نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۵، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۲، ص. ۲۸۸-۲۸۲

Agroecology
Vol. 5, No. 3, Fall 2013, p. 282-288

ارزیابی کیفیت علوفه ارزن دم‌روباهی (*Setaria italica* (L.) P.Beauv) در مراحل مختلف رشد

فاطمه ایزدی یزدان آبادی[۱]، یوکابد اسماعیل‌پور اخلمد[۱]، آرش امیدی[۲] و محمدعلی بهدانی[۳*]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۱/۲۷
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۰۴/۳۱

چکیده

به منظور ارزیابی فاکتورهای کیفی علوفه ارزن دم‌روباهی(*Setaria italica* (L.) P. Beauv) در سه مرحله مختلف رشد، آزمایشی در در مزرعه دامپروری دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ طراحی و اجرا شد. هدف اولیه آزمایش بررسی اثرات علوفه ارزن دم‌روباهی بر فیزیولوژی دام‌هایی که ازاین علوفه تعلیف شدند، بود لذا کاشت ارزن بر اساس عرف محل و دانش بومی کشاورزان منطقه انجام و مدیریت زراعی لازم در مورد آن اعمال گردید. در مراحل رشد رویشی، گلدهی و بذردهی نمونه‌برداری از ارزن دم‌روباهی انجام و جهت اندازه‌گیری فاکتورهای کیفی علوفه به آزمایشگاه تغذیه دام منتقل گردید. در آزمایشگاه پس از خشک شدن کامل نمونه‌ها، فاکتورهای ماده خشک، قابلیت هضم‌پذیری ماده‌خشک، پروتئین‌خام، انرژی متابولیسمی، دیواره سلولی عاری از همی‌سلولز و فیبر خام، خاکستر و برخی عناصر معدنی شامل سدیم، پتاسیم و منیزیم اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد تفاوت معنی‌داری آماری ($p\leq ۰/۰۵$) در فاکتورهای ماده‌خشک، قابلیت هضم‌پذیری ماده خشک، پروتئین خام، انرژی متابولیسمی، دیواره سلولی عاری از همی‌سلولز و فیبر خام، خاکستر، سدیم، پتاسیم و منیزیم ارزن دم‌روباهی(در مراحل مختلف فنولوژیکی وجود دارد. در این گونه گیاهی کیفیت علوفه در مرحله رویشی بیشتر از کیفیت علوفه در مراحل گل‌دهی و بذردهی بودکه بالاتر بودن پروتئین خام، قابلیت هضم ماده خشک، انرژی متابولیسمی و پائین‌تر بودن دیواره سلولی عاری از همی‌سلولز و فیبر خام در مرحله رویشی تأکیدی بر این مورد بود. بنابراین، با توجه به پربرگی و خوشخوراکی این گیاه برای گوسفند و بز، عملکرد مطلوب علوفه آن، قابلیت کشت در مناطق مختلف برای تولید علوفه سبز استفاده از این گونه گیاهی برای برنامه‌های تولید علوفه برای گوسفند و بز توصیه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: پروتئین خام، فاکتورهای کیفی علوفه، قابلیت هضم ماده خشک، مراحل فنولوژیکی

مقدمه

تولید مناسب مواد پروتئینی دامی مستلزم تغذیه مناسب و کافی از جنبه کمی و کیفی برای دام‌ها می‌باشد (Arzani, 1994) از طرف دیگر، طراحی جیره غذایی مناسب برای دام‌ها ضمن تأمین رشد مطلوب آن‌ها، صرفه‌جویی اقتصادی زیادی نیز به همراه دارد. تجربه نشان داده است که اگر مقدار عناصر معدنی مورد نیاز در غذای حیوان کافی نباشد، کمبود رشد، عدم باروری و کم شدن فرآورده‌های دامی را بدنبال خواهد داشت. به همین دلیل در اثر عدم توجه به تغذیه مواد آلی و معدنی، همه ساله خسارت هنگفتی به دامداران و در نتیجه به اقتصاد کشور وارد می‌آید (Oursaji et al., 1997). به طور کلی نقش اساسی و فیزیولوژی مواد مغذی بسیار مهم بوده و شناسائی آن‌ها، برای پرورش دام و همچنین تنظیم برنامه غذایی ارزش فراوان دارد (Erfanzade, 2001). اصولاً کیفیت علوفه بیانگر ارزش غذایی و مقدار انرژی آن بوده و در حقیقت به مقدار ماده مغذی که حیوان در کوتاه‌ترین مدت ممکن از علوفه بدست می‌آورد، اطلاق می‌شود (Stodart et al., 1975). کیفیت گونه‌های مختلف علوفه‌ای در مکان‌ها و زمان‌های مختلف متفاوت است (Erfanzade, 2001). به طور کلی، می‌توان عوامل مؤثر بر تغییرات کیفیت علوفه را تحت عنوان عوامل محیطی (نور، درجه حرارت، ویژگی‌های خاک، میزان نزولات جوی، ارتفاع از سطح دریا، باد و رطوبت) مرحله رشد و زمان برداشت، تنوع گونه گیاهی، نوع مسیر فتوسنتزی و عوامل مدیریتی تقسیم بندی کرد (Norouzi et al., 2004). ارزن دم روباهی (ارزن ایتالیایی) (*Setaria italica* (L.) P.Beauv) دارای دانه‌های خیلی ریز بوده که در بین غلات به غله دانه‌ریز معروف است، این گونه گیاهی در ایران و دیگر کشورهایی که سابقه تاریخی زیادی دارند و همچنین در مناطق گرمسیر به مقدار زیاد کشت می‌گردد (Safari, 2007). قدمت گونه دم‌روباهی ارزن به حدود ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ سال قبل از میلاد مسیح باز می‌گردد (Baltensperger, 2001). رشد

