

گونه‌های اژیلوپس

شناسایی و بهره‌برداری

Aegilops species

Identification and Utilization

دکتر رسول اصغری زکریا

عضو هیأت علمی دانشگاه محقق اردبیلی

۱۳۹۵

سرشناسه:	: اصغری زکریا، رسول، ۱۳۵۱-
عنوان و پدیدآور	: گونه‌های اژیلوپس شناسایی و بهره‌برداری = <i>Aegilops species Identification and Utilization</i>
مشخصات نشر	: / تألیف رسول اصغری زکریا، اردبیل: انتشارات دانشگاه محقق اردبیلی، ۱۳۹۵.
مشخصات ظاهری	: ۲۱۷ ص.: مصورا، جدول، نمودار.
شابک	: ۹۷۸-۶۰۰-۸۵۶۹-۱۴-۵
وضعیت فهرست‌نویسی	: فیا
یادداشت	: یادداشت
یادداشت	: کتابنامه.
موضوع	: اژیلوپس
موضوع	: <i>Aegilops</i>
شناسه افزوده	: سخا، محقق اردبیلی
رده‌بندی کنگره	: ۱۳۹۵، شف، ۴ الف/QK۴۹۵
رده‌بندی دیویی	: ۵۸/۹
شماره کتاب‌شناسی ملی	: ۲۵۳۸۵۹۲



تألیف: دکتر رسول اصغری زکریا

گونه‌های اژیلوپس شناسایی و بهره‌برداری

ویراستار ادبی: دکتر شکراله پورالخاص

قیمت: ۱۲۰۰۰ ریال

♦ چاپ اول ۱۳۹۵ ♦

ISBN: 978-600-8569-14-5

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۸۵۶۹-۱۴-۵

«مسئولیت صحت مطالب کتاب با مولف است»

«حق چاپ محفوظ است»

اردبیل، انتهای خیابان دانشگاه، دانشگاه محقق اردبیلی، انتشارات دانشگاه محقق اردبیلی، صندوق پستی ۱۷۹

تلفکس ۰۴۵۳۳۵۱۰۱۴۱

www.UMA.ac.ir/press

press@uma.ac.ir

فهرست مطالب

پیش گفتار

۷	 مقدمه
۱۵	 طبقه‌بندی، پراکنش جغرافیایی و ویژگی‌های گیاه‌شناختی گونه‌های اژیلوپس
۱۸	 پراکنش جغرافیایی
۲۳	 گیاه‌شناسی
۲۵	 کلید شناسایی گونه‌های جنس اژیلوپس
۲۹	 توصیف مختصر گونه‌های اژیلوپس
۲۹	 گونه‌های جنس Sitopis
۲۹	 Ae. speltoides (۱)
۳۱	 Ae. longissima (۲)
۳۳	 Ae. sharonensis (۳)
۳۵	 Ae. bicornis (۴)
۳۶	 Ae. searsii (۵)
۳۸	 گونه‌های بخش Cyindropyrum
۳۸	 Ae. markgrafii (۱)
۴۰	 Ae. cylindrica (۲)
۴۲	 گونه‌های بخش Vertebrata
۴۲	 Ae. tauschii (۱)
۴۴	 Ae. crassa (۲)
۴۶	 Ae. vavilovii (۳)
۴۸	 Ae. ventricosa (۴)
۴۹	 Ae. juvenalis (۵)
۵۲	 گونه‌های بخش Comopyrum
۵۲	 Ae. comosa (۱)
۵۳	 Ae. uniaristata (۲)

۵۵.....	Polyeids یا Aegilops بخش گونه‌های
۵۵.....	<i>Ae. umbellulata</i> (۱)
۵۷.....	<i>Ae. biuncialis</i> (۲)
۵۹.....	<i>Ae. kotschyi</i> (۳)
۶۱.....	<i>Ae. triuncialis</i> (۴)
۶۳.....	<i>Ae. peregrina</i> (۵)
۶۵.....	<i>Ae. columnaris</i> (۶)
۶۶.....	<i>A. neglecta</i> (۷)
۶۹.....	<i>Ae. geniculata</i> (۸)
۷۱.....	بخش <i>Amblyopyrum</i>
۷۱.....	<i>Amblyopyrum muticum</i> یا <i>Ae. mutica</i>
۷۳.....	روابط ژنومی در جنس ازیلوپس
۷۳.....	گونه‌های دیپلوئید
۷۷.....	گونه‌های پلی‌پلوئید
۷۷.....	گروه دارای ژنوم D
۷۹.....	گروه دارای ژنوم U
۸۳.....	نقش گونه‌های ازیلوپس در تکامل گندم
۸۹.....	ویژگی‌های کروموزومی گونه‌های ازیلوپس
۹۶.....	گونه‌ی <i>Ae. tauschii</i>
۹۷.....	گونه‌ی <i>Ae. umbellulata</i>
۹۹.....	گونه‌ی <i>Ae. caudata</i>
۹۹.....	گونه‌ی <i>Ae. comosa</i>
۱۰۰.....	گونه‌ی <i>Ae. uniaristata</i>
۱۰۱.....	گونه‌ی <i>Ae. mutica</i>
۱۰۲.....	گونه‌های دیپلوئید بخش سیتوپسیس
۱۰۲.....	گونه‌ی <i>Ae. cylindrica</i>

