری از برگ‌ها در مرحله رشدی سه برگی انجام شد. استخراج DNA به روش دوبل و دوبل (۱۱) صورت گرفت. ابتدا از ۲۳ آغازگر تصادفی ISSR استفاده شد که از میان آنها هفت آغازگر که چندشکلی بالای نشان دادند برای ارزیابی نهایی و تولید نشانگرهای ISSR انتخاب شدند. ساخت آغازگرها توسط شرکت Metabion International AG انجام شده بود. مشخصات و توالی آغازگرهای نهایی به همراه دمای اتصال آن‌ها در جدول ۲ نشان داده شده است. برای تعیین کمیت و کیفیت DNA از ژل آغازگر ۸/۰ درصد استفاده شد و برای آشکارسازی محصولات PCR و انتخاب آغازگرها از ژل آغازگر ۱۰/۰ درصد استفاده شد.

جدول ۲- نام، توالی و سایر ویژگی‌های نشانگرهای ISSR مورد استفاده در مطالعه

Table 2. Name, sequence and other characteristics of ISSR markers used in the study

نام آغازگر	توالی	دما اتصال (درجه سانتی‌گراد)	درصد	GC
۱	۵'-GAGAGAGAGAGAATG-3'	۴۵	۴۷/۱	
۲	۵'-CACACACACACACAGCC-3'	۵۰	۵۸/۸	
۹	۵'-CACACACACACACAGCG-3'	۵۰	۵۸/۸	
۱۵	۵'-CACACACACACACACAAGT-3'	۵۰	۴۷/۴	
۱۸	۵'-CACACACACACACACAG-3'	۴۷	۵۲/۹	
۲۰	۵'-CCACTCTCTCTCTCTCT-3'	۵۳	۵۲/۶	
۲۳	۵'-CACACACACACACAGT-3'	۵۰	۵۰	

خصوصیات عملکرد دانه در کرت، تعداد دانه در سنبله، وزن ۱۰۰۰ دانه، تعداد پنجه، تعداد سنبله، روز ت رسیدگی، طول ساقه و طول سنبله به ترتیب برابر با ۱۲/۴۶، ۸/۶۵، ۴/۹۳، ۰/۵۶، ۰/۵۴، ۱۰/۶۵، ۱۶/۱۶، ۰/۵۶، ۰/۵۴ درصد بود که نشان‌دهنده دقیق مطلوب انجام آزمایش صورت گرفته و درجه اعتماد به نتایج تجزیه واریانس می‌باشد (جدول ۳).

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که رقم جو مورد مطالعه از نظر کلیه خصوصیات مورد بررسی شامل عملکرد دانه در کرت، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، تعداد پنجه در بوته، تعداد سنبله در کرت، روز ت رسیدگی، طول ساقه و طول سنبله تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد داشتند (جدول ۳). ضریب تغییرات خطای

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس عملکرد دانه و برخی خصوصیات مورفولوژیک ارقام جو آزاد شده در ایران در طی هفت دهه مورد بررسی
Table 3. Results of analysis of variance for grain yield and some morphological characteristics of barley cultivars released in Iran during seven studied decades

متبوع تغییرات آزادی	درجه آزادی	عملکرد دانه (گرم در کرت)	تعداد دانه در سنبله	وزن دانه (گرم)	تعداد پنجه در بوته	تعداد سنبله در کرت	طول ساقه رسیدگی	روز تا	طول سنبله
بلوک	۲	۸۹۸۲/۲۷۱۱ ^{ns}	۳۸/۷۷ ^{ns}	۱۲/۱۶ ^{ns}	۰/۱۳ ^{ns}	۲۸/۲۳ ^{ns}	۵۶/۵۷ ^{ns}	۱/۲۵ ^{ns}	۱/۲۳ ^{ns}
رقم	۲۰	۵۱۴۱۴/۵۷ ^{**}	۳۸۸۲۰ ^{**}	۲۵/۱۲ ^{**}	۰/۲۳ ^{**}	۲۲۰۰/۸۳ ^{**}	۱۲۱۴/۶۴ ^{**}	۲۹/۸۶ ^{**}	۲۳/۴۶ ^{**}
دهه	۶	۵۴۵۱۷/۴۹ ^{**}	۱۵۹/۵۸ ^{**}	۱۹/۱۹ ^{**}	۰/۷۸ ^{**}	۵۸۹۲۱/۱۱ ^{**}	۱۶۶/۰۸ ^{**}	۴۱/۵۳ ^{**}	۵۷/۷۴ ^{**}
رقم در دهه	۱۴	۵۰۰۸۰/۴۹ ^{**}	۴۱۴/۷۸ ^{**}	۲۷/۲۸ ^{**}	۰/۱۳ ^{**}	۶۱۸/۸۶ ^{**}	۱۰۱۲/۶۰ ^{**}	۲۴/۸۵ ^{**}	۲۳/۰۶ ^{**}
خطا	۴۰	۲۷۸/۰۸۲	۱۴/۴۹	۱/۸	۰/۰۴	۳۸۰/۰۶۶	۱/۰۸	۲۹/۸۶ ^{**}	۱/۱۳
ضریب تغییرات خطأ (%)		۱۲/۴۶	۸/۶۵	۱۰/۶۵	۵/۰۴	۰/۰۵	۶/۶۵	۵/۰۵	۱۶/۱۶

ns و ** به ترتیب غیرمعنی دار و معنی دار در سطح آماری یک درصد

۱۸۱ روز) را نشان دادند (جدول ۵). ارقام دهه چهار دارای بیشترین طول ساقه (۱۰۹/۲۳) و ارقام دهه هفت دارای کمترین طول ساقه (۸۷/۵۷) بودند (جدول ۵). میانگین طول سنبله در دهه‌های مختلف نشان داد دهه هفت با میانگین ۸/۶۴ سانتی‌متر بیشترین طول سنبله و دهه دو و چهار به ترتیب با ۵/۶۰ و ۵/۶۳ سانتی‌متر کمترین طول سنبله را داشتند (جدول ۵). بطور کلی فعالیت‌های بهتربازی در خلال ۷ دهه موجب افزایش در عملکرد دانه، تعداد سنبله، وزن دانه، تعداد پنجه و طول سنبله و کاهش ارتفاع ساقه در ارقام جو شده است. ایجاد تغییرات ژنتیکی در اثر فعالیت‌های بهتربازی وجود تنویر ژنتیکی در ارقام جدید و قدیم جو پیش از این در سایر مطالعاتی که در جو زراعی انجام شده است نیز گزارش گردیده است (۲، ۲۱).

به منظور کمی‌سازی میزان پیشرفت ژنتیکی جو از رگرسیون خطی صفات بر روی سال آزادسازی (دهه) ارقام استفاده گردید (شکل ۱). شبی خط رگرسیون نشان داد که عملکرد دانه در کرت ارقام جدید نسبت به ارقام قدیمی تر به صورت خطی و بطور متوسط ۳۶/۸۸ کیلوگرم در هر دهه (حدوداً متعادل ۳/۷ کیلوگرم در سال) افزایش داشته‌است (شکل ۱-الف). میزان این افزایش برای تعداد سنبله در کرت برابر ۱۱/۱۹ در هر دهه (حدوداً متعادل ۱/۱ سنبله در سال) بود (شکل ۱-ب).

بررسی رابطه رگرسیونی نشان دهنده افزایش خطی تعداد دانه در سنبله طی هفت دهه فعالیت اصلاحی و آزادسازی ارقام جو بود. بطور متوسط وزن دانه در هر دهه ۰/۱۹ گرم (یا حدود ۰/۰۲ گرم در سال) افزایش یافته است (شکل ۱-ج). برای تعداد دانه در سنبله این افزایش حدود ۰/۹۵ (یا حدود ۰/۱ در هر سال) بود (شکل ۱-د). افزایش هم‌زمان تعداد دانه در سنبله و وزن دانه ارقام جو را می‌توان یکی از دلایل اصلی بهبود عملکرد دانه محسوب نمود. پیشرفت ژنتیکی در عملکرد دانه که عمدتاً ناشی از بهبود وزن دانه بوده است نیز پیش از این در گندم آبی گزارش شده است (۸).

