اثر افزودنی‌های مختلف بر کیفیت تخمیر سیلوی ارزن در شرایط آزمایشگاهی

علی اسدی الموتی، مسعود علیخانی، غلامرضا قربانی و عبدالحسین سمیع[۱]

چکیده

هدف از این آزمایش بررسی ویژگی‌های سیلوی ارزن تهیه شده در آزمایشگاه به‌عنوان یک علوفه جایگزین در سال‌های خشک و تعیین اثر افزودنی‌ها بر کیفیت تخمیر آن بود. علوفه ارزن در دو مرحله شیری و خمیری نرم دانه، بدون افزودنی یا با استفاده از جو، ملاس، اسیدفرمیک ، تلقیح باکتری‌های تولید کننده اسید لاکتیک و ترکیب ملاس و باکتری در قالب یک طرح کاملاً تصادفی و به‌صورت فاکتوریل ۲ × ۶ سیلو شد. مرحله برداشت تأثیری بر مقدار دیواره سلولی، دیواره سلولی بدون همی سلولز، ظرفیت بافرینگ، کربوهیدرات‌های محلول در آب، نیتروژن نامحلول در شوینده اسیدی، نیتروژن آمونیاکی و قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی نداشت، ولی مقادیر ماده خشک، پروتئین خام و pH سیلو در دو مرحله برداشت به‌طور معنی‌داری متفاوت بود. وقوع تخمیر کلستریدیایی در سیلوهای شاهد منجر به اتلاف ماده خشک و افزایش سطوح نیتروژن آمونیاکی (۲۴ درصد نیتروژن کل)، اسیدبوتیریک (۰/۲ درصد) و اسید استیک (۱/۳۳درصد) نسبت به سایر تیمارها شد. بین افزودنی‌ها کمترین نیتروژن آمونیاکی مربوط به افزودن اسیدفرمیک بود (۴/۵۴ درصد نیتروژن کل) و بالاترین تولید اسیدلاکتیک و کمترین اسید بوتیریک به ترتیب در تیمار حاوی ملاس و ترکیب ملاس و باکتری دیده شد. تعیین قابلیت هضم سیلوهای ارزن در آزمایشگاه نشان دهنده افزایش قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی همه سیلوهای حاوی افزودنی نسبت به سیلوی شاهد بود. افزودن ملاس و ترکیب ملاس و باکتری بیشترین قابلیت هضم ماده خشک را درپی داشت (به ترتیب با ۶۳/۱ و ۶۴/۳۴ درصد)، ولی اختلاف معنی‌داری بین قابلیت هضم سیلوهای حاوی جو، اسیدفرمیک و باکتری دیده نشد.

نتایج این آزمایش نشان داد که برای تهیه یک سیلوی با کیفیت ارزن، افزودن یک منبع کربوهیدرات محلول به سیلو ضروری بوده و بدون حضور این منبع کربوهیدراتی، تلقیح باکتریایی لزوماً سیلوی مناسبی تولید نخواهد کرد.

واژه‌های کلیدی: *سیلوی ارزن، کربوهیدرات‌های محلول در آب، افزودنی‌ها*

مقدمه

ایران در نوار گرم و خشک جهان قرار گرفته است و میانگین بارندگی سالیانه آن کمتر از ۲۵۰ میلی‌لیتر است (۱). آمار بارش سالیانه نشان می‌دهد که بخش‌های وسیعی از کشور همواره در معرض بحران خشک‌سالی است. بنابراین امکان کاشت گیاهان علوفه‌ای پرتولید مثل ذرت در این مناطق بخصوص در سال‌های خشک وجود ندارد.

گیاه ارزن در نواحی وسیعی از جهان کشت می‌شود. رشد

۱. به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، استادیار، استاد و استادیار علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1383.8.3.13.8]

سریع، قابلیت تطابق بالا با نواحی گرمسیری، مقاومت نسبی بالا به خشکی و شوری، درصد بالای پروتئین، پربرگی و خوش‌خوراکی و عدم وجود اسید پروسیک، چهار کربنه بودن و در نتیجه توانایی تولید بالای آن در نواحی گرم و خشک (در ایران حدود ۲/۱ تن دانه در هکتار (۱)) و بالا بودن بازده مصرف آب نسبت به گونه‌های سه کربنه همگی باعث شده است که به صورت گیاه ایدآلی برای کشت در نواحی گرم و خشک مطرح گردد(۲). بررسی‌ها روی سیلوی ارزن در ایالات متحده از حدود ۱۹۵۰ آغاز شده و واریته‌های بسیاری از آن، با هدف تولید بالای دانه و یا علوفه مرتعی ثبت و معرفی شده است (۱۲)، ولی بررسی‌ها روی کیفیت سیلوی ارزن محدود و انگشت شمار هستند. هیل و همکاران(۱۲) دریافتند که سیلوی ارزن بدون وجود منابع کربوهیدراتی سهل‌الوصول کیفیت مناسبی نداشت و مصرف ماده خشک و افزایش وزن تلیسه‌های گوشتی را در مقایسه با ذرت به شدت کاهش داد، ولی استفاده از تلقیح باکتریایی الگوی تخمیر را نسبت به سیلوی ارزن بدون افزودنی بهبود بخشید. هدف این پژوهش بررسی خصوصیات سیلوی ارزن تهیه شده در آزمایشگاه و اثر افزودنی‌های مختلف برکیفیت تخمیر و قابلیت هضم آن در شرایط آزمایشگاهی بود.

مواد و روش‌ها

ارزن مورد استفاده در این پژوهش (*Panicum milliaceum*) (از انواع بومی منطقه اصفهان، بذر تهیه شده از مرکز خدمات کشاورزی اصفهانک) درتاریخ ۲۰ خرداد ۱۳۸۰ در مزرعه‌ای به وسعت یک هکتارکاشت شد و به ترتیب در ۲۱ خرداد، ۱۴ تیر و ۱۲ مرداد آبیاری و در ۲۳ مرداد ماه در دو مرحله شیری و خمیری نرم دانه برداشت شد. به دلیل کمبود آب و طولانی شدن زمان آبیاری مزرعه ارزن، شرایطی فراهم بود که در زمان واحد بتوان هر دو مرحله یاد شده را برداشت کرد. سپس علوفه‌ها در قطعات حدوداً ۳ سانتی متری خرد شده و در قوطی‌های پلاستیکی به گنجایش حدود ۴۵۰ گرم قرار گرفتند. تیمارها عبارت بودند از: شاهد (بدون افزودنی)، ملاس (۵ درصد وزن تر)، جو آسیاب شده (۵ درصد وزن تر)، تلقیح باکتریایی ((Ecosyl (MTD/ NCIMB 40027) به مقدار توصیه شده و تأمین کننده حداقل 10^5 واحد تشکیل دهنده کلنی باکتریایی (CFU) در هر گرم علوفه پس از استفاده، اسید فرمیک (۰/۳ درصد وزن تر) و ترکیب ملاس وباکتری. افزودنی‌ها بر اساس ۱/۳۵ کیلوگرم محاسبه شده و سپس ۳ تکرار از هر افزودنی (۴۵۰ گرم) برای هر تیمار در نظر گرفته شد. تیمارها با دست کاملاً مخلوط شد و برای فشردن در سطل، از یک وزنه چوبی استفاده شد. برای یکسان شدن اثر آب استفاده شده برای حل کردن تلقیح باکتریایی، به همه تیمارها همان مقدار آب (۵۰ میلی‌لیتر) اضافه شد. در سطل‌ها کاملاً بسته شده و درون پلاستیک قرار گرفتند و هوای آن توسط مکش خارج شد. سپس سیلوها به مدت ۴۵ روز در دمای اتاق با میانگین دمایی حداکثر ۳۳/۷ و حداقل ۲۲/۱ درجه قرار گرفت. پس از باز کردن سیلوها نمونه‌ها به دقت همگن شده و ۱۰۰ گرم از هر تکرار برای تعیین ماده خشک به مدت ۳۶ ساعت در ۵۵ درجه قرار داده شد. ۱۰ گرم از سیلوی تازه در ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر سرد به مدت ۲ ساعت قرار داده شد و pH توسط pH متر دیجیتالی (Hanna Instruments HI 8314) تعیین شد. اندازه‌گیری پروتئین خام، چربی خام، خاکستر، فسفر و کلسیم (۴)، دیواره سلولی و دیواره سلولی بدون همی سلولز و نیتروژن نامحلول در شوینده اسیدی (۱۰)، روی نمونه‌های خشک شده و آسیاب شده به اندازه یک و دو میلی متر و در سه تکرار انجام گرفت. ظرفیت بافرینگ به روش پلاین و مکدونالد (۲۵)، کربوهیدرات‌های محلول به روش فنل- سولفوریک (۷)، آمونیاک با روش فنل – هیپوکلریت (۲۴) و اسیدهای چرب فرار و اسید لاکتیک توسط دستگاه HPLC و روش تشریح شده توسط آندریا کانال و همکاران (۳) اندازه‌گیری شد. تمام اندازه‌گیری‌ها در ۳ تکرار انجام شد. برای تعیین قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی در شکمبه به روش تیلی و تری (۲۸) از محتوای شکمبه ۳ رأس گوسفند تازه کشتار شده نمونه‌برداری و نمونه‌ها به مدت ۲ دقیقه در ۲۰۰۰ دور با مخلوط‌کن همگن و

