

تجزیه ژنتیکی عملکرد و کیفیت علوفه در والدین و خانواده‌های ناتنی *Festuca arundinacea*

علی اشرف جعفری^۱ و شاهرخ جاورسینه^۲

چکیده

به منظور تخمین وراثت‌پذیری، بازده ژنتیکی حاصل از گزینش و رابطه ژنتیکی بین عملکرد و کیفیت علوفه در *Festuca arundinacea* از ۲۰ ژنوتیپ در خزانه پلی کراس بذرگیری بعمل آمد. ارزیابی نتاج ناتنی و کلن‌های والدینی در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۴ تکرار به مدت ۲ سال در مجتمع تحقیقاتی البرز انجام شد و صفات عملکرد علوفه، تاریخ خوشه دهی، ارتفاع بوته، محیط طوقه، درصد قابلیت هضم، درصد پروتئین خام، درصد قند محلول، درصد فیبر خام، درصد خاکستر و درصد ADF در تک بوته‌ها اندازه‌گیری شد. برآورد وراثت‌پذیری عمومی برای عملکرد علوفه و سایر صفات مورفولوژیکی متوسط تا زیاد (۰/۹۲ تا $h^2_b = 0/44$) بود. مقادیر وراثت‌پذیری‌های خصوصی (h^2_n) و (h^2_{op}) برای عملکرد علوفه متوسط و برای تاریخ ظهور خوشه زیاد و مشابه والدین بودند که بیانگر اهمیت واریانس افزایشی به‌عنوان مهمترین جزء کنترل‌کننده این دو صفت بود. میزان وراثت‌پذیری خصوصی برای ارتفاع بوته و محیط طوقه کم و ناچیز بود که اهمیت ژنهای غیرافزایشی در کنترل ژنتیکی این دو صفت را نشان می‌داد. برای کلیه صفات کیفی وراثت‌پذیری عمومی متوسط تا زیاد (۰/۳۱ تا $h^2_b = 0/68$) بود. با این حال، مقدار وراثت‌پذیری‌های خصوصی h^2_n و h^2_{op} برای درصد قابلیت هضم و قندهای محلول در آب کم و برای سایر صفات کیفی در حد متوسط تا زیاد بود که اهمیت ژنهای غیرافزایشی در کنترل درصد قابلیت هضم و قندهای محلول و نقش ژنهای افزایشی را در کنترل سایر صفات کیفی نشان می‌داد. نتایج حاصل از پیش‌بینی بازده ژنتیکی نشان داد که با گزینش ۲۰ درصد از ژنوتیپ‌ها در هر نسل احتمال ۱۴ و ۲۰ درصد موفقیت به‌ترتیب در افزایش عملکرد علوفه و تاریخ ظهور خوشه وجود دارد. ضرایب

۱- مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع، تهران، صندوق پستی ۱۱۶-۱۳۱۸۵

E.mail: aajafari@rifr-ac.ir

۲- دانش‌آموخته دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بروجرد

همبستگی ژنتیکی بین قابلیت هضم و درصد قندهای محلول در آب مثبت و معنی‌دار بود، در حالی‌که، همبستگی بین پروتئین خام و قندهای محلول به‌صورت پایداری منفی و معنی‌دار بود. همبستگی ژنتیکی بین قابلیت هضم و پروتئین خام ناپایدار و در نسل‌های والدین و نتاج متفاوت بود. عملکرد علوفه با صفات قابلیت هضم و قندهای محلول همبستگی منفی، ولی غیرمعنی‌دار و با پروتئین خام همبستگی منفی و معنی‌دار داشت.

واژه‌های کلیدی: *Festuca arundinacea*، عملکرد، کیفیت، وراثت‌پذیری، بازده ژنتیکی و همبستگی ژنتیکی.

مقدمه

Festuca arundinacea یکی از چهار گراسهای مهم علوفه‌ای چند ساله مناسب مناطق سردسیری است که در مناطق معتدل جهان در سطح وسیعی می‌روید. این گونه در مراتع سردسیر کشور از جمله دامنه‌های زاگرس و البرز در استانهای آذربایجان، قزوین، تهران، همدان، لرستان، خراسان و فارس پراکنش دارد (Rechinger, ۱۹۷۰).

در اصلاح گراسها، علاوه بر افزایش عملکرد علوفه، افزایش کیفیت علوفه نیز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و به عنوان یکی از اهداف اصلی در معرفی ارقام اصلاح شده می‌باشد. در اصلاح کیفیت علوفه، افزایش درصد قابلیت هضم، قندهای محلول در آب و پروتئین خام و کاهش درصد فیبر گیاه از اهمیت زیادی برخوردار هستند و بیشترین تأثیر را در افزایش فرآورده‌های گوشتی و لبنی دارا هستند (Wheeler و Corbett ۱۹۸۹ و Smith و همکاران ۱۹۹۷).

موفقیت در اصلاح کیفیت علوفه به تشخیص نحوه کنترل ژنتیکی صفات، و ارتباط آنها با یکدیگر و با عملکرد علوفه دارد. گزارشهای متعددی مبنی بر وجود تنوع برای عملکرد و صفات کیفی در گرامینه‌های مرتعی منتشر شده است. نتایج تحقیقات انجام شده برای صفات کیفی نشان داد که تنوع ژنتیکی این صفات به طور عمده از نوع افزایشی است (Nguyen و همکاران ۱۹۸۲، Jafari و همکاران، ۲۰۰۳a) و اصلاح این صفات با عمل‌گرزینش امکان پذیر است. با این حال، برخی مطالعات دیگر نشان داده است که واریانس غیر افزایشی (غالبیت) نیز در کنترل این صفت مؤثر است (Beerepoot و همکاران ۱۹۹۴ و Humphreys, ۱۹۸۹a). بررسیهای متعددی جهت تعیین ساختار ژنتیکی تنوع در عملکرد علوفه و اجزاء آن در گراسهای سردسیری بعمل آمده است. واریانس افزایشی توسط Cooper (۱۹۶۲)، Hayward و Nsowah (۱۹۶۹) و واریانس غالبیت توسط Kearsey و همکاران (۱۹۸۷) گزارش شده است.

تحقیق حاضر، به منظور تعیین میزان و ماهیت تنوع ژنتیکی، تخمین بازده ژنتیکی در یک دوره گزینش برای عملکرد علوفه و صفات کیفی و بررسی ارتباط بین عملکرد علوفه و صفات کیفی در دو نسل والدین و خانواده‌های ناتی *Festuca arundinacea* در شرایط کشت فاصله‌دار می‌باشد.

مواد و روشها

در این تحقیق ۲۰ ژنوتیپ (بوته) از ژرم پلاسما زنده بانک ژن به صورت تصادفی از جمعیت‌های ۱۰۸۱، ۱۲۶۹، ۱۶۱۰ و A2210 انتخاب شدند. هر یک از ژنوتیپ‌ها به ۶ کلن تقسیم شدند و در خزانه پلی کراس کشت شدند. پس از رسیدن، بذر هر کلن به طور جداگانه برداشت شد و بذره‌های کلن‌های مشابه، باهم مخلوط شدند، به طوری که ۲۰ توده بذری خانواده‌های ناتی (Half sib families) بدست آمد. در پاییز همان سال از هر خانواده ناتی ۱۶ عدد بذر در گلدانهای مجزا کشت شدند. همزمان از هر ژنوتیپ والدینی ۱۶ کلن تکثیر گردید. پس از یک ماه بوته‌ها به مزرعه منتقل شدند و در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۴ تکرار در کرت‌های ۴ بوته ای کشت شدند. در سالهای دوم و سوم از صفات عملکرد علوفه گرم در بوته، تاریخ ظهور خوشه (تعداد روز از اول فروردین تا ظهور ۳ خوشه در هر بوته)، ارتفاع بوته (سانتیمتر)، تعداد پنجه‌های رویشی در بوته (برحسب اندازه‌گیری محیط طوقه) انجام شد. برای اندازه‌گیری کیفیت علوفه، نمونه‌ها پس از خشک شدن، توسط آسیا پودر شدند و کیفیت علوفه آنها، شامل درصد قابلیت هضم، درصد قندهای محلول در آب، درصد پروتئین خام، درصد فیبر خام، درصد خاکستر و درصد ADF با استفاده از دستگاه طیف سنج مادون قرمز نزدیک

NIR¹ مدل INFRAMATIC8620 تعیین گردید. جزئیات روشهای اندازه‌گیری صفات توسط Jafari و همکاران (۲۰۰۳b) توضیح داده شده است.