- ۱۰۴..... *Ae. triuncialis* گونه‌ی
- ۱۰۶..... *Ae. biuncialis* گونه‌ی
- ۱۰۷..... *Ae. pergrina* گونه‌ی
- ۱۰۸..... *Ae. kotschy* گونه‌ی
- ۱۰۹..... *Ae. geniculata* گونه‌ی
- ۱۱۰..... *Ae. neglecta* گونه‌ی
- ۱۱۱..... *Ae. columnaris* گونه‌ی
- ۱۱۱..... *Ae. crassa* گونه‌ی
- ۱۱۲..... *Ae. ventricosa* گونه‌ی
- ۱۱۳..... *Ae. juvenalis* گونه‌ی
- ۱۱۴..... *Ae. vavilovii* گونه‌ی
- ۱۱۷..... راهکارهای انتقال ژن از سه‌ها به اژیلوپس به گندم
- ۱۱۸..... انتقال ژن بین گونه‌های اژیلوپس به گندم
- ۱۲۰..... ایجاد لاین‌های اضافی و جایگزینی در گندم
- ۱۲۶..... راهکارهای انتقال ژن بین گونه‌های اژیلوپس و گندم
- ۱۲۶..... انتقال ژن از گونه‌های اژیلوپس دارای ژنوم مشترک D
- ۱۲۸..... انتقال ژن از ژنوم‌های مختلف گونه‌های اژیلوپس به غیر از ژنوم D
- ۱۲۹..... القای جفت‌شدگی هومیولوگی
- ۱۳۲..... القای جابه‌جایی کروموزومی با استفاده از پرتوتابی
- ۱۳۳..... القای جابه‌جایی کروموزومی توسط ژن‌های گامت‌کش
- ۱۳۹..... استفاده از سیتوبلاسم گونه‌های اژیلوپس
- ۱۴۲..... روش‌های تأیید انتقال ژن بیگانه به گندم
- ۱۴۲..... ابزارهای سیتوژنتیکی
- ۱۴۶..... نشانگرهای مولکولی
- ۱۵۷..... مقاومت گونه‌های اژیلوپس در برابر تنش‌های زیستی و غیرزیستی
- ۱۵۸..... مقاومت به تنش‌های زیستی در گونه‌های اژیلوپس

۱۵۹	.....	<i>Ae. speltoides</i>	ژن‌های مقاومت از گونه‌ی
۱۶۰	.....	<i>Ae. longissima</i>	ژن‌های مقاومت از گونه‌ی
۱۶۰	.....	<i>Ae. sharonensis</i>	ژن‌های مقاومت از گونه‌ی
۱۶۲	.....	<i>Ae. searsii</i>	ژن‌های مقاومت از گونه‌ی
۱۶۲	.....	<i>Ae. bicornis</i>	ژن‌های مقاومت از گونه‌ی
۱۶۳	.....	<i>Ae. caudata</i>	ژن‌های مقاومت از گونه‌ی
۱۶۳	.....	<i>Ae. umbellulata</i>	ژن‌های مقاومت از گونه‌ی
۱۶۴	.....	<i>Ae. comosa</i>	ژن‌های مقاومت از گونه‌ی
۱۶۵	.....	<i>Ae. peregrina</i>	ژن‌های مقاومت از گونه‌ی
۱۶۶	.....	<i>Ae. kotschyana</i>	ژن‌های مقاومت از گونه‌ی
۱۶۶	.....	<i>Ae. geniculata</i>	ژن‌های مقاومت از گونه‌ی
۱۶۷	.....	<i>Ae. trinicialis</i>	ژن‌های مقاومت از گونه‌ی
۱۶۸	.....	<i>A. neglecta</i>	ژن‌های مقاومت از گونه‌ی
۱۶۹	.....	<i>Ae. biuncialis</i>	ژن‌های مقاومت از گونه‌ی
۱۶۹	.....	<i>Ae. tauschii</i>	ژن‌های مقاومت از گونه‌ی
۱۷۰	.....	<i>Ae. ventricosa</i>	ژن‌های مقاومت از گونه‌ی
۱۷۱	.....	<i>Ae. cylindrica</i>	ژن‌های مقاومت از گونه‌ی
۱۷۱	.....	<i>Ae. crassa</i>	ژن‌های مقاومت از گونه‌ی
۱۷۱	.....	<i>Ae. vavilovii</i>	ژن‌های مقاومت از گونه‌ی
۱۷۲	.....	<i>Ae. juvenalis</i>	ژن‌های مقاومت از گونه‌ی
۱۷۲	.....		تحمل شوری در گونه‌های اژیلوپس
۱۷۶	.....		تحمل به سرما و یخ‌زدگی در گونه‌های اژیلوپس
۱۸۰	.....		تحمل تنش خشکی در گونه‌های اژیلوپس
۱۸۷	.....		تحمل تنش گرمایی در گونه‌های اژیلوپس
۱۹۱	.....		منابع

