

تاثیر استفاده از مقادیر مختلف دانه سورگوم در جیره بر عملکرد و خصوصیات لاشه بره های هیبرید قزل × آرخار - مریнос

علی حسینخانی^{۱*}، اکبر تقی زاده^۲، حسین دقیق کیا^۱، علی رستمی باروج^۳ و صادق علیجانی^۱

تاریخ دریافت: ۸۹/۱۲/۹ تاریخ پذیرش: ۹۰/۸/۱۴

^۱ استادیار گروه علوم دامی دانشگاه تبریز

^۲ دانشیار گروه علوم دامی دانشگاه تبریز

^۳ دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم دامی دانشگاه تبریز

* مسئول مکاتبه: Email:hoseinkhani2000@yahoo.com

چکیده

هدف از انجام تحقیق حاضر بررسی اثرات جایگزینی دانه جو با دانه سورگوم در جیره بر عملکرد بره های پرواری بود. ۱۶ راس بره نر دورگ قزل - آرخار مریнос با میانگین وزن $46 \pm 5/8$ کیلوگرم مورد استفاده قرار گرفتند. تمامی جیره ها (تیمارهای آزمایشی) حاوی یونجه بعنوان بخش علوفه ای بودند (۲۰٪ کل ماده خشک) و باقیمانده جیره حاوی سطوح مختلف دانه جو و سورگوم بود. تیمارهای آزمایشی شامل سطوح صفر، ۶۰، ۷۰ و ۸۰ درصد سورگوم در جیره بود و بره ها بطور تصادفی در یکی از تیمار ها قرار گرفتند. جیره های آزمایشی به ترتیب حاوی صفر، ۵۸۸/۰، ۶۸۶/۰ و ۷۸۴/۰ درصد تانن بودند. نتایج آزمایش نشان داد که تیمارهای آزمایشی میانگین افزایش وزن بره ها را تحت تاثیر قرار دادند ($P < 0/05$) هر چند که تاثیری بر ماده خشک مصرفی و ضریب تبدیل خوراک نداشتند. بعلاوه کل اسیدهای چرب فرار، نیتروژن آمونیاکی، pH شکمبه و pH مدفوع تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفتند. خصوصیات لاشه شامل وزن لاشه سرد و گرم و وزن دمبه و چربیهای قابل جدا شدن تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفتند ($P < 0/05$). مصرف سطوح متوسط سورگوم به میزانی که کل تانن دریافتی از ۰/۶ درصد تجاوز ننماید و همچنین استفاده همزمان آن با جو در جیره بره های پرواری بهترین عملکرد را از نظر افزایش وزن به همراه داشت.

واژه های کلیدی: دانه سورگوم، تانن، دانه جو، عملکرد، بره های پرواری

The effect of different levels of dietary sorghum grain in finishing *Ghezel*×*Arkhar-Merino* crossbred lambs on performances and carcass characteristic

A Hoseinkhani^{1*}, A Taghizadeh², H Daghighkia¹, A Rostami Barooj³ and S Alijani²

Received: February 28, 2011 Accepted: February 28, 2011

¹Assistant Professor, Department of Animal Science, University of Tabriz, Tabriz, Iran

²Associate Professor, Department of Animal Science, University of Tabriz, Tabriz, Iran

³MSc Graduate Student, Department of Animal Science, University of Tabriz, Tabriz, Iran

*Corresponding author: hoseinkhani2000@yahoo.com

Abstract

The aim of the present study was to investigate the effects of replacing dietary barely with different levels of sorghum on lamb performances. Sixteen *Ghezel*×*Arkhar-Merino* crossbred male lambs with live weights 46 ± 5.8 (mean \pm SD) were used in the experiment. All dietary treatments had alfalfa hay (20% total DM), and remain part of diets (80% total DM) were contain different levels of barley and sorghum grain with different level of substitution. Lambs were randomly assigned to one of the four dietary treatments in a completely randomized design assignment, in which sorghum grain was used in the levels of 0, 60, 70 and 80 percent of total ration. Experimental diets were containing 0, 0.588, 0.686, and 0.784 percent of total tannin; respectively. The results of present experiment showed that different levels of dietary sorghum had significant effect on average weight gain of lambs ($p < 0.05$) however it had no significant effect on dry mater intake and feed conversion ratio of lambs. Also dietary treatments couldn't affect total VFA, N-NH₃ and pH of ruminal fluid and feces. Carcass characteristics such as hot and cold carcass weight, tail fat and dissectable fat weight affected by treatments ($p < 0.05$). Using moderate level of sorghum grain along with barley grain in finishing lambs diet in a manner in which, dietary total taninn don't exceed 0.6 percent, showed the best results from stand point of performance and weight gain.

Key Words: Sorghum, Tannin, Barley grain, Performance, Finishing lamb

مقدمه

دلیل سازگاری گسترده دمایی و رطوبتی امکان کشت آن در اقلیم های مختلف از نظر دما، رطوبت و ارتفاع وجود دارد (کوچکی ۱۳۸۴). کشت این گیاه در مناطق مختلف ایران نشانه سازگاری آن با شرایط اقلیمی بیشتر مناطق کشور است به طوری که ارقام جارویی سورگوم در مناطق شمالی، شمال شرقی و شمال غربی به وفور کاشته می شوند. این ارقام دارای مقدار قابل ملاحظه ای تانن (تا بیش از یک درصد ماده خشک دانه) می باشند. مغز دانه ذرت خوشه ای بسیار شبیه مغز دانه ذرت بوده اما اندازه آن کوچکتر می باشد. بطور کلی سورگوم در مقایسه با ذرت حاوی مقادیر بیشتری پروتئین و مقادیر کمتری روغن بوده و رنگدانه

نیل به خودکفایی اقتصادی در زمینه دامپروری، مستلزم جایگزینی محصولات تولید داخل با اقلام خوراکی وارداتی است. با توجه به شرایط آب و هوایی کشور ایران، پایین بودن میزان نزولات جوی و شرایط نسبتاً گرم و خشک، گیاه سورگوم میتواند گزینه مناسبی برای جایگزینی با اقلامی نظیر ذرت و جو گردد. سورگوم (ذرت خوشه ای) پس از گندم، برنج، ذرت و جو در زمره غلات مهم زراعی در جهان به شمار می رود (شورای غلات آمریکا ۲۰۰۶). مقاومت آن به خشکی بیش از ذرت بوده و بنابراین می تواند به عنوان یک جایگزین برای کشت ذرت مورد استفاده قرار گیرد. به

