



## بررسی تأثیر سطح نمونه برداری در میزان همبستگی تاج پوشش و شاخص گیاهی NDVI با استفاده از تصاویر سنجنده‌های TM و AWiFS در تیپ‌های مرتعی با وضعیت مختلف

فاطمه هادیان<sup>۱\*</sup>، حسین بشری، رضا جعفری<sup>۲</sup>

۱. دانش آموخته کارشناسی ارشد مرتع‌داری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان

۲. استادیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان

### مشخصات مقاله

پیشینه مقاله:

دریافت: ۴ شهریور ۱۳۹۲

پذیرش: ۳ اردیبهشت ۱۳۹۳

دسترسی اینترنتی: ۲۲ شهریور ۱۳۹۳

واژه‌های کلیدی:

شاخص گیاهی

سطح نمونه برداری

روش قدم-نقطه

سمیرم

### چکیده

انتخاب سطح نمونه برداری مناسب در مطالعات ارزیابی عرصه‌های وسیع طبیعی به روش‌های زمینی و سنجش از دوری جهت حصول دقت و صحت مناسب از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. این مطالعه با هدف بررسی تأثیر سطح نمونه برداری زمینی در میزان همبستگی تاج پوشش گیاهی با داده‌های شاخص گیاهی NDVI حاصل از تصاویر ماهواره‌ای Landsat5 (سنجنده TM) و IRS-P6 (سنجنده AWiFS) مربوط به زمان نمونه برداری در مطالعه ۳ تیپ مرتعی در شهرستان سمیرم واقع در استان اصفهان انجام شد. در این تحقیق در هر تیپ گیاهی داده‌های درصد تاج پوشش گیاهی و سایر اجزای غیر زنده زمین با استفاده از روش قدم-نقطه در ۴ ترانسکت با شعاع‌های ۳۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ متری در ۱۰ نقطه تصادفی (به ترتیب در سطوح نمونه برداری ۲۸۲۶، ۷۸۵۰، ۳۱۴۰۰، ۷۰۶۵۰ مترمربعی) و تعداد ۱۲۰۰، ۲۰۰۰، ۴۰۰۰، ۶۰۰۰ نقطه در هر تیپ گیاهی اندازه‌گیری گردید. نتایج نشان داد که تصویر سنجنده TM در کلیه سطوح نمونه برداری همبستگی بهتری را نسبت به تصویر سنجنده AWiFS در بررسی تاج پوشش گیاهی نشان می‌دهد. در تیپ‌های گیاهی مورد مطالعه با افزایش میزان تخریب و ناهمگنی پوشش گیاهی، میزان همبستگی تاج پوشش گیاهی و شاخص گیاهی NDVI کاهش می‌یابد به طوری که در تیپ گیاهی *Astragalus spp-Scariola orientalis* این همبستگی با استفاده از تصویر سنجنده AWiFS در سطح ۵ درصد در هیچ یک از سطوح نمونه برداری معنی‌دار نبود اما در تیپ گیاهی *Bromus tomentellus* به دلیل شرایط یکنواخت‌تر پوشش گیاهی و وضعیت خاکی، بالاترین میزان همبستگی (۰/۷۷) در سطح نمونه برداری ۷۸۵۰ متری به دست آمد.

\*hadian.fatemeh@gmail.com: پست الکترونیکی مسئول مکاتبات

## مقدمه

مراتع از مهم‌ترین سرمایه‌های ملی با کاربردهای زیست محیطی 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، مطالعه این مناطق بسیار هزینه‌بر و مشکل‌می‌باشد (۴). استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور از روش‌هایی است که مطالعه و پایش این اکوسیستم‌ها را با صرف هزینه کمتر ممکن می‌نماید. جهت بررسی پوشش گیاهی با کمک تصاویر ماهواره‌ای، شاخص‌های گیاهی با استفاده از ترکیبات مختلف باندهای طیفی محاسبه شده و مورد استفاده قرار می‌گیرند. صحت نتایج حاصل از محاسبات زمینی و شاخص‌های گیاهی از جمله مهم‌ترین مواردی است که در مطالعات پوشش گیاهی بایستی مد نظر قرار گیرد، خصوصیات تیپ‌های گیاهی (نظیر شادابی و وضعیت پوشش گیاهی) و نیز نمونه‌برداری صحیح در مطالعات زمینی یکی از مهم‌ترین موارد در چگونگی این همبستگی به شمار می‌آید. به دلیل اینکه نمونه‌برداری صد در صد مراتع امکان‌پذیر نیست لذا جهت بررسی مراتع ناگزیر از نمونه‌برداری از بخشی از کل منطقه مطالعاتی می‌باشیم. مساله و سوال اساسی در اینجا است که چه سطحی از مرتع را مطالعه کنیم تا بتواند به عنوان معیار و نماینده‌ای از کل منطقه باشد (۱۲، ۲۲، ۲۳). این مساله هم در مطالعات زمینی و هم در مطالعات سنجش از دوری مصداق دارد.

مطالعات مختلف نشان می‌دهد که خصوصیات تصاویر ماهواره‌ای، تیپ گیاهی و نیز منطقه مورد مطالعه بر روی میزان همبستگی پوشش گیاهی با شاخص‌های گیاهی و صحت نتایج، تأثیر فراوان دارد (۱۵ و ۲۳).

آریاریا و همکاران (۶) در برزیل پوشش منطقه‌ای را با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و آنالیز رگرسیون بررسی نمودند، نتایج آنها نشان داد که سطح نمونه‌برداری زمینی نقش مهمی در میزان همبستگی پوشش گیاهی و شاخص گیاهی NDVI دارد و همچنین در انتخاب سطح نمونه‌برداری نیز خصوصیات تیپ گیاهی و فرم رویشی و میزان دقت ماهواره (اندازه پیکسل) از عوامل تعیین‌کننده به شمار می‌روند.

ونگ و همکاران (۲۶) در تگزاس (آمریکا) با استفاده از تصویر لندست تأثیر سطح نمونه‌برداری زمینی را در اندازه‌گیری درصد تاج پوشش تیپ‌های مختلف گیاهی بررسی نمودند، در این مطالعه میزان همبستگی درصد تاج پوشش گیاهی با باندهای مختلف به تفکیک مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که سطح نمونه‌برداری مناسب در هر یک از تیپ‌های گیاهی بسته به خصوصیات خود (فرم رویشی و تراکم) و نیز شرایط منطقه (همگنی) متفاوت می‌باشد.

