

تخمین مقدار علوفه مراتع با استفاده از داده‌های ماهواره ای (مطالعه موردی حوزه آبخیز دماوند)

خسرو میرآخورلو^۱ و سید زین العابدین حسینی^۲

۱- عضو هیئت علمی موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع

۲- عضو هیئت علمی دانشگاه یزد

تاریخ دریافت: ۸۴/۹/۸ تاریخ پذیرش: ۸۵/۳/۱۱

چکیده

برآورد میزان تولید علوفه گیاهان مرتعی یکی از ابزارهای مهم مدیریت مراتع می‌باشد. در این تحقیق با بررسی عوامل محیطی موثر در میزان تولید علوفه گیاهان مرتعی و داده‌های ماهواره ای، مدل برآورد تولید علوفه برای مراتع دماوند تهیه شده است. به این منظور از داده‌های سنجنده TM ماهواره لندست ۵ برای بدست آوردن شاخص گیاهی NDVI برای محاسبه مقدار سبزینه گیاهان مرتعی منطقه استفاده شد. برای ارزیابی‌های کمی و کیفی پوشش گیاهی از روش آماربرداری تصادفی لایه ای، ترانسکت خطی و محاسبه اندازه پلاتها از روش حداقل سطح و نمودار گونه‌ها تعیین شد. در مجموع ۲۸ ترانسکت ۵۰ متری و ۲۸۰ قطعه نمونه یک متر مربعی (در هر ترانسکت ۱۰ قطعه نمونه) برای اندازه گیری‌های مورد نیاز و جمع آوری اطلاعات انتخاب شد. برای تهیه مدل از عوامل محیطی موثر در میزان تولید علوفه گیاهان مرتعی نظیر شیب، ارتفاع، جهت، متوسط بارندگی، دما و تبخیر سالانه و شاخص گیاهی NDVI استفاده شد. با تهیه نقشه عوامل ذکر شده برای حوزه دماوند و تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها، عوامل محیطی با اثر کم یا بی اثر حذف گردید و در نهایت با دخالت دادن سه عامل شیب، بارندگی و شاخص گیاهی NDVI رابطه زیر برای تخمین میزان علوفه قابل دسترس دام در حوزه بدست آمد. میانگین ارزش استاندارد مقادیر علوفه برآورد شده از مدل برابر ۳۸٪ و ارزش استاندارد انحراف معیار مقادیر علوفه (St. D.) برابر ۹۷٪ می‌باشد. نزدیک بودن میانگین ارزش استاندارد مقادیر علوفه برآورد شده از مدل به صفر و نزدیک بودن ارزش استاندارد انحراف معیار مقادیر علوفه (St. D.) به عدد یک نمایانگر اعتبار و کارایی نسبتا خوب مدل در تخمین علوفه مراتع منطقه محسوب می‌شود.

واژه‌های کلیدی: عوامل محیطی، علوفه، داده‌های ماهواره ای، شاخص گیاهی، مراتع، دماوند

مقدمه

علوفه نیاز به برنامه ریزی متخصصان علم مرتعداری با استفاده از اطلاعات به هنگام مانند داده‌های ماهواره‌ای و فن آوری دور سنجی دارد. بنابراین استفاده از داده‌های ماهواره‌ای و تلفیق آن با اطلاعات زمینی در سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی در مدیریت صحیح مراتع و استفاده درست از علوفه گیاهان مرتعی اهمیت زیادی دارد و می‌تواند تاثیر به سزایی در افزایش کمیت و کیفیت تولید علوفه، کاهش فرسایش خاک و در نهایت افزایش تولیدات دامی و کشاورزی داشته باشد.

تخمین علوفه مراتع به منظور تعیین ظرفیت چرا یکی از مواردی است که مستلزم صرف هزینه و زمان زیادی

یکی از خصوصیات جهانی مراتع در حال حاضر تولید علوفه برای حیوانات اهلی و وحشی می‌باشد. اهمیت مراتع در تغذیه سفره‌های آب زبر زمینی، جلوگیری از فرسایش، محلی برای زیستگاه حیات وحش و تفرج بر کسی پوشیده نیست ولی در کشور ما استفاده از مراتع بیشتر اهمیت اقتصادی دارد. مراتع موجود کشور سالانه حدود ۱۰۰ میلیون تن علوفه خشک قابل چرا تولید می‌کنند که این مقدار فقط می‌تواند ۵۰ میلیون واحد دامی را برای ۱۰۰ روز تغذیه کند (Frahnak and Movahed, 1997). استفاده درست و بهینه از همین مقدار

تخمین مقدار علوفه مراتع با استفاده از

داده‌های ماهواره ای

ماهواره لندست شاخص گیاهی NDVI محاسبه کرده و با مقدار تولید تخمین زده شده با این شاخص را با مقدار تولید محاسبه شده از ۵۸ قطعه نمونه مقایسه نمود و نتیجه گرفتند که رابطه معنی داری بین مقدار تولید علوفه برآورد شده از قطعات نمونه با تخمین مقدار تولید علوفه از شاخص گیاهی NDVI وجود ندارد.

Khalilpour (۱۹۷۷)، در مراتع حوضه آبخیز دماوند با استفاده از اطلاعات برداشت شده از ۸۲ قطعه نمونه مقدار تولید علوفه برآورد نمود و رابطه آن را با عوامل اکولوژیکی منطقه بررسی کرده ولی رابطه معنی داری بین مقدار تولید علوفه و شاخص گیاهی NDVI پیدا نکرد.

محمدی فخر (۱۳۸۰)، در چهار پایگاه مطالعاتی مراتع استپی استان مرکزی با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای و زمینی از ۱۸ شاخص گیاهی از جمله شاخص NDVI برای ارزیابی پوشش و تولید علوفه گیاهان مرتعی استفاده کرد. در این بررسی شاخص‌های MINI, MIRVI در پوشش بوته‌ای و شاخص‌های PD322

و PD321 در گراسها و بوته زار- گراسلند بیشترین همبستگی را با پوشش و تولید علوفه نشان دادند.

نوری (۱۳۸۴)، به منظور تعیین شاخص‌های مناسب ارزیابی تولید گیاهان در مراتع بیلاقی جنوب استان مازندران از داده‌های ماهواره‌ای و زمینی استفاده کرد. در این بررسی شاخص‌های گیاهی MIRV1, MIRV2, TV1, LAI و VI5 که در آن مانند شاخص NDVI از باندهای ۳ و ۴ داده‌های لندست استفاده شده است و از مشتقات شاخص NDVI می‌باشد، با تولید علوفه مراتع رابطه معنی داری را با ضرایب همبستگی بالا نشان داد.

