



## Research Article

### Monitoring land cover changes in line with land degradation (MODIS land cover product 2001-2013): Ilam province geographical range

Noorallah Nikpour<sup>1</sup>, Samad Fotoohi<sup>1\*</sup> , Hossein negaresh<sup>1</sup>, Seyed Zeynolabedin Hosseini<sup>2</sup>, shahram Bahrami<sup>3</sup>

1-Department of Physical Geography, Faculty of Geography and Environmental Planning, Sistan and Baluchestan University, Zahedan, Iran

2-Department of Natural Resources, Faculty of Natural Resources and Desert Studies, Yazd University, Yazd, Iran

Received: 14 May 2019 Accepted: 03 Nov 2019

## Extended Abstract

### Introduction

Land degradation is a global challenge that results in reduced soil fertility and eventually becomes one of the major environmental issues worldwide. The issue of land use and land cover changes by mankind is one of the most important factors of environmental change at the local and global scale which has significant implications for ecosystem health, water quality and sustainable land management (Foley et al., 2005; Lubchenco, 1998). The problem of land degradation in the Ilam province is affected by a combination of natural and anthropogenic factors, including deforestation, drought, overgrazing, intensive agriculture, increased sediment performance due to soil erosion, evaporation, dam construction and drought. These environmental problems are ultimately linked to changes in land cover and land use. Therefore, it is important to consider land cover and land-use changes to monitor environmental changes and sustainable resource management plans for fragile ecosystems such as Ilam province and provide results to area managers and planners for restoration and prevention.

### Materials and Methods

In this study, we used MODIS Terra Satellite Land Cover Products (MCD12Q1) to study the monitoring of land cover changes in the Ilam province for the period of 2001 to 2013. All data for the study area were mosaicked and sampled with the UTM Global Coordinate System, using the nearest neighbor sampling method. Then they were Geo-referenced and finally, on Gis-Envi software correction operations (geometric, radiometric and atmospheric) were run and then the study area was clipped. The method initially classified the images into 17 classes and then calculated the number of pixels (zeros up to 255) of each class for the duration of 13 years and mapped the trends and percentages of changes occurring to each class.

### Results and Discussion

Shrub forests have begun to grow in size since 2009 and their numbers appear to have increased in the coming years. Conversely, forest-savannahs and savannas in 2001-2007 had a small area (34 pixels in total) of their own, and since 2007 species of this type have become extinct and are not observed at all, in the studied level.

**Citation:** Nikpour, N. et al, 2020. Monitoring land cover changes in line with land degradation ..., *Res. Earth. Sci.* 11(1), (130-151) DOI: 10.52547/esrj.11.1.130

\* Corresponding author E-mail address: fotohi@gep.usb.ac.ir





The water levels (code zero) in the study area underwent very little change from 2001 to 2013, and only from 2004 to 2008 did the extent of the water levels show greater values than other years. The maximum amount of water in 2005 was 29 pixels (that means,  $7250000 \text{ m} = 500 * 500 * 29$ ), which is mostly related to the Karkheh and several pixels of the Simare River in the south and east of the border. But water levels appear to have increased since 2013 due to the construction of several dams in the study area. Also, the levels for urban and residential areas (Code 13) from 2001 to 2013 are consistently 159 pixels per year across the study area, and we don't see any increase or decrease in it. Finally (code 7, 10, 12 and 15), respectively, each are 564.424 and 8.953 and 47.030 and 443.520 pixels for 13 years. That is %99.78 of the area covered. Among these areas, open forest shrubs with 564,424 pixels and no vegetation areas with 443,520 pixels had the highest amount of land cover (%94.5) in the area.

### Conclusion

According to the extracted map (Map No. 2) the story lacking vegetation named Code 15 which is marked yellow in the map, is mostly located in the west and southwest of the study area, including the lowland basins, namely Western Abbas plain, Eastern Abbas plain, Chenane, Abadan, Mehran, Dehloran, Salehabad, and Sumar. In some years, due to the increasing trend of land degradation, it is advancing toward the center and east of the region. Overall, the trend of changes in the amount of no vegetation levels over the past 13 years show an increase, and this can be a concerning issue in terms of land degradation. This should be seriously taken into consideration. As the maps show, there is a decreasing inclination in the trend of open shrub forest zones during the study period as well.

**Keywords:** MODIS sensor, Land degradation, Land cover (LC), Ilam province.



## پایش تغییرات پوشش سطح زمین در راستای تخریب سرزمین (MODIS land cover product 2001-2013): محدوده‌ی جغرافیایی

### استان ایلام

نورالله نیک پور<sup>۱</sup>، صمد فتوحی<sup>۲\*</sup>، حسین نگارش<sup>۱</sup>، سیدزین العابدین حسینی<sup>۲</sup>، شهرام بهرامی<sup>۳</sup>

۱- گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران

۲- گروه منابع طبیعی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه یزد، یزد، ایران

۳- گروه جغرافیا، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۲/۲۴

تأیید نهایی مقاله: ۱۳۹۸/۸/۱۲

#### چکیده

مسئله‌ی تخریب سرزمین یکی از مهم‌ترین مشکلات زیست محیطی در سراسر جهان است. روش مطالعه بر پایه مطالعات میدانی و تجزیه و تحلیل تولیدات (MODIS landcover-500m(MCD12Q1) از سال ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۳ با هدف پایش تغییرات پوشش سطح زمین در راستای تخریب سرزمین در استان ایلام صورت گرفته است. نتایج نشان می‌دهد که (کدهای ۲، ۳، ۴، ۱۱، ۱۴ و ۲۵۵)، در طول دوره زمانی ۱۳ ساله در محدوده مورد مطالعه هیچ پیکسلی به خود اختصاص نداده‌اند. همچنین (کدهای ۱، ۵، ۶، ۸ و ۹) در کل دوره حداقل مقادیر سطوح پوششی و پیکسلی یعنی به ترتیب ۳، ۶، ۳۶، ۲۳ و ۱۳ پیکسل به خود اختصاص داده‌اند. همچنین سطوح آبی (کد صفر) در محدوده مورد مطالعه از سال ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۳ دستخوش تغییرات افزایشی بسیار کمی بوده است. سطوح مربوط به مناطق شهری و مسکونی (کد ۱۳) هیچگونه تغییری در آن مشاهده نشد. در نهایت کدهای (۷ و ۱۰ و ۱۲ و ۱۵) به ترتیب هر کدام ۵۶۴۴۲۴، ۸۹۵۳، ۴۷۰۳۰ و ۴۴۳۵۲۰ پیکسل یعنی ۹۹/۷۸ درصد از سطح منطقه را پوشش داده‌اند. به طوری که جنگل‌های درختچه‌ای باز با مقدار ۵۶۴۴۲۴ پیکسل و مناطق فاقد پوشش گیاهی با ۴۴۳۵۲۰ پیکسل، بیشترین مقدار پوشش سطح زمین را در منطقه به خود اختصاص داده‌اند. به‌طور کلی روند تغییرات سطوح بدون پوشش گیاهی در طول ۱۳ سال یک روند افزایشی را نشان می‌دهد. و این می‌تواند یک موضوع نگران کننده به لحاظ تخریب سرزمین باشد. که باید با جدیت مورد توجه قرار گیرد. در مقابل روند تغییرات پهنه‌های جنگلی درختچه‌های باز در طول دوره مورد مطالعه یک روند کاهش (وسعت ۵۳٪) را نشان می‌دهد. که در مقایسه با روند افزایشی سطوح فاقد پوشش گیاهی (۴۱/۶۰٪) یعنی تخریب سرزمین در منطقه صورت گرفته است.

واژه‌های کلیدی: استان ایلام، پوشش زمین، تخریب سرزمین، سنسور مودیس.

## مقدمه

جهانی که در آن زندگی می‌کنیم دائماً در حال تغییر و تحول می‌باشد. پدیده‌هایی نظیر پوشش سطح زمین، در اثر عوامل طبیعی یا انسانی به مرور زمان دستخوش تغییر شده که عملکرد اکوسیستم را نیز تحت‌تأثیر قرار داده است (حسین‌زاده و همکاران، ۱۳۹۳). تخریب زمین یک فرایند جهانی است که منجر به کاهش حاصلخیزی خاک می‌شود و در نهایت تبدیل به یکی از مسائل زیست محیطی عمده در سرتاسر جهان شده است (Salvati et al, 2008). این امر در نتیجه فشارهای ناشی از افزایش جمعیت بر منابع محدود اراضی به عنوان یک مشکل اساسی در مقابل امنیت غذایی و کیفیت مطلوب زندگی برای نسل‌های آینده به خصوص در کشورهای در حال توسعه نظیر ایران مطرح است. مدیریت پایدار اراضی با جلوگیری از تخریب خاک و اراضی، عامل تثبیت و تضمین تولید پایدار برای نسل‌های آینده است و به نظر می‌رسد تنها راه حل ممکن برای مشکل تخریب منابع طبیعی باشد. تخریب زمین در مناطق خشک با پدیده‌های شدید فیزیکی-زیستی و اقتصادی-اجتماعی همراه است که ممکن است به پدیده‌های غیرقابل برگشت از جمله تخریب محیط زیست تبدیل شوند (Carlos et al, 2005). معیشت بیش از ۱/۲ میلیارد نفر از ساکنان مناطق خشک که در ۱۱۰ کشور دنیا پراکنده می‌باشند به وسیله بیابان‌زایی، تخریب سرزمین و خشک سالی تهدید می‌گردد (Rahdari et al, 2013). تخریب زمین و بیابان‌زایی در طول دهه‌های اخیر در ایران از یک رشد فزاینده‌ای برخوردار بوده است که اولاً در نتیجه افزایش جمعیت نسبت به قبل و دو برابر شدن آن نسبت به چند دهه گذشته، دوماً افزایش استفاده از محصولات کشاورزی باعث شده است که اراضی

جنگلی و مرتعی به اراضی کم بازده کشاورزی تبدیل شود و سوماً استفاده از محصولات چوبی به علل مختلف، سبب از بین رفتن پوشش سطح زمین و جنگل‌ها شده است. یکی از مهم‌ترین کاربردهای داده‌های سنجش از دوری مطالعه و بررسی پدیده‌های پویا و در حال تغییر در طول زمان است. از جمله پدیده‌های پویا در کشاورزی و منابع طبیعی می‌توان به رشد محصولات کشاورزی، تخریب منابع خاک و پوشش گیاهی، تخریب اراضی، بیابان‌زایی و به‌طور کلی پوشش سطحی زمین اشاره نمود. به دلیل آنکه بیابانی شدن، تخریب سرزمین و تغییر پوشش سطحی زمین در طی زمان رخ می‌دهد، بنابراین از طریق داده‌های ماهواره‌ای می‌توان نسبت به ارزیابی مکانی و زمانی اراضی بیابانی اقدام نمود. اطلاعات MODIS توسط دو ماهواره ناسا (EOS PM) Terra (EOS AM) and Aqua و در سه سطح رزولوشن‌های (۲۵۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ متر) جمع‌آوری می‌شوند (NASA 2014). در مطالعه تخریب زمین از شاخص‌های خاصی از جمله شاخص تفاضل پوشش گیاهی نرمال شده (NDVI) به دست آمده از داده‌های ماهواره‌ای به‌طور گسترده-ای در جهت برآورد و تخمین پوشش گیاهی مورد استفاده قرار می‌گیرد و توانایی آن در مطالعات مختلف تخریب زمین نشان داده شده است (Vandandorj et al, 2015; Zhang et al, 2014; ) (Diouf et al, 2001). همچنین کاربری زمین و پوشش سطح زمین (LULC) با توجه به فعالیت‌های انسانی یکی دیگر از شاخص‌های مهم بیابان-زایی و تخریب سرزمین است (Drake et al 2004; Badreldin et al, 2014; Coppin et al, 2004). تخریب سرزمین در مناطق خشک یک فرایند بسیار پیچیده است، که نه نتیجه یک عامل، بلکه یک ویژگی نو ظهور از تعامل عوامل انسانی و

