

## تجزیه علیت صفات مؤثر بر عملکرد علوفه در ۳۶ جمعیت ایرانی و خارجی از گونه *Festuca arundinacea*

محسن فرشادفر<sup>۱\*</sup>، فرزاد مرادی<sup>۲</sup>، هوشمند صفری<sup>۳</sup> و ایرج رضایی<sup>۴</sup>

\*۱- نویسنده مسئول مکاتبات، استادیار، گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور

پست الکترونیک: [farshadfarmohsen@yahoo.com](mailto:farshadfarmohsen@yahoo.com)

۲- دستیار علمی، گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور

۳- مربی پژوهشی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه

۴- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد واحد کرمانشاه

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۴/۰۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۰۷/۱۵

### چکیده

گونه‌های فستوکا به دلیل تحمل شرایط متنوع آب و هوایی، تولید علوفه مناسب و نقش آن در تغذیه دام می‌توانند در برنامه احیاء مراتع مورد استفاده قرار گیرند. به منظور بررسی ارتباط بین صفات مورفولوژیک با عملکرد علوفه، ۳۶ جمعیت از گونه *Festuca arundinacea* در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در شرایط دیم اسلام‌آباد غرب (استان کرمانشاه) مورد مطالعه قرار گرفتند. صفات ارتفاع بوته، طول میانگره، طول برگ پرچم، تعداد ساقه در متر مربع و تعداد روز تا گرده‌افشانی به‌عنوان متغیرهای مستقل و صفت عملکرد علوفه خشک به‌عنوان متغیر وابسته اندازه‌گیری شد. عملکرد علوفه خشک با متغیرهای مستقل رابطه خطی معنی‌داری براساس تجزیه واریانس رگرسیون خطی چندگانه نشان داد. همبستگی فنوتیپی متغیرهای مستقل با عملکرد علوفه مثبت و معنی‌دار بود. صفت روز تا گرده‌افشانی با دیگر صفات ارتباط معنی‌داری نشان نداد، اما ترکیب دوگانه دیگر صفات همبستگی مثبت و معنی‌دار با همدیگر نشان دادند. ارتفاع بوته بیشترین اثر مستقیم (۰/۴۶۸) را بر عملکرد علوفه و از طریق صفات طول برگ پرچم و تعداد ساقه در متر مربع نیز اثرات غیرمستقیم مثبت قابل توجهی بر عملکرد علوفه داشت. در مجموع گزینش براساس تمام صفات با تأکید بر ارتفاع بوته در جهت افزایش عملکرد علوفه مفید می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: *Festuca arundinacea*، صفات مورفولوژیک، عملکرد علوفه، تجزیه علیت.

### مقدمه

احیاء مراتع گزینه بسیار مناسبی باشد. از خصوصیات مهم این گونه، تولید علوفه بالا، داشتن سیستم ریشه‌ای قوی و دیرزیستی (دوام) بالا می‌باشد و در کشت زراعی نیز به لحاظ کمی و کیفی علوفه مطلوبی تولید می‌کند (Majidi, 2010). گزارش‌های متعددی در زمینه تنوع ژنتیکی عملکرد علوفه، بذر و دیگر صفات *F. arundinacea* ارائه شده است. با استفاده از پروتئین‌های ذخیره‌ای بذر تنوع ژنتیکی مورد بررسی قرار گرفته است (Mirjani et al., 2003).

گونه *Festuca arundinacea* یکی از گراس‌های مهم علوفه‌ای چندساله مناطق معتدله است، که در مناطق معتدل جهان در سطح وسیعی می‌روید (Imani et al., 2009)، و با توجه به تحمل بالای آن در شرایط متنوع آب و هوایی و سازگاری آن با شرایط متفاوت محیطی (Ervin, 1995)، و همچنین نقش آن در تولید علوفه، تغذیه دام، احیاء مراتع و جلوگیری از فرسایش آبی و بادی، می‌تواند در برنامه‌های

ضرایب علیت برای عملکرد علوفه و اجزاء عملکرد به همراه برخی صفات فیزیولوژیکی توسط Sleper و همکاران (۱۹۷۷)، محاسبه و آثار مستقیم و غیرمستقیم صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک بر روی عملکرد علوفه در *F. arundinacea* را ارزیابی کردند. روش تجزیه رگرسیون نیز برای بررسی ارتباط یک متغیر کمی وابسته با یک یا چند متغیر کمی مستقل مفید می‌باشد. تغییر در متغیرهای مستقل سبب تغییر در متغیر وابسته می‌گردد، به طوری که براساس مقادیر ثابت متغیرهای مستقل می‌توان ارزش میانگین متغیر وابسته را پیش‌بینی کرد (Pourmoradi & Mirzaie-Nodoushan, 2011). هدف از این تحقیق بررسی ارتباط بین صفات مورفولوژیک با عملکرد علوفه با استفاده از تجزیه رگرسیون خطی چندگانه و تجزیه علیت در گونه *F. arundinacea* در شرایط دیم بود.

