

این مقاله در اولین کنفرانس ملی مهندسی فناوری اطلاعات مکانی به عنوان مقاله برگزیده انتخاب شده است که پس از تکمیل، داوری مجدد و اخذ پذیرش در این شماره از نشریه به چاپ می رسد.

تعیین وسعت و شدت پدیده زوال بلوط در جنگل های شهرستان ملکشاهی با استفاده از تصاویر لندست

صدرا ایمانی فر^{۱*}، مهدی حسنلو^۲

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد سنجش از دور، دانشکده مهندسی نقشه برداری و اطلاعات مکانی، دانشگاه تهران

۲- استادیار دانشکده مهندسی نقشه برداری و اطلاعات مکانی، دانشگاه تهران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۴/۱۲/۱۶ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۵/۰۶/۱۵

چکیده

جنگل های زاگرس، با گستردگی در ۱۱ استان، ۴۰ درصد جنگل های ایران را تشکیل می دهند. حفاظت آب و خاک از کارکردهای مهم این جنگل هاست. در طی سال های گذشته گزارشاتی از زوال درختان این ناحیه رویی، مخصوصاً در استان ایلام، رسیده است. زنجیره عوامل این پدیده زیست محیطی، با بحران هایی چون خشکسالی آغاز می شود و در انتها به مواردی چون قارچ ذغالی بلوط و سوسک های چوب خوار ختم می گردد. شناسایی موقعیت مکانی مناطق بحرانی اولویت نخست در مقابله با زوال بلوط و یا سیاست گذاری در جهت درمان این عارضه می باشد. در این پژوهش، از تصاویر ماهواره ای لندست در دوره زمانی سال های ۱۳۷۹ تا ۱۳۹۴ از شهرستان ملکشاهی واقع در استان ایلام، استفاده شد. در این مقاله، بر مبنای شیب تغییرات زمانی شاخص های گیاهی و رطوبتی، در طی ۱۶ سال، جنگل های بلوط به سه کلاس طبقه بندی شدند؛ که عبارتند از: جنگل سالم، خشکیدگی خفیف و خشکیدگی شدید. بر طبق نتایج روش فوق، حدود ۱۶٪ از سطح مناطق جنگلی در وضعیت سالمی به سر می برند. در طرف مقابل ۵۸٪ از خشکیدگی خفیف و ۲۶٪ نیز از خشکیدگی شدید رنج می برند. در انتها دقت نتایج حاصل توسط داده های بازدید میدانی، تعیین شده است. روش مورد استفاده در این تحقیق، قابلیت تفکیک پوشش زوال یافته را، با دقت ۸۳٪ داراست. همچنین دقت تفکیک سطوح خشکیدگی با شدت های مختلف حدود ۵۴ درصد ارزیابی شده است.

کلید واژه ها: زوال بلوط، شاخص گیاهی، شاخص رطوبت، تصاویر چندزمانه لندست

*نویسنده مکاتبه کننده: خیابان کارگرشمالی، بالاتر از جلال آل احمد، پردیس دانشکده های فنی، ساختمان مرکزی، طبقه ۱-؛ کد پستی: ۱۴۳۹۹۵۷۱۳۱

تلفن: ۰۹۱۳۶۸۷۳۶۷۳

۱- مقدمه

جنگل‌ها ۳۱ درصد از سطح خشکی‌ها را پوشش داده‌اند [۱] و نقش مهمی را در کیفیت حیات بشر به عهده دارند. سرانه جنگل در جهان ۰/۶ هکتار است [۱] ولی در ایران حدود ۰/۱۵ هکتار می‌باشد [۲] که این ارقام حاکی از فقر ایران در زمینه منابع جنگلی است. کنترل روان آب‌های سطحی و نفوذ آن به داخل زمین، تغذیه‌ی سفره‌های آب زیرزمینی، کاهش آلودگی هوا و ضد عفونی کردن هوا تنها بخشی کارکردهای پوشش‌های جنگلی می‌باشد، که بیانگر اهمیت بالای آنها است. بر اساس تحقیقات، بروز تغییرات مختصر در کمیت و کیفیت جنگل‌ها می‌تواند به پیدایش نوساناتی در الگوهای آب و هوایی ختم گردد. یک درخت در طول حیات خود، ممکن است با تنش‌های مختلف محیطی، مبارزه کند [۳]. از جمله این تنش‌ها، می‌توان به تنش حرارتی (گرما زدگی و سرما زدگی)، تنش خشکی، تنش شوری، تنش مربوط به آفات گیاهی، تنش مربوط به بیماری‌های گیاهی (عمدتاً قارچ‌ها)، اشاره نمود [۳].

در این میان جنگل‌های زاگرس به‌عنوان یکی از مناطق پنج‌گانه اکولوژیکی ایران، با حدود پنج میلیون هکتار مساحت، ۴۰ درصد جنگل‌های ایران را تشکیل می‌دهند [۴]. جنگل‌های زاگرس از ناحیه سردشت آذربایجان غربی تا فیروزآباد فارس امتداد دارند. بارندگی سالیانه ۴۰۰ تا ۸۰۰ میلی متر [۵]، ریزش ۳۰ درصد از کل نزولات کشور در این منطقه و تامین بیش از ۴۰ درصد از آب کشور، از ویژگی‌های عمده این منطقه رویشی است. با این همه درختان موجود در محدوده زاگرس، در سال‌های اخیر، شرایط سخت و همراه با بحران را، تجربه نموده‌اند. در طی سال‌های گذشته (۱۳۸۷-۱۳۹۱) گزارشات متعددی از زوال و مرگ تعداد زیادی از درختان جنگلی و خسارت بالای آن واصل شده است. علاوه بر پدیده زوال بلوط،

آتش‌سوزی‌های اخیر، ضربات دیگری را نیز به سلامت این ناحیه رویشی وارد ساخته است. بر اساس آمار سازمان جنگل‌ها، بیماری خشکیدگی بلوط در زاگرس اولین بار در سال ۲۰۰۹ توسط ادارات منابع طبیعی ایلام و فارس گزارش شد و پس از آن از سایر استان‌های زاگرسی نیز گزارش‌هایی در این خصوص اعلام شد. وسعت مناطق آلوده در زاگرس بیش از یک میلیون هکتار است [۶]، که این سطح از آلودگی، حکایت از عمق فاجعه دارد. هرچند این خشکیدگی در همه استان‌های منطقه رویشی زاگرس مشاهده شده است، اما میزان خشکیدگی درختان بلوط در استان ایلام بیش از استان‌های دیگر می‌باشد.

از یک دیدگاه می‌توان عوامل این بیماری را به دو دسته اولیه و ثانویه تقسیم‌بندی کرد. طبق نمونه‌برداری‌های انجام شده از جنگل‌های ناحیه رویشی زاگرس، یک نوع قارچ به نام ذغالی بلوط (با نام علمی بیسوکونیاشیا مدیرترانا^۱) مورد شناسایی قرار گرفته است، که به‌عنوان عامل قارچ بیماری‌زا برای پدیده خشکیدگی بلوط، شناخته می‌شود. بررسی‌های صورت گرفته نشان داده است که علاوه بر بیماری فوق، درختان ضعیف، مورد هجوم آفات چوب‌خوار (از خانواده‌های باپرستیدا^۲ و کرامبیسایده^۳) نیز قرار گرفته‌اند. اما عوامل بیان شده تاکنون، عوامل ثانویه زوال بلوط هستند. در واقع درختان در ابتدا به دلایل مختلفی (عوامل اولیه) دچار ضعف فیزیولوژیکی می‌شوند و شرایط برای نقش آفرینی عوامل فوق، فراهم می‌گردد. از عوامل اولیه می‌توان به خشکسالی (شدت و تداوم آن)، تغییر اقلیم (افزایش درجه حرارت و تغییرات بارندگی)، افزایش شدت و مدت ریزگردها (اختلال در متابولیسم) اشاره کرد [۶ و ۷].

^۱ Biscogniauxia mediterana^۲ Buprestidae^۳ Cerambycidae

انجام تحقیق به تفصیل توضیح داده خواهد شد.

۲- پیشینه تحقیق

به‌طور کلی در فضای تحقیقاتی مربوط به خشکیدگی بلوط، با توجه به سابقه مشابه این پدیده، در کشورهایی مانند ژاپن و ایالات متحده، عناوین مختلفی مانند کاهش پیدا کردن بلوط^۴، خشکیدگی ناگهانی بلوط^۵ (SOD) و پژمردگی بلوط^۶ به چشم می‌خورد. گرچه در این مقاله، از تمامی موارد فوق با عنوان "زوال بلوط" تعبیر می‌گردد، اما با نگاهی دقیق‌تر، باید توجه داشت که پدیده‌ای که دامن‌گیر درختان بلوط در ایران شده است، هیچ کدام یک از موارد فوق نیست. در واقع عامل قارچ بیماری‌زا، در هر یک از موارد فوق متفاوت می‌باشد.

