

پایش تغییرات چندزمانه پوشش گیاهی جنگل‌های نیمه‌خشک نواح کوه با استفاده از دورسنجی (۱۹۷۵-۲۰۱۵)

وحید ویسی^{۱*}، ابوالفضل رنجبر فردوئی^۲، سید حجت موسوی^۳

تاریخ دریافت: ۹۴/۱۰/۷

تاریخ پذیرش: ۹۴/۱۱/۱۵

چکیده

فرایند بیابان‌زایی همواره با تخریب پوشش گیاهی و منابع آب و خاک همراه بوده که می‌تواند در شرایط اقلیمی متفاوت به وقوع بپیوندد و شدت آن بستگی به ویژگی‌های طبیعی منطقه دارد. به دلیل افزایش تخریب پوشش گیاهی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین پیامدهای بیابان‌زایی، پایش تغییرات و ارزیابی روند آن جهت برنامه‌ریزی و مدیریت منابع ضروری است. بنابراین هدف از این پژوهش، تهیه نقشه پوشش گیاهی منطقه جنگلی نیمه‌خشک نواح کوه در سرپل ذهاب و بررسی نوع و روند تغییرات آن از طریق تصاویر چندزمانه TM، MMS، ETM+ و OLI، طی بازه زمانی ۴۰ ساله (۱۹۷۵-۲۰۱۵) است. در این راستا از شاخص NDVI و روش طبقه‌بندی برای بارسازی تصاویر و از تفاضل تصاویر و محاسبه سطح طبقات تغییر جهت بررسی نوع و روند تغییرات استفاده شد. نتایج حاکی از وجود بیشترین تغییرات افزایشی در کلاس تنک به معمولی (با مساحت ۱۳/۸۸۱ کیلومتر مربع) در دوره ۱۹۸۷-۱۹۸۴ و همچنین کلاس بدون پوشش به تنک (با مساحت ۱۰/۷۸۹ کیلومتر مربع) در دوره ۱۹۸۴-۱۹۷۵ است. در حالی که حداکثر تغییرات کاهش‌ی در کلاس معمولی به بدون پوشش (با مساحت ۶/۹۴۴ کیلومتر مربع) در دوره ۱۹۹۸-۱۹۹۲ و کلاس معمولی به تنک (با مساحت ۵/۵۹۲ کیلومتر مربع) در دوره ۱۹۹۰-۱۹۸۷ نیز مشاهده شد. در مجموع نتایج پایش تغییرات بیانگر روند نزولی در پوشش گیاهی منطقه بوده که علت اصلی این تخریب را می‌توان به خشکیدگی درختان بلوط در اثر آفت، تداوم خشکسالی و جاده‌سازی نسبت داد.

کلمات کلیدی: پوشش گیاهی، پایش، روند تغییرات، دورسنجی، NDVI، نواح کوه.

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد بیابان‌زدایی، گروه مهندسی بیابان، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران.

نویسنده مسئول: v.vaisi@grad.kashanu.ac.ir

۲. دانشیار گروه مهندسی علوم بیابان، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران. aranjbar@kashanu.ac.ir

۳. استادیار ژئومورفولوژی، گروه جغرافیا و اکوتوریسم، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران. hmousavi15@kashanu.ac.ir

مقدمه

جنگل زدایی، تغییر کاربری، بیابان‌زایی، فرسایش و بسیاری عوامل دیگر که سلامت منابع طبیعی را به خطر می‌اندازند، در بیشتر موارد به دلیل ضعف مدیریت و استفاده غیر اصولی از سرزمین روی می‌دهند (علیمحمدی سراب و همکاران، ۲۰۱۰). طبق برآورد کنفرانس جهانی بیابان‌زایی و بیابان‌زدایی^۱، پدیده بیابان‌زایی در آینده بیش از ۷۸۵ میلیون نفر از ساکنان مناطق خشک را که معادل ۱۷/۷ درصد جمعیت کل جهان هستند، تهدید می‌کند. از این تعداد، ۶۰ تا ۱۰۰ میلیون نفر به علت کاهش حاصلخیزی اراضی تحت تأثیر مستقیم بیابان‌زایی قرار دارند (خنامانی و همکاران، ۲۰۱۲). بیابان‌زایی می‌تواند در شرایط اقلیمی متفاوت اتفاق افتاده و شدت آن بستگی به ویژگی‌های طبیعی منطقه دارد. در مناطق گرم و خشک، بیابان‌زایی می‌تواند سرعت پیدا کرده و به صورت فاجعه درآید. این فرایند همواره با تخریب خاک و منابع آب، پوشش گیاهی و دیگر منابع در شرایط طبیعی و اکولوژیکی همراه است (فیض‌نیا، ۲۰۰۱).

به دلیل تخریب پوشش گیاهی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین پیامدهای بیابان‌زایی که عمدتاً توسط فعالیت‌های انسانی صورت می‌گیرد، بارزسازی تغییرات و ارزیابی روند آن‌ها برای مدیریت منابع ضروری است. بارزسازی تغییرات شامل کاربرد داده‌های چندزمانه جهت آنالیز کمی دگرگونی پدیده‌ها در طول زمان است. به‌طور کلی، فرایند شناخت تفاوت‌ها در وضعیت یک شیء یا پدیده و مشاهده آن در زمان‌های مختلف، بارزسازی تغییرات نام دارد (سینگ^۲، ۱۹۸۹؛ موسوی و همکاران، ۲۰۱۴). کسب اطلاعات درباره وضعیت پوشش گیاهی از قبیل میزان و پراکنش آن‌ها، از اهمیت زیادی برخوردار است. گردآوری اطلاعات درباره تغییرات پیوسته پوشش گیاهی توسط روش‌های معمولی بسیار مشکل و پرهزینه است، لذا در این وضعیت استفاده از داده‌های ماهواره‌ای امکان مطالعه گسترده پوشش گیاهی را فراهم می‌آورد (علوی‌پناه، ۲۰۰۴ (b)). از اوایل دهه ۱۹۸۰ امکان استفاده از تصاویر ماهواره‌ای برای مطالعه و تهیه نقشه پوشش گیاهی به دلیل پایش مستقیم و مستمر سطح زمین فراهم شد. با توجه به

قابلیت بالای تصاویر ماهواره‌ای نظیر به هنگام بودن، چند طیفی بودن، چندزمانه بودن، پوشش وسیع و افزایش روزافزون توان تفکیک طیفی، مکانی و زمانی، می‌توان از آن‌ها برای مطالعه و بررسی مراحل مختلف فرایند پایش تغییرات استفاده کرد (طیبیان و دادراست، ۲۰۰۲).