آجرلو و همکاران (۵) در قزوین با استفاده از تصویر لندست میزان همبستگی درصد تاج پوشش گیاهی و داده‌های ماهواره‌ای را از طریق رگرسیون مورد بررسی قرار دادند، در این مطالعه درصد تاج پوشش گیاهی در سطوح مختلف با استفاده از تلفیق ترانسکت و پلات بررسی شده بود. نتایج نشان داد که میزان سطح نمونه‌برداری و محل نمونه‌برداری زمینی از عوامل مهم در همبستگی داده‌ها می‌باشند و خصوصیات نظیر چگونگی همگنی منطقه نیز در انتخاب سطح نمونه‌برداری زمینی مؤثر است.

راکنی (۲۰) در ایتالیا تأثیر سطح نمونه‌برداری را با استفاده از چند تصویر ماهواره‌ای مختلف در تیپ‌های گیاهی گوناگون بررسی نمودند، در این تحقیق از پلات‌هایی با ابعاد مختلف (۱۰۰۰-۱۰۰ مترمربع) استفاده شده بود. نتایج بیان‌گر این بود که خصوصیات پوشش گیاهی (مثل تراکم) و منطقه (همگنی) در انتخاب نوع تصویر و سطح نمونه‌برداری مناسب زمینی مؤثر است.

در مطالعات زمینی، نوع و الگوی پراکنش گیاهان و نیز تنوع گیاهی از جمله عواملی است که سطح نمونه‌برداری را تحت تأثیر خود قرار می‌دهد به طوری که در مناطق خشک با پوشش گیاهی تنک و پراکنده و افزایش واریانس در میزان پوشش گیاهی، میزان سطح نمونه‌برداری افزایش می‌یابد (۳ و ۱۰). از طرفی میزان دقت ماهواره‌های مختلف و نیز خطای حاصل از زمین مرجع‌سازی (تصحیح هندسی) نیز بر صحت نتایج مطالعات پوشش گیاهی به وسیله تصاویر مختلف نیز تأثیرگذار است (۱۷).

وو و همکاران (۲۷) تأثیر میزان سطح نمونه‌برداری را با استفاده از سطوح مختلف (۳×۳، ۱۱×۱۱، ۱۵×۱۵ و ۱۹×۱۹

## مواد و روش‌ها

### منطقه مورد مطالعه

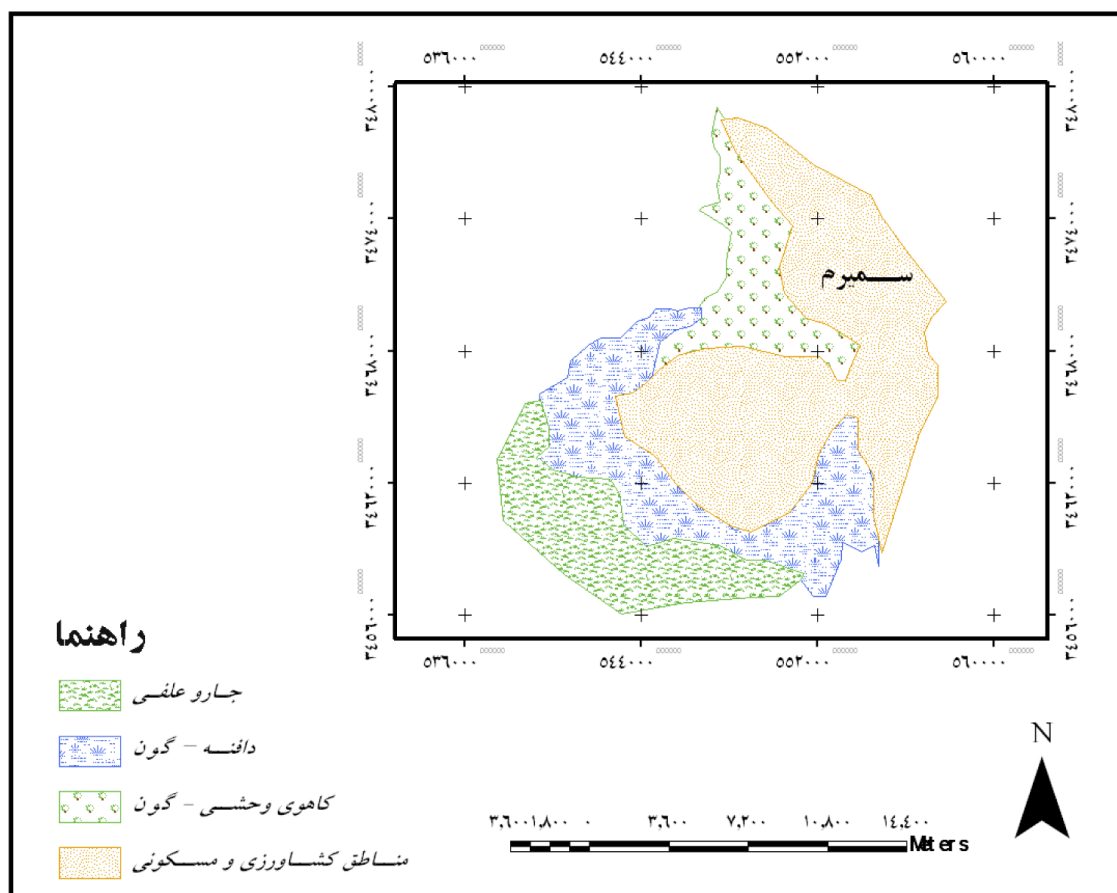
منطقه مورد مطالعه در غرب و قسمت‌های جنوبی شهرستان سمیرم در استان اصفهان و بین طول جغرافیایی  $21^{\circ}$  تا  $51^{\circ}$  تا  $35^{\circ}$  شرقی و عرض  $11^{\circ}$  تا  $31^{\circ}$  شمالی واقع شده است (شکل ۱). شهرستان سمیرم از نظر زمین‌شناسی در زون سندج- سیرجان قرار گرفته است و تشکیلات دوره دوم زمین‌شناسی تا عهد حاضر در آن دیده می‌شود. آب و هوای شهرستان سمیرم براساس تقسیم‌بندی کوپن، معتدل سرد با تابستان‌های گرم و خشک و در ارتفاعات جنوبی، معتدل سرد با تابستان‌های خنک و خشک می‌باشد. بارندگی سالانه منطقه از  $350-450$  میلی‌متر در مناطق مختلف متغیر است. ارتفاع منطقه مورد مطالعه  $2500-2000$  متر بالاتر از سطح دریا قرار دارد و از لحاظ پوشش گیاهی جزء منطقه ایران و تورانی محسوب می‌گردد (۱).