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1383.8.3.13.8]

از صافی نایلونی مخصوص این روش عبور داده شد.۱۰ میلی‌لیتر از مایع شکمبه و ۳۰ میلی لیتر از محلول بزاق مصنوعی (۱۳) به ۰/۵ گرم نمونه افزوده شد. نمونه‌ها درون بطری‌های دردار ۵۰ میلی لیتری که از قبل در ۳۹ درجه قرار داده شده بودند، ریخته شد و قبل و نیز در طول مدت اضافه کردن مایع شکمبه، گاز دی اکسید کربن به طور مداوم درون بطری‌ها دمیده شد. برای اطمینان از شرایط کاملاً بی‌هوازی از سولفید سدیم به‌عنوان محلول احیا کننده و محلول آبی روزازورین (Resazurine) به عنوان معرف استفاده شد. ظهور رنگ صورتی در درون بطری‌ها یا محلول بزاق نشان دهنده عدم شرایط بی‌هوازی است. بطری‌ها به مدت ۲۴ ساعت درون حمام آب گرم ۳۹ درجه نگه‌داشته شدند و گاز تولیدی هر ۴ ساعت به جز ساعات ۱۲ شب تا ۸ صبح توسط سرسوزن‌های خاص (Bunsen valves) از بطری‌ها خارج می‌شد. پس از این زمان، ۲ میلی‌لیتر اسید کلریدریک ۶ نرمال به هر شیشه اضافه شد تا pH نمونه به زیر ۲ برسد. سپس ۲۰۰ میلی‌گرم پودر پپسین به هر بطری اضافه شد و بطری‌ها به مدت ۲۴ ساعت دیگر بدون درپوش در حمام آب گرم ۳۹ درجه نگه‌داشته شدند. ۶ نمونه حاوی مایع شکمبه و بزاق مصنوعی و فاقد نمونه به عنوان شاهد در نظر گرفته شد(۱۳). پس از پایان انکوباسیون، نمونه‌ها با ۴۷۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفوژ شده و مایع شفاف بالایی دور ریخته و پسمانده در آون ۵۵ درجه خشک شد (۸).

آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی و به صورت فاکتوریل ۶×۲ با سه تکرار اجرا شد و نتایج توسط رویه GLM نرم‌افزار SAS (۲۶) مورد تجزیه قرار گرفت. میانگین‌ها در سطح ۵ درصد توسط آزمون دانکن مقایسه شدند و برای مقایسه آثار متقابل معنی‌دار از نرم افزار MSTATC استفاده شد.

نتایج

ترکیب شیمیایی

ترکیب شیمیایی علوفه ارزن قبل از سیلوشدن در جدول ۱ آورده شده است. ماده خشک علوفه ارزن در مرحله شیری کمتر از مرحله خمیری نرم بود($P<۰/۰۵$). هیل و همکاران(۱۲) نیز مقدار ماده خشک علوفه ارزن مروارید را در مرحله خمیری نرم ۲۶/۲ درصد ذکر کردند. مقدار کربوهیدرات‌های محلول علوفه ارزن در دو مرحله برداشت کمتر از ۶ درصد بود که این مقدار نشان دهندهٔ کمبود این بخش کربوهیدراتی در علوفه ارزن بود.

در جدول ۲ ترکیب شیمیایی سیلوی ارزن پس از ۴۵ روز سیلوشدن دیده می‌شود. ماده خشک دو مرحله برداشت متناسب با علوفه ارزن با هم اختلاف معنی‌دار داشتند ($P<۰/۰۵$)، ولی مقدار آن از علوفه ارزن کمتر بود.بیشترین اتلاف ماده خشک مربوط به سیلوهای شاهد بود. در سیلوهای حاوی اسید فرمیک تا حدی و در سیلوی حاوی باکتری به مقدار بیشتری کاهش ماده خشک دیده شد. کمترین اتلاف ماده خشک در تیمارهای حاوی ملاس دیده شد که اختلاف معنی‌داری با سایر افزودنی‌ها داشتند ($P<۰/۰۵$).

مرحله برداشت اثر معنی‌داری در مقدار پروتئین خام داشت ($P<۰/۰۵$) و پروتئین خام مرحله خمیری نرم پایین‌تر از مرحله شیری بود. پروتئین خام بین تیمار شاهد و ترکیب ملاس و باکتری اختلاف معنی‌داری نداشت و هم‌چنین تیمارداری جو و باکتری و تیمار حاوی ملاس و اسیدفرمیک اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند($P>۰/۰۵$). دیواره سلولی و دیواره سلولی بدون همی سلولز در دو مرحله برداشت مشابه با هم بودند، ولی افزودن ملاس و ترکیب ملاس و باکتری به طور معنی‌داری مقادیر مربوط به این دو بخش را کاهش داد ($P<۰/۰۵$). اختلاف معنی‌داری بین افزودنی‌های جو، اسیدفرمیک و باکتری با یکدیگر و نیز با تیمار شاهد در دیواره سلولی دیده نشد ($P>۰/۰۵$). ولی دیواره سلولی بدون همی سلولز در سیلوهای شاهد بالاتر از سایر تیمارها بود.

