

Research Article

Plant Prod., 2020, 43(3), 419-430
DOI: 10.22055/ppd.2019.28151.1704

ISSN (P): 2588-543X
ISSN (E): 2588-5979

Identification of Effective Traits on Forage Yield in Tall Fescue (*Festuca Arundinacea* Schreb.)

Ehsan Rahimi¹, Reza Mohammadi^{2*}, Alireza Pourmohammad³ and Ali Asghar Aliloo⁴

- 1- M.Sc. Graduate of Plant Breeding, Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Maragheh, Iran
- 2- ***Corresponding Author:** Assistant Professor, Branch for Northwest & West region, Agricultural Biotechnology Research Institute of Iran (ABRII), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tabriz, Iran (r.mohammadi@abrii.ac.ir)
- 3- Assistant Professor, Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Maragheh, Iran
- 4- Associate Professor, Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Maragheh, Iran

Received: 8 January, 2019

Accepted: 2 October, 2019

Abstract

Background and Objectives

Introduction of high yielding forage cultivars for different climates is necessary to use in pasture establishment and rangeland renovation. Thus, increasing forage yield is one of the most important goals in cool-season grass breeding programs. Tall fescue (*Festuca Arundinacea* Schreb.) is a perennial cool-season grass adapted to a wide range of growing conditions. Tall fescue is one of the most drought, heat, and wear tolerant species among perennial cool-season grasses. Due to its large and deep root system, it is able to take up water in dry periods when other grasses have stopped their growth. Then it could be a good choice for pasture establishment and rangeland renovation in Iran. This study was carried out to identify important traits which are effective to increase forage yield in the tall fescue in East Azarbaijan region of Iran.

Materials and Methods

For this purpose, 32 tall fescue genotypes were evaluated in a randomized complete block design (RCBD) with 4 replications in research farm of Agricultural Biotechnology Research Institute of Northwest and West region of Iran- Tabriz in 2016. Each replication contained 5 spaced single plants 60 cm apart. Eleven agro-morphological characteristics were measured.

Results

The correlation coefficients showed that total dry forage yield and seed yield had significant and positive correlation with all traits except days to heading and days to pollination. Total dry forage yield had significant and positive correlation with plant height, canopy diameter, stem number, and crown diameter (0.650**, 0.763**, 0.500**, and 0.750**, respectively). Stepwise regression analysis, considering the total dry forage yield as the dependent variable, showed that canopy diameter and crown diameter were entered into the model. These traits in total justified 64.1 percent of the regression model changed. Moreover, stepwise regression analysis, considering the



seed yield as the dependent variable, showed that total dry forage yield, stem number, and canopy diameter were entered into the model. According to the results, canopy diameter (0.453) and crown diameter (0.394) had highest direct effects on the total dry forage yield and for the seed yield, total dry forage yield (0.797) and stem number (0.423) had highest direct effects.

Discussion

Based on the results of this study, canopy diameter and crown diameter had greater relative importance in determining the total dry forage yield of tall fescue. Thus, plant canopy and crown diameter could be used as an indicator in selection of best tall fescue genotypes in breeding programs.

Keywords: East azarbaijan, Stepwise regression, Seed yield, Rangeland, pasture

شناسایی صفات مؤثر بر عملکرد علوفه در گونه علوفه‌ای - مرتعی علف‌بره پابلند (*Festuca arundinacea* Schreb.)

احسان رحیمی^۱، رضا محمدی^{۲*}، علیرضا پورمحمد^۳ و علی اصغر علیلو^۴

- ۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد اصلاح نباتات، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه، مراغه، ایران
 ۲- *نویسنده مسئول: استادیار پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی شمال غرب و غرب کشور، پژوهشگاه بیوتکنولوژی کشاورزی ایران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تبریز، ایران (r.mohammadi@abrii.ac.ir)
 ۳- استادیار، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه، مراغه، ایران
 ۴- دانشیار، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه، مراغه، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۴/۰۱

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۰/۱۸

چکیده

معرفی ارقام علوفه‌ای - مرتعی با عملکرد مناسب در شرایط مختلف آب و هوایی، جهت کشت در مراتع و یا ایجاد چراگاه‌های دست کاشت از ملزومات احیاء مراتع کشور می‌باشد. یکی از مهم‌ترین اهداف برنامه‌های به‌نژادی در گراس‌های سردسیری افزایش عملکرد علوفه است. این پژوهش با هدف شناسایی صفات مهم تأثیرگذار در افزایش عملکرد علوفه علف‌بره پابلند در سال ۱۳۹۵ در مزرعه تحقیقاتی پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی - تبریز در استان آذربایجان شرقی انجام گرفت. لذا ۳۲ ژنوتیپ علف‌بره پابلند (*Festuca arundinacea*) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار مورد ارزیابی قرار گرفتند. ضرایب همبستگی بین صفات نشان داد صفات عملکرد علوفه خشک سالیانه و عملکرد بذر با تمام صفات به غیر از روز تا خوشه‌دهی و روز تا گرده‌افشانی همبستگی مثبت و معنی‌داری داشتند. در تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام با در نظر گرفتن عملکرد علوفه خشک سالیانه به‌عنوان متغیر وابسته، قطر تاج‌پوش و طوقه وارد مدل گردیدند که در مجموع ۶۴/۱ درصد از تغییرات مدل رگرسیون مربوطه را توجیه کردند. در تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام برای عملکرد بذر به‌عنوان متغیر وابسته، عملکرد علوفه خشک سالیانه، تعداد ساقه و قطر تاج‌پوش وارد مدل گردیدند. با توجه به نتایج، در بین صفات مورد بررسی صفات قطر تاج‌پوش (۰/۴۵۳) و قطر طوقه (۰/۳۹۴) اثر مستقیم بالایی بر عملکرد علوفه خشک سالیانه داشتند و برای عملکرد بذر نیز صفات عملکرد علوفه خشک سالیانه (۰/۷۹۷) و تعداد ساقه (۰/۴۲۳) اثر مستقیم بالایی داشتند. بنابراین صفات قطر تاج‌پوش و تعداد ساقه به دلیل سهولت اندازه‌گیری به‌عنوان شاخص در گزینش ژنوتیپ‌های برتر علف‌بره پابلند در برنامه‌های به‌نژادی قابل استفاده خواهند بود.