۱). جیره ها حاوی ۲۰ درصد علوفه و ۸۰ درصد کنسانتره بودند که در دو نوبت صبح و عصر (ساعت‌های ۸ و ۲۰) بصورت مصرف خوراک آزاد در اختیار بره ها قرار گرفت و مقدار خوراک مصرفی به گونه ای تنظیم شد که بطور میانگین ۵ تا ۱۰٪ از خوراک هرروز در آخور باقی بماند. جهت عادت دهی حیوانات برای استفاده از این میزان کنسانتره در جیره، در طی یک فاصله زمانی چهار هفته ای و به تدریج میزان کنسانتره افزایش یافت. آب و بلوک مواد معدنی به صورت آزاد در اختیار گوسفندان قرار گرفت. بره ها بصورت جداگانه در قفس های انفرادی قرار گرفته و میزان خوراک مصرفی و باقیمانده خوراک آنها بطور روزانه ثبت شد. نمونه خوراک و باقیمانده آن بطور هفتگی تهیه شده و تا زمان انجام تجزیه شیمیایی در فریزر ۲۰- نگهداری گردید. ماده خشک، خاکستر و پروتئین خام نمونه های خوراک با استفاده از روش پیشنهادی (۲۰۰۰، AOAC) تعیین شد. دیواره سلولی (NDF) با استفاده از روش ون سوست و همکاران (۱۹۹۱) تعیین گردید. برای تعیین pH شکمبه در دو روز مانده کشتار و به فاصله ۲ ساعت بعد از خوراک دهی، با استفاده از لوله مری مایع شکمبه اخذ شده و بلافاصله pH آن تعیین گردید. مایع شکمبه توسط ۴ لایه متقال^۱ صاف شده و برای تعیین نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه ۱۰ میلیتر مکعب از آن با ۱۰ میلیتر مکعب اسید کلریدریک ۰/۲ نرمال مخلوط شده و نمونه ها در ظروف پلاستیکی در فریزر نگهداری شدند.

مقدار کل نیتروژن آمونیاکی با روش مارخام (۱۹۴۲) و با استفاده از دستگاه *Markham Still* در طی دو مرحله تقطیر و تیتراسیون اندازه گیری شد. در مرحله تقطیر ۲۰ میلی لیتر مایع شکمبه همراه با ۰/۸ گرم اکسید منیزیم (*MgO*) به دستگاه تقطیر تزریق شده و مایع حاصل از تقطیر در ظرفی حاوی ۲۰ میلی لیتر اسید بوریک ۰/۵ نرمال جمع آوری گردید. پس از اتمام مرحله تقطیر با استفاده از اسید سولفوریک ۰/۱ نرمال تیتراسیون انجام شد. مقدار نیتروژن آمونیاکی شکمبه

گزارتوفیل ندارد. وارپته های تیره رنگ حاوی تانن می باشند که قابلیت هضم پروتئین آن را کاهش می دهد. تانن موجود در سورگوم از نوع تاننهای متراکم می باشد. تانن های متراکم، پروتئین خوراک را با تشکیل کمپلکس هایی با آنها از تجزیه در شکمبه مصون می دارند (داگلاس و همکاران ۱۹۹۵). تانن موجود در سورگوم بعنوان یک ماده ضد تغذیه ای، اثرات متضاد و عمدتاً منفی بر قابلیت استفاده از خوراکها و مواد مغذی توسط حیوان دارد. تاننها با تاثیر منفی بر فرایند هضم اجزای خوراک در دستگاه گوارش، میتوانند هضم مواد مغذی را مختل نموده و قابلیت هضم آنرا کاهش دهند. کاهش قابلیت هضم چنانچه با افزایش مصرف جیره دارای تانن بالا تشدید گردد می تواند ضریب تبدیل خوراک و بازده لاشه را متاثر نماید.

با توجه به اینکه دانه جو بعنوان خوراک اصلی در جیره بره های پرواری و بدلیل مصرف بسیار زیاد آن در صنعت دامپروری بخش عمده ای از واردات خوراک دام کشور را در بر میگیرد جایگزینی آن با ماده خوراکی تولید داخل می تواند از خروج ارز از کشور جلوگیری نماید. با در نظر داشتن اثرات ضد تغذیه ای تانن در نشخوارکنندگان و تاثیر آن در کاهش کارایی استفاده از سورگوم، تعیین سطح مطلوب استفاده از این ماده غذایی و تاثیر آن بر ویژگیهای لاشه امری ضروری به شمار می رود. تحقیق حاضر کوششی برای بررسی اثرات جایگزینی سطوح مختلف دانه سورگوم با دانه جو در جیره بره های پرواری و تاثیر آن بر عملکرد دام می باشد.

مواد و روشها

این آزمایش در ایستگاه تحقیقاتی خلعت پوشان دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز انجام شد. ۱۶ راس بره نر آمیخته قزل × آرخاب - مریوس با میانگین وزن $46/4 \pm 5/8$ کیلوگرم در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با ۴ تیمار و ۴ تکرار در هر تیمار شامل جیره های بدون سورگوم و سطوح ۶۰، ۷۰ و ۸۰ درصد سورگوم بعنوان جایگزین جو بمدت ۹۰ روز تغذیه شدند (جدول

بر حسب میلی گرم با استفاده رابطه زیر محاسبه گردید:

$$\text{نیتروژن آمونیاکی شکمبه بر حسب میلی گرم در لیتر} = ۲۰ \div (۱۰۰۰ \times ۱/۴ \times \text{عدد تیتراسیون})$$

گرفتن اینکه صفات افزایش وزن روزانه، خوراک مصرفی و ضریب تبدیل خوراک بصورت دوره ای اندازه گیری شد از این رو با رویه **Mixed** نیز مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

نتایج و بحث

اجزای تشکیل دهنده و ترکیبات شیمیایی جیره های آزمایشی در جدول ۱ نشان داده شده است. کل میزان فنل و تانن جیره با اندازه گیری این فاکتورها در دانه سورگوم محاسبه گردید (جدول ۱). با توجه به شباهت نسبی مواد مغذی بین جو و سورگوم، ترکیبات شیمیایی تیمارهای مختلف در دامنه ای تقریباً یکسان قرار داشتند. مقدار یونجه مورد استفاده در تمامی تیمارها یکسان بود بنابراین تفاوت‌های مواد مغذی بین تیمارها مربوط به تفاوت‌های بین مواد مغذی در دانه جو و سورگوم بود. با توجه به درصد پروتئین دانه جو (۱۱/۵) و دانه سورگوم (۱۰/۹) با جایگزینی دانه سورگوم با دانه جو و افزایش مقدار آن در جیره بره های پرواری، کاهش نسبتاً اندکی را در میزان پروتئین جیره های آزمایشی شاهد بودیم (جدول ۱). طبق تحقیقات انجام گرفته توسط انجمن بین المللی تحقیقات محصولات مناطق گرمسیری نیمه خشک (ICRISAT) (۲۰۱۰) بسته به شرایط کشت و ویژگیهای ژنتیکی، سورگوم دارای ۹/۵ الی ۱۴ درصد پروتئین (با میانگین ۱۱/۴ درصد) می باشد. میزان NDF بیشترین اختلاف را بین تیمارها نشان داد که بعلاوه تفاوت قابل توجه در میزان NDF بین دانه جو و دانه سورگوم بود. در خصوص میزان تانن اندازه گیری شده نیز با توجه به اینکه تنها مقدار تانن موجود در دانه سورگوم اندازه گیری شد و با در نظر گرفتن اینکه یونجه و دانه جو جزو مواد خوراکی فاقد تانن طبقه بندی می شوند

