

## تعیین تولید علوفه قابل دسترس با در نظر گرفتن عوامل مؤثر با استفاده از GIS و RS

جهانبخش پای رنج<sup>۱\*</sup>، عطاالله ابراهیمی<sup>۲</sup>، ابوالفضل رنجبر<sup>۲</sup> و محمد حسن زاده<sup>۳</sup>

\*۱- نویسنده مسئول، کارشناسی ارشد مرتع‌داری، دانشگاه شهرکرد

پست الکترونیک: jahanbakhsh2007@gmail.com

۲- استادیار، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشگاه شهرکرد

۳- کارشناس ارشد پژوهشی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان

تاریخ پذیرش: ۸۹/۱۱/۳۰

تاریخ دریافت: ۸۹/۰۴/۱۳

### چکیده

ارزیابی تولید علوفه یکی از مسائل مهم در تعیین ظرفیت چرای مراتع محسوب می‌شود. شکی نیست که تمامی علوفه تولید شده در مراتع به طور یکسان قابل دسترس نمی‌باشد و عوامل مختلفی میزان در دسترس بودن علوفه را تحت تأثیر قرار داده و آن را محدود می‌نمایند. در این تحقیق، عوامل تأثیرگذار بر دسترسی به علوفه مورد بررسی قرار گرفت. پس از بررسی منابع متعدد، فاکتورهایی مانند فاصله از منابع آبی، تراکم گیاهان بوته‌ای و درختچه‌ای، شیب و کاربری اراضی از عمده‌ترین عوامل کاهش‌دهنده دسترسی به منابع علوفه‌ای تشخیص داده شد. تولید با استفاده از روش قطع و توزین و تراکم با استفاده از روش فاصله‌ای اندازه‌گیری گردید. به منظور بالابردن دقت داده‌های حاصل از ۱۸ شاخص گیاهی و نسبت بانندی مختلف استفاده شد تا بهترین شاخص تعیین گردد. در ابتدا تولید به‌عنوان متغیر مستقل (X) و شاخصهای گیاهی به‌عنوان متغیر وابسته (Y) وارد نرم‌افزار آماری SPSS گردیدند. سپس نقشه تولید براساس برازش بهترین مدل رگرسیونی ایجاد گردید. آنگاه با تعدیل همه عوامل محدودکننده در تولید براساس جدولهای مربوطه، نقشه تولید قابل دسترس ایجاد گردید. نتایج آماری نشان داد که تولید با در نظر گرفتن شیب، تراکم گیاهان بوته‌ای و درختچه‌ای و همچنین تولید با در نظر گرفتن کلیه عوامل محدود کننده قابلیت دسترسی، با تولید در حالت معمولی تفاوت معنی‌داری ( $p < 0.05$ ) را داشته‌اند، اما فاصله از منابع آبی و دیگر کاربری اراضی تفاوت معنی‌داری را با روش معمول اندازه‌گیری تولید (حالتی که هیچ یک از عوامل مؤثر در نظر گرفته نشود) نشان ندادند.

واژه‌های کلیدی: تولید علوفه، ظرفیت چرا، شاخصهای گیاهی، کرسنک.

### مقدمه

و قابل چرا باشد. آگاهی از تولید قابل دسترس علوفه یکی از ضروری‌ترین اطلاعات مورد نیاز تعیین ظرفیت چرای مراتع می‌باشد. عواملی همچون فاصله از منابع آبی، تراکم گیاهان بوته‌ای، شیب، رخنمونهای سنگی و نوع کاربری اراضی از عمده‌ترین عوامل کاهش دسترسی به منابع علوفه‌ای

ارزیابی تولید علوفه یکی از مسائل مهم در تعیین ظرفیت چرای درازمدت است. تمامی علوفه تولید شده در مراتع به طور یکسان قابل دسترس دام نمی‌باشد. تولید قابل دسترس به بخشی از علوفه تولیدی اطلاق می‌شود که در دسترس دام

مدیریت بهینه منابع طبیعی به طور عام و مراتع به طور خاص گسترش چشمگیری یافته است (Tueller, 2001, Lillesand & Kiefer, 2004 و Aplin, 2005). استفاده از شاخصهای گیاهی استخراج شده از داده‌های ماهواره‌ای از جمله NDVI برای برآورد تولید علوفه مراتع توسط محققان زیادی از جمله Arzani (1994) میرآخورلو و حسینی (۱۳۸۵) و نوری (۱۳۸۴) توصیه شده است. میرآخورلو و حسینی (۱۳۸۵) در طرح تحقیقاتی خود اثر عوامل محیطی (شیب، ارتفاع، بارندگی و غیره) را به‌عنوان فاکتورهای غیرزنده و تراکم دام را به‌عنوان فاکتور زنده محیطی بر روی پوشش گیاهی و تولید علوفه مورد بررسی قرار داده‌اند و همچنین تهیه مدل برآورد تولید علوفه و تعیین درصد پوشش گیاهی با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای، با بکارگیری سیستم اطلاعات جغرافیایی براساس فاکتورهای اکولوژیکی منطقه را مورد بررسی قرار داده‌اند. آنها شاخص NDVI را به‌عنوان شاخص مناسب جهت برآورد علوفه مراتع مورد مطالعه تشخیص داده‌اند. (Brouce *et al.*, 1995) با استفاده از شاخصهای گیاهی مختلف و بکارگیری اطلاعات جمع‌آوری شده از قطعات نمونه در قسمتی از مراتع کشور نیجریه، مقدار بیومس گیاهان علفی مراتع آن منطقه را برآورد نمودند و براساس مقدار علوفه تخمین زده شده، ظرفیت مراتع منطقه را تعیین کردند.

اهداف این تحقیق، بررسی و معرفی فاکتورهای مؤثر در قابلیت دسترسی به علوفه نظیر شیب، فواصل منابع آبی، تراکم گیاهان بوته‌ای و دیگر کاربری اراضی و همچنین محاسبه تولید علوفه قابل دسترس با در نظر گرفتن عوامل مذکور و مقایسه آن با روش معمول اندازه‌گیری تولید می‌باشد که در این مطالعه از تکنیک‌های سنجش از دور

محسوب می‌شوند. بعضی بخش‌های یک مرتع با وجود گیاهان قابل چرا برای دام، ممکن است به دلیل وجود یک یا چند مانع طبیعی از قبیل شیب، فاصله از منابع آبی (Holechek, 1998)، موانع صخره‌ای و سنگی (Cook & Stubbendieck, 1986)، تراکم بیش از حد گیاهان بوته‌ای و دیگر محدودیت‌های کاربری اراضی، قابل دسترس نباشد. اما میزان دسترسی به علوفه می‌تواند تحت تأثیر فاکتورهای متعددی کاهش یابد (Olson *et al.*, 1986).

البته این قسمت از مراتع باید در محاسبه ظرفیت چرا و به‌ویژه در محاسبه قابلیت دسترسی به علوفه توسط دام حذف و یا براساس شدت وجود عوامل محدودکننده تعدیل گردند. اهمیت ندادن و چشم‌پوشی کردن از ظرفیت چرا براساس درصد بروز این محدودیت‌ها ممکن است منجر به بهره‌برداری بیش از حد از قسمت‌های سهل‌الوصول تر مراتع و در نتیجه تخریب بیش از حد آنها گردد (Ebrahimi, 2007).

