

## روابط بین عملکرد علوفه و اجزای آن در نتایج نسل اول پنج واریته ساختگی فسکیوی بلند (*Festuca arundinacea* Schreb.)

فاطمه امینی<sup>۱\*</sup>، آقافخر میرلوحی<sup>۲</sup>، محمدمهدی مجیدی<sup>۳</sup>، فهیمه امینی<sup>۴</sup> و حمیدرضا دستجرد<sup>۵</sup>

\*۱- نویسنده مسئول مکاتبات، دکترا، اصلاح نباتات، دانشگاه صنعتی اصفهان، پست الکترونیک: fate\_amini@yahoo.com

۲- استاد، اصلاح نباتات، دانشگاه صنعتی اصفهان

۳- استادیار، اصلاح نباتات، دانشگاه صنعتی اصفهان

۴- کارشناس، آموزش و پرورش اصفهان

۵- کارشناس، شرکت نانوزیست فناور آپادانا، اصفهان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۰۸/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۰۴/۰۴

### چکیده

به منظور بررسی روابط بین عملکرد علوفه و اجزای آن در فسکیوی بلند، نتاج نسل اول پنج واریته ساختگی طی سال‌های ۱۳۸۸-۱۳۸۹ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه صنعتی اصفهان در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار ارزیابی شدند. نتایج این مطالعه تأثیر معنی‌دار تنوع والدین را بر عملکرد علوفه نشان داد. نتایج تجزیه رگرسیون مرحله‌ای برای عملکرد علوفه خشک در بوته به‌عنوان متغیر تابع و سایر صفات به‌عنوان متغیر ثابت نشان داد که طول برگ پرچم نخستین متغیر وارد شده به مدل بود که ۶۱ درصد از تغییرات عملکرد علوفه خشک را توجیه نمود. نتایج تجزیه مسیر بر عملکرد علوفه خشک در بوته نشان داد که صفت قطر یقه بیشترین اثر مستقیم را داشت. این صفت از طریق صفت ارتفاع، اثر غیرمستقیم مثبت و از طریق صفات تعداد ساقه بارور تأثیر غیرمستقیم منفی بر عملکرد علوفه خشک در بوته داشته است. براساس نتایج این مطالعه سه صفت طول برگ پرچم، تعداد ساقه بارور و ارتفاع به‌ترتیب اهمیت نسبی بیشتری در بهبود عملکرد علوفه داشتند.

واژه‌های کلیدی: تجزیه ضرایب مسیر، عملکرد علوفه، اجزاء عملکرد، فسکیوی بلند.

### مقدمه

سازگار با شرایط محیطی متفاوت هستند که نشان‌دهنده تکامل متفاوت این گیاه در شمال و جنوب دریای مدیترانه می‌باشد (Hannaway et al., 1999). در ایران فسکیوی بلند به طور طبیعی در مراتع شمالی، مرکزی و غربی رویش داشته و در تولید علوفه و حفاظت از خاک نقش ایفا می‌کند. کشت این گیاه به صورت زراعی متداول نشده است، اما از قابلیت بالایی برای تولید علوفه به صورت زراعی و مرتعی

فسکیوی بلند (*Festuca arundinacea* Schreb. = *Lolium arundinaceum* (Schreb) S. J. Darbysh.) یک گیاه آلوهگزاپلوئید ( $2n=6x=42$ ) با ساختار ژنتیکی  $PPG_1G_1G_2G_2$  و توارث دی‌زومی است. این گیاه بومی اروپا و آفریقای شمالی بوده و اکوتیپ‌های اروپایی و آفریقای شمالی دارای خصوصیات و سطوح پلوئیدی خاص و

تجزیه ضریب رگرسیون جزء استاندارد شده همان ضریب مسیر با اثر مستقیم می باشد ( Lee & Kaltsikes, 1973; Bramel, et al., 1984). رگرسیون مرحله‌ای در مطالعه Ebrahimiyan (2010) نشان داد که صفات تعداد ساقه، روز تا گرده‌افشانی، نسبت برگ به ساقه، ارتفاع بوته و درصد ماده خشک در مجموع ۷۶ درصد از تغییرات عملکرد علوفه فسکیوی بلند را توجیه نموده‌اند.

با توجه به کم بودن مطالعات در زمینه عملکرد علوفه در نتاج واریته ساختگی فسکیوی بلند، این مطالعه با هدف شناخت عوامل مؤثر بر عملکرد علوفه و تعیین اجزایی از عملکرد که بیشترین نقش را در عملکرد علوفه دارند، اجرا شد.

### مواد و روش‌ها

این آزمایش به منظور ارزیابی و بررسی روابط بین صفات زراعی و اجزای عملکرد در نتاج نسل اول پنج جمعیت ساختگی فسکیوی بلند، در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان واقع در ۴۰ کیلومتری جنوب غربی اصفهان در منطقه لورک شهرستان نجف‌آباد اجرا شد. جمعیت‌های ۱ و ۲ نتاج نسل اول والدین به ترتیب دارای بیشترین و کمترین مربع فاصله اقلیدسی براساس صفات فنوتیپی، جمعیت ۳ و ۴ نتاج نسل اول والدین به ترتیب دارای بیشترین و کمترین مربع فاصله اقلیدسی براساس نشانگر مولکولی، و جمعیت ۵ نتاج نسل اول والدین دارای بیشترین قدرت ترکیب‌پذیری عمومی بودند. عملیات آماده‌سازی زمین شامل شخم پاییزه با گاوآهن برگردان‌دار، دیسک بهاره جهت خرد کردن کلوخه‌ها بود. کود مصرفی شامل ۱۵۰ کیلوگرم فسفات آمونیوم و ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار بود که تمامی کود فسفات قبل از

برخوردار می‌باشد (Sharifi Tehrani et al., 2009). این گیاه بهترین رشد را در شرایط سرد انجام می‌دهد، و تنها گراس فصل سرد است که تابستان‌های گرم و زمستان‌های سرد را برای چند سال متمادی تحمل می‌کند ( Sleper & West, 1996).

