

بررسی تغییرات پوشش اراضی حوضه هندیجان منتهی به کانون‌های گردوغبار استان خوزستان

سارا تیموری^{۱*}، عادل جلیلی^۲، محمد خسروشاهی^۲، فاطمه درگاهیان^۳ و سمانه رضوی زاده^۳

*- نویسنده مسئول، استادیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران،

پست الکترونیک: srteimouri@gmail.com

۲- استاد پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

۳- استادیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۱/۱۹

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۷/۰۶

چکیده

تغییرات پوشش اراضی به یکی از چالش‌های عمده ناشی از هم‌افزایی اثرهای منفی پدیده تغییر اقلیم با مدیریت انسان تبدیل شده است. در پژوهش پیش‌رو تغییرات پوشش اراضی حوضه هندیجان با تمرکز بر تحت تأثیر قرار گرفتن کانون‌های گردوغبار واقع در استان خوزستان بررسی شد. در بازه زمانی سال ۱۳۶۶ تا ۱۳۹۶، سطح جنگل‌ها، مراتع، بیشه‌زارها، پهنه‌های آبی، اراضی کشاورزی، اراضی انسان‌ساخت و اراضی بایر استخراج شدند. کانون‌های گردوغبار واقع در استان خوزستان نیز از گذشته تاکنون پایش شده و تغییرات پوشش زمین در آنها بررسی شد. نتایج نشان داد، روند تغییرات پوشش اراضی در داخل (پایین دست) و خارج استان (ارتفاعات) از یک الگوی مشابه پیروی نمی‌کند. بیشترین تغییرات در ارتفاعات حوضه هندیجان ناشی از افزایش پهنه‌های آبی دریاچه سدها (۹/۷ برابر) و در پایین دست ناشی از گسترش اراضی مسکونی، همچنین افزایش سطح زیر کشت (۸ و ۴/۹ برابر) است. همچنین در سطح حوضه ۹۳۶/۳۱ کیلومترمربع به عرصه‌های بایر فاقد پوشش گیاهی افزوده شده که هم‌زمان با افزایش این عرصه‌ها، مراتع و جنگل‌ها به ترتیب ۳۶۷/۶۰ و ۲۶۳۳/۴۰ کیلومترمربع کاهش سطح نشان می‌دهند. آشکارسازی تغییرات پوشش زمین در کانون‌های گردوغبار استان خوزستان نشان داد، کانون شرق و جنوب شرق اهواز که در فصل زمستان پوشیده از آب (هورهای فصلی و دشت‌های سیلابی) و پوشش گیاهی بوده است در سال ۱۳۹۶ تبدیل به عرصه بایر با اندک اراضی کشاورزی در حاشیه‌ها شده است. با ادامه پایش تغییرات پوشش اراضی در منطقه و انعکاس آن به تصمیم‌گیران می‌توان نسبت به تغییرات پیش‌رو آگاهانه‌تر اقدام کرد.

واژه‌های کلیدی: تصاویر ماهواره لندست، پوشش اراضی، خوزستان، سنجش از دور، گردوغبار

مقدمه

تغییرات کاربری اراضی، فرایندی است که منجر به ایجاد درک صحیحی از نحوه تعامل انسان و محیط‌زیست می‌شود. این مسئله در مورد مناطق حساس زیستی از اهمیت بیشتری برخوردار است (Lambin & Geist, 2006). یکی از مهم‌ترین پیامدهای منفی تخریب سرزمین وقوع پدیده گردوغبار است. این پدیده کاهش کیفیت زندگی، تهدید سلامت، کاهش کیفیت

روند روزافزون تخریب منابع طبیعی در بسیاری از نقاط جهان، تهدیدی جدی برای بشریت محسوب می‌شود. بیابان‌زایی یکی از مظاهر این تخریب می‌باشد که در حال حاضر به‌عنوان یک معضل، گریبان‌گیر بسیاری از کشورهای جهان از جمله کشورهای در حال توسعه است. ارزیابی روند

هوا، کاهش ایمنی پروازها و راه‌های مواصلاتی و غیره را در پی داشته است. پیش از برنامه‌ریزی برای تثبیت یک کانون ریزگرد، باید علت فعال شدن آن کانون بررسی شود. همچنین روند توالی اکوسیستم در محدوده کانون نیز باید مشخص شود که چگونه باعث تبدیل اراضی پایدار بیابانی به یک کانون ریزگرد فعال شده است. یکی از دلایل فعال شدن کانون‌های ریزگرد، به اتفاقات بالادست حوضه مربوط می‌شود. از این رو باید ویژگی‌های گوناگون این اتفاقات در سطح حوضه از جمله تغییر کاربری و پوشش عرصه مورد مطالعه قرار گیرد تا راهکارهای مناسب تثبیت شناسایی شود (Abbasi, 2017). Dargahian و همکاران (۲۰۲۰)، در بررسی تغییرات کاربری اراضی هور منصوره در کانون گردوغبار جنوب شرق اهواز با استفاده از تصاویر ماهواره لندست از همبستگی بین مساحت خشک شده هور منصوره و شاخص SPI نتیجه گرفتند، همبستگی بین تغییر سطح خشکیده هور با رخداد خشک‌سالی تا ۶۰ درصد است (Dargahian et al., 2020).

تغییرات در پوشش زمین به دو صورت طبیعی، یا در اثر بهره‌برداری غیراصولی انسان از منابع ایجاد می‌شود. عوامل طبیعی مانند تغییر اقلیم، سیل، آتش‌سوزی و زلزله در این میان نقش اساسی را ایفا می‌کنند که باعث خشک شدن رودها، نوسان آب دریاها و تغییر و تبدیل پوشش اراضی می‌شوند. در نوع غیرطبیعی، انسان نقش اصلی را به عهده دارد که باعث تغییرات گسترده‌ای در سطح زمین می‌گردد. این تغییرات بیشترین آسیب را به محیط طبیعی وارد کرده و باعث می‌شود که جنگل‌ها و مراتع از بین رفته و به جای آنها اراضی بایر، یا انسان‌ساخت مثل اراضی کشاورزی، جاده‌ها و شهر ایجاد گردد (Lausch & Herzog, 2003).

در حال حاضر تکنولوژی سنجش از دور با بیشترین سرعت و دقت، ابزار مناسبی برای ارزیابی تغییرات کاربری اراضی به‌منظور پایش بیابان‌زایی است. با استفاده از داده‌های چندزمانه سنجش از دور با کمترین زمان و هزینه می‌توان نسبت به استخراج پوشش اراضی و آشکارسازی تغییرات آنها اقدام کرد. بررسی‌های زیادی توسط متخصصان سنجش از دور در زمینه تعیین کاربری و پوشش اراضی به عمل آمده است.

Gomarasca و همکاران (۱۹۹۳)، تغییرات کاربری اراضی را از سال ۱۸۸۸ تا ۱۹۹۰ در منطقه‌ای از میلان ایتالیا با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی، عکس‌های هوایی و داده‌های رقومی TM ماهواره لندست بررسی کردند و نتیجه گرفتند که در طول یک قرن، اراضی مسکونی از ۲/۶ درصد به ۳۲ درصد افزایش یافته و برعکس سطح چمنزارها و مراتع کاهش یافته و به مناطق مسکونی تبدیل شده است. درحالی‌که اراضی جنگلی تغییر چندانی پیدا نکرده بود (Gomarasca et al., 1993).

Alqurashi و Kumar (۲۰۱۴) با بررسی تصاویر ماهواره لندست مربوط به سال‌های ۱۹۸۶ و ۲۰۱۳، تغییرات پوشش زمین را در مکه عربستان بررسی کردند. با استفاده از طبقه‌بندی نظارت‌شده و روش حداکثر احتمال (Maximum Likelihood) افزایش سطح اراضی مسکونی را ۱۷۴ درصد گزارش نمودند (Alqurashi & Kumar, 2014). Amuti و Luo (۲۰۱۴)، با بررسی تصاویر ماهواره لندست بین سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۸ و با استفاده از الگوریتم حداکثر احتمال، در منطقه بیابانی شمال چین، افزایش قابل توجه سطح بیابان‌ها و کاهش چشمگیر مناطق اکوتونی را گزارش کردند. تغییرات رو به تخریب در این اکوسیستم ناشی از دخالت‌های انسانی و بهره‌برداری از آب، زمین و چرای بیش از حد دام در مقایسه با تغییرات اقلیمی می‌باشد و پیش‌بینی شده است روند بیابانی شدن و تبدیل اکوتون همچنان ادامه خواهد یابد. Alawamy و همکاران (۲۰۱۷)، با استفاده از سری زمانی تصاویر لندست در بازه زمانی ۱۹۸۵، ۲۰۰۰، ۲۰۱۰ و ۲۰۱۷، در شمال کشور لیبی روند تغییرات کاربری و پوشش زمین را پایش کردند. نتایج آنان نشان داد سطح اراضی مسکونی بیش از دو برابر افزایش داشته است. همچنین، اراضی کشاورزی با افزایش ۸۵ درصدی و اراضی بایر با افزایش ۵۰ درصدی به همراه کاهش ۳۹ درصدی سطح جنگل‌های مدیترانه‌ای بیانگر این است که اکوسیستم‌های طبیعی نیازمند حفاظت بیشتر و اراضی کشاورزی نیازمند افزایش بهره‌وری و استفاده منطقی از زمین هستند. Tadese و همکاران (۲۰۲۱)، در ذخیره‌گاه جنگلی ماجانگ در اتیوپی با استفاده از تغییرات پوشش زمین با تصاویر ماهواره لندست متعلق به سال‌های ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۷ به

