

بررسی وراثت‌پذیری ویژگی‌های آگرو-مورفولوژیکی و ارتباط تنوع ژنتیکی با عوامل جغرافیایی در جمعیت‌های وحشی گندم اینکورن غرب و شمال غرب کشور

علیرضا پورابوقداره^{۱*}، محمد مقدم^۲، سید سیامک علوی کیا^۳ و علی‌اشرف مهرابی^۴

* نویسنده مسئول مکاتبات، دانشجوی دکترای اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، قزوین

پست الکترونیک: a.poraboghadareh@edu.ikiu.ac.ir

۲- استاد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

۳- استادیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

۴- دانشیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۸/۰۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۱/۰۹

چکیده

به منظور بررسی وراثت‌پذیری صفات آگرو-مورفولوژیکی و همچنین ارتباط تنوع ژنتیکی با عوامل جغرافیایی در جمعیت‌های گندم وحشی اینکورن (۴۱ جمعیت شامل ۳۳ جمعیت از گونه *T. boeoticum* و ۸ جمعیت از گونه *T. urartu*) آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در ایستگاه تحقیقاتی دانشگاه تبریز انجام شد. بر اساس نتایج تجزیه واریانس بین جمعیت‌ها از نظر کلیه صفات به جز تعداد کل پنجه‌ها و پنجه‌های بارور اختلاف معنی‌داری وجود داشت. مقایسه میانگین گروهی نیز اختلاف معنی‌داری را بین دو گونه مورد بررسی از نظر تمامی صفات به جز عرض برگ، وزن کل سنبله‌ها و شاخص برداشت نشان داد. مقادیر وراثت‌پذیری و ضرایب تنوع نیز بیانگر سطح بالایی از تنوع صفات آگرو-مورفولوژیک در این گونه‌ها بودند. بر اساس ضرایب همبستگی رابطه مثبت و معنی‌داری بین بیشتر صفات مشاهده شد. با وجود این تنها همبستگی بین عرض جغرافیایی با طول سنبله و ارتفاع از سطح دریا با تعداد کل پنجه‌ها مثبت و معنی‌دار بود. دندروگرام‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای جمعیت‌ها را بر اساس کلیه صفات مورد بررسی و همچنین عوامل جغرافیایی به دو گروه کلی تفکیک کردند. به طوری که گروه‌بندی جمعیت‌ها بر اساس هر دو تجزیه تا حد زیادی منطبق با یکدیگر بود و جمعیت‌ها به دلیل داشتن ارتفاع از سطح دریا و عرض جغرافیایی تقریباً یکسان در یک گروه قرار گرفتند. در این مطالعه تنوع فوق‌العاده‌ای از گندم‌های اینکورن در استان‌های کرمانشاه و لرستان مشاهده شد که بیانگر توجه ویژه به ژرم‌پلاسم‌های این مناطق بود.

واژه‌های کلیدی: تجزیه خوشه‌ای، تنوع مورفولوژیکی، روابط صفات، ژرم‌پلاسم، گندم اینکورن

مقدمه

نواحی کوهستانی معتدل در دامنه رشته‌کوه‌های زاگرس در استان‌های غربی و جنوب‌غربی ایران نواحی پیدایش، پراکنش و تنوع گونه‌های گندم وحشی محسوب می‌شوند (Pour-Aboughadareh et al., 2013). به طوری که در گذشته نیز این نواحی به عنوان یکی از بزرگترین مخازن ژنی گندم و یکی از مراکز اصلی پیدایش و اهلی شدن گونه وحشی *T. urartu* و *T. boeoticum* شناخته شده‌اند (Kimber & Feldman, 1987؛ Tabatabaei & Maassomi, 2001). از این رو سطح بالایی از تنوع ژنتیکی بین و درون گونه‌های خویشاوند موجود در این نواحی وجود دارد. از لحاظ ساختار ژنومی گندم در سه گروه دیپلوئید *Einkorn* ($2n=2x=14$)، تتراپلوئید *Emmer* ($2n=4x=28$) و هگزاپلوئید ($2n=6x=42$) قرار می‌گیرد که در بین آنها سه گونه *Triticum boeoticum* Bosis، *Triticum urartu* Them. ex. Gandiltn و *monococcum* متعلق به گندم‌های وحشی دیپلوئید هستند و به عنوان منابع ژنتیکی ارزشمندی برای اصلاح گندم‌های زراعی به‌شمار می‌آیند (Chapman et al., 1976؛ Dvorak, 1976؛ Mizumoto et al., 2002).

تنوع و گزینش دو رکن اصلی هر برنامه اصلاحی بوده و انجام گزینش منوط به وجود تنوع مطلوب از لحاظ هدف مورد بررسی می‌باشد. بررسی‌های متعدد بیانگر این واقعیت است که هنوز از تنوع ژنتیکی درون گونه‌ای گندم به طور کامل استفاده نشده است (Maxted et al., 2006). بنابراین به نظر می‌رسد فارغ از تسلط بر فناوری‌های مدرن، موفقیت در اصلاح نباتات متکی به استفاده از طیف گسترده‌ای از تنوع ژنتیکی موجود در گیاهان زراعی اهلی و گونه‌های وحشی وابسته به آنهاست (De Ponti, 2010). بررسی ساختار و میزان تنوع ژنتیکی در ذخائر توارثی گیاهی، یکی از گام‌های اولیه در بیشتر برنامه‌های اصلاح نباتات محسوب می‌شود و اطلاع از سطح تنوع موجود در ژرم‌پلاسما و

خزانه‌های ژنتیکی می‌تواند برای تشخیص تکرارها در بانک‌های ژنی، غنی‌سازی ذخائر ژنتیکی از طریق انتقال ژن‌های مطلوب و شناسایی ژن‌های مناسب به‌کار رود (Mohammadi & Prasanna, 2003). از این رو می‌توان بیان کرد که خویشاوندان وحشی گیاهان زراعی به‌طور فزاینده به عنوان یک منبع مهم برای بهبود تولید گیاهان و حفظ پایدار اکوسیستم‌های زراعی محسوب می‌شوند. در این رابطه Moghaddam و همکاران (2000) از طریق نشانگرهای ایزوزیمی تنوع ژنتیکی موجود در درون و بین جمعیت‌های گندم وحشی دیپلوئید *T. urartu* را بررسی کردند. در این جمعیت‌ها، که از کشورهای آسیای غربی (سوریه، لبنان، ترکیه، ارمنستان و ایران) جمع‌آوری شده بودند، شاخص‌های تعداد ال-ها در هر مکان ژنی، درصد چندشکلی و متوسط تنوع ژنی محاسبه و گزارش شد. اگرچه در مطالعه آنها مقادیر این شاخص‌ها به‌طور نسبی پایین بود، ولی الگوهای متفاوتی از ساختار ژنتیکی بین مناطق جغرافیایی گوناگون ارائه شد و تنوع درون جمعیتی بالایی در جمعیت‌های ایران (۸۹٪) مشاهده شد. همچنین Naghavi و همکاران (2009) با بررسی ۱۰۰ جمعیت از گونه *T. boeoticum* جمع‌آوری شده از بخش‌های شمال‌غربی تا نواحی جنوب‌غربی ایران سطح بالایی از تنوع ژنتیکی را با استفاده از نشانگرهای مولکولی و ویژگی‌های گیاه‌شناسی درون این گونه‌ها نشان دادند. همچنین Mousavifard و همکاران (2015) در ارزیابی تنوع ژنتیکی موجود در گونه وحشی دیپلوئید جمع‌آوری شده از نواحی شمال‌غربی و غرب ایران با استفاده از نشانگرهای مولکولی سطح بالایی از تنوع بین و درون گونه‌ای را در گونه‌های *T. urartu* و *T. boeoticum* گزارش کردند.

در به‌نژادی و تولید ارقام جدید، دسترسی به تنوع ژنتیکی، اطلاع از ساختار ژنتیکی و نحوه توارث صفات مختلف ضروریست. زیرا با بکارگیری صحیح از این تنوع می‌توان ارقام جدید با ویژگی‌های مورد نظر را

کاشت به طول یک متر و عرض ۲۰ سانتی‌متر بود و فاصله بین بوته‌ها ۱۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. در طول فصل زراعی صفاتی مانند روز تا ظهور سنبله، ارتفاع بوته، طول برگ دوم (از بالا)، عرض برگ دوم (از بالا)، طول سنبله اصلی، تعداد کل پنجه‌ها، تعداد پنجه‌های بارور در هر بوته، وزن کل سنبله‌ها، تعداد سنبلچه در سنبله اصلی، تعداد دانه در سنبله اصلی، عملکرد دانه در بوته، بیوماس بخش‌های هوایی و شاخص برداشت اندازه‌گیری شدند. شاخص برداشت با استفاده از نسبت وزن دانه به وزن کل بوته محاسبه شد. بعد از جمع‌آوری داده‌ها و برقراری فرض‌های تجزیه واریانس، تجزیه واریانس برای صفات اندازه‌گیری شده در جمعیت‌های مورد مطالعه انجام شد. اجزای واریانس و ضرایب تنوع ژنتیکی و فنوتیپی بر اساس امید ریاضی میانگین مربعات و روابط ارائه شده توسط Johnson و همکاران (1995) برآورد شد. به منظور گروه‌بندی جمعیت‌ها از تجزیه خوشه‌ای به روش وارد^۱ استفاده، و مربع فاصله اقلیدسی به عنوان معیار شباهت در نظر گرفته شد. کلیه محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزارهای SPSS ver.16 و MSTATC انجام شد.

