



دانشگاه گنبد کاووس
نشریه "حفاظت زیست بوم گیاهان"
دوره نهم، شماره هجدهم

<http://pec.gonbad.ac.ir>

علمی-پژوهشی

اثر تغییرات آب و هوا بر روی جنگل‌های منطقه حفاظت‌شده سفیدکوه با استفاده از تصاویر ماهواره لندست

غلامحسین مرادی^{۱*}، مریم زیلابی^۲، محمد حسین مختاری^۳، احد ستوده^۱

^۱استادیار دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد، یزد

^۲دانش آموخته کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد، یزد

^۳دانشیار دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد، یزد

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۹/۳۰

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۵/۲۶

چکیده

نوسانات آب و هوایی از عوامل مهم تأثیرگذار بر پوشش گیاهی می‌باشد. از این رو این پژوهش با هدف شناسایی تغییرات عناصر آب و هوایی شامل دما و بارش و اثر آن بر تغییرات پوشش گیاهی منطقه حفاظت‌شده سفیدکوه واقع در استان لرستان با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست انجام شده است. به این منظور ابتدا آب و هوا براساس شاخص اقلیمی دومارتن و با استفاده از داده‌های دما و بارش مربوط به ۹ ایستگاه سینوپتیک استان لرستان طی دوره ۱۷ ساله از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۷ تعیین و پهنه‌بندی شد. سپس شاخص پوشش گیاهی با استفاده از تصاویر سنجنده ETM+ ماهواره‌ای لندست ۷ برای سال ۲۰۰۴ و تصاویر سنجنده OLI لندست ۸ برای سال ۲۰۱۷ در منطقه حفاظت‌شده سفیدکوه لرستان محاسبه و پهنه‌بندی گردید و در نهایت ارتباط تغییرات آب و هوا و پوشش گیاهی مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به نتایج این پژوهش و براساس شاخص اقلیمی دومارتن، در سال ۲۰۰۴ بیشترین سطح منطقه (۷۷۳۷/۸ هکتار) مربوط به کلاسه نیمه‌خشک با پوشش خوب بوده است. از طرفی کمترین سطح منطقه مربوط به کلاسه بسیار مرطوب ضعیف (۰/۷ هکتار) و کلاسه بسیار مرطوب عالی (۴/۵ هکتار) بوده است. این در حالی است که در سال ۲۰۱۷ این کلاسه‌ها تغییر یافته است و کمترین سطح مربوط به کلاسه نیمه‌خشک با پوشش عالی (۴۱۶۹/۴ هکتار) است. در واقع سطح پوشش گیاهی عالی و خوب در سال ۲۰۱۷ حدود ۳۷۰۰۰ هکتار بوده و این سطح در سال ۲۰۰۴ به حدود ۱۴۰۰۰ هکتار کاهش یافته است و اقلیم منطقه به سمت نیمه خشک رفته است.

*نویسنده مسئول: moradi@yazd.ac.ir

مقدمه

گیاه، به عنوان یک جزء مهم از اکوسیستم، به شدت بر انتقال انرژی در میان اجزای این سیستم، مانند جو و خاک تاثیر می‌گذارد (Wang et al. 2012). از طرفی تغییرات آب و هوایی سریع در نیم قرن گذشته به‌طور قابل توجهی فنولوژی گیاهان را تغییر داده است (Wang et al. 2017). از آنجا که آب و هوا و توزیع پوشش گیاهی به شدت مرتبط هستند، گیاهان به تغییرات بارش، دما و متغیرهای مرتبط بسیار آسیب پذیر می‌شوند و زمانی که این تغییرات از آستانه استرس فیزیولوژیکی خاصی بیشتر شود، راهکارهایی اساسی برای چگونگی مقابله با تغییرات سریع در سیستم آب و هوا، از جمله افزایش دمای متوسط جهانی و تغییر چرخه هیدرولوژیکی وجود دارد که باید بکار گرفته شوند (Mildrexler et al. 2016). مطالعات پوشش گیاهی با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای از اولین تحقیقات در حوزه مدیریت منابع طبیعی است (راهداری و همکاران، ۱۳۹۲).

امروزه استفاده از سنجش از دور یکی از روش‌هایی است که برای شناسایی تغییرات پوشش گیاهی استفاده می‌شود. این فناوری با اندازه‌گیری تشعشع خاص پوشش گیاهی، امکان شناخت تغییرات بازتاب ناشی از تغییرات اقلیمی را در گیاهان فراهم می‌سازد (فرج‌زاده و همکاران، ۱۳۹۰). شاخص پوشش گیاهی (NDVI) که شاخصی از پوشش گیاهی و وضعیت رشد گیاه است، رابطه مثبت با پوشش گیاهی دارد، با توجه به این‌که تغییر دما و بارندگی و نوسانات فصلی تأثیرات مهمی در رشد و توزیع گیاهان دارد این تغییرات منجر به نوسانات NDVI نیز در محدوده خاص خود می‌شود (Duo et al. 2016). دینگ و همکاران (۲۰۰۷) با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و محاسبه شاخص NDVI، تأثیر بارندگی بر تاج پوشش گیاهی را در چین مورد بررسی قرار دادند و نتایج آن‌ها نشان داد که بسته به دوره رویشی و نوع پوشش گیاهی، تأثیر بارندگی در مناطق مختلف متفاوت است، به‌طوری‌که چمنزارها و گراسلندها واکنش بیشتری نسبت به بارندگی از خود نشان می‌دهند. در همین راستا در پژوهشی دیگر در علفزارهای آفریقا نیز با استفاده از تصاویر نوا شاخص پوشش گیاهی NDVI محاسبه و رابطه آن با بارندگی بررسی شد. نتایج نشان داد که با توجه به نوع گیاه میزان تأثیر بارندگی بر هر یک از جوامع گیاهی منطقه متفاوت است (Chamailié-Jammes & Fritz, 2009). همچنین بررسی تغییرات پوشش گیاهی در ارتباط با تغییرات اقلیمی در برزیل نشان داد که تغییرات پوشش گیاهی در واکنش به تغییرات اقلیمی بسته به نوع پوشش گیاهی منطقه متفاوت است و زمان بارندگی تأثیرات متفاوتی را بر پوشش گیاهی منطقه داشته است (Gurgel and Ferreira 2003). علاوه بر این مطالعه اثر عوامل اقلیمی بر پوشش گیاهی در قزاقستان نشان داد که میزان تأثیر بارندگی بر پوشش گیاهی برحسب نوع

گیاه و نوع منطقه متفاوت است و گراسلندها بیشترین همبستگی را با بارندگی دارند (Propastin et al. 2007). در پژوهشی در مغولستان داخلی چین رابطه بین NDVI، دما و تغییرات بارش و روابط آن‌ها با انواع گیاهان مختلف مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد که NDVI با درجه حرارت، بارش و اختلافات فصلی کاملاً همبستگی دارد (Chuai et al. 2013). دوو و همکاران با استفاده از داده‌های NDVI، داده‌های GIMMS و داده‌های هواشناسی در طول سال‌های ۱۹۸۱ تا ۲۰۱۳ تغییرات گیاهان را در شمال چین مورد بررسی قرار دادند. تجزیه و تحلیل رابطه بین آب و هوا و پوشش گیاهی در فضاهای مختلف (کشاورزی، جنگل و علفزار) و مقیاس‌های زمانی (سال، دهه و ماه) در دشت شمال چین نشان‌دهنده افزایش دما و در همان زمان روند کاهش بارش است. تجزیه و تحلیل همبستگی پوشش گیاهی و تغییرات آب و هوایی نشان داد که پوشش گیاهی با بارش بارندگی ارتباط بیشتری دارد (Duo et al. 2016).