بهره‌برداری غیراصولی انسان از منابع ایجاد می‌شود. عوامل طبیعی مانند تغییر اقلیم، سیل، آتش‌سوزی و زلزله در این میان نقش اساسی را ایفا می‌کنند که باعث خشک شدن رودها، نوسان آب دریاها و تغییر و تبدیل پوشش اراضی می‌شوند. در نوع غیرطبیعی، انسان نقش اصلی را به عهده دارد که باعث تغییرات گسترده‌ای در سطح زمین می‌گردد. این تغییرات بیشترین آسیب را به محیط طبیعی وارد کرده و باعث می‌شود که جنگل‌ها و مراتع از بین رفته و به جای آنها اراضی بایر، یا انسان‌ساخت مثل اراضی کشاورزی، جاده‌ها و شهر ایجاد گردد (Lausch & Herzog, 2003).

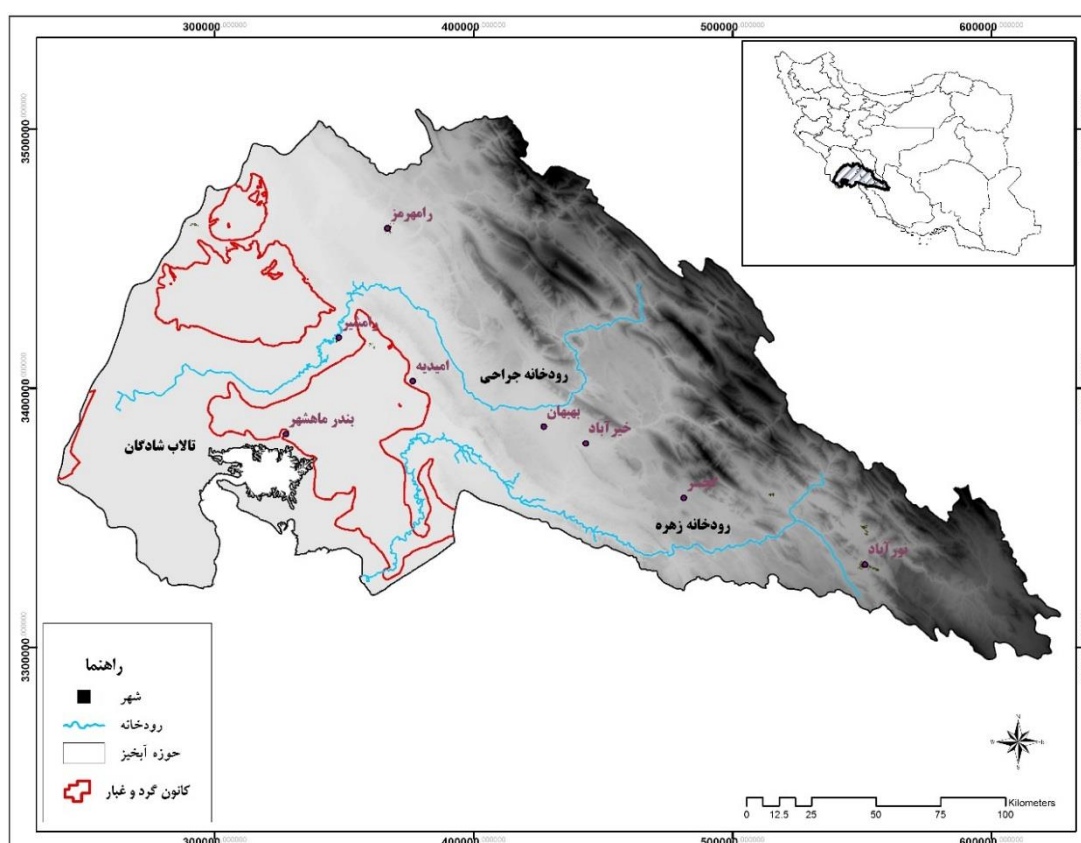
در حال حاضر تکنولوژی سنجش از دور با بیشترین سرعت و دقت، ابزار مناسبی برای ارزیابی تغییرات کاربری اراضی به‌منظور پایش بیابان‌زایی است. با استفاده از داده‌های چندزمانه سنجش از دور با کمترین زمان و هزینه می‌توان نسبت به استخراج پوشش اراضی و آشکارسازی تغییرات آنها اقدام کرد. بررسی‌های زیادی توسط متخصصان سنجش از دور در زمینه تعیین کاربری و پوشش اراضی به عمل آمده است.

بایر و مرتع ضعیف است. در این مطالعه با استفاده از تصاویر ماهواره سری لندست (۴-۵ و ۸) آشکارسازی تغییرات پوشش اراضی حوضه هندیجان در داخل و خارج استان خوزستان انجام شد. از آنجایی که قسمت قابل توجه کانون‌های گردوغبار استان خوزستان در حوضه هندیجان قرار دارند، هدف از این بررسی درک تغییرات پوشش سطح زمین در دوره منتهی به شکل‌گیری کانون‌های گردوغبار است.

مواد و روش‌ها

حوضه هندیجان یا زهره-جراحی دارای مساحت ۴۰۷۸۷ کیلومترمربع است که از این مقدار ۱۶۳۹۶ کیلومترمربع در خارج از استان خوزستان و ۲۴۳۹۱ کیلومترمربع در داخل آن قرار دارد و محل قرارگیری فعال‌ترین کانون‌های گردوغبار استان از جمله کانون جنوب شرق شهر اهواز است (شکل ۱).

پیش‌بینی تغییرات بین سال‌های ۲۰۳۲ و ۲۰۴۷ پرداختند. با توجه به معنی‌دار بودن تغییرات در طی زمان، در نظر گرفتن تغییرات پوشش اراضی را برای مدیریت ذخیره‌گاه‌ها ضروری دانستند. Jaafari و Mafi Gholami (۲۰۲۰)، برای تهیه نقشه پوشش گیاهی مانگروها، به منظور بارزسازی تصاویر و کمک به انجام دقیق‌تر طبقه‌بندی از شاخص تفاوت پوشش گیاهی نرمال شده (NDVI) به همراه ترکیب رنگی کاذب باندهای سبز، قرمز و مادون قرمز نزدیک برای طبقه‌بندی نظارت‌شده تصویر ماهواره لندست با الگوریتم حداکثر احتمال استفاده کردند. Norouzi و همکاران (۲۰۱۹)، روند تغییرات کاربری اراضی در کانون‌های ریزگرد جنوب و جنوب شرق اهواز را بررسی کردند. براساس شاخص SPI چهار سال نزدیک به نرمال انتخاب شد و با استفاده از تصاویر ماهواره لندست و طبقه‌بندی نظارت‌شده تغییرات آشکارسازی شدند. نتایج نشان‌دهنده کاهش ۴۶/۷ درصدی پوشش گیاهی و افزایش ۵۴/۴ درصدی اراضی



شکل ۱- منطقه مورد مطالعه

Figure 1. Study area

تصاویر مربوط به همان سال استفاده شد. در حقیقت با استفاده از تصاویر بهار، تابستان، پاییز و زمستان در سال ۱۳۶۶ و ۱۳۹۶ زمین‌های زیر کشت جدا شده و از تلفیق آنها پهنه زیر کشت سال مربوطه استخراج شد. پهنه یاد شده با سایر طبقات پوشش زمین تلفیق و نقشه نهایی پوشش زمین در هر سال تولید شد.

فریم تصویر ماهواره‌ای مربوط به فصل رویش (تابستان) از سال‌های ۱۹۸۷ و ۲۰۱۷ در تاریخ زمانی به نسبت مشابه برای جلوگیری از خطای ناشی از تفاوت‌های فنولوژیک تغییر فصل (Giri, 2016)، انتخاب و دریافت شد (جدول ۱). در عین حال، به دلیل اینکه در جلگه خوزستان، در تمام فصول سال کشاورزی انجام می‌شود، برای استخراج تمام زمین‌های کشاورزی تحت کشت یک‌ساله از مجموعه

جدول ۱- شماره فریم و تاریخ اخذ تصاویر (فصل تابستان)

Table 1. Frame and date of images (Summer)

سال Year	فریم Frame	تاریخ تصویر date of image
1	163039	1987-08-17
	164038	1987-08-24
	164039	1987-08-24
	165038	1987-08-15
	165039	1987-08-15
2	163039	2017-08-19
	164038	2017-08-26
	164039	2017-08-26
	165039	2017-08-17
	165038	2017-08-17

جدول ۲- شماره فریم و تاریخ اخذ تصاویر (فصل زمستان)

Table 2. Frame and date of images (Winter)

سال Year	فریم Frame	تاریخ تصویر date of image
1	166038	1987-03-31
	165038	1987-02-04
	165039	1987-02-04
2	166038	1997-10-03
	165038	1997-02-15
	165039	1997-02-15
3	166038	2007-01-25
	165038	2007-01-02
	165039	2007-01-02
4	166038	2017-03-17
	165038	2017-03-10
	165039	2017-03-10

شهر اهواز به شدت تحت تأثیر کانون‌های گردوغبار داخلی واقع در جنوب و جنوب شرق خود می‌باشد (Dargahian *et al.*, 2018). به همین دلیل در این مطالعه علاوه بر تغییرات پوشش زمین در فصل تابستان، تغییرات پوشش زمین در فصل زمستان نیز در محل کانون‌های گردوغبار استان خوزستان بررسی شده است.