درخصوص کاربرد سنجش از دور در بررسی پوشش گیاهی در چند دهه اخیر، پژوهش‌های متعددی صورت گرفته است. از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به استفاده از تکنیک‌های مختلف طبقه‌بندی برای تفکیک پوشش سطحی و کارایی شاخص‌های مختلف در بارزسازی پوشش گیاهی اشاره کرد (علوی‌پناه، ۲۰۰۴ (a)). در این زمینه، لیون^۳ و همکاران (۱۹۹۸) با بهره‌گیری از داده‌های MSS طی سه بازه زمانی مختلف، برای آشکارسازی تغییرات پوشش گیاهی از هفت شاخص استفاده کرده و بیان داشتند که روش تفاضل تصویر NDVI، آشکارسازی پوشش گیاهی را بهتر نشان می‌دهد. وایلی^۴ و همکاران (۲۰۰۲) با استفاده از داده‌های لندست، همبستگی میان پارامترهای بیوفیزیکی گیاهان، بیومس و شاخص سطح برگ را با NDVI، در شمال آمریکا بررسی نموده و بیان کردند که همبستگی کلی ۶۵٪ تا ۸۵٪ و ۹۲٪ تا ۹۴٪ در فصل رویش وجود دارد. ماسلی^۵ (۲۰۰۳) با تحلیل چندزمانه داده‌های NDVI حاصل از تصاویر TM، NOAA-AVHRR و ETM+ در سواحل مدیترانه دریافت که کاهش قابل توجهی در میزان NDVI جنگل‌های مخروطیان به‌خصوص در تابستان و اوایل پاییز رخ داده است و سیر نزولی بارندگی زمستانه عامل اصلی این کاهش است. ژو ژیمی^۶ و همکاران (۲۰۰۷) تأثیر شاخص‌های پوشش گیاهی در پدیده بیابان‌زایی را مورد بررسی قرار داده و بیان کردند که وضعیت پوشش گیاهی بعد از خاک، بیشترین تأثیر را در پدیده بیابان‌زایی دارد و با کاهش پوشش گیاهی، شدت بیابان‌زایی افزایش می‌یابد. ژوانگ^۷ و همکاران (۲۰۰۹) از طریق تصاویر MSS، TM و ETM+ طی بازه ۱۹۸۰ تا ۲۰۰۰ در فلات اردو به بررسی

3. Lyon
4. Wylie
5. Maselli
6. Zhu
7. Zhuang

1. United Nation Conference of Combating Desertification
2. Singh

مواد و روش‌ها

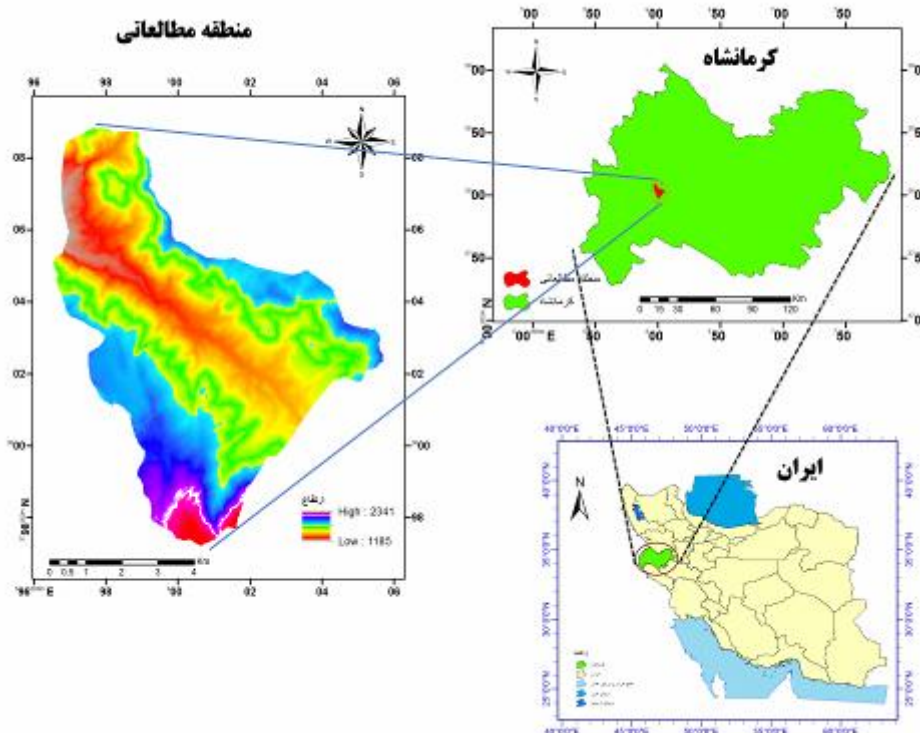
منطقه مورد مطالعه بخشی از رویشگاه زاگرس واقع در قسمت جنوب شرقی طاق‌دیس نواح کوه بوده و در جنوب شرق شهر سرپل‌ذهاب قرار دارد. این محدوده با مساحت منطقه ۵۱/۱۷۸ کیلومتر مربع، در طول جغرافیایی "۵۹'۰۲" تا "۵۹'۰۸" ۴۶° شرقی و عرض جغرافیایی "۴۰'۱۸" تا "۴۰'۲۴" ۳۴° شمالی گسترده شده است (شکل ۱). مرتفع‌ترین نقطه منطقه مورد مطالعه با ارتفاع ۲۳۴۱ متر از سطح دریا در بخش جنوبی آن قرار دارد. مورفولوژی این منطقه همچون سایر بخش‌های زاگرس تحت تأثیر فاز کوهزایی پاسادین^۴ قرار گرفته است. پوشش گیاهی غالب منطقه بلوط ایرانی (*Quercus brantii*) و زیرگونه‌های منطقه به‌طور پراکنده شامل گونه‌های زالزالک (*Crataegus spp.*)، بادام (*Amygdalus spp.*) و در ارتفاعات بنه (*Pistacia atlantica*) است. در صورت وجود رطوبت کافی گیاهان علفی یک‌ساله نیز در زیر اشکوب درختان مشاهده می‌شود (شکل ۲). میانگین دمای سالیانه ایستگاه سرپل‌ذهاب به‌عنوان نزدیک‌ترین ایستگاه، طی دوره آماری ۱۹۸۶ تا ۲۰۱۴، ۲۰ درجه سانتی‌گراد است. بیشینه و کمینه دمای ماهانه به ترتیب با ۴۴ و ۲/۸- درجه سانتی‌گراد مربوط به مرداد و دی ماه است. بارش متوسط سالانه این ایستگاه نیز برابر ۴۲۷ میلی‌متر است.

شاخص‌های NDVI و MSDI و بازتاب سطحی پوشش سطحی پرداخته و بیان کردند که تخریب در منطقه با دقت ۹۰٪ روند کاهشی داشته و این ناشی از تغییرات آب‌وهوایی ۱۹۸۰ و ضعف اقدامات حفاظتی ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۰ است. بوما^۱ (۲۰۱۲) در بررسی سوختگی جنگل‌های ملی هینمن در منطقه راوت کلرادو از طریق تصاویر MODIS طی بازه ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰ بیان کردند که شاخص NDVI همبستگی بسیار پایینی با بازیابی جنگل و پوشش غالب فورب‌های یک‌ساله و چندساله دارد. هیگینباتوم^۲ و سیمئوناکیس^۳ (۲۰۱۴) با ارزیابی چهارچوب‌های زیست‌محیطی بیابان‌زایی از طریق شاخص‌های پوشش گیاهی دریافتند که تحلیل چندزمانه شاخص‌های مزبور می‌تواند سلامت و تنوع اکوسیستم‌های پیچیده را نشان دهد.

