نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، سال پنجم، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۷
صفحات ۲۱ تا ۴۸

پایش روند تغییرات شاخص پوشش گیاهی (NDVI)، یکی از مهمترین شاخص های تخریب سرزمین (در استان ایلام)

نورالله نیک پور، دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی، گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران.
حسین نگارش، استاد ژئومورفولوژی، گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران.
صمد فتوحی، دانشیار ژئومورفولوژی، گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران.۱
زین العابدین حسینی، استادیار سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد، یزد، ایران.
شهرام بهرامی، دانشیار ژئومورفولوژی، گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.

دریافت مقاله : ۱۳۹۷/۰۷/۱۵ پذیرش نهایی:۱۳۹۷/۱۰/۴

چکیده

جنگل زدایی و تخریب پوشش گیاهی یکی از محرکان اصلی تغییرات جهانی زمین به شمار می‌رود و پیامدهای بزرگی بر عملکرد اکوسیستم و حفاظت از تنوع زیستی دارد. یکی از راه های مطالعه تغییرات پوشش گیاهی به عنوان مهمترین شاخص تخریب زمین، سنجش از راه دور است. در این مطالعه هدف اصلی پایش روند تغییرات پوشش گیاهی در راستای تخریب سرزمین در استان ایلام می‌باشد. بعد از اخذ و آماده سازی داده های مورد نیاز (۴۱۰ تصویر دانلود شده) در محیط نرم افزار های Arc Gis و Surfer عملیات ضرب، موزائیک و ژئو رفرنس صورت گرفت. تبدیل فرمت تصاویر به فرمت ASCII مرحله بعدی کار را تشکیل داد. با تبدیل این فرمت تعداد مجموع پیکسل هایی که در داخل محدوده مورد مطالعه قرار گرفتند ۹۵۳۵۵۲ پیکسل، که بعد از حذف ارزش های گمشده و منفی، تعداد ۳۲۸۰۴۲ پیکسل مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. همچنین با استفاده از روش آماری پارامتریک رگرسیون خطی کلاسیک و به کمک برنامه نویسی در محیط نرم افزار R، روند شیب تغییرات و معناداری شیب تغییرات پوشش گیاهی برای دورهٔ زمانی ۱۷ ساله (۲۰۱۶-۲۰۰۰) بدست آمد. نتایج این تحقیق نشان داد که کانون بیشترین روند شیب تغییرات کاهشی (روند شیب تغییرات منفی) در شاخص NDVI در سراسر نیمهٔ غربی محدودهٔ مورد مطالعه وکانون بیشترین روند شیب تغییرات افزایشی (روند شیب تغییرات مثبت) در شاخص NDVI درمرکز و شرق محدودهٔ مورد مطالعه مشاهده شده است. معنا داری روند شیب تغییرات نیز این ادعا را تأیید می‌کند. یعنی کانون بیشترین روند شیب تغییرات (منفی) در غرب و جنوب غرب محدوده مورد مطالعه و بیشترین روند شیب تغییرات (مثبت) در مرکز و شرق محدودهٔ مورد مطالعه در سطح احتمالاتی $\alpha = 0.05$ معنی دار می باشند.

واژگان کلیدی: ایلام، تخریب سرزمین، روند، رگرسیون خطی کلاسیک، MODIS، NDVI.

۱. نویسنده مسئول: Email: fotohi@gep.usb.ac.ir

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-04-20]
[DOI: 10.29252/jsaeh.5.4.21]

مقدمه

تخریب سرزمین با توجه به تاثیر آن بر محیط زیست، امنیت غذایی، عرضه خدمات کشاورزی و خدمات معیشت مردم مانعی بر سر راه توسعه پایدار است (UNCCD, ۲۰۱۵). این یک مشکل ترکیبی محلی، منطقه ای و جهانی است که نه تنها مناطق آسیب پذیر زمین های خشک را تحت تاثیر قرار می‌دهد، بلکه همه مناطق در سراسر جهان را در مقیاس های مختلف تحت تأثیر قرار می‌دهد. تخریب سرزمین حدود ۴۱ درصد از سطح زمین را در بر می‌گیرد و ۴۴ درصد از زمین های کشاورزی بالقوه در جهان را پوشش می‌دهد و حدود یک سوم جمعیت جهان، یعنی حدود ۲ میلیارد نفر تحت تأثیر قرار داده است (Raynolds, ۲۰۰۲; Walter V. Reid, ۲۰۰۵; Veron et al., ۲۰۰٦). توجه ویژه به تخریب زمین در مناطق خشک در ابتدا توسط جنگل شناس فرانسوی به نام اوبرویل[۱] در سال ۱۹۴۹، مورد توجه قرار گرفت. زمانی که او در آفریقای غربی کار می‌کرد تا وسعت تخریب پوشش گیاهی را توصیف کند، این واژه پس از خشکسالی منطقه ساحل[۲] آفریقا در دهه ۱۹۷۰ توجه جهانیان را به خود جلب کرد (Herrmann and Hutchinson, ۲۰۰٦). به طور گسترده ای توافق شده است که برجسته ترین تظاهرات فیزیکی تخریب زمین در مناطق خشک، کاهش کربن کل، زیست توده و تغییر پوشش گیاهی در زمینۀ بهره وری از زمین است (WMO, ۲۰۰۵). این به این دلیل است که الگو و ابعاد تغییرات پوشش گیاهی، بدون توجه به عامل ایجاد تغییرات، به راحتی می‌تواند مشاهده شود. در نتیجه دانشمندان بر این باورند که تغییرات پوشش گیاهی به عنوان مهمترین تظاهرات فیزیکی تخریب زمین در مناطق خشک شناخته شده است و در حال حاضر یکی از شاخص های پیشرو در ارزیابی تخریب زمین است (Verón et al., ۲۰۰٦; Reynolds et al., ۲۰۰۷). بنابراین، تخریب زمین و تغییرات پوشش گیاهی، فرآیندهای همزمان هستند که معمولا با مناطق خشک در ارتباطند. با این وجود، فقدان یک روش استاندارد یکنواخت، تنگنای عمده این ارزیابی و پایش است (Higginbottom, ۲۰۱٤).

با توجه به تعریف UNCCD ۱۹۹٤ تخریب زمین به عنوان "تنزل، خسارت یا از دست دادن بهره وری بیولوژیکی یا اقتصادی زمین های زراعی دیم، زمین های زراعی آبی، مراتع، جنگل، بیشه زار و... در مناطق خشک، نیمه خشک و خشک نیمه مرطوب، در نتیجه استفاده از زمین، بواسطۀ یک فرآیند یا ترکیبی از فرآیندها، از جمله فرآیندهای ناشی از فعالیت های انسانی می‌باشد. دو اصطلاح تخریب سرزمین[۳] و بیابانزایی[۴] واژه هایی همزاد هستند. به عبارتی بیابانزایی مترادف کلمه تخریب سرزمین است. به طوریکه تا به امروز اصطلاح بیابانزایی برای بیان وضعیت تخریب سرزمین در مناطق مختلف جهان مورد استفاده قرار گرفته است. بنابراین واژگان بیابانزایی و تخریب سرزمین اغلب با یک مفهوم بکار برده می‌شوند، ولی زمانی که تأکید بر تأثیر فعالیتهای مخرب انسانی نسبت به اثرات خشکی و بارش کم (تغییرات اقلیمی) بیشتر باشد، واژه تخریب سرزمین ترجیح داده می‌شود (بهرامی و همکاران، ۱۳۹۵). تخریب سرزمین از دیرباز به عنوان یک مسئله و بحران زیست محیطی و اقتصادی با توجه به اثرات آن بر امنیت غذایی و شرایط محیطی شناخته شده است. این مسأله شامل فرآیندهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی است. فرآیندهای فیزیکی شامل تغییرات در ساختار خاک، آلودگی محیط زیست

---

۱ - Aubreville
۲ - Sahelian
۳ - Land Degradation
٤ - Desertification

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-04-20]
[DOI: 10.29252/jsaeh.5.4.21]

و استفاده ناپایدار از منابع طبیعی است، فرآیندهای شیمیایی شامل اسیدی شدن، شسته شدن، شوری، کاهش ظرفیت نگهداری کاتیونی و کاهش باروری و اما فرآیندهای بیولوژیکی کاهش زیست توده و تنوع زیستی را شامل می‌شود (Eswaran et al., ۲۰۰۱). تخریب سرزمین و بیابان زایی در هر منطقه‌ای بسته به شرایط اقلیمی، خاک شناسی، ژئومورفولوژی و فاکتورهای مختلف دیگر فعالیت می‌کند (احمدی، ۱۳۸۵).

برای ارزیابی تخریب سرزمین، سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی بعنوان یکی از ابزار های مهم تهیه لایه های اطلاعاتی مانند تهیه‌ی نقشه پوشش گیاهی، تهیه نقشه خاک و یا سایر اطلاعات مورد استفاده مانند نقشه شوری، کاربری اراضی و... بکار گرفته می‌شوند. توجه به عوامل و فرایندهایی که منجر به پدیده تخریب سرزمین و بیابان زایی می‌گردند (مانند تخریب پوشش گیاهی و خاک، فرسایش آبی و بادی، شوری خاک، فشردگی سطح خاک، پایین رفتن سطح سفره های آب زیرزمینی و...) و نیز بررسی علل و عوامل ایجادکنندهٔ آن به منظور کنترل و ارزیابی بیابان زایی کاملاً ضروری است. استفاده از فناوری های اطلاعات زمینی با قابلیت های بسیار مناسب به منظور ارزیابی و کنترل، تأثیر بسزایی در انجام صحیح این عمل دارد. نتایج حاصل از این ارزیابی ها می‌بایستی توسط تصمیم گیران دولتی و یا محلی از طریق تعیین اولویت های بودجه ای در سطوح محلی، ملی، منطقه ای و یا جهانی مورد استفاده قرار گیرند تا از وارد شدن زیان های اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی و در نهایت انسانی جلوگیری گردد (مشکوه،۱۳۷۷). همانطور که گفته شد سنجش از دور ابزاری مهم برای تولید و ارائهٔ اطلاع از وضعیت و وسعت جغرافیایی تخریب زمین به شمار می‌رود (Eiumnoh,۲۰۰۱; Symeonakis, ۲۰۰٤; Wessels et al, ۲۰۰٤; Yahaya et al, ۲۰۱٥; Gabriela et al, ۲۰۰۳; Weston, ۲۰۱٦; Mushtak, ۲۰۰۱٥; Temesgen, ۲۰۱۴□ □□□□□ □□ □□, ۲۰۱۷□ □□□□□□ □□ □□, ۲۰۰۶□ □□□□□□ □□ □□, ۲۰۱۵□ □□□□□□□□ □□ □□ ۲۰۱۷□ □□□□□□ □□ □□ ۲۰۱۴□ Landmann ۲۰۱٤; Waswa et al ۲۰۱۲; Yahaya et al ۲۰۱۷; Sudhakar et al., ۲۰۱۸; Jamali et al ۲۰۱٤). در مطالعهٔ تخریب زمین از شاخص های خاصی، از جمله شاخص تفاضل پوشش گیاهی نرمال شده (NDVI) به دست آمده از داده های ماهواره ای به طور گسترده‌ای در جهت برآورد و تخمین تغییرات پوشش گیاهی مورد استفاده قرار می‌گیرد و توانایی آن در مطالعات مختلف تخریب زمین نشان داده شده است (Vandandorj et al, ۲۰۱٥; Zhang et al, ۲۰۱٤; Diouf, ۲۰۰۱). یکی از مزیت های اصلی استفاده از داده ها و روش های سنجش از راه دور این است که آنها می‌توانند به طور قطعی در ارزیابی فرآیند تخریب جنگل و جنگل زدایی با هزینه بسیار پایین تر از سایر روش ها باشند (Mascaro, et al, ۲۰۱۱: Olander, ۲۰۱۲). فعالیت های فتوسنتزی گیاه به وسیله گنجایش و فعالیت کلروفیل تعیین می شود. NDVI از اندازه گیری انعکاس در بخش طیف های قرمز (RED) و مادون قرمز نزدیک (NIR) محاسبه می‌شود رابطه (۱-۱).

$$NDVI = \frac{R_{NIR} - R_{RED}}{R_{NIR} + R_{RED}} \qquad (۱-۱)$$

که در آن R_{NIR} بازتابی از تابش مادون قرمز نزدیک است و R_{RED} بازتابی از تابش قرمز مرئی است.

سری های زمانی طولانی مدت، استفاده از سنجش از راه دور برای ارزیابی تخریب سرزمین و نظارت بر تغییرات آن را برای کاربران آسان کرده اند (Albalawi et al, ۲۰۱۳; Anyamba et al, ۲۰۱۲; Bai et al, ۲۰۰۸; Cook et al, ۲۰۱۳; Jong et al. ۲۰۱۱b; Shalaby et al, ۲۰۰۷; Symeonakis et al, ۲۰۰٤; Townshend et al. ۲۰۱۲). از شاخص های نزدیک به

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-04-20]
[DOI: 10.29252/jsaeh.5.4.21]

NDVI می توان به شاخص EVI[1] اشاره کرد. EVI توسط گروه نظارتی زمین (MODIS) توسعه داده شد. اما NDVI همیشه بر EVI ترجیح داده می‌شود (Huete et al. ۲۰۰۲; Jensen ۲۰۰۷). باروری پوشش گیاهی و تخریب زمین از نگرانی های جهان است و پیامدهای قابل توجهی را برای تولید محصولات کشاورزی، تنوع زیستی و به طور کلی قابلیت چشم انداز در حفظ شرایط خدمات اکوسیستم ارائه می‌دهد. مشاهدات باروری پوشش گیاهی مشتقه از ماهواره، میراث طولانی در مطالعات تغییرات جهانی دارد (Fensholt, ۲۰۱۲; Le, et al, ۲۰۱۲: Lambin, ۱۹۹۷). تغییرات در اکوسیستم ها را می‌توان در سه گروه طبقه بندی کرد: تغییر فصلی، تدریجی و ناگهانی (Verbesselt et al., ۲۰۰۹). نتیجهٔ اثر طبیعی تخریب پوشش گیاهی، یک تعدیل در سطح فعالیت پوشش گیاهی در طول زمان است که می‌تواند از طریق مطالعه روند های شاخص پوشش گیاهی و شاخص های فنولوژیکی اندازه گیری شود (Reed et al., ۲۰۰۳). سنجش از دور ماهواره مدتهاست که منبع داده‌ای برای شناسایی و پایش پویایی پوشش گیاهی در طول زمان است (Coppin et al., ۲۰۰٤). تغییرات پوشش گیاهی را می‌توان با سنجش از دور از شاخص تفاضل پوشش گیاهی نرمال شده (NDVI) اندازه گیری کرد، چون یک همبستگی قوی بین NDVI و پوشش گیاهی برقرار شده است. سری زمانی داده های MODIS NDVI به طور موفقیت آمیزی برای اندازه گیری فعالیت های گیاهی و اندازه گیری پویایی پوشش گیاهای به کار گرفته شده است (Ahl et al., ۲۰۰٦; Zhang et al., ۲۰۰۳: Jacquin et al., ۲۰۱۰).

