جهت تهیه فایل WORD این مقاله به سایت DaneshResan.com مراجعه نمایید و عنوان مقاله را جستجو کنید
بیش از ۲ میلیون مقاله فارسی در این سایت موجود میباشد

مجله به‌نژادی نهال و بذر
جلد ۱-۳۱، شماره ۳، سال ۱۳۹۴

تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌های گندم دوروم با استفاده ازخصوصیات زراعی و مارکرهای مولکولی

Genetic Diversity of Durum Wheat Genotypes Using Agronomic Characteristics and Molecular Markers

راضیه الوندی[۱]، علیرضا اطمینان[۲]، رضا محمدی[۳] و لیا شوشتری[۴]

۱، ۲ و ۴- به ترتیب کارشناس ارشد، استادیار و استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرمانشاه، دانشکده کشاورزی، گروه اصلاح نباتات، کرمانشاه
۳- استایار، معاونت مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم، سرارود، کرمانشاه

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۰/۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۳/۲۱

چکیده

الوندی، ر.، اطمینان، ع.، محمدی، ر. و شوشتری، ل. ۱۳۹۴. تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌های گندم دوروم با استفاده ازخصوصیات زراعی و مارکرهای مولکولی. **مجله به‌نژادی نهال و بذر ۱-۳۱:** ۴۵۸- ۴۴۱.

این تحقیق به منظور بررسی تنوع ژنتیکی در ۲۵ ژنوتیپ گندم (۲۱ لاین اصلاحی گندم دوروم، دو رقم بومی گندم دوروم به نام‌های زردک و گردیش، رقم گندم دوروم ساجی و رقم گندم نان سرداری) بر اساس صفات زراعی و فیزیولوژیکی در شرایط دیم در مزرعه تحقیقاتی معاونت موسسه تحقیقات کشاورزی دیم (ایستگاه سرارود) در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ انجام شد. ژنوتیپ‌های مورد بررسی همچنین از نظر صفات مرتبط با مارکرهای مولکولی در آزمایشگاه بیوتکنولوژی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمانشاه مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین ژنوتیپ‌ها برای اکثر صفات مورد بررسی وجود داشت. ژنوتیپ‌های شماره ۱۱ (18E-BCRIS/BICUM) و ۱۰ (18E-CBC 509 CHILES/SOMAT_301) به ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد دانه را نشان دادند. تجزیه کلاستر و تابع تشخیص بر اساس صفات وارد شده در مدل رگرسیون عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها را در چهار کلاس گروه‌بندی کردند. در ارزیابی تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌ها با استفاده از مارکرهای ISSR از یازده پرایمر مختلف استفاده شد که بیشترین مقدار شاخص محتوای اطلاعات چندشکلی (PIC) مربوط به پرایمر ۶ (۰/۳۶) و کمترین آن مربوط به پرایمرهای ۱ و ۵ (۰/۲۲) بود. تجزیه خوشه‌ای به روش UPGMA و بر اساس ضریب تشابه دایس ژنوتیپ‌ها را در سه گروه دسته‌بندی کرد که ژنوتیپ شماره ۲۵ (شاهد گندم نان) در یک گروه کاملاً جداگانه با فاصله زیادی از سایر گروه‌ها قرارگرفت. تجزیه خوشه‌ای براساس ضریب تشابه دایس نشان داد بیشترین ضریب تشابه بین ژنوتیپ‌های ۹ (18E-CAMAYO) و ۱۰ و کمترین ضریب تشابه بین ژنوتیپ‌های ۱ (18E-SORA/2*PLATA) و ۲۵ (سرداری) بود.

واژه‌های کلیدی: گندم دوروم، تنوع ژنتیکی، صفات زراعی و فیزیولوژیکی،ISSR.

نویسنده مسئول: a.etminan@iauksh.ac.ir تلفن: ۰۸۳۱۷۲۴۳۱۸۱

جهت تهیه فایل WORD این مقاله به سایت DaneshResan.com مراجعه نمایید و عنوان مقاله را جستجو کنید
بیش از ۲ میلیون مقاله فارسی در این سایت موجود میباشد

مقدمه

گندم دوروم با نام علمی *Triticum turgidum* var. *durum* از گروه گندم های تتراپلوئید (Tetraploid) و دارای ۲۸ کروموزوم (2n = 4x = 28) است. گندم دوروم یکی از مهم‌ترین غلات دنیا است که در مناطق نیمه خشک جهان کشت می‌شود. گندم دوروم حدود ۱۰٪ کل سطح زیر کشت جهانی گندم را به خود اختصاص داده است و در مقایسه با گندم نان سازگاری بهتری نسبت به شرایط اقلیمی نیمه خشک از خود نشان می‌دهد (Naghdipoor *et al.*, 2011؛ Haji Mohammad Ali Jahromi *et al.*, 2010).

سالانه ۳۰۰ تا ۴۰۰ هزار تن گندم دوروم در ایران تولید می‌شود که ۶۰ درصد آن برای تولید ماکارونی قابل استحصال است و بقیه نیاز داخلی از خارج وارد می‌شود. سرانه مصرف ماکارونی در کشور ۵ کیلوگرم در سال است (حدود یک چهارم یک فرد اروپایی) و با توجه به وجود مواد مغذی چون گلوتن و بتاکاروتن در ماکارونی و ضایعات بسیار پایین آن، لازم است که میزان مصرف آن افزایش یابد. بدین منظور دولت با اعمال سیاست‌های تشویقی چون نرخ بالاتر خرید گندم دوروم (حدود ۶٪) نسبت به گندم نان و ارائه جوایز صادراتی به صادرکنندگان این محصول، سعی در افزایش تولید و صادرات آن دارد (Imam, 2004). با توجه به افزایش تقاضای جهانی و کشوری برای گندم دوروم اصلاح ارقامی با پتانسیل بالاتر عملکرد و کیفیت دانه، ضروری به نظر می‌رسد (Vanda and Hoshmand, 2011).

تنوع ژنتیکی اساس بیشتر برنامه‌های به‌نژادی بوده و انجام گزینش منوط به وجود تنوع ژنتیکی مطلوب از نظر ویژگی‌های مورد بررسی است (Ashrafi Parchin *et al.*, 2011). مطالعه تنوع ژنتیکی فرآیندی است که تفاوت یا شباهت گونه‌ها، جمعیت‌ها و یا افراد را با استفاده از روش‌ها و مدل‌های آماری خاص بر اساس صفات مورفولوژیک، اطلاعات شجره‌ای یا خصوصیات مولکولی افراد بیان می‌کند (Mohammadi and Prasanna, 2003).

نقوی و همکاران (Naghavi *et al.*, 2003) در بررسی تنوع ژنتیکی ۱۰۸ ژنوتیپ گندم دوروم مربوط به کشورهای مکزیک، ایتالیا و ترکیه صفات مختلفی را مورد مطالعه قرار دادند و بیان کردند ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از نظر اکثر صفات مورد بررسی اختلاف معنی‌داری با یک‌دیگر نشان دادند. ادوارد و رایت (Edward and Wright, 2008) نشان دادند تنش خشکی در گندم باعث می‌شود اجزاء عملکرد مانند تعداد دانه و اندازه دانه نسبت به تیمار شاهد کاهش یابد.