جعفری و آرمان (۲۰۱۵) با هدف کاربرد تحلیل دو زمانه شاخص NDVI مستخرج از تصاویر TM، به پایش تغییرات پوشش گیاهی منطقه حفاظت‌شده هلن در استان چهارمحال و بختیاری پرداختند و بیان کردند که میزان تراکم پوشش گیاهی از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۹ در ۱۲/۴ درصد از کل منطقه افزایش و در ۰/۶۳ درصد از کل منطقه کاهش یافته است.

تهیه نقشه پوشش گیاهی و تشخیص تغییرات آن با استفاده از داده‌های دورسنجی در سال‌های اخیر گسترش زیادی یافته است و استفاده از این داده‌ها برای بازیابی تغییرات پوشش گیاهی از اهمیت بسیاری برخوردار است. بنابراین هدف از این پژوهش، تهیه نقشه پوشش گیاهی منطقه جنگلی نیمه‌خشک نواح کوه در سرپل‌ذهاب و بررسی روند تغییرات آن با استفاده از تصاویر چندزمانه سنجنده‌های MMS، TM، ETM+، OLI طی بازه زمانی ۴۰ ساله (۱۹۷۵-۲۰۱۵) است. لذا نتایج پژوهش حاضر می‌تواند توسط طرح‌های احیایی، اصلاحی و حفاظتی کوتاه و بلندمدت سازمان‌هایی نظیر جنگل‌ها و مراتع، منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و سایر نهادهای متولی جهت شناسایی و به حداقل رساندن تأثیر مخرب عوامل طبیعی و انسانی مورد استفاده قرار گیرد.

1. Buma
2. Higginbottom
3. Symeonakis



شکل (۱): موقعیت جغرافیایی منطقه مطالعاتی



شکل (۲): تصاویری از پوشش گیاهی منطقه مطالعاتی

از آنجاکه برای پایش تغییرات پوشش گیاهی از طریق تصاویر ماهواره‌ای نیاز به چند سری داده متعلق به دوره‌های زمانی مختلف است، در این پژوهش از ۹ سری تصاویر سنجنده‌های لندست مربوط به دوره‌های زمانی مختلف استفاده شده است.

پژوهش حاضر از نوع کاربردی بوده و روش‌شناسی آن تلفیقی از تجزیه و تحلیل‌های دورسنجی و زمین آماری است. همچنین برای دسترسی به اهداف از نرم‌افزارهای ArcGIS 10.3، ENVI 5.3 و EXCEL 2016 استفاده شده است.

مقادیر NDVI، نوع کلاس پوشش گیاهی به تفکیک طبقه بدون پوشش یا خاک عریان (۱- تا ۰/۰۵)، پوشش گیاهی تنک (۰/۰۵ تا ۰/۱)، پوشش گیاهی معمولی (۰/۱ تا ۰/۵) و پوشش گیاهی متراکم (بیشتر از ۰/۵) (فاطمی و رضایی، ۲۰۱۲) تعیین شد. سپس از طریق تفاضل تصاویر (رابطه ۲)، مبادرت به پایش زمانی و مکانی پوشش گیاهی گردید و تغییرات در قالب سه نوع کاهش، افزایشی و بدون تغییر مورد بررسی قرار گرفت.

$$NDVI = (NIR - R) / (NIR + R) \quad (1)$$

$$|NDVI\Delta| = NDVI_o - NDVI_r + C \quad (2)$$

در این روابط NIR باند مادون قرمز نزدیک، R باند قرمز، NDVI_o مقادیر NDVI سال نخست دوره و NDVI_r مقادیر NDVI سال پایانی دوره بررسی است.

تصاویر از وبگاه سازمان زمین‌شناسی آمریکا و آرشیو ماهواره نلدست اخذ شد (جدول ۱).

برای پایش تغییرات پوشش گیاهی منطقه جنوب شرقی نواح کوه ابتدا با استفاده از اطلاعات حوضه‌های آبریز ایران، لایه مدل رقومی ارتفاعی، لایه تیپ‌بندی پوشش گیاهی، نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ و راه‌های دسترسی، منطقه مطالعاتی تعیین حدود شد و در نهایت، با استفاده از تصاویر گوگل ارث و بررسی‌های میدانی مورد تصحیح قرار گرفت. پس از تعیین حدود منطقه، مراحل پیش‌پردازش شامل رفع جاذباتدگی و نوارشدگی تصاویر، چینش باندها، موزاییک و برش تصاویر براساس محدوده مطالعاتی بر روی تصاویر ماهواره‌ای صورت گرفت. سپس شاخص NDVI (رابطه ۱ و جدول ۱) بر روی تصاویر اعمال شد و با طبقه‌بندی

