

مقایسه‌ی روش‌های اندازه‌گیری الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی در علوفه‌ها و محصولات فرعی خوراک

احمد ریاسی*، علی اله رسانی، حسین نعیمی پور و محمد حسن فتحی^۱

تاریخ پذیرش: 87/9/30

گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند

* مسئول مکاتبه E-mail:riasi004@yahoo.com

چکیده

هدف از اجرای این آزمایش ارزیابی و مقایسه‌ی دستگاه جدید ساخته شده با امکانات داخلی (بر اساس روش آنکوم) با دستگاه تجزیه الیاف (بر اساس روش ون سوست) در تعیین الیاف نامحلول در شوینده‌های خنثی و اسیدی نمونه‌های مواد خوراکی مختلف بود. نمونه‌های علوفه شامل علف خشک یونجه، علف خشک آتریپلکس، کاه گندم و کاه کلزا و نمونه‌های محصولات فرعی خوراکی شامل کنجاله‌ی سویا و کنجاله‌ی هسته‌ی خرما بودند که با آسیاب مجهز به توری ۱ میلی‌متر پودر شدند. برای کار با دستگاه جدید یک گرم نمونه در کیسه‌های ویژه‌ی آنکوم و ۱ گرم نمونه در کیسه‌های داکرونی ریخته شد (بازای هر نمونه سه کیسه آنکوم و سه کیسه‌ی داکرونی) و برای کار با روش ون سوست ۱ گرم نمونه داخل کروسیبل‌های دستگاه فایبر تک ریخته شد (سه تکرار به ازای هر نمونه). مقدار الیاف نامحلول در شوینده‌های خنثی و اسیدی هر یک از نمونه‌ها با بکارگیری هر دو روش تعیین شد. نتایج به دست آمده نشان داد که الیاف نامحلول در شوینده‌های خنثی و اسیدی بیشتر نمونه‌ها، در روش‌های اندازه‌گیری تفاوت معنی‌داری نداشت. شیب خط رگرسیون و ضریب تعیین (R^2) نشان دهنده‌ی همبستگی بالا ($P < 0/001$) بین دو روش مورد آزمایش بود. روش ون سوست و روش جدید با استفاده از کیسه‌های داکرونی و کیسه‌های آنکوم دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار ($P < 0/001$) در اندازه‌گیری الیاف نامحلول در شوینده‌های خنثی و اسیدی نمونه‌های مختلف بود و ضریب همبستگی گشتاوری پیرسون در تمام موارد بیشتر از ۹۰ درصد تعیین شد. نتیجه گرفته شد که دستگاه جدید مقدار الیاف نامحلول در شوینده‌های خنثی نمونه‌های علوفه و محصولات فرعی خوراک را با صحت بیشتری از روش ون سوست تعیین می‌کند.

واژه‌های کلیدی: الیاف نامحلول در شوینده خنثی، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی، دستگاه آنکوم، مواد خوراکی

Comparison of Two Methods for Analyzing the Forages and By-products Neutral Detergent Fiber and Acid Detergent Fiber

A Riasi*, AA Resani, H Naimipour and MH Fathi¹

¹Animal Science Department, Faculty of Agriculture, University of Birja

*Corresponding author: E-mail:riasi004@yahoo.com

Abstract

The aim of study was evaluation of a new implement for determining neutral detergent fiber and acid detergent fiber and compares the implement with the method of Van Soest. Six samples of forages and by products (wheat straw, rape straw, alfalfa hay, atriplex hay, soybean meal and date seed meal) were dried and ground to pass through a 1-mm screen. One gram dried sample weighed into the Ankom and Dacron bags (3 Ankom bags and 3 Dacron bags for each sample). The crusivers of Fibertech system were filled with 1 gram dried sample (three replicate for each sample). The results showed there was no significant difference between methods in determining neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF) of the most samples ($P>0.05$). The slope of equation and coefficient of determination (R^2) for the mean results of the neutral detergent fiber and acid detergent fiber analysis illustrated that there was a strong relationship ($P<0.001$) between different methods. The Pearson product moment correlation coefficient (r) for all methods in determining neutral detergent fiber and acid detergent fiber was positive and more than 90 percent. Findings suggest that the new methods (using Ankom or Dacron bags) had more accuracy for analyzing the NDF component of feedstuffs, in compared with Van Soest method.

Keywords: Acid detergent fiber, Ankom implement, Feed, Neutral detergent fiber

اما امروزه مشخص شده است که در اغلب موارد این معیار بخش الیافی با کمترین قابلیت هضم را بطور دقیق تعیین نمی کند (چرنی ۲۰۰۰). بنابراین، اولین بار ون سوست و واین (۱۹۶۷) استفاده از شوینده ها در تجزیه ی الیاف مواد خوراکی را پیشنهاد کردند. امروزه در بسیاری از کشورهای پیشرفته برای اندازه گیری الیاف خام، الیاف نامحلول در شوینده ی خنثی^۲ و الیاف نامحلول در شوینده ی اسیدی^۳ از روش پیشنهادی جورینگ و ون سوست (۱۹۷۰) یا روش

مقدمه

نقش فیبر در تامین شرایط مناسب برای تخمیر شکمبه ای و جلوگیری از بروز بیماری های متابولیکی نشخوارکنندگان باثبات رسیده است و الیاف نامحلول در شوینده های خنثی و اسیدی جزو ترکیبات مهم شیمیایی مواد خوراکی هستند که تعیین مقدار آنها بویژه در علوفه ها از اهمیت ویژه ای برخوردار است (اودن و همکاران ۲۰۰۵). در گذشته درصد الیاف خام^۱ مواد خوراکی مورد استفاده ی نشخوارکنندگان تعیین می شد،

²Neutral detergent fiber

³Acid detergent fiber

¹Crude fiber

هدف از اجرای این آزمایش ساخت یک دستگاه استاندارد و دقیق با استفاده از امکانات داخلی (براساس روش آنکوم) و مقایسه‌ی نتایج آن با نتایج حاصل از دستگاه رایج تجزیه الیاف (براساس روش ون سوست) در اندازه گیری الیاف نامحلول در شوینده های خنثی و اسیدی نمونه های علوفه و مواد فرعی خوراکی بود.