هدف از این مقاله، پایش، توصیف و تعیین کمیت تخریب پوشش گیاهی در اکوسیستم خشک و نیمه خشک استان ایلام با استفاده از سنجش از دور، سری زمانی داده های Terra-MODIS NDVI-۲۵۰m برای دوره زمانی ۲۰۱۶-۲۰۰۰است. رویکرد ما بر اساس اندازه گیری روندهای سری زمانی NDVI با استفاده از مولفه روند رگرسیون خطی کلاسیک است. این روش در تشخیص تغییرات، تغییرات تدریجی را از تغییرات فصلی و ناگهانی جدا می‌کند (Bai et al., ۲۰۰۵; Eklundh et al, ۲۰۰۳). شاخص های پوشش گیاهی اندازه گیری های تجربی قوی از فعالیت های پوشش گیاهی در سطح زمین هستند. (Solano et al., ۲۰۱۰). طبق گزارش بانک جهانی (۱۹۹۱)، در حدود ۶۰ درصد از جنگل زدایی در کشورهای در حال توسعه، ممکن است به دلیل پیشرفت عملیات کشاورزی، حدود ۲۰ درصد عملیات جنگلداری (از جمله معادن) و ۲۰ درصد برای استفاده از چوب برای سوخت خانوارها، مربوط شود. (Farahpour et al., ۲۰۰٤; Hajabbasi et al, ۲۰۰۶; Salehi, et al., ۲۰۰۸; Qadir, et al., ۲۰۰۸; Emadodin, ۲۰۰۸ & ۲۰۰۹). تخریب اکوسیستم های مناطق خشک و نیمه خشک جهان، به عنوان بیابان زایی یا تخریب زمین نامیده شده است، و یکی از تهدیدات عمده برای محیط زیست جهانی و پایداری زمین بشمار می‌رود، که مستقیما بر سلامت انسان تاثیر می‌گذارد و به عنوان یک تهدید، در معکوس کردن دستاوردهای انسانی در بسیاری از نقاط جهان، به رسمیت شناخته شده است به طوری که بیش از ۲۰ درصد از اراضی زراعی، ۳۰ درصد جنگل ها و ۱۰ درصد از مراتع را در بر گرفته است (Warren, ۲۰۰۲; UNU[2], ۲۰۰٦; Bai et al, ۲۰۰۸). که هم اکنون با شتابی بیش از ۵۰ میلیون هکتار در سال به حرکت تخریبی خود ادامه می‌دهد (پروژه منارید، ۱۳۹۳). برآوردها در مقیاس جهانی نشان می‌دهد که این پدیده بیش از ۱/۲ میلیارد انسان ساکن در۱۱۰ کشور جهان را

[1] - Enhanced Vegetation Index
[2] - United Nations University

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-04-20]
[DOI: 10.29252/jsaeh.5.4.21]

متاثر کرده و سالانه افزون بر ۴۲ میلیارد دلار خسارت به بار می‌اورد و عواقب آن گریبانگیر سایر ساکنان این کرهٔ خاکی نیز خواهد شد (UNEP, ۱۹۹٤). تعداد کمی از افراد می‌توانند بر روی وسعت و شدت تخریب زمین در مناطق خشک هم نظر باشند که این می‌تواند به علت وجود تفاوت در روش های ارزیابی و مناطق مورد مطالعه باشد (Warren, ۲۰۰۲ & LADA, ۲۰۰۹).

مسأله تخریب سرزمین و بیابانزایی از مهمترین مسایل زیست محیطی قرن حاضر در سراسر کرهٔ زمین می باشد. که در سال های اخیر این بحران زیست محیطی در نتیجه تغییر اقلیم و دخالتهای نابجای بشر به سرعت در حال پیش روی می‌باشد. از این رو چون کشور ایران نیز به لحاظ آب و هوایی دارای اقلیم خشک و نیمه خشک می‌باشد و همچنین افزایش جمعیت و بالطبع دخالت حساب نشده بشر موجب شده روز به روز به مناطق تخریب شده در کشور ایران افزوده شود و جنگلها و منابع آب سطحی و زیر سطحی و همچنین منابع خاک نیز رو به زوال رود. با این حساب استان ایلام در غرب کشور ایران از این قضیه مستثنی نبوده و به نظر در سالهای اخیر، با مسأله بیابانزایی و تخریب سرزمین در اثر عواملی چون وقوع خشکسالی های پی در پی، دخالت نابجای بشر، چرای بیش از حد احشام و آتش سوزی جنگل و مراتع و ... گرفتار شده است و نیاز به پایش تغییرات پوشش گیاهی در این منطقه در جهت مقابله و یا جلوگیری از پیشرفت تخریب زمین در منطقه به شدت احساس می‌شود.

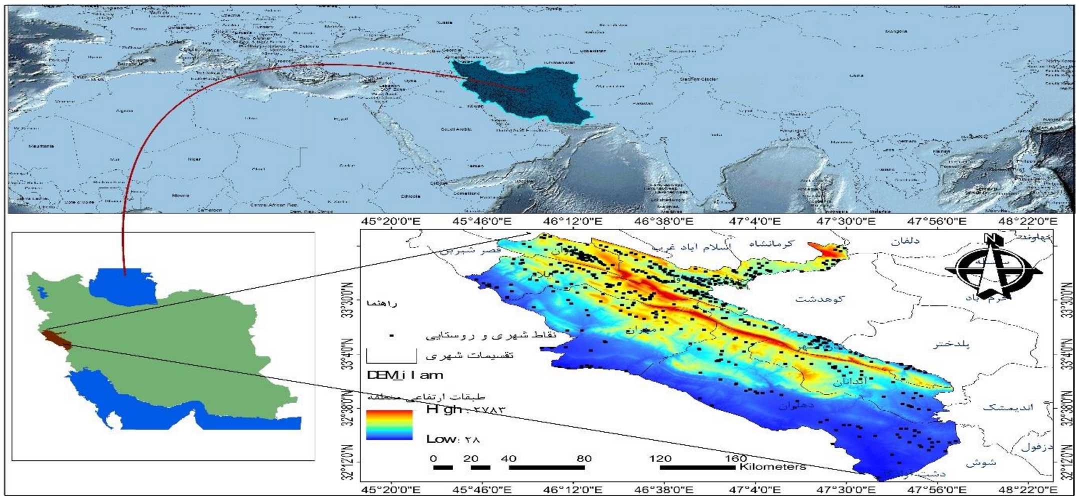
داده ها و روش کار

الف: قلمرو جغرافیایی مورد مطالعه:

استان ایلام در غرب کشور ایران، هم مرز با کشور عراق می‌باشد. که مساحتی حدود ۲۰,۱۵۰ کیلومتر مربع و ۱,۲ درصد از مساحت کل کشور را پوشش می‌دهد (شکل۱). جمعیت آن در سال ۱۳۹۶ بالغ بر ۵۸۰۰۰۰ نفر با تراکم حدود ۲۸,۸ نفر درکیلومتر مربع است. از آنجا که استان ایلام یکی از مناطق مهم پرورش دام و کشاورزی در کشور ایران است، حفاظت از آب، خاک و پوشش گیاهی یک چالش عمده در این زمینه است. ایلام دارای آب و هوای خشک و نیمه خشک با میانگین بلند مدت بارش سالانه ۵۸۰ میلی متر می‌باشد. آب و هوای استان ایلام به سبب تأثیرپذیری از عوامل گوناگونی چون عرض جغرافیایی (زاویه تابش آفتاب)، ارتفاع، امتداد رشته‌کوه‌های زاگرس، فاصله کم از بیابان‌های عراق و عربستان و بادهای محلی و ناحیه‌ای از شمال به جنوب و از غرب به شرق از تنوع زیادی برخوردار است. استان ایلام دارای سه منطقه آب و هوایی (آب و هوای سرد کوهستانی، آب و هوای معتدل کوهستانی، آب و هوای صحرایی و نیمه‌صحرایی "گرم و خشک" است. بارندگی ها تنها در دو فصل فصل بارانی منسجم از آبان تا فروردین متمرکز هستند. قسمت شمالی منطقه نسبت به قسمت جنوبی و همچنین قسمت شرقی منطقه نسبت به قسمت غربی به لحاظ اقلیمی مرطوب تر و دارای توپوگرافی خشن تری (تاقدیس و ناودیس های متراکم) می‌باشد. غرب و جنوب غربی استان ایلام دارای آب و هوای گرم و خشک که جزئی از دشت خوزستان شمالی بحساب می‌آید. زیستگاه های انسانی اکثراً در دره های اصلی و پایکوه ها (ناودیس ها) تمرکز تمرکز یافته اند (شکل ۱). در منطقه انواع مختلف خاک مشاهده می‌شود، که بیشتر آنها بسیار حساس به فرسایش هستند. در این مناطق غالب پوشش گیاهی را به ترتیب جنگل های بلوط، بنه و ارژن در بر گرفته است که در دهه های گذشته به شدت تحت تأثیر چرای مفرط و آتش سوزی های ناشی از دخالت نابجای بشر قرار گرفته است. آتش سوزی در منطقه تا

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-04-20]
[DOI: 10.29252/jsaeh.5.4.21]

حدودی مسئول پدیدهٔ تخریب خاک و پوشش گیاهی است. به علت کشت چند نوبتی و چرای مفرط ناشی از تراکم جمعیت و نبودن شغل جایگزین برای ساکنان منطقه و همچنین وقوع خشکسالهای پی در پی در دهه های گذشته، در سالهای اخیر تخریب پوشش گیاهی، خاک و منابع آب به شدت تحت تأثیر قرار گرفته، به صورتی که در بعضی از مناطق زمین ها غیر قابل کشت و خالی از سکنه شده اند. بطور کلی موقعیت جغرافیایی استان ایلام بین ۳۱ درجه و ۵۸ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۱۵ دقیقه عرض شمالی نسبت به استوا و ۴۵ درجه و ۴۴ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۱۰ دقیقه طول شرقی نسبت به نصف‌النهار گرینویچ قرار دارد که از طرف غرب با کشور عراق، از طرف شرق با استان لرستان، از طرف شمال با استان کرمانشاه و از سمت جنوب با استان خوزستان همسایه است. به طور کلی استان ایلام به لحاظ واحد های ژئومورفولوژیکی به دو واحد کوهستان (شامل تاقدیس های کبیرکوه، دینارکوه، مانشت، قلارنگ و ...) و دشت (شامل دشت عباس، دشت دهلران و ناودیس های مرکزی) تقسیم می‌شود. از جمله مهمترین رودخانه هایی که در محدودهٔ جغرافیایی استان ایلام که از دامنه های شمالی و جنوبی کبیرکوه سرچشمه می‌گیرند، می‌توان به رودخانهٔ سیمره، دویرج، چنگوله، آبدانان، میمه و سیاه گاو و... اشاره کرد که برخی از این رودخانه ها از مناطق مرزی غرب استان ایلام گذشته و وارد کشور عراق می‌شوند. همچنین به لحاظ زمین شناسی، ارتفاعات استان ایلام را سازند های گچساران، سروک، گرو، سورگاه، ایلام، پابده، آسماری و آغاجاری در برگرفته است (نیک پور، ۱۳۹۳). محدوده استان ایلام از شمال در زون چین خورده زاگرس و از سمت غرب و جنوب در زون چین نخورده خوزستان قرار دارد و به همین جهت به لحاظ ژئوموفولوژیکی و زمین شناسی دارای اشکال ژئوموفولوژیکی و سازند های متفاوتی می‌باشد. که این موضوع خود موجب گردیده، تا روند تخریب سرزمین در سراسر منطقه یکسان عمل نکند و در بعضی مناطق تخریب سرزمین با شدت بالاتری پیش رود و به حد بحرانی برسد. با توجه به گستره وسیعی از قلمرو استان ایلام، هر گونه تلاش برای ارزیابی و نظارت بر فرایندهای پیچیده تخریب زمین، و همچنین شدت، وسعت و توزیع فضایی آن در سراسر استان، باید علاوه بر داده های میدانی، از داده های سنجش از راه دور استفاده شود.



