نسخه پذیرفته شده پیش از انتشار

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

DOI: 10.22055/ppd.2024.47889.2202

Sahar Mirzaei[1]*and Somayeh Esmaeili[2]

[1] Assistant Professor, Ornamental Plants Research Center, Horticultural Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Mahallat, Iran.
***email: sahar_mirzaei81@yahoo.com**

[2] Assistant Professor, Department of Horticulture, Chamran University, Ahvaz, Iran.

Abstract

Introduction

Native turfgrasses are highly important and valuable due to their higher tolerance to environmental stresses and the need for low maintenance, and after establishment, they need less irrigation and fertilization than imported species. Turf grass species with low maintenance ability and at the same time maintaining acceptable quality by reducing management costs, especially mowing and adverse environmental effects, have been receiving more attention from lawn managers today. The primary aim of this study is to assess eight native turfgrass genotypes based on seed germination, visual quality, morpho-physiological traits, and tolerance to wear. Furthermore, the final goal is to identify top-performing genotypes that match breeding objectives, facilitating the development of advanced turfgrass cultivars that can replace foreign varieties. These innovative cultivars are meant to be showcased to urban green space managers and suburban planners as acclimated alternatives.

Materials and Methods

Eight native turfgrass species including (*Lolium perenne*, *Festuca arundinaceae*, *F. ovina*, *F. rubra*, *Agropyron cristatum*, *A. intermedium*, *Poa pratensis* and *P. trivialis*) are collected from from different areas of Iran. The seed germination indices, establishment speed, visual quality, growth characteristics and chlorophyll content were evaluated. Seed germination percentage
For germination, Petri dishes were used for 15 days in the germinator at a temperature of 25 ± 2 ^{O}C, 513 µmol m^{-2}, a photoperiod of 12 h light/12 h darkness, and a relative humidity of 60%. Germination percentage and seed germination rate was done according to the method (Maguire, 1968). For measuring the height, samples were taken from each experimental unit and the height of the grass was measured with a ruler during the experiment. In order to measure tillering, samples were taken from each experimental unit and the number of tillers created in each plant during the experiment was counted. Among the genotypes in question, the appearance quality was measured by the observation method with scoring from 1 to 9 based on color, density, and uniformity, where the number 1 represents the worst and the number 9 represents the best quality (Morris and Sheerman, 2000). Artificial footing is done periodically on half of each main plot by a footing tension device. The amount of stress applied by the simulator is equivalent to the injuries caused by playing three football matches on grass per week (Canaway, 1976). Then, the wet and dry weight of the grass was measured using a digital scale. The amount of chlorophyll (mg of chlorophyll per gram of plant tissue) was calculated by the method of (Maxwell and

Johnson, 2000). Comparison of data values was also done using Duncan's multi-range test and as a result 5% and 1% probability using SAS9.2 software.

Results and Discussion

The results showed that *L. perenne* turfgrass genotype showed the highest rates in terms of seed indices such as germination percentage and seed germination rate compared to other genotypes. In addition, in terms of visual quality, height, tillering, shoot fresh and dry weight and chlorophyll content, compared to other genotypes, it showed higher scores and values. Although there was no significant difference with the native genotype of *F. arundinacea* in most of the measured characteristics. In addition, Pearson's correlation coefficient analysis showed that there is a strong and positive correlation between seed germination rate and all measured characteristics ($r \geq 0.94$). This indicates that, in addition to the quantitative traits, the qualitative traits of the seed are also important in the establishment rate, visual quality, amount of chlorophyll and other growth characteristics in turfgrasses.

Conclusion

It can be concluded that the native turfgrasses of *L. perenne* and *F. arundinaceae* can replace foreign turfgrasses and be used in urban green spaces. Also, other studied turfgrasses such as *Agropyron spp*. are recommended in suburban spaces and low-maintenance environments. Overall, the findings indicate that Iran has the capacity to enhance turfgrass germplasm resources, develop breeding programs, and cultivate compatible varieties by leveraging promising local turfgrass genotypes.

Keywords: Agropyron. Chlorophyll. Festuca. Local accessions. Perennial ryegrass.

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

سحر میرزایی[1*] و سمیه اسماعیلی[2]

[1] استادیار پژوهشکده گل و گیاهان زینتی، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، محلات، ایران*email: sahar_mirzaei81@yahoo.com.

[2] استادیار، بخش باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران، اهواز، ایران.

چکیده

یکی از عامل‌های 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. ازاین‌رو، هدف اصلی این مطالعه ارزیابی هشت ژنوتیپ بومی چمن بر اساس جوانه‌زنی بذر، کیفیت ظاهری، صفات مورفوفیزیولوژیک و تحمل به پاخوری است و در نهایت شناسایی نژادگان‌هایی با عملکرد برتر است

