نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۱۰، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۷، ص. ۱۰۹۲-۱۰۸۱

Journal of Agroecology
Vol. 10, No. 4, Winter 2019, p. 1081-1092

بررسی تأثیر زمان برداشت بر ویژگی‌های کمّی و کیفی علوفه کنگر فرنگی (*Cynara scolymus* L.)

مرضیه اله دادی[۱]، یعقوب راعی[۲]، بابک بحرینی نژاد[۳*] و اکبر تقی زاده[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۵/۱۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۱/۱۴

اله دادی، م.، راعی، ی.، بحرینی نژاد، ب.، و تقی زاده، ا. ۱۳۹۷. بررسی تأثیر زمان برداشت بر ویژگی‌های کمّی و کیفی علوفه کنگر فرنگی (*Cynara scolymus* L.). بوم‌شناسی کشاورزی، ۱۰(۴): ۱۰۹۲-۱۰۸۱.

چکیده

به منظور ارزیابی ویژگی‌های کمّی و کیفی علوفه کنگر فرنگی (*Cynara scolymus* L.) در مراحل مختلف رشدی، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در ایستگاه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان طی سال‌های زراعی ۱۳۹۴-۱۳۹۳ و ۱۳۹۵-۱۳۹۴ به اجرا در آمد. تیمارها شامل برداشت علوفه در مراحل مختلف رشدی (مرحله رشد رویشی، گلدهی و ابتدای بذردهی) بودند. اندام هوایی گیاه در سال دوم رشد برداشت شد و پس از خشک شدن کامل نمونه‌ها، عملکرد ماده خشک و برخی صفات کیفی مهم شامل قابلیت هضم ماده آلی، پروتئین خام، الیاف نامحلول در شوینده‌های اسیدی، الیاف نامحلول در شوینده‌های خنثی، خاکستر و عناصر معدنی شامل سدیم و پتاسیم اندازه‌گیری شدند. بر اساس نتایج بدست آمده اثر برداشت در مراحل مختلف فنولوژیکی بر کلیه صفات مورد مطالعه معنی‌دار بود. در سه مرحله زمانی مورد مطالعه بیشترین عملکرد ماده خشک مربوط به مرحله ابتدای بذردهی و کمترین آن متعلق به رشد رویشی بود. کیفیت علوفه در مرحله رویشی بیشتر از کیفیت علوفه در مراحل گلدهی و ابتدای بذردهی بود به‌طوری‌که پروتئین خام و قابلیت هضم ماده آلی بیشتر و الیاف نامحلول در شوینده‌های اسیدی و الیاف نامحلول در شوینده‌های خنثی در مرحله رویشی کمتر از سایر مراحل بود. درصد خاکستر و محتوای عناصر معدنی شامل سدیم و پتاسیم نیز در مرحله رشد رویشی بیشتر از مراحل گلدهی و ابتدای بذردهی بود. به طور کلی می‌توان مرحله گلدهی را مناسبترین زمان برداشت علوفه کنگر فرنگی از لحاظ کمی و کیفی پیشنهاد نمود.

واژه‌های کلیدی: پروتئین خام، قابلیت هضم ماده آلی، کیفیت علوفه

مقدمه

محدودیت تولید گیاهان علوفه‌ای، تولید کم علوفه و کاهش سطح زیر کشت گیاهان علوفه‌ای، اهمیت بررسی گیاهان جدید علوفه‌ای با عملکرد کمی و کیفی مناسب را چشمگیرتر می‌کند (Fateh et al., 2009). در تولید گیاهان علوفه‌ای، علاوه بر عملکرد ماده خشک، کیفیت علوفه نیز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. 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). به‌طور کلی، می‌توان عوامل مؤثر بر تغییرات کیفیت علوفه را تحت عنوان عوامل محیطی (نور، دما، ویژگی‌های خاک، میزان نزولات جوی، ارتفاع از سطح دریا، باد و رطوبت)، مرحله رشدی و زمان برداشت، تنوع گونه گیاهی، نوع مسیر فتوسنتزی و عوامل مدیریتی تقسیم‌بندی کرد. کنگر فرنگی یا آرتیشو (*Cynara scolymus* L.) با نام عمومی Artichoke گیاهی علفی و چند ساله متعلق به تیره Asteraceae است، این گیاه بومی جنوب مدیترانه و شمال آفریقا می‌باشد و در بسیاری از مناطق دنیا از جمله ایالات متحده امریکا، ایتالیا، اسپانیا، فرانسه، ترکیه و چین کشت می‌شود (Ierna & Mauromicale, 2010; Pandino et al., 2011;

۱ و ۲- دکتری اکولوژی گیاهان زراعی و استاد گروه اکوفیزیولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
۳- استادیار بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران
۴- استاد گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
(*- نویسنده مسئول: Email: b_bahreininejad@yahoo.com)
DOI:10.22067/jag.v10i4.56783

