مرتع و آبخیزداری، مجله منابع طبیعی ایران
دوره ۷۰، شماره ۱، بهار ۱۳۹۶
ص ۱۴۹-۱۳۹

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۳/۲۱
تاریخ تصویب: ۱۳۹۴/۰۴/۲۰

بررسی کیفیت اندام‌های گونه‌های گیاهی در مراحل مختلف فنولوژی با استفاده از دستگاه NIR (مطالعه موردی: مراتع ندوشن یزد)[1]

❖ **راضیه شاه بندری**؛ دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مدیریت مناطق بیابانی، دانشگاه تهران، ایران.

❖ **حسین ارزانی**[*]؛ استاد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران.

❖ **ناصر باغستانی میبدی**؛ دانشیار پژوهشی، بخش تحقیقات جنگل و مرتع، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران.

❖ **محمدعلی زارع چاهوکی**؛ استاد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران.

چکیده

مهم ترین عامل مؤثر بر کیفیت علوفه گیاهان، مرحله فنولوژی است که با شناخت آن می‌توان زمان مناسب چرای دام در مرتع را تعیین کرد. در این پژوهش، از چهار گونه مهم مرتعی، شامل درمنه دشتی (*Artemisia sieberi*)، آنک (*Salsola kerneri*)، عجوه (*Aelienia subaphylla*) و سفید جاز (*Eurotia ceratoides*) در سه مرحله فنولوژی؛ رشد رویشی، گلدهی و بذردهی در اواخر ۱۳۸۹ و اوایل ۱۳۹۰ در مراتع ندوشن استان یزد نمونه‌برداری به عمل آمد. در هر مرحله، برای هر گونه ۵ تکرار و برای هر تکرار، حداقل پنج پایه گیاهی از نقاط مختلف تیپ گیاهی موجود در منطقه انتخاب و رشد سال جاری آن‌ها برداشت گردید. نمونه‌ها پس از خشک شدن و جدا نمودن اندام‌های مختلف (گل، برگ و ساقه) آسیاب شدند و در آزمایشگاه با روش طیف‌سنجی مادون‌قرمز (NIR) مورد تجزیه قرار گرفتند و شاخص‌های مهم کیفی از قبیل پروتئین خام (CP)، دیواره سلولی عاری از همی سلولز (ADF)، ماده خشک قابل هضم (DMD) و انرژی متابولیسمی (ME) آن‌ها تعیین گردید. نتایج بررسی نشان داد که بالاترین درصد پروتئین خام مربوط به برگ *A. subaphylla* و در مرحله رویشی (۹/۱۹٪)، بالاترین درصد ADF مربوط به ساقه *A. subaphylla* و در مرحله بذردهی (۵۳/۴۲٪) و بالاترین درصد DMD(۴۸/۱۳٪) و بالاترین مقدار انرژی متابولیسمی (۶/۱۸ *MJ/KgDM*) مربوط به برگ *A. sieberi* و در مرحله رویشی است. همچنین اواخر دوره رویشی را مناسب‌ترین زمان برای چرای دام می‌توان در نظر گرفت.

واژگان کلیدی: کیفیت، اندام‌های گونه‌های گیاهی، مراحل مختلف فنولوژی، دستگاه NIR

۱- این تحقیق با حمایت صندوق حمایت از پژوهشگران کشور با شماره طرح ۹۰۰۰۴۷۷۶ انجام گردیده است.

* نویسنده مسئول: شماره تماس: ۹۸۹۱۲۳۶۳۴۰۴۶+
Email: harzani@ut.ac.ir

۱. مقدمه

کیفیت علوفه یکی از مهم‌ترین فاکتورهای تعیین‌کننده نیاز غذایی روزانه دام برای تعیین ظرفیت چرا در مراتع است[۷]. پوشش گیاهی مراتع از گونه‌های مختلفی تشکیل شده است که در مراحل مختلف رشد، اندام‌های مختلف آن ها دارای کیفیت علوفه یکسانی نیست، ازاین رو نیاز روزانه انواع دام‌ها به ماده خشک، به زمان وارد شدن دام به مرتع، مرحله رشد گیاه و نسبت اندام‌های مختلف تشکیل دهنده علوفه آن گیاه در آن مرحله بستگی دارد[۵].

گونه‌های مختلف گیاهی به دلیل خصوصیات ذاتی و تفاوت‌های محیطی که بین آن‌ها وجود دارد، از لحاظ ارزش غذایی با هم تفاوت دارند [۸، ۱۱، ۱۵ و ۳۰].

ارزش غذایی علوفه در مراتع، بین فصول مختلف، متفاوت است. محتوای سلولی، پروتئین خام و فسفر با افزایش سن گیاه، کاهش می‌یابد [۲۲]. غالب صفات معرف کیفیت علوفه، با پیشرفت مراحل فنولوژی کاهش می‌یابند [۴]، بنابراین مهم ترین عامل مؤثر بر کیفیت علوفه گیاهان، مرحله فنولوژی است که با شناخت آن می‌توان زمان مناسب چرای دام را تعیین کرد [۱۰].

در هر مرحله فنولوژی نسبت اندام‌های گیاهان متفاوت است و با توجه به اینکه اندام‌های گیاهان ازنظر خصوصیات فیزیولوژیکی و مرفولوژیکی با یکدیگر متفاوت هستند، تعیین کیفیت علوفه هر یک از اندام‌ها در مراحل مختلف فنولوژی برای پی بردن به حداکثر عملکرد علوفه در طول دوره رشد گیاه از اهمیت زیادی برخوردار است [۳۳].

امروزه برای تعیین کیفیت علوفه از روش‌های فیزیکی و غیر مخرب ازجمله طیف‌سنجی اشعه مادون‌قرمز نزدیک (NIRS)[1] استفاده می‌شود. در این روش هیچ‌گونه محلول شیمیایی به کار نمی‌رود و علاوه بر ایمنی، دارای سرعت فوق العاده زیادی است. فنّاوری NIR، بر اساس جذب و انعکاس اشعه‌ی مادون قرمز در طول موج‌های بین ۲۵۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر استوار است [۱].

