

## بررسی امکان مقایسه تولید و پوشش گیاهی مراتع طبیعی و مراتع شخم خورده با استفاده از شاخص های

### گیاهی تصاویر ماهواره ای لندست ۸ (مطالعه موردی: مراتع استان چهارمحال و بختیاری)

زهره سنایی<sup>۱\*</sup> و عطااله ابراهیمی<sup>۲</sup>

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۱/۱۴ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۸/۰۴/۱۲

#### چکیده

به علت تغییر کاربری اراضی و تخریب مراتع، ارزیابی تغییرات تولید و پوشش گیاهی و دستیابی به داده های میدانی معمولاً دشوار و محدود می باشد. با توجه به اهمیت تعیین تولید و پوشش گیاهی در مدیریت صحیح اکوسیستم های مرتعی و همچنین ارتباط این دو با پایداری مرتع، تحقیق حاضر به مقایسه کارایی شاخص های گیاهی در مراتع طبیعی و مراتع شخم خورده و رها شده در سه منطقه از مراتع نیمه استپی استان چهارمحال و بختیاری پرداخته و تغییرات تولید و پوشش گیاهی را مورد ارزیابی قرار داده است. به این منظور پلات هایی به ابعاد ۲\*۲ متری به صورت کوادراتی مرکزی و چهار کوادرات در چهار جهت اصلی اطراف آن (۱۵۰ کوادرات در هر منطقه)، در مجموع ۴۵۰ کوادرات در سه منطقه از استان طی عملیات میدانی آماربرداری شد. اندازه گیری های متغیرهای تولید (به روش اندازه گیری مضاعف) و پوشش گیاهی (به روش پلات های مشبک) از ۲۵ خردادماه تا ۲۵ تیر سال ۱۳۹۳ انجام شد. پس از انجام تصحیح اتمسفری ۱۷ شاخص گیاهی برای تمام تصاویر محاسبه شد. سپس ارزش های شاخص های گیاهی در روابط رگرسیونی در برابر ارزش های زمینی پوشش تاجی و تولید گیاهی قرار گرفت. نتایج نشان داد که شاخص  $CTVI^4$  و  $NRVI^2$  و  $RATIO^5$  و  $TTVI^6$  و  $TVI^7$  به ترتیب با مقادیر  $R^2$  برابر ۰/۶۳۷، ۰/۶۳۷، ۰/۶۳۳، ۰/۶۳۶، ۰/۶۳۶ بهترین شاخص های گیاهی برای بررسی پوشش گیاهی می باشند. همچنین شاخص های مذکور به ترتیب با ضرایب همبستگی ۰/۷۰۳، ۰/۷۰۳، ۰/۷۰۳، ۰/۷۰۳ و ۰/۷۰۴ و مقادیر  $R^2$  برابر ۰/۵۳ بیشترین ارتباط را با تولید گیاهی دارند. از بین این شاخص ها  $NRVI$  به عنوان بهترین شاخص جهت تهیه نقشه پوشش گیاهی در نظر گرفته شد (معادله درجه سوم) و برای تهیه نقشه تولید نیز از این شاخص (معادله درجه یک) استفاده شد. به طور کلی نتیجه گیری می شود که تولید و پوشش گیاهی این مناطق با دقت نسبتاً بالایی می تواند به وسیله شاخص های گیاهی مستخرج از تصاویر ماهواره ای لندست ۸ برآورد گردد.

**واژه های کلیدی:** مراتع نیمه استپی، لندست ۸،  $NRVI$ ،  $CTVI$ ،  $RATIO$ ،  $TTVI$ ،  $TVI$ .

<sup>۱</sup> - کارشناس ارشد مرتع داری، گروه مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران.

\* نویسنده مسئول: sanaeezahra@gmail.com

<sup>۲</sup> - دانشیار گروه مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران.

<sup>۳</sup> - Normalized Ratio Vegetation Index

<sup>۴</sup> - Corrected Transformed Vegetation Index

<sup>۵</sup> - Ratio Vegetation Index

<sup>۶</sup> - Thiam's Transformed Vegetation Index

<sup>۷</sup> - Transformed Vegetation Index

## مقدمه

امروزه کسب آگاهی و دانش در رابطه با پوشش گیاهی و سلامت آن نقش مهمی را در مدیریت مراتع ایفا می کند. چرای شدید مراتع و شخم اراضی به خصوص در مناطق نیمه استپی به ترتیب از مؤلفه های مهم عوامل تغییردهنده ی اکوسیستم (۲۶) و تخریب مرتع بشمار می روند (۳۰). اراضی شخم خورده و رها شده یا دیمزارهای رها شده، اراضی تحت تصرف مردم در قبل از ملی شدن جنگل ها و مراتع می باشند که به وسیله ی مردم شخم خورده و کشت شده اند (۱۹). از آنجا که تغییرات در کاربری اراضی مرتعی در سطوح وسیع و گسترده صورت می گیرد، بنابراین تکنولوژی سنجش از راه دور ابزار ضروری و با ارزش جهت پایش تغییرات پوشش گیاهی است (۲۸). تولید گیاهی شامل رشد سال جاری تمام اندام های سبز اعم از ساقه ها، شاخه های گلزا، گل یا خوشه و بذر یا میوه می باشد (۲۴ و ۴۵). از آنجایی که تخریب مراتع با کاهش در تولید همراه است، بررسی و پایش تولید گیاهی به عنوان یک ابزار با ارزش، تخریب اراضی را در مقیاس های زمانی و مکانی مختلف نشان می دهد (۱۲). پوشش گیاهی نیز به عنوان یکی از مهم ترین اجزای هر اکوسیستم به شمار می رود (۱۱). تعیین میزان درصد پوشش گیاهی به منظور فهم تعاملات بین زمین و اتمسفر، تأثیر آن بر اقلیم، میزان فرسایش خاک، بررسی خشکسالی و مدیریت منابع طبیعی بسیار ضروری است. محققین زیادی به منظور بررسی پوشش گیاهی از داده های سنجش از دور استفاده نموده و این تکنیک را مناسب این گونه مطالعات ارزیابی نموده اند (۲۱، ۳۲ و ۳۶). هدف اصلی در اغلب آنالیزهای سنجش از دور که برای بررسی پوشش گیاهی به کار گرفته می شود این است که داده های باندهای طیفی مختلف را که می تواند بیانگر پارامترهایی نظیر درصد پوشش گیاهان، زیست توده باشد به یک مقدار واحد در هر پیکسل کاهش دهد (۴۱). درواقع دیدگاه رایج جدید در زمینه ی بررسی و پایش پوشش های گیاهی استفاده از شاخص های سنجش از دور پوشش گیاهی است (۱۴). شاخص های گیاهی یک ترکیب ریاضی از باندهای متعدد تصاویر رقومی ماهواره ای هستند که از اختلاف معنی دار بازتابش پوشش گیاهی در طول موج های آبی، قرمز، سبز و مادون قرمز نزدیک استفاده می کنند (۱) و