پیش گفتار

با افزایش روز افزون جمعیت و نیاز فزاینده به مواد غذایی به ویژه گندم، بشر با چالش‌های بی سابقه‌ای در قرن بیست و یکم روبرو است. برای دستیابی به امنیت غذایی پایدار، نیاز است که ارقام گندم مقاوم به بیماری‌ها، آفات و شرایط نامطلوب محیطی و با عملکرد بالا مورد کشت و کار قرار گیرند. با این حال، توسعه‌ی ارقام مناسب به این کاهش تنوع ژنتیکی در ژرم پلاسما گندم محدود شده است. رویکردی که می‌تواند نقش مهمی در اصلاح ارقام جدید داشته باشد، استفاده از ژرم پلاسما بیگانه و منابع ژنتیک خویشاوند که منبع ارزشمندی برای ژن‌های کنترل کننده صفات مطلوب هستند. در بین خویشاوندان وحشی گندم، گونه‌های اژیلوپس به عنوان یکی از منابع ژنتیک مهم برای ژن‌های مقاومت به تنش‌های زیستی و غیرزیستی و نیز ژن‌های بهبود کیفیت، از اهمیت بالایی در اصلاح گندم برخوردارند و تلاقی‌ها و دورگ‌گیری‌های زیادی برای ارزیابی پتانسیل اصلاحی گونه‌های مختلف اژیلوپس و کاهگیری آنها برای به‌نژادی گندم انجام شده است. کشور ایران در کنار کشورهایی مانند ترکیه، سوریه، عرب و فلسطین و لبنان از جمله مناطقی در جهان است که از نظر رویش گونه‌های مختلف اژیلوپس خیلی غنی است. با توجه به اهمیت گونه‌های مختلف اژیلوپس به عنوان یکی از غنی‌ترین خزانه‌های ژنی در اصلاح گندم و نیز با توجه به اینکه انتقال ژن‌ها از خویشاوندان وحشی گندم برای تولید واریته‌های مقاوم به تنش‌های زیستی و غیرزیستی و بهبود کیفیت آن ضروری است، در این کتاب سعی شده است تا ضمن معرفی گونه‌های مختلف اژیلوپس، روش‌های بهره‌برداری از این خزانه‌ی ژنی ارزشمند در اصلاح گندم با تکیه بر تجربیات مولف و نیز پژوهش‌های صورت گرفته در داخل و خارج کشور ارائه شوند.

این کتاب در پنج فصل تهیه شده است. در فصل اول طبقه‌بندی، پراکنش جغرافیایی و ویژگی‌های گیاه‌شناختی و کلید شناسایی گونه‌های مختلف اژیلوپس به تفکیک هر گونه آورده شده است. در فصل دوم به روابط ژنومی گونه‌های جنس اژیلوپس و نقش آنها در تکامل گندم پرداخته شده است. ویژگی‌های کروموزومی، ساختار کاریوتیپ و پلاسمون گونه‌های اژیلوپس نیز در فصل سوم مورد بحث قرار گرفته است. در فصل چهارم راهکارهای انتقال ژن از گونه‌های اژیلوپس به گندم شامل نحوه‌ی تولید لاین‌های اضافی و جایگزینی، راهکارهای انتقال ژن از گونه‌های اژیلوپس دارای ژنوم

مشرک و غیرمشرک با گندم، استفاده از سیتوپلاسم گونه‌های ازیلوپس در اصلاح گندم و ابزارهای سیتوژنتیکی و نشانگرهای مولکولی برای تأیید انتقال ژن بیگانه به گندم مورد بحث قرار گرفته است. در فصل پنجم نیز منابع مقاومت در برابر تنش‌های زیستی و غیرزیستی در گونه‌های ازیلوپس آمده است. امید است این مجموعه مورد استفاده‌ی اساتید بزرگوار و دانشجویان عزیز و سایر علاقه‌مندان به منابع ژنتیک گیاهی قرار گیرد. هرچند تا حد ممکن تلاش شده است که مجموعه‌ای بی‌نقص تدوین شده باشد ولی به هیچ‌وجه نمی‌توان انتظار داشت که این مجموعه عاری از اشکال و ایراد باشد. لذا این حقیر انتظار دارد که صاحب‌نظران و دانشجویان عزیز نظرات اصلاحی خود را ارسال کنند تا در چاپ‌های بعدی رفع شود. در پایان لازم می‌دانم از دانشجویان دوره‌ی دکتری سرکار خانم فاطمه احمدپور و آقای تورج خبیری که با سه‌ماهه و دقت فراوان بازخوانی بخش‌هایی از این کتاب را انجام دادند صمیمانه تشکر و قدردانی کنم. همچنین از مسئولین محترم حوزه پژوهشی و انتشارات دانشگاه محقق اردبیلی که امکان چاپ این مجموعه فراهم کردند، کمال تشکر را دارم. در نهایت بر خود وظیفه می‌دانم از خانواده عزیزم که با صبر و حوصله و تشویق‌های خود امکان تکمیل نگارش این کتاب را برایم مهیا کردند کمال امتنان قلبی را در این کتاب باشم.

مهر ماه ۱۳۹۵

دکتر رسول اصغری زکریا

r-asghari@uma.ac.ir

مقدمه

تنوع ژنتیکی در گیاهان زراعی در اثر عوامل زیادی مانند افزایش جمعیت، گسترش شهرها، بروز بیماری‌ها، حمله آفات و غیره در حال محدود شدن است. از بین رفتن رویشگاه‌های طبیعی و یا تغییر کاربری آنها، بهره‌برداری بیش از حد برای نیل به اهداف تجاری، ورود گونه‌های خارجی به یک منطقه که ممکن است به طور جدی با گونه مورد نظر رقابت داشته باشند، کشت تک محصولی، بیماری‌ها و موارد مشابه از جمله عواملی هستند که باعث از بین رفتن تنوع زیستی در جمعیت‌های گیاهی می‌شوند (موجرو ۱۹۸۵). این پدیده که به عنوان فرسایش ژنتیکی مطرح است باعث حذف و محدود شدن منابع ژنتیکی در اغلب گیاهان زراعی شده است. با گذشت زمان، تنوع ژنتیکی در سیاره ما با سرعتی بسیار بیشتر از سرعت فرآیندهای تکاملی کاهش پیدا می‌کند (رید و بنت ۱۹۹۹). بر این اساس، کسانی که مسئولیت حفاظت از منابع ژنتیکی را عهده‌دار هستند، بایستی از هر لحظه برای حفاظت از این منابع ارزشمند استفاده کنند. تغییرات مهم جهانی در آب و هوا چالش مهمی را در آینده برای ژرم پلاسم گیاهی برجوا سرآمد آورد. افزایش دمای کره خاکی به علت پدیده‌ی گلخانه‌ای و تحت تأثیر قرار گرفتن بارندگی در ناطق مختلف و در جهات معکوس، موجب شده است نواحی و گونه‌های ویژه‌ای در اثر این تغییرات تحت تأثیر قرار گیرند (جکسون و همکاران ۱۹۹۰).

