مجله به‌نژادی نهال و بذر
جلد ۱-۲۹، شماره ۱، سال ۱۳۹۲

ارزیابی خصوصیات زراعی ژنوتیپ‌های گندم مصنوعی

Evaluation of Agronomic Characteristics of Synthetic Wheat Genotypes

مصطفی آقائی سربرزه[۱] و اشکبوس امینی[۲]

۱ و ۲- به ترتیب دانشیار و مربی، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۹/۲۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۳/۱۱

چکیده

آقائی سربرزه، م. و امینی، ا. ۱۳۹۲. ارزیابی خصوصیات زراعی ژنوتیپ‌های گندم مصنوعی. **مجله به‌نژادی نهال و بذر ۱-۲۹:** ۴۴ - ۲۵.

در سال‌های اخیراستفاده از تنوع ژنتیکی موجود در سطوح مختلف خزانه ژنی گندم به عنوان منابعی غنی جهت اصلاح و پیشبرد صفات متعدد مورد توجه قرارگرفته است. از جمله این منابع می‌توان به گونه‌های وحشی اشاره کرد که برای بهره‌برداری از آن‌ها از گونه‌های حد واسط و تولید ارقام مصنوعی استفاده شده‌است. در بررسی حاضر ۱۰۰ ژنوتیپ گندم مصنوعی دریافتی از مرکز بین‌المللی تحقیقات گندم و ذرت (CIMMYT) به همراه ارقام گندم شاهد پیشتاز، پیشگام و مغان-۳ در شرایط آبی درمزرعه آزمایشی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر واقع در کرج مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج آزمایش تنوع زیادی را در ژنوتیپ‌های گندم مصنوعی از نظر اکثر صفات زراعی نشان داد. تجزیه رگرسیون نشان داد که در گندم‌های مصنوعی صفاتی مانند تعداد روز از ظهور سنبله تا رسیدن فیزیولوژیکی، ارتفاع بوته و تعداد دانه در سنبله اثر مثبت و معنی‌داری بر عملکرد دانه داشتند. دسته‌بندی ژنوتیپ‌ها بر اساس تجزیه کلاستر به روش وارد (Ward) گندم های مصنوعی مورد مطالعه را در هفت گروه هر یک با ویژگی‌های خاصی قرار داد. با توجه به نتایج به دست آمده تعداد پانزده ژنوتیپ گندم مصنوعی با داشتن عملکرد دانه بالا و برخی خصوصیات زراعی مناسب شناسائی و برای بررسی بیشتر در نظر گرفته شدند. نتایج این تحقیق نشان داد که گندم‌های مصنوعی می‌توانند به عنوان منابع ارزشمندی برای انتقال صفات جدید و متنوع به خزانه ژنی گندم‌های زراعی مورد توجه قرار گیرند وتنوع مناسبی را برای به‌نژادگران به منظور اصلاح و تولید ارقام فراهم آورند.

واژه‌های کلیدی: گندم نان، گندم‌های مصنوعی، تنوع ژنتیکی، صفات زراعی.

نویسنده مسئول: maghaee@spii.ir تلفـــن: ۳۲۷۰۵۹۹۲-۰۲۶

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

با کشت وسیع ارقام گندم اصلاح شده که دارای زمینه ژنتیکی مشابه هستند، کاهش شدیدی در تنوع ژنتیکی گندم زراعی برای صفات مختلف از جمله صفاتی که مستقیماً با عملکرد دانه در ارتباط هستند و آن‌هائی که باعث پایداری عملکرد شده دیده می‌شود (Spagnolett Zeull and Qualset, 1987؛ Rezaii and Frey, 1988؛ Allard, 1996؛ Powell *et al*., 1996؛ Valkoun, 2001). در شرایط فعلی برای برخی از صفات تنوع ژنتیکی بسیار محدود است و به همین دلیل پژوهشگران به دنبال این تنوع در سایر گونه‌های گیاهی خویشاوند گندم هستند (Heyne, 1987؛ Friebe *et al*., 1996؛ Jiang *et al*., 1994؛ Reynolds *et al*., 2007).

گونه‌های جنس Aegilops به عنوان نزدیک‌ترین خویشاوند گندم، منابع ژنتیکی بسیار ارزشمندی هستند که می‌توانند در غنی‌سازی خزانه ژنی گندم نقش موثری ایفا کنند. گونه‌های آژیلوپس نقش بسیار مهمی را نه تنها در تکامل گندم زراعی (*Triticum aestivum* L.) ایفا کرده‌اند، بلکه در فرآیند توسعه تنوع ژنتیکی آن تاثیرگذاری زیادی داشته‌اند (McFadden and Sears, 1946). این جنس شامل ۱۱ گونه دیپلوئید، ۱۰ گونه تتراپلوئید و ۱۲ گونه هگزاپلوئید است (Van Slageren, 1994). این گونه‌ها دارای صفات زراعی بسیار مهمی شامل مقاومت به بیماری‌ها و آفات (Raupp *et al*., 1993, 1995؛ Gill *et al*., 1985, 1987)، تحمل به خشکی (Molnár *et al*., 2004)، تحمل به شوری (Colmer *et al*., 2006) و کیفیت بالای پروتئین هستند (Tan *et al*., 2009). بنابراین، این گونه‌ها به طور وسیعی به عنوان منابع مهم ژنتیکی برای اصلاح گندم مورد استفاده قرارگرفته‌اند.

تاکنون بیش از ۲۰۰ هیبرید بین گونه‌ای (Wheat–Aegilops interspecific hybrids)، لاین‌های دارای کروموزوم‌های اضافه گندم-آژیلوپس (Wheat–Aegilops addition lines) و گندم‌های دارای ترانسلوکاسیون تولید شده‌اند. از این منابع ژنی تا به حال ژن‌های مفید زیادی مانند ژن‌های کنترل کننده مقاومت به آفات و بیماری‌ها به مخزن ژنی گندم تزریق شده‌اند (McIntosh, 1991؛ Gill *et al*., 1989). به عنوان مثال، ۵۳ ژن مقاومت به آفات و بیماری‌ها از ۱۵ گونه آژیلوپس به ژرم‌پلاسم گندم اضافه شده‌اند (Schneider *et al*., 2008). این منابع دارای صفات ویژه دیگری مانند صفات مرتبط با سازگاری با تنش خشکی نیز هستند. فرض بر این است که چنین نمونه هائی ممکن است آلل‌های جدیدی را در اختیار قرار دهند که مکمل مکانیزم‌هائی مانند سازگاری با تنش‌ها باشند (Reynolds *et al*., 2007).

گونه‌های وحشی گندم ظرفیت بسیار بالائی را برای به‌نژادی گیاهان زراعی فراهم کرده‌اند (Mujeeb-Kazi *et al*., 2006؛ Rizwan *et al*., 2007). در دهه‌های قبل تعداد بسیار زیادی از نمونه‌های این گونه ها جمع‌آوری شده و در بانک های ژن سراسر جهان ذخیره

Archive of SID

www.SID.ir

شده‌اند. اما این منابع جمع‌آوری شده به طور فعال به ویژه برای صفاتی با توارث پیچیده مانند عملکرد و کیفیت مورد بهره‌برداری قرار نگرفته‌اند (Pestsova *et al*., 2001).

والدین غیر معمول (مانند گونه‌های وحشی) را می‌توان برای افزایش تنوع آللی به کار برد. در برنامه به‌نژادی گندم در مرکز بین‌المللی تحقیقات ذرت و گندم (International Maize and Wheat Improvement Centre, CIMMYT) از تلاقی بین گونه‌ای اجداد وحشی و گندم نان تنوع ژنتیکی جدید ایجاد شده و مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد. از معمول‌ترین آن‌ها می‌توان به گندم‌های مصنوعی (Synthetic/Resynthesized hexaploid wheat) اشاره کرد (Mujeeb-Kazi *et al*., 1996). این منابع ژنتیکی، اختصاصاً از تلاقی بین گندم تتراپلوئید با ژنوم AABB و گونه وحشی دیپلوئید دارای ژنوم DD یعنی *T. tauschii* تولید می‌شوند. تاکنون بیش از ۱۰۰۰ نمونه گندم هگزاپلوئید مصنوعی با انواع متنوعی از گونه وحشی آژیلوپس‌دهنده ژنوم D (*Ae. tauschii*) در این مرکز تهیه شده است.

گندم‌های مصنوعی حاصل از این روش به عنوان منابع ارزشمند و امیدبخشی برای آلل‌های بیرون از خزانه ژنی اولیه گندم در نظر گرفته می‌شوند که قابلیت انتقال به این گونه مهم زراعی را دارند (Mujeeb-Kazi *et al*., 2006). سیاری از آن‌ها مقاومت/تحمل بالائی به انواع تنش‌های زیستی و غیر زیستی نشان داده‌اند که بیانگر اهمیت این گونه وحشی و ظرفیت آن در غنی‌سازی خزانه ژنی گندم برای برنامه‌های به‌نژادی است (Dreisigacker *et al*., 2008). این منابع ژنتیکی ظرفیت‌ها و ژن‌های جدید و سهل‌الوصولی را از ژنوم D آژیلوپس در اختیار به‌نژادگران گندم قرار می‌دهد (Mares and Mrva, 2008).