(۲۹). مطالعات گسترده ای جهت ساخت شاخص های مختلف پوشش گیاهی از تک باندهای ماهواره ای و یا اصلاح شاخص های موجود برای شرایط خاص محیطی هر منطقه صورت گرفته است. خواجه الدین (۲۰۰۷) نقشه درصد پوشش گیاهی را با استفاده از شاخص NDVI در منطقه جازموریان با دقت ۶۵ درصد انجام گرفت، در این تحقیق برای پوشش گیاهی کمتر از ۱۵ درصد NDVI ثابتی گزارش شده است همچنین بیان کرد هنگامی که پوشش ضعیف است خاک زمینه انعکاس پوشش گیاهی را می پوشاند و مانع از انعکاس پوشش گیاهی در تصویر می شود و در نتیجه NDVI کم می شود و یا مناطق مختلف دارای مقادیر NDVI مشابهی می شوند. در پایان به این نتیجه رسید که NDVI شاخص مناسبی برای مناطق خشک نمی باشد، زیرا پوشش گیاهی ضعیف به طور معنی داری روی کاهش بازتاب نور مادون قرمز مناطق خشک نمی باشد، زیرا پوشش گیاهی ضعیف به طور معنی داری روی کاهش بازتاب نور مادون قرمز تأثیر می گذارد (۲۲). تلاش های زیادی برای به حداقل رسانیدن اثرات خارجی محیطی روی مقادیر عددی میزان بازتابش طیفی ناشی از گیاه در مناطق خشک صورت گرفته است. به عنوان مثال هویت (۲۰۰۴) شاخص NDVI را اصلاح نمود و شاخصی به نام SAVI را معرفی نمود (۲۰). در برخی از مطالعات استفاده هم زمان و تلفیقی از چندین شاخص مختلف نیز تجربه شده و به تولید نقشه پوشش گیاهی منجر گردیده است. به عنوان مثال خوانین زاده (۱۹۹۹) به ارزیابی شاخص های مختلف پوشش گیاهی، ۱۸ شاخص در منطقه نیر در استان یزد پرداخته است. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داده است که به طور کلی شاخص هایی که شامل باندهای قرمز و مادون قرمز هستند هم بستگی بیشتری با تاج پوشش گیاهی دارند (۲۴). در میان شاخص های متنوع و متعدد پوشش گیاهی شاخص NDVI<sup>۱</sup> و شاخص EVI<sup>۲</sup> هر دو از شاخص های پوشش گیاهی جهانی هستند که برای آماده نمودن دائمی اطلاعات مکانی و زمانی پوشش گیاهی به کار گرفته می شوند (۳۰) و (۳۵). همچنین می توان با استفاده از شاخص های گیاهی

<sup>۲</sup>- Enhanced Vegetation Index<sup>۶</sup>- Normalized Difference Vegetation Index

استفاده از شاخص گیاهی و به کارگیری تکنیک سنجش از دور (RS) و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) کمک شایانی به اتخاذ تدابیر مدیریتی لازم برای اصلاح و احیاء این مراتع می‌کند.

به طور مشخص این تحقیق به دنبال پاسخگویی به دو هدف می‌باشد اول اینکه با توجه به مشکلات و محدودیت‌های آماربرداری‌های وسیع صحرایی کدام شاخص گیاهی تولید و پوشش گیاهی مراتع شخم‌خورده و رها شده را با مراتع هم‌جوارشان به بهترین وجه نشان می‌دهد و هدف دوم این تحقیق نیز دانستن تفاوت میزان تولید و پوشش گیاهی مراتع رها شده در مقایسه با مراتع دست‌نخورده می‌باشد.

### مواد و روش‌ها

#### مناطق مورد مطالعه

در این پژوهش، سه منطقه از استان چهارمحال و بختیاری در دامنه‌ای از بارش حدود ۲۵۰ تا ۳۰۰ میلی‌متری واقع در منطقه نیمه استپی استان که بیش از سه دهه پیش برای امر کشاورزی تخریب‌شده و سپس به دلیل عدم اقتصادی بودن کشاورزی دیم در آن‌ها رها شده بودند شامل مرجن بروجن، سفیددشت بروجن و هوره سامان در استان چهارمحال و بختیاری برای نمونه‌برداری انتخاب گردید. یکی از مناطق مورد مطالعه، مراتع منطقه هوره از توابع شهرستان سامان است که با مختصات جغرافیایی ۵۰ درجه و ۵۱ دقیقه طول شرقی و ۳۲ درجه و ۳۵ با مختصات جغرافیایی ۵۰ درجه و ۵۱ دقیقه طول شرقی و ۳۲ درجه و ۳۵ دقیقه عرض شمالی، در ۱۱ کیلومتری شمال غربی شهر سامان قرار دارد. مساحت این منطقه ۴۵۸ کیلومتر بر مترمربع است. ارتفاع این منطقه از سطح دریا ۱۹۰۰ متر است و میانگین بارش سالیانه در این منطقه ۲۹۱/۴ ملی متر و متوسط دمای سالانه ۱۴/۱ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. آب‌وهوای آن در فصول بهار، تابستان و پاییز مطبوع و در زمستان، سرد و خشک است. گونه‌های غالب منطقه هوره بن عبارت‌اند از: *Astragalus verus* *Alyssum linifolium* *Cichorium intybus* *Noaea* *Eryngium barrelieri*.

همچون <sup>۱</sup>NDVI (۲۷) و <sup>۲</sup>ARVI (۲۵) و ارتباط بین این شاخص‌ها با داده‌های حاصل از اندازه‌گیری‌های زمینی به توسعه مدل‌هایی باهدف برآورد تولید گیاهی پرداخت (۱۸، ۳۷ و ۴۴). در مطالعه جباری و همکاران (۲۰۱۶) با استفاده از شاخص <sup>۳</sup>SAVI به دست آمده از سنجنده A WiFS نقشه پوشش گیاهی منطقه سمیرم تهیه شد. در مطالعه‌ای دیگر به همبستگی بیشتری بین بعضی از شاخص‌های گیاهی با تیپ‌های مختلف دست یافتند (۱۷). در مطالعه یگانه و همکاران (۲۰۰۸) نتیجه گرفته شد شاخص‌های طیفی از سنجنده MODIS که در آن‌ها از باندهای SWIR به کاررفته همبستگی بالایی با تولید گیاهی دارند. در مطالعه‌ای که در منطقه نیر واقع در استان یزد انجام گرفت (۴۲)، ۱۸ شاخص مختلف گیاهی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داده است به طور کلی شاخص‌هایی که شامل باندهای قرمز و مادون قرمز هستند همبستگی بیشتری با تاج پوشش گیاهی دارند (۸، ۱۰ و ۴۳). در پژوهشی با بررسی رابطه تاج پوشش و شاخص‌های گیاهی محققین به این نتیجه رسیدند که هر یک از گونه‌های گیاهی رابطه ویژه‌ای را در بررسی میزان همبستگی داده‌های زمینی و ماهواره‌ای دارند (۹). ارزیابی بهنگام مرتع به کارشناس کمک می‌کند تا از بروز تغییرات در مرتع آگاه و آن را مورد بررسی قرار دهد.

مطالعات عملکرد مرتع با استفاده از برخی شاخص‌های گیاهی ساده در سطح خاک بازگو کننده تأثیر فعالیت‌های مدیریتی و اصلاحی است. از آنجایی که بررسی خسارت ناشی از مدیریت نادرست بر مراتع همچون شخم و رها سازی مراتع، تغییر کاربری اراضی، چرای بیش از حد و سایر خسارات ذکر شده بر تولید گیاهی مراتع بیشترین اثر را داشته است، در تحقیق حاضر به منظور اتخاذ تدابیر مدیریتی صحیح، تولید و پوشش گیاهی در مناطق مراتع رها شده و اراضی مجاور مورد بررسی قرار گرفته است. همچنین از آنجایی که بررسی و نمونه‌برداری از تمامی عرصه وقت و هزینه زیادی را می‌طلبد و ممکن است برداشت از کل منطقه به تولید و پوشش گیاهی منطقه خسارت بیشتری وارد کند از فن سنجش از دور استفاده شد. بدون شک،

<sup>3</sup>- Soil-Adjusted Vegetation Index

<sup>1</sup>- Normalized Difference Vegetation Index

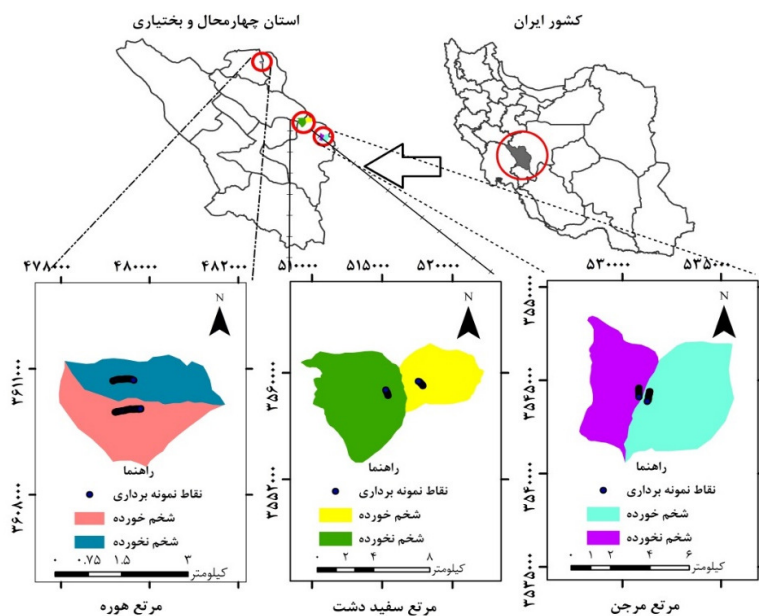
<sup>2</sup>- Atmospheric Resistant Vegetation Index

*Stipa hohenackeriana*, *Gundelia tournefortii*, *Boiss*  
*Tragopogon longirostris* و *Taeniatherum crinitum*  
 است.

