

## ارزیابی ترکیب شیمیایی، گوارش پذیری و کیفیت پروتئین علوفه تاج خروس در دو مرحله برداشت

پوریا احسانی<sup>۱\*</sup> - حسن فضایی<sup>۲</sup> - کیوان کرکودی<sup>۳</sup> - اردلان مهرانی<sup>۴</sup>

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۴/۲۷

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۸/۱۱

### چکیده

در این پژوهش ترکیبات شیمیایی، قابلیت هضم، اجزای پروتئین بر اساس CNCPS و مواد ضد مغذی علوفه حاصل از دو رقم گیاه تاج خروس که در شرایط یکسان کشت و طی دو مرحله متوالی برداشت گردید، در قالب طرح کاملاً تصادفی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که میانگین خاکستر خام، الیاف نامحلول در شوینده خنثی، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی، لیگنین، کلسیم، فسفر، منیزیم و پتاسیم به ترتیب: ۴۰/۸۵، ۲۷/۹۰، ۱/۵۵، ۵/۰۶، ۰/۲۵، ۰/۲۸ و ۱/۴۸ درصد در ماده خشک بود. همچنین میانگین ماده خشک گوارش پذیر، ماده آلی گوارش پذیر و ماده آلی گوارش پذیر در ماده خشک، با روش برون تنی (آزمایشگاهی) به ترتیب ۶۰/۱۹، ۵۸/۱۶ و ۴۹/۰۹ درصد محاسبه گردید. از نظر گوارش پذیری تفاوت بین ارقام مرحله برداشت و نیز اثر متقابل رقم در مرحله برداشت معنی دار نبود. میزان پروتئین خام در دو رقم علوفه تاج خروس ۱۴/۷۲ درصد ماده خشک و مقادیر پروتئین حقیقی، پروتئین محلول و بخش‌های A، B1، B2، B3 و C به ترتیب برابر ۵۹/۵۲، ۴۲/۷۱، ۴۰/۴۸، ۲/۲۴، ۳۴/۱۹ و ۱۶/۰۹ و ۷/۰۱ درصد از پروتئین خام و نیتروژن غیر پروتئینی ۹۴/۵۵ درصد از کل پروتئین محلول محاسبه گردید. انرژی قابل متابولیسم ۲/۵۶ مگا کالری در کیلوگرم ماده خشک برآورد شد. همچنین مقادیر نیترات و اگزالات، به طور میانگین در دو رقم علوفه مزبور به ترتیب ۰/۳۴ و ۵/۳۷ درصد در ماده خشک اندازه‌گیری شد. به طور کلی نتیجه گرفته شد که با توجه به ارزش تغذیه‌ای و ضرایب هضمی بالای تاج خروس و همچنین مواد ضد مغذی پایین تر از حد خطرناک برای دام در آزمایش حاضر، می‌توان از آن به عنوان علوفه‌ای با کیفیت در تغذیه نشخوارکنندگان استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: علوفه تاج خروس، گوارش پذیری، مرحله برداشت، CNCPS.

### مقدمه

در تولید علوفه هستند. در عین حال، مانند سایر گیاهان علوفه‌ای، میزان تولید علوفه آن بسته به گونه و شرایط زراعی متغیر است (۲۴ و ۲۹). سرعت رشد و محتوای بالای پروتئین خام و سلولز پایین، این گیاه را به علوفه‌ای با کیفیت تبدیل می‌کند (۲۷). نتایج تحقیقات انجام شده در مورد تعیین ارزش تغذیه‌ای گیاه تاج خروس و کاربرد آن در تغذیه دام در بعضی کشورها، انگیزه گسترش پژوهش‌هایی در زمینه اصلاح نژاد و توسعه این گیاه را به منظور تولید علوفه فراهم نموده است به صورتی که در بعضی از کشورها موسسه ویژه‌ای در این رابطه ایجاد شده است. اخیراً در ایران نیز چند رقم از گیاه مزبور مورد کشت قرار گرفته است که در این راستا، پژوهش‌های اساسی بر روی کیفیت ارقام علوفه‌ای آن ضروری به نظر می‌رسد. بدین منظور، پژوهش حاضر با هدف ارزیابی گوارش پذیری، ترکیبات شیمیایی و کیفیت پروتئین علوفه تاج خروس، در دو مرحله برداشت، با روش‌های برون تنی انجام گرفت.

تاج خروس گیاهی شبه غله از خانواده *Amaranthaceae* است. این گیاه عموماً پربافت، علفی، با رشد سریع بوده، و اغلب به صورت علف هرز می‌روید (۳۱). جنس *Amaranthus* حدود ۶۰ گونه را شامل می‌شود که تا کنون تعداد محدودی از آن‌ها اهلی شده و به صورت زراعی مورد کشت قرار گرفته‌اند (28-). ساختار فیزیولوژیکی و آناتومیکی و متابولیسم C<sub>4</sub> در این گیاه موجب افزایش کارایی مصرف دی‌اکسیدکربن تحت دامنه وسیعی از شرایط حرارتی و رطوبتی شده است (۲۸ و ۳۰). بعضی از گونه‌های تاج خروس دارای استعداد بالایی

۱- دانشجوی دکتری تغذیه دام، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری،

۲- استاد موسسه تحقیقات علوم دامی کشور، کرج،

۳- دانشیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ساوه،

۴- مربی موسسه تحقیقات اصلاح بذر و نهال، کرج.

(p.ehsani@gmail.com)

\* نویسنده مسئول:

## مواد و روش ها

در این مدل پروتئین خام خوراک به ۵ قسمت (A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub> و C) تقسیم می شود که این ۵ بخش سرعت های تجزیه ای متفاوتی در شکمبه دارند. در این روش برای تعیین مقدار پروتئین A که همان نیتروژن غیر پروتئینی می باشد از روش تانگستیک اسید<sup>۷</sup> استفاده شد بخش A درصدی از پروتئین خام است که در زمان صفر به شکل محلول در می آید و فرض می شود که سریعاً تجزیه می گردد (۱۶). برای تعیین نیتروژن نامحلول در شوینده اسیدی<sup>۸</sup> یا بخش C پروتئین ابتدا روش تعیین ADF انجام شد (۱۲)، باقیمانده ADF برای تعیین میزان نیتروژن، به دستگاه کلدال منتقل شد. مقدار نیتروژن نامحلول در شوینده اسیدی، به صورت درصدی از کل نیتروژن یا پروتئین خام، بیان می گردد که همان بخش C است و کاملاً غیر قابل تجزیه در نظر گرفته می شود (۷). بخش B بقیه پروتئین خام است و شامل پروتئین هایی است که بالقوه قابل تجزیه است. جهت برآورد پروتئین حقیقی محلول یا بخش B<sub>1</sub> پروتئین ابتدا کل پروتئین نامحلول، با استفاده از روش بافر بورات - فسفات (۱۵)، اندازه گیری شد و سپس با کم کردن این مقدار از کل پروتئین خام، پروتئین محلول که شامل بخشهای A و B<sub>1</sub> است محاسبه گردید. پروتئین حقیقی محلول (بخش B<sub>1</sub>)، با کم کردن بخش نیتروژن غیر پروتئینی از کل پروتئین محلول، به دست آمد (۷). همچنین جهت تعیین نیتروژن نامحلول در شوینده خنثی<sup>۹</sup> یا پروتئین B<sub>3</sub> تمام مراحل آزمایش مانند بخش (فوق) می باشد، با این تفاوت که از محلول شوینده خنثی بجای محلول شوینده اسیدی استفاده می شود (۳۴) به عبارت دیگر بخش B<sub>3</sub> یا پروتئین با سرعت تجزیه پذیری پائین از طریق کسر کردن مقدار نامحلول در شوینده اسیدی از مقدار پروتئین نامحلول در شوینده خنثی به دست می آید. مقدار پروتئین بخش B<sub>2</sub> نیز با کم کردن سایر بخشها از کل پروتئین خام محاسبه شد:

$$B_2 = CP - (A + B_1 + B_3 + C) \text{ پروتئین بخش } B_2$$

دامنه های سرعت تجزیه که برای ۳ بخش B گزارش شده اند عبارتند از: B<sub>1</sub> (۱۲۰ تا ۴۰۰ درصد در ساعت)، B<sub>2</sub> (۳ تا ۱۶ درصد در ساعت) و B<sub>3</sub> (۰/۰۶ تا ۰/۵۵ درصد در ساعت).

### ارزیابی مواد ضد مغذی

دو ماده ضد مغذی نیترات و اگزالات نیز اندازه گیری شد. نیترات به روش کالریمتری بعد از احیاء (روش دی آزو) اندازه گیری شد (۸). یونها نیترات در مجاورت پودر روی، به فرم نیتريت احیاء می شوند. وجود یون هیدروژن در این واکنش، ضروری است. جهت جلوگیری از احیاء بیشتر، از ترکیبات بافری استفاده شد. یونها نیتريت، با نمک

در این پژوهش دو رقم گیاه تاج خروس با نام های خارکوف<sup>۱</sup> و بی نام که از این پس به ترتیب به نام رقم های ۱ و ۲ آورده می شوند (ارقام از گونه هایپوکوندریاکوس<sup>۲</sup> می باشند) در مزرعه مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر واقع در کرج کشت گردید. از علوفه تولیدی، طی دو مرحله برداشت یکی قبل از گلدهی و دیگری بعد از تشکیل بذر در سطح ۳/۵ متر مربع در هر کرت آزمایشی برداشت شد. علوفه برداشت شده توزین و در آفتاب خشک گردید. جهت تعیین ارزش تغذیه ای، از هر کرت نمونه های جداگانه تهیه شد و پس از خشک و آسیاب نمودن، مورد بررسی های آزمایشگاهی قرار گرفت. مقدار ماده خشک در آون با دمای ۷۵ درجه به مدت ۴۸ ساعت تعیین گردید. ترکیبات شیمیایی با روش تجزیه تقریبی تعیین شد. مقدار ماده خشک نمونه ها با استفاده از آون، در حرارت ۶۵ درجه سانتیگراد، برای مدت ۴۸ ساعت، تعیین شد. خاکستر خام با سوزاندن در کوره الکتریکی، پروتئین خام با استفاده از دستگاه کلدال<sup>۳</sup> طبق روشهای استاندارد (۶) تعیین شد.

عناصر معدنی اندازه گیری شده، شامل عناصر پرمصرف کلسیم، منیزیم، پتاسیم بود. به منظور تعیین عناصر معدنی مذکور، ابتدا عصاره هضمی تهیه شد و سپس عناصر مختلف، در این عصاره تعیین گشت (۶). عناصر کلسیم، پتاسیم، منیزیم، مس، آهن، منگنز، با دستگاه جذب اتمی<sup>۴</sup> و به ترتیب با طول موجهای ۴۲۲/۷، ۷۶۹/۹، ۲۸۵/۲، نانومتر قرائت شد. و عنصر فسفر نیز با دستگاه اسپکتروفتومتر<sup>۵</sup> در طول موج ۴۴۰ نانومتر قرائت شد.

لیاف نامحلول در شوینده خنثی و لیاف نامحلول در شوینده اسیدی نیز به ترتیب مطابق روش استاندارد (۳۳) و (۱۲) اندازه گیری شد. گوارش پذیری برای ماده خشک، ماده آلی و گوارش پذیری ماده آلی در ماده خشک به روش هضم دو مرحله ای (۳۲-۳۳) اندازه گیری شد.

انرژی قابل سوخت و ساز علوفه تاج خروس از رابطه زیر به دست آمد (۴):

$$ME \text{ (MJ/kg DM)} = OMD \text{ (g/kg DM)} \times 0.0157 \times 0.2391$$

### بخشهای مختلف پروتئین بر اساس سیستم کربوهیدرات و پروتئین خالص کورنل<sup>۶</sup>

- 1- Kharkof
- 2- A. hypochondriacus
- 3- Kjeltac Auto Analyzer 1030
- 4- Atomic Absorption Spectrometer GBC 932plus AB
- 5- Spectrophotometer JENWAY 6300
- 6- Cornell Net Carbohydrate & protein System

7- Tungestic Acid

8- Acid Detergent Insoluble Nitrogen « ADIN »

9- Neutral Detergent Insoluble Nitrogen « NDIN »

سولفانیل آمید، تولید ترکیب دیازنوم می‌کند که در مجاورت ان «۱- نفتیل» اتیلن دی آمین، کمپلکس آمینو آزو ایجاد می‌شود. شدت رنگ کمپلکس رنگی، در طول موج ۵۴۰ نانومتر اندازه گیری شد. اسید اگزالیک در اسید هیدروکلریک استخراج می‌شود. با اضافه کردن کلرید کلسیم، به صورت اگزالات کلسیم ته نشین می‌شود. که این هم سپس شسته می‌شود و با پرمنگنات پتاسیم ۲۰ نرمال، در حضور اسید سولفوریک رقیق، در ۷۰ درجه سانتی گراد، تیترو می‌گردد. یک میلی لیتر از پرمنگنات پتاسیم ۲۰ نرمال، معادل ۰/۰۰۲۲۵ گرم اگزالات می‌باشد. میزان اگزالات با و مطابق فرمول زیر محاسبه شد (۲):

$$\text{پرمنگنات پتاسیم } ۲۰ \text{ نرمال مصرفی} = \frac{\text{اگزالات (g/100g DM)}}{100} \times (250 \div 50) \times (100 \div 2) \times 0/00225 \times (\text{ml})$$

