

## ارزیابی تغییرات پوشش گیاهی مناطق ۱۳ گانه‌ی شهر مشهد با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست (۲۰۱۶-۱۹۸۷)

مختار کرمی<sup>۱</sup>، رحمان زندی<sup>۲</sup>، مهدی اسدی<sup>۳</sup>، جلال طاهری<sup>۴</sup>

### چکیده

با استفاده از علوم جدید به ویژه سنجنش از دور می‌توان بررسی پوشش‌های گیاهی منطقه وسیعی را در کوتاه‌ترین زمان، کمترین هزینه و دقت بسیار بالا انجام داد. در این پژوهش برای بررسی تغییرات مساحت و کیفیت پوشش گیاهی مناطق ۱۳ گانه شهر مشهد با استفاده از سنجنده‌های MSS, TM5, ETM, OLI ماهواره لندست تصاویر مربوط به سال‌های ۲۰۱۶، ۲۰۱۰، ۲۰۰۴، ۱۹۹۸، ۱۹۹۲، ۱۹۸۷، تهیه گردیده است. برای بررسی تغییرات مساحت و کیفیت پوشش گیاهی از شاخص NDVI استفاده شد. برای به دست آوردن تغییرات کمی پوشش گیاهی در سال‌های مورد مطالعه مناطق در دو کلاس پوشش گیاهی و فاقد پوشش گیاهی طبقه‌بندی شدند. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که مساحت پوشش گیاهی از ۳۸/۱۴ کیلومتر مربع در سال ۱۹۸۷ به ۳۲/۹۷ کیلومتر مربع در سال ۲۰۱۶ کاهش پیدا کرده است. بیشترین تغییرات مساحت پوشش گیاهی در بین مناطق مربوط به منطقه ۳ در فاصله سال‌های ۱۹۹۸ تا ۲۰۰۴ می‌باشد که از ۸/۶۴ کیلومتر مربع در سال ۱۹۹۸ به ۳/۹۹ کیلومتر مربع در ۲۰۰۴ کاهش پیدا کرده و میزان این کاهش ۴/۶۳ کیلومتر مربع بوده است. نتایج نشان داد که مجموع پوشش گیاهی متراکم از ۰/۴۱۳ کیلومتر مربع در سال ۱۹۸۷ به ۳/۳۲۱ کیلومتر مربع در سال ۲۰۱۶ افزایش پیدا کرده است.

**واژه‌های کلیدی:** تغییرات پوشش گیاهی، سنجنش از دور، شاخص NDVI، ماهواره لندست، مشهد

۱ - استادیار، دانشکده جغرافیا، دانشگاه حکیم سبزوای، سبزوار، ایران

۲ - استادیار، دانشکده جغرافیا، دانشگاه حکیم سبزوای، سبزوار، ایران

۳ - دانشجوی دکتری، آب و هواشناسی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران

۴ - دانشجوی کارشناسی ارشد آب و هواشناسی کاربردی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران  
Email : jalaltahere76@gmail.com

## مقدمه

پوشش گیاهی عبارت است از کلیه رستنی‌های سطح هر منطقه شامل درخت، درختچه، گونه‌های مرتعی که در زیستگاه‌های طبیعی و مصنوعی وجود دارد. به تعبیری دیگر پوشش گیاهی شامل کلیه گونه‌های گیاهی یک ناحیه و نحوه پراکنش مکانی و زمانی آنهاست. پوشش گیاهی نخستین و مهم‌ترین تولیدکننده‌ی هر اکوسیستم می‌باشد؛ بنابراین پوشش گیاهی چون به‌عنوان یکی از مهم‌ترین عناصر محیط‌زیست و با توجه به اثراتی که بر زندگی تمامی موجودات کره زمین دارد، ضروری است که مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گیرد (کولواردان<sup>۱</sup>، ۲۰۰۴، ۲۸۳). برای مطالعه پوشش گیاهی یک منطقه باید سطح وسیعی را مورد بررسی قرار دهیم لذا برای این کار نمی‌توان از روش‌های سنتی استفاده کرد چون بسیار زمان‌بر و هزینه‌بر می‌باشد. با استفاده از علم سنجش از دور این امکان برای ما فراهم می‌شود که منطقه وسیعی را در کوتاه‌ترین زمان و با کمترین هزینه مورد بررسی قرار دهیم. این علم دارای خصوصیات نظیر فراهم ساختن دید وسیع و یکپارچه از منطقه، قابلیت تکرارپذیری، سهل‌الوصول بودن داده‌ها، دقت بالای داده‌های حاصله و صرفه‌جویی در زمان از ویژگی‌هایی است که استفاده از این گونه اطلاعات را برای بررسی پوشش گیاهی و کنترل تغییرات آن نسبت به سایر روش‌ها ارجحیت می‌بخشد (هافمن<sup>۲</sup>، ۲۰۰۰، ۱۵۹۳). شهرنشینی با ایجاد گسترده‌ترین دست‌کاری بشری در چهره طبیعی زمین، شرایط زندگی ساکنان شهری را در معرض تهدید و نابودی قرار داده است. در حال توسعه شهرها و تغییر الگوی کاربری زمین، باعث تغییرات محیط زیست می‌گردد. این تغییرات شامل کاهش فضایی طبیعی، افزایش تجمع وسایل نقلیه، کاهش زمین‌های کشاورزی با توان تولید بالا، تأثیر بر زهکشی‌های طبیعی و کاهش کیفیت آب می‌شود (کامیاب و همکاران، ۱۳۹۰: ۱۰۰). از آنجایی که رخداد مسائل زیست‌محیطی و آشکارسازی تغییرات آن‌ها در مقیاس وسیع زمانی و مکانی صورت می‌گیرد، در نتیجه فن‌هایی نظیر سنجش از دور و سیستم

