مجله به‌نژادی نهال و بذر
جلد ۱-۲۹، شماره ۳، سال ۱۳۹۲

تنوع فنوتیپی خواب بذر و ارتباط آن با صفات مورفولوژیک گیاه مادری در اکوتیپ‌های اقلیمی جو وحشی (*Hordeum spontaneum* L.) بومی ایران

Phenotypic Diversity of Caryopsis Dormancy and Its Association with Morphological Traits of Mother Plant in Iranian Climatic Ecotypes of *Hordeum spontaneum* L.

شکیبا شاهمرادی[۱]، محمدرضا چائی‌چی[۲]، جواد مظفری[۳]، داریوش مظاهری[۴] و فرزاد شریف‌زاده[۵]

۱، ۲، ۴ و ۵- به ترتیب دانشجوی دکتری اکولوژی گیاهان، استاد، استاد و دانشیار، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج
۳- دانشیار، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۷/۱۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۱۲/۱۰

چکیده

شاهمرادی، ش.، چائی‌چی، م. ر.، مظفری، ج.، مظاهری، د. و شریف‌زاده، ف. ۱۳۹۲. تنوع فنوتیپی خواب بذر و ارتباط آن با صفات مورفولوژیک گیاه مادری در اکوتیپ‌های اقلیمی جو وحشی (*Hordeum spontaneum* L.) بومی ایران. **مجله به‌نژادی نهال و بذر ۱-۲۹:** ۶۰۰ - ۵۸۱.

خواب بذر نقش اساسی در سازگاری اکولوژیکی گونه‌های وحشی گیاهان از جمله جو وحشی (*Hordeum spontaneum*) دارد. در این آزمایش ۱۹۲ اکوتیپ جو وحشی از کلکسیون جو بانک ژن گیاهی ملی ایران (NPGBI) که از مناطق جغرافیایی مختلف ایران از جمله مناطق خشک و کویری و مناطق معتدل جمع‌آوری شده‌اند، مورد ارزیابی قرار گرفتند. صفات زراعی، فنولوژیک و مورفولوژیک اکوتیپ‌ها در شرایط مزرعه و آزمایشگاه اندازه‌گیری شد. پس از برداشت و شش ماه نگهداری بذرها در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد، میزان خواب بذر و شاخص جوانه‌زنی در اکوتیپ‌ها بررسی شد. ارزیابی خواب بذر در اکوتیپ‌های بومی اقلیم‌های مختلف نشان داد که میزان آن در اکوتیپ‌های مناطق بیابانی و بیابانی سرد (به ترتیب ۷۷/۶٪ و ۸۳/۷٪)، به طور معنی‌داری بالاتر از اکوتیپ‌های مناطق استپی سرد (۴۵/۶٪) بود. مقایسه میانگین صفت شاخص جوانه‌زنی نشان‌دهنده مقادیر بالاتر این صفت در بذر اکوتیپ‌های اقلیم استپی سرد نسبت به سه اقلیم دیگر بود. مطالعه ارتباط خواب بذر با دیگر صفات مورفولوژیک، نشان‌دهنده وجود همبستگی معنی‌داری بین این صفت و برخی از صفات کیفی مانند رنگ گلوم، رنگ دانه و رنگ ریشک بود، به طوری که درصد خواب بذر در اکوتیپ‌های دارای رنگ دانه، گلوم و ریشک تیره‌تر بیشتر بود.

واژه‌های کلیدی: جو وحشی، خواب بذر، تنوع ژنتیکی، سازگاری اکولوژیک.

نویسنده مسئول: jmozafar@yahoo.com تلفن: ۰۲۶۳۲۷۰۱۲۶۰

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

جو وحشی (*Hordeum spontaneum*) جد جو زراعی، گیاه یک ساله و خودگشنی است که عموماً در نواحی مدیترانه ای و ایران و تورانی گسترش یافته است (Zohary, 1969). در این مناطق بارندگی اندک و غیر قابل پیش بینی است که توزیع مناسبی ندارد و به دنبال آن تابستان های گرم و خشک فرا می رسد. لذا به نظر می رسد این گونه تحمل بالایی نسبت به شرایط نامساعد محیطی و تنش خشکی داشته باشد. جو اسپانتانئوم جزء خزانه ژنی اولیه جو زراعی (*Hordeum vulgare*) محسوب می‌شود و هیچ‌گونه مانع بیولوژیکی برای تلاقی میان این دو وجود ندارد. این در حالی است که افزایش تنوع ژنتیکی برای بسیاری از صفات مهم در خزانه ژنتیکی گونه زراعی، مهم‌ترین گام در راه ارتقاء پایه ژنتیکی، افزایش سازگاری و پایداری ارقام جدید در برابر تنش های زیستی و غیر زیستی است. به علت تنوع ژنتیکی غنی و سازگاری بالا، *Hordeum spontaneum* می‌تواند به عنوان یک منبع ژنتیکی بسیار مهم و قابل استفاده برای تولید ارقام جدید جو مورد بهره برداری قرار گیرد (Ellis *et al.*, 2000؛ Nevo, 1992, 2004).

خواب بذر نقش اساسی در سازگاری اکولوژیکی گونه‌های گیاهی وحشی دارد. تحقیقات نشان داده است که درصد گیاهان تولیدکننده بذر دارای خواب در گونه‌های سازگار با شرایط نامساعد محیطی، بسیار بیشتر از گونه‌هایی است که در شرایط اکولوژیکی مطلوب هستند (Baskin and Baskin, 1998). جو وحشی دارای ویژگی خواب بذر برای سازگاری با محیط‌های پر تنش نظیر گرمای طولانی مدت، تابستان‌های خشک با بارندگی اندک است (Snape *et al.*, 2001). سطوح مختلف خواب بذر در جو وحشی به حدی است که به عنوان بیمه‌ای در برابر عوامل نامساعد طبیعی لحاظ می‌شود (Gutterman, 1993). خواب بذر مانع از جوانه‌زنی زودهنگام پس از بارش‌های بی موقع در ماه‌های گرم و خشک تابستان می‌شود (Gutterman, 1993). عدم وجود خواب در بذر جو منجر به جوانه‌زنی قبل از برداشت بذر شده و کیفیت مالت را کاهش می‌دهد. همچنین خواب بذر مانع از تخریب نشاسته در طول دوره انبار آن می‌شود. از سوی دیگر، خواب طولانی بذر باعث جوانه‌زنی غیر یکنواخت شده و عدم یکنواختی در استقرار گیاهچه‌ها در مزرعه و یا عملکرد پایین عصاره مالت را به همراه دارد. بنابراین سطوح ملایم خواب بذر برای ارقام جو مطلوب به نظر می‌رسد (Gao *et al.*, 2003).

تاکدا و هوری (Takeda and Hori, 2007) تفاوت در میزان خواب بذر در **۴۳۶۵** رقم محلی جو بومی و ۱۷۷ اکوتیپ جو وحشی (*Hordeum spontaneum*) جمع‌آوری شده از مناطق مختلف جهان را ارزیابی کردند. همه اکوتیپ‌های جو وحشی *Hordeum spontaneum* در زمان برداشت

Archive of SID

www.SID.ir

درصد جوانه‌زنی کمتر از ۱۰٪ نشان دادند و سطوح خواب بذر در نمونه‌های جو اهلی تفاوت‌های جغرافیایی آشکاری را نشان داد. ارزیابی ویژگی‌های مختلف جوانه‌زنی در اکوتیپ‌های مزیک (بومی مناطق معتدل و مرطوب) و زریک (بومی مناطق خشک) جو *Hordeum spontaneum* توسط چن و همکاران (Chen *et al.*, 2004) نشان داد که ضریب تغییرات پس‌رسی در نمونه‌های زریک (Xeric) بیشتر از اکوتیپ‌های مزیک (Mesic) بود و نسبت بقاء گاهچه پس از یک ماه پسابیدگی در اکوتیپ‌های زریک بیشتر بود و این امر نشان می‌دهد که تحمل پسابیدگی گیاهچه در اکوتیپ‌های بومی اقلیم خشک بیشتر است. تنوع فنوتیپی در خواب بذر در ۱۶ اکوتیپ جو وحشی در فلسطین اشغالی توسط یان و همکاران (Yan *et al.*, 2008) مورد بررسی قرار گرفت. عمق خواب به عنوان زمان لازم تا بیشترین درصد جوانه‌زنی در شرایط تیمارهای شکست خواب بذر از ۱۵ تا ۱۰۳ روز متغیر بود. خواب کمتر ویژگی اکوتیپ‌های مزیک بود در حالی که اکوتیپ‌های زریک خواب طولانی‌تری داشتند.

