تحقیقات دام و طیور

دوره هفتم، شماره اول، شهریور ۱۴۰۴

شماره صفحه: ۶۱-۵۳

doi:10.22077/jlr.2025.4069

تخمین انرژی علوفه مراتع سیستان و بلوچستان با استفاده از مدل‌های ریاضی و بر اساس روش آزمایشگاهی تیلی و تری

حسین غلامی

استادیار بخش تحقیقات تغذیه و فیزیولوژی دام وطیور مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

نویسنده مسؤول:*hosgholami2000@yahoo.com*

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۲/۲۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۴/۰۷

چکیده

این پژوهش به منظور تخمین مقدار انرژی قابل استفاده دام از علوفه مراتع سیستان و بلوچستان و بدست آوردن معادلات پیش بینی انرژی قابل دسترس دام ها، از داده‌های تولید شده در مورد این مراتع و در نهایت تکمیل جداول استاندارد انرژی و مواد مغذی خوراک‌های دام و طیور ایران انجام شد. داده‌های خام از آزمایشگاه تغذیه مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور (از سال ۱۳۶۶ تا ۱۳۹۰) و گزارشات نهایی طرح‌های تحقیقاتی گرفته شد. داده‌های پایه، آزمایشات تعیین قابلیت هضم به روش آزمایشگاهی (تیلی و تری) در علوفه مراتع سیستان و بلوچستان بود. معادلات برازش شده خطی، لگاریتمی، معکوس، درجه دوم، درجه سوم، تابع توان، تابع اس و تابع نمایی حاصل از روش آزمایشگاهی دارای ضریب تعیین بالا و قابل قبول و معنی‌دار بودند. از بین معادلات فوق، برای مراتع سیستان و بلوچستان، معادله تابع خطی زیر:

$$ME\ (Mcal/\ Kg\ DM) = -۶/۱۴۷\ E - ۱۷ + ۰/۰۰۳۷\ (DOMD\ g\ /\ Kg)$$

به دلیل دقّت و کاربرد ساده‌تر برای تخمین انرژی قابل متابولیسم پیشنهاد می‌شود. در این معادله ضریب تعیین بالا ($R^2 = ۰/۹۹۸$) و نمودار خطی صعودی بود که نشان دهنده ارتباط مثبت و مستقیم بین مواد آلی قابل هضم در ماده خشک و انرژی قابل متابولیسم است. با مقدار ماده آلی قابل هضم در ماده خشک($DOMD\ g\ .\ Kg$) ۴۷۶/۱۰ گرم در کیلوگرم، مقدار انرژی قابل متابولیسم علوفه مرتعی سیستان و بلوچستان برابر ۱/۷۸ شد. با استفاده از معادلات انجمن ملی تحقیقات آمریکا (NRC)، مقدار انرژی قابل هضم ۲/۲۲، کل مواد مغذی قابل هضم (TDN) ۵۰/۳۶ درصد، انرژی خالص شیردهی ۱/۰۹، انرژی خالص نگهداری ۰/۹۴ و انرژی خالص رشد برای علوفه‌های مراتع استان سیستان و بلوچستان ۰/۳۸ بدست آمد.

کلمات کلیدی: مدل‌های ریاضی تخمین انرژی، روش آزمایشگاهی (تیلی و تری)، علوفه مراتع سیستان و بلوچستان

عبارات و علائم اختصاری به کار رفته در این مقاله:

نگارنده پاسخگو: حسین غلامی. آدرس: کرج، سه راه رجائی شهر، روبروی دهقان ویلای اول، موسسه تحقیقات علوم دامی کشور

ME= انرژی قابل متابولیسم، NE_L= انرژی خالص شیردهی، NE_m= انرژی خالص نگهداری، NE_g= انرژی خالص رشد، DE= انرژی قابل هضم، NRC = انجمن ملی تحقیقات آمریکا، TDN= کل مواد مغذی قابل هضم، DOM= ماده آلی قابل هضم، $DOMD$ = ماده آلی قابل هضم در کیلوگرم ماده خشک خوراک، R^2 = ضریب تبیین، b^2، b^1، b= ضرایب متغیر مستقل x،

مقدمه

طبق آمار اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری سیستان و بلوچستان در استان حدود ۱۰۲۵۰۰۰۰ هکتار مرتع وجود دارد که حدود ۵۵ درصد عرصه‌های منابع طبیعی استان را در برمی‌گیردکه تولید علوفه خشک در شرایط طبیعی در مراتع ییلاقی ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار برآورد شده و از تعداد ۵۳۵۰۰۰۰ واحد دامی استان تعداد ۳۵۹۲۳۷۳ واحد متکی به تولید مراتع بوده و تعداد ۲۵۲۵۸۵۸ واحد دامی مازاد بر ظرفیت مراتع می‌باشند (اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان سیستان، ۱۳۸۷). گونه‌های مهم مرتعی استان عبارتند از درمشوک، اسکنبیل، ترات، بونی، درمنه، گون، قیچ، کلپوره، پلوش، آنقوزه و آویشن است. باتوجه به شرایط نامساعد محیطی، متوسط تولید مراتع با بسیاری از مراتع خشک و نیمه خشک کشور همخوانی دارد. متوسط ظرفیت مراتع استان در شرایط موجود معادل با ۱/۰۷ واحد دامی در هکتار در ماه و یا معادل ۶۴ کیلوگرم علوفه قابل برداشت می‌باشد که نسبت به متوسط علوفه قابل برداشت مراتع کشور (۱۱۸ کیلوگرم) حدود ۵۵ درصد است، به عبارت دیگر متوسط تولید مراتع این استان ۴۵ درصد کمتر از تولید متوسط کشور است. خشکسالی‌های متوالی در استان سیستان و بلوچستان (به ویژه دوره اخیر خشکسالی که از سال ۱۳۷۷ شروع شده است) آسیب پذیری دامداران را به لحاظ اتکاء به منابع طبیعی دو چندان کرده است (نظافت، ۱۳۷۹).