<sup>۱</sup> - Kulawardana

<sup>۲</sup> - Hoffmann

اطلاعات جغرافیایی در جهت شناخت اولیه و ارزیابی تغییرات می تواند به عنوان ابزاری سودمند در جهت مدیریت و برنامه ریزی مفید واقع گردد (موسوی و همکاران، ۱۳۹۲: ۸۶) برای بررسی تغییرات پوشش گیاهی با استفاده از علم سنجش ازدور از شاخص های مختلف گیاهی استفاده می شود. شاخص های گیاهی تبدیلات ریاضی هستند که بر اساس باندهای مختلف سنجنده های تعریف شده و برای ارزیابی و بررسی گیاهان در مشاهدات ماهواره ای چند طیفی طراحی شده اند. اساس کار این شاخص ها بر روی اختلاف باندهای قرمز و مادون قرمز نزدیک می باشد، دلیل این امر خاصیت جذب نور قرمز توسط رنگ دانه های موجود در کلروفیل است، که باعث می شود گیاهان انعکاس کمتری در این باند و انعکاس شدید در باند مادون قرمز نزدیک داشته باشند (فاطمی و همکاران، ۱۳۸۵: ۲۵۷). شاخص پوشش گیاهی بیان کننده تیپ پوشش گیاهی، فنولوژی و حالات محیطی منطقه است. این شاخص بیشترین رابطه را با حجم زنده گیاهی در میان مشخصه های پوشش گیاهی دارد. شاخص گیاهی NDVI کاربردهای بسیاری زیادی دارد، از جمله کاربردهای آن می توان به تغییر رفتار گیاهان در طول زمان، طبقه بندی گیاهان، تهیه نقشه کاربری و پوشش گیاهی، کشف تغییرات پوشش گیاهی در طول زمان اشاره نمود. برای محاسبه این شاخص از نرم افزارهای مختلفی استفاده می شود. دامنه تغییرات این شاخص بین +۱ و -۱ است. که هر چه به سمت عدد +۱ نزدیک تر باشد، نشان دهنده پوشش گیاهی سالم و متراکم و هر چه عدد منفی بیشتر باشد نشان دهنده آب و یخ می باشد. از جمله پژوهش های که در این در رابطه با تغییرات پوشش در جهان و ایران صورت گرفته است می توان به موارد زیر اشاره کرد:

یورکز<sup>۱</sup> و همکاران (۱۹۹۲) باهدف مشخص کردن مقدار و جهت تغییرات پوشش گیاهی بوته زارهای جنوب غربی پایه والی ایالت یوتای آمریکا تفاوت های پوشش گیاهی را بین سال های ۱۹۳۳ تا ۱۹۸۹ مورد بررسی قرار داده و در نهایت مؤثرترین عامل بهبود گرایش و وضعیت مراتع مذکور را تعدیل چرای دام برشمرده اند. در پژوهشی

<sup>۱</sup> - Yorks

دیگر (کولواردان، ۲۰۰۴، ۲۸۲) با بازنگری مطالعات انجام شده در زمینه بررسی رابطه خاک و الگوهای پوشش گیاهی در بخش جنوبی آمریکا با استفاده از شاخص NDVI سنجنده AVHRR، اشاره به نتایج مثبت در این زمینه کرده است. در میان شاخص‌های متعدد و متنوع پوشش گیاهی NDVI و شاخص EVI هر دو از شاخص‌های پوشش گیاهی جهانی هستند که برای آماده نمودن دائمی اطلاعات مکانی و زمانی پوشش گیاهی به کار گرفته می‌شود (ماتسوشیتا<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۰۷، ۲۶۳۶). 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. در تعیین پتانسیل درازمدت تخریب مراتع در مراتع نیمه‌خشک بتسوانا با استفاده از تصاویر ماهواره‌ی لندست، نتایج نشان داد که تخریب مراتع، ناشی از فعالیت‌های انسانی و فاکتورهای اقلیمی است (وندرپست<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۱۱، ۳۸۳) فاتح<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۱۳) در منطقه الاغواط الجزایر به منظور انتخاب بهترین شاخص برای مطالعه پوشش گیاهی در مناطق نیمه خشک با پوشش کم از سه شاخص TSAVI، SAVI و NDVI را مورد مطالعه قرار دادند به این نتیجه رسیدن که شاخص SAVI بهترین شاخص برای مطالعه پوشش گیاهی مناطق نیمه خشک با پوشش گیاهی کم می‌باشد.

آلبد<sup>۴</sup> (۲۰۱۴) ۱۳ شاخص را به منظور بررسی تغییرات پوشش گیاهی نخلستانی با خاک شور در شبه جزیره عربستان را مورد بررسی قرار داد. تحقیقات نشان داد که از بین ۱۳ شاخص‌های SAVI، NDSI، SI-T نتایج را بهتر نشان می‌دهند. در پژوهشی<sup>۵</sup> و همکاران (۲۰۱۶) در رابطه تغییرات اقلیمی و پوشش گیاهی در آسیای مرکزی انجام دادند به این نتیجه رسیدند که با استفاده از شاخص پوشش گیاهی NDVI می‌توان

<sup>1</sup> - Matsushita

<sup>2</sup> - Vanderpost

<sup>3</sup> - Fatiha

<sup>4</sup> - Allbed

<sup>5</sup> - Yin

اقلیمی یک منطقه را پیش بینی نمود. عبداللهی و همکاران (۱۳۸۶: ۲۹۰) محدودیت‌های تصاویر ماهواره‌ای لندست ETM+ و مدل رگرسیون چند متغیره خطی جهت تهیه نقشه پوشش گیاهی مناطق خشک در دو سال با بارندگی متفاوت را بررسی کردند. آن‌ها از شاخص‌های مختلف گیاهی و خاک، فاکتورهای محیطی و اطلاعات صحرایی، برای تهیه نقشه پوشش گیاهی منطقه ندوشن واقع در استان یزد استفاده نمودند. نتایج نشان داده است که برقراری یک ارتباط رگرسیونی قوی، شرط لازم و قوی برای ساخت نقشه در چنین شرایطی نیست، بلکه به دست آوردن نقشه پوشش گیاهی با دقت قابل قبول می‌تواند صحت مدل آماری مورد نظر را به اثبات برساند. چشمه خاور (۱۳۸۹) با استفاده از تصاویر TM، ETM+، IRS، NOVA تغییرات زمانی و مکانی پوشش گیاهی تالاب بین المللی هورالعظیم را بررسی نمود. در این مطالعه از شاخص NDVI و SAVI برای تعیین روند تغییرات پوشش گیاهی بهره گرفتند. در بررسی همبستگی پوشش گیاهی متراکم زاگرس با متغیرهای اقلیمی ماهانه بارش، رطوبت نسبی و دما، آمار ۱۳۴ ایستگاه هواشناسی و تصاویر NOAA و AVHRR مورد استفاده قرار گرفت. نتایج نشان داد همبستگی NDVI با رطوبت نسبی و دمایی حداکثر، بالا است؛ اما با بارش و دمایی حداقل پایین‌تر است (فرج زاده و همکاران، ۱۳۹۰: ۱). پایه سنجش از دور این است که اشیاء در طول موج‌های مختلف مقادیر متفاوتی از تابش را جذب و منتشر می‌کنند یا عبور می‌دهند. نسبتی که از تابش منعکس می‌شود به‌عنوان خصوصیات طیفی عارضه‌های مختلف از جمله گیاه به شمار می‌آید. لازمه شناخت تفکیک جامه گیاهی، آگاهی از خصوصیات طیفی گیاهان و اختلاف جزئی آن‌هاست (هادیان و همکاران، ۱۳۹۱: ۸۳). محمد یاری و همکاران (۱۳۹۳: ۲۳) جهت نمایش تغییرات مکانی و زمانی پوشش گیاهی شهرستان بهبهان از اطلاعات باندهای ماهواره لندست سنجنده‌های ETM+ و OLI در دو سال ۱۳۷۸ و ۱۳۹۲ استفاده و مقدار شاخص NDVI برای دو سال محاسبه کردند. نتایج نشان داد که تغییرات کمی و کیفی پوشش گیاهی در طی ۱۴ سال برای منطقه مورد مطالعه گسترده بوده است به طوری که اراضی با پوشش عالی، بسیار خوب

