



## تعیین ارزش غذایی، تخمیرپذیری و تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای بقایای زراعی دو وارته کینوا<sup>۱</sup>

\*پیروز شاکری<sup>۱</sup>، امید دیانی<sup>۲</sup>، محمد اسدی کرم<sup>۳</sup>، حمید نجفی نژاد<sup>۴</sup> و علی‌رضا آقاشاهی<sup>۵</sup>

<sup>۱</sup>دانشیار بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، استاد و <sup>۲</sup>دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، <sup>۳</sup>استادیار بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی <sup>۴</sup>دانشیار بخش تحقیقات تغذیه دام، موسسه تحقیقات علوم دامی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

تاریخ دریافت: ۹۷/۱۲/۲۸؛ تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۳/۲۹

### چکیده

**سابقه و هدف:** شبه غله کینوا (*Chenopodium quinoa willd.*) گیاهی یکساله از خانواده کنوپودیاسه بوده که با توجه به نیاز آبی پائین، مقاومت به خشکی و شوری و ارزش غذایی بالای دانه مورد توجه جهانی قرار گرفته است. با ورود بذر کینوا به کشور، کاشت آن در حال گسترش است و همزمان با تولید دانه مقادیر زیادی از بقایای زراعی نیز تولید می‌شود، با توجه به این‌که اطلاعات در رابطه با ارزش غذایی و گوارش‌پذیری این بقایا بسیار محدود است. این آزمایش با هدف تعیین ارزش غذایی و گوارش‌پذیری بقایای زراعی دو وارته کینوا انجام شد.

**مواد و روش‌ها:** برداشت گیاه کامل کینوا از دو وارته سجاما و سجاما ایرانشهر از یک مزرعه آزمایشی انجام شد. پس از خشک شدن گیاه در سایه، دانه‌ها جدا شدند و از بقایای زراعی جهت تعیین ترکیبات شیمیایی، تخمیرپذیری، تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای و تعیین میزان ناپدیدشدن شکمبه‌ای و پس از شکمبه‌ای استفاده شد.

**یافته‌ها:** غلظت ترکیبات شیمیایی شامل پروتئین خام، عصاره اتری، کربوهیدرات‌های غیر فیبری، خاکستر خام، الیاف نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی بین دو وارته کینوا اختلاف معنی‌داری نداشتند، و میانگین این ترکیبات در دو وارته مورد بررسی به ترتیب ۱۳/۱۱، ۱/۶۸، ۲۲/۷۴، ۱۳/۶۸، ۴۸/۸۰ و ۳۲/۶۹ درصد بود. تولید گاز پس از ۲۴ ساعت، پتانسیل تولید گاز (b)، نرخ تولید گاز (c)، غلظت اسیدهای چرب زنجیر کوتاه و انرژی قابل سوخت‌وساز در بقایای زراعی دو وارته کینوا برابر و مشابه با یک نمونه علوفه یونجه مورد آزمایش بود. در وارته سجاما نسبت به وارته سجاما ایرانشهر میزان ناپدید شدن ماده خشک در شکمبه (۵۱/۶۰ در برابر ۵۷/۷۶ درصد) و در کل دستگاه گوارش (۵۴/۸۰ در برابر ۶۰/۵۷ درصد)، به‌طور معنی‌داری کمتر ( $P < 0/01$ ) بودند، اما میزان ناپدیدشدن پس از شکمبه‌ای ماده خشک در هر دو وارته برابر بود. همچنین غلظت ماده خشک با سرعت تجزیه بالا (بخش a)، غلظت ماده خشک با سرعت تجزیه کند (بخش b) و همچنین ثابت نرخ تجزیه (c) در وارته سجاما در مقایسه با وارته سجاما ایرانشهر کمتر ( $P < 0/01$ ) بود.

**نتیجه‌گیری:** غلظت پروتئین خام در بقایای زراعی دو وارته کینوآی مورد مطالعه حدود ۱۳ درصد و به‌طور قابل ملاحظه‌ای از پروتئین خام در کاه غلات و یا سایر بقایای کشاورزی بیشتر بود. از سوی دیگر ضرائب تجزیه‌پذیری مناسب و میزان ناپدید شدن ۵۵ تا ۶۰ درصدی ماده خشک این بقایا در دستگاه گوارش، نشان می‌دهد که بقایای زراعی کینوآ می‌تواند به‌صورت مخلوط با سایر علوفه‌ها در تغذیه دستی و یا حتی به تنهایی به‌صورت استفاده از پس‌چر مزرعه کینوآ خوراک مناسبی برای نشخوارکنندگان باشد.

**واژه‌های کلیدی:** ترکیبات شیمیایی، تولید گاز، قابلیت هضم، کاه کینوآ، کیسه‌های نایلونی

## مقدمه

شبه غله کینوآ (*Chenopodium quinoa willd.*) گیاهی یکساله و پهن برگ است که به خانواده گیاهی کنوبودیاسه تعلق دارد. دانه این گیاه مشابه با غلات مصرف می‌شود و نقش مهمی در تغذیه مردم آمریکای جنوبی دارد (۱۱). برای معرفی گیاه کینوآ به مردم جهان و نقشی که این گیاه می‌تواند در ایجاد امنیت غذایی و افزایش درآمد تولیدکنندگان داشته باشد، با تصویب مجمع عمومی سازمان ملل متحد، سال ۲۰۱۳ به‌عنوان سال بین‌المللی کینوآ نام‌گذاری شده است (۲۶). این گیاه به‌دلیل دارا بودن کیفیت و ارزش غذایی بالا از لحاظ اسیدهای آمینه ضروری (لیزین ۵۴/۲، متیونین و سیستین، ۳۶/۲ میلی‌گرم در هر گرم پروتئین)، ویتامین‌های تیامین و نیاسین و عناصر معدنی ضروری (کلسیم ۸۶/۳، فسفر ۴۱، پتاسیم ۷۳۲، منیزیم ۵۰۲ و آهن ۱۵ میلی‌گرم در هر ۱۰۰ گرم) در سطح جهانی مورد توجه قرار گرفته است (۲۲). دانه این گیاه در مقایسه با غلات ارزش غذایی بالاتری دارد و از لحاظ کیفیت پروتئین، انرژی، کلسیم، فسفر، آهن و ویتامین B نسبت به دانه جو، یولاف، برنج، ذرت و گندم غنی‌تر است (۲۷). از سوی دیگر قیمت جهانی کینوآ به‌مراتب از غلات و به‌ویژه گندم بالاتر است و کاشت آن سوددهی بالاتری برای کشاورزان به‌همراه دارد. کاشت این گیاه در مقایسه با گندم به آب، کود و عملیات زراعی کمتری نیاز دارد و به‌دلیل مقاومت

بالا به تنش‌های خشکی و شوری، مقاومت بالا به شوری در مقایسه با غلات، تنوع ژنتیکی، تطابق‌پذیری با اقلیم‌های مختلف و ارزش غذایی مطلوب می‌تواند گیاهی مناسب برای کاشت در شرایط کشور باشد (۲۳). در سال‌های اخیر بذر کینوآ وارد کشور شده و بررسی در زمینه سازگاری، بومی‌سازی و جایگزینی کاشت این گیاه با سایر غلات در حال انجام است (۲۶). مشابه سایر گیاهان زراعی، هم‌زمان با تولید دانه کینوآ، مقداری کاه نیز تولید می‌شود که احتمالاً پتانسیل استفاده در تغذیه نشخوارکنندگان را دارد، هر چند اطلاعات در این زمینه بسیار محدود است.