مواد و روش ها

برای اجرای این آزمایش دستگاه اندازه گیری اجزای الیافی خوراک که بر اساس روش آنکوم کار می کند با استفاده از امکانات و تجهیزات داخلی طراحی و ساخته شد. این دستگاه ۲۰ کیلو گرم وزن دارد و ابعاد آن ۴۰ × ۵۰ × ۶۰ سانتی متر است. دستگاه دارای یک مخزن از جنس استیل ضد اسید و مقاوم در برابر فشار با گنجایش حدود ۶ لیتر محلول است. درب اصلی آن مجهز به سیستم کنترل فشار و نمایشگر عقربه ای است. سیستم تنظیم حرارت دستگاه به نحوی طراحی شده است که با استفاده از یک المنت حرارتی ضد اسید بتواند حداکثر طی مدت ۱۰ دقیقه دمای محلول داخل مخزن را به ۱۰۰ درجه‌ی سانتی گراد برساند و به مدت ۶۰ دقیقه دما را در همین حد حفظ کند. شیر تخلیه در بخش جانبی دستگاه نصب شده و از نوع شیرهای گازی فشار قوی و ضد اسید است. صفحه های مشبک از جنس استیل بهداشتی ضد اسید، برای جای گیری در مخزن دستگاه طراحی و ساخته شده است. هر یک از این صفحه ها ۴ مکان برای گذاشتن کیسه های مخصوص دارد و با توجه به حجم مخزن در هر نوبت می توان ۴۰ نمونه را آزمایش کرد. بنابراین هزینه مواد مصرفی از جمله محلول های شوینده های اسید و خنثی به ازای هر نمونه تقریباً به نصف کاهش می یابد.

در این آزمایش دو گروه از مواد خوراکی شامل نمونه های با ماهیت علوفه ای (یونجه، آتربیکس، کاه گندم و کاه کلزا) و نمونه های با ماهیت کنسانتره ای (کنجاله سویا و کنجاله هسته ی خرما) مورد استفاده

پیشنهادی ون سوست و همکاران (۱۹۹۱) استفاده می کنند و گرچه اساس کار همان روش پیشنهادی ون سوست و واین در سال ۱۹۶۷ است، اما در طی چند دهه ی گذشته تغییراتی در آن داده شده است که شامل اضافه کردن آنزیم ها (آمیلاز، پپسین) و مواد شیمیایی مختلف (مانند دکالین، ترومامیل، اوره و ...) است (ون سوست و همکاران ۱۹۹۱). در هر صورت تمام این روش های مبتنی بر هضم اسیدی و خاکسترگیری است و با استفاده از دستگاه تجزیه الیاف^۱ انجام می شود.

دستگاه های تجزیه الیاف بسیار گران قیمت (حدود ۲۰ تا ۲۵ هزار یورو) هستند و استهلاك زیادی دارند. علاوه بر آن در صورت استفاده از این دستگاه ها در هر نوبت تنها ۶ نمونه را می توان تجزیه کرد و این موضوع باعث مصرف زیاد مواد آزمایشگاهی، اتلاف وقت، کاهش دقت و کاهش تکرار پذیری آزمایش ها می شود. در سال های اخیر یک تغییر جدید و اساسی در روش های اندازه گیری اجزای الیافی مواد خوراکی داده شده است به طوری که در برخی کشورهای پیشرفته از دستگاه آنکوم^۲ و کیسه های مخصوص آن برای این منظور استفاده می شود (چرنی ۲۰۰۰). گزارش ها نشان می دهد که نتایج مربوط به تجزیه ی اجزای الیافی نمونه های مختلف با دستگاه آنکوم، دارای همبستگی بالایی با نتایج روش های معمول قبلی است (کانترراس لارا و همکاران ۱۹۹۹، ووگل و همکاران ۱۹۹۹ و کویویستو ۲۰۰۳). استفاده از این دستگاه در مقایسه با سیستم های رایج قبلی برتری هایی دارد که می توان به مواردی مانند آسانی نصب و کار با دستگاه، پایین بودن قیمت دستگاه (حدود ۴ هزار یورو نمونه خارجی و حدود ۳ میلیون تومان نمونه ساخته شده در ایران)، تجزیه ی تعداد زیادی نمونه در هر نوبت که سبب یکنواختی آزمایش و تکرارپذیری می شود و دقت زیاد در تجزیه ی نمونه های سیلویی بدلیل عدم نیاز به صاف کردن نمونه ها اشاره نمود.

^۱Fiber analyzer

^۲ANKOM fiber analyzer (ANKOM Technology, Fairport, New York)

۵ مرتبه با آب مقطر داغ شسته شده و کروسبیل‌ها به آون منتقل شدند. کروسبیل‌ها به همراه باقی مانده‌ی نمونه‌ها به مدت ۳ ساعت در آون (دمای ۱۰۵ درجه‌ی سانتی‌گراد) خشک شدند. وزن کروسبیل‌ها پس از سرد شدن در دسیکاتور یادداشت شد. آنگاه کروسبیل‌ها به کوره منتقل شده و باقی مانده‌ی نمونه‌ها در دمای ۵۵۰ درجه‌ی سانتی‌گراد به مدت ۴ ساعت به خاکستر تبدیل شد. سرانجام کروسبیل‌ها به دسیکاتور منتقل شده و پس از سرد شدن توزین شدند. درصد الیاف نامحلول در شوینده خنثی یا اسیدی هر نمونه با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد:

وزن اولیه‌ی نمونه / ۱۰۰ × (وزن کروسبیل بعد از کوره - وزن کروسبیل قبل از کوره) = درصد الیاف نامحلول در شوینده خنثی یا اسیدی