در مطالعات سنجش‌ازدوری، نمونه‌های متعددی را می‌توان ذکر کرد که از تصاویر ماهواره‌ای به‌منظور پایش سلامت و وسعت رویش‌های جنگلی استفاده شده است [۸ و ۹]. به‌عنوان مثال در [۸]، با استفاده از سری زمانی دوازده ساله از تصاویر مادیس^۷، روند تغییرات فعالیت پوشش گیاهی استخراج گشته است. در ارتباط با پدیده زوال بلوط نیز، به‌نظر می‌رسد، با توجه به روند زوال درخت بیمار و علائم مراحل مختلف بیماری (مانند تغییر رنگ برگ‌های درخت از سبز به قهوه‌ای و ریزش نامتعارف برگ‌ها)، امکان پایش پدیده از طریق تصاویر مختلف ماهواره‌ای، وجود داشته باشد. در [۱۰] سعی شده است تا از روش محاسبه شاخص NDWI در دو تاریخ و بررسی تغییرات مقدار این شاخص، طبقه‌بندی پدیده زوال بلوط صورت گیرد. در این تحقیق با تکیه بر تصاویر لندست^۸ (سنجنده‌های TM و ETM+) و

بی‌تردید اطلاع از موقعیت مناطق آسیب دیده و حتی شدت آسیب در هر یک از مناطق، اولویت نخست برای هر اقدامی در راستای درمان و کنترل پدیده زوال بلوط است. دستیابی به چنین نقشه‌ای از زوال بلوط در جنگل‌های زاگرس، اگر بخواهد از طریق عملیات میدانی صورت پذیرد، بسیار پرهزینه و زمان‌بر خواهد بود و نیازمند وجود تعداد بالایی کارشناس جهت بازدید از مناطق می‌باشد. علاوه بر این به‌طور کلی، دسترسی به برخی از مناطق جنگلی به سادگی مقدور نیست. در این شرایط بررسی مساله به کمک روش‌های تصویربرداری هوایی و فضایی (سنجش‌ازدور) می‌تواند جایگزین مناسبی برای بررسی میدانی باشد. البته انجام نمونه‌برداری‌های زمینی جهت معتبر ساختن نتایج حاصل از روش‌های سنجش‌ازدور، ضروری است.

در این تحقیق تصاویر فصل تابستان از سنجنده‌های OLI و ETM+، از سال ۱۳۷۹ تا ۱۳۹۴ از شهرستان ملک‌شاهی واقع در استان ایلام، تهیه شده است. پس از انجام کالبراسیون، با استفاده از ابزار فلاش (FLAASH)^۱، تصحیح اتمسفری تصاویر، صورت پذیرفت. سپس مرحله انطباق هندسی تصاویر، انجام گرفت. در گام بعد، پیکسل‌های غیر جنگلی ماسک شد و به دنبال آن شاخص‌های طیفی مختلف محاسبه گشت. با توجه به اهمیت پارامتر رطوبت در پدیده زوال بلوط، NDWI^۲ و به دنبال آن با توجه به الگوی بارش منطقه، شاخص EVI^۳ نیز، انتخاب شد. سپس با توجه به شیب تغییرات این دو شاخص، جنگل‌های بلوط مورد مطالعه به سه کلاس، طبقه‌بندی شدند که عبارتند از: پوشش جنگلی سالم، پوشش جنگلی با خشکیدگی خفیف، و پوشش جنگلی با خشکیدگی شدید. در بخش‌های بعدی مراحل کلی

^۴ oak decline

^۵ sudden oak death (SOD)

^۶ oak wilt

^۷ MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer)

^۸ Landsat

^۱ Fast Line-of-sight Atmospheric Analysis of Hypercubes

^۲ Normalized Difference Water Index

^۳ Enhanced Vegetation Index

باند های H و S و شاخص گیاهی NDVI، شناسایی درختان زوال یافته از روی تاج آنها، صورت پذیرفت. گرچه شناسایی پدیده زوال بلوط با تصاویر اپتیک معمول و همچنین تصاویر با توان تفکیک مکانی بالا میسر می باشد، اما قابلیت این تصاویر در شناسایی زود هنگام این عارضه چندان بالا نیست. از طرفی پیش بینی زود هنگام زوال، در زمینه مدیریت آن، بسیار کاربردی می باشد. به همین دلیل، گرایش به استفاده از تصاویر فراطیفی جهت شناسایی پدیده زوال بلوط، در تحقیقات سالیان اخیر دیده می شود [۱۳، ۱۴، ۱۵، ۱۶ و ۱۷].

به عنوان نمونه در [۱۳] با هدف نهایی شناسایی این پدیده در مراحل آغازین (قبل از بروز علائم ظاهری) از داده های فراطیفی استفاده شده است. در این تحقیق حجم بالایی از کار میدانی در زمینه جمع آوری رفتارهای طیفی اعضای مختلف یک درخت و همین طور کارهای آزمایشگاهی متعدد، به منظور تعیین تمایزهای طیفی مربوط به درخت در مراحل مختلف بیماری، صورت گرفته است. سپس با استفاده از داده های ماهواره ای سنجنده فراطیفی هایپرین^۵، هدف نهایی، تحقق خواهد یافت. در [۱۶] نیز با بررسی رفتار طیفی درختان مشخصی تا رسیدن زوال کامل آنها؛ شناسایی زوال بلوط در ژاپن صورت پذیرفته است. در تحقیق حاضر، از داده های ماهواره لندست استفاده شده است. اگر روشی بتواند از طریق تصاویر این سنجنده پدیده زوال بلوط را (هر چند به صورت تقریبی) مورد بررسی قرار دهد، با توجه دسترسی رایگان به این تصاویر، بسیار مطلوب خواهد بود. از سوی دیگر هدف اصلی پایش این پدیده توسط تصاویر لندست، تعیین محدوده کلی مناطق آسیب دیده است، به طوریکه هدایت کننده

بر مبنای اینکه پدیده زوال بلوط، بیشتر ناشی از وقوع خشکسالی در منطقه تحت مطالعه بوده است؛ استفاده از شاخص مذکور بر سایر شاخص های گیاهی از جمله NDVI ترجیح داده شده است. پس از محاسبه اختلاف شاخص NDWI در دو زمان، با یک حد آستانه گذاری ساده، پدیده زوال بلوط با دقتی بالاتر از ۷۵ درصد، در پنج سطح طبقه بندی شده است.

در کار تحقیقاتی دیگری ش [۱۱]، مجدداً از داده های ماهواره لندست، جهت دستیابی به روشی برای تعیین محدوده پدیده زوال بلوط (SOD) استفاده شده است. علاوه بر این، با استفاده از سری زمانی بیست ساله، سعی شده تا الگوی گسترش این پدیده نیز تعیین شود. در ابتدا با انتخاب زمان مناسب برای تصاویر و همچنین داده های کمکی متعدد، سعی بر این بوده که برخی از عوامل دیگر تخریب جنگل، مانند آتش سوزی (که ممکن است به اشتباه، زوال پنداشته شود) ماسک شده، تا شرایط برای بررسی پدیده زوال فراهم تر شود. در این پایان نامه نیز شاخص های گیاهی متعددی مورد بررسی قرار گرفته اند و بهترین آنها (با توجه به تصاویر اخذ شده از گوگل ارث^۱) جهت طبقه بندی پدیده زوال بلوط، انتخاب شده است. گرچه شاید نتایج این کار [۱۱] از نظر دقت ضعیف باشد، اما مطالعه آن برای شروع کار تحقیقاتی در این حوزه، توصیه می شود.

در [۱۲] به شناسایی درختان بیمار توسط تصاویر طیفی با توان تفکیک مکانی بالا، پرداخته شده است. در این تحقیق در ابتدا تبدیل رنگی HSI^۲ روی تصاویر ارتو از سنجنده های آیکنوس^۳ و کوئیک برد^۴ اعمال شده و سپس با تحلیل خوشه ای بر روی

^۱ Google Earth

^۲ Hue, Saturation and Intensity

^۳ Ikonos

^۴ Quick Bird

^۵ Hyperion

۳-۱- منطقه مورد مطالعه

شهرستان ملک‌شاهی با وسعتی بالغ بر ۱۸۰۰۰۰ هکتار، از نظر جغرافیایی در مرکز استان ایلام قرار گرفته است (شکل ۱). این شهرستان در محدوده ۴۶.۲۷۰۸ درجه تا ۴۶.۸۸ درجه شرقی و ۳۲.۰۸۴۴ درجه تا ۳۲.۵۱۵ درجه شمالی، جای دارد [۱۸] این منطقه جزء مناطق خشک و نیمه خشک سلسله جبال زاگرس محسوب می‌گردد. شهرستان ملک‌شاهی، از نظر ارتفاعی، در حداقل مقدار، ۳۳۰ متر و در حداکثر مقدار خود به ارتفاع ۲۷۳۷.۳ متر از سطح دریا، می‌رسد.

بازدیدها و بررسی‌های میدانی به سمت مناطق پرخطرتر باشد.

۳-۲- داده‌ها و منطقه مورد مطالعه

در این پژوهش از تصاویر سنجنده‌های مربوط به ماهواره‌های لندست ۷ و ۸ استفاده شده است. همچنین از داده‌های باران‌سنجی به‌عنوان داده‌های کمکی استفاده شد. منطقه مورد مطالعه نیز شهرستان ملک‌شاهی از استان ایلام می‌باشد. علاوه بر این داده‌ها از داده‌های مربوط به بازدیدهای میدانی، به‌منظور ارزیابی نتایج استفاده شده است. در ادامه، به‌طور مجزا به توضیح هر یک از داده‌های فوق، پرداخته می‌شود.



شکل ۱: موقعیت شهرستان ملک‌شاهی در نقشه کشور

در ارتباط با داده‌های سنجنده ETM+ باید توجه داشت که طی سال‌های ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۱ (ده سال از سری ۱۶ ساله مورد مطالعه) در حالت SLC-off اخذ شده است. اما خوشبختانه به‌دلیل آنکه شهرستان مورد مطالعه، در مرکز تصاویر واقع بوده است، چندان از این نقص، متضرر نشده است. از سوی دیگر با توجه به روش اتخاذ شده در این تحقیق، ضرورتی برای انجام پیش پردازش جهت برطرف ساختن این نقص وجود ندارد.

