مجله علوم گیاهان زراعی ایران
دوره ۴۲، شماره ۱، ۱۳۹۰ (۱۱۳-۱۰۵)

ارزیابی ترکیب شیمیایی، کیفیت تخمیر و قابلیت هضم علوفه سیلو شده آفتابگردان در مراحل مختلف نموی

الهه مفاخر[1]*، موسی مسکرباشی[2]، پیمان حسیبی[3]، محمدرضا مشایخی[4] و جمشید بقایی‌پور[5]
۱، ۲، ۳، دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و استادیاران دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز
۴، محقق مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان، ۵، کارشناس تغذیه دام جهاد کشاورزی استان خوزستان
(تاریخ دریافت: ۸۸/۴/۳ - تاریخ تصویب: ۸۹/۱۰/۱)

چکیده

آفتابگردان عملکرد علوفه خشک زیادی داشته و از نظر مواد معدنی، پروتئین و کلسیم غنی‌تر از ذرت است، بنابراین استفاده از این علوفه در جیره غذایی دام‌ها می‌تواند کمک شایانی برای رفع فقر مواد غذایی آنها باشد. به منظور تعیین مناسب‌ترین مرحله برداشت آفتابگردان برای سیلو کردن، آزمایشی در سال زراعی ۸۷-۱۳۸۶ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز اجرا گردید. از طرح آماری بلوک کامل تصادفی با ۳ تیمار و ۴ تکرار استفاده شد و تیمارهای مورد آزمایش (مرحله نموی آفتابگردان) عبارت بودند از: اواخر غنچه‌دهی، اواخر گلدهی و مرحله شیری-خمیری دانه، که به مدت ۴۵ روز درون بطری‌های پلاستیکی دهانه گشاد سیلو شدند. نتایج آزمایش نشان داد که، سیلوی آفتابگردان در مرحله اواخر غنچه‌دهی به طور معنی‌داری درصد خاکستر، پروتئین خام و قابلیت هضم ماده خشک بیشتری نسبت به دو مرحله دیگر داشت، ولی به دلیل واکنش اسیدیته غیرقابل قبول (۵/۶۷) این مرحله نموی قابل توصیه نیست. بنابراین سیلوی آفتابگردان در مرحله اواخر گلدهی و قبل از تشکیل دانه به علت داشتن واکنش اسیدیته قابل قبول و پروتئین، موادمعدنی، قندهای محلول، قابلیت هضم ماده خشک و قابلیت هضم ماده آلی بیشتر از مرحله شیری- خمیری دانه، در تحقیق حاضر توصیه می شود.

واژه‌های کلیدی: آفتابگردان، کیفیت سیلو، اسیدیته سیلو.

مقدمه

آفتابگردان (*Helianthus annus*) به عنوان یک گیاه جهت سیلو کردن در خیلی از بخش‌های دنیا به طور موفقیت‌آمیزی کشت می‌شود، به ویژه در آمریکا و روسیه ارقامی با محتوی فیبر پایین به منظور تهیه سیلو استفاده می‌گردند (Valizadeh et al., 2003). مرحله رشد گیاه از مهم ترین عوامل مؤثر بر عملکرد، قابلیت هضم و ترکیب شیمیایی علوفه می‌باشد (Johnson et al., 1999; Alavi, 2000; Erfanzaded,2001; Erfanzadeh & Arzani, 2002; Kaldmae et al., 2003; Filya, 2004)، به طوری که، برای دست‌یابی به سیلوی با کیفیت خوب و ارزش غذایی بالا، گیاه را باید در مرحله رشدی مناسب برداشت نمود (Goncalves et al., 1999). تا به حال مقدار محدودی آزمایش برای انتخاب بهترین زمان برداشت آفتابگردان به جهت سیلو کردن انجام گرفته است. چندین مطالعه، تغییرات ناچیز ترکیب شیمیایی گیاه آفتابگردان را در طی مراحل رشدی نشان داده‌اند (Anthony & Henderson, 1920; Gaines &