کلیدواژه‌ها: آذربایجان شرقی، رگرسیون گام‌به‌گام، عملکرد بذر، مرتع، چراگاه

مقدمه

خشکی و تنش گرما در اثر تغییرات آب و هوایی در حال کاهش است. بنابراین منابع تغذیه‌ای قادر به برآورد نیاز دام‌ها نخواهد بود و تخریب شدید چراگاه‌ها، کاهش منبع

تولید علوفه در چراگاه‌ها به دلیل بهره‌برداری بیش از حد از چراگاه‌ها، افزایش هزینه و کاهش آب و افزایش شدت

غذایی دام‌ها را تشدید خواهد نمود. این کمبود با توسعه گیاهان علوفه‌ای، مانند لگوم‌های علوفه‌ای و همیاری لگوم‌ها و گیاهان علفی قابل رفع است (Abbas et al., 2014). معرفی ارقام علوفه‌ای-مرعی با عملکرد مناسب در شرایط مختلف آب و هوایی، جهت کشت در مراتع و یا ایجاد چراگاه‌های دست‌کاشت از ملزومات احیاء مراتع کشور می‌باشد.

علف‌بره پابلند (*Festuca arundinacea*) از مهم‌ترین گونه‌های جنس فستوکا می‌باشد که به‌منظور تولید علوفه، حفاظت خاک و احداث چمن به‌کار می‌رود (Mohammadi et al., 2009). در ایران علف‌بره پابلند به‌طور طبیعی در مراتع شمالی، مرکزی و غربی ایران رویش داشته و در تولید علوفه و حفاظت از خاک نقش ایفا می‌کند. کشت این گیاه به‌صورت زراعی متداول نشده است اما از ظرفیت بالایی برای تولید علوفه به‌صورت زراعی و مرعی برخوردار می‌باشد (Sharifi Tehrani et al., 2009). علف‌بره پابلند یک گیاه دگربارور آلوهگزاپلوئید ($2n=6x=42$) است که در سرتاسر جهان به‌عنوان گیاه علوفه‌ای استفاده می‌شود. این گیاه بومی اروپا و شمال آفریقا و بخشی از خاورمیانه است (Amini, 2016).

یکی از مهم‌ترین اهداف به‌نژادی گیاهی در گراس‌ها افزایش عملکرد علوفه است. برای شناسایی ارقام پرمحصول، لازم است صفاتی که رابطه‌ی معنی‌داری با عملکرد علوفه دارند، مورد شناسایی قرار گیرند تا با گزینش آن‌ها، نسبت به گردآوری ژن‌های مطلوب در ارقام اصلاح‌شده اقدام گردد. اگرچه ضرایب همبستگی در تعیین میزان و تبیین روابط بین صفات، زیاد استفاده می‌شوند، ولی گاهی ممکن است گمراه‌کننده باشند، به‌طوری‌که همبستگی بالای بین دو صفت ممکن است نتیجه اثرات غیرمستقیم صفات دیگر باشد (Dofing and Knight, 1992). همچنین، از آنجایی که بین برخی از صفات مرتبط با عملکرد، همبستگی‌های منفی وجود دارد و با توجه به روابط پیچیده صفات با همدیگر، قضاوت نهایی نمی‌تواند صرفاً بر مبنای ضرایب همبستگی ساده انجام گیرد