www.SID.ir

Archive of SID

(Dosi et al., 2013) کنگر فرنگی در مناطق مدیترانه‌ای جهت مصرف کاپیتول‌ها که بخش‌های خوراکی آن هستند کشت می‌شود (Ceccarelli et al., 2010)، همچنین می‌تواند به عنوان علوفه سبز یا سیلویی با قابلیت هضم بالای ماده آلی در تغذیه حیوانات نشخوار کننده مورد استفاده قرار گیرد (Christaki et al., 2012). علوفه کنگر فرنگی دارای مقادیر نسبتا بالایی پتاسیم، آهن، منگنز و مس می‌باشد و در جیره غذایی گاو، دارای ارزش غذایی مشابه سیلوی ذرت است همچنین تعادل اسیدهای آمینه در آن مناسب بوده و می‌توان از این گیاه در رژیم غذایی گاوهای گوشتی و شیری استفاده نمود (Meneses et al., 2007). اثر برداشت در مراحل مختلف فنولوژیکی بر عملکرد و ارزش غذایی گیاهان علوفه‌ای توسط محققین زیادی مورد مطالعه قرار گرفته است. مهاجر و همکاران (Mohajer et al., 2012) در ارزیابی کیفیت سه رقم ارزن معمولی (*Panicum miliaceum* L.) در سه مرحله رشد فنولوژیکی اظهار داشتند که در میان مراحل رشد فنولوژیکی از لحاظ عملکرد علوفه و همچنین صفات کیفی مهم نظیر پروتئین خام و ماده خشک قابل هضم تفاوت قابل توجهی وجود دارد و کیفیت علوفه در مرحله گلدهی نسبت به مرحله رشد رویشی کاهش یافت در حالی‌که عملکرد علوفه افزایش نشان داد. چن و همکاران (Chen et al., 2001) مؤثرترین عامل در تعیین ارزش غذایی گیاهان علوفه‌ای را مرحله رویشی دانستند که طی آن بیشترین اختلاف در مقدار پروتئین و دیواره سلولی منهای همی‌سلولز گیاه به وجود می‌آید. ارزانی و همکاران (Arzani et al., 2004) با بررسی کیفیت پنج گونه از گراس‌های علوفه‌ای گزارش کردند که مراحل مختلف فنولوژیک از نظر کیفیت علوفه تفاوت کاملاً معنی‌داری را نشان می‌دهند. به‌طور کلی تحقیقات آنها بیانگر آن است که اغلب صفات معرف افزاینده کیفیت علوفه، نظیر پروتئین خام، ماده خشک قابل هضم و انرژی متابولیسمی با پیشرفت مراحل رویشی کاهش و صفات معرف کاهنده کیفیت علوفه نظیر الیاف نامحلول در شوینده اسیدی افزایش می‌یابد. همچنین نتایج تحقیقات آینالایس و همکاران (Ainalis et al., 2006) نشان داده که در مراحل مختلف رویشی بین فاکتورهای مختلف معرف کیفیت علوفه در گونه‌های چوبی و علفی، تفاوت معنی‌داری وجود دارد. اسنیمن و ژوبرت (Snyman & Joubert, 1996) اثر زمان‌های مختلف برداشت را بر عملکرد، خصوصیات شیمیایی و قابلیت هضم سورگوم علوفه‌ای (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) مورد مطالعه قرار دادند و گزارش نمودند که پروتیئن خام در مرحله قبل از گلدهی و گلدهی در بالاترین مقدار خود بود که با افزایش سن گیاه این مقدار کاهش یافت. ایزدی یزدان آبادی و همکاران (Izadi Yazdanabadi et al., 2013) فاکتورهای کیفی علوفه ارزن دم روباهی (*Setaria italica* (L.) P. Beauv) را در سه مرحله مختلف رشدی بررسی کرده و به این نتیجه رسیدند که تفاوت معنی‌دار آماری در فاکتورهای ماده خشک، قابلیت هضم‌پذیری ماده خشک، پروتئین خام، انرژی متابولیسمی، دیواره سلولی عاری از همی‌سلولز و فیبر خام، خاکستر، سدیم، پتاسیم و منیزیم ارزن دم روباهی در مراحل مختلف فنولوژیکی وجود داشت و کیفیت علوفه در مرحله رویشی بیشتر از کیفیت علوفه در مراحل گلدهی و بذردهی بود که بالاتر بودن پروتئین خام، قابلیت هضم ماده خشک، انرژی متابولیسمی و پائین تر بودن دیواره سلولی عاری از همی‌سلولز و فیبر خام در مرحله رویشی تأکیدی بر این مورد بود. با توجه به این که شناسایی کیفیت و ارزش غذایی گیاهان به دلیل اهمیت آنها در تغذیه دام کمک مؤثری در توصیف جیره غذایی دام می‌نماید و همچنین عوامل مختلفی از جمله مراحل مختلف فنولوژی رشد روی کیفیت و ارزش غذایی گیاهان اثر می‌گذارند، تحقیق حاضر در همین راستا و با هدف بررسی عملکرد کمی و کیفی علوفه کنگر فرنگی در سه مرحله مختلف رشدی (رویشی، گلدهی و ابتدای بذردهی) انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش طی دو سال زراعی متوالی (۱۳۹۴ -۱۳۹۳ و ۱۳۹۴-۱۳۹۵) در ایستگاه تحقیقاتی شهید فزوه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان واقع در ۲۵ کیلومتری غرب اصفهان (عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۳۶ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۲۶ دقیقه شرقی با ارتفاع ۱۶۱۲ متر از سطح دریا) که بر اساس تقسیم‌بندی گوسن دارای اقلیم نیمه‌بیابانی خفیف است اجرا شد (Karimi, 1992). آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمارها شامل برداشت علوفه در مراحل مختلف رشدی (مرحله رشد رویشی، گلدهی و ابتدای بذردهی) بود. بذر لازم برای انجام آزمایش از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان تهیه شد. جهت تعیین نیاز کودی و برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، قبل از انجام آزمایش سه نمونه از هر تکرار از عمق صفر تا۳۰ سانتی‌متری خاک به طور تصادفی تهیه شده و پس از اختلاط، نمونه ترکیبی یک کیلوگرمی جهت تجزیه به آزمایشگاه خاکشناسی ارسال شد. نتایج حاصل از تجزیه خاک در جدول ۱ ارائه شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

Table 1- Some physical and chemical characteristics of the experimental soil

بافت خاک Texture	شن Sand %	سیلت Silt %	رس Clay %	پتاسیم K ($mg.kg^{-1}$)	فسفر P ($mg.kg^{-1}$)	نیتروژن کل TN (٪)	کربن آلی O.C %	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر) EC ($dS.m^{-1}$)
Sandy Clay loam	45	24	31	250	14	0.04	0.065	7.7	2.8

کشت بذور کنگر فرنگی در تاریخ ۶ اردیبهشت ماه ۱۳۹۳ در وسط هر پشته به صورت کپه‌ای انجام شد. عمق کاشت بذر ۴-۳ سانتی‌متر بود. بر اساس نتایج آزمون خاک و ویژگی‌های گیاه، کود شیمیایی اوره به میزان ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار در نظر گرفته شد که به صورت نواری استفاده گردید. نیمی از کود نیتروژنی قبل از کاشت و نیم دیگر به صورت سرک در مرحله ۷-۸ برگی مصرف شد. در مرحله سه برگی (۱۵ روز پس از کاشت) عملیات تنک انجام شد. مبارزه با علف‌های هرز تا زمان استقرار گیاه به روش مکانیکی انجام گرفت. طول هر کرت ۵ و عرض آن ۳/۵ متر در نظر گرفته شد که شامل ۵ ردیف با فاصله ۷۰ سانتی‌متر بود. فواصل بوته‌ها روی پشته ۳۵ سانتی‌متر با تراکم ۴ بوته در متر مربع در نظر گرفته شدند. فاصله بین تکرارها ۲ متر و فاصله بین کرت‌ها از یکدیگر یک خط نکاشت در نظر گرفته شد. با توجه به چند ساله بودن گیاه کنگرفرنگی، در سال دوم آزمایش عملیات کاشت انجام نشد و مطابق نتایج آزمون خاک، در سال دوم نصف میزان کود نیتروژنی سال قبل، به کرت‌های آزمایشی اضافه شد. جهت تعیین عملکرد ماده خشک و کیفیت علوفه کنگرفرنگی در هر یک از مراحل رشد رویشی، گلدهی و ابتدای بذردهی، اندام هوایی گیاه در سال دوم رشد برداشت گردید. سپس نمونه‌ها در سایه خشک شده عملکرد ماده خشک تعیین شد. نمونه‌ها جهت ارزیابی صفات کیفی به اندازه یک میلی‌متر آسیاب شدند. شاخص‌های کیفی علوفه شامل پروتئین خام (CP[1]) و خاکستر کل[2] بر اساس روش‌های AOAC (2007) اندازه‌گیری شد و برای اندازه‌گیری الیاف نامحلول در شوینده‌های اسیدی (ADF[3]) و الیاف نامحلول در شوینده‌های خنثی (NDF[4]) از روش ونسوست و همکاران (Van Soest et al., 1991) استفاده شد. درصد سدیم و پتاسیم با دستگاه فلیم‌فتومتر اندازه‌گیری شدند. قابلیت هضم ماده آلی (OMD[5]) با استفاده از روش اندازه‌گیری تولید گاز به روش فدوراک و هرودی (Fedorak & Hrudey, 1983) و معادلات ارائه شده توسط منکی و استنگیس (Menke & Steingass, 1988) محاسبه گردید:

$$OMD\ (\%\ DM) = 9 + 0.9991 \times GP + 0.0595 \times CP + 0.0181 \times CA \quad (n=200,\ r^2 = 0.92)$$