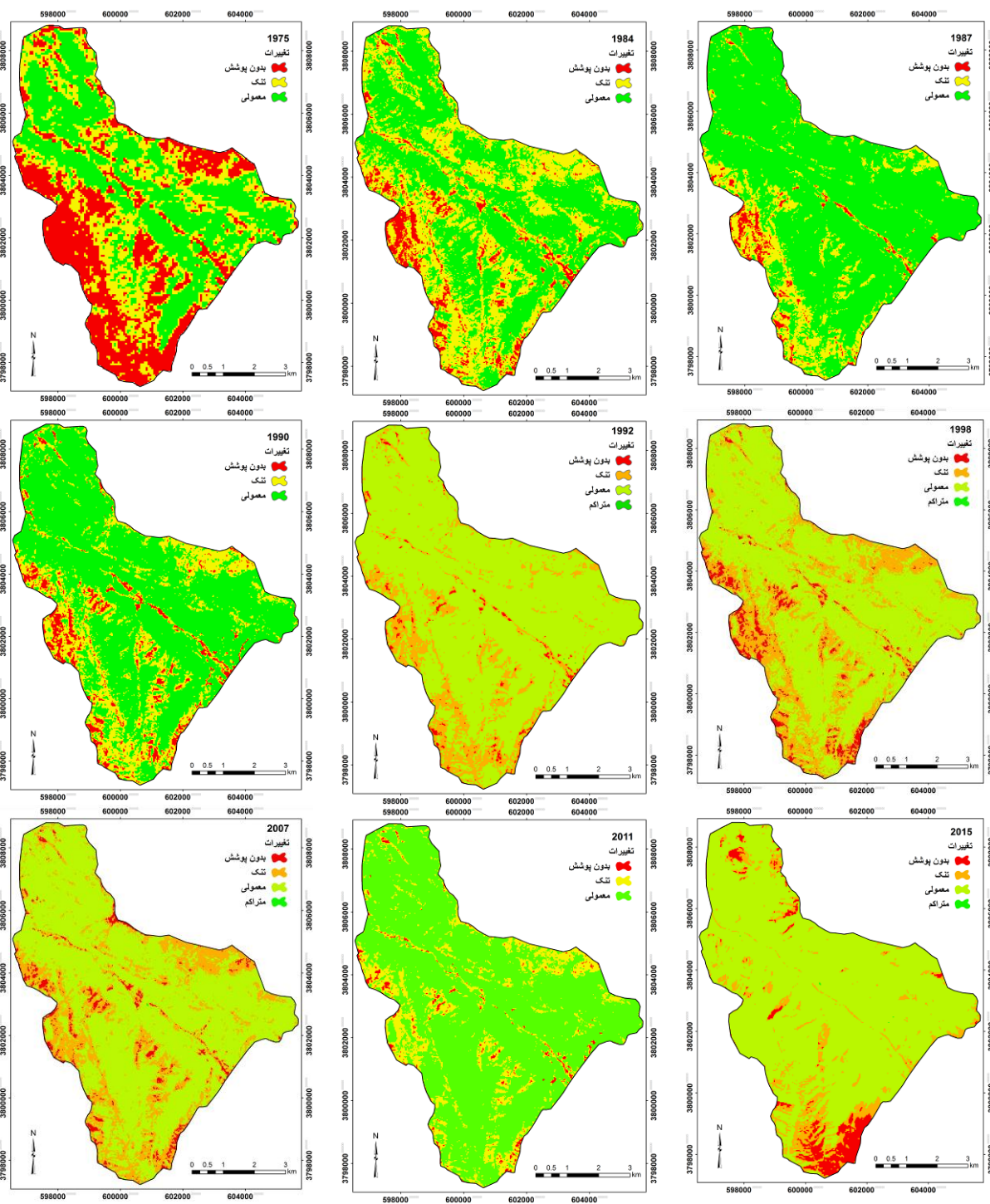
جدول ۱. پایگاه داده فضایی و معادله استخراج NDVI

سنجنده	ردیف / مسیر	باندهای مورد استفاده	دامنه طیفی (میکرومتر)	اندازه پیکسل (متر)	معادله استخراج NDVI
MSS	۱۸۰ / ۰۳۶	۲	۰/۶-۰/۷	۷۹×۷۹	MMS4- MMS2 / MMS4+ MMS2
		۴	۰/۸-۱/۱		
TM	۱۶۸ / ۰۳۶	۳	۰/۶۳-۰/۶۹	۳۰×۳۰	TM4 - TM3 / TM4 + TM3
		۴	۰/۷۶-۰/۹۰		
ETM+	۱۶۸ / ۰۳۶	۳	۰/۶۳-۰/۶۹	۳۰×۳۰	ETM+4 - ETM+3 / ETM+4 + ETM+3
		۴	۰/۷۸-۰/۹۰		
OLI	۱۶۸ / ۰۳۶	۴	۰/۶۳-۰/۶۸	۳۰×۳۰	OLI 5 - OLI 4 / OLI 5 + OLI 4
		۵	۰/۸۴۵-۰/۸۸۵		

تمامی مقاطع زمانی وجود دارند، اما پهنه پوششی متراکم تنها در مقاطع ۱۹۹۲، ۱۹۹۸، ۲۰۰۷ و ۲۰۱۵ به ترتیب با مساحت ۰/۰۰۲، ۰/۰۰۰۶، ۰/۰۰۳ و ۰/۰۰۵ که بسیار اندک هستند، مشاهده می‌شود. در مقابل بیشترین مساحت به پهنه پوششی معمولی اختصاص داشته که با مقادیر ۴۳/۵۷۵، ۴۲/۳۲۳ و ۴۱/۹۱۵ کیلومتر مربع به ترتیب مربوط به سال‌های ۲۰۱۵، ۱۹۹۲ و ۲۰۱۱ است.

نتایج

پس از تجزیه و تحلیل داده‌ها و بازسازی پوشش گیاهی براساس شاخص NDVI در ۹ مقطع زمانی، ۴ نوع کلاس بدون پوشش گیاهی، تنک، معمولی و متراکم مشاهده گردید که نتایج آن در شکل (۳) و جدول (۲) ارائه شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، پهنه‌های پوششی فاقد گیاه، تنک و معمولی در



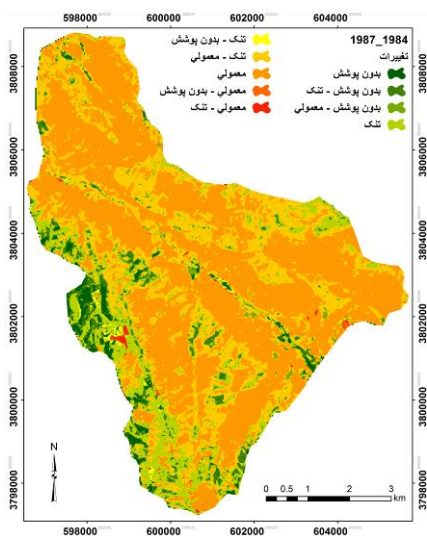
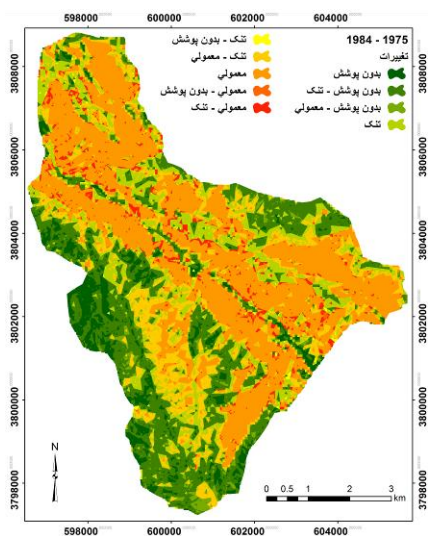
شکل (۳): کلاس‌های پوشش گیاهی منطقه نواه کوه در بازه ۱۹۷۵ تا ۲۰۱۵ بر اساس مقادیر NDVI