* نویسنده مسئول: الهه مفاخر تلفن: ۰۹۱۶-۳۰۵۲۲۸۵ E-mail: elahe.mafakher@yahoo.com

(Nevens, 1925). از طرفی در آزمایشی که به منظور تعیین کیفیت سیلوی ارقام مختلف آفتابگردان (V2000، DK180، M734 و Rumbosol 91) در زمان‌های ۳۰، ۳۷، ۴۴ و ۵۱ روز پس از گلدهی انجام گرفت، بهترین زمان برداشت به منظور سیلو کردن ارقام DK180 و M734، ۳۷ روز پس از گلدهی و برای V2000 و Rumbosol 91 به ترتیب در حدود ۵۱ و ۳۰ روز پس از گلدهی به دست آمد (Goncalves et al., 1999). در تحقیق دیگری نیز علوفه سیلو شده گیاه کامل آفتابگردان در سه مرحله رشدی (گلدهی، شیری دانه و خمیری دانه) بررسی گردید، نتایج آزمایش نشان داد که در مرحله خمیری دانه نسبت به دو مرحله دیگر، درصد ماده خشک، ماده آلی و چربی خام بیشتر شد در حالی که، درصد دیواره سلولی و دیواره سلولی عاری از همی‌سلولز در گیاه کاهش یافت. در این تحقیق، سیلوی مرحله گلدهی، به علت اسیدلاکتیک[1] و اسیدپروپیونیک[2] بیشتر و اسیدبوتیریک[3] و pH کمتر برای به دست آوردن سیلوی با کیفیت بالاتر پیشنهاد شد (Demirel et al., 2006). همچنین در آزمایش دیگری که بر روی ارزیابی کیفیت سیلوی آفتابگردان در مراحل مختلف رشدی انجام گرفت، پایان مرحله گلدهی را به عنوان بهترین زمان برداشت برای تهیه سیلو بیان کردند (Tan & Tumer, 1996). این در حالی بود که، محققین دیگری زمان برداشت مطلوب آفتابگردان را به جهت تولید مواد مغذی مناسب در مرحله شیری دانه ها اعلام کرده بودند (Harper et al., 1981). نتایج آزمایشی که با هدف بررسی ترکیب شیمیایی و ارزش غذایی رقم آرماویرس آفتابگردان در ۱۲ مرحله رشدی انجام گرفت نشان داد که، می‌توان آفتابگردان را به صورت تازه و پژمرده بدون استفاده از ماده افزودنی در مرحله گلدهی به طور موفقیت آمیزی سیلو کرد، اما با توجه به آن که حداکثر عملکرد ماده خشک (۱۸/۲ تن در هکتار) در مرحله خمیری دانه و بیشترین میزان قابلیت هضم ماده خشک در آغاز گلدهی به دست آمد، مرحله شیری دانه را جهت دست یابی به حداکثر عملکرد ماده خشک و مواد مغذی پیشنهاد نمودند (Edwards et al., 1978). نتایج مطالعات دیگری نیز نشان داد که، خوشخوراکی، ترکیب غذایی و قابلیت هضم مواد سیلو شده وابسته به مرحله بلوغ گیاه، میزان رطوبت و نسبت طبق به ساقه در زمان سیلو کردن می‌باشد و اظهار داشت، با توجه به کاهش میزان پروتئین خوشخوراکی و بیشتر شدن فیبر با افزایش رسیدگی گیاه، آفتابگردان را نباید بعد از مرحله اوایل خمیری سیلو نمود (Murphy, 1978). این در حالی است که محققین دیگری قبلاً مرحله خمیری و اواخر بلوغ آفتابگردان را مرحله حداکثر ارزش غذایی اعلام کرده بودند (Anthony & Henderson, 1920). نتایج آزمایشی تحت عنوان اثر ملاس، اوره و تلقیح باکتریایی بر ترکیب شیمیایی و تجزیه‌پذیری ماده خشک آفتابگردان سیلو شده حاکی از آن بود که، با سیلو کردن آفتابگردان به صورت گیاه کامل (در مرحله‌ای که دانه‌ها کاملاً رسیده بودند) و افزودن ملاس می‌توان سیلوهای با کیفیت تری تهیه کرد. ضمن این که، تهیه آفتابگردان سیلو شده به صورت گیاه کامل و بالغ (دانه دار بودن) نسبت به سیلوی بدون تشکیل دانه در طبق منجر به تولید سیلوهایی با pH، غلظت دیواره سلولی و خاکستر کمتر و در مقابل غلظت پروتئین خام، چربی خام (انرژی‌زایی) بیشتر گردید، ولی از لحاظ ماده خشک، تولید اسید لاکتیک و تجزیه پذیری ماده خشک اختلاف معنی‌داری بین آن دو دسته مشاهده نشد (Alikhani et al., 2005). همچنین نتایج تحقیقات گسترده مرکز مونتانا بیانگر امکان تهیه سیلوی با کیفیت بسیار خوب (اوایل بلوغ) تا قابل قبول (اواسط الی اواخر بلوغ) از گیاهان آفتابگردان بود (Blish, 1921). بنابراین هدف از انجام این تحقیق تعیین ترکیب شیمیایی و قابلیت هضم سیلوی گیاه کامل آفتابگردان در ۳ مرحله نموی گوناگون و تعیین بهترین مرحله برداشت آفتابگردان جهت انجام عملیات سیلو می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۸۷-۱۳۸۶ در مزرعه آزمایشی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز اجرا گردید. در این مطالعه از طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار استفاده شد. رقم روغنی یوروفلور