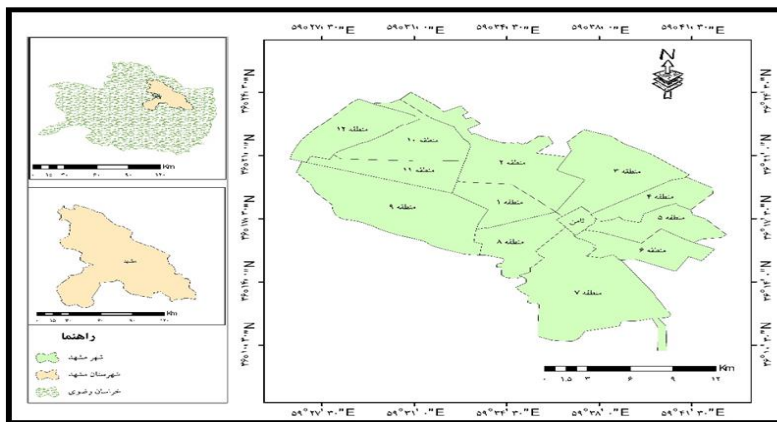
و ضعیف افزایش مساحت و اراضی با پوشش خوب کاهش مساحت را داشته است. در بررسی تغییرات کاربری اراضی و پوشش گیاهی در شهر یاسوج با استفاده از سنجش از دور از تصاویر ماهواره لندست سنجنده TM، نقشه کاربری و شاخص NDVI استفاده گردید. نتایج نشان داد که بیشترین تغییرات مربوط به کاربری مسکونی بوده و پوشش گیاهی در سالهای مورد مطالعه روند کاهشی داشته است (امید وار و همکاران، ۱۳۹۴، ۱۱۱). ناطقی و همکاران (۱۳۹۶: ۷۷۸) در بررسی غیرات پوشش گیاهی بر اساس شاخص‌های گیاهی با استفاده از سنجش از دور در جزیره قشم از تصاویر ماهواره لندست سنجنده های ETM+ و OLI و شاخص های گیاهی SAVI، NDVI، SAVI، RVI و WAVI استفاده کردند. نتایج نشان داد شاخص SAVI با بیشترین ضریب کاپا بهترین عملکرد شاخص WAVI با کمترین ضریب کاپا ضعیف ترین نتایج را در بین شاخص های برای بررسی پوشش گیاهی داشته است. مرروی بر تحقیقات صورت گرفته نشان می هد که جای یک تحقیق در بازه زمانی طولانی که بتواند تغییرات پوشش گیاهی را در مناطق ۱۳ گانه کلان شهر مشهد را نشان دهد تقریباً خالیست، لذا هدف از انجام این تحقیق، دستیابی به این مهم است. این تحقیق در بازه زمانی ۲۹ ساله صورت در فاصله سالهای ۱۹۸۷-۲۰۱۶ گرفته است تعداد ۶ تصویر از تصاویر ماهواره لندست انتخاب شده و تغییرات پوشش گیاهی در به صورت نقطه ای و درمناطق ۱۳ گانه شهر مشهد مورد بررسی قرار گرفته است. در پژوهش بررسی تغییرات پوشش گیاهی از نظر مساحت و کیفیت (ضعیف، معمولی و متراکم) پوشش گیاهی مناطق ۱۳ گانه مشهد با استفاده از تصاویر ماهواره لندست و شاخص NDVI می باشد. همچنین به دست آوردن درصد تخریب یا افزایش پوشش گیاهی مناطق مختلف می باشد.

## مواد و روش‌ها

### منطقه مورد مطالعه

مشهد کلان‌شهری در شمال شرقی ایران و مرکز استان خراسان رضوی است. این شهر با مساحت ۳۵۱ کیلومتر مربع، در ۳۶° ۴۳' ۵۹" شرقی و ۳۶° ۱۷' ۴۵" شمالی قرار دارد.

شهر مشهد در حوزه رودخانه کشف رود و در دشت مشهد بین کوه‌های هزار مسجد و بینالود گسترده شده است. بر اساس سرشماری عمومی نفوس و مسکن سال ۱۳۹۵ این شهر با ۳۰۱'۱۸۴ نفر جمعیت، دومین شهر پرجمعیت ایران می‌باشد. بیشینه ارتفاع شهر مشهد ۱۱۵۰ متر و کمینه آن ۹۵۰ متر است. شهر مشهد دارای آب‌وهوای متغیر، اما معتدل و متمایل به سرد و خشک است و از تابستان‌های گرم و خشک و زمستان‌های سرد و مرطوب برخوردار می‌باشد. بیشینه درجه حرارت در تابستان‌ها ۴۳ درجه بالای صفر و کمینه آن در زمستان‌ها ۲۳ درجه زیر صفر است. مشهد دارای ۱۳ منطقه با مساحت ۳۲۴/۷۳ کیلومترمربع که بزرگ‌ترین منطقه آن منطقه ۷، ۵۷/۴۰۴۷ کیلومترمربع و کوچک‌ترین منطقه ۱۳ (ثامن) ۳/۵۱۴۵ کیلومترمربع می‌باشد (معاونت شهرسازی و معماری مشهد) (شکل ۱).



شکل (۱): موقعیت مناطق ۱۳ گانه شهر مشهد

## روش تحقیق

در این تحقیق به منظور آشکارسازی تغییرات پوشش گیاهی از شاخص NDVI استفاده شده است. شاخص NDVI یکی از بهترین شاخص‌های پوشش گیاهی ماهواره‌ای است که بر اساس رابطه‌ی محاسبه می‌شود.