در تحقیقی که به منظور بررسی اثر اقلیم بر جنگل با استفاده از تصاویر ماهواره ای لندست و اسپات انجام گرفت نتایج نشان داد که برخی شاخص‌های اختصاصی پوشش گیاهی قادر به تشخیص شرایط آب و هوایی قابل تغییر به ویژه تأثیر خشکسالی بر اکوسیستم‌های جنگل هستند (Bochenek et al. 2018). همچنین در پژوهش انجام گرفته توسط شی‌می‌زو و همکاران (Shimizu et al., 2018) از داده‌های سری زمانی لندست ۸ و سنتینل ۱ براساس الگوریتم یادگیری ماشین برای پایش تغییرات جنگل و تعیین آشفته‌گی در جنگل‌های فصلی گرمسیری استفاده شد و نتایج نشان داد که با استفاده ترکیبی از لندست و سنتینل می‌توان آشفته‌گی را با دقت بیشتری تعیین نمود. در مطالعه دیگری که توسط ون مو جافر و همکاران (Wan Mohd Jaafar et al., 2020) به منظور بررسی تغییرات جنگل با استفاده از تصاویر ماهواره لندست ۵ و ۸ در طی سال‌های ۱۹۸۸ تا ۲۰۱۷ انجام گرفت، نتایج حاکی از این بود که سطح زیادی از پوشش جنگلی در طی این ۲۹ سال از بین رفته بودند.

در پژوهش انجام گرفته توسط اکبرزاده و میرحاجی (۱۳۸۵) تأثیر نوسانات اقلیمی با تأکید بر بارش، بر تغییرات پوشش گیاهی در مراتع استپی رود شور مورد بررسی قرار گرفت و نتایج آن‌ها نشان داد که در طول ۹ سال، به‌خصوص در دوره‌های خشک، با کاهش بارندگی، تراکم و سطح پوشش گیاهی کاهش یافته است. همچنین در تحقیق دیگری که توسط فرج‌زاده و همکاران (۱۳۹۰) انجام گرفت، اثر هفت متغیر آب و هوایی بر پوشش گیاهی مراتع زاگرس مورد بررسی قرار گرفت و نتایج آن‌ها نشان داد که همبستگی متغیرهای آب و هوایی و پوشش گیاهی در مراتع متراکم بالا بوده و بیشترین مقدار همبستگی مربوط به اردیبهشت است و کمترین همبستگی در مراتع کم تراکم مربوط به مردادماه است. در مطالعه دیگری که بر روی تأثیر بارندگی بر پوشش گیاهی انجام شد نتایج نشان

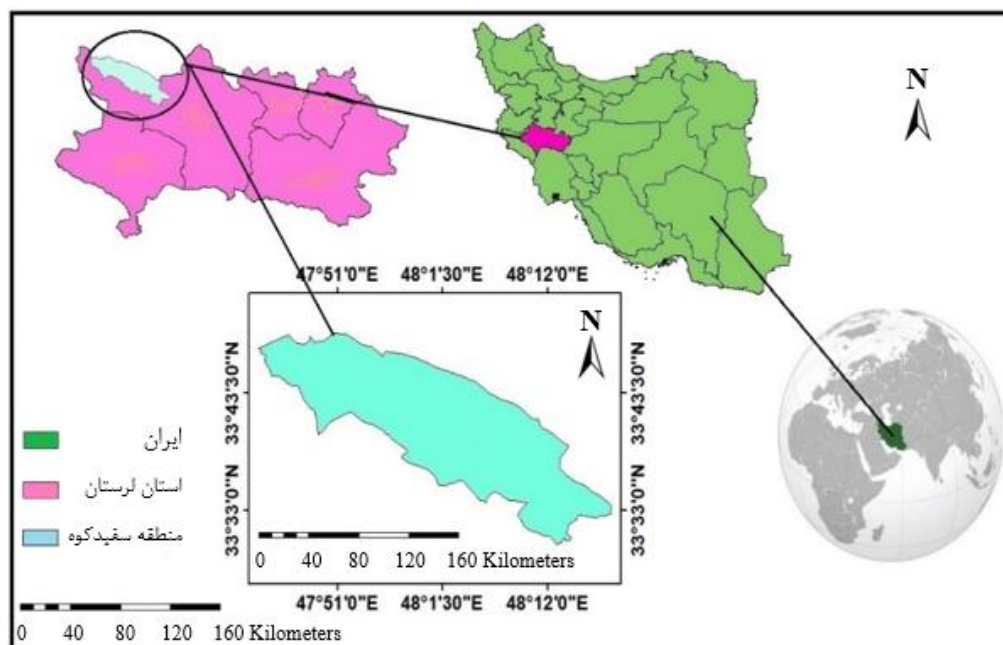
داد که این تاثیر برحسب زمان بارش و نوع فرم رویشی متفاوت است به طوری که در مناطق شهری رابطه معناداری بین میزان بارش و پوشش گیاهی در هیچ یک از مقیاس های زمانی وجود ندارد (هادیان و همکاران، ۱۳۹۳). در تحقیق انجام گرفته توسط تقوی مقدم و همکاران (۱۳۹۵) تغییرات سطح جنگل های حراء با استفاده از تصاویر ماهواره ای لندست در منطقه حفاظت شده گاندو استان سیستان بلوچستان با استفاده از دو روش حداکثر احتمال و شبکه عصبی مصنوعی مورد ارزیابی قرار گرفت و نتایج حاصل نشان داد که به کارگیری الگوریتم شبکه عصبی مصنوعی نسبت به الگوریتم حداکثر احتمال در تهیه نقشه پوشش زمین دقیق تر است. جعفری و حسینی (۱۳۹۸) با استفاده از تصاویر ماهواره لندست به شناسایی و پهنه بندی توده های خشکیده جنگلهای بلوط ایرانی در استان ایلام در طی سال های ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۲ پرداختند و نتایج تحقیق آن ها نشان داد که بیشترین میزان و درصد خشکیدگی درختی در طبقه انبوهی متوسط جنگل بوده است.

بخش زیادی از ایران در منطقه خشک و نیمه خشک قرار گرفته است و بنابراین عامل خشکی بر اهمیت پوشش گیاهی در کشور می افزاید (اسعدی و همکاران، ۱۳۹۷ الف و ب). از طرفی مطالعه وضعیت اکوسیستم ها می تواند کمک موثری در افزایش پوشش گیاهی داشته باشد (مرادی و همکاران، ۱۳۹۷). به طور کلی اندازه گیری میدانی و استفاده از داده های سنجش از دور، دو روش عمده برای استخراج درصد پوشش گیاهی می باشد. خصوصیات نظیر فراهم ساختن دید وسیع و یکپارچه از منطقه، قابلیت تکرار پذیری، سهل الوصول بودن داده ها، دقت بالای داده های حاصله و صرفه جویی در زمان از ویژگی هایی است که استفاده از این گونه داده های سنجش از دور را برای بررسی پوشش گیاهی و کنترل تغییرات آن نسبت به سایر روش ها ارجحیت می بخشد (جباری و همکاران، ۱۳۹۳). با توجه به مطالب ذکر شده هدف این پژوهش شناسایی تغییرات عناصر آب و هوایی (دما و بارش) و اثر آن بر تغییرات پوشش گیاهی منطقه با استفاده از تصاویر ماهواره ای لندست است. امروز شاهد شکننده بودن برخی از مناطق حفاظت شده به دلیل تغییرات آب و هوا هستیم و بنابراین پژوهش بر روی پوشش گیاهی این مناطق و اثر تغییرات آب و هوا بر روی آن از اهمیت بالایی برخوردار است.