در یک مطالعه میزان پروتئین خام، فیبر نامحلول در شوینده ختنی<sup>۱</sup> و اسیدی<sup>۲</sup>، خاکسترخام، کلسیم و فسفر در بقایای زراعی کینوآ به ترتیب ۱۰/۴، ۴۸/۷، ۲۷/۵، ۱۲/۸، ۰/۶۶ و ۰/۱۴ درصد تعیین شده است (۲۱)، که نشان می‌دهد میزان پروتئین خام آن در مقایسه با کاه غلات و سایر محصولات فرعی کشاورزی بالاتر است. علاوه بر این که برگ کینوآ حاوی مقادیر متناهی از ترکیبات فنلی شامل فرولیک (Ferolic)، سیناپینیک (Sinapinic)، اسیدگالیک (Galic Acid)، کام‌فرول (Kaempferol)، ایزورامنتین (Isorhamnetin) و روتین (Rutin)

1 - Neutral Detergent Fiber (NDF)

2 - Acid Detergent Fiber (ADF)

تعیین الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF) و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (ADF) از دستگاه تجزیه فیبر (( Fibertec 2010, Auto fiber analysis system (Foss Analytical, Denmark) استفاده شد. پروتئین خام با دستگاه میکروکلدال (Kjeldal Vap50 Gerhardt, Germany) و عصاره اتری با دستگاه سوکسله تعیین گردید. خاکستر خام با سوزاندن نمونه‌ها در ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۲ ساعت در کوره الکتریکی (Shimfan F-47, Iran) تعیین شد (۱).

تخمیرپذیری نمونه‌های بقایای زراعی کینوآ در شرایط آزمایشگاهی تولید گاز مطابق با روش فدوراک و هرودی (۶) در آزمایشگاه تغذیه دام مرکز تحقیقات کشاورزی استان کرمان انجام شد. در این روش ۲۵۰ میلی‌گرم از نمونه‌های هر دو ورارپته کینوآ، یک نمونه کاه گندم و یک نمونه علوفه یونجه (برای مقایسه) با چهار تکرار در داخل شیشه‌های ۵۰ میلی‌لیتری ریخته شد و پس از افزودن ۳۰ میلی‌لیتر مایع شکمبه بافری شده بر روی آن‌ها، در شیشه‌ها مسدود و به مدت ۷۲ ساعت در دمای ۳۹ درجه سانتی‌گراد و با چرخش ۱۲۰ دور در دقیقه گرمخانه‌گذاری شدند. میزان گاز تولیدی حاصل از تخمیر نمونه‌ها در ساعات ۲، ۴، ۶، ۸، ۱۲، ۱۸، ۲۴، ۳۶، ۴۸ و ۷۲ ساعت انکوباسیون ثبت گردید و حجم گاز تولیدی بر اساس نمونه‌های بلانک و وزن نمونه‌ها در هر زمان تصحیح گردید. برای تخمین فراسنجه‌های کنتیک تولید گاز از معادله  $P = b(1 - e^{-ct})$  استفاده شد (۱۷)، در این معادله: P میزان گاز تولید شده در زمان t، b تولید گاز از بخش نامحلول با پتانسیل تخمیر پس از ۲۴ ساعت، c ثابت نرخ تولید گاز برای بخش b (میلی‌لیتر در ساعت) و t زمان انکوباسیون (ساعت) می‌باشد، که با استفاده از نرم‌افزار Fitcurve محاسبه شد. هم‌چنین از روابط

است، و عصاره شیمیایی و عصاره هضمی برگ آن نشان داده‌اند که تأثیر ممانعت‌کننده بر فعالیت لیپوکسیژنازها (Lipoxygenase) را دارند (۷). در آزمایشی ۲۰ درصد کاه کینوآ یا ۲۰ درصد علوفه یونجه خشک جایگزین علوفه جو در جیره شتر لاما گردید. نتایج نشان داد که مصرف خوراک و قابلیت هضم ماده خشک تحت تأثیر جیره‌های آزمایشی قرار نگرفت، در حالی که جیره با کاه کینوآ قابلیت هضم نیتروژن بالاتر و میزان نیتروژن دفعی از طریق ادرار کمتری نسبت به دو جیره دیگر داشت (۲۱).

از آن‌جا که با گسترش کاشت کینوآ در کشور، مقادیر زیادی بقایای زراعی کینوآ نیز تولید می‌شود. هدف از انجام این آزمایش بررسی ارزش غذایی بقایای زراعی دو وارپته کینوآ از طریق تعیین ترکیبات شیمیایی، تخمیرپذیری، تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای و هم‌چنین تعیین میزان ناپدیدشدن شکمبه‌ای و پس از شکمبه‌ای بود.

### مواد و روش‌ها

برای بررسی عملکرد کمی و کیفی گیاه کینوآ در شهرستان کرمان، دو وارپته سجاما و سجاما ایرانشهر از این گیاه در قالب یک آزمایش زراعی کاشت گردید. پس از انجام عملیات کاشت و داشت، برداشت به صورت دستی و با داس از پنج سانتی‌متری بالای یقه گیاه انجام شد و گیاهان برداشت شده در سایه خشک شدند. پس از خشک شدن کامل گیاه، دانه‌های آن‌ها با تکنیدن بوته‌ها جدا شد و بقایای زراعی ابتدا با خرمکوب خرد شدند و سپس با آسیاب آزمایشگاهی مجهز به غربال ۱ میلی‌متر آسیاب گردیدند.