که با اهداف به‌نژادی توسعه ارقام جدید چمن مطابقت داشته و می‌توانند جایگزین گونه‌های وارداتی شوند. این نژادگان‌های امیدبخش می‌توانند به عنوان جایگزین‌های سازگار در اختیار مدیران فضای سبز شهری و برنامه‌ریزان حومه شهر قرار گیرند. از این‌رو، در این پژوهش هشت نژادگان چمن بومی شامل (*Lolium perenne*، *Festuca arundinacea*، *F. ovina*، *F. rubra*، *Agropyron cristatum*، *A. intermedium*، *Poa pratensis* و *P. trivialis*) از مناطق مختلف ایران جمع آوری شد و شاخص‌های جوانه زنی بذر، سرعت استقرار، کیفیت ظاهری، ویژگی‌های رشدی و میزان کلروفیل آن‌ها در سال ۱۴۰۰-۱۴۰۲ در پژوهشکده گل و گیاهان زینتی محلات ارزیابی شدند. نتایج نشان داد که نژادگان بومی چمن *L. perenne*، از نظر شاخص‌های بذری مانند میزان جوانه‌زنی (۷۹/۳۳٪)، سرعت جوانه زنی بذر (۹/۹۲٪) و رشد دانهال (۱۸/۸۰ سانتیمتر) بالاترین میزان را در مقایسه با سایر نژادگان‌ها نشان داد. همچنین از نظر کیفیت ظاهری (۹/۸۳)، ارتفاع (۸/۹۰ سانتیمتر)، پنجه‌زنی (۱۳/۸۹ عدد)، وزن تر (۷۶/۴۹ گرم) و خشک اندام هوایی (۶۵/۷۳ گرم) و میزان کلروفیل (۰/۱۸ میلی‌گرم بر گرم) در مقایسه با سایر نژادگان‌ها برتر بود. با این حال، در بیشتر صفات اندازه‌گیری شده تفاوت معنی‌داری با نژادگان بومی *F. arundinacea* نداشت. افزون بر این، آنالیز ضریب همبستگی پیرسون نشان داد بین سرعت جوانه‌زنی بذر با تمام ویژگی‌های اندازه‌گیری شده ($r\geq0.94$) همبستگی قوی و مثبتی وجود دارد. این بیانگر آن است افزون بر شاخص‌های کمی، شاخص‌های 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 چند ساله (*L. perenne*) و چمانواش بلند (*F. arundinacea*) می‌توانند جایگزین چمن‌های وارداتی آن‌ها شود و در فضای سبز شهری استفاده شوند. همچنین سایر چمن‌های مورد مطالعه مانند گونه‌های علف گندمی (*Agropyron* spp.) در فضاهای برون شهری و در کنار جاده‌ها با نگهداری کم توصیه می‌شود. در مجموع، یافته‌ها نشان می‌دهد که در ایران با بهره‌گیری از نژادگان‌های امیدوار کننده چمن، ظرفیت افزایش منابع ژرم پلاسم چمن، توسعه برنامه‌های به‌نژادی و تولید واریته‌های سازگار وجود دارد.

کلیدواژه‌ها: آگروپایرون، فستوکا ، کلروفیل، گیاهان بومی، لولیوم.

مقدمه

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*., 2005; Hanks *et al*., 2006). 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 رقم های 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 مدیترانه ای سازگار

نیستند و استفاده از آن‌ها باید در مخلوط‌های چمن محدود شود (Demiroglu *et al*., 2010).

در پژوهشی، ۱۲ گونه باریک برگ در شرایط چمن زنی و بدون چمن‌زنی در محیط‌های با 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 ۳ چمانواش برگ ریز و مخلوط بذری چمانواش بلند و فریژ کنتاکی (*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 می شود. 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 کپه‌ای است که گاهی تولید ریزوم نیز می‌کند. به دلیل سرعت ر شد بالا و گسترش عرضی آن، امکان استقرار سریع در مدت زمان کوتاهی فراهم می شود (Meng *et al*., 2013). این گیاه در خاک‌های با بافت متوسط از لومی شنی تا لومی رسی به‌خوبی رشد می‌کند. علف گندمی تاجدار به تنش‌های محیطی مقاوم 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 باریک‌برگ های 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 جوانه زنی، استقرار سریع و آسان و نیز رشد سریع بهاره اشاره نمود (Azarnivand & 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 & 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 در ۳ سال متوالی داشت. به طور کلی آن ها نتیجه گرفتند توده های *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 ۶ توده بومی علف گندمی تاجدار (*A. cristatum* L.) در شرایط تنش خشکی و شوری نشان داد که توده‌های سبزوار و

دماوند مقاومت خوبی نسبت به خشکی و توده‌های سبزوار و اراک مقاومت خوبی نسبت به تنش شوری نسبت به سایر توده‌های علف گندمی تاجدار از خود نشان دادند (Sheikh Mohammadi *et al*., 2019).

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

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی و شرایط رشد

در ابتدا بذر چمن‌های بومی در فصل بهار از مناطق مختلف ایران جمع‌آوری و مشخصات جغرافیایی محل جمع‌آوری نمونه‌های گیاهی ثبت گردید (جدول ۱). بذر ژنوتیپ‌های جمع‌آوری شده به دو بخش تقسیم شدند. بخشی برای تست شاخص‌های جوانه‌زنی و بخش دیگر در خزانه پژوهشکده گل و گیاهان زینتی در پاییز سال ۱۴۰۰ در سینی‌های کشت، کاشته شدند. پس از رشد اولیه چمن‌ها، دانهال‌ها به زمین خزانه منتقل و در پاییز و زمستان در خزانه نگهداری شدند. در فصل بهار گیاهان افزایش یافته در کرت‌هایی با ابعاد ۲× ۲ مترمربع در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار کشت شدند. شهرستان محلات در ارتفاع ۱۹۹۱ متری از سطح دریا و عرض جغرافیایی۱۴.۹۹° شمالی و طول جغرافیایی ۴۱.۱۴° شرقی قرار دارد. پس از استقرار چمن‌ها، از نظر کیفیت ظاهری، ارتفاع چمن، میزان پنجه‌زنی، وزن تر و خشک شاخساره، میزان پاخوری و میزان کلروفیل ارزیابی شدند (شکل ۱).