همچنین غلظت کل اسیدهای چرب فرار شکمبه نیز با استفاده از روش مارخام (۱۹۴۲) تعیین گردید. اندازه گیری میزان کل اسیدهای چرب در طی دو مرحله تقطیر و تیتراسیون انجام شد. در مرحله تقطیر ۵ میلی لیتر مایع شکمبه همراه با ۱۰ میلی لیتر سولفات منیزیم اشباع شده در اسید سولفوریک غلیظ ($MgSO_4 + H_2SO_4$) به دستگاه تقطیر تزریق شده و گازهای حاصل جمع آوری گردید و بلافاصله با افزودن معرف فنیل فتالین، تیتراسیون با استفاده از سود ۰/۰۵ نرمال انجام شد. مقدار اسید چرب فرار در هر لیتر مایع شکمبه (بر اساس میلی لیتر) برابر با عدد حاصل از تیتراسیون (میلی لیتر سود مصرفی) ضربدر ۱۰ می باشد. مقدار کل تانن و ترکیبات فنلی با استفاده از روش مککار ۲۰۰۰ و با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر تعیین گردید. بره ها در طول دوره پرور در دوره های ۲۰ روزه توزین شده، افزایش وزن روزانه آنها تعیین گردید. در پایان دوره بره ها کشتار شده و بازه لاشه و نسبت اجزای آن از جمله میزان چربی تعیین شد. از نرم افزار SAS ویرایش ۹ برای تجزیه و تحلیل داده های بدست آمده استفاده شد. مدل آماری طرح به شرح زیر بود:

$$y_{ijk} = \mu + T_i + \text{Period } j + (T * \text{Period})_{ij} + e_{ijk}$$

در مدل آماری فوق y_{ijk} نشان دهنده میزان مشاهده برای هر کدام از حیوانات بوده و T_i نیز نشان دهنده اثر تیمار مورد نظر، $\text{Period } j$ اثر دوره آزمایش (دوره های ۲۰ روزه) و $(T * \text{Period})_{ij}$ اثر متقابل دوره آزمایش در تیمار بود. μ و e_{ijk} نیز به ترتیب برابر با میانگین کل و میزان باقیمانده برای هر کدام از مشاهدات می باشد. حیوانات در شروع آزمایش بر اساس وزن بلوک بندی نشدند لذا برای حذف اثرات مربوطه وزن اولیه بعنوان کوواریت در نظر گرفته شده و در سایر تجزیه های آماری لحاظ گردید. با در نظر

بنابراین ترکیبات فنلی و تانن موجود در این ترکیبات اندازه گیری نگردید (جدول ۱).

جدول ۱ - اجزا تشکیل دهنده جیره و ترکیب شیمیایی جیره های آزمایشی

تیمارهای آزمایشی				
۸۰ درصد	۷۰ درصد	۶۰ درصد	بدون سورگوم	
				اجزای جیره (درصد)
۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	یونجه
۰	۱۰	۲۰	۸۰	جو
۸۰	۷۰	۶۰	۰	سورگوم
				ترکیب شیمیایی جیره ها (درصد)
۸۹/۵	۸۹/۴	۸۹/۳	۸۸/۸	ماده خشک
۱۱/۸	۱۱/۹	۱۱/۹	۱۲/۳	پروتئین خام
۲۴/۹	۲۵/۱	۲۵/۳	۲۶/۶	دیواره سلولی
۱۵	۱۵	۱۵/۱	۱۵/۶	دیواره سلولی منهای همی سلولز
۱/۸۷۴	۱/۶۴۰	۱/۴۰۶	۰	کل فنل
۰/۷۸۴	۰/۶۸۶	۰/۵۸۸	۰	تانن کل

استفاده از ۶۰ درصد دانه سورگوم در جیره منجر به بیشترین میزان افزایش وزن در حیوانات آزمایشی گردید در حالیکه تیمار چهارم یعنی استفاده از ۸۰ درصد سورگوم کمترین میزان افزایش وزن را به همراه داشت. وزن اولیه حیوانات آزمایشی نیز در میزان افزایش وزن معنی دار بود ($P < 0/01$).

بخوبی مشخص شده است که مقادیر اندک تانن متراکم در جیره، میزان تولید را در نشخوار کنندگان کوچک افزایش می دهد ولی مقادیر زیاد این ماده می تواند مضر باشد. اهمیت مقدار تانن مصرف شده با توجه به اثرات مثبت مصرف مقادیر متوسط از این ماده مورد توجه ویژه ای قرار گرفته است (آرتس و همکاران ۱۹۹۹). بری (۱۹۸۵) در آزمایش خودکاهش معنی داری را در افزایش وزن روزانه بره های مصرف کننده جیره حاوی سطوح بالای تانن (۷۶-۹۰ گرم در کیلوگرم ماده خشک) گزارش نمود اما تغذیه سطوح معتدل تانن به میزان کمتر از ۵۰ گرم در کیلوگرم استفاده از مواد مغذی در دستگاه گوارش را بهبود بخشید که تا حد

با توجه به اینکه حیوانات در شروع آزمایش بر اساس وزن بلوک بندی نشدند برای حذف اثرات مربوطه وزن اولیه بعنوان کواریت در نظر گرفته شده و در سایر تجزیه های آماری لحاظ گردید. تجزیه کواریانس نشان داد که وزن نهایی تحت تاثیر وزن اولیه حیوانات قرار گرفت با این حال وزن اولیه بر صفاتی نظیر کل افزایش وزن بدن، متوسط افزایش وزن روزانه، مقدار خوراک مصرفی روزانه و ضریب تبدیل خوراک بی تاثیر بود. نتایج مربوط به میانگین حداقل مربعات افزایش وزن حیوانات آزمایشی در دوره های مختلف پروار در جدول ۲ گزارش شده است. بر اساس نتایج این جدول مرحله پروار بر میزان افزایش وزن حیوانات تاثیر معنی داری داشت ($P < 0/05$) به طوریکه دوره اول (دوره ۲۰ روزه اول) با میانگین ۳/۵۳ کیلوگرم کمترین و دوره سوم پروار (دوره ۲۰ روزه سوم) با میانگین ۵/۰۷ کیلوگرم، بیشترین افزایش وزن زنده در حیوانات آزمایشی را به همراه داشت. اثر تیمار نیز در آزمایش حاضر معنی دار بود ($P < 0/01$). تیمار دوم، یعنی

مشخص شد که این حیوانات با افزایش مقدار تانن جیره مصرف خوراک را به گونه ای کاهش دادند که میزان تانن دریافتی از حد مشخصی تجاوز ننماید. با توجه به اینکه مقدار کل تانن مصرفی در تیمارهای دوم، سوم و چهارم به ترتیب ۲۰/۳، ۲۲/۶ و ۲۲/۵ گرم بود با افزایش درصد سورگوم جیره مصرف خوراک طوری تنظیم گردید که کل مقدار تانن دریافتی بیش از حدود ۲۲/۵ گرم نشود. با توجه به کمتر بودن افزایش وزن حیوانات در تیمار چهارم احتمالاً مقادیر بیشتر تانن در جیره این حیوانات برای آنها مضر بوده و با کاهش مصرف خوراک سعی در تعدیل اثرات زیانبار آن داشته اند.