در این پژوهش والدین و خانواده نانتی در ۳ چین به مدت ۲ سال پیاپی ارزیابی شدند. داده‌های مربوط به میانگین سالیانه چین‌ها مورد تجزیه واریانس ساده قرار گرفتند. داده‌های جمع‌آوری شده در ۲ سال با استفاده از طرح کرتها‌ی خرد شده در زمان که در آن سالها به‌عنوان کرت فرعی در نظر گرفته شده بودند مورد تجزیه مرکب قرار گرفتند (Steel و Torry، ۱۹۸۰). تخمین وراثت‌پذیری عمومی (h^2_b) بر مبنای برآورد اجزاء واریانس کلن‌ها و وراثت‌پذیری خصوصی (h^2_n) بر مبنای برآورد اجزاء واریانس خانواده‌های نانتی و وراثت‌پذیری خصوصی (h^2_{op}) بر مبنای رگرسیون خطی نتاج روی یک والد به روش Nguyen و Sleper (۱۹۸۳b) به شرح زیر محاسبه گردید:

الف- تجزیه ساده

$$h^2_b = \frac{\dagger^2_G}{\dagger^2_G + \frac{\dagger^2_e}{r}} \quad h^2_n = \frac{\dagger^2_F}{\dagger^2_F + \frac{\dagger^2_w}{r}} \quad h^2_{op} = 2b = \frac{V_A}{V_P}$$

ب- تجزیه مرکب

$$h^2_b = \frac{\dagger^2_G}{\dagger^2_P} = \frac{\dagger^2_G}{\dagger^2_G + \frac{\dagger^2_{GR}}{y} + \frac{\dagger^2_{GY}}{r} + \frac{\dagger^2_e}{ry}} \quad h^2_n = \frac{\dagger^2_F}{\dagger^2_P} = \frac{\dagger^2_F}{\dagger^2_F + \frac{\dagger^2_{FR}}{y} + \frac{\dagger^2_{FY}}{r} + \frac{\dagger^2_w}{ry}} \quad h^2_{op} = 2b = \frac{V_A}{V_P}$$

در فرمول‌های بالا r و y به ترتیب تعداد تکرار و سال، \dagger^2_G ، \dagger^2_P ، \dagger^2_A و \dagger^2_F به ترتیب اجزاء واریانس ژنتیکی، فنوتیپی، افزایشی و واریانس بین خانواده‌ها، \dagger^2_{GR} و \dagger^2_{FR} به ترتیب جزء واریانس ژنوتیپ در بلوک و جزء واریانس خانواده در بلوک، \dagger^2_{GY} و \dagger^2_{FY} به ترتیب جزء واریانس ژنوتیپ در سال و جزء واریانس خانواده در سال، \dagger^2_e و \dagger^2_w به ترتیب جزء واریانس اشتباه (محیطی) و جزء واریانس بوته در خانواده و b = ضریب رگرسیون نتاج روی یک والد می‌باشد. اجزاء واریانس، بر اساس مدل خطی میانگین

مربعات محاسبه شدند. در محاسبه وراثت‌پذیری واحد میانگین کلن‌ها و خانواده‌ها، به‌عنوان معیار محاسبه در نظر گرفته شدند. وراثت‌پذیری با فرض توارث دیپلوئیدی در مواد مورد استفاده، نمونه‌گیری تصادفی از توده پایه، عدم وجود اپیستازی و تعادل ژنها از نظر پیوستگی ژنی محاسبه گردید. اجزاء واریانس با علامت منفی، برابر با صفر منظور شدند. بازده ژنتیکی (Genetic gain) در هر دوره گزینش بر اساس روش Neguen و Sleper (۱۹۸۳a) برای میانگین خانواده‌ها و خانواده‌های ناتی با شدت گزینش ۲۰٪ ($k=1/4$) به شرح زیر محاسبه شد:

$$\Delta G_P = c.k.h_{op}^2 \sqrt{t_{Ph(P)}^2} \quad \Delta G_F = c.k.S_F^2 \sqrt{t_{Ph(F)}^2}$$

در فرمول بالا: G_P و G_F به‌ترتیب، بازده یا پیشرفت ژنتیکی در هر دوره انتخاب برای گزینش کلن‌ها و نتاج ناتی، c = ضریب کنترل والدین برابر با ۱ است، k = دیفرانسیل انتخاب است که برای گزینش ۲۰ درصد لاین‌ها برابر با ۱/۴ است (Falconer و Macky ۱۹۹۶). h_{op}^2 و S_F^2 به‌ترتیب، وراثت‌پذیری خصوصی و جزء واریانس بین خانواده‌های ناتی، t_{PhP}^2 و t_{PhF}^2 به‌ترتیب، واریانس کل فنوتیپی بین کلن‌ها و خانواده‌های ناتی می‌باشند.

همبستگی ژنتیکی (r_g) و همبستگی محیطی (r_e) و همبستگی ارزش اصلاحی (r_a) با استفاده از تجزیه واریانس و کوواریانس والدین و نتاج روی داده‌های ۲ سال به شرح زیر محاسبه شد.

$$r_g = \frac{t_{G_{xy}}}{\sqrt{t_{G_x}^2 \cdot t_{G_y}^2}} \quad r_e = \frac{t_{e_{xy}}}{\sqrt{t_{e_x}^2 \cdot t_{e_y}^2}} \quad r_a = \frac{t_{F_{xy}}}{\sqrt{t_{F_x}^2 \cdot t_{F_y}^2}}$$

در تجزیه کوواریانس، امید ریاضی میانگین حاصل ضرب‌ها مشابه تجزیه واریانس با جایگزین جزء کوواریانس محاسبه گردید. در فرمولهای بالا σ_G^2 ، σ_F^2 و σ_e^2 به‌ترتیب، اجزاء واریانس ژنتیکی، افزایشی و محیطی هستند و σ_{Gxy} ، σ_{Fxy} و $\sigma_{e_{xy}}$ به‌ترتیب اجزاء

کواریانس ژنتیکی، افزایشی و محیطی بین صفات دوگانه هستند. علاوه بر این ضرایب همبستگی فنوتیپی بین صفات محاسبه گردید.

نتایج و بحث

الف: وراثت پذیری صفات

خلاصه نتایج تجزیه واریانس ساده و تخمین اجزاء واریانس ژنتیکی و محیطی و تخمین وراثت پذیری عمومی (h^2_b) حاصل از تجزیه واریانس نسل والدین در جدول شماره ۱ آمده است. داده‌ها بر اساس میانگین چین‌های دو سال تنظیم شده‌اند (داده‌های مربوط به چین‌های جداگانه نشان داده نشده‌اند). جزء واریانس ژنتیکی برای کلیه صفات در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. درصد وراثت‌پذیری عمومی h^2_b از ۰/۴۱ تا ۰/۹۲ به ترتیب برای درصد خاکستر و تاریخ ظهور خوشه بدست آمد و برای سایر صفات مقادیر وراثت‌پذیری عمومی در حد متوسط بود (جدول شماره ۱).