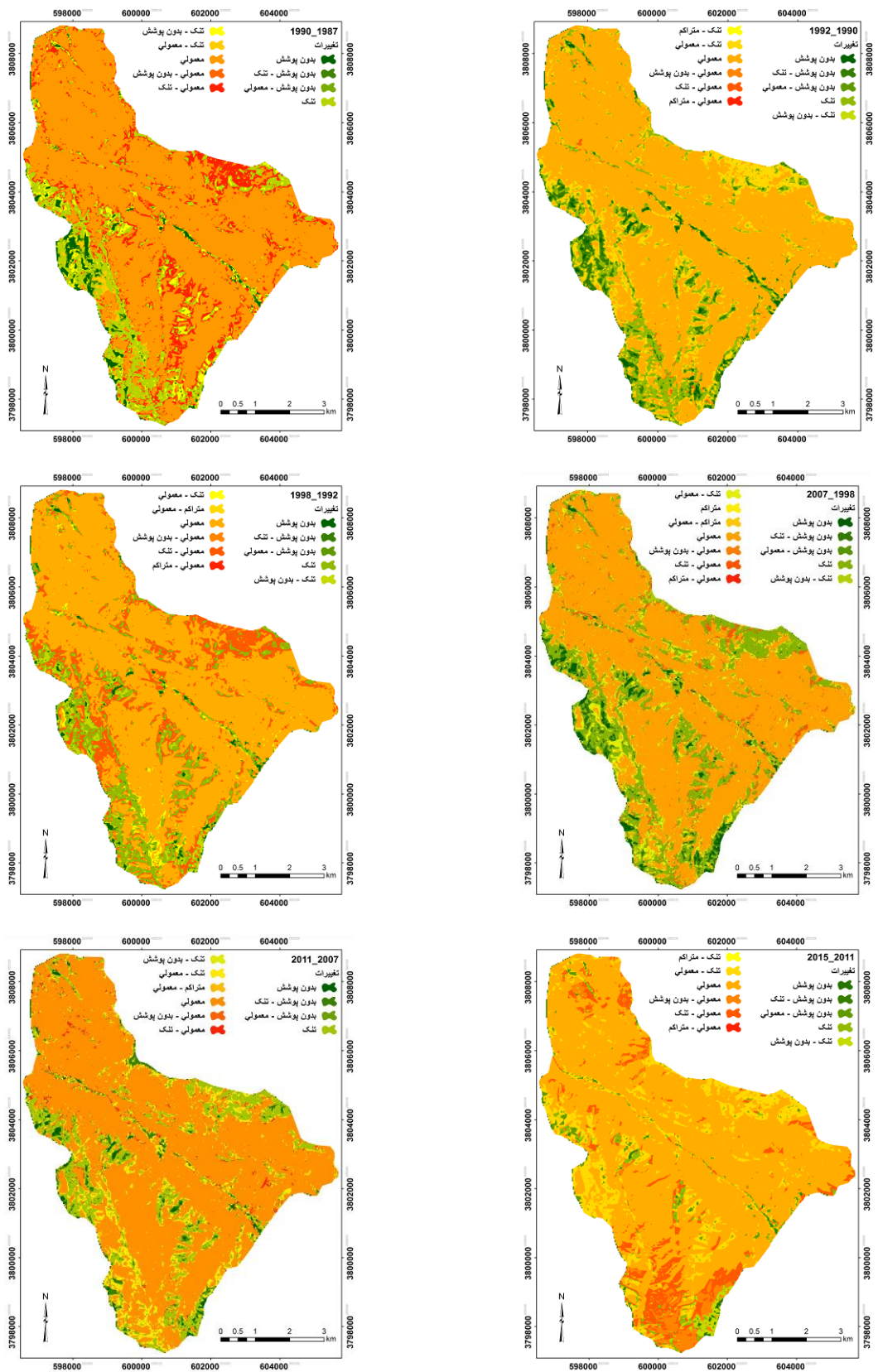
جدول (۲): مساحت پهنه‌های پوشش گیاهی در منطقه نواح کوه

بازه زمانی پوشش گیاهی	کلاس تغییرات									
	۱۹۷۵	۱۹۸۴	۱۹۸۷	۱۹۹۰	۱۹۹۲	۱۹۹۸	۲۰۰۷	۲۰۱۱	۲۰۱۵	
بدون پوشش	کیلومتر مربع	۱۵/۶۲۶	۳/۷۸۰	۱/۵۴۴	۳/۰۴۹	۰/۷۸۰	۲/۱۵۹	۱/۷۳۱	۰/۸۳۲	۲/۴۹۷
	درصد	۳۰/۵۳۷	۷/۳۸۷	۳/۱۷۴	۳/۹۵۸	۱/۵۲۴	۴/۲۱۹	۳/۳۸۳	۱/۶۲۶	۴/۴۷۹
تنک	کیلومتر مربع	۱۵/۳۱۴	۲۰/۴۸۳	۸/۷۱۴	۱۲/۳۶۴	۸/۰۷۰	۱۲/۹۹۴	۱۱/۳۶۷	۸/۴۲۳	۵/۰۹۹
	درصد	۲۹/۹۲۸	۴۰/۰۲۹	۱۷/۰۲۹	۲۴/۱۶۲	۱۵/۷۷۰	۲۵/۳۹۴	۲۲/۲۱۴	۱۶/۴۶۱	۹/۹۶۵
معمولی	کیلومتر مربع	۲۰/۱۴۰	۲۶/۹۰۲	۴۰/۹۱۱	۳۵/۷۵۳	۴۲/۳۲۳	۳۶/۰۰۸	۳۸/۰۶۶	۴۱/۹۱۵	۴۳/۵۷۵
	درصد	۳۹/۳۵۹	۵۲/۵۷۴	۷۹/۹۵۱	۶۹/۸۷۱	۸۲/۷۱۰	۷۰/۳۷۰	۷۴/۳۹۱	۸۱/۹۱۳	۸۵/۱۵۷
متراکم	کیلومتر مربع	---	---	---	---	---	۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۰۳	---	۰/۰۰۵
	درصد	---	---	---	---	---	۰/۰۰۱۲	۰/۰۰۰۶	---	۰/۰۰۹۸

تنک به متراکم و متراکم به معمولی است. درمقابل کلاس‌های بدون تغییر شامل طبقات بدون پوشش، تنک، معمولی و متراکم است. در مجموع ۹ کلاس از تغییرات در تمام سال‌ها و ۴ کلاس از آن‌ها فقط در سال‌های خاصی مشاهده شد. این ۴ کلاس تغییرات شامل معمولی به متراکم، تنک به متراکم، متراکم به معمولی و متراکم بوده که با مساحت نسبتاً ناچیز از سال ۱۹۹۰ نمایان شدند (شکل ۴ و جدول ۳).