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانش‌آموخته کارشناسی ارشد فیزیولوژی دام دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند، دانشیار گروه مدیریت بهداشت دام، دانشکده دامپزشکی دانشگاه شیراز و دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه بیرجند
(*- نوسنده مسئول: (Email: mabehdani@birjand.ac.ir

سریع، قابلیت تطابق بالا در نواحی گرمسیری، مقاومت نسبی به خشکی و شوری، درصد پروتئین بالا، پربرگی و خوشخوراکی، عدم وجود اسید پروسیک، عملکرد مطلوب علوفه آن، قابلیت کشت در مناطق مختلف برای تولید علوفه سبز و استفاده از اراضی بلااستفاده آن را به عنوان، یک گیاه علوفه‌ای ایده‌آل برای کشت در نواحی گرم وخشک مطرح کرده است (Chambliss et al., ; Fribourg, 1995 1999). این گونه گیاهی در ایران در اغلب موارد به عنوان کشت دوم بعد از برداشت گندم و جو کشت شده و با توجه به دوره رشدی کوتاه قبل از رسیدن سرمای پائیزه برداشت می‌شود (Kazemiarbat, 2005). ارزن دم‌روباهی نسبت به سایر ارزن‌ها به خاک حاصلخیزتری احتیاج دارد، اما گیاه مقاومی است که در بسیاری از مناطق که سایر غلات رشد نمی‌کنند، می‌روید (Karimi, 1995). به علاوه، این گونه در دامنه وسیعی از pH خاک می‌تواند تولید محصول کند (Safari, 2007). ارزن دم‌روباهی به شوری خاک مقاومت زیادی دارد و به همراه برنج (*Orza sativa* L.) و چاودار (*Secale montanum* L.) شرایط اسیدی را بیش از دیگر غلات تحمل می‌کند (Shekari, 2001). این ارزن بیشتر در استان‌های خراسان جنوبی، کرمان، یزد، مازندران، گلستان و اصفهان کاشته می‌شود و علاوه بر تولید دانه برای پرندگان و استفاده از آرد آن در شیرینی‌پزی، از علوفه تازه و کاه آن در تغذیه دام استفاده می‌شود. پارامترهای مختلفی در ارزیابی علوفه مورد توجه قرار می‌گیرند، ارزانی و همکاران (Arzani et al., 1944) اندازه‌گیری پروتئین خام، ماده خشک قابل هضم و انرژی متابولیسمی را فاکتورهای مناسب در ارزیابی کیفیت علوفه می‌دانند. چن و همکاران (Chen et al 2001) مهمترین عامل در تعیین ارزش غذایی علوفه را مرحله رویشی دانسته‌اند که طی آن بیشترین اختلاف در مقدار دیواره سلولی و پروتئین به وجود می‌آید. مک‌دونالد (Mc Donald, 1995) این تغییرات را ناشی از افزایش بافت‌های ساختمانی گیاه می‌داند، همزمان با افزایش سن گیاه و عبور از مرحله رویشی نسبت ساقه به برگ افزایش می‌یابد. قدکی و همکاران (Ghadaki et al., 1984) گزارش کردند که در مرحله رویشی گیاه مقدار لیگنین، دیواره سلولی عاری از همی‌سلولز، فیبر خام، فیبر و سلولز کم است ولی همزمان با افزایش سن گیاه و ضخیم‌تر شدن دیواره سلولی آن، بر میزان الیاف خام و لیگنین افزوده می‌شود. می (May, 1988) در تحقیقی که در غرب کانادا بر روی چند گونه *بروموس* انجام داد، شاخص‌های تعیین کیفیت علوفه را پروتئین خام، هضم‌پذیری ماده خشک و دیواره سلولی عاری از سلولز و همی سلولز بیان کرد. محققین دیگر مانند گارزا (Garza, 1988)، خلیل و همکاران (Khalil et al., 1986)، رادز و شارو (Rhodes & Sharrow, 1990) پروتئین خام، ماده خشک و انرژی متابولیسمی را مناسب‌ترین عوامل جهت ارزیابی کیفیت علوفه بیان کرده‌اند. با توجه به این‌که روند تغییرات کیفیت علوفه، بیشتر مطابق با مراحل رشد گیاه در هر شرایطی می‌باشد نمونه‌برداری در این تحقیق تنها با توجه به مراحل مختلف رویشی (مرحله رویشی، گلدهی و بذردهی)، و برآورد کیفیت علوفه بر اساس ماده خشک قابل هضم، پروتئین خام، انرژی متابولیسمی، دیواره سلولی عاری از همی‌سلولز و فیبر خام، خاکستر و برخی عناصر معدنی (سدیم، پتاسیم و منیزیم) صورت گرفت. هدف از این تحقیق تعیین ترکیبات شیمیایی و ارزش غذایی علوفه ارزن دم‌روباهی به منظور استفاده بهتر در تغذیه دام‌ها و بررسی ترکیبات شیمیایی آن در مراحل مختلف فنولوژیکی بود.