از سال ۱۹۷۰ طیف نمایی NIR برای آنالیز فاکتورهای CP[2]، NDF[3]، لیگنین و IVOMD[4] در غلات و علوفه مورد استفاده واقع شد [۱۶ و ۲۹]. مطالعه‌ای روی کارایی NIR در ارزیابی محتوی نیتروژن نمونه‌های گراس خشک نشده (*Triticum aestivum*) انجام گرفت [۲۷]. ضرایب تبیین (R^2) نمونه‌های خشک در مقایسه با R^2 نمونه‌های تر بهتر و بالاتر بود (R^2=۰/۸۹). بااین‌وجود آن ها بیان کردند که NIR یک روش مناسبی برای ارزیابی محتوی نیتروژن در گراس‌ها حتی در نمونه‌های تر است. پتانسیل طیف‌سنج مادون‌قرمز نزدیک (NIR) به‌عنوان یک روش سریع برای پیش‌بینی ترکیبات شیمیایی علوفه با مدل های کالیبراسیون وسیع مورد ارزیابی قرار گرفت و بیان شد که روش NIR به عنوان یک روش معمول برای برنامه‌های تولیدی می‌تواند مورد استفاده واقع شود به شرطی که کالیبراسیون متناسب برای هر گونه در فصل رویشی و شرایط منطقه ایجاد شده باشد [۲۰]. همچنین نشان دادند که کالیبراسیون (هم سنجی) دامنه دار NIR لگوم‌ها و گراس‌ها برای فاکتورهای DMD[5]، CP، ADF[6] IVOMD به طور نسبی ضرایب همبستگی بالا و SECV اشتباه استاندارد پایینی را داشتند. در سال ۲۰۰۷ کیفیت علوفه خشک یونجه با استفاده از تبدیل فوریه اشعه مادون‌قرمز NIR پیش‌بینی گردید [۲۸]. ضرایب همبستگی ارزیابی بین ۰/۹۹ – ۰/۹۶ به دست آمد و نتیجه نشان داد که آنالیز NIR به‌طور سریع، به‌دقت و بدون نیاز به مصرف شیمیایی می‌تواند کیفیت علوفه را تعیین کند و این روش به عنوان پراهمیت ترین روش برای آنالیز ویژگی‌های کیفیت علوفه یونجه، شناسایی و انتخاب نسل‌های هیبریدی در کشور چین معرفی گردید.

پارامترهای مؤثر در کیفیت علوفه چچم دائمی

[1] Near Infrared Reflectance Spectroscopy
[2] Crude Protein
[3] Neutral Detergent Fiber
[4] Invitro organic matter digestible
[5] Dry Matter Digestibility
[6] Acid Detergent Fiber

(*Lolium perenne* L.) با دو روش NIR و شیمیایی مورد بررسی قرار گرفت و نتیجه نشان داد که ارتباط نزدیکی بین نتایج مشاهده شده و برآورد شده برای صفت قابلیت هضم با ضریب همبستگی ۰/۹۶ و اشتباه استاندارد ارزیابی ۱/۶۱ وجود دارد و همچنین برای صفت قندهای محلول در آب و پروتئین خام ضرایب همبستگی به ترتیب ۰/۹۸ و ۰/۹۸ و اشتباه استاندارد ارزیابی ۱/۱۹ و ۰/۶۸ بودند و با توجه به مقایسه اشتباه استاندارد ارزیابی و ضرایب همبستگی بین دو روش شیمیایی و NIR نتیجه گرفته شد که می توان از NIR به‌عنوان جایگزین سریع و مناسبی برای اندازه‌گیری صفات کیفیت و عناصر شیمیایی در برنامه های اصلاح نباتات استفاده کرد [۲۳ و۲۴]. کیفیت علوفه چندگونه مرتعی در مراحل مختلف رشد فنولوژیکی با استفاده از دو روش آزمایشگاهی و طیف‌سنجی مادون‌قرمز نزدیک (NIR) بررسی گردید و بیان شد که گونه *Coronilla varia* بر اساس شاخص‌های اندازه‌گیری شده بالاترین کیفیت علوفه را دارا بوده و گونه *Agropyron tauri* از نظر ارزش غذایی در پایین‌ترین حد قرار دارد، مرحله رشد رویشی نیز به لحاظ شاخص‌های کیفیت علوفه از دو مرحله دیگر بالاتر بوده و روش NIR را روشی ساده، سریع و پیشرفته دانست [۱].

با توجه به نتایج مطالعات انجام شده مبنی بر پایین بودن اشتباه استاندارد ارزیابی (پیش‌گویی SEP) که در واقع اشتباه معیار اختلاف بین اندازه‌گیری به دو روش آزمایشگاهی و NIR است و همچنین بالا بودن ضریب همبستگی (نزدیک یک) بین آن هاست، می‌توان بیان کرد که از طیف‌سنجی مادون‌قرمز نزدیک به‌عنوان یک فن‌آوری جدید، پیشرفته و درعین‌حال ساده به‌عنوان جایگزینی سریع و مناسب از نظر هزینه و دقت برای بررسی شاخص‌های کیفی و ترکیبات شیمیایی علوفه گیاهان مرتعی و غیره می‌توان استفاده نمود. همچنین مطالعات نشان داد که مطالعه در مورد اندام‌های مختلف گونه های گیاهی در مراحل مختلف فنولوژی به میزان اندکی انجام گرفته است؛ بنابراین ما در این تحقیق به بررسی کیفیت اندام‌های مختلف گونه‌های گیاهی با استفاده از روش NIR می‌پردازیم.

