Archive of SID

به‌زراعی کشاورزی
دوره ۲۱ ■ شماره ۲ ■ تابستان ۱۳۹۸
صفحه‌های ۲۱۹-۲۰۹

عملکرد و کیفیت علوفه سیب‌زمینی ترشی در فواصل مختلف برداشت

وحید محمدی[۱]، علی مختصی بیدگلی[۲*]، حسن فضائلی[۳]
۱. دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.
۲. استادیار، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.
۳. استاد، مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.
تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۰/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۲/۰۷

چکیده

این مطالعه با هدف تعیین اثر فاصله برداشت علوفه (رشد مجدد) بر صفات کمی و کیفی گیاه سیب‌زمینی ترشی به‌عنوان یک گیاه علوفه امیدبخش اجرا شد. به این منظور آزمایشی در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار و دو مشاهده در مزرعه تحقیقاتی مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور، کرج، طی سال‌های زراعی ۹۴-۱۳۹۳ و ۹۵-۱۳۹٤ انجام شد. تیمارهای آزمایش در سال اول شامل سه فاصله برداشت (هر دو، سه و چهار ماه پس از سبزشدن یا رشد مجدد) و در سال دوم شامل چهار فاصله برداشت (هر یک، دو، سه و چهار ماه پس از سبز شدن یا رشد مجدد) بودند. در سال دوم کشت مجدد انجام نشد. بیش‌ترین وزن خشک برگ، ساقه و کل علوفه در فاصله برداشت هر دو ماه به‌دست آمد. بیش‌ترین سرعت رشد گیاه و نسبی و دوام زیست‌توده به ترتیب در فواصل برداشت هر سه، چهار و دو ماه برداشت مشاهده گردید. در سال دوم زراعی بیش‌ترین میزان پروتئین خام کل علوفه در فاصله برداشت هر یک ماه به‌دست آمد. بیش‌ترین میزان الیاف نامحلول در شوینده اسیدی کل علوفه مربوط به فاصله برداشت هر چهار ماه بود. به‌طورکلی فاصله برداشت هر دو ماه به‌دلیل عملکرد بالای علوفه خشک (۲۰۵٦ گرم در مترمربع)، نسبت برگ به ساقه ۰/۵۳، پروتئین خام ۱۲/۵۰ درصد، کربوهیدرات‌های محلول در آب ۳/۸۹ درصد، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی و خنثی به‌ترتیب برابر ۳۲/۹۸ و ٤٦/۰۵ درصد بهترین تیمار برای تولید علوفه سیب‌زمینی ترشی بود.

کلیدواژه‌ها: تعلیف، چین، شلغم شیرازی، کیفیت و کمیت، مدیریت چرا.

Yield and Forage Properties of Jerusalem Artichoke at Different Harvest Intervals

Vahid Mohammadi[1], Ali Mokhtassi-Bidgoli[2*], Hassan Fazaeli[3]
1. Former M.Sc. Student, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.
2. Assistant Professor, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.
3. Professor, Academic Staff, Animal Science Research Institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.
Received: January 15, 2019 Accepted: February 26, 2019

Abstract

The present study tries to determine the effect of harvest interval (re-growth) on quantitative and qualitative traits of Jerusalem artichoke as a promising forage plant. For this purpose, it has conducted an experiment at the research farm of Animal Science Research Institute, Karaj, Iran between 2015 and 2016. The experiment is based on randomized complete block design with three replications and two observations, with its treatments being consisted of different times of harvesting forage intervals every two, three, and four months following emergence or regrowth in the first year and every one, two, three, and four months in the second one, in which there has been no replanting. The highest dry weight of leaf, stem, and total forage belongs to harvest intervals every two months. The highest crop growth rate, relative growth rate, and biomass duration have been observed in cutting intervals of three, four, and two months, respectively. In the second year, the highest amount of crude protein of total forage is obtained in the cutting interval of one month, with the maximum amount of total forage ADF belonging to cutting interval of four months. Generally, the best time for forage harvest occurs every two months due to high yield forage (2056 g/m^2), leaf to stem ratio of 0.53, crude protein of 12.50%, water-soluble carbohydrates of 3.89%, ADF of 32.98%, and NDF of 46.05% of the Jerusalem artichoke.

Keywords: Cut, feeding, grazing management, Jerusalem artichoke, quality and quantity.

* نویسنده مسئول
Email: mokhtassi@modares.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

۱. مقدمه

گیاهان علوفه‌ای در تعلیف دام و تأمین نیاز انسان به فرآورده‌های دامی از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند. با توجه به اهمیت تولید و مدیریت گیاهان علوفه‌ای در مقایسه با سایر محصولات زراعی در ایران، از یک‌سو عدم توجه لازم به افزایش کمی و کیفی علوفه موجب کمبود مواد گوشتی و لبنی و کاهش کیفیت آن‌ها شده و از سوی دیگر چرای بیش‌ازحد دام‌ها و فشار به مراتع منجر به نابودی بخش عظیمی از پوشش گیاهی موجود و درنتیجه فرسایش خاک شده است (Solymani *et al.*, 2011).

سیب‌زمینی ترشی با نام علمی *Helianthus tuberosus* از خانواده آفتابگردان و بومی آمریکای شمالی است و در بیش‌تر مناطق جهان رویش دارد (Stanley & Stephen, 2008). سیب‌زمینی ترشی در ابتدا به‌عنوان غذای انسان و دام مورد استفاده قرار می‌گرفت ولی امروزه بخشی از محصول مزارع زیر کشت آن به تولیدات صنعتی مثل اتانول و فروکتوز اختصاص‌یافته است (Bhagia *et al.*, 2018). ارتفاع بخش هوایی این گیاه تا ۳۵۰ سانتی‌متر رسیده و دارای رشد انبوه و با تولید برگ‌های نسبتاً پهن و حجیم بوده و استعداد مناسبی برای تولید علوفه دارد (Stanley & Stephen, 2008). میزان علوفه سبز این گیاه تا ۷۰ تن و میزان ماده خشک علوفه تولیدی آن تا ۲۶ تن در هکتار گزارش شده است (Schittenhelm, 1999). علوفه خشک این گیاه منبع خوبی از پروتئین با مقدار لیزین بالا است (Kays & Nottingham, 2008). رقم‌های جدید این گیاه برای تولید محصول زیاد و مواد مغذی اصلاح شده‌اند مجموع مواد مغذی قابل هضم علوفه آن بر اساس ماده خشک ۶۷-۶۱ درصد بیان شده است. میزان پروتئین خام مجموع بخش‌های هوایی این گیاه از ۵ تا ۱۶/۷ و در برگ‌ها تا ۲۰/۷ درصد گزارش شده است (Kays & Nottingham, 2008).