کیفیت علوفهٔ مرتعی، در زمان‌ها و مکان‌های مختلف، تغییرات زیادی می‌کند (ارزانی و همکاران، ۱۳۸۱؛ ارزانی و همکاران، ۱۳۹۱ و استوارت، ۱۹۷۵). عوامل اصلی مؤثر بر کیفیت علوفه، شامل مرحلهٔ رشد، گونهٔ گیاهی و عوامل محیطی هستند (چرچ، ۱۹۸۸). هزاوه مقدم (۱۳۷۹) در یک تحقیق مقدار انرژی قابل متابولیسم سه گونه گیاه مرتعی *Convolvulus spinosus* (دو لوک) و *Pennisetum divisum* (در مشوک) و *Aeluropus macrostachys* (بونو بلوچستان) سه گونه مرتعی استان سیستان و بلوچستان را از ۰/۵۹ الی ۱/۱۹ و با میانگین ۰/۹۳ گزارش کرد.

جوان (۱۳۸۲) مقدار ماده آلی قابل هضم در ماده خشک ($DOMD\ g\ .\ Kg$) را برای گیاهان مرتعی تاغ، ترات، اشنان، اسکنبیل و پیر به ترتیب ۵۷۸، ۶۲۲، ۴۸۷، ۲۰۶ و ۵۵۲ گرم در کیلوگرم که معادل ۲/۱۶، ۲/۳۳، ۱/۸۲، ۰/۷۷ و ۲/۰۷ مگاکالری انرژی قابل متابولیسم در هر کیلوگرم ماده خشک است را گزارش کرد که میانگین انرژی قابل متابولیسم پنج گونه فوق حدود ۱/۸۳ می‌شود.

جعفری و همکاران (۱۳۸۸) در یک پژوهش ترکیبات شیمیایی و قابلیت هضم گونه‌های گرامینه مرتعی غالب استان ایلام را در سه منطقه مرتعی قرق به مدت سه سال متوالی مورد آزمایش قرار دادند. نتایج این تحقیق نشان داد که دامنه تغییرات ماده آلی در ماده خشک در بین گونه‌های مورد مطالعه از ۷۰/۸۳ الی۲۵/۱۳ درصد متغیر است. جعفری و همکاران (۱۳۸۸)، ارزش غذایی علوفه مراتع استان ایلام را با استفاده از روش‌های آزمایشگاهی تعیین کردند. نتایج تخمین انرژی قابل متابولیسم علوفه مرتعی در مراحل اول، دوم، سوم و چهارم برداشت به ترتیب ۲/۵۷، ۲/۵۸، ۲/۳۸ و ۲/۱۶ مگاژول در کیلوگرم ماده خشک بود که اختلاف معنی‌داری داشتند ($P<0.05$).

ارزانی و همکاران (۱۳۹۱) در یک پژوهش نشان دادند که، ۴ گونهٔ مرتعی شامل؛ *Salsola lanchnantha*، *Hammada salicornia*، *Convolvulus oxyphyllus* و *Pteropyrum noeanum* که از گونه‌های مهم و عناصر اصلی تیپ‌های گیاهی مراتع استان ایلام می‌باشند، نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که در بین گونه‌های مورد مطالعه، بیشترین درصد پروتئین خام (CP)، مربوط به گونهٔ شور روی *Hammada salicornia* بوده،که در مرحلهٔ رشد رویشی می‌باشد و در هر سه مرحلهٔ فنولوژی از حد بحرانی آن (۷ درصد)، برای واحد دامی در حالت نگهداری بالاتر می‌باشد. همچنین مقدار انرژی متابولیسمی (ME) موجود در این گونه نیز بالاتر از حد بحرانی حدود۱/۹۱ مگاکالری در هر کیلوگرم ماده خشک مورد نیاز دام‌های نشخوارکننده($8\ Mj/kg\ DM$) در مقایسه با سایر گونه‌های مرتعی مورد مقایسه قرار دارد (NRC، ۲۰۰۷).

