

## The Effects of Land-Use Changes on the Temperature in a Watershed in the North of Ilam Province

Morteza Gheysouri<sup>1\*</sup>, Aref Saberi<sup>2</sup>, Attefeh Amiri<sup>3</sup> and Seyedeh Alemeh Sabbagh<sup>4</sup>

1. Ph.D. Student of Watershed Management, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Tehran, Iran
2. Ph.D. Student of Land Watershed Management and Engineering, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran
3. Ph.D. Student of Soil and Water Conservation, Faculty of Natural Resources, Shahrekord University, Shahrekord, Iran
4. Ph.D. Student of Environmental Science and Engineering, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

\*Corresponding author: m.gheysouri@ut.ac.ir

(Received: 26 October 2021

Revise: 16 November 2021

Accepted: 18 November 2021)

### Extended Abstract

**Introduction:** The surface of the earth is constantly changing due to various human activities (Wu *et al.*, 2021; Vijayana *et al.*, 2021). These changes may, in the most severe case, be related to land use pattern as a region (Gupta & Chatterjee, 2021). Land-use change and land cover (LULCC) is a general term for human land-use change (Daatakuloo *et al.*, 2021; Wang *et al.*, 2020). However, nowadays, global warming has become a global issue. Therefore, during the last four decades, the rapid growth of urbanization has caused the change and evolution of natural phenomena. These changes eventually cause changes in the earth's surface (Zandi *et al.*, 2019). The expansion of urbanization changes the energy received by the earth's surface, which can play a decisive role in meeting the needs of outdoor water and evapotranspiration in an area (Saher *et al.*, 2021). Therefore, the destruction of green space and agricultural use has an important role in the formation of thermal islands (Zandi *et al.*, 2019). Syahira *et al.* (2021) examined heat islands in an urban area due to land-use change and climate change in the Melbourne region of Australia and found that the thermal islands created were closely related to land change. Ren *et al.* (2021) showed that there are significant changes in urban and rural areas by examining satellite images of MODIS sensors for the relationship between thermal islands and urban land use in large Chinese cities. In other words, large urban areas of heat islands have expanded. The present study was conducted to investigate the effect of land use on temperature parameters in the northern watershed of Ilam province.

**Materials and Methods:** The northern watershed of Ilam province is located in the west of Iran. This area is about 7195.81 square kilometers. In terms of geographical coordinates, the study area is located at 45° 40' to 46° 53' east longitude and 32° 53' to 34° 02' north latitude. In this study, to determine the most effective land use on temperature changes, thermal islands and land-use changes for a period of six years (2014 to 2019) were extracted. The study used Landsat ETM and MODIS satellite data from the US Geological Survey. To prepare the training points, classification algorithms were used and for accuracy testing, high-resolution images of Google Earth were used.

**Random forest algorithm:** Currently, one of the best learning algorithms is the random forest algorithm. A stochastic forest algorithm is a nonparametric machine learning algorithm based on a bunch of decision trees. A large number of decision trees grow in the RF algorithm classification (AboTalebi *et al.*, 2017).

**A backup vector machine algorithm:** One of the capabilities of the backup machine is overcoming the problem of non-linear distribution of educational data. In this case, using kernel functions, data is transferred to a larger space in which better resolution is performed and the separating cloud screen is determined in that space (Ishaqi *et al.*, 2016).

**Results:** In the study area during the period, water use, rangeland, agricultural and garden lands increased by 0.15, 3.87, and 3.42 percent, respectively, and for other uses such as forests and barren lands, respectively 13.33 and showed a decrease of 0.11%. Among the studied year, most changes are in barren and urban campuses and forest lands. According to figures, land-use changes annually, and unlike many studies that consider long periods for studying land-use change suitable, these figures indicate annual land use changes. Temperature maps of the study area showed that the average temperature of the region in the base period (2014) was equal to 31.02°C, which at the end of the study period reached 31.88°C over six years, which is equal to 68. The temperature has increased by 0°C (Figure 3). In 2016, with the decrease of barren and urban lands, the temperature also decreased and reached 35°C. In 2014, the area of agricultural land use was 660.15 square kilometers, the temperature was 30.96, and with the increase of these lands in 1398, the temperature decreased from 43.25°C to 31.25°C. The temperature has increased with the increase of rangeland lands, but on the contrary, this situation has occurred in forest areas and with the decrease of forest lands, the temperature has increased.

**Discussion and Conclusion:** According to the obtained maps, it was found that most changes are in barren and urban campuses and forest lands. Wu *et al.* (2021) and Gupta & Chatterjee (2021) stated that one of the most important changes is the increase in urban (residential) use. Khidmatzadeh *et al.* (2021) introduced the trend of urbanization and reduction of vegetation and garden use, but by examining the thermal islands created in the obtained temperature maps, it was found that the average temperature of the region in the base period (2014) is equal to 31.02°C, which at the end of the study period reached 31.88°C over six years, which increased by 0.68°C. Khidmatzadeh *et al.* (2021) also showed the relationship between the increasing residential area and temperature changes in Urmia. Shabani *et al.* (2019) also introduced land-use change as one of the reasons for the increase in temperature in Saqez. With the increase of barren and urban lands, temperature changes have increased, but this rate has not always been constant so the temperature in 1393 for barren land use with an area of 321.47 square kilometers was equal to 34.97°C, which in the following year decreased to 31.12.67; the temperature has reached 35.26°C.

**Keywords:** Google Earth Engine, Land Use Change, MODIS, Thermal Islands.

**Citation:** Gheysouri, M., Saberi, A., Amiri, A. & Sabbagh, S. A. (2021). The effects of land-use changes on the temperature in a watershed in the north of Ilam province. *Integrated Watershed Management*, 1(1), 29-43. doi: 10.22034/iwm.2021.248157

### Copyrights:

Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted to Integrated Watershed Management. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>).



## بررسی اثرات تغییرات کاربری اراضی بر دمای حوزه آبخیز شمالی استان ایلام

مرتضی قیصوری<sup>۱\*</sup>، عارف صابری<sup>۲</sup>، عاطفه امیری<sup>۳</sup> و سیده عالمه صباغ<sup>۴</sup>

- ۱- دانشجوی دکتری مدیریت حوزه‌های آبخیز، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، تهران، ایران
- ۲- دانشجوی دکتری علوم و مهندسی آبخیزداری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران
- ۳- دانشجوی دکتری حفاظت آب و خاک، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران
- ۴- دانشجوی دکتری علوم و مهندسی محیط زیست، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

\*نویسنده مسئول: m.ghveysouri@ut.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۸/۲۷

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۰/۰۸/۲۵

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۸/۰۸

### چکیده

رشد سریع جمعیت، تغییرات کاربری اراضی و آلودگی‌های صنعتی و شهری در حال حاضر از جمله مشکلات جدی است که توسط انسان به محیط طبیعی اعمال شده است. از طرفی تغییر دمای سطح زمین عاملی برای ارزیابی کیفیت زیستگاه به‌شمار می‌آید که از تغییر کاربری زمین الگو می‌گیرد. بنابراین ضرورت دارد پیوستگی بین دوره‌های کوتاه مدت تغییر کاربری و دمای سطح زمین بررسی گردد. این پژوهش با بررسی اثر کاربری اراضی بر خصوصیات دمایی طی دوره آماری ۱۳۹۸-۱۳۹۳ در حوزه آبخیز شمالی استان ایلام در دو بخش کوهستانی-دشتی و موقعیت صنعتی با وجود صنایع نفت و گاز، نقش کاربری‌های مختلف را در منطقه مورد مطالعه بررسی می‌کند. برای تهیه نقشه‌های دما و کاربری اراضی از داده ماهواره‌های لندست سنجنده ETM و MODIS با دقت مکانی به ترتیب ۳۰ و ۲۵۰ متری در گوگل ارث انجین (Google Earth Engine) از روش‌های الگوریتم جنگل تصادفی و ماشین‌بردار استفاده شد. نتایج نشان داد که در طی شش سال مورد نظر، سطح کاربری‌های آب، مرتع، اراضی کشاورزی و باغی به ترتیب ۰/۱۵، ۳/۸۷ و ۳/۴۲ درصد افزایش و سایر کاربری‌ها مانند جنگل و اراضی بایر به ترتیب ۱۳/۲۳ و ۰/۱۱ درصد کاهش داشته‌اند. الگوریتم دمایی با استفاده از شاخص LST و ایجاد جزایر حرارتی نشان داد میانگین دمای منطقه در دوره پایه (سال ۱۳۹۳) معادل ۳۱/۰۲ درجه سانتی‌گراد بوده که در پایان دوره مورد بررسی به ۳۱/۸۸ درجه سانتی‌گراد رسیده و در طی شش سال ۰/۶۸ درجه سانتی‌گراد دما افزایش داشته است. با توجه به نتایج، اقلیم و کاربری اراضی متأثر از همدیگر بوده و هر کدام در ارتباط با دیگری اثرات خود را نشان می‌دهند.