از آنجا که در این تحقیق نیاز به تعدیل علوفه بر مبنای عوامل تعیین‌کننده قابلیت دسترسی به علوفه می‌باشد و این عوامل همچون منابع آب، تراکم گیاهان بوته‌ای و درختچه‌ای، شیب، رخنمون‌های سنگی و دیگر استفاده‌ها از اراضی، که همگی جزء پدیده‌های جغرافیایی بوده دارای مختصات جغرافیایی می‌باشند، از این رو استفاده از تکنولوژی سیستم اطلاعات جغرافیایی اطمینان ما را به نتایج بدست‌آمده افزایش خواهد داد. بنابراین، به‌منظور افزایش دقت و سرعت اندازه‌گیری عوامل تعیین‌کننده قابلیت دسترسی به علوفه، از سیستم اطلاعات جغرافیایی استفاده گردید.

در سالهای اخیر استفاده از تکنولوژی‌های جدیدی همچون سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی در

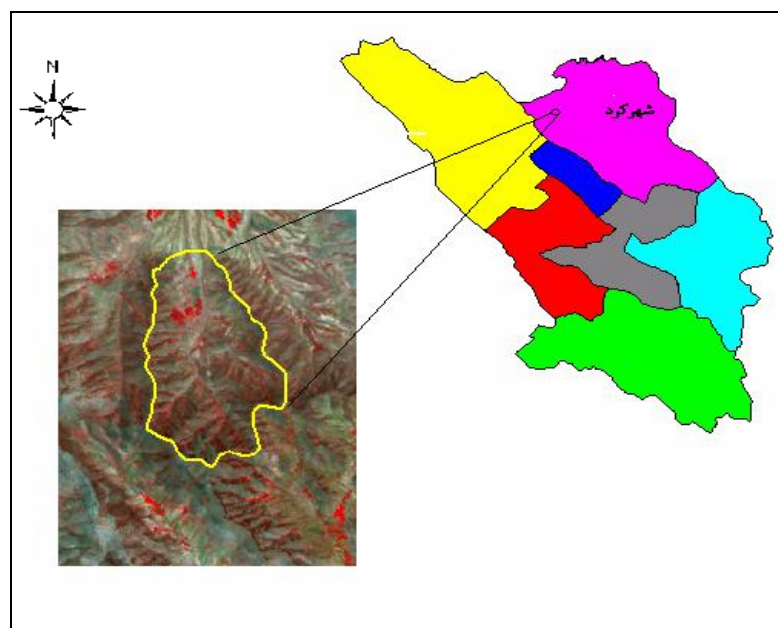
۵۶° تا ۵۶° ۲۷' ۳۳" طول شرقی، ۳۰° ۳۰' تا ۳۲° ۳۳" عرض شمالی در فاصله ۶۵ کیلومتری شهرکرد قرار گرفته است. وسعت این منطقه ۵۷۶ هکتار و متوسط ارتفاع این حوضه ۲۶۰۳/۱ متر از سطح دریا می باشد (شکل ۱). متوسط بارندگی سالیانه منطقه ۴۲۵ میلی متر و متوسط دمای سالیانه در منطقه ۱۲ درجه سانتی گراد برآورد شده است (پای رنج، ۱۳۸۸).

به دلیل هزینه کمتر، دقت و سرعت بیشتر و زمان کمتر برای کسب اطلاعات، همچنین پوشش سراسری بهبود کیفیت اطلاعات بدست آمده استفاده گردیده است.

## مواد و روشها

### موقعیت منطقه

حوزه آبخیز کرسنگ با مختصات جغرافیایی "۴ ۲۶"



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه

در تو (حلزونی) و روش آماری مصداقی (۱۳۸۶) بدست آمد. البته اندازه کوادرات نمونه برداری به ترتیب ۲×۱ متر و تعداد نمونه مناسب ۳۰ کوادرات در هر تیپ محاسبه شد. در مرحله بعد در هر تیپ ۲ ترانسکت ۲۰۰ متری در امتداد تغییرات عوامل محیطی، مستقر و در طول هر ترانسکت ۱۵ کوادرات به روش تصادفی انتخاب گردید. محل کوادراتهای نمونه برداری با استفاده از GPS تعیین شد. در این روش پس از نمونه برداری صحرائی به روش قطع و توزین تولید

## روش تحقیق

در این تحقیق در ابتدا، با مطالعه ویژگیهای پدیده های سطح زمین بر روی عکسهای هوایی منطقه از قبیل تن، رنگ، بافت، ارتفاع، الگو و زمینه، تیپ بندی اولیه انجام شد. سپس با کنترل میدانی، مرز و نوع تیپ های گیاهی به روش فیزیونومیک- فلورستیک توسط Kuechler & Zonneveld (1988)، تشریح و تعیین گردید. اندازه و تعداد کوادرات مناسب نمونه برداری نیز به ترتیب با روشهای کوادراتهای تو

انجام شد. تصحیح هندسی تصاویر با استفاده از نقاط کنترل زمینی (Ground Control Points) که به کمک نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ مشخص شدند، تعیین گردید. میزان خطا (Root Mean Square Error) برای تصحیح هندسی تصاویر ۰/۰۰۸ محاسبه گردید. در ضمن، مشخصات هر یک از باندهای سنجنده در جدول (۱) آمده است.

اندازه‌گیری گردید. داده‌های ماهواره‌ای مورد استفاده در این تحقیق مربوط به ۲۲ می سال ۲۰۰۸ مطابق با ۲ خرداد ۱۳۸۷ همزمان با برداشت اطلاعات میدانی می‌باشد. از آنجایی که تصاویر به صورت خام تهیه شده بودند؛ در گام نخست نسبت به زمین مرجع کردن (Georeference) آنها اقدام گردید. کلیه عملیات پردازش تصاویر توسط نرم‌افزار ILWIS 3.4

جدول ۱- مشخصات باندهای سنجنده LISS-III ماهواره IRS (زیربند، ۱۳۸۷)

محدوده طیفی باند	محدوده طیفی (میکرون)	شماره رقومی		قدرت تفکیک مکانی (متر)
		حداقل	حداکثر	
سبز	۰/۵۲-۰/۵۹	۳۶	۱۷۷	۲۳/۹۶
قرمز	۰/۶۲-۰/۶۸	۲۰	۱۸۶	۲۳/۹۶
مادون قرمز نزدیک	۰/۷۷-۰/۸۶	۴۹	۱۴۹	۲۳/۹۶
مادون قرمز میانی	۱/۵۵-۱/۷۰	۳۵	۱۱۱	۲۳/۹۶

دقت و صحت داده‌ها میانگین عدد رقومی ۴ پیکسل مجاور نقطه متناظر در نظر گرفته شده است. سپس شاخصهای گیاهی محاسبه گردید (جدول ۲).

