تنوع ژنتیکی صفات بذری فسکیوی بلند (*Festuca arundinacea*) با استفاده از روش‌های آماری چندمتغیره

پیمان معصومی[1]، فاطمه امینی[2،*] و حسین رامشینی[3]

١- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم زراعی و اصلاح‌نباتات، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران، پاکدشت
٢- استادیار، گروه علوم زراعی و اصلاح‌نباتات، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران، پاکدشت
٣- دانشیار، گروه علوم زراعی و اصلاح‌نباتات، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران، پاکدشت

تاریخ دریافت: ١٣٩٨/٠١/١٥ – تاریخ پذیرش: ١٣٩٨/٠٩/٢٢)

چکیده

تنوع ژنتیکی اساس مطالعات به‌نژادی در بسیاری از گونه‌های گیاهی است و یکی از مهم‌ترین شاخص‌ها جهت انتخاب والدین می‌باشد. هدف از این آزمایش، بررسی تنوع ژنتیکی ٢٥ نمونه فسکیوی بلند با استفاده از صفات ارتفاع بوته، امتیاز رشد بهاره، روز تا خوشه‌دهی، روز تا گرده‌افشانی، طول و عرض برگ پرچم، طول خوشه، وزن صد دانه و عملکرد بذر در بوته بود که در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در ٣ تکرار اجرا شد. بر اساس نتایج به دست آمده، اکوتیپ‌های مورد بررسی برای کلیه صفات به‌جز وزن ١٠٠ دانه تفاوت معنی‌داری داشتند. بیش‌ترین ضریب تنوع فنوتیپی (٥٨/٦٠)، ضریب تنوع ژنتیکی (٥٨/٣٢) و وراثت‌پذیری (٠/٩٧) مربوط به ارتفاع بوته بود. همبستگی بین صفات نشان داد که اکوتیپ‌هایی با مقدار ارتفاع بیش‌تر، طول خوشه و برگ پرچم بیشتر و امتیاز رشد بهاره‌ی بیشتر، دارای عملکرد بذر بالاتر هستند. نتایج حاصل از تجزیه رگرسیون مرحله‌ای نشان داد طول خوشه به‌تنهایی ٦٠/٩١ درصد از تغییرات را توجیه کرده است. تجزیه خوشه‌ای ٢٥ اکوتیپ را به سه گروه دسته‌بندی کرد. تجزیه واریانس صفات زراعی و نیز عملکرد و صفات مرتبط با آن نشان داد که گروه‌بندی باعث معنی‌دار شدن میانگین مربعات بین گروه‌ها در تمام صفات (به‌جز عرض برگ پرچم) شد. تنوع ژنتیکی بالا همراه با وراثت‌پذیری مناسب برای صفات در این پژوهش نشان‌دهنده‌ی پتانسیل بالای بهبود این صفات طی انتخاب هدفمند در برنامه‌های به‌نژادی است.

واژگان کلیدی: تجزیه خوشه‌ای، ژرم‌پلاسم، فسکیوی بلند

* نویسنده مسئول، آدرس پست الکترونیکی: **aminif@ut.ac.ir**

[Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2025-02-02]
[DOR: 20.1001.1.23831367.1398.6.2.10.2]
[DOI: 10.29252/pgr.6.2.55]

مقدمه

کشور ما علی‌رغم تنوع اقلیمی وسیع و وجود منابع محیطی و ذخایر گیاهی غنی هنوز در زمره‌ی کشورهای وارد کننده‌ی علوفه دامی و نیز مواد پروتئینی است. از طرفی با توجه به اینکه بخش قابل‌توجهی از علوفه کشور با استفاده مراتع تأمین می‌گردد، عدم وجود مدیریت صحیح در مراتع، چرای بی‌رویه و تبدیل مراتع به دیم‌زارها باعث تشدید این مسئله نیز می‌گردد. این درحالی است که سیستم کشاورزی و منابع طبیعی کشور پتانسیل بالقوه تأمین علوفه کشور را دارا است (Majidi and Mirlohi, 2009).

گونه‌ی *Festuca arundinacea* معروف به فسکیوی بلند با نام فارسی علف بره‌نی، متعلق به جنس فستوکا، خانواده پوآسه (گراس) می‌باشد. این گیاه آلوهگزاپلوئید (2n=6x=42)، آزادگرده‌افشان و با خودناسازگاری بالا می‌باشد (Rouf *et al.*, 2002). فسکیوی بلند (*F.arundinacea*) یک گیاه علوفه‌ای چندساله است که بهترین رشد را در شرایط آب و هوایی معتدل دارد و از جمله گراس‌های فصل سرد است که تابستان‌های گرم را نیز به‌خوبی تحمل می‌کند (Norouzi *et al.*, 2013). این گیاه نه‌تنها مقاومت بالایی به تنش خشکی دارد، بلکه نسبت به سایر گراس‌های چندساله دارای پتانسیل عملکرد بیش‌تری نیز می‌باشد (Scheneiter and Camarasa, 2014). فسکیوی بلند بومی اروپا و آفریقای شمالی است و عموماً در شمال‌غربی اقیانوس آرام و بیشتر به‌منظور تهیه‌ی علوفه سبز و خشک و هم‌چنین ایجاد مراتع کشت می‌شود. همچنین این گیاه به‌منظور کاهش فرسایش خاک، احیای خاک و به‌عنوان چمن نیز کاربرد دارد (Farshadfar *et al.*, 2012). گرچه در حال حاضر، زراعت این گیاه در ایران مرسوم نیست اما در ایران نیز از پراکنش بالایی در مناطقی نظیر دامنه‌های البرز و زاگرس، استان‌های آذربایجان، قزوین، تهران، همدان، لرستان، خراسان و فارس برخوردار است (Modir Shanechi, 1990). تعیین تنوع ژنتیکی در گیاه فسکیوی بلند و دیگر گونه‌های دگرگشن به دلیل وجود تنوع در بین و نیز در درون جمعیت پیچیده است. به همین دلیل، بررسی تنوع ژنتیکی در گیاهان دگرگشن به‌صورت سنتی و با بررسی DNA در تعدادی از افراد جامعه بررسی شده است. ابتدا تنوع درون و در بین جمعیت را مشخص کرده و سپس با آنالیز DNA این افراد تنوع ژنتیکی مشخص می‌شود (Rouf *et al.*, 2002). در بررسی فامیل‌های نیمه‌خواهری فسکیوی بلند در طی دو سال وراثت‌پذیری خصوصی را برای صفات روز تا گرده‌افشانی ۸۰/۵ درصد در سال اول و ۷۹/٦ درصد در سال دوم، ارتفاع ۵۲/۵ درصد سال اول و ٤۹/٤ درصد در سال دوم و برای تعداد ساقه بارور ٤۸/۵ در سال اول و ٤۳/۹ درصد در سال دوم گزارش شد (Majidi *et al.*, 2009).