جزء واریانس بین خانواده‌های ناتنی با استفاده از تجزیه ساده میانگین چین‌ها برای کلیه صفات به جز محیط طوقه معنی‌دار بود و صفات درصد پروتئین خام و ADF به ترتیب با ۰/۶۶ و ۰/۶۷ بیشترین و صفات فیبرخام و محیط طوقه با ۰/۱۸ و ۰/۱۱ کمترین مقدار وراثت‌پذیری خصوصی h^2_n داشتند. برای سایر صفات مقادیر وراثت‌پذیری خصوصی از کم تا متوسط و عموماً کمتر از تخمین وراثت‌پذیری عمومی بود (جدول شماره ۲).

تجزیه واریانس مرکب در مورد داده‌های دو سال انجام شد و خلاصه نتایج تخمین اجزاء واریانس ژنتیکی و واریانس کلن در سال در نسل والدین و اجزاء واریانس افزایشی و واریانس خانواده در سال در نسل نتاج به ترتیب در جداول شماره‌های ۳ و ۴ آمده است. نتایج نشان داد که در نسل والدین جزء واریانس ژنتیکی برای کلیه صفات

به جزء درصد پروتئین خام و خاکستر در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار بود. جزء واریانس اثر متقابل ژنوتیپ در سال برای کلیه صفات مورد مطالعه در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود که نمایانگر واکنش متفاوت ژنوتیپ‌ها در سالهای متفاوت بود (جدول شماره ۳). در تجزیه مرکب خانواده‌های نانتی جزء واریانس بین خانواده‌ها فقط برای صفات عملکرد علوفه، درصد پروتئین خام و ADF در سطح ۵ درصد معنی دار بود و جزء واریانس اثر متقابل خانواده در سال در نسل خانواده‌ها نیز برای کلیه صفات در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود که نشان‌دهنده این بود که این صفات در سالهای مختلف واکنشهای متفاوتی داشته‌اند (جدول شماره ۴).

عدم وجود تنوع برای برخی صفات و معنی دار بودن اثرات متقابل ژنوتیپ در سال موجب کاهش تخمین وراثت‌پذیری در تجزیه‌های مرکب نسبت به تجزیه ساده گردید، به نحوی که دامنه وراثت‌پذیری عمومی (h^2_b) از ۰/۳۱ تا ۰/۶۵ و دامنه وراثت‌پذیری خصوصی (h^2_n) از ۰/۰۵ تا ۰/۵۲ بود (جدول شماره ۳ و ۴).

نتایج حاصل از تخمین سه نوع وراثت‌پذیری (h^2_{op} ، h^2_n و h^2_b) در جدول شماره ۵ خلاصه شده است. وراثت‌پذیری عمومی در هر دو تجزیه ساده و مرکب از وراثت‌پذیری خصوصی بیشتر بود. مقدار h^2_{op} محاسبه شده از طریق رگرسیون نتایج روی یک والد به جز تاریخ خوشه‌دهی کمتر از h^2_n حاصل از تجزیه خانواده‌های نانتی بود (جدول شماره ۵)، که نشان‌دهنده برآورد وراثت‌پذیری بیش از معمول در روش تجزیه واریانس است.

برآورد وراثت‌پذیری عمومی حاصل از تجزیه کلن‌های والدینی برای عملکرد علوفه متوسط (۰/۵۱ تا ۰/۵۵) و برای تاریخ ظهور خوشه زیاد ($h^2_b=0/92$) بود. مقادیر وراثت‌پذیری‌های خصوصی (h^2_n) و (h^2_{op}) برای این دو صفت به نسبت بالا و مشابه وراثت‌پذیری عمومی h^2_b بود که بیانگر اهمیت ژنهای افزایشی به‌عنوان مهمترین جزء کنترل‌کننده عملکرد علوفه و تاریخ ظهور خوشه بود. نتایج بدست آمده مبنی بر وجود

واریانس افزایشی در کنترل عملکرد علوفه مشابه Cooper (۱۹۶۲) و Hayward و Nsawah (۱۹۶۹) بود. با این وجود Jafari و همکاران (۲۰۰۳a) در مطالعه ژنتیکی عملکرد چچم چندساله بر نقش هر دو واریانس افزایشی و غیرافزایشی تاکید نموده‌اند. میزان وراثت‌پذیری عمومی (h^2_b) برای ارتفاع بوته و محیط طوقه از ۰/۵۰ تا ۰/۶۸ متغیر بود، در حالی که وراثت‌پذیری خصوصی آنها کم و ناچیز بود که این تفاوت در تخمین برآورد وراثت‌پذیری نشان‌دهنده اهمیت ژنهای غیر افزایشی در کنترل ژنتیکی این دو صفت می‌باشد. بنابراین، افزایش ارتفاع فستوکا از هر دو طریق‌گزینش توده‌ای و دورگ‌گیری همراه با آزمایش نسل امکان‌پذیر است. در مقابل، مقادیر وراثت‌پذیری خصوصی کمتری ($h^2_n=0/21$) برای ارتفاع بوته در *Festuca arundinacea* گزارش شده است (Neguyen و Sleper، ۱۹۸۳b).

برای صفات کیفی وراثت‌پذیری عمومی متوسط تا زیاد ($h^2_b=0/31$ تا $0/68$) بود، ولی مقدار وراثت‌پذیری خصوصی h^2_n و h^2_{op} برای صفات قابلیت هضم، قندهای محلول در آب کم و ناچیز بود که نمایانگر کنترل ژنتیکی غیرافزایشی برای قابلیت هضم، قندهای محلول در آب بود. مشابه این نتایج Beerepoot و همکاران (۱۹۹۴) و Cooper (۱۹۶۲) نیز بر نقش واریانس غالبیت در کنترل ژنتیکی قابلیت هضم اشاره کرده‌اند. در مقابل، Jafari و همکاران (۲۰۰۳a) بر نقش واریانس افزایشی در کنترل قابلیت هضم تأکید کرده‌اند. با توجه به مشابه بودن مقدار وراثت‌پذیری عمومی (h^2_b) و دو وراثت‌پذیری خصوصی (h^2_{op} و h^2_n) برای سایر صفات کیفی نتیجه گرفته شد که کنترل ژنتیکی صفات مذکور به‌طور عمده افزایشی است و اصلاح صفات مذکور از طریق روشهای‌گزینش امکان‌پذیر است.

ب: پیش بینی بازده ژنتیکی

نتایج حاصل از پیش بینی بازده ژنتیکی (جدول شماره ۶) نشان داد که بازده گزینش در کلن‌ها بیشتر از خانواده‌ها بود. نتایج حاصل از پیش بینی بازده ژنتیکی نشان داد که با گزینش ۲۰ درصد از ژنوتیپ‌ها در هر نسل احتمال ۱۴ و ۲۰ درصد موفقیت به ترتیب در بهبود عملکرد علوفه و تاریخ ظهور خوشه وجود دارد. پیش بینی بازده ژنتیکی برای پروتئین خام، املاح معدنی، فیبرخام و ADF بین ۱ تا ۳ درصد میانگین آنها بود. بازده گزینشی برای قابلیت هضم، قندهای محلول در آب کم و ناچیز بود.

ج: همبستگی ژنتیکی بین صفات

همبستگی بین صفات اهمیت ویژه‌ای در اصلاح نباتات دارد. همبستگی، نوع و میزان رابطه ژنتیکی و غیرژنتیکی بین دو یا چند صفت را اندازه‌گیری می‌کند. تخمین ضرایب همبستگی فنوتیپی (I_p)، ژنوتیپی (I_g)، محیطی (I_e) در نسل والدین و ضرایب همبستگی فنوتیپی (I_p)، افزایشی (I_a) در نسل نتاج برای صفات کیفی در جدول شماره ۷، برای صفات مورفولوژیکی در جدول شماره ۸ و رابطه بین صفات کیفی و کمی در جدول شماره ۹ آورده شده‌اند. ضریب همبستگی محیطی (I_e) در نسل والدین محاسبه گردید. این ضریب همبستگی در اکثر ترکیبهای دوگانه بین صفات ناچیز و غیرمعنی‌دار بود. این امر نشان‌دهنده این موضوع است که نقش عوامل محیطی در تخمین همبستگی فنوتیپی در بین ترکیبهای دوگانه در کلن‌های والدینی ناچیز بوده است.

