نشریه پژوهش در نشخوارکنندگان
جلد چهارم، شماره دوم، ۱۳۹۵
http://ejrr.gau.ac.ir

تعیین ترکیب شیمیایی، قابلیت هضم و تجزیه‌پذیری علوفه اسپرس آبی و دیم عمل‌آوری شده با اوره در گوسفند

بهروز یاراحمدی[۱]، *مرتضی چاجی[۲]، محمد بوجارپور[۲]، خلیل میرزاده[۲]، مرتضی رضایی[۳]

[۱]دانش‌آموخته دکتری تغذیه دام و [۲]دانشیاران گروه علوم‌دامی، دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان، [۳]استادیار پژوهشی مرکز تحقیقات علوم دامی کشور

تاریخ دریافت: ۹۵/۲/۹؛ تاریخ پذیرش: ۹۵/۶/۳

چکیده

سابقه و هدف: اسپرس یک گیاه علوفه‌ای چند ساله متعلق به خانواده بقولات بوده و کاشت آن بیشتر به‌صورت آبی و دیم به‌منظور تولید علوفه می‌باشد. عمل‌آوری با آب یا اوره یکی از روش‌های مناسب برای کاهش غلظت تانن‌ها می‌باشد. این آزمایش با هدف تعیین ترکیب شیمیایی، فنولی و تانن، قابلیت هضم و تجزیه پذیری دو رقم علوفه اسپرس دیم و آبی عمل‌آوری شده با آب یا اوره و بدون عمل‌آوری در گوسفند انجام شد.

مواد و روش‌ها: تیمارها شامل ۶ تیمار علوفه اسپرس آبی و دیم عمل‌آوری شده (با آب یا اوره) و عمل‌آوری نشده بودند. ترکیب شیمیایی و فنولی، تانن کل و تانن متراکم و تجزیه‌پذیری با طرح کاملا تصادفی، آزمایش تعیین قابلیت هضم با شش رأس گوسفند نر نژاد لری در قالب طرح مربع لاتین چرخشی۶ ×۶ و داده‌های مربوط به نیتروژن آمونیاکی و pH به روش اندازه‌گیری تکرار شده در زمان تجزیه و تحلیل شد.

یافته‌ها: بین تیمارهای مختلف بیشترین درصد پروتئین خام (۱۴/۲۵ درصد) مربوط به روش عمل‌آوری با اوره بود. بیشترین غلظت کل ترکیبات فنولی، تانن کل و تانن متراکم (به ترتیب ۵/۵۸، ۵/۳۶ و ۳/۳۵ درصد) مربوط به اسپرس دیم بدون عمل‌آوری بود و با تیمارهای دیگر تفاوت معنی‌دار داشت. در اثر عمل‌آوری با آب یا اوره بیشترین درصد کاهش ترکیبات فنولی، تانن کل و تانن متراکم را اسپرس آبی داشت. عمل‌آوری با آب یا اوره

*نویسنده مسئول: chaji@ramin.ac.ir

موجب بهبود معنی‌دار قابلیت هضم ماده خشک اسپرس شد. عمل‌آوری با آب موجب افزایش درصد تجزیه‌پذیری مؤثر ماده خشک در اسپرس آبی نسبت به اسپرس آبی و دیم بدون عمل‌آوری و سایر عمل‌آوری‌ها روی اسپرس شد. مقدار تجزیه‌پذیری الیاف نامحلول در شوینده خنثی برای اسپرس عمل‌آوری با آب در مقایسه با سایر تیمارها به‌طور معنی‌داری بیشتر بود. عمل‌آوری با آب یا اوره موجب افزایش در مقادیر تجزیه‌پذیری مؤثر مواد مغذی علوفه‌ی اسپرس شد.

نتیجه‌گیری: به‌طورکلی نتایج نشان داد استفاده از آب یا اوره در عمل‌آوری اسپرس روش مناسبی برای کاهش یا حذف اثرات نامطلوب تانن می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: اسپرس، تانن، تجزیه‌پذیری، عمل‌آوری با آب یا اوره، قابلیت هضم

مقدمه

اسپرس[1] از جمله بقولات علوفه‌ای است کـه بـه لحاظ تولید علوفه خوب، با کیفیت و قابل رقابت با یونجه در میان گیاهان مرتعی و زراعی مورد توجه می‌باشد. این گیاه سـازگاری وسـیعی بـه‌ویـژه در مناطق سردسیری دارد و در این مناطق برای تولید علوفـه مـورد استفاده قرار می‌گیرد. ضمن این که در مناطق گرم نیز به خوبی استقرار یافته و در برخی از مناطق عملکرد آن حتی از یونجه بیشـتر مـی‌باشـد (۲۶). این گیاه بدلیل داشتن ریشه‌های عمیق که شامل ریشـه اصـلی و ریشـه جـانبی قـوی اسـت، بـه خشکی مقاوم است و در مناطقی با بارندگی سالانه ۳۰۰ میلی‌متر می‌توان آن را به‌صـورت دیـم کشـت کرد، در چنین شرایطی عملکرد علوفه خشک تا ۳۵۰۰ کیلـوگرم در هکتـار گـزارش شـده اسـت (۷). برخی گزارش‌ها نشان داده که تحت شرایط آبی و دیم، از لحـاظ اغلـب صـفات مربـوط بـه کمیـت و کیفیت علوفه اسپرس تفاوت معنی‌دار وجود دارد. این موضوع نتیجه تأثیر معنی‌دار و قابل توجـه تـنش خشکی و شرایط کم آبی بر اغلب صفات اسپرس بیان شده است (۲۶).

محققین مختلفی وجود تانن متراکم را در اسپرس گزارش کرده‌اند. میزان تانن‌هـای متـراکم علوفـه اسپرس در محدوده ۲/۵ تا ۱۰ درصد مـاده خشـک گـزارش شـده‌اسـت (۱۱، ۱۲، ۲۴، ۲۸). مطالعـات تئودوریدیو و همکاران (۲۰۱۱) نشان دهنده خصوصیات تغذیـه‌ای ویـژه‌ی اسـپرس، بـه دلیـل وجـود تانن‌های متراکم است (۲۸). استفاده از برخی روش‌ها و ترکیبات شیمیایی برای کاهش غلظـت تـانن و ترکیبات فنولی خوراک‌های غنی از تانن، اثرات مفیدی بر عملکـرد دام‌هـا داشـته‌اسـت؛ از جملـه ایـن روش‌های تانن‌زدایـی، عمـل‌آوری بـا آب و اوره مـی‌باشـد (۱۳، ۱۴). عمـل‌آوری بـا آب و اوره روی برگ‌های آکاسیا سبب کاهش معنی‌دار کل ترکیبات فنولی، تانن کل و تانن متـراکم شـده‌اسـت (۳، ۱۱، ۱۴). مشابه چنین یافته‌هایی توسط الفدیل و تانی (۱۹۹۳) در دانه‌های سـورگوم غنـی از تـانن بوسـیله غوطه‌ورکردن دانه‌های سورگوم در آب گزارش شده اسـت (۵). سـطح منبـع تـانن اهمیـت زیـادی در کاهش تجزیه‌پذیری مواد مغذی در شکمبه دارد. بر این اساس فاکتورهای مؤثر بر غلظت تانن و دیگـر ترکیبات شیمیایی اسپرس و تأثیر آن بر قابلیت هضم و تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای کمتر مورد مطالعه قـرار گرفته است (۲ و ۲۸). با این وجود اطلاعات کمی در رابطه با تجزیه‌پذیری ماده خشک، پروتئین خـام و خصوصیات تغذیه‌ای اسپرس در مراحل برداشت و رقم‌های کشـت شـده وجـود دارد (۲۸). مـین و

