مقاله پژوهشی

نشریه علمی تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران | شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/ijrfpbgr.2021.354569.1384
جلد ۲۹، شماره ۱، صفحه ۱۳۷-۱۲۵ (۱۴۰۰) | شناسه دیجیتال (DOR): 20.1001.1.17350891.1400.29.1.10.7

بررسی عملکرد، ترکیبات شیمیایی و صفات کیفی در مراحل مختلف رشد ژنوتیپ‌های فسکیوی بلند (*Festuca arundinacea*)

علی جعفری[1*] و رضا محمدی[2]

۱*- نویسنده مسئول مکاتبات، استادیار، گروه علوم دامی، دانشگاه یاسوج، یاسوج. پست‌الکترونیک: ak.jafari2013@gmail.com

۲- استادیار، پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی شمال‌غرب و غرب کشور، پژوهشگاه بیوتکنولوژی کشاورزی ایران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۲/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۶/۷

چکیده

فسکیوی بلند گیاهی چندساله با محصول علوفه‌ای زیاد و قابلیت سازگاری وسیع با شرایط نامساعد محیطی است. این تحقیق به‌منظور اندازه‌گیری عملکرد علوفه خشک، ترکیبات شیمیایی و انرژی متابولیسمی در شش ژنوتیپ فسکیوی بلند در دو مرحله رشد رویشی و شروع خوشه‌دهی انجام شد. ژنوتیپ‌های فسکیوی بلند در قالب طرح آزمایشی بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی منطقه شمال‌غرب کشور (تبریز) در سال ۱۳۹۶ کشت شدند. بر اساس نتایج تجزیه واریانس، ژنوتیپ‌های مورد مطالعه برای همه صفات اندازه‌گیری شده اختلاف معنی‌داری داشتند (P <۰/۰۱). میانگین عملکرد علوفه خشک در دو مرحله رشد در ژنوتیپ‌های بروجن۱ و کامیاران۲ به‌ترتیب با ۳۲۵ و ۲۷۰ گرم در بوته بیشترین و در ژنوتیپ کامیاران۳ کمترین بود (P <۰/۰۵). مقدار پروتئین خام، انرژی متابولیسمی و الیاف نامحلول در شوینده‌های اسیدی در ژنوتیپ‌های بروجن۱ و بروجن۲ نسبت به ژنوتیپ‌های فریمان، کامیاران۱، کامیاران۲ و کامیاران۳ بهتر بود (P <۰/۰۵) ولی کمترین مقدار پروتئین خام و انرژی متابولیسمی و بیشترین الیاف نامحلول در شوینده‌های خنثی را ژنوتیپ کامیاران۳ داشت (P <۰/۰۵). برهم‌کنش ژنوتیپ × مرحله رشد برای صفات اندازه‌گیری شده معنی‌دار شد (P <۰/۰۱). عملکرد علوفه خشک در مرحله شروع خوشه‌دهی در ژنوتیپ‌های بروجن۱ و کامیاران۲ به‌ترتیب با ۵۳۶ و ۴۴۲ گرم در بوته بالاترین و در ژنوتیپ‌های فریمان و کامیاران۳ کمترین بود (P <۰/۰۵). بر اساس نتایج عملکرد علوفه خشک، مقدار پروتئین خام و الیاف نامحلول در شوینده‌های اسیدی و انرژی متابولیسمی بهترین ژنوتیپ‌ها، بروجن۱ و کامیاران۲ بودند.

واژه‌های کلیدی: انرژی متابولیسمی، ترکیبات شیمیایی، عملکرد، ژنوتیپ، فسکیوی بلند، مرحله رشد.

مقدمه

مراتع نقش مهمی در تأمین غذای بخش قابل توجهی از نشخوارکنندگان و معیشت برخی از تولید کنندگان پروتئین دامی دارد (Valizadeh *et al.*, 2011). عوامل متعددی ازجمله گونه گیاهی، مرحله رشد و شرایط آب و هوایی روی کیفیت علوفه گیاهان مرتعی تأثیر دارند (Amirkhani *et al.*, 2008). یکی از مهمترین عوامل مؤثر بر ترکیب و ارزش غذایی گیاهان مرتعی، مرحله رشد است، به‌طوری‌که با افزایش سن گیاه بافت‌های ساختمانی مثل سلولز، همی‌سلولز و لیگنین افزایش و پروتئین خام کاهش می‌یابد (McDonald *et al.*, 1990). افزایش سن گیاه نسبت برگ به ساقه را کاهش و دیواره سلولی و لیگنینی شدن را افزایش

می‌دهد (Marinas *et al.*, 2003؛ Larry *et al.*, 1997).

جنس فستوکا ۴۵۰ گونه متنوع دارد. گونه‌های چندساله که محصول علوفه‌ای زیاد با قابلیت سازگاری وسیع و مقاوم به تنش‌های محیطی هستند در این جنس وجود دارند و برای حفاظت از خاک و تولید علوفه کشت می‌شوند. مهمترین گونه این جنس فسکیوی بلند است (Kasperbauer, 1990). سطح زیر کشت این گیاه در ایالات متحده آمریکا حدود ۱۴ میلیون هکتار می‌باشد (Sleper and West, 1996).

گراس‌های سردسیری چندساله مانند فسکیوی بلند (*Festuca arundinacea* L.)، علف پشمکی (*Bromus inermis* Leyss)، علف باغی (*Dactylis glomerata* L.)، چچم دائمی (*Lolium perenne* L.) و علف قناری (*Phalaris aquatic*a L.) از مهمترین گونه‌های گیاهی هستند که در سطح وسیعی در مناطق مختلف دنیا به‌منظور تولید علوفه کشت می‌شوند (Mohammadi, 2021). گراس‌ها در مرحله رویشی و قبل از گلدهی در چراگاه‌ها برای چرای مستقیم دام‌ها استفاده می‌شوند و یا اینکه به‌عنوان علوفه خشک در مرحله بعد از گلدهی برداشت می‌گردند.