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} \quad (1)$$

در این فرمول NIR، باند مادون قرمز نزدیک و RED باند قرمز می‌باشد. دامنه‌ی آن از ۱- تا ۱+ متغیر می‌باشد. در حالتی که پوشش خیلی خوب و پرتراکم باشد این شاخص به ۱+ نزدیک می‌شود و در حالت تخریب پوشش گیاهی و از بین رفتن آن کاهش پیدا میکند. شاخص پوشش گیاهی بازتابش طیفی گیاهان سالم (کلروفیل) بیشتر در طول موج الکترومغناطیسی مادون قرمز نزدیک (NIR) و طول موج سبز نسبت به سایر طول موج‌ها اتفاق می‌افتد. گیاهان سالم که حاوی کلروفیل هستند، نور آبی و بیشتر طول موج‌های قرمز را جذب می‌کنند، به همین دلیل است که چشم ما گیاهان را به رنگ سبز می‌بیند. همچنین بر همین اساس است که طول موج طیفی مادون قرمز نزدیک به حسگرهای ماهواره‌ها بازتابش می‌شوند. شاخص پوشش گیاهی (NDVI) شاخصی است که به منظور توصیف پوشش گیاهی توسعه یافته و با استفاده از تفاوت بین مادون قرمز نزدیک (که قویاً توسط گیاهان بازتابش می‌شود) و نور قرمز (که توسط گیاهان جذب می‌شود) می‌تواند نقاط دارای پوشش گیاهی را نمایان سازد. در نقشه‌های NDVI به منظور اندازه‌گیری سلامت گیاهان از ترکیب طول موج مادون قرمز نزدیک و طول موج قرمز استفاده می‌کنند (اکبری و شکاری، ۱۳۹۲: ۱۷۲-۱۷۱). در این پژوهش برای به دست آوردن کمیت پوشش گیاهی، تصاویر در دو کلاس پوشش گیاهی و فاقد پوشش گیاهی طبقه‌بندی شد. از تصاویر سنجنده‌های TM5, MSS, ETM+, OLI ماهواره لندست در بازه زمانی ۲۹ ساله تعداد ۶ تصویر تهیه گردید. تاریخ برداشت تصاویر ۲۰۱۶/۷/۱۹ ، ۲۰۱۰/۷/۱۱ ، ۲۰۰۴/۶/۲۴ ، ۱۹۹۸/۷/۱۹۹۲، ۱۸/۷/۲۵ ، ۱۹۸۷/۷/۲۰ می‌باشد. و برای به دست آوردن کیفیت پوشش گیاهی تصاویر در بازه زمانی و تاریخ‌های ذکر شده در سه کلاس فاقد پوشش گیاهی، معمولی و تراکم و غنی طبقه‌بندی شد.



قبل از محاسبه شاخص NDVI تصحیحات رادیومتریک و کپ فیل بر روی تصاویر اعمال شد. برای محاسبه شاخص NDVI از نرم افزارهای ENVI5.1 و Arc MAP1.3 استفاده گردیده است. چون باند مادون قرمز شماره ۳، باند مادون قرمز نزدیک شماره ۴ سنجنده های ETM+, TM5, MSS و باند مادون قرمز شماره ۴ و باند مادون قرمز نزدیک شماره ۵ سنجنده، OLI می توانند پوشش گیاهی را بهتر نمایش دهند؛ مورد استفاده قرار گرفته است. که خصوصیات این باندها در جدول شماره ۱ آمده است.

جدول (۱): خصوصیات باندهای سنجنده های ماهواره لندست

نام سنجنده	باند طیفی	طول موج	قدرت تفکیک	عرض تصویربرداری
ETM+, TM5, MSS	باند ۳- قرمز	۰/۶۳ - ۰/۶۹ $\mu\text{m}$	۳۰ متر	۱۸۵
	باند ۴- مادون قرمز نزدیک	۰/۷۶۰ - ۰/۹۰۰ $\mu\text{m}$	۳۰ متر	
OLI	باند ۴- قرمز	۰/۶۳۰ - ۰/۶۸۰ $\mu\text{m}$	۳۰ متر	۱۸۵
	باند ۵- مادون قرمز نزدیک ۳۰ متر	۰/۸۸۵ - ۰/۸۴۵ $\mu\text{m}$	۳۰ متر	

باتوجه به این که پوشش گیاهی می تواند با بارش و دما رابطه مسقیمی داشته باشد بدین منظور این دو پرامتر در مدت مورد مطالعه مورد بررسی قرار گرفتند.

### نتیجه گیری

با استفاده از نرم افزار ENVI5.1 و Arc GIS10.3 شاخص NDVI محاسبه گردید. مساحت و کیفیت پوشش گیاهی هر یک از مناطق برای سال های مورد محاسبه شد. بررسی تغییرات کمی پوشش گیاهی سال ۱۹۸۷-۲۰۱۶ مساحت پوشش گیاهی برای سال های مورد مطالعه در مناطق مختلف محاسبه گردید. در مجموع پوشش گیاهی از

۳۸/۱۴ کیلومتر مربع در سال ۱۹۸۷ به ۳۲/۹۷ کیلومتر مربع در سال ۲۰۱۶ کاهش پیدا کرده است (شکل ۲). بیشترین مقدار پوشش گیاهی مربوط به سال ۱۹۹۲ به میزان ۵۲/۳۵ کیلومتر مربع و کمترین مقدار پوشش گیاهی در سال ۲۰۰۴ به میزان ۲۴/۶۶ کیلومتر مربع بوده است. در بین مناطق مختلف، منطقه ۳ با ۱۰/۲۴ کیلومتر مربع بیشترین مساحت و منطقه ثامن (۱۳) با ۰/۰۳ کیلومتر مربع کمترین مساحت را در بین مناطق مختلف شهر مشهد داشته است (جدول شماره ۳).

