

Comparison the effects of land use change and precipitation on annual discharge (Case study: Kiar watershed)

Mojtaba Rezaei¹, Reza Omidipour^{2*}, Ashkan Rezaei³ and Mohabat Nadaf⁴

1- MSc in Watershed Sciences and Engineering, Faculty of Natural Resources and Marine Sciences, Tarbiat Modares University, Noor, Iran

2-Ph.D. in Rangeland Sciences, Faculty of Natural Resources and Earth Sciences, Shahrekord University, Shahrekord, Iran

3-PhD student in Watershed Management, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Hormozgan, Hormozgan, Iran

4- Assistant Prof., Department of Biology, Payame Noor University, Tehran, Iran

*Corresponding author: R.omidipour@yahoo.com

(Received: 29 June 2022

Revise: 22 August 2022

Accepted: 09 September 2022)

Extended Abstract

Introduction: The development of agricultural and urban areas and overexploitation of natural resources have caused significant changes in the hydrological regime of watersheds. Furthermore, population increase, unprincipled exploitations and climate changes have intensified this process. It is therefore necessary to know and study it continuously. The trend of hydrological series may also change due to climate change, land use and watershed management. Therefore, identifying the presence or absence of changes in time in rainfall and discharges of an area and presenting it in statistical analysis seems necessary. The Mann-Kendall test is one of the most widely used nonparametric methods for analyzing the flow of such data. Studying periods of rainfall and discharge as well as land use change can be useful in expressing the role of climatic and human factors. Therefore, the present study was conducted to investigate the trend of land use change and the role of each in the discharge trend of Kiar watershed.

Materials and methods

The present study was conducted in Kiar watershed located in Chaharmahal and Bakhtiari province as one of the northern sub-basins of Karun River. In order to conduct the current research and achieve the desired goals, after obtaining the information and data required for the research from the Chaharmahal and Bakhtiari Regional Water Organization, a joint statistical course of study stations was determined. Finally, the mentioned period was selected from 1363-1390. Then, Mann-Kendall non-parametric test was used to investigate the trend of changes in precipitation and discharge of stations in Kiar watershed. Then, land use changes in the study area in three time periods were extracted using the object-oriented classification method in IDRISI Taiga 16.03 software environment using Landsat's TM sensor images. Using the parameters of overall accuracy and kappa coefficient, the accuracy of the classification was calculated. Finally, the trend of land use change and its relationship with the trend of discharge were evaluated.

Results and discussion

The results of trend analysis for the Dey River time series (on seasonal and annual scales) at the Burnt Mountain Station show that discharge has had a decreasing trend on both scales. The highest discharge trend in the seasonal series belongs to summer and the lowest discharge trend belongs to fall at the significant level of 1%. The study of trends in the rainfall time series of the region shows a different behavior. While the trend in Borujen station was upward, Shahrekord and Beheshtabad exhibited a downward trend, and no trend was found in Farsan station. The decreasing trend of discharge and precipitation in Kuh-e-Sokhteh hydrometric station and rain gauge stations in Shahrekord and Beheshtabad are on the same side, which can be attributed to the decrease in discharge due to the rainfall behavior of the region. The results of the trend of land use change showed that residential and agricultural lands have an increasing trend and rangeland and barren lands have a decreasing trend. Increasing the level of agriculture and residential areas can be a reason for reducing the trend in discharge.

Conclusion

Based on the results of the present study, the results of trend analysis for the time series of the river at the burnt mountain station showed that the discharge trend in seasonal and annual scales is Downward. The highest discharge trend in the seasonal series belongs to the summer season and the lowest discharge trend belongs to the autumn season. Also, the results of studying the trend in the time series of rainfall in the region showed different behaviors. While, the trend in Borujen station was upward, Shahrekord and Beheshtabad exhibited a downward trend, and no trend was found in Farsan station.

Key Words: Watershed, Climate change, Remote sensing, Integrated management.

Citation: Rezaei, M., Omidipour, R., Rezaei, A., & Nadaf, M. (2022). Comparison the effects of land use change and precipitation on annual discharge (Case study: Kiar watershed). *Integrated Watershed Management*, 2(2), 62-74. doi: 10.22034/iwm.2022.556854.1038

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>).





مقایسه تاثیر تغییرات روند کاربری اراضی و بارش بر دبی سالانه (مطالعه

موردی: حوزه آبخیز کیار)

مجتبی رضایی^۱، رضا امیدپور^{۲*}، اشکان رضایی^۳، محبت نداف^۴

۱- کارشناسی ارشد علوم و مهندسی آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، ایران

۲- دکتری علوم مرتع، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران

۳- دانشجوی دکتری آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان، هرمزگان، ایران

۴- استادیار گروه زیست شناسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

*نویسنده مسئول: R.omidipour@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۶/۱۸

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۵/۳۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۴/۰۸

چکیده

توسعه مناطق شهری و کشاورزی و بهره‌برداری بیش از حد از منابع طبیعی به‌منظور برآورد نیاز روز افزون انسان‌ها باعث ایجاد تغییرات چشمگیری در رژیم هیدرولوژیکی حوزه‌های آبخیز می‌شود. همچنین، تغییر عوامل اقلیمی از قبیل بارش از مهم‌ترین دلایل تغییرات دبی رودخانه‌ها است. بررسی همزمان تغییرات عوامل اقلیمی و کاربری اراضی در ارتباط با تغییرات دبی رودخانه از اهمیت بالایی برخوردار است. هدف از این تحقیق بررسی روند تغییرات کاربری اراضی و بارش و نقش هر یک آن‌ها در روند تغییرات دبی حوزه آبخیز کیار در استان چهارمحال و بختیاری است. بدین منظور ابتدا برای تحلیل روند سری‌های زمانی بارش و دبی از روش ناپارامتریک من-کندال استفاده شد. سپس با استفاده از تصاویر ماهواره لندست مربوط به سال‌های ۱۹۹۰، ۱۹۹۹ و ۲۰۰۹ و با استفاده از روش شی‌گرا در محیط نرم افزار IDRISI Taiga اقدام به تهیه نقشه کاربری اراضی حوزه شد. نتایج تحلیل روند برای سری زمانی دبی رودخانه در ایستگاه کوه سوخته نشان داد که دبی در مقیاس‌های فصلی و سالانه روند کاهشی داشته است. بطوری‌که بیشترین روند دبی در سری فصلی در فصل تابستان و کمترین روند دبی در فصل پاییز ثبت شد که در سطح ۱ درصد معنی‌داری بودند. نتایج بررسی روند در سری زمانی بارندگی‌های منطقه، دارای رفتار متفاوتی بود بطوری‌که در ایستگاه بروجن روند افزایشی و در ایستگاه‌های شهرکرد و بهشت‌آباد روند کاهشی و در ایستگاه فارسان بدون روند قابل تشخیص مشاهده گردید. نتایج حاصل از بررسی روند تغییرات کاربری نشان داد که اراضی مسکونی و کشاورزی، روند افزایشی و اراضی مرتعی و بایر روند کاهشی داشته‌اند. با توجه به روند تغییرات کاهشی بارش و همچنین افزایش اراضی بایر و اراضی مسکونی، نتیجه‌گیری می‌شود که تأثیر تغییرات بارش بر میزان دبی بیش از تغییرات کاربری اراضی است.