در حال حاضر در هر دقیقه بیش از ۱۶۰ نفر به جهت کمبود گیاهان افزوده می‌شود که ۹۰ درصد آن به کشورهای در حال توسعه تعلق دارد. افزایش تصاعدی جمعیت در این کشورها زندگی گونه‌های وحشی را به مخاطره انداخته و سبب شده است که بخش بزرگی از اراضی مرغوب زراعی به خانه‌های مسکونی و تاسیسات اختصاص یابند. علاوه بر این، تولید واریته‌های پرمعمول استفاده از روش‌های نوین اصلاح نباتات و بیوتکنولوژی، باعث شده است که از تنوع واریته‌های موجود در طبیعت کاسته شده و حتی برخی از آنها منقرض شوند. بدیهی است که فرسایش ژنتیکی و از بین رفتن گونه‌های بومی یک منطقه خطرات بزرگی برای پایداری محیط زیست خواهد داشت (هوینزنگتون و همکاران ۱۹۹۹). افزایش جمعیت جهان مستلزم افزایش تولید مواد غذایی است. گندم به لحاظ اهمیت آن در تغذیه انسان از گیاهان زراعی مهم دنیا و ایران به شمار می‌رود. بنابراین، تلاش‌های گسترده‌ای در جهان در زمینه جمع‌آوری، حفاظت و بهره‌برداری از تنوع ژنتیکی آن صورت می‌گیرد تا با استفاده از منابع ژنتیکی آن در به نژادی، سطح تولید و عملکرد را افزایش دهند. چنان که با وارد کردن ژن‌های

پاکوتاهی و مقاومت به بیماری‌ها میزان تولید در دنیا به طور قابل توجهی در دهه‌ی ۱۹۷۰ افزایش یافت که این امر نمایانگر اهمیت منابع ژنتیکی در افزایش تولید مواد غذایی است (هویزینگتون و همکاران ۱۹۹۹).

از منابع ژنتیک مهم برای استفاده در برنامه‌های اصلاحی می‌توان به توده‌های بومی و گونه‌های خویشاوند وحشی گیاه زراعی مورد نظر اشاره کرد. توده‌های بومی، جمعیت‌های جغرافیایی یا اکولوژیکی با ساختار ژنتیکی ناممکن هستند و به دلیل این که به مدت طولانی مورد کشت و زرع قرار گرفته و از این طریق با محیط سازگاری یافته‌اند، از خویشاوندان وحشی خود متمایز می‌شوند. نظر به این که، تعداد زیادی از توده‌های بومی تاکنون از بین رفته‌اند، تلاش‌های مستمر جهت حفظ باقی‌مانده‌ی آنها ضروری است. در مقابل، امروزه بیشتر گونه‌های وحشی به فراوانی در طبیعت وجود دارند، ولی امکان استفاده از این گیاهان نیز به علت تخریب اکوسیستم‌ها به شدت محدود شده است. به عنوان مثال، بسیاری از روش‌های طبیعی گیاهان در اثر پیدایش کشاورزی نوین، گسترش شهرها، توسعه مناطق صنعتی و جاده‌ها و ایجاد مداخلات تخریب شده و از بین رفته‌اند. علاوه بر این، این رویشگاه‌ها از آلودگی‌های محیط زیست، آتش‌سوزی‌ها، بهره‌برداری‌های بیش از حد و فرسایش خاک آسیب‌های جدی و غیرقابل برگشت می‌بینند. خویشاوندان وحشی گیاهان زراعی، یک منبع مفید بالقوه و با ارزش هستند که مورد توجه اصلاح‌گران بوده و حتی برخی معتقدند که موفقیت‌های آتی اصلاح نباتات در استفاده از منابع ژنتیکی وحشی بستگی به (جیانگ و همکاران ۱۹۹۴). گونه‌های وحشی موجود در یک منطقه، نقش مهمی در استمرار ژن‌های لازم برای ایجاد مقاومت در برابر تنش‌های زیستی و غیرزیستی دارند. از این رو مطالعاتی ژنوم گونه‌های وحشی و بررسی انتقال ژن‌های مفید آنها به گیاهان زراعی، کمک شایانی به اصلاح صنعت کمی و کیفی خواهد کرد. گونه‌های وحشی، چه به عنوان گونه‌های زراعی جدید و چه به عنوان منابع ژنی گیاهان زراعی فعلی از پتانسیل زیادی در کشاورزی برخوردارند (هارلن ۱۹۷۶). روش‌های پیشرفته‌ی بیوتکنولوژی، خزانه‌ی ژنی گونه‌های زراعی را وسعت بخشیده است، به طوری که، امروزه می‌توان ژن‌های مفید را، حتی از گونه‌هایی که از لحاظ تاکسونومیکی و ژنتیکی با هم خویشاوندی نزدیک ندارند، به گونه مورد نظر انتقال داد.