تلاقی بین ارقام پیشرفته گندم و گندم‌های مصنوعی منجر به تولید ارقامی با سازگاری بیشتر نسبت به شرایط خشکی شده است (Trethowan *et al*., 2005؛ Matthew *et al*., 2007). طی چند دهه گذشته صفات زراعی مهمی شامل مقاومت به بیماری‌ها، آفات و تنش‌های غیر زیستی از گونه‌های وحشی و اجداد گندم به گندم منتقل شده‌اند (Jiang *et al*., 1994؛ Friebe *et al*., 1996؛ Sharma and Gill, 1983؛ Knott and Dvorak, 1976).

کاشت و ارزیابی مورفولوژیک منابع ژنتیکی در مزرعه، تکنیک معمول احیا و طبقه‌بندی کلکسیون‌های منابع ژنتیکی است، مزیت این روش این است که صفات مستقیماً جهت شناسایی و انتخاب ژن‌ها یا ژنوم‌های مطلوب مورد استفاده قرار می‌گیرند (Morrison, 1990). این بررسی نیز با هدف شناسائی منابع ارزشمند واجد صفات مناسب از بین ژنوتیپ‌های گندم مصنوعی بود که در نهایت با استفاده در خزانه‌های دورگ‌گیری امکان بهره‌برداری از تنوع ژنی موجود در گونه‌های وحشی که در ارقام گندم مصنوعی تثبیت شده‌اند در زمینه ژنتیکی گندم نان معمولی فراهم شود.

Archive of SID

www.SID.ir

مواد و روش‌ها

در این تحقیق تعداد ۱۰۰ لاین گندم مصنوعی موجود در کلکسیون بخش تحقیقات غلات مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر دریافتی از مرکز بین‌المللی تحقیقات ذرت و گندم (CIMMYT) مورد بررسی قرار گرفتند. ژنوتیپ‌های گندم مصنوعی در قالب آزمایش مشاهده‌ای (سیستماتیک) ارزیابی شدند.

ژرم‌پلاسم مورد مطالعه در آبان ماه ۱۳۸۸ در مزرعه تحقیقاتی مؤسسه تحقیقات اصلاح وتهیه نهال و بذر واقع در کرج (۵۱ درجه و ۱۰ دقیقه طول شرقی، ۳۵ درجه و۴۸ دقیقه عرض شمالی و ارتفاع ۱۳۲۱ متر از سطح دریا) کاشته شدند. هر ژنوتیپ بدون تکرار در دو خط یک متری روی یک پشته به فاصلهٔ کشت ۲۵ سانتی‌متر کاشته شدند. برای بررسی ظرفیت تولید آن‌ها نسبت به ارقام تجاری موجود، ارقام گندم پیشتاز، پیشگام و مغان-۳ به عنوان شاهد مورد استفاده قرار گرفتند. ارقام شاهد در فواصل مشخص هر ۲۰ ژنوتیپ یک بار بین ژنوتیپ‌های مورد آزمایش تکرار شدند. در طول فصل زراعی، این ژنوتیپ‌ها از نظر صفات مختلفی مانند تعداد روز تا ظهور سنبله، روز تا رسیدگی، ارتفاع بوته، وزن هزار دانه، طول سنبله، تعداد دانه در سنبله، عملکرد کاه و کلش، طول پدانکل، شاخص برداشت و عملکرد دانه ارزیابی و با ارقام شاهد مقایسه شدند.

با توجه به این که مواد آزمایشی فاقد تکرار بودند، تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها بر اساس آماره‌های توصیفی شامل کمینه، بیشینه، دامنه، میانگین، انحراف معیار مربوط به کلیه صفات کمی محاسبه و ارزیابی شدند. روابط بین صفات با محاسبه همبستگی ساده بررسی شد. برای بررسی جنبه‌های اصلی تغییرات متغیرها توسط تعداد کمتری از ترکیب‌های خطی از تجزیه چند متغیره به روش تجزیه به عامل‌ها استفاده شد. گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها نیز با استفاده از روش تجزیهٔ خوشه‌ای (تجزیهٔ کلاستر) به روش وارد (Ward) و با استفاده از مربع فاصله اقلیدسی به عنوان معیار تشابه انجام شد. نرم‌افزارهای Excel و SPSS در تجزیه‌های آماری مورد استفاده قرار گرفت.

نتایج و بحث

مشخصات ژنوتیپ‌های گندم مصنوعی و ارقام گندم شاهد در جدول ۱ نشان داده شده است.

مقادیر اندازه‌گیری شده صفات مختلف در جدول ۲ درج شده‌اند. نتایج تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از آماره‌های توصیفی شامل میانگین، بیشینه، کمینه، دامنه، انحراف معیار و ضریب تغییرات برای داده‌های یازده صفت کمی در مورد ژنوتیپ‌ها و سه رقم شاهد (پیشتاز، پیشگام و مغان-۳) نشان‌دهنده تنوع بالایی برای اکثر صفات مورد مطالعه بود (جدول ۳). در نمونه‌های گندم مصنوعی مورد مطالعه، عملکرد دانه، عملکرد کاه و کلش، تعداد دانه در سنبله، شاخص برداشت و طول سنبله به ترتیب با ۳۵/۲۷٪، ۲۵/۷۲٪، ۲۴/۶۷٪، ۲۰/۶۱٪ و ۱۵/۵۷٪ بیشترین ضریب تغییرات را داشتند و بنابراین بیشترین تنوع را نسبت به سایر صفات نشان دادند (جدول ۳). کمترین تنوع در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی متعلق به صفت تعداد روز تا رسیدن

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- شماره، کد و تیپ رشد ژنوتیپ های گندم مصنوعی مورد آزمایش و ارقام گندم شاهد
Table 1. Name, code and growth habit of synthetic wheat genotypes and wheat check cultivars

شماره ژنوتیپ Genotype No.	کد ژنوتیپ Genotype code	تیپ رشد Growth habit	شماره ژنوتیپ Genotype No.	کد ژنوتیپ Genotype code	تیپ رشد Growth habit	شماره ژنوتیپ Genotype No.	کد ژنوتیپ Genotype code	تیپ رشد Growth habit
1	23146-16ws	Winter	40	23176-46ws	Winter	79	22007/8-S	Spring
2	23177-47ws	Winter	41	23175-45ws	Winter	80	22014/15-S	Spring
3	23170-40ws	Winter	42	23174-44ws	Winter	81	22012/13-S	Spring
4	23181-51ws	Winter	43	23173-43ws	Winter	82	22013/14-S	Spring
5	23179-49ws	Winter	44	22246/148-SA	Spring	83	22011/12-S	Spring
6	23143-13ws	Winter	45	22247/149-SA	Spring	84	22049/50-S	Spring
7	23142-12ws	Winter	46	22119/101-SA	Spring	85	22045/46-S	Spring
8	23180-50ws	Winter	47	22242/144-SA	Spring	86	22047/48-S	Spring
9	23136-6ws	Winter	48	22278/380-SA	Spring	87	22344/246-SA	Spring
10	23150-20ws	Winter	49	22200/102-SA	Spring	88	22348/250-SA	Spring
11	23148-18ws	Winter	50	22370/272-SA	Spring	89	22349/251-SA	Spring
12	23139-9ws	Winter	51	22058/59-S	Spring	90	22493/395-SA	Spring
13	23138-8ws	Winter	52	22266/168-SA	Spring	91	22286/189-SA	Spring
14	23137-7ws	Winter	53	22059/60-SA	Spring	92	22411/313-SA	Spring
15	23184-54ws	Winter	54	22201/103-SA	Spring	93	22495/397-SA	Spring
16	23186-56ws	Winter	55	22184/434-SA	Spring	94	22155/57-SA	Spring
17	23145-15ws	Winter	56	22043/44-S	Spring	95	22189/435-SA	Spring
18	23171-41ws	Winter	57	22040/41-S	Spring	96	22388/290-SA	Spring
19	23140-10ws	Winter	58	22308/210-SA	Spring	97	22458/360-SA	Spring
20	23151-21ws	Winter	59	22025/26-S	Spring	98	22414/316-SA	Spring
21	23185-55ws	Winter	60	22029/30-S	Spring	99	22244/425-SA	Spring
22	23132-2ws	Winter	61	22071/72-S	Spring	100	22494/396-SA	Spring
23	23182-52ws	Winter	62	22204/106-SA	Spring	101	Pishtaz (check)	Spring
24	23133-3ws	Winter	63	22229/131-SA	Spring	102	Pishgam (check)	Facultative
25	23141-11ws	Winter	64	22031/32-S	Spring	103	Moghan3 (check)	Spring
26	23135-5ws	Winter	65	22030/31-S	Spring			
27	23134-4ws	Winter	66	22269/171-SA	Spring			
28	23155-25ws	Winter	67	22207/109-SA	Spring			
29	23156-26ws	Winter	68	22019/20-S	Spring			
30	23164-34ws	Winter	69	22032/33-S	Spring			
31	23161-31ws	Winter	70	22074/75-S	Spring			
32	23169-39ws	Winter	71	22022/23-S	Spring			
33	23152-22ws	Winter	72	22092/93-S	Spring			
34	23165-35ws	Winter	73	22038/39-S	Spring			
35	23166-36ws	Winter	74	22125/27-SA	Spring			
36	23154-24ws	Winter	75	22016/17-S	Spring			
37	23153-23ws	Winter	76	22003/4-S	Spring			
38	23162-32/ws	Winter	77	22044/45-S	Spring			
39	23163-33ws	Winter	78	22009/10-S	Spring			

و تعداد روز تا ظهور سنبله بود. این موضوع می‌تواند بیانگر این نکته باشد که احتمالاً ژنوم D گونه *Aegilops tauschii* استفاده شده در تولید این ارقام مصنوعی، دارای تنوع ژنتیکی زیادی برای این صفات نبوده است.