واژه‌های کلیدی: حوزه آبخیز، تغییر اقلیم، سنجش از دور، مدیریت جامع.

استناد: رضایی، مجتبی، امیدپور، رضا، رضایی، اشکان، نداف محبت. (۱۴۰۱). مقایسه تاثیر تغییرات روند کاربری اراضی و بارش بر دبی سالانه (مطالعه موردی: حوزه آبخیز کیار). مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز، ۲(۲)، ۶۲-۷۴.

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 به‌صورت آزاد در وبسایت مجله برای عموم بدون پرداخت هزینه قابل دسترس است.

مقدمه

حوزه آبخیز عرصه‌ای است که روان آب ناشی از بارش را توسط آبراهه‌ها جمع‌آوری و به یک خروجی نظیر رودخانه، آب انباشت، تالاب، دریاچه و دریا هدایت می‌کند. مدیریت حوزه آبخیز تحت عنوان آبخیزداری شناخته شده و به عبارتی به علم و هنر برنامه‌ریزی مستمر و اجرای اقدامات لازم برای مدیریت منابع حوزه‌های آبخیز اشاره دارد (Heathcote, 2009). در دهه‌های اخیر، توسعه مناطق کشاورزی، شهری و بهره‌برداری بیشتر از منابع طبیعی از قبیل جنگل‌ها و مراتع در جهت برآورد رشد روز افزون نیاز انسان‌ها، موجب شده که تغییرات چشمگیری در رژیم هیدرولوژیکی حوزه‌های آبخیز ایجاد شود (Gordon et al., 2008; Kazemi et al., 2011). از آنجایی که جمعیت انسانی به‌خصوص در کشورهای در حال توسعه، روز به روز در حال افزایش است (Lee, 2011; Dao, 2012)، ارزیابی بهره‌برداری غیر اصولی از منابع طبیعی، شناخت و مطالعه مستمر آن‌ها ضروری است.

یکی از مهمترین تهدیدهای اکوسیستم‌های طبیعی که در مقیاس‌های مختلف به وقوع می‌پیوندد، تغییر کاربری اراضی است (Liu et al., 2020; Davison et al., 2021). تغییر کاربری اراضی و عدم تطابق آن با توان اراضی یکی از اثرات مهم فعالیت‌های انسانی می‌باشد (Brooks, 2003). تغییر کاربری اراضی یکی از مهمترین عوامل در جهت تغییر جریان هیدرولوژیک، فرسایش حوزه‌های آبخیز و کاهش تنوع زیستی می‌باشد (Chen et al., 2007; Moreno et al., 2011). بر اساس نتایج مطالعات انجام شده، عدم تناسب کاربری اراضی بهیه (بهترین کاربری قابل اجرا) و کاربری‌های اراضی فعلی از دلایل مهم تعدد و افزایش دبی سیلاب‌ها در شمال ایران است (Tehrani, 2001). بررسی عوامل ایجاد تغییرات کاربری اراضی و همچنین اثرات آن بر فرآیندهای مرتبط با حوزه‌های آبخیز نقش مهمی در مدیریت جامع حوزه آبخیز داشته و برای برنامه‌ریزان و مدیران از اهمیت بالایی برخوردار است (Boongaling et al., 2018).

(Arnold et al., 2020). برای مثال، تخریب جنگل و مراتع و تبدیل آنها به اراضی بایر موجب افزایش فرسایش خاک و حجم رواناب خواهد شد که رژیم آبی موجود در حوزه آبخیز را دچار تغییر خواهد نمود و سلامت اکوسیستم را تهدید می‌کند (Cheng et al., 2018; Xiao et al., 2019; Liu et al., 2022). در همین راستا، Mishra و همکاران (2022) در بررسی خود در کشور هند نشان دادند که بیشترین جریان رواناب مربوط به کاربری اراضی بایر و بدون پوشش است (Mishra et al., 2022). از طرفی دیگر، این تغییرات در رژیم‌های آبی حوزه آبخیز به واسطه تغییرات اقلیمی از جمله افزایش دمای هوا تشدید شده و در نهایت منجر به ایجاد تغییرات در روند برخی از مولفه‌های چرخه هیدرولوژی از جمله بارش و جریان آبراهه‌ای در نقاط مختلف جهان شده است (Dayon et al., 2018; Strohmenger et al., 2022). به همین دلیل در دهه‌های اخیر مطالعات زیادی در رابطه با روند تغییرات متغیرهای مختلف هواشناسی و هیدرولوژیکی انجام شده است.