در همه سنجنده‌ها از باندهای سبز، قرمز و مادون قرمز نزدیک استفاده شد (جدول ۳). برای برداشت نمونه‌های تعلیمی از بازسازی تصویر توسط تشکیل ترکیب رنگی کاذب حاصل از باندهای سبز، قرمز، مادون قرمز نزدیک (G,R,IR) و ترکیب رنگی کاذب قرمز، مادون قرمز نزدیک و مادون قرمز میانی (R,IR,SWIR) به همراه نقشه طبقات NDVI استفاده شد.

همچنین، با توجه به اینکه بررسی تغییرات پوشش زمین در محل کانون‌های گردوغبار از اهمیت بالایی برخوردارند، تصاویر مربوط به فصل زمستان نیز در سال‌های ۱۹۸۷، ۱۹۹۷، ۲۰۰۷ و ۲۰۱۷ و در محل کانون‌ها اخذ و جداگانه بررسی شد (جدول ۲).

دلیل انتخاب تصاویر زمستانه به جهت باد غالب و گل‌غبار شهر اهواز مرتبط است. گل‌غبار فصلی ایستگاه اهواز با منشأ داخلی نشان می‌دهد در دوره گرم سال یعنی بهار و تابستان جهت غالب گل‌غبار غرب و شمال غرب می‌باشد و اهواز تحت تأثیر کانون‌های داخلی ناحیه جنوب غرب هویزه، شمال و شمال شرق خرمشهر و منطقه وسیع ماسه‌های روان ریزدانه است. اما در فصل سرد یعنی پاییز و زمستان جهت غالب گل‌غبارها جنوب و جنوب شرق بوده و

جدول ۳- تصاویر مورد استفاده

Table 3. Images

سال	سنجنده	ماهواره
Year	Sensor	Satellite
1987-1997	TM	Landsat 4-5
2017	OLI	Landsat 8

نتایج

ارزیابی صحت

نتایج ارزیابی صحت تصاویر طبقه‌بندی شده نشان داد که صحت کلی (Overall Accuracy) ۷۸ درصد است که با توجه به تعداد طبقات و مقیاس مطالعه دقت مناسبی محسوب می‌شود.

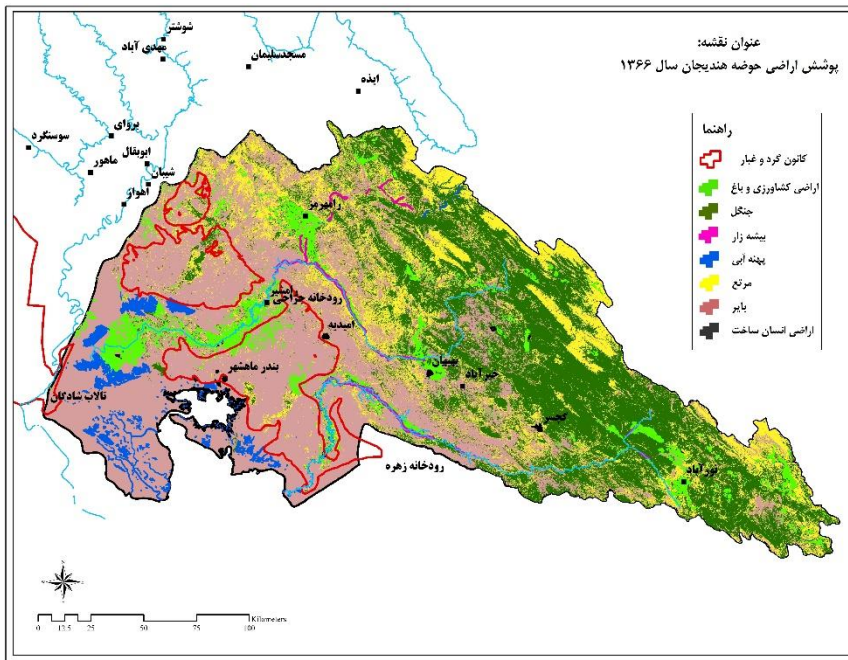
تغییرات پوشش اراضی حوضه هندیجان

شکل‌های ۲ و ۳ نمایانگر طبقات پوشش اراضی حوضه هندیجان در سال ۱۳۶۶ و ۱۳۹۶ هستند.

جدول ۴ و ۵ نمایانگر مساحت و تغییرات پوشش اراضی در حوضه هندیجان است.

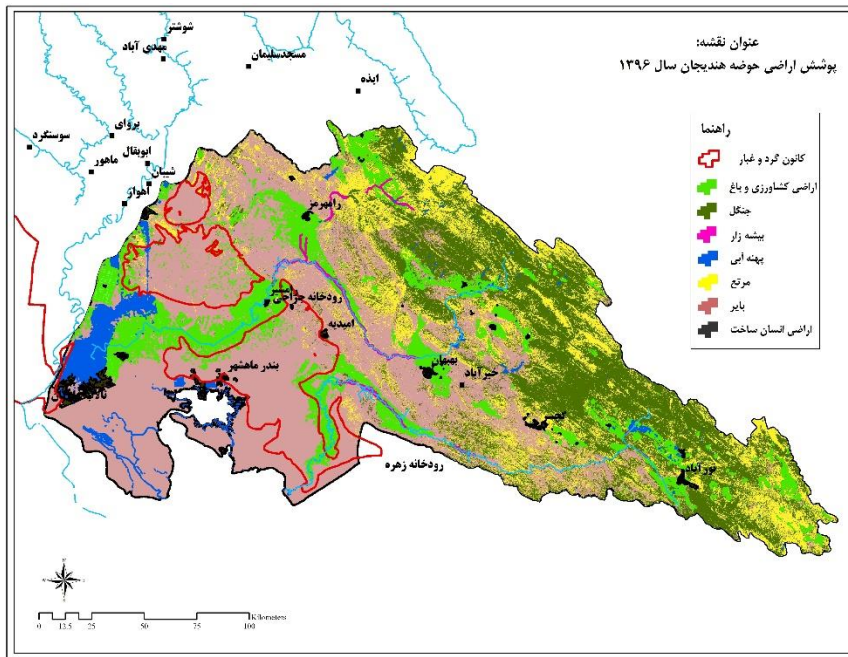
عملیات طبقه‌بندی روی تصاویر لندست با استفاده از الگوریتم حداکثر احتمال و شاخص NDVI انجام گردید. منطقه به هفت طبقه جنگل، مرتع، بیشه‌زار، اراضی کشاورزی، آب، اراضی انسان‌ساخت و اراضی بدون پوشش (بایر) تقسیم شد.

برای انجام صحت‌سنجی نقشه‌های حاصل از طبقه‌بندی تصویر سال ۲۰۱۶، تعداد ۱۰۹۶ نمونه با ابعاد ۳۰×۳۰ متر به صورت سیستماتیک تصادفی برداشت شده و با تصاویر به نسبت هم‌زمان Google Earth مقایسه شد. با توجه به اینکه برای صحت‌سنجی نقشه‌های حاصل از تصاویر قدیمی‌تر، منبع قابل مقایسه موجود نبود و از آنجایی که تصاویر دوره زمانی گذشته از لحاظ توان تفکیک و روش طبقه‌بندی با سال ۲۰۱۷ مشابه هستند، صحت حاصل به آنها نیز تعمیم داده شد.