مواد و روشها

موقعیت جغرافیایی منطقه

منطقه مورد مطالعه در ۲۵ کیلومتری شرق تهران، دامنه جنوبی یال اصلی رشته کوه البرز مرکزی و در حوضه آبخیز رودخانه دماوند قرار دارد که دارای موقعیت

است و نیاز به کار صحرایی مداوم در زمان رشد گیاهان مرتعی می‌باشد. مهمترین هدف این طرح، امکان برآورد مقدار علوفه مراتع با استفاده از داده‌های سنجنده TM¹ ماهواره لندست ۵ می‌باشد. در صورت تهیه مدل تولید علوفه برای مراتع مختلف با شرایط آب و هوایی متفاوت می‌توان هر ساله بدون نیاز به کار صحرایی با تهیه داده‌های ماهواره‌ای منطقه و سایر اطلاعات از سازمانهای مربوطه نظیر هواشناسی، به برآورد مقدار علوفه قابل دسترس دام برای تعیین ظرفیت مراتع اقدام نمود.

در رابطه با این موضوع، تحقیقات مختلفی در ایران و سایر کشورها انجام شده است که در ادامه به مهمترین آنها اشاره شده است.

ارزانی (۱۹۹۴)، در مراتع غرب ایالت نیوسالت ولز استرالیا ۲۰ شاخص گیاهی بدست آمده از داده‌های از داده‌های سنجنده TM¹ ماهواره لندست را به منظور تخمین درصد پوشش گیاهی و تولید علوفه بررسی کرد و استفاده از شاخص‌های گیاهی مناسب را برای برآورد میزان علوفه مراتع توصیه نمود.

Brouce و همکاران (۱۹۹۵)، با استفاده از شاخص گیاهی NDVI² و بکارگیری اطلاعات جمع آوری شده از قطعات نمونه در قسمتی از مراتع کشور نیجریه، مقدار بیوماس گیاهان علفی مراتع آن منطقه را برآورد نمودند و براساس مقدار علوفه تخمین زده شده ظرفیت مراتع منطقه را تعیین کردند.

Tim و همکاران (۱۹۹۶)، با استفاده از داده‌های سنجنده AVHRR ماهواره NOAA و داده‌های هواشناسی برای تخمین علوفه مراتع مناطق خشک شمال شرق نیجریه مدل NDVI را برای این مناطق تهیه کردند.

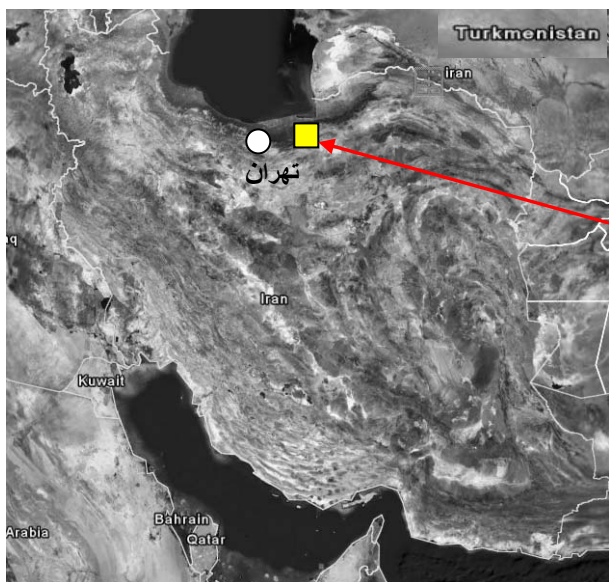
Frahnak و Movahed (۱۹۹۷)، در قسمتی از مراتع حوضه زنجان رود با استفاده از داده‌های سنجنده TM

¹ TM: Thematic Mapper

² NDVI: Normalized Difference Vegetation Index

قسمت آن دارای ۴۰۱۰ متر در قسمت شمال شرق و پست ترین نقطه آن ۱۲۲۰ متر ارتفاع در جنوب شرقی حوضه در قسمت خروجی رودخانه دماوند می باشد.

جغرافیایی $35^{\circ}, 32', 48''N$ تا $35^{\circ}, 32', 48''N$ عرض شمالی و $51^{\circ}, 12', 12''E$ تا $51^{\circ}, 46', 40''E$ طول شرقی می باشد. مساحت حوضه ۷۶۰ کیلومتر مربع و مرتفع ترین



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه در کشور

ماهواره، 4LWIS 2.1، 95 Microsatation جهت استفاده از نقشه های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ و نرم افزار Arcveiw GIS 3.2a.

تصحیحات هندسی و رادیومتری

به منظور تلفیق اطلاعات صحرایی با داده های ماهواره ای ۲۸ اوردیبهشت، سال ۱۳۶۹، این داده ها با استفاده از نقشه های ۱:۲۵۰۰۰ سازمان نقشه برداری، ژئورفرنس و تصحیحات هندسی انجام گرفت. در این مرحله ۱۳ نقطه از عوارض طبیعی و مصنوعی مشابه شناسایی شده بر روی تصویر و نقشه مانند تقاطع جاده ها، محل اتصال دو انشعاب از رودخانه، میادین و مساجد قدیمی که در طول زمان جا به جایی نداشته اند، استفاده شد. به کمک این نقاط دقت تصحیح انجام شده معادل

مراحل اجرا و روش تحقیق

این تحقیق در طی مراحل زیر انجام شده است:

تهیه داده های ماهواره ای و جمع آوری اطلاعات مربوط

به مطالعات انجام شده

نوع و مشخصات داده های ماهواره ای بکار گرفته شده

داده های تهیه شده شامل قسمتی از فریم شماره

۰۳۵-۱۶۴، از ماهواره لندست ۵ با سنجنده TM و زمان

اخذ آن ۲۸ اوردیبهشت، سال ۱۳۶۹ بود و اطلاعات زمینی

در طول خرداد ماه برداشت شده است.

ابزارها و نرم افزارهای مورد استفاده

دستگاه GPS³، نرم افزارهای ERDAS Imagine 8.3.1

نرم افزار تخصصی پردازش و تفسیر تصاویر رقومی

⁴ ILWIS: Integrated Land and Water Information System

³ GPS: Global Positioning System

تخمین مقدار علوفه مراتع با استفاده از

داده‌های ماهواره ای

بر اساس روش حداقل سطح و نمودار گونه‌ها تعیین شد (Tuller, 1988) در مجموع ۲۸ ترانسکت ۵۰ متری و ۲۸۰ قطعه نمونه یک متر مربعی (در هر ترانسکت ۱۰ قطعه نمونه) برای جمع‌آوری اطلاعات اندازه‌گیری گردید.

روش تعیین تولید علوفه مرتع

ترکیب گیاهی منطقه مورد مطالعه بیشتر شامل ۸ تیپ گیاهی است که گونه‌های غالب عبارتند از:

Astragalus Spp., *Artemisia Spp.*, *Acantholimum Spp.*, *Thymus Spp.*, *Frula Spp.*

گراسهای یکساله و همچنین گونه‌های درختی و

درختچه‌ای پراکنده شامل: *Juniperus polycarpus*,

Pistacia mutica, *Berberis vulgaris* می‌باشد.