در همبستگی تاج پوشش گیاهی با تصویر ماهواره‌ای لندست بررسی نمودند. آن‌ها میزان درصد تاج پوشش گیاهی، میزان ضریب تغییرات و میانگین پوشش گیاهی را در مناطق مختلف محاسبه نمودند و نتایج آن‌ها نشان داد که سطح نمونه‌برداری در منطقه، یکی از عوامل مؤثر در میزان همبستگی تاج پوشش گیاهی با شاخص‌های گیاهی به حساب می‌آید و سطح مناسب در مناطق مختلف نیز بسته به خصوصیات منطقه نیز همگنی، شادابی گیاهان و تراکم پوشش گیاهی متفاوت می‌باشد.

بنابراین تعیین سطح نمونه‌برداری مناسب با توجه به شرایط منطقه و نیز دقت تصاویر ماهواره‌ای یکی از مهم‌ترین مسائل قابل توجه در مطالعات پوشش گیاهی به حساب می‌آید. این مطالعه با هدف بررسی تأثیر سطح نمونه‌برداری در میزان همبستگی شاخص گیاهی NDVI در تیپ‌های مختلف مرتعی با تصاویر سنجنده‌های TM و AWiFS در منطقه سمیرم انجام شد.



شکل ۱. موقعیت مکانی تیپ‌های مرتعی



شکل ۲. تیپ‌های مرتعی مورد مطالعه

### تیپ‌های گیاهی مورد مطالعه

جهت تعیین تیپ‌های گیاهی در منطقه از روش فیزیونومیک- فلورستیک استفاده شد. بدین منظور بر اساس غلبه گونه‌ها و سیمای ظاهری، واحدهای گیاهی نسبتاً متجانس و همگن مشخص و بر اساس درجه غلبه یک یا دو گونه، هر یک از واحدها نام‌گذاری شد. گونه‌ای که بیشترین درصد پوشش را داشته به عنوان نام تیپ انتخاب شد و در صورتی که پوشش و نمود ظاهری گونه دوم نیز قابل ملاحظه بود از آن نیز در نام تیپ گیاهی استفاده گردید. تیپ‌های گیاهی منطقه مورد مطالعه به شرح زیر بودند (شکل ۲).

**جارو علفی (*Bromus tomentellus*):** این تیپ منطقه‌ای علفزار (گراسلند) بوده و گونه‌های یک‌ساله و چندساله گراس در آن فراوانی قابل ملاحظه‌ای دارند و گونه گون نیز به

صورت محدود و پراکنده در آن دیده می‌شود. این تیپ از نظر مرتعی و به روش چهار فاکتوری وضعیت متوسط دارد (شکل ۳).

**دافنه - گون (*Astragalus spp- Daphne mucronata*):**

این تیپ در بین برون‌زدگی‌های مارنی منطقه واقع شده است و گونه‌های گراس‌های یک ساله نیز به وفور در آن دیده می‌شوند. وضعیت این تیپ گیاهی ضعیف می‌باشد. (شکل ۴)

**کاهوی وحشی - گون (*Scariola orientalis*):**

این تیپ بسیار تخریب یافته بوده و خاک آن نیز بسیار فرسایش یافته است. گونه کنگر خوراکی (*Gundelia tournefortii*) نیز به‌طور پراکنده در این تیپ دیده می‌شود و از نظر مرتعی وضعیت آن بسیار ضعیف می‌باشد.



شکل ۳. تیپ مرتعی *Bromus tomentellus*

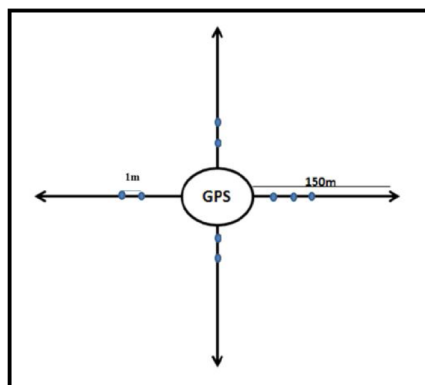


شکل ۴. تیپ مرتعی *Astragalus spp - Daphne mucronata*

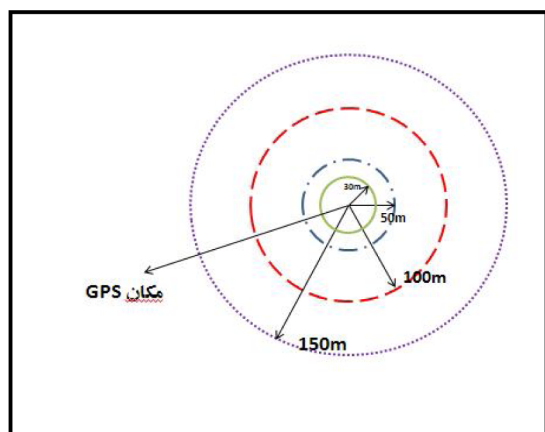


شکل ۵. تیپ مرتعی *Astragalus spp - Scariola orientalis*

AWiFS - تاریخ ۲۰۰۹/۵/۲۲) استفاده گردید. سعی گردید تصاویر مورد استفاده به منظور مقایسه کارایی دو سنجنده و جلوگیری از تأثیر خطاهای ناشی از تغییرات فنولوژی گیاهان تقریباً مطابق با زمان نمونه برداری زمینی در ۱۱ خرداد ماه انتخاب شود که این زمان مصادف با حداکثر رشد رویشی در مراتع منطقه می باشد.



شکل ۶. روش نمونه برداری در منطقه



شکل ۷. طریقه نمونه برداری در مساحت های مختلف زمینی

#### پیش پردازش تصاویر ماهواره ای

در تصحیح هندسی ابتدا باندهای ۳۰ متری سنجنده TM با خطای ۰/۳۸ پیکسل به نقشه توپوگرافی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ ثبت داده شد. سپس از این تصویر برای زمین مرجع نمودن تصویر AWiFS با روش ثبت تصویر به تصویر (با خطای ۰/۴۶ پیکسل) استفاده گردید (۱۲). تصحیح اتمسفری تصاویر نیز در نرم افزار ENVI با استفاده از روش Dark subtraction انجام شد (۱۶، ۲۵).

#### روش نمونه برداری زمینی

جهت بررسی ارتباط میان پوشش گیاهی و شاخص های گیاهی، میزان تاج پوشش گونه های گیاهی با استفاده از روش تصادفی - سیستماتیک اندازه گیری شد. ابتدا نقاط نمونه برداری به طور تصادفی تعیین و سپس در طول چند ترانسکت به روش قدم - نقطه (Step-point) با استفاده از نقاط برخورد در طول هر ترانسکت (۱۵۰ نقطه در طول هر ترانسکت) نمونه برداری انجام شد و اجزای سطح زمین نیز در فواصل ۵۰، ۳۰، ۱۰۰، ۱۵۰ متر نیز به تفکیک محاسبه گردید (۱۸). در این مطالعه ابتدا تعداد ۱۰ نقطه تصادفی در هر تیپ گیاهی تعیین و براساس ابعاد پیکسل تصویر ماهواره ای و فرمول زیر حداقل سطح نمونه برداری محاسبه گردید (۱۷):

$$A = [P(1+2L)]^2 \quad [1]$$

در این رابطه مقادیر A، L و P به ترتیب حداقل سطح نمونه برداری، میزان خطای تصحیح هندسی (برحسب پیکسل) و ابعاد پیکسل تصویر ماهواره ای می باشند. با توجه به این که 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 نمونه برداری جهت استفاده از سنجنده AWiFS ۱۴۴۰۰ متر مربع و TM ۳۶۰۰ متر مربع محاسبه گردید.

