

بررسی خشکیدگی مخاطره آمیز درختان جنگلی استان ایلام با استفاده از تصاویر ماهواره لندست

محمد رستم نیا^{۱*}، مهدی آخوندزاده هنزائی^۲

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد سنجش از دور - دانشکده مهندسی نقشه برداری و اطلاعات مکانی - پردیس

دانشکده های فنی - دانشگاه تهران

mohammad.rostamnia@gmail.com

^۲ استادیار دانشکده مهندسی نقشه برداری و اطلاعات مکانی - پردیس دانشکده های فنی - دانشگاه تهران

makhonz@ut.ac.ir

(تاریخ دریافت آذر ۱۳۹۴، تاریخ تصویب مهر ۱۳۹۵)

چکیده

این تحقیق برای بررسی خشکیدگی درختان جنگلی ناحیه غرب کشور در استان ایلام در یک دوره ۱۵ ساله با استفاده از تصاویر ماهواره ای لندست انجام شده است. برای بارزسازی پوشش گیاهی در این تصاویر، پنج شاخص پوشش گیاهی مورد ارزیابی قرار گرفت و با استفاده از نقاط نمونه برداری شده از روی تصاویر گوگل ارث دقت شاخص ها محاسبه گردید. شاخص گیاهی EVI با همبستگی بالا با پوشش جنگلی، نسبت به سایر شاخص ها، به عنوان شاخص بارز کننده پوشش گیاهی در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفت. شاخص EVI برای این دوره ۱۵ ساله محاسبه شد و میزان همبستگی بین تغییرات EVI ناحیه ی جنگلی استان ایلام و تغییرات شاخص هواشناسی SPI دوره ی یک ساله و سه ماهه و نه ماهه مورد بررسی قرار گرفت که نتایج حاصل بترتیب برابر با ۰/۴۶، ۰/۰۹ و ۰/۷۳ بدست آمد. در ادامه این تحقیق، با روش PCA تغییرات هر سال نسبت به سال ۱۳۷۹ محاسبه شد و همچنین با بررسی رفتار تغییرات هر پیکسل در بازه ی زمانی ۱۵ ساله، تغییرات ناشی از خشکیدگی درختان از سایر تغییرات، تفکیک شد و همچنین میزان این تغییرات برای هر سال محاسبه شد و میزان تاثیرگذاری تغییرات بارش و ریزگردها در افزایش روند خشکیدگی درختان جنگلی استان ایلام، با انجام یک رگرسیون خطی دو متغیره بدست آمد که نتایج سهم ۶۲ درصدی تغییرات بارش و ۳۸ درصدی گردوخاک را نشان می دهند.

واژگان کلیدی: خشکیدگی درختان، شاخص پوشش گیاهی، SPI، PCA، ایلام

۱- مقدمه

خشکیدگی درختی پدیده مهم و پیچیده‌ای است که از حدود یک قرن پیش در اکثر جنگل‌های بلوط دنیا روی داده و در سالیان اخیر نیز در جنگل‌های بلوط زاگرس به دنبال خشکسالی‌های متوالی به وقوع پیوسته است [۱]. جنگل‌های ناحیه رویشی زاگرس، با مساحت حدود ۶ میلیون هکتار شامل استانهای آذربایجان غربی، کردستان، کرمانشاه، ایلام، لرستان، خوزستان، فارس، اصفهان، چهارمحال و بختیاری، کهگیلویه و بویراحمد و همدان در معرض تهدیدات متعددی قرار دارد. تغییر کاربری اراضی، قطع درختان، چرای دام، آتش سوزیهای عمدی، غیرعمدی و تهاجم آفات، بیماریها همه از عوامل اصلی تخریب در اکوسیستم جنگلی زاگرس بشمار می‌آیند. از سوی دیگر عدم زادآوری درختان موجب گردیده تا این جنگل‌ها بسوی جنگل‌های پیر سوق داده شوند. در چنین وضعیتی، کاهش تراکم حجم تاج پوشش، پائین آمدن سطح تنوع گونه‌های گیاهی و جانوری، وقوع سیلابها، افزایش دمای هوا، وقوع پدیده ریزگردها و غبارها، کاهش یافتن ذخیره نزولات جوی که منجر به افت ذخیره آبهای زیرزمینی شده است، جنگل‌های این مناطق را با وضعیت دشواری مواجه ساخته و ضربه پذیری آنها را در مواجهه با استرس‌های محیطی چندین برابر نموده است. با شریط نامطلوب ایجاد شده و حاکم بر اکوسیستم جنگلی، جریان شیره گیاهی در درختان کند شده و آثار ضعف و کاهش علائم حیات بر درختان مستولی می‌گردد و باعث جلب آفات چوبخوار و نیز حمله بیماری خواهد شد. با حمله این آفات ضربه نهایی که همانا متلاشی ساختن بافت و سیستم آوندی درخت میباشد فراهم شده و در نهایت موجب خشکیدگی آنها میگردد. بر اساس آخرین آمار موجود مناطق آلوده شده عمدتاً در استانهای فارس، ایلام، لرستان، کرمانشاه، چهارمحال و بختیاری و کهگیلویه و بویراحمد و خوزستان پراکنش یافته است. آمار اعلام شده در استان های مذکور نشان از بحرانی بودن سطح قابل توجهی از جنگل‌های بلوط دارد [۲]. جنگل‌های بلوط غرب رشته کوه زاگرس به لحاظ وسعت، مسائل محیط زیستی و حفظ منابع آب و خاک از اهمیت خاصی برخوردار بوده است. نقش جنگل‌های زاگرس در تأمین منابع آب بر کسی پوشیده نیست چرا که بیش از ۴۰ درصد از آبهای سطحی کشور فقط در محدوده زاگرس جاری و منبع تأمین آب چندین رود بزرگ در کشور است و زندگی ساکنان

این منطقه در سایه تأمین آب از حوزه مذکور امکان پذیر است [۳] مناطق جنگلی زاگرس بیشترین تأثیر را در تأمین آب، حفظ خاک، تعدیل آب و هوا و تعادل اقتصادی و اجتماعی در کل کشور دارند [۴]. لازمه مدیریت پایدار این منابع ارزشمند دسترسی به داده های کمی، به روز و دارای صحت بالا می باشد امروزه یکی از راه های دسترسی به این گونه اطلاعات استفاده از فن آوری سنجش از دور و داده های ماهواره ای است [۵]. برای کشف و ارزیابی تغییرات، دادههای چند زمانه سنجش از دور به دلیل ارزانی و سرعت اخذ داده از آن و سیستم اطلاعات جغرافیایی به خاطر برخورداری از امکانات تحلیلی می‌توانند نقش اساسی داشته باشند [۶].

هادیان و همکاران در سال ۱۳۹۰ تغییرات پوشش گیاهی در ۴ تیپ مرتعی و یک تیپ جنگلی بین سالهای ۱۳۷۶-۱۳۸۸ در بخشی از جنوب اصفهان و جنوب شرقی استان چهارمحال و بختیاری را با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست بررسی کردند. بررسی تغییرات تاج پوشش گیاهی نشان داد که میزان تأثیرات بارش در تیپ‌های مورد مطالعه، بسته به فرم رویشی و شرایط اکولوژیکی مناطق مورد مطالعه، با یکدیگر متفاوت است، به طوری که پوشش گیاهی در مناطق مرتعی بیشترین همبستگی را با بارش فصل بهار و در منطقه جنگلی با بارش سالیانه داشت. همچنین، در مناطق مرتعی نیز تأثیرات بارش، بر حسب نوع گونه گیاهی غالب، متفاوت بود. در این منطقه بیشترین همبستگی میان بارش و تغییرات شاخص گیاهی در تیپ علفزار دیده شد که نشان دهنده کارایی شاخص NDVI در ارزیابی آثار و مدیریت خشکسالی است [۷]. پاشایی نژاد و همکاران در سال ۱۳۹۴ تغییرات پوشش گیاهی را جهت بررسی آسیب‌پذیری استان خراسان رضوی به بیابانزایی در چهار دوره ای زمانی با استفاده از شاخص EVI و تصاویر مادیس مورد بررسی قرار دادند. نتایج تحقیق نشان داد که شاخص پوشش گیاهی EVI در طول دوره‌ی زمانی ۲۰۰۱ تا ۲۰۰۵ با بیشینه و کمینه به ترتیب ۰/۶ و صفر در سال ۲۰۰۱ و برای سال ۲۰۰۵، ۰/۸ و صفر بیشترین تغییر و در نتیجه احتمال بیشترین آسیب پذیری به بیابانزایی را دارا بوده است [۸]. رنجبر و همکاران در سال ۱۳۸۲ یک تحقیق برای طبقه‌بندی و مطالعه تغییرات زمانی جنگلهای منطقه ارسباران با استفاده از تصاویر TM و ETM+ ماهواره لندست به ترتیب مربوط به سالهای ۱۳۶۶ و ۱۳۸۰ با قدرت تفکیک مکانی ۲۸/۵ متر انجام دادند و تغییرات جنگلی را با روی هم گذاری نقشه های حاصل از