از روش متداول قطع و توزین^۸ (Stoddart et al., 1975) برای برآورد تولید علوفه مرتع در ۲۸ تیپ گیاهی شناسایی شده در منطقه اقدام شد. به این منظور بعد از قطع قسمتهای قابل چرای گونه‌های مختلف بر حسب درجه خوشخوراکی (I, II, III) از قطعه نمونه و خشک کردن آن، مقدار وزن خشک علوفه در هر طبقه از درجه خوشخوراکی در تیپ برحسب (kg/ha) محاسبه شد.

محاسبه شاخص گیاهی NDVI

این شاخص از رابطه حاصل تقسیم تفاضل باندهای ۴ و ۳ بر مجموع باندهای ۴ و ۳ سنجنده TM ماهواره لندست ۵ طبق رابطه زیر محاسبه شد (Raymond et al, 2001).

$$NDVI = (TM4 - TM3) / (TM4 + TM3)$$

در رابطه بالا:

شاخص گیاهی NDVI=

باندهای ۴ سنجنده تی ام ماهواره لندست TM4=

باندهای ۳ سنجنده تی ام ماهواره لندست TM3=

ارزش عددی پیکسل‌ها در این شاخص گیاهی بین ۱- تا ۱+ می‌باشد. هرچه ارزش پیکسلی به عدد یک مثبت نزدیک تر باشد تراکم پوشش گیاهی آن بیشتر است، زیرا انعکاس امواج الکترومغناطیسی از سبزینه گیاهی در باندهای

۰/۰۲ پیکسل (۳۰×۳۰) بدست آمد. داده‌های ماهواره‌ای مورد استفاده عاری از لکه‌های ابر بود و از وضوح مناسبی برخوردار بود و به عدم مقایسه دو داده غیر هم زمان در این مطالعه انجام تصحیحات اتسمفیری ضروری نبود.

تهیه نقشه‌های تیپ گیاهی، بارندگی و شیب منطقه

با تفسیر عکسهای هوایی (۱:۵۰۰۰۰) و تصاویر ماهواره‌ای نقشه کار بری اراضی و محدوده تیپ‌های گیاهی قابل تشخیص حوضه با مقیاس (۱:۵۰۰۰۰) تهیه شد. سپس این نقشه با بازدیدهای صحرایی کامل گردید که در نهایت ۲۸ تیپ گیاهی در محدوده حوضه آبخیز تشخیص داده شد. نقشه محدوده تیپ‌ها رقومی شد تا در تلفیق با سایر داده‌های زمینی و ماهواره‌ای مورد استفاده قرار گیرد. با استفاده از آمار متوسط بارندگی ۲۶ ساله ایستگاههای موجود در حوضه و حاشیه آن، نقشه منحنی‌های همباران برای حوزه تهیه شد. سپس با میان‌یابی خطوط همباران نقشه مقدار متوسط سالانه بارندگی حوضه در ساختار فایل رستری برای هر پیکسل (۳۰*۳۰ متر) مشخص گردید. نقشه شیب حوضه نیز با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی ۱/۲۵۰۰۰ و ساختن مدل ارتفاعی زمین (DEM)^۵ تهیه شد.

عملیات صحرایی و روشهای اندازه‌گیری

برای ارزیابی‌های کمی و کیفی پوشش گیاهی تیپ‌ها، برداشت اطلاعات صحرایی انجام گردید. روش نمونه‌برداری مونه‌بندی (SRS)^۶ انتخاب شد (Tuller, 1988) که در آن نمونه‌های نمونه برداری همان تیپ‌های گیاهی بودند. برای اندازه‌گیری تاج پوشش از روش ترانسکت خطی و شمارش LTC^۷ استفاده شد (Kent & Coker, 1992) اندازه پلاتها و طول ترانسکت

^۵ DEM: Digital Elevation Model

^۶ Stratify Random Sampling

^۷ LTC: Line Transect and Count

^۸ Clip and Weight1

وابسته به عنوان مقدار تولید علوفه مرتع در هکتار بودند. با وارد کردن معادله در محیط GIS Modeling نرم افزار نقشه مقدار تولید علوفه تهیه گردید.

و ۳ (محدوده امواج قرمز و مادون قرمز) سنجنده TM بیشتر از سایر باندها می باشد. نقشه NDVI استخراج شده برای حوزه نمایانگر ارزش عددی بین ۰/۳۵- الی ۰/۱۵- برای این شاخص می باشد.

نتایج

استخراج نقشه شاخص گیاهی NDVI

جدول ۱ مقدار علوفه را در طبقات مختلف شاخص با درجه خوشخوراکی متفاوت نشان می دهد. طبق جدول شماره ۱ ارتباط مستقیمی بین مقدار علوفه و ارزش پیکسلی شاخص NDVI وجود دارد و با افزایش ارزش شاخص مقدار علوفه نیز افزایش می یابد. شکل شماره ۲ نمودار همبستگی بین مقدار علوفه و ارزش عددی شاخص را در ۲۸ تیپ گیاهی نشان می دهد. بر اساس این نمودار مقدار R^2 در رابطه خطی معادل ۰/۶۷ و در یک معادله درجه ۲ معادل ۰/۷۲ می باشد.

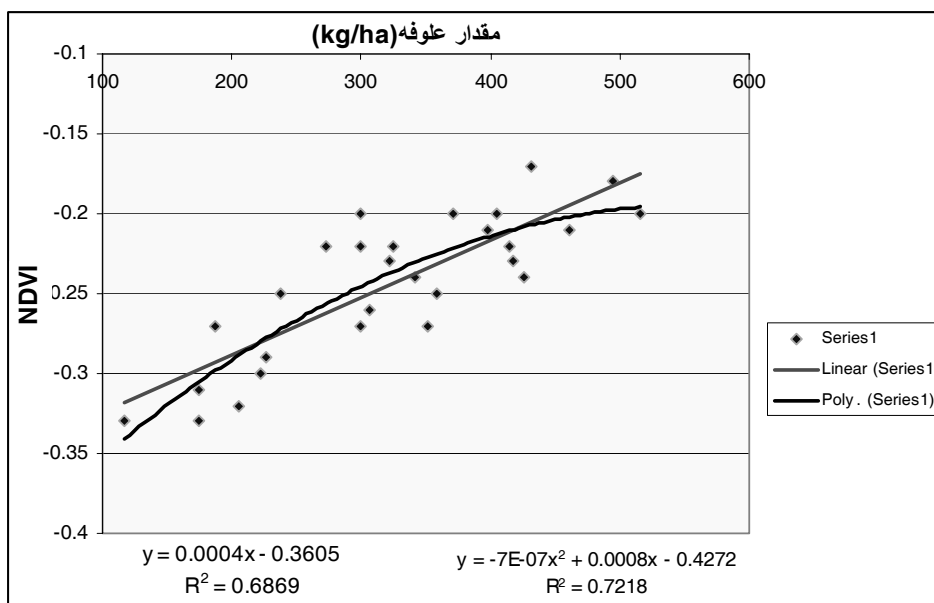
استخراج مدل برآورد تولید علوفه مرتع

با استفاده از مدل تجزیه عامل (Factor Analysis) نرم افزار آماری SPSS، متغیرهای وابسته و مستقل شرکت کننده در مدل برآورد تولید علوفه مرتع مورد بررسی تجزیه و تحلیل قرار گرفت این مدل آماری عوامل یا متغیرهای بی اثر در تولید علوفه را بعد از شناسایی کنار می گذارد و در محاسبه دخالت نمی دهد سپس متغیرهایی که بیشترین همبستگی را با متغیر وابسته داشته باشند در قالب یک معادله معرفی می کند. در این مرحله داده های وارد شده به نرم افزار مربوط به متغیرهای ارتفاع، شیب، دما، بارندگی، تراکم دام و شاخص گیاهی NDVI و متغیر