کبیری فرد (۱۳۹۲) انرژی قابل متابولیسم علوفهٔ مرتعی مناطق ساحلی تحت تأثیر جنگ خلیج فارس در استان بوشهر را تعیین و بشرح زیر گزارش نمود. میانگین انرژی قابل متابولیسم محاسبه شده در مراحل اول، دوم و سوم نمونه‌برداری به ترتیب ۸/۳۳، ۸/۴۶ و ۶/۷۶ مگاژول در کیلوگرم

مادۀ خشک بود که بین مراحل مختلف، تفاوت معنی‌داری وجود داشت. نتایج نشان داد که بعلت معنی‌دار نبودن قابلیت هضم مادۀ آلی در مادۀ خشک (ارزش هضمی) و انرژی قابل متابولیسم بین مراحل رویشی و گلدهی و همچنین، بیشتر بودن تولید مرتع در مرحلۀ گلدهی، می‌توان نتیجه گرفت که مرحلۀ گلدهی مناسب‌ترین مرحله برای چرای دام است.

شاکری (۱۳۷۹) ترکیب شیمیایی و قابلیت هضم گیاهان غالب خانوادۀ گرامینۀ مراتع استان کرمان را در مراحل رشد رویشی و زایشی تعیین و دامنۀ تغییرات قابلیت هضم مادۀ خشک در گونه‌های مورد مطالعه را ۳۳/۶۷ تا ۶۳/۵۵ درصد گزارش کرد. میانگین قابلیت هضم مادۀ خشک، مادۀ آلی و مادۀ آلی در مادۀ خشک گونۀ برموس تکتورم[1]در مرحلۀ گلدهی به ترتیب ۶۵/۰۵، ۶۷/۱۰ و ۶۱/۴۲ درصد و در مرحلۀ بذردهی به ترتیب ۶۲/۰۶، ۶۳/۹۸ و ۵۸/۴۲ درصد و میانگین آن‌ها برای گونۀ استیپا کاپنسیس[2]در مرحلۀ گلدهی به ترتیب ۲۹/۵۸، ۳۵/۷۸ و ۳۳/۴۶ درصد و در مرحلۀ بذردهی به ترتیب ۳۷/۸۰، ۴۳/۲۱ و ۳۵/۰۰ درصد بود.

شادنوش (۱۳۸۴) ترکیب شیمیایی و قابلیت هضم ۱۰ گونه گیاه غالب مرتعی استان چهارمحال و بختیاری را در مراحل رویشی، گلدهی و بذردهی مورد مطالعه قرار داد. میانگین قابلیت هضم مادۀ خشک و مادۀ آلی گونۀ برموس تومنتلوس[3] در مرحلۀ رویشی به ترتیب ۴۹/۱ و ۵۶/۹ درصد و در مرحلۀ گلدهی به ترتیب ۴۵/۳ و ۵۱/۹ درصد و در مرحلۀ بذردهی به ترتیب ۴۱/۷ و ۴۷/۶ درصد گزارش شد. قابلیت هضم مادۀ آلی از ۵۲/۲ تا ۵۸/۵ درصد در نوسان بود که بیشترین مقدار مربوط به اگرپایرون اینترمدیوم[4] و کمترین آن متعلق به برموس تومنتلوس بود که اختلاف معنی‌داری ($P < ۰/۰۵$) بین آن‌ها مشاهده گردید.

حشمتی و همکاران (۱۳۸۵) با مطالعۀ ۱۱ گونۀ علوفۀ مرتعی شرق استان گلستان (اقلیم نیمه خشک) نتیجه گرفتند که میزان انرژی قابل متابولیسم گونه‌های مورد مطالعه با پیشرفت دورۀ رشد، کاهش یافت. قورچی (۱۳۷۴) ترکیب شیمیایی و قابلیت هضم ۱۵ گونۀ علوفۀ مرتعی غالب استان اصفهان را در مراحل رشد رویشی و زایشی مورد بررسی قرار داد. نتایج نشان داد که با افزایش سن گیاهان، مادۀ خشک قابل هضم و انرژی قابل متابولیسم آن‌ها کاهش یافت.

انرژی موجود در مواد خوراکی مهمترین شاخص برای فرموله و متوازن کردن جیره‌های غذایی نشخوارکنندگان است. شورای تحقیقات ملی آمریکا[5]در سال ۱۹۸۱ انرژی و ترکیبات شیمیایی علوفه‌های مرتعی را در قالب احتیاجات غذایی بزها منتشر کرد (*NRC*، ۱۹۸۱).

هدف این پژوهش به دست آوردن معادلات تخمین انرژی از داده‌های تولید شده در کشور در مورد علوفه مراتع استان سیستان و بلوچستان و نهایت تکمیل جداول استاندارد انرژی و مواد مغذی خوراک‌های دام و طیور ایران بود.

