



Evaluation of seed germination, visual quality, and morpho-physiological characteristics of several turfgrasses native to Iran

Sahar Mirzaei^{1*} , Somayeh Esmaeili²

1. Assistant Professor, Ornamental Plants Research Center, Horticultural Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Mahallat, Iran
2. Assistant Professor, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

Citation: Mirzaei, S., Esmaeili, S. (2025). Evaluation of seed germination, visual quality, and morpho-physiological characteristics of several turfgrasses native to Iran. *Plant Productions*, 48(1), 157 - 171.

Abstract

Introduction

Native turfgrasses are valuable due to their higher tolerance to environmental stresses, lower maintenance requirements, and reduced irrigation and fertilization needs compared to imported species. Turfgrass species with low-input adaptability while maintaining acceptable quality are gaining attention among lawn managers, as they help reduce maintenance costs, particularly those associated with mowing and environmental impact. This study aims to assess eight native turfgrass genotypes based on seed germination performance, visual quality, morpho-physiological traits, and wear tolerance. The ultimate goal is to identify high-performing genotypes that align with breeding objectives, facilitating the development of improved turfgrass cultivars that can replace foreign varieties. These optimized cultivars will serve as acclimated alternatives for urban green space managers and suburban planners.

Materials and Methods

Eight native turfgrass species were collected from various regions of Iran, including *Lolium perenne*, *Festuca arundinaceae*, *F. ovina*, *F. rubra*, *Agropyron cristatum*, *A. intermedium*, *Poa pratensis*, and *P. trivialis*. The study evaluated seed germination indices, establishment speed, visual quality, growth characteristics and chlorophyll content. For germination, seeds were germinated in Petri dishes for 15 days under controlled conditions (25 ± 2 °C, $513 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, 12 h light/12 h dark photoperiod, and 60% relative humidity). Germination percentage and rate were determined following Maguire (1968). As for growth and morphology, grass height was measured using a ruler, while tiller number per plant was counted. The appearance (color, density, uniformity) was assessed on a 1-9 scale, where 1= worst and 9=best (Morris and

* Corresponding Author: Sahar Mirzaei

E-mail: sahar_mirzaei81@yahoo.com



Sheerman, 2000). A wearing stress simulator was used to simulate injuries equivalent to three football matches per week (Canaway, 1976). Fresh and dry weight were measured using a digital scale, while chlorophyll content (mg g^{-1} FW) was determined based on Maxwell and Johnson (2000).

Results and Discussion

Results showed that *L. perenne* exhibited the highest seed germination percentage and rate among all genotypes. It also ranked highest in visual quality, plant height, tillering, shoot fresh and dry weight and chlorophyll content. However, it showed no significant difference in most traits compared to *F. arundinacea*, suggesting both genotypes have strong potential for turf applications. Additionally, our analysis aligned with the report by Głąb et al. (2024), confirming that *L. perenne* and *F. arundinacea* genotypes exhibit exceptional wear tolerance. This suggests that incorporating these genotypes into multi-objective breeding programs can significantly improve turf performance in high-wear areas such as football fields, golf courses and other green spaces. Pearson's correlation analysis revealed a strong positive correlation ($r \geq 0.94$) between seed germination rate and all measured traits, highlighting the importance of both quantitative and qualitative seed traits in determining establishment success, visual quality, chlorophyll content, and overall growth in turfgrasses.

Conclusion

The findings suggest that native genotypes of *L. perenne* and *F. arundinaceae* are suitable replacements for foreign turfgrasses in urban green spaces and sport fields. Additionally, species from the *Agropyron* spp. are recommended for suburban spaces and low-maintenance landscapes. Overall, this study underscores Iran's potential to enhance turfgrass germplasm resources, develop breeding programs, and cultivate climate-adapted varieties by leveraging promising native turfgrass genotypes.

Keywords: Agropyron, Bluegrass, Festuca, Lolium, Wear tolerance.



ارزیابی جوانه‌زنی، کیفیت ظاهری و ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیک چند چمن بومی ایران

سحر میرزایی*^۱، سمیه اسماعیلی^۲

۱- استادیار، پژوهشکده گل و گیاهان زینتی، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، محلات، ایران
۲- استادیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

چکیده

یکی از عوامل کلیدی در دستیابی به مدیریت پایدار فضای سبز، کشت و توسعه گونه‌های بومی سازگار و متحمل به عوامل نامساعد محیطی در فضای سبز شهری و برون شهری می‌باشد. گونه‌های چمن کم توقع و در عین حال با حفظ کیفیت قابل قبول با کاهش هزینه‌های مدیریتی به ویژه چمن‌زنی و اثرات نامطلوب زیست محیطی امروزه بیشتر مورد توجه مدیران فضای سبز قرار گرفته است. از این رو، هدف اصلی این مطالعه ارزیابی هشت ژنوتیپ بومی چمن بر اساس جوانه‌زنی بذر، کیفیت ظاهری، صفات مورفوفیزیولوژیک و تحمل به پاختوری با شناسایی ژنوتیپ‌هایی با عملکرد برتر بود که با اهداف به‌نژادی توسعه ارقام جدید چمن مطابقت داشته و می‌توانند جایگزین گونه‌های وارداتی شوند. این ژنوتیپ‌های امیدبخش می‌توانند به عنوان جایگزین‌های سازگار در اختیار مدیران فضای سبز شهری و برنامه‌ریزان حومه شهر قرار گیرند. از این رو، در این پژوهش هشت ژنوتیپ چمن بومی شامل (*Agropyron F. rubra*، *F. ovina*، *Festuca arundinacea*، *Lolium perenne*) از مناطق مختلف ایران جمع‌آوری و شاخص‌های جوانه‌زنی بذر، سرعت استقرار، کیفیت ظاهری، ویژگی‌های رشدی و میزان کلروفیل آن‌ها در سال ۱۴۰۰-۱۴۰۲ در پژوهشکده گل و گیاهان زینتی محلات ارزیابی شد. نتایج نشان داد که ژنوتیپ بومی چمن *L. perenne*، از نظر شاخص‌های بذری مانند درصد جوانه‌زنی (۷۹/۳۳ درصد)، سرعت جوانه‌زنی بذر (۹/۹۲ درصد) و رشد دانها (۱۸/۸۰ سانتی‌متر) بالاترین میزان را در مقایسه با سایر ژنوتیپ‌ها نشان داد. همچنین از نظر کیفیت ظاهری (۹/۸۳)، ارتفاع (۸/۹ سانتی‌متر)، پنجه‌زنی (۱۳/۸۹ عدد)، وزن تر (۷۶/۴۹ گرم) و خشک اندام هوایی (۶۵/۷۳ گرم) و میزان کلروفیل (۲ میلی‌گرم بر گرم) در مقایسه با سایر ژنوتیپ‌ها برتر بود. با این حال، در بیشتر صفات اندازه‌گیری شده تفاوت معنی‌داری با ژنوتیپ بومی *F. arundinacea* نداشت. افزون بر این، آنالیز ضریب همبستگی پیرسون نشان داد بین سرعت جوانه‌زنی بذر با تمام ویژگی‌های اندازه‌گیری شده ($r \geq 0.94$) همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت. این نکته بیانگر آن است که افزون بر شاخص‌های کمی، شاخص‌های

نویسنده مسئول: سحر میرزایی

رابطه: sahar_mirzaei81@yahoo.com

کیفی بذر نیز در سرعت استقرار، کیفیت ظاهری، میزان کلروفیل و سایر ویژگی‌های رشدی در چمن‌ها اهمیت دارد. می‌توان نتیجه گرفت که چمن‌های بومی چاوی چندساله (*L. perenne*) و چمانواش بلند (*F. arundinacea*) می‌توانند جایگزین چمن‌های وارداتی آن‌ها گردند و در فضای سبز شهری و زمین‌های ورزشی استفاده شوند. همچنین سایر چمن‌های مورد مطالعه مانند گونه‌های علف گندمی (*Agropyron spp.*) در فضاهای برون شهری و در کنار جاده‌ها با نگهداری کم پیشنهاد می‌شود. در مجموع، یافته‌ها نشان می‌دهد که در ایران با بهره‌گیری از ژنوتیپ‌های امیدبخش چمن، ظرفیت افزایش منابع ژرم پلاس چمن و توسعه برنامه‌های به-نژادی و تولید واریته‌های سازگار و متحمل به پاخوری وجود دارد.