از ضرایب تنوع ژنتیکی، محیطی و فنوتیپی برای تعیین وجود یا عدم وجود تنوع استفاده می‌شود. در صورتی‌که ضریب تنوع فنوتیپی بیشتر از ضریب تنوع ژنتیکی باشد، عوامل محیطی بر صفات مورد بررسی تأثیرگذار است. هر چه نسبت تنوع ژنوتیپی به محیطی بیش‌تر باشد، بازدهی انتخاب بیشتر بوده و بهتر می‌توان ژنوتیپ‌های مطلوب را از نامطلوب تشخیص داد. میزان بازدهی انتخاب برای یک ویژگی به تأثیر نسبی عوامل ژنتیکی و غیرژنتیکی در بروز تفاوت‌های فنوتیپی آن ویژگی، بستگی دارد که به‌وسیلهٔ قابلیت توارث بیان می‌شود که عامل مهمی در تعیین روش مناسب برای بهبود یک ویژگی در برنامه‌های به‌نژادی است (Burton, 1952). با کمک رگرسیون مرحله‌ای اثر صفات غیرمؤثر یا کم‌تاثیر را در مدل رگرسیونی بر روی عملکرد حذف نموده و فقط صفاتی که میزان قابل‌ملاحظه‌ای از تغییرات را توجیه می‌کنند، مورد بررسی قرار داد. اساس این روش بر مبنای همبستگی میان متغیرهای مستقل و متغیر وابسته می‌باشد (Johnson and Wichern, 1996). هدف روش تجزیه به عامل‌ها توجیه تغییرات موجود در تعدادی از متغیرهای اولیه با استفاده از تعداد کمتری متغیر می‌باشد و بر یک مدل نسبتاً ویژه استوار است. از تجزیه به عامل‌ها به‌منظور تفسیر روابط

[Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2025-02-02]
[DOR: 20.1001.1.23831367.1398.6.2.10.2]
[DOI: 10.29252/pgr.6.2.55]

موجود میان صفات و گروه‌بندی آن‌ها بر مبنای این روابط استفاده می‌گردد تا بدین طریق عوامل پنهانی که موجب پدید آمدن ساختار خاص ماتریس همبستگی یا کوواریانس گردیده‌اند مشخص شوند (Johnson and Wichern, 1996).

این پژوهش با هدف اندازه‌گیری میزان تنوع موجود در جامعه مورد بررسی، تعیین وراثت‌پذیری صفات مورد مطالعه و شناسایی اکوتیپ‌های برتر از نظر صفات مرتبط با عملکرد بذر جهت تولید واریته ساختگی انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در سال ١٣٩٦ در گلخانه‌های تحقیقاتی پردیس ابوریحان دانشگاه تهران واقع در شهرستان پاکدشت استان تهران انجام شد. آزمایش به‌صورت بلوک کامل تصادفی با ٣ تکرار اجرا شد. ٢٥ اکسشن جمع‌آوری شده از مناطق مختلف به‌صورت گلدانی کشت شدند. اکوتیپ‌های ایرانی از مناطق مختلف ایران جمع‌آوری و ژنوتیپ‌های خارجی از موسسه اکولوژی مولکولی (ART) کشور سوئیس تهیه شدند. نسبت خاک مورد استفاده در هر گلدان به نسبت ٣ خاک، ١ کود و ١ ماسه بود. عمق کشت بذر در گلدان ٥ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. آبیاری اول بلافاصله پس از کشت و آبیاری‌های بعدی به‌طور تقریبی هر ٧ روز یک‌بار انجام شد. ارزیابی صفات از اوایل بهار تا اواخر پاییز سال ١٣٩٦ انجام شد. نام اکسشن‌ها و منشأ آن‌ها در جدول ١ آمده است. تجزیه واریانس صفات عملکرد بذری و صفات مرتبط با آن نظیر ارتفاع بوته، طول و عرض برگ پرچم، طول خوشه، روز تا خوشه‌دهی، روز تا گرده‌افشانی، وزن صد دانه و عملکرد بذر در بوته بر اساس طرح بلوک کامل انجام شد.

جدول ١- نام اکسشن‌ها و منشأ *F. arundinacea*

Table 1. Name and origin of accessions of *F. arundinacea*.

نام	Name	منشأ	Origin
اکوتیپ ١	Ecotype 1	ایران، سمنان، شاهرود	Iran, Semnan, Shahrood
اکوتیپ ٢	Ecotype 2	ایران، سمنان، شاهرود	Iran, Semnan, Shahrood
اکوتیپ ٣	Ecotype 3	مجارستان، سزنک	Hungary, Csesznek
اکوتیپ ٤	Ecotype 4	ایران، اصفهان، مبارکه	Iran, Isfahan, Mobarake
اکوتیپ ٥	Ecotype 5	ایران، اصفهان، فزوه	Iran, Isfahan, Fozve
اکوتیپ ٦	Ecotype 6	مجارستان	Hungary
اکوتیپ ٧	Ecotype 7	ایران، اصفهان، فزوه	Iran, Isfahan, Fozve
اکوتیپ ٨	Ecotype 8	ایران، اصفهان، مبارکه	Iran, Isfahan, Mobarake
اکوتیپ ٩	Ecotype 9	ایران، سمنان، شاهرود	Iran, Semnan, Shahrood
اکوتیپ ١٠	Ecotype 10	لهستان	Poland
اکوتیپ ١١	Ecotype 11	ایران، اصفهان	Iran, Isfahan
اکوتیپ ١٢	Ecotype 12	مجارستان	Hungary
اکوتیپ ١٣	Ecotype 13	ایران، کهکیلویه، یاسوج	Iran, Kohkiluye, Yasuj
اکوتیپ ١٤	Ecotype 14	مجارستان، سزنک	Hungary, Csesznek
اکوتیپ ١٥	Ecotype 15	ایران، اصفهان، داران	Iran, Isfahan, Daran
اکوتیپ ١٦	Ecotype 16	ایران، کهکیلویه، یاسوج	Iran, Kohkiluye, Yasuj
اکوتیپ ١٧	Ecotype 17	ایران، پارس‌آباد، اردبیل	Iran, Parsabad, Ardebil
اکوتیپ ١٨	Ecotype 18	ایران، گلستان، گرگان	Iran, Golestan, Gorgan
اکوتیپ ١٩	Ecotype 19	ایران، چهارمحال، بروجن	Iran, ChaharMahal, Boroujen
اکوتیپ ٢٠	Ecotype 20	ایران، اصفهان، سمیرم	Iran, Isfahan, Semirom
اکوتیپ ٢١	Ecotype 21	ایران، همدان، همدان	Iran, Hamedan, Hamedan
دافین	Dauphine	سوئیس، زوریخ	DSP/ART, Switzerland,
اتاریا	Otaria	سوئیس، زوریخ	DSP/ART, Switzerland
مولوا	Molva	سوئیس، زوریخ	DSP/ART, Switzerland
بلفین	Belfine	سوئیس، زوریخ	DSP/ART, Switzerland

[Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2025-02-02]
[DOR: 20.1001.1.23831367.1398.6.2.10.2]
[DOI: 10.29252/pgr.6.2.55]

بررسی صفات مورفولوژیک و زراعی و تجزیه و تحلیل داده‌ها: تجزیه واریانس و اجزای واریانس، همبستگی فنوتیپی و وراثت‌پذیری عمومی با استفاده از روش برتون و دوان (Burton and Devane, 1953) برآورد گردید. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از روش حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD5%)، انجام شد. واریانس ژنتیکی براساس میانگین مربعات مورد انتظار محاسبه شد و برای تعیین تغییرات ضرایب ژنتیکی از روش F استفاده شد. برای تعیین ضریب تغییرات فنوتیپی (CV_p) و ضریب تغییرات ژنوتیپی (CV_g) ازفرمول‌های زیر استفاده شد:

$$CVg= (\sigma g /\mu) \times 100$$
$$CVp= (\sigma p /\mu) \times 100$$

که σg، σp و μ به ترتیب انحراف معیار ژنوتیپی، انحراف معیار فنوتیپی و میانگین فنوتیپی می‌باشد.