مرادی و همکاران (Moradi *et al.*, 2007) تنوع ژنتیکی بیست نمونه گندم دوروم را با استفاده از مارکرهای RAPD و ISSR مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج این بررسی نشان داد که نشانگرهای ISSR و RAPD روش‌های ارزان قیمت و سریع برای تنوع ژنتیکی تعداد

جهت تهیه فایل WORD این مقاله به سایت DaneshResan.com مراجعه نمایید و عنوان مقاله را جستجو کنید
بیش از ۲ میلیون مقاله فارسی در این سایت موجود میباشد

زیادی نمونه هستند. همچنین مشخص شد که در مطالعات ژنومی نشانگر ISSR تنوع و اطلاعات بیشتری نسبت به نشانگر RAPD در اختیار قرار می‌دهد.

پاسکوالون و همکاران (Pasqualone *et al*., 2000) به منظور ارزیابی سودمندی نشانگرهای ISSR برای شناسایی ۳۰ رقم و ۲۰ لاین اصلاحی گندم دوروم ایتالیایی، از نه آغازگر استفاده کردند و به این نتیجه رسیدند که آغازگرهای مورد استفاده برای متمایز کردن همه ارقام گندم دوروم مورد بررسی مناسب بودند و حتی دو آغازگر هم برای تشخیص ۵۲ رقم و لاین اصلاحی گندم دوروم کافی است که دلالت بر توانایی تمایز خیلی خوب تکنیک ISSR دارد.

مهم‌ترین اهداف تحقیق حاضر بررسی میزان تنوع ژنتیکی موجود در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از نظر واکنش به شرایط دیم و مطالعه تنوع ژنتیکی لاین‌های اصلاحی و ارقام گندم دوروم با استفاده از مارکرهای ملکولی بود.

مواد و روش‌ها

آزمایش اول: بررسی تنوع ژنتیکی براساس صفات زراعی و فیزیولوژیک

به منظور ارزیابی و تعیین خصوصیات زراعی و فیزیولوژیک ۲۵ ژنوتیپ گندم دوروم (شامل ۲۱ لاین اصلاحی گندم دوروم، دو رقم بومی گندم دوروم به نام‌های زردک و گردیش، رقم ساجی و رقم گندم نان سرداری)، آزمایشی در شرایط دیم در مزرعه تحقیقاتی معاونت مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم (ایستگاه سرارود) در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ اجرا شد. طرح آزمایشی مورد استفاده طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار بود. هر کرت آزمایشی شامل شش خط کاشت به طول ۶ متر و فاصله ردیف ۲۰ سانتی‌متر بود. تهیه و آماده‌سازی و کلیه عملیات زراعی بر اساس اصول رایج در ایستگاه تحقیقاتی سرارود انجام شد.

صفات اندازه‌گیری شده

الف) صفات فیزیولوژیک

صفات محتوای نسبی آب برگ (RWC) (Shinde *et al*., 2010؛ Siddique *et al*., 2000)، میزان آب نسبی از دست رفته (RWL) (Hietz *et al*., 2008؛ Yang *et al*., 1991)، سرعت رشد (Growth rate) (Hunt, 1982)، کلروفیل فلورسنس (Genty *et al*., 1989)، دمای کنوپی (CT)، محتوای نسبی کلروفیل (SPAD) و مقاومت روزنه‌ای اندازه‌گیری شد.

ب) صفات مورفولوژیک و فنولوژیک: صفات عملکرد بیوماس، عملکرد دانه، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، ارتفاع بوته، طول پدانکل، طول سنبله، طول برگ پرچم، تعداد روز تا گلدهی (تعداد روز تا ۵۰٪ ظهور سنبله‌های هر کرت)، تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک (تعداد روز تا زرد شدن ۵۰٪ سنبله‌های هر کرت)، تعداد روز تا گرده‌افشانی (تعداد روز تا ظهور

۵٪ ظهور بساک‌ها بر روی سنبله‌های هر کرت)، دوره پر شدن دانه و شاخص برداشت برای کلیه ژنوتیپ‌ها اندازه‌گیری شد. برای صفات عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و عملکرد کاه تجزیه کوواریانس بر اساس متغیرهای کمکی تعداد ساقه‌های بارور (برای تصحیح عملکرد دانه) و تعداد کل ساقه (برای تصحیح عملکرد بیولوژیک و عملکرد کاه) انجام شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها: تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری MSTAT-C انجام شد و با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪ مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها انجام شد. محاسبه ضرایب همبستگی، تجزیه‌های خوشه‌ای و تابع تشخیص نیز با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام شد.

آزمایش دوم: بررسی تنوع ژنتیکی با استفاده از نشانگرهای مولکولی

DNA از گیاهچه‌های دو تا سه هفته‌ای حاصل از کشت بذرها با روش CTAB مطابق دستورالعمل تغییر یافته دوویل (Doyle and Doyle, 1987) استخراج شد. برای بررسی کیفیت و کمیت DNA از روش الکتروفورز ژل آگارز ۱٪ استفاده شد. برای انجام PCR، نمونه‌های DNA با استفاده از آغازگرهای انتخاب شده مورد تکثیر قرارگرفتند. واکنش زنجیره‌ای پلیمراز با استفاده از دستگاه ترموسایکلر Bio Rad درحجم ۲۰ مایکرو لیتر انجام شد. چرخه حرارتی شامل یک مرحله واسرشت‌سازی اولیه در دمای ۹۴ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۴ دقیقه و ۳۵ سیکل حرارتی بود که در هر چرخه نیز، زمان و دمای واسرشت‌سازی به ترتیب ۳۰ ثانیه و ۹۴ درجه سانتی‌گراد، زمان اتصال آغازگر ۴۵ ثانیه و دمای آن برای هر آغازگر متفاوت بود همچنین زمان و دمای مرحله توسعه رشته نیز به ترتیب ۲ دقیقه و ۷۲ درجه سانتی‌گراد در نظر گرفته شد. توسعه نهایی به مدت ۷ دقیقه در دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد انجام شد. پس از انجام الکتروفورز، برای رنگ‌آمیزی از محلول اتیدیوم برمایید ۶ درصد برای مدت زمان ۳۰ الی ۴۵ دقیقه استفاده شد و باندهای رنگ‌آمیزی شده در دستگاه Gel Documentation قرار داده شدند. امتیازبندی باندها به صورت عدم وجود باند (صفر) و وجود باند (یک) انجام شد. تعداد آلل‌های تکثیر شده برای هر نشانگر مشخص شد. تجزیه خوشه‌ای برای گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها با استفاده از روش UPGMA مبتنی بر ضریب تشابه دایس در نرم‌افزار DARwin و PAST انجام شد. برای اطلاع از همبستگی بین داده‌های بیومتری و مولکولی، آزمون مانتل با استفاده از نرم‌افزار NTSYS انجام شد. محتوای اطلاعات چندشکلی (PIC: Polymorphism Information Content) و نیز شاخص نشانگری MI (Marker Index) برای آغازگرها محاسبه و مورد مقایسه قرار گرفتند. معیار PIC برای هر نشانگر از رابطه زیر به دست آمد.

$$PIC = 1 - \sum P^2{}_i$$

در این رابطه Pi فراوانی الل i در یک مکان مشخص است (Mohammadi, 2006). شاخص نشانگر نیز از حاصل ضرب تعداد نوارهای چند شکل در شاخص محتوای چندشکلی به دست آمد (Kumar *et al.*, 2009). همچنین درصد چندشکلی از طریق تقسیم تعداد نوارهای چند شکل بر تعداد کل نوارها محاسبه شد (Mohammadi and Prasanna, 2003).