### طرح آزمایشی و تجزیه آماری

با توجه به جدول (۱)، همبستگی منفی بین پروتئین خام با لیاف نامحلول در شوینده خنثی و لیاف نامحلول در شوینده اسیدی مشاهده شد. با افزایش پروتئین خام و به دنبال آن، کاهش میزان دیواره سلولی و دیواره سلولی فاقد همی سلولز، سطوح برگ گیاه افزایش یافته و در نتیجه با توجه به متابولیسم (C<sub>4</sub>) در گیاه مذکور، افزایش فتوسنتز، باعث جذب بیشتر کربن، در واحد سطح و افزایش خاکستر خام می‌شود. با بلوغ گیاه، کاهش در کیفیت علف تاج‌خروس، همراه با افزایش در غلظت لیاف نامحلول در شوینده خنثی و لیاف نامحلول در شوینده اسیدی در ساقه مشاهده می‌شود (۲۹).

در عین حال با افزایش سن گیاهان میزان لیاف نامحلول در شوینده خنثی و لیاف نامحلول در شوینده اسیدی افزایش و مقدار پروتئین، کاهش می‌یابد، اما با به کار بردن کودهای نیتروژنی می‌توان این رابطه را معکوس کرد (۱۷).

محتویات لیگنین در تحقیق حاضر پایین تر از مقادیر گزارش شده توسط سایر محققین (۲۷) می‌باشد. همچنین مقادیر لیاف نامحلول در شوینده خنثی بالاتر (۲۷) و لیاف نامحلول در شوینده اسیدی (۲۳)، (۲۴) پایین تر از گزارش سایر محققین می‌باشد.

غلظت پتاسیم، منیزیم و کلسیم در علوفه تاج‌خروس گونه هایپوکوندریاکوس نسبتاً بالا گزارش شده است (۳۱). برخی دیگر از محققین میانگین عناصر کلسیم، فسفر و منیزیم را در علوفه تاج‌خروس، به ترتیب: ۱/۹، ۰/۲۶ و ۰/۶ درصد، گزارش کردند (۲۲)، (۲۳) و (۲۴). اطلاعات مربوط به گوارش پذیری برون تنی تیمارها، در جدول (۲) ارائه شده است. همان طوری که در جدول مشاهده می‌شود، از نظر گوارش پذیری ماده خشک، ماده آلی و ماده آلی در ماده خشک، تفاوت‌های معنی داری بین تیمارها وجود نداشت (P<۰/۰۵). بر اساس اطلاعات جدول ۲، اثر متقابل رقم و مرحله برداشت همچنین اثر رقم و اثر مرحله برداشت بر گوارش پذیری برون تنی ماده خشک، ماده آلی و ماده خشک در ماده خشک و انرژی قابل متابولیسم معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵).

تفاوت‌های مربوط به ریخت‌شناسی و اندام‌های گیاهی، به ویژه از نظر نسبت برگ به ساقه، که سبب تغییر در نسبت دیواره سلولی به کربوهیدرات‌های غیر ساختمانی در مراحل مختلف رشد و بلوغ گیاه می‌شود، می‌تواند بر ارزش تغذیه‌ای ارقام مختلف یک گونه گیاه علوفه‌ای موثر باشد (۲۷).

آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی ساده به روش فاکتوریل (۲×۲)، که در آن فاکتور اول گونه و فاکتور دوم زمان برداشت بود، انجام شد و مقایسه میانگین‌ها از طریق آزمون چند دامنه‌ای دانکن صورت پذیرفت. (زمان برداشت اول اوایل گلدهی و زمان برداشت دوم بعد از تشکیل بذر بود). تیمارها شامل تیمار ۱: رقم خارکوف در مرحله برداشت اول، تیمار ۲: رقم خارکوف در مرحله برداشت دوم، تیمار ۳: رقم بی نام در مرحله برداشت اول و تیمار ۴: رقم بی نام در مرحله برداشت دوم می‌باشد. تمامی ارقام مربوط به گونه آمارانت<sup>۱</sup> می‌باشد.

مدل آماری طرح:

$$Y_{ijk} = \mu + V_i + D_j + V_i D_j + e_{ijk}$$

که در آن:

$Y_{ijk}$ : میانگین n امین مشاهده تیمار،  $\mu$ : میانگین کل،  $V_i$ : اثر گونه،  $D_j$ : اثر مرحله برداشت،  $V_i D_j$ : اثر متقابل گونه و مرحله برداشت،  $e_{ijk}$ : اثر عوامل کنترل نشده آزمایش. تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم افزا SAS (۲۶) انجام شد و میانگین‌ها نیز به روش دانکن مورد مقایسه قرار گرفت.

### نتایج و بحث

ترکیبات شیمیایی و مواد معدنی علوفه تاج‌خروس در جدول (۱) گزارش شده است. با افزایش سن گیاه تاج‌خروس مقدار پروتئین خام و خاکستر خام در مرحله برداشت دوم ارقام ۱ و ۲ کاهش و افزایش معنی‌داری را نسبت به مرحله برداشت اول، نشان دادند. همچنین مقدار لیاف نامحلول در شوینده خنثی و لیاف نامحلول در شوینده اسیدی در مرحله برداشت دوم رقم ۱ افزایش و در رقم ۲ کاهش یافت

**جدول ۱-** میانگین مربعات اثرات متقابل گونه و مرحله برداشت بر ترکیبات شیمیایی و مواد معدنی دو گونه علوفه ای تاج خروس ( بر اساس درصد در ماده خشک)  
**Table 1-** Mean of squares of the interaction between species and harvest on chemical compositions and minerals of two varieties of amaranths forages (DM %)<sup>1</sup>