(Tousi-Mojarad and Bihanta, 2007). بنابراین تفکیک ضرایب همبستگی به اثرات مستقیم و غیرمستقیم با استفاده از روش تجزیه مسیر می‌تواند سهم هر یک از عوامل را به‌طور دقیق مشخص نماید. از تجزیه مسیر، جهت ارزیابی اجزای عملکرد و روابط بین آن‌ها و اثرات مستقیم و غیرمستقیم که این اجزاء بر یکدیگر دارند، استفاده می‌شود تا بتوان در گزینش غیرمستقیم از صفات وابسته به عملکرد در انتخاب تیمارهای مناسب یا ژنوتیپ‌های پرمحصول استفاده نمود (Abaszadeh et al., 2011). با محاسبه ضریب همبستگی میزان همبستگی صفات مورد ارزیابی مشخص می‌شود، اما ماهیت ارتباط بین صفات روشن نخواهد شد. بنابراین، پژوهشگران روش تجزیه مسیر را به‌عنوان ابزاری برای تعیین اهمیت صفات مؤثر در عملکرد مورد استفاده قرار می‌دهند (Akbari et al., 2012). به‌منظور تعیین نقش اجزای عملکرد در بالا بردن عملکرد و افزایش کارایی انتخاب توسط تعداد کمی از خصوصیات به‌عنوان شاخص‌های مؤثر در دستیابی به اهداف اصلاحی، از رگرسیون مرحله‌ای استفاده می‌شود (Acquaah et al., 1992). از آنجایی که در رگرسیون چندمتغیره اثرات متقابل در بین متغیرها وجود دارد ممکن است یک متغیر در کنار برخی از متغیرها معنی‌دار باشد، اما در کنار برخی دیگر از متغیرها معنی‌دار نباشد. به همین علت لازم است متغیرهای مهمی را که تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دارند انتخاب نمود (Zeinali et al., 2004). همان طوری که در تجزیه همبستگی ممکن است برخی از صفات با عملکرد رابطه معنی‌داری نداشته باشند. در تجزیه رگرسیونی نیز ممکن است برخی از متغیرها تأثیر معنی‌داری روی تابع نداشته باشند (Farshadfar, 2002). با کمک تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام می‌توان اثر صفات غیرمؤثر یا کم تأثیر را در مدل رگرسیونی بر روی عملکرد حذف نموده و تنها صفاتی را که میزان قابل ملاحظه‌ای از تغییرات عملکرد را توجیه می‌کنند مورد بررسی قرار داد (Farshadfar et al., 1993). از تجزیه رگرسیونی گام‌به‌گام و تجزیه علیت برای شناسایی صفات مؤثر در عملکرد

و یک چهارم کود دامی) در گلخانه کشت گردید. بعد از جوانه زنی و رشد اولیه، گلدان‌ها برای سازگار شدن به محیط بیرون، به خارج از گلخانه انتقال داده شدند. گیاهان بر اساس طرح بلوک‌های کامل تصادفی (RCBD) با چهار تکرار در مزرعه کشت گردیدند. این طرح متشکل از ۲ کرت و هر کرت با ابعاد به طول ۲۰ متر و عرض ۴ متر و با فاصله ردیف کاشت ۶۰ سانتی‌متر بود. در هر ردیف کاشت ۶ بوته علف‌بره پابلند وجود داشت. در کاشت بوته‌ها فاصله بین ردیف و روی ردیف ۶۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. پس از کاشت گیاهان بلافاصله آبیاری انجام گردید. در طول آزمایش با علف‌های هرز به صورت مکانیکی مبارزه گردید. با توجه به چند ساله بودن علف‌بره پابلند، در سال اول به منظور تثبیت بوته‌ها در مزرعه داده‌برداری انجام نگرفت و داده‌برداری از اوایل فروردین سال دوم انجام گرفت. اندازه‌گیری در ۴ بوته میانی هر ردیف کاشت، بعد از حذف بوته‌های کناری به عنوان اثر حاشیه، انجام شد. صفات مورد ارزیابی عبارت بودند از قطر تاج‌پوش (سانتی‌متر)، تعداد روز تا خوشه‌دهی، تعداد روز تا گرده‌افشانی، ارتفاع بوته (سانتی‌متر)، تعداد ساقه، عملکرد علوفه خشک سالیانه (گرم)، قطر یقه پس از برداشت (سانتی‌متر)، عملکرد بذر. همبستگی ساده خطی بین صفات مورفولوژیکی مورد مطالعه محاسبه و برای تعیین مدل رگرسیونی مناسب برای عملکرد علوفه خشک سالیانه و صفات مرتبط با آن تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام انجام گرفت و با توجه به اهمیت تولید بذر در فستوکا برای عملکرد بذر و صفات مرتبط با آن نیز تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام انجام گرفت. به منظور درک بهتر و تفسیر دقیق‌تر نتایج به دست آمده از همبستگی‌های ساده و رگرسیون گام‌به‌گام، متغیرهای وارد شده در مدل رگرسیون، مورد تجزیه علیت قرار گرفت. برای تجزیه و تحلیل اطلاعات از نرم افزارهای SPSS19، Amos23 و Excel استفاده گردید.

محصولات مختلف استفاده شده است. برای مثال تجزیه علیت برای عملکرد دانه در چاودار نشان داد که صفات وزن دانه سنبله و تعداد سنبله بیشترین نقش را در تعیین عملکرد دانه دارند (Nayebi-Aghbolag et al., 2019). تجزیه علیت برای بررسی صفات مؤثر در عملکرد عدس نشان داد که تعداد غلاف پر در بوته، میزان کلروفیل و وزن صد دانه بیشترین نقش را در تعیین عملکرد دانه دارند (Zahedi et al., 2016).