جدول (۲): پوشش گیاهی کمی مناطق ۱۳ گانه (۱۹۸۷-۲۰۱۶)

مقدار پوشش گیاهی به کیلومتر مربع						منطقه
سال ۱۹۸۷	۱۹۹۲	۱۹۹۸	۲۰۰۴	۲۰۱۰	۲۰۱۶	
۰/۶۳	۱	۱/۲	۰/۹۳	۰/۸۲	۰/۹۹	۱
۷/۹۵	۹/۵۴	۷/۷۳	۳/۷	۳/۳۱	۴/۴۱	۲
۷/۸	۱۰/۲۴	۸/۶۲	۳/۹۹	۴/۲۲	۵/۵۹	۳
۲/۸۳	۴/۱	۲/۹	۱/۶۲	۱/۴۷	۲/۰۴	۴
۴/۶۷	۶/۳	۵/۱۴	۲/۴۲	۲/۰۰	۲/۳۱	۵
۲/۵۸	۴/۳۲	۳/۵۳	۱/۲۴	۱/۶	۲/۱۳	۶
۵/۳۲	۸/۱۶	۷/۳۹	۴/۳۵	۷/۶۱	۶/۵۸	۷
۰/۶۲	۰/۹۹	۰/۹۵	۰/۷۷	۰/۸۱	۱/۲۹	۸
۳/۱۶	۴/۷۵	۴/۳۴	۳/۹۷	۳/۴۱	۴/۴۹	۹
۰/۷۴	۱/۲۷	۱/۱۳	۰/۶۴	۰/۴۷	۱/۱	۱۰
۰/۷۳	۱/۰۵	۱/۰۵	۰/۸۱	۰/۸	۱/۳۵	۱۱
۱/۰۹	۰/۶۱	۱/۹۷	۰/۲	۰/۳	۰/۶	۱۲
۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۰۸	۱۳ (ثامن)
۳۸/۱۴	۵۲/۳۵	۴۵/۹۸	۲۴/۶۶	۲۶/۸۷	۳۲/۹۷	مجموع

محاسبه میزان تخریب شده پوشش گیاهی مناطق مختلف در سال‌های مورد مطالعه نشان دهنده این است که بیشترین تخریب پوشش گیاهی مربوط به منطقه ۳ در فاصله سال‌های ۱۹۹۸ تا ۲۰۰۴ می‌باشد. پوشش گیاهی از ۸/۶۲ کیلومتر مربع در سال ۱۹۹۸ به ۳/۹۹ کیلومتر مربع در سال ۲۰۰۴ کاهش پیدا کرده است و میزان این کاهش ۴/۶۳-

کیلومترمربع می‌باشد. بیشترین افزایش پوشش گیاهی در فاصله سال‌های ۱۹۸۷ تا ۱۹۹۲ در منطقه ۳ می‌باشد. پوشش گیاهی از ۷/۸ کیلومترمربع در سال ۱۹۸۷ به ۱۰/۲۴ کیلومترمربع در سال ۱۹۹۲ افزایش پیدا کرده است (جدول ۴).

جدول شماره (۳): میزان تخریب پوشش گیاهی در منطقه مورد مطالعه (۱۹۸۶-۲۰۱۶)

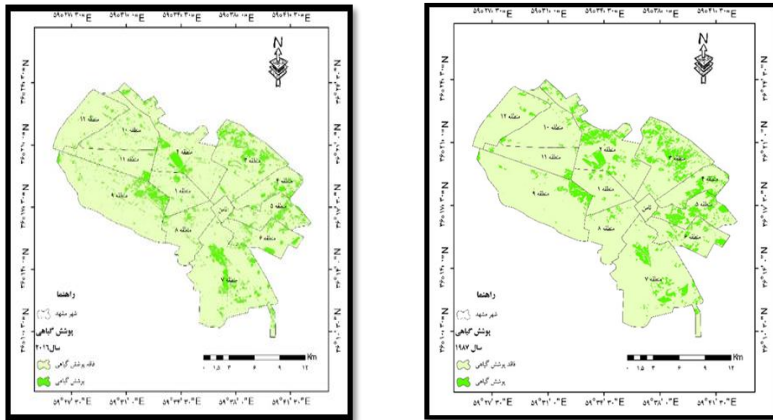
میزان تخریب پوشش گیاهی به درصد					منطقه
۲۰۱۶-۲۰۱۰	۲۰۱۰-۲۰۰۴	۲۰۰۴-۱۹۹۸	۱۹۹۸-۱۹۹۲	۱۹۹۲-۱۹۸۷	
۲۰/۵۷	-۰/۱۲	-۲۲/۰۴	۱۶/۰۲	۶۰/۵۷	۱
۳۳/۲۶	-۱۰/۵۸	-۵۲/۱۵	-۱۸/۹۱	۱۹/۹۱	۲
۳۲/۶۷	۵/۵۸	-۵۳/۶۸	-۱۵/۷۸	۳۱/۳۱	۳
۳۸/۷	-۹/۰۹	-۴۴/۲	-۲۹/۴۳	۴۴/۹۶	۴
۱۵/۲۳	۱۷/۳۲	-۵۲/۹۶	-۱۸/۴۳	۳۴/۸۸	۵
۳۳/۴۲	۲۸/۸۶	-۶۴/۸۸	-۱۸/۱۳	۶۷/۶۱	۶
-۱۳/۶۳	۷۴/۹۱	-۴۱/۰۹	-۹/۴۶	۵۳/۳۸	۷
۵۹/۳۱	۵/۶۲	-۱۸/۸۹	-۴/۲۷	۵۹/۶۵	۸
۳۱/۶۲	-۱۳/۹۸	-۸/۵۶	-۸/۵۴	۵۰/۱۱	۹
۱۳۳/۷۸	-۲۷/۱۳	-۴۳/۲	-۱۰/۷	۷۲/۱۶	۱۰
۶۷/۸۹	-۰/۳۳	۲۳	۰	۴۳/۸۲	۱۱
۹۸/۸۱	۵۳/۸۸	-۹۰	۱۰۰	-۴۴/۳۸	۱۲
۱۳۵	۳۳/۳۳	-۱۱/۷۶	۱۷/۲۴	-۳/۳۳	۱۳ (ثامن)

بیشترین درصد تخریب پوشش گیاهی مربوط به منطقه ۱۲ در فاصله سال‌های ۱۹۹۸ تا ۲۰۰۴ می‌باشد. پوشش گیاهی از ۱/۹۷ کیلومترمربع در سال ۱۹۹۸ به ۰/۱۹۷

کیلومترمربع در سال ۲۰۰۴ کاهش پیدا کرده است. میزان این تخریب ۹۰ درصد می‌باشد. و همچنین بیشترین درصد افزایش پوشش گیاهی در منطقه ۱۳ (ثامن) در فاصله سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۶ می‌باشد. میزان پوشش گیاهی از ۰/۰۴ کیلومترمربع در سال ۲۰۱۰ به ۰/۰۸ کیلومترمربع در سال ۲۰۱۶ افزایش پیدا کرده است؛ درصد این افزایش ۱۳۵ درصد می‌باشد (جدول ۵).