می‌گیرد، در حالی که کاربری اراضی نحوه استفاده از پوشش زمین را توصیف می‌کند (Seto et al, 2002). با این حال، بیشتر مطالعات تشخیص تغییرات سنجش از راه دور با استفاده از دو مفهوم (کاربری اراضی و پوشش سطح زمین) بجای همدیگر استفاده می‌شوند (Dimiyati et al, 1996; Heikkonen et al, 1998; Muttitanon et al, 2005). زیرا کاربری اراضی با پوشش سطح زمین تطابق و هم‌خوانی دارند. به عنوان مثال در محیط‌های دامپروری، چراگاه می‌تواند نوع کاربری زمین را توصیف کند، در حالی که در عین حال یک شکل از پوشش سطح زمین نیز به حساب می‌آید. در چنین حالتی، دو مفهوم می‌تواند مترادف در نظر گرفته شود. یکی از اهداف اصلی این مطالعه استفاده از اندازه‌گیری‌های ماهواره‌ای برای مطالعه تغییرات پوشش سطح زمین مرتبط با تخریب زمین در اکوسیستم استان ایلام واقع در غرب کشور ایران است. اکوسیستم استان ایلام، یک زیستگاه حیاتی برای گونه‌های متفاوت فون و فلور و یک منبع معیشت برای انسانها است، که به علت افزایش فشار جمعیت و سوء مدیریت، از نظر تخریب زمین تهدید می‌شود. مساله تخریب سرزمین در استان ایلام متأثر از ترکیبی از عوامل طبیعی و انسانی، از جمله جنگل زدایی، خشکسالی، چرای بیش از حد، کشاورزی تشدید، افزایش عملکرد رسوب ناشی از فرسایش خاک، تبخیر، سد سازی و خشکسالی می‌باشد. که این مشکلات زیست محیطی در نهایت به تغییرات پوشش سطح زمین و کاربری اراضی پیوند خورده است. بنابراین مهم است که تغییرات پوشش سطح زمین و کاربری اراضی را به منظور پایش تغییرات زیست محیطی و برنامه‌های مدیریتی منابع پایدار برای اکوسیستم‌های شکننده مانند استان ایلام مورد بررسی قرار گیرد و نتایج حاصله را در اختیار

بیوفیزیکی است. با وجودی که مفهوم تخریب زمین در مناطق خشک بیش از ۳۰ سال مورد بحث قرار گرفته است، اما در مورد چگونگی وقوع آن، اجماع نظر کمی وجود دارد (Prince, 2002; Dregne, 2002). ویژگی‌هایی از قبیل تغییرات اقلیمی، فقدان پوشش گیاهی، رشد جمعیت انسانی و تغییر کاربری اراضی از مهم‌ترین فاکتورهای گسترش بیابان‌زایی و تخریب سرزمین می‌باشند. در این راستا پایش تغییرات کاربری اراضی و پوشش سطحی زمین<sup>۱</sup> به عنوان یکی از مهم‌ترین فاکتورهای تخریب سرزمین از اهمیت به خصوصی برخوردار است. به همین جهت با هدف پایش این تغییرات در این مطالعه از محصولات پوشش سطح زمین (MODIS Land Cover-MCD12Q1) سنجنده مودیس استفاده شده است. مساله تغییر کاربری اراضی و پوشش سطح زمین توسط انسان یکی از مهم‌ترین عوامل تغییرات زیست محیطی در مقیاس محلی و جهانی است که پیامدهای قابل توجهی برای سلامتی اکوسیستم، کیفیت آب و مدیریت پایدار زمین به جای می‌گذارد (Foley et al, 2005; Lubchenco, 1998). بنابراین اطلاعات قابل اعتماد درباره وضعیت پوشش جهانی زمین ضروری است و همینطور اطلاعات مربوط به پوشش سطح زمین برای درک تغییرات جهانی بسیار مهم است. در دهه گذشته، منابع داده‌ها و روش‌ها برای ایجاد نقشه‌های پوشش جهانی سطح زمین از طریق سنجش از دور به سرعت افزایش یافته است (Friedl, 2010). اگر چه استفاده از کاربری اراضی و پوشش سطح زمین اغلب به‌طور متناوب به جای یکدیگر استفاده می‌شوند، اما این دو مفاهیم یکسانی نیستند. پوشش سطح زمین ویژگی‌های فیزیکی یا سطح زمین را اندازه

Asner et al, 2000; Gilabert et al, 2000; Servenay et al, 2003; Wang et al, 2003; Park et al, 2014; Kiage, et al, 2007; Bartholomé et al, 2007). در این تحقیق، محدوده آماری و تغییرات سالانه انواع پوشش سطح زمین در ناحیه غربی کشور ایران (استان ایلام) با استفاده از داده‌های پوشش سطح زمین برای بازه زمانی (۲۰۱۳-۲۰۰۱)، بوسیله مجموعه داده‌های با رزولوشن متوسط ۵۰۰ متر سنجنده مودیس، مورد بررسی قرار گرفت.

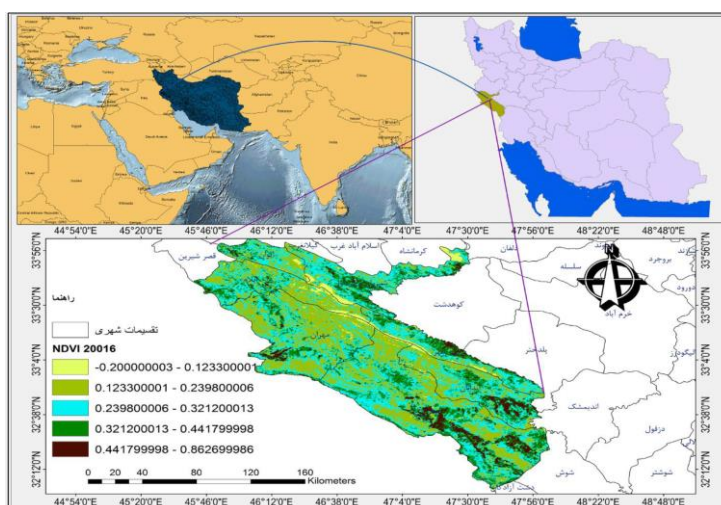
### منطقه مورد مطالعه

استان ایلام در غرب کشور ایران، هم مرز با کشور عراق می‌باشد. که مساحتی حدود ۲۰/۱۵۰ کیلومتر مربع و ۱/۲ درصد از مساحت کل کشور را پوشش می‌دهد (شکل ۱). این منطقه به لحاظ جمعیتی بالغ بر ۵۸۰۰۰۰ هزار نفر با تراکمی حدود ۲۸/۸ نفر در کیلومتر مربع است. از آنجا که استان ایلام یکی از مناطق مهم پرورش دام و کشاورزی در کشور ایران است، حفاظت از آب، خاک، پوشش گیاهی و پوشش سطح زمین یک چالش عمده در این زمینه است. ایلام دارای آب و هوای خشک و نیمه خشک با میانگین بلند مدت بارش سالانه ۵۸۰ میلی‌متر می‌باشد. آب و هوای استان ایلام به سبب تأثیرپذیری از عوامل گوناگونی چون عرض جغرافیایی (زاویه تابش آفتاب)، ارتفاع، امتداد رشته کوه‌های زاگرس، فاصله کم از بیابان‌های عراق و عربستان و بادهای محلی و ناحیه‌ای از شمال به جنوب و از غرب به شرق از تنوع زیادی برخوردار است. استان ایلام دارای سه منطقه آب و هوایی (آب و هوای سرد کوهستانی، آب و هوای معتدل کوهستانی، آب و هوای صحرایی و نیمه‌صحرایی "گرم و خشک" است. بارندگی‌ها تنها در دو فصل فصل بارانی منسجم از آبان تا فروردین متمرکز هستند.

مدیران و برنامه‌ریزان منطقه جهت احیاء و پیشگیری از گسترش این مشکل قرار دهیم. اکثر پوشش سطحی زمین در کشور ایران در مقیاس-های فضایی و زمانی به دلیل تغییرات اقلیمی و فعالیت‌های انسانی در وضعیت سرایشی دائمی قرار دارد. به نظر ریزش‌ها و تخریبات صورت گرفته در نواحی غربی، ایران مرکزی و شرقی به ویژه در محیط‌های با تراکم جمعیت زیاد و کم بارش، بیشتر مشهود است. تغییراتی که برای اکولوژیست ها و مدیران منابع بسیار مهم می‌باشند، آنهایی هستند که در نهایت با فعالیت-های انسانی مانند جنگل‌زدایی و پاکسازی زمین برای کشاورزی یا دامپروری ارتباط دارند. سنجش از راه دور ماهواره‌ای می‌تواند نقش مهمی در ارائه اطلاعات در مورد تغییرات پوشش سطح زمین و کاربری اراضی<sup>۲</sup> در مقیاس‌های محلی، منطقه‌ای و حتی جهانی داشته باشد، توانایی هر سیستم سنجش از راه دور برای شناسایی و پایش چنین جریانی در پوشش سطح زمین بستگی به قابلیت آن در اندازه مناسب پایگاه داده مرجع دارد، در حالی که ارزیابی برای هر دو تغییرپذیری کوتاه مدت (مانند فصلی) و تغییرات سکولار دراز مدت هم‌زمان انجام می‌شود. تکنیک‌های سنجش از راه دور ماهواره‌ای به‌طور گسترده‌ای برای نظارت بر تغییر در انواع محیط‌های طبیعی به کار گرفته شده است (Skole et al, 1993; Boyd et al, 1996; Collins et al, 1999; Gemmell et al, 2001; Townsend, 2002; Wilson et al, 2002; Cohen et al, 2003; Dowson et al, 2003; Jin et al, 2006; Lopes, 2004). این تکنیک‌ها برای پایش و ارزیابی پدیده‌هایی مانند خشکسالی، تخریب زمین و تغییر پوشش سطح زمین در اکوسیستم‌های نیمه خشک، مفید است (Nemani et al, 1993; Price, 1993; Mishra et al, 1994; Moran et al, 1994; Dwivedi et al, 1997; Tieszen et al, 1997; Metternicht et al, 1998;

مهم‌ترین رودخانه‌هایی که در محدوده جغرافیایی استان ایلام که از دامنه‌های شمالی و جنوبی کبیرکوه سرچشمه می‌گیرند، می‌توان به رودخانه سیمره، دویرج، چنگوله، آبدانان، میمه و سیاه گاو... اشاره کرد. برخی از این رودخانه‌ها از مناطق مرزی غرب استان ایلام گذشته و وارد کشور عراق می‌شوند. همچنین به لحاظ زمین‌شناسی، ارتفاعات استان ایلام را سازندهای گچساران، سروک، گرو، سورگاه، ایلام، پابده، آسماری و آغاچاری در بر گرفته است (نیک پور، ۱۳۹۳). محدوده استان ایلام از شمال در زون چین خورده زاگرس و از سمت غرب و جنوب در زون چین نخورده خوزستان قرار دارد و به همین جهت به لحاظ ژئومورفولوژیکی و زمین‌شناسی دارای اشکال ژئومورفولوژیکی و سازندهای متفاوتی می‌باشد نوع پوشش سطح زمین بسته به توپوگرافی و شرایط ژئومورفولوژیکی منطقه، تمرکز جمعیت، قابلیت دسترسی به منابع آبی و جنس خاک در سراسر منطقه یکدست نبوده و گونه‌های متفاوتی از پوشش سطح زمین در منطقه مشاهده می‌شود (شکل ۱).