نتایج

قبل از انجام تجزیه و تحلیل‌های آماری، صادق بودن فرض‌های تجزیه واریانس از نظر نرمال بودن داده‌های آزمایشی، عدم وجود اثر متقابل بین بلوک و تیمار و توزیع خطاهای آزمایشی تأیید شد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین جمعیت‌ها از نظر تمام صفات مورد مطالعه به جز تعداد کل پنجه‌ها و تعداد پنجه‌های بارور اختلاف معنی‌داری وجود داشت که بیانگر تنوع موجود در بین جمعیت‌های مورد بررسی برای صفات مورد مطالعه بود (جدول ۲).

تولید کرد و از طرف دیگر امکان تعیین پارامترهای ژنتیکی و توارث‌پذیری صفات مختلف را فراهم کرد (Asma et al., 2007). در این راستا، هدف از این مطالعه ارزیابی و تعیین تنوع ژنتیکی موجود در ۴۱ جمعیت وحشی از گونه‌های *Triticum boeoticum* و *Triticum urartu* جمع‌آوری شده از نواحی غرب و شمال‌غرب ایران از نظر خصوصیات آگرو-مورفولوژیکی، بررسی وراثت‌پذیری صفات مورد مطالعه و بررسی الگوی تنوع ژنتیکی مبتنی بر عوامل جغرافیایی است.

مواد و روش‌ها

به منظور ارزیابی تنوع ژنتیکی و وراثت‌پذیری صفات آگرو-مورفولوژیکی در جمعیت‌هایی از گندم‌های اینکورن وحشی، آزمایشی طی سال ۱۳۹۱-۱۳۹۰ در ایستگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز (۶۶ 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 شامل ۳۳ جمعیت از گونه *T. boeoticum* و ۸ جمعیت از گونه *T. urartu* بود. هریک از جمعیت‌های مورد بررسی مربوط به مناطق غرب و شمال‌غرب ایران بود و از بانک ژن غلات دانشگاه ایلام تهیه شدند. مشخصات جغرافیایی نواحی پراکنش و محل جمع‌آوری گونه‌های مورد بررسی در جدول ۱ نشان داده شده است.

به منظور جوانه‌زنی بذره‌های کلیه جمعیت‌های مورد مطالعه، از دستورالعمل ISTA استفاده شد (ISTA, 2010). بذره‌های جوانه‌زده در گلدان‌های حاوی خاک زراعی مرغوب کشت و برای بهاره‌سازی در درون اتاقک رشد به مدت ۴ تا ۵ هفته نگهداری شدند. پس از بهاره‌سازی، رشد اولیه و انتقال گیاهچه‌ها به مزرعه، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار اجرا شد. هر واحد آزمایشی دارای یک خط

جدول ۱- نام گونه‌های دیپلوئید وحشی گندم اینکورن مورد مطالعه و محل جمع‌آوری آنها

ردیف	کد	گونه	استان	محل جمع‌آوری	ارتفاع از سطح دریا	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی
۱	۳	<i>Triticum boeoticum</i>	آذربایجان غربی	جاده مهاباد به سردشت	۱۶۴۹/۲	۳۶°۳۹'۲۰"	۴۵°۴۵'۲۸"
۲	۴	<i>Triticum boeoticum</i>	کردستان	ابتدای جاده جوانمرد کوزوان	۲۲۶۷/۶	۳۴°۵۱'۴۱"	۴۶°۳۵'۴۳"
۳	۱۰	<i>Triticum boeoticum</i>	کردستان	حومه سقز	۱۵۸۸/۲	۳۶°۱۹'۳۱"	۴۶°۲۸'۲۷"
۴	۱۲	<i>Triticum boeoticum</i>	کرمانشاه	جاده هرسین- تمرگ	۱۹۳۶	۳۴°۱۹'۳۳"	۴۷°۳۲'۳۲"
۵	۱۶	<i>Triticum boeoticum</i>	کرمانشاه	دو راهی جوانمرد	۱۷۶۰/۴	۳۵°۴۱'۲۹'	۴۶°۳۴'۳۷"
۶	۱۸	<i>Triticum boeoticum</i>	لرستان	بین چغلوند و خرم‌آباد	۲۴۳۱/۸	۳۴°۵۳'۱۶'	۴۸°۲۶'۳۵"
۷	۱۹	<i>Triticum boeoticum</i>	کرمانشاه	جاده کرمانشاه کامیاران	۱۵۸۶/۶	۳۳°۳۲'۱۹'	۴۶°۵۷'۲۶"
۸	۵۲	<i>Triticum boeoticum</i>	لرستان	سفیددشت لرستان	۱۶۷۹/۴	۳۴°۵۰'۲۸'	۴۸°۴۸'۱۸"
۹	۱۰۲	<i>Triticum boeoticum</i>	کردستان	جاده جوانمرد- پاه	۱۲۹۱/۸	۳۳°۱۲'۴۵'	۴۶°۴۴'۲۸"
۱۰	۱۱۴	<i>Triticum boeoticum</i>	قزوین	طالقان- روستای دشت تاگورال	۱۷۰۹/۲	۳۴°۲۳'۲۷'	۵۰°۴۰'۳۲"
۱۱	۱۱۸	<i>Triticum boeoticum</i>	لرستان	کیلومتر ۳۵ خرم‌آباد	۱۵۷۳/۶	۳۵°۲۵'۳۹'	۴۷°۵۴'۹"
۱۲	۱۲۰	<i>Triticum boeoticum</i>	لرستان	سفیددشت (گل زرد)	۱۳۶۷/۲	۳۶°۱۷'۳۷'	۴۸°۵۱'۳۰"
۱۳	۱۲۵	<i>Triticum boeoticum</i>	کرمانشاه	جاده هرسین- نورآباد	۱۱۵۳/۳	۳۳°۱۹'۴۳'	۴۷°۳۷'۲۸"
۱۴	۱۲۶	<i>Triticum boeoticum</i>	همدان	اسدآباد	۱۲۷۰/۲	۳۳°۱۱'۲۷"	۴۸°۸'۲۸"
۱۵	۱۲۷	<i>Triticum boeoticum</i>	کرمانشاه	جاده هرسین- نورآباد	۱۸۵۱/۲	۳۴°۱۸'۳۱"	۴۶°۴۶'۳۱"
۱۶	۱۵۵	<i>Triticum boeoticum</i>	لرستان	جاده خرم‌آباد-سپید دشت	۱۶۱۳/۶	۳۴°۴۵'۲۷"	۴۸°۴۱'۳۶"
۱۷	۱۶۳	<i>Triticum boeoticum</i>	چهارمحال بختیاری	فرخ شهر	۱۹۸۸/۲	۳۵°۱۷'۲۶"	۵۰°۵۱'۴۰"
۱۸	۱۷۱	<i>Triticum boeoticum</i>	لرستان	خرم‌آباد- الشتر	۲۲۴۹/۴	۳۰°۴۴'۲۵"	۴۸°۱۳'۳۲"
۱۹	۱۷۶	<i>Triticum boeoticum</i>	لرستان	خرم‌آباد- سپیددشت	۱۶۵۲	۳۳°۲۳'۳۷"	۴۸°۴۱'۳۱"
۲۰	۱۷۷	<i>Triticum boeoticum</i>	لرستان	جاده خرم‌آباد- سپیددشت	۲۱۰۵	۳۲°۱۲'۱۴"	۴۸°۲۹'۳۱"
۲۱	۱۸۱	<i>Triticum boeoticum</i>	کرمانشاه	سنقر	۲۱۵۲/۸	۳۲°۱۳'۶"	۴۷°۳۷'۲۲"
۲۲	۲۰۷	<i>Triticum boeoticum</i>	لرستان	جاده نورآباد - هرسین	۱۹۷۰/۶	۳۴°۲۲'۳۳"	۴۷°۵۴'۳۰"
۲۳	۲۱۶	<i>Triticum boeoticum</i>	آذربایجان شرقی	۳۰ کیلومتری کلیبر	۱۷۰۶/۸	۴۰°۴۰'۲۵"	۴۷°۳۳'۱۷"

ادامه جدول ۱- نام گونه‌های دیپلوئید ...