جدول (۴): درصد تخریب میزان پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه (۱۹۸۶-۲۰۱۶)

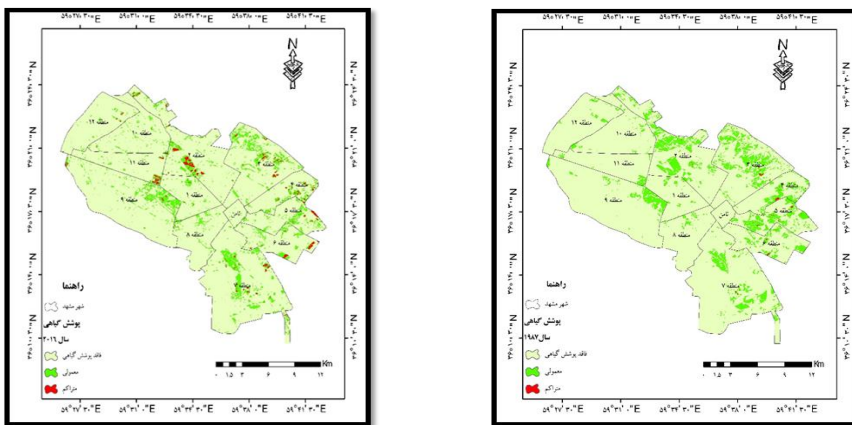
میزان تخریب پوشش گیاهی به درصد					منطقه
۲۰۱۶-۲۰۱۰	۲۰۱۰-۲۰۰۴	۲۰۰۴-۱۹۹۸	۱۹۹۸-۱۹۹۲	۱۹۹۲-۱۹۸۷	
۲۰/۵۷	-۰/۱۲	-۲۲/۰۴	۱۶/۰۲	۶۰/۵۷	۱
۳۳/۲۶	-۱۰/۵۸	-۵۲/۱۵	-۱۸/۹۱	۱۹/۹۱	۲
۳۲/۶۷	۵/۵۸	-۵۳/۶۸	-۱۵/۷۸	۳۱/۳۱	۳
۳۸/۷	-۹/۰۹	-۴۴/۲	-۲۹/۴۳	۴۴/۹۶	۴
۱۵/۲۳	۱۷/۳۲	-۵۲/۹۶	-۱۸/۴۳	۳۴/۸۸	۵
۳۳/۴۲	۲۸/۸۶	-۶۴/۸۸	-۱۸/۱۳	۶۷/۶۱	۶
-۱۳/۶۳	۷۴/۹۱	-۴۱/۰۹	-۹/۴۶	۵۳/۳۸	۷
۵۹/۳۱	۵/۶۲	-۱۸/۸۹	-۴/۲۷	۵۹/۶۵	۸
۳۱/۶۲	-۱۳/۹۸	-۸/۵۶	-۸/۵۴	۵۰/۱۱	۹
۱۳۳/۷۸	-۲۷/۱۳	-۴۳/۲	-۱۰/۷	۷۲/۱۶	۱۰
۶۷/۸۹	-۰/۳۳	۲۳	۰	۴۳/۸۲	۱۱
۹۸/۸۱	۵۳/۸۸	-۹۰	۱۰۰	-۴۴/۳۸	۱۲
۱۳۵	۳۳/۳۳	-۱۱/۷۶	۱۷/۲۴	-۳/۳۳	۱۳ (ثامن)



شکل شماره (۲): پوشش گیاهی کمی سال ۱۹۸۷-۲۰۱۶

### بررسی تغییرات کیفی پوشش گیاهی سال ۱۹۸۷-۲۰۱۶

همچنین بررسی ها نشان دهنده این است که پوشش گیاهی غنی و متراکم در مجموع روند افزایشی داشته است و از ۰/۴۱۳ کیلومتر مربع در سال ۱۹۸۷ به ۳/۳۲۱ کیلومتر مربع در سال ۲۰۱۶ افزایش یافته است (شکل ۳). کمترین مجموع پوشش گیاهی متراکم در سال ۲۰۱۰ و به میزان ۰/۴۴۳ کیلومتر مربع می باشد. منطقه ۲ با ۰/۹۵۸ کیلومتر مربع در سال ۲۰۱۶ دارای بیشترین پوشش گیاهی متراکم بوده است. منطقه ثامن (۱۳) در بین مناطق ۱۳ گانه فاقد پوشش گیاهی متراکم و غنی می باشد. (جدول ۶)



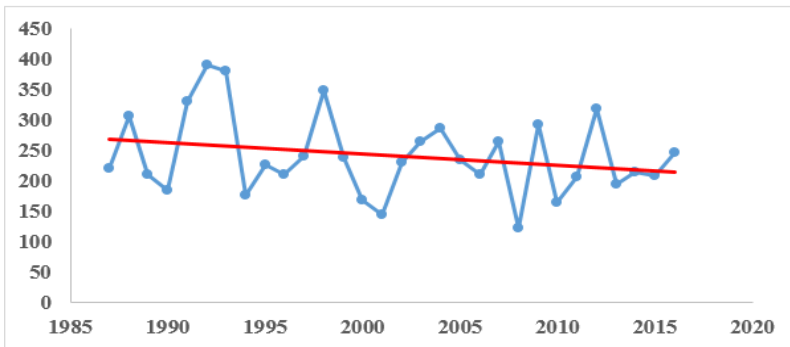
شکل (۳): پوشش گیاهی غنی و متراکم سال (۱۹۸۷ و ۲۰۱۶)

جدول شماره (۶): میزان تغییرات کیفی پوشش گیاهی غنی و متراکم در منطقه مورد مطالعه (۱۹۸۷-۲۰۱۶)