همه اعضای جنس فستوکا دگرگشن و بیشتر گونه‌های آن خودناسازگار هستند (Xu et al., 1991). بنابراین، این گونه‌ها درجه بالایی از ناهمگنی بین و داخل جمعیت‌ها را نشان می‌دهند. تولید ارقام ساختگی متداول‌ترین روش اصلاحی در گیاهان علوفه‌ای و چمنی می‌باشد (Feher, 1987) که معمولاً از کلن‌های والد یا از طریق بذر به دنبال آزمون نتاج نیمه‌خواهری یا تمام‌خواهری تولید می‌شوند ( Casler & Brummer, 2008; Posselt, 1989). رقم ساختگی از تلاقی تصادفی تعدادی ژنوتیپ با قدرت ترکیب‌پذیری عمومی بالا ایجاد می‌شوند ( Brummer, 1999). نسل اول واریته بدست‌آمده (Syn1) دارای بیشترین هتروزیس است و نسل‌های بعدی که معمولاً در اختیار زارعان قرار می‌گیرد، به علت پس‌روی ناشی از خویش‌آمیزی، هتروزیس کمتری دارند. همچنین، همبستگی بین صفات، متخصصان اصلاح نباتات را در انجام گزینش غیرمستقیم برای صفات مهم زراعی و از طریق صفاتی که اندازه‌گیری آنها آسانتر است، یاری می‌نماید. البته تجزیه و تحلیلی که بدون از بین بردن مقدار زیادی از اطلاعات مفید، تعداد صفات مؤثر در عملکرد را کاهش دهند برای پژوهشگران با ارزش هستند.

تجزیه ضرایب مسیر به منظور تشریح روابط بین متغیرها مورد استفاده قرار می‌گیرد. این روش یکی از راه‌های مفید کاربردی برای تجزیه همبستگی ژنتیکی و فنوتیپی صفات و پی بردن به اثرات مستقیم و غیرمستقیم آنها می‌باشد. در این

کاشت و کود اوره در دو نوبت پس از کاشت و در مرحله خوشه‌دهی به زمین داده شد. آبیاری اول بلافاصله بعد از کشت و آبیاریهای بعدی هر ۱۰ روز یکبار انجام شد. البته وجین علف‌های هرز سالانه در سه نوبت به روش دستی انجام گردید.

هر جمعیت به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی در هشت ردیف ۱۰ متری با فاصله بین و داخل ردیف ۵۰ سانتی‌متری در سه تکرار کشت شدند. صفات مورد ارزیابی (جدول ۱) از اوایل بهار تا اواسط پاییز سال‌های ۸۸ و ۸۹ روی ۳۰ بوته از هر جمعیت در هر تکرار اندازه‌گیری شد. برای نرمال کردن داده‌های غیر نرمال صفات عملکرد علوفه خشک، عملکرد علوفه تر تبدیل ریشه‌ای و برای عرض برگ پرچم تبدیل داده لگاریتمی انجام شد.

کاشت و کود اوره در دو نوبت پس از کاشت و در مرحله خوشه‌دهی به زمین داده شد. آبیاری اول بلافاصله بعد از کشت و آبیاریهای بعدی هر ۱۰ روز یکبار انجام شد. البته وجین علف‌های هرز سالانه در سه نوبت به روش دستی انجام گردید.

هر جمعیت به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی در هشت ردیف ۱۰ متری با فاصله بین و داخل ردیف ۵۰ سانتی‌متری در سه تکرار کشت شدند. صفات مورد ارزیابی (جدول ۱) از اوایل بهار تا اواسط پاییز سال‌های ۸۸ و ۸۹ روی ۳۰ بوته از هر جمعیت در هر تکرار اندازه‌گیری شد. برای نرمال کردن داده‌های غیر نرمال صفات عملکرد علوفه خشک، عملکرد علوفه تر تبدیل ریشه‌ای و برای عرض برگ پرچم تبدیل داده لگاریتمی انجام شد.

جدول ۱- صفات مورد بررسی و نحوه اندازه‌گیری آنها در جمعیت‌های فسکیوی بلند

ردیف	صفات مورد بررسی	نحوه اندازه‌گیری صفات
۱	امتیاز رشد بهاره	امتیازدهی رشد بوته از ۱ (ضعیف‌ترین) تا ۹ (قوی‌ترین) در شروع فصل بهار
۲	تعداد روز تا خوشه‌دهی	تعداد روز از اول اسفند تا ظهور سه خوشه در هر بوته
۳	ارتفاع بوته (cm)	ارتفاع بلندترین ساقه در زمان گرده‌افشانی
۴	تعداد ساقه بارور	شمارش تعداد ساقه‌ها در زمان گرده‌افشانی
۵	عرض برگ پرچم (mm)	میانگین عرض برگ پرچم روی سه پنجه بارور در زمان گرده‌افشانی
۶	طول برگ پرچم (cm)	میانگین طول برگ پرچم روی سه پنجه بارور در زمان گرده‌افشانی
۷	طول خوشه (cm)	میانگین طول سه خوشه از گره زیر خوشه تا نوک خوشه
۸	عملکرد علوفه تر (g)	وزن ساقه و برگ‌های تازه هر بوته بعد از برداشت
۹	عملکرد علوفه خشک (g)	وزن خشک ساقه و برگ‌ها پس از ۴۸ ساعت در دمای ۷۲ درجه سانتیگراد در آون
۱۰	عملکرد علوفه خشک (kg/ha)	وزن علوفه تر بوته‌های موجود در ردیف‌های کشت شده و محاسبه عملکرد علوفه در واحد سطح
۱۱	قطر یقه برداشت اول (cm)	قطر یقه پس از برداشت بوته از فاصله ۵ سانتی‌متری سطح زمین

### تجزیه و تحلیل داده‌ها

از روش رگرسیون مرحله‌ای نیز برای تعیین صفاتی که بیشترین تأثیر را در ایجاد تنوع برای عملکرد علوفه داشتند، استفاده شد و بعد آثار مستقیم و غیرمستقیم صفات بر عملکرد علوفه با استفاده از تجزیه و تحلیل ضرایب مسیر براساس ضرایب همبستگی فنوتیپی سال دوم به دلیل استقرار بهتر بوته‌ها، تعیین گردید. تجزیه واریانس، تجزیه رگرسیون، محاسبه ضرایب همبستگی با نرم‌افزار SAS (1999) و تجزیه ضرایب مسیر با استفاده از بسته آماری Path انجام شد.