ردیف	کد	گونه	استان	محل جمع‌آوری	ارتفاع از سطح دریا	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی
۲۴	۲۳۰	<i>Triticum boeoticum</i>	لرستان	جاده الشتر- فیروزآباد	۲۰۹۶	۳۳°۱۷'۳۷"	۴۷°۱۰'۲۷"
۲۵	۲۵۷	<i>Triticum boeoticum</i>	کرمانشاه	سنقر- اسدآباد- قره‌تپه	۱۵۲۲/۲	۳۳°۲۴'۲۵"	۴۷°۳۳'۲۱"
۲۶	۲۷۷	<i>Triticum boeoticum</i>	کرمانشاه	کرمانشاه- جاده سنقر	۲۰۹۳/۸	۳۴°۵۲'۳۴"	۴۷°۳۲'۴۵"
۲۷	۳۱۶	<i>Triticum boeoticum</i>	لرستان	کیلومتر ۳۰ جاده خرم‌آباد سپیدشت	۱۹۶۷/۸	۳۴°۴۸'۲۹"	۴۸°۴۰'۳۱"
۲۸	۳۲۰	<i>Triticum boeoticum</i>	کرمانشاه	سنقر- اسدآباد، قره‌تپه	۲۰۴۴/۶	۳۴°۱۲'۳۱"	۴۷°۳۳'۲۴"
۲۹	۳۶۸	<i>Triticum boeoticum</i>	ایلام	سرآبله- دامنه مانشت کوه	۱۰۷۲/۲	۳۳°۴۷'۱۸"	۴۶°۳۱'۳۷"
۳۰	۳۷۲	<i>Triticum boeoticum</i>	لرستان	جاده دورود- خرم‌آباد کیلومتر ۳۵ خرم‌آباد	۱۷۵۷/۴	۳۳°۵۵'۳۴"	۴۸°۴۵'۱۴"
۳۱	۴۰۷	<i>Triticum boeoticum</i>	کرمانشاه	جاده اسلام‌آباد- کرند	۱۸۹۵	۳۴°۴۷'۲۶"	۴۶°۲۳'۳۸"
۳۲	۲۰۰	<i>Triticum boeoticum</i>	کردستان	سقز	۱۶۹۲/۲	۳۴°۳۹'۳۴"	۴۶°۲۸'۲۳"
۳۳	۱۵	<i>Triticum urartu</i>	کردستان	روستای باشماق مریوان	۱۵۰۹	۳۴°۲۷'۲۲"	۴۶°۱۶'۱۸"
۳۴	۷۷	<i>Triticum urartu</i>	کرمانشاه	کرند- خسروآباد	۱۹۷۱/۴	۳۳°۱۷'۵۲"	۴۶°۱۹'۲۴"
۳۵	۱۵۴	<i>Triticum urartu</i>	کهگیلویه	جاده سی‌سخت پاتاوه کهگیلویه	۱۷۹۶/۲	۳۴°۴۷'۳۲"	۵۱°۱۱'۳۴"
۳۶	۱۶۲	<i>Triticum urartu</i>	چهارمحال بختیاری	فرخ‌شهر	۱۶۷۳/۲	۳۳°۵۳'۳۰"	۵۰°۵۱'۲۹"
۳۷	۱۶۵	<i>Triticum urartu</i>	کرمانشاه	روستای نژی‌وران	۱۹۶۱/۸	۳۳°۳۱'۲۸"	۴۷°۲۲'۲۵"
۳۸	۲۰۶	<i>Triticum urartu</i>	کرمانشاه	سنقر به اسدآباد، ذوالفاس	۱۶۳۷/۲	۳۴°۱۶'۲۸"	۴۷°۵۲'۳۳"
۳۹	۲۸۵	<i>Triticum urartu</i>	کرمانشاه	حسین‌آباد- بیستون	۱۵۵۱	۳۶°۲۵'۲۶"	۴۷°۲۵'۲۲"
۴۰	۳۰۰	<i>Triticum urartu</i>	کردستان	مریوان	۱۵۱۸/۴	۳۵°۳۷'۳۴"	۴۲°۱۹'۳۱"
۴۱	۴۸۴	<i>Triticum boeoticum</i>	-	-	-	-	-

جدول ۲- میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس صفات مورد ارزیابی در جمعیت‌های مختلف *T. urartu* و *T. boeoticum*

خطا	جمعیت	تکرار	منابع تغییر	
			درجه آزادی	صفات
۸۰	۴۰	۲		
۴۶/۷۳	۱۱۹/۲۱*	۳۳۸/۹۴		ارتفاع بوته
۱/۴۷	۵/۵۰**	۲۰/۷۲		طول برگ
۰/۰۰۳	۰/۰۱**	۰/۰۰۲		عرض برگ
۱/۱۹	۳/۴۰**	۳/۸۰		طول سنبله
۳۳/۳۳	۴۴/۰۴ ^{ns}	۱۰۹۹/۱۳		تعداد کل پنجه‌ها
۱۲/۵۷	۱۷/۶۶ ^{ns}	۱۶۱/۳۰		تعداد پنجه‌های بارور
۶/۲۷	۱۶/۳۴**	۵/۲۹		تعداد سنبلچه در سنبله
۲۲/۱۹	۵۶/۶۵**	۶۶/۴۶		تعداد دانه در سنبله
۱/۱۳	۲/۶۱**	۱۷/۹۰		وزن کل سنبله‌ها
۰/۰۰۹	۰/۰۲**	۰/۰۳		عملکرد دانه
۹/۲۸	۳۸/۵۴**	۲۱۴/۹۰		بیوماس
۴/۶۵	۴۳/۸۵**	۹/۴۲		روز تا ظهور سنبله
۰/۰۲	۰/۰۴**	۰/۲۱		شاخص برداشت

ns * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد

میانگین صفات نشان داده نشده است). بیشترین تعداد روز تا ظهور سنبله در جمعیت‌های Tb.۲۱۶، Tb.۱۷۶، و Tb.۱۸۱ و کمترین تعداد روز در جمعیت‌های Tb.۱۱۸، Tb.۳۱۶، Tu.۱۶۵ و Tu.۷۷ مشاهده شد (Tb و Tu به ترتیب نشان‌دهنده *T. boeoticum* و *T. urartu* می‌باشند). در مجموع نتایج نشان داد که جمعیت‌های گونه *T. urartu* نسبت به جمعیت‌های گونه *T. boeoticum* زودرس‌تر هستند. از نظر ارتفاع بوته جمعیت‌های Tb.۳۲۰ و Tb.۱۱۴ پابلندترین جمعیت‌ها بودند و پس از آنها جمعیت‌های Tb.۱۲۰، Tu.۱۵، Tb.۱۷۶ و Tb.۲۵۷ از ارتفاع بوته بلندتری نسبت به دیگر جمعیت‌ها برخوردار بودند. کمترین طول برگ در جمعیت‌های Tb.۱۱۸، Tb.۳۶۸، Tb.۴۰۷، Tb.۱۶ و

نتایج حاصل از مقایسه میانگین گروهی گونه‌ها نشان داد که از نظر ارتفاع بوته، طول برگ، روز تا ظهور سنبله، طول سنبله اصلی، تعداد سنبلچه، تعداد دانه در سنبله، عملکرد دانه در بوته و بیوماس بین این دو گونه اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۳). به طوری که با توجه به میانگین‌های به دست آمده برای هر صفت، گونه *T. boeoticum* در بیشتر موارد نسبت به گونه *T. urartu* از مقادیر بالاتری برخوردار بود (شکل ۱). بنابراین با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان عنوان کرد که دو گونه مورد بررسی از نظر صفات آگرو-مورفولوژیک با یکدیگر اختلاف دارند. علاوه بر این میانگین صفات ارزیابی شده در هر یک از جمعیت‌های مربوط به دو گونه نیز محاسبه شد (جدول مقایسه

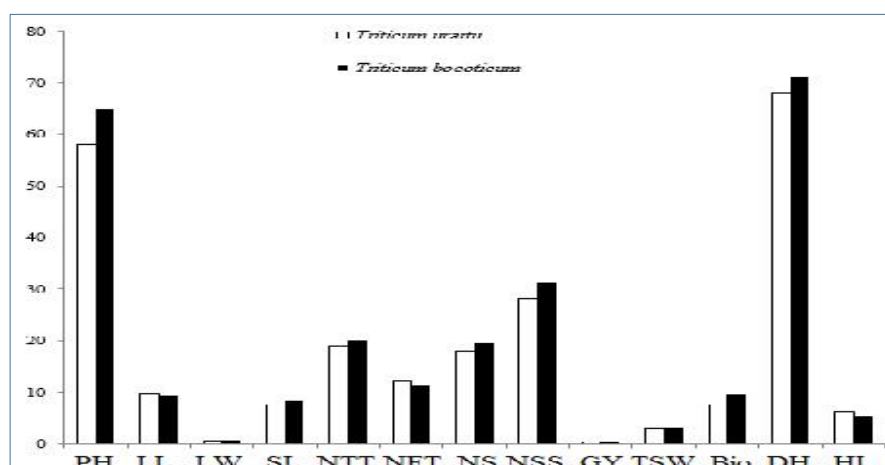
نشان داد. به طور کلی در بین جمعیت‌های مربوط به هر دو گونه جمعیت‌های مربوط به استانهای آذربایجان شرقی (T.b۲۱۶) و لرستان (Tb.۱۷۶) از نظر صفاتی مانند بیوماس بخش‌های هوایی، طول سنبله اصلی، تعداد سنبلچه در سنبله اصلی، تعداد روز تا ظهور سنبله نسبت به دیگر جمعیت‌های مورد مطالعه میانگین بالاتری داشتند و جمعیت‌های مربوط به استان-های کرمانشاه (Tb. ۳۲۰)، کردستان (Tb. ۱۰) و (Tb.۲۰۰)، لرستان (Tb. ۱۲۰) و آذربایجان غربی (Tb.۳) از نظر عملکرد دانه در بوته نسبت به دیگر جمعیت‌ها برتر بودند. بنابراین در مجموع می‌توان اظهار داشت که گونه *T. boeoticum* از نظر صفات آگرو-مورفولوژیکی دارای نمود بهتری نسبت به گونه *T. urartu* بود.