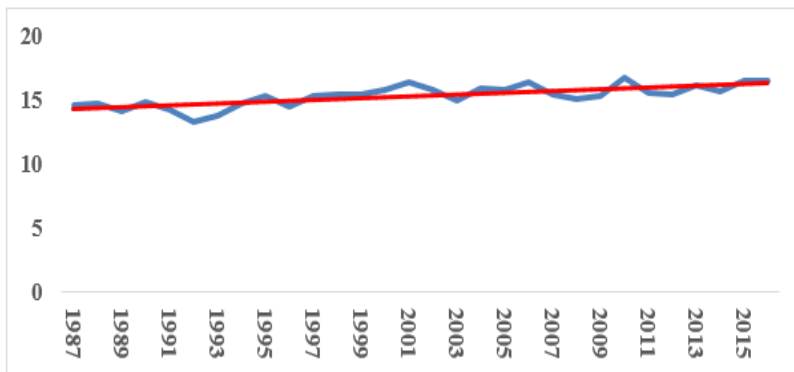
پوشش گیاهی متراکم و غنی به کیلومتر مربع از (۵/۰ به بالا)						منطقه
۲۰۱۶	۲۰۱۰	۲۰۰۴	۱۹۹۸	۱۹۹۲	۱۹۸۷	
۰/۰۴۱	۰/۰۲۱	۰/۰۱۲	۰/۰۴	۰/۰۱۶	-	۱
۰/۹۵۸	۰/۱۲۵	۰/۱۳۵	۰/۶۱۴	۰/۳۹	۰/۰۲۵	۲
۰/۴۴۹	۰/۱	۰/۱۰۷	۰/۳۱	۰/۲۱۲	۰/۰۸۲	۳
۰/۳۰۷	۰/۰۱۱	۰/۰۲۹	۰/۳۰۴	۰/۴۱۳	۰/۱۲۳	۴
۰/۲۵۳	۰/۰۴۲	۰/۰۷۹	۰/۲۳۲	۰/۳۰۷	۰/۰۹۸	۵
۰/۳۲۸	۰/۰۷۶	۰/۰۰۷	۰/۰۲۳	۰/۲	۰/۰۵۱	۶
۰/۴۵۱	۰/۰۳۶	۰/۱۱۲	۰/۲۳۵	۰/۶۰۲	۰/۰۲۹	۷
۰/۰۲۳	-	-	۰/۰۰۷	-	-	۸
۰/۱۴	۰/۰۳۲	۰/۰۸۱	۰/۵۸۱	۰/۲۲۱	-	۹
-	-	-	۰/۰۱۹	۰/۰۰۵	-	۱۰
۰/۳۱۷	۰/۰۰۱	۰/۰۱۲	۰/۹۷۸	۰/۰۳۱	-	۱۱
۰/۰۵۵	-	-	۰/۰۰۱	۰/۰۶۵	۰/۰۰۵	۱۲
-	-	-	-	-	-	۱۳ (ثامن)
۳/۳۲۱	۰/۴۴۳	۰/۵۷۳	۳/۳۴۴	۲/۴۶	۰/۴۱۳	مجموع

### بررسی پارامترهای اقلیمی

تصاویر انتخاب شده در ماههای گرم سال خرداد، تیر و مرداد می باشد. از این رو در تایخ های برداشت شده ما هیچ گونه بارندگی نداشتیم. شکل (۴) میانگین بارش سالانه شهر مشهد را در بازه زمانی ۱۹۸۷-۲۰۱۶ را نشان می دهد، میانگین بارش سالانه در این سالها ۲۵۴ میلیمتر بوده است. بررسی خط روند نشان دهنده این می باشد که بارش روند کاهشی داشته است. رطوبت مطلق در این ماهها در شهر مشهد به حداقل ممکن در طول سال می رسد. میانگین دمای سالانه شهر مشهد در فاصله سالهای مورد مطالعه ۱۵/۳۰ درجه سانتیگراد بوده است. همچنین بررسی خط روند دما در این سالها نشان دهنده این می باشد که دما روند افزایشی به خود گرفته است (شکل: ۵).



شکل (۴): مجموع بارش سالانه همراه با خط روند شهر مشهد



شکل (۵): میانگین دمای سالانه همراه با خط روند شهر مشهد

## بحث و نتیجه گیری

سنجش از دور ابزاری بسیار قدرتمند برای بررسی پوشش گیاهی می باشد. با استفاده از تصاویر ماهواره لندست، پوشش گیاهی شهر مشهد، استخراج شد. نتایج به دست آمده نشان می دهد که مساحت پوشش گیاهی در مناطق ۱۳ گانه شهر مشهد در سال های مورد نظر در مجموع مطالعه روند کاهشی داشته است. از ۳۸/۱۴ کیلومتر مربع در سال ۱۹۸۷ به ۳۲/۹۷ کیلومتر مربع در ۲۰۱۶ کاهش یافته است. در بین سالهای مورد مطالعه، سال ۱۹۹۲ با ۵۲/۳۵ کیلومتر مربع دارای بیشترین مجموع پوشش گیاهی و سال ۲۰۰۴ با ۲۴/۶۶ کیلومتر مربع دارای کمترین مجموع پوشش گیاهی می باشد. همچنین در بین مناطق ۱۳ گانه شهر مشهد منطقه ۳ با ۱۰/۲۴ کیلومتر مربع بیشتر مساحت پوشش گیاهی و منطقه ۱۳ با ۰/۰۳ کمترین مساحت پوشش گیاهی در فاصله سال های مورد مطالعه داشته است. از سال ۱۹۹۸ تا ۲۰۰۴ در همه مناطق تخریب اتفاق افتاده است که این روند تخریب تا سال ۲۰۱۰ ادامه داشته است. منطقه ۳ به میزان ۴/۶۳ کیلومتر مربع بیشترین تخریب و منطقه ۷ با ۲/۸۴ کیلومتر مربع بیشترین رشد را در بین سال های ۱۹۸۷ تا ۱۹۹۲ داشته است. در بین همه مناطق، منطقه ۷ از سال ۱۹۹۲ به بعد روند کاهشی به خود گرفته است که این روند هم اکنون هم ادامه دارد. بیشترین درصد تخریب، مربوط به منطقه ۱۲، به میزان ۹۰ درصد در فاصله سال های ۱۹۹۸ تا ۲۰۰۴ می باشد و منطقه ۱۳ (ثامن) با ۱۳۵ درصد بیشترین رشد پوشش گیاهی در فاصله سال های ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۶ را داشته است.

تغییرات پوشش گیاهی غنی و متراکم در مجموع روندی افزایشی و برعکس تغییرات پوشش گیاهی معمولی، داشته است که نشانگر این است که با اجرای طرح های مربوط به فضای سبز شهری مساحت گیاهان و درختان تاج دار در سطح شهر افزایش یافته است. بررسی تغییرات کیفی پوشش گیاهی نشان دهنده این است که مساحت پوشش گیاهی متراکم از ۰/۴۱۳ کیلومتر مربع در سال ۱۹۸۷ به ۳/۳۲۱ کیلومتر مربع در ۲۰۱۶ افزایش یافته است. در بین سال های مورد مطالعه، در سال ۱۹۹۸، با وجود اینکه مجموع مساحت پوشش گیاهی نسبت به سال ۱۹۹۲ روند کاهشی داشته است؛ اما پوشش گیاهی



متراکم در این سال با ۳/۳۴۴ کیلومتر مربع دارای بیشترین مساحت است. همچنین در بین مناطق، منطقه ثامن (۱۳) فاقد پوشش گیاهی متراکم و مناطق ۱۰ و ۱۲ مساحت پوشش گیاهی متراکم کم و منطقه ۲ با ۰/۹۵۸ کیلومتر مربع دارای بیشترین مساحت پوشش گیاهی متراکم می باشد. با توجه به اهمیت پوشش گیاهی و نقش آن در زیبا سازی مناظر شهری و کاهش آلودگی هوا و همچنین ارتباط آن با دمای سطح زمین و در نتیجه ی تخریب های اتفاق افتاده بویژه در مناطق مرکزی شهر مشهد ما شاهد افزایش دما سطح زمین نسبت به سایر مناطق خواهیم بود.