طبقه بندی، شناسایی کردند و با استفاده از مدل رگرسیون لوجستیک، پارامترهای مستقل ارتفاع، شیب، جهت جغرافیایی و فاصله از مراکز روستایی را مدله نمودند و نتیجه گرفتند که تخریب جنگل‌ها با پارامترهای فاصله از مراکز روستایی، ارتفاع و جهت جغرافیایی ارتباط معنی دار دارد [۶]. شفیع و همکاران در سال ۱۳۹۰ تغییرات پوشش گیاهی را در دشت سیستان بین سال‌های ۱۹۹۰-۲۰۰۶ با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست مورد ارزیابی قرار دادند. آنها توانستند نقشه پوشش گیاهی ناحیه دشت سیستان را با دقت ۸۳/۲۷، با استفاده از شاخص $WDVI^1$ با ضریب همبستگی ۰/۸۹ تهیه نمایند و میزان کاهش پوشش گیاهی را برابر با ۲۶۴۷۵ هکتار محاسبه نمایند [۹]. آقای Quintero و همکاران در سال ۲۰۱۴ تغییرات ناحیه جنگلی جنوب دورانگو را با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست در سال‌های ۱۹۷۳ و ۱۹۹۰ و ۲۰۱۴ مورد بررسی قرار دادند و توانستند با استفاده از روش طبقه‌بندی نظارت شده این تصاویر را در سه کلاس مناطق غیر جنگلی، مناطق جنگلی بلوط و مناطق جنگلی کاج با ضریب کاپای ۹۱ درصد، ۹۲ درصد و ۹۰ درصد بترتیب برای سال‌های ۱۹۷۳ و ۱۹۹۰ و ۲۰۱۴ طبقه بندی نمایند و تغییرات نواحی جنگلی را شناسایی کردند و مشاهده نمودند که روند تغییرات کاهشی در مناطقی جنگلی کاج نسبت به مناطق جنگلی بلوط شدیدتر می‌باشد [۱۰]. آقای wang و همکاران در سال ۲۰۰۶ تغییرات نواحی جنگلی بلوط در ارتفاعات اوزارک را با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست TM و ETM+ در بین سال‌های ۱۹۹۲ و ۲۰۰۰ مورد بررسی قرار دادند. آنها از شاخص $NDWI^2$ برای شناسایی تغییرات ناحیه جنگلی استفاده نمودند و با تعریف یک حد آستانه توانستند مناطق خشکیده و غیرخشکیده را با دقت کلی ۷۵/۹۵ درصد از هم تفکیک نمایند [۱۱]. آقای song و همکاران در سال ۲۰۱۳ تغییرات ناحیه جنگلی شرق آمریکا و جنگل‌های استوایی در مرکز برزیل را با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست و داده‌های CORONA بین سال‌های ۱۹۶۰ تا ۲۰۰۰ مورد بررسی قرار دادند. آنها توانستند با استفاده از روش SVM تصاویر را با دقت بین ۹۵ تا ۹۶ درصد کلاسه‌بندی نمایند و نرخ تغییرات ناحیه جنگلی در هر دو منطقه را به ترتیب ۱۸/۹ درصد و ۱۶/۸

درصد محاسبه نمودند [۱۲]. Forkel و همکاران در سال ۲۰۱۳ تغییرات NDVI از سال ۱۹۸۱ تا ۲۰۱۱ منطقه‌ی آلاسکا را مورد بررسی قرار دادند و نتیجه گرفتند که تغییرات NDVI همزمان با آتش سوزی‌های وسیع در منطقه‌ی آلاسکا می‌باشد [۱۳]. Shalaby و همکاران در سال ۲۰۰۶ با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست و با تکنیک‌های کلاسه بندی و change detection، تغییرات پوشش گیاهی منطقه‌ی ساحلی شمال غربی مصر را در دوره‌ای بین سال ۱۹۸۸ تا ۲۰۰۱ مورد بررسی قرار دادند. آنها برای کلاس بندی تصاویر از شش باند لندست و روش maximum likelihood استفاده نمودند و بعد از شناسایی تغییرات، تغییرات پوشش گیاهی را نتیجه‌ی افزایش روند توسعه‌ی کشاورزی و گردشگری دانستند [۱۴]. Darwish و همکاران در سال ۲۰۰۸ تغییرات پوشش گیاهی دو ناحیه‌ی Kfarselouane و Aarsal را در دو بازه زمانی ۱۹۹۹-۲۰۰۵ و ۱۹۶۲-۲۰۰۰ را با تصاویری ماهواره‌ای SPOT و IRS را با شاخص پوشش گیاهی NDVI مورد بررسی قرار دادند و میزان تغییرات مراتع و مناطق کشاورزی را بدست آوردند [۱۵].

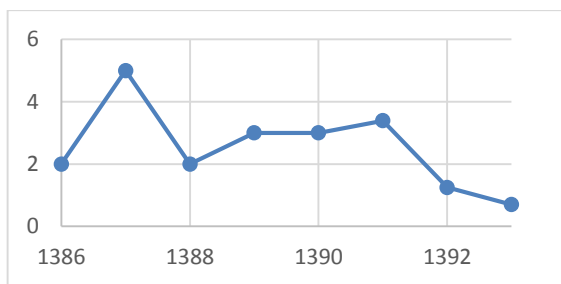
در این مطالعه هدف اصلی شناسایی تغییرات نواحی جنگلی استان ایلام و تعیین میزان همبستگی این تغییرات با تغییرات بارش و ریزگردها در یک بازه‌ی زمانی ۱۵ ساله می‌باشد. در این تحقیق برای شناسایی تغییرات نواحی جنگلی از روش PCA و همچنین از بررسی رفتار تغییرات هر پیکسل در طول دوره ۱۵ سال، برای افزایش صحت نتایج PCA استفاده شده است. بعد از تعیین میزان تغییرات ناحیه‌ی جنگلی، سعی شده میزان تاثیرگذاری تغییرات بارش و ریزگردها در افزایش روند خشکیدگی درختان، مورد بررسی قرار گیرد.

۱-۱- معرفی منطقه‌ی مورد مطالعه داده‌های مورد استفاده

استان ایلام یکی از استان‌های نیمه مرطوب کوهستانی ایران می‌باشد با مساحت ۱۹۰۸۶ کیلومتر مربع در عرض جغرافیایی $32^{\circ}02'04''$ ، $34^{\circ}02'30''$ و طول جغرافیایی $45^{\circ}40'51''$ ، $48^{\circ}02'26''$ قرار دارد. داده‌های ماهواره‌ای استفاده شده در این تحقیق عبارتند از تصاویر ماهواره‌ای لندست از تاریخ سال ۱۳۷۹ تا ۱۳۹۳ در هر سال دو تصویر در نیمه اول خرداد ماه و نیمه ی اول شهریور استفاده شده است

^۱ Weighted Difference Vegetation Index

^۲ Normalized Difference Water Index



شکل ۴- میانگین میزان گردوخاک در هر سال با استفاده از داده‌های هواشناسی از سال ۱۳۸۶ به بعد

۲-۱- شاخص‌های پوشش گیاهی مورد استفاده برای مناطق جنگلی مورد مطالعه

شاخص نرمال شده اختلاف پوشش گیاهی (NDVI)^۱

شاخص NDVI به عنوان یکی از پرکاربردترین شاخص‌ها در مطالعات بیشماری برای ارزیابی پوشش گیاهی استفاده شده است. مبنای ساختاری این شاخص وجود کلروفیل در گیاهان مختلف است که نور قرمز را جذب و لایه مزوفیل برگ نور مادون قرمز نزدیک را منعکس می‌سازد [۱۶]. این شاخص بر مبنای بازتاب فروسرخ نزدیک و بازتاب قرمز و از رابطه‌ی (۱) محاسبه می‌شود [۱۷].

$$NDVI = \frac{p_{nir} - p_{red}}{p_{nir} + p_{red}} \quad (1)$$

p_{nir} و p_{red} بترتیب بازتابندگی در باندهای مادون قرمز نزدیک و قرمز می‌باشد.