واژه‌های کلیدی: تغییر کاربری اراضی، جزایر حرارتی، گوگل ارث انجین، MODIS.

استناد: قیصوری، م.، صابری، ع.، امیری، ع. و صباغ، س. ع. (۱۴۰۰). بررسی اثرات تغییرات کاربری اراضی بر دمای حوزه آبخیز شمالی استان ایلام. مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز، ۱(۱)، ۴۳-۲۹.

### حق چاپ:



حق چاپ برای نویسنده (گان) این مقاله محفوظ است. بر اساس قوانین انتشارات با دسترسی آزاد، تمام مطالعات چاپ شده در این مجله به صورت آزاد در وب سایت مجله برای عموم بدون پرداخت هزینه قابل دسترس است.

## مقدمه

فضای باز و تبخیر و تعرق در یک منطقه داشته باشد (Saher *et al.*, 2021)، به طوری که تخریب فضای سبز و کاربری کشاورزی نقش مهمی در تشکیل جزایر حرارتی دارند (Zandi *et al.*, 2020). یکی از عوامل مؤثر در این تغییرات، عدم تعادل تغییرات دمایی و منابع آب در هر منطقه است که در نتیجه باعث تغییر الگوی دمای سطح آن منطقه می‌شود (Chatterjee & Gupta, 2021). مدیریت پوشش گیاهی بومی در یک محیط شهری که به سرعت در حال گسترش است، نیازمند استراتژی‌های مدیریت زمین است که از این تأثیرات و چگونگی سازگاری گونه‌ها و جوامع با آب و هوای آینده آگاه باشد (Vijayana *et al.*, 2021)؛ بنابراین آشکارسازی مکانیسم محرک در پس تغییر کاربری زمین شهری، بینش عمیق‌تری را در مورد اثرات انسانی و بیوفیزیکی در فرآیند شهرنشینی تسهیل می‌کند و در نتیجه از توسعه پایدار شهری حمایت می‌کند (Wu *et al.*, 2021). اثر جزیره گرمایی شهری (UHI) یک پدیده گسترده است که به دلیل افزایش شهرنشینی، باعث می‌شود محیط حرارتی شهری با چالش روبه‌رو شود. اثر UHI ممکن است در طول موج‌های گرما (HWS) بدتر شود که ناشی از افزایش پیش‌بینی شده در رویدادهای آب و هوایی شدید در آینده به دلیل گرم شدن زمین باشد (Zou *et al.*, 2021). مطالعات متعددی در ارتباط با نقش تغییر کاربری اراضی و تغییرات دمایی در داخل و خارج کشور انجام شده از جمله Harmay و همکاران (۲۰۲۱) با بررسی جزایر گرمایی در منطقه شهری در اثر تغییر کاربری اراضی و تغییرات آب و هوایی منطقه ملبورن استرالیا مشاهده کردند که جزایر حرارتی ایجاد شده ارتباط زیادی با تغییر زمین دارند. Harmay و همکاران (۲۰۲۱) با بررسی تصاویر ماهواره‌ای سنجنده MODIS جهت ارتباط بین جزیر حرارتی و کاربری شهری در شهرهای بزرگ چین نشان دادند که تغییرات قابل توجهی در مناطق شهری و روستایی وجود دارد؛ به عبارتی در مناطق بزرگ شهری، جزایر گرمایی

سطح زمین در اثر فعالیت‌های انسانی پیوسته در حال تغییر است (Vijayana *et al.*, 2021; Wu *et al.*, 2021)؛ که این تغییرات در شدیدترین حالت ممکن می‌تواند با نوع کاربری زمین به صورت منطقه‌ای ارتباط داشته باشد (Chatterjee & Gupta, 2021). تغییر کاربری زمین و پوشش زمین (LULCC) یک اصطلاح کلی برای تغییر سطح زمین توسط انسان است (Daatakullo *et al.*, 2021). از طرفی الگوهای چشم‌انداز، تأثیر زیادی بر تنوع زیستی در اکوسیستم‌ها دارد (Yang, 2021) که با نقشه‌برداری مکانی-زمانی تغییرات پوشش زمین فرصت‌هایی برای درک بهتر روندها و محرک‌های تغییرات محیطی تعیین می‌شود و به شناسایی استراتژی‌های مدیریت پایدار زمین کمک می‌کند (Zhou *et al.*, 2021). این تغییرات در اثر فعالیت‌های مستقیم و غیرمستقیم انسانی در هنگام تأمین منابع ضروری به وجود می‌آید؛ بنابراین تحلیل این تغییرات اراضی برای مدیریت بهینه منابع طبیعی و تأمین معیشت بهتر ساکنان ضروری است (Daatakulloa, 2021). بسیاری از عوامل از بین رفتن زیستگاه، شهرنشینی همراه با تغییرات آب و هوایی در نهایت انقراض محلی را ایجاد کرده و منجر به از بین رفتن بسیاری از گونه‌های بومی شده است (Vijayana *et al.*, 2021). در عصر حاضر گرم شدن کره زمین تبدیل به یک مسئله جهانی شده است به طوری که طی چهار دهه اخیر رشد سریع شهرنشینی سبب تغییر و تحول پدیده‌های طبیعی شده است. این تغییرات در نهایت باعث تغییر در سطح زمین می‌شود (Zandi *et al.*, 2020). در مناطق شهری، بسته به پوشش زمین و به دلیل تغییرات کاربری‌ها، مناطقی با درجه حرارت بیشتر از سایر نواحی به وجود می‌آید (Pourfarzaneh *et al.*, 2012). همچنین گسترش شهرنشینی باعث تغییر انرژی دریافتی سطح زمین می‌شود که این عامل می‌تواند نقش تعیین‌کننده‌ای در تأمین نیازهای آب در

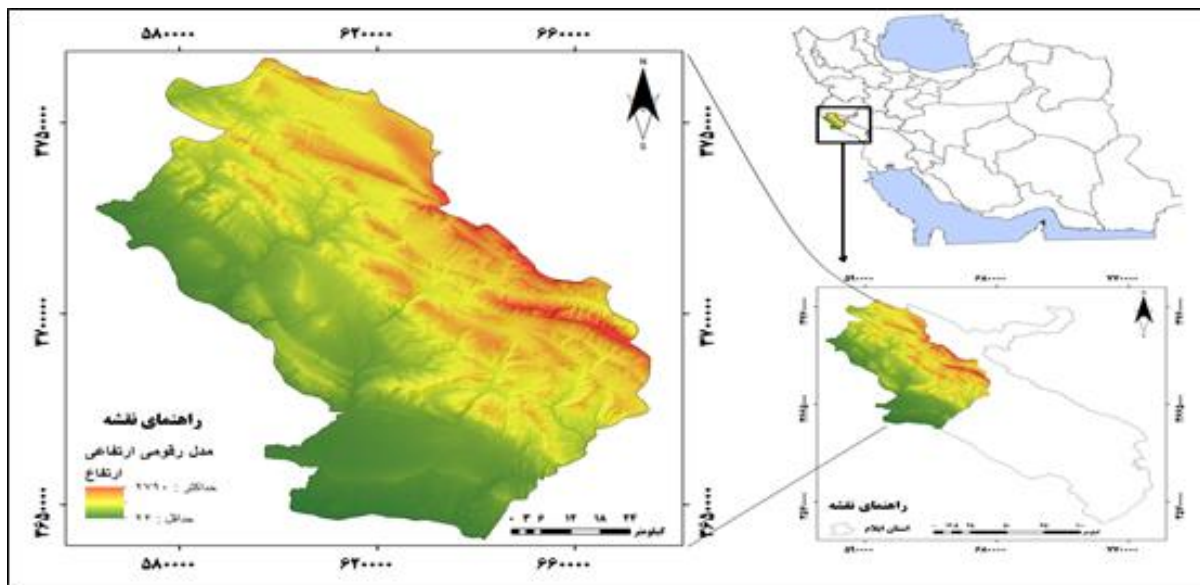
مناطق استراتژیک استان ایلام می‌باشد که متأسفانه مطالعات زیادی در این منطقه صورت نگرفته است.