ترکیب شیمیایی بقایای زراعی دو ورارپته کینوآ در سال ۱۳۹۷ در آزمایشگاه تغذیه دام مرکز تحقیقات کشاورزی استان کرمان تعیین شد. برای

زیر برای برآورد انرژی قابل سوخت‌وساز، قابلیت هضم ماده آلی و اسیدهای چرب زنجیر کوتاه استفاده شد (۱۵).

$$= \text{MJ/kgDM (انرژی قابل سوخت‌وساز (علوفه‌ها))} \\ = 2/20 + 0/136 \times GP + 0/057 \times CP + 0/029 \times CP^2$$

$$= \text{g/100gDM (قابلیت هضم ماده آلی)}$$

$$= 14/88 + 0/889 \times GP + 0/45 \times CP + 0/0651 \times XA$$

$$= \text{mmol/200mg DM (اسیدهای چرب شاخه‌دار زنجیر کوتاه)}$$

$$= 0/0222 \times GP - 0/00425$$

در این روابط GP گاز تولیدشده از ۲۰۰ میلی‌گرم نمونه پس از ۲۴ ساعت انکوباسیون، CP درصد پروتئین خام، درصد چربی خام و XA درصد خاکستر در نمونه ماده خوراکی می‌باشد.

آزمایش‌های هضمی در موسسه تحقیقات علوم دامی با استفاده از سه رأس گاو نر اخته‌شده نژاد تالشی (با میانگین وزن  $10 \pm 297$  کیلوگرم) مجهز به فیستولای شکمبه‌ای انجام شد. گاوها با جیره مخلوط شامل ۱/۵ کیلوگرم کاه گندم، ۴/۵ کیلوگرم یونجه خشک و سه کیلوگرم مواد متراکم شامل ۸۰ درصد جو، ۱۰ درصد دانه ذرت، پنج درصد سبوس گندم، چهار درصد کنجاله پنبه‌دانه و یک درصد مکمل ویتامینی و مواد معدنی تغذیه شدند. خوراک روزانه در دو نوبت در ساعات ۸/۰۰ و ۱۶/۰۰ در اختیار گاوها قرار گرفت.

برای تعیین میزان ناپدید شدن شکمبه‌ای و پس از شکمبه‌ای ماده خشک در نمونه‌های آزمایشی، حدود دو گرم از هر نمونه با چهار تکرار در داخل کیسه‌های نایلونی با ابعاد  $6 \times 12$  سانتی‌متر و با منافذ ۵۰ میکرومتر ریخته شد. کیسه‌های حاوی نمونه به مدت ۱۶ ساعت در شکمبه گاوها انکوباسیون شدند و پس از خروج، بلافاصله در آب سرد قرار گرفتند. پس از انتقال کیسه‌ها به آزمایشگاه سه مرتبه و هر بار پنج دقیقه در ماشین لباسشویی شستشو و

آب‌کشی شدند. محتویات کیسه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۵۵ درجه سانتی‌گراد خشک و سپس توزین گردیدند. پس از تعیین مقدار نمونه باقی‌مانده در کیسه‌ها، از این کیسه‌ها برای تعیین قابلیت هضم پس از شکمبه‌ای ماده خشک استفاده شد (۴).

کیسه‌های انکوباسیون‌شده در شکمبه، به مدت ۳۰ دقیقه در محلول ۰/۱ درصد متیل سلولوز با دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد در بن‌ماری شیکردار انکوباسیون گردید. کیسه‌ها به‌همراه محتویات، حدود پنج ساعت در هوای آزاد قرار داده شدند و پس‌از آن به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۵۵ درجه سانتی‌گراد کاملاً خشک شدند. سپس کیسه‌های حاوی نمونه در دو مرحله شامل: (۱) یک ساعت با دو لیتر محلول ۰/۱ نرمال اسید کلریدریک با pH ۱/۹ و دو گرم پپسین و (۲) ۲۴ ساعت با دو لیتر محلول بافر حاوی  $136/1$  گرم پتاسیم دی‌هیدروژن فسفات، ۰/۱ گرم تیمول و شش گرم پانکراتین در داخل بطری‌های دستگاه شبیه‌ساز هضم Daisy<sup>II</sup> انکوباسیون گردید (۴)، و برای تعیین قابلیت هضم ماده خشک، وزن باقی‌مانده درون کیسه تعیین شد و با استفاده از روابط مربوط به تعیین قابلیت هضم ماده خشک پس از شکمبه و در کل دستگاه گوارش محاسبه گردید (۱۷).

برای تعیین روند تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای ماده خشک حدود دو گرم از هر نمونه با سه تکرار (هر کیسه در شکمبه هر یک از گاوها) در داخل کیسه‌های نایلونی با ابعاد  $6 \times 12$  سانتی‌متر با منافذ ۵۰ میکرومتر و از جنس پلی‌استر ریخته شد و به مدت صفر، ۲، ۴، ۸، ۱۶، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت در شکمبه گاوها قرار داده شد (جمعاً ۴۸ کیسه). کیسه‌ها پس از زمان‌های مذکور از شکمبه خارج شدند و پس از شستشوی سریع با آب سرد، سه مرتبه و هر بار به مدت پنج دقیقه در ماشین لباسشویی شستشو و آب‌کشی شدند. محتویات کیسه‌ها به مدت ۴۸ ساعت

خنثی و اسیدی بین دو واریته کینوا اختلاف معنی داری نداشتند. همچنین مقادیر این ترکیبات در بقایای زراعی هر دو واریته کینوا مشابه با علوفه یونجه بود، و با کاه گندم تفاوت داشتند ( $P < 0.02$ ). اطلاعات در خصوص ارزش غذایی بقایای زراعی کینوا بسیار محدود است و در تنها گزارش به دست آمده، مقادیر پروتئین خام، الیاف نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی و خاکستر خام در یک نمونه کاه کینوا از کشور بولیوی به ترتیب  $1.0/4$ ،  $4.8/7$ ،  $27/5$  و  $12/8$  درصد تعیین شده است (۲۱)، که صرف نظر از تفاوت مختصر در میزان پروتئین خام، با نتایج آزمایش اخیر مطابقت دارد. تفاوت در میزان پروتئین خام می تواند مربوط به مرحله ی برداشت گیاه، نسبت برگ به ساقه و تفاوت های ژنتیکی (۵)، و یا حتی اختلاط بخشی از دانه های کینوا با کاه در آزمایش حاضر باشد. نتایج سایر مطالعات نیز تنوع گسترده ای را در ترکیبات شیمیایی به ویژه پروتئین خام بین برخی از گیاهان خانواده کنوپودیاسه در مراحل مختلف رشد نشان داده است (۲۰ و ۲۵).

