



وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر



کلکسیون جو

بانک ژن گیاهی ملی ایران



نگارندگان: شکيبا شاهمرادی و بهزاد سرخی لله لو

سال ۱۴۰۰



موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر

وزارت جهاد کشاورزی

سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر

عنوان: کلکسیون جو بانک ژن گیاهی ملی ایران

نگارندگان: شکیبا شاهمرادی و بهزاد سرخی

همکار: مهدی زهراوی

ناشر: مرکز ملی مدیریت منابع ژنتیکی کشاورزی و منابع طبیعی کشور

سال انتشار: ۱۴۰۰

شماره ثبت در مرکز فناوری اطلاعات و اطلاع رسانی کشاورزی: ۶۰۴۲۰

نشانی: تهران، خیابان حافظ، بن بست ایرانیان، مرکز ملی مدیریت منابع ژنتیکی کشاورزی و منابع طبیعی

تلفن: ۶۶۷۵۴۴۴۱

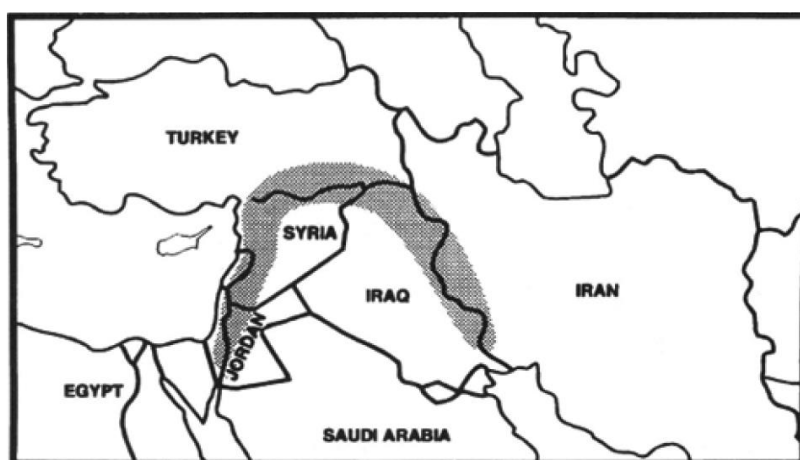
چکیده

کلکسیون جو بانک ژن گیاهی ملی ایران شامل ۶۱۱۱ نمونه جو اهلی (*Hordeum vulgare* L.) و ۳۷۹۵ لاین اصلاحی است و کلکسیون جو وحشی شامل ۱۷۰۶ نمونه از ۷ گونه مختلف می‌باشد. تاکنون ارزیابی صفات زراعی و مورفولوژیکی و بررسی تنوع ژنتیکی در بیش از ۵۰۰۰ نمونه جو از کلکسیون ژرم پلاسما بانک ژن گیاهی ملی ایران صورت گرفته است و نتایج حاصل نشان‌دهنده وجود تنوع ژنتیکی گسترده‌ای در میان صفات کمی و کیفی مورد ارزیابی می‌باشد. این امر می‌تواند سازگاری بالای این گیاه را در شرایط نامساعد محیطی توجیه کند. ارزیابی‌های پیشرفته کلکسیون ژرم پلاسما جو بانک ژن گیاهی ملی ایران با هدف دستیابی به منابع مقاومت به تنش‌های زنده و غیرزنده و سایر صفات مطلوب زراعی جهت به‌کارگیری در برنامه‌های به‌نژادی، تاکنون طی ۱۴ پروژه تحقیقاتی مختلف صورت گرفته است.