Tb.۱۸۱ و بیشترین طول برگ در جمعیت‌های Tb.۱۰ و Tu.۱۵، ۲۰۶، Tb. ۲۰۰ و Tb.۲۰۰ مشاهده شد. همچنین جمعیت‌های Tb.۱۷۶، Tb. ۳، و Tb. ۳۲۰ از بیشترین جمعیت‌های ۱۵۴، Tu. ۱۶۲، Tb.۱۱۸ و Tb. ۳۶۸ از کمترین عرض برگ برخوردار بودند. بیشترین اندازه طول سنبله اصلی و تعداد سنبلچه در جمعیت‌های Tb.۱۷۶ و Tb.۲۱۶ مشاهده شد. همچنین جمعیت Tb.۱۷۶ از بیشترین تعداد پنجه برخوردار بود. صفات تعداد پنجه بارور، عملکرد دانه در بوته، وزن کل سنبله های بوته، تعداد دانه در بوته، بیوماس بخش‌های هوایی و شاخص برداشت به ترتیب در جمعیت‌های Tb.۳۱۶، Tb.۱۱۸، Tb.۱۷۶، Tb.۱۲۰، Tb.۲۰۰، Tb.۳۲۰ بالاترین مقادیر بودند. در مقابل شاخص برداشت در جمعیت‌های هر دو گونه دامنه محدودی از تغییرات را

جدول ۳- مقایسه گروهی گونه‌های *T. urartu* و *T. boeoticum* از نظر صفات آگرو-مورفولوژیکی

صفات	منابع تغییر	بین گونه‌ای	درون گونه‌ای
درجه آزادی	۱	۲۴۴	
ارتفاع بوته	۱۹۱۹/۳۹**	۸۶/۶۵	
طول برگ	۵/۹۲**	۳/۲۰	
عرض برگ	۰/۱۰ ^{ns}	۰/۰۰۸	
طول سنبله	۲۰/۴۷*	۲/۱۲	
تعداد کل پنجه‌ها	۵۳/۲۱**	۴۶/۳۸	
تعداد پنجه‌های بارور	۲۳/۰۳**	۱۵/۵۷	
تعداد سنبلچه در سنبله	۱۴۱/۱۴**	۱۰/۲۲	
تعداد دانه در سنبله	۳۳۶/۹۹**	۳۷/۸۶	
وزن کل سنبله‌ها	۰/۰۷*	۰/۰۱	
عملکرد دانه	۰/۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۰۴	
بیوماس	۰/۳۰**	۰/۰۰۴	
روز تا ظهور سنبله	۰/۰۱**	۰/۰۰۱	
شاخص برداشت	۰/۰۸ ^{ns}	۰/۰۰۳	

ns و **: به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد



شکل ۱- میانگین صفات آگرو-مورفولوژیک در گونه‌های *T. urartu* و *T. boeoticum* (صفات به ترتیب از چپ به راست بیانگر: ارتفاع بوته، طول برگ، عرض برگ، طول سنبله، تعداد کل پنجه‌ها، تعداد پنجه‌های بارور، تعداد سنبلچه در سنبله، تعداد دانه در سنبله، عملکرد دانه، وزن کل سنبله‌ها، بیوماس، تعداد روز تا ظهور سنبله و شاخص برداشت می‌باشد)

جدول ۴- ضرایب تغییرات فنوتیپی و ژنتیکی، اجزای واریانس و وراثت‌پذیری صفات آگرو-مورفولوژیکی

در گونه‌های *T. urartu* و *T. boeoticum*

<i>Triticum boeoticum</i>						<i>Triticum urartu</i>						
h^2	2ph	2g	$^2e/r$	CVg	CVph	h^2	2ph	2g	$^2e/r$	CVg	CVph	
۶۰	۴۱/۹۲	۲۵/۲۷	۱۶/۶۶	۷/۴۱	۹/۵۴	۸۳	۵۲/۶۷	۴۳/۸۹	۸/۷۹	۱۰/۸۰	۱۱/۸۳	PH
۷۷	۲/۲۴	۱/۷۲	۰/۵۲	۱۳/۱۹	۱۵/۰۳	۸۱	۱/۹۲	۱/۵۵	۰/۳۷	۱۲/۵۹	۱۴/۰۱	LL
۸۱	۰/۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۱۱/۲۷	۱۲/۵۰	۸۲	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۰	۱۳/۵۳	۱۴/۹۱	LW
۷۰	۱/۵۰	۱/۰۵	۰/۴۴	۱۳/۱۳	۱۵/۶۵	۷۳	۰/۶۲	۰/۴۵	۰/۱۷	۸/۶۰	۱۰/۱۰	SL
۵۳	۲۴/۹۷	۱۳/۳۲	۱۱/۶۵	۱۸/۱۴	۲۴/۸۴	۷۰	۱۲/۱۷	۸/۵۲	۳/۶۶	۱۴/۳۷	۱۷/۱۸	NTT
۵۶	۱۰/۰۱	۵/۵۸	۴/۴۳	۱۷/۶۶	۲۳/۶۵	۷۷	۴/۳۰	۳/۳۳	۰/۹۷	۱۳/۷۷	۱۵/۶۵	NFT
۶۹	۶/۹۳	۴/۷۹	۲/۱۴	۱۱/۷۵	۱۴/۱۳	۶۸	۴/۳۸	۲/۹۶	۱/۴۲	۹/۴۱	۱۱/۴۴	NS
۶۶	۲۳/۸۱	۱۵/۷۳	۸/۰۸	۱۳/۳۳	۱۶/۴۰	۸۰	۱۸/۰۳	۱۴/۴۸	۳/۵۵	۱۳/۰۶	۱۴/۵۷	NSS
۶۹	۱/۳۱	۰/۹۱	۰/۴۰	۲۸/۱۵	۳۳/۷۸	۵۰	۰/۴۶	۰/۲۳	۰/۲۳	۱۴/۱۲	۱۹/۹۷	TSW
۶۷	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۰	۱۹/۹۰	۲۴/۲۵	۷۳	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۰	۱۷/۹۴	۲۱/۰۳	GW
۸۰	۱۶/۴۴	۱۳/۱۳	۳/۳۱	۴۴/۵۶	۴۹/۸۶	۵۴	۴/۹۲	۲/۶۵	۲/۲۷	۱۹/۷۱	۲۶/۸۶	Bio
۹۰	۱۶/۶۸	۱۴/۹۹	۱/۶۹	۵/۷۱	۶/۰۳	۸۳	۶/۴۸	۵/۳۸	۱/۱۰	۳/۴۰	۳/۷۳	DH
۶۸	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۱	۱۶/۶۷	۲۰/۱۵	۵۴	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۱۲/۵۱	۱۷/۰۵	HI

h^2 و 2ph ، 2g ، $^2e/r$ ، CVg، CVph از عبارتند از: ضریب تغییرات فنوتیپی، ضریب تغییرات ژنوتیپی، واریانس خطا، واریانس ژنتیکی، واریانس فنوتیپی و وراثت‌پذیری عمومی. صفات به ترتیب از بالا به پایین بیانگر: ارتفاع بوته، طول برگ، عرض برگ، طول سنبله، تعداد کل پنجه‌ها، تعداد پنجه‌های بارور، تعداد سنبلچه در سنبله، تعداد دانه در سنبله، عملکرد دانه، وزن کل سنبله‌ها، بیوماس، تعداد روز تا ظهور سنبله و شاخص برداشت.

داری نداشت. بیشترین میزان همبستگی بین ارتفاع بوته و عرض برگ مشاهده شد. همبستگی طول برگ تنها با صفات عرض برگ، طول سنبله، تعداد پنجه‌های بارور، تعداد دانه در سنبله اصلی، وزن کل سنبله‌ها و عملکرد دانه در بوته و بیوماس مثبت و معنی‌دار بود. عرض برگ نیز بیشترین همبستگی را با بیوماس نشان داد. همبستگی تعداد پنجه در بوته با تمام صفات به‌جز شاخص مثبت و معنی‌دار بود. تعداد پنجه بارور تنها با وزن کل سنبله‌ها و بیوماس همبستگی مثبت و معنی‌دار نشان داد. همبستگی بین طول سنبله اصلی و تمام صفات به‌جز شاخص برداشت مثبت بود. کلیه صفات با شاخص برداشت دارای همبستگی منفی بودند. همانطور که در جدول ضرایب همبستگی مشاهده می‌شود تمام صفات مورفولوژیک با عملکرد دانه در بوته دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری بودند و در این بین تنها همبستگی این صفت با تعداد پنجه بارور معنی‌دار نشد. بنابراین به‌نظر می‌رسد در گیاهانی که قدرت پنجه‌دهی بالایی دارند سهم بیشتری از ذخائر گیاه صرف تولید پنجه می‌شود و در این راستا مقدار عملکرد دانه کمتر خواهد شد. علاوه بر این، به‌منظور بررسی ارتباط مهمترین معیارهای جغرافیایی مانند ارتفاع از سطح دریا، طول و عرض جغرافیایی با صفات آگرو-مورفولوژیک ضرایب همبستگی بین این عوامل نیز محاسبه شد. هر چند که همبستگی عرض جغرافیایی با طول برگ، عرض برگ، تعداد دانه در سنبله، طول سنبله اصلی، تعداد سنبله‌چه، عملکرد دانه در بوته و روز تا ظهور سنبله مثبت بود ولی تنها همبستگی بین عرض جغرافیایی و طول سنبله اصلی معنی‌دار شد. ارتفاع از سطح دریا با تعداد کل پنجه‌های هر بوته، تعداد پنجه‌های بارور، عملکرد دانه در بوته، بیوماس، روز تا ظهور سنبله همبستگی مثبت و با شاخص برداشت همبستگی منفی داشت ولی از میان آنها همبستگی ارتفاع از سطح دریا با تعداد کل پنجه‌های بارور و شاخص برداشت معنی‌دار بود.