شاخص مقاومت جوی پوشش گیاهی (ARVI)^۲

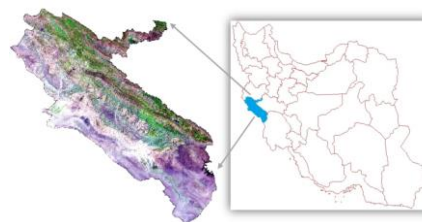
ویژگی اصلی شاخص مقاومت جوی پوشش گیاهی (رابطه ۲ و ۳) کاهش اثر اتمسفر بوسیله بکارگیری باند آبی در اجرایی تصحیحات اتمسفریک با کمک باند قرمز می‌باشد، باند آبی در مقایسه با باند قرمز به آسانی توسط ذرات اتمسفر پراکنده می‌شود (بخاطر کوتاه بودن طول موج)، که اولین بار توسط کافمن و تانری در سال ۱۹۹۶ ارائه گردید [۱۸].

$$ARVI = \frac{p_{nir} - p_{red}}{p_{nir} + p_{red}} \quad (2)$$

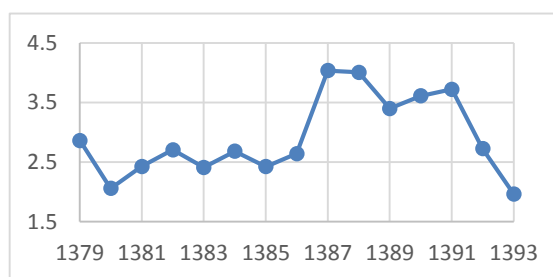
^۱ Normalized Difference Vegetation Index

^۲ Atmospherically resistant vegetation index

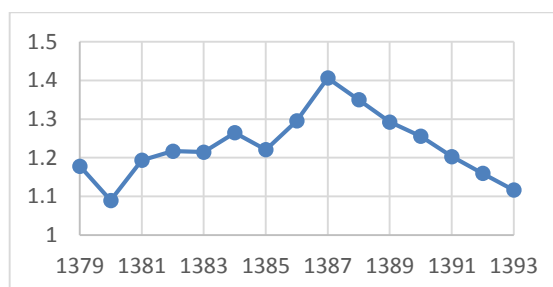
و همچنین تصاویر ماهواره‌ای گوگل ارث برای تفکیک ارضی مورد استفاده قرار گرفته است. اطلاعات میزان بارش ناحیه‌ی مورد مطالعه از اداره‌ی هواشناسی استان دریافت و مورد استفاده قرار گرفته است. برای بررسی تأثیرات گردوخاک و ریزگردها، میانگین ریزگردها هر ماه از سال ۱۳۷۹ تا ۱۳۹۳ از باند ۵۵۰ نانومتر ماهواره‌ی مادیس برای ناحیه‌ی استان ایلام تهیه شد (شکل ۲). همچنین با استفاده از داده‌های هواشناسی استان ایلام، و با نسبت دادن میزان گردوغبار هر روز به میزان میدان دید، میانگینی از میزان گردوغبار در هر سال تهیه شد. طبق داده‌های هواشناسی استان، ریزگردها به سه نوع غبار، گردوغبار و گردوخاک تفکیک می‌شوند و تنها گردوخاک منشاء خارج از استان دارد (شکل ۳) و از کشورهای همسایه‌ی غربی و جنوب غربی ایران نشأت می‌گیرد و شروع آن از سال ۱۳۸۶ به بعد می‌باشد. میانگین گردوخاک هر سال از سال ۱۳۸۶ تا ۱۳۹۳ با استفاده از داده‌های هواشناسی نیز برای بررسی بیشتر تهیه شده است (شکل ۴).



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی استان ایلام



شکل ۲- میانگین میزان ریزگردها در هر سال با استفاده از داده‌های ماهواره‌ی مادیس



شکل ۳- میانگین میزان ریزگردها در هر سال با استفاده از داده‌های هواشناسی

$$RVI = \frac{P_{nir}}{P_{red}} \quad (5)$$

شاخص گیاهی با تنظیم انعکاس خاک (SAVI)^۲

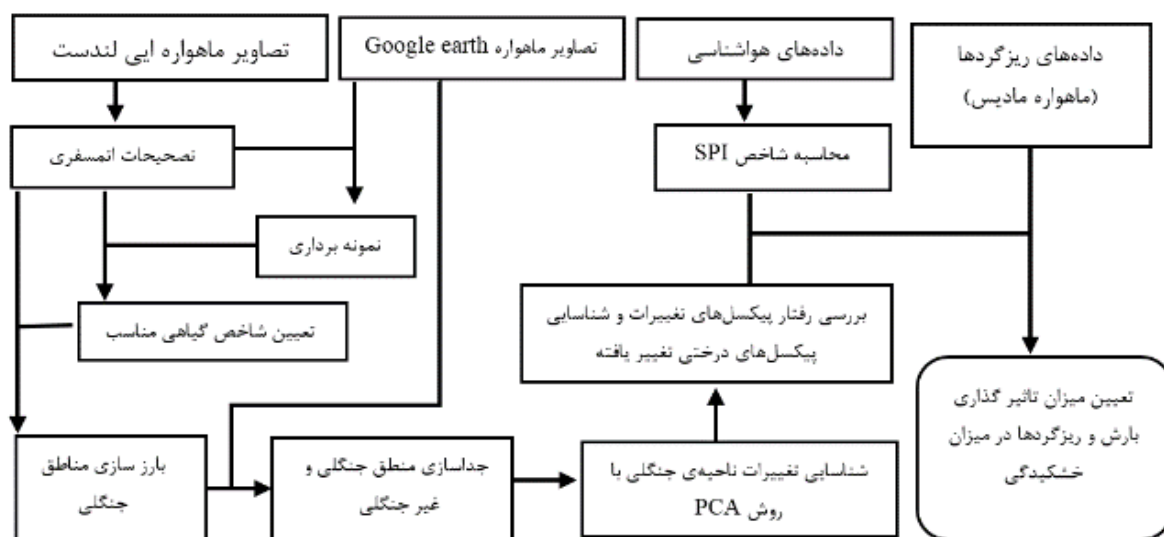
شاخص SAVI (رابطه ۶) اولین بار توسط هیوت در سال ۱۹۸۸ ارائه گردید. از اهداف این شاخص به حداقل رساندن اثرات خاک پس زمینه بر روی سیگنالهای پوشش گیاهی بوسیله ترکیب کردن فاکتور تنظیم کننده خاک (L) با مخرج معادله NDVI میباشد. دلایل دیگر استفاده از این شاخص اینست که خطوط همپوش گیاهی موازی نیستند و اینکه بطور کامل یک نقطه را پوشش نمی دهند [۲۱].

$$SAVI = \frac{P_{nir} - P_{red} \cdot (L + 1)}{P_{nir} + P_{red} + L} \quad (6)$$

فاکتور تعدیل کننده اثر خاک است که معمولاً با سعی و خطا محاسبه میشود. اگر L صفر باشد SAVI همانند NDVI میباشد. برای مقادیر متوسط پوشش گیاهی L در حدود ۰/۵ میباشد. فاکتور (1+L) تضمین میکند که حدود دامنه SAVI همانند NDVI بین -۱ و +۱ باشد [۲۱].

۲- پردازش داده ها به منظور پایش خشکیدگی

در شکل ۵ مراحل انجام تحقیق نمایش داده شده است که در ادامه این مراحل توضیح داده خواهد شد.



شکل ۵- نمودار مراحل تحقیق

$$p_{rd} = p_{red} - \gamma \times (p_{blue} - p_{red}) \quad (3)$$

مقدار گاما تابع وزن است که وابسته به نوع ذرات ریز معلق در هوا می باشد (وقتی اطلاعاتی از نوع ذرات معلق موجود نیست بهتر است مقدار گاما برابر ۱ باشد) [۱۸].

شاخص گیاهی بارز شده (EVI)^۱

شاخص گیاهی بارز شده (رابطه ۴) برای بهبود شاخص NDVI بوسیله بهینه سازی سیگنال های پوشش گیاهی در محدوده شاخص سطح برگ با استفاده از انعکاس باند آبی برای تصحیح کردن سیگنال پس زمینه خاک و کاهش اثر اتمسفر شامل پراکنش ذرات معلق توسعه یافته است. ترکیب روابط تجربی برای تصحیح اتمسفریک منجر به ایجاد شاخص گیاهی بارز شده گردیده است [۱۹].

$$EVI = G \cdot \frac{P_{nir} - P_{red}}{L + P_{nir} + (C_1 \cdot P_{red}) + (C_2 \cdot P_{blue})} \quad (4)$$

که $C_1=6$, $C_2=7.5$ و $G=2.5$, $L=1$ می باشد [۱۹].

کسر شاخص گیاهی ساده (RVI)^۳

شاخص RVI (رابطه ۵) شیب خطی است که ابتدا و انتهای پوشش گیاهی را در فضای قرمز تا مادون قرمز بهم متصل می کند که توسط جوردن در سال ۱۹۶۹ معرفی شد [۲۰].

^۱ Enhanced Vegetation Index
^۲ Relative Vigor Index
^۳ Soil-adjusted Vegetation Index

۲-۱- آماده سازی اطلاعات و پردازش آنها

تصحیحات رادیومتریکی با دو روش انجام میگیرد تصحیح رادیومتریکی مطلق و تصحیح رادیومتریکی نسبی [۲۲]. تصحیح رادیومتریکی مطلق نیازمند اطلاعات اتمسفریک و کالیبراسیون سنجنده می باشد که انجام این تصحیح به خصوص برای داده های قدیمی کار مشکلی میباشد. در مقابل تصحیحات رادیومتریکی نسبی با هدف کاهش متغیرهای اتمسفریک و غیره منتظره در میان تصاویر چندزمانه صورت میگیرد. یکی از روشهای تصحیح رادیومتریکی نسبی، کاهش تیرگی پدیده هاست. کاهش تیرگی پدیده یک روش ساده است که به طور گسترده در بسیاری از موارد به کار گرفته می شود [۲۳].