در دهه‌های اخیر مطالعات زیادی در رابطه با ارتباط بین روند تغییرات شاخص‌های مختلف هواشناسی و هیدرولوژیکی و تاثیر تغییر کاربری اراضی بر آن در سطح حوزه‌های آبخیز انجام شده است. برای مثال، Hoseini و همکاران (2020) با بررسی اثرات تغییر کاربری بر سیل‌خیزی و دبی حوزه آبخیز عموقین نشان دادند که کاهش کیفیت مراتع و تغییر کاربری مرتع به زمین کشاورزی موجب افزایش پتانسیل سیل‌خیزی در منطقه خواهد شد. در تحقیقی دیگر در حوزه آبخیز سنقر، Gholamian و Ildoromi (2020) با استفاده از مدل Win TR-55 و تصاویر ماهواره‌ای لندست ۷ و ۸ تأثیر تغییرات کاربری اراضی بر دبی حداکثر هیدروگراف سیل را بررسی کردند. بررسی هیدروگراف خروجی حوزه نشان داد که مقادیر حداکثر سیلاب در سال ۲۰۱۵ نسبت به سال ۲۰۰۰ به میزان ۱۲/۲ درصد افزایش یافته است اما وسعت کاربری اراضی مرتعی ۲۳/۳۲ درصد کاهش و مساحت اراضی کشاورزی دیم، آبی و باغ و

سری زمانی متغیرهای هیدرولوژیکی از روش‌های ناپارامتری استفاده می‌شود. شاید دلیل اصلی این است که آزمون‌های ناپارامتری برای سری داده‌هایی که توزیع آماری آن‌ها نرمال نیست، مناسب‌تر هستند. آزمون من کندال یکی از پرکاربردترین روش‌های ناپارامتری برای تحلیل روند داده‌ها است (Mann, 1945; Kendall, 1975). بررسی روند سری‌های زمانی بارش و دبی و همچنین تغییرات کاربری اراضی می‌تواند در بیان نقش عوامل اقلیمی و انسانی مفید باشد. داده‌های ماهواره‌ای یکی از منابع مهم تهیه اطلاعات برای سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) است که از آن برای بررسی تغییرات محیطی و مدیریت منابع استفاده می‌شود، که اطلاعات به‌روزی را برای اهداف مدیریتی فراهم می‌آورند. در دهه‌های اخیر تغییرات عوامل اقلیمی از جمله بارش بسیاری از رژیم‌های هیدرولوژیکی موجود در حوزه‌های آبخیز را دچار تغییر کرده و سلامت و مدیریت حوزه‌های آبخیز را دچار مشکل کرده است. حوزه آبخیز کیار یکی از زیر حوزه‌های مهم حوزه آبخیز بهشت آباد می‌باشد که وسیع‌ترین دشت‌های استان در این حوزه واقع شده که حدود ۶۰ درصد از جمعیت استان چهارمحال و بختیاری در حوزه آبخیز بهشت‌آباد ساکن هستند. بنابراین، تحقیق حاضر با هدف بررسی روند بارش و تغییرات کاربری اراضی در حوزه آبخیز کیار در شهرکرد و تاثیر آن بر روند تغییرات دبی این حوزه انجام گردید. به عبارتی، در این تحقیق ابتدا بلندمدت تغییرات کاربری اراضی در حوزه آبخیز کیار و همچنین تغییرات بارش در ایستگاه هواشناسی داخل و نزدیک حوزه کیار مطالعه شدند. در نهایت روند تغییرات دبی در ایستگاه خروجی حوزه بررسی و ارتباط آن با تغییرات بارش و کاربری اراضی مورد مطالعه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

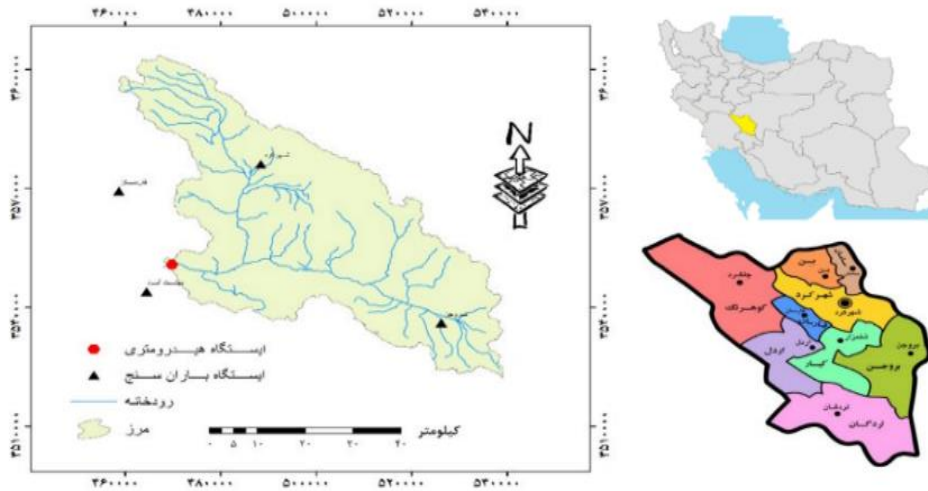
منطقه مورد مطالعه

حوزه آبخیز کیار با مساحت ۳۰۱۵ کیلومتر مربع و متوسط ارتفاع از سطح دریای حوزه ۲۵۵۴ متر و حداقل و حداکثر ارتفاع ۱۵۳۷ و ۳۵۷۶ متر، شیب متوسط حوزه ۶/۶ درصد و

مناطق مسکونی به ترتیب ۵/۹۱، ۲۰/۶۶ و ۱۶/۸۳ درصد افزایش یافته است. همچنین، همکاران (2017) نیز در مطالعه خود در آبخیز شهری ری نشان دادند که توسعه شهری و تغییر کاربری اراضی و تبدیل آنها به سطوح شهری سبب افزایش دبی پیک رواناب شده است. در مطالعه دیگری Ahmadi و همکاران (2016) وقوع تغییرات اقلیمی در حوزه آبریز ارمند را با استفاده از تحلیل ایستایی و تحلیل روند بررسی و نشان دادند که روند سری‌های بارش و دما بر رفتار هیدرولوژیکی حوزه تأثیرگذار بود. Mohammadi و همکاران (2015) تأثیر تغییر کاربری اراضی بر هیدروگراف سیل در حوزه آبخیز جعفرآباد در استان گلستان را مورد بررسی قرار دادند و که افزایش ۴/۲ درصدی مساحت جنگل سبب کاهش دبی اوج سیل به میزان ۰/۸ درصد و حجم سیلاب به میزان ۴/۴۴ درصد خواهد شد. همچنین تبدیل اراضی جنگلی به دیم سبب افزایش دبی اوج و حجم سیل در منطقه مورد مطالعه شده است. در تحقیقی دیگر، Hasan Zadeh و همکاران (2021) اثر تغییرات کاربری اراضی بر دبی رودخانه دره رود در بازه زمانی سی ساله با استفاده از مدل HEC_HMS را مورد بررسی قرار دادند و بیان نمودند که کشت آبی، زراعت دیم، مناطق سنگی، مناطق مسکونی، باغات و دریاچه دارای افزایش مساحت بوده در حالی که مقدار و حجم رواناب اوج در بیشتر زیرحوزه‌های مورد بررسی روندی کاهشی داشت. روند سری‌های زمانی هیدرولوژیکی یک حوزه آبخیز، ممکن است به دلیل تغییرات در اقلیم، کاربری اراضی و مدیریت تغییر کند. در صورت وجود چنین تغییراتی، استفاده از روش‌های معمول تجزیه و تحلیل آماری (با فرض ثابت بودن ویژگی‌های آماری سری‌های هیدرولوژیکی) برای برنامه‌ریزی‌ها و طراحی‌ها باعث کاهش دقت اندازه‌گیری و نتایج غیر واقعی خواهد شد. بنابراین شناسایی وجود و یا عدم وجود تغییرات دراز مدت در بارندگی و دبی‌های یک منطقه و دخالت دادن آن در تجزیه و تحلیل‌های آماری ضروری به نظر می‌رسد (Sheikh et al., 2009). بطور معمول برای بررسی روند

