دانشگاه گیلان
دانشکده علوم کشاورزی

تحقیقات غلات

دوره هفتم/ شماره چهارم/ زمستان ۱۳۹۶ (۵۴۹-۵۳۳)

بررسی تنوع اگرو-مورفولوژیک در برخی از گونه‌های آژیلوپس ایران

علیرضا پورابوقداره[۱]، جعفر احمدی[۲*]، علی‌اشرف مهرابی[۳]، علیرضا اطمینان[۴] و محمد مقدم [۵]

تاریخ دریافت: ۹۵/۴/۳۰ تاریخ پذیرش: ۹۵/۱۲/۷

چکیده

جنس آژیلوپس یکی از مهم‌ترین خویشاوندان وحشی گندم است. گونه‌های موجود در این جنس در تکامل گندم زراعی نقش به‌سزایی داشتند و به‌طور مستقیم و غیرمستقیم به‌عنوان والد بخشنده ژنوم‌های B و D شناخته شده‌اند. به‌منظور بررسی تنوع آگرو- مورفولوژیک موجود در گونه‌های آژیلوپس ایران، تعداد ۱۰۹ نمونه متعلق به هشت گونه جمع‌آوری‌شده از نقاط مختلف ایران مورد ارزیابی قرار گرفتند. شاخص‌های آماری برای صفات مورد بررسی محاسبه و شاخص شانون و ضریب تغییرات فنوتیپی نیز به‌عنوان معیاری از تنوع ژنتیکی تعیین شدند. نتایج حاصل از این تحقیق، تنوع ژنتیکی قابل توجهی را در درون و بین گونه‌ها نشان داد. بیشترین ضریب تغییرات به‌ترتیب در صفات عملکرد دانه، شاخص برداشت، ارتفاع بوته، تعداد پنجه‌های بارور، عرض برگ، طول سنبله اصلی و بیوماس بخش‌های هوایی مشاهده شد. علاوه بر این، بیشترین شاخص شانون نیز مربوط به صفات طول سنبله اصلی، عرض برگ، تعداد سنبلچه در سنبله و تعداد دانه در سنبله بود. ضرایب همبستگی بین عملکرد دانه و سایر صفات در گونه‌های مختلف متفاوت و مرتبط با ساختار ژنومی آن‌ها بود. در تجزیه به مؤلفه‌های اصلی سه مؤلفه نخست در مجموع ۷۹/۹۵ درصد از تغییرات موجود در صفات ارزیابی شده را توجیه کردند. دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای نشان داد که صفات فنولوژیک و آگرو- مورفولوژیک اندازه‌گیری شده به‌خوبی قادر به تمایز گونه‌ها بودند. به‌طور کلی، نتایج این تحقیق نشان داد که سطح بالایی از تنوع ژنتیکی در گونه‌های مختلف آژیلوپس ایران وجود دارد و در نتیجه توجه ویژه به این ژرم‌پلاسم ضروری است.

واژه‌های کلیدی: تجزیه چندمتغیره، تنوع ژنتیکی، خویشاوندان وحشی، شاخص شانون

۱- دانشجوی دکتری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران
۲- استاد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران
۳- دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران
۴- استادیار، گروه اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، واحد کرمانشاه، دانشگاه آزاد اسلامی، کرمانشاه، ایران
۵- استاد، گروه به‌نژادی و بیوتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران
* نویسنده مسئول: njahmadi910@yahoo.com

مقدمه

تنوع ژنتیکی مهم‌ترین نیاز اصلاح نباتات است که از تکامل طبیعی ناشی می‌شود و یکی از مهم‌ترین اجزای پایداری نظام‌های بیولوژیک است. ارزیابی تنوع ژنتیکی در گیاهان برای برنامه‌های اصلاح نباتات و حفاظت از ذخایر توارثی کاربرد حیاتی دارد، به‌طوری‌که اطلاع از میزان تنوع ژنتیکی در گونه‌های گیاهی برای انتخاب نژادهای والدینی در جهت حصول ارقام مناسب امری ضروری است (Mohammadi and Prasanna, 2002). پیشرفت در به‌نژادی گندم غالباً دارای سه پیش‌نیاز اساسی است: اول یافتن منابع جدید تنوع ژنتیکی برای فراهم کردن آلل‌های مطلوب جهت پیشرفت ژنتیکی، دوم فناوری‌هایی برای نوترکیبی این تنوع و تولید ژنوتیپ‌های جدید و سوم ارزیابی فنوتیپی و استفاده از صفات مرتبط با مجموعه‌های ژنی مطلوب، غربال منابع ژنتیکی برای ژن‌های مفید و تعیین ژنوتیپ برتر جهت استفاده در برنامه‌های اصلاحی. از این‌رو به نظر می‌رسد که اولین گام مؤثر در این مسیر ارزیابی و استفاده پایدار از ژرم‌پلاسم‌های گندم موجود در کشور باشد (Shiri *et al.*, 2010).

ایران یکی از مراکز تنوع گندم در منطقه خاورمیانه و هلال حاصلخیز (Fertile Crescent) می‌باشد، به‌طوری‌که وجود زیستگاه‌های طبیعی گونه‌های خویشاوند آژیلوپس (*Aegilops*) و تریتیکوم (*Triticum*) در این مناطق سبب به وجود آمدن غنی‌ترین خزانه ژنی گندم در منطقه شده است. گونه‌های آژیلوپس نزدیک‌ترین خویشاوندان وحشی گندم بوده که بومی نواحی نیمه خشک غرب و مرکز آسیا هستند و گسترش وسیعی در ایران دارند (Van-Slagern, 1994). این گیاهان به خوبی به تنش‌های زنده و غیرزنده آن نواحی و تغییرات دوره‌ای و شرایط اقلیمی آن سازگار شده‌اند و تنوع وسیعی از ژن‌های تحمل به تنش‌ها و سازگاری به شرایط محیطی نامطلوب را ذخیره کرده‌اند که این تنوع به نوبه خود می‌تواند در توسعه سازگاری‌ها و تنوع ژنتیکی گندم استفاده شود (Schneider *et al.*, 2008). آژیلوپس‌ها در سه سطح پلوئیدی شامل دیپلوئید، تتراپلوئید و هگزاپلوئید تقسیم می‌شوند و مشخص شده است که گونه‌های پلی‌پلوئید، آمفی‌پلوئیدهایی حاصل از ترکیبات مختلف ژنوم گونه‌های دیپلوئید هستند (Kimber and Feldman, 1987). بررسی‌های متعدد بیانگر این واقعیت است که هنوز از تنوع ژنتیکی درون گونه‌های خویشاوند گندم به‌طور کامل استفاده نشده است. بررسی و تعیین تنوع ژنتیکی بین و درون جمعیت‌های گونه‌ای همواره مورد توجه متخصصین علم اصلاح نباتات و به‌نژادی بوده و بنابراین حفاظت و بهره‌برداری ذخایر ژنتیکی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. اگرچه پیشرفت در سطوح مولکولی و ژنومیکس منجر به ارزیابی سریع‌تر و دقیق‌تر تنوع ژنتیکی و بررسی روابط بین گونه‌ای شده است، ولی با این وجود، نخستین مرحله در تعیین تنوع ژنتیکی، طبقه‌بندی و توصیف منابع ژرم‌پلاسمی، استفاده از ویژگی‌های مورفولوژیک می‌باشد (Barulina, 1930; Shiri *et al.*, 2010).

کاراگز و همکاران (Karagoz *et al.*, 2006) به بررسی برخی از صفات فنولوژیک و آگرومورفولوژیک ۱۱۲ جمعیت از گونه‌های وحشی *Ae. turgidum*، *Ae. speltoides*، *Ae. tuaschii*، *Ae. neglecta*، *Ae. crassa* و *Ae. umbellulata* پرداختند و سطح بالایی از تنوع ژنتیکی بین و دورن این گونه‌ها را گزارش کردند. آقایی و همکاران (Aghaei *et al.*, 2008) نیز با استفاده از نشانگرهای مورفولوژیک مرتبط با سنبله، تنوع ژنتیکی موجود در درون و بین جمعیت‌های گندم وحشی دیپلوئید *Ae. tauschii* را بررسی کردند. در این جمعیت‌ها، که از نقاط مختلف کشور جمع‌آوری شده بودند، سطح بالایی از تنوع بین و درون این جمعیت‌ها گزارش شد، به طوری که مشخص شد که این گونه از جنس آژیلوپس دارای دو زیر گونه است و هر یک از آن‌ها دارای مورفولوژی سنبله متمایزی از هم می‌باشند. حسینی و رحیم‌نژاد (Hosseini and Rahiminejad, 2014) با بررسی جمعیت‌هایی از گونه *Ae. cylindrica* جمع‌آوری شده از نواحی جغرافیایی مختلف ایران، سطح بالایی از تنوع ژنتیکی را با استفاده از صفات موروفولوژیک و ویژگی‌های گیاهشناسی درون این گونه‌ها نشان دادند. تقی‌پور و همکاران (Taghipour *et al.*, 2014) نیز در ارزیابی برخی از صفات فیزیولوژیک در جمعیت‌های از *Ae. triuncialis* تحت شرایط تنش خشکی به تنوع ژنتیکی قابل توجهی درون این جمعیت‌ها در پاسخ به خشکی اشاره کردند و اظهار داشتند که برخی از جمعیت‌های این گونه دارای قابلیت ویژه‌ای در تحمل به خشکی هستند.

در به‌نژادی و تولید ارقام جدید، دسترسی به تنوع ژنتیکی، اطلاع از ساختار ژنتیکی و روابط بین صفات مختلف ضروری است، زیرا با بکارگیری صحیح این تنوع می‌توان ارقام جدید با ویژگی‌های مورد نظر را تولید کرد و

از طرف دیگر پارامترهای ژنتیکی و وراثت‌پذیری صفات مختلف را تعیین کرد (Asma *et al.*, 2007). اگرچه در بسیاری از مطالعات به بررسی ویژگی‌های مورفولوژیک در برخی از گونه‌های خویشاوند وحشی گندم به‌ویژه گونه‌های آژیلوپس پرداخته شده است، با این وجود اطلاعات اندکی در رابطه با مقایسه گونه‌های مختلف و ارزیابی تنوع ژنتیکی بین و درون گونه‌ها در دسترس است. در این راستا، هدف از مطالعه حاضر ارزیابی تنوع ژنتیکی موجود در ۱۰۹ نمونه وحشی مربوط به گونه‌های مختلف آژیلوپس جمع آوری شده از نواحی مختلف ایران از نظر ویژگی‌های فنولوژیک و آگرو- مورفولوژیک و نیز بررسی روابط بین گونه‌ای بود.

