[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.17.10.3]

[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.17.123]

ارزیابی تنوع ژنتیکی گونه *Aegilops cylindrica* درغرب ایران با استفاده از صفات مورفولوژیک و فنولوژیک

محبوبه عرب بیگی[۱*]، احمد ارزانی[۲]، محمد مهدی مجیدی[۳]، فرشاد حبیبی[۴]، اسعد رخزادی[۵] و بدرالدین ابراهیم سید طباطبایی[۲]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۴/۲۹ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۹/۲۷)

چکیده

یکی از گونه‌های وحشی تتراپلوئید (2n = 4x = 28, CCDD) خویشاوند گندم *Aegilops cylindrica* می‌باشد که به‌عنوان مخزن بالقوه حاوی ژن‌های باارزش از جمله تحمل تنش‌های زنده و غیر زنده برای اصلاح گندم محسوب می‌گردد. در این مطالعه تنوع ژنتیکی ۶۶ ژنوتیپ *Ae. cylindrica* جمع‌آوری شده از مناطق غربی و شمال غربی ایران با استفاده از صفات مورفولوژیک کمی و کیفی مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که صفت طول پوشینه (لما) در بین صفات کمی دارای بیشترین تنوع و صفت رنگ گلوم در بین صفات کیفی دارای بیشترین چند شکلی بوده‌اند. تجزیه به مؤلفه‌های اصلی منجر به شناسایی ۶ مؤلفه شد که مؤلفه اول به‌تنهایی ۳۰/۳ درصد واریانس کل را توجیه کرد و درآن صفات رنگ برگ پرچم و پرزداری برگ پرچم بیشترین سهم را داشتند. بنابراین مؤلفه اول به‌عنوان مؤلفه برگ پرچم نامگذاری شد. مؤلفه‌های دوم و سوم به‌ترتیب ۱۸/۱ و ۱۵/۲ درصد تغییرات را توجیه کردند و به‌عنوان مؤلفه‌های پوشینه و فنولوژی شناخته شدند. با توجیه تجزیه خوشه‌ای، نمونه‌های مورد مطالعه را در ۳ گروه، گروه‌بندی کرد که ژنوتیپ‌های مربوط به مناطق غرب کشور در یک گروه و نمونه‌های مناطق شمال غرب در دو گروه جداگانه قرار گرفتند. براساس نتایج مطالعه حاضر می‌توان چنین نتیجه‌گیری نمود که تنوع ژنتیکی بالایی بین ژنوتیپ‌های این خویشاوند وحشی گندم وجود داشته که می‌تواند برای برنامه‌های اصلاحی گندم به‌خصوص تحمل به تنش‌های زنده و غیر زنده مورد بهره‌برداری قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: *Aegilops cylindrica*، تجزیه خوشه‌ای، شاخص شانون، صفات مورفولوژیک

۱، ۲ و ۳. به‌ترتیب دانشجو دکتری، استاد و دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

۴. استادیار فیزیولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی میاندوآب

۵. دانشیار فیزیولوژی گیاهی دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی سنندج

*. مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: m.arabbeigi@ag.iut.ac.ir

مقدمه

تنوع ژنتیکی اساس بیشتر برنامه‌های اصلاحی بوده و انجام گزینش منوط به وجود تنوع ژنتیکی مطلوب از نظر ویژگی‌های مورد بررسی می‌باشد، هم‌چنین یکی از اجزای مهم پایداری نظام‌های بیولوژیک تنوع ژنتیکی است که از تکامل طبیعی ناشی می‌گردد و ارزیابی آن در برنامه‌های اصلاح نباتات و حفاظت از ذخایر توارثی اهمیت اساسی دارد. 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 (۹).

صفات مورفولوژیک اولین نشانگرهایی بودند که برای ارزیابی تنوع ژنتیکی مورد استفاده قرار گرفتند. این نشانگرها در واقع نتیجه جهش‌های قابل رؤیت در ریخت ظاهری موجود هستند و در صورتی به‌عنوان نشانگر ژنتیکی قابل استفاده می‌باشند که بیان آنها در طیف وسیعی از محیط‌های مختلف تکرارپذیر باشد. بررسی‌های مورفولوژیک مطالعات پایه‌ای جهت شناسایی، طبقه‌بندی و گزینش در برنامه‌های اصلاحی است. تا سال‌های ۱۹۶۰ مطالعات سیستماتیک عموماً مبتنی بر تنوع مورفولوژیک بود که با توجه به پیشرفت‌های چشمگیر در زمینه زیست شناسی مولکولی هنوز هم دارای اهمیت هستند (۱۲).

خویشاوندان وحشی گندم منابع بالقوه‌ای از مواد با ارزش ژنتیکی برای اصلاح گندم هستند که دارای ژن‌های با ارزش از جمله تحمل به تنش‌های زنده و غیر زنده برای انتقال به گندم هستند. از بین خویشاوندان وحشی جنس *Triticum*، نزدیک‌ترین جنس به آن یعنی *Aegilops* از لحاظ ژنتیکی متنوع بوده و خزانه ژنی اولیه و ثانویه گندم‌های زراعی را تشکیل می‌دهند(۱۵). یکی از گونه‌های وحشی خویشاوند گندم *Ae. cylindrica* می‌باشد.

این گونه تتراپلوئید (2n = 4x = 28, CCDD) حاصل تلاقی دوگونه دیپلوییید *Ae. tauschii* (2n = 14, DD) و *Ae. caudata* (2n = 14, CC) می‌باشد (۶). منشأ این گونه نواحی همانند گندم‌های زراعی منطقه هلال حاصل‌خیز است که شامل ایران، عراق، ترکیه، سوریه، فلسطین اشغالی و لبنان می‌شود. محل توزیع این گونه در ایران، عمدتاً در شمال و غرب کشور می‌باشد (۸ و ۱۰).گونه *Ae. cylindrica* به‌طور طبیعی با گندم هگزاپلوئید تلاقی‌پذیر است و هیبرید F_1 با ۳۵ کروموزوم (ABCDD) تولید می‌کند که در آن کروموزوم‌های ژنوم D بای‌والانت و کروموزوم‌های ژنوم‌های A, B, C یونی‌والانت تشکیل می‌دهند (۱۳و ۱۶ و ۲۱).