شکل ۲- طبقات پوشش اراضی حوضه هندیجان در سال ۱۳۶۶

Figure 2. Hendijan Basin Land Cover at 1987



شکل ۳- طبقات پوشش اراضی حوضه هندیجان در سال ۱۳۹۶

Figure 3. Hendijan Basin Land Cover at 2017

جدول ۴- مساحت پوشش اراضی در حوضه هنديجان (KM²)
Table 4. Land Cover area of Hendijan Basin (KM²)

سال Year	اراضی کشاورزی Agriculture	انسان ساخت Residential	بایر Barren land	بیشه زار Woodland	مرتع Rangeland	جنگل Forest	آب Water	
1	2017	1928.70	348.065	19941.24	196.8	5712.00	11068.00	773.16
2	1987	456.00	49.75	18939.42	197.13	7887.00	12779.00	479.16

جدول ۵- تغییرات پوشش اراضی در حوضه هنديجان (KM²)
Table 4. Land Cover Changes of Hendijan Basin (KM²)

تغییرات Changes	اراضی کشاورزی Agriculture	انسان ساخت Residential	بایر Barren land	بیشه زار Woodland	مرتع Rangeland	جنگل Forest	آب Water	
1	1987-2017	+1472.70	+298.32	+936.31	-0.33	-368.6	-2633.40	+294.01

جدول ۶- مساحت پوشش اراضی در حوضه هنديجان (خارج از استان خوزستان) (KM²)
Table 6. Land Cover area of Hendijan Basin (outside Khuzestan province) (KM²)

سال Year	اراضی کشاورزی Agriculture	انسان ساخت Residential	بایر Barren land	بیشه زار Woodland	مرتع Rangeland	جنگل Forest	آب Water	
1	2017	257.02	62.82	2673.64	0	4930.40	8445.60	26.97
2	1987	78.13	14.09	2380.96	0	4057.50	9863.00	2.77

جدول ۷- تغییرات پوشش اراضی در حوضه هنديجان (خارج از استان خوزستان) (KM²)
Table 7. Land Cover Changes of Hendijan Basin (outside Khuzestan province) (KM²)

تغییرات Changes	اراضی کشاورزی Agriculture	انسان ساخت Residential	بایر Barren land	بیشه زار Woodland	مرتع Rangeland	جنگل Forest	آب Water	
1	1987-2017	+178.89	+48.73	+292.67	0	+872.90	-1417.40	+24.20

جدول ۸ و ۹ نمایانگر مساحت و تغییرات پوشش اراضی در حوضه هنديجان داخل از استان خوزستان است.

جدول ۶ و ۷ نمایانگر مساحت و تغییرات پوشش اراضی در حوضه هنديجان خارج از استان خوزستان است.

جدول ۸- مساحت پوشش اراضی در حوضه هنديجان (داخل استان خوزستان) (KM²)
Table 6. Land Cover area of Hendijan Basin (inside Khuzestan province) (KM²)

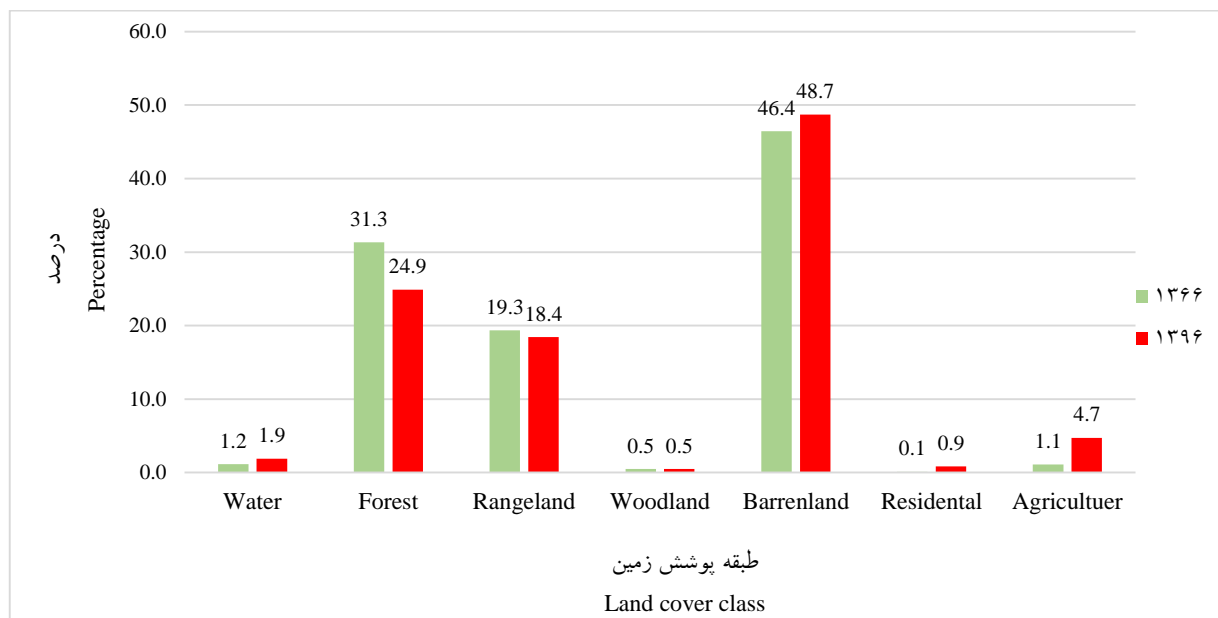
سال Year	اراضی کشاورزی Agriculture	انسان ساخت Residential	بایر Barren land	بیشه زار Woodland	مرتع Rangeland	جنگل Forest	آب Water	
1	2017	1606.16	285.24	17267.60	196.80	2589.00	1700.00	26.97746.2 0
2	1987	328.65	35.66	16607.68	197.13	3829.50	2916.00	476.39

جدول ۹- تغییرات پوشش اراضی در حوضه هنديجان (خارج از استان خوزستان) (KM²)
Table 7. Land Cover Changes of Hendijan Basin (outside Khuzestan province) (KM²)

تغييرات Changes	اراضی کشاورزی Agriculture	انسان ساخت Residential	باير Barren land	بيشه زار Woodland	مرتع Rangeland	جنگل Forest	آب Water
1987-2017	+1277.51	+249.58	+659.93	-0.33	-1240.50	-1216.00	+269.81

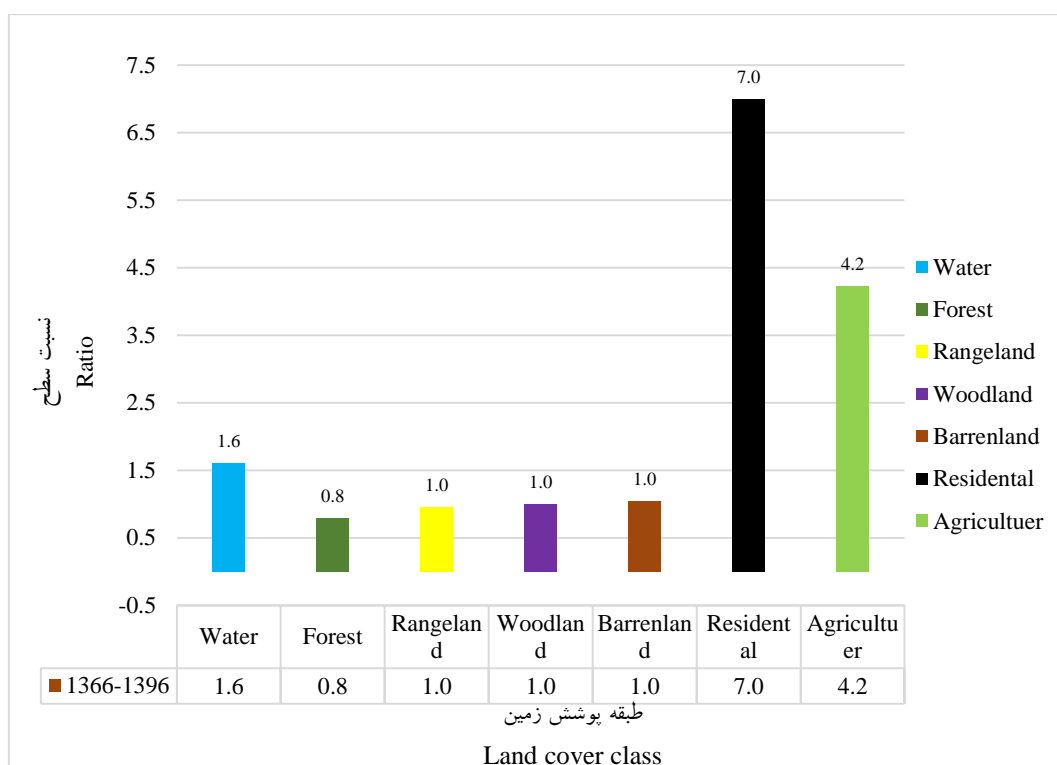
شکل ۵ نمایانگر نسبت سطح هر کاربری در انتهای دوره به ابتدای دوره است.

شکل ۴ نمایانگر درصد سطح هر طبقه پوشش اراضی به مساحت کل حوضه، به تفکیک سال در حوضه هنديجان است.