مطالعه در موقعیت جغرافیایی $51^{\circ}25'$ و $50^{\circ}22'$ طول شرقی $50^{\circ}31'$ و $32^{\circ}32'$ عرض شمالی قرار گرفته است.

بارش سالانه ۴۷۱ میلی‌متر در شهرستان کیار در استان چهارمحال و بختیاری واقع شده (شکل ۱). این محدوده یکی از زیرحوزه‌های شمالی رودخانه کارون است. منطقه مورد



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه

Figure 1-location of the study area

در راستای انجام پژوهش حاضر و دستیابی به اهداف مورد نظر، پس از اخذ اطلاعات و داده‌های مورد نیاز از سازمان آب منطقه‌ای استان چهارمحال و بختیاری، اقدام به تعیین دوره آماری مشترک در ایستگاه‌های مطالعاتی گردید. که نهایتاً دوره مذکور از سال ۱۳۶۳-۱۳۹۰ انتخاب گردید. به منظور بررسی روند تغییرات بارش و دبی ایستگاه‌های موجود در حوزه آبخیز کیار از آزمون ناپارامتری من-کندال استفاده شد. سپس تغییرات کاربری اراضی منطقه مطالعاتی در سه دوره زمانی با استفاده از روش طبقه‌بندی شیء‌گرا در محیط نرم افزار IDRISI TAIGA 16.03 و با استفاده از تصاویر سنجنده TM ماهواره لندست انجام شد و با استفاده از پارامتر صحت کلی و ضریب کاپا دقت طبقه‌بندی محاسبه شد. و در نهایت روند تغییرات کاربری اراضی و ارتباط آن با روند دبی مورد ارزیابی قرار گرفت.

روند دبی مورد ارزیابی قرار گرفت.

روش تحقیق

روش تحقیق

بررسی روند

یکی از ابزارهای که برای تعیین تغییرات در اقلیم و سری‌های زمانی هیدرولوژیک استفاده می‌شود، تحلیل روند است (Rostamian et al., 2008). از روش‌های بررسی تغییر روند داده‌ها، آزمون ناپارامتریک من-کندال است. در حقیقت این روش برای نخستین بار به وسیله من در سال ۱۹۴۵ استفاده شده و توسط کندال در سال

می‌شود. مراحل انجام آزمون به صورت زیر است:

$$S = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n \text{sign}(X_i - X_j) \quad (1)$$

که: N تعداد مشاهدات X_i و X_j به ترتیب داده‌های J ام و I ام سری‌اند. تابع علامت نیز توسط رابطه ۲ محاسبه می‌شود.

$$\text{sign}(\theta) = \begin{cases} +1 & \text{اگر } (X_j - X_k) > 0 \\ 0 & \text{اگر } (X_j - X_k) = 0 \\ -1 & \text{اگر } (X_j - X_k) < 0 \end{cases}$$

واریانس با استفاده از رابطه ۳ و ۴ محاسبه می‌شود:

$$\text{var} = \frac{n(n-1)(2n+5) - \sum_{i=1}^m t_i(t_i-1)(2t_i-1)(t_i+5)}{18} \quad (3)$$

$$(4)$$

$$\text{var} = \frac{n(n-1)(2n+5)}{18} \quad \text{اگر } N > 10$$

که در نهایت N تعداد داده‌های مشاهده‌ای، M معرف تعداد سری‌هایی که در آن حداقل یک داده تکراری وجود داشته

شد. برای انجام تصحیح هندسی از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ و نقاط کنترلی برداشت شده در محیط نرم‌افزار Google Earth با پراکنش مناسب از سطح منطقه در مکان‌هایی نظیر تقاطع جاده‌ها و آبراهه‌ها جمع‌آوری گردید و در محیط نرم‌افزار ENVI و در سیستم تصویر UTM بر روی تصویر پیاده‌سازی شدند. برای نمونه‌گیری مجدد (Resampling) ارزش پیکسل‌ها از روش نزدیکترین همسایه (Nearest neighbor) استفاده گردید. با ایجاد تصاویر ترکیب رنگی کاذب و شاخص‌های گیاهی برای افزایش مغایرت و وضوح تصاویر ایجاد شده جهت شناسایی پدیده‌های سطح زمین مانند پوشش گیاهی، اراضی بدون پوشش گیاهی، آب و برف استفاده شد. در این تحقیق، از شاخص پوشش گیاهی تفاضل استاندارد (NDVI) به‌عنوان شاخص کمی برای بهبود نتایج طبقه‌بندی و افزایش تفکیک-پذیری کاربری‌ها استفاده شد.