معادله (۱)

که در این رابطه، GP: تولید گاز (میلی‌لیتر در ۲۰۰ میلی‌گرم ماده خشک) در ۲۴ ساعت؛ CP و CA به‌ترتیب پروتئین خام و خاکستر (درصد ماده خشک) می‌باشند. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد مورد مقایسه قرار گرفتند.

نتایج و بحث

عملکرد ماده خشک

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر زمان برداشت علوفه بر میزان عملکرد ماده خشک در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین عملکرد ماده خشک مربوط به مرحله ابتدای بذردهی با ۸/۷۵ تن در هکتار و کمترین میزان آن متعلق به رشد رویشی با ۵/۸ تن در هکتار بود و با پیشرفت مراحل رشد گیاه عملکرد ماده خشک علوفه افزایش یافت (شکل ۱). کنگر فرنگی در مرحله رشد رویشی دارای برگ‌های بزرگی به حالت روزت می‌باشد و با افزایش سن گیاه و به دنبال آن افزایش مقدار ساقه، غنچه و بذر در مراحل انتهایی رشد گیاه، عملکرد ماده خشک افزایش می‌یابد. جدول ضرایب همبستگی (جدول ۴) نشان داد که همبستگی منفی و معنی‌داری بین عملکرد علوفه با پروتئین خام، هضم‌پذیری ماده آلی، خاکستر و محتوای سدیم و پتاسیم علوفه وجود دارد. ضریب همبستگی بین عملکرد ماده خشک و الیاف نامحلول در شوینده‌های اسیدی و الیاف نامحلول در شوینده‌های خنثی علوفه مثبت و معنی‌دار بود. فاتح و همکاران (Fateh et al., 2009) با ارزیابی تأثیر مراحل مختلف برداشت و باقیمانده کودهای شیمیایی و آلی بر کمیت و کیفیت علوفه کنگرفرنگی گزارش کردند که با افزایش مراحل رشدی، مقدار ماده خشک کل نیز افزایش یافت. پاسندی و همکاران (Pasandi et al., 2011) اظهار داشتند که مقدار ماده خشک علوفه خلر (*Lathyrus sativus* L.) همزمان با رشد گیاه و رسیدن به مرحله دانه خمیری افزایش یافت. آتیس و همکاران (Atis et al., 2012) با بررسی تأثیر مراحل مختلف رشد (مرحله ظهور خوشه، مرحله شیری، مرحله خمیری و مرحله رسیدگی فیزیولوژیک) بر

1- Crude Protein
2- Total ash
3- Acid Detergent Fiber
4- Neutral Detergent Fiber
5- Organic matter digestibility

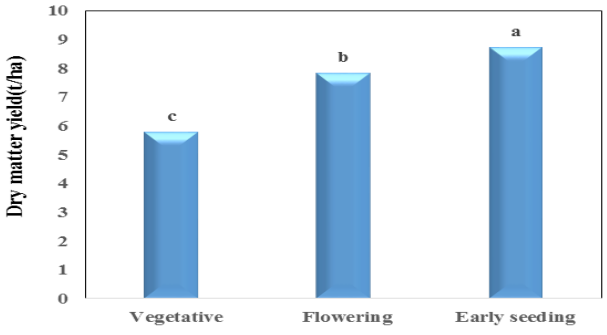
www.SID.ir

Archive of SID

عملکرد و کیفیت علوفه سورگوم علوفه‌ای (*Sorghum bicolor* (L.) Moench)گزارش کردند که از مرحله ظهور خوشه تا رسیدگی فیزیولوژیک عملکرد ماده خشک افزایش پیدا کرد و هنگامی که زمان برداشت از مرحله ظهور خوشه تا رسیدگی فیزیولوژیک به تعویق افتاد عملکرد ماده خشک تقریبا به میزان سه برابر افزایش یافت.

درصد پروتئین خام (CP%)

همانطور که در جدول ۲ نشان داده شده است بین درصد پروتئین مراحل رویشی، گلدهی و ابتدای بذردهی اختلاف معنی‌داری ($p\leq0.05$) وجود داشت. نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها نشان داد که مقدار پروتئین خام گیاه از ۷/۷۶ تا ۱۷/۴۷ درصد متغیر بود و در مرحله رشد رویشی بالاترین میزان را به خود اختصاص داد. همزمان با پیشرفت رشد و بالغ شدن گیاه از مقدار پروتئین خام کاسته شد و کمترین میزان آن در مرحله ابتدای بذردهی مشاهده گردید (شکل ۲). رابطه مثبت و معنی‌داری بین درصد پروتئین خام با قابلیت هضم ماده آلی، خاکستر و درصد سدیم و پتاسیم علوفه مشاهده گردید. ضریب همبستگی بین درصد پروتئین خام و الیاف نامحلول در شوینده‌های اسیدی و الیاف نامحلول در شوینده‌های خنثی منفی و معنی‌دار بود (جدول ۴). به‌عبارت دیگر با خشبی و فیبری شدن علوفه از غلظت پروتئین آن کاسته می‌شود و کیفیت آن کاهش می‌یابد. کاهش پروتئین خام در مراحل انتهایی رشد احتمالا به دلیل کاهش نسبت برگ و افزایش نسبت ساقه و دیواره سلولی در طی زمان می‌باشد. اصولاً با ورود گیاه به مرحله زایشی، اختصاص پروتئین‌های ذخیره شده در اندام‌های رویشی (برگ و ساقه) به اندام‌های زایشی (دانه) بیشتر می‌شود چرا که گیاه به منظور بقاء نسل خود نیازمند تولید بذوری مناسب و با قدرت رویشی بالا برای فصل رشد بعدی می‌باشد، از این رو میزان پروتئین علوفه در مرحله رشد زایشی کاهش چشمگیری را نشان می‌دهد (Izadi Yazdanabadi et al., 2013). نتایج مطالعه ایقبال سلطان و همکاران (Iqbalsultani et al., 2008) روی ارزن پادزهری (*Panicum antidotal* L.) نشان داد که محتوای پروتئین خام گیاه از مراحل اولیه رشد تا مرحله بلوغ کاهش می‌یابد. آتیس و همکاران (Atis et al., 2012) نیز در یک مورد تحقیق به این نتیجه رسیدند که میزان پروتئین سورگوم علوفه‌ای (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) در مرحله رشد رویشی بیشتر از مرحله گلدهی و بذردهی است. سرور و همکاران (Sarwar et al., 2006) مقدار پروتئین و ماده خشک را در دو گونه ارزن پادزهری (*Panicum antidotale* Retz.) و (*Panicum antidotal* L.) در سه مرحله برداشت تعیین کرده و گزارش نمودند با گذشت زمان و رسیدن گیاه به بلوغ میزان ماده خشک افزایش و میزان پروتئین خام 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. طباطبایی و همکاران (Tabatabaei et al., 2011) با بررسی کیفیت علوفه شبدر ایرانی (*Trifolium resupinatum* L.)در مراحل مختلف رشدی (آغاز غنچه‌دهی، غنچه‌دهی کامل، شروع گلدهی و گلدهی کامل) اظهار داشتند که بیشترین مقدار پروتئین خام علوفه مربوط به مرحله آغاز غنچه‌دهی بود. نتایج پژوهش پاسندی و همکاران (Pasandi et al., 2011) بیشترین مقدار پروتئین خام علوفه خلر (*Lathyrus sativus* L.) در مرحله گلدهی مشاهده شد.