تاکنون ارزیابی تنوع ژنتیکی گونه *Ae. cylindrica* با استفاده ازصفات مورفولوژیک در تعداد اندکی مطالعه انجام گرفته است. به‌عنوان نمونه، در مطالعه‌ای که توسط بخشی و همکاران (۱) بر روی تعدادی نمونه *Ae. cylindrica* جمع‌آوری شده از مناطق مختلف ایران انجام شد، مشخص گردید که صفات قطر ساقه، تعداد بذر در سنبلچه و ارتفاع بوته دارای بزرگ‌ترین ضریب تغییرات فنوتیپی بین صفات کمی و صفت عادت رشدی بالاترین شاخص تنوع استاندارد را بین صفات کیفی دارا بودند.

نظر به دارا بودن یک ژنوم همولوگ و یک ژنوم همیولوگ *Ae. cylindrica* با گندم، در واقع ترکیبی از خزانه ژنی اولیه و ثانویه و در نتیجه تلاقی‌پذیری آن با گندم و امکان استفاده از آن به‌عنوان منبعی برای ژن‌های تحمل به تنش‌های زنده و غیر زنده در برنامه‌های اصلاحی گندم و نیز توجه به اینکه شناسایی تنوع ژنتیکی موجود در کلکسیون خویشاوندان وحشی قبل از فرسایش ژنتیکی حائز اهمیت می‌باشد، این پژوهش با هدف بررسی تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌های *Ae. cylindrica* جمع‌آوری شده از مناطق غربی کشور با استفاده از صفات کمی و کیفی مورفولوژیک انجام گرفته است.

مواد و روش‌ها

تعداد ۲۰۰ ژنوتیپ *Ae. cylindrica* جمع‌آوری شده از مناطق غربی و شمال غربی ایران در پاییز ۱۳۹۰ در مزرعه تحقیقاتی

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-02]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.17.10.3]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.17.123]

دانشگاه صنعتی اصفهان کشت شدند. عملیات تهیه زمین شامل شخم، دیسک، آماده‌سازی کرت‌ها با استفاده از تراکتور و کشت بذور به‌صورت دستی و بر مبنای تراکم بوته ۱۵۰ بوته در مترمربع انجام گرفت. کوددهی مزرعه براساس آزمایش خاک پیش از کاشت انجام شد به‌طوری‌که کود فسفات آمونیوم به‌صورت پایه و کود اوره به‌صورت پایه و هم‌چنین سرک استفاده گردید. آبیاری به روش کرتی به‌صورت یکنواخت در طول فصل رشد انجام شد و علف‌های هرز به‌صورت دستی وجین گردید. ارزیابی صفات مورفولوژیک بر روی ۶۶ ژنوتیپ به‌صورت تصادفی بر اساس دیسکریپتور IPGRI (International Plant Genetic Resources Institute) (۷) انجام گرفت. صفات مورد بررسی و نحوه اندازه‌گیری آنها در جدول ۱ آمده است. ارزیابی ژنوتیپ‌ها در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام گرفت. هر کرت آزمایشی شامل ردیف‌های کشت به طول ۱۴۵ سانتی‌متر با فاصله خطوط ۲۰ سانتی‌متر بود و فاصله کرت‌ها ۵۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. اندازه‌گیری تمام صفات برای هر ژنوتیپ (۵ نمونه) انجام شد و تجزیه و تحلیل داده‌ها وآماره‌های توصیفی حداقل و حداکثر، ضریب تغییرات، واریانس، انحراف معیار و میانگین برای صفات کمی محاسبه گردید. میزان تنوع صفات کیفی با استفاده از شاخص تنوع شانون (H) و به کمک نرم افزار PopGene2 محاسبه گردید. این شاخص که بر اساس توزیع فراوانی صفات کیفی است به‌صورت زیر محاسبه می‌گردد:

$$Hc_n = -\sum pi \log_e pi$$

که در آن برای صفات معینی مانند C, n شامل تعداد کلاس‌های فنوتیپی است. *Pi* نیز برابر نسبت تعداد توده‌هایی می‌باشد که دارای وضعیت *i* ام از صفت مورد نظر هستند (۱۷).

تجزیه واریانس داده‌ها و هم‌چنین همبستگی بین صفات براساس ضریب همبستگی پیرسون و نیز تجزیه خوشه‌ای براساس روش وارد با استفاده از نرم‌افزار SPSS ver15. انجام شد. تجزیه به مؤلفه‌های اصلی توسط نرم افزار StatGraphic Plus 2.1 انجام شد. به‌منظور تعیین صفات کیفی که بیشترین تنوع را در برخی صفات کمی در تمام ژنوتیپ‌ها توجیه می‌کنند از رگرسیون مرحله‌ای استفاده گردید. تجزیه رگرسیون مرحله‌ای با در نظر گرفتن ارتفاع بوته به‌عنوان متغییر وابسته و سایر صفات کیفی به‌عنوان متغییرهای مستقل با استفاده از نرم‌افزار SAS ver9. انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس ژنوتیپ‌های *Aegilops cylindrica* برای صفات کمی در جدول ۲ آورده شده است. بین ژنوتیپ‌های *Aegilops cylindrica* از نظر همه صفات کمی مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری وجود داشت. این نتایج نشان می‌دهد که تنوع زیادی از نظر صفات روز تا گل‌دهی، روز تا رسیدگی، ارتفاع بوته، طول ریشک، طول برگ پرچم و طول پوشینه بین ژنوتیپ‌های این گونه وجود دارد.