مواد و روش‌ها

در این بررسی از داده‌های علوفه مراتع استان سیستان و بلوچستان که با روش تعیین قابلیت هضم به روش آزمایشگاهی (تیلی و تیری، ۱۹۶۳) آزمایش شده و در آن‌ها درصد قابلیت هضم ماده خشک، درصد قابلیت هضم ماده آلی و قابلیت هضم ماده آلی در ماده خشک تعیین شده، استفاده شد. داده‌های آزمایشی برای علوفه مراتع سیستان و بلوچستان ۵۹ نمونه بود که به طور تصادفی از مراتع استان با استفاده از کوادرات‌های[6] یک متر مربعی و به روش قطع و توزین اندازه‌گیری شده بودند. داده‌های خام از آزمایشگاه تغذیه مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور (از سال ۱۳۶۶ تا ۱۳۹۰) و آزمایشگاه تغذیه دام دانشگاه تهران و گزارشات نهایی طرح‌های تحقیقاتی گرفته شد(غلامی، ۱۳۹۳). بعد داده‌ها وارد پوشه‌های اکسل شدند و برای برازش معادلات جهت برآورد انرژی قابل متابولیسم بر اساس داده‌های آزمایشگاهی تیلی وتری، ابتدا از طریق معادلات موجود انرژی قابل متابولیسم را برای خوراک‌هایی که آزمایشات ترکیبات شیمیایی روی آن‌ها انجام شده بود، تخمین زده شد و سپس با استفاده از نرم افزار *SPSS* نسخه ۱۶، بهترین R^2 را تعیین و معادله و نمودار رگرسیونی مربوط به آنها استخراج شد.

درصد قابلیت هضم ماده آلی در ماده خشک را از رابطه زیر به گرم در کیلوگرم تبدیل شد:

$$\%\ DOMD \times ۱۰ = DOMD\ (g\ .\ Kg) \qquad (۱)$$

و با استفاده از رابطه زیر انرژی قابل متابولیسم خوراک‌ها تخمین زده شد.

$$ME\ (MJ) = DOMD\ (\text{گرم در کیلوگرم}) \times ۰/۰۱۶ \qquad (۲)$$

1.Bromus tectorum
2. Stips capensis
3. Bromus tomentollus.
4. Agropyrun intermedium
5. National Research Council (NRC)

6*Quadrats*

و سپس واحد مگاژول به مگاکالری در هر کیلوگرم ماده خشک تبدیل شد:

$$ME\ (Mcal) = ME\ (MJ) \div ۴/۱۸۴ \quad (۳)$$

برای تخمین مقادیر انرژی قابل هضم ،انرژی خالص شیردهی، نگهداری و رشد از معادلات موجود در جداول *NRC* به شرح زیر استفاده گردید(*NRC*، ۱۹۸۱ و *NRC*, ۲۰۰۷).

$$DE\ (MCal/kg\ DM) = TDN\ (Sheep\ \&\ Dairy\ Cattle) \times ۰/۰۴۴۰۹ \quad (۴)$$

$$ME\ (MCal/kg\ DM) = -۰/۴۵ + ۱/۰۱ DE\ (MCal/kg\ DM) \quad (۵)$$

$$NE_L\ (MCal/kg\ DM) = -۰/۱۲ + ۰/۰۲۴\ TDN\ (\%) \quad (۶)$$

$$NEm\ (MCal/kg\ DM) = ۱/۳۷ ME\ (MCal/kg\ DM) - ۰/۱۳۸ ME^{۲}(MCal/kg\ DM) + ۰/۰۱۰۵ ME^{۳}(MCal/kg\ DM) - ۱/۱۲ \quad (۷)$$

$$NEg(MCal/kg\ DM) = ۱/۴۲ ME\ (MCal/kg\ DM) - ۰/۱۷۴ ME^{۲}(MCal/kg\ DM) + ۰/۰۱۲۲ ME^{۳}(MCal/kg\ DM) - ۱/۶۵ \quad (۸)$$

برای مقایسه انرژی قابل متابولیسم مواد خوراکی موجود در ایران با انرژی قابل متابولیسم جداول استاندارد، میانگین انرژی‌های قابل متابولیسم تخمینی به دست آمده با انرژی قابل متابولیسم موجود در جداول استاندارد از طریق روش تی-استیودنت یک نمونه‌ای [1] (کولینز و سینی، ۱۹۹۹) مقایسه شدند و این عملیات با نرم افزار آماری *SPSS* صورت گرفت.

$$t = \frac{\bar{x} - \mu_o}{\sqrt{\frac{s^2}{n}}} = \frac{\bar{x} - \mu_o}{s\bar{x}} \quad (۹)$$

t = میزان محاسبه شده t، $= \bar{x}$ میانگین نمونه آزمایشی، S^2 =واریانس نمونه، n= تعداد کل مشاهدات آزمایش، μo = عدد مشخص (میانگین مشخص همان پارامتر از آزمایشات دیگر)، $= s\bar{x}$ انحراف معیار میانگین

نتایج و بحث

معادلات برازش شده مربوط به علوفه مرتعی علوفه مرتعی استان سیستان و بلوچستان در جدول یک آورده شده است. ضریب تعیین (R^2) تمام معادلات که نشان دهنده دقت آنها در برآورد انرژی قابل متابولیسم است، دارای دقت بالا و قابل قبولی بوده و همه آنها معنی دار هستند ($P < 0.01$) ولی تابع خطی این جدول به دلیل سادگی و کاربرد ساده‌تر برای تخمین انرژی قابل متابولیسم پیشنهاد می‌شود.