۲. روش‌شناسی تحقیق

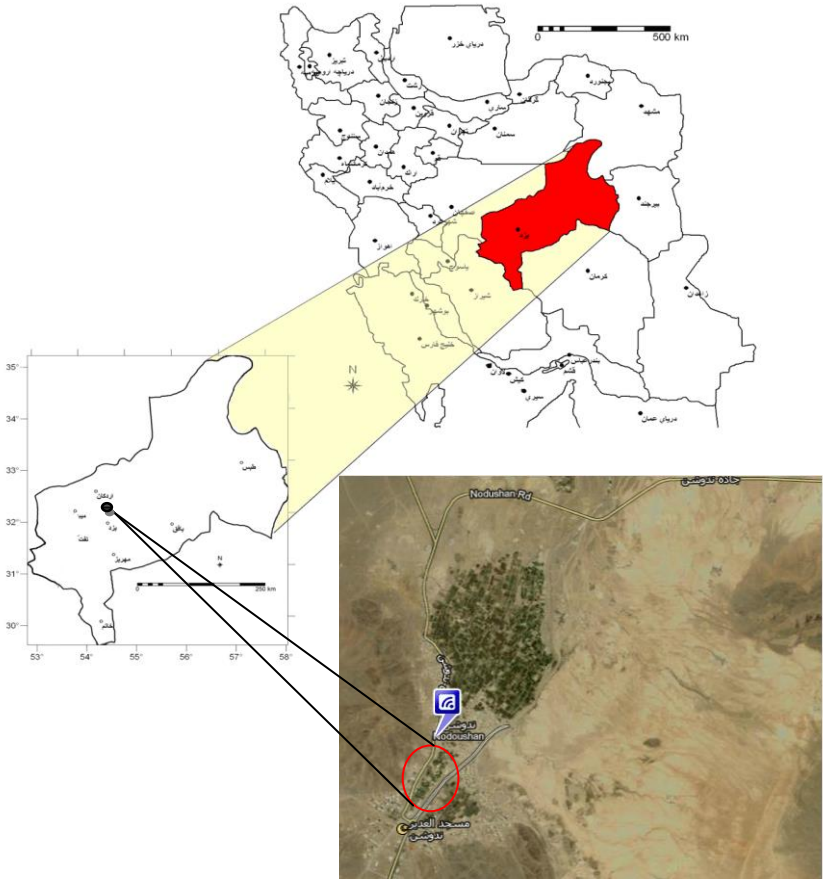
۲. ۱. معرفی منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه بخشی از مراتع جنوب غرب ندوشن می‌باشد. ندوشن با وسعت ۳۹۹۵ کیلومترمربع و ارتفاع ۱۹۷۰ متر نسبت به سطح دریا و در فاصله ۱۱۵ کیلومتری شمال غربِ مرکز استان یزد، است. این منطقه در محدوده جغرافیایی '۳۱°۵۲ عرض شمالی و '۳۰ ° ۵۳ طول شرقی قرار دارد. منطقه به‌طور عمده به‌صورت دشت‌های دامنه‌ای و مسطح است. دامنه ارتفاعی آن بین ۱۹۰۰ تا ۳۴۰۰ متر از سطح دریا است. بر اساس آمار ۱۰ ساله ایستگاه هواشناسی ندوشن اقلیم منطقه بر اساس روش دومارتن و دومارتن اصلاح‌شده خشک فراسرد است و بر اساس طبقه‌بندی آمبرژه جزء اقلیم‌های خشک است. متوسط درجه حرارت سالیانه بین ۲۱ تا ۵۱ سانتی‌گراد و متوسط بارندگی سالیانه آن ۹۸/۳ میلی‌متر است [۳۲].

۲. ۲. روش شناسی تحقیق

نمونه‌برداری از ۴ گیاه درمنه دشتی (*Artemisia sieberi*)، آنک (*Salsola kerneri*)، عجوه (*Aelienia subaphylla*) و سفید جاز (*Eurotia ceratoides*) به دلیل حضور بالا در مرتع و قابل‌مصرف بودن برای دام و در سه مرحله فنولوژیکی؛ ابتدای دوره رویش، گلدهی و بذردهی انجام گرفت. در هر مرحله فنولوژی، برای هر گونه ۵ تکرار و برای هر تکرار، حداقل پنج پایه گیاهی از نقاط مختلف تیپ گیاهی موجود در منطقه انتخاب و رشد سال جاری گونه‌های بوته‌ای برداشت گردید. نمونه‌ها به مدت ۲ هفته و یا بیشتر در هوای آزاد، به‌طور طبیعی خشک شدند. سپس اندام‌های گیاهی (برگ، ساقه و گل) مربوط به هر نمونه با دقت زیاد از یکدیگر جدا شده و به‌صورت جداگانه توسط آسیاب برقی پودر شده و برای

انجام آزمایش توسط دستگاه NIR مدل DA7200در آزمایشگاه دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران) آماده شدند. شرط لازم برای استفاده از این دستگاه کالیبره بودن آن توسط گونه‌های مشابه (بوته‌ای‌ها) است که این عمل انجام گرفته بود و نتایج حاصل از کالیبراسیون آن در جدول زیر آورده شده است.



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

جدول (۱) نتایج حاصل از کالیبراسیون دستگاه NIR را نشان می‌دهد. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، مقدار SEP (اشتباه استاندارد ارزیابی یا پیش‌گویی) که در واقع اشتباه معیار اختلاف بین اندازه‌گیری به دو روش آزمایشگاهی و NIR می‌باشد بسیار ناچیز است، همچنین مقدار R^2_v (ضریب تشخیص یا تبیین) نیز بسیار بالا و نزدیک به یک می‌باشد که نشان‌دهنده کارایی بسیار بالای دستگاه NIR برای بررسی کیفیت گونه‌های مختلف می‌باشد.

شاخص‌های کیفی از قبیل نیتروژن(N) و دیواره سلولی عاری از همی سلولز (ADF) به کمک دستگاه و شاخص‌های کیفی پروتئین خام (CP)، ماده خشک قابل‌هضم (DMD) و انرژی متابولیسمی (ME[1]) به کمک روابط موجود، برای اندام‌های مختلف گونه‌های مختلف تعیین گردید. بعد از انجام آزمایش‌ها و به دست آوردن داده‌های کیفی گونه‌ها، به‌منظور بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون اسمیرنوف کولموگروف[2] و شرط همگن بودن واریانس بین گروه‌ها توسط آزمون لیون[3] بررسی شد. سپس

[1]Metabolizable Energy
[2] One-Sample Kolmogorov - Smirnov Test
[3] Levene,s Test

با تجزیه واریانس و آزمون دانکن میانگین داده‌ها با یکدیگر مقایسه گردید. در این تحقیق جهت مقایسه اندام‌های مختلف گونه‌های گیاهی در مراحل مختلف رشد از نظر صفات کیفی از طرح اسپلیت پلات استفاده گردید که در این طرح فاکتور اصلی را گونه و فاکتور فرعی را مرحله فنولوژی و فاکتور فرعی اندام انتخاب شد.