نتایج و بحث

نام و پدیگری ژنوتیپ‌های مورد استفاده در این بررسی در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- اسامی/پدیگری ۲۵ ژنوتیپ گندم دوروم
Table 1. Names / pedigree of 25 durum wheat

شماره ژنوتیپ Genotype No.	نام/شجره Name/pedigree
1	18E-SORA/2*PLATA
2	18E-GUAYACAN
3	18E-CBC 501
4	18E-CMH82A
5	18E-SNITAN/3/STOT
6	18E-ALTAR 84
7	18E-STOT//ALTAR 84/ALD
8	18E-AINZEN-1/SORD_3
9	18E-CAMAYO
10	18E-CBC 509 CHILE/SOMAT_3.1
11	18E-BCRIS/BICUM
12	18E-ALTAR 84/STINT
13	18E-ALTAR 84/STINT//SILVER_45/3/GUANAY
14	18E-ALTAR 84/STINT//SILVER_45/3/STOT
15	18E-CBC 509 CHILE/SOMAT_3.1
16	18E-LYMNO_8/3/RASCON_37
17	18E-SRN_1
18	18E-AINZEN-1//HYDRANASSA30/SILVER_5
19	18E-CBC 503 CHILE
20	18E-G-1252/Zardak
21	18E-Zardak/3/61-130/414-44//Cak79
22	Saji (Check)
23	Zardak
24	Gerdish
25	Sardari

نتایج حاصل از تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده برای ۲۵ ژنوتیپ در شرایط دیم نشان داد که ژنوتیپ‌ها از نظر صفات عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد کاه و کلش، میزان آب نسبی از دست رفته محتوای نسبی کلروفیل، هدایت روزنه‌ای، مقاومت روزنه‌ای، تعداد روز تا گرده‌افشانی، تعداد روز تا گلدهی، شاخص برداشت، تعداد کل دانه، وزن پنج سنبله، وزن دانه پنج سنبله، تعداد دانه در سنبله، طول سنبله، تعداد کل ساقه، تعداد ساقه‌های بارور، طول پدانکل، فاصله بالاترین گره تا ابتدای خوشه، ارتفاع بوته دارای اختلاف

معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ بودند (جدول ۲). ژنوتیپ‌ها از نظر صفات سرعت رشد و طول برگ پرچم دارای اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ بودند. از نظر عملکرد دانه نیز ، بین ژنوتیپ‌ها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. با توجه به این نتایج می‌توان بیان کرد بین ژنوتیپ‌ها از نظر صفات مختلف مورد بررسی که معنی‌دار بودند تفاوت و تنوع وجود. مقدسی و همکاران (Moghadasi *et al.*, 2009) در بررسی لاین‌های گندم دوروم در شرایط تنش کمبود آب در مرحله گرده‌افشانی بیان کردند بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها لاین‌های مورد ارزیابی دارای تفاوت معنی‌داری از نظر صفات مورد مطالعه بودند. نتایج حاصل از مقایسه میانگین صفات با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۱٪ برای صفات مختلف اندازه‌گیری شده در شرایط دیم نشان داد. بیشترین مقدار تعداد کل دانه و عملکرد مربوط به ژنوتیپ‌های شماره ۱۷ و ۱۱ و کمترین مقدار آن مربوط به ژنوتیپ‌های شماره ۱۰ و ۶ بود (جدول ۳). همچنین ژنوتیپ‌های شماره ۱۱ و۱۳ درمقایسه با ژنوتیپ‌های شاهد گندم دوروم (شماره ۲۲، ۲۳ و ۲۴) از عملکرد بیشتری برخوردار بودند. اختلاف معنی‌داری بین ژنوتیپ‌ها از نظر عملکرد دانه در سطح احتمال ۱٪ وجود داشت.

نتایج حاصل از تجزیه همبستگی صفات در شرایط دیم نشان داد همبستگی عملکرد دانه با دوره پر شدن دانه، عملکرد بیولوژیک، تعداد کل دانه، تعداد ساقه بارور و تعداد کل ساقه مثبت و معنی‌دار بود. عملکرد بیولوژیک همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ با عملکرد دانه نشان داد. همبستگی مقاومت روزنه‌ای با عملکرد کوانتوم و هدایت روزنه‌ای منفی و معنی‌دار بود و با تعداد روز تا رسیدن و سرعت رشد مثبت و معنی‌دار بود. با توجه به نتایج، صفات تعداد ساقه‌های بارور، تعداد کل ساقه، تعداد دانه کل معیارهای مناسبی برای گزینش ژنوتیپ‌هایی با عملکرد دانه بیشتر هستند. رشیدی (Rashidi, 2011) نیز ضریب همبستگی معنی‌دار و مثبتی را بین عملکرد دانه با صفاتی مانند تعداد پنجه بارور، تعداد دانه در سنبله، بیوماس و شاخص برداشت گزارش کرد.

با توجه به نتایج حاصل از تجزیه رگرسیون گام به گام برای عملکرد دانه در شرایط دیم، صفات تعداد کل دانه، تعداد دانه در سنبله، وزن پنج سنبله، تعداد روز تا گرده‌افشانی، به ترتیب وارد مدل رگرسیون شدند و در مجموع ۷۲٪ از تغییرات عملکرد دانه را توجیه کردند (جدول ۴). وزن پنج سنبله با ضریب رگرسیون ۳/۱ دارای بیشترین تأثیر در مدل رگرسیون بود که نشان‌دهنده اهمیت بیشتر این صفت در مدل است. نتایج به دست آمده از آماره‌های Tolerance و VIF (Variance Inflation Factor) نشان داد که بین متغیرها پدیده همخطی وجود ندارد. میرآخوندی (Mirakhoundi, 2011) با انجام رگرسیون گام به گام گزارش کرد که به ترتیب صفات

جدول۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات اندازه گیری شده برای ژنوتیپ های گندم دوروم در شرایط دیم

Table 2. Analysis of variance (mean square) for traits of durum wheat genotypes under rainfed conditions

S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df.	عملکرد دانه Grain yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	عملکرد کاه و کلش Straw yield	محتوای آب نسبی از دست رفته RWL	تعداد روز تا گلدهی Days to flowering	شاخص برداشت Harvest index	محتوای نسبی کلروفیل SPAD	هدایت روزنه‌ای Stomatal conductance	تعداد روز تا گرده‌افشانی days to anthesis	مقاومت روزنه‌ای Stomatal resistance
Replication	تکرار	2	120.4^{**}	110.02	11.80	0.009^{*}	0.3^{ns}	0.001	18.05^{ns}	101.4	9.6^{*}	413267.8^{*}
Genotype	ژنوتیپ	24	72.4^{**}	364.40^{**}	244.06^{**}	0.050^{**}	17.5^{**}	0.009^{**}	31.50^{**}	493.2^{**}	60.1^{**}	901614.6^{**}
Covariance	کوواریانس	1	19.6	294.20	186.30							
Error	خطا	48 (47)	14.8	60.01	59.60	0.003	3.8	0.001	9.10	45.5	3.1	136435.9
CV (%)	درصد ضریب تغییرات		13.5	12.2	23.03	20.1	1.1	6.6	6.2	18.4	0.9	25.1

ns، *و** : به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪

ns, * and **: Not significant, significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

