

مقایسه تصاویر ماهواره‌ای Landsat5 (سنجنده TM) و IRS-P6 (سنجنده AWiFS) در بررسی تیپ‌های مرتعی (مطالعه موردی: سمیرم، اصفهان)

فاطمه هادیان^{۱*}، حسین بشری^۲، رضا جعفری^۳ و سعید سلطانی^۴

۱- کارشناس ارشد مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، پست الکترونیک: hadian.fatemeh@gmail.com

۲-۳- استادیار، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان

۴- دانشیار، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان

تاریخ دریافت: ۹۰/۷/۳۰ تاریخ پذیرش: ۹۱/۵/۲

چکیده

انتخاب تصاویر ماهواره‌ای مناسب در پروژه‌های مختلف ارزیابی و مدیریتی مرتعی برای حصول دقت و صحت مناسب از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. این مطالعه با هدف بررسی تصاویر ماهواره‌ای Landsat5 (سنجنده TM) و IRS-P6 (سنجنده AWiFS) در مطالعه سه تیپ مرتعی در شهرستان سمیرم واقع در استان اصفهان انجام شد و ۱۰ شاخص گیاهی از گروه‌های مختلف شامل شاخص‌های براساس شیب، فاصله‌ای و حساس به آب گیاهان مورد محاسبه و ارزیابی قرار گرفتند. میزان همبستگی میان درصد تاج پوشش گیاهی و سایر اجزای غیر زنده زمین با استفاده از روش قدم-نقطه با استقرار چهار ترانسکت ۱۵۰ متری در ۱۰ نقطه تصادفی (۶۰۰۰ نقطه در هر تیپ گیاهی) اندازه‌گیری گردید. نتایج نشان داد که به طور کلی شاخص‌های گیاهی حاصل از تصویر سنجنده TM به دلیل داشتن قدرت تفکیک بهتر، ضریب تبیین بالاتری داشت که نشان‌دهنده دقت بهتر در بررسی پوشش گیاهی بود و خصوصیات منطقه و وضعیت پوشش گیاهی نیز در میزان همبستگی آن تأثیر داشت. همچنین به دلیل اختلافات طیفی تیپ‌های گیاهی مختلف، کارایی شاخص‌های گیاهی متفاوت بود. به طوری که ضرایب تبیین بین درصد تاج پوشش گیاهی زنده با شاخص‌های گیاهی حاصل از تصویر TM بیشتر از تصویر AWiFS بوده است. بیشترین میزان ضریب تبیین مشاهده شده در تصویر TM در تیپ گیاهی *Astragalus spp-Daphne mucronata* ($SSI=0/85$) مشاهده گردید. به طور کلی میزان ضریب تبیین حاصل از تصاویر ماهواره‌ای مطالعه شده با وضعیت مرتع رابطه عکس داشت و شاخص‌های سنجنده TM در وضعیت خیلی ضعیف حداقل ۲۴ درصد کاهش ضریب تبیین داشتند. بنابراین، کارایی یک شاخص گیاهی تا حدود زیادی به وضعیت مرتع، نوع تیپ گیاهی و قدرت تفکیک مکانی داده‌های سنجنش از دور وابسته است.

واژه‌های کلیدی: شاخص‌های گیاهی، همبستگی، سنجنده TM، سنجنده AWiFS

مقدمه

مطالعه این مناطق بسیار هزینه‌بر و مشکل می‌باشد (داغستانی، ۱۳۸۸). استفاده از تکنیک سنجنش از دور، مطالعه و پایش این اکوسیستم‌ها را با صرف هزینه کمتر ممکن می‌نماید. اساس سنجنش از دور بر این نکته استوار است که اشیاء در طول موج‌های مختلف مقدار متفاوتی از تابش را جذب، منتشر و یا عبور می‌دهند. گیاهان مختلف

مراتع از مهمترین سرمایه‌های ملی با کاربردهای زیست‌محیطی فراوان هستند که مدیریت آنها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. از طرفی ارزیابی و پایش آنها از موارد حیاتی و ضروری در مدیریت این اکوسیستم‌ها بوده که به دلیل وسعت این عرصه‌ها و وجود مناطق صعب‌العبور،

NOAA این همبستگی به ۶۴٪ تا ۷۵٪ کاهش می‌یافت (Fensholt & Sandholt, 2005). بررسی ارتباط میان شاخص سطح برگ و شاخص NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) با استفاده از تصاویر ماهواره‌های NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) و SPOT (Resolution Imaging Spectroradiometer) و داده‌های زمینی در فصول مختلف نشان می‌دهد که ارتباط میان داده‌های ماهواره‌ای و زمینی بر حسب دقت تصاویر ماهواره‌ای و زمان مطالعه متفاوت است (Wang *et al.*, 2005). مقایسه تصاویر ماهواره‌ای مختلف با استفاده از شاخص‌های گیاهی در آمریکا بیانگر آن بود که میزان همگنی و سایر خصوصیات منطقه و نیز دقت و خصوصیات طیفی تصاویر ماهواره‌ای از عوامل تأثیرگذار در نتایج مطالعات پوشش گیاهی به وسیله تصاویر ماهواره‌ای هستند (Theau *et al.*, 2010).

همان‌طوری که مطالعات فوق بیان کردند ویژگی‌های توپوگرافی، زمین‌شناسی و نوع گیاهان منطقه صحت پهنه‌بندی پوشش گیاهی را تحت تأثیر قرار می‌دهند. بنابراین هدف از مطالعه حاضر بررسی قابلیت شاخص‌های گیاهی حاصل از دو تصویر ماهواره‌ای لندست (سنجنده TM) و IRS-P6 (سنجنده AWiFS) در بررسی تیپ‌های پوشش گیاهی منطقه سمیرم استان اصفهان می‌باشد.