جدول ۱. نتایج حاصل از کالیبراسیون دستگاه NIR

متغیر	N				ADF			
مؤلفه آماری	کالیبراسیون		ارزیابی صحت		کالیبراسیون		ارزیابی صحت	
	R^2_c	SEC	R^2_v	SEP	R^2_c	SEC	R^2_v	SEP
بوته‌ای‌ها	۰/۹۶	۰/۱۷	۰/۹۵	۰/۱۶	۰/۹۸	۰/۵۸	۰/۹۹	۰/۵۷

R^2_c ضریب تشخیص کالیبراسیون
SEC اشتباه استاندارد کالیبراسیون
R^2_v ضریب تشخیص اعتبار سنجی یا ارزیابی صحت پژوهش
SEP اشتباه استاندارد ارزیابی

۳. نتایج

نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس میانگین‌های هر یک از فاکتورهای کیفی علوفه در سه مرحله فنولوژیکی گیاهان به شرح زیر است:

درصد پروتئین خام اندام‌های مختلف گونه‌ها با پیشرفت مرحله فنولوژی کاهش یافت (به‌جز در مورد گل *A. subaphylla*). حداقل پروتئین خام در ساقه *S. kerneri* در مرحله بذردهی ۱/۳۶٪ و حداکثر پروتئین خام در برگ *A. subaphylla* در مرحله رویشی ۹/۱۹٪ مشاهده شد. در مرحله رویشی بالاترین درصد پروتئین خام مربوط به برگ *A. subaphylla* ۹/۱۹٪ و پایین‌ترین درصد پروتئین خام مربوط به ساقه *S. kerneri* ۴/۷۳٪ بود. در مرحله گلدهی بالاترین درصد پروتئین خام مربوط به برگ *A. sieberi* ۷/۷۸٪ و پایین‌ترین درصد پروتئین خام مربوط به گل *A. subaphylla* ۲/۳۱٪ بود. در مرحله بذردهی بالاترین درصد پروتئین خام مربوط به برگ *A. sieberi* ۶/۴۳٪ و پایین‌ترین درصد پروتئین خام مربوط به ساقه *S. kerneri* ۱/۳۶٪ بود (جدول ۲).

جدول ۲. درصد پروتئین خام اندام‌های مختلف گونه‌های مختلف گیاهی در مراحل مختلف فنولوژی در مراتع ندوشن یزد

	رویشی			گلدهی			بذردهی		
	برگ	ساقه	برگ	ساقه	گل	برگ	ساقه	گل
***Ar.* S**	۹/۰۵±۰/۲^{aAv}	۴/۶۱±۰/۲^{bAwx}	۷/۷۸±۰/۳^{aBv}	۲/۸۳±۰/۱^{cBw}	۴/۹۴±۰/۳^{bAv}	۶/۴۳±۰/۱^{aCv}	۱/۷۵±۰/۲^{cCvw}	۳/۰۴±۰/۴^{bBv}
***Ae.* S**	۹/۱۹±۰/۳^{aAv}	۵/۱۹±۰/۳^{bAw}	۵/۴۹±۰/۳^{aBw}	۴/۰۵±۰/۳^{bBv}	۲/۳۱±۰/۲^{cAw}	۳/۶۹±۰/۳^{aCw}	۲/۴۵±۰/۳^{bCv}	۲/۳۹±۰/۳^{bAvw}
***Sa.*K**	۶/۴۳±۰/۴^{aAw}	۴/۷۳±۰/۲^{bAwx}	۴/۲۹±۰/۲^{aBx}	۳/۱۹±۰/۳^{bBw}	۲/۴±۰/۱^{bAw}	۲/۷۵±۰/۲^{aCx}	۱/۳۶±۰/۱^{bCw}	۲/۳۵±۰/۲^{aAvw}
Er.C	۸/۸۵±۰/۳^{aAv}	۷/۶۵±۰/۲^{bAv}	۵/۱±۰/۲^{aBwx}	۴/۲±۰/۲^{bBv}	۲/۵±۰/۴^{cAw}	۳/۱۶±۰/۳^{aCwx}	۱/۷±۰/۳^{bCvw}	۲/۴۹±۰/۲^{abAvw}

۱. حروف (a, b, c) مشابه بیانگر نبود تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن در اندام‌های مختلف، در یک گونه و در یک مرحله فنولوژی می‌باشد.
۲. حروف(A, B, C) مشابه بیانگر نبود تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد براساس آزمون دانکن در مراحل مختلف فنولوژی، در یک اندام و در یک گونه می‌باشد.
۳. حروف(v, w, x, y, z) مشابه بیانگر نبود تفاوت معنی دار در سطح ۵ درصد براساس آزمون دانکن در گونه‌های مختلف، در یک اندام و در یک مرحله فنولوژی می‌باشد.
۴. منظور از گل در مرحله بذردهی قسمت‌های حاوی بذر بوده است.

درصد ADF نیز در اندام‌های مختلف گونه‌ها با پیشرفت مرحله فنولوژی افزایش می‌یابد که حداقل و حداکثر آن به ترتیب در برگ *A. sieberi* در مرحله رویشی۱۷/۶٪ و ساقه *A. subaphylla* در مرحله بذردهی ۵۳/۴۲٪ مشاهده می‌شود. در مرحله رویشی بالاترین درصد ADF مربوط به ساقه *A. subaphylla* ۴۳/۴۴٪ و پایین ترین درصد ADF مربوط به برگ *A. sieberi* ۱۷/۶٪ می‌باشد. در مرحله گلدهی بالاترین درصد ADF مربوط به ساقه *E. ceratoides* ۴۹/۹۳٪ و پایین ترین درصد ADF مربوط به برگ *A. sieberi* ۲۳/۴۳٪ می‌باشد. در مرحله بذردهی بالاترین درصد ADF مربوط به ساقه *A. subaphylla* ۵۳/۴۲٪ و پایین ترین درصد ADF مربوط به برگ *A. sieberi* ۲۵/۶۱٪ است (جدول ۳).

جدول ۳. درصد ADF اندام‌های مختلف گونه‌های مختلف گیاهی در مراحل مختلف فنولوژی در مراتع ندوشن یزد

	رویشی		گلدهی			بذردهی			
	برگ	ساقه	برگ	ساقه	گل	برگ	ساقه	گل
***Ar.* S**	۱۷/۶±۱/۲^{bBy}	۲۸/۲۴±۲/۲^{aBx}	۲۳/۴۳±۱/۷^{bAy}	۴۰/۴۱±۱/۳^{aAx}	۲۵/۳۲±۱/۹^{bAx}	۲۵/۶۱±۱/۱^{bAx}	۴۰/۵۵±۰/۸^{aAx}	۲۸/۷۲±۰/۶^{bAx}
***Ae.* S**	۳۹/۶۲±۰/۵^{aCv}	۴۳/۴۴±۰/۷^{aCv}	۴۴/۲۵±۱/۴^{bBv}	۴۹/۳۹±۱/۵^{aBw}	۴۲/۲۷±۰/۶^{bAv}	۵۰/۹۴±۰/۷^{aAv}	۵۳/۴۲±۰/۹^{aAv}	۴۴±۱/۲^{bAv}
***Sa.*K**	۲۷/۳۱±۱/۲^{bBw}	۳۸/۶۱±۰/۶^{aBw}	۳۰/۰۷±۱/۵^{bBx}	۴۹/۶۷±۱/۲^{aAvw}	۳۳/۳۵±۰/۴^{bBw}	۳۸/۰۵±۱/۲^{cAw}	۵۱/۸±۱/۰^{aAvw}	۴۲/۷۸±۰/۵^{bAvw}
Er.C	۲۱/۴۵±۱/۸^{bCx}	۳۸/۷۸±۱/۹^{aBw}	۳۴/۶۲±۰/۸^{bBw}	۴۹/۹۳±۱/۱^{aAvw}	۳۵/۸۱±۰/۶^{bBw}	۳۹/۲۱±۱/۲^{bAw}	۵۱/۲۳±۱/۲^{aAvw}	۳۹/۷۵±۰/۹^{bAw}