مواد و روش ها

به‌منظور ارزیابی تنوع ژنتیکی و روابط بین برخی از صفات آگرو- مورفولوژیک در جمعیت‌هایی از گونه‌های وحشی آژیلوپس، آزمایشی در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ در ایستگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه ایلام (۴۶ درجه و ۱۷ دقیقه طول شرقی و ۳۸ درجه و ۳ دقیقه عرض شمالی با ارتفاع ۱۳۶۰ متر از سطح دریا) انجام شد. مواد گیاهی مورد استفاده در این تحقیق ۱۰۹ نمونه از گونه‌های مختلف آژیلوپس شامل *Ae. crassa*، *Ae. coudata*، *Ae. cylindrica*، *Ae. tauschii*، *Ae. neglecta*، *Ae. umbellulata*، *Ae. speltoide* و *Ae. triuncialis* بود. نمونه‌های مورد بررسی مربوط به نواحی مختلف ایران بودند که از بانک ژن غلات دانشگاه ایلام تهیه شدند. تعداد نمونه‌های مربوط به هر گونه و محل جمع‌آوری آن‌ها در جدول ۱ ارایه شده است.

پس از آماده‌سازی بستر کشت، بذر نمونه‌های مورد بررسی در قالب طرح آگمنت بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی کشت شدند. هر واحد آزمایشی شامل یک خط کاشت به‌طول ۳ متر بود و فاصله بین بوته‌ها ۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. کنترل علف‌های هرز به صورت دستی انجام شد. طی دوره رشد گیاه برخی از ویژگی‌های فنولوژیک و آگرو-مورفولوژیک از جمله تعداد روز تا مرحله آبستنی، روز تا۵۰ درصد ظهور سنبله، روز تا گرده‌افشانی، روز تا رسیدگی فیزیولوژیک، دوره پر شدن دانه، ارتفاع بوته، طول پدانکل، طول و عرض برگ، تعداد گره در ساقه، قطر ساقه، تعداد پنجه‌های بارور در بوته، طول سنبله اصلی، تعداد سنبلچه در سنبله، تعداد دانه در سنبلچه، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد زیست‌توده بخش‌های هوایی و شاخص برداشت اندازه‌گیری شدند. جهت اندازه‌گیری صفات مورد نظر از هر واحد آزمایشی پنج بوته به‌طور تصادفی انتخاب شد. شاخص برداشت با استفاده از نسبت وزن دانه به وزن کل بوته (بیوماس) محاسبه شد. پس از جمع‌آوری داده‌ها، میانگین اصلاح شده هر نمونه بر اساس نمونه‌های شاهد در نظر گرفته شده در هر بلوک به‌دست آمد و سپس بر مبنای آن مهم‌ترین آماره‌های توصیفی مانند میانگین، حداقل، حداکثر، انحراف استاندارد و ضریب تغییرات فنوتیپی (CV) برای هر یک از صفات اندازه‌گیری شده برآورد شدند. ضریب تغییرات فنوتیپی به‌صورت نسبت انحراف استاندارد به میانگین محاسبه شد. همچنین به‌منظور تعیین تنوع صفات از شاخص شانون (H) بر اساس رابطه (۱) استفاده شد (Shannon and Weaver, 1949):

$$H = -\sum_{i=1}^{s} P_i \ln(P_i) \qquad (۱)$$

که در آن، P_i فراوانی نسبی موجود در هر گروه فنوتیپی برای صفت i و s تعداد گروه‌های فنوتیپی برای هر صفت است. بر اساس این شاخص، صفات آگرو-مورفولوژیک در سه گروه فنوتیپی واجد تنوع بالا ($H \geq ۰/۶۰$)، متوسط ($۰/۴۰ \leq H \leq ۰/۶۰$) و کم ($H \leq ۰/۴۰$) تقسیم می‌شوند (Eticha *et al.*, 2005). بنابراین هر چه مقدار این شاخص برای یک صفت بیشتر باشد، نشان دهنده تنوع بیشتر آن صفت خواهد بود (Chaudhray *et al.*, 2004). روابط بین عملکرد دانه و سایر صفات در گونه‌های مختلف با استفاده از ضریب همبستگی پیرسون بررسی شد. علاوه بر این به‌منظور تعیین سهم هر صفت در تنوع کل، کاهش حجم داده‌ها، تفسیر بهتر روابط و نیز گروه‌بندی گونه‌ها از تجزیه به مولفه‌های اصلی استفاده شد (Sneath and Sokal, 1973). جهت گروه‌بندی نمونه‌ها و بررسی تنوع ژنتیکی از تجزیه خوشه‌ای به روش وارد (Ward's) استفاده شد و ناحیه برش دندروگرام بر اساس تجزیه تابع تشخیص تعیین شد. همچنین میزان تشابه ژنتیکی بین گونه‌ها بر اساس ضریب تشابه پیرسون با استفاده از نرم‌افزار XLSTAT برآورد شد و گونه‌ها بر اساس ماتریس تشابه به‌دست آمده گروه‌بندی شدند. کلیه محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام شد.

جدول ۱- فهرست گونه‌های مورد بررسی، محل جمع‌آوری و تعداد نمونه‌های موجود در هر گونه

Table 1. List of the studied species, collection site and number of accession for each species

گونه Species	تعداد نمونه No. of accession	ژنوم Genome	محل جمع‌آوری Collection site
Ae. coudata	7	C	لرستان، ایلام Lorestan, Ilam
Ae. cylindrica	19	CD	کرمانشاه، آذربایجان غربی، آذربایجان شرقی، زنجان، گیلان، لرستان، خوزستان، کردستان، چهارمحال بختیاری، کهگیلویه و بویراحمد، ایلام Kermanshah, West Azarbaijan, East Azarbaijan, Zanjan, Gilan, Lorestan, Khuzestan, Kurdistan, Chaharmahal Bakhtiari, Kohgiluyeh and Boyer Ahmad, Ilam
Ae. neglecta	11	UM	ایلام، آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی، کرمانشاه، گیلان Ilam, East Azarbaijan, West Azarbaijan, Kermanshah, Gilan
Ae. tauschii	20	D	آذربایجان غربی، آذربایجان شرقی، گیلان، زنجان، مازندران، گلستان West Azarbaijan, East Azarbaijan, Gilan, Zanjan, Mazandaran, Golestan
Ae. umbellulata	17	U	ایلام، کرمانشاه، فارس، خوزستان، لرستان، گیلان Ilam, Kermanshah, Fars, Khuzestan, Lorestan, Gilan
Ae. triuncialis	15	UC	ایلام، کرمانشاه، لرستان، کردستان، خوزستان، زنجان، آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی، کهگیلویه و بویراحمد، چهارمحال بختیاری Ilam, Kermanshah, Lorestan, Kurdistan, Khuzestan, Zanjan, East Azarbaijan, West Azarbaijan, Kohgiluyeh and Boyer Ahmad, Chaharmahal Bakhtiari
Ae. speltoides	6	B	ایلام، کرمانشاه Ilam, Kermanshah
Ae. crassa	14	DM	فارس، آذربایجان شرقی، کرمانشاه، ایلام، چهارمحال بختیاری، لرستان Fars, East Azarbaijan, Kermanshah, Ilam, Chaharmahal Bakhtiari, Lorestan

نتایج و بحث

چکیده‌ای از آمار توصیفی شامل حداقل، حداکثر، میانگین، انحراف استاندارد، واریانس و ضریب تغییرات (CV) برای ۲۰ صفت اندازه‌گیری شده در گونه‌های مختلف آژیلوپس در جدول ۲ ارایه شده است. چنانچه مشاهده می‌شود، سطح بالایی از تنوع آگرو- موروفولوژیک در بین گونه‌های مورد بررسی مشاهده شد. در بین صفات اندازه‌گیری شده بیشترین میزان واریانس به‌ترتیب مربوط به صفات تعداد پنجه‌های بارور، عملکرد دانه در بوته، بیوماس بخش‌های هوایی و ارتفاع بوته بود. عملکرد دانه دارای بیشترین ضریب تغییرات (۷۰/۹۴ درصد) بود و پس از آن صفات شاخص برداشت (۶۷/۳۳ درصد)، ارتفاع بوته (۶۵/۸۱ درصد)، تعداد پنجه‌های بارور (۶۳/۹۹ درصد)، عرض برگ (۵۴/۰۸ درصد)، طول سنبله اصلی (۴۶/۷۱ درصد) و بیوماس بخش‌های هوایی (۴۴/۰۹ درصد) به طور متوسط با تنوع مشاهده شده معادل ۵۰ ٪ تنوع بالقوه، ضریب تغییرات بالایی را نشان دادند. کمترین میزان تنوع در صفات فنولوژیک مانند تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک (۲/۵۵ درصد)، روز تا آبستنی (۲/۸۲ درصد)، روز تا ظهور سنبله (۳/۷۵ درصد) و روز تا گرده‌افشانی (۴/۳۲ درصد) مشاهده شد (جدول ۲). سایر صفات نیز ضریب تغییرات متوسط بین ۲۰ تا ۴۰ درصد نشان دادند. به‌طور کلی وجود چنین تنوعی در صفات فنولوژیک و مورفولوژیک ارزیابی شده در گونه‌های آژیلوپس مورد مطالعه نشان داد که انتخاب بر اساس این صفات می‌تواند در شناسایی گونه‌های مطلوب از نظر هر صفت و بکارگیری آن‌ها در برنامه‌های اصلاحی مفید واقع شود. با توجه به شاخص شانون نیز تنوع وسیعی برای صفات اندازه‌گیری شده در گونه‌های مختلف آژیلوپس مشاهده شد (جدول ۲). اتیکا و همکاران (Eticha *et al.*, 2005) صفات آگرو- مورفولوژیک گندم دوروم را در سه گروه، صفات دارای تنوع بالا ($H\geq۰/۶۰$)، متوسط ($۰/۴۰\leq H\leq۰/۶$) و کم ($۰/۴۰\leq H\leq۰/۶۰$) طبقه‌بندی کردند. در این مطالعه

صفات تعداد دانه در سنبله و روز تا ظهور سنبله (۰/۴۹) و صفت طول سنبله (۰/۹۹) به‌ترتیب از کمترین و بیشترین میزان شاخص شانون برخوردار بودند. در بین صفات فنولوژیک و مورفولوژیک، قطر ساقه، طول برگ، عرض برگ، طول سنبله، تعداد سنبلچه در سنبله و تعداد دانه در سنبله دارای شاخص شانون بیش از ۰/۸۰ بودند. در طرف مقابل، صفات روز تا گرده‌افشانی، روز تا رسیدگی فیزیولوژیک، ارتفاع بوته، وزن هزار دانه، بیوماس بخش هوایی و شاخص برداشت مقداری تقریباً برابر و بیشتر از ۰/۶۰ را نشان دادند. بنابراین، با توجه به این نتایج می‌توان عنوان کرد که گونه‌های آژیلوپس مطالعه شده در این پژوهش دارای سطح قابل توجهی از تنوع آگرو- مورفولوژیک بودند.