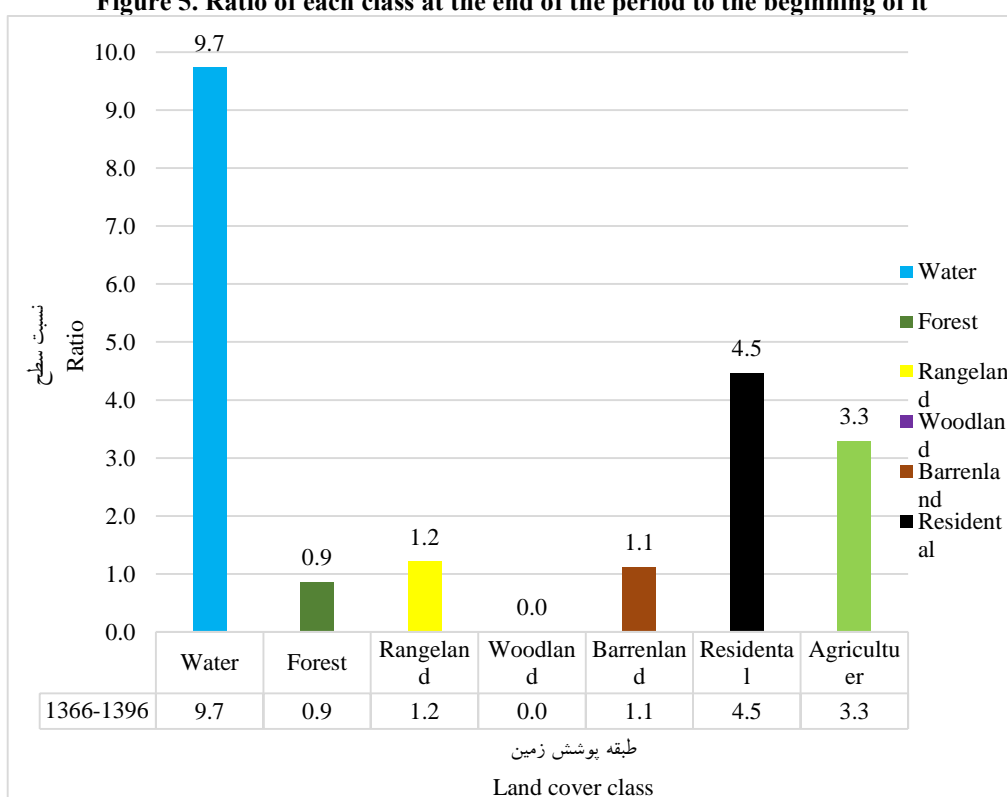
شکل ۴- درصد سطح هر طبقه به مساحت حوضه هنديجان

Figure 4. Percentage of each class to total area



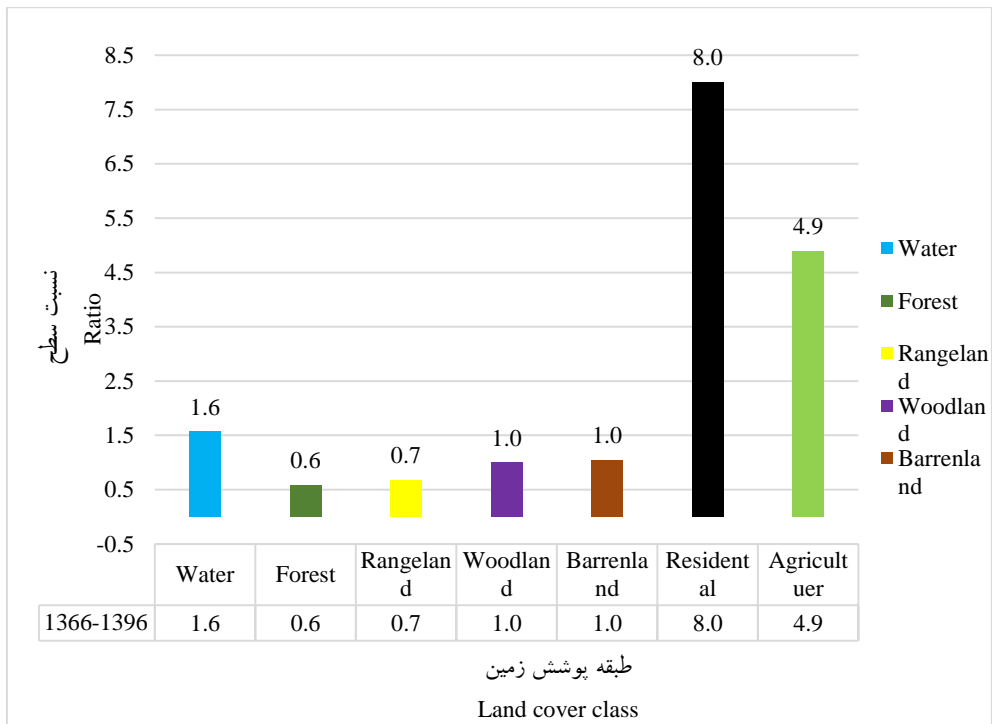
شکل ۵- نسبت سطح هر کاربری در انتهای دوره به ابتدای دوره در کل حوضه

Figure 5. Ratio of each class at the end of the period to the beginning of it



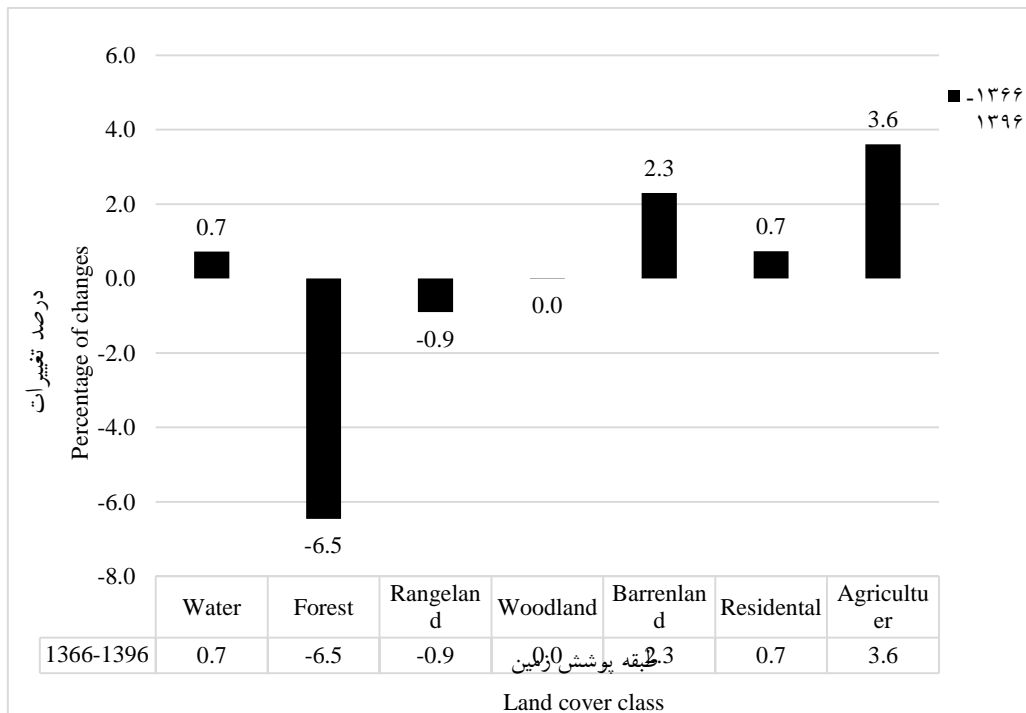
شکل ۶- نسبت سطح هر کاربری در انتهای دوره به ابتدای دوره در خارج از خوزستان

Figure 6. Ratio of each class at the end of the period to the beginning of it (outside Khuzestan province)



شکل ۷- نسبت سطح هر کاربری در انتهای دوره به ابتدای دوره در داخل خوزستان

Figure 7. Ratio of each class at the end of the period to the beginning of it (inside Khuzestan province)



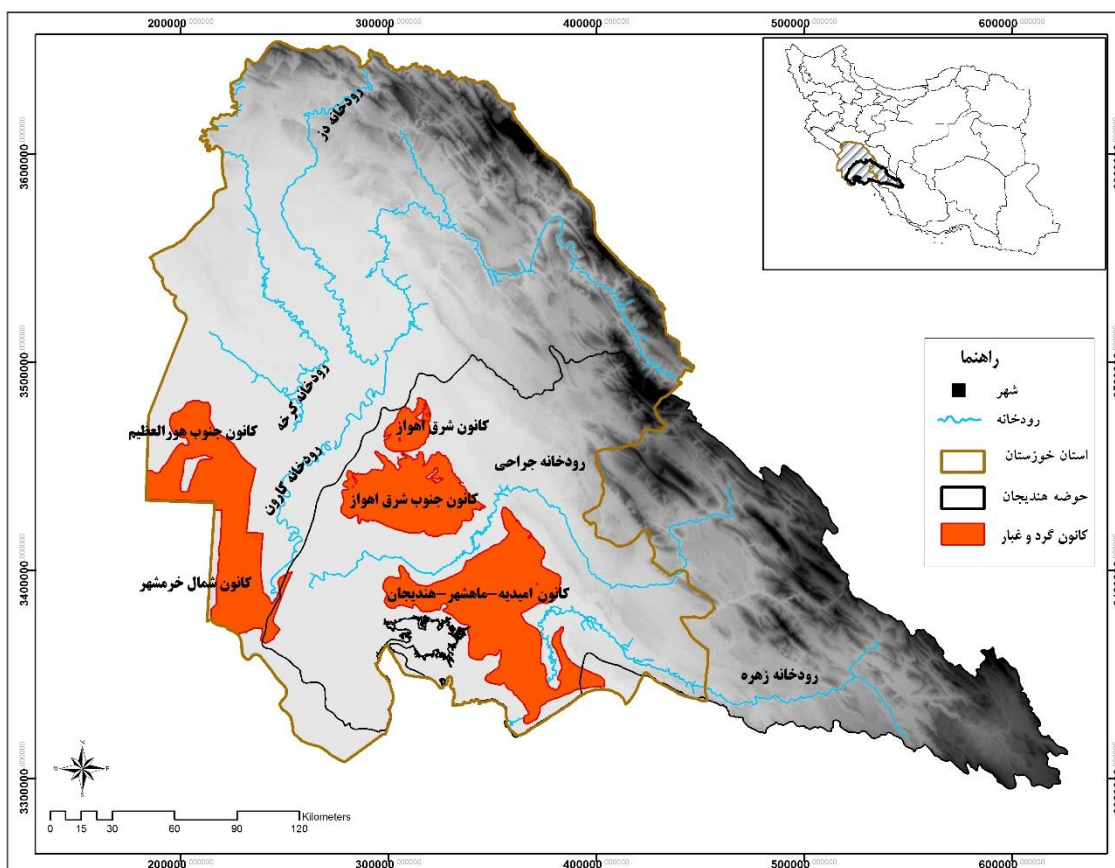
شکل ۸- درصد تغییرات طبقات به سطح کل حوضه هندیجان