### مواد و روش‌ها

#### معرفی منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد بررسی در این تحقیق، حوزه آبخیز شمالی استان ایلام است که در غرب کشور ایران قرار دارد. وسعت این حوزه در حدود ۷۱۹۵/۸۱ کیلومتر مربع است. از نظر مختصات جغرافیایی، حوزه مورد مطالعه در ۴۵ درجه و ۴۰ دقیقه تا ۴۶ درجه و ۵۳ دقیقه طول شرقی و ۳۲ درجه و ۵۳ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۲ دقیقه عرض شمالی قرار گرفته است. در منطقه مورد مطالعه چهار شهرستان ایلام، ایوان، ملکشاهی و مهران قرار گرفته است که قسمت‌های شمالی منطقه کوهستانی و بخش جنوبی منطقه دشتی می‌باشد. اقلیم منطقه مورد مطالعه، در قسمت‌های شمالی نیمه‌مرطوب، قسمت‌های میانه نیمه‌خشک و در بخش جنوبی خشک است. میانگین بارش سالانه ۴۵۸/۶۱ میلی‌متر است و دمای مطلق آن از ۶- تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد در تغییر می‌باشد. حداکثر ارتفاع منطقه مورد مطالعه بر اساس نقشه رقومی ارتفاع، ۲۷۹۰ متر و حداقل ۲۴ متر می‌باشد (شکل ۱).

گسترش داشته است. Zandi و همکاران (۲۰۲۰) برای بررسی و پیش‌بینی نقش تغییرات کاربری اراضی بر فرم جزایر حرارتی در مشهد از یک دوره زمانی ۱۹۹۸ تا ۲۰۱۶ از CA مارکوف استفاده و مشاهده کردند که جزایر حرارتی از نظر تعداد و وسعت در سال ۱۹۹۸، وسعت و دمای کمتری نسبت به سال ۲۰۱۶ دارد. Kazemi و همکاران (۲۰۲۰) در مطالعه‌ای به بررسی تأثیر تغییرات کاربری اراضی در شهر میناب بر تغییرات جزایر حرارتی شهر (UHI) و روش جنگل تصادفی و آمار فضایی بر روی تصویر TM و OLI پرداختند. نتایج نشان داد که تغییر کاربری اراضی نقش مهمی در ایجاد جزایر حرارتی داشته است. Asadi و همکاران (۲۰۲۰) با بررسی تأثیرات کاربری زمین و پوشش گیاهی بر جزایر گرمایی شهری با استفاده از سنجه‌های سیمای سرزمین در منطقه ۶ تهران، بیان کردند که علاوه بر نقش اصلی کاربری صنعتی باید نقش انسان به صورت کلی در ایجاد مشکلات دمایی بررسی گردد. بر اساس مطالب بیان شده، تحقیق حاضر به بررسی اثر کاربری‌های اراضی بر پارامتر دمایی در حوزه آبخیز شمالی استان ایلام پرداخته است. این حوزه به دو بخش کوهستانی و دشتی تقسیم می‌شود و به دلیل وجود صنایع نفتی و گازی جزء



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه  
Figure 1- Location of the study area

طبقه‌بندی نظارت شده می‌باشد. امروزه با گسترش داده‌های تصویری رایگان، با وضوح بالا و با دقت مکانی بالای گوگل ارث<sup>۲</sup> بخش قابل‌توجهی از مراجعات هزینه‌بر به عرصه کاهش یافته است، به طوری که متخصص آشنا به منطقه می‌تواند با مراجعه به این تصاویر نسبت به تهیه نمونه‌ها اقدام کند (Ozdogan, 2015).

به منظور تهیه نقاط آموزشی از الگوریتم‌های طبقه‌بندی و برای آزمون صحت، از تصاویر با وضوح بالای گوگل ارث استفاده شد. این نقاط آموزشی توسط کارشناس آشنا به منطقه، به صورت تصادفی، با پراکنش و تعداد مناسب بسته به وسعت کلاس‌های کاربری (پهنه آبی، زراعت و باغبانی، جنگل، مرتع، اراضی بایر و شهری) تهیه شد. در جدول ۱ مشخصات تصاویر مورد استفاده نشان داده شده است.

در مطالعات مربوط به تغییرات اقلیمی، بخش مهمی که بیشترین تأثیرپذیری را نسبت به تغییرات اقلیمی نشان می‌دهد تغییر کاربری اراضی است. با توجه به این که تغییرات اقلیمی در یک فاصله زمانی طولانی مدت اثرات خود را در یک منطقه به جا می‌گذارد؛ تغییر نوع کاربری این اثرات را به طور نامحسوسی بر اقلیم یک منطقه گذاشته است و باعث ایجاد میکرواقلیم‌های متفاوت در یک منطقه خواهند شد؛ بنابراین در این مطالعه به منظور بررسی تعیین مؤثرترین کاربری اراضی بر تغییرات دمایی، جزایر حرارتی و تغییرات کاربری اراضی برای یک دوره شش ساله (۱۳۹۳ تا ۱۳۹۸) استخراج شد. در این پژوهش از داده ماهواره‌ای لندست سنجنده ETM و MODIS که از سایت زمین شناسی آمریکا<sup>۱</sup> اخذ شده، استفاده گردید. تهیه نمونه‌های آموزشی و واقعیت زمینی امری ضروری در

جدول ۱- مشخصات تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده

Table 1- Characteristics of satellite images used

دقت مکانی (متر) Location accuracy (m)	نام سنجنده Sensor name	شماره باند Band number	تاریخ ارائه تصویر Date of image submission	نوع تصویر Image type
30×30	لندست ۸	لندست ۷	April 2013-2019	ETM
250		مودیس	April 2013-2019	پوشش زمین Earth cover
250		مودیس	2013-2019	MOD11A2

تصحیح پراکنش اتمسفری و تصحیح هندسی از نوع سیستماتیک استفاده می‌شود (Shalaby & Tateishi, 2007). از آنجایی که تصاویر مربوط به زمان‌های مختلف بوده و بازیابی ارتفاعی و نحوه تهیه آن‌ها مختلف می‌باشند، نیاز است که تصحیحات رادیومتریک و جوی بر روی تصاویر صورت گیرد. پس از اعمال تصحیح اتمسفریک، وضوح تصویر به میزان قابل‌ملاحظه‌ای افزایش می‌یابد. برای انجام تصحیح اتمسفری تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده، از روش فیلتر تفریق تاریک<sup>۳</sup> استفاده گردید و میزان درصد ابر به میزان ۵ درصد کاهش یافت. برای بهبود نقشه کاربری اراضی با استفاده از کدنویسی در محیط گوگل ارث انجین، تصاویر لندست

### استخراج تغییرات کاربری اراضی

تغییرات کاربری اراضی، با استفاده از سامانه گوگل ارث انجین، برای بازه زمانی ۱۳۹۳ تا ۱۳۹۸ به صورت سالانه استخراج شد. بدین منظور با استفاده از تصاویر MODIS Landcover ابتدا تغییرات کاربری اراضی اولیه استخراج شد. با توجه به این که کاربری استخراج شده به این روش، دارای پیکسل سبزه بالا بوده و دارای دقت کمتری نسبت به تصاویر لندست می‌باشد، قبل از تجزیه و تحلیل اطلاعات ماهواره‌ای لازم است تصحیحاتی بر روی تصاویر خام صورت گیرد. در سنجش از دور خطاهای داده‌های خام، خطاهای ناشی از سنجنده و اثرات جوی می‌باشد که جهت تصحیح خطا نیز از روش

3. Dark Subtract

1. United States Geological Survey  
2. Google Earth Engine

این رو می‌تواند در تجزیه و تحلیل داده‌های ماهواره‌ای مورد استفاده قرار گیرد (Basukala *et al.*, 2019; Canty, 2019).

### الگوریتم ماشین بردار پشتیبان

ماشین بردار پشتیبان نیز از جمله الگوریتم‌های یادگیری ماشین ناپارامتری است که در تعریفی ساده الگوریتمی است که به وسیله یک ابرصفحه جداکننده که روی داده‌های آموزشی تعریف می‌شود، دو کلاس خاص از هم جدا و مشخص می‌شوند (Fathizad *et al.*, 2017). از جمله قابلیت‌های ماشین بردار پشتیبان، توانایی غلبه بر مشکل توزیع غیرخطی داده‌های آموزشی است. در این حالت با استفاده از توابع کرنل، داده‌ها به فضایی به بعد بزرگ‌تر انتقال می‌یابند که در آن تفکیک پذیری بهتر انجام می‌شود و ابرصفحه جداکننده در آن فضا تعیین می‌شود. در سنجش از دور کاربردی، کرنل تابع پایه شعاعی ( $RBF^2$ ) گوسی از نظر کارایی و زمان پردازش مناسب با ارزش است (Eshaghi & Shataee joybari, 2016). تابع کرنل پایه شعاعی گوسی به صورت رابطه ۱ تعریف شده است:

$$K(x_i, x) = \exp(-g|x_i - x|^2) \quad (1) \text{ رابطه ۱}$$

در این معادله،  $K(x_i, x)$  کرنل است که تشابه بین نمونه  $X_i$  و بردار پشتیبان  $X_j$  را تعریف می‌کند. این‌ها ضریب غیرصفر پیکسل‌هایی  $\alpha_j$  را نشان می‌دهند. ضریب  $Y_j$  وکتور پشتیبان برای نمونه‌هایی که طبقه مثبت دارند، +۱ و برای آن‌هایی که طبقه منفی دارند، -۱ است.  $X_i$  و  $X_j$  نشان‌دهنده‌ی بردار مؤلفه‌ی  $\alpha_m$  و  $\alpha_n$  است. و در این معادله  $g$  مقدار گاما است.