جدول ۳ آماره‌های توصیفی شامل حداقل، حداکثر، میانگین، واریانس، انحراف معیار و ضریب تغییرات برای صفات کمی را نشان می‌دهد. براساس آن مشخص می‌شود که صفت طول پوشینه بیشترین میزان تنوع و روز تا رسیدگی، کمترین میزان تنوع را داشته است. نتایج مطالعه حاضر با گزارش طاهرنژاد و همکاران (۱۸) مبنی بر اینکه در تحقیق انجام شده با استفاده از ۲۸ توده از گونه *Ae. tauschii*، صفات روز تا رسیدگی و روز تا گل‌دهی کمترین میزان تنوع را دارا بوده‌اند، هماهنگی دارد. هم‌چنین در مطالعه‌ای که بر روی ۳۰ نمونه *Ae. cylindrica* در منطقه آمریکای غربی انجام گرفته مشخص شده است که ژنوتیپ‌های مورد مطالعه دارای تفاوت معنی‌دار از لحاظ صفات روز تا گل‌دهی، ارتفاع گیاه، تعداد پنجه و تعداد سنبلچه بوده‌اند (۴). نتایج ارزیابی تنوع نشان داد که بیشترین میزان انحراف معیار مربوط به صفات روز تا گل‌دهی، ارتفاع بوته و روز تا رسیدگی بود. در مطالعه‌ای که توسط بخشی و همکاران (۱) بر روی ۳۵۹ نمونه *Ae. cylindrica* انجام شد نیز صفات روز تا گل‌دهی، ارتفاع بوته و روز تا رسیدگی بیشترین میزان انحراف معیار را نشان دادند. میزان تنوع موجود در صفات کیفی با ی

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-02]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.17.10.3]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.17.123]

جدول ۱. صفات مورفولوژیک کمی و کیفی مورد مطالعه در *Ae. cylindrica* و نحوه اندازه‌گیری آنها

ردیف	صفات مورد بررسی	نحوه اندازه‌گیری صفات
۱	رنگ پرچم	پرچم‌های سفید، زرد و قهوه‌ای به ترتیب با شماره‌های ۱،۲و۳
۲	رنگ دانه	دانه‌های سفید، قرمز و ارغوانی به‌ترتیب با شماره‌های ۱،۲و۳
۳	رنگ گلوم	گلوم‌های سفید، قرمز تا قهوه‌ای و ارغوانی تا سیاه به‌ترتیب با شماره‌های ۱،۲و۳
۴	کرک گلوم	گلوم‌های بدون کرک، با کرک کم، متوسط و زیاد به‌ترتیب با شماره‌های ۱،۳،۵و۷
۵	رنگ ریشک	ریشک‌های زرد، بنفش و سیاه به‌ترتیب با شماره‌های ۱،۲و۳
۶	رنگ پوشینه (لما)	پوشینه‌های قهوه‌ای و سفید به‌ترتیب با شماره‌های ۱و۲
۷	رنگ بساک	بساک‌های زرد و بنفش به‌ترتیب با شماره‌های ۱و۲
۸	رنگ پایه برگ	پای‌ه‌های برگ سبز و بنفش به‌ترتیب با شماره‌های ۱و۲
۹	رنگ گوشوارک	گوشوارک‌های قرمز، سفید و بنفش به‌ترتیب با شماره‌های ۱،۲و۳
۱۰	رنگ ساقه	ساقه‌های سبز و قرمز و بنفش به‌ترتیب با شماره‌های ۱،۲و۳
۱۱	نکروزه‌گی نوک برگ	نوک برگ با میزان نکروزه شدن بدون نکروزه شدن، نکروزه شدن کم، متوسط و زیاد به‌ترتیب با شماره‌های ۱،۳،۵و۷
۱۲	مومی بودن برگ	برگ با عدم مومی شدن، مومی شدن کم، متوسط و زیاد به‌ترتیب با شماره‌های ۱،۳،۵ و۷
۱۳	وضعیت زبانک	وجود و عدم وجود زبانک به‌ترتیب با شماره‌های ۱و۰
۱۴	پرزداری پوشینه (لما)	پرزدار بودن پوشینه با عدم پرز، پرز کم، متوسط و زیاد به‌ترتیب با شماره‌های ۱،۳،۵و۷
۱۵	پرزداری میان‌گره	پرزدار بودن میان‌گره با عدم پرز، پرز کم، متوسط و زیاد به‌ترتیب با شماره‌های ۱،۳،۵و۷
۱۶	پرزداری گره	پرزدار بودن گره با عدم پرز، پرز کم، متوسط و زیاد به‌ترتیب با شماره‌های ۱،۳،۵و۷
۱۷	پرزداری ساقه اصلی	پرزدار بودن ساقه اصلی با عدم پرز، پرز کم، متوسط و زیاد به‌ترتیب با شماره‌های ۱،۳،۵و۷
۱۸	پرزداری پهنک	پرزدار بودن پهنک با عدم پرز، پرز کم، متوسط و زیاد به‌ترتیب با شماره‌های ۱،۳،۵و۷
۱۹	پرزداری گوشوارک	پرزدار بودن گوشوارک با عدم پرز، پرز کم، متوسط و زیاد به‌ترتیب با شماره‌های ۱،۳،۵و۷
۲۰	پرزداری برگ پرچم	پرزدار بودن برگ پرچم با عدم پرز، پرز کم، متوسط و زیاد به‌ترتیب با شماره‌های ۱،۳،۵و۷
۲۱	رنگ برگ پرچم	وجود یا عدم وجود رگه‌های قرمز- بنفش در برگ پرچم به‌ترتیب با شماره‌های ۱و۰
۲۲	روز تا گل‌دهی	تعداد روز از اول فروردین تا ۵۰٪ گل‌دهی در بوته
۲۳	روز تا رسیدگی	تعداد روز از اول فروردین تا ۵۰٪ رسیدگی در بوته
۲۴	ارتفاع بوته	به سانتی‌متر از هر بوته
۲۵	طول ریشک	بر حسب سانتی‌متر
۲۶	طول برگ پرچم	بر حسب سانتی‌متر
۲۷	طول پوشینه (لما)	بر حسب سانتی‌متر