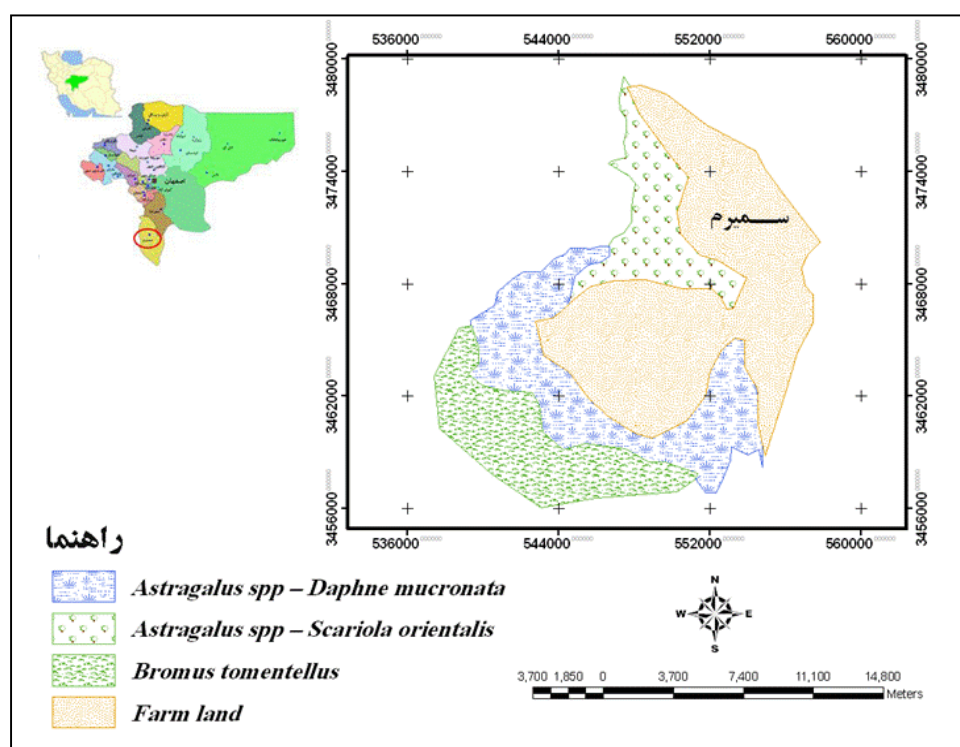
مواد و روش‌ها

الف) منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه قسمت‌هایی از استان اصفهان واقع در جنوب شهرستان سمیرم را شامل می‌گردد که بین طول جغرافیایی ۲۱° ۵۱' تا ۳۵° ۵۱' شرقی و عرض ۱۱° ۳۱' تا ۲۴° ۳۱' شمالی قرار گرفته است (شکل ۱). ارتفاع منطقه مورد مطالعه ۲۵۰۰-۲۰۰۰ متر بالاتر از سطح دریا قرار دارد و از لحاظ پوشش گیاهی جزء منطقه ایران و تورانی محسوب می‌گردد (یگانه و همکاران، ۱۳۸۷).

نیز به نسبت‌های متفاوت تابش دریافتی را منعکس می‌نمایند و این به‌عنوان خصوصیات طیفی گیاه تلقی می‌گردد. لازمه شناخت و تفکیک جوامع گیاهی دانستن خصوصیات طیفی آنها و آگاهی از اختلافات جزئی گیاهان است. برای بررسی پوشش گیاهی با کمک تصاویر ماهواره‌ای، شاخص‌های گیاهی با استفاده از ترکیبات مختلف باندهای طیفی محاسبه شده و مورد استفاده قرار می‌گیرند (Jaishanker *et al.*, 2005). تحقیقات مختلف حکایت از آن دارد که گیاهان مختلف با توجه به ساختار فیزیکی و شیمیایی خود، خصوصیات طیفی ویژه‌ای را از خود نشان می‌دهند، به‌طوری که بازتاب اجزای مختلف گیاهان نیز با یکدیگر متفاوت است (Eidvidge, 1990). وضعیت گیاهان و شادابی آنها نیز از موارد تأثیرگذار در میزان بازتاب گیاهان و همبستگی شاخص‌های گیاهی با پوشش گیاهی به‌شمار می‌آید، به‌طوری که در مناطق تخریب‌یافته میزان همبستگی پوشش گیاهی و شاخص‌های گیاهی پایین‌تر است (Senseman *et al.*, 1996; Buyantuyev *et al.*, 2007).

مطالعات مختلف نشان می‌دهد که خصوصیات تصاویر ماهواره‌ای بر روی میزان همبستگی پوشش گیاهی با شاخص‌های گیاهی و صحت نتایج تأثیر فراوان دارد. مقایسه دو تصویر TM (Thematic Mapper) و AWiFS (Advanced Wide Field Sensor) در زمین‌های زراعی آمریکا نشان داد که تصویر TM از دقت بیشتری برخوردار است ولی در مطالعه اراضی زراعی وسیع که یکنواختی زیادی دارند، استفاده از تصویر AWiFS به دلیل عرض تصویر زیاد نسبت به تصویر TM پیشنهاد گردید (Johnson, 2008). محققان در سنگال روابط تاج پوشش گیاهی با داده‌های ماهواره‌ای را با استفاده از تصاویر دو ماهواره MODIS و NOAA بررسی نمودند. در این منطقه پوشش گیاهی غالب را گراس‌های یکساله تشکیل می‌دادند. مقایسه همبستگی داده‌های هر یک از این دو ماهواره نشان داد که همبستگی میان داده‌های MODIS با داده‌های زمینی ۷۴٪ تا ۹۸٪ بود، در حالی که با استفاده از داده‌های



شکل ۱- موقعیت مکانی تیپ‌های مرتعی

گونه کنگر خوراکی (*Gundelia tournefortii*) نیز به‌طور پراکنده در این تیپ دیده می‌شود و وضعیت آن بسیار ضعیف می‌باشد.

پ) روش نمونه‌برداری زمینی

برای بررسی ارتباط میان پوشش گیاهی و شاخص‌های گیاهی، میزان تاج پوشش گونه‌های گیاهی با استفاده از روش تصادفی-سیستماتیک اندازه‌گیری شد. ابتدا نقاط نمونه‌برداری به‌طور تصادفی تعیین و بعد در طول چند ترانسکت به روش قدم-نقطه با استفاده از نقاط برخورد در طول هر ترانسکت (۱۵۰ نقطه در طول هر ترانسکت) نمونه‌برداری انجام شد (Oneill, 1994). در این مطالعه ابتدا تعداد ۱۰ نقطه تصادفی در هر تیپ گیاهی تعیین و براساس ابعاد پیکسل تصویر ماهواره‌ای و فرمول ۱ حداقل سطح نمونه‌برداری محاسبه گردید (McCoy, 2005):

$$A = [P(1 + 2L)]^2 \quad \text{فرمول (۱)}$$

در این رابطه مقادیر A ، L و P به ترتیب حداقل سطح نمونه‌برداری، میزان خطای تصحیح هندسی (برحسب

ب) تیپ‌های گیاهی مورد مطالعه

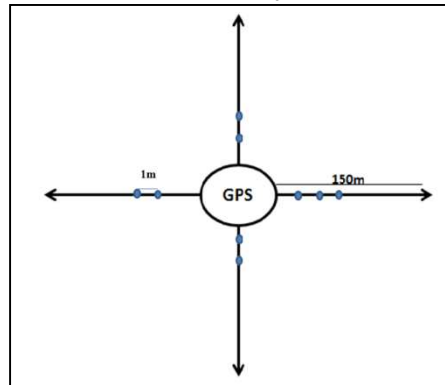
به‌منظور تعیین تیپ‌های گیاهی در منطقه از روش فیزیونومیک-فلورستیک استفاده شد و تیپ‌های گیاهی مورد مطالعه بشرح زیر بودند.