### استخراج تغییرات دمایی

در این مطالعه به منظور استخراج جزایر حرارتی در سال‌های مختلف، با استفاده از شاخص  $LST^3$  دمای سالانه هر دوره به دست آمد. به منظور برآورد درجه حرارت سطح زمین از الگوریتم استخراج دمای سطح زمین  $LST$  استفاده شد. اندازه‌گیری  $LST$  شامل داده‌های زمینی مانند داده‌های پوشش زمینی (توان

فراخوانی شد و از الگوریتم جنگل تصادفی، ماشین بردار پشتیبان، کاربری اراضی برای دوره زمانی مورد نظر استخراج شد. هدف استفاده از تصاویر MODIS در این بخش، آموزش الگوریتم جهت طبقه‌بندی بود. در نهایت چهار کاربری اراضی شامل پهنه آبی، زراعت و باغبانی، جنگل، مرتع و اراضی بایر و شهری برای منطقه مورد مطالعه استخراج گردید.

### الگوریتم جنگل تصادفی

در حال حاضر یکی از بهترین الگوریتم‌های یادگیری، الگوریتم جنگل تصادفی می‌باشد. الگوریتم جنگل تصادفی یک الگوریتم یادگیری ماشین ناپارامتری مبتنی بر دسته‌ای از درخت‌های تصمیم است. تعداد بسیاری درخت تصمیم در طبقه‌بندی الگوریتم  $RF^1$  رشد می‌یابند (Abo-Talebi *et al.*, 2018). پیکسل یا پدیده طبقه‌بندی نشده با توجه به ویژگی‌های همراه خود در یک کلاس گنجانده می‌شود که این امر با عبور دادن پیکسل از میان  $X$  درخت تصمیم انجام می‌شود به گونه‌ای که تعلق پیکسل به یکی از کلاس‌ها در میان درختان تصمیم به رأی گذاشته می‌شود و هر درخت تصمیم رأی خود را در مورد گنجاندن پیکسل در یک کلاس گزارش می‌دهد. الگوریتم جنگل، پیکسل را به کلاسی که دارای بیشترین شباهت به سایر پیکسل‌های جنگل باشد، اختصاص می‌دهد. درختان تصمیم‌گیری به صورت منفرد از مجموعه نمونه آموزشی (مجموعه آموزشی کیسه) رشد می‌کنند. با  $N$  بار نمونه‌گیری و با جایگزینی دوسوم از مجموعه داده‌های اصلی برای آموزش، یک درخت ایجاد می‌شود و در این حالت  $N$  تعداد نمونه‌ها در مجموعه داده‌های اصلی است. بدین طریق با نمونه‌گیری جایگزین، یک سوم از باقیمانده داده‌هایی که برای ساخت و آموزش الگوریتم مدل تفکیک شده بود در آموزش درخت دخالت نخواهند شد و از کیسه کنار گذاشته می‌شوند تا برای صحت‌سنجی درونی الگوریتم مورد استفاده قرار گیرند. کارایی  $RF$  در مورد مجموعه‌های بسیار بزرگ به اثبات رسیده است از

3. Land Surface Temperature

1. Random Forest  
2. Radial Base Function

## نتایج

### بررسی تغییرات کاربری اراضی

در این مطالعه تغییرات کاربری اراضی برای شش سال (۱۳۹۸-۱۳۹۳) استخراج شد. با توجه به جدول ۲، در منطقه مورد مطالعه در طی این دوره کاربری‌های اراضی آب، مرتع، کشاورزی و باغی به ترتیب ۰/۱۵، ۳/۸۷ و ۳/۴۲ درصد افزایش سطح و سایر کاربری‌ها مانند جنگل و اراضی بایر به ترتیب ۱۳/۳۳ و ۰/۱۱ درصد کاهش سطح نشان می‌دهد. در بین سال‌های مورد بررسی بیشترین تغییرات در بین کاربری‌های بایر و شهری و اراضی جنگلی می‌باشد.

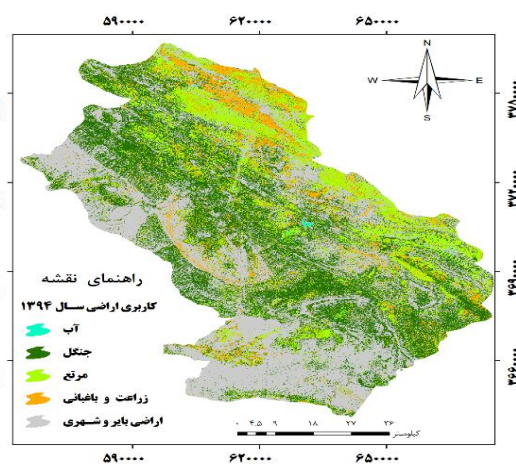
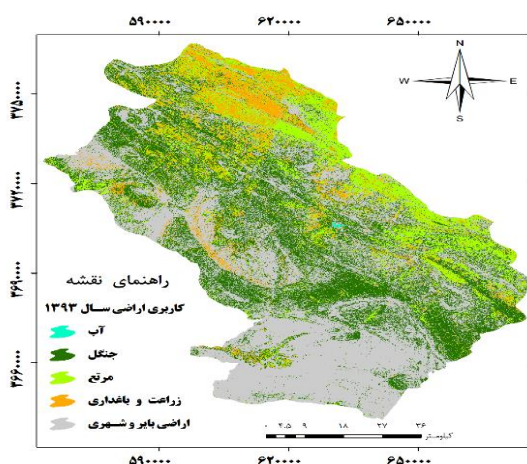
تشعشع سطحی، نوع پوشش زمین و درصد ترکیب واحدهای پوشش است. برای استخراج دمای سطحی زمین از سنجنده MODIS (MODIS/006/MOD11A2) استفاده شد. در این روش با استفاده از سامانه گوگل ارث انجین تغییرات دمای روز و شب به دست آمد و در نهایت دمای سطحی زمین برای محدوده مورد مطالعه استخراج شد. بعد از تهیه نقشه تغییرات کاربری اراضی و دمای سطحی زمین در محدوده مورد مطالعه در نرم‌افزار ArcMap برای هر کاربری تغییرات دمایی متناسب با سطح هر کاربری استخراج شد.

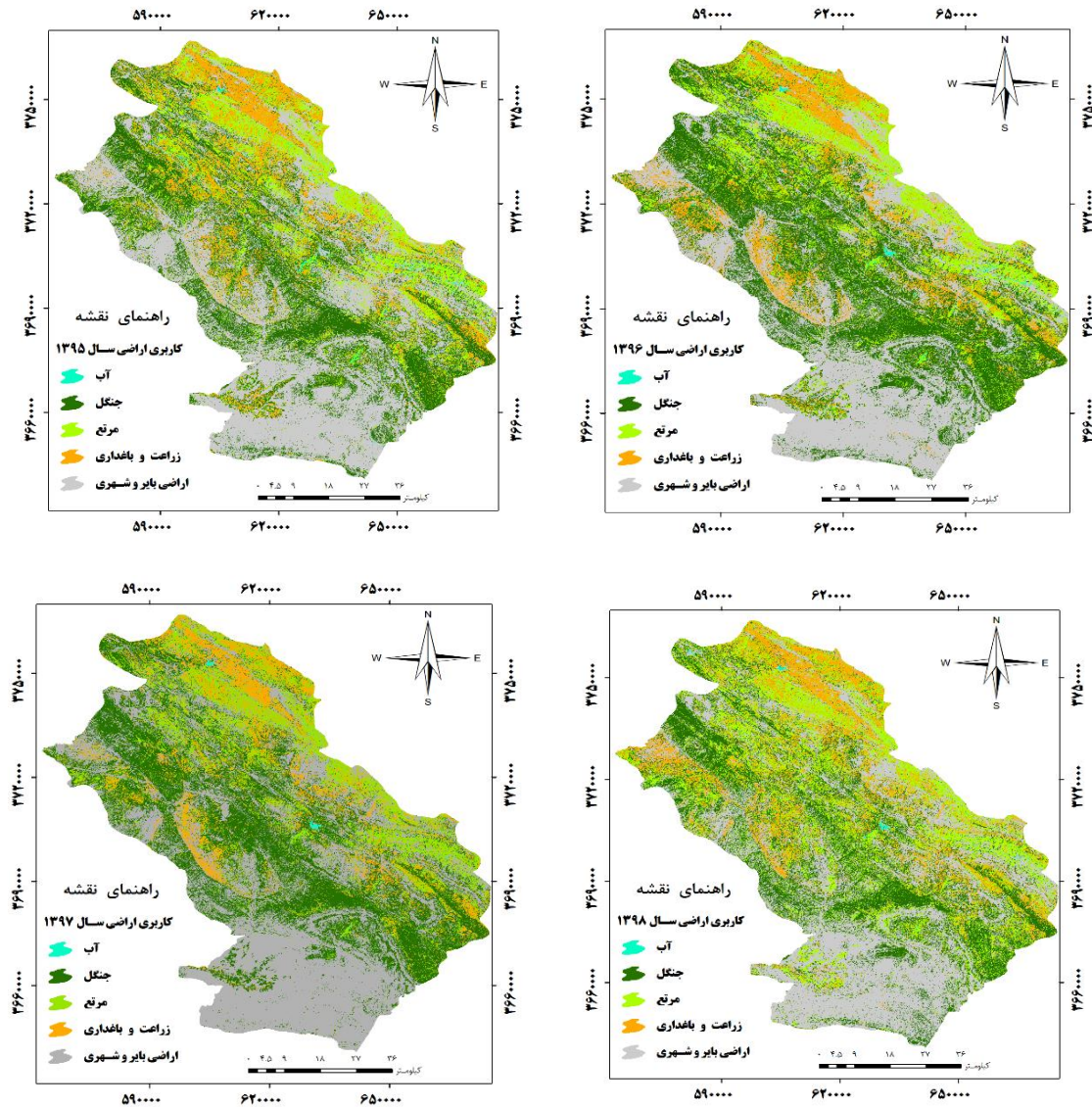
جدول ۲- درصد تغییرات کاربری اراضی در منطقه مورد مطالعه در بازه زمانی ۱۳۹۳-۱۳۹۸  
Table 2- Percentage of land use changes in the study area in the period 2014-2019