در جدول ۲ ویژگی‌های تخمیر سیلوی ارزن تحت اثر مراحل برداشت و افزودنی‌ها نشان داده شده است. در مرحله شیری pH به طور معنی‌داری بالاتر از مرحله خمیری نرم بود ($P<۰/۰۵$)، هر چند که میانگین pH در این دو مرحله در

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1383.8.3.13.8]

جدول۱. ترکیب شیمیایی علوفه ارزن در دو مرحله برداشت قبل از سیلو شدن (بر اساس ماده خشک)

	مرحله برداشت			
	شیری	خمیری نرم	SEM[1]	P>F
ماده خشک[2](٪)	۲۵/۳۲[a]	۲۹/۵۴[b]	۰/۵۴	۰/۰۴
پروتئین خام(٪)	۱۲/۹	۱۳/۰۰	۰/۰۷	۰/۴۲
دیواره سلولی(٪)	۵۵/۲۱	۵۷/۷۹	۰/۷۶	۰/۱۷
دیواره سلولی بدون همی‌سلولز(٪)	۲۶/۶۷	۲۳/۹۸	۰/۸۳	۰/۰۸
چربی خام(٪)	۳/۸۱	۳/۸۸	۰/۲۶	۰/۸۵
خاکستر(٪)	۹/۹۶[a]	۹/۱۱[b]	۰/۱۳	۰/۰۱
فسفر(٪)	۰/۳۵	۰/۳۶	۰/۰۱	۰/۵۱
کلسیم(٪)	۰/۳۰[a]	۰/۳۲[b]	۰/۰۱	۰/۰۲
کربوهیدرات‌های محلول در آب(٪)	۴/۰۵	۵/۵۴	۰/۲۴	۰/۰۷
ظرفیت بافرینگ (میلی اکی والان در صدگرم)	۲۲/۵۶	۲۱/۷۵	۱/۴۸	۰/۷۱
pH	۵/۹۹	۶/۰۱	۰/۰۳	۰/۶۸

۱. خطای استاندارد اندازه‌گیری
۲. در هر دریف، میانگین‌های با حرف غیر مشترک، اختلاف معنی‌داری با یکدیگر دارند (P< ۰/۰۵).
تعداد تکرارها=۳.

محدوده قابل قبول بود. کربوهیدرات‌های محلول و بخش‌های نیتروژنی اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند(P>۰/۰۵). بین افزودنی‌ها در سیلوهای شاهد pH نزدیک به ۵/۵ حاکی از یک تخمیر نامناسب و کیفیت بد سیلوها بود. تمامی افزودنی‌ها در کاهش pH مؤثر بودند، اما کاهش pH در سیلوهای حاوی اسیدفرمیک، ملاس و ترکیب ملاس و باکتری بیشترین مقدار بود. افزودن جو و باکتری هر چند pH را به زیر ۴/۵ کاهش داد، ولی شدت تأثیر آن به اندازه سایر افزودنی‌ها نبود. ظرفیت بافرینگ در سیلوهای حاوی اسیدفرمیک پایین‌تر از همه تیمارها و در تیمار حاوی باکتری بالاتر بود و بین سایر افزودنی‌ها اختلافی معنی‌داری دیده نشد (P>۰/۰۵).

در سیلوهای بدون افزودنی، نیتروژن آمونیاکی که شاخصی از تجزیه پپتیدها و اسیدهای آمینه توسط ارگانیسم‌های کلستریدیومی است، بسیار بالا بود و اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها داشت (P<۰/۰۵)، ولی در تیمارهای حاوی اسید فرمیک و ملاس و ترکیب ملاس و باکتری مقدار نیتروژن آمونیاکی پایین نگه‌داشته شده بود. در تیمارهای حاوی جو و باکتری، نیتروژن آمونیاکی زیر ۱۰ درصد نیتروژن کل بود که هر چند نشان دهندهٔ یک سیلوی با کیفیت از نظر بخش نیتروژنی است، ولی اختلاف آن دو با سایر افزودنی‌ها، متناسب با pH بالاتر در این دو تیمار بود. نیتروژن نامحلول در شوینده اسیدی در همه تیمارها پایین بود که حاکی از حداقل آسیب حرارتی در سیلوهای ارزن در این بررسی بود. نیتروژن نامحلول در شوینده اسیدی به‌عنوان بخش C در سیستم پروتئین و کربوهیدارت خالص کرنل نامیده شده و بخشی است که از دسترس حیوان خارج می‌شود (۲۷). بنابراین ابزارهای مدیریتی ساخت سیلو که به خروج سریع‌تر و بیشتر اکسیژن کمک کند، مقدار این بخش را پایین می‌آورد. اثر متقابل بین مرحله برداشت و افزودنی‌ها روی ترکیب شیمیایی و خصوصیات تخمیر تنها در مورد pH معنی‌دار بود (P<۰/۰۵)، به طوری که در مرحله خمیری نرم، pH در تیمارهای حاوی اسید فرمیک و ترکیب ملاس و باکتری بالاتر از مرحله شیری بود، در حالی که در سایر تیمارها عکس این روند دیده شد.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-03]
[DOR: 20.1001.1.24763594.1383.8.3.13.8]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1383.8.3.13.8] [Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-03]

جدول ۲. ترکیب شیمیایی و خصوصیات تخمیر سیلوی ارزن تحت تأثیر مرحله برداشت و افزودنی‌ها (بر اساس ماده خشک)

	مرحله برداشت			افزودنی‌ها							P>F		
	شیری	خمیری‌نرم	SEM[1]	شاهد	جو	اسیدفرمیک	باکتری	ملاس	ملاس و باکتری	SEM	مرحله برداشت	افزودنی‌ها	اثر متقابل
ماده خشک[2] (٪وزن تر)	۲۴/۷۱^{a}	۲۶/۹۸^{b}	۰/۱۵	۲۳/۷۶^{d}	۲۶/۲۴^{b}	۲۴/۹۹^{c}	۲۴/۲۹^{cd}	۲۷/۶۹^{a}	۲۸/۰۶^{a}	۰/۲۶	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۳۳
پروتئین خام (٪)	۱۴/۶۰^{a}	۱۳/۳۹^{b}	۰/۱۲	۱۳/۸۷^{ab}	۱۴/۳۵^{a}	۱۳/۶۸^{b}	۱۴/۴۵^{a}	۱۳/۶۶^{b}	۱۳/۹۸^{ab}	۱/۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۴	۰/۷۶
دیواره سلولی (٪)	۵۴/۳۱	۵۳/۰۵	۰/۰۳	۵۶/۰۶^{a}	۵۶/۶۵^{a}	۵۶/۲۳^{a}	۵۴/۲۱^{ab}	۴۸/۶۶^{c}	۵۰/۲۹^{bc}	۱/۷۹	۰/۳۹	۰/۰۰۲	۰/۲۷
دیواره سلولی‌بدون‌همی‌سلولز(٪)	۲۴/۹۳	۲۴/۵۷	۰/۲۸	۲۷/۳۷^{a}	۲۴/۸۸^{b}	۲۵/۶۸^{b}	۲۶/۰۵^{ab}	۲۲/۶۹^{c}	۲۱/۸۳^{c}	۰/۴۹	۰/۳۹	۰/۰۰۰۰۱	۰/۵۴
pH	۴/۴۲^{a}	۴/۲۱^{b}	۰/۰۱	۵/۴۲^{a}	۴/۴۸^{b}	۴/۰۰^{d}	۴/۳۶^{c}	۳/۹۱^{d}	۳/۷۱^{e}	۰/۰۳	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱
ظرفیت بافرینگ(میلی اکی والان درصدگرم)	۶۲/۸۹	۵۹/۱۳	۱/۳۹	۶۲/۶۴^{b}	۶۰/۳۰^{bc}	۵۴/۲۷^{c}	۷۳/۷۱^{a}	۵۶/۹۹^{bc}	۵۸/۰۸^{bc}	۲/۴۲	۰/۰۷	۰/۰۰۰۲	۰/۱۳
کربوهیدرات های محلول در آب (٪)	۰/۸۲	۰/۷۴	۰/۰۹	۰/۱۵^{c}	< ۰/۱^{c}	۱/۰۴^{b}	۰/۱۳^{c}	۱/۶۹^{a}	۱/۶۳^{a}	۰/۳۰	۰/۵۵	۰/۰۰۰۱	۰/۲۶
نیتروژن آمونیاکی (٪ ماده خشک)	۰/۲۶	۰/۲۲	۰/۰۱	۰/۵۸^{a}	۰/۲۱^{bc}	۰/۱^{d}	۰/۲۳^{b}	۰/۱۳^{dc}	۰/۱۴^{bcd}	۰/۰۲	۰/۱۹	۰/۰۰۰۱	۰/۲۳
نیتروژن آمونیاکی (٪ نیتروژن کل)	۹/۴۶	۱۰/۴۵	۰/۴۸	۲۳/۹۵^{a}	۹/۵۸^{b}	۴/۵۴^{c}	۹/۹۱^{b}	۶/۰۲^{c}	۶/۳۲^{c}	۰/۸۳	۰/۱۷	۰/۰۰۰۱	۰/۱۴
نیتروژن نامحلول در شوینده اسیدی(٪)	۴/۸۸	۴/۴۶	۰/۲۸	۵/۳۴^{ab}	۴/۹۳^{ab}	۵/۶۹^{a}	۳/۸۹^{b}	۴/۴۵^{ab}	۴/۳۵^{ab}	۰/۴۸	۰/۵۳	۰/۱۳	۰/۲۶