به‌منظور تأمین احتیاجات غذایی دام، افزایش بهره‌وری و تهیه جیره‌های متعادل و متوازن برای دام ضروریست به‌طوری‌که ترکیبات شیمیایی و ارزش غذایی مواد غذایی مختلف مورد استفاده در جیره دام تعیین شود. ترکیبات شیمیایی، قابلیت هضم و ارزش غذایی مواد غذایی متفاوت هستند. ترکیبات شیمیایی مواد غذایی شامل درصد پروتئین خام، الیاف نامحلول در شوینده‌های خنثی و اسیدی، چربی خام، ماده آلی و خاکستر می‌باشد (McDonald *et al.*, 1990). طی مطالعه‌ای Imani و همکاران (2009) گزارش کردند که از لحاظ عملکرد علوفه، درصد قابلیت هضم، میزان پروتئین خام، قندهای محلول در آب، فیبر خام، الیاف نامحلول در شوینده‌های اسیدی و خنثی و خاکستر کل بین ۲۶ ژنوتیپ علف باغی تنوع وجود دارد. همچنین Moradi و Jafari (2006) نشان دادند که بین ۳۶ جمعیت فسکیوی بلند از لحاظ مقدار عملکرد علوفه، قابلیت هضم، قندهای محلول در آب، پروتئین خام، درصد خاکستر کل و درصد الیاف نامحلول در شوینده‌های اسیدی تنوع وجود دارد. مقادیر پروتئین خام، الیاف نامحلول در شوینده‌های خنثی و اسیدی و لیگنین و قابلیت هضم ماده خشک در شرایط آزمایشگاهی فسکیوی بلند با گلدهی کامل و آلوده به قارچ اندوفایت به‌ترتیب ۱۲/۶، ۶۰/۷، ۳۰/۳، ۱/۸ و ۵۹/۶ درصد بوده است. در صورتی که این ترکیبات در فسکیوی بلند با گلدهی کامل و عاری از اندوفایت به‌ترتیب ۱۲، ۶۱/۸، ۳۰/۸، ۱/۷ و ۵۹/۴ درصد بوده است (Emile *et al*., 2000). همچنین مصرف خوراک گوسفندان تغذیه شده با فسکیوی بلند آلوده به قارچ اندوفایت نسبت به بدون اندوفایت به دلیل کمتر بودن خوش‌خوراکی کاهش یافته است (Emile *et al*., 2000). درصد پروتئین خام، فیبر خام، چربی خام، عصاره عاری از ازت و ماده آلی بر اساس ماده خشک در فسکیوی بلند کنتاکی- ۳۱ در مرحله رویشی به‌ترتیب ۱۹/۱، ۲۴/۷، ۱/۹ و ۴۲/۵ و ۸۸/۲ بوده است. در صورتی که این ترکیبات در فسکیوی بلند کنتاکی- ۳۱ در مرحله گل‌دهی به‌ترتیب ۱۴/۶، ۳۰/۵، ۱/۲، ۴۲/۲ و ۸۸/۶ درصد بوده است (Dugmore *et al*., 1992). مطالعه ای روی ۳ واریته و ۹ اکوتیپ فسکیوی بلند برای اندازه‌گیری ترکیبات شیمیایی انجام شده است. در این آزمایش میانگین الیاف نامحلول در شوینده‌های خنثی ۵۹/۷ (با دامنه ۵۴/۳ تا ۶۴/۱) درصد بر اساس ماده خشک و میانگین لیگنین نامحلول در شوینده اسیدی ۲/۶۴ (با دامنه ۲/۲۸ تا ۳/۰۲) درصد بر اساس ماده خشک بوده است (Kanapeckas *et al*., 2011). در بررسی دیگری، برهم‌کنش ژنوتیپ در مرحله رشد در فسکیوی بلند نشان داد که مقدار الیاف نامحلول در شوینده-های خنثی ژنوتیپ‌ها در مرحله رویشی با همدیگر اختلاف معنی‌داری نداشتند ولی در مرحله شروع گلدهی تفاوت بین ژنوتیپ‌ها برای صفات الیاف نامحلول در شوینده‌های خنثی و اسیدی معنی‌دار بود (Rogers *et al.*, 2011).

محققان پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی منطقه

شمال‌غرب کشور در تبریز طی چندین سال مطالعه روی ژرم‌پلاسم گیاه فسکیوی بلند و گزینش بر اساس صفات مهم زراعی و عملکرد علوفه موفق به شناسایی ژنوتیپ‌های برتر و مناسب برای شرایط ایران شده‌اند (Mohammadi *et al.*, 2009, Shahabzadeh *et al.*, 2020). لازمه جیره‌نویسی دام اطلاع از ترکیبات شیمیایی مواد غذایی تشکیل دهنده جیره دام است. بنابراین در برنامه‌های گزینش و به‌نژادی گیاهان علوفه‌ای باید صفات کیفی علوفه نیز مورد توجه قرار گیرد. ازاین‌رو ضروری است ترکیبات شیمیایی و انرژی متابولیسمی گیاهان انتخاب شده در مراحل مختلف رشد شامل رشد رویشی و شروع خوشه‌دهی اندازه‌گیری شود. این آزمایش به‌منظور بررسی اثر ژنوتیپ و مرحله رشد و برهم‌کنش آنها بر ترکیبات شیمیایی و انرژی متابولیسمی فسکیوی بلند طراحی شد.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق شش ژنوتیپ برتر بدون قارچ اندوفایت از مزرعه خزانه فسکیوی بلند پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی منطقه شمال‌غرب کشور (تبریز) که بر اساس صفات مهم زراعی و عملکرد علوفه و بذر اندازه‌گیری شده طی چندین سال گزینش شده بودند برای بررسی ویژگی‌های شیمیایی انتخاب شدند. شش ژنوتیپ برتر شامل سه ژنوتیپ از توده کردستان-کامیاران (ژنوتیپ‌های با کد کامیاران۱، کامیاران۲ و کامیاران۳)، یک ژنوتیپ از توده خراسان-فریمان (ژنوتیپ با کد فریمان با کد ۸۳) و دو ژنوتیپ از توده چهارمحال بختیاری-بروجن (ژنوتیپ‌های با کد بروجن۱ و بروجن۲) بودند. ژنوتیپ‌های انتخاب شده در اوایل فصل پاییز از طریق تقسیم پنجه‌ها به ۱۵ پنجه تقسیم شدند و در یک طرح آزمایشی بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در آبان سال ۱۳۹۶ در مزرعه تحقیقاتی پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی منطقه شمال‌غرب کشور (تبریز) در شرایط آبیاری کشت گردیدند. به‌طوری‌که در هر تکرار ۵ بوته کشت شد. فاصله بوته‌ها در روی ردیف و بین ردیف‌ها ۶۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. پس از کشت گیاهان بلافاصله آبیاری انجام شد. عملیات داشت شامل آبیاری، کوددهی و وجین در طی فصل رشد به‌طور متداول انجام گردید. نمونه‌گیری از گیاهان در فصل بهار در مرحله رشد رویشی و شروع خوشه‌دهی با سه تکرار انجام شد. گیاهان هر تکرار از پنج سانتی‌متر بالای یقه با قیچی چمن‌زنی قطع و داخل پاکت‌های کاغذی توزین شده قرار گرفتند و سریع به آزمایشگاه منتقل و پس از خشک کردن، عملکرد علوفه خشک اندازه‌گیری و بعد نمونه‌ها با آسیاب میلی‌متری خرد شدند. تجزیه تقریبی نمونه‌های مورد مطالعه شامل تعیین مقدار چربی خام، پروتئین خام و خاکستر بر اساس روش پیشنهادی AOAC (2005) انجام شد. الیاف نامحلول در شوینده‌های خنثی و اسیدی با روش رایج اندازه‌گیری شد (Van Soest *et al.*, 1991). درصد ماده آلی با کسر کردن ۱۰۰ از درصد خاکستر محاسبه شد.

درصد ماده خشک قابل هضم (DMD%) نمونه‌ها با استفاده از رابطه (فرمول ۱) پیشنهادی Oddy و همکاران (1983) بر مبنای الیاف نامحلول در شوینده‌های اسیدی (ADF%) و درصد ازت (N%) نمونه‌ها برآورد شد.

فرمول (۱)

$$DMD\% = ۸۳/۵۸ - ۰/۸۲۴\ (ADF\%) + ۲/۲۶۲(N\%)$$

انرژی متابولیسمی (ME) نمونه‌ها با استفاده از رابطه (فرمول ۲) پیشنهادی (Standard Committee on Agriculture, 1990) بر مبنای درصد قابلیت هضم ماده خشک (DMD%) برآورد شد.

فرمول (۲)

$$ME\ (MJ/Kg) = ۰/۱۷\ (DMD\%) - ۲$$

داده‌های حاصل با استفاده از آزمایش کرت‌های خرد شده در زمان (دو مرحله رشد رویشی و شروع خوشه‌دهی) با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار با استفاده از نرم‌افزار SAS تجزیه شدند. برای مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد.