1. *Onobrychis viciifolia*

همکاران (۲۰۰۲) کاهش غلظت آمونیاک شکمبه تحت تأثیر مصرف منابع تانن را گزارش نمودند (۱۸). این کاهش احتمالاً به‌علت تشکیل کمپلکس تانن-پروتئین، مهار فعالیت دی آمینازی میکروبی توسط تانن و در نتیجه کاهش تجزیه پروتئین و تعداد یا فعالیت باکتری‌های پروتئولیتیک در شکمبه می‌باشد (۱۹). تفاوت کمی و کیفی عملکرد علوفه اسپرس آبی و دیم (۲۶) و تفاوت ترکیبات فنولی، تانن‌کل و تانن متراکم آنها گزارش شده است (۱۱، ۱۲، ۲۴)، اما تأثیر این تفاوت‌ها به‌ویژ غلظت تانن آنها بر ترکیبات شیمیایی، قابلیت هضم و تجزیه‌پذیری مواد مغذی که از اهداف این مطالعه بود به‌ندرت مورد توجه قرار گرفته است. بنابراین آزمایش حاضر برای بررسی تأثیر تانن موجود در دو رقم علوفه اسپرس دیم و آبی عمل‌آوری شده با آب یا اوره بر ترکیبات شیمیایی، ترکیبات فنولی، تانن کل و تانن متراکم، قابلیت هضم و تجزیه پذیری شکمبه‌ای در گوسفند انجام شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان و ایستگاه تحقیقات کشاورزی بروجرد انجام شد. برای اسپرس کشت شده در شرایط دیم از رقم محلی شهرکردی و برای کشت آبی از رقم زراعی *Onobrychis viciifolia* استفاده شد. روش نمونه‌برداری به صورت نمونه‌گیری تصادفی بود. شش تیمار آزمایشی شامل علوفه اسپرس آبی و دیم بدون عمل‌آوری، اسپرس آبی و دیم عمل آوری شده با اوره و یا آب بودند. برطبق روش توصیه شده ماکار و سینگ (۱۹۹۳) در تیمارهای حاوی اسپرس آبی و دیم بدون عمل‌آوری، علوفه‌ها خرد شد و به مدت ۷ روز تحت شرایط هوازی نگهداری و خشک شدند (۱۴). برای تیمار عمل‌آوری با آب به روش بن سالم و همکاران (۲۰۰۵)، میزان ۲۰۰ لیتر آب به ازای ۱۰۰ کیلوگرم علوفه‌های خرد شده اسپرس پاشیده شد و به‌مدت ۷ روز تحت شرایط غیر هوازی نگهداری شدند (۳). برای تیمار عمل‌آوری با اوره، از محلول ۲ کیلوگرم اوره در ۱۰۰ لیتر آب به ازای ۱۰۰ کیلوگرم علوفه‌های خرد شده اسپرس استفاده شد و به‌مدت ۷ روز تحت شرایط بی‌هوازی نگهداری شدند (۳ و ۱۴).

قابلیت هضم مواد مغذی انواع اسپرس‌های تحت آزمایش با استفاده از ترکیب شیمیایی نمونه‌های اسپرس شامل ماده خشک، ماده آلی، عصاره اتری، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی، الیاف نامحلول در شوینده خنثی و پروتئین خام (روش کجلدال) اندازه‌گیری شد (۱، ۲۹). کل ترکیبات فنولی و تانن کل در اسپرس‌ها به روش رنگ سنجی با معرف فولین شیکالتو انجام شد. میزان جذب در طول موج

۷۲۵ نانومتر قرائت شد و کل تانن به روش تفاوت محاسبه شد (۱۵). برای اندازه‌گیری تانن‌های متراکم از محلول ان- بوتانل– اسید کلریدریک استفاده شد. برای تعیین میزان تانن موجود در عصاره از روش طیف سنجی (FT-IR) و دستگاه اسپکتوفتومتر مدل FT-IR (PerkinElmer FT-IR – Spectrometer Spectrum RXI) استفاده شد. مقدار جذب نوری کمپلکس رنگی تشکیل شده در طول موج ۵۵۰ نانومتر قرائت شد (۱۳).

شش گوسفند نر بالغ نژاد لری با میانگین وزن ۲/۲۴ ۴۵±۴۲/ کیلوگرم و با روش جمع آوری کل مدفوع تعیین شد (۴). در هر دوره از آزمایش هر کدام از شش گوسفند با همان اسپرسی تغذیه شدند که مورد ارزیابی بود. دوره عادت‌پذیری ۱۰ روز در نظر گرفته شد و جمع‌آوری کل مدفوع تولیدی حیوانات به مدت ۷ روز پس از آن ادامه یافت. در هر روز کل مدفوع و باقیمانده خوراک قبل از خوراک‌دهی صبحگاهی توزین شد و نسبت ثابتی از آنها نگهداری شد، در آخر دوره جمع‌آوری نمونه‌های هر دام مخلوط شدند. نمونه‌ها خوراک، مدفوع و باقیمانده جمع‌آوری شده برای تعیین ماده خشک، پروتئین‌خام، عصاره اتری، الیاف نامحلول در شوینده‌خنثی و اسیدی مورد آنالیز شیمیایی قرار گرفت. قابلیت هضم ظاهری بر اساس نسبت مقدار ماده مغذی دفع شده به مقدار ماده مغذی خورده شده محاسبه شد.

به‌منظور بررسی تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای علوفه‌های اسپرس دیم و آبی تحت آزمایش، از شش رأس گوسفند نر بالغ نژاد لری فیستوله شده از روش معمول استفاده شد (۲۲، ۳۰). گوسفندان با جیره‌ای شامل ۲۸/۵۰ درصد یونجه خشک، ۲۳/۲۵ درصد علوفه خشک اسپرس، ۸/۲۵ درصد کاه گندم، ۴/۲۰ درصد کنجالهٔ کلزا، ۲۹/۹۰ درصد دانهٔ جو، ۴/۵۰ تفاله خشک چغندر، ۰/۶ درصد آهک، ۰/۲ درصد نمک، و ۰/۶ درصد مکمل معدنی‌ویتامینی تغذیه شدند. جیره غذایی بر اساس نسبت علوفه به کنسانتره ۶۰ به ۴۰ بود (۲۰). کیسه‌ها به طور همزمان و در ۳ تکرار (۳ کیسه برای هر نمونه) برای زمان‌های مختلف صفر، ۲، ۴، ۸، ۱۲، ۲۴، ۳۶، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت در داخل شکمبه قرار داده شدند. کیسه‌ها بلافاصله پس از خارج شدن از شکمبه در آب سرد قرار داده شده و به مدت ۲۰ دقیقه شستشو شدند. سپس کیسه‌ها به آزمایشگاه منتقل شدند و با استفاده از رابطه شماره ۱ فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری به‌دست آمد. در آزمایش *in situ* کلیه پارامترهای قابل تخمین از جمله ناپدید شدن ماده خشک و پروتئین‌خام براساس روش استاندارد (۱) و مقدار فیبر نامحلول در شوینده خنثی بر اساس روش ون

سوست و همکاران (۱۹۹۱) اندازه‌گیری شد (۲۹). تجزیه‌پذیری مؤثر شکمبه‌ای نمونه‌ها بـا اسـتفاده از رابطه (۲) و با در نظر گرفتن سرعت عبور ۰/۰۳، ۰/۰۵ و ۰/۰۸ بر ساعت محاسبه شد.

$$P = a + b\,(1 - e^{-ct}) \quad \text{(رابطه ۱)}$$

$$ED = a + \frac{bc}{kp+c} \quad \text{(رابطه ۲)}$$

در این دو معادله P: پتانسیل تجزیه‌پذیری، a: بخش سریع تجزیه، b: بخش دارای پتانسیل تجزیه شدن در زمان (کند تجزیه)، c: نرخ تجزیه، e: عدد نپری و t: زمان انکوباسیون در شکمبه (ساعت)، ED: تجزیه‌پذیری مؤثر و K_P: نرخ عبور مواد از شکمبه بود.

روند تغییرات pH مایع شکمبه در گوسفندان دارای فیستولای شکمبه‌ای در یک دوره زمانی ۲۴ ساعتی ثبت و اندازه‌گیری شد. بدین منظور در ساعات صفر، ۲، ۴، ۶، ۸، ۱۲، ۱۶، ۲۴ ساعت نمونه‌ها با استفاده از دستگاه pH متر (مدل WTM، آلمان) تعیین شد. غلظت نیتروژن آمونیاکی موجود در مایع شکمبه با استفاده از روش برودریک و کانگ (۱۹۸۰) اندازه‌گیری شد (۴).

داده‌های ترکیب شیمیایی و فنولی، تانن کل و تانن متراکم علوفه اسپرس دیم و آبی بدون عمل‌آوری و عمل‌آوری شده با آب یا اوره و آزمایش تجزیه‌پذیری، در قالب طرح کاملا تصادفی با استفاده از مدل خطی عمومی (GLM) با نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱ با مدل آماری شماره ۱ تجزیه شد (۲۷). در آزمایش تجزیه‌پذیری برازش داده‌ها با استفاده از رویه NLIN نرم‌افزار آماری SAS نسخه ۹/۱ انجام شد. طرح آماری مورد استفاده در آزمایش تعیین قابلیت هضم به روش درون‌تنی، طرح مربع لاتین چرخشی۶×۶ بود (مدل آماری ۲). مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح خطای ۵ درصد انجام شد. داده‌های مربوط به نیتروژن آمونیاکی و pH به روش اندازه‌گیری تکرار شونده[1] با استفاده از رویه‌ی مختلط[2](مدل آماری ۳) و توسط نرم‌افزارآماری SAS (۹/۱) تجزیه و تحلیل شد. مقایسه میانگین‌ها با آزمون توکی در سطح خطای ۵ درصد انجام شد.

$$Y_{ij} = \mu + T_j + \varepsilon_{ijk} \quad \text{(مدل آماری ۱)}$$

که در این مدل: Y_{ij}= متغیر وابسته، μ= میانگین کل (مقدار ثابت)، T_j= اثر ثابت تیمار و ε_{ij}= اثر تصادفی خطا بود.