تفکیک واریانس ارقام (با ۲۰ درجه آزادی) به دهه (با شش درجه آزادی) و رقم در دهه (با ۱۴ درجه آزادی) نیز نشان داد که بین هفت دهه مورد بررسی و همچنین ارقام درون هر دهه تفاوت معنی داری برای کلیه خصوصیات وجود داشت (جدول ۵). نتایج آزمون مقایسه میانگین (LSD) در سطح احتمال پنج درصد نشان داد که رقم زهک با ۸۲۵/۱۵ گرم دارای بیشترین عملکرد دانه در کرت و رقم ارم با ۲۵۱/۲ گرم کمترین عملکرد را دارا بودند (جدول ۴). مشاهده اختلاف معنی دار ارقام از نظر کلیه صفات علاوه بر وجود تنوع ژنتیکی در مواد مورد بررسی، بیانگر ایجاد تغییرات ژنتیکی در خلال ۷ دهه اصلاح ارقام جو می‌باشد. به طور متوسط ارقام دهه هفت (شامل ارقام نیک، بهرخ و زهک آزاد شده در دهه ۱۳۹۰) دارای بیشترین عملکرد و دهه دو (شامل ارقام گرگان، ارم و سیننا آزاد شده در دهه ۱۳۴۰) کمترین عملکرد دانه را نشان دادند، دیگر دهه‌ها اختلاف معنی دار آماری با یکدیگر نداشتند (جدول ۴). نتایج آزمون مقایسه میانگین نشان داد دهه یک (۱۹۶/۳۳) و هفت (۲۷۷/۸۶) به ترتیب دارای کمترین و بیشترین تعداد سنبله در کرت بودند، دهه یک و دو اختلاف معنی داری نشان دادند و بین دیگر دهه‌ها نیز اختلاف معنی داری مشاهده نشد (جدول ۵). ارقام دهه یک با بیشترین تعداد دانه در سنبله (۵۹/۴۱) با دیگر دهه‌ها اختلاف معنی داری نشان داد، دهه چهار و دهه دو نیز کمترین تعداد دانه در سنبله را نشان دادند و بین ارقام دهه‌های هفت، شش و سه اختلاف آماری وجود نداشت (جدول ۵). از نظر وزن هزار دانه، ملاحظه می‌شود که ارقام دهه هفت بالاترین (۴۷/۰۱) گرم) و ارقام دهه‌های دو و سه دارای کمترین وزن (حدوداً تا ۴۳ گرم) بودند (جدول ۵). مقایسه میانگین دهه‌های مختلف نشان داد که به طور کلی در ارقام جدیدتر تعداد پنجه افزایش یافته است. ارقام دهه دو دارای کمترین تعداد پنجه (۱/۹۷) و ارقام دهه هفت دارای بیشترین تعداد پنجه (۲/۸۶) بودند (جدول ۵). ارقام دهه یک با ۱۸۸/۱۶ روز بیشترین زمان رسیدگی (حدوداً

جدول ۴- مقایسه میانگین متغیرهای مورفولوژیک ۲۱ رقم جو آزاد شده در ایران طی هفت دهه مورد بررسی

Table 4. Mean Comparison for morphological variables of 21 barley cultivars released in Iran during seven studied decades

نام رقم جو	سال	آزادسازی	زُنّوتب	عملکرد دانه در کرت (گرم)	تعداد دانه در سنبله	وزن ۱۰۰۰ دانه در روز تا رسیدگی	تعداد سنبله در کرت	بوته	تعداد پنجه در سنبله در کرت	طول سنبله (سانتی متر)	طول ساقه (سانتی متر)
نیک	۱۳۹۰			۶۱۲/۴۰ ^b	۵۰/۸۳ ^{cde}	۴۱/۵۷ ^{cdg}	۲۸۹/۶۶ ^a	۳/۰ ^{cd}	۱۸۵ ^c	۸/۳۷ ^{bc}	۹۰/۸۰ ^{cdg}
کارون	۱۳۵۹			۴۹۰/۷۵ ^{cde}	۴۸/۶۴ ^{de}	۴۲/۱۰ ^d	۲۳۴/۳۳ ^{cd}	۲/۲۷	۱۷۹/۳۳ ^{hi}	۷/۳۳ ^{ig}	۱۰/۷۶۶ ^{ab}
فجر ۳	۱۳۸۷			۵۴۴/۴۳ ^{bc}	۵۲/۱۶ ^c	۴۲/۱۱ ^{egh}	۲۴۷/۶۶ ^b	۲/۷۶ ^{ab}	۱۸۵/۶۶ ^c	۷/۴۳ ⁱ	۸۲/۵۳ ⁱ
به رخ	۱۳۹۲			۳۱۴/۴۱ ^{jk}	۵۱/۶۱ ^a	۴۲/۹. ^e	۲۵۶/۶۶ ^b	۲/۵۷ ^{bc}	۱۷۸/۶۶ ⁱ	۷/۵۱ ^{et}	۸۲/۸۲ ⁱ
جنوب	۱۳۷۶			۴۷۰/۱۹ ^{cdetg}	۴۶/۵۵ ^{det}	۴۲/۹. ^e	۲۳۵ ^{cd}	۲/۵۲ ^{bc}	۱۷۸/۶۶ ⁱ	۸/۴۰ ^{cd}	۸۳/۳۲ ⁱ
گوهرجو	۱۳۳۸			۵۳۰/۴۰ ^{bca}	۶۰/۷۵ ^{ab}	۴۴/۲۷ ^{cd}	۱۹۶ ^{gn}	۲/۰۳ ^{gn}	۱۸۶/۳۳ ^{ca}	۶/۸۰ ^{anc}	۹۴/۰. ^{cerg}
گرگان ۴	۱۳۴۱			۳۱۷/۹۷ ^{jk}	۳۵/۳ ^j	۴۴/۲ ^{cdetg}	۱۹۵ ^{hi}	۲/۲ ^{gh}	۱۸۷/۳۳ ^{cd}	۵/۲ ^j	۸/۱۲ ^j
نیمروز	۱۳۸۷			۲۵۵/۱۴ ⁱ	۲۲/۰ ^{ck}	۴۸/۱۶ ^b	۲۱۳/۳۳ ^{erg}	۲/۴۹ ^{bed}	۱۸۷ ^{de}	۵/۴۵ ⁱⁱ	۹۵/۰. ^{cdet}
کویر	۱۳۵۸			۴۰/۱۴ ^{gh}	۴۵/۳ ^{ab}	۴۲/۰ ^{gh}	۲۰۶/۳۳ ^{gh}	۲/۰۸ ^{egh}	۱۸۷ ^{de}	۵/۰۵ ^{gh}	۹۴/۳۳ ^{detg}
دشت	۱۳۷۲			۴۴۵/۲۸ ^{egh}	۳۸/۰ ^{hi}	۴۶/۸۵ ^{bc}	۲۴۰/۳۳ ^{cbd}	۲/۴۷ ^{bede}	۱۸۵ ^c	۶/۴۶ ^h	۹۵/۰۴ ^{cd}
نصرت	۱۳۸۷			۴۱/۱۸ ^{gh}	۳۸/۴ ^{gh}	۴۶/۴۲ ^{bed}	۲۲۸ ^{ed}	۲/۴۵ ^{bede}	۱۸۵ ^c	۶/۲۰ ^{hi}	۹۹/۱۰ ^c
ريحان	۱۳۷۳			۴۸۷/۴۱ ^{det}	۴۵/۷ ^{bc}	۴۵/۲۸ ^{egh}	۲۲۸/۶۶ ^{ed}	۲/۴۷ ^{bede}	۱۸۷ ^{de}	۸/۳۳ ^{cd}	۹/۱۳ ^{dc}
يوسف	۱۳۸۸			۴۴۷/۶. ^{deign}	۵۰/۰ ^{cde}	۴۲/۱۶ ^{egh}	۲۱۲ ^{eg}	۲/۲۵ ^{cdetg}	۱۸۷ ^{de}	۷/۶۶ ^{det}	۹/۰. ^{gh}
زر جو	۱۳۲۸			۳۶۷/۸.۰ ^{jh}	۴۲/۲۲ ^{egh}	۴۴/۳۳ ^{cdetg}	۱۹۶/۶۰ ^{gn}	۲/۰۳ ^{gn}	۱۹۳ ^a	۵/۴. ^j	۱۰/۷۳ ^{ab}
ارس	۱۳۷۷			۳۷۱/۵۴ ^{jk}	۳۶/۲۳ ^{ih}	۴۷/۲۸ ^{egh}	۲۲۷/۳۳ ^{cd}	۲/۴۳ ^{cdetg}	۱۸۷ ^{de}	۵/۴. ^{ad}	۱۰/۰. ^{gh}
ترکمن	۱۳۷۲			۴۷۵/۵۱ ^{cerg}	۴۰/۰. ^{dc}	۴۸/۱۸ ^{gh}	۲۲۸/۶۶ ^{ed}	۲/۴۳ ^{cdetg}	۱۸۷ ^{de}	۵/۸۲ ^{hi}	۱۱/۱۳ ^a
والچر	۱۳۶۴			۴۰/۲/۴۷ ^{ghn}	۳۹/۵۲ ^{ghm}	۴۵/۴۵ ^{cdce}	۲۲۴ ^{eg}	۲/۲۵ ^{cdetg}	۱۸۷ ^{de}	۴/۰. ^{ck}	۹/۲/۳۳ ^{eghn}
ارم	۱۳۴۱			۲۵/۱/۲ ^{kl}	۳۱/۴۸ ^{jl}	۴۷/۱۵ ^{egh}	۱۸۸ ^h	۱/۸۴ ^{gh}	۱۸۷ ^{de}	۷/۶۶ ^{det}	۱/۵/۳۳ ^{et}
سيانا	۱۳۴۵			۴۵/۱۲/۸ ^{egh}	۳۹/۵۵ ^{hl}	۴۹/۹۷ ^{cdce}	۲۰۴ ^{ig}	۲/۱۲ ^{cdetg}	۱۸۷ ^{de}	۷/۵۳ ^{cd}	۱/۵/۳۳ ^{ab}
زهک	۱۳۹۱			۸۲۵/۱۵ ^a	۶۱/۶۶ ^a	۴۶/۷۴ ^{bc}	۲۸۵ ^a	۲/۹۹ ^a	۱۸۷ ^{de}	۹/۶۶ ^a	۸/۹/۶ ^h
صحرا	۱۳۸۲			۵۴۰/۰. ^{۲dc}	۵۰/۰. ^{de}	۴۵/۱۲ ^{cdetg}	۲۴۷ ^{bed}	۲/۳۹ ^{cdetg}	۱۸۷ ^{de}	۷/۲۲ ^{cd}	۹/۸/۲۲ ^{cd}
LSD				۸۷/۰/۰	۳/۴۸	۱۸/۴۲	۰/۴۰	۳/۰۱	۱/۷۲	۰/۸۰	۴/۴۶