بررسی نتایج نشان داد که هر چند گندم‌های مصنوعی مورد بررسی میانگین تعداد روز تا ظهور سنبله و زمان رسیدن بیشتری نسبت به ارقام شاهد داشتند، اما در این لاین‌ها طول دوره ظهور سنبله تا زمان رسیدن حدود ۱۰ روز کمتر بود. صفات دیگری از جمله ارتفاع بوته، طول پدانکل و طول سنبله نیز در لاین‌های گندم مصنوعی نسبت به ارقام شاهد بیشتر بودند (جدول ۳).

تنوع در مدت زمان لازم تا ظهور سنبله در

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲- عملکرد دانه و سایر صفات در ژنوتیپ‌های گندم مصنوعی و ارقام گندم شاهد

Table 2. Grain yield and different traits of synthetic wheat genotypes and wheat check cultivars

Genotype no.	Genotype code	روز تا ظهور سنبله DHE	روز تا رسیدن DMA	روز از ظهور سنبله تا رسیدن FP	ارتفاع بوته PLH (cm)	وزن هزار دانه TGW (g)	طول سنبله SL (cm)	تعداد دانه در سنبله GNPS	طول پدانکل PED (cm)	عملکرد کاه و کلش SYLD ($gplot^{-1}$)	عملکرد دانه GY ($gplot^{-1}$)	شاخص برداشت HI%
1	23146-16ws	121	165	44	110	54	11.0	28	58	705	275	28.06
2	23177-47ws	105	163	58	112	52	13.0	33	56	1020	380	27.14
3	23170-40ws	115	163	48	107	48	7.0	43	50	745	485	39.43
4	23181-51ws	112	162	50	93	50	12.0	32	56	590	260	30.59
5	23179-49ws	114	163	49	110	45	10.0	27	56	1035	245	19.14
6	23143-13ws	123	163	40	92	51	12.0	34	52	550	200	26.67
7	23142-12ws	118	163	45	117	47	9.0	21	57	1245	405	24.55
8	23180-50ws	118	164	46	110	48	9.5	30	52	765	415	35.17
9	23136-6ws	113	163	50	110	49	11.0	21	55	750	300	28.57
10	23150-20ws	120	165	45	117	51	10.0	23	50	865	315	26.69
11	23148-18ws	120	165	45	110	54	10.0	25	51	1105	215	16.29
12	23139-9ws	118	164	46	110	52	11.0	31	56	910	290	24.17
13	23138-8ws	122	166	44	105	51	10.0	23	49	745	205	21.58
14	23137-7ws	122	166	44	110	52	11.3	32	47	710	250	26.04
15	23184-54ws	117	165	48	107	50	13.3	30	47	810	340	29.57
16	23186-56ws	121	163	42	120	48	12.0	24	60	910	240	20.87
17	23145-15ws	123	166	43	113	55	11.0	26	48	680	260	27.66
18	23171-41ws	118	166	48	105	52	7.0	60	48	870	530	37.86
19	23140-10ws	119	166	47	100	50	12.0	28	52	760	300	28.30
20	23151-21ws	116	164	48	120	52	8.0	22	47	1020	430	29.66
21	23185-55ws	119	163	59	110	53	10.0	23	45	815	285	25.91
22	23132-2ws	113	163	58	117	58	10.0	20	56	790	210	21.00
23	23182-52ws	115	164	60	105	50	9.0	23	49	730	220	23.16
24	23133-3ws	117	164	44	122	42	10.0	20	52	1180	320	21.33
25	23141-11ws	118	166	50	116	52	10.0	28	47	630	220	25.88
26	23135-5ws	118	168	49	115	51	11.0	32	50	690	240	25.81
27	23134-4ws	114	167	47	113	49	11.0	24	55	945	305	24.40
28	23155-25ws	115	166	48	117	54	9.0	23	57	870	310	26.27
29	23156-26ws	115	167	50	115	52	13.0	30	54	1165	385	24.84
30	23164-34ws	117	165	53	110	47	9.0	18	50	740	210	22.11
31	23161-31ws	132	169	51	80	47	8.0	19	39	445	105	19.09
32	23169-39ws	115	163	52	118	52	12.0	32	55	975	275	22.00
33	23152-22ws	119	165	48	125	45	9.0	21	45	835	265	24.09
34	23165-35ws	130	171	37	82	34	9.0	18	45	420	80	16.00
35	23166-36ws	122	171	48	95	47	8.5	19	53	380	100	20.83
36	23154-24ws	117	167	46	125	48	13.0	27	60	1405	255	15.36
37	23153-23ws	116	167	41	110	56	12.0	36	64	695	255	26.84
38	23162-32/ws	123	170	49	100	49	11.0	27	60	440	140	24.14
39	23163-33ws	116	163	50	113	56	11.0	23	55	860	390	31.20
40	23176-46ws	116	164	51	115	52	11.0	32	53	700	300	30.00
41	23175-45ws	116	168	47	118	50	12.0	21	50	730	220	23.16
42	23174-44ws	116	167	47	114	49	12.0	26	53	865	290	25.11
43	23173-43ws	118	169	48	120	44	12.5	16	53	880	270	23.48
44	22246/148-SA	112	169	60	130	53	11.5	23	58	1090	310	22.14
45	22247/149-SA	113	168	59	122	50	11.0	26	61	985	440	30.88
46	22119/101-SA	112	168	61	125	50	10.5	33	59	1325	425	24.29
47	22242/144-SA	108	161	52	116	50	9.5	28	53	1070	530	33.13
48	22278/380-SA	100	163	51	115	46	10.5	39	54	1170	480	29.09
49	22200/102-SA	110	163	51	117	56	11.5	31	52	1180	400	25.32
50	22370/272-SA	118	166	57	120	48	9.5	32	58	1130	270	19.29
51	22058/59-S	113	164	55	120	47	11.0	30	50	995	235	19.11
52	22266/168-SA	105	167	56	105	42	10.0	24	55	1115	435	28.06
53	22059/60-SA	110	163	53	115	52	9.5	16	48	660	290	30.53
54	22201/103-SA	114	164	63	120	56	8.5	32	53	1150	420	26.75
55	22184/434-SA	113	167	53	117	47	9.5	18	52	870	280	24.35
56	22043/44-S	112	163	48	128	57	9.5	23	57	905	495	35.36
57	22040/41-S	114	166	51	97	46	10.0	25	55	420	200	32.26
58	22308/210-SA	106	164	62	117	42	9.7	33	55	1510	590	28.10
59	22025/26-S	115	168	53	115	57	10.0	21	50	1050	310	22.79
60	22029/30-S	115	167	50	105	44	10.5	25	50	500	200	28.57
61	22071/72-S	114	165	54	106	59	9.3	43	73	740	260	26.00
62	22204/106-SA	110	167	51	120	57	11.0	26	53	980	400	28.99

Archive of SID

www.SID.ir

Table 2. Continued

ادامه جدول ۲

Genotype no.	Genotype code	روز تا ظهور سنبله DHE	روز تا رسیدن DMA	روز از ظهور سنبله تا رسیدن FP	ارتفاع بوته PLH (cm)	وزن هزار دانه TGW (g)	طول سنبله SL (cm)	تعداد دانه در سنبله GNPS	طول پدانکل PED (cm)	عملکرد کاه و کلش SYLD ($gplot^{-1}$)	عملکرد دانه GY ($gplot^{-1}$)	شاخص برداشت HI%
63	22229/131-SA	110	166	52	115	63	13.0	26	52	655	345	34.50
64	22031/32-S	100	163	58	95	61	8.3	27	43	605	375	38.27
65	22030/31-S	107	163	53	110	52	11.0	17	48	990	210	17.50
66	22269/171-SA	103	162	52	115	45	9.3	43	54	1185	565	32.29
67	22207/109-SA	108	161	65	115	50	7.3	22	50	715	345	32.55
68	22019/20-S	111	163	61	110	42	8.5	29	54	950	550	36.67
69	22032/33-S	107	163	62	107	57	11.3	28	56	720	330	31.43
70	22074/75-S	104	161	51	107	51	7.3	13	64	900	100	10.00
71	22022/23-S	113	163	57	130	50	11.0	29	62	560	290	34.12
72	22092/93-S	106	161	56	108	48	6.0	28	55	760	190	20.00
73	22038/39-S	113	162	63	110	55	5.5	25	56	650	350	35.00
74	22125/27-SA	112	166	56	125	59	10.3	24	59	715	360	33.49
75	22016/17-S	117	167	59	120	56	9.3	22	50	870	300	25.64
76	22003/4-S	114	164	53	120	57	8.0	25	51	990	310	23.85
77	22044/45-S	114	163	52	115	55	11.3	26	55	1030	300	22.56
78	22009/10-S	118	165	56	113	48	9.0	29	47	750	200	21.05
79	22007/8-S	117	166	57	115	47	10	24	58	870	230	20.91
80	22014/15-S	115	169	50	116	50	10.5	31	60	1275	465	26.72
81	22012/13-S	113	164	55	130	50	11.5	28	55	1115	535	32.42
82	22013/14-S	114	163	49	118	54	10.0	22	53	695	305	30.50
83	22011/12-S	100	163	54	105	47	8.5	36	50	1020	480	32.00
84	22049/50-S	110	167	50	125	51	10.0	26	53	1050	320	23.36
85	22045/46-S	114	161	50	107	48	9.5	22	59	730	220	23.16
86	22047/48-S	115	168	49	120	55	10.0	25	58	720	280	28.00
87	22344/246-SA	115	168	47	120	56	9.5	23	59	1130	420	27.10
88	22348/250-SA	115	167	49	115	57	10.0	29	58	670	180	21.18
89	22349/251-SA	117	168	54	135	51	11.5	23	60	1020	280	21.54
90	22493/395-SA	112	168	63	132	54	10.3	28	47	965	435	31.07
91	22286/189-SA	114	162	57	125	51	8.3	21	53	735	215	22.63
92	22411/313-SA	107	161	62	117	50	11.3	28	52	895	455	33.70
93	22495/397-SA	110	163	51	110	60	11.0	24	48	630	270	30.00
94	22155/57-SA	116	161	49	113	51	8.3	34	57	1120	430	27.74
95	22189/435-SA	110	162	63	118	53	6.0	34	52	870	280	24.35
96	22388/290-SA	108	166	57	95	40	8.0	27	45	980	220	18.33
97	22458/360-SA	107	161	47	115	45	10.0	35	56	645	155	19.38
98	22414/316-SA	115	163	53	125	48	11.3	33	51	1110	490	30.63
99	22244/425-SA	107	162	53	110	48	10.3	25	52	800	250	23.81
100	22494/396-SA	100	163	52	110	42	10.0	23	49	1005	295	22.69
101	Pishtaz	103	165	51	96	44	9.1	29	46	958	551	36.51
102	Pishgam	105	163	56	95	43	9.4	42	45	806	474	40.08
103	Moghan3	100	161	48	103	41	9.2	34	42	848	416	33.01