درصد DMD اندام‌های مختلف نیز با پیشرفت مرحله فنولوژی کاهش می‌یابد که حداقل و حداکثر DMD به ترتیب در ساقه *A. subaphylla* در مرحله بذردهی ۱۵/۸۴٪ و برگ *A. sieberi* در مرحله رویشی ۴۸/۱۳ ٪ مشاهده می‌شود. در مرحله رویشی بالاترین درصد DMD مربوط به برگ *A. sieberi* ۴۸/۱۳٪ و پایین ترین درصد DMD مربوط به ساقه *A. subaphylla* ۲۵/۲۱٪ می‌باشد. در مرحله گلدهی بالاترین درصد DMD مربوط به برگ *A. sieberi* ۴۲/۷۲٪ و پایین ترین درصد DMD مربوط به ساقه *S. kerneri* ۱۹/۲۴٪ می‌باشد. در مرحله بذردهی بالاترین درصد DMD مربوط به برگ *A. sieberi* ۴۰/۴۳٪ و پایین ترین درصد DMD مربوط به ساقه *A. subaphylla* ۱۵/۸۴٪ می‌باشد (جدول ۴).

جدول ۴. درصد DMD اندام‌های مختلف گونه‌های مختلف گیاهی در مراحل مختلف فنولوژی در مراتع ندوشن یزد

	رویشی		گلدهی			بذردهی		
	برگ	ساقه	برگ	ساقه	گل	برگ	ساقه	گل
***Ar.* S**	۴۸/۱۳±۱/۱^{aAv}	۳۷/۵±۱/۸^{bAv}	۴۲/۷۹±۱/۴^{aBv}	۲۶/۷۲±۱/۰^{cBv}	۴۰/۰۴±۱/۶^{bAv}	۴۰/۴۳±۰/۹^{aBv}	۲۶/۱۵±۰/۸^{cBv}	۳۶/۴۴±۰/۵^{bBv}
***Ae.* S**	۳۰/۰۴±۰/۵^{aAy}	۲۵/۲۱±۰/۵^{bAx}	۲۴/۶۷±۱/۲^{aBy}	۱۹/۸۴±۱/۳^{bBw}	۲۴/۹۷±۰/۴^{aAy}	۱۸/۴۱±۰/۵^{bCx}	۱۵/۸۴±۰/۸^{bCx}	۲۳/۵۸±۱/۰^{aAx}
***Sa.*K**	۳۹/۰۲±۱/۱^{aAx}	۲۹±۰/۵^{bAw}	۳۵/۸۵±۱/۳^{aBw}	۱۹/۲۴±۱/۰^{cBw}	۳۲/۳۶±۰/۴^{bAw}	۲۸/۶۴±۱/۰^{aCw}	۱۶/۷۲±۰/۸^{cBwx}	۲۴/۵۶±۰/۴^{bBwx}
Er.C	۴۴/۸۷±۱/۶^{aAw}	۳۰/۰۹±۱/۶^{bAw}	۳۲/۴۴±۰/۸^{aBx}	۱۹/۴۵±۰/۹^{bBw}	۳۰/۳۷±۰/۵^{aAw}	۲۷/۸۵±۰/۹^{aCw}	۱۷/۳۳±۱/۰^{bBwx}	۲۷/۱۲±۰/۸^{aAw}

مقدار انرژی متابولیسمی (ME) اندام‌های مختلف نیز با پیشرفت مرحله فنولوژی کاهش می‌یابد که حداقل و حداکثر انرژی متابولیسمی به ترتیب در ساقه *A. subaphylla* در مرحله بذردهی (۰/۶۹MJ/KgDM) و

بـرگ *A. sieberi* در مرحلـه رویشـی (۶/۱۸MJ/KgDM) مشاهده می‌شود. در مرحله رویشی بالاترین مقدار انـرژی متابولیســـمی مربـــوط بـــه بـــرگ *A. sieberi* (۶/۱۸MJ/KgDM) و پـــایین تـــرین مقـــدار انـــرژی متابولیســـمی مربـــوط بـــه ســـاقه *A. subaphylla* (۲/۲۹*MJ/KgDM*) اسـت. در مرحلـه گلـدهی بـالاترین مقـدار انـرژی متابولیسـمی مربـوط بـه بـرگ *A. sieberi* (۵/۲۷MJ/KgDM) و پـــایین تـــرین مقـــدار انـــرژی متابولیســـمی مربـــوط بـــه ســـاقه *S. kerneri* (۱/۲۷MJ/KgDM) تعیـین شـد. در مرحلـه بـذردهی بـالاترین مقـدار انـرژی متابولیسـمی مربـوط بـه بـرگ *A. sieberi* (۴/۸۷MJ/KgDM) و پایین ترین مقدار انرژی متابولیســـمی مربـــوط بـــه ســـاقه *A. subaphylla* (۰/۶۹MJ/KgDM) اندازه‌گیری شد (جدول ۵).