جدول ۲- آماره‌های توصیفی صفات اندازه‌گیری شده در ۱۰۹ نمونه آژیلوپس بومی ایران

Table 2. Descriptive statistics of the characteristic evaluated for 109 Iranian *Aegilops*

Character	صفت	میانگین Mean	حداقل Min	حداکثر Max	انحراف استاندارد SD	واریانس Var	ضریب تغییرات CV	شاخص شانون H[a]
Days-to-booting	روز تا مرحله آبستنی	162.94	148.50	180.50	4.59	21.08	2.82	0.56
Days-to-heading	روز تا ظهور سنبله	170.53	152.75	186.75	6.40	40.91	3.75	0.49
Days-to-anthesis	روز تا گرده افشانی	174.84	155.50	201.50	7.56	57.10	4.32	0.76
Days-to-maturity	روز تا رسیدگی	202.37	185.38	209.63	5.16	26.59	2.55	0.73
Grain filing period	دوره پر شدن دانه	27.53	7.88	52.88	5.94	35.27	21.57	0.56
Plant height (cm)	ارتفاع بوته	25.36	11.16	52.46	7.43	55.23	29.30	0.73
Peduncle length (cm)	طول پدانکل	5.27	0.85	19.45	3.47	12.03	65.81	0.53
No. of stem node	تعداد گره در ساقه	3.26	1.78	5.03	0.65	0.43	19.99	0.55
Stem diameter (cm)	قطر ساقه	1.47	0.87	2.67	0.41	0.17	27.81	0.83
Leaf length (cm)	طول برگ	4.97	1.26	12.80	2.69	7.21	54.08	0.86
Leaf width (cm)	عرض برگ	0.47	0.18	1.00	0.19	0.04	40.15	0.97
No. of fertile tillers	تعداد پنجه‌های بارور	35.10	4.53	152.98	22.46	504.41	63.99	0.73
Spike length (cm)	طول سنبله	6.57	1.73	11.93	3.07	9.43	46.71	0.99
No. of spikelet	تعداد سنبلچه	6.08	1.63	11.63	2.30	5.28	37.78	0.94
No. of grain/spikelet	تعداد دانه در سنبلچه	2.54	1.01	5.59	0.95	0.90	37.34	0.49
No. of grain/spike	تعداد دانه در سنبله	14.78	3.51	28.51	5.83	33.96	39.43	0.92
1000-grain weight (g)	وزن هزار دانه	9.98	1.06	19.09	3.20	10.23	32.04	0.66
Grain yield/plant (g)	عملکرد دانه	4.75	0.02	20.52	3.37	11.35	70.94	0.57
Biomass (g)	بیوماس	31.58	8.38	98.38	13.92	193.88	44.09	0.66
Harvest index	شاخص برداشت	15.90	1.92	60.88	10.70	114.54	67.33	0.68

[a] Min, minimum; Max, maximum; SD, standard deviation; Var, variance; CV, coefficient of variations; H, Shannon's index.

میانگین و ضریب تغییرات صفات اندازه‌گیری شده به صورت جداگانه برای هر یک از گونه‌های آژیلوپس در جدول ۳ درج گردیده است. به عنوان نمونه کمترین تعداد روز تا مرحله آبستنی، روز تا ظهور سنبله، روز تا گرده افشانی، روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی و دوره پر شدن دانه مربوط به گونه‌های *Ae. crassa* و *Ae. umbellulata* بود. از این‌رو می‌توان اظهار داشت که از این گونه‌ها در اصلاح برای مقابله با تنش‌های محیطی به‌ویژه خشکی بتوان استفاده کرد که به موجب آن لازمه فرار از خشکی برای گیاه فراهم شود، زیرا به نظر می‌رسد که کوتاه‌تر شدن طول دوره رشد گیاه یکی از راهبردهای فرار از خشکی است، زیرا صفت زودرسی سبب ظهور بهتر ژنوتیپ (از نظر عملکرد و ثبات آن) در شرایط تنش می‌شود (Blum, 1996). محققان متعددی زودرسی را برای مقاومت به تنش‌های محیطی، به‌ویژه تنش خشکی مورد توجه قرار داده‌اند. موتزو و گیونتا (Motzo and Giunta, 2007) اظهار داشتند که ورود زودهنگام ارقام گندم به مرحله گلدهی سبب بهبود گرده‌افشانی و لقاح می‌شود و در نتیجه عملکرد دانه افزایش می‌یابد. پورسیاه‌بیدی و همکاران (Poursiahbidi *et al.*, 2012) نیز نشان دادند

که بین عملکرد دانه با صفات زودرسی و دوره پر شدن دانه در ارقام گندم همبستگی بالایی وجود دارد.

ارتفاع بوته و طول پدانکل از مهم‌ترین صفات مؤثر در تجمع مواد غذایی و کربوهیدرات‌ها هستند. گزارش شده است که این صفات نقش مهمی در فرار از بیماری و نیز اصلاح برای مقاومت به بیماری‌های مرتبط با سنبله دارند، زیرا بوته‌های برخوردار از ارتفاع و طول پدانکل بلندتر نسبت به بوته‌های کوتاه‌تر از صدمه بیماری مصون هستند (Borner *et al.*, 1996). گونه‌های *Ae. speltoides* و *Ae. coudata* با داشتن بیشترین ارتفاع بوته و طول پدانکل نسبت به سایر گونه‌ها به‌عنوان گونه‌های مطلوب از این نظر شناسایی شدند. در بین گونه‌های مورد بررسی گونه‌های *Ae. speltoides*، *Ae. cylindrica* و *Ae. crassa* دارای بیشترین طول و عرض برگ بودند. طول و عرض برگ از طریق اثرگذاری بر میزان سطح برگ از جمله صفاتی هستند که در فعالیت‌های فتوسنتزی مشارکت دارند. تصور بر این است که برخورداری از شاخص سطح برگ مطلوب به واسطه داشتن طول و عرض بیشتر در مراحل اولیه رشد ویژگی مناسبی برای گیاه باشد، چرا که این ویژگی در نهایت روی عملکرد تأثیرگذار خواهد بود (Shahid-Masood *et al.*, 2005). بنابراین به نظر می‌رسد این گونه‌ها از این طریق از میزان فعالیت فتوسنتزی بیشتری برخوردار باشند. تنوع در تعداد پنجه بارور و نیز تعداد دانه در سنبله سبب فراهم آوردن یک شرایط مناسب برای اصلاح‌گران جهت انتخاب ارقام والدی با بیشترین تعداد دانه در سنبله و به موازات آن دستیابی به عملکرد دانه در بوته بیشتری می‌شود. با توجه به میانگین صفات مشخص شد گونه‌های *Ae. coudata*، *Ae. triuncialis*، *Ae. umbellulata*، *Ae. speltoides* و *Ae. crassa* از طریق تولید حداکثر تعداد پنجه بارور در بوته دارای بیشترین تعداد دانه در سنبله بودند و در بین این گونه‌ها گونه *Ae. crassa* بیشترین وزن هزار دانه را به خود اختصاص داد. پتک و نما (Pathak and Nema, 1985) در ارزیابی ارقام بومی جمع‌آوری شده از مناطق مختلف هند و پورسیاه‌بیدی و همکاران (Pour-Siahbidi *et al.*, 2013) نیز در ارزیابی ارقام مختلف گندم دوروم نشان دادند که انتخاب بر اساس تعداد پنجه بارور بیشتر می‌تواند سبب بهبود عملکرد در ارقام گندم شود. لازم به ذکر است که اگرچه صفت تعداد بالای پنجه می‌تواند به عنوان صفت مناسبی در نظر گرفته شود، با این وجود هیورد (Hurd, 1971) اظهار داشت که افزایش ظرفیت پنجه‌زنی ممکن است در اقلیم‌های خشک نامناسب باشد، زیرا این امر موجب تخلیه سریع‌تر رطوبت خاک می‌شود و گیاه در مراحل پایانی دوره رشدی با کمبود آب مواجه خواهد شد. بیشترین مقدار عملکرد دانه در بوته نیز برای گونه‌های *Ae. cylindrica* و *Ae. umbellulata* مشاهده شد. علاوه بر این گونه‌های *Ae. cylindrica*، *Ae. umbellulata* و *Ae. speltoides* نسبت به سایر گونه‌ها دارای بیشترین مقدار بیوماس بخش‌های هوایی بودند. همچنین بیشترین درصد شاخص برداشت نیز در گونه‌های *Ae. umbellulata* و *Ae. coudata* مشاهده شد.

ضرایب همبستگی بین عملکرد دانه و سایر صفات برای هر یک از گونه‌های مورد بررسی در جدول ۴ ارایه شده است (جدول کامل ضرایب همبستگی برای هر یک از گونه‌ها نشان داده نشده است). در گونه *Ae. coudata* با ژنوم DM هیچ‌یک از صفات رابطه معنی‌داری با عملکرد دانه نداشتند، در حالی که در گونه *Ae. crassa* (دارای ژنوم DM) تعداد پنجه بارور در بوته و بیوماس خشک بخش‌های هوایی رابطه مثبت و معنی‌داری با عملکرد دانه داشتند. ضرایب همبستگی برای گونه *Ae. cylindrica* با ساختار ژنومی CD نشان داد که عملکرد دانه با ارتفاع بوته، طول برگ، تعداد گره در ساقه، تعداد پنجه بارور، تعداد سنبلچه، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و شاخص برداشت دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری بود. ساختار ژنومی گونه *Ae. neglecta* به صورت UM است و روابط صفات در این گونه متفاوت از سایر گونه‌ها بود. عملکرد دانه با تعداد روز تا گرده‌افشانی رابطه منفی و معنی‌دار نشان داد، در حالی که این صفت دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری با تعداد سنبلچه در سنبله، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و شاخص برداشت بود. بر اساس بسیاری از مطالعات، گونه *Ae. speltoides* به عنوان والد دهنده ژنوم B در نظر گرفته شده است. با توجه به جدول ۴ عملکرد دانه در این گونه تنها با صفات وزن هزار دانه و شاخص برداشت رابطه معنی‌دار داشت. در گونه *Ae. tauschii* که به‌عنوان والد دهنده ژنوم D به گندم‌های زراعی شناخته شده است نیز عملکرد دانه با صفات ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد پنجه بارور در بوته، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و شاخص برداشت رابطه مثبت و معنی‌داری داشت. همبستگی بین صفات طول برگ، تعداد پنجه بارور و شاخص برداشت با عملکرد

دانه در گونه *Ae. triuncialis* با ساختار ژنومی UC مثبت و معنی‌دار بود. در بین گونه‌های مورد بررسی تنها در گونه *Ae. umbellulata* (دارای ژنوم U) عملکرد دانه با صفت طول پدانکل رابطه معنی‌دار داشت. در این گونه رابطه بین ارتفاع بوته، طول برگ، تعداد پنجه بارور و شاخص برداشت با عملکرد دانه نیز مثبت و معنی‌دار بود.