کاربری زمین Land use	2014	2015	2016	2017	2018	2019	درصد تغییرات Percent change
آب Water	0.04	0.16	0.14	0.41	0.16	0.20	0.15
جنگل Forest	30.85	31.63	28.49	33.61	32.58	20.17	-13.33
مرتع Rangeland	14.90	16.33	15.99	16.58	15.42	21.53	3.87
کشاورزی و باغی Agriculture and horticulture	9.17	8.44	13.69	11.86	10.80	14.51	3.42
اراضی بایر و شهری Desert and urban lands	45.05	43.44	41.69	37.27	41.03	37.59	-0.11

زمانی طولانی مدت را جهت بررسی تغییرات کاربری اراضی مناسب می‌دانند، در این پژوهش تصاویر بیانگر اختلافاتی در سطوح تغییرات کاربری اراضی به صورت سالانه است.

در شکل‌های ۲، تغییرات کاربری اراضی در سال‌های مختلف نشان داده شده است. با توجه به این شکل‌ها، کاربری‌های مختلف به صورت سالانه دارای تغییر می‌باشند و برخلاف بسیاری از مطالعات که بازه‌های

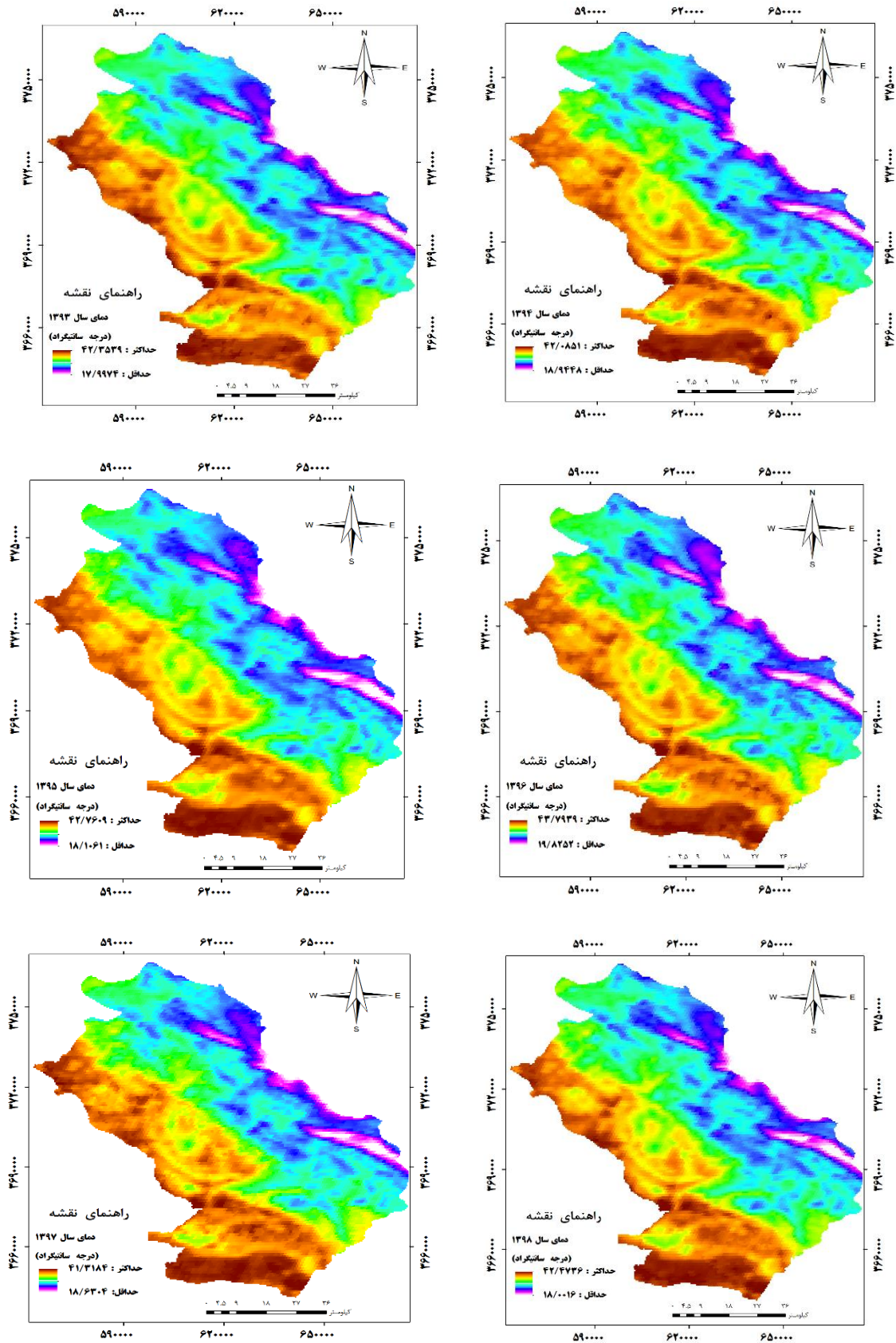




شکل ۲- تغییرات کاربری اراضی حوزه آبخیز شمالی استان ایلام در سال‌های ۱۳۹۳-۱۳۹۸  
 Figure 2- Land use changes in the northern watershed of Ilam province from 2014 to 2019

نقش‌های دمایی منطقه مورد مطالعه، میانگین دمای منطقه در دوره پایه (سال ۱۳۹۳) معادل  $31/02$  درجه سانتی‌گراد بوده که در پایان دوره مورد بررسی به  $31/88$  درجه سانتی‌گراد در طی شش سال رسیده است که به‌اندازه  $0/68$  درجه سانتی‌گراد دما افزایش داشته است (شکل ۳). با توجه به شکل‌های نشان داده شده در قسمت‌های میانی حوزه، بخش کوهستانی به‌صورت یک مرز دمایی عمل نموده و دمای حوزه شمالی را چند درجه نسبت به دامنه جنوبی کاهش داده است.