۳-۳- داده‌های میدانی

در این تحقیق از دو دسته داده به‌منظور تکمیل فرآیند بررسی زوال بلوط استفاده شده است؛ اول) اطلاعات و

۳-۲- تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده

در این پژوهش از تصاویر ماهواره ای لندست ۷ و ۸ در مسیر^۱ ۱۶۷ و سطر^۲ ۳۷، استفاده شده است. تصاویر سال‌های ۱۳۷۹ تا ۱۳۹۱ مربوط به سنجنده ETM+ از ماهواره لندست ۷ بوده و برای سال‌های ۱۳۹۲ تا ۱۳۹۴ از تصاویر اخذ شده توسط سنجنده OLI از ماهواره لندست ۸، استفاده شده است. در این تحقیق صرفاً از باندهای طیفی جهت بررسی پدیده زوال بلوط استفاده شده و از باندهای حرارتی و پانکروماتیک این سنجنده‌ها بهره‌برداری نشده است.

^۱ Path

^۲ Row

نقشه‌های مربوط به زوال بلوط می‌باشد. نقشه‌ها و اطلاعاتی، از طریق سازمان متولی امر جنگل‌ها در استان ایلام، در ارتباط با وسعت و شدت این پدیده، از منطقه مورد مطالعه در اختیار قرار گرفته است. مبنای اصلی در تهیه نقشه‌های فوق‌الذکر، مشاهدات میدانی کارشناسان جنگل، از مناطق مختلف بوده که پس از آن، محدوده مناطق آسیب دیده در کنار شدت زوال، بر روی یک داده مبنای ترسیم می‌گردند. دوم) داده‌های باران سنجی ایستگاهی (مجموع بارش ماهانه) است. سازمان هواشناسی کشور، در استان ایلام، ایستگاه‌هایی را فراهم نموده است که به‌صورت نقطه‌ای کمیت‌های مختلفی، از جمله میزان بارندگی را اندازه‌گیری می‌کنند. آمار مربوط به باران سنجی در منطقه مورد مطالعه می‌تواند در مرحله تعیین شاخص گیاهی مناسب، سودمند واقع شود.

۴- روش پیشنهادی و پیاده‌سازی

روش مورد استفاده در این پژوهش بر مبنای شاخص‌های طیفی تاثیرگذار بر پدیده زوال بلوط بنا نهاده شده است. در قسمت ۴-۱، روش پیشنهادی به‌همراه جزئیات، توضیح داده شده است. در ادامه نیز توضیحاتی در ارتباط با مسیر پیاده‌سازی آن، ارائه شده است و در قسمت پایانی این بخش نیز، کیفیت نتایج حاصل، بر مبنای داده‌های مربوط به بازدهی‌های میدانی، مورد ارزیابی واقع شد.

۴-۱- روش پیشنهادی

روش مورد استفاده در این تحقیق در قالب یک فلوچارت، در شکل (۲)، به نمایش درآمده است. توضیح اینکه در مرحله اول، پیش پردازش‌هایی بر تمامی تصاویر اعمال می‌گردد. به‌طور کلی، هدف از انجام این پیش پردازش‌ها آماده‌سازی تمامی تصاویر ۱۶گانه برای محاسبات اصلی، می‌باشد. بدین معنا که پردازش‌های اصلی، صرفاً بر روی مقادیر بازتابش پیکسل‌های جنگلی منطقه مورد مطالعه،

متمرکز گردند. سپس در مرحله دوم، پردازش‌های اصلی در دو مسیر شاخص گیاهی و شاخص رطوبت، پیگیری می‌گردند. به‌طور کلی برای تمامی شاخص‌ها تصاویر شیب تغییرات مقادیر- در طی ۱۶ سال- محاسبه می‌گردند. منفی بودن مقدار شیب، حاکی از افت پوشش گیاهی در محدوده آن پیکسل (مکان) از دید شاخص مربوطه است. با توجه به اهمیت پارامتر رطوبت در وقوع خشکیدگی، طبق نظر کارشناسان، شاخص رطوبت به‌طور مستقیم، وارد مرحله تصمیم‌گیری می‌شود. از میان شاخص‌های گیاهی نیز شاخصی که قابلیت بالاتری برای توصیف رفتار بارش منطقه داشته باشد، انتخاب شده و وارد مرحله تصمیم‌گیری می‌گردد. سپس وضعیت پوشش گیاهی، در سه کلاس طبقه‌بندی می‌گردد. این کلاس‌ها عبارتند از: سالم، خشکیدگی با شدت پایین (کمتر از ۵۰ درصد) و خشکیدگی شدید (بیش از ۵۰ درصد). کلاس سالم، مناطقی هستند که هم از نظر شاخص گیاهی و هم از نظر شاخص رطوبت، دچار افت نشده‌اند. مناطق با خشکیدگی خفیف، صرفاً از دید یکی از این دو شاخص دچار زوال شده‌اند و همچنین مناطق با خشکیدگی شدید، مناطقی هستند که هر دو شاخص فوق‌الافت وضعیت پوشش جنگلی آن‌ها، حکایت کنند. به‌عبارتی طبقه‌بندی در دو سطح از جزئیات، صورت خواهد پذیرفت. در سطح اول وجود یا عدم وجود خشکیدگی در یک منطقه مورد بررسی قرار می‌گیرد. و در سطح دوم شدت خشکیدگی طبقه‌بندی می‌شود. در نهایت قابلیت روش پیشنهادی توسط داده‌های واقعی‌ت زمینی مورد ارزیابی قرار گرفته است.

۴-۲- پیاده‌سازی

ناحیه مورد مطالعه، شامل پوشش‌های زمینی مختلفی، از جمله مناطق شهری، مراتع و مزارع است. وجود برخی از این پوشش‌ها به دلیل شباهت‌های رفتار طیفی با درختان بلوط، ممکن است به اشتباه،

برای حذف مناطق فوق (عاری از درخت)، از شاخص EVI تصویر ETM+ مربوط به سال ۱۳۷۹، استفاده شده است. بدین صورت که مقدار میانگین شاخص فوق، برای تعدادی پیکسل -که از پیش، فقدان درخت در آنها از طریق گوگل ارث محرز گشته بود- به دست آمد و به عنوان حد آستانه، برای حذف پوشش‌های غیر جنگلی، اعمال گشت. البته در انتها بررسی مختصری به صورت بصری، انجام گرفته است تا در صورت باقی ماندن پیکسل‌های مربوط به مرتع یا پوشش‌های غیر درختی، آن‌ها نیز شناسایی و حذف گردند.

جنگل بلوط تشخیص داده شوند. گرچه سعی شده است زمان تصاویر به کار گرفته شده به گونه‌ای انتخاب شود که این اختلاط حداقل شود (با توجه به زمان‌بندی کشت و برداشت محصولات زراعی و همچنین زمان خشک شدن پوشش مرتعی) اما با این وجود، انجام طبقه‌بندی، جهت تفکیک پوشش جنگلی بلوط و غیر آن، ضروری به نظر می‌آید. بدین منظور، با استفاده از تصاویر گوگل ارث محدوده کلی پوشش جنگلی منطقه، استخراج شد. این جنگل‌ها از نظر تراکم یکدست نیستند، به طوری که برخی از مناطق از محدوده استخراج شده، فاقد درخت می‌باشند.