خزانه‌ی ژنی، به عنوان واحد مطالعه، جمع‌آوری و حفاظت در گونه‌ی زراعی مورد نظر محسوب می‌شود (هارلن و دووت ۱۹۷۱). خزانه‌ی ژنی یک گونه به سه دسته تقسیم می‌شود: خزانه‌ی ژنی اولیه^۱، شامل تمام واریته‌های زراعی و فرم‌های وحشی یک گیاه زراعی است که در تلاقی آنها با گونه‌ی مورد نظر هیچ گونه موانع عقیمی وجود نداشته و انتقال ژن به سهولت انجام می‌گیرد. خزانه‌ی ژنی ثانویه^۲، گونه‌هایی را شامل می‌شود که با گیاه مورد نظر تلاقی‌پذیر بوده ولی موانع زیادی در تلاقی وجود داشته و انتقال ژن از این طریق آسان نیست. خزانه‌ی ژنی ثالثیه^۳، شامل گونه‌هایی است که به خاطر عقمی بسیار بالا در تلاقی‌ها، انتقال ژن بسیار مشکل است. به طور مثال، در گندم نان، خزانه‌ی ژنی، اریه شامل نژادهای بومی هگزابلوئید، گندم زراعی تترابلوئید (*Triticum turgidum*) و فرم وحشی آن (*T. dicoccoides*)، بخشنده‌ی ژنوم A (گونه‌های *T. urartu* و *T. boeoticum*) و بخشنده‌ی ژنوم D (*Ae. tauschii*) است. از این خزانه‌ی ژنی، می‌توان ژن‌ها را از طریق دورگ‌گیری مستقیم، نو ترکیبی بین کروموزوم‌های هومولوگ، تلاقی برگشتی و گزینش به گندم منتقل کرد و به هیچ گونه دستورزی سیتوژنتیکی، به جز نجات جنین در برخی حالات برای تولید هیبرید F1، نیاز نیست. خزانه‌ی ژنی ثانویه شامل گونه‌های یک و عمدتاً پلی‌پلوئید گندم است. گونه‌های ازیلوپس که دارای یک ژنوم مشترک با گندم بوده، مانند گونه‌های دارای ژنوم S در بخش سیتوپسیس^۴ ازیلوپس، به دلیل جفت‌شدگی پایین کروموزوم‌ها و مشکلات مربوط در انتقال ژن در خزانه‌ی ژنی ثانویه‌ی گندم قرار می‌گیرند. در این خزانه‌ی ژنی، اگر ژن‌های کروموزوم‌های هومولوگ قرار گرفته باشند با استفاده از تلاقی‌های مستقیم و گزینش می‌توان آنها را انتقال داد ولی هر گاه در کروموزوم‌های غیرهومولوگ قرار گرفته باشند، انجام دستورزی‌های سیتوژنتیکی همچنان که برای خزانه‌ی ژنی ثالثیه لازم هستند، ضروری خواهد بود. خزانه‌ی ژنی ثالثیه گونه‌های دیپلوئید و پلی‌پلوئیدی را شامل می‌شود که کروموزوم‌های آنها با کروموزوم‌های گندم رفتار هومولوگی نشان می‌دهند و انتقال ژن موفق با استفاده از روش‌های ویژه‌ی سیتوژنتیکی و یا القای جابه‌جایی‌های کروموزومی با استفاده از اشعه‌ی یونیزه‌کننده انجام می‌گیرد (شکل ۱). با پیشرفت‌های اخیر در