DHE: Days to Heading; DMA: Days to Malurity; FP: Days from heading to maturity; PLH: Plant Height; TGW: 1000 Grain Weight; SL: Spike Length; GNPS: Grain Number per Spike; PED: Peduncle Length; SYLD: Straw Yield; GY: Grain Yield; HI: Harvest Index.

ژنوتیپ‌های مورد بررسی نسبت به ارقام شاهد ۲/۲۶ برابر بود (جدول ۳). ضریب تغییرات بیشتر این صفت در ژنوتیپ‌های مورد بررسی نسبت به شاهد نیز گویای این مطلب بود. در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی زودرس‌ترین ژنوتیپ‌ها شماره ۴۸، ۶۴، ۸۳ و ۱۰۰ با حدود ۱۰۰ روز تا ظهور سنبله و ژنوتیپ شماره ۳۱ با ۱۳۲ روز تا ظهور سنبله دیررس‌ترین لاین بودند (جدول ۲). صفت زودرسی این ژنوتیپ‌ها با در نظر گرفتن تعداد روز تا رسیدن نیز دیده شد. ژنوتیپ‌های مورد بررسی به طور متوسط با ۱۶۴/۸۴ روز تقریباً همزمان باارقام شاهد با ۱۶۳/۵۳ روز رسیدند. صفت مدت زمان بین ظهور سنبله تا رسیدن فیزیولوژیکی در ژنوتیپ‌های مورد بررسی دارای دامنه ۲۶ روز بود. این صفت در برخی از ژنوتیپ‌ها ۳۷ روز (ژنوتیپ شماره ۳۱ با کد

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳- تجزیه آماری برای صفات کمی اندازه‌گیری شده برای ژنوتیپ‌های گندم مصنوعی و ارقام شاهد
Table 3. Descriptive statistics for different traits of synthetic wheat genotypes and check cultivars

		صفت	روز تا ظهور سنبله	روز تا رسیدن	روز از ظهور سنبله تا رسیدن	ارتفاع بوته	طول پدانکل	طول سنبله	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه	عملکرد کاه و کلش	عملکرد دانه	شاخص برداشت
		Trait	DHE	DMA	FP	PLH (cm)	PED (cm)	SL (cm)	GNPS	TGW (g)	SYLD ($gplot^{-1}$)	GY ($gplot^{-1}$)	HI%
ژنوتیپ‌های گندم مصنوعی Synthetic wheat genotypes	Minimum	حداقل	100.00	161.00	37.0	80.00	39.00	5.50	13.00	34.00	480.00	80.00	10.00
	Maximum	حداکثر	132.00	171.00	63.0	135.00	73.00	13.30	59.60	63.00	2100.00	590.00	39.43
	Mean	میانگین	113.94	164.84	50.9	113.34	53.34	10.08	26.91	50.64	1182.05	312.90	26.23
	Std. Dev.	انحراف معیار	5.78	2.46	5.0	9.63	5.08	1.58	6.64	4.86	303.97	110.35	5.41
	CV%	ضریب تغییرات	5.07	1.49	9.9	8.50	9.52	15.67	24.67	9.60	25.72	35.27	20.61
ارقام شاهد Check cultivats	Minimum	حداقل	100.00	161.00	58.2	92.00	41.00	6.30	25.00	36.00	1100.00	310.00	22.96
	Maximum	حداکثر	107.00	169.00	61.2	107.00	48.00	12.00	53.40	48.00	1600.00	585.00	40.80
	Mean	میانگین	103.40	163.53	60.1	98.40	44.53	9.25	35.71	43.13	1351.00	480.33	35.00
	Std. Dev.	انحراف معیار	2.32	2.56	1.6	5.07	2.42	1.27	7.21	3.02	162.99	83.21	4.15
	CV%	ضریب تغییرات	2.24	1.57	2.80	5.15	5.43	13.73	20.19	7.00	12.06	17.32	11.87

DHE: Days to Heading; DMA: Days to Malurity; FP: Days from heading to maturity; PLH: Plant Height; TGW: 1000 Grain Weight; SL: Spike Length; GNPS: Grain Number per Spike; PED: Peduncle Length; SYLD: Straw Yield; GY: Grain Yield; HI: Harvest Index.

23161-31ws) بود که خیلی زود به مرحله رسیدگی رفتند، در صورتی که حداکثر این صفت ۶۳ روز به طول انجامید که در ژنوتیپ‌های شماره ۴۸ (22278/380-SA)، ۶۹ (22031/32-S)، ۸۳ (22011/12-S)، ۱۰۰ (22494/396-SA) مشاهده شد (جدول‌های ۲ و ۳). میانگین این صفت ۵۰/۹ روز بود. در ژنوتیپ‌های شاهد طول مدت زمان بین ظهور سنبله ورسیدن فیزیولوژیکی به طور متوسط ۶۰ روز طول کشید که کمینه و بیشینه آن به ترتیب ۵۸/۲ و ۶۱/۲ روز بود (جدول ۳). بنابراین ملاحظه می‌شود در مواد مورد بررسی، ژنوتیپ‌هائی وجود دارند که دارای طول دوره پرشدن دانه کمتری بوده زودرس‌تر هستند.

میانگین ارتفاع بوته در نمونه‌ها ۱۱۳/۳۴ سانتی‌متر در مقابل ۹۸/۴ سانتی‌متر ارقام شاهد بود که بیانگر پاکوتاه‌تر بودن ارقام اصلاح شده نسبت به ارقام گندم مصنوعی است (جدول ۳). در بین نمونه‌های مورد بررسی، کوتاه‌ترین نمونه ژنوتیپ شماره ۳۱ با ۸۰ سانتی‌متر و بلندترین نمونه ژنوتیپ شماره ۸۹ با ۱۳۵ سانتی‌متر ارتفاع بودند.

در نمونه‌ها طول پدانکل دارای میانگین ۵۳/۳۴ سانتی‌متر بود که در مقابل ۴۴/۵۳ سانتی‌متر ارقام شاهد بیشتر بود (جدول ۳). در بین نمونه‌های مورد بررسی، کوتاه‌ترین پدانکل متعلق به ژنوتیپ شماره ۳۱ با ۳۹ سانتی‌متر و بلندترین آن به لاین شماره ۶۱ با ۷۳ سانتی متر تعلق داشت (جدول ۳).

Archive of SID

www.SID.ir

طول سنبله در بین نمونه‌ها دارای میانگین ۱۰/۰۸ سانتی‌متر بود که در مقایسه با شاهدهای استفاده شده با میانگین ۹/۲۵ سانتی‌متر بلندتر بودند (جدول ۳). با ملاحظه ضریب تغییرات ۱۵/۶۷ این صفت در ارقام مصنوعی مورد بررسی نسبت به ارقام شاهد با ۱۳/۷۳ تنوع بیشتری دیده شد (جدول ۳). در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی ژنوتیپ شماره ۷۳ کوتاه‌ترین طول سنبله با ۵/۵ سانتی‌متر طول و ژنوتیپ‌های شماره ۱۵ با طول ۱۳/۳ سانتی‌متر بیشترین طول سنبله را در بین نمونه‌ها داشتند (جدول ۳).