1. *One – sample T- test*

جدول ۱- معادلات برازش شده مربوط به علوفه مرتعی استان سیستان و بلوچستان بر اساس قابلیت هضم آزمایشگاهی

پارامترهای تخمینی				نتایج به دست آمده از مدل ها					معادلات
b 3	*b 2*	*b 1*	عدد ثابت	درجه معنی داری	درجه آزادی مخرج	درجه آزادی صورت	*F*	R^2	
-	-	۰/۰۰۳۷	-۶/۱۴۷ *E* - ۱۷	۰/۰۰۱	۵۸	۱	۳/۳۲۶ *E* - ۱۷	۰/۹۹۸	تابع خطی
-	-	۱/۴۰۹	-۶/۷۵۵	۰/۰۰۱	۵۸	۱	۳۰۷۰/۹۶۴	۰/۹۸۱	تابع لگاریتمی
-	-	-۴۵۵/۹۳۶	۲/۹۷۹	۰/۰۰۱	۵۸	۱	۳۴۳۱/۹۱۸	۰/۹۳۹	تابع معکوس
-	-۲/۰۴ *E* - ۹	۰/۰۰۳۷	-۶/۱۴۷ *E* - ۱۷	۰/۰۰۱	۵۷	۲	۳/۳۲۶ *E* - ۱۷	۰/۹۹۸	تابع درجه دوم
-۱/۳ *E* - ۱۱	۱/۵۴ *E* - ۸	۰/۰۰۳۷	-۶/۱۴۷ *E* - ۱۷	۰/۰۰۱	۵۶	۳	۲/۳۰۶ *E* - ۱۷	۰/۹۹۸	تابع درجه سوم
-	-	۱/۰۰۳	۰/۴۷۳	۰/۰۰۱	۵۸	۱	۳۰۷۰/۹۶۴	۰/۹۸۱	تابع ترکیبی
-	-	۱/۰۰۰	۰/۰۰۳۷	۰/۰۰۱	۵۸	۱	۱/۳۰۶ *E* - ۱۷	۰/۹۹۸	تابع توان
-	-	-۳۲۸/۶۲۹	۱/۳۵۳	۰/۰۰۱	۵۸	۱	۴۳۳۲/۷۶۹	۰/۹۸۷	Sتابع
-	-	۰/۰۰۳	-۰/۷۴۹	۰/۰۰۱	۵۸	۱	۳۰۷۰/۹۶۴	۰/۹۸۱	تابع رشد
-	-	۰/۰۰۳	۰/۴۷۳	۰/۰۰۱	۵۸	۱	۳۰۷۰/۹۶۴	۰/۹۸۱	تابع نمایی
-	-	۰/۹۹۷	۲/۱۱۴	۰/۰۰۱	۵۸	۱	۳۰۷۰/۹۶۴	۰/۹۸۱	تابع لجستیکی

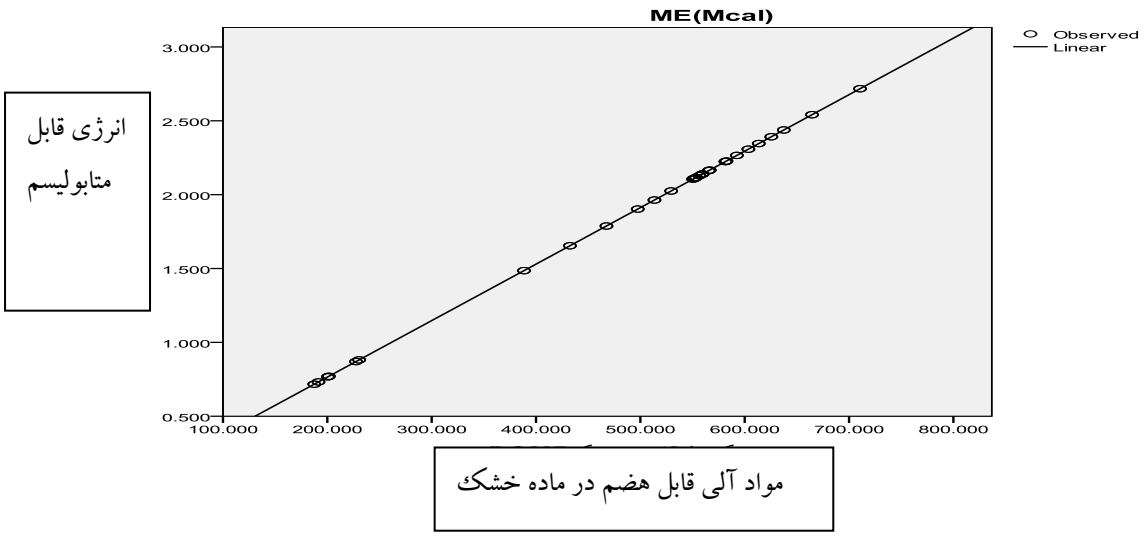
جدول ۲- معادله خطی مربوط به علوفه مرتعی استان سیستان و بلوچستان

b 1	عدد ثابت	درجه معنی داری	درجه آزادی مخرج	درجه آزادی صورت	*F*	R^2	معادله
۰/۰۰۳۷	-۶/۱۴۷ *E* - ۱۷	۰/۰۰۱	۵۸	۱	-	۰/۹۹۸	تابع خطی

$$ME\ (Mcal/\ Kg\ DM) = -۶/۱۴۷\ E - ۱۷ + ۰/۰۰۳۷\ (\ DOMD\ g\ /\ Kg) \qquad (۱۰)$$

در معادله بالا با R^2 = ۰/۹۹۸ نمودار خطی به صورت صعودی است و نشان دهنده ارتباط مثبت و مستقیم بین مواد آلی قابل هضم در ماده خشک و انرژی قابل متابولیسم است. با مقدار ماده آلی قابل هضم در ماده خشک (*DOMD g . Kg*) ۴۷۶/۱۰ گرم در کیلوگرم مقدار انرژی قابل متابولیسم علوفه مرتعی سیستان و بلوچستان برابر ۱/۷۸ خواهد بود.