کلیدواژه‌ها: آگروپایرون، بلوگراس، تحمل پاخوری، فستوکا، لولیوم

مقدمه

نگهداری کم در ۸ ایالت متحده ارزیابی شدند، نتایج نشان داد به ترتیب چمانواش سخت (*F. trachyphylla*)، چمانواش بلند و علف بره در بیشتر مکان‌ها عملکرد خوبی داشتند (Watkins et al., 2011). افزون بر این، در شرایط چمن‌زنی حداقل، ترکیب گونه‌های بومی چمانواش بلند، عملکرد بهتری از نظر کیفیت نشان دادند. گرچه، مخلوط بذری سه چمانواش برگ ریز و مخلوط بذری چمانواش بلند و فریژ کتاک (*Poa pratensis* L.) نیز کیفیت قابل قبولی داشتند (Miller et al., 2013).

گونه *Poa trivialis* L. یک نوع باریک برگ فصل خنک است که در محیط‌های مختلف در سراسر جهان یافت می‌شود. این گونه به طور گسترده به عنوان چراگاه دائمی و همچنین یک گونه چمنزار معرفی شده است. همچنین این گونه به مناطق مرطوب و سایه‌دار با تحمل به نسبت کم به خشکی، سازگار است. در جنوب ایالات متحده، این گونه به عنوان یک گونه برای روبذرپاشی در چمنزارهای خفته فصل گرم مانند برموداگرس (*Cynodon spp.*) در زمین‌های گلف به کار می‌رود (Hurley, 2003).

علف گندمی تاجدار (*Agropyron cristatum* L.) گیاه فصل سرد با ارتفاع متوسط، چندساله و با عادت رشد کپه ای است که گاهی تولید ریزوم نیز می‌کند. به دلیل سرعت رشد بالا و گسترش عرضی آن، امکان استقرار سریع در مدت زمان کوتاهی فراهم می‌شود (Meng et al., 2013). این گیاه در خاک‌های با بافت متوسط از لومی شنی تا لومی رسی به خوبی رشد می‌کند. علف گندمی تاجدار به تنش‌های محیطی متحمل

چمن‌ها از جنبه‌های مختلف در حفاظت از محیط زیست، با کنترل فرسایش در حاشیه جاده‌ها، رودخانه‌ها، چراگاه‌ها و مناطق کشاورزی مشکل‌دار، نقش اساسی دارند (Tallarico and Argenti, 2001). چمن‌های بومی به دلیل تحمل بالاتر به تنش‌های محیطی و نیاز به نگهداری کم از اهمیت و ارزش بالایی برخوردار هستند و پس از استقرار نیاز کمتری به آبیاری و کوددهی نسبت به رقم‌های وارداتی دارند (Hanks et al., 2006; Hanks et al., 2005). استفاده از گونه‌های چمن با نگهداری کم و در عین حال حفظ کیفیت قابل قبول به دلیل کاهش هزینه‌های مدیریتی به ویژه چمن‌زنی و اثرهای نامساعد محیطی، امروزه بیشتر مورد توجه مدیران فضای سبز قرار گرفته است (Miller et al., 2013).

در پژوهشی اساس سازگاری و عملکرد چند گونه چمن فصل خنک در مناطق مدیترانه‌ای از نظر تراکم، رنگ برگ و یکنواختی ارزیابی شدند. نتایج نشان داد رقم‌های چمانواش بلند (*F. arundinacea*) تنها ژنوتیپ‌هایی بودند که از تراکم، رنگ و کیفیت بالایی در فصول مختلف سال برخوردار بودند. همچنین رقم‌های علف بره (*F. ovina*) نیز در طول سال‌های آزمایش ثابت بودند، اگرچه از نظر رنگ، پوشش و کیفیت امتیاز بالایی نداشتند. همچنین گزارش شد که همه زیرگونه‌های چمانواش قرمز (*F. rubra*) به طور کامل به شرایط مدیترانه‌ای سازگار نیستند و استفاده از آن‌ها باید در مخلوط‌های چمن محدود شود (Demiroglu et al., 2010). در پژوهشی، ۱۲ گونه باریک برگ در شرایط چمن‌زنی و بدون چمن‌زنی در محیط‌های با

تاجدار از خود نشان دادند (Sheikh Mohammadi *et al.*, 2019).

هدف اصلی این پژوهش، ارزیابی هشت ژنوتیپ چمن بومی از نظر جوانه‌زنی بذر، کیفیت ظاهری، برخی ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیک و تحمل به پاخوری و در نهایت شناسایی ژنوتیپ‌های برتر در جهت اهداف به‌نژادی و دستیابی به رقم‌های بومی چمن کم‌نهاده با حفظ کیفیت برای معرفی به شهرداری‌ها و مراکز تحقیقاتی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

در ابتدا بذر چمن‌های بومی در فصل بهار از مناطق مختلف ایران جمع‌آوری و مشخصات جغرافیایی محل جمع‌آوری نمونه-های گیاهی ثبت گردید (جدول ۱). بذر ژنوتیپ‌های جمع‌آوری شده به دو بخش تقسیم شدند. بخشی برای آزمون شاخص‌های جوانه‌زنی و بخش دیگر در خزانه پژوهشکده گل و گیاهان زینتی در پاییز سال ۱۴۰۰ در جعبه کشت، کاشته شدند. شهرستان محلات در ارتفاع ۱۹۹۱ متری از سطح دریا و عرض جغرافیایی ۱۴.۹۹ شمالی و طول جغرافیایی ۴۱.۱۴ شرقی قرار دارد. در فصل بهار گیاهان افزایش یافته در کرت‌هایی با ابعاد ۲×۲ متر مربع در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار کشت شدند. پس از استقرار چمن‌ها، از نظر کیفیت ظاهری، ارتفاع چمن، میزان پنجه-زنی، وزن تر و خشک شاخساره، میزان پاخوری و کلروفیل ارزیابی شدند.

برای آزمایش جوانه‌زنی، پتری دیش‌ها به مدت ۱۵ روز در ژرمیناتور با دمای ۲۵±۲ درجه سلسیوس، ۱۳/۵ میکرومول بر متر مربع بر ثانیه، دوره نوری ۱۲ ساعت روشنایی/ ۱۲ ساعت تاریکی و رطوبت نسبی ۶۰ درصد قرار گرفتند. پارامترهای جوانه‌زنی بذرها ثبت شد. درصد جوانه‌زنی بر اساس روش (Maguire, 1968) انجام شد.

سرعت جوانه‌زنی بذرها با استفاده از روش ماگوئر (Maguire, 1968) محاسبه شد که برابر با مجموع نسبت Ni/Ti است، Ni تعداد بذرها جوانه زده در هر روز و Ti تعداد روزهای پس از کاشت می‌باشد.

$$\sum G.R. = Ni/Ti$$

است و ریشه‌های فیبری گسترده و بسیار منشعبی دارد و برای جلوگیری از فرسایش خاک و تثبیت آن بسیار مناسب است.