جدول۳- مقایسه میانگین ژنوتیپ‌های گندم دوروم برای صفات آگرو- فیزیولوژیک در شرایط دیم

Table 3. Mean ccomparison durum wheat genotypes based on agro-physiological traits in rainfed condition

شماره ژنوتیپ Genotype No.	عملکرد دانه (گرم در نیم متر طولی) Grain yield (g)	عملکرد کاه و کلش (گرم در نیم متر طولی) Straw yield (g)	عملکرد بیولوژیک (گرم در نیم متر طولی) Biological yield (g)	شاخص برداشت Harvest index	تعداد روز تا گلدهی Days to flowering	تعداد روز تا گرده‌افشانی days to anthesis	مقاومت روزنه‌ای Stomatal resistance (mmol/m^{2}s)	هدایت روزنه‌ای Stomatal conductance (s/m)	محتوای نسبی کلروفیل SPAD	میزان آب نسبی از دست رفته RLW (g/g.h)
1	31.60ad	43.35ab	74.95ad	0.421df	171bc	185ac	1300ch	32.4ej	48.9ad	0.07jk
2	33.18ac	40.31ad	73.49ae	0.451cf	172bc	187ab	909eh	60.6ab	49.6ad	0.02k
3	28.46ae	41.91ac	70.37ag	0.404ef	168c	187ab	1429ch	38.7ci	55.3a	0.27cg
4	29.99ad	34.49bf	64.48bi	0.465cf	171bc	184bd	693gh	49.0be	46.1ce	0.21ej
5	33.11ac	41.60ac	74.71ae	0.443cf	172bc	184bd	1386ch	36.3dj	46.7be	0.30cf
6	19.39fg	36.39ae	55.78fi	0.347f	175ab	185ac	604h	45.6bf	54.3ab	0.21ei
7	19.24fg	34.76bf	54.00gj	0.356ef	175ab	185ac	1759bf	24.7ij	46.6be	0.34be
8	21.31eg	33.22bf	54.53gj	0.390ef	171bc	180df	1626cg	29.8fj	48.2ae	0.19fj
9	26.72bf	24.94cf	51.66ij	0.517ae	175ab	177f	2579ab	21.8ij	50.8ad	0.46b
10	16.73g	20.53ef	37.26j	0.449cf	173ab	185ac	1809bf	30.8fj	48.5ae	0.24dh
11	34.30ab	47.54ab	81.84ab	0.419df	172bc	184bd	1227dh	36.1dj	47.8ae	0.61a
12	32.60ad	19.62ef	52.22hj	0.624a	172bc	185ac	1242dh	44.3bg	49.3ad	0.35cf
13	34.34ab	36.39ae	70.73ag	0.485af	171bc	177f	1363ch	49.9bd	44.8de	0.13gk
14	24.91cg	34.45bf	59.36di	0.419df	173bc	181ce	1277ch	26.8hj	47.7ae	0.23dh
15	29.45ae	17.94f	47.39ij	0.621ab	168c	185ac	927.8eh	42.3ch	49.7ad	0.21ei
16	28.74ae	21.79ef	50.53ij	0.568ad	173ab	184bc	1599cg	26.1hj	48.0ae	0.09ik
17	32.68ac	36.69ae	69.37ah	0.471af	173ab	188ab	1832be	26.9hj	49.8ad	0.36bd
18	24.17dg	45.44ab	69.61ah	0.347f	175ab	189a	1416ch	19.8j	45.1de	0.15gk
19	28.05ae	36.53ae	64.58bi	0.434cf	173ab	177f	1312ch	30.0fj	46.5de	0.31cf
20	27.91ae	35.21bf	63.12ci	0.442cf	172bc	176f	858fh	55.0ac	45.1de	0.07jk
21	33.16ac	40.09ad	73.26af	0.452cf	171bc	176f	2812a	44.7bg	48.1ae	0.12hk
22	33.42ab	23.78df	57.20ei	0.584ac	168c	176f	917eh	66.6a	53.1ac	0.38bc
23	21.36eg	33.38bf	54.74gj	0.390ef	171bc	176f	1610cg	28.3gj	43.1de	0.30cf
24	29.55ae	53.13a	82.68a	0.357f	178a	177ef	2228ac	20.9j	46.7be	0.12hk
25	35.88a	42.59ab	78.47ac	0.457bf	171bc	177f	2064ad	24.1ij	40.8e	0.46b
LSD 1%	8.4	17.2	17.6	0.15	4.3	3.8	808.9	14.7	6.61	0.03

حروف مقابل میانگین‌ها به اختصار ذکر شده‌اند و تنها به حروف اول و آخر اکتفا شده است. برای مثال abcde به صورت ae نشان داده شده است.

در هر ستون حروف مشترک به معنی اختلاف غیرمعنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ است (آزمون چند دامنه دانکن).

The letters followed values are summarized by the first and last letters in mean comparison. i.e., ae stands for abcde.
In each column, means sharing letters are not significantly different at 1% level of probability (Duncan's multiple range test).

برای نام و شجره ژنوتیپ‌ها به جدول ۱ مراجعه شود.

For name and pedigree of genotypes see Table 1.

جدول۴- تجزیه رگرسیون گام به گام برای عملکرد دانه ژنوتیپ‌های گندم دوروم در شرایط دیم

Table 4. Stepwise regression analysis for grain yield of durum wheat genotypes under rainfed condition

S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df.	مدل F F	R2 تصحیح شده Adjusted R2	Traits	صفات مدل	ضریب رگرسیون b b	t	Tolerance	VIF
Regression	رگرسیون	4	16.4**	0.72	Constant	ثابت	93.60	3.3**		
Residual	باقیمانده	20			TNS	تعداد کل دانه	0.01	7.9**	0.67	1.4
Total	کل	24			NSPS	تعداد دانه در سنبله	-0.52	-3.9**	0.50	1.9
					5 SW	وزن پنج سنبله	3.10	3.6**	0.39	2.5
					Anthesis	تعداد روز تا گرده‌افشانی	-0.48	-0.3**	0.57	1.7

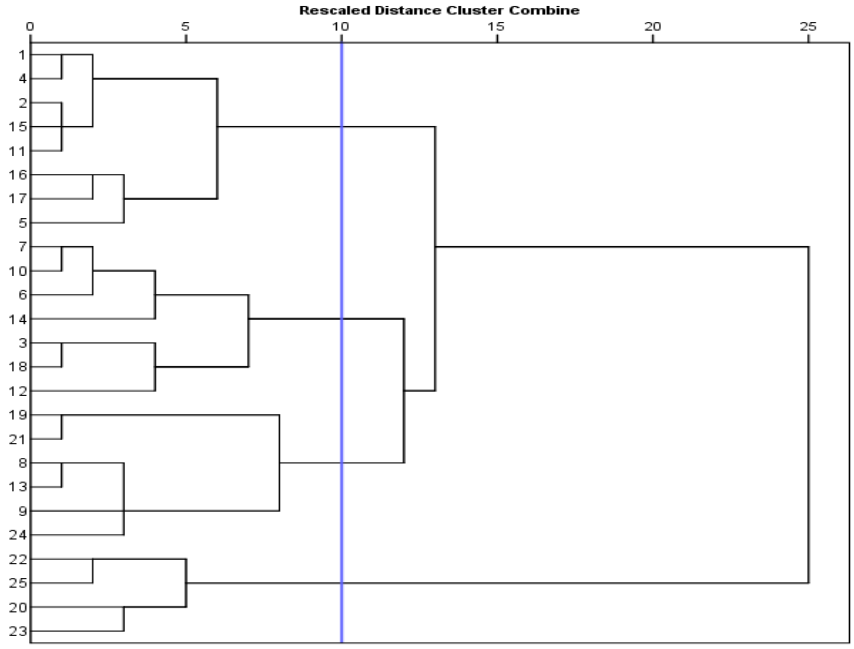
ns و** : به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪.

ns and **: Not significant and significant at % probability level, respectively.