نتایج حاصل از تفاضل تصاویر و پایش تغییرات پوشش گیاهی منطقه در قالب شکل (۴) و جدول (۳) گزارش شده است. با توجه به نوع تغییرات حادث شده، ۹ کلاس تغییرات شامل افزایشی و کاهش‌ی و ۴ کلاس بدون تغییر در سال‌های مختلف شناسایی شد. کلاس‌های کاهش‌ی و افزایشی تغییرات شامل تنک به معمولی، تنک به بدون پوشش، بدون پوشش به معمولی، معمولی به بدون پوشش، معمولی به تنک، بدون پوشش به متراکم،





شکل (۴): نقشه‌های پایش تغییرات پوشش گیاهی منطقه سرپل ذهاب در بازه ۱۹۷۵ تا ۲۰۱۵

جدول (۳): تغییرات مساحت کلاس‌های تغییر پوشش گیاهی منطقه مطالعاتی بر حسب کیلومتر مربع در بازه ۱۹۷۵ تا ۲۰۱۵

نوع تغییرات	بازه زمانی								کلاس پوشش گیاهی
	-۲۰۱۵ ۲۰۱۱	-۲۰۱۱ ۲۰۰۷	-۲۰۰۷ ۱۹۹۸	-۱۹۹۸ ۱۹۹۲	-۱۹۹۲ ۱۹۹۰	-۱۹۹۰ ۱۹۸۷	-۱۹۸۷ ۱۹۸۴	-۱۹۸۴ ۱۹۷۵	
بدون تغییر	۰/۲۲۳	۰/۵۹۸	۱/۰۶۶	۶/۹۴۴	۰/۶۹۶	۱/۲۰۴	۱/۲۳۲	۳/۳۳۶	بدون پوشش
افزایشی	۰/۱۲۹	۱/۰۳۰	۱/۰۳۸	۰/۶۰۰	۲/۱۱۵	۰/۲۹۵	۲/۱۹۳	۱۰/۷۸۹	بدون پوشش به تنک
افزایشی	۰/۴۷۳	۰/۰۹۲	۰/۰۴۴	۰/۰۱۳	۰/۲۲۳	۰/۰۳۹	۰/۳۳۸	۱/۳۹۲	بدون پوشش به معمولی
بدون تغییر	۰/۹۹۰	۶/۵۶۲	۸/۷۶۶	۵/۸۶۵	۵/۵۴۱	۶/۴۴۸	۶/۲۸۴	۷/۷۶۴	تنک
کاهشی	۰/۵۴۸	۰/۱۸۷	۰/۶۰۵	۱/۴۰۴	۰/۰۶۹	۱/۵۹۸	۰/۲۷۶	۰/۲۶۳	تنک به بدون پوشش
افزایشی	۶/۸۶۰	۴/۵۹۴	۳/۶۰۰	۰/۷۷۸	۶/۷۲۳	۰/۶۴۸	۱۳/۸۸۱	۷/۲۴	تنک به معمولی
افزایشی	۰/۰۰۲	---	---	---	۰/۰۰۱	---	---	---	تنک به متراکم
بدون تغییر	۳۶/۱۹۹	۳۷/۲۰۹	۳۴/۴۰۶	۳۵/۲۰۷	۳۵/۳۴۶	۳۵/۰۵۸	۲۶/۶۵۸	۱۸/۲۱۰	معمولی
کاهشی	۱/۷۱۵	۰/۰۴۰	۰/۰۴۹	۶/۹۴۴	۰/۰۰۵	۰/۲۳۶	۰/۰۲۴	۰/۰۸۴	معمولی به بدون پوشش
کاهشی	۳/۹۶۸	۰/۸۰۹	۱/۵۳۸	۰/۱۴۱	۰/۳۹۳	۵/۵۹۲	۰/۲۱۰	۱/۸۲۰	معمولی به تنک
افزایشی	۰/۰۰۳	---	۰/۰۰۳	۰/۱۵۶	۰/۰۰۱	---	---	---	معمولی به متراکم
بدون تغییر	---	---	۰/۰۰۰۴	---	---	---	---	---	متراکم
کاهشی	---	۰/۰۰۳	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۲	---	---	---	---	متراکم به معمولی

بدون روند بوده یا یک روند مستقیم دارند. پوشش معمولی نیز در سال‌های اخیر یک روند تغییرات تقریباً ثابت داشته‌است (شکل ۵).

روند تغییرات پوشش گیاهی حاصل از تجزیه و تحلیل مساحت کلاس‌های NDVI در قالب نمودار در شکل (۵) ارائه شده است. در این شکل، کلاس‌های تغییرات تنک به معمولی، بدون پوشش، بدون پوشش به تنک، بدون پوشش به معمولی و تنک دارای روند کاهشی هستند. در مقابل کلاس‌های تغییرات معمولی، معمولی به بدون پوشش، معمولی به متراکم، تنک به متراکم و متراکم به معمولی، روند افزایشی دارند. کلاس‌های تغییرات معمولی به تنک، تنک به بدون پوشش و متراکم تقریباً



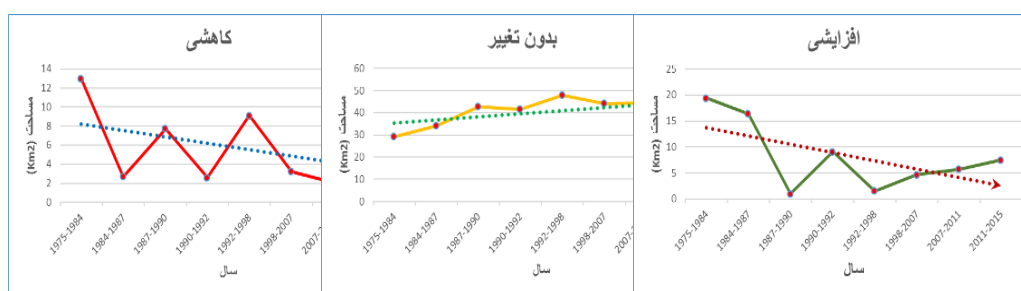
شکل (۵): روند تغییرات مساحت کلاس‌های تغییر پوشش گیاهی منطقه نواح کوه در بازه زمانی ۴۰ ساله (۱۹۷۵-۲۰۱۵)

در شکل (۷) وضعیت خشکسالی ایستگاه سرپل ذهاب طی بازه زمانی ۱۹۸۶ تا ۲۰۱۴ گزارش شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، ۴ دوره خشکی طی بازه مزبور رخ داده است که دوره‌های اول و دوم هر کدام یک سال تداوم داشته و مربوط به سال‌های ۱۹۹۱ و ۱۹۹۵ هستند. اما دو دوره دیگر به ترتیب با تداوم ۴ و ۵ ساله از سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۰۷ به بعد آغاز شده که علاوه بر تداوم بیشتر، شدت خشکسالی نیز به حد اعلا خود افزایش پیدا کرده است.