جدول ۵. انرژی متابولیسمی (ME) اندام‌های مختلف گونه‌های مختلف گیاهی در مراحل مختلف فنولوژی در مراتع ندوشن یزد (MJ/KgDM)

	رویشی		گلدهی		بذردهی			
	برگ	ساقه	برگ	ساقه	گل	برگ	ساقه	گل
***Ar.* S**	۶/۱۸±۰/۲^{aAv}	۴/۳۷±۰/۳^{bAv}	۵/۲۷±۰/۳^{aBv}	۲/۵۴±۰/۲^{bBv}	۴/۸۱±۰/۳^{aAv}	۴/۸۷±۰/۱^{aBv}	۲/۴۵±۰/۱^{cBv}	۴/۲±۰/۱^{bBv}
***Ae.* S**	۳/۱۱±۰/۱^{aAy}	۲/۲۹±۰/۱^{bAx}	۲/۱۹±۰/۲^{aBy}	۱/۳۷±۰/۲^{bBw}	۲/۲۵±۰/۱^{aAx}	۱/۱۳±۰/۱^{bCx}	۰/۶۹±۰/۱^{bCx}	۲/۰۱±۰/۲^{aAy}
***Sa.*K**	۴/۶۳±۰/۲^{aAx}	۲/۹۳±۰/۱^{bAw}	۴/۱±۰/۲^{aBw}	۱/۲۷±۰/۲^{cBw}	۳/۵±۰/۱^{bAw}	۲/۸۷±۰/۲^{aCw}	۰/۸۴±۰/۱^{cCwx}	۲/۱۲±۰/۱^{bBxy}
Er.C	۵/۶۳±۰/۳^{aAw}	۳/۱۲±۰/۳^{bAw}	۳/۵۲±۰/۱^{aBx}	۱/۳۱±۰/۲^{bBw}	۳/۱۶±۰/۱^{aAw}	۲/۷۳±۰/۲^{aCw}	۰/۹۵±۰/۲^{bBwx}	۲/۶۱±۰/۱^{aAwx}

۴. بحث و نتیجه‌گیری

میزان SEP داده‌های تحقیق حاضر برای کالیبراسیون فاکتور نیتروژن ۰/۱۶ و برای فاکتور ADF ۰/۵۷ می‌باشد و میزان ضریب تشخیص برای فاکتور نیتروژن و ADF به ترتیـب ۰/۹۸ و ۰/۹۹ مـی‌باشـد. در ایـن زمینـه [۲۹] در مقالـه‌ای کـه بـه مرجـع مهمـی بـرای کارهـای بعـدی درزمینهٔ NIR تبدیل گشت میزان SEP را بـرای CP و ADF به ترتیب ۰/۷۴ و ۱/۵۶ و میـزان R^2 را بـه ترتیـب ۰/۹۹ و ۰/۹۶ به دست آورد. میزان SEP را برای پروتئین خام ۰/۶۸ و میزان R^2 را ۰/۹۸ به دست آورد [۲۳ و ۲۴]. میزان SEP را برای CP و ADF به ترتیب ۰/۱۳ و ۰/۳۱ و میزان R^2 را برای هـر دو فـاکتور ۰/۹۹ بـه دسـت آورد [۱۴]. در تحقیق خود ضرایب همبستگی ارزیـابی را بـین ۰/۹۹ تا ۰/۹۶ به دست آوردند [۲۸]؛ بنابراین داده‌های ما نسبت به داده‌هـای [۱۴، ۲۳ و۲۴] از لحـاظ SEP برتـری نسبی دارند. همچنین با توجه به مقادیر کم SEP می‌توان بیان کرد که از طیف‌سنجی مادون‌قرمز نزدیـک بـه‌عنـوان یک فن‌آوری جدید پیشرفته و درعین‌حال ساده مـی‌تـوان به عنوان جایگزینی سریع و مناسب از نظر هزینـه و دقـت برای بررسـی شـاخص‌هـای کیفـی و ترکیبـات شـیمیایی علوفه گیاهان مرتعی و غیره استفاده کرد.

بر اساس نتایج تحقیق حاضر، کیفیت علوفه گونه‌هـای مختلف مورد مطالعه در سطح ۵ درصد، تفـاوت معنـی‌دار دارند. نوع گونه گیاهی عامـل مـؤثری بـر کیفیـت علوفـه می‌باشد و این اختلاف مربوط به توانایی ذاتی گونـه‌هـا در جذب مواد غذایی از خاک و تبدیل آن ها در اندام‌هایشـان است [۱، ۲، ۵، ۱۰، ۱۳، ۲۵ و ۲۶]. در هر گونـه گیـاهی ساختار گیاه، نوع برگ، آرایش برگ، طول سـاقه، سـرعت رشد گیاه و طول دوره رشـد گیـاه تعیـین‌کننـده کیفیـت است [۲۱].

نتایج همچنین نشان مـی‌دهـد کـه مرحلـه فنولـوژی (رویشـی، گلـدهی و بـذردهی) بـر روی کیفیـت علوفـه گونه‌های مورد بررسی در سطح ۵ درصـد اثـر معنـی‌داری دارد به‌طوری‌که در هر گونه، کیفیت علوفه از مرحله رشـد رویشی تا مرحله بذردهی کاهش می‌یابد و میزان پروتئین

خام، انرژی متابولیسمی و قابلیت هضم گونه ها در مرحله رشد رویشی بیشترین مقدار و در مرحله بذردهی کمترین مقدار را نشان می‌دهد زیرا با پیشرفت مراحل فنولوژی گیاه میزان فیبر موجود در دیواره سلولی افزایش یافته و درصد پروتئین خام کاهش می‌یابد. با کاهش درصد پروتئین خام و افزایش درصد ADF از میزان هضم پذیری علوفه کاسته شده و همچنین میزان انرژی متابولیسمی کاهش می‌یابد و در نتیجه کیفیت علوفه کاهش می‌یابد. در تائید این مطلب می‌توان گفت که مرحله رشد مهم ترین عامل مؤثر بر ترکیب و ارزش غذایی علوفه مراتع می‌باشد. به موازات رشد گیاه، بافت‌های استحکام بخش و نگهدارنده افزایش می‌یابد، این بافت‌ها بیشتر از کربوهیدرات‌های ساختاری ازجمله سلولز، همی سلولز و لیگنین تشکیل شده‌اند؛ بنابراین با کامل تر شدن دوره رشد گیاه، بر مقدار کربوهیدرات‌های ساختاری افزوده می‌شود. درحالی‌که غلظت پروتئین با پیشرفت دوره رشد گیاه کاهش یافته است، لذا رابطه معکوسی بین میزان پروتئین و الیاف خام در گیاه وجود دارد [۳، ۵ و ۶]. با توجه به اینکه پروتئین در سیتوپلاسم و کربوهیدرات‌های ساختمانی در دیواره سلولی ذخیره می‌شوند و با رشد گیاه به‌تدریج به ضخامت دیواره سلولی (ADF) افزوده می‌شود این امر موجب کاهش حجم سیتوپلاسم می‌گردد و رابطه منفی بین پروتئین و ADF پدید می‌آید [۱۷ و ۳۱]. با توجه به اینکه گیاهان جوان معمولاً از سلول های جوان شکل یافته اند، دارای دیواره سلولی نازک و ظریف می‌باشند در نتیجه در مرحله رویشی و مراحل ابتدایی رشد مقدار لیگنین، ADF، فیبر خام و سلولز کم می‌شود ولی هم‌زمان با افزایش سن گیاه دیواره سلولی ضخیم تر و خشن تر می‌شود و بر میزان الیاف خام و لیگنین افزوده می‌گردد [۱۹].