آنگاه با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، پیکسل‌های متناظر با نمونه برداری صحرائی، عدد رقومی هر پیکسل (Digital Number) نیز استخراج گردید. به منظور افزایش

جدول ۲- شاخصهای گیاهی مورد استفاده در این مطالعه (Jianlong et al., (1998) و Arzani (2002)

شاخص گیاهی	فرمول
1 Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)	$(NIR - RED) / (NIR + RED)$
2 Green Normalized Difference Vegetation Index (GNDVI)	$(NIR - GREEN) / (NIR + GREEN)$
3 Ratio Vegetation Index (RVI)	$NIR / RED$
4 Normalized Ratio Vegetation Index (NRVI)	$(RVI - 1) / (RVI + 1)$
5 Soil Adjusted Vegetation Index (SAVI)	$[(NIR - R) / (NIR + R + 0.5)] * 1.5$
6 Optimized Soil-Adjusted Vegetation Index (OSAVI)	$(NIR - RED) / (NIR + RED + 0.16)$
7 Infrared Percentage Vegetation Index (IPVI)	$NIR / (NIR + RED)$
8 IRI	$(NIR - MIR) / (NIR + MIR)$
9 Transformed Normal Difference Vegetation Index (TVI)	$\sqrt{(NIR - RED) / (NIR + RED) + 0.5}$
10 Reflectance Absorption Index (RA)	$NIR / (RED + MIR)$
11 MIRV2	$(MIR - RED) / (MIR + RED)$
12 Difference Vegetation Index (DVI)	$NIR - RED$
13 Nonlinear Vegetation Index (NLI)	$(NIR^2 - RED) / (NIR^2 + RED)$
14 Greenness Index (GI)	$NIR / GREEN - 1$
15 Moisture Stress Index (MSI)	$MIR / NIR$
16 PD321	$GREEN - RED$
17 PD322	$(RED + GREEN) / (GREEN - RED)$

محدوده‌ها از طریق انتقال داده‌های مربوطه به کامپیوتر بر روی نقشه توپوگرافی مشخص شد. این محدوده‌ها به صورت محیط‌های بسته‌ای (Polygon) در محیط نرم‌افزاری ILWIS به صورت نقشه‌های خطی (Vector) و بعد به شکل نقشه‌های سلولی (Raster) درآمدند.

## ۲. فاصله از منابع آبی

یکی از فاکتورهای مؤثر بر تولید علوفه قابل دسترس فواصل منابع آبی است. در واقع با دور شدن از منابع آبی میزان دسترسی کاهش می‌یابد. برای تهیه نقشه فاصله از منابع آبی ابتدا موقعیت هر آبشخوار در منطقه با استفاده از سیستم موقعیت‌یاب جهانی (GPS) ثبت گردید. سپس نقاط برداشت شده از منطقه بر روی نقشه توپوگرافی انتقال یافت. آنگاه طبقه‌بندی فاصله از آبشخورها براساس جدول ۳ انجام شد. جدول ۳ میزان کاهش دسترسی علوفه براساس فاصله از منابع آبی را نشان می‌دهد.

شاخص‌های گیاهی مناسب که بالاترین ضریب همبستگی را با تولید عرصه داشته‌اند انتخاب گردیدند. براساس برازش بهترین مدل رگرسیونی (خطی، نمایی، لگاریتمی، دوجمله‌ای و سه‌جمله‌ای) بهترین معادله بین تولید و شاخص گیاهی نیز بدست آمد. در نهایت نقشه میزان تولید علوفه ایجاد گردید. آنگاه با لحاظ تأثیر عوامل محدودکننده قابلیت دسترسی علوفه که در زیر به شرح آنها می‌پردازیم، علوفه قابل دسترس برای منطقه بدست آمد.

## محاسبه عوامل تأثیرگذار بر قابلیت دسترسی علوفه و تشکیل بانک اطلاعات سایر کاربری اراضی

برای تهیه نقشه سایر کاربری اراضی در منطقه مورد مطالعه محدوده‌های مانند زمین‌های زراعی، منطقه مسکونی، باغ و قرق بوسیله GPS برداشت شد. سپس

جدول ۳- تعدیل قابلیت دسترسی علوفه براساس فاصله از منابع آبی (اقتباس از (Holechek *et al.*, 2004))

فاصله از منابع آب (km)	کاهش دسترسی علوفه (%)
۰-۱/۶	۰
۱/۶-۳/۲	۵۰
>۳/۲	۱۰۰

موجود و ایجاد نقشه مدل رقومی ارتفاع (DEM) تهیه گردید. جدول ۴ میزان کاهش دسترسی علوفه براساس دامنه شیب را نشان می‌دهد.

## ۳- شیب

شیب زیاد با ایجاد محدودیت چرا برای دام‌ها یکی از فاکتورهای بسیار مهم قابلیت دسترسی به علوفه می‌باشد. شیب منطقه با استفاده از نقشه خطی (Segment map)

جدول ۴- کاهش در علوفه قابل دسترس برای دامنه شیب‌های متفاوت (اقتباس از (Holechek et al., 2004)

دامنه شیب (%)	کاهش علوفه قابل دسترس (%)
۰-۱۰	۰
۱۱-۳۰	۳۰
۳۱-۶۰	۶۰
>۶۰	۱۰۰

## ۴- تراکم بوته‌ای

در پوشش‌های گیاهی متراکم از گیاهان بوته‌ای و درختچه‌ای، امکان دسترسی به علوفه، حتی اگر میزان تولید علوفه نیز بالا باشد، کاهش می‌یابد، بنابراین لازم

است براساس شدت و یا ضعف حضور گیاهان بوته‌ای تعدیل گردد. جدول ۵ میزان کاهش دسترسی علوفه براساس میزان تراکم گیاهان بوته‌ای را نشان می‌دهد.

جدول ۵- تعدیل علوفه قابل دسترس براساس میزان تراکم گیاهان بوته‌ای (اقتباس از (FAO (1991) و (Toxopeus (1996)

کاهش دسترسی (%)	قابلیت استفاده برای چرا (%)	پوشش بوته‌ای (%)
۰	۱۰۰	۰-۲
۱۱	۸۹	۲-۲۰
۳۰	۷۰	۲۰-۴۰
۵۰	۵۰	۴۰-۶۰
۸۰	۲۰	>۶۰

## نتایج

از آنجایی که در تعیین ظرفیت چرای مراتع محاسبه علوفه قابل دسترس یکی از فاکتورهای اساسی است، در نظر نگرفتن عوامل مؤثر بر قابلیت دسترسی به علوفه موجب برآورد بیش از حدی از علوفه قابل دسترس خواهد شد. این برآورد بیشتر با توجه به شدت و ضعف عوامل تأثیرگذار تغییر خواهد کرد. نتایج همبستگی تولید فورم‌های رویشی با شاخص‌های گیاهی در جدول ۶ نشان داده شده است.

در این تحقیق پس از تهیه نقشه میزان تولید علوفه، از نقشه‌های دیگر عوامل مؤثر بر قابلیت دسترسی به علوفه یعنی دیگر کاربری اراضی، فاصله از منابع آبی، شیب و تراکم بوته‌ای‌ها استفاده شد تا برحسب شدت و ضعف بروز هر یک از این عوامل در منطقه، تعدیلاتی در میزان دسترسی به علوفه اعمال گردد.

بدین ترتیب نقشه تولید نهایی که همان نقشه علوفه قابل دسترس می‌باشد با روی هم‌اندازی (Overlay) نقشه‌های مؤثره و اعمال ضرایب تعدیلی مربوط به هر طبقه از عوامل محدودکننده تهیه گردید.