۱. خطای استاندارد اندازه‌گیری

۲. داخل افزودنی‌ها و مراحل برداشت، میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند(P>۰/۰۵).

اسیدهای آلی

مرحله برداشت اثر معنی‌داری بر تولید اسید لاکتیک در سیلوهای ارزن نداشت (P>۰/۰۵)، ولی تولید اسیداستیک، اسیدبوتیریک و اسیدپروپیونیک به طور معنی‌داری در مرحله شیری بالاتر از مرحله خمیری نرم بود (P<۰/۰۵)(جدول ۳). افزودنی‌ها اثر معنی‌داری بر تولید اسیدلاکتیک داشتند. بیشترین تولید اسید لاکتیک در سیلوهای حاوی ملاس دیده شد که اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها داشت (P<۰/۰۵). هر چند کمترین مقدار اسید لاکتیک در سیلوهای شاهد دیده شد(٪۱>)، ولی تولید اسیدلاکتیک بین این سیلوها با تیمارهای حاوی جو، اسید فرمیک و باکتری اختلاف معنی‌داری نداشت (P>۰/۰۵). به علاوه ترکیب ملاس و باکتری منجر به تولید اسیدلاکتیک کمتر از ملاس شد. تولید اسید استیک در سیلوی شاهد از همه تیمارها بالاتر بود (P<۰/۰۵). بین تیمارهای حاوی جو، اسید فرمیک و ملاس، تولید اسید استیک پایین بود و اختلاف بین آن معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵)، ولی تیمار حاوی باکتری اسید استیک بالایی تولید کرد.

وقوع تخمیر کلستریدیایی باعث شد تا در سیلوهای شاهد اسید بوتیریک به ۰/۲ درصد ماده خشک برسد (بیش از ۰/۱ درصد نشان دهندهٔ تخمیر کلستریدیایی است (۲۹))، ولی در سایر تیمارها به جز تیمار حاوی باکتری تولید اسیدبوتیریک پایین و در تیمار حاوی ملاس و باکتری اسیدبوتیریک غیرقابل تشخیص بود. نسبت اسید لاکتیک به اسید استیک در سیلوهای شاهد کمترین بود و بالاترین نسبت در سیلوهای حاوی ملاس و ترکیب ملاس و باکتری دیده شد. اثر متقابل مرحله برداشت در افزودنی برای اسیدهای چرب فرار معنی‌دار بود (P<۰/۰۵)، با توجه به آن‌که در اندازه‌گیری اسیدهای چرب فرار دقیقاً از روش پیشنهادی (۳) پیروی شد، ولی روند تغییرهای داده‌ها بین مراحل برداشت و افزودنی‌ها، حاکی از آن بود که معنی‌دار شدن اثر متقابل بیش از هر چیز تحت تأثیر خطای اندازه‌گیری با HPLC بوده است.

قابلیت هضم

قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی علوفه ارزن و سیلوی آن در دو مرحله برداشت اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند (P>۰/۰۵)، ولی قابلیت هضم علوفه ارزن در آزمایشگاه پایین‌تر از سیلوی آن بود. بین افزودنی‌ها قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی سیلوهای شاهد از نظر عددی پایین‌تر از همه تیمارها و از نظر آماری به جز تیمار باکتری با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری داشت (P<۰/۰۵). بین سیلوهای دارای جو، باکتری و ملاس اختلاف معنی‌داری از لحاظ قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی دیده نشد (P>۰/۰۵)، ولی تیمارهای دارای ترکیب ملاس و باکتری بیشترین قابلیت هضم را داشتند (P<۰/۰۵) (جدول ۳). قابلیت هضم ماده آلی در این پژوهش کمتر از قابلیت هضم ماده خشک بود. اثر متقابلی بین مرحله برداشت و افزودنی‌ها در قابلیت هضم دیده نشد (P>۰/۰۵).

بحث

ترکیب شیمیایی

ماده خشک سیلوی ارزن از علوفه ارزن قبل از سیلوشدن پایین‌تر بود. کاهش ماده خشک تا اندازه‌ای مربوط به افزودن آب به سیلوها در هنگام اضافه کردن افزودنی‌ها بود و از طرف دیگر اتلاف ماده خشک موجب کاهش ماده خشک شد. ولی افزودن ملاس مانع از کاهش ماده خشک در سیلوها شد. در بررسی اسلام و همکاران (۱۵) نیز افزودن ملاس به چاودار، ماده خشک آن را افزایش داده بود. علاوه بر اثر ملاس در کاهش اتلاف مواد مغذی از طریق القای تخمیر لاکتیکی، بخشی از این افزایش به علت ماده خشک خود ملاس (٪۷۵) بود. افزودن جو نیز ماده خشک را افزایش داد، این اثر به علت خاصیت جذب رطوبت توسط دانه آسیاب شده غلات است که در بررسی‌های دیگر نیز به آن اشاره شده است (۱۸).

محققین بسیاری به ناپدید شدن همی سلولز و سلولز در جریان سیلو شدن اشاره داشته‌اند . مدارکی وجود دارد که حداقل بخشی از قندهای پنتوز سیلو حاصل از شکسته شدن همی‌سلولز هستند چرا که اکثر کربوهیدرات‌های محلول باقیمانده در سیلو، زایلوز و گالاکتوز هستند (۶). این کاهش در مقدار اجزای

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1383.8.3.13.8]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1383.8.3.13.8] [Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-03]

جدول ۳. مقدار اسیدهای آلی و قابلیت هضم علوفه ارزن در آزمایشگاه تحت تأثیر افزودنی‌ها ومرحله برداشت(بر اساس ماه خشک)