1. Lactic Acid
2. Propionic Acid
3. Butyric Acid

(Euroflor) آفتابگردان در سه تاریخ هفتم و بیست و دوم اسفند و هفتم فروردین ماه کشت گردید و میزان ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار، کود سوپر فسفات تریپل و سولفات پتاسیم و کود اوره (۲۰۰ کیلوگرم در هکتار به عنوان کود پایه و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار به صورت کود سرک در مرحله ۱۵ برگی) به زمین افزوده شد. در دوم خرداد ماه سال ۱۳۸۷ گیاه کامل آفتابگردان از ارتفاع ۱۰ سانتی‌متری سطح زمین برداشت شد. در هنگام برداشت، آفتابگردان‌ها در سه مرحله نموی: مرحله اواخر غنچه‌دهی، مرحله اواخر گلدهی و مرحله شیری-خمیری دانه قرار داشتند. پس از نوشتن مشخصات کرت و تکرار هر مرحله نموی، سریعاً به محل انجام عملیات سیلو منتقل شدند. جهت انجام عملیات سیلو: گیاهان را به قطعات کوچک خرد نموده (توسط سبزی خردکن بزرگ صنعتی) و جهت رساندن رطوبت آنها به حد مناسب برای سیلو، پژمرده گردیدند. در مرحله بعد مواد گیاهی را درون بطری‌های پلاستیکی دهانه گشاد دو کیلویی ریخته و پس از فشرده کردن (توسط دست) و قرار دادن دو لایه پلاستیک بر روی آنها، درب سیلوها را بسته و به مدت ۴۵ روز در دمای اتاق (به طور میانگین ۲۵°c) و در تاریکی (پوشش با پلاستیک تیره) نگهداری شدند. پس از گذشت مدت زمان مورد نظر سیلوها را باز و بلافاصله از ارتفاع ۵ سانتی‌متر پایین‌تر از سطح سیلو اقدام به نمونه‌برداری گردید. تعیین درصد ماده خشک به وسیله خشک کردن در آون و اندازه‌گیری ماده آلی و خاکستر به روش سوزاندن در کوره الکتریکی به مدت سه ساعت و نیم در دمای ۵۵۰ درجه سانتیگراد انجام شد. به منظور تعیین pH، ۵۰ گرم از هر نمونه را با ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر به مدت ۱ دقیقه در مخلوط‌کن به هم زده و محتویات به وسیله کاغذ صافی، صاف گردیدند، در انتها pH هر نمونه به وسیله pH meter مدل wtw 330i و با استفاده از عصاره آبی تهیه شده به روش فوق قرائت گردید. درصد پروتئین خام به روش کلدال و با ضرب درصد ازت در ضریب ۶/۲۵ به دست آمد. تعیین درصد الیاف خام با توجه به روش AOAC (1990)، و از رابطه زیر اندازه گیری گردید:

$$CF\ (\%) = ۱۰۰ \times (W_3 - W_2) / W_1$$

که در رابطه فوق: CF: فیبر خام، W_1 وزن اولیه نمونه، W_2: وزن کروسیبل با نمونه پس از سوزاندن و W_3:وزن کروسیبل و بقایای نمونه قبل از سوزاندن می‌باشد. برای اندازه گیری قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی به صورت آزمایشگاهی (*in vitro*)، از روش هضم دو مرحله‌ای Tilley & Terry (1963) استفاده شد. همچنین برای اندازه‌گیری کل قندهای محلول در آب و نشاسته از روش Schlegl (1986) استفاده شد. نتایج به دست آمده با استفاده از نرم‌افزار SAS مورد تجزیه آماری قرار گرفت و مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون چند دامنه ای دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

با توجه به نتایج تجزیه واریانس، گیاه آفتابگردان در مراحل نموی مورد بررسی از نظر درصد ماده خشک دارای اختلاف معنی‌دار نبودند (جدول ۱). همچنین مقایسه میانگین این صفت در زمان برداشت نشان داد که، آفتابگردان مرحله شیری-خمیری و غنچه‌دهی به ترتیب بیشترین و کمترین درصد ماده خشک را دارا بودند و در واقع با افزایش رشد گیاه درصد ماده خشک افزایش یافت (جدول ۲).

بین مراحل نموی آفتابگردان از نظر قندهای محلول در آب و نشاسته اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول۱). مقایسه میانگین‌های تیمارها نشان داد که،

جدول ۱- تجزیه واریانس ماده خشک، قندهای محلول و نشاسته گیاه آفتابگردان در مراحل نمو مختلف

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		ماده خشک	کل قندهای محلول در آب	نشاسته
تکرار	۳	۰/۰۰۳۹ ns	۷۰/۸۹ ns	۲۹/۸۵ ns
مرحله نمو	۲	۰/۰۰۱۲ ns	۱۷۵۶/۱۸**	۳۱۲۲/۱۴**
خطا	۶	۰/۰۰۰۳	۱۷/۵۱	۷۲/۹۷
CV		۴/۸۱	۴/۳۸	۷/۶۱

** معنی‌دار در سطح ۱٪ و ns فاقد اختلاف معنی‌دار.

جدول ۲- مقایسه میانگین ماده خشک، قندهای محلول و نشاسته گیاه آفتابگردان در مراحل نمو مختلف

مراحل نمو	روز بعد از کشت	ماده خشک (درصد)	کل قندهای محلول در آب (گرم در کیلوگرم)	نشاسته (گرم در کیلوگرم)
اواخر غنچه‌دهی	۵۸	۱۱/۳۵ a	۹۵/۳۴ b	۸۳/۲۵ c
اواخر گلدهی	۷۲	۱۲/۵۱ a	۱۱۶/۵۰ a	۱۱۴/۳۷ b
شیری-خمیری دانه	۸۶	۱۳/۷۰ a	۷۴/۵۹ c	۱۳۹ a

در هر ستون اعدادی که حروف غیرمشترک دارند، دارای اختلاف معنی‌دار هستند ($P < ۰/۰۱$).

بیشترین میزان قند در مرحله گلدهی وجود داشت و با تشکیل دانه در طبق کاهش یافت (جدول ۲)، البته علت این کاهش می‌تواند انتقال و مصرف مواد قندی به سایر اندام‌ها به ویژه دانه‌های در حال رشد باشد. همچنین با افزایش نمو گیاه، نشاسته روند افزایشی داشت (جدول۲)، که می‌تواند به علت فرصت ذخیره‌سازی بیشتر آنها باشد، البته در آزمایش‌هایی که بر روی گیاه نخود (Salawu et al., 2001)، گندم (Weinberg et al., 1991; Weinberg et al., 1993; Sutton et al., 2002) و ذرت (Andrae et al., 2001; Hunt et al., 1989) صورت گرفت نیز به طور مشابه نشاسته در طول دوره رشد روندی افزایشی داشت.