در این تحقیق از روش چاوز^۱ برای تصحیح اتمسفری استفاده گردید [۲۴]. با استفاده از رابطه (۷) مقادیر ارزشهای طیفی هر باند به تابش تبدیل گردید، و سپس مقادیر تابش با استفاده از رابطه (۸) به قابلیت انتشار (بازتابندگی) برای هر باند تبدیل گردیدند.

$$L = \text{Gain} \cdot \text{DN} + \text{Offset} \quad (7)$$

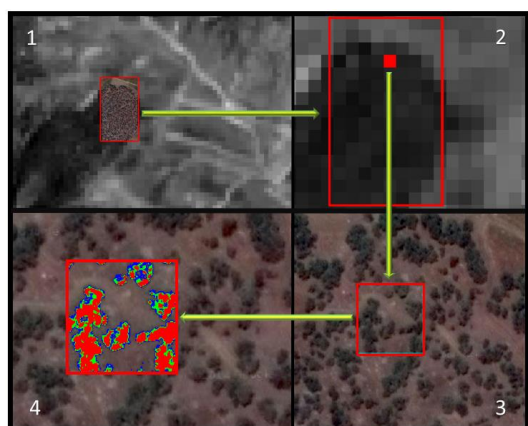
که در آن L تابش طیفی ($\mu\text{m}^{-1} \text{Ster}^{-2} \text{Wem}^{-2}$)، DN ارزش رقومی پیکسل (۰ تا ۲۵۵) و Gain و offset ضرایب کالیبراسیون سنجنده میباشند. در مرحله بعد مطابق با رابطه زیر مقدار تابش طیفی به بازتاب طیفی تبدیل می شود.

$$p_p = \frac{\pi \cdot L \cdot d^2}{\text{ESUN}_\lambda \cdot \cos \theta_s} \quad (8)$$

که در آن p_p بازتاب طیفی، π برابر ۳،۱۴، d فاصله ی خورشید تا زمین، ESUN_λ ارتفاع خورشید، θ_s زاویه ی خورشید در هنگام تصویربرداری می باشد. با تبدیل مقادیر تابش طیفی به بازتاب طیفی آثار مربوط به تغییر شرایط نوردی، فصل، عرض جغرافیایی، شرایط آب و هوایی روی تصاویر حذف می گردد و نتیجه حاصل نسبتاً استاندارد شده است که مستقیماً جهت مقایسه بازتاب پدیده ها بین تصاویر مختلف و یک تصویر در زمانهای متفاوت قابل کاربرد است [۲۵].

۲-۲- نمونه برداری

برای جمع آوری داده های میدانی از تصاویر گوگل ارث سال ۲۰۱۴ استفاده شد. از این تصاویر (به دلیل داشتن تفکیک مکانی بالا) برای تعیین میزان پوشش درخت پیکسل های لندست استفاده شد. طبق شکل ۶ در مرحله ی اول تصویر گوگل ارث با تصویر لندست همان سال با استفاده از اطلاعات در فایل متادیتا^۲ دو تصویر هم مختصات می شود. در مرحله ی دوم یک پیکسل از تصویر لندست برای محاسبه ی میزان پوشش درخت انتخاب می شود در مرحله ی سوم همین پیکسل بر روی تصویر گوگل ارث جانمایی می شود و در مرحله ی چهارم پیکسل جانمایی شده بر روی تصویر گوگل ارث با روش ISO Data کلاس بندی می شود و میزان درصد کلاس هایی که پوشش درختی را احاطه می کند نسبت به کل محدوده ی پیکسل لندست تعیین می شود.



شکل ۶- روش نمونه برداری از تصاویر Google Earth

در این تحقیق میزان پوشش جنگلی پیکسلی تصاویر لندست در چهار گروه تقسیم بندی شده اند (جدول ۱). گروه اول پیکسل هایی هستند که میزان پوشش درخت آنها بین ۵ تا ۲۵ درصد می باشد، گروه دوم پیکسل هایی با پوشش درخت بین ۲۵ تا ۴۵، گروه سوم پیکسل هایی با پوشش درخت ۴۵ تا ۶۵ و گروه چهارم پیکسل هایی با پوشش درخت ۶۵ تا ۸۵ و در هر گروه تعداد ۵۰ پیکسل برای برآورد دقت رفتار شاخص های پوشش گیاهی تعیین شده است (به دلیل اینکه پیکسل هایی با پوشش درخت بیشتر از ۸۵ درصد بسیار کم می باشد از این گروه صرفه نظر شده است). این پیکسل ها در محدوده های

^۲ Metadata

^۱ Chavez

جغرافیایی با عرض $33^{\circ}37'50''$ ، $33^{\circ}47'46''$ و $46^{\circ}32'50''$ ، $46^{\circ}20'15''$ با پراکندگی یکنواخت انتخاب و در ادامه‌ی کار مورد استفاده قرار گرفتند.

جدول ۱- تعداد نقاط نمونه برداری در هر کلاس

گروه	درصد پوشش	تعداد نقاط
۱	۵-۲۵	۵۰
۲	۲۵-۴۵	۵۰
۳	۴۵-۶۵	۵۰
۴	۶۵-۸۵	۵۰

۳-۲- آشکارسازی تغییرات

آشکار ساختن تغییرات یکی از نیازهای اساسی در مدیریت و ارزیابی منابع طبیعی است [۲۶]. با استفاده از ویژگی تکراری بودن داده های دور سنجی زمان های مختلف، امکان شناسایی و بررسی پدیده های متغیر و پویا در محیط وجود دارد. بر این اساس روش های رقومی مختلفی جهت آشکارسازی و کشف تغییرات و تحولات پدیده های سطح زمین در سنجش از دور توسعه داده شده است [۲۷]. در تجزیه مؤلفه های اصلی (PCA) هرچه واریانس طیفی در یک تصویر بیشتر باشد، تصویر دامنه اطلاعات وسیع تری خواهد داشت که خود گویای پدیده های بیشتر در تصویر است و چنین تصویری برای مطالعه مناسب تر می باشد. مهمترین فواید PCA جمع

آوری و متراکم ساختن اطلاعات پدیده های موجود در باندهای مختلف در تعدادی باند یا مؤلفه کمتر است. به عبارتی، PCA برای حذف اطلاعات زائد در داده های ماهواره ای کاربرد فراوانی دارد. برای آشکارسازی تغییرات می توان به دو روش از PCA استفاده کرد. روش اول: تصاویر دو یا چند زمان را در یک فایل ساده قرار داده، سپس PCA انجام شود و اجزای کوچک تصاویر برای اطلاعات تغییر آنالیز گردد. روش دوم: PCA هر تاریخ جداگانه انجام شود سپس تصویر حاصل از تحلیل PCA ثانویه از اولیه تفریق گردد [۲۳]. در این تحقیق از روش اول استفاده شده است.

۳- تجزیه و تحلیل نتایج

در این تحقیق برای بررسی تغییرات ناحیه جنگلی استان ایلام ابتدا شاخص های پوشش گیاهی برای تعیین بهترین شاخص با همبستگی بالا با نواحی جنگلی مورد بررسی قرار گرفت. پنج شاخص پوشش گیاهی معرفی شده در بالا برای تصویر لندست ۸ مربوط به تاریخ روز ۱۷۷ سال ۲۰۱۴ محاسبه شد و با استفاده از نقاط نمونه برداری شده میزان همبستگی آنها با تراکم جنگلی پیکسلی تصویر تعیین شد.