شکل ۱- نقشه محدودهٔ مورد مطالعه

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-04-20]
[DOI: 10.29252/jsaeh.5.4.21]

ب: داده های ماهواره ای

در این مطالعه از ترکیبات ۱۶ روز MODIS NDVI با قدرت تفکیک مکانی ۲۵۰ متری (MOD۱۳Q۱ collection ۵) استفاده کردیم که به طور عمده‌ای در جهت تشخیص محرکان انسانی تغییرات پوشش سطح زمین از آنها استفاده می‌شود. تصاویر MOD۱۳Q۱ بین ۲۴ فوریه ۲۰۰۰ تا پایان سال ۲۰۰۱۶ (حدوداً ۴۱۰ تصویر) به دست آمد و برای تهیهٔ نیمرخ های زمانی ۱۷ ساله NDVI مورد استفاده قرار گرفت. و با سیستم تصویر UTM مورد پردازش قرار گرفت. ارزش های گمشده[۱] (۹۹۹-) از طریق برنامه نویسی در محیط نرم افزاری R را از سری زمانی NDVI حذف شد. داده های سنجندهٔ اسپکترو رادیومتر MODIS با وضوح و رزولوشن تصویربرداری متوسط سوار بر ماهواره های ناسا Terra از سال ۲۰۰۰ و ماهواره Aqua از سال ۲۰۰۲ فرصت منحصر به فردی برای ارزیابی سازگاری اندازه گیری های مبتنی بر ماهواره ای ارائه می‌دهند. داده های تولید شده از هر دو سنجنده با استفاده از الگوریتم های سازگار و منسجم تولید می‌شوند و محصولات استاندارد MODIS از طیف وسیعی از برنامه های کاربردی علمی حمایت می‌کنند (Esaias et al., ۱۹۹۸; Justice et al., ۲۰۰۲; King et al., ۲۰۰۳). این مطالعه بر اساس تجزیه و تحلیل داده های MODIS نوشته شده، که توسط دو سنجندهٔ بر روی سکوهای Terra و Aqua ناسا تولید می‌شوند. این دو ماهواره در یک مدار خورشید آهنگ، در مدار نزدیک قطب شمال در ارتفاع ۷۰۵ کیلومتری هستند که هر روز در ساعت ۱۰:۳۰ به وقت محلی از استوا عبور می‌کنند (NASA, ۲۰۱۲). داده های مورد نظر برای دورهٔ آماری سال های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۶ برای استان ایلام از سایت مربوطه (http://reverb.echo.nasa.gov/reverb/datasets) دانلود و مورد استفاده قرار گرفت. شاخص پوشش گیاهی MOD۱۳Q۱ محصولات MODIS در قالب HDF-EOS[۲] ارائه شده است. سیستم تصویر استاندارد، سیستم شبکه بندی سینوزوئیدال (sinusoidal) است. اندازه کاشی های MODIS حدود ۴۸۰۰ در ۴۸۰۰ پیکسل هستند که برابر با ۱۲۰۰ در ۱۲۰۰ کیلومتر می باشد. تمام محصولات MODIS را می‌توان از وب سایت (EOSDIS[۳]) نیز به صورت رایگان دانلود کرد. (NASA, ۲۰۱۲).

ج: روش کار

NDVI یک تبدیل نرمال شده از نسبت قابلیت انعکاس بین امواج مادون قرمز نزدیک (NIR) و مادون قرمز (RED) یا (rNIR/rRED) حاصل می‌شود، که طراحی شده برای استاندارد کردن ارزش شاخص پوشش گیاهی که بین ۱+ و ۱- هستند، و عدد صفر به معنی عدم پوشش گیاهی و همچنین مقادیر منفی برای نشان دادن سطوحی به غیر از پوشش گیاهی مانند آب و برف است (Silleos et al., ۲۰۰۶). در این پژوهش جهت مطالعه روند تغییرات پوشش گیاهی استان ایلام برای یک دوره آماری ۱۷ ساله (۲۰۱۶-۲۰۰۰) از تولیدات NDVI سنجنده MODIS ماهواره ترا با نام (MOD۱۳Q۱) استفاده شد. در این مطالعه حدوداً ۴۱۰ تصویر برای سالهای ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۶ با حجم ۲ ترابایت برای کل ایران از سایت مربوطه دانلود شد، که هر سال به طور میانگین ۲۴ تصویر را در بر می‌گرفت. بعد از اخذ تصاویر، تمامی آنها برای منطقه مورد مطالعه موزائیک و با سیستم مختصات جهانی UTM با استفاده از روش نمونه برداری نزدیکترین همسایه ژئو رفرنس

---

۱ - Missing values
۲ - Hierarchical Data Format for NASA's Earth Observing System
۳ - Earth Observing System Data and Information System

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-04-20]
[DOI: 10.29252/jsaeh.5.4.21]

شدند و در نهایت این داده ها را در محیط نرم افزارهای Gis، Envi و Surfer عملیات تصیحات، ضرب و clipe را اعمال نمودیم.

بعد از اخذ و آماده سازی تصاویر و تشکیل بانک اطلاعاتی، نحوه استخراج و تنظیم داده ها مرحله بعدی کار را تشکیل می-داد. در این مرحله ابتدا تمامی ۴۱۰ تصویر ۱۶ روزهٔ دانلود شده بعد از مرحله موزاییک وMRT، به ۲۰۰ تصویر تقلیل یافت که برای هر سال ۱۲ تصویر (به عبارتی برای هر ماه یک تصویر داشتیم) بدست آمد، تک به تک این تصاویر به فرمت ASCII تبدیل و ذخیره شدند. و در نهایت نیز میانگین تصاویر ۱۲ ماهه هر سال نیز گرفته شد و به یک تصویر و یک ASCII تبدیل شد. یعنی به طور کلی ما برای هرسال یک ASCII و در مجموع از ۱۷ فایل ASCII برای پایش سالیانه تغییرات پوشش گیاهی استفاده کردیم. با توجه به قدرت تفکیک فضایی ۲۵۰ متر هر تصویر، تعداد مجموع پیکسل های هر تصویر که در داخل مرزهای منطقه مورد مطالعه قرار می‌گرفتند بالغ بر ۹۵۳۵۵۲ پیکسل می شدند. که بعد از حذف داده های گم شده[۱] حدود ۳۲۸۰۴۲ باقی مانده مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. در نهایت از طریق برنامه نویسی در محیط نرم افزار *R*، سری زمانی شاخص *NDVI* با استفاده از روش اماری پارامتریک رگرسیون خطی کلاسیک برای تمامی پیکسل ها برای کل دوره آماری ۱۷ ساله (۲۰۱۶-۲۰۰۰) مورد مطالعه آماده شدند و و نتایج را از آنها استخراج کردیم. در ادامه مراحل محاسباتی این روش به طور کامل آورده شده است.

ج-۱: روش رگرسیون خطی کلاسیک

شکل کلی معادله رگرسیون خطی کلاسیک به‌صورت رابطه (۱-۲) می‌باشد که در آن y متغیر خروجی، $x_1, x_2, ..., x_n$ متغیرهای ورودی و $a_0, a_1, ..., a_n$ ضرایب معادله به حساب می‌آیند (علیجانی، ۱۳۹۰: فیروزی، ۱۳۹۷).

(۱-۲)

$$y = a_0 + a_1 x_1 + ... + a_n x_n + \varepsilon$$

رابطه (۱-۳) حالت تک متغیره رگرسیون خطی کلاسیک می‌باشد که در این تحقیق از این حالت استفاده‌شده است.

(۱-۳)

$$y = a_0 + a_1 x + \varepsilon$$

فرض کنید مجموعه ایی از زوج متغیرهای مشاهداتی به‌صورت $(x_1, y_1), (x_2, y_2), ..., (x_n, y_n)$ موجود باشد. معمولاً با کمینه کردن مجموع مربعات خطاها بین داده‌های مشاهداتی و محاسباتی که رابطه آن به‌صورت $\sum_{i=1}^{n} [y_i - (a_0 + a_1 x_1)]$ می‌باشد، ضرایب معادله یعنی a_0 و a_1 به‌صورت زیر محاسبه می‌گردد (علیجانی، ۱۳۹۰: فیروزی، ۱۳۹۷).

---

۱ -- Missing values

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-04-20]

[DOI: 10.29252/jsaeh.5.4.21]

(۱-۴)

$$a_1 = \frac{m\sum_{i=1}^{m} x_i y_i - \sum_{i=1}^{m} x_i \sum_{i=1}^{m} y_i}{m\sum_{i=1}^{m} {x_i}^2 - \left(\sum_{i=1}^{m} x_i\right)^2}$$

که در آن α_0 عرض از مبدأ خط و α_1 شیب یا تغییر y برحسب تغییر یک واحد از x را نشان می‌دهد. برای انتخاب مدل مناسب از بین مدل‌های موردمطالعه نیاز به معیارهایی وجود دارد. همواره کیفیت یک مدل با بررسی میزان خطای پیش‌بینی $\left(x_t - \hat{x}_t\right)$ قابل ارزیابی است که آن را با ε_t نشان می‌دهیم. در این راستا از سه معیار میانگین قدر مطلق انحراف (MAD)، میانگین مربعات انحراف (MSD) و میانگین قدر مطلق درصد انحراف (MAPD) جهت انتخاب بهترین مدل استفاده شد. در زیر معادلات هر سه شاخص به ترتیب در قالب فرمول‌های (۱-۵) تا (۱-۷) آورده شده است (علیجانی، ۱۳۹۰: فیروزی، ۱۳۹۷):

(۱-۵)

$$MAD = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left|x_t - \hat{x}_t\right|$$

(۱-۶)

$$MSD = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left(x_t - \hat{x}_t\right)^2$$

(۱-۷)

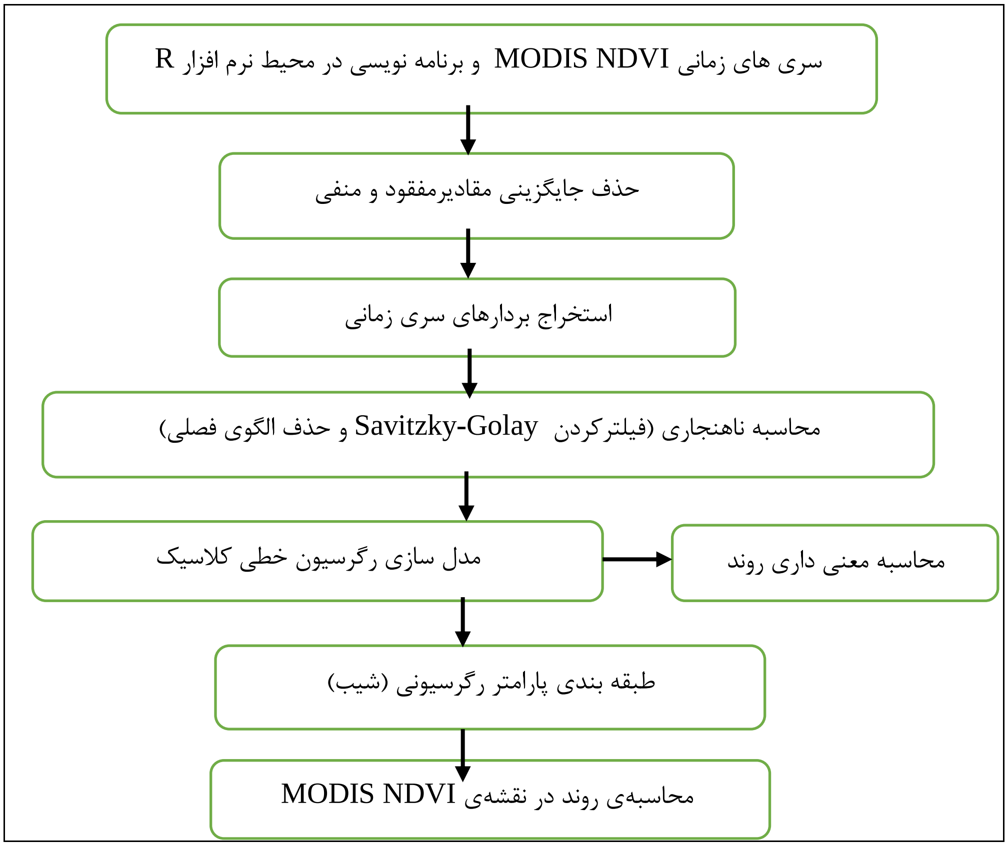
$$MAPD = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left|\frac{x_t - \hat{x}_t}{x_t}\right| \times 100$$

مزیت میانگین قدر مطلق درصد انحراف (MAPD) این است که خطا را به درصد در سری زمانی مورد مطالعه اندازه‌گیری می‌کند و تحت تأثیر واحد اندازه‌گیری نمی‌باشد. خصوصیت میانگین مربعات انحراف (MSD) نیز این است که جریمه سنگین‌تری برای خطاها نسبت به میانگین قدر مطلق انحراف (MAD) در نظر می‌گیرد. ضمناً بایستی توجه شود که میانگین قدر مطلق انحراف (MAD) و میانگین مربعات انحراف (MSD) به‌تنهایی معنایی ندارند و در مقایسه با یکدیگر است که معنا پیدا می‌کنند ولی معیارهای درصدی علاوه بر اینکه به‌تنهایی دارای معنی می‌باشند قابلیت مقایسه را نیز دارند.

ج-۲: تجزیه و تحلیل سری های زمانی MODIS NDVI

تجزیه و تحلیل سری های زمانی داده های رستری بر اساس تعدادی از تکنیک های آماری که در برنامه آماری R اجرا می‌شود، متکی است (Arun K, ۲۰۰۸). مراحل مختلف متدولوژیک برای تجزیه و تحلیل سری MODIS NDVI و در شکل ۲ نشان داده شده است.