وراثت‌پذیری عمومی با استفاده از روابط زیر محاسبه شد:

$$h^2= \sigma^2g/ \sigma^2p$$

با استفاده از روش Ward و ضریب مربع فاصله اقلیدسی تجزیه خوشه‌ای انجام شد. تعداد خوشه‌ها با استفاده از آزمون T^2 کاذب هتلینگ (Pseudo Hottelings T^2 Test)، معیار توان سوم خوشه‌ها (CCC) (The Cubic Clusterring Criterion) و F بیل تعیین گردید. به‌منظور کسب اطمینان بیشتر به گروه‌بندی انجام شده خوشه‌ها به‌عنوان تیمار و توده‌های داخل آن‌ها به‌عنوان تکرار در نظر گرفته شدند و تجزیه واریانس چندمتغیره بر مبنای طرح کاملاً تصادفی نامتعادل انجام و میانگین گروه‌ها به روش دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث

صفات ارتفاع بوته، امتیاز رشد بهاره، روز تا خوشه‌دهی، روز تا گرده‌افشانی، طول برگ پرچم و طول خوشه ($P<0.01$)، عرض برگ پرچم و عملکرد بذر در بوته ($P<0.05$) در اکوتیپ‌های مختلف معنی‌دار بود. وزن صد دانه اختلاف معنی‌دار در اکوتیپ‌های مختلف نداشت (جدول ۲). اکوتیپ‌های مورد بررسی برای اکثر صفات به‌ویژه عملکرد و صفات مرتبط با آن تنوع قابل‌ملاحظه‌ای دارند (جدول ۳). بیش‌ترین ضریب تنوع فنوتیپی (با ۵۸/۶۰)، ضریب تنوع ژنتیکی (با ۵۸/۳۲) و وراثت‌پذیری (با ۰/۹۷) مربوط به ارتفاع بوته بود. کم‌ترین مقدار ضریب تنوع فنوتیپی و ضریب تنوع ژنتیکی را صفت روز تا گرده‌افشانی داشت که به ترتیب برابر ۷/۷۵ و ۷/۵۹ بود. بیشترین میزان وراثت‌پذیری (۰/۹۷) مربوط به صفت ارتفاع و کمترین وراثت‌پذیری مربوط به صفت طول برگ پرچم (۰/۷۶) بود (جدول ۳).

نتایج مقایسه میانگین صفات نشان داد اکوتیپ شماره ۱۱ (منشأ اصفهان) با ۵۹/۹۱ سانتی‌متر بیش‌ترین ارتفاع و اکوتیپ شماره ۱۲ (با منشأ مجارستان) با ۳۲/۵ سانتیمتر کم‌ترین ارتفاع را داشتند. تعداد روز تا خوشه‌دهی بین ۱۶/۶۶–۱۹۵/۲۳۱ متغیر بود. همچنین تعداد روز تا گرده‌افشانی کامل بین ۲۴۳/۰۰– ۲۰۹/۱۶ متغیر بود. اکوتیپ اصفهان با ۲۳/۱۷ سانتی‌متر دارای بیش‌ترین طول برگ پرچم بود. اکوتیپ شاهرود با ۶/۲۵ میلی‌متر، اکوتیپ فزوه با ۶/۴۱ میلی‌متر و اکوتیپ پارس‌آباد با ۶/۲۲ میلی‌متر بیش‌ترین عرض برگ پرچم را داشتند. کم‌ترین طول و عرض برگ پرچم مربوط به اکوتیپ مجارستان بود که به ترتیب برابر با ۱۳/۰۰ سانتی‌متر و ۴/۰۰ میلی‌متر بود (جدول ٤). بیش‌ترین طول خوشه مربوط به اکوتیپ *Belefine* (۱۹/۳۱) و کم‌ترین طول خوشه مربوط به اکوتیپ داران (۱۱/۰۰) بود. اکوتیپ پارس‌آباد با ۱۶/۱۵ گرم بیش‌ترین عملکرد بذر در بوته را داشت. کم‌ترین مقدار عملکرد بذر در بوته مربوط به اکوتیپ لهستان (۱۱/۱۹) بود. (جدول ٤).

مقایسه میانگین عملکرد بذر در فامیل‌های نیمه‌خواهری در مطالعه‌ای (Amini, 2015) نشان داد فامیل‌های ۱۲ (با منشأ اصفهان) و ۲ (با منشأ یاسوج) بیشترین و فامیل ۱۳ (با منشأ اصفهان) کمترین عملکرد بذر در واحد سطح و عملکرد تک بوته داشتند. وراثت‌پذیری عمومی عملکرد بذر در بوته و عملکرد بذر در واحد سطح در این مطالعه به ترتیب ٦٦ و ۳۲ درصد برآورد شد. در پژوهش دیگری وراثت‌پذیری عملکرد بذر تک بوته در فسکیوی مرتعی ۸۰ درصد گزارش شد (Fang *et al*., 2004).

[Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2025-02-02]
[DOR: 20.1001.1.23831367.1398.6.2.10.2]
[DOI: 10.29252/pgr.6.2.55]

جدول ٢- تجزیه واریانس عملکرد بذر و صفات مرتبط به آن در ٢٥ اکوتیپ از گیاه فسکیوی بلند (*Festuca arundinacea*)

Table 2. Analysis of variance for seed yield and related traits among 25 genotypes of tall fescue (*Festuca arundinacea*)

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی d.f	میانگین مربعات (MS)								
		ارتفاع بوته Plant height	طول برگ پرچم Flag leaf length	عرض برگ پرچم Flag leaf width	طول خوشه Panicle length	امتیاز رشد بهاره Spring growth rate	روز تا خوشه‌دهی Days to flowering	روز تا گرده‌افشانی Days to pollination	وزن صد دانه 100 seed weight	عملکرد بذر در بوته Seed yield
بلوک Block	2	22.57 ns	9.23 ns	0.83 ns	16.15*	9.36**	58.50 ns	64.13 ns	0.0001 ns	13.31*
ژنوتیپ Genotype	24	189.71**	23.94	1.07*	13.18**	3.25**	317.98**	300.07**	0.0007 ns	5.83*
خطا Error	48	16.39	3.68	0.53	4.51	0.81	40.42	39.49	0.0004	2.94

ns، ** و *: به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ١ و ٥ درصد

ns, ** and * and ns: Non-significant, significant at 1% and 5% probability levels, respectively