گونه *Agropyron intermedium* از باریک‌برگ‌های مرغوب و با ارزش فصل سرد با شکل زیستی تروفیت است که اهمیت زیادی در حفاظت خاک و تولید علوفه دام‌ها دارد. در کشور با پراکندگی نسبتاً زیاد و با گستره رویشی کم رشد می‌کند. در ارتفاعات، کوهستان‌های شرق، شمال، شمال غربی و غرب ایران دیده می‌شود. این گیاه در حاشیه زمین‌های کشاورزی و در ناحیه ایرانی تورانی گسترش دارد. از مزایای این گیاه می‌توان به تولید بذر زیاد، قدرت زیاد جوانه‌زنی، استقرار سریع و آسان و نیز رشد سریع بهاره اشاره نمود (Azarnivand and Zare Chahouki, 2009). این گونه در اقلیم نیمه‌خشک و سرد و همچنین کوهستانی می‌تواند رشد کند و برای احیا و توسعه مراتع در نواحی نیمه استپی ایران مناسب می‌باشد (Abbasi and Zare Chahouki, 2017).

نتایج ارزیابی توده‌های آسیایی *F. rubra* در مراتع خشک و نیمه خشک ایالات غربی آمریکا نشان داد، توده CHN PI 659984 بهترین عملکرد را در سه سال متوالی داشت. به طور کلی آن‌ها نتیجه گرفتند توده‌های *F. rubra* به دلیل سبز ماندن در شرایط سخت تابستان، رشد و تولید بذر قابل توجه در شرایط نیمه خشک، پتانسیل بالقوه در برنامه‌های به‌نژادی گیاهی برای افزایش پایداری و کنترل آتش‌سوزی در مراتع ایالات غربی دارند (Robbins *et al.*, 2017).

در ارزیابی تحمل به خشکی دو گونه چمن بومی (علف گندمی و بروموس) و یک چمن خارجی (چاوی چندساله)، گزارش کردند، علف گندمی به عنوان یک گونه مقاوم به خشکی با حفظ سبزی‌نگی بیشتر در مقایسه با دو گونه دیگر در شرایط تنش خشکی بود (Mostafaei *et al.*, 2015).

بررسی برخی پاسخ‌های مورفوفیزیولوژیک شش توده بومی علف گندمی تاجدار (*A. cristatum* L.) در شرایط تنش خشکی و شوری نشان داد که توده‌های سبزواری و دماوند تحمل خوبی نسبت به خشکی و توده‌های سبزواری و اراک تحمل خوبی نسبت به تنش شوری نسبت به سایر توده‌های علف گندمی

مقایسه میانگین داده‌ها نیز با استفاده از آزمون توکی و در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد با استفاده از نرم افزار SAS9.2 انجام شد.

نتایج و بحث

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، ژنوتیپ‌ها تفاوت معنی‌داری از نظر درصد جوانه‌زنی بذر و طول دانه‌ها، سرعت جوانه‌زنی، کیفیت ظاهری، ارتفاع، تعداد پنجه، وزن تر و خشک شاخساره، وزن تر و خشک پس از پاخوری در سطح یک درصد داشتند. گرچه نسبت وزن تر به خشک در حالت عادی و پس از پاخوری از نظر آماری معنی‌دار نبود (جدول ۲).

بر اساس نتایج، طول دانه‌ها در بین ژنوتیپ‌ها تفاوت معنی‌داری نشان داد. ژنوتیپ *L. perenne* (۱۷/۸۰ سانتی‌متر) بیشترین طول دانه‌ها را در مقایسه با سایر ژنوتیپ‌ها داشت.

گرچه تفاوت معنی‌داری از نظر طول دانه‌ها بین *L. perenne* و *F. arundinaceae* یافت نشد. کمترین طول دانه‌ها مربوط به ژنوتیپ *F. ovina* (۸/۹۶ سانتی‌متر) بود که با ژنوتیپ‌های *F. rubra* و *P. trivialis* تفاوت معنی‌داری نداشت (شکل ۲).

همانطور که شکل ۳، نشان می‌دهد، اختلاف معنی‌داری بین سرعت جوانه‌زنی بذره‌های ژنوتیپ‌های مورد بررسی وجود داشت. بیشترین سرعت جوانه‌زنی در بذر *L. perenne* (۹/۹۲ تعداد در روز) و کمترین آن مربوط به *A. cristatum* (۵/۲۳ تعداد در روز) بود.

کیفیت ظاهری در میان ژنوتیپ‌های مورد بررسی تفاوت چشمگیری نشان داد. بهترین کیفیت ظاهری مربوط به ژنوتیپ *L. perenne* (۸/۸۳)، و بدترین آن مربوط به *P. trivialis* (۴/۱۷) بود (شکل ۴). این تفاوت‌ها بیشتر مرتبط با اختلاف در رنگ برگ، بافت و تراکم در میان چمن‌های مورد مطالعه از نظر ژنتیکی می‌باشد. به طور مشابهی، با مقایسه بین ژنوتیپ‌های بومی چاوای چندساله و نوع تجاری پژوهش‌گران یافتند، ژنوتیپ بومی چادگان

(*L. perenne* 'Shadegan') بالاترین کیفیت ظاهری را در فصل‌های مختلف سال در مقایسه با ژنوتیپ بومی (*L. perenne*)

به‌منظور اندازه‌گیری ارتفاع چمن، از هر واحد آزمایشی نمونه‌گیری شده و ارتفاع چمن در طول آزمایش با خط‌کش اندازه‌گیری شد. به‌منظور اندازه‌گیری پنجه‌زنی، از هر واحد آزمایشی نمونه‌گیری شد و تعداد پنجه‌های ایجادشده در هر بوته در طول آزمایش شمارش شدند.

در بین ژنوتیپ‌های مورد نظر، کیفیت ظاهری با روش مشاهده‌ای با نمره‌دهی ۱ تا ۹ بر اساس رنگ، تراکم و یکپارچگی اندازه‌گیری شد که عدد ۱ بیانگر بدترین و عدد ۹ بیانگر بهترین کیفیت می‌باشد (Morris and Shearman, 2000).

پاخوری مصنوعی به‌صورت دوره‌ای بر روی نیمی از هر کرت اصلی توسط دستگاه شبیه‌ساز تنش پاخوری صورت گرفت (Canaway, 1976). میزان فشار واردشده توسط دستگاه شبیه‌ساز با آسیب‌های ناشی از برگ‌زاری سه مسابقه فوتبال بر روی چمن در هفته برابر است (Canaway, 1976). سپس وزن تر و خشک چمن پس از پاخوری به وسیله ترازوی دیجیتال اندازه‌گیری شد. همچنین نسبت وزن تر به وزن خشک پس از پاخوری و در حالت عادی به عنوان معیاری از مقاومت به پاخوری چمن در نظر گرفته شد.

به‌منظور اندازه‌گیری میزان کلروفیل کل ابتدا نیم گرم نمونه گیاهی از برگ‌های کاملاً توسعه یافته وزن شد و در یک هاون تمیز ساییده و با ۵ میلی‌لیتر استون ۸۰ درصد همگن شد. سپس به مدت ۵ دقیقه فالدکون‌های حاوی عصاره گیاهی با سرعت ۵۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شد. سپس درون ارلن مدرج با افزودن استون ۸۰ درصد عصاره به حجم ۱۰ میلی‌لیتر رسانیده شد. میزان جذب عصاره گیاهی در طول موج‌های ۶۴۵ و ۶۶۳ نانومتر اندازه‌گیری و در نهایت میزان کلروفیل (میلی گرم کلروفیل در هر گرم وزن تر) توسط فرمول زیر محاسبه گردید (Arnon, 1949).