## مآخذ

۱. اکبری، الهه. شکاری، علی (۱۳۹۲). پردازش و استخراج اطاعات از داده های ماهواره ای با استفاده از نرم افزار ENVI، تهران، انتشارات ماهواره، چاپ اول، صص ۱۷۱-۱۷۲.
۲. امیدوار، کمال. نارنگی فرد، مهدی. عباسی، حجت الله (۱۳۹۴). آشکارسازی تغییرات کاربری ارضی و پوشش گیاهی در شهر یاسوج با استفاده از سنجش از دور، جغرافیا و آمایش شهری- منطقه ای، شماره ۱۶، صص ۱۱۱-۱۲۶.
۳. چشمه خاور، بهاره، (۱۳۸۹). بررسی تغییرات زمانی و مکانی پوشش گیاهی تالاب هورالعظیم درخوزستان و بررسی اثرات آن بر روند فرسایش بادی با استفاده از GIS-RS پایانامهی کارشناسی ارشد، رشته ارزیابی و آمایش سرزمین (گروه تخصصی محیط زیست)، دانشکده محیط زیست و انرژی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران.
۴. عبدلهی، جلال؛ رحیمیان، محمدحسن؛ ثواقبی، محمد حسین (۱۳۸۶). محدودیت ایجاد نقشه پوشش گیاهی توسط تصاویر ماهواره های لندست+ETM درخشکسالیها، فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران، جلد ۱۴، شماره ۳، صص ۲۸۹-۳۰۱.
۵. فاطمی، سید باقر و رضایی، یوسف. (۱۳۸۵) مبانی سنجش از دور انتشارات آزاد، چاپ اول، صص ۲۵۷.
۶. فرج زاده، منوچر. فتح نیا، امان اله. علیجانی، بهلول. ضیا بیان، پرویز. (۱۳۹۰)، ارزیابی اثر عوامل اقلیمی بر پوشش گیاهی منطقه زاگرس با استفاده از اطلاعات رقومی ماهواره ای، پژوهش های جغرافیایی طبیعی، ۱-۱۴.

۷. کامیاب، حمید رضا؛ ماهینی عبد السول سلمان؛ حسینی، محسن؛ غلامی فرد؛ مهدی (۱۳۹۰). کاربرد شبکه عصبی مصنوعی در مدل سازی توسعه شهری (مطالعه موردی: شهر گرگان)، پژوهش های جغرافیای انسانی، شماره ۷۶، صص ۹۹-۱۱۳.
۸. محمد یاری، فاطمه. توکلی، مرتضی. پورخباز، حمید ضا. اقدر، حسین (۱۳۹۳). تهیه نقشه پوشش گیاهی و پایش تغییرات آن با استفاده از تکنیکهای سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی: شهرستان بهبهان)، فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (سپهر) دوره ۲۳، شماره ۹۲، ۳۴-۲۳.
۹. موسوی، سیدحجت. ولی، عباسعلی. معیری، مسعود. رنجبر، ابلفضل (۱۳۹۲). پایش وضعیت بیابانزایی کویر حاج علی قلی (۱۹۸۷-۲۰۰۶)، پژوهش های ژئومورفولوژی کمی، شماره ۴، صص ۸۵-۱۰۲.
۱۰. ناطقی، سعیده. نوحه گر، احمد. احسانی، امیر هوشنگ. بذرافشان، ام البنین (۱۳۹۶). بررسی تغییرات پوشش گیاهی بر اساس شاخص های گیاهی با استفاده از سنجش از دور. تحقیقات مرتع و بیابان ایران، دوره ۲۴، شماره ۴، صص ۷۹۰-۷۷۸.
۱۱. هادیان، فاطمه. جعفری، رضا. بشری، حسین. سلطانی سعید (۱۳۹۱). ارزیابی صحت شاخص طیفی پهنه بندی گیاهی در مقیاس تیپ های گیاهی و منطقه مطالعاتی، با استفاده از داده های سنجنده TM در مناطق زاگرس جنوبی، سنجش از دور و جی ای اس ایران، سال چهارم، شماره ۴، صص: ۸۳-۱۰۰.

12. Allbed, A., Kumar, L., & Aldakheel, Y. Y. (2014). Assessing soil salinity using soil salinity and vegetation indices derived from IKONOS high-spatial resolution imageries: Applications in a date palm dominated region. *Geoderma*, 230, 1-8.
13. Fatiha, B., Abdelkader, A., Latifa, H., & Mohamed, E. (2013). Spatio temporal analysis of vegetation by vegetation indices from multi-dates satellite images: application to a semi arid area in ALGERIA. *Energy Procedia*, 36, 667-675.
14. Hoffmann, W. A., & Jackson, R. B. (2000). Vegetation-climate feedbacks in the conversion of tropical savanna to grassland. *Journal of Climate*, 13(9), 1593-1602.
15. Kulawardhana, R. W., Dayawansa, N. D. K., & De Silva, R. P. (2004). Determination of spatio-temporal variations of vegetation

- cover, land surface temperature and rainfall and their relationships over Sri Lanka using NOAA AVHRR data. *Tropical Agricultural Research*, 16, 282-291.
16. Matsushita, B., Yang, W., Chen, J., Onda, Y., & Qiu, G. (2007). Sensitivity of the enhanced vegetation index (EVI) and normalized difference vegetation index (NDVI) to topographic effects: a case study in high-density cypress forest. *Sensors*, 7(11), 2636-2651.
  17. Vanderpost, C., Ringrose, S., Matheson, W., & Arntzen, J. (2011). Satellite based long-term assessment of rangeland condition in semi-arid areas: An example from Botswana. *Journal of Arid Environments*, 75(4), 383-389.
  18. Yin, G., Hu, Z., Chen, X., & Tiyyip, T. (2016). Vegetation dynamics and its response to climate change in Central Asia. *Journal of Arid Land*, 8(3), 375-388.
  19. Yorks, T. P., West, N. E., & Capels, K. M. (1992). Vegetation differences in desert shrublands of western Utah's Pine Valley between 1933 and 1989. *Journal of Range Management*, 569-578.