با استفاده از معادلات انجمن ملی تحقیقات آمریکا (*NRC*) مقدار انرژی قابل هضم ۲/۲۲، کل مواد مغذی قابل هضم (*TDN*) ۵۰/۳۶ درصد، انرژی خالص شیردهی ۱/۰۹، انرژی خالص نگهداری ۰/۹۴ و انرژی خالص رشد برای علوفه‌های مراتع استان سیستان و بلوچستان ۰/۳۸ به دست آمد.



شکل ۱- شکل رگرسیونی مربوط به علوفه مرتعی سیستان و بلوچستان

جدول ۳ - مقایسه انرژی قابل متابولیسم علوفه مرتعی سیستان و بلوچستان نسبت به انرژی قابل متابولیسم یونجه (گل دهی کامل) در جداول *NRC*

ماده خوراکی	تعداد نمونه	میانگین	انحراف استاندارد	میانگین خطای استاندارد	۲ = ME انرژی قابل متابولیسم یونجه (گل دهی کامل)				
					t	درجه آزادی	معنی داری	اختلاف میانگین	تفاوت فاصله اطمینان در سطح ۹۵ ٪
									حد پایین / حد بالا
علوفه مرتعی استان استان سیستان و بلوچستان	۵۹	۱/۷۸	۰/۵۹۲	۰/۰۱۲	-۳/۲۲۰	۵۸	۰/۰۰۲	-۰/۲۳۸	-۰/۳۸۶ / -۰/۰۹۰

جدول بالا نشان می‌دهد که ارزش غذایی گیاهان مراتع سیستان و بلوچستان در مقایسه با انرژی قابل متابولیسم یونجه (در مرحله گل دهی کامل) موجود در جداول استاندارد از طریق روش تی- استیودنت یک نمونه‌ای به صورت معنی داری از جداول استاندارد *NRC* پائین‌تر است ولی نتایج میانگین انرژی‌های قابل متابولیسم تخمینی به دست آمده با انرژی قابل متابولیسم در گزارش جوان از طریق روش تی- استیودنت یک نمونه‌ای نشان می‌دهد که تفاوتی از این نظر وجود ندارد.

جدول ۴- مقایسه انرژی قابل متابولیسم علوفه مرتعی سیستان و بلوچستان نسبت به انرژی قابل متابولیسم گزارش شده جوان (۱۳۸۲)

ماده خوراکی	تعداد نمونه	میانگین	انحراف استاندارد	میانگین خطای استاندارد	۱/۸۳= ME انرژی قابل متابولیسم گزارش شده جوان				
					t	درجه آزادی	معنی داری	اختلاف میانگین	تفاوت فاصله اطمینان در سطح ۹۵ ٪
									حد پایین / حد بالا
علوفه مرتعی استان استان سیستان و بلوچستان	۵۹	۱/۷۸	۰/۵۹۲	۰/۰۷۴	-۰/۹۲۵	۵۸	۰/۳۵۹	-۰/۰۶۸	-۰/۲۱۶ / -۰/۰۷۹

جعفری (۱۳۸۷) در یک پژوهش نشان داد که دامنه تغییرات ماده آلی در ماده خشک (*DOMD*) بین گونه‌های مورد مطالعه صرف نظر از مراحل رشد در مراتع استان ایلام بین ۷۰/۸۳ الی۲۵/۱۳ درصد است. اگر میانگین مقدار ماده آلی در ماده خشک این مراتع ۴۷/۹۸ در نظر گرفته شود از ماده آلی در ماده خشک این تحقیق مقداری بالاتر است که دلیل آن شاید به علت اقلیم و شرایط آب و هوایی به خصوص میزان بارندگی در سال‌های مختلف باشد.

جعفری و همکاران (۱۳۸۸)، انرژی قابل متابولیسم علوفه مرتعی استان ایلام در مراحل اول، دوم، سوم و چهارم برداشت را به ترتیب ۲/۵۷، ۲/۵۸، ۲/۳۸ و ۲/۱۶ مگاژول در کیلوگرم بیان کردند که انرژی قابل متابولیسم در همه مراحل به خصوص در اوایل فصل رشد از میانگین به دست آمده از این بررسی (۱/۷۸) بالاتر است که دلیل آن شاید به علت اقلیم و شرایط آب و هوایی به خصوص میزان بارندگی در این سال‌ها باشد در ضمن آنکه تعداد داده‌های آزمایشی در این دو تحقیق مساوی نبود.