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-04-20]
[DOI: 10.29252/jsaeh.5.4.21]



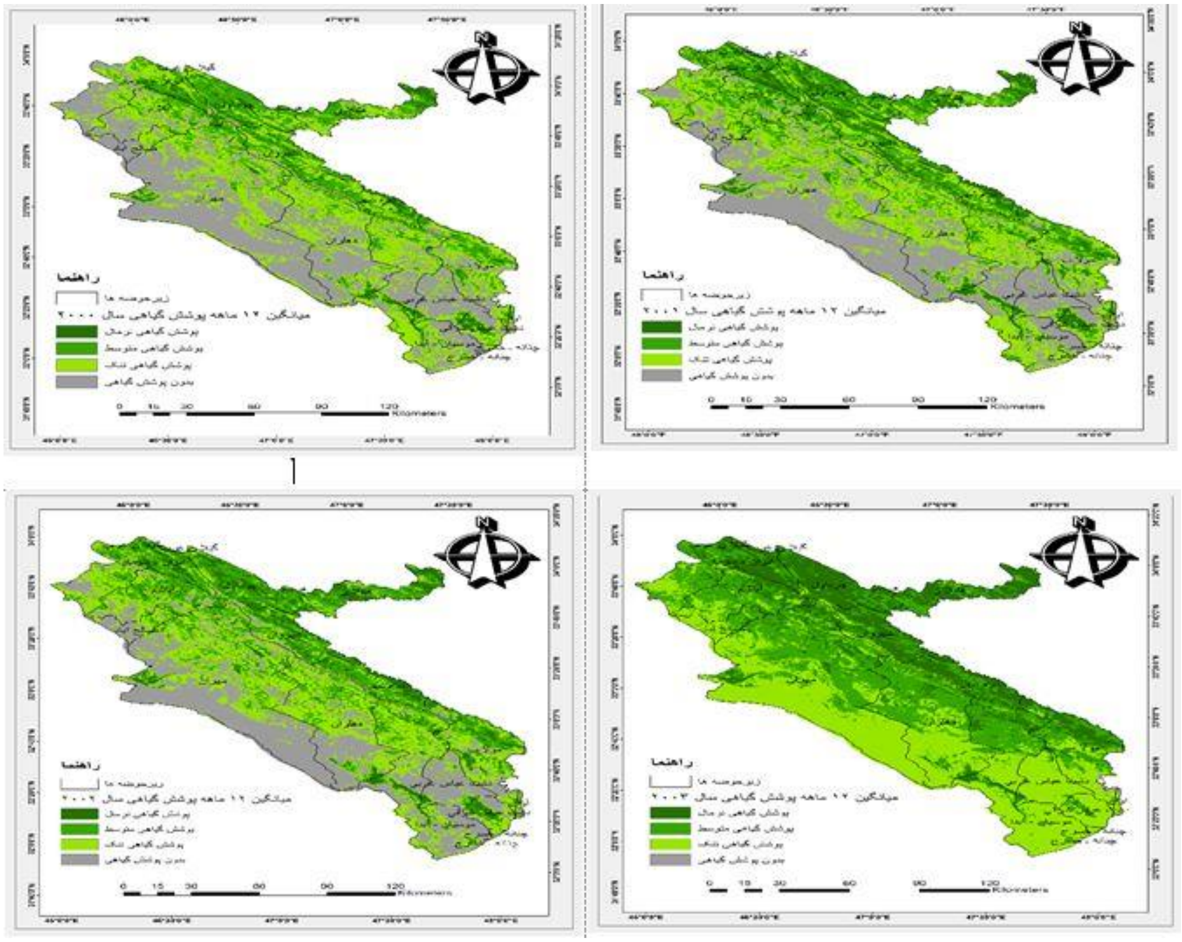
شکل ۲: چارچوب متدولوژی و مراحل کار

سرانجام، مناطق تغییری به سه دسته: روند صفر یا بدون تغییر، روند مثبت و روند منفی گروه بندی و بر روی منطقه مورد مطالعه اعمال شد (Jacquin et al., ۲۰۱۰).

شرح و تفسیر نتایج

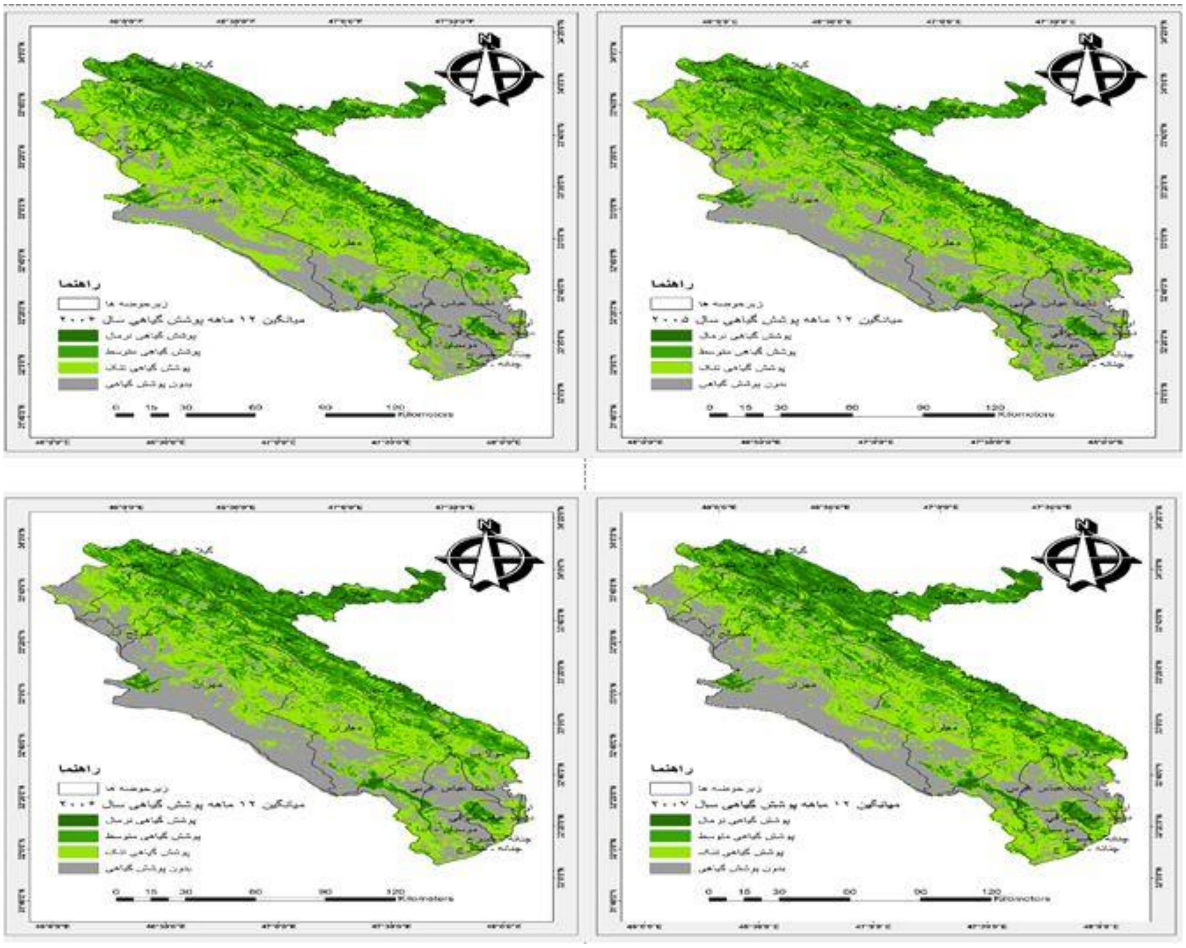
نقشه های پوشش گیاهی حاصل از پردازش تصاویر سنجنده MODIS ماهواره ترا برای ۱۷ سال از ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۶ برای منطقه مورد مطالعه تهیه شدند (شکل ۳). در شکل شماره ۳ نقشه های پوشش گیاهی کل دوره ۱۷ ساله مورد مطالعه آورده شده است. در این تصاویر به روشنی پویایی پوشش گیاهی در سال های مختلف قابل مشاهده است. با توجه به این تصاویر به طور کلی تخریب سرزمین و تخریب پوشش گیاهی در طول بازه‌ی زمانی، در سراسر محدودۀ مورد مطالعه از سمت غرب به سمت شرق در حال پیشروی است. همان گونه که از تصاویر برداشت می‌شود در سال های ۲۰۰۹، ۲۰۱۰، ۲۰۱۱ و ۲۰۱۲ تخریب پوشش گیاهی در غرب و بخصوص در جنوب غرب محددۀ مورد مطالعه در زیر حوضه های (دشت عباس غربی و شرقی، موسیان، چنانه و همچنین غرب، زیر حوضه های (آبدانان، دهلران، مهران و صالح آباد) شدیدتر بوده است و میزان پوشش گیاهی به کمترین میزان خود رسیده است.

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-04-20]
[DOI: 10.29252/jsaeh.5.4.21]

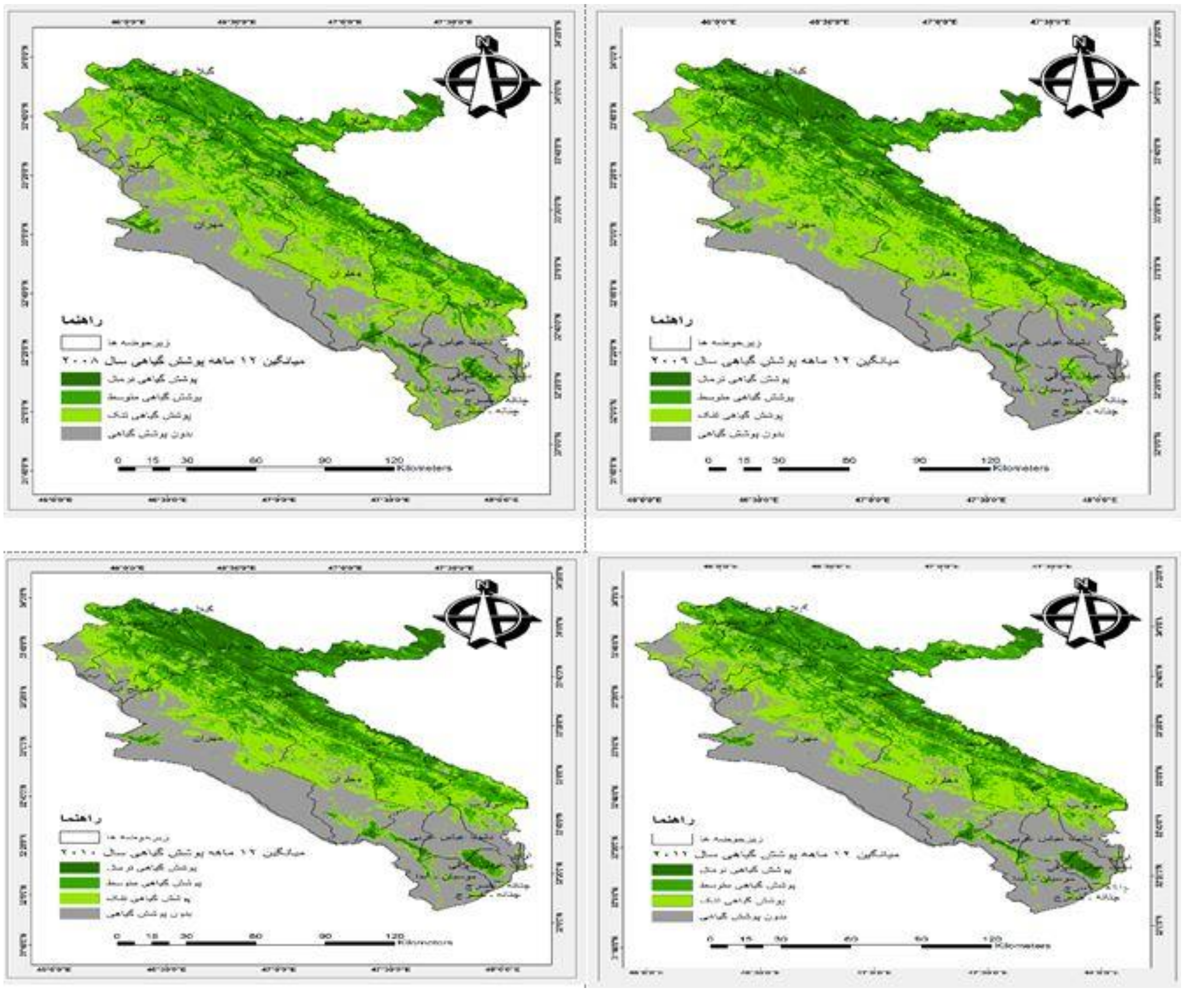


[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-04-20]

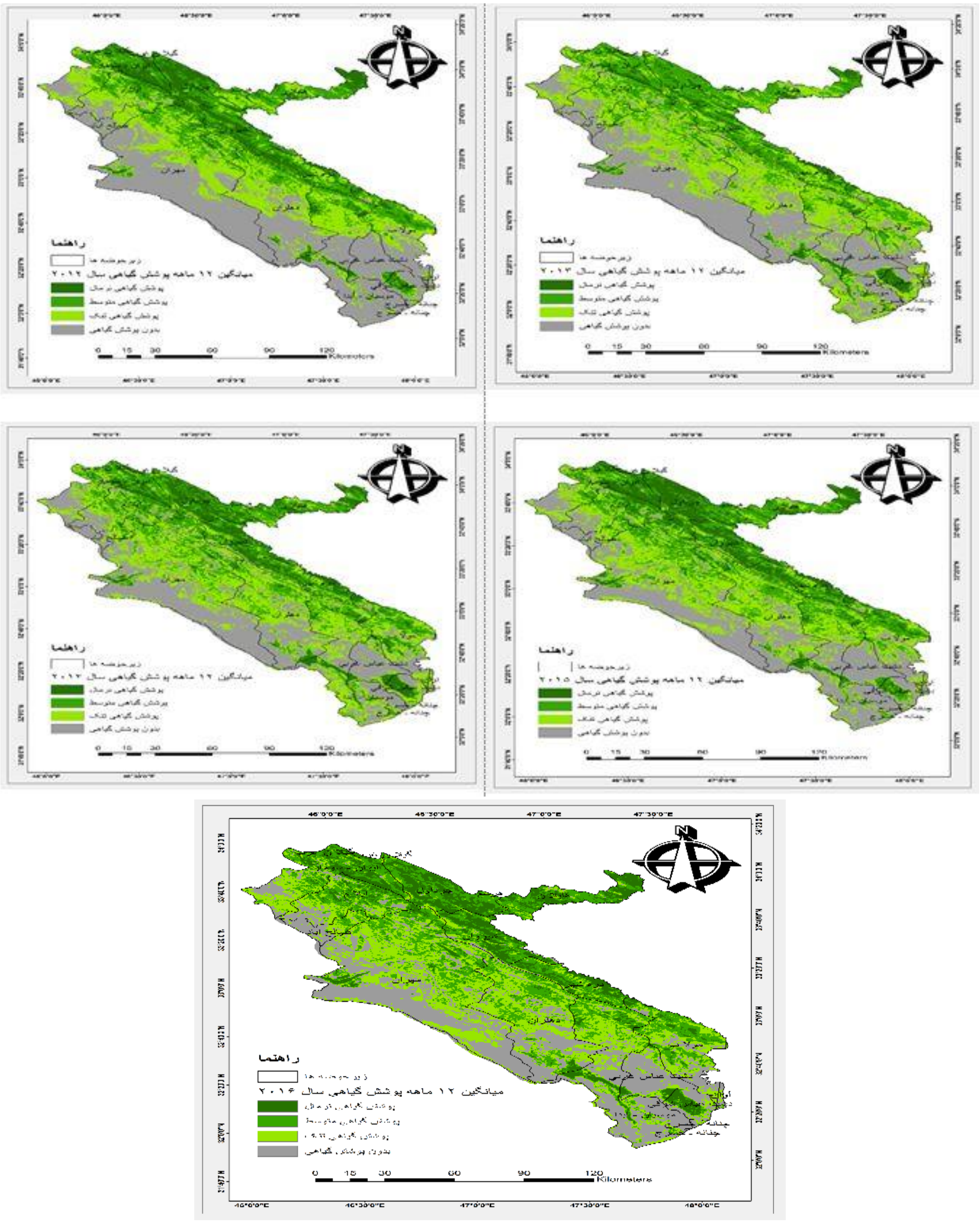
[DOI: 10.29252/jsaeh.5.4.21]