جدول ۲- میزان همبستگی شاخص های پوشش گیاهی با پوشش جنگلی

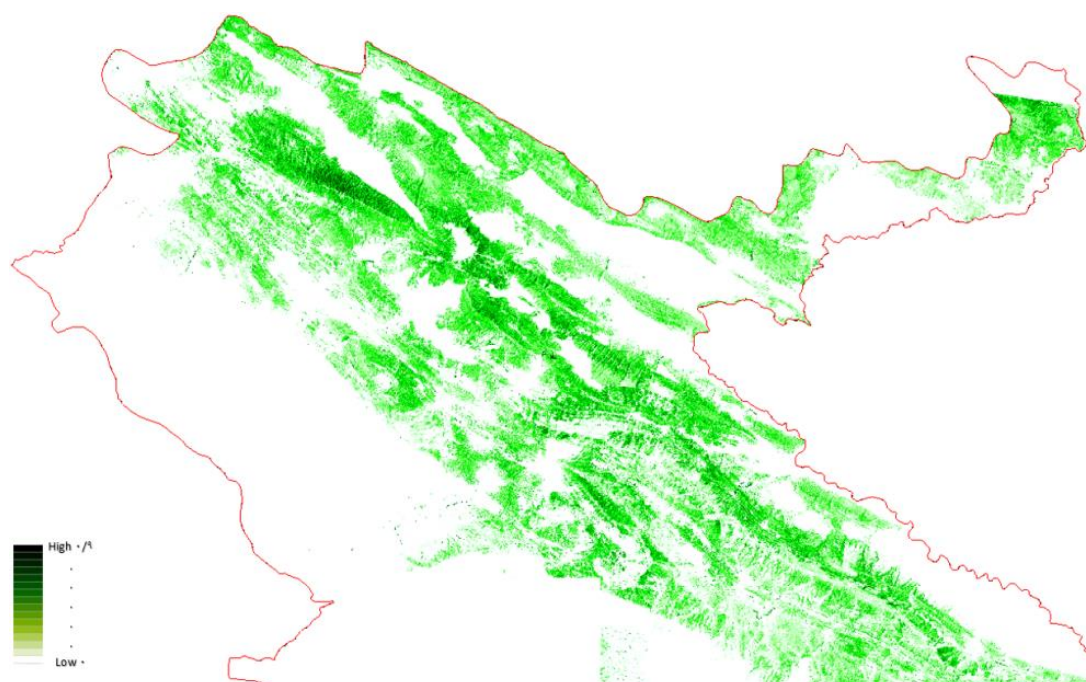
ضریب همبستگی					
شاخص پوشش گیاهی	تنک (۵-۲۵)	متوسط (۲۵-۴۵)	متراکم (۴۵-۶۵)	خیلی متراکم (۶۵-۸۵)	کلی (۸۵-۱۰۰)
NDVI	۰/۲۲۴۳	۰/۴۹۸۵	۰/۷۰۳۱	۰/۸۳۸۵	۰/۹۳۹۲
EVI	۰/۳۱۶۱	۰/۶۰۸۴	۰/۶۷۹۶	۰/۸۱۳۳	۰/۹۵۳۴
RVI	۰/۲۴۲	۰/۵۰۷	۰/۷۰۰۴	۰/۸۴۱۱	۰/۹۴۵
SAVI	۰/۲۲۰۷	۰/۴۵۸۵	۰/۵۸۹۵	۰/۶۳۳۸	۰/۹۱۴۲
ARVI	۰/۲۴۳۲	۰/۴۷۵۲	۰/۵۹۳۴	۰/۶۵۷۵	۰/۹۲۵۶

در این بررسی شاخص EVI دارای بالاترین دقت کلی نسبت به شاخص های دیگر بود و همچنین در نواحی تنک و متوسط دارای دقت بیشتری نسبت به سایر شاخص های بررسی شده داشت ولی در نواحی متراکم شاخص RVI و NDVI دارای دقت بالاتری نسبت به سایر شاخص ها بودند. این اختلاف را می توان ناشی از وجود

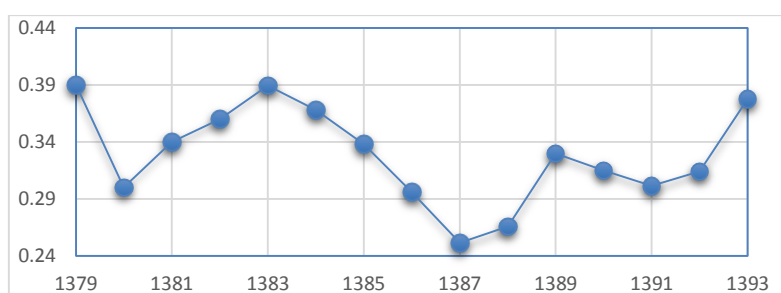
خاک پس زمینه در نواحی تنک دانست که شاخص EVI با استفاده از باند آبی، این تاثیر را تصحیح می نماید و باعث افزایش دقت در این نواحی می شود. در مرحله ی بعد این تحقیق تصاویر گوگل ارث استان ایلام به صورت کامل تهیه شد و تصاویر بعد از هم مختصات شدن با تصاویر لندست، وارد محیط نرم افزار

اتوكد لند شد و نواحی جنگلی استان به صورت پلیگون بسته از دیگر نواحی تفکیک شد (در واقع هدف از این کار جدا سازی پوشش درختی استان از سایر پوشش های گیاهی برای افزایش دقت نتایج می باشد) نواحی جنگلی جدا شده در نرم افزار اتوكد به صورت یک لایه ی shape file در نرم افزار ARC GIS خروجی گرفته شد و بر روی تصاویر EVI اعمال و با استفاده از ۵۰ پیکسل انتخابی در ناحیه ی جنگلی تصویر EVI با پوشش جنگلی صفر، حد آستانه ی پایین تصاویر EVI تعیین شد.

در ادامه ی کار EVI تصاویر لندست از سال ۱۳۷۹ تا ۱۳۹۳ در ماه تیر برای نواحی جنگلی بدست آمد (شکل ۷) و میانگین EVI برای هر سال محاسبه شد. در واقع میانگین EVI میانگین میزان سبزینگی ناحیه جنگلی را بیان می کند که طبق شکل ۸ در سال ۱۳۸۷ ناحیه جنگلی استان ایلام کمترین میزان سبزینگی را در ۱۵ سال اخیر داشته است و در سال های ۸۳ و ۷۹ و ۹۳ بترتیب میزان سبزینگی ناحیه ی جنگلی طی این ۱۵ سال بیشترین مقدار بوده است.



شکل ۷- EVI سال ۱۳۹۳



شکل ۸- تغییرات EVI از سال ۱۳۷۹ تا سال ۱۳۹۳

نمایه بارش استاندارد (SPI)

نمایه SPI در سال 1995 توسط مک کی و همکارانش ارائه شد. برای محاسبه نمایه SPI از تابع چگالی توزیع گاما و گاهی از تابع پیرسون برای برازش داده های بلندمدت بارش استفاده میشود. سپس بر اساس منحنی

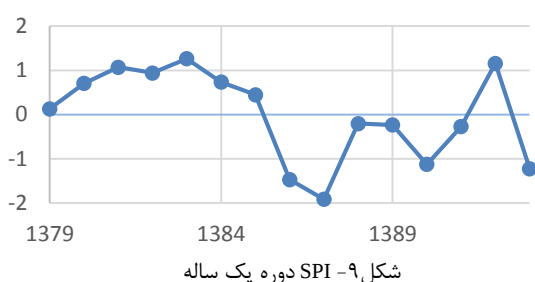
احتمال نرمال مقادیر آن محاسبه میشود [۲۸]. با استفاده از داده های بارش هواشناسی استان ایلام شاخص SPI برای دوره های یک ساله (از فروردین تا اسفند) سه ماهه (از فروردین تا خرداد) نه ماهه (از مهر تا خرداد) محاسبه شد (شکل های ۹، ۱۰ و ۸) و میزان همبستگی آنها با EVI در دوره ی ۱۵ ساله مورد بررسی قرار داده شد. با توجه به

به اینکه در این تحقیق، شناسایی تغییرات پوشش درختی ناحیه جنگلی مد نظر می‌باشد سعی می‌شود این تغییرات در تصاویر PCA حذف شود و تنها تغییرات ناشی از خشکیدگی درختان باقی بماند. پیکسل‌هایی که بخش عمده‌ی آنها پوشش علفزار می‌باشد در چند پیکسل اندازه‌گیری شده و رفتار آنها مورد بررسی قرار گرفت و این پیکسل‌ها در تصاویر PCA دارای رفتار تقریباً متناوب در طول این ۱۵ سال بوده‌اند ولی پیکسل‌هایی که سهم پوشش درختی بالاتری دارند و دچار پدیده‌ی خشکیدگی شده‌اند یک رفتار تقریباً صعودی یا نزولی را دنبال میکنند. در واقع تغییرات تصویر PCA خروجی به دو کلاس تغییرات ناشی از خشکیدگی درختان و تغییرات ناشی از پوشش علفزاری تقسیم شده و روش تفکیک پیکسل‌ها با استفاده از دو الگو انجام شده است. الگوی کلاس تغییرات خشکیدگی درختان یک الگوی صعودی می‌باشد و الگوی کلاس دیگر یک الگوی متناوب که در شکل ۱۲ نمایش داده شده است. میزان همبستگی رفتار هر پیکسل PCA در طول مدت ۱۵ سال با هر کدام از الگوها مورد بررسی قرار می‌گیرد و کلاس هر پیکسل مشخص می‌شود. در شکل ۱۲ سه پیکسل نمونه مورد بررسی قرار گرفته است. پیکسل نمونه ۱ یک پیکسل با پوشش درخت کم و پوشش علفزار زیاد می‌باشد که در تصویر PCA به عنوان پیکسل تغییر یافته شناسایی شده است. بدلیل وابستگی بالای پوشش علفزاری به بارش و دما این پوشش در فاصله‌ی زمانی یک ساله دچار تغییرات زیاد می‌شود و چون این تغییرات قابل بازگشت می‌باشد یک نمودار متناوب برای تغییرات این نوع پیکسل‌ها (در صورتی که پوشش درختی آنها دچار تغییر نشود) انتظار می‌رود که در شکل ۱۲ رفتار پیکسل نمونه ۱ مشاهده شود. پیکسل نمونه ۲ یک پیکسل با پوشش درخت بالا و پوشش علفزاری کم می‌باشد که در تصویر PCA به عنوان پیکسل تغییر یافته شناسایی شده است. در واقع هنگامی که میزان حجم درختی پیکسل کم می‌شود و چون این کاهش تجدید پذیر نمی‌باشد تغییرات سال‌های بعد نسبت به این سال بیشتر یا مساوی می‌باشد و یک نمودار صعودی برای تغییرات در طول ۱۵ سال برای این پیکسل انتظار می‌رود که در شکل ۱۲ رفتار پیکسل نمونه ۲ مشاهده می‌شود. پیکسل نمونه ۳ یک پیکسل مشابه پیکسل نمونه ۱ می‌باشد با این تفاوت که در رفتار تغییرات این پیکسل یک نمودار متناوب با میل