جهت بررسی تأثیرات سطح نمونه برداری در مطالعات سنجش از دور، در هر نقطه تصادفی از ۴ ترانسکت در شعاع های ۳۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ متری استفاده گردید و میزان درصد پوشش گیاهی و سایر اجزای زمین (لاشبرگ، خاک بدون پوشش، سنگ و سنگریزه) در هر یک از آنها اندازه گیری شد. بنابراین طبق فرمول مساحت دایره، از مناطقی به سطوح ۳۱۴۰۰، ۷۸۵۰، ۲۸۲۶ و ۷۰۶۵۰ متر مربع نمونه برداری انجام گرفت (شکل های ۶ و ۷). (۱۳)

$$Area = \pi \times (r)^2 \quad [2]$$

#### تصاویر ماهواره ای مورد استفاده

در این مطالعه از دو تصویر ماهواره های Landsat 5 (سنجنده - تاریخ TM - ۲۰۰۹/۶/۱) و ماهواره IRS-P6 سنجنده

### محاسبه شاخص گیاهی NDVI

شاخص NDVI به صورت رابطه زیر تعریف می‌گردد.

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} \quad [3]$$

که در این رابطه مقدار NIR مقدار بازتاب در باند مادون قرمز نزدیک (باند ۳ سنجنده TM و باند ۲ سنجنده AWiFS) و مقدار RED به عنوان مقدار بازتاب در باند قرمز (باند ۴ سنجنده TM و باند ۳ سنجنده AWiFS) است (۲۱).

یک از تیپ‌های گیاهی به تفکیک از طریق آنالیز رگرسیون در نرم‌افزار SPSS انجام شد. اجزای پوشش گیاهی به شرح زیر محاسبه شدند (۶ و ۱۳):

[۴] پوشش گیاهان زنده + لاشبرگ = کل پوشش گیاهی

[۵] کلیه گیاهان زنده فتوسنتز کنند = پوشش گیاهان زنده

### نتایج

#### درصد پوشش گیاهی تیپ‌های گیاهی

با توجه به اینکه در هر تیپ گیاهی ۱۰ نقطه (به عنوان اندازه نمونه) به طور تصادفی تعیین شده و در هر نقطه نیز از ۴ ترانسکت به اندازه ۳۰، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ متری استفاده شده بود، میانگین درصد پوشش گیاهی اندازه گرفته شده در ۴ ترانسکت به عنوان میانگین درصد پوشش یک سایت تعیین شد. در هر تیپ از درصد پوشش در هر ۱۰ سایت میانگین‌گیری و درصد پوشش هر تیپ تعیین گردید. نتایج نشان داد که تیپ‌های گیاهی مورد مطالعه از جهت درصد پوشش گیاهی و ترکیب گونه‌ای و فرم رویشی با یکدیگر متفاوت هستند (جدول ۲).

#### بررسی میزان همبستگی تاج پوشش گیاهی و شاخص NDVI

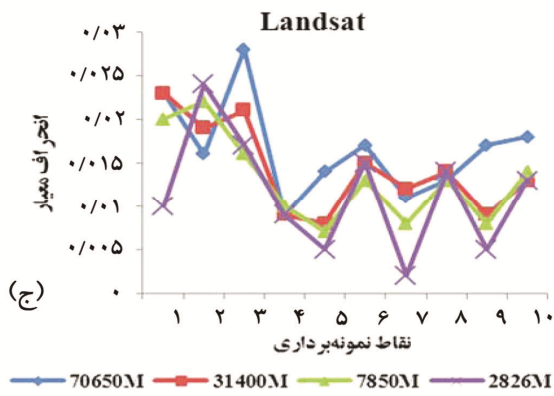
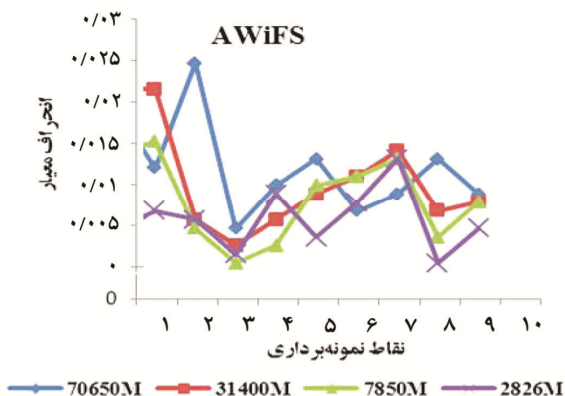
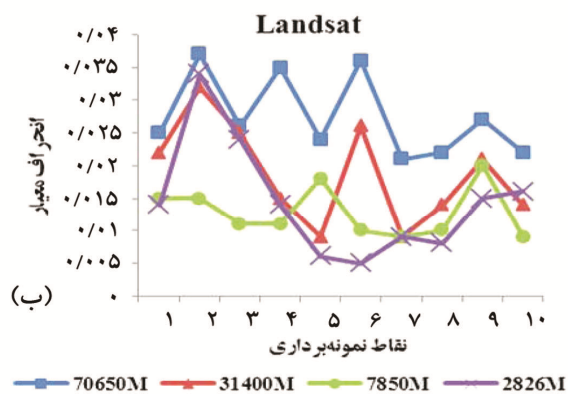
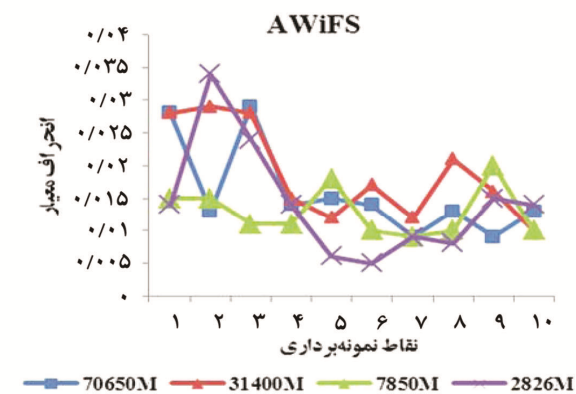
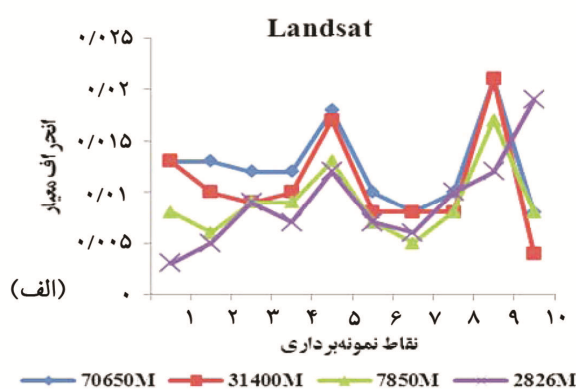
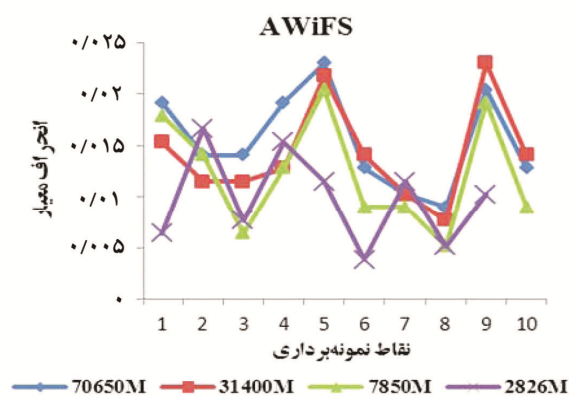
جهت بررسی میزان همبستگی شاخص گیاهی NDVI با میزان تاج پوشش، با توجه به طول ترانسکت نمونه‌برداری، در هر تیپ چهار نقشه وکتوری به شعاع ۱۵۰، ۱۰۰، ۵۰ و ۳۰ متری نقاط نمونه‌برداری تهیه و جهت مطالعه هریک از تیپ‌های گیاهی در نرم افزار ERDAS IMAGINE از ارزش پیکسل‌های مذکور میانگین‌گیری و انحراف معیار نیز محاسبه گردید. سپس میزان همبستگی مقدار شاخص NDVI و درصد پوشش در هر یک از سطوح نمونه‌برداری بررسی شد و آزمون معنی‌داری هر