YLD = 93.6+0.01(TNS) - 0.52(NSPS) +3.1 (5SW) -0.48(Anthesis)

عملکرد سنبله، تعداد سنبله در بوته، تعداد برگ در بوته، تعداد سنبلچه عقیم و طول پدانکل بیشترین تاثیر بر عملکرد دانه دارند.

در شکل ۱ نتایج تجزیه کلاستر بر اساس صفات وارد شده در مدل رگرسیون آمده است.



شکل ۱- دندروگرام حاصل از تجزیه کلاستر بر اساس صفات وارد شده در مدل رگرسیون گام به گام برای عملکرد دانه ژنوتیپ‌های گندم دوروم در شرایط دیم

Fig. 1. The dendrogram resulting from cluster analysis based on the attributes of the stepwise regression model for yield of durum wheat genotypes under rainfed condition

نتایج حاصل از تجزیه تابع تشخیص، تجزیه خوشه‌ای بر اساس چهار گروه را ۱۰۰٪ تایید کرد (جدول ۵). گروه اول از نظر صفات تعداد دانه کل، تعداد دانه در سنبله، تعداد روز تا گرده‌افشانی برتر از سایر گروه‌ها بود. گروه دوم از نظر صفت وزن پنج سنبله نسبت به سایرگروه‌ها برتر بود. گروه سوم و چهارم از نظر هیچ کدام از صفات مورد بررسی برتر از سایر گروه‌ها نبودند (جدول ۶).

جدول ۵- نتایج حاصل از تجزیه تابع تشخیص برای صفات وارد شده در مدل رگرسیون در شرایط دیم

Table 5. the results of discriminate analysis for the characters entered in the regression model under rainfed condition

گروه‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای Cluster analysis groups			گروه‌های پیش‌بینی شده Forecasted groups 1	2	3	4	کل Total
گروه‌های اصلی Original groups	تعداد Count	1	8	0	0	0	8
		2	0	7	0	0	7
		3	0	0	6	0	6
		4	0	0	0	4	4
	درصد Percent	1	100	0	0	0	100
		2	0	100	0	0	100
		3	0	0	100	0	100
		4	0	0	0	100	100
گروه‌های تأیید شده Approved groups	تعداد Count	1	8	0	0	0	8
		2	0	7	0	0	7
		3	0	0	5	1	6
		4	0	0	0	4	4
	درصد Percent	1	100	0	0	0	100
		2	0	100	0	0	100
		3	0	0	83.3	16.7	100
		4	0	0	0	100	100

جدول ۶- میانگین صفات زراعی گروه‌های حاصل از تجزیه کلاستر صفات ژنوتیپ‌های گندم دوروم در شرایط دیم

Table 6. Agronomic characteristics of groups resuting from cluster analysis of traits of durum wheat genotypes under rainfed conditions

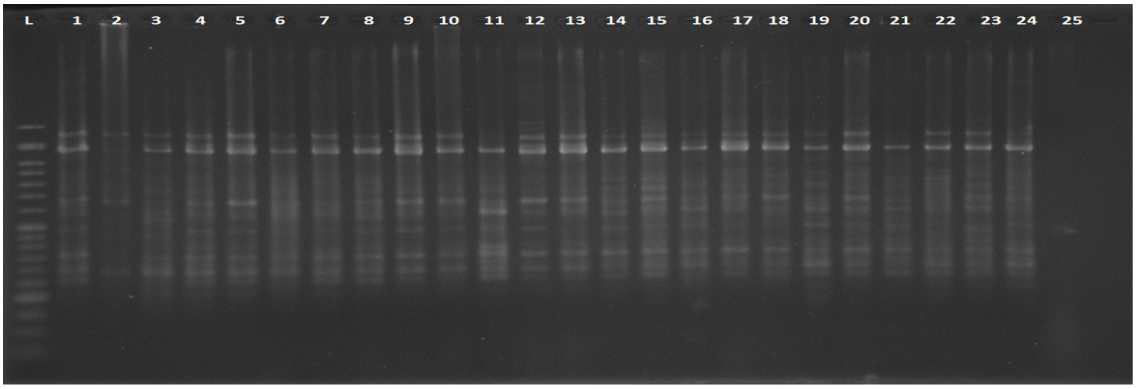
گروه‌ها Groups	صفات Traits: وزن پنج سنبله Weight of five spikes	تعداد روز تا گرده‌افشانی Number of days to anthesis	تعداد دانه در سنبله Number of grains per spike	تعداد کل دانه Total number of seeds
1	7.21	208.92	39.18	1262.21
2	7.99	185.43	37.93	675.90
3	7.23	177.44	35.08	837.56
4	5.29	176.42	25.70	881.83

آقایی سربرزه (Aghaee Sarbarzeh, 2012) در بررسی تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌های گندم دوروم در تجزیه کلاستر با استفاده از روش WARD ژنوتیپ‌ها را

در شش گروه دسته‌بندی کرد که هر یک از این گروه‌ها دارای ویژگی‌های خاصی از جمله پتانسیل عملکرد، تعداد دانه در سنبله، وزن دانه و غیره بودند.

تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌های گندم دوروم با استفاده از داده‌های مولکولی

تنوع ژنتیکی ۲۵ ژنوتیپ گندم دوروم با استفاده از یازده آغازگر ISSR مورد بررسی قرار گرفت (شکل ۲). در مجموع ۱۰۶ باند برای آغازگرهای ISSR تکثیر شد و میانگین درصد چند شکلی برابر ۹۵/۱٪ بود (جدول ۷).



شکل ۲- الگوی باندی ۲۵ ژنوتیپ گندم دوروم با استفاده از آغازگر ISSR-10
Fig. 2. Banding patterns of 25 durum wheat genotypes using ISSR-10 primer

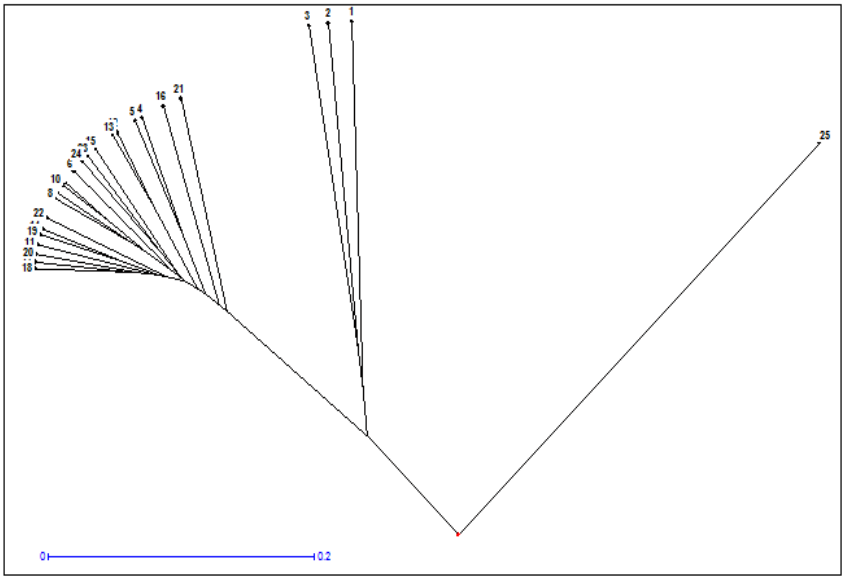
جدول ۷- درصد چند شکلی، تعداد کل باند و محتوای اطلاعات چندشکلی در آغازگرهای مورد استفاده
Table 7. Percentage of polymorphism, the total number of bands and polymorphism information content of the primers used