نتایج برخی مطالعات نشان داده است که ارتباط مستقیمی میان خواب بذر و سایر صفات مورفولوژیک و آگرونومیک وجود ندارد (Pedersen *et al.*, 1993؛ Burass and Aastveit, 1981). این در حالی است که تحقیقات ژنگ و گوترمن (Zhang and Gutterman, 2003) نشان داد که ارتباط متقابلی میان خواب بذر و توانایی بقاء گیاهچه پس از دوره‌های پسابیدگی وجود دارد. چن و همکاران (Chen *et al.*, 2004) نیز وزن زیادتر بذر در اکوتیپ‌های مزیک را با خواب کمتر در آن مرتبط دانستند. همچنین والیس و همکاران (Volis *et al.*, 2002) بذر ریزتر و سطوح بالای خواب بذر را ویژگی اکوتیپ‌های بومی اقلیم بیابانی گزارش کردند.

خواب بذر در چرخه زندگی *Hordeum spontaneum* برای (۱) به نژادگرانی که این گیاه را به عنوان یک منبع ژنتیکی مهمی برای اصلاح گونه زراعی مورد استفاده می‌دهند، (۲) محققان محیط زیست و مدیران چراگاه‌ها و مراتعی که سعی در احیای مراتع در حال نابودی و یا ایجاد مراتع جدید دارند، (۳) متخصصین علف‌های هرز که سعی در کنترل این گونه علف هرز در محصولات زراعی، چمن‌زارها و حتی جمعیت‌های طبیعی گیاهی دارند و (۴) اکولوژیست‌هایی که تاریخچه و تغییرات جمعیت‌ها، جوامع و اکوسیستم‌های گیاهی را بررسی می‌کنند، اهمیت زیادی دارد (Baskin and Baskin, 1998). لذا شناخت ماهیت خواب بذر و ارتباط آن با عوامل محیطی و ژنتیکی، یکی از اهداف مهم تحقیقات در این زمینه است. در حال حاضر، اطلاعات کافی در خصوص ویژگی خواب بذر در اکوتیپ‌های اقلیمی *Hordeum spontaneum* بومی ایران در

Archive of SID

www.SID.ir

دست نیست. از آن‌جا که این صفت یکی از صفات سازگاری به شرایط نامساعد محیطی شناخته شده است، بنابراین به نظر می‌رسد در اکوتیپ های اقلیمی مختلف، ویژگی یکسانی نداشته باشد. از دیدگاه تولید ارقام جدید گیاهان زراعی، درک بهتر از خواب بذر و صفات مرتبط با آن می‌تواند، در به کارگیری و کنترل خواب بذر در ایجاد ارقام سازگار به شرایط اقلیمی نامناسب، کمک بزرگی به متخصصین ژنتیک و اصلاح نباتات کند. از این‌رو این پژوهش با هدف مطالعه تنوع فنوتیپی خواب بذر در اکوتیپ‌های *Hordeum spontaneum* بومی ایران و مقایسه میزان خواب بذر در اکوتیپ‌های اقلیمی مختلف و همچنین بررسی ارتباط آن با صفات مورفولوژیک گیاه مادری به اجرا درآمد.

مواد و روش‌ها

در این آزمایش تعداد ۱۹۲ اکوتیپ جو وحشی *Hordeum spontaneum* که در پروژه‌های جمع‌آوری ژرم‌پلاسم بانک ژن گیاهی ملی ایران، از مناطق جغرافیایی مختلف شامل چهار گروه اقلیمی، بیابانی، بیابانی سرد، مدیترانه‌ای و استپی سرد جمع‌آوری شده‌اند و دارای اطلاعات شناسنامه‌ای هستند، مورد ارزیابی قرار گرفتند. محل جمع‌آوری و موقعیت جغرافیایی مناطق جمع‌آوری اکوتیپ‌ها بسیار متنوع و ارتفاع این مناطق از سطح دریا بسیار متفاوت بود. به عنوان مثال ۴۳ اکوتیپ مربوط به استان آذربایجان غربی با اقلیم استپی سرد از مناطقی با ارتفاع ۷۱۰ تا ۳۶۲۲ متر از سطح دریا و ۱۶ اکوتیپ مربوط به مناطق مرکزی کشور با اقلیم بیابانی سرد از مناطقی با ارتفاع ۹۵۰ تا ۳۳۸۸ متر از سطح دریا جمع‌آوری شده‌اند. نمونه‌ها در قالب یک طرح سیستماتیک بدون تکرار (Cox, 1951, 1952؛ Petersen, 1994)، در پاییز سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ در مزرعه آزمایشی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج کاشته شدند. هر کرت آزمایشی شامل یک خط یک متری بود. کلیه عملیات زراعی مورد نیاز برای رشد و نمو مطلوب این گیاه، نظیر تهیه زمین، آبیاری و وجین علف‌های هرز در طول فصل کشت انجام شد. علاوه بر این، به علت شکنندگی محور سنبله در جو وحشی، پس از مرحله گرده‌افشانی، سنبله‌ها به وسیله روکش‌های مخصوص پلاستیکی دارای منفذ، پوشانده شدند تا از ریزش و پراکندگی بذر در زمان رسیدگی جلوگیری شود.

صفات آگرومورفولوژیک مورد بررسی بر اساس استاندارد موسسه بین‌المللی ذخایر توارثی (IPGRI) شامل صفات کمی روز تا ظهور اولین سنبله، روز تا گلدهی، روز تا رسیدن فیزیولوژیکی، ارتفاع بوته، تعداد سنبلچه در سنبله، طول سنبله، سطح برگ پرچم، سطح ویژه برگ پرچم، وزن صد دانه و صفات کیفی رنگ ریشک، رنگ دانه، رنگ لما، رنگ گره‌های ساقه، رنگ گوشوارک، نوع لما، رنگ قاعده

Archive of SID

www.SID.ir

ساقه و رنگ گلوم بودند که در مزرعه و یا در آزمایشگاه اندازه گیری شدند (Anonymous, 1994). صفات فیزیولوژیکی شامل سطح برگ پرچم، وزن برگ پرچم و سطح ویژه برگ پرچم در اکوتیپ‌ها اندازه‌گیری شد تا تفاوت احتمالی اکوتیپ‌ها در این صفات نیز به دقت بررسی شود. به این منظور از هر کرت تعداد هشت برگ پرچم به طور تصادفی انتخاب شد و پس از اندازه‌گیری سطح آن‌ها با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ (Leaf Area Meter)، نمونه‌ها در آون در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد خشک شده و سپس به وسیله ترازوی حساس توزین شدند (Garnier *et al.*, 2001).

آماره های تنوع شامل میانگین، انحراف معیار و دامنه تغییرات محاسبه شد و برای تعیین

$$H' = -\sum_{i=1}^{s} P_i \ln(P_i) \Big/ \ln(S)$$

تنوع صفات کیفی، از شاخص شانون (H') بر اساس فرمول زیر استفاده شد (Shannon and Weaver, 1949):

در این فرمول p_i نشان‌دهنده فراوانی نسبی هر گروه فنوتیپی در صفت مربوطه و s تعداد گروه‌های فنوتیپی هر صفت هستند.

