"مجله علوم زراعی ایران"
جلد نوزدهم، شماره ۱، بهار ۱۳۹۶

ارزیابی تیپ رشد و سازگاری به خشکی در اکوتیپ‌های جو وحشی (*Hordeum spontaneum* L.)

Evaluation of growth type and drought stress adaptation in *Hordeum spontaneum* L. ecotypes

شکیبا شاهمرادی[1] و جواد مظفری[2]

چکیده

شاهمرادی، ش. و ج. مظفری. ۱۳۹۶. ارزیابی تیپ رشد و سازگاری به خشکی در اکوتیپ‌های جو وحشی (*Hordeum spontaneum* L.). **مجله علوم زراعی ایران. ۱۹(۱): ۷۲-۵۷.**

این تحقیق با هدف بررسی تنوع و توزیع جغرافیایی تیپ رشدی در اکوتیپ‌های جو وحشی (*Hordeum spontaneum*)، ارتباط آن با اقلیم زیستگاه و سازگاری با خشکی و بهره‌برداری از آن در تحقیقات به نژادی جو انجام شد. ۱۸ اکوتیپ جو وحشی از بانک ژن گیاهی ملی ایران، در آزمایشات گلخانه‌ای و مزرعه‌ای در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ مورد بررسی قرار گرفتند. آزمایش گلخانه‌ای با هدف بررسی سازگاری نسبت به تنش خشکی و آزمایش مزرعه‌ای به منظور تعیین تیپ رشد و هر دو آزمایش در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار انجام شدند. در آزمایش گلخانه‌ای، آبیاری گلدان‌ها تا آغاز مرحله خروج سنبله به صورت متداول انجام و پس از آن، دو تیمار آبی شامل؛ آبیاری متداول (۱۰۰-۹۵ درصد ظرفیت زراعی) و تنش خشکی (۳۰-۲۵ درصد ظرفیت زراعی) اعمال شد. کشت مزرعه‌ای در دو آزمایش شامل کشت بذرهای بهاره‌سازی شده و بذرهای بهاره سازی نشده، انجام شد. بررسی تیپ رشدی اکوتیپ‌های جو نشان داد که اکوتیپ‌های بومی اقلیم بیابانی و بیابانی سرد، دارای تیپ رشدی III و اکوتیپ‌های اقلیم مدیترانه‌ای و استپی سرد به ترتیب دارای تیپ رشدی IV و V بودند. ضرایب همبستگی صفات، ارتباط معنی‌دار تحمل تنش و تیپ رشدی را نشان داد و اکوتیپ‌های دارای نیاز سرمایی کمتر، سازگاری بیشتری نسبت به خشکی داشتند. نتایج کلی نشان داد که اکوتیپ‌های جو وحشی بومی اقلیم‌های بیابانی و بیابانی سرد با داشتن نیاز بهاره‌سازی پایین‌تر و زودرسی بیشتر، تحمل بالاتری نسبت به تنش خشکی داشتند و می‌توان این منابع ژنتیکی ارزشمند را به منظور بهره‌برداری مستقیم (انتقال ژن) و یا به عنوان والدین در برنامه‌های اصلاحی برای صفات سازگاری نسبت به تنش خشکی مورد استفاده قرار داد.

واژه‌های کلیدی: اقلیم، اکوتیپ، تیپ رشد، تنش خشکی و جو.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۲/۰۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۲/۲۰ این مقاله مستخرج از پروژه تحقیقاتی مصوب سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی(AREEO) با شماره ۹۰۱۴۵-۰۳-۰۳-۰۲ می‌باشد.

۱- استادیار، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران. عضو انجمن علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران (مکاتبه کننده) (پست الکترونیک: shakibafarzan@yahoo.com)

۲- استاد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-01-30]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1396.19.1.5.1]

مقدمه

جو وحشی گونه *Hordeum spontaneum* جزء ذخایر ژنی اولیه جو زراعی محسوب می‌شود و از این رو هیچ گونه مانع بیولوژیکی برای تلاقی بین این گونه با گونه زراعی آن وجود ندارد. به علت تنوع ژنتیکی غنی و سازگاری بالا، *H. spontaneum* به عنوان یک منبع ژنتیکی مهم برای اصلاح گونه زراعی محسوب می‌شود. به منظور استفاده از سرمایه عظیم تنوع ژنتیکی در برنامه‌های اصلاحی، اطلاع از ماهیت و میزان تنوع در ژرم پلاسم، از اهمیت زیادی برخوردار است (Rajabi *et al.*, 2002). مقاومت گیاهان در برابر آفات، بیماری‌ها و تنش‌های محیطی بستگی زیادی به تنوع ژنتیکی آنها دارد (Roudbar Kalary *et al.*, 2001). کاهش چشمگیر تنوع ژنتیکی در بسیاری از گونه‌های زراعی توجه جهانی را به منشاء اولیه ژن‌های جدید که اغلب در گونه‌های وحشی نهفته است جلب کرده است، زیرا گونه‌های وحشی دارای ژن‌های ارزشمندی برای صفات مقاومت به بیماری‌ها، محتوای پروتئین بالا، مقاومت به خشکی و سایر صفات مطلوب اقتصادی هستند (Haussmann *et al.*, 2004 Al Khanjari *et al.*, 2008). امروزه به نژادگران سعی در شناسایی و معرفی منابع ژنتیکی متحمل نسبت به تنش‌های محیطی دارند (Pickering and Johnston, 2005).

واکنش گیاه در شرایط تنش خشکی پدیده‌ای بسیار پیچیده است، زیرا عوامل غیر قابل پیش‌بینی محیطی و اثر متقابل سایر تنش‌های زنده و غیر زنده نیز بر آن اثر می‌گذارند (Reynolds *et al.*, 2006). اثر تنش خشکی بر عملکرد گیاه بستگی به محیط دارد. صفات و یا ژن‌های بهبود عملکرد در شرایط تنش شدید، ممکن است در شرایط تنش خشکی ملایم فعال نشده و حتی ممکن است در شرایط رطوبتی غیر تنش اثر منفی داشته باشند. والیس و همکاران (Volis *et al.*, 2002) به منظور بررسی سازگاری محلی و معرفی صفات سازگاری در اکوتیپ‌های جو وحشی بومی مناطق مدیترانه‌ای و کویری، بذر و گیاهچه‌ها را مورد ارزیابی قرار دادند. آنها شواهدی مبنی بر سازگاری محلی در گیاهچه‌های اکوتیپ‌ها گزارش کردند. ایواندیک و همکاران (Ivandic *et al.*, 2000) با بررسی اثر تنش خشکی روی اکوتیپ‌های جو وحشی (*H. spontaneum*) نشان دادند که ژنوتیپ‌های بومی مناطق خشک، کمتر از سایر ژنوتیپ‌ها تحت تاثیر تنش خشکی قرار می‌گیرند. ریزا و همکاران (Rizza *et al.*, 2004) تنوع عملکرد ۸۹ ژنوتیپ جو بومی مناطق مختلف در شرایط دیم و آبی را با استفاده از شاخص مقاومت به تنش خشکی بررسی نمودند. سامارا (Samarah, 2005) در بررسی اثر تنش خشکی روی رشد و عملکرد جو گزارش نمود که تنش خشکی از طریق کاهش طول دوره پر شدن دانه، کاهش تعداد پنجه‌ها، تعداد سنبله‌ها، تعداد دانه در بوته، وزن دانه در بوته، عملکرد دانه را کاهش داد.