پژوهش‌گران در بررسی میزان عناصر در برگ‌های توده‌های مختلف سیب‌زمینی ترشی دریافتند که میزان نیتروژن از ۱۴/۰۳ تا ۳۴/۷۵ گرم بر کیلوگرم، فسفر از ۱/۲۱ تا ۲/۶۴ گرم بر کیلوگرم و پتاسیم از ۸/۱۹ تا ۴۳/۵۹ گرم بر کیلوگرم متغیر بودند (Terzić *et al.*, 2012). پژوهش‌گران در بررسی‌های خود گزارش کردند که بالاترین عملکرد زیست‌توده اندام‌های هوایی و غده سیب‌زمینی ترشی با کاربرد ۵۴-۱۰۸-۱۶۲ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، فسفر و پتاسیم و در چین پاییزه به‌دست می‌آید (Matías *et al.*, 2013). در تحقیق روی کلون‌های مختلف سیب‌زمینی ترشی گزارش شد که برداشت تابستانه نسبت به برداشت زمستانه، عملکرد زیست‌توده اندام‌های هوایی و غلظت‌های همی‌سلولز، پروتئین، لیپیدها، عصاره، اورونیک اسید، خاکستر و اینولین بیش‌تر و عملکرد غده و غلظت‌های سلولز و لیگنین کم‌تری داشت (Gunnarsson *et al.*, 2014). از طرفی دیگر نیز برخی پژوهش‌گران در پژوهش‌هایی اعلام کردند که میزان عناصر ماکرو اندام هوایی سیب‌زمینی ترشی در مقادیر مختلف نیتروژن متفاوت بود به‌طوری‌که بیش‌ترین میزان سدیم با کاربرد ۵۰کیلوگرم نیتروژن درهکتار، بیش‌ترین مقدار منیزیم و سولفور با کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و بیش‌ترین مقدار نیتروژن با کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار حاصل شد (Sawicka *et al.*, 2015).

با توجه به موارد ذکرشده، این مطالعه با هدف تعیین اثر فاصله‌برداشت علوفه بر صفات کمی و کیفی گیاه سیب‌زمینی ترشی به‌عنوان یک گیاه علوفه امیدبخش انجام شد.

۲. مواد و روش‌ها

آزمایشی در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار و دو مشاهده در هر تکرار در مزرعه تحقیقاتی مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور واقع در کرج با مختصات جغرافیایی ۳۵ درجه و ۵۶ دقیقه عرض شمالی و ۵۰ درجه و

www.SID.ir

Archive of SID

۵۸ درجه طول شرقی و ارتفاع ۱۳۱۲/۵ متر از سطح دریا طی سال‌های زراعی ۹۴-۱۳۹۳ و ۹۵-۱۳۹۴ انجام شد. تیمارهای آزمایش در سال اول شامل سه فاصله برداشت (دو، سه و چهار ماه پس از سبز شدن یا رشد مجدد) و در سال دوم شامل چهار فاصله برداشت (یک، دو، سه و چهار ماه پس از سبز شدن یا رشد مجدد) بودند. گیاه سیب‌زمینی ترشی گیاهی چند ساله می‌باشد. بنابراین در سال دوم کشت مجدد انجام نشده است. در واقع سال دوم ادامه کشت سال اول می‌باشد. در سال اول تیمار برداشت هر پنج ماه یکبار وجود داشت که به‌دلیل برخورد بوته‌ها به سرما و سبز خشک‌شدن آنها این تیمار در سال دوم با برداشت هر یک ماه یکبار جایگزین و از سال اول نیز حذف شد. به‌منظور تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک منطقه مورد آزمایش، در ابتدای فصل رشد و قبل از کاشت، نمونه‌ای همگن از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک مزرعه مورد آزمایش تهیه و به آزمایشگاه ارسال گردید (جدول ۱).

جدول ۱. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه

خصوصیات	مقدار
رس (%)	۲۰
ماسه (%)	۳۸
سیلت (%)	۴۲
بافت خاک	لومی (Loam)
اسیدیته خاک	۸/۳۲
رطوبت در ظرفیت زراعی (درصد وزنی)	۲۵/۴۴
رطوبت در نقطه پژمردگی دائم (درصد وزنی)	۱۲/۷
رطوبت اشباع (%)	۵۰/۸۸
هدایت الکتریکی (dS/m)	۳/۶۷
کربنات کلسیم معادل TNV (%)	۱۱/۹
مواد آلی (%)	۲/۸۷
گوگرد قابل جذب (%)	۰/۰
نیترات (mg/kg)	۷۵
آمونیوم (mg/kg)	۶۸/۴
پتاسیم قابل جذب (mg/kg)	۴۶۳/۶
فسفر قابل جذب (mg/kg)	۱۵/۶

پس از تهیه ۱۲۰ کیلوگرم غده سیب‌زمینی ترشی از کشاورزان شهرستان توابع استان اصفهان، در ۱۵ بهمن‌ماه سال ۱۳۹۳ کشت انجام شد. غده‌ها به فاصله ۲۵ سانتی‌متر روی پشته‌ها و در ردیف‌هایی با فاصله ۷۵ سانتی‌متر کشت شد. هر کرت شامل هشت ردیف به طول چهار متر بود. تمام عملیات زراعی شامل شخم، دیسک، تسطیح و ایجاد جوی و پشته قبل از کاشت انجام شد. آبیاری هر ۱۰ روز یک‌بار به‌صورت غرقابی صورت گرفت. بعد از کاشت و استقرار گیاه، برداشت علوفه در سال اول در فواصل زمانی دو، سه و چهار ماه و در سال دوم در فواصل یک، دو، سه و چهار ماه پس از کشت با حذف اثر حاشیه‌ای از هر کرت از سطح خاک با داس انجام شد. پس از برداشت کل کرت در فاصله‌های مورد نظر، آبیاری صورت گرفت و رشد مجدد اتفاق افتاد و برداشت طبق فواصل در نظر گرفته شد ادامه پیدا کرد.