جدول ۱- مقدار علوفه با استفاده از شاخص NDVI در طبقات شاخص با درجه خوشخوراکی متفاوت

نام تیپ	جمع (kg/ha)	علوفه		مقدار درجه I	طبقات شاخص NDVI
		درجه III	درجه II		
Gr. - Sa. li., As. gl.- Ps. fg., Th. ko.- Fe. gu., St. ba.- Sc. or., Acl. er.- Hu. pe., Th. ko.- On. co., So. lo.- As. pe. As. ma.- Ar. he., As. vi.- Fe. gu., Th. fa.- Acl. sc., Ar. au.- Th. ko., As. pe.- Acl. br., Ps. fr.- Ar. to., Sa. pe.- Ar. au., St. ba.- Ac. cr., Ae. kot.- Acl. br. As. pe.- Th. ko., As. ch.- Ae. kot., As. mi.- Di. da., Di. da.- Fe. gu., Br. te.- Dia. sz., Th. ko.- Ps. fr., Ar. to.- Ac. er., Fe. gu.- Th. fa., Th. ko.- Eu. ma., Ar. he.- As. is., Sa. pe.- As. gl., Eu. ce.- Koc. pr.	۲۵۰-۱۰۰	۱۴۰-۶۰	۶۰-۳۰	۳۰-۱۰	۰/۲۵ الی ۰/۳۵
	۳۵۰-۲۵۱	۱۵۰-۱۲۰	۱۴۰-۹۰	۶۰-۴۰	۰/۲ الی ۰/۲۴
	۵۵۰-۳۵۱	۲۵۰-۱۵۰	۲۰۰-۱۴۰	۱۰۰-۶۰	۰/۱۵ الی ۰/۱۹
	۰/۱۴ الی ۰

تخمین مقدار علوفه مراتع با استفاده از داده‌های ماهواره ای



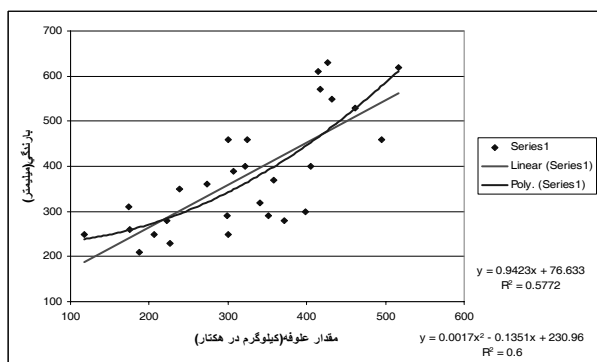
شکل ۲- رابطه بین ارزش NDVI و مقدار تولید علوفه در ۲۸ تیپ گیاهی

بررسی رابطه بین شیب و مقدار تولید علوفه

تجزیه و تحلیل آماری عوامل موثر در تولید علوفه در مدل تجزیه عامل نرم افزار آماری SPSS نشان داد، شیب یکی دیگر از عوامل تاثیر گذار در میزان تولید علوفه است. شکل شماره ۳ نمودار همبستگی بین مقدار علوفه و شیب را در ۲۸ تیپ گیاهی نشان می‌دهد. بر اساس این نمودار مقدار R^2 در رابطه خطی معادل ۰/۶۳ و در یک معادله درجه ۲ معادل ۰/۶۷ می‌باشد.

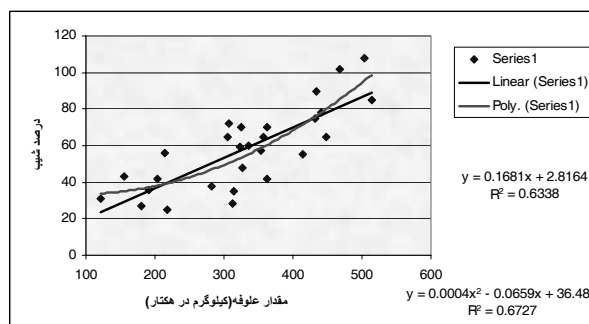
بررسی رابطه بین بارندگی و مقدار تولید علوفه

یکی دیگر از عوامل تاثیر گذار در میزان تولید علوفه حاصل از تجزیه عامل در نرم افزار عامل بارندگی بود. شکل شماره ۴ نمودار همبستگی بین مقدار علوفه و شیب را در ۲۸ تیپ گیاهی نشان می‌دهد. بر اساس این نمودار مقدار R^2 در رابطه خطی معادل ۰/۵۸ و در یک معادله درجه ۲ معادل ۰/۶ می‌باشد.



شکل ۴- رابطه بین بارندگی و مقدار تولید علوفه در ۲۸

تیپ گیاهی



شکل ۳- رابطه بین شیب و مقدار تولید علوفه در ۲۸ تیپ

گیاهی

برآورد تولید علوفه مرتع با روش متداول (قطع و توزین)

با استفاده از اطلاعات صحرایی برداشت شده از قطعات نمونه ۲۸ تیپ گیاهی منطقه، مقدار علوفه هر تیپ با سه درجه خوشخوراکی مختلف محاسبه شد. براساس جدول شماره ۲، بیشترین تولید علوفه در تیپ Br. te.- Dia. sz

به میزان ۵۱۶ kg/ha، کمترین تولید در تیپ Gr. - Sa. li. به مقدار ۱۱۷ kg/ha و متوسط تولید علوفه مرتع در ۲۸ تیپ گیاهی ۳۲۴ کیلو گرم در هکتار برآورد گردید.