تفاوت‌های ژنتیکی در گیاهان بومی اقلیم‌های مختلف ناشی از اثر متقابل انتخاب طبیعی و انتقال ژن می‌باشد (Levin, 1988). تفاوت اکوتیپ‌ها ناشی از این است که انتخاب طبیعی ویژه هر زیستگاه به حدی قوی است که اثرات انتقال ژن را می‌پوشاند، بنابراین تفاوت اثرات عوامل غیرزنده در محیط‌های مختلف و اثرات انتخابی حاصل از آنها در مراحل مختلف تاریخچه زندگی، هر دو از عوامل مهمی هستند که تفاوت اکوتیپ‌ها را تحت تاثیر قرار می‌دهند، به علاوه اثرات عوامل غیرزنده متفاوت در هر محیط ممکن است با اثر عوامل زنده نظیر رقابت همراه شود. اکوتیپ‌ها با سازگاری‌های متفاوت نسبت به شرایط رقابتی مختلف در بسیاری از آزمایش‌ها گزارش شده‌اند (Davies and Snaydon. 1976.، Martin and Harding, 1981و Miller and Fowler, 1993).

گلدهی و آغاز مرحله زایشی مهم‌ترین مرحله رشد گیاه هستند که در سازگاری و بقاء آن نقش مهمی دارند. طول روز و دما از مهم‌ترین عوامل محیطی

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-01-30]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1396.19.1.5.1]

هستند که بر زمان گلدهی گیاهان اثر دارند (Trevaskis, 2010). در بسیاری از گونه‌های گیاهی قرار گرفتن در معرض سرمای طولانی مدت زمستانه، باعث تسریع انتقال از مرحله رویشی به زایشی می‌شود. این فرآیند بهاره‌سازی نام دارد که در بسیاری از گونه‌های گیاهی مانند آرابیدوبسیس، اجداد وحشی گندم و جو مشاهده می‌شود (Chouard, 1960). نیاز بهاره‌سازی در غلات از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، زیرا این فرآیند تعیین کننده دامنه سازگاری و تحمل آنها به سرما بوده و کشاورزان تلاش می‌کنند تا صدمات ناشی از یخبندان زمستان و گرمای تابستان، به اندام‌های حساس گل اجتناب شود. ارقام گندم و جو بر اساس رفتارهای گلدهی به دو تیپ رشدی زمستانه و بهاره تقسیم می‌شوند. تیپ زمستانه نیازمند سرمای طولانی مدت برای گلدهی است، در حالی که تیپ بهاره به سرعت و بدون نیاز به سرما، به گل می‌دهند. بر اساس نتایج مطالعات ژنتیکی انجام شده، عامل تمایز تیپ رشدی بهاره درگیاه جو، سه ژن *VRN1* ، *vrn2* و *VRN3* هستند. که ژن‌های *VRN1* و *VRN3* غالب و ژن *vrn2* مغلوب است (Takahashi and Yasuda, 1971).

نتایج تحقیقات نشان داده است که اغلب اجداد وحشی جو زراعی به ویژه *H. spontaneum* دارای تیپ رشدی زمستانه هستند و این موضوع نشان می‌دهد که جو اهلی اولیه تیپ رشدی زمستانه داشته است (Takahashi and Yasuda, 1971 ; Saisho *et al.*, 2011). سایشو و همکاران (Saisho *et al.*, 2011) میزان نیاز بهاره‌سازی را در ژنوتیپ‌های جو در شرق آسیا ارزیابی نمودند تا بتوانند تنوع تیپ رشدی آنها را ارزیابی کنند. ایشان گروه‌های تیپ رشدی براساس نیاز بهاره‌سازی از I تا V تقسیم بندی کردند. گروه I و II به تیپ رشدی بهاره تعلق داشتند. ژنوتیپ‌های گروه I نسبت به تیمار سرمادهی واکنش نشان ندادند، در حالیکه ژنوتیپ‌های گروه II نسبت به تیمار یک هفته‌ای سرما واکنش نشان داده و گلدهی آنها تسریع گردید. تیپ رشدی زمستانه براساس میزان نیاز بهاره‌سازی به سه گروه III ، IV و V تقسیم شد که گروه III دارای کمترین نیاز بهاره‌سازی وگروه V دارای بیشترین نیاز بهاره‌سازی بودند. در جو اهلی نیاز بهاره‌سازی دارای توزیع جغرافیایی خاصی است. در محدوده مورد مطالعه آنان (شرق آسیا)، در نواحی غربی‌تر که دمای هوای بالاتری دارد، تیپ بهاره رویش داشت. تیپ‌رشدی زمستانه در نواحی شرق دور نظیر چین، کره و ژاپن پراکنش داشت. شواهدی مبنی بر تنوع در درجه تیپ رشدی زمستانه نیز در اکوتیپ‌های جو زراعی دیده شده است (Saisho *et al.*, 2011).

برخلاف پیشرفت‌های اخیر در درک پایه و اساس مولکولی بهاره‌سازی در موتان‌های بهاره‌سازی نشده آرابیدوبسیس یا تیپ‌های رشدی بهاره در غلات نظیر گندم و جو، تنوع طبیعی در عادت رشدی زمستانه و توزیع جغرافیایی آنها به ندرت شناسایی شده است. نتایج تحقیقات نشان داده است که اکوتیپ‌های جو وحشی *Hordeum spontaneum* که طی سالیان متمادی با شرایط اقلیمی منطقه خود سازگار شده‌اند و در شرایط نامساعد و غیر قابل پیش‌بینی طبیعی تکامل یافته‌اند، دارای ذخایر ژنتیکی ارزشمند و سازگاری وسیعی هستند که مورد توجه به‌نژادگران قرار گرفته است (Shahmoradi and 2015; Shahmoradi *et al.*, 2013 ,Mozafari). این تحقیق با هدف؛ الف- بررسی تنوع و توزیع جغرافیایی تیپ رشدی در اکوتیپ‌های جو وحشی *Hordeum spontaneum* و بررسی ارتباط آن با اقلیم زیستگاه آنها و سازگاری با خشکی و ب- بهره‌برداری از نتایج آن در تحقیقات و فعالیت‌های به نژادی جو زراعی، انجام شد. با توجه به اینکه در شرایط اقلیمی کرج، با توجه با بارندگی‌های بهاره و کوتاه بودن دوره رشد جو وحشی، احتمال وقوع تنش شدید خشکی در مرحله رشد زایشی این گیاه اندک است، ارزیابی تحمل به خشکی اکوتیپ‌ها در آزمایش گلخانه‌ای مورد ارزیابی قرار گرفت.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-01-30]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1396.19.1.5.1]

مواد و روش‌ها

۱۸ اکوتیپ *H. spontaneum* از کلکسیون ژرم‌پلاسم جو در بانک ژن گیاهی ملی ایران (جدول ۱)، به همراه رقم زراعی متحمل به خشکی نصرت، در پاییز سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ مورد ارزیابی قرار گرفتند. این ۱۸ اکوتیپ بومی اقلیم‌های مختلف ایران بوده و بر اساس حداکثر میزان تنوع فنوتیپی (حداکثر فاصله اقلیدوسی در تجزیه کلاستر) بر اساس ۲۷ صفت زراعی، مورفولوژیک، فنولوژیک و فیزیولوژیک از میان ۱۸۸ نمونه ژنتیکی کلکسیون جو وحشی بانک ژن گیاهی ملی ایران انتخاب شدند (Shahmoradi *et al.*, 2015). جو رقم زراعی نصرت که حاصل از تلاقی دو رقم کارون و کویر بوده و از سازگاری وسیع و پایداری عملکرد دانه قابل توجهی برخوردار است، بعنوان شاهد مورد استفاده قرار گرفت.