ردیف Row	کد پرایمر Primer code	توالی پرایمر Primer sequences	محدوده باند (bp) Range band (bp)	تعداد مکان‌های تکثیرشده Reproduced number of places	تعداد مکان‌های چندشکل Number of polymorphic sites	درصد پلی‌مورفیسم Polymorphism (%)	MI	PIC
1	IS-16	5ó-DBDACACACACACACACA-3ó	300-1000	11	11	100	3.19	0.29
2	IS-15	5ó-GGATGGATGGATGGAT-3ó	400-1500	7	7	100	1.75	0.25
3	IS-14	5ó-GACAGACAGACAGACA-3ó	300-1000	10	10	100	3.2	0.32
4	IS-13	5ó-AGAGAGAGAGAGAGAGYT-3ó	300-1400	6	6	100	0.84	0.14
5	IS-11	5ó-ACACACACACACACACC-3ó	200-1000	9	9	100	2.79	0.31
6	IS-10	5ó-GAGAGAGAGAGAGAGARC-3ó	400-1500	15	15	100	4.05	0.27
7	IS-9	5ó-CTCTCTCTCTCTCTCTG-3ó	400-1500	11	8	72.7	2.32	0.29
8	IS-7	5ó-GTGTGTGTGTGTGTGT-3ó	400-1000	6	6	100	1.86	0.31
9	IS-6	5ó-CACACACACACACACAG-3ó	400-1500	8	8	100	2.88	0.36
10	IS-5	5ó-AGAGAGAGAGAGAGAGC-3ó	400-1500	11	9	81.8	1.98	0.22
11	IS-1	5ó-ACACACACACACACACYA-3ó	400-1700	12	11	91.6	2.42	0.22
				9.63	9.09	95.1		

تفاوت در تعداد باندهای مشاهده شده می‌تواند به دلیل منشاء و خصوصیات متفاوت نمونه‌های مورد استفاده و نیز ماهیت تفاوت در آغازگرهای ISSR مورد مطالعه باشد. سوفالیان و همکاران (Sofalian *et al.*, 2008) در بررسی تنوع ژنتیکی نژادهای بومی گندم شمال غرب ایران با استفاده از مارکر ISSR ، میزان پلی مورفیسم را ۸۲/۲٪ گزارش کردند. محتوای اطلاعات چندشکلی، یکی از پارامترهای مهم جهت مقایسه نشانگرها از نظر قدرت تمایز آن‌ها است. مقادیر بالای این معیار دلالت بر چندشکلی زیاد و بیانگر قدرت تفکیک بالای آن نشانگر است (Carvalho *et al.*, 2004). میانگین تعداد باندهای به دست آمده با استفاده از آغازگرهای ISSR برابر ۹/۶۳ بود که آغازگر IS-10 با پانزده، بیشترین تعداد باند و آغازگرهای IS-7 و IS-13 با شش باند کمترین تعداد را نشان دادند (جدول ۷). میانگین شاخص PIC در آغازگرهای مورد استفاده برابر با ۰/۲۶۷ محاسبه شد که بیشترین میزان PIC مربوط به آغازگر IS-6 بود و میزان PIC در این آغازگر برابر ۰/۳۶ محاسبه شد. آغازگرهای IS-5 و IS-1 کمترین میزان PIC (۰/۲۲) را داشتند. آغازگر IS-6 با دارا بودن حداکثر پراکندگی آللی بین نمونه‌ها بهتر از سایر آغازگرها فاصله ژنتیکی را معلوم کرد و می‌تواند در مطالعات بعدی به عنوان آغازگرهایی با توان بالای تعیین تنوع مورد بهره‌برداری قرار گیرد. شاخص نشانگری (MI) آغازگرهای مورد استفاده بین ۰/۸۴ تا ۴/۰۵ متغیر بود. آغازگرهای IS-16 و IS-10 شاخص نشانگری بالاتری را نسبت به سایر آغازگرها نشان دادند. شاخص MI یک معیار کارایی نشانگر در تخمین چندشکلی است به طوری که MI می‌تواند به عنوان یک معیار کلی برای پیشگویی کارایی نشانگر در یک ژرم پلاسم استفاده شود (Powell, 1996).

ماتریس تشابه بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه بر اساس داده‌های مولکولی با استفاده از ضریب تشابه دایس با مقدار ضریب کوفنتیک (۰/۹۷= r) تشکیل شد. ارزش‌های تشابه بین جفت ژنوتیپ‌ها دامنه‌ای از ۰/۰۷ تا ۰/۹۲ داشتند میانگین ضریب تشابه بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی ۰/۶۵ به دست آمد. بیشترین تشابه (۰/۹۲) بین ژنوتیپ‌های شماره ۹ و ۱۰ و کمترین تشابه (۰/۰۷) بین ژنوتیپ‌های شماره ۱ و۲۵ (شاهد: گندم نان، سرداری) به دست آمد. بوتا و همکاران (Bhutta *et al.*, 2006) با استفاده از نشانگر RAPD ضریب تشابه بین ژنوتیپ‌های گندم را بین۸۳ تا ۹۳٪ گزارش کردند با توجه به تفاوت‌های فراوان گندم نان و گندم دوروم از نظر سطوح پلوئیدی، ویژگی‌های مورفولوژیک، فیزیولوژیک، مقادیر پروتئین، تیپ رشد، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی گلوتن گندم این تفاوت فاصله ژنتیکی منطقی به نظر می‌رسد. با توجه به این نتایج می‌توان اظهار داشت که داده‌های مولکولی به خوبی توانسته است تنوع موجود در میان