به‌منظور اندازه‌گیری صفات، نمونه‌برداری‌های تخریبی در زمان‌های مختلف رشد، از آغاز و تا انتهای فصل رشد ادامه یافت. این نکته قابل ذکر است که صفات کمی مانند وزن خشک علوفه حاصل جمع برداشت‌ها است و صفات کیفی حاصل میانگین برداشت‌ها است. مسلماً هر چه فاصله برداشت‌ها کمتر باشد حاصل جمع یا میانگین از تعداد بیش‌تری برداشت (چین) به‌دست‌آمده است. برداشت تا جایی ادامه داشت که شرایط آب‌وهوایی از رشد بوته‌ها جلوگیری نکند. هر مرحله نمونه‌برداری از مساحتی حدود نیم مترمربع برداشت صورت گرفت. برای اندازه‌گیری وزن خشک کل علوفه، علوفه تر برداشت‌شده در دمای ۷۰ درجه سلیسیوس به‌مدت ۴۸ ساعت در آون خشک و توزین شد و به‌عنوان عملکرد علوفه خشک ثبت شد. هم‌چنین، به‌منظور مطالعه شاخص‌های رشد در هر مرحله نمونه‌برداری، پس از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه، سطح برگ‌ها آن‌ها به‌وسیله دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ

www.SID.ir

Archive of SID

(مدل DELTA-T DEVICES ساخت کشور انگلستان) تعیین گردید. شاخص‌های رشدی شامل شاخص سطح برگ، سرعت رشد محصول (رابطه ۱) و سرعت رشد نسبی (رابطه ۲) بر اساس زمان (T) از سبز شدن در چین اول یا زمان از رویش مجدد در چین‌های دوم به بعد محاسبه گردید (Karimi & Siddique, 1991). شاخص سطح برگ (LAI) از تقسیم سطح برگ به واحد سطح زمین به‌دست آمد.

$$CGR = \frac{(W2-W1)}{T2-T1} \times \frac{1}{GA}$$ رابطه ۱)

$$RGR = \frac{(LN\,W2-LN\,W1)}{T2-T1}$$ رابطه ۲)

که در این روابط، W2-W1 تغییرات وزن خشک، T2-T1 فاصله زمانی بین دو نمونه‌برداری، GA واحد سطح زمین و CGR سرعت رشد محصول است. ارتفاع بوته نیز با استفاده از خط‌کش از سطح زمین تا بالاترین نقطه بوته اندازه‌گیری شد. در کل علوفه برداشت‌شده میزان پروتئین خام، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی و خنثی، کربوهیدرات‌های محلول در آب (Dubois *et al*., 1956) و مواد معدنی پتاسیم و فسفر (Zahedchekovari & Gasemov, 2015) اندازه‌گیری شد. مقدار پروتئین خام با استفاده از روش کَجِلدال و تعیین عناصر معدنی با استفاده از روش عصاره هضم با استفاده از اسید سولفوریک تعیین شد (AOAC, 2000). هم‌چنین غلظت فسفر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل Cary 100, Varian، ساخت استرالیا) و میزان پتاسیم با استفاده از دستگاه فلیم فتومتر اندازه‌گیری شد (AOAC, 2000).

به‌منظور تجزیه آماری داده‌ها از نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۱) استفاده گردید. قبل از تجزیه واریانس داده‌ها، آزمون نرمالیتی انجام‌گرفته و پس از اطمینان از توزیع نرمال باقیمانده‌ها، تجزیه واریانس از طریق مدل خطی تعمیم‌یافته (GLM) انجام شد. قبل از تجزیه واریانس، از تبدیل لگاریتمی برای داده‌ها با واحد درصد استفاده شد. برای مقایسه میانگین تیمارها از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد.

۳. نتایج و بحث

۳. ۱. وزن خشک کل علوفه

تجزیه واریانس نشان داد که وزن خشک کل علوفه در سال اول و سال دوم در سطح احتمال آماری یک درصد معنی‌دار است (جدول ۲). بیش‌ترین وزن خشک کل علوفه در سال اول در فاصله برداشت هر چهار ماه مشاهده شد که با فاصله برداشت هر سه ماه تفاوت معنی-داری نداشت. هم‌چنین، کمترین مقدار آن در فاصله برداشت هر دو ماه دیده شد (جدول ۳). در سال دوم، بیش‌ترین وزن خشک کل علوفه در فاصله برداشت هر دو ماه و کمترین مقدار آن در فاصله برداشت هر یک ماه دیده شد (جدول ۳). ترکیب شیمیایی گیاه به دلیل انتقال و جابجایی زیاد کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌ها و عناصر معدنی بین بخش‌های مختلف گیاه در طول رشد به‌ویژه زمان بلوغ متغیر است (Denoroy, 1996). در حقیقت با افزایش سن گیاهان مختلف و با افزایش تجمع مواد مغذی در گیاه وزن خشک کل علوفه نیز افزایش می‌یابد (McDonald *et al*., 2011). افزایش وزن خشک کل علوفه با افزایش سن علوفه سیب‌زمینی ترشی توسط سایر پژوهش‌گران نیز گزارش شد (Johnson *et al*., 2001; Mahmud *et al*., 2003; Abbasi *et al*., 2012) که با نتایج حاصل از سال اول آزمایش مطابقت داشت. با توجه به نتایج سال دوم، با افزایش سن گیاه و تعداد برداشت، وزن خشک کل علوفه سیب‌زمینی ترشی کاهش یافت. این موضوع مربوط به شرایط آب‌وهوایی و تأثیر فصل بر خصوصیات گیاهی است و احتمالاً به مرحله برداشت، رقم گیاه و شرایط کشت مربوط می‌شود (McDonald *et al*., 2011).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲. تجزیه واریانس اثر فاصله چین بر عملکرد و شاخص‌های رشد علوفه سیب‌زمینی ترشی در سال‌های ۱۳۹٤ و ۱۳۹۵