جدول ۱- اطلاعات جغرافیایی و اقلیمی مربوط به استان‌های محل جمع‌آوری اکوتیپ‌های جو وحشی *H. spontaneum* بر اساس روش اقلیم‌بندی گوسن

Table1. Geographic and climatic information of collecting sites for *H. spontaneum* ecotypes based on Gousan climatic zones

No.	TN*	Climate	اقلیم	Province	استان
1	309	Mediterranean (M)	مدیترانه‌ای	Ghazvin	قزوین
2	324	Cool Desert (CD)	بیابانی سرد	Markazi	مرکزی
3	554	Desert (D)	بیابانی	Fars	فارس
4	556/1	Desert (D)	بیابانی	Fars	فارس
5	951	Desert (D)	بیابانی	Khorasan	خراسان
6	1037	Mediterranean (M)	مدیترانه‌ای	Kermanshah	کرمانشاه
7	1073	Mediterranean (M)	مدیترانه‌ای	Kermanshah	کرمانشاه
8	1233	Mediterranean (M)	مدیترانه‌ای	Khorasan	خراسان
9	1263	Cool Steppe (CS)	استپی سرد	West Azarbaijan	آذربایجان غربی
10	1286	Mediterranean (M)	مدیترانه‌ای	Kermanshah	کرمانشاه
11	1350	Cool Desert (CD)	بیابانی سرد	Markazi	مرکزی
12	1363	Desert (D)	بیابانی	Ilam	ایلام
13	1375	Desert (D)	بیابانی	Ilam	ایلام
14	1377	Desert (D)	بیابانی	Ilam	ایلام
15	1389	Desert (D)	بیابانی	Fars	فارس
16	1674	Desert (D)	بیابانی	Khorasan	خراسان
17	1693	Desert (D)	بیابانی	Khorasan	خراسان
18	1801	Cool Steppe (CS)	استپی سرد	West Azarbaijan	آذربایجان غربی
19	Nosrat				

*Number in National Plant Gene Bank of Iran * شماره نمونه در بانک ژن گیاهی ملی ایران

در آزمایش گلخانه‌ای، اکوتیپ‌ها در گلخانه تحقیقاتی بخش تحقیقات ژنتیک و بانک ژن گیاهی ملی ایران- موسسه تحقیقات اصلاح وتهیه نهال و بذر، از نظر تحمل به تنش خشکی مورد بررسی قرار گرفتند. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد و هر تکرار شامل دو گلدان می‌شد. به دلیل وجود خواب بذر در اکوتیپ‌های جو وحشی، در ابتدا بذرها در ظروف پتری روی کاغذ صافی و با استفاده از آب مقطر جوانه‌دار شده و پس از یک هفته جوانه‌های سالم به گلدان‌های پلاستیکی سه لیتری حاوی خاک: ماسه: پیت (به نسبت ۱:۱:۲) منتقل شدند. قبل از کشت، ظرفیت زراعی خاک گلدان‌ها به روش معمول (Samarah, 2005) و آزمایشگاهی محاسبه شد. در هر دو روش میزان رطوبت خاک در حد ظرفیت

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-01-30]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1396.19.1.5.1]

زراعی، در حدود ۲۰ درصد (وزنی) بدست آمد. در هر گلدان سه گیاهچه کشت شد و پس از گذشت سه هفته و اطمینان از استقرار کامل گیاهچه‌ها، تنک شده و تعداد آنها به دو عدد در هر گلدان کاهش داده شد. با توجه به نیاز بهاره‌سازی در گیاهان، گلدان‌ها در شرایط طبیعی (خارج از گلخانه) و در زیر بارانگیر قرار داده شدند. آبیاری گلدان‌ها تا آغاز مرحله خروج سنبله (کد Z49) (Zadoks *et al.*, 1974) به صورت معمول (ظرفیت زراعی) انجام شد و در آغاز مرحله خروج سنبله‌ها در هر ژنوتیپ، دو تیمار آبی شامل؛ آبیاری معمول (بدون تنش؛ ۱۰۰-۹۵ درصد ظرفیت زراعی) و تنش شدید خشکی (۳۰-۲۵ درصد ظرفیت زراعی) بر گیاهان اعمال شد. با مشاهده خروج ریشک از غلاف برگ پرچم (کد Z49)، تیمار تنش خشکی در ژنوتیپ مورد نظر اعمال گردید. تیمارهای خشکی از مرحله خروج سنبله تا پایان دوره رشد بر اساس توزین روزانه گلدان‌ها انجام و رطوبت خاک گلدان‌ها در محدوده مورد نظر حفظ شد. صفات فنولوژیک (روز تا گلدهی، طول دوره سنبله دهی و روز تا رسیدگی) بر اساس دستورالعمل موسسه بین المللی ذخایر توارثی (IPGRI, 1994) یادداشت برداری و ثبت شد. صفات زراعی (عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت، پس از رسیدگی فیزیولوژیک) نیز اندازه‌گیری شدند. میزان سبزینگی برگ پرچم با استفاده از دستگاه کلروفیل‌متر (SPAD-502, Minolta, Japan) اندازه‌گیری شد. برای این منظور پس از مرحله گرده‌افشانی، میزان سبزینگی در سه برگ پرچم در هر واحد آزمایشی اندازه‌گیری شده و میانگین آن در تجزیه واریانس مورد استفاده قرار گرفت. محتوای آب نسبی برگ بر اساس روش ترنر (Turner, 1986) اندازه‌گیری شد. به منظور اندازه‌گیری اتلاف آب نسبی برگ از روش گاوازی و همکاران (Gavuzzi *et al.*, 1997)، استفاده شد. میزان آب حفظ شده در برگ بر اساس روش فرشادفر (Farshadfar *et al.*, 2002) محاسبه شد.

با هدف تعیین نیاز بهاره‌سازی و تیپ‌رشدی اکوتیپ‌های جو و بررسی ارتباط آن با سازگاری آنها نسبت به تنش خشکی، اکوتیپ‌ها در اواسط اردیبهشت و پس از اتمام سرمای زمستانه در دو آزمایش جداگانه در مزرعه کشت شدند. در آزمایش اول بذر اکوتیپ‌ها بدون تیمار بهاره‌سازی و در آزمایش دوم بذر اکوتیپ‌ها پس از سه هفته بهاره‌سازی، هردو در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار کشت شدند. به منظور بهاره‌سازی کردن، بذر هر اکوتیپ در داخل ظروف پتری روی کاغذ صافی قرار داده شده و تا حد ۵۰ درصد وزن بذر، آب مقطر به آنها اضافه شد. سپس ظروف پتری به مدت سه هفته در دمای ۶-۴ درجه سانتیگراد در تاریکی قرار داده شدند (Chouard, 1960) و پس از آن به طور همزمان با بذرهای بهاره‌سازی نشده در مزرعه تحقیقاتی موسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر کشت شدند. صفات مورد ارزیابی در این آزمایش شامل تعداد روز تا ظهور سنبله، روز تا گلدهی، درصد بهاره‌سازی و نیاز بهاره‌سازی بود. درصد بهاره‌سازی نشان دهنده درصد بوته‌هایی است که تولید سنبله می‌نمایند (بهاره‌سازی ۶۵ درصد به این معناست که پس از بهاره‌سازی، ۶۵ درصد از بوته‌ها به سنبله رفتند). در تیمار بهاره‌سازی، مقادیر بالاتر این صفت نشان دهنده کمتر بودن نیاز بهاره‌سازی در نمونه مورد نظر و تامین نیاز سرمایی با اعمال تیمار سه هفته‌ای است و هرچه درصد بهاره‌سازی کمتر باشد، نشان دهنده بیشتر بودن نیاز بهاره‌سازی در نمونه مورد نظر است و نشان می‌دهد که تیمار سرمایی سه هفته‌ای، برای نمونه مورد نظر کافی نبوده است. تعیین تیپ رشدی اکوتیپ‌های جو براساس درصد بهاره‌سازی انجام شد (Saisho *et al.*, 2011). بر این اساس اکوتیپ‌های دارای درصد بهاره‌سازی بالاتر از ۶۵ درصد، دارای تیپ رشدی III، ۳۵ تا ۶۵ درصد دارای تیپ رشدی IV و درصد بهاره‌سازی کمتر از ۳۵ درصد دارای تیپ