Photo 1. Grasses cultivated in the research field

اندازه‌گیری ها

درصد جوانه‌زنی بذرها

برای آزمایش جوانه زنی، پتری دیش‌ها به مدت ۱۵ روز در ژرمیناتور با دمای ۲±۲۵ درجه سلسیوس، ۱۳/۵ میکرومول (فوتون) بر ثانیه بر متر مربع، 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

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

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

ارتفاع چمن

به‌منظور اندازه‌گیری ارتفاع، از هر واحد آزمایشی نمونه‌گیری شده و ارتفاع چمن در طول آزمایش با خط-کش اندازه‌گیری شد.

میزان پنجه‌زنی

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

کیفیت ظاهری

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

تحمل به پاخوری

پاخوری مصنوعی به‌صورت دوره‌ای بر روی نیمی از هر کرت اصلی توسط دستگاه شبیه‌ساز تنش پاخوری صورت می‌گیرد(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.

میزان کلروفیل کل

نیم گرم نمونه گیاهی از برگ‌های کاملا توسعه یافته وزن نموده و در یک هاون تمیز ساییده شد و با ۲۰ میلی-لیتر استون ۸۰ درصد همگن شد. سپس به مدت ۵ دقیقه فالکون‌های حاوی عصاره‌گیاهی با سرعت ۵۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شد. سپس درون ارلن مدرج با افزودن استون ۸۰ درصد به حجم ۱۰۰ میلی لیتر رسانیده شد. سپس میزان جذب عصاره گیاهی در طول موج‌های ۶۴۵، ۶۶۳ نانومتر اندازه‌گیری و در نهایت میزان کلروفیل (میلی-گرم کلروفیل در هر گرم بافت‌گیاهی) توسط فرمول زیر محاسبه گردید (Arnon, 1949).

$$\text{Total Chlorophyll (mg g}^{-1}\text{)} = 20.2\,(A645) + 8.02\,(A663) \times \frac{V}{1000 \times W}$$

A: جذب در طول موج خاص

V: حجم نهایی کلروفیل استخراج شده در استون ۸۰٪

W: وزن تر برگ

واکاوی داده‌ها

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.

Table 1. Geographical characteristics of collected native grasses.

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

نتایج و بحث

بر اساس جدول تجزیه واریانس (جدول ۲)، نژادگان‌ها تفاوت معنی‌داری از نظر درصد جوانی‌زنی بذر و طول دانهال‌ها، سرعت جوانه‌زنی، کیفیت ظاهری، ارتفاع، تعداد پنجه، وزن تر و خشک شاخساره، وزن تر و خشک پس از پاخوری در سطح ۱٪ داشتند. گرچه نسبت وزن تر به خشک در حالت عادی و پس از پاخوری از نظر آماری معنی‌دار نبودند.

بر اساس نتایج، طول دانهال در بین نژادگان‌ها تفاوت معنی‌داری نشان داد، *L. perenne* (۱۷/۸۰ سانتی‌متر) بیشترین طول دانهال را در مقایسه با سایر نژادگان‌ها داشت. گر چه تفاوت معنی‌داری از نظر طول دانهال بین *L. perenne* و *F. arundinaceae* یافت نشد. کمترین طول دانهال مربوط به نژادگان *F. ovina* (۸/۹۶ سانتی‌متر) بود که با نژادگان‌های *F. rubra* و *P. trivialis* تفاوت معنی‌داری نداشت (شکل۲).

همانطور که در شکل ۳، نشان می‌دهد، اختلاف معنی داری در میان سرعت جوانه‌زنی بذرهای نژادگان‌های مورد بررسی وجود دارد. بیشترین سرعت جوانه‌زنی در بذر *L.*

A. perenne (۹/۹۲٪) و کمترین آن مربوط به *cristatum* (۵/۲۳٪) می‌باشد.

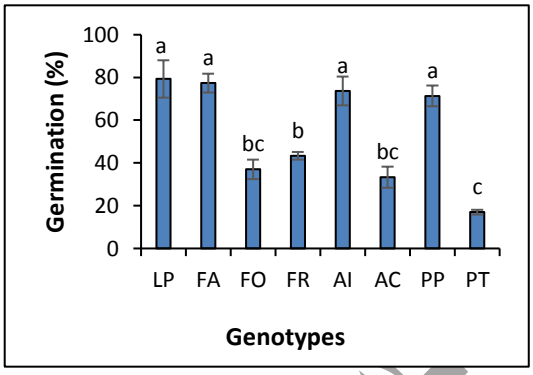

Figure 1. Mean comparison of germination of eight native grass genotypes. LP*: Lolium prenne*, FA*: Festuca arundinacea*, FO: *Festuca ovina*, FR: *Festuca rubra*, AI: *Agropyron intermedium*, AC: *Agropyron cristatum*, PP: *Poa pratensis*, PT: *Poa trivialis.*

