Physical Geography ResearchQuarterly

Online ISSN: 2423-7760

Journal Homepage: jphgr.ut.ac.ir

Revealing changes in the boundary layer height in different land use classes the Case study of Lorestan province

Dariush Yarahmadi [1]✉, Hamed Heidari [2], Hamid Mirhashemi [3]

1. *Department of Geography, Faculty of Literature and Humanities, Lorestan University, Khorramabad, Iran*
Email: yarahmadi.d@lu.ac.ir
2. *Department of Geography, Faculty of Literature and Humanities, Lorestan University, Khorramabad, Iran*
Email: h.heidari6341@yahoo.com
2. *Department of Geography, Faculty of Literature and Humanities, Lorestan University, Khorramabad, Iran*
Email: mirhashemi.h@lu.ac.ir

Article Info

Article type:
Research Article

Article History:
Received:
2 February 2023
Received in revised form:
31 March 2023
Accepted:
6 May 2023

Keywords:
boundary layer,
land use,
Remote sensing,
Satellite,
Lorestan province

ABSTRACT

The height of the boundary layer is one of the most important determining factors, the extent of mixing of pollutants and suspended particles and the quality of air near the surface of the earth. The main goal of this research is to reveal the relationship between land cover changes and boundary layer height changes during the last 3 decades in Lorestan province. In this regard, two sets of data were used, which include the land cover classes of the MODIS sensor and the height of the boundary layer of the ECMWF climate database version ERA5. These data were selected on a monthly scale (January) to check the cold period and (July) to check the warm period and were checked in 7 time periods with 5-year steps during the statistical period of 1990-2020. In this research, the cross-matrix analysis technique was used in the ARC-GIS environment and the average height of the boundary layer on each land use was extracted and compared in 7 time steps of 5 years, separately from the cold and warm periods of the year. The results showed that firstly, the height of the boundary layer during the warm period is significantly higher than the cold period of the year, and secondly, the minimum and maximum spatial pattern of the boundary layer height in the cold and warm periods of the year is different in the province. In the cold period, the maximum height of the boundary layer is in the western parts. and southwest (low-altitude lands with forest cover), while in the warm period of the year, the maximum boundary layer is concentrated in the barren and mountainous lands of the east of the province. In addition, it was observed that in the hot period of the year, agricultural lands with a boundary layer height of 1263 and pasture lands with a boundary layer height of 1243 have the highest boundary layer height among the investigated use classes, while in the cold period of the year, urban and residential lands with a height of 192 meters, It has the highest boundary layer height and the spatial average of the boundary layer height of the province has had an increasing trend.

Cite this article: Yarahmadi, D., Heidari, H., & Mirhashemi, H. (2023). Revealing changes in the boundary layer height in different land use classes the Case study of Lorestan province. *Physical Geography Research Quarterly, 55* (1), 79-93.
http://doi.org/10.22059/JPHGR.2023.357756.1007762

© The Author(s).
DOI: 10.22059/JPHGR.2023.357756.1007762

Publisher: University of Tehran

Extended Abstract

Introduction

The height of the boundary layer is one of the most important determining factors, the extent of mixing of pollutants and suspended particles and the quality of air near the surface of the earth. The main goal of this research is to reveal the relationship between land cover changes and boundary layer height changes during the last 3 decades in Lorestan province. In this regard, two sets of data were used, which include the land cover classes of the MODIS sensor and the height of the boundary layer of the ECMWF climate database version ERA5. These data were selected on a monthly scale (January) to examine the cold period and (July) to examine the warm period and were examined in the form of 7 time periods of 5 years during the statistical period of 1990-2020. In this research, the cross-matrix analysis technique was used in ARC-GIS environment, and the average height of the boundary layer on each land use was extracted and compared in 7 time steps of 5 years, separately from the cold and hot periods of the year. The results showed that, firstly, the height of the boundary layer in the warm period of the year is significantly higher than in the cold period of the year, and secondly, the minimum and maximum spatial pattern of the height of the boundary layer in the cold and warm period of the year is different in the province, in the cold period of the year, the maximum height The boundary layer is in the parts of the west and southwest parts (low-altitude lands with forest cover), while in the warm period of the year, the maximum boundary layer is concentrated in the barren and mountainous lands of the east of the province. In addition, it was observed that in the hot period of the year, agricultural lands with a boundary layer height of 1263 and pasture lands with a boundary layer height of 1243 had the highest boundary layer height among the studied land use classes, while in the cold period of the year, urban and residential lands with a height of 192 meters , has had the highest boundary layer height and the spatial average of the boundary layer height of the province has had an increasing trend.

Methodology

In this research, two types of data were used. The first set of data was related to the land cover classes of the composite product of the MODIS sensor with a spatial resolution of 1 km and hierarchical data format (MCD12Q2 product) which was obtained from the database of this sensor. In order to complete the coverage of the province, two video blocks H21V05 and H22V05 were used. Land cover data were selected from the classification of the International Geosphere Program, Biosphere, which generally has 17 land cover classes. Of these classes, 11 classes are related to natural vegetation, 3 classes are related to non-vegetable land covers, and 3 classes are related to composite covers. The overall accuracy index of this product is 73.6%. The second set of data was downloaded from the ECMWF climate database version ERA5. These data were selected on a monthly scale (January) to check the cold period and (July) to check the warm period and were checked in the form of 7 periods of 5 years (1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015, 2020).

Results and discussion

Five land cover classes in Lorestan province, including forest land, pasture land, agricultural land, built-up land, and barren land have been recognized as the main and major land covers of Lorestan province. The distribution of land cover classes in the province showed that the A large area of the center, north and east of Lorestan province has pasture cover (IGBP classification code 10, product MCD11Q2)). With an area of 16,300 square kilometers, this land use has the largest area in the province. Pasture cover in the eastern and northern parts (average annual rainfall of more than 350 mm) is considered as the dominant cover in this region of the province (Figure 2). Forest lands also cover a large part of the central, southern and western areas of Lorestan province, the largest area of these lands was equal to 8765 square kilometers. Agricultural lands (both irrigated, rainfed and horticulture) can be seen in the northern, central and western parts of the province. The spatial distribution of boundary layer height (BLH) in Lorestan province has been investigated using the networked data of ERA5 database. In Figures 3 and 4, the spatial distribution of the height of the boundary layer in Lorestan province during the cold and warm periods of the year is presented in 5-year time steps of the 7-year period from 1990 to 2020.

Conclusion

The results of the time-spatial analysis of the state of the boundary layer height index in the province showed that in the cold period of the year, the height of the boundary layer in the province reached 40 meters in the minimum state and 385 meters in the maximum state, while in the warm period of the year, the boundary layer height reached the minimum state. At the level of the province, it is about 700 meters and in the maximum state it has reached more than 1400 meters. The spatial distribution pattern of the boundary layer height in the province during the cold period is such that in the western parts of the province, the boundary layer height is the maximum and reaches more than 250 meters, while in the eastern parts of the province, the boundary layer height has reached less than 80 meters. The spatial distribution pattern of the boundary layer height in the warm period of the year is different from the cold period of the year in such a way that the northern and eastern parts of the province had the maximum boundary layer height that varied between 1400 and 1600 meters, while in the western and southern parts of the province the boundary layer height was 700 to It has reached 1000 meters. The results of the 30-year trend of the boundary layer height showed that in the hot and cold periods of the year, the boundary layer height of the 5 land covers of the province had an increasing trend with different acceleration. In general, the spatial average of the boundary layer height of the province also showed an increasing trend. In 1990, the average spatial height of the boundary layer during the warm period of the year in the province was equal to 870 meters, while with an increasing trend combined with periodic fluctuation, in 2020, the average boundary layer height of the province has reached 1300 meters. In the cold period of the year, a continuous increase along with fluctuations in the 30-year trend of the boundary layer height of the province has been seen. So that in 1990, during the cold period of the year, the average boundary layer height of the province was equal to 154 meters, while in 2020, the boundary layer height has reached more than 190 meters. In the cold period of the year, the forest lands in the south and southwest of the province had the highest boundary layer height, which was 227 meters on average, while the spatial average height of the boundary layer in the warm period of the year on the same land cover was at a minimum (compared to other land cover classes). and it was equal to 1059 meters. In the hot period of the year, agricultural lands with a boundary layer height of 1263 and pasture lands with a boundary layer height of 1243 have the highest boundary layer height among the investigated use classes, while in the cold period of the year, urban and residential lands with a height of 192 meters have the highest boundary layer height. had. In the cold period of the year, urban and residential land use had the highest boundary layer height, on the other hand, the periodical change trend of the boundary layer height on this land use was a continuous increase in the warm season and a mild increase along with fluctuations in the cold season. . On the other hand, the agricultural lands of the province have the highest height of the boundary layer during the warm period of the year. The trend of changes in the height of the boundary layer during the 30-year statistical period of 1990-2020 has been increasing on this land use both in the cold period and in the warm period.

Funding

There is no funding support.

Authors' Contribution

All of the authors approved thecontent of the manuscript and agreed on all aspects of the work.

Conflict of Interest

Authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments

We are grateful to all the scientific consultants of this paper.