قسمت شمالی منطقه نسبت به قسمت جنوبی و همچنین قسمت شرقی منطقه نسبت به قسمت غربی به لحاظ اقلیمی مرطوب‌تر و دارای توپوگرافی خشن‌تری (تاقدیس و ناودیس‌های متراکم) می‌باشد. غرب و جنوب غربی استان ایلام دارای آب و هوای گرم و خشک که جزئی از دشت خوزستان شمالی به حساب می‌آید. تاثیر این موارد در نوع پوشش سطح زمین در منطقه مشهود بوده و نوع پوشش سطح از مکانی به مکان دیگر در منطقه متفاوت است. موقعیت جغرافیایی استان ایلام بین ۳۱ درجه و ۵۸ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۱۵ دقیقه عرض شمالی نسبت به استوا و ۴۵ درجه و ۴۴ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۱۰ دقیقه طول شرقی نسبت به نصف‌النهار گرینویچ قرار دارد که از طرف غرب با کشور عراق، از طرف شرق با استان لرستان، از طرف شمال با استان کرمانشاه و از سمت جنوب با استان خوزستان همسایه است. به‌طور کلی استان ایلام به لحاظ واحدهای ژئومورفولوژیکی به دو واحد کوهستان (شامل تاقدیس‌های کبیرکوه، دینارکوه، مانشت، قلارنگ و دشت) و دشت (شامل دشت عباس، دشت دهلران و ناودیس‌های مرکزی) تقسیم می‌شود. از جمله



شکل ۱: موقعیت محدوده مورد مطالعه



## داده‌های ماهواره‌ای

توصیف خصوصیات پوشش سطح زمین و نقشه- برداری در مقیاس جهانی به‌طور قابل توجهی در طی ۳۰ سال گذشته از نظر قدرت تفکیک‌های فضایی، زمانی و موضوعی بهبود یافته است (Giri et al, 2013). در حال حاضر، چندین محصول پوشش جهانی زمین از جمله MODIS LCP (Land Cover Product), Glob Cover, EcoClimap II, GLC-SHARE, GLCC وجود دارند. این محصولات به درک بهتر ما از میزان و توزیع انواع پوشش سطحی زمین کمک می‌کند (Friedl et al, 2002; Friedl et al, 2010; Bartholome et al, 2005; Bicheron et al, 2008; Kaptue Tchunte et al, 2010; Latham et al, 2014). محصول پوشش سطح زمین سنجنده مودیس یک ارزیابی از نوع پوشش سطح زمین و اطلاعات کنترل کیفیت را فراهم می‌کند. همچنین محصول MODIS Terra+Aqua Combined Land Cover دارای پنج طرح طبقه بندی پوشش سطح زمین است که از طریق یک روش طبقه‌بندی نظارتی کنترل شده گرفته شده است. نوع محصول پوشش سطح زمین سنجنده مودیس (MODIS Land Cover-MCD12Q1)، یک رشته از مجموعه داده‌های علمی (SDSs)، که

نقشه پوشش جهانی سطح زمین را با تفکیک فضایی ۵۰۰ متر در بازه‌ی زمانی سالانه برای شرح ۶ نوع پوشش مختلف سطح زمین، تولید می‌کند. این داده‌ها از سال ۲۰۰۱ به بعد در دسترس می‌باشد. که شامل ۵ طبقه (LAI, UMD, IGBP, Gregorio, ) می‌باشد (جدول ۱) (PFT, BGC). (Sulla-Menashe et al, 2011; 2005). و هر کدام از این طبقات در مناطق مختلف کاربرد دارد. در این مطالعه از طبقه‌ی UMD-Land Cover Type 2 که خاص مناطق خشک و نیمه خشک می‌باشد، استفاده شده است. طبقه‌بندی پوشش سطح زمین سنجنده مودیس مبتنی بر رویکرد نظارت شده با الگوریتم تصمیم‌گیری درختی چند زمانه است (Friedl et al, 2002, 2010). محصول پوشش سطح زمین سنجنده مودیس، (MCD12Q1, version 51, "Land Cover Type Yearly L3 Global 500 m SIN Grid") برای استخراج قلمرو زمین‌های کشاورزی<sup>۳</sup> مورد استفاده قرار می‌گیرد. داده‌های MODIS LCP توسط دانشگاه بوستون تولید می‌شود و داده‌هایی را ارائه می‌دهد که پنج سیستم طبقه‌بندی پوشش زمین را در یک سال تقویمی و با وضوح فضایی ۵۰۰ متر مشخص می‌کند (Friedl et al, 2002, 2010) (جدول ۱).

جدول ۱: نوع طبقه‌بندی پوشش سطح زمین سنجنده مودیس (Friedl et al, 2010)

Land Cover Type 1	IGBP = global vegetation classification scheme
Land Cover Type 2	University of Maryland (UMD) scheme
Land Cover Type 3	MODIS-derived LAI/fPAR scheme
Land Cover Type 4	MODIS-derived Net Primary Production (NPP) scheme
Land Cover Type 5	Plant Functional Type (PFT) scheme

داده‌های جهانی پوشش سطح زمین، داده‌های آموزشی و الگوریتم‌های طبقه‌بندی به‌طور منظم (به‌طور خلاصه هر ۶ ماه) تجدید نظر می‌شوند (Friedl et al, 2002, 2010). در نهایت، (Vintrou et al, 2012) دریافتند که MODIS LCP برای نقشه برداری محصولات کشاورزی و پوشش

در میان محصولات جهانی سطح زمین که در حال حاضر موجود است،<sup>۴</sup> MODIS LCP دارای رزولوشن فضایی بالا (۵۰۰ متر) و زمانی (سالانه) می‌باشد. که براساس داده‌های مشاهدات زمین با کیفیت بالا است و از روش متداول در طول زمان و در سراسر جهان استفاده می‌کند. علاوه بر این،



(Abercrombie et al, 2016). در طول دو دهه گذشته، سنجش از راه دور ماهواره‌ای به عنوان منبع اصلی اطلاعات پوشش جهانی سطح زمین تبدیل شده است و در حال حاضر چندین محصول جهانی پوشش زمین شامل محصولات (MODIS Land Cover, MODIS Vegetation Continuous Fields, Glob Cover product produced from MERIS data) در دسترس هستند. طرح اولیه پوشش سطحی زمین، توسط UMD، ۱۷ کلاس تعریف شده که ۱۴ کلاس طبقاتی طبیعی، ۱ کلاس تغییر یافته توسط انسان، ۱ کلاس فاقد پوشش گیاهی و ۱ کلاس طبقه‌بندی نشده را شامل می‌شود (جداول ۲ و ۳).

سطحی زمین بهتر از دیگر تولیدات ماهواره‌ای موجود عمل می‌کند. دقت و صحت داده‌های Land Use/Land Cover به دست آمده از تصاویر سنجش از دور در بسیاری از برنامه‌های کاربردی مهم است. خطای طبقه‌بندی موجود ناشی از تعامل عوامل متعددی، از جمله ویژگی‌های چشم انداز، قابلیت تفکیک سنجنده، الگوریتم‌های پیش پردازش و روش‌های طبقه‌بندی است. اطلاعات منطقه‌ای و جهانی استفاده از <sup>۵</sup>(LULC) برای بسیاری از فعالیت‌ها مانند برنامه‌ریزی زمین، نظارت بر محیط زیست و مدیریت منابع مهم است (Lin et al, 2008). پوشش سطح زمین و کاربری اراضی بر خدمات اکوسیستمی که غذا، آب و هوای پاک را فراهم می‌کند، تأثیر می‌گذارد

جدول ۲: راهنما و تعاریف طبقات پوشش سطح زمین دانشگاه مرلیند (Sulla-Menashe et al, 2018) UMD

Name	Value	Description
Water bodies	0	.At least 60% of area is covered by permanent water bodies
Evergreen Needle leaf Forests	1	Dominated by evergreen conifer trees (canopy >2m). Tree cover >60%
Evergreen Broadleaf Forests	2	Dominated by evergreen broadleaf and palmate trees (canopy >2m). Tree cover >60%
Deciduous needle leaf Forests	3	Dominated by deciduous needleleaf (larch) trees (canopy >2m). Tree cover >60%
Deciduous Broadleaf Forests	4	Dominated by deciduous broadleaf trees (canopy >2m). Tree cover >60%
Mixed Forests	5	Dominated by neither deciduous nor evergreen (40-60% of each) tree type (canopy >2m). Tree cover >60%
Closed Shrub lands	6	.Dominated by woody perennials (1-2m height) >60% cover
Open shrub lands	7	.Dominated by woody perennials (1-2m height) 10-60% cover
Woody Savannas	8	Tree cover 30-60% (canopy >2m).
Savannas	9	Tree cover 10-30% (canopy >2m).
Grasslands	10	Dominated by herbaceous annuals (<2m).
Permanent Wetlands	11	Permanently inundated lands with 30-60% water cover and >10% vegetated cover
Croplands	12	At least 60% of area is cultivated cropland.
Urban and Built-up Lands	13	At least 30% impervious surface area including building materials, asphalt, and vehicles.
Cropland/Natural Vegetation Mosaics	14	Mosaics of small-scale cultivation 40-60% with natural tree, shrub, or herbaceous vegetation.
Non-Vegetated Lands	15	At least 60% of area is non-vegetated barren (sand, rock, soil) or permanent snow and ice with less than 10% vegetation.
Unclassified	255	Has not received a map label because of missing inputs.