باشد و T معرف با ارزش یکسان می‌باشد. نهایتاً مقدار آماره Z توسط یکی از روابط زیر تعیین می‌گردد:

$$Z = \begin{cases} \frac{s-1}{\sqrt{\text{var}(s)}} & \text{اگر } s > 0 \\ 0 & \text{اگر } s = 0 \\ \frac{s+1}{\sqrt{\text{var}(s)}} & \text{اگر } s < 0 \end{cases} \quad (5)$$

در یک آزمون دو طرفه برای یافتن روند سری داده‌ها، فرض صفر در صورتی پذیرفته می‌شود که رابطه (۶) برقرار باشد:

$$|Z| \leq \frac{Z_{\alpha}}{2} \quad (6)$$

مشخصات تصاویر مورد استفاده و مرحله پیش پردازش

برای بررسی تغییرات کاربری اراضی منطقه از تصاویر شش باند سنجنده TM ماهواره لندست ۵ استفاده شد که دارای تفکیک مکانی ۳۰ متر می‌باشد (جدول ۱). در مرحله اول اقدام به تصحیحات هندسی بر روی تصویر

جدول ۱. مشخصات تصاویر ماهواره‌ای به همراه درصد ابرناکی و خطای زمین مرجع

Table 1. The characteristic satellite imagery with their cloud cover percentage and geometric error

تاریخ	سنجنده	خطای زمین مرجع (متر)	قدرت تفکیک مکانی (متر)	درصد ابرناکی
۱۶-۰۸-۱۹۹۰	لندست ۵ (TM)	۵/۶۳۸	۳۰	صفر
۲۴-۰۷-۱۹۹۰	لندست ۵ (TM)	۴/۶۱۸	۳۰	صفر
۰۴-۰۸-۲۰۰۹	لندست ۵ (TM)	۴/۴۳۳	۳۰	صفر

مقیاس، رنگ، شکل، ضریب نرمی و ضریب فشردگی شکل (که مقدار آنها را مفسر تعیین می‌کند) ایجاد می‌شوند (Omidipour et al., 2013). تکنیک قطعه‌بندی پیکسل‌هایی را که شروط معینی از همگنی و ناهمگنی را دارا باشند را به صورت خوشه‌های مکانی (Spatial cluster) گروه‌بندی می‌کند. این الگوریتم با تعریف آستانه از پیش تعریف شده که پارامتر مقیاس نام دارد شروع می‌شود. در این روش الگوریتم نواحی مجاور را (آنهايي) که کوچکتر از این پارامتر مقیاس باشند به هم متصل می‌کند (Navulur, 2007). تعریف عدد بزرگ

طبقه‌بندی شیء‌گرا

طبقه‌بندی شیء‌گرا نوعی از طبقه‌بندی تصویر است که در آن علاوه بر ویژگی‌های طیفی پدیده‌ها، ویژگی‌های هندسی آنها نیز برای طبقه‌بندی مد نظر قرار می‌گیرد (Navulur, 2007). مراحل انجام این طبقه‌بندی به شرح زیر است:

قطعه‌بندی (Segmentation)

قطعه‌بندی یکی از مهم‌ترین مراحل در تحلیل شیء‌گرای تصاویر است. در طی این فرآیند شیء‌های تصویری متناسب با معیار همگنی و ناهمگنی براساس پارامترهای

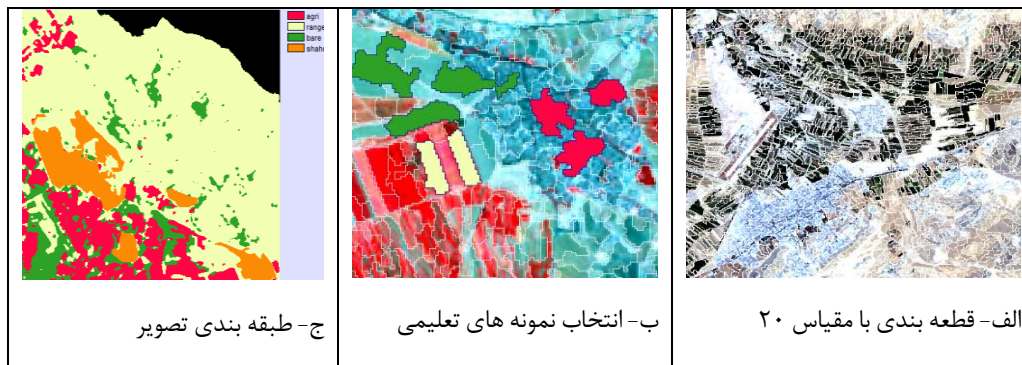
برای پارامتر مقیاس در فرایند قطعه بندی اجازه ایجاد شیءهای تصویری بزرگ را داده و برعکس با تعریف عددی کوچک برای پارامتر مقیاس، قطعه های تصویری کوچک ایجاد خواهد شد. در تحقیق حاضر برای قطعه بندی از اطلاعات مربوط به ویژگی های هندسی کاربری اراضی شامل شکل، اندازه و بافت استفاده شده که این فرایند با روش Image Objects در محیط نرم افزار IDRISI Taiga 16.03 صورت گرفته است. بدین منظور با تجزیه و تحلیل نتایج قطعه بندی با مقیاس های مختلف، مقیاس ۲۰ انتخاب شد. شکل ۲ نشان دهنده قطعه بندی با مقیاس های مختلف می باشد.

نمونه های آموزشی

نمونه های آموزشی پیکسل هایی هستند که به عنوان نمونه ای معرف و یا با شباهت زیاد به هر طبقه انتخاب می شوند که انتخاب آنها بر اساس اطلاعات واقعیت زمینی و بر اساس اطلاعات میدانی انجام می گیرد (Robert, 1987). در این تحقیق نمونه های آموزشی به تعداد کافی و پراکندگی مناسب در هر کاربری انتخاب شدند. تصاویری از مراحل مختلف قطعه بندی و انتخاب نمونه تعلیمی در شکل ۲ نمایش داده شده است.