تجزیه واریانس صفات مختلف نسل اول به صورت طرح کرت‌های خرد شده در زمان (سال) در قالب طرح بلوک کامل تصادفی مقایسه میانگین تیمارها به روش دانکن انجام شد. واریانس ژنتیکی، واریانس فنوتیپی و همچنین وراثت‌پذیری عمومی براساس اجزای متشکله واریانس برای هر صفت برآورد گردید و ضرایب همبستگی فنوتیپی نیز محاسبه شدند (جدول ۲).

جدول ۲- منابع تغییر، درجه آزادی، و امید ریاضی میانگین مربعات

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات	امید ریاضی میانگین مربعات
سال	(y-1)	M1	$\sigma^2 + f\sigma^2_R + r\sigma^2_{FY} + ry\sigma^2_F$
تکرار در سال	y(r-1)	M2	$\sigma^2 + f\sigma^2_R$
جمعیت	(f-1)	M3	$\sigma^2 + r\sigma^2_{FY} + ry\sigma^2_F$
جمعیت × سال	(f-1)(y-1)	M4	$\sigma^2 + r\sigma^2_{FY}$
خطا		M5	$\sigma^2$

f, r, y به ترتیب تعداد سال، تکرار و جمعیت می باشد.

$$\sigma^2_G = (M_3 - M_4) / ry$$

$$\sigma^2_p = \sigma^2_f + \sigma^2_{fy} + \sigma^2_r + \sigma^2_y + \sigma^2$$

$$h^2 = \sigma^2_G / \sigma^2_p$$

## نتایج

صفات روز تا خوشه‌دهی، عملکرد علوفه تر، عملکرد علوفه خشک در بوته و در واحد سطح، طول خوشه و ارتفاع بوته بود. برای ضریب تنوع ژنتیکی نیز صفات روز تا خوشه‌دهی، ارتفاع بوته، عرض برگ پرچم و قطر یقه برداشت اول دارای کمترین مقدار بودند (جدول ۴). البته در بین صفات مورد مطالعه طول خوشه با ۹۲ درصد بیشترین و عملکرد علوفه خشک در واحد سطح (۲۲/۸۱) و عرض برگ پرچم (۳۱ درصد) نیز کمترین میزان وراثت‌پذیری عمومی کل را به خود اختصاص دادند (جدول ۴).

مقایسه میانگین زمان خوشه‌دهی جمعیت‌ها به تفکیک سال نشان داد که جمعیت شماره ۱ (نتاج نسل اول والدین با بیشترین فاصله صفات فنوتیپی) دارای بیشترین میانگین طی دو سال بودند. برای صفت عملکرد علوفه تر جمعیت سوم بیشترین میانگین را به خود اختصاص داد. در مورد عملکرد علوفه تر و علوفه خشک در سال ۸۹ جمعیت سوم و اول به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار را داشتند (جدول ۵).

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تفاوت بین نتاج نسل اول جمعیت‌های مورد مطالعه نیز برای کلیه صفات بجز طول برگ پرچم و عملکرد علوفه خشک در واحد سطح معنی‌دار بود. اثر متقابل سال و جمعیت برای صفات امتیاز رشد بهاره، طول خوشه، عملکرد علوفه تر، عملکرد علوفه خشک در بوته و در واحد سطح معنی‌دار نبود، درحالی‌که برای سایر صفات تفاوت معنی‌داری مشاهده شد. وجود این اثر متقابل نشان می‌دهد که واکنش جمعیت‌ها در سال‌های مختلف یکسان نبوده است (جدول ۳). آمار توصیفی صفات مورد مطالعه در نتاج نسل اول پنج جمعیت ساختگی فسکیو بلند در جدول ۴ نشان داده شده است. دامنه تغییرات صفات تعداد روز تا خوشه‌دهی، عرض برگ پرچم، طول خوشه، عملکرد علوفه تر و عملکرد علوفه خشک در بوته و عملکرد علوفه خشک در واحد سطح در سال اول بیشتر و برای سایر صفات دامنه تغییرات در سال دوم بیشتر بود (جدول ۴). امتیاز رشد بهاره بیشترین ضریب تنوع فنوتیپی و ژنتیکی را داشت. به طوری که کمترین میزان ضریب تنوع فنوتیپی مربوط به

جدول ۳- میانگین مربعات صفات ارزیابی شده در نتاج نسل اول ۵ جمعیت فسکیو بلند طی دو سال در قالب طرح کرت‌های خرد شده در زمان (سال)