جدول ۳: مشخصات مجموعه داده‌ها پوشش سطح زمین مودیس (<https://lpdaac.usgs.gov>)

Temporal coverage (V051)	2001-2013
Earth-gridded tile area	~1200 x 1200 km (~10° x 10° at the equator)
Image dimensions	2400 x 2400 rows/columns
File size	~88 MB
Resolution	500 meters
Projection	Sinusoidal
Data type	8-bit unsigned integer
Data format	HDF-EOS
Science Data Set (SDS) layers	16

## مواد و روش‌ها

در این پژوهش جهت مطالعه پایش تغییرات پوشش سطحی زمین استان ایلام برای یک دوره آماری ۱۳ ساله (۲۰۰۱ تا ۲۰۱۳)، از تولیدات پوشش سطح زمین سنجنده MODIS ماهواره ترا با نام (MCD12Q1) استفاده شد. حدوداً ۱۵۰ تصویر از سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۳ برای کل ایران از سایت مربوطه دانلود شد. که هر سال به‌طور میانگین ۱۱ تصویر را در بر می‌گرفت. داده‌های پوشش سطح زمین سنجنده مودیس از سال ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۳ از سایت [https:// earthdata.nasa.gov](https://earthdata.nasa.gov) استخراج شد. تمامی داده‌ها برای منطقه مورد مطالعه موزائیک و با سیستم مختصات جهانی UTM با استفاده از روش نمونه- برداری نزدیکترین همسایه ژئو رفرنس شدند و در نهایت این داده‌ها در محیط نرم‌افزارهای GIS، Envi عملیات تصحیح (هندسی، رادیومتریک و اتمسفری)، روی آنها اعمال شد و بعد منطقه مورد مطالعه clip گردید. بعد از اخذ و آماده‌سازی تصاویر و تشکیل بانک اطلاعاتی، نحوه استخراج و تنظیم داده‌ها مرحله بعدی کار را تشکیل می‌داد. در این مرحله ابتدا تمامی ۱۵۰ تصویر سالانه‌ی دانلود شده بعد از مرحله موزاییک و MR، به ۱۳ تصویر تقلیل یافت که برای هر سال ۱ تصویر به دست آمد، تک به تک این تصاویر در محیط Arc Gis طبقه‌بندی و ذخیره شدند. در مجموع ما از

تصاویر موجود ۱۳ سال سنجنده مودیس برای پایش سالیانه تغییرات پوشش سطح زمین استفاده کردیم. با توجه به قدرت تفکیک فضایی ۵۰۰ متر هر تصویر، تمامی طبقات مربوط به پوشش سطح زمین از نقشه‌ها استخراج شد. میزان پیکسل‌های دوره زمانی ۱۳ ساله‌ی پوشش سطح زمین برای هر کلاس محاسبه و روند تغییرات مربوط به هر طبقه، روی یک نمودار خطی برای تمامی کلاس‌ها به صورت تک به تک نشان داده شد. همچنین مجموعه تغییرات ۱۳ ساله ۱۷ کلاس مربوط به طبقه‌بندی پوشش سطح زمین نوع UMD سنجنده مودیس، به صورت یک نمودار نمایش داده شده است. در نهایت برای کالیبراسیون و تطابق با واقعیت، نتایج حاصل از تصاویر پوشش سطح زمین بازدید میدانی از منطقه به عمل آمد (شکل ۲).

## نتایج

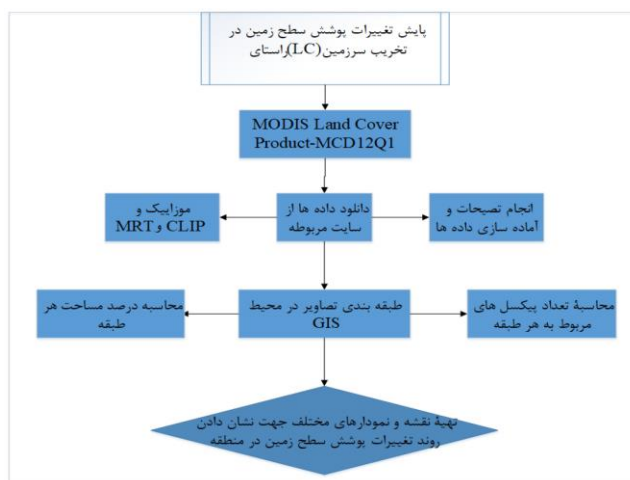
در ابتدای کار بعد از استخراج و تجزیه و تحلیل داده‌های پوشش سطح زمین جدول مربوط به انواع پوشش سطحی زمین (کدهای ۰ تا ۲۵۵) از سال ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۳ و مجموع پیکسل مربوط به هر نوع کد در طول ۱۳ سال به دست آمد (جدول ۴). در این جدول میزان تغییرات مربوط به انواع پوشش سطح زمین در بازه زمانی ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۳ در منطقه مورد مطالعه نمایش داده شده است. با

۲۹ پیکسل (یعنی  $m^2$  ۲۲۵۰۰۰۰ =) را به خود اختصاص داده است. که آن هم اکثراً مربوط به سطوح آبی کرخه و چند پیکسل رودخانه سیمره در جنوب و شرق محدوده مورد مطالعه است. اما به نظر می‌رسد سطوح آبی از سال ۲۰۱۳ به بعد به دلیل ساخت چند سد در محدوده مورد مطالعه افزایش یافته باشد. همچنین سطوح مربوط به مناطق شهری و مسکونی (کد ۱۳) از سال ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۳ همواره هر سال ۱۵۹ پیکسل از تمام محدوده مورد مطالعه را در بر گرفته و شاهد هیچگونه تغییر افزایشی یا کاهش‌ی در آن نمی‌باشیم. در نهایت جنگل‌های درختچه‌ای باز، چمنزار و مرتع، اراضی زراعی، مناطق بدون پوشش گیاهی (کدهای ۷، ۱۰، ۱۲ و ۱۵) به ترتیب هر کدام ۵۶۴.۴۲۴، ۸.۹۵۳ و ۴۷.۰۳۰ و ۴۴۳.۵۲۰ پیکسل از سطح منطقه یعنی ۹۹/۷۸٪ را به خود اختصاص داده‌اند. در بین این سطوح جنگل‌های درختچه‌ای باز با مقدار ۵۶۴.۴۲۴ پیکسل و مناطق فاقد پوشش گیاهی با ۴۴۳.۵۲۰ پیکسل، بیشترین مقدار پوشش سطح زمین یعنی ۹۴/۵٪ را در منطقه به خود اختصاص داده‌اند. با توجه به نقشه‌های مستخرج از محصولات پوشش سطح زمین ۲۰۰۱-۲۰۱۳ سنجنده مودیس (نقشه‌های شکل ۲) مشخص شد که میزان طبقه فاقد پوشش گیاهی با کد ۱۵ که با رنگ زرد در نقشه‌ها مشخص شده است، اکثراً در غرب و جنوب‌غرب منطقه مورد مطالعه، یعنی زیر حوضه-های دشت عباس غربی، دشت عباس شرقی، چنانه، آبدانان، مهران، دهلران، صالح آباد و سومار متمرکز شده است. که در بعضی سال‌ها با توجه روند صعودی تخریب سرزمین، میزان پیکسلی و وسعت این طبقه در حال پیشروی به سمت مرکز و شرق منطقه می‌باشد. به‌طور مثال در طول ۱۳

توجه نتایج حاصله از این جدول، انواع گونه‌های جنگل‌های همیشه سبز پهن برگ، جنگل‌های سوزنی برگ برگریز، جنگل‌های پهن برگ برگریز، تالاب دائمی، پوشش گیاهی طبیعی و زراعی و طبقه‌بندی نشده‌ها، یعنی کدهای ۲، ۳، ۴، ۱۱، ۱۴ و ۲۵۵، در طول دوره زمانی ۱۳ ساله، از سال ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۳ در محدوده مورد مطالعه هیچ پیکسلی به خود اختصاص نداده‌اند و مقدار آنها در طول این زمان همواره صفر بوده است (شکل‌های ۳). همچنین جنگل‌های همیشه سبز سوزنی برگ، جنگل‌های مخلوط یا ترکیبی، جنگل‌های درختچه‌ای بسته، ساوانای پوشیده از جنگل و ساواناها (کدهای ۱ و ۵ و ۶ و ۸ و ۹) در طول بازه زمانی ۱۳ ساله حداقل مقادیر سطوح پوششی و پیکسلی یعنی به ترتیب ۳، ۶، ۳۶، ۲۳ و ۱۳ پیکسل به خود اختصاص داده‌اند. در این بین جنگل‌های درختچه‌ای بسته از سال ۲۰۰۹ به بعد در وسعت خیلی کمی شروع به رشد و نمو کرده و به نظر در سال‌های آیند مقادیر آنها افزایش یافته و بالعکس ساوانای پوشیده از جنگل و ساواناها در سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۰۷ وسعت کمی (مجموعاً ۳۴ پیکسل) به خود اختصاص داده بودند که از سال ۲۰۰۷ به بعد گونه‌های این نوع منقرض شده و در سطح محدوده مورد مطالعه مشاهده نمی‌شوند. ناگفته نماند که با توجه به رزلوشن ۵۰۰ متری محصولات پوشش سطح زمین در سنجنده مودیس، مقدار هر پیکسل برابر با ۵۰۰×۵۰۰ متر مربع می‌باشد. سطوح آبی (کد صفر) در محدوده مورد مطالعه از سال ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۳ دستخوش تغییرات بسیار کمی بوده و فقط از سال ۲۰۰۴ تا ۲۰۰۸ وسعت سطوح آبی مقادیر بیشتری از دیگر سال‌ها را نشان می‌دهد. که حداکثر وسعت سطوح آبی در سال ۲۰۰۵ مقدار

نزولی را دنبال کرده که حداقل مقدار سطوح اراضی زراعی در سال ۲۰۱۰ اتفاق افتاده است. ولی ممکن است طی چند سال گذشته با توجه به ایجاد سدهای جدید در برخی مناطق از محدوده مورد مطالعه، سطوح اراضی زراعی به صورت جزئی افزایش یافته باشد. اما این نمی‌تواند در مقابل تخریب سرزمین نقشی ایفا کند تا جایی که افزایش سطوح اراضی زراعی در برخی مناطق منجر به تشدید تخریب سرزمین هم شده است. به‌طور کلی با توجه به نقشه‌های شماره حداکثر پوشش سطحی اراضی زراعی در گوشه جنوب غربی و شمال شرقی، سطوح فاقد پوشش گیاهی در غرب و جنوب غرب، درختچه‌های باز در نیمه شرقی، مراتع و چمنزارها و دیگر طبقات به صورت پراکنده در سراسر منطقه مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. همچنین شکل ۴ روند تغییرات پوشش سطحی هرکدام از کلاس‌ها را در طول دوره آماری ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۳ به خوبی نشان می‌دهند. از این اشکال می‌توان به وسعت تغییرات، روند تغییرات و مقادیر پیکسلی هر کلاس در سال‌های مختلف (۲۰۰۱ تا ۲۰۱۳) برای هرکدام از طبقات پوشش سطح زمین پی برد (شکل ۲ تا ۴).