جدول ۲- برآورد ظرفیت مرتع در ۲۸ تیپ گیاهی موجود در منطقه با استفاده از روش قطع و توزین

شماره تیپ گیاهی	نام تیپ گیاهی	مقدار علوفه* کیلوگرم/هکتار	مساحت هکتار	مقدار علوفه کل کیلوگرم
۱	Gr. - Sa. li.**	۱۱۷	۳۱۸	۳۷۲۰۶
۲	As. pe.- Th. ko.	۴۳۲	۹۴۳۵	۴۰۷۵۹۲۰
۳	As. ch.- Ae. kot.	۳۵۸	۴۸۷۰	۱۷۴۳۴۶۰
۴	As. gl.- Ps. fg.	۲۲۷	۱۰۴۶۸	۲۳۷۵۲۳۶
۵	As. ma.- Ar. he.	۳۰۷	۱۷۷۳	۵۴۴۳۱۱
۶	As. mi.- Di. da.	۴۲۶	۴۳۸	۱۸۶۵۸۸
۷	As. vi.- Fe. gu.	۳۰۰	۷۰۳	۲۱۰۹۰۰
۸	Di. da.- Fe. gu.	۴۱۷	۶۲۰	۲۵۸۵۴۰
۹	Th. ko.- Fe. gu.	۱۷۴	۳۹۴۱	۶۸۵۷۳۴
۱۰	Br. te.- Dia. sz.	۵۱۶	۲۴۸	۱۲۷۹۶۸
۱۱	Th. ko.- Ps. fr.	۴۰۵	۱۵۲۴	۶۱۷۲۲۰
۱۲	Th. fa.- Acl. sc.	۳۲۵	۲۹۷۴	۹۶۶۵۵۰
۱۳	Ar. au.- Th. ko.	۳۲۲	۷۰	۲۲۵۴۰
۱۴	Ar. to.- Ac. er.	۳۵۱	۶۰۵۷	۲۱۲۶۰۰۷
۱۵	As. pe.- Acl. br.	۳۴۱	۸۳۲۷	۲۸۳۹۵۰۷
۱۶	Fe. gu.- Th. fa.	۴۱۴	۲۵۱	۱۰۳۹۱۴
۱۷	Ps. fr.- Ar. to.	۲۷۳	۲۳۱	۶۳۰۶۳
۱۸	Th. ko.- Eu. ma.	۳۷۱	۶۱۳	۲۲۷۴۲۳
۱۹	Ar. he.- As. is.	۴۶۱	۲۱۱	۹۷۲۷۱
۲۰	Sa. pe.- As. gl.	۳۹۸	۱۹۳	۷۶۸۱۴
۲۱	Sa. pe.- Ar. au.	۲۲۲	۹۳	۲۰۶۴۶
۲۲	St. ba.- Ac. cr.	۳۰۰	۱۰۴۵	۳۱۳۵۰۰
۲۳	St. ba.- Sc. or.	۱۸۷	۱۲۷۴	۲۲۶۷۷۲
۲۴	Acl. er.- Hu. pe.	۱۷۵	۱۱۵	۲۰۱۲۵
۲۵	Ae. kot.- Acl. br.	۲۹۹	۵۰۶	۱۵۱۲۹۴
۲۶	Eu. ce.- Koc. pr.	۴۹۵	۱۳۴۵	۶۶۵۷۷۵
۲۷	Th. ko.- On. co.	۲۳۸	۱۰۴	۲۴۷۵۲
۲۸	So. lo.- As. pe.	۲۰۶	۸۲۳	۱۶۹۵۳۸
جمع		۹۰۵۷	۵۸۵۷۰	۱۸۹۷۹۲۵۸

* مقدار علوفه خشک تولید شده در یک هکتار از تیپ گیاهی ** اسامی کامل تیپ‌ها در ضمیمه شماره ۱ آمده است

استخراج مدل اندازه گیری تولید مرتع

در این مرحله داده‌های وارد شده به نرم افزار مربوط به متغیرهای ارتفاع، شیب، دما، بارندگی، تراکم دام و

شاخص گیاهی NDVI بودند و مقدار علوفه (کیلو گرم در هکتار) به عنوان متغیر وابسته به نرم افزار معرفی شد.

نتیجه تجزیه تحلیل داده‌های وارد شده منجر به استخراج مدل زیر گردید.

$$\text{مقدار علوفه (کیلو گرم در هکتار)} = \text{NDVI } 870.72 + 0.54 R - 5.60 S + 191.21$$

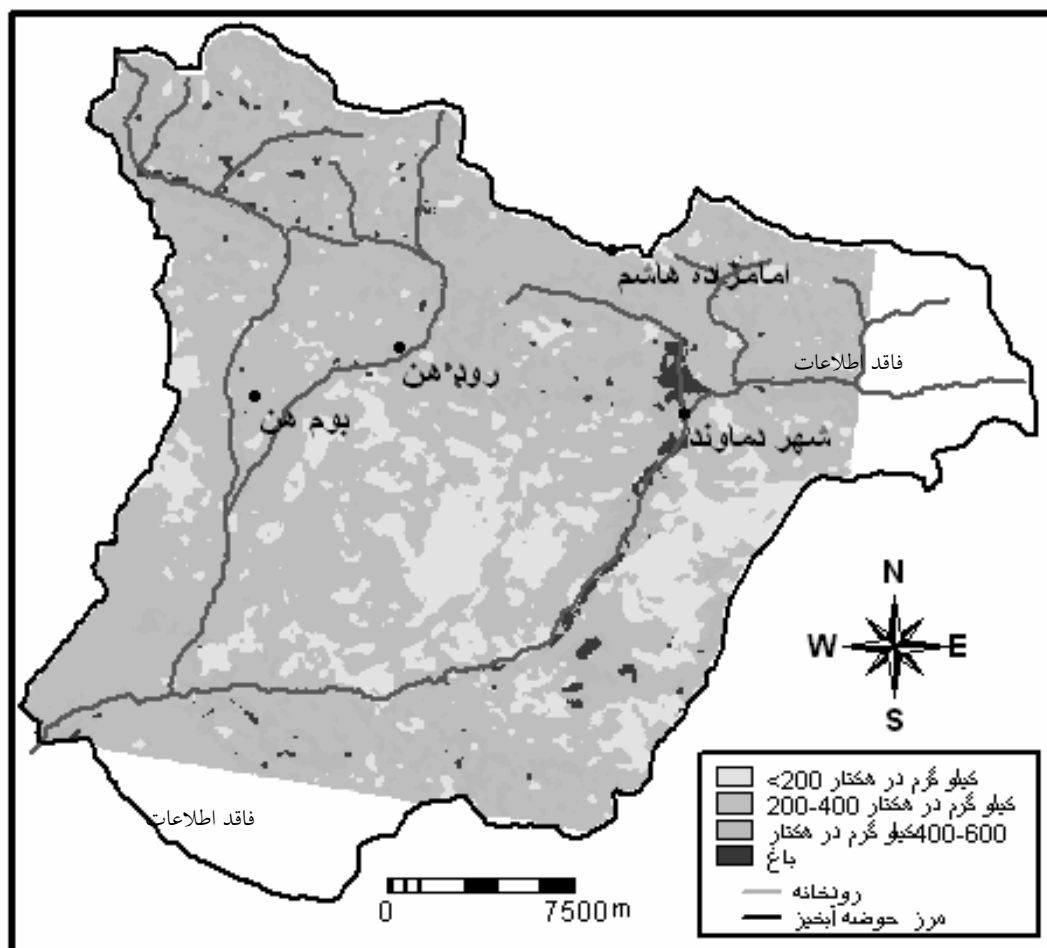
$$t \text{ ارزش} = (2/678)** \text{ و } (-2/0.31)* \text{ و } (3/511)**$$

$$* = \%10 \quad ** = \%5 \quad *** = \%1$$

NDVI= ۲۸ تعداد نمونه N= Rainfall (mm) S= Slope % R= ارزش شاخص گیاهی در پیکسل مربوطه

جدول شماره ۳ بیشترین تولید علوفه خشک در تیپ AS. mi.- Di. da. به میزان ۵۱۴ kg/ha کمترین ظرفیت در Gr. Sa. li. ۱۲۲ kg/ha و به طور متوسط در مراتع حوزه ۳۲۰ کیلو گرم در هکتار برآورد گردید.