	مرحله برداشت			افزودنی‌ها						P>F		
	شیری	خمیری نرم	SEM[1]	شاهد	جو	اسیدفرمیک	باکتری	ملاس	ملاس و باکتری	SEM	مرحله برداشت	افزودنی‌ها	اثرمتقابل
اسید لاکتیک[2] (٪)	۱/۳۸	۱/۳۳	۰/۰۷	۰/۹۵^{c}	۱/۱۷^{c}	۱/۰۷^{c}	۱/۱۷^{c}	۲/۱۸^{a}	۱/۵۷^{b}	۰/۱۳	۰/۶۵	۰/۰۰۰۱	۰/۰۳
اسید استیک (٪)	۰/۵۹^{a}	۰/۴۳^{b}	۰/۰۳	۱/۳۳^{a}	۰/۴۶^{c}	۰/۲^{d}	۰/۷۶^{b}	۰/۲۹^{cd}	غ ت	۰/۰۵	۰/۰۰۳	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۴
اسید بوتیریک (٪)	۰/۱۲^{a}	۰/۰۶^{b}	۰/۰۰۷	۰/۲^{a}	۰/۰۳^{cd}	۰/۰۹^{b}	۰/۱۵^{a}	۰/۰۷^{bc}	غ ت[3]	۰/۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱
اسید پروپیونیک(٪)	۰/۴۹	۰/۳۱	۰/۰۲	۰/۹۴^{a}	۰/۱۷^{c}	۰/۲^{c}	۰/۲۶^{c}	۰/۵۶^{b}	۰/۲۸^{c}	۰/۰۴	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱
اسید لاکتیک:اسیداستیک	۲/۳۳	۳/۰۹		۰/۷۱	۲/۵۴	۵/۳۵	۱/۵۴	۷/۵۱	>۱۰				
قابلیت هضم درآزمایشگاه													
ماده خشک(٪)	۶۱/۶۴	۶۰/۵۹	۰/۷۰	۵۶/۸۴^{c}	۶۱/۸۵^{ab}	۶۱/۲۵^{ab}	۵۹/۲۵^{bc}	۶۳/۱^{ab}	۶۴/۳۴^{a}	۱/۲۲	۰/۲۹	۰/۰۰۳	۰/۸۷
ماده آلی (٪)	۶۰/۷۹	۶۰/۷۰	۰/۶۹	۵۶/۰۹^{c}	۶۰/۵۳^{ab}	۶۰/۹۸^{ab}	۵۹/۳۹^{bc}	۶۳/۰۰^{ab}	۶۴/۵۴^{a}	۱/۲۰	۰/۸۹	۰/۰۰۱	۰/۸۲

۱. خطای استاندارد اندازه‌گیری

۲. داخل افزودنی‌ها و مراحل برداشت، میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند(P>۰/۰۵).

۳. غیر قابل تشخیص

دیـواره سـلولی مـی‌تواند از فعالیت همی سلولزهای موجود در علـوفه، فعالـیت باکتـری‌هـا و یا هیدرولیز سلولز و همی سلولز توسـط اسـیدهای آلـی سـیلو حاصـل شـده باشد(۱۷). اسلام و همکـاران (۱۵) با افزودن ملاس به علوفه چاودار، دیواره سلولی آن را کـاهش دادند. این محققان گزارش کردند که با استفاده از مـلاس بهـبود تخمیـر و کاهش اجزای دیواره سلولی در گراس نپیـر دیـده شـده اسـت. بـا توجه به pH پایین سیلوهای حاوی مـلاس احـتمال هیدرولیـز اسیدی در این تیمارها قوت می‌یابد. متناسـب بـا دیـواره سلولی، دیواره سلولی بدون همی سلولز در تـیمارهای حـاوی ملاس و ترکیب ملاس و باکتری کاهش یافته بود. با توجه به مقدار کم کربوهیدرات‌های محلول باقی‌مانده در سـیلو (جـدول ۲) کـاهش اجـزای دیـواره سـلولی نمی‌تواند به واسـطه اثـر رقـیق کنندگی ملاس رخ داده باشد، بلکه این نتیجه حاکـی از پاسـخ زیاد دیواره سلولی ارزن به هیدرولیز اسیدی و در نهایـت هضـم اسـت که در آزمایش جستر و همکاران (۱۶) روی ارزن مروارید نیز به اثبات رسیده است.

pH سیلوی ارزن در مرحله شیری بالاتر از خمیری نرم بود. مـاده خشـک بالاتـر فعالیت باکتری‌ها را در سیلو کاهش داده و نقشـی را کـه اسیدها در تخمیر ایفا می‌کنند، کم‌رنگ‌تر می‌سازد. در فعالـیت کمتـر دیگـر باکتری‌ها، باکتری‌های تولید کننده اسید لاکتـیک فرصـت بیشـتری بـرای تولـید اسیدهای آلی و غلبه بر محیط سیلو دارند. بالاتر بودن pH در مرحله شیری به علت ماده خشـک پایین‌تر سیلوها و فعالیت بیشتر ارگانیسم‌های سیلو بود. pH سـیلوهای ارزن شـاهد بالاتر از تمامی تیمارها و ۵/۴۲ بود. هیل و همکاران (۱۲) نیز مقدار pH سیلوی ارزن بدون افزودنی را ۵/۷۴ بـــه‌دســـت آوردنـــد. در نـــبود مقادیـــر کافـــی از کـربوهیدرات‌هـای محلـول در آب، باکتـری‌هـای تولـید کنـنده اسیدلاکتیک رشد نکرده و فعالیت کلستریدیا در این تیمارها بالا بـوده اسـت. pH بالا امکان فعالیت کلستریدیا را افزایش داده که ممکـن اسـت رشد انواع تجزیه کننده پروتئین را در این سیلوها شـدت بخشـیده باشـد کـه باعـث افزایش مقدار آمونیاک دراین سـیلوها شده است (جدول۲). اومانا و همکاران (۲۹) نیز مقدار نیتـروژن آمونیاکی را در برموداگراس ۱۷ درصد به‌دست آوردند و آن را بـه فعالـیت کلستریدیا مربوط دانستند. تولید بالای اسید بوتیـریک و اسـید اسـتیک در سیلوی شاهد مؤید فعالیت شدید کلستریدیایی بود.

سیلوهای حاوی اسید فرمیک، pH پایینی داشتند (جدول۲). مـزیت مهـم استفاده از اسید فرمیک کاهش سریع pH به محض اسـتفاده اسـت کـه امکـان فعالـیت تقریباً تمامی باکتری‌ها را به شـدت محـدود مـی‌کند (۲۱). این کاهش فعالیت منجر به حفظ پـروتئین و جلوگیـری از اتـلاف آن توسـط آنـزیم‌هـای گیاه و کـاهش تولـید آمونیاک توسط باکتری‌ها می‌شود. به همین علت پایین‌ترین نیتروژن آمونیاکی در این سیلوها دیده شد(جدول ۲). اضـافه کـردن اسـید فـرمیک به علوفه پنجه خروسی، چاودار و یـونجه در زمـان‌هـای مخـتلف برداشت، pH را کاهش داده بود (۳۰)، هـم‌چنـین در آزمایش دیگری (۱۱)، با آن‌که افزودن اسید فـرمیک، pH سـیلوی چـاودار را نسبت به شاهد اندکی افزایش داد، ولی حفظ بخش‌های نیتروژنی در این سیلوها بهتر بود.

افزودن جو نیز pH سیلوهای ارزن را کاهش داد هر چند که ایـن کاهش به اندازه اثر سایر افزودنی‌ها نبود. از آنجا که به طور سـنتی غـلات بـه صـورت آسیاب شده در سیلو با هدف جذب آب و جلوگیـری از اتلاف پساب مورد استفاده قرار می‌گیرند و بـا توجه به آن‌که نشاسته این دانه‌ها برای باکتری‌های سیلو قابل اسـتفاده نیسـت، پیشنهاد شده است که کربوهیدرات‌های محلول دانـه غـلات و افـزایش ماده خشک سیلو دو عامل بهبود تخمیر سیلوی گراس‌های فقیر از کربوهیدرات‌های محلول است (۱۸).