پس از برداشت، سنبله‌ها به روش دستی کوبیده شده و سپس به منظور حفظ خواب در بذر، به مدت شش ماه در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند و بعد از آماده‌سازی، از بذر اکوتیپ‌های مختلف جهت آزمون خواب بذر و بررسی شاخص جوانه‌زنی استفاده شد. به منظور ارزیابی خواب بذر در هر اکوتیپ، یکصد عدد بذر سالم در چهار تکرار ۲۵ بذری در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی کشت شد. بذرها بر روی کاغذ صافی واتمن در تشتک‌های پتری ۹ سانتی متری به همراه ۵ میلی‌لیتر آب مقطر کشت شدند و به مدت ده روز در ژرمیناتور با دمای ۱۸ درجه سانتی‌گراد و تاریکی قرار گرفتند. به منظور جلوگیری از اتلاف رطوبت، تشتک‌های پتری در داخل کیسه‌های فریزری بسته‌بندی شدند و هر دو روز یک بار درصد جوانه‌زنی بذرها یادداشت‌برداری شد. عدم جوانه‌زنی بذر زنده تعیین‌کننده میزان خواب آن است. آزمون حیات بذر (تترازولیوم) به منظور حصول اطمینان از زنده بودن بذر انجام شد. به این منظور ابتدا بذرها به مدت ۱۸ ساعت در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد در آب مقطر قرار گرفتند. سپس با استفاده از تیغ، برش طولی در بذر ایجاد شد به طوری که جنین به دو قسمت تقسیم گردد و نیمه آن حذف شد. پس از آن بذر به مدت ۳ ساعت در محلول تترازولیوم ۱٪ و در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد و در تاریکی قرار داده شدند. برای جلوگیری از نفوذ نور به داخل تشتک‌ها، سطح آن‌ها با فویل پوشانده شد. شاخص جوانه‌زنی (Germination Index) با محاسبه تعداد بذرهای جوانه‌زده در روز دوم، چهارم و ششم پس از کشت نمونه‌ها، مطابق روش AOSA (Association of Official Seed Analysis)

Archive of SID

www.SID.ir

و بر اساس فرمول زیر:

$$GRI = X_2/D_2 + (X_4-X_2)/D_4 + (X_6-X_4)/D_6$$

محاسبه شد (Anonymous, 1983). در این معادله x تعداد بذر جوانه زده و D تعداد روز پس از کشت در تشتک پتری است.

تجزیه واریانس صفات بر اساس مدل تجزیه واریانس یک طرفه با تکرار نامساوی با فرض اقلیم‌ها به عنوان تیمار و تعداد نمونه به عنوان تکرار با هدف مقایسه اکوتیپ‌های اقلیمی بر اساس روش Kruskal Wallis (Steel and Torrie, 1980) و با استفاده از نرم‌افزار SPSS 16.0 انجام شد. تجزیه همبستگی بین صفات کمی و کیفی به طور جداگانه و به ترتیب بر اساس روش پیرسون و اسپیرمن انجام شد. تجزیه واریانس، مقایسه میانگین و بررسی همبستگی صفات، با استفاده از نرم‌افزار SPSS 16.0 انجام شد. به منظور ارزیابی دقیق‌تر داده‌ها و بررسی ارتباط بین صفات، تجزیه به مولفه‌های اصلی برای صفات کمی و کیفی به طور جداگانه انجام شد (Loehnert, 2010؛ Vasic *et al.*, 2008؛ Henk and Kiers, 1991). تجزیه به مولفه‌ها و رسم نمودار biplot با استفاده از نرم‌افزار STAT GRAPHICS 2.1 انجام شد.

نتایج و بحث

مشخصات جغرافیائی و اقلیمی محل جمع‌آوری نمونه‌های جو وحشی در جدول ۱ نشان داده شده است. نتایج حاصل از بررسی آمار توصیفی داده‌ها برای صفات کمی در ۱۹۲ اکوتیپ مورد ارزیابی در جدول ۲ و برای صفات کیفی در جدول ۳ نشان داده شده است. در صفات کمی مورد بررسی در این تحقیق، با توجه به پارامتر ضریب تغییرات، بیشترین تنوع در صفات وزن برگ پرچم و سطح برگ پرچم ملاحظه شد، این امر نشان داد اکوتیپ‌های مورد بررسی دراین دو صفت، تظاهر متنوعی داشتند. دامنه تغییرات وزن برگ پرچم از ۰/۰۱ تا ۰/۳۹ گرم متغیر بود. کمترین و بیشترین مقدار سطح برگ پرچم نیز در اکوتیپ‌های جو وحشی، به ترتیب ۲ و ۵۱ سانتی‌مترمربع بود که نشان‌دهنده تنوع بالای نمونه‌ها است. صفات آگرونومیک شامل طول سنبله، تعداد سنبلچه در سنبله و وزن صد دانه نیز از ضریب تغییرات نسبتاً بالایی برخوردار بودند. ارتفاع بوته در کوتاه‌ترین نمونه ۵۷/۵ سانتی‌متر و در بلندترین نمونه ۱۱۵ سانتی‌متر بود. طول سنبله نیز از ۵/۶۲ تا ۱۲/۲۵ سانتی‌متر متغیر بود.

جدول ۳ پارامترهای آمار توصیفی برای صفات کیفی را نشان می‌دهد. به منظور تعیین میزان تنوع در صفات کیفی، شاخص شانون در این صفات محاسبه شد. بر اساس این شاخص رنگ گره ساقه (۰/۹۸۳) و ایستادگی سنبله (۰/۹۷۷) دارای بیشترین تنوع در صفات کیفی مورد بررسی بودند. علاوه بر این صفات ریشک لما و رنگ گوشوارک نیز تنوع بالایی در اکوتیپ‌ها نشان دادند. در میان اکوتیپ‌ها صفات عادت رشدی، کرک دار بودن گلوم و

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- اطلاعات جغرافیایی و اقلیمی محل جمع‌آوری ۱۹۲ اکوتیپ *Hordeum spontaneum* بر اساس روش اقلیم‌بندی گوسن

Table 1. Geographic and climatic information of collecting sites of 192 ecotypes of *Hordeum spontaneum* based on Gousan climatic zones

Climate and code of site	اقلیم و کد محل	عرض جغرافیایی Latitude	طول جغرافیایی Longitude	تعداد اکوتیپ‌ها Number of ecotypes
Mediterranean (M)	مدیترانه‌ای	33	57	83
Desert (D)	بیابانی	29	59	51
Cold Steppe (CS)	استپی سرد	37	45	43
Cold Desert (CD)	بیابانی سرد	34	50	16

جدول ۲ - پارامترهای آمار توصیفی مربوط به صفات کمی در ۱۹۲ اکوتیپ *Hordeum spontaneum*

Table 2. Descriptive statistics parameters for quantitative traits in 192 ecotypes of *Hordeum spontaneum*

Parameter	پارامتر	ارتفاع بوته Plant height (cm)	سطح برگ پرچم Flag leaf area	وزن برگ پرچم Flag leaf weight	سطح ویژه برگ پرچم Specific leaf area	روز تا ظهور سنبله Days to heading	روزتا گلدهی Days to flowering	روز تا رسیدن Days to maturity	طول سنبله Spike length (cm)	تعداد سنبلچه در سنبله Spikelet per spike	وزن صد دانه 100-Grain weight (g)
Mean	میانگین	97.85	19.56	0.120	171.71	144.84	151.93	177.17	9.05	19.16	3.73
Standard Error	خطای استاندارد	0.62	0.59	0.004	2.15	0.36	0.27	0.15	0.09	0.16	0.04
Variance	واریانس	72.41	66.38	0.003	880.57	25.19	14.51	4.18	1.58	4.59	0.25
Min.	حداقل	57.50	2.00	0.010	100.00	111.00	143.00	174.00	5.62	12.00	2.48
Max.	حداکثر	115.00	51.00	0.039	287.50	161.00	163.00	189.00	12.25	25.00	5.28
C.V. (%)	ضریب تغییرات	8.69	41.65	45.290	17.28	3.46	2.51	1.15	13.89	11.19	13.48