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس صفات کمی ژنوتیپ‌های *Ae. cylindrica*

		میانگین مربعات						
منابع تغییر	درجه آزادی	روز تا گل‌دهی	روز تارسیدگی	ارتفاع بوته	طول ریشک	طول برگ پرچم	طول پوشینه
بین ژنوتیپ‌ها	۶۵	۰/۵۲*	۱/۹۹**	۲/۴۸**	۲/۲۲**	۱/۱۹*	۲/۷۹ **
خطا	۱۳۰	۰/۱۷	۰/۰۷	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۰۸	۰/۰۲

** و* به‌ترتیب اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد و پنج درصد

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-02]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.17.10.3]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.17.123]

جدول ۳. آماره‌های توصیفی صفات کمی مورد مطالعه در ژنوتیپ‌های *Ae. cylindrica*

صفت	حداقل	حداکثر	میانگین	واریانس	انحراف معیار	ضریب تغییرات (٪)
طول ریشک (سانتی‌متر)	۱/۹	۸/۶	۶/۲۵	۱/۴	۱/۱۸	۱۸
طول برگ پرچم (سانتی‌متر)	۰/۹	۱۸/۱	۷/۸۳	۱۵/۶۴	۳/۹۵	۵۰
طول پوشینه (سانتی‌متر)	۰/۵	۱۴	۲/۷۵	۱۲/۸	۳/۵۷	۱۲۹
ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	۲۵	۷۳/۶	۵۶/۸۸	۸۳/۴۴	۹/۱۴	۱۶
روز تا رسیدگی	۱۶۰	۲۰۷	۱۹۲/۸۱	۷۳/۵۳	۸/۵۷	۴
روز تا گل‌دهی	۱۲۹	۱۷۶	۱۵۲/۲۵	۱۰۳/۲۷	۱۰/۱۶	۶

استفاده از شاخص تنوع شانون که براساس توزیع فراوان صفات کیفی است، محاسبه می‌گردد. به‌منظور مقایسه شاخص‌های به‌دست آمده از صفات مختلف، این شاخص استاندارد می‌گردد. مقادیر تنوع غیر استاندارد و استاندارد برای صفات کیفی در جدول شماره ۴ آمده است. براساس این نتایج صفات رنگ گلوم (۰/۸۱) بیشترین و رنگ پوشینه (۰/۰۱) کمترین میزان تنوع بین صفات کیفی را به خود اختصاص دادند. بنابراین می‌توان گفت صفت رنگ گلوم دارای توزیع نسبتاً متعادل در فراوانی فنوتیپ‌ها بوده است. در مطالعه ای نیز که توسط قاسم‌زاده و همکاران (۵) بر روی گونه *Ae. tauschii* انجام شد، در بین ۹ صفت کیفی مورد مطالعه، صفت رنگ گلوم بیشترین میزان تنوع را نشان داد که با نتایج مطالعه حاضر مطابق است.

ضرایب همبستگی فنوتیپی و ژنتیکی بین صفات کمی در جدول ۵ آورده شده است. بین صفات کمی مورد مطالعه بیشترین میزان همبستگی فنوتیپی (۰/۷۶) بین صفات طول پوشینه و طول برگ پرچم وکمترین میزان همبستگی (۰/۰۲) به روز تا گل‌دهی و طول برگ پرچم اختصاص داشت. به‌عبارت دیگر می‌توان گفت که در *Ae. cylindrica* اندازه طول برگ پرچم تأثیری بر روز تا گل‌دهی و یا برعکس نداشته است. بین صفت طول پوشینه و طول برگ پرچم همبستگی ژنتیکی معنی‌داری (۴۱٪) وجود دارد. همبستگی صفات در اصلاح نباتات مبین میزان و نوع روابط ژنتیکی یا غیر ژنتیکی دو یا چند صفت می‌باشد. همان‌گونه که فنوتیپ خود ناشی از اثرات ژنتیکی و محیط است، ضریب همبستگی فنوتیپی نیز به ضرایب همبستگی ژنوتیپی و محیطی تفکیک می‌شود. چنان‌چه همبستگی ژنتیکی وجود داشته باشد، انتخاب برای یک صفت منجر به تغییراتی در صفت یا صفات دیگر می‌شود که به این پدیده اصطلاحاً روابط همبستگی گفته می‌شود. برآورد همبستگی‌های فنوتیپی و ژنوتیپی بین صفات مختلف گیاهان زراعی زمانی که انتخاب براساس دو یا چند صفت به‌طور هم‌زمان و بر مبنای شاخص انتخاب صورت می‌گیرد حائز اهمیت است (۱۱). از آنجایی که همبستگی ژنتیکی ممکن است حاصل پیوستگی ژن‌ها، پلیوتروپی و یا اثرات تکمیل کنندگی ژن‌ها باشد، آگاهی از روابط ژنتیکی مشترک بین صفات مختلف مورد توجه قرار می‌گیرد. بنابراین با توجه به نتایج روابط همبستگی بین صفات کمی مورد مطالعه در *Ae. cylindrica* می‌توان گفت انتخاب برای صفت طول برگ پرچم منجر به انتخاب معنی‌دار برای صفت طول پوشینه می‌گردد و از این نتیجه می‌توان جهت تعیین شاخص انتخاب برای برنامه‌های اصلاحی این گونه استفاده کرد.

نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی منجر به شناسایی ۶ مؤلفه در بین ۲۷ صفت مورد ارزیابی گردید که در کل ۱۰۰ درصد تنوع موجود را توجیه کردند. مؤلفه اول ۳۰/۳ درصد تنوع موجود را توجیه کرد که در آن صفات رنگ برگ پرچم و پرزداری برگ پرچم بیشترین سهم را داشتند. بنابراین می‌توان مؤلفه اول را مؤلفه برگ پرچم نامید که در آن سهم خصوصیات مربوط به برگ پرچم نسبت به سایر صفات بیشتر است. مؤلفه

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-02]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.17.10.3]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.17.123]

جدول ۴. شاخص تنوع شانون برای صفات کیفی مورد مطالعه در ژنوتیپ‌های *Ae. cylindrica*

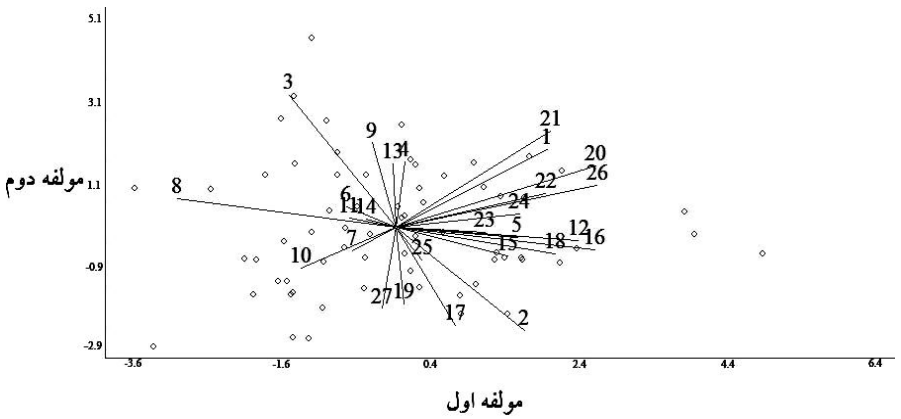
ردیف	صفات	شاخص تنوع غیر استاندارد	شاخص تنوع استاندارد
۱	رنگ پرچم	۰/۰۱۷	۰/۱۰۱
۲	رنگ دانه	۰/۳۲۱	۰/۲۶۲
۳	رنگ گلوم	۰/۹۸۴	۰/۸۰۹
۴	کرک گلوم	۰/۵۴۹	۰/۴۹۸
۵	رنگ ریشک	۰/۲۶۵	۰/۲۱۰
۶	رنگ پوشینه	۰/۰۶۲	۰/۰۱۰
۷	رنگ بساک	۰/۷۱۲	۰/۶۳۳
۸	رنگ پایه برگ	۰/۰۴۳	۰/۲۰۱
۹	رنگ گوشوارک	۰/۴۳۰	۰/۳۹۸
۱۰	رنگ ساقه	۰/۷۸۹	۰/۷۰۱
۱۱	نکروزه شدن نوک برگ	۰/۰۳۲	۰/۱۰۱
۱۲	مومی بودن برگ	۰/۵۲۳	۰/۴۴۳
۱۳	وضعیت زبانک	۰/۸۵۲	۰/۶۹۹
۱۴	پرزداری پوشینه	۰/۰۹۰	۰/۰۶۲
۱۵	پرزداری میان‌گره	۰/۶۴۹	۰/۵۶۰
۱۶	پرزداری گره	۰/۴۷۱	۰/۳۹۴
۱۷	پرزداری ساقه اصلی	۰/۲۱۳	۰/۱۰۰
۱۸	پرزداری پهنک	۰/۲۹۴	۰/۱۰۶
۱۹	پرزداری گوشوارک	۰/۶۴۵	۰/۵۳۹
۲۰	پرزداری برگ پرچم	۰/۲۸۵	۰/۱۳۹
۲۱	رنگ برگ پرچم	۰/۷۸۵	۰/۶۸۳

جدول ۵. همبستگی بین صفات کمی مورد مطالعه در ژنوتیپ‌های *Ae. cylindrica* (اعداد بالای قطر نشان دهنده همبستگی ژنتیکی و اعداد پایین قطر نشان‌دهنده همبستگی فنوتیپی می‌باشد.)

صفت	طول ریشک	طول برگ پرچم	طول پوشینه	ارتفاع بوته	روز تا رسیدگی	روز تا گل‌دهی
طول ریشک	–	۰/۰۷	۰/۰۴	۰/۱۲	۰/۰۳	۰/۰۲
طول برگ پرچم	۰/۱	–	۰/۴۱*	۰/۰۱	-۰/۰۱	-۰/۰۱
طول پوشینه	۰/۰۷	-۰/۷۶**	–	۰/۱۳	۰/۰۲	-۰/۰۳
ارتفاع بوته	۰/۲۹*	۰/۰۴	۰/۲۸*	–	۰/۰۴	۰/۱۵
روز تا رسیدگی	۰/۰۴	-۰/۰۲	-۰/۰۴	۰/۰۶	–	-۰/۰۱
روز تا گل‌دهی	۰/۰۵	-۰/۰۳	-۰/۰۷	-۰/۲۳	-۰/۰۲	–

* و ** به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-02]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.17.10.3]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.17.123]



شکل ۱. نمودار پراکنش ۲۷ صفت مورد مطالعه و ژنوتیپ‌های *Ae. cylindrica* براساس مؤلفه اول و دوم (نقاط نشان دهنده ژنوتیپ و بردارها نشان دهندهٔ شماره صفات براساس جدول شماره ۱ می‌باشد.)