1. Reapeated measurment
2. Mixed model

$$Y_{ijk}= \mu+ T_i +R_j+ C_k + \varepsilon_{ijk}$$ (مدل آماری ۲)

که در این مدل: Y_{ijk}= متغیر وابسته، μ= میانگین کل (مقدار ثابت)، T_j= اثر ثابت تیمار ، R_j= اثر دوره، C_k= اثر حیوان، ε_{ijk}= اثر تصادفی خطا بود.

$$Y_{ijk}= \mu+ T_i + B_j + D_k+ R_l+ (TB)_{ij}+(TR)_{il} + \varepsilon_{ijkl}$$ (مدل آماری ۳)

که در این مدل: Y_{ijk}= متغیر وابسته، μ= میانگین کل (مقدار ثابت)، T_j= اثر ثابت تیمار، D_k= اثر دوره، R_l= اثر زمان اندازه‌گیری، $(TR)_{il}$= اثر تصادفی حیوان، $(TR)_{il}$= اثر متقابل حیوان و زمان اندازه‌گیری، $(TB)_{ij}$= اثر متقابل حیوان و تیمار و ε_{ijkl}= اثر تصادفی خطا بود.

نتایج و بحث

جدول ۱ تأثیر عمل‌آوری با آب یا اوره بر ترکیب شیمیایی، ترکیبات فنولی و تانن علوفه اسپرس آبی و دیم را نشان می‌دهد. عمل‌آوری با آب یا اوره بر ترکیب شیمیایی، ترکیبات فنولی و تانن علوفه اسپرس آبی و دیم معنی‌دار بود ($P<۰/۰۵$). مقدار ماده خشک برای اسپرس آبی و دیم عمل‌آوری شده با اوره یا آب کم‌تر از تیمارهای بدون عمل‌آوری بود. برخی محققین از جمله ماکار و سینگ (۱۹۹۳) در عمل‌آوری برگ‌های آکاسیا به عنوان یک ماده تانن‌دار با آب و اوره به مدت ۷ روز تحت شرایط غیر هوازی، نشان دادند که عمل‌آوری با هر دو روش موجب کاهش درصد ماده خشک شد که با نتایج بدست آمده در پژوهش حاضر مطابقت داشت (۱۴). عمل‌آوری با آب و اوره می‌تواند با افزایش زمان عمل آوری (۷ روز)، افزایش دمای محیط عمل آوری در اثر نگهداری در شرایط بی هوازی، خرد کردن علوفه و شست و شوی ترکیبات باند شده با تانن و تأثیر تانن‌زدایی، باعث کاهش درصد ماده خشک شود (۱۴).

در بین تیمارهای مختلف بیشترین درصد پروتئین خام مربوط به اسپرس آبی عمل‌آوری با اوره بود. افزایش پروتئین خام در حین عمل‌آوری برگ‌های آکاسیا با اوره نیز گزارش شده است (۳، ۱۴). با توجه به اینکه اوره منبع نیتروژنی است موجب افزایش پروتئین خام در اسپرس آبی عمل‌آوری شده با اوره شده است (۳). کمترین درصد پروتئین خام مربوط به اسپرس دیم بدون فرآوری (۱۱/۷۷ درصد) بود. گزارش شده در شرایط آبی و دیم از لحاظ اغلب صفات مربوط به کمیت و کیفیت علوفه اسپرس، تفاوت معنی‌دار وجود داشته و تأثیر معنی‌دار تنش خشکی و شرایط کم آبی بر اغلب خصوصیات اسپرس از جمله غلظت پروتئین‌خام مشاهده شده است (۲۶). تفاوت در مدیریت زراعی

و کوددهی موجب می‌شود نوع و بافت خاک (قلیایی یا اسیدی بودن خاک) و نوع کود اضافه شده (کود فسفات آمونیوم) بر میزان پروتئین خام اسپرس تأثیرگذار باشد. افزایش بیش از اندازه پروتئین خام و خاکستر خام در اسپرس آبی عمل‌آوری با آب یا اوره می‌تواند موجب افزایش ظرفیت بافری اسپرس در طول سیلو کردن و نگهداری باشد و واکنش‌های پروتئولیتیک در طی فرایند نگهداری و سیلوکردن ممکن است تا ۷۵ درصد پروتئین حقیقی علوفه‌ها را تحت تأثیر پروتئازهای گیاهی و میکروبی به نیتروژن آمونیاکی تبدیل کند (۶).

نتایج نشان داد بیشترین درصد الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF) مربوط به اسپرس دیم بود. بین NDF اسپرس آبی بدون عمل‌آوری و عمل‌آوری شده با آب تفاوت معنی‌دار وجود نداشت (P>۰/۰۵) اما در مورد اسپرس دیم این اختلاف معنی دار بود و عمل‌آوری با آب منجر به کاهش معنی‌دار NDF آن شد. غلظت NDF هنگام عمل آوری اسپرس آبی و دیم با اوره کاهش معنی‌دار نشان داد و غلظت NDF در اسپرس آبی عمل‌آوری شده با اوره کمترین مقدار بود. به نظر می‌رسد اثر فرآوری با اوره در مقایسه با آب تأثیر بیشتری در کاهش الیاف نامحلول در شوینده خنثی اسپرس داشته است. استفاده از اوره به علت افزایش pH موجب آزادسازی گاز آمونیاک از اوره و سست شدن پیوندهای لیگنوسلولزی می‌شود (۱۶). فرآوری مواد فیبری با ترکیبات شیمیایی از قبیل اوره باعث از بین رفتن برخی از بازدارنده‌های فیزیکی یا شیمیایی هضم از جمله پیوندهای لیگنوسلولزی می‌شود، به‌عبارت دیگر آمادگی الیاف را برای تورم افزایش می‌دهد. این اتفاقات بایستی قبل از تماس آنزیم‌های میکروبی با الیاف صورت گیرد. لذا موادی از قبیل اوره سبب برداشت عوامل فیزیکی می‌شوند که مانع از پف کردن الیاف سلولزی دیواره سلولی می‌شوند. در نتیجه سلولز و همی سلولز از لیگنین جدا شده و همی سلولز تا حدودی هضم می‌شود و لذا NDF کاهش می‌یابد.

بیشترین درصد الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (ADF) مربوط به اسپرس دیم بدون عمل‌آوری بود. عمل آوری با اوره باعث کاهش معنی‌دار ADF در هر دو نوع اسپرس آبی و دیم نسبت به نوع عمل‌آوری نشده آنها شد. در مورد اسپرس آبی عمل‌آوری با آب تفاوت معنی‌داری با عمل‌آوری با اوره نداشت، اما در نوع دیم این تفاوت معنی‌دار بود که علت آن در بخش مربوط به اثر اوره بر NDF بیان شد. لذا تأثیر اوره و آب بر کاهش ADF اسپرس آبی یکسان بود.

بیشترین غلظت کل ترکیبات فنولی، تانن کل و تانن متراکم مربوط به اسپرس‌دیم بدون عمل‌آوری بود. در هر دو نوع اسپرس، تانن متراکم ۶۲/۵۰ درصد تانن کل را تشکیل می‌دهد. نتایج نشان داد

عمل‌آوری اسپرس آبی و دیم با آب یا اوره موجب کاهش در غلظت کل ترکیبات فنولی، تانن کل و تانن متراکم شد (P<۰/۰۵). در اسپرس آبی تفاوت معنی‌داری بین عمل‌آوری با آب و اوره بر این شاخص‌ها وجود نداشت، اما در اسپرس دیم تاثیر عمل‌آوری با اوره به طور معنی‌داری بیشتر از آب بود؛ به طوری که به‌ترتیب ۴/۸۴، ۴/۸۵ و ۱/۴۹ درصد تاثیر اوره در کاهش کل ترکیبات فنولی، تانن کل و تانن متراکم بیشتر از آب بود (P<۰/۰۵). در مجموع نتایج نشان داد تاثیرپذیری اسپرس آبی از هر دو نوع عمل‌آوری بیشتر از نوع دیم بود. بیشترین تأثیر عمل‌آوری با آب یا اوره بر کاهش تانن کل و کمترین تأثیر بر غلظت تانن متراکم بود. در گزارش‌های مختلف محدوده تانن‌های متراکم اسپرس را ۲/۵ تا ۱۰ درصد ماده خشک بیان کرده‌اند (۱۱، ۱۲ و ۲۴). برخی گزارش‌ها نشان داد تحت شرایط کشت آبی و دیم، بین اغلب صفات مربوط به کمیت و کیفیت علوفه اسپرس تفاوت معنی‌دار وجود دارد (۲۶). غلظت تانن در اسپرس و زمان برداشت آن به همراه نوع رقم کشت شده و مرحله برداشت یا واریته‌های مورد مطالعه به همراه شرایط جوی و مدیریت زراعی نیز موجب تفاوت در غلظت تانن اسپرس‌شده است (۲، ۷ و ۲۸).

سازوکار تانن‌زدایی توسط عمل آوری با آب به این صورت بوده که افزودن آب به همراه مدت زمان نگهداری مناسب در شرایط بی‌هوازی، موجب تحریک آنزیم‌های اکسیدکننده فنولی (آنزیم فنل اکسیداز) شده که در نهایت سبب اکسیده و غیرفعال شدن ترکیبات فنولی در اسپرس آبی می‌شود (۳، ۱۴). پیوند تانن در کمپلکس تانن–پروتئین بوسیله خاصیت قلیایی اوره سست شده و اکسیداسیون تانن بوسیله آنزیم‌های فنل اکسیداز موجب کاهش سطح تانن در گیاهان غنی از تانن می‌شود (۱۳).