فصلنامه پژوهش‌های جغرافیای طبیعی

شاپا الکترونیکی: 2423-7760

Journal Homepage: jphgr.ut.ac.ir

آشکارسازی تغییرات ارتفاع لایه‌مرزی در طبقات مختلف کاربری اراضی مطالعه موردی: استان لرستان

داریوش یاراحمدی[۱]، حامد حیدری[۲]، حمید میرهاشمی[۳]

۱-نویسنده مسئول، گروه جغرافیا، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران. رایانامه: yarahmadi.d@lu.ac.ir

۲-گروه جغرافیا، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران. رایانامه: h.heidari6341@yahoo.com

۳-گروه جغرافیا، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران. رایانامه: mirhashemi.h@lu.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت:
۱۴۰۱/۱۱/۱۳

تاریخ بازنگری:
۱۴۰۱/۰۱/۱۱

تاریخ پذیرش:
۱۴۰۱/۰۲/۱۶

واژگان کلیدی:
لایه‌مرزی،
کاربری اراضی،
سنجش‌ازدور، ماهواره،
استان لرستان

چکیده

ارتفاع لایه‌مرزی، یکی از مهم‌ترین مؤلفه‌های تعیین‌کننده، وسعت آمیزش آلاینده‌ها و ذرات معلق و کیفیت هوای نزدیک به سطح زمین می‌باشد. هدف اساسی این تحقیق آشکارسازی ارتباط بین تغییرات پوشش اراضی و تغییرات ارتفاع لایه‌مرزی طی ۳ دهه اخیر در سطح استان لرستان می‌باشد. در این راستا دو دسته داده‌ها استفاده گردید که شامل طبقات پوشش اراضی سنجنده MODIS و ارتفاع لایه‌مرزی پایگاه اقلیمی ECMWF نسخه ERA5 می‌باشد. این داده‌ها در مقیاس ماهانه (ماه ژانویه) برای بررسی دوره سرد و (ماه جولای) برای بررسی دوره گرم انتخاب و به‌صورت ۷ دورهٔ زمانی با گام‌های ۵ساله طی دوره آماری ۱۹۹۰-۲۰۲۰ بررسی شد. در این تحقیق از تکنیک تحلیل ماتریس متقاطع، در محیط ARC-GIS، استفاده شد و میانگین ارتفاع لایه‌مرزی روی هر کاربری به تفکیک دوره سرد و گرم سال و در ۷ گام زمانی ۵ساله استخراج و مقایسه گردید. نتایج نشان داد اولاً ارتفاع لایه‌مرزی دوره گرم سال، به‌صورت قابل‌توجهی بیشتر از دوره سرد سال است و دوم الگوی فضایی کمینه و بیشینه ارتفاع لایه‌مرزی در دوره سرد و گرم سال در سطح استان متفاوت است، در دوره سرد سال، بیشینه ارتفاع لایه‌مرزی در بخش‌های غرب و جنوب غرب (اراضی کم‌ارتفاع با پوشش جنگلی)، درحالی‌که در دوره گرم سال بیشینه لایه‌مرزی در اراضی بایر و کوهستانی شرق استان متمرکز است. علاوه‌برآن مشاهده شد در دوره گرم سال، اراضی کشاورزی با ارتفاع لایه‌مرزی ۱۲۶۳ و اراضی مرتعی با ارتفاع لایه‌مرزی، ۱۲۴۳، در میان طبقات کاربری مورد بررسی بالاترین ارتفاع لایه‌مرزی را داشته‌اند، درحالی‌که در دوره سرد سال، اراضی شهری و مسکونی با ارتفاع ۱۹۲ متر، بالاترین ارتفاع لایه‌مرزی را داشته است و به‌صورت میانگین فضایی ارتفاع لایه‌مرزی استان یک‌روند افزایشی داشته است.

استناد: یاراحمدی، داریوش؛ حیدری، حامد و میرهاشمی، حمید. (۱۴۰۲). آشکارسازی تغییرات ارتفاع لایه‌مرزی در طبقات مختلف کاربری اراضی مطالعه موردی: استان لرستان. *مجله پژوهش‌های جغرافیای طبیعی*، ۵۵ (۱)، ۹۳-۷۹.

http://doi.org/10.22059/JPHGR.2023.357756.1007762

© نویسندگان

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران

DOI: 10.22059/JPHGR.2023.357756.1007762

مقدمه

لایه‌مرزی جو زمین پایین‌ترین بخش تروپوسفر است که از ویژگی‌های سطح زمین تأثیر می‌پذیرد. برخلاف جو آزاد مستقر بر فراز این لایه، وجود سطح زمین اثری مشخص بر لایه‌مرزی جو دارد و این لایه فقط بخشی از جو است که در آن نیروی اصطکاک نقش مهمی ایفا می‌کند و تغییرات روزانه دما در آن مشاهده‌شدنی است. درواقع، لایه‌مرزی جو به‌عنوان یک مبادله‌گر انرژی و جرم بین سطح زمین و جو آزاد عمل می‌کند (شمسی‌پور و همکاران، ۱۳۹۹). ارتفاع لایه‌مرزی، مستقیماً تحت‌تأثیر واداشت‌های سطحی از قبیل انتقال گرما، گسیل آلاینده‌ها، تبخیر و تعرق و عوارض زمینی قرار دارد. نقش این عوامل در تعیین دمای سطحی و ازاین‌رو شارهای گرمایی تابشی و تلاطمی بسیار مؤثر است. آثار پوشش اراضی روی تغییرات ارتفاع لایه‌مرزی وابسته به میزان جذب و انتقال و بازتابش حرارت دریافتی است. ارتفاع لایه‌مرزی، یکی از مهم‌ترین فاکتورهای اتمسفری تعیین‌کننده میزان پخش و توزیع و تراکم آلاینده‌ها و آئروسل‌ها در اتمسفر نزدیک سطح زمین است. این مسئله به‌ویژه در زمستان‌ها و در محیط‌های شهری تشدید می‌شود و ارتفاع کم لایه‌مرزی می‌تواند از توزیع آلاینده‌ها و ذرات معلق در هوای فوقانی جلوگیری کرده و غلظت آلاینده‌ها را در سطح زمین بسیار افزایش دهد.

از مهم‌ترین منابع تزریق گرما به لایه‌های زیرین جو در محیط‌های شهری، گسیل گرما به‌موجب فعالیت‌های انسانی (گرمایش مسکونی، واحدهای صنعتی، وسایل موتوری و غیره) است (سعادت‌آبادی و همکاران، ۱۳۸۵). ضخامت لایه‌مرزی جو متغیری وابسته به زمان و مکان است و اندازه آن در خشکی از چند صد متر تا چند کیلومتر در شرایط مختلف تغییر می‌کند (استال[1]، ۱۹۸۸). این ضخامت به عوامل متعدد از قبیل نوع سامانه‌های جوی و ساختار آن‌ها، شارش‌های سطحی، چینش قائم تندی و جهت باد و پوشش سطحی بستگی دارد (Liu et al,2010). پژوهش‌های انجام شده توسط کتون[2] و پیلک[3] ۱۹۹۵، بایک[4] و چن[5] ۱۹۹۷، تومانو[6] و همکاران ۱۹۹۹، آتواتر[7] ۱۹۷۲ و ۱۹۷۴ نشان داده است که در بیشتر شهرهای بزرگ و صنعتی تغییرات قابل‌ملاحظه‌ای در شاخص‌های جوی و ویژگی‌های سطح زمین به وجود آورده و در نتیجه سبب تغییرات وضع هوا و اقلیم محلی شده است در طی چند دهه اخیر تغییر کاربری اراضی تحت اثر عوامل محیطی و انسانی سبب بروز اثرات جدی بر محیط‌زیست، اقتصاد و اجتماع شده است (Norman et al,2009). به‌عنوان نمونه به‌موازات رشد و گسترش مناطق شهری در بسیاری از کلان‌شهرهای دنیا و به‌خصوص در کشورهای درحال‌توسعه، فعالیت‌های مختلف اقتصادی و صنعتی همراه با رشد فزاینده جمعیت و نیز عدم توجه در استفاده بهینه از منابع طبیعی در شهرها موجب برهم‌خوردن تعادل محیط‌زیست این مناطق و محیط‌های پیرامونی آن‌ها شده است (Anger et al,1992; Brayan et al,2008).

در روند تهیه و تدوین برنامه‌های ارزیابی و آمایش سرزمین که در نهایت منجر به برنامه‌ریزی و مدیریت اصولی محیط‌زیست در یک منطقه می‌گردد، تشخیص و درک به‌موقع و دقیق تغییرات کاربری و پوشش اراضی بسیار مهم است (Lopez et al,2001). زمین از نظر ارزش و نقش اجتماعی در آسایش، امنیت، زیبایی، رفاه و کیفیت زندگی بشری تأثیر به سزایی دارد و تعریف کاربری اراضی استفاده از زمین در شرایط حاضر می‌باشد. نقشه کاربری اراضی، پوشش فیزیکی

1. stull
2. cotton
3. pielke
4. Baik
5. chun
6. Tumanov
7. Atwater

سطح زمین را باتوجه‌به استفاده از آن نشان می‌دهد بررسی کاربری اراضی یعنی تمام فعالیت‌های موجود در یک محل با انواع مختلف استفاده از زمین در یک محل به تصویر کشیده شود. در همین راستا اطلاع از انواع تغییرات پوشش سطح زمین و فعالیت‌های انسانی در قسمت‌های مختلف، به‌عنوان اطلاعات پایه برای برنامه‌ریزی‌های گوناگون از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و ضرورت داشتن دیدگاه آمایشی را به برنامه‌ریزان منطقه‌ای القاء می‌نماید (برایان و همکاران، ۲۰۰۸).