تعداد دانه در سنبله به عنوان یکی از اجزاء مهم عملکرد در نمونه‌ها دارای میانگینی معادل ۲۶/۹۱ و کمتر از ارقام شاهد نان با میانگین ۳۵/۷۱ عدد بود. ضریب تغییرات برای این صفت در نمونه‌های مورد بررسی و ارقام شاهد به ترتیب ۲۴/۶۷ و ۲۰/۱۹ بود که بیانگر تنوع زیاد این صفت در ارقام مصنوعی مطالعه شده است (جدول ۳). در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی ژنوتیپ شماره ۷۰ با تعداد ۱۳ دانه در سنبله کمترین و ژنوتیپ شماره ۱۸ دارای بالاترین میانگین تعداد دانه در سنبله با ۶۰ عدد بود (جدول ۳). در گزارش‌های زیادی تعداد دانه در سنبله به عنوان جزء مهم عملکردی عنوان شده است (Poehlman, 1994؛ Royo *et al*., 2007؛ Sadegh Ghol Moghadam *et al*., 2011؛ Sadras and Lawson, 2011؛ Aghaee-Sarbarzeh and Amini, 2012). به همین دلیل به‌نژادگران از این صفت مهم در اصلاح ارقام زراعی گندم استفاده و ژنوتیپ‌هائی را گزینش کرده‌اند که این صفت را در مقدار بیشتری داشته‌اند. به هرحال از ژنوتیپ‌های مصنوعی دارای تعداد دانه در سنبله زیاد می‌توان برای اصلاح این صفت در گندم نان بهره‌برداری کرد.

وزن هزار دانه در نمونه‌های گندم مصنوعی مورد بررسی معادل ۵۰/۶۴ گرم و در ارقام شاهد ۴۳/۱۳ گرم بود (جدول ۳). همان‌طور که در جدول ۲ ملاحظه می‌شود در بین نمونه‌های مورد بررسی نمونه‌هائی با وزن هزار دانه بیشتر از شاهد وجود داشت. ضریب تغییرات این صفت در نمونه‌ها ۹/۶ درصد و به مراتب بیشتر از ارقام شاهد با ضریب تغییرات ۷ بود (جدول ۳) که بیانگر تنوع بیشتر وزن دانه در ارقام مصنوعی مورد بررسی نسبت به ارقام شاهد اصلاح شده است. ژنوتیپ شماره ۳۴ به میزان ۳۴ گرم کمترین و ژنوتیپ شماره ۶۳ به میزان ۶۳ گرم بیشترین مقدار وزن هزار دانه را در بین ژنوتیپ‌ها دارا بود (جدول ۲).

میانگین عملکرد کاه و کلش در نمونه‌های موردنظر ۱۱۸۲/۰۵ گرم در کرت ولی در ارقام شاهد با میانگین ۱۳۵۱ گرم در کرت بود (جدول ۳). در این صفت نیز ژنوتیپ‌هائی در نمونه‌ها وجود داشتند که عملکرد کاه و کلش آن‌ها بیشتر ازارقام اصلاح شده بود (جدول ۲). کمترین میزان عملکرد کاه و کلش در بین نمونه‌ها را ژنوتیپ شماره ۳۵ و بیشترین آن متعلق به شماره ۵۸ با میانگین عملکرد کاه و کلش به ترتیب ۴۸۰ و ۲۱۰۰ گرم دارا بودند (جدول ۳).

بررسی شاخص برداشت به عنوان صفتی که

Archive of SID

www.SID.ir

بیانگر میزان توزیع مواد فتوسنتزی بین عملکرد اقتصادی و سایر اندام‌های گیاهی است نشان داد ارقام شاهد (که از ارقام اصلاح شده هستند) دارای بیشترین شاخص برداشت (تا ۴۰/۸٪) بودند. ژنوتیپ‌های مورد بررسی غالباً دارای شاخص برداشت کمتر از ۳۹/۴۳٪ بودند، اما ژنوتیپ‌های شماره ۳ و ۶۴ به ترتیب با داشتن شاخص برداشت معادل ۳۹/۴۳٪ و ۳۸/۲۷٪ برتر از سایر لاین‌های مورد ارزیابی بودند (جدول ۳).

میانگین عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های گندم مصنوعی ۳۱۲/۹ گرم در کرت (معادل ۵۲۱۵ کیلوگرم در هکتار) بود که در مقایسه با میانگین ارقام شاهد با ۴۸۰/۳۳ گرم در کرت (معادل ۸۰۰۵ کیلوگرم در هکتار) به مراتب کمتر بود (جدول ۳). وجود ضریب تغییرات زیادتر این صفت در ارقام مصنوعی (۳۵/۲۷٪) نسبت به ارقام شاهد (۱۷/۳۲٪) وجود تنوع ژنتیکی بالائی را در ژنوتیپ‌های گندم مصنوعی مورد بررسی نسبت به شاهدها نشان داد (جدول ۳). در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی لاین‌هائی مشاهده شد که عملکرد دانه در واحد سطح زیادی داشتند. به عنوان مثال ژنوتیپ‌های شماره ۵۸ و ۶۸ به ترتیب با تولید ۵۹۰ گرم (معادل ۹۸۳۳ کیلوگرم در هکتار) و ۵۵۰ گرم (معادل ۹۱۶۷ کیلوگرم در هکتار) بیشترین میزان عملکرد را در بین نمونه‌ها دارا بودند (جدول ۲).

مطالعه همبستگی صفات در ژنوتیپ‌های گندم مصنوعی

روابط صفات با استفاده از محاسبه همبستگی ساده بین آن‌ها مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این بررسی در جدول ۴ درج شده است. عملکرد دانه به عنوان جزء اقتصادی با صفات مدت زمان بین ظهور سنبله تا رسیدن فیزیولوژیک ($r = ۰/۳۶۸^{**}$)، ارتفاع بوته ($r = ۰/۳۸۴^{**}$)، تعداد دانه در سنبله ($r = ۰/۴۴۵^{**}$)، وزن کاه و کلش ($r = ۰/۸۰۸^{**}$) و شاخص برداشت ($r = ۰/۶۹۲^{**}$) همبستگی مثبت و معنی‌داری نشان داد. وجود رابطه مستقیم و مثبت عملکرد دانه با این صفات نشان‌دهنده اهمیت آن‌ها در افزایش عملکرد دانه است، بنابر این ژنوتیپ‌های گندم مصنوعی که دارای ارتفاع بوته، تعداد دانه در سنبله، وزن کاه و کلش و شاخص برداشت بیشتری هستند از اهمیت زیادی برخوردارند (جدول ۴). آقائی سربرزه و امینی (۲۰۱۱) نیز نتایج مشابهی را در مورد عملکرد بیولوژیکی گزارش کرده‌اند. از سوی دیگر، عملکرد دانه با تعداد روز تا مرحله ظهور سنبله ($r = -۰/۴۲^{**}$) رابطه منفی و معنی‌داری و با تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیکی ($r = -۰/۲۲۵^{**}$)رابطه منفی و معنی‌داری داشت، بدین معنی که ژنوتیپ‌های زودرس‌تر عملکرد دانه کمتری داشتند (جدول ۳).

با توجه با این که همبستگی ساده بین صفات فقط نشان‌دهنده ارتباط کلی صفات است، تجزیه علیت صفات مهم روی عملکرد دانه برای ژنوتیپ‌های گندم مصنوعی انجام گرفت (جدول ۵). با توجه به نتایج این تجزیه، ملاحظه شد که تعداد روز از ظهور سنبله تا رسیدن فیزیولوژیکی، ارتفاع بوته و تعداد دانه در سنبله بیشترین اثر مستقیم را روی عملکرد دانه داشتند و سهم اصلی در همبستگی ساده با عملکرد دانه

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۴- ضرایب همبستگی بین صفات مهم زراعی ارزیابی شده در ژنوتیپ‌های گندم مصنوعی
Table 4. Simple correlation coefficients among the traits in synthetic wheat

صفت Trait	DHE	DMA	FP	PLH	TKW	SL	SN	PL	SYLD	HI
DMA	0.492**									
FP	-0.906**	-0.077								
PLH	-0.190	-0.043	0.196							
TKW	-0.053	-0.066	0.028	0.253*						
SL	0.114	0.244*	-0.012	0.187	0.112					
SN	-0.153	-0.151	0.102	-0.052	0.054	-0.020				
PL	-0.130	-0.022	0.138	0.298**	0.166	0.175	0.144			
SYLD	-0.396**	-0.148	0.381**	0.528**	-0.046	0.066	0.281**	0.172		
HI	-0.248*	-0.215*	0.179	0.070	0.268**	-0.044	0.398**	-0.061	0.157	
GY	-0.417**	-0.225*	0.368**	0.384**	0.077	-0.021	0.445**	0.064	0.808**	0.692**

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

* and **: Significant at 5% and 1% levels of probability, respectively.
DHE: Days to Heading; DMA: Days to Malurity; FP: Days from heading to maturity; PLH: Plant Height; TGW: 1000 Grain Weight; SL: Spike Length; GNPS: Grain Number per Spike; PED: Peduncle Length; SYLD: Straw Yield; GY: Grain Yield; HI: Harvest Index.

جدول ۵- اثر مستقیم حاصل از تجزیه علیت صفات مختلف روی عملکرد دانه
Table 5. Direct effect of traits on grain yield based on path-coefficient analysis

صفت Trait	اثر مستقیم Direct effect	FP	PLH	TKW	SL	SN	PL	SYLD
FP	0.259	1	0.196	0.028	-0.012	0.102	0.138	0.368**
PLH	0.420	0.196	1	0.253*	0.187	-0.052	0.298**	0.384**
TKW	-0.030	0.028	0.253*	1	0.112	0.054	0.166	0.077
SL	-0.058	-0.012	0.187	0.112	1	-0.020	0.175	-0.021
SN	0.462	0.102	-0.052	0.054	-0.020	1	0.144	0.445**
PL	-0.149	0.138	0.298**	0.166	0.175	0.144	1	0.064
YLD		0.368**	0.384**	0.077	-0.021	0.445**	0.064	1

DHE: Days to Heading; DMA: Days to Malurity; FP: Days from heading to maturity; PLH: Plant Height; TGW: 1000 Grain Weight; SL: Spike Length; GNPS: Grain Number per Spike; PED: Peduncle Length; SYLD: Straw Yield; GY: Grain Yield; HI: Harvest Index.