مقدمه

جواهرلی (*Hordeum vulgare* L.) یکی از قدیمی‌ترین غلات زراعی می‌باشد و مطالعات باستان‌شناسی نشان داده است که این گیاه ۷۰۰۰ سال قبل از میلاد در ایران کشت و زرع می‌شده است (Harlan, 1979). کشت جو گسترش جهانی دارد و تحمل این گیاه نسبت به سرما، خشکی و شوری بیشتر از سایر غلات مهم است. توده‌های بومی (لندریس‌های) جو، پل ارتباطی بین گونه‌های وحشی و ارقام زراعی می‌باشند. توده‌های بومی از لحاظ ژنتیکی جمعیت‌های هتروژنی هستند که شامل لاینهای خالص و هیبریدهای با نسل‌های در حال تفرق و دارای دگرگشتی مختصری در هر نسل می‌باشد (Nevo, 1992). تکامل در طی سال‌های متمادی تحت شرایط طبیعی محیط و سیستم‌های کشاورزی محلی، باعث شده است که این توده‌های بومی دارای تنوع ژنتیکی بالایی بوده و حاوی ذخایر ژنتیکی ثبت نشده‌ای از ژنهای مفید برای سازگاری به تنش‌های زنده و غیرزنده باشند (Brush, 1995).

اهلی نمودن جو، همانند بسیاری از گیاهان دیگر، باعث کاهش قابل ملاحظه تنوع ژنتیکی در ارقام زراعی شده است (Ellis et al., 1999). کاهش چشمگیر تنوع ژنتیکی در بسیاری از گونه های زراعی توجه جهانی را به منشاء اولیه ژنهای جدید که اغلب در توده های بومی نهفته می باشد و می تواند ژنهای ارزشمندی برای صفات مقاومت به بیماریها، محتوای پروتئین بالا، مقاومت به خشکی و سایر صفات مطلوب اقتصادی باشد، جلب کرده است (Alkhanjari et al., 2008). ایران یکی از مراکز تنوع جو در خاورمیانه می باشد که به دلیل تنوع ژنتیکی وسیع و بومی بودن جو در این منطقه، اهمیت خاصی برای به نژادگران دارد (شکل ۱).



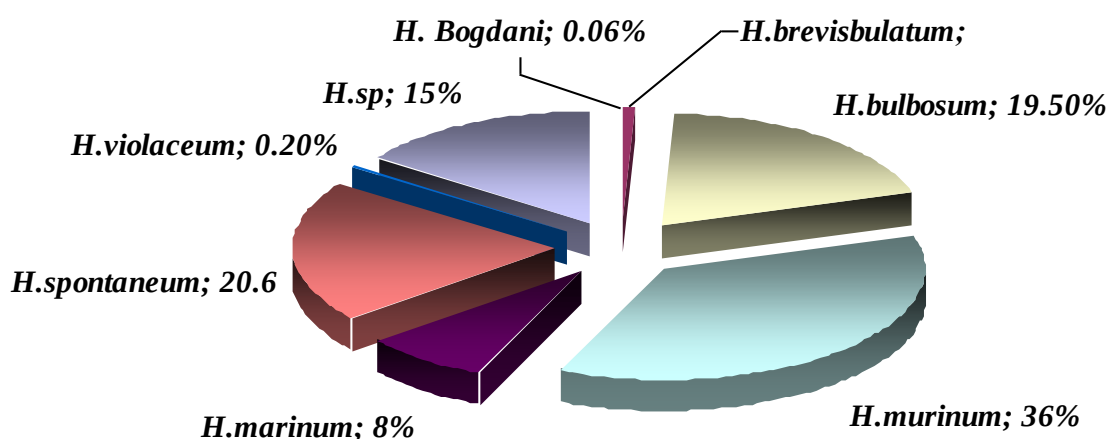
شکل ۱- هلال حاصلخیز، مبداء اولیه پیدایش *Hordeum vulgare subsp. spontaneum* و محل اهلی شدن آن.

فعالیت های تحقیقاتی

جمع آوری، شناسایی و حفاظت

کلکسیون جو بانک ژن گیاهی ملی ایران شامل ۶۱۱۱ نمونه جو اهلی (*Hordeum vulgare* L.) و ۳۷۹۵ لاین اصلاحی می باشد که طی سال های متمادی از مناطق مختلف ایران جمع آوری شده و یا از مراکز تحقیقاتی بین المللی دریافت گردیده است.