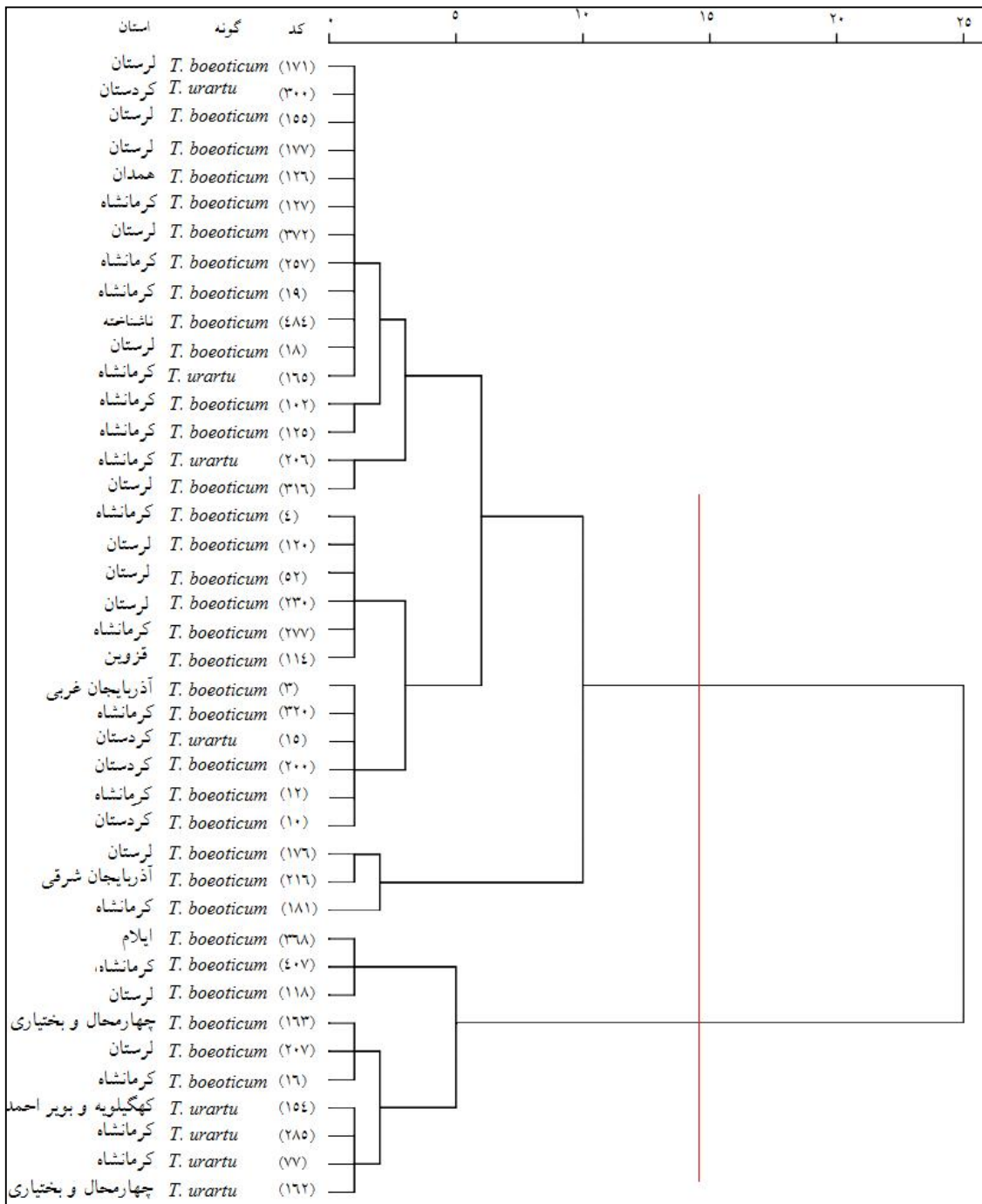
نتایج حاصل از برآورد ضرایب تغییرات ژنتیکی و فنوتیپی و وراثت‌پذیری برای هریک از صفات در گونه‌های مورد بررسی در جدول ۴ نشان داده شده است. بر اساس این نتایج ضرایب تغییرات فنوتیپی در گونه *T. boeoticum* از ۴۹/۸۶ درصد (بیوماس) تا ۶/۰۳ درصد (روز تا ظهور سنبله) متغیر است. بیشترین و کمترین میزان این ضرایب در گونه *T. urartu* نیز مربوط به بیوماس بخش‌های هوایی (۲۶/۸۶ درصد) و روز تا ظهور سنبله (۳/۷۳ درصد) بود. در گونه *T. boeoticum* صفات بیوماس (۴۴/۵۶ درصد)، وزن کل سنبله‌ها (۲۸/۱۵ درصد) و عملکرد دانه در بوته (۱۹/۹۰ درصد) به‌ترتیب از ضرایب تغییرات ژنتیکی بالایی برخوردار بودند ولی میزان این ضرایب در گونه *T. urartu* دامنه تغییرات کمتری داشت و بیشترین مقدار آن به بیوماس (۱۹/۷۱ درصد) و به‌دنبال آن عملکرد دانه در بوته (۱۷/۹۴ درصد) تعلق داشت. در مجموع می‌توان عنوان کرد که ضرایب تغییرات ژنتیکی و فنوتیپی بالا بیانگر وجود تنوع ژنتیکی زیاد در بین جمعیت‌های مورد مطالعه برای این صفات است. میزان وراثت‌پذیری نیز برای صفات اندازه‌گیری شده متغیر بود، به‌طوری‌که ارتفاع بوته و روز تا ظهور سنبله (۰/۸۳) بیشترین میزان وراثت‌پذیری را در گونه *T. urartu* از خود نشان دادند و وزن کل سنبله‌ها (۰/۵۰) از کمترین میزان برخوردار بود. در گونه *T. boeoticum* بالاترین میزان وراثت‌پذیری در روز تا ظهور سنبله (۰/۹۰) مشاهده شد. همچنین عملکرد دانه در بوته در گونه *T. urartu* دارای بالاترین ضرایب تغییرات فنوتیپی و ژنتیکی بود و بیشترین میزان این ضرایب در گونه *T. boeoticum* به وزن کل سنبله‌ها اختصاص داشت.

ضرایب همبستگی بین ۱۳ صفت آگرو-مورفولوژیک در گونه‌های وحشی *T. boeoticum* و *T. urartu* در جدول ۵ ارائه شده است. همبستگی ارتفاع بوته با تمام صفات به‌جز شاخص برداشت مثبت و معنی‌دار بود ولی این صفت با تعداد پنجه بارور در بوته همبستگی معنی-

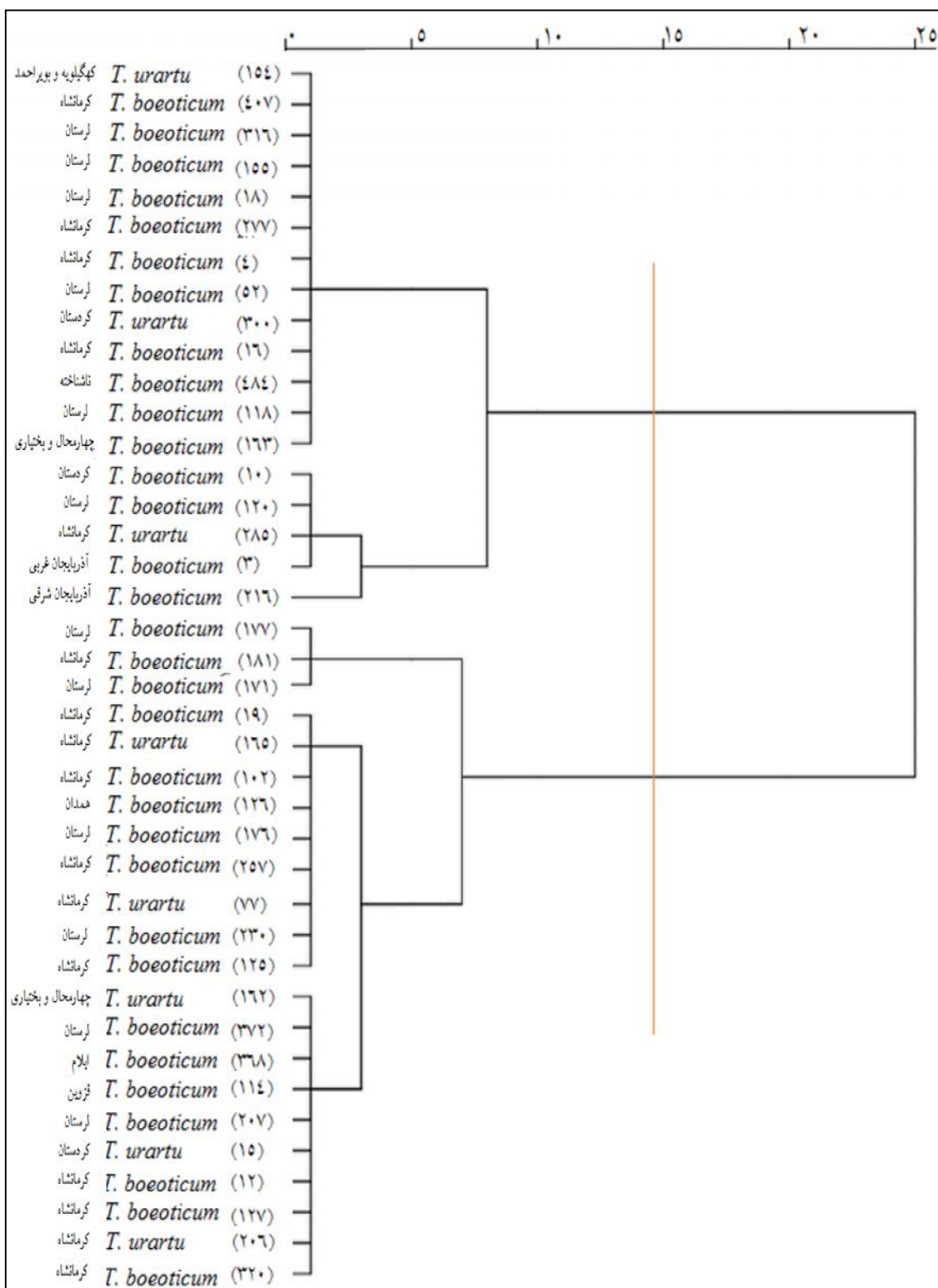
- ضرایب همبستگی صفات مورد ارزیابی در جمعیت های وحشی گونه های *T. urartu* و *T. boeoticum*