برای کار با دستگاه جدید از دو نوع کیسه استفاده شد: ۱- کیسه‌های داکرونی تهیه شده در آزمایشگاه به ابعاد ۶ × ۴ سانتی‌متر و سوراخ‌هایی با قطر ۵۰ میکرومتر و ۲- کیسه‌های مخصوص دستگاه آنکوم^۳ به ابعاد ۶ × ۴ سانتی‌متر و سوراخ‌هایی با قطر ۲۵ میکرومتر. کیسه‌های داکرون به همراه کیسه‌های مخصوص آنکوم در آون (دمای ۱۰۵ درجه‌ی سانتی‌گراد به مدت ۸ ساعت) خشک شده و به وزن ثابت رسیدند. آنگاه معادل ۱ گرم از نمونه‌های آسیاب شده خشک داخل کیسه‌ها ریخته شد و درب آنها با ماشین دوخت حرارتی چسبانده شد (بازای هر نمونه ۳ کیسه‌ی داکرونی و سه کیسه‌ی مخصوص آنکوم). کیسه‌ها بر روی صفحه‌های دستگاه چیده شده و به دستگاه منتقل شدند. حدود ۳۶۰۰ میلی‌لیتر محلول الیاف نامحلول در شوینده خنثی یا محلول الیاف نامحلول در شوینده اسیدی در مخزن دستگاه ریخته و دستگاه روشن شد. تایمر دستگاه روی ۷۵ دقیقه تنظیم گردید (۱۵ دقیقه برای

قرار گرفتند. این نمونه‌ها در دمای ۸۰ درجه‌ی سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت خشک شده و سپس با استفاده از آسیاب^۱ مجهز به توری ۱ میلی‌متر پودر شدند.

روش تهیه‌ی محلول شوینده‌ی خنثی به این صورت بود که ۳۰ گرم سدیم لوریل سولفات، ۱۸/۶۱ گرم EDTA، ۶/۸۱ گرم سدیم بورات دکا هیدرات، ۴/۵۶ گرم سدیم هیدروژن فسفات بدون آب و ۱۰ سی‌سی اتوکسی اتانول در یک بالن ژوژه‌ی یک لیتری به حجم ۱۰۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد و برای تهیه‌ی محلول شوینده‌ی اسیدی ۵۵/۶۸ میلی‌لیتر اسید سولفوریک غلیظ در یک بالن ژوژه‌ی یک لیتری با آب مقطر به حجم ۱۰۰۰ میلی‌لیتر رسانیده شد و سپس معادل ۲۰ گرم استیل تری متیل آمونیوم بروماید به آن اضافه شد. مخلوط حاصل با همزن مغناطیسی یکنواخت شد بطوریکه استیل تری متیل آمونیوم بروماید کاملاً حل گردید.

با استفاده از دستگاه تجزیه‌الیاف^۲ موجود در آزمایشگاه تغذیه‌ی دام دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند مقدار الیاف نامحلول در شوینده‌های خنثی و اسیدی نمونه‌های مورد نظر (سه تکرار از هر نمونه) اندازه‌گیری شد. روش کار به این صورت بود که ابتدا ۶ عدد کروسبیل در آون و دمای ۱۰۵ درجه‌ی سانتی‌گراد به مدت ۱ ساعت قرار داده شدند تا به وزن ثابت برسند. پس از سرد شدن کروسبیل‌ها در دسیکاتور، وزن اولیه‌ی آنها یادداشت شد. نمونه‌ها در آون و در دمای ۸۰ درجه‌ی سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک شدند. یک گرم ماده خشک از هر نمونه وزن و در کروسبیل‌ها ریخته شد و به دستگاه منتقل گردید. دستگاه روشن و داخل هر کدام از کروسبیل‌ها ۱۵۰ میلی‌لیتر محلول الیاف نامحلول در شوینده خنثی یا محلول الیاف نامحلول در شوینده اسیدی ریخته شد و به مخلوط اجازه داده شد تا به مدت یک ساعت بجوشد. پس از یک ساعت نمونه‌ها

^۱Cyclotec, 1883; Sample Mill

^۲Foss Tecator, 2010, Fiber Tech analyzer, Sweden

^۳Filter bag -F57, Ankom Technology

مدل خط رگرسیون و ضریب تعیین (R^2) مربوط به روش های مختلف بطور جداگانه برای درصد الیاف نامحلول در شوینده های خنثی و اسیدی نمونه های مورد آزمایش برآورد شد. همچنین ضریب همبستگی گشتاوری پیرسون^۱ برای داده های مربوط به دو روش تعیین الیاف محاسبه شد (SAS ۱۹۹۱).

نتایج و بحث

میانگین مقدار الیاف نامحلول در شوینده ی خنثی در نمونه های مختلف مورد آزمایش که با استفاده از روش ون سوست، روش جدید با کیسه های داکرونی و روش جدید باکیسه های آنکوم تعیین شده بود در جدول ۱ نشان داده شده است. بر اساس این نتایج مقدار الیاف نامحلول در شوینده ی خنثی گاه گندم، تمام علوفه ها و تمام نمونه ها در سه روش مورد آزمایش تفاوت معنی داری نداشت اما میانگین مقدار الیاف نامحلول در شوینده ی خنثی یونجه، گاه کلزا و کنجاله ی سویا در روش ون سوست و روش جدید با کیسه های داکرونی به طور معنی داری ($P < 0.05$) کمتر از مقادیر تعیین شده در روش جدید با کیسه های آنکوم بود. مقدار الیاف نامحلول در شوینده خنثی برای آتریپلکس و کنجاله ی هسته ی خرما در روش ون سوست بطور معنی داری ($P < 0.05$) کمتر از دو روش دیگر بود. مقدار الیاف نامحلول در شوینده ی خنثی تمام کنجاله ها در روش ون سوست بطور معنی داری ($P < 0.05$) کمتر از روش جدید با کیسه های آنکوم بود، اما تفاوت نتایج مربوط به روش جدید با کیسه های داکرونی با دو روش دیگر معنی دار نبود ($P > 0.05$). کمتر بودن مقدار الیاف نامحلول در شوینده ی خنثی در روش ون سوست در مقایسه با دو روش دیگر با نتایج آزمایش های قبلی همخوانی دارد (کانترراس لارا و همکاران ۱۹۹۹) و می-تواند به پروتکل مورد استفاده در روش ون سوست