زیادی بواسطه کاهش تجزیه پذیری پروتئین در شکمبه و بدنبال آن قابلیت دسترسی بهتر به اسیدهای آمینه (عمدتا اسیدهای آمینه ضروری) در روده کوچک روی داده است (بری و مک ناب ۱۹۹۹، مین و همکاران ۲۰۰۳). در آزمایش حاضر بالاترین میزان افزایش وزن حیوانات در تیمار دوم یعنی جایگزینی ۶۰ درصد جو با سورگوم دیده شد که کمترین میزان تانن را بعد از جیره شاهد دارا بود. در تیمارهای ۳ و ۴ که میزان سورگوم و به تبع آن تانن افزایش یافت یک روند نزولی در میزان افزایش وزن حیوانات به چشم می خورد (جدول ۲). با محاسبه میزان تانن مصرفی توسط حیوانات آزمایشی

جدول ۲- میانگین حداقل مربعات افزایش وزن (کیلوگرم) حیوانات آزمایشی تغذیه شده با مقادیر مختلف دانه جو و سورگوم

تیمارها	بدون سورگوم	۶۰ درصد	۷۰ درصد	۸۰ درصد	خطای معیار
مرحله					
۱	۲/۲۸	۴/۵۳	۲/۵۲	۴/۸۹	۰/۸۳
۲	۴/۸۵	۵/۶۱	۵/۶۳	۲/۵۷	۰/۸۳
۳	۵/۵۳	۴/۷۱	۵/۱۳	۴/۵۳	۰/۸۳
جمع	۱۲/۶۶ ^b	۱۶/۲۴ ^a	۱۳/۲۸ ^b	۱۱/۹۹ ^b	-
	درجه آزادی		سطح احتمال		
	صورت	مخرج			
اثر دوره	۲	۲۴	۰/۱۹		
اثر تیمار	۳	۱۲	۰/۰۴		
اثر متقابل تیمار در زمان	۶	۲۴	۰/۱۴		

استفاده نمودند مصرف خوراک کاهش یافت اما افزایش وزن، وزن لاشه و نسبت لاشه در مقایسه با گروهی که مکمل پلی اتیلن گلیکول (بعنوان باند کننده و غیر فعال کننده تانن) دریافت نمودند بهبود یافت. مونتوسی و همکاران (۱۹۹۶) ضمن ارایه گزارشی مشابه، ۲۳ درصد بهبود در افزایش وزن زنده در بره های مصرف کننده از گیاه *Holcus lanatus* (با ۴۴/۵ گرم تانن متراکم در کیلوگرم ماده خشک) مشاهده نمودند.

وانگ و همکاران (۱۹۹۶) میش های شیرده را با جیره های حاوی سطوح ۴۴/۵ گرم تانن متراکم که با

بری و مانلی (۱۹۸۴) در مقایسه ای با جیره های فاقد تانن، گزارش نمودند که مصرف *L. corniculatus* (با مقادیر کمتر از ۵۰ گرم در کیلوگرم تانن در ماده خشک جیره) در بره ها تاثیر مثبتی بر ابقای نیتروژن در این حیوانات دارد. بطور مشابهی درایجر و هارتفیلد (۱۹۷۲) افزایش ابقای نیتروژن را در بره های تغذیه شده با کنجاله سویای فراوری شده با تانن متراکم گزارش کرده بودند. وانگ و همکاران (۱۹۹۴ و ۱۹۹۶) مشاهده نمودند در میش هایی که از گیاه *L. corniculatus* (با ۳۴ گرم تانن متراکم در کیلوگرم ماده خشک) در مراتع

کیلوگرم ماده خشک مصرفی) کاهش معنی داری را در مصرف اختیاری خوراک باعث می گردد در حالیکه مقادیر متوسط یا کم تانن (کمتر از ۵۰ گرم در کیلوگرم ماده خشک مصرفی) بر این ویژگی بی تاثیر است (بری و دانکن ۱۹۸۴).

بری و مک ناب (۱۹۹۹) نشان دادند که اثرات منفی مصرف *Lotus pedunculatus* (با مقادیر بیش از ۵۰ گرم در کیلوگرم تانن در کیلوگرم ماده خشک) بر مصرف اختیاری خوراک گوسفندان چرا کننده در مراتع، زمانی که همان گوسفندان از *L. corniculatus* (با تنها ۳۴-۴۴ گرم در کیلوگرم تانن در کیلوگرم ماده خشک) مصرف نمودند، بروز نمود. هرواس و همکاران (۲۰۰۳) مقادیر متفاوتی از عصاره حاوی تانن متراکم (۰، ۰/۵، ۱/۵ و ۳ گرم به ازای هر کیلوگرم وزن زنده حیوان در روز که معادل ۰، ۲۸، ۸۳ و ۱۶۶ گرم تانن در کیلوگرم ماده خشک جیره بود) را به شکمبه گوسفندان تزریق نموده و مشاهده کردند که تمامی گوسفندان بجز گروه مصرف کننده ۱۶۶ گرم در کیلوگرم تانن، تمامی خوراک داده شده را مصرف نمودند. در این گوسفندان مصرف اختیاری خوراک بعد از ۶-۵ روز به صفر رسید.

اثر تانن قابل هیدرولیز نیز بسته به مقادیر مورد استفاده متغیر بوده است. مکسوینی و همکاران (۱۹۸۸) کاهش معنی داری را در میزان مصرف خوراک در گوسفندان تغذیه شده با گونه گیاهی *Terminalia oblongata* که حاوی سطوح متوسط تانن قابل هیدرولیز بود (۳۴ گرم در کیلوگرم ماده خشک) مشاهده نمودند اما همان حیوانات بهنگام تغذیه از نوعی درختچه با نام *Clidemia hirta* با سطوح بالای تانن (بیش از ۵۰ گرم در کیلوگرم ماده خشک) مصرف خوراک خود را کاهش دادند. ژوو و همکاران (۱۹۹۲) با استفاده از اسید تانیک به میزان ۸ گرم به ازای هر کیلوگرم وزن زنده گوسفندان مشاهده نمودند که مصرف اختیاری خوراک بطور قابل توجهی (از ۱۸ گرم به ۲/۵ گرم به ازای هر کیلوگرم وزن زنده) کاهش یافت. سه مکانیسم اصلی برای توصیف اثرات منفی تانن بر

پروپیلن گلیکول فراوری شده بود تغذیه نموده و افزایشی به میزان ۲۱ درصد در تولید شیر این میشها گزارش نمودند و بیان کردند که این افزایش تولید احتمالاً بدلیل افزایش قابلیت دسترسی به اسیدهای آمینه و بویژه متیونین و لیزین حاصل شده است. تانن موجود در سورگوم از نوع متراکم می باشد که این نوع تانن ها، با تشکیل کمپلکس هایی پروتئینهای خوراک را از تجزیه در شکمبه مصون می دارد (داگلاس و همکاران ۱۹۹۵). با توجه به اینکه پایداری این کمپلکس ها وابسته به pH می باشد (جونز و منگان ۱۹۷۷) در شیردان که pH افت می کند کمپلکس های مزبور شکسته شده و هضم و جذب اسیدهای آمینه آزاد از دوازدهه را مقدور می سازد. بنابراین با توجه به بیشتر بودن افزایش وزن تیمار دوم در آزمایش حاضر احتمالاً سطح تانن این جیره ها در حدی بوده که با بهبود دادن ابقای نیتروژن و یا افزایش قابلیت دسترسی به اسیدهای آمینه ضروری نظیر متیونین و لیزین منجر به افزایش وزن بیشتر در حیوانات آزمایشی گردیده است.