مقـدار کـربوهیدرات‌هـای محلـول در تمامی تیمارها زیر ۲ درصـد بـود کـه نشان دهندهٔ کمبود این بخش در علوفه ارزن و نـیاز بـه آن در هنگام سیلو کردن است. تنها در سیلوهای حاوی مـلاس و باکتـری کـه منـبع غنـی کربوهیدراتی را دریافت کرده بـودند، مقـدار کربوهیدرات‌های محلول بیش از ۱/۵ درصد بود. در تـیمارهای حـاوی اسـیدفرمیک نیز کربوهیدرات‌های محلول نـزدیک به ۱٪ بود. حفظ کربوهیدرات‌های محلول در سیلوهای حـاوی اسـید فـرمیک بـه دلـیل آن است که اسیدی شدن سریع

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1383.8.3.13.8]

محیط توسط اسیدفرمیک تعداد باکتری‌ها را به شدت کاهش داده و مصرف مواد مغذی را کم می کند که از این طریق بازیابی انرژی و ماده خشک در این سیلوها بالا می‌رود (۲۳).

بین افزودنی‌ها کمترین نیتروژن آمونیاکی مربوط به سیلوهای حاوی اسید فرمیک بود. در آزمایش ناجل و همکاران (۲۳) روی سیلوی گراس‌ها و یونجه، افزودن اسید فرمیک تولید آمونیاک را به ۱/۲۳ درصد نیتروژن کل رسانده بود. تأثیر اسید فرمیک در کاهش نیتروژن آمونیاکی در بررسی هندرسون و همکاران (۱۱) و ویلسون و ویلکینز(۳۰) نیز دیده شد. کاهش سریع pH به ۴ در تیمارهای دارای اسید فرمیک می‌تواند مسئول جلوگیری از رشد کلستریدیا و هم‌چنین تحدید تجزیه پروتئین توسط آنزیم‌های گیاهی باشد.

استفاده از باکتری‌ها نیز توانست تولید آمونیاک را در سیلوها کاهش دهد، هر چند تأثیر آن به صورت حد مرزی بود (نزدیک به ۱۰ درصد کل نیتروژن). در سیلوی گندم، استفاده از باکتری‌ها، آمونیاک را نسبت به شاهد تغییر نداد (۹)، ولی در پژوهش مشتاقی‌نیا و همکاران (۲۰) استفاده از باکتری‌های تولید کننده اسید لاکتیک، نیتروژن آمونیاکی را به طور معنی‌داری کاهش داد. با توجه به آن‌که باکتری‌های تولید کننده اسید لاکتیک توانایی کمی در استفاده از بخش‌های نیتروژنی دارند (۱۸)، کاهش آمونیاک در این تیمار حاکی از غلبه این باکتری‌ها بر محیط سیلوست، ولی اختلاف آن با تیمارهای حاوی اسیدفرمیک و ملاس احتمالاً به دلیل اختلاف در pH آنهاست. در آزمایش بولسن و همکاران (۵) نیز افزودن ۰/۲٪ دکستروز خالص نیتروژن آمونیاکی سیلوی یونجه را کاهش داد و برخلاف آزمایش ما تأثیر ترکیب دکستروز و تلقیح باکتریایی بیش از تأثیر تک تک آنها بود. اومانا و همکاران (۲۹) با افزودن ملاس قادر به کاهش نیتروژن آمونیاکی در سیلوی گراس نبودند، ولی ترکیب ملاس و باکتری نیتروژن آمونیاکی را کاهش داد. شاید پایین بودن نیتروژن آمونیاکی مانع از ظهور اثر قوی‌تر اضافه کردن ملاس به همراه باکتری در این بررسی شده باشد.

اسیدهای آلی

صرف نظر از اختلاف بین افزودنی‌ها در تولید اسیدهای آلی، تولید کل اسیدهای آلی در سیلوهای این پژوهش پایین‌تر از حد معمول بود. در بررسی اسلام و همکاران (۱۵) نیز افزودن مقادیر قابل توجهی ملاس نتوانست تولید اسیدلاکتیک را به ۲٪ برساند. نتایج مشابهی در آزمایش روی برموداگراس تا روز ۶۰ سیلوشدن حاصل شد (۲۹). بنابراین هر چند ممکن است مقدار اسیدهای آلی تولید شده در این آزمایش تا حدی کمتر از حد واقعی برآورده شده باشد، ولی به نظر می‌رسد که خاصیت تولید بالاتر اسید استیک و کمتر اسیدلاکتیک یک مشخصه ذاتی در گیاهان نواحی گرمسیری در مقایسه با نواحی معتدله باشد (۲۹).

بین افزودنی‌ها بالاترین تولید اسید لاکتیک با افزودن ملاس و کمترین آن در سیلوهای شاهد دیده شد.در بررسی هیل و همکاران(۱۲) سیلوی ارزن بدون افزودنی در مقایسه با سیلوی ذرت دارای کمترین مقدار اسید لاکتیک بود. بخش زیادی از تولید کم اسید لاکتیک به مقدار کم کربوهیدرات‌های محلول در آب علوفه ارزن مربوط است. این مقدار کم تولید اسید لاکتیک باعث شد تا pH سیلوهای شاهد بالاتر و در نتیجه کیفیت سیلوها نامطلوب باشد. در پژوهشی بر روی علوفه چاودار حتی افزودن ۱۳/۳ درصد ملاس بر اساس وزن خشک نتوانست تولید اسید لاکتیک را به ۲٪ برساند. ولی سیلوهای حاوی ملاس در آن آزمایش نیز بالاترین تولید اسید لاکتیک را داشتند. دلیل دیگر پایین بودن مقدار تولید اسید لاکتیک، ظرفیت بافرینگ پایین علوفه ارزن و مقاومت کمتر آن در برابر کاهش pH بوده است. افزودن تلقیح باکتریایی، تولید اسید لاکتیک را افزایش داد، ولی این مقدار تنها کمی بالاتر از سیلوی شاهد بود. اگر تلقیح باکتریایی با هدف غلبه بر محیط سیلو اضافه شود، سرعت رشد تلقیح باکتریایی مهم‌ترین عامل است، ولی عنوان شده است که در حضور مقادیر کم پیش نیازهای رشد، تخمیر همگن و لاکتیکی ممکن است غالب نباشد(۱۹). احتمالاً به همین دلیل تولید اسیداستیک در این تیمار بالا و تولید اسید لاکتیک کم بوده است.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1383.8.3.13.8]