Bromus tomentellus: (علف پشمکی با فرم رویشی گراس) این تیپ منطقه علف‌زار (گراسلند) بوده و گونه‌های یکساله و چندساله از تیره گندمیان در آن فراوانی قابل ملاحظه‌ای دارند و گونه گون نیز به صورت محدود و پراکنده در آن دیده می‌شود. این تیپ وضعیت متوسط دارد.

Astragalus spp (گون با فرم رویش بوته‌ای چندساله) *Daphne mucronata* (دافنه با فرم رویشی درختچه‌ای) این تیپ در بین برون‌زدگی‌های مارنی منطقه واقع شده است و گونه‌های گراس‌های یکساله نیز به فراوانی در آن دیده می‌شوند. وضعیت این تیپ گیاهی ضعیف می‌باشد.

Astragalus spp-Scariola orientalis (کاهوی وحشی با فرم رویشی پهن برگ چندساله) این تیپ بسیار تخریب‌یافته بوده و خاک آن نیز بسیار فرسایش‌یافته است.

مربع و TM ۳۶۰۰ متر مربع محاسبه گردید. بنابراین جهت اطمینان بیشتر، در هر نقطه تصادفی از چهار ترانسکت ۱۵۰ متری و منطقه‌ای به سطح ۷۰۶۵۰ متر مربع نمونه‌برداری شد (شکل ۲).



شکل ۲- روش نمونه‌برداری در منطقه

پیکسل) و ابعاد پیکسل تصویر ماهواره‌ای می‌باشند. با توجه به این‌که در این مطالعه دو تصویر سنجنده AWiFS (ابعاد ۵۶*۵۶ متر) و TM (ابعاد ۳۰*۳۰) با خطای ۰/۵ مورد استفاده قرار گرفت، حداقل سطح مورد نیاز برای نمونه‌برداری جهت استفاده از سنجنده AWiFS ۱۴۴۰۰ متر

LISS-3, LISS-4 و AWiFS با ویژگی و کاربردهای متفاوت می‌باشد. جدول ۱ خصوصیات طیفی سنجنده‌های مورد استفاده در این تحقیق را نشان می‌دهد.

ج) پیش پردازش تصاویر ماهواره‌ای

به منظور بررسی پوشش گیاهی تصاویر دو ماهواره-IRS P6 (سنجنده AWiFS) و Landsat (سنجنده TM) متعلق به زمان نمونه‌برداری در ۱۱ خرداد مورد استفاده قرار گرفتند، ابتدا تصحیح هندسی و بعد تصحیح اتمسفری بر روی آنها اعمال شد.

در تصحیح هندسی ابتدا باندهای ۳۰ متری سنجنده TM با خطای ۰/۳۸ پیکسل به نقشه توپوگرافی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ ثبت داده شد و از تصویر برای زمین مرجع نمودن تصویر AWiFS با روش ثبت تصویر به تصویر (با خطای ۰/۴۶ پیکسل) استفاده گردید. تصحیح اتمسفری تصاویر نیز در نرم‌افزار ENVI با استفاده از روش Dark subtraction انجام شد (Song et al., 2001).

ت) تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده

در این مطالعه از دو تصویر ماهواره‌ای Landsat 5 (سنجنده TM) و IRS-P6 (سنجنده AWiFS) استفاده گردید. تصاویر مورد استفاده به منظور مقایسه کارایی دو سنجنده و جلوگیری از تأثیر خطاهای ناشی از تغییرات فنولوژی گیاهان تقریباً در یک زمان و مطابق با زمان نمونه‌برداری زمینی انتخاب شده بودند.

ث) خصوصیات ماهواره‌های لندست و IRS

ماهواره لندست ۵ متعلق به کشور آمریکا است که در سال ۱۹۸۴ به فضا پرتاب شد. این ماهواره، یک ماهواره اسکن‌کننده با سیستم خورشید آهنگ بوده که در حدود ۱۶ روز یک‌بار از یک مکان معین عکس‌برداری می‌کند (Landgrebe, 2003).

ماهواره IRS متعلق به کشور هندوستان بوده و اولین نوع آن در سال ۱۹۸۸ به فضا پرتاب شد. هم‌اکنون ماهواره IRS-p6 در فضا قرار دارد. این ماهواره دارای سه سنجنده

جدول ۱- خصوصیات طیفی باندهای تصاویر AWiFS و TM (تفکیک مکانی بر حسب متر و طول موج میکرومتر)

تفکیک مکانی	سنجنده AWiFS	تفکیک مکانی	سنجنده TM
-----	-----	۲۰m	۰/۴۵۰-۰/۵۲۰
۵۶m	۰/۵۲-۰/۵۹	۲۰m	۰/۵۲۰-۰/۶۰۰
۵۶m	۰/۶۲-۰/۶۸	۲۰m	۰/۶۳۰-۰/۶۹۰
۵۶m	۰/۷۷-۰/۸۶	۲۰m	۰/۷۶۰-۰/۹۰۰
۵۶m	۱/۵۵-۱/۷۰	۲۰m	۱/۵۵۰-۱/۷۵۰
-----	-----	۱۲۰m	۱۰/۴۰-۱۲/۵۰
-----	-----	۲۰m	۲/۰۸۰-۲/۳۵۰

چ) محاسبه شاخص‌های گیاهی

شاخص‌های گیاهی محاسبات ریاضی هستند که از ترکیب باندهای مختلف به وجود می‌آیند. شاخص‌های گیاهی محاسبه شده در این تحقیق شامل گروه شاخص‌های براساس شیب (Slope based)، فاصله‌ای (Disance based) و حساس به آب گیاهان (Plant-Water Sensitive) می‌باشند که از ترکیبات باندهای مختلف سنجنده‌های مذکور به وجود آمده‌اند (جدول ۲) (Jafari et al., 2007; Solaimani et al., 2011)