کلکسیون جو وحشی شامل ۱۷۰۶ نمونه از ۷ گونه مختلف می‌باشد (شکل ۲) که حاصل تلاش‌های محققین بخش تحقیقات ژنتیک و بانک ژن گیاهی ملی ایران در جمع‌آوری نمونه‌های ژنتیکی جو از مناطق مختلف کشور و شناسایی تاکسونومیک گونه‌های مختلف آن می‌باشد.



شکل ۲- درصد فراوانی گونه‌های مختلف جو وحشی موجود در کلکسیون جو بانک ژن گیاهی ملی ایران

غنای تنوع ژنتیکی در جو وحشی و گستردگی و سازگاری وسیع آن در زیستگاه‌های مختلف از جمله شرایط نامساعد طبیعی و تنش‌های زنده و غیر زنده، نشان دهنده اهمیت این ذخایر ژنتیکی و لزوم بهره‌برداری از آن در اصلاح جو زراعی می‌باشد. جو وحشی *Hordeum spontaneum* جد جو زراعی است و به علت قابلیت ژنتیکی، به عنوان منبع ژنتیکی مهمی برای اصلاح گیاهان زراعی محسوب می‌شود.

ارزیابی مقدماتی

به منظور استفاده از سرمایه عظیم تنوع ژنتیکی در برنامه های اصلاحی، اطلاع از ماهیت و میزان تنوع در ژرم پلاسما از اهمیت زیادی برخوردار است. شناسایی و ارزیابی اولیه از جمله فعالیتهای مهم و ارزنده در جهت اصلاح و بهبود منابع ژنتیکی می باشد. شناسایی شامل ثبت صفاتی می شود که قابل مشاهده، قابل توارث و متظاهر در تمام محیط ها باشند. ارزیابی اولیه شامل ثبت برخی از صفات زراعی، مورفولوژیکی و فنولوژیکی می باشد که برای گیاه مورد نظر دارای اهمیت می باشد. این صفات توسط مرکز تحقیقات بین المللی ذخایر ژنتیکی کشاورزی Bioversity International به صورت دستورالعمل های ارزیابی ارائه شده است و مورد استفاده قرار می گیرند (IPGRI, 1994).

این فرآیند به منظور ارزیابی آگرومورفولوژیکی و بررسی تنوع ژنتیکی در نمونه های جو بومی اقلیم های مختلف ایران به ویژه برای صفات سازگاری و همچنین بررسی ارتباط میان شرایط خاص اقلیمی با صفات مختلف اکوتیپ ها صورت می گیرد. ارزیابی دقیق و شناسایی همه جانبه صفات زراعی و مورفولوژیکی، یکی از مهمترین فعالیتهای این بخش می باشد که دسته بندی کلکسیون از نظر درجه خویشاوندی و تهیه بانک اطلاعاتی را به منظور استفاده بهینه از این کلکسیون در امر برنامه های به زراعی و به نژادی در آینده، آسانتر می نماید.

ارزیابی تنوع ژنتیکی در کلکسیون جو بانک ژن در تحقیقات قبلی نشان داده است که تنوع ژنتیکی بالایی در نمونه های جو وجود دارد که می تواند سازگاری بالای این گیاه را در شرایط نامساعد محیطی توجیه کند (شکل ۳ و ۴). تاکنون ارزیابی صفات زراعی و مورفولوژیکی و بررسی تنوع ژنتیکی در بیش از ۵۰۰۰ نمونه جو از کلکسیون ژرم پلاسما بانک ژن گیاهی ملی ایران صورت گرفته است (شاهمرادی و همکاران، ۱۳۹۰، شاهمرادی و زهراوی، ۱۳۹۵) و نتایج نشان دهنده وجود تنوع ژنتیکی گسترده ای در میان صفات کمی و کیفی مورد ارزیابی می باشد (شکل ۵ و ۶).