هدف از این پژوهش، بررسی روابط بین عملکرد علوفه خشک سالیانه و عملکرد بذر با برخی صفات زراعی مرتبط با آن در ژنوتیپ‌های مختلف علف‌بره پابلند با استفاده از تجزیه و تحلیل همبستگی، رگرسیون و تجزیه مسیر می‌باشد تا بتوان بدین طریق صفات مهم تأثیرگذار در تولید ارقام پر محصول را شناسایی نمود.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش ۳۲ ژنوتیپ از گونه علف‌بره پابلند (*Festuca arundinacea*) در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ در شهرستان تبریز با طول جغرافیایی ۲۱، ۱۶، ۴۶ و عرض جغرافیایی ۳۰، ۶، ۳۸ با ارتفاع ۱۳۵۴ متر از سطح دریای آزاد است انجام گرفت. بر اساس طبقه‌بندی اقلیمی دومارتن، منطقه دارای اقلیم نیمه خشک سرد است. میانگین دمای سالانه ۱۰ درجه سلسیوس، میانگین حداکثر دمای سالانه ۱۶ درجه سلسیوس و میانگین حداقل دمای سالانه ۲/۲ درجه سلسیوس است. میانگین بارندگی سالانه‌ی این ناحیه ۲۷۱/۳ میلی‌متر است. pH خاک‌های منطقه در محدوده‌ی قلیایی تا متوسط می‌باشد (Khalilvand, 2006).

بذور مورد بررسی (جدول ۱)، از بانک بذر پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی شمالغرب و غرب کشور- تبریز تهیه گردید. بذور تهیه شده از بانک بذر پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی شمالغرب و غرب کشور- تبریز در گلدان‌های پلاستیکی ۳ کیلویی در خاک مخلوط (یک دوم خاک زراعی، یک چهارم ماسه

Table 1. The origins and codes of studied tall fescue genotypes

Row	Accession No.	Genotype code	Origin
1		<i>F.a</i> -Kh1,2-A	
2	1	<i>F.a</i> -Kh1,2-B	Foreign cultivar-1
3		<i>F.a</i> -Kh1,2-C	
4	2	<i>F.a</i> -83D+F2-A	Fariman-Khorasan-Genotype-D
5		<i>F.a</i> -83D+F2-B	
6	3	<i>F.a</i> -Cham20-F1-A	REBEL cultivar
7		<i>F.a</i> -Cham20-F1-B	
8	4	<i>F.a</i> -83*Reb-F2-A	Fariman-Khorasan-Genotype-B×REBEL
9		<i>F.a</i> -83*Reb-F2-B	
10	5	<i>F.a</i> -Ho sh-F1-A	Forign cultivar-H
11		<i>F.a</i> -Ho sh-F1-B	
12	6	<i>F.a</i> -83*Reb-F2-A	Fariman-Khorasan-Genotype-B×REBEL
13		<i>F.a</i> -83*Reb-F2-B	
14	7	<i>F.a</i> -43-Sh-A	MINI MUSTANG cultivar
15		<i>F.a</i> -43-Sh-B	
16	8	<i>F.a</i> -83*Reb-1-F2	Fariman-Khorasan-Genotype-A×REBEL
17		<i>F.a</i> -Po-Sh-A	
18	9	<i>F.a</i> -Po-Sh-B	Foreign cultivar-P
19		<i>F.a</i> -Po-Sh-C	
20	10	<i>F.a</i> -46-ShF1-A	FIESTA2 cultivar
21		<i>F.a</i> -46-ShF1-B	
22	11	<i>F.a</i> -Abyane4+-A	Abyaneh-Esfahan
23		<i>F.a</i> -Abyane4+-B	
24	12	<i>F.a</i> -30-Sh-F1-A	BONSAI cultivar
25		<i>F.a</i> -30-Sh-F1-B	
26	13	<i>F.a</i> -Honjan2+-A	Honjan-Esfahan
27		<i>F.a</i> -Honjan2+-B	
28	14	<i>F.a</i> -Ch-22-F1-A	REBEL2 cultivar
29		<i>F.a</i> -Ch-22-F1-B	
30	15	<i>F.a</i> -83 B+F2-A	Fariman-Khorasan-Genotype-B
31		<i>F.a</i> -83 B+F2-B-B	
32	16	<i>F.a</i> -30-Sh F1-A	BONSAI cultivar

نتایج و بحث

همبستگی

ضرایب همبستگی بین صفات، در جدول (۲) ارائه شده است. ضرایب همبستگی بین صفات نشان داد که صفت عملکرد علوفه خشک سالیانه با تمام صفات به غیر از روز تا خوشه‌دهی و روز تا گرده‌افشانی همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح ۱ درصد دارد. همچنین عملکرد بذر نیز مانند عملکرد علوفه خشک سالیانه با تمام صفات به غیر از روز تا خوشه‌دهی و روز تا

گرده‌افشانی همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطح یک درصد داشت. نتایج نشان می‌دهد که همبستگی عملکرد بذر و عملکرد علوفه مثبت و معنی‌دار است که نشان می‌دهد که گزینش برای یک صفت موجب بهبود صفت دیگر می‌شود (جدول ۲).