سازوکار کاهش تانن و ترکیبات فنولی در عمل‌آوری با اوره، می‌تواند افزایش پلیمریزاسیون یا اکسیداسیون تانن به‌وسیله آنزیم‌های فنل‌اکسیداز باشد (۳ و ۱۴). مقدار غیرفعال شدن تانن کل در اثر عمل‌آوری با اوره در این آزمایش از لحاظ عددی با بعضی‌گزارش‌ها مطابقت دارد (۳ و ۱۱). به‌طور خلاصه نتایج این بخش از آزمایش نشان داد که عمل‌آوری با اوره یا آب تاثیر مشابهی بر ترکیبات شیمیایی اسپرس آبی و دیم شامل پروتئین و عصاره اتری داشت و موجب کاهش درصد ماده خشک و افزایش درصد پروتئین خام شدند. تأثیر عمل‌آوری اسپرس آبی با اوره یا آب بر کاهش ADF، کل ترکیبات فنولی، تانن کل و تانن متراکم مشابه و اثر اوره بر کاهش NDF بیشتر از آب بود. براساس نتایج بدست آمده، عمل‌آوری اسپرس به ویژه اسپرس آبی با آب می‌تواند برای غیر فعال کردن تانن‌ها نسبت به اوره از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه باشد.

جدول۱- ترکیبات شیمیایی، فنولی و تانن علوفه اسپرس دیم و آبی بدون عمل آوری و عمل آوری شده با آب یا اوره (درصد)

Table 1. Chemical compositions, total phenolic compounds and tannin of irrigated and rainfed sainfoin untreated and treated by water or urea (%)

تانن متراکم Condensed tannin	تانن کل Total tannin	کل ترکیبات فنولی Total phenolic compounds	الیاف نامحلول در شوینده اسیدی Acid detergent fiber	الیاف نامحلول در شوینده خنثی Neutral detergent fiber	عصاره اتری Ether extract	پروتئین خام Crude protein	ماده آلی Organic matter	ماده خشک Dry matter	تیمار Treatment
2.43 b	3.89 b	4.05 b	38.19 bc	43.99 c	2.39 b	12.40 c	93.23 b	93.80 ab	اسپرس آبی[1] Untreated irrigated sainfoin
1.51 e	2.18 e	2.28 e	36.73 dc	43.11 c	2.60 a	13.56 ab	94.27 a	91.38 d	اسپرس آبی عمل آوری با آب Irrigated sainfoin treated by water
1.48 e	2.15 e	2.24 e	36.04 d	41.08 d	2.43 ab	14.25 a	94.09 a	89.85 e	اسپرس آبی عمل آوری با اوره Irrigated sainfoin treated by urea
3.35 a	5.36 a	5.58 a	42.35 a	48.01 a	2.31 b	11.77 c	92.03 c	94.73 a	اسپرس دیم[2] Uuntreated rainfed sainfoin
2.25 c	3.51 c	3.68 c	40.79 a	45.89 b	2.44 ab	12.91 b	93.37 ab	93.17 b	اسپرس دیم عمل آوری با آب Rainfed sainfoin treated by water
2.15 d	3.25 d	3.41 d	38.60 b	44.03 c	2.38 b	13.07 b	93.23 b	92.02 dc	اسپرس دیم عمل آوری با اوره Rainfed sainfoin treated by urea
0.05	0.07	0.08	0.82	0.69	0.07	0.32	0.33	0.38	SEM
0.015	0.001	0.011	0.013	0.002	0.031	0.011	0.029	0.021	P-Value

۱- اسپرس تحت شرایط آبیاری ۲- اسپرس تحت شرایط دیم SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها، در هر ستون اعداد دارای حروف متفاوت از نظر آماری اختلاف معنی‌داری دارند (P<۰/۰۵).

در جدول ۲ تاثیر روش عمل‌آوری بر درصد قابلیت هضم مواد مغذی علوفه اسپرس دیم و آبی به روش درون تنی نشان داده شده‌است. برای قابلیت هضم همه مواد مغذی تاثیر عمل‌آوری با آب یا اوره بر اسپرس آبی بیشتر از اسپرس دیم بود. قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام، الیاف نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی، عصاره اتری و خاکستر اسپرس آبی، هنگام عمل آوری با آب یا اوره افزایش معنی‌دار داشت (P<۰/۰۵).

به استثناء عصاره اتری، اختلاف بین دو روش عمل‌آوری با آب یا اوره بر قابلیت هضم مواد مغذی معنی‌دار نبود. در مورد اسپرس دیم، عمل‌آوری با آب تاثیری بر قابلیت هضم مواد مغذی نداشت؛ در مورد عمل‌آوری با اوره نیز تنها قابلیت هضم ماده آلی، عصاره اتری و خاکستر افزایش معنی‌دار یافت (P<۰/۰۵). بیشترین درصد قابلیت هضم ماده خشک مربوط به اسپرس آبی عمل‌آوری با آب و کمترین قابلیت هضم ماده آلی مربوط به اسپرس دیم بدون عمل‌آوری بود (P<۰/۰۵). موافق با نتایج پژوهش حاضر، عمل آوری برگ‌های آکاسیا با آب یا اوره منجر به افزایش قابلیت هضم ماده خشک شد و عمل‌آوری با آب در مقایسه با اوره موثرتر بود (۳). عمل‌آوری با آب یا اوره موجب بهبود قابلیت هضم ماده خشک اسپرس آبی شد.

با توجه به کاهش مقدار کل تانن در اثر عمل‌آوری با آب یا اوره، احتمالاً دسترسی بیشتر میکروارگانیسم‌های شکمبه به پروتئین، نشاسته و کربوهیدرات‌ها سبب افزایش گوارش‌پذیری شکمبه‌ای مواد مغذی اسپرس آبی عمل‌آوری با آب یا اوره شده است (۲۸). علاوه بر این، تانن‌ها با اتصال به دیواره باکتری‌های شکمبه مانع ترشح آنزیم‌های خارج سلولی شده و از انتقال مواد مغذی به سلول باکتریایی ممانعت می‌نمایند، بنابراین می‌توانند مانع رشد میکروارگانیسم‌های شکمبه گردند (۱۷). ثابت شده که اثرات منفی تانن می‌تواند در ارتباط با ممانعت از فعالیت آنزیم‌های خارج سلولی میکروارگانیسم‌ها باشد که این نیز مانع تجزیه ذرات غذایی و در نهایت موجب کاهش قابلیت هضم مواد مغذی می‌شود (۲۵). در مجموع عمل‌آوری اسپرس آبی با آب یا اوره موجب بهبود قابلیت هضم کلیه مواد مغذی شد و تاثیر عمل‌آوری‌ها بر قابلیت هضم مواد مغذی در اسپرس دیم ناچیز بود، به عبارت دیگر عمل‌آوری‌ها برای اسپرس آبی موثرتر از نوع دیم بود.

جدول ۲- قابلیت هضم مواد مغذی علوفه اسپرس دیم و آبی بدون عمل آوری و عمل آوری شده بـا آب و اوره بـه روش درون‌تنی (درصد)

Table 2. The nutrients digestibility of irrigated and rainfed sainfoin untreated and treated by water or urea (%).

عصاره اتری Ether extract	الیاف نامحلول در شوینده اسیدی Acid detergent fiber	الیاف نامحلول در شوینده خنثی Neutral detergent fiber	پروتئین خام Crude protein	ماده آلی Organic matter	ماده خشک Dry matter	تیمار Treatment
25.24 c	43.70 c	c51.66	70.23 b	61.15 c	61.14 c	اسپرس آبی[1] Untreated irrigated sainfoin
34.94 a	53.29 a	61.21 a	74.59 ab	73.64 a	73.91 a	اسپرس آبی عمل آوری با آب Irrigated sainfoin treated by water
29.40 b	53.01 a	62.64 a	77.08 a	72.99 a	72.59 ab	اسپرس آبی عمل آوری با اوره Irrigated sainfoin treated by urea
22.39 d	39.85 d	46.42 d	64.53 c	59.41 c	57.87 d	اسپرس دیم[2] Uuntreated rainfed sainfoin
36.06 a	50.01 b	57.39 b	72.32 ab	70.38 b	68.25 b	اسپرس دیم عمل آوری با آب Rainfed sainfoin treated by water
27.70 b	50.62 ab	59.78 b	73.42 ab	71.89 a	69.67 b	اسپرس دیم عمل آوری با اوره Rainfed sainfoin treated by urea
0.86	1.02	1.08	1.76	0.45	1.28	SEM
0.015	0.018	0.012	0.037	0.001	0.016	P-Value

۱- اسپرس تحت شرایط آبیاری ۲- اسپرس تحت شرایط دیم SEM : خطای استاندارد میانگین‌ها، در هر ستون اعداد دارای حروف متفاوت از نظر آماری اختلاف معنی‌داری دارند (P<۰/۰۵).