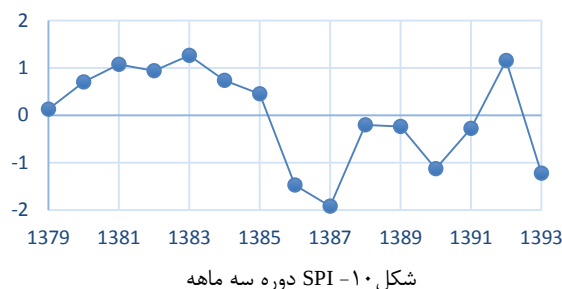
جدول ۳ نتیجه می‌شود که میزان سبزی‌نگی مناطق جنگلی به میزان بارش در دوره‌ی نه ماهه وابستگی بیشتری دارد در واقع میزان بارش در فصل پاییز و زمستان و بهار برای رشد درختان در ناحیه‌ی جنگلی برای سال پیش‌رو، مفیدتر می‌باشد.

جدول ۳- میزان همبستگی بین SPI و EVI

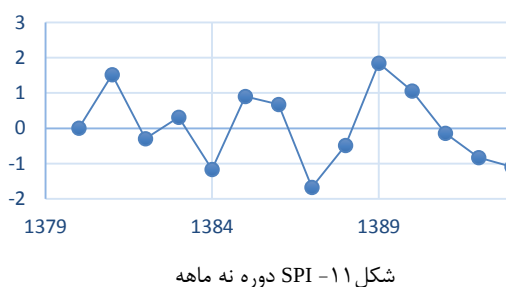
SPI دوره یک ساله	SPI دوره سه ماهه	SPI دوره نه ماهه	میزان همبستگی با EVI
۰/۴۳	۰/۰۹	۰/۷۶	



شکل ۹- SPI دوره یک ساله



شکل ۱۰- SPI دوره سه ماهه



شکل ۱۱- SPI دوره نه ماهه

با روش PCA میزان تغییرات هر سال نسبت به سال ۱۳۷۹ محاسبه شد. خروجی نهایی در این مرحله شامل ۱۴ تصویر تغییرات نسبت به سال ۱۳۷۹ می‌باشد. بعلاوه اینکه منطقه جنگلی استان ایلام به صورت عمده مناطق تنک می‌باشد و در این مناطق همراه با پوشش درختی، پوشش علفزاری هم وجود دارد و پوشش علفزاری در طول سال‌های متوالی دارای تغییرات زیادی می‌باشد و با توجه

صعودی مشاهده می شود که نتیجه قابل برداشت از این رفتار ، تغییرات پوشش درختی برای میل صعودی نمودار و تغییرات پوشش علفزاری برای روند متناوب نمودار می باشد.

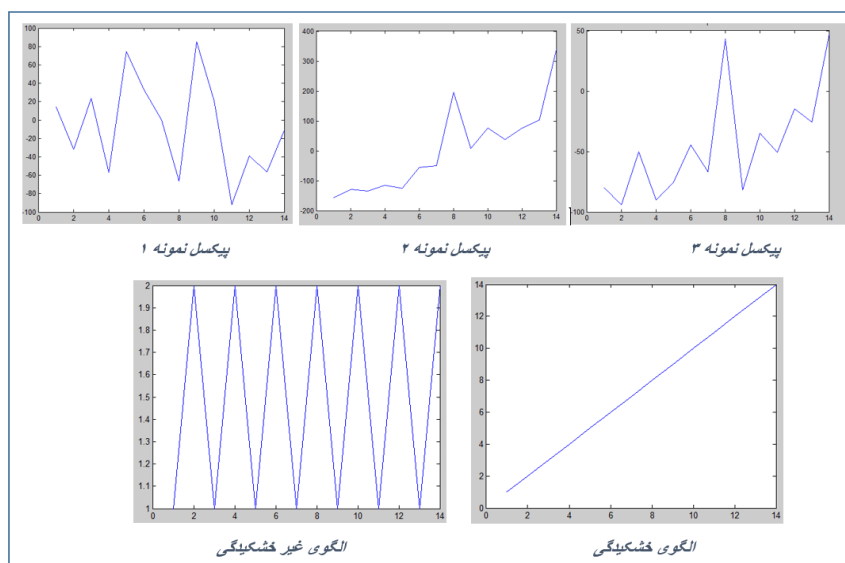
در جدول ۴ میزان همبستگی سه پیکسل نمونه با الگوهای خشکیدگی بررسی شده است که در نهایت کلاس سه پیکسل با توجه به میزان همبستگی آنها با الگوها تعیین شده است .

در شکل ۱۳ نقشه ی پوشش جنگلی استان ایلام با استفاده از تصویر EVI سال ۱۳۷۹ تهیه شده است و روند تغییرات هر سال نسبت به این سال محاسبه شده است. در شکل ۱۴ پیکسل های کلاس خشکیدگی سال ۱۳۹۳ بر روی نقشه ی پوشش جنگلی استان در سال ۱۳۷۹ تصویر شده است که در آن تغییرات پوشش جنگلی شناسایی شده است.

در گام بعدی رفتار پیکسل های خشکیده در طول این ۱۵ سال مورد بررسی قرار گرفته و مقدار تغییرات هر پیکسل نسبت به سال ۱۳۷۹ محاسبه گردید. شکل ۱۵

میزان تغییرات هر سال را نسبت به سال ۱۳۷۹ نشان می دهد که میزان تغییرات هر سال نسبت به سال قبل در شکل ۱۶ نشان داده شده است که بیشترین خشکیدگی در سال ۱۳۸۷ رخ داده است.

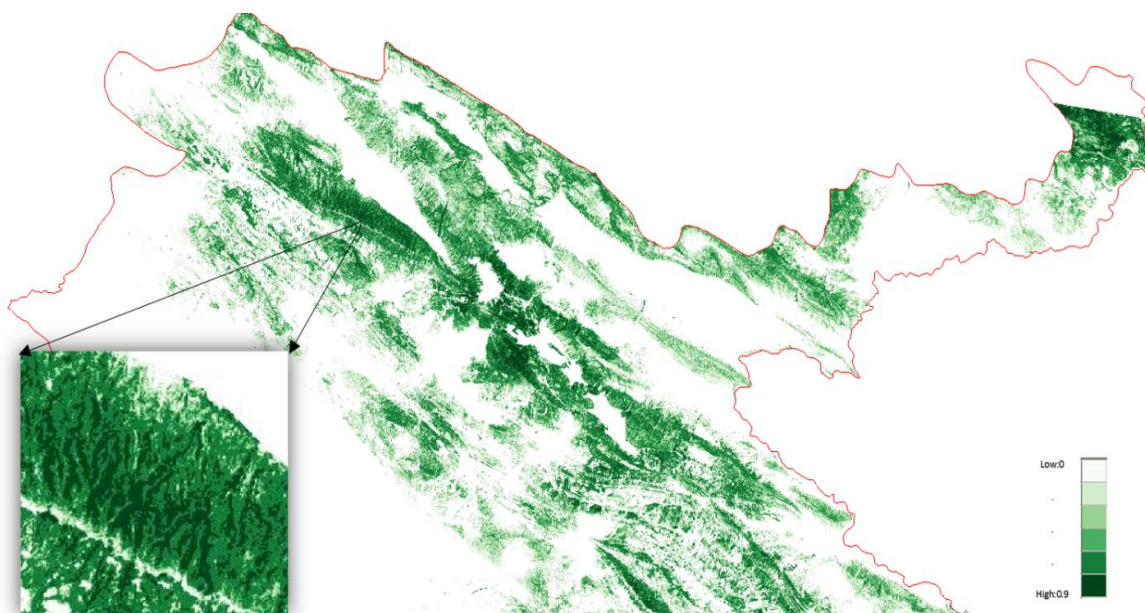
برای بررسی میزان تاثیرگذاری بارش و گردوخاک بر تغییرات ناحیه ی جنگلی، دو متغیر بارش و گردوخاک به عنوان دو متغیر مستقل در نظر گرفته شده و با انجام یک رگرسیون خطی دو متغیره ضرایب تاثیرگذاری بارش و گردوخاک برای شاخص SPI دوره ی نه ماهه و سه برآورد تهیه شده از میزان گردوخاک در دوره ی ۱۵ ساله محاسبه شد. نتایج بدست آمده در جدول ۵ نمایش داده شده است. در جدول ۵ بهترین نتیجه حاصل با ضریب همبستگی بالا و سیگمای پایین برای تاثیر گذاری توام ریزگردها و بارش بر خشکیدگی ناحیه ی جنگلی استان ایلام در سطر آخر اتفاق افتاده است که سهم ۶۲ درصدی بارش و ۳۸ درصدی گردوخاک در خشکیدگی ناحیه ی جنگلی استان ایلام را نشان می دهد.