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون فاقد تفاوت آماری در سطح ۵ درصد می‌باشند.

جدول ۵- مقایسه میانگین متغیرهای مورفولوژیک ارقام جو آزاد شده در ایران طی هفت دهه مورد بررسی

Table 5. Mean Comparison for morphological variables of barley cultivars released in Iran during seven studied decades

دهه	ده	عملکرد دانه در کرت (گرم)	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه	تعداد پنجه در سنبله	تعداد سنبله در کرت	طول ساقه (سانتی متر)	طول سنبله (سانتی متر)	رسیدگی	روز تا رسیدگی	تعداد سنبله در کرت	دهه
۱	۱	۴۴۸/۹۵ ^{bc}	۵۱/۴۹ ^a	۴۴/۵۲ ^b	۲/۰۳ ^{de}	۴۴/۵۲	۷/۴۶ ^c	۱۸۸/۱۶ ^a	۱۹۶/۳۳ ^c	۵/۶۶ ^{cd}	۹۶/۶۶ ^{cd}	
۲	۲	۳۷۷/۲۸ ^c	۴۲/۱۰ ^c	۴۲/۸/۸ ^{de}	۱/۹۷ ^e	۴۲/۱۰	۵/۶۰ ^e	۱۸۲/۶۶ ^d	۱۹۹/۶۶ ^c	۵/۶۰ ^e	۹۳/۱۷ ^d	
۳	۳	۴۴۶/۱۵ ^{bc}	۴۷/۱/۱ ^b	۴۷/۱/۱ ^b	۲/۲۳ ^{cd}	۴۷/۱/۱ ^b	۶/۹۳ ^d	۱۸۱/۱۶ ^e	۲۲۰/۳۳ ^b	۶/۹۳ ^d	۱۰/۱ ^b	
۴	۴	۳۸۷/۰. ^{۹bc}	۴۴/۴۶ ^b	۴۴/۴۶ ^b	۲/۲۸ ^{bc}	۴۴/۴۶ ^b	۵/۶۳ ^e	۱۸۵/۱۶ ^b	۲۲۰/۱۶ ^b	۵/۶۳ ^e	۱۰/۰/۳۳ ^{cd}	
۵	۵	۴۶۷/۶. ^b	۴۶/۴/۱ ^b	۴۶/۴/۱ ^b	۲/۲۱ ^{bc}	۴۶/۴/۱ ^b	۸/۱۵ ^b	۱۸۱/۴۱ ^e	۲۲۸/۷۵ ^b	۸/۱۵ ^b	۹/۶/۲۵ ^c	
۶	۶	۴۳۵/۳/۵ ^{bc}	۴۲/۵ ^{cd}	۴۴/۷/۹ ^b	۲/۴۹ ^b	۴۴/۷/۹ ^b	۶/۹۰ ^d	۱۸۳/۸. ^c	۲۲۸/۶. ^b	۶/۹۰ ^d	۹/۳/۱۶ ^d	
۷	۷	۵۸۴/۳۲ ^a	۴۵/۲/۲ ^{bc}	۴۷/۰/۱ ^a	۲/۸۶ ⁱⁱ	۴۷/۰/۱ ^a	۸/۶۴ ^a	۱۸۴/۵۵ ^{bc}	۲۷۷/۸۶ ^a	۸/۶۴ ^a	۸/۷/۵۷ ^c	
LSD		۳/۶۷	۲/۰/۲	۲/۰/۲	۰/۲۴	۱/۱/۲۶	۱/۰/۵	۱/۰/۵	-	-	۹/۱۲	

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون فاقد تفاوت آماری در سطح ۵ درصد می‌باشند.

رابطه رگرسیونی نشان می‌دهد که طی فعالیت‌های به نژادی بر روی ارقام جو ۱/۳۰۰ افزایش تعداد سنبله در کرت در دهه (یا حدود ۰/۰۱ در هر سال) صورت گرفته است (شکل ۱-۵). دلیل این مشاهده را می‌توان به بهبود قدرت پنجه‌زنی و همچنین بقای پیشتر پنجه‌ها در ارقام جدیدتر نسبت داد. بهبود ژنتیکی قدرت پنجه‌دهی در مطالعه‌ای که بر روی ارقام گندم زمستانه که طی سالهای ۱۹۶۰ تا ۲۰۰۰ در چین آزاد شده‌اند نیز گزارش شده است (۳۵).

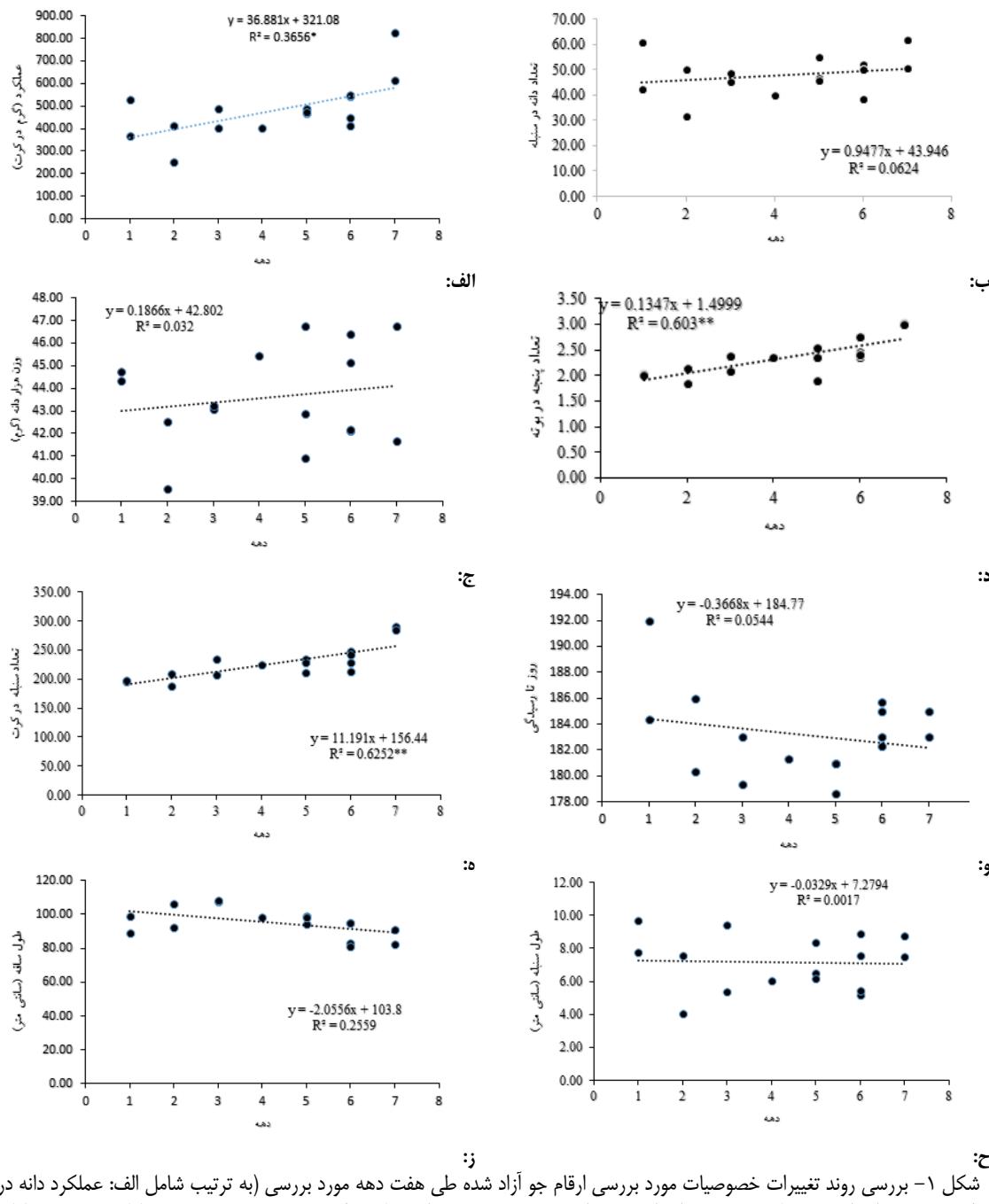
بررسی رابطه رگرسیونی نشان داد که تلاش‌های به نژادی در جو طی دوره ۷۰ ساله منجر به کاهش طول دوره رشد شده است (شکل ۱-۶). متوسط این کاهش ۰/۳۷ روز در هر دهه (یا حدود ۰/۰۴ روز در سال) بود. در مورد طول ساقه نیز فعالیت‌های به نژادی موجب گردیده است تا بطور متوسط