درصد تجزیه پذیری و تاثیر عمل‌آوری با آب یا اوره بر ضرایب تجزیه‌پذیری ماده خشک اسپرس آبی و دیم در جدول‌های ۳ و ۴ نشان داده شده است. بخش محلول یا سریع تجزیه (a) در اسپرس دیم

کمتر از آبی بود (P<۰/۰۵)؛ عمل‌آوری با آب یا اوره باعث افزایش معنی‌دار این بخش در اسپرس آبی شده و با همدیگر تفاوت معنی‌دار نداشت.

در مورد بخش کند تجزیه (b) بین دو نوع اسپرس آبی و دیم تفاوتی وجود نداشت؛ در هر دو نوع اسپرس عمل آوری با آب یا اوره تاثیر معنی‌داری بر آن نداشت. بیشترین بخش سریع تجزیه، پتانسیل تجزیه‌پذیری و تجزیه‌پذیری مؤثر در زمان‌های مختلف مربوط به تیمار اسپرس آبی عمل‌آوری شده با آب بود که تنها برای تجزیه‌پذیری موثر، اختلافی با روش عمل‌آوری با اوره نداشت. عمل‌آوری اسپرس آبی و دیم با اوره سبب افزایش‌نرخ تجزیه‌پذیری (بخش c) شد.

اهمیت بخش سریع‌تجزیه در تجزیه‌پذیری ماده خشک، از جهت کربوهیدرات‌های محلول و سریع تخمیر بوده که از منابع تامین انرژی جهت ساخت پروتئین میکروبی توسط میکروارگانیسم‌های شکمبه می‌باشد. نتایج این تحقیق با مطالعه‌ای که اثر عمل‌آوری با آب و اوره را روی اسپرس معنی‌دار گزارش کرده‌اند، همخوانی دارد (۱۱). همچنین در گزارشی با مقایسه تجزیه پذیری ماده خشک اسپرس و یونجه نتیجه گرفتند که میزان ناپدید شدن ماده خشک در اسپرس بدون عمل‌آوری در شکمبه به‌علت وجود تانن کاهش یافته بود که با نتایج بدست آمده در رابطه با ماده خشک اسپرس آبی و دیم بدون عمل‌آوری شده در مطالعه حاضر که کم‌ترین تجزیه‌پذیری را داشتند مطابقت دارد (۴). در گزارشی اثر عمل‌آوری با اوره بر تجزیه‌پذیری ماده خشک برگ‌های آکاسیا معنی‌دار گزارش نشد که موید نتایج آزمایش حاضر برای بخش‌های a، b و PD می‌باشد (۳ و ۱۴).

اسپرس آبی عمل‌آوری شده با آب نسبت به سایر تیمارها تجزیه پذیری بیشتری داشت که ممکن است به علت عادت‌پذیری میکروارگانیسم‌ها و بدنبال آن کامل شدن اتصال تدریجی آنها به ذرات علوفه باشد (۱۴) که در نهایت سبب افزایش تجزیه پذیری شده است. عمل‌آوری با آب موجب تحریک آنزیم‌های اکسیدکننده فنولی (آنزیم فنل‌اکسیداز) شده که در نهایت سبب اکسید شدن تانن و در نتیجه غیرفعال شدن ترکیبات فنولی در اسپرس آبی شده‌است (۳ و ۱۴). باتوجه به کاهش مقدار کل تانن در اثر فرآوری با آب و اوره، احتمالاً دسترسی میکروارگانیسم‌های شکمبه به پروتئین، نشاسته و کربوهیدرات‌های اسپرس بیشتر شده و سبب افزایش گوارش‌پذیری شکمبه‌ای ماده خشک اسپرس عمل‌آوری شده گردیده است.

جدول ۳- روند تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای ماده خشک در زمان‌های مختلف شکمبه‌گذاری (درصد)

Table 3. The rumen degradation trend of dry matter in different incubation time (%)

تیمار	Degradability (h)							
Treatment	2	4	8	12	24	48	72	96
اسپرس آبی[1] Untreated irrigated sainfoin	34.29 f	40.29 d	50.58 a	54.17 c	62.63 c	68.79 ab	70.81 c	72.56 c
اسپرس آبی عمل‌آوری با آب Irrigated sainfoin treated by water	43.10 a	45.10 a	49.18 ab	54.29 c	65.42 b	70.04 a	75.43 a	76.71 a
اسپرس آبی عمل‌آوری با اوره Irrigated sainfoin treated by urea	39.68 c	41.68 c	48.65 b	59.12 a	66.69 a	69.48a	71.73 b	72.84 c
اسپرس دیم[2] Uuntreated rainfed sainfoin	32.94e	41.57 c	50.13 a	54.42 c	60.41 d	67.62 c	69.29 d	70.63a
اسپرس دیم عمل آوری با آب Rainfed sainfoin treated by water	41.03b	43.03b	48.94b	53.86c	63.99bc	68.60b	72.27b	74.42b
اسپرس دیم عمل آوری با اوره Rainfed sainfoin treated by urea	38.06d	40.06 d	47.58 c	56.75 b	64.86 b	67.80 c	69.17 d	70.01 d
SEM	0.33	0.34	0.37	0.26	0.33	0.31	0.35	0.34
P-Value	0.011	0.026	0.034	0.002	0.012	0.044	0.023	0.003

۱- اسپرس تحت شرایط آبیاری، ۲- اسپرس تحت شرایط دیم SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها، در هر ستون اعداد دارای حروف متفاوت از نظر آماری اختلاف معنی‌داری دارند (P<۰/۰۵).

جدول ۴- ضرایب تجزیه‌پذیری ماده خشک علوفه اسپرس دیم و آبی بدون عمل‌آوری و عمل‌آوری شده با آب یا اوره

Table 4. Dry matter degradation coefficients of irrigated and rainfed sainfoin untreated and treated by water or urea

(%) ED			c (%/hr)	(%) PD	(%) b	(%) a	تیمار
k=0.08	k=0.05	k=0.03					Treatment
50.43 b	54.82 b	59.32 b	0.063 c	71.45 c	37.57 ab	33.83 c	اسپرس آبی[1] Untreated irrigated sainfoin
52.30 a	56.58 a	61.36 a	0.044 e	76.69 a	37.78 ab	38.91 a	اسپرس آبی عمل آوری با آب Irrigated sainfoin treated by water
52.28 a	56.70 a	61.08 a	0.073 ab	72.17 c	38.01 a	34.16 c	اسپرس آبی عمل آوری با اوره Irrigated sainfoin treated by urea
49.36 c	53.77 c	58.19 c	0.069 b	69.55 d	37.83 ab	31.72 d	اسپرس دیم[2] Uuntreated rainfed sainfoin
51.09 b	55.36 b	59.94 b	0.052 d	73.53 b	36.87 b	36.65 b	اسپرس دیم عمل‌آوری با آب Rainfed sainfoin treated by water
50.55 b	53.77 c	59.11 bc	0.075 a	69.73 d	37.17 ab	32.56 d	اسپرس دیم عمل‌آوری با اوره Rainfed sainfoin treated by
0.26	0.38	0.36	0.001	0.31	0.21	0.35	SEM
0.039	0.017	0.024	0.015	0.027	0.042	0.011	P-Value

اسپرس تحت شرایط آبیاری ۲- اسپرس تحت شرایط دیم، a: بخش سریع تجزیه، b: بخش دارای توان تجزیه در واحد زمان (کند نجزیه)، c: نرخ تجزیه‌پذیری، ED: تجزیه‌پذیری مؤثر، PD: پتانسیل تجزیه‌پذیری (a+b)، SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها، در هر ستون اعداد دارای حروف متفاوت از نظر آماری اختلاف معنی‌داری دارند (P<۰/۰۵).

بر طبق جدول ۶ عمل‌آوری اسپرس آبی و دیم با اوره و آب سبب افزایش بخش سریع‌تجزیه (a) و پتانسیل تجزیه‌پذیری و تجزیه‌پذیری موثر پروتئین شد (P<۰/۰۵). بیشترین ضرایب تجزیه‌پذیری در

مقایسه با اسپرس دیم یا آبی عمل‌آوری نشده، مربوط به عمل‌آوری با اوره بود (P<۰/۰۵). عمل‌آوری با اوره یا آب تاثیر معنی‌داری بر بخش کند تجزیه (b) در اسپرس آبی و دیم نداشت.

در کل، تانن موجود در اسپرس آبی و دیم عمل‌آوری نشده موجب کاهش تجزیه‌پذیری پروتئین شده است. عوامل متعددی در تجزیه ترکیبات نیتروژن‌دار و ساخت پروتئین میکروبی دخالت دارند که تانن‌ها می‌توانند با باند شدن به پروتئین‌ها یا میکروارگانیسم‌های شکمبه سبب کاهش تجزیه‌پذیری شوند (۱۹). تانن‌ها با تشکیل پیوند بین گروه‌های هیدروکسیل سبب کاهش تجزیه‌پذیری پروتئین می‌شوند (۱۹). لذا استفاده از آب یا اوره با کاهش مقدار تانن (جدول ۱) منجر به افزایش تجزیه پروتئین شد که افزایش بخش a، b و PD موید این مطلب است.