ناشی از اثر مستقیم این صفات بوده است. به عبارت دیگر این صفات مستقیماً روی عملکرد دانه اثر داشته و با افزایش آن‌ها، عملکرد دانه نیز افزایش داشت. آی چیچک و یلدیریم (Aycicek and Yildirim, 2006) نیز اثر مستقیم ارتفاع بوته و زمان ظهور سنبله را صفاتی با اثر مستقیم زیاد روی عملکرد دانه گزارش کرده‌اند.

برای مطالعه دقیق‌تر اثر صفات بر عملکرد دانه (GY)، تجزیه رگرسیون به روش گام به گام (Stepwise Regression analysis) انجام شد. در مدل حاصل ازاین تجزیه، تعداد روز از ظهور سنبله تا رسیدن فیزیولوژیکی، ارتفاع بوته و تعداد دانه در سنبله با اثر مثبت و معنی دار باقی ماندند (جدول ۶). ضریب تشخیص تصحیح شده این مدل معادل ۰/۴۲۵ بود که بیانگر تبیین حدود ۴۳٪ از تغییرات عملکرددانه در گندم‌های مصنوعی ارزیابی شده در این آزمایش توسط این سه صفت است. قاسمی و همکاران (Ghasemi *et al*., 2010) در مطالعه ۱۰۰ لاین گندم مصنوعی نیز اثر مثبت و معنی دار تعداد دانه

Archive of SID

www.SID.ir

در سنبله را در افزایش عملکرد دانه گزارش کردند. آماره‌های همراستائی این صفات نیز مقادیر بسیار کمی بودند که نشان دهنده عدم همخطی آن‌ها است (جدول ۶). آقائی سربرزه و امینی (۲۰۱۱) در مطالعه ۱۱۲ لاین خالص از ارقام بومی صفت تعداد دانه در سنبله، وزن هزاردانه و عملکردکاه و کلش را با اثر مثبت و تعداد روز تا ظهور سنبله را با اثر منفی در مدل نهائی گزارش کردند.

جدول ۶- نتایج حاصل از تجزیه رگرسیون به روش گام به گام عملکرد دانه و صفات مورفولوژیکی در گندم مصنوعی

Table 6. Stepwise regression analysis of grain yield and morphological traits in synthetic wheat genotypes

مدل Model+		ضریب غیر استاندارد Unstandardized Coefficients Beta	خطای معیار Std. Error	ضریب استاندارد Standardized Coefficients Beta	t	Sig.	آماره همراستائی Collinearity Statistics	
							تلرانس Tolerance	عامل تورم واریانس VIF
(Constant)	ضریب ثابت	-10478.060	2094.664		-5.002	0.000		
SN	تعداد دانه در سنبله	121.128	21.588	0.438	5.611	0.000	0.984	1.016
PLH	ارتفاع بوته	68.243	15.111	0.357	4.516	0.000	0.956	1.046
FP	تعداد روز تا ظهور سنبله	92.309	28.951	0.253	3.188	0.002	0.949	1.054

+. صفت وابسته : عملکرد دانه (گرم در کرت) + Dependent Variable: Gy ($gplot^{-1}$)

در این تجزیه مدل نهائی تجزیه رگرسیون مرحله به مرحله به صورت زیر به دست آمد:

$$GY=-10478.06^{*} + 121.128^{**} SN +68.243^{**} PLH +92.309^{**} FP \ , R^2= 0.425$$

به منظور کاهش تعداد صفات مورد بررسی و نشان دادن تنوع موجود بین ژنوتیپ‌ها توسط تعداد کمتری از متغیرها، تجزیه به عامل‌ها انجام شد. استخراج عامل‌ها به روش تجزیه به مولفه های اصلی با در نظر گرفتن یازده صفت مورد بررسی و پس از معنی دار شدن تجزیه کیسر-مایر-اولکین (KMO = ۰/۴۴۱**) که بیانگر کافی بودن همبستگی متغیرهای اولیه برای انجام تجزیه به عامل‌ها است، انجام شد. نتایج این تجزیه نشان داد که سه عامل اول حدود ۶۲/۳۳٪ از تنوع موجود بین ژنوتیپ‌ها را توجیه کردند (جدول ۷).

در عامل اول با بیشترین واریانس (۳۲٪) صفات عملکرد دانه، عملکرد کاه و کلش و شاخص برداشت، بیشترین با عاملی را داشتند. بنابراین، صفات مذکور اجزاء مهمی بودند که سبب تنوع در این ژنوتیپ‌های گندم مصنوعی شده بودند (جدول ۸). این عامل را می‌توان به عامل اجزاء اقتصادی و عملکرد نسبت داد. این صفات با داشتن بیشترین ضریب تغییرات قبلاً به

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۷- مقادیر ویژه و سهم هر مولفه در توجیه تغییرات موجود در ماتریس داده‌ها
Table 7. Eigen value, variance and cumulative variance of factors in data matrix

	با عاملی و واریانس اجزاء Extraction Sums of Squared Loadings		
عامل	مقادیر ویژه	درصد واریانس	واریانس تجمعی
Component	Eigen values	Variance %	Cumulative %
1	2.880	31.998	31.998
2	1.517	16.852	48.850
3	1.213	13.478	62.328

جدول ۸- ماتریس بار عاملی صفات مورد ارزیابی در سه عامل اصلی حاصل از تجزیه به عامل‌ها
Table 8. Component matrix and factor load of evaluated traits in three factors obtained from factor analysis

صفت	Component عامل		
Trait	1	2	3
FP	0.515	0.048	-0.314
PLH	0.565	0.590	-0.080
TKW	0.234	0.252	0.773
SL	0.091	0.544	0.234
SN	0.510	-0.403	0.230
PL	0.281	0.575	0.143
SYLD	0.812	0.125	-0.425
YLD	0.928	-0.245	-0.083
HI	0.610	-0.488	0.442

Extraction Method: Principal Component Analysis.

عنوان صفات با تنوع بالا مشخص شده بودند (جدول ۳). صادق قول مقدم و همکاران (Sadegh Ghol Moghadam *et al*., 2011) و طوسی مجرد و بیهمتا (Tossi Mojarad and Bihamta, 2008) نیز عملکرد دانه سنبله، بیوماس، شاخص برداشت و تعدادسنبلچه بارور را در عامل اول با عنوان عامل موثر بر اجزای عملکرد و تولید محصول نامگذاری کردند.

در عامل دوم بیشترین بار عاملی را صفات ارتفاع بوته، طول پدانکل و طول سنبله تشکیل دادند. این موضوع نشان می‌دهد که بخش قابل توجهی از تنوع موجود در این ژنوتیپ‌ها ناشی از صفات مذکور است (جدول ۷). در عامل سوم نیز وزن هزار دانه بیشترین بار عاملی را داشت که به نوبه خود تنوع زیادی را بین ژنوتیپ‌های گندم مصنوعی سبب شده بود (جدول ۷).