رسیدن به دمای ۱۰۰ درجه ی سانتی گراد و ۶۰ دقیقه برای جوشیدن نمونه ها در محلول شوینده). بطور همزمان حدود ۴۰۰۰ میلی لیتر آب مقطر جوشیده تهیه شد. پس از سپری شدن زمان مورد نظر و شنیدن بوق اخطار دستگاه، شیر تخلیه باز شده و تمام محلول خارج گردید. سپس درب آن به آرامی باز شده و شیر تخلیه بسته شد. آنگاه ۴۰۰۰ میلی لیتر آب مقطر داغ به داخل مخزن ریخته شد و دوباره درب دستگاه را بسته و برای مدت ۵ دقیقه کیسه ها در آب مقطر جوشیده شدند. پس از آن مخزن تخلیه شده و درب دستگاه باز شد. کیسه ها توسط یک پارچه تمیز آب گیری شدند و در داخل ظرف حاوی استن ریخته شدند و به آرامی ۵ بار بهم زده شده و در بین دو لایه پارچه ی تمیز خشک شدند (اینکار سه بار تکرار شد). بعد از این مرحله کیسه ها به مدت ۱۲ ساعت در دمای ۱۰۵ درجه سانتی گراد خشک شدند و پس از سرد شدن توزین گردیدند. درصد الیاف نامحلول در شوینده خنثی یا اسیدی نمونه ها با استفاده از فرمول ذیر محاسبه شد:

وزن اولیه نمونه / ۱۰۰ × (وزن اولیه کیسه - وزن کیسه همراه نمونه بعد از آون گذاری) = درصد الیاف نامحلول در شوینده خنثی یا اسیدی

داده های آزمایش شامل نتایج مربوط به دستگاه اندازه گیری الیاف (روش ون سوست) و نتایج مربوط به دستگاه جدید (روش آنکوم با کیسه های داکرونی یا کیسه های آنکوم) بود. سه روش آزمایش به عنوان سه تیمار در نظر گرفته شد و برای هر نمونه سه تکرار منظور شد. آنالیز آماری داده ها در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد (SAS ۱۹۹۱). مدل آماری طرح به صورت $Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$ بود که در این مدل μ ، مقدار هر مشاهده؛ T_i ، اثر تیمار و e_{ij} ، خطای آزمایشی بود. میانگین ها با روش دانکن و در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شدند.

¹Pearson product moment



دستگاه اندازه‌گیری الیاف با روش جدید

جدول ۱- میانگین مقدار الیاف نامحلول در شوینده ی خنثی (NDF) برای نمونه های مختلف (گرم در کیلو گرم ماده خشک)

الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF)					نمونه
CV ²	SEM ¹	روش جدید با کیسه های آنکوم	روش جدید با کیسه های داکرونی	روش ون سوست (دستگاه فایبر تک)	
2/85	5/8	648/5 ^a	634/3 ^a	632/6 ^{a³}	کاه گندم
3/08	5/0	369/6 ^a	347/7 ^b	344/9 ^b	یونجه
7/33	15/2	522/1 ^a	544/6 ^a	472/3 ^b	آتریپلکس
3/08	6/2	502/9 ^a	473/3 ^b	483/1 ^b	کاه کلزا
9/39	2/7	93/5 ^a	85/3 ^b	86/6 ^b	کنجاله سویا
8/34	6/1	151/9 ^a	150/2 ^a	120/0 ^b	کنجاله هسته خرما
21/72	17/6	510/8 ^a	499/9 ^a	483/3 ^a	تمام علوفه ها
26/98	7/1	122/1 ^a	117/8 ^{ab}	103/3 ^b	تمام کنجاله ها
55/65	27/5	381/4 ^a	372/5 ^a	356/6 ^a	تمام نمونه ها

¹ خطای استاندارد. ² ضریب تغییرات. ³ در هر ردیف، میانگین های دارای حروف همانند، اختلاف معنی داری ($P > 0/05$) ندارند.

کمتر تعیین کرد و این موضوع می تواند به قطر سوراخ های کیسه های مورد استفاده در این دو روش (۵۰ میکرومتر در مقابل ۲۵ میکرومتر) و هدر رفتن احتمالی بخشی از نمونه ها از سوراخ های کیسه های داکرونی ارتباط داشته باشد. نتایج مربوط به کاه گندم، یونجه و

(نیاز به فیلتر کردن نمونه ها، جمع آوری نمونه ها از روی فیلتر و خاکستری) مربوط باشد. روش جدید با کیسه های داکرونی در مقایسه با روش جدید با کیسه های آنکوم مقدار الیاف نامحلول در شوینده خنثی را برای اغلب نمونه ها (بویره کنجاله ی سویا و کاه کلزا)

در تعیین الیاف نامحلول در شوینده ی خنثی تمام علوفه ها، تمام کنجاله ها و تمام نمونه ها مثبت و معنی دار ($P < 0.001$) بود که با یافته های قبلی موافقت دارد (ووگل و همکاران ۱۹۹۹ و کویویستو ۲۰۰۳).

میانگین مقدار الیاف نامحلول در شوینده ی اسیدی تعیین شده با روش ون سوست، روش جدید با کیسه های داکرونی و روش جدید باکیسه های آنکوم در جدول ۳ نشان داده شده است. براساس این نتایج مقدار الیاف نامحلول در شوینده ی اسیدی تعیین شده با روش های مختلف مورد آزمایش در اغلب موارد از جمله تمام علوفه ها، تمام کنجاله ها و تمام نمونه ها تفاوت معنی داری نداشت ($P > 0.05$). این موضوع یافته های کومارک و همکاران (۱۹۹۴) را که گزارش کردند میانگین مقدار الیاف نامحلول در شوینده ی اسیدی برای روش فیلتر بگ و روش ون سوست کمتر از ۲ درصد تفاوت دارد تایید می کند. گزارش شده است که برخی فراسنجه ها از جمله مقدار نمونه، نسبت بین حجم محلول شوینده با مقدار نمونه، دما و مدت زمان هضم نمونه ها ممکن است بر نتایج مربوط به الیاف نامحلول در شوینده های خنثی و اسیدی تاثیر گذارند (کومارک ۱۹۹۳). بنابراین بیشتر بودن مقدار الیاف نامحلول در شوینده ی اسیدی در روش ون سوست برای برخی نمونه ها (از جمله کاه گندم، یونجه و کنجاله ی سویا) ممکن است به فراسنجه های یاد شده و یا افزایش حلالیت یا هضم نمونه ها در روش جدید (ناشی از تماس بهتر محلول شوینده با نمونه) ارتباط داشته باشد (ووگل و همکاران ۱۹۹۹). مقدار الیاف نامحلول در شوینده ی اسیدی برای کاه گندم، یونجه و کنجاله سویا در NRC (۲۰۰۱) به ترتیب ۴۹۴، ۳۲۸ و ۶۲ گرم در کیلوگرم ماده خشک تعیین شده است که به نتایج مربوط به روش ون سوست نزدیک تر است و می توان گفت در تعیین الیاف نامحلول در شوینده ی اسیدی، روش ون سوست از دو روش دیگر صحت بیشتری دارد.