در تجزیه واریانس و کوواریانس کلن‌های والدینی، همبستگی فنوتیپی (I_p)، ژنوتیپی (I_g)، بین قابلیت هضم و پروتئین خام، روی داده‌های دو سال منفی و معنی‌دار بود. در مقابل ضرایب همبستگی فنوتیپی (I_p)، افزایشی (I_a) در خانواده‌های نانی، مثبت و غیر معنی‌دار بودند. با توجه به قابل هضم بودن پروتئین خام انتظار می‌رود که رابطه بین این دو صفت مثبت باشد، ولی به علت همبستگی شدیدی که بین پروتئین و

قندهای محلول وجود دارد این امر موجب روابط متفاوت بین دو صفت با قابلیت هضم می‌گردد. منابع منتشر شده نیز نتایج متفاوتی را گزارش نموده‌اند، برای مثال مشابه این تحقیق Humphreys (۱۹۸۹b) ضرایب همبستگی ژنتیکی و فنوتیپی منفی بین این دو صفت را در *L. perenne* گزارش نموده است. در مقابل Frandsen (۱۹۸۶) رابطه مثبت و معنی‌دار و Jafari و همکاران (۲۰۰۳) عدم وجود رابطه میان این دو صفت را گزارش نموده‌اند. با توجه به نتایج بدست آمده در این تحقیق می‌توان نتیجه گرفت که رابطه معنی‌داری بین این دو صفت وجود ندارد و امکان گزینش هر دو صفت به‌طور مستقل وجود دارد.

ضرایب همبستگی ژنتیکی و افزایشی بین قابلیت هضم و درصد قندهای محلول در آب به‌طور پایداری مثبت و معنی‌دار بود (جدول شماره ۷). وجود همبستگی مثبت و معنی‌دار بین این دو صفت بدین دلیل است که قندهای محلول به‌طور کامل قابل هضم بوده و با افزایش غلظت آنها در گیاه انتظار می‌رود که قابلیت هضم در گیاه افزایش یابد. به‌نظر می‌رسد که رابطه مثبت بین این دو صفت قاعده‌ای کلی در گرامینه‌های علوفه‌ای باشد. مشابه این نتایج Humphreys (۱۹۸۹b)، Jafari و همکاران (۲۰۰۳) در *L. perenne* و Burns و Smith (۱۹۸۰) در *Festuca arundinacea* ضرایب همبستگی مثبت و معنی‌دار را بین این دو صفت گزارش کرده‌اند.

ضریب همبستگی فنوتیپی و ژنتیکی بین پروتئین خام و قندهای محلول منفی و معنی‌دار بود (جدول شماره ۷). ضریب همبستگی محیطی (r_e) بین این دو صفت منفی و غیر معنی‌دار بود که بیانگر این موضوع است که علاوه بر ژنتیک گیاه، عوامل محیطی نیز در کنترل رابطه بین این دو صفت نقش دارند، برای مثال با افزایش ازت خاک، ازت بیشتری جذب گیاه شده و باعث افزایش رشد گیاه و افزایش پروتئین خام و کاهش قند می‌گردد. پس از مدتی، با تشدید فعالیت‌های فتوسنتزی گیاه، میزان قندها افزایش یافته و کمبود ازت پیش می‌آید، منابع منتشر شده نیز همین وضعیت را نشان می‌دهند.

تحقیقات Jafari و همکاران (۲۰۰۳a) و Humphreys (۱۹۸۹b) نشانگر این مسأله است که گزینش برای این دو صفت با هم امکان پذیر نبوده و افزایش در یکی باعث کاهش در دیگری می‌شود. ضرایب همبستگی بین ADF با قابلیت هضم و قندهای محلول در آب به صورت پایداری منفی و معنی‌دار بود، ولی رابطه بین ADF و پروتئین خام ناپایدار بود (جدول شماره ۷). وجود ضریب همبستگی منفی بین قابلیت هضم و ADF نشانگر این بود که با فیبری تر شدن گیاه، قابلیت هضم علوفه و در نتیجه کیفیت آن کاهش می‌یابد. مشابه این آزمایش Hacker (۱۹۸۲)، Marten (۱۹۸۹) نیز همبستگی منفی و معنی‌داری را بین فیبرخام و ADF با قابلیت هضم گزارش کردند.

ضرایب همبستگی فنوتیپی (r_p)، ژنوتیپی (r_g) و افزایشی (r_a) بین عملکرد علوفه و ارتفاع بوته به صورت پایداری مثبت بود و در نسل والدین معنی‌دار بود (جدول شماره ۸). بنابراین با گزینش بوته‌های پابند می‌توان به ارقام پرمحصول دست یافت. ضریب همبستگی محیطی (r_e) بین این دو صفت نیز مثبت و معنی‌دار بود که بیانگر این موضوع است که عوامل محیطی در کنترل رابطه بین این دو صفت نقش مهمی ایفا می‌کنند. رابطه بین عملکرد علوفه و محیط طوقه به صورت پایداری مثبت و معنی‌دار بود که نشان دهنده این بود که گزینش بوته‌های با تعداد پنجه بیشتر منجر به تولید عملکرد بیشتر علوفه می‌گردد.

ضرایب همبستگی بین عملکرد علوفه و تاریخ ظهور خوشه به صورت پایداری منفی بود و در نسل نتاج معنی‌دار بود (جدول شماره ۸) که نشان‌دهنده قابلیت سازگاری بهتر در ارقام زودرس است. این رابطه موجب می‌شود که در گونه‌های مرتعی سازگار قبل از ایجاد تنش خشکی تابستانه با شتاب بیشتری چرخه زندگی خود را تکمیل نموده و تولید علوفه بیشتری را داشته باشند. مشابه این نتایج Wilkins (۱۹۹۵) و جعفری (۱۳۸۰) در چچم دائمی رابطه منفی و معنی‌داری را بین تاریخ خوشه‌دهی و عملکرد علوفه گزارش نمودند.

ضرایب همبستگی بین عملکرد علوفه و ارتفاع بوته با صفات قابلیت هضم و قندهای محلول رابطه منفی، ولی غیرمعنی دار بود (جدول شماره ۹). وجود رابطه منفی بین دو قابلیت هضم و عملکرد علوفه به این دلیل است که با ادامه رشد گیاه و افزایش تولید علوفه، درصد فیبر افزایش می‌یابد. به علاوه، با افزایش دما درصد لیگنین گیاه نیز افزایش می‌یابد و این عوامل موجب کاهش قابلیت هضم در گیاه (در زمانی که گیاه حداکثر رشد خود را کرده باشد) می‌شوند. مشابه این نتایج، Jafari و همکاران (۲۰۰۳a) همبستگی منفی و غیرمعنی‌داری بین این دو صفت در *L. perenne* گزارش نمودند و بیان داشتند که این دو صفت تا حدی مستقل از هم می‌باشند، به نحوی که می‌توان ارقام پرمحصول با قابلیت هضم بالا را تولید نمود. وجود همبستگی منفی و معنی‌دار بین ارتفاع بوته و قابلیت هضم نمایانگر این است که با افزایش ارتفاع گیاه درصد قابلیت هضم کاهش می‌یابد. ضرایب همبستگی بین قابلیت هضم و تاریخ خوشه‌دهی مثبت و غیرمعنی‌دار بود. وجود رابطه مثبت بین این دو صفت نشان داد که ارقامی که دیرتر به مرحله گلدهی وارد می‌شوند دارای درصد قابلیت هضم بیشتری هستند. ضرایب همبستگی بین پروتئین خام با عملکرد علوفه و ارتفاع بوته منفی و در نسل نتاج معنی‌دار بود. درحالی‌که، رابطه بین قندهای محلول در آب با صفات عملکرد علوفه و ارتفاع بوته ناچیز و منفی و غیر معنی‌دار بود (جدول شماره ۹). ضرایب همبستگی بین عملکرد علوفه و ADF مثبت و معنی‌دار و نسبت به رابطه بین عملکرد علوفه و فیبرخام از پایداری بیشتری برخوردار بود.