مواد و روش‌ها

الف) موقعیت و خصوصیات منطقه مورد مطالعه

تحقیق حاضر در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تیمار و سه تکرار در مزرعه دامپروری دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند واقع در روستای امیرآباد، کیلومتر پنج جاده بیرجند- کرمان در تابستان سال ۱۳۸۹ انجام گرفت. این منطقه در مختصات عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۵۶ دقیقه شمالی، طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۱۳ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۴۸۰ متر از سطح دریا قرار دارد. بر اساس آمار سازمان هواشناسی این منطقه با میانگین بارندگی سالانه ۱۷۶ میلی‌متر، حداکثر درجه حرارت ۴۰ درجه سانتی‌گراد و حداقل درجه حرارت ۱۴- درجه سانتی‌گراد دارای اقلیمی نیمه‌خشک می‌باشد. عملیات تهیه بستر و آماده‌سازی زمین در خردادماه ۱۳۸۹ با انجام عملیات شخم، دیسک و تسطیح زمین (با کمک لولر[1]) صورت پذیرفت. سپس کرت‌هایی با ابعاد ۱۰×۳ متر ایجاد شد، بذور ارزن دم‌روباهی مورد نیاز به صورت ضدعفونی شده با سموم قارچی مناسب از مرکز تحقیقات خراسان جنوبی تهیه شد و عملیات کاشت به روش دستی و براساس تراکم مورد استفاده در منطقه خراسان جنوبی (حدود۳۰-۲۰ کیلوگرم برای ارزن‌های علوفه‌ای) در تاریخ ۲۸ خرداد ۱۳۸۹ انجام گرفت. میزان کود مصرفی بر اساس عرف رایج در منطقه خراسان جنوبی (۱۵۰ -۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار و ۱۰۰-۲۰ کیلوگرم فسفات در هکتار) در نظر گرفته شد. اولین آبیاری بلافاصله بعد از کاشت انجام پذیرفت و بعد از آن به صورت منظم هر ۱۰ روز یکبار در طول دوره رشد صورت گرفت.

ب) نمونه‌برداری و آنالیز شیمیایی: جهت تعیین ارزش غذایی و کیفیت علوفه ارزن دم‌روباهی در هریک از مراحل رشد رویشی، گلدهی و رسیدن بذر، اقدام به نمونه‌برداری از اندام‌های هوایی گیاه گردید. بدین صورت که در هر مرحله‌ی فنولوژیکی تعداد سه نمونه (تکرار) به‌طور تصادفی از گونه مورد مطالعه تهیه گردید. تمامی نمونه‌ها از یک سانتی‌متری سطح خاک (شامل برگ، ساقه، خوشه و

1- Leveler

بذر (در مرحله بذردهی) و به میزان ۳۰۰ گرم برداشت و در پاکت‌های مخصوص قرار گرفته و بلافاصله به آزمایشگاه تغذیه دام منتقل شدند. نمونه‌ها با استفاده از ترازو توزین شدند و به مدت ۲۴ ساعت در داخل آون با دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. سپس نمونه‌ها آسیاب شده و فاکتورهای پروتئین خام با دستگاه کجلدال، دیواره سلولی عاری از همی‌سلولز و فیبر خام به کمک دستگاه تعیین فیبر و با روش بدون نیاز به خاکسترگیری آنکوم، ماده خشک (روش آون)، خاکستر (کوره الکتریکی با دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد)، سدیم و پتاسیم با دستگاه فلیم‌فتومتر و منیزیم به روش نورسنجی جذب اتمی اندازه گیری شدند (AOAC, 1992). قابلیت هضم‌پذیری ماده خشک نمونه‌ها با استفاده از معادله زیر که توسط اودی و همکاران (Oddy et al., 1983) پیشنهاد شد محاسبه گردید:

معادله (۱) $\% DMD = 83.8 - 0.58 + 0.824 ADF \% N626/2$

که در این معادله، DMD: درصد قابلیت هضم‌پذیری ماده خشک، N: معرف نیتروژن نمونه‌ها می‌باشد که با ضرب درصد پروتئین خام در عدد ۰/۱۶ محاسبه شده است و ADF: دیواره سلولی عاری از همی‌سلولز می‌باشد.

انرژی متابولیسمی پس از محاسبه قابلیت هضم‌پذیری ماده خشک از معادله ارائه شده توسط کمیته استاندارد کشاورزی استرالیا محاسبه گردید (معادله ۲).

معادله (۲) $ME/D = 0.17 DMD\%$

انرژی متابولیسمی (ME/D) عبارت است از مقدار انرژی متابولیسمی در یک کیلوگرم علوفه خشک که واحد آن مگاژول می‌باشد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

به‌منظور نرمال سازی داده‌ها از آزمون کولموگرف اسمیرنوف و نرم افزار SPSS نسخه ۱۶ استفاده شد. آزمون ANOVA یک‌طرفه برای تجزیه داده‌ها مورد استفاده قرار گرفت و میانگین‌های هر مرحله فنولوژیکی با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد مورد مقایسه قرار گرفتند.