مواد و روش ها

منطقه مورد مطالعه

این مطالعه در منطقه حفاظت شده سفیدکوه واقع در استان لرستان انجام شده است (شکل ۱). منطقه مورد بررسی در محدوده ۴۷ درجه و ۴۳ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۱۸ دقیقه طول شرقی و ۳۳ درجه و ۴۹ دقیقه تا ۳۳ درجه و ۲۹ دقیقه عرض شمالی واقع شده است. منطقه حفاظت شده سفیدکوه دامنه ارتفاعی ۱۱۲۰ تا ۳۸۷۰ متر از سطح دریا دارد و در سال ۱۳۴۷ به عنوان شکار ممنوع تحت



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

حفاظت قرار گرفت و سپس در سال ۱۳۶۹ به منطقه حفاظت‌شده سفیدکوه ارتقاء یافت (سازمان حفاظت محیط زیست ایران، ۱۳۹۸).

روش تحقیق

در این پژوهش از میانگین ماهانه داده‌های دما و بارش ۹ ایستگاه سینوپتیک نورآباد، دهدشت، الشتر، پلدختر، بروجرد، الیگودرز، درود، ازنا و خرم‌آباد برای دوره ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۷ برای بررسی تغییرات عوامل اقلیمی استفاده گردید (سازمان هواشناسی کشور، ۱۳۷۸-۱۳۹۶). از معادله گرایان بارش و روش IDW برای درون‌یابی داده‌های اقلیمی استفاده شد. در واقع با استفاده از داده‌های اقلیمی بارش و دما (جدول ۱) و ارتفاع ایستگاه‌های هواشناسی، معادله رگرسیونی به صورت رابطه ۱ دست آمد.

بعد از بررسی نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگراف اسمیرونوف و همگن بودن داده‌ها با مقادیر واریانس داده‌ها با آزمون همگنی واریانس لیون، از آنجا که داده‌ها از توزیع نرمال تبعیت می‌کردند آمار پارامتریک برای آنالیز آماری استفاده شد، سپس از آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه برای مقایسه عوامل اندازه‌گیری شده و برای مقایسه میانگین‌ها و طبقه‌بندی هر عامل از آزمون چند دامنه‌ای

دانکن استفاده شد (بی‌همتا و زارع، ۱۳۸۹). محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS18 صورت گرفت.

$$y = ax + b \quad \text{رابطه ۱}$$

که a شیب خط بوده و نشان‌دهنده تغییرات مولفه انتخابی (مثل بارش) بر حسب ارتفاع است. سپس با استفاده از نقشه DEM و معادله به‌دست آمده و ضرب آن در نقشه دما و ارتفاع، همچنین بارش و ارتفاع و براساس رابطه ۲ نقشه‌های اقلیمی در نرم‌افزار ARC MAP 10.2 تهیه گردید.

$$I = \frac{P}{T+10} \quad \text{رابطه ۲}$$

که P متوسط بارندگی سالانه (mm) و T متوسط دمای سالانه (درجه سانتی‌گراد) است. در نهایت براساس محدوده ضریب خشکی دومارتن (جدول ۲) پهنه‌بندی صورت گرفت (قربانی زاده خرازی و چله مال دزفول نژاد، ۱۳۹۳).

در این پژوهش تصحیحات رادیومتریک در محیط نرم‌افزار ENVI ورژن ۵/۱ و براساس الگوریتم FLAASH انجام گرفت. سپس برای محاسبه شاخص پوشش گیاهی NDVI نیز از نرم‌افزار ENVI و تصاویر ماهواره‌ای لندست ۷ سنجنده ETM+ برای سال ۲۰۰۴ و لندست ۸ سنجنده OLI برای سال ۲۰۱۷ استفاده گردید.

به دلیل تفاوت زمانی دریافت تصاویر به‌کار گرفته شده احتمال تفاوت شرایط اتمسفری در زمان اخذ تصویر وجود دارد. به همین منظور تا حد ممکن سعی گردید از طریق روش‌های کلی تصحیح اتمسفری، تصاویر مورد تصحیح و همسان‌سازی قرار گیرند. سپس با استفاده از مشاهده تصویر و شاخص حد مطلوب، اقدام به تعیین بهترین ترکیب باندی جهت ایجاد تصاویر کاذب رنگی گردید. همچنین شاخص‌های گیاهی NDVI با استفاده از رابطه ۳ تعیین شد (رضیئی و همکاران ۱۳۸۶) و سپس مطابق جدول ۳ از میانگین و انحراف معیار برای طبقه‌بندی پوشش گیاهی استفاده شد (محمدیاری و همکاران، ۱۳۹۳).

$$NDVI = \frac{(NIR-R)}{(NIR+R)} \quad \text{رابطه ۳}$$

که NIR باند مادون قرمز نزدیک و R باند قرمز است. در نهایت با استفاده از نقشه‌های اقلیمی و پوشش گیاهی و اشتراک آن‌ها، تغییرات سطح اقلیم و پوشش گیاهی برای سال‌های ۲۰۰۴ و ۲۰۱۷ در نرم‌افزار ARC GIS 10.2 محاسبه گردید.

جدول ۱- داده‌های دما و بارش سالانه منطقه مورد مطالعه

دما (درجه سانتیگراد)		بارندگی (میلیمتر)		ماه
۲۰۱۷	۲۰۰۰	۲۰۱۷	۲۰۰۰	
۲۹/۵	۲۹/۹	۸۲/۶	۶۹/۴	ژانویه
۳۰/۲	۳۰/۳	۱۰۱/۰	۴۷/۵	فوریه
۲۶/۳	۲۳/۹	۴۴/۳	۴۷/۱	مارس
۱۹/۸	۱۹/۸	۸۰/۸	۱۶/۶	آوریل
۱۵/۵	۱۱/۵	۳۲/۸	۰/۱	می
۷/۳	۸/۲	۰/۰	۰/۰	ژوئن
۶/۹	۴/۶	۰/۰	۰/۰	ژولای
۴/۲	۵/۹	۰/۰	۰/۰	اگوست
۹/۴	۹/۸	۰/۰	۰/۰	سپتامبر
۱۴/۰	۱۶/۹	۰/۰	۲۲/۰	اکتبر
۲۰/۱	۲۱/۲	۲۶/۵	۴۷/۷	نوامبر
۲۴/۵	۲۶/۲	۸/۶	۱۷۶/۴	دسامبر
۱۷/۳۱	۱۷/۳۵	۵۰۴/۵	۴۲۳/۸	بارش سالانه/ میانگین دمای سالانه

جدول ۲- محدوده ضریب خشکی دومارتن (قربانی زاده خرازی و چله مال دزفول نژاد، ۱۳۹۳)