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-01-30]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1396.19.1.5.1]

جدول ۲ - مقایسه میانگین صفات ۱۸ اکوتیپ جو وحشی (*H. spontaneum*) و جو زراعی رقم نصرت در تیمارهای تنش خشکی و بدون تنش

Table 2. Mean comparison of plant characteristics of 18 *H. spontaneum* ecotypes and barley (*Hordeum vulgare* L. *cv*. Nosrat) under normal and water stress treatments

تیمارهای آزمایشی Treatments		میزان سبزینگی SPAD Value	محتوای آب نسبی RWC (%)	اتلاف آب نسبی Relative water loss (%)	آب حفظ شده در برگ Leaf water retention	روز تا رسیدگی Days to maturity	عملکرد دانه Grain yield (g.plant^{-1})	عملکرد بیولوژیک Biological yield (g.plant^{-1})
Normal	بدون تنش	38.7a	74.5a	76.3a	0.48b	191.0a	3.10a	19.45a
Drought stress	تنش خشکی	39.6a	69.1b	71.2b	0.57a	187.5b	1.96b	11.64b

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس چند دامنه‌ای آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

Means followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using Duncan's Multiple Range Test

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-01-30]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1396.19.1.5.1]

رشـدی V بودنـد، بنـابراین تیـپ رشـدی V دارای کمترین درصد بهاره سازی و بالاترین نیاز بهـاره سـازی محسوب می‌شود.

تجزیه مرکب صفات در اکوتیپ‌های جو درشـرایط تنش خشکی و شرایط بدون تنش با استفاده از نـرم‌افـزار SAS 9.1 انجام شد. مقایسه میانگینصـفات بـا اسـتفاده از آزمون دانکن انجام و علاوه بر بررسی اثر تنش خشـکی بر صفات گیاهی، اکوتیـپ‌هـای متحمـل و حسـاس نیـز شناسـایی شـدند. بـا اسـتفاده از شـاخص تحمـل تـنش (Fernandez, 1992)، واکنش اکوتیپ‌ها نسبت بـه تـنش خشکی بررسی شـد. بـرای تعیـین روابـط بـین صـفات و شاخص‌های تنش، تجزیه همبستگی صفات با استفاده از نرم افزار SPSS 16 و تجزیه به مولفه‌هـای اصـلی و رسـم نمـودار بـای پـلات بـا اسـتفاده از نـرم افـزار STATGRAPHICS Plus انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه مرکب صفات ۱۸ اکوتیپ جـو وحشـی و جو زراعی رقم نصرت نشان داد که تنش خشـکی اثـر معنی‌داری بر همـه صـفات مـورد بررسـی داشـته اسـت. اکوتیپ‌هـا جـو نیـز تفـاوت معنـی‌داری از نظـر صـفات مورد ارزیابی داشتند. اثـر متقابـل محـیط و اکوتیـپ در صفات میزان سبزینگی برگ، محتوای آب نسبی، تعداد روز تـا رسـیدگی و عملکـرد دانـه معنـی‌دار بـود. ایـن موضوع نشان مـی‌دهـد کـه اکوتیـپ‌هـا در ایـن صـفات واکنش متفاوتی نسبت به تنش خشکی داشـتند. مقایسـه میانگین‌هـا نشـان داد کـه صـفات در اثـر تـنش خشـکی کاهش معنی‌داری داشتند و تنها میـزان آب حفـظ شـده در بـرگ در اثـر تیمـار تـنش خشـکی افـزایش یافت (جدول ۲) که این موضوع طبیعی است، زیرا پـس

جدول ۳ – مقایسه میانگین صفات ۱۸ اکوتیپ جو وحشی (*H. spontaneum*) و جو زراعی رقم نصرت در تیمارهای تنش خشکی و بدون تنش

Table 3. Mean comparison of plant characteristics of 18 *H. spontaneum* ecotypes and barley (*Hordeum vulgare* L. *cv*. Nosrat) under normal and water stress treatments

اکوتیپ Ecotype	TN	بهاره‌سازی Vernalization (%)	تیپ رشد Growth type	شاخص تحمل تنش STI
1	309	11.6de	4.67ab	0.442
2	324	78.3abc	3.33bc	0.642
3	554	80.0abc	3.00c	0.662
4	556/1	76.6abcd	3.67abc	0.858
5	951	50.0abcde	4.00abc	0.452
6	1037	23.3bcde	4.33abc	0.514
7	1073	33.3bcde	4.33abc	0.799
8	1233	0.0e	5.00a	0.297
9	1263	20.0cde	4.67ab	0.637
10	1286	33.3bcde	4.33abc	0.433
11	1350	50.0abcde	4.00abc	0.594
12	1363	88.3ab	3.33bc	0.766
13	1375	88.3ab	3.33bc	0.808
14	1377	100.0a	3.00c	0.605
15	1389	100.0a	3.00c	0.629
16	1674	60.0abcde	4.00abc	0.704
17	1693	33.3bcde	4.33abc	0.724
18	1801	16.6cde	4.67ab	0.367
19	نصرت	76.6abcd	3.33bc	0.561

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

Means followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using Duncan's Multiple Range Test

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-01-30]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1396.19.1.5.1]

از بروز تنش، روزنه‌ها بسته شده و سرعت تلفات آب از برگ کاهش می‌یابد. این صفت یک شاخص کلیدی در ارزیابی اثر تنش خشکی محسوب می‌شود (Clarke and Richards, 1988; McCaig and Ramagosa, 1991; Mir *et al.*, 2012).

بررسی نیاز بهاره‌سازی ۱۸ اکوتیپ جو وحشی بومی اقلیم‌های مختلف ایران نشان داد که در آزمایش بدون تیمار بهاره‌سازی، در هیچ یک از اکوتیپ‌ها، ساقه‌روی مشاهده نشد، از این رو کلیه اکوتیپ‌ها نیازمند بهاره‌سازی و دارای تیپ‌رشدی زمستانه بودند. در ۱۱ اکوتیپ، تیپ رشدی زمستانه ملایم (III) مشاهده شد و سایر اکوتیپ‌ها دارای تیپ رشدی IV و V بودند (به ترتیب ۳ و ۴ اکوتیپ). بالاترین میزان بهاره‌سازی در اکوتیپ‌های ۱۴ و ۱۵ مشاهده شد (۱۰۰درصد) (جدول ۳). این موضوع نشان می‌دهد که تیمار سرمادهی سه هفته‌ای اعمال‌شده، برای تامین نیاز سرمایی این دو ژنوتیپ کافی بوده است. مقایسه میانگین شاخص تحمل تنش نشان داد که این دو ژنوتیپ از شاخص تحمل نسبتا بالایی برخوردار هستند. رقم نصرت (شاهد زراعی) میزان بهاره‌سازی نسبتا بالایی داشت (۷۶ درصد)، ولی از نظر شاخص تحمل تنش در حد متوسط بود (۰/۵۶) (جدول ۳).