گروه اول: شاخص‌های براساس شیب مانند NDVI و SAVI هستند که با توجه به مقایسه بازتاب زیاد گیاهان در باند مادون قرمز نزدیک و بازتاب کم در باند قرمز محاسبه می‌شوند (Pearson & Miller, 1972, Rouse et al., 1974, Huete et al., 1984)

گروه دوم: شاخص‌های فاصله‌ای مانند PD54 و SSI هستند که برای از بین بردن اثر خاک بر بازتاب گیاهان مورد استفاده قرار می‌گیرند و با توجه به فاصله از خط خاک (که از ارتباط همبستگی میان دو باند یا دو تصویر تک باندی است و با تعیین بازتاب خاک در دو نقطه محاسبه می‌گردد، به دست می‌آید (Pickup & Nelson, 1984; Pickup et al., 1993, Rondeaux et al., 1996)

گروه سوم: شاخص‌های حساس به آب مانند STVI-1 و

MSVI-1 هستند که براساس امواج مادون قرمز میانی محاسبه می‌شوند و با توجه به این‌که در این طول موج مقدار آب گیاهان اندازه‌گیری می‌گردد، شاخص‌های حساس به آب نامیده می‌شوند (Thenkabail et al., 1994).

خ) بررسی همبستگی تاج پوشش و شاخص‌های گیاهی به منظور بررسی میزان همبستگی شاخص‌های گیاهی با میزان تاج پوشش، با توجه به طول ترانسکت نمونه‌برداری، نقشه وکتوری به شعاع ۱۵۰ متری نقاط نمونه‌برداری تهیه و برای مطالعه هر یک از تیپ‌های گیاهی در نرم‌افزار ERDAS IMAGINE از ارزش پیکسل‌های مذکور میانگین‌گیری گردید. سپس میزان ضریب تبیین (R^2) و آزمون معنی‌داری هر یک از تیپ‌های گیاهی به تفکیک از طریق تجزیه و تحلیل رگرسیون در نرم‌افزار SPSS انجام شد. محاسبه اجزای پوشش گیاهی بشرح زیر بود.

- (۱) پوشش گیاهان زنده + لاشیرگ = کل پوشش گیاهی
- (۲) کلیه گیاهان زنده فتوسنتز کننده = پوشش گیاهان زنده

جدول ۲- شاخص‌های گیاهی مقایسه شده در این مطالعه

گروه شاخص‌های گیاهی	شناخت گیاهی	مرجع	فرمول	براساس باندهای AWiFS	براساس باندهای TM
گروه ۱ (براساس شیب خط خاک)	SVI	Miller و Pearson (۱۹۷۲)	$\frac{NIR}{R}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{4}{3}$
	NDVI	Rouse و همکاران (۱۹۷۴)	$\frac{(NIR - R)}{(NIR + R)}$	$\frac{(3-2)}{(3+2)}$	$\frac{(4-3)}{(4+3)}$
	SAVI-B	Huete و همکاران (۱۹۸۸)	$\left[\frac{(NIR - R)}{(NIR + R + L)} \right] \times (1 + L)$ L مقدار تصحیح کننده خاک می باشد	$[[3-2]/(3+2+0.5)] \times 1.5$	$[[4-3]/(4+3+0.5)] \times 1.5$
گروه ۲ (براساس فاصله از خط خاک)	PVI	Rondeaux و همکاران (۱۹۹۶)	$\sin(\alpha) \times NIR - \cos(\alpha) \times R$ α زاویه بین خط خاک و باند مادون قرمز نزدیک	$\sin(\alpha) \times 3 - \cos(\alpha) \times 2$	$\sin(\alpha) \times 4 - \cos(\alpha) \times 3$
	PD54	Pickup و همکاران (۱۹۹۳)	فاصله عمودی خط خاک از پوشش گیاهی	1 v. 2	2 v. 3
	SSI	Nelson و Pickup (۱۹۸۴)	فاصله عمودی خط خاک از پوشش گیاهی	1/3 v. 2/3	2/4 v. 3/4
گروه ۳ (حساس به میزان آب)	STVI-1	Thenkabail و همکاران (۱۹۹۴)	$\frac{(MIR \times R)}{NIR}$	$\frac{(4 \times 2)}{3}$	$\frac{(5 \times 3)}{4}$
	STVI-3	Thenkabail و همکاران (۱۹۹۴)	$\frac{NIR}{(MIR + R)}$	$\frac{3}{(4+2)}$	$\frac{4}{(5+3)}$
	STVI-4	Thenkabail و همکاران (۱۹۹۴)	$\frac{NIR - ((R \times MIR))}{(NIR + MIR)}$	$3 - \frac{(2 \times 4)}{(3+4)}$	$4 - \frac{(3 \times 5)}{(4+5)}$
	MSVI-1	Thenkabail و همکاران (۱۹۹۴)	$\frac{NIR}{MIR}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{4}{5}$

نتایج

مورد مطالعه از جهت درصد پوشش گیاهی و ترکیب گونه‌ای و فرم رویشی با یکدیگر متفاوت هستند (جدول ۳).

الف) درصد پوشش گیاهی تیپ‌های گیاهی

نتایج نمونه‌برداری زمینی نشان داد که تیپ‌های گیاهی

جدول ۳- نوع و میانگین درصد اجزای تشکیل دهنده زمین در منطقه مورد مطالعه

نام تیپ گیاهی	اندازه نمونه	یکساله‌ها	گراس‌های چندساله	پهن برگان چندساله	بوته‌های (چندساله)	درختچه	لاشبرگ	سنگ و سنگریزه	خاک لخت
<i>Bromus tomentellus</i>	۱۰	۲/۵۲	۳۵/۱۳	-----	۰/۴	-----	۶/۷۶	۲۹/۳۷	۲۵/۸۲
<i>Astragalus spp- Daphne mucronata</i>	۱۰	۱۳/۰۲	۲/۳	۰/۷	۱۱/۸	۱۲/۴	۱۰/۵۶	۲۲/۳۳	۳۵/۱۷
<i>Astragalus spp- Scariola orientalis</i>	۱۰	۱۴/۰۷	۳/۹۶	۹/۴۶	۱۳/۲۴	-----	۱۱/۱	۱۲/۲۵	۳۵/۹۲

ب) همبستگی بین تاج پوشش گیاهی و شاخص‌های گیاهی و بررسی میزان همبستگی بین تاج پوشش گیاهی و

همبستگی بین تاج پوشش گیاهی و شاخص‌های گیاهی

شاخص‌های گیاهی در تیپ‌های مختلف مطالعاتی نشان داد که هر یک از تیپ‌های گیاهی تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده از نظر میزان ضریب تبیین (R^2) با تاج پوشش گیاهی نسبت به یکدیگر متفاوت هستند، ضمن اینکه بین هر یک از تیپ‌های گیاهی مورد مطالعه نیز مقادیر متفاوتی شرح زیر دیده می‌شود.