رگرسیون گام‌به‌گام

برای پیش‌بینی عملکرد علوفه و اجزای آن و حذف متغیرهای کم‌اهمیت و برای شروع تجزیه مسیر، ابتدا تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام صورت گرفت. در تجزیه

تغییرات مدل رگرسیونی مربوطه را توجیه نمودند (جدول ۴).

تجزیه مسیر

نتایج تجزیه مسیر برای عملکرد علوفه خشک سالیانه در جدول (۵) نشان داده شده است. با توجه به نتایج، در بین صفات مورد بررسی، صفات قطر تاج پوش و قطر طوقه هر دو دارای اثر مستقیم بالایی بر عملکرد علوفه خشک سالیانه بود (جدول ۵ و شکل ۱).

همچنین نتایج تجزیه مسیر برای عملکرد بذر در جدول (۶) آورده شده است. با توجه به نتایج، در بین صفات مورد بررسی، صفات عملکرد علوفه خشک سالیانه (۰/۷۹۷) و تعداد ساقه (۰/۴۲۳) اثر مستقیم مثبت بر عملکرد بذر داشتند و صفت قطر تاج پوش (۰/۲۸۳-) دارای اثر مستقیم منفی بر عملکرد بذر بود و عمده تأثیر آن از طریق اثرات غیرمستقیم می باشد (جدول ۶ و شکل ۲).

رگرسیون گام به گام با در نظر گرفتن عملکرد علوفه خشک سالیانه به عنوان متغیر وابسته و سایر صفات به غیر از عملکرد بذر به عنوان متغیرهای مستقل، به ترتیب صفات قطر تاج پوش و قطر طوقه وارد مدل شدند (جدول ۳). در این زمینه صفات قطر تاج پوش با ضریب تبیین ۵۸/۲ درصد و قطر طوقه با ضریب تبیین ۵/۹ درصد، از بین صفات مورد بررسی به میزان ۶۴/۱ درصد از تغییرات مدل رگرسیونی مربوطه را توجیه کردند (جدول ۳).

همچنین با توجه به اهمیت تولید بذر در فستوکا و برای پیشگویی عملکرد بذر تجزیه رگرسیونی جداگانه ای برای عملکرد بذر انجام گرفت و در آن عملکرد بذر به عنوان متغیر وابسته و سایر صفات به عنوان متغیر مستقل در نظر گرفته شد و به ترتیب صفات عملکرد علوفه، تعداد ساقه و قطر تاج پوش وارد مدل گردیدند. صفات وارد شده در مدل رگرسیونی در مجموع ۷۸/۲ درصد از

Table 2. The correlation coefficients of evaluated traits in tall fescue

Row	Traits	1	2	3	4	5	6	7
1	Canopy diameter	1						
2	Days to heading	-0.057	1					
3	Days to pollination	-0.074	0.942**	1				
4	Plant Height	0.667**	0.022	-0.010	1			
5	Stem number	0.439*	-0.148	-0.143	0.582**	1		
6	Crown diameter	0.788**	-0.075	-0.043	0.511**	0.521**	1	
7	Total dry forage yield	0.763**	-0.088	-0.126	0.650**	0.500**	0.750**	1
8	Seed yield	0.511**	-0.230	-0.223	0.615**	0.697**	0.617**	0.793**

* and ** significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

Table 3. Results of stepwise regression analysis for dry forage yield in tall fescue

Added variables to model	Constant (a)	Regression coefficients		Cumulative determination coefficient
		b1	b2	
Canopy diameter	-824.250**	30.471**		0.582
Crown diameter	922.855**	18.087*	*34.551	0.641

* and ** significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

Table 4. Results of stepwise regression analysis for seed yield in tall fescue

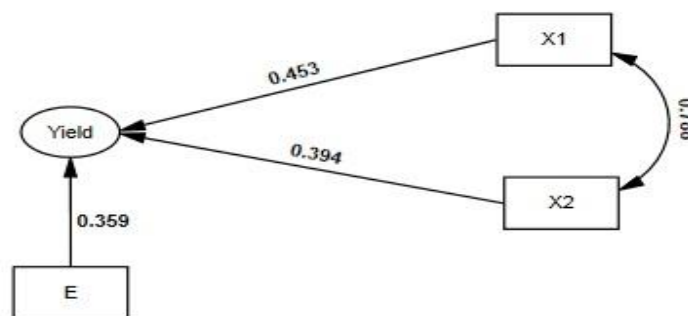
Added variables to model	Constant (a)	Regression coefficients			Cumulative determination coefficient
		b1	b2	b3	
Dry forage yield	3.389 ^{ns}	0.066**			0.629
Stem number	-17.952*	0.050**	0.166**		0.749
Canopy diameter	13.267 ^{ns}	0.067**	0.176**	-0.947*	0.782

*, ** and ns significant at 5% and 1% probability levels, and non-significant respectively.

Table 5. The path analysis for dry forage yield in tall fescue genotypes

Trait	Direct effect	Indirect effect via		Correlation coefficients with dry forage yield
		1	2	
Canopy diameter	0.453	-	0.310	0.763**
Crown diameter	0.394	0.357	-	0.750**

Residual effect: 0.359.