صفات	تکرار	جمعیت	تکرار×جمعیت	سال	جمعیت×سال	تکرار×سال	خطای آزمایش
امتیاز رشد بهاره	۷۸۹/۲۰ <sup>ns</sup>	۳۴۸۲/۶۳**	۱۰۵۶/۶۱**	۶۶/۹۸ <sup>ns</sup>	۲۷۷/۲۲ <sup>ns</sup>	۸۷/۷۹ <sup>ns</sup>	۱۸۳/۲۳
تعداد روز تا خوشه‌دهی	۲۳/۱۷ <sup>ns</sup>	۲۲۸/۲۲**	۲۲/۲۶**	۳۱۰۱۹۱/۴**	۱۰۰/۲۱*	۱/۶۳ <sup>ns</sup>	۴۰/۱۱
ارتفاع بوته (cm)	۲۱۵۹۱/۳**	۴۲۴۲/۱۸**	۱۲۳۵/۶۴**	۳۳۶۲۰/۴**	۲۲۸۹/۶۶**	۲۰۱۱۰/۹**	۳۰۵/۷۲
تعداد ساقه بارور در بوته	۷۵۶۲۷/۰**	۱۶۴۱۱/۸۳**	۹۰۶۵/۱۰**	۸۴۱۰۲۱/۰**	۱۷۶۶۷/۳۴**	۱۲۱۸۲۵/۱**	۱۳۱۱/۸۹
عرض برگ پرچم (mm)	۸/۱۲ <sup>ns</sup>	۱۷/۸۶**	۸/۲۹**	۱۹۶/۹۵**	۵۴/۵۸**	۰/۲۸ <sup>ns</sup>	۳/۷۷
طول برگ پرچم (cm)	۳۲۴/۰۸**	۳۵/۱۶ <sup>ns</sup>	۷۰/۶۷**	۳۱۶۸/۶۴**	۸۱/۸۶*	۳۶۰/۲۶**	۱۷/۹۹
طول خوشه (cm)	۷۴/۲۷ <sup>ns</sup>	۳۹۳/۳۸**	۶۳/۲۰**	۶۸۶۵/۵**	۱۰/۵۵ <sup>ns</sup>	۶۰/۶۸ <sup>ns</sup>	۲۷/۶۴
عملکرد علوفه تر در بوته (g)	۲۱۴/۹۰**	۱۳۳/۶۹**	۱۳۸/۳۵**	۹۸۲۷/۹۱**	۳۳/۱۹ <sup>ns</sup>	۸۰/۵۴ <sup>ns</sup>	۱۸/۶۲
عملکرد علوفه خشک (g/p)	۴۶/۸۳**	۶۳/۱۰**	۵۳/۸۹**	۵۵۱۸/۸۱**	۱۰/۴۹ <sup>ns</sup>	۰/۵۴ <sup>ns</sup>	۷/۴۴
عملکرد علوفه خشک (kg/ha)	۱۳۵۸۵۹/۹**	۱۹۶۷۹/۵ <sup>ns</sup>	۳۲۶۷۴/۵ <sup>ns</sup>	۷۱۵۱۱۳/۹**	۱۱۲۵۵/۱۶ <sup>ns</sup>	۱۳۵۸۵۹/۹**	۲۰۳۹۳/۶۵
قطر یقه (cm)	۱۶۵/۶۷*	۱۶۷/۲۵**	۱۵۵/۲۷**	۸۳۵/۲۳**	۶۱۹/۸۹**	۲۲/۵۵ <sup>ns</sup>	۴۳/۰۰

<sup>ns</sup>، \* و \*\*: به ترتیب عدم معنی‌داری، معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول ۴- دامنه تغییرات، میانگین، واریانس ژنتیکی و فنوتیپی، وراثت پذیری، ضرایب تغییرات ژنتیکی و فنوتیپی نتاج نسل اول جوامع فسکیوی بلند

پارامترهای ژنتیکی					سال ۸۹		سال ۸۸		صفات
ضریب	ضریب	وراثت پذیری	واریانس	واریانس	میانگین †	دامنه تغییرات	میانگین †	دامنه تغییرات	
تنوع فنوتیپی	تنوع ژنتیکی	عمومی	فنوتیپی	ژنتیکی					
۸/۶۰	۸/۲۲	۹۱/۲۸	۳۶۲۲/۲۶	۳۳۰۶/۵۳	۴/۸۶ <sup>a</sup>	۱-۹	۳/۹۲ <sup>a</sup>	۱-۸	امتیاز رشد بهاره
۰/۲۱	۰/۱۸	۸۰/۶۰	۲۷۸/۵۴	۲۲۴/۵۱	۷۱/۲۶ <sup>b</sup>	۵۶-۸۱	۹۰/۶۷ <sup>a</sup>	۷۵-۱۰۲	تعداد روز تا خوشه‌دهی
۰/۹۶	۰/۸۳	۷۴/۹۰	۵۳۸۸/۶۷	۴۰۳۶/۲۳	۸۳/۱۳ <sup>a</sup>	۲۰-۱۲۳	۷۹/۶۷ <sup>b</sup>	۴۰-۱۲۰	ارتفاع بوته (cm)
۲/۳۶	۱/۸۰	۵۸/۰۶	۲۲۷۵۲/۷۵	۱۳۲۱۰/۵۴	۱۲۳/۴۵ <sup>a</sup>	۸-۴۰۰	۴۱/۵۰ <sup>b</sup>	۲۰-۶۰	تعداد ساقه بارور
۰/۸۷	۰/۸۴	۹۱/۶۰	۲۶۷/۴۹	۲۴۵/۰۱	۲۱/۸۵ <sup>a</sup>	۸-۲۷	۱۵/۸۱ <sup>b</sup>	۱۱-۳۳	طول خوشه (cm)
۰/۸۹	۰/۸۱	۸۲/۶۶	۱۳۳/۸۵	۱۱۰/۶۳	۲۵۹/۲۳ <sup>a</sup>	۹-۴۴۴	۱۱۴/۳۶ <sup>b</sup>	۳۷-۶۴۶	عملکرد علوفه تر (g/p)
۰/۹۱	۰/۸۳	۸۴/۱۸	۶۴/۳۰	۵۴/۱۲	۱۲۴/۶۱ <sup>a</sup>	۵-۱۵۳	۴۳/۱۱ <sup>b</sup>	۱۳/۵-۳۱۸	عملکرد علوفه خشک (g/p)
۰/۲۸	۰/۱۳	۲۲/۸۱	۱۴۴۹۳/۱۲	۱۴۰۴/۰۵	۵۳۰/۲۰ <sup>a</sup>	۵۱۰-۶۷۹	۳۱۲/۲۳	۲۷۱-۳۷۶	عملکرد علوفه خشک (kg/ha)
۱/۰۵	۰/۶۵	۳۷/۵۸	۳۷۷/۸۰	۱۴۱/۹۹	۲۰/۳۶ <sup>a</sup>	۸-۳۲	۱۶/۳۱ <sup>b</sup>	۶-۳۰	قطر یقه (cm)

† برای هر صفت میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک از نظر آماری و با استفاده از آزمون LSD معنی‌دار نیستند.