[DOI: 10.29252/jsaeh.5.4.21]
[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-04-20]



[DOI: 10.29252/jsaeh.5.4.21]
[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-04-20]

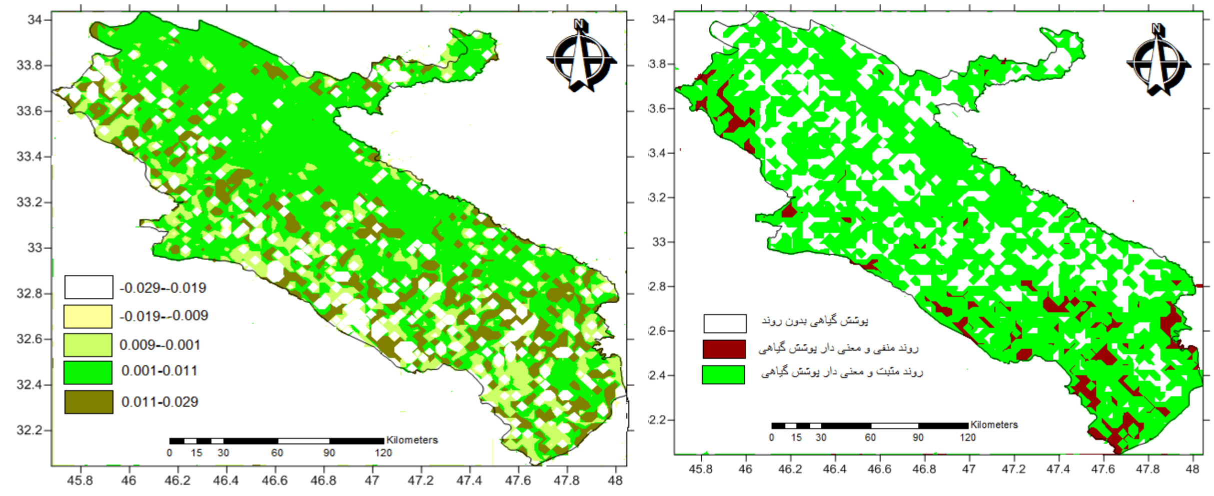


شکل شماره ۳: نقشه های میانگین پوشش گیاهی ۱۲ ماهه یا سالیانه (MODIS NDVI) استان ایلام برای دوره آماری ۲۰۱۶-۲۰۰۰.

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-04-20]
[DOI: 10.29252/jsaeh.5.4.21]

معنادار بودن روندهای به دست آمده در سطح احتمالاتی $\alpha = 0.05$ نکته بسیار مهمی است که در بسیاری از مطالعات مربوط به روند تغییرات بدان توجه می شود. در این مطالعه نیز تمامی روندهای به دست آمده در سطح احتمالاتی $\alpha = 0.05$ مورد ارزیابی قرار گرفتند. در راستای پویایی پوشش گیاهی در محدودهٔ مورد مطالعه، مقدار شیب روند تغییرات شاخص *NDVI*، به صورت بلند مدت برای دوره آماری ۱۷ ساله، با استفاده از روش پارامتریک رگرسیون خطی کلاسیک، پیکسل به پیکسل، برای تمامی ۳۲۸۰۴۲ پیکسل واقع شده در محدوده استان ایلام محاسبه شدند. در ادامه مقادیر شیب روندهای به دست آمده در قالب نقشه معنا داری شیب روند جهت تحلیل های فضایی تهیه شدند (شکل ۳). در نقشه تغییرات روند شیب (شکل ۳) شاهد الگوهای فضایی روند شیب تغییرات ۱۷ ساله پوشش گیاهی بین ۰،۰۲۹- درصد با رنگ سفید (کاهش پوشش گیاهی) تا ۰،۰۲۹+ درصد سبز پر رنگ (افزایش پوشش گیاهی) در منطقه هستیم. با توجه به این نقشه ها به روشنی مشخص می‌شود که بیشترین روند شیب تغییرات در غرب و جنوب غرب، جایی که منطقه کم بارش و بیابانی استان می‌باشد، مشاهده شده است. و اما بررسی معناداری شیب تغییرات روند پوشش گیاهی در محدودهٔ مورد مطالعه نشان می‌دهد که روند منفی و معنا دار پوشش گیاهی (روند کاهشی در مقادیر شاخص *NDVI*) در گوشهٔ جنوب غرب و شمال غرب استان ایلام متمرکز شده است. و هم چنین چند نقطه شیب تغییرات روند در غرب استان ایلام نیز منفی می‌باشد که در نقشهٔ معناداری به رنگ قرمز نشان داده شده اند. این امر بیان کنندهٔ این موضوع است که تخریب پوشش گیاهی و متعاقباً تخریب سرزمین در استان ایلام از سمت مرزهای غربی در حال پیشروی و سرایت به مناطق مرکزی و شرقی استان است. که باید مدیریت صحیح در جهت بهبود و احیاء مناطق آسیب دیده در دستور کار مدیران قرار گیرد. نقاط معنادار و منفی روند تغییرات پوشش گیاهی (روندهای کاهشی در مقادیر شاخص *NDVI*) اکثراً در جنوب غرب استان ایلام متمرکز شده که خود جزئی از شمال دشت خوزستان بحساب می‌آید. در مقابل روند مثبت و معنی دار شیب تغییرات پوشش گیاهی (روندهای افزایشی در مقادیر شاخص *NDVI*) در محدودهٔ استان ایلام در مرکز و شرق محدودهٔ مورد مطالعه تمرکز یافته است که در نقشهٔ معنا داری با رنگ سبز نمایش داده شده اند. و در نهایت نقاط بدون روند تغییرات شیب با رنگ سفید نشان داده شده است، یعنی در این قسمت روند شیب تغییرات پوشش گیاهی نه افزایشی بوده و نه کاهشی، بلکه روندی خنثی و بدون تغییر مشاهده می‌شود. هر چند در نقشه های شماره ۴ وسعت روند افزایش پوشش گیاهی در مرکز و شرق محدودهٔ مورد مطالعه بیشتر از روند کاهشی در غرب و جنوب غرب است. ولی این مسأله بیانگر افزایش صدرصدی پوشش گیاهی نیست بلکه جاهایی که ما افزایش پوشش گیاهی داریم و روند مثبت معناداری شیب تغغیرات (شکل B) وجود دارد، در حد کمتر از یک درصد افزایش پوشش گیاهی وجود داشته است. و روند منفی معناداری شیب تغییرات (شکل B) که بیشتر در قسمت بیابانی محدودهٔ مورد مطالعه قرار دارد با واقعیت صدق می‌کند. یعنی این مسأله دقیقاً با وضعیت عمومی منطقه و وضعیت اقلیمی و توپوگرافی منطقه سازگار می‌باشد.

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-04-20]
[DOI: 10.29252/jsaeh.5.4.21]



روند معناداری شیب تغییرات (شکل B) نقشه روند شیب تغییرات (شکل A)

اشکال (۴) : A و B به تر تیب مربوط به میانگین ۱۷ ساله تغییرات روند شیب و معناداری روند شیب NDVI در محدودهٔ مورد مطالعه

با توجه جدول شماره ۱ و همچنین نمودار شماره ۱، مساحت طبقات مختلف تغییرات پوشش گیاهی (طبقهٔ فاقد پوشش گیاهی، تنک، متوسط، نرمال) به صورت m^2, k^2 و درصد و همچنین تعداد پیکسل های هر طبقه در سالهای مختلف آورده شده است. با توجه به نتایج این داده ها حداکثر درصد مساحت مربوط به پهنهٔ فاقد پوشش گیاهی در سالهای ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۲ و کمترین مقدار آن در سال های ۲۰۱۴ و ۲۰۱۶ کمتر از ۰٫۵٪ اتفاق افتاده است که در نمودار ۱ به با آبی پر رنگ نشان داده شده اند. همچنین بیشترین مساحت مربوط به پهنه پوشش گیاهی تنک در سراسر دورهٔ زمانی کمتر از ۵۰٪ نبوده و حداکثر مساحت را سال ۲۰۰۰ نزدیک به ۸۰٪ و کمترین مساحت را سال ۲۰۰۹ و ۲۰۱۰ یعنی ۵۰٪ سطح منطقه را به خود اختصاص داده است. همچنین مساحت پوشش گیاهی متوسط در تمام دورهٔ زمانی بجز سال های ۲۰۰۰، ۲۰۰۸ و ۲۰۱۲ در کمترین مقدار خود یعنی کمتر از ۲۰٪ بوده و در مابقی سال ها میزان آن بیشتر از ۲۵٪ نشان می‌دهد که از سال های ۲۰۱۳ به بعد این روند حالت صعودی پیدا کرده و میزان آن به بیش از ۳۰٪ محدود مورد مطالعه افزایش یافته است. در نهایت درصد مساحت پوشش گیاهی نرمال در تمام سال ها کمتر از ۵٪ می باشد. بجز سال های ۲۰۱۰، ۲۰۱۴، ۲۰۱۵ و ۲۰۱۶ این میزان به بیش از ۵ درصد صعود کرده و به نظر مساحت این طبقه در سالهای اخیر در حال افزایش می باشد. و حداکثر مساحت آن در سال ۲۰۱۴ حدود ۱۰ درصد و حداقل مساحت آن در حدود ۰٫۵٪ درصد در سال ۲۰۰۸ اتفاق افتاده است.

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-04-20]
[DOI: 10.29252/jsaeh.5.4.21]

جدول ۱: جدول مربوط به مساحت طبقات مختلف *NDVI* (۲۰۰۰-۲۰۱۶)

سال	تعداد پیکسل های هر طبقه		مساحت به M^2	مساحت به K^2	درصد مساحت هر طبقه
۲۰۰۰	فاقد پوشش گیاهی	۹۵۹۸	۵۹۹۸۷۵۰۰۰	۵۹۹,۸۷۵	۲,۹
	تنک	۲۵۶۲۷۴	۱۶۰۱۷۱۲۵۰۰۰	۱۶۰۱۷,۱۲۵	۷۸,۱
	متوسط	۵۸۲۱۶	۳۶۳۸۵۰۰۰۰۰	۳۶۳۸,۵	۱۷,۷
	نرمال	۳۹۵۵	۲۴۷۱۸۷۵۰۰	۲۴۷,۱۸۷۵	۱,۲
۲۰۰۱	فاقد پوشش گیاهی	۵۲۵۸	۳۲۸۶۲۵۰۰۰	۳۲۸,۶۲۵	۱,۶
	تنک	۲۲۰۲۰۰	۱۳۷۶۲۵۰۰۰۰۰	۱۳۷۶۲,۵	۶۷,۱
	متوسط	۹۳۲۹۳	۵۸۳۰۸۱۲۵۰۰	۵۸۳۰,۸۱۲۵	۲۸,۴
	نرمال	۹۲۹۱	۵۸۰۶۸۷۵۰۰	۵۸۰,۶۸۷۵	۲,۸
۲۰۰۲	فاقد پوشش گیاهی	۴۰۱۸	۲۵۱۱۲۵۰۰۰	۲۵۱,۱۲۵	۱,۲
	تنک	۲۰۴۹۶۳	۱۲۸۱۰۱۸۷۵۰۰	۱۲۸۱۰,۱۸۷۵	۶۲,۵
	متوسط	۱۰۶۷۱۱	۶۶۶۹۴۳۷۵۰۰	۶۶۶۹,۴۳۷۵	۳۲,۵
	نرمال	۱۲۳۵۱	۷۷۱۹۳۷۵۰۰	۷۷۱,۹۳۷۵	۳,۸
۲۰۰۳	فاقد پوشش گیاهی	۲۹۷۸۷	۱۸۶۱۶۸۷۵۰۰	۱۸۶۱,۶۸۷۵	۹,۱
	تنک	۱۸۷۰۷۳	۱۱۶۹۲۰۶۲۵۰۰	۱۱۶۹۲,۰۶۲۵	۵۷,۰
	متوسط	۹۹۴۱۲	۶۲۱۳۲۵۰۰۰۰	۶۲۱۳,۲۵	۳۰,۳
	نرمال	۱۱۷۷۳	۷۳۵۸۱۲۵۰۰	۷۳۵,۸۱۲۵	۳,۶
۲۰۰۴	فاقد پوشش گیاهی	۳۷۴۹	۲۳۴۳۱۲۵۰۰	۲۳۴,۳۱۲۵	۱,۱
	تنک	۲۰۸۷۰۳	۱۳۰۴۳۹۳۷۵۰۰	۱۳۰۴۳,۹۳۷۵	۶۳,۶
	متوسط	۱۰۲۲۶۷	۶۳۹۱۶۸۷۵۰۰	۶۳۹۱,۶۸۷۵	۳۱,۲
	نرمال	۱۳۳۲۸	۸۳۳۰۰۰۰۰۰	۸۳۳	۴,۱
۲۰۰۵	فاقد پوشش گیاهی	۶۴۶۶	۴۰۴۱۲۵۰۰۰	۴۰۴,۱۲۵	۲,۰
	تنک	۲۳۰۶۲۴	۱۴۴۱۴۰۰۰۰۰۰	۱۴۴۱۴	۷۰,۳
	متوسط	۸۵۰۵۹	۵۳۱۶۱۸۷۵۰۰	۵۳۱۶,۱۸۷۵	۲۵,۹
	نرمال	۵۸۹۷	۳۶۸۵۶۲۵۰۰	۳۶۸,۵۶۲۵	۱,۸
۲۰۰۶	فاقد پوشش گیاهی	۹۸۲۲	۶۱۳۸۷۵۰۰۰	۶۱۳,۸۷۵	۳,۰
	تنک	۲۱۲۶۳۲	۱۳۲۸۹۵۰۰۰۰۰	۱۳۲۸۹,۵	۶۴,۸
	متوسط	۹۵۰۳۵	۵۹۳۹۶۸۷۵۰۰	۵۹۳۹,۶۸۷۵	۲۹,۰
	نرمال	۱۰۵۶۱	۶۶۰۰۶۲۵۰۰	۶۶۰,۰۶۲۵	۳,۲
۲۰۰۷	فاقد پوشش گیاهی	۷۹۷۴	۴۹۸۳۷۵۰۰۰	۴۹۸,۳۷۵	۲,۴
	تنک	۲۰۷۰۱۳	۱۲۹۳۸۳۱۲۵۰۰	۱۲۹۳۸,۳۱۲۵	۶۳,۱
	متوسط	۱۰۲۴۵۱	۶۴۰۳۱۸۷۵۰۰	۶۴۰۳,۱۸۷۵	۳۱,۲
	نرمال	۱۰۶۰۶	۶۶۲۸۷۵۰۰۰	۶۶۲,۸۷۵	۳,۲
۲۰۰۸	فاقد پوشش گیاهی	۴۷۱۶۹	۲۹۴۸۰۶۲۵۰۰	۲۹۴۸,۰۶۲۵	۱۴,۴
	تنک	۲۳۴۰۵۲	۱۴۶۲۸۲۵۰۰۰۰	۱۴۶۲۸,۲۵	۷۱,۳
	متوسط	۴۴۶۵۱	۲۷۹۰۶۸۷۵۰۰	۲۷۹۰,۶۸۷۵	۱۳,۶
	نرمال	۲۱۷۷	۱۳۶۰۶۲۵۰۰	۱۳۶,۰۶۲۵	۰,۷
۲۰۰۹	فاقد پوشش گیاهی	۶۷۳۷۰	۴۲۱۰۶۲۵۰۰۰	۴۲۱۰,۶۲۵	۲۰,۵