نتایج

آمار توصیفی مربوط به صفات بررسی شده در جدول ۱ آمده است. نتایج نشان داد که برای همه صفات مورد مطالعه تنوع در بین ژنوتیپ‌ها وجود دارد. تفاوت بین مقدار حداقل و حداکثر (دامنه) هر یک از صفات حکایت از تفاوت بین نمونه‌ها از نظر صفات مختلف دارد. ضریب تنوع صفات عملکرد علوفه خشک در مراحل رویشی و شروع خوشه‌دهی، چربی خام، پروتئین خام و الیاف نامحلول در شوینده‌های اسیدی بالای ۲۰ درصد بود که نشان‌دهنده تنوع بالا برای این صفات در بین ژنوتیپ‌ها است و صفات خاکستر، الیاف نامحلول در شوینده‌های خنثی و انرژی متابولیسمی دارای ضریب تنوع بین ۱۰ تا ۲۰ درصد بودند که حکایت از تنوع مناسب این صفات بین ژنوتیپ‌ها دارد، در حالی‌که ضریب تنوع ماده آلی زیر ۱۰ درصد بود و مبین تنوع کم ژنوتیپ‌ها برای این صفت است.

جدول ۱- میانگین، دامنه، انحراف استاندارد و ضریب تنوع صفات مورد مطالعه

نام صفات	میانگین	دامنه	انحراف استاندارد	ضریب تنوع (CV%)
عملکرد علوفه خشک در مرحله رویشی (گرم در بوته)	۹۰/۳۵	۵۳/۳۳-۱۵۲/۳۳	۲۵/۱۲	۲۷/۸۰
عملکرد علوفه خشک در مرحله شروع خوشه‌دهی (گرم در بوته)	۳۷۶/۲۷	۲۶۴/۶۰-۶۰۳/۰۰	۱۰۱/۳۱	۲۶/۹۲
درصد خاکستر	۱۲/۲۹	۹/۱۵-۱۷/۰۰	۲/۳۸	۱۹/۳۴
درصد چربی خام	۳/۸۴	۲/۴۸-۶/۰۰	۰/۹۳	۲۴/۴۰
درصد پروتئین خام	۲۰/۲۸	۸/۶۳-۳۰/۹۷	۶/۵۲	۳۲/۱۴
درصد الیاف نامحلول در شوینده‌های خنثی	۶۱/۸۲	۴۸/۰۰-۷۴/۲۰	۸/۳۰	۱۳/۴۳
درصد الیاف نامحلول در شوینده‌های اسیدی	۳۱/۳۳	۲۱/۲۰-۴۵/۶۰	۷/۶۴	۲۴/۳۹
درصد ماده آلی	۸۷/۷۰	۸۳/۰۰-۹۰/۸۵	۲/۳۷	۲/۷۱
انرژی متابولیسمی (مگاژول در هر کیلوگرم ماده خشک)	۹/۲۶	۶/۴۴-۱۱/۴۵	۱/۵۲	۱۶/۴۱

اثر ژنوتیپ بر عملکرد علوفه خشک و صفات کیفی علوفه فسکیوی بلند

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول۲) اختلاف ژنوتیپ‌های مورد بررسی فسکیوی بلند برای همه صفات اندازه‌گیری شده در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد.

مقایسه میانگین مقادیر عملکرد علوفه خشک، پروتئین خام، الیاف نامحلول در شوینده‌های خنثی و اسیدی، خاکستر، چربی خام، ماده آلی و انرژی متابولیسمی ژنوتیپ-های فسکیوی بلند در جدول ۳ آورده شده است. میانگین عملکرد علوفه خشک در دو مرحله رشد در ژنوتیپ‌های کامیاران۱، کامیاران۲، کامیاران۳، فریمان، بروجن۱ و بروجن۲ فسکیوی بلند به‌ترتیب ۱۹۶، ۲۷۰، ۱۹۲، ۱۸۲، ۳۲۵ و ۲۳۲ گرم در بوته بود. ژنوتیپ بروجن۱ با ۳۲۵ گرم در بوته عملکرد در رتبه اول و ژنوتیپ‌های کامیاران۲ و بروجن۲، در رتبه دوم و سه ژنوتیپ کامیاران۱، کامیاران۳ و فریمان در رتبه سوم قرار گرفتند ($P < ۰/۰۵$).

میزان پروتئین خام در ژنوتیپ‌های کامیاران۱، کامیاران۲، کامیاران۳، فریمان، بروجن۱ و بروجن۲ فسکیوی بلند به‌ترتیب ۱۹/۵۳، ۱۸/۸۵، ۱۴/۶۵، ۲۱/۱۱، ۲۲/۸۳ و ۲۴/۷۴ درصد بر اساس ماده خشک بود. مقدار پروتئین خام در ژنوتیپ بروجن۲ بالاترین و در ژنوتیپ کامیاران۳ کمترین بود ($P < ۰/۰۵$). همچنین ژنوتیپ‌های کامیاران۱ و

کامیاران۲ (به‌ترتیب ۱۹/۵۳ و ۱۸/۸۵ درصد) نسبت به ژنوتیپ‌های فریمان و بروجن۱ (به‌ترتیب ۲۱/۱۱ و ۲۲/۸۳ درصد) پروتئین خام کمتری (P <۰/۰۵) داشتند (جدول ۳).

جدول ۲- میانگین مربعات منابع تغییر در تجزیه واریانس و ضریب تغییرات ژنوتیپ‌های فسکیوی بلند در مراحل مختلف رشد

منابع تغییرات	درجه	میانگین مربعات						
	آزادی	عملکرد علوفه خشک	خاکستر[1]	چربی خام[1]	پروتئین خام[1]	NDF[1]	ADF[1]	ماده آلی[1]	انرژی متابولیسمی[2]
تکرار	۲	۲۷۵۸/۷۹۲	۰/۰۳۳	۰/۰۱۲	۲/۶۱۲	۰/۰۹۵	۱/۶۱۳	۰/۰۳۳	۰/۰۶۷
ژنوتیپ	۵	۱۸۵۶۵/۳۱۳**	۸/۲۷۳**	۲/۰۳۵**	۷۳/۵۹۵**	۱۳/۶۹۴**	۵۳/۱۱۰**	۸/۲۷۳**	۲/۶۱۰**
خطای ۱	۱۰	۲۵۶۵/۰۶۸	۰/۶۰۳	۰/۰۴۸	۰/۴۵۱	۰/۴۸۶	۰/۵۴۵	۰/۶۰۳	۰/۰۱۷
مرحله رشد	۱	۷۳۵۷۸۶**	۱۲۴**	۹**	۱۰۸۱**	۱۸۹۶**	۱۶۹۳**	۱۲۴**	۶۵**
ژنوتیپ×مرحله‌رشد	۵	۹۸۹۴/۷۳۰**	۶/۱۳۱**	۱/۸۰۱**	۵/۴۸۸**	۸۷/۲۷۵**	۱۴/۳۶۷**	۶/۱۳۱**	۰/۳۶۷**
خطای ۲	۲	۱۴۸۵/۴۳۰	۰/۰۵۹	۰/۰۲۳	۰/۲۴۹	۰/۱۵۷	۱/۸۶۵	۰/۰۵۹	۰/۰۴۶
ضریب تغییرات	CV%	۱۲/۶۹۰	۱/۸۰۳	۸/۴۸۶	۳/۰۸۶	۱/۴۷۲	۱/۶۰۶	۰/۲۵۲	۰/۹۹۷

[1] درصد بر اساس ماده خشک

[2] مگاژول در هر کیلوگرم ماده خشک

*، ** و ns: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد، یک درصد و غیرمعنی‌دار