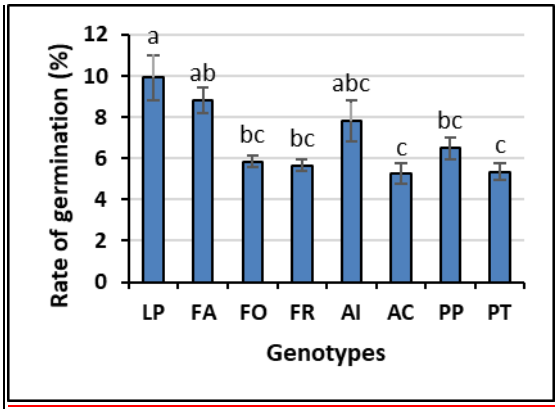

Figure 2. Mean comparison of seedling length of eight native grass genotypes. LP*: Lolium prenne*, FA*: Festuca arundinacea*, FO: *Festuca ovina*, FR: *Festuca rubra*, AI: *Agropyron intermedium*, AC: *Agropyron cristatum*, PP: *Poa pratensis*, PT: *Poa trivialis.*

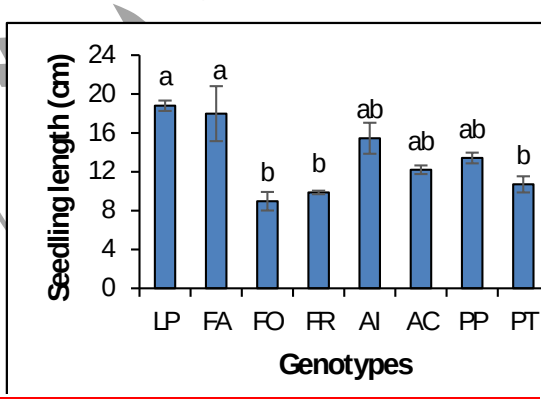

Figure 3. Mean comparison of rate of germination of eight native grass genotype. LP*: Lolium prenne*, FA*: Festuca arundinacea*, FO: *Festuca ovina*, FR: *Festuca rubra*, AI: *Agropyron intermedium*, AC: *Agropyron cristatum*, PP: *Poa pratensis*, PT: *Poa trivialis*

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

		Mean Square												
SV	df	SG (%)	SL	SGR	VQ	H	T	TChl	FW	DW	FW/DW	WFW	WDW	WFW/WDW
r	2	64.54^{ns}	1.67^{ns}	0.99^{ns}	0.0104	0.005^{ns}	4.22^{ns}	0.000088 ^{ns}	15.41^{ns}	20.14^{ns}	0.025^{ns}	18.16^{ns}	9.97ns	0.0036
Genotypes	7	1745.28**	40.74**	9.356**	7.737**	7.64**	23.23**	0.0023**	819.34**	738.46**	0.04^{ns}	689.92**	479.41**	0.0349**
Error	14	83.07	5.33	1.28	0.129	0.76	2.23	0.00028	100.13	112.93	0.03	106.06	110.22	0.0232
cv (%)		16.86	17.19	16.42	5.89	15.03	16.35	11.90	20.69	28.69	13.03	25.7	35.85	10.70

**and ^{ns}: significant at α= 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.

نسخه پیش از انتشار

کیفیت ظاهری در میان نژادگان‌های مورد بررسی تفاوت چشمگیری نشان داد. بهترین کیفیت ظاهری مربوط به نژادگان *L. perenne* (۸/۸۳)، و بدترین آن مربوط به *P. trivialis* (۴/۱۷) می‌باشد (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 نژادگان های بومی چاوی چند ساله و نوع تجاری آن یافتند، نژادگان بومی چادگان (*L. perenne* 'Shadegan') بالاترین کیفیت ظاهری را در فصل‌های مختلف سال در مقایسه با نژادگان بومی دارند. (*L. perenne* 'Yarand') و مخلوط‌های بذری تجاری نشان داد (Pooya *et al*., 2013).

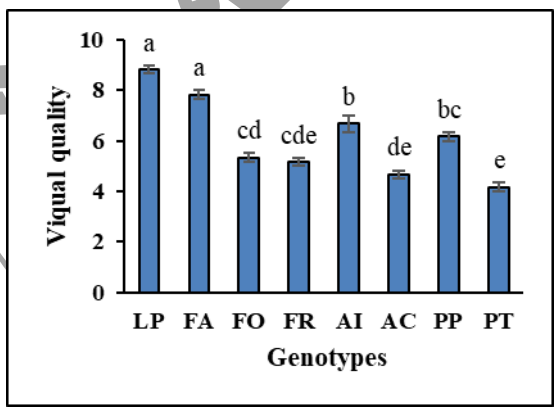

Figure 4. Mean comparison of visual quality of native grass genotypes. LP*: Lolium prenne,* FA*: Festuca arundinacea,* FO: *Festuca ovina,* FR: *Festuca rubra,* AI: *Agropyron intermedium,* AC: *Agropyron cristatum,* PP: *Poa pratensis,* PT: *Poa trivialis.*

بر اساس نتایج مقایسه میانگین (شکل ۵)، نژادگان‌ها از نظر ارتفاع تفاوت معنی‌داری با هم داشتند، به ویژه بین نژادگان *L. perenne* با سایر نژادگان این تفاوت قابل توجه می باشد. این تفاوت در ارتفاع گیاهان به عادت رشدی آن‌ها و داشتن اندام‌های نیساگ (Rhizome) و دستک (Stolone) در برخی از آن‌ها بر می‌گردد. در نژادگان‌های مانند *L. perenne* و *F. arundinacea* به دلیل عادت رشد کپه‌ای، ارتفاع بالاتری از سایر نژادگان‌ها داشتند.