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳ - پارامترهای آمار توصیفی مربوط به صفات کیفی در ۱۹۲ اکوتیپ *Hordeum spontaneum*

Table 3. Descriptive statistics parameters for qualitative traits in 192 ecotypes of *Hordeum spontaneum*

Parameter	پارامتر	ایستادگی سنبله Spike erectness	عادت رشدی Growth habit	رنگ ساقه Stem pigmentation	رنگ گره ساقه Nod pigmentation	رنگ گوشوارک Auricle pigmentation	ریشک لما Lemma awn barbs	رنگ ریشک Awn color	رنگ گلوم Glum color	رنگ لما Lemma color	رنگ دانه Grain color	نوع لما Lemma type	کرکدار بودن گلوم Glume hairiness	طول گلوم و ریشک Glume and glum awn	خارداری ریشک Lemma awn hood
Mode	مد	1	3	1	2	2	3	1	1	1	1	2	2	3	7
Min.	حداقل	1	3	1	1	1	3	1	1	1	1	1	2	2	7
Max.	حداکثر	5	3	3	3	3	7	5	4	4	4	3	2	4	7
Shannon Index	شاخص شانون	0.98	0	0.75	0.98	0.92	0.93	0.62	0.30	0.58	0.86	0.55	0	0.67	0

Archive of SID

www.SID.ir

خارداری ریشک تنوعی نشان ندادند و در همه اکوتیپ‌ها، عادت رشدی ایستاده، گلوم کرک‌دار بود و ریشک‌ها زبر و بدون خار بودند.

تجزیه واریانس طرح بلوک‌های کامل تصادفی برای صفات خواب بذر و شاخص جوانه‌زنی نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار اکوتیپ‌ها در هر دو صفت در سطح احتمال ۱٪ بود (جدول ۴). بنابراین همان‌طور که پیش‌بینی می‌شد، خواب بذر در اکوتیپ‌های مختلف *Hordeum spontaneum* دارای درجات متفاوتی بود.

تجزیه واریانس یک طرفه با استفاده از روش Kruskal Wallis (Steel and Torrie, 1980) با فرض اقلیم‌های مبداء (مدیترانه‌ای، بیابانی، استپی سرد و بیابانی سرد) به عنوان تیمار و تعداد نمونه به عنوان تکرار در قالب طرح کاملاً تصادفی با تکرار نامساوی (جدول ۵) نشان داد که نمونه‌های بومی اقالیم مختلف از نظر میانگین صفات ارتفاع بوته، روز تا گلدهی، خواب بذر و شاخص جوانه‌زنی با یک‌دیگر تفاوت معنی‌دار دارند.

مقایسه میانگین درصد خواب بذر در اقلیم‌های مختلف محل جمع‌آوری اکوتیپ‌ها در شکل a ۱ نشان داد که میانگین درصد خواب در بذر اکوتیپ‌های بومی اقلیم‌های استپی سرد (۴۵/۶٪) به طور معنی‌داری از سه اقلیم دیگر کمتر بود. میانگین خواب بذر در اکوتیپ‌های بومی اقلیم بیابانی و بیابانی سرد نیز بالاتر از دو اقلیم دیگر بود (به ترتیب ۷۷/۶٪ و ۸۳/۷٪)، این نتیجه با نتایج یان و همکاران (Yan *et al.*, 2008) مطابقت دارد. مقایسه میانگین صفت شاخص جوانه‌زنی (شکل b ۱) نیز نشان‌دهنده مقادیر بالاتر شاخص جوانه‌زنی در بذور اکوتیپ‌های بومی اقلیم استپی سرد (۲/۰۸) نسبت به سه اقلیم دیگر بود و این امر نشان می‌دهد بذر این اکوتیپ‌ها با سرعت بالاتری جوانه‌زنی کردند. به منظور تعیین ارتباط بین صفات کمی و کیفی گیاه مادری و خواب در بذرهای تولیدی، تجزیه همبستگی میان صفات کمی و کیفی با خواب بذر به طور جداگانه و به ترتیب با استفاده از روش پیرسون و اسپیرمن انجام شد (جدول ۶). همان‌طور که ملاحظه می‌شود، هیچ یک از صفات کمی همبستگی معنی‌داری با صفت خواب بذر نشان ندادند. شاخص جوانه‌زنی نیز تنها با صفت تعداد روز تا رسیدن همبستگی منفی معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ نشان داد.

بررسی ضرایب همبستگی صفات کیفی مورد ارزیابی با صفات خواب بذر و شاخص جوانه‌زنی (جدول ۷) نشان داد که خواب بذر و شاخص جوانه‌زنی همبستگی معنی‌داری با صفات رنگ گلوم، رنگ ریشک، رنگ لما و رنگ دانه داشتند. ضرایب این همبستگی به علت تعداد زیاد نمونه‌های مورد بررسی، پایین ولی از نظر آماری معنی‌دار بود. بیشترین ضریب همبستگی مربوط به صفت رنگ گلوم بود که با

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۴- تجزیه واریانس صفات خواب بذر و شاخص جوانه زنی در ۱۹۲ اکوتیپ *Hordeum spontaneum*

Table 4. Variance analysis of seed dormancy and germination index for 192 ecotypes of *Hordeum spontaneum*

S.O.V.	منابع تغییر	درجه آزادی df	خواب بذر Seed dormancy	شاخص جوانه‌زنی Germination index
Replication	تکرار	3	3144.4**	5.20*
Ecotypes	اکوتیپ	191	1817.9**	5.70**
Error	خطا	573	318.1	1.01

** و* به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪.

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

جدول ۵ – تجزیه واریانس یک طرفه صفات کمی برای اکوتیپ‌های اقلیمی *Hordeum spontaneum*

Table 5. One way ANOVA of quantitative traits for climatic ecotypes of *Hordeum spontaneum*

Parameter	پارامتر	درجه آزادی df.	ارتفاع بوته Plant height	سطح برگ پرچم Flag leaf area	وزن برگ پرچم Flag leaf weight	سطح ویژه برگ پرچم Specific leaf area	روز تا ظهور سنبله Days to heading	روز تا گلدهی Days to flowering	روز تا رسیدن Days to maturity	طول سنبله Spike length	سنبلچه در سنبله Spikelet per spike	وزن دانه 100-Grain weight	خواب بذر Dormancy	شاخص جوانه‌زنی Germination index
Between climatic groups	بین گروه‌های اقلیمی	3	532.00**	57.11	0.004	520.53	56.50	78.01**	3.50	2.81	1.75	0.42	80.35**	11.88**
Within climatic groups	درون گروه‌های اقلیمی	189	66.84	66.28	0.003	881.77	26.69	15.99	7.96	1.56	4.64	0.25	13.12	7.84

** : معنی دار در سطح احتمال ۱٪ .

**: Significant at the 1% probability level.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۶- ضرایب همبستگی صفات کمی با خواب بذر و شاخص جوانه‌زنی در ۱۹۲ اکوتیپ *Hordeum spontaneum* به روش پیرسون

Table 6. Pearson correlation coefficients of quantitative traits with seed dormancy and germination index in 192 ecotypes of *Hordeum spontaneum*

Traits	صفات	ارتفاع بوته Plant height	سطح برگ پرچم Flag leaf area	وزن برگ پرچم Flag leaf weight	سطح ویژه برگ پرچم Specific leaf area	روز تا ظهور سنبله Days to heading	روزتا گلدهی Days to flowering	روز تا رسیدن Days to maturity	طول سنبله Spike length	تعداد سنبلچه در سنبله Spikelet per spike	وزن صد دانه 100-Grain weight
Seed dormancy	خواب بذر	-0.06	0.09	0.12	0.12	0.08	0.05	0.12	0.09	0.09	-0.04
Germination index	شاخص جوانه‌زنی	0.04	-0.13	-0.16	-0.16	-0.11	-0.09	-0.15*	-0.11	-0.11	0.01

* : Significant at the 5% probability level.