در تیپ *Bromus tomentellus* با استفاده از تصویر AWiFS شاخص SSI بیشترین همبستگی (TM) ($R^2=0/68$) و با کاربرد تصویر لندست شاخص SVI بیشترین همبستگی (TM) ($R^2=0/70$) دادند. در محاسبه میزان همبستگی بین تاج پوشش و شاخص‌های گیاهی به کمک تصویر لندست، برخی شاخص‌های گیاهی مانند SVI افزایش همبستگی را نشان دادند ولی از میزان همبستگی، میزان تاج پوشش گیاهی و بعضی شاخص‌های حاصل از این تصویر مثل STVI-3 کاسته شد.

در تیپ *Astragalus spp- Daphne mucronata* با استفاده از شاخص‌های گیاهی تصویر لندست شاخص SSI (TM) ($R^2=0/85$) و با کاربرد تصویر AWiFS شاخص STVI-1 بیشترین همبستگی (TM) ($R^2=0/72$) و ($R^2=0/82$) را میان

تاج پوشش گیاهی زنده و شاخص‌های گیاهی داشتند. با کاربرد ماهواره لندست شاخص‌های SSI (Soil Stability Index) SVI (Simple Vegetation Index) و PD54 (Perpendicular Distance) افزایش و شاخص‌های STVI-1 (Stress Related-1) و PVI (Perpendicular Vegetation Index) کاهش همبستگی را نشان دادند. شاخص MSVI-1 (Mid Infrared-1) محاسبه شده به وسیله تصویر AWiFS با کل تاج پوشش گیاهی همبستگی بیشتری نسبت به تاج پوشش گیاهی زنده داشت.

در تیپ *Astragalus spp- Scariola orientalis* میزان همبستگی بین تاج پوشش گیاهی و شاخص‌های گیاهی نسبت به سایر تیپ‌های گیاهی کاهش یافت و تفاوت چندانی میان مقدار ضریب تبیین تاج پوشش گیاهی زنده و کل پوشش گیاهی با شاخص‌های گیاهی دیده نشد. در این تیپ گیاهی در هر دو تصویر ماهواره‌ای، شاخص SSI (TM) ($R^2=0/61$) و ($R^2=0/41$) بیشترین همبستگی را با تاج پوشش گیاهی زنده داشت. شاخص‌های گیاهی حاصل از تصویر AWiFS که همبستگی آنها با تاج پوشش گیاهی زنده معنادار بود، کاهش بیشتری در میزان ضریب تبیین با تاج پوشش گیاهی زنده داشتند.

جدول ۳- میزان ضریب تبیین بین تاج پوشش و شاخص‌های گیاهی در تیپ‌های گیاهی (اعداد اول درون جدول نشان‌دهنده مقادیر ضریب تبیین (R^2) و

اعداد داخل پرانتز نشان‌دهنده آزمون معنی‌داری (p-value) می‌باشد)

نام تیپ گیاهی	گروه شاخص‌های گیاهی	شاخص‌های گیاهی	سنجنده AWiFS		سنجنده TM	
			پوشش گیاهان زنده	کل پوشش گیاهی	پوشش گیاهان زنده	کل پوشش گیاهی
<i>Bromus tomentellus</i>	گروه ۱ (براساس شیب خط خاک)	SVI	0/64(0/009)	0/12(0/776)	0/70(0/005)	0/38(0/616)
		NDVI	0/63(0/01)	0/18(0/731)	0/65(0/008)	0/42(0/597)
		SAVI-B	0/64(0/009)	0/14(0/762)	0/68(0/006)	0/42(0/599)
	گروه ۲ (براساس فاصله از خط خاک)	PVI	0/39(0/072)	0/36(0/626)	0/11(0/367)	0/07(0/830)
		PD54	0/13(0/769)	0/58(0/531)	0/12(0/776)	0/37(0/621)
		SSI	0/70(0/005)	0/2(0/718)	0/68(0/006)	0/42(0/567)
	گروه ۳ (حساس به میزان آب)	STVI-1	0/1(0/779)	0/2(0/706)	0/68(0/497)	0/04(0/874)
		STVI-3	0/55(0/021)	0/16(0/744)	0/35(0/091)	0/18(0/727)
		STVI-4	0/32(0/644)	0/42(0/596)	0/21(0/673)	0/09(0/92)