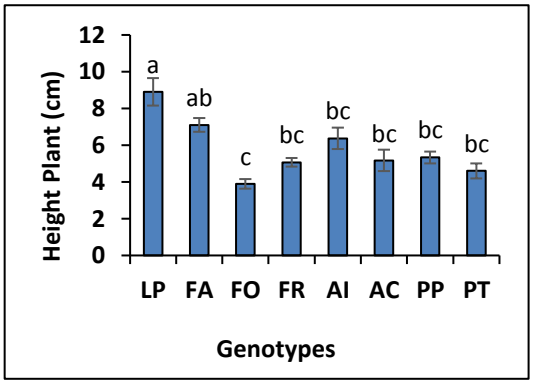

Figure 5. Mean comparison of height of eight native grass genotypes. LP*: Lolium perenne,* FA*: Festuca arundinacea,* FO: *Festuca ovina,* FR: *Festuca rubra,* AI: *Agropyron intermedium,* AC: *Agropyron cristatum,* PP: *Poa pratensis,* PT: *Poa trivialis.*

افزون بر این، رشد بیشتر شاخساره در این نژادگان‌ها نیز می تواند مرتبط به شرایط اقلیمی و خاکی محل رویش (فیزیکی و میکروبی خاک) باشد که رشد بهینه ریشه ها را تحت تاثیر قرار می‌دهد. هر چه حجم و رشد ریشه‌ها عمیق‌تر باشد، رشد شاخساره نیز به دلیل جذب بیشتر آب و عناصر غذایی از محلول خاک توسط ریشه‌ها افزایش می‌یابد. بررسی ها نشان دادند، جمعیت میکروبی مفید در خاک‌ها نقش مهمی در رشد گیاهان و تحمل به تنش-های 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 می رسد 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 کم‌نهاده در محوطه‌سازی و ایجاد چمنزار برای مدیران و برنامه ریزان فضای سبز شهری در تحقیقات رو به افزایش است. در پژوهشی در شهر مشهد، باریک برگ‌های کم‌نهاده و متحمل به کم‌آبی مانند *Andropogon gerardii*، *Schizachyrium scoparium* و *Bouteloua*

curtipendula، که توانستند سطح کیفی قابل قبولی را در شرایط ۵۰ درصد آبیاری حفظ کنند جهت داشتن مناظر جذاب‌تر، طبیعی‌تر و کم ورودی‌تر پیشنهاد نمودند (Kazemi *et al*., 2023).

بر اساس شکل ۶، نژادگان‌ها از نظر پنجه‌زنی با هم اختلاف چشمگیری داشتند. بیشترین پنجه‌زنی مربوط به نژادگان *L. perenne* (۱۳/۸۹)، و کمترین آن مربوط به *P. trivialis* (۵/۱۱) می‌باشد. دلیل تعداد پنجه بیشتر در نژادگان *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 نیساگ (Rhizome) و دستک (Stolone) می‌باشد و پنجه کمتر تشکیل می¬شود.

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

نژادگان‌ها از نظر وزن خشک نیز نتایج مشابهی را نشان دادند. در *L. perenne*، وزن خشک به طور معنی‌داری بالاتر از سایر نژادگان‌ها به جز *F. arundinacea* بود (شکل ۸). نتایج سازگاری ۲۲ نمونه محلی متعلق به ۸ گونه با قابلیت کشت به عنوان چمن در ایتالیا، نشان داد، تنوع زیادی در بین گونه های 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 قارچ‌های 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.

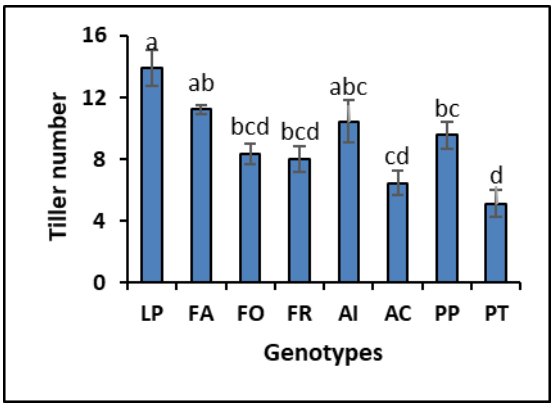

Figure 6. Mean comparison of tiller number of eight native genotypes. LP*: Lolium perenne,* FA*: Festuca arundinacea,* FO: *Festuca ovina,* FR: *Festuca rubra,* AI: *Agropyron intermedium*, AC: *Agropyron cristatum*, PP: *Poa pratensis*, PT: *Poa trivialis.*