فراسنجه‌ها Parameters	رقم خارکوف Kharkof Varieties		رقم بی نام No name Varieties		SEM	معنی داری Significance		
	مرحله برداشت ۱ Harvest stage 1	مرحله برداشت ۲ Harvest stage 2	مرحله برداشت ۱ Harvest stage 1	مرحله برداشت ۲ Harvest stage 2		رقم Variety	مرحله برداشت Harvest stage	رقم × مرحله برداشت Variety × Harvest stage
پروتئین خام CP <sup>2</sup>	17.98 <sup>a</sup>	14.63 <sup>b</sup>	12.93 <sup>c</sup>	12.67 <sup>c</sup>	0.23	*	*	*
خاکستر خام Ash <sup>3</sup>	19.02 <sup>a</sup>	13.73 <sup>b</sup>	14.29 <sup>b</sup>	14.72 <sup>b</sup>	1.2	*	ns	*
الیاف نامحلول در شوینده خنثی NDF <sup>4</sup>	34.47 <sup>c</sup>	42.27 <sup>b</sup>	45.53 <sup>a</sup>	41.13 <sup>b</sup>	0.85	*	*	*
الیاف نامحلول در شوینده اسیدی ADF <sup>5</sup>	23.33 <sup>c</sup>	28.53 <sup>b</sup>	32 <sup>a</sup>	27.73 <sup>b</sup>	0.86	*	ns	*
لیگنین نامحلول در شوینده اسیدی ADL <sup>6</sup>	4.33 <sup>b</sup>	5.4 <sup>ab</sup>	5.86 <sup>a</sup>	4.67 <sup>ab</sup>	0.38	*	ns	*
کلسیم Ca <sup>7</sup>	1.47 <sup>a</sup>	1.53 <sup>a</sup>	1.57 <sup>a</sup>	1.63 <sup>a</sup>	0.96	Ns	Ns	Ns
فسفر P <sup>8</sup>	0.38 <sup>a</sup>	0.25 <sup>ab</sup>	0.2 <sup>b</sup>	0.15 <sup>b</sup>	0.04	Ns	*	Ns
منیزیم Mg <sup>9</sup>	0.29 <sup>a</sup>	0.26 <sup>a</sup>	0.29 <sup>a</sup>	0.29 <sup>a</sup>	0.03	Ns	Ns	Ns
پتاسیم K <sup>10</sup>	1.6 <sup>a</sup>	1.48 <sup>a</sup>	1.41 <sup>a</sup>	1.45 <sup>a</sup>	0.22	Ns	Ns	Ns

<sup>1</sup> میانگین‌های هر ردیف با حروف غیر مشابه دارای اختلاف معنی دار می‌باشند (P<0.05).

<sup>1</sup>Means within same row with different superscripts differ (P<0.05).

<sup>2</sup>Crude Protein, <sup>3</sup>Crude ash, <sup>4</sup>Neutral Detergent Fiber, <sup>5</sup>Acid Detergent Fiber, <sup>6</sup>Acid detergent lignin, <sup>7</sup>calcium, <sup>8</sup>phosphorus, <sup>9</sup>magnesium, <sup>10</sup>kalium.

\*shows the significant of factors effect (P<0.05).

ns: shows the non-significant of factors effect

### گوارش پذیری

برداشت تفاوت معنی داری نداشتند که دلیل آن را می‌توان به هم پوشانی تفاوت ها از طریق ارقام مربوط دانست که منتج به اشتباه در نتیجه گیری خواهد شد. بنابراین تفاوت ارزش تغذیه ای بین مراحل برداشت می بایستی برای هر رقم به صورت جداگانه مورد توجه قرار بگیرد. هر چند گزارشی مبنی بر کاهش گوارش پذیری علوفه تاج خروس با افزایش سن گیاه منتشر شده است (۲۷)، اما این پدیده بسته به نوع و رقم، شرایط اقلیمی و مدیریت زراعی، به ویژه مقدار و نحوه استفاده از کود های آلی و شیمیایی قابل تغییر است. همان طوری که در پژوهش حاضر مشاهده شد، هضم پذیری بعضی از ارقام در

صرف نظر از مرحله برداشت، مقایسه میانگین های بین ارقام نشان داد که ماده خشک گوارش پذیر، ماده آلی گوارش پذیر و ماده آلی گوارش پذیر در ماده خشک بین ارقام تفاوت معنی داری را نداشتند. به نحوی که در تمامی موارد، رقم ۱ در مرحله برداشت اول، بالاترین مقدار (به ترتیب ۶۸/۹۲، ۶۵/۱۳ و ۵۲/۷۶ درصد) را دارا بود. همچنین اطلاعات مربوط به مقایسه میانگین ها بین برداشت ها، صرف نظر از رقم، نشان داد که میانگین کل ارقام از نظر گوارش پذیری ماده خشک، ماده آلی و ماده آلی در ماده خشک بین دو

برداشت دوم کاهش و بعضی دیگر افزایش نشان داد.

جدول ۲- میانگین مربعات گوارش پذیری (درصد در ماده خشک) و انرژی قابل متابولیسم (مگا کالری در کیلو گرم) نمونه های مورد مطالعه<sup>۱</sup>  
**Table 2-** Mean of squares of digestibility (DM %) and metabolism energy (Mcal/Kg) of studied Samples<sup>1</sup>

فراسنجه‌ها Parameters	رقم خارکوف Kharkof Varieties		رقم بی نام No name Varieties		SEM	معنی داری Significance		
	مرحله برداشت ۱ Harvest stage 1	مرحله برداشت ۲ Harvest stage 2	مرحله برداشت ۱ Harvest stage 1	مرحله برداشت ۲ Harvest stage 2		رقم Variety	مرحله برداشت Harvest stage	رقم × مرحله برداشت Variety × Harvest stage
	قابلیت هضم ماده خشک DMD (% of DM) <sup>2</sup>	68.92	56.64	56.96		61.41	3.59	ns
قابلیت هضم ماده آلی OMD (% of DM) <sup>3</sup>	65.13	54.32	54.08	59.12	3.97	ns	ns	Ns
ماده آلی قابل هضم در ماده خشک OMD (% of DM) <sup>4</sup>	52.76	46.83	46.34	50.42	3.31	ns	ns	Ns
انرژی قابل متابولیسم ME (Mcal/Kg) <sup>5</sup>	2.82	2.41	2.4	2.59	0.62	ns	ns	Ns

<sup>۱</sup> میانگین‌های هر ردیف با حروف غیر مشابه دارای اختلاف معنی دار می‌باشند (P<0.05).<sup>۱</sup> Means within same row with different superscripts differ (P<0.05).<sup>۲</sup> Dry matter digestibility, <sup>۳</sup> Organic matter digestibility, <sup>۴</sup> Digestible organic matter in dry matter, <sup>۵</sup> Metabolism energy.