شکل ۲- قطعه بندی، انتخاب نمونه های تعلیمی و طبقه بندی تصاویر

Figure 2- Segmentation, training area selection and images classification



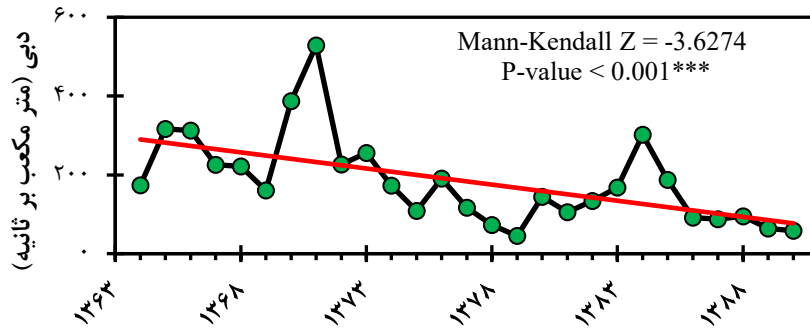
تعیین دقت نقشه های ایجاد شده

برای اطمینان از صحت و دقت نقشه های کاربری اراضی تولید شده اقدام به ارزیابی دقت آنها می شود (Omidipour et al., 2013). بطور کلی، برای ارزیابی دقت طبقه بندی باید از مجموعه ای از نقاط واقعیت زمینی (نمونه تعلیمی) استفاده شود که در فرآیند طبقه بندی استفاده نشده باشند. به عبارتی، نمونه تعلیمی مورد استفاده برای طبقه بندی و برای ارزیابی دقت طبقه بندی کاملاً متفاوت هستند. در این تحقیق برای تهیه نمونه تعلیمی از اطلاعات برداشتی از هر کاربری در بازدید میدانی و ثبت نقاط تصادفی استفاده شد. در نهایت برای بررسی میزان دقت نقشه های کاربری اراضی تولید شده از پارامترهای صحت کلی (Overall accuracy)، ضریب کاپا (Kappa coefficient) استفاده گردید.

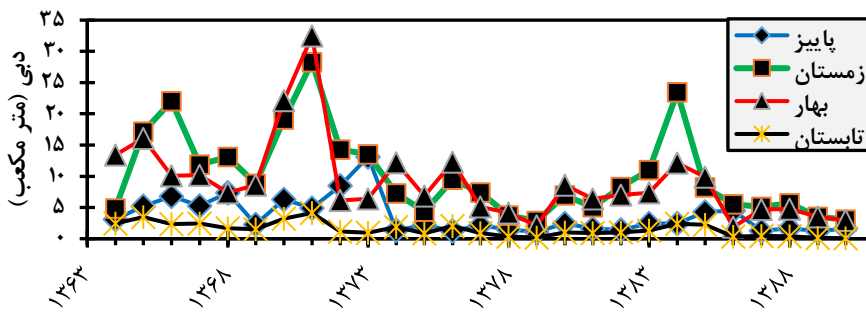
نتایج

تغییرات دبی و بارش

بررسی سری زمانی تغییرات دبی در دو مقیاس فصلی و سالانه در ایستگاه کوه سوخته (خروجی حوزه آبخیز کیار) نشان داد که یک روند کاهشی و معنی دار ($P < 0.001$) در دبی خروجی از حوزه در دوره زمانی سال های ۱۳۶۳ تا ۱۳۹۰ وجود دارد (شکل ۳ و ۴). در این دوره زمانی، بیشترین مقدار دبی در سال ۱۳۷۱ و به مقدار ۵۲۸/۶ متر مکعب و کمترین مقدار دبی نیز در سال ۱۳۷۹ به مقدار ۴۴/۹ متر مکعب مشاهده شد (شکل ۳). همچنین بررسی الگوی فصلی روند تغییرات دبی نیز نشان داد که الگوی فصل های بهار و زمستان بیش از دو فصل دیگر با الگوی کلی منطبق است.



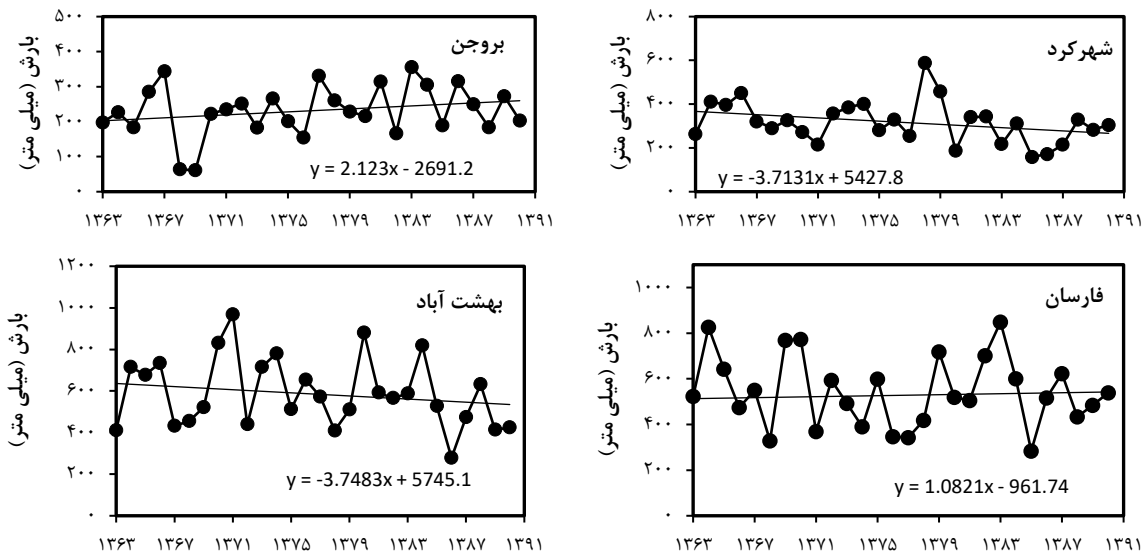
شکل ۳. روند تغییرات سالانه دبی ایستگاه کوه سوخته در حوزه آبخیز کیار
 3. The annual discharge trend change in Kuh-e Sokhteh station in Kiar watershed



شکل ۴. روند تغییرات فصلی دبی ایستگاه کوه سوخته در حوزه آبخیز کیار
 Figure 4. The seasonal discharge trend changes in Kuh-e Sokhteh station in Kiar watershed

ایستگاه‌ها (بروجن) روند افزایشی در بارش دیده شد ($Z = 1.27$) در حالیکه در برخی ایستگاه‌ها از قبیل شهرکرد ($Z = -1.1$) و بهشت آباد روند کاهشی ($Z = -0.81$) مشاهده گردید و ایستگاه فارسان فاقد روند مشخص بود (شکل ۶).