جدول ٣- واریانس فنوتیپی و ژنتیکی، ضریب تغییرات فنوتیپی، ضریب تغییرات ژنوتیپی و وراثت‌پذیری در ٢٥ اکوتیپ از فسکیوی بلند

Table 3. Genotypic and phenotypic variances, heritability, genotypic and phenotypic coefficient of variation for seed yield and related traits in 25 ecotypes of tall fescue

صفات Traits	اجزای واریانس Variance component		ضریب تغییرات Coefficient of variation		وراثت‌پذیری Heritability
	ژنوتیپی Genotypic	فنوتیپی Phenotypic	ژنوتیپی Genotypic	فنوتیپی Phenotypic	
ارتفاع بوته Plant height	189.7	195.16	58.33	58.60	0.97
طول برگ پرچم (cm) Flag leaf length	19.15	25.16	24.28	27.83	0.76
عرض برگ پرچم (mm) Flag leaf width	1.06	1.24	19.84	21.43	0.86
طول خوشه (cm) Panicle length	13.18	14.68	24.83	26.21	0.90
امتیاز رشد بهاره Spring growth rate	3.24	3.51	37.19	38.6	0.92
روز تا خوشه‌دهی Days to flowering	317.98	331.45	8.30	8.48	0.96
روز تا گرده‌افشانی Days to pollination	300.07	313.23	7.59	7.75	0.96
عملکرد بذر در بوته (g) Seed yield	5.83	6.81	17.12	18.51	0.86

[Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2025-02-02]

[DOR: 20.1001.1.23831367.1398.6.2.10.2]

[DOI: 10.29252/pgr.6.2.55]

جدول ٤- مقایسه میانگین عملکرد بذر و صفات مرتبط با آن در ۲۵ ژنوتیپ از گیاه فسکیوی بلند (*Festuca arundinacea*)

Table 4. Mean comparison of seed yield and related traits among 25 ecotypes of tall fescue (*Festuca arundinacea*)

نمونه	Accession	ارتفاع بوته (cm) Plant height	طول برگ پرچم (cm) Flag leaf length	عرض برگ پرچم (mm) Flag leaf width	طول خوشه (cm) Panicle length	امتیاز رشد بهاره Growth rate	روز تا خوشه‌دهی Days to flowering	روز تا گرده‌افشانی Days to pollination	وزن صد دانه (g) 100 seed weight
اکوتیپ ۱	Ecotype 1	49.15	17.36	5.36	13.54	5.72	195.16	209.16	13.54
اکوتیپ ۲	Ecotype 2	35.35	15.61	5.00	13.76	4.33	224.33	238.16	13.19
اکوتیپ ۳	Ecotype 3	34.15	15.60	4.50	12.32	4.33	221.00	235.00	15.09
اکوتیپ ٤	Ecotype 4	51.70	22.15	5.50	17.09	4.44	229.33	243.00	15.47
اکوتیپ ٥	Ecotype 5	54.70	21.66	6.41	17.56	6.27	217.89	228.89	15.70
اکوتیپ ٦	Ecotype 6	39.55	16.71	5.50	11.85	5.44	207.33	230.44	12.09
اکوتیپ ۷	Ecotype 7	37.81	17.20	5.33	14.91	3.83	219.83	232.50	15.34
اکوتیپ ۸	Ecotype 8	44.31	18.77	4.75	15.84	5.16	206.16	219.83	15.67
اکوتیپ ۹	Ecotype 9	36.31	21.06	6.25	11.80	3.16	215.66	226.66	11.63
اکوتیپ ۱۰	Ecotype10	35.27	17.26	5.83	12.50	4.11	219.66	232.66	11.19
اکوتیپ ۱۱	Ecotype11	59.91	23.17	5.33	17.12	7.00	198.11	213.11	15.10
اکوتیپ ۱۲	Ecotype12	32.5	13.00	4.00	14.00	3.16	226.33	239.66	13.42
اکوتیپ ۱۳	Ecotype13	39.29	18.19	4.77	13.22	4.83	213.44	230.44	13.40
اکوتیپ ١٤	Ecotype14	34.51	14.10	4.83	15.21	4.50	209.33	225.00	13.05
اکوتیپ ١٥	Ecotype15	41.96	15.90	4.91	11.00	4.83	215.83	230.83	12.27
اکوتیپ ١٦	Ecotype16	44.91	19.51	4.91	14.83	5.50	213.77	226.88	13.95
اکوتیپ ۱۷	Ecotype17	58.28	22.56	6.22	17.49	6.66	197.16	209.16	16.15
اکوتیپ ۱۸	Ecotype18	34.50	16.51	4.41	13.69	4.50	203.50	216.83	14.99
اکوتیپ ۱۹	Ecotype19	40.68	17.47	5.33	16.73	5.33	217.00	232.00	15.15
اکوتیپ ۲۰	Ecotype20	51.70	22.15	5.50	17.09	3.16	226.33	239.66	15.47
اکوتیپ ۲۱	Ecotype21	33.88	15.48	4.66	12.99	3.50	221.00	235.00	12.87
دافین	Dauphine	45.15	21.26	5.66	15.45	5.77	208.11	220.55	14.46
اتاریا	Otaria	37.85	17.24	5.41	14.68	4.33	229.00	241.16	15.11
مولوا	Molva	33.60	15.43	4.83	15.50	3.66	224.00	238.66	14.71
بلفین	Belfine	41.33	21.30	5.33	19.13	4.66	231.66	240.66	15.40
حداقل اختلاف معنی‌دار (٥ ٪)	LSD (5%)	6.64	3.14	1.19	3.48	1.47	10.43	10.31	2.81

با توجه به اینکه وراثت‌پذیری عمومی نشان دهنده سهم واریانس ژنتیکی است، وراثت‌پذیری بالا در مطالعه حاضر برای صفات مورد مطالعه از جمله عملکرد بذر در بوته نشان دهنده‌ی کارایی انتخاب برای بهبود این صفات است.

همبستگی بین صفات: ضرایب همبستگی فنوتیپی بین صفات اندازه‌گیری شد (جدول ٥). همبستگی بین عملکرد بذر در بوته به‌عنوان متغیر وابسته با صفات ارتفاع بوته، طول برگ پرچم، طول خوشه و امتیاز رشد بهاره مثبت و معنی‌دار بود. لذا می‌توان نتیجه گرفت که اکوتیپ‌هایی با مقدار ارتفاع بیش‌تر، طول خوشه و برگ پرچم بیشتر و امتیاز رشد بهاره‌ی بیشتر دارای عملکرد بذر بالاتر هستند. بین صفت ارتفاع بوته با تمام صفات زراعی به‌جز روز تا

[Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2025-02-02]
[DOR: 20.1001.1.23831367.1398.6.2.10.2]
[DOI: 10.29252/pgr.6.2.55]

خوشه‌دهی و روز تا گرده‌افشانی همبستگی مثبت و معنی‌دار وجود داشت و با دو صفت مذکور همبستگی منفی و معنی‌دار داشت. همبستگی بین دو صفت روز تا خوشه‌دهی و روز تا گرده‌افشانی با صفات طول برگ پرچم و امتیاز رشد بهاره منفی و معنی‌دار بود.