*: معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪.

جدول ۷- ضرایب همبستگی صفات کیفی با صفات خواب بذر و شاخص جوانه‌زنی در ۱۹۲ اکوتیپ *Hordeum spontaneum* به روش اسپیرمن

Table 7. Spearman correlation coefficients of qualitative traits with seed dormancy and germination index in 192 ecotypes of *Hordeum spontaneum*

Traits	صفات	رنگ ساقه Stem pigmentation	رنگ گره ساقه Nod pigmentation	رنگ گوشوارک Auricle pigmentation	زبری ریشک Lemma awn barbs	رنگ ریشک Awn color	رنگ گلوم Glum color	رنگ لما Lemma color	رنگ دانه Grain color	نوع لما Lemma type	طول گلوم و ریشک Glume and glum awn
Seed dormancy	خواب بذر	0.12	0.05	0.06	0.08	0.16*	0.29**	0.15*	0.19*	0.01	-0.09
Germination index	شاخص جوانه‌زنی	-0.13	-0.04	-0.07	-0.11	-0.17*	-0.29**	-0.18*	-0.18*	-0.01	0.08

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

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

Archive of SID

www.SID.ir

خواب بذر همبستگی مثبت در سطح احتمال ۱٪ داشت و نشان می‌دهد که اکوتیپ‌های دارای رنگ گلوم تیره‌تر در این آزمایش دارای درصد خواب بیشتری بودند. این صفت با شاخص جوانه‌زنی همبستگی منفی نشان داد که با توجه به رابطه معکوس شاخص جوانه‌زنی با خواب بذر، منطقی به نظر می‌رسد، زیرا شاخص جوانه‌زنی در اکوتیپ‌های دارای خواب بذر بیشتر، پایین‌تر بود (شکل ۱).

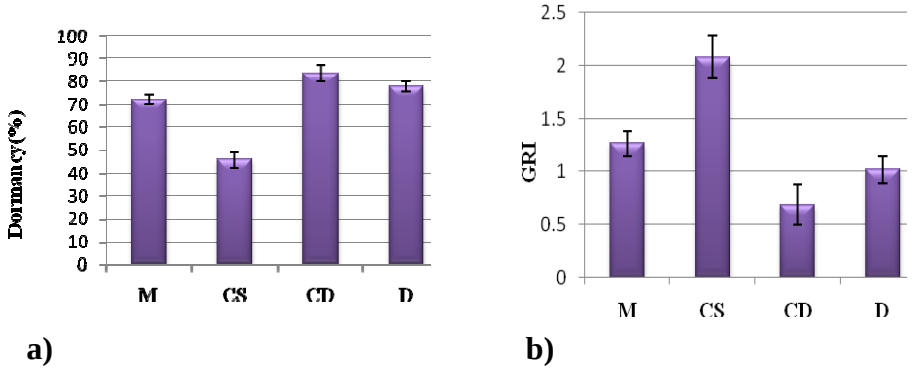
برای درک بهتر ساختار داده‌ها و بررسی علل وجود همبستگی‌ها در میان صفات، از روش تجزیه به مولفه‌ها استفاده شد. به این منظور تجزیه به مولفه‌های اصلی برای صفات کمی و کیفی به طور جداگانه انجام شد تا ارتباط این صفات با خواب بذر با دقت بیشتری بررسی شود. با انجام تجزیه به مولفه‌های اصلی در صفات کمی، چهار مولفه در تشکیل ماتریس ضرایب شرکت کردند که در مجموع ۶۷/۹۳ درصد از واریانس صفات را دربر داشتند (جدول ۸). مولفه اول ۲۸/۹۱٪ از تغییرات مشاهده شده را به خود اختصاص داد و بزرگ‌ترین ضرایب عاملی آن مربوط به صفات فیزیولوژیک سطح برگ پرچم و وزن برگ پرچم بود. مولفه دوم ۱۷/۲۵٪ از واریانس مشاهده شده را در برداشت و صفات فنولوژیکی تعداد روز تا گلدهی، تعداد روز تا ظهور اولین سنبله و تعداد روز تا رسیدن، در این مولفه نقش مهمی داشتند. بزرگترین ضریب عاملی در مولفه سوم نیز مربوط به صفات خواب بذر و شاخص جوانه‌زنی بود. مولفه چهارم که ۱۰/۲۷ درصد از تغییرات موجود را به خود اختصاص داده بود بیشترین تاثیر را از صفت سطح ویژه برگ پذیرفت. بنابراین به نظر می‌رسد در اکوتیپ‌های جو وحشی مورد بررسی در این تحقیق، صفات فیزیولوژیکی و فنولوژیکی بیشترین واریانس را در جامعه ایجاد کردند و مولفه سوم صفات خواب بذر و شاخص جوانه‌زنی بودند که واریانس کمتری نسبت به صفات فیزیولوژیکی و فنولوژیکی داشتند.

نمودار بای‌پلات مولفه‌های اصلی اول و دوم بر اساس صفات کمی اکوتیپ‌های جو وحشی (شکل ۲)، به وضوح صفات تشکیل دهنده مولفه اول و دوم را متمایز کرد. در این نمودار جایگاه هر یک از اکوتیپ‌ها بر اساس صفات کمی مورد ارزیابی، نشان داده شده است. اکوتیپ‌هایی که بذر دارای خواب تولید کرده بودند (مربع توخالی) از اکوتیپ‌های با بذر بدون خواب (مربع توپر) متمایز شدند و همان‌طور که ملاحظه می‌شود، این اکوتیپ‌ها پراکنش یکسانی در کل نمودار داشتند. لذا به نظر می‌رسد که هیچ‌یک از صفات کمی قادر به تفکیک اکوتیپ‌های دارای خواب نبودند و این نتیجه در بررسی همبستگی صفات (جدول ۶) نیز مشاهده شد.

تجزیه به مولفه‌های اصلی در صفات کیفی نیز، چهار مولفه را که در تشکیل ماتریس ضرایب شرکت کردند و در مجموع ۶۹/۵۷ درصد از واریانس صفات را در برداشتند

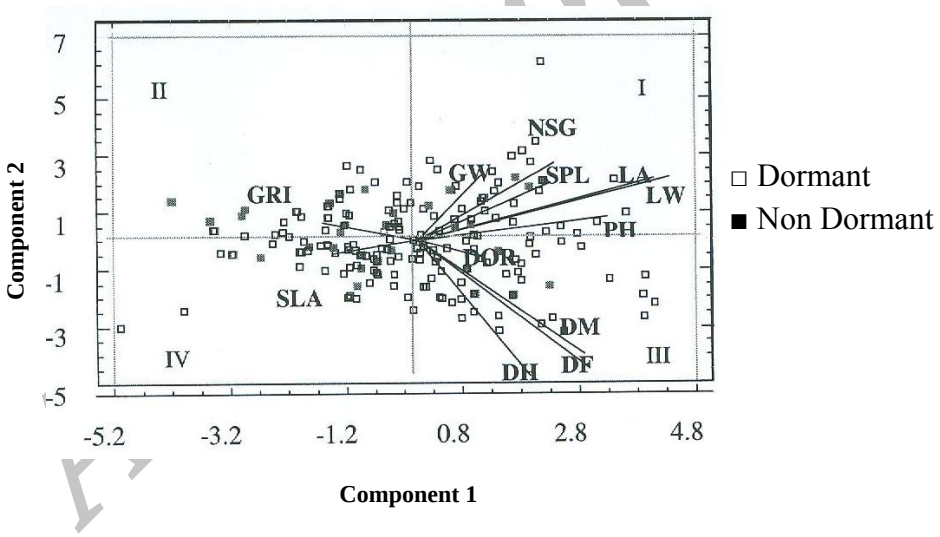
Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱- مقایسه میانگین درصد خواب بذر (a) و شاخص جوانه‌زنی (b) در اکوتیپ‌های اقلیمی *Hordeum spontaneum* (M : مدیترانه‌ای، CS: استپی سرد، CD : بیابانی سرد، D: بیابانی)