جدول ۲. نوع و میانگین درصد اجزای تشکیل‌دهنده زمین در تیپ‌های گیاهی

نام تیپ گیاهی	اندازه ترانسکت	یکساله	گراس‌های چندساله	پهن‌برگان چندساله	بوته‌های (چندساله)	درختچه	لاشبرگ	سنگ و سنگریزه	خاک لخت
<i>Bromus tomentellus</i>	۳۰	۲/۵۲	۳۵/۱۳	-	۰/۴	-	۶/۶	۲۸/۳۷	۲۵/۸۲
	۵۰	۱/۴	۳۲/۲۲	-	۰/۲	-	۵/۶۵	۲۹/۲	۲۴/۶
	۱۰۰	۱/۷۲	۳۵/۲۱	-	۰/۵	-	۵/۲	۲۹/۲	۲۴/۱
	۱۵۰	۱/۸	۳۳/۵۲	-	۰/۳	-	۶/۷	۲۹/۵۹	۲۴/۸۴
<i>Astragalus spp-Daphne mucronata</i>	۳۰	۱۳/۲	۲/۳	۰/۷	۱۱/۸	۱۲/۴	۱۰/۵۶	۲۲/۳۳	۲۸/۳
	۵۰	۱۴/۲	۳/۱	۰/۵	۱۲/۳	۱۳/۱	۱۲/۴	۲۴/۸	۱۹/۶
	۱۰۰	۱۳/۹۶	۲/۶	۰/۵۳	۱۱/۹۳	۱۲/۵۳	۱۱/۳۵	۲۴/۱۱	۲۳/۴
<i>Astragalus spp-Scariola orientalis</i>	۱۵۰	۱۴/۵	۲/۶	۰/۴	۱۱/۷	۱۲/۱	۱۱/۱	۲۵/۲	۲۲/۳
	۳۰	۱۴/۰۷	۳/۹۶	۹/۴۶	۱۳/۲۴	-	۱۱/۱	۱۲/۲۵	۳۵/۹۲
	۵۰	۱۳/۴	۴/۱۲	۸/۱	۱۰/۸	-	۱۵/۱	۱۴/۸	۳۳/۶
	۱۰۰	۱۱/۴	۲/۶	۷/۲	۹/۵	-	۱۳/۶	۱۷/۳	۳۷/۸
۱۵۰	۱۲/۴	۳/۳۹	۷/۶۵	۱۰/۱۷	-	۱۴/۳۵	۱۶/۰۵	۳۵/۷	

معیار پیکسل‌ها در شعاع ۱۵۰ متری در تصویر Landsat به دلیل وجود بازتاب صفحات مارن و وجود تعداد بیشتر پیکسل در واحد سطح، افزایش یافت و در این تیب میزان انحراف معیار نسبت به تیب *Bromus tomentellus* بیشتر بود. در تیب معیار *Astragalus spp- Scariola orientalis* نیز میزان انحراف معیار پیکسل‌ها نسبت به تیب *Bromus tomentellus* افزایش نشان داد (شکل ۸).

میزان انحراف معیار پیکسل‌ها در نقاط نمونه‌برداری بررسی انحراف معیار پوشش گیاهی در منطقه بیانگر این بود که تیب‌های گیاهی مطالعه شده از نظر میزان یکنواختی با یکدیگر متفاوت بودند به طوری که در تیب گیاهی *Bromus tomentellus* به دلیل یکنواختی بیشتر، میزان انحراف معیار پیکسل‌ها در محدوده‌های نمونه‌برداری مورد نظر کمتر بود. در تیب *Astragalus spp- Daphne mucronata* میزان انحراف



شکل ۸. میزان انحراف معیار پیکسل‌ها در سطوح مختلف نمونه‌برداری با شاخص NDVI در تیب مرتعی؛ (الف) *Bromus tomentellus* (ب) *Astragalus spp- Daphne mucronata* (ج) *Astragalus spp- Scariola orientalis*



### بررسی میزان همبستگی درصد تاج پوشش و شاخص NDVI

میزان همبستگی تاج پوشش گیاهی با شاخص گیاهی بیانگر این بود که در تیپ‌های مختلف همبستگی‌های متفاوتی میان تاج پوشش گیاهی در سطوح مختلف نمونه برداری دیده می‌شود و در سطوحی که کمتر از سطح حداقل نمونه برداری پوشش گیاهی اندازه‌گیری شده است، میزان همبستگی کاهش می‌یافت.