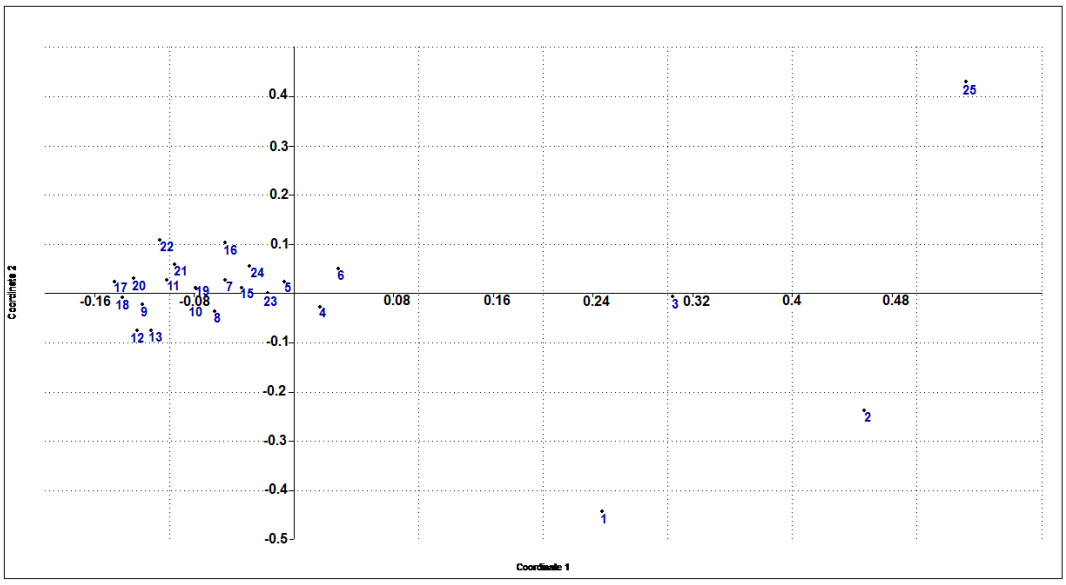
ژنوتیپ‌های مورد بررسی را آشکار کند می‌توان از این تنوع و فواصل ژنتیکی در اصلاح گندم استفاده کرد. تجزیه خوشه‌ای به روش UPGMA و بر اساس ضریب تشابه دایس انجام و دندروگرام مربوطه ترسیم شد (شکل ۳).



شکل ۳- دندروگرام حاصل از داده‌های نشانگر ISSR برای ژنوتیپ‌های گندم دوروم
Fig. 3. Cluster analysis of ISSR marker data for durum wheat genotypes

تجزیه خوشه‌ای، ژنوتیپ‌های مورد بررسی را در سه گروه کلی دسته‌بندی کرد. ژنوتیپ‌هایی که بیشترین تشابه را با هم داشتند در یک گروه قرارگرفتند. ژنوتیپ ۲۵ (شاهد:گندم نان) در یک گروه کاملاً جداگانه با فاصله زیادی از سایر گروه‌ها قرارگرفت که نشان‌دهنده فاصله زیاد و تشابه کم این ژنوتیپ با سایر ژنوتیپ‌ها ست. ژنوتیپ‌های شماره ۱ و ۲ و۳ درگروه دوم و سایر ژنوتیپ‌ها در گروه سوم قرارگرفتند. ژنوتیپ‌های شماره۲۲ و ۲۳ و ۲۴ (شاهد) نیز درگروه سوم در کنار سایر ژنوتیپ‌ها قرارگرفتند. نتایج حاصل از مقایسه دندروگرام صفات زراعی وفیزیولوژیکی و مولکولی تا حدودی با یک دیگر تطابق داشتند. عباس و همکاران (Abbas *et al*., 2008) نیز با استفاده از نشانگر RAPD توانستند گونه‌های تتراپلوئید و دیپلوئیدگندم را به خوبی از هم تفکیک کنند.

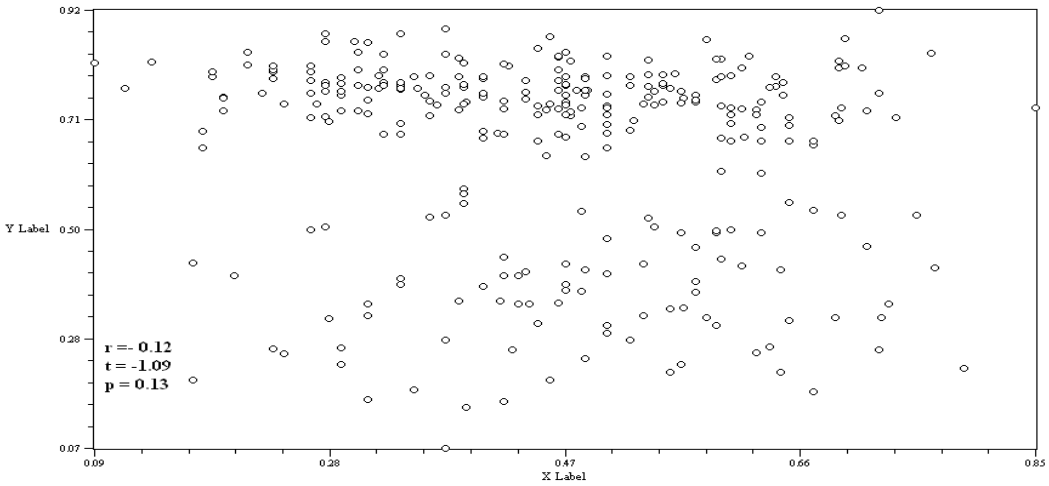
تجزیه به مختصات اصلی (PCO) با استفاده از روش UPGMA و ضریب تشابه دایس انجام شد. نتایج تجزیه به مختصات اصلی نیزگروه‌بندی تجزیه خوشه‌ای را تأیید کرد. به طوری که گروه‌های حاصل از دسته‌بندی نمونه‌ها بر اساس تجزیه خوشه‌ای در نمودار تجزیه به مختصات اصلی دیده می‌شود (شکل ۴). در بررسی تنوع ژنتیکی از طریق داده‌های مولکولی، بهتر است که نشانگرها



شکل ۴- ترسیم بای‌پلات ژنوتیپ‌ها برای نشانگر ISSR براساس دو محور مختصات اصلی اول و دوم
Fig. 4. Biplot based on ISSR marker genotypes for both the first and second principal axis

توزیع یکنواخت داشته باشند، تا بتوانند کل ژنوم را تا حدودی پوشش دهند، همان طور که در شکل ۴ دیده می‌شود ژنوتیپ‌ها پراکنش خوبی در تمام محیط PCO نداشتند یکی از دلایل احتمالی این موضوع می‌تواند شباهت زیاد بین ژنوتیپ‌ها باشد. از جمله دلایل احتمالی دیگر این موضوع می‌تواند مربوط به نشانگر و پرایمرهای مورد استفاده باشد که به دلیل عدم پوشش مناسب ژنومی و این که تنها بخشی از ژنوم را مورد پوشش قرار داده‌اند قادر به تفکیک مناسب ژنوتیپ‌ها در محیط PCO نبودند. بنابراین این احتمال وجود دارد که با استفاده از نشانگرهای دیگری غیر از ISSR و یا استفاده از تعداد پرایمرهای بیشتر بتوان پراکنش خوبی از ژنوتیپ‌ها را در تمام محیط PCO به دست آورد.