الیاف نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی و کربوهیدرات های غیر فیبری بین دو واریته کینوا مشابه و هم سطح با یونجه بود و به میزان قابل توجهی نسبت با کاه گندم تفاوت ( $P < 0.01$ ) داشتند. محتوای چربی خام در بقایای کینوا مشابه با سایر علوفه ها بود و در تأیید نتایج این آزمایش، محتوای چربی خام در سه گیاه هم خانواده با کینوا شامل سلمه تره، آتریپلکس و کوشیا به ترتیب  $1.0/4$ ،  $0.9/2$  و  $1/25$  درصد گزارش شده است (۹ و ۲۰). غلظت بالای خاکستر خام در هر دو واریته کینوا مورد بررسی می تواند ناشی از جذب کاتیون ها و تجمع آن ها در گیاه باشد، زیرا با افزایش شوری محیط به علت جذب و تجمع عناصر معدنی در گیاهان شورزیست مقدار خاکستر خام افزایش می یابد (۱۴).

در آون با دمای ۵۵ درجه سانتی گراد خشک و سپس توزین گردیدند (۳). فراسنجه های تجزیه پذیری ماده خشک نمونه ها با استفاده از نرم افزار Fitcurve و از طریق رابطه ۱ برآورد شد (۱۷).

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

که در رابطه ۱،  $P$ ، مقدار ناپدید شدن در زمان  $t$ ؛  $a$ ، بخش با تجزیه سریع؛  $b$ ، بخش با تجزیه کند؛  $c$ ، ثابت نرخ تجزیه و  $t$ ، مدت زمان انکوباسیون در شکمبه (ساعت) است. همچنین تجزیه پذیری مؤثر نمونه ها با استفاده از رابطه ۲ و با در نظر گرفتن نرخ عبور  $0.04$ ،  $0.06$  و  $0.08$  در ساعت محاسبه شد.

$$ED = a + [(b \times c)/(c + k)] \quad (\text{رابطه ۲})$$

در رابطه ۲،  $ED$ ، تجزیه پذیری مؤثر؛  $a$ ، بخش با تجزیه سریع؛  $b$ ، بخش با تجزیه کند؛  $c$ ، ثابت نرخ تجزیه و  $k$ ، نرخ عبور می باشند.

داده های حاصل از آزمایش های تخمیر پذیری، تجزیه پذیری و تعیین میزان ناپدید شدن شکمبه ای و پس از شکمبه ای در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی با دو تیمار و چهار یا سه تکرار با استفاده از نرم افزار SAS (نسخه ۹/۱) رویه GLM (مدل ۱) تجزیه آماری شدند و مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون دانکن انجام شد.

$$Y_{ijl} = \mu + t_i + k_j + \varepsilon_{ijl} \quad (\text{مدل ۱})$$

در مدل ۱،  $Y_{ijl}$ ، مقدار هر مشاهده؛  $\mu$ ، میانگین کل؛  $t_i$ ، اثر تیمار؛  $k_j$ ، اثر تصادفی حیوان آزمایشی و  $\varepsilon_{ijl}$ ، خطای آزمایشی بود. در مدل مورد استفاده برای داده های تخمیر پذیری  $k_j$  وجود نداشت.

### نتایج و بحث

ترکیبات شیمیایی: ترکیبات شیمیایی بقایای زراعی دو واریته کینوا با کاه گندم و علوفه یونجه در جدول ۱ مقایسه شده است. غلظت ترکیبات شیمیایی شامل پروتئین خام، خاکستر خام، الیاف نامحلول در شوینده

جدول ۱: ترکیبات شیمیایی بقایای زراعی دو وارسته کینوا، کاه گندم و علوفه خشک یونجه

Table 1. Chemical composition in two genotypes of Quinoa crop residues, wheat straw and alfalfa hay

Chemical composition (%) (درصد) ترکیبات شیمیایی							تیمارهای آزمایشی
الیاف نامحلول در شوینده خشتی ADF	الیاف نامحلول در شوینده خشتی NDF	خاکستر خام Crude Ash	کربوهیدرات‌های غیر فیبری Non fiber Carbohydrate	عصاره اتری Ether extract	پروتئین خام Crude protein	ماده خشک Dry matter	Experimental treatments
34.82 <sup>b</sup>	46.17 <sup>b</sup>	14.05 <sup>a</sup>	25.19 <sup>a</sup>	1.82	12.77 <sup>a</sup>	93.21 <sup>b</sup>	کینوا وارسته سجاما Quinoa genotypes of Sjama
30.55 <sup>b</sup>	51.43 <sup>b</sup>	13.30 <sup>a</sup>	20.29 <sup>ab</sup>	1.53	13.45 <sup>a</sup>	93.44 <sup>b</sup>	کینوا وارسته سجاما ایرانشهر Quinoa genotypes of Sjama Iranshahr
47.75 <sup>a</sup>	70.71 <sup>a</sup>	10.40 <sup>b</sup>	27.57 <sup>a</sup>	1.44	3.35 <sup>b</sup>	96.33 <sup>a</sup>	کاه گندم Wheat straw
31.21 <sup>b</sup>	44.51 <sup>b</sup>	12.30 <sup>ab</sup>	14.09 <sup>b</sup>	1.18	14.45 <sup>a</sup>	95.54 <sup>a</sup>	علوفه خشک یونجه Alfalfa Hay
2.130	2.850	0.762	3.260	0.287	0.741	0.259	انحراف استاندارد میانگین‌ها SEM
<0.01	<0.01	0.02	0.05	0.43	<0.01	<0.01	P-Value سطح معنی داری

-- میانگین‌های با حروف متفاوت در هر ستون دارای اختلاف معنی دار می‌باشند (P < 0.05).

Means within a column with different subscripts differ (P < 0.05).

به صورت مخلوط با سایر علوفه‌ها در تغذیه دستی و یا حتی به تنهایی به صورت استفاده از پس چر مزرعه کینوا می‌تواند نیاز پروتئینی مورد نیاز گوسفندان داشتی در مناطق مختلف کشور را تأمین نماید.