میانگین حداقل مربعات خوراک مصرفی حیوانات آزمایشی در دوره های مختلف پروار بر حسب کیلوگرم در جدول ۳ گزارش شده است. تیمارهای آزمایشی و وزن اولیه بره ها بر میزان مصرف خوراک مصرفی تاثیری نداشتند ضمن اینکه بررسی میزان خوراک مصرفی در طی دوره های ۲۰ روزه نیز حاکی از عدم تفاوت در میزان خوراک مصرفی بین گروههای آزمایشی بود اما گرایش به معنی دار شدن تاثیر تیمارهای آزمایشی بر خوراک مصرفی به چشم می خورد ($P < 0/06$). تیمار دوم (جیره حاوی ۶۰ درصد سورگوم) از نظر عددی بیشترین و تیمار چهارم (جیره حاوی ۸۰ درصد سورگوم) کمترین میزان مصرف را بین جیره های آزمایشی دارا بودند. در ضمن در طی دوره های ۲۰ روزه آزمایش، دوره سوم بیشترین و دوره اول کمترین مقدار خوراک مصرفی را برای حیوانات به همراه داشت.

مشخص شده است که مصرف گونه های گیاهی با سطوح بالای تانن متراکم (عموماً بیش از ۵۰ گرم در

معنی داری بین تیمارها در مصرف خوراک وجود نداشت ولی مصرف خوراک در تیمار چهارم با بیشترین درصد سورگوم بطور ملموسی کمتر از سایر گروهها بود (جدول ۳).

مصرف خوراک بیان شده است که عبارتند از: کاهش خوش خوراکی مواد غذایی، کاهش سرعت هضم و توسعه شرایط ناسازگار و ایجاد نفرت یا ایجاد شرایط عدم رغبت به مصرف خوراک حاوی تانن (فروتوس و همکاران، ۲۰۰۴). در آزمایش حاضر اگرچه تفاوت

جدول ۳ - میانگین حداقل مربعات خوراک مصرفی روزانه حیوانات آزمایشی در دوره های مختلف پروار (کیلوگرم)

مرحله	تیمارها	بدون سورگوم			خطای معیار
		۶۰ درصد	۷۰ درصد	۸۰ درصد	
۱		۳/۵۹	۳/۰۴	۲/۵۸	۰/۱۹
۲		۳/۴۵	۳/۱۴	۲/۸۳	۰/۱۹
۳		۳/۱۷	۳/۲۳	۲/۹۲	۰/۱۹
میانگین کل		۳/۵۵	۳/۱۳	۲/۷۷	-
		درجه آزادی		سطح احتمال	
		مخرج	صورت		
اثر دوره		۲۴	۳	۰/۳۴	
اثر تیمار		۱۲	۲	۰/۰۶	
اثر متقابل تیمار در زمان		۲۴	۶	۰/۴۳	

دوناوان و بروکر (۲۰۰۱) نشان دادند که باکتری های پروتئولیتیک که در مراحل اولیه به تانن حساسیت دارند می توانند پس از یک دوره کوتاه عادت پذیری، متابولیسم خود را تغییر داده و واکنش نشان دهند.

کاهش در خوش خوراکی می تواند از طریق واکنش بین تانن ها و موکوپروتئینهای بزاق، یا از طریق واکنش مستقیم با گیرنده های مزه و تحریک یک حس انقباضی^۱ صورت گیرد (مک لئود ۱۹۷۴). در بسیاری از گونه های علفخوار، بخش عمده ای از خوراک مصرفی برگونه های گیاهی دارای سطوح بالای تانن استوار بوده و پروتئین های غنی از پرولین در بزاق آنها بوفور یافت می شود (رابینزو همکاران ۱۹۸۷). این پروتئینها توان بالایی برای اتصال به تانن دارند (کومار و وسینگ ۱۹۸۴). کمپلکس های پروتئینی غنی از تانن- پرولین که در این حیوانات تشکیل می شود بر خلاف سایر

برخی محققین نشان دادند که تداوم مصرف تانن می تواند باعث ایجاد سازش به این ترکیب در حیوانات شده و اثرات منفی آن کاهش یافته یا کاملاً از بین می رود (بری ۱۹۸۵ و سالینکوف ۲۰۰۰). این پدیده در آزمایش حاضر نیز ملموس بود چرا که با توجه به داده های جدول ۳ ملاحظه می شود که میانگین افزایش وزن حیوانات در دوره ۲۰ روزه اول برابر با ۳/۵۳ کیلوگرم بود در حالیکه در دوره های بعدی به ترتیب به ۴/۶۶ و ۵/۰۷ کیلوگرم رسید و این روند حاکی از بهبود افزایش وزن دامها با گذشت زمان بود. افزایش هر چند غیر معنی دار را نیز در مقدار خوراک مصرفی در طی دوره های ۲۰ روزه شاهد بودیم (جدول ۳) بطوری که مقدار آن از ۳/۱۲ کیلوگرم به ۳/۳۲ کیلوگرم رسید. بنابراین می توان چنین نتیجه گرفت که اثرات منفی تانن با استفاده از جیره های حاوی این ماده در دراز مدت و با سازش پذیری حیوانات به مرور کاهش می یابد.

¹ Astringent sensation

از پرولین را ترشح می نمایند در حالیکه در گوسفند بعنوان مثال این پروتئینها تنها زمانی تولید می شوند که حیوان جیره های غنی از تانن مصرف نماید (رابینز و همکاران ۱۹۸۷).

میانگین حداقل مربعات ضریب تبدیل خوراک حیوانات آزمایشی در دوره های مختلف پروار در جدول ۴ گزارش شده است. بدلیل اینکه برخی از نتایج بدست آمده داده هایی پرت بشمار می رفتند ناگزیر از محاسبات آماری حذف گردیدند.

کمپلکس های تانن - پروتئین در تمامی دامنه های pH دستگاه گوارش پایدار است. این امر ممکن است اثرات منفی تانن را بر خوشخوراکی و بنابراین بر مصرف خوراک از بین برده و هضم خوراکهای غنی از تانن را بهبود بخشد (رابینز و همکاران ۱۹۸۷).