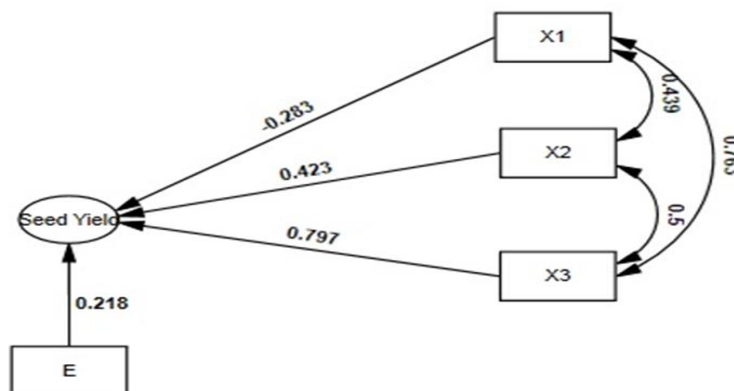
**Figure 1. Diagram of path analysis for dry forage yield in tall fescue**

Y: Dry forage yield, X1: Canopy diameter, X2: Crown diameter, E: Residual effect

Table 6. The path analysis for seed yield in tall fescue genotypes

Trait	Direct effect	Indirect effect via			Correlation coefficients with Seed yield
		1	2	3	
Canopy diameter	-0.283	-	0.186	0.608	0.511**
Stem number	0.423	-0.124	-	0.399	0.697**
Dry forage yield	0.797	-0.216	0.211	-	0.793**

Residual effect: 0.216

**Figure 2. Diagram of path analysis for seed yield in tall fescue**

Y: Seed yield, X1: Canopy diameter, X2: Crown diameter, X3: Dry forage yield, E: Residual effect

صفات به غیر از روز تا خوشه‌دهی و روز تا گرده‌افشانی همبستگی مثبت و معنی‌دار وجود دارد که نشان می‌دهد امکان گزینش غیرمستقیم برای عملکرد از طریق سایر اجزای عملکرد وجود دارد. همچنین با توجه به وجود همبستگی مثبت و معنی‌دار بین عملکرد علوفه خشک

عملکرد علوفه در گیاهان علفی نتیجه تداخل متغیرهای متعددی است که بر رشد در طول دوره نمو تأثیر می‌گذارند. بنابراین گزینش مستقیم همیشه در بهبود عملکرد علوفه مؤثر نیست. بر اساس نتایج تجزیه همبستگی، بین عملکرد علوفه خشک سالیانه با تمام

گام به گام به صورت زیر خواهد بود:

$$Y = -922/855 + 18/087 X_1 + 34/551 X_2$$

با مقایسه ضرایب رگرسیونی جدول (۳) و ضرایب همبستگی جدول (۲) معلوم شد که ضریب همبستگی بین عملکرد علوفه خشک سالیانه با صفات قطر تاج پوش و قطر طوقه همبستگی مثبت و معنی داری داشت که بیانگر مطابقت تجزیه رگرسیونی با تجزیه همبستگی می باشد و تأکید مجددی بر اهمیت این صفات در افزایش عملکرد علوفه ی علف بره پابلند می باشد. در پژوهش (2013) Amini et al. با استفاده از تجزیه رگرسیون مرحله ای در علف بره پابلند (*Festuca arundinacea* Schreb.)، عملکرد علوفه خشک در بوته را به عنوان متغیر تابع و سایر صفات (بجز عملکرد علوفه تر در بوته) به عنوان متغیر ثابت در نظر گرفته و نشان دادند که طول برگ پرچم به عنوان نخستین متغیر وارد شده به مدل، ۶۱ درصد از تغییرات عملکرد علوفه خشک را توجیه نمود و در مراحل بعدی به ترتیب تعداد ساقه و ارتفاع بوته وارد مدل شدند.

برای پیشگویی عملکرد بذر در این آزمایش تجزیه رگرسیونی جداگانه ای برای عملکرد بذر انجام گرفت و در آن عملکرد بذر به عنوان متغیر وابسته و سایر صفات به عنوان متغیر مستقل در نظر گرفته شد و به ترتیب صفات عملکرد علوفه خشک سالیانه، تعداد ساقه و قطر تاج پوش وارد مدل گردید و صفات وارد شده در مدل رگرسیونی در مجموع ۷۸/۲ درصد از تغییرات مدل رگرسیونی مربوطه را توجیه نمودند این نتایج با نتایج به دست آمده از همبستگی مشابه می باشند.

اگر عملکرد بذر Y ، عملکرد علوفه خشک سالیانه X_1 ، تعداد ساقه X_2 و قطر تاج پوش X_3 در نظر گرفته شود معادله کلی گام به گام به صورت زیر خواهد بود:

$$Y = 13/267 + 0/067 X_1 + 0/176 X_2 - 0/947 X_3$$

در مطالعه Afkar et al. (2010) بر روی ژنوتیپ های فسٹو کا نتایج تجزیه رگرسیون گام به گام نشان داد که