نتایج و بحث

ماده خشک[1] و درصد هضم‌پذیری ماده خشک[2] (DMD%): نتایج حاصل از تجزیه گیاه در مراحل مختلف رشد بیانگر وجود تفاوت معنی‌دار ($p\leq0/05$) بین وزن خشک علوفه تولیدی بود بطوریکه مرحله بذردهی و رشد رویشی به ترتیب با ۳۵/۴۱ و ۲۲ درصد به ترتیب بیشترین و کمترین درصد ماده خشک را داشتند؛ در حالیکه علوفه تولیدی مرحله رویشی با ۵۷/۹۱ درصد بیشترین میزان هضم‌پذیری را به خود اختصاص داد و مرحله بذردهی از این نظر در رتبه آخر بود. علوفه تولیدی ارزن در مرحله گلدهی دارای ۵۶/۷۵ درصد هضم‌پذیری بود. میزان ماده خشک این گونه از ۲۲ تا ۳۵/۴۱ درصد متغیرو بیشترین مقدار آن در مرحله بذردهی مشاهده گردید. مقایسه میانگین‌ها نشان داد بین هر سه مرحله رشد گیاه اختلاف آماری معنی‌دار($p\leq0/05$) وجود دارد (جدول ۱). در تحقیق حاضر هضم‌پذیری ماده خشک با پیشرفت مراحل رشد گیاه کاهش یافته است به طوری‌که حداقل مقدار آن در مرحله بذردهی مشاهده گردید. در مورد هضم‌پذیری گیاهان علوفه‌ای، مرحله رشد از عومل مهم و تأثیرگذار می‌باشد، زیرا قابلیت هضم علوفه بستگی به محتویات داخل سلولی و دیواره سلولی دارد. محتویات داخل سلول عمدتاً از کربوهیدرات‌ها و پروتئین‌های محلول که قابلیت هضم بالایی دارند تشکیل شده است، در صورتی‌که دیواره سلولی از کربوهیدرات‌های ساختمانی تشکیل یافته که قابلیت هضم آن‌ها بر حسب میزان لیگنینی شدن گیاه متغیرمی‌باشد. بنابراین، با پیشرفت مرحله رشد گیاه که افزایش نسبت کربوهیدرات‌های ساختمانی را به دنبال دارد قابلیت هضم کاهش می‌یابد. کاهش در قابلیت هضم گیاه در نتیجه کامل شدن دوره رشد منجر به کاهش انرژی قابل متابولیسم و انرژی خالص گیاه می‌گردد (Grant et al., 1997).

انرژی متابولیسمی: نتایج حاصل از بررسی و مقایسه میانگین‌ها نشان داد که مرحله رویشی با میانگین ۹/۸۴ مگاژول بر کیلوگرم بالاترین میزان انرژی متابولیسمی را در بین سه مرحله مختلف رشد گیاه دارا بوده و همچنین این میزان انرژی با انرژی‌های متابولیسمی دو مرحله گل‌دهی با میانگین ۹/۶۴ مگاژول بر کیلوگرم و بذردهی با میانگین نه مگاژول بر کیلوگرم دارای اختلاف آماری معنی‌دار می‌باشد ($p\leq0/05$) (جدول ۱). بر طبق مطالعات قورچی (Qurchy, 1995) میزان انرژی قابل هضم و انرژی متابولیسمی با افزایش سن گیاه کاهش می‌یابد، چون با افزایش سن گیاه مقدار لیگنین افزایش می‌یابد که لیگنینی شدن مواد گیاهی باعث کاهش عملکرد حیوان در هضم‌پذیری و در نتیجه کاهش انرژی متابولیسمی می‌گردد.

پروتئین خام: مقدار پروتئین‌خام گیاه از ۱۰/۲۳ تا ۱۱/۳۳ درصد متغیرو در مرحله رشد رویشی بالاترین میزان را به خود اختصاص داد. همزمان با پیشرفت رشد و بالغ شدن گیاه از مقدار پروتئین‌خام کاسته شد و کمترین میزان آن در مرحله رسیدن بذر مشاهده گردید. به علاوه مقایسه میانگین‌ها نشان داد که درصد پروتئین مرحله رویشی با درصد پروتئین مراحل گل‌دهی و بذردهی دارای اختلاف معنی‌دار ($p\leq0/05$) است (جدول ۱). اصولاً با ورود گیاه به مرحله زایشی اختصاص پروتئین‌های ذخیره شده در اندام‌های رویشی (برگ و ساقه) به اندام‌های زایشی (بذر) بیشتر می‌شود چرا که گیاه بمنظور بقاء نسل

1- Dry Matter
2- Dry Matter Digestibility

خود نیازمند تولید بذوری مناسب و با قدرت رویشی بالا برای فصل رشد بعدی می‌باشد، از این‌رو میزان پروتئین علوفه در مرحله رشد زایشی کاهش چشمگیری را نشان می‌دهد. بنظر می‌رسد که چناچه هدف از کشت گونه‌های ارزن استفاده علوفه‌ای و تعلیف دام باشد مصرف علوفه تازه و در مرحله رشد رویشی و یا حداکثر قبل از گلدهی رانداما پروتئین بالاتری داشته باشد.