جدول ۶- سنجش همبستگی تولید فورم‌های رویشی با شاخصهای گیاهی

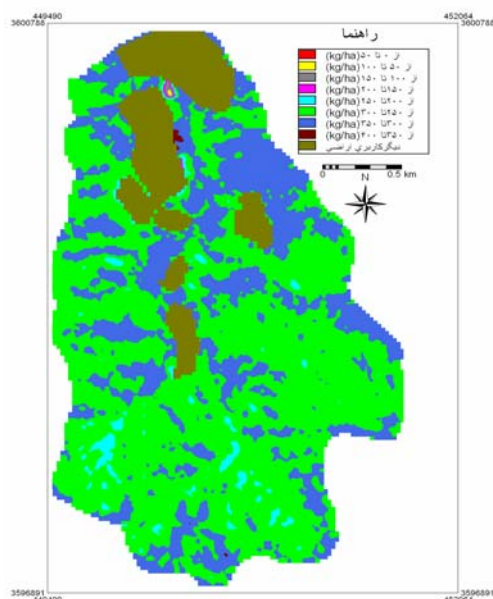
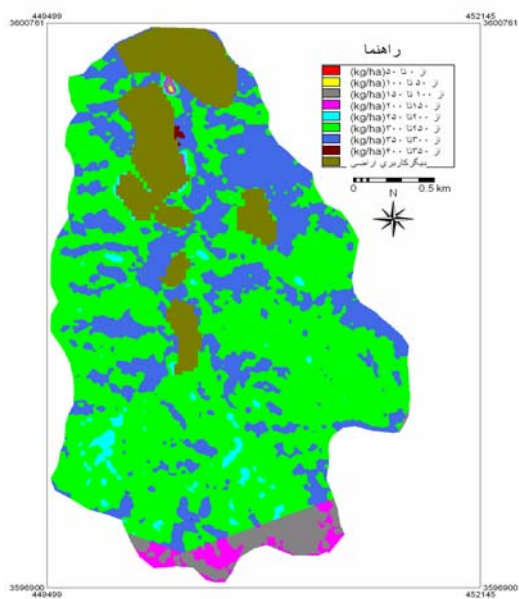
شاخص‌ها	تولید گیاهان گندمیان		تولید گیاهان علفی		تولید گیاهان بوته‌ای	
	ضریب همبستگی	سطح معنی‌داری	ضریب همبستگی	سطح معنی‌داری	ضریب همبستگی	سطح معنی‌داری
band2	۰/۵۹۵	۰/۰۰۱	۰/۶۲۰**	۰/۰۰	۰/۶۲۰**	۰/۰۰
band3	۰/۶۷۰	۰/۰۰	۰/۶۱۸**	۰/۰۰	۰/۶۱۸**	۰/۰۰
band4	-۰/۰۳۳	۰/۸۶۳	-۰/۱۷۳	۰/۳۶۹	۰/۲۱۹	۰/۲۵۴
band5	۰/۶۵۵	۰/۰۰	۰/۲۹۹	۰/۱۱۵	۰/۶۳۹**	۰/۰۰
NDVI	-۰/۶۴۹	۰/۰۰۰	-۰/۶۵۹**	۰/۰۰	۰/۶۵۹	۰/۰۰
GNDVI	-۰/۵۹۲	۰/۰۰۱	-۰/۶۳۲**	۰/۰۰	-۰/۵۷۶**	۰/۰۰۱
RVI	-۰/۶۱۰	۰/۰۰	-۰/۶۳۵**	۰/۰۰	-۰/۵۸۲**	۰/۰۰۱
NRVI	-۰/۶۴۹	۰/۰۰	-۰/۶۵۹**	۰/۰۰	-۰/۶۰۶**	۰/۰۰
SAVI	-۰/۶۰۹	۰/۰۰	-۰/۶۲۸**	۰/۰۰	-۰/۶۰۹**	۰/۰۰
IPVI	-۰/۶۴۹	۰/۰۰	-۰/۶۵۹**	۰/۰۰	-۰/۶۰۶**	۰/۰۰
IRI	-۰/۶۵۴	۰/۰۰	-۰/۳۴۵	۰/۰۶۷	-۰/۵۱۹**	۰/۰۰۴
TVI	-۰/۶۴۹	۰/۰۰	-۰/۶۵۹**	۰/۰۰	-۰/۶۰۶**	۰/۰۰
RA	-۰/۶۶۴	۰/۰۰	-۰/۵۷۶**	۰/۰۱	۰/۶۰۷**	۰/۰۰۱
DVI	-۰/۶۶۸	۰/۰۰	-۰/۶۶۸**	۰/۰۰	-۰/۶۱۳**	۰/۰۰
MIRV2	-۰/۲۷۳	۰/۱۵۱	-۰/۶۱۸**	۰/۰۰	-۰/۳۵۲	۰/۰۶۱
GI	-۰/۵۷۱	۰/۰۰۱	-۰/۶۵۹**	۰/۰۰	-۰/۵۶۲**	۰/۰۰۱
MSI	-۰/۶۶۳	۰/۰۰	۰/۶۷۸	۰/۰۴۸	۰/۵۹۲**	۰/۰۰۳
NLI	-۰/۶۲۴	۰/۰۰	-۰/۶۶۸**	۰/۰۰	-۰/۴۹۲**	۰/۰۰۷
PD321	۰/۶۴۷	۰/۰۰	۰/۴۷۴**	۰/۰۰۹	۰/۵۶۲**	۰/۰۰۲
PD322	۰/۶۵۴	۰/۰۰	۰/۵۰**	۰/۰۰	۰/۵۶۳	۰/۰۰۱
OSAVI	-۰/۶۴۹	۰/۰۰	-۰/۶۵۹**	۰/۰۰	-۰/۶۰۶**	۰/۰۰
SR	-۰/۶۱۰	۰/۰۰	-۰/۶۳۵	۰/۰۰	-۰/۵۸۲**	۰/۰۰۱

\* سطح معنی‌داری ( $P < 0/05$ ) و \*\* سطح معنی‌داری ( $P < 0/01$ ) را نشان می‌دهد.

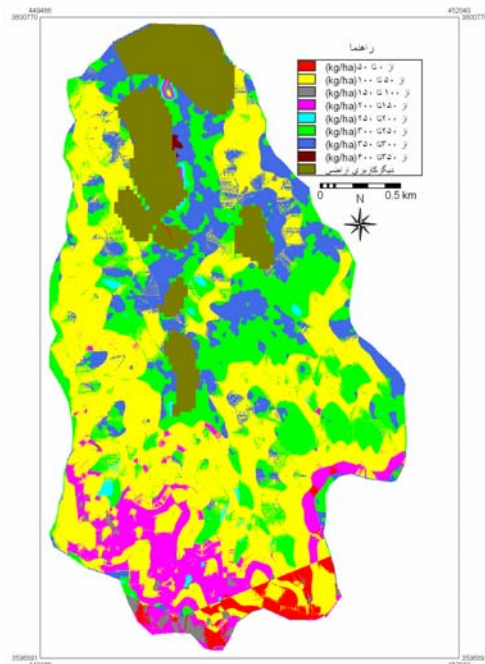
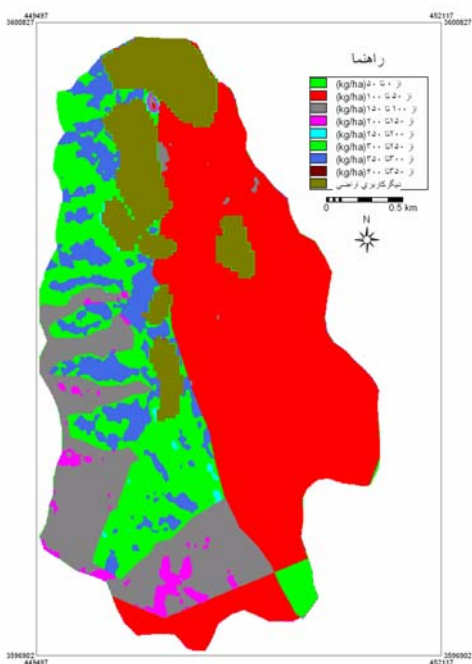
عوامل گیاهی مورد نظر برای منطقه مورد مطالعه برون‌یابی (Extrapolate) شد.