ازآنجاکه تغییرات کاربری اراضی منجر به تغییرات در فاکتورهای اقلیمی می‌گردد به بررسی تغییرات لایه‌مرزی در طبقات مختلف اراضی پرداخته شد. کاربری اراضی و پوشش اراضی[1] اصطلاحاتی هستند که به‌کرات به‌جای هم به کار برده می‌شوند، اما باید توجه شود که این دو اصطلاح اگرچه همپوشانی زیادی دارند؛ اما تفاوت‌های قابل‌توجهی نیز دارند (Rawashdeh, 2012). پوشش سطحی به وضعیت سطح زمین در حالت طبیعی و بدون دخالت انسان اشاره دارد، در این مفهوم که بیشتر در جنبه‌های زیست‌محیطی و علوم طبیعی موضوعیت دارد، به عوارض سطح زمین مانند پوشش گیاهی، مراتع، علفزارها، زمین‌های بایر، کویرها، پهنه‌های آبی، سطوح یخی و برفی، و... اشاره می‌شود. اما در کاربری اراضی مفهوم به‌کارگیری و استفاده از سطح زمین و منابع آن به‌عنوان عرصه فعالیت‌های اقتصادی و اجتماعی انسان توجه می‌شود و نقش انسان در استفاده از زمین مدنظر است؛ لذا در این مفهوم موارد مانند، کاربری کشاورزی، کاربری نواحی مسکونی، کاربری باغات و... مطرح می‌شود (Coppin, 2004).

تغییرات گسترده‌ای که در چند دهه اخیر به‌واسطه فعالیت‌های انسانی در نواحی پیرامون شهرها و کلان‌شهرها در بسیاری از کشورهای جهان ایجادشده که غالباً به‌صورت تغییر کاربری‌های طبیعی از قبیل مراتع، جنگل‌ها، زمین‌های بایر، نواحی تالابی و مانداب‌های موقت و دائم، درختزارها و علفزارهای طبیعی و تبدیل آن به کاربری‌های انسان منشأ از قبیل شهرها و کلان‌شهرها، شهرک‌های صنعتی، زمین‌های کشاورزی، فضای سبزهای انسانی، دریاچه‌های مصنوعی و مراتع دام‌پروری و... بوده (چن و همکاران، ۲۰۰۶) که تأثیرات بارزی در شرایط اقلیمی و حتی در گردش عمومی جو ایجاد کرده است. اسمعیل‌پور و عزیزپور (۱۳۸۸) به بررسی تأثیرات تغییر کاربری اراضی کشاورزی بر افزایش نسبی دما با محاسبه دمای سطح زمین در شهر یزد پرداختند نتایج نشان داد شهر یزد در فاصله سال‌های ۱۳۶۲ تاکنون با گسترش سریع همراه بوده که به‌موجب آن ۸۷۵/۳ هکتار ۷/۷ درصد از اراضی زراعی و باغات شهر نابودشده و به دنبال آن از مساحت مناطق دارای کلاس‌های بسیار خنک و خنک در این شهر کاسته شده و مساحت مناطق تحت کلاس گرم و خیلی گرم افزوده‌شده است. شکیبا و همکاران(۱۳۸۸) به بررسی تأثیرات کاربری و پوشش اراضی و جزایر حرارتی شهر تهران، با استفاده از تصاویر ماهواره لندست ۵ پرداختند. نتایج نشان دادند که سطوح نفوذناپذیر از طریق جذب و ذخیره انرژی خورشیدی اثر گرمایشی دارند، درحالی‌که پوشش گیاهی از طریق ایجاد توازن گرمایی به‌وسیله تبخیر و تعرق و تولید سایه، دارای اثر خنک‌کننده‌اند. نامداری (۱۳۸۸) رابطه میان ویژگی‌های پوشش زمین و جزایر حرارتی شهری را با استفاده از تصاویر ETM+ بررسی کرده، نتایج آن نشان می‌دهد که با افزایش پوشش گیاهی میزان دما کاهش می‌یابد . همچنین مناطق صنعتی قوی‌ترین رابطه مثبت را با دمای سطح زمین نشان می‌دهند. یاراحمدی و همکاران (۱۳۹۷) به مطالعه آشکارسازی تأثیرگذاری کاربری شهری در تغییرپذیری زمانی مکانی سالانه ارتفاع لایه‌مرزی (مطالعه موردی شهر کرمانشاه) پرداختند نتایج این مطالعه نشان داد که تأثیر میکرو اقلیمی گسترش کاربری شهری، بر تغییرات لایه‌مرزی در زمستان مشهودتر از تابستان است. زیرا در تابستان گرمایش شدید سطح زمین به طور یکسان، تا حدود زیادی تأثیر میکرو اقلیم را کم‌رنگ‌تر کرده و باعث کاهش همبستگی تغییرات زمانی ارتفاع لایه‌مرزی با توسعه رشد شهر شده است

1. Land use -Land cover(LULC)

به‌طوری‌که در این فصل ارتباط معنی‌داری مشاهده نشد (۰/۱۷) اما در فصل سرد ارتباط معنی‌داری بین توسعه کاربری شهری و ارتفاع لایه‌مرزی مشاهده گردید به‌طوری‌که با افزایش رشد شهر ارتفاع لایه‌مرزی نیز در پاسخ به این تغییرات کاربری یک‌روند صعودی را طی کرده است. ژیانگ و تیان[1] (۲۰۱۰) به‌منظور بررسی رابطهٔ تغییر کاربری پوشش زمین در دمای سطح زمین با استفاده از تصاویر TM و +ETM مربوط به سال‌های ۱۹۹۵ و ۲۰۰۰ در شهر پکن تحقیقی را انجام دادند .آن‌ها برای این کار از فضای TVX استفاده کردند .نتایج نشان داد که تغییر کاربری زمین یکی از دلایل مهم افزایش دمای سطحی زمین است و تغییرات از سال ۱۹۹۵ به ۲۰۰۰ به‌صورت پوشش گیاهی متراکم با دمای پایین به سمت پوشش گیاهی کم با دمای بالا است. ینگ[2] و همکاران(۲۰۱۴) جهت بررسی تأثیر تغییرات کاربری و پوشش زمین بر الگوهای جزایر گرمایی سطحی در شانگهای از تصاویر ماهواره لندست بین سال‌های ۱۹۹۷ تا ۲۰۰۸ استفاده کردند. نتایج نشان می‌دهد که تغییرات اساسی در کاربری و پوشش زمین با ازدست‌دادن گندم‌زار، جنگل و درختچه برای استفاده شهری رخ‌داده است .درنتیجه، این تغییرات به‌طور چشم‌گیری ویژگی‌های سطح زمین و الگوهای زمانی فضایی جزایر گرمایی را تغییر داده است. باتوجه‌به اهمیت تغییرات کاربری و پوشش اراضی که به‌صورت عمده در سطح استان لرستان در طی سه دهه اخیر ایجاد شده است، لذا بررسی و آشکارسازی آثار اقلیمی این تغییرات در پوشش اراضی، بسیار حایز اهمیت است که در این تحقیق اقدام به بررسی یک جنبه از آثار و پیامدهای اقلیمی تغییر در پوشش اراضی استان یعنی تغییر در ارتفاع لایه‌مرزی استان می‌گردد.

روش پژوهش

در این پژوهش، از دو دسته از داده‌ها استفاده گردید. دسته اول داده‌ها مربوط به طبقات پوشش اراضی محصول سنجنده MODIS با قدرت تفکیک فضایی۱ کیلومتر و فرمت داده‌های سلسله‌مراتبی[3] (محصول MCD12Q2) بود که از پایگاه‌داده‌های این سنجنده[4] اخذ شد. به‌منظور تکمیل پوشش استان از دو بلوک تصویری H21V05، H22V05، استفاده شد. داده‌های مربوط به پوشش اراضی از طبقه‌بندی برنامه بین‌المللی ژئوسفر، بیوسفر[5] انتخاب شد که به‌طورکلی این طبقه‌بندی دارای ۱۷ طبقه پوشش اراضی است. از این طبقات، ۱۱ طبقه مربوط به پوشش گیاهی طبیعی، ۳ طبقه مربوط به پوشش‌های اراضی غیر گیاهی و ۳ طبقه نیز مربوط به پوشش‌های مرکب است. شاخص صحت کلی[6] این محصول برابر ۷۳/۶ درصد ذکر شده است. دسته دوم داده‌های مربوط به لایه‌مرزی از پایگاه اقلیمی ECMWF نسخه ERA5 دانلود گردید. این داده‌ها در مقیاس ماهانه (ماه ژانویه) برای بررسی دوره سرد و (ماه جولای) برای بررسی دوره گرم انتخاب و به‌صورت ۷ دورهٔ زمانی با گام‌های ۵ساله (۱۹۹۰، ۱۹۹۵، ۲۰۰۰، ۲۰۰۵، ۲۰۱۰، ۲۰۱۵، ۲۰۲۰) بررسی شد. بعد از استخراج تغییرات هرکدام از طبقات کاربری اراضی در سطح استان لرستان، اقدام به بررسی و ارزیابی ارتفاع لایه-مرزی در سطح هرکدام از این طبقات کاربری اراضی با استفاده از نرم‌افزار Arc Map شد.