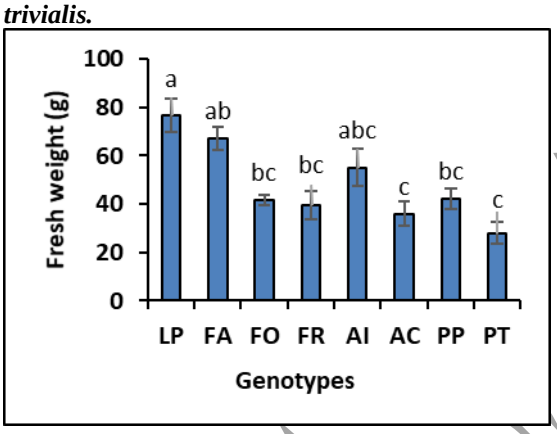

Figure 7. Mean comparison of fresh weight of eight native genotypes. LP*: Lolium perenne,* FA*: Festuca arundinacea,* FO: *Festuca ovina,* FR: *Festuca rubra,* AI: *Agropyron intermedium*, AC: *Agropyron cristatum*, PP: *Poa pratensis*, PT: *Poa trivialis.*

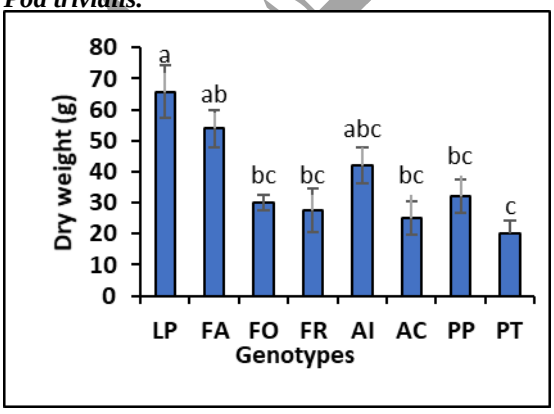

Figure 8. Mean comparison of dry weight of eight native turfgrass genotypes. LP*: Lolium perenne,* FA*: Festuca arundinacea,* FO: *Festuca ovina,* FR: *Festuca rubra,* AI: *Agropyron intermedium*, AC: *Agropyron cristatum*, PP: *Poa pratensis*, PT: *Poa trivialis.*

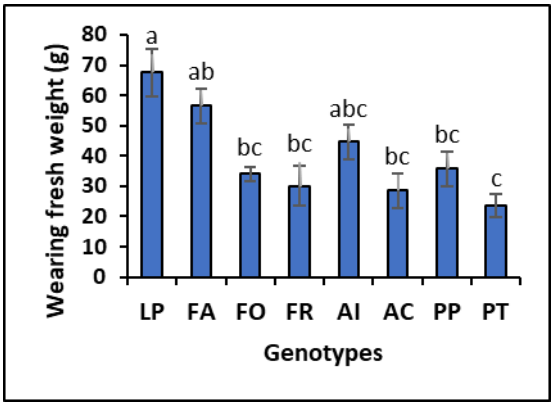

Figure 9. Mean comparison of fresh weight wear tolerance of eight native turfgrass genotypes. LP*: Lolium perenne*, FA*: Festuca arundinacea*, FO: *Festuca ovina*, FR: *Festuca rubra*, AI: *Agropyron intermedium*, AC: *Agropyron cristatum*, PP: *Poa pratensis*, PT: *Poa trivialis*.

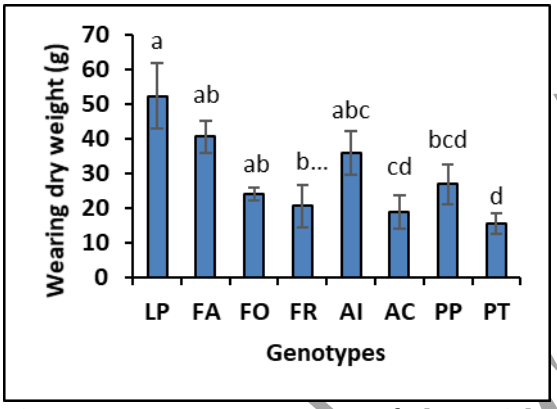

Figure 10. Mean comparison of dry weight wear tolerance of eight native turfgrass genotypes. LP*: Lolium perenne*, FA*: Festuca arundinacea*, FO: *Festuca ovina*, FR: *Festuca rubra*, AI: *Agropyron intermedium*, AC: *Agropyron cristatum*, PP: *Poa pratensis*, PT: *Poa trivialis*.

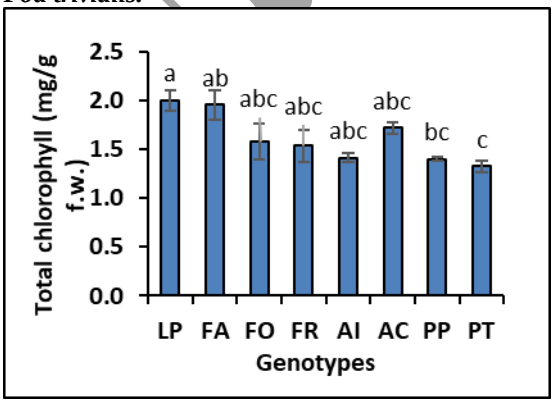

Figure 11. Mean comparison of total chlorophyl of eight native turfgrass genotypes. LP*: Lolium perenne*, FA*: Festuca arundinacea*, FO: *Festuca ovina*, FR: *Festuca rubra*, AI: *Agropyron intermedium*, AC: *Agropyron cristatum*, PP: *Poa pratensis*, PT: *Poa trivialis*.