### مواد و روش‌ها

در این تحقیق از بذر ۳۶ جمعیت جمع‌آوری شده داخلی و خارجی موجود در بانک ژن مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور برای گونه *F. arundinacea*، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در شرایط دیم استفاده شد. در جدول ۱ فهرست جمعیت‌ها به همراه محل جمع‌آوری آنها ارائه شده است. محل اجرای آزمایش مزرعه تحقیقاتی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه واقع در شهرستان اسلام‌آباد غرب، با طول جغرافیایی ۵۹°، ۴۶°، عرض جغرافیایی ۰۸°، ۳۴°، ارتفاع از سطح دریا ۱۲۶۰ متر، میانگین بارندگی سالانه ۴۰۰ میلی‌متر و متوسط دما ۲۰ درجه سانتی‌گراد بود، که دارای خاک لوم (بافت متوسط) می‌باشد. هر کرت آزمایشی دارای ۴ خط با فاصله ۵۰ سانتی‌متر از یکدیگر بود و طول هر کرت ۲ متر انتخاب شد. فاصله بین دو کرت ۷۵ سانتی‌متر و فاصله بین دو تکرار (ردیف) ۱ متر در نظر گرفته شد. مبارزه با علف‌های هرز به صورت مکانیکی انجام شد. در سال اول (۱۳۸۴) به منظور استقرار گیاه یادداشت‌برداری انجام نگردید و در سال دوم (۱۳۸۵) صفات مورد بررسی بشرح زیر اندازه‌گیری شدند.

تعداد روز تا گرده‌افشانی، از اول فروردین ماه تا شروع ۵۰٪ گرده‌افشانی برای هر کرت محاسبه شد.

تنوع ژنتیکی، وراثت‌پذیری و همبستگی بین صفات کیفی و زراعی با عملکرد علوفه (Annichiarico & Romani., 2005; De Araujo et al., 1983; Piano et al., 2007) تنوع ژنتیکی عملکرد بذر و اجزاء عملکرد (Majidi, 2010; Afkar et al., 2009) نیز در این گونه گزارش شده است. همچنین عملکرد و کیفیت علوفه با استفاده از شاخص‌های گزینش هم‌زمان مورد بررسی قرار گرفته است (Imani et al., 2009). اما در زمینه کنترل ژنتیکی عملکرد علوفه فستوکا مطالعات کمتری انجام شده است (Piano et al., 2007). عملکرد علوفه مهمترین صفت گیاهان علوفه‌ایست، که یک صفت پیچیده کمی بوده و تحت تأثیر خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک متعددی می‌باشد، بنابراین انتخاب براساس عملکرد نه تنها وابسته به عملکرد است، بلکه باید اجزاء عملکرد نیز مورد توجه قرار گیرد. ارتباط بین عملکرد علوفه و ویژگی‌های مورفولوژیک موضوعی است، که نیاز به بررسی بیشتر دارد.

همبستگی بین صفات در اصلاح نباتات از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، زیرا میزان و نوع رابطه بین دو یا چند صفت را معین می‌کند (Pourmoradi & Mirzaie-Nodoushan., 2011). به عبارت دیگر، تعیین همبستگی بین صفات مختلف، به‌ویژه عملکرد و اجزاء آن و بررسی روابط علت و معلولی آنها، فرصت انتخاب مناسب‌ترین ترکیب اجزاء که منتهی به عملکرد بیشتر می‌شود را به اصلاح‌گران می‌دهد (Doffing & Knight., 1992). با محاسبه ضریب همبستگی ماهیت ارتباط بین صفات مشخص نمی‌شود و لازم است از طریق تجزیه علیت روابط علت و معلولی صفات شناسایی شوند (Amiri et al., 2009).