بر این اساس افزایش پتانسیل تجزیه‌پذیری بر اثر افزایش بخش a و پیامد آن افزایش پتانسیل تجزیه پذیری را می‌توان به اثر تانن زدایی اوره و آب نسبت داد. اثر ممانعتی عمل‌آوری با اوره و تأثیر آن بر انحلال و تجزیه مواد موجب شده پیوند تانن در کمپلکس تانن– پروتئین بوسیله خاصیت قلیایی اوره سست شده و اکسیداسیون تانن بوسیله آنزیم‌های فنل‌اکسیداز موجب کاهش سطح تانن در اثر عمل‌آوری اسپرس آبی و دیم با اوره شود (۱۳). یکی دیگر از سازوکارهای درگیر در کاهش تانن و ترکیبات فنولی در عمل‌آوری با اوره، می‌تواند افزایش پلیمریزاسیون تانن‌ها باشد (۳، ۱۴). در مجموع به نظر می‌رسد که افزایش آزادسازی پروتئین خام در عمل آوری با اوره بیشتر مربوط به بخش نیتروژن غیر پروتئینی بوده تا اینکه مربوط به آزادی سازی کمپلکس تانن–پروتئین باشد؛ زیرا تاثیر تانن‌زدایی آب یا اوره بیشتر روی بخش محلول (ضریب a) بود تا بخش b.

جدول ۷ و ۸ درصد تجزیه‌پذیری و فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری الیاف نامحلول در شوینده خنثی علوفه اسپرس آبی و دیم عمل‌آوری شده با آب یا اوره و بدون عمل‌آوری را نشان می‌دهد. عمل‌آوری اسپرس آبی و دیم با آب و اوره منجر به افزایش معنی‌دار بخش سریع تجزیه (a)، PD و تجزیه پذیری موثر شد، اما تاثیری بر بخش b نداشت. بیشترین مقدار بخش سریع تجزیه، پتانسیل تجزیه پذیری و تجزیه‌پذیری مؤثر در زمان‌های مختلف مربوط به عمل‌آوری اسپرس آبی با آب بود (P<۰/۰۵). علت افزایش درصد تجزیه‌پذیری هنگام عمل‌آوری به‌ویژه با آب را می‌توان به اثر تانن زدایی آنها نسبت داد که منجر به کاهش اثر ممانعتی تانن‌های اسپرس بر میکروارگانیسم‌های‌شکمبه و افزایش میزان فراهمی مواد مغذی به‌خصوص نیتروژن آمونیاکی، برای میکروارگانیسم‌های تجزیه‌کننده‌ی الیاف می‌شوند (۱۷). عمل‌آوری با آب موجب تحریک آنزیم‌های اکسیدکننده فنولی (آنزیم فنل‌اکسیداز) شده که در نهایت

سبب اکسید شدن تانن و غیرفعال شدن ترکیبات فنولی در اسپرس آبـی مـی‌شـود (۳، ۱۴). مطالعـات دیگران نیز تایید می‌کند که تانن موجب کاهش جمعیت یا فعالیت باکتری‌های متصل به دیواره سـلولی و بدنبال آن کاهش هضم و تجزیه‌پذیری الیاف در شکمبه می‌شود (۸ و ۱۵).

جدول ۵- روند تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای پروتئین خام در زمان‌های مختلف شکمبه‌گذاری (درصد)

Table 5. The rumen degradation trend of crude protein in different incubation time (%)

Degradability (h)								تیمار
96	72	48	24	12	8	4	2	Treatment
70.25[d]	68.97[e]	64.69[d]	55.79[d]	48.27[e]	45.48[e]	41.91[b]	30.90[c]	اسپرس آبی[1] Untreated irrigated sainfoin
75.78[b]	72.97[c]	70.70[b]	58.94[b]	53.90[c]	49.76[c]	43.01[ab]	37.34[ab]	اسپرس آبی عمل آوری با آب Irrigated sainfoin treated by water
79.52[a]	78.71[a]	72.98[a]	61.95[a]	57.89[a]	51.87[a]	43.78[a]	37.77[a]	اسپرس آبی عمل آوری با اوره Irrigated sainfoin treated by urea
68.70[e]	67.19[f]	62.45[e]	53.45[e]	47.57[d]	44.18[f]	40.47[d]	29.46[d]	اسپرس دیم[2] Uuntreated rainfed sainfoin
73.93[c]	70.94[d]	67.71[c]	56.90[c]	52.81[d]	47.78[d]	40.90[c]	34.89[b]	اسپرس دیم عمل آوری با آب Rainfed sainfoin treated by water
78.80[a]	75.91[b]	72.19[a]	59.42[b]	56.14[b]	50.84 b	42.70[ab]	36.69[ab]	اسپرس دیم عمل آوری بااوره Rainfed sainfoin treated by urea
0.29	0.25	0.33	0.30	0.25	0.27	0.32	0.34	SEM
0.012	0.001	0.001	0.002	0.003	0.001	0.032	0.012	P-Value

۱- اسپرس تحت شرایط آبیاری ۲- اسپرس تحت شرایط دیم SEM : خطای استاندارد میانگین‌ها، در هر ستون اعداد دارای حروف حروف متفاوت از نظر آماری اختلاف معنی‌داری دارند (P<۰/۰۵).

جدول ۶- فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری پروتئین خام اسپرس علوفه اسپرس دیم و آبی بـدون عمـل‌آوری و عمـل‌آوری شده با آب یا اوره.

Table 6. Crude protein degradation coefficients of irrigated and rainfed sainfoin untreated and treated by water or urea

ED (%)			c (%/hr)	PD (%)	b (%)	a (%)	تیمار
k=0.08	k=0.05	k=0.03					Treatment
45.19 d	49.82 d	54.78 d	0.052 b	69.44 c	40.04 a	29.40 c	اسپرس آبی[1] Untreated irrigated sainfoin
49.95 c	54.39 c	59.37 c	0.043 c	75.45 b	39.35 a	36.10 b	اسپرس آبی عمل آوری با آب Irrigated sainfoin treated by water
52.72 a	57.33 a	62.56 a	0.041 cd	79.91 a	41.21 a	38.69 a	اسپرس آبی عمل آوری با اوره Irrigated sainfoin treated by urea
43.18 e	47.96 e	52.98 e	0.057 a	67.16 c	40.98 a	26.17 d	اسپرس دیم[2] Uuntreated rainfed sainfoin
51.09 b	55.36 b	59.94 c	0.052 b	73.53 b	36.87 b	36.65 b	اسپرس دیم عمل آوری با آب Rainfed sainfoin treated by water
51.23 b	55.74 b	60.93 b	0.039 d	78.85 a	40.94 a	37.91 a	اسپرس دیم عمل آوری با اوره Rainfed sainfoin treated by urea
0.21	0.20	0.19	0.002	1.25	0.48	1.05	SEM
0.001	0.001	0.026	0.001	0.027	0.041	0.01	P-Value

اسپرس تحت شرایط آبیاری ۲- اسپرس تحت شرایط دیم، a: بخش سریع تجزیه، b: بخش دارای توان تجزیه در واحد زمان (کند تجزیه)، c: نرخ تجزیه‌پذیری، ED: تجزیه‌پذیری مؤثر، PD: پتانسیل تجزیه‌پذیری (a+b)، SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها، در هر ستون اعداد دارای حروف حروف متفاوت از نظر آماری اختلاف معنی‌داری دارند (P<۰/۰۵).

جدول ۷- روند تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای NDF در زمان‌های مختلف شکمبه‌گذاری (درصد)

Table 7. The rumen degradation trend of NDF in different incubation time (%)

Degradability (h)								تیمار
96	72	48	24	12	8	4	2	Treatment
54.67[d]	46.09[d]	42.67[e]	31.7[d]	23.10[d]	15.48[dc]	5.93[d]	3.42[d]	اسپرس آبی[1] Untreated irrigated sainfoin
58.39[a]	56.24[a]	53.41[a]	44.31[a]	30.40[a]	20.55[a]	12.85[a]	10.35[a]	اسپرس آبی عمل‌آوری با آب Irrigated sainfoin treated by water
55.76[c]	53.56[b]	49.86[b]	41.69[b]	29.15[b]	18.26[b]	10.96[b]	8.46[b]	اسپرس آبی عمل‌آوری با اوره Irrigated sainfoin treated by urea
52.67[f]	44.54[e]	39.37[d]	28.87[e]	19.03[ab]	13.72[d]	4/79[e]	2.29[e]	اسپرس دیم[2] Uuntreated rainfed sainfoin
56.83[b]	54.08[b]	48.10[c]	27.43[c]	27.53[c]	19.03[ab]	10.79[b]	8.29[b]	اسپرس دیم عمل‌آوری با آب Rainfed sainfoin treated by water
53.37[a]	50.14[c]	47.76[c]	37.71[c]	27.43[c]	16.23[c]	10.05[c]	7.55[c]	اسپرس دیم عمل‌آوری با اوره Rainfed sainfoin treated by urea
0.23	0.22	0.35	0.68	0.36	0.63	0.25	0.25	SEM
0.024	0.005	0.011	0.002	0.014	0.024	0.012	0.001	P-Value

۱- اسپرس تحت شرایط آبیاری ۲-اسپرس تحت شرایط دیم SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها، در هر ستون اعداد دارای حروف متفاوت از نظر آماری اختلاف معنی‌داری دارند (P<۰/۰۵).