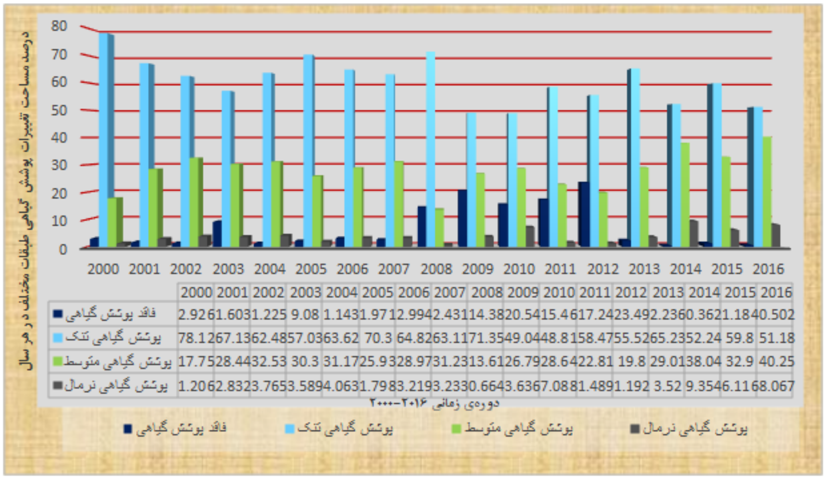
[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-04-20]

[DOI: 10.29252/jsaeh.5.4.21]

	تنک	۱۶۰۸۷۵	۱۰۰۵۴۶۸۷۵۰۰	۱۰۰۵۴,۶۸۷۵	۴۹,۰
	متوسط	۸۷۸۷۵	۵۴۹۲۱۸۷۵۰۰	۵۴۹۲,۱۸۷۵	۲۶,۸
	نرمال	۱۱۹۲۷	۷۴۵۴۳۷۵۰۰	۷۴۵,۴۳۷۵	۳,۶
۲۰۱۰	فاقد پوشش گیاهی	۵۰۶۹۹	۳۱۶۸۶۸۷۵۰۰	۳۱۶۸,۶۸۷۵	۱۵,۵
	تنک	۱۶۰۱۳۰	۱۰۰۰۸۱۲۵۰۰۰	۱۰۰۰۸,۱۲۵	۴۸,۸
	متوسط	۹۳۹۶۳	۵۸۷۲۶۸۷۵۰۰	۵۸۷۲,۶۸۷۵	۲۸,۶
	نرمال	۲۳۲۵۰	۱۴۵۳۱۲۵۰۰۰	۱۴۵۳,۱۲۵	۷,۱
۲۰۱۱	فاقد پوشش گیاهی	۵۶۵۵۱	۳۵۳۴۴۳۷۵۰۰	۳۵۳۴,۴۳۷۵	۱۷,۲
	تنک	۱۹۱۷۹۵	۱۱۹۸۷۱۸۷۵۰۰	۱۱۹۸۷,۱۸۷۵	۵۸,۵
	متوسط	۷۴۸۱۱	۴۶۷۵۶۸۷۵۰۰	۴۶۷۵,۶۸۷۵	۲۲,۸
	نرمال	۴۸۸۶	۳۰۵۳۷۵۰۰۰	۳۰۵,۳۷۵	۱,۵
۲۰۱۲	فاقد پوشش گیاهی	۷۷۰۶۲	۴۸۱۶۳۷۵۰۰۰	۴۸۱۶,۳۷۵	۲۳,۵
	تنک	۱۸۲۱۱۷	۱۱۳۸۲۳۱۲۵۰۰	۱۱۳۸۲,۳۱۲۵	۵۵,۵
	متوسط	۶۴۹۵۳	۴۰۵۹۵۶۲۵۰۰	۴۰۵۹,۵۶۲۵	۱۹,۸
	نرمال	۳۹۱۰	۲۴۴۳۷۵۰۰۰	۲۴۴,۳۷۵	۱,۲
۲۰۱۳	فاقد پوشش گیاهی	۷۳۳۵	۴۵۸۴۳۷۵۰۰	۴۵۸,۴۳۷۵	۲,۲
	تنک	۲۱۳۹۹۲	۱۳۳۷۴۵۰۰۰۰۰	۱۳۳۷۴,۵	۶۵,۲
	متوسط	۹۵۱۷۱	۵۹۴۸۱۸۷۵۰۰	۵۹۴۸,۱۸۷۵	۲۹,۰
	نرمال	۱۱۵۴۸	۷۲۱۷۵۰۰۰۰	۷۲۱,۷۵	۳,۵
۲۰۱۴	فاقد پوشش گیاهی	۱۱۸۸	۷۴۲۵۰۰۰۰	۷۴,۲۵	۰,۴
	تنک	۱۷۱۳۸۳	۱۰۷۱۱۴۳۷۵۰۰	۱۰۷۱۱,۴۳۷۵	۵۲,۲
	متوسط	۱۲۴۷۹۲	۷۷۹۹۵۰۰۰۰۰	۷۷۹۹,۵	۳۸,۰
	نرمال	۳۰۶۸۵	۱۹۱۷۸۱۲۵۰۰	۱۹۱۷,۸۱۲۵	۹,۴
۲۰۱۵	فاقد پوشش گیاهی	۳۸۸۳	۲۴۲۶۸۷۵۰۰	۲۴۲,۶۸۷۵	۱,۲
	تنک	۱۹۶۱۷۱	۱۲۲۶۰۶۸۷۵۰۰	۱۲۲۶۰,۶۸۷۵	۵۹,۸
	متوسط	۱۰۷۹۳۱	۶۷۴۵۶۸۷۵۰۰	۶۷۴۵,۶۸۷۵	۳۲,۹
	نرمال	۲۰۰۶۳	۱۲۵۳۹۳۷۵۰۰	۱۲۵۳,۹۳۷۵	۶,۱
۲۰۱۶	فاقد پوشش گیاهی	۱۶۴۶	۱۰۲۸۷۵۰۰۰	۱۰۲,۸۷۵	۰,۵
	تنک	۱۶۷۸۹۰	۱۰۴۹۳۱۲۵۰۰۰	۱۰۴۹۳,۱۲۵	۵۱,۲
	متوسط	۱۳۲۰۴۷	۸۲۵۲۹۳۷۵۰۰	۸۲۵۲,۹۳۷۵	۴۰,۳
	نرمال	۲۶۴۶۴	۱۶۵۴۰۰۰۰۰۰	۱۶۵۴	۸,۱

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-04-20]

[DOI: 10.29252/jsaeh.5.4.21]



نمودار شمارهٔ ۱: مربوط به درصد تغییرات مساحت طبقات مختلف *NDVI* در بازهٔ زمانی ۲۰۱۶-۲۰۰۰

در آخر برای صحت سنجی نتایج به دست آمده، اقدام به بازدید و برداشت های میدانی و همچنین مصاحبه شفاهی با افراد مطلع و قدیمی ساکن در محدودهٔ مورد مطالعه گردید. در شکل ۵ تصاویری از چشم اندازهای مختلف محدودهٔ مورد مطالعه برای درک بهتری از تغییرات آورده شده است. نتایج مصاحبه با افراد ساکن در مناطق مختلف محدودهٔ مورد مطالعه نشان می‌دهد مناطقی که روند آنها کاهشی و معنادار بوده است، به خصوص در سراسر نیمه غربی و جنوب غرب، به دلیل رها کردن زمین های کشاورزی به دلایل مختلفی از جمله خشکسالی های طولانی مدت و مشکلات کم آبی و همچنین چرای بیش از حد در نقاط مرزی ایران و عراق بوده است. اما پیکسل هایی که روند آنها افزایشی بوده است همچنانکه در بالا نیز بدان اشاره شده بود قسمتی از آن مربوط به ایجاد سد دویرج در جنوب دهلران و انتقال آب از سد کرخه به جنوب غرب استان ایلام مربوط به بخش کشاورزی (گندم، جو و صیفی جات) بوده و قسمت های دیگر روند افزایشی و معنادار پوشش گیاهی مربوط به جنگلهای بلوط در ارتفاعات کبیر کوه، دینار کوه، قلاجه، مانشت و ... که در مرکز و شرق محدودهٔ مورد مطالعه تمرکز یافته است. اشکال شماره (۵).

مناطقی در جنوب غرب محدوده که روند شیب تغییرات منفی و معنی دار	ارتفاعات کبیر کوه در مرکز محدوده که روند شیب تغییرات مثبت و معنی دار

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-04-20]
[DOI: 10.29252/jsaeh.5.4.21]

صاویری از چرای بی رویه و تخریب پوشش گیاهی، خاک و ایجاد فرسایش خندقی در محدودهٔ مورد مطالعه

اشکال شماره (۵): تصاویر مختلف تهیه شده در بازدید میدانی از محدوۀ مورد مطالعه

نتیجه گیری

در این مطالعه روند تغییرات پوشش گیاهی با استفاده از روش پارامتریک رگرسیون خطی کلاسیک در غرب کشور ایران مورد مطالعه قرار گرفت. در این مطالعه ما از ترکیبات ۱۶ روز MODIS NDVI با قدرت تفکیک مکانی ۲۵۰ متری (MOD۱۳Q۱ collection ۵) و از مدل آماری پارامتریک رگرسیون خطی کلاسیک برای بررسی روند شیب تغییرات NDVI در بازه زمانی ۱۷ ساله در جهت پایش روند تغییرات پوشش گیاهی به عنوانی یکی از شاخص های تخریب سرزمین در استان ایلام (MODIS-NDVI ۲۰۰۰-۲۰۱۶) استفاده شد. نقشه های پوشش گیاهی حاصل از پردازش تصاویر سنجنده MODIS ماهواره ترا برای ۱۷ سال از ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۶ برای منطقه مورد مطالعه (شکل شماره۳)، پویایی پوشش گیاهی در سال های مختلف قابل مشاهده است. ولی به طور کلی تخریب سرزمین و تخریب پوشش گیاهی در طول بازه‌ی زمانی، در سراسر محدودۀ مورد مطالعه از سمت غرب به سمت مرکز و شرق در حال پیشروی است. همان گونه که از تصاویر برداشت می‌شود در سال های ۲۰۰۹، ۲۰۱۰، ۲۰۱۱ و ۲۰۱۲ تخریب پوشش گیاهی در غرب و بخصوص در جنوب غرب محددۀ مورد مطالعه در زیر حوضه های (دشت عباس غربی و شرقی، موسیان و چنانه، همچنین غرب، در زیر حوضه های آبدانان، دهلران، مهران و صالح آباد) شدیدتر بوده است و میزان پوشش گیاهی به کمترین میزان خود رسیده است. به طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که کانون بیشترین تغییرات افزایشی در شاخص *NDVI* در شمال شرق، شرق و مرکز منطقۀ مورد مطالعه بوده است. که علت آن به بیشتر بودن میزان بارندگی و رطوبت، افزایش کشاورزی وابسته به سد سیمره و رودخانه های پر آب منطقه و همچنین متراکم تر بودن جنگلهای بلوط در نتیجۀ ارتفاع و رطوبت مناسب وابسته است. اما کانون بیشترین تغییرات روند کاهشی در شاخص *NDVI* در غرب، جنوب غرب و شمال غرب منطقه قابل مشاهد است که با مناطق بیابانی و کم بارش منطقه تطابق دارد. هر چند مساحت مناطق دارای روند کاهشی در مقایسه با مناطق دارای روند افزایشی و خنثی کمتر است ولی در صورت عدم توجه به این امر در سال های آینده شاهد سرایت و پیشروی تخریب پوشش گیاهی و متعاقباً تخریب زمین به دیگر نقاط منطقۀ مورد مطالعه خواهیم بود. در راستای پویایی پوشش گیاهی در محدودۀ مورد مطالعه، مقدار شیب روند تغییرات شاخص *NDVI*، به صورت بلند مدت برای دوره آماری ۱۷ ساله، با استفاده