تجزیه علیت اثرات مستقیم و غیرمستقیم متغیرهای علت بر روی متغیر معلول را مورد مطالعه قرار می‌دهد. در این روش ضرایب همبستگی بین دو صفت به اجزایی که اثرات مستقیم و غیرمستقیم را اندازه‌گیری می‌کنند، تفکیک می‌گردد (Zakizadeh et al., 2010).

در زمینه بررسی روابط علیت عملکرد بذر یا عملکرد علوفه با اجزاء مرتبط با آنها در *F. arundinacea* نتایج محدودی ارائه شده است. همچنین Majidi و همکاران (۲۰۰۷)، تجزیه علیت عملکرد بذر و اجزای عملکرد در کلن‌های فستوکا (*Festuca spp.*) که تحت تأثیر قارچ‌های آندوفایتی قرار گرفته بودند، را مورد بررسی قرار دادند.

صفات ارتفاع بوته، طول برگ پرچم، عرض برگ پرچم و طول میانگره بر حسب سانتی متر اندازه گیری شدند. تعداد ساقه در متر مربع برای هر کرت شمارش و ثبت گردید. عملکرد علوفه خشک بعد از برداشت و علوفه تر در هوای آزاد خشک شدند و عملکرد علوفه خشک بر حسب کیلوگرم در هکتار محاسبه گردید. مدل رگرسیون خطی چندگانه برای صفات مورد بررسی به عنوان متغیرهای مستقل با عملکرد علوفه خشک به عنوان

متغیر وابسته با توجه به میانگین بدست آمده برای ۳۶ جمعیت و بدون استفاده از روش های حذف و انتخاب متغیر، برازش داده شدند. همبستگی فنوتیپی ترکیب های دوگانه صفات محاسبه شد، و تجزیه علیت و محاسبه اثرات مستقیم و غیرمستقیم متغیرهای معلول بر روی متغیر علت با استفاده از ضرایب همبستگی فنوتیپی انجام شد ( Pourmoradi & Mirzaie-Nodoushan, 2011). با استفاده از نرم افزارهای Path و SPSS تجزیه رگرسیون، همبستگی فنوتیپی، تجزیه علیت و نمودارهای مربوط تهیه شد.

جدول ۱- فهرست جمعیت های *F. arundinacea* مورد مطالعه و موجود در بانک ژن مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور

کد بانک ژن	منشأ	کد بانک ژن	منشأ
۱	بانه	۱۹	روسیه
۲	بانک ژن	۲۰	روسیه
۳	ایرلند	۲۱	کالیفرنیا
۴	استرالیا	۲۲	بانک ژن
۵	گناباد	۲۳	سنندج
۶	اصفهان	۲۴	بلژیک
۷	اصفهان	۲۵	استرالیا
۸	سمیرم	۲۶	آمریکا
۹	بروجن	۲۷	آمریکا
۱۰	بروجن	۲۸	استرالیا
۱۱	بروجن	۲۹	استرالیا
۱۲	بروجن	۳۰	استرالیا
۱۳	توانکش	۳۱	استرالیا
۱۴	کامباران	۳۲	بانک ژن
۱۵	توانکش	۳۳	هلند
۱۶	کامباران	۳۴	FAO
۱۷	ایرلند	۳۵	ایرلند
۱۸	اردبیل	۳۶	هلند

## نتایج

مدل رگرسیون خطی چندگانه بر این اساس که صفات تعداد روز تا گرده افشانی، ارتفاع بوته، طول برگ پرچم، تعداد ساقه در متر مربع و طول میانگره متغیرهای مستقل و عملکرد علوفه خشک متغیر تابع می باشد، بدون استفاده از

روش های حذف یا اضافه کردن متغیر دارای ضریب تشخیص تصحیح شده ۰/۷۱۱ بود و معنی دار شدن تجزیه واریانس رگرسیون بیانگر تأیید وجود مدل خطی بود (جدول ۲).