اثر مرحله نموی بر درصد ماده خشک در سطح ۱٪ معنی‌دار شد (جدول۳). همان طور که در جدول مقایسه میانگین (جدول ۴) نشان داده شده است، مرحله غنچه‌دهی بیشترین درصد ماده خشک را دارا بود، البته این درصد ماده خشک با توجه به پژمرده نمودن گیاهان قبل از سیلو، نمایانگر ماده خشک حقیقی گیاه نیست و کلیه مواد گیاهی با ماده خشک ۲۵ الی ۳۰ درصد سیلو گردیدند (درصد ماده خشک گیاهان بعد از پژمردگی و قبل از عملیات سیلو، در مرحله غنچه‌دهی و مرحله شیری-خمیری دانه به ترتیب بیشترین و کمترین بود)، با این وجود مشاهده می شود که، پس از عملیات سیلو، ماده خشک در مرحله گلدهی به طور معنی‌داری بیش از سایر تیمارها گردید (جدول۴). که علت آن می‌تواند، بالاتر بودن قندهای محلول در آب مرحله گلدهی باشد که از طریق افزایش انرژی قابل دسترس برای عمل باکتری‌های تولیدکننده اسید لاکتیک و در نهایت غلبه آنها بر محیط سیلو باعث بهبود تخمیر شده است. بنابراین مرحله گلدهی کمترین تلفات ماده خشک را در طی عملیات سیلو داشت. در نتایج Demirel et al. (2006) نیز مشخص شد که، بیشترین میزان اسید لاکتیک و کمترین اسید بوتیریک در سیلوی مرحله گلدهی آفتابگردان نسبت به مراحل شیری و خمیری دانه بود.

بین pH سیلوها در هر سه مرحله نموی تفاوت معنی‌داری وجود داشت (جدول۳)، و به طور میانگین در مراحل نموی غنچه‌دهی، گلدهی و شیری-خمیری دانه به ترتیب ۵/۶۷، ۴/۵۹ و ۴/۳۰ به دست آمد (جدول ۴). میزان pH در مطالعه ای که بر روی ارزش تغذیه‌ای آفتابگردان سیلو شده در جیره گاوهای شیری انجام شد، بین ۴ تا ۴/۵ به دست آمد که به عنوان سیلوی با کیفیت خوب در نظر گرفته شد (Schingoethe et al., 1980). Alikhani et al. (2005) نیز اظهار داشتند که، سیلوی گیاهان آفتابگردانی که در آنها دانه تشکیل شده بود نسبت به آنهایی که هنوز در طبق دانه نداشتند دارای pH به طور معنی‌دار پایین‌تری بودند (۳/۹۱ در مقابل ۴/۴۵). این محققین کمتر بودن pH آفتابگردان‌های دانه‌دار را ناشی از نسبت بیشتر برگ نسبت به گروه بدون دانه و بیشتر بودن کربوهیدرات‌های محلول در آب دانسته‌اند. البته نتایج آزمایش حاضر نشان می‌دهد که، درصد برگ در کل گیاه با افزایش مرحله نموی کاهش یافت (شکل۱). با توجه به ظرفیت بافرینگ پروتئین و افزایش مواد تامپونی حاصل از تجزیه آن در سیلو، با افزایش پروتئین، نیاز به باکتری‌های اسید لاکتیک بیشتری برای تخمیر مناسب و کاهش pH است (Lauer et al., 1997; Kaldmae et al., 2003). از طرفی وجود عناصر معدنی، به خصوص کلسیم و پتاسیم نیز باعث افزایش مواد قلیایی سیلو و در نتیجه خنثی شدن اسیدهای تولید شده و افزایش pH می‌گردد (Shamma et al., 2001). بنابراین کاهش pH سیلوها با افزایش مرحله نموی می‌تواند به علت کاهش درصد پروتئین و

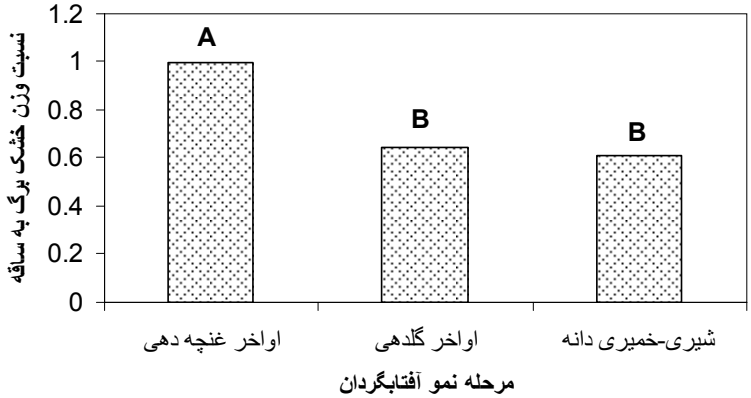
مواد معدنی باشد. به طور موافق نتایج آزمایش دیگری نشان داد که کمتر شدن pH سیلوها با افزایش مرحله رشدی گیاه تاج‌خروس به علت کاهش پروتئین خام و در نتیجه افزایش نسبت قند به پروتئین این گیاه بود (Kadoshnikov et al., 2001). همچنین نتایج آزمایش‌های دیگر بیانگر ارتباط معکوس بین ماده خشک و pH سیلوها بود (Goncalves et al., 1999; Demirel et al., 2006).