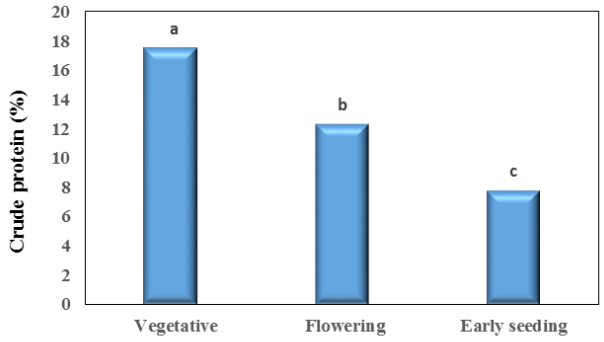


مرحله رشد
Growth Stage

شکل ۱- مقایسه میانگین عملکرد ماده خشک کنگر فرنگی در مراحل مختلف فنولوژیکی

Fig. 1- Comparsion of the dry matter yield of Artichoke in different phenological stages

حروف غیر مشابه نشانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون دانکن است.
Dissimilar letters indicate significant differences at the 5% level according to Duncan's test.



مرحله رشد
Growth Stage

شکل ۲- مقایسه میانگین درصد پروتئین خام کنگر فرنگی در مراحل مختلف فنولوژیکی

Fig. 2- Comparsion of the crude protein percentage of Artichoke in different phenological stages

حروف غیر مشابه نشانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون دانکن است.
Dissimilar letters indicate significant differences at the 5% level according to Duncan's test.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- تجزیه واریانس عملکرد ماده خشک و صفات کیفی کنگر فرنگی

Table 2- Analysis of variance for dry matter yield and quality traits of Artichoke

		میانگین مربعات Mean Square							
منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	عملکرد ماده خشک (تن در هکتار) Dry matter yield(t ha^{-1})	قابلیت هضم ماده آلی (درصد) Organic matter digestibility (%)	پروتئین خام (درصد) Crude protein (%)	خاکستر خام (درصد) Crude ash (%)	الیاف نامحلول در شوینده‌های خنثی (درصد) Neutral detergent fiber (%)	الیاف نامحلول در شوینده‌های اسیدی (درصد) Acid detergent fiber (%)	سدیم (درصد) Sodium (%)	پتاسیم Potassium (%)(درصد)
تکرار Replication	2	1.147**	1.90 ^{ns}	12.06**	0.436^{ns}	13.358^{ns}	10.381^{ns}	0.091**	0.099^{ns}
مرحله رشد گیاه Growth stage	2	5.118**	617.30**	44.046**	7.496**	321.241**	216.568**	0.215**	0.426**
خطا Error	4	0.090	1.56	0.181	0.219	4.293	3.107	0.008	0.022

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

ns and *: are non-significant and significant at 5% probability level respectively

جدول ۳- مقایسه میانگین شاخص‌های کیفیت علوفه کنگر فرنگی در مراحل مختلف فنولوژیکی

Table 3- Mean comparison of forage quality indices of Artichoke in different phonological stages

	شاخص‌های کیفیت علوفه Forage quality indices					
مرحله رشد گیاه Growth stage	قابلیت هضم ماده آلی (درصد) Organic matter digestibility (%)	خاکستر خام (درصد) Crude ash (%)	الیاف نامحلول در شوینده‌های خنثی (درصد) Neutral detergent fiber (%)	الیاف نامحلول در شوینده‌های اسیدی (درصد) Acid detergent fiber (%)	سدیم (درصد) Sodium (%)	پتاسیم (درصد) Potassium (%)
رویشی (برگ) Vegetative (Leaf)	49.84 ^{a*}	16.7 ^{a}	25.85 ^{c}	21.18 ^{c}	1.85 ^{a}	2.26 ^{a}
گلدهی (بوته کامل) Flowering (Full plant)	30.57 ^{b}	14.81 ^{b}	39.92 ^{b}	32.72 ^{b}	1.52 ^{b}	1.80 ^{b}
ابتدای بذردهی (بوته کامل) Early seeding (Full plant)	21.8 ^{c}	12.93 ^{c}	50 ^{a}	40.98 ^{a}	1.20 ^{c}	1.34 ^{c}

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

*Dissimilar letters indicate significant differences at the 5% level according to Duncan's test.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٤- ضرایب همبستگی بین عملکرد ماده خشک و صفات کیفی کنگر فرنگی در مراحل مختلف رشدی

Table 4- Correlation coefficients between forage yield and quality traits of artichoke at different growth stages

صفات Traits	عملکرد ماده خشک (تن در هکتار) Dry matter yield(t ha^{-1})	پروتئین خام (درصد) Crude protein (%)	قابلیت هضم ماده آلی (درصد) Organic matter digestibility (%)	الیاف نامحلول در شوینده‌های خنثی (درصد) Neutral detergent fiber (%)	الیاف نامحلول در شوینده‌های اسیدی (درصد) Acid detergent fiber (%)	خاکستر خام (درصد) Crude ash (%)	پتاسیم (درصد) Potassium (%)	سدیم (درصد) Sodium (%)
عملکرد ماده خشک (تن در هکتار) Dry matter yield(t.ha^{-1})	1							
پروتئین خام (درصد) Crude protein (%)	-0.82**	1						
قابلیت هضم ماده آلی (درصد) Organic matter digestibility (%)	-0.89**	0.91**	1					
الیاف نامحلول در شوینده‌های خنثی (درصد) Neutral detergent fiber (%)	0.91**	-0.92**	-0.97**	1				
الیاف نامحلول در شوینده‌های اسیدی (درصد) Acid detergent fiber (%)	0.91**	-0.92**	-0.97**	0.99**	1			
خاکستر خام (درصد) Crude ash (%)	-0.94**	0.90**	0.90**	-0.91**	-0.91**	1		
پتاسیم (درصد) Sodium (%)	-0.85**	0.79**	0.92**	-0.95**	-0.95**	0.86**	1	
سدیم (درصد) Potassium (%)	-0.93**	0.80**	0.90**	-0.94**	-0.94**	0.93**	0.97**	1