برآورده باشند. طالعی و بهرام تژاد (۳۰) بیان کردند که تعداد دانه و وزن هزار دانه احتمالاً عدم تغییر در طول سنبله با افزایش وزن هزار دانه یا تعداد دانه در سنبله جبران شده است. در گندم نیز چنین روابط جبرانی در بهبود عملکرد دانه طی بهثزادی موثر بوده‌اند.

شماره اجزایی و برآورده بود. طالعی و بهرام تژاد (۳۰) بیان کردند که تعداد دانه و وزن هزار دانه احتمالاً عدم تغییر در طول سنبله با افزایش وزن هزار دانه یا تعداد دانه در سنبله جبران شده است. در گندم نیز چنین روابط جبرانی در بهبود عملکرد دانه طی بهثزادی موثر بوده‌اند.

شماره اجزایی و برآورده بود. طالعی و بهرام تژاد (۳۰) بیان کردند که تعداد دانه و وزن هزار دانه احتمالاً عدم تغییر در طول سنبله با افزایش وزن هزار دانه یا تعداد دانه در سنبله جبران شده است. در گندم نیز چنین روابط جبرانی در بهبود عملکرد دانه طی بهثزادی موثر بوده‌اند.

شماره اجزایی و برآورده بود. طالعی و بهرام تژاد (۳۰) بیان کردند که تعداد دانه و وزن هزار دانه احتمالاً عدم تغییر در طول سنبله با افزایش وزن هزار دانه یا تعداد دانه در سنبله جبران شده است. در گندم نیز چنین روابط جبرانی در بهبود عملکرد دانه طی بهثزادی موثر بوده‌اند.



شکل ۱- بررسی روند تغییرات خصوصیات مورد بررسی ارقام جو آزاد شده طی هفت دهه مورد بررسی (به ترتیب شامل الف: عملکرد دانه در کرت، ب: تعداد دانه در سنبله، ج: وزن هزار دانه، د: تعداد سنبله در کرت، و: روز تا رسیدگی، ز: طول ساقه و ح: طول سنبله)

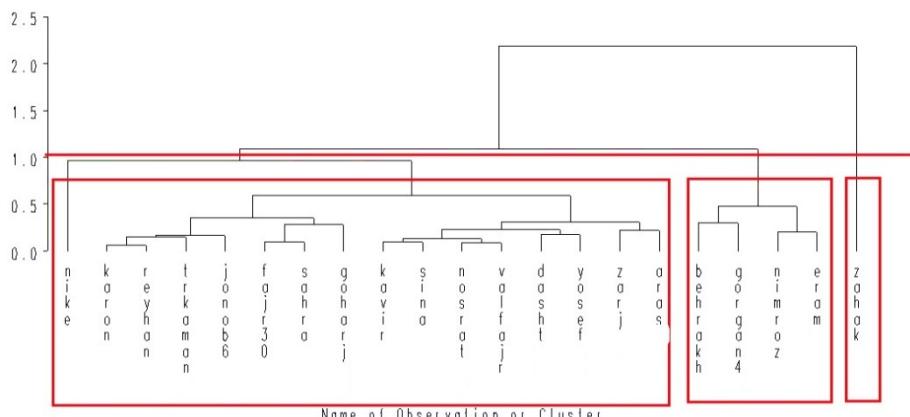
Figure 1. Evaluation of trend changes of the characteristics in barley cultivars released during seven studied decades (respectively a: grain yield per plot, b: number of grains per spike, c: 1000-grain weight, d: number of tillers per plant, e: number of spikes in plot, f: days to maturity, g: stem length and h: spike length)

ارقام را در سه کلاستر متفاوت دسته‌بندی نمود. کلاستر اول شامل یک رقم (زهک)، کلاستر دوم شامل چهار رقم (ارم، نیمروز، گرگان ۴ و بهرخ) و کلاستر سوم شامل ۱۶ رقم (ارس، زرجو، یوسف، دشت، والفجر، نصرت، سیننا، کویر، گوهر، صحراء، فجر ۳۰، جنوب، ترکمن، ریحان، کارون، نیک) بودند.

دندروگرام حاصل از تجزیه خوش‌های ۲۱ رقم جوبا روش Ward و بر اساس صفات مورفو‌لژیک شامل عملکرد، وزن ۱۰۰۰ دانه، تعداد سنبله در کرت، تعداد دانه در سنبله، طول ساقه، طول سنبله، تعداد پنجه در بوته، روز تا رسیدگی در شکل ۲ آمده است. همانطور که مشاهده می‌شود خط برش

۸۵ درصد را نشان دادند. متوسط تعداد باندهای چندشکل توسط هر آغازگر نیز ۳۱ بود. متوسط محتوای اطلاعات چندشکل (PIC) (آغازگرها ۰/۳۲ بود و بالاترین PIC متعلق به آغازگرهای ۱۵ و ۲۳ بود (جدول ۶). میزان تنوع ژنی نئی ارقام مورد مطالعه ۰/۳۲ بدست آمد که نشان‌دهنده وجود تنوع ژنی در ارقام مورد بررسی می‌باشد. شاخص اطلاعات شانون که یکی دیگر از روش‌های ارزیابی تنوع ژنتیکی است بین صفر و یک متغیر است و هر اندازه به یک نزدیک‌تر باشد میزان تفاوت و تنوع ژنتیکی بالاتری را نشان می‌دهد. در مطالعه حاضر شاخص شانون ۰/۴۹ بدست آمد. تعداد آلل مشاهده شده ارقام ۱/۵۴ و تعداد آلل‌های موثر ۱/۹۵ به دست آمد که تایید‌کننده تنوع مشاهده شده در ارقام جو مورد بررسی می‌باشد (نتایج نشان داده نشده‌اند). دندروگرام حاصل گروه‌بندی ارقام بر مبنای مارکرهای ISSR با خط برش به روش CCC به سه گروه متمايز گردید (شکل ۴) گروه اول شامل هفت رقم (صحراء، زهک، سینا، ارم، والفجر، ترکمن، ارس)، گروه دوم شامل سه رقم (ریحان، کویر، نیمروز)، گروه سوم شامل ده رقم (نصرت، دشت، گرگان، گوهر، جنوب، به رخ، فجر، زرچو، یوسف، کارون، نیک) می‌باشد (شکل ۴).