**فراسنجه‌های تخمیرپذیری:** میزان تولید گاز و سایر فراسنجه‌های تخمیرپذیری در بقایای زراعی دو وارسته کینوا مورد بررسی در جدول ۲ نشان داده شده و در شرایط مشابه با دو علوفه رایج برای تغذیه دام‌ها شامل کاه گندم و علوفه یونجه مورد مقایسه قرار گرفته است. انکوباسیون نمونه‌ها به مدت ۲۴ و ۷۲ ساعت نشان داد که میزان تولید گاز بین دو ورارسته کینوا یکسان بود و با میزان گاز تولیدی از تخمیر علوفه یونجه مشابه بودند. به طور مشابه مقادیر پتانسیل تولید گاز پس از ۲۴ ساعت انکوباسیون (b)، نرخ تولید گاز در هر ساعت (c) و غلظت اسیدهای چرب زنجیر کوتاه در بقایای زراعی دو وارسته کینوا

غلظت پروتئین خام در بقایای زراعی دو وارسته کینوا مورد مطالعه به طور قابل ملاحظه‌ای بیش از پروتئین خام در کاه غلات و یا سایر بقایای کشاورزی و قابل مقایسه با یونجه‌های با کیفیت معمولی می‌باشد. وقتی غلظت پروتئین خام در یک علوفه از ۶-۷ درصد کمتر باشد غلظت نیتروژن آمونیاکی به کمتر از ۵ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر در مایع شکمبه می‌رسد و نیتروژن لازم برای فعالیت مناسب باکتری‌های دستگاه گوارش فراهم نمی‌شود. در این زمان تخمیر میکروبی، سنتز پروتئین میکروبی و هضم ماده خوراکی کاهش یافته و متعاقب آن جذب ماده خشک و عملکرد دام تحت تأثیر قرار می‌گیرد (۱۸). بر این اساس حد بحرانی پروتئین خام یک علوفه برای نیاز نگهداری روزانه یک واحد دامی چراکننده در مراتع و پس چرها ۷ درصد پروتئین خام تعیین شده است (۲). بنابراین بقایای زراعی کینوا

مواد خوراکی سبب آزادسازی نیتروژن آمونیاکی می‌شود و با تأمین نیتروژن مورد نیاز برای رشد و تکثیر میکروارگانیسم‌های تخمیرکننده دیواره سلولی و سایر مواد مغذی، زمینه مناسبی برای تخمیر و تولید بیشتر گاز فراهم می‌گردد (۱۶).

قابلیت هضم ماده آلی نیز در نمونه‌های هر دو واریته کینوا مشابه و برابر با علوفه یونجه برآورد گردید. در تأیید نتایج این آزمایش گزارش شده است که وقتی ۲۰ درصد کاه کینوا یا علوفه یونجه جایگزین علوفه قصیل جو در جیره شتر لاما شد، قابلیت هضم ماده خشک جیره‌های آزمایشی تحت تأثیر قرار نگرفت (۲۱).

و علوفه یونجه خشک برابر و به‌طور معنی‌داری از مقادیر تعیین شده برای کاه گندم بیشتر ( $P < 0/01$ ) بودند. انرژی قابل سوخت‌وساز در نمونه‌های دو واریته کینوا هم‌سطح و مشابه با علوفه یونجه برآورد گردید، در حالی‌که انرژی قابل سوخت‌وساز در بقایای زراعی هر دو واریته کینوا بالاتر ( $P < 0/01$ ) از کاه گندم برآورد شد.

تولید گاز یکسان در اثر تخمیر بقایای زراعی هر دو واریته کینوا با علوفه یونجه را می‌توان به غلظت مناسب پروتئین خام در آن‌ها نسبت داد. اگرچه تولید گاز ناشی از تخمیر پروتئین‌ها در مقایسه با کربوهیدرات‌ها اندک است (۱۶)، ولی رابطه مثبت بین میزان پروتئین خام و تولید گاز در اثر تخمیر مواد خوراکی تأیید شده است (۱۳). تجزیه پروتئین خام

جدول ۲: فراسنجه‌های تخمیرپذیری بقایای زراعی دو واریته کینوا با کاه گندم و علوفه یونجه

Table 2. Ferment ability parameters in two genotypes of Quinoa crop residues, wheat straw and alfalfa hay

فراسنجه‌ها <sup>۱</sup> parameters <sup>۱</sup>							تیمارهای آزمایشی Experimental treatments
ME	SCFA	DOM	c	b	تولید گاز Gas production		
					ساعت ۷۲ 72h	ساعت ۲۴ 24h	
1.58 <sup>a</sup>	0.686 <sup>a</sup>	49.76 <sup>a</sup>	0.087 <sup>b</sup>	36.19 <sup>ab</sup>	36.94 <sup>a</sup>	31.10 <sup>a</sup>	کینوا واریته سجاما Quinoa genotype of Sjama
1.87 <sup>a</sup>	0.714 <sup>a</sup>	50.61 <sup>a</sup>	0.093 <sup>ab</sup>	37.86 <sup>ab</sup>	37.76 <sup>a</sup>	32.34 <sup>a</sup>	کینوا واریته سجاما ابرانشهر Quinoa genotype of Sjama Iranshahr
1.17 <sup>b</sup>	0.402 <sup>b</sup>	33.50 <sup>b</sup>	0.025 <sup>c</sup>	32.31 <sup>b</sup>	32.63 <sup>b</sup>	18.29 <sup>b</sup>	کاه گندم Wheat straw
1.87 <sup>a</sup>	0.684 <sup>a</sup>	50.04 <sup>a</sup>	0.097 <sup>a</sup>	41.30 <sup>a</sup>	35.72 <sup>ab</sup>	31.00 <sup>a</sup>	علوفه خشک یونجه Alfalfa Hay
0.023	0.0484	1.106	0.0029	1.238	1.023	1.034	انحراف استاندارد میانگین‌ها SEM
<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.02	<0.01	سطح معنی‌داری P-Value

۱ تولید گاز، پس از ۲۴ و ۷۲ ساعت: میلی‌لیتر گاز تولیدشده به ازای هر ۲۰۰ میلی‌گرم نمونه، b: پتانسیل تولید گاز (میلی‌لیتر به ازای ۲۰۰ میلی‌گرم نمونه) پس از ۲۴ ساعت انکوباسیون و c: نرخ تولید گاز در هر ساعت، DOM: قابلیت هضم ماده آلی (درصد)؛ SCFA: اسیدهای چرب زنجیر کوتاه (میلی‌مول در هر ۲۰۰ میلی‌گرم ماده خشک نمونه) و ME: انرژی قابل سوخت‌وساز (مگاکالری در هر کیلوگرم ماده خشک).  
- میانگین‌های با حروف متفاوت در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند ( $P < 0/05$ ).

1 Gas production after 24 and 72 h (ml/200mg DM); b: Potential of gas production (ml/200mg DM); c= Rate constant of gas production during incubation (ml/h); DOM: Digestibility of Organic matter (%); SCFA; Short chain fatty acid (mmol/200mg DM) and ME; Metabolisable energy (Mcal/kg).

- Means within a column with different subscripts differ ( $P < 0.05$ ).