سومین منطقه مورد بررسی دشت مرجن واقع در شهرستان بروجن است. شهر بروجن دومین شهر استان چهارمحال و بختیاری با وسعتی بالغ بر ۹۰۰ هکتار است ارتفاع این شهر از سطح دریا حدود ۲۲۲۰ متر است و دارای مختصات جغرافیایی ۵۱ درجه و ۱۷ دقیقه طول شرقی و ۳۲ درجه و ۵۷ دقیقه عرض شمالی است. میانگین بارش سالیانه در این منطقه ۲۳۵ ملی متر و متوسط دمای سالانه ۱۲ درجه سانتی گراد می باشد. شهر بروجن یکی از مناطق سردسیر، با تابستان های معتدل کشور است. گونه های غالب این منطقه شامل: *Alyssum*, *Astragalus verus*, *Cousinia*, *Boissiera squarrosa*, *linifolium*, *Stipa*, *Euphorbia* sp., *Echinops ritrodes*, *bachtiarica*, *Taeniatherum crinitum*, *hohenackeriana*, *Tragopogon* و *Stipa hohenackeriana*, *Acnatholimon longirostris* است.

*Stipa Scariola orientalis mucronata*  
*Taeniatherum crinitum hohenackeriana*  
*Gundelia tournefortii*, *Tragopogon longirostris*  
*Cousinia* و *Scariola orientalis*, *Phlomis persica*  
*bachtiarica*

منطقه سفیددشت از توابع شهرستان بروجن در پهنه ای با مختصات ۵۱ درجه و ۱۴ دقیقه طولی شرقی و ۳۲ درجه و ۸ دقیقه عرض شمالی در ۲۳ کیلومتری شمال غربی شهرستان بروجن و ۳۵ کیلومتری جنوب شرقی شهرکرد بر روی جلگه ای که به وسیله ارتفاعات محصور گردیده، واقع شده است. مراتع سفیددشت با مساحتی حدود ۲۰۰۰ هکتار، با میانگین بارش سالیانه ۲۶۳/۷ ملی متر و متوسط دمای سالانه ۱۱/۹ درجه سانتی گراد در مجاورت شهر سفیددشت با گسترش شمال غربی-جنوب شرقی و در شرق منطقه حفاظت شده تنگ صیاد امتداد یافته است. این مراتع عمدتاً جز جوامع مراتع مناطق خشک و نیمه خشک زاگرس بوده و گونه های غالب شامل: *Astragalus verus*, *Scariola*, *Cousinia bachtiarica*, *Anthemis nobilis*, *Eryngium barrelieri*, *Bromus danthoniae*, *orientalis*

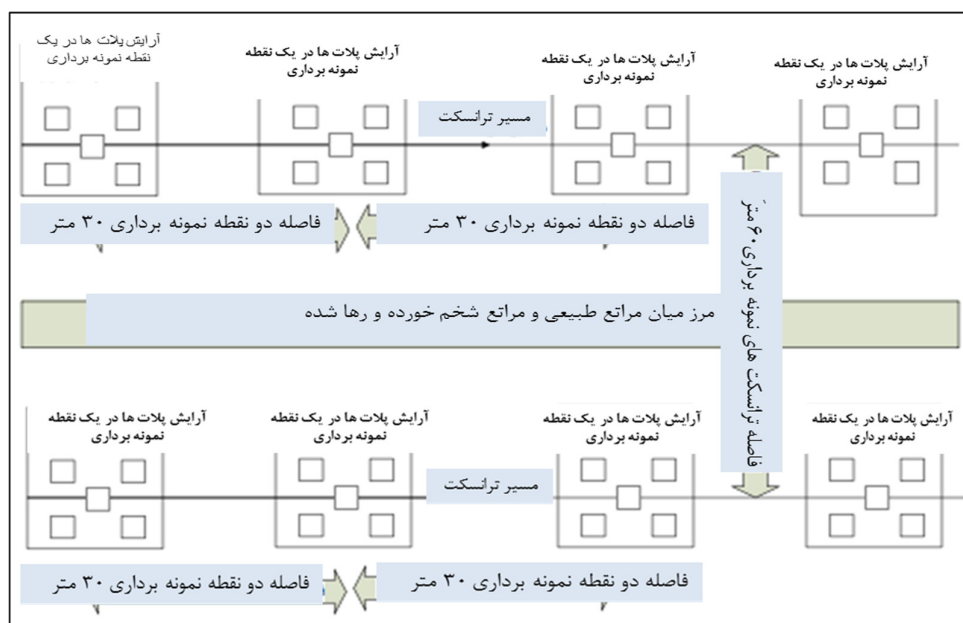


شکل ۱: موقعیت محل های نمونه برداری در کشور، استان چهارمحال و بختیاری و شهرستان های بروجن و بن (مراتع مرجن و سفیددشت شهرستان بروجن و مرتع هوره شهرستان بن) به همراه موقعیت های محل نمونه برداری

## نمونه برداری زمینی

مراحل انجام این پژوهش شامل دو مرحله نمونه برداری میدانی و استفاده از داده های ماهواره ای می باشد. برای اندازه گیری تولید گیاهی از روش نمونه برداری مضاعف استفاده شد (۷). بر همین اساس در خردادماه سال ۱۳۹۳ در اراضی شخم خورده و رها شده و مراتع هم جوارشان پلات هایی به ابعاد ۲\*۲ متر، به صورتی که ۱۵ پلات ۵ تایی (با مرکزیت یک پلات و چهار پلات هم جوار آن در چهار جهت اصلی) در منطقه شخم خورده و رها شده نیز ۷۵ پلات دیگر، به موازات پلات های قبلی در مراتع هم جوارشان انداخته شد، به عبارت دیگر ۴۵۰ پلات در سه منطقه ذکر شده مورد بررسی قرار گرفت. در این روش ابتدا تولید

نمونه ها (کوادرات ها) در طول ترانسکت و پس از اندازه گیری پوشش گیاهی در عرصه تخمین زده شد، سپس در ۲۰ درصد از پلات های هر منطقه تولید گیاهی از ارتفاع ۱ سانتیمتری سطح زمین قطع شد و بعد از خشکاندن نمونه ها در هوای آزاد، در آزمایشگاه توزین شدند. داده های حاصله وارد نرم افزار اکسل شد و با ایجاد یک رابطه رگرسیونی بین داده های واقعی و تخمینی، میزان تولید در سایر پلات ها برآورد شد. نهایتاً با ایجاد رابطه رگرسیونی بین مقادیر تخمین زده شده و مقادیر اندازه گیری شده مقادیر تخمینی که در آن ها اندازه گیری تولید صورت نگرفته بود اصلاح شدند.