جدول ۲- تجزیه واریانس رگرسیون چندگانه برای میانگین عملکرد به عنوان متغیر وابسته با میانگین سایر صفات به عنوان متغیرهای مستقل در ۳۶ جمعیت مورد بررسی

منابع تغییر	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات
رگرسیون	۵	۳۹۰۵۰۱۸	۷۸۱۰۰۴**
باقیمانده	۳۰	۱۲۸۶۴۴۷	۴۲۸۸۲
کل	۳۵	۵۱۹۱۴۶۶	

نتایج آزمون t برای بررسی معنی دار بودن ضرایب رگرسیون خطی متغیرهای مورد بررسی در مدل رگرسیون چندگانه نشان داد که (جدول ۳) ضریب رگرسیون خطی طول میانگانه معنی دار نمی باشد و برای صفت طول برگ

پرچم نیز معنی داری در سطح ۶٪ می باشد اما برای دیگر صفات رابطه خطی معنی دار بود. با توجه به معنی دار نشدن ضریب رگرسیون برای طول میانگانه، مدل رگرسیونی چندگانه خطی بدست آمده بشرح معادله زیر می باشد:

$$Y = -2817/59 + 25/56X_1 + 32/71X_2 + 30/35X_3 + 7/16X_5$$

که در این معادله X1 تا X5 صفات مورفولوژیکی می باشند که در جدول ۳ نشان داده شده اند.

جدول ۳- ضرایب رگرسیون، آزمون t و سطح معنی داری ضرایب رگرسیون

متغیرهای مستقل	ضرایب رگرسیون	آزمون t	سطح معنی داری
ثابت رگرسیون	-۲۸۱۷/۵۹	-۴/۱۸	۰/۰۰۰
روز تا گرده افشانی (X <sub>1</sub> )	۲۵/۵۶	۲/۶۳	۰/۰۱۳
ارتفاع بوته (X <sub>2</sub> )	۳۲/۷۱	۳/۱۷	۰/۰۰۴
طول برگ پرچم (X <sub>3</sub> )	۳۰/۳۵	۱/۹۶	۰/۰۶۰
طول میانگانه (X <sub>4</sub> )	۳/۸۸	۰/۱۳	۰/۹۰۱
تعداد ساقه در متر مربع (X <sub>5</sub> )	۷/۱۶	۲/۲۹	۰/۰۲۹

تمام صفات به استثناء روز تا گرده افشانی همبستگی مثبت معنی دار در سطح ۱٪ با عملکرد علوفه داشتند (جدول ۴)، همچنین رابطه تمام صفات به استثناء روز تا گرده افشانی با هم دیگر مثبت و معنی دار بود. صفت روز تا گرده افشانی

همبستگی فنوتیپی مثبت و معنی دار در سطح ۵٪ با عملکرد علوفه نشان داد ولی با دیگر صفات همبستگی فنوتیپی معنی داری نشان نداد (جدول ۴).

جدول ۴- همبستگی فنوتیپی بین عملکرد علوفه و سایر صفات مورد بررسی

صفات	عملکرد علوفه	روز تا گرده افشانی	ارتفاع بوته	طول برگ پرچم	طول میانگانه
روز تا گرده افشانی	۰/۳۶۸*				
ارتفاع بوته	۰/۷۴۳**	۰/۰۷۷			
طول برگ پرچم	۰/۶۷۱**	۰/۲۸۶	۰/۵۳۵**		
طول میانگانه	۰/۶۵۲**	۰/۱۳۹	۰/۷۶۵**	۰/۶۰۰**	
تعداد ساقه در متر مربع	۰/۵۷۹**	۰/۰۴۳	۰/۴۷۱**	۰/۴۱۲*	۰/۴۰۲*