کاه کلزا دارای کمترین ضریب تغییرات بود که نشان دهنده دقت روش ها برای تعیین الیاف نامحلول در شوینده ی خنثی است. در NRC (۲۰۰۱)، مقدار الیاف نامحلول در شوینده خنثی برای کاه گندم، یونجه و کنجاله سویا بترتیب ۷۳۰، ۴۱۶ و ۹۸ گرم در کیلوگرم ماده خشک تعیین شده است که با نتایج آزمایش های حاضر تفاوت هایی دارد. اما در هر صورت با توجه به اینکه نتایج مربوط به روش جدید با کیسه های آنکوم به اعداد یاده شده نزدیک تر است، می توان گفت که در برآورد الیاف نامحلول در شوینده های خنثی روش جدید با کیسه های آنکوم صحت بیشتری از دو روش دیگر دارد.

رگرسیون خطی روش های مورد آزمایش برای تعیین الیاف نامحلول در شوینده ی خنثی در شکل های ۱، ۲ و ۳ نشان داده شده است. بیشترین شیب خط رگرسیون مربوط به ارتباط بین روش ون سوست و روش جدید با کیسه های آنکوم ($1/0.08 X$) بود. با این وجود شیب خط رگرسیون مربوط به ارتباط بین روش ون سوست و روش جدید با کیسه های داکرونی و ارتباط بین روش جدید با کیسه های داکرونی و روش جدید با کیسه های آنکوم (به ترتیب $0.9985 X$ و $0.9828 X$) زیاد بود. کویویستو (۲۰۰۳) در یک آزمایش که با دستگاه آنکوم انجام شد روش استفاده از کیسه^۱ را با روش استفاده از لیوانک^۲ در تعیین الیاف نامحلول در شوینده ی خنثی علوفه ها مقایسه کرد و شیب خط رگرسیون را $0.8131 X$ گزارش کرد، که یافته های آزمایش حاضر را تا حدودی تایید می کند. نتایج مربوط به ضرایب همبستگی پیرسون (r) برای روش های مختلف مورد آزمایش در جدول ۲ نشان داده شده است. براساس این جدول، همبستگی بین روش ون سوست و روش جدید با کیسه های داکرونی، روش ون سوست و روش جدید با کیسه های آنکوم و همچنین روش جدید با کیسه های داکرونی و روش جدید با کیسه های آنکوم

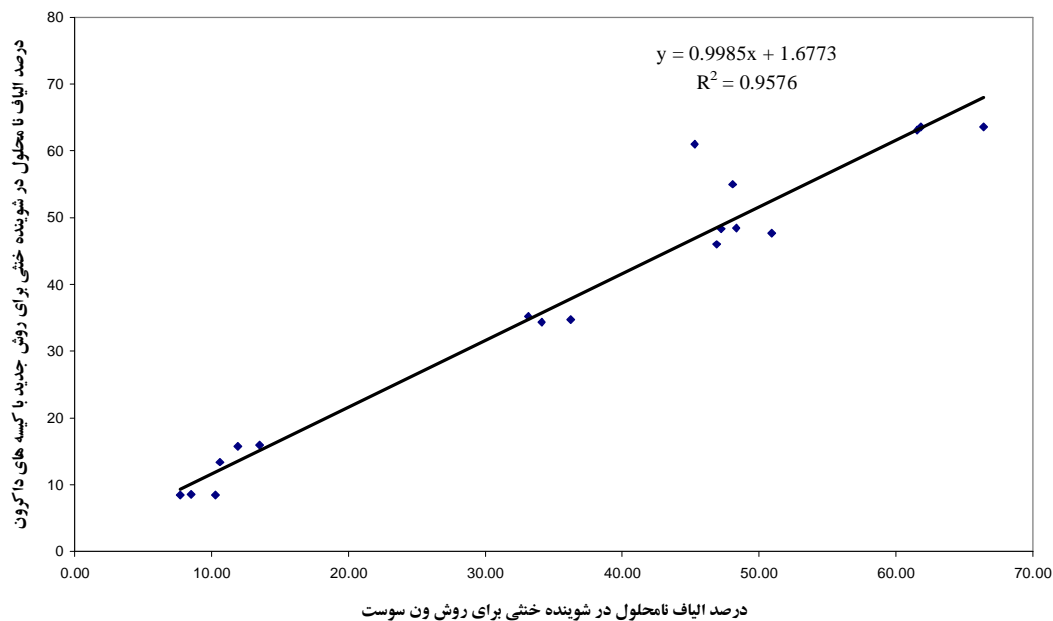
^۱Fiber bag

^۲Fiber cap

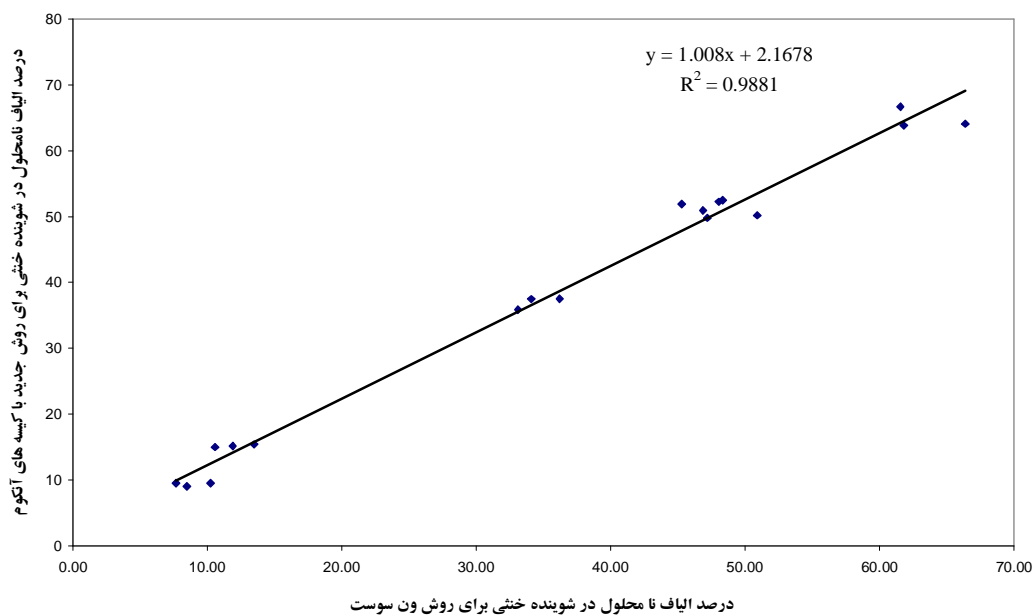
جدول ۲- ضرایب همبستگی گشتاوری پیرسون (r) مربوط بین روش های تعیین مقدار الیاف نامحلول در شوینده ختشی (NDF)