ارزانی و همکاران (۱۳۹۱) که ۴ گونهٔ مرتعی شامل؛ *Hammada salicornia*، *Salsola lanchnantha*، *Convolvulus oxyphyllus* و *Pteropyrum noeanum* از گونه‌های مهم و عناصر اصلی تیپ‌های گیاهی مراتع استان ایلام را بررسی کردند و نشان دادند که مقدار انرژی متابولیسمی (*ME*) آنها از حد بحرانی مورد نیاز نگهداری (۱/۹۲ مگاکالری در هر کیلوگرم ماده خشک) بالاتر است که از نتایج این بررسی نیز بالاتر بود.

در دیگر مراتع کشور هم تحقیقاتی صورت گرفته است. کبیری فرد ۱۳۹۱ انرژی قابل متابولیسم علوفهٔ مرتعی مناطق ساحلی تحت تأثیر جنگ خلیج فارس در استان بوشهر را تعیین و به شرح زیر گزارش نمود. میانگین انرژی قابل متابولیسم محاسبه شده در مراحل اول، دوم و سوم نمونه‌برداری به‌ترتیب ۲/۰۰، ۲/۰۳ و ۱/۶۵ مگاکالری در کیلوگرم مادهٔ خشک بود که بین مراحل مختلف، تفاوت معنی‌داری وجود داشت. نتایج دو مرحله اول بالاتر از تحقیق حاضر ولی انرژی قابل متابولیسم در اواخر دروه چرا که همزمان با مرحله بذر دهی گیاهان مرتعی است از داده‌های این تحقیق پائین‌تر است.

نتیجه‌گیری نهایی

نتیجه نهایی آن که با توجه به مقدار بالای ضریب تعیین معادلات برازش شده و معنی دار شدن معادلات می‌توان از تمام معادلات در تخمین انرژی قابل متابولیسم استفاده کرد ولی معادله خطی به دلیل دقت (ضریب تبیین بالا) و سهولت در استفاده پیشنهاد می‌شود.

سپاسگزاری

نویسنده از مسؤولان، مدیران و کارکنان آزمایشگاه‌های تغذیه دام مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور و برخی از مراکز تحقیقاتی وابسته به جهاد کشاورزی جهت در اختیار قرار دادن داده‌ها تقدیر و تشکر می‌نماید.

منابع

ارزانی، ح.، کابلی، س. ح.، نیکخواه، ع. و جلیلی، ع.، ۱۳۸۳. معرفی مهم‌ترین شاخص‌های تعیین ارزش غذایی گیاهان مرتعی. مجله منابع طبیعی ایران، جلد ۵۷، شماره ۴.

ارزانی، ح.، معمری، م.، معتمعدی، ح. و محمدپور، م.. ۱۳۹۱. کیفیت علوفه گونه‌های مرتعی در مراتع استپی «چنگوله» استان ایلام. مجله مرتع و آبخیزداری. دوره ۶۵، شماره ۳، صفحه ۲۷۷-۲۸۸.

ارزانی، ح.، ترکان، ج.، جعفری، م.، جلیلی، ع. و نیکخواه، ع.،۱۳۸۰. تأثیر مراحل مختلف فنولوژیک و عوامل اکولوژیک بر روی کیفیت علوفه‌ای چند گونهٔ مرتعی. مجلهٔ علوم کشاورزی ایران، ۳۲(۲)، ص ۳۹۷-۳۸۵.

بی نام.، ۱۳۸۷. وزارت جهاد کشاورزی، سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری، اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان سیستان و بلوچستان. آدرس سایت. http://www.Sistanbaluchestan.Frw.org.ir

جعفری، ه.، فضائلی، ح.، موسوی، م. ع. و ورمقانی، ص.، ۱۳۸۸. تعیین ارزش غذایی ۶ گونه گرامینه مرتعی غالب در استان ایلام (بهمن، علف بام، جوپیازدار، نریشت و جو هرز). مرکز تحقیقات منابع طبیعی و امور دام استان ایلام.

جوان، ع.ا .،۱۳۸۲. تعیین ترکیبات شیمیایی، انرژی خام و قابلیت هضم پنج گونه گیاه غالب مرتعی مورد استفاده در چرای شتر. مرکز تحقیقات منابع طبیعی و امور دام استان سیستان و بلوچستان.

حشمتی، غ.، باغانی، م. و بذرافشان ا. ۱۳۸۵. مقایسهٔ ارزش غذایی ۱۱ گونهٔ مرتعی شرق استان گلستان. مجلهٔ پژوهش و سازندگی، ۳ (۷۳)، ص ۱۰۲-۹۰.

شادنوش، غ.،۱۳۸۴. تعیین ارزش غذایی گونه‌های علوفه‌ای غالب در مراتع استان چهارمحال و بختیاری. فاز (۱): تعیین ترکیب شیمیایی و ضرایب هضمی ۱۰ گونه شهرکرد. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری.

شاکری، پ.، ۱۳۷۹. تعیین ترکیب شیمیایی و قابلیت هضم گیاهان غالب خانوادهٔ گرامینهٔ مراتع استان کرمان. کرمان: مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کرمان.