جدول ۳: میزان ناپدید شدن ماده خشک بقایای زراعی دو وارته کینوا در شکمبه، پس از شکمبه و کل دستگاه گوارش

**Table 3. Ruminant, post-ruminant and total tract disappearance of dry matter in two genotypes of Quinoa crop residues**

میزان ناپدید شدن ماده خشک (درصد)			تیمارهای آزمایشی
Disappearance of dry matter (%)			
کل دستگاه گوارش	پس از شکمبه	شکمبه‌ای	Experimental treatments
Total tract	Post-Ruminal	Ruminal	
54.80 <sup>b</sup>	6.61	51.60 <sup>b</sup>	کینوا وارته سجاما
			Quinoa genotype of Sjama
60.57 <sup>a</sup>	6.90	57.76 <sup>a</sup>	کینوا وارته سجاما ایرانشهر
			Quinoa genotype of Sjama Iranshahr
0.415	0.231	0.466	SEM
			انحراف استاندارد میانگین‌ها
<0.01	0.41	<0.01	P-Value
			سطح معنی داری

- میانگین‌های با حروف متفاوت در هر ستون دارای اختلاف معنی دار می‌باشند ( $P < 0.05$ ).

- Means within a column with different subscripts differ ( $P < 0.05$ ).

که گیاهان شورزیست در مطالعه مذکور در مرحله رشد رویشی و یا مرحله گلدهی مورد استفاده قرار گرفته‌اند (۱۹). شواهد زیادی از کاهش قابلیت هضم علوفه‌ها در شکمبه با افزایش غلظت بخش‌های دیواره سلولی و لیگنینی شدن آن‌ها با افزایش سن گیاه وجود دارد (۲۵ و ۲۸). در این راستا کمالک و همکاران (۱۲) نیز نشان دادند که میزان ADF ارتباط منفی و میزان پروتئین خام ارتباط مثبت با قابلیت هضم شکمبه‌ای ماده خشک دارد. مقایسه کینوآی وارته سجاما ایرانشهر در مقایسه با وارته سجاما از نظر غلظت پروتئین خام (۱۳/۴۵ در برابر ۱۲/۷۷ درصد) و غلظت ADF (۳۰/۵۵ در برابر ۳۴/۸۲ درصد) می‌تواند میزان ناپدید شدن ماده خشک بیشتر کینوآی وارته سجاما ایرانشهر در مقایسه با وارته سجاما را در شکمبه و در کل دستگاه گوارش را توجیه نماید.

**تجزیه پذیری ماده خشک:** فراسنجه‌های تجزیه پذیری ماده خشک بقایای زراعی دو وارته کینوآ در جدول ۴ نشان داده شده است. غلظت ماده خشک با سرعت تجزیه بالا (بخش a)، غلظت ماده خشک با سرعت تجزیه کند (بخش b) و همچنین ثابت نرخ تجزیه (c) در بقایای زراعی کینوآی وارته سجاما در مقایسه

میزان ناپدید شدن ماده خشک در شکمبه، پس از شکمبه و کل دستگاه گوارش: میانگین میزان ناپدید شدن ماده خشک بقایای زراعی دو وارته کینوآ در شکمبه، پس از شکمبه و در کل دستگاه گوارش در جدول ۳ نشان داده شده است. مقادیر ناپدید شدن ماده خشک در شکمبه و در کل دستگاه گوارش در بقایای زراعی کینوآی وارته سجاما ایرانشهر از وارته سجاما بیشتر ( $P < 0.01$ ) بود، در حالی که میزان ناپدید شدن پس از شکمبه‌ای ماده خشک در هر دو وارته برابر بود.

گزارشی از گوارش پذیری کاه کینوآ یافت نشد، اما میزان گوارش پذیری برخی از گیاهان شورزیست خانواده کنوپودیاسه که به عنوان علوفه در تغذیه دام مورد استفاده قرار می‌گیرند بین ۶۰ تا ۷۴ درصد گزارش شده است (۱۹). نتایج میزان ناپدید شدن ماده خشک بقایای زراعی هر دو وارته کینوآ در آزمایش اخیر نیز کمتر و یا در حاشیه کمترین مقدار گزارش شده برای گیاهان این خانواده است. کمتر بودن این مقادیر در بقایای کینوآ احتمالاً به دلیل تفاوت در مرحله رشدی این گیاهان می‌باشد. بقایای کینوآی مورد استفاده در آزمایش مربوط به انتهای مرحله رشد زایشی و سخت شدن دانه کینوآ بودند، در حالی



میزان تجزیه‌پذیری ماده خشک با میزان ADF همبستگی منفی و با غلظت پروتئین خام همبستگی مثبت دارد (۸). گزارشی از نتایج تجزیه‌پذیری کاه کینوآ در شکمبه یافت نشد، اما نتایج تعیین تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای ماده خشک گیاه سلمه‌تره که هم جنس با کینوآ می‌باشد نشان می‌دهد که مقادیر فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری a، b و c به ترتیب ۲۶/۷۴، ۳۴/۰۵ درصد در ساعت و ۰/۱۹۴ در ساعت بوده است (۱۰)، که تا حدودی با نتایج آزمایش اخیر مطابقت دارد. در مطالعه مذکور، این محققین علاوه بر سلمه‌تره، تجزیه‌پذیری ۴ گیاه شورزیست دیگر را نیز مورد بررسی قرار داده و همبستگی منفی و بالایی (R<sup>2</sup>=۰/۹۶) را بین میزان تجزیه‌پذیری و غلظت دیواره سلولی در گیاهان شورزیست خانواده کنوپودیاسه گزارش کردند (۱۰)

با واریته سجاما ایرانشهر کمتر (P<۰/۰۵) بود. همچنین تجزیه‌پذیری مؤثر ماده خشک با فرض سرعت عبورهای ۰/۰۴، ۰/۰۶ و ۰/۰۸ در ساعت، در بقایای زراعی کینوآی واریته سجاما نسبت به واریته سجاما ایرانشهر کمتر (P<۰/۰۱) بود.