البته تجزیه خوش‌ای نتوانست ارقام را بر مبنای ده آزادسازی متمايز نماید زیرا الگوی قرارگیری ارقام آزاد شده در دهه‌های مختلف در این ۳ کلاستر کاملاً تصادفی بود (شکل ۲). دلیل بروز چنین الگویی را نیز می‌توان به مشاهده نسبی ارقام دهه‌های مختلف از نظر برخی خصوصیات مورفو‌لوزیک منسوب نمود و به عبارتی اصلاح ارقام جدیدتر به منزله تغییر در کلیه خصوصیات ارقام قبلی نبوده است تا بتواند آنها را در کلاسترها متفاوتی قرار دهد. با اینحال قرار گرفتن یکی از ارقام جدیدتر در کلاستر ۱ (زهک) و قرار گرفتن همه ارقام قدیمی‌تر در کلاستر ۳ (گوهر جو و زر جو) نیز تاکیدی بر ایجاد تغییرات تدریجی در بهمود ژنتیکی ارقام و زمانی بودن فعالیت‌های اصلاحی در جو همانند سایر گونه‌های گیاهی دارد. از ۲۰ آغازگر ISSR استفاده شده در پی سی آر، هفت آغازگر باندهای چندشکل و تکراری‌زیر در محدوده ۳۰۰ تا ۳۰۰۰ جفت باز تولید کردند که برای تجزیه نشانگری نهایی مورد استفاده قرار گرفتند (جدول ۶). در مجموع ۲۲۳ باند تکثیر شد که ۲۱۳ باند (حدود ۹۵ درصد) چندشکل بودند (شکل ۳). آغازگرهای ۱ و ۱۵ به ترتیب با ۴۶ و ۴۰ بیشترین تعداد باند را تولید نمودند. تعداد متوسط باند تولیدشده تنوع هر آغازگر ۳۱/۸۵ بود. همه آغازگرا تنوع مطلوب و بالای



شکل ۲- دندروگرام حاصل از گروه‌بندی ۲۱ رقم جو بر اساس صفات مورفو‌لوزیک (روش Ward)
Figure 2. Dendrogram obtained from clustering of 21 barley cultivars based on morphological traits (method Ward)

جدول ۶- آغازگرهای ISSR استفاده شده و نتایج تکثیر آن‌ها در مطالعه ارقام جو

Table 6. ISSR primers and their amplification results in the study of barley cultivars

نام آغازگر	توالی	مشاهده شده	تعداد باندهای چندشکل	درصد باندهای چندشکل (%)	محتوای اطلاعات چندشکل
آغازگر ۱	۵'-GAGAGAGAGAGAATG-3'	۴۶	۴۴	۹۵/۶۵	۰/۲۹
آغازگر ۲	۵'-CACACACACACAGCC-3'	۳۲	۳۰	۹۳/۷۵	۰/۳۰
آغازگر ۹	۵'-CACACACACACAGCG-3'	۳۲	۲۸	۸۷/۵۰	۰/۲۸
آغازگر ۱۵	۵'-CACACACACACACAAGT-3'	۴۰	۴۰	۱۰۰	۰/۳۶
آغازگر ۱۸	۵'-CACACACACACACAG-3'	۳۲	۳۱	۹۶/۸۷	۰/۳۵
آغازگر ۲۰	۵'-CCACTCTCTCTCTCT-3'	۳۱	۳۰	۹۶/۷۷	۰/۳۱
آغازگر ۲۳	۵'-CACACACACACACAGT-3'	۱۰	۱۰	۱۰۰	۰/۳۴
تعداد کل		۲۲۳	۲۱۳		
متوسط		۳۱/۸۵	۳۱	۹۵/۵۲	۰/۳۲

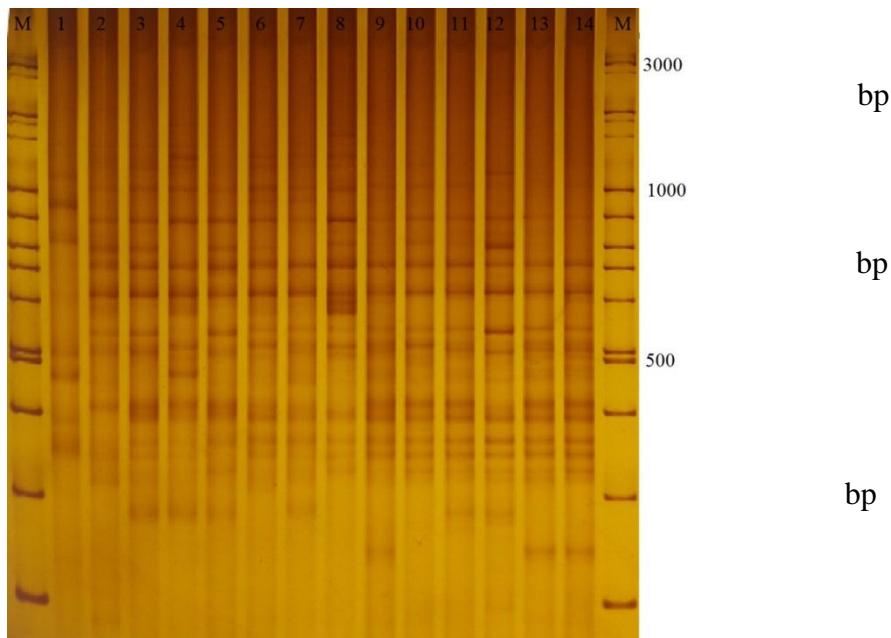
که میزان افزایش سالیانه عملکرد دانه در طی این دوران به میزان ۲۳/۷۵ کیلوگرم در هکتار بوده است (۲۳). مطالعه این محققان همچنین نشان داد که افزایش عملکرد عمدها به علت افزایش در شاخص برداشت، تعداد دانه در متر مربع وزن هزار دانه حاصل شده است. شواهدی مبنی بر بهبود عملکرد دانه در جمعیت‌های جوی ایرانی برای ارقامی که در دوره ۱۹۴۰ تا ۲۰۰۰ آزاد شده‌اند پیش از این گزارش شده است (۱۹). اورتیز و همکاران (۲۱) در مطالعه ارزیابی بهبود ارقام جو طی دوره ۶۰ ساله، افزایش عملکرد دانه را به ترتیب برای ارقام دو ردیفه و شش ردیفه ۱۳ و ۲۲ کیلوگرم در هکتار در سال گزارش کردند. میزان پیشرفت سالیانه در عملکرد دانه رقم ۲۰ گو که بین سالهای ۱۹۱۰ تا ۱۹۸۸ در کانادا آزاد شده‌اند حدود ۳۰ کیلوگرم در هکتار گزارش گردید (۲۴). در آرژانتین مطالعه میزان پیشرفت ارقام جوهای آزاد شده در خلال سال‌های ۱۹۴۴ تا ۱۹۹۸ نشان داد که میزان پیشرفت تا سال ۱۹۷۰ حدود ۵۲/۵ کیلوگرم در هکتار و پس از آن حدود ۴۱ کیلوگرم در هکتار هر سال بوده است (۱). در مطالعه حاضر تراکم کشت برای همه ارقام یکسان بود لذا افزایش تعداد سنبله ارقام جدیدتر را می‌توان به قدرت پنجه‌زنی و باروری سنبله‌ها در آنها نسبت داد. همچنین عدم تغییر در طول سنبله ارقام طی ۷ دهه مورد بررسی احتمالاً با افزایش بیشتر وزن دانه یا تعداد دانه در سنبله جبران شده تا عملکرد دانه همچنان افزایش داشته باشد. نقش افزایش وزن دانه در بهبود عملکرد دانه ارقام ایرانی جدید جو نسبت به انواع قدیمی تر در مطالعه حاجی‌بور و همکاران (۱۵) نیز گزارش شده است. از دیگر نتایج جالب تحقیق حاضر کاهش میانگین طول ساقه ارقام جدیدتر بود. ریگس و همکاران (۲۴) بهبود عملکرد جو را در اثر کاهش ارتفاع گیاه، بهبود مقاومت به خوابیدگی، مقاومت به بیماری‌ها و آفات و تسریع در گلدهی عنوان کردند. ارقام مورد بررسی در این تحقیق را می‌توان به دو گروه پابلند و پاکوتاه تقسیم کرد که ارقام پابلند قبل از سال ۱۳۶۰ و ارقام پاکوتاه بعد از آن معروف شده‌اند. اورتیز و همکاران (۲۱) در مطالعه ارزیابی بهبود ارقام جوهای کشت شده در شمال اروپا طی دوره ۶۰ ساله، کاهش ارتفاع بوته را ۰/۲ - ۰/۱۶ سانتی‌متر در سال برای جو دو ردیفه و ۰/۰ - ۰/۱۶ سانتی‌متر در سال برای انواع جو شش ردیفه گزارش کردند. نتایج مشابه دیگری توسط میری (۱۹)، برانکورث- هولمل و همکاران (۷) و زو و همکاران (۲۵) گزارش شده است. در اکثر برنامه‌های اصلاحی انتخاب برای ارتفاع بوته کوتاه‌تر صورت پذیرفته است تا مقاومت بیشتر گیاه به ورس و ارتفاع توان کودپذیری آن را فراهم آورد (۲۳). مطالعات مختلف نشان داده‌اند که استفاده از ژن‌های پاکوتاهی، افزایش قابل ملاحظه و معنی‌داری را در افزایش عملکرد گیاهانی نظیر گندم و جو داشته که کاملاً مستقل از افزایش مقاومت به ورس بوده است (۱۴). محققین معتقدند فعالیت‌های بهترزایی در آینده منجر به کاهش بیشتر ارتفاع ارقام نخواهد شد زیرا ارقام موجود دارای ارتفاع مناسب (حدود ۹۵ سانتی‌متر) جهت حصول عملکرد بالا هستند و کاهش بیشتر این صفت مفید نخواهد بود (۲۶). هرچند فیشر و کوئل (۱۳) ارتفاع مناسب جهت حداکثر عملکرد را ۷۰