Astragalus spp-Daphne mucronata	گروه ۱ (براساس شیب خط خاک)	MSVI-1	۰/۴۳(۰/۰۵۳)	۰/۰۴۸(۰/۰۵۷۱)	۰/۱۲(۰/۳۵۱)	۰/۰۵۹(۰/۰۵۳۰)	
		SVI	۰/۶۸(۰/۰۰۶)	۰/۱۶(۰/۲۸۱)	۰/۷۹(۰/۰۰۱)	۰/۰۶(۰/۰۵۰۴)	
		NDVI	۰/۷۰(۰/۰۰۵)	۰/۱۵(۰/۲۹۰)	۰/۸۴(۰)	۰/۰۶(۰/۰۵۰۵)	
	گروه ۲ (براساس فاصله از خط خاک)	SAVI-B	۰/۷۰(۰/۰۰۵)	۰/۱۵(۰/۲۸۸)	۰/۸۴(۰)	۰/۰۶(۰/۰۵۰۲)	
		PVI	۰/۷۷(۰/۰۰۲)	۰/۰۴(۰/۰۶۰۸)	۰/۷۴(۰/۰۰۴)	۰/۰۰۱(۰/۰۹۵۰)	
		PD54	۰/۰۹(۰/۴۳۳)	۰/۲۰(۰/۲۲۶)	۰/۳۸(۰/۰۷۴)	۰/۰۵(۰/۰۵۶۳)	
	گروه ۳ (حساس به میزان آب)	SSI	۰/۷۲(۰/۰۰۴)	۰/۱۷(۰/۲۷۰)	۰/۸۵(۰)	۰/۰۵(۰/۰۵۴۹)	
		STVI-1	۰/۸۲(۰/۰۰۱)	۰/۰۴(۰/۰۶۰۷)	۰/۷۲(۰/۰۰۴)	۰/۰۰۴(۰/۰۸۷۶)	
		STVI-3	۰/۶۱(۰/۰۱۳)	۰/۰۳(۰/۰۷۷)	۰/۸۴(۰)	۰/۲۴(۰/۰۱۷۱)	
	Astragalus spp-Scariola orientalis	گروه ۱ (براساس شیب خط خاک)	STVI-4	۰/۷۳(۰/۰۰۳)	۰/۰۰۲(۰/۰۹۰۶)	۰/۶۱(۰/۰۱۳)	۰/۰۰۵(۰/۰۸۶۲)
			MSVI-1	۰/۴۸(۰/۰۳۸)	۰/۰۵(۰/۰۳۳)	۰/۷۴(۰/۰۰۳)	۰/۳۹(۰/۰۰۶۸)
			SVI	۰/۳۷(۰/۰۸۰)	۰/۰۱۸(۰/۰۷۲۹)	۰/۵۳(۰/۰۲۵)	۰/۴۳(۰/۰۰۵۳)
گروه ۲ (براساس فاصله از خط خاک)		NDVI	۰/۳۸(۰/۰۷۴)	۰/۰۱۶(۰/۰۷۴۳)	۰/۵۴(۰/۰۲۳)	۰/۴۵(۰/۰۰۴۸)	
		SAVI-B	۰/۳۹(۰/۰۷۰)	۰/۰۱۴(۰/۰۷۶۱)	۰/۵۵(۰/۰۲۱)	۰/۴۶(۰/۰۰۴۴)	
		PVI	۰/۲۸(۰/۱۴۱)	۰/۰۵۴(۰/۰۵۴۹)	۰/۰۱۹(۰/۰۷۲۱)	۰/۰۱۸(۰/۰۲۵۳)	
گروه ۳ (حساس به میزان آب)		PD54	۰/۰۷۹(۰/۴۶۳)	۰/۰۴۶(۰/۰۰۴۴)	۰/۰۱۸(۰/۰۷۳۱)	۰/۰۴(۰/۰۰۶۷)	
		SSI	۰/۴۱(۰/۰۰۵۹)	۰/۰۰۴(۰/۰۷۸۱)	۰/۶۱(۰/۰۱۲)	۰/۳۱(۰/۰۱۱۷)	
		STVI-1	۰/۰۱۵(۰/۰۷۵۵)	۰/۰۰۲(۰/۰۹۰)	۰/۲۰(۰/۰۲۱۷)	۰/۰۳۱(۰/۰۶۵۱)	
		STVI-3	۰(۰/۰۹۹۱)	۰/۳۲۹(۰/۰۱۰۶)	۰(۰/۰۹۶۰)	۰/۳۶(۰/۰۰۸۴)	
		STVI-4	۰/۰۰۱(۰/۰۹۴۰)	۰/۱۵۶(۰/۰۲۹۲)	۰/۱۹(۰/۰۲۳۹)	۰/۲۲(۰/۰۲۰۳)	
		MSVI-1	۰/۰۵۶(۰/۰۵۴۱)	۰/۰۴۱۶(۰/۰۰۶۱)	۰/۰۱۴(۰/۰۷۶۶)	۰/۲۶(۰/۰۱۶۰)	

* در سطح ۵ درصد معنی دار

* در سطح ۱ درصد معنی دار

بحث

نسبت به دو تیپ گیاهی دیگر تفاوت کمتری میان میزان همبستگی کلیه شاخص‌های گیاهی با میزان تاج پوشش گیاهی با استفاده از دو تصویر TM و AWiFS مشاهده گردید ولی در تیپ گیاهی *Astragalus spp- Scariola orientalis* به علت تخریب یافتگی و ناهمگنی منطقه، در بررسی همبستگی میان تاج پوشش گیاهی و شاخص‌های گیاهی، بین دو تصویر تفاوت زیادی مشاهده می‌شود (به‌عنوان مثال شاخص NDVI، (TM) $(R^2=0/54)$ ، AWiFS $(R^2=0/38)$). تحقیقات انجام شده در هندوستان نیز نتایج مشابهی را در بررسی زمین‌های یکنواخت کشاورزی و غیرهمگن نشان داد (Patel et al., 2006).

در بررسی خصوصیات طیفی گیاهان مشاهده می‌گردد که نسبت پوشش گیاهی زنده، پوشش گیاهی غیرزنده و اجزاء فیزیکی (سنگ، سنگریزه و خاک) سه جزء مهم تعیین‌کننده بازتابش پوشش گیاهی هستند که در این بین، پوشش گیاهی زنده از اهمیت زیادی برخوردار است. مقدار بازتابش از

همان‌طور که در بخش نتایج نیز مشاهده گردید میزان همبستگی بین تاج پوشش گیاهی و شاخص‌های گیاهی با استفاده از تصویر TM در منطقه بیشتر است. بدیهی است که میزان قدرت تفکیک زمینی بالای تصویر TM باعث می‌گردد که میزان همبستگی بین شاخص‌های گیاهی و تاج پوشش گیاهی بیشتر باشد. محققان نیز بیان کردند که در مناطق مختلف میزان همبستگی بین تاج پوشش گیاهی و شاخص گیاهی با افزایش ابعاد پیکسل تصویر ماهواره‌ای کاهش می‌یابد (Hiederer, 1991; Fensholt & Sandholt, 2005; Wang et al., 2005; Laidler et al., 2008). مطالعه حاضر نشان داد تیپ‌های گیاهی که دارای همگنی و یکنواختی خوبی هستند، استفاده از تصاویر ماهواره‌ای مختلف از نظر میزان همبستگی میان تاج پوشش گیاهی و شاخص‌های گیاهی تفاوت چندانی ندارد. در تیپ گیاهی *Bromus tomentellus* به علت یکنواختی بیشتر این تیپ،

در مطالعه پوشش گیاهی، در یک زمان اختلاف دیده شود (Jaishanker et al., 2005; Chander et al., 2008). در تیپ مرتعی *Bromus tomentellus* با مطالعه منطقه به وسیله تصویر TM شاخص SVI بیشترین همبستگی را با تاج پوشش گیاهی نشان داد. در حالی که با محاسبه شاخص‌های گیاهی به کمک تصویر AWiFS شاخص SSI بیشترین همبستگی را داشت. دلیل این امر می‌تواند چنین تفسیر شود که وقتی محاسبه یک شاخص گیاهی به وسیله سنجنده‌هایی با مقیاس طیفی مختلف محاسبه می‌شود (جدول ۲)، این امر موجب می‌شود که محاسبه یک شاخص گیاهی در یک منطقه با استفاده از تصاویر مختلف مقادیر متفاوتی را نشان دهد و این امر نقش مهمی در انتخاب شاخص گیاهی مناسب در مطالعات سنجش از دوری دارد که باید با توجه به نوع تصویر و خصوصیات منطقه، شاخص گیاهی مناسب منطقه انتخاب گردد (Theau et al., 2010).