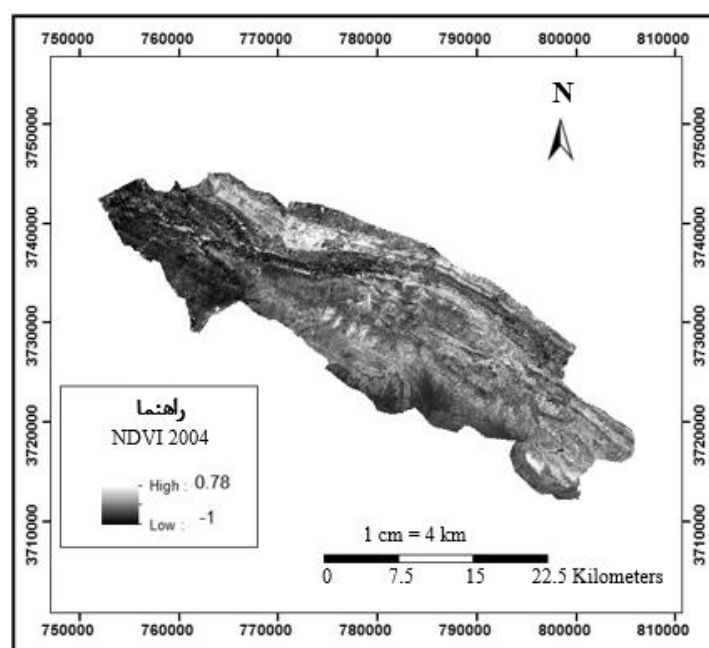
نوع اقلیم	ضریب دومارتن (I)
خشک	$I < 10$
نیمه‌خشک	$10 < I < 19/9$
مدیترانه‌ای	$19/9 < I < 20$
نیمه مرطوب	$20 < I < 27/9$
مرطوب	$27/9 < I < 28$
بسیار مرطوب	$I > 28$

جدول ۳- طبقات پوشش گیاهی (محمدیاری و همکاران، ۱۳۹۳)

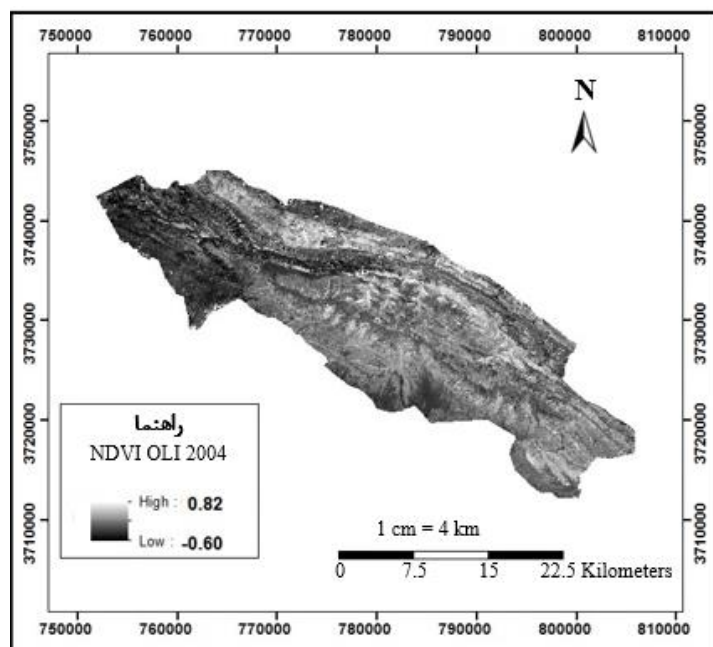
محدوده	طبقه پوشش
$<$ انحراف معیار- میانگین	ضعیف
انحراف معیار- میانگین تا میانگین	خوب
انحراف معیار+ میانگین	بسیار خوب
انحراف معیار+ میانگین $>$	عالی

نتایج

نتایج مربوط به شاخص پوشش گیاهی NDVI منطقه مورد مطالعه در سال‌های ۲۰۰۴ و ۲۰۱۷ در شکل‌های ۲ و ۳ نشان داده شده است. در این نقشه‌ها مناطق دارای بیشترین میزان پوشش گیاهی به صورت خاکستری روشن نشان داده شده و کاهش میزان پوشش با رنگ تیره‌تر مشخص شده است. با توجه به نتایج در نواحی شمال و شمال غربی که ارتفاع کمتر است پوشش گیاهی نیز کمتر است.

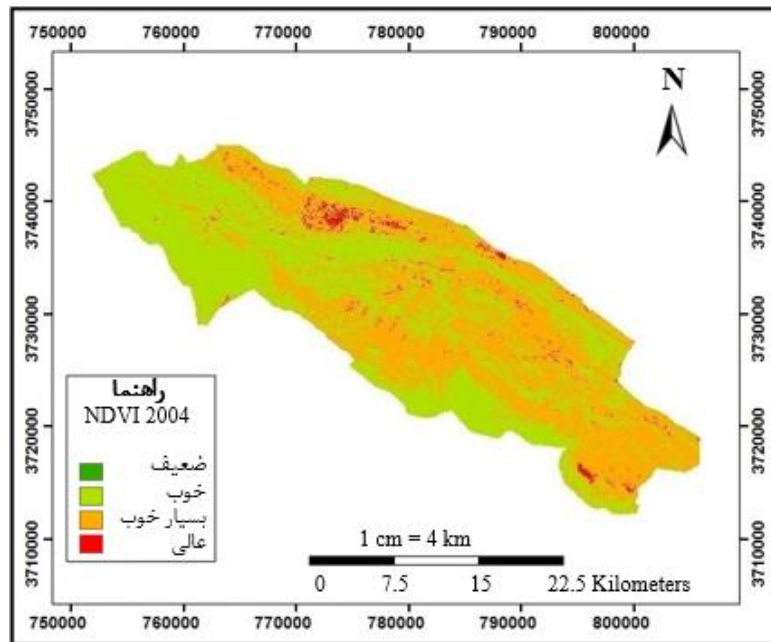


شکل ۲- نقشه NDVI مربوط به ماه ژوئن سال ۲۰۰۴ حاصل از لندست ۷

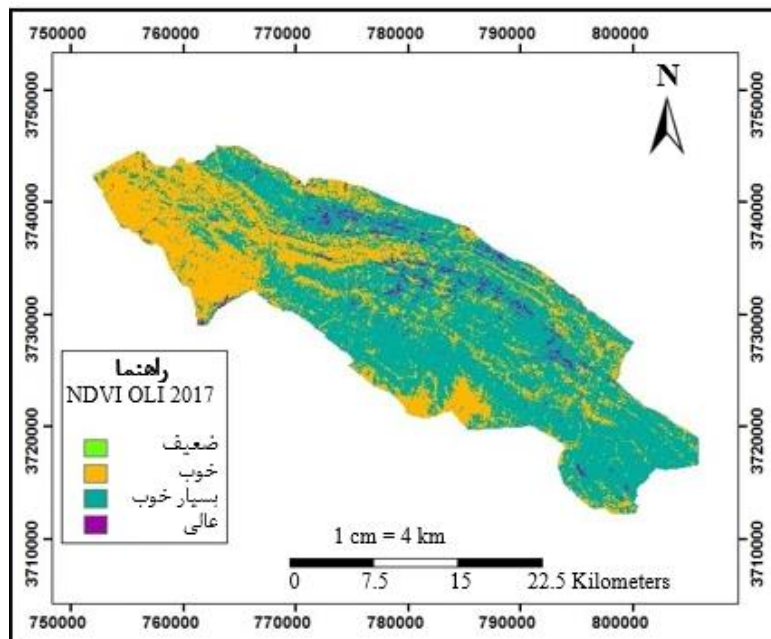


شکل ۳- نقشه NDVI مربوط به ماه ژوئن سال ۲۰۱۷ حاصل از لندست ۸

نتایج مربوط به طبقه بندی پوشش گیاهی NDVI در شکل‌های ۴ و ۵ نشان داده شده است. با توجه به نتایج، در هر دو سال ۲۰۱۷ و ۲۰۰۴ بیشتر سطح منطقه را پوشش گیاهی طبقه خوب و بسیار خوب پوشانده است. اما در سال ۲۰۱۷ سطح پوشش عالی و خوب نسبت به سال ۲۰۰۴ کاهش یافته است (شکل‌های ۴ و ۵).