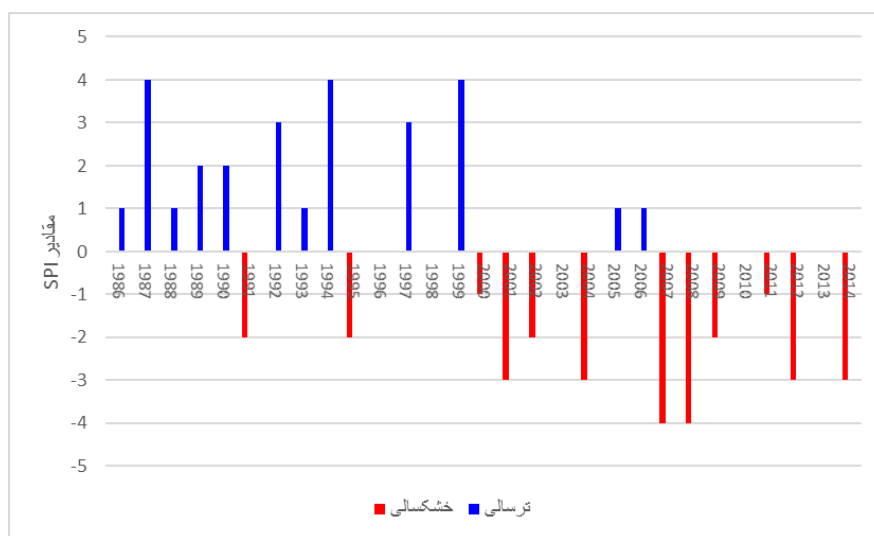
نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل کلی تغییرات پوشش گیاهی منطقه نواح کوه طی بازه زمانی ۴۰ ساله به سه صورت افزایشی، بدون تغییر و کاهشی دسته‌بندی شد که این تغییرات در جدول (۴) و روند زمانی آن‌ها در شکل (۶) ارائه شده است. روندهای به‌دست‌آمده نشان داد که مناطقی با تغییرات افزایشی دارای یک سیر نزولی بوده، ولی در سال‌های اخیر یک روند افزایشی ملایم را در پیش گرفته است. مناطق بدون تغییر نیز دارای یک روند تقریباً ثابت هستند که در بازه زمانی اخیر این روند رو به کاهش است. در مقابل مناطق دارای روند کاهشی بسیار متغیرند، بدین معنی که دارای سه نقطه فراز و سه نقطه فرود بوده و در دوره‌های زمانی پایانی روند صعودی به خود گرفته است. این روند نمایانگر تخریب پوشش گیاهی در سال‌های اخیر در اثر عوامل مختلف است (جدول ۴ و شکل ۶).

جدول ۴. مساحت طبقات تغییر پوشش گیاهی منطقه نواح کوه بر حسب کیلومترمربع در بازه ۱۹۷۵ تا ۲۰۱۵

بازه زمانی / نوع تغییرات	۱۹۷۵-۱۹۸۴	۱۹۸۴-۱۹۸۷	۱۹۸۷-۱۹۹۰	۱۹۹۰-۱۹۹۲	۱۹۹۲-۱۹۹۸	۱۹۹۸-۲۰۰۷	۲۰۰۷-۲۰۱۱	۲۰۱۱-۲۰۱۵
افزایشی	۱۹/۴۲۱	۱۶/۴۱۹	۰/۹۸۲	۹/۰۶۴۱	۱/۵۴۸	۴/۶۸۵	۵/۷۱۶	۷/۴۶۷
بدون تغییر	۲۹/۳۱۱	۳۴/۱۷۶۰	۴۲/۷۱۰	۴۱/۵۸۳	۴۸/۰۱۶	۴۴/۲۳۹	۴۴/۳۶۹	۳۷/۴۱۳
کاهشی	۱۲/۹۵۶	۲/۷۰۴	۷/۷۱۹	۲/۵۸۲	۹/۰۹۲	۳/۲۳۱	۲/۰۶۹	۶/۳۶۰



شکل (۶): روند کلی تغییرات پوشش گیاهی در منطقه نواح کوه بر مبنای تغییرات مقادیر NDVI در بازه ۱۹۷۵ تا ۲۰۱۵



شکل (۷): وضعیت خشکسالی ایستگاه سرپل‌ذهاب (۱۹۸۶ تا ۲۰۱۴)

بحث و نتیجه‌گیری

مشاهده شد که در دوره‌های ۱۹۷۵-۱۹۸۴ و ۲۰۱۱-۲۰۱۵، کلاس بدون پوشش به تنک از ۱۰/۷۸۹ به ۰/۱۲۸۷ کیلومترمربع کاهش مساحت داشته و در مقابل کلاس معمولی از ۱۸/۲۱۱ به ۳۶/۲۰۰ کیلومترمربع افزایش مساحت یافته است.

از عوامل تأثیرگذار بر تخریب پوشش گیاهی در منطقه نواح کوه می‌توان به فعالیت‌هایی نظیر قطع درختان جهت جاده‌سازی و ذغال‌گیری، خشکیدگی جنگل‌های بلوط در اثر چرای دام و

نتایج حاصل از بررسی تغییرات مقادیر NDVI براساس تراکم پوشش گیاهی، در دوره‌های مختلف یک روند نزولی را در منطقه نشان داد. هر چند در بعضی از سال‌ها به دلیل عوامل اقلیمی نظیر افزایش بارش و کاهش دما، این روند سیر صعودی به خود گرفته، سیر کلی آن نزولی است. بیشترین تغییرات کاهش‌ی و افزایشی به ترتیب در کلاس‌های بدون پوشش به تنک و معمولی

ارتفاعات شده است.

افزایش قابل توجه میزان NDVI در مناطق جنگلی نواه کوه با تاج پوشش متوسط تا کم، می تواند نویدبخش بهبود شرایط پوشش گیاهی در این منطقه باشد. از آنجایی که سهم بارندگی تابستانه منطقه نزدیک به صفر است و زندهمانی پوشش علفی زیر اشکوب تا حد زیادی وابسته به رطوبت لایه های سطحی خاک است، سهم زیادی از این افزایش را می توان به پوشش گونه های چندساله مانند گونه های درختی نسبت داد.

با توجه به فراگیر شدن استفاده از فناوری های نوین نظیر دورسنجی و سیستم اطلاعات جغرافیایی، پیشنهاد می شود که با بهره گیری از داده های بهنگام ماهواره ای و شاخص های بهینه دورسنجی، طرحی جامع در قالب پایش و ارزیابی پوشش گیاهی جنگل های بلوط منطقه زاگرس در دوره رویش جهت برآورد تخریب سالانه این جنگل ها انجام گیرد، تا برای مناطق در حال تخریب برنامه های مدیریتی نظیر حفاظتی، اصلاحی، احیایی و تلفیقی در نظر گرفته شود.

آتش سوزی و تغییر کاربری اشاره کرد. همچنین از عوامل طبیعی نیز می توان افزایش تداوم خشکسالی و آفت های گیاهی (مانند سوسک چوبخوار) را بیان کرد. از بین موارد مذکور آتش سوزی، تغییر کاربری و خشکسالی بیشترین سهم را در تخریب این جنگل ها داشته اند. در این خصوص افزایش طول دوره خشکسالی و تشدید آن انطباق بسیار بالایی با تغییرات کاهشی پوشش گیاهی در منطقه دارد که حاکی از ارتباط معنی دار کاهش پوشش گیاهی با افزایش شدت خشکسالی است. علاوه بر این توسعه راه ها و جاده سازی نیز به عنوان یکی از عوامل انسانی مهم در تخریب جنگل های نواه کوه مزید بر علت شده است.