برآورد تولید مرتع با استفاده از مدل استخراج شده با بکار گیری مدل استخراج شده در نرم افزار متصل به پایگاه داده طرح که شامل اطلاعات شیب، ارزش شاخص گیاهی NDVI و بارندگی در ۲۸ تیپ گیاهی منطقه بود، مقدار علوفه هر تیپ محاسبه شد. بر اساس



شکل ۵- نقشه برآورد میزان تولید علوفه از مدل تهیه شده از داده‌های ماهواره‌ای

ارزیابی مدل

بر اساس جدول شماره ۳ متوسط تولید علوفه در هکتار مراتع حوزه به ترتیب ۳۲۴ (قطع و توزین) و ۳۲۰ (برآورد تولید علوفه از مدل) کیلوگرم بر آورد گردید که فقط ۴ کیلوگرم در هکتار اختلاف دارند (کمتر از روش

قطع و توزین) و معادل ۲ واحد دامی در هکتار می باشد. طبق همین جدول میانگین ارزش استاندارد مقادیر علوفه برآورد شده از مدل برابر ۳۸٪ و ارزش استاندارد انحراف معیار مقادیر علوفه (St. D.) برابر ۹۷٪ می باشد.

جدول شماره ۳- برآورد میزان تولید مرتع در ۲۸ تپ گیاهی با استفاده از قطع و توزین و مدل

شماره تپ	نام تپ گیاهی	مقدار علوفه* kg/ha	مقدار علوفه** kg/ha	(Un. P. V.) ¹	(St. P. V.) ²	مساحت ha	مقدار علوفه کل* kg	مقدار علوفه کل** kg
۱	Gr. - Sa. li.	۱۱۷	۱۲۲	۵	-۱/۹۶	۳۱۸	۳۷۲۰۶	۳۸۳۷۹
۲	As. pe.- Th. ko.	۴۳۲	۴۱۵	-۱۷	۰/۷۰	۹۴۳۵	۴۰۷۵۹۲۰	۳۹۱۵۵۲۵
۳	As. ch.- Ae. kot.	۳۵۸	۳۱۳	-۴۵	-۰/۱۶	۴۸۷۰	۱۷۴۳۴۶۰	۱۵۲۴۳۱۰
۴	As. gl.- Ps. fg.	۲۲۷	۲۱۵	-۱۲	-۱/۰۹	۱۰۴۶۸	۲۳۷۵۲۳۶	۲۲۵۰۶۲۰
۵	As. ma.- Ar. he.	۳۰۷	۳۲۳	۱۶	-۰/۰۷	۱۷۷۳	۵۴۴۳۱۱	۵۷۲۶۷۹
۶	As. mi.- Di. da.	۴۲۶	۵۱۴	۸۸	۱/۷۳	۴۳۸	۱۸۶۵۸۸	۲۲۵۱۳۲
۷	As. vi.- Fe. gu.	۳۰۰	۴۴۱	۱۴۱	۱/۰۴	۷۰۳	۲۱۰۹۰۰	۳۱۰۰۲۳
۸	Di. da.- Fe. gu.	۴۱۷	۴۳۴	۱۷	۰/۹۷	۶۲۰	۲۵۸۵۴۰	۲۶۹۰۸۰
۹	Th. ko.- Fe. gu.	۱۷۴	۱۵۶	-۱۸	-۱/۶۴	۳۹۴۱	۶۸۵۳۴	۶۱۴۷۹۶
۱۰	Br. te.- Dia. sz.	۵۱۶	۵۰۴	-۱۲	۱/۶۴	۲۴۸	۱۲۷۹۶۸	۱۲۴۹۹۲
۱۱	Th. ko.- Ps. fr.	۴۰۵	۴۳۲	۲۷	۰/۹۶	۱۵۲۴	۶۱۷۲۲۰	۶۵۸۳۶۸
۱۲	Th. fa.- Acl. sc.	۳۲۵	۳۵۴	۲۹	۰/۲۲	۲۹۷۴	۹۶۶۵۵۰	۱۰۵۲۷۹۶
۱۳	Ar. au.- Th. ko.	۳۲۲	۳۲۷	۵	-۰/۰۳	۷۰	۲۲۵۴۰	۲۲۸۹۰
۱۴	Ar. to.- Ac. er.	۳۵۱	۳۵۰	-۱	۰/۱۹	۶۰۵۷	۲۱۴۶۰۰۷	۲۱۱۹۹۵۰
۱۵	As. pe.- Acl. br.	۳۴۱	۳۵۷	۱۶	۰/۴۲	۸۳۲۷	۲۸۳۹۵۰۷	۲۹۷۲۷۳۹
۱۶	Fe. gu.- Th. fa.	۴۱۴	۳۸۲	-۳۲	۰/۴۹	۲۵۱	۱۰۳۹۱۴	۹۵۸۸۲
۱۷	Ps. fr.- Ar. to.	۲۷۳	۳۰۸	۳۵	-۰/۲۱	۲۳۱	۶۳۰۶۳	۷۱۱۴۸
۱۸	Th. ko.- Eu. ma.	۳۷۱	۳۲۵	-۴۶	-۰/۰۵	۶۱۳	۲۲۷۴۳۳	۱۹۹۲۲۵
۱۹	Ar. he.- As. is.	۴۶۱	۴۶۷	۶	۱/۲۹	۲۱۱	۹۷۲۷۱	۹۸۵۳۸
۲۰	Sa. pe.- As. gl.	۳۹۸	۳۶۳	-۳۵	۰/۳۱	۱۹۳	۷۶۸۱۴	۷۰۰۵۹
۲۱	Sa. pe.- Ar. au.	۲۲۲	۲۰۳	-۱۹	-۱/۲۰	۹۳	۲۰۶۴۶	۱۸۸۷۹
۲۲	St. ba.- Ac. cr.	۳۰۰	۳۱۵	۱۵	-۰/۱۴	۱۰۴۵	۳۱۳۵۰۰	۳۲۹۱۷۵
۲۳	St. ba.- Sc. or.	۱۸۷	۱۸۱	-۶	-۱/۴۱	۱۲۷۴	۲۲۶۷۷۲	۲۳۰۵۹۴
۲۴	Acl. er.- Hu. pe.	۱۷۵	۱۹۱	۱۶	-۱/۳۱	۱۱۵	۲۰۱۲۵	۲۱۹۶۵
۲۵	Ae. kot.- Acl. br.	۲۹۹	۲۸۲	-۱۷	-۰/۴۵	۵۰۶	۱۵۱۲۹۴	۱۴۲۶۹۲
۲۶	Eu. ce.- Koc. pr.	۴۹۵	۴۴۸	-۴۷	۱/۱۱	۱۳۴۵	۶۶۵۷۷۵	۶۰۲۵۶۰
۲۷	Th. ko.- On. co.	۲۳۸	۳۰۶	۶۸	-۰/۲۲	۱۰۴	۲۴۷۵۲	۳۱۸۲۴
۲۸	So. lo.- As. pe.	۲۰۶	۲۱۸	۱۲	-۱/۰۵	۸۲۳	۱۶۹۵۳۸	۱۷۹۴۱۴
	جمع					۵۸۵۷۰	۱۸۹۷۹۲۵۸	۱۸۷۶۴۲۳۴