Figure 8. Percentage of changes to total area

به حوضه هندیدجان و استان خوزستان است. همان طور که شکل ۹ نشان می‌دهد، کانون‌های شرق و جنوب شرق اهواز، امیدیه، ماهشهر و هندیدجان داخل حوضه قرار دارند و تنها دو کانون جنوب هورالعظیم و شمال خرمشهر در حوضه هندیدجان نیستند.

شکل ۸ نمایانگر درصد تغییرات سطح هر کاربری به سطح مورد بررسی (کل حوضه) است.

تغییرات پوشش اراضی کانون‌های گردوغبار شکل ۹ نشان‌دهنده موقعیت کانون‌های گردوغبار نسبت

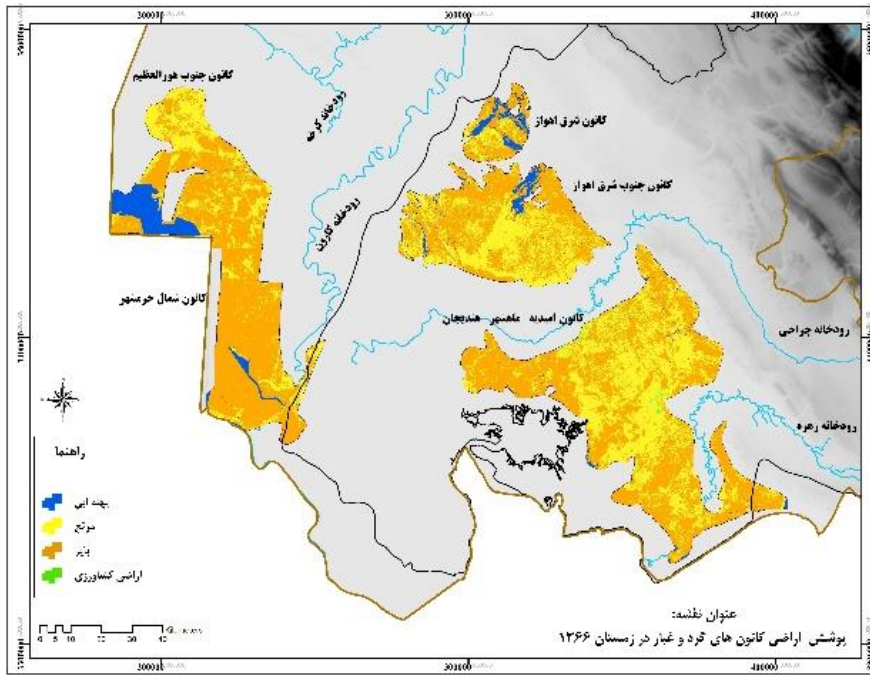


شکل ۹- موقعیت کانون‌های گردوغبار استان خوزستان

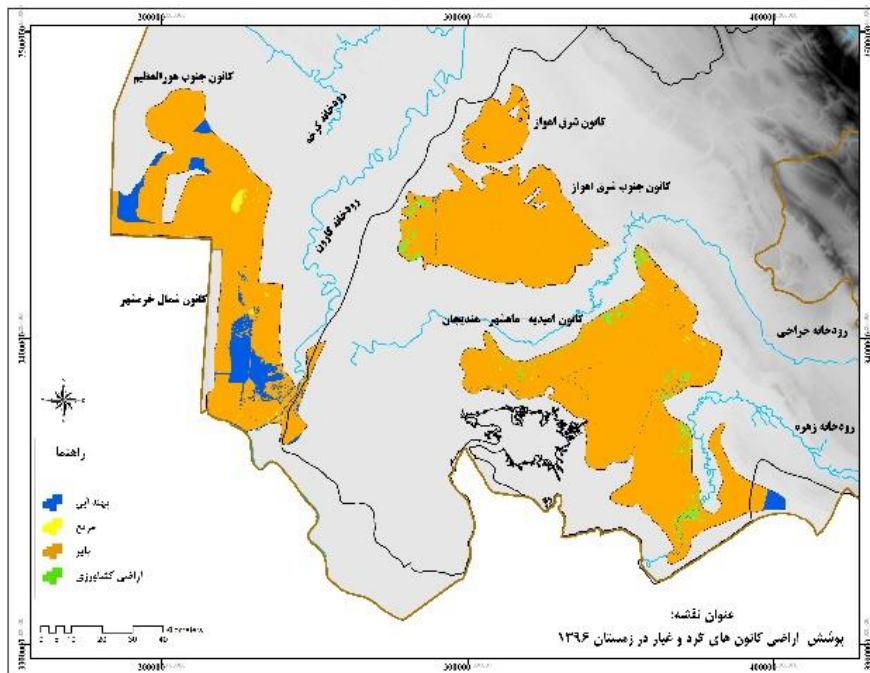
Figure 9. Dust sources of Khuzestan province

جدول ۱۰ و ۱۱ نمایانگر مساحت و تغییرات پوشش اراضی در کانون‌های گردوغبار استان خوزستان در فصل زمستان هستند.

شکل‌های ۱۰ و ۱۱ نمایانگر پوشش اراضی کانون‌های گردوغبار استان خوزستان در فصل زمستان، در سال ۱۳۶۶ و ۱۳۹۶ است.



شکل ۱۰- پوشش اراضی کانون‌های گردوغبار ۱۳۶۶ (در زمستان)
 Figure 10. Hendijan Basin Land Cover at 1987 (Winter)



شکل ۱۱- پوشش اراضی کانون‌های گردوغبار ۱۳۹۶ (در زمستان)
 Figure 11. Hendijan Basin Land Cover at 2017 (Winter)

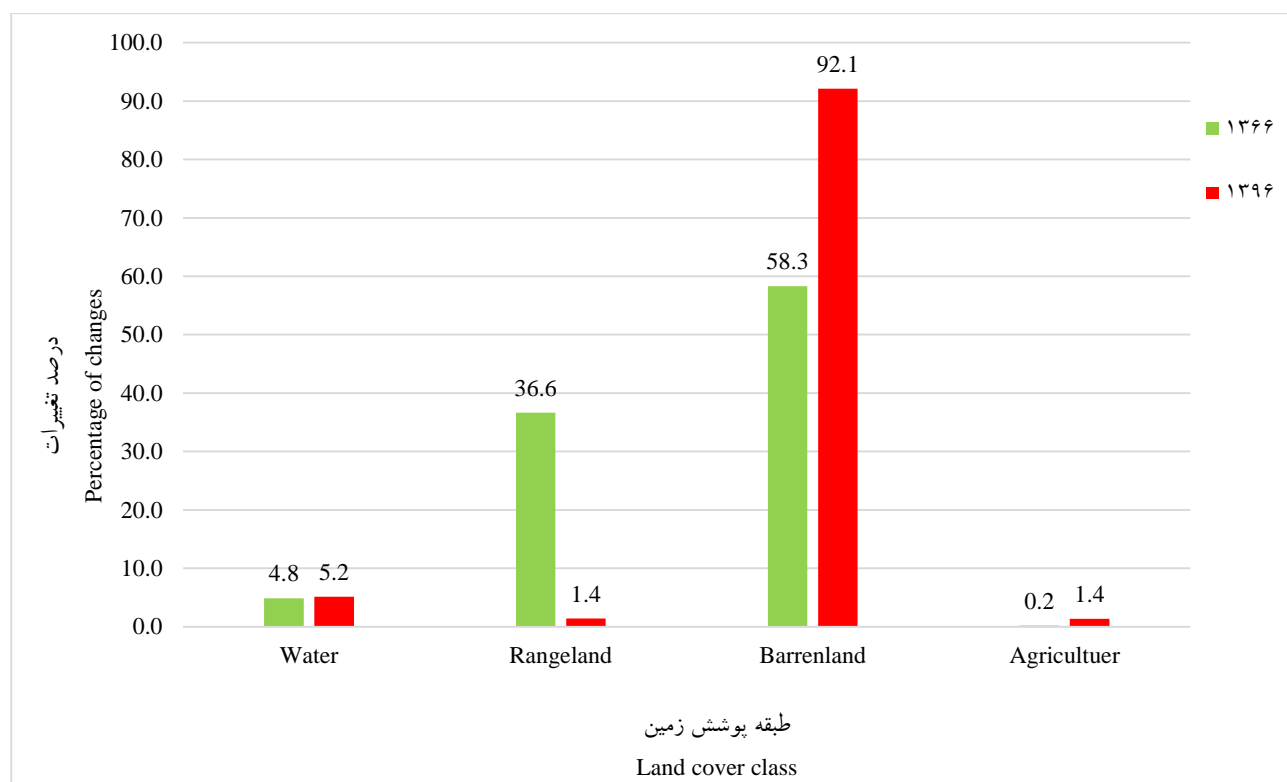
شکل ۱۲ نمایانگر درصد سطح هر طبقه به کل مساحت کانون‌های گردوغبار خوزستان در فصل زمستان است.