شکل ۲: نمایی از روش نمونه برداری در مراتع طبیعی و مراتع شخم خورده به پلات های مرکزی و حاشیه ای (به فواصل ۵ متر از هم دیگر) و نقاط نمونه برداری (با فواصل ۳۰ متر از یکدیگر) و فاصله ترانسکت در اراضی مرتعی شخم خورده و نخورده (با فواصل حدود ۶۰ متر از یکدیگر)

## پیش پردازش و پردازش تصاویر ماهواره

در این تحقیق به منظور بررسی پوشش گیاهی و تولید گیاهی از داده های سنجش از دوری تصاویر ماهواره لندست ۸ با تاریخ تصویربرداری ۲۵ خرداد سال ۱۳۹۳ استفاده شد. این تصاویر مناطق هوره، سفیددشت و مرجن و از جمله دو نوع مراتع شخم خورده و رها شده و مراتع شخم نخورده را پوشش می دهد. همچنین از نقشه توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰

مربوط به منطقه مورد مطالعه به منظور بررسی صحت هندسی تصاویر ماهواره ای استفاده شده است. پس از اطمینان از دقت هندسی تصاویر و با توجه به ارتقاء کیفیت هندسی تصاویر ماهواره لندست ۸ به دلیل عدم خطای هندسی تصاویر هیچ گونه تصحیح هندسی بر روی تصاویر صورت نگرفت و تنها پردازش های اتمسفری و رادیومتریک بر روی تصاویر ماهواره ای مذکور اعمال گردید. با توجه به

### نتایج

چنانچه در جدول (۱) و جدول (۲) مشاهده می شود، شاخص های  $CTVI$ ،  $TVI$ ،  $NRVI$ ،  $TTVI$  و  $RATIO$  با تولید و پوشش گیاهی رابطه معنی داری دارند. در حالی که شاخص های  $NDVI$ ،  $PVI$ ،  $PVI1$ ،  $PVI2$ ،  $DVI$ ،  $AVI$ ،  $MSAVI2$ ،  $TSAVI2$  و  $WDVI$  رابطه معنی داری را با تولید گیاهی نشان ندادند؛ به بیانی دیگر این شاخص ها نتوانستند به خوبی گویای تولید گیاهی مناطق و نوع مراتع مختلف در محدوده مورد مطالعه باشند. شاخص های گیاهی جدول (۱) با ضرایب تبیینی برابر  $NRVI=0/346$ ،  $RVI=0/347$ ،  $TVI=0/346$  و  $CTVI=0/346$ ،  $TTVI=0/346$ ،  $RATIO=0/345$  و  $PVI3=0/336$  گویای رابطه معنی داری بین متغیر وابسته (تولید گیاهی) و متغیر مستقل (شاخص های گیاهی) بوده اند. بدین ترتیب هر چند بین ضریب تبیین این شاخص ها که رابطه معنی داری را با تولید گیاهی نشان داده اند تفاوت فاحشی نمی توان یافت، با این وجود، شاخص های گیاهی  $NRVI$ ،  $TVI$ ،  $CTVI$  و  $TTVI$  و  $RATIO$  با داشتن ضریب تبیین ( $R^2=0/530$ )، ضریب تبیینی بالاتر از سایر شاخص ها بین این دو متغیر را نشان داده اند. شاخص های گیاهی جدول (۲) با ضرایب تبیینی برابر  $NRVI=0/637$ ،  $PVI=0/546$ ،  $PVI1=0/546$  و  $CTVI=0/637$ ،  $TTVI=0/636$ ،  $RATIO=0/633$  و  $RVI=0/554$ ،  $DVI=0/546$ ،  $MSAVI2=0/548$  و  $TVI=0/636$  گویای رابطه معنی داری بین متغیر وابسته (پوشش گیاهی) و متغیر مستقل (شاخص های گیاهی) بوده اند. بدین ترتیب هر چند بین ضریب تبیین این شاخص ها که رابطه معنی داری را با پوشش گیاهی نشان داده اند تفاوت فاحشی نمی توان یافت با این وجود شاخص های گیاهی  $NRVI=0/637$ ،  $CTVI=0/637$  و  $TTVI=0/636$  با داشتن ضریب تبیینی بالاتر از سایر شاخص ها رابطه بهتری را بین این دو متغیر نشان داده اند.

اینکه این تحقیق در منطقه خشک و نیمه خشک انجام شد، جهت تعیین مقادیر تولید گیاهی در مراتع شخم خورده و شخم نخورده و تعیین تفاوت معنی داری میزان تولید گیاهی در این دو نوع مراتع از استان چهارمحال و بختیاری، مقادیر محاسبه شده تولید گیاهی در عرصه به عنوان مقادیر متغیر وابسته و مقادیر محاسبه شده هر یک از شاخص های گیاهی به طور جداگانه و یک به یک به عنوان مقادیر مستقل و محل مرتع (مرجن بروجن، سفیددشت و هوره) و همچنین نوع مرتع (شخم خورده و شخم نخورده) به عنوان عامل های اصلی در مدل خطی عمومی ( $GLM^1$ ) در نظر گرفته و تجزیه و تحلیل شد. جهت تعیین معنی داری بین هر یک از تیمارها یا همان فاکتورهای اصلی از آزمون  $LSD$  استفاده شد. شاخص های  $Ratio$ ،  $CTVI$ ،  $TTVI$ ،  $TVI$ ،  $NRVI$  ضرایب همبستگی بالائی با تولید بودند و مشخصات این شاخص ها در جدول تجزیه واریانس نشان داده شد؛ که طی فرایند آنالیز رگرسیون در نرم افزار  $SPSS$  محاسبه شده است. سپس نقشه های حاصله از مدل برآورد تولید و پوشش گیاهی حاصل از رابطه بین شاخص های گیاهی و تولید و پوشش گیاهی براساس مناسب ترین شاخص گیاهی ( $NRVI$ ) به تفکیک مناطق استخراج و پس از پیاده کردن طرحی سیستماتیک با تعداد ۹ پلات (هر پلات شامل یک پیکسل  $30 \times 30$ ) اقدام به برآورد تولید گیاهی از طریق دستور  $Extract$  شد. این عمل پس از اعمال فیلتر میانگین  $3 \times 3$  بر روی تصویر انجام شد. در نهایت چهار تکرار (سه ترانسکت و میانگین آن ها) برای هر منطقه در نظر گرفته شد. پس از آن با آنالیز واریانس در مدل خطی عمومی ( $GLM$ ) و انجام مقایسات میانگین اقدام به مقایسه تولید گیاهی هر منطقه شد در این مدل مناطق و نوع مدیریت (مراتع رها شده و مراتع طبیعی دست نخورده) به عنوان سطوح تیمار و مقادیر اندازه گیری شده تولید در هر پیکسل به عنوان متغیر مورد اندازه گیری در نظر گرفته شد.

<sup>1</sup> - General Linear Model

جدول ۱: نتایج مربوط به تأثیر مناسب‌ترین شاخص‌های گیاهی بر تولید گیاهی در روش تجزیه واریانس دوطرفه

| ردیف | شاخص گیاهی | مجموع مربعات | میانگین مربعات | درجه آزادی | مقدار F | R <sup>2</sup> | مقادیر مربوط به رابطه بین شاخص گیاهی و تولید |                  |                     | سطح معنی‌داری               |   |   |
|------|------------|--------------|----------------|------------|---------|----------------|----------------------------------------------|------------------|---------------------|-----------------------------|---|---|
|      |            |              |                |            |         |                | رابطه بین شاخص و تولید                       | تأثیر عامل منطقه | تأثیر عامل نوع مرتع | اثر متقابل منطقه * نوع مرتع | ۱ | ۲ |
| ۱    | NRVI       | ۶۸۱۷/۹۳۹     | ۶۸۱۷/۹۳۹       | ۶          | ۶/۱۴۰   | ۵۳۰            | ۰/۱۴                                         | ۰/۰۰۳            | ۰/۰۰۰               | ۰/۵۶۰                       |   |   |
| ۲    | TVI        | ۶۹۰۹/۰۴۴     | ۶۹۰۹/۰۴۴       | ۶          | ۶/۲۲۶   | ۵۳۰            | ۰/۱۴                                         | ۰/۰۰۳            | ۰/۰۰۰               | ۰/۵۵۵                       | ۳ | ۴ |
| ۳    | CTVI       | ۶۹۰۹/۰۴۴     | ۶۹۰۹/۰۴۴       | ۶          | ۶/۲۲۶   | ۵۳۰            | ۰/۱۴                                         | ۰/۰۰۳            | ۰/۰۰۰               | ۰/۵۵۵                       |   |   |
| ۴    | TTVI       | ۶۹۰۹/۰۴۴     | ۶۹۰۹/۰۴۴       | ۶          | ۶/۲۲۶   | ۵۳۰            | ۰/۱۴                                         | ۰/۰۰۳            | ۰/۰۰۰               | ۰/۵۵۵                       | ۵ | ۵ |
| ۵    | RATIO      | ۶۵۶۵/۳۹۳     | ۶۵۶۵/۳۹۳       | ۶          | ۵/۹۰۳   | ۵۳۰            | ۰/۱۶                                         | ۰/۰۰۳            | ۰/۰۰۰               | ۰/۵۷۵                       |   |   |