**مقدار علوفه اندازه گیری شده با استفاده از روش قطع و توزین

**مقدار علوفه برآورد شده از مدل

1. Unstandard Predict Value = اختلاف مقدار علوفه اندازه گیری شده و مقدار علوفه برآورد شده از مدل

مقدار علوفه برآورد شده در هر نمونه - میانگین مقدار علوفه برآورد شده در نمونه‌ها

2. Standard Predict Value =

انحراف معیار مقدار علوفه برآورد شده در نمونه‌ها

مقدار ذکر شده با استفاده از رابطه شماره ۱ محاسبه گردید (نرم افزار).

رابطه شماره (۱)

$$\text{مقدار علوفه برآورد شده در هر نمونه} - \text{میانگین مقدار علوفه برآورد شده در نمونه‌ها} \\ = \frac{\text{مقدار استاندارد علوفه برآورد شده}}{\text{انحراف معیار مقدار علوفه برآورد شده در نمونه‌ها}}$$

بحث

- در این تحقیق همبستگی آماری بالایی بین تولید علوفه گونه‌های مرتعی و شیب ($R^2=0.77$) منطقه مشاهده شد. بدین معنی که برخلاف انتظار که می‌بایست در مناطق پرشیب به دلیل عدم استقرار خاک مناسب با عمق کافی، میزان تولید علوفه کم باشد، ولی با افزایش شیب مقدار علوفه افزایش یافته است و بیشترین مقدار علوفه در مناطق پرشیب حوضه برآورد گردید. این پدیده به لحاظ شرایط توپوگرافی، بارندگی و وضعیت پراکنش دام در استفاده از مراتع حوضه قابل توجه می‌باشد. مناطق پر شیب منطقه بیشتر در مناطق کوهستانی بین ۲۷۰۰ تا ۴۰۰۰ متر ارتفاع از سطح دریا واقع شده است. بر اساس رابطه بارندگی - ارتفاع، با افزایش ارتفاع، بارندگی در منطقه افزایش می‌یابد و بین بارندگی و میزان تولید علوفه گونه‌های مرتعی در مناطق خشک و نیمه خشک رابطه مستقیم وجود دارد و از طرفی مراتع مناطق پرشیب منطقه برخلاف سایر مناطق که بیشتر از ۱۵۰ روز دامها در آن چرا می‌کنند، فقط ۷۰ الی ۹۰ روز به عنوان مراتع بیلاقی مورد استفاده دام قرار می‌گیرد. بنابر این نتیجه فوق به دلایل ذکر شده دور از انتظار نیست.

پیشنهادها

۱- برای استفاده از داده‌های ماهواره‌ای در ارزیابی‌های کمی و کیفی مراتع توصیه می‌شود تا از داده‌های هم زمان با تاریخ برداشت اطلاعات صحرائی که معمولاً در ماههای اردیبهشت، خرداد و تیر انجام می‌شود، استفاده شود. چون در این زمان گونه‌های مرتعی خانواده گندمیان و علفی سر پا هستند و هنوز خشک نشده اند، در این حالت وضعیت

استفاده از شاخص‌های گیاهی استخراج شده از داده‌های ماهواره‌ای از جمله NDVI برای برآورد تولید علوفه مراتع توسط محققان زیادی از جمله ارزانی (۱۹۹۴)، Brouce (۱۹۹۵)، Tim و همکاران (۱۹۹۶)، محمدی فخر (۱۳۸۰)، فرزاد مهر (۱۳۸۲) و نوری (۱۳۸۴) توصیه شده است. این شاخص که از نسبت باندهای مادون قرمز نزدیک و باند طیفی قرمز ساخته شده است قابلیت تخمین پوشش و تولید گیاهان مرتعی را دارد (Arzani, 1994 و فرزاد مهر، ۱۳۸۲). در این تحقیق نیز مقدار R^2 محاسبه شده در نمودار شماره ۲ که رابطه مقدار تولید علوفه در ۲۸ تپ گیاهی منطقه و شاخص NDVI را نشان می‌دهد معادل ۰/۷۲ می‌باشد. استفاده از این شاخص در مدل برآورد تولید علوفه ارزش استاندارد انحراف معیار مقادیر برآورد علوفه (St. D.) برابر ۹۷٪ محاسبه گردید که نمایانگر اعتبار و کارایی نسبتاً خوب این شاخص در مدل تخمین علوفه مراتع منطقه می‌باشد.

- دستیابی به مدل برآورد تولید علوفه از داده‌های ماهواره‌ای و تجزیه و تحلیل آن در سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی نشان داد این فناوری می‌تواند به عنوان ابزاری مناسب در خدمت مدیریت مراتع قرار گیرد. با تهیه مدل‌های مشابه برای مراتع با شرایط آب و هوایی مختلف، اطلاعات به هنگام تولید علوفه در آغاز فصل را برآورد کرد و متناسب با مقدار تولید علوفه ظرفیت چرا برای مراتع را تعیین نمود. این عمل علاوه بر کاهش میزان هزینه و زمان، می‌تواند در بالا بردن دقت تعیین ظرفیت مراتع نیز کمک کند.

از طریق اطلاعات رقومی در دو منطقه استپی استان مرکزی، پایان نامه کارشناسی ارشد مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، ۱۳۶ صفحه.

۳- نوری، س.، ۱۳۸۴. تعیین شاخص‌های گیاهی مناسب ارزیابی پوشش گیاهی مراتع ییلاقی استان مازندران، پایان نامه کارشناسی ارشد مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تربیت مدرس، ۱۲۷ صفحه.