Total Chlorophyll

$$= \frac{20.2 (A645) + 8.02 (A663) \times V}{1000 \times W}$$

A: جذب در طول موج خاص

V: حجم نهایی کلروفیل استخراج شده در استون ۸۰٪

W: وزن تر برگ

در ارتفاع گیاهان به عادت رشدی آن‌ها و داشتن اندام‌های ریزوم و استولون در برخی از آن‌ها بر می‌گردد. در ژنوتیپ‌های مانند *L. perenne* و *F. arundinacea* به دلیل عادت رشد کپه‌ای، ارتفاع بالاتری از سایر ژنوتیپ‌ها داشتند. Pooya et al., 2013) و مخلوط‌های بذری تجاری نشان داد (Pooya et al., 2013). بر اساس نتایج مقایسه میانگین (شکل ۵)، ژنوتیپ‌ها از نظر ارتفاع تفاوت معنی‌داری با هم داشتند، به ویژه بین ژنوتیپ *L. perenne* با سایر ژنوتیپ این تفاوت قابل توجه است. این تفاوت

Table 1. Geographical characteristics of collected native grasses.

Scientific name	Location
<i>Lolium perenne</i>	Natanz, Isfahan (64°51'E, 62° 32'N)
<i>Festuca arundinacea</i>	Khomein, Markazi (72° 49'E, 63° 34'N)
<i>Festuca ovina</i>	Qorveh, Kurdistan (13° 47'E, 38° 35'N)
<i>Festuca rubra</i>	Borujen, Chaharmahal Bakhtiari (29° 51'E, 96° 31'N)
<i>Agropyron intermedium</i>	Meshkin shahr, Ardabil (67° 47'E, 39° 38'N)
<i>Agropyron cristatum</i>	Firouzkoh, Tehran (77° 52'E, 75° 35'N)
<i>Poa pratensis</i>	Astaneh, Gilan (94° 49'E, 26° 37'N)
<i>Poa trivialis</i>	Sari, Mazandaran (16° 52'E, 33° 36'N)

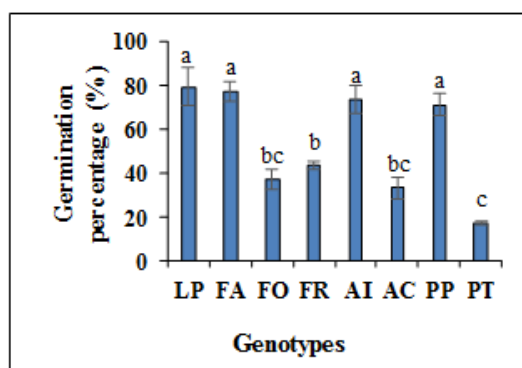


Figure 1. Mean comparison for germination percentage of eight native grass genotypes. LP: *Lolium preenne*, FA: *Festuca arundinacea*, FO: *Festuca ovina*, FR: *Festuca rubra*, AI: *Agropyron intermedium*, AC: *Agropyron cristatum*, PP: *Poa pratensis*, PT: *Poa trivialis*.

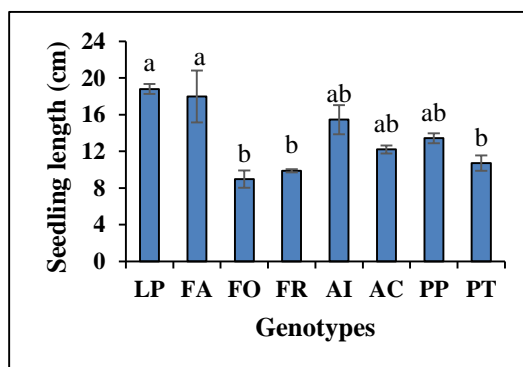


Figure 2. Mean comparison for seedling length of eight native grass genotypes. LP: *Lolium preenne*, FA: *Festuca arundinacea*, FO: *Festuca ovina*, FR: *Festuca rubra*, AI: *Agropyron intermedium*, AC: *Agropyron cristatum*, PP: *Poa pratensis*, PT: *Poa trivialis*.

میرزایی و همکاران: ارزیابی جوانه‌زنی، کیفیت ظاهری و...

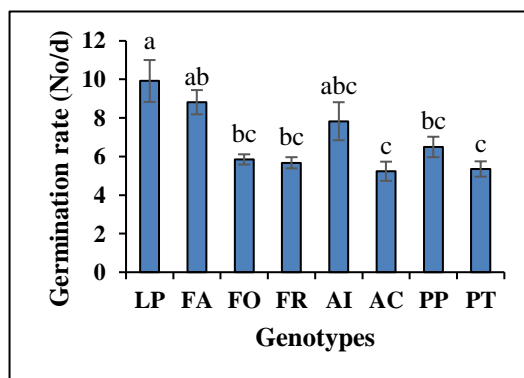


Figure 3. Mean comparison for of germination rate (Number/ day) of eight native grass genotype. LP: *Lolium prene*, FA: *Festuca arundinacea*, FO: *Festuca ovina*, FR: *Festuca rubra*, AI: *Agropyron intermedium*, AC: *Agropyron cristatum*, PP: *Poa pratensis*, PT: *Poa trivialis*.

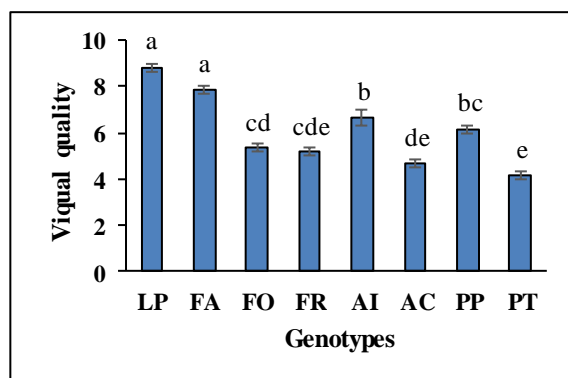


Figure 4. Mean comparison for visual quality of native grass genotypes. LP: *Lolium prene*, FA: *Festuca arundinacea*, FO: *Festuca ovina*, FR: *Festuca rubra*, AI: *Agropyron intermedium*, AC: *Agropyron cristatum*, PP: *Poa pratensis*, PT: *Poa trivialis*.

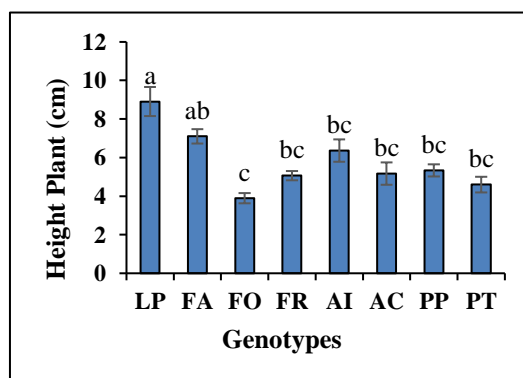


Figure 5. Mean comparison for height of eight native grass genotypes. LP: *Lolium perenne*, FA: *Festuca arundinacea*, FO: *Festuca ovina*, FR: *Festuca rubra*, AI: *Agropyron intermedium*, AC: *Agropyron cristatum*, PP: *Poa pratensis*, PT: *Poa trivialis*.

Table 2. Analysis of variance for eight native turfgrass genotypes.