\*shows the significant of factors effect (P&lt;0.05).

ns: shows the non-significant of factors effect

«هایپوکوندریاکوس» را به این ترتیب گزارش کردند که پروتئین نامحلول در شوینده خنثی و پروتئین نامحلول در شوینده اسیدی، به ترتیب ۲/۸ و ۰/۹۴ درصد؛ نیتروژن غیر پروتئینی، ۹۴/۴ درصد از پروتئین محلول؛ پروتئین محلول و بخش‌های B<sub>1</sub>، B<sub>2</sub>، B<sub>3</sub> و C از پروتئین خام، به ترتیب، ۴۱، ۱/۶، ۳۴/۹، ۱۵/۸ و ۸/۱۲ درصد از پروتئین خام. پایین بودن پروتئین خام نامحلول در شوینده اسیدی در تاج‌خروس نسبت به یونجه، امتیازی مثبت در جهت ارتقاء کیفیت تاج‌خروس می‌باشد، زیرا این بخش به دلیل اتصال به الیاف نامحلول در شوینده اسیدی، برای دام غیر قابل دسترس و غیر قابل استفاده می‌باشد (۲۰). پیوند شدن پروتئین با اجزای دیواره سلولی در تاج‌خروس، پیشنهاد می‌کند که شاید تاج‌خروس، پروتئین عبوری بیشتری نسبت به یونجه داشته باشد. پروتئین عبوری یا پروتئین مصرفی غیر قابل تجزیه در شکمبه، اگر در قسمتهای پایینی روده، قابل دسترس باشد، می‌تواند ارزش بیشتری را در تولیدات دامی، داشته باشد، زیرا میکروبه‌های شکمبه ممکن است پروتئین با کیفیت بالا را تجزیه کنند و پروتئین فراری از شکمبه، در هضم پس از شکمبه‌ای (به خاطر داشتن آمینو اسیدهای ضروری)، می‌تواند خیلی مؤثرتر، مورد استفاده قرار گیرد (۹). با رشد گیاه، نیاز به بافتهای الیافی افزایش یافته و بنابراین، کربوهیدراتهای ساختمانی اصلی (سلولز و همی‌سلولزها) و لیگنین افزایش پیدا می‌کنند. با مسن شدن گیاه، غلظت پروتئین کاهش یافته و از این رو رابطه‌ای عکس، بین مقادیر

میزان انرژی قابل متابولیسم برآورد شده نیز بین بعضی از تیمارها متفاوت بود (P>۰/۰۵) به نحوی که تفاوت‌های بین تیمارها روندی مشابه با روند تغییرات در قابلیت هضم را نشان داد (جدول ۲). این روند منطقی به نظر می‌رسد چرا که مقدار انرژی زایی با قابلیت هضم رابطه مثبتی دارند. در عین حال قابلیت انرژی زایی سایر تیمارها بین ۲/۴ تا ۲/۸۲ مگا کالری در کیلو گرم ماده خشک متغیر بود که نشان دهنده ارزش تغذیه‌ای نسبتاً بالای این علوفه می‌باشد.

### اجزاء پروتئین با روش CNCPS

بخش‌های مختلف پروتئین علوفه تاج‌خروس در جدول ۳ گزارش شده است. میانگین بخش‌های B<sub>1</sub>، B<sub>2</sub>، B<sub>3</sub> و C از پروتئین خام در مرحله برداشت اول و دوم دو رقم علوفه تاج‌خروس تفاوت معنی‌داری نشان نداد (P>۰/۰۵). برآورد اثر متقابل رقم و مرحله برداشت نیز نشان داد که مقادیر بخش A تحت تأثیر رقم و مرحله برداشت قرار گرفت (P<۰/۰۵). با توجه به جدول (۳) با روند صعودی درصد پروتئین خام، بخش‌های پروتئین حقیقی B<sub>1</sub> و B<sub>3</sub>، افزایش و در نتیجه به علت رابطه معکوس این بخش‌ها با بخش B<sub>2</sub>، در بخش B<sub>2</sub>، کاهش مشاهده شد. همچنین با افزایش درصد پروتئین خام، مقادیر پروتئین خام نامحلول در شوینده خنثی و بخش A و C از پروتئین خام، به ترتیب افزایش و کاهش مشاهده شد. محققین (۲۲) میانگین قسمت‌های مختلف پروتئین خام علوفه تاج‌خروس گونه

پروتئین و لیاف، در یک گونه خاص وجود دارد (۱۷). همگام با فرا رسیدن بلوغ گیاه، مقدار دیواره سلولی ولیگنین افزایش می‌یابد و به دنبال آن از قابلیت هضم گیاه کاسته می‌شود. تشکیل فیبر و قابلیت هضم گیاهان علوفه ای تحت تأثیر چهار عامل درجه حرارت، سن گیاه، شدت نور و میزان کود ازته قرار دارد. بالا رفتن درجه حرارت و سن گیاه، تشکیل دیواره سلولی را افزایش و پروتئین خام گیاه را کاهش می‌دهد. در مقابل با افزایش شدت نور و میزان کود ازته و همچنین، کاهش دمای محیط، پروتئین خام افزایش و مقدار دیواره سلولی کاهش می‌یابد (۱۴).

جدول ۳- بخش‌های مختلف علوفه تاج خروس بر اساس سیستم کربوهیدرات و پروتئین خالص کرنل (CNCPS)<sup>۱</sup>

Table 3- Different parts of Amaranth forage according to Cornell net carbohydrate and protein system (CNCPS)<sup>1</sup>