بخش مهمی که در این پژوهش مدنظر قرار گرفته است، بررسی و نقشی می‌باشد که تعیین‌کننده تغییر هر کاربری اراضی بر دمای منطقه طی سال‌های مورد بررسی است. بدین منظور با استفاده از شاخص LST تغییرات دمایی (جزایر حرارتی) برای منطقه مورد مطالعه استخراج شد و سپس در بخش بعدی با استفاده از جداسازی دما بر اساس کاربری‌های مورد بررسی، تغییرات دمایی ناشی از تغییرات کاربری اراضی برای منطقه مورد مطالعه به‌دست آمد (جدول ۳). بر اساس

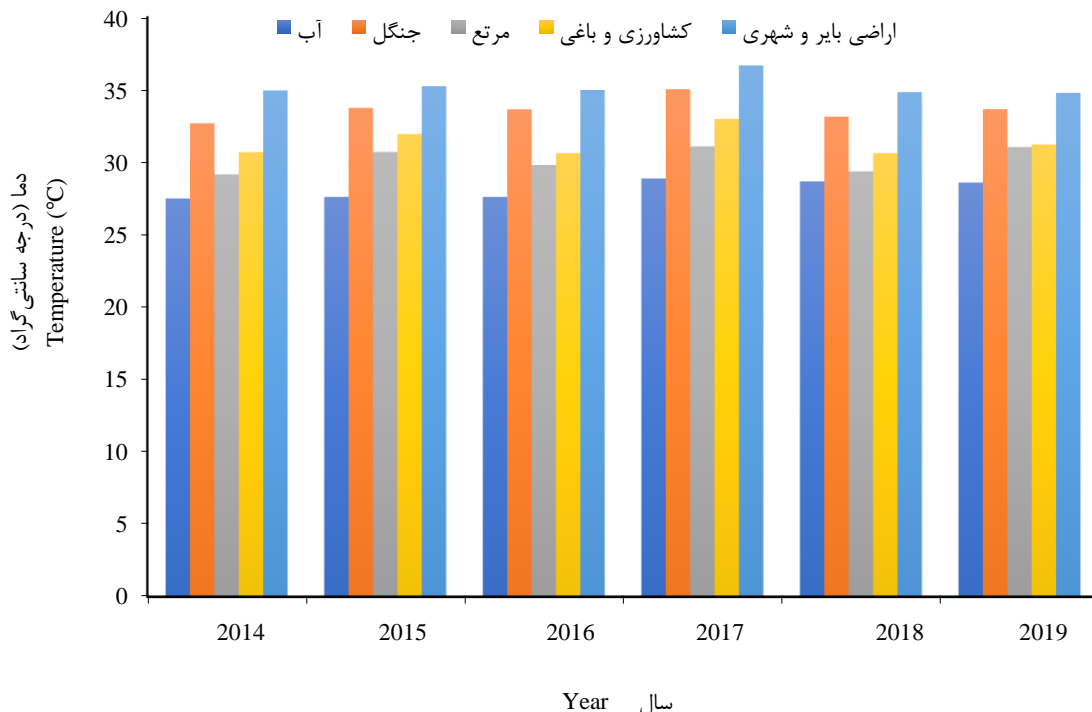


شکل ۳- تغییرات دمایی حوزه آبخیز شمالی استان ایلام در سال‌های ۱۳۹۸-۱۳۹۳

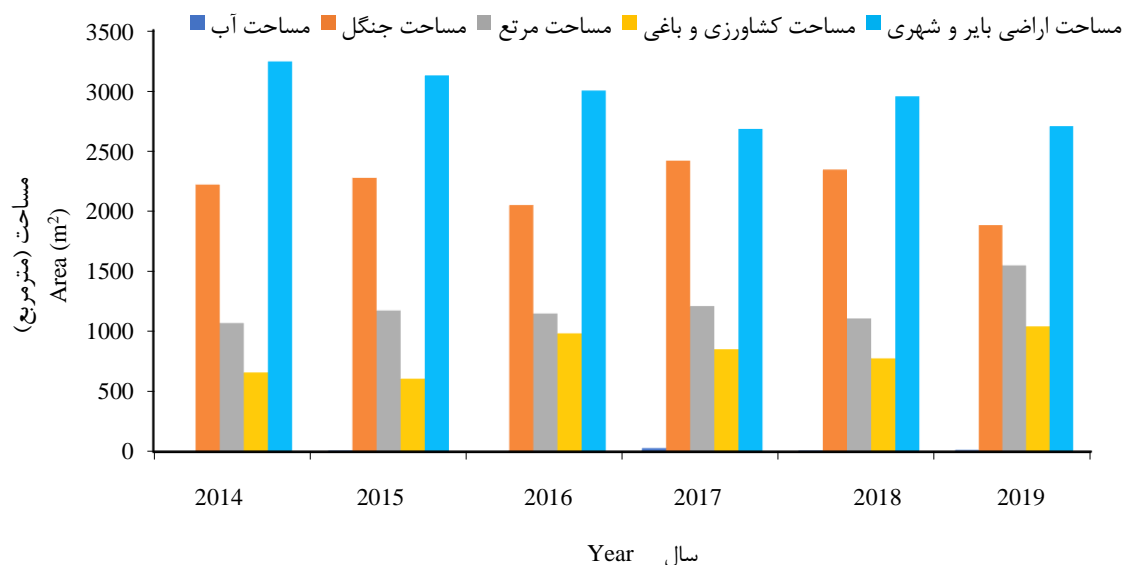
Figure 3- Temperature changes in the northern watershed of Ilam province from 2014 to 2019

در این موارد دما از نوع کاربری پیروی نکرده و نقش توپوگرافی، خشک‌سالی و ترسالی عامل تعیین کننده است که نشان‌گر عوامل دیگری غیر از دما در این حوزه است. روند افزایش دما در سایر کاربری‌ها نیز وجود دارد و یک جهش دمایی را نشان می‌دهد. به‌طور مثال در سال ۱۳۹۵ با کاهش اراضی بایر و شهری، دما نیز کاهش یافته و به ۳۵ درجه سانتی‌گراد رسیده است. به‌طوری‌که در ۱۳۹۳ مساحت کاربری کشاورزی ۶۶۰/۲ کیلومترمربع و دما ۳۰/۹ سانتی‌گراد بوده و با افزایش این اراضی در سال ۱۳۹۸ به میزان ۱۰۴۳/۸ کیلومترمربع، دما به ۳۱/۳ درجه سانتی‌گراد رسیده است. با افزایش اراضی مرتعی دما افزایش یافته است ولی برعکس این حالت در مناطق جنگلی اتفاق افتاده است و با کاهش اراضی جنگلی دما افزایش داشته است. در سال ۱۳۹۳ مساحت کاربری جنگلی معادل ۲۰۴۱۰/۲ کیلومترمربع بوده و در این سال دما ۳۳/۴۴ درجه سانتی‌گراد بوده و در سال ۱۳۹۸ با کاهش اراضی جنگلی به ۱۸۸۳/۴ کیلومترمربع، دما به ۳۳/۷ درجه سانتی‌گراد رسیده است.

پس از تعیین دمای حوزه مورد مطالعه، به‌منظور بررسی اثر تغییرات کاربری اراضی بر دما در سال‌های مختلف، با استفاده از نرم‌افزار ArcMap، دمای هر کاربری در سال‌های مختلف استخراج شد. بر اساس شکل ۴، تغییرات دما در اراضی بایر و شهری و زراعی نسبت به سایر کاربری‌ها دارای نوسانات زیادی بوده است و در سال ۱۳۹۵ با این‌که منطقه مورد مطالعه از نظر اقلیمی در سطح نرمالی قرار داشته است، دما در تمام کاربری‌ها دچار تغییر شده است که جهت اثبات این موضوع مساحت هر کاربری و تغییرات دمایی به تفکیک در دو شکل ۴ و ۵ نشان داده شده است. بر اساس شکل‌های نشان داده شده، با افزایش اراضی بایر و شهری، تغییرات دمایی افزایش یافته ولی این نرخ همیشه ثابت نبوده است به‌طوری‌که دما در سال ۱۳۹۳ برای کاربری بایر با مساحت معادل ۳۲۴۱/۴۷ کیلومترمربع برابر ۳۴/۹۷ درجه سانتی‌گراد بوده است که در سال بعد با کاهش این سطح به ۳۱۲۵/۶۷ کیلومترمربع، دما به ۳۵/۲۶ سانتی‌گراد رسیده است که



شکل ۴- نمودار تغییرات دمایی براساس نوع کاربری در حوزه آبخیز شمالی استان ایلام در سال های ۱۳۹۳-۱۳۹۸  
 Figure 4- Diagram of temperature changes based on the type of use in the northern watershed of Ilam province from 2014 to 2019



شکل ۵- نمودار تغییر کاربری در حوزه آبخیز شمالی استان ایلام در سال‌های ۱۳۹۳-۱۳۹۸

Figure 5- Diagram of land use change in the northern watershed of Ilam province from 2014 to 2019

دمایی ارتباط معنی‌داری وجود ندارد ولی همبستگی مثبتی وجود دارد که یکی از دلایل آن ناشی از جذب اشعه فرابنفش توسط رنگیزه‌های فتوسنتزی گیاهی است که باعث بالا رفتن دما در اراضی کشاورزی و مرتعی می‌شود. در بسیاری از مطالعات مربوط به کاربری اراضی بخش مهمی که نقش تعیین‌کننده دارد، تعیین تأخیر زمانی مربوط به کاربری اراضی می‌باشد. با توجه به دوره انتخابی در این پژوهش، کاربری اراضی در بازه‌های زمانی سالانه بر دما تأثیرگذار بوده و پارامترهای اقلیمی منطق مورد مطالعه را تغییر داده است؛ بنابراین اقلیم و کاربری اراضی متأثر از همدیگر بوده و هر کدام در ارتباط با دیگری اثرات خود را نشان می‌دهند.