بررسی روند سری زمانی بارندگی در ایستگاه‌های مورد مطالعه (شهرکرد، بروجن، فارسان و بهشت آباد) حاکی از وجود تفاوت‌هایی در روند تغییرات بارش بود (شکل ۵). بر اساس مقدار آماری Z بدست آمده از آزمون من-کندال، در برخی

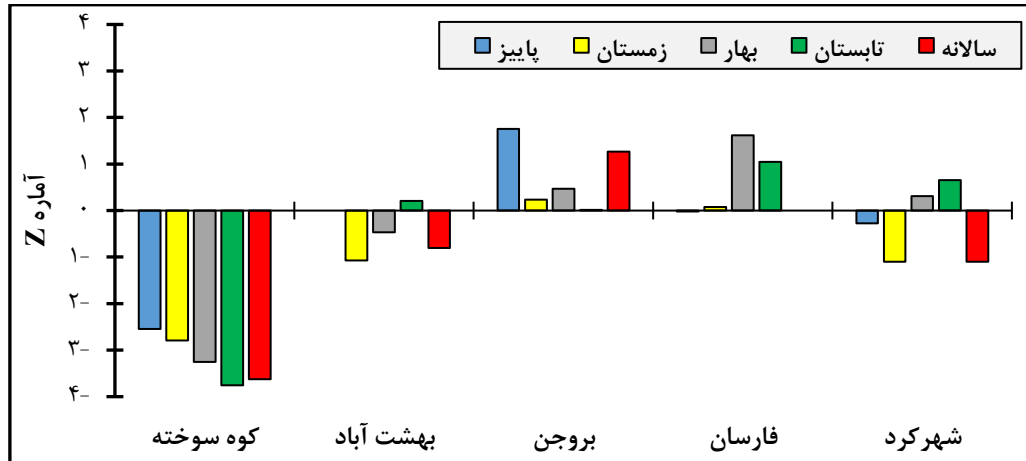


شکل ۵. روند تغییرات بارش سالانه ایستگاه‌های الف) شهرکرد ب) بروجن ج) فارسان د) بهشت آباد و دبی ایستگاه

Figure 5. The annual trend of precipitation changes in stations a) Shahrekord b) Borujen c) Farsan d) Beheshtabad and discharge stations

۶). همچنین بررسی روند تغییرات دبی در ایستگاه کوه سوخته نشان داد که در همه فصول یک روند کاهش و معنی دار در مقدار دبی دیده می شود بطوری که بیشترین مقدار آن مربوط به فصل تابستان ($Z = -3.75$) و کمترین مقدار آن مربوط به فصل پاییز ($Z = -2.54$) بود (شکل ۶).

بررسی آماری روند تغییرات بارش در ایستگاه های مورد بررسی نشان داد که بیشترین افزایش در بارش فصل مربوط به فصل پاییز در ایستگاه بروجن ($Z = 1.75$) و سپس فصل بهار در ایستگاه فارسان ($Z = 1.62$) بود در حالی که بیشترین کاهش مربوط به بارش در فصل زمستان برای ایستگاه های شهرکرد ($Z = -1.1$) و بهشت آباد ($Z = -1.07$) بود (شکل



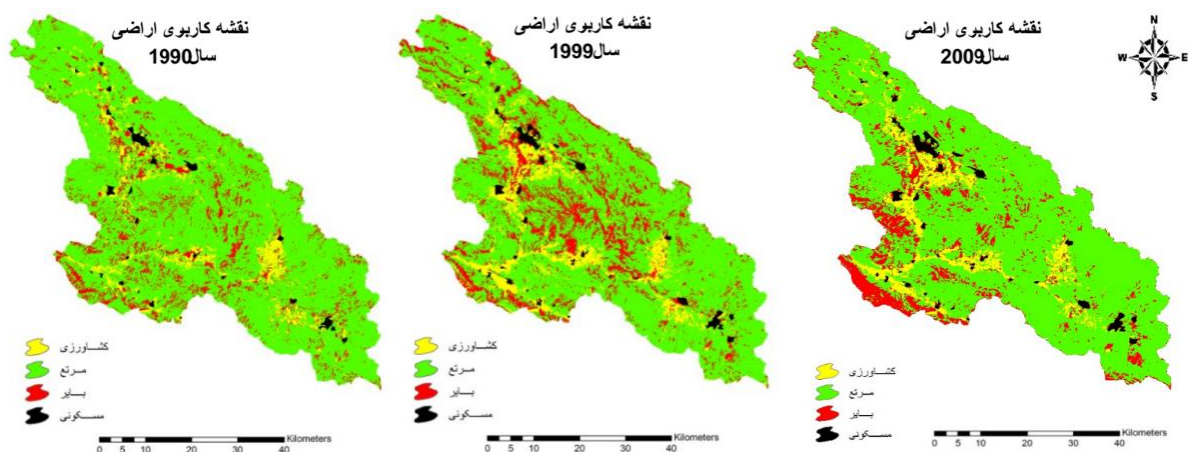
شکل ۶- مقدار آماره Z آزمون من کندال در ایستگاه های مورد مطالعه (الف شهرکرد ب) بروجن ج) فارسان د) بهشت آباد و هـ) دبی ایستگاه کوه سوخته

Figure 4- The values of Mann-Kendall Z in studied stations a) Shahrekord b) Borujen c) Farsan d) Beheshtabad and e) discharge Kuh-e Sokhteh station

تغییرات کاربری اراضی

مربع در سال ۱۹۹۰ به ۶۰ کیلومتر مربع در سال ۲۰۰۹ افزایش پیدا کرده است. همچنین اراضی کشاورزی و اراضی بایر از سال ۱۹۹۰ به سال ۱۹۹۹ افزایش داشته در حالیکه اراضی مرتعی در مدت مشابه کاهش یافتند.

بررسی روند تغییرات کاربری اراضی در سه دوره (۱۹۹۰، ۱۹۹۹ و ۲۰۰۹) نشان داد که تغییرات وابسته به نوع کاربری است (شکل ۷ و جدول ۲). برای مثال، کاربری اراضی مسکونی در سه دوره دارای روند افزایشی بوده بطوری که از ۳۸ کیلومتر



شکل ۷- نقشه های کاربری اراضی حوزه آبخیز کیار سال های ۱۹۹۰، ۱۹۹۹ و ۲۰۰۹

Figure 7- Land use map of Kiar watershed in 1990, 1999, and 2009 years

جدول ۲. مساحت کاربری‌های مختلف اراضی در حوزه آبخیز کیار در سال‌های ۱۹۹۰، ۱۹۹۹ و ۲۰۰۹