میزان الیاف نامحلول در شوینده‌های خنثی در ژنوتیپ‌های کامیاران۱، کامیاران۲، کامیاران۳، فریمان، بروجن۱ و بروجن۲ فسکیوی بلند به‌ترتیب ۶۱/۷۶، ۵۹/۶۱، ۶۴/۴۳، ۶۲/۰۶، ۶۱/۳۵ و ۶۱/۵۳ درصد بر اساس ماده خشک بود. همچنین بالاترین مقدار الیاف نامحلول در شوینده‌های خنثی را ژنوتیپ کامیاران۳ داشت، در صورتی که ژنوتیپ کامیاران۲ کمترین مقدار الیاف نامحلول را در شوینده‌های خنثی داشت (P <۰/۰۵). همچنین میزان الیاف نامحلول در شوینده‌های خنثی در ژنوتیپ‌های کامیاران۱، فریمان، بروجن۱ و بروجن۲ اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. میزان الیاف نامحلول در شوینده‌های اسیدی در شش ژنوتیپ فسکیوی بلند دارای دامنه ۲۷/۳۰ تا ۳۵/۲۶ درصد بر اساس ماده خشک بود و مقدار آن در ژنوتیپ‌های بروجن۲ و کامیاران۳ به‌ترتیب کمترین و بیشترین بود (P <۰/۰۵). همچنین الیاف نامحلول در شوینده‌های اسیدی در ژنوتیپ بروجن۱ (۶۲/۰۶ درصد) نسبت به ژنوتیپ‌های کامیاران۱، کامیاران۲ و فریمان (به‌ترتیب ۶۱/۷۶، ۵۹/۶۱ و ۶۴/۴۳ درصد) به‌طور معنی‌داری (P <۰/۰۵) کمتر بود (جدول ۳).

جدول ۳- اثر ژنوتیپ فسکیوی بلند روی عملکرد علوفه خشک و درصد خاکستر، چربی خام، پروتئین خام، الیاف نامحلول در شوینده-های خنثی و اسیدی، ماده آلی و انرژی متابولیسمی

منشأ و کد ژنوتیپ	عملکرد علوفه خشک (گرم در بوته)	درصد خاکستر[1]	درصد چربی خام[1]	پروتئین خام[1]	درصد NDF[1]	درصد ADF[1]	درصد ماده آلی[1]	انرژی متابولیسمی (مگاژول در هر کیلوگرم ماده خشک)
کامیاران۱	۱۹۶^{c}	۱۳/۱۷^{b}	۳/۱۸^{c}	۱۹/۵۳ ^{d}	۶۱/۷۶^{b}	۳۳/۶۱^{b}	۸۸/۷۸^{b}	۸/۸۹^{d}
کامیاران۲	۲۷۰ ^{ab}	۱۳/۱۷^{b}	۴/۳۵^{a}	۱۸/۸۵^{d}	۵۹/۷۶^{c}	۳۲/۴۳^{c}	۸۶/۸۲^{e}	۹/۰۱^{d}
کامیاران۳	۱۹۲ ^{c}	۱۰/۸۸^{f}	۳/۰۸^{c}	۱۴/۶۵^{e}	۶۴/۴۳^{a}	۳۵/۲۶^{a}	۸۹/۱۱^{a}	۸/۳۱^{e}
فریمان	۱۸۲ ^{c}	۱۳/۸۳^{a}	۴/۴۰^{a}	۲۱/۱۱^{c}	۶۲/۰۶^{b}	۳۰/۳۱^{d}	۸۶/۱۶^{f}	۹/۴۷^{c}
بروجن۱	۳۲۵ ^{a}	۱۲/۸۷^{c}	۳/۸۸^{b}	۲۲/۸۳^{b}	۶۱/۳۵^{b}	۲۹/۰۸^{e}	۸۷/۱۲^{d}	۹/۷۶^{b}
بروجن۲	۲۳۲ $^{b\,c}$	۱۱/۷۸^{d}	۴/۱۷^{b}	۲۴/۷۴^{a}	۶۱/۵۳ ^{b}	۲۷/۳۰^{f}	۸۸/۲۱^{c}	۱۰/۱۵^{a}
LSD [2]	۶۵/۱۵	۱/۶۴	۰/۳۲	۰/۷۶	۰/۹۳	۰/۸۷	۰/۲۸	۰/۱۲

[1] بر اساس ماده خشک

[2] حداقل اختلاف معنی‌دار

اختلاف میانگین‌های دارای حروف غیر مشابه معنی‌دار می‌باشد (P< ۰/۰۵).

مقدار خاکستر در ژنوتیپ‌ها دارای دامنه ۱۰/۸۸ تا ۱۳/۸۳ درصد بر اساس ماده خشک بود و مقدار خاکستر در ژنوتیپ‌های کامیاران۳ و کامیاران۲ به‌ترتیب کمترین و بیشترین بود. همچنین ژنوتیپ‌ها اختلاف معنی‌داری با همدیگر از لحاظ مقدار خاکستر داشتند (P <۰/۰۵). میزان چربی خام از ۳/۰۸ تا ۴/۱۷ درصد بر اساس ماده خشک بود و از لحاظ آماری مقدار چربی خام در ژنوتیپ‌های کامیاران۲ و فریمان بالاتر از بقیه بود و کمترین مقدار چربی خام را ژنوتیپ‌های کامیاران۱ و کامیاران۳ داشتند (P <۰/۰۵). درصد ماده آلی همه ژنوتیپ‌ها به‌طور معنی‌داری (P <۰/۰۵) با همدیگر اختلاف داشتند و ژنوتیپ کامیاران۳ بیشترین مقدار ماده آلی را داشت (جدول ۳).

جدول ۴- اثر مرحله رشد فسکیوی بلند روی عملکرد علوفه خشک و درصد خاکستر، چربی خام، پروتئین خام، الیاف نامحلول در شوینده‌های خنثی و اسیدی، ماده آلی و انرژی متابولیسمی

مرحله رشد	عملکرد علوفه خشک (گرم در بوته)	درصد خاکستر	درصد چربی خام	درصد پروتئین خام	درصد NDF	درصد ADF	درصد ماده آلی	انرژی متابولیسمی (مگاژول در هر کیلوگرم ماده خشک)
رشد رویشی	۹۰^{b}	۱۴/۱۵^{a}	۴/۳۷^{a}	۲۵/۷۶^{a}	۵۴/۵۶^{b}	۲۴/۴۷^{b}	۸۵/۰۴^{b}	۱۰/۶۲^{a}
شروع خوشه‌دهی	۳۷۶^{a}	۱۰/۴۳^{b}	۳/۳۱^{b}	۱۴/۸۰^{b}	۶۹/۰۷^{a}	۳۸/۱۹^{a}	۸۹/۵۶^{a}	۷/۹۱^{b}
LSD[1]	۲۲/۰۲	۰/۱۶	۰/۱۸	۰/۴۴	۰/۵۴	۰/۵۰	۰/۱۶	۰/۳۱

اختلاف میانگین‌های دارای حروف غیر مشابه معنی‌دار می‌باشد (P< ۰/۰۵).

[1] حداقل اختلاف معنی‌دار

انرژی متابولیسمی در ژنوتیپ‌های کامیاران۱، کامیاران۲، کامیاران۳، فریمان، بروجن۱ و بروجن۲ فسکیوی بلند به‌ترتیب ۸/۸۹، ۹/۰۱، ۸/۳۱، ۹/٤۷، ۹/۷٦ و ۱۰/۱۵ مگاژول به ازای هر کیلوگرم ماده خشک بود. همچنین بالاترین و کمترین انرژی متابولیسمی را به‌ترتیب ژنوتیپ‌های کامیاران۲ و کامیاران۳ داشتند. تفاوت انرژی متابولیسمی ژنوتیپ‌های کامیاران۱ و کامیاران۲ معنی‌دار نبود ولی اختلاف انرژی متابولیسمی این دو ژنوتیپ با بقیه ژنوتیپ‌ها معنی‌دار بود (P <۰/۰۵). تفاوت انرژی متابولیسمی ژنوتیپ‌های کامیاران۳، فریمان، بروجن۱ و بروجن۲ معنی‌دار (P <۰/۰۵) بود (جدول ۳).