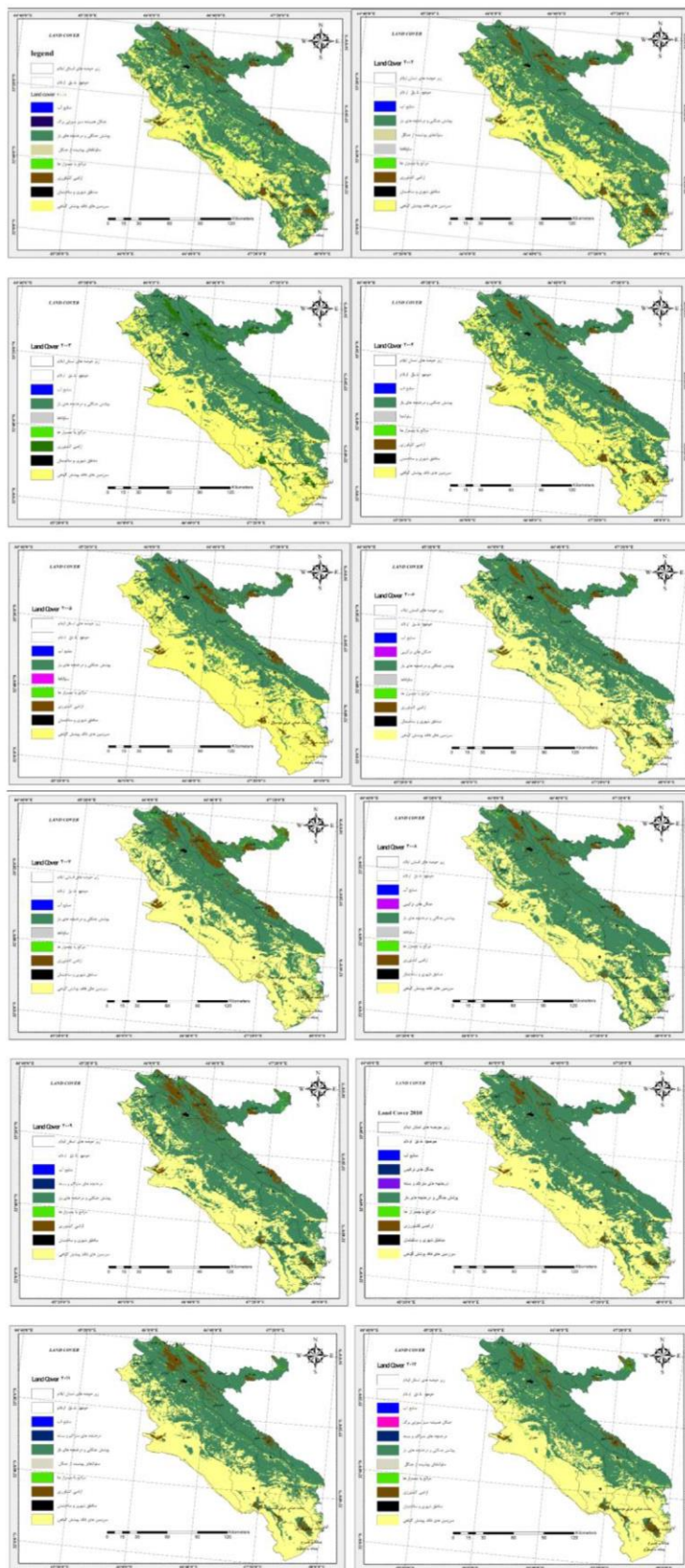
سال دوره آماری مطالعه تغییرات پوشش سطح زمین، حداکثر میزان تخریب سرزمین و افزایش سطوح بدون پوشش گیاهی مربوط به سال ۲۰۰۵ با ۴۳۷۶۷ پیکسل، بیشترین تخریب زمین در منطقه صورت گرفته است. به‌طور کلی روند تغییرات سطوح بدون پوشش گیاهی در طول ۱۳ سال یک روند افزایشی را نشان می‌دهد و این می‌تواند یک موضوع نگران‌کننده به لحاظ تخریب سرزمین باشد. که باید با جدیت مورد توجه قرار گیرد. همان‌طور از نقشه‌های تولید شده پیدا است، در مقابل روند تغییرات پهنه‌های جنگلی درختچه-های باز در طول دوره مورد مطالعه یک روند کاهش را نشان می‌دهد یعنی هر چه از سال ۲۰۰۱ به سمت سال ۲۰۱۳ پیش می‌رویم از میزان پیکسل‌های مربوط به سطوح درختچه‌ای باز کاسته می‌شود و این مورد در مقایسه با روند افزایشی سطوح فاقد پوشش گیاهی یعنی تخریب سرزمین در منطقه در حال صورت گرفتن است (نقشه‌های شکل ۳) (شکل ۴). همچنین روند تغییرات اراضی زراعی بجر در سال‌های ۲۰۰۷ و ۲۰۰۹ که حداکثر سطوح اراضی و روند آن افزایشی بوده، به‌طور کلی روند تغییرات آن سیر



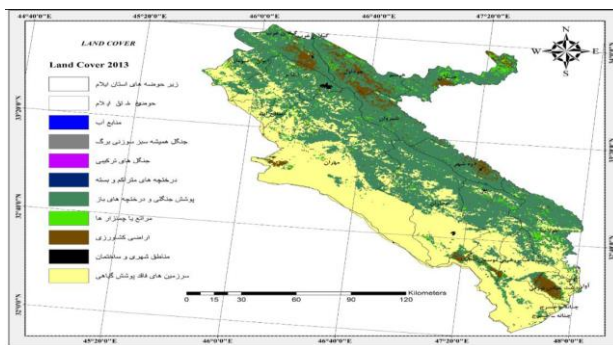
شکل ۲: چارچوب کلی روش مطالعه

جدول ۴: مقادیر پیکسل‌های مربوط به انواع پوشش سطحی زمین از سال ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۳ و مجموع پیکسل مربوط به هر طبقه در هر سال

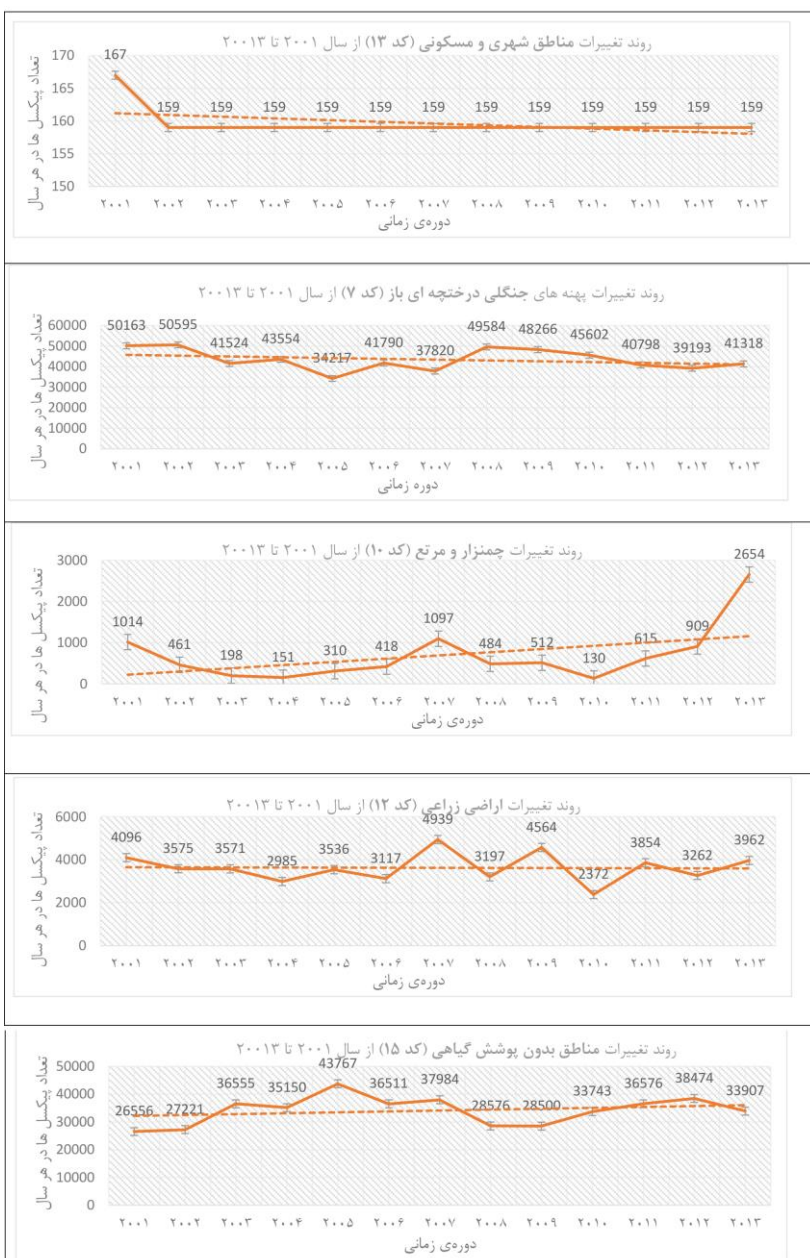
پوشش سطحی	کدهای	۰	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۳	۱۴	۱۵	۲۵۵
نوع پوشش تعریف شده برای هر کد در طبقه بندی نوع UMD	سطوح آب	۸	۱	—	—	—	—	—	۵۰.۱۶۳	۱۴	—	۱۰۱۴	—	۱۶۷	—	۲۶۵۵۶	—
تعداد پیکسل های سال	جنگل های همیشه سبز	۴	—	—	—	—	—	—	۵۰.۵۹۵	۱	۳	۴۶۱	—	۱۵۹	—	۲۷۲۲۱	—
سال ۲۰۰۲	همیشه سبز	۱۰	—	—	—	—	—	—	۴۱.۵۲۴	—	۲	۱۹۸	—	۱۵۹	—	۳۶۵۵۵	—
سال ۲۰۰۳	پهن برگ	۱۸	—	—	—	—	—	—	۳۳.۵۵۴	—	۲	۱۵۱	—	۱۵۹	—	۳۵.۱۵۰	—
سال ۲۰۰۴	برگریز	۲۹	—	—	—	—	—	—	۳۳.۲۱۷	—	۱	۳۱۰	—	۱۵۹	—	۴۳.۷۶۷	—
سال ۲۰۰۵	—	۲۰	—	—	—	—	—	—	۴۱.۷۹۰	—	۳	۴۱۸	—	۱۵۹	—	۳۶.۵۱۱	—
سال ۲۰۰۶	—	۱۹	—	—	—	—	—	—	۳۷.۸۲۰	—	۱	۱۰۹۷	—	۱۵۹	—	۳۷.۹۸۴	—
سال ۲۰۰۷	—	۱۵	—	—	—	—	—	—	۴۹.۵۸۴	—	۱	۴۸۴	—	۱۵۹	—	۲۸.۵۷۶	—
سال ۲۰۰۸	—	۱۱	—	—	—	—	—	—	۴۸.۲۶۶	—	—	۵۱۲	—	۱۵۹	—	۲۸.۵۰۰	—
سال ۲۰۰۹	—	۸	—	—	—	—	—	—	۴۵.۶۰۲	—	—	۱۳۰	—	۱۵۹	—	۳۳.۷۴۳	—
سال ۲۰۱۰	—	۵	—	—	—	—	—	—	۴۰.۷۹۸	۴	—	۶۱۵	—	۱۵۹	—	۳۶.۵۷۶	—
سال ۲۰۱۱	—	۷	—	—	—	—	—	—	۳۹.۱۹۳	۴	—	۹۰۹	—	۱۵۹	—	۳۸.۴۷۴	—
سال ۲۰۱۲	—	۶	—	—	—	—	—	—	۴۱.۳۱۸	—	—	۲۶۵۴	—	۱۵۹	—	۳۳.۹۰۷	—
سال ۲۰۱۳	مجموع پیکسل های هر کد در طول ۱۳ سال	۱۶۰ pixel	۳ pixel	صفر	صفر	صفر	۶ pixel	۳۶ pixel	۵۶۴/۴۲۴ pixel	۲۳ pixel	۱۳ pixel	۸/۹۵۳ pixel	صفر	۲۰۷۵ pixel	صفر	۴۴۳.۵۲۰ pixel	صفر
درصد سطح پوششی	۰/۰۱۵	۰/۰۰۰۲۸	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰۰۵۶	۰/۰۰۳۳۸	۷/۵۲/۹۴	۰/۰۰۲۱۶	۰/۰۰۱۲۲	۰/۸۴۰	۰/۰۰	۰/۱۹۵	۰/۰۰	۴/۴۱/۶۰	۰/۰۰