با تأثیر هر یک از فاکتورهای مؤثر بر تولید علوفه نتایج آن به شکل نقشه (شکلهای ۲ تا ۷) و نمودار (نمودار ۱ و ۲) در شکلهای زیر آمده است.

چنانچه در جدول ۶ نشان داده شده است همبستگی بین تولید گیاهان گندمی، علفی و بوته‌ای با مقادیر شاخصهای گیاهی در بیشتر موارد در سطح ( $P < 0/05$ ) معنی‌دار بوده است. این امر کارایی داده‌های ماهواره‌ای در برآورد عوامل گیاهی را نشان می‌دهد. درنهایت با استفاده از شاخصهایی که بهترین مدل برازش را ارائه نمودند،

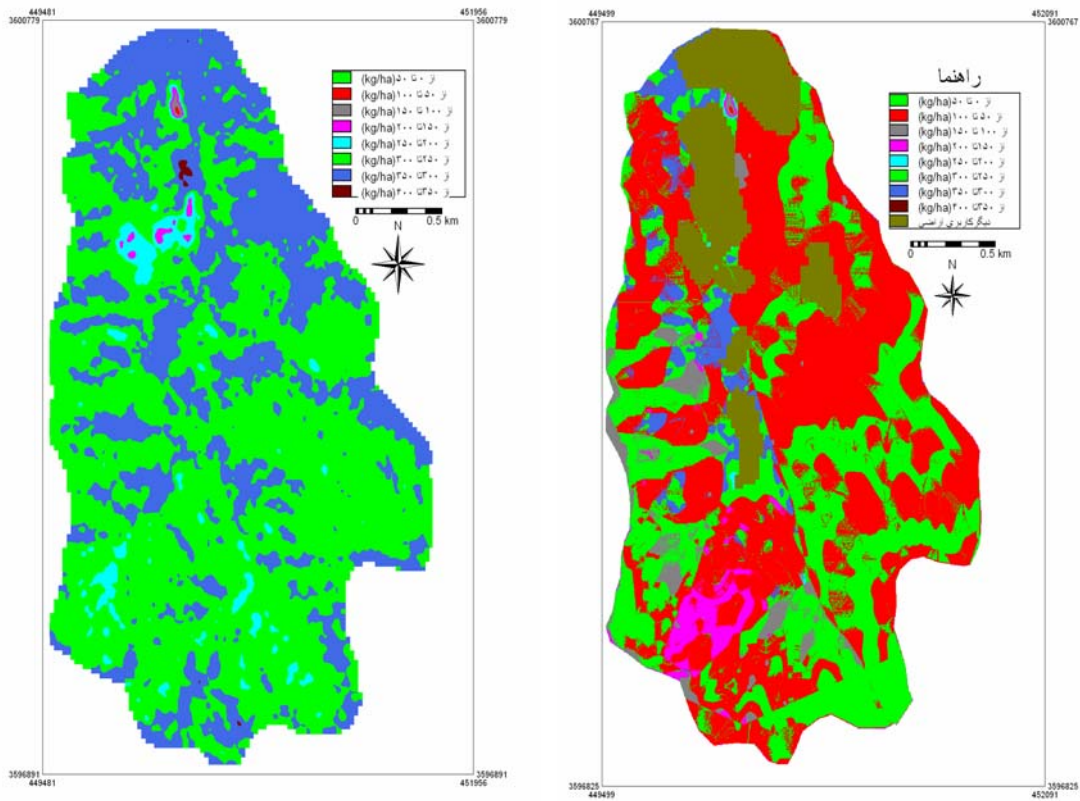


شکل ۲- نقشه تولید قابل دسترس با لحاظ کاربری اراضی      شکل ۳- نقشه تولید قابل دسترس با تعدیل فاصله از منابع آبی

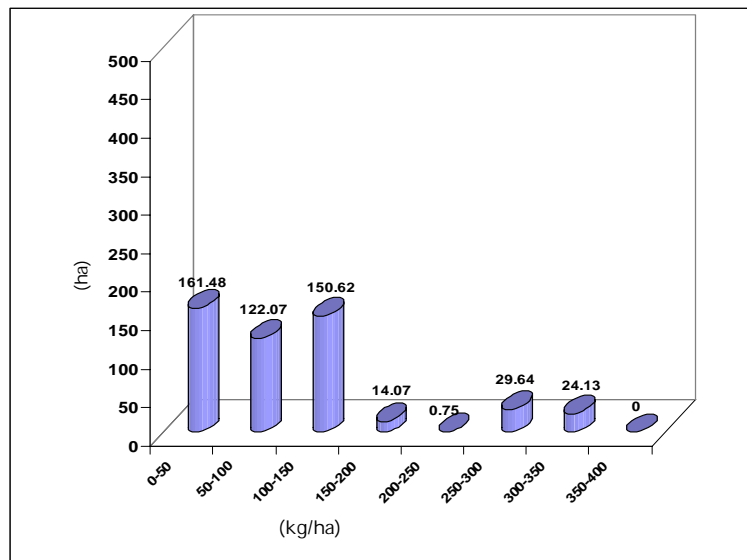


شکل ۴- نقشه تولید قابل دسترس با در نظر گرفتن شیب      شکل ۵- نقشه تولید قابل دسترس با در نظر گرفتن تراکم بوته‌ای

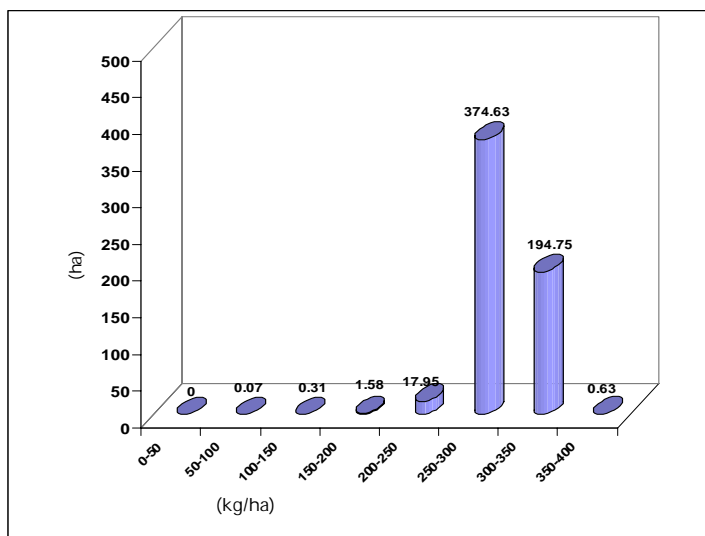




شکل ۶- نقشه نهایی تولید قابل دسترس / شکل ۷- نقشه تولید نهایی بدون در نظر گرفتن عوامل مؤثر



نمودار ۱- هیستوگرام طبقات تولید قابل دسترس



نمودار ۲- هیستوگرام طبقات تولید بدون در نظر گرفتن فاکتورهای مؤثر

نتایج مقایسه برآورد تولید علوفه با اعمال عوامل مؤثر هر شرایط معمولی در تیپ‌های مرتعی در جدول زیر آمده است (جدول ۷).