بقاء، تکامل و اصلاح نباتات در جوامع گیاهی بر پایه گوناگونی ژنتیکی استوار شده است و اندازه‌گیری تنوع ژنتیکی در تحقیقات عمدها با دو هدف حفاظت از گوناگونی و شناسایی والدهای برتر برای بکار بردن در پژوهش‌های اصلاحی به ویژه تولید بذر هیبرید صورت می‌گیرد (۲۲). اهمیت تنوع ژنتیکی در اصلاح نباتات تا اندازه‌ای است که نگرانی از کاهش آن موجب شده تا تقریباً در همه مطالعات اصلاحی مقدار آن اندازه‌گیری یا تخمین‌زده شود. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که سطح تنوع ژنتیکی در مجموعه ارقام جو که طی سال‌های ۱۳۹۲ تا ۱۳۹۰ در ایران آزاد شده‌اند قابل توجه می‌باشد. معنی‌دار شدن واریانس برای عملکرد دانه در کرت، تعداد دانه در سنبله، وزن ۱۰۰۰ دانه، تعداد سنبله، تعداد دانه در سنبله، روز تا رسیدگی، طول ساقه و طول سنبله نشان داد که اصلاح این ارقام موجب شده تا آنها در همه جنبه‌های مورد بررسی نامشابه باشند. به عنوان مثال در عملکرد دانه تفاوت دو رقم زهک و ارم که سال آزادسازی آنها به ترتیب ۱۳۹۱ و ۱۳۹۴ است حدود ۵۷۴ گرم در کرت (اختلاف ۷۰ درصدی) بود. مقادیر شاخص تنوع نئی، شاخص اطلاعات شانون و تعداد آلهای مؤثر که از بررسی نشانگری حاصل گردید نیز وجود تنوع ژنتیکی در این جامعه را به تایید رسانید. امروزه تجزیه نشانگرهای مولکولی در کنار اندازه‌گیری صفات زراعی جزء جدایی‌ناپذیر در تحقیقاتی است که برای آگاهی از میزان تنوع ژنتیکی در جو صورت می‌گیرند (۲۰، ۱۶). برخلاف خصوصیات مورفو‌لوژیک، ویژگی مهم نشانگرهای مولکولی آcest که تحت تاثیر عوامل محیطی قرار نمی‌گیرند لذا در تجزیه و تحلیل‌ها نتایج قابل اعتمادتری ایجاد می‌نمایند. در مطالعه‌ای که بر روی ۲۰ ژنوتیپ شامل ارقام و لاين‌های اصلاحی با هدف آگاهی از میزان تنوع ژنتیکی صورت پذیرفت وجود تنوع ژنتیکی کافی از نظر خصوصیات میزان قند محلول، محتوی کلروفیل و میزان پروتئین اثبات گردید (۲۸). در این مطالعه همچنین نه آغازگر ISSR مورد بررسی تولید ۵۰ باند چندشکل کردند که ۸۲/۲۹ درصد چندشکلی را نشان داد و تجزیه خوشای با داده‌های مولکولی توانست ژنوتیپ‌ها را به چهار گروه متمایز تفکیک نماید (۲۸).

بررسی ارقام جو آزاد شده در هفت دهه اخیر نشان داد تغییرات ژنتیکی تقریباً در همه خصوصیات مورد بررسی اتفاق افتاده است. مشاهده پیشرفت ژنتیکی برای عملکرد چندان دور از انتظار نبوده‌است زیرا تلاش‌های اصلاحی انجام گرفته در تولید و آزادسازی ارقام عمدها با هدف بهبود عملکرد دانه بطور مستقیم یا از طریق سایر خصوصیات وابسته به آن صورت می‌پذیرد. برای متغیرهای عملکرد دانه در کرت، تعداد دانه در سنبله، تعداد پنجه و وزن دانه افزایش قابل توجهی بهدست آمده است. بطور متوسط در هر سال عملکرد دانه ارقام مورد بررسی حدود ۳/۸ کیلوگرم در هکتار بهبود داشته است که دلیل آن را عمدتاً می‌توان به افزایش در اجزای عملکرد (تعداد سنبله، تعداد دانه و وزن دانه) و کاهش در ارتفاع بوته طی همین دوره منسوب نمود. مطالعه رگرسیونی ۱۰ رقم جو شش ردیفه که طی سال‌های ۱۳۳۵-۱۳۷۷ بیشترین سطح زیر کشت را در ایران داشته‌اند نیز نشان داد

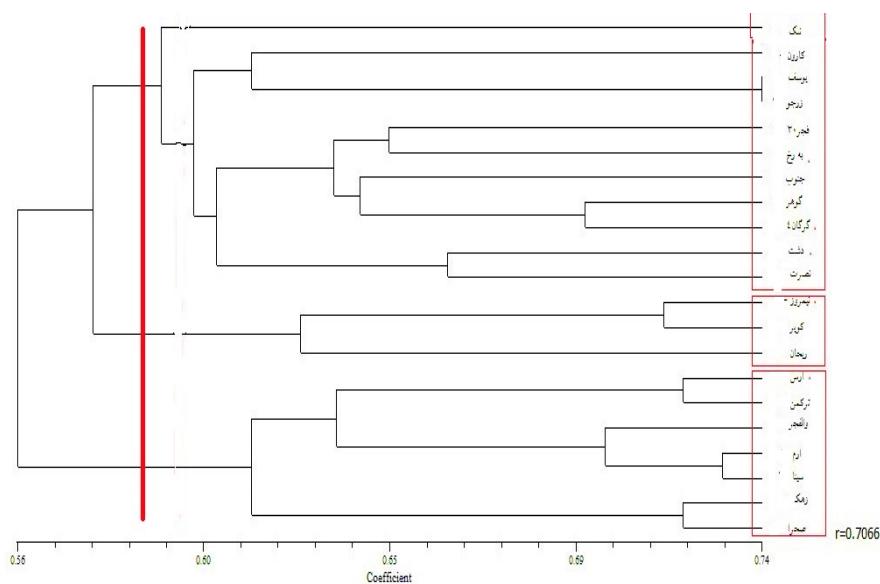
دوره رویش ساز و کار گیاه برای مقابله با تنش‌های محیط بویژه دماهای بالا و کم‌آبی انتهای فصل است. یان و همکاران (۳۲) با مطالعه روى ۱۰ رقم جو نشان دادند گردد افشاری و روز تا رسیدگی در ارقام جدید سریعتر از ارقام قدیمی صورت گرفته است.