جدول ۵- مقایسه میانگین نتاج نسل اول پنج جمعیت فسکیو بلند برای ۱۷ صفت ارزیابی شده در سال‌های ۸۸ و ۸۹

صفات	سال	جمعیت ۱	جمعیت ۲	جمعیت ۳	جمعیت ۴	جمعیت ۵
امتیاز رشد بهاره	سال ۸۸	۸/۹۱ <sup>a</sup>	۶/۷۹ <sup>ab</sup>	۳/۶۶ <sup>b</sup>	۳/۴۴ <sup>b</sup>	۴/۱۱ <sup>b</sup>
	سال ۸۹	۸/۲۵ <sup>a</sup>	۵/۲۹ <sup>b</sup>	۴/۷۹ <sup>b</sup>	۵/۳۳ <sup>b</sup>	۵/۰۸ <sup>b</sup>
تعداد روز تا خوشه‌دهی	سال ۸۸	۶۲/۴۸ <sup>a</sup>	۶۰/۴۴ <sup>b</sup>	۶۰/۶۶ <sup>b</sup>	۶۰/۸۸ <sup>b</sup>	۶۰/۶۸ <sup>b</sup>
	سال ۸۹	۴۳/۹۲ <sup>a</sup>	۳۸/۴۱ <sup>b</sup>	۴۰/۵۰ <sup>ab</sup>	۴۳/۳۸ <sup>ab</sup>	۴۰/۲۸ <sup>ab</sup>
ارتفاع بوته (cm)	سال ۸۸	۵۵/۹۳ <sup>a</sup>	۶۶/۶۵ <sup>a</sup>	۷۱/۲۳ <sup>a</sup>	۶۸/۸۶ <sup>a</sup>	۷۷/۵ <sup>a</sup>
	سال ۸۹	۷۷/۰۸ <sup>ab</sup>	۷۶/۱۹ <sup>b</sup>	۹۰/۰۸ <sup>a</sup>	۸۳/۸۵ <sup>ab</sup>	۷۷/۳۶ <sup>ab</sup>
تعداد ساقه بارور	سال ۸۸	۳۵/۲۶ <sup>b</sup>	۳۷/۶۲ <sup>ab</sup>	۴۵/۰۴ <sup>a</sup>	۴۱/۹۳ <sup>ab</sup>	۳۸/۶۸ <sup>ab</sup>
	سال ۸۹	۸۴/۷۸ <sup>a</sup>	۱۲۸/۷۲ <sup>a</sup>	۱۰۴/۸۳ <sup>a</sup>	۱۰۳/۲۹ <sup>a</sup>	۱۳۶/۷۳ <sup>a</sup>
عرض برگ پرچم (mm)	سال ۸۸	۶/۷۳ <sup>a</sup>	۵/۱۷ <sup>ab</sup>	۴/۷۷ <sup>ab</sup>	۴/۶۹ <sup>b</sup>	۴/۲۵ <sup>b</sup>
	سال ۸۹	۳/۴۴ <sup>a</sup>	۴/۱۷ <sup>a</sup>	۴/۸۱ <sup>a</sup>	۴/۰۵ <sup>a</sup>	۳/۷۸ <sup>a</sup>
طول خوشه (cm)	سال ۸۸	۱۸/۹۲ <sup>a</sup>	۱۹/۱۳ <sup>a</sup>	۲۱/۳۸ <sup>a</sup>	۲۱/۲۰ <sup>a</sup>	۲۰/۲۰ <sup>a</sup>
	سال ۸۹	۱۲/۹۶ <sup>a</sup>	۱۳/۱۶ <sup>a</sup>	۱۴/۳۲ <sup>a</sup>	۱۵/۲۴ <sup>a</sup>	۱۶/۸۸ <sup>a</sup>
عملکرد علوفه تر (g)	سال ۸۸	۲۰/۵۲ <sup>b</sup>	۲۵/۷۰ <sup>b</sup>	۶۸/۸۹ <sup>a</sup>	۳۰/۴۷ <sup>b</sup>	۳۵/۵۵ <sup>b</sup>
	سال ۸۹	۱۳۶/۱۹ <sup>b</sup>	۲۹۱/۸۵ <sup>ab</sup>	۴۰۳/۲۱ <sup>a</sup>	۲۷۴/۲۱ <sup>ab</sup>	۲۷۱/۰۸ <sup>ab</sup>
عملکرد علوفه خشک (g)	سال ۸۸	۱۰/۸۷ <sup>a</sup>	۱۴/۲۱ <sup>a</sup>	۳۰/۹۱ <sup>a</sup>	۱۷/۷۷ <sup>a</sup>	۱۹/۷۰ <sup>a</sup>
	سال ۸۹	۹۲/۱۶ <sup>b</sup>	۲۰۴/۳۴ <sup>ab</sup>	۲۸۰/۲۳ <sup>a</sup>	۱۱۰/۲۵ <sup>b</sup>	۲۲۸/۹۲ <sup>ab</sup>
قطر یقه (cm)	سال ۸۸	۲۱/۰۰ <sup>a</sup>	۱۸/۹۴ <sup>a</sup>	۱۹/۶۸ <sup>a</sup>	۱۵/۸۹ <sup>a</sup>	۱۵/۲۲ <sup>a</sup>
	سال ۸۹	۱۵/۷۳ <sup>b</sup>	۱۷/۹۳ <sup>ab</sup>	۱۹/۶۶ <sup>a</sup>	۱۷/۷۹ <sup>ab</sup>	۱۷/۳۰ <sup>ab</sup>

برای هر صفت در هر سال میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک از نظر آماری و با آزمون دانکن معنی‌دار نیستند.