Fig. 1. Mean comparison of seed dormancy (a) and germination index(b) in *Hordeum spontaneum* climatic ecotypes (M: Mediterranean; CS: Cold Steppe; CD: Cold Desert; D: Desert)



شکل ۲ – نمودار بای‌پلات دو مولفه اصلی برای صفات کمی (شاخص جوانه‌زنی، وزن صد دانه، تعداد سنبلچه در سنبله، طول سنبله، سطح برگ پرچم، وزن برگ پرچم، ارتفاع بوته، روز تا ظهور اولین سنبله، روز تا گلدهی، روز تا رسیدن، سطح ویژه برگ پرچم و خواب بذر) در اکوتیپ‌های *Hordeum spontaneum*

Fig. 2. Bi-plot of first two principal components for quantitative characters (GRI: Germination Index, GW: 100-Grain weight, NSG: spikelet per spike, SPL: Spike Length, LA: Flag Leaf Area, LW: Flag Leaf Weight, PH: Plant Height, DOR: Seed Dormancy, DM: Days to Maturity, DF: Days to Flowering, DH: Days to Heading, SLA: Specific Leaf Area of flag leaf and seed dormancy) of *Hordeum spontaneum* ecotypes

www.SID.ir

جدول ۸- مقادیر ویژه، واریانس نسبی و ضرایب متغیرها برای چهار مولفه اصلی در صفات کمی اکوتیپ‌های *Hordeum spontaneum*

Table 8. Eigen values, relative variance and coefficients for variables for four principle components of *Hordeum spontaneum* ecotypes

Traits	صفات	Components			
		1	2	3	4
Plant height	ارتفاع بوته	0.34	0.07	-0.02	0.18
Flag leaf area	سطح برگ پرچم	0.44	0.33	-0.17	0.19
Flag leaf weight	وزن برگ پرچم	0.46	0.34	-0.17	-0.13
Specific leaf area	سطح ویژه برگ پرچم	-0.14	-0.06	0.05	0.90
Days to heading	روز تا ظهور اولین سنبله	0.28	-0.50	0.06	-0.09
Days to flowering	روز تا گلدهی	0.39	-0.45	0.05	0.01
Days to maturity	روز تا رسیدن	0.37	-0.37	0.11	0.07
Spikelet per spike	تعداد سنبلچه در سنبله	0.25	0.29	-0.07	0.56
Spike length	طول سنبله	0.17	0.07	0.15	0.25
100-Grain weight	وزن صد دانه	0.09	0.22	-0.26	-0.09
Dormancy	خواب بذر	0.14	0.24	0.64	0.02
Germination index	شاخص جوانه زنی	0.20	0.24	0.61	0.01
Eigen values	مقادیر ویژه	2.89	1.72	1.13	1.04
Relative variance	واریانس نسبی	28.91	17.25	11.35	10.42

(جدول ۹)، نشان داد. بزرگ‌ترین ضرایب عاملی مولفه اول مربوط به صفات رنگ گلوم، رنگ ریشک و رنگ لما بود که ۲۹/۱۳٪ از تغییرات مشاهده شده را به خود اختصاص داد. مؤلفه دوم ۱۷/۵۵٪ از واریانس مشاهده شده را شامل شد و صفات رنگ قاعده ساقه و رنگ گره‌های ساقه، در این مولفه نقش مهمی داشتند. بزرگ‌ترین ضریب عاملی در مولفه سوم نیز مربوط به صفات خواب بذر و شاخص جوانه‌زنی بود. مولفه چهارم که ۹/۱۳ درصد از تغییرات موجود را به خود اختصاص داده بود بیشترین تاثیر را از صفت نوع لما و ایستادگی سنبله پذیرفت. در این صفات نیز مانند صفات کمی (جدول ۸) مولفه اول و دوم مربوط به صفات مورفولوژی گیاه بود و صفات فنوتیپی خواب بذر در مولفه سوم قرار گرفتند.

نمودار بای‌پلات مولفه‌های اصلی اول و دوم براساس صفات کیفی اکوتیپ‌های جو وحشی (شکل ۳)، ارتباط میان صفات کیفی و خواب بذر را به نمایش گذاشت. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، خواب بذر با صفات رنگ بذر، رنگ لما، رنگ گلوم و رنگ ریشک ارتباط نزدیکی داشت و همبستگی این صفات را در جدول ۷ توجیه می‌کند. در این نمودار اکوتیپ‌هایی که بذر دارای خواب تولید کرده بودند (مربع تو خالی) از اکوتیپ‌های با بذر بدون خواب (مربع

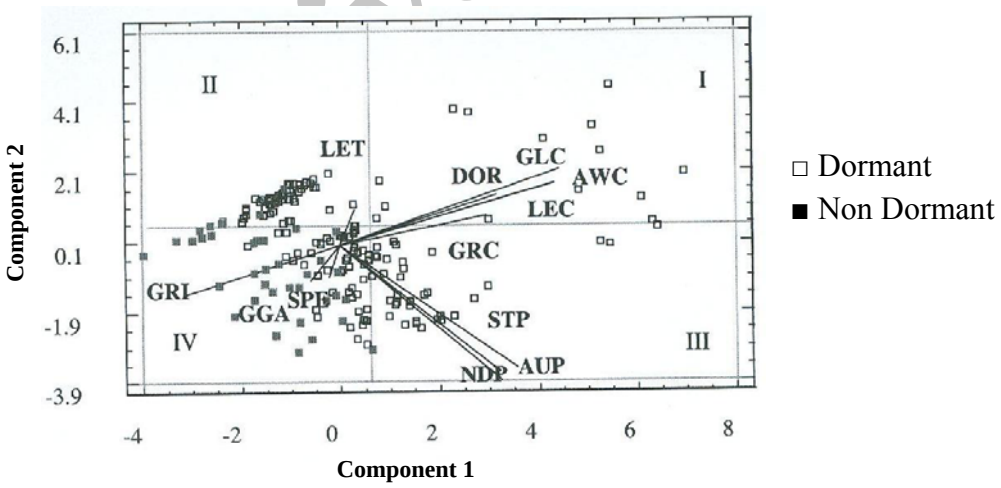
Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۹- مقادیر ویژه، واریانس نسبی و ضرایب متغیرها برای چهار مولفه اصلی در صفات کیفی اکوتیپ‌های *Hordeum spontaneum*

Table 9. Eigen values, relative variance and coefficients of qualitative traits for 4 principle components of *Hordeum spontaneum* ecotypes