منابع تغییرات	درجه آزادی		وزن خشک کل علوفه		نسبت برگ به ساقه		مجموع شاخص سطح برگ		سرعت رشد گیاه		سرعت رشد نسبی	
	۱۳۹٤	۱۳۹۵	۱۳۹٤	۱۳۹۵	۱۳۹٤	۱۳۹۵	۱۳۹٤	۱۳۹۵	۱۳۹٤	۱۳۹۵	۱۳۹٤	۱۳۹۵
تکرار	۲	۲	۵۱۸۱ns	٦۵۵ ns	۰/۰۲ns	۰/۰۱ns	۲/۵۳ns	۰/۵٦ns	۲ns	۱ns	۰/۰۰ns	۰/۰۰ns
تیمار	۲	۳	۷٤۰٤۳٤**	۳٦۷۵۳۱٤**	۰/۱٤**	۰/۳۲**	٤/۲۱ns	۲۵۱/۷۰**	۱۱۸**	۱۰۷**	۰/۰۰**	۰/۰۰**
خطای آزمایشی	٤	٦	٦۰۷۱۵	۱٦۷۹٤۱	۰/۰۱	۰/۰۱	٤/۱٦	۲/۰۲	۷	٦	۰/۰۰	۰/۰۰
خطای نمونه‌برداری	۹	۱۲	٤۳۰۹٤	۹٤٦۲۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰٤	۳/۰٤	٤/۷٦	۵	۳	۰/۰۰	۰/۰۰
ضریب تغییرات (%)	–	–	۱٤/۸۷	۱۲/۹۷	۹/۸۷	۱۲/۵۷	۱٤/۸۹	۱۳/۰٦	۱۳/۸۱	۱۳/٦۳	۲/۱٤	۱/۹۷

ns، * و **: به‌ترتیب نشان‌دهنده غیرمعنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال آماری پنج و یک درصد هستند.

جدول ۳. مقایسه میانگین‌های عملکرد و شاخص‌های رشد علوفه سیب‌زمینی ترشی تحت تأثیر فاصله چین در سال‌های ۱۳۹٤ و ۱۳۹۵

تیمارها	وزن خشک کل علوفه (g/m^2)		نسبت برگ به ساقه		مجموع شاخص سطح برگ		سرعت رشد گیاه ($g/m^2/day$)		سرعت رشد نسبی (g/g/day)	
	۱۳۹٤	۱۳۹۵	۱۳۹٤	۱۳۹۵	۱۳۹٤	۱۳۹٤	۱۳۹٤	۱۳۹۵	۱۳۹٤	۱۳۹۵
یک ماه	–	۹۲۱/۸c	-	۰/۸۲۹a	–	۱۰/۷۰c	–	۷/٦۸c	–	۰/۰۵٦b
دو ماه	۱۳۳۹/۳b	۲۷۷۳/۰a	۰/۵۵۷a	۰/٤۹٦b	۱۲/٦۲a	۲۳/۷۸a	۱۱/۱٦b	۱۵/٤۰ab	۰/۰٦۰c	۰/۰٤٤c
سه ماه	۱۷۸۹/۲a	۲۲٦٤/۰ab	۰/۳۱۵b	۰/٤۵۸b	۱۰/۹۸a	۲۰/۵۹b	۱۹/۸۸a	۱۲/۵۸b	۰/۰۸۰a	۰/۰٤۳c
چهار ماه	۲۰۳۱/٦a	۲۰۹۲/۳b	۰/۲۷۷b	۰/۲۷٦c	۱۱/۵۲a	۱۱/۷٤c	۱٦/۹۳a	۱۷/٤٤a	۰/۰٦۳b	۰/۰٦٤a

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در هر ستون، فاقد اختلاف معنی‌دار با آزمون LSD در سطح احتمال آماری پنج درصد است.

۳. ۲. نسبت برگ به ساقه

تجزیه واریانس نشان داد که نسبت برگ به ساقه در سال اول و سال دوم در سطح احتمال آماری یک درصد معنی‌دار است (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیش‌ترین نسبت برگ به ساقه (۰/۵٦) در سال اول در فاصله برداشت هر دو ماه دیده شد. هم‌چنین، کمترین مقدار آن (۰/۲۸) در فاصله برداشت هر چهار ماه مشاهده گردید که با فاصله برداشت هر سه ماه تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۳). علاوه بر این، در سال دوم بیش‌ترین نسبت برگ به ساقه (۰/۸۳) در فاصله برداشت هر یک ماه دیده شد. هم‌چنین، کمترین مقدار آن (۰/۲۸) در فاصله برداشت هر چهار ماه مشاهده گردید (جدول ۳). با افزایش سن گیاه نسبت برگ به ساقه کاهش می‌یابد که با نتایج پژوهشی روی گونه‌ای مرغ (*Cynodon* spp) در چین سوم مطابقت دارد (Egidio Taffarel *et al.*, 2016). علت این امر، نازک و شکننده بودن ساقه در اوایل دوره رشدی گیاه و درصد بیش‌تر حجم برگ در پر کردن سایه‌انداز گیاه بوده، و با افزایش سن گیاه پس از به حداکثر رسیدن سطح برگ، از تعداد برگ متناسب با افزایش ضخامت و قطر ساقه، کاسته شده و ریزش می‌کنند (Rezvani Moghaddam & Nassiri Mahallati, 2004). بنابراین انتظار می‌رود که با تأخیر در برداشت، نسبت برگ به ساقه کمتر شده و کیفیت علوفه نیز کاهش یابد. افزایش میزان نسبت ساقه به برگ نیز ضمن افزایش عملکرد بیولوژیک باعث کاهش کیفیت علوفه می‌گردد (Papi *et al.*, 2015).

www.SID.ir

Archive of SID

۳. ۳. شاخص سطح برگ

با توجه به تجزیه واریانس، اثر فاصله چین‌برداری بر مجموع شاخص سطح برگ در سال اول غیرمعنی‌دار و در سال دوم در سطح احتمال آماری یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بیش‌ترین مجموع شاخص سطح برگ در سال دوم (۲۳/۷۸) در فاصله برداشت هر دو ماه مشاهده شد و کمترین مقدار آن (۱۰/۷۰) در فاصله برداشت هر یک ماه گزارش شد که با فاصله برداشت هر چهار ماه تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۳). LAI یکی از شاخص‌های تعیین‌کننده رشد می‌باشد که برای دستیابی به عملکرد بالا لازم است هر گیاهی قبل از زمان گل‌دهی، از سطح برگ قابل‌توجهی برخوردار باشد (Solymani *et al.*, 2011). برخی پژوهش‌گران گزارش کرده‌اند که با افزایش سن گیاه و گذشت زمان، شاخص سطح برگ به‌دلیل تولید آسیمیلات بیش‌تر و افزایش تقسیم سلولی و اندازه سلول‌ها تا یک حد خاص افزایش‌یافته و پس از رسیدن به‌حداکثر خود با افزایش سایه‌اندازی و کاهش‌نفوذ نور به داخل کانوپی، فعالیت فتوسنتزی کاهش یافته و به‌دلیل زرد شدن و ریزش برگ‌های پایین کانوپی، کاهش می‌یابد (Ghiasabadi *et al.*, 2014). برخی از پژوهش‌گران نیز کم‌بودن سطح برگ در اوایل و اواخر دوره رشد را گزارش کرده‌اند (Javadi *et al.*, 2006).