در پژوهشی روابط بین عملکرد و اجزای عملکرد در ١٦ اکوتیپ یونجه مطالعه شد (Sengul, 2006) که در این تحقیق همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد بذر و ارتفاع بوته گزارش شد ولی ارتباط معنی‌دار بین ارتفاع بوته با هیچ‌یک از صفات تعداد دانه در غلاف، تعداد غلاف در گل‌آذین و وزن هزار دانه مشاهده نشد. بررسی روابط همبستگی اکوتیپ‌های مختلف فسکیوی بلند با عملکرد بذر در بوته نشان می‌دهد که در شرایط منطقه پاکدشت احتمالاً گیاه فسکیوی بلند که سرعت رشد مناسبی در طول رشد داشته و زودتر وارد مرحله ساقه‌دهی و گرده‌افشانی شوند و نیز طول دوره پر شدن دانه بالایی داشته باشند به احتمال زیاد دارای عملکرد دانه بالایی خواهند بود.

رگرسیون مرحله‌ای: جهت تعیین متغیرهای مستقل مؤثر بر عملکرد دانه در بوته به‌عنوان متغیر وابسته، در تجزیه رگرسیون از صفات ارتفاع بوته، امتیاز رشد بهاره، طول و عرض برگ پرچم، طول خوشه، وزن صد دانه، روز تا خوشه‌دهی و روز تا گرده‌افشانی به‌عنوان متغیرهای مستقل استفاده گردید. طول خوشه به‌تنهایی ٦٠/٩١ درصد از تغییرات را توجیه کرد. این صفت به همراه عرض برگ پرچم ٦٤/١٤ درصد از تغییرات را تبیین نمود. در نهایت صفت ارتفاع بوته با دو صفت قبلی در مجموع ٦٦/٣٢ درصد از تغییرات عملکرد بذر در بوته را توجیه کردند (جدول ٦)

جدول ٥- همبستگی عملکرد بذر و اجزای مرتبط با آن در ٢٥ ژنوتیپ از گیاه فسکیوی بلند (*Festuca arundinaecea*)

Table 5. Correlation between seed yield and related traits among 25 ecotypes of tall fescue (*Festuca arundinacea*)

صفات Traits	ارتفاع بوته Plant height	طول برگ پرچم Flag leaf length	عرض برگ پرچم Flag leaf width	طول خوشه Panicle length	امتیاز رشد بهاره Spring growth rate	روز تا خوشه‌دهی Days to flowering	روز تا گرده‌افشانی Days to pollination	وزن صد دانه 100 seed weight	عملکرد بذر در بوته Seed yield
ارتفاع بوته Plant height	1.00								
طول برگ پرچم Flag leaf length	0.81**	1.00							
عرض برگ پرچم Flag leaf width	0.56**	0.71**	1.00						
طول خوشه Panicle length	0.58**	0.58**	0.71**	1.00					
امتیاز رشد بهاره Spring growth rate	0.91**	0.69**	0.44*	0.52*	1.00				
روز تا خوشه‌دهی Days to flowering	-0.64**	-0.42*	-0.25ns	-0.11 ns	-0.67**	1.00			
روز تا گرده‌افشانی Days to pollination	-0.68**	-0.51**	-0.34*	-0.18 ns	-0.69**	0.98**	1.00		
وزن صد دانه 100 seed weight	0.70**	0.56	0.45*	0.26 ns	0.58**	-0.61**	-0.62*	1.00	
عملکرد بذر در بوته Seed yield	0.48**	0.42*	0.06 ns	0.78**	0.46*	-0.13 ns	-0.18ns	0.08ns	1.00

ns، ** و *: به‌ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ١ و ٥ درصد

ns, ** and *: Non-significant, significant at 1% and 5% probability levels, respectively

[Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2025-02-02]
[DOR: 20.1001.1.23831367.1398.6.2.10.2]
[DOI: 10.29252/pgr.6.2.55]

جدول ٦- نتایج رگرسیون مرحله‌ای برای عملکرد بذر و صفات مرتبط با آن در فسکیوی بلند (*Festuca arundinacea*)

Table 6. Results of stepwise regression for seed yield and related traits in tall fescue (*Festuca arundinacea*)

صفات Traits	ضرایب رگرسیون Regression coefficients	R^2 جزء Partial R^2	R^2	F
طول خوشه Panicle length	0.52	0.61	0.61	35.84**
عرض برگ پرچم Flag leaf width	-0.44	0.03	0.64	19.68**
ارتفاع بوته Plant height	0.04	0.02	0.66	13.79**
وزن صد دانه 100 seed weight	-26.01	0.04	0.70	11.76**

**: معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

**: Significant at 1% probability level

تجزیه به عامل‌ها: در تجزیه‌های انجام شده در این مطالعه با توجه به توجیه منطقی عامل‌ها و تعداد ریشه‌های مشخصه بزرگ‌تر از یک، تعداد سه عامل پنهانی استخراج گردید. سه عامل اول در مجموع ۸۸/۲۰ درصد از تنوع کل موجود را توجیه نمودند که از این میان سهم عامل‌های اول تا سوم به ترتیب ۳۳/۰۳، ۳۱/٤٥ و ۲۳/۷۱ درصد بود. در عامل اول روز تا خوشه‌دهی (۰/۹۷) و روز تا گرده‌افشانی (۰/۹٥) و وزن صد دانه (۰/٦٤) دارای بار عاملی بزرگ و مثبت بودند بنابراین عامل اول عامل صفات فنولوژی و وزن ۱۰۰ دانه نامیده شد. در عامل دوم عملکرد بذر در بوته (۰/۹۸) و طول خوشه (۰/۸٤) دارای بیش‌ترین بار عاملی بودند. با توجه به اینکه این متغیرها همگی با وزن دانه و درواقع کارایی تولید بذر سروکار دارند، عامل پنهانی دوم تحت عنوان کارایی سیستم تولیدمثلی نام‌گذاری گردید. عامل سوم، دارای بار عاملی بزرگ و مثبت برای دو صفت طول برگ پرچم (۰/۷۷) و عرض برگ پرچم (۰/۹۲) بود و سایر متغیرها در این عامل از بار عاملی کوچک‌تر برخوردار بودند بنابراین این عامل، عامل برگ پرچم نام‌گذاری گردید (جدول ۷).

محمدی و همکاران (Mohammadi *et al.*, 2008) در تجزیه به عامل‌ها روی ٥۰ اکوتیپ فسکیوی بلند اعلام کردند ۳ عامل در مجموع ۸۳ درصد از کل واریانس متغیرها را توجیه می‌کردند. در مطالعه حاضر تفسیر ۸۸/۲۰ درصد از تغییرات کل توسط ۳ عامل بیانگر کارایی بالای تجزیه عاملی در خلاصه نمودن اطلاعات داده‌های ۲٥ اکوتیپ فسکیوی بلند است.