**: همبستگی معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

**: Correlation is significant at the 0.01 level

قابلیت هضم ماده آلی (OMD%)

نتایج حاصل از بررسی قابلیت هضم ماده آلی کنگرفرنگی در سه مرحله رشدی نشان داد که این صفت در مرحله رشد رویشی (۴۹/۸۴ درصد) اختلاف معنی‌داری با مرحله گلدهی (۳۰/۵۷ درصد) و مرحله ابتدای بذردهی (۲۱/۸ درصد) در سطح احتمال پنج درصد داشت (جدول ۳). بنابراین در تحقیق حاضر قابلیت هضم ماده آلی با پیشرفت مراحل رشد گیاه به طور معنی‌داری کاهش یافته است به‌طوری‌که حداقل مقدار آن در مرحله ابتدای بذردهی مشاهده گردید. رابطه منفی و معنی‌داری بین درصد قابلیت هضم ماده آلی و الیاف نامحلول در شوینده‌های اسیدی و الیاف نامحلول در شوینده‌های خنثی وجود داشت. محتوای خاکستر و سدیم و پتاسیم نیز همبستگی مثبت و معنی‌داری با قابلیت هضم ماده آلی داشتند (جدول ۴). در مرحله رشد رویشی کنگرفرنگی، گیاهان جوان تر در فرم روزت و دارای برگ‌های بزرگ می‌باشند که باعث افزایش کیفیت علوفه در این مرحله رشدی می‌شود. در مرحله گلدهی نسبت برگ به ساقه در مقایسه با مرحله بذردهی بیشتر است و با شروع شکل‌گیری و پر شدن دانه نسبت برگ به ساقه کاهش می‌یابد و در طی این فرآیند مواد مغذی موجود در برگ به اندام‌های زایشی انتقال می‌یابد و به تدریج کاهش قابلیت هضم رخ می‌دهد. گرانت و همکاران (Grant et al., 1997) اظهار داشتند که مرحله رشدی از عومل مؤثر بر هضم‌پذیری گیاهان علوفه‌ای است و قابلیت هضم به محتویات داخل سلولی و دیواره سلولی بستگی دارد. محتویات داخل سلول عمدتاً از کربوهیدرات‌ها و پروتئین‌های محلول تشکیل شده‌اند که قابلیت هضم بالایی دارند، در صورتی که دیواره سلولی از کربوهیدرات‌های ساختمانی تشکیل یافته که قابلیت هضم آن‌ها بر حسب میزان لیگنینی شدن گیاه متغیر می‌باشد. بنابراین، با پیشرفت مرحله رشد گیاه و افزایش نسبت

www.SID.ir

Archive of SID

کربوهیدرات‌های ساختمانی گیاه قابلیت هضم کاهش می‌یابد. با گذشت زمان و در مراحل پایانی دوره رشد که ساقه‌ها به دلیل رشد بیشتر، نسبت وزنی بیشتری را به خود اختصاص می‌دهند از قابلیت هضم گیاهان کاسته می‌شود. اسلیف و همکاران (Sleugh et al., 2001) گزارش دادند که قابلیت هضم علوفه تاج خروس (*Amaranthus* sp.) با افزایش سن گیاه کاهش می‌یابد.

خاکستر (Ash)

با توجه به نتایج حاصله هر سه مرحله فنولوژیکی از نظر درصد خاکستر دارای اختلاف آماری معنی‌دار ($p\leq0.05$) بودند (جدول ۲). درصد خاکستر کنگرفرنگی در سه مرحله مختلف رشد به ترتیب برابر با ۱۶/۷، ۱۴/۸۱ و ۱۲/۹۳ درصد بود که در این میان مرحله رویشی بالاترین درصد خاکستر را در مقایسه با دو مرحله دیگر داشت (جدول ۳). جدول ضرایب همبستگی (جدول ۴) نشان داد که همبستگی مثبت و معنی‌داری بین درصد خاکستر علوفه با پروتئین خام، قابلیت هضم ماده آلی و محتوای سدیم و پتاسیم علوفه وجود داشت و همبستگی میان این صفت با عملکرد ماده خشک، الیاف نامحلول در شوینده‌های اسیدی و الیاف نامحلول در شوینده‌های خنثی منفی و معنی‌دار بود. ایزدی یزدان آبادی و همکاران (Izadi Yazdanabadi et al., 2013) نیز در بررسی تأثیر مراحل فنولوژیکی بر کیفیت علوفه ارزن دم روباهی (*Setaria italica* (L.) P. Beauv) در سه مرحله رشدی گزارش نمودند که مرحله رویشی بالاترین درصد خاکستر را در مقایسه با دو مرحله گلدهی و ابتدای بذردهی داشت.

الیاف نامحلول در شوینده‌های خنثی (NDF)

بررسی تغییرات الیاف نامحلول در شوینده‌های خنثی کنگرفرنگی در هر سه مرحله فنولوژی، نشان داد که بین مراحل مختلف رشدی از لحاظ مقدار NDF در سطح احتمال ۵ درصد، اختلاف معنی‌داری وجود داشت. میزان NDF مرحله ابتدای بذردهی با میانگین ۵۰ درصد بیشتر از مرحله گلدهی با میانگین ۳۹/۹۲ درصد و مرحله رشد رویشی با میانگین ۲۵/۸۵ درصد بود (جدول ۳). با توجه به جدول ضرایب همبستگی (جدول ۴) الیاف نامحلول در شوینده‌های خنثی تنها با عملکرد ماده خشک و الیاف نامحلول در شوینده‌های اسیدی همبستگی مثبت و معنی‌داری را نشان داد و همبستگی آن با سایر صفات کیفی علوفه منفی و معنی‌دار بود. قدکی و همکاران Ghadaki (et al., 1974) گزارش کردند که به موازات رشد گیاهان علوفه‌ای، دیواره سلولی ضخیم تر و خشن تر شده و بر مقدار NDF و ADF افزوده می‌شود. علوفه باADF و NDF کمتر، دارای کیفیت علوفه بالایی نسبت به علوفه دارای مقدار زیاد NDF و ADF است. اگر مقدار ADF علوفه بالا باشد، مقدار هضم‌پذیری آن پایین خواهد بود. نتایج یک پژوهش بیشترین مقدار الیاف نامحلول در شوینده‌های خنثی علوفه شبدر ایرانی (*Trifolium resupinatum* L.) مربوط به مرحله گلدهی کامل بود (Tabatabaei et al., 2011).