بررسی ضرایب همبستگی بین میزان بهاره سازی، تیپ رشدی و گروه اقلیمی اکوتیپ‌های مورد بررسی با سایر صفات مورد ارزیابی در دو شرایط بدون تنش و تنش خشکی و شاخص تحمل تنش نشان داد که در شرایط بدون تنش، صفت بهاره سازی همبستگی معنی‌داری با شاخص تحمل تنش داشت (جدول ۴). این صفت با صفت عملکرد بیولوژیک نیز همبستگی معنی‌داری داشت که این موضوع در شرایط تنش خشکی نیز مشاهده شد. این موضوع نشان می‌دهد که اکوتیپ‌هایی که پس از سه هفته سرما دهی، درصد بهاره سازی بالاتری داشتند (نیاز بهاره‌سازی کمتر)، شاخص تحمل تنش و عملکرد بالاتری داشتند، در حالی که اکوتیپ‌هایی که نیاز بهاره‌سازی در آنها بالاتر بود، شاخص تحمل تنش کمتری داشتند. از آنجا که تیپ رشدی ارتباط نزدیکی با بهاره سازی دارد، نتایج همبستگی صفات آن نیز مشابه درصد بهاره‌سازی است. گروه اقلیمی محل جمع‌آوری اکوتیپ‌ها در هر دو شرایط بدون تنش و تنش، همبستگی معنی‌داری (در سطح احتمال ۵ درصد) با تعداد روز تا گلدهی داشت، به همین علت اکوتیپ‌های گروه اقلیمی بیابانی و بیابانی سرد، تعداد روز تا گلدهی کمتری داشتند. شاخص تحمل تنش نیز در هر دو شرایط، همبستگی منفی معنی‌داری با گروه اقلیمی محل جمع‌آوری اکوتیپ‌ها داشت و این نشان می‌دهد که اکوتیپ‌های گروه اقلیمی I و II (اقلیم بیابانی و بیابانی سرد)، دارای شاخص تحمل بیشتری نسبت به گروه اقلیمی III و IV (اقلیم استپی سرد و مدیترانه‌ای) بودند. نکته قابل توجه در جدول ضرایب همبستگی، همبستگی بالای گروه اقلیمی اکوتیپ‌ها با صفات درصد بهاره‌سازی و تیپ رشدی است. همبستگی گروه اقلیمی اکوتیپ‌ها با درصد بهاره سازی منفی بود و نشان می‌دهد که درصد بهاره سازی در اقلیم بیابانی و بیابانی سرد بالاتر بود، از این رو نیاز بهاره‌سازی در این دو اقلیم کمتر بوده و بالعکس در اکوتیپ‌های اقلیم‌های مدیترانه‌ای و استپی سرد، نیاز بهاره سازی بیشتر است.

نتایج تجزیه واریانس یک طرفه با فرض اقلیم‌های مبداء (مدیترانه‌ای، بیابانی، استپی سرد و بیابانی سرد) به عنوان تیمار و تعداد نمونه به عنوان تکرار در مدل طرح کاملاً تصادفی با تعداد نمونه نامساوی نشان داد که نمونه‌های بومی اقلیم‌های مختلف از حیث میانگین صفات درصد بهاره‌سازی و تیپ رشدی با یکدیگر تفاوت معنی‌داری داشتند. در صفت شاخص تحمل تنش، تفاوت معنی‌داری در بین گروه‌های اقلیمی ملاحظه نشد. مقایسه میانگین صفات درصد بهاره سازی و تیپ رشدی در میان اکوتیپ های بومی اقلیم‌های مختلف نشان داد که اکوتیپ‌های بومی اقلیم بیابانی و

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-01-30]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1396.19.1.5.1]

جدول ۴ - ضرایب همبستگی صفات تیپ رشدی ۱۸ اکوتیپ جو وحشی (*H. spontaneum*) با صفات مورد ارزیابی در محیط بدون تنش (بالا) و تنش خشکی (پایین) و شاخص تحمل تنش

Table 4. Correlation coefficients of growth type characteristics of 18 *H. spontaneum* ecotypes in normal (above diagonal) and drought stress conditions (below diagonal) and Stress Tolerance Index

گروه اقلیمی	تیپ رشدی	درصد بهاره‌سازی	شاخص تحمل تنش	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	میزان سبزینگی	روز تا رسیدگی	محتوای آب نسبی برگ	آب حفظ شده در برگ	اتلاف آب نسبی برگ	روز تا گلدهی	
بدون تنش Normal	DF	RWL	ELWR	RWC	DM	RCC	GY	BY	STI	VER%	TYP	CLI
VER	–0.42	–0.21	0.21	–0.13	0.19	–0.16	0.39	0.55*	0.62**	1	0.97**	–0.79**
TYP	0.41	0.21	–0.19	–0.12	–0.18	0.21	–0.41	0.53*	–0.63**	0.97**	1	0.68**
CLI	0.49*	0.26	–0.24	–0.00	0.32	0.23	–0.24	–0.45	–0.56*	0.79**	0.68**	1
تنش Stress	DF	RWL	LWR	RWC	DM	SPAD	GY	BY	STI	VER%	TYP	CLI
VER	–0.24	–0.30	0.28	–0.04	0.02	–0.33	0.57*	0.44	0.62**	1	0.97**	–0.79**
TYP	0.26	0.37	–0.31	–0.02	–0.04	0.30	–0.41	0.48*	–0.63**	0.97**	1	0.68**
CLI	0.48*	0.17	–0.17	–0.06	0.18	0.41	–0.55*	–0.42	–0.56*	0.79**	0.68**	1

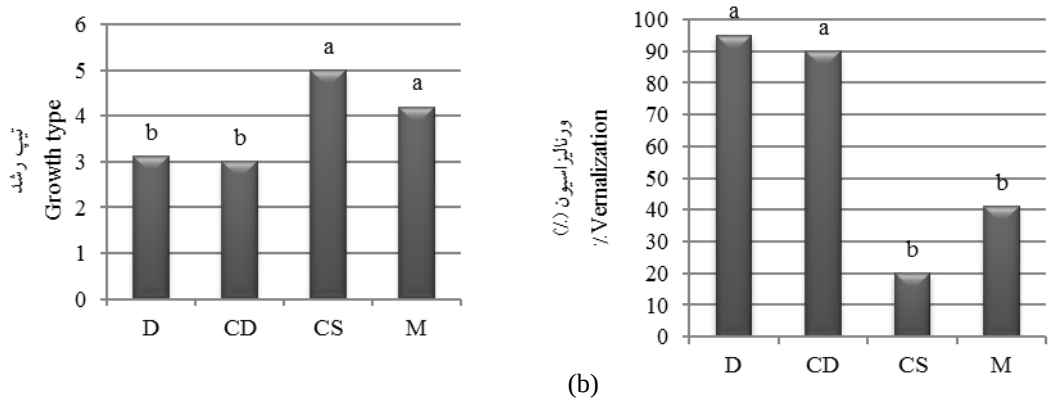
DF: Days to flowering, RWL: Relative water loss, LWR: Leaf water retention, RWC: Relative water content, DM: Days to maturity, SPAD Value: SPAD, GY: Grain yield, BY: Biological yield, STI :Stress Tolerance Index, VER: Vernalization, DS: Days to spike emergence, TYP: Growth type, CLI: Climatic code.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-01-30]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1396.19.1.5.1]

بیابانی سرد دارای میانگین درصد بهاره سازی بالاتری نسبت به اکوتیپ‌های بومی اقلیم استپی سرد و مدیترانه‌ای بودند (شکل ۱-a). کمترین میانگین درصد بهاره سازی در اکوتیپ‌های اقلیم استپی سرد ملاحظه شد، این موضوع نشان می‌دهد که نیاز بهاره سازی در این گروه بالاتر از سه گروه دیگر است. بررسی تیپ رشدی نشان داد که اکوتیپ های بومی اقلیم بیابانی و بیابانی سرد دارای تیپ رشدی III هستند و اقلیم مدیترانه‌ای و استپی سرد به ترتیب دارای تیپ رشدی IV و V می‌باشند (شکل ۱-b). با وجود معنی‌دار شدن تفاوت گروه‌های اقلیمی در صفت شاخص تحمل تنش، تفاوت میانگین آن معنی‌دار نبود، بنابراین تفاوت اقلیمی به حدی نبود که مقایسه میانگین‌ها قادر به تفکیک آنها باشد.