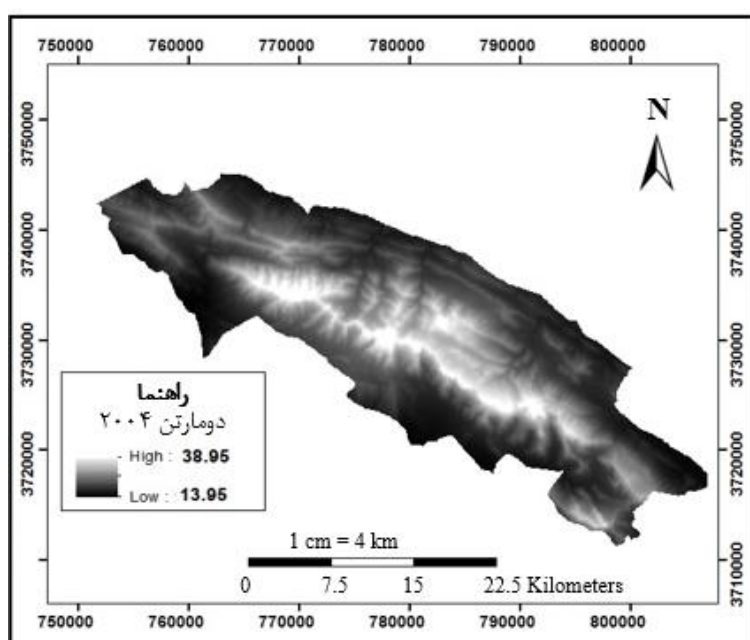


شکل ۴- نقشه طبقه‌بندی پوشش گیاهی NDVI مربوط به ماه ژوئن سال ۲۰۰۴ حاصل از لندست ۷

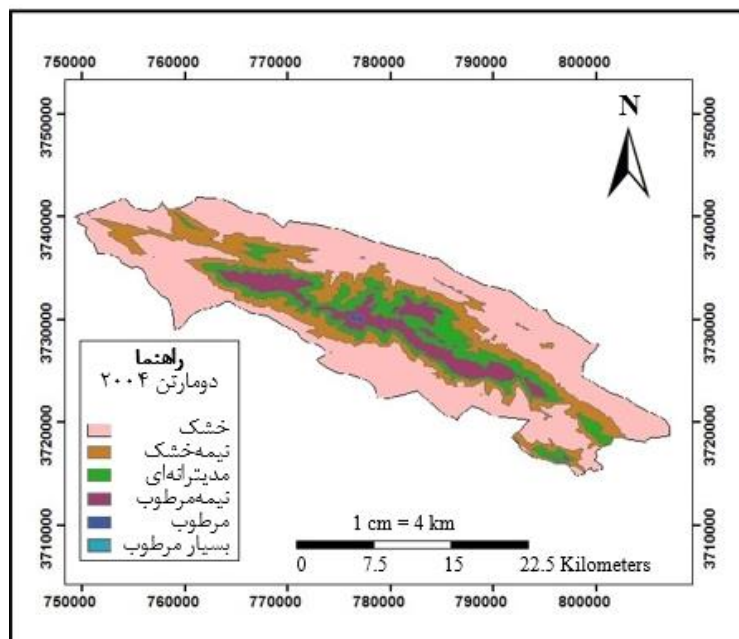


شکل ۵- نقشه طبقه‌بندی پوشش گیاهی NDVI مربوط به ماه ژوئن سال ۲۰۱۷ حاصل از لندست ۸

شکل ۶ نقشه اقلیمی منطقه مورد مطالعه به روش دومارتن با استفاده از رگرسیون از روی DEM برای سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۴ را نشان می‌دهد. همچنین در شکل ۷ نیز طبقه‌بندی اقلیمی به روش دومارتن نشان داده شده است. همان طور که در شکل نشان داده شده است، منطقه مورد بررسی دارای نوع اقلیم نیمه‌خشک تا بسیار مرطوب است. در نواحی مرکزی که دارای قله‌های مرتفع و شرایط توپوگرافی و پوشش گیاهی بهتری بوده، اقلیم به سمت بسیار مرطوب بوده است. در حالی که در نواحی شمال و شمال غربی اقلیم به سمت خشکی بوده است.

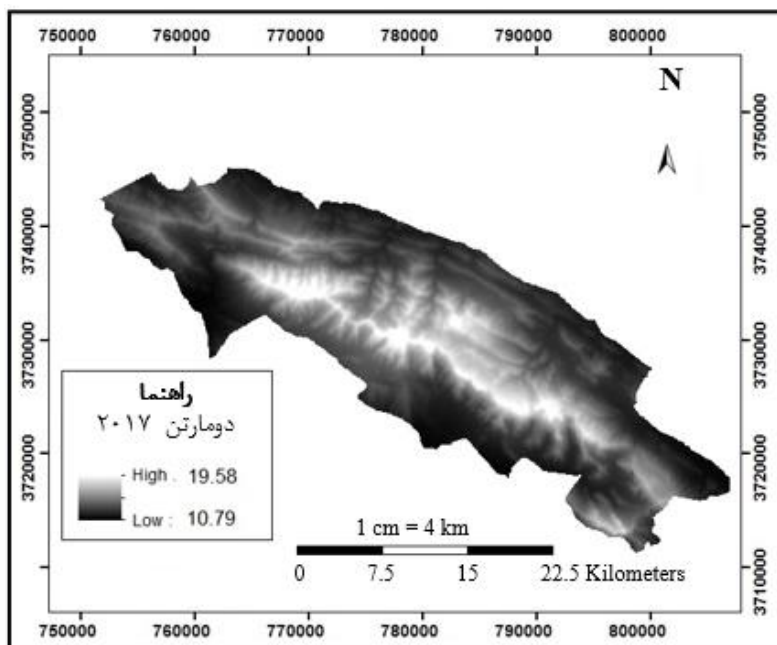


شکل ۶- نقشه اقلیمی به روش دومارتن مربوط به سال (۲۰۰۴ تا ۲۰۰۰)



شکل ۷- نقشه طبقه‌بندی اقلیمی به روش دومارتن مربوط به سال (۲۰۰۴ تا ۲۰۰۰)

همچنین نتایج نقشه اقلیمی منطقه مورد مطالعه در سال‌های ۲۰۱۴ تا ۲۰۱۷ به روش دومارتن و طبقه بندی آن در شکل‌های ۸ و ۹ نشان داده شده است. با توجه به نتایج اقلیم منطقه در محدوده ۱۰/۷۹ تا ۱۹/۵۸ قرار گرفته و بنابراین اقلیم منطقه مورد مطالعه تغییر یافته و فقط به یک اقلیم نیمه خشک تبدیل شده است.