بنظر میرسد در طی سیر تکامل حیوانات، مکانیسم های عادت پذیری متفاوتی برای مصرف گیاهان غنی از تانن در علفخواران توسعه یافته است (رابینز و همکاران ۱۹۸۷). حیوانات چراکننده بطور ثابتی پروتئینهای غنی

جدول ۴ - میانگین حداقل مربعات ضریب تبدیل خوراک حیوانات آزمایشی در دوره های مختلف پروار (کیلوگرم)

مرحله	تیمارها	بدون سورگوم			
		۶۰ درصد	۷۰ درصد	۸۰ درصد	میانگین
۱		۱۳/۹±۲/۱	۱۰/۶±۱/۰۵	۱۷/۸۱±۱/۴	۱۳/۴±۰/۸
۲		۱۱/۱±۱/۴	۱۰/۶±۲/۰۴	۱۰/۶±۱/۱	۱۱/۱±۰/۷
۳		۱۰/۹±۱/۲	۱۲/۱±۱/۲۰	۱۲/۶۸±۱/۱	۱۱/۳±۰/۶
میانگین کل		۱۱/۹±۱	۱۱/۱±۰/۹	۱۳/۷±۰/۸	-
		درجه آزادی		سطح احتمال	
		مخرج	صورت		
اثر دوره	۲	۹		۰/۰۷	
اثر تیمار	۳	۱۲		۰/۱۷	
اثر متقابل تیمار در زمان	۶	۹		۰/۰۵	

سالینکوف ۲۰۰۰) تداوم مصرف تانن می تواند باعث ایجاد سازش به این ترکیب در حیوانات شده و اثرات منفی آن کاهش یافته یا کاملاً از بین می رود همین امر نیز باعث بهبود خوراک مصرفی در دوره های بعدی گردیده است (جدول ۴).

فراسنجه های شکمبه ای و مدفوعی مرتبط با تیمارهای آزمایشی در جدول ۵ گزارش شده است. اگرچه تفاوت معنی داری بین تیمارها مشاهده نشد اما تیمار بدون سورگوم از نظر عددی کمترین میزان کل اسیدهای چرب فرار اندازه گیری شده را دارا بوده و در عین حال بالاترین میزان نیتروژن آمونیاکی شکمبه را نشان دادند. pH شکمبه و pH مدفوع نیز تفاوت معنی داری بین

نتایج بدست آمده حاکی از این بودند که تیمارهای آزمایشی تاثیری بر ضریب تبدیل خوراک مصرفی حیوانات آزمایشی نداشتند در حالیکه دوره های تعیین ضریب تبدیل خوراک (فواصل ۲۰ روزه) تمایل به بروز اختلاف معنی دار داشتند ($P = 0/07$). دوره ۲۰ روزه اول آزمایش همراه با بالاترین میزان ضریب تبدیل خوراک بود که البته در دوره های بعدی مقدار آن بهبود یافت. این پدیده را می توان به عادت یافتن میکروارگانیزمهای شکمبه یا خود حیوان به اثرات سمی تانن در طول زمان نسبت داد. معنی دار بودن اثر متقابل تیمار × زمان در ضریب تبدیل خوراک مصرفی نیز شاهدهی برای مدعاست ($P < 0/05$). همانطور که قبلاً نیز اشاره گردید طبق نظر محققین مختلف (بری ۱۹۸۵،

تیمارها نشان ندادند اما روند تغییرات pH مدفوع بسیار جالب توجه بود (نمودار ۱).

جدول ۵- فراسنجه‌های تخمیر شکمبه ای و pH شکمبه و مدفوع در تیمارهای آزمایشی

P value	۸۰ درصد	۷۰ درصد	۶۰ درصد	بدون سورگوم	تیمارهای آزمایشی
۰/۲۱	۱۳/۲±۳	۱۵/۳±۴/۱	۱۲/۱±۳/۷	۹/۳±۴/۳	کل اسیدهای چرب فرار (mg/dl)
۰/۲۱	۰/۹±۰/۳	۱/۳±۰/۳	۱/۲±۰/۴	۱/۴±۰/۴	نیتروژن آمونیآکی (mmol/dl)
۰/۱۶	۶/۶±۰/۲	۶/۴±۰/۱	۶/۶±۰/۳	۶/۹±۰/۴	pH شکمبه
۰/۱۴	۷/۱±۰/۴	۷/۳±۰/۸	۷/۳±۰/۲	۷/۹±۰/۴	pH مدفوع

پروتئین در شکمبه در نتیجه مقدار بالای تانن بود. در آزمایش حاضر اگرچه تفاوت معنی داری در میزان نیتروژن آمونیآکی بین تیمارها مشاهده نشد ولی با افزایش درصد سورگوم یا میزان تانن جیره یک روند کاهشی در مقدار آن دیده شد بطوریکه گروه چهارم یا تیمار ۸۰ درصد سورگوم کمترین مقدار نیتروژن آمونیآکی را از نظر عددی دارا بود (جدول ۵). آهرونی و همکاران ۱۹۹۸ نیز نشان دادند که تاثیر تاننها بر تجزیه پروتئین اساسا مبتنی بر کاهش بخش سریع التجزیه و کاهش در نرخ تجزیه پذیری پروتئین می باشد.

اگرچه تیمارهای آزمایشی تاثیر معنی داری بر pH مدفوع نداشتند ولی با توجه به روند کاهشی pH همزمان با افزایش میزان سورگوم جیره به نظر میرسد که احتمالا تیمارهای آزمایشی منجر به تغییر محل هضم مواد مغذی شده اند. تاننها معمولا قابلیت هضم پروتئین را تحت تاثیر قرار می دهند اما می توانند به درجات متفاوتی سایر اجزای خوراک را نیز متاثر نمایند (کومار و سینگ، ۱۹۸۴). یقینا تغییراتی که بواسطه مصرف تانن در هضم ایجاد میشود عمدتا به تغییر الگوی تخمیر در شکمبه و بدنبال آن تغییر در هضم روده ای مواد مرتبط است. در هر حال افزایش نیتروژن دفعی از طریق مدفوع دلیلی بر کاهش قابلیت هضم خوراک در اثر تانن است (فروتوس و همکاران، ۲۰۰۴). کروگر و همکاران (۲۰۱۰) نیز در گزارش خود به این

اگرچه تاننها تاثیر عمده خود را بر پروتئین اعمال می نمایند اما می توانند کربوهیدراتها و بویژه همی سلولز، سلولز، نشاسته و پکتین را نیز تحت تاثیر قرار دهند (بری و مانلی ۱۹۸۴). برای مدتهای مدیدی اثر تاننها بر تجزیه فیبر یا الیاف گیاهی بعنوان یک اثر ثانویه ضد تغذیه ای بشمار می رفت. با وجود این مطالعات متعددی نشان داده اند که تجزیه فیبر در شکمبه می تواند در حیواناتی که جیره های غنی از تانن مصرف می نمایند کاهش یابد (بری و مک ناب ۱۹۹۹). با وجود این نتایج آزمایش حاضر نشان داد که تیمارهای آزمایشی بر میزان کل اسیدهای چرب فرار بی تاثیر بودند (جدول ۵).