در کلیه تیپ‌های مورد مطالعه میزان همبستگی تاج پوشش گیاهی زنده و شاخص NDVI بیشتر بود، به طوری که در تیپ *Bromus tomentellus* تفاوت چندانی میان همبستگی در شعاع ۱۵۰ و ۱۰۰ متری دیده نشد ولی با استفاده از تصویر AWiFS میزان همبستگی تاج پوشش و شاخص NDVI در

شعاع ۵۰ و ۳۰ متری کاهش یافت. در تیپ *Astragalus spp-* *Daphne mucronata* در شعاع ۱۵۰ متری (سطح ۷۰۶۵۰ مترمربعی) کاهش همبستگی میان تاج پوشش گیاهی و NDVI وجود داشت که با استفاده از تصویر AWiFS مقدار این کاهش بیشتر بود.

در تیپ *Astragalus spp- Scariola orientalis* کاهش میزان همبستگی میان تاج پوشش گیاهی و شاخص NDVI نسبت به دو تیپ دیگر دیده شد ولی با افزایش شعاع نمونه برداری میزان همبستگی تاج پوشش و شاخص NDVI افزایش یافت و میزان همبستگی نیز با استفاده از تصویر AWiFS کمتر از Landsat در کلیه سطوح نمونه برداری بود.

جدول ۳. میزان همبستگی بین تاج پوشش و شاخص گیاهی NDVI در تیپ‌های گیاهی، اعداد اول درون جدول نشان‌دهنده مقادیر همبستگی ( $r^2$ ) و اعداد داخل پرانتز نشان‌دهنده آزمون معنی داری (p-value)

تیپ گیاهی	تصویر Landsat		تصویر AWiFS	
	کل پوشش گیاهی	پوشش گیاهی زنده	کل پوشش گیاهی	پوشش گیاهی زنده
<i>Bromus tomentellus</i>	۰/۰۳۲(۰/۶۱۱)	۰/۵۴(۰/۰۳۶)	۰/۰۲۳(۰/۶۸۰)	۰/۳۱(۰/۱۱۷)
	۰/۰۳۸(۰/۶۱۶)	۰/۷۷(۰/۰۰۲)*	۰/۰۲۸(۰/۶۶۹)	۰/۵۴(۰/۰۲۴)**
	۰/۰۱(۰/۹۴۳)	۰/۶۳(۰/۰۰۱)*	۰/۰۲۴(۰/۶۸۵)	۰/۶۳(۰/۰۰۱)*
	۰/۰۵(۰/۵۶۴)	۰/۶۶(۰/۰۰۸)*	۰/۰۱۸(۰/۷۳۱)	۰/۶۳(۰/۰۰۱)*
<i>Astragalus spp- Daphne mucronata</i>	۰/۰۱(۰/۸۲۹)	۰/۵۹(۰/۰۱۵)**	۰/۱۳۱(۰/۳۲۱)	۰/۳۲(۰/۱۸۲)
	۰/۰۷۸(۰/۴۳۵)	۰/۷۶(۰/۰۰۱)*	۰/۱۵۲(۰/۲۹۹)	۰/۷۴(۰/۰۰۳)*
	۰/۰۴۹(۰/۵۳۹)	۰/۷۶(۰/۰۰۱)*	۰/۱۶۵(۰/۲۸۷)	۰/۶۸(۰/۰۰۶)*
	۰/۰۵۵(۰/۵۱۵)	۰/۵۹(۰/۰۰۹)*	۰/۰۰۴(۰/۸۸۶)	۰/۳۰(۰/۱۵۹)
<i>Astragalus spp- Scariola orientalis</i>	۰/۰۰۳(۰/۹۰۳)	۰/۰۱(۰/۷۷۹)	۰/۰۰۱(۰/۹۲۳)	۰/۱۹۰(۰/۳۵۰)
	۰/۱۰(۰/۱۸۶)	۰/۴۱(۰/۰۴۵)**	۰/۰۵۴(۰/۵۴۹)	۰/۱۳(۰/۳۴۴)
	۰/۱۸(۰/۲۱۹)	۰/۵۷(۰/۰۱۲)**	۰/۰۶۱(۰/۵۲)	۰/۱۴(۰/۳۲۲)
	۰/۴۵(۰/۰۴۸)**	۰/۷۳(۰/۰۰۲)*	۰/۰۱۶(۰/۷۴۳)	۰/۳۸(۰/۰۷۴)

\*\* در سطح ۵ درصد معنی دار

\* در سطح ۱ درصد معنی دار

### بحث و نتیجه گیری

بازتابش از پوشش زنده نیز به مقدار آب، ساختمان سلول، مقدار کلروفیل و ساختمان گیاه بستگی دارد و از طرفی اختلافات مورفولوژیکی 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

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

نمونه‌برداری ۷۸۵۰، ۳۱۴۰۰ و ۷۰۶۵۰ همبستگی‌های خوبی میان تاج پوشش گیاهی و شاخص NDVI مشاهده گردید که در سطح ۵ درصد معنادار بودند.

در تیپ *Astragalus spp- Daphne mucronata* با وجود گیاهان یکساله و بنيه و شادابی خوب گیاهان، به دلیل وجود صفحات مارن در منطقه و تأثیر بازتاب طیفی آن‌ها بر پوشش گیاهی در سطح ۷۰۶۵۰ (شعاع ۱۵۰ متری) میزان همبستگی با شاخص گیاهی NDVI کاهش داشت. قابل ذکر است علاوه بر پوشش گیاهی سایر شرایط محیطی نیز از جمله خاک از عوامل تأثیر گذار بر بازتاب پوشش گیاهی هستند که این امر موجب تغییر در میزان شاخص گیاهی و در نتیجه کاهش میزان همبستگی شده است. باتادلن (۸) بازتاب سایر شرایط محیطی را بر میزان بازتابش گیاهان بسیار مؤثر دانست.

در تیپ *Astragalus spp- Scariola orientalis* به دلیل حالت تخریب یافتگی منطقه در سطوح ۳۱۴۰۰، ۷۸۵۰ و ۲۸۲۶ متر مربعی، میزان همبستگی تاج پوشش گیاهی با تصویر AWiFS در هیچ یک از سطوح نمونه‌برداری در سطح ۵ درصد معنادار نبود. علت این امر را چنین می‌توان بیان داشت که در مناطق تخریب‌یافته که دارای پوشش گیاهی تنک و پراکنده هستند و واریانس درصد پوشش گیاهی زیاد است، نیاز به سطح نمونه‌برداری بزرگ‌تری است (۳). این عامل در نتایج مطالعات پوشش گیاهی به وسیله تصاویر ماهواره‌ای نیز تأثیر فراوان دارد. علاوه بر این سایر شرایط محیطی نظیر چگونگی همگنی منطقه و نوع پوشش گیاهی نیز از جمله عوامل مؤثر در سطح نمونه‌برداری مورد نیاز در مطالعات سنجش از دور محسوب می‌شوند. گلد (۱۱)، وو و همکاران (۲۷) خصوصیات منطقه را عامل مؤثری بر میزان سطح نمونه‌برداری بیان می‌کنند. بکسینی و همکاران (۷) اسمیت و همکاران (۲۴) روش نمونه‌برداری را با توجه به خصوصیات پوشش گیاهی را عامل مؤثری در صحت نتایج مطالعات می‌دانند. نتایج این مطالعه حاکی از این بود که در مطالعات پوشش گیاهی انتخاب سطح نمونه‌برداری مناسب می‌تواند در چگونگی صحت مطالعات پوشش گیاهی به وسیله تصاویر ماهواره‌ای مؤثر باشد. همچنین مقیاس و میزان دقت تصویر مورد استفاده نیز نقش مهمی در انتخاب سطح نمونه‌برداری منطقه دارد و شرایط