Means of squares								
S.O.V	df	SG (%)	SL	SGR	VQ	H	T	TChl
Block	2	64.54 ^{ns}	1.67 ^{ns}	0.99 ^{ns}	0.0104	0.005 ^{ns}	4.22 ^{ns}	0.000088 ^{ns}
Genotypes	7	1745.28**	40.74**	9.356**	7.737**	7.64**	23.23**	0.0023**
Error	14	83.07	5.33	1.28	0.129	0.76	2.23	0.00028
C.V (%)		16.86	17.19	16.42	5.89	15.03	16.35	11.90

Table 2. Continued

Means of squares							
S.O.V	df	FW	DW	FW/DW	WFW	WDW	WFW/WDW
Block	2	15.41 ^{ns}	20.14 ^{ns}	0.025 ^{ns}	18.16 ^{ns}	9.97 ^{ns}	0.0036
Genotypes	7	819.34**	738.46**	0.04 ^{ns}	689.92**	479.41**	0.0349**
Error	14	100.13	112.93	0.03	106.06	110.22	0.0232
C.V (%)		20.69	28.69	13.03	25.7	35.85	10.70

**and ^{ns}: significant at $\alpha=0.01$ and non-significant, respectively. SG: Seed germination percentage; SL: Seed length; VQ: Visual quality; H: Height; T: Tillering; TChl: Total chlorophyll; FW: Total fresh weight; DW: Total dry weight; FW/DW: Ratio of fresh to dry weight; WFW: Fresh weight after wearing; WDW: Dry weight after wearing; WFW/WDW: Ratio of fresh to dry weight after wearing.

کیفی قابل قبولی را در شرایط ۵۰ درصد آبیاری حفظ کنند جهت داشتن مناظر جذاب‌تر، طبیعی‌تر و کم‌ورودی‌تر پیشنهاد نمودند (Kazemi et al., 2023).

بر اساس شکل ۶، ژنوتیپ‌ها از نظر پنجه‌زنی با هم اختلاف چشمگیری داشتند. بیشترین پنجه‌زنی مربوط به ژنوتیپ *L. perenne* (۱۳/۸۹)، و کمترین آن مربوط به *P. trivialis* (۵/۱۱) بود. دلیل تعداد پنجه بیشتر در ژنوتیپ *L. perenne* و *F. arundinacea* به دلیل عادت رشد کپه‌ای، گسترش عرضی این چمن‌ها بیشتر از طریق تولید و رشد پنجه‌های جدید می‌باشد ولی در جنس فریژ (*Poa*) گسترش عرضی چمن از طریق ریزوم می‌باشد و پنجه کمتری تشکیل می‌شود.

در ژنوتیپ *L. perenne* وزن تر به طور قابل توجهی بیشتر از سایر ژنوتیپ‌ها بود، گرچه با *F. arundinacea* تفاوت معنی‌داری نداشت. کمترین وزن تر مربوط به *P. trivialis* (۵/۱۱ گرم) بود (شکل ۷).

ژنوتیپ‌ها از نظر وزن خشک نیز نتایج مشابهی را نشان دادند. در *L. perenne* وزن خشک به طور معنی‌داری بالاتر از سایر ژنوتیپ‌ها به جز *F. arundinacea* بود (شکل ۸). نتایج سازگاری ۲۲ نمونه محلی متعلق به ۸ گونه با قابلیت

افزون بر این، رشد بیشتر شاخساره در این ژنوتیپ‌ها نیز می‌تواند مرتبط به شرایط اقلیمی و خاکی محل رویش (فیزیکی و میکروبی خاک) باشد که رشد بهینه ریشه‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد. هرچه حجم و رشد ریشه‌ها عمیق‌تر باشد، رشد شاخساره نیز به دلیل جذب بیشتر آب و عناصر غذایی از محلول خاک توسط ریشه‌ها افزایش می‌یابد. بررسی‌ها نشان دادند، جمعیت میکروبی مفید در خاک‌ها نقش مهمی در رشد گیاهان و تحمل به تنش‌های محیطی دارد. مقایسه بین جمعیت میکروبی خاک (باکتری) گیاهان بومی با زمین چمن، نشان داد تنوع بیشتر و باکتری‌های مفیدتر در خاک گیاهان بومی در مقایسه با گونه‌های چمن وجود دارد که این باکتری‌های مفید در ترسیب کربن و فسفر و متابولیزه کردن گازهای گلخانه‌ای به ویژه اکسید نیتروژن نقش مهمی دارند. به طور کلی به نظر می‌رسد مکان‌های رویش گیاهان بومی دارای تنوع بیشتری از نظر جمعیت باکتری‌های مفید هستند که می‌تواند به احیای خاک کمک نمایند. معرفی باریک برگ‌های بومی و کم‌نهاد در محوطه‌سازی و ایجاد چمنزار برای مدیران و برنامه‌ریزان فضای سبز شهری در تحقیقات رو به افزایش است. در پژوهشی در شهر مشهد، باریک برگ‌های کم‌نهاد و متحمل به کم‌آبی مانند *Schizachyrium* *Andropogon gerardii* *Bouteloua curtipendula* و *scoparium* که توانستند سطح

های اندوفیت از جنس *Neotyphodium* داشتند (Romani *et al.*, 2002).

این بیانگر آن است که پتانسیل تحقیقات بیشتری در آینده بر روی برهم‌کنش بین چمن‌های بومی مورد مطالعه حاضر و جمعیت میکروبی ریزوسفر آن‌ها می‌تواند دنبال گردد.

کشت به عنوان چمن در ایتالیا، نشان داد، تنوع زیادی در بین گونه‌های مورد مطالعه از نظر ویژگی‌های مهم مانند رنگ برگ و کیفیت کلی وجود داشت، افزون بر این، سایر بررسی‌ها نشان داد ژرم‌پلاسم *F. rubra*، *F. arundinacea* و *L. perenne* همزیستی شدیدی با قارچ-

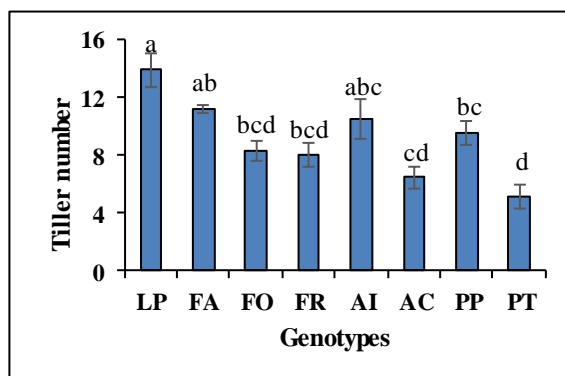


Figure 6. Mean comparison of tiller number of eight native genotypes. LP: *Lolium perenne*, FA: *Festuca arundinacea*, FO: *Festuca ovina*, FR: *Festuca rubra*, AI: *Agropyron intermedium*, AC: *Agropyron cristatum*, PP: *Poa pratensis*, PT: *Poa trivialis*.

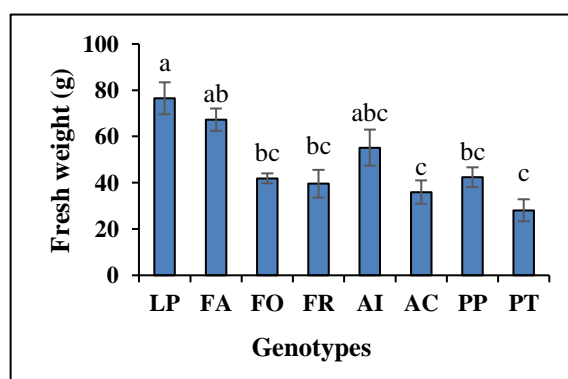


Figure 7. Mean comparison of fresh weight of eight native genotypes. LP: *Lolium perenne*, FA: *Festuca arundinacea*, FO: *Festuca ovina*, FR: *Festuca rubra*, AI: *Agropyron intermedium*, AC: *Agropyron cristatum*, PP: *Poa pratensis*, PT: *Poa trivialis*.