تجزیه به مولفه‌های اصلی، دو مولفه را با مقادیر ویژه بزرگتر از یک، معرفی کرد و این مولفه‌ها در مجموع ۸۸/۵ درصد از واریانس صفات را توجیه کردند (جدول ۵). ۶۳/۶۰ درصد از این واریانس به



(a) (b)

شکل ۱- مقایسه میانگین صفات تیپ رشدی (a) و درصد بهاره سازی (b) در میان اکوتیپ‌های جو وحشی (*H. spontaneum*) بومی اقلیم‌های مختلف (جمعیت‌های بومیD: اقلیم بیابانی، CD: اقلیم بیابانی سرد، CS: اقلیم استپی سرد و M: اقلیم مدیترانه‌ای)

Fig.1. Mean comparison for growth type (a) and vernalization percentage (b) in *H. spontaneum* climatic ecotypes (D: Desert, CD: Cool Desert, CS: Cool Steppe and M: Mediterranean)

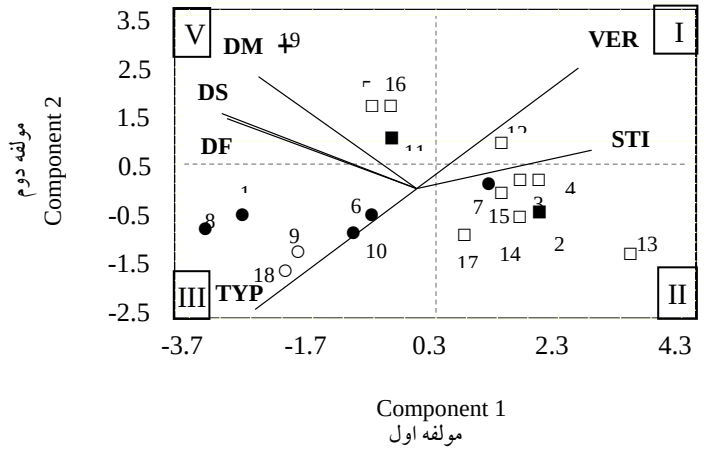
جدول ۵- مقادیر ویژه، واریانس نسبی و ضرایب متغیرها برای دو مولفه اصلی در اکوتیپ‌های جو وحشی (*H. spontaneum*)

Table 5. Eigen values, relative variance and coefficients of principle components in *H. spontaneum* ecotypes

		Components	
Plant characteristics	صفات گیاهی	1	2
Days to spike emergence	روز تا ظهور سنبله	-0.46	0.30
Days to flowering	روز تا گلدهی	-0.46	0.32
Vernalization %	درصد بهاره سازی	0.33	0.52
Growth type	تیپ رشدی	-0.38	-0.52
Stress Tolerance Index	شاخص تحمل تنش	0.41	0.16
Days to maturity	روز تا رسیدگی	-0.37	0.48
Eigen value	مقادیر ویژه	3.82	1.49
Percent of variance	واریانس نسبی	63.60	24.98
Cumulative percentage	واریانس تجمعی	63.60	88.59

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-01-30]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1396.19.1.5.1]



□ بیابانی، ■ بیابانی سرد، ○ استپی سرد، ● مدیترانه‌ای، + شاهد زراعی

□ Desert, ■ Cool Desert, ○ Cool Steppe and ● Mediterranean

شکل۲- نمودار بای پلات دو مولفه اصلی برای صفات مورد ارزیابی و شاخص‌های تحمل تنش در اکوتیپ‌های جو وحشی (*H. spontaneum*)

(STI: شاخص تحمل تنش، DF: روز تا گلدهی، DS: روز تا ظهور سنبله، DM: روز تا رسیدگی، TYP: تیپ رشدی و VER: درصد بهاره سازی)

Fig. 2. Biplot of principal components for plant characteristics and stress tolerance indices in *H. spontaneum* ecotypes (STI : Stress tolerance index, DF: Days to flowering, DS: Days to spike emergence DM: Days to maturity, TYP: Growth type, VER: Vernalization)

مولفه اول اختصاص داشته و بزرگترین ضریب مربوط به روز تا ظهور سنبله و روز تا گلدهی با علامت منفی و شاخص تحمل تنش با علامت مثبت بود. ۲۴/۹۸ درصد از واریانس توسط مولفه دوم ایجاد شد که صفات درصد بهاره‌سازی با علامت مثبت و تیپ رشدی با ضریب منفی، مهم‌ترین صفات در این مولفه هستند.

نمودار بای‌پلات مولفه‌های اصلی اول و دوم براساس صفات مورد ارزیابی و شاخص تحمل تنش در اکوتیپ‌های جو وحشی در شکل ۲ نشان داده شده است. صفت درصد بهاره سازی(VER) به همراه شاخص تحمل تنش (STI)، بردارهایی نزدیک به یکدیگر داشتند و در مقابل آنها، بردار تیپ رشدی قرار گرفت. این موضوع نشان می‌دهد که تیپ رشدی ارتباط معکوسی با تحمل به تنش خشکی و درصد بهاره‌سازی دارد و اکوتیپ‌هایی که دارای درصد بهاره سازی بیشتر و تیپ رشدی کمتر باشند، دارای تحمل بیشتری نسبت به تنش خشکی می‌باشند. نکته قابل توجه در شکل ۲، مقادیر بالاتر مولفه ۱ در اکوتیپ‌های بومی اقلیم بیابانی و قرار گرفتن اغلب آنها در نیمه سمت راست نمودار و مجاور شاخص تحمل به تنش می‌باشد. این موضوع نشان می‌دهد که اکوتیپ‌های بومی اقلیم بیابانی و بیابانی سرد دارای شاخص تحمل بیشتری بودند. از سوی دیگر قرار گرفتن این اکوتیپ‌ها در نقطه مقابل بردارهای صفات فنولوژیک روز تا رسیدگی (DM)، روز تا ظهور سنبله (DS) و روز تا گلدهی (DF)، نشان دهنده زودرس بودن این اکوتیپ‌ها است. جایگاه رقم نصرت در ربع چهارم نمودار بای پلات مولفه های اصلی نشان می‌دهد که این رقم دارای کمترین مقادیر در مولفه اول و بالاترین مقادیر در مولفه دوم بوده است. قرار گرفتن این رقم در کنار بردار

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-01-30]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1396.19.1.5.1]

صفات فنولوژیک نشان می‌دهد که این رقم بالاترین مقادیر را در این صفات داشته و دیررس‌تر از اکوتیپ‌های جو وحشی می‌باشد. از سوی دیگر قرارگرفتن در نقطه مقابل بردار شاخص تحمل تنش نشان دهنده تحمل پایین‌تر این رقم نسبت به تنش خشکی است، بنابراین به نظر می‌رسد که اکوتیپ‌های جو وحشی، بویژه در اقلیم بیابانی و بیابانی سرد، سازگاری بالاتری با تنش خشکی دارند.