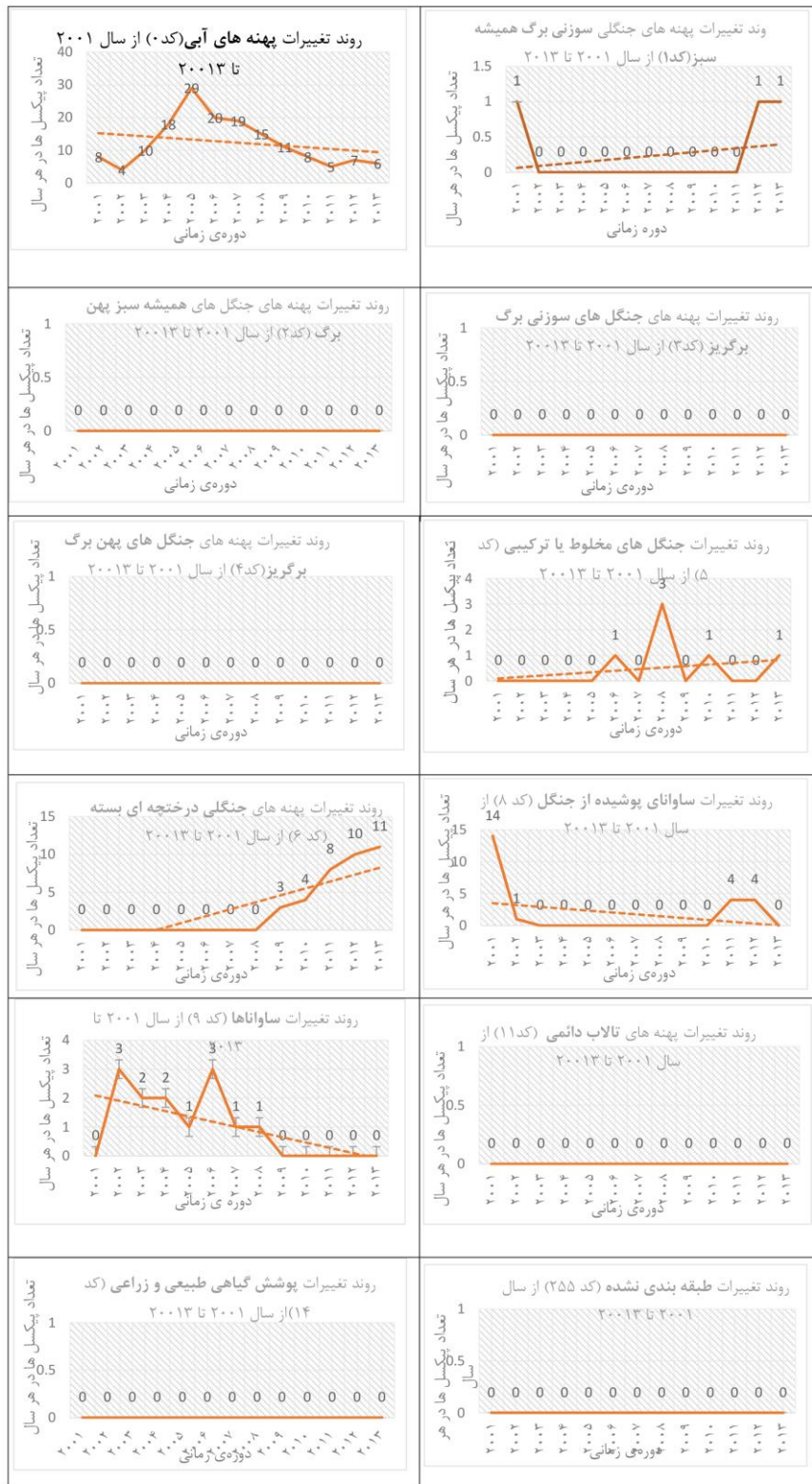




شکل ۳: نقشه‌های مستخرج از محصولات MODIS Land Cover در محدوده استان ایلام



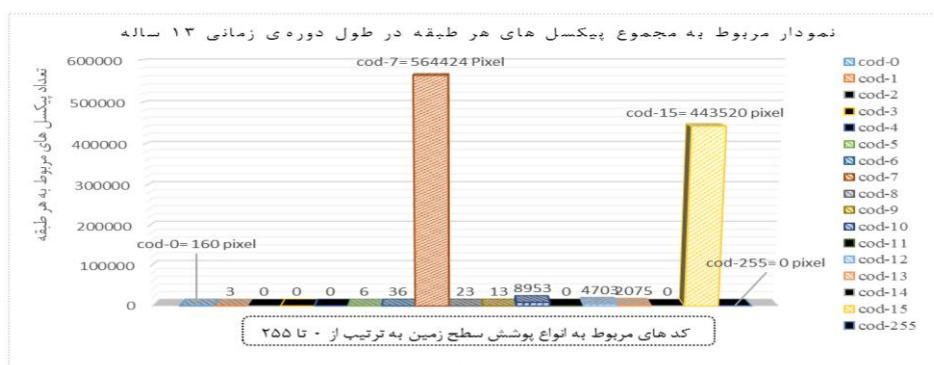




شکل ۴: مربوط به روند تغییرات طبقات مختلف پوشش سطح زمین (کدهای ۰ تا ۲۵۵) از سال ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۳ در استان ایلام

در تمام دوره کاهشی و در مقابل روند سطوح فاقد پوشش گیاهی افزایشی است. که این موضوع حاکی از روند صعودی تخریب سرزمین و کاهش یا از بین رفتن پوشش سطحی در منطقه است که در نقشه‌های استخراج شده و نمودارهای ترسیم شده به خوبی نشان داده شده است. در ادامه دیگر طبقات مربوط به سطوح پوششی در منطقه تغییرات چندانی نداشته و حتی بعضی طبقات ارزش یا مقدار آنها در طول ۱۳ سال دوره آماری صفر بوده و در محدوده مورد مطالعه ما رشد و نمو نداشته یا ارزش پیکسلی به خود اختصاص نداده- اند (شکل ۵).

در شکل ۵ مجموعه پیکسل‌های مربوط به هر کلاس را (کدهای ۰-۲۵۵) در طول دوره آماری ۱۳ ساله نشان می‌دهد. در این اشکال مشخص شده که کد ۷ یعنی پهنه‌های جنگلی درختچه‌ای باز با ۵۶۴۴۲۴ پیکسل (هر پیکسل  $50.0 \times 50.0 m^2$ ) بیشترین سطح محدوده مورد مطالعه را در بر گرفته است. و در رتبه دوم سطوح فاقد پوشش گیاهی و تخریب شده در طول ۱۳ سال مجموعاً تعداد ۴۴۳۵۲۰ پیکسل از سطح منطقه را پوشانده است. در نتیجه با توجه به این پوشش سطحی منطقه متعلق به پهنه‌های جنگلی درختچه‌ای باز از جمله بلوط، زالک و بادام کوهی و بوته‌ها می‌باشد. روند تغییرات این سطوح



شکل ۵: مجموعه پیکسل‌های مربوط به هر طبقه (کدهای ۰ تا ۲۵۵) از پوشش سطح زمین از ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۳

حاصل از تخریب پیشرفته زمین در اراضی دیم زراعی (کد ۱۲) خسارت‌های جبران ناپذیری به بار آورده است (شکل ۸ و ۹). همچنین در مناطق با پهنه‌های جنگلی باز (کد ۷) که عمدتاً بلوط، زالک و بادام کوهی است از تراکم آنها در سال-های اخیر در اثر خشکسالی، دخالت نابجای بشر، چرای مفرط و بیماری و آفت‌ها، کاسته شده و تخریب سرزمین در حال پیشروی به سمت شرق و مناطق مرکزی محدوده مورد مطالعه می‌باشد (شکل ۱۰).

در نهایت با توجه به بازدید میدانی به عمل آمده و با توجه به نقشه‌های تهیه شده از داده‌های سنجنده مودیس مشخص شد که در مناطق فاقد پوشش گیاهی در نوار غربی و جنوب غرب منطقه (کد ۱۵) تخریب سرزمین به مرحله بحرانی رسیده و باعث ایجاد اشکال ژئومورفولوژیکی از جمله فرسایش آبکندی (گالی زایی)، تافونی در ماسه سنگ‌های رو به باد و همچنین ایجاد فروچاله‌ها در حاشیه زمین‌های کشاورزی دیم شده است (شکل ۶ و ۷). در نیمه مرکزی منطقه به ویژه غرب و جنوب غرب فرسایش آبکندی و فروچاله‌های



شکل ۷: اشکال تافونی در اثر بیابانی شدن و بادهای حامل دانه‌های ماسه (کد ۱۵)



شکل ۶: گالی‌زایی در مناطق فاقد پوشش سطحی زمین که تخریب سرزمین به مرحله بحرانی رسیده است (کد ۱۵)



شکل ۹: ایجاد فرو چاله‌ها در سازند گچساران در مناطق فاقد پوشش گیاهی (کد ۱۲)



شکل ۸: گالی‌زایی و تخریب اراضی زراعی دیم در مناطق فاقد پوشش گیاهی (کد ۱۲)



شکل ۱۰: پهنه‌های جنگلی درختچه‌های باز که از تراکم آنها نسبت به دهه گذشته کاسته شده است (کد ۷).