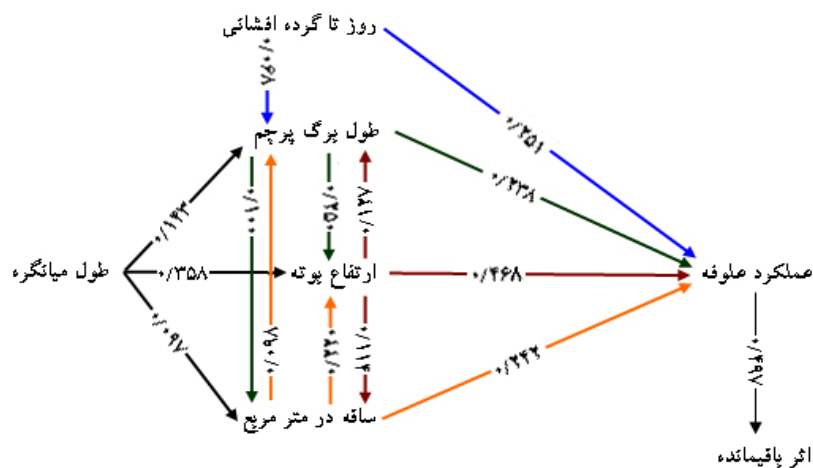
\* و \*\* به ترتیب معنی دار در سطح ۵٪؟

تجزیه علیت براساس همبستگی فنوتیپی صفات انجام شد و اثرات مستقیم و غیرمستقیم صفات مورد بررسی بر روی عملکرد علوفه محاسبه شد (جدول ۵). صفات روز تا گرده افشانی و ارتفاع بوته بیشتر از طریق اثر مستقیم مثبت بر روی عملکرد علوفه تأثیر داشتند و طول میانگره بیشتر از طریق آثار غیرمستقیم و مثبتی که بر روی صفات ارتفاع بوته و طول برگ پرچم داشت، در تولید علوفه مؤثر بود. صفات تعداد ساقه در متر مربع و طول برگ پرچم علاوه بر تأثیر مستقیم مثبت نسبتاً متوسط، از طریق ارتفاع بوته نیز اثر غیرمستقیم بر تولید علوفه داشتند. دیاگرام تجزیه علیت صفات مؤثر بر عملکرد علوفه با حذف اثرات مستقیم و

غیرمستقیم ضعیف در شکل ۱ ارائه شده است، در دیاگرام پیکان‌های بین صفات اثرات غیرمستقیم و اعداد روی آنها مقادیر اثرات و پیکان‌های بین صفات با عملکرد علوفه اثرات مستقیم و مقادیر روی آنها مقادیر اثرات مستقیم می‌باشد. همانطور که ملاحظه می‌گردد صفت طول میانگره اثر مستقیم قابل توجهی بر عملکرد نداشت و روز تا گرده افشانی نیز جز در یک مورد اثر غیرمستقیم قابل توجهی بر عملکرد علوفه نداشت، اما سه صفت دیگر هم دارای اثر مستقیم و هم دارای اثرات غیرمستقیم مثبت قابل توجه بر عملکرد علوفه بودند.

جدول ۵- ضرایب همبستگی و آثار مستقیم (روی قطر) و غیرمستقیم صفات بر عملکرد علوفه خشک

اثر	اثر کل	اثر غیرمستقیم از طریق				اثر مستقیم		صفات
		تعداد ساقه در مترمربع	طول میانگره	طول برگ پرچم	ارتفاع بوته	روز تا گرده افشانی	طول برگ پرچم	
باقیمانده								
	۰/۳۶۸**	۰/۰۱۰	۰/۰۰۳	۰/۰۶۸	۰/۰۳۶		۰/۲۵۱	روز تا گرده افشانی
	۰/۷۴۳**	۰/۱۱۴	۰/۰۱۴	۰/۱۲۷		۰/۰۱۹	۰/۴۶۸	ارتفاع بوته
	۰/۶۷۱**	۰/۱۰۰	۰/۰۱۱		۰/۲۵۰	۰/۰۷۲	۰/۲۳۸	طول برگ پرچم
	۰/۶۵۲**	۰/۰۹۷		۰/۱۴۳	۰/۳۵۸	۰/۰۳۵	۰/۰۱۹	طول میانگره
	۰/۴۹۷	۰/۵۷۹*	۰/۰۰۸	۰/۰۹۸	۰/۲۲۰	۰/۰۱۱	۰/۲۴۲	تعداد ساقه در مترمربع



شکل ۱- دیاگرام تجزیه علیت صفات مؤثر بر عملکرد علوفه براساس ۳۶ جمعیت مورد مطالعه گونه *F. arundinacea*

## بحث

معنی دار شدن تجزیه واریانس رگرسیون خطی چندگانه، بیانگر ارتباط خطی متغیرهای مستقل با متغیر وابسته بود، به عبارت دیگر عملکرد علوفه به صورت خطی با افزایش مقادیر متغیرهای مستقل افزایش یافت، و با توجه به ضریب تشخیص تصحیح شده،  $71/1$  درصد از تغییرات توسط رگرسیون خطی برازش شد. آزمون ضرایب رگرسیون متغیرهای مستقل نشان داد که طول میانگرمه تأثیر خطی بر افزایش عملکرد علوفه نداشت، اما دیگر متغیرها تأثیر خطی بر افزایش عملکرد علوفه داشتند. در این خصوص Afkar و همکاران (۲۰۰۹)، رگرسیون خطی چندگانه صفات تعداد ساقه در بوته، شاخص برداشت، عملکرد بذر و تعداد بذر در ساقه را با عملکرد علوفه با ضریب تشخیص  $0/97$  در  $24$  ژنوتیپ فستوکا گزارش کردند. ارتباط خطی بین متغیرهای مستقل ارتفاع بوته، تعداد دانه در سنبله، طول برگ پرچم، شاخص برداشت و طول سنبله با متغیر وابسته عملکرد علوفه با ضریب تبیین  $0/976$  در چاودار گزارش شد (Rahmani et al., 2004). همچنین وجود رابطه رگرسیون خطی چندگانه صفات مستقل وزن خوشه، وزن تر علوفه، محیط یقه و ارتفاع بوته با عملکرد علوفه در هفت گونه جنس *Poa* با ضریب تشخیص  $0/956$  گزارش شد (Moradi & Jafari., 2006).