الیاف نامحلول در شوینده‌های اسیدی (ADF)

عامل مهم دیگر مؤثر بر انرژی و یا مجموع مواد غذایی قابل هضم علوفه، الیاف نامحلول در شوینده‌های اسیدی (ADF) می‌باشد. درصد ADF به طور معمول برای تخمین قابلیت هضم مورد استفاده قرار گرفته و یکی از روش‌های اندازه‌گیری مقدار انرژی یک غذا می‌باشد. عموما هنگامی که گیاه می‌رسد ADF آن افزایش یافته و در نتیجه مقدار انرژی کمتری در اختیار دام قرار می‌گیرد (Rostamza, 2004). ارزانی و همکاران (Arzani et al., 2004) معتقدند که ADF تخمینی از قابلیت هضم بوده و بیانگر میزان لیگنین و سلولز موجود در دیواره‌های سلول گیاهی است و می‌توان از ADF به عنوان یک شاخص یا مقیاس برای پیشبینی هضم‌پذیری علوفه استفاده نموده به‌طوری‌که هر چه مقدار آن در علوفه زیادتر باشد، هضم‌پذیری آن کمتر خواهد بود. نتایج حاصل از بررسی درصد ADF کنگرفرنگی در سه مرحله رشدی نشان داد که ADF مرحله رشد رویشی با میانگین ۲۱/۱۸ درصد اختلاف معنی‌داری با مرحله گلدهی با میانگین ۳۲/۷۲ درصد و مرحله بذردهی با میانگین ۴۰/۹۸ درصد در سطح احتمال ۵ درصد داشت (جدول ۳). الیاف نامحلول در شوینده‌های اسیدی با صفات کیفی شامل پروتئین خام، قابلیت هضم ماده آلی، خاکستر کل و درصد سدیم و پتاسیم علوفه همبستگی منفی و معنی‌داری نشان داد. رابطه عملکرد ماده خشک و الیاف نامحلول در شوینده‌های خنثی با این صفت نیز مثبت و معنی‌دار بود (جدول ۴). با پیشرفت رشد گیاه درصد دیواره سلولی عاری از همی سلولز افزایش یافته است 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، همی سلولز 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 بررسی کیفیت علوفه علف گینه‌ای (*Panicum maximum* L.) در سه مرحله رویشی، گلدهی و بذردهی گزارش کردند میزان فیبر خام و الیاف نامحلول در شوینده‌های اسیدی با پیشرفت بلوغ افزایش یافت. همچنین، ایقبال سلطان و همکاران (Iqbalsultani et al., 2008) در مطالعه خود روی ارزن پادزهری (*Panicum antidotal* L.) میزان فیبر خام و دیواره سلولی عاری از همی سلولز را در دو مرحله اولیه رشد

www.SID.ir

Archive of SID

و بلوغ، تعیین کردند. نتایج آنها نشان داد کـه ترکیـب سـاختاری گیـاه (فیبر خام و دیواره سلولی عاری از همی سلولز) از مرحله اولیه رشد تـا مرحله بلوغ افزایش می‌یابد. آنها علت افـزایش ترکیبـات سـاختاری را افزایش ترکیبات فیبر با افزایش نسبت ساقه به برگ با پیشرفت بلـوغ بیان کردند. دیواره سلولی و الیاف خام با رشد گیاه افزایش پیدا می‌کند. زیرا با رشد گیاه نیاز به بافت‌های نگهدارنده افـزایش پیـدا مـی‌کنـد و کربوهیدرات‌هـای سـاختمانی بیشـتر مـی‌شـود. مهـاجر و همکـاران (Mohajer et al., 2012) در ارزیابی کیفیت، سه رقم ارزن معمولی (*Panicum miliaceum* L.) در سه مرحله رشد فنولـوژیکی، اظهـار داشتند که ADF با توسعه مرحله رشد افزایش یافته و حـداکثر مقـدار آن در مرحله رسیدگی بوده است.

سدیم

نتایج نشان داد که هر سه مرحله فنولوژیکی از نظر مقـدار سـدیم اختلاف معنی‌داری ($p\leq0.05$) داشـتند (جـدول ۲). همـانطور کـه در جدول ۳ نشان داده شده است مقدار سدیم کنگر فرنگـی همزمـان بـا پیشرفت مراحل رشدی گیاه کاهش یافت، در این میـان مرحلـه رشـد رویشی با میانگین ۱/۸۵ درصد بالاترین میزان سدیم را دارا بود و بعد از آن مرحله گلدهی و ابتدای بذردهی با میـانگین ۱/۵۲ و ۱/۲ درصـد قرار داشتند. درصد سدیم بـا صـفات عملکـرد مـاده خشـک و الیـاف نامحلول در شوینده‌های اسیدی و الیاف نامحلول در شوینده‌های خنثی رابطه منفی و معنی‌دار داشت و همبستگی مثبـت و معنـی‌داری میـان این صفت با درصد پروتئین خام، قابلیت هضم مـاده آلـی، خاکسـتر و محتوای پتاسیم علوفه مشاهده شد (جدول ۴). نتایج یـک تحقیـق در بررسی تأثیر مراحل فنولـوژیکی بـر کیفیـت علوفـه ارزن دم روبـاهی (*Setaria italica* (L.) P. Beauv) در سه مرحله رشـدی نشـان داد که مقدار سدیم همزمان با افزایش سن و بلـوغ گیـاه کـاهش یافـت، مرحله رویشی بالاترین میـزان سـدیم را دارا بـود و بعـد از آن مرحلـه گلـدهی و بـذردهی قـرار داشـتند (Izadi Yazdanabadi et al., 2013).

پتاسیم

با توجه به نتایج جدول ۲ بین مراحل مختلف رشدی از نظر مقدار پتاسیم اختلاف آماری معنی‌داری ($p\leq0.05$) وجود داشت. همزمان با رشد گیاه و عبور از مرحله رویشی مقدار پتاسیم گیاه به تدریج کـاهش یافت و در مرحله ابتدای بذر دهی به حداقل مقدار خود رسید. مرحلـه رویشی با میانگین ۲/۲۶ درصد بـالاترین میـزان پتاسـیم را داشـت و کمترین میزان پتاسیم نیز به مرحله ابتدای بذردهی بـا میـانگین ۱/۳۴ درصد اختصاص داشت. جدول ضرایب همبستگی (جدول ۴) نشان داد که همبستگی مثبت و معنی‌داری میان درصد پتاسیم علوفه بـا درصـد پروتئین خام، قابلیت هضم ماده آلی، خاکستر و محتوای سـدیم وجـود داشـت و رابطـه میـان عملکـرد مـاده خشـک و الیـاف نـامحلول در شوینده‌های اسیدی و الیاف نامحلول در شوینده‌های خنثـی بـا درصـد پتاسیم علوفه منفی و معنی‌دار بود. ایـزدی یـزدان آبـادی و همکـاران (Izadi Yazdanabadi et al., 2013) نیز در بررسی اثرات مراحـل فنولوژیکی بر متغیرهای کیفی علوفه ارزن دم روباهی گزارش نمودنـد که همزمان با رشد گیاه مقدار پتاسیم گیاه نیز به تدریج کاهش یافت و در مرحله رسیدن بذر به حداقل مقدار خود رسید اما بین مراحل مختلف رشد از نظر مقدار پتاسیم اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده نگردید.