موارد باعث می‌شود که گونه‌های گیاهی طیف مخصوص به خود را داشته باشند و نیز پوشش گیاهی زنده نسبت به کلیه اجزای پوشش گیاهی همبستگی بهتری با شاخص گیاهی NDVI داشته باشد. جعفری و همکاران (۱۲) نیز به این نتیجه دست یافتند که پوشش گیاهی زنده همبستگی بهتری با شاخص‌های گیاهی دارد (۲ و ۱۹).

تیپ‌های مرتعی مورد مطالعه از جهت میزان شادابی و وضعیت گیاهان نیز با هم متفاوت بودند. در تیپ گیاهی *Astragalus spp- Scariola orientalis* به علت حالت تخریب یافتگی و وضعیت خیلی ضعیف مرتعی با استفاده از تصاویر TM و AWiFS نسبت به دو تیپ گیاهی دیگر همبستگی بسیار کمتری میان تاج پوشش گیاهی زنده و شاخص گیاهی NDVI دیده شد که با محاسبه شاخص‌های گیاهی به کمک تصویر AWiFS میزان همبستگی کاهش بیشتری از خود نشان داد. بویانتویو و همکاران (۹) نیز بیان کردند که در مناطق تخریب یافته میزان همبستگی میان تاج پوشش گیاهی و شاخص‌های گیاهی کمتر است.

میزان همبستگی میان تاج پوشش گیاهی و شاخص NDVI در منطقه مورد مطالعه بیان‌گر این است که در مناطق مختلف ابعاد پیکسل ماهواره نقش مهمی در میزان همبستگی دارد و میزان همبستگی میان تاج پوشش گیاهی و شاخص NDVI با استفاده از تصویر TM نسبت به AWiFS بیشتر بود. در کلیه تیپ‌های مورد مطالعه هنگامی که سطح نمونه‌برداری با توجه به ابعاد پیکسل ماهواره کمتر از سطح حداقل در نظر گرفته شد، میزان همبستگی بین پوشش گیاهی و شاخص NDVI کاهش یافت. لیدلر و همکاران (۱۴) نیز بیان نمودند که در مناطق مختلف میزان همبستگی بین تاج پوشش گیاهی و شاخص‌های گیاهی با افزایش ابعاد پیکسل تصویر ماهواره‌ای کاهش می‌یابد.

علاوه بر خصوصیات مناطق مختلف در مطالعات پوشش گیاهی چگونگی نمونه‌برداری در منطقه نیز نقش مهمی در صحت نتایج با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای دارد و مقیاس تصویر ماهواره‌ای و خصوصیات پوشش گیاهی در انتخاب سطح نمونه‌برداری تأثیر فراوان دارد. در تیپ گیاهی *Bromus tomentellus* به دلیل شرایط یکنواخت در سه سطح

مطالعه تیپ‌های مرتعی (مطالعه موردی: سمیرم، اصفهان). مجله مرتع، ۵ (۴): ۴۲۹-۴۲۰.

5. Ajarlo M, Ramdzani Bin A, Ahmad Husni Mohd H, Ridzwan Abd H and Mohd Kamil Y. 2009. A model-based approach for mapping rangelands covers using Landsat TM image data, *Caspian Journal of Environmental Sciences*, 7(1):1-7.
6. Arieira J, Karssenberg D, De Jong SM, Addink E A, Couto EG, Nunes da Cunha C and Skoien JO. 2011. Integrating field sampling, geostatistics and remote sensing to map wetland vegetation in the Pantanal, Brazil. *Biogeosciences*, 8:667-686.
7. Baccini A, Friedl MA, Woodcock CE and Zhu Z. 2007. Scaling Field Data to Calibrate and Validate Moderate Spatial Resolution Remote Sensing Models. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 73 (8): 945-954.
8. Batadlan BD. 2009. Effects of Background variation on special Vegetation indices in Mangrove Forest, MSc Thesis, University of the Philippines.
9. Buyantuyev A, Wu J and Gries C. 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.
10. Devagiri GM, Hubballi S, Pujar G, Murthy MSR, Trivedi S and Debnath B. 2012. Mapping and Characterization of Bio-rich Areas Using Satellite Remote Sensing in Southern Karnataka, India. *International Journal of Environmental Sciences*, 1(2): 105-117.
11. Gould W. 2000. Remote Sensing of Vegetation Plant Species Richness and Regional Biodiversity Hotspots. *Ecological Applications*, 10(6): 1861-1870.
12. Jafari R, Lewis MM and Ostendorf B. 2007. Evaluation of Vegetation Indices for Assessing Vegetation Cover in Southern Arid lands in South Australia. *The Rangeland Journal*, 29: 39-49.
13. Jafari R, Lewis MM and Ostendorf B. 2008. An image-based diversity index for assessing land degradation in an arid environment in South Australia. *Journal of Arid Environments*, 72 (7): 1282-1293.
14. Laidler G, Treitz PM and Atkinson DM. 2008. Remote Sensing of Arctic Vegetation: Relations between the NDVI, Spatial Resolution and Vegetation Cover on Boothia Peninsula. *Nunavut, Arctic*, 61 (1): 1-13.
15. Laliberte AS, Winters C and Rango A. 2011. UAS remote sensing missions for rangeland applications. *Geocarto International*, 26 (2): 141-156.
16. Lunetta RS and Edvidge CD. 1999. Remote Sensing Change Detection Environmental Monitoring Methods and Application, Taylor.
17. McCoy RM. 2005. Field Methods in Remote Sensing, Guilford 159 p.
18. Oneill AL. 1994. Reflectance spectra of microphytic soil crusts in semi-arid Australia. *International Journal of Remote Sensing*, 15 (3): 675-681.