رابطه همبستگی بین ماتریس تشابه صفات زراعی و فیزیولوژیکی در شرایط دیم و داده‌های مولکولی با استفاده از آمون مانتل در شکل ۵ آمده است. با توجه به شکل، همبستگی بین صفات زراعی و فیزیولوژیکی در شرایط دیم و داده‌های مولکولی منفی و غیر معنی‌دار (R = -0/12) بود (شکل ۵). با توجه به این که صفات زراعی و فیزیولوژیکی مربوط به بخش‌های رمز کننده ژنوم است و قطعات DNA تکثیر شده در نشانگر ISSR، مربوط به بخش‌های غیر رمزکننده ژنوم است و همچنین صفات زراعی و فیزیولوژیکی تحت تأثیر شرایط محیطی نیز قرار می‌گیرند، پس عدم وجود همبستگی بالا بین نشانگرهای مولکولی



شکل ۵- رابطه همبستگی بین صفات زراعی و فیزیولوژیکی در شرایط دیم و داده‌های مولکولی با استفاده از آزمون مانتل (محور افقی: داده‌های بیومتری؛ محور عمودی: داده‌های مولکولی)

Fig. 5. Correlation between agero – physiological traits under rainfed conditions and molecular data using Manthel test

ISSR و صفات مورفولوژیک دور از انتظار نبود. از جمله عوامل احتمالی این موضوع این است که از آن‌جا که تعداد پرایمرهای مورد استفاده به اندازه‌ای نبود که بتوان تصویر مناسب و جامعی از پروفایل DNA گیاه ایجاد کند پس این احتمال وجود دارد که با به کار گیری تعداد پرایمر بیشتر و بررسی جامع‌تر ژنوم گیاه بتوان مقادیر همبستگی بالاتری را بین این دو گروه صفات به دست آورد. همچنین می‌توان برای بررسی‌های دقیق‌تر از نشانگرهای دیگری غیر از ISSR استفاده کرد.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله ازمسئولین معاونت مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم (سرارود- کرمانشاه) و مدیریت آزمایشگاه بیوتکنولوژی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمانشاه به خاطر فراهم کردن امکانات لازم برای انجام این تحقیق تشکر و قدردانی می‌شود.

References

Abbas, S. A., Shah, S. R. U., Rasool, G., and Ighbal, A. 2008. Analysis of genetic diversity in Pakistan wheat varieties by using RAPD primers. American Eurasian Journal of Sustainable Agriculture 2: 29-33.

Aghaee Sarbarzeh, M. 2012. Variation of agronomic traits in durum wheat genotypes.

Seed and Plant Improvement Journal 28-1 (3): 481-502 (in Persian).

Ashrafi Parchin, R. 2011. Evaluation of genetic diversity of wheat (*Triticum aestivum*) genotypes using agronomic and morphological characters and molecular markers. M. Sc. Thesis, University of Razi, Kermanshah, Iran (in Persian).

Bhutta, W. M., Akhtar, J., Ibrahim, M., and Shabazad, A. 2006. Genetic variation between Pakistani wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes as revealed by random amplified polymorphic DNA (RAPD) markers. South African Journal of Botany 72: 280-283.

Carvalho, A., Lima-Brito, J., Maces, B., and Guedes-pinto, H. 2009. Genetic diversity and variation among botanical varieties of old Portuguese wheat cultivars revealed by ISSR assays. Biochem genetics 47: 70-74.

Doyle, J. J., and Doyle, H.L.1987. A rapd DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue. Phytichem Bulletin19: 11-15.

Edward, D., and Wright, D. 2008. The effects of winter water-looging and summer drought on the growth and yield of winter wjeat (*Triticum aestivum* L.) Eurropean Journal Agronomy 28: 234-244.

Genty, B., Briantais, J. M., and Baker, N. R. 1989. The relationship between the quantum yield of photosynthetic electron transport and quenching of chlorophyll fluorescence. Biochimica et Biophysica Acta 990: 87-92.

Haji Mohammad Ali Jahromi, M., Khodarahmi, M., Mohammadi, A.R., Mohammadi, A., and Sadegh Gol Moghadam, R. 2010. Phenotypic flexibility analysis of promising durum wheat genotypes in dry and hot climates in southern Iran. Journal of Agronomy 6 (3): 61-70 (in Persian).

Hietz, H., Rosner, S., Sorz, J., and Mary, S. 2008. Comparison of methods to quantify loss of hydraulic conductivity in Norway spruce. Annals of Forest Science 65:1-7.

Hunt, R. 1982. Plant Growth Curves: The Functional Approach to Plant Growth Analysis. Edward Arnold, London, UK.

Imam, Y. 2004. Agriculture Grain. Shiraz University Press, Shiraz, Iran.190 pp. (in Persian).

Kumar, M., Mishera, G. P., Singh, R., Kumar, J., Naik, P . K., and Singh, Sh. B. 2009. Correspondence of ISSR and RAPD markers for comparative analysis of genetic diversity among different apricot genotypes from coidarid desrrts of trans-

himalayas. Physiological and Molecular Biology of Plants 15(3): 225-236.

Mirakhoundi, N. 2001. Study on variation of quantitative traits and their relation withyield in drought and irrigation conditions and determination of the best drough resistance index in durum wheat. MSc. Thesis, College of Agriculture, University of Tehran, Karaj, Iran (in Persian).

Mohammadi, S. A. 2006. Molecular analysis of genetic diversity of perspectives. Nineth Congress of Crop Sciences, Abureyhan Campus of University of Tehran, Pakdasht, Iran. pp. 96-119 (in Persian).

Moghadasi, L., Rashidi, V., and Razban Haghaghi, A. 2009. Effects of water stress on some morphological traits and grain yield of durum wheat lines. Journal of Research in Agricultural Sciences 12: 42-53 (in Persian).

Mohammadi, S. A. and Prasanna, B. M. 2003. Analysis of genetic diversity in crop plants- Salient statistical tools and considerations. Crop Science 43: 1235-1248.

Moradi, A., and Chaghamirza, K. 2007. Assessing genetic diversity of wheat genotypes using RAPD markers and ISSR. Proceedings of the Fifth International Conference on Biotechnology of Iran, Razi University, Kermanshah, Iran. pp. 132-143 (in Persian).

Naghavi, M., Poorshahbazi, S. H., and Taleie, A. 2003. Variation among stocks of durum wheat for Agronomic and morphological characteristics. Iranian Journal of Crop Sciences 4 (2): 81-88 (in Persian).

Naghdipoor, A., Khodarahmi, M., Porshahbazi, A., and Ismailzade, M. 2011. Factor analysis for grain yield and other traits of durum wheat. Journal of Agronomy 7(1): 89-96 (in Persian).

Pasqualone, A., Lotti, C., Bruno, A., De Vita, P., Di fonzo, N., and Blanco, A. 2000. Use of ISSR markers for cultivar identification durum wheat. Online: www.cihema-options mediterraneennes. ressources ciheam. org.

Powell, W., Morgante, M., Andre, C., Hanafey, M., Vogel, J., Tingey, S., and Rafalsky, A. 1996. The comparison of RFLP, RAPD, AFLP and SSRs (microsatellite) markers for germplasm analysis. BreedMol. 2: 225-238.

Rashidi, V. 2011. Genetic parameters of some morphological and physiological traits in durum wheat genotypes (*Triticum durum* L.). African Journal of Agricultural Research 6(10): 2285-2288.

Shinde, B. M., Limaye, A. S., Deore, G. B., and Laware, S. L. 2010. Physiological responses of groundnut (*Arachis hypogae* L.) varieties to drought stress. Asian Journal of Experimental Biological Science 10: 65-68.

Siddique, A., Hamid, A., and Islam, M. S. 2000. Drought stress effects on water relations of wheat. Botanical Bulletin of Academia Sinica (Taipei) 41: 35-39.

Sofalian, O., Chaparzadeh, N., Javanmard, A., and Hejazi, M.S. 2008. Study the genetic diversity of wheat landraces from northwest of Iran based on ISSR molecular markers. International Journal of Agriculture and Biology 10: 465-468.

Vanda, M., and Hoshmand, S. 2011. Genetic analysis of grain yield and related traits in durum genotypes using diallel. Iranian Journal of Crop Sciences 13(1): 206-218 (in Persian).

Yang, R. C., Jana, S., and Clarke, J. M. 1991. Phenotypic diversity and associations of some potentially drought responsive characters in durum wheat. Crop Science 31: 1484-1491.