دوم ۱۸/۱ درصد تنوع موجود را توجیه کرد و در آن صفات رنگ پوشینه، پرزداری پوشینه و طول پوشینه سهم بیشتری داشتند و از این جهت مؤلفه دوم به‌عنوان مؤلفه پوشینه شناخته شد. مؤلفه سوم با توجیه ۱۵/۲ درصد تنوع کل و با توجه به این‌که صفات روز تا رسیدگی و روز تا گل‌دهی بیشترین سهم را در آن داشتند به‌عنوان مؤلفه فنولوژی نامیده شد. شکل ۱ پراکنش صفات و ژنوتیپ‌های مورد مطالعه را براساس مؤلفه اول و دوم نشان می‌دهد. براساس این نمودار مشخص شد که ژنوتیپ‌های متعلق به مناطق غرب کشور بالاترین مقادیر مؤلفه اول را به خود اختصاص دادند. بنابراین مؤلفه برگ پرچم می‌تواند به‌عنوان شاخصی جهت انتخاب ژنوتیپ‌های این منطقه مورد استفاده قرار گیرد. پراکنش سایر ژنوتیپ‌های *Ae. cylindrica* مورد مطالعه بر اساس مؤلفه اول و دوم نسبتاً یکنواخت می‌باشد ضمن اینکه همبستگی بین صفات از طریق زاویه بین بردارهای آنها مشخص می‌گردد. در گزارش قبلی (۱۸) مشاهده شده است که از بین چندین صفت ارزیابی شده، صفات روز تا رسیدگی و عادت رشد با اولین مؤلفه که بیش از ۲۲ درصد تغییرات را توجیه می‌کرده، همبستگی مثبت نشان دادند. ضمن اینکه بنا بر گزارش قاسم زاده و همکاران (۵) با استفاده از ۲۸ صفت، مؤلفه اول ۲۴ درصد تغییرات را توجیه کرده که در آن صفات قطر سنبله، عرض گلوم و عرض دانه بیشترین سهم را داشته‌اند. بدیهی است که ژنوتیپ‌ها و شرایط محیطی و صفات مورد مطالعه متفاوت در مطالعات مختلف موجب کسب نتایج غیر هماهنگ در مطالعه انجام شده گردیده است.

نتایج تجزیه رگرسیون مرحله‌ای نشان داد که ۳ صفت رنگ ساقه، رنگ پایه برگ و رنگ دانه به‌ترتیب وارد مدل شدند که در مجموع ۸۳ درصد تغییرات ارتفاع بوته را توجیه کردند (جدول ۶). صفات رنگ ساقه به تنهایی ۵۳ درصد و رنگ پایه برگ ۲۱ درصد تغییرات ارتفاع بوته را توجیه کردند. این نتایج نشان داد که استفاده از صفات کیفی به‌عنوان نشانگر جهت انتخاب صفات کمی می‌تواند مورد توجه قرار گیرد. در صورت اندازه‌گیری صفات مهم اقتصادی مانند عملکرد می‌توان از این صفات کیفی به‌عنوان ابزاری جهت انتخاب ژنوتیپ‌های مورد نظر استفاده کرد.تجزیه خوشه‌ای به روش وارد با استفاده از ۶۶ ژنوتیپ متنوع *Ae. cylindrica* و با استفاده از صفات کمی و کیفی انجام گرفت و نتایج این تجزیه آنها را به ۳ گروه تقسیم نمود. در گروه اول نمونه‌های مربوط به منطقه غرب کشور و در دو گروه دیگر نمونه‌های مناطق شمال غربی کشور قرار گرفتند (شکل ۲).

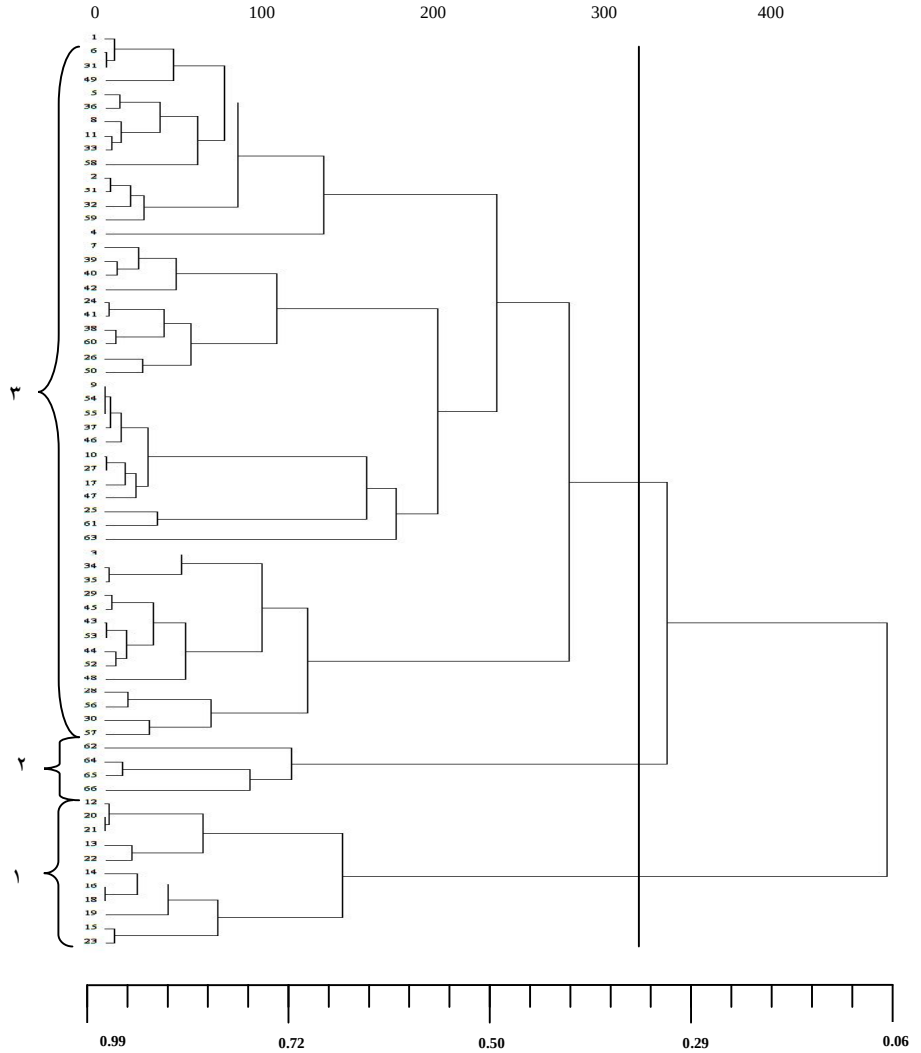
نتایج مقایسه میانگین نشان داد که در گروه اول صفات ارتفاع گیاه، روز تا رسیدن، روز تا گل‌دهی، رنگ پرچم، پرزدار