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-04-20]
[DOI: 10.29252/jsaeh.5.4.21]

از روش پارامتریک رگرسیون خطی کلاسیک، پیکسل به پیکسل، برای تمامی ۳۲۸۰۴۲ پیکسل واقع شده در محدوده استان ایلام محاسبه شدند. در ادامه مقادیر شیب روندهای به دست آمده در قالب نقشه معنا داری شیب روند جهت تحلیل های فضایی تهیه شدند (شکل ۳). در نقشه تغییرات روند شیب (شکل ۳) شاهد الگوهای فضایی روند شیب تغییرات ۱۷ ساله پوشش گیاهی بین ۰،۰۲۹- درصد با رنگ سفید (کاهش پوشش گیاهی) تا ۰،۰۲۹+ درصد سبز پر رنگ (افزایش پوشش گیاهی) در منطقه هستیم. با توجه به این نقشه ها به روشنی مشخص می‌شود که بیشترین روند شیب تغییرات در غرب و جنوب غرب، جایی که منطقه کم بارش و بیابانی استان می‌باشد، مشاهده شده است. و اما بررسی معناداری شیب تغییرات روند پوشش گیاهی در محدودۀ مورد مطالعه نشان می‌دهد که روند منفی و معنا دار پوشش گیاهی (روند کاهشی در مقادیر شاخص *NDVI*) در گوشۀ جنوب غرب و شمال غرب استان ایلام متمرکز شده است. و هم چنین چند نقطه شیب تغییرات روند در غرب استان ایلام نیز منفی می‌باشد که در نقشۀ معناداری به رنگ قرمز نشان داده شده اند. این امر بیان کنندۀ این موضوع است که تخریب پوشش گیاهی و متعاقباً تخریب سرزمین در استان ایلام از سمت مرزهای غربی در حال پیشروی و سرایت به مناطق مرکزی و شرقی استان است. که باید مدیریت صحیح در جهت بهبود و احیاء مناطق آسیب دیده در دستور کار مدیران قرار گیرد. نقاط معنادار و منفی روند تغییرات پوشش گیاهی (روندهای کاهشی در مقادیر شاخص *NDVI*) اکثراً در جنوب غرب استان ایلام متمرکز شده که خود جزئی از شمال دشت خوزستان بحساب می‌آید. در مقابل روند مثبت و معنی دار شیب تغییرات پوشش گیاهی (روندهای افزایشی در مقادیر شاخص *NDVI*) در محدودۀ استان ایلام در مرکز و شرق محدودۀ مورد مطالعه تمرکز یافته است که در نقشۀ معنا داری با رنگ سبز نمایش داده شده اند. و در نهایت نقاط بدون روند تغییرات شیب با رنگ سفید نشان داده شده است، یعنی در این قسمت روند شیب تغییرات پوشش گیاهی نه افزایشی بوده و نه کاهشی، بلکه روندی خنثی و بدون تغییر مشاهده می‌شود. برای صحت سنجی و کالیبراسیون نتایج حاصله از مناطق مختلف دارای روند (افزایشی، کاهشی و خنثی) نیز بازدید میدانی به عمل آمد و نتایج در قالب تصاویری در متن مطالعه ارائه شد (اشکال شماره ۵). به طور کلی نتایج این مطالعه در مقایسه با دیگر مطالعات صورت گرفته، به طور مثال مطالعه تجزیه و تحلیل روند سری زمانی MODIS NDVI برای تشخیص تخریب و بازسازی زمین در مغولستان یکی می‌باشد. در این مطالعه سری زمانی ۱۱ ساله داده های ۱۶روزه سنجنده‌ی مودیس NDVI اثبات کرد، مناطقی که روند های مثبت و منفی NDVI را نشان می‌دهد اغلب با مناطق تغییر طبقات پوشش سطح زمین همزمان است که به ترتیب نشان دهنده افزایش یا کاهش پوشش گیاهی است. روش تجزیه و تحلیل روند سری های زمانی NDVI به طور موفقیت آمیزی تغییرات ناشی از جنگل زدایی، آتش سوزی جنگل، فعالیت های معدنی، گسترش شهری و احیاء چمنزارها را نمایان ساخت (Sandra Eckert et al., ۲۰۱۵). یا مطالعه نگاشت الگوهای تخریب سرزمین با استفاده از شاخص نرمال شده تفاوت پوشش گیاهی (NDVI) به عنوان یک معیار از تخریب سرزمین توسط (Genesis T, et al, ۲۰۱۵)، که باز هم از داده های پوشش گیاهی سنجندۀ مودیس استفاده کردند و نتایج مطلوبی در استفاده از شاخص NDVI بدست آوردند. به طور کلی این یافته ها نشان می‌دهد که تجزیه و تحلیل روند سری های زمانی NDVI برای شناسایی و نمایان ساختن مناطق تغییر پوشش گیاهی و تشخیص تخریب و بازسازی زمین، بسیار مفید و کاربردی می‌باشند.

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-04-20]
[DOI: 10.29252/jsaeh.5.4.21]

منابع

نیک پور، نورالله؛ محمدرضا ثروتی، محمد مهدی حسین زاده و مریم ده بزرگی ۱۳۹۳. *بررسی ژئومورفولوژی (مورفوتکتونیک)بخش میانی تاقدیس کبیر کوه واقع در استان ایلام (از پشته اریشت تا امام زاده شاه محمد کوه نشین)*، پایانامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید بهشتی.

فیروزی، فاطمه ۱۳۹۷. *مدل‌سازی سری زمانی تغییرات مؤلفه‌های محیطی سطح زمین: مورد کاوی (دشت سیستان)*، پایان نامه دکتری، دانشگاه سیستان وبلوچستان.

احمدی، حسن؛ محمدرضا اختصاصی، علی گلکاریان و الهام ابریشم ۱۳۸۵. ارزیابی و تهیه نقشه بیابان زایی با استفاده از مدل مدالوس تغییر یافته در منطقه فخرآباد – مهریز (یزد). *مجله منابع طبیعی ایران*، **۵۳(۳)**: ۵۱۹-۵۳۲.

بهرامی، حسین؛ حسن قارفرد، آرش ملکیان، حمید غلامی و پژمان طهماسبی ۱۳۹۵. روش تحلیل عاملی در اولویت بندی معیارهای سنجش تخریب سرزمین در حوضه آبخیز کارون. مجله برنامه ریزی و آمایش فضا، **۲۰(۲)**: ۸۷-۱۱۱.

علیجانی، بهلول؛ پیمان محمودی، ، عبدالجبار چوگان. ۱۳۹۰. بررسی روند تغییرات بارش های سالانه و فصلی ایران با استفاده از روش ناپارامتریک. پژوهش های اقلیم شناسی، **۳(۹)**: ۱۳-۱.

مشکوه، محمد علی. ۱۳۷۷. *روشی موقت برای ارزیابی و تهیه نقشه بیابان زایی (سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد و برنامه زیست ملل متحد)*: ترجمه، موسسه تحقیقات جنگل ها و مراتع.

Ahl, D.E.; S.T. Gower, S.N. Burrows, N.V. Shabanov, R. B. Myneni, and Y. Knyazikhin. ۲۰۰۶. Monitoring spring canopy phenology of a deciduous broadleaf forest using MODIS. *Jornal Remote Sensing of Environment*, ۱۰٤: ۸۸-۹۵.

Albalawi, E. K. and L. Kumar. ۲۰۱۳. Using remote sensing technology to detect, model and map desertification: a review. *J Food Agric Environ*, ۱۱: ۷۹۷-۷۹۱.

Anyamba, A. and C.J. Tucker. ۲۰۱۲. Historical perspective of AVHRR NDVI and vegetation drought monitoring. Remote Sens Drought: Innovative Monit Approaches, **۲۳**: ۱۲-۱

Arnab Kundu, N.R.; S.K. Patel, and D.D. Saha. ۲۰۱۷. Desertification in western Rajasthan (India): an assessment using remote sensing derived rain-use efficiency and residual trend methods. *National Hazards*, ۸٦: ۳۱۳-۲۹۷, **DOI** ۱۰,۱۰۰۷/s۱۱۰٦۹-۰۱٦-۲٦۸۹-y.

Bai, Z.A.; D.L. Dent, and M.E. Schaepman. ۲۰۰٥. Quantitative global assessment of land degradation and improvement: pilot study in North China. ISRIC, Report ۲۰۰٥/۰٦, Wageningen, ۱۸-۱

Bai, Z.G.; D.L. Dent, L. Olsson, and M.E. Schaepman. ۲۰۰۸. *Global assessment of land degradation and improvement*. Report ۲۰۰۸/۰۱, ISRIC, Wageningen.

Sudhakar Reddy, C.; K.R.L. Saranya, S. Vazeed Pasha, K.V. Satish, C. S. Jha, P.G. Diwakar, V.K. Dadhwal, P. V.N. Rao, and Y.V.N. Krishna Murthy. ۲۰۱۸. Assessment and monitoring of deforestation and forest fragmentation in South Asia since the ۱۹۳۰s. *Global and Planetary Change*, ۱٦۱: ۱۳۲-۱٤۸. http://dx.doi.org/۱۰,۱۰۱٦/j.gloplacha.۲۰۱۷,۱۰,۰۰۷.

Cook, B.I. and S. Pau. ۲۰۱۳. A global assessment of long-term greening and browning trends in pasture lands using the GIMMS LAI۳g dataset. *Remote Sens*, **٥(٥)**: ۲٥۱۲-۲٤۹۲.

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-04-20]

[DOI: 10.29252/jsaeh.5.4.21]

Coppin, P.; I. Jonckheere, K. Nackaerts, B. Muys, and E. Lambin. ٢٠٠٤. Digital change detection methods in ecosystem monitoring: a review. *International Journal of Remote Sensing*, **۲۵ (۹)**: ١٥٦٥-١٥٩٦.

De Jong, R.; S. de Bruin, A. de Wit, M.E. Schaepman, and D.L. Dent. (٢٠١١a) Analysis of monotonic greening and browning trends from global NDVI time-series. Remote Sens Environ **۱۱۵(۲)**: ٧٠٢-٦٩٢. **DOI**: http://dx.doi.org/١٠,١٠١٦/j.rse.٢٠١٠,١٠,٠١١.

Diouf, A, and E.Lambin. ٢٠٠١. Monitoring land-cover changes in semiarid regions: remote sensing data and field observations in the Ferlo, Senegal. Journal of Arid Environments, ٤٨: ١٤٨-١٢٩.

Lambin, E.F. Ehrlich, D. ١٩٩٨. "Land-cover Changes in Sub- Saharan Africa (١٩٨٢-١٩٩١): Application of a Change Index Based on Remotely Sensed Surface Temperature and Vegetation Indices at a Continental Scale," Remote Sensing of Environment, ٦١: ٢٠٠-١٨١.

Edoardo, F.; M. Fabio, T. Vieri, and V. Patrizio. ٢٠١٧. Analysis of land degradation processes on a tiger bush plateau in South West Niger using MODIS and LANDSAT TM/ETM+ data, Int J Appl Earth Obs Geoinformation, ٦٢: ٥٦-٦٨. http://dx.doi.org/١٠,١٠١٦/j.jag.٢٠١٧ .٠٥,٠١٠,

Eiumnoh, A.; E.M. Bridges, I.D. Hannam, L.R. Oldeman, V.F.W.T. Penning, S.J. Scherr, and S. Sombatpanit, ٢٠٠١. Tools for identification, assessment, and monitoring of land degradation. In Response to Land Degradation (Eds). Science Publishers, Inc: Enfield, NH,٢٤٩-٢٦٠ .

Eklundh, L. and L. Olsson. ٢٠٠٣. Vegetation index trends for the African Sahel ١٩٨٢– ١٩٩٩. Geophysical Research Letters, ٣٠: ١٤٣٠-١٤٣٣.

Emadodin, I. ٢٠٠٨. Human-induced soil degradation in Iran. Ecosystem services workshop, Salzau Castle, ١٣– ١٥ May, Kiel, Northern Germany.

Emadodin, I.; S. Reiss, and H.R. Bork. ٢٠٠٩. A study of the relationship between land management and soil aggregate stability: Case study near Albersdorf, Northern Germany. APRN Journal of Agricultural and Biological Science, ٤: ٤٨-٥٣.

Esaias, W.E.; M.R. Abbott, I. Barton, O.B. Brown, J.W. Campbell, and K.L. Carder. ١٩٩٨. An overview of MODIS capabilities for ocean science observations. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, ٣٦: ١٢٥٠-١٢٦٥.

Eswaran, H.; R. Lal, and P.F. Reich. ٢٠٠١. Land degradation: An overview. In Response to Land Degradation, Bridges EM, Hannam ID, Oldeman LR, Penning de Vries FWT, Scherr SJ, Sombatpanit S (eds). Science Publishers, Inc: Enfield, New Hampshire, USA, ٢٠-٣٥.

Mensah, F.; S.K. Adanu, and D.K. Adanu. ٢٠١٥. Remote Sensing and GIS Based Assessment of Land Degradation and Implications for Ghana’s Ecological Zones, Environmental Practice,١-١٣. **DOI**: ١٠,١٠١٧ /S١٤٦٦٠٤٦٦١٤٠٠٠٤٦٥.

Farahpour, M.; H. van Keulen, M.A. Sharifi, and M. Bassiri. ٢٠٠٤. A planning support system for rangeland allocation in Iran with case study of Chadegan subregion. *The Rangeland Journal*, ٢٦: ٢٣٦-٢٢٥.

Gabriela M.A.; G. Giorgio, T.M. Maria, and V. Salvatore. ٢٠٠٣. Study of land degradation and desertification dynamics in North Africa and Central Europe areas using, Remote Sensing, ١١-١. https://www.researchgate.net/ publication /٢٧٧١٤١٦٣٣.