جدول ۳- میانگین و ضریب تغییرات صفات آگرو- مورفولوژیک در گونه‌های مختلف آژیلوپس

Table 3. Mean and coefficient of variance (CV) of agro-morphological characters in different *Aegilops* species

Ae. cylindrica		DH	DB	DA	DM	GFP	PH	PL	LL	LW	NN
	Mean میانگین	164.71	174.64	178.24	206.77	42.06	29.17	4.34	6.49	0.51	3.19
	CV (%)	1.75	2.78	4.00	1.45	19.99	11.46	38.30	17.59	12.29	16.56
		STD	NFT	SL	NSp	NGSp	NGS	GW	GY	Bio	HI
	Mean میانگین	1.54	30.77	10.22	8.28	1.95	16.09	9.10	4.56	36.93	12.99
	CV (%)	19.91	28.11	9.43	11.57	7.00	13.69	16.76	42.76	33.14	52.59
Ae. neglecta		DB	DH	DA	DM	GFP	PH	PL	LL	LW	NN
	Mean میانگین	163.95	169.75	175.86	202.78	38.83	19.20	4.34	2.79	0.34	3.31
	CV (%)	1.71	2.52	3.20	2.35	17.92	16.86	17.79	35.14	15.20	15.12
		STD	NFT	SL	NSp	NGSp	NGS	GW	GY	Bio	HI
	Mean میانگین	1.16	49.05	3.68	2.69	2.11	5.50	9.80	2.98	27.18	10.10
	CV (%)	10.65	34.87	56.22	34.76	25.25	28.63	21.55	63.83	33.78	68.80
Ae. speltoides		DB	DH	DA	DM	GFP	PH	PL	LL	LW	NN
	Mean میانگین	163.33	174.00	183.17	205.83	42.5	43.83	14.77	7.05	0.43	3.60
	CV (%)	1.79	2.78	5.05	1.65	31.07	15.46	36.51	31.33	24.77	21.74
		STD	NFT	SL	NSp	NGSp	NGS	GW	GY	Bio	HI
	Mean میانگین	1.51	25.82	10.13	9.23	1.90	17.27	5.00	2.20	32.80	7.92
	CV (%)	11.21	22.11	13.23	14.86	13.23	9.01	24.70	78.77	59.07	67.92
Ae. caudata		DH	DB	DA	DM	GFP	PH	PL	LL	LW	NN
	Mean میانگین	162.50	168.96	171.50	201.33	38.83	32.13	8.16	3.23	0.33	3.51
	CV (%)	1.12	2.07	3.04	1.370	20.37	11.50	16.39	18.69	13.38	12.75
		STD	NFT	SL	NSp	NGSp	NGS	GW	GY	Bio	HI
	Mean میانگین	1.28	45.28	5.53	5.08	1.97	10.04	9.60	4.42	24.78	19.50
	CV (%)	8.31	37.13	6.47	9.66	4.19	13.12	9.24	31.36	28.68	61.18
Ae. crassa		DH	DB	DA	DM	GFP	PH	PL	LL	LW	NN
	Mean میانگین	159.50	166.14	169.57	196.85	37.35	23.49	4.82	9.48	0.81	2.48
	CV (%)	3.18	3.88	3.22	2.75	16.62	12.42	84.25	19.57	15.21	23.16
		STD	NFT	SL	NSp	NGSp	NGS	GW	GY	Bio	HI
	Mean میانگین	2.30	17.56	9.43	7.34	3.07	22.58	16.30	6.26	35.36	17.00
	CV (%)	10.07	34.60	14.18	17.21	12.46	20.22	12.11	36.47	42.30	34.76
Ae. tauschii		DB	DH	DA	DM	GFP	PH	PL	LL	LW	NN
	Mean میانگین	164.95	173.85	176.15	204.35	39.4	23.27	3.48	5.13	0.59	3.30
	CV (%)	3.21	3.84	5.28	1.67	30.21	19.94	36.48	30.04	16.79	16.41
		STD	NFT	SL	NSp	NGSp	NGS	GW	GY	Bio	HI
	Mean میانگین	1.51	19.71	6.74	7.50	2.23	16.74	9.20	3.28	25.66	12.19
	CV (%)	10.27	46.93	16.09	15.44	17.94	24.26	17.92	70.14	39.79	57.45
Ae. triuncialis		DB	DH	DA	DM	GFP	PH	PL	LL	LW	NN
	Mean میانگین	163.63	171.02	175.30	203.21	39.58	28.09	5.69	3.47	0.36	3.80
	CV (%)	2.49	3.61	4.09	1.83	19.22	13.22	29.16	33.17	18.52	16.14
		STD	NFT	SL	NSp	NGSp	NGS	GW	GY	Bio	HI
	Mean میانگین	1.30	46.22	5.18	4.68	1.98	9.29	9.00	3.98	29.60	13.52
	CV (%)	10.86	33.21	13.71	11.55	4.25	13.43	14.29	39.04	25.42	40.72

Table 2. Continued جدول ۲- ادامه

		DB	DH	DA	DM	GFP	PH	PL	LL	LW	NN
Ae. umbelulata	Mean میانگین	160.21	165.16	171.21	197.85	37.64	17.38	4.46	2.06	0.26	3.21
	CV (%)	3.24	2.60	2.15	2.08	14.68	22.41	55.04	26.30	16.98	17.26
		STD	NFT	SL	NSp	NGSp	NGS	GW	GY	Bio	HI
	Mean میانگین	1.06	52.72	2.22	3.67	4.36	16.49	9.60	8.30	36.43	29.75
	CV (%)	9.03	71.97	14.16	19.38	16.44	27.22	28.54	68.65	57.78	50.36

DB، DH، DA، GFP، PH، PL، LL، LW، NN، STD، NFT، SL، NSp، NGSp، NGS، GW، Bio و HI به ترتیب بیانگر: روز تا مرحله آبستنی، روز تا ظهور سنبله، روز تا گرده افشانی، روز تا رسیدگی فیزیولوژیک، دوره پر شدن دانه، ارتفاع بوته، طول پدانکل، طول برگ، عرض برگ، تعداد گره در ساقه، قطر ساقه، تعداد پنجه‌های بارور در بوته، طول سنبله، تعداد سنبلچه، تعدا دانه در سنبلچه، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، بیومخشک اندام‌های هوایی و شاخص برداشت.

DB, DH, DA, DM, GFP, PH, PL, LL, LW, NN,STD, NFT, SL, NSp, NGSp, NGS, GW, GY, Bio and HI indicate: days to booting, days to heading, days to anthesis, days to physiological maturity, grain filling period, plant height, peduncle length, leaf length, leaf width, no. stem node, stem diameter, no. spikes, spike length, no. spikelet, no. grains per spikelet, no. grains per spike, 1000-grain weight, grain yield, Biomass and harvest index, respectively.

جدول ۴- ضریب همبستگی بین عملکرد دانه با صفات آگرو- مورفولوژیک در گونه‌های مختلف آژیلوپس

Table 4. Correlations coefficients among grain yield and agro-morphological traits in different *Aegilops* species

صفت Character		گونه Species†							
		Cau.	Cra.	Cyl.	Neg.	Spe.	Tau.	Tri.	Umb.
Days-to-booting	روز تا مرحله آبستنی	0.28	-0.02	-0.08	-0.42	-0.13	-0.02	-0.18	0.23
Days-to-heading	روز تا ظهور سنبله	-0.49	-0.18	-0.14	-0.56	-0.37	-0.06	-0.25	0.32
Days-to-anthesis	روز تا گرده افشانی	-0.48	-0.13	-0.26	-0.68*	-0.37	-0.15	-0.30	0.33
Days-to-maturity	روز تا رسیدگی	0.23	-0.22	-0.24	-0.48	0.02	0.07	0.11	0.05
Grain filing period	دوره پر شدن دانه	0.52	-0.11	0.20	0.31	0.49	0.19	0.48	-0.25
Plant height (cm)	ارتفاع بوته	-0.17	0.35	0.54*	0.11	0.64	0.83**	0.49	0.68**
Peduncle length (cm)	طول پدانکل	-0.11	-0.23	0.38	0.41	0.59	0.10	0.26	0.63**
No. of stem node	تعداد گره در ساقه	0.54	0.04	0.49*	-0.19	0.32	0.37	0.66**	0.69**
Stem diameter (cm)	قطر ساقه	-0.50	0.18	0.35	0.58	0.24	0.40	0.36	-0.25
Leaf length (cm)	طول برگ	0.75	-0.17	0.60**	0.42	0.49	0.37	0.48	0.25
Leaf width (cm)	عرض برگ	0.36	-0.18	0.46*	-0.05	0.34	0.45*	0.47	0.11
No. of fertile tillers	تعداد پنجه بارور	0.68	0.59*	0.89**	0.23	0.42	0.79**	0.78**	0.82**
Spike length (cm)	طول سنبله	-0.42	0.32	0.02	-0.07	-0.46	0.28	0.35	0.09
No. of spikelet	تعداد سنبلچه	0.33	0.41	0.27	0.91**	-0.39	0.38	0.29	0.14
No. of grain/pikelet	تعداد دانه در سنبلچه	-0.11	-0.25	0.52*	-0.36	0.57	0.35	0.03	-0.03
No. of grain/spike	تعداد دانه در سنبله	0.24	0.22	0.54*	0.82**	0.40	0.53*	0.31	0.11
1000-seeds weight(g)	وزن هزار دانه	-0.38	0.07	0.50*	0.73*	0.91*	0.52*	-0.07	0.34
Grain yield/plant (g)	عملکرد دانه	-0.22	0.66**	-0.13	-0.005	0.14	0.34	-0.02	-0.13
Biomass (g)	بیوماس (گرم)	0.52	0.34	0.84**	0.95**	0.89*	0.73**	0.85**	0.75**

* و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ ٪ و ۱ ٪.

* and **: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

†: The species are including: Cau, *caudate*; Cra, *crassa*; Cyl, *cylindrica*; Neg, *neglecta*; Spe, *speltoides*; Tau, *tauschii*; Tri, *triuncialis*; Umb, *umbelulata*.