### نتیجه‌گیری

تغییرات آنها در هر سال در اختیار ما قرار می‌دهد، مطالعه سری زمانی این محصولات می‌تواند اطلاعات مفیدی در راستای روند تخریب سرزمین در اختیار ما قرار دهد. به‌طور کلی در مرحله اول بعد از استخراج نقشه‌های پوشش سطح زمین در محیط GIS 10.2 جداول مربوط به هرکدام از نقشه‌ها (اطلاعات مربوط به انواع پوشش سطح زمین) از سال ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۳ به صورت فایل

در این مطالعه تولیدات MODIS (MCD12Q1) land cover- 500m از سال ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۳ را با هدف پایش تغییرات پوشش سطح زمین در راستای تخریب سرزمین در استان ایلام را مورد ارزیابی و تجزیه و تحلیل قرار داده‌ایم. با توجه به اینکه پایش تغییرات پوشش سطح زمین اطلاعاتی را در زمینه انواع پوشش سطح زمین و میزان

به نظر در سال‌های آیند مقادیر آنها افزایش یابد و بالعکس ساوانای پوشیده از جنگل و ساواناها در سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۰۷ وسعت کمی به خود اختصاص داده بودند که از سال ۲۰۰۷ به بعد گونه‌های این نوع منقرض شده و در سطح محدوده مورد مطالعه مشاهده نمی‌شود. سطوح آبی (کد صفر) در محدوده مورد مطالعه از سال ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۳ دستخوش تغییرات بسیار کمی بوده و فقط از سال ۲۰۰۴ تا ۲۰۰۸ وسعت سطوح آبی مقادیر بیشتری از دیگر سال‌ها را نشان می‌دهد. که حداکثر وسعت سطوح آبی در سال ۲۰۰۵ مقدار ۲۹ پیکسل (یعنی  $29 \times 500 \times 500 = 7250000 m^2$ ) را به خود اختصاص داده است. همچنین سطوح مربوط به مناطق شهری و مسکونی (کد ۱۳) از سال ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۳ همواره هر سال ۱۵۹ پیکسل از تمام محدوده مورد مطالعه را در بر گرفته و شاهد هیچگونه تغییر افزایشی یا کاهش‌ی در آن نمی‌باشیم. در نهایت جنگل‌های درختچه‌ای باز، چمنزار و مرتع، اراضی زراعی، مناطق بدون پوشش گیاهی (کدهای ۷، ۱۰، ۱۲ و ۱۵) به ترتیب هرکدام ۵۶۴۴۲۴، ۸۹۵۳، ۴۷۰۳۰ و ۴۴۳۵۲۰ پیکسل از سطح منطقه ۹۹/۷۸٪ به خود اختصاص داده‌اند. در بین این سطوح جنگل‌های درختچه‌ای باز با مقدار ۵۶۴۴۲۴ پیکسل و مناطق فاقد پوشش گیاهی با ۴۴۳۵۲۰ پیکسل، بیشترین مقدار پوشش سطح زمین را در منطقه به خود اختصاص داده‌اند. با توجه به نقشه‌های استخراج شده (نقشه‌های شماره ۲) مشخص شد که میزان طبقه فاقد پوشش گیاهی با کد ۱۵ که با رنگ زرد در نقشه‌ها مشخص شده است، اکثراً در غرب و جنوب غرب منطقه مورد مطالعه، یعنی زیر حوضه‌های دشت عباس غربی، دشت عباس

اکسل ذخیره گردید. و تمامی اطلاعات مربوطه در جدول ۴ آورده شد. در مرحله بعدی نمودار خطی و روند تغییرات مربوط به هرکدام از انواع پوشش سطحی برای فهم بیشتر نتایج از سال ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۳ در شکل ۴ آورده شده است. که این شکل-ها گویای تغییرات سالانه انواع پوشش سطح زمین و روند افزایشی یا کاهش‌ی گونه‌های مختلف پوشش سطح زمین می‌باشند. همچنین (شکل ۵) مربوط به مجموعه تغییرات دوره‌ای (۱۳ ساله) انواع پوشش سطحی زمین در طول ۱۳ سال نیز ترسیم شد که در آن تغییرات کلی پوشش سطح زمین و تعداد پیکسل‌های هرکدام از انواع پوشش سطحی در طول ۱۳ سال نشان داده شده است. در نهایت با توجه به نقشه و نمودارهای ترسیم شده از داده‌های پوشش سطح زمین سنجنده مودیس، مشخص شد که انواع گونه‌های جنگل-های همیشه سبز پهن برگ، جنگل‌های سوزنی برگ برگریز، جنگل‌های پهن برگ برگریز، تالاب دائمی، پوشش گیاهی طبیعی و زراعی و طبقه-بندی نشده‌ها، یعنی کدهای ۲، ۳، ۴، ۱۱، ۱۴ و ۲۵۵، در طول دوره زمانی ۱۳ ساله از سال ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۳ در محدوده مورد مطالعه هیچ پیکسلی به خود اختصاص ندادند و مقدار آنها در طول این زمان همواره صفر بوده است (شکل ۴). همچنین جنگل‌های همیشه سبز سوزنی برگ، جنگل‌های مخلوط یا ترکیبی، جنگل‌های درختچه‌ای بسته، ساوانای پوشیده از جنگل و ساواناها (کدهای ۱، ۵، ۶، ۸ و ۹) در طول بازه زمانی ۱۳ ساله حداقل مقادیر سطوح پوششی و پیکسلی یعنی به ترتیب ۳، ۶، ۳۶، ۲۳ و ۱۳ پیکسل به خود اختصاص داده‌اند. در این بین جنگل‌های درختچه‌ای بسته از سال ۲۰۰۹ به بعد در وسعت خیلی کمی شروع به رشد و نمو کرده و

سراسر منطقه مورد مطالعه وجود دارند. همچنین بازدید میدانی به عمل آمده از نقاط مختلف ادعای ما را در رابطه با این نتایج تایید می‌کند (شکل-های ۳-۷). با توجه به نتایج بدست آمد می‌توان نتیجه گرفت که محصولات Land Cover سنجنده مودیس با توجه به اینکه تغییرات انواع پوشش سطحی را در طول زمان ثبت و ارائه می‌دهند، می‌توانند به عنوان یکی از شاخص‌های مهم در مطالعه تخریب سرزمین، به خصوص در مناطق خشک و نیمه خشک به حساب بیایند. مثلاً یکی از کاربردهای این داده‌ها آگاهی از درصد مساحت مناطق مسکونی در یک منطقه است که از این طریق می‌توان به توسعه یا عدم توسعه و سمت و سوی پیشروی مناطق شهری پی برد. یا اینکه می‌توان فهمید که کدام نوع پوشش سطح زمین در منطقه دارای روندی کاهشی یا افزایشی است و اینکه کدام گونه‌های گیاهی در منطقه در حال انقراض می‌باشند. یا اینکه گونه‌های مهاجم در منطقه چند درصد پوشش سطح زمین را به خود اختصاص می‌دهند و در کدام نقاط گسترش یافته‌اند.

### سیاس‌گذاری

این مطالعه مستخرج از رساله دکتری رشته جغرافیای طبیعی اینجانب در دانشگاه سیستان و بلوچستان می‌باشد. همچنین این رساله و مقالات مستخرج از آن تحت حمایت صندوق حمایت از پژوهشگران کشور می‌باشد.

شرقی، چنانه، آبدانان، مهران، دهلران، صالح آباد و سومار متمرکز شده است. که در بعضی سال‌ها با توجه روند صعودی تخریب سرزمین در حال پیشروی به سمت مرکز و شرق منطقه می‌باشد. به‌طور مثال در طول ۱۳ سال دوره آماری مطالعه تغییرات پوشش سطح زمین، حداکثر میزان تخریب سرزمین و افزایش سطوح بدون پوشش گیاهی مربوط به سال ۲۰۰۵ با ۴۳۷۶۷ پیکسل بیشترین تخریب در منطقه صورت گرفته است. به‌طور کلی روند تغییرات سطوح بدون پوشش گیاهی در طول ۱۳ سال یک روند افزایشی را نشان می‌دهد و این می‌تواند یک موضوع نگران کننده به لحاظ تخریب سرزمین باشد. که باید با جدیت مورد توجه قرار گیرد. همان‌طور که از نقشه‌های تولید شده پیدا است، در مقابل روند تغییرات پهنه‌های جنگلی درختچه‌های باز در طول دوره مورد مطالعه یک روند کاهشی را نشان می‌دهد یعنی هر چه از سال ۲۰۰۱ به سمت سال ۲۰۱۳ پیش می‌رویم از میزان پیکسل‌های مربوط به سطوح درختچه‌ای باز که ۵۲/۹۴ درصد منطقه را به خود اختصاص داده‌اند، کاسته می‌شود و این مورد در مقایسه با روند افزایشی سطوح فاقد پوشش گیاهی یعنی تخریب سرزمین در منطقه صورت گرفته است (شکل ۳ و ۴). به‌طور کلی با توجه به نقشه‌ها، حداکثر پوشش سطحی اراضی زراعی در گوشه جنوب غربی و شمال شرقی، سطوح فاقد پوشش گیاهی در نوار غربی و جنوب غرب، درختچه‌های باز در نیمه شرقی، مراتع و چمنزارها و دیگر طبقات به صورت پراکنده در

### پانوش

1-LULC  
2-Land Cover/use  
3-Cropland

4-Land Cover Product  
5-Land Use/Land Cover  
6-Land Cover



فرسایش بادی و وقوع روزهای غبارآلود در منطقه شهریار، پژوهش‌های دانش زمین، شماره ۱۷، ص ۷۶-۸۸.

## منابع

- حسین‌زاده، م.م.، براتی، غ. و صابر نیا، ز.، ۱۳۹۳. اثرات تغییرات پوشش زمین و کاربری اراضی بر human well-being; synthesis, Washington, DC; World Resources Institute, Island Press.
- Cohen, W.B., Maier-sperger, T.K., Gower, S.T. and Turner, D.P., 2003. an improved strategy for regression of biophysical variables and Landsat ETM + data, Remote Sensing of Environment, v. 84, p. 561-571.
- Collins, J.B. and Woodcock, C.E., 1999. Geostatistical estimation of resolution-dependent variance in remotely sensed images, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, v. 65, p. 41-50.
- Coppin, P., Jonckheere, I., Nackaerts, K., Muys, B. and Lambin, E., 2004. Digital change detection methods in ecosystem monitoring: a review, International of thematic mapper data e the TM tasseled cap, Transactions on Geoscience and Remote, v. 25, p. 1565-1596.
- Di Gregorio, A., 2005. Land cover classification system: classification concepts and user manual: LCCS, Number 8. Food & Agriculture Organization, Rome, Italy.
- Dimiyati, M., Mizuno, K., Kobayashi, S. and Kitamura, T., 1996. An analysis of land use/ cover change using the combination of MSS Landsat and land use map - a case study in Yogyakarta, Indonesia, International Journal of Remote Sensing, v. 17, p. 931-944.
- Diouf, A. and Lambin, E., 2001. Monitoring land-cover changes in semiarid regions: remote sensing data and field observations in the Ferlo, Senegal, Journal of Arid Environments, v. 48, p. 129-148.
- Abercrombie, S.P. and Friedl, M.A., 2016. Improving the Consistency of Multitemporal Land Cover Maps Using a Hidden Markov Model, IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, v. 54(2), p. 703-713.
- Asner, G.P. and Lobell, D.B., 2000. A Bio geophysical approach for automated SWIR unmixing of soils and vegetation. Remote Sensing of Environment, v. 74, p. 99-112.
- Badreldin, N., Frankl, A. and Goossens, R., 2014. Assessing the spatiotemporal dynamics of vegetation cover as an indicator of desertification in Egypt using multi-temporal MODIS satellite images, Arabian Journal of Geosciences, v. 7(11), p. 4461-4475.
- Bartholomé, E. and Belward, A., 2007. GLC, 2000A new approach to global land cover mapping from Earth observation data, International Journal of Remote Sensing, 2007, v. 26, p. 1959-1977. DOI:10.1080/01431160412331291297.
- Bicheron, P., Defourny, P., Brockmann, C., Schouter, L., Vancutsem, C., Huc, M., Bontemps, S., Leroy, M., Achard, F. and Herold, M., 2008. GLOBCOVER Products Report Description and Validation Report; MEDIAS: Toulouse, France, p. 1-150.
- Boyd, D.S., Foody, G.M., Curran, P.J., Lucas, R.M. and Honzak, M., 1996. An assessment of Landsat TM middle and thermal infrared wavebands for the detection of tropical forest regeneration, International Journal of Remote Sensing, v. 17, p. 249-261.
- Carlos, C., Simon, H. and Mc Michael, A., 2005. Millennium Ecosystem Assessment (MEA), Ecosystems and