مقایسه میانگین ماده آلی در مراحل نموی مختلف نشان داد که، با افزایش رشد گیاه میزان این صفت به طور معنی‌داری زیاد شد (جدول ۴). با توجه به این که بیشترین درصد ماده آلی گیاه آفتابگردان در قسمت‌های ساقه و طبق و کمترین آن در برگ وجود دارد (Mello et al., 2004)، با افزایش مرحله نموی آفتابگردان و افزایش نسبت ساقه و طبق به برگ در گیاه (شکل ۲)، بیشتر شدن ماده آلی نیز بسیار منطقی است. Demirel et al. (2006) نیز افزایش معنی‌دار (در سطح ۵ درصد) ماده آلی آفتابگردان سیلو شده را در مرحله گلدهی، نسبت به خمیری دانه نشان دادند.

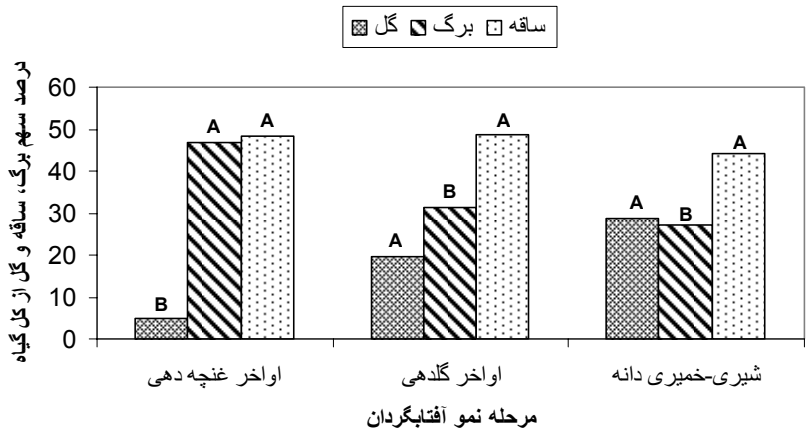
اثر مرحله نمو آفتابگردان برای خاکستر معنی‌دار شد (جدول ۳). بیشترین و کمترین درصد خاکستر به ترتیب مربوط به مرحله غنچه‌دهی و مرحله شیری خمیری دانه گردید و بین آنها اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۴). در نتایج آزمایش دیگری نیز بیان شده که، اختلاف بسیار معنی‌داری ($P<0/0001$) بین سیلوی آفتابگردان با تشکیل دانه و بدون تشکیل دانه در طبق وجود دارد، آنها علت این اختلاف را پایین بودن درصد خاکستر دانه و نسبت دانه در آفتابگردان سیلو شده بیان داشتند (Alikhani et al., 2005). که البته، با توجه به نتایج آزمایش حاضر و دیگر تحقیقات (Edwards et al., 1978; Gaines & Nevens, 1925)، نه تنها کاهش خاکستر در تمام دوره رشد گیاه وجود دارد بلکه در این آزمایش به طور معنی‌داری (در سطح ۱٪) از مرحله غنچه‌دهی به گلدهی صورت گرفت (جدول ۴). بیشترین درصد خاکستر در گیاه آفتابگردان مربوط به قسمت برگ می‌باشد (Mello et al., 2004)، و با توجه به این که درصد برگ در گیاه آفتابگردان از غنچه‌دهی به گلدهی کاهش معنی‌داری داشت (شکل ۱) این موضوع تصدیق می‌گردد.

نتایج تجزیه واریانس نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار این صفت در بین تیمارها بود (جدول ۳). همچنین مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که، با افزایش رشد گیاه آفتابگردان درصد پروتئین خام کاهش می یابد (جدول ۴). با توجه به این که بیشترین بخش پروتئین گیاه در برگ‌ها وجود دارد (Shamma et al., 2001; Kochaki, 2004; Kaldmae et al., 2003)، با بالا رفتن سن و کاهش نسبت برگ به ساقه، کاهش درصد پروتئین نیز منطقی است.

با توجه به نتایج تجزیه واریانس، اختلاف معنی‌داری بین فیبرخام تیمارها مشاهده نشد (جدول ۳). الیاف خام به طور عمده از همی‌سلولز، سلولز و مقداری لیگنین غیرمحلول تشکیل می‌شود، البته در سالهای بعد ون‌سوست، به جای تعیین الیاف خام در روش تجزیه تقریبی، روش دقیق‌تر تجزیه الیاف نامحلول در محلول



شکل ۱- نسبت وزن خشک برگ به ساقه گیاه آفتابگردان در مراحل نموی مختلف



شکل ۲- درصد تخصیص ماده خشک بین اندام‌های هوایی گیاه آفتابگردان در مراحل نموی مختلف

جدول ۳- تجزیه واریانس اثر مرحله نمو بر درصد ترکیب شیمیایی (بر اساس ماده خشک) و pH سیلوی گیاه کامل آفتابگردان