جدول ۲: نتایج مربوط به تأثیر مناسب‌ترین شاخص‌های گیاهی بر پوشش گیاهی در روش تجزیه واریانس دوطرفه

| ردیف | شاخص گیاهی | مجموع مربعات | میانگین مربعات | درجه آزادی | مقدار F | R <sup>2</sup> | مقادیر مربوط به رابطه بین شاخص گیاهی و پوشش |                  |                     | سطح معنی‌داری               |   |   |
|------|------------|--------------|----------------|------------|---------|----------------|---------------------------------------------|------------------|---------------------|-----------------------------|---|---|
|      |            |              |                |            |         |                | رابطه بین شاخص و پوشش                       | تأثیر عامل منطقه | تأثیر عامل نوع مرتع | اثر متقابل منطقه * نوع مرتع | ۱ | ۲ |
| ۱    | NRVI       | ۱۵۷۹/۳۰۷     | ۱۵۷۹/۳۰۷       | ۶          | ۸/۱۴۳   | ۶۳۷            | ۰/۰۰۵                                       | ۰/۰۰۵            | ۰/۰۰۰               | ۰/۰۶۸                       |   |   |
| ۲    | TVI        | ۱۵۸۳/۹۳۶     | ۱۵۸۳/۹۳۶       | ۶          | ۸/۱۶۸   | ۶۳۶            | ۰/۰۰۵                                       | ۰/۰۰۵            | ۰/۰۰۰               | ۰/۰۶۸                       | ۳ | ۴ |
| ۳    | CTVI       | ۱۵۸۳/۹۳۶     | ۱۵۸۳/۹۳۶       | ۶          | ۸/۱۶۸   | ۶۳۷            | ۰/۰۰۵                                       | ۰/۰۰۵            | ۰/۰۰۰               | ۰/۰۶۸                       |   |   |
| ۴    | TTVI       | ۱۵۸۳/۹۳۶     | ۱۵۸۳/۹۳۶       | ۶          | ۸/۱۶۸   | ۶۳۶            | ۰/۰۰۵                                       | ۰/۰۰۵            | ۰/۰۰۰               | ۰/۰۶۸                       | ۵ | ۵ |
| ۵    | RATIO      | ۱۵۶۴/۸۱۸     | ۱۵۶۴/۸۱۸       | ۶          | ۸/۰۶۴   | ۶۳۳            | ۰/۰۰۵                                       | ۰/۰۰۵            | ۰/۰۰۰               | ۰/۰۷۰                       |   |   |

### مقایسات میانگین تولید و پوشش گیاهی در مراتع طبیعی با مراتع شخم خورده

با توجه به جدول (۳) تولید در مراتع شخم‌نخورده در هر سه منطقه نسبت به مراتع شخم‌خورده بیشتر می‌باشد. در این جدول، تولید گیاهی برحسب کیلوگرم بر هکتار به تفکیک هر فرم رویشی و برای مناطق شخم‌خورده و شخم‌نخورده در هر منطقه محاسبه شده است. براساس این محاسبات منطقه مرجن بروجن در قسمت شخم‌نخورده با مقدار ۳۲۸/۴۶ کیلوگرم بر هکتار بیشترین مقدار تولید را دارد و منطقه سفیددشت در قسمت شخم‌نخورده با مقدار ۲۲۳/۴۸ کیلوگرم بر هکتار کمترین مقدار تولید را دارد. در قسمت شخم‌خورده نیز سفیددشت با مقدار ۹۸/۰۱ کیلوگرم بر هکتار کمترین تولید را دارد و هوره با مقدار ۱۸۱/۱۷ کیلوگرم بر هکتار بیشترین مقدار تولید را در قسمت شخم‌خورده دارا می‌باشد. بیشترین تخریب پوشش گیاهی و کم‌ترین تولید گیاهی در منطقه‌ی شخم‌خورده‌ی سفیددشت است. بیشترین پوشش و تولید گیاهی در منطقه شخم‌نخورده هوره است.

میانگین درصد پوشش نیز در مناطق شخم‌نخورده در مقایسه با مناطق شخم‌خورده بیشتر است. بر اساس این

در خصوص شاخص‌های مذکور که بیشترین ضریب تبیین را داشته‌اند، فاکتورهای مناطق (مرجن بروجن، سفیددشت و هوره) و نوع مرتع (حالت شخم‌خورده و شخم‌نخورده) نیز برای همه شاخص‌های NRVI، RVI، TVI، CTVI، TTVI، RATIO تأثیر معنی‌داری را بر روی برآورد رابطه بین شاخص‌ها و تولید گیاهی داشته‌اند، به‌عبارتی دیگر شیب خط ناشی از برآورد رابطه بین شاخص‌های مذکور و تولید گیاهی متأثر از مناطق و نوع مرتع است. با توجه به جدول (۱) و (۲) تمامی شاخص‌ها رابطه معنی‌داری را از تأثیر عامل منطقه (سه منطقه هوره، سفیددشت و مرجن) و عامل نوع مدیریت مرتع (دو حالت شخم‌خورده و شخم‌نخورده) نمایان کردند؛ حال آنکه اثر متقابل اثر متقابل منطقه \* نوع مدیریت مرتع تفاوت معنی‌داری را نشان نمی‌دهد. در این میان، هرچند شاخص‌های CTVI، RATIO، TTVI و TVI بیانگر رابطه معنی‌داری بین تولید و شاخص‌های گیاهی در هر سه منطقه سفیددشت، هوره و مرجن می‌باشند. ولی شاخص NRVI بیانگر رابطه معنی‌دارتری بین تولید و شاخص گیاهی در هوره و سفیددشت در مقایسه با شاخص‌های دیگر می‌باشد.

هرچند اغلب فرم‌های رویشی در مناطق مورد مطالعه دستخوش کاهش شده‌اند ولی تولید گیاهی بوته‌ای‌ها بیشترین کاهش را در بین هر سه منطقه مورد مطالعه داشته‌اند.

مطالعه در مناطق شخم نخورده، هوره با ۲۹/۷ درصد، بیشترین درصد پوشش و سفیددشت با مقدار ۲۳/۹۸ درصد، کمترین مقدار درصد پوشش را به خود اختصاص داده است. در قسمت شخم خورده نیز سفیددشت با مقدار ۱۰/۹۷ دارای کمترین درصد پوشش است و منطقه هوره با مقدار ۱۹/۴۲ درصد، دارای بیشترین پوشش در منطقه شخم خورده و رها شده می‌باشد.

جدول ۳: میانگین درصد پوشش و تولید به تفکیک مناطق در مراتع شخم خورده و شخم نخورده حاصل نمونه برداری میدانی

| * ردیف | نوع مرتع   | شخم خورده                             | شخم نخورده                                |
|--------|------------|---------------------------------------|-------------------------------------------|
|        | نام مرتع   | میانگین درصد پوشش<br>تیپ گیاهی (درصد) | میانگین تولید گیاهی<br>(کیلوگرم بر هکتار) |
| ۱      | مرجن بروجن | ۱۲/۸۴                                 | ۱۶۲/۵۶                                    |
| ۲      | سفیددشت    | ۱۰/۹۷                                 | ۹۸                                        |
| ۳      | هوره       | ۱۹/۴۲                                 | ۱۸۱/۱۷                                    |

نتایج نشان داد که شاخص‌های  $NRVI$ ،  $TTVI$ ،  $RATIO$ ،  $CTVI$ ،  $TVI$  به ترتیب با ضریب همبستگی ۰/۷۹۵، ۰/۷۹۵، ۰/۷۹۵، ۰/۷۹۵، ۰/۷۹۵ نسبت به شاخص‌های دیگر دارای بیشترین ارتباط با پوشش تاجی می‌باشند.