جدول ۱۰- مساحت پوشش اراضی در کانون‌های گردوغبار استان خوزستان در فصل زمستان (KM²)Table 10. Land Cover area of Khuzestan dust source (KM²)

سال	اراضی کشاورزی	بایر	مرتع	آب	
Year	Agriculture	Barren land	Rangeland	Water	
1	2017	117	7875	118	441
2	1987	18	4986	3133	414

جدول ۱۱- تغییرات پوشش اراضی در حوضه هندیجان (خارج از استان خوزستان) (KM²)Table 11. Land Cover Changes of Khuzestan dust source (KM²)

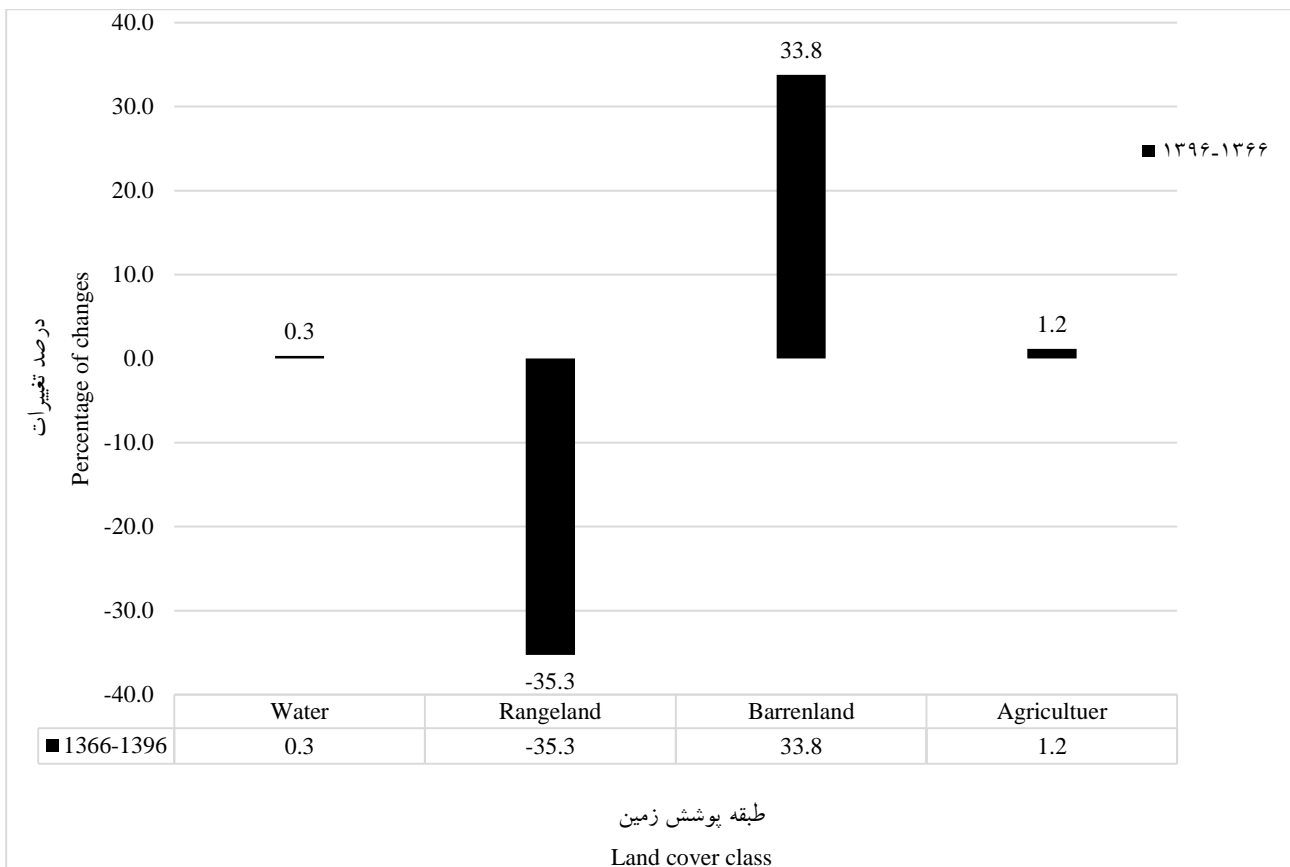
تغییرات	اراضی کشاورزی	بایر	مرتع	آب	
Changes	Agriculture	Barren land	Rangeland	Water	
1	1987-2017	+99	+2889	+3015	+27



شکل ۱۲- درصد سطح هر طبقه به کل سطح کانون‌های گردوغبار استان خوزستان

Figure 12. Percentage of each class to total area of dust sources

شکل ۱۳ نمایانگر درصد تغییرات سطح هر طبقه به سطح کل کانون‌ها، طی دوره سی ساله است.



شکل ۱۳- درصد تغییرات سطح هر طبقه به سطح کانون‌های گردوغبار استان خوزستان طی دوره سی ساله

Figure 13. Percentage of dust sources changes to total area during 30 years

بحث و نتیجه‌گیری

همانگونه که اشاره شد، مساحت حوضه هندیجان ۴۰۷۸۷ کیلومترمربع است. در این مطالعه در بازه زمانی ۱۳۶۶ تا ۱۳۹۶ پوشش زمین در طبقات جنگل، مرتع، پهنه‌های آبی، اراضی کشاورزی، اراضی انسان‌ساخت و اراضی بایر از تصاویر ماهواره لندست استخراج شده و روند تغییرات در پهنه‌های یادشده بررسی شد (شکل ۲ و ۳).

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد، در سال ۱۳۶۶ که ابتدای دوره زمانی موردبررسی بوده است، ۴۶/۷ درصد از سطح حوضه هندیجان به عرصه‌های بایر تعلق دارد (شکل ۴). در حقیقت اکوسیستم حاکم بر قسمت قابل توجهی از این حوضه از ابتدای مطالعه بیابانی بوده است. در انتهای دوره مطالعه این میزان به ۴۸/۷ درصد افزایش یافته است. یعنی ۲ درصد که برابر ۹۳۶/۳۱ کیلومترمربع می‌باشد به

عرصه‌های بایر بدون پوشش اضافه شده است (جدول ۵). این اعداد نمایانگر تغییر روند یک اکوسیستم بیابانی به سمت بیابان‌زایی بیشتر طی دوره می‌باشد. هم‌زمان با افزایش عرصه بیابانی، مراتع و جنگل‌ها به ترتیب ۳۶۷/۶۰ و ۲۶۳۳/۴۰ کیلومترمربع کاهش سطح نشان می‌دهند. این تغییرات در خارج از استان خوزستان و داخل استان به یک نحو نبوده است. به طوری‌که در خارج از استان که شامل ارتفاعات حوضه می‌باشد، افزایش ۲۹۲/۶۷ کیلومترمربع به اراضی بایر و ۸۷۲،۹۰ کیلومترمربع به سطح مراتع در پی کاهش ۱۴۱۷/۴۰ کیلومترمربع از سطح جنگل‌ها اضافه شده است (جدول ۶ و ۷). در صورتی‌که در داخل استان (پایین دست حوضه) کاهش ۱۲۴۰/۵۰ کیلومترمربع از سطح مراتع و ۱۲۱۶ کیلومترمربع از سطح جنگل‌ها با افزایش ۴/۹ برابری اراضی کشاورزی و ۸ برابری اراضی انسان ساخت

گردوغبار استان خوزستان نشان می‌دهد، کانون شرق و جنوب شرق اهواز که در فصل زمستان پوشیده از آب (هورهای فصلی و دشت‌های سیلابی) و پوشش گیاهی بوده است (شکل ۱۰)، در سال ۱۳۹۶ تبدیل به عرصه بایر با اندک اراضی کشاورزی در حاشیه‌ها شده است (شکل ۱۱). نتایج بررسی‌های کانون‌های گردوغبار در سایر مطالعات مانند Dargahian و همکاران (۲۰۲۰) و Norouzi و همکاران (۲۰۱۹) نیز نشان‌دهنده کاهش پوشش گیاهی و سطوح آبگیر و تبدیل آن به اراضی بایر می‌باشد (Dargahian et al., 2020; Norouzi et al., 2019). در عین حال در سال ۱۳۹۶ در اثر آبیگری جنوب هورالعظیم و کانون شمال خرمشهر از زهاب اراضی کشاورزی و کشت و صنعت نیشکر افزایش سطح پهنه آبی مشاهده می‌شود (Teimouri, 2021). در حقیقت افزایش پهنه آبی در شکل ناشی از بهبود چرخه هیدرولوژیک منتهی به کانون‌های گردوغبار نبوده و تحت تأثیر زهاب است.