۳. ٤. سرعت رشد گیاه

تأثیر فاصله برداشت بر سرعت رشد گیاه در سال اول و دوم در سطح احتمال آماری یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بیش‌ترین مقدار سرعت رشد گیاه در سال اول (۱۹/۸۸ گرم در متر مربع در روز) در فاصله برداشت هر سه ماه مشاهده شد که با فاصله برداشت هر چهار ماه تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۳). کمترین مقدار سرعت رشد گیاه (۱۱/۱٦ گرم در متر مربع در روز) در فاصله برداشت هر دو ماه دیده شد (جدول ۳). بیش‌ترین مقدار سرعت رشد گیاه (۱۷/٤٤ گرم در متر مربع در روز) در سال دوم در فاصله برداشت هر چهار ماه دیده شد و کمترین مقدار آن (۷/٦۸ گرم در متر مربع در روز) در فاصله برداشت هر یک ماه مشاهده گردید (جدول ۳). سرعت رشد گیاه در مراحل اولیه به‌دلیل کامل‌نبودن پوشش گیاهی و هم‌چنین درصد کم نور خورشید که توسط گیاهان جذب می‌شود کم می‌باشد، اما با نمو گیاهان زراعی افزایش می‌یابد. زیرا سطح برگ افزایش یافته و نور کمتری از میان کانوپی به سطح خاک نفوذ می‌کند (Karimi & Siddique, 1991). علت اصلی روند نزولی سرعت رشد گیاه در اواخر دوره رشد مربوط به کاهش مقدار شاخص سطح برگ و نیز کاهش شدت تشعشع در آخر فصل باشد که خود متأثر از افزایش تقاضا و نهایتاً پیری برگ‌ها است (Karimi & Siddique, 1991). علت روند صعودی سرعت رشد گیاه در سال دوم در اواخر دوره رشد را می‌توان به افزایش بارندگی از یک‌سو و از سوی دیگر، کاهش دما و در نتیجه کاهش تبخیر و تعرق و بهبود شرایط رشد گیاه مرتبط دانست (داده‌ها ارائه نشده‌اند). سرعت رشد گیاه حاصل‌ضرب سرعت جذب خالص و شاخص سطح برگ می‌باشد و بنابراین می‌تواند هم از بعد فیزیولوژیکی و هم از بعد مورفولوژیکی بیان شود (Radosevich *et al.*, 2007). در واقع در شرایط محیطی مطلوب‌تر به دلیل شاخص سطح برگ بالاتر و سرعت فتوسنتز بیش‌تر سرعت رشد گیاه افزایش می‌یابد.

۳. ۵. سرعت رشد نسبی

تجزیه واریانس نشان‌دهنده معنی‌دار بودن اثر فاصله برداشت بر سرعت رشد نسبی در سال اول و دوم در سطح آماری یک درصد بود (جدول ۲). بیش‌ترین سرعت رشد نسبی در سال اول (۰/۰۸ گرم بر گرم در روز) در فاصله برداشت هر سه ماه و کمترین مقدار آن (۰/۰٦ گرم بر گرم در روز) در فاصله برداشت هر دو ماه مشاهده شد (جدول ۳). هم‌چنین،

www.SID.ir

Archive of SID

بیش‌ترین سرعت رشد نسبی در سال دوم (۰/۰٦٤ گرم بر گرم در روز) در فاصله برداشت هر چهار ماه و کمترین مقدار آن (۰/۰٤۳ گرم بر گرم در روز) در فاصله برداشت هر سه ماه مشاهده شد که با فاصله برداشت هر دو ماه تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۳). در ابتدای فصل رشد، چون اکثر ماده خشک، حاصل تولید برگ بوده، و نیز به‌علت نفوذ نور بیش‌تر به داخل جامعه گیاهی و سایه‌اندازی کمتر برگ‌ها روی یکدیگر و جذب خالص و در نتیجه تنفس کمتر سرعت رشد نسبی بالاتر بوده و به‌تدریج به‌دلیل متراکم شدن کانوپی، سرعت رشد نسبی روند کاهشی داشته و در آخر فصل رشد به‌دلیل پیری گیاه، افزایش بافت‌های ساختمانی، کاهش کارایی تولید و متوقف شدن فعالیت‌های گیاه در تخصیص مواد فتوسنتزی به اندام رویشی و زایشی مقدار آهنگ رشد محصول روند نزولی پیدا کرده است (Ghiasabadi *et al.*, 2014). علت روند صعودی سرعت رشد نسبی در سال دوم در اواخر دوره رشد را می‌توان به افزایش بارندگی از یک‌سو و از سوی دیگر، کاهش دما و در نتیجه کاهش تبخیر و تعرق و بهبود شرایط رشد گیاه مرتبط دانست (داده‌ها ارائه نشده‌اند).

۳. ٦. پروتئین خام کل علوفه

تجزیه واریانس نشان داد پروتئین خام کل علوفه در سال دوم در سطح احتمال آماری یک درصد معنی‌دار است (جدول ٤). بیش‌ترین محتوای پروتئین خام کل علوفه در سال دوم (۱۷/۲۰ درصد) در فاصله برداشت هر یک ماه و کمترین مقدار آن (۷/۹۷ درصد) در فاصله برداشت هر چهار ماه مشاهده شد که با فواصل برداشت هر دو و سه ماه اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۵). علت کاهش پروتئین خام کل علوفه با افزایش سن گیاه به افزایش نسبت ساقه به برگ مرتبط است. پژوهش‌گران بیان کردند که پروتئین خام برگ‌های سیب‌زمینی ترشی سه برابر بیش‌تر از ساقه آن‌ها است (Kays & Nottingham, 2008). ازآنجایی‌که غلظت پروتئین ساقه نسبت به برگ کمتر است، در نتیجه افزایش سن گیاه موجب کاهش غلظت پروتئین خام کل علوفه می‌شود (Johnson *et al.*, 2001). نتایج این پژوهش با گزارشی مبنی بر کاهش پروتئین خام برگ‌ها از ۱۸۱ به ۱۲۲ گرم در کیلوگرم از مرحله رویشی تا مرحله گلدهی گیاه مطابقت دارد (Seiler, 1988).