تجزیه خوشه‌ای: تجزیه خوشه‌ای برای اکوتیپ‌های مورد مطالعه انجام شد و ۳ گروه کاملاً مجزا بر اساس آزمون‌های سی‌سی‌سی و T^2 هتلینگ و F بیل شناسایی شدند. تعداد گروه‌ها بر اساس پلات CCC در ناحیه‌ای که این معیار حداکثر و مثبت است، مشخص می‌شود. بر اساس آزمون T^2 هتلینگ ۳ گروه اکوتیپی تشخیص داده شد (جدول ۸)، زیرا در این آزمون در صورتی خوشه‌ها قابل ترکیب شدن هستند که مقدار T^2 هتلینگ دارای تغییر ناگهانی باشد. در گروه اول ۱۳ اکوتیپ شامل اکوتیپ‌های شماره ۲، ۳، ٤، ٥، ۷، ۱۰، ۱۲، ۱۹، ۲۰، ۲۱، ۲۳، ۲٤ و ۲٥ بود. در گروه دوم ۳ اکوتیپ شامل اکوتیپ ۱، اکوتیپ ۱۱ و اکوتیپ ۱۷ بود. در گروه سوم ۹ اکوتیپ با شماره‌های ٦، ۸، ۹، ۱۳، ۱٤، ۱٥، ۱٦، ۱۸، ۲۲ قرار گرفتند (شکل ۱). جهت اطمینان از صحت گروه‌بندی انجام شده و همین‌طور به‌منظور انجام مقایسه در بین گروه‌ها از نظر صفات اندازه‌گیری شده، تجزیه واریانس بر اساس طرح کاملاً تصادفی نامتعادل و با در نظر گرفتن گروه‌ها به‌عنوان تیمار و اکوتیپ‌های داخل هر گروه به‌عنوان تکرار انجام

[Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2025-02-02]
[DOR: 20.1001.1.23831367.1398.6.2.10.2]
[DOI: 10.29252/pgr.6.2.55]

شد (F بیل). ایده‌آل‌ترین نتیجه از تجزیه‌ی خوشه‌ای زمانی به دست می‌آید که واریانس داخل گروه‌ها حداقل و واریانس بین گروه‌ها حداکثر باشد (Johnson and Wichern, 1996). با توجه به وجود بیش‌ترین تنوع در بین گروه‌ها از نظر صفات اندازه‌گیری شده، صحت گروه‌بندی تائید گردید. تجزیه واریانس صفات زراعی و نیز عملکرد و صفات مرتبط با آن نشان داد که گروه‌بندی باعث معنی‌دار شدن میانگین مربعات بین گروه‌ها در تمام صفات (به‌جز عرض برگ پرچم) شد (جدول ۹) که بیانگر تنوع زیاد اکوتیپ‌ها در بین گروه‌ها نسبت به تنوع داخل گروه‌ها بود. نتایج واریانس و مقایسه میانگین‌ها برای عملکرد بذر و صفات مرتبط با آن نشان داد که اکوتیپ‌های گروه اول از لحاظ صفات روز تا خوشه‌دهی و روز تا گرده‌افشانی دارای بیش‌ترین مقدار بودند. اکوتیپ‌های گروه سوم از نظر همه‌ی صفات به جزء روز تا خوشه‌دهی و روز تا گرده‌افشانی دارای بیش‌ترین مقدار بودند. اکوتیپ‌های گروه دوم از نظر عملکرد بذر در بوته کم‌ترین مقدار را داشتند.

جدول ۷- نتایج تجزیه به عامل‌ها برای عملکرد بذر و صفات مرتبط با آن در فسکیوی بلند (*Festuca arundinacea*)

Table 7. Results of factor analysis for seed yield and related traits in tall fescue (*Festuca arundinacea*)

صفات Traits	عامل اول Factor 1	عامل دوم Factor 2	عامل سوم Factor 3
ارتفاع بوته Plant height	0.63	0.44	0.57
امتیاز رشد بهاره Spring growth rate	0.68	0.43	0.41
طول برگ پرچم Flag leaf length	0.35	0.38	0.77
عرض برگ پرچم Flag leaf width	0.13	-0.009	0.92
طول خوشه Panicle length	0.048	0.84	0.36
وزن صد دانه 100 seed weight	0.64	-0.007	0.51
روز تا خوشه‌دهی Days to flowering	-0.98	-0.03	-0.07
روز تا گل‌دهی Days to pollination	-0.95	-0.07	-0.164
عملکرد بذر در بوته Seed yield per plant	0.103	0.98	0.02
واریانس توجیه شده justified variance	33.03	31.46	23.72
واریانس تجمعی توجیه شده Cumulative justified variance	33.03	64.49	88.21
ریشه مشخصه Specific root	3.30	3.15	2.37

[Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2025-02-02]
[DOR: 20.1001.1.23831367.1398.6.2.10.2]
[DOI: 10.29252/pgr.6.2.55]

جدول ۸- تعداد گروه، مقادیر مربوط به سی‌سی‌سی و T2 کاذب هتلینگ مربوط به عملکرد بذر و صفات مرتبط با آن

Table 8. Number of group, amount of CCC and pseudo T2 belong to seed yield and related traits

تعداد گروه Number of group	اتصال خوشه‌ها Jointed cluster	سی‌سی‌سی CCC	T^2 کاذب Pseudo T^2
1	Group 2 and group 3	0	68.8
2	Group 4 and group 6	0.02	32.2
3	Group 5 and group 9	0.08	10.5
4	Group 8 and group 10	-0.51	5.7
5	Group 14 and group 7	-1.2	5.8

جدول ۹- نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین صفات در گروه‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌های مورد مطالعه بر اساس عملکرد بذر و صفات مرتبط با آن (F بیل)