بالتر بودن فراسنجه‌های a، b و c در بقایای کینوآی واریته سجاما ایرانشهر نسبت به واریته سجاما در راستای نتایج حاصل از میزان ناپدیدشدن شکمبه‌ای این دو واریته بوده و آن‌ها را تأیید می‌کند. از آن‌جا که غلظت بخش با تجزیه سریع خوراک تحت تأثیر عواملی از قبیل حالیت، ساختمان فیزیکی خوراک و میزان دیواره سلولی قرار دارد (۱۲)، در تفسیر نتایج می‌توان به تأثیر ADF بیشتر و پروتئین خام کمتر در بقایای زراعی کینوآی واریته سجاما نسبت به واریته سجاما ایرانشهر اشاره کرد. در تأیید نتایج آزمایش اخیر گزارش شده است که

جدول ۴: فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری ماده خشک بقایای زراعی دو واریته کینوآ پس از ۷۲ ساعت انکوباسیون در شکمبه

Table 4. Degradability parameters in two genotypes of Quinoa crop residues after 72h incubation in the rumen

تجزیه‌پذیری مؤثر <sup>۲</sup>			فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری <sup>۱</sup>			تیمارهای آزمایشی
Effective degradability <sup>2</sup>			Degradability parameters <sup>1</sup>			Experimental treatments
ED8	ED6	ED4	c	b	a	
44.04 <sup>b</sup>	46.72 <sup>b</sup>	50.39 <sup>b</sup>	0.071 <sup>b</sup>	37.77 <sup>b</sup>	26.76 <sup>b</sup>	کینوآ واریته سجاما Quinoa genotype of Sjama
48.95 <sup>a</sup>	51.73 <sup>a</sup>	55.49 <sup>a</sup>	0.078 <sup>a</sup>	40.20 <sup>a</sup>	29.52 <sup>a</sup>	کینوآ واریته سجاما ایرانشهر Quinoa genotype of Sjama Iranshahr
0.237	0.234	0.227	0.0023	0.505	0.240	SEM انحراف استاندارد میانگین‌ها
<0.01	<0.01	<0.01	0.05	<0.01	<0.01	P-Value سطح معنی‌داری

۱: a = بخش با تجزیه سریع (درصد)، b = بخش با تجزیه کند (درصد) و c = ثابت نرخ تجزیه (در ساعت).

۲: تجزیه‌پذیری مؤثر با فرض سرعت عبورهای ۰/۰۴، ۰/۰۶ و ۰/۰۸ در ساعت.

- میانگین‌های با حروف متفاوت در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند (P<۰/۰۵).

<sup>1</sup> a, rapidly degradable (%); b, slowly degradable (%); c, rate constant of degradation of the b.

<sup>2</sup> Effective degradability; ED4, ED6 and ED8 were calculated as k = 0.04, 0.06, 0.08/h respectively (k is the ruminal outflow rate).

- Means within a column with different subscripts differ (P < 0.05).

## نتیجه گیری کلی

بقایای زراعی دو وارپته کینوآی مورد مطالعه غلظت بالاتری از پروتئین خام و غلظت کمتری از ایاف نامحلول در شوینده ختشی و اسیدی در مقایسه با کاه غلات و یا سایر بقایای کشاورزی دارند. همچنین ضرائب تجزیه پذیری مناسب و میزان ناپدید شدن ۵۵ تا ۶۰ درصدی ماده خشک این بقایا در دستگاه گوارش نشان می دهد که بقایای زراعی کینوآ می توانند جایگزینی مناسب برای بخشی و یا تمام علوفه مورد نیاز در جیره نشخوارکنندگان باشد. اگرچه

لازم است این نتایج با تحقیقات بیشتر از طریق آزمایشات درون تنی مورد تأیید قرار گیرند.

## سپاسگزاری

آزمایش تجزیه پذیری نمونه های این پروژه در مزرعه تحقیقاتی موسسه تحقیقات علوم دامی انجام شد. به این وسیله از همکاران محترم در بخش تحقیقات تغذیه دام و آزمایشگاه فیزیولوژی دام موسسه تشکر و قدردانی می شود.

## منابع

1. AOAC, 2000. Official Methods of Analysis, 17<sup>th</sup> ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, USA.
2. Arzani, H., Motamedi, J., and Zare Chahoki, M.A. 2010. Final report of national project "Forage quality in Iran rangeland". Forests, Range and Watershed Management Organization. (In Persian)
3. Coblenz, W.K., and Grabber, J.H. 2013. *In situ* protein degradation of alfalfa and birdsfoot trefoil hays and silages as influenced by condensed tannin concentration. J. Dairy. Sci. 96: 3120-3137.
4. Danesh Mesgaran, M., and Stern, M.D. 2005. Ruminant and post-ruminant protein disappearance of various feeds originating from Iranian plants varieties determined by the *in situ* mobile bag technique and alternative methods. J. Anim. Feed Sci. Techno. 118: 31-46.
5. El-Shatnawi, M.K.J., and Abdullah, A.Y. 2003. Composition changes of *Atriplex nummularia* L. under Mediterranean arid environment. African J. Range. Forage. Sci. 20: 253-257.
6. Fedorak, P.M., and Hurdy, D.E. 1983. A simple apparatus for measuring gas production by methanogenic cultures in

- serum bottles. J. Environ. Technol. 4: 425-432.
7. Gawlik-Dziki, U., Świeca, M., Sułkowski, M., Dziki, D., Baraniak, B., and Czyż, J. 2013. Antioxidant and anticancer activity of *Chenopodium quinoa* leaves extracts – *In vitro* study. J. Food. Chem. Toxic. 57: 154-160
8. Gurbuz, Y. 2006. Determination of nutritive value of leaves of several *Vitis vinifera* varieties as a source of alternative feedstuff for sheep using *in vitro* and *in situ* measurements. Small Rum. Res. 71: 59-66.
9. Heidari, H., Bashtani, M., Asghari, M.R., and Naimipour Younesi, H. 2016. Determination of Nutritional value of Fat-hen processed with lime at different times using *in situ* technique. Range Manag. 3 (1): 81-97. (In Persian).
10. Hoseini Nejad, Z., Yoosefollahi, M., and Fazayeli, H. 2012. Nutritive Value of Five Halophytes Determined in Sistan Area. Iranian. J. Anim. Sci. 43 (1): 1-10. (In Persian).
11. James, L.E. 2009. Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): composition, chemistry, nutritional, and functional properties. Adv. Food. Nutr. Res. 58: 1-31.
12. Kamalak, A., Canbolat, O., and Gurbuz, Y. 2004. Comparison between *in situ* dry matter degradation and *in vitro* gas production of tannin containing leaves