وزن تر و خشک پس از پاخوری در نژادگان‌های *L. perenne*، *F. arundinacea* و *A. intermedium* به ترتیب در مقایسه با سایر نژادگان‌های مورد بررسی بالاتر بود (شکل‌های ۹ و ۱۰). از نظر نسبت وزن تر به خشک پس از پاخوری نیز اختلاف معنی‌داری بین نژادگان‌ها یافت نشد، گرچه بیشترین تحمل به پاخوری مربوط به *A. cristatum* (۱/۵۶) و کمترین آن مربوط به *A. intermedium* (۱/۲۷) می باشد. این گوناگونی در تحمل به پاخوری را می توان به تنوع بافت در بین نژادگان‌ها 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 تاثیرگذار در افزایش تحمل به پاخوری می‌باشد. در این مطالعه *L. perenne* در مقایسه با سایر گونه‌ها تحمل پاخوری بیشتری داشته است. به نظر می‌رسد این نژادگان بومی دارای بافت برگ خشن‌تر می‌باشد که می‌تواند در برنامه‌های بهنژادی جهت افزایش تحمل به پاخوری استفاده شود. در یک بررسی مشابهی، چمن‌های بومی به صورت تک کشتی و چند کشتی در مقایسه با چمن‌های غیر بومی تک کشتی دارای ۳۰ درصد تراکم برگ بالاتر در اوایل فصل رشد و ۵۰ درصد تراکم علف-های هرز کمتری در مقایسه با چمن غیر بومی تک کشتی داشتند. با وجود اینکه هیچ تفاوت معنی‌داری بین چمن-های بومی و غیر بومی از نظر نیاز آبی و تحمل به پاخوری مشاهده نشد (Simmons *et al*., 2011).

بر اساس شکل ۱۱، بیشترین میزان کلروفیل مربوط به نژادگان *L. perenne* می باشد و کمترین میزان کلروفیل مربوط به نژادگان *P. trivialis* بود که اختلاف معنی داری با دو نژادگان *L. perenne* و *F. arundinacea* داشت. این اختلاف در میزان کلروفیل به دلیل تفاوت ژنتیکی بین آن‌ها می باشد.

بر اساس شکل۱۲، همبستگی مثبت و قوی بین ویژگی‌های مربوط به بذر مانند درصد جوانه‌زنی بین کیفیت ظاهری (r=0.91)، پنجه‌زنی (r=0.92) وجود داشت. افزون بر این، طول دانهال، همبستگی قوی و مثبتی با کیفیت ظاهری و ویژگی‌های رشدی (r≥0.82) نشان داد. سرعت جوانه‌زنی بذر، همبستگی قوی و مثبتی با بیشتر ویژگی‌های اندازه‌گیری شده (r≥0.94) داشت. همچنین با میزان کلروفیل (r=0.68) همبستگی مثبت متوسطی نشان داد، 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 پاخوری، با تمام شاخص‌های جوانه زنی، کیفیت ظاهری و ویژگی‌های رشدی همبستگی منفی (r≤0.85) نشان دادند.

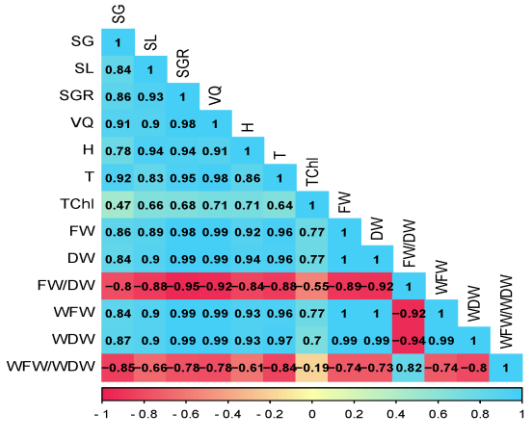

Figure 12. Pearson corrolation between the traits of eghit native turfgrass. SG: seed germination percentage, SL: seedling length, SGR: seed germination rate, VQ: visual quality, H: height, T: tillering, TChl: total chlorophyll, FW: fresh weight, DW: dry weight, FW/DW: Ratio of fresh weight to dry weight, WFW: fresh weight after wearing, WDW: dry weight after wearing, WFW/WDW: Ratio of fresh weight to dry weight after wearing.

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

نتیجه‌گیری

نتایج حاضر نشان داد که نژادگان بومی چمن *L. perenne*، از نظر ویژگی‌های ارزیابی شده مانند درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه زنی بذر و رشد دانهال بالاترین میزان را در مقایسه با سایر نژادگان‌ها داشت. افزون بر این از نظر کیفیت ظاهری، ارتفاع، پنجه‌زنی، وزن تر و خشک شاخساره و میزان کلروفیل در مقایسه با سایر نژادگان‌ها امتیاز و مقادیر بالاتری نشان داد. همچنین، *F. arundinacea* در بیشتر ویژگی‌های اندازه‌گیری شده، تفاوت معنی‌داری با *L. perenne* نداشت و در رتبه دوم جهت استفاده در فضای سبز شهری می‌توان آن را توصیه نمود.