به‌طور کلی نتایج این مطالعه نشان داد که استفاده از تصاویر ماهواره‌ای مختلف، نتایج متفاوتی را دربردارند و پتانسیل و خصوصیات یک منطقه نقش مهمی در انتخاب مقیاس و تصاویر مورد استفاده ایفا می‌کند. در مطالعات پوشش گیاهی مراتع وضعیت گیاهان و میزان همگنی و یکنواختی مراتع نقش مهمی در صحت نتایج دارد. ناهمگنی و تخریب پوشش گیاهی باعث می‌گردد که تصاویر ماهواره‌ای با وضوح کمتر نتایج مطلوبی را نداشته باشند که این مورد، استفاده از تصاویر ماهواره‌ای با صحت نتایج بیشتر را با داده‌های زمینی می‌رساند. توجه به دوره‌های زمانی تصاویر با در نظر گرفتن فنولوژی گیاهان نیز از نکات مهم دیگری است که باید مورد توجه قرار بگیرد.

از آنجایی که در استفاده از تصاویر ماهواره‌ای برای مطالعه پوشش گیاهی از شاخص‌های گیاهی استفاده می‌گردد، ارزیابی شاخص گیاهی مناسب به‌منظور دستیابی به نتیجه مطلوب بسیار ضروریست، اما نتایج این تحقیق نشان داد که استفاده از شاخص‌های براساس شیب خط خاک، مثل NDVI در هر دو تصویر مورد استفاده در کلیه تیپ‌های گیاهی نتایج نسبتاً مطلوبی را نشان داد و این شاخص

پوشش زنده نیز به مقدار آب، ساختمان سلول، مقدار کلروفیل و ساختمان گیاه بستگی دارد و از طرفی اختلافات مرفولوژیکی نظیر نوع تاج پوشش گیاهی، شکل برگ، زاویه سطح برگ و نیز تنوع در فعالیت‌های زیستی سبب اختلاف در بازتاب گیاهان در باندهای مختلف می‌گردد که این موارد باعث می‌شود هریک از گونه‌های گیاهی طیف ویژه‌ای داشته باشند (Patel et al., 2006; گلداسمیت، ۱۳۸۸). علاوه بر همگنی و یکنواختی، تیپ‌های مرتعی مورد مطالعه از جهت میزان شادابی و وضعیت گیاهان نیز باهم متفاوت بودند. در تیپ گیاهی *Astragalus spp- Scariola orientalis* به علت حالت تخریب‌یافتگی و وضعیت بسیار ضعیف مرتعی، در تصاویر TM و AWiFS نسبت به دو تیپ گیاهی دیگر ضریب تبیین بسیار کمتری میان تاج پوشش گیاهی زنده و شاخص‌های گیاهی دیده شد که با محاسبه شاخص‌های گیاهی به کمک تصویر AWiFS مقدار ضریب تبیین کاهش بیشتری از خود نشان داد. دلیل این امر را چنین می‌توان بیان کرد که در مناطق تخریب‌یافته به دلیل کاهش میزان سبزی‌نگی میزان همبستگی میان درصد تاج پوشش گیاهی و مقادیر کاهش می‌یابد که این امر می‌تواند کاهش میزان صحت نتایج حاصل از مطالعات پوشش گیاهی به کمک سنجش از دور در مناطق تخریب‌یافته را تا حدی تفسیر نماید (Buyantuyev et al., 2007).

در مطالعه حاضر میزان همبستگی بین تاج پوشش گیاهی و شاخص گیاهی در تیپ‌های گیاهی با استفاده از دو تصویر TM و AWiFS و ضریب تبیین مورد مقایسه قرار گرفتند. نتایج نشان داد که هر یک از تیپ‌های گیاهی با توجه به خصوصیات خود (نوع گیاهان و خصوصیات منطقه) و نوع تصویر مورد استفاده با یک شاخص گیاهی مقدار همبستگی بیشتری دارد.

علاوه بر تفاوت ابعاد پیکسل بین دو سنجنده TM و AWiFS اختلاف محدوده باندهای طیفی نیز دیده می‌شود (جدول ۲) و از آنجا که شاخص‌های گیاهی نتیجه معادلات ریاضی بین باندهای طیفی هستند، بدیهی است که بین این دو سنجنده از نظر مقدار شاخص‌های گیاهی و صحت آنها