ساتی‌متر پیشنهاد کردند. به هر حال ارتفاع کمتر از این مطلوب به نظر نمی‌رسد زیرا که معمولاً کشاورزان از باقی‌ماندهای گیاهی برای تغذیه دام و سایر استفاده‌های ساختمانی سود می‌برند. بر اساس نتایج این مطالعه ارقام جدید جو نسبت به انواع قدیمی‌تر زودرس‌تر شده‌اند. کاهش طول



شکل ۳- الگوی باندی آغازگر ISSR18 برای برخی از ارقام جو مورد بررسی (شماره‌های ۱ الی ۱۴ به ترتیب متعلق به ارقام نیک، کارون، فجر ۳۰، بهرخ، جنوب، گوهر جو، گرگان، نیمروز، کویر، دشت، نصرت، ریحان، یوسف و زرجو می باشند)

Figure 3. Band pattern of ISSR 18 primer for some of the studied barley cultivars (numbers 1 to 14 indicated cultivars Nik, Karoon, Fajr 30, Behrokh, Jonob, Goharjo, Gorgan 4, Nimrooz, Kavir, Dasht, Nosrat, Reyhan, Yousef and Zarjo, respectively)



شکل ۴- دندروگرام حاصل از گروه‌بندی ۲۱ رقم جو بر اساس مارکرهای مولکولی با روش UPGMA

Figure 4. Dendrogram obtained from clustering of 21 barley cultivars based on molecular markers (UPGMA method)

که به عنوان نشانگر مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. مقادیر بالای PIC نشان‌دهنده وجود چندشکلی زیاد و آل‌های نادر در یک جایگاه نشانگری است و قدرت تفکیک و تمایز بالای آن نشانگر را نشان می‌دهد (۹). بطور کلی هرچه قراتب ژنتیکی نمونه‌ها بیشتر باشد، نشانگرهایی با PIC بالاتر برای تمایز نمودن آنها مورد نیاز خواهد بود. بر مبنای الگوی باندی و قدرت تمایز (مقدار PIC)، آغازگرهای شماره ۱۵، ۱۸ و ۲۳ مورد استفاده در این مطالعه را می‌توان برای شناسایی و گزینش والد به منظور ایجاد تلاقی برای تهیه جمعیت‌های در حال تفرق و یا گزینش به کمک نشانگر مورد استفاده قرار داد. آزمایش ۲۸ ژنوتیپ جو با منشاء ایرانی و وارداتی با استفاده از ۱۴ آغازگر ISSR حضور ۵۵۹ نشانگر در محدوده ۸۰ تا ۳۰۰ جفت باز با میزان PIC برابر ۰/۱۱ تا ۰/۰۲۵ را آشکار نمود (۲۵). در مطالعه سفالیان و همکاران (۲۶) بر روی ۱۸ ژنوتیپ جو شامل ارقام و ژنوتیپهای ایرانی و وارداتی با استفاده از ۹ آغازگر ISSR انجام گرفت میزان PIC نشانگرهای بین ۰/۳۰ تا ۰/۵۷ متنبی بود (۲۶). بر مبنای الگوی باندی و قدرت تمایز (مقدار PIC)، آغازگرهای شماره ۱۵، ۱۸ و ۲۳ مورد استفاده در این مطالعه را می‌توان برای شناسایی و گزینش والد به منظور ایجاد تلاقی برای تهیه جمعیت‌های در حال تفرق و یا گزینش به کمک نشانگر مورد استفاده قرار داد. بررسی پیشرفت جو در مطالعه نشان داد که طی هفت دهه بهترشادی و آزادسازی ارقام در ایران بهبود عملکرد دانه همراه با حفظ تنوع ژنتیکی تداوم داشته است و ارقام جدیدتر همانند زهک و نیک (ازاد شده پس از سال ۱۳۹۰) عملکرد بالاتری داشتند. تقریباً تمام ارقام جو آزادشده در ایران از طریق روش‌های متداول و سنتی معرفی شده‌اند و زمان آن فرا رسیده است تا بکارگیری روش‌های بهترشادی مبتنی بر نشانگرهای مولکولی بهویژه گرینش به کمک نشانگر و انتقال ژن پایه‌گذار ارقام جدید با عملکرد بالا گردد.

نتایج حاصل از گروه‌بندی ارقام بر مبنای متغیرهای مورفو‌لوزیکی نیز وقوع پیشرفت ژنتیکی در ارقام جو طی ۷ دهه گذشته را تایید نمودند. با دقت در سال آزادسازی، استنباط می‌گردد که ارقام مورد بررسی به سه دسته جدید (گروه اول)، میانی (گروه دوم) و قدیمی (گروه سوم) تفکیک شده‌اند. تجزیه خوش‌های تواست ارقام جو را بر مبنای جدید یا قدیمی بودن تفکیک نماید که بیانگر ایجاد تفاوت‌های معنی‌دار بین ارقام از نظر خصوصیات مورد بررسی و همچنین نشان‌دهنده اثرات بهترشادی بر عملکرد و سایر خصوصیات ارقام طی هفت دهه آزادسازی بود. کلاستر اول تنها شامل رقم جدید و پرمحصول زهک بود که دارای تعداد پنجه و عملکرد دانه بیشتری نسبت به سایر ارقام مورد بررسی بود. کلاستر دوم عمدها شامل ارقام دهه ششم بود که از عملکرد متوسطی برخوردار بودند. در بررسی ارقام گندم بهاره معرفی شده در خلال سال‌های ۱۳۲۱ تا ۱۳۹۶ نیز وقوع پیشرفت ژنتیکی بر عملکرد دانه و سایر صفات مورفو‌لوزیک با تفکیک ژنوتیپ‌ها به ۳ کلاستر قدیم، میانی و جدید تایید گردید (۱۷). قرار گرفتن ارقام جدید در گروه اول و ارقام قدیمی تر در گروه دیگر علاوه بر صحبت نتایج گروه‌بندی بیانگر تمایز ارقام در طی سال‌ها تلاش محققین اصلاح نباتات و پیشرفت ژنتیکی ارقام است. این دندروگرام همچنین می‌تواند مبنای برای انتخاب ارقام والدینی در تلاقی‌ها برای ایجاد جوامع متنوع و نوتروکیب استفاده نمود، به طوری که با توجه به هدف تحقیقات ارقام از گروه‌های مختلف به عنوان والد تلاقی در نظر گرفته شوند.

نشانگرهای مولکولی ثبات و تغییرناپذیری بالای در مقابل عوامل محیطی از خود نشان می‌دهند. این ویژگی آنها را نسبت به نشانگرهای مورفو‌لوزیک تمایز می‌گرداند و موجب شده تا در در کنار متغیرهای مورفو‌لوزیک مورد توجه بهترشادگران گیاهان زراعی قرار بگیرند. هفت آغازگر ISSR تولید باندهای چندشکل با متوسط PIC برابر با ۰/۳۲ نمودند

منابع

1. Abeledo, L.G., D.F. Calderini and G.A. Alafer. 2003. Genetic improvement of barley yield potential and its physiological determinants in Argentina (1944-1998), *Euphytica*, 130: 325-334.
2. Aghamiri, S.M., K. Mostafavi and A. Mohammadi. 2012. Investigation of Relationships between Seed Yield and Its Components in New Barley Cultivars and Hybrids Using Multivariate Statistical Methods, *Iranian Journal of Field Crops Research*, 10(2): 421-427 (In Persian).
3. Agricultural statistics of the crop year 1397-98, 2020. Ministry of Jihad Keshavarzi, Deputy of Planning and Economy, Information and Communication Technology Center, 59 pp (In Persian).
4. Anderson, J.A., G.A. Churchill, J.E. Autrique, S.D. Tanksley and M.E. Sorrells. 1993. Optimizing parental selection for genetic linkage maps. *Genome*, 36(1): 181-186.
5. Austin, R.B., M.A. Ford and C.L. Morgan. 1989. Genetic improvement in the yield of winter wheat: a further evaluation. *The Journal of Agricultural Science*, 112(3): 295-301.
6. Aziznia, R., H. Badakhshan, T. Javadi and S. Zamani. 2020. Assessment of Diversity in Barley Genotypes (*Hordeum vulgare L*) Based on Beta -Glucan Content and ISSR Markers, *Plant Genetic Researches*, 6(2):97-110 (In Persian).
7. Brancourt-Hulmel, M., G. Doussinault, C. Lecompte, P. Berard, B. Le Buane and M. Trottet. 2003. Genetic improvement of agronomic traits of winter wheat cultivars released in France from 1946 to 1992. *Crop Science*, 43(3): 37-45.
8. Calderini, D.F., M.F. Drecer and G.A. Slafer. 1995. Genetic improvement in wheat yield and associated traits. A re-examination of previous results and the latest trends, *Plant Breeding*, 114(3): 108-112.
9. Carvalho, A., J. Lima-Brito B. Macas and H. Guedes-Pinto. 2009. Genetic diversity and variation among botanical varieties of old Portuguese wheat cultivars revealed by ISSR assays. *Biochemical Genetic*, 47(4): 276-294.
10. Cox, T.S., J.P. Shrover L. Ben-Hui, R.G. Sears and T.J. Martin. 1988. Genetic improvement in agronomic traits of hard red winter wheat cultivars 1919 to 1987, *Crop Science*, 28(5): 756-760.