فراسنجه‌ها Parameters	رقم خارکوف Kharkof Varieties		رقم بی نام No name varieties		SEM	معنی داری Significance		
	مرحله برداشت ۱ Harvest stage 1	مرحله برداشت ۲ Harvest stage 2	مرحله برداشت ۱ Harvest stage 1	مرحله برداشت ۲ Harvest stage 2		رقم Variety	مرحله برداشت Harvest stage	رقم × مرحله برداشت Variety × Harvest stage
	1	2	1	2				
پروتئین خام CP(% of DM) <sup>2</sup>	17.98 <sup>a</sup>	14.63 <sup>b</sup>	12.93 <sup>c</sup>	12.67 <sup>c</sup>	0.23	*	*	*
نیتروژن نامحلول در شوینده خنثی NDIN(% of DM) <sup>3</sup>	27.5 <sup>a</sup>	16.95 <sup>d</sup>	19.96 <sup>c</sup>	22.63 <sup>b</sup>	0.66	ns	Ns	ns
نیتروژن نامحلول در شوینده اسیدی ADIN(% of DM) <sup>4</sup>	4.36 <sup>d</sup>	5.55 <sup>c</sup>	7.33 <sup>b</sup>	9.17 <sup>a</sup>	0.3	ns	Ns	ns
پروتئین حقیقی TP(% of CP) <sup>5</sup>	58.12	56.84	61.56	61.56	1.65	ns	Ns	ns
پروتئین محلول SP(% of CP) <sup>6</sup>	44.65	45.39	40.55	40.26	1.68	ns	Ns	ns
نیتروژن غیر پروتئینی A(% of CP) <sup>7</sup>	41.88	43.16	38.44	38.44	1.65	*	Ns	ns
پروتئین حقیقی با نرخ تجزیه سریع B1(% of CP) <sup>8</sup>	2.77 <sup>a</sup>	2.23 <sup>b</sup>	2.11 <sup>b</sup>	1.82 <sup>c</sup>	0.05	ns	Ns	ns
پروتئین حقیقی با نرخ تجزیه متوسط B2(% of CP) <sup>9</sup>	26.26 <sup>b</sup>	36.55 <sup>a</sup>	38.17 <sup>a</sup>	35.87 <sup>a</sup>	1.24	ns	Ns	ns
پروتئین حقیقی با نرخ تجزیه کند B3(% of CP) <sup>10</sup>	24.48 <sup>a</sup>	12.15 <sup>c</sup>	13.47 <sup>bc</sup>	14.25 <sup>b</sup>	0.45	ns	Ns	ns
نیتروژن نامحلول در شوینده اسیدی C(% of CP) <sup>11</sup>	4.61 <sup>d</sup>	5.91 <sup>c</sup>	7.81 <sup>b</sup>	9.71 <sup>a</sup>	0.32	ns	Ns	ns
نیتروژن غیر پروتئینی NPN(% of TP) <sup>12</sup>	93.75 <sup>b</sup>	95.09 <sup>a</sup>	94.79 <sup>a</sup>	95.47 <sup>a</sup>	0.2	*	*	*

<sup>۱</sup> میانگین‌های هر ردیف با حروف غیر مشابه دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند (P<0.05).

<sup>۱</sup> Means within same row with different superscripts differ (P<0.05).

<sup>۲</sup> crude protein, <sup>۳</sup> neutral detergent insoluble nitrogen, <sup>۴</sup> acid detergent insoluble nitrogen, <sup>۵</sup> True protein, <sup>۶</sup> soluble protein, <sup>۷</sup> non-protein nitrogen; <sup>۸</sup> true protein rapidly degraded in the rumen; <sup>۹</sup> true protein degraded in the rumen at a moderate rate; <sup>۱۰</sup> true protein associated with the cell wall and slowly degraded in the rumen, <sup>۱۱</sup> acid detergent insoluble nitrogen, <sup>۱۲</sup> non protein nitrogen.

\*shows the significant of factors effect (P<0.05).

ns: shows the non-significant of factors effect

برداشت دوم، مقادیر بخش B3 بیشتر از برداشت اول بود. تغییرات متفاوت در غلظت NDF علوفه می‌تواند توجیه کننده نسبت‌های بخش B3 باشد (۱). مقادیر بخش C در تحقیق حاضر پایین تر از گزارشات محققین دیگر (۱) بود. با توجه به لیگنینی شدن گیاه، مقادیر بخش C در

با فرا رسیدن بلوغ گیاه بخش B1 کاهش یافته که این به دلیل باند شدن نیتروژن گیاه با دیواره سلولی می‌باشد (۱۷). در تحقیق حاضر همبستگی منفی بین لیاف نامحلول در شوینده خنثی و بخش B1 مشاهده شد. همچنین مشابه با گزارش برخی محققین (۲۲)، با افزایش سن گیاه کاهش نسبی در بخش B2 مشاهده شد همچنین در

نیترا داشته و این مقدار پایین تر از حد مسمومیت زای گزارش شده توسط آدامز و همکاران (۳) می‌باشد.

سطوح نیترا در ارقام تاج خروس مورد آزمایش، بسیار پایین تر از حدود مسمومیت‌زا مشاهده شد، که این می‌تواند به دلیل شرایط عدم تنش خشکی و شرایط اقلیمی و زراعی باشد. با توجه به این، نتایج، مصرف ارقام مذکور، هیچ گونه خطری از لحاظ مسمومیت نیترا، برای دام نشخوارکننده، دربر نخواهد داشت. سطوح اگزالات در تاج‌خروس توسط برخی محققین (25-25)، بین ۰/۲ تا ۱۱/۴ درصد وزن خشک علوفه گزارش کردند. استفاده از کود اوره، در زراعت علوفه غلظت اگزالات را تحت تأثیر قرار می‌دهد. کوددهی با اوره،  $\{Co(NH_2)_2\}$ ، غلظت اگزالات  $\{COOH\}_2$  را در علوفه افزایش می‌دهد (۱۳). آنان همچنین گزارش دادند که اوره سطوح اگزالات گیاه جوان را کاهش و با مسن‌تر شدن گیاه، تا ۶ درصد ماده خشک گیاه، افزایش می‌دهد.

این محققین افزایش اگزالات را در غلاف برگ و مخصوصاً ساقه گیاه، از تأثیرات اوره ذکر کردند. سمیت بحرانی و مرگ، با مصرف اگزالات، زمانی اتفاق می‌افتد که نشخوارکنندگان، مقادیر زیادی از گیاهان خشک، حاوی بیش از ۱۰ درصد اسید اگزالیکی را مصرف کنند (11-11) محققین گزارش کردند در صورت وجود کل اسید اگزالیکی بیش از ۷۰ گرم در کیلو گرم ماده خشک در جیره گاو (۲۰) و اگزالات محلول بیش ۱۰ گرم بر کیلوگرم ماده خشک در جیره گوسفند (۱۹) مسمومیت مشاهده خواهد شد. نشخوارکنندگان عادت داده شده به جیره های حاوی اگزالات بالا، می‌توانند مقادیر اگزالات را تا جایی که باعث مرگ حیوانات عادت داده نشده می‌شود، تحمل کنند؛ زیرا میکروارگانیسمهای شکمبه، اگزالات را به اسید فرمیک (اسید متانوئیک) تبدیل می‌کنند (5-5).

مرحله برداشت دوم کاهش می‌یابد. قابل ذکر است که این بخش برای حیوانات قابل دسترس نیست (۱).