خاکستر: درصد خاکستر موجود در گیاه مورد بررسی در سه مرحله مختلف رشد به ترتیب برابر با ۱۰، ۹/۵۰ و ۸ درصد می‌باشد که در این میان مرحله رویشی بالاترین درصد خاکستر را در مقایسه با دو مرحله دیگر دارد به علاوه مقایسه میانگین‌ها وجود اختلاف معنی‌دار ($p\leq ۰/۰۵$) را بین مرحله رویشی با بذردهی نشان داد، ولی مرحله رویشی در مقایسه با مرحله گل‌دهی تفاوت آماری معنی‌داری نشان نداد (جدول ۱). کیفیت و ارزش غذایی گیاهان علوفه‌ای با پروتئین خام و هضم‌پذیری ماده خشک و انرژی متابولیسمی نسبت مستقیم و با دیواره سلولی عاری از همی‌سلولز (ADF[1]) و فیبر خام (NDF[2]) نسبت معکوس دارد. ارزانی (Arzani, 1994) گزارش کردکه جهت تعیین کیفیت علوفه مهمترین فاکتورهایی که باید مورد بررسی قرار گیرند شامل پروتئین خام، انرژی متابولیسمی و هضم‌پذیری ماده خشک می‌باشند. نتایج این تحقیق نشان داد که مراحل فنولوژیکی گیاه بر کیفیت علوفه تولیدی اثر معنی‌داری داشت به طوری که کیفیت علوفه ارزن دم‌روباهی در سه مرحله رشد با یکدیگر متفاوت بودند.، بدین ترتیب، چنین می‌توان نتیجه گرفت که ارزش غذایی و کیفیت علوفه در مراحل ابتدایی رشد نسبت به مراحل پایانی دوره رشد بالاتر است، زیرا به موازات رشد گیاه، بافت‌های استحکام‌بخش و نگهدارنده مانند اسکلرانشیم افزایش می‌یابد، این بافت‌ها بیشتر از کربوهیدرات‌های ساختاری از جمله سلولز، همی‌سلولز و لیگنین تشکیل شده‌اند که وظیفه حفظ و نگهداری، استحکام‌بخشی به گیاه را داشته و از ورس یا خوابیدگی آن جلوگیری می‌کنند. بنابراین، با کامل‌تر شدن دوره رشد گیاه بر مقدار کربوهیدرات‌های ساختاری افزوده می‌شود؛ در حالی‌که غلظت پروتئین با پیشرفت دوره رشد گیاه کاهش می‌یابد. بنابراین، رابطه معکوسی بین میزان پروتئین و الیاف خام در گیاه مشاهده می‌گردد. به علاوه در مرحله رشد رویشی و ابتدای مرحله گل‌دهی برگ‌ها و ساقه‌ها تازه و سرسبز هستند و ماده خشک کمتری دارند، اما با پیشرفت رشد و بالغ شدن گیاه، بر مقدار کربوهیدرات‌های ساختاری افزوده شده، در نتیجه درصد ماده خشک افزایش می‌یابد. سرور و همکاران (sarwar et al., 2006) مقدار پروتئین و ماده خشک را در دو گونه ارزن پادزهری *Panicum (antidotal)* و *Panicum orientate* درسه مرحله برداشت تعیین کرده و گزارش نمودند با گذشت زمان و رسیدن گیاه به بلوغ میزان ماده خشک افزایش و میزان پروتئین‌خام کاهش می‌یابد. آنها عنوان نمودند که کاهش نسبت برگ به ساقه در این دو گیاه با افزایش فاصله برداشت می‌تواند به تجمع بیشتر ترکیبات دیواره سلولی در بافت‌های گیاه، که نتیجه عینی توسعه ساقه در رسیدن به بلوغ است منجر شود.

فیبر خام: میزان فیبر خام در هر سه مرحله مختلف فنولوژیکی و به لحاظ آماری معنی‌دار ($p\leq ۰/۰۵$) می‌باشند و همچنین مرحله بذردهی با میانگین ۶۰/۷۵ درصد بالاترین میزان فیبر خام را به خود اختصاص داد (جدول ۱).

دیواره سلولی منهای همی‌سلولز (ADF): درصد دیواره سلولی عاری از همی‌سلولز در گونه مورد بررسی بین ۳۳/۴۰ تا ۳۸/۹۰ متغیربود و بالاترین درصد آن در مرحله رسیدن بذر مشاهده گردید. درصد دیواره سلولی عاری از همی‌سلولز در این گونه در سه مرحله رشد به ترتیب برابر با ۳۳/۴۰، ۳۴/۷۰ و ۳۸/۹۰ بود و همچنین نتایج نشان داد که هر سه مرحله فنولوژیکی از نظر درصد دیواره سلولی عاری از همی‌سلولز دارای اختلاف معنی‌دار آماری ($p\leq ۰/۰۵$) می‌باشند (جدول ۱). همانطور که مشخص است با پیشرفت رشد گیاه درصد دیواره سلولی عاری از همی‌سلولز افزایش یافته است. این امر به این دلیل است که همزمان با افزایش سن گیاه، دیواره سلولی ضخیم‌تر و خشبی‌تر شده و بر میزان فیبر خام و لیگنین آن افزوده می‌شود. این تغییرات اصولاً حاصل توسعه کربوهیدرات‌های ساختمانی است که عمدتاً از سلولز، همی‌سلولز و لیگنین تشکیل می‌شوند و با افزایش حجم گیاه برای دوام آن ضروری است. این تغییرات تحت تأثیر دو عامل، افزایش نسبت ساقه به برگ و افزایش کربوهیدرات‌های ساختمانی به موازات افزایش سن گیاه است (Modirshanechi, 2004). رلینگ و همکاران (Relling et al., 2001) در گزارشی میزان فیبر خام و دیواره سلولی عاری از همی‌سلولز را در علف گینه‌ای (*Panicum maximum* L.) درسه مرحله رویشی، گلدهی و دانه‌دهی تعیین کردند. بر اساس نتایج آنها میزان فیبر خام و دیواره سلولی عاری از همی‌سلولز با پیشرفت بلوغ افزایش یافت. افزایش محتوای فیبر خام و دیواره سلولی عاری از همی‌سلولز وابسته به کاهش قابلیت هضم است. این امر نشان می‌دهد که بهتر است علوفه در مراحل جوان‌تر استفاده شود. همچنین، آیکیوبال سلطان و همکاران (Iqbalsultani et al., 2008) در مطالعه خود روی ارزن پادزهری (*Panicum antidotal* L.) میزان فیبر خام و دیواره سلولی عاری از همی‌سلولز را در دو مرحله اولیه رشد و بلوغ، تعیین کردند. نتایج آنها نشان داد که ترکیب ساختاری گیاه (فیبر خام ودیواره سلولی عاری از همی‌سلولز) از مرحله اولیه رشد تا مرحله بلوغ افزایش و محتوای پروتئین‌خام در طی زمان کاهش می‌یابد. آنها علت