جدول ۷- نتایج مقایسه برآورد تولید علوفه با حضور و عدم حضور عوامل مؤثر (kg/ha)

تیپ	شیب (%)				فاصله (متر)		
	۰-۱۰	۱۱-۳۰	۳۱-۶۰	>۶۰	۰-۱۶۰۰	۱۶۰۰-۳۲۰۰	>۳۲۰۰
۱	۱۲۹/۷	۵۴/۴	۱/۰۳	۰	۲۹۲/۶	-	-
۲	۷۳/۳	۷۱/۸	۲/۸۸	۰	۲۹۱	-	-
۳	۶۳/۴	۸۸/۴	۹/۵۱	۰	۲۲۷	۲۴/۹۳	-
۴	۱۴۵	۶۰/۶	۲/۲	۰	۲۸۵/۲	۳/۴	-

ادامه جدول ۷- نتایج مقایسه برآورد تولید علوفه با حضور و عدم حضور عوامل مؤثر (kg/ha)

تیپ	پوشش بوته‌ای (%)					کاربری			تولید قابل دسترس (kg)	تولید معمولی (kg)	
	۰-۲	۲-۲۰	۲۰-۴۰	۴۰-۶۰	>۶۰	کشاورزی	باغ	روستا			مرتع
تیپ ۱	۱۴/۱	۲۵۲/۶	-	۲۵/۴	۰	۰	۰	۰	۲۹۲/۶	۱۸۴/۵	۲۹۲/۶
تیپ ۲	۱۹	۹۵/۷	-	۲۹/۹	۰	۰	۰	۰	۲۹۱	۶۹/۲۲	۲۹۷/۴
تیپ ۳	۱۵/۴	۱۹۷/۷	-	۹۴	۰	۰	۰	۰	۲۷۹	۱۵۹/۸	۲۹۱/۶۷
تیپ ۴	۳/۱	۷۲/۷	-	۴۲/۶	۰	۰	۰	۰	۲۹۲	۸۳/۳۸	۲۹۳/۲

نتایج آزمون همبستگی برآورد تولید علوفه با در نظر گرفتن و در نظر نگرفتن عوامل مؤثر (شرایط معمولی) در جدول زیر نشان داده شده است (جدول ۸).

جدول ۸- نتایج آزمون همبستگی برآورد تولید علوفه با در نظر گرفتن و در نظر نگرفتن عوامل مؤثر

	تولید قابل دسترس - معمولی	کاربری - معمولی	تراکم - معمولی	فاصله منابع آبی - معمولی	شیب - معمولی	Std.MH Statistic
	-۲/۸۳۳	۰/۹۰۴	-۲/۵۲۱	-۰/۹۸۵	-۲/۵۳۳	
	۰/۰۰۴	۰/۱۸۶	۰/۰۴۵	۰/۱۹۳	۰/۰۰۴	(P<۰/۰۵)

همانطور که در جدول ۸ مشاهده می‌گردد تولید با در نظر گرفتن شیب و تراکم بوته‌ای و همچنین تولید با در نظر گرفتن کلیه عوامل محدودکننده قابلیت دسترسی، با تولید در حالت معمولی تفاوت معنی‌داری ( $P < 0/05$ ) را داشته‌اند. در حالی که تولید با در نظر گرفتن فاصله از منابع آبی و سایر کاربری اراضی تفاوت معنی‌داری را با روش معمول اندازه‌گیری تولید نشان نداده‌است.

### بحث

سنجش از دور، از ابزارها و تکنولوژی‌های جدیدی است که بدون شک در آینده‌ای نه‌چندان دور نقش بسزایی در مطالعات پوشش گیاهی خواهد داشت. در این مطالعه برای تولید گندمیان و پهن‌برگان، به ترتیب شاخص DVI و MSI دارای بالاترین میزان همبستگی بودند که با نتایج بدست‌آمده توسط واحدی (۱۳۷۹) همخوانی دارد. در بین شاخصهای گیاهی، شاخص DVI بالاترین ضریب همبستگی را با تولید گیاهان بوته‌ای داشته‌است. در این مطالعه شاخص NDVI همبستگی معنی‌داری را نشان نداده است (Frahnak & Movahed, 1997)، آنها در

قسمتی از مراتع حوضه زنجان‌رود با استفاده از داده‌های سنجنده TM ماهواره لندست شاخص گیاهی NDVI را محاسبه کرده و مقدار تولید تخمین زده شده با این شاخص را با مقدار تولید محاسبه شده از ۵۸ قطعه نمونه مقایسه کردند و نتیجه گرفتند که رابطه معنی‌داری بین مقدار تولید برآورد شده از قطعات نمونه با تخمین مقدار تولید از شاخص گیاهی NDVI وجود ندارد. (Leeuwen & Huete, 1996) شاخصهای گیاهی NDVI و MNDVI را برای تعیین میزان لاشبرگ و خصوصیات پوشش سبز انتخاب کردند؛ و نتیجه گرفتند که NDVI نسبت به موارد فوق حساسیت ثابتی نداشته‌است.

در برخی موارد رابطه بین تولید گیاهی و شاخصهای گیاهی معکوس نشان داده شده‌است. علت این امر را شاید تا حدودی ناشی از اینکه گیاهان در مناطق خشک و نیمه‌خشک، به دلیل تراکم نسبتاً کم بازتابش بالایی را در ناحیه مادون قرمز میانی چنانچه انتظار می‌رود ندارند و یا اینکه در سال آماربرداری به دلیل خشکی بیش از حد و کاهش حدود ۵۰ درصدی میزان بارش سبزینه کافی را نداشته و به همین دلیل در باند مادون قرمز که انتظار

کاهش دسترسی علوفه نخواهد داشت. از این رو بیشترین تأثیر شیب در منطقه مربوط به دامنه شیب ۳۰-۱۰ درصد می‌باشد، البته با وجودی که ۴۳ درصد از سطح منطقه در این دامنه شیب قرار گرفته است و همچنین کاهش ۳۰ درصدی در دسترسی علوفه دارد، تأثیر قابل ملاحظه‌ای در کاهش دسترسی علوفه داشته است. شیب‌های بیشتر از ۶۰ درصد اگرچه باعث کاهش ۱۰۰ درصدی علوفه قابل دسترس می‌شوند، ولی در منطقه کرسنک، مساحت این دامنه شیب بسیار ناچیز (۱۲ هکتار) می‌باشد.