### مواد ضد مغذی

مقادیر نیترا و اگزالات رقم ۱ در مرحله برداشت دوم، به طور معنی‌داری، پایین تر از مرحله برداشت اول بود ( $P<0/05$ )، اما در رقم ۱ تغییر معنی‌دار این مواد ضد مغذی، مشاهده نشد. با توجه به جدول ۴، اثر متقابل رقم در مرحله برداشت بر مقدار نیترا و اگزالات معنی‌دار نبود. همچنین بالاترین غلظت نیترا در مرحله برداشت دوم رقم ۲ مشاهده شد ( $P<0/05$ ). محققین مقدار نیترا موجود در علوفه تاج‌خروس گونه «هایپوکوندریاکوس» را ۰/۵۵ درصد گزارش کردند (۲۲). غلظت نیترا از متوسط ۶/۲ درصد در ۴۲ روزگی، تا ۰/۹۴ درصد در ۱۱۲ روزگی پس از کاشت، کاهش یافته است. سطوح بالای نیترا در تاج‌خروس بالغ و تحت شرایط تنش خشکی رخ می‌دهد (۲۷). با این تفاسیر، افزایش در سطوح نیترا با افزایش سن، می‌تواند به دلیل مصرف کودهای ازته باشد (17-17). محققین گزارش کردند که کاربرد کودهای ازته، بخش برگ گیاه و همچنین میزان فتوسنتز را افزایش می‌دهد و در نتیجه، میزان پروتئین خام و در بیشتر مواقع، آمین و نیترا افزایش می‌یابد. مسمومیت حاد نیترا، وقتی رخ می‌دهد که دام نشخوارکننده، مقادیر زیادی علوفه حاوی ۱/۷۶ درصد یا بیشتر نیترا بر اساس ماده خشک، مصرف کند (3-3)، در عین حال می‌توان به وسیله دوره عادت‌پذیری، به دلیل احیای نیترا به آمونیاک، توسط میکروارگانیسمهای شکمبه خطر مسمومیت نیترا را تا حدودی کاهش داد (۱۰).

همچنین سطوح مسمومیت زای نیترا برای نشخوارکنندگان بیشتر از ۱۷/۶ گرم بر کیلوگرم در ماده خشک (۳۵) گزارش شد. عباسی و همکاران (۱) گزارش کردند که علف تازه تاج‌خروس گونه هایپوکوندریاکوس مقادیر کمتر از ۱۰ گرم بر کیلوگرم در ماده خشک

جدول ۴- مقایسه میانگین مواد ضد مغذی علوفه تاج‌خروس (درصد در ماده خشک)<sup>۱</sup>

Table 4- Compare the average of anti-nutrients of Amaranth forage (DM %)<sup>1</sup>

فراسنجه‌ها Parameters	رقم خارکوف Kharkof Varieties		رقم بی نام No name varieties		SEM	معنی داری Significance		
	مرحله برداشت ۱ Harvest stage 1	مرحله برداشت ۲ Harvest stage 2	مرحله برداشت ۱ Harvest stage 1	مرحله برداشت ۲ Harvest stage 2		رقم Variety	مرحله برداشت Harvest stage	رقم × مرحله برداشت Variety × Harvest stage
	نیترا Nitrate	0.68 <sup>a</sup>	0.2 <sup>b</sup>	0.17 <sup>b</sup>		0.3 <sup>b</sup>	0.09	ns
اگزالات Oxalate	7.14 <sup>a</sup>	4.91 <sup>b</sup>	4.45 <sup>b</sup>	4.97 <sup>b</sup>	0.17	ns	ns	Ns

<sup>۱</sup> میانگین‌های هر ردیف با حروف غیر مشابه دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند ( $P<0.05$ ).

<sup>۱</sup>Means within same row with different superscripts differ ( $P<0.05$ ).

\*shows the significant of factors effect ( $P<0.05$ ).

ns: shows the non-significant of factors effect.

### نتیجه گیری کلی

در پژوهش حاضر با افزایش پروتئین خام، در مقدار مواد ضد مغذی نیترات و اگزالات افزایش مشاهده شد که البته این افزایش پایین تر از حد خطرناک برای دام بود. با توجه به ارزش تغذیه ای و ضرایب هضمی بالای تاج خروس و همچنین مواد ضد مغذی پایین تر از حد خطرناک برای دام در آزمایش حاضر، می توان از آن به عنوان علوفه ای با کیفیت در تغذیه نشخوارکنندگان استفاده نمود.

### سپاسگزاری

این پژوهش در مؤسسه های تحقیقات علوم دامی و اصلاح بذر کشور، انجام پذیرفت که در این جا از مسئولین و همکاران موسسه های مزبور تشکر می گردد.

بنابر گزارش محققین (۵) فقط اگزالات محلول به این دلیل که کمپلکس های نامحلول با کلسیم تشکیل می دهد برای گاو مضر است. محتوای اگزالات محلول علوفه تاج خروس در تحقیق عباسی و همکاران کمتر از ۲۰ گرم در کیلوگرم ماده خشک جیره بود که می تواند موجب مرگ نشخوارکنندگان شود (۱).

با توجه به اینکه متوسط مقادیر اگزالات ارقام تاج خروس در آزمایش حاضر، بسیار پایین تر از حدود مسمومیتزا می باشد (۵، ۱۱ و ۱۹) بنابر این مصرف دو رقم علوفه تاج خروس مورد آزمایش، هیچ گونه خطری از لحاظ ایجاد مسمومیت در دام های نشخوارکننده، ایجاد نمی کند.