1- Acid Detergent Fiber
2- Nitrogen Detergent Fiber

افزایش ترکیبات ساختاری را افزایش ترکیبات فیبر با افزایش نسبت ساقه به برگ با پیشرفت بلوغ بیان کردند.

محتوی مواد معدنی

سدیم: همانطور که در جدول ۱ مشخص است مقدار سدیم در گونه مورد بررسی همزمان با افزایش سن و بلوغ گیاه کاهش یافته است، در این میان مرحله رویشی با میانگین ۴۶۱/ ۰گرم بر کیلوگرم ماده خشک بالاترین میزان سدیم را داراست و بعد از آن مرحله گل‌دهی با میانگین ۰/۳۹ گرم بر کیلوگرم ماده خشک و مرحله بذردهی با میانگین ۰/۳۲گرم بر کیلوگرم ماده خشک قرار دارند. به علاوه نتایج نشان داد که هر سه مرحله فنولوژیکی از نظر مقدار سدیم در مقایسه با مرحله دیگر دارای اختلاف معنی‌دار ($p\leq ۰/۰۵$) می‌باشند (جدول ۱). همزمان با رشد گیاه و عبور از مرحله رویشی مقدار پتاسیم گیاه نیز به تدریج کاهش یافته است و در مرحله رسیدن بذر به حداقل مقدار خود رسید. میزان پتاسیم در گیاه مورد بررسی در سه مرحله رشد به ترتیب برابر با ۲/۲۲، ۲/۰۱۵ و ۱/۹۵ گرم بر کیلوگرم ماده خشک می‌باشد و بین مراحل مختلف رشد از نظر مقدار پتاسیم اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده نگردید (جدول ۱).

جدول ۱- مقایسه میانگین اثرات مراحل فنولوژیکی بر متغیرهای کیفی علوفه ارزن دم‌روباهی

Table 1- Mean comparison of the effect of different phonological stages on qualitative characteristic of fox tail millet

مرحله رشد گیاه Growth stage			متغیرها Variables
بذردهی Seeding	گلدهی Flowering	رویشی Vegetative	
35.41a	30.11b	22.00c*	ماده خشک (درصد) Dry matter (%)
53.00c	56.75b	57.91a	هضم‌پذیری ماده خشک (درصد) Dry matter digestibility (%)
9.00c	9.46b	9.84a	انرژی متابولیسمی (مگاژول بر کیلوگرم) Metabolically energy ($MJ.kg^{-1}$)
10.23c	10.78b	11.33a	پروتئین خام (درصد) Crude protein (%)
8.00b	9.50a	10.00a	خاکستر خام (درصد) Crude ash (%)
60.75a	59.73b	56.50c	فیبر خام (درصد) Crude fiber (%)
38.90a	34.70b	33.40c	دیواره سلولی عاری از همی‌سلولز (درصد) Acid detergent fiber (%)
0.32c	0.39b	0.46a	سدیم (گرم بر کیلوگرم) Sodium ($g.kg^{-1}$)
1.95a	2.02a	2.22a	پتاسیم (گرم بر کیلوگرم) Potassium ($g.kg^{-1}$)
1.00b	1.01b	1.23a	منیزیم (گرم بر کیلوگرم) Magnesium ($g.kg^{-1}$)

* در هر ردیف میانگین‌های دارای حروف غیرمتشابه دارای اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشند.

* Average with non-homologous characters in each row are significant difference at 5% level respectively

منیزیم: مقدار منیزیم در علوفه ارزن دم‌روباهی بین ۰/۹۹۸ تا ۱/۲۳۱ گرم بر کیلوگرم ماده خشک متغیربود و بالاترین مقدار آن در مرحله رویشی مشاهده گردید. مقدار منیزیم در این گونه در سه مرحله رشد به ترتیب برابر با ۰/۹۹۸، ۱/۰۰۶ و ۱/۲۳۱ است و همانطور که مشخص است با پیشرفت رشد گیاه مقدارمنیزیم کاهش یافته است. همچنین نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها نشان داد که هر سه مرحله فنولوژیکی از نظر مقدار منیزیم دارای اختلاف معنی‌دار ($p\leq ۰/۰۵$) می‌باشند (جدول ۱). مواد معدنی روی هضم و متابولیسم خوراک و سایر مواد مغذی اثر دارند، در این رابطه نقش مواد معدنی به عنوان متعادل کننده محیط داخلی شکمبه و میکروارگانیسم‌های آن