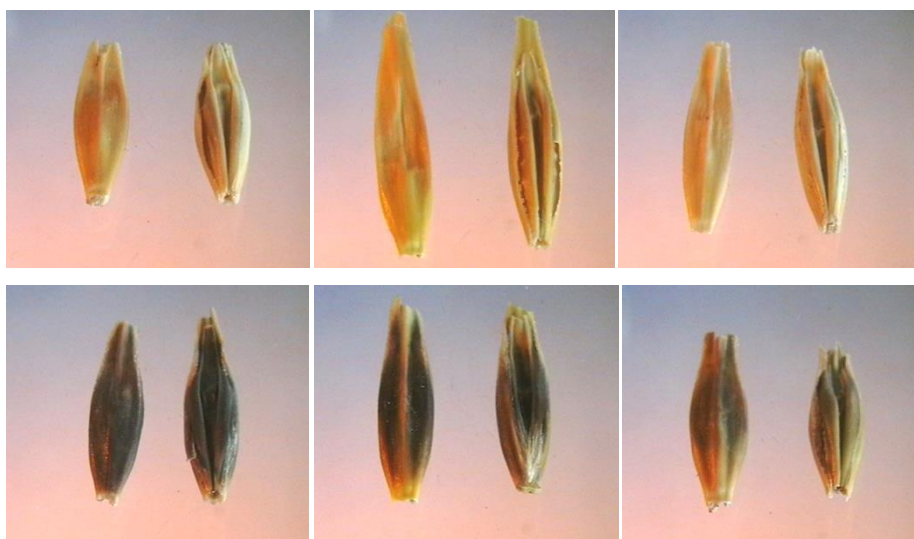


شکل ۳- تنوع مورفولوژیکی سنبله ها در جو اهلی دوردیفه (a) و شش ردیفه (b).



شکل ۴- تنوع در مورفولوژی سنبله (a و b) رنگ گوشوارک (c) و رنگ قاعده ساقه (d) در کلکسیون جو زراعی

بانک ژن گیاهی ملی ایران (عکس از محمد آقا علیخانی)



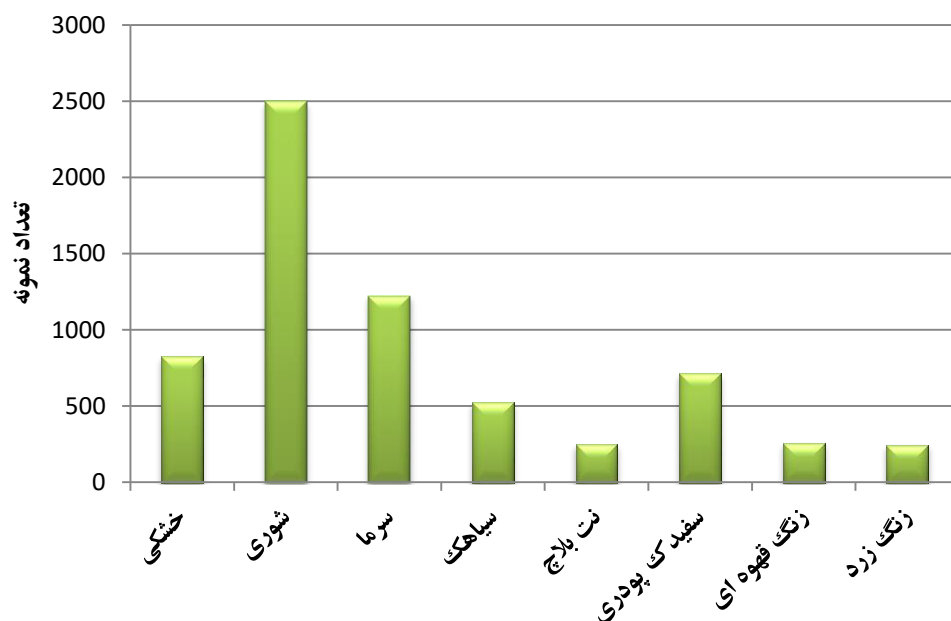
شکل ۵- تنوع در رنگ و شکل بذر در کلکسیون ژرپلاسم جو وحشی *Hordeum spontaneum*