غلامی، ح.، ۱۳۹۳. برآورد انرژی قابل متابولیسم و خالص مواد خوراکی موجود در ایران بر اساس ترکیبات شیمیایی و معادلات پیش بینی. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی. مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور.

قورچی، ت.، ۱۳۷۴. تعیین ترکیب شیمیایی و قابلیت هضم گیاهان غالب مراتع استان اصفهان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه اصفهان.

کبیری‌فرد، ع.، ۱۳۹۲. تعیین قابلیت هضم علوفهٔ مرتعی استان بوشهر تحت تأثیر جنگ خلیج فارس. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی بوشهر.

کریمی، ع.، کمالزاده، ع.، ایلامی، ب. و افشار اردکانی، پ.، ۱۳۸۱. بررسی منابع غذایی مورد استفاده دام و طیور در استان فارس، فاز دوم: تعیین ارزش غذایی چهار گونه گیاه مرتعی (کما، بیلهر، بروموس و جو پیازدار). مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور. ۶۴ صفحه.

نظافت، م.، ۱۳۷۹. مطالعات سنتز استانی طرح جامع توسعه کشاورزی استان سیستان و بلوچستان. وزارت جهاد کشاورزی. معاونت برنامه ریزی و بودجه مؤسسه پژوهش‌های برنامه ریزی و اقتصاد کشاورزی. جلد دوازدهم : دامپروری

هزاره مقدم، ر.، ۱۳۷۹. تعیین ترکیبات شیمیایی و قابلیت هضم چهارگونه مرتعی استان سیستان و بلوچستان. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی سیستان و بلوچستان.

Barber, W. P., 1983. Data quality: how it is assessed and improved and what affects it .In: (G . E . Robards & R.G. Packam (Ed.)), Feed information and animal production. 57 – 78. C. A . B & INFIC , Sydney.

Benedictus, N. and Menger, T., (Ed.). 1990. Feed Databases, possibilities and problems in feed data management and feed data exchange. Proceedings of the INFIC workshop, 1989. INFIC, Lelystad, NL. 148 pp.

Church, D. C. and Pond, W. C., 1988. Basic Animal Nutrition and Feeding. Third Edition. Jhon Wiley & Sons X. Y.

Collins, A. C. and Seeney, F. M., 1999. Statistical Experiment Design and Interpretation. John Willy and Sons , LTD . New York . USA .

Harris, L. E. and Kearl, L. C., 1976. In Feed Composition, Animal Nutrient Requirements and Computerization of Diets , p. 27, eds P. V. Fonnesbeck, L. E. Harris and L. C. Kearl. (Utah Ag. Exp.Sta., Utah State University: Logan, Utah).

National Research Council (NRC)., 2007. Nutrition Requirments of small ruminants. Washington DC. USA.

National Research Council (NRC)., 1981. Nutrition Requirments of Goats. Six revised Edition, Washington DC. USA.

Statistical packages for social sciences 16.0. 2010. SPSS. Inc., 233, South walker Drive, 11th floor, Chicago, USA.

Stoddart, L.A., Smith A.D. and Box, T.W., 1975. Range Management. 3ed. New York: Mc Graw–Hill Book Company, 355p.

Tilley, J. M. A. and Terry, R. A., 1963. A two stage technique for the in vitro digestibility of forage crops. Journal of British Grassland Society, 18: 104–111.

Livestock Research (LR)
Vol.7, No.1, September, 2025
p. 53-61
doi:10.22077/jlr.2025.4069

Birjand University

Estimation of energetic value of Sistan & Balochestan range plants through mathematical models based on Tilly and Terry method

H. Gholami
Assistant Professor, Animal Nutrition Department, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Animal Science Research Institute, Karaj, Iran.
Corresponding Author Email: hosgholami2000@yahoo.com

Submitted: 18 May 2024 **Accepted: 28 June 2025**

Abstract:
This study was conducted to determine the amount of usable energy in Sistan and Baluchestan range plants for livestock to obtain of regression equations and completing the Iranian feed composition tables. The raw data were collected from the Animal Nutrition Laboratory of Animal Science Research Institute (ASRI) (from 1987 to 2011) and Animal Nutrition Laboratory of Tehran University as well as final report of some research projects. The Tilly & Terry experimental data used. Linear, logarithmic, inverse, quadratic, cubic, power, S, and exponential fitted equations with SPSS software from DOMD data were very significant. Among the fitted equations, the linear for its precision was chosen. For ME estimation of Sistan & Balochestan range plants DOMD as independent predictor and in this regard estimated metabolizable energy was equal: ME (Mcal/ DM) = -6.147E - 15 + 0.0037 (DOMD g/Kg). ME estimation of metabolizable and net energy for lactation (NE_L) of Sistan & Balochestan range plants was 1.78 base on tilly & terry method and NE_L was 1.09 Mcal/Kg DM. Net energy for maintenance (NE_m) and net energy for growth (NE_g) were receptively 0.94 and 0.38 Mcal/Kg DM.
Keywords: *Mathematical models, Tilly and terry procedure, Sistan and Balochestan range plants*