منطقه، نوع و وضعیت پوشش گیاهی و همچنین الگوی پراکنش گیاهان نیز در نتایج نمونه‌برداری مؤثر است. بنابراین در مطالعات سنجش از دوری تمام شرایط منطقه و نیز مقیاس مطالعاتی را باید در نظر گرفت. اگر ما در مطالعات پوشش گیاهی، سطح بهینه‌ای از مرتع را مطالعه کنیم ولی صحت نتایج قابل قبول باشد می‌تواند در کاهش صرف هزینه‌های نمونه‌برداری مؤثر باشد. ارزیابی پوشش گیاهی در این منطقه نشان داد که خصوصیات پوشش گیاهی نظیر بنیه و شادابی، میزان همگنی و یکنواختی در منطقه نیز از عواملی هستند که بر روی رابطه پوشش گیاهی و تصاویر ماهواره‌ای تأثیر مثبت دارند که در چنین مواردی می‌توان با در نظر گرفتن دقت مورد نیاز، سطح بهینه نمونه‌برداری زمینی را مشخص نمود اما وجود شرایط ناهمگن در منطقه و نیز کاهش بنیه و شادابی گیاهان از مواردی هستند که بر روی میزان همبستگی پوشش گیاهی و تصاویر ماهواره‌ای تأثیر منفی می‌گذارند و از طرفی ناهمگنی در منطقه خطای نمونه‌برداری زمینی را نیز افزایش می‌دهند که این امر نیاز به سطح نمونه‌برداری بیشتر را به خوبی بیان می‌کند. بنابراین پیشنهاد می‌گردد که در مناطق مختلف و در تیپ‌های عمده گیاهی مراتع، بسته به نوع پوشش گیاهی و نیز سایر شرایط منطقه نیز خصوصیات اقلیمی که بر وضعیت پوشش گیاهی تأثیر مستقیم دارند، سطح نمونه‌برداری مناسب انتخاب شده تا بتوان با صرف هزینه کمتر به صحت کافی در نتایج نایل شد.

### منابع مورد استفاده

۱. خداحلی، م. ۱۳۸۳. گزارش طرح شناخت مناطق اکولوژیک کشور تیپ‌های گیاهی منطقه سمیرم. موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور.
۲. ارزانی، ح.، ف. ب. گلداسمیت و ا. شهریاری (ترجمه). ۱۳۸۶. پایش برای اکولوژی و حفاظت خاک. انتشارات دانشگاه تهران. ۳۵۲ صفحه.
۳. مقدم، م. ر. ۱۳۷۷. مرتع و مرتعداری، انتشارات دانشگاه تهران.
۴. هادیان، ف.، ر. جعفری، ح. بشری و س. سلطانی. ۱۳۹۰. بررسی گروه‌های مختلف شاخص‌های گیاهی سنجش از دوری در

- Satellite Imagery Derived Vegetation Indices. Geocarto International, 11(3): 29- 38 .
24. Smith JH, Wickham JD, Stehman SV and Yang L. 2002. Impacts of Patch Size and Land-Cover Heterogeneity on Thematic Image Classification Accuracy. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 68 (1): 65-70.
  25. Song C, Woodcock CE, Seto KC, Lenney MP and Macomber SA. 2001. Classification and Change Detection Using Landsat TM Data: When and How to Correct Atmospheric Effects?. Remote Sensing of Environment, 74: 230-244.
  26. Wang G, Gertner G, Xlao X, Wentle S and Anderson AB. 2001. Appropriate Plot Size and Spatial Resolution for Mapping Multiple Vegetation Types. Photogrammetric Engineering Remote Sensing, 67(5): 575-584.
  27. Wu J, Gao W and Tueller PT. 1997. Effects of changing spatial scale on the results of statistical analysis with landscape data: A case study. Geographic Information Sciences, 3: 30-41.
  19. Patel NR, Bhattacharjee B, Mohammed AJ, Tanupriya B and Saha SK. 2006. Remote Sensing of Regional Yield Assessment of Wheat in Haryana, India. International Journal of Remote Sensing, 27 (19): 4071-4090.
  20. Rocchini D. 2007. Effects of spatial and spectral resolution in estimating ecosystem  $\alpha$ -diversity by satellite imagery. Remote Sensing of Environment, 111:423-434.
  21. Rouse JW, Haas RW, Schell JA, Deering DW and Harlan JC. 1974. Monitoring the vernal advancement and retrogradation (greenware effect) of natural vegetation. Greenbelt, MD, USA.
  22. Salovaara KJ, Thessler S, Malik RN and Tuomisto H. 2005. Classification of Amazonian primary rain forest vegetation using Landsat ETM<sup>+</sup> satellite imagery. Remote Sensing of Environment, 97: 39-51.
  23. Senseman GM, Bagleya CF and Tweddale SA. 1996. Correlation of Rangeland Cover Measures to



## Effects of sampling sizes on the correlation between vegetation cover and NDVI data in different rangeland conditions using TM and AWiFS images

F. Hadian <sup>1\*</sup>, H. Bashari, R. Jafari <sup>2</sup>

1. Graduated MSc. of Range Management, College of Natural Resources, Isfahan University of Technology

2. Assis. Prof. College of Natural Resources, Isfahan University of Technology

### ARTICLE INFO

#### Article history:

Received 26 August 2013

Accepted 23 April 2014

Available online 13 September 2014

#### Keywords:

Vegetation index  
Sampling sizes  
Step-point method  
Semirom

### ABSTRACT

Selecting an appropriate sample size is quite important to achieve acceptable accuracy in evaluating vast natural areas with field and remote sensing methods. This study aimed to evaluate the effect of different sample sizes on the correlation of vegetation cover and remote sensing based indices such as NDVI in three rangeland types, Semirom-Isfahan. Landsat5 (TM sensor) and IRS-P6 (AWiFS sensor) satellite images were used to conduct this research. The percentage of vegetation and ground cover components including canopy cover, litter, rock, gravel, stone and bare soil were determined using step-point method in 4 radial direction in 30, 50, 100 and 150 meters (1200, 2000, 4000 and 6000 points per rangeland type). In other words, the ground cover and NDVI indices correlations were compared in 2826, 7850, 31400 and 70650 square meters using the satellite images. NDVI indices were calculated in all vegetation types and correlated with different components of ground cover. According to results, TM sensor data had more appropriate correlation than AWiFS sensor with field vegetation cover in all studied sample sizes. Vegetation cover and NDVI correlations were decreased in degraded vegetation types with increasing ground heterogeneity. For example, the correlation was not significant ( $p < 0.05$ ) in all studied sample sizes in degraded *Astragalus spp-Scariola orientalis* vegetation type, while the highest correlation was obtained (77%) in 7850 square meters sample size in more homogeneous *Bromus tomentellus* vegetation type.

\* Corresponding author e-mail address: [hadian.fatemeh@gmail.com](mailto:hadian.fatemeh@gmail.com)