روش	تعداد نمونه	ضریب همبستگی پیرسون (r)
روش ون سوست - روش جدید با کیسه های داکرون		
تمام نمونه ها	18	0/979***
تمام علوفه ها	12	0/907***
تمام کنجاله ها	6	0/994***
روش ون سوست - روش جدید با کیسه های آنکوم		
تمام نمونه ها	18	0/994***
تمام علوفه ها	12	0/979***
تمام کنجاله ها	6	0/995***
روش جدید با کیسه های داکرون - روش جدید با کیسه های آنکوم		
تمام نمونه ها	18	0/989***
تمام علوفه ها	12	0/950***
تمام کنجاله ها	6	0/998***

***معنی دار بودن در سطح احتمال 0/001



شکل ۱- رگرسیون خطی بین روش ون سوست و روش جدید با کیسه های داکرونی برای میانگین درصد الیاف نامحلول در شوینده ختشی نمونه های مورد آزمایش



شکل 2- رگرسیون خطی بین روش ون سوست و روش جدید با کیسه های آنکوم برای میانگین درصد الیاف نامحلول در شوینده خنثی نمونه های مورد آزمایش

جدول 3- میانگین مقدار الیاف نامحلول در شوینده ی اسیدی (ADF) برای نمونه های مختلف (گرم در کیلو گرم ماده خشک)

نمونه	الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (ADF)		
	روش ون سوست (دستگاه فایبرتک)	روش جدید با کیسه های داکرونی	روش جدید با کیسه های آنکوم
کاه گندم	515/1 ^{a2}	450/5 ^b	457/8 ^b
یونجه	300/4 ^a	267/7 ^b	272/0 ^b
آتریپلکس	357/3	341/8	359/4
کاه کلزا	398/4 ^b	359/9 ^a	383/4 ^b
کنجاله سویا	62/7 ^a	56/1 ^b	53/1 ^b
کنجاله هسته خرما	97/7	98/3	96/1
تمام علوفه ها	392/8	355/0	368/2
تمام کنجاله ها	80/2	77/2	74/6
تمام نمونه ها	288/6	262/4	270/3

¹ خطای استاندارد. ² ضریب تغییرات. ³ در هر ردیف، میانگین های دارای حروف همانند، اختلاف معنی داری ($P > 0/05$) ندارند.

جدول 4- ضرایب همبستگی گشتاوری پیرسون (r) مربوط بین روش های تعیین مقدار الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (ADF)

روش	تعداد نمونه	ضریب همبستگی پیرسون (r)
روش ون سوست - روش جدید با کیسه های داکرون		
تمام نمونه ها	18	0/991***
تمام علوفه ها	12	0/953***
تمام کنجاله ها	6	0/998***
روش ون سوست - روش جدید با کیسه های آنکوم		
تمام نمونه ها	18	0/985***
تمام علوفه ها	12	0/916***
تمام کنجاله ها	6	0/999***
روش جدید با کیسه های داکرون - روش جدید با کیسه های آنکوم		
تمام نمونه ها	18	0/996***
تمام علوفه ها	12	0/986***
تمام کنجاله ها	6	0/997***

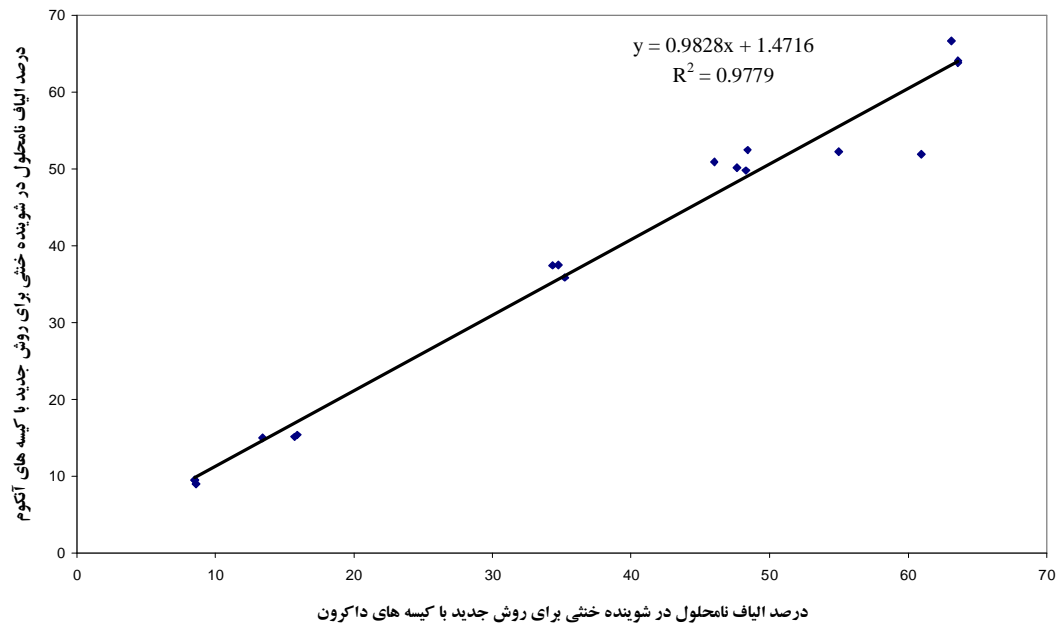
***معنی دار بودن در سطح احتمال 0/001

دار ($P < 0/001$) بود (ووگل و همکاران ۱۹۹۹ و کوویستو ۲۰۰۳).