شکل ۶- تنوع در صفت زمان رسیدن فیزیولوژیکی در دو نمونه جو اهلی از کلکسیون بانک ژن گیاهی ملی ایران

ارزیابی پیشرفته

ارزیابی‌های پیشرفته کلکسیون ژرمپلاسما جو بانک ژن گیاهی ملی ایران با هدف دستیابی به منابع مقاومت به تنش‌های زنده و غیرزنده و سایر صفات مطلوب زراعی جهت به‌کارگیری در برنامه‌های به‌زراعی و به‌نژادی، انجام می‌گیرد. آزمایشات ارزیابی پیشرفته در کلکسیون جو اهلی، که طی ۱۴ پروژه تحقیقاتی مختلف صورت گرفته است، در شکل ۷ نشان داده شده است.



شکل ۷- ارزیابی تخصصی انجام شده در منابع ژنتیکی کلکسیون جو

تعداد ۹۰۰ توده جو وحشی شامل ۴ گونه مختلف *Hordeum*, *Hordeum murinum*, *Hordeum spontaneum* و *Hordeum bulbosum* از نظر واکنش نسبت به بیماری سفیدک پودری مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند و نمونه‌های حساس و متحمل شناسایی گردیده است. همچنین تاکنون در حدود ۱۸۰ توده جو وحشی از

گونه *Hordeum spontaneum* از نظر واکنش نسبت به تنش خشکی در مرحله جوانه‌زنی و در شرایط تنش خشکی در مزرعه مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند (شاهمرادی و همکاران، ۱۳۹۴، شاهمرادی و مظفری، ۱۳۹۶).

باهدف تعیین درجه پلوئیدی، تشخیص زیرگونه‌ها و کاریوتیپ گونه‌های مختلف جو در کلکسیون بانک ژن، ارزیابی سیتوژنتیکی در ۱۵۰ نمونه از انواع گونه‌های جو وحشی انجام گرفته است. نمونه‌های *Hordeum bulbosum* بررسی شده و همگی تتراپلوئید بودند.

از آنجا که جو وحشی گونه *Hordeum spontaneum* دارای ویژگی خواب بذر برای سازگاری با محیط‌های پر تنش نظیر گرمای طولانی مدت، تابستان‌های خشک با بارندگی اندک می باشد، لذا مطالعه تنوع فنوتیپی خواب بذر در اکوتیپ‌های مختلف *Hordeum spontaneum* که بومی اقلیم‌های مختلف ایران می‌باشند نیز در این گونه صورت گرفت (شکل ۸). در این آزمایش تعداد ۱۸۸ اکوتیپ جو وحشی *Hordeum spontaneum* که در برنامه‌های تحقیقاتی بخش ژنتیک در سال‌های اخیر از مناطق جغرافیایی مختلف ایران از جمله مناطق خشک و کویری و مناطق معتدل جمع‌آوری شده بودند، از نظر درصد و عمق خواب و تیمارهای مختلف رفع خفگی، مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند (شاهمرادی و همکاران، ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳).





شکل ۸- ارزیابی تنوع فنوتیپی خواب بذر در جو وحشی گونه *Hordeum spontaneum* و تیمارهای رفع خفتگی