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		ماده خشک	ماده آلی	خاکستر	پروتئین خام	فیبر خام	pH
تکرار	۳	۰/۰۰۰۱۲ ns	۰/۰۰۰۱۹ ns	۰/۰۰۰۱۹ ns	۰/۰۰۰۰۷۶ ns	۰/۰۰۰۸۰ ns	۰/۰۰۰۰۰۰۱۱ ns
مرحله نمو	۲	۰/۰۰۹۵**	۰/۰۰۴۴**	۰/۰۰۴۴**	۰/۰۰۱۲**	۰/۰۰۱۳ ns	۰/۰۰۱۰**
خطا	۶	۰/۰۰۰۱۴	۰/۰۰۰۱۴	۰/۰۰۰۱۴	۰/۰۰۰۰۳۷	۰/۰۰۱۴	۰/۰۰۰۰۰۲۴
CV (درصد)		۲/۱۲	۱/۰۶	۲/۷۰	۱/۶۱	۶/۱۸	۰/۷۰

** معنی‌دار در سطح ۱٪، ns فاقد اختلاف معنی‌دار.

جدول ۴- اثر مرحله نمو بر درصد ترکیب شیمیایی (بر اساس ماده خشک) و pH سیلوی گیاه کامل آفتابگردان

مراحل نمو	ماده خشک	ماده آلی	خاکستر	پروتئین خام	فیبر خام	pH	ارزیابی کیفی
اواخر غنچه‌دهی	۲۷/۹۱ b	۷۸/۶۲ b	۲۱/۳۷ a	۱۵/۱۲ a	۳۲/۲۵ a	۵/۶۷ a	۱۸/۲۵
اواخر گلدهی	۳۲/۹۷ a	۸۲/۶۲ a	۱۷/۳۷ b	۱۳/۰۶ b	۳۵/۵۰ a	۴/۵۹ b	۱۹/۰۰
شیری-خمیری دانه	۲۴/۱۹ c	۸۳/۵۰ a	۱۶/۵۰ b	۱۲/۸۷ b	۳۲/۷۵ a	۴/۳۰ c	۱۸/۸۳

در هر ستون اعدادی که حروف غیر مشترک دارند، دارای اختلاف معنی‌دار هستند ($P < ۰/۰۱$)

پاک‌کننده خنثی[1] که عمدتاً از لیگنین، سلولز و همی‌سلولز تشکیل شده است و می‌تواند به عنوان معیاری از مواد دیواره سلولی گیاه در نظر گرفته شود را ابداع نمود (Hashemi, 1992). در مراحل اولیه رشد گیاه، دیواره سلولی به صورت یک دیواره پکتینی است که به تدریج با سلولز، همی‌سلولز و لیگنین جایگزین می‌شود. مقدار پکتین با افزایش سن گیاه کاهش یافته و در مقابل مقدار سلولز و لیگنین افزایش می‌یابد (Mashaykhi & Ghorbani, 2005; Gaines & Nevens, 1925). با توجه به این که درصد NDF در ساقه بیشتر از برگ و در برگ بیشتر از طبق می‌باشد (Mello et al., 2004)، می‌توان چنین نتیجه گرفت که، افزایش رشد گیاه و بیشتر شدن درصد طبق در کل گیاه باعث همپوشانی اثر لیگنینی شدن ساقه و برگ گیاه و معنی‌دار نشدن فیبر خام گردیده است. نتایج آزمایش دیگری نشان داد که، درصد NDF آفتابگردان سیلو شده، در مرحله خمیری دانه، نسبت به مراحل گلدهی و شیری دانه کاهش یافت (معنی‌دار در سطح ۰/۰۵). آنها علت این کاهش را افزایش سهم دانه با دیواره سلولی کمتر دانستند (Demirel et al., 2006). محققین دیگری نیز در نتایج خود، درصد NDF کمتر را در سیلوی آفتابگردان با تشکیل دانه در طبق نسبت به مرحله‌ای که

1. NDF

دانه در طبق تشکیل نشده بود نشان دادند (Alikhani et al., 2005).

مرحله رشد گیاه به هنگام برداشت، عمده‌ترین عامل تأثیرگذار بر قابلیت هضم علوفه است (Valizadeh et al., 2003)، و تعیین قابلیت هضم از اصلی‌ترین معیارهای ارزش غذایی خوراک‌ها (Akbari Gharaie, 1999)، و یکی از مهمترین معیارهای ارزش محصول به جهت سیلو است (Gaines & Nevens, 1925). نتایج تجزیه واریانس نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در درصد قابلیت هضم ماده خشک بود، در حالی که بین مراحل نموی اختلافی از نظر قابلیت هضم ماده آلی و ماده خشک در ماده آلی وجود نداشت (جدول ۵). همچنین مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که با افزایش مرحله نمو، قابلیت هضم ماده خشک سیلوها کاهش یافته و کمترین قابلیت هضم در مرحله شیری-خمیری دانه به وقوع پیوست در حالی که بین دو مرحله دیگر اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۶). در آزمایش دیگری نیز کاهش معنی‌دار (در سطح ۵٪)، قابلیت هضم ماده خشک (از مرحله رشدی گلدهی به شیری دانه) و قابلیت هضم ماده آلی (از مرحله رشدی گلدهی به خمیری دانه) گزارش شد، و علت این امر را کاهش قابلیت هضم دیواره سلولی و دیواره سلولی عاری از همی‌سلولز[1] علوفه سیلو شده با افزایش رسیدگی گیاه اعلام نمودند (Demirel et al., 2006). این در حالی است که محققین دیگری افزایش چربی خام سیلو را علت کاهش قابلیت هضم ماده خشک دانستند (Valdez et al., 1988). بنابراین کاهش قابلیت هضم ماده خشک سیلوی آفتابگردان با تشکیل دانه (مرحله شیری-خمیری دانه) می‌تواند به علت افزایش درصد چربی خام باشد.