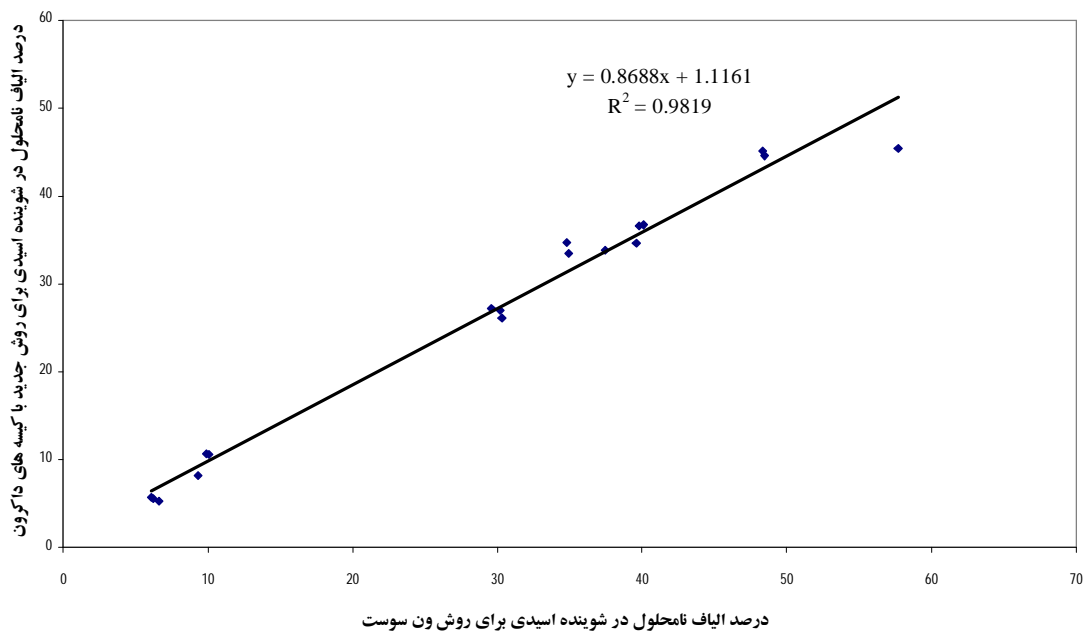
نتیجه‌گیری

براساس یافته‌های این تحقیق و با توجه ضرایب تغییرات، می‌توان نتیجه گرفت که دستگاه جدید با دقت خوبی الیاف نامحلول در شوینده‌های خنثی و اسیدی اغلب نمونه‌ها را اندازه‌گیری می‌کند. از سوی دیگر در روش استفاده از دستگاه جدید با کیسه‌های آنکوم، مقدار الیاف نامحلول در شوینده‌های خنثی با صحت بیشتری تعیین شد. اما، صحت روش ون سوست برای تعیین الیاف نامحلول در شوینده اسیدی بیشتر بود. از آنجا که کار کردن با دستگاه جدید آسان‌تر است و هزینه تهیه‌ی دستگاه و کار با آن تا حدود زیادی کمتر است، استفاده از آن می‌تواند هزینه‌های آنالیز اجزای الیافی مواد خوراکی را به مقدار قابل توجهی کاهش دهد.

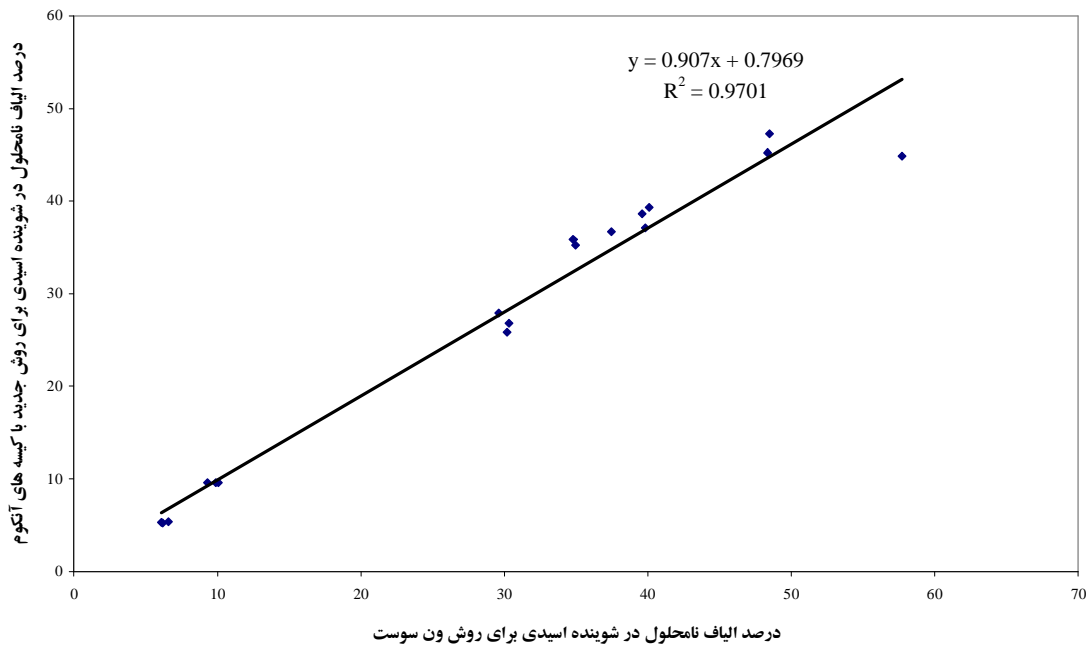
رگرسیون خطی بین روش‌های مختلف مورد آزمایش در شکل‌های ۴، ۵ و ۶ نشان داده شده است. شیب خط رگرسیون بین روش جدید با کیسه‌های داکرونی و روش جدید با کیسه‌های آنکوم بیشترین (X) $1/0462$ بود. خط‌های رگرسیون مربوط به ارتباط بین روش ون سوست و روش جدید با کیسه‌های داکرونی و همچنین روش ون سوست و روش جدید با کیسه‌های آنکوم (به ترتیب $X 0/8688$ و $X 0/907$) نیز از شیب نسبتاً زیادی برخوردار بودند. این یافته‌ها با نتایج کوویستو (۲۰۰۳) همخوانی دارد. ضرایب همبستگی گشتاوری پیرسون (r) مربوط به روش‌های مختلف مورد آزمایش در جدول ۴ نشان داده شده است. براساس این جدول، همبستگی بین روش ون سوست و روش جدید با کیسه‌های داکرونی، روش ون سوست و روش جدید با کیسه‌های آنکوم و همچنین روش جدید با کیسه‌های داکرونی و روش جدید با کیسه‌های آنکوم در تعیین الیاف نامحلول در شوینده‌ی اسیدی تمام علوفه‌ها، تمام کنجاله‌ها و تمام نمونه‌ها مثبت و معنی