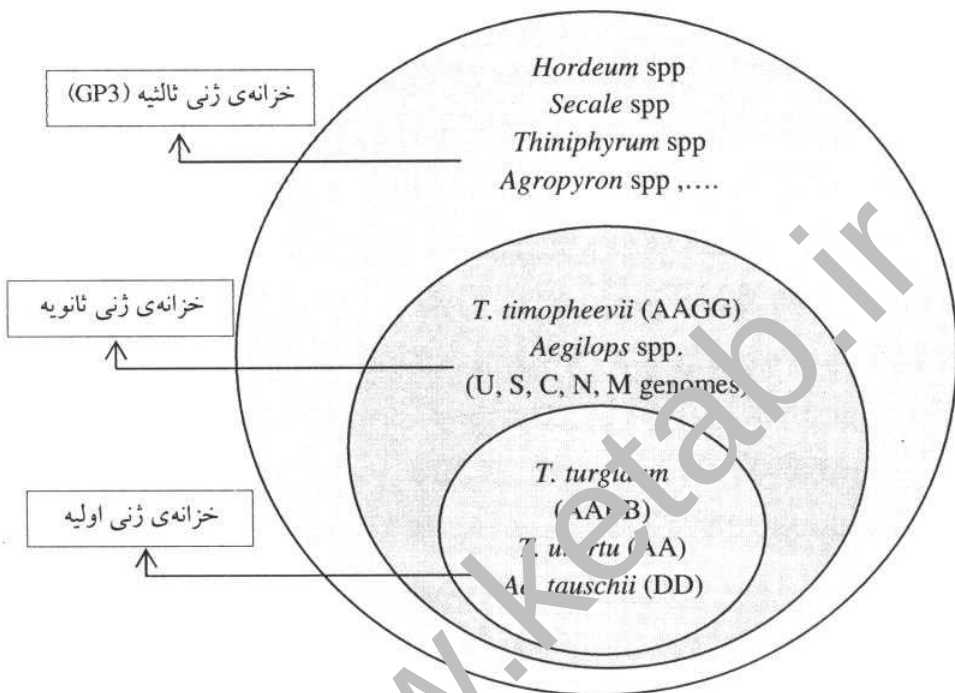
¹ Primary gene pool

² Secondary gene pool

³ Tertiary gene pool

⁴ Sitopsis section of *Aegilops* genus

روش‌های انتقال ژن و به ویژه در روش‌های مولکولی شاید بتوان ژن‌های مورد نظر را به راحتی از کل طایفه‌ی Triticeae و حتی گونه‌های دورتر به گندم انتقال داد (بوتر و همکاران ۱۹۹۲).



شکل ۱-۱. خزانه‌ی ژنی اولیه، ثانویه و ثالثیه‌ی گندم.

به‌نژادگران اغلب به دنبال صفات ویژه‌ای مانند مقاومت به تنش‌های غیرزیستی (گرما، سرما، شوری و خشکی) و یا تنش‌های زیستی (آفات و بیماری‌ها) در گونه‌های وحشی هستند. جستجو برای ژرم‌پلاسم مقاوم به تنش‌های غیرزیستی باید در مناطقی انجام گیرد که به مدت طولانی در معرض این تنش‌ها قرار گرفته‌اند. همچنین برای مقاومت به بیماری‌ها و آفات باید مناطقی را بررسی کرد که میزبان و عامل بیماری‌ها به مدت طولانی در کنار هم می‌زیسته‌اند. اولین گام برای بهره‌برداری از گونه‌های وحشی، مطالعه‌ی ویژگی‌های تاکسونومیکی و پراکنش جغرافیایی گونه‌های گیاهی مورد نظر است، که اغلب به عنوان کاوش اکوجغرافیایی جمعیت مطرح است (بوتر و سیرگ ۱۹۹۵). فلورها و مونوگراف‌های گیاهی در این زمینه کمک زیادی می‌کنند. مناطقی که تعداد زیادی از

گونه‌های خزانه‌ی ژنی مورد نظر در آنها وجود دارند (مراکز تنوع) برای مطالع‌ی روابط گونه‌ها در درجه اول اهمیت قرار دارند. به عنوان مثال، از مراکز تنوع در طایفه *Triticeae*، جنوب آمریکا را برای جنس جو، آسیای مرکزی را برای *Elymus* و جنوب غرب آسیا را برای جنس‌های *Aegilops*-*Triticum* می‌توان نام برد (بوتمر و همکاران ۱۹۹۲). گام بعدی برای بهره‌برداری از گونه‌های وحشی، بررسی دقیق از مقدار، اجزاء و پراکنش اکوجغرافیایی تنوع ژنتیکی در داخل گونه و خزانه‌ی ژنی مورد نظر است که به کمک تعداد زیادی از نشانگرهای مورفولوژیکی، کروموزومی، بیوشیمیایی و مولکولی انجام می‌گیرد (هولزل ۱۹۹۲)، و گام آخر، استفاده از گونه‌های وحشی در برنامه‌های اصلاحی گونه‌ی زراعی مورد نظر است. در این فرآیند شناسایی ژن‌های مطلوب و بررسی نحوه‌ی انتقال آنها به گونه‌ی زراعی مورد نظر از طریق دستکاری‌های سیتوژنتیکی و مهندسی ژنتیک از اهمیت بالایی برخوردار است. این رایند امروزه به عنوان برنامه‌ی پیش‌اصلاحی مطرح است که واسط بین بانک ژن و ژرم پلاس‌م گیاهی و برنامه‌های اصلاحی بوده و هدف آن توسعه‌ی توان ژنتیکی گونه‌ی زراعی مورد نظر و گسترش تنوع ژنتیکی آن است. به‌نژادگران همواره در تلاشند تا در مثلث نیازهای انسانی، ژنوتیپ و محیط نوعی تعادل قرار دهد. منابع ژنتیکی نقش مهمی در برقراری این تعادل ایفا می‌کنند (مرزکو ۱۹۹۸). سهم منابع ژنتیکی در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت و عناصر غذایی آن قابل ملاحظه است. با این حال، در مورد ارزیابی اقتصادی آنها گزارش‌های بسیار کمی منتشر شده است (اونسون و همکاران ۱۹۹۸). با وجود این، هاوکس (۱۹۸۵) اعلام کرد که در طی سال‌های ۸۵-۱۹۶۲، ۳۱۹ رقم گندم نان و ۲۵۰ رقم گندم دوروم از منابع ژرم پلاس‌م سیمیت (CIMMYT) آزاد شده‌اند که ارزش افزایش عملکرد دانه حاصل از آنها بالغ بر ۱/۲ ملیون دلار در هر سال بوده است. همچنین ارزش اقتصادی کولتور بزوستانیا که از مجموعه ژرم پلاس‌م اوگیت روسیه اصلاح و معرفی شد، در طی دهه‌هایی که در روسیه کشت می‌شد، هر ساله بالغ بر ۳۰ برابر هزینه‌های تحقیقاتی ملی آن کشور برآورد شده است. به همین ترتیب در کشور آمریکا نیز از طریق استفاده از گندم‌های بومی ترکیه در به‌نژادی، سود قابل ملاحظه‌ای به دست آمده است (هاوکس ۱۹۸۵).