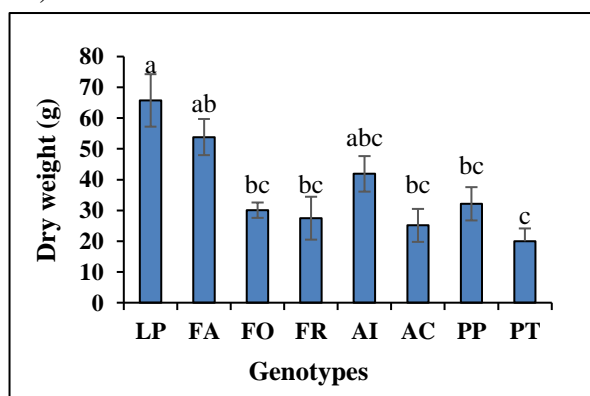


Figure 8. Mean comparison for dry weight of eight native turfgrass genotypes. LP: *Lolium perenne*, FA: *Festuca arundinacea*, FO: *Festuca ovina*, FR: *Festuca rubra*, AI: *Agropyron intermedium*, AC: *Agropyron cristatum*, PP: *Poa pratensis*, PT: *Poa trivialis*.

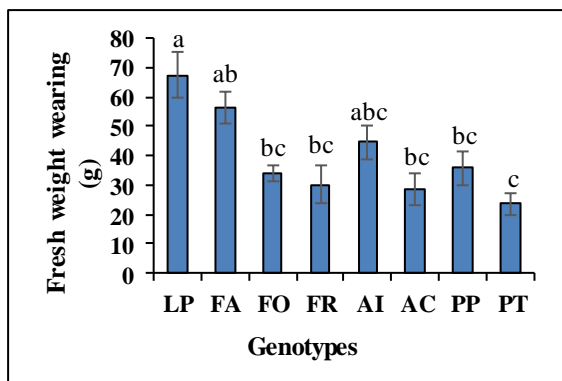


Figure 9. Mean comparison for fresh weight wear tolerance of eight native turfgrass genotypes. LP: *Lolium perenne*, FA: *Festuca arundinacea*, FO: *Festuca ovina*, FR: *Festuca rubra*, AI: *Agropyron intermedium*, AC: *Agropyron cristatum*, PP: *Poa pratensis*, PT: *Poa trivialis*.

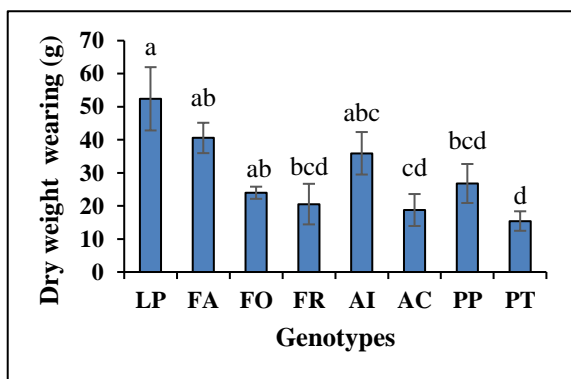


Figure 10. Mean comparison for dry weight wear tolerance of eight native turfgrass genotypes. LP: *Lolium perenne*, FA: *Festuca arundinacea*, FO: *Festuca ovina*, FR: *Festuca rubra*, AI: *Agropyron intermedium*, AC: *Agropyron cristatum*, PP: *Poa pratensis*, PT: *Poa trivialis*.

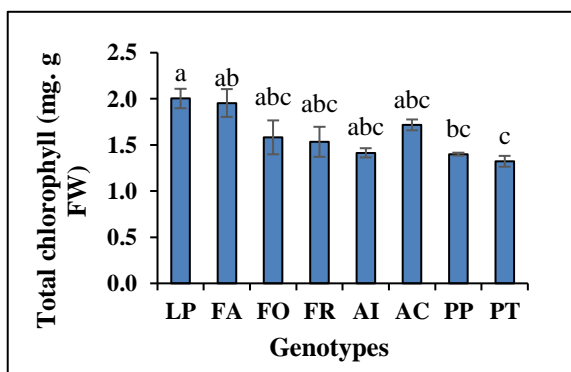


Figure 11. Mean comparison of total chlorophyll of eight native turfgrass genotypes. LP: *Lolium perenne*, FA: *Festuca arundinacea*, FO: *Festuca ovina*, FR: *Festuca rubra*, AI: *Agropyron intermedium*, AC: *Agropyron cristatum*, PP: *Poa pratensis*, PT: *Poa trivialis*.

وزن تر و خشک پس از پاختوری در ژنوتیپ‌های *L. perenne* و *F. arundinacea* به ترتیب در مقایسه با سایر ژنوتیپ‌های مورد بررسی بالاتر بود (شکل‌های ۹ و ۱۰). از نظر نسبت وزن تر به خشک پس از پاختوری نیز اختلاف معنی‌داری بین ژنوتیپ‌ها یافت نشد، گرچه بیشترین تحمل به پاختوری مربوط به *A. cristatum* (۱/۵۶) و کمترین آن مربوط به *A. intermedium* (۱/۲۷) می‌باشد. این گوناگونی در تحمل به پاختوری را می‌توان به تنوع بافت در بین ژنوتیپ‌ها و عادت رشدی آن‌ها نسبت داد. گرچه در منابع گونه‌های اصلاح شده چمن *F. arundinacea* دارای بافت برگ خشن‌تر در مقایسه با سایر گونه‌ها می‌باشد، که یکی از اجزای اثرگذار در افزایش تحمل به پاختوری است. در این مطالعه *L. perenne* در مقایسه با سایر گونه‌ها تحمل پاختوری بیشتری داشته است. به نظر می‌رسد این ژنوتیپ بومی دارای بافت برگ خشن‌تر است که می‌تواند در برنامه‌های به‌نژادی جهت توسعه رقم‌های متحمل به پاختوری با هدف استفاده در زمین‌های فوتبال و فضای سبز استفاده شود. به تازگی نتایج مشابهی با یافته‌های حاضر بر ارزیابی تحمل به پاختوری گونه‌های مختلف چمن نشان داد بالاترین تحمل به پاختوری متعلق به چمن‌های *L. perenne* و *F. arundinacea* بود. به دلیل داشتن مقادیر بالایی از سلولز، لیگنین و همی سلولز در بافت اندام هوایی مرتبط است (Glab et al., 2024).

افزون بر این، در بررسی مشابهی، چمن‌های بومی به صورت تک‌کشتی و چندکشتی در مقایسه با چمن‌های غیربومی تک‌کشتی دارای ۳۰ درصد تراکم برگ بالاتر در اوایل فصل رشد و ۵۰ درصد تراکم علف‌های هرز کمتر در مقایسه با چمن غیربومی تک‌کشتی بودند. با وجود این که هیچ تفاوت معنی‌داری بین چمن‌های بومی و غیربومی از نظر نیاز آبی و تحمل به پاختوری مشاهده نشد (Simmons et al., 2011).

بیشترین میزان کلروفیل مربوط به ژنوتیپ *L. perenne* می‌باشد و کمترین میزان کلروفیل مربوط به ژنوتیپ *P. trivialis* بود که اختلاف معنی‌داری با دو ژنوتیپ *L. perenne* و *F. arundinacea* داشت (شکل ۱۱). این اختلاف در میزان کلروفیل به دلیل تفاوت ژنتیکی بین آن‌ها می‌باشد.