نتایج تحقیقات نشان دهنده حساسیت و انعطاف پذیری ویژگی ساختاری و مکانیزم‌های تنظیم کننده محصول زایشی جو وحشی نسبت به عوامل محیطی می باشد (شاهمرادی و همکاران، ۱۳۹۲). ماتریس همبستگی ساختار فنوتیپی اکوتیپ‌های جو *H. spontaneum* نسبت به شرایط محیطی حساس است و این تنها صفات نیستند که تحت تاثیر انتخاب ویژه منطقه‌ای تکامل یافته‌اند، بلکه با تکامل ترکیبی از صفات مرتبط به هم، اساس سازگاری منطقه‌ای را ایجاد نموده‌اند. تنوع صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی در پاسخ به تنش خشکی و ارتباط آن با نیاز ورنالیزاسیون و تیپ رشدی نمایانگر تنوع در سازگاری های اقلیمی جو وحشی است (Shahmoradi and Mozafari 2015). ژنوتیپ‌هایی با صفات سازگار به تنش خشکی در تحقیقات مختلف معرفی شده‌اند و می‌توانند به عنوان منابع ژنتیکی ارزشمند برای اصلاح مقاومت به خشکی مورد استفاده قرار گیرند.

امروزه شوری یکی از مهم‌ترین تنش‌های محیطی در مناطق خشک و نیمه خشک جهان است که تولید محصولات کشاورزی را محدود می‌سازد. ارزیابی و تجزیه و تحلیل واکنش به تنش شوری در کلکسیون ژرم پلاسما جو زراعی (شکل ۹) نشان داد که علاوه بر عملکرد دانه در شرایط تنش شوری و نرمال، صفات فنولوژیک روز تا گلدهی و روز تا رسیدن نیز ارتباط معنی داری با تحمل به شوری داشتند و این طور استنباط می‌شود که ژنوتیپ‌هایی که مرحله رشد زایشی در آنها زودتر آغاز شده و زودرس تر از سایر ژنوتیپ‌ها هستند، دارای میزان عملکرد بیشتری در شرایط تنش بوده و از شاخص تحمل نسبت به تنش شوری بالاتری برخوردار بوده

اند (شاهمرادی و همکاران، ۱۳۹۶). به نظر می‌رسد این امر ناشی از قابلیت سازگاری گیاه با روش فرار از تنش باشد زیرا در اواخر فصل رشد گیاه جو به دلیل افزایش دمای هوا و کاهش رطوبت خاک، شدت تنش شوری افزایش می‌یابد. لذا توصیه می‌شود به منظور انتخاب ژنوتیپ جو جهت کشت در اراضی شور، علاوه بر پتانسیل تولید عملکرد، صفت زودرس بودن نیز مد نظر قرار گیرد.

تحمل تنش در یک ژنوتیپ گیاهی به برخی از ویژگی‌های فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی آن بستگی دارد. امروزه تلاش برای یافتن معیارهایی که بتوان از آنها به طور مؤثرتری در انتخاب ژنوتیپ‌های مقاوم یا متحمل بهره جست ادامه دارد. با این حال احتمال اینکه ژن‌های تحمل به تنش در یک گیاه متمرکز و توسط روش‌های فیزیولوژیک شناخته شود، بسیار کم است. بنابراین پایداری و ثبات عملکرد و اجزای آن تحت شرایط تنش همچنان از جمله شاخص‌های اصلی انتخاب برای یافتن ژنوتیپ‌های متحمل به تنش در بسیاری از برنامه‌های به‌نژادی به شمار می‌رود.





شکل ۹- ارزیابی تحمل نسبت به تنش شوری در بخشی از کلکسیون جو زراعی بانک ژن گیاهی ملی ایران
(ایستگاه تحقیقاتی یزد، حسین آباد رستاق)

قدردانی

کلکسیون جو و دستاوردهای حاصل از آن با استفاده از امکانات و اعتبارات موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر و بخش تحقیقات ژنتیک و ذخایر توارثی گیاهی حاصل گردیده است، لذا لازم است از تلاش و مساعدت کلیه مسئولین و همکاران که در جمع آوری، شناسایی و ارزیابی این کلکسیون نقش داشته اند، به ویژه جناب آقای مهندس سید جواد شاهمرادی، سرکار خانم مهندس شفالالدین و جناب آقای محمد آقاعلیخانی تشکر و قدردانی گردد.