1. Jiang and Tian
2. Ying
3. Herarchical Data Format(HDF)
4. https://lpdaac.usgs.gov
5. International Geosphere Biosphere Programme (IGBP)
6. Overall Accuracy

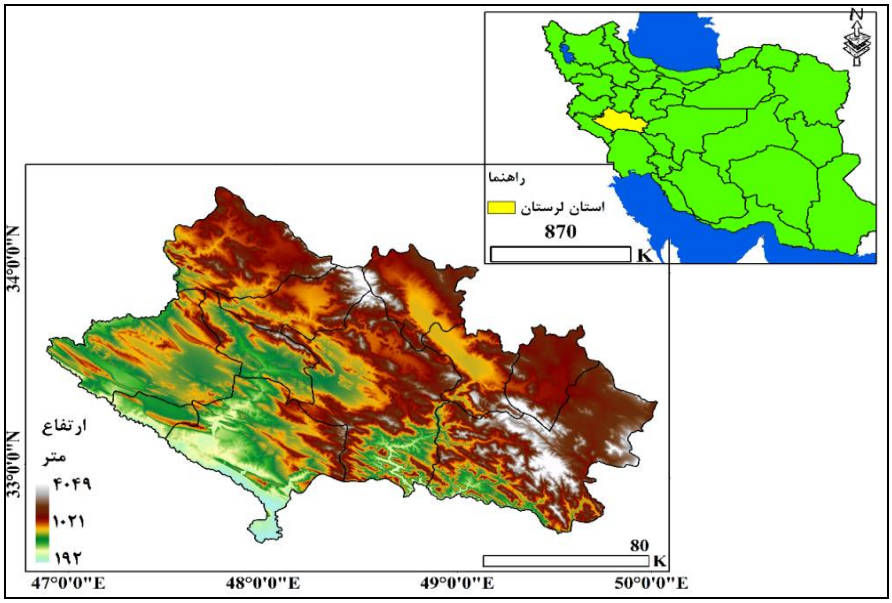
جدول ۱. داده‌های مورداستفاده در تحقیق

نام داده	نام محصول	دوره آماری	دقت فضایی	منبع
محصول لندکاور سنجنده مادیس	MCD12Q2	۲۰۲۰	۱ کیلومتر	https://landval.gsfc.nasa.gov
ارتفاع لایه‌مرزی	ERA5	۱۹۹۰–۲۰۲۰	۰/۱۲۵ درجه قوسی	ECWFM

در این تحقیق از تکنیک تحلیل ماتریس متقاطع، در محیط ARC-GIS، استفاده شد. میانگین ارتفاع لایه‌مرزی روی هر کاربری به تفکیک دوره سرد و گرم سال و در ۷ گام زمانی ۵ساله استخراج و مقایسه گردید. برای بررسی روند سری زمانی ۳۰ساله ارتفاع لایه‌مرزی در سطح استان از دو تست تحلیل روند ناپارامتریک تخمین‌گر شیب Sen و آماره من–کندال استفاده شد.

محدوده موردمطالعه

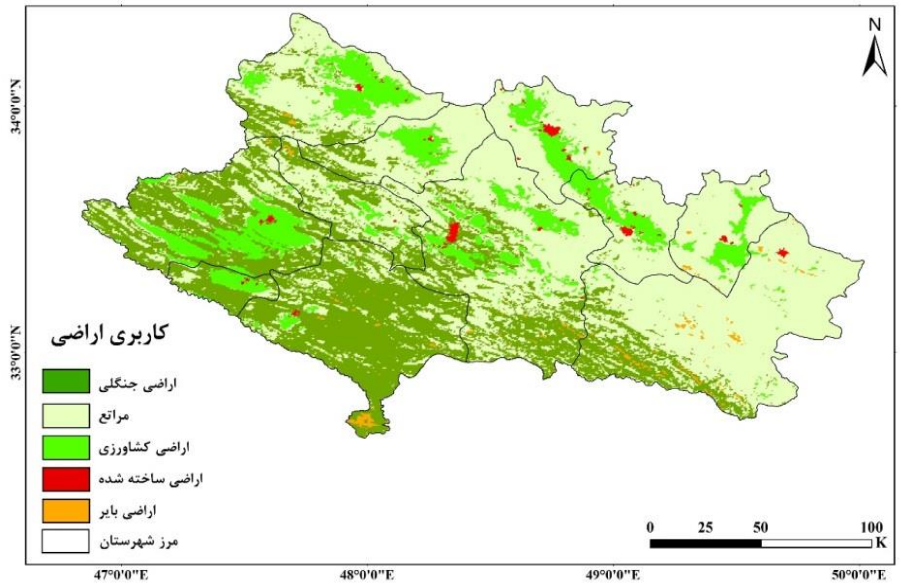
استان لرستان در غرب ایران، بین ۴۶ درجه و ۵۱ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۳ دقیقه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ و ۳۲ درجه و ۳۷ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۲۲ دقیقه عرض شمالی از خط استوا قرار گرفته و وسعت آن بالغ بر ۲۸۳۰۷ کیلومترمربع است. یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های فیزیوگرافیکی استان لرستان، تنوع توپوگرافیکی قابل‌توجه این استان است. دامنه ارتفاعی در این استان از ۱۹۲ متر در پلدختر تا بیش از ۴۰۰۰ متر در ارتفاعات اشترانکوه متفاوت است. این تنوع قابل‌توجه توپوگرافیکی استان، به‌صورت تنوع در ویژگی‌های اقلیمی و سپس تنوع در انواع پوشش گیاهی استان ظاهر شده است. از غرب به شرق استان ارتفاع استان افزوده شده و در شهرستان‌های الیگودرز و ازنا میانگین ارتفاع به بیش از ۲۰۰۰ متر می‌رسد. این ارتفاع زیاد، اقلیم سرد را برای استان به همراه آورده است به‌طوری‌که میانگین دمای سالانه بخش شرقی استان (ازنا الیگودرز، بروجرد) حدود ۱۶ درجه سانتیگراد است. درحالی‌که در بخش‌های غربی و جنوبی استان یعنی شهرستان‌های کوهدشت، رومشکان و پلدختر با کاهش ارتفاع، میانگین دمای سالانه به ۱۹ تا ۲۲ درجه سانتیگراد می‌رسد. اراضی جنگلی بلوط، مراتع و اراضی زراعی دیم و آبی عمده‌ترین پوشش اراضی استان هستند (حیدری و همکاران، ۱۴۰۲).



شکل ۱. موقعیت استان لرستان منطقه موردمطالعه

یافته‌ها

در شکل (۲) نقشه کاربری اراضی سال ۲۰۲۰ به تفکیک دوره‌های ۵ساله ارائه‌شده است. نقشه کاربری اراضی مبتنی بر محصول MCD11Q1 سنجنده MODIS به‌دست‌آمده است. در جدول (۲) نیز مساحت هرکدام از طبقات پوشش اراضی استان لرستان ارائه‌شده است. همان‌طور که در این نقشه دیده می‌شود، پنج‌طبقه پوشش اراضی در استان لرستان شامل اراضی جنگلی[1]، پوشش مراتع[2]، اراضی کشاورزی[3]، اراضی ساخته‌شده[4] و اراضی بایر[5] به‌عنوان پوشش‌های اصلی و عمده سطح استان لرستان تشخیص داده شده‌اند. جدول (۲) توزیع طبقات پوشش اراضی در سطح استان بیانگر آن بود که بخش وسیعی از نواحی مرکز، شمال و شرق استان لرستان، از پوشش مرتعی (کد ۱۰ طبقه‌بندی IGBP، محصول MCD11Q2) برخوردار است. این کاربری با مساحت ۱۶۳۰۰ کیلومترمربع بیشترین مساحت استان را به خود اختصاص داده است. پوشش مرتعی در بخش‌های شرقی و شمالی (میانگین بار سالانه بیش از ۳۵۰ میلی‌متر) به‌عنوان پوشش غالب این منطقه از استان محسوب می‌شود (شکل ۲). اراضی جنگلی نیز بخش وسیعی از نواحی مرکزی، جنوب و غرب استان لرستان را در برگرفته است، بیشترین مساحت این اراضی برابر با ۸۷۶۵ کیلومترمربع بوده است. اراضی کشاورزی (اعم از زراعت آبی، دیم و باغداری) در بخش‌های شمال، مرکز و غربی استان دیده می‌شود.



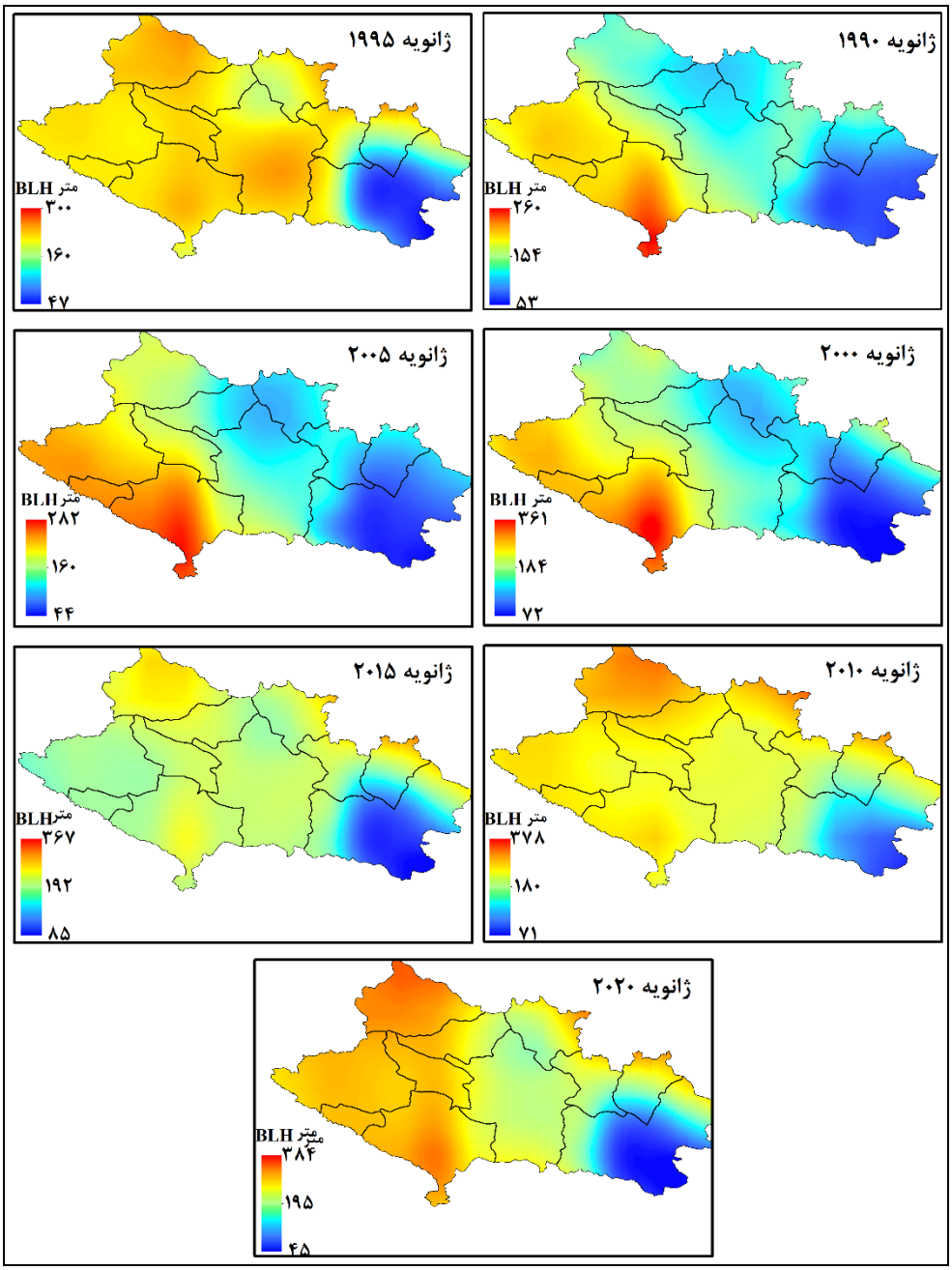
شکل ۲. طبقات پوشش اراضی استان لرستان مستخرج از محصول MCD11Q2 سنجنده MODIS طبقه‌بندی IGBP