اثر مرحله رشد بر عملکرد علوفه خشک و صفات کیفی علوفه فسکیوی بلند

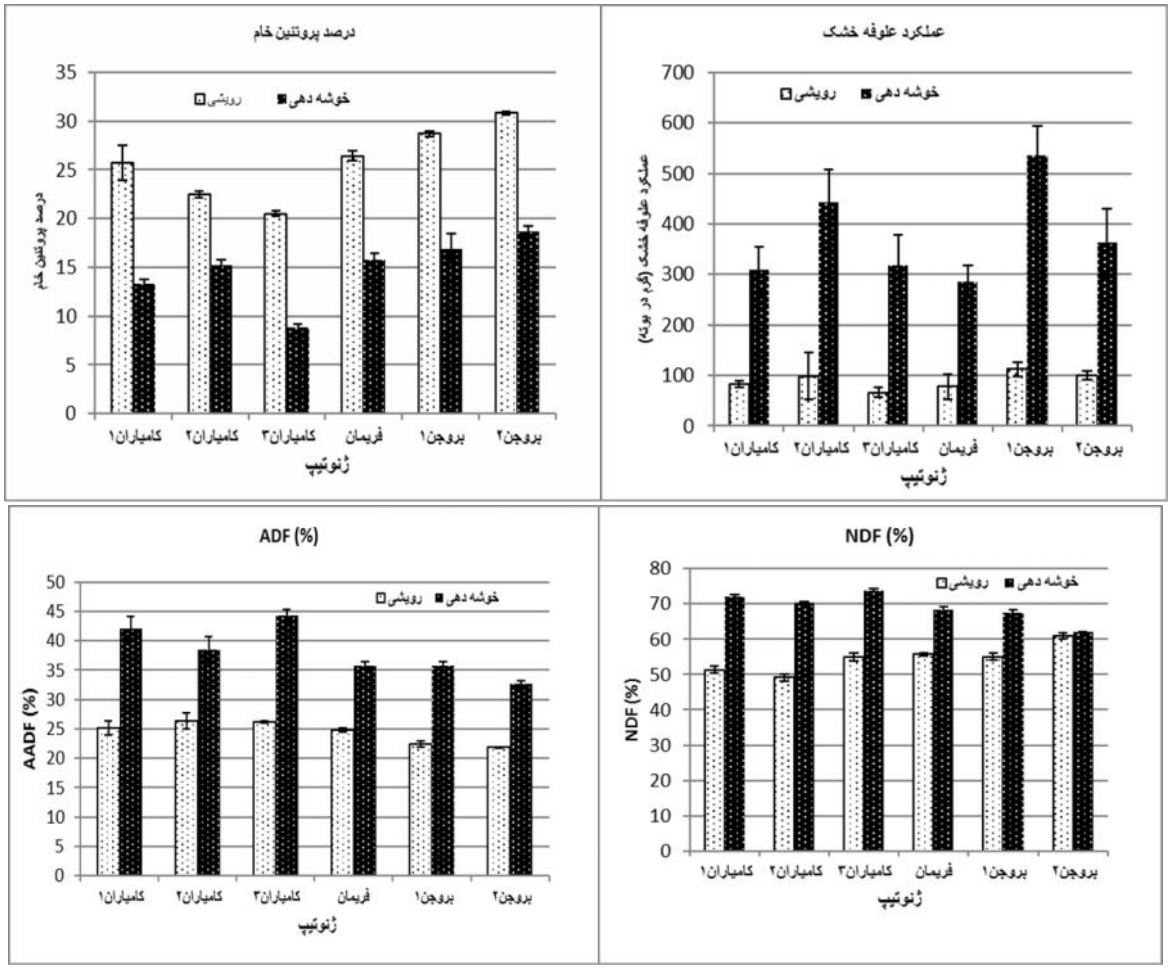
نتایج مقایسه میانگین عملکرد علوفه خشک، ترکیبات شیمیایی و انرژی متابولیسمی در مراحل مختلف رشد فسکیوی بلند در جدول ٤ آورده شده است. مقدار عملکرد علوفه خشک (به‌ترتیب ۳۷٦ و ۹۰ گرم در بوته)، الیاف نامحلول در شوینده‌های خنثی (به‌ترتیب ٦۹/۰۷ و ٥٤/٥٦ درصد)، الیاف نامحلول در شوینده‌های اسیدی (به‌ترتیب ۳۸/۱۹ و ۲٤/٤۷ درصد) و ماده آلی (به‌ترتیب ۸۹/٥٦ و ۸٥/۰٤ درصد) در شروع خوشه‌دهی نسبت به مرحله رشد رویشی بالاتر بود (P <۰/۰۵). در صورتی‌که مقادیر خاکستر (به‌ترتیب ۱۰/٤۳ و ۱٤/۱٥ درصد)، چربی خام (به‌ترتیب ۳/۳۱ و ٤/۳۷ درصد)، پروتئین خام (به‌ترتیب ۱٤/۸۰ و ۲٥/۷٦ درصد) و انرژی متابولیسمی (به‌ترتیب ۷/۹۱ و ۱۰/٦۲ مگاژول به ازای هر کیلوگرم ماده خشک) در شروع خوشه‌دهی نسبت به مرحله رشد رویشی به‌طور معنی‌داری (P <۰/۰۵) کمتر بود.

برهم‌کنش ژنوتیپ در مرحله رشد بر صفات کیفی علوفه فسکیوی بلند

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، برهم‌کنش ژنوتیپ در مرحله رشد برای همه صفات اندازه‌گیری شده فسکیوی بلند در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). ژنوتیپ‌ها واکنش‌های متفاوتی از لحاظ مقادیر صفات اندازه‌گیری شده در برابر تغییر مراحل رشد داشتند. تأثیر مراحل مختلف رشد بر عملکرد علوفه خشک ژنوتیپ‌ها در شکل ۱ آورده شده است. در مرحله رویشی عملکرد علوفه خشک ژنوتیپ‌های بروجن۱، بروجن۲ و کامیاران۲ با حدود ۱۰۰ گرم در بوته بیشتر از سایر ژنوتیپ‌ها بود. در مرحله شروع خوشه‌دهی ژنوتیپ بروجن۱ با ٥۳۶ گرم علوفه خشک در بوته بیشترین عملکرد را داشت و ژنوتیپ‌های کامیاران۲ و بروجن۲ به‌ترتیب با ۴۴۲ و ۳۶۴ گرم در بوته در رتبه‌های دوم و سوم قرار گرفتند. همچنین ژنوتیپ‌های کامیاران۳، کامیاران۱ و فریمان به‌ترتیب با ۳۱۹، ۳۰۹ و ۲۸۶ گرم در بوته کمترین عملکرد را داشتند.

مقدار الیاف نامحلول در شوینده‌های خنثی ژنوتیپ‌های کامیاران۱، کامیاران۲، کامیاران۳، فریمان و بروجن۱ در مرحله رویشی با شروع خوشه‌دهی اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد داشت، در صورتی که مرحله رشد اثری بر الیاف نامحلول در شوینده‌های خنثی ژنوتیپ بروجن۲ نداشت (شکل ۱). تفاوت ژنوتیپ کامیاران۱ با ژنوتیپ کامیاران۲ در مرحله رشد رویشی از لحاظ مقدار الیاف نامحلول در شوینده‌های خنثی معنی‌دار نبود ولی ژنوتیپ بروجن۲ بیشترین مقدار الیاف نامحلول در شوینده‌های خنثی را در مرحله رشد رویشی داشت (P <۰/۰۵). در حالی که اختلاف ژنوتیپ کامیاران۱ با ژنوتیپ کامیاران۲ و ژنوتیپ بروجن۱ با ژنوتیپ فریمان در مرحله شروع خوشه‌دهی از لحاظ مقدار الیاف نامحلول در شوینده‌های خنثی معنی‌دار نبود. اما ژنوتیپ‌های کامیاران۳ و بروجن۲ به‌ترتیب بیشترین و کمترین مقدار الیاف نامحلول در شوینده‌های خنثی را در مرحله شروع خوشه‌دهی داشتند (P <۰/۰۵). مقدار الیاف نامحلول در شوینده‌های اسیدی ژنوتیپ‌های کامیاران۱، کامیاران۲، کامیاران۳ و فریمان۲ با ژنوتیپ‌های بروجن۱ و بروجن۲ در مرحله رشد رویشی اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد داشتند، در صورتی که تفاوت همه ژنوتیپ-ها از لحاظ مقدار الیاف نامحلول در شوینده‌های اسیدی در