Traits	صفات	Components			
		1	2	3	4
Auricle pigmentation	رنگ گوشوارک	0.32	-0.46	-0.03	0.02
Awn color	رنگ ریشک	0.39	0.23	-0.26	-0.05
Seed dormancy	خواب بذر	0.29	0.19	0.61	-0.06
Glume and glume awn	طول گلوم و ریشک	-0.06	-0.13	0.20	0.25
Glume color	رنگ گلوم	0.41	0.28	-0.25	0.008
Grain color	رنگ دانه	0.27	0.10	-0.13	0.21
Germination index	شاخص جوانه زنی	-0.29	-0.18	-0.60	0.06
Lemma color	رنگ لما	0.39	0.23	-0.26	0.05
Lemma type	نوع لما	0.02	0.13	0.09	0.61
Nod pigmentation	رنگ گره‌های ساقه	0.29	-0.51	-0.01	-0.08
Spike erectness	ایستادگی سنبله	-0.02	-0.11	-0.003	0.71
Stem pigmentation	رنگ ساقه	0.29	-0.48	0.05	0.002
Eigen values	مقادیر ویژه	3.49	2.11	1.65	1.09
Relative variance	واریانس نسبی	29.13	17.55	13.77	9.13



شکل ۳ – نمودار بای‌پلات دو مولفه اصلی برای صفات کیفی (نوع لما، رنگ گلوم، رنگ ریشک، رنگ لما، رنگ دانه، رنگ ساقه، رنگ گوشوارک، رنگ گره ساقه، ریشک گلوم، شاخص جوانه‌زنی و خواب بذر) در اکوتیپ‌های *Hordeum spontaneum*

Fig. 3. Bi-plot of first two principal components for qualitative characters (LET: Lemma Type, DOR: Seed Dormancy, GLC: Glume Color, AWC: Awn Color, LEC: Lemma Color , GRC: Grain Color, SPE: Spike erectness, STP: Stem Pigmentation, AUP: Auricle Pigmentations, NDP: Nod Pigmentation, GGA: Glume and Glume Awn, GRI: Germination Index and seed dormancy) of *Hordeum spontaneum* ecotypes

www.SID.ir

تو پر) به خوبی متمایز شدند و همان‌طور که ملاحظه می‌شود، اکوتیپ‌های دارای بذر بدون خواب، در ربع چهارم نمودار تمرکز یافته‌اند در این ربع از نمودار بردار شاخص جوانه‌زنی (GRI) نیز قرار دارد و نشان می‌دهد که این اکوتیپ‌ها دارای بالاترین شاخص جوانه‌زنی نیز بوده‌اند. این ربع از نمودار در جهت مقابل ربع اول قرار دارد و نقطه مقابل بردار خواب بذر، رنگ دانه، رنگ لما، رنگ ریشک و رنگ گلوم است، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که اکوتیپ‌های دارای رنگ دانه، لما و ریشک تیره‌تر دارای خواب بیشتری نیز بوده‌اند و به عکس. بنابراین به نظر می‌رسد که بر خلاف صفات کمی، صفات کیفی قادر به تفکیک اکوتیپ‌های بدون خواب از اکوتیپ‌های دارای خواب هستند.

خواب بذر یک ویژگی فیزیولوژیکی و تحت کنترل مکانیزم‌های متعددی است که می‌تواند نمو را در هر یک از مراحل جوانه‌زنی (جذب آب، فعالیت متابولیکی، رشد و غیره) متوقف کند (Eira and Caldas, 2000). به نظر می‌رسد خواب بذر یک استراتژی سازگاری اکولوژیکی برای هماهنگی با شرایط نامساعد محیطی باشد (Gutterman, 1993). نتایج حاصل از این تحقیق نیز نشان داد که اکوتیپ‌های بومی اقلیم‌های بیابانی و بیابانی سرد دارای بالاترین درصد خواب در میان اکوتیپ‌های مورد بررسی بودند. این نتایج با گزارش‌های محققین قبلی مطابقت دارد (Volis *et al.*, 2002؛ Yan *et al.*, 2008). تفاوت معنی‌دار اکوتیپ‌های اقلیم‌های مختلف از نظر خواب بذر و شاخص جوانه‌زنی نشان‌دهنده اثر عوامل تغییردهنده ژن‌ها در جمعیت نظیر گزینش طبیعی، رانده شدن ژنتیکی و غیره در هر اقلیم خاص است که سبب شده است تفاوت اکوتیپ‌های بومی اقلیم‌های مختلف افزایش یابد، لذا به نظر می‌رسد از طریق انتخاب طبیعی، جو وحشی با افزایش خواب بذر نسبت به محیط‌های گرم و خشک سازگار شده است. این مکانیزم باعث می‌شود جوانه‌زنی تا به وجود آمدن شرایط بهینه برای رشد و نمو گیاه به تعویق افتد.

تنوع در خواب بذر ممکن است به شدت تحت تاثیر بیان ژنی در پایه مادری قرار گیرد. کنترل والدی جوانه‌زنی ممکن است از طریق پوشش بذر، آندوسپرم و یا تامین منابع غذایی یا هورمون‌ها از طریق پایه مادری باشد (Baskin and Baskin, 1998؛ Koornneef *et al.*, 1984). برخی محققین (Chen *et al.*, 2004؛ Volis *et al.*, 2002). وزن کمتر بذر در اکوتیپ‌های مزیک را با خواب بیشتر در آن مرتبط دانستند و لیکن این ارتباط در اکوتیپ‌های مورد بررسی در این تحقیق، مشاهده نشد. بررسی ارتباط صفات مورفولوژیک گیاه مادری با صفات خواب بذر در تحقیق حاضر، نشان‌دهنده همبستگی برخی از صفات کیفی با خواب گیاهچه بود. در این

Archive of SID

www.SID.ir

تحقیق، رنگ گلوم، رنگ ریشک، رنگ لما و رنگ دانه تیره‌تر با سطوح بالاتر خواب بذر همبستگی داشت، این نتیجه با گزارش‌های محققین قبلی (Debeaujon *et al.*, 2007) مطابقت دارد. این تحقیقات نشان داده است که بذرهای تیره‌تر عموماً دارای خواب بیشتری هستند و احتمال می‌رود عامل آن ترکیبات فنلی در رنگدانه‌های پوسته بذر نظیر فلاونوئیدها باشند. تنوع ژنتیکی در ساختار و یا رنگدانه‌های پوسته و لایه‌های پوششی بذر نظیر پریکارپ دانه، باعث تغییرات در خواب بذر و طول عمر آن در بسیاری از گونه‌ها می‌شود. پوسته بذر علاوه بر حفاظت گیاهچه در برابر صدمات محیطی، محدودکننده رشد آن در زمان جوانه‌زنی است. رنگدانه‌های پوسته بذر عموماً ترکیبات فنلی نظیر فلاونوئیدها هستند (Debeaujon *et al.*, 2007). این ترکیبات به عنوان آنتی اکسیدان، باعث کاهش میزان اکسیژن و در نتیجه بازدارندگی فرآیندهای متابولیکی پس‌رسی و جوانه‌زنی از جمله تخریب اکسیداتیو ABA می‌شوند. همچنین رنگدانه‌های پوسته، نور دریافتی توسط گیاهچه را فیلتر می‌کنند، مشخص شده است که فلاونوئیدها تنها نور UV را جذب می‌کنند (Winkel-Shirley, 2002). لازم به ذکر است که فلاونوئیدها از طریق خاصیت ضد میکروبی و ضدتغذیه‌ای (برای علف‌خواران) به بقای بذر کمک می‌کنند، همچنین این مواد به عنوان لایه محافظتی در برابر پرتوهای UV و صدمات احتمالی از اکسیداتیو عمل می‌کنند. عدم موفقیت برنامه‌های به‌نژادی که سعی در جداسازی صفات مرتبط با رنگ دانه، نظیر خواب بذر و طول عمر آن داشتند، نشان داده که این صفات قابل تفکیک نیستند (Koornneef *et al.*, 1984). به نظر می‌رسد ماهیت خواب بذر دارای تنوع درون گونه‌ای است و احتمال می‌رود این تنوع وابسته به رنگ بذر باشد و احتمال می‌رود که این صفات نیز تحت تاثیر شرایط اکولوژیکی تکامل یافته‌اند.