## همبستگی بین صفات

با توجه به معنی‌دار بودن اثر سال برای بیشتر صفات ارزیابی‌شده ضرایب همبستگی فنوتیپی بین صفات مورفولوژیک و زراعی بر روی نتاج نسل اول فسکیوی بلند به تفکیک سال در جدول ۶ آورده شده است. در سال ۸۸ عملکرد علوفه خشک با صفات عملکرد علوفه تر و قطر یقه همبستگی فنوتیپی مثبت نشان داد. همبستگی فنوتیپی صفات در سال دوم (سال ۸۹) نشان داد که همبستگی عملکرد علوفه خشک با صفات ارتفاع بوته، طول و عرض برگ پرچم، عملکرد علوفه تر مثبت و معنی‌دار و با صفت امتیاز رشد بهاره منفی و معنی‌دار بود.

## رگرسیون مرحله‌ای و تجزیه ضریب مسیر

نتایج تجزیه رگرسیون مرحله‌ای برای عملکرد علوفه خشک در بوته به‌عنوان متغیر تابع و سایر صفات (بجز عملکرد علوفه تر در بوته) به‌عنوان متغیر ثابت نشان داد.

علوفه طول برگ پرچم نخستین متغیر وارد شده، ۶۱ درصد از تغییرات عملکرد علوفه خشک را توجیه نمود (جدول ۷). در مراحل بعدی به‌ترتیب تعداد ساقه بارور و ارتفاع بوته وارد مدل شدند. نتایج تجزیه مسیر بر عملکرد علوفه خشک در بوته نشان داد که صفت قطر یقه بیشترین اثر مستقیم را داشت. این صفت از طریق صفت ارتفاع، اثر غیرمستقیم مثبت و از طریق صفات تعداد ساقه بارور تأثیر غیرمستقیم منفی بر عملکرد علوفه خشک در بوته داشته است. اثر مستقیم صفت طول برگ پرچم بر عملکرد علوفه خشک در بوته ناچیز و عمده تأثیر آن از طریق اثر مستقیم آن بود (جدول ۸). بعد از قطر یقه، صفت تعداد ساقه بارور بیشترین اثر مستقیم را داشت. ارتفاع نیز از طریق صفات طول برگ پرچم و قطر یقه دارای آثار غیرمستقیم مثبت و از طریق تعداد ساقه بارور اثر غیرمستقیم منفی بر عملکرد علوفه خشک در بوته گذاشت.



جدول ۶- همبستگی فنوتیپی صفات زراعی و مورفولوژیک نتاج نسل اول فسکیو بلند در سال ۸۸ (زیر قطر) و سال ۸۹ (بالای قطر)

صفات	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
۱- امتیاز رشد بهاره	۱	۰/۴۸	۰/۳۶	۰/۵۸	-۰/۵۴	-۰/۵۹	۰/۵۹	۰/۶۲	۰/۵۱	۰/۲۳
۲- روز تا خوشه‌دهی	۰/۶۲	۱	۰/۷۲	۰/۷۹	۰/۳۳	۰/۳۸	-۰/۷۹	-۰/۵۸	-۰/۴۸	۰/۲۶
۳- ارتفاع بوته (cm)	۰/۵۶	۰/۸۸	۱	۰/۴۴	-۰/۶۵	-۰/۹۸	۰/۷۵	۰/۶۵	۰/۷۷	۰/۳۱
۴- تعداد ساقه بارور	۰/۵۸	۰/۵۸	۰/۲۶	۱	-۰/۷۲	-۰/۴۳	-۰/۷۹	۰/۷۳	۰/۶۱	۰/۴۴
۵- عرض برگ پرچم (mm)	۰/۵۷	۰/۳۸	-۰/۶۹	-۰/۱۴	۱	۰/۹۸	۰/۵۲	۰/۷۴	۰/۷۵	-۰/۳۹
۶- طول برگ پرچم (cm)	۰/۵۷	۰/۴۸	-۰/۷۸	-۰/۴۳	۰/۹۱	۱	۰/۶۶	۰/۶۸	۰/۷۴	-۰/۳۷
۷- طول خوشه (cm)	۰/۵۹	-۰/۷۲	۰/۷۸	-۰/۷۹	۰/۷۰	۰/۸۷	۱	۰/۱۷	-۰/۱۶	۰/۰۲
۸- عملکرد علوفه تر (g)	۰/۴۷	-۰/۲۳	-۰/۲۲	۰/۳۰	۰/۱۸	۰/۵۷	۰/۲۱	۱	۰/۷۳	۰/۶۲
۹- عملکرد علوفه خشک (g)	۰/۳۹	-۰/۲۷	-۰/۲۷	۰/۳۹	۰/۲۳	۰/۷۴	۰/۲۹	۰/۹۹	۱	۰/۷۹
۱۰- قطر یقه (cm)	۰/۲۹	۰/۲۰	۰/۳۱	۰/۴۴	-۰/۲۶	۰/۳۷	-۰/۳۴	۰/۹۶	۰/۳۸	۱

ضرایب همبستگی فنوتیپی بزرگ‌تر از ۰/۱۷ در سطح ۵ درصد و اعداد بزرگ‌تر از ۰/۲۱ در سطح ۱ درصد معنی‌دار می‌باشند.