جوانه زنی، کیفیت ظاهری و ویژگی‌های رشدی همبستگی منفی ($r \leq 0.85$) نشان داد.

رگرسیون خطی بین شاخص‌های جوانه‌زنی بذر، کیفیت ظاهری، ویژگی‌های رشدی و میزان کلروفیل با وزن تر پس از پاختوری در شکل ۱۳ آورده شده است. روابط خطی قوی و مستقیم بین شاخص‌های مورد بررسی با وزن تر پس از پاختوری وجود داشت. هرچه میزان این شاخص‌ها بالاتر باشد میزان وزن تر پس از پاختوری بالاتر می‌باشد که می‌توان به عنوان یک شاخص مهم در ارزیابی ژنوتیپ‌ها در برابر تحمل به تنش‌های مکانیکی و محیطی استفاده شود. افزون بر این یک رابطه خطی قوی و معکوس بین وزن تر پس از پاختوری با نسبت وزن تر به خشک در حالت عادی وجود داشت که بیانگر آن است که هرچه این نسبت کمتر باشد، وزن تر پس از پاختوری افزایش می‌یابد.

همبستگی مثبت و قوی بین ویژگی‌های مربوط به بذر مانند درصد جوانه‌زنی، کیفیت ظاهری ($r=0.91$) و پنجه-زنی ($r=0.92$) وجود داشت. افزون بر این، طول دانه‌ها، همبستگی قوی و مثبتی با کیفیت ظاهری و ویژگی‌های رشدی ($r \geq 0.82$) نشان داد. سرعت جوانه‌زنی بذر، همبستگی قوی و مثبتی با بیشتر ویژگی‌های اندازه‌گیری شده ($r \geq 0.94$) داشت. همچنین با میزان کلروفیل ($r=0.68$) همبستگی مثبت متوسطی نشان داد (شکل ۱۲). این بیانگر آن است علاوه بر شاخص‌های کمی، شاخص‌های کیفی بذر نیز در استقرار، کیفیت ظاهری، میزان کلروفیل و سایر ویژگی‌های رشدی در چمن‌های بومی مورد بررسی اهمیت دارند. گرچه، نسبت وزن تر به خشک در حالت عادی و پس از پاختوری، با تمام شاخص‌های

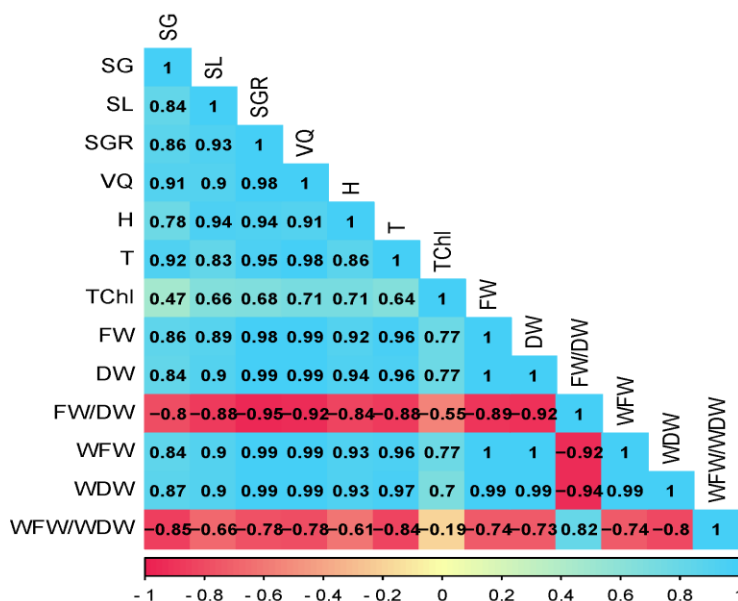


Figure 12. Pearson correlation between the traits of eghit native turfgrass. SG: Seed germination percentage, SL: Seedling length, SGR: Seed germination rate, VQ: Visual quality, H: Height, T: Tillering, TChl: Total chlorophyll, FW: Fresh weight, DW: Dry weight, FW/DW: Ratio of fresh weight to dry weight, WFW: fresh weight after wearing, WDW: Dry weight after wearing, WFW/WDW: Ratio of fresh weight to dry weight after wearing.

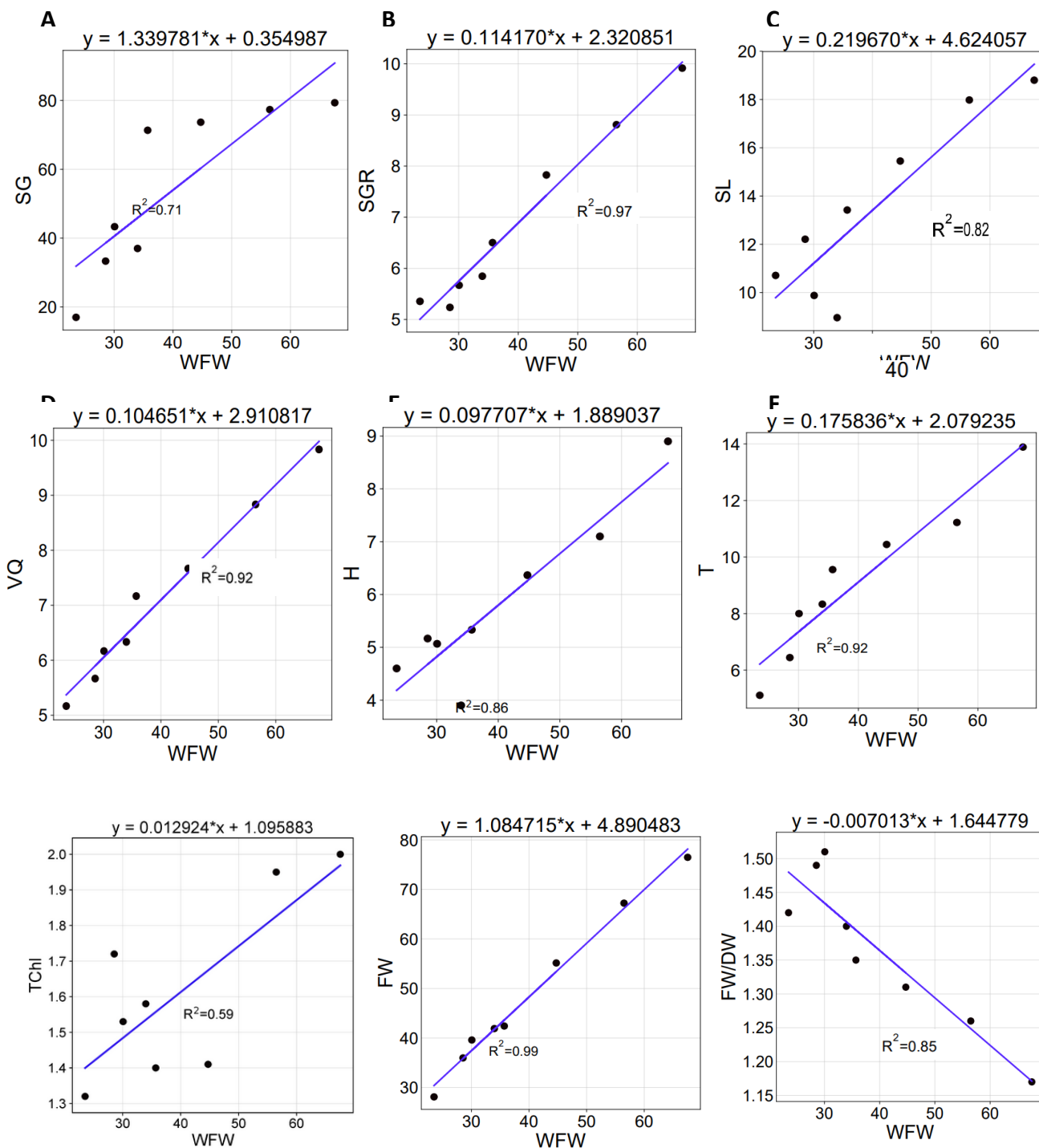


Figure 13. Linear regression between the indicators of seed germination percentage (A, seed germination speed (B), seedling length (C), visual quality (D), height (E), tillering (F), total chlorophyll (G), fresh weight (H), ratio of fresh to dry weight after wearing (I) with fresh weight after wearing (WFW).