برآورد علوفه قابل دسترس بدون در نظر گرفتن عوامل مؤثر با روش قبل مقایسه شده است. با توجه به نمودار ۲ که تولید بدون در نظر گرفتن فاکتورهای مؤثر (تولید معمولی) می‌باشد، مشاهده می‌گردد که طبقه تولید ۳۰۰-۲۵۰ کیلوگرم در هکتار بیشترین سطح از منطقه را در برمی‌گیرد. بعد از این طبقه، طبقه تولید ۳۵۰-۳۰۰ کیلوگرم در هکتار بیشترین سطح را به خود اختصاص می‌دهد. کمترین سطح تولید مربوط به تولید ۵۰-۰ کیلوگرم در هکتار می‌باشد. در واقع در این نقشه همه تولید قابل دسترس می‌باشد و هیچ‌گونه محدودیتی وجود ندارد. البته مقایسه آن با تولید قابل دسترس با در نظر گرفتن عوامل مؤثر، نشان می‌دهد که متوسط تولید با در نظر گرفتن عوامل مؤثر ۵۶ کیلوگرم در هکتار است. این در حالیست که متوسط میزان تولید معمولی ۲۸۹ کیلوگرم در هکتار می‌باشد. نقشه ۶ و مقایسه آن با نقشه ۷ نشان داد که بیشترین دامنه تولید در نقشه ۶ را تولید ۱۰۰-۵۰ کیلوگرم در هکتار در برمی‌گیرد. در حالی که بیشترین دامنه تولید در نقشه ۷ که هیچ یک از فاکتورهای مؤثر قابلیت دسترسی را لحاظ نکرده‌ایم، به تولید ۳۰۰-۲۵۰ کیلوگرم در هکتار اختصاص داده شده است. ملاحظه می‌شود که

می‌رفت بیشترین بازتابش را داشته باشند، عملاً چنین انتظاری برآورده نشده است. این امر در تحقیق زرینه (۱۳۸۷) نیز که در شرایط یکسان آب و هوایی استان انجام شد مشاهده گردید.

در منطقه کرسنک اراضی منطقه دارای کاربری دیگری غیر از مرتع می‌باشد، بنابراین به لحاظ اینکه دیگر کاربریهای اراضی نظیر اراضی کشاورزی، منطقه مسکونی، باغ، قرق و ... در تولید علوفه مرتع نقش و جایگاهی ندارند، باید تحت عنوان سایر کاربری اراضی در محاسبه تولید کسر گردند تا تولید برای این مناطق محسوب نگردد. بدین صورت از برآورد تولید بیش از اندازه مراتع و در نهایت ظرفیت چرای بیش از اندازه مراتع جلوگیری بعمل می‌آید.

در منطقه کرسنک فاصله ۳۲۰۰-۱۶۰۰ متر از منابع آبی اگرچه به میزان ۵۰ درصد موجب کاهش دسترسی علوفه می‌گردد، اما این فاصله سطح کمی از منطقه را در برمی‌گیرد و فاصله بیشتر از ۳۲۰۰ متر در منطقه که باعث کاهش ۱۰۰ درصدی قابلیت دسترسی می‌گردد در منطقه مشاهده نگردیده است. بنابراین با توجه به این که قسمت زیادی از سطح منطقه (۵۴۷ هکتار) در فاصله کمتر از ۱۶۰۰ متر قرار دارد، بدین ترتیب پراکنش آبشخور در سطح منطقه نسبتاً مناسب بوده است.

(Roath & Krueger, 1982) بیان کردند که میزان مصرف علوفه با افزایش فاصله از محل آبشخور کاهش می‌یابد. آنها معتقدند که در فاصله تقریبی ۱۸۹۰ متری از منابع آب، میزان پراکندگی دام و مصرف علوفه به صفر تنزل می‌یابد.

از آنجایی که ۴۹ درصد از سطح منطقه را شیب ۱۰-۰ درصد در برمی‌گیرد بنابراین این شیب هیچ‌گونه تأثیری در

قابلیت دسترسی به علوفه می‌باشد. در این میان کاربری اراضی و فاصله از منابع آبی رابطه معنی‌داری را نشان نداده‌اند. با توجه به اینکه کاربری اراضی رابطه معنی‌داری را از خود نشان نداده است. در مورد فاصله از منابع آبی با توجه به اینکه براساس جدول (۳) فاصله (۱۶۰۰-۰ متر) از منابع آبی باعث هیچ‌گونه محدودیت در قابلیت دسترسی علوفه نمی‌گردد، بنابراین بیشترین سطح از منطقه را فاصله (۱۶۰۰-۰ متر) از منابع آبی دربرمی‌گیرد. فاصله (۳۲۰۰-۱۶۰۰ متر) که به میزان ۵۰ درصد کاهش دسترسی را سبب می‌گردد سطح بسیار کمی (۲۷/۵۱ هکتار) از منطقه را دربرمی‌گیرد. بنابراین نقش فاکتور فاصله از منابع آبی براساس جدول (۳) و با توجه به اینکه پراکنش آبشخور در منطقه بگونه‌ای بوده است که سطح عظیمی از منطقه در فاصله‌ای قرار گرفته که هیچ‌گونه محدودیت دسترسی به علوفه را سبب نگردید، می‌توان معنی‌دار نبودن فاصله از منابع آبی را استنباط کرد.

### منابع مورد استفاده

- پای‌رنج، ج، ۱۳۸۸. تعیین تولید قابل دسترس با در نظر گرفتن عوامل مؤثر، با استفاده از سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد مرتع‌داری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد. ۱۵۳ صفحه.
- زرینه، ا، ۱۳۸۷. ارزیابی اطلاعات ماهواره‌ای IRS برای تخمین چند خصوصیت پوشش گیاهی در منطقه تنک صیاد (استان چهارمحال و بختیاری). پایان‌نامه کارشناسی ارشد مرتع‌داری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد. ۱۰۸ صفحه.
- واحدی، ر، ۱۳۷۹. بررسی امکان تخمین درصد پوشش گیاهی با استفاده از داده‌های رقومی ماهواره TM در منطقه سمیرم. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ۱۶۰ صفحه.
- مصدقی، م، ۱۳۸۶. مرتع‌داری در ایران. انتشارات آستان قدس