جدول ۷- نتایج رگرسیون مرحله‌ای برای عملکرد علوفه خشک بوته به‌عنوان متغیر تابع در برابر سایر صفات (بجز عملکرد علوفه‌تر)

متغیر اضافه شده به مدل	ضرایب رگرسیون	R <sup>2</sup> جزء	R <sup>2</sup> مدل	F
طول برگ پرچم	۱۳/۶۳	۰/۶۱	۰/۶۱	۲۹/۸۴*
تعداد ساقه بارور	۰/۲۸	۰/۱۰	۰/۷۱	۲۹۳/۰۷**
ارتفاع	۰/۱۰	۰/۰۶	۰/۷۷	۷۹/۰۶*
عرض از مبدأ	-۸۴/۹۶			۱۲۶/۷۶**

\*، \*\*، به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد می‌باشد.

جدول ۸- نتایج تجزیه ضرایب مسیر عملکرد علوفه خشک در نتاج نسل اول واریته ساختگی فسکیوی بلند

صفت	اثر مستقیم	اثر غیرمستقیم از طریق صفت			
		(۱)	(۲)	(۳)	(۴)
طول برگ پرچم	۰/۰۰۳	-	۰/۵۳	-۰/۴۶	۰/۶۷
تعداد ساقه بارور	۰/۷۱	-۰/۰۰۲	-	-۰/۲۲	۰/۱۲
ارتفاع	۰/۵۲	۰/۲۲	-۰/۳۱	-	۰/۳۳
قطر یقه	۰/۸۷	-۰/۰۰۳	-۰/۴۰	۰/۳۰	-

## بحث

تجزیه و تحلیل تنوع ژنتیکی یکی از اساسی‌ترین مراحل در برنامه‌های اصلاحی می‌باشد، که امکان طبقه‌بندی دقیق نمونه‌های تحت ارزیابی را فراهم کرده و اصلاح‌گر را در تشخیص مواد ژنتیکی مورد نیاز خود جهت برنامه‌های بعدی و پیشبرد سریع‌تر اهداف اصلاحی یاری می‌نماید (Mohammadi & Prasanna, 2003). در بررسی Mohammadi و همکاران (۲۰۰۸) بر روی فسکیوی بلند صفت عملکرد علوفه بیشترین ضریب تنوع ژنتیکی و فنوتیپی و صفت ارتفاع بوته کمترین مقدار این ضرایب را داشتند. در مطالعه حاضر ضرایب تنوع فنوتیپی برای کلیه صفات از ضرایب تنوع ژنتیکی بزرگتر بودند (جدول ۳). با این حال، اختلاف ناچیز بین این دو ضریب

برای برخی صفات مانند تعداد روز تا خوشه‌دهی بیانگر کم‌بودن اثر محیط در برآورد این صفات می‌باشد. وراثت‌پذیری عمومی صفات عرض برگ پرچم و قطر یقه نشان داد که بروز این صفات تا حدود زیادی تحت تأثیر عوامل محیطی قرار داشتند. در تحقیقی که توسط Jafari و Javarsineh (۲۰۰۶) به منظور تخمین وراثت‌پذیری و بازده ژنتیکی عملکرد و کیفیت علوفه فسکیوی بلند، نتاج حاصل از پلی‌کراس و والدین آنها مورد مطالعه قرار گرفت، وراثت‌پذیری را برای عملکرد علوفه ۵۵ درصد، تاریخ ظهور خوشه را ۹۲ درصد، ارتفاع بوته را ۵۰ درصد و قطر طوقه را ۶۸ درصد گزارش نمودند.

نتایج رگرسیون مرحله‌ای نشان داد ژنوتیپ‌هایی که دارای طول برگ، ارتفاع و تعداد ساقه بالایی باشند عملکرد علوفه بیشتری نیز خواهند داشت. در مطالعه Majidi (۲۰۰۷) نیز تجزیه رگرسیون مرحله‌ای نشان داد که ارتفاع بوته و قطر یقه بیشترین سهم را در توجیه تغییرات عملکرد علوفه خشک در بوته داشتند، به طوری که ارتفاع به تنهایی ۱۴ درصد و قطر یقه ۱۶ درصد از تغییرات عملکرد علوفه خشک در بوته را تبیین کردند.

در این مطالعه، علوفه خشک در بوته، در مجموع صفات قطر یقه و تعداد ساقه بارور با داشتن بیشترین اثر مستقیم و همبستگی با عملکرد علوفه خشک می‌توانند بیشترین تأثیر را بر افزایش عملکرد علوفه خشک داشته باشند. مطالعه Ebrahimiyan (۲۰۱۰) در گیاه فسکیو بلند نشان داد که اثر مستقیم تعداد ساقه مثبت و بالا (۰/۶۰) و اثر غیرمستقیم آن از طریق صفات روز تا گرده‌افشانی، نسبت برگ به ساقه، ارتفاع بوته و درصد ماده خشک به ترتیب ۰/۱۳، ۰/۱۱، -۰/۱۱ و ۰/۰۲- بود. براساس نتایج این مطالعه سه صفت طول برگ پرچم، تعداد ساقه بارور و ارتفاع به ترتیب از اهمیت نسبی بیشتری در تعیین عملکرد علوفه برخوردار بودند.

نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که تنوع بیشتر والدین تأثیر معنی‌داری بر عملکرد علوفه داشته است. در جمعیت سوم والدین دارای بیشترین عملکرد علوفه خشک هستند که این برتری عملکرد به نتاج نسل اول منتقل شده است. بنابراین، انتخاب براساس تنوع نشانگرهای مولکولی روش مناسبی برای بهبود صفت کمی عملکرد علوفه در نتاج وارسته ساختگی می‌باشد. به طوری که در مقایسه با نشانگرهای مولکولی صفات مورفولوژیک بیشتر تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرند. بنابراین، انتخاب والدین براساس صفات مورفولوژیک تا حدی غیر قابل اطمینان و غیر کارا برای تمایز ژنوتیپ‌های نزدیک می‌باشد. با این حال صفات مورفولوژیک برای ارزیابی‌های اولیه ساده‌تر، سریع‌تر و ارزان‌تر هستند. در مجموع، نتایج نشان داد که ژنوتیپ‌های والدینی با تنوع مولکولی بیشتر، نتاج متنوع‌تر و با عملکرد نسبتاً بهتری تولید کردند.