جدول ۹ نتایج مربوط به غلظت نیتروژن آمونیاکی و pH شکمبه‌ای گوسفندان تغذیه شده با علوفه اسپرس دیم و آبی‌عمل‌آوری‌شده با آب یا اوره و بدون عمل‌آوری را نشان می‌دهد. عمل آوری اسپرس با آب یا اوره موجب افزایش اندکی در pH شده است. pH شکمبه مهمترین عامل در تعیین قابلیت هضم خوراک در نشخوارکنندگان بوده که سقوط آن به کمتر از ۵/۸ فعالیت باکتری‌ها و سایر میکروارگانیسم‌های سلولولیتیک در شکمبه را محدود کرده و قابلیت هضم فیبر و بازده خوراک را کاهش می‌دهد (۱۰). گزارش شده که وجود تانن در خوراک گوسفند، موجب کاهش pH شکمبه

می‌شود (۱۸ و ۱۹). این موضوع در اسپرس دیم و آبی بدون عمل‌آوری مشاهده می‌شود. با این وجود در آزمایش حاضر، دامنه pH تیمارها به مقدار ایده‌آل (۶/۲ تا ۶/۸) برای فعالیت میکروارگانیسم‌ها نزدیک بود که در این pH فعالیت میکروارگانیسم‌ها به طور منفی تحت تأثیر قرار نمی‌گیرد. در واقع ترکیب شیمیایی، ترکیبات فنولی و تانن موجود در اسپرس آبی و دیم عمل آوری شده و بدون عمل‌آوری موجب ایجاد اختلال در روند طبیعی تخمیر و کاهش هضم نشده است.

جدول ۸- فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری الیاف نامحلول در شوینده خنثی علوفه اسپرس دیم و آبی بدون عمل‌آوری و عمل‌آوری شده با آب یا اوره

Table 8. NDF degradation coefficients of irrigated and rainfed sainfoin untreated and treated by water or urea

(%) ED			(%/hr) c	(%) PD	(%) b	(%) a	تیمار
k=0.08	k=0.05	k=0.03					Treatment
17.95 d	23.36 d	29.79 d	0.034 b	53.99 c	51.23 a	2.76 c	اسپرس آبی[1] Untreated irrigated sainfoin
26.19 a	32.09 a	38.61 a	0.046 a	58.99 a	51.69 a	7.30 a	اسپرس آبی عمل آوری با آب Irrigated sainfoin treated by water
24.09 b	29.85 b	36.20 b	0.046 a	56.03 b	50.43 a	5.60 ab	اسپرس آبی عمل آوری با اوره Irrigated sainfoin treated by urea
15.86 e	21.08 e	27.46 e	0.030 b	53.06 c	51.10 a	1.95 c	اسپرس دیم[2] Uuntreated rainfed sainfoin
23.78 b	29.54 b	35.97 b	0.044 a	56.65 b	50.86 a	5.79 ab	اسپرس دیم عمل آوری با آب Rainfed sainfoin treated by water
22.14 c	27.63 bc	33.77 c	0.044 a	53.53 c	48.51 b	5.02 b	اسپرس دیم عمل آوری با اوره Rainfed sainfoin treated by urea
0.73	0.76	0.81	0.001	0.54	0.55	0.78	SEM
0.001	0.011	0.01	0.011	0.02	0.04	0.001	P-Value

۱- اسپرس تحت شرایط آبیاری ۲- اسپرس تحت شرایط دیم، a: بخش سریع تجزیه، b: بخش دارای توان تجزیه در واحد زمان (کند تجزیه)، c: نرخ تجزیه‌پذیری، ED: تجزیه‌پذیری مؤثر، PD: پتانسیل تجزیه‌پذیری (a+b)، SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها، در هر ستون اعداد دارای حروف متفاوت از نظر آماری اختلاف معنی‌داری دارند (P<۰/۰۵).

بین غلظت نیتروژن آمونیاکی اسپرس دیم و آبی عمل آوری نشده، با اسپرس آبی و دیم عمل آوری شده با آب، اختلاف معنی‌داری وجود نداشت، اما عمل‌آوری با اوره منجر به افزایش معنی‌دار غلظت نیتروژن آمونیاکی شکمبه شد. احتمالا یکی از دلایل کم‌تر بودن غلظت نیتروژن آمونیاکی در اسپرس‌های دیم و آبی عمل‌آوری نشده وجود تانن بیشتر در آنها در مقایسه با نوع عمل‌آوری شده می‌باشد (جدول ۱). تانن موجود در اسپرس موجب کاهش فعالیت آنزیم‌های پروتئولتیک و کاهش تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای می‌شود (۲۱، ۲۴ و ۲۸). یکی دیگر از دلایل کاهش غلظت نیتروژن آمونیاکی در حضور تانن‌ها، به‌دلیل توقف فعالیت‌های دی آمیناسیون در شکمبه می‌باشد، لذا تانن اسپرس از طریق کاهش تجزیه‌پذیری پروتئین در شکمبه (جدول ۴) موجب کاهش میزان نیتروژن آمونیاکی در شکمبه می‌شود (۲۱ و ۲۸).

جدول ۹- غلظت نیتروژن آمونیاکی و pH شکمبه‌ای گوسفندان تغذیه شده با علوفه اسپرس دیم و آبی‌عمل‌آوری‌شده با آب یا اوره و بدون عمل‌آوری

Table 9. Ruminal pH and N-NH3 concentrarions of sheep fed with irrigated and rainfed sainfoin untreated and treated by water or urea

pH	نیتروژن آمونیاکی(میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر) N-NH3(mg/100ml)	تیمار Treatment	
6.27 c	18.68 b	Untreated irrigated sainfoin	اسپرس آبی[1]
6.42 b	19.79 ab	Irrigated sainfoin treated by water	اسپرس آبی عمل آوری با آب
6.79 a	23.03 a	Irrigated sainfoin treated by urea	اسپرس آبی عمل آوری با اوره
6.24 c	17.96 b	Uuntreated rainfed sainfoin	اسپرس دیم[2]
6.40 b	20.08 ab	Rainfed sainfoin treated by water	اسپرس دیم عمل آوری با آب
6.74 a	22.81 a	Rainfed sainfoin treated by urea	اسپرس دیم عمل آوری با اوره
0.07	0.27		SEM
0.075	0.01		P-Value

۱- اسپرس تحت شرایط آبیاری ۲- اسپرس تحت شرایط دیم، SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها، در هر ستون اعداد دارای حروف متفاوت از نظر آماری اختلاف معنی‌داری دارند (P<۰/۰۵).

نتیجه‌گیری کلی

به‌طورکلی نتایج نشان داد استفاده از آب یا اوره برای تانن زدایی روش مناسبی برای کاهش یا حذف اثرات نامطلوب تانن می‌باشد و باید توجه داشت که دسته‌ای از تانن‌ها در آب نامحلول هستند. براساس نتایج بدست آمده توان عمل‌آوری با آب برای غیرفعال کردن تانن‌ها نسبت به اوره کافی بوده و از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه‌تر می‌باشد. از سوی دیگر، بخشی از تفاوت‌ها در فراسنجه‌های تخمیری به‌دست آمده برای مواد خوراکی مورد آزمایش ناشی از تفاوت در ترکیب شیمیایی آنها می‌باشد. عمل‌آوری با آب یا اوره موجب افزایش در مقادیر تجزیه‌پذیری مؤثر مواد مغذی مختلف علوفه‌ی اسپرس شد. نتایج نشان داد عمل آوری اسپرس با آب روی کاهش غلظت نیتروژن آمونیاکی شکمبه نقش مثبتی داشت. لذا می‌توان نتیجه گرفت، در صورتی که در شرایط مزرعه‌ای و در روستاها، قبل از مصرف علوفه‌ی اسپرس، با مقادیر کافی آب آغشته شود، شاید بدون ایجاد تأثیر نامطلوب بر مقدار مصرف علوفه توسط دام، به‌توان سبب افزایش قابلیت هضم علوفه و استفاده بیشتر از مواد مغذی موجود در آن شد.

منابع

1. Association of Official Analytical Chemisis. 2002 .Official Methods of Analysis.16thed. AOAC. Arlington, VA.
2. Aufrère, J., Dudilieu, M., and Poncet, C. 2008. *In vivo* and in situ measurements of the digestive characteristics of sainfoin in comparison with lucerne fed to sheep as fresh forages at two growth stages and as hay. J. Anim. 2: 1331–1339.
3. Ben Salem, H., Saghrouni, L., and Nefzaoui, A. 2005. Attempts to deactivate tannins in fodder shrubs with physical and chemical treatments.J. Anim. Feed. Sci. Tech. 122: 109-121.
4. Broderick, G.A., and Kang, J.H. 1980. Automated simultaneous determination of ammonia and totalamino acids in ruminal fluid and *in vitro* media. J. Dairy Sci. 63: 64-75.
5. El Fadil, E.B., and Tinay, A.H. 1993. Effect of soaking in water or in sodium carbonate on tannin content and *in vitro* protein digestibility of sorghum cultivars. J. Food Sci. Tech. 28: 389–395.
6. Getachew, G., Robinson, P.H., Depeters, E.J., and Taylor, S.J. 2004. Relationships between chemical composition, dry matter degradation and *in vitro* gas production of several ruminant feeds.J. Anim. Feed Sci. Tech.111: 57-71.