سالیانه با ارتفاع بوته، قطر تاج پوش، تعداد ساقه و قطر طوقه می توان اظهار داشت که ژنوتیپ هایی که دارای ارتفاع بوته و قطر تاج پوش بیشتری هستند، می توانند عملکرد علوفه بیشتری نیز داشته باشند. چرا که ارتفاع بوته و میزان توسعه کانوبی می تواند نشانگر رشد بیشتر در اندام هوایی علف بره پابلند باشد. مشابه با این نتایج (2006) Jafari et al. در علف بره پابلند نیز همبستگی مثبت و معنی داری بین عملکرد علوفه و صفات ارتفاع بوته و تراکم ساقه گزارش نمودند. در مطالعه (2012) Ebrahimian et al. نیز همبستگی معنی دار مثبتی را بین وزن خشک بوته در چین اول با ارتفاع بوته، قطر طوقه و وزن تر بوته به دست آوردند. این محققین، در مجموع بیشترین همبستگی عملکرد علوفه را با صفات تعداد ساقه بارور و قطر یقه مشاهده نمودند. همچنین در این مطالعه همبستگی مثبت و معنی داری بین عملکرد بذر و عملکرد علوفه خشک سالیانه مشاهده گردید که نشان می دهد گزینش برای یک صفت موجب بهبود صفت دیگر می شود. نتایج مشابهی نیز توسط (2010) Afkar et al. گزارش شده است. همچنین در پژوهش حاضر، بین تاریخ خوشه دهی با تاریخ گرده افشانی همبستگی معنی دار و مثبت (۰/۹۵۶) وجود داشت. این نتایج نشان می دهد که رابطه مثبتی بین طول دوره مراحل مختلف فنولوژیکی وجود دارد. همچنین (2013) Ruttanaprasert et al. نیز گزارش نمودند که در ژنوتیپ هایی از گیاهان که دارای طول دوره رشدی طولانی تری هستند، طول دوره سایر مراحل نیز بیشتر می باشد.

در تجزیه رگرسیون گام به گام با در نظر گرفتن عملکرد علوفه خشک سالیانه به عنوان متغیر وابسته و سایر صفات به عنوان متغیرهای مستقل، به ترتیب صفات قطر تاج پوش و قطر طوقه وارد مدل شدند که در مجموع ۶۴/۱ درصد از تغییرات مدل رگرسیون را توجیه کردند.

اگر عملکرد علوفه خشک سالیانه Y ، قطر تاج پوش X_1 ، قطر طوقه X_2 در نظر گرفته شود معادله کلی

همچنین صفت عملکرد علوفه خشک سالیانه و تعداد ساقه در مرتبه اول و قطر تاج پوش در مرتبه دوم دارای اهمیت نسبی بیشتری در تعیین عملکرد بذر می باشند. بنابراین می توان از صفات قطر تاج پوش و تعداد ساقه به دلیل سهولت اندازه گیری به عنوان شاخص در گزینش ژنوتیپ های برتر علف بره پابلند در برنامه های به نژادی استفاده نمود.

نتیجه گیری

موفقیت در گزینش و به نژادی و تولید ارقام پرمحصول، به تشخیص نحوه ی کنترل ژنتیکی عملکرد علوفه و ارتباط آن با سایر صفات بستگی دارد. بر اساس نتایج این مطالعه در گونه علف بره پابلند صفات قطر تاج پوش و تعداد ساقه از اهمیت نسبی بیشتری در تعیین عملکرد علوفه خشک برخوردار بودند و می توانند به عنوان یک شاخص در گزینش قابل توصیه باشند.

سپاس گذاری

از همکاران محترم پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی شمال غرب و غرب کشور و دانشکده کشاورزی دانشگاه مراغه که ما را در انجام این تحقیق یاری نمودند، سپاسگزاریم.

صفات وزن هزار دانه، عملکرد علوفه و شاخص برداشت با ضریب تبیین ۹۷ درصد بیشترین تغییرات تولید بذر را توجیه نمودند. با توجه به نتایج همبستگی بین صفات و تجزیه رگرسیون گام به گام جهت افزایش عملکرد بذر، انتخاب بر مبنای عملکرد علوفه مؤثر خواهد بود.

در این مطالعه، قطر تاج پوش و قطر طوقه با داشتن بیشترین اثر مستقیم و همبستگی مثبت و معنی دار با عملکرد علوفه خشک سالیانه می توانند بیشترین تأثیر را بر افزایش عملکرد علوفه خشک داشته باشند. همچنین عملکرد علوفه خشک سالیانه و تعداد ساقه اثر مستقیم مثبت بر عملکرد بذر داشتند. صفت قطر تاج پوش با این که اثر مستقیم منفی بر روی عملکرد بذر دارد ولی از طریق اثر غیرمستقیم مثبت و همبستگی معنی داری که با عملکرد بذر دارد می تواند باعث افزایش عملکرد بذر شود.

در مطالعه ای (Ebrahimian 2010) در گیاه علف بره پابلند نشان داد که اثر مستقیم تعداد ساقه مثبت و بالا (۰/۶۰) و اثر غیر مستقیم آن از طریق صفات روز تا گرده افشانی، نسبت برگ به ساقه و ارتفاع بوته به ترتیب ۰/۱۳، ۰/۱۱- و ۰/۱۱ بود. بر اساس نتایج این مطالعه، صفت قطر تاج پوش در مرتبه اول و قطر طوقه در مرتبه دوم دارای اهمیت نسبی بیشتری در تعیین عملکرد علوفه خشک سالیانه می باشند.