طول دوره رشد رویشی (روز تا گرده‌افشانی) با عملکرد علوفه همبستگی مثبت داشت، بنابراین هرچه این زمان بیشتر باشد، عملکرد علوفه نیز افزایش می‌یابد. گزارش‌های متفاوتی در خصوص همبستگی بین عملکرد علوفه و طول دوره رشد ارائه شده است، همبستگی غیر معنی‌دار (Afkar et al., 2009)، همبستگی منفی و معنی‌دار (Imani et al., 2009) و همبستگی مثبت و معنی‌دار (De Araujo et al., 1983) برای طول دوره رشد با عملکرد علوفه گزارش شده است. عوامل متعددی می‌تواند وجود همبستگی بین صفات را توجیه کنند، از جمله پیوستگی ژنی و پلیوتروپی را می‌توان نام برد. لازم به ذکر است که تغییرات ناشی از شرایط محیط ممکن است مقدار این همبستگی‌ها را تغییر دهد (Pourmoradi & Mirzaie-Nodoushan, 2011). البته ارتفاع بوته‌ها، تعداد ساقه در مترمربع، طول برگ پرچم و طول میانگرمه با طول دوره رشد رویشی همبستگی نداشتند. عدم وجود همبستگی معنی‌دار برای تعداد ساقه در بوته (Afkar et al., 2009) و طول برگ پرچم (Majidi et al., 2007) با طول دوره رشد رویشی گزارش شده

است. صفات طول برگ پرچم، ارتفاع بوته، طول میانگرمه و تعداد ساقه در بوته با عملکرد علوفه همبستگی مثبت و معنی‌داری را نشان دادند، همچنین ترکیب‌های دوگانه این صفات نیز همبستگی مثبت و معنی‌داری داشتند، نتایج مشابه در این صفات گزارش شده است (Afkar et al., 2009; Imani et al., 2009; De Araujo et al., 1983). وجود همبستگی معنی‌دار بین ترکیب دوگانه صفات و همچنین بین صفات مورد بررسی و عملکرد علوفه، به همراه معنی‌دار شدن رگرسیون خطی چندگانه بیانگر این مهم است که، بررسی روابط علیت به منظور تفسیر ساختار عوامل مؤثر بر عملکرد علوفه می‌تواند مفید واقع گردد. هرچند تعیین ارتباط میان صفات مهم با عملکرد علوفه دارای اهمیت است، باوجوداین محاسبه ضریب همبستگی ماهیت ارتباط صفات را مشخص نمی‌کند، به طوری‌که با استفاده از تجزیه علیت امکان شناسایی آثار مستقیم و غیرمستقیم آنها بر عملکرد وجود دارد (Rahmani et al., 2004). بر همین اساس صفت روز تا گرده‌افشانی، هر چند کمترین همبستگی ( $r=0/368$ ) را با عملکرد علوفه داشت، اما اثر مستقیم نسبتاً مطلوبی ( $0/251$ ) بر عملکرد دارا بود و از طریق اثرات غیرمستقیم بر طول برگ پرچم ( $0/068$ ) بر عملکرد تأثیر داشت. بنابراین گزینش برای این صفت و انتخاب ژنوتیپ‌های دیررس هم مستقیماً باعث افزایش عملکرد علوفه شده و هم اینکه از طریق افزایش طول برگ پرچم سبب افزایش عملکرد علوفه گردید.