تولید بالاتر اسید لاکتیک، بوتیریک و پروپیونیک در مرحله شیری، به علت ماده خشک کمتر و فعالیت آب بوده است. سیلوی ارزن در بررسی هیل همکاران (۱۲) در چین اول با ماده خشک کمتر، نسبت به چین دوم، اسیداستیک بیشتری تولید کرد. ماک (۲۱) خاطر نشان کرد که pH که در آن فعالیت کلستریدیا متوقف می‌شود، به ماده خشک گیاه و در حقیقت فعالیت آب بستگی دارد. بنابراین انتظار می‌رود در مرحله شیری فعالیت کلستریدیایی بیشتری رخ داده باشد. با توجه به وقوع تخمیر کلستریدیایی، تولید اسید استیک، بوتیریک و پروپیونیک که محصول نهایی تخمیر کلستریدیاست، در سیلوی شاهد بالاتر از سایر تیمارها بود. سیلوی گراس بدون افزودنی پس از ۱۱۴ روز سیلو شدن ۴/۵۴ درصد اسید استیک داشت و نسبت اسید استیک به اسید لاکتیک در آن ۰/۶۵ بود (۲۹). ولی در بررسی دیگری (۱۵) هر چند تولید اسید استیک در علوفه چاودار بالا گزارش شد، ولی مقدار آن از اسید لاکتیک کمتر بود. مشابه با نتایج ذکر شده (۲۹)، در آزمایش ما نیز نسبت اسید لاکتیک به اسید استیک ۰/۷۱ بود. پس از سیلوی شاهد بیشترین تولید اسید استیک در سیلوهای حاوی تلقیح باکتریایی دیده شد. این نتیجه می‌تواند بسیار جالب باشد چرا که معمولاً انتظار می‌رود با افزودن تلقیح باکتریایی، تولید اسید لاکتیک افزایش یافته و تخمیر همگن صورت پذیرد، ولی با توجه به ضرورت وجود منابع کربوهیدراتی برای فعالیت باکتری‌های تولید کنندهٔ اسید لاکتیک مشخص شد که در گیاه ارزن فقیر از لحاظ منابع کربوهیدراتی، افزودن تلقیح باکتریایی تضمین کننده کیفیت سیلو نیست. از این نظر انتخاب یک تلقیح باکتریایی باید با توجه به نوع علوفه صورت پذیرد. این مسئله از نظر عملی در تهیه سیلو از اهمیت زیادی برخوردار است. فروتشل و همکاران (۹) نشان دادند که در سال‌های خشک، سیلوهای تولید شده از گیاه کامل گندم، اسید استیک بالاتری نسبت به سیلوهایی تولید کردند که در سال‌های پرآب تهیه شده بودند. این اختلاف نشان دهنده قدرت ماندگاری جمعیت باکتری‌های موجود روی گیاه، در شرایط خشک‌سالی است.

در سیلوهای حاوی ملاس و باکتری اسید استیک قابل تشخیص نبود و کاهش سریع pH در این تیمار فرصت فعالیت باکتری‌های غیر همگن را به حداقل رسانده بود، ولی درتیمارهای حاوی ملاس تمامی ارگانیسم‌ها قادر به رشد بوده‌اند. عدم تشخیص اسید استیک در سیلوهای حاوی ترکیب ملاس و باکتری ناشی از اثر همکوشی بین این دو افزودنی است. گزارش شد که افزودن گلوکز به همراه یک تلقیح باکتریایی به اندازه اسید سولفوریک و اسید فرمیک در کاهش pH و محدود کردن فعالیت کلستریدیا مؤثر بود(۲۱). ولی در سیلوهای برموداگراس، ملاس و باکتری اسید استیک بالاتری نسبت به هر کدام از آنها تولید کرد. در سیلوهای حاوی اسید فرمیک نیز اسید استیک کمی یافت شد. یکی از مزایای اسید فرمیک این است که در حضور آن، مقدار کربوهیدرات‌های محلول گیاه اهمیت خود را در فرایند سیلوکردن از دست می‌دهد. این خاصیت اسید فرمیک به همراه حفظ بخش‌های پروتئینی، باعث افزایش عملکرد حیواناتی شده است که از سیلوهای دارای اسید فرمیک تغذیه کرده‌اند (۲۱).

در سیلوهای شاهد به واسطه pH بالا، مقدار کم کربوهیدرات‌های محلول و حداکثر فعالیت کلستریایی، بالاترین تولید اسید بوتیریک دیده شد. ولفورد (۲۹) بیان کرد که کمتر از ۰/۱ درصد اسید بوتیریک در سیلوها نشان دهنده یک سیلوی مطلوب است. بر این اساس به جز تیمار شاهد، می‌توان سایر تیمارها را با کیفیت دانست. در این آزمایش تلقیح باکتری‌های تولید کننده اسید لاکتیک قادر به پیشگیری از تولید اسید بوتیریک نبود ولی در بررسی هیل و همکاران (۱۲) تنها افزودن تلقیح باکتریایی به سیلوی ارزن کافی بود تا تولید اسید بوتیریک به حدود غیر قابل تشخیص کاهش یابد. در بررسی اومانا و همکاران (۲۹) نیز با وجود تولید اسید بوتیریک در تیمارهای حاوی باکتری مقدار آن ناچیز بود.

قابلیت هضم

پایین‌تر بودن قابلیت هضم ماده آلی از ماده خشک در این

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1383.8.3.13.8]

پـژوهش، بـه دلـیل مقـدار بـالای خاکستر شیشه‌های شاهد بود. شـاید دلیل آن جمع‌آوری نمونه از گوسفندان تازه کشتارشده در کشـتارگاه باشـد، کـه بـه شـرایط نگه‌داری قبل از کشتار مربوط اسـت، بـه هـر حـال به دلیل خذف اثر آلودگی با خاک، قابلیت هضـم مـاده آلـی معـیار مطمئن‌تری نسبت به قابلیت هضم ماده خشک است(۱۴).

افـزودن جـو بـه سـیلوهای ارزن قابلـیت هضم ماده آلی را نسـبت به سیلوهای شاهد ۴ واحد افزایش داد. هر چند از لحاظ خصوصـیات تخمیـر، سـیلوهای حاوی جو pH بالاتری داشتند، ولـی افـزودن منبعـی از نشاسـته از طـریق جو، قابلیت هضم را افـزایش داد(جـدول۳). بنابراین اثر غلات در بهبود خصوصیات سـیلو، اثری دو مرحله‌ای است که بخش مهمی از آن به کارکرد این افزودنی بر عملکرد حیوان، باز می‌گردد. از این رو به منظور ارائه نتیجه‌گیری صریح در مورد مؤثر بودن افزودن جو به سیلو، نتایج تولیدی حیوان باید مدنظر قرار گیرد.

به دلیل اثر قابل ملاحظه‌ای که افزودن اسید فرمیک در حفظ و نگـه‌داری بخـش‌هـای نیتروژنـی سـیلوها دارد، پـژوهش‌های صـورت گـرفته بیشـتر قابلـیت هضـم نیتـروژن را در سیلوهای حـاوی اسـید فـرمیک بررسـی کرده‌اند. ناجل و برودریک (۲۳) نشـان دادنـد کـه بـا افزودن اسید فرمیک به سیلو تجزیه پذیری پـروتئین در شـکمبه کاهش می‌یابد. در بررسی نادو و همکاران (۲۲) افـزودن اسـید فـرمیک بـه همراه سلولاز به اورچادگراس قابلـیت هضـم سـیلو را تغییر نداد. هم‌چنین افزودن اسیدفرمیک تأثیـر در بهـبود قابلـیت هضـم مـاده آلـی سیلوهای علوفه پنجه خروسی، چاودار و یونجه نداشت (۳۰). ولی در آزمایش حاضر افـزودن اسید فرمیک قابلیت هضم ماده آلی و ماده خشک را در آزمایشـگاه افـزایش داد. ایـن نـتایج حساسـیت دیـواره سـلولی سـیلوی ارزن را بـه هضـم نشـان داده و حاکی از قابلیت هضم بـالای فیبر آن است. احتمالاً دلیل این امر به تراکم پایین لیگنین در علـوفه ارزن مـربوط اسـت کـه سـطح دسترسی میکروب‌های شـکمبه و نیـز اثـر هیدرولیـز اسیدی را روی کمپلکس‌های لیگنین و سلولز و همی سلولز افزایش می‌دهد.