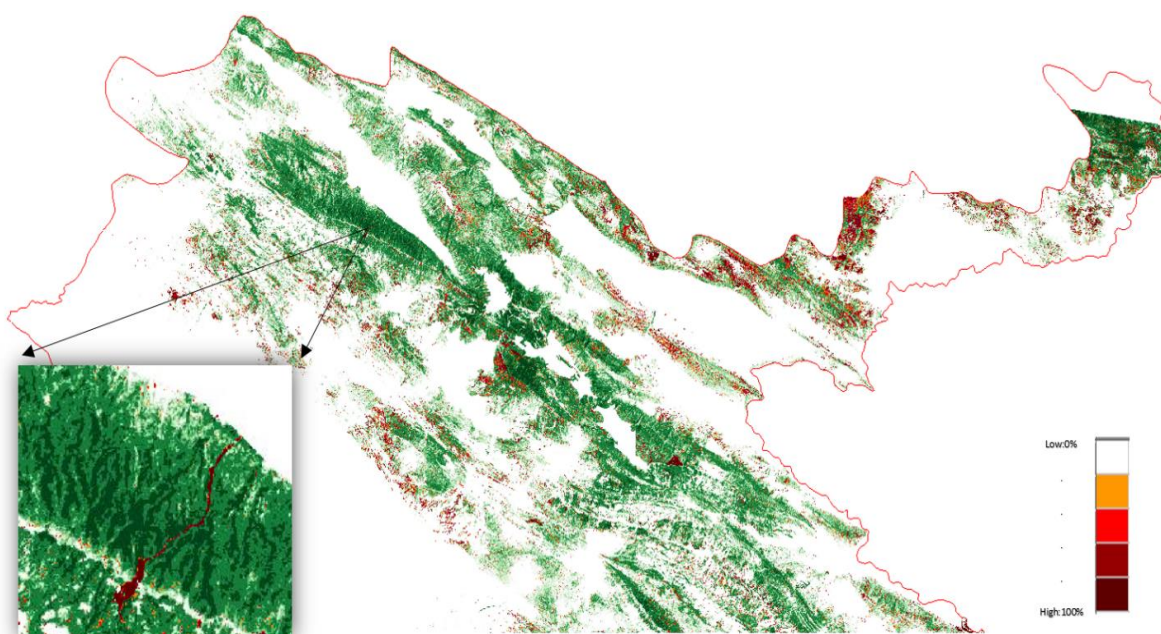
شکل ۱۲- بررسی رفتار پیکسل های تغییرات

جدول ۴- میزان همبستگی پیکسل های نمونه با الگوهای خشکیدگی

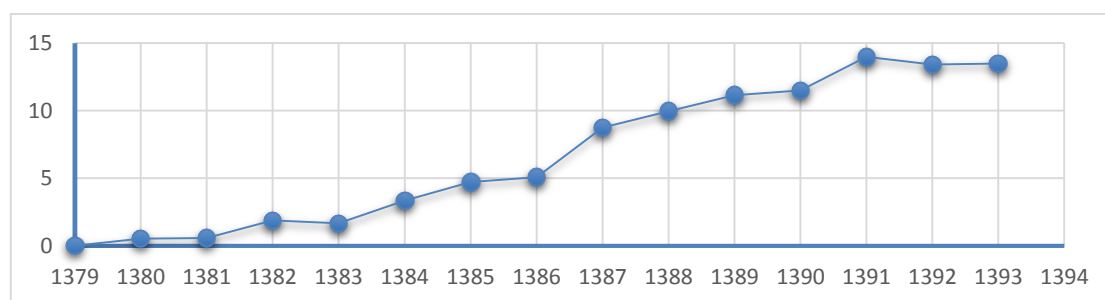
میزان همبستگی با الگوی خشکیدگی	میزان همبستگی با الگوی غیر خشکیدگی	کلاس پیکسل
۰/۷۸	۰/۱۲	خشکیده
۰/۲۴	۰/۶۸	غیر خشکیده
۰/۶۵	۰/۴۸	خشکیده



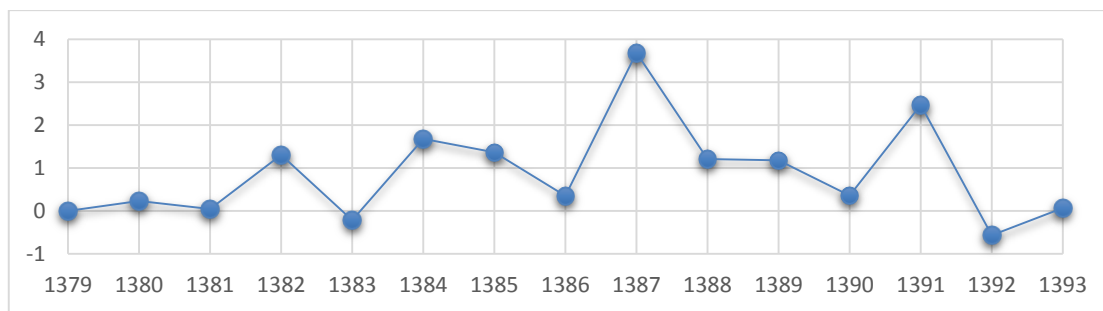
شکل ۱۳- پوشش جنگلی استان ایلام سال ۱۳۷۹



شکل ۱۴- تغییرات پوشش جنگلی استان ایلام سال ۱۳۹۳ نسبت به سال ۱۳۷۹ (قسمت بزرگنمایی شده: تغییرات شناسایی شده بر اثر احداث جاده در نواحی جنگلی)



شکل ۱۵- میزان خشکیدگی هر سال نسبت به سال ۱۳۷۹



شکل ۱۶- میزان خشکیدگی هر سال نسبت به سال قبل

جدول ۵- تعیین میزان تاثیرگذاری بارش و ریزگردها در میزان خشکیدگی

میزان همبستگی کلی	سیگمای ماتریس واریانس کوریانس	میزان تاثیرگذاری در خشکیدگی ناحیه‌ی جنگلی	ضرایب بدست آمده	داده‌های مورد استفاده
۰/۷۳۹۸	۰/۷۶۷۲	٪ ۵۷/۱۷	۰/۴۵۵۱	شاخص SPI نه ماهه
		٪ ۴۲/۸۳	۰/۳۴۰۹	میزان ریزگردهای تهیه شده با داده‌های مادیس
۰/۶۱۷۶	۰/۷۷۵۶	٪ ۶۴/۳۳	۰/۹۳۷۴	شاخص SPI نه ماهه
		٪ ۳۵/۶۴	۰/۵۱۹۷	میزان ریزگردهای تهیه شده با داده‌های هواشناسی (غبار، گردوغبار، گردوخاک)
۰/۸۷۱۸	۰/۴۶۵۹	٪ ۶۱/۵۷	۰/۵۷۸۸	شاخص SPI نه ماهه
		٪ ۳۸/۴۳	۰/۳۶۱۲	میزان ریزگردهای تهیه شده با داده‌های هواشناسی (گردوخاک)

۴- نتیجه گیری

تغییرات تفکیک شد. میزان خشکیدگی برای هر سال تعیین شد و میزان تاثیرگذاری بارش و گردوخاک در روند تغییرات خشکیدگی، با انجام یک رگرسیون خطی دو متغییره انجام گرفت که تاثیرگذاری ۶۲ درصدی بارش و ۳۸ درصدی گردوخاک در افزایش خشکیدگی جنگلی استان ایلام نتیجه شد. بیشترین میزان خشکیدگی در سال ۱۳۸۷ اتفاق افتاده است که در همین سال کمترین مقدار برای شاخص بارش SPI و همچنین بیشترین میزان ریزگردها در داده‌های هواشناسی و داده های ماهواره‌ای مادیس مشاهده شده است.