نتایج آنالیز رگرسیونی شاخص‌های گیاهی و پوشش تاجی آنالیز رگرسیونی خطی تک متغیره بین پوشش تاجی به عنوان متغیر وابسته و شاخص‌های طیفی به عنوان متغیر مستقل در محل پیکسل‌های مربوطه در تصاویر در مناطق مورد مطالعه مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به جدول ۴

جدول ۴: نتایج حاصل از رگرسیون درجه سوم بین پوشش تاجی و شاخص‌های طیفی داده‌های سنجنده لندست ۸ در ۲۵ خرداد ۱۳۹۳

| شاخص  | R     | R <sup>2</sup> | Std  | Sig | رابطه                                                |
|-------|-------|----------------|------|-----|------------------------------------------------------|
| Ratio | ۰/۷۹۸ | ۰/۶۳۳          | ۰/۵۹ | ۰/۰ | $Y = -831/50.8 + 9432/651(Ratio) - 163/952(Ratio^2)$ |
| TTVI  | ۰/۷۹۸ | ۰/۶۳۶          | ۰/۵۲ | ۰/۰ | $Y = 3327/98 + 6091/80.8(TTVI) - 2943/97(NDVI^2)$    |
| NRVI  | ۰/۷۹۸ | ۰/۶۳۷          | ۰/۵۲ | ۰/۰ | $Y = -49/785 - 126/342(NRVI) - 1034/00(NRVI^2)$      |
| CTVI  | ۰/۷۹۸ | ۰/۶۳۷          | ۰/۷۳ | ۰/۰ | $Y = -3327/98 + 6091/80.8(CTVI) - 2943/97(PVI^2)$    |
| TVI   | ۰/۷۹۸ | ۰/۶۳۶          | ۰/۴۹ | ۰/۰ | $Y = 3327/98 + 6091/80.8(TVI) - 2943/97(TVI^2)$      |

۱۳۹۳ در مناطق مورد مطالعه مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به جدول ۲، نتایج شاخص‌های  $TTVI$ ،  $TVI$ ،  $CTVI$ ،  $NRVI$  و  $RATIO$  به ترتیب با ضرایب همبستگی ۰/۷۰۳، ۰/۷۰۳، ۰/۷۰۳، ۰/۷۴، بیشترین ارتباط را با تولید گیاهی دارند. ضرایب تبیین برای شاخص‌های ذکر شده به ترتیب برابر ۰/۵۳، ۰/۵۳، ۰/۵۳، ۰/۵۳، ۰/۵۳ می‌باشد.

با توجه به جدول شماره ۵ سه پارامتر ضریب همبستگی، ضریب تبیین و خطای استاندارد شاخص  $TVI$  با مقادیر ۰/۷۰۳ و ۰/۵۳ و ۴/۲۳۱ و شاخص  $NRVI$  با مقادیر ۰/۷۰۳ و ۰/۵۳ و ۴/۲۳۴ به عنوان بهترین شاخص برای ارائه مدل برآورد تولید گیاهی در مراتع نیمه استپی می‌باشند.

چنانچه در جدول ۴ مشاهده می‌کنید با توجه به سه پارامتر ضریب همبستگی، ضریب تبیین و خطای استاندارد شاخص  $NRVI$  با مقادیر ۰/۷۹۸ و ۰/۶۳۷ و ۰/۵۲ به عنوان بهترین شاخص برای ارائه مدل برآورد پوشش گیاهی در مراتع نیمه استپی می‌باشند.

نتایج آنالیز رگرسیونی شاخص‌های گیاهی و تولید گیاهی آنالیز رگرسیونی خطی تک متغیره بین تولید گیاهی زمینی (میانگین تولید در ۵ کوادرات در هر پلات) به عنوان متغیر وابسته و شاخص‌های طیفی به عنوان متغیر مستقل در محل پیکسل‌های مربوطه در تصاویر ۲۵ خرداد سال



جدول ۵: نتایج حاصل از رگرسیون درجه دوم بین تولید گیاهی و شاخص‌های طیفی داده‌های سنجنده لندست ۸ در تاریخ ۲۵ خرداد

| شاخص  | R     | R <sup>2</sup> | Std   | Sig   | رابطه                                             |
|-------|-------|----------------|-------|-------|---------------------------------------------------|
| Ratio | ۰/۷۰۳ | ۰/۵۳           | ۴/۲۴۵ | ۰/۰۰  | $Y = -252/322 + 294/207(Ratio) - 59/906(Ratio^2)$ |
| TTVI  | ۰/۷۰۳ | ۰/۵۳           | ۴/۲۳۸ | ۰/۰۰۰ | $Y = -201/074 + 364/743(TTVI) - 201/074(TTVI^2)$  |
| TVI   | ۰/۷۰۳ | ۰/۵۳           | ۴/۲۳۱ | ۰/۰۰۰ | $Y = -201/074 + 364/743(TVI) - 201/074(TVI^2)$    |
| NRVI  | ۰/۷۰۳ | ۰/۵۳           | ۴/۲۳۴ | ۰/۰۰۰ | $Y = -17/476 + 339/991(NRVI) + 123/204(NRVI^2)$   |
| CTVI  | ۰/۷۰۳ | ۰/۵۳           | ۴/۳۲۱ | ۰/۰۰۰ | $Y = -201/074 + 364/743(CTVI) - 201/074(CTVI^2)$  |

## بحث و نتیجه‌گیری

از آنجایی که بررسی و نمونه‌برداری از تمامی عرصه وقت و هزینه زیادی را می‌طلبد و ممکن است برداشت از کل منطقه به پوشش گیاهی منطقه خسارت بیشتری وارد کند از فن‌آوری سنجش‌ازدور استفاده می‌شود. پژوهشگران زیادی بر اساس روابط رگرسیونی بین مشخصه‌های گیاهی همچون پوشش و تولید گیاهی و داده‌های ماهواره‌ای همچون شاخص‌های گیاهی مبتنی بر سنجش‌ازدور اقدام به بررسی پوشش و تغییرات آن نمودند (۴، ۲۱ و ۴۲). شاخص‌های گیاهی از پرکاربردترین نمونه‌های محاسبات باندی می‌باشند (۶) که به‌منظور محاسبه درصد پوشش گیاهی، بررسی انواع پوشش گیاهی، وضعیت سبزی‌نگی یک منطقه طی دوران‌های مختلف به کار می‌روند. شاخص‌های گیاهی اساساً به‌صورت کسری یا خطی، سیگنال‌های باندهای رادیومتری را ترکیب می‌کنند (۴۱). برای بررسی دقیق پوشش گیاهی لازم است در ابتدا نوع شاخصی را که بهترین و دقیق‌ترین برآورد را از پوشش گیاهی به دست می‌دهد را تعیین نمود. این امر در برآورد دقیق‌تر بسیار مفید و نتیجه‌بخش خواهد بود.

با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای با هدف برآورد پارامترهای زمینی می‌توان به ارتباط بین شاخص‌های گیاهی و پدیده‌های زمینی پی برد (۳۶).

ارزانی (۲۰۰۶) طی مطالعاتی بر روی ارتباط بین تولید گیاهی با شاخص‌های گیاهی بیان کردند پوشش درواقع نماینده سطح بازتاب است (۳۹) درحالی‌که تولید این‌چنین نیست و به همین علت ضریب همبستگی بین پوشش و شاخص‌های گیاهی نسبت به تولید بالاتر می‌باشد. استفاده از ابزار سنجش‌ازدور می‌تواند به‌عنوان یک بازوی مهم در تولید اطلاعات و مدیریت منابع زمینی استفاده گردد (۱۶). عملیات صحرایی برای هرچه بهتر تفسیر کردن تصاویر

ماهواره‌ای لازم است و به‌دقت نتیجه حاصله خواهد افزود؛ اما انتخاب شاخص گیاهی مناسبی که بتواند تولید گیاهی را به‌درستی برآورد کند نیز از اهمیت بسزایی خصوصاً در مواقعی که نوع پوشش گیاهی در اثر دخالت‌های انسانی مانند شخم و شیار مراتع تغییر می‌کند نیز حائز اهمیت زیادی است.