	†	PH	LL	LW	SL	NTT	NFT	SN	NSS	GY	TSW	Bio
PH												
LL		۰/۳۹*										
LW		۰/۸۷**	۰/۵۶**									
SL		۰/۶۸**	۰/۴۱**	۰/۷۲**								
NTT		۰/۵۱**	۰/۱۸	۰/۳۸*	۰/۶۴**							
NFT		۰/۱۴	۰/۵۰**	۰/۱۱	۰/۰۵	۰/۴۶**						
SN		۰/۶۶**	۰/۲۵	۰/۶۳**	۰/۸۷**	۰/۵۷**	-۰/۱۱					
NSS		۰/۷۰**	۰/۴۳**	۰/۵۵**	۰/۷۲**	۰/۴۶**	۰/۰۴	۰/۷۷**				
GY		۰/۷۵**	۰/۵۶**	۰/۷۲**	۰/۷۰**	۰/۴۱**	۰/۲۰	۰/۶۲**	۰/۸۴**			
TSW		۰/۶۱**	۰/۶۹**	۰/۶۲**	۰/۵۶**	۰/۶۲**	۰/۶۴**	۰/۴۳**	۰/۵۷**	۰/۷۳**		
Bio		۰/۷۳**	۰/۳۹*	۰/۷۴**	۰/۸۶**	۰/۸۱**	۰/۳۲*	۰/۷۶**	۰/۶۶**	۰/۷۰**	۰/۷۵**	
DH		۰/۴۹**	-۰/۱۲	۰/۴۷**	۰/۷۳**	۰/۶۳**	-۰/۲۷	۰/۷۳**	۰/۴۶**	۰/۳۰	۰/۱۷	۰/۶۹**
HI		-۰/۴۶**	-۰/۰۹	-۰/۴۹**	-۰/۶۸**	-۰/۸۰**	-۰/۲۹	-۰/۵۹**	-۰/۳۱*	-۰/۲۴	-۰/۴۸**	-۰/۸۵**
Lon		-۰/۲۰	-۰/۱۸	-۰/۲۶	-۰/۰۳	۰/۱۳	۰/۱۵	-۰/۱۱	-۰/۳۰	-۰/۲۰	۰/۰۴	۰/۰۱
Lat		-۰/۰۱	۰/۱۵	۰/۰۶	۰/۳۶*	-۰/۰۱	-۰/۱۷	۰/۲۱	۰/۱۶	۰/۱۰	-۰/۱۰	۰/۱۰
Alt		۰/۰۰۷	۰/۰۳	۰/۰۶	۰/۰۵	۰/۳۳*	۰/۱۷	-۰/۰۱	-۰/۰۶	-۰/۰۴	۰/۲۲	۰/۲۲

ارتند از: ارتفاع بوته، طول برگ، عرض برگ، طول سنبله اصلی، تعداد کل پنجه ها، تعداد پنجه های بارور در هر بوته، تعداد سنبله، تعداد دانه در سنبله، عملکرد شاخص برداشت، طول جغرافیایی، عرض جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا.



شکل ۲- تجزیه خوشه‌ای جمعیت‌های *T. boeoticum* و *T. urartu* بر اساس کلیه صفات ارزیابی شده با استفاده از روش وارد (Ward's)



شکل ۳- تجزیه خوشه‌ای جمعیت‌های *T. urartu* و *T. boeoticum* بر اساس عرض جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا با استفاده از روش وارد (Ward's)

بحث

ارزیابی میزان تنوع ژنتیکی موجود در ذخائر ژنتیکی، یکی از گام‌های اولیه در بیشتر برنامه‌های اصلاح نباتات محسوب می‌شود و اطلاع از سطح تنوع موجود در ژرم‌پلاسم‌ها و خزانه‌های ژنتیکی می‌تواند برای تشخیص تکرارها در بانک‌های ژنی، غنی‌سازی ذخائر ژنتیکی از طریق انتقال ژن‌های مطلوب و شناسایی ژن‌های مناسب به‌کار رود (Mohammadi & Prasanna, 2003). نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که بین جمعیت‌ها از نظر تمام صفات آگرو-مورفولوژیکی اندازه‌گیری شده به‌جز تعداد کل پنجه‌ها و تعداد پنجه‌های بارور اختلاف معنی‌داری وجود داشت که بیانگر تنوع موجود در بین جمعیت‌های مورد بررسی برای صفات اندازه‌گیری می‌باشد (جدول ۲). به‌منظور مقایسه جمعیت‌های موجود در هر گونه، مقایسه میانگین گروهی انجام و نتایج نشان داد که از نظر ارتفاع بوته، طول برگ، روز تا ظهور سنبله، طول سنبله اصلی، تعداد سنبلچه، تعداد دانه در سنبله، عملکرد دانه در بوته و بیوماس بین این دو گونه اختلاف معنی‌داری وجود دارد (جدول ۳). به‌طوری‌که با توجه به میانگین‌های به‌دست آمده برای هر صفت، مشخص شد که گونه *T. boeoticum* در بیشتر موارد نسبت به گونه *T. urartu* از مقادیر بالاتری برخوردار است (شکل ۱). بنابراین با توجه به این نتایج می‌توان عنوان کرد که دو گونه مورد بررسی از نظر صفات آگرو-مورفولوژیک با یکدیگر اختلاف دارند. در این رابطه Filatenko و همکاران (2001) هم با توجه به خصوصیات کیفی اندام‌های رویشی، این دو گونه را در دو گروه مجزا تفکیک کردند و عنوان نمودند که اگرچه این دو گونه ممکن است در بسیاری از صفات مورفولوژیک و رشدی بسیار مشابه هم باشند ولی در صفاتی مانند تعداد دانه در سنبله، نوع دانه و حتی طول ریشک با یکدیگر متفاوتند. در ضمن Salimi و همکاران (2005) نیز به‌منظور بررسی تنوع و تشریح گونه‌های دیپلوئید ایران از صفاتی مانند تعداد دانه، اندازه دانه در سنبلچه برای مقایسه این دو گونه

استفاده کردند. علاوه بر این، به‌منظور مقایسه هریک از جمعیت‌های موجود در هر گونه مقایسه میانگین‌ها انجام شد و نتایج حاصل از آن تأییدکننده وجود اختلاف بین جمعیت‌های دو گونه و برتری جمعیت‌های *T. boeoticum* نسبت به *T. urartu* بود. به‌عنوان نمونه، با توجه به میانگین صفات ارزیابی شده در هریک از جمعیت‌های مربوط به دو گونه مشخص شد که جمعیت‌های گونه *T. urartu* نسبت به جمعیت‌های گونه *T. boeoticum* زودرس‌تر هستند، از این‌رو به‌نظر می‌رسد می‌توان از این گونه در اصلاح برای مقابله با تنش‌های محیطی استفاده کرد که به‌موجب آن لازمه فرار از شرایط تنش‌زا برای گیاه فراهم گردد. برخی از محققان بر این باورند 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 به زودرسی برای مقاومت به تنش‌های محیطی، به‌ویژه تنش خشکی توجه ویژه نشان داده‌اند. از جمله Motzo و Giunta (2007) بیان کردند که ورود زود هنگام ارقام گندم به مرحله گلدهی سبب بهبود گرده‌افشانی و لقاح می‌شود و در نتیجه عملکرد دانه افزایش می‌یابد. هم‌ینطور Poursiahbidi و همکاران (2012) در آزمایشی که بر روی لاین‌های گندم دوروم انجام دادند دریافتند که عملکرد دانه همبستگی بالایی با صفات زودرسی و دوره پر شدن دانه دارد. طول و عرض برگ از طریق تأثیرگذاری 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 به‌دلیل داشتن طول و عرض بیشتر در مراحل اولیه رشد، ویژگی مناسبی برای گیاه باشد، زیرا این ویژگی در نهایت روی عملکرد تأثیرگذار خواهد بود (Shahid-Masood et al., 2005). در این راستا، به‌نظر می‌رسد به‌جز یک جمعیت از گونه *T. urartu* (۱۵ Tu) جمعیت‌های گونه *T. boeoticum* از طول و عرض برگ بیشتر و به‌موازات

تنوع ژنتیکی در ارقام بومی گندم جمع‌آوری شده از نواحی جنوب‌غربی ایران Moghaddam و همکاران (1997) نیز میزان بالایی از وراثت‌پذیری را برای روز تا ظهور سنبله (۰/۹۹) و عملکرد دانه (۰/۵۹) گزارش کردند. همچنین در مطالعه آنان تعداد پنجه، تعداد سنبله، بیوماس و تعداد دانه در سنبله از بالاترین مقدار ضریب تغییرات فنوتیپی و ژنتیکی برخوردار بودند. لازم به ذکر است اگرچه در این مطالعه وراثت‌پذیری بالایی برای برخی از صفات به دست آمد ولی با توجه به اینکه نتایج حاصل مربوط به یکسال آزمایش است، این مقادیر ممکن است به علت اثر متقابل سال \times ژنوتیپ و اختلاط با واریانس ژنتیکی دارای اریب به طرف بالا باشد و در صورت ارزیابی جمعیت‌ها در چند سال مختلف، ممکن است برآوردهای واقعی‌تر فراهم شود.