شکل ۸- نقشه اقلیمی به روش دومارتن مربوط به سال (۲۰۱۴ تا ۲۰۱۷)

نتایج روی هم گذاری نقشه‌های اقلیمی و پوشش گیاهی در جدول‌های ۴ و ۵ نشان داده شده است. با توجه به نتایج جدول ۴ در سال ۲۰۰۴ بیشترین سطح اقلیم در طبقه نیمه خشک و کمترین سطح اقلیم در طبقه بسیار مرطوب به ترتیب با مساحت $24047/5$ و $105/85$ هکتار و بیشترین سطح پوشش گیاهی در طبقه خوب و کمترین در طبقه عالی به ترتیب با مساحت $25894/07$ و $11130/14$ هکتار بوده است و در سال ۲۰۱۷ سطح طبقات پوشش گیاهی خوب و عالی کاهش و سطح طبقه بسیار خوب و ضعیف افزایش یافته است. در سال ۲۰۱۷ اقلیم نیز به طبقه نیمه خشک تبدیل شده است.

همچنین در سال ۲۰۰۴ بیشترین سطح منطقه مربوط به کلاسه نیمه‌خشک با پوشش خوب ($7737/8$ هکتار) و کمترین سطح مربوط به کلاسه بسیار مرطوب ضعیف و بسیار مرطوب عالی به ترتیب با مساحت $4/5$ و $0/7$ هکتار بوده است که در سال ۲۰۱۷ این کلاسه‌ها تغییر یافته و کمترین سطح مربوط به کلاسه نیمه‌خشک با پوشش عالی با مساحت $4169/4$ هکتار است.

جدول ۴- مساحت کلاس‌های مختلف پوشش گیاهی (NDVI) و اقلیم به روش دومارتن برای سال ۲۰۰۴ به هکتار

طبقه اقلیمی و پوشش گیاهی		طبقه پوشش گیاهی		طبقه اقلیمی	
مساحت	طبقه	مساحت	طبقه	مساحت	طبقه
۴۲۹۱/۶	خشک ضعیف	۱۲۴۷۴/۳	ضعیف	۱۶۷۹۹/۶	خشک
۴۱۱۷/۲	نیمه‌خشک ضعیف	۱۲۴۷۴/۳	ضعیف	۲۴۰۴۷/۵	نیمه‌خشک
۲۸۰۰/۳	مدیترانه‌ای ضعیف	۱۲۴۷۴/۳	ضعیف	۱۵۰۵۶/۹	مدیترانه‌ای
۷۷۰/۱	نیمه مرطوب ضعیف	۱۲۴۷۴/۳	ضعیف	۹۱۷۵/۶	نیمه مرطوب
۴۴۹/۷	مرطوب ضعیف	۱۲۴۷۴/۳	ضعیف	۶۲۲۴/۸	مرطوب
۰/۷	بسیار مرطوب ضعیف	۱۲۴۷۴/۳	ضعیف	۱۰۵/۹	بسیار مرطوب
۶۱۱۷/۵	خشک خوب	۲۵۸۹۴/۱	خوب	۱۶۷۹۹/۶	خشک
۷۷۳۷/۸	نیمه‌خشک خوب	۲۵۸۹۴/۱	خوب	۲۴۰۴۷/۵	نیمه‌خشک
۵۱۵۵/۷	مدیترانه‌ای خوب	۲۵۸۹۴/۱	خوب	۱۵۰۵۶/۹	مدیترانه‌ای
۳۸۳۶/۷	نیمه مرطوب خوب	۲۵۸۹۴/۱	خوب	۹۱۷۵/۶	نیمه مرطوب
۲۹۴۰	مرطوب خوب	۲۵۸۹۴/۱	خوب	۶۲۲۴/۸	مرطوب
۵۶/۳	بسیار مرطوب خوب	۲۵۸۹۴/۱	خوب	۱۰۵/۹	بسیار مرطوب
۳۶۵۶/۵	خشک بسیار خوب	۲۰۶۹۹/۶	بسیار خوب	۱۶۷۹۹/۶	خشک
۷۱۴۲/۷	نیمه‌خشک بسیار خوب	۲۰۶۹۹/۶	بسیار خوب	۲۴۰۴۷/۵	نیمه‌خشک
۴۴۰۷/۴	مدیترانه‌ای بسیار خوب	۲۰۶۹۹/۶	بسیار خوب	۱۵۰۵۶/۹	مدیترانه‌ای
۳۲۸۴/۳	نیمه مرطوب بسیار خوب	۲۰۶۹۹/۶	بسیار خوب	۹۱۷۵/۶	نیمه مرطوب
۲۱۳۱/۳	مرطوب بسیار خوب	۲۰۶۹۹/۶	بسیار خوب	۶۲۲۴/۸	مرطوب
۴۴/۲۷	بسیار مرطوب بسیار خوب	۲۰۶۹۹/۶	بسیار خوب	۱۰۵/۹	بسیار مرطوب
۱۸۴۹/۱	خشک عالی	۱۱۱۳۰/۱	عالی	۱۶۷۹۹/۶	خشک
۴۸۰۷/۳	نیمه‌خشک عالی	۱۱۱۳۰/۱	عالی	۲۴۰۴۷/۵	نیمه‌خشک
۲۴۷۰/۶	مدیترانه‌ای عالی	۱۱۱۳۰/۱	عالی	۱۵۰۵۶/۹	مدیترانه‌ای
۱۲۸۱/۵	نیمه مرطوب عالی	۱۱۱۳۰/۱	عالی	۹۱۷۵/۶	نیمه مرطوب
۷۰۳/۲	مرطوب عالی	۱۱۱۳۰/۱	عالی	۶۲۲۴/۸	مرطوب
۴/۴	بسیار مرطوب عالی	۱۱۱۳۰/۱	عالی	۱۰۵/۹	بسیار مرطوب

جدول ۵- مساحت کلاس‌های مختلف پوشش گیاهی (NDVI) و اقلیم به روش دومارتن برای سال ۲۰۱۷ به

هکتار					
طبقه اقلیمی و پوشش گیاهی		طبقه پوشش گیاهی		طبقه اقلیمی	
مساحت	طبقه	مساحت	طبقه	مساحت	طبقه
۲۳۹۷۰/۶	نیمه‌خشک ضعیف	۲۳۹۸۹/۸	ضعیف	۷۱۴۸۰/۳	نیمه‌خشک
۹۷۳۳/۸	نیمه‌خشک خوب	۹۸۳۸/۳	خوب	۷۱۴۸۰/۳	نیمه‌خشک
۳۰۱۷۸/۳	نیمه‌خشک بسیار خوب	۳۰۱۸۶/۷	بسیار خوب	۷۱۴۸۰/۳	نیمه‌خشک
۴۱۶۹/۴	نیمه‌خشک عالی	۴۱۸۹/۳	عالی	۷۱۴۸۰/۳	نیمه‌خشک

بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج این پژوهش در سال ۲۰۰۴ منطقه مورد مطالعه براساس طبقه‌بندی اقلیمی دومارتن دارای ۶ طبقه اقلیمی (خشک، نیمه‌خشک، مدیترانه‌ای، نیمه مرطوب، مرطوب، بسیار مرطوب) بوده است این در حالی است که در سال ۲۰۱۷ فقط به یک طبقه نیمه‌خشک تبدیل شده است. سطح پوشش گیاهی ضعیف و بسیار خوب در سال ۲۰۱۷ نسبت به ۲۰۰۴ افزایش یافته است و از طرفی سطح پوشش گیاهی خوب و عالی کاهش یافته است. نتایج تحقیق محمدیاری و همکاران (۱۳۹۳) نیز همسو با نتایج این پژوهش بوده و نشان دهنده تغییرات کمی و کیفی گسترده‌ای برای پوشش گیاهی در طی ۱۴ سال بوده است. در پژوهش انجام شده توسط محمدیاری و همکاران (۱۳۹۳) مساحت اراضی با پوشش عالی، بسیار خوب و ضعیف افزایش و مساحت اراضی با پوشش خوب کاهش داشت. همچنین نتایج آن‌ها حاکی از آن بود که بیشترین افزایش مساحت در اراضی با پوشش گیاهی عالی صورت گرفته است. از طرفی در تحقیق آن‌ها بیشترین کاهش مساحت در اراضی با پوشش خوب بود که متأسفانه این به دلیل تغییر کاربری و شخم‌زدن زمین‌های مرتعی توسط کشاورزان است. علاوه بر این مطالعات دیگر نیز نشان دهنده روابط داخلی بین پوشش گیاهی و عوامل اقلیمی به ویژه برای عامل دما و فاکتور بارش می‌باشد (Bi et al. 2005; Jing et al. 2011; Sun et al. 2001).

با توجه به نتایج، به مرور زمان و در طی بررسی سطح طبقات پوشش گیاهی خوب و عالی کاهش و سطح طبقه بسیار خوب و ضعیف افزایش یافته است. نتایج تحقیق انجام شده توسط هی و همکاران نیز در همین راستا نشان داد که تغییر پوشش گیاهی با تغییر بارش در شمال غرب چین منطبق است و بین شاخص پوشش گیاهی و بارش، همبستگی مثبت وجود دارد، در حالی که در مطالعه آن‌ها همبستگی پوشش گیاهی و درجه حرارت پایین بود. در پژوهش آن‌ها از برخی روش‌های آماری برای بررسی تغییرات ناگهانی عوامل اقلیمی استفاده شد و نتایج آن‌ها نشان داد که تغییرات پوشش گیاهی دارای اختلافات منطقه‌ای بوده و ناهمگنی فضایی فاکتور هواشناسی شدید است (He et al. 2013).

نتایج این پژوهش نشان داد که طبقه بندی پوشش گیاهی براساس NDVI در دو دوره مختلف آب و هوایی تغییر کرده است که این با نتایج هادیان و همکاران (۱۳۹۳) منطبق است. شاخص گیاهی NDVI حاصل از تصاویر ماهواره‌ای کارآیی بسیار خوبی را در مطالعه و بررسی تغییرات تیپ‌های گیاهی در اثر پدیده‌های اقلیمی مخصوصاً بارندگی از خود نشان می‌دهند. در تیپ‌های گیاهی مختلف شرایط منطقه، زمان بارندگی و نوع فرم و گونه گیاهی نقش مهمی در تأثیرات بارش بر پوشش گیاهی در هر منطقه دارد (هادیان و همکاران ۱۳۹۳).

در منطقه مورد بررسی تغییرات آب و هوایی بر کاهش سطح پوشش گیاهی تأثیر مستقیم گذاشته است. نتایج پژوهش‌های کاواباتا (Kawabata et al. 2001) نیز نتایج این پژوهش را تأیید و نشان می‌دهد که عامل اقلیم بر کاهش سطح پوشش گیاهی، تأثیر مستقیم گذاشته و از طرفی کاهش سطح پوشش گیاهی نیز باعث تشدید تغییر اقلیم شده است؛ اما باید نوع فرم رویشی و فصل بارش و رویش را نیز در نظر گرفت (Kawabata et al. 2001). فرم رویشی گیاهان به شدت تحت تأثیر شرایط اقلیمی منطقه قرار می‌گیرد (مرادی و زاهدی، ۱۳۸۸؛ Moradi et al. 2010). در یک منطقه هر چقدر میزان بارندگی پایین‌تر و دمای بالاتر باشد و همچنین دوره خشکی طولانی‌تر باشد بیشتر گیاهان منطقه فرم زیستی تروفیت و علفی به خود می‌گیرند (مرادی و همکاران، ۱۳۸۹). در کل با توجه به نتایج این پژوهش آب و هوای منطقه در طول مدت بررسی به سمت نیمه‌خشک رفته و این باعث تغییر پوشش گیاهی و اکوسیستم منطقه مورد مطالعه گردیده است. بنابراین می‌توان پیش‌بینی کرد که درصد گونه‌های تروفیت و علفی منطقه به مرور زمان بیشتر خواهد شد.

منابع

- اسعدی، ف.، اعتماد، و.، مرادی، غ.، سپهوند، ا. ۱۳۹۷ الف. اثر تیمارهای مختلف آبیاری و سایه در تولید نهال تادار (*Celtis caucasica* Willd.)، مجله جنگل ایران، ۱۰(۱): ۶۷-۷۷.
- اسعدی، ف.، اعتماد، و.، مرادی، غ.، سپهوند، ا. ۱۳۹۷ ب. اثر آبیاری و سایه بر زی‌توده، سطح برگ و شادابی نهال تادار (*Celtis caucasica* Willd.)، پژوهش و توسعه جنگل، ۴(۳): ۳۳۱-۳۴۵.
- اکبرزاده، م.، میرحاجی، ت. ۱۳۸۵. تغییرات پوشش گیاهی تحت تأثیر بارندگی در مراتع استپی رود شور، تحقیقات مرتع و بیابان، ۱۳(۳): ۲۲۲-۲۳۵.
- تقوی مقدم، ا.، بهرامی، ش.، اکبری، ا. ۱۳۹۵. مقایسه دو روش حداکثر احتمال و شبکه عصبی مصنوعی در ارزیابی. پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل، ۲۳(۱): ۲۳-۴۸.
- جباری، س.، خواجه‌الدین، س.ج.، جعفری، ر.، سلطانی، س. ۱۳۹۳. بررسی تغییرات درصد پوشش گیاهی مراتع با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در منطقه سمیرم. بوم‌شناسی کاربردی، ۳(۱۰): ۲۷-۳۸.
- جزیره‌ای، م.ح.، ابراهیمی رستاقی، م. ۱۳۸۲. جنگل‌شناسی زاگرس، انتشارات دانشگاه تهران، ۵۶۰ صفحه.