- Dowson, T.P., North, P.R.J., Plummer, S.E. and Curran, P.J., 2003. Forest ecosystem chlorophyll content: implications for remotely sensed estimates of net primary productivity, *International Journal of Remote Sensing*, v. 24, p. 611-617.
- Drake, N.A. and Vafeidis, A., 2004. A review of European Union-funded research into the monitoring and mapping of Mediterranean desertification, *Advances in Environmental Monitoring and Modelling*, v. 1(4), p. 1-15.
- Dregne, H.E., 2002. Land Degradation in the Drylands, *Arid Land Research and Management*, v. 16, p. 99-132.
- Dwivedi, R.S., Kumar, A.B. and Tewari, K.N., 1997. the utility of multi-sensor data for mapping eroded lands, *International Journal of Remote Sensing*, v. 18, p. 2303-2318.
- Foley, J.A., DeFries, R., Asner, G.P., Barford, C., Bonan, G. and Carpenter, S.R., 2005. Global consequences of land use, *Science*, v. 309, p. 570-574.
- Friedl, M.A., McIver, D.K., Hodges, J.C.F., Zhang, X.Y., Muchoney, D., Strahler, A.H., Woodcock, C.E., Gopal, S., Schneider, A., Cooper, A., Baccini, A., GAO, F. and Schaaf, C., 2002. Global land cover mapping from MODIS: algorithms and early results, *Remote Sensing of Environment*, v. 83, p. 287-302.
- Friedl, M., Sulla-Menashe, D., Tan, B., Schneider, A., Ramankutty, N., Sibley, A. and Huang, X., 2010. MODIS Collection 5 global land cover: Algorithm refinements and characterization of new datasets, *Remote Sensing of Environment*, v.114, p. 168-182.
- Friedl, M.A., 2010. "MODIS collection 5 global land cover: Algorithm refinements and characterization of new datasets," *Remote Sensing of Environment*, v. 114(1), p. 168-182.
- Gemmell, F., Vajo, J. and StrandStrom, M., 2001. Estimating forest cover in a boreal forest test site using thematic mapper from two dates, *Remote Sensing of Environment*, v. 77, p. 197-211.
- Gilabert, M.A., Garcia-Haro, F.J. and Melia, J., 2000. a mixture modeling approach to estimate vegetation parameters for heterogeneous canopies in remote sensing, *Remote Sensing of Environment*, v. 72, p. 328-345.
- Giri, C., Pengra, B., Long, J. and Loveland, T., 2013. Next generation of global land cover characterization, mapping, and monitoring, *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, v. 25, p. 30-37.
- Heikkonen, J. and Varfis, A., 1998. Land cover use classification of urban areas: a remote sensing approach, *International Journal of Pattern Recognition and Artificial Intelligence*, v. 12, p. 475-489.
- Jin, S. and Sader, S.A., 2006. comparison of time series tasseled cap wetness and the normalized difference moisture index in detecting forest disturbances, *Remote Sensing of Environment*, v. 94, p. 364-372.
- Kaptué Tchuenté, A.T., Roujean, J.L. and Faroux, S., 2010. ECOCLIMAP-II: An ecosystem classification and land surface parameters database of Western Africa at 1 km resolution for the African Monsoon Multidisciplinary Analysis (AMMA) project, *Remote Sensing of Environment*, v. 114, p. 961-976.
- Kiage, L.M., Liu, K.B., Walker, N.D., Lam, N. and Huh, O.K., 2007. 'Recent land-cover/use change associated with land degradation in the Lake Baringo catchment, Kenya, East Africa: evidence from Landsat TM and ETM+',



- International Journal of Remote Sensing, v. 28(19), p. 4285-4309. <http://dx.doi.org/10.1080/01431160701241753>.
- Latham, J., Cumani, R., Rosati, L. and Bloise, M., 2014. Global Land Cover SHARE (GLC SHARE); FAO: Rome, Italy, 40 p.
- Li, Y., Yu, H.Q., Zhang, Y.Z., Nyamdavaa, B. and Liu, G.Q., 2014. Use of Fallout Caesium-137 to Evaluate the Effectiveness of the FAO-LADA Approach for Assessing Soil Erosion-Induced Land Degradation in the Chinese Loess Plateau, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, p. 119-123.
- Lin, H., Wang, J., Ji, X., Bo, Y., Wang, D. and Wang, Z., 2008. Evaluation of MODIS Land Cover Product of East China, Published in: IGARSS 2008 - 2008 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium, DOI: 10.1109/IGARSS.2008.4779834.
- Lopes, P., Lourenço, P., Carvalhais, N. and Seixas, J., 2004. MODIS Land Cover Product Validation in the Iberian Peninsula, Published in: IGARSS 2003. 2003 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium, Proceedings (IEEE Cat. No.03CH37477), p. 1733-1735, DOI: 10.1109/IGARSS.2003.1294233.
- Lubchenco, J., 1998. Entering the century of the environment; a new social contract for science, Science, 279, p. 491-497.
- Metternicht, G.I. and Zinck, J.A., 1998. evaluating the information content of JERS-1 SAR and Landsat TM data for discrimination of soil erosion features, ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, v. 53, p. 254-265.
- Mishra, J.K., Joshi, M.D. and Devi, R., 1994. Study of desertification process in Aravalli environment using remote sensing techniques, International Journal of Remote Sensing, v. 15, p. 87-94.
- Moran, M.S., Clarke, T.R., Inoue, Y. and Vidal, A., 1994. estimating crop water deficit using the relation between surface-air temperature and spectral vegetation index, Remote Sensing of Environment, v. 49, p. 246-263.
- Muttitanon, W. and Trepathi, N.K., 2005. Land use/land cover changes in the coastal zone of Ban Don Bay, Thailand using Landsat 5 TM data, International Journal of Remote Sensing, v. 26, p. 2311-2323.
- NASA (National Aerospace Authority), 2014. Moderate-resolution imaging spectro radiometr (MODIS). Online at [http://modis.gsfc.nasa.gov/about/media/modis\\_brochure.pdf](http://modis.gsfc.nasa.gov/about/media/modis_brochure.pdf). Accessed 27 May 2014.
- Nemani, R.R., Pierce, L., Running, S. and Band, L., 1993. Forest ecosystem processes at the watershed scale: sensitivity to remotely-sensed leaf area index estimates, International Journal of Remote Sensing, v. 14, p. 2519-2534.
- Park, J.Y. and Suh, M.S., 2014. Characteristics of MODIS land-cover data sets over Northeast Asia for the recent 12 years (2001-2012), Korean Journal of Remote Sensing, v.30(4), p. 511-524. <http://dx.doi.org/10.7780/kjrs.2014.30>.
- Prince, S.D., 2002. Spatial and Temporal Scales for Detection of Desertification, In; Global Desertification; Do Humans Cause Deserts? Ed. Reynolds, J.F. and Stafford Smith D.M. Dahlem University Press, p. 23-40.
- Rahdari, G.R., Rahdari, M.R., Fakhireh, A.A., Shahyari, A.R. and Khosravi, H., 2013. GIS-based Monitoring and EWSs of Desertification (Case study;

- southeastern of Iran), *International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research*, v. 1(10), p. 1185-1198.
- Salvati, L. and Zitti, M., 2008. Regional convergence of environmental variables; empirical evidences from land degradation, *Ecological Economics*, v. 68(1), p. 162-168.
- Serveney, A. and Prat, C., 2003. Erosion extension of indurated volcanic soils of Mexico by aerial photographs and remote sensing analysis, *Geoderma*, v. 117, p. 54-60.
- Seto, K.C., Woodcock, C.E., Song, C., Huang, X., Lu, J. and Kaufmann, R.K., 2002. Monitoring land-use change in the Pearl River Delta using Landsat TM, *International Journal of Remote Sensing*, v. 23, p. 1985-2004.
- Skole, D. and Tucker, C.J., 1993. Tropical deforestation and habitat fragmentation in the Amazon: Satellite data from 1978–1988. *Science*, v. 260, p. 1905-1910.
- Sulla-Menashe, D. and Friedl, M.A., 2018. User Guide to Collection 6 MODIS Land Cover (MCD12Q1 and MCD12C1) Product, [https://lpdaac.usgs.gov/dataset\\_discovery/modis/modi\\_sproductstable/mcd12q1](https://lpdaac.usgs.gov/dataset_discovery/modis/modi_sproductstable/mcd12q1).
- Sulla-Menashe, D., Friedl, M.A., Krankina, O.N., Baccini, A., Woodcock, C.E., Sibley, A., Sun, G., Kharuk, V. and Elsakov, V., 2011. Hierarchical mapping of Northern Eurasian land cover using MODIS data. *Remote Sensing of Environment*, v. 115(2), p. 392-403.
- Tieszen, L.L., Reed, B.C. and Dejong, D.D., 1997. NDVI, C3 and C4 production, and distributions in Great Plains grassland land cover classes, *Ecological Applications*, v. 7, p. 59-78.
- Townsend, P.A., 2002. Relationships between forest structure and the detection of flood inundation in forested wetlands using C-band SAR, *International Journal of Remote Sensing*, v. 23, p. 443-460.
- Vandendorj, S., Gantsetseg, B. and Boldgiv, B., 2015. Spatial and temporal variability in vegetation cover of Mongolia and its implications, *Journal of Arid Land*, v. 7(4), p. 185-204.
- Vintrou, E., Desbrosse, A., Bégué, A., Traoré, S., Baron, C. and Lo Seen, D., 2012. Crop area mapping in West Africa using landscape stratification of MODIS time series and comparison with existing global land products, *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, v. 14, p. 83-93.
- Wilson, E.H. and Sader, S.A., 2002. Detection of forest harvest type using multiple dates of Landsat TM imagery. *Remote Sensing of Environment*, v. 80, p. 385-396.
- Wulder, M.A., White, J.C., Bentz, B.J. and Ebata, T., 2006. Augmenting the existing survey hierarchy for mountain pine beetle red-attack damage with satellite remotely sensed data, *The Forestry Chronicle*, v. 82, p. 187-2002.