References

- Abbas, A., Mebarikia, A. and Mohguen, K. (2014). Performances of some fodder cultivars cultivated in pure stand or in association under semi-arid conditions of Algeria. Forage resources provided by Mountain and Mediterranean grasslands and rangelands. In: Options Méditerranéennes, Series A, 109, 105-109.
- Abaszadeh, B., Rezaiee, M. B. and Paknejad, F. (2011). Evaluation relationship between essential oil yield and some agriculture characters by using of path analysis of two ecotypes of *Mentha longifolia* (L.) Huds. Var. amphilema L. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 27(51), 36-46. [In Farsi]
- Afkar, S., Karimzadeh, G. and Jafari, A. A. (2010). A study of morphological variation in some genotypes of *Festuca arundinacea* using multivariate analysis. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 40(3), 151-160. [In Farsi]
- Akbari, Z., Qaderi, A., Kalate-Jari, S., Mehrafarin, A. and Naghdi Badi, H. (2012). Changes of trigonelline biosynthesis under nitrogenous compounds in hairy-root culture of Iranian fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.). *Journal of Medicinal Plants*, 2(42), 128-135. [In Farsi]

- Amini, F. (2016). *Identification of potential salt tolerant in tall fescue (Lolium arundinaceum (Schreb) S. J. Darbysh.)*. 2nd international and 14th Iranian genetics congress, Tehran, Iran, 21-23 may .[In Farsi]
- Amini, F., Mirlohi, A. F., Majidi, M. M., Amini, F. and Dastjerd, H. (2013). Relationship between forage yield and its components in first generation of five synthetic varieties of tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.). *Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research*, 21(41), 119-131. [In Farsi]
- Acquaah, G., Adams, M. W. and Kelly, J. D., (1992). A factor analysis of plant variables associated with architecture and seed in dry bean. *Euphytica*, 60(3), 171-177.
- Dofing, S. M. and Knight, C. W. (1992). Alternative model for path analysis of small-grain yield. *Crop Science*, 32(2), 487-489.
- Ebrahimian, M. (2010). *Evaluation of drought resistance in Festuca genotypes*. M.Sc. Thesis, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran .[In Farsi]
- Ebrahimian, M., Majidi, M. M. and Mirlohi, A. F. (2012). Clonal evaluation and estimation of genetic similarity of tall fescue genotypes (*Festuca arundinacea* Schreb). *Plant Productions*, 19(3), 91-108. [In Farsi]
- Farshadfar, E. (2002). *Principles and multivariate statistical methods*. Kermanshah: Razi University Press. [In Farsi]
- Farshadfar, E., Galiba, G., Kozsegi, B. and Sutka, J. (1993). Some aspects of the genetic analysis of drought tolerance in wheat. *Cereal Research Communications*, 21(4), 323-330.
- Jafari, A. A., Setavarz, H. and Alizadeh, M. A. (2006). Genetic variation for and correlations among seed yield and seed components in tall fescue. *Journal of New Seeds*, 8(4), 47-65.
- Khalilvand, A. (2006). *Investigation of the effect of water deficit stress on yield and yield components in two cultivars of Ros and sunflower late growth in different densities*. M.Sc. Thesis Islamic Azad University Tabriz Branch, Tabriz. [In Farsi]
- Mohammadi, R., Khayyam-Nekouei, M. and Mirlohi, A. F. (2009). 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(32), 254-272. [In Farsi]
- Nayebi-Aghbolag, Kh., Sabaghnia, N., Pasandi Somehsofla, M. and Janmohammadi, M. (2019). Study of correlation coefficients of agronomic traits and path analysis of seed yield in Rye. *Plant Productions*, 42(1), 31-46. [In Farsi]
- Ruttanaprasert, R., Jogloya, S., Vorasoota, N., Kesmalaa, T., Kanwarb, R. S., Holbrookc, C. C. and Patanothai, A. (2013). Photoperiod and growing degree days effect on dry matter partitioning in Jerusalem artichoke. *International Journal of Plant Production*, 7(3), 393-399.
- Sharifi Tehrani, M., Mardi, M., Sahebi, J., Catalan, P. and Diaz-Perez, A. (2009). Genetic diversity and structure among Iranian tall fescue populations based on genomic-SSR and EST-SSR marker analysis. *Plant Systematic and Evolution*, 282(1-2), 57-70.
- Tousi-Mojarad, M. and Bihamta, M. R. (2007). Evaluation of grain yield and other quantitative attributes in-bread wheat via factor analysis. *Journal of Agricultural Science*, 17(2), 97-107 .[In Farsi]
- Zahedi, F., Mohammadi, M. and Karimizadeh, R. (2016). Path analysis to study morph-physiological traits,

yield and traits related to yield of lentil genotypes under rain fed condition. *Plant Productions*, 39(2), 71-80. [In Farsi]

Zeinali, H., Naser-Abadi, E., Hossein-Zadeh, H., Chugan, R. and Sabokdast, M. (2004). Factor analysis on hybrid of grain maize. *Iranian Journal of Agricultural Science*, 36(4), 895-902. [In Farsi]