کاهش تجزیه پروتئین در شکمبه شناخته شده ترین و مهمترین تاثیر تانن به شمار میرود (مک لئود ۱۹۷۴). میل ترکیبی تانن با این ملکولها بسیار بالا بوده و pH معتدل شکمبه برای تشکیل کمپلکس تانن - پروتئین بسیار مناسب است. بطور کلی این کاهش در تجزیه پروتئین مربوط به تولید کمتر نیتروژن آمونیآکی و جریان بیشتر نیتروژن آمونیآکی از شکمبه به دوازدهه می باشد (بری و مانلی ۱۹۸۴). تورنرو همکاران ۲۰۰۵ در آزمایش خود کاهش نیتروژن اوره ای خون را گزارش نمودند. در آن آزمایش مصرف گیاه Lespedeza حاوی تانن منجر به کاهش نیتروژن اوره ای خون در بزها گردید که بدلیل کاهش میزان تجزیه

نبود با روش معمول مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. بر اساس نتایج بدست آمده تفاوت معنی داری از نظر وزن لاشه بین تیمارهای آزمایشی وجود داشت که برای وزن لاشه گرم، وزن لاشه سرد و وزن لاشه بدون دمبه این تفاوتها روند مشابهی را نشان داد (جدول ۶). درصد لاشه تفاوت معنی داری را بین تیمارها نشان نداد.

نکته اشاره نمودند که تانن محل تخمیر مواد مغذی در دستگاه گوارش را تغییر داده و منجر به تغییر pH مدفوع گردید.

میانگین حداقل مربعات برخی صفات لاشه در جدول ۶ گزارش شده است. همانطور که قبلا نیز ذکر گردید با توجه به تفاوت معنی دار در وزن اولیه تیمارها در تجزیه آماری صفات فوق وزن اولیه بعنوان کورایت در نظر گرفته شده و در صورتی که اثر آن معنی دار

جدول ۶ - میانگین حداقل مربعات برخی صفات لاشه (کیلوگرم)

P value	خطای معیار	۸۰ درصد	۷۰ درصد	۶۰ درصد	بدون سورگوم	
۰/۰۲	-	۵۲±۴/۱ ^b	۵۶/۶±۲/۷ ^b	۶۶/۴±۰/۹ ^a	۶۳/۹±۴/۴ ^{ab}	وزن نهایی
۰/۰۰۹	۰/۰۱	۰/۲۱ ^{ab}	۰/۲۲ ^{ab}	۰/۲۸ ^c	۰/۱۹ ^a	متوسط افزایش وزن روزانه
۰/۰۱	۰/۹۸	۲۶/۹ ^b	۲۷/۳ ^b	۳۱/۶ ^a	۳۱/۸ ^a	وزن لاشه گرم (با دمبه)
۰/۰۰۹	۰/۹۷	۲۶/۲ ^b	۲۶/۷ ^b	۳۱ ^a	۳۱/۲ ^a	وزن لاشه سرد (با دمبه)
۰/۰۰۹	۰/۸۷	۲۳/۵ ^b	۲۳/۴ ^b	۲۷/۶ ^a	۲۷/۵ ^a	وزن لاشه سرد (بدون دمبه)
۰/۶	۲/۱۶	۴۹/۴	۴۸/۳	۵۰/۹	۵۲/۲	درصد لاشه
۰/۷	۰/۱۳	۰/۳۷	۰/۳۲	۰/۵۴	۰/۳۷	چربی زیر پوستی
۰/۲۷	۰/۳	۰/۵	۰/۳	۱	۰/۸	چربی محوطه بطنی
۰/۰۳	-	۴/۳±۰/۵	۳/۸±۰/۳	۲/۷±۰/۴	۲/۱±۰/۵	وزن دمبه
۰/۰۴	-	۵±۰/۶	۴/۴±۰/۴	۴/۷±۰/۴	۴±۰/۵	کل چربی قابل جدا شدن

آزمایش حاضر بود احتمالاً حیوانات مذکور بواسطه سن کمتر به میزان بیشتری تحت تاثیر اثرات منفی ترکیبات فنلی در مقایسه با آزمایش حاضر گردیده اند. افزایش وزن در حیوان به میزان پروتئین و انرژی دریافتی بستگی دارد. کایتو و همکاران ۱۹۹۸ براین باورند که مصرف تانن در گوسفند باعث کمبود پروتئین قابل تجزیه در شکمبه شده و بنابراین میتواند باعث کاهش هضم فیبر و کاهش وزن گردد. در آزمایش حاضر نیز کاهش وزن حیوانات در تیمار چهارم را می توان ناشی از کاهش تجزیه پذیری پروتئین، کاهش پروتئین قابل دسترس برای میکروارگانیسمهای شکمبه،

برخی از آزمایشات انجام گرفته (واستا و همکاران ۲۰۰۷، پیریلو و همکاران ۲۰۰۰) حاکی از این است که تانن جیره وزن نهایی را در بره های پروراری کاهش داده است ضمن اینکه افزایش وزن روزانه و وزن لاشه سرد نیز تحت تاثیر تانن کاهش یافتند. در آزمایش واستا و همکاران ۲۰۰۷ مقدار کل ترکیبات فنلی جیره در جیره های حاوی تانن ۱/۱۲ و مقدار کل تانن متراکم ۰/۳ درصد بود این در حالیست که حداقل مقدار ترکیبات فنلی و تانن در آزمایش حاضر ۱/۴ و ۰/۶ درصد بود. با توجه به اینکه سن بره ها و وزن شروع دوره پرورار در آزمایش واستا و همکاران ۲۰۰۷ بسیار کمتر از

افزایش وزن نائل شد. با توجه به نتایج حاصل از پژوهش حاضر جایگزینی ۶۰ درصد از دانه جو توسط دانه سورگوم به گونه ای که کل میزان تانن دریافتی توسط حیوان در محدوده کمتر از ۰/۶ درصد باشد بهترین عملکرد را در بره های پرواری (وحتی در مقایسه با گروه شاهد) نشان داد و بدنبال آن با افزایش درصد جایگزینی جو توسط سورگوم عملکرد حیوان کاهش یافت. البته بایستی در نظر داشت که برای حصول نتایج دقیقتر نیاز به استفاده از تعداد بیشتری دام می باشد. با توجه به تعداد کم حیوانات آزمایشی مورد استفاده در این پژوهش توصیه می شود تا آزمایشات تکمیلی با تعداد بیشتری حیوان انجام پذیرد.

کاهش هضم فیبر و بدنبال آن کاهش در میزان افزایش وزن حیوانات دانست. دانلی و همکاران ۱۹۷۱ نشان دادند که پروتئین خام در جیره های با تانن کمتر قابلیت هضم بیشتری نسبت به جیره های دارای تانن بیشتر دارد بنابراین در تیمار دوم بواسطه میزان کمتر تانن در مقایسه با تیمارهای سوم و چهارم احتمال داده می شود که قابلیت هضم پروتئین بالاتر بوده و بنابراین علاوه بر بهبود ضریب تبدیل غذایی افزایش وزن بره ها در این تیمار بیشتر از سایر گروهها بوده است.