جدول ٤. تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر فاصله چین بر صفات کیفی علوفه سیب‌زمینی ترشی در سال‌های ۱۳۹٤ و ۱۳۹۵

منابع تغییر	درجه آزادی		پروتئین خام		فسفر کل		پتاسیم		الیاف نامحلول در شوینده اسیدی		الیاف نامحلول در شوینده خنثی		کربوهیدرات‌های محلول	
	۹٤	۹۵	۱۳۹٤	۱۳۹۵	۱۳۹٤	۱۳۹۵	۱۳۹٤	۱۳۹۵	۱۳۹٤	۱۳۹۵	۱۳۹٤	۱۳۹۵	۱۳۹٤	۱۳۹۵
تکرار	۲	۲	۵/۰ns	۵/٤ns	۰/۰ns	۰/۰ns	۰/۱ns	۰/۲ns	۱۰/٤ns	۷/٤ns	۱۵/۱ns	۲/۵ns	۲/۵*	۳/۰ns
تیمار	۲	۳	۲۲/٤ns	۵۰/۲**	۰/۰ns	۰/۱*	۱/۵*	۳/۸**	۲۲/۲ns	۱۰۸/٤**	۹۰/٦ns	۳۵/۳*	۵/٤**	۳۷/٦**
خطای آزمایشی	٤	٦	۷/۷	٤/۲	۰/۰	۰/۰	۰/۱	۰/۱	۱٤/۹	۸/۲	۱٦/۱	۵/۷	۰/۲	۱/۱
ضریب تغییرات (%)	–	–	۲۱/۹	۱۷/۸	۲٦/٦	۱۷/۳	۷/۰	۵/۷	۱۰/٤	۸/۳	۸/۳	۵/۳	۷/۲	۱۸/۸

ns، * و **: به‌ترتیب نشان‌دهنده غیرمعنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال آماری پنج و یک درصد هستند.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵. مقایسه میانگین‌های صفات کیفی علوفه سیب‌زمینی ترشی تحت تأثیر فاصله چین در سال‌های ۱۳۹٤ و ۱۳۹۵

تیمارها	پروتئین خام (%)		فسفر (%)		پتاسیم (%)		الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (%)		الیاف نامحلول در شوینده خنثی (%)		کربوهیدرات‌های محلول در آب (%)	
	۱۳۹٤	۱۳۹۵	۱۳۹٤	۱۳۹٤	۱۳۹٤	۱۳۹۵	۱۳۹٤	۱۳۹۵	۱۳۹٤	۱۳۹۵	۱۳۹٤	۱۳۹۵
یک ماه	–	۱۷/۲۰a	–	۰/٦۱٤ab	–	۷/۰۰a	–	۲۷/۳۷b	–	٤۱/۱۱c	–	۲/۰٦b
دو ماه	۱۵/۷۰a	۹/۲٤b	۰/٤۷۵a	۰/٤۱۳c	۵/۸٤b	۵/۸۹a	۳٤/۰۵a	۳۱/۹۰b	٤۳/۰۳a	٤۹/۰٦a	٤/٦۹c	۳/۰٤b
سه ماه	۱۰/٤٦a	۱۱/۷٤b	۰/۵۳۵a	۰/٤۵۲bc	٤/٤٦b	۵/۰۵c	۳۹/۲۲a	٤۰/۰۲a	٤۷/۳۱a	٤٦/٤۰ab	۷/۳٦a	۷/۷٤a
چهار ماه	۱۱/۷۵a	۷/۹٦b	۰/۵۲۹a	۰/۷۱۷a	٤/۳۸d	۵/۱۰ab	۳۸/۱۰a	۳۹/۰۰a	۵۳/۹٤a	٤۳/٦۹a	۵/۸۰b	۹/۳٤a

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در هر ستون، فاقد اختلاف معنی‌دار با آزمون LSD در سطح احتمال آماری پنج درصد است.

۳. ۷. فسفر کل علوفه

تجزیه واریانس نشان داد که اثر فاصله چین بر صفات کیفی کل علوفه سیب‌زمینی ترشی، فسفر کل علوفه در سال دوم در سطح احتمال آماری پنج درصد به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر قرار گرفت (جدول ٤). بیش‌ترین مقدار فسفر کل علوفه (۰/۷۲ درصد) در فاصله برداشت هر چهار ماه و کمترین مقدار آن (۰/٤۱ درصد) در فاصله برداشت هر دو ماه مشاهده گردید (جدول ۵). مرحله رویشی و سن گیاه بر تراکم عناصر مغذی آن اثرات متفاوتی دارد. با افزایش سن گیاه و رسیدن به مرحله بلوغ، غلظت بعضی از عناصر مانند پتاسیم، سدیم، فسفر، مس، روی، کبالت، نیکل و مولیبدن کاهش، ولی میزان سیلیس، آلومینیوم و کروم افزایش می‌یابد که البته این تغییرات به نوع گیاه و سایر شرایط محیطی و بیولوژیک نیز بستگی دارد (Suttle *et al.*, 1983).

۳. ۸. پتاسیم کل علوفه

تأثیر چین بر پتاسیم کل علوفه در سال اول و دوم معنی‌دار بود (جدول ٤). بیش‌ترین پتاسیم کل علوفه در سال اول (۵/۸۹ درصد) در فاصله برداشت هر دو ماه و کمترین مقدار آن (٤/٦٤ درصد) در فاصله برداشت هر سه ماه مشاهده شد (جدول ۵). هم‌چنین، بیش‌ترین پتاسیم کل علوفه در سال دوم (۷/۰۰ درصد) در فاصله برداشت هر یک ماه و کمترین مقدار آن (۵/۰۵ درصد) در فاصله برداشت هر سه ماه مشاهده گردید (جدول ۵). پژوهش‌گران گزارش دادند که با افزایش سن گیاه میزان پتاسیم، منگنز و مس کاهش یافته، به‌طوری‌که بیش‌ترین مقدار آن‌ها در زمان اول برداشت (به‌ترتیب ۳/۳۰ درصد، ۹٦/۳۵ و ۱۱/۱ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک) مشاهده گردید (Papi *et al.*, 2015). پژوهش‌گران دریافتند که مقدار پتاسیم در اوایل دوره رشد در بیش‌ترین حد خود قرار دارد و طی فصل رشد به سرعت کاهش می‌یابد (Milford *et al.*, 2000).