همان‌طور که در جدول (۲) دیده می‌شود، پوشش مرتعی حدود ۵۵ درصد از مساحت استان را به خود اختصاص داده است، دومین پوشش عمده استان، اراضی جنگلی است که ۳۰ درصد از مساحت استان را پوشش داده است؛ بنابراین به‌طورکلی حدود ۸۵ درصد از مساحت استان پوشیده از دو کاربری یعنی مراتع و اراضی جنگلی است. اراضی کشاورزی شامل اراضی دیم و آبی نیز حدود ۱۳ درصد از مساحت کل استان را پوشش داده است. دو پوشش اراضی بایر و اراضی شهری و مسکونی هرکدام کمتر از ۲ درصد از مساحت کل استان را به خود اختصاص داده‌اند.

1. Forest Land
2. Grassland
3. Cropland
4. Built up
5. Bair land

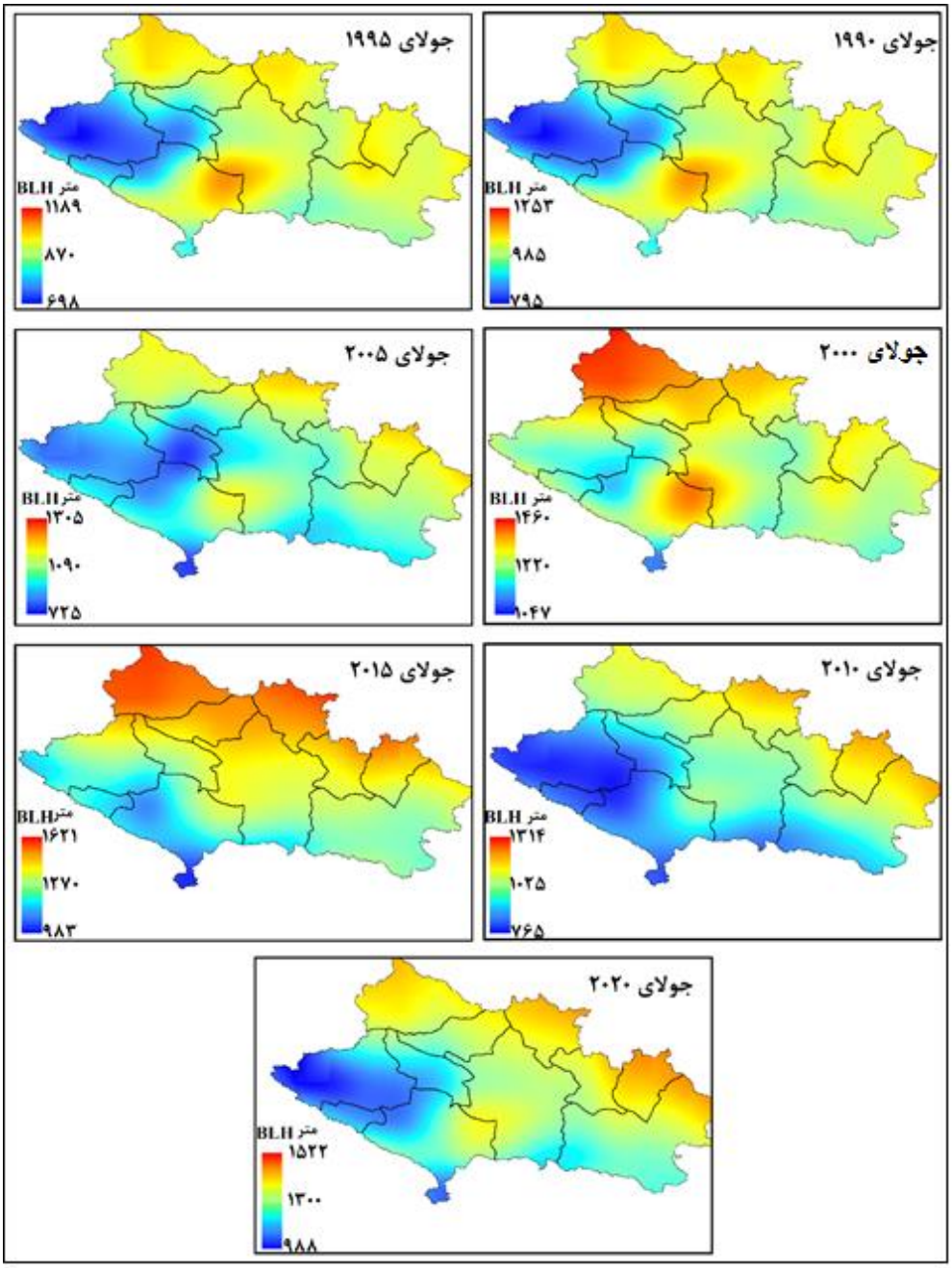
جدول ۲. مساحت هرکدام از طبقات پوشش اراضی استان لرستان بر اساس محصول ترکیبی MCD12Q2 سنجنده مادیس (بر اساس کیلومترمربع) (میانگین دوره ۲۰۰۰–۲۰۲۰)

طبقات پوشش اراضی تشخیص‌داده‌شده از محصول مادیس	مساحت – کیلومترمربع	درصد نسبی
اراضی جنگلی	۸۷۶۵	۰/۳۰
مراتع	۱۶۳۰۰	۰/۵۵
اراضی کشاورزی	۳۶۹۸	۰/۱۳
اراضی ساخته‌شده	۱۶۰	۰/۰۱
اراضی بایر	۲۲۹	۰/۰۱
مجموع	۲۸۸۸۷	۱۰۰



شکل ۳. توزیع فضایی شاخص ارتفاع لابه مرزی (مستخرج از پایگاه ERA5 با قدرت تفکیک فضایی ۰/۲۵ درجه قوسی) در سطح استان لرستان طی دوره سرد سال دوره آماری ۱۹۹۰–۲۰۲۰

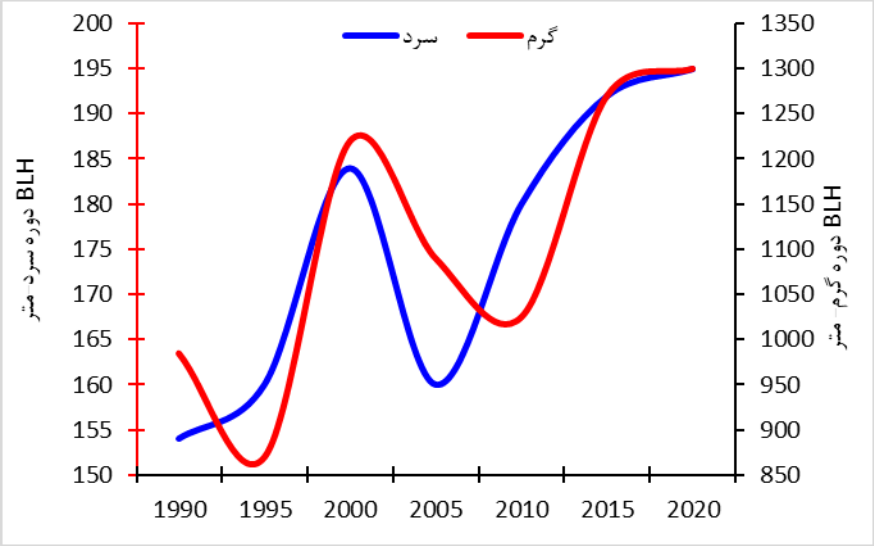
در این بخش توزیع فضایی ارتفاع لایه‌مرزی (BLH) در سطح استان لرستان با استفاده از داده‌های شبکه‌بندی شده پایگاه ERA5 بررسی‌شده است. در اشکال ۳ و ۴، توزیع فضایی ارتفاع لایه‌مرزی در سطح استان لرستان طی دوره سرد و گرم سال، در گام‌های زمانی ۵ساله دوره ۷ساله از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۰ ارائه‌شده است. همان‌طور که در شکل ۳ دیده می‌شود، در دوره سرد سال ارتفاع لایه‌مرزی در سطح استان در کمترین حالت ۴۰ متر و در بیشترین حالت به ۳۸۵ متر رسیده است. الگوی توزیع فضایی ارتفاع لایه‌مرزی در سطح استان در دوره سرد به این‌گونه است که در بخش‌های غربی استان ارتفاع لایه‌مرزی بیشینه بوده و به بیش از ۲۵۰ متر می‌رسد درحالی‌که در بخش‌های شرقی استان ارتفاع لایه‌مرزی به کمتر از ۸۰ متر رسیده است.