ارتباط بین کاربری اراضی با دما در طول دوره آماری در جدول ۳ نشان داده شده است. بر اساس جدول ۳ در طول دوره آماری بین کاربری‌های جنگلی و منابع آبی با تغییرات دمایی حوزه مورد مطالعه ارتباط معنی‌دار و معکوسی وجود داشته است، به طوری که با کاهش کاربری جنگلی و منابع آبی، میزان دما افزایش یافته است. برعکس این حالت در کاربری‌های کشاورزی، مرتعی و اراضی بایر دیده می‌شود، در این کاربری‌ها بین افزایش دما و کاربری کشاورزی و اراضی بایر به ترتیب ۰/۷۸ و ۰/۸۸ درصد ارتباط معنی‌داری مثبت وجود دارد که بیانگر افزایش دما ناشی از بالا رفتن سطح زیر کشت و اراضی بایر می‌باشد. بین کاربری مرتعی و تغییرات

جدول ۳- همبستگی بین تغییرات کاربری با تغییرات دمایی در طول دوره آماری

Table 3- Correlation between user changes with temperature changes during the statistical period

کاربری	land use	ضریب همبستگی Correlation	P value
آب	Water	-0.95**	0.001
جنگل	Forest	-0.88**	0.0036
مرتع	Rangeland	-0.78**	0.002
کشاورزی و باغی	Agriculture and horticulture	0.29	0.51
اراضی بایر و شهری	Desert and urban lands	-0.67**	0.04

\* و \*\*: به ترتیب معنی‌داری در سطح ۹۵ و ۹۹ درصد

\*, and \*\*: Significant at 95 and 99% probability levels, respectively

## بحث

منطقه اتفاق افتاده است. با افزایش اراضی بایر و شهری، تغییرات دمایی افزایش یافته ولی این نرخ همیشه ثابت نبوده است به طوری که دما در سال ۱۳۹۳ برای کاربری بایر با مساحت معادل  $3241/47$  کیلومتر مربع برابر  $34/97$  درجه سانتی گراد بوده است که در سال بعد با کاهش این سطح یعنی  $3125/67$  دما به  $35/26$  سانتی گراد رسیده است که در این موارد دما از نوع کاربری پیروی نکرده و نقش توپوگرافی، خشک سالی و ترسالی عامل تعیین کننده است؛ Hamzeh و همکاران (۲۰۱۸) نشان دادند که پوشش گیاهی به صورت مستقل در تغییرات دمایی مؤثر است و توپوگرافی نیز با اضافه کردن شیب و جهت دامنه‌ها ارتباط قوی تری برای ایجاد جزایر حرارتی پیدا می‌کند. روند افزایش دما در سایر کاربری‌ها نیز وجود دارد و یک جهش دمایی را نشان می‌دهد. به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که در سال ۱۳۹۳ مساحت کاربری کشاورزی  $660/15$  کیلومتر مربع و دما  $30/96$  سانتی گراد بوده و با افزایش این اراضی در سال ۱۳۹۸ به میزان  $1043/76$  کیلومتر مربع، دما به  $31/25$  درجه سانتی گراد رسیده است. با افزایش اراضی مرتعی نیز دما افزایش یافته است ولی برعکس این حالت در مناطق جنگلی اتفاق افتاده است و با کاهش اراضی جنگلی دما افزایش داشته است. در سال ۱۳۹۳ مساحت کاربری جنگلی معادل  $20410/24$  کیلومتر مربع و دما  $33/44$  درجه سانتی گراد بوده و در سال ۱۳۹۸ با کاهش اراضی جنگلی به  $1883/36$  کیلومتر مربع، دما به  $33/68$  درجه سانتی گراد رسیده است. همبستگی بین پارامتر دمایی و اراضی بایر، کشاورزی ارتباط معنی دار مثبتی وجود دارد و با افزایش کاربری‌های کشاورزی و بایر، دما نیز افزایش داشته است که از دلایل آن عدم کشت اراضی در بیشتر ایام سال و بالا بودن سبزینه گیاهی در سال‌های زیر کشت می‌باشد (جدول ۳). در ارتباط بین تغییرات دمایی با آب و جنگل ارتباط به صورت معکوس بوده و کاهش این دو کاربری باعث افزایش دما شده است. Asadi و همکاران (۲۰۲۰) در مطالعه خود بیان کردند که کاربری شهری عاملی برای ایجاد تغییرات دمایی محسوب می‌شود که باید همراه با تغییرات پوشش

با بررسی‌های صورت گرفته و مطالعه‌های انجام شده نقش تغییرات کاربری بر روی اقلیم در نقاط مختلف جهان مشخص شده است. به طور مثال در مطالعه‌ای با استفاده از رویکردهای مبتنی بر سنجش از دور به شناسایی تأثیر کاربری زمین یا تغییر پوشش زمین بر جزایر حرارتی شهری پرداخته شد بود و نتایج حاکی از آن بود که افزایش قابل توجهی در مناطق شهری ( $3/51$  درصد) و کاهش پوشش گیاهی ( $6/81$ - درصد) با دمای بالا با مناطق ساخته شده مرتبط بوده و کمترین دما مربوط به پوشش گیاهی و توده‌های آبی است (Kafy *et al.*, 2021). در این مطالعه به منظور تعیین مؤثرترین کاربری اراضی بر تغییرات دمایی، جزایر حرارتی و تغییرات کاربری اراضی برای یک دوره شش ساله (۱۳۹۳ تا ۱۳۹۸) استخراج شد. با توجه به نقشه‌های به دست آمده مشخص شد که بیشترین تغییرات در بین کاربری‌های بایر و شهری و اراضی جنگلی است. نتایج این تحقیق با تحقیقات صورت گرفته در مناطق بزرگ چین که دارای تغییرات زیاد کاربری و گسترش شهرنشینی است (Wu *et al.*, 2021) و ذکر افزایش کاربری شهری (مسکونی) به عنوان یکی از مهمترین تغییرات (Gupta & Chatterjee, 2021) ارتباط نزدیکی دارد. به طور کلی وجود اراضی حاصلخیز و افزایش جمعیت عاملی برای تغییر کاربری و گسترش کاربری شهری می‌شود؛ Khedmatzadeh و همکاران (۲۰۲۱) روند شهرنشینی و کاهش پوشش گیاهی و کاربری باغی را طی هشت سال نشان دادند؛ اما با بررسی جزایر حرارتی ایجاد شده در نقشه‌های دمایی به دست آمده مشخص شد که میانگین دمای منطقه در دوره پایه (سال ۱۳۹۳) معادل  $31/02$  درجه سانتی گراد بوده که در پایان دوره مورد بررسی به  $31/88$  درجه سانتی گراد رسیده است که به اندازه  $0/68$  درجه سانتی گراد دما افزایش داشته است؛ Khedmatzadeh و همکاران (۱۴۰۰) نیز ارتباط بین افزایش مناطق مسکونی و تغییرات دمایی در حریم شهر ارومیه را نشان دادند و اشاره کردند طی هشت سال  $2/27$  درجه افزایش دما در

۱۳۹۳) با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور بر روی تغییرات دما بررسی شد. نتایج نشان داد سه کاربری بایر، شهری و اراضی جنگلی بیشترین تغییرات را داشته‌اند. به عبارتی با تغییرات کاربری و افزایش اراضی مسکونی در منطقه دما افزایش پیدا کرده است و اراضی دارای پوشش‌های گیاهی تا حد بسیار زیادی در کاهش دما نقش داشته‌اند. در این مطالعه بخش دیگری که مدنظر قرار گرفته بود تعیین تاخیر زمانی مربوط به تغییر کاربری اراضی بود که با نتایج بدست آمده مشخص شد، کل کاربری‌ها طی یک دوره کوتاه مدت، سه ساله دچار تغییر شده است. بنابراین پیشنهاد می‌شود در مطالعات مربوط به بررسی اثر تغییرات کاربری اراضی بر اقلیم یا مطالعات مشابه، علاوه بر بررسی بلندمدت از فواصل زمانی کوتاه‌مدت نیز این اثر بررسی شود.

گیاهی بررسی گردد، همچنين Xiao (۲۰۰۵) نشان دادند که رابطه مستقیمی بین کاربری اراضی و تغییرات دمایی وجود دارد. Jiang و همکاران (۲۰۱۰)، Tan و همکاران (۲۰۱۰)، Guan و همکاران (۲۰۱۱)، Wang و همکاران (۲۰۱۲)، Zhan و همکاران (۲۰۱۵)، Soltanimoghadass و Amiri (۲۰۱۹) و همکاران (۲۰۰۷) همگی تأثیر تغییرات کاربری اراضی و دما را در مناطق مختلف نشان دادند.