۳. ۹. الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (ADF)[1] کل علوفه

تأثیر چین بر مقدار ADF در سال دوم در سطح احتمال آماری یک درصد معنی‌دار بود (جدول ٤). بیش‌ترین مقدار ADF در سال دوم (٤۰/۰۲ درصد) در فاصله برداشت هر سه ماه مشاهده شد که با فاصله برداشت هر چهار ماه تفاوت آماری معنی‌داری نداشت (جدول ۵).

1. Acid detergent fiber

www.SID.ir

Archive of SID

همچنین، کمترین مقدار آن (۲۷/۳۷ درصد) در فاصله برداشت هر یک ماه دیده شد که با فاصله برداشت هر دو ماه تفاوت آماری معنی‌داری نداشت (جدول ۵). پژوهش‌گران غلظت ADF در علوفه سیب‌زمینی ترشی را ۳۰۰-۲۳۵ گرم در کیلوگرم ماده خشک گزارش نموده‌اند (Perston, 2006; Papi *et al.*, 2015).

۳. ۱۰. الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF)[1] کل علوفه

مقادیر NDF در سال دوم تحت تأثیر چین قرار گرفت (جدول ٤). بیش‌ترین مقادیر NDF در سال دوم (٤٩/٠٦ درصد) در فاصله برداشت هر دو ماه دیده شد که با فاصله برداشت هر چهار ماه تفاوت معنی‌داری نداشت و کمترین مقدار آن (٤١/١١ درصد) در فاصله برداشت هر یک ماه مشاهده شد (جدول ۵). در کل، طولانی شدن فصل برداشت و پیشرفت بلوغ گیاه موجب افزایش نیاز گیاه به بافت‌های الیافی برای بهبود استحکام و از سویی دیگر، موجب کاهش نسبت برگ به ساقه می‌شود که نتیجه آن افزایش غلظت NDF است (McDonald *et al.*, 2011). به هر حال باید توجه داشت، عواملی مانند مرحله رشد گیاه در زمان برداشت، تغییرات فصل، تغییر شرایط خاک و اقلیم در طی رشد و چین‌برداری گیاهان (McDonald *et al.*, 2011) و نیز جابجایی مواد مغذی بین بخش‌های مختلف گیاه در طول دوره رشد (Denoroy, 1996) موجب تغییرات در مقادیر NDF خواهد شد.

۳. ۱۱. کربوهیدرات محلول در آب کل علوفه

کربوهیدرات محلول در آب کل علوفه در سال اول و سال دوم در سطح احتمال آماری یک درصد تحت تأثیر فاصله برداشت قرار گرفت (جدول ٤). بیش‌ترین مقدار کربوهیدرات محلول در آب در سال اول (٧/٣٦ درصد) در فاصله برداشت هر سه ماه و کمترین آن (٤/٦٩ درصد) در فاصله برداشت هر دو ماه دیده شد (جدول ۵). بیش‌ترین مقدار کربوهیدرات محلول در آب در سال دوم (٩/٣٤ درصد) در فاصله برداشت هر چهار ماه مشاهده شد که با فاصله برداشت هر سه ماه تفاوت معنی‌داری نداشت و کمترین آن (٢/٠٦ درصد) در فاصله برداشت هر یک ماه دیده شد که با فاصله برداشت هر دو ماه تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۵). نتایج به‌دست‌آمده برای علوفه مورد مطالعه برآیندی از تلفیق عوامل مختلف تأثیرگذار یعنی فاصله برداشت، عوامل اقلیمی و مرحله رشد فیزیولوژیک گیاه وابسته است (McDonald *et al.*, 2011). تأثیر بلوغ گیاهان بر میزان کربوهیدرات محلول گیاهان علوفه‌ای یکسان نیست. در گراس‌های سردسیری افزایش دوره رشد گیاهان موجب افزایش غلظت کربوهیدرات محلول می‌گردد (McDonald *et al.*, 2011). این در حالی است که در غلات گرمسیری و سردسیری غلظت کربوهیدرات محلول تا مرحله خمیری شدن دانه افزایش و سپس با تکامل و توسعه دانه کاهش می‌یابد (Barnes *et al.*, 2003). پژوهش‌گران دریافتند که غلظت کربوهیدرات محلول موجود در علوفه سیب‌زمینی ترشی در مراحل مختلف رشد بین ١٩٦-١١٦ گرم در کیلوگرم ماده خشک بوده که بیش‌ترین آن در مرحله آغاز گلدهی مشاهده شده است (Papi *et al.*, 2015).

٤. نتیجه‌گیری

سیب‌زمینی ترشی در قسمت‌های مختلف ایران به نام‌های یارمسی، یارمستی، یارمسکی، بنه سه، یرالماسی، شلغم (شیرازی) و سیب خاکی شناخته می‌شود. علوفه خشک این گیاه منبع خوبی از پروتئین با مقدار لیزین بالا است.

1. Neutral detergent fiber

www.SID.ir

Archive of SID

به‌طورکلی فاصله برداشت دو ماه یک‌بار به‌دلیل عملکرد بالای علوفه خشک (۲۰۵٦ گرم در مترمربع)، نسبت برگ به ساقه ۰/۵۳، پروتئین خام ۱۲/۵۰ درصد، کربوهیدرات‌های محلول در آب ۳/۸۹ درصد، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی و خنثی به‌ترتیب برابر ۳۲/۹۸ و ٤٦/۰۵ درصد بهترین تیمار برای تولید علوفه سیب‌زمینی ترشی بود. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده در مناطقی که کشت یونجه و ذرت با تنش‌های محیطی از جمله تنش خشکی و شوری روبه‌رو است می‌توان این گیاه را به‌عنوان جایگزین کشت توصیه کرد.

۵. منابع

AOAC. (2000). Official methods of analysis, (15th ed). *Association of Official Analytical Chemists*. Washington, D. C. USA.

Abbasi, D., Rouzbehan, Y., & Rezaei, J. (2012). Effect of harvest date and nitrogen fertilization rate on the nutritive value of amaranth forage (*Amaranthus hypochondriacus*). *Animal Feed Science and Technology, 171*(1), 6-13.

Barnes, R. F., Nelson, C. J., Collins, M., & Moore, K. J. (ed.) (2003). *Forages: An introduction to grassland agriculture* (6th ed). Ames, IA: Iowa State Press.