شکل ٤. توزیع فضایی شاخص ارتفاع لایه‌مرزی (مستخرج از پایگاه ERA5 با قدرت تفکیک فضایی ۰/۲۵ درجه قوسی) در سطح استان لرستان طی دوره گرم سال دوره آماری ۱۹۹۰–۲۰۲۰

در دوره گرم سال شکل ۴، ارتفاع لایه‌مرزی به‌صورت قابل‌توجهی بالاتر از دوره سرد سال بوده است. در حالت کمینه ارتفاع لایه‌مرزی در سطح استان حدود ۷۰۰ متر و در حالت بیشینه به بیش از ۱۴۰۰ متر رسیده است. الگوی توزیع فضایی ارتفاع لایه‌مرزی در دوره گرم سال برخلاف دوره سرد سال به این صورت است که بخش‌های شمال و شرقی استان دارای بیشینه ارتفاع لایه‌مرزی بوده است که بین ۱۴۰۰ تا ۱۶۰۰ متر متفاوت بوده است درحالی‌که در بخش‌های غربی و جنوبی استان ارتفاع لایه‌مرزی به ۷۰۰ تا ۱۰۰۰ متر رسیده است. تفاوتی که در فصل گرم در ارتفاع لایه‌مرزی بین مناطق شرقی و جنوبی دیده می‌شود به‌این‌علت است که در فصل گرم مناطق جنوبی تقریباً سطح زمین به علت آب‌وهوای مساعدتر تحت کشت‌های مختلف است؛ ولی در مناطق شرقی این‌گونه نیست و فقط یک‌فصل کشت وجود دارد به همین علت در مناطق شرقی استان ارتفاع لایه‌مرزی بالاتری نسبت به مناطق جنوبی هستیم.

بررسی روند سری زمانی ۳۰ساله (در گام‌های زمانی ۵ساله) میانگین فضایی شاخص ارتفاع لایه‌مرزی سطح استان لرستان در شکل ۵ نشان می‌دهد که در دوره گرم سال، ارتفاع لایه‌مرزی به‌صورت معنی‌داری از ارتفاع لایه‌مرزی دوره سرد سال بالاتر است. در سال ۱۹۹۰، میانگین فضایی ارتفاع لایه‌مرزی دوره گرم سال در سطح استان برابر ۸۷۰ متر بوده است درحالی‌که با یک‌روند افزایشی توأم با نوسان دوره‌ای، در سال ۲۰۲۰، ارتفاع لایه‌مرزی متوسط استان به ۱۳۰۰ متر رسیده است. در دوره سرد سال نیز روند افزایشی مستمر توأم با نوسان در روند ۳۰ساله ارتفاع لایه‌مرزی استان دیده‌شده است. به‌طوری‌که در سال ۱۹۹۰، در دوره سرد سال، ارتفاع لایه‌مرزی متوسط سطح استان برابر ۱۵۴ متر بوده است درحالی‌که در سال ۲۰۲۰، ارتفاع لایه‌مرزی به بیش از ۱۹۰ متر رسیده است.



شکل ۵. روند دوره‌ای تغییرات میانگین فضایی شاخص ارتفاع لایه‌مرزی BLH(مستخرج از پایگاه ERA5 با رزولوشن فضایی ۰/۲۵ درجه قوسی) در سطح استان لرستان طی دوره گرم و سرد سال دوره آماری ۱۹۹۰–۲۰۲۰

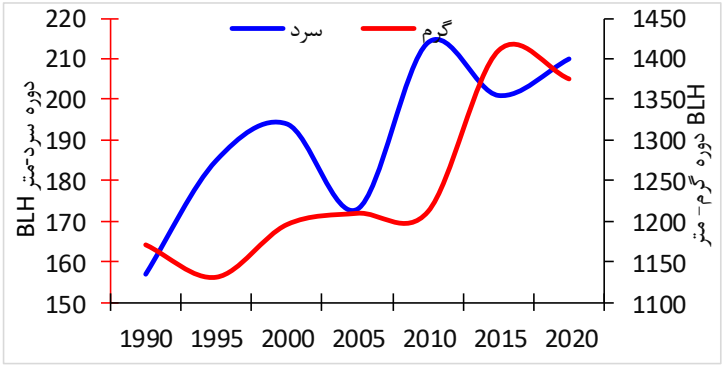
میانگین فضایی ارتفاع لایه‌مرزی دوره آماری ۳۰ساله ۱۹۹۰–۲۰۲۰، روی هرکدام از طبقات ۵ گانه پوشش اراضی آشکارشده در سطح استان لرستان در جدول ۳ ارائه‌شده است. همان‌طور که در این جدول دیده می‌شود، در دوره سرد سال، اراضی جنگلی نوار جنوب و جنوب غرب استان بالاترین ارتفاع لایه‌مرزی را که به‌طور متوسط برابر ۲۲۷ متر بوده است داشته‌اند درحالی‌که میانگین فضایی ارتفاع لایه‌مرزی در دوره گرم سال روی همین پوشش اراضی در حالت کمینه (نسبت به سایر طبقات پوشش اراضی) بوده است و برابر ۱۰۵۹ متر بوده است. در دوره گرم سال، اراضی کشاورزی با

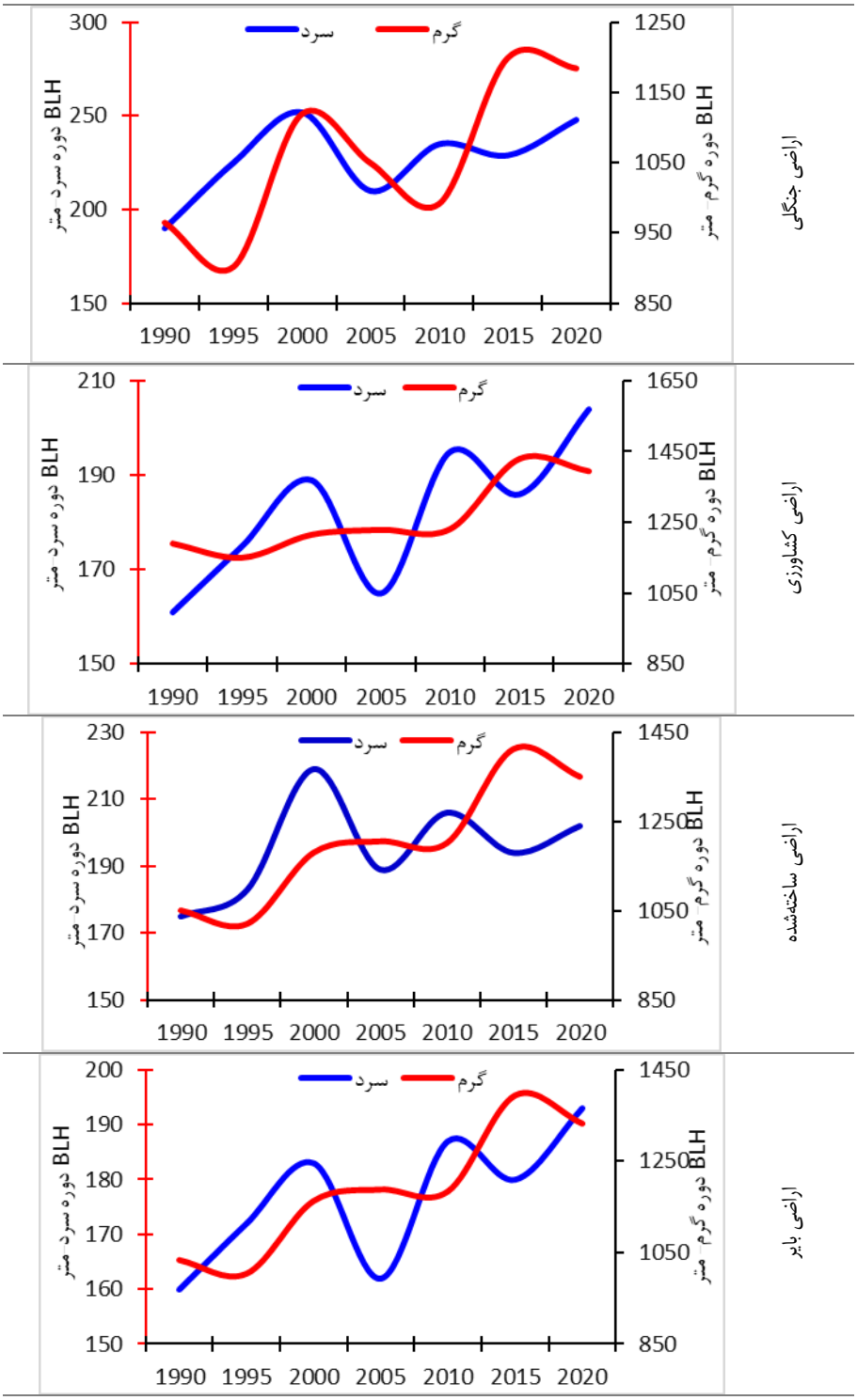
ارتفاع لایه‌مرزی ۱۲۶۳ و اراضی مرتعی با ارتفاع لایه‌مرزی، ۱۲۴۳، در میان طبقات کاربری مورد بررسی بالاترین ارتفاع لایه‌مرزی را داشته‌اند، درحالی‌که در دوره سرد سال، اراضی شهری و مسکونی با ارتفاع ۱۹۲ متر، بالاترین ارتفاع لایه‌مرزی را داشته است.