- 4- Arzani, H. , 1994. Some aspect of estimating short term and long term rangeland carrying capacity in the Western Division of New South Wales. PhD thesis.
- 5- Bruce, K. W., Issa D., Rex D. P., John A. H., Bradley C. R., AND G. Morris Southward, 1995. Satellite-based herbaceous biomass estimates in the pastoral zone of Niger. *Journal Of Range Management*, 48(2):159-164, 6p
- 6- Frahnak, M. and Movahed, F., 1997. Rangeland and biomass modelling in Zanzan mountains, Iran, Case study, ITC, Enchede. 63p.
- 7- Khalilpour, S.A., 1977. Range land biomass mapping in Damavand, Iran. Case study, ITC, Enschede. 84p.
- 8- Kent, M. and Coker, P., 1992. *Vegetation description and analysis, approach*. 1st end, London, UK, CRC Press, Boca Ann Arbor, 362p.
- 9- Petra, B., Remo, D., Haas, A. and Raymond, N., 1997. *ILWIS 2.1 Reference Guide*. ILWIS department, ITC, Enschede, The Netherlands, 485p - Raymond, N. Petra, B. 2001. *ILWIS 3.0 Academic, User's Guide*. ILWIS department, ITC, Enschede, The Netherlands, 520p.
- 10- Raymond, N. Petra, B. 2001. *ILWIS 3.0 Academic, User's Guide*. ILWIS department, ITC, Enschede, The Netherlands, 520p.
- 11--Stoddart, L.A., Smith, A.D., Box, W., 1975. *Range management*, 3rd edn, New York: MC Graw - Hill Book Company, 532p.
- 12--Tim H., William S., and Graham T., 1996. *Modelling NDVI From decadal data in the North East Arid Zone of Nigeria*. *Journal Of Environmental Management*, 48: 249-261, 13p.
- 13-Tuller, P. T., 1988, *Vegetation Science Application for Rangeland Analysis and Management*, USA, Boston, Kluwer Academic Publisher, 642p.

پوشش گیاهی خیلی شبیه به وضعیت ثبت شده در تصاویر ماهواره‌ای است.

۲- دستیابی به مدل برآورد تولید علوفه با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای در سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی نشان داد که استفاده از این داده‌ها به عنوان یه داده به هنگام و کم هزینه می‌تواند در خدمت مدیریت مراتع قرار گیرد. تهیه مدل‌های مشابه تخمین میزان علوفه برای سایر مراتع کشور با شرایط آب و هوایی و توپوگرافی متفاوت توصیه می‌شود.

۳- توصیه می‌شود که برای کالیبره کردن مدل در منطقه مورد تحقیق با احداث محل‌های قرق ثابت با اندازه گیری میزان تولید حداقل برای ۳ الی ۵ سال متوالی اقدام گردد تا اثر اتفاقی عوامل محیطی در میزان تولید علوفه شناخته شود و مدل با کالیبراسیون مناسب دقت بیشتر میزان تولید علوفه را برآورد کند.

۴- پیشنهاد می‌شود اندازه گیریها با توجه به شرایط آب و هوایی منطقه در سه نوبت اوردیبهشت ماه (زمان حداکثر رشد گراسهای یک ساله)، تیرماه و مرداد(زمان رشد گونه‌های علفی) و اواخر شهریور و مهر ماه که زمان رشد گونه‌هایی بوته‌ای است و در این زمان بعضی گونه‌های خانواده اسفناجیان بعد از باریدن اولین باران پاییزی برای دام قابل استفاده می‌شود اقدام گردد.

منابع مورد استفاده

۱- فرزاد مهر، ج.، ۱۳۸۲، برآورد مشخصه‌های کمی (تاج پوشش و تولید گیاهی) مراتع در مناطق رویشی استپی و نیمه استپی با استفاده از داده‌های ماهواره‌های لندست و اسپات، رساله دکترای، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، ۱۷۵ صفحه.

۲- محمدی فخر، ح.، ۱۳۸۰، تعیین شاخص‌های گیاهی مناسب جهت برآورد میزان پوشش و تولید گیاهان مرتعی

1	Gr. – Sa. li.	Grass-Salvia limbata
2	As. pe.- Th. ko.	Astragalus persicum – Thymus kotschyanus
3	As. ch.- Ae. kot.	Astragalus chrysostachys – Aegilops kotschi
4	As. gl.- Ps. fg.	Astragalus glaucacanthus- Psathyrostachys fragils
5	As. ma.- Ar. he.	Astragalus macopelmatus – Artemisia herba-alba
6	As. mi.- Di. da.	Astragalus michauxlanus – Diplotaenia damavandica
7	As. vi.- Fe. gu.	Astragalus viciaefolius – Ferula gummosa
8	Di. da.- Fe. gu.	Diplotaenia damavandica - Ferula gummosa
9	Th. ko.- Fe. gu.	Thymus kotschyanus - Ferula gummosa
10	Br. te.- Dia. sz.	Bromus tectorum – Dianthus szowitsianus
11	Th. ko.- Ps. fr.	Thymus kotschyanus – Psathyrostachys fragils
12	Th. fa.- Acl. sc.	Thymus fallax- Acantholimon scorpius
13	Ar. au.- Th. ko.	Artemisia aucheri- Thymus kotschyanus
14	Ar. to.- Ac. er.	Artemisia tournefortinia – Acantholimon erinceum
15	As. pe.- Acl. br.	Astragalus persicum – Acantholimon bracteatum
16	Fe. gu.- Th. fa.	Ferula gummosa – Thymus fallax
17	Ps. fr.- Ar. to.	Psathyrostachys fragils –Artemisia tournefortinia
18	Th. ko.- Eu. ma.	Thymus kotschyanu- Euphorbia macroclade
19	Ar. he.- As. is.	Artemisia herba-alba – Astragalus isphahanicus
20	Sa. pe.- As. gl.	Salsola persica- Astragalus glaucacanthu
21	Sa. pe.- Ar. au.	Salsola persica – Artemisia aucheri
22	St. ba.- Ac. cr.	Stipa barbata- Acanthophlum crassifolium
23	St. ba.- Sc. or.	Stipa barbata – Scariola orientalis
24	Acl. er.- Hu. pe.	Acantholimon erinceum – Hultemia persica
25	Ae. kot.- Acl. br.	Aegilops kotschi- Acantholimon bracteatum
26	Eu. ce.- Koc. pr.	Eurotia ceratoides- Kochia prostrate
27	Th. ko.- On. co.	Thymus kotschyanu – Onobrychys cornuta
28	So. lo.- As. pe.	Sophora Sp.- Astragalus persicum

Estimating Rangelands Yield Using Remote Sensing Data (Case study: Damavand region of Iran)

Kh. Mirakhorlo¹ and S.Z. Hosseini²

¹ Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran. Iran.

² University of Yazd, Yazd. Iran.

Abstract

Estimating rangelands' production is one of the range management tools. This requires detailed information about the present available forage of the rangelands. The assessment of the parameters is difficult and cost-intensive using clipping method. Therefore, new estimating methods are required.

We estimated available forage using remote sensing data in the production model that it extracted from ecological parameters and remote sensing data.

For quantifying evaluation of vegetation cover stratified random sampling and transect sampling methods were selected. Plot size calculated from "minimal area and species curve" method. Overall, 28 transects (50m) one transect in each site that contain 280(1m²) sample plots were measured.

Modeling performed using NDVI index, animal density and effective ecological factors (altitude, slope, aspect, precipitation, temperature and evaporation) on rangelands' yield. After analyzing of ecological factors of Damavand region, some ineffective factors omitted.

Finally three factors namely slope, precipitation and NDVI index were entered in the model for calculating the available forage in the study area. The calculated amount of average standard predict value of forage model is 38% and its standard deviation value is 97%. They show that the validation of model for predicting of forage is fairly acceptable.

Keywords: Damavand, Ecological factors, NDVI, Rangelands, Remote sensing and yield