تحقیق حاضر به منظور بررسی وجود تنوع ژنتیکی و همبستگی ژنتیکی بین صفات مورد مطالعه به اجرا در آمد تا به حل مشکلاتی که در رابطه با اصلاح و گزینش برای عملکرد علوفه و صفات کیفی در *Festuca arundinacea* وجود دارد کمک نماید.

تجزیه ژنتیکی صفات نشان داد که مقدار وراثت‌پذیری عمومی برای کلیه صفات نسبتاً زیاد بود، ولی مقدار وراثت‌پذیری خصوصی برای قابلیت هضم و قندهای محلول در آب ناچیز بود. بنابراین، برای افزایش قابلیت هضم و قندهای محلول دو رگ‌گیری همراه با آزمون نتاج توصیه می‌شود. همچنین نتایج بدست آمده نشان داد که با توجه به رابطه ناپایدار بین عملکرد علوفه و صفات قابلیت هضم و درصد قندهای محلول امکان گزینش همزمان برای آنها وجود دارد، ولی هر گونه تلاش در جهت افزایش درصد پروتئین به تنهایی به کاهش عملکرد علوفه منجر می‌شود.

جدول شماره ۱- میانگین مربعات (MS) کلن‌ها و برآورد اجزاء واریانس ژنتیکی σ^2_G و محیطی σ^2_e و تخمین وراثت‌پذیری عمومی (h^2_b) برای صفات مورد مطالعه از طریق تجزیه واریانس کلن‌های والدینی *Festuca arundinacea* در سال ۸۱ و ۸۲

MS کلن‌ها											
منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد علوفه گرم/بوته	ارتفاع بوته cm	روز تا خوشه دهی	درصد قابلیت هضم	درصد پروتئین خام	درصد قند محلول	درصد فیبر خام	درصد خاکستر	درصد ADF	محیط طوقه cm
ژنوتیپ (کلن)	۱۹	۴۰۹۲**	۴۴۵/۷**	۷۳/۷**	۹/۸۴**	۳/۱**	۱۷/۴**	۲۴/۱**	۰/۸۵**	۱۴/۷**	۹۹**
اشتباه (بوته در ژنوتیپ)	۶۰	۷۹۱/۳	۱۰۶/۹	۲/۲	۱/۷۵	۰/۴۱	۱/۹۰	۳/۹۱	۰/۲۲	۱/۵۷	۱۰/۴
CV%		۱۴	۱۸	۴	۲	۵	۱۰	۴	۸	۳	۱۹
اجزاء واریانس کلن‌ها											
اجزاء واریانس	درجه آزادی	عملکرد علوفه گرم/بوته	ارتفاع بوته cm	روز تا خوشه دهی	درصد قابلیت هضم	درصد پروتئین خام	درصد قند محلول	درصد فیبر خام	درصد خاکستر	درصد ADF	محیط طوقه cm
جزء واریانس ژنتیکی	σ^2_G	۸۲۵/۴**	۸۴/۷**	۳۴/۲**	۲/۱**	۰/۶۱**	۳/۸۰**	۵/۰۴**	۰/۱۶**	۳/۳۱**	۲۲/۱**
جزء واریانس محیطی	σ^2_e	۷۹۱/۳	۱۰۶/۹	۳/۱۱	۱/۷	۰/۴۱	۱/۹۰	۳/۹۰	۳/۲۲	۱/۵۷	۱۰/۴
وراثت‌پذیری عمومی	h^2_b	۰/۵۱	۰/۴۴	۰/۹۲	۰/۵۴	۰/۵۸	۰/۶۷	۰/۵۶	۰/۴۱	۰/۶۸	۰/۶۸

** و = مربعات تیمارها و اجزاء واریانس به ترتیب، در سطح ۰.۵٪ و ۱٪ معنی‌دار هستند.

جدول شماره ۲- میانگین مربعات (MS) خانواده‌های ناتنی، بر آورد جزء واریانس بین خانواده‌ها (افزایشی F^2) و جزء واریانس درون فامیل F^2_w و تخمین وراثت‌پذیری خصوصی (h^2_n) برای صفات مورد مطالعه از طریق تجزیه واریانس خانواده‌های ناتنی در *Festuca arundinacea* در سال ۸۱ و ۸۲

MS خانواده‌ها											
منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد علوفه گرم/بوته	ارتفاع بوته cm	روز تا خوشه دهی	تا قابلیت هضم	درصد پروتئین خام	درصد قند محلول	درصد فیبر خام	درصد خاکستر	درصد ADF	محیط طوقه cm
خانواده‌های ناتنی	۱۹	۶۲۳۷	۲۹۲/۱	۴۸	۷/۲	۲/۹	۳/۵	۷/۶	۰/۸۴	۱۲/۹	۲۰/۲
اشتباه	۶۰	۱۴۹۱	۱۱۴/۸	۱۵/۸	۱/۴	۰/۳۰	۱/۰۴	۳/۶	۰/۲۴	۱/۲۷	۱۲/۱
CV%	۱۷	۱۷	۱۴	۱۲	۲	۴	۹	۴	۸	۳	۱۹
اجزاء واریانس خانواده‌های ناتنی											
اجزاء واریانس	عملکرد علوفه گرم/بوته	ارتفاع بوته cm	روز تا خوشه دهی	تا قابلیت هضم	درصد پروتئین خام	درصد قند محلول	درصد فیبر خام	درصد خاکستر	درصد ADF	محیط طوقه cm	
جزء واریانس افزایشی σ^2_F	۱۱۸۶**	۲۶۲/۹**	۹۸/۲**	۶/۴**	۲/۶**	۳/۲**	۶/۸*	۰/۷۵**	۱۱/۶**	۱۸/۲	
جزء بوته در فامیل σ^2_w	۱۴۹۱	۱۱۴/۸	۱۳/۴	۱/۴۰	۰/۳۰	۱/۰۴	۳/۶۰	۰/۲۴	۱/۲۷	۱۲/۱	
وراثت‌پذیری خصوصی h^2_n	۰/۴۴	۰/۲۴	۰/۶۱	۰/۴۷	۰/۶۶	۰/۳۴	۰/۱۸	۰/۳۴	۰/۶۷	۰/۱۱	

* و ** = مربعات تیمارها و اجزاء واریانس به ترتیب، در سطح ۵٪ و ۱٪ معنی‌دار هستند.