سپاسگذاری

با تشکر فراوان از اداره ی هواشناسی استان ایلام بابت در اختیار قرار دادن داده های مورد نیاز در این تحقیق.

در این تحقیق پنج شاخص گیاهی برای بارز سازی پوشش جنگلی مورد بررسی قرار گرفت که شاخص گیاهی EVI رفتار مناسبی برای ناحیه مورد مطالعه از خود نشان داد و از این شاخص برای بررسی روند تغییرات ناحیه ی جنگلی استفاده شد. بعد از بررسی میزان سبزینگی هر سال با استفاده از شاخص EVI و تعیین میزان همبستگی بین میزان سبزینگی و شاخص SPI، مشخص شد که بارش های از فصل پاییز تا بهار تاثیر بیشتری بر سبزینگی ناحیه ی جنگلی نسبت به بارش های بهاری دارد. تغییرات EVI ناحیه ی جنگلی با روش PCA برای هر سال نسبت به سال ۱۳۷۹ اندازه گیری شد و روند تغییرات هر پیکسل در طول ۱۵ سال مورد بررسی قرار گرفت و تغییرات بر اثر خشکیدگی درختان از سایر

مراجع

- [1] A. Hosseini, S.M. Hosseini, A. Rahmani, D. Azadfar, (2014). " Comparison between two oak stands (healthy and affected by oak decline) in respect to characteristics of competitive environments at Ilam province." Iranian Journal of Forest and Poplar Research, Vol. 21, No. 4, pp.11.
- [2] " Sustainable forest management guidelines in order to prevent and control forest ecosystems Zagros oak decline.", (2012), Forest Organization, Rangeland and Watershed Management and Deputy semi-wet wet areas(Bureau of Forest Resources).

- [3] A. Derikvandi, M. Khosravi, M. Taseh, A. Heidarpour Monfared, (2013). " Investigation of the variations of middle zagros forests area between using aerial photo interpretation and use of GIS (case study: Kaka Reza region of Lorestan province)." Iran's natural ecosystems, Vol. 5, No. 4, pp. 14.
- [4] M. Talebi, KH. Sagheb-Talebi, H. Jahanbazi, (2006). " site demands and some quantitative and qualitative characteristics of Persian oak (*Quercus brantii* Lindl) in Chaharmahal & Bakhtiari Province (western Iran)." Poplar Forest and research of Iran, Vol. 14, No. 1, pp. 12.
- [5] A. Mahdavi, H. Fathizad, Sh. Shataee Jouibari, (2015). " Evaluation and analysis of different changes detection methods of land use/vegetation cover (Case Study: Forest protected area of Manesht, Ilam)." J. of Wood & Forest Science and Technology, Vol. 21, No. 4, pp. 24.
- [6] A. Ranjbar, M. Saedi Mesgari, (2003). " Assesment and estimation of process of destroying forests using Landsat satellite imagery and geographic information systems. " Geomatic Conference (2003), Tehran, National Cartographic Centers, http://www.civilica.com/Paper-GEO82-GEO82_38.html .
- [7] F. Hadian, R. Jafari, H. Bashari, S. Soltani, (2014). " Monitoring the Effects of Precipitation on Vegetation Cover Changes Using Remote Sensing Techniques in 12 Years Period (Case study: Semirom Isfahan)." Range and Watershed Management, Vol. 66, NO. 4, pp. 621-632.
- [8] M. Pashaienejad, A. rashki, A. sepeher, (2015). " The use of vegetation indices to assessment vulnerability of Khorasan Razavi province to desertification. " First International Conference on Environment and Natural Resources (IENC2015), Mashhad, Ferdowsi University, <http://profdoc.um.ac.ir/paper-abstract-1052748.html>.
- [9] H. Shafei, S. M. Hosseini, (2011). " A study of vegetation in Sistan region through satellite data, plant Ecophysiology. " Vol. 3, No. 9, pp. 91-104.
- [10] G. Quintero, R. Moreno, M. Garcia, F. Guerrero, C. Alvarez, A. Alvarez, (2016) " Detection and Projection of Forest Changes by Using the Markov Chain Model and Cellular Automata. " Sustainability, Vol. 8, No. 3, PP. 17.
- [11] C. Wang, Z. Lu, T. Haithcoat, (2007), "Using Landsat images to detect oak decline in the Mark Twain National Forest, Ozark Highlands." Forest Ecology and Management, Voll. 240, No. 1, pp. 8.
- [12] D. Song, C. Huang, J. Sexton, S. Channan, M. Feng, J. Townshend, (2015), " Use of Landsat and Corona data for mapping forest cover change from the mid-1960s to 2000s: Case studies from the Eastern United States and Central Brazil. " ISPRS Journal, Vol. 9, No. 1, pp. 11.
- [13] M. Forkel, N. Carvalhais, J. Verbesselt, N. D. Mahecha, C. S. R. Neigh, M. Reichstein, (2013). "Trend Change Detection in NDVI Time Series: Effects of Inter-Annual Variability and Methodology." Remote Sens, Vol. 5, No. 5, pp. 2113-2144.
- [14] A. Shalaby, R. Tateishi, (2007). " Remote sensing and GIS for mapping and monitoring land cover and land-use changes in the Northwestern coastal zone of Egypt." Applied Geography, Vol. 27, NO. 1, pp. 28-41.
- [15] T. Darwish, G. Faour, (2008). " Rangeland degradation in two watersheds of Lebanon. " Lebanese Scinence Journal, Vol. 44, No. 29, pp. 71-80.
- [16] M. Ghaemi, S. H. Saniei Nejad, A. Astaraei, P. Mirhosseini, (2010). " Calculating and Comparison of Different Vegetation Indices by Using Landsat ETM+ Images to Study Vegetation Cover in Neyshabour Area. " Field Crop Research, VOL. 8, NO. 1, pp 127-137.
- [17] S. Ebrahimzadeh, J. Bazrafshan, Kh. Ghorbani, (2013). " Study of the identification of the variations in plant vegetation using remote sensing and ground-based drought indices (case study: Kermanshah province)." Agricultural Meteorology, Vol. 1, NO. 1, pp. 37-48.
- [18] Y. Kaufman, D. Tanr, (1992). " Atmospherically Resistant Vegetation Index (ARVI) for EOS-MODIS." TRANSACTIONS ON GEOSCIENCE AND REMOTE SENSING, VOL. 30, NO. 2, pp. 10.
- [19] A. R. Huete, H. Q. Liu, K. Batchily, W. van Leeuwen, (1997). " A Comparision of Vegetation Indices Over a Global Set of TM Images for EOS-MODIS." Remote Sensing of Environment, Vol. 59, No. 3, pp. 11.
- [20] C. D. Elvidge, Z. Chen, (1995). "Comparison of Broad-Band and Narrow-Band Red and Near-Infrared Vegetation Indices." Remote Sensing of Environment, Vol. 54, No. 1, PP. 10.
- [21] A. R. HUETE, (1988). " A Soil-Adjusted Vegetation Index (SAVI)." Remote Sensing of Environment, Vol. 25, No. 3, PP. 14.
- [22] Y. Du, P. M. Teillet, J. Cihlar, (2002). " Radiometric normalization of multitemporal high-resolution satellite images with quality control for land cover change detection." Remote Sensing of Environment, Vol. 28, No. 1, pp. 11.
- [23] A. Mahdavi, H. Fathizad, Sh. Shataee Jouibari, (2015). " Evaluation and analysis of different changes detection methods of land use/vegetation cover (Case Study: Forest protected area of Manesht, Ilam)." Wood & Forest Science and Technology, Vol. 21, No. 4, pp. 187-210.

- [24] P. S. CHAVEZ, JR.,(1988)." An Improved Dark-Object Subtraction Technique for Atmospheric Scattering Correction of Multispectral Data." Remote Sensing of Environment, Vol. 24,No.3, pp. 21.
- [25] P. Roudgarmi, N. A. khorasani, S. M. monavari, J. nouri, (2007). " the application of satellite imagery and remote sensing techniques to predict the environmental impact of development (case study: Robat Karim county). " Geomatic Conference(2007), Tehran, National Cartographic Centers, http://www.civilica.com/Paper-GEO86-GEO86_031.html.
- [26] S. Arekhi, Y. Niazy, A. Shabani, (2012). " Evaluating spatial pattern of changes trend of landuse/landcover with use of transformation techniques (case study : Dareshar catchment , Ilam province). " Geographic Space , Vol. 12, No. 38, pp. 165-182.
- [27] E. Ghanavati, P. Ziaieian, M. Sardashti, A. A. Jangi, (2008). " Morphodynamic Change Detection By Using RS, PCA and Fuzzy Logic Case study Taleghan River Basin. " Geography research quarterly, Vol. 40, NO. 1, pp. 41-53.
- [28] A. Fatehimarj, S. A. haidarian, (2014). " Assessment Meteorological, agriculture and hydrology drought using GIS in Khuzestan province. " Iran-Watershed Management,Vol. 7, No. 23, pp. 19-32.