- جعفری، م.ر.، حسینی، ا. ۱۳۹۸. شناسایی و پهنه بندی توده های خشکیده جنگل های بلوط ایرانی در استان ایلام با استفاده از تصاویر سنجنده ETM+ و OLI در محیط GIS. فضای جغرافیایی، ۱۹ (۶۷): ۴۳-۶۰.
- راهداری، و.، سفیانیان، ع.، خواجه‌الدین، س.ج. ۱۳۹۲. بررسی قابلیت داده‌های ماهواره‌ای در تهیه نقشه درصد تاج پوشش گیاهی مناطق خشک و نیمه‌خشک. علوم تکنولوژی محیط‌زیست، ۱۵(۴): ۴۳-۵۴.
- رضیعی، ط.، دانش کار آراسته، پ.، اختر، ر.، ثقفیان، ب. ۱۳۸۶. بررسی خشک‌سالی‌های هواشناسی (اقليمی) در استان سیستان و بلوچستان با استفاده از نمایه SPI و مدل زنجیره مارکوف. مجله تحقیقات منابع آب ایران، ۳(۱): ۲۵-۳۵.
- سازمان حفاظت محیط زیست ایران. ۱۳۹۸. وبگاه اداره کل حفاظت محیط زیست استان لرستان. سازمان هواشناسی کشور، ۱۳۷۸-۱۳۹۶. سالنامه هواشناسی.
- فرج زاده، م.، فتح نیا، ا.، علیخانی، ب.، ضیائی، پ. ۱۳۹۰. ارزیابی اثر عوامل اقلیمی بر پوشش گیاهی منطقه زاگرس با استفاده از اطلاعات رقومی ماهواره‌ای. تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۱۱۸(۱): ۱۰۷-۱۲۳.
- قربانی زاده خرازی، ح.، چله مال دزفول نژاد، م.، ۱۳۹۳. ابداع روش طبقه‌بندی اقلیمی جدید بر مبنای هیدرومتئورولوژی. مهندسی آب، ۲(۲): ۹۷-۱۰۸.
- محمدیاری، ف.، پورخباز، ح.ر.، توکلی، م.، اقدر، ح. ۱۳۹۳. تهیه نقشه پوشش گیاهی و پایش تغییرات آن با استفاده از تکنیک های سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی: شهرستان بهبهان). اطلاعات جغرافیایی (سپهر)، ۲۳(۹۲): ۳۴-۲۳.
- مرادی، غ.، فدایی، ه.، اعتماد، و.، قنبری، س. ۱۳۹۷. اثر اسید جیبرلیک و چینه سرمایی بر جوانه زنی بذر پسته (*Pistacia vera L.*) در جنگل خواجه کلات خراسان رضوی. پژوهش و توسعه جنگل، ۴(۳): ۳۳۰-۳۱۹.
- مرادی، غ.، زاهدی امیری، ق. ۱۳۸۸. شکل های زیستی گیاهان ناحیه رویشی ایران - تورانی و جایگاه این ناحیه در جهان. علوم و فناوری چوب و جنگل، ۱۶(۳): ۹۱-۷۷.
- مرادی، غ.، عباسی، ا.، زارع چاهوکی، م.ع. ۱۳۸۹. فلور، شکل زیستی و پراکنش جغرافیایی گیاهان شهرستان لامرد استان فارس. پژوهش های آبخیزداری (پژوهش و سازندگی)، ۲۳(۱): ۸۰-۷۰.
- هادیان، ف.، سید حسینی، ز.، سید حسینی، م. ۱۳۹۳. پایش تغییرات پوشش گیاهی با استفاده از اطلاعات بارندگی و تصاویر ماهواره‌ای در شمال غرب ایران. تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۲۱(۴): ۷۵۶-۷۶۸.
- Bi, X., Wang, H., Ge, J. 2005. Wave-type time series variation of the correlation between NDVI and climatic factors. Chinese Journal of Applied Ecology, 16(2): 284-288.
- Bochenek, Z., Ziolkowski, D., Bartold, M., Orlowska, K., Ochtyra, A. 2018. Monitoring forest biodiversity and the impact of climate on forest environment using high-resolution satellite images, European Journal of Remote Sensing, 51(1), 166-181.
- Chamaille-Jammes, S., Fritz, H. 2009. Precipitation-NDVI relationships in eastern and southern African savannas vary along a precipitation gradient. International Journal of Remote Sensing, 30(13): 3409-3422.

- Chuai, X.W., Huang, X.J., Wang, W.J., Bao, G. 2013. NDVI, temperature and precipitation changes and their relationships with different vegetation types during 1998–2007 in Inner Mongolia, China. *International Journal of Climatology*, 33(7): 1696–1706.
- Ding, M., Zhang, Y., Liu, L., Zhang, W., Wang, Z., Bai, W. 2007. The relationship between NDVI and precipitation on the Tibetan Plateau. *Journal of Geographical Sciences*, 17(3): 259–268.
- Duo, A., Zhao, W., Qu, X., Jing, R., Xiong, K. 2016. Spatio-temporal variation of vegetation coverage and its response to climate change in North China plain in the last 33 years. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 53: 103–117.
- Gurgel, H.C., Ferreira, N.J. 2003. Annual and interannual variability of NDVI in Brazil and its connections with climate. *International Journal of Remote Sensing*, 24(18): 3595–3609.
- He, W., Bu, R.C., Xiong, Z.P., Hu, Y.M. 2013. Characteristics of temperature and precipitation in Northeastern China from 1961 to 2005. *Acta Ecologica Sinica*, 33(2): 519–531.
- Jing, X., Yao, W.Q., Wang, J.H., Song, X.Y., 2011. A study on the relationship between dynamic change of vegetation coverage and precipitation in Beijing's mountainous areas during the last 20 years. *Mathematical and Computer Modelling*, 54(30): 1079–1085.
- Kawabata, A., Ichii, K., Yamaguchi, Y. 2001. Global monitoring of interannual changes in vegetation activities using NDVI and its relationships to temperature and precipitation. *International Journal of Remote Sensing*, 22(7): 1377–1382.
- Mildrexler, D., Yang, Z., Cohen, W.B., Bell, D.M. 2016. A forest vulnerability index based on drought and high temperatures. *Remote Sensing of Environment*, 173: 314–325.
- Moradi, Gh., Marvie Mohadjer, M.R., Zahedi Amiri, Gh., Shirvany, A., Zargham, N., 2010. Life form and geographical distribution of plants in Postband region, Khonj, Fars Province, Iran. *Journal of Forestry Research*, 21(2): 201–206.
- Propastin, P., Kappas, M., Erasmi, S., Muratova, N.R. 2007. Remote sensing based study on intra-annual dynamics of vegetation and climate in drylands of Kazakhstan. *Basic and Applied Dryland Research*, 1(2): 138–154.
- Shimizu, K., Ota, T., Mizoue N., 2019. Detecting Forest Changes Using Dense Landsat 8 and Sentinel-1 Time Series Data in Tropical Seasonal Forests. *Remote Sensing*, 11(1899): 1-22.
- Sun, R., Liu, C., Zhu, Q. 2001. Relationship between the fractional vegetation cover change and rainfall in the yellow river Basin. *Acta Geographica Sinica*, 56(6): 667-672.

- Wang, X., Gao, Q., Wang, C., Yu, M. 2017. Spatiotemporal patterns of vegetation phenology change and relationships with climate in the two transects of East China. *Global Ecology and Conservation*, 10: 206–219.
- Wan Mohd Jaafar, W.S., Abdul Maulud, K.N., Muhmad Kamarulzaman, A.M., Raihan, A., Md Sah, S., Ahmad, A., Saad, S.N.M., Mohd Azmi, A.T., Jusoh Syukri, N.K.A., Razzaq Khan, W., 2020. The Influence of Deforestation on Land Surface Temperature—A Case Study of Perak and Kedah, Malaysia. *Forests*, 11(670): 1-26.
- Wang, Z., Schaaf, C.B., Chopping, M.J., Strahler, A.H., Wang, J., Román, M.O., Rocha, A.V., Woodcock, C.E., Shuai, Y. 2012. Evaluation of Moderate-resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) snow albedo product (MCD43A) over tundra. *Remote Sensing of Environment*, 117: 264–280.