در نظر نگرفتن فاکتورهای مؤثر بر دسترسی قابلیت علوفه باعث برآورد تولید به میزان بیش از ۳ برابر تولید قابل دسترس واقعی می‌گردد که فاکتورهای مؤثر بر دسترسی علوفه نظیر شیب، تراکم بوته‌ای، فاصله از منابع آبی و سایر کاربریهای اراضی لحاظ گردید. براساس جدول ۸ مشاهده می‌گردد که تولید در حالت معمولی (بدون در نظر گرفتن عوامل مؤثر) با شیب و تراکم بوته‌ای و همچنین تولید با در نظر گرفتن کلیه عوامل محدودکننده قابلیت دسترسی همبستگی معنی‌داری را داشته‌اند. در حالی که فاصله از منابع آبی و دیگر کاربری اراضی همبستگی معنی‌داری را از خود نشان نداده‌اند. تعدد دامنه شیب و به نوبه خود کاهش قابلیت دسترسی علوفه با در نظر گرفتن فاکتور شیب را می‌توان در همبستگی تأثیر فاکتور شیب منطقی دانست. عامل تراکم بوته‌ای نیز رابطه معنی‌داری را از خود نشان داده است. به‌طوری‌که سطح وسیعی از منطقه را تراکم ۲۰-۲ درصد به خود اختصاص داده است، این دامنه تراکم به میزان ۱۱ درصد کاهش دسترسی علوفه را سبب می‌گردد. تقریباً نیمی از منطقه را تراکم ۲۰-۲ درصد دربرمی‌گیرد. بعد از آن تراکم ۲۰-۰ درصد بیشترین سطح را به خود اختصاص داده است. دامنه تراکم ۶۰-۴۰ درصد که دامنه‌های شمالی منطقه را دربر دارد، دارای مساحت ۱۱۰/۸۹ هکتار می‌باشد که به میزان ۵۰ درصد باعث تعدیل در تولید و کاهش دسترسی علوفه می‌گردد. با در نظر گرفتن توپوگرافی منطقه و دامنه‌های شمالی نیز به نوبه خود سطح عمده‌ای از منطقه را به خود اختصاص داده‌اند، تأثیر آنها در کاهش ۵۰ درصدی دسترسی به علوفه به همراه دیگر دامنه‌های تراکم بوته‌ای بیانگر این واقعیت است که تراکم بوته‌ای به خصوص در این منطقه یکی از فاکتورهای تأثیرگذار بر

- biomas modelling in Zanjan mountains, Iran. Case study, ITC, Enchede, 63p.
- Holechek, J.L., 1998. An approach for setting the stocking rate. *Rangelands* 10: 10-14.
- Holechek J.L. Pieper R.D. and Herbel C.H., 2004. Range management, principle and practice, 5th Ed. Pearson Education, Inc, New Jersey, USA. 607 p.
- Jianlong, L., Tiangang, L. and Quangong, C., 1998. Estimating grassland yields using remote sensing and GIS technologies in China. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, Vol. 41, pp. 31-38.
- Kuechler, A.W. and Zonneveld I.S., 1988. Vegetation mapping. Kluwer Academic Publications. Washington DC, USA. 20p.
- Lillesand, T.M. and Kiefer, R.W., 2004. Remote sensing and image interpretation. John Wiley & Sons, Inc, New York, USA. (ISBN 978-0-470-05245-7).
- Leeuwen, W.J.D. and Huete, A.R., 1996. Effects of standing litter on the biophysical interpretation of plant canopies with spectral indices, *Remote Sensing of Environment*, 55:123-138.
- Olson, K.C., Sentf, R.L. and Malechek. J.C., 1986. A Predictive Model of Cattle Integtime Behavior in Responce to Sward Characteristics. *Amer. Soc. Anim. Sci., West. Sect. proc.* 37: 259-262.
- Roath, L.R. and William C.K., 1982a. cattle Grazing Influnce on a Mountain Riparian Zone. *J. Range Mgt.*, 35(1) :100-103.
- Toxopeus, A.G., 1996. ISM, An Interactive Spatial and temporal Modelling system as a tool in ecosystem management, (Ph.D. Thesis). ITC Publication Nr. 44, ITC, Enschede, The Netherlands. 250 p.
- Tueller, P.T., 2001. Remote Sensing of Range Production and Utilization. *Journal of Range Management*, 54: 77-89.
- رضوی، چاپ پنجم، ۳۳۳ص.
- میرآخورلو، خ. و حسینی، س.ز.، ۱۳۸۵. تخمین مقدار علوفه مراتع با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای (مطالعه موردی حوزه آبخیز دماوند). فصلنامه علمی پژوهشی تحقیقات مراتع و بیابان ایران، جلد ۱۳، شماره ۲، صفحات ۱۳۸-۱۲۷.
- نوری، س.، ۱۳۸۴. تعیین شاخصهای گیاهی مناسب ارزیابی پوشش گیاهی مراتع ییلاقی استان مازندران. پایان‌نامه کارشناسی ارشد مرتع‌داری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تربیت مدرس، ۱۲۷ صفحه.
- Aplin, P., 2005. Remote sensing: ecology. *Progress in Physical Geography*, 29: 104-113.
- 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. "atmosphers", *Remote Sensing of Environment*, Vol. 13, pp. 187-208.
- Arzani, H., 2002. "Examination of vegetation indices for vegetation parameters measurements in semi arid and arid area", *The Third International Iran and Russia Conference Agriculture and Natural Resources*, Vol. 2, pp. 596-603.
- Brouce, K., Iss, W.D., Rex, D.P., John, A., Bradley, H.C.R. and Morris Southward, G., 1995. Satellite-based herbaceous biomass estimates in the pastoral zone of Niger. *Journal Of Range*.
- Cook, C.E. and Stubbendieck, J., 1986. Range Research Basic Problems and Techniques. American Society for Range Management. USA, 317 p.
- Ebrahimi, A., 2007. Towards an Integrated Framework of Determining Grazing Capacity in low productive Spatially Heterogeneous Landscapes. (Ph.D. Thesis), University of Gent, Belgium. 205p.
- FAO (Food and Agricultural Organization), 1991. Guidelines: land evaluation for extensive grazing. *FAO Soils Bulletin*, No. 58. Rome, Italy. 158p.
- Frahnak, M. and Movahed, F., 1997. Rangeland and

## Evaluation of forage production accessibility with considering effective factors using RS and GIS

Pairanj, J.<sup>1\*</sup>, Ebrahimi, A.<sup>2</sup>, Ranjbar, A.<sup>2</sup> and Hassanzadeh, M.<sup>3</sup>

1\*- Corresponding Author, MSc in Range Management, Faculty of Natural Resources, University of Shahrekord, Shahrekord, Iran, Email: jahanbakhsh2007@gmail.com

2- Assistant Professor, Department of Range Management, Shahrekord University, Shahrekord, Iran.

3- Senior Research Expert, Research Center for Agriculture and Natural Resources, Khuzestan, Iran.

Received: 04.07.2010

Accepted: 19.02.2011

### Abstract

Evaluation of forage production is an important issue in determining grazing capacity of rangelands. There is no doubt that all forage production in rangelands is not evenly accessible and different factors affect the accessibility of forage. In this research, factors affecting forage availability were studied. After a wide literature review, factors of distance from water supplies, density of shrubs, slope and land uses were identified as the main factors preventing forage accessibility. Forage production and shrub density were respectively measured using clip and weighing method in quadrates and distance method. Forage production measurements in representative area were extrapolated to the whole area using IRS satellite images. In this research, 18 vegetation indices were examined as forage production data (independent factor) were regressed against vegetation indices values (dependent factor) using SPSS. Map of forage production was created based on the best fit regression. Then, with adjusting all limiting factors, the map of accessible forage production was created based on the tables. The maps were illustrated and available forage was calculated after implementing adjustment of each factor. Statistical results showed significant differences ( $p \leq 0.05$ ) between forage production with considering slope and shrub density and forage production based on all limiting factors of forage accessibility. While distance from water supplies and other land uses had no significant effect on forage production.

**Key words:** Forage production, Grazing capacity, Vegetation indices, Karsanak.