نتیجه‌گیری

نتایج حاضر نشان داد که ژنوتیپ بومی چمن *L. perenne*، از نظر ویژگی‌های ارزیابی شده مانند درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی بذر و رشد دانه‌ها بالاترین میزان را در مقایسه با سایر ژنوتیپ‌ها داشت. افزون بر این از نظر کیفیت ظاهری، ارتفاع، پنجه‌زنی، وزن تر و خشک شاخساره و میزان کلروفیل و تحمل به پاخوری در مقایسه با سایر ژنوتیپ‌ها امتیاز و مقادیر بالاتری نشان داد. همچنین، *F. arundinacea* در بیشتر

ویژگی‌های اندازه‌گیری شده، تفاوت معنی‌داری با *L. perenne*، نداشت. از این رو جهت استفاده در فضای سبز شهری و مکان‌های با ترافیک بالا مانند زمین‌های فوتبال می‌توان این دو ژنوتیپ را توصیه نمود.

سپاس‌گزاری

نویسندگان از پژوهشکده گل و گیاهان زینتی بابت انجام این پژوهش تشکر می‌نمایند.

References

- Abbasi, M., & Zare Chahouki, M.A. (2017). Habitat suitability modeling for *Agropyron intermedium* species using Ecological Niche Factor Analysis (case study: rangeland of Taleghan miany). *Plant Researches*, 29(4): 819-832. [In Persian].
- Adnani, M., Pourmeidani, A., & Farahpour, M. (2009). Adaptation and establishment studies (R²=0.85) grass species in sub-steppic ranges of Kahak in Ghom province. *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 16(1): 11-21. [In Persian].
- Arnon, D. I. (1949). Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiolog*, 24(1): 1.
- Azarnivand, H., & Zare Chahouki, M.A. (2009). Improvement of rangelands. Tehran University Publication. 254 p. [In Persian].
- Canaway, P. M. (1976). A differential slip wear machine (D.S.I) for the artificial simulation of turfgrass wear. *Journal of the Sports Turf Research Institute*, 52: 92-99.
- Demiroglu, G., Geren, H., Kır, B., & Avcıoğlu, R. (2010). Performances of some cool season turfgrass cultivars in Mediterranean environment: II. *Festuca arundinacea* schreb., *Festuca ovina* L., *Festuca rubra* spp. rubra L., *Festuca rubra* spp. trichophylla gaud and *Festuca rubra* spp. commutata gaud. *Turkish Journal of Field Crops*, 15(2): 180-187.
- Głąb, T., Szewczyk, W., & Kopeć-Jarosz, A. (2024). Comprehensive assessment of turfgrass wear tolerance: A study on mechanical and chemical traits. *Industrial Crops and Products*, 216: 118837.
- Gül, İ. (2015). A research on turfgrass performances of some fescue species in Diyarbakir conditions. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 32(1): 1-9.
- Hanks, J. D., Johnson, P. G., & Waldron, B. L. (2006). Recommended seeding rates for reduced- maintenance, turf- type wheatgrasses. *Applied Turfgrass Science*, 3(1): 1-6.
- Hanks, J. D., Waldron, B. L., Johnson, P. G., Jensen, K. B., & Asay, K. H. (2005). Breeding CWG- R crested wheatgrass for reduced- maintenance turf. *Crop Science*, 45(2): 524-528.
- Hurley, R. (2003). Rough bluegrass (*Poa trivialis* L.). In M. D. Darwin & R. R. Duncan, (Eds.), *Turfgrass Biology, Genetics, and Breeding*. John Wiley and Sons, Inc. Hoboken, NJ.
- Kazemi, F., Jozay, M., Salahshoor, F., & Farhadi, H. (2021). Application of soil mulches on establishment and growth of native and commercial tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.) in an arid environment. *Desert*, 26(1): 55-69.
- Kazemi, F., Jozay, M., Salahshoor, F., van Etten, E., & Rezaie, S. (2023). Drought stress responses of some prairie landscape C₄ grass species for xeric urban applications. *Land*, 12(6): 1195.
- Maguire, J. D. (1968). Seed dormancy, germination and seedling vigor of some Kentucky bluegrass (*Poa pratensis* L.) varieties as affected by environmental and endogenous factors.

- Meng L., Guo Q., Mao P., & Tian X. (2013). Accumulation and tolerance characteristics of zinc in *Agropyron cristatum* plants exposed to zinc-contaminated soil. *Environmental Contamination and Toxicology*, 3: 298–301.
- Miller, D. R., Mugaas, R. J., Meyer, M. H., & Watkins, E. (2013). Performance of low-maintenance turfgrass mixtures and blends. *HortTechnology*, 23(5): 610-612.
- Morris, K.N. & Shearman, R.C. (2000). The national turfgrass evaluation program: Assessing new and improved turfgrasses. *Diversity-Arlington Then Washington*, 16(1,2):19-21.
- Mostafaei, E., Rozban, M. R., Etemadi, N., & Arab, M. (2016). Evaluation of drought resistance in two turfgrass species native to Iran. *Plant Process and Function*, 4(14): 31-40. [In Persian].
- Pooya, E. S., Tehranifar, A., Shoor, M., Selahvarzi, Y., & Ansari, H. (2013). The use of native turf mixtures to approach sustainable lawn in urban landscapes. *Urban Forestry and Urban Greening*, 12(4): 532-536.
- Robbins, M. D., Staub, J. E., Bushman, B. S., Ma, Y., & Johnson, P. G. (2017). Assessment of Asian *Festuca rubra* germplasm for potential to improve rangeland sustainability in the western United States. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 64: 2127-2144.
- Romani, M., Piano, E., & Pecetti, L. (2002). Collection and preliminary evaluation of native turfgrass accessions in Italy. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 49(4): 341-349.
- Sheikh Mohammadi, M. H., Etemadi, N., Nikbakht, A., Arab, M., & Majidi, M. M. (2019). Study of morphophysiological responses of Iranian crested wheatgrass genotypes (*Agropyron cristatum* L.) under Drought and Salinity Stresses. *Journal of Horticultural Science*, 33(3): 363-375.
- Simmons, M., Bertelsen, M., Windhager, S., & Zafian, H. (2011). The performance of native and non-native turfgrass monocultures and native turfgrass polycultures: An ecological approach to sustainable lawns. *Ecological Engineering*, 37(8): 1095-1103.
- Tallarico, R., & Argenti, G. (2001). Studies on the evolution of floristic composition in revegetated ski runs in Val Badia (BZ). *L'Italia Forestale e Montana*, 56(2): 143-155.
- Watkins, E., Fei, S., Gardner, D., Stier, J., Bughrara, S., Li, D., Bigelow, C., Schleicher, L., Horgan, B., & Diesburg, K. (2011). Low- input turfgrass species for the north central United States. *Applied Turfgrass Science*, 8(1): 1-11.