- 1423.
- Laidler, G., P. M. Treitz, and D. M. Atkinson, 2008. Remote Sensing of Arctic Vegetation: Relations between the NDVI, Spatial Resolution and Vegetation Cover on Boothia Peninsula, Nunavut. *Arctic*, 61(1):1-13.
- Landgrebe, D. A. 2003. *Signal theory methods in multispectral remote sensing*, Wiley.
- McCoy, R.M. 2005. *Field Methods in Remote Sensing*, Guilford.
- Oneill, A. L., 1994. Reflectance spectra of microphytic soil crusts in semi-arid Australia. *International Journal of Remote Sensing*, 15(3):675 - 681.
- Patel, N. R., B. Bhattacharjee, A. J. Mohammed, B. Tanupriya, and S. K. Saha, 2006. Remote Sensing of Regional Yield Assessment of Wheat in Haryana, India. *International Journal of Remote Sensing*, 27(19):4071-4090.
- Pearson, R. L. and L. D. Miller, 1972, Remote sensing of standing crop biomass for estimation of the productivity of the shortgrass prairie, Pawnee national grasslands. 'The 8th International Symposium on Remote Sensing of the Environmen, Colorado.
- Pickup, G., V. H. Chewings, and D. J. Nelson, 1993. Estimating changes in vegetation cover over time in arid rangelands using Landsat MSS data. *Remote Sensing of Environment*, 43:243-263.
- Pickup, G. and D. J. Nelson, 1984. Use of Landsat radiance parameters to distinguish soil erosion, stability, and deposition in arid central Australia. *Remote Sensing of Environment*, 16:195-209.
- Rondeaux, G., M. Steven, and F. Baret, 1996. Optimization of soiladjusted vegetation indices. *Remote Sensing of Environment*, 55:95-107.
- Rouse, J. W., R. W. Haas, J. A. Schell, D. W. Deering, and J. C. Harlan, 1974, Monitoring the vernal advancement and retrogradation (greenware effect) of natural vegetation. Greenbelt, MD, USA.
- Senseman, G. M., C. F. Bagleya, and S. A. Tweddale, 1996. Correlation of Rangeland Cover Measures to Satellite Imagery Derived Vegetation Indices. *Geocarto International*, 11(3):29 - 38.
- Solaimani, K., F. Shokrian, R. Tamartash, and M. Banihashemi, 2011. Landsat ETM+ Based Assessment of Vegetation Indices in Highland Environment. *Journal of Advances in Developmental Research*, 2(1):5-13.
- Song, C., C. E. Woodcock, K. C. Seto, M. P. Lenney, and S. A. Macomber, 2001. Classification and Change Detection Using Landsat TM Data: When and How to Correct Atmospheric Effects? *Remote Sensing of Environment*, 74:230-244.
- Theau, J., T. T. Sankey, and K. T. Weber, 2010. Multi-sensor Analyses of Vegetation Indices in a Semi-arid Environment. *GIScience and Remote Sensing*, 47(2):260-275.
- Thenkabail, P. S., A. D. Ward, J. G. Lyon, and C. J. Maerry, 1994. Thematic Mapper vegetation indices for determining soybean and corn growth parameters. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 60:437-442.
- Wang, Q., S. Adikua, J. Tenhunena, and A. Granierb, می‌تواند در هنگام استفاده از تصاویر مختلف مورد استفاده قرار بگیرد.
- منابع مورد استفاده**
- داغستانی، م.، ۱۳۸۸، "کاربرد علم سنجش از دور در مدیریت جنگل"، اولین همایش منطقه‌ای ژئوماتیک، مهرماه ۱۳۸۸، اسلامشهر.
- گلداسمیت، ب. ارزانی، ح. و شهریاری، ا. (ترجمه)، ۱۳۸۶، پایش برای اکولوژی و حفاظت خاک، انتشارات دانشگاه تهران. ۳۵۲ صفحه
- یگانه، ح. خواجه‌الدین، س. ج. و سفینیان، ع. ر.، ۱۳۸۷. بررسی قابلیت شاخص‌های طیفی سنجنده MODIS در برآورد تولید گیاهی مراتع سمیرم. مرتع. ۲(۱): ۶۳-۷۷.
- Buyantuyev, A., J. Wu, and C. Gries, 2007. Estimating Vegetation Cover in an Urban Environment Based on Landsat ETM+ Imagery: A Case Study in Phoenix, USA. *International Journal of Remote Sensing*, 28(2):269-291.
- Chander, G., I. Member, M. J. Coan, and P. L. Scaramuzza, 2008. Evaluation and Comparison of the IRS-P6 and the Landsat Sensors. *Transaction on Geoscience and Remote Sensing*, 46(1):209-221.
- Eidvidge, C. D., 1990. Visible and Near Infrared Reflectance Characteristics of Dry Plant Materials *International Journal of Remote Sensing*, 11(10):1775 - 1795.
- Fensholt, R. and I. Sandholt, 2005. Evaluation of MODIS and NOAA AVHRR vegetation indices with in situ measurements in a semi-arid environment. *International Journal of Remote Sensing*, 26(12):2561-2594.
- Hiederer, R., 1991. Monitoring Rengeland Vegetation in the sahel by landsat MSS and NOAA AVHRR. Cranfeild institue of Thecnology.
- Huete, A. R., D. F. Post, and R. D. Jackson, 1984. Soil spectral effect on 4-space vegetation discrimination. *Remote Sensing of Environment*, 15:155-165.
- Jafari, R., M. M. Lewis, and B. Ostendorf, 2007. Evaluation of Vegetation Indices for Assessing Vegetation Cover in Southern Arid lands in South Australia. *The Rangeland Journal*, 29:39-49.
- Jaishanker, R., T. Senthivel, and V. N. Sridhar, 2005. Comparison of vegetation indices for practicable homology. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 33(3):395 - 404.
- Johnson, D. M., 2008. A Comparison of Coincident Landsat-5 TM and Resourcesat-1 AWiFS Imagery for Classifying Croplands. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 74(11):1413-

Environment, 94:244–255.

2005. On the relationship of NDVI with leaf area index in a deciduous forest site. Remote Sensing of

Comparison of Landsat5 (TM sensor) and IRS-P6 (AWiFS sensor) satellite images for analyzing rangeland vegetation types (Case study: Semirom, Isfahan)

F. Hadian^{1*}, H. Bashari², R. Jafari³ and S. Soltani⁴

1*-Corresponding Author, Master of Science in Range Management, Department of Range Management, Isfahan University of Technology, Email: hadian.fatemeh@gmail.com

2,3-Assistant Professor, Department of Natural Resources, Isfahan University of Technology, Isfahan

4-Associate Professor, Department of Natural Resources, Isfahan University of Technology, Isfahan

Received: 22/10/2011

Accepted: 23/7/2012

Abstract

Selecting the appropriate satellite images is highly important to achieve acceptable precision and accuracy in rangeland assessment programs. This study aimed to evaluate Landsat5 (TM sensor) and IRS-P6 (AWiFS sensor) satellite images in three rangeland vegetation types in Semirom region, Isfahan. Ten vegetation indices of different groups including slope-based, distance-based and plant-water sensitive indices were calculated and evaluated for all vegetation types. The percentage of canopy cover, litter, rock, gravel, stone and bare ground were determined using step-point method in radial direction (6000 points per rangeland type). Then, the correlations between the measured field components and spectral indices were compared. According to the results, vegetation indices extracted from TM sensor data had higher correlation with field vegetation cover due to its high spatial resolution. Factors such as characteristics of study area, range condition and vegetation types had also vital role in these correlations. The indices were tested against vegetation cover percentage in all vegetation types including *Bromus tomentellus*, *Astragalus spp-Daphne mucronata*- and *Astragalus spp-Scariola orientalis*. The highest determination coefficient was found between live vegetation cover and SSI index ($r^2=0.85$) in *Astragalus spp-Daphne mucronata* vegetation type. Overall, the results showed that there was an inverse relationship between vegetation cover indices and rangeland condition. TM vegetation indices had minimum of 24 percent of determination coefficient in very poor range condition in comparison with other studied rangeland conditions. Therefore, the performance of a vegetation index highly depends on rangeland condition, vegetation types and also spatial resolution of remote sensing data.

Keywords: vegetation indices, correlation, TM sensor, AWiFS sensor