Hajabbasi, M.A.; M. Sharifi, and M. Sheklabadi. ٢٠٠٦. Soil Quality Indicators Response to Long-Term Grazing Exclusion as a Recovering Strategy in Some Rangelands in Central Iran. ١٨ the world congress of soil sciences, USA.

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-04-20]

[DOI: 10.29252/jsaeh.5.4.21]

Herrmann, S. M. and C.F. Hutchinson. ۲۰۰٦. The Scientific basis: links between land degradation, drought and desertification. Governing Global desertification: Linking Environmental Degradation, Poverty and Participation. Ashgate Publishing, Hamphsire, England, ۱۱-۲۷.

Higginbottom, T. and E. Symeonakis. ۲۰۱٤. Assessing Land Degradation and Desertification Using Vegetation Index Data: Current Frameworks and Future Directions. Remote Sensing, ٦: -۹٥۷٥ ۹٥٥۲.

Huete, A.; K. Didan, T. Miura, E.P. Rodriguez, X. GAO, and L.G. Ferreira. ۲۰۰۲. Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices. Remote Sensing of Environment, ۸۳**(۱)**: ۱۹٥-۲۱۳.

Jacquin, A.; D. Sheeren, and J.P. Lacombe. ۲۰۱۰. Vegetation cover degradation assessment in Madagascar savanna based on trend analysis of MODIS NDVI time series, International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation ۱۲S (۲۰۱۰) S۳–S۱۰, ۱۸-۱۱. DOI: ۱۰,۱۰۱٦/j.jag.۲۰۰۹.

Jensen, J. ۲۰۰۷. *Remote sensing of the environment*. Pearson Prentice Hall, Upper Saddle River.

Justice, C.O.; J.R.G. Townshend, E.F. Vermote, E. Masuoka, R.E. Wolfe, and N. Saleous. ۲۰۰۲. An overview of MODIS Land data processing and product status. *Remote Sensing of Environment*, ۸۳: ۳-۱٥.

King, M.D.; W.P. Menzel, Y.J. Kaufman, D. Tanre, B.C. GAO, S. Platnick. ۲۰۰۳. Cloud and aerosol properties, precipitable water, and profiles of temperature and water vapor from MODIS. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, ٤۱: ٤٤۲-٤٥۸.

Donagh, J.M. LADA-L Part ۱ & ۲. ۲۰۰۹.. Methodological Approach, Planning and Analysis & Local Assessment: Tools and Methods for Fieldwork, University of East Anglia (UEA).

Landmann, T. and O. Dubovyk. ۲۰۱٤. Spatial analysis of human-induced vegetation productivity decline over eastern Africa using a decade (۲۰۰۱–۲۰۱۱) of medium resolution MODIS time-series data. Int J Appl Earth Obs Geoinf, ۳۳: ۸۲-۷٦.

Mascaro, J.; M. Detto, G.P .Asner, and H.C. Muller-Landau. ۲۰۱۱. Evaluating uncertainty in mapping forest carbon with airborne LiDAR. Remote Sens. Environ, ۱۱٥: ۳۷۷۰-۳۷۷٤

Walter V. R.; A.M. Harold, C. Angela, C. Doris, R.C. Stephen, C. Kanchan, D. Partha, D. Thomas, K.D. Anantha, H. Rashid, K. Roger, L. Rik, M. Robert, M. Tony (A.J.), P. Prabhu, S. Cristián, S. Robert, T.W. Robert, A.H. Zakri, S. Zhao, J.A. Neville, B. Elena, K. Pushpam, J. L. Marcus, R..H. Ciara, S. Henk, T. Jillian, and B.Z. Monika. ۲۰۰٥. Mellenium, E.A. Book, Ecosystem and Human well being: Desertification synthesis. In: Assessment, M.E. (Ed). https://www.millennium assessment.org/documents/document.۳٥٦.aspx.pdf.

NASA. ۲۰۱۲. MODIS-specifications.Weitere Details. http://modis.gsfc.nasa.gov/\about/specifica tions .php (accessed ۱,۰٦,۲۰۱۲).

Olander, L.P.; C.S. Galik, and G.A. Kissinger. ۲۰۱۲. Operationalizing REDD+: Scope of reduced emissions from deforestation and forest degradation. Curr. Opin. Environ. Sustain, ٤: .٦٦۱-٦٦۹

Mushtak, T.J. and S.D. Ammar. ۲۰۱٥. Evaluation of Sandy Land Degradation Based on Geo-Information Techniques: a case Study South Part of Iraq. *International Journal of Engineering Inventions*, **٥(٥)**: ۳۹-٤٥.

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-04-20]

[DOI: 10.29252/jsaeh.5.4.21]

Le, Q. B. ٢٠١٢. "Multi-pronged assessment of land degradation in West Africa to assess the importance of atmospheric fertilization in masking the processes involved," *Global and Planetary Change*٩٣-٩٢: ٨١-٧١.

Qadir, M.; A.S. Qureshi, and S.A.M. Cheraghi. ٢٠٠٨. Extent and characterization of salt-affected soils in Iran and strategies for their amelioration and management. Land Degradation & Development,١٩: ٢١٤-٢٢٧.

Arun K.; P. Vinod, K. Deepak, S. Poonam. ٢٠٠٨. R Development Core Team, a Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Journal of Data Analysis and Information Processing, ٣(٤). http://ww w. R project.org.

Fensholt, R. and S.R. Proud. ٢٠١٢. "Evaluation of Earth Observation based global long term vegetation trends-Comparing GIMMS and MODIS global NDVI time series," *Remote Sensing of Environment*, ١١٩: ١٤٧-١٣١.

Raynolds, J. F. S. S.٢٠٠٢. Global Desesrtification: Do humans cause Desert? Dahlem University Press.

Reed, B.C.; M.A. White, and J.F. Brown. ٢٠٠٣. Remote Sensing Phenology. In: Schwartz, M.D. (Ed), Phenology: An Integrative Science. Kluwer Academic Publishing, Dordrecht, the Netherlands.

Reynolds, J. F.; D.M. Smith, E.F. Lambin, B.L. Turner, M. Mortimore, S.P. Batterbury, T. E. Downing, H. Dowlatabadi, R.J. Fernandez, J.E. Herrick, E. Huber-Sannwald, H. Jiang, R. Leemans, T. Lynam, F.T. Maestre, M. Ayarza, and B. Walker. ٢٠٠٧. Global desertification: building a science for dryland development. *Science*, ٣١٦: ٨٤٧-٨٥١.

Salehi, A.; E. Wilhelmsson, and U. Söderberg. ٢٠٠٨. Land cover changes in a forested watershed, southern Zagros, Iran. *Land degradation and development*, ١٩: ٥٤٢-٥٥٣.

Eckert, S.; H. Fabia, L. Hanspeter, and H. Elias. ٢٠١٤. Trend analysis of MODIS NDVI time series for detecting land degradation and regeneration in Mongolia, *Journal of Arid Environments*, ١١٣: ١٦-٢٨. http://dx.doi.org/١٠,١٠١٦/j.jaridenv .٢٠١٤,٠٩,٠٠١,

Sepehr, A.; A.M. Hassanli, M.R. Ekhtesasi, J.B. Jamali. ٢٠٠٦. Quantitative assessment of desertification in south of Iran using MEDALUS method, DOI ١٠,١٠٠٧/s١٠٦٦١-٠٠٧-٩٦١٣-٦, ١-١٣.

Shalaby, A. and R.Tateishi. ٢٠٠٧. Remote sensing and GIS for mapping and monitoring land cover and land-use changes in the Northwestern coastal zone of Egypt. Appl Geogr, ٢٧(١): ٤١-٢٨.

Symeonakis, E. and N. Drake. ٢٠٠٤. Monitoring desertification and land degradation over sub-Saharan Africa. Int J Remote Sens, ٢٥(٣): ٥٧٣–٥٩٢.

Temesgen, G.; B. Amare, and M. Abraham. ٢٠١٤. Evaluations of Land Use/Land Cover Changes and Land Degradation in Dera District, Ethiopia: GIS and Remote Sensing Based Analysis, *International Journal of Scientific Research in Environmental Sciences*, ٢(٦):١٩٩-٢٠٨. http://dx.doi. Org / ١٠,١٢٩٨٣/ijsres-٢٠١٤-p٠١٩٩-٠٢٠٨.

Townshend, J.R.; J.G.Masek, C. Huang, E.F. Vermote, F. GAO, S. Channan, J.O. Sexton, M. FengK, R. Narasimhan, and D. Kim. ٢٠١٢. Global characterization and monitoring of forest cover using Landsat data: opportunities and challenges. *Int J Digital Earth*, ٥(٥): ٣٩٧-٣٣٧.

UNCCD, ٢٠١٥. Land Matters for Climate Reducing the Gap and Approaching the Target. Availablefrom:

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-04-20]

[DOI: 10.29252/jsaeh.5.4.21]

http://www.unccd.int/Lists/SiteDocumentLibrary/Publications/٢٠١٥Nov_Land_matters_For_Climate_ENG.pdf.
UNEP, United Nations Environment Programme. ١٩٩٤. United Nations Convention to Combat Desertification. Nairobi (Kenya): UNEP.
UNU, ٢٠٠٦. International year of deserts and desertification. United Nations University–Institute for Water, Environment and Health, http://inweh.unu.edu/ desert ification٠٦/ (accessed March ١٥th ٢٠١٤).
Vandandorj, S.; B. Gantsetseg, and B. Boldgiv.٢٠١٥. Spatial and temporal variability in vegetation cover of Mongolia and its implications. Journal of Arid Land, ٧**(٤)**: ٣٦-٢٠.
Verbesselt, J.; R. Hyndman, G. Newnham, and D. Culvenor. ٢٠٠٩. Detecting trend and seasonal changes in satellite image time series. Remote Sensing of Environment, ١١٤: ١٠٦-١١٥.
Verón, S.R.; J.M. Paruelo, M. Oesterheld. ٢٠٠٦. Assessing desertification. Journal of Arid Environments, ٦٦: ٧٥٣-٧٦٣.
Warren, A. ٢٠٠٢. Land degradation is contextual. Land degradation and development, ١٣: -٤٥٩ ٤٤٩.
Waswa, B.S. ٢٠١٢. Inaugural-Dissertation, Assessment of Land Degradation Patterns in Western Kenya: Implications for Restoration and Rehabilitation, Rheinischen Friedrich-Wilhelm's-Universität zu Bonn, ١-٢٢٠.
Wessels, K.J.; S.D. Prince, P.E. Frost, and D. Van Zyl. ٢٠٠٤. Assessing the effects of human-induced land degradation in the former homelands of northern South Africa with a ١ km AVHRR NDVI time-series. Remote Sensing of Environment, ٩١: ٤١-٦٧.
Weston, A. and T. Johnson. ٢٠١٦. Evaluating Global Land Degradation Using Ground-Based Measurements and Remote Sensing, Department of Earth and Environmental Sciences, Columbia University, ١١٦-٨٥. **DOI** ١٠,١٠٠٧/٩٧٨-٣-٣١٩-١٩١٦٨-٣_٥.
WMO, W. M. O. ٢٠٠٥. Climate and Land Degradation.
Li, Y.; H.Q. Yu, Y.Z. Zhang, B. Nyamdavaa, and G.Q. Liu. ٢٠١٤. Use of Fallout Caesium-١٣٧ to Evaluate the Effectiveness of the FAO-LADA Approach for Assessing Soil Erosion-Induced Land Degradation in the Chinese Loess Plateau, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, ١٢٣-١١٩.
Yahaya, Z.I. ٢٠١٧. Thesis(MSc) Vegetation and Land Cover Change in the Context of Land Degradation in sub-Saharan West Africa, Thesis submitted for the degree of Doctor of Philosophy at the University of Leicester, ١-١٧٩.
Yahaya, Z.; H.B. Ibrahim, K. Jörg, and J.T. Compton. ٢٠١٥. Land Degradation Assessment Using Residual Trend Analysis of GIMMS NDVI٣g, Soil Moisture and Rainfall in Sub-Saharan West Africa from ١٩٨٢ to ٢٠١٢, Jornal Remote Sens. ٢٠١٥, ٧, ٥٤٧١-٥٤٩٤, doi: ١٠,٣٣٩٠/rs٧٠٥٠٥٤٧١.
Zhang, X.; C.B. Schaaf, A.H. Strahler, M.A. Friedl, J.C.F. Hodges, F. GAO, B.C. Reed, A. Huete. ٢٠٠٣. Monitoring vegetation phenology using MODIS. Remote Sensing of Environment, ٨٤: -٤٧٥ ٤٧١.
Jamali, S. ٢٠١٤. Analyzing Vegetation Trends with Sensor Data from Earth Observation Satellites, Supervisor Professor Ronald Eastman, Doctoral Dissertation by due permission of the Faculty of Science, Lund University, Sweden, ١٦٠-١.

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-04-20]

[DOI: 10.29252/jsaeh.5.4.21]

UNCCD, U. N. C. t. C. D. ۲۰۱۵. Land Matters for Climate Reducing the Gap and Approaching the Target. Available from: http://www.unccd.int/Lists/SiteDocument Library/Publications

Eckert, S.; F. Hüsler, H. Liniger, and E. Hodel., ۲۰۱۵. Trend analysis of MODIS NDVI time series for detecting land degradation and regeneration in Mongolia, Journal of Arid Environments, ۱۱۳: ۱٦-۲۸. http://dx.doi.org/۱۰,۱۰۱٦/j.jaridenv.۲۰۱٤,۰۹,۰۰۱.

Genesis T.; D.D.LO. Yengoh, E. Anna, C.J. Tengberg, and III. Tucker (Eds.). ۲۰۱۵. Use of the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) to Assess Land Degradation at Multiple Scales, Springer Cham Heidelberg New York Dordrecht London, ۱-۱۲۳. **DOI** ۱۰,۱۰۰۷/۹۷۸-۳-۳۱۹-۲٤۱۱۲-۸.

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-04-20]

[DOI: 10.29252/jsaeh.5.4.21]

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-04-20]

[DOI: 10.29252/jsaeh.5.4.21]