نتیجه‌گیری

به طور کلی، نتایج حاصل از این پـژوهش نشـان داد کـه در سـه مرحله زمانی مورد مطالعه بیشترین عملکرد مـاده خشـک مربـوط بـه مرحله ابتدای بذردهی و کمترین آن متعلق به رشد رویشی بود. کیفیت علوفه با پیشرفت مراحل رشد کاهش نشان داد به طوریکـه در مرحلـه رشد رویشی بیشتر از سایر مراحل بود. در مرحله رشد رویشی، گیاه بـه حالت روزت بوده و دارای برگ‌های بزرگی می‌باشد در نتیجه بیشترین وزن اندام‌های هوایی گیاه را برگ‌ها دارا هستند و چون بـرگ کیفیـت بالاتری نسبت به سایر اندام‌ها دارد لذا باعث افزایش کیفیت علوفـه در این مرحله رشدی نسبت به سایر مراحل می‌شود. با گذشت زمان و در مراحل پایانی دوره رشد، ساقه ها به دلیل رشـد بیشـتر، نسـبت وزنـی بیشتری را به خود اختصاص می‌دهند در نتیجه از ارزش غـذایی گیـاه کاسته می‌شود. در این گیـاه میـزان پـروتئین خـام در مرحلـه ابتـدای بذردهی نسبت به مراحل اولیه کاهش یافتـه اسـت. همچنـین در اثـر افزایش NDF و ADF به موازات افـزایش دوره رشـد قابلیـت هضـم ماده آلی کاهش یافته و در نتیجـه کیفیـت علوفـه در مراحـل ابتـدایی نسبت به مرحله ابتدای بذردهی در سطح بالاتری قـرار مـی‌گیـرد. بـا توجه به نتایج حاصله عملکرد علوفه از مرحله رویشی تا مرحله ابتدای بذردهی افزایش یافت، در حالی‌که کیفیت علوفه کاهش پیدا کرد. بـه طور کلی با توجه به نتایج حاصـل از ایـن تحقیـق، مـی‌تـوان مرحلـه گلدهی را مناسبترین زمان برای برداشت علوفه کنگر فرنگـی در نظـر گرفت، زیرا در این زمان، گیاه هم از نظر تولید و هم صفات کیفـی در شرایط مطلوبی قرار دارد.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

Ainalis, A.B., Tsiouvaras, C.N., and Nastis, A.S. 2006. Effect of summer grazing on forage quality of woody and herbaceous species in a silvopastoral system in northen Greece. Journal of Arid Environments 67: 90-99.

AOAC. 2007. Official Methods of Analysis. Association of official analytical chemists. Arlington, USA. 28 pp.

Arzani, H., Zohdi, M., Fisher, E., Zaheddi Amiri, G.H., Nikkhah, A., and Wester, D. 2004. Phonological effects on forage quality of five grass species. Journal of Range Management 57: 624-630.

Atis, I., Konuskan, O., Duru, M., Gozubenli, H., and Yilmaz, S. 2012. Effect of harvesting time on yield, composition and forage quality of some forage sorghum cultivars. International Journal of Agriculture and Biology 14: 879–886.

Ceccarelli, N., Curadi, M., Picciarelli, P., Martelloni, L., Sbrana, C., and Giovannetti, M. 2010. Globe artichoke as functional food. Mediterranean Journal of Nutrition and Metabolism 3: 197-201.

Chen, C.S., Wang, S.M., and Chang, Y.K. 2001. Climatic factors, acid detergent fiber, natural detergent fiber and crude protein contents in digitgrass. Proceeding of the XIX International Grassland Congress, Brezil Pp. 632-634.

Dosi, R., Daniele, A., Guida, V., Ferrara, L., Severino, V., and Di Maro, A. 2013. Nutritional and metabolic profiling of the globe artichoke (*Cynara scolymus* L. *'Capuanella'* heads) in province of Caserta, Italy. Australian Journal of Crop Science 7: 1927-1934.

Christaki, E., Bonos, E., and Florou-Paneri, P. 2012. Nutritional and functional properties of Cynara Crops (Globe Artichoke and Cardoon) and their potential applications: A review. International Journal of Applied Science and Technology 2(2): 64-70.

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)

Fateh, E., Chaichi, M.R., Ashorabadi, E.S., Mazaheri, D., Jafari, A.A., and Rengel, Z. 2009. Effects of organic and chemical fertilizers on forage yield and quality of globe artichoke (*Cynara scolymus* L.). Asian Journal of Crop Science 1(1): 40-48.

Fedorak, P.M., and Hrudey, S.E. 1983. A Simple apparatus for measuring gas production by methanogenic cultuvesin serum bottles. Environmental Technology 4: 425–35.

Ghadaki, M.B., Van Soest, P.Y., Mcdowell, R.E., and Malekpour, B. 1974. Composition and *In-vitro* digestibility of some arid zone forage from Iran. In: XII International Grassland Congress, vol.III, part 1, Moscow, p: 542-549.

Grant, R., Anderson, B., Rosby, R., and Madder, T. 1997. Testing livestock feeds for beef cattle. Dairy Cattle, Sheep and Horses G 89-915.

Ierna, A., and Mauromicale, G. 2010. *Cynara cardunculus* L. genotypes as a crop for Energy purposes in a Mediterranean environment. Biomass and Bioenergy 34: 754–760.

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.

Izadi Yazdanabadi, F., Esmailpor Akhlamad, U., Omidi, A., and Behdani, M.A. 2013. Evaluation of fox tail millet (*Setaria italica*) forage quality in different growth stages. Agroecology 5(3): 282-288. (In Persian with English Summary)

Karimi, M.M. 1992. Isfahan Province Climate. Budget and Planning Organization of Isfahan Province, Isfahan, Iran. (In Persian)

Meneses, M., Megias, M.D., Madrid, J., Martinez-Teruel, A., Fernandez, F., and Oliva, J. 2007. Evaluation of the phytosanitary, fermentative and nutritive characteristics of the silage made from crude artichoke (*Cynara scolymus* L.) by-product feeding for ruminants. Small Ruminant Research 70: 292-296.

Menke, K.H., and Steingass, H. 1988. Estimation of the energetic feed value from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid. Animal Research Development 28: 7-55.