فهرست منابع

- شاهمرادی، ش.، شفاءالدین، س.، و یوسفی، ا. ۱۳۹۰. تنوع فنوتیپی اکوتیپ های جو بومی مناطق گرم و خشک ایران. مجله به نژادی نهال و بذر. ۲۷-۱: ۴۹۵-۵۱۵

- شاهمرادی، ش.، چایی چی، م. ر.، مظفری، ج.، مظاهری د. و شریف زاده ف. ۱۳۹۲. تنوع فنوتیپی خواب بذر و ارتباط آن با صفات مورفولوژیک گیاه مادری در اکوتیپ های اقلیمی جو اسپانتانوم (*Hordeum spontaneum* L.) بومی ایران. *مجله به نژادی نهال و بذر* ۲۹-۱ (۳).
- شاهمرادی، ش.، چایی چی، م. ر.، مظفری، ج.، مظاهری د. و شریف زاده ف. ۱۳۹۳. شکست خواب بذر در گیاه *Hordeum spontaneum* L. *مجله زیست شناسی ایران* جلد ۲۷ (۵): ۸۷۲-۸۸۴.
- شاهمرادی، ش.، زهراوی، م. ۱۳۹۳. شناسایی صفات مرتبط با تحمل به خشکی در ژنوتیپ های جو (*Hordeum vulgare* L.) بومی مناطق گرم و خشک ایران. *مجله به زراعی کشاورزی* جلد ۱۶ (۱): ۲۳-۴۱.
- شاهمرادی، ش.، چایی چی، م. ر.، مظفری، ج.، مظاهری د. و شریف زاده ف. ۱۳۹۴. ارزیابی برخی صفات سازگاری به تنش خشکی در اکوتیپ های جو وحشی (*Hordeum spontaneum* L.) بومی اقلیم های مختلف ایران. *مجله به نژادی نهال و بذر* ۳۱-۱ (۱): ۱-۳۱.
- شاهمرادی، ش.، زهراوی، م. ۱۳۹۵. ارزیابی تحمل به خشکی در ژنوتیپ های جو (*Hordeum vulgare* L.) بومی اقلیم گرم و خشک ایران. *نهال و بذر* ۳۲ (۱): ۱۸۱-۲۰۰.
- شاهمرادی، ش. و ج. مظفری. ۱۳۹۶. ارزیابی تیپ رشد و سازگاری به خشکی در اکوتیپ های جو وحشی *Hordeum spontaneum* L. *مجله علوم زراعی ایران* ۱۹ (۱): ۱۷۹-۱۹۵.
- شاهمرادی، ش.، س. ع. طباطبایی و م. پوراسماعیل. ۱۳۹۶. تجزیه و تحلیل و طبقه بندی تحمل به شوری در ژرم پلاسما جوبومی ایران. *مجله علوم زراعی ایران* (۴): ۳۱۹-۳۳۳.
- **Al Khanjari, S, A. AFilatenko, K. Hammer. 2008.** Morphological spike diversity of Omani wheat. *Genet resour crop evol.* 55(8): 1185-1195.
- **Ellis, R.P., Forster, B.P., Robinson, D., Handley, L., Gordon, D.C., Russell, J. R. & Powell, W. 1999.** Wild barley: a source of genes for crop improvement in the 21st century? *Journal of experimental botany.* 51.9-17.
- **Harlan, R. J., Zohary, D. 1966.** Distribution of wild wheats and barley. *Science* 153: 1074-1080.
- **IPGRI. 1994.** Descriptors for barley (*Hordeum vulgare* L.). International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy.
- **Nevo, E. 1992.** Origin, evolution, population genetics and resources for breeding of wild barley, *Hordeum spontaneum*, in the Fertile Crescent. In: *Barley: Genetics, Molecular Biology and Biotechnology*, Shewry, P. (ed.). C.A.B. International. Pp. 19-43.
- **Shahmoradi Sh., Mozafari J. 2015.** Drought adaptations in wild barley (*Hordeum spontaneum*) grown in Iran. *IRANIAN JOURNAL of GENETICS and PLANT BREEDING*, Vol. 4, No. 1, 36-44.