- from four tree species. South African J. Anim. Sci. 34(4): 524-532.
13. Larbi, A., Smith, J.W., Kurdi, I.O., Adekunle, I.O., Rajj, A.M., and Ladipo, D.O. 1998. Chemical composition, rumen degradation and gas production characteristics of some multipurpose fodder trees and shrubs during wet and dry seasons in the humid tropics. J. Anim. Feed Sci. Technol. 72:81- 96.
  14. Masters, D.G., Bennes, S.E. and Norman, H.C., 2007. Biosaline Agriculture for forage and livestock production. Agriculture. J. Ecosyst. Environ. 119: 234-248.
  15. Menke, K.H., and Steingass, H. 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and *in vitro* gas production using rumen fluid. J. Anim. Res. Dev. 28: 7-55.
  16. Norton, B.W. 1994. The nutritive value of tree legumes. Forage tree legum. Tropic. Agric. 1-10.
  17. Ørskov, E.R., and McDonald, I. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. J. Agric. Sci. 92: 499-503.
  18. Paterson, J., Funston, R., and Cash, D. 2001. Forage Quality Influences Beef Cow Performance and Reproduction. Presented at the 2001 Intermountain Nutrition Conference. 11Pp.
  19. Razzaghi, A., Valizadeh, R., and Tarahimi, M., .2015. Chemical Composition, *in situ* Ruminant Degradability, and Gas Production of *Atriplex canescens*, *Salsola rigida* and *Aeluropus litoralis*. Iranian J. Anim. Sci. Res. 7(1): 1-11. (In Persian).
  20. Riasi, A., Danesh Mesgaran M., Stern, M.D., and Ruiz Moreno, M.J. 2008. Chemical composition, *in situ* ruminal degradability and post-ruminal disappearance of dry matter and crude protein from the halophytic plants *Kochia scoparia*, *Atriplex dimorphostegia*, *Suaeda arcuata* and *Gamanthus gamacarpus*. J. Anim. Feed Sci. Technol. 141: 209-219.
  21. Robinson, T.F., Roeder, B.L., and Johnston, N.P. 2013. Nitrogen Balance and Blood Metabolites of Llama (*Lama Glama*) Fed Barley Hay Supplemented with Alfalfa and Quinoa Straw in Bolivia. J. Anim. Sci. Advan. 3(8): 386-391.
  22. Ruales, J., and Nair, B.M. 1993. Content of fat, vitamins and minerals in quinoa (*Chenopodium quinoa*, Willd) seeds. J. Food Chem. 48: 131-136.
  23. Salehi, M., Soltani, V. and Dehghani, F. 2019. Effect of salt stress and seed priming methods on emergence and seedling characteristics of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). J. Environ. Stresses Crop. Sci. 11(2): 381-391. (In Persian).
  24. SAS. 2003. SAS User's Guide Statistics. Version 9.1 Edition. SAS Inst., Inc., Cary NC.
  25. Shakeri, P., and Fazaeli, H. 2004. A survey of nutritive value of Gramineae range species in Kerman province, Iran. Proceeding of the 4th International Iran & Russia Conference. University of Shahrekord, Iran. 1044-1047.
  26. Tavosi, M., and Lotfali Ayeneh, G.A. 2017. Quinoa Planting. 1st Ed. Agriculture Education Press. Tehran. 32Pp. (In Persian).
  27. Valencia-Chamorro, S.A. 2003. Quinoa. In: Caballero B: Encyclopedia of Food Science and Nutrition. Academic Press, Amsterdam. 8: 4895-4902.
  28. Van Soest, P.J. 1994. Nutritional Ecology of the Ruminant. 2<sup>th</sup> ed. Cornell University Press. Ithaca, NY, 476Pp.



Gorgan University of Agricultural  
Sciences and Natural Resources

*J. of Ruminant Research*, Vol. 7(2), 2019  
<http://ejrr.gau.ac.ir>

## Determination of nutritive value, fermentability and degradability in two genotypes of Quinoa crop residues

\*P. Shakeri<sup>1</sup>, O. Dayani<sup>2</sup>, M. Asadi Korom<sup>3</sup>, H. Najafi Neghad<sup>4</sup>  
and A.R. Aghashahi<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Associate Prof., Dept. of Animal Sciences Research, Kerman Agricultural and Natural Resource Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Kerman, Iran, <sup>2</sup>Professor and <sup>3</sup>M.Sc. Graduated, Dept., of Animal Sciences, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran, <sup>4</sup>Assistant Prof., Dept. of Crop and Horticultural Science Research Department, Kerman Agricultural and Natural Resource Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Kerman, Iran, <sup>5</sup>Associate Prof., Dept. of Animal nutrition Research, Animal Science Research Institute of Iran, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.

Received: 19/03/2019; Accepted: 19/06/2019

### Abstract

**Background and objectives:** Quinoa (*Chenopodium quinoa* willd.) is an annual plant considered as pseudocereals and belongs to the family Chenopodiaceae. Quinoa has excellent properties as low water requirement for growth, resistant to drought and salinity and nutritional good quality, which are the reason for the great interest. With increasing import of Quinoa seeds to IRAN, its planting is under development and soon will be produced a large amount of Quinoa crop residues. There is very limit information about nutritive value and digestibility of Quinoa crop residues. The objective of this study was to determine nutritive value and digestibility in two genotypes of Quinoa crop residues.

**Materials and methods:** Complete Quinoa plant from two genotypes of Sjava and Sjava Iranshahr were harvested from an experimental farm. The plants were dried in the shade and then the seeds were separated. The sample of two genotypes of Quinoa crop residues were used for determine of chemical composition, fermentation, ruminal degradability, ruminal and post-ruminal dry matter (DM) disappearance.

**Results:** There is no different in concentration of chemical composition including crude protein (CP), ether extract, non fiber carbohydrate, crude ash, neutral detergent fiber and acid detergent fiber between two genotypes of Quinoa crop residues. The averages of these chemical compositions in two genotypes of Quinoa were 13.11, 1.68, 22.74, 13.68, 48.80 and 32.69 % respectively. The gas production after 24h, potential of gas production (b), rate of gas production (c), metabolisable energy and short chain fatty acid were not different across two genotypes of Quinoa and were similar to values in alfalfa hay. The amounts of ruminal DM disappearance (51.60 vs. 57.76 %) and total tract DM disappearance (54.80 vs. 60.57 %) were lower ( $p < 0.01$ ) for Sjava genotype than Sjava Iranshahr genotype, while the post-ruminal DM disappearance was similar in both genotypes. Furthermore, rapidly degradable DM fraction (a), slowly degradable DM fraction (b) and rate constant of degradation of the b fraction (c) were lower ( $p < 0.05$ ) for Sjava genotype than Sjava Iranshahr genotype.

---

\*Corresponding author: Pirouz\_shakeri@yahoo.co.uk

**Conclusion:** The concentration of CP in two genotypes of Quinoa crop residues were determined about 13%, which is higher than cereal straw and other residues of agriculture crops. On the other hand, coefficients of DM degradability were suitable and the values of total tract DM disappearance were about 55-60%. In general, these findings indicated that Quinoa crop residues can be used as a new feedstuff that provide nutritive requirement of ruminants.

**Keywords:** Chemical composition, Gas production, Digestibility, Quinoa straw, *in situ*