Modirshanechi, M. 2004. Production and Management of Forage Plants (Translated). Fourth edition. Razavi Publication, Mashhad, Iran. (In Persian)

Mohajer, S., Ghods, H., Taha, R.M., and Talati, A. 2012. Effect of different harvest time on yield and forage quality of three varieties of common millet (*Panicum miliaceum*). Scientific Research and Essays 7(34): 3020-3025.

Pandino, G., Lombardo, S., Mauromicale, G., and Williamson, G. 2011. Profile of polyphenols and phenolic acids in bracts and receptacles of globe artichoke *(Cynara cardunculus* var. *scolymus)* germplasm. Journal of Food Composition and Analysis 24: 148-153.

Pasandi, M., Kavian, A., and Dorri, M.A. 2011. The nutritive value of *Lathyrus sativus* forage cut at four stages of growth in Gorgan. Animal Sciences Journal (Pajouhesh and Sazandegi), 89: 28-32. (In Persian with English Summary)

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.

www.SID.ir

Archive of SID

Rostamza, M. 2004. Evaluation of quantitive and qualitative characteristics of some forage cereal (Sorghum, Millet and Corn) in second culture after barley and effects on next yield plant (Wheat). MSc thesiss at University of Tehran. Pp. 92. (In Persian)

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.

Sleugh, B.B., Moore, K.J., Brummer, E.C., Knapp, A.D., Russell, J., and Gibson, L. 2001. Forage nutritive value of various amaranth species at different harvest dates. Crop Science 41: 466-472. (In Persian with English Summary)

Snyman, L.D., and Joubert, H.W. 1996. Effect of maturity stage and method of preservation on the yield and quality of forage sorghum. Animal Feed Science and Technology 57: 63-73.

Stodart, L.A., Cook, C.V., and Harris, L. 1975. Determining the digestibility and metabolism able energy of winter range plant by sheep. Journal of Animal Science 11: 578-590.

Tabatabaei, S.M., Najaf-nejad, B., Zamani, P., Taghizadeh, A., Ahmadi, A., and Aliarabi, H. 2011. Estimating chemical composition, degradation parameters and gas production of *Persian clover* nutrients at different plant's growth stages. 42(3): 255-264. (In Persian with English Summary)

Van Soest, P.J., Robertson, J.B., and Levvis, B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non starch polysaccharides in ration to animal nutrition. Journal of Animal Science 74: 3583-3597.

www.SID.ir

Journal of Agroecology
Vol. 10, No. 4, Winter 2019, p. 1081-1092

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۱۰، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۷، ص.۹۲ ۱۰-۱۰۸۱

Effect of Harvesting Time on Quantitative and Qualitative Characteristics of Artichoke (*Cynara scolymus* L.) Forage

M. Allahdadi[1], Y. Raei[2], B. Bahreininejad[3*] and A. Taghizadeh[4]

Submitted: 31-07-2016
Accepted: 03-04-2017

Allahdadi, M., Raei, Y., Bahreininejad, B., and Taghizadeh, A. 2019. Effect of harvesting time on quantitative and qualitative characteristics of artichoke (*Cynara scolymus* L.) forage. Journal of Agroecology. 10(4):1081-1092.

Introduction

Artichoke (*Cynara scolymus* L.) (Asteraceae) is an herbaceous perennial plant of Mediterranean origin, North Africa, Canary Isles and Southern Europe. Nowadays, artichoke is cultivated in many parts of the world, such as the United States, mainly in California, in South America (Argentina, Chile, Peru), North Africa, Near East (Turkey and Iran) and China. Artichoke has a medicinal property. It also can be used as a green fodder or silage for livestock feeding. In addition to dry matter yield, forage quality has also a great importance in the production of forage crops. The quality of forage species varies in different places and times. In general, the factors affecting forage quality changes can be described as environmental factors (light, temperature, soil characteristics, precipitation, altitude, wind, and humidity), growth stage and harvest time, plant species, photosynthetic pathway (C_3, C_4, and CAM) and management factors. Therefore, the purpose of the present study was to investigate the forage quality of artichoke in different growth stages for livestock feeding.

Materials and Methods

In order to evaluate the yield and forage quality of Artichoke (*Cynara scolymus* L.) at three stages of growth, an experiment was conducted using a randomized complete blocks design (RCBD) with three replications at the Research Station of Isfahan Agricultural and Natural Resources. The treatments were harvested at three growth stages (vegetative, flowering and early seeding). Seeds were sown on 26 April 2014. Chemical fertilizer (urea) applied based on soil analysis results. The first half of the nitrogen fertilizer was utilized as strip takes under seed before sowing and the rest at 7-8 leaf stage of the crop on 26 May 2014. The cultural practices of Artichoke were not conducted in the second year because it is a perennial plant. According to the soil test, half of the nitrogen fertilizer in the first year of experiment applied in the second year. The plants were harvested at vegetative, flowering and the beginning of seed ripening stages in the second year. After harvesting, samples were dried normal air circulation until to reach constant dry weight. Dry matter yield and forage quality indices as crude protein, organic matter digestibility, total ash, neutral detergent fiber, acid detergent fiber, Na and K contents were measured. Analysis of variance was done using SPSS software and comparison of the means was conducted using by Duncan at 5% level.

Results and Discussion

The results of this experiment showed significant differences for all traits among the phenological stages ($p<0.05$). For dry matter, the lower and higher values of 5.8 and 8.75 $t.ha^{-1}$ were obtained, in vegetative and early seeding stages, respectively. Forage quality decreased with increasing plant age and it was the highest in the vegetative stage compared to other stages. Crude protein, organic matter digestibility, total ash, Na and K content in the vegetative stage were more amount than other stages. Neutral detergent fiber and acid detergent fiber tended to increase while, crude protein, organic matter digestibility, total ash, Na and K content tended to decrease with advanced plant maturity. Artichoke plant has young and large leaves at vegetative rosette stage. The leaf to stem ratio decreased with advanced plant

1- Ph. D. in Agroecology, Department of Plant Ecophysiology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran.
2- Professor, Department of Plant Ecophysiology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran.
3- Assistant Professor, Research Division of Natural Resources, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Isfahan, Iran.
4- Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Tabriz University, Tabriz, Iran.
(*- Corresponding Author Email: b_bahreininejad@yahoo.com)
DOI:10.22067/jag.v10i4.56783

www.SID.ir

Archive of SID

maturity and it is higher at flowering stage than the early seeding stage. Forage quality in the vegetative stage was more than of both flowering and the early seeding stages.

Conclusions

Growth stage and harvesting time were the important factors that affecting forage yield and quality of Artichoke. For age quality decreased with the progress in plant growth, while dry matter yield increased. Generally, the flowering stage is the best time for harvesting artichoke forage.

Keywords: Crude protein, Forage quality, Organic matter digestibility

www.SID.ir