جدول ۱: ماتریس ابهام برای تفکیک سطح جنگل از غیر جنگل

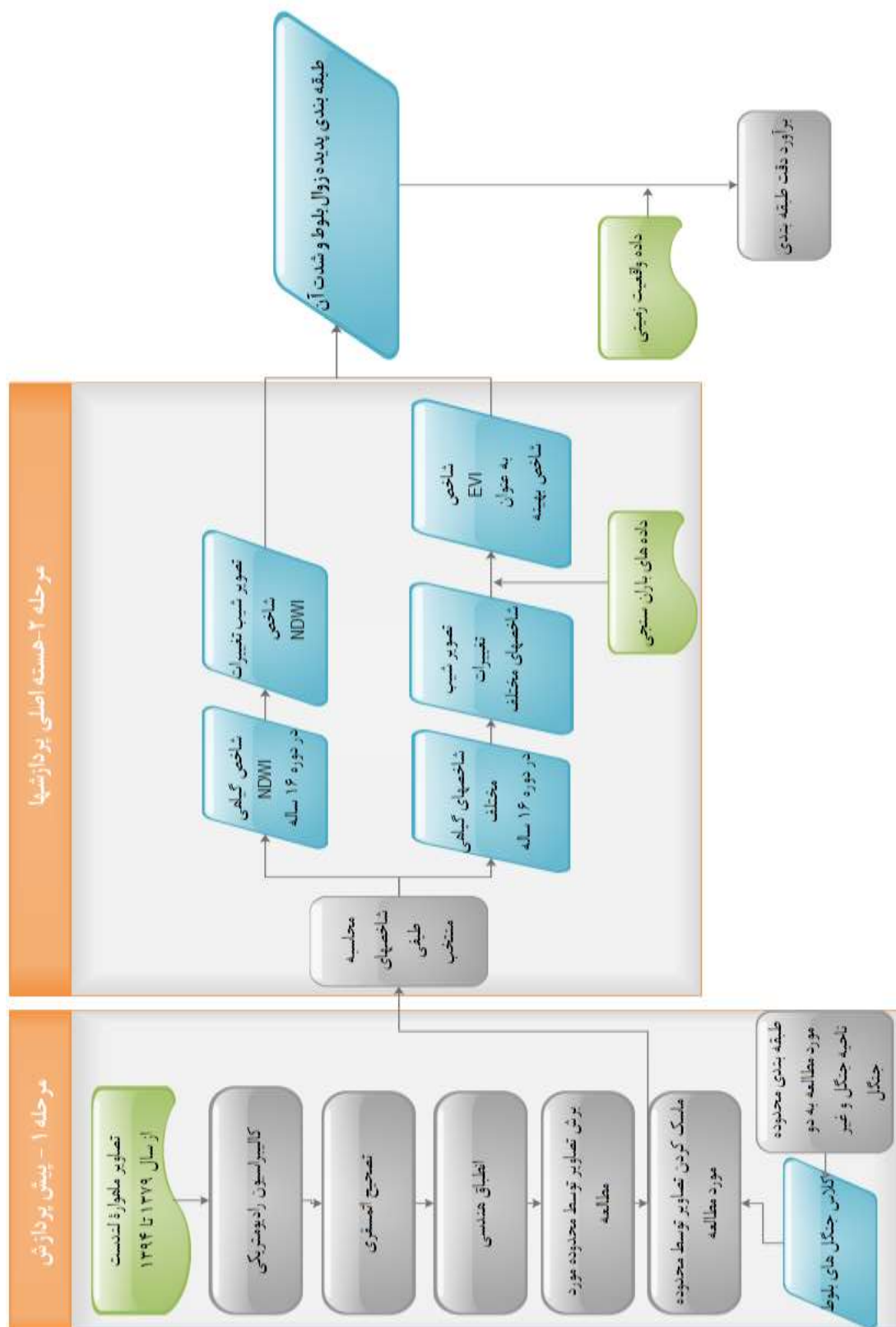
خطای حذف شدگی ^۱	مجموع	نتایج طبقه‌بندی	
		پوشش غیر جنگلی	پوشش جنگلی
۰/۳۳	۵۲	۱۷	۳۵
۰	۴۰	۴۰	۰
	۹۲	۵۷	۳۵
دقت کلی = ۸۱ درصد		۰/۳	۰
		خطای افزوده شدن ^۲	



شکل ۳: سطح جنگلی شهرستان ملک‌شاهی

^۱ Omission

^۲ Commission



شکل ۲: فلوچارت روش پیشنهادی

در گام اول با توجه به اطلاعات فراداده هر یک از تصاویر، کالیبراسیون طیفی انجام گرفت (مقادیر درجه خاکستری به رادیانس تبدیل شد). سپس تاثیر اتمسفر، به کمک ابزار FLAASH حذف شده است. بعد از این مرحله تصاویر از نظر هندسی منطبق شده‌اند.^۳ بدین منظور از معادلات چندجمله‌ای درجه اول استفاده شده است، چرا که عموماً تصاویر اخذ شده از سایت ناسا، صرفاً با انتقال^۴، بر هم منطبق می‌شوند. بیشینه RMSE برای انطباق هندسی تصاویر نسبت به تصویر مرجع، از میان مقادیر موجود، کمتر از ۰/۲ پیکسل به دست آمد، که این مقدار حاکی از صورت پذیرفتن انطباق هندسی، در سطح کیفی قابل قبولی می‌باشد. سپس با استفاده از مرز منطقه مورد مطالعه (شهرستان ملک‌شاهی)، همگی تصاویر بریده شدند.^۵ در گام پایانی از مرحله پیش‌پردازش، کلاس جنگل ماسک شده است، تا پردازش‌های اصلی فقط روی پیکسل‌های هدف انجام گیرند. با توجه به نظرات کارشناسان، وقوع خشکسالی و کاهش رطوبت، تاثیر محسوسی بر پدیده زوال بلوط داشته است. بنابراین در این تحقیق برای انتخاب شاخص‌های طیفی مناسب، مساله رطوبت، مدنظر قرار گرفته است. شاخص رطوبت NDWI، به‌طور مستقیم وارد مرحله تصمیم‌گیری می‌شود، اما از میان شاخص‌های گیاهی پس از طی یک مرحله، شاخص بهینه و مناسب انتخاب شده و وارد مرحله تصمیم‌گیری می‌گردد.

خروجی فرآیند فوق یک تصویر دودویی^۱ می‌باشد (شکل (۳)) که از وجود یا عدم وجود جنگل بلوط در پیکسل‌های تصویر، حکایت می‌کند. با بررسی ۹۲ پیکسل بر مبنای داده واقعیت زمینی (حاصل از گوگل ارث)، دقت کلی^۲ این طبقه‌بندی بیش از ۸۱ درصد، محاسبه شده است. ماتریس ابهام، در جدول (۱) قابل مشاهده است.

در مرحله اول فلوچارت کلی (طبق شکل (۲)) طی گام‌هایی، تصاویر سال‌های ۱۳۷۹ تا ۱۳۹۴ از منطقه مورد مطالعه مورد پیش‌پردازش قرار گرفتند. در جدول (۲) تاریخ تصاویر مورد استفاده، قابل رویت است.

جدول ۲: تاریخ تصاویر مورد استفاده

سنجنده	تاریخ
ETM+(SLC-on)	۱۳۷۹/۵/۱۸
	۱۳۸۰/۵/۴
	۱۳۸۱/۵/۷
ETM+(SLC-off)	۱۳۸۲/۵/۲۶
	۱۳۸۳/۵/۱۳
	۱۳۸۴/۵/۱۵
	۱۳۸۵/۵/۱۸
	۱۳۸۶/۵/۲۱
	۱۳۸۷/۵/۸
	۱۳۸۸/۵/۲۶
	۱۳۸۹/۵/۲۹
	۱۳۹۰/۶/۱
	۱۳۹۱/۶/۴
OLI	۱۳۹۲/۵/۱۳
	۱۳۹۳/۶/۱
	۱۳۹۴/۵/۱۹

^۳ Co-registration^۴ Shift^۵ crop^۱ Binary^۲ Overall accuracy

$$\begin{aligned} \text{EVI} &= 2.5 \times \left(\frac{\text{NIR} - \text{RED}}{\text{NIR} + 6 \times \text{RED} - 7.5 \times \text{BLUE}} \right) && \text{رابطه (۱)} \\ \text{NDVI} &= \frac{\text{NIR} - \text{RED}}{\text{NIR} + \text{RED}} && \text{رابطه (۲)} \\ \text{SAVI} &= \frac{(\text{NIR} - \text{RED}) \times 1.5}{\text{NIR} + \text{RED} + 1.5} && \text{رابطه (۳)} \\ \text{ATSAVI} &= \frac{\text{NIR} - 1.22 \times \text{RED} - 0.03}{\text{NIR} + \text{RED} - 0.03 \times 1.22 + 0.08 \times (1 + 0.03^2)} && \text{رابطه (۴)} \\ \text{NDWI} &= \frac{(\text{NIR} - \text{SWIR1})}{(\text{NIR} + \text{SWIR1})} && \text{رابطه (۵)} \end{aligned}$$

سپس روند کلی تغییرات هر یک از شاخص‌ها، از طریق برازش معادله خط به نمودار مربوط به آن شاخص، مورد بررسی قرار گرفته است. در واقع شیب خط برازش داده شده می‌تواند حاکی از افت یا بهبود وضعیت پوشش جنگلی باشد. انتظار می‌رود، عوامل مختلف دیگری که یک شاخص ممکن است نسبت به آن حساس باشد، با برازش خط (که نوعی میانگین‌گیری و رفع نویز تلقی می‌شود) حذف گردند. بنابراین برای هر یک از شاخص‌های مورد مطالعه، تصویری تولید می‌گردد که مقدار هر پیکسل از آن تصویر، برابر شیب تغییرات آن شاخص، در آن پیکسل، در طی ۱۶ سال، می‌باشد. شکل (۴) گویای توضیحات اخیر می‌باشد.

در شکل (۵)، تصاویر شیب شاخص‌های گیاهی، قابل مشاهده است.

تصاویر گویای این نکته است که همبستگی بالایی میان شاخص‌های گیاهی مختلف وجود دارد. مقادیر کمی همبستگی در جدول (۳) قابل مشاهده است. البته جهت تکمیل این جدول، شاخص رطوبت هم افزوده شده است.

به‌طور کلی شاخص‌های مورد استفاده در این تحقیق عبارتند از: EVI [۱۹]، NDWI^۱، [۲۰]، NDVI^۲، SAVI^۳ و ATSAVI^۴. روابط ریاضی این شاخص‌ها در رابطه‌های (۱)، (۲)، (۳)، (۴) و (۵)، قابل مشاهده است.