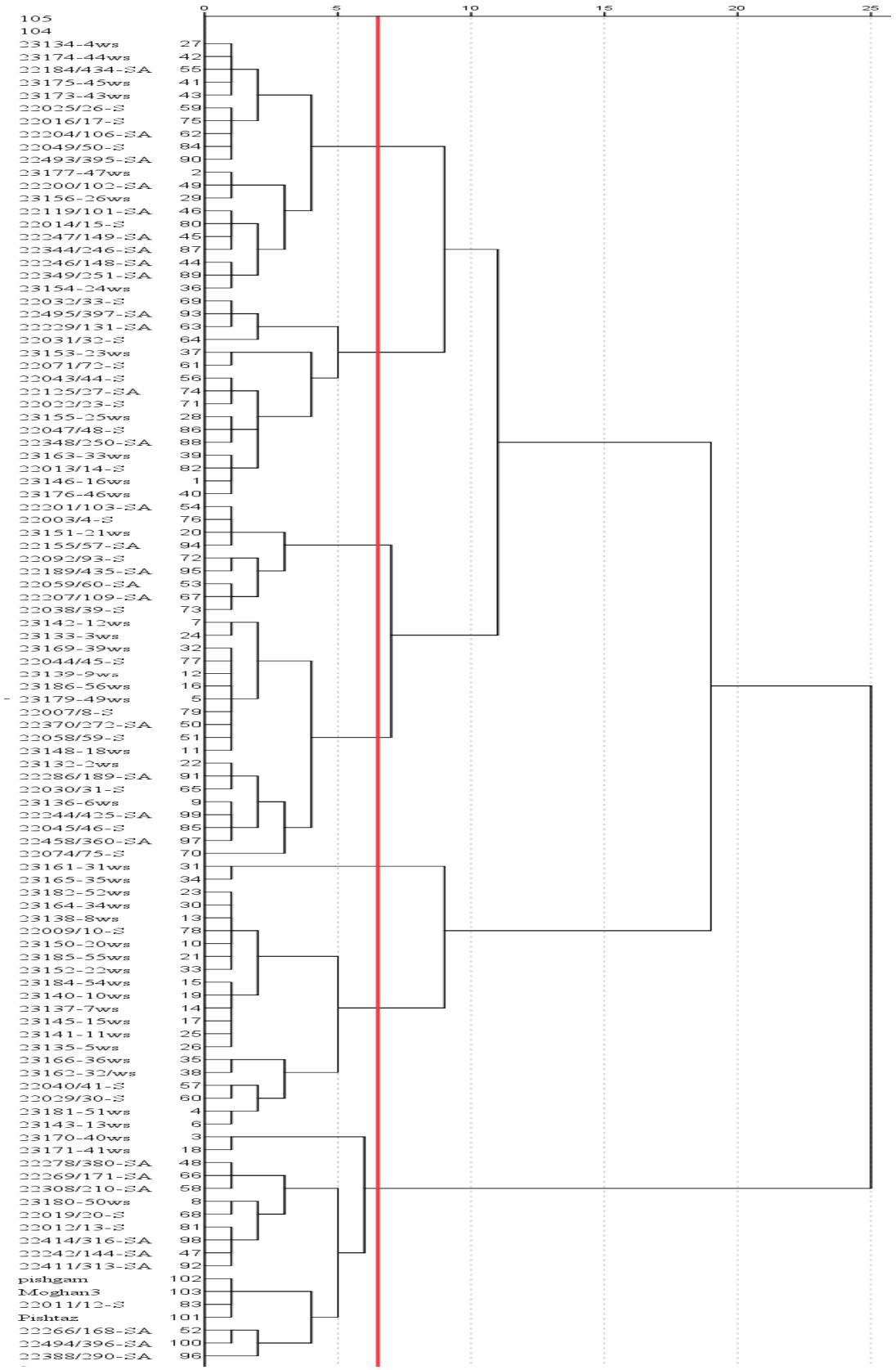
گروه‌بندی ژنوتیپ‌های مورد بررسی

برای گروه‌بندی ژنوتیپ‌های گندم مصنوعی از تجزیه کلاستر به روش وارد (Ward) استفاده شد. نتایج این تجزیه، ژنوتیپ‌ها را در هفت گروه دسته‌بندی کرد (شکل ۱).

در این بررسی ۱۰۳ ژنوتیپ (۱۰۰ نمونه گندم مصنوعی به همراه ۳ رقم شاهد، جدول ۱) بر اساس یازده صفت کمی در هفت گروه دسته بندی شدند(جدول ۲ و شکل ۱). گروه اول با ۲۰ ژنوتیپ، ۱۹/۴۲ درصد از کل ژنوتیپ‌ها را

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱- گروه‌بندی ژنوتیپ‌های مورد استفاده در مطالعه لاین‌های گندم مصنوعی

Fig. 1. Denderogram presentation of synthetic wheat genotypes

www.SID.ir

شامل شد (جدول ۹). ژنوتیپ‌های این گروه بیشترین ارتفاع بوته، طویل‌ترین سنبله و بیشترین عملکرد کاه و کلش را نسبت به سایر گروه‌ها داشتند (جدول ۹). گروه دوم با ۱۶ ژنوتیپ (۱۵/۵۳٪ از ژنوتیپ‌ها) بیشترین وزن هزار دانه و طول پدانکل را داشتند. گروه سوم ، چهارم و ششم به ترتیب با ۹ ، ۱۹ و ۱۹ ژنوتیپ ویژگی خاصی را نسبت به سایر گروه‌ها نداشتند. کوچک‌ترین گروه با دو ژنوتیپ، گروه پنجم بود که دارای ویژگی‌های خاصی از جمله دیررسی با تعداد روز تا ظهور سنبله و زمان لازم تا رسیدن فیزیولوژیکی به ترتیب ۱۳۱ و ۱۷۰ روز، کوتاه‌ترین ارتفاع بوته، کمترین عملکرد دانه بودند. گروه هفتم با ۱۸ ژنوتیپ حدود ۱۷٪ از ژنوتیپ‌ها را شامل سه رقم شاهد را در برگرفت. ژنوتیپ‌های موجود در این گروه بیشترین مقدار صفات تعداد دانه در سنبله، عملکرد دانه و شاخص برداشت را دارا بودند (جدول ۹). بر اساس ویژگی‌های هر گروه، می‌توان از ژنوتیپ‌هائی متعلق به گروه مورد نظر در برنامه‌های به‌نژادی گندم بهره‌برداری کرد.

استفاده از تنوع ژنتیکی موجود در سطوح مختلف خزانه ژنی گندم به عنوان منابعی ارزشمند جهت اصلاح و پیشبرد صفات متعدد این محصول مهم مورد توجه قرارگرفته‌اند. گندم‌های مصنوعی که آمفی‌پلوئید مصنوعی بین گندم تتراپلوئید و گونه دیپلوئید (*Ae. squarrossa*) هستند از جمله این منابع به شمار می‌روند. این منابع ژنتیکی امکان بهره برداری ساده‌تر از تنوع موجود در گونه‌های وحشی را که به طور مستقیم قابل تلاقی با گندم هگزاپلوئید (گندم نان) نیستند میسر می‌سازند. با عنایت به وجود سطح وسیعی از تنوع ژنتیکی برای صفات مهم زراعی در گونه‌های وحشی که به صورت قابل استفاده در ارقام مصنوعی آماده بهره‌برداری هستند، شناسائی منابع مهم و دارای صفات ارزشمند در مقایسه با هم از اولویت بالائی برخوردار است. گندم‌های مصنوعی مورد بررسی در این تحقیق نشان دادند که برای اکثر صفات مورد مطالعه تنوع ژنتیکی بالایی وجود دارد. بررسی صفات مختلف نشان داد که ژنوتیپ‌های شماره ۴۸ (22278/380-SA)، ۶۴ (22031/32-S)، ۸۳ (22011/12-S) و ۱۰۰ (22494/396-SA) برای زودرسی، ۳۱ (23161-31ws) برای پاکوتاهی، ۶۱ (22071/72-S) برای پدانکل بلندتر، ۱۵ (23184-54ws) با طول سنبله بیشتر، ۱۸ (23171-41ws) با تعداد دانه در سنبله بیشتر، ۶۳ (22229/131-SA) با وزن هزار دانه بیشتر، ۵۸ (22308/210-SA) با وزن کاه و کلش بیشتر نسبت به ارقام شاهد و ۳ (23170-40ws) و ۳۴ (23165-35ws) با شاخص برداشت بیشتر نسبت به سایر ارقام مصنوعی برتر بودند. علاوه بر این در بین این ژنوتیپ‌های گندم مصنوعی، ژنوتیپ‌های شماره ۲۰ (23151-21ws)، ۳۹ (23163-33ws)، ۴۰ (23176-46ws)، ۴۷ (22242/144-SA)، ۴۸ (22278/380-SA)، ۴۹ (22200/102-SA)، ۶۶ (22269/171-SA)، ۶۷ (22207/109-SA)، ۶۸ (22019/20-S)، ۶۹ (22032/33-S)، ۷۳ (22038/39-S)، ۷۶ (22003/4-S)، ۷۷ (22044/45-S)،

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۹- میانگین صفات مختلف در ژنوتیپ‌های موجود در هر گروه
Table 9. Mean of different traits of genotypes in each group

گروه Cluster	تعداد ژنوتیپ در گروه No. of genotypes in cluster	درصد ژنوتیپ در گروه % Genotypes in cluster	DHE*	DMA	PLH	TGW	SL	Grain/ spike	PL	BYLD ($gplot^{-1}$)	YLD ($gplot^{-1}$)	HI%
1	20	19.42	113.60	167.25	120.55	51.60	11.13	25.35	54.75	1040.00	344.50	24.88
2	16	15.53	112.88	164.69	114.63	56.50	10.48	27.69	56.63	715.31	313.75	30.33
3	9	8.74	111.89	162.44	115.44	52.67	7.46	26.33	52.11	881.67	338.33	27.83
4	19	18.45	113.89	163.16	114.63	49.42	10.17	24.46	55.32	932.89	246.58	20.86
5	2	1.94	131.00	170.00	81.00	40.50	8.50	18.70	42.00	432.50	92.50	17.55
6	19	18.45	118.74	165.74	106.74	49.58	10.45	26.23	50.11	665.26	232.11	25.84
7	18	17.48	107.62	163.53	109.84	45.63	9.41	33.93	50.59	1006.50	472.00	32.01

DHE: Days to Heading; DMA: Days to Malurity; FP: Days from heading to maturity; PLH: Plant Height; TGW: 1000 Grain Weight; SL: Spike Length; GNPS: Grain Number per Spike; PED: Peduncle Length; SYLD: Straw Yield; GY: Grain Yield; HI: Harvest Index.

۸۳ (22011/12-S) و ۹۲ (22411/313-SA) با عملکرد دانه بالا و سایر صفات زراعی بهتر انتخاب شدند. ژنوتیپ‌های شماره ۱۸ و ۶۷ جزء ژنوتیپ‌های دارای بیشترین تعداد دانه در سنبله نیز بودند. حضور این صفت به همراه عملکرد کاه وکلش و تعداد روز تا ظهور سنبله در مدل نهائی رگرسیون چند متغیره با ضریب مثبت نشان دهنده اهمیت این صفت در ژنوتیپ‌های گندم مصنوعی مورد بررسی است. در این مطالعه ژنوتیپ‌های مورد بررسی در هفت گروه دسته‌بندی شدند. تمایز گروه‌ها بر اساس یازده صفت ارزیابی شده برای هر ژنوتیپ بود. هرچند استفاده مستقیم از ارقام مصنوعی گندم به عنوان رقم جدید زراعی ممکن است محدود باشد ولی با توجه به تنوع زیادی که برای بسیاری از صفات در این ژرم‌پلاسم دیده شد، استفاده از آن‌ها به عنوان والدین دورگ‌گیری در برنامه‌های به‌نژادی می‌تواند حائز اهمیت باشد. نتایج تجزیه خوشه‌ای نشان داد که هر یک از گروه‌ها دارای صفاتی هستند که بنا به نیاز می‌توانند در راستای افزایش تنوع ژنتیکی خزانه ژنی گندم نان مورد استفاده قرار گیرند.