با توجه به مدل رقومی ارتفاع، منطقه مطالعاتی با دارا بودن میانگین ارتفاعی ۱۷۳۶ متر، یک ناحیه کوهستانی بوده و حداکثر پوشش در نواحی مرتفع مشاهده می شود. در نتیجه به علت محدودیت دسترسی انسان کمترین میزان تغییرات در نواحی مرتفع مشاهده شد. افزایش بلندمدت دما در فصل رویش نیز از عواملی است که سبب بهبود شرایط استقرار گونه های درختی گرمایسند مانند گونه بلوط ایرانی (*Quercus brantii*) در

منابع

- Ajorlo, M., Ramdzani Bin, A., Ahmad Husni Mohd H., Ridzwan Abd, H., 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.
- Alavipanah, S. K., 2004(a). Application of remote sensing in earth sciences (Soil). University Of Tehran Press. Tehran, Iran.
- Alavipanah, S.K., 2004(b). Application of thermal remote sensing in environmental studies. *Environmental Studies*. 2(34), 29-38.
- Ali Mohammadi Sarab, A., Jaefari, M., Jaefari, A. 2010. Evaluation of chlorophyll changes in forest land based on NDVI. A case study: central regions of Gilan Province. *Journal of Remote Sensing and GIS in Planning*. 1(2), 7-15.
- Arieira, J., Karssenber, D., De Jong, S.M., Addink, E.A., Couto, E.G., Nunes da Cunha, C., Skoien, J.O., 2011. Integrating field sampling, geostatistics and remote sensing to map wetland vegetation in the Pantanal, Brazil. *Biogeosciences*, 8, 667-686.
- Buma, B., 2012. Evaluating the utility and seasonality of NDVI values for assessing post-disturbance recovery in a subalpine forest. *Environmental Monitoring and Assessment*, 184(6), 3849-3860.
- Fatemi, Sayyed Bagher., Rezaei, Yousef, 2012. *Basics of Remote Sensing*. Publishers of Azadeh.
- Feyznia, S., Gooya, A., Ahmadi, H., Azarnivand, H. ۲۰۰۱. Investigation of desertification factors in Hosein-Abad plains, Qom. *Desert*. 6(2), 2-14.
- Hadian, F., Jaefari, R., Bashiri, H., Soltani, S. 2011. Invetigatio of different groups of remote sensing vegetation indices to study different types of rangeland plants (A case study: Semirom, Isfahan). *Journal of Range*. 5(4), 420-429.
- Higginbottom, T. P., & Symeonakis, E. 2014. Assessing land degradation and desertification

- using vegetation index data: current frameworks and future directions. *Remote Sensing*, 6(10), 9552-9575.
11. Jaefari, A., Arman, Z. 2015. Monitoring of vegetation cover in protected Helen area on basis two-stroke analysis of NDVI. *Journal of Natural Environment*. 67(4), 391-402.
 12. Khanamani, A., Jaefari, R., Karimzadeh, H.R., ۲۰۱۲. The use of vegetation and land management status criteria for assessment of desertification using the geographic information system (GIS). *Journal of Remote Sensing and GIS in Natural Resource Sciences*, 2(2), 41-53.
 13. Lyon, J.G., Yuan, D., Lunetta, R.S., Elvidge, C.D., 1998. A change detection experiment using vegetation indices. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 64, 143-150.
 14. Maselli, F., 2003. Monitoring forest conditions in a protected Mediterranean coastal area by the analysis of multiyear NDVI data. *Remote sensing of environment*, 89(4), 423-433.
 15. Mousavi, S.H., Ranjbar Fordoei, A., Haseli, M. 2014. Changes detection of vegetation density in Abarkooh (2014-1976). The 2th National Conference on Applied Research in Geography and Tourism, Tehran, Iran.
 16. Singh, A., 1989, Digital Change Detection Techniques Using Remotely Sensed Data, *International Journal of Remote Sensing*, 10(6), pp. 989-1003.
 17. Tabibian, M., Dadrast, M.J., 2002. Monitoring land use changes in Dorooogh Zan basin in Fars using RS / GIS. *Environmental Studies*. 28(29), 79-91.
 18. Wylie, B.K, Meyer, D.J., Tieszen, L.L., Mannel, S., 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.
 19. Zhang, J., Niu, J., Bao, T., Buyantuyev, A., Zhang, Q., Dong, J., Zhang, X., 2014. Human induced dryland degradation in Ordos Plateau, China, revealed by multilevel statistical modeling of normalized difference vegetation index and rainfall time-series. *Journal of Arid Land*, 6(2), 219-229.
 20. Zhu, Z., C. Yang, M. Cao, K. Liu and L. Yang, 2007. Analysis on the soil factor and physiological response of the plants in the process of sandy desertification on grassland. *Acta Ecologica Sinica*. 27(1), 48-57.

Multi-temporal changes detection of vegetation covers in Navah-Kooh semiarid forests using Remote Sensing (1975-2015)

Vahid Vaisi^{1*}, Abolfazl Ranjbar-Fordoei², Sayed Hojjat Mousavi³

Received: Des/28/2015

Accepted: Feb/4/2015

Abstract

Desertification process has always been led to destruction of vegetation cover and soil and water resources that can occur in different climatic conditions, the intensity of which depends on the natural conditions of the region. Due to the increase in destruction of vegetation as one of the most important consequences of desertification, monitoring the changes and assessment of their trends are essential for planning and resources management. Therefore, the aims of this study were to map the vegetation cover of Navah-Kooh semiarid forests in Sarpol-e-Zahab, and asseying the type and trend of changes using multi-temporal images of MSS, TM, ETM+ and OLI sensors during a 40-year period (1975-2015). In this regard, the NDVI and classification method were used to enhance the images. Also, the images difference and calculating the area of changes classes were used to determine the type and trend of changes. The results indicate that there are the greatest increasing changes in the rare to normal vegetation class (with area 13.881 km²) in the periods 1984-1987, and also in the non-vegetation to rare vegetation class (with area 10.789 km²) in the periods 1975-1984. Whiles, the maximum of decreasing changes were observed in the normal to non-vegetation class (with area 6.944 km²) in the periods 1992-1998, and also in the normal to rare vegetation class (with area 5.592 km²) in the periods 1987-1990. Overall, the results of changes detection have shown a decreasing trend in vegetation cover of the study area that could be said the main reasons of the destruction are the forests dryness by oak, droughts duration and road construction.

Keywords: Vegetation Cover, Monitoring, Changes Trend, Remote Sensing, NDVI, Navah Kooh.

1. MSc student of desert combating, Department of Desert Engineering, Faculty of Natural Resources, University of Kashan, Kashan, Iran. Corresponding Author: v.vaisi@grad.kashanu.ac.ir

2. Associate Professor of Desert Engineering, Department of Desert Engineering, Faculty of Natural Resources, University of Kashan, Kashan, Iran. aranjbar@kashanu.ac.ir

3. Assistant Professor of Geomorphology, Department of Geography and Ecotourism, Faculty of Natural Resources, University of Kashan, Kashan, Iran. hmousavi15@kashanu.ac.ir