باوجود همبستگی مثبت و معنی‌دار طول میانگرمه با عملکرد علوفه ( $r=0/652$ )، اثر مستقیم آن بر روی عملکرد ناچیز ( $0/019$ ) بود، و بیشتر از طریق اثرات غیرمستقیمی که بر صفات ارتفاع بوته ( $0/358$ )، طول برگ پرچم ( $0/143$ ) و تعداد ساقه در واحد سطح ( $0/097$ ) داشت، باعث افزایش عملکرد علوفه شد. بنابراین گزینش بر مبنای این صفت مستقیماً باعث افزایش عملکرد علوفه نمی‌شود و بیشتر از طریق افزایش ارتفاع بوته‌ها باعث افزایش عملکرد علوفه می‌شود. این مسئله با نتیجه تجزیه رگرسیون نیز کاملاً مطابقت داشت، زیرا ملاحظه گردید که رگرسیون خطی معنی‌دار بین طول میانگرمه و عملکرد وجود نداشت. صفت ارتفاع بوته بیشترین تأثیر مستقیم را بر عملکرد علوفه داشت ( $0/468$ ). به همین دلیل گزینش بر مبنای این صفت در جهت افزایش عملکرد علوفه بسیار مفید خواهد بود، این نتیجه با مطالعات انجام شده در جمعیت‌هایی از جنس لولیوم (Pourmoradi & Mirzaie-Nodoushan, 2011) و گزارش ارائه شده در

- Doffing, S.M. and Knight, C.W., 1992. Alternative model for path analysis off small-grain yield. *Crop Science*, 32: 487- 489.
- Ervin, E.H., 1995. Performance of Kentucky blugrass, tall fescue and buffalo-grass under lime source irrigation, M.Sc. Thesis. Colorado State University- Fort Collins, CO, USA. 45-65
- Imani, A.A., Jafari, A.A., Chokan, R., Asgari, A. and Darvish, F., 2009. Selection indices application to improve tall fescue synthetic varieties for yield and quality traits in Ardebil province. *Iranian J. of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research*, 16(2): 273-284.
- Majidi, M.M., 2010. Study of seed yield and components in the normal mass Tall Fescue (*Festuca arundinacea*) and foreign variety. *Iranian J. of Crop Sci.*, 41: 93-103.
- Majidi, M.M., Mirlohi, A. and Sabzalian, M.R., 2007. Path analysis in seed yield and yield components were cloned *Festuca* (*Festuca* spp.) affected by fungal entophyte. *Agricultural Sciences and Natural Resources*, 11: 177-188.
- Mirjani, L., Ghamari Zare, E., Mirzaie Nodoushan, H. and Bakhshi Khaniki, Gh.R., 2003. Evaluation of genetic diversity in 9 festuca population with use seed storage protein electrophoresis. *Iranian J. of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research*, 11: 413-419.
- Moradi, P. and Jafari, A.A., 2006. Determining most effective traits on forage yield in some *Poa* species. *Iranian J. of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research*, 12: 183-193.
- Piano, E., Annicchiarico, P., Romani, M. and Pecetti, L., 2007. Genetic variation and heritability of forage yield in Mediterranean tall fescue. *Plant Breeding*, 126: 644-646.
- Pourmoradi, S. and Mirzaie-Nodoushan, H., 2011. Path analysis of morphological traits and forage yield on several populations of *Lolium* species. *Iranian J. of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research*, 18: 294-304.
- Rahmani, A., Jafari, A.A. and Hedayati, P., 2004. Analysis of Correlation, path for seed yield and its components in mountain rye (*Secal montanum* Guss). *Iranian J. of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research*, 12: 183-193.
- Sleper, D.A., Nelson, C.J. and Asay, K.H., 1977. Diallel and path coefficient analysis of tall fescue (*Festuca arundinacea*) regrowth under controlled conditions. *Canadian Journal of Genetics and Cytology*, 19: 557-564.
- Zakizadeh, M., Esmailzadeh Moghaddam, M. and Kahrizi, D., 2010. Study on genetic variation and relationship between plant characteristics and grain yield in long spike bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes using multivariate analysis. *Iranian J. of Crop Sci.*, 12:18-30.
- چاودار کوهی (Rahmani *et al.*, 2004) که اثر مستقیم مثبت و بالای ارتفاع بوته بر عملکرد علوفه را گزارش کردند، مطابقت داشت. همچنین ارتفاع بوته از طریق صفات طول برگ پرچم (۰/۱۲۷) و تعداد ساقه در واحد سطح (۰/۱۱۴)، به صورت غیرمستقیم نیز باعث افزایش عملکرد علوفه شد. طول برگ پرچم بیشتر از طریق اثر غیرمستقیم (۰/۲۵۰) بر ارتفاع بوته باعث افزایش عملکرد علوفه شد و اثر مستقیم نسبتاً متوسطی (۰/۲۳۸) بر روی عملکرد علوفه داشت، همچنین از طریق تعداد ساقه در واحد سطح نیز دارای اثر غیرمستقیم ناچیزی (۰/۱) بر عملکرد علوفه بود. تعداد ساقه در متر مربع نیز اثر مستقیم نسبتاً متوسطی (۰/۲۴۲) بر عملکرد داشت، همچنین از طریق صفات ارتفاع بوته (۰/۲۲۰) و طول برگ پرچم (۰/۱۰) تأثیر غیرمستقیمی بر عملکرد علوفه داشت. Sleper و همکاران (۱۹۷۷)، اثر مستقیم بالا را برای تعداد ساقه در بوته بر روی عملکرد علوفه گزارش کردند.
- در یک نتیجه‌گیری کلی می‌توان بیان داشت دیررسی کم و بیش بر عملکرد تأثیر دارد و طول میانگروه‌ها نیز به صورت غیرمستقیم با تأثیر بر دیگر صفات عملکرد را تحت تأثیر قرار داده و صفات ارتفاع بوته، تعداد ساقه در واحد سطح و طول برگ پرچم علاوه بر تأثیرات مستقیم از طریق تأثیر متقابل بر روی همدیگر باعث افزایش عملکرد علوفه می‌گردند و گزینش براساس تمام صفات به‌ویژه با تأکید بر ارتفاع بوته و زمان گرده‌افشانی می‌تواند در افزایش عملکرد علوفه گونه *F. arundinacea* مناسب باشد.