ضرایب همبستگی بین صفات آگرو-مورفولوژیکی در گونه‌های وحشی *T. boeoticum* و *T. urartu* نشان داد که تمام صفات مورد بررسی با عملکرد دانه در بوته دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری بودند و در این بین تنها همبستگی این صفت با تعداد پنجه بارور معنی‌دار نبود. از این رو به نظر می‌رسد در گیاهانی که قدرت پنجه‌دهی بالایی دارند سهم بیشتری از ذخائر گیاه صرف تولید پنجه می‌شود و در این راستا مقدار عملکرد دانه کمتر خواهد شد. در مطالعه‌ای که توسط Sinha و Sharma (1979) و Belay و همکاران (1993) به منظور ارزیابی روابط بین صفات در توده‌های بومی گندم انجام شد بین عملکرد دانه و سه مؤلفه اصلی عملکرد (تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبلچه و وزن دانه) همبستگی مثبتی گزارش شد. در بررسی تنوع فنوتیپی و ارزیابی تنوع بین توده‌های بومی گندم مربوط به نواحی بلوچستان و پاکستان -Shahid Masood و همکاران (2005) نیز رابطه مثبتی بین عملکرد دانه با تعداد دانه در سنبله و تعداد سنبلچه مشاهده کردند. در ارزیابی تنوع ژنتیکی و روابط بین صفات زراعی در توده‌های بومی گندم مربوط به نواحی جنوب ایران Moghaddam و همکاران (1997) نیز همبستگی مثبتی

آن شاخص سطح برگی مطلوب‌تری برخوردار باشند. به‌طور کلی شاخص برداشت در جمعیت‌های هر دو گونه دامنه محدودی از تغییرات را نشان داد. پیش از این Sakharova (1980) نیز شاخص برداشت پایینی را در گندم‌های اینکورن در گونه‌های *T. boeoticum* و *T. monococcum* به دست آورد و دلیل آن را همبستگی پایین این صفت با فعالیت فسفوریلاسیون نوری در مرحله گرده‌افشانی عنوان کرد. به‌طور کلی در بین جمعیت‌های مربوط به هر دو گونه، جمعیت‌های مربوط به استان‌های آذربایجان شرقی (T.b216) و لرستان (Tb.176) از نظر صفاتی مانند بیوماس بخش‌های هوایی، طول سنبله اصلی، تعداد سنبلچه در سنبله اصلی، تعداد روز تا ظهور سنبله نسبت به دیگر جمعیت‌های مورد مطالعه میانگین بالاتری داشتند و جمعیت‌های مربوط به استان‌های کرمانشاه (Tb. 320)، کردستان (Tb. 10 و Tb.200)، لرستان (Tb. 120) و آذربایجان غربی (Tb.3) از نظر عملکرد دانه در بوته نسبت به دیگر جمعیت‌ها برتر بودند. بنابراین در مجموع می‌توان بیان کرد که گونه *T. boeoticum* از نظر صفات آگرو-مورفولوژیکی دارای نمود بهتری نسبت به گونه *T. urartu* بود.

علاوه بر وجود سطح بالایی از تنوع ژنتیکی موجود در جمعیت‌های مورد بررسی وجود الگوی توارث آگرو-مورفولوژیکی متفاوت بین گونه‌های مورد مطالعه از دیگر نتایج مهم این تحقیق بود. به‌طوری‌که ارتفاع بوته و روز تا ظهور سنبله بیشترین میزان وراثت‌پذیری را در گونه *T. urartu* از خود نشان دادند، در حالی‌که در گونه *T. boeoticum* بالاترین میزان وراثت‌پذیری برای روز تا ظهور سنبله مشاهده شد. همچنین عملکرد دانه در گونه *T. urartu* دارای بالاترین ضریب تغییرات فنوتیپی و ژنتیکی بود و بیشترین میزان این ضرایب در گونه *T. boeoticum* به وزن کل سنبله‌ها اختصاص داشت. در مطالعه Paul و همکاران (2006) و Maniee و همکاران (2009) درصد بالایی از وراثت‌پذیری برای ارتفاع بوته در ژنوتیپ‌هایی از گندم دورم گزارش شده بود. در بررسی

جدول ۱ تمام جمعیت‌های موجود در گروه ۲ حاصل از تجزیه خوشه‌ای دارای ارتفاع از سطح دریای تقریباً یکسان و مشابه بودند. بنابراین با بررسی تنوع ژنتیکی گونه‌های دیپلوئید گندم وحشی در نواحی غربی ایران، Maleki و همکاران (2006) تنوع بالایی را در این گونه‌ها مشاهده کردند. همینطور Shiri و همکاران (2010) در ارزیابی تنوع ژنتیکی گندم‌های اینکورن دیپلوئید سطح بالایی از تنوع را در استان‌های غربی در مقایسه با جمعیت‌های مربوط به نواحی شمال‌غربی گزارش دادند. همچنین Mousavifard و همکاران (2015) و Pour-Aboughadareh و همکاران (2016) نیز در ارزیابی تنوع ژنتیکی موجود در گونه وحشی دیپلوئید جمع‌آوری شده از نواحی شمال‌غربی و غرب ایران سطح بالایی از تنوع بین و درون گونه‌ای را گزارش کردند.

البته گونه‌های وحشی منابع غنی از ویژگی‌هایی مانند مقاومت به تنش‌های زنده و غیر زنده به‌شمار می‌روند. در برخی از مطالعات به گونه *T. boeoticum* به‌عنوان یکی از منابع بخشنده ژن‌های مطلوب کیفیت پروتئین، میزان اسید آمینه و همچنین صفات مرتبط با عملکرد مانند تعداد سنبلچه اشاره شده است (Baldocchi et al., 1984; Ahmadi & Pour-Aboughadareh, 2015). بسیاری از ژن‌های اصلی مقاومت به بیماری‌ها، مانند سفیدک پودری و زنگ برگ در گندم نان در گونه‌های *T. boeoticum* گزارش شده است (Hovhannisyan et al., 2011). به‌طور کلی نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که جمعیت‌های خویشاوند وحشی گندم دارای ژنوم A از نظر صفات آگرو-مورفولوژیکی دارای تنوع قابل ملاحظه-ای هستند. همچنین با توجه به تنوع وسیع و پراکنش جغرافیایی این گونه‌ها در نواحی شمال‌غربی و غرب ایران، شناسایی و استفاده از آنها در برنامه‌های اصلاحی به‌منظور انتقال ژن‌های مفید به گونه‌های زراعی می‌تواند موجبات تولید ارقام جدید با ویژگی‌های مطلوب را فراهم کند. افزون بر این، وجود تنوع ژنتیکی فوق‌العاده در جمعیت‌های جمع‌آوری شده از استان‌های کرمانشاه و

بین عملکرد دانه با تعداد دانه در سنبله، تعداد روز تا ظهور سنبله و عملکرد بیولوژیک گزارش کردند. مطالعه ارتباط بین عوامل جغرافیایی و اکولوژیکی یکی از مهمترین روش‌های بررسی ساختار جمعیت و تمایز گونه-های موجود در مناطق مختلف می‌باشد (Hegazy et al., 1998). در این تحقیق نیز بررسی ارتباط مهمترین معیارهای جغرافیایی مانند ارتفاع از سطح دریا، طول و عرض جغرافیایی با صفات آگرو-مورفولوژیک نشان داد که تنها بین عرض جغرافیایی با طول سنبله اصلی و ارتفاع از سطح دریا با تعداد کل پنجه‌های بارور و شاخص برداشت همبستگی معنی‌داری وجود داشت. پیش از این Ruiz و همکاران (1997) همبستگی معنی‌داری را بین عوامل جغرافیایی و صفات مورفولوژیکی مانند ارتفاع و مراحل رشد رویشی گیاه در رابطه با تنوع گونه‌های وحشی جو گزارش کردند. افزون بر این، Ruiz و همکاران (1997) بیان کردند که ارتفاع از سطح دریا تنها با ارتفاع بوته و ویژگی‌های رویشی (مانند خصوصیات مربوط به برگ) همبستگی دارد. اگرچه این مطالعه تنها در یکسال و یک مکان انجام شده است، اما نتایج به‌دست آمده برای نخستین بار نشان داد که علاوه بر ارتفاع از سطح دریا، عرض جغرافیایی نیز تا حدودی در تنوع ژنتیکی ژرم‌پلاسم حداقل از نظر طول سنبله مؤثر بوده است، در حالی که در گزارش‌های قبلی تنها به ارتفاع از سطح دریا به‌عنوان عامل مؤثر در غنای گونه‌ای و تنوع زیستی آنها اشاره شده است (Hegazy et al., 1998; Grytnes & Vetaas, 2002; Fisher & Fuel, 2004). دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای بر اساس صفات اندازه‌گیری شده، جمعیت‌های مورد مطالعه را در دو گروه کلی تفکیک کرد، به‌نحوی که این گروه‌بندی با الگوی تنوع ژنتیکی به‌دست آمده بر اساس عرض جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا بیشترین تطابق را نشان داد. بنابراین با توجه به این نتایج به‌نظر می‌رسد که ارتفاع از عرض جغرافیایی و سطح دریا عوامل مهمی در گروه‌بندی جمعیت‌ها هستند، زیرا بر اساس داده‌های مندرج در