در مجموع نتایج این آزمایش نشان داد که گیاه کامل آفتابگردان را می‌توان در مراحل نموی گلدهی و شیری-خمیری دانه بدون استفاده از هیچ ماده افزودنی با موفقیت سیلو نمود. اما از آنجا که ارزش غذایی گیاهان با پروتئین و قابلیت هضم نسبت مستقیم دارد و با توجه به میزان قندهای محلول بالا و pH قابل قبول، می‌توان سیلوی با کیفیت‌تری را در مرحله نموی اواخر گلدهی و قبل از تشکیل دانه در طبق تهیه نمود. همچنین به واسطه رطوبت بالای گیاه آفتابگردان (به طور میانگین ۸۷/۵ درصد)، نیاز به پژمرده کردن مواد گیاهی قبل از انجام عملیات سیلو امری ضروری است.

1. ADF

جدول ۵- تجزیه واریانس اثر مرحله نمو بر درصد قابلیت هضم به روش آزمایشگاهی سیلوی گیاه کامل آفتابگردان

منابع تغییرات	میانگین مربعات		
	قابلیت هضم ماده خشک	قابلیت هضم ماده آلی	قابلیت هضم ماده آلی در ماده خشک
تکرار	۰/۰۰۰۱۹ ns	۰/۰۰۰۳۳ ns	۰/۰۰۰۷۱ ns
مرحله نمو	۰/۰۰۲۱**	۰/۰۰۰۴۹ ns	۰/۰۰۱۹ ns
خطا	۰/۰۰۰۱۴	۰/۰۰۰۳۹	۰/۰۰۰۶۵
CV (درصد)	۱/۲۴	۲/۱۴	۳/۱۶

** معنی‌دار در سطح ۱٪، ns فاقد اختلاف معنی‌دار.

جدول ۶- اثر مرحله نمو بر درصد قابلیت هضم به روش آزمایشگاهی سیلوی گیاه کامل آفتابگردان

مراحل نمو	قابلیت هضم ماده خشک	قابلیت هضم ماده آلی	قابلیت هضم ماده آلی در ماده خشک
اواخر غنچه‌دهی	۶۹/۹۳ a	۶۳/۳۵ a	۴۹/۸۱ a
اواخر گلدهی	۶۹/۱۸ a	۶۴/۸۱ a	۵۳/۵۶ a
شیری-خمیری دانه	۶۵/۸۷ b	۶۲/۷۲ a	۵۳/۷۵ a

در هر ستون اعدادی که حروف غیر مشترک دارند، دارای اختلاف معنی‌دار هستند (P < ۰/۰۱).