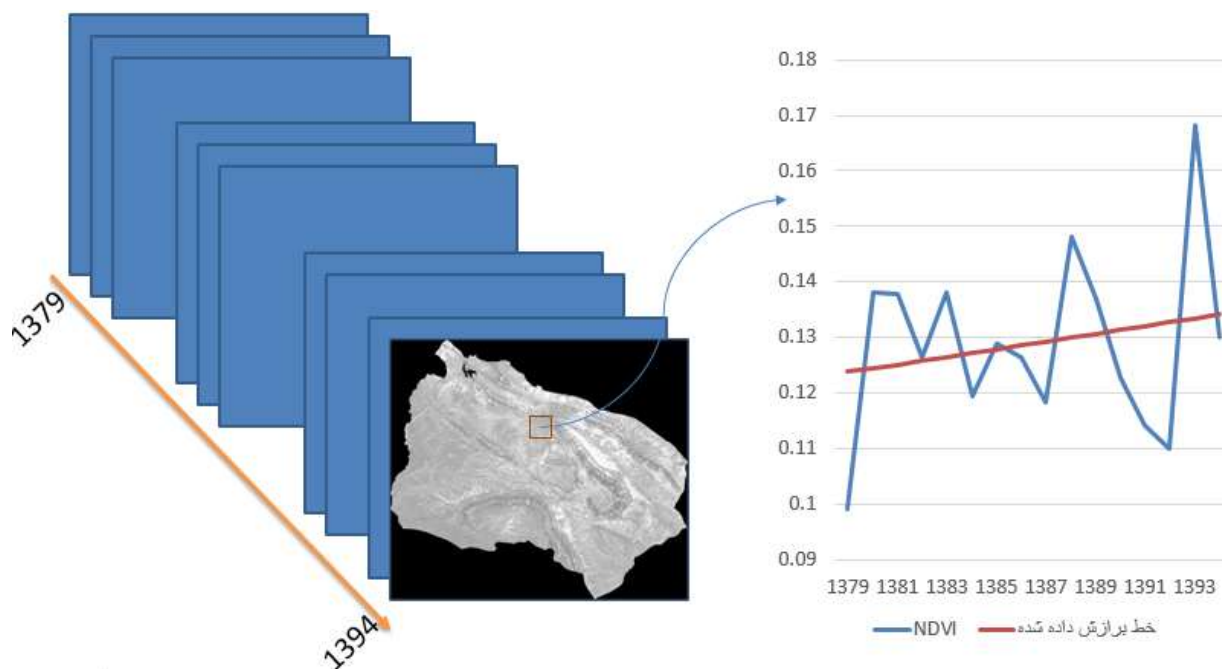
از آنجایی که شاخص‌های EVI و NDVI، از شاخص‌های گیاهی مطرح و پرکاربرد می‌باشند، در مجموعه شاخص‌های گیاهی اولیه، قرار گرفته‌اند. همچنین بدلیل اینکه، جنگل‌های منطقه به‌طور کلی، تنک محسوب می‌شوند. ضرورت حذف اثر خاک پررنگ‌تر می‌شود. از این رو، شاخص‌هایی مانند SAVI و ATSAVI، نیز به‌عنوان شاخص‌های گیاهی اولیه مورد بررسی واقع شده‌اند. پس از تولید تصاویر شیب برای تمامی شاخص‌ها (مرحله بعد)، شاخص گیاهی بهینه، انتخاب خواهد شد و بقیه شاخص‌های گیاهی از مسیر پردازش کنار گذاشته می‌شوند. به ازای هر یک از شاخص‌ها، ۱۶ تصویر از سال ۱۳۷۹ تا ۱۳۹۴، محاسبه شده است. برای هر یک از پیکسل‌های محدوده مورد مطالعه، نمودار تغییرات مقادیر شاخص‌ها، مورد بررسی قرار گرفت. بنابراین برای هر پیکسل به تعداد شاخص‌های مورد استفاده، نمودارهایی وجود دارد که (اکثراً) در ۱۶ زمان (تاریخ‌های تصویربرداری) دارای مقدار می‌باشند.

¹ Normalized difference water index

² Normalized difference vegetation index

³ Soil adjusted vegetation index

⁴ Adjusted transformed soil-adjusted vegetation index



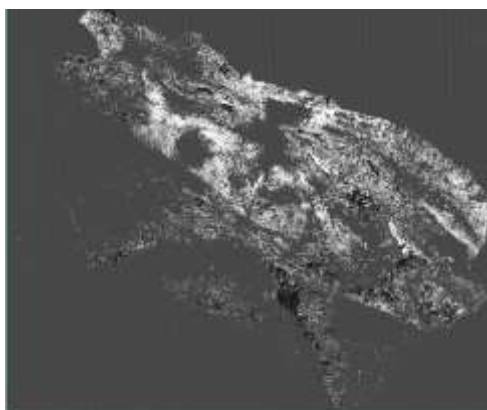
ب

الف

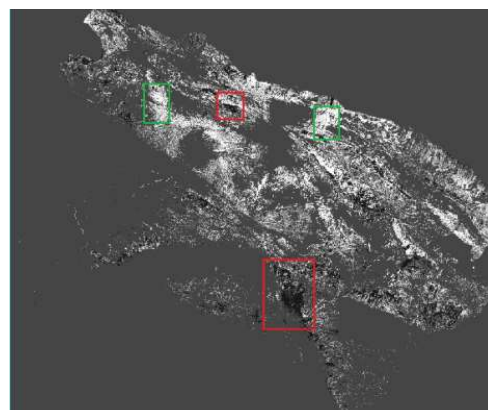
شکل ۴: الف) نمودار تغییرات شاخص NDVI و خط برازش داده شده برای یک پیکسل دلخواه. ب) سری تصاویر شاخص NDVI از منطقه مورد مطالعه

جدول ۳: مقادیر همبستگی میان تصاویر شیب تغییرات بین شاخص‌های مختلف

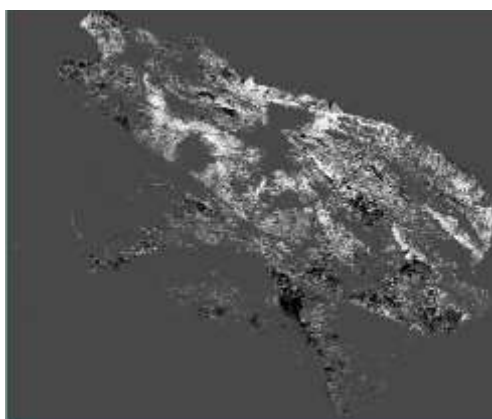
شاخص\شاخص	NDVI	EVI	NDWI	SAVI	ATSAVI
NDVI	۱	۰/۹۴	۰/۲۳	۰/۹۴	۰/۹۹
EVI	۰/۹۴	۱	۰/۲۸	۰/۹۹	۰/۹۷
NDWI	۰/۲۳	۰/۲۸	۱	۰/۲۱	۰/۲۳
SAVI	۰/۹۴	۰/۹۸	۰/۲۱	۱	۰/۹۷
ATSAVI	۰/۹۹	۰/۹۷	۰/۲۳	۰/۹۷	۱



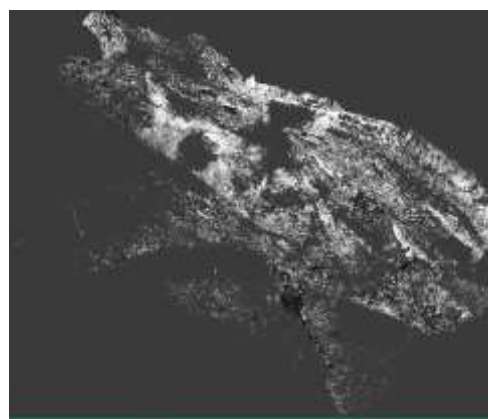
(ب)



(الف)



(د)



(ج)

شکل ۵: تصاویر شیب شاخص‌های گیاهی مختلف. (الف) NDVI. (ب) EVI. (ج) SAVI و (د) ATSAVI

یک مقیاس زمانی مشخص، شاخص^۱ SPI (از شاخص‌های پایش خشکسالی) در همان مقیاس، به‌دست خواهد آمد. داده‌های بارش منطقه، در مقیاس ماهیانه در دسترس هستند. بنابراین باید میانگین مقدار بارش ماه‌های مختلف از یک سال مشخص، به‌دست آید. متوسط‌گیری میزان بارش نباید در تمام ماه‌های سال صورت پذیرد، زیرا زمان تصاویر مورد استفاده مربوط به اواسط تابستان می‌باشد (نه انتهای سال). بنابراین برای هر سال، آمار بارندگی ماهیانه، از آغاز پاییز سال گذشته تا انتهای بهار همان سال، میانگین‌گیری شده و تحت عنوان بارش آن سال، معرفی می‌گردد. در طرف دیگر،

مقادیر جدول (۳) گویای این نکته است که محتوای اطلاعاتی شاخص‌های گیاهی مختلف تا حد بالایی اشتراک دارند. به‌عبارت دیگر تقریباً تمامی شاخص‌های گیاهی، از زاویه مشابهی به پدیده زوال بلوط می‌نگرند. از طرف دیگر شاخص رطوبت NDWI از همبستگی کمتری با مجموعه شاخص‌های گیاهی برخوردار است و این به معنی بررسی پدیده از زاویه‌ای متفاوت می‌باشد. در اینجا باید معیاری را برگزید، تا بر مبنای آن شاخص بهینه تعیین و وارد مرحله تصمیم‌گیری شود. همانطور که گفته شد به‌دلیل آنکه رطوبت نقش به‌سزایی در پدیده زوال بلوط داشته است، معیار قابلیت توصیف الگوی بارش منطقه، در نظر گرفته شد. لازم به ذکر است که داده‌های میزان بارش از معیارهای بررسی پدیده خشکسالی است. به بیان دیگر با نرمال کردن مقادیر بارش در

¹ Standard precipitation index

نمایش دهنده مقدار همبستگی شاخص‌های مختلف با الگوی زمانی بارش منطقه است.