جدول ۳. میانگین فضایی شاخص ارتفاع لایه‌مرزی روی هرکدام از طبقات پوشش اراضی سطح استان بر اساس میانگین دوره آماری ۱۹۹۰–۲۰۲۰ به تفکیک دوره سرد و گرم سال

طبقات پوشش اراضی	دوره سرد سال	دوره گرم سال
	میانگین فضایی – متر	میانگین فضایی – متر
جنگل	۲۲۷	۱۰۵۹
مرتع	۱۹۱	۱۲۴۳
اراضی کشاورزی	۱۸۲	۱۲۶۳
اراضی ساخته‌شده	۱۹۵	۱۲۰۳
اراضی بایر	۱۷۷	۱۱۸۶

روند ۳۰ساله تغییرات ارتفاع لایه‌مرزی روی هرکدام از طبقات پوشش اراضی استان به‌صورت نمودارهای ۶ ارائه‌شده است. همان‌طور که مشاهده می‌گردد، در اراضی مرتعی، در هر دو دوره سرد و گرم سال، روند افزایشی در ارتفاع لایه‌مرزی دیده می‌شود. در اراضی جنگلی نیز روند افزایشی در ارتفاع لایه‌مرزی طی دوره ۱۹۹۰–۲۰۲۰، هم در دوره سرد و هم در دوره گرم سال دیده‌شده است. در این پوشش اراضی که عموماً جنگل‌های بلوط با تراکم متفاوت در جنوب و جنوب غرب استان را تشکیل می‌دهد، ارتفاع لایه‌مرزی در سال ۱۹۹۰، برابر ۹۶۳ متر بوده است که در سال ۲۰۲۰، با افزایش مستمر به ۱۱۸۳ متر رسیده است، اما در دوره سرد سال، این روند افزایشی توأم با نوسانات قابل‌توجه دوره‌ای بوده است به‌طوری‌که بیشینه افزایش ارتفاع لایه‌مرزی مربوط به دوره ۱۹۹۰–۲۰۰۰ بوده است که در این دوره ارتفاع لایه‌مرزی از ۱۹۰ متر در سال ۱۹۹۰ به ۲۵۲ متر در سال ۲۰۰۰ رسیده است. در مورد اراضی کشاورزی نیز روند افزایش ارتفاع لایه‌مرزی در هر دو دوره گرم و سرد سال آشکار شد؛ اما شتاب افزایش در ارتفاع لایه‌مرزی در دوره گرم سال بالاتر بوده است. در دوره گرم سال، ارتفاع لایه‌مرزی روی پوشش اراضی کشاورزی به‌صورت مستمر از ۱۱۳۰ متر در سال ۱۹۹۰ به ۱۳۷۵ متر در سال ۲۰۲۰ افزایش نشان داده است. ارتفاع لایه‌مرزی روی اراضی شهری و مسکونی در دوره گرم سال، به‌صورت قابل‌توجهی روند افزایشی داشته است به‌نحوی‌که از ۱۰۲۰ متر در سال ۱۹۹۰ به ۱۳۵۰ متر در سال ۲۰۲۰ رسیده است.

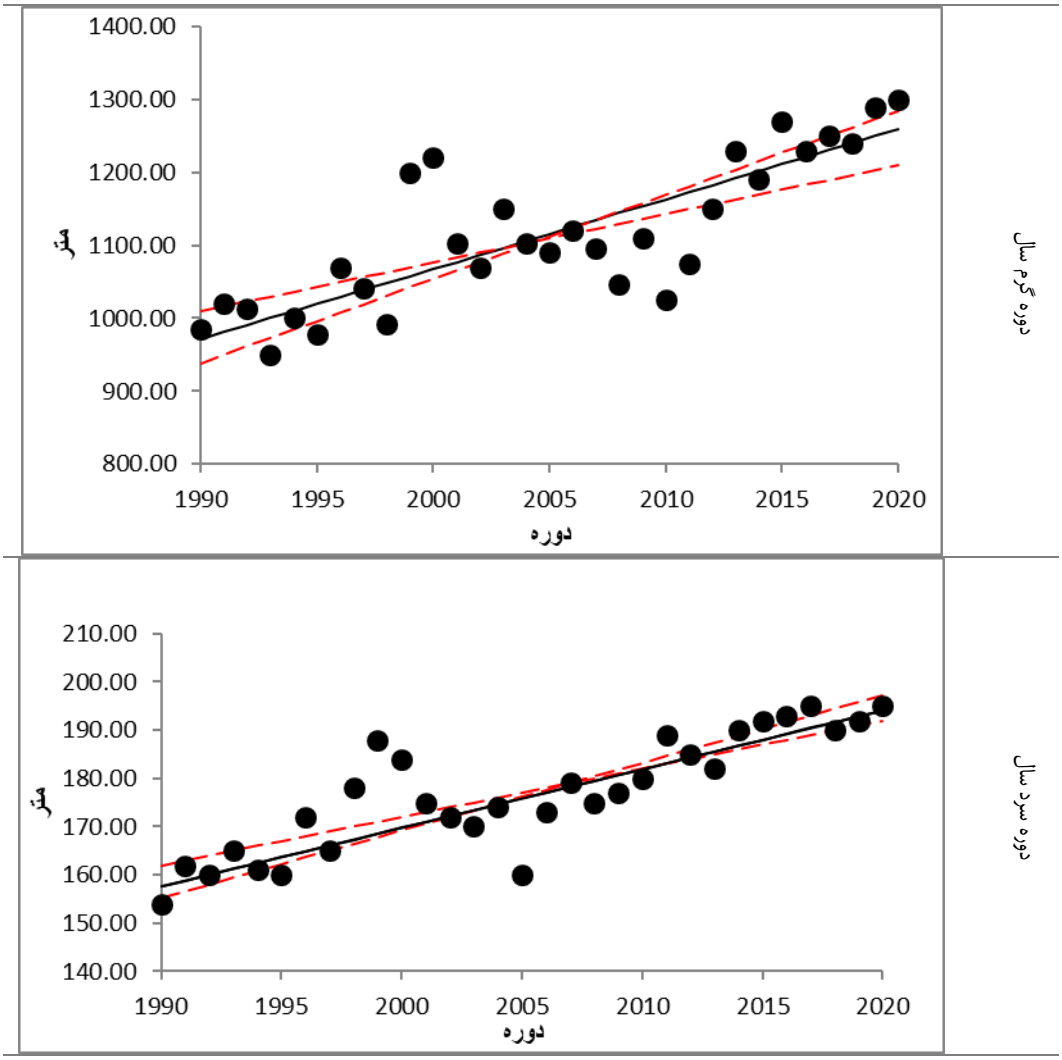




شکل ٦. روند دوره‌ای تغییرات میانگین فضایی شاخص ارتفاع لایه‌مرزی BLH(مستخرج از پایگاه ERA5 با رزولوشن فضایی ۰/۲۵ درجه قوسی) در سطح هرکدام از طبقات پوشش اراضی استان لرستان طی دوره گرم و سرد سال دوره آماری ۱۹۹۰–۲۰۲۰

نکته قابل‌توجهی که در مورد تغییرات ارتفاع لایه‌مرزی در ارتباط با تغییرات کاربری اراضی موردتوجه قرار گیرد این است که در دوره سرد سال، کاربری اراضی شهری و مسکونی بالاترین ارتفاع لایه‌مرزی را داشته است که برابر ۱۹۵ متر است. از طرف دیگر روند تغییرات دوره‌ای ارتفاع لایه‌مرزی روی این کاربری در فصل گرم افزایشی مستمر و در فصل

سرد افزایشی ملایم توأم با نوسان بوده است؛ لذا باتوجه‌به اینکه این کاربری طی دوره آماری مورد بررسی روند افزایشی داشته است، گسترش عرصه‌های شهری و مسکونی منجر به تداوم روند افزایشی در ارتفاع لایه‌مرزی خواهد شد. از طرف دیگر اراضی کشاورزی استان در دوره گرم سال، بالاترین ارتفاع لایه‌مرزی را به خود اختصاص داده است (۱۲۶۳ متر). روند تغییرات ارتفاع لایه‌مرزی طی دوره آماری ۳۰ساله ۱۹۹۰–۲۰۲۰، روی این کاربری هم در دوره سرد و هم در دوره گرم نیز افزایشی بوده است، لذا باتوجه‌به اینکه این کاربری نیز یکی از کاربری‌های درحال‌رشد و گسترش استان است، لذا به نظر می‌رسد تداوم افزایش ارتفاع لایه‌مرزی در آینده نیز همچنان مستمر باشد.