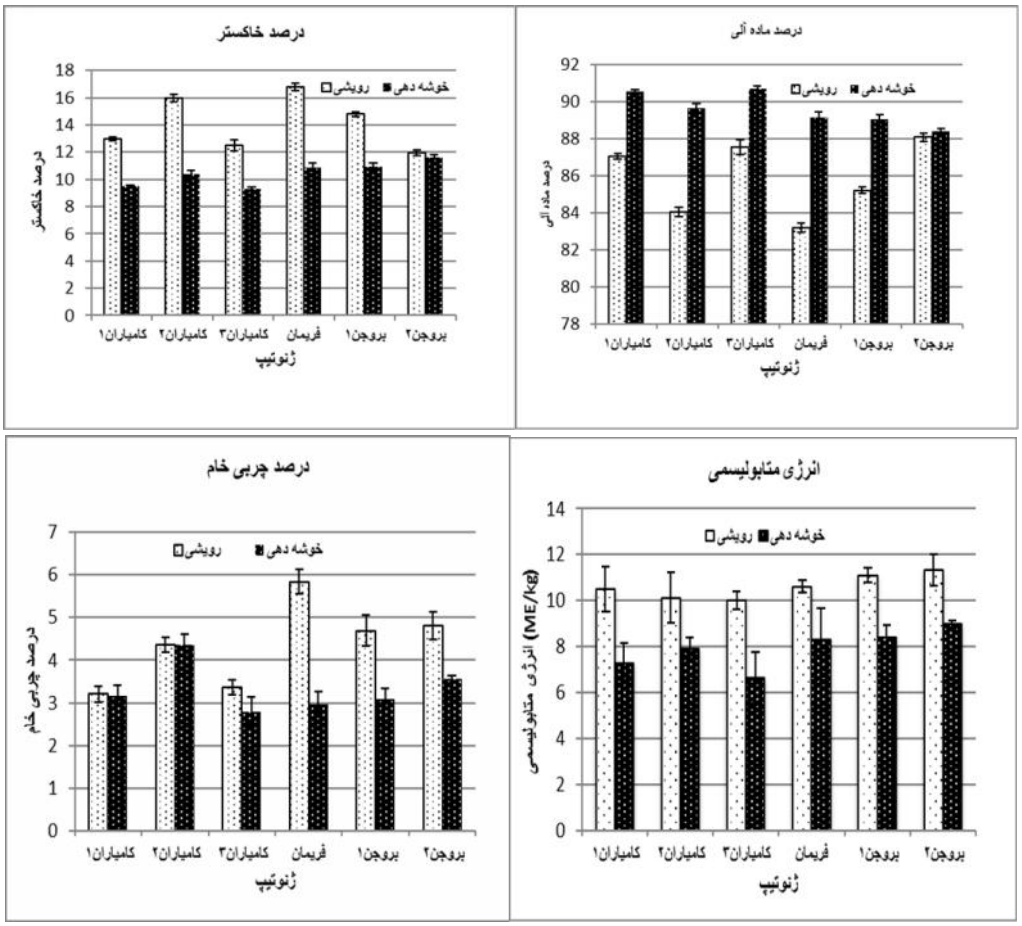
شروع خوشه‌دهی معنی‌دار بود (P <۰/۰۵) ولی ژنوتیپ بروجن۱ با ژنوتیپ فریمان اختلاف معنی‌داری نداشت و بیشترین و کمترین مقدار الیاف نامحلول در شوینده‌های اسیدی را به‌ترتیب ژنوتیپ‌های کامیاران۳ و بروجن۲ در مرحله شروع خوشه‌دهی داشتند (P <۰/۰۵) (شکل ۱). اختلاف همه ژنوتیپ‌ها از لحاظ مقدار پروتئین خام در مرحله رشد رویشی معنی‌دار بود (P <۰/۰۵) ولی مقدار پروتئین خام ژنوتیپ کامیاران۱ با ژنوتیپ فریمان اختلاف معنی‌داری نداشت. ژنوتیپ‌های کامیاران۱، کامیاران۲ و کامیاران۳ در مرحله شروع خوشه‌دهی اختلاف معنی‌داری با همدیگر داشتند (P <۰/۰۵) ولی مقدار پروتئین خام ژنوتیپ بروجن۱ با ژنوتیپ‌های فریمان و بروجن۲ اختلاف معنی‌داری نداشت. همچنین ژنوتیپ بروجن۲ بیشترین مقدار پروتئین خام را در مرحله رویشی داشت و ژنوتیپ کامیاران۳ در مرحله رویشی و شروع خوشه‌دهی کمترین مقدار پروتئین خام را داشت (P <۰/۰۵) (شکل۱).



شکل ۱- برهم‌کنش ژنوتیپ در مرحله رشد بر عملکرد علوفه خشک، درصد پروتئین خام، الیاف نامحلول در شوینده‌های خنثی (NDF) و الیاف نامحلول در شوینده‌های اسیدی (ADF).

میزان چربی خام در مرحله رشد رویشی با مرحله شروع خوشه‌دهی در ژنوتیپ‌های کامیاران۱، کامیاران۲ و کامیاران۳ تفاوت معنی‌داری نداشتند، در صورتی که ژنوتیپ‌های فریمان، بروجن۱ و بروجن۲ در مرحله رشد

رویشی نسبت به شروع خوشه‌دهی میزان چربی خام بیشتری داشتند و ژنوتیپ‌های فریمان و کامیاران۲ به‌ترتیب در مرحله رشد رویشی و شروع خوشه‌دهی بیشترین مقدار چربی خام را داشتند (P <۰/۰۵) (شکل ۲). میزان خاکستر همه ژنوتیپ‌ها بجز بروجن۲ تحت تأثیر مرحله رشد قرار گرفت (P <۰/۰۵) (شکل ۲) و ژنوتیپ فریمان و ژنوتیپ-های بروجن۲ و کامیاران۳ به‌ترتیب بیشترین و کمترین مقدار خاکستر را در مرحله رویشی داشتند، در صورتی که ژنوتیپ بروجن۲ و ژنوتیپ‌های کامیاران۱ و کامیاران۳ به‌ترتیب بیشترین و کمترین خاکستر را در شروع خوشه‌دهی داشتند (P <۰/۰۵). مقدار ماده آلی همه ژنوتیپ‌ها بجز ژنوتیپ بروجن۲ تحت تأثیر مرحله رشد قرار گرفت و ژنوتیپ کامیاران۳ بیشترین مقدار ماده آلی را در مرحله شروع خوشه‌دهی داشت (P <۰/۰۵) (شکل ۲). مرحله رشد بر انرژی متابولیسمی همه ژنوتیپ‌ها اثر داشت (P <۰/۰۵) (شکل ۲) و تفاوت انرژی متابولیسمی ژنوتیپ‌های مختلف در مرحله رشد رویشی معنی‌دار نبود. همچنین تفاوت انرژی متابولیسمی ژنوتیپ بروجن۲ با ژنوتیپ‌های کامیاران۲ و کامیاران۳ معنی‌دار بود (P <۰/۰۵) و کمترین و بیشترین انرژی متابولیسمی در مرحله شروع خوشه‌دهی را به‌ترتیب ژنوتیپ‌های کامیاران۳ و بروجن۲ داشتند (P <۰/۰۵).