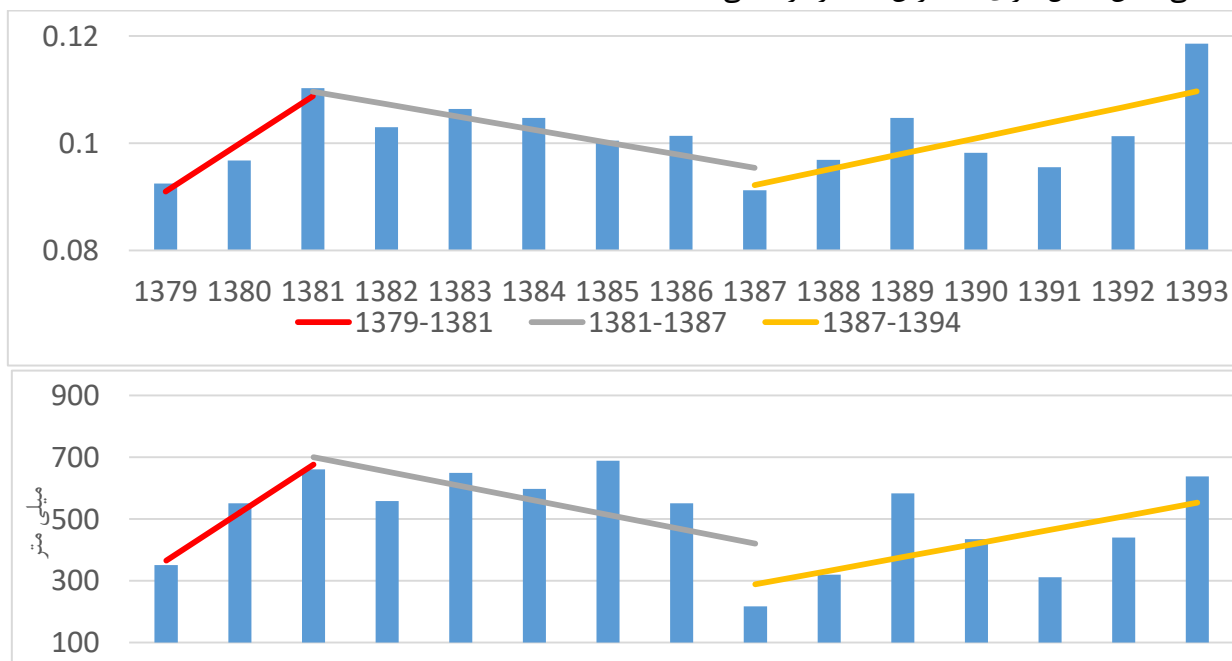
میانگین مقادیر شاخص‌های گیاهی مختلف، برای کل منطقه مورد مطالعه، قرار دارد. جدول (۴)،

جدول ۴: مقادیر ضریب تعیین مربوط به همبستگی میان مقادیر شاخص و میزان بارندگی در رو مقیاس متفاوت

شاخص گیاهی	ضریب تعیین (R^2)
NDVI	۰/۵
NDWI	۰/۲۱
SAVI	۰/۴۲
EVI	۰/۵۹
ATSAVI	۰/۴۷

در دوره‌ای حدوداً سی ساله [۱۳۹۳-۱۳۶۶] بوده است. از سوی دیگر در نمودار مربوط به میانگین مقادیر EVI نیز، افت مقادیر در سال ۱۳۸۷، به چشم می‌خورد. این مشاهده را می‌توان این گونه تحلیل کرد که کاهش بارندگی در سال ۱۳۸۷ به صورت مستقیم در وضعیت پوشش گیاهی تأثیرگذار بوده و در نتیجه شاخص گیاهی نیز با کاهش مقدار در این سال، این موضوع را تأیید می‌کند.

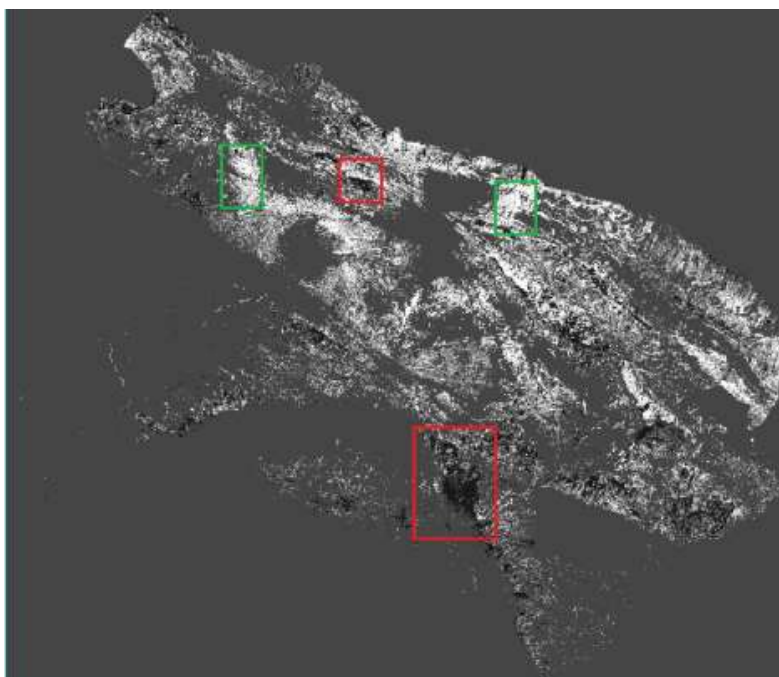
همانطور که در شکل (۶) نیز نشان داده شده است، برای درک بصری این ارتباط می‌توان؛ بازه زمانی [۱۳۷۹-۱۳۹۳] را به سه بازه [۱۳۸۱-۱۳۷۹]، [۱۳۸۹-۱۳۸۱] و [۱۳۹۴-۱۳۸۹] تقسیم نمود. شیب خطوط برازش داده شده همانطور که در شکل (۶)، به نمایش درآمده است، به خوبی بیانگر هماهنگی میان افت و خیزها می‌باشد. به عنوان نمونه می‌توان به سال ۱۳۸۷ اشاره نمود. طبق آمارهای باران سنجی، این سال دارای کمترین مقدار بارندگی،



شکل ۶: به ترتیب از بالا به پایین، نمودار میانگین EVI در شهر ملکشاهی؛ نمودار بارندگی ماهانه در ایستگاه شهر ایلام به میلیمتر

قرمز) و روشن (مستطیل سبز) در تصاویر شیب است (شکل (۷)). به این معنا که مجموعه‌ای از پیکسل‌های همسایه از وضعیت مشابهی تبعیت می‌کنند، که نتیجه مهمی است. شاید بیان ملموس‌تر گزاره فوق این گونه باشد که لااقل در سطح توان تفکیک مکانی سنجنده مورد استفاده پدیده زوال، در سطح جنگل به صورت پراکنده رخ نداده و بلکه پوشش جنگلی در برخی از مناطق و به صورت موضعی، دچار این عارضه شده است.

با توجه به جدول (۳) و شکل (۶)، این مهم قابل نتیجه‌گیری است که شاخص EVI به طور مناسب‌تری می‌تواند، انعکاس‌دهنده الگوی بارش منطقه باشد و به همین دلیل به عنوان نماینده شاخص‌های گیاهی، وارد مرحله تصمیم‌گیری می‌شود. قبل از ورود به مرحله تصمیم‌گیری و طبقه‌بندی پدیده زوال بلوط بر مبنای شاخص‌های منتخب (یعنی EVI و NDWI)، به نظر می‌رسد توجه به یک نکته حایز اهمیت باشد و آن همان، وجود الگوهای تیره (مستطیل



شکل ۷: الگوهای تیره (مستطیل‌های قرمز رنگ) و روشن (مستطیل سبز رنگ) در تصویر شیب شاخص NDVI

پس فرآیند تصمیم‌گیری راجع به وضعیت نهایی پیکسل‌ها آغاز می‌گردد. این فرآیند بدین صورت است که پیکسل‌هایی که هم از نظر شاخص EVI و هم از نظر شاخص NDWI دچار خشکیدگی شده‌اند، در کلاس "خشکیدگی شدید" قرار می‌گیرند و پیکسل‌هایی که صرفاً از نظر یکی از این دو شاخص، خشکیده‌اند در کلاس "خشکیدگی خفیف" واقع می‌شوند و پیکسل‌هایی که از منظر هر دو شاخص، سالم هستند، در کلاس "پوشش جنگلی سالم" قرار می‌گیرند. بنابراین در نهایت یک نقشه