نسخه پیش از انتشار

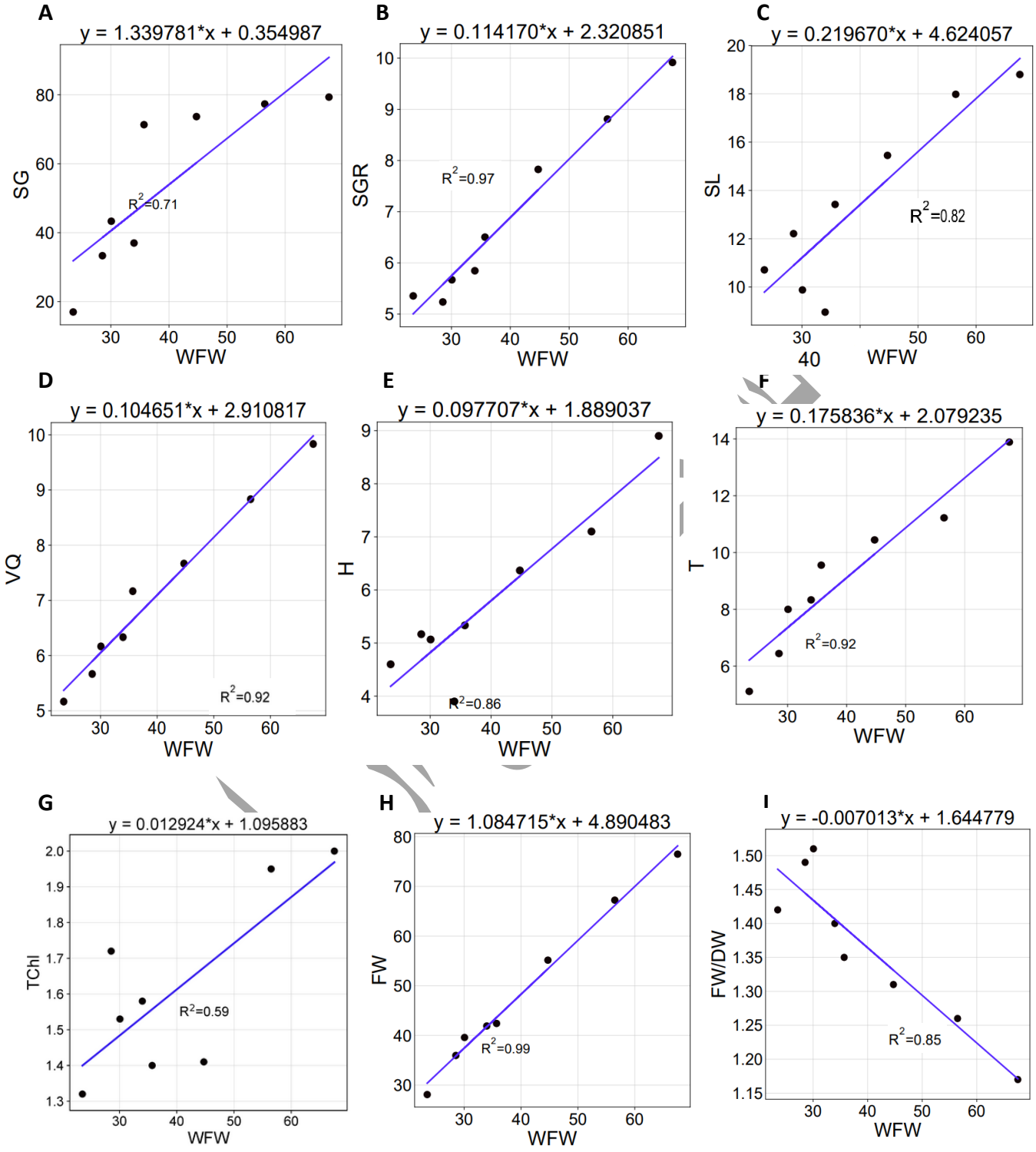

Figure 13. Linear regression between the indicators of seed germination percentage (A, seed germination speed (B), seedling length (C), visual quality (D), height (E), tillering (F), total chlorophyll (G), fresh weight (H), ratio of fresh to dry weight after wearing (I) with fresh weight after wearing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

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 of some 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 Physiology*. *24*(1), 1.

Azarnivand, H., & Zare Chahouki, M.A. (2009). Improvment of ranglands. Tehran Univercity Publication. 254 p. [In Persian].

Demiroglu, G., Geren, H., Kır, B., & Avcıoglu, 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.

Gül, İ. (2015). A research on turfgrass performances of some fescue species in Diyarbakir conditions.

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 C_4 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. and 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 Va1 Badia (BZ). *L'Italia Forestale e Montana*, *56*(2), 143-155.

Watkins, E., Fei, S., Gardner, D., Stier, J., Bughrara, S., Li, D., ... & Diesburg, K. (2011). Low- input turfgrass species for the north central United States. *Applied Turfgrass Science*, *8*(1), 1-11.