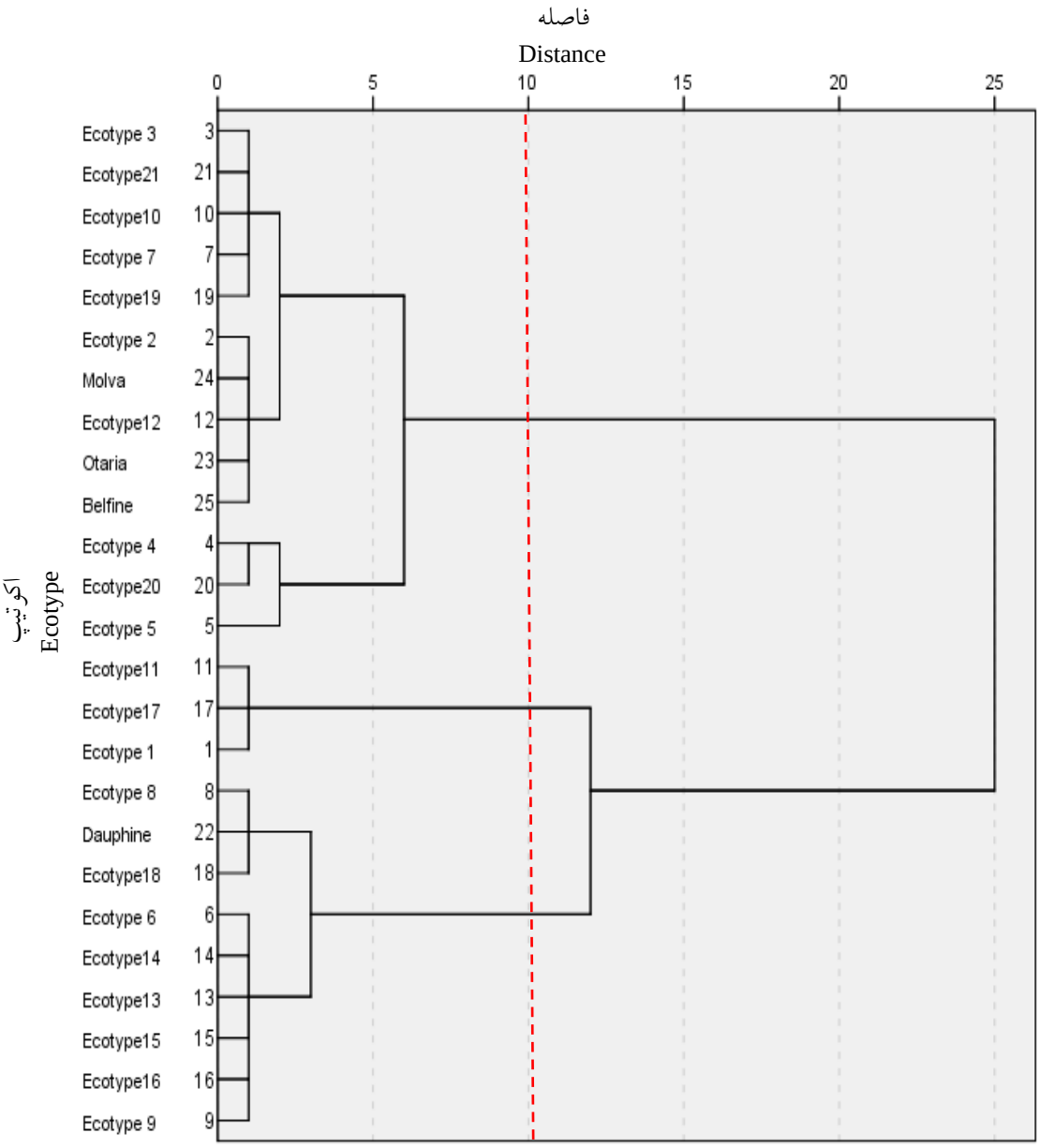
Table 9. Results of variance analysis and means comparison of the traits for each group in cluster analysis of studied genotypes based on seed yield and related traits (F Bill)

صفات Traits	میانگین مربعات بین گروه‌ها MS between group	میانگین مربعات داخل گروه‌ها MS within group	گروه ۱ Group 1	گروه ۲ Group 2	گروه ۳ Group 3
ارتفاع Height	393.53**	41.29	34.70b	38.82 b	39.83a
طول برگ پرچم (cm) Flag leaf length	56.69**	18.02	15.47b	17.14b	20.51a
عرض برگ پرچم (mm) Flag leaf width	1.18*	5.19	4.72b	5.24ab	5.48a
طول خوشه (cm) Panicle length	34.75**	14.62	13.80b	12.86b	16.62a
امتیاز رشد بهاره Spring growth rate	5.98**	4.85	3.97b	4.64b	5.63a
روز تا خوشه‌دهی Days to flowering	509.98**	214.81	224.99a	209.93b	211.53b
روز تا گرده‌افشانی Days to pollination	528.11	228.24	238.67a	224.16b	224.22b
وزن صد دانه (g) 100 seed weight	0.0012**	0.1424	0.13b	0.14a	0.15a
عملکرد بذر در بوته (g) Seed yield	13.57**	14.10	14.01b	12.77c	15.24a

در هر ردیف میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه باشند از نظر آماری تفاوت معنی‌داری ندارند.

Rows with similar characters are not statistically significant.

[Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2025-02-02]
[DOR: 20.1001.1.23831367.1398.6.2.10.2]
[DOI: 10.29252/pgr.6.2.55]



شکل ١- نمودار تجزیه خوشه‌ای ٢٥ اکوتیپ فسکیوی بلند (*Festuca arundinacea*)

Figure 1. Dendrogram of cluster analysis of 25 ecotypes of tall fescue (*Festuca arundinacea*)

اصلاح و بهبود خصوصیات تولیدمثلی و به‌ویژه پتانسیل تولید بذر در کنار سایر ویژگی‌های اقتصادی و اکولوژیکی در گراس‌ها همواره از توجه و اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده است زیرا ارقام علوفه‌ای اصلاح شده و پرمحصول، باید از توان بذردهی مطلوبی نیز برخوردار باشد تا بتوان آن‌ها را در سطح وسیعی کشت کرد (Jafari and Ziaei Nasab, 2005) و از طرفی تکثیر و توسعه آن‌ها برای شرکت‌های تولید بذر مقرون‌به‌صرفه باشد (Nguyen and Sleper, 1983). عدم وجود تفاوت زیاد بین ضریب تنوع فنوتیپی و ژنتیکی و همچنین وراثت‌پذیری بالای این صفت حاکی از سهم بالای عوامل ژنتیکی در ایجاد تنوع برای این صفت می‌باشد. در گیاهان دگرگرده‌افشان، وراثت‌پذیری بالا و انحراف معیار کم، بیانگر این موضوع است که گزینش می‌تواند باعث افزایش عملکرد شود (Yohe and Poehlman, 1972; Kakaei and Mazahery-Laghab, 2015). بالا بودن ضریب تنوع درون جوامع، امکان انتخاب ژنوتیپ‌های برتر از درون نمونه‌های مورد بررسی را نوید می‌دهد. از آن‌جایی که فسکیوی بلند یک

[Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2025-02-02]
[DOR: 20.1001.1.23831367.1398.6.2.10.2]
[DOI: 10.29252/pgr.6.2.55]

گونه‌ی خودناسازگار می‌باشد، درجه بالای دگرگشنی موجب هتروزیگوسیتی بالا و تنوع درون جوامع می‌گردد. در این مطالعه همبستگی بین صفت وزن صد دانه و صفات ارتفاع بوته، طول و عرض برگ پرچم و امتیاز رشد بهاره مثبت و معنی‌دار بود و با صفات روز تا خوشه‌دهی و روز تا گرده‌افشانی منفی و معنی‌دار بود؛ بنابراین این‌طور می‌توان استنباط نمود که با افزایش طول دوره‌ی رشد گیاه تعداد خوشه افزایش پیدا کند و با توجه به محدود بودن مواد فتوسنتزی با افزایش تعداد دانه، وزن دانه کاهش یابد.