با توجه به نتایج به‌دست آمده در این زمینه می‌توان نتیجه گرفت که روابط بین صفات با ساختار ژنومی مرتبط بوده است. به‌عنوان نمونه، در گونه‌های برخوردار از ژنوم DM عملکرد دانه با شاخص برداشت رابطه معنی‌داری نشان نداد. از طرف دیگر، رابطه بین عملکرد دانه و طول پدانکل با ژنوم U مرتبط بود و عملکرد دانه با طول پدانکل تنها در گونه *Ae. umbellulata* همبستگی مثبت و معنی‌داری نشان داد. رابطه بین عملکرد دانه و طول برگ

نیز مرتبط با ژنوم C بود، چرا که در گونه‌های برخوردار از این ژنوم رابطه بین این دو صفت معنی‌دار بود. سایر روابط بین صفات و ساختار ژنومی در جدول ۴ قابل مشاهده است. به‌طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که در بین صفات مختلف ارتفاع بوته، تعداد دانه در سنبلچه، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه از مهم‌ترین صفات مرتبط با عملکرد دانه می‌باشند. پیش از این در مطالعه‌ای که توسط بلای و همکاران (Belay *et al.*, 1993) جهت ارزیابی روابط بین صفات در توده‌های بومی گندم صورت گرفت، بین عملکرد دانه و سه مؤلفه اصلی عملکرد (تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبلچه و وزن دانه) همبستگی مثبتی گزارش شد. شهیدمسعود و همکاران (Shahid-Massod *et al.*, 2005) نیز در بررسی تنوع فنوتیپی و ارزیابی تنوع بین توده‌های بومی گندم مربوط به نواحی بلوچستان و پاکستان رابطه مثبتی بین عملکرد دانه با تعداد دانه در سنبله و تعداد سنبلچه مشاهده کردند. مقدم و همکاران (Moghaddam *et al.*, 1997) نیز در بررسی تنوع ژنتیکی و روابط بین صفات زراعی در توده‌های بومی گندم مربوط به نواحی جنوب ایران همبستگی مثبتی بین عملکرد دانه با تعداد دانه در سنبله، تعداد روز تا ظهور سنبله و عملکرد بیولوژیک گزارش کردند.

تجزیه به مؤلفه‌های اصلی به عنوان روشی برای کاهش حجم داده‌ها و توصیف ارتباط بین دو یا چند صفت و همچنین برای تقسیم واریانس کل به تعداد محدودی متغیرهای جدید تعریف شده است و از اینرو می‌تواند تجسمی از تفاوت‌های میان افراد و تعیین گروه‌های احتمالی را فراهم کند. در واقع در این روش تنوع کلی موجود در داده‌های اولیه به اجزای جدیدتری شکسته خواهد شد (Mohammadi and Prasanna, 2002). در این مطالعه، تجزیه به مؤلفه‌های اصلی صفات فنولوژیکی و آگرو- مورفولوژیک اندازه‌گیری شده در گونه‌های مختلف آژیلوپس با در نظر گرفتن مقادیر ویژه بزرگ‌تر از یک موجب استخراج سه مؤلفه اصلی شد که در مجموع ۷۹/۹۵ درصد از تغییرات بین نمونه‌ها را توجیه کردند (ضرایب مؤلفه‌های اصلی و درصد واریانس توجیهی نشان داده نشده است). مؤلفه اول با توجیه ۴۹/۶۱ درصد با صفات تعداد پنجه بارور در بوته، عملکرد دانه و شاخص برداشت مرتبط بود. مؤلفه دوم نیز با توجیه ۱۸/۲۷ درصد از کل تغییرات موجود در بین نمونه تنها با صفت بیوماس خشک بخش‌های هوایی در ارتباط بود. سومین مؤلفه اصلی نیز ۱۲/۰۶ درصد از تغییرات بین نمونه‌ها را توجیه نمود و صفات فنولوژیکی همچون تعداد روز تا مرحله آبستنی، روز تا ظهور سنبله، روز تا گرده افشانی و رسیدگی فیزیولوژیکی و همچنین صفات تعداد دانه در سنبلچه و وزن هزار دانه در این مؤلفه دارای بیشترین ضرایب بودند.

جهت گروه‌بندی نمونه‌های مختلف آژیلوپس از تجزیه خوشه‌ای به روش وارد (Ward's) استفاده شد. با توجه به بیش‌ترین فاصله بین گروه‌ها، نمونه‌های مختلف در چهار گروه اصلی گروه‌بندی شدند (شکل ۲). بر اساس این گروه‌بندی، گروه اول شامل تمام نمونه‌های مربوط به گونه *Ae. speltoides*، ۱۴ نمونه از گونه *Ae. cylindrica* و ۱۲ نمونه از گونه *Ae. tauschii* بود. از ۱۴ نمونه مربوط به گونه *Ae. crassa*، ۱۳ نمونه به تنهایی گروه دوم را تشکیل دادند. گروه سوم در برگیرنده تمامی نمونه‌های مربوط به گونه *Ae. umbellulata* بود. گروه چهارم دارای بیشترین تعداد نمونه بود، به‌طوری که کلیه نمونه‌های مربوط به گونه *Ae. coudata*، *Ae. triuncialis* و *Ae. neglecta* به‌همراه برخی از نمونه‌های مربوط به گونه‌های *Ae. cylindrica* و *Ae. tauschii* نیز در این گروه قرار گرفتند. به‌منظور بررسی سهم صفات مورد بررسی در ایجاد هر گروه، انحراف میانگین هر گروه از میانگین کل برای کلیه صفات محاسبه و نتایج آن در جدول ۵ ارایه شد. ارزش فنوتیپی انحراف از میانگین کل در گروه اول برای تمام صفات به جز دوره پر شدن دانه، تعداد گره در ساقه، تعداد پنجه‌های بارور در بوته، تعداد دانه در سنبلچه، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و شاخص برداشت مثبت بود. بنابراین به نظر می‌رسد نمونه‌های موجود در این گروه در برنامه اصلاحی جهت بهبود صفات رویشی همچون شاخص سطح برگ، ارتفاع بوته، طول پدانکل و به واسطه آن تجمع و انتقال مجدد آسیمیلات‌های ساقه مورد استفاده قرار گیرند. گروه دوم شامل نمونه‌های زودرس بوده و از نظر عملکرد و اجزای آن از ارزش فنوتیپی بیشتری نسبت به میانگین کل برخوردار بود. این در حالی است که تمام صفات فنولوژیکی، ارتفاع بوته، طول پدانکل، تعداد گره در ساقه و تعداد پنجه‌های بارور نسبت به سایر گروه‌ها دارای کمترین مقدار خود هستند. به نظر می‌رسد کوتاه‌تر شدن طول دوره رشد گیاه یکی از راهبردهای فرار از خشکی است (Blum, 1996)، از این‌رو می‌توان اظهار داشت که از نمونه‌های موجود در این گروه در اصلاح برای

مقابله با تنش‌های محیطی به ویژه خشکی بتوان استفاده کرد که به موجب آن لازمه فرار از شرایط خشکی برای گیاه فراهم شود. از نظر ارزش فنوتیپی عملکرد دانه و سه مؤلفه‌های اصلی آن، نمونه‌های موجود در گروه سوم دارای ارزشی بیشتر از میانگین کل بودند که می‌توان این برتری را به مثبت بودن تعداد پنجه‌های بارور در بوته نسبت داد. گروه چهارم از نظر کلیه صفات به جز روز تا ظهور سنبله، روز تا رسیدگی فیزیولوژیک، دوره پر شدن دانه، ارتفاع بوته، طول پدانکل و تعداد پنجه بارور در بوته ارزش بیشتری از میانگین کل داشت (جدول ۵). بنابراین با در نظر گرفتن نتایج مقایسه میانگین گونه‌ها (جدول ۳) و ارزش‌های فنوتیپی محاسبه شده برای هر گروه، می‌توان گونه‌های برتر از نظر صفات مختلف را به‌منظور ارزیابی دقیق‌تر شناسایی و شرایط لازم جهت بهره‌مندی از آن‌ها را در برنامه‌های اصلاحی فراهم ساخت.

جهت گروه‌بندی نمونه‌های مختلف آژیلوپس از تجزیه خوشه‌ای به روش وارد (Ward's) استفاده شد. با توجه به بیش‌ترین فاصله بین گروه‌ها، نمونه‌های مختلف در چهار گروه اصلی گروه‌بندی شدند (شکل ۱). بر اساس این گروه‌بندی، گروه اول شامل تمام نمونه‌های مربوط به گونه *Ae. speltoides*، ۱۴ نمونه از گونه *Ae. cylindrica* و ۱۲ نمونه از گونه *Ae. tauschii* بود. از ۱۴ نمونه مربوط به گونه *Ae. crassa*، ۱۳ نمونه به تنهایی گروه دوم را تشکیل دادند. گروه سوم در برگیرنده تمامی نمونه‌های مربوط به گونه *Ae. umbellulata* بود. گروه چهارم دارای بیشترین تعداد نمونه بود، به طوری که کلیه نمونه‌های مربوط به گونه *Ae. coudata*، *Ae. triuncialis* و *Ae. neglecta* به همراه برخی از نمونه‌های مربوط به گونه‌های *Ae. cylindrica* و *Ae. tauschii* نیز در این گروه قرار گرفتند. به منظور بررسی سهم صفات مورد بررسی در ایجاد هر گروه، انحراف میانگین هر گروه از میانگین کل برای کلیه صفات محاسبه گردید و نتایج آن در جدول ۵ درج گردیده است. ارزش فنوتیپی انحراف از میانگین کل در گروه اول برای تمام صفات به جز دوره پر شدن دانه، تعداد گره در ساقه، تعداد پنجه‌های بارور در بوته، تعداد دانه در سنبلچه، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و شاخص برداشت مثبت بود. بنابراین به نظر می‌رسد نمونه‌های موجود در این گروه در برنامه اصلاحی جهت بهبود صفات رویشی مانند شاخص سطح برگ، ارتفاع بوته، طول پدانکل و به واسطه آن تجمع و انتقال مجدد آسیمیلات‌های ساقه مورد استفاده قرار گیرند. گروه دوم شامل نمونه‌های زودرس بوده و از نظر عملکرد و اجزای آن از ارزش فنوتیپی بیشتری نسبت به میانگین کل برخوردار بود. این در حالی است که تمام صفات فنولوژیکی، ارتفاع بوته، طول پدانکل، تعداد گره در ساقه و تعداد پنجه‌های بارور نسبت به سایر گروه‌ها دارای کمترین مقدار خود هستند. به نظر می‌رسد کوتاه‌تر شدن طول دوره رشد گیاه یکی از راهبردهای فرار از خشکی است (Blum, 1996)، از این‌رو می‌توان اظهار داشت که از نمونه‌های موجود در این گروه در اصلاح برای مقابله با تنش‌های محیطی به ویژه خشکی بتوان استفاده نمود که به موجب آن لازمه فرار از شرایط خشکی برای گیاه فراهم گردد. از نظر ارزش فنوتیپی عملکرد دانه و سه مؤلفه‌های اصلی آن، نمونه‌های موجود در گروه سوم دارای ارزشی بیشتر از میانگین کل بودند که می‌توان این برتری را به مثبت بودن تعداد پنجه‌های بارور در بوته نسبت داد. گروه چهارم از نظر کلیه صفات به جز روز تا ظهور سنبله، روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی، دوره پر شدن دانه، ارتفاع بوته، طول پدانکل و تعداد پنجه‌های بارور در بوته ارزش بیشتری از میانگین کل را داشت (جدول ۵). بنابراین با در نظر گرفتن نتایج حاصل از مقایسه میانگین گونه‌ها (جدول ۳) و ارزش فنوتیپی محاسبه شده برای هر گروه، می‌توان گونه‌های برتر از نظر صفات مختلف را جهت ارزیابی دقیق‌تر شناسایی و شرایط لازم جهت بهره‌مندی از آن‌ها را در برنامه‌های اصلاحی فراهم ساخت.