در مطالعه Ebrahimiyan (۲۰۱۰) عملکرد علوفه خشک با صفات قطر یقه برداشت اول، عملکرد علوفه تر، ارتفاع بوته، قطر یقه، عرض برگ پرچم، و تعداد ساقه در بوته همبستگی فنوتیپی مثبت و با صفات روز تا خوشه-دهی و روز تا گرده‌افشانی همبستگی فنوتیپی منفی نشان داد. همبستگی بالا و مثبت بین امتیاز رشد بهاره و عملکرد علوفه نشان داد بوته‌هایی که سرمای زمستان را به خوبی تحمل کرده‌اند و بنیه خوبی داشته‌اند در ادامه رشد رویشی بهتری داشتند.

- Majidi, M. M. 2007. Basic breeding studies in tall fescue germplasm. Ph.D. dissertation. Isfahan University of Technology, Iran, PP. 112-117.
- Mohammadi, R., Khayamnekuie, M., Mirlohi, A.F., 2008. Genetic variation and heritability of quantitative traits in genotypes of tall fescue, Journal of Rangelands Forests Plant Breeding and Genetic Research, 16: 254-272.
- Mohammadi, S. A. and Prasanna, B. M., 2003. Analysis of genetic diversity in crop plant: Salient statistical tools and considerations. Crop Science, 43: 1235-1248.
- Posselt, U. K., 1989. Comparison of progeny testing methods in *Lolium perenne*. Plant Breeding, 103: 177-180.
- SAS., 1999. SAS/STAT users guide. SAS Institute, Cary, NC.
- Sharifi Tehrani, M., Mardi M., Sahebi J., Catalán P., and Díaz-Pérez A., 2009. Genetic diversity and structure among Iranian tall fescue populations based on genomic-SSR and EST-SSR marker analysis. Plant Systematics and Evolution, 282: 57-70.
- Sleper, D. A. and West C. P., 1996. Tall fescue. PP. 471-502. In: L. E. Moser et al. (Eds.). Cool season forage grasses. Agron. Monogr. ASA, CSSA and SSSA, Madison.
- Xu, W. W., Sleper, D. A., and Hoisington D. A., 1991. A survey of restriction fragment length polymorphism in tall fescue and its relatives. Genome, 34: 686-692.

### منابع مورد استفاده

- Bramel, P.I., Hinz, P.N., Green D.E. and Shibles, R.M., 1984. Use of principal factor analysis in the study of three stem of termination types of soybean. Euphytica, 33: 387-400.
- Brummer, E. C., 1999. Capturing heterosis in forage crop cultivar development. Crop Science, 39: 943-954.
- Casler, M. D., and Brummer E. C., 2008. Theoretical expected genetic gains for among and within family selection methods in perennial forage crops. Crop Science, 48: 890-902.
- Ebrahimiyan, M. 2010. Evaluation of drought resistance in *Festuca* genotypes, M.Sc. thesis. Isfahan University of Technology, Iran, PP. 91-105.
- Feher, W. R., 1987. Principles of Cultivar Development. Macmillan Publishing Company, New York. PP. 42.
- Hannaway, D., Franden, S. and Copper, J., 1999. Tall Fescue (*Festuca arundinacea* Scherb), reported from Oregon State University, USA. PP. 20.
- Jafari, A. and Javarsineh, A., 2006. Estimation of heritability and gain from selection of yield and quality of forage in parents and half sib family of tall fescue. PP. 99-124. In: Proceedings of the 1th Iranian Forage Plants Congress, Aug. 9-11, 2005, University of Tehran, Tehran. Iran.
- Lee, J. and Kaltsikes, P.J., 1973. Multivariate statistical analysis of grain yield and agronomic characters in durum wheat. Theoretical and Applied Genetics, 43: 226-231.

## Relationship between forage yield and its components in first generation of five synthetic varieties of tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.)

F. Amini<sup>1\*</sup>, A. F. Mirlohi<sup>2</sup>, M. M. Majidi<sup>3</sup>, F. Amini<sup>4</sup> and H. Dastjerd<sup>5</sup>

1\*- Corresponding author, PhD, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, I.R.Iran,  
Email: fate\_amini@yahoo.com

2- Prof., Plant breeding, Isfahan University of Technology, Isfahan, I.R.Iran

3- Assis. Prof., Plant breeding, Isfahan University of Technology, Isfahan, I.R.Iran

4- B.Sc. Isfahan Education Organization, Isfahan, I.R.Iran

5- B.Sc. Apadana Nanobiotechnology Company, Isfahan, I.R.Iran

Received: 11.10.2012

Accepted: 06.25.2013

### Abstract

Relationship between forage yield and its components in first generation of five synthetic varieties were evaluated in a randomized complete block design with three replications at the research farm of Isfahan University of Technology, Iran, during 2010-2011. Results showed significant effects of variation between parents on forage yield. Results of stepwise regression revealed that for dry matter forage yield, flag leaf length explained 61% of observed variation. Path analysis showed that plant collar diameter had the highest direct effect on forage dry matter yield. Plant collar diameter also had a positive indirect effect through plant height and negative indirect effect through number of fertile tillers on forage dry matter yield. However, flag leaf length, number of fertile tillers and plant height had the strongest effects on plant forage yield improvement, respectively.

**Key words:** Path analysis, Forage yield, Yield components, Tall fescue.