جدول شماره ۳- میانگین مربعات کلن، سال و اثر متقابل کلن × سال و اجزاء واریانس ژنتیکی σ^2_G ، کلن × بلوک σ^2_{GR} ، کلن × سال σ^2_{GY} ، محیطی σ^2_e و وراثت پذیری عمومی h^2_b از طریق تجزیه واریانس کلن‌های والدینی *Festuca arundinacea* در سال ۸۱ و ۸۲

کلن‌ها									منابع تغییرات
درصد ADF	درصد خاکستر	درصد فیبر خام	درصد قند محلول	درصد پروتئین خام	درصد قابلیت هضم	ارتفاع بوته سانتی متر	عملکرد علوفه گرم/بوته	درجه آزادی	
۱۰/۷	۱/۱۳	۱۰/۵۴	۹/۹۴	۱۲/۲	۱۹/۷	۸۹۱	۸۱۸۵	۱۹	کلن
۴/۴۵	۰/۱۸	۳/۱۵	۱/۸۸	۰/۹۴	۳/۵۱	۲۱۴	۱۵۸۳	۶۰	اشتباه ۱
۸۶۲/۵	۱۸/۹	۶۱۳	۱۲۴/۷	۱۹۳/۶	۹۶۸	۵۳۹۷۱	۳۵۱۶۵۶	۱	سال
۱۶/۷۴	۰/۹۱	۷/۸۳	۱۲/۷	۶/۴۸	۷/۸۸	۳۴۸	۳۰۰۷	۱۹	کلن × سال
۳/۵۱	۰/۱۴	۲/۴۳	۱/۴۹	۰/۴۷	۲/۶۷	۱۰۹/۱	۷۴۷/۴	۶۰	اشتباه ۲
اجزاء واریانس کلن‌ها									اجزاء واریانس
درصد ADF	درصد خاکستر	درصد فیبر خام	درصد قند محلول	درصد پروتئین خام	درصد قابلیت هضم	ارتفاع بوته سانتی متر	عملکرد علوفه گرم/بوته		
۱/۹۷	۰/۰۹	۲/۹۱	۱/۶۶	۰/۲۵	۱/۳۷	۵۴/۸	۵۴۲/۹	σ^2_G	جزء واریانس ژنتیکی
۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۱۹	۰/۲۴	۰/۴۲	۵۲/۴	۴۱۷/۶	σ^2_{GR}	جزء کلن × تکرار
۲/۶۵	۰/۱۳	۴/۲۵	۴/۴۳	۱/۵۱	۱/۳۱	۵۹/۷	۵۶۴/۹	σ^2_{GY}	جزء کلن × سال
۳/۲۳	۰/۵۹	۹/۱۱	۳/۵۱	۰/۴۷	۲/۶۷	۱۰۹/۱	۷۴۷/۴	σ^2_e	جزء بوته در کلن
۰/۶۵	۰/۴۶	۰/۵۷	۰/۵۰	۰/۳۱	۰/۶۱	۰/۵۰	۰/۵۵	h^2_b	وراثت‌پذیری عمومی

و = مربعات تیمارها و اجزاء واریانس به‌ترتیب، در سطح ۵٪ و ۱٪ معنی‌دار هستند.

جدول شماره ۴- تجزیه واریانس مرکب، برآورد MS اثرات خانواده، سال و اثر متقابل خانواده× سال و اجزاء واریانس افزایشی σ_F^2 ،

خانواده×بلوک σ_{FR}^2 ، فامیل×سال σ_{FY}^2 و وراثت‌پذیری خصوصی h_n^2 از طریق تجزیه خانواده‌های *Festuca arundinacea* در سال ۸۱ و ۸۲

منابع تغییرات		درجه آزادی	عملکرد علوفه گرم/بوته	ارتفاع بوته سانتی متر	قابلیت هضم	پروتئین خام	قند محلول	فیبر خام	درصد خاکستر	درصد ADF
خانواده‌های ناتنی										
خانواده در تکرار (اشتباه ۱)										
سال										
خانواده× سال										
اشتباه ۲										
اجزاء واریانس خانواده‌ها										
اجزاء واریانس		درجه آزادی	عملکرد علوفه گرم/بوته	ارتفاع بوته سانتی متر	قابلیت هضم	پروتئین خام	قند محلول	فیبر خام	درصد خاکستر	درصد ADF
جزء واریانس افزایشی		σ_F^2	۸۶۴/۲	۶/۳۱	۰/۰۷	۰/۲۰	۰/۱۰	۰/۱۱	۰/۰۱	۱/۰۳
جزء واریانس فامیل× تکرار		σ_{FR}^2	۶۷۲/۱	۴/۵۱	۰/۰۷	۰/۰۲	۰/۰	۱/۱۳	۰/۰۸	۰/۰۶
جزء واریانس فامیل× سال		σ_{FY}^2	۹۹۰/۷	۵۶/۱۲	۲/۷۴	۰/۷۷	۲/۲۱	۲/۶۶	۰/۴۱	۳/۷۶
جزء واریانس بوته در فامیل		σ_w^2	۱۶۳۸/۲	۲۲۰/۵	۲/۷۴	۰/۵۵	۲/۳۱	۴/۹۶	۰/۳۳	۲/۴۲
وراثت‌پذیری خصوصی		h_n^2	۰/۵۲	۰/۲۷	۰/۰۶	۰/۴۳	۰/۱۱	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۴۵

* و ** F= مربوط به اجزاء واریانس به ترتیب، در سطح ۵٪ و ۱٪ معنی‌دار هستند.

جدول شماره ۵- مقایسه سه نوع برآورد وراثت پذیری عمومی (h^2_b) حاصل از تجزیه ساده و مرکب کلن‌های والدینی، وراثت پذیری خصوصی (h^2_n) حاصل از تجزیه ساده و مرکب خانواده‌ها و وراثت پذیری خصوصی حاصل از رگرسیون نتاج روی والدین (h^2_{op}) برای عملکرد علوفه، ارتفاع بوته، درصد قابلیت هضم و پروتئین خام، قند محلول، فیبر خام، خاکستر و درصد ADF.

نام صفت	روش تجزیه واریانس	h^2_b	h^2_n	h^2_{op}
عملکرد علوفه گرم در بوته	تجزیه ساده	۰/۵۱	۰/۴۴	۰/۶۵
	تجزیه مرکب	۰/۵۵	۰/۵۲	۰/۶۶
ارتفاع بوته سانتی متر	تجزیه ساده	۰/۴۴	۰/۲۴	۰/۰
	تجزیه مرکب	۰/۵۰	۰/۲۷	۰/۰
درصد قابلیت هضم	تجزیه ساده	۰/۵۷	۰/۴۷	۰/۰
	تجزیه مرکب	۰/۶۱	۰/۰۶	۰/۰
درصد پروتئین خام	تجزیه ساده	۰/۵۸	۰/۶۶	۰/۲۵
	تجزیه مرکب	۰/۳۱	۰/۴۳	۰/۳۴
قند محلول	تجزیه ساده	۰/۶۷	۰/۳۴	۰/۰
	تجزیه مرکب	۰/۵۰	۰/۱۱	۰/۰
درصد فیبر خام	تجزیه ساده	۰/۵۶	۰/۱۸	۰/۳۱
	تجزیه مرکب	۰/۵۷	۰/۰۵	۰/۴۰
درصد خاکستر	تجزیه ساده	۰/۴۱	۰/۳۴	۰/۱۸
	تجزیه مرکب	۰/۴۶	۰/۰۵	۰/۳۲
درصد ADF	تجزیه ساده	۰/۶۸	۰/۶۷	۰/۱۳
	تجزیه مرکب	۰/۶۵	۰/۴۵	۰/۱۶
روز تا خوشه دهی	تجزیه ساده	۰/۹۲	۰/۶۱	۰/۹۶
	تجزیه ساده	۰/۶۸	۰/۱۱	۰/۰

جدول شماره ۶- بازده ژنتیکی صفات برحسب مقدار و درصد میانگین صفات مورد مطالعه در نسل والدین و نتاج ناتنی پس از یک دوره گزینش ۲۰٪ از بوته های برتر