همچنین نتایج نشان می‌دهد، کیفیت اندام‌های مختلف گونه‌ها دارای تفاوت معنی‌داری می‌باشد و در میان اندام‌های مختلف، کیفیت برگ بالاتر از سایر اندام‌ها می‌باشد. در تائید این مطلب بیان شد کیفیت علوفه اندام-های مختلف گیاه یکسان نیست. از میان برگ، ساقه و گل، کیفیت برگ بالاتر از سایر اندام‌های دیگر است؛ بنابراین در علوفه‌ای که نسبت برگ به ساقه در علوفه بیشتر باشد کیفیت علوفه مطلوب تر است. لذا در مرحله رشد فعال گیاه که میزان برگ در علوفه بیشتر است ارزش غذائی علوفه بیشتر می‌باشد [۱۱]. همچنین جداول نشان می‌دهد که کیفیت ساقه نسبت به اندام‌های دیگر بسیار پایین می‌باشد در این زمینه گزارش شده است که ساقه‌ها محتوی فیبر بالایی هستند که با کاهش CP و DMD همراه است [۱۸].

اگرچه درباره ارزش غذایی گیاهان مرتعی تحقیقات زیادی صورت گرفته است، ولی متأسفانه در مورد گونه‌های مورد مطالعه در این بررسی اطلاعات اندکی در دسترس می‌باشد. درصد پروتئین خام گونه *A. sieberi* طی سه سال ۱۳۷۸، ۱۳۷۹ و ۱۳۸۰ بین ۴/۰۴ تا ۱۲/۸۱ درصد به دست آمد [۱۲] که با نتایج این بررسی که دامنه‌ی آن بین ۱/۳۶ تا ۹/۱۹ به دست آمده اندکی اختلاف دارد، همچنین نتایج درصد ADF بین ۳۵/۳ تا ۶۹/۷ [۱۲] و حاصل این بررسی بین ۱۷/۶ تا ۵۳/۴۲ است. درصد DMD و مقدار ME به دست آمده برای گونه *A. sieberi* در این بررسی به ترتیب بین ۱۵/۸۴ تا ۴۸/۱۳ و ۰/۶۹ تا ۶/۱۸ می‌باشد و مقدار آن در مطالعه دیگری به ترتیب بین ۲۱/۳۴ تا ۴۹/۱۱ و ۱/۶۲ تا ۶/۳۴ می‌باشد [۱۲] که دارای اندکی اختلاف می‌باشد که می‌توان آن را در ارتباط با نوع منطقه مورد مطالعه و در نتیجه آب‌وهوا و میزان بارندگی متفاوت مناطق، خصوصیات خاک و همچنین تفکیک اندام‌های مختلف گونه‌ها در این بررسی دانست.

نتایج نشان می‌دهند که کیفیت و کمیت علوفه در مراحل مختلف رشد، عکس العمل متفاوتی نسبت به هم دارند، در نظر گرفتن این نکته مهم برای اعمال مدیریت صحیح چرا ضروری می‌باشد. واضح است که تاریخ ورود و خروج دام بستگی به آمادگی مرتع از لحاظ خاک و گیاه دارد. در ابتدای مرحله رویشی (بهار)، همان‌طور که در

این تحقیق نیز بیان شد، کیفیت علوفه گیاهان بالاتر از سایر مراحل می‌باشد؛ اما در ابتدای فصل چرا، به دلیل بارندگی و مرطوب بودن خاک، ورود گله‌های دام باعث لگدکوبی و تسریع فرسایش خاک خواهد شد و نیز در صورت چرای سنگین و مکرر دام‌های گرسنه مانده در زمستان، فرصت رویش مجدد اندکی برای گیاهان باقی خواهد ماند و با ادامه روند موجب تخریب گیاه خواهد شد. تولید گیاه و مقاومت آن به چرا در مرحله دوم (گلدهی) بیشتر از مرحله اول (رشد رویشی) است که این برای دامدار حائز اهمیت است؛ بنابراین با توجه به نتایج حاصل از تعیین کیفیت علوفه در این تحقیق، می‌توان اواخر دوره رویشی را مناسب‌ترین زمان برای چرای دام در نظر گرفت زیرا در این زمان، گیاهان از نظر پروتئین خام و تا حدودی انرژی متابولیسمی در شرایط مطلوبی قرار دارند و امکان خسارت به مرتع و ایجاد اختلال در زادآوری گیاهان در این مرحله کمتر است.

سپاسگزاری

از آقایان مهندس هدایتی، معتمدی و آخشی و خانم‌ها مهندس خسروی و چاره ساز بخاطر همکاری‌های ارزشمندشان در اجرای این پروژه و همچنین از دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران سپاسگزاری می‌شود.

References

[1] Ahmadi, A. (2003). An investigation on forage quality of rangeland species in Phenological stages using by two methods In- Vitro and NIR. Msc Thesis of rangeland, College of Natural Resources, University of Tehran. (In Persian)

[2] Amirkhani, M., Dianati Tilaki, Gh. A. and Mesdaghi, M. (2008). An investigation on forage quality of *Agropyron cristatum* and *Thinopyrum intermadium* in different phenological stages at Golestan National park, *Journal of Pajouhesh and Sazandegi*, 74: 61-65. (In Persian)

[3] Arzani, H. and Naseri, K.L. (2007). Livestock Feeding on Pasture (Translated), University of Tehran press, 2 Edition, 299pp. (In Persian)

[4] Arzani, H. (2009). Forage Quality and Daily Requirement of Grazing Animal, Tehran University Press, 329p. (In Persian)

[5] Arzani, H. (2000). Study of forage quality, report of research project of Range to determine economic policies basic social units. College of Natural Resources, University of Tehran. (In Persian)

[6] Arzani, H. (2004). Report of the National Plan to determine the quality of pasture forage plants of Iran, The effect of environmental factors on and introduced appropriate methods of evaluation forage quality, *National Scientific Research Council*. (In Persian)