11. Doyle, J.J. and J.L. Doyle. 1987. A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue. *Phytochemical Bulletin*, 19(2): 11-15.
12. FAO. 2019. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>
13. Fischer, R.A. and K.J. Quail. 1990. The effect of major dwarfing genes on yield potential in spring wheats, *Euphytica*, 46(1): 51-56.
14. Fischer, R.A. 2001. Selection traits for improving yield potential, In: Reynolds M. P., Rajaram S. and A. McNab (Eds), *Application of physiology in wheat breeding*, 148-159 pp, CIMMYT Press.
15. Hajipoor, M., A. Rahemi Karizaki, H. Sabori and H.A. Fallahi. 2016. Investigation of Barely Grain Yield Improvement during the Last Half Century across Golestan Province, *Iranian Journal of Field Crops Research*, 14(4): 774-765 (In Persian).
16. Hou, Y.C., Z.H. Yan, Y.M. Wei and Y.L. Zheng. 2005. Genetic diversity in barley from west China based on RAPD and ISSR analysis. *Barley Genetics Newsletter*, 35(1): 9-22.
17. Khodarahmi, M. and S. Vazan. 2010. Trends in morphological and quantitative traits in bread wheat using introduced varieties during the last six decades in Iran. *Journal of Agronomy and Plant Breeding*, 6(1): 29-42 (In Persian)
18. Lynch, P.J., and K.J. Fery. 1993. Genetic improvement in agronomic and physiological traits of oat since 1914. *Crop Science*, 33(4): 984-988.
19. Miri, H.R., 2009. Grain yield and morpho-physiological changes from 60 years of genetic improvement of wheat in Iran. *Experimental agriculture*, 45(2): 149-163.
20. Monteagudo, A., C. Ana, M. Cantalapiedra, P. Carlos B. Contreras-Moreira, M. Gracia and I. Ernesto. 2019. Harnessing Novel Diversity from Landraces to Improve an Elite Barley Variety, *Frontiers in Plant Science*, 10(1): 434.
21. Ortiz, R., M. Nurminniemi, S. Madsen, O.A. Rognli and A. Bjornstad. 2002. Genetic gains in Nordic spring barley breeding over sixty years. *Euphytica*, 126(2): 283-289.
22. Priyadarshan, P.M. 2019. *Plant Breeding: Classical to Modern*, Springer Nature Singapore Pte Ltd., 570 p.
23. Ramazani, S.H.R. and M.T. Assad. 2002. Genetic changes in grain yield and associated traits in improved barley (*Hordeum vulgare L.*) cultivars, *Pajouhesh and Sazandegi*, 79(1): 2-9 (In Persian).
24. Riggles, T.J., P.R. Hanson, N.D. Star, D.M. Morgan and M.A. Ford. 1981. Comparison of spring barley varieties grown in England and Wales between 1880 and 1980. *Journal of Agricultural Sciences*, 97(2): 599-610.
25. Shayan, S., M. Moghaddam Vahed, S.A. Mohammadi, K. Ghassemi Golezani, F. Sadeghpour and A. Youssefi. 2021. Genetic Diversity and Grouping of Winter Barley Genotypes for Root Characteristics and ISSR Markers, *Plant Production*, 43(3): 323 -336 (In Persian).
26. Slafer, G.A. and J.L. Araus. 2007. Physiological traits for improving wheat yield under a wide range of conditions. In: Spiertz J. H. J., Struik P.C. and H. H. van Laar (Eds.), *Scale Complexity in Plant Systems Research: Gene-Plant-Crop Relations*. 147-156 pp.
27. Slafer, G.A. and F.H. Andrade. 1991. Changes in physiological attributes of the dry matter economy of bread wheat (*Triticum aestivum L.*) through genetic improvement of grain yield potential at different regions of the world. *Euphytica*, 5893: 37-49.
28. Sofalian, O. and M. Behi. 2013. Assessment of winter survival in barley (*Hordeum vulgare L.*) genotypes using molecular markers and some physiological traits, *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpasa University*, 30(1): 45-54.
29. Sofalian, O., A. Asghari, A. Rasoolzadeh, R. Seyfi, S. Jamaeti and B. Firooz. 2016. Evaluation of genetic variation and drought stress tolerance in barley genotypes about some morph-physiological traits and ISSR markers, *Zeraat Deim*, 4(2): 129-148 (In Persian).
30. Taleei, A., and B. Bahramnejad. 2003. A Study of Relationship Between Yield and Its Components in Landrace Populations of Wheat from Western Parts of Iran Using Multivariate Analysis, *Iranian Journal of Agriculture Science*, 34(2): 949-959 (In Persian).
31. Yin, X., J. Martin, J. Kropff and P. Stam. 2000. A model analysis of yield differences among recombinants inbred lines in barely. *Agronomy Journal*, 93(1): 114-120.
32. Yun, S.J., L. Gyenis, E. Bossolini, P.M. Hayes, I. Matus, K.P. Smith, B.J. Steffenson, R. Tuberosa and H.J. Murhlauer. 2006. Validation of Quantitative Trait Loci for Multiple Disease Resistance in Barley Using Advanced Backcross Lines Developed wild awild Barley, *Crop Science*, 46(2): 1179-1186.
33. Zand, E., A. Kouchaki, H. Rahimian and M. Nasirimahalati. 2002. Physiological and Morphological Traits associated with Genetics Yield Improvement of Iranian Winter Wheat and Cultivars Released during Past 50 Years, *Agricultural Sciences and Technology*, 16(1): 161-171 (In Persian).
34. Zarei, L.Ch.K. and A. Farshadfar. 2010, Investigation of genetic diversity of barley genotypes using ISSR molecular marker, 2nd Conference on Agricultural Biotechnology, Horticulture Research Institute and Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University (In Persian).
35. Zhou, Y., Z.H. He, X.X. Sui, X.C. Xia, X.K. Zhang and G.S. Zhang. 2007. Genetic improvement of grain yield and associated traits in the Northern China winter wheat region from 1960 to 2000. *Crop Science*, 47(1): 245-253.

Estimating the Effects of Seven Decades breeding and Releasing of Cultivars on increasing Barley yield in Iran

Javad Arabzozani¹, Mohammadhadi Pahlevani², Khalil Zeinalinejad³ and Mohsen Esmailzadeh Moghadam⁴

1- Graduated M.Sc. Student, In Plant Breeding, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

2- Associate Professor, In Plant Breeding, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
(Corresponding author: hpahlavani@yahoo.com)

3- Assistant Professor, In Plant Breeding, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

4- Professor in Plant Breeding, Seed and Plant improvement Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Alborz, Iran

Received: 12 May, 2021

Accepted: 28 October, 2021

Extended Abstract

Introduction and Objective: The study of genetic improvement and the recognition of traits that have played a role in it are important in assessing the effectiveness of breeding methods used in the past as well as defining new goals in breeding projects in the future. The aim of this study was to estimate the amount of genetic improvement and awareness of the level of variation in barley cultivars that were released in Iran between 1951 and 2013.

Materials and Methods: This study was conducted in Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources during the years 2017 to 2018. The evaluated materials were comprised a sample of 21 barley cultivars released in the period 1951 to 2013 in Iran. In the field section, the cultivars were planted in a randomized complete block design with three replications to evaluate plant variables including per plot, plant height, number of spikes, number of seeds per spike, spike length, number of tillers, 1000-seed weight and days to maturity. ISSR markers were used to evaluate the diversity and grouping of cultivars. Initially, 23 ISSR random primers were used, from which seven primers with high polymorphism were selected for final evaluation and marker production.

Results: Analysis of variance revealed significant differences between cultivars for grain yield, grain weight, number of spikes, number of grains per spike, number of tillers, spike length and stem length. Of the studied traits, effects of breeding were considerable and significant for grain yield and tiller number. Cluster analysis of the morphological data by dividing barley cultivars into three groups (released from 2011 onwards), middle (released between 2011 and 1961) and old (released between 1951 to 1961) confirmed the achievement of genetic improvement. The Nei and Shannon indexes for ISSR markers also indicated significant genetic diversity among the studied cultivars. Based on the PIC values, primers 15, 18, and 23 will be useful for identifying parents to produce segregating populations or for marker assisted selection.

Conclusion: Among the studied decades, the cultivars of the seventh decade (2011 to 2013) had the highest grain yield and among them two cultivars Zahak and Nik were the best. The results showed that the average progress of barley cultivars during seven decades of breeding was approximately equal to 3.7 kg per year.

Keywords: Cluster Analysis, Genetic Diversity, ISSR, Marker, Yield