Festuca arundinacea

نتاج		والدین		صفت
درصد	مقدار	درصد	مقدار	
۱۲/۱	۲۷/۹	۱۴/۲	۲۷/۷	عملکرد علوفه گرم در بوته
۲۴/۲	۸/۴۷	۲۰/۹	۷/۵۴	روز تا خوشه دهی
۲/۹	۲/۲۴	۰/۲۳	۰/۱۴	ارتفاع بوته سانتیمتر
۳/۷	۰/۶۶	۰/۴۱	۰/۰۷	محیط طوقه سانت متر
۰/۱۴	۰/۰۸	۰/۰۴	۰/۰۲	درصد قابلیت هضم
۳/۲	۰/۳۹	۳/۱۷	۰/۴۱	پروتئین خام درصد
۱/۱	۰/۱۳	۰/۱۸	۰/۰۲	درصد قندهای محلول در آب
۰/۱۸	۰/۰۸	۲/۵۴	۱/۱۳	درصد فیبر خام
۰/۴۴	۰/۰۳	۲/۶۵	۰/۱۶	درصد خاکستر
۲/۳	۰/۹۱	۰/۹۶	۰/۳۷	درصد ADF

جدول شماره ۷- ضرایب همبستگی فنوتیپی (F_p)، ژنوتیپی (F_g)، محیطی (F_e) بین صفات کیفی علوفه از طریق تجزیه واریانس و کوواریانس کلن‌های والدینی و ضرایب همبستگی فنوتیپی (F_p)، و افزایشی (F_a) حاصل از تجزیه داده‌های دو سال خانوادگی نانتی *Festuca arundinacea*

صفت	نوع همبستگی	درصد قابلیت هضم	درصد پروتئین خام	درصد قند محلول	درصد فیبر خام	درصد خاکستر
درصد پروتئین خام	والدین	فنوتیپی (F _p)	۰/۵۱			
		ژنتیکی (F _g)	۰/۵۹			
		محیطی (F _e)	۰/۱۳			
درصد قند محلول	نتاج	فنوتیپی (F _p)	۰/۳۸			
		افزایشی (F _a)	۰/۴۳			
	والدین	فنوتیپی (F _p)	۰/۷۱	۰/۷۷		
درصد فیبر خام		ژنتیکی (F _g)	۰/۷۷			
		محیطی (F _e)	۰/۴۰			
	نتاج	فنوتیپی (F _p)	۰/۱۶	۰/۲۳		
درصد خاکستر	والدین	افزایشی (F _a)	۰/۷۴			
		فنوتیپی (F _p)	۰/۲۹	۰/۳۸	۰/۵۷	
		ژنتیکی (F _g)	۰/۲۸	۰/۳۵	۰/۵۶	
ADF درصد	نتاج	محیطی (F _e)	۰/۳۴			
		فنوتیپی (F _p)	۰/۲۷	۰/۳۰		
	والدین	افزایشی (F _a)	۰/۳۷	۰/۵۱	۰/۲۴	
ADF درصد		فنوتیپی (F _p)	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۰۸	۰/۷۷
		ژنتیکی (F _g)	۰/۰۸	۰/۱۰	۰/۰۵	۰/۷۷
		محیطی (F _e)	۰/۰۸	۰/۶۱	۰/۲۱	۰/۸۰
ADF درصد	نتاج	فنوتیپی (F _p)	۰/۰۷	۰/۰۸	۰/۴۰	۰/۷۷
		افزایشی (F _a)	۰/۰۵	۰/۱۵	۰/۵۷	۰/۸۲
	والدین	فنوتیپی (F _p)	۰/۸۷	۰/۵۸	۰/۹۰	۰/۰۷
ADF درصد		ژنتیکی (F _g)	۰/۹۰	۰/۶۳	۰/۹۳	۰/۰۳
		محیطی (F _e)	۰/۶۹	۰/۲۹	۰/۶۲	۰/۳۱
	نتاج	فنوتیپی (F _p)	۰/۷۹	۰/۳۹	۰/۶۲	۰/۱۰
	افزایشی (F _a)	۰/۸۶	۰/۵۴	۰/۶۶	۰/۱۲	۰/۱۲

* ** و = به ترتیب، ضرایب همبستگی در سطح ۵٪ و ۱٪ معنی دار هستند. # = ضرایب همبستگی ژنتیکی بزرگتر از دو برابر خطای استاندارد است.

جدول شماره ۸- ضرایب همبستگی فنوتیپی (r_p)، ژنوتیپی (r_g)، محیطی (r_e) بین عملکرد علوفه و صفات مورفولوژیکی از طریق تجزیه واریانس و کوواریانس کلن‌های والدینی و ضرایب همبستگی فنوتیپی (r_p)، و افزایشی (r_a) حاصل از تجزیه داده‌های دو سال خانواده‌های ناتنی *Festuca arundinacea*

صفت	نوع همبستگی	عملکرد علوفه	ارتفاع بوته	محیط طوقه
		گرم در بوته	سانتی متر	سانتی متر
ارتفاع بوته سانتیمتر	والدین	فنوتیپی (r_p)	۰/۶۴	
		ژنتیکی (r_g)	۰/۶۷ [#]	
		محیطی (r_e)	۰/۴۹ [#]	
نتاج	والدین	فنوتیپی (r_p)	۰/۰۵	
		افزایشی (r_g)	-۰/۱۱	
محیط طوقه سانتی متر	والدین	فنوتیپی (r_p)	۰/۴۴ [~]	۰/۶۹ [~]
		ژنتیکی (r_g)	۰/۳۹	۰/۷۳ [#]
		محیطی (r_e)	۰/۶۰ [#]	۰/۴۱
نتاج	والدین	فنوتیپی (r_p)	۰/۳۸	۰/۳۹
		افزایشی (r_g)	۰/۴۳ [#]	۰/۲۹
روز تا خوشه دهی	والدین	فنوتیپی (r_p)	-۰/۱۱	۰/۰۱
		ژنتیکی (r_g)	-۰/۱۱	۰/۰۲
		محیطی (r_e)	-۰/۲۴	-۰/۱۷
نتاج	والدین	فنوتیپی (r_p)	-۰/۵۱ [#]	-۰/۲۸ [~]
		افزایشی (r_g)	-۰/۵۹ [#]	-۰/۳۱ [#]

* و ** = به ترتیب، ضرایب همبستگی در سطح ۵٪ و ۱٪ معنی‌دار هستند.

= ضرایب همبستگی ژنتیکی بزرگتر از دو برابر خطای استاندارد است.

جدول شماره ۹- ضرایب همبستگی فنوتیپی (r_p)، ژنوتیپی (r_g)، محیطی (r_e) بین صفات کیفی و صفات کمی از طریق تجزیه واریانس و کوواریانس کلن نای و ضرایب همبستگی فنوتیپی (r_p) و افزایشی (r_a) حاصل از تجزیه خانواده‌های ناتنی *Festuca arundinacea*

صفت	نوع همبستگی	عملکرد	ارتفاع	محیط	روز	تا
	همبستگی	علوفه گرم در بوته	بوته سانتی متر	طوقه سانتی متر	خوشه دهی	
درصد قابلیت هضم	والدین	۰/۲۸	۰/۴۴	۰/۳۲	۰/۳۵	
	ژنتیکی (r_g)	۰/۲۹	۰/۵۱	۰/۳۳	۰/۳۸	
	محیطی (r_e)	۰/۲۲	۰/۰۹	۰/۲۵	۰/۰۱	
نتاج	فنوتیپی (r_p)	۰/۳۳	۰/۳۲	۰/۰۷	۰/۲۶	
	افزایشی (r_a)	۰/۴۴	۰/۴۸	۰/۱۸	۰/۲۸	
	فنوتیپی (r_p)	۰/۲۰	۰/۰۱	۰/۱۳	۰/۱۰	
درصد پروتئین خام	والدین	۰/۲۱	۰/۰۴	۰/۱۷	۰/۱۱	
	ژنتیکی (r_g)	۰/۱۶	۰/۲۶	۰/۱۶	۰/۰۶	
	محیطی (r_e)	۰/۵۲	۰/۵۹	۰/۲۹	۰/۶۱	
نتاج	فنوتیپی (r_p)	۰/۶۰	۰/۷۳	۰/۴۸	۰/۶۷	
	افزایشی (r_a)	۰/۰۴	۰/۱۶	۰/۱۵	۰/۲۵	
	فنوتیپی (r_p)	۰/۰۶	۰/۱۹	۰/۱۴	۰/۲۶	
درصد قند محلول	والدین	۰/۱۰	۰/۰۳	۰/۲۱	۰/۱۶	
	ژنتیکی (r_g)	۰/۱۸	۰/۲۱	۰/۰۶	۰/۱۱	
	محیطی (r_e)	۰/۱۸	۰/۳۰	۰/۰۳	۰/۱۱	
نتاج	فنوتیپی (r_p)					
	افزایشی (r_a)					
	فنوتیپی (r_p)					