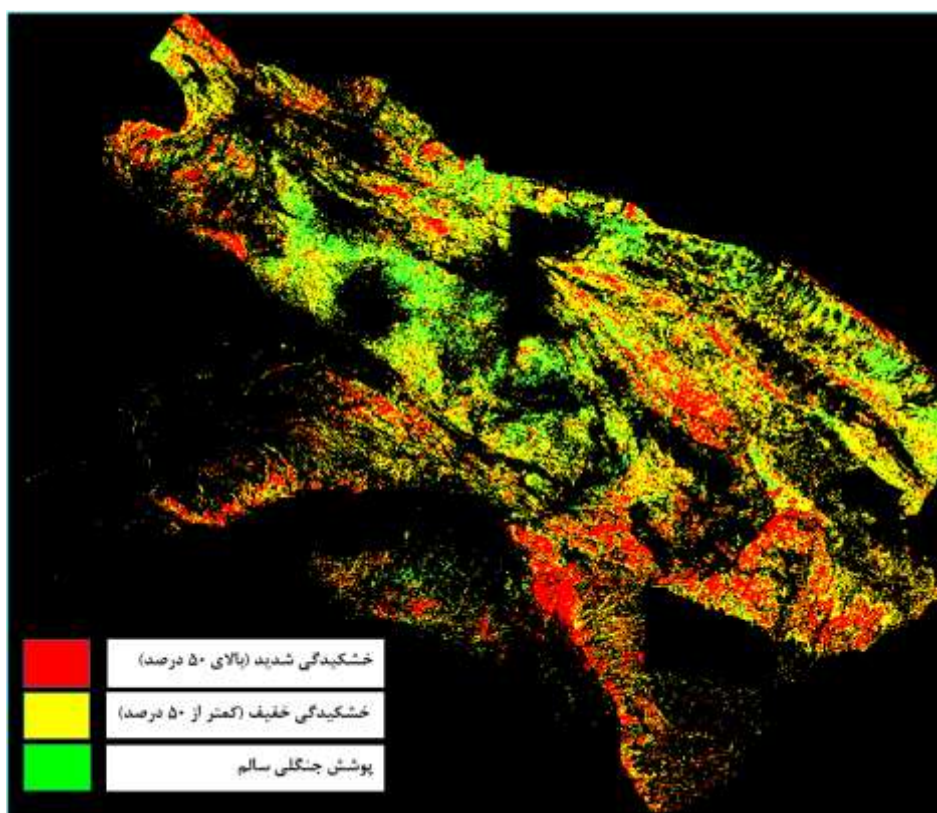
پس از مشخص شدن شاخص‌های اصلی، در ابتدا تفکیک پوشش سالم از خشکیده؛ و به دنبال آن تفکیک خشکیدگی خفیف از خشکیدگی شدید صورت پذیرفت. همانطور که مطرح شد، مقدار شیب یک شاخص برای یک پیکسل، می‌تواند حاکی از افت یا بهبود وضعیت پوشش جنگلی، در آن پیکسل از دید آن شاخص باشد. بنابراین مقدار منفی برای شیب به معنای وقوع خشکیدگی تلقی می‌گردد. به عبارت دیگر هر یک از شاخص‌های EVI و NDWI محدوده جنگلی را به دو کلاس سالم و خشکیده تفکیک می‌نمایند.

خشکیدگی خفیف و ۲۶٪ نیز از خشکیدگی شدید رنج می‌برند. وسعت تقریبی مناطق مربوط به هر یک از طبقات نیز در جدول (۵) قابل مشاهده است.

تولید می‌گردد که در شکل (۸) قابل ملاحظه است. طبق نتایج حدود ۱۶٪ از سطح مناطق جنگلی در وضعیت سالمی به سر می‌برند. در طرف مقابل ۵۸٪ از

جدول ۵: برآورد نهایی وسعت طبقات مختلف جنگل

خشکیدگی شدید	خشکیدگی خفیف	پوشش جنگلی سالم	کلاس
۱۴۵۹۳	۳۲۰۷۴	۸۷۸۹	وسعت (هکتار)



شکل ۸: طبقه‌بندی نهایی پدیده زوال بلوط

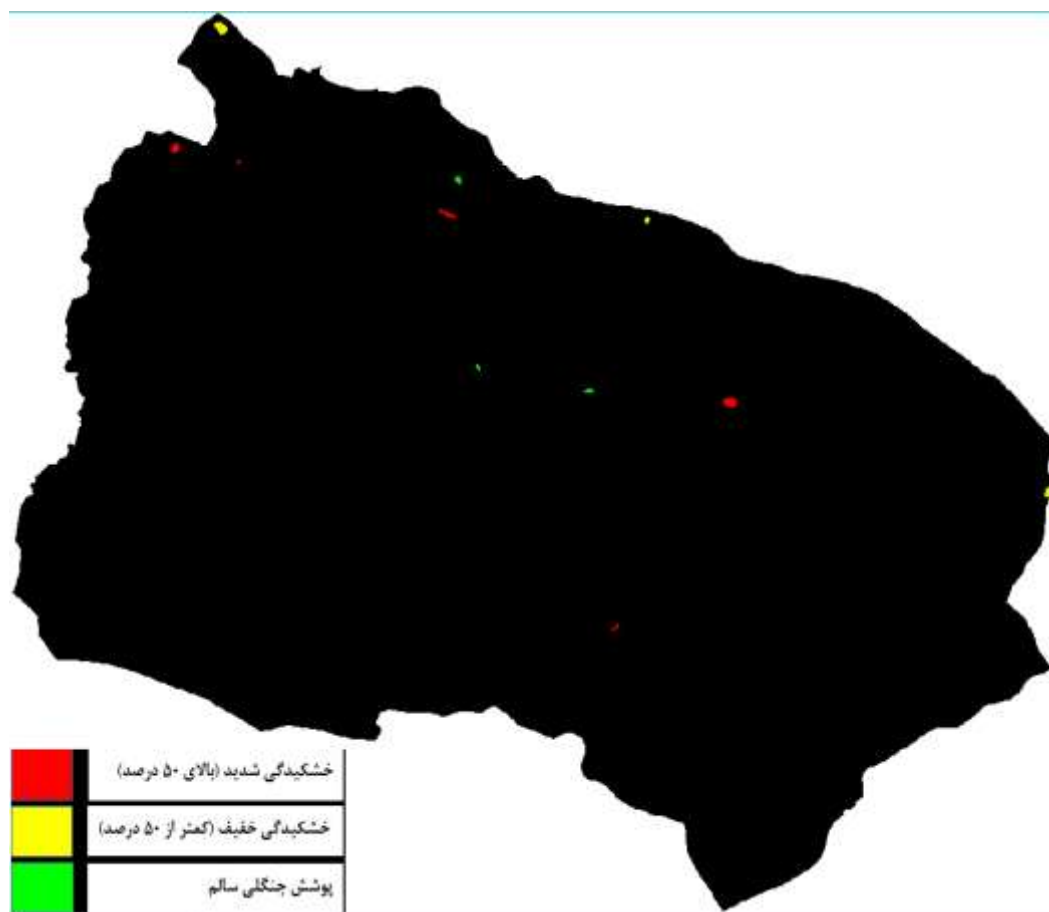
۴-۳- اعتبارسنجی نتایج

به منظور اعتبارسنجی نتایج از نقشه‌های دریافت شده از سازمان متولی امر در ایلام، استفاده شده است. بدین صورت که مناطقی، به عنوان داده واقعیت زمینی مشخص گشت، که به گواهی بازدیدهای صورت گرفته توسط کارشناسان؛ سالم یا دچار خشکیدگی خفیف و یا دچار خشکیدگی شدید بوده‌اند. این نواحی در شکل (۹) به نمایش درآمده است. برای ارزیابی بهتر روش پیشنهادی، در ادامه دو ماتریس ابهام به نمایش درآمده است. در ماتریس ابهام اول (جدول

با بررسی نقشه نهایی (شکل (۸))، می‌توان اینگونه نتیجه گرفت که هسته اصلی پدیده زوال (نقطه آغازین آن)، درختانی هستند که دارای شدت خشکیدگی بالا می‌باشند. سپس این بیماری به وسیله عوامل مختلف و طی زمان به درختان مجاور منتقل گشته است و به همین جهت در پیرامون همان مناطقی که خشکیدگی شدید وجود دارد با پراکندگی بیشتر، خشکیدگی با شدت‌های پایین‌تر، قابل مشاهده است.

همانطور که از اعداد و ارقام موجود در ماتریس‌های ابهام مشخص است، این روش قابلیت بالایی در شناسایی مناطق خشکیده دارد، اما در تفکیک سطوح خشکیدگی با شدت‌های مختلف، توفیق قابل توجهی نداشته است.

(۶)، قابلیت روش در شناسایی مناطق زوال یافته به‌طور کلی و تفکیک آن از پوشش سالم، مورد بررسی قرار گرفته است. در ماتریس ابهام دوم (جدول (۷))، قابلیت روش جهت تفکیک سطوح خشکیدگی با شدت‌های مختلف، مورد ارزیابی واقع شده است.



شکل ۹: نقشه داده‌های واقعیت زمینی

جدول ۶: ماتریس ابهام برای تفکیک سطح خشکیده از سطح سالم

واقعیت زمینی	نتایج طبقه بندی		مجموع	خطای حذف شدگی
	پوشش جنگلی سالم	پوشش خشکیده (زوال یافته)		
پوشش جنگلی سالم	۳۶	۲۳۵	۲۷۱	۰/۸۶
پوشش خشکیده (زوال یافته)	۵۰	۱۴۴۱	۱۴۹۱	۰/۰۳
مجموع	۸۶	۱۶۷۶	۱۷۶۲	
خطای افزوده شدن	۰/۵۸	۰/۱۴		دقت کلی = ۰/۸۳

جدول ۷: ماتریس ابهام مربوط به تفکیک سطوح خشکیدگی با شدت‌های مختلف

خطای حذف شدگی	مجموع	نتایج طبقه‌بندی			واقعیت زمینی
		خشکیدگی شدید	خشکیدگی خفیف	پوشش جنگلی سالم	
۰/۸۶	۲۷۱	۱۲۳	۱۱۲	۳۶	پوشش جنگلی سالم
۰/۴۷	۶۳۸	۲۷۴	۳۳۲	۳۲	خشکیدگی خفیف
۰/۳	۸۵۳	۵۹۳	۲۴۲	۱۸	خشکیدگی شدید
	۱۷۶۲	۹۹۰	۶۸۶	۸۶	مجموع
دقت کلی = ۰/۵۴		۰/۴	۰/۵۱	۰/۵۸	خطای افزوده شدن