علاوه بر این، ضرایب تشابه ژنتیکی بین گونه‌های مورد مطالعه برآورد گردید (ضرایب تشابه ژنتیکی نشان داده نشده است)، به‌طوری که بیشترین تشابه ژنتیکی به‌ترتیب بین گونه‌ها *Ae. triuncialis* با *Ae. coudata* و *Ae. neglecta* مشاهده شد. تشابه گونه *Ae. tauschii* با گونه‌های *Ae. cylindrica* و *Ae. crassa* نیز نسبت به سایر گونه‌ها بیشتر بود. گونه *Ae. cylindrica* با *Ae. coudata* نیز تشابه ژنتیکی بالایی داشت. کمترین میزان تشابه نیز بین گونه‌های *Ae. umbellulata* و *Ae. speltoides* مشاهده شد. دندروگرام حاصل از ماتریس تشابه ژنتیکی به‌دست آمده بر اساس صفات آگرو-مورفولوژیک، گونه‌های مورد مطالعه را در دو گروه کلی گروه‌بندی کرد (شکل ۲).

گروه اول شامل گونه‌های *Ae. coudata*، *Ae. neglecta*، *Ae. triuncialis*، *Ae. umbellulata* و *Ae.*

crassa بود. گونه‌های *Ae. speltoides*، *Ae. tauschii* و *Ae. cylindrica* نیز در گروه دوم قرار گرفتند. به‌طور کلی نتایج حاصل از ضرایب تشابه ژنتیکی و گروه‌بندی‌های به‌دست آمده از تجزیه خوشه‌ای بیانگر وجود رابطه فیلوژنتیک بین گونه‌ها می‌باشد. به‌عنوان مثال گونه‌های *Ae. coudata* و *Ae. umbellulata* به‌ترتیب به عنوان والد دهنده ژنوم‌های C و U به گونه *Ae. triuncialis* (Kimber and Zhao, 1983) و گونه *Ae. tauschii* به عنوان والد دهنده ژنوم D به گونه *Ae. cylindrica* (Kihara, 1963) در یک گروه قرار گرفتند.

از این‌رو به‌نظر می‌رسد که صفات آگرو- مورفولوژیک اندازه‌گیری‌شده در این تحقیق، بدون در نظر گرفتن تفاوت در سطح پلوئیدی گونه‌های مورد مطالعه، تا حد زیادی قادر به تمایز گونه‌ها و نشان دادن رابطه فیلوژنتیک آن‌ها بوده‌اند. پیش از این آقایی و همکاران (Aghaei *et al.*, 2008) نیز به منظور بررسی تنوع ژنتیکی بین و درون جمعیت‌های گندم وحشی دیپلوئید *Ae. tauschii* از صفات مرتبط با سنبله استفاده کردند. در مطالعه آن‌ها، سطح بالایی از تنوع بین و درون این جمعیت‌ها گزارش شد به طوری که مشخص گردید که گونه *Ae. tauschii* در ایران دارای دو زیر گونه بوده که هر یک از آن‌ها دارای مورفولوژی سنبله متمایزی از هم می‌باشند. در این مطالعه نیز بر اساس شاخص شانون سطح بالایی از تنوع برای صفات مربوط به سنبله همچون طول اصلی سنبله، تعداد سنبلچه در سنبله و تعداد دانه در سنبله مشاهده شد. بنابراین به نظر می‌رسد مورفولوژی سنبله می‌تواند به عنوان شاخص فنوتیپی مناسبی در نشان دادن تنوع موجود در خویشاوندان وحشی گندم در نظر گرفته شود. علاوه بر صفات مورفولوژیک، صفات فنولوژیکی نیز در ارزیابی‌های تنوع ژنتیکی به‌عنوان شاخص‌های تنوع در نظر گرفته می‌شوند. کاراگز و همکاران (Karagoz *et al.*, 2006) و راواشده و همکاران (Rawashded *et al.*, 2007) نیز در بررسی جمعیت‌هایی از گونه‌های مختلف آژیلوپس و ارقام بومی گندم، تنوع ژنتیکی درون و بین گونه‌ای قابل ملاحظه‌ای برای صفات آگرو- مورفولوژیک به‌ویژه ارتفاع بوته، تعداد ساقه، طول سنبله و نیز تعداد روز تا ظهور سنبله را گزارش کردند. در مطالعه حاضر نیز صفات روز تا ظهور سنبله، رور تا گرده‌افشانی، دوره پر شدن دانه و روز تا رسیدگی فیزیولوژیک از تنوع قابل توجه‌ای برخوردار بودند.

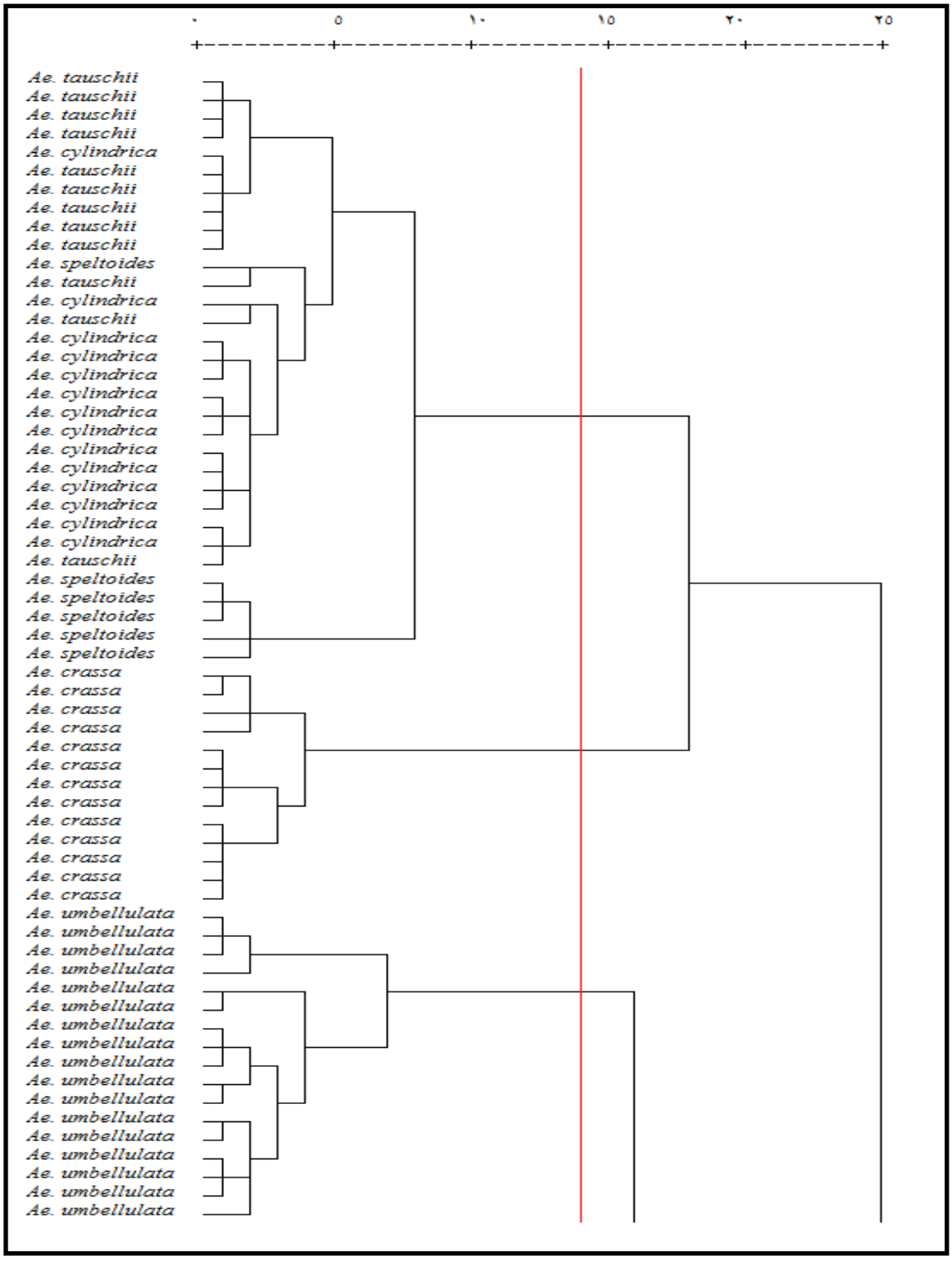
خویشاوندان وحشی گندم به‌طور فزاینده‌ای در سیستم‌های کشاورزی جهان اهمیت پیدا کرده‌اند و مهم‌ترین منابع ژنی برای اصلاح نباتات به شمار می‌آیند، زیرا حاوی ژن‌های مفیدی برای مقاومت به آفات و بیماری‌ها، خشکی، شوری و حتی بهبود عملکرد و نیز سازگاری به تنش‌های حاصل از تغییرات شرایط آب و هوایی هستند. از این‌رو، ارزیابی تنوع ژنتیکی و شناسایی همه جانبه صفات زراعی و مورفولوژیک و نیز دسته‌بندی منابع ژرم‌پلاسم از نظر درجه خویشاوندی و تهیه بانک اطلاعاتی، استفاده از این منابع را در برنامه‌های به‌نژادی آسان‌تر می‌کند. به‌عنوان نمونه، در برخی از مطالعات، گونه *Ae. tauschii* به‌عنوان یکی از منابع بخشنده ژن‌های مقاومت به تنش خشکی و سرما مطرح شده است (Sohail *et al.*, 2011; Masoomi-Aladizgeh *et al.*, 2015). علاوه بر این، در بسیاری از مطالعات به قابلیت گونه *Ae. cylindrical* در مقابله با به تنش‌های خشکی و شوری اشاره شده است (Econopouly *et al.*, 2013; Arabbeigi *et al.*, 2014). بنابراین استفاده از این ذخایر برای توسعه پایه ژنتیکی و اصلاح ارقام مدرن یکی از الزامات اساسی در برنامه‌های اصلاحی به شمار می‌آیند.