بسیار مهم است (Fazaieli, 1991). با افزایش سن گیاهان مقدار خاکستر و مواد معدنی آن‌ها نیز تغییر می‌کند. در نواحی مختلف جهان غلظت مواد معدنی در گیاهان بستگی به اثر متقابل عوامل متعددی از جمله خاک، گونه گیاهی، مرحله رشد گیاه، اقلیم و اثر متقابل عناصر در جذب دارد (Ranjbari, 1994).در مطالعه حاضر میزان خاکستر کل و مواد معدنی مورد بررسی (سدیم، پتاسیم و منیزیم) همزمان با پیشرفت مرحله رشد و بلوغ گیاه کاهش یافته و حداقل این پارامترها در مرحله بذردهی مشاهده می‌گردد. کل میزان خاکستر یا مواد معدنی با بلوغ گیاه کاهش می‌یابد، که علت آن این است که با رشد گیاه نیاز بافت‌های الیافی افزایش پیدا کرده و بنابراین کربوهیدرات‌های ساختمانی و لیگنین افزایش می‌یابند که خود سبب کاهش خاکستر می‌گردد (Navid Shad & Jaafari Sayyadi,1999). مرحله بلوغ گیاه اثر مهمی بر میزان مواد معدنی آن دارد. یکی از مهمترین این اثرات کاهش شدید فسفر هم زمان با بالغ شدن گیاه است، در گیاهان جوان مقدار فسفر، پتاسیم و نیتروژن زیاد است، اما در گیاهان بالغ معمولاً عناصر کلسیم، منگنز، بور و آهن در کیلوگرم ماده خشک گیاه زیاد است (Mousavi, 1996). از آنجا که عامل سن روی جذب مواد معدنی مؤثر است و معمولاً بالاترین سرعت جذب مواد معدنی تقریباً در مرحله رویشی گیاه صورت می‌گیرد، لذا مشخص است با افزایش سن گیاه غلظت عناصر معدنی فسفر، منیزیم، سدیم، مس و روی کاهش می‌یابد که این کاهش اصولاً به واسطه افزایش نسبی در مواد ساختمانی (دیواره سلولی و لیگنین) و ترکیبات ذخیره‌ای نشاسته‌ای گیاه ایجاد می‌شود (Everitt et al., 1982).

نتیجه‌گیری

به طور کلی، نتایج نشان داد که مراحل مختلف رشد روی کیفیت علوفه تولیدی اثر معنی‌داری داشت؛ بطوریکه کیفیت علوفه در مرحله رویشی بیشتر از کیفیت علوفه در مراحل گل‌دهی و بذردهی بودکه بالاتر بودن پروتئین خام، قابلیت هضم ماده خشک، انرژی متابولیسمی و پائین‌تر بودن دیواره سلولی عاری از همی‌سلولز و فیبر خام در مرحله رویشی تأکیدی بر این مورد است. بنابراین، چنانچه هدف از کشت گونه‌های ارزن استفاده علوفه‌ای و تعلیف دام باشد مصرف علوفه تازه و در مرحله رشد رویشی و یا حداکثر قبل از گلدهی به دلیل راندامان بالاتر پروتئین توصیه می‌شود. این گیاه به دلیل علاقه زیاد دام‌ها به خوردن آن (به دلیل خوشخوراکی و پربرگی)، عملکرد بالای علوفه آن و قابلیت تطابق بالا در نواحی گرمسیری، یک گیاه علوفه‌ای ایده‌آل برای کشت در نواحی گرم و خشک مانند بیرجند می‌باشد، و می‌توان با برنامه‌ریزی صحیح به عنوان علوفه‌ای مناسب در تغذیه دام مورد استفاده قرار گیرد.

منابع

1. Abegunde, T.O., Babayemi, O.J., and Akinsoyinu, A.O. 2011. Nutritive value assessment of *Ficuspolita* and *Panicum maximum* at varying proportions using an in vitro Gaz production method in dry and wet seasons, Pakistan Journal of Nutrition 10(1): 35-39.
2. AOAC. 1992. Official methods of analysis. 13th Ed. Assoc. off. Anal. Chem., Washington, D.C. Vol I. No I.
3. Arzani, H., Zohdi, M., Fish, E., Zahedi Amiri, G., Nikkhah, A., and Wester, D. 2004. Phonological effects on forage quality of five grass species. Journal of Range Management 57: 624–629.
4. Arzani, H. 1994. Some aspects of estimating short term and long term rangeland carrying capacity in the western division of New South Wales. PhD dissertation, University of New South Wales, Australia.
5. Sperger, B. 2001. Fox tail and proso millet. p. 182-190. In: Janick (Ed.). Progress in New crop. ASHS Press. Alendria VA. p. 182-190.
6. Chambliss, C.G., Dunavin, Jr.L.S., and Stanely, R.L. 1999. In: C.G. Chambliss (edition) Florida. Forage Hand Book. University of Florida, Cooperative Extension publications. SP253. University of Florida, Gainesville, p. 47-48.
7. Chen, C.S., Wang, S.M., and Chang, Y.K. 2001. Climatic Factors, Acid Detergent Fiber, Natural Detergent Fiber and Crude Protein Contents in digit grass. Proceedings of the XIX International Grassland Congress, Brazil.
8. Erfanzade, R. 2001. Study of quality changes of pasture forage (*Trifolium repens* L.) in two phonological stages of flowering and seeding. Proceeding of the Second national Seminar on Range and management in Iran. (In Persian)
9. Everitt, J.H., Alaniz, M.A., and Gerbermann, A.H. 1982. Chemical composition of native range grasses growing on saline soils of the South Texas plains. Journal Range of Management 35(1): 43-46.
10. Fazaieli, H. 1991. Determination of Some Chemical Factors and Grosse Energy of Feed resource in Guilan Province, MSc Dissertation of Ranch, University of Tarbiat Modarres, Iran)In Persian with English Summary)
11. Fribourg, H.A. 1995. Summer Annual Grasses. In: Barnes, R.F. et al. (edition) forages. Vol. 1.Anintroduction to grassland agriculture.5th ed. Iowa State University Press, Ames. p. 463-472.
12. Garza, A.J., and Fulbright, T.E. 1988. Comparative chemical composition of Armed saltbush and four wing saltbush. Journal of Range Management 14: 401-403.
13. Ghadaki, M.B., Van Soest, P.J., Dowell, M.C., and Malekpour, B. 1984. Composition and In-vitro digestibility of