7. Hayot Carbonero, C., Mueller-Harvey, I., Brown, T.A., and Smith, L. 2011. Sainfoin (*Onobrychis viciifolia*): a beneficial forage legume. Plant Genet. Resour. 9: 1.70-85.
8. Hervás, G., Frutos, P., Girldez, F.J., Mantecón, Alvarez, A.R., and del Pino, M.C. 2003. Effect of different doses of quebracho tannins extract on rumen fermentation in ewes.J. Anim. Feed Sci. Tech. 109: 65–78.
9. Kennedy, P.M. 2002. Utilisation of tropical dry season grass by ruminants is increased by feeding fallen leaf of siris (*Albizia lebbeck*).J. Anim. Feed Sci. Tech. 96: 3.175-192.
10. Khafipour, E., Krause, D.O., and Plaizier, J.C. 2009. Alfalfa pellet induced subacute ruminal acidosis in dairy cows increases bacterial endotoxin in the rumen without causing inflammation. J. Dairy Sci. 92: 1712–1724.
11. Khalilvandi-Behroozyar, H., Dehghan-Banadaky, M., and Rezayazdi, K. 2010. Palatability, in situ and *in vitro* nutritive value of dried sainfoin (*Onobrychis viciifolia*). J. Agri. Sci. 148: 6.723-733.
12. Khiaosa-Ard, R., Bryner, S.F., Scheeder, M.R.L., Wettstein, H.R., Leiber, F., Kreuzer, M., and Soliva, C.R. 2009. Evidence for the inhibition of the terminal step of ruminal α- linolenic biohydrogenation by condensed tannins. J. Dairy Sci. 92: 177-188.
13. Makkar, H.P.S. 2003. Quantification of tannins in tree and shrub foliage: A Laboratory Manual. Kluwer Academic Publishers. Pp: 102.
14. Makkar, H.P.S., and Becker, K. 1996. Nutritional value and antinutritional components of whole and ethanol extracted *Moringa oleifera* leaves.J. Anim. Feed Sci. Tech. 63: 4.211-228.
15. Makkar, H.P.S., and Singh, B. 1993. Effect of storage and urea addition on detannification and *in sacco* dry matter digestibility of mature oak (*Quercus incana*) leaves.J. Anim. Feed Sci. Tech. 41: 247–259.
16. Makkar, H.P.S., Blümmel, M., and Becker, K. 1995. *In vitro* effects and interactions of tannins and saponins and fate of tannins in the rumen. J. Sci. Food Agri. 69: 481- 493.
17. McSweeney, C.S., Palmer, B., McNeill, D.M., and Krause, D.O. 2001. Microbial interactions with tannins: nutritive consequences for ruminants.J. Anim. Feed Sci. Tech. 82: 227–241.
18. Min, B.R., Attwood, G.T., McNabb, W.C., Molanb, A.L., and Barry, T.N. 2005. The effect of condensed tannins from *Lotus corniculatus* on the proteolytic activities and growth of rumen bacteria.J. Anim. Feed Sci. Tech. 121: 45–58.
19. Min, B.R., Attwood, G.T., Reilly, K., Sun, W., Peters, J.S., Barry, T.N., and McNabb, W.C. 2002. *Lotus corniculatus* condensed tannins decrease *in vivo* populations of proteolytic bacteria and affect nitrogen metabolism in the rumen of sheep. Can. J. Microbiol. 48: 911-921.

20. National Research Council (NRC). 2007. Nutrient Requirements of Sheep.7th rev. Ed. Natl. Acad. Sci. National Research Council. Washington.
21. Niderkorn, V., Mueller-Harvey, I., Le Morvana, A., and Aufrère, J. 2012. Synergistic effects of mixing cocksfoot and sainfoin on *in vitro* rumen fermentation. Role of condensed tannins.J. Anim. Feed Sci. Tech. 178: 48–55.
22. Ørskov, E.R., and McDonald, I. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements, weighted according the rate of passage. J. Agri. Sci. Camb. 92: 499–503.
23. Orskov, E.R., Hovell, F.D.D., and Mould, F. 1980. The use of the nylon bag technique for the evaluation of feedstuffs. Trop.J. Anim. Prod. 5: 195-213.
24. Scharenberg, A., Arrigo, Y., Gutzwiller, A., Wyss, U., Hess, H., Kreuzer, M., and Dohme, F. 2007. Effect of feeding dehydrated and ensiled tanniniferous sainfoin (*Onobrychis viciifolia*) on nitrogen and mineral digestion and metabolism of lambs.J. Arch Anim Nutr. 61: 481-496.
25. Silanikove, N. 2000. The physiological basis of adaptation in goats to harsh environments. Small Rum. Res. 35: 181–193.
26. Smoliak, S., Ditterline, R.L., Majerus, M.E., Scheetz, J.C., Holzworth, L.K., Sims, J.R., Wiesner, L.E., Baldridge, D.E., Tibke, G.L., and Cash, S.D. 1993. Plant species. P 8–169, In: D.E. Baldridge and R.G. Lohmiller (eds), Montana interagency plant materials, handbook for forage production, conservation, reclamation, and wildlife, Montana State University.
27. Statistical Analysis Systems Institute. 2003. SAS User's Guide.Version 9.1. SAS Institute Inc., Cary, NC.
28. Theodoridou, K., Aufrere, J., Niderkorn, V., Andueza, D., Le Morvan, A., Picard, F., and Baumont, R. 2011. *In vitro* study of the effects of condensed tannins in sainfoin on the digestive process in the rumen at two vegetation cycles.J. Anim. Feed Sci. Tech. 170: 147– 159.
29. Van Soest, P.J., Robertson, J.B., and Lewis, B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. Dairy Sci. 74: 3583-3597.
30. Vanzant, E.S., Cochran, C.R., and Titgemeyer, E.C. 1998. Standardization of *in situ* technique for ruminant feedstuff evaluation. J. Anim. Sci. 70: 2712-2729.

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
J. of Ruminant Research, Vol. 4(2), 2016
http://ejrr.gau.ac.ir

Determination of chemical composition, nutrients digestibility and degradability of irrigated and rainfed sainfoin treated by urea in sheep

B. Yarahmadi[1], *M. Chaji[2], M. Bojarpour[2], Kh. Mirzadeh[2] and M. Rezaii[3]
[1]Ph.D Graduated of Animal Nutrition and [2]Associate prof., Dept. of Animal Sciences, Faculty of Animal Science and Food Industry, Ramin Agriculture and Natural Resources University of Khouzestan, Molasani, Ahvaz, [3]Assistant prof., Animal Science Research Institute of Iran, Karaj, Iran
Received: 04/28/2016; Accepted: 08/24/2016

Abstract[5]

Background and objectives: Sainfoin is a perennial forage plant belonging to the legume family, cultivated in both rainfed farming and irrigated area for grazing and hay production for the feeding of livestock. The present experiment was conducted to determine chemical composition, total phenolic compounds and tannin, nutrients degradability and digestibility of two type sainfoin, cultivar rainfed and irrigated conditions sainfoin forage, in sheep.

Materials and methods: There was six treatments, consisted of untreated irrigated sainfoin (UNIS), untreated rainfed sainfoin (UNDS), irrigated sainfoin by water (ISTW), rainfed sainfoin treated by water (DSTW), irrigated sainfoin treated by urea (ISTU) and rainfed sainfoin treated by urea (DSTU). Data of chemical composition, total phenolic compounds, total and condensed tannin and degradability were analyzed based on completely randomized design and digestibility were analyzed with using a latin square (change over) design. as well data of pH and N-NH3 with repeated measurements on time.

Results: Among treatment, the highest crude protein content (14.25%) was related to irrigated sainfoin treated by urea (ISTU). The highest concentration of total phenolic compounds, total tannin and condensed tannin was for rainfed sainfoin (5.58, 5.36 and 3.35%, respectively). Therefore, Treatment by water or urea in irrigated sainfoin compared to non-treated irrigated sainfoin, and rainfed sainfoin treated by water or urea, was the highest percent of the reduction in phenolic

*Corresponding author; chaji@ramin.ac.ir

compounds, total tannin and condensed tannin. Treatment by water or urea resulted to increased of DM digestibility. The water treatment increased effective degradability (ED) of DM in irrigated sainfoin compared with other treatments. The ISTW treatment had higher degradability of neutral detergent fiber (NDF) than other treatments. Treatment by water and urea lead to increasing the ED of sainfoin nutrients.

Conclusion: Generally, the results showed that using water or urea for the treatment of sainfoin was a suitable method for decreasing or elimination of tannin undesirable effects.

***Keywords*:** Degradability, Digestibility, Sainfoin, Tannin, Treatment by water or urea