ادامه جدول شماره ۹

صفت	نوع همبستگی	عملکرد علوفه گرم در بوته	ارتفاع بوته سانتی متر	محیط طوقه سانتی متر	روز خوشه دهی	تا
درصد خام	والدین فنوتیپی (I _p)	۰/۲۰	۰/۰۳	۰/۰۱	۰/۲۴	
	ژنتیکی (I _g)	۰/۲۵	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۲۶	
	محیطی (I _e)	۰/۰۳	۰/۱۱	۰/۰۵	۰/۰۰	
نتاج	والدین فنوتیپی (I _p)	۰/۱۷	۰/۳۵	۰/۰۳	۰/۱۹	
	افزایشی (I _a)	۰/۳۴	۰/۵۷	۰/۱۰	۰/۳۴	
	والدین فنوتیپی (I _p)	۰/۲۹	۰/۰۹	۰/۲۴	۰/۲۶	
درصد خاکستر	ژنتیکی (I _g)	۰/۳۵	۰/۱۲	۰/۲۶	۰/۳۱	
	محیطی (I _e)	۰/۱۰	۰/۰۳	۰/۱۵	۰/۰۶	
	نتاج فنوتیپی (I _p)	۰/۰۴	۰/۰۸	۰/۱۶	۰/۰۶	
درصد ADF	والدین فنوتیپی (I _p)	۰/۱۲	۰/۲۷	۰/۲۴	۰/۴۶	
	ژنتیکی (I _g)	۰/۱۲	۰/۳۲	۰/۲۵	۰/۴۹	
	محیطی (I _e)	۰/۱۴	۰/۰۳	۰/۱۷	۰/۰۳	
نتاج	والدین فنوتیپی (I _p)	۰/۴۴	۰/۳۰	۰/۰۲	۰/۳۳	
	افزایشی (I _a)	۰/۵۰ [#]	۰/۴۳	۰/۰۹	۰/۳۶	

* و ** = به ترتیب، ضرایب همبستگی در سطح ۰/۵ و ۰/۱٪ معنی‌دار هستند. # = ضریب همبستگی ژنتیکی بزرگتر از دو برابر

خطای استاندارد است.

منابع

۱. جعفری، ع. ۱۳۸۰. تعیین فاصله ژنتیکی ۲۹ ژنویپ چچم دائمی (*Lolium perenne*) از طریق تجزیه کلاستر بر اساس عملکرد علوفه و صفات مورفولوژیکی. تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران شماره ۶ ص ۷۹-۹۱. انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع، تهران.
2. Beerepoot, L.J., Bouter, W. and Dijkstra, J.K., 1994. Breeding for improved digestibility in perennial ryegrass. Proceeding of the 19th EUCARPIA Fodder Crops Section Meeting Brugge, Belgium, pages 237-242.
3. Burns, J.C. and Smith, D., 1980. Non-structural carbohydrates residue, neutral detergent fiber, and in vitro dry matter disappearance of forages. *Agronomy Journal* 72: 276-281.
4. Cooper, J.P., 1962. Selection for nutritive value. Report of the Welsh Plant Breeding Station for 1961, UK, pages 145-156.
5. Falconer D.S. and Mackay T.F.C., 1996. Introduction to quantitative genetics, Fourth edition. Longman Group Ltd. London, 464 pages.
6. Frandsen, K.J., 1986. Variability and inheritance of digestibility in perennial ryegrass (*Lolium perenne*), meadow fescue (*Festuca pratensis*), and cocksfoot (*Dactylis glomerata*). II. F₁ and F₂ progeny. *Acta Agriculturae Scandinavica* 36: 241-263.
7. Hacker, J.B., 1982. Selecting and breeding better quality grasses. In: "Nutritional limits to animal production from pasture (ed. Hacker, J. B.)" Proceedings of an International Symposium, Queensland, Aug. 1981, Australia, pages 305-326.
8. Hayward, M.D. and Nsawah, G.F., 1969. The genetic organization of natural population of *Lolium perenne*. IV. Variation within populations. *Heredity* 24: 521-528.
9. Humphreys, M.O., 1989a. Water soluble carbohydrates in perennial ryegrass breeding. I. Genetic differences among cultivars and hybrid progeny grown as spaced plants. *Grass and Forage Science* 44: 231-236.
10. Humphreys, M.O., 1989b. Water soluble carbohydrates in perennial ryegrass breeding. III. Relationships with herbage production, digestibility and crude protein content. *Grass and Forage Science* 44: 423-430.

11. Jafari, A., Connolly, V., Frolich, A. and Walsh, E.J., 2003b. A note on estimation of quality in perennial ryegrass by near infrared spectroscopy. *Irish Journal of Agricultural and Food Research* 42: 293-299.
12. Jafari, A., Connolly, V. and Walsh, E.J., 2003a. Genetic analysis of yield and quality in full sib families of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) under two cutting managements. *Irish Journal of Agricultural and Food Research* 42: 275-292.
13. Kearsey, M.J., Hayward, M.D., Devey, F.D., Arcioni, S., Eggleston, M.P. and Eissa, M.M., 1987. Genetic analysis of production characters in *Lolium*. I. Triple test cross analysis of spaced plant performance. *Theoretical and Applied Genetics* 75: 66-75.
14. Marten, G.C., 1989. Breeding forage grasses to maximize animal performance. In: "Contributions from breeding forage and turf grasses" (eds. Sleper et. al.), CSSA special publication No 15, pages 71-104. USA.
15. Nguyen, H.T., Sleper, D.A. and Matches, A.G., 1982. Inheritance of forage quality and its relationship to leaf tensile strength in tall fescue. *Crop Science* 22: 67-72.
16. Nguyen, H.T. and Sleper, D.A., 1983a. Theory and application of half-sib mating in forage grass breeding. *Theoretical and Applied Genetics* 64: 187-196.
17. Nguyen, H.T., and Sleper, D.A., 1983b. Genetic variability of seed yield and reproductive characters in tall fescue. *Crop Science* 23: 621-626.
18. Rechinger, K.H., 1970. *Flora Iranica*. No. 70. Graz, Austria.
19. Smith K.F., reed K.F.M. and foot J.Z. 1997. An assessment of relative importance of specific traits for the genetic improvement of nutritive value in dairy pasture. *Grass and Forage Science* 52: 167-175.
20. Steel, R.G.D. and Torrie, J.H., 1980. *Principles and procedures of statistics*. Second ed. McGraw-Hill book Co., New York.
21. Wheeler, J.L., and Corbett, J.L., 1989. Criteria for breeding forages of improved feeding value: Results of a Delphi survey. *Grass and Forage Science* 44: 77-83.
22. Wilkins, P.W., 1995. Independence of dry matter yield and leaf yield among perennial ryegrass varieties differing in seasonal yield distribution. *Grass and Forage Science* 50: 155-161.