در این تحقیق برخی از شاخص‌های گیاهی برآورد دقیقی از پوشش گیاهی را ارائه ننمودند (PVI، NDVI، PVI1، PVI2، DVI، AVI، TSAVI1، TSAVI2، MSAVI2 و WDAVI) هرچند این موضوع برای شاخص‌های مانند NDVI به دلیل پوشش گیاهی نسبتاً کم منطقه، امری عادی است (۳۲)؛ اما اینکه چرا شاخص‌های تعدیل خاکی TSAVI1، TSAVI2، MSAVI2 همچون در این مطالعه به‌خوبی رابطه بین پوشش گیاهی و تولید را در مراتع شخم‌خورده و رها شده نشان نداده‌اند امری غیرقابل انتظار است. شاید دلیل این امر را بتوان ناشی از برهم خوردن خاک در اراضی شخم‌خورده و در نتیجه تفاوت در بازتاب طیفی خاک این مراتع با مراتع شخم‌نخورده دانست (۱۳). امری که با استفاده از شاخص‌های گیاهی همچون RVI (Ratio vegetation indices) به‌خوبی اثر چنین تغییراتی حذف می‌شود (۲۴). برای استفاده از داده‌های ماهواره‌ای در ارزیابی مراتع، اطلاعات جمع‌آوری‌شده توسط ماهواره می‌بایستی در ماه‌های اردیبهشت، خرداد و تیر است استفاده شود و انجام عملیات صحرایی نیز در این ماه‌ها انجام گیرد چون در این زمان گراس‌ها و فوهرب‌های یکساله در مراتع هنوز سر پا هستند و خشک نشده‌اند و وضعیت پوشش گیاهی خیلی شبیه به وضعیت ثبت‌شده در تصاویر ماهواره‌ای است. از این‌رو در بررسی اراضی کشاورزی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، تقویم زراعی هر منطقه برای بررسی سطوح زیر کشت محصولات آن نیز لازم و ضروری

است. مهم ترین مشکل استفاده از تصاویر ماهواره ای در بررسی تغییرات دقیق زمینی نیاز به نقاط کنترل زمینی بسیار دقیق می باشد. لذا در برداشت نقاط زمینی که عمدتاً با GPS انجام می گیرد توصیه می شود که این کار با دقت عمل انجام شود.

با توجه به آنالیزهایی که انجام گرفت، در تمامی شاخص ها بین پوشش و سه منطقه مرجن و هوره و سفیددشت رابطه معنی داری وجود دارد و این موضوع حاکی از آن است که وضعیت پوشش گیاهی بین این سه منطقه در ۱۷ شاخص دارای اختلاف معنی داری است. همچنین بین پوشش گیاهی دو حالت مراتع (شخم خورده و شخم نخورده) رابطه معنی داری وجود دارد که نشان می دهد پوشش گیاهی منطقه شخم خورده با منطقه شخم نخورده متفاوت است. همان طور که ملاحظه شد برخی از شاخص ها مثل NDVI رابطه معنی داری با پوشش گیاهی نداشتند زیرا NDVI شاخص مناسبی برای مناطق خشک نیست (۲۲)، اما برخی دیگر از شاخص ها رابطه معنی داری با پوشش برقرار کردند. نتایج نشان داد پنج شاخص گیاهی NRVI، CTVI، RATIO، TTVI و TVI با بیشترین ضریب تبیین به ترتیب  $(R^2 = ۰.۶۳۷)$ ،  $(R^2 = ۰.۶۳۷)$ ،  $(R^2 = ۰.۶۳۳)$ ،  $(R^2 = ۰.۶۳۶)$  و  $(R^2 = ۰.۶۳۶)$  مناسب ترین شاخص ها برای بررسی پوشش در این مناطق بوده اند اما در تمامی این شاخص ها بین سه منطقه مطالعه شده و دو حالت شخم خورده و شخم نخورده تأثیر متقابلی وجود ندارد. همان طور که انتظار می رود و بر اساس داده هایی که از آماربرداری صحرایی این مناطق به دست آمد پوشش گیاهی مناطق شخم نخورده بیشتر از مناطق شخم خورده بود و همچنین تولید در مناطق شخم نخورده بیشتر است. چنانچه در جدول (۳) مشاهده شد میانگین درصد پوشش در مناطق شخم نخورده در مقایسه با مناطق شخم خورده بیشتر است. بر اساس این مطالعه هوره هم در قسمت شخم نخورده و هم در منطقه شخم خورده و رها شده بیشترین درصد پوشش را دارد و سفیددشت هم در قسمت شخم خورده و هم در قسمت شخم نخورده کم ترین مقدار درصد پوشش را دارد. پوشش گیاهان بوته ای در هر سه منطقه به طرز قابل توجهی کاهش یافته است.

از آنجا که گونه گیاهی گون *Astragalus verus* به عنوان گونه غالب هر سه منطقه می باشد، احیاء این گونه بسیار بطئی و کم رشد می باشد و مستلزم گذر زمان بسیار زیادی است تا بتواند مجدد استقرار یابد. از این رو کاهش شدید گیاهان بوته ای در این مناطق نیز نسبت به سایر فرم های رویشی دیگر قابل توجه است هر چند چنین تغییراتی در سایر فرم های رویشی نیز مشاهده می گردد. این امر گویای این واقعیت است که احیاء مجدد چنین مناطقی که طی ده ها هزار سال تکامل یافته اند، در صورت تخریب امری بسیار طاقت فرسا است. بنابراین وجود تفاوت معنی دار بین مناطق مختلف از لحاظ پتانسیل تولید امری طبیعی به نظر می رسد ولی باوجود گذشت بیش از ۳۰ سال از رهاسازی مراتع مورد مطالعه که شخم خورده اند در این مناطق تا حدودی دور از انتظار است. دلیل این امر را می توان سرعت بسیار کم احیاء طبیعی مناطق تخریب شده در چنین شرایط سخت اقلیمی دانست که بسیار فراتر از انتظار ما تحقق می یابد خصوصاً اگر که خاک نیز دچار تغییراتی شده باشد (۳۸). به همین دلیل تغییرات تولید و پوشش گیاهی بین مراتع شخم خورده و شخم نخورده (جدول ۳) علی رغم گذر زمان در این منطقه نیمه استپی تا حدودی زیادی قابل توجه است؛ بنابراین توصیه به احیای چنین مناطقی از طریق اعمال فرایندهای اصلاحی و احیایی همزمان با قرق این مناطق تا حدودی توجیه پذیر می شود. به عنوان نتیجه گیری کلی می توان عنوان نمود که سنجش از دور و شاخص های گیاهی به خوبی می توانند تولید و پوشش گیاهی را در مراتع رها شده و مراتع طبیعی شخم نخورده به خوبی مورد ارزیابی قرار داده و برآورد نسبتاً دقیقی را از تولید و پوشش گیاهی (به وسیله شاخص NRVI) در اختیار ما برای تصمیم گیری و پایش و مدیریت چنین عرصه هایی را فراهم سازد. به همین دلیل توصیه می شود از شاخص های سنجش از دوری برای پایش چنین اراضی و فراهم آوری مقدمات چنین مراتعی به درستی تخمین بزنند و در احیاء و پایش تغییرات تولید آن ها به کار گرفته شود. در این راستا نتایج نشان داد که شاخص NRVI نسبت به سایر شاخص های مورد مطالعه در این تحقیق برآورد دقیق تر و بهتری را از پوشش گیاهی مراتع تخریب شده در مجاورت مراتع طبیعی هم جوار در اختیار ما قرار می دهد.