کلیه اکوتیپ‌های جو وحشی مورد بررسی در این آزمایش نیازمند بهاره سازی بوده و دارای تیپ رشدی زمستانه بودند. این موضوع با نتایج تحقیقات پیشین (Takahashi and Yasuda, 1971 ; Saisho *et al.*, 2011) مبنی بر اینکه اغلب اجداد وحشی جو زراعی به‌ویژه *H. spontaneum* دارای تیپ رشدی زمستانه هستند، مطابقت دارد. اقلیم محل جمع‌آوری اکوتیپ‌ها ارتباط معنی‌داری با درصد بهاره‌سازی در آنها نشان داد و درصد بهاره‌سازی در اقلیم بیابانی و بیابانی سرد بالاتر بود که این موضع نشان می‌دهد که تیمار بهاره‌سازی تا حدود زیادی نیاز سرمایی اکوتیپ‌ها را تامین نمود و منجر به گلدهی اکوتیپ‌ها شد. بنابراین نیاز بهاره‌سازی در این دو اقلیم کمتر بوده و برعکس در اکوتیپ‌های اقلیم مدیترانه‌ای و استپی سرد، نیاز بهاره‌سازی بیشتر است، زیرا تیمار سرمایی سه هفته‌ای برای به سنبله رفتن اکوتیپ‌ها کافی نبود و درصد بهاره‌سازی در این اکوتیپ‌ها پایین بود. در اکوتیپ‌های اقلیم استپی سرد، نیاز بهاره‌سازی بالاتر از سه گروه دیگر بود. بررسی تیپ رشد نشان داد که اکوتیپ‌های بومی اقلیم بیابانی و بیابانی سرد دارای تیپ رشدی III بوده و اقلیم مدیترانه‌ای و استپی سرد به ترتیب دارای تیپ‌رشدی IV و V می‌باشند. این نتایج با شرایط اقلیمی محل جمع‌آوری اکوتیپ‌ها، هماهنگی دارد و به نظر می‌رسد که علت تنوع در نیاز بهاره‌سازی اکوتیپ‌ها ناشی از سازگاری آنها با شرایط اقلیمی محل زندگی آنها باشد. شاخص تحمل تنش، همبستگی منفی معنی‌داری با گروه اقلیمی محل جمع‌آوری اکوتیپ‌ها داشته و این موضوع نشان داد که اکوتیپ‌های اقلیم بیابانی و بیابانی سرد دارای شاخص تحمل بیشتری نسبت به اقلیم استپی سرد و مدیترانه‌ای بودند. از این رو اکوتیپ‌های اقلیم بیابانی و بیابانی سرد سازگاری بالاتری نسبت به تنش خشکی داشتند.

از آنجا که نمونه‌های جو وحشی مورد بررسی در این تحقیق شامل اکوتیپ‌های بومی مناطق بیابانی، بیابانی سرد، مدیترانه‌ای و استپی سرد کشور بودند، همانطور که انتظار می‌رفت اغلب اکوتیپ‌های متحمل به تنش خشکی، بومی اقلیم بیابانی بودند. ایواندیک (Ivandic *et al.*, 2000) نیز گزارش نمود که اکوتیپ-های بومی مناطق خشک، کمتر از سایر اکوتیپ‌ها تحت تاثیر خشکی قرار می‌گیرند. این موضوع نشان دهنده سازگاری اکولوژیکی اکوتیپ‌های بومی هر منطقه با شرایط اقلیمی و تنش‌های زیستی و غیر زیستی رایج در آن منطقه می‌باشد. در این آزمایش نیز در شرایط تنش خشکی، اکوتیپ‌های جو وحشی بومی مناطق بیابانی، قابلیت تولید دانه بیشتری نسبت به اکوتیپ‌های بومی اقلیم مدیترانه‌ای داشتند. این نتایج با گزارشات استنتون و همکاران (Stanton *et al.*, 2000) هماهنگی دارد. این محققان گزارش نمودند که انتخاب فنوتیپی در شرایط تنش خشکی باعث برتری صفات اجتناب از تنش نظیر گلدهی زودتر، نسبت به صفات تحمل تنش نظیر رشد کندتر و تاخیر در ورود به مرحله زایشی می‌شود.

جو زراعی نصرت در مقایسه با اکوتیپ‌های جو وحشی، بالاترین مقادیر را در صفات فنولوژیک داشته و دیررس‌تر از اکوتیپ‌های جو وحشی بود. بعلاوه شاخص تحمل نسبت به تنش خشکی در این رقم پایین‌تر از اکوتیپ‌های جو وحشی بود، بنابراین به نظر می‌رسد که اکوتیپ‌های جو وحشی، بویژه در اقلیم بیابانی و بیابانی سرد از قابلیت سازگاری بالاتری با تنش خشکی برخوردار هستند. این موضوع با نتایج سایر محققان مطابقت دارد. کرمی و همکاران

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-01-30]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1396.19.1.5.1]

(Karami *et al.*, 2005) نیز گزارش نمودند که بین اکوتیپ‌های جو، تنوع ژنتیکی زیادی وجود دارد و با انجام تلاقی‌های مرکب می‌توان اکوتیپ‌هایی با تحمل بیشتر تولید نمود که تعداد بیشتری از ژن‌های تحمل به خشکی را دارا باشند. اکوتیپ‌های جو وحشی (*H. spontaneum*) که در طی سالیان متمادی با شرایط اقلیمی منطقه خود سازگار شده و در شرایط نامساعد و غیرقابل پیش بینی طبیعی، تکامل یافته‌اند، دارایذخایر ژنتیکی ارزشمند و سازگاری وسیعی هستند که برای به-نژادگران قابل توجه است. در این تحقیق نیز مشاهده شد که اکوتیپ‌های بومی اقلیم بیابانی و نیمه بیابانی نسبت به اکوتیپ‌های اقلیم مدیترانه‌ای و استپی سرد، دارای سازگاری بیشتری با خشکی بودند.

نتیجه گیری

پیامدهای حاصل از پدیده تغییر اقلیم، آسیب پذیری گیاهان در اثر تنش‌های محیطی (زیستی و غیرزیستی) را افزایش داده است، بنابراین بهره‌برداری از گونه‌های وحشی خویشاوند گیاهان زراعی که حامل منابع غنی از ژن‌های ارزشمند سازگاری با تنش‌های محیطی هستند، از اولویت‌های به‌نژادگران در سراسر دنیا می‌باشد (Khush and Brar, 1992). حاجی کریستودلو (Hadjichristodouloui, 1995) اظهار داشت که با انتقال ژن‌های مفید (مربوط به تحمل خشکی) از گونه وحشی (*Hordeum spontaneum*) به ژنوم گونه زراعی، می‌توان از آنها به طور مستقیم به عنوان رقم استفاده کرد و یا این که می‌توان آنها را به عنوان والدین در برنامه‌های اصلاحی در تلاقی‌ها مورد استفاده قرار داد. تنوعصفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی در پاسخ به تنش خشکی، نمایانگر تنوع ژنتیکی در جو وحشی است. با توجه به تنوع ژنتیکی نمونه‌های انتخابی، استفاده از این ژنوتیپ‌ها در تلاقی با گونه زراعی و یا تلاقی آنها با یکدیگر، منابع متنوعی از ژن‌های تحمل به خشکی را فراهم خواهد کرد.

منابع مورد استفاده

References

Al Khanjari, S. A., A. Filatenko and K. Hammer. 2008. Morphological spike diversity of Omani wheat. Genet. Resour. Crop Evol. 55(8): 1185-1195.

Chouard, P. 1960. Vernalization and its relation to dormancy. Ann. Rev. Plant Physiol. 11: 191–238.

Clarke, J. M., R. A. Richards. 1988. The effect of glacousness, epicuticular wax, leaf age, plant height and growth environment on water rates of the excised leaves. Can. J. Plant Sci. 68: 975–982.

Davies, M. S., R. W. Snaydon. 1976. Rapid population differentiation in a mosaic environment. III. Measures of selection pressures. Heredity, 36: 59–66.

Farshadfar, E., A. Afarinesh and J. Sutka. 2002. Inheritance of drought tolerance in maze. Cereal Res. Commun. 30: 3–4.

Fernandez, G. C. J. 1992. Effective Selection Criteria for Assessing Plant Stress Tolerance.pp. 257-270. *In:* Kuo, C. G. (Ed.) Adaptation of Food to Temperature and Water Stress. AVRDC, Shanhua, Taiwan.

Gavuzzi, P., F. Rizza, M. Palumbo, R. G. Campanile, G.L. Ricciardi and B. Borghi. 1997. Evaluation of field and laboratory predictors of drought and heat tolerance in winter cereals. Can. J. Plant Sci. 77: 523-531.