افـزایش قابلیت هضم از ۵۶/۰۹ در سیلوی شاهد به بیش از ۶۳ درصد در سیلوهای حاوی ملاس حاکی از تأثیر مثبت ملاس بـود. در پژوهش اومانا و همکاران (۲۹) نیز ملاس بیش از همه مسـئول بهـبود کیفـیت تخمیـر و افزایش قابلیت هضم در سیلو بود. بخشی از افزایش قابلیت هضم به کربوهیدرات‌های محلول باقـی‌مانـده در سـیلوهای حـاوی ملاس مربوط است که توسط میکروارگانیسـم‌هـا بـه راحتـی مـورد اسـتفاده قرار می‌گیرند، به عـلاوه pH پایین در این سیلوها می‌تواند همی‌سلولز را از طریق هیدرولیـز اسـیدی مؤثرتـر بـه مقـدار زیادتـری در دسـترس میکروارگانیسـم‌ها قرار دهد. هم‌چنین کاهش آثار متقابل لیگنین، سـلولز و همی‌سلولز در نتیجه هیدرولیز اسیدی، سطح دسترسی میکـروب‌ها را به بخش‌های قابل هضم افزایش می‌دهد. با توجه بـه آن‌کـه مقدار کربوهیدرات‌های محلول باقیمانده در این تیمار پایین بود، افزایش هضم نمی‌تواند صرفاً به علت اثر خود ملاس بـوده باشـد، بلکـه بخـش زیـادی از آن بـه هضم اجزای فیبری سیلوی ارزن ارتباط داشته است.

نتیجه‌گیری

نـتایج این بررسی موید آن بود که علوفه ارزن فاقد مقادیر کافی از کـربوهیدات‌هـای محلـول در آب اسـت کـه بـرای تهیه یک سـیلوی با کیفیت بالا اهمیت زیادی دارد. بین افزودنی‌ها، ملاس بـه دلیل عرضه سریع مقادیر زیاد پیش نیازهای رشد باکتری‌های تولـید کنـنده اسید لاکتیک در درجه اول انتخاب قرار می‌گیرد و بـدون حضـور مقادیـر کافی از کربوهیدرات‌های محلول، تلقیح باکتریایـی لـزوماً بـه معـنای تهـیه یـک سیلوی با کیفیت خوب نخواهد بود.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1383.8.3.13.8]

منابع مورد استفاده

۱. مرکز آمار ایران، ۱۳۸۰. سالنامه آماری کشور در سال ۱۳۷۹. انتشارات مرکز آمار ایران، تهران.

۲. ناخدا، ب. ۱۳۷۹. *ارزن*. کتابچه ترویجی وزارت کشاورزی، نشر آموزش کشاورزی، تهران.

3. Andrea Canale, M., E. Valente and A. Coitti. 1984. Determination of volatile carboxylic C_1-C_5 and lactic acid in aqueous acid extracts of silage by high performance liquid chromatography. J. Sci. Food Agric. 35:1178-1182.
4. Association of official analytical Chemists. 1984. Official Methods of Analysis. 14th ed., AOAC, Washington, D. C.
5. Bolsen, K. K., C. Lin and B. E. Brent. 1992. Effect of silage additives on the microbial succession and fermentation process of alfalfa and corn silages. J. Dairy Sci. 75: 3066-3083.
6. Deware, W. A., P. McDonald and R. Wittenbury. 1963. The hydrolysis of grass hemicelluloses during ensilage. J. Sci. Food Agric. 60: 147-153.
7. DuBois, M., K. A. Giles, J. K. Hamilton, P. A. Ronets and F. Smith. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. Anal. Chem. 28: 350.
8. Feng, P., C. W. Hunt, G. T. Pritchard and W. E. Julien. 1996. Effect of enzyme preparation on *in situ* and *In vitro degradation and in vivo* digestive characteristics of mature cool-season grass forage in beef steers. J. Anim. Sci. 74: 1349-1357.
9. Froetschel, M. A., L. O. Ely and H. E. Amos. 1991. Effects of additives and growth environment on preservation and digestibility of wheat silage fed to Holstein heifers. J. Dairy Sci. 75: 546-556.
10. Georing, H. K. and P J. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis. Agric. Handbook, 379, Agric. Serv., US Dep. Agric., Washington, D. C.
11. Henderson, A. R., P. McDonald and M. K. Wolford. 1972. Chemical changes and losses during the ensilage of wilted grass treated with formic acid. J. Sci. Food Agric. 23: 1079-1087.
12. Hill, M. P., R. N. Gates, W. W. Hanna and J. C. Johnson. 1999. Pearl millet silage for growing beef heifers and steers. J. Prod. Agric. 12: 653-658.
13. Holden. L. A. 1999. Comparison of methods of in vitro dry matter digestibility for ten feeds. J. Dairy Sci. 82: 1791-1749.
14. Hopkins, A. 2000. Grass, Its Production and Utilization. 3rd ed., Blackwell Science, UK.
15. Islam, M., O. Enishi, A. Purnomoadi, K. Hegochi, N. Takosari and F. Terada. 2001. Energy and protein utilization by goats fed Italian ryegrass silage treated with molasses, urea, cellulase +lactic acid bacteria. Small Rum. Res. 42: 49-60.
16. Jaster, E. H., C. M. Fisher and D. A. Miller. 1985. Nutritive value of oatlage, barley/pea, pearl millet and sorghum as silage ground under a double cropping forage system for dairy heifers. J. Dairy Sci. 68: 2914-2921.
17. Jones, B. A., R. D. Hatfield and R. E. Muck. 1992. Effect of fermentation and bacterial inoculation on Lucerne cell walls. J. Sci. Food Agric. 60: 147-153.
18. McDonald, P., A. R. Henderson and S. J. E. Heron. 1990. The Biochemistry of Silage. 2nd ed., Chalcomb Pub., UK.
19. Merry, R. J., A. P. Williams, E. L. Bakewell, D. K. Leemans and J. K. S. Tweed. 1998. Proteolysis during ensilage of forages varying in soluble sugar content. J. Dairy Sci. 79: 2207-2216.
20. Moshtaghi Nia, S. A. and K. M. Wittenburg. 1999. Use of forage inoculant with and without enzymes to improve preservation and quality of whole crop barely forage ensiled as long bales. Can. J. Anim. Sci. 79: 525-532.
21. Muck, R. E. 1988. Factors influencing silage quality and their implications for management. J. Dairy Sci. 71: 2992-3002.
22. Nadeau, E. M. G., D. R. Buxton, J. R. Russell, M. J. Allison and J. W. Young. 2000. Enzyme, bacterial inoculant and formic acid effects on silage composition of orchadgrass and alfalfa. J. Dairy Sci. 83: 1487-1502.
23. Nagel, A. S. and G. A. Broderick. 1992. Effect of formic acid or formaldehyde treatment of alfalfa silage on nutritive utilization by dairy goats. J. Dairy Sci. 75: 140-154.
24. Okuda, H., S. Fuji and Y. Kawashima. 1965. A direct colorimetric method for blood ammonia. Tokushima J. Exp. Med. 12: 11-15.
25. Playne, M. J. and P. McDonald. 1966. The buffering constituents of herbage and of silage. J. Sci. Food Agric. 17: 264-209.
26. SAS Institute. 1985. SAS Users Guide: Statistics. SAS Inc., Cary, NC.
27. Sniffen, C. J., J. D. O'Connor, P. J. Van Soest, D. G. Fox and J. B. Russell. 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets, Π. Carbohydrate and protein availability. J. Anim. Sci. 70: 3562-3577.
28. Tilley. J. M. A. and R. A. Terry. 1963. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. J. Br. Grassl. Soc. 18: 104-111.
29. Umana, R., C. R. Staples, D. B. Bates, C. J. Wilcox and W. C. Mahanna. 1991. Effects of a microbial inoculant and (or) sugarcane molasses on the digestibility of bermudagrass ensiled at two moisture contents. J. Anim. Sci. 69: 4588-4601.
30. Wilson, R. F. and R. J. Wilkins. 1973. Formic acid as a silage additive, I. Effects of formic acid on fermentation in laboratory silos. J. Agric. Sci. 81: 117-124.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1383.8.3.13.8]