۵- بحث و نتیجه‌گیری

داده‌ها و تصاویر سنجنش از دوری، می‌توانند نقش مؤثری را در پایش و بررسی پدیده زوال بلوط عهده دار باشند. در این تحقیق در ابتدا از مجموعه‌ای از شاخص‌های گیاهی و شاخص رطوبت، استفاده شد. از میان شاخص‌های گیاهی مورد بررسی، قابلیت بیشتر شاخص EVI به دلیل هماهنگ بودن با داده‌های باران سنجی، جهت پایش پدیده خشکسالی تبیین شد. سپس با توجه به شیب نمودار تغییرات شاخص گیاهی منتخب (EVI) و شاخص رطوبت (NDWI)، پدیده فوق شناسایی و از جهت شدت، طبقه‌بندی گشت. همچنین به منظور ارزیابی روش پیشنهادی، بر مبنای داده‌های بازدید میدانی، کیفیت و دقت نقشه زوال بلوط، حاصل از روش مورد استفاده در این تحقیق، اعتبارسنجی و ارزیابی شد. مقدار دقت کلی برای تفکیک مناطق خشکیده حدود ۸۳ درصد به دست آمد (جدول (۶)) که این عدد، نشان از توانایی بالای این روش جهت تفکیک مناطق خشکیده از سالم، می‌باشد. اما روش پیشنهادی از قابلیت پایین‌تری برای جداسازی و تفکیک سطوح خشکیدگی با

شدت‌های مختلف، برخوردار است، چراکه مقدار دقت کلی، برای منظور فوق حدود ۵۴ درصد می‌باشد (جدول (۷)). همچنین با بررسی دقیق‌تر نقشه زوال طبقه‌بندی شده (شکل (۸)) می‌توان نتیجه گرفت که نحوه گسترش این پدیده با توجه به داده‌های میدانی، الگویی لایه‌ای را به این پدیده نسبت می‌دهند. به بیانی دیگر در نقشه خشکیدگی حاصل از بازدید میدانی، کل محدوده جنگلی به سه لایه که به موازات مرز کشور واقع شده‌اند، تقسیم می‌گردد. لایه نزدیک‌تر به مرز دارای بیشترین شدت خشکیدگی بوده و به همین ترتیب، با فاصله گرفتن از مرز از شدت خشکیدگی نیز کاسته می‌شود. در صورتی که نتایج این تحقیق از الگویی مرکزی برای زوال بلوط، حکایت می‌کنند. به این معنا که خشکیدگی از مراکز در محدوده مورد مطالعه آغاز شده و در طی زمان به دلایل مختلف گسترش یافته است.

سپاسگزاری

از همکاری‌های سازمان جنگل‌ها و مراتع کشور و اداره کل منابع طبیعی استان ایلام جهت ارائه اطلاعات مرتبط با زوال بلوط، تشکر به عمل می‌آید.

مراجع

[1] R. J. Keenan, G. A. Reams, F. Achard, J. V. de Freitas, A. Grainger, and E. Lindquist,

"Dynamics of global forest area: Results from the FAO Global Forest Resources

- Assessment 2015,” *For. Ecol. Manag.*, vol. 352, pp. 9–20, Sep. 2015.
- [2] “Global forest resource assessment 2015, country report Iran (Islamic republic), Rome 2014.”
- [3] D. P. Bendixsen, S. W. Hallgren, and A. E. Frazier, “Stress factors associated with forest decline in xeric oak forests of south-central United States,” *For. Ecol. Manag.*, vol. 347, pp. 40–48, Jul. 2015.
- [4] A. Valipour, T. Plieninger, Z. Shakeri, H. Ghazanfari, M. Namiranian, and M. J. Lexer, “Traditional silvopastoral management and its effects on forest stand structure in northern Zagros, Iran,” *For. Ecol. Manag.*, vol. 327, pp. 221–230, Sep. 2014.
- [5] G.A. Heshmati, “Vegetation characteristics of four ecological zones of Iran,” *International journal of plant production*, summer 2007.
- [6] F. Zakeri, S.M. Hojjati, H. Kialari, “Analysis of the trend of Zagros forests dieback and decline”, the third international conference on the environmental planning and management, 2013
- [7] “Sustainable forest management Instructions on the prevention and control of forest ecosystems Zagros oak dieback”, Forest, range and watershed management organization, I.R. of Iran 2011
- [8] J. Lambert, C. Drenou, J.-P. Denoux, G. Balent, and V. Cheret, “Monitoring forest decline through remote sensing time series analysis,” *GIScience Remote Sens.*, vol. 50, no. 4, pp. 437–457, Aug. 2013.
- [9] E. Martinez del Castillo, A. García-Martin, L. A. Longares Aladrén, and M. de Luis, “Evaluation of forest cover change using remote sensing techniques and landscape metrics in Moncayo Natural Park (Spain),” *Appl. Geogr.*, vol. 62, pp. 247–255, Aug. 2015.
- [10] C. Wang, Z. Lu, and T. L. Haithcoat, “Using Landsat images to detect oak decline in the Mark Twain National Forest, Ozark Highlands,” *For. Ecol. Manag.*, vol. 240, no. 1–3, pp. 70–78, Mar. 2007.
- [11] Trink Gillis, “Use of remotely sensed imagery to map sudden oak death (*Phytophthora ramorum*) in the Santa Cruz Mountains :: University of Southern California Dissertations and Theses,” May-2014.
- [12] R. Komura, N. Kamata, M. Kubo, and K. Muramoto, “Identification of dead tree of Japanese oak wilt (JOW) using high spatial resolution satellite imagery,” in *Geoscience and Remote Sensing Symposium, 2005. IGARSS '05. Proceedings. 2005 IEEE International, 2005*, vol. 6, pp. 4351–4354.
- [13] B. Weissling, H. Xie, P. Jurena, “Early Detection of Oak Wilt Disease in *Quercus* spp.: A Hyperspectral Approach Pecora 16 ‘Global Priorities in Land Remote Sensing’ October 23 – 27, 2005.”
- [14] K. Uto, Y. Takabayashi, Y. Kosugi, and T. Ogata, “Hyperspectral Analysis of Japanese Oak Wilt to Determine Normalized Wilt Index,” in *Geoscience and Remote Sensing Symposium, 2008. IGARSS 2008. IEEE International, 2008*, vol. 2, pp. II–295–II–298.
- [15] Uto, Kuniaki; Kosugi, Yukio, “Tree Disease Detection Based on Hyperspectral Manifold Learning of Phenological Transition on Forest,” *Proc.*, 2011.
- [16] R. Komura and K. Esaki, “A observation of predictor of Japanese oak wilt using high spectral sensor,” in *Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS), 2012 IEEE International, 2012*, pp. 6344–6347.
- [17] “WWETAC : Detection, Monitoring, and Mapping of Sudden Oak Death Using Hyperspectral Imagery.”
- [18] v. mirzaie zade, A. mahdavi, “detection of the spatial trend of vegetation change using remote sensing (case study: malekshahi city)”, the first conference on environment of payam noor university, 2014
- [19] X. Gao, “Optical–Biophysical Relationships of Vegetation Spectra without Background

- Contamination,” *Remote Sens. Environ.*, vol. 74, no. 3, pp. 609–620, Dec. 2000.
- [20] B. Gao, “NDWI—A normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space,” *Remote Sens. Environ.*, vol. 58, no. 3, pp. 257–266, Dec. 1996.
- [21] N. H. Broge and E. Leblanc, “Comparing prediction power and stability of broadband and hyperspectral vegetation indices for estimation of green leaf area index and canopy chlorophyll density,” *Remote Sens. Environ.*, vol. 76, no. 2, pp. 156–172, May 2001.



Remote sensing analysis of the extent and severity of oak decline in Malekshahi city, Ilam, Iran

Sadra Imanyfar ^{*1}, Mahdi Hasanlou ²

1-MSc student of remote sensing, School of Surveying and Geospatial Engineering, College of Engineering, University of Tehran, Tehran, Iran

2- Assistant professor, School of Surveying and Geospatial Engineering, College of Engineering, University of Tehran, Tehran, Iran

Abstract

The Zagros mountain forests in Iran, constitutes approximately 40 percent of the country's forests expanding in eleven provinces, provides important functions as soil and water preservation. The forestes sustained severe oak decline in places over the last decade, triggered by chain factors such as drought, pathogens and Borer beetles. Determining the extent of the declined regions is the first step to address manage and address the risk posed by such environmental hazards. In this research, we focus on Malekshahi city in Ilam province and use Landsat satellite images in years between 2000 and 2015 for determining spatial pattern of oak decline in this region. Slope of temporal variation of an appropriate vegetation index and a water index, are extracted and analyzed from Landsat imageries. The oak forests are classified in three categories: Healthy forests, low-severity declined forests, and high-severity declined forests, based on EVI and NDWI. According to the results, approximately 16%, 58% and 26% of the region belongs to healthy regions, low and high level of disease, respectively. Finally, the overall accuracy of the oak decline map, is evaluated based on available ground truth data. About %83 overall accuracy, shows high performance of the proposed method in detecting declined regions against healthy ones. But it has less ability in classifying different levels of decline, since overall accuracy is about %54 for this purpose.

Key words: Oak decline, Vegetation Index, water index, landsat multitemporal imagery

Correspondence Address : School of Surveying and Geospatial Eng., Faculty of Engineering, University of Tehran, Tehran, Iran

Tel : 00989136873673

Email : sadra.imanyfar@ut.ac.ir