گندم به لحاظ اهمیت آن در تغذیه انسان از گیاهان زراعی مهم دنیا و ایران به شمار می‌رود که حدود ۸۰۰۰ سال قبل، از تلاقی گندم تتراپلوئید *Triticum turgidum* ($2n=4x=28$, AABB) با *Aegilops tauschii* ($2n=2x=14$, DD) در جنوب دریای خزر در سرزمین هلال حاصل‌خیز به وجود

آمده است. تنوع ژنتیکی این گونه روز به روز در حال محدود شدن است. بنابراین، تلاش‌های گسترده‌ای در جهان در زمینه جمع‌آوری، حفاظت و بهره‌برداری از تنوع ژنتیکی آن صورت می‌گیرد تا با استفاده از منابع ژنتیکی در به نژادی آن، سطح تولید و عملکرد آن بهبود داده شود.

در اصلاح گندم بیشتر از چهار منبع ژنی، به ترتیب اهمیت شامل تنوع درون گونه‌ای در گندم نان، گونه‌های متعلق به جنس *Triticum*، جنس‌های دیگری از طایفه Triticeae، به ویژه گونه‌های ازیلوپس و جنس‌های بسیار دورتر از تیره Poaceae استفاده شده است (مرژکو ۱۹۹۸). گونه‌های خویشاوند گندم از اهمیت بالایی در اصلاح آن برخوردارند. تلاقی گندم با این گونه‌ها و ایجاد ترکیب‌های ژنی جدید مورد توجه محققین قرار گرفته است (زوهاری و همکاران ۱۹۶۹، شارما و ژیل ۱۹۸۳، ژیل و رائوب ۱۹۸۷، شارما ۱۹۹۰) با بررسی تلاقی‌های انجام گرفته بین گندم و خویشاوندان دور آن اعلام کرد که دامنه تنوع ژنی بسیار وسیع‌تر از آنچه تا پیش از این تصور می‌شد، بوده است. گونه‌های مختلف جنس ازیلوپس بخش بزرگی از خزانه ژنی ریلیه و ثانویه گندم را تشکیل می‌دهند که منابع ژنی مفیدی به خصوص برای مقاومت به عوامل بیماری‌زا، گیاهی شناخته شده‌اند (والکون و همکاران ۱۹۸۵). گونه‌های ازیلوپس قرابت نزدیکی با گندم دارند اما قرار دادن آن در جنس گندم عموماً پذیرفته نشده است (وان اسلاجرن ۱۹۹۴). ژنوم‌های B و D گندم از گونه‌های ازیلوپس مشتق شده است. بخشندگی ژنوم B هنوز مشخص نیست، اما ژنوم گونه‌ی *Ae. tauschii* شباهت زیادی به آن دارد و ژنوم D گندم از گونه‌ی *Ae. tauschii* گرفته شده است.

از میان گونه‌های ازیلوپس، *Ae. tauschii* در خزانه ژنی ریلیه و ثانویه گندم قرار می‌گیرند و از این جهت منابع ژنی مهمی برای گندم به شمار می‌آید (حیانگ و همکاران ۱۹۹۴). *Ae. tauschii* به عنوان بخشندگی ژنوم D به گندم به شمار می‌رود که کروموزوم‌های آن رفتار هومولوگی کامل با ژنوم D گندم و رفتار هومولوگی با ژنوم‌های دیگر آن دارد. انتقال ژن از این گونه چه از طریق روش تلاقی پل^۱ (تلاقی آن با گونه تتراپلوئید گندم مانند *T. turgidum* و سپس تلاقی هیبرید حاصل با گندم پس از دو برابر ساختن کروموزوم‌های آن) (هاتچت و همکاران ۱۹۸۱) و چه به طور مستقیم (ژیل و رائوب ۱۹۸۷) انجام گرفته است. گونه‌های ازیلوپس دارای ژنوم S و مهم‌ترین

^۱ Bridge

آنها *Ae. speltoides* که بیشتر به عنوان بخشنده‌ی ژنوم B به گندم به شمار می‌آیند به جهت مشکلات موجود در تلاقی و انتقال ژن در خزانه‌ی ژنی ثانویه‌ی گندم قرار می‌گیرند (جیانگ و همکاران ۱۹۹۴).