جدول ۵- میانگین، انحراف از میانگین کل و انحراف استاندارد صفات اندازه‌گیری شده در گروه‌های مختلف حاصل از تجزیه خوشه‌ای

Table 5. Mean, deviation of total mean and standard deviation of measured traits in different groups derived by cluster analysis

Trait	صفت	خوشه اول 1st cluster			خوشه دوم 2nd cluster			خوشه سوم 3rd cluster			خوشه چهارم 4rth cluster			مجموع Total	
		M	Di	SD	M	Di	SD	M	Di	SD	M	Di	SD	Mean	SD
Days-to-booting	روز تا مرحله آبستنی	165.56	2.62	3.60	159.42	-3.52	5.28	160.21	-2.73	5.19	163.12	0.18	3.61	162.94	4.59
Days-to-heading	روز تا ظهور سنبله	175.52	4.98	4.71	166.21	-4.32	6.71	165.16	-5.37	4.29	170.28	-0.25	5.45	170.53	6.40
Days-to-anthesis	روز تا گرده افشانی	181.59	6.75	6.65	169.27	-5.57	5.57	171.21	-3.63	3.69	173.10	-1.74	6.55	174.84	7.56
Days-to-maturity	روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی	206.55	4.19	2.93	196.64	-5.72	5.57	197.85	-4.52	4.12	202.74	0.37	3.67	202.37	5.16
Grain filing period	دوره پر شدن دانه	24.96	-2.57	5.81	27.38	-0.15	4.71	26.64	-0.89	3.91	29.64	2.11	6.28	27.53	5.94
Plant height (cm)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	29.31	3.95	8.85	23.88	-1.48	2.64	17.38	-7.98	3.89	25.97	0.61	5.86	25.36	7.43
Peduncle length (cm)	طول پدانکل (سانتی‌متر)	5.73	0.46	5.11	4.82	-0.45	4.23	4.46	-0.81	2.46	5.37	0.10	1.85	5.27	3.47
Leaf length (cm)	طول برگ (سانتی‌متر)	6.16	1.20	1.71	9.72	4.76	1.69	2.06	-2.90	0.54	3.89	-1.08	1.55	4.97	2.69
Leaf width (cm)	عرض برگ (سانتی‌متر)	0.53	0.06	0.10	0.83	0.36	0.11	0.26	-0.21	0.04	0.40	-0.07	0.11	0.47	0.19
No. of stem node	تعداد گره در ساقه	3.13	-0.13	0.53	2.54	-0.72	0.56	3.21	-0.06	0.55	3.57	0.31	0.61	3.26	0.65
Stem diameter (cm)	قطر ساقه (سانتی‌متر)	1.54	0.07	0.25	2.35	0.88	0.17	1.06	-0.41	0.10	1.32	-0.14	0.18	1.47	0.41
No. of fertile tillers	تعداد پنجه بارور در بوته	23.71	-11.39	10.03	17.89	-17.20	6.20	52.72	17.62	37.94	41.24	6.14	16.69	35.10	22.46
Spike length (cm)	طول سنبله (سانتی‌متر)	9.20	2.62	1.91	9.73	3.15	0.80	2.22	-4.35	0.31	5.49	-1.08	1.92	6.57	3.07
No. of spikelet	تعداد سنبلچه در سنبله	8.42	2.34	1.22	7.55	1.47	1.03	3.67	-2.42	0.71	4.96	-1.12	1.76	6.08	2.30
No. of grain per spikelet	تعداد دانه در سنبلچه	2.03	-0.51	0.29	3.09	0.55	0.40	4.36	1.82	0.72	2.08	-0.46	0.36	2.54	0.95
No. of grain per spike	تعداد دانه در سنبله	16.98	2.20	3.20	23.23	8.46	4.02	16.49	1.71	4.49	10.32	-4.46	4.08	14.78	5.83
1000-grain weight (g)	وزن هزار دانه (گرم)	0.82	-0.18	0.22	1.63	0.63	0.21	0.96	-0.04	0.27	0.96	-0.04	0.19	1.00	0.32
Grain yield per plant (g)	عملکرد دانه در بوته (گرم)	3.32	-1.43	2.43	6.43	1.69	2.29	8.30	3.55	5.70	3.97	-0.78	1.59	4.75	3.37
Biomass (g)	بیوماس اندام‌های هوایی (گرم)	33.78	2.20	13.69	35.94	4.36	15.41	36.43	4.85	21.05	27.13	-4.46	8.66	31.58	13.92
Harvest index	شاخص برداشت	10.47	-5.43	7.16	17.05	1.16	6.15	29.75	13.86	14.99	14.26	-1.64	7.20	15.90	10.70

†: M, Di and SD indicate mean, deviation from total mean and standard deviation, respectively. †: M، Di و SD : به‌ترتیب نشان‌دهنده میانگین گروه، انحراف از میانگین کل و انحراف استاندارد هستند.



شکل ۱- تجزیه خوشه‌ای نمونه‌های آژیلوپس با استفاده از کلیه صفات ارزیابی شده بر مبنای روش حداقل واریانس "وارد"

Figure 1. Cluster analysis of *Aegilops* accessions using all measured traits by Ward's minimum variance method

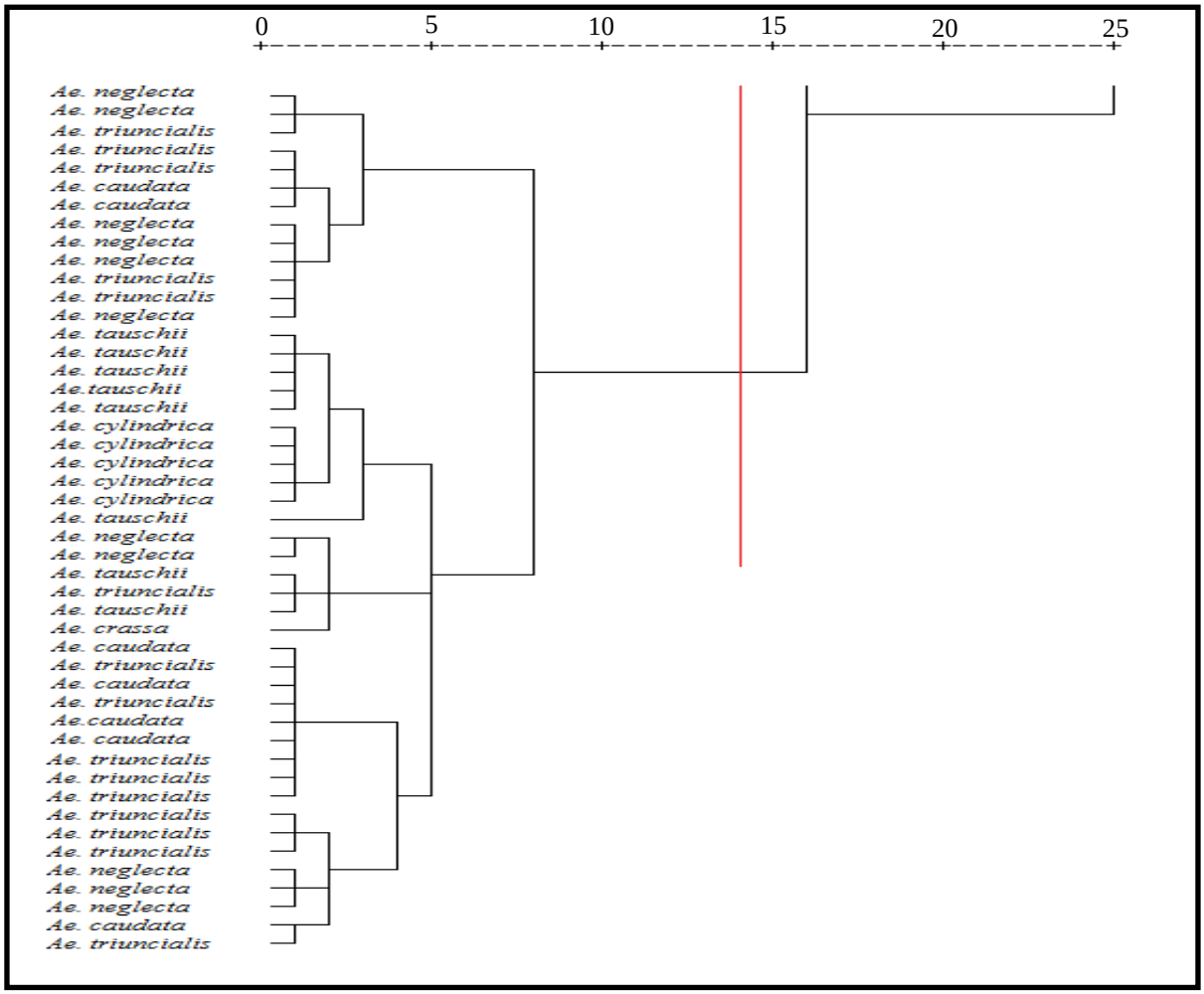
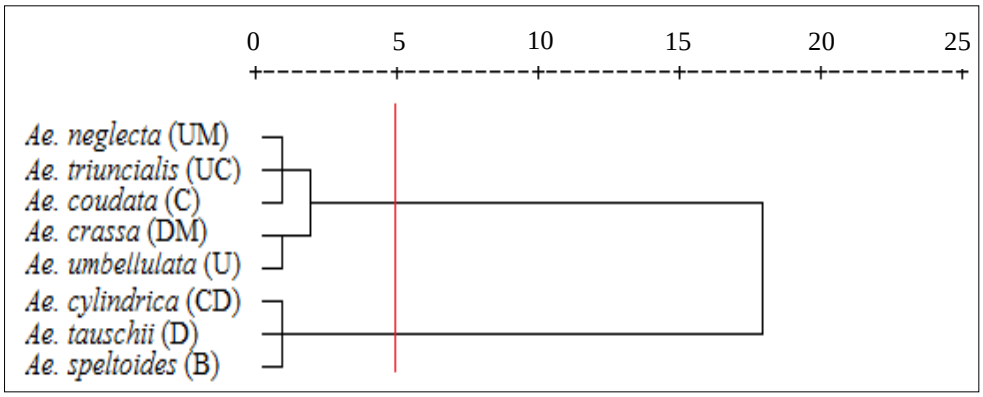


Figure 1. Continued

شکل ۱- ادامه



شکل ۲- تجزیه خوشه‌ای گونه‌های آژیلوپس بر اساس کلیه صفات ارزیابی شده با استفاده از روش "وارد"

Figure 2. Cluster analysis of *Aegilops* species based on all measured traits using Ward's method

نتیجه‌گیری کلی

به‌طور کلی نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که جمعیت‌های آژیلوپس بومی ایران به‌عنوان نزدیک‌ترین خویشاوندان وحشی گندم، تنوع قابل ملاحظه‌ای از نظر صفات آگرو- مورفولوژیک دارند. با توجه به تنوع وسیع و پراکنش جغرافیایی این گونه‌ها در نواحی مختلف ایران، شناسایی و استفاده از آن‌ها در برنامه‌های اصلاحی به منظور انتقال ژن‌های مفید به گونه‌های زراعی می‌تواند موجبات تولید ارقام جدید با ویژگی‌های مطلوب را فراهم کند. افزون بر این، وجود این تنوع ژنتیکی ضرورت توجه ویژه به این ژرم‌پلاسم‌ها و جمع‌آوری و نگهداری آن‌ها را بیشتر نمایان می‌کند.