- gradient, Nepal. *The American Naturalist*, 159: 294-304.
- Hegazy, A.K., EL-Demedesh, M.A. and Hosni, H.A., 1998. Vegetation, species diversity and floristic relations along an altitudinal gradient in south-west Saudi Arabi. *Journal of Arid Environment*, 3: 3-13.
- Hovhannisyanyan, N.A., Dulloo, M.E. and Yesayan, A.H., 2011. Tracking of powdery mildew and leaf rust resistance genes in *Triticum boeoticum* and *T. urartu*, wild relatives of common wheat. *Czech Journal of Genetics and Plant Breeding*, 47: 45-57.
- International Seed Testing Association, 2010. International rules for seed testing, the germination test. Chapter 5: 1-57.
- Johnson, H.W., Robinson, H.F. and Comstock, R.E., 1955. Estimates of genetic and environmental variability in soybean. *Agronomy Journal*, 47: 314-318.
- Kimber, G. and Feldman, M., 1987. Wild wheat: An introduction. Special Report No. 353, University of Missouri, Columbia.
- Maleki, M., Naghavi, M.R., Alizadeh, H., Tabatabaei, F., Mardi, M. and Potki, P., 2006. Analysis of genetic diversity in wild diploid wheat *Triticum boeoticum* from west of Iran using AFLP markers. *Iranian Journal of Biotechnology*, 4: 260-274.
- Maniee, M., Kahrizi, D. and Mohammadi, R., 2009. Genetic variability of some morpho-physiological traits in durum wheat (*Triticum durum* Desf.). *Journal of Applied Sciences*, 9: 1383-1387.
- Maxted, N., Ford-Lloyd, B.V., Jury, S.L., Kell, S.P. and Scholten, M.A., 2006. Towards a definition of a crop wild relative. *Biodiversity and Conservation*, 15: 2673-2685.
- Mizumoto, K., Hirose, S., Nakamura, C. and Takumi, S. 2002. Nuclear and chloroplast genome genetic diversity in the wild einkorn wheat, *Triticum urartu*, revealed by AFLP and SSL analyses. *Hereditas*, 137: 208-214.
- 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.
- Moghaddam, M., Ehdaie, B. and Waines, J.G., 2000. Genetic diversity in population of wild diploid wheat *Triticum urartu* Tum.ex. Gandil. revealed by isozyme markers. *Genetics Resource and Crop Evolution*, 47: 323-334.
- لرستان، بیانگر توجه ویژه به ژرم‌پلاسم موجود در این مناطق می‌باشد.
- ### منابع مورد استفاده
- Ahmadi, J. and Pour-Aboughadareh, A., 2015. Allelic variation of glutenin and gliadin genes in Iranian einkorn wheat. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences*, 7: 168-179.
- 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.
- Baldocchi D.D., Verma, S.B. and Rosenberg, N.J., 1984. Water use efficiency in a soybean field: influence of plant water stress. *Agricultural Meteorology*, 34: 53-65.
- 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.
- Chapman, V., Miller, T.E. and Riley, R., 1976. Equivalence of the A genome of bread wheat and that of *T. urartu*. *Genetics Research*, 27:69-76.
- De Ponti, O., 2010. Germplasm exploitation and ownership: Who owns what? 2nd International Symposium on Genomics of Plant Genetic Resources, Bologna, Italy, p. 30.
- Dvorak, J., 1976. The relationship between the genome of *Triticum urartu* and the A and B genomes of *Triticum aestivum*. *Canadian Journal of Genetics and Cytology*, 18: 371-377.
- Filatenko, A.A., Grau, M., Knuptter, H. and Hammer, K., 2001. Discriminative characters of diploid wheat species. *Proceedings of the 4th International Triticeae Symposium*, Cordoba, Spain.
- Fisher, M.A. and Fuel, P.Z., 2004. Changes in forest vegetation and *Arbuscular mycorrhizae* along a steep elevation gradient in Arizona. *Forest Ecology and Management*, 200: 293-311.
- Grytnes, J.A. and Vetaas, O.R., 2002. Species richness and altitude: A comparison between null models and interpolated plant species richness along the Himalayan altitudinal

- Poursiahbidi, M.M., Pour-Aboughadareh, A., Tahmasebi, G., Seyedi, A. and 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.
- Ruiz, M., Carrillo, J.M. and Varela, F., 1997. Relationship between some geographical parameters and agro-morphological and biochemical characters in a sample of Spanish landraces of barley (*Hordeum vulgare* L.). *Plant Genetic Resources Newsletter*, 112: 86- 89.
- Sakharova, O.V., 1980. Features of phosphorylation in the chloroplasts during ontogeny in different wheat species in relation to their yields. *Trudy po Prikladnoi Botanike, Genetike i Selekteii*, 67: 135- 46.
- Salimi, A., Ebrahimzadeh, H. and Taeb, M., 2005. Description of Iranian diploid wheat resources. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 52: 351-361.
- 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.
- Shiri, M., Mehrabi, A.A., Shahriyari, F.A. and Bagherii, A.R., 2010. Evaluation of genetic diversity of wild einkorn wheats in west and norwest Iran using SSR Markers. *Journal of Applied Biology*, 8: 125-136.
- Sinha, G.C.P. and Sharma, N.N., 1979. Correlation, regression and path analysis studies in wheat varieties. *Indian Journal of Agronomy*, 25: 225–229.
- Tabatabaei S.F., and Maassoumi T.R., 2001. *Triticum boeoticum* ssp thaoudar" exists" in Iran! *Cereal Research Communications*, 29: 121-126.
- 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.
- Mousavifard, S.S., Saeidi, H., Rahiminejad, M.R. and Shamsadini, M., 2015. Molecular analysis of diversity of diploid *Triticum* species in Iran using ISSR markers. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 62: 387-394.
- Naghavi, M.R., Maleki, M., Alizadeh, H., Pirseiedi, M. and Mardi, M., 2009. An assessment of genetic diversity in wild diploid wheat *Triticum boeoticum* from west of Iran using RAPD, AFLP and SSR markers. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 11: 585-598.
- Paul, A.K., Islam, M.A., Hasan, M.J., Chowdhury, M.M.H. and Chowdhury, M.K.A., 2006. Genetic variation of some morphophysiological characters in *Triticum durum* wheat. *International Journal of Sustainable Agriculture*, 2: 11-14.
- Pour-Aboughadareh, A., Mohmoudi, M., Ahmadi, J., Moghaddam, M., Mehrabi, A.A., Alavikia, S.S., 2016. Agro-morphological and molecular variability in *Triticum boeoticum* accessions from Zagros Mountains, Iran. *Genetic Resources and Crop Evolution* (in press).
- Pour-Aboughadareh, A., Alavikia, S.S., Moghadam, M., Mehrabi, A.A. and Mazimani, M.A. 2013. Evaluation of morphophysiological traits in some *Triticum urartu* populations from Iran under normal and water deficit stress conditions. *Journal of Crops Improvement*, 135-148.

Assessing heritability of agro-morphological characters and relationship between genetic diversity with geographical factors in Einkorn wild wheat populations collected from West and Northwest of Iran

A.R. Pour-Aboughadareh^{*1}, M. Moghaddam², S.S. Alavikia³ and A.A. Mehrabi⁴

1*- Corresponding author, Ph. D, College of Agricultural & Natural Resources, Imam Khomeini International University, Ghazvin, I.R. Iran. E-mail: a.poraboghadareh@edu.ikiu.ac.ir

2- Prof., College of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, I.R. Iran.

3- Assist. Prof., College of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, I.R. Iran.

3- Assoc. Prof., College of Agriculture, University of Ilam, Ilam, I.R. Iran.

Received: 28.10.2015

Accepted: 28.03.2016

Abstract

In order to evaluate heritability of agro-morphological characters as well as study of relationship between genetic diversity with geographical factors in Einkorn wild wheat populations (41 accessions consisted of 33 accessions of *T. boeoticum* and 8 accessions of *T. urartu* species), an experiment was conducted based on a randomized complete block design with three replications in research station of University of Tabriz, Iran during 2011-2012 growing seasons. Analysis of variance showed significant differences among the accessions for all of studied characters except numbers of total tiller and fertile tiller. Mean comparison also revealed significant differences between the two species in terms of all characters except leaf width as well as weight of total spikes and harvest index. For both of the species, heritability and variation coefficients indicated high level of genetic variation for agro-morphological characters. According to correlation coefficients, a positive and significant relation was found among the studied characters. However, only correlation between latitude and spike length as well as altitude and number of total tillers were positive and significant. Clustering of the accessions on the basis of all characters and geographical factors produced two main groups, so that in both dendrograms grouping of accessions were greatly consistent with each other. Accessions with closer altitude and latitude were allocated to similar groups. On the whole, remarkable level of genetic diversity among Einkorn wheat, especially accessions collected from Kermanshah and Lorestan provinces was revealed, implying special attention to germplasm of the areas is required.

Keywords: Cluster analysis, Einkorn wheat, germplasm, morphological diversity, traits relationships.