شکل ۷. روند ۳۰ساله ارتفاع لایه‌مرزی دوره سرد و گرم سال در سطح استان لرستان (میانگین فضایی سطح استان در هر سال)

جدول ٤. آماره معنی‌داری من – کندال

طبقات پوشش اراضی	آماره تخمین‌گر شیب Sen	آماره معنی‌داری من - کندال T- محاسباتی
ارتفاع لایه‌مرزی - دوره گرم	۹	۲/۷
ارتفاع لایه‌مرزی دوره سرد	۱/۲	۲/۴

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از تحلیل زمانی مکانی وضعیت شاخص ارتفاع لایه‌مرزی در سطح استان بیانگر آن بود که در دوره سرد سال ارتفاع لایه‌مرزی در سطح استان در کمترین حالت ۴۰ متر و در بیشترین حالت به ۳۸۵ متر رسیده است درحالی‌که در دوره گرم سال در حالت کمینه ارتفاع لایه‌مرزی در سطح استان حدود ۷۰۰ متر و در حالت بیشینه به بیش از ۱۴۰۰ متر رسیده است. الگوی توزیع فضایی ارتفاع لایه‌مرزی در سطح استان در دوره سرد به این‌گونه است که در بخش‌های غربی استان ارتفاع لایه‌مرزی بیشینه بوده و به بیش از ۲۵۰ متر می‌رسد درحالی‌که در بخش‌های شرقی استان ارتفاع لایه‌مرزی به کمتر از ۸۰ متر رسیده است. الگوی توزیع فضایی ارتفاع لایه‌مرزی در دوره گرم سال برخلاف دوره سرد سال به این صورت است که بخش‌های شمال و شرقی استان دارای بیشینه ارتفاع لایه‌مرزی بوده است که بین ۱۴۰۰ تا ۱۶۰۰ متر متفاوت بوده است درحالی‌که در بخش‌های غربی و جنوبی استان ارتفاع لایه‌مرزی به ۷۰۰ تا ۱۰۰۰ متر رسیده است. نتایج حاصل از بررسی روند ۳۰ساله ارتفاع لایه‌مرزی نشان داد که در دوره گرم و سرد سال، ارتفاع لایه‌مرزی پوشش‌های اراضی ۵ گانه استان، روند افزایشی با شتاب متفاوتی داشته است. به‌طورکلی میانگین فضایی ارتفاع لایه‌مرزی استان نیز یک‌روند افزایشی نشان داد. در سال ۱۹۹۰، میانگین فضایی ارتفاع لایه‌مرزی دوره گرم سال در سطح استان برابر ۸۷۰ متر بوده است درحالی‌که با یک‌روند افزایشی توأم با نوسان دوره‌ای، در سال ۲۰۲۰، ارتفاع لایه‌مرزی متوسط استان به ۱۳۰۰ متر رسیده است. در دوره سرد سال نیز روند افزایشی مستمر توأم با نوسان در روند ۳۰ساله ارتفاع لایه‌مرزی استان دیده‌شده است. به‌طوری‌که در سال ۱۹۹۰، در دوره سرد سال، ارتفاع لایه‌مرزی متوسط سطح استان برابر ۱۵۴ متر بوده است درحالی‌که در سال ۲۰۲۰، ارتفاع لایه‌مرزی به بیش از ۱۹۰ متر رسیده است. در دوره سرد سال، اراضی جنگلی نوار جنوب و جنوب غرب استان بالاترین ارتفاع لایه‌مرزی را که به‌طور متوسط برابر ۲۲۷ متر بوده است داشته‌اند درحالی‌که میانگین فضایی ارتفاع لایه‌مرزی در دوره گرم سال روی همین پوشش اراضی در حالت کمینه (نسبت به سایر طبقات پوشش اراضی) بوده است و برابر ۱۰۵۹ متر بوده است. در دوره گرم سال، اراضی کشاورزی با ارتفاع لایه‌مرزی ۱۲۶۳ و اراضی مرتعی با ارتفاع لایه‌مرزی، ۱۲۴۳، در میان طبقات کاربری مورد بررسی بالاترین ارتفاع لایه‌مرزی را داشته‌اند، درحالی‌که در دوره سرد سال، اراضی شهری و مسکونی با ارتفاع ۱۹۲ متر، بالاترین ارتفاع لایه‌مرزی را داشته است. در دوره سرد سال، کاربری اراضی شهری و مسکونی بالاترین ارتفاع لایه‌مرزی را داشته است از طرف دیگر روند تغییرات دوره‌ای ارتفاع لایه‌مرزی روی این کاربری در فصل گرم افزایشی مستمر و در فصل سرد افزایشی ملایم توأم با نوسان بوده است. در این راستا، تحقیق یاراحمدی و همکاران (۱۳۹۷) نیز نشان داد که با گسترش کاربری اراضی شهری و مسکونی شهر کرمانشاه، ارتفاع لایه‌مرزی روی بافت شهری هم در فصل گرم و هم در فصل سرد با افزایش ارتفاع روبرو بوده است. از طرف دیگر اراضی کشاورزی استان در دوره گرم سال، بالاترین ارتفاع لایه‌مرزی را به خود اختصاص داده است. روند تغییرات ارتفاع لایه‌مرزی طی دوره آماری ۳۰ساله ۱۹۹۰–۲۰۲۰، روی این کاربری هم در دوره سرد و هم در دوره گرم نیز افزایشی بوده است که به نظر می‌رسد، باتوجه‌به الگوی کشت غالب و روبه‌افزایش استان که از نوع دیم بوده و در اواخر خرداد یا اوایل تیرماه، با برداشت محصول، زمین در حالت بایر و عریان قرار گرفته و با گرمایش شدید، منجر به افزایش ارتفاع لایه‌مرزی می‌شود.

تقدیر و تشکر

بنا به اظهار نویسنده مسئول، این مقاله حامی مالی نداشته است.

منابع

۱) اسمعیل‌پور، ن. و عزیزپور، م.(۱۳۸۸). تغییر کاربری اراضی کشاورزی و افزایش نسبی دمای شهر یزد ناشی از رشد سریع آن. *مجلهٔ جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای*، ۱۲، ۳۷-۵۴.

۲) حیدری، ح. (۱۴۰۲). *تحلیل و آشکارسازی واداشت‌های اقلیمی تغییرات کاربری اراضی (مطالعه موردی استان لرستان)*. رساله دکتری، دانشگاه لرستان.

۳) رنجبر سعادت‌آبادی، ع.؛ علی‌اکبری بیدختی، ع. و صادقی حسینی، س، ع. (۱۳۸۵). آثار جزیره گرمایی و شهرنشینی روی وضع هوا و اقلیم محلی در کلان‌شهر تهران بر اساس داده‌های مهرآباد و ورامین. *محیط‌شناسی*، ۳۲(۳۹)، ۵۹-۶۸.

۴) مهدیان ماه فروزی، م.؛ شمسی‌پور، ع، ا. کریمی احمدآباد، م. و پوررضا، پ. (۱۳۹۹). تغییرات سالانه ارتفاع لایه‌مرزی شهر تهران. *پژوهش‌های جغرافیای طبیعی*، ۵۲(۱)، ۲۵-۱۳.

۵) شکیبا، ع.؛ ضیاییان فیروزآبادی، پ.؛ عاشورلو، د. و نامداری، س.(۱۳۸۸). تحلیل رابطه کاربری و پوشش اراضی و جزایر حرارتی شهر تهران، با استفاده از داده‌های ETM+. *سنجش‌ازدور و GIS ایران*، ۱ (۱)، ۳۹-۵۶.

۶) نامداری، س. (۱۳۸۸). *استخراج جزایر حرارتی در مناطق شهری با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای مطالعه موردی شهر تهران*. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشکده علوم زمین دانشگاه شهید بهشتی تهران.

۷) یاراحمدی، داریوش، زراعی چقابلکی، زهرا، و حلیمی، منصور. (۱۳۹۷). آشکارسازی تأثیر کاربری اراضی در تغییرپذیری زمانی مکانی سالانه ارتفاع لایه‌مرزی (مطالعه موردی شهر کرمانشاه). *تحلیل فضایی مخاطرات محیطی*، ۵(۳)، ۵۳-۶۶.

References

1) Atwater, M. A. (1972). Thermal effects of urbanization and industrialization in the boundary layer: A numerical study. Bond – Layer. *Metero*, *l* (3), 229-245.

2) Atwater, M. A. (1974). Thermal changes induced by urbanization and pollutants. J. Appl. *Meteor*,*14*,1061 – 1071.

3) Baik, J.J., & Chun, H.Y. (1997). A dynamical model for urban heat islands. Bound. Layer. *Meteor*, *83*, 463 - 477.

4) Bryan, B.A., & Crossman, N.D. (2008). Systematic regional planning for multiple objective natural resource management. .*Environmental Management*, *88* (04),1175-1189,

5) Cotton, W. R., & Pielke. R. A. (1995). Human impacts on weather and Climate. *Cambridge university press*, 288 pp.

6) Coppin, P., Jonckheere, I., Nackaerts, K., Muys, B., & Lambin, E. (2004). Digital change detection methods in ecosystem monitoring, a review. *International journal of remote sensing*, *25*,1565-1596.

7) Chen, X.L, Zhao, H. M., Li, P.X., & Yin, Z.Y. (2006). Remote sensing image-based analysis of the relationship between urban heat island and land use/cover changes. *Remote Sensing of Environment*,*104*(2), 133-146.

8) Enger, E., & Smith, B. (1992). Environmental Science- A Textbook, 4th Edition. *W.C Brawn*, 514 p, 1992.

9) Jiang, J., & Guangjin, T. (2010). Analysis of the impact of Land use/ Land cover change on Land Surface Temperature with Remote Sensing. *Procedia Environmental Sciences*, *2*, 571–575.

10) Lopez, E., Bocco, G., Mendozaa, M., & Duhao, E. (2001). Predicting land-cover and land-use change in the urban fringe: A case in Morelia city, Mexico. *Landscape and Urban Planning*, *55* (04), 271-285, 2001

11) Liu, S., & Liang, X.Z. (2010). Observed Diurnal Cycle Climatology of Planetary Boundary Layer Height. *Journal of Climate*, *23*, 5790–5807

12) 19-Norman, L.M., Feller, M., & Guertin, D.P. (2009). Forecasting urban growth across the United States-Mexico border, Computers. *Environment and Urban Systems*, *33* (02), 150-159, 2009

13) Panofsky, H.A., & Dutton, J.A. (1984). Atmospherice turbulence. *NewYourk Willey &*

Sons,Inc ,397 pp.
14) Stull, R.B. (1988). An Introduction to Boundary Layer Meteorology.Dordrecht. *Kluwer Academic publishers*.670pp.
15) Tumanov, S. A .(1999). Influences of the city of Bucharest on weather and climate parameters. Atmos. *Environ*, *33*, 4173 – 4183.
16) Ying-ying, L., Zhang, H., & Wolfgang, K. (2014). Monitoring patterns of urban heat islands of the fast-growing Shanghai metropolis, China: Using time-series of Landsat TM/ETM+ data. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, *19*, 127–138.