REFERENCES

1. Akbari Gharaie, M. (1999). *Comparision of different methods of preadaction of digestibility in sheep*. M. Sc. Thesis. Agriculture College. Tarbiat Modarres University. (In Farsi).
2. Alavi, M. (2000). *Evaluation of Feeding value of data bases of animal feed source in Iran (forage and woody).* M. Sc. Thesis. Research and training assistant of emam khomaini training center. (In Farsi).
3. Alikhani, M., Assadi Almoti, A., Ghorbani, G. R. & Sadeghi, N. (2005). Effect of molasses, urea and inoculation on chemical composition and dry matter degredation of sunflower ensilage. *Journal of Agricultural and Natural Sciences and Technology*, 9(3), 171-182. (In Farsi).
4. Andrae, J. G., Hunt, C. W., Pritchard, G. T., Kenington, L. R., Harrison, J. H., Kezar, W. & Mahanna, W. (2001). Effect of hybrid, maturity, and mechanical processing of corn silage on intake and digestibility by beef cattle. *Journal of Animal Science*, 79, 2268-2275.
5. Anthony, E. L. & Henderson, H. O. (1920). *Sunflower vs. corn for silage*. W. Va. Agr. Exp. Sta. Circ.32.
6. Association of Analytical chemist. (1990). *Official methods of analysis*. (13th Ed.). A. O. A. C. Washington, D. C.
7. Blish, M. J. (1921). *Factors influencing quality and composition of sunflower silage*. Mont. Agr. Exp. Sta. Bull. 141.
8. Demirel, M., Bolat, D., Celik, S., Bakici Y. & Tekeli, A. (2006). Quality of silages from sunflower harvested at different vegetational stages. *Journal of Applied Animal Research*, 30, 161-165.
9. Edwards, R. A., Harper, F., Henderson, A. R. & Donaldson, E. (1978). The potential of sunflower as a crop for ensiling. *Journal of Food and Agriculture*, 29, 332-338.
10. Erfanzadeh, R. (2001). *Study variation of forage quality of Trifolium repens in two phenological stages (flowering and seeding)*. In: Proceedings of *the 2nd Iranian national conference on range and range management*. Feb. P10. (In Farsi)
11. Erfanzadeh, R. & Arzani, H. (2002). Study on effect of phenological stages on forage quality of *trifolium repense* L. and *vicia tetrasperma* (L.) schrub species. *Pajouhesh & Sazandegi*, 15(2), 96-98. (In Farsi).
12. Filya, L. (2004). Nutritive value and aerobic stability of wholly crop maize silage harvested at four stage of maturity. *Animal Feed Science and Technology*, 116, 141-150.
13. Gaines, W. L. & Nevens, W. B. (1925). *The sunflower as a silage crop; composition and yield at different stages of maturity*. Illionis Agric. Exp. Stn. Bull. No. 268.
14. Goncalves, L. C., Rodriguez, N. M., Pereira, L. G. R., Rodigues, J. A. S., Borges, I., Borges, A. L. C. C. & Saliba, E. O. S. (1999). *Evaluation of different harvest times of four genotypes of sunflower (Helianthus annus L.) for ensiling*. FAO Electronic Conference on Tropical Silage. 1-6. from: http://www.fao.org.
15. Harper, F., Donaldson, E., Henderson, A. R. & Edwards, R. A. (1981). The potential of sunflower as a crop for ensilage and zero-grazing in northern Britain. *Journal of Agricultural Science*, 96(1), 45-53.
16. Hashemi, M. (1992). *Animal, poultry and fish nutrition*. (1st Ed.). Farhang jame. Press, 904p. (In Farsi).
17. Hunt, C. W., Kezar, W. & Vianande, R. (1989). Yield, chemical composition, and ruminal fermentability of corn whole plant, ear, and stover as effected by maturity. *Journal of Production Agriculture*, 2, 357-361.
18. Johnson, L., Harrison, J. H., Hunt, C., Shinners, K., Doggett, C. G. & Sapienza, D. (1999). Nutritive value of corn silage as affected by maturity and mechanical processing: a contemporary review. *Journal of Dairy Science*, 82, 2813-2825.
19. Kadoshnikov, S. I., Martirosian, D. M., Kadoshnikova, I. G. & Chernov, I. A. (2001). *A study on the silage use of plain and combined amaranth in ontogenesis*.The official newsletter of the amaranth institute. XIV.
20. Kaldmae, H., Vadi, M., Kirsel, R. & Olt, A. (2003). Effect of growth stage of legumes on silage digestibility. *Veterinarija Ir Zootechnika*, 22, 49-52.
21. Kochaki, A. (2004). *Agronomy in dry region.* (8th ed.). Mashhad Jihad Daneshgahi Press. 202p.(In Farsi).
22. Lauer, J., Kohn, K., Flannery, P. & Hudelson, K. (1997). *Wisconsim corn hybrid performance trial result: grain and silage*. UEX A3653. Univ. of Wisconsin Extension. Madison. WL.
23. Mashaykhi, M. R. & Ghorbani, G. R. (2005). Variation of chemical composition and digestibility of common reed forage during growth stage and characteristics of reed forage ensilage. *Pajouhesh & Sazandegi*, 68, 93-98. (In Farsi).
24. Mello, R., Nornberg, J. L. & Rocha, M. G. (2004). Productive and qualitative performance of corn, sorghum and sunflower hybrids for ensiling. *R Barsa Agrociencia*, 10, 87-95.
25. Murphy, W. M. (1978). *Sunflower seed, oil, or silage: new crops for central orgeon.* Agricultural Experiment Station, Corvallis. Oregon. State university, Corvallis. Rep: 504.
26. Salawu, M. B., Adesogan, A. T., Weston, C. N. & Williams, S. P. (2001). Dry matter yield and nutritive

value of pea/wheat bi-crops differing in maturity at harvest, pea to wheat ratio and pea variety. *Animal Feed Science and Technology*, 94, 77-87.
27. Schingoethe, D. J., Skyberg, E. W. & Rook, J. A. (1980). Chemical composition of sunflower silage as influenced by additions of urea, dried whey and sodium hydroxide. *Journal of Animal Science*, 50, 625-629.
28. Schlegl, H. G. (1986). Die verwertung organgischer souren durch chlorella lincht. *Planta*, 47, 510.
29. Shamma, M. Nikpoor, K. & Saedi. H. (2001). *Animal and poultry feeds and the conservations methods*. (7^{th} Ed.). Tehran University Press, 337p. (In Farsi).
30. Sutton, J. D., Phipps, R. H., Deaville, E. R., Jones, A. K. & Humphries, D. J. (2002). Whole-crop wheat for dairy cows: effects of crop maturity, a silage inculant and an enzyme added before feeding on food intake and digestibility and milk production. *Journal of Animal Science*, 74, 307-318.
31. Tan, A. S. & Tumer, S. (1996). Research on the evaluation of silage quality of sunflower. *Anadolu*, 6, 45-57.
32. Tilley, J. M. A. & Terry, R. A. (1963). A two stage technique for in vitro digestion of forage crops. *Journal of the British Grassland Society*, 18, 104-111.
33. Valdez, F. R., Harrison, J. H., Deetz, D. A. & Fransen, S. C. (1988). In vivo digestibility of corn and corn and sunflower intercropped as a silage crop. *Journal of Dairy Science*, 71, 1860-1867.
34. Valizadeh, R., Naserian, A. & Ajdari fard, A. (2003). *The biochemistry of silage*. Fedowsi university of Mashhad. Second Edition. Press, 414p. (In Farsi).
35. Weinberg, Z. G., Ashbell, G., Azrieli, A. & Bruckental, I. (1993). Ensiling peas, ryegrass and wheat with additives of lactic acid bacteria (LAB) and cell wall degrading enzymes. *Grass and Forage Science*, 48, 70-78.
36. Weinberg, Z. G., Ashbell, G., Hen, Y. & Harduf, Z. (1991). Ensiling whole wheat for ruminant feeding at different stage of maturity. *Animal Feed Science and Technology*, 32, 313-320.