شکل ۲- برهم‌کنش ژنوتیپ در مرحله رشد فسکیوی بلند بر درصد ماده آلی، خاکستر و چربی خام و انرژی متابولیسمی(ME)

بحث

ژنوتیپ‌های مختلف فسکیوی بلند از لحاظ مقادیر عملکرد علوفه خشک، ترکیبات شیمیایی و انرژی متابولیسمی دارای تنوع بودند، به‌طوری‌که ژنوتیپ‌های بروجن۱ و کامیاران۲ بالاترین عملکرد علوفه خشک را داشتند و ژنوتیپ‌های بروجن۲، کامیاران۱، کامیاران۳ و فریمان عملکرد علوفه خشک کمتری داشتند. همچنین ژنوتیپ بروجن۲ بیشترین مقدار پروتئین خام و کمترین مقدار الیاف نامحلول در شوینده‌های اسیدی را داشت، در صورتی که کمترین مقدار پروتئین خام و بیشترین الیاف نامحلول در شوینده‌های خنثی و اسیدی متعلق به ژنوتیپ کامیاران۳ بود. اختلاف معنی‌دار عملکرد علوفه خشک ژنوتیپ‌ها با یافته‌های Imani و همکاران (2009) که عملکرد علوفه در ۳۶ جمعیت فسکیوی بلند تنوع داشت هم‌خوانی دارد. همچنین با نتایج Moradi و همکاران (2006) که عملکرد علوفه در ۲۶ ژنوتیپ علف‌باغی تفاوت معنی‌دار داشتند مطابقت دارد. محققان تفاوت ذاتی کیفیت گونه‌های مختلف گیاهان علوفه‌ای را به قابلیت جذب مواد مغذی از خاک و متابولیسم و تبدیل آن به بافت گیاهی و اختلاف آنها در نسبت برگ به ساقه گیاهان بیان کرده‌اند (Amiri et al., 2012). اختلاف ژنوتیپ‌های فسکیوی بلند در ترکیبات شیمیایی با نتایج Rogers و همکاران (2011) که الیاف نامحلول در شوینده‌های خنثی و اسیدی ژنوتیپ-های مختلف فسکیوی بلند با همدیگر اختلاف معنی‌دار داشتند و همچنین با نتایج Kanapeckas و همکاران (2011) که مقدار ازت، الیاف نامحلول در شوینده‌های خنثی و اسیدی در سه واریته و شش اکوتیپ وحشی فسکیوی بلند دارای تنوع بود مطابقت دارد. یافته‌های مطالعه اخیر با نتایج Arzani و همکاران (2006) مبنی بر تفاوت معنی‌دار میزان الیاف نامحلول در شوینده‌های خنثی و پروتئین خام در بعضی از گیاهان مرتعی کوه‌های زاگرس و تنوع معنی‌دار ترکیبات شیمیایی پنج گونه مرتعی در مطالعه Marinas و همکاران (2003) همخوانی دارد. اختلاف معنی‌دار انرژی متابولیسمی ژنوتیپ‌ها با یافته‌های Arzani و همکاران (2006) مطابقت دارد و این به‌دلیل تنوع ترکیبات شیمیایی بوده است.

نتایج این بررسی نشان داد با پیشرفت مراحل فنولوژیکی گیاه میزان پروتئین خام، چربی خام، خاکستر کاهش و میزان عملکرد علوفه خشک و الیاف نامحلول در شوینده‌های اسیدی و خنثی افزایش یافت. محققان مهمترین عامل مؤثر بر ترکیبات شیمیایی گیاهان مرتعی را مرحله رشد بیان کرده اند. با پیشرفت مرحله فنولوژیکی نسبت برگ به ساقه و پروتئین خام کاهش و نسبت دیواره سلولی، ساقه و لیگنینی شدن افزایش می‌یابد (Larry et al., 1997، Marinas et al., 2003). نتایج بررسی Rogers و همکاران (2011) نشان داد که مرحله فنولوژیک روی کیفیت فسکیوی بلند اثر دارد. بر اساس یافته‌های آنان پیشرفت مرحله فنولوژیکی میزان الیاف نامحلول در شوینده‌های اسیدی را افزایش و غلظت ازت را کاهش داد. همچنین گزارش شده است (Dugmore et al., 1992) که با پیشرفت مرحله رشد فسکیوی بلند کنتاکی-۳۱ میزان پروتئین خام و چربی خام کاهش و مقدار فیبر خام افزایش می‌یابد. بر اساس گزارش Azizi و Mohammadi (2016) مرحله فنولوژیک اثر معنی‌داری روی ترکیبات شیمیایی گونه‌های مرتعی کردستان داشته، به‌طوری‌که پیشرفت مرحله رشد مقدار پروتئین را کاهش و الیاف نامحلول در شوینده‌های اسیدی و خنثی را افزایش داده است. کاهش انرژی متابولیسمی با پیشرفت مرحله رشد به دلیل کاهش مقدار پروتئین و قابلیت هضم و افزایش الیاف نامحلول در شوینده‌های اسیدی بوده و این کاهش با یافته-های Azizi و Mohammadi (2016) هم‌خوانی دارد.

نسبت برگ به ساقه با پیشرفت رشد گیاه کاهش می‌یابد و وقتی گیاه به‌طور کامل رشد کرد بیشترین حجم تولید علوفه مختص ساقه خواهد بود. همچنین برگ‌ها و ساقه‌های تازه در مرحله رویشی بیشتر هستند، در حالی که با بالغ شدن گیاه کربوهیدرات‌های ساختمانی افزایش می‌یابد (Abarsaji et al., 2008). بالغ شدن گیاه غلظت دیواره سلولی و الیاف نامحلول در شوینده‌های اسیدی در ساقه و برگ را افزایش و محتویات سلولی محلول را کاهش می‌دهد

(Zandi Esfahan et al., 2010)

برهم‌کنش مرحله رشد در ژنوتیپ برای تمام ترکیبات شیمیایی و انرژی متابولیسمی فسکیوی بلند اندازه‌گیری شده معنی‌دار شد که نشان‌دهنده تنوع زیاد در بین ژنوتیپ‌ها می‌باشد. همچنین نتایج مطالعه اخیر نشان داد که مرحله رشد در برخی از ژنوتیپ‌ها نسبت به بقیه اثر بیشتری روی مقدار عملکرد علوفه خشک، الیاف نامحلول در شوینده‌های خنثی و اسیدی، پروتئین خام، چربی خام، خاکستر و انرژی متابولیسمی داشته است. به‌نحوی‌که با در نظر گرفتن مقدار عملکرد علوفه خشک ژنوتیپ‌های بروجن۱ و کامیاران۲ بهتر از بقیه ژنوتیپ‌ها هستند و بر اساس مقدار پروتئین خام، الیاف نامحلول در شوینده‌های خنثی و اسیدی و انرژی متابولیسمی اندازه‌گیری شده کیفیت ژنوتیپ‌های بروجن۲ و همچنین فریمان و بروجن۱ از ژنوتیپ‌های کامیاران۱، کامیاران۲ و کامیاران۳ بهتر است. نتایج این پژوهش نشان داد که ژنوتیپ‌های مختلف بررسی شده از نظر عملکرد علوفه خشک، ترکیبات شیمیایی و انرژی متابولیسمی تفاوت معنی‌داری باهم دارند که این تفاوت در ژنوتیپ‌های انتخاب شده از یک توده هم ملاحظه شد. این تفاوت‌ها ناشی از سیستم خودناسازگاری و دگرگرده‌افشانی بالا در گیاه فسکیوی بلند می‌باشد (Shahabzadeh et al., 2019). بنابراین در برنامه‌های گزینش و به‌نژادی این گیاه، باید علاوه بر عملکرد علوفه و بذر به بررسی ترکیبات شیمیایی و صفات کیفی علوفه نیز توجه شود.