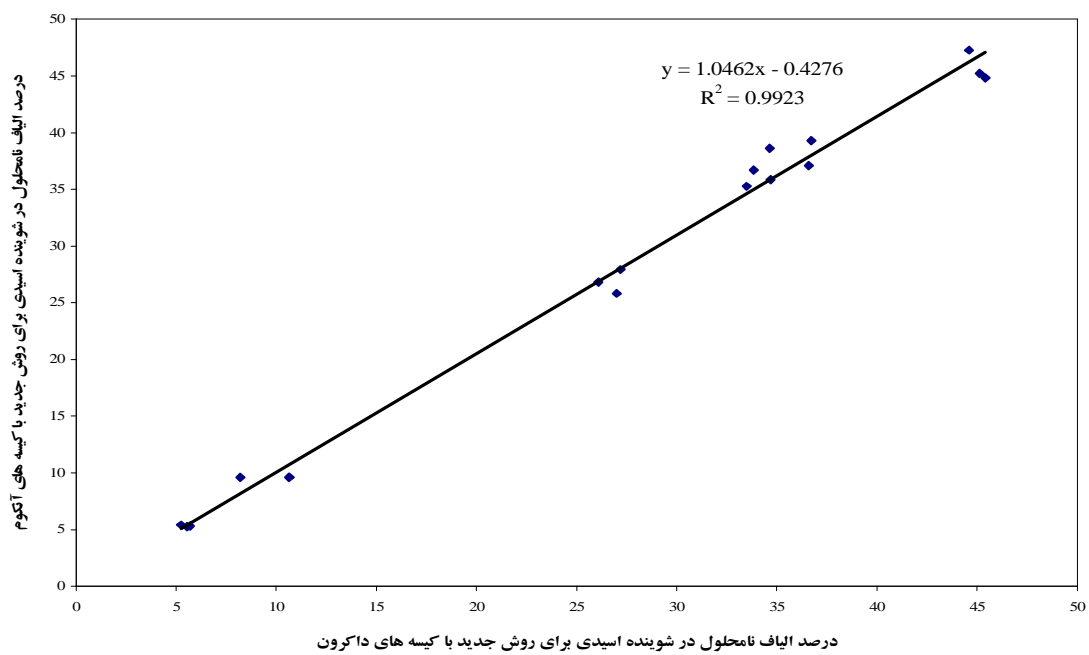
شکل 3- رگرسیون خطی بین روش جدید با کیسه‌های داکرونی و روش جدید با کیسه‌های آنکوم برای میانگین درصد الیاف نامحلول در شوینده خنثی نمونه‌های مورد آزمایش



شکل 4- رگرسیون خطی بین روش ون سوست و روش جدید با کیسه‌های داکرونی برای میانگین درصد الیاف نامحلول در شوینده اسیدی نمونه‌های مورد آزمایش



شکل 5- رگرسیون خطی بین روش ون سوست و روش جدید با کیسه های آنکوم برای میانگین درصد الیاف نامحلول در شوینده ی اسیدی نمونه های مورد آزمایش



شکل 6- رگرسیون خطی بین روش جدید با کیسه های داکرون و روش جدید با کیسه های آنکوم برای میانگین درصد الیاف نامحلول در شوینده ی اسیدی نمونه های مورد آزمایش

منابع مورد استفاده

- Cherney DJR, 2000. Characterization of forages by chemical analysis. Pp. 281-300. In: Given DI, Owen E, Axford RF and Omed HM (eds). Forage Evaluation in Ruminant Nutrition. CAB International, Wallingford, Oxon, UK.
- Contreras Lara D, Gutiérrez Chávez L, Valdivia Macedo I, Govea Casares R and Ramírez Carrillo JT, 1999. Two techniques for measuring neutral detergent (NDF) and acid detergent fibers (ADF) in forages and by-products. Arch Zootec 48: 351-354.
- Goering HK and Van Soest PJ, 1970. Forage fiber analysis (apparatus, reagent, procedure, and some applications). Agric. Hand book No. 379. ARS-USAD, Washington, DC.
- Koivisto JM, 2003. Fiber bags vs. fiber caps for acid and neutral detergent fiber analysis. Reprod Nutr Dev 43: 431-436.
- Komarek AR, 1993. An improved filtering technique for the analysis of detergent fiber and acid detergent fiber utilizing the filter bag technique. J Animal Sci 71: 824-829.
- Komarek AR, Robertson JB and Van Soest PJ, 1994. A comparison of methods for determining ADF using filter bag technique versus conventional filtration. J Dairy Sci Vol. 77, Supplement 1. Pp. 114.
- SAS Institute Inc. 1991. SAS User's Guide. Version 7. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Udén PP, Robinson H and Wiseman J, 2005. Use of detergent system terminology and criteria for submission of manuscripts on new or revised, analytical methods as well as descriptive information on feed analysis and/or variability. Animal Feed Science and Technology. 118:181-186.
- Van Soest PJ and Wine RH, 1967. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV. Determination of plant cell wall constituents. J Assoc Offic Anal Chem 50: 50-55.
- Van Soest PJ, Roberson JB and Lewis BA, 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. J Dairy Sci 74:3583-3597.
- Vogel KP, Pedersen JF, Masterson SD and Toy JJ, 1999. Evaluation of a filter bag system for NDF, ADF, and IVDMD forage analysis. Crop Sci 39: 276-279.