گونه‌های ازیلوپس به عنوان یکی از منابع ژنتیکی مهم برای ژن‌های مقاومت به تنش‌های زیستی و غیرزیستی و نیز ژن‌های بهبود کیفیت، از اهمیت بالایی در اصلاح گندم برخوردارند. گونه‌ی *Ae. geniculata* منبع مهمی برای مقاومت به بیماری‌ها و آفات است (دیمو و همکاران ۱۹۹۳، والکون و همکاران ۱۹۸۵). همچنین تحمل به خشکی (رکیکا و همکاران ۱۹۹۷ و زاهاریوا و همکاران ۲۰۰۱) و شوری (فاروق و همکاران ۲۰۰۲) در این گونه گزارش شده است. افزون بر این، مقاومت به غلظت‌های بالای Na^+ در *Ae. geniculata* (لانتجوا و همکاران ۱۹۹۸)، و تحمل به غلظت‌های بالای آلومینیم در *A. mariastata* (میلر و همکاران ۱۹۹۲) مشاهده شده است. *Ae. caudata* منبع ژنی مهمی برای مقاومت با سفیدک سطحی شناخته شده است (اسکوبرت و همکاران ۱۹۹۱). ژن مقاومت به نماتد مولد گره ریشه از گونه‌ای *Ae. umbellulata* و *Ae. variabilis* به گندم منتقل شده است (یو و همکاران ۱۹۹۰). همچنین مقاومت به سفیدک سطحی از *Ae. variabilis* (اسپتسوف و همکاران ۱۹۹۷) و مقاومت به لکه برگی از *A. kot chyi* به گندم انتقال یافته است (هولبرگر و بانرو ۱۹۹۲). ۱۴ تا از ۴۱ ژن مقاومت به زنگ برگ با علامت W به گندم انتقال یافته است از گونه‌های خویشاوند آن در زیر طایفه *Triticineae* بوده است. از میان اینها ژن‌های *Lr9* از *Ae. umbellulata* (سیرز ۱۹۵۶)، *Lr21*، *Lr22*، *Lr32*، *Lr39* و *Lr41* از *Ae. tauschii* (ایک و کربر ۱۹۷۰، کوکس و ژیل ۱۹۹۲)، ژن‌های *Lr28*، *Lr35* و *Lr36* از *Ae. speltoides* (کربر و ایک ۱۹۹۰، دووراک ۱۹۷۷) و مک‌اینتاش و همکاران ۱۹۹۵) و *Lr37* از *Ae. ventricosa* (باربوس و همکاران ۱۹۹۳ و بونهوم و همکاران ۱۹۹۵) به گندم منتقل شده است. همچنین ژن‌های مقاومت به زنگ ساقه *Sr32* و *Sr39* از *Ae. speltoides* (مک‌اینتاش ۱۹۹۵)، *Sr34* از *Ae. comosa*، *Sr38* از *Ae. ventricosa*، *Sr36* از *Ae. umbellulata* (فریب و همکاران ۱۹۹۶) و ژن‌های مقاومت به زنگ نواری *Yr8* از *Ae. comosa* (مک‌اینتاش ۱۹۹۱) و *Yr17* از *Ae. ventricosa* (باربانا و مک‌اینتاش ۱۹۹۳ و بونهوم و همکاران ۱۹۹۵) به گندم انتقال یافته‌اند. همچنین گونه‌های مختلف ازیلوپس دارای ژن‌های مقاومت به بسیاری دیگر از بیماری‌ها و آفات هستند. به عنوان مثال، ژن *Pm12* از *Ae. speltoides* (میلر و همکاران

۱۹۸۷)، *Pm13* از *Ae. longissima* (سنولونی و همکاران ۱۹۸۸ و ۱۹۹۲)، *Pm4* از *Ae. umbellulata* (فرب و همکاران ۱۹۹۶) برای مقاومت به سفیدک سطحی و ژن‌های *Gb3* و *Gb4* از *Ae. tauschii* (تایلر و همکاران ۱۹۹۷)، ژن *Gb5* از *Ae. speltoides* (ویلز و همکاران ۱۹۸۲) برای مقاومت به مگس گندم و ژن‌های *Cre2* از *Ae. ventricosa* (جهیر و همکاران ۱۹۹۶)، *Cre3* و *Cre4* از *Ae. tauschii* (ایستوود و همکاران ۱۹۹۱) و ژن *CreAt* از *Ae. triuncialis* (رومرو و همکاران ۱۹۹۸) برای مقاومت به نماتد سیست غلات به گندم انتقال یافته‌اند. گونه‌های اژیلوپس همچنین دارای ژن‌هایی هستند که در بهبود کیفیت گندم نان مفیدند. به عنوان مثال، *Ae. tauschii* به عنوان یک منبع ژنی برای پروتئین‌های اندوسپرم داده که در کیفیت نانوائی گندم مهم هستند به شمار می‌رود (ویلز و همکاران ۱۹۸۷، لاگوداه و هالوران ۱۹۸۹ و ویلز ۱۹۹۳). همچنین ژن‌های مفید برای زیرواحد HMW گلوتنین در *Ae. cylindrica* پیدا شده است. علاوه بر این، مشخص شده است که *VDy* از *Ae. cylindrica* ژن مهمی برای انتقال به گندم است زیرا که پروتئین آن دارای اسید آمینه سیستمین بیشتری است. این اسید آمینه در ساختمان گلوتنین و خواص پایدار آن در فرآورده‌ها اهمیت بالایی برخوردار است (وان و همکاران ۲۰۰۲).

کشور ایران از جمله مناطقی در جهان است که در نظر رویش گونه‌های مختلف اژیلوپس خیلی غنی است (کیمبر و فلدمن ۱۹۸۷، وان اسلاجرن ۱۹۹۱). با توجه به اهمیت گونه‌های مختلف اژیلوپس به عنوان یکی از غنی‌ترین خزانه‌های ژنی در اصلاح گندم در یز با توجه به این که وجود تنوع ژنتیکی اولین قدم در اصلاح نباتات محسوب می‌شود و انتقال ژن‌ها را اجداد وحشی گندم برای تولید واریته‌های مقاوم به تنش‌های زیستی و غیرزیستی و بهبود کیفی آن ضروری است، در این کتاب سعی شده است تا ضمن معرفی گونه‌های مختلف اژیلوپس، روش‌های بهره‌برداری از این خزانه‌ی ژنی ارزشمند در اصلاح گندم با تکیه بر تجربیات مولف و نیز پژوهش‌های صورت گرفته در داخل و خارج کشور ارائه شوند که امید است مورد استفاده محققین مختلف قرار گیرد.