در مورد عدم منشأ جغرافیایی با طبقه‌بندی برخی ارقام فرضیاتی گزارش شده است. رولدان رویز و همکاران (Roldan-Ruiz *et al.*, 2000) نامتجانسی، بکر بودن و تنوع ژنتیکی زیاد در نمونه‌های مورد بررسی را از جمله عوامل این عدم تطابق در گیاهان دگرگشن می‌دانند. هم‌چنین پدیده جریان ژنی یا مهاجرت نیز موجب کسب آلل‌های یکسان در جوامع مختلف شده و در نهایت با ایجاد خزانه ژنی مشترک اختلافات میان جوامع دور را کاهش داده و حتی جوامع دور را به یک جامعه تبدیل می‌کند به‌طوری‌که مانع از انعکاس تفاوت‌های ناشی از سازگاری منطقه‌ای در اکوتیپ‌ها می‌گردد. به‌طور کلی نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که تنوع ژنتیکی وسیعی در ژرم‌پلاسم‌های فسکیوی بلند مورد مطالعه وجود دارد. تنوع ژنتیکی بالا همراه با وراثت‌پذیری بسیار عالی برای صفات در این پژوهش نشان‌دهنده‌ی پتانسیل بالای بهبود این صفات طی انتخاب هدفمند در برنامه‌های اصلاحی است.

References

Amini, F. (2015). Evaluation of half sib families in tall fescue for agro-morphologic traits. *Journal of Applied Crop Breeding*, **3:** 27-39.

Burton, G.W. (1952). Quantitative inheritance in grasses in Grassland. *6th International Grassland Congress*, Pennsylvania State College, USA.

Burton, G.W. and Devane, E.M. (1953). Estimating heritability in tall fescue (*Festuca arundinacea*) from replicated clonal material. *Agronomy Journal*, **45:** 478-481.

Farshadfar, M., Jafari, A.A., Farshadfar, E., Rezaee, I., Moradi, F. and Safari, H. (2012). Evaluation of genetic diversity in *Festuca arundinacea* species in dryland conditions of Kermanshah province. *Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research*, **20(2):** 314-326 (In Persian).

Fang, C., Amlid, T.S., Jqrgensen, Q. and Rognil, O.A. (2004). Phenotypic and genotypic variation in seed production traits within a full-sib family of meadow fescue. *Plant Breeding*, **123:** 241-246.

Jafari, A. and Ziaayi Nasab, M. (2005). Genetic variation for seed yield and morphological traits in strawberry clover (*Trifolium fragiferum* L.) populations through principal components and cluster analyses. *Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research*, **12(3):** 281-296 (In Persian).

Johnson, R.A. and Wichern, D.W. (1996). *Applied Multivariate Statistical Analysis.* Prentice Hall, Springer, New Delhi, Delhi, IND.

Kakaei, M. and Mazahery-Laghab, H. (2015). Study of genetic diversity, heritability and the correlation of different traits in alfalfa (*Medicago sativa* L.) related to alfalfa weevil (*Hypera postica* Gyll.) damage in alfalfa germplasm. *Plant Genetic Researches*, **2(1):** 63-76 (In Persian).

Majidi, M.M. and Mirlohi, A.F. (2009). Multivariate statistical analysis in Iranian and exotic tall fescue germplasm. *Journal of Water and Soil Science*, **12(46):** 77-90 (In Persian).

Majidi, M.M., Mirlohi, A.F. and Amini, F. (2009). Genetic variation, heritability and correlations of agro-morphological traits in tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.). *Euphytica*, **167:** 323-331.

Modir Shanechi, M. (1990). *Production and Management of Cultivated Forages.* Astan Quds Razavi, Mashhad, IR (In Persian).

Mohammadi, R., Khayyam Nekoyi, M. and Mirlohi, A.F. (2008). Genetic variation and heritability of several quantitative traits in selected genotypes of tall fescue. *Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research*, **16(2):** 254-272 (In Persian).

[Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2025-02-02]
[DOR: 20.1001.1.23831367.1398.6.2.10.2]
[DOI: 10.29252/pgr.6.2.55]

Nguyen, H.T. and Sleper, D. (1983). Genetic variability of seed yield and reproductive characters in tall fescue. *Crop Science*, **23:** 621-626.

Norouzi, A., Majidi, M.M. and Sabzalian, M.R. (2013). Relationship of morphological traits in tall fescue genotypes grown in normal and drought stress conditions. *Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research*, **21(2):** 353-343 (In Persian).

Roldan-Ruiz, I.J., Dendauw, E., Van-Bockstaele, A. and Depicker, M.D.L. (2000). AFLP markers reveal high polymorphic rates in ryegrasses (*Lolium* spp.). *Molecular Breeding*, **6:** 125-134.

Rouf, M.A., Mian, A. and Hopkins, C.Z. (2002). Determination of genetic diversity in tall fescue with AFLP markers. *Crop Science*; **18:** 108-114.

Scheneiter, J.O. and Camarasa, J.C. (2014). Is the nutritive value of tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.) related to the accumulated forage mass?. *Grass and Forage Science*, **71:** 102-111.

Sengul, S.M. (2006). Determining relationship between seed yield and yield components in alfalfa. *Pakistan Journal of Biological Science*, **9:** 1749-1753.

Yohe, J.M. and Poehlman, J.M. (1972). Genetic variability in the mung bean (*Vigna radiata* L. wilczek). *Crop Science*, **12:** 461-464.

[Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2025-02-02]

[DOR: 20.1001.1.23831367.1398.6.2.10.2]

[DOI: 10.29252/pgr.6.2.55]

Genetic Variation of Seed Related Traits in *Festuca arundinacea* Using Multivariate Statistical Methods

Peyman Masoumi[1], Fatemeh Amini[2,*] and Hossein Ramshini[3]

1- M.Sc. Student, Department of Agronomy and Plant Breeding Sciences, Aburaihan Campus, University of Tehran, Pakdasht, Iran
2- Assistant Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding Sciences, Aburaihan Campus, University of Tehran, Pakdasht, Iran
3- Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding Sciences, Aburaihan Campus, University of Tehran, Pakdasht, Iran

(Received: April 4, 2019 – Accepted: December 13, 2019)

Abstract

Genetic diversity is the basis of breeding studies in many plant species and is one of the most important indicators for selecting parents. The aim of this experiment was to investigate the genetic diversity of tall fescue (*Festuca arundinacea*) using agronomic traits such as plant height, spring growth score, days to flowering, days to pollination, flag leaf length and width, panicle length, weight of 100 seed and seed yield per plant. The experiment was carried out in a randomized complete block design with three replications. Based on the results, the ecotypes were significantly different for all of the evaluated traits with the exception of 100 seed weight. The highest phenotypic variation coefficient (58.66), genetic variation coeficient (58.32) and heritability (0.97) were related to plant height. The correlation between traits showed that ecotypes with higher height, panicle length and flag leaf height and spring growth score have higher seed yield. The results of stepwise regression analysis showed that in the regression model for seed yield per plant, the panicle length, alone, justified 60.95% of the variation. Cluster analysis grouped 25 ecotypes into three groups. Analysis of variance of agronomic traits as well as yield and related traits showed that grouping caused mean squares between groups in all traits (except flag leaf width). In this study, high genetic diversity and high heritability for evaluated traits showed the potentials of genetic improvement.

Keywords: Cluster analysis, Germplasm, Tall fescue

[Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2025-02-02]

[DOR: 20.1001.1.23831367.1398.6.2.10.2]

[DOI: 10.29252/pgr.6.2.55]

* **Corresponding Author, E-mail: aminif@ut.ac.ir**