#### منابع مورد استفاده

- Afkar, S., Karimzadeh, Gh. and Jafari, A.A., 2009. A Study of Morphological Variation in some of *Festuca arundinacea* Genotypes Using Multivariable Analysis. *Iranian J. of Field Crop Science*, 40: 151-160.
- Amiri, S., Noormohamadi, S., Jafari, A.A. and Chugan, R., 2009. Correlation, regression and path analysis for grain yield and yield components on early maturing hybrids of grain corn. *J. of Plant Production*, 16: 99-112.
- Annicchiarico, P. and Romani, M., 2005. Genetic variation, heritability and genetic correlations for forage quality and yield traits of Mediterranean tall fescue germplasm. *Plant Breeding*, 124: 99-101.
- De Araujo, M.R.A., Coulman, B.E., Faris M.A. and Wrobel, C., 1983. Genetic Variation and correlation of agronomic traits in Tall Fescue (*Festuca arundinacea*) germplasm. *Canadian Journal Plant Science*, 63: 453-460.

## Path analysis of the characters influencing forage yield in 36 Iranian and foreign populations of *Festuca arundinacea* species

M. Farshadfar<sup>\*1</sup>, F. Moradi<sup>2</sup>, H. Safari<sup>3</sup> and I. Rezaie<sup>4</sup>

1\* - Corresponding author, Asist. Prof., Payam Noor University, Kermanshah, I.R, Iran.  
E-Mail: farshadfarmohsen@yahoo.com.

2- M.Sc., Department of Agriculture, Payam Noor University, Kermanshah, I.R, Iran.

3 -M. Sc., Agriculture and Natural Resources Research Center, Kermanshah, I.R, Iran.

4- M. Sc., Azad University, Kermanshah, I.R, Iran.

Received: 22.06.2013

Accepted: 07.10.2013

### Abstract

*Festuca arundinacea* have tolerant to various climatic conditions. It could have good roles in forage production for livestock feeding and soil conservation. To investigate the relationship between morphological traits and yield, 36 accessions of *Festuca arundinacea* were sown based on randomized complete block design with three replications under dryland farming system conditions, during 2008 and 2009. Plant length, internodes length, flag leaf length, number of stems per m<sup>2</sup>, days to pollination as independent variables and forage yield as the dependent variable were recorded. Based on regression analysis, forage yield had significant linear relationship with the independent variables. Independent variables showed a significant positive correlation with forage yield. Days to pollination showed no significant correlation with other traits, but the other traits showed pair wise correlation significant positive correlation. Path analysis results showed that the trait of plant height had the greatest direct effect (0.468) and indirect positive effect by stems per m<sup>2</sup> and flag leaf length on forage yield. Days to pollination had high direct effect (0.251) on the forage yield. In addition, selection based on all traits specially plant height and days to pollination can be useful to increase forage yield.

**Key world:** *Festuca arundinacea*, Path analysis, Morphological traits, Forage yield.