[7] Arzani, H., Esfandiari, A., Nourozian, H., Ghorbani, M. and Torkan, J. (2009). Determination of animal unit equivalent (AUE) and daily requirement energy for Sanjabi sheep breed. Iranian Journal of Natural Resources, *Journal of Range and Watershed Management*, 62(2): 175-186. (In Persian)

[8] Arzani, H., Basiri, M., Khatibi, F. and Ghorbani, G. (2006). Nutritive value of some zagros mountain rangeland species, *Small Ruminant Research*. 65, 128–135. (In Persian)

[9] Arzani, H., Torkan, J., Jafari, M., Jalili, A. and Nikkhah, A. (2001). Effect of Phenological Stages and Ecological Factors on Forage Quality of Some Range Species. *Iranian journal of Agriculture Science*, 32(2): 385-399. (In Persian)

[10] Arzani, H., Sadeghimanesh, M.R., Azarnivand, H., Asadian, GH. and Shahriyari, E., (2008). Study of phonological stages effect on nutritive values of twelve species in Hamadan rangelands. Iranian journal of Range and Desert Reseach, 15(1): 42-50. (In Persian)

[11] Arzani, H., Zohdi, M., Fisher, E., Zaheddi Amiri, G.H., Nikkhah, A. and Wester, D. 2004; Phenological effects on forage quality of five grass species, *J. Range Management*, 57: 624-630. (In Persian)

[12] Baghestani Meybodi, N., Arzani, H., Zare, M. T. and Abdolahi, J. (2004). The study of forage quality of Poshtkuh steppe rangelands important species located in Yazd province. *J. Ranglenad and Desert Research*, 11(2): 137-163. (In Persian)

[13] Behnamfar, K., Siadt, S. A. and Salehe Shoshtari, M. H. (2009).Comparison of nutritional values of important range species in semi warm steppe Rangeland of Khouzestan. *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 16(1): 86-95. (In Persian)

[14] Charesaz, N., Jafari, A. A., Arzani, H. and Azarnivand, H. (2011), Prediction of Quality Parameters in Some Range Species by Near Infrared Reflectance Spectroscopy, IX International Rangeland Congress. Rosario, Argentina, p. 545. (In Persian)

[15] Crowder, L. V. (1985). Pasture management for optimum ruminant production, in Nutrition of Grazing Ruminants in Warm Climates, Edited by; L R. McDowell, Academic Press, INC, San Diego, PP. 103-128.

[16] Deaville, E. R., Flinn, P. C., Givens, D. I. and et al (2000). Near infrared (NIR) spectropscopy: and alternative approach for the estimation of forage quality and voluntary intake. *Forage evaluation in ruminant nutrition*. 301-320 pp.

[17] Distel, R. A., Didone, N. G., Moretto, A. S. (2005). Variations in Chemical Composition Associated with Tisssue aging in Palatabl and Unpalatable Grasses Native to Central Argentina, *J. Arid Environment*, 62: 351-357.

[18] El-Shatnawi, M. K. and Mohawesh, Y. M. (2000). Seasonal Chemical Composition of saltbush in semiarid grassland of Jordan. *J. Range Manage*, 53:211-214.

[19] Erfanzadeh, R. and Arzani, H., 2003. Effect of Phenological Stages on Forage Quality of *Vicia tetrasperma (L). Schreb* and *Trifolium repens L.*, *Journal of Pajouhesh and Sazandegi*, 55: 96-98. (In Persian)

[20] García, J. and Cozzolino, D. (2006). Use of near infrared reflectance spectroscopy to predict chemical composition of forages from breeding programs. Agricultura Tecnica (Chile) 66: 41-48.

[21] Ghodsi Rasi, H and Arzani, H. (1998). The Study of Effective Factors on Palatability of Important Plants in Char Bagh Gorgan, *Pajoohesh and Sazandegi*, 36: 50-53. (In Persian)

[22] Holechek, J.I., Herbal, C.H. and Pieper, R.D. (2004). Rang Management Principles and Practices. Prentice Hall Pub. Forth Edition. P: 587.

[23] Jafari, A. A. (2002). Investigation the possibility of using near infrared spectroscopy to estimate digestibility of forage Grass. Proceedings of the Third Research Seminar on Feeding of livestock and Poultry. Publications of Research Institute of Animal Science, 55-63. (In Persian)

[24] Jafari, A., Connolly, V., Frolich, A. and Walsh, E. I. (2003). A note on estimation of quality parameters in perennial ryegrass by near infrared reflectance spectroscopy, *Irish J. Agricultural and food research*, 42:293-299, (ISI).

[25] Kamalak, A. (2006). Determination of nutritive value of leaves of a native grown shrub, *Glycyrrhiza glabra* L. using in vitro and in situ measurements. *Small Ruminant Research*, 64: 268–278.

[26] Moran, J. (2009). Forage quality of semi natural calcareous grasslands and heaths of the Burren. Burren LIFE: Farming for Conservation.

[27] Moron, A., Garicia, A., Sawchik, J. and Cozzolino, D. (2006). Preliminary study on the use of near-infrared reflectance spectroscopy to assess nitrogen content of undried wheat plants, *Journal of the Science of Food and Agricultural*, 87:47-152.

[28] Nie, Z. D, Han, J. G., Zhang, L. D. and Li, I. H. (2007). Applications of near infrared reflectance spectroscopy technique (NIRS) to grassland ecology research, *Journal spectroscopy and Spectral Analysis*, 27:691-676.

[29] Norris, K. H., Barnes, R. F., Moore I. E. and Shenk, I. S. (1976). Predicting Forage quality by NIRS, *J. Animal Science*. 43(4).

[30] Norton, B.W. and Waterfall, M.H., 2000. The nutrient value of *tipuna tiou* and *calliandra calochrasus* as supplements to low-quality straw for goats, *Small Rumanant Research*, 38(2): 175-182.

[31] Peiretti, P. G. and Gai, F. (2006). Chemical Composition, Nutritive Value, Fatty acid and Amino Acid Contents of Galega officinalis L. during its Growth Stage and in regrowth, *J. of Animal Feed Science and Technology*, 130: 257-267.

[32] Rashtian, A. (2009). Investigation of palatability and quality rangeland species in yazd province. (Case study: Nodooshan rangeland). Ph.D Thesis of rangeland, College of agriculture science and natural Resources, University of Gorgan. (In Persian)

[33] Zohdi, M. (2002). Determine and compare the quality of different parts and determine the amount and location carbohydrate reserves in pasture species. Msc Thesis of rangeland, College of Natural Resources, University of Tehran. (In Persian)