در مجموع نتایج این تحقیق نشان دهنده نه تنها سازگاری محلی اکوتیپ‌های مدیترانه‌ای و بیابانی، بلکه وجود تفاوت در سیر تکاملی گیاهان بیابانی و مدیترانه‌ای می‌باشد. گیاهان اقلیم مدیترانه‌ای در شرایط محیطی مطلوب و قابل پیش‌بینی زندگی می‌کنند، لذا بذور با خواب کمتر تولید می‌کنند و این امر باعث رشد و استقرار بهتر این گیاهان می‌شود (Baskin and Baskin, 1998). در حالیکه در شرایط محیطی متغیر و بارندگی‌های بی‌موقع اقلیم بیابانی، خواب بذر صفت سازگاری تکامل یافته‌ای است که مانع از جوانه‌زنی همه بذور در پی بارندگی‌های نابهنگام می‌شوند (Snap *et al.*, 2001؛ Gutterman, 1993) این امر به حفظ ذخایر بذری در بانک بذر خاک کمک می‌کند. بانک بذر خاک شامل ذخایر بذری زنده در خاک می‌شود که به بقاء گونه‌های

Archive of SID

www.SID.ir

گیاهی وحشی، گیاهان مرتعی و علف‌های هرز کمک می‌کند. لذا به نظر می‌رسد کنترل علف‌های هرز، حفظ و احیای مراتع در حال تخریب و ایجاد چراگاه‌های جدید تحت تاثیر این منبع بیولوژیکی قرار دارد که می‌بایست مورد توجه بیشتری قرار گیرد.

References

Anonymous 1983. Seed Vigor Testing Handbook. Contribution No. 32, Association of Official Seed Analysis (AOSA), Lincoln, NE, USA.

Anonymous, 1994. Discriptor for Barley (*Hordeum vulgare* L.). International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy.

Baskin, C. C., and Baskin, J. M. 1998. Seeds: Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination. Academic Press, San Diego, California, USA. 666pp.

Burass, T., and Aastveit, K. 1981. Investigations on seed dormancy in barley. pp 554-561. In: Barley Genetics IV, Proceedings of the 4th International Barley Symposium. Edinburgh University Press, UK.

Chen, G., Tamar, K., Fahima, T., Zhang, F., Korol, A. B., and Nevo, E. 2004. Differential patterns of germination and desiccation tolerance of mesic and xeric wild barley (*Hordeum spontaneum*) in Isreal. Journal of Arid Environments 56: 95-105.

Cox, D. R. 1951. Some systematic experimental designs. Biometrika 38: 312-323.

Cox, D. R. 1952. Some recent work on systematic designs. Journal of the Royal Statistical Society 14(2): 211-219.

Debeaujon, I., Lepiniec, L., Pourcel, L., and Routaboul, J. M. 2007. Seed coat development and dormancy. pp. 25-49. In: Bradford, K., and Nonogaki, H. (eds.) Seed Development, Dormancy and Germination. Blackwell, Oxford, UK.

Eira, M. T. S., and Caldas, L. S. 2000. Seed dormancy and germination as concurrent processes. Brazilian Journal of Plant Physiology 12: 85-104.

Ellis, R.P., Forster, B. P., Robinson, D., Handley, L., Gordon, D. C., Russell, J. R. and Powell, W. 2000. Wild barley: a source of genes for crop improvement in the 21st century? Journal of Experimental Botany 51: 9-17.

Gao, W., Clancy, J. A., Han, F., Prada, D., Kleinhofs, A., and Ullrich, S.E. 2003. Molecular dissection of a dormancy QTL region near the chromosome 7 (5H) L

Archive of SID

www.SID.ir

telomere in barley. Theoretical and Applied Genetics 107: 552–559.

Garnier, E., Shipley, B., Roumet, C., and Laurent, G. 2001. A standardized protocol for the determination of specific leaf area and leaf dry matter content. Functional Ecology 15: 688–695.

Gutterman, Y. 1993. Seed Germination in Desert Plants, Adaptations of Desert Organisms. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, Germany.

Henk, A. L., and Kiers, P. 1991. Simple structure in component analysis techniques for mixtures of qualitative and quantitative variables. Psychometrika 56 (2): 197-212.

Koornneef, M., Reuling, G., and Karssen, C. 1984. The isolation and characterization of abscisic acid-insensitive mutants of *Arabidopsis thaliana*. Physiologia Plantarum 61: 377–383.

Loehnert, S. 2010. About statistical analysis of qualitative survey data. International Journal of Quality, Statistics and Reliability 1: 1-12.

Nevo, E. 1992. Origin, evolution, population genetics and resources for breeding of wild barley, *Hordeum spontaneum*, in the Fertile Crescent. pp. 19-43. In: Shewry, P. (ed.) Barley: Genetics, Molecular Biology and Biotechnology. C. A. B. International, Wellingford, UK.

Nevo, E. 2004. Population genetic structure of cereal wild progenitors. pp. 135-163. In: Gupta, P. K., and Warshneg, R. K. (eds.) Cereal Genomics. Kliwer Academic Press, Dordrecht, The Netherlands..

Pederson, L. H., Jorgensen, P. E., and Poulsen, I. 1993. Effects of seed vigour and dormancy on field emergence, development and grain yield of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) and winter barley (*Hordeum vulgare* L.). Seed Science and Technology 21: 150-178.

Petersen, R. G. 1994. Agricultural Field Experiments Design and Analysis. Marcel Decker, Inc., New York, USA.

Steel, R. G. D., and Torrie, J. H. 1980. Principles and Procedures of Statistics, A Biometrical Approach. McGraw- Hill Book Co., New York, USA.

Snape, J. W., Sarma, R., Quarrie, S. A., Fish, L., Galiba, G., and Sutka, J. 2001. Mapping genes for flowering time and frost tolerance in cereals using precise genetic stocks. Euphytica 120: 309–315.

Shannon, C. E., and Weaver, W. 1949. The Mathematical Theory of Communication.

Archive of SID

www.SID.ir

University of Illinois Press, Urbana, IL, USA.

Takeda, K., and Hori, K. 2007. Geographical differentiation and diallel analysis of seed dormancy in barley. Euphytica 153: 249–256.

Vasic, M., Gvozdanovic-Varga, J., and Cervenski, J. 2008. Divergence in the dry bean collection by principal component analysis (PCA). Genetica 40 (1): 23 -30.

Volis, S., Mendlinger, A., Turuspekov, Y., and Esnazarov, U. 2002. Phenotypic and allozyme variation in Mediterranean and desert populations of wild barley, *Hordeum spontaneum* Koch. Evolution 56(7): 1403–1415.

Winkel-Shirley, B. 2002. Biosynthesis of flavonoids and effects of stress. Current Opinions in Plant Biology 5: 218–223.

Yan, J., Chen, G., Cheng, J., Nevo, E., and Gutterman, Y. 2008. Phenotypic variation in caryopsis dormancy and seedling salt tolerance in wild barley, *Hordeum spontanem*, from different habitats in Isreal. Genetic Resources and Crop Evolution 55: 995-1005.

Zhang, F. C., and Gutterman, Y. 2003. The trade- off between dormancy of caryopsis and revival ability of young seedlings of wild barley (*Hordeum spontaneum*). Candian Journal of Botany 81: 315-382.

Zohary, D. 1969. The progenitors of wheat and barley in relation to domestication and agricultural dispersal in the old world. PP. 47-66. In: Ucko, P. J., and Dimbleby, G. W. (eds.) The Domestication and Exploitation of Plants and Animals. Duckworth, London, UK.

Archive of SID

www.SID.ir