## References

1. Akbari, M., 2004. Evaluation and classification of desertification using RS and GIS techniques in the dry area of northern Isfahan. Master's thesis, Isfahan University of Technology.
2. Ariapour, A., H. R. Mehrabi & A. Dehpahlavan, 2016. Effects of range reclamation projects on forage production, condition and trend in Khezel rangelands, Nahvand region. *Rangeland*, 10:1-10.
3. Agon, V & S.M. Bhamare., 2012. Change detection of vegetation cover Using Remote Sensing and GIS. *Journal of research and development*, 2: 1-12.
4. Arzani, H., 2006. Investigating the effect of management on changes and characteristics of rangeland health and indicators that is it. *Iranian Journal of Rangeland and desert Research*, 13(2): 145-161.
5. Arzani, H & M. Abedi., 2006. Effect of management on changes and characteristics of rangeland health and its determinants. *Journal of Research in Rangeland and Desert of Iran*, 13(2): 161-145.
6. Baret, F., J.G. Clevers & M.D. Steven, 1995. The Robustness of Canopy Gap Fraction Estimates from Red and Near-infrared Reflectances: A Comparison of Approaches, *Remote Sensing of Environment* 54(2): 141-151.
7. Bonham, C.D., 2013. *Measurements for Terrestrial Vegetation*. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication.
8. Bridge, B.J., 1983. Improvement in soil structure resulting from sown pastures on degraded areas in the dry savanna woodlands of northern Australia. *Australian Journal of Soil Research*, 21(1): 83-90.
9. Calera, A., C. Martinez & J. Melia, 2001. "A Procedure for Obtaining Green Plant Cover: Relation to NDVI in a Case Study for Barley", *International Journal of Remote Sensing*, 22(17): 3357-3362.
10. Cohen, W.B., T.K. Maersperger, S.T. Gower & D.P. Turner, 2003. An Improved Strategy for Regression of Biophysical Variables and Landsat ETM+ Data, *Remote Sensing of Environment*, 84: 561-571.
11. Di Bella, C., R. Faivre, F. Ruget & B. Seguin, 2005. Using VEGETATION satellite data and the crop model STICS-Prairie to estimate pasture production at the national level in France. *Physics and Chemistry of the Earth*, 30: 3-9.
12. Diouf, A. & E.F. Lambin., 2001. Monitoring land-cover changes in semi-arid regions: remote sensing data and field observations in the Ferlo, Senegal. *Journal of Arid Environments*, 48: 129-148.
13. Dunjó, G., G. Pardini & M. Gispert, 2003. Land use change effects on abandoned terraced soils in a Mediterranean catchment, NE Spain. *Catena*.
14. Drysdale, G & G. Metternicht., 2003. Remote sensing for Site – Specific Management: Evaluation the potential of digital multi – spectral imagery for monitoring crop variability and weeds within paddocks. 14th International Farm Management Congress, Western Australia, Burswood Convention Centre, Perth.
15. Ebrahimi, A., B. Bossuyt & M. Hoffmann, 2007. Effects of species aggregation, habitat and season on the accuracy of double sampling to measure herbage mass in a lowland grassland ecosystem. *Grass and Forage Science*, 63:79-85.
16. Flombaum, P. & O. E. Sala., 2007. A non-destructive and rapid method to estimate biomass and aboveground net primary production in arid environments. *Journal of Arid Environments*, 69: 352-358.
17. Jabari, S., S. J. Khajedin, R. Jafari & S. Soltani, 2016. Application of AWIFS digital data to determine vegetation cover (Case Study: Semirom-Isfahan). *Rangeland*, 9:333-342.
18. Ji, L., B.K. Wylie, D. R. Noss, B. Peterson, M.P. Waldrop, J.W. McFarland, J. Rover & T.N. Hollingsworth, 2012. Estimating aboveground biomass in interior Alaska with Landsat data and field measurements. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 18:451-461.
19. Hadian, F., R. Jaffari, H. Bashari & S. Soltani, 2012. Evaluation of different groups of vegetation indices in the study of rangelands aggregation. *Rangeland* 5:420-425.
20. Huete, A., 2004. *Remote Sensing for Natural Resources Management and Environmental Monitoring: Manual of remote sensing* 3 ed., Vol. 4. University of Arizona.
21. Hyung Kim, D., J.O. Sexton, P. Noojipady, C. Huang, A. Anand & S. Channan. 2014. Global, Landsat-based forest-cover change from 1990 to 2000. *Remote sensing of environment*, 155: 178-193.
22. Khajodin, J. & S. Poormanafi., 2007. Determining the level of grassland marginal landings using IRS (Case Isfahan). *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*, 1: 513-527.
23. Kaufman, Y. J. & D. Tanre., 1996. Strategy for Direct and Indirect Methods for Correcting the aerosol effect on remote sensing: From AVHRR. *Remote Sensing of Environment*, 55:65-79.
24. Khavanin zade, A., 1999. Estimated vegetation cover using Landsat TM satellite (Case Neyriz Yazd). Master thesis, Isfahan University of Technology, Isfahan, I.R. Iran.
25. Koomen, E., J. Stillwell, A. Bakema & H. J. Scholten, 2007. *Modelling land-use change; progress and applications*. Geojournal library Dordrecht: Springer 90.
26. Lillesand, T.M., R.W. Kiefer & J.W. Chipman. 2007. *Remote Sensing & Image Interpretation*.
27. Ludwig, D., D. Tongway & D. Freudenberger, 2000. A scaling rule for landscape patches and how it applies to conserving soil resources in savannas Ecosystems, 3:84-97.

28. Lyon, J. G., D. Yuan, R. S. Lunetta & C. D. Elvidge, 1998. A Change Detection Experiment Using Vegetation Indices. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 64:143-150.
29. Mahdavi, A., H. Fathizade & SH. Shatai. 2015. Evaluation and Analysis of Various Methods of Detection of Land Use Change in Vegetation (Case Study: Protected Forest Trees of Ilam Province).
30. Matsushita, B., Y. Wei, C. Jin, O. Yuyichi & Q. Guoyn, 2007. Sensitivity of the Enhanced Vegetation Index (EVI) and Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) to topographic effects: A case study in high-density Cypress forest. *Sensors*. [www.mdpi.org/sensors](http://www.mdpi.org/sensors).
31. Mesdaghi, M., 2004. Range Management in Iran. Astan Ghods Razavi Press, Iran, Mashhad.
32. Moghadam, M. 1999. Rangeland and Range management. Tehran University.
33. Mokhtari, A., S. Safiznia, H. Ahmadi, S.J. Khajeuddin & F.A. Hornama, 2000. Remote sensing application in preparation of information layers for land use and land cover in MPSIAC soil erosion model. *Journal of Research and Development*, 46: 87-82.
34. Mutanga, O. & AK. Skidmore., 2004. Narrow band vegetation indices overcome the saturation problem in biomass estimation. *Int J Remote Sens*.
35. Pettorelli, N., O. Vik, A. Mysterud, J.M. Gaillard, C.J. Tucker & N.C. Stenseth. 2005. Using the satellite-derived NDVI to assess ecological responses to environmental change. *J. Trends in ecology and evolution*, 9(20):34-45.
36. Pordel, F., A. Ebrahimi & Z. Azizi, 2017. Evaluating spatio-temporal phytomass changes using vegetation index derived from Landsat 8 (Case study: Mrajan rangeland, Boroujen). *Rangeland*, 11(2): 166-178.
37. Porter, T.F., C. Chen, J.H. Long & R. L. Lawrence, 2014. Estimating biomass on CRP pastureland: A comparison of remote sensing techniques. *Biomass and bioenergy*, 66:268-274.
38. Raiesi, F. & S. Salek-Gilani., 2018. The potential activity of soil extracellular enzymes as an indicator for ecological restoration of rangeland soils after agricultural abandonment. *Appl Soil Ecol*, 12:1-23.
39. Safayean, N., A. Heshmatpour & S. Freedom. 2001. Effect of grazing intensity on water permeability in rangeland soil. *Proceedings of the second national congress of rangeland and rangelands*. P. 551-558.
40. Tongway, DJ and NL Hindley 2004. Landscape Function Analysis: a system for monitoring rangeland function. *African Journal of Range and Forest Science*, 21: 445-455.
41. Wylie, B. K., D. Meyer., L. Tieszen & S. Mannel. 2002. "Satellite Mapping of Surface Biophysical Parameters at the Biome Scale over the North American Grasslands: A Case Study ", *Remote Sensing of Environment*, 79(2-3): 266-278.
42. Yang, J., P.J. Weisberg & N.A. Bristow, 2012. Landsat remote sensing approaches for monitoring long-term tree cover dynamics in semi-arid woodlands: Comparison of vegetation indices and spectral mixture analysis. *Remote sensing of environment*, 119: 62-71.
43. Yeganeh, H., S.J. Khajeddin & A.R. Soffianian, 2008. Evaluating the Potentials of Spectral Indices of the MODIS in Estimating the Plant Production in Semirom Pastures. *Rangeland*, 2: 63-77.
44. Zha, Y., J. J. Gao, S. Ni, Y. Liuc, J. Jianga & Y. Wei, 2003. "A Spectral Reflectance-Based Approach to Quantification of Grassland Cover from Landsat TM Imagery", *Remote Sensing of Environment*, 87(1): 371-375.
45. Zhu, X. & D. Liu., 2015. Improving forest aboveground biomass estimation using seasonal Landsat NDVI timeseries. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 102: 222-231.