منابع مورد استفاده

- Abarsaji, Gh., Shahi, Gh., and Pasandi, D. M., 2008. Determination of forage quality of *Hedysarum coronarium* at phenological different stages. Pajouhesh & Sazandegi, 78: 51-55. (In Persian).
- Amiri, F., Rashid, A., and Shariff, M., 2012. Comparison of nutritive value of grasses and legume species using forage quality index. Songklanakarin Journal Science Technology, 34 (5): 577-586.
- Amirkhani, M., Dianati Tilaki, Gh. A., and Mesdaghi, M., 2007. An investigation on forage quality of *Agropyron cristatum* and *Thinopyrum intermadium* in different phenological stages at Golestan National park. Pajouhesh & Sazandegi, 74: 61-65. (In Persian).
- AOAC, 2005. Official Methods of Analysis of AOAC International. AOAC international. Maryland, USA.
- Arzani, H., Basiri, M., Khatibi, F., and Ghorbani, G., 2006. Nutritive value of some Zaghros mountain rangeland species. Journal of Small Ruminant Research, 65: 128-135.
- Azizi, O., and Mohammadi, S., 2016. Determination of chemical composition and gas production parameters of some rangeland plants species of Kurdistan province. Livestock Research (Quarterly), 5(1): 25-34. (In Persian).
- Dugmore, T. J., Walsh, K.P., Morning, S. J. and MacDonald, C. I., 1992. Chemical composition and nutritive value of irrigated tall fescue pasture for dairy cows. South African Animal Science, 22 (3): 81-86.
- Emile, J. C., Bony, S., and Ghesquiere, M., 2000. Influence of consumption of endophyte-infested tall fescue hay on performance of heifers and lambs. Journal of Animal Science, 78: 358-364
- Kanapeckas, J., Lemeziene, N. Butkute, B., and Stukunis, V., 2011. Evaluation of tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.) varieties and wild ecotypes as feedstock for biogas production. Agriculture, 98 (2): 149–156
- Kasperbauer, M. J., 1990. Biotechnology in Tall Fescue Improvement. CRC Press, Inc. Florida. Pp. 199.
- 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 Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research, 16(2): 273-284. In Persian.
- Larry, w. V., Allentorell, A., Neil, R. R., and Tombartliett, E., 1997. Comparision of forage value on private and public grazing leases. Journal of Range Management, 50(3): 300-306.
- Marinas, A., Garcia-Gonzalez, R., and Fondevila, M., 2003. The nutritive value of five pasture species occurring in the summer grazing ranges of the Pyrenees. Animal Science, 76: 461-469.
- McDonald, P. R., Edwards, A., and Greenhagh, J. F. D., 1990. Animal Nutrition. 4th edition, John Willey and Sons, Inc, New York
- Mohammadi, R., 2021. Investigation of genetic variation of forage yield, and clustering of some selected Phalaris aquatica L. genotypes by clonal evaluation. Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research, 28 (2): 222-235. (In Persian).

populations. Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research, 28 (1): 17-36. (In Persian).
– Sleper, D. A. and Westm, C. P., 1996. Tall fescue. p. 471-502. In Moser, L.E. et al. Cool-season Forage Grasses. American Society of Agronomy. Crop Science Society of America. Soil Science Society of America. AMA/CSSA/SSSA. Madison, WI, USA. 841 p.
– Standard Committee on Agriculture. 1990. Feeding Standards for Australian Livestock Ruminants, CSIRO, Australia.
– Valizadeh, R., Ghadami Kohestani, M. and Melati, F., 2011. Chemical composition in situ degradability and in vitro gas production of winter at plant (*Eurotia ceratoides*). Iranian Journal of Animal Science Research, Summer, 3 (2): 159-165. (In Persian).
– Van Soest, P. J., Robertson, J. B. and Lewis, B. A., 1991. Methods of dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharide in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science, 74: 3583-3597.
– Zandi Esfahan, E., Assareh, M. H., Jafari, M., Jafari, A. A., Javadi, S. A., and Karimi, G., 2010. Phenological effects on forage quality of two halophyte species *Atriplex leucoclada* and *Suaeda vermiculata* in four saline rangelands of Iran. Journal of Food, Agriculture and Environment, 8 (3 and 4): 999-1003.
– 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, 6 (2): 255-272. (In Persian).
– Moradi, P., and Jafari, A. A. 2006. Comparing 26 orchard grass (*Dactylis glumerata*) genotypes in Zanjan province for synthetic variety production. Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research, 14(3): 175-180.
– Oddy, V. H., Robards, G. E., and Low, S. G., 1983. Prediction of in vivo dry matter digestibility from the fiber nitrogen content of a feed: 395-398. In: G. E., Robards and R. G., Packham, (Eds.). Feed information and animal production, Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal, UK
– Rogers J. K., Morton, B. C. and Mosali, J., 2011. Plant and endophyte effect on fiber, N, and P concentrations in tall fescue. International Journal of Agronomy, Vol 2011. Article ID 948606, 7 pages.
– Shahabzadeh, Z., Mohammadi, R., Darvishzadeh, R., and Jafari, M., 2019. Genetic structure and diversity analysis of tall fescue populations by EST-SSR and ISSR markers. Molecular Biology Reports, 47:655–669. https://doi.org/10.1007/s11033-019-05173-z
– Shahabzadeh, Z., Mohammadi, R., Darvishzadeh, R., Jafari, M., and Alipour, H., 2020. Investigation of genetic diversity of forage yield and morphological traits in tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.)

Investigation of yield, chemical compositions and qualitative traits in different phonological stages of tall fescue (*Festuca arundinacea*) genotypes

Ali Jafari[1*] and Reza Mohammadi[2]

1*- Corresponding Author, Assist. Prof., Department of Animal Science,Yasouj University, Yasouj, I.R. Iran
Email: ak.jafari2013@gamil.com,
2- Assist. Prof., Agricultural Biotechnology Research Institute of Iran (ABRII), Branch for Northwest & West region, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tabriz, I.R. Iran

Received: 15.05.2021 Accepted: 24.08.2021

Abstract

Tall fescue is a high yielding perennial grass with wide adaptability to the adverse environmental conditions. This study was carried out to measure dry forage yield, chemical compositions and metabolizable energy (ME) of six tall fescue genotypes at two phonological stages. The selected genotypes were planted in a randomized complete block design with three replications at the research farm of Agricultural Biotechnology Research Institute of the Northwest Region in Tabriz in 2017. Based on the results of analysis of variance, the tested genotypes showed significant differences for all measured traits ($P<0.01$). Dry forage yield was high in the genotypes Boroujen1 and Kamyaran2 with 325 and 270 g/plant respectively and low in the genotype Kamyaran3. The amount of crude protein, ME and acid detergent fibers (ADF) in the genotypes Boroujen1 and Borjen2 were better than the genotypes Fariman, Kamyaran1, Kamyaran2 and Kamyaran3 ($P<0.05$), whereas the genotype Kamyaran3 had the lowest crude protein and ME and the highest ADF. Interaction of genotype × phonological stage was significant for all traits. At the heading stage, dry forage yield of the genotypes Boroujen1 and Kamyaran2 were the highest with 536 and 442 g/plant respectively and in the genotypes Fariman and Kamyaran3 were the lowest ($P< 0.05$). Based on the results of dry forage yield, the amount of crude protein, ADF and ME, the best genotypes were Boroujen1 and Kamyaran2.

Key words: Metabolizable energy, Chemical composition, Yield, Genotype, Tall fescue, Phonology stage.