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-02]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.17.10.3]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.17.123]

جدول ۶. نتایج تجزیه رگرسیون مرحله‌ای برای صفت ارتفاع بوته به‌عنوان متغییر وابسته و سایر صفات کیفی به‌عنوان متغییر مستقل

صفت وارد شده به مدل	R	R^2	R^2adj	خطای استاندارد	F
رنگ ساقه اصلی	۰/۷۵	۰/۵۳	۰/۵۱	۸/۳۲	۵۲/۴۳**
رنگ پایه برگ	۰/۴۹	۰/۲۱	۰/۱۹	۶/۴۳	۴۹/۱۲**
رنگ دانه	۰/۳۵	۰/۰۸	۰/۰۵	۴/۸۱	۴۸/۶۷

R: ضریب همبستگی، R^2 : ضریب تبیین، R^2adj : ضریب تبیین تعدیل شده



شکل ۲. دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای انجام شده با استفاده از صفات کمی و کیفی و ۶۶ ژنوتیپ متنوع *Ae. cylindrica*

بودن پهنک برگ و پرزدار بودن میان‌گره نسبت به دو گروه دیگر تفاوت معنی‌دار دارد و نیز صفات وضعیت زبانک، طول برگ پرچم و پرزدار بودن میان‌گره و گوشوارک کمترین سطح را دارا بود. این نتایج نشان دهنده تنوع ژنتیکی متفاوت ژنوتیپ‌های متعلق به غرب کشور و ژنوتیپ‌های متعلق به شمال غرب کشور از لحاظ صفات فوق‌الذکر بوده است. نتایج

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-02]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.17.10.3]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.17.123]

مطالعات قبلی نشان داد که تجزیه خوشه‌ای توانست نمونه‌های جمع‌آوری شده از مناطق مختلف ایران را در گروه‌های مرکز و حاشیه تنوع گروه‌بندی کند (۱). از طرفی در مطالعاتی که توسط زاهاریوا و همکاران و سعیدی و همکاران بر روی گونه *Ae. tauschii* انجام شد تجزیه خوشه‌ای منجر به گروه‌بندی خاصی نگردید (۱۴و ۲۰). هم‌چنین در مطالعه‌ای که توسط بخشی و همکاران (۲) بر ژنوتیپ‌های *Ae. cylindrica* جمع‌آوری شده از مناطق مختلف ایران انجام شد، تجزیه خوشه‌ای با استفاده از صفات سیتوژنتیکی منجر به گروه‌بندی نمونه‌های مناطق مختلف جغرافیایی براساس محتوای DNA شد. در این مطالعه هم‌چنین تنوع معنی‌داری از لحاظ صفت محتوایDNA مشاهده شد. به‌طورکلی در مطالعات تنوع ژنتیکی گونه‌های مختلف *Aegilops* مشخص شده است که کمترین ضریب تشابه بین ژنوتیپ‌های جمع‌آوری شده از مناطق جغرافیایی دور و نیز نواحی با شرایط اقلیمی متفاوت وجود دارد (۱۹). هم‌چنین مطالعات نشان داده است که استفاده از صفات مورفولوژیک جهت گروه‌بندی ژنوتیپ‌های مختلف گیاهی تحت تأثیر عوامل مختلفی مانند نوع و تعداد صفات مورد بررسی، توزیع جغرافیایی نمونه‌ها و نیز جهش‌ها قرار می‌گیرند و در هر منطقه براساس الگوی سازگاری اقلیمی آن تنوع اختصاصی شکل می‌گیرد.

نتیجه‌گیری

در مطالعه حاضر استفاده از ۲۷ صفت کمی و کیفی مورفولوژیک جهت بررسی تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌های ایرانی گونه *Ae. cylindrica* نشان داد که تنوع ژنتیکی بالای بین ژنوتیپ‌های مختلف این گونه وجود دارد. . ضمن اینکه در هر منطقه براساس الگوی سازگاری اقلیمی آن ناحیه تنوع اختصاصی برای صفات مورفولوژیک شکل گرفته است. با توجه به اینکه به‌کارگیری خویشاوندان وحشی گندم در برنامه‌های اصلاحی مستلزم وجود تنوع ژنتیکی می‌باشد، نتایج این مطالعه بر اهمیت به‌سزای گونه *Ae. cylindrica* به‌عنوان مخزنی از ژن‌های با ارزش که دارای پتانسیل ژنتیکی بالا جهت اصلاح گندم می‌باشد تأکید می‌کند. خزانه ژنی این گونه وحشی در طی صدها هزار سال انتخاب طبیعی و تکامل در نواحی هلال حاصل‌خیز تحت شرایط تنش‌های غیر زیستی نظیر خشکی و شوری بالا نسبتاً غنی شده است (۳). به همین لحاظ تنوع قابل توجهی برای ویژگی‌های مختلف درون گونه‌های جنس مزبور انتظار می‌رفت که مطالعه حاضر این تنوع را برای ژنوتیپ‌های مناطق غرب و شمال غرب کشور نشان دهد.