Hadjichristodouloui, A. 1995. Evaluation of barley landraces and selections from natural outcrosses of *H.*

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-01-30]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1396.19.1.5.1]

vulgare ssp. *spontaneum* with ssp. *vulgare* for breeding in semi-arid areas. Genet. Res. Crop Evol. 42: 83-89.

Haussmann, B. I., H. K. Parzies, T. Presterl, Z. Susic and T. Miedaner. 2004. Plant genetic resources in crop improvement. Plant Genet. Resour. 2(1): 3-21.

IPGRI. 1994. Descriptor for barley (*Hordeum vulgare* L.). International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy.

Ivandic, V. C., A. Hackett, Z. J. Zhang , J. E. Staub, E. Nevo, W. T. B. Thomas and B. P. Forster. 2000. Phenotypic responses of wild barley to experimentally imposed to water stress. J. Exp. Bot. 51(353): 2021-2029.

Karami, E., M. R. Ghannadha, M. R. Naghavi and M. Mardi. 2005. An evaluation of drought resistance in barley. Iran. J. Agric. Sci. 36(3): 547-560. (In Persian with English abstract).

Khush, G. S. and D. S. Brar. 1992. Overcoming the barriers in hybridization. pp. 47- 61. *In:* Khallo, G., and G. B. Chowdhury (Eds.). Distant Hybridization of Crop Plants. Springer Verlag, Heidelberg, Germany.

Levin. D. A. 1988. Local differentiation and the breeding structure of plant populations. *In:* Gottlieb, L.D. and S. K. Jain (Eds.) Plant Evolutionary Biology. Chapman and Hall, pp 305–329, New York, USA.

McCaig, T. N., I. Romagosa. 1991. Water status measurements of excised leaves: Position and age effects. Crop Sci. 31: 1583–1588.

Martin. M. M. and J. Harding. 1981. Evidence from the evolution of competition between two species of annual plants. Evolution, 35: 975–987.

Miller, T. E. and N. L. Fowler. 1993. Variation in reaction norms among populations of the grass *Bouteloua rigidiseta*. Evolution, 47: 1446–1455.

Mir, R. R., Z. A. Mainassara, S. Nese, R. K. Trethowan Varshney. 2012. Integrated genomics, physiology and breeding approaches for improving drought tolerance in crops. Theor. Appl. Genet. 125: 625–645

Pickering, R. and P. A. Johnston. 2005. Recent progress in barley improvement using wild species of *Hordeum*. Cytogenet. Genom. Res. 109: 344-349.

Rajabi, A., M. Moghadam, F. Rahim Zadeh, M. Mesbah and D. Ranji. 2002. Evaluation of genetic diversity in sugar beet accessions for agronomic and qualitative traits. Iran. J. Agric. Sc. 33(3): 553-567. (In Persian with English abstract).

Reynolds, M. P., G. Rebetzke, A. Pellegrinesci and R. Trethowan. 2006. Drought adaptation in wheat. *In:* Ribaut, J. M. (Ed.), Drought Tolerance in Cereals, pp. 402–436. Haworth's Food Products Press, New York, USA.

Rizza, F., F. W. Badeck, L. Cattivelli, O. Lidestri, N. Difonzo and A. M. Stanca. 2004. Use of a water stress index to identify barley genotypes adapted. Crop Sci. 44: 2127-2137.

Roudbar Kalary, F., E. Farshdfar and B. Ghareyazy. 2001 Evaluation of genetic diversity in Iranian rice based on RADP. Iran. J. Agric. Sci. 3(4): 8-15. (In Persian with English abstract).

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-01-30]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1396.19.1.5.1]

Samarah, N. H. 2005. Effects of drought stress on growth and yield of barley. Agron. Sus. Dev. 25: 145-149.

Saisho, D., M. Ishii, K. Hori and K. Sato. 2011. Natural Variation of Barley Vernalization requirements: Implication of quantitative variation of winter growth habit as an adaptive trait in East Asia. Plant Cell Physiol. 52(5): 775–784.

Shahmoradi, Sh., M. R. Chaichi, G. Mozafari, D. Mazaheri and F. Sharif Zadeh. 2013. Evaluation of genetic and geographic diversity of wild barley (*Hordeum spontaneum* L.) ecotypes from different habitats in Iran**.** Iran. J. Field Crop Sci. 44: 209-225. (in Persian with English abstract).

Shahmoradi, Sh., M. R. Chaichi, J. Mozafari, D. Mazaheri and F. Sharif Zadeh. 2015. Evaluation of some drought adaptation traits in *Hordeum spontaneum* L. ecotypes from different climatic conditions of Iran. Seed Plant Improv. J. 31(1): 1-24. (in Persian with English abstract).

Shahmoradi, S. and J. Mozafari. 2015. Drought adaptations in wild barley (*Hordeum spontaneum* L.) grown in Iran. Iran. J. Genet. Plant Breed. 4(1): 36-44.

Stanton, M. L., B. A. Roy and D. A. Thiede. 2000. Evolution in stressful environments. I. Phenotypic variability, phenotypic selection, and response to selection in five distinct environmental stresses. Evolution, 54: 93–111.

Takahashi, R. and S. Yasuda. 1971. Genetics of earliness and growth habit in barley. In Barley Genetics II Proceedings of the Second International Barley Genetics Symposium, Nilan, R. A. (Ed.) pp. 388–408. Washington State University Press, Pullman, WA, USA.

Trevaskis, B. 2010. The central role of the *VERNALIZATION1* gene in the vernalization response of cereals. Func. Plant Biol. 37: 479–487.

Turner, N. C. 1986. Crop water deficits: A decade of progress. Adv. Agron. 39: 1-51.

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

Zadoks, J. C., T. T. Chang and C. F. Konzak. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. Weed Res. 14: 415-421

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-01-30]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1396.19.1.5.1]

Evaluation of growth type and drought stress adaptation in *Hordeum spontaneum* L. ecotypes

Shahmoradi, Sh.[1] and J. Mozafari[2]

ABSTRACT

Shahmoradi, Sh. and J. Mozafari. 2017. Evaluation of growth type and drought stress adaptation in *Hordeum spontaneum* L. ecotypes**. Iranian Journal of Crop Sciences. 19(1): 57-72. (In Persian).**

This study aimed to evaluate the diversity and distribution of growth type in *Hordeum spontaneum* ecotypes and its relation with climate and drought adaptationsfor being used in barley breeding programs. Eighteen ecotypes of *H. spontaneum* from National Plant Gene Bank of Iran were evaluated in green house and field in 2011-12 cropping seasons. The green house study was the drought stress tolerance screening and the growth type of ecotypes was evaluated in the field. Both experiments were carried out in randomized complete block design with three replications. In the green house study the moisture condition was normal until spike emergence, then two different moisture regimes; well-watered (90-100% field capacity) and drought stress (20-30% field capacity) were applied. The field study consisted of evaluating vernalized and non-vernalized seeds**.** Assessment of growth type indicated that Desert and Cool Desert ecotypes had the growth type III, but Mediterranean and Cool Steppe ecotypes had IV and V growth type. A significant correlation was observed between stress tolerance index and growth type and ecotypes with lower vernalization requirements seemed to have better adaptability to drought stress conditions. Results indicated that wild barley originating from Desert and Cool Desert, with low vernalization requirement and early maturity, were more tolerant to drought stress, therefore, these valuable genetic resources can be used directly (gene transfer) and indirectly as parents in breeding programs for improvement of drought stress adaptation.

Key words: Barley, Climate, Drought stress, Ecotype and Growth type**.**

Received: Februar, 2017 **Accepted: May, 2017**

1. Assistant Professor, Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran. (Corresponding author) (Email: shakibafarzan@yahoo.com)
2. Professor, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-01-30]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1396.19.1.5.1]