References

Aghaei, M. J., Mozafari, J., Taleei, A. R., Naghavi, M. R. and Omidi, M. 2008. Distribution and diversity of *Aegilops tauschii* in Iran. **Genetic Resource and Crop Evolution** 55: 341-349.

Arabbeigi, M., Arzani, A., Majidi, M. M., Kiani, R., Tabatabaei, B. E. S. and Habibi, F. 2014. Salinity tolerance of *Aegilops cylindrica* genotypes collected from hyper-saline shores of Urmia Salt Lake using physiological traits and SSR markers. **Acta Physiologiae Plantarum** 36: 2243-2251.

Asma, B. M., Kan, T. and Birhanli, O. 2007. Characterization of promising apricot (*Prunus armenica* L.) genetic resources in Malatya, Turkey. **Genetic Resources and Crop Evolution** 54: 205-212.

Barulina, H. I. 1930. Lentil of the USSR and other countries. **Bulletin of Applied Botanical Plant Breeding** 40: 1-319.

Belay, G., Tesemma, T., Becker, H. C. and Merker, A. 1993. Variation and interrelationships of agronomic traits in Ethiopian tetraploid wheat landraces. **Euphytica** 71: 181-188.

Blum, A. 1996. Crop responses to drought and the interpretation of adaptation. **Plant Growth Regulation** 20: 135-140.

Borner, A., Plaschke, J., Korzun, V. and Worland, A. J. 1996. The relationships between dwarfing genes of wheat and rye. **Euphytica** 89: 69-75.

Chaudhray, P., Gauchan, D. R. B., Rana, B., Sthapit, R. and Jarvis, D. I. 2004. Potential loss of rice landraces from a terai community in Nepal: A case study from Kachrowa, Bara. **Plant Genetic Resources Newsletter** 137: 14-21.

Econopouly, B., Mckay, J., Westra, P., Reid, S., Helm, A. and Byrne, P. 2013. Phenotypic diversity of *Aegilops cylindrica* (jointed goatgrass) accessions from the western United States under irrigated and dryland conditions. **Agriculture, Ecosystems and Environment** 164: 244-251.

Eticha, F., Bekele, E., Belay, G. and Borner A., 2005. Phenotypic diversity in durum wheat collected from Bale and Wello regions of Ethiopia. **Plant Genetic Resources** 3: 35-43.

Hosseini S. Z. and Rahiminejad M. R. 2014. Notes on *Aegilops cylindrica* (*Triticeae*, *Poaceae*) in Iran. **Taxonomy and Biosystematics** 21: 51-58.

Hurd, E. A. 1971. Can we breed for drought resistance? In: Larson K. L. and Rachter J. D. (Eds.). Drought injury and resistance Crop. CSSA Special Publication II, Crop Science Society of America, USA. pp: 77-88.

Karagoz, A., Planali, N. and Polat, T. 2006. Agro-morphological characterization of some wild wheat (*Aegilops* L. and *Triticum* L.) species. **Turkish Journal of Agriculture and Forestry** 30: 387-398.

Kihara, H. 1963. Interspecific relationship in *Triticum* and *Aegilops*. G**rain Genes Journal Report: Seiken-Ziho** 15: 1-12.

Kimber, G. and Feldman, M. 1987. Wild wheat: An introduction. Special Report No. 353, University of Missouri, Columbia.

Kimber, G. and Zhao, Y. H. 1983. The D genome of the *Triticeae*. **Canadian Journal of Genetics and Cytology** 25: 581-589.

Masoomi-Aladizgeh, F., Aalami, A, Esfahani, M., Aghaei, M. J. and Mozaffari, K. 2015. Identification of CBF14 and NAC2 genes in *Aegilops tauschii* associated with resistance to freezing stress. **Applied Biochemistry and Biotechnology** 176: 1059-1070.

Moghaddam, M., Ehdaie, B. and Waines, J. G. 1997. Genetic variation and interrelationships of agronomic characters in landraces of bread wheat from southeastern Iran. **Euphytica** 95: 361-369.

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.

Motzo, R. and Giunta, F. 2007. The effect of breeding on the phenology of Italian durum wheats: From landraces to modern cultivars. **Agronomy** 26: 462-470.

Pathak, N. N. and Nema, D. P. 1985. Genetic advance in landrace of wheat. **The Indian Journal of Agricultural Sciences** 55: 478-479.

Pour Siahbidi, M. M., Pour Aboughadareh, A. R., Tahmasebi, G. R., Teymoori, M. and Jasemi, M. 2013. Evaluation of genetic diversity and interrelationships of agro-morphological characters in durum wheat (*Triticum durum* Desf.) lines using multivariate analysis. **International Journal of Agriculture: Research and Review** 3: 184-194.

Poursiahbidi, M. M., Pour-Aboughadareh, A., Tahmasebi, G., Seyedi, A. Jasemi, M. 2012. Factor analysis of agro-morphological characters in durum wheat (*Triticum durum* Desf.) lines. **International Journal of Agriculture and Crop Sciences** 4: 1758-1762.

Rawashdeh, N. K., Haddad, N. I., Al-Ajlouni, M. M. and Turk, M. A. 2007. Phenotypic diversity of durum wheat (*Triticum durum* Desf.) from Jordan. **Genetic Resource and Crop Evolution** 54: 129-138.

Schneider, A., Molnar, I. and Molnar-Long, M. 2008. Utilisation of *Aegilops* (goatgrass) species to widen the genetic diversity of cultivated wheat. **Euphytica** 163: 1-19.

Shahid-Masood, M., Javaid, A., Ashiq Rabbani, M. and Anwar, R. 2005. Phenotypic diversity and trait association in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) landraces from Baluchistan, Pakistan. **Pakistan Journal of Botany** 37: 949-957.

Shannon, C. E. and Weaver, W. 1949. The mathematical theory of communication. University of Illinois Press, Urbana, IL, USA.

Shiri, M., Mehrabi, A. A., Shahriyari, F. A. and Bagherii, A. R. 2010. Evaluation of genetic diversity of wild einkorn wheats in west and northwest Iran using SSR Markers. **Journal of Applied Biology** 8: 125-136. (In Persian with English Abstract).

Sneath, P. H. A. and Sokal, R. R. 1973. Numerical taxonomy: The principals and practice of numerical classification. Freeman, San Francisco, CA, USA.

Sohail, Q., Inoue, T., Tanaka, H., Eltayeb, A. E., Matsuoka, Y. and Tsujimouka, H. 2011. Applicability of *Aegilops tauschii* drought tolerance traits to breeding of hexaploid wheat. **Breeding Science** 61: 347-357.

Taghipour, Z., Asghari-Zakaria, R., Zare, N. and Zadeh, S. 2014. Evaluation of drought stress tolerance in several populations of *Aegilops triuncialis*. **Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research** 22: 55-66. (In Persian with English Abstract).

Van-Slageren, M. W. 1994. Wild wheats: A Monograph of *Aegilops* L. and *Amblyopyrum* (Jaub. and Spach) Eig (Poaceae). Agricultural University Wageningen, The Netherlands, ICARDA, Aleppo, Syria.

University of Guilan
Faculty of Agricultural Sciences

Cereal Research
Vol. 7, No. 4, Winter 2018 (533-549)

Assessment of agro-morphological diversity existing in some of *Aegilops* species

Ali Reza Pour-Aboughadareh[1], Jafar Ahmadi[2*], Ali Ashraf Mehrabi[3], Alireza Etminan[4] and Mohammad Moghaddam[5]

Received: July 20, 2016 Accepted: February 25, 2017

Abstract

The genus of *Aegilops* is an important wild relative of common wheat, and the species in this genus have a key role in hexaploid wheat evolution and they are the donor of D and B genomes, directly and indirectly. To assess the agro-morphological variation in Iranian *Aegilops* species, 109 accessions belonging to 8 species collected from different areas of Iran were evaluated. Statistical parameters for traits were calculated and Shannon's index and phenotypic coefficient of variance were used to estimate genetic diversity. The results of descriptive statistics showed a considerable variation between and within different species. The highest value of the coefficient of variance was observed for grain yield, harvest index, plant height, number of fertile tillers, leaf width, leaf length and biomass, respectively. In addition, the highest Shannon's index was belonged to main spike length, leaf width, number of spikelets per spike and number of grain per spike, respectively. Correlation coefficients between grain yield and other characteristics in the studied species was different and related to their genomic structure. Principal component analysis identified three components that explained 79.95% of the total variation of measured traits. Dendrogram obtained from cluster analysis revealed that phonological and agro-morphological traits could be distinguished different species from each other. In total, the results of this research revealed that there is a high level of genetic diversity in different species of Iranian *Aegilops* and therefore special attention to this germplasm is necessary.

Keywords: Genetic diversity, Multivariate analysis, Shannon's index, Wild relatives

1. Ph. D. Student, Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran
2. Prof., Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran
3. Assoc. Prof., Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran
4. Assist. Prof., Dept. of Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Kermanshah Branch, Islamic Azad University, Kermanshah, Iran
5. Prof., Dept. of Plant Breeding and Biotechnology, Faculty of Agriculture, Tabriz University, Tabriz, Iran
[*] Corresponding author: njahmadi910@yahoo.com