منابع مورد استفاده

1. Bakhshi, B., M. J. Aghaei, M. R. Bihamta and F. Darvish. 2009. Geographical distribution and genetic diversity of *Aegilops cylindrica* in Iran. *Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research* 17: 209-221. (In Farsi).
2. Bakhshi, B., M. J. Aghaei, M. R. Bihamta, F. Darvish and E. Zarifi.2010. Ploidy determination of *Aegilops cylindrica* host accessions of Iran by using flow cytometry and chromosome counting. *Iranian Journal of Botany* 16: 258-266.
3. Colmer, T. D., T. J. Flowers and R. Munns. 2006. Use of wild relatives to improve salt tolerance in wheat. *Journal of Experimental Botany* 57: 1059–1078.
4. Econopouly, B. F., J. K. McKay, P. Westra, S. D. Reid, A. L. Helm, P. F. Byrne. 2013. Phenotypic diversity of *Aegilops cylindrica* (jointed goatgrass) accessions from the western United States under irrigated and dry land conditions. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 164: 244– 251.
5. Ghasemzade, R., M. R. Bihamta, M. Omidi, V. Mohamadi and M. J. Aghaei. 2011. Study on morphological diversity in Iranian wild wheat (*Aegilops tauschii*) populations and their responses to yellow rust, pathotype 134E134A+ at seedling stage. *Iranian Journal of Field Crop Science* 42: 431-443. (In Farsi).
6. Guadagnuolo, R., D. Savova-Bianchi and F. Felber. 2001. Gene flow from wheat (*Triticum aestivum* L.) to jointed goatgrass (*Aegilops cylindrica* Host.), as revealed by RAPD and microsatellite markers. *Theoretical and Applied*

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-02]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.17.10.3]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.17.123]

Genetics 103:1–8.
7. International Board for Plant Genetic Resources. 1978. Descriptors of Wheat and Aegilops, IBPGR, Rome, Italy.
8. Kilian, B., K. Mammen, E. Millet, R. Sharma, A. Graner, F. Salamini, K. Hammer and H. Ozkan. 2011. Wild Crop Relatives: Genomic and Breeding Resources: Cereals. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Berlin.
9. Mohammadi, S. A., B. M. Prasanna. 2003. Analysis of genetic diversity in crop plants –salient statistical tools and considerations. *Crop Science* 43:1235-1248.
10. Naghavi, M. R., M. J. Aghaei, A. R. Taleei, M. Omidi, J. Mozafari and M. E. Hassani.2009. Genetic diversity of the D-genome in *T. aestivum* and *Aegilops* species using SSR markers. *Genetic Resources and Crop Evolution* 56:499–506.
11. Nirmala, R. B. P. and P. B. JHA. 1996. Association of certain quantitative characters with grain yield in intervarietal crosses of wheat. *Journal of Applied Biology* 6: 22-24.
12. Rejesus, M., M. Van Ginkel and M. Smale. 1996. Wheat Breeders Perspectives of Genetic Diversity and Germplasm Use. Wheat Special Report 4. Mexico D. F. CIMMYT. Mexico.
13. Roder, M. S., V. Korzun, K. Wendehake, J. Plaschke, M. H. Tixier, P. Leroy and M. W. Ganal. 1998. A microsatellite map of wheat. *Genetics* 149: 2007–2023.
14. Saeidi, H., M. R. Rahiminejad, S. Vallian & J. S. Heslop-Harison. 2006. Biodiversity of diploid D-genome *Aegilops tauschii* Coss. In Iran measured using microsatellites. *Genetic Resources and Crop Evolution* 53:1477-1484.
15. Schneider, A., I. Molnar and M. Molnar-Lang. 2008. Utilisation of Aegilops (goatgrass) species to widen the genetic diversity of cultivated wheat. *Euphytica* 163:1–19.
16. Singh, S., C. D. Franks, L. Huang, G. L. Brown-Guedira, D. S. Marshall, B. S. Gill and A. Fritz. 2004. Lr41, Lr39, and a leaf rust resistance gene from *Aegilops cylindrica* may be allelic and are located on wheat chromosome 2DS. *Theoretical and Applied Genetics* 108:586–591.
17. Shannon, C. E. and W. Weaver. 1949. The Mathematical Theory of Communication. University Illinois Press, Urbana.
18. Tahernejad, Z., M. J. Aghaei, M. Zahravi, M. J. Zamani, M. Soluki and A. Emamjome. 2008. Genetic diversity of Iranian *Aegilops tauschii* Coss. Using morphological traits. *Pajouhesh & Sazandegi* 79:125-132. (In Farsi).
19. Thomas, K. G. and P. J. Bebeli. 2010. Genetic diversity of Greek *Aegilops* species using different types of nuclear genome markers. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 56: 951–961.
20. Zaharieva, M., A. Dimov, P. Stankova, J. David and P. Monnereux. 2003. Morphological diversity and potential interest for wheat improvement of three *Aegilops* L. species from Bulgaria. *Genetic Resources and Crop Evolution* 50:507-517.
21. Zemetra, R. S., J. Hansen and C. A. Mallory-Smith. 1998. Potential for gene transfer between wheat (*Triticum aestivum*) and jointed goatgrass (*Aegilops cylindrica*). *Weed Science* 46: 313–317.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-02]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.17.10.3]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.17.123]