Bhagia, S., Ferreira, J. F., Kothari, N., Nunez, A., Liu, X., da Silva Dias, N., Suarez, D. L., Kumar, R., & Wyman, C. E. (2018). Sugar yield and composition of tubers from Jerusalem Artichoke (*Helianthus tuberosus*) irrigated with saline waters. *Biotechnology and Bioengineering, 115*(6), 1475-1484. DOI: 10.1002/bit.26582.

Denoroy, P. (1996). The crop physiology of *Helianthus tuberosus* L.: a model oriented view. *Biomass and bioenergy, 11*(1), 11-32. DOI: 10.1016/0961-9534(96)00006-2.

Dubois, M., Gilles, K. A., Hamilton, J. K., Rebers, P. A., & Smith, F. (1956). Colorimetric method for determination of sugar and related substances. *Analytical Chemistry, 28*(3), 350-356. DOI: 10.1021/ac60111a017.

Egidio Taffarel, L., Mesquita, E. E., Dalazen Castagnara, D., Galbeiro, S., Barcellos Costa, P., & Rabello de Oliveira, P. S. (2016). Tifton 85 grass responses to different nitrogen levels and cutting intervals. *Semina: Ciências Agrárias, 37*(4), 2067-2083.

Ghiasabadi, M., Khajeh-hosseini, M., & Mohammad Abadi, A. (2014). The study of transplanting date on growth analyses and forage yield of maize (*Zea mays* L.) under Mashhad conditions. *Iranian Journal of Field Crops Research, 12*(1), 137-145. (In Persian).

Gunnarsson, I. B., Svensson, S. E., Johansson, E., Karakashev, D., & Angelidaki, I. (2014). Potential of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) as a biorefinery crop. *Industrial Crops and Products, 56*, 231–240.

Javadi, H., Rashed Mohasel, M. H., Zamani, G., Azari Nasr Abad, A., & Moosavi, G. (2006). Effect of plant density on growth indices of four grain sorghum cultivars. *Iranian Journal of Field Crops Research, 4*(2), 253-265. (In Persian).

Johnson, C. R., Reiling, B. A., Mislevy, P., & Hall, M. B. (2001). Effects of nitrogen fertilization and harvest date on yield, digestibility, fiber, and protein fractions of tropical grasses. *Journal of Animal Science, 79*(9), 2439-2448.

Karimi, M. M., & Siddique, H. M. (1991). Crop growth rates of old and modern wheat cultivars. *Australian Journal of Agricultural Research, 42*, 13-20. DOI: 10.1071/Ar9910013.

Kays, S. J., & Nottingham, S. F. (2008). Biology and Chemistry of Jerusalem artichoke (Helianthus tuberosus L.). Florida: CRC Press.

Mahmud, K., Ahmad, I., & Ayub, M. (2003). Effect of nitrogen and phosphorus on the fodder yield and quality of two sorghum cultivars (*Sorghum bicolor* L.). *International Journal of Agriculture and Biology, 5*(1), 61-63.

Matías, J., González, J., Cabanillas, J., Royano, L. (2013). Influence of NPK fertilisation and harvest date on agronomic performance of Jerusalem artichoke crop in the Guadiana Basin (Southwestern Spain). *Industrial Crops and Products, 48*, 191–197.

McDonald, P., Edwards, R. A., Greenhalgh, J. F. D., Morgan, C. A., Sinclair, L. A., & Wilkinson, R. G. (2011). *Animal Nutrition* (7th ed). Harlow, UK: Pearson Education Limited.

Milford, G. F. J., Armstrong, M. J., Jarvis, P. J., Houghton, B. J., Bellett-Travers, D. M., Jones, J., & Leigh, R. A. (2000). Effect of potassium fertilizer on the yield, quality and potassium offtake of sugar beet crops grown on soils of different potassium status. *The Journal of Agricultural Science, 135*(1), 1-10. DOI: 10.1017/S0021859699007881.

www.SID.ir

Archive of SID

Papi, N., Kafilzadeh, F., & Fazaeli, H. (2015). Yield, composition and digestibility of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus*) at different harvesting stages. *Journal of Animal Production, 17*(2), 335-345. (In Persian).

Perston, R. L. (2006). *Typical composition of commonly used feed for sheep and cattle*. Columbia Court, Pagosa Spring, Co. 76500-81147.

Radosevich, S. R., Holt, J. S., & Ghersa, C. M. (2007). Ecology of weeds and invasive plants: relationship to agriculture and natural resource management. 3rd Edition, John Wiley & Sons Press.

Rezvani Moghaddam, P., & Nassiri Mahallati, M. (2004). Dry matter digestibility and protein contents of three forage sorghum cultivars harvested at different dates. *Iranian Journal of Agricultural Science, 35*(4), 787-796. (In Persian).

Sawicka, B., Kalembasa, D., & Skiba, D. (2015). Variability in macroelement content in the aboveground part of *Helianthus tuberosus* L. at different nitrogen fertilization levels. *Plant Soil and Environment, 61*(4), 158-163. DOI: 10.17221/956/2014-PSE.

Schittenhelm, S. (1999). Agronomic performance of root chicory, Jerusalem artichoke, and sugarbeet in stress and non stress environments. *Crop Science, 39*, 1815-1823.

Seiler, G. J. (1988). Nitrogen and mineral content of selected wild and cultivated genotypes of Jerusalem artichoke. *Agronomy Journal, 80*(4), 681-687.

Solymani, A. A., Kamkar, B., Zinali, E., & Mokhtarpur, H. (2011). Effects of planting date and harvesting time on the quality characteristics of pear millet forage (*Pennisetum glaucum*). *Journal of Crop Production, 3*(4), 143-160. (In Persian).

Stanley, J. K., & Stephen. F. N. (2008). *Biology and chemistry of Jerusalem artichoke (Helianthus tuberosus* L.). Taylor and Francis group: CRC Press.

Suttle, N. F., Gunn, R. G., Allen, W. M., Linklater K. A., & Wiener G. (Eds.). (1983). *Trace elements in animal production and veterinary practice*. Haddington, UK: Occasional Publication of the British Society of Animal Production No. 7.

Terzić, S., Atlagić, J., Maksimović, I., Zeremski, T., Zorić, M., Miklič, V., & Balalić, I. (2012). Genetic variability for concentrations of essential elements in tubers and leaves of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.). *Scientia Horticulturae, 136*, 135-144.

Zahedchekovari, S., & Gasemov, N. (2015). The study nutrition elements, proline, protein, and growth charactersts of *Borago officinalis* L. under drought stress. *Journal of Crop Biotechnology, 5*(11), 65-75. (In Persian).

www.SID.ir