### منابع

- 1- Abbasi, D., Y. Rouzbehan., and J. Rezaei. 2012. Effect of harvest date and nitrogen fertilization rate on the nutritive value of amaranth forage (*Amaranthus hypochondriacus*). *Animal Feed Science and Technology*, 171: 6-13.
- 2- Abaza, R. H., J. T. Blake., and E. J. Fisher. 1968. Determination of oxalic acid in plant materials. *Journal of the Association of Official Agricultural Chemists*, 51: 963-967
- 3- Adams, R.S., T. McCarty., and L. J. Hutchinson. 1992. Prevention and control of nitrate toxicity in cattle. Pennsylvania State University.
- 4- Alderman, G., and B. R. Cottrill. 1995. Energy and protein requirements of ruminants. An advisory manual prepared by the AFRC Technical Committee on Responses to Nutrients. United Kingdom: CAB International, Wallingford, Oxon.
- 5- Allison, M. J., K. A. Dawson., H. M. Cook., and W. R. Mayberry. 1985. *Oxalobacter formigenes* gen. nov., sp. nov: oxalate-degrading anaerobes that inhabit the gastrointestinal tract. *Journal of Arch Microbial*, 141: 1-7.
- 6- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. Association on Official Analytical Chemists, Arlington, VA, USA.
- 7- Armentano, L. E., T. A. Herrington., and C. E. Polan. 1983. Ruminant degradation of dried brewers grains, wet brewer's grains, and soybean meal in situ and in vitro. *Journal of Dairy Science*, 66(Suppl. 1):171(Abstr.).
- 8- Chapman, H. D., and P. F. Pratt. 1961. Methods of analysis for soils, plants and waters. University of California. Division of Agricultural Sciences.
- 9- Cheeke, P. R., and J. Bronson. 1979. Feeding trials with *Amaranthus* grain, forage and leaf protein concentrations. P, 5-11. In Proc. 2nd Amaranth conference, Rodale Research Center, Kutztown, PA. 13-14 September Rodale Press, Emmaus, PA.
- 10- Cone, J. W., A.H. Van Gelder., E.T. Weerman., and A. M. VanVuuren. 1994. In vitro estimation of rumen fermentable organic matter with rumen fluid and a cell free preparation of rumen fluid. *Agriculture Science*, 42:343-356.
- 11- Findlay, A. L. R. 1998. Microbiology of the rumen and small and large intestines. Physiological Laboratory. University of Cambridge.
- 12- Goering, M. K., and P. J. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis (apparatus, reagents, procedures and some applications). Vol. 379. In *Agriculture Handbook*. USDA Agricultural Research Service. Washington, DC, USA.
- 13- Jones, R. J. and C. W. Ford. 2006. Some factors affecting the oxalate content of the tropical grass *Setaria sphacelata*. *Australian Journal Expert. Agriculture Animal Husbandry*, 12(57): 400-406
- 14- Kawas, J. R., N. A. Jorgensen., A. R. Hardie., and J. L. Danelon. 1983. Changing in feed value of alfalfa with stage of maturity and concentrate level. *Dairy Science*, 66 (Suppl. 1): 181.
- 15- Krishnamoorthy, U., T. V. Muscato., C. J. Sniffen., and P. J. Van Soest. 1982. Nitrogen fractions in selected feedstuffs. *Dairy Science*, 65: 217-225.
- 16- Licitra, G., T. M. Hernandez., and P. J. Van Soest. 1996. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. *Animal Feed Science and Technology*, 57:347-358.



- 17- McDonald, P., R. A. Edwards., J. F. D. Greenhalgh., and C. A. Morgan. 1995. *Animal Nutrition*. Longmans, London.
- 18- Mugerwa, J. S., and R. Bwabye. 1974. Yield, composition and in vitro digestibility of amaranthus hybridus subspecies incurvatus. *Tropical Grass*, 8: 49-53.
- 19- McKenzie, R. A., A. M. Bell., G. J. Storie., F. J. Keenan., K. M. Cornack., and S. G. Grant. 1988. Acute oxalate poisoning of sheep by buffel grass (*Cenchrus ciliaris*). *Australian Veterinary Journal*, 65:1-26
- 20- O'Connor, J. D., C. J. Sniffen., D. G. Fox., and W. Chalupa. 1993. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: IV. Predicting amino acid adequacy. *Animal Science*, 71: 1298-1311.
- 21- Radostits, O. M., C. C. Gay., D. C. Blood., and K. W. Hinchcliff. 2000. *Veterinary Medicine*, 9th Ed. Saunders Company, London, UK
- 22- Rezaee J., Y. Rouzbehan., and H. Fazaeli. 2009. Nutritive value of fresh and ensiled amaranth (*Amaranthus hypochondriacus*) treated with different levels of molasses. *Animal Feed Science and Technology*, 151(1-2): 153-160.
- 23- Rezaei, J., Y. Rouzbehan., H. Fazaeli., and M. Zahedifar. 2014. Effects of substituting amaranth silage for corn silage on intake, growth performance, diet digestibility, microbial protein, and nitrogen retention and ruminal fermentation in fattening lambs. *Journal of Animal Feed Science and Technology*, 192: 29-38
- 24- Rezaei, J., Y. Rouzbehan., M. Zahedifar., and H. Fazaeli. 2015. Effects of dietary substitution of maize silage by amaranth silage on feed intake, digestibility, microbial nitrogen, blood parameters, milk production and nitrogen retention in lactating Holstein cows. *Journal of Animal Feed Science and Technology*, 202: 32-41
- 25- Rita, A. T., and D. Knorr. 1985. *Amaranth Composition, Properties, and Applications of a Rediscovered Food Crop*. Institute of Food Technologies.
- 26- SAS. 2001. *Statistical Analysis System, User's Guide: Statistics, Version 8.2*. SAS Institute, Cary, NC, USA.
- 27- Sleugh, B. B., K. J. Moore., E. C. Brummer., A. D. Knapp., J. Russell., and L. Gibson. 2001. Forage nutritive value of various amaranth species at different harvest dates. *Crop Science*, 41: 466-472.
- 28- Stallknecht, G. F., and J. R. Schulz-Schaeffer. 1993. Amaranth rediscovered. Pp. 211-218. In: J. Janick and J.E. Simon (eds). *New Crops*. Willey, New York
- 29- Stordahl, J. L., C. C. Sheaffer., and A. DiCostanzo. 1999. Variety and maturity affect amaranth forage yield and quality. *Produce Agriculture*, 12: 249-253.
- 30- Svirskis, A., 2003. Investigation of amaranth cultivation and utilization in Lithuania. *Agronomy Research*, 1: 253-264.
- 31- Teutonico, R. A., and D. Knorr. 1985. Amaranth: composition, properties, and applications of a rediscovered food crop. *Food Technology*, 39: 49-60.
- 32- Tilley, Y. M. A., and R. A. A. Terry. 1963. A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *British Grass Society*, 18: 104-111.
- 33- Van soest, P. J., J. B. Robertson., and B. A. Lewis. 1991. Methods of dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Dairy Science*, 74:3583-3597.
- 34- Van Soest, P. J., and V. C. Mason. 1991b. The influence of the maillard reaction upon the nutritive value of fibrous feeds. *Animal Feed Science and Technology*, 32: 45-53
- 35- Vough, L. R., E. K. Cassel., and S. M. Barao. 1991. Nitrate poisoning in livestock. *Animal Agriculture Update Newsletter*, 6:7-11. Cooperative Extension Service, University of Maryland, College Park, MD, USA.