### نتیجه‌گیری کلی

دمای زمین متأثر از عوامل مختلفی مانند پوشش گیاهی، منابع آب، کاربری اراضی و غیره است. بنابراین در تحقیق حاضر نقش کاربری‌های مختلف (صنعتی، کشاورزی و غیره) در یک دوره شش ساله (۱۳۹۸-

### References

- Abo-Talebi, A., Goudarzi, S. & Pourghsemi Pourghsemi, H. R. (2018). Investigation of the possibility of landslide hazard mapping using the Random Forest algorithm (Case study: Sardarabad Watershed, Lorestan Province). *Journal of Natural Environmental Hazards*, 7(16), 45-64. (In Persian)
- Amiri, R., Ali Mohammadi, A., Alavi Panah, S. K. & Aman Elahi, A. (2007). Study of spatio-temporal variability of heat in relation to land use / land cover in Tabriz urban area using thermal and reflective data TM and ETM + Landsat. *Environmental Science*, 33(43), 107-120. (In Persian)
- Asadi, A., Hamzeh, S. & Kiavarz, M. (2020). Investigate the effects of land use and vegetation on urban heat islands using landscape measurements (Case Study: region 6 of Tehran). *Human Geography Research*, 52(2), 759-773. (In Persian)
- Basukala, A. K., Oldenburg, C., Schellberg, J., Sultanov, M. & Dubovyk, O. (2017). Towards improved land use mapping of irrigated croplands: Performance assessment of different image classification algorithms and approaches. *European Journal of Remote Sensing*, 50(1), 187-201. Doi: 10.1080/22797254.2017.1308235.
- Canty, M. J. (2019). *Image Analysis, Classification, and Change Detection in Remote Sensing: With Algorithms for Python*. Crc Press. Doi: 10.1201/9780429464348.
- Chatterjee, S. & Gupta, K. (2021). Exploring the spatial pattern of urban heat island formation in relation to land transformation: A study on a mining industrial region of West Bengal, India. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 23, 100581. Doi: 10.1016/j.rsase.2021.100581.
- Daatakullo, E., Forkuo, E. K., Biney, E., Harris, E. & Quaye-Ballard, J. A. (2021). The impact of land use and land cover changes on socioeconomic factors and livelihood in the Atwima Nwabiagya district of the Ashanti region, Ghana. *Environmental Challenges*, 5, 100226. Doi: 10.1016/j.envc.2021.100226.
- Eshaghi, M. A. & Shataee joybari, S. (2016). Preparation map of forest fire risk using SVM, RF & MLP algorithms (Case Study: Golestan National Park, Northeastern Iran). *Journal of Wood and Forest Science and Technology*, 23(4), 133-154. (In Persian)
- Fathizad, H., Safari, A., Bazgir, M. & Khosravi, G. R. (2017). Evaluation of SVM with Kernel method (linear, polynomial, and radial basis) and neural network for land use classification. *Iranian journal of Range and*

- Desert Research*, 23(4), 729-743. (In Persian)
- Guan, D., Li, H., Inohae, T., Su, W., Nagaie, T. & Hokao, K. (2011). Modeling urban land use change by the integration of cellular automaton and Markov model. *Ecological Modelling*, 222(20-22), 3761-3772. Doi: 10.1016/j.ecolmodel.2011.09.009.
  - Hamzeh, S., Mijani, N. & Karimi Firozjaei, M. (2018). Modeling the relationship between land surface temperature, topography and vegetation cover using Landsat 8 satellite imagery. *Physical Geography Research*, 1(50), 31-50. (In Persian)
  - Harmay, N. S. M., Kim, D. & Choi, M. (2021). Urban Heat Island associated with Land Use/Land Cover and climate variations in Melbourne, Australia. *Sustainable Cities and Society*, 69, 102861. Doi: 10.1016/j.scs.2021.102861.
  - Jiang, J. & Tian, G. (2010). Analysis of the impact of land use/land cover change on land surface temperature with remote sensing. *Procedia Environmental Sciences*, 2, 571-575. Doi: 10.1016/j.proenv.2010.10.062.
  - Kazemi, M., Nafarzadegan, A. R. & Mohammadi, F. (2020). Studying changes in heat islands and land uses of the Minab city using the random forest classification approach and spatial autocorrelation analysis. *The Journal of RS and GIS for Natural Resources*, 10(4), 38-50. (In Persian)
  - Khedmatzadeh, A., mousavi, M., Mohamadi Torkamani, H. & Mohammadi, M. S. (2021). An Analysis of land use changes and thermal island formation in Urmia city exclusion using remote sensing. *Journal of Regional Planning*, 11(41), 119-134. Doi: 10.30495/jzpm.2021.3965. (In Persian)
  - Ozdogan, M. (2015). Image classification methods in land cover and land use. Remotely sensed data characterization, classification and accuracies, CRC Press, Boca Raton. Doi: 10.1201/b19294.
  - Pourfarzaneh, S., Ziaei, P. & Bahadori, M. (2012). Investigating the relationship between land use and land cover and thermal islands in Tehran. *Geography*, 11(39), 256-270. (In Persian)
  - Saher, R., Stephen, H. & Ahmad, S. (2021). Effect of land use change on summertime surface temperature, albedo, and evapotranspiration in Las Vegas Valley. *Urban Climate*, 39, 100966. Doi: 10.1016/j.uclim.2021.100966.
  - Shalaby, A. & Tateishi, R. (2007). Remote sensing and GIS for mapping and monitoring land cover and land-use changes in the Northwestern coastal zone of Egypt. *Applied Geography*, 27(1), 28-41. Doi: 10.30473/psp.2019.6069.
  - Tan, J., Zheng, Y., Tang, X., Guo, C., Li, L., Song, G. & Chen, H. (2010). The urban heat island and its impact on heat waves and human health in Shanghai. *International journal of biometeorology*, 54(1), 75-84. Doi: 10.1007/s00484-009-0256-x.
  - Soltanmoghadam, R. (2019). Spatial consequences of land use change in rural settlements (Case study: Qarchak county, Tehran province). *Physical Development Planning*, 6(2), 79-94. Doi: 10.30473/psp.2019.6069. (In Persian)
  - Vijayan, A., Maina, J. M., Lawson, R., Chang, H. C., Beaumont, L. J. & Davies, P. J. (2021). Land use planning to support climate change adaptation in threatened plant communities. *Journal of Environmental Management*, 298, 113533. Doi: 10.1016/j.jenvman.2021.113533.
  - Wang, S. Q., Zheng, X. Q., & Zang, X. B. (2012). Accuracy assessments of land use change simulation based on Markov-cellular automata model. *Procedia Environmental Sciences*, 13, 1238-1245. Doi: 10.1016/j.proenv.2012.01.117.
  - Wu, H., Lin, A., Xing, X., Song, D. & Li, Y. (2021). Identifying core driving factors of urban land use change from global land cover products and POI data using the random forest method. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 103, 102475. Doi: 10.1016/j.jag.2021.102475.
  - Xiao, J. & Moody, A. (2005). A comparison of methods for estimating fractional green vegetation cover within a desert-to-upland transition zone in central New Mexico, USA. *Remote Sensing of Environment*, 98(2-3), 237-250. Doi: 10.1016/j.rse.2005.07.011.
  - Yang, Y. (2021). Evolution of habitat quality and association with land-use changes in mountainous areas: A case study of the Taihang Mountains in Hebei Province, China. *Ecological Indicators*, 129, 107967. Doi: 10.1016/j.ecolind.2021.107967.
  - Zandi, R., Karami, M. & Taheri, J. (2020).

- The role of land use changes in spatial form of heat islands in Mashhad city. *Quartely Journal of Physical Development Planning*, 4(16), 95-106. Doi: 10.30473/psp.2020.6590. (In Persian)
- Zhan, Q., Meng, F. & Xiao, Y. (2015). Exploring the relationships of between land surface temperature, ground coverage ratio and building volume density in an urbanized environment. *The International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 40(7), 255. Doi: 10.5194/isprsarchives-XL-7-W3-255-2015.
  - Zhou, N., Hu, X., Byskov, I., Næss, J. S., Wu, Q., Zhao, W. & Cherubini, F. (2021). Overview of recent land cover changes, forest harvest areas, and soil erosion trends in Nordic countries. *Geography and Sustainability*, 2(3), 163-174. Doi: 10.1016/j.geosus.2021.07.001.
  - Zou, Z., Yan, C., Yu, L., Jiang, X., Ding, J., Qin, L. & Qiu, G. (2021). Impacts of land use/land cover types on interactions between urban heat island effects and heat waves. *Building and Environment*, 204, 108138. Doi: 10.1016/j.buildenv.2021.108138.