نتیجه گیری کلی

نتایج این آزمایش نشان داد که با جایگزینی بخشی از دانه جو توسط دانه سورگوم در جیره بره های پرواری می توان به سطح مناسبی از عملکرد دام بویژه

منابع مورد استفاده

کوچکی ع. ۱۳۸۴. زراعت در مناطق خشک. جهاد دانشگاهی دانشگاه فردوسی مشهد

- Aerts RJ, Barry TN and McNabb WC, 1999. Polyphenols and agriculture: beneficial effects of proanthocyanidins in forages. *Agr Ecosyst Environ* 75: 1-12.
- Aharoni Y, Gilboa N and Silanikove N, 1998. Models of suppressive effect of tannins. Analysis of the suppressive effect of tannins on ruminal degradation by compartmental models. *Anim Feed Sci Tech* 71: 251-267.
- AOAC International. 2000. Official methods of analysis of AOAC International. 17th edn. AOAC Int., Gaithersburg, MD.
- Barry TN, 1985. The role of condensed tannins in the nutritional value of *Lotus pedunculatus* for sheep. 3. Rates of body and wool growth. *Brit J Nutr* 54: 211-217.
- Barry TN and Duncan SJ, 1984. The role of condensed tannins in the nutritional value of *Lotus pedunculatus* for sheep. 1. Voluntary intake. *Brit J Nutr* 51: 485-491.
- Barry TN and Manley TR, 1984. The role of condensed tannins in the nutritional value of *Lotus pedunculatus* for sheep. 2. Quantitative digestion of carbohydrates and proteins. *Brit J Nutr* 51: 493-504.
- Barry TN and McNabb WC, 1999. The implications of condensed tannins on the nutritive value of temperate forages fed to ruminants. *Brit J Nutr* 81: 263-272.
- Donnelly ED, Anthony WB and Langford JW, 1971. Nutritional relationships in low and high tannin *sericea lespedeza* under grazing. *Agron J* 63: 749-751.
- Douglas GB, Wang Y, Waghorn GC, Barry TN, Purchas RW, Foote AG and Wilson GF, 1995. Liveweight gain and wool production of sheep grazing *Lotus corniculatus* and lucerne (*Medicago sativa*). *N. Z. J. Agr Res* 38: 95-104.

- Driedger A and Hatfield E, 1972. Influence of tannins on the nutritive value of soybean meal for ruminants. *J Anim Sci* 34: 465-468.
- Frutos P, Hervás G, Giráldez FJ and Mantecón AR and 2004. Tannins and ruminant nutrition: Review. *Spanish Journal of Agricultural Research* 2 (2):191-202.
- Hervas G, Frutos P, Giraldez FJ, Mantecon AR, Alvarez Del Pino MC, 2003. Effect of different doses of quebracho tannins extract on rumen fermentation in ewes. *Anim Feed Sci Tech* 109: 65-78.
- International Crop Research Institute for Semi – Arid Tropics. 2010. www.icrisat.com
- Jones WT and Mangan JL, 1977. Complexes of the condensed tannins of sainfoin (*Onobrychis viciifolia* Scop.) with fraction 1 leaf protein and with submaxillary mucoprotein, and their reversal by polyethylene glycol and pH. *J Sci Food Agr* 28: 126-136.
- Kaitho RJ, Umunna NN, Nsahlai IV, Tamminga S and Van Bruchem J, 1998. Utilization of browse supplements with varying tannin levels by Ethiopian Menz sheep. *Agroforestry Syst.* 39,161–173.
- Krueger WK, Gutierrez-Bañuelos H, Carstensab GE, Mind BR, Pinchakd WE, Gomez RR, Andersonc RC, Kruegerc NA and Forbese TDA, 2010. Effects of dietary tannin source on performance, feed efficiency, ruminal fermentation, and carcass and non-carcass traits in steers fed a high-grain diet. *Anim. Heed Sci. Technol.* 159:1-9
- Kumar R and Singh M, 1984. Tannins: their adverse role in ruminant nutrition. *J Agr Food Chem* 32, 447-453.
- Makkar HPS, 2000. Quantification of Tannins in Tree Foliage. Animal Production and Health Sub-programme, FAO/IAEA Working Document. IAEA, Vienna, Austria.
- Markham R, 1942. A steam distillation apparatus suitable for micro-Kjeldahl analysis. *Biochem. J.* 36: 790.
- McLeod MN, 1974. Plant tannins - Their role in forage quality. *Nutr Abst Rev* 44: 803-812.
- McSweeney CS, Kennedy PM and John A, 1988. Effect of ingestion of hydrolysable tannins in *Terminalia oblongata* on digestion in sheep fed *Stylosanthes hamata*. *Aust J Agr Res* 39: 235-244.
- Min BR, Barry TN, Attwood GT and McNabb WC, 2003. The effect of condensed tannins on the nutrition of ruminants fed fresh temperate forages: a review. *Anim Feed Sci Tech* 106, 3-19.
- Montossi FM, Hodgson J, Morris ST and Risso DF, 1996. Effects of the condensed tannins on animal performance in lambs grazing Yorkshire fog (*Holcus lanatus*) and annual ryegrass (*Lolium multiflorum*) dominant swards. *Proc N Z Soc Anim Prod* 56: 118-121.
- O'Donovan L and Brooker JD, 2001. Effect of hydrolysable and condensed tannins on growth, morphology and metabolism of *Streptococcus gallolyticus* (*S. caprinus*) and *Streptococcus bovis*. *Microbiol* 147: 1025-1033.
- Priolo A, Waghorn GC, Lanza M, Biondi L and Pennisi P, 2000. Polyethylene glycol as a means for reducing the impact of condensed tannins in carob pulp: effects on lamb growth performance and meat quality. *J Anim Sci* 78: 810–816.
- Robbins CT, Hanley TA, Hagerman AE, Hjeljord O, Baker DL, Schartz CC and Mautz WW, 1987. Role of tannins in defending plants against ruminants: reduction in protein availability. *Ecology* 68, 98-107.
- SAS Institute. 1999. SAS User's Guide. Statistics. Version 8.2 ed. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Silanikove N., 2000. The physiological basis of adaptation in goats to harsh environments. *Small Ruminant Res* 35: 181-193.

- Turner KE, Wildeus S and Collins JR, 2005. Intake, performance, and blood parameters in young goats offered high forage diets of lespedeza or alfalfa hay. *Small Ruminant Research* 59: 15–23
- U.S. Grains Council, 2006. Sorghum, grain sorghum: any of various plants of the genus sorghum family. Poaceace, a cereal grain. [http:// www. Thegrainsfoundation.org/ sorghum](http://www.Thegrainsfoundation.org/sorghum).
- Van Soest PJ, Robertson JB and Lewis BA. 1991. Methods of dietary fibre, neutral detergent fibre and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J Dairy Sci* 74: 3583–3597.
- Vasta V, Pennisi P, Lanza M, Barbagallo D, Bella M and Priolo A, 2007. Intramuscular fatty acid composition of lambs given a tanniniferous diet with or without polyethylene glycol supplementation. *Meat Science* 76: 739–745
- Wang Y, Waghorn GC, Douglas GB, Barry TN and Wilson GF, 1994. The effects of the condensed tannin in *Lotus corniculatus* upon nutrient metabolism and upon body and wool growth in grazing sheep. *Proc N Z Soc Anim Prod* 54, 219-222.
- Wang Y, Waghorn GC, McNabb WC, Barry TN, Hedley MJ and Shelton ID, 1996. Effects of condensed tannins in *Lotus corniculatus* upon the digestion of methionine and cysteine in the small intestine of sheep. *J Agr Sci* 127, 413-421.
- Zhu J, Filippich LJ and Alsalami MT, 1992. Tannic acid intoxication in sheep and mice. *Res Vet Sci* 53, 280-292.