Archive of SID

References

Aghaee Sarbarzeh, M., and Amini, A. 2011. Genetic variability for agronomy traits in bread wheat genotype collection of Iran. Seed and Plant Improvement Journal 27-1(4): 581-599 (in Persian).

Allard, R. W. 1996. Genetic basis of the evolution of adoptedness in plants. Euphytica 92: 1-11.

Aycicek, M., and Yildirim, T. 2006. Path coefficient analysis of yield and yield components in bread wheat (*Triticum aestivum* L.*)* genotypes. Pakistan Journal of

www.SID.ir

Botany 38(2): 417-424.

Colmer, T. D., Flowers, T. J., and Munns, R. 2006. Use of wild relatives to improve salt tolerance in wheat. Journal of Experimental Botany 57: 1059-1078.

Dreisigacker, S., Kishii, M., Lage, J., and Warburton, M. 2008. Use of synthetic hexaploid wheat to increase diversity for CIMMYT bread wheat improvement. Australian Journal of Agricultural Research 59 (5): 413-420.

Friebe, B., Jiang, J., Raupp, W. J., McIntosh, R. A., and Gill, B. S. 1996. Characterization of wheat-alien translocations conferring resistance to disease and pest: Current status. Euphytica 91: 59-87.

Ghasemi, M., Zaefizadeh, M., Azimi, J., and Jamaati-e-Somarin, S. 2010. Study of primary adaptation of synthetic lines of bread wheat in Ardabil region (Iran). World Applied Sciences Journal 9 (10): 1113-1120.

Gill, B. S., Dhaliwal, H. S., Multani, D. S., and Singh, P. J. 1989. Evaluation and utilisation of wild germplasm of wheat. pp. 165-177. In: Mujeeb-Kazi, A., and Sitch, L. A. (eds.) Review of Advances in Plant Biotechnology, 1985-88. 2nd International Symposium on Genetic Manipulation in Crops, CIMMYT & IRRI.

Gill, B. S., Hatchett, J. H., and Raupp, W. J. 1987. Chromosomal mapping of Hessian fly resistance gene *H*13 in the D genome of wheat. Journal of Heredity 78: 97-100.

Gill, B. S., Sharma, H. C., Raupp, W. J., Browder, L. E., Hatchett, J. H., and Harvey, T. L. 1985. Evaluation of Aegilops species for resistance to wheat powdery mildew, wheat leaf rust, Hessian fly and greenbug. Plant Breeding 69: 314-316.

Henye, E. G. 1987. Wheat and Wheat Improvement. 2nd edition. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA.

Jiang, J., Friebe, B., and Gill, B. S. 1994. Recent advances in alien gene transfer in wheat. Euphytica 73: 199-212.

Knott, D. R., and Dvorak, J. 1976. Alien germplasm as a source of resistance to disease. Annual Review of Phytopathology 14: 211-235.

Mares, D., and Mrva, K. 2008. Genetic variation for quality traits in synthetic wheat germplasm. Australian Journal of Agricultural Research 59(5): 406–412.

Matthew, R., Dreccer, F., and Trethowan, R. 2007. Drought-adaptive traits derived from wheat wild relatives and landraces. Journal of Experimental Botany 58 (2): 177-186.

Archive of SID

www.SID.ir

McFadden, E. S., and Sears, E. R. 1946. The origin of *Triticum spelta* and its free-testing hexaploid relatives. Journal of Heredity 37: 107-116.

McIntosh, R. A. 1991. Alien sources of disease resistance in bread wheat. pp. 320-332. In: Sasakuma, T., and Kinoshita, T. (eds.) Proceedings of Dr. H. Kihara Memorial International Symposium on Cytoplasmic Engineering in Wheat. Nuclear and Urganellar Genomes of Wheat Species, Yokohama, Japan.

Molnár, I., Gáspár, L., Sárvári, É., Dulai, S., Hoffmann, B., Molnár-Láng, M., and Galiba, G. 2004. Physiological and morphological responses to water stress in *Aegilops biuncialis* and *Triticum aestivum* genotypes with differing tolerance to drought. Functional Plant Biology 31: 1149-1159.

Morrison, D. F. 1990. Multivariate Statistical Methods. McGrow Hill Publications, NewYork. 495pp.

Mujeeb-Kazi, A., Fuentes-Davilla, G., Gul, A., and Mirza, J. I. 2006. Karnal bunt resistance in synthetic hexaploid wheats (SH) derived from durum wheat *Aegilops tauschii* combinations and in some SH. bread wheat derivatives. Cereal Research Communications 34: 1199-1205.

Mujeeb-Kazi, A., Rosas, V., and Roldan, S. 1996. Conservation of the genetic variation of *Triticum tauschii* in synthetic hexaploid wheats and its potential utilization for wheat improvement. Genetic Resources and Crop Evolution 43: 129-134.

Pestsova, E. G., Borner, A., and Roder, M. S. 2001. Development of a set of *Triticum aestivum-Aegilops tauschii* introgression lines. Hereditas 135: 139- 143.

Poehlman, J. M. 1994. Breeding Field Crops. Third ed. Iowa State University Press, USA.

Powell, W., Gordon, C., Machray, C., and Provan, J.1996. Polymorphism revealed by simple sequence repeats. Trends in Plant Science 1 (7): 215-221.

Raupp, W. J., Amri, A., Hatchett, J. H., Gill, B. S., Wilson, D. L., and Cox, T. S. 1993. Chromosomal location of Hessian fly-resistance genes *H*22, *H*23 and *H*24 derived from *Triticum tauschii* in the D genome of wheat. Journal of Heredity 84: 142-145.

Raupp, W. J., Gill, B. S., Friebe, B., Wilson, D. L., Cox,T. S., and Sears, R. G. 1995. The Wheat Genetics Resource Center: Germ plasm conservation, evaluation and utilization. pp. 469-475. In: Li, Z. S., and Xin, Z. Y. (eds.) Proceedings of the 8th International Wheat Genetics Symposium, China Agricultural Scientech Press, Beijing, China.

Archive of SID

www.SID.ir

Reynolds, M. P., Dreccer, F., and Trethowan, R. 2007. Drought-adaptive traits derived from wheat wild relatives and landraces. Journal of Experimental Botany 58 (2): 177-186.

Rezaii, A., and Frey, K. J. 1988. Variation in relation to geographical distribution of wild oat's seed traits. Euphytica 39: 113-118.

Rizwan, S., Ahmad, I., Ashraf, M., Sahi, G. M., Mirza, J. I., Ratto, A., and Mujeeb-Kazi, A. 2007. New sources of wheat yellow rust (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) seedling resistance. Pakistan Journal of Botany 39(2): 595-602.

Royo, C., A´ lvaro, F., Martos, V., Ramdani, A. Isidro, J., Villegas, D., and Garcı´a del Moral, L. F. 2007. Genetic changes in durum wheat yield components and associated traits in Italian and Spanish varieties during the 20th century. Euphytica 155: 259–270.

Sadegh Ghol Moghadam, R., Khodarahmi, M., and Ahmadi, G. 2011. Study of genetic diversity and factor analysis for grain yield and other morphological traits under drought stress condition. Agronomy and Plant Breeding 7(1): 133-147.

Sadras, V. O., and Lawson, C. 2011. Genetic gain in yield and associated changes in phenotype, trait plasticity and competitive ability of South Australian wheat varieties released between 1958 and 2007. Crop and Pasture Science 62(7): 533-549.

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

Sharma, H. C., and Gill, B. S. 1983. Current status of wide hybridization in wheat. Euphytica 32: 17-31.

Spagnolett Zeull, P. L., and Qualset, C. O. 1987. Geographical diversity for quantitative spike characters in world collection of durum wheat. Crop Science 27: 235-241.

Tan, F., Zhou, J., Yang, Z., Zhang, Y., Pan, L., and Ren, Z. 2009. Characterization of a new synthetic wheat – *Aegilops biuncialis* partial amphiploid. African Journal of Biotechnology 8 (14): 3215-3218.

Tossi Mojarad, M., and Bihamta, M. 2008. Evaluation of grain yield and quantitative traits using factor analysis. Agricultural Science 17: 97-107 (in Persian).

Trethowan, R. M., Reynolds, M. P., Sayre, K. D., and Ortiz-Monasterio, I. 2005. Adapting wheat cultivars to resource conserving farming practices and human nutritional needs. Annals of Applied Biology 146: 404-413.

Valkoun, J. J. 2001. Wheat pre-breeding using wild progenitors. Euphytica 119: 17–23.

Archive of SID

www.SID.ir

Van Slageren, M. W. 1994. Wild Wheats: A Monograph of *Aegilops* L. and *Amblyopyrum* (Jaub. and Spach) Eig (Poaceae). Agricultural University, Wageningen and International Center for Agricultural Research in Dry Areas, Aleppo, Syria.

Archive of SID

www.SID.ir