rangeland and grasses, legumes, forbs and plant in Iran. Cornell University Ithaca New York 1985. 24 pp.
14. Grant, R., and Anderson, B., and Rosby, R., and Madder, T. 1997. Testing livestock feeds for beef cattle. Dairy Cattle, Sheep and Horses G 89-915.
15. Iqbalsultani, J., Rahim, I.U., Yaqoob, M.A., Nawaz, H., and Hameed, M. 2008. Nutritive value of free rangeland grasses of Northern grasslands of Pakistan. Pakistan Journal of Botany 40(1): 249-258.
16. Karimi, H. 1995. Weed Plants in Iran. First printing, Tehran University Press, Iran. (In Persian)
17. Kazemiarbat, H. 2005. Grain morphology and anatomy. Volume ll. First printing, Tabriz University Press, Iran (In Persian)
18. Khalil, J.K., Saxay, W.N., and Heyder, S.Z. 1986. Nutrient composition of atriplex leaves growing in Saudi Arabia. Journal of Range Management 30: 204-217.
19. May, K.W. 1998. Growth and forage quality of three bromus species native to Western Canada. Plant Science 78: 597-603.
20. McDonald, P., Edvards, R.A., Greenhalgh, J.F.D., and Morgan, C.A. 1995. Animal Nutrition, Longman Scientific and Technical, Fifth edition.
21. Modirshanechi, M. 2004. Production and Management of Forage Plants (Translated). Fourth edition. Razavi Publication, Mashhad, Iran. (In Persian)
22. Mousavi, M.A. 1996. Determination of Chemical compound and raw energy of live stock and poultry food in Kermanshah Province. MSc Dissertation, Faculty of Agriculture, University of Tehran, Tehran, Iran. (In Persian with English Summary)
23. Navidshad, B., and Jaafari Sayyadi, A. 1999. Animal Nutrition (Translated). Sixth edition. Farhange Jamea Publication, Iran. (In Persian)
24. Oddy, V.U., Roberts, G.E., and Low, S.G. 1983. Prediction of in vivo dry matter digestibility from the fiber and nitrogen content of a feed, common wealth Agriculture Bureux. Australia 295-298.
25. Qurchy, T. 1995. Determination of chemical compositions and digestibility of Dominant plant Isfahan's pastures. MSc Dissertation of Ranch, Faculty of Natural Resources, Technology University of Isfahan, Iran. (In Persian with English Summary)
26. Ranjbari, A.R. 1994. Determination of mineral elements in dominant pasture plants in four major regions of Isfahan Province. , MSc. Dissertation. Faculty of Agriculture, University of Tarbiat Modarres, Tehran, Iran. (In Persian with English Summary)
27. Rashed Mohassel, M.H., Hosseini, M., Abdi,M., and Mollafilabi, A. 1995. Agricultural Crops (Translated). First Publication. Jihad Daneshgahi Mashhad University Press, Mashhad, Iran. (In Persian)
28. Relling, E.A., Niekerk, W.A., Coertze, R.J., and Rethman, N.F.G. 2001. An evaluation of *Panicum maximum* cv. Gatton The influence of stage of maturity on diet selection, intake and rumen fermentation in sheep. South African Journal of Animal Science 31(2): 85-91.
29. Rhodes, B.D., and Sharrow, S.H. 1990. Effect of grazing by sheep on the quality and qualify of forage available to big game in oregon coast range. Journal of Range Management 43: 235-237.
30. Safari, F. 2007. The effect of planting date and shrub density on forage fox tail millet, MSc Dissertation, Faculty of Agriculture, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Gorgan, Gorgan, Iran. (In Persian with English Summary)
31. Sarwar, M., Nisa, M., Khan, M.A., and Mushtaque, M. 2006. Chemical Composition, herbage yield and nutritive value of *Panicum antidotale* and *Pennisetum orientale* for nili buffaloes at different clipping intervals. Asian-Australian Journal of Animal Science 2: 176-180.
32. Shekari, A. 2001. Plant density and planting date on yield and yield components of fox tail millet, MSc dissertation. University of Islamic Azad, Varamin Branch, Tehran, Iran. (In Persian with English Summary)
33. Standing Committee on Agriculture. 1990. Feeding standards for Australian livestock ruminants, CSIRO, Australian.
34. Stodart, L.A., Cook, C.V., and Harris, L.E. 1975. Determining the digestibility and metabolically energy of winter range plant by sheep. Journal of Animal Science 11: 578-590.