سپاسگزاری

با توجه به اینکه این مطالعه برگرفته از طرح جامع مطالعه کانون‌های گردوغبار استان خوزستان است که توسط همکاران مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور انجام شده، از دست‌اندرکاران اجرای این طرح سپاسگزاری می‌شود.

منابع مورد استفاده

- Abbasi, A.R., 2017. Planning to stabilize dust sources. *Iranature*, 2(3): 12-17 (In Persian).
- Alawamy, J.S., 2017. Detecting and Analyzing Land Use and Land Cover Changes in the Region of Al-Jabal Al-Akhdar, Libya Using Time-Series Landsat Data from 1985 to 2017. *Sustainability*, 12(11): 1-24.
- Alqurashi, A.F. and Kumar, L., 2014. Land Use and Land Cover Change Detection in the Saudi Arabian Desert Cities of Makkah and Al-Taif Using Satellite Data. *Advances in Remote Sensing*, 3(2): 106-119.
- Amuti, T. and Luo, G., 2014. Analysis of land cover change and its driving forces in a desert oasis landscape of Xinjiang, northwest China. *Solid Earth*, 5: 1071-1085.

(برابر ۱۲۷۷/۵۱ و ۲۴۹/۵۸ کیلومتر مربع) توأم بوده است. در حقیقت در داخل استان خوزستان تغییرات سطح عرصه‌ها از گسترش اراضی کشاورزی و مسکونی، در عین حال تخریب هم‌زمان مراتع و جنگل‌ها تبعیت می‌کند (شکل ۷). تغییرات کاربری اراضی در سایر مناطق بیابانی و مطالعات دیگر نیز نشان‌دهنده افزایش روند بیابان‌زایی و تبدیل جنگل‌ها و مراتع در طی زمان می‌باشد (Norouzi et al., 2019; Amuti & Luo, 2014; Gomasca et al., 1993).

شکل ۵ نمایانگر نسبت سطح هر کاربری در انتهای دوره به ابتدای آن است. همچنین، شکل ۵ نشان می‌دهد، طی دوره مطالعه سطح اراضی مسکونی ۷ برابر شده است (درواقع از سطح ۴۹/۷۵ کیلومتر مربع، به ۳۴۸/۰۶ کیلومتر مربع افزایش یافته است). در عین حال، سطح اراضی کشاورزی ۴/۲ برابر شده است. البته افزایش سطح اراضی کشاورزی و اراضی مسکونی که از نشانه‌های دخالت انسان در اکوسیستم‌های طبیعی است در سایر مطالعات نیز گزارش شده است، به طوری که Alawamy و همکاران (۲۰۱۷)، در بازه زمانی ۱۹۸۵ تا ۲۰۱۷ و Tadese و همکاران (۲۰۲۱)، در بازه زمانی ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۷ مشابه این نتیجه را گزارش کرده‌اند (Tadese et al., 2021; Alawamy et al., 2017). افزایش پهنه‌های آبی در خارج از استان خوزستان یعنی در ارتفاعات حوضه قابل توجه می‌باشد (۹/۷ برابر) که این افزایش ناشی از گسترش سدسازی و افزایش سطح دریاچه سدهاست.

همانگونه که از مقایسه شکل ۶ و ۷ می‌توان نتیجه‌گیری کرد، بیشترین میزان افزایش تغییرات در ارتفاعات حوضه ناشی از سدسازی (۹/۷ برابر شدن پهنه‌های آبی) و در پایین دست ناشی از گسترش اراضی مسکونی و افزایش سطح زیر کشت (۸ و ۴/۹ برابر) است. با توجه به مطالعه انجام شده توسط Dargahian (2019)، افزایش پهنه‌های آبی در پایین دست حوضه ناشی از آبیگری تالاب شادگان با زهاب کشاورزی و کشت و صنعت نیشکر می‌باشد. آشکارسازی تغییرات پوشش زمین در کانون‌های

- Lausch, F. and Herzog., A, 2002. Applicability of landscape metric for the monitoring of landscape change: issues of scale, resolution and interpretability. *Ecological Indicator*, 2(2002): 3-15.
- Mafi Gholami, D. and Jaafari, A., 2020. Changes in landward and seaward extent of mangroves in the coastal areas of the Hormozgan province. *Iranian Journal of Forest and Range Protection Research*, 18(1): 1-13 (In Persian).
- Norouzi, A., Ansari, M.R., Moazami, M. and Asgharipour Dasht Bozorg, N., 2019. Land Use Changes in Dust Sources of South and South-East Ahwaz. *Journal of Water and Soil Science (Science and Technology of Agriculture and Natural Resources)*, 23(3): 341-354 (In Persian).
- Tadese, S., Soromessa, T. and Bekele, T., 2021. Analysis of the current and future prediction of land use/land cover change using remote sensing and the ca-markov model in majang forest biosphere reserves of gambella, Southwestern Ethiopia. *Scientific World Journal*, 2021: Article ID 6685045, 18 p.
- Teimouri, S., 2021. Effect of providing Houralazim wetland Water requirement with sugarcane drainage, on its ecological function. *Iran nature*, 6(1): 35-42 (In Persian).
- Dargahian, F., Lotfinasbasl, S. and Khosroshahi, M., 2018. Analysis of the role of internal dust sources in creating critical conditions in Ahvaz with an emphasis on the southeastern area. *Iranian Journal of Forest and Range Protection Research*, 16(2): 156-170 (In Persian).
- Dargahian, F., Teimori, S., Lotfinasbasl, S. and Razavizadeh, S., 2020. Land use Changes in the Mansouriyeh Wetland and its Relation with the Occurrence of Drought and Dust Formation in the Ahwaz Metropolis. *Watershed Management Research*, 32(4): 94-104 (In Persian).
- Dargahian, F., 2019. Sugarcane drainage in Shadegan wetland: threat or opportunity? *Irannature*, 4(3): 7-9 (In Persian).
- Giri, C., 2016. Observation and monitoring of mangrove forests using remote sensing: Opportunities and challenges. *Remote Sensing*, 8(9): 783.
- Gomasasca, M.A., Brivio, P.A., Pagnoni, F. and Galli, A., 1993. One century of land use changes in the metropolitan area of Milan (Italy). *International Journal of Remote Sensing*, 14(2): 211-223.
- Lambin, E.F. and Geist, H., 2006. *Land-Use and Land-Cover Change: Local Processes and Global Impacts*. Springer Press, 222 p.

Investigation of Hendijan basin land cover changes, leading to dust sources of Khuzestan

S. Teimouri^{1*}, A. Jalili², M. Khosroshahi², F. Darghahian³ and S. Razavizadeh³

1* - Corresponding author, Assistant Prof., Research Institute of Forests and Rangelands, Agriculture Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran, E-mail: srteimouri@gmail.com

2- Prof., Research Institute of Forests and Rangelands, Agriculture Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran.

3- Assistant Prof., Research Institute of Forests and Rangelands, Agriculture Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran.

Received: 28.09.2021

Accepted: 08.02.2023

Abstract

Land cover change has become one of the main challenges as a result of synergistic interaction between negative effects of climate change and human activities. In this study, land cover changes in the Hendijan Basin with a focus on the impact on dust sources located in Khuzestan province were investigated. Areas of forests, rangelands, woodlands, water, agricultural lands, residential and barren lands were extracted during 30 years at 1987 and 2017 using Landsat image processing. Dust sources located in Khuzestan have been monitored from past to present and their land cover changes have been evaluated. The results showed that the trend of land cover changes inside and outside Khuzestan province is different from each other. In fact, the highest rate of change compared to beginning of study was occurred in mountainous part of the Hindijan Basin due to increasing areas of dam lakes (9.7 times) and in the downstream plains due to the expansion of residential lands and also increasing cultivated area (8 and 4.9 times). Also, 936.31 square kilometers, has been added to barren lands, at the same time, the area of rangelands and forests has decreased 367.60 and 2633.40 square kilometers, respectively. Detection of changes in Khuzestan dust sources showed that the east and southeast area of Ahvaz, which was covered with vegetation and water (seasonal floods and flood plains) in winter of 1366, has become barren land in 1396. Monitoring land cover changes and reporting results to decision makers enables more informed decisions regarding future changes. Keywords: Dust Sources, Khuzestan, Land cover, Landsat satellite images, Remote sensing.

Keywords: Dust Sources, Khuzestan, Land cover, Landsat satellite images, Remote sensing.