TABLE 2. THE AREA OF DIFFERENT LAND USE IN KIAR WATERSHED IN 1990, 1999, AND 2009 YEARS

کاربری اراضی	سال ۱۹۹۰		سال ۱۹۹۹		سال ۲۰۰۹	
	مساحت (KM ²)	درصد	مساحت (KM ²)	درصد	مساحت (KM ²)	درصد
اراضی کشاورزی	۱۹۵/۶۹	۶/۷۱	۲۸۹/۷۴	۹/۹۴	۲۸۷/۸۳	۹/۸۷
مراتع	۲۳۴۴/۳۲	۸۰/۴۲	۲۲۰۹/۴۴	۷۵/۷۹	۲۲۱۱/۸۴	۷۵/۸۷
اراضی بایر	۳۳۷/۲۲	۱۱/۵۷	۳۶۵/۳۱	۱۲/۵۳	۳۵۵/۲۷	۱۲/۱۹
اراضی مسکونی	۳۸/۰۱	۱/۳۰	۵۰/۷۵	۱/۷۴	۶۰/۳۰	۲/۰۷
شاخص‌های ارزیابی دقت طبقه‌بندی	صحت کلی (%)	۹۸	۹۷	۹۶	ضریب کاپا	۰/۹۳

بحث

در خلال ماه‌های خرداد تا مهر به وقوع می‌پیوندد. نتایج بررسی روند در سری زمانی بارندگی‌های منطقه در هر دو مقیاس فصلی و سالانه، دارای رفتار متفاوتی می‌باشد. بر اساس نتایج بررسی روند با استفاده از آزمون من-کندال، ایستگاه بروجن روند دارای روند سالانه افزایشی و ایستگاه‌های شهرکرد و بهشت‌آباد دارای روند سالانه کاهش در مقدار بارندگی هستند. همچنین در ایستگاه فارسان روند خاصی مشاهده نشد. بر اساس این نتیجه، روند کاهش دبی و بارش در ایستگاه هیدرومتری کوه-سوخته و ایستگاه‌های باران‌سنجی شهرکرد و بهشت‌آباد هم سو می‌باشد. بنابراین می‌توان نتیجه‌گیری نمود که در بیشتر منطقه (۲ ایستگاه از ۴ ایستگاه) روند کاهش در بارش اتفاق افتاده است و تنها در یک ایستگاه بروجن (یک ایستگاه از ۴ ایستگاه) روند افزایش بارش وجود دارد که مجموع آنها منجر به کاهش دبی در ایستگاه کوه سوخته شده است. همچنین در هر دو ایستگاه شهرکرد و بهشت‌آباد که دارای روند کاهش در بارندگی سالانه بودند، الگوی یکسانی در روند کاهش بارندگی در فصل زمستان دیده شد که بیانگر تاثیر بیشتر بارندگی فصل زمستان در روند کلی بارندگی در هر ایستگاه است. نتایج این تحقیق نشان داد که هر سه نقشه کاربری

تحقیق حاضر با هدف بررسی روند بارش و دبی حوزه آبخیز کیار و همچنین بررسی همزمان تغییرات کاربری اراضی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست در این حوزه انجام گرفت. نتایج تحلیل روند برای سری زمانی دبی رودخانه (در مقیاس‌های فصلی و سالانه) در ایستگاه کوه سوخته نشان می‌دهد که دبی در هر دو مقیاس روند کاهش داشته است. بیشترین روند دبی در سری فصلی متعلق به فصل تابستان با آماره Z معادل $-۳/۷۵$ و کمترین روند دبی متعلق به فصل پاییز با آماره Z برابر $-۲/۵۴$ است که در سطح ۱ درصد معنی‌داری می‌باشند. بر اساس نتایج، بیشترین تشابه در بین الگوی فصلی با الگوی سالانه دبی مربوط به دو فصل بهار و زمستان بود. این نتیجه ناشی از اثر بیشتر مقدار دبی این دو فصل بر دبی سالانه است که به نوعی بیانگر غالب بودن بارندگی این حوزه در این دو فصل است. در همین راستا، Zaree و همکاران (2019) در بررسی تغییرات پارامترهای دما و بارش استان چهارمحال و بختیاری، گزارش دادند که عمده بارش‌های این استان مربوط به دو فصل زمستان و بهار است و کمترین مقدار بارش (کمتر از ۱۰ درصد)

این دو منطقه (ایستگاه شهرکرد و بهشت‌آباد) است در حالی که در قسمت شرق حوزه مورد بررسی تغییرات چشمگیری در کاربری‌ها مشاهده نشد. بررسی روند تغییرات سطح کاربری اراضی موجود در حوزه آبخیز کیار با روند تغییرات دبی نشان می‌دهد که به واسطه افزایش سطح اراضی بایر و مناطق مسکونی، باید یک روند افزایش در دبی این منطقه مشاهده شود. زیرا با افزایش سطوح کاربری اراضی بایر و مناطق مسکونی به دلیل تولید رواناب بیشتر به نسب اراضی از قبیل مراتع و جنگل‌ها، میزان تولید رواناب و در نتیجه دبی خروجی در حوزه‌های آبخیز افزایش خواهد یافت (Zhu et al., 2019) در حالی که برخی مطالعات، عکس این نتیجه را گزارش کرده‌اند (Mohammadi et al., 2015). هرچند این یافته با کاهش دبی در ایستگاه کوه سوخته هم خوانی ندارد، اما به نظر می‌رسد کاهش دبی در این ایستگاه بیشتر ناشی از روند کاهش بارش باشد و این یافته بیانگر نقش بیشتر تغییرات بارش در مقایسه با تغییرات کاربری اراضی بر دبی سیلاب می‌باشد.

نتیجه‌گیری

در تحقیق حاضر، روند تغییرات فصلی و سالانه در دبی در حوزه آبخیز کیار در استان چهارمحال و بختیاری در رابطه با تغییرات بارش و سطح کاربری اراضی در یک دوره ۳۰ ساله مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس نتایج، دبی ایستگاه خروجی حوزه دارای روند کاهشی بود و این الگو در مقیاس زمانی فصلی و سالانه مشابه است. همچنین در همین دوره، در بیشتر ایستگاه‌های باران-سنجی (از قبیل ایستگاه شهرکرد و ایستگاه بهشت‌آباد)، روند کاهشی در بارش باران دیده شد، در حالی که تنها در یک ایستگاه بروجن روند تغییرات بارش افزایشی بود. روند تغییرات کاربری اراضی نشان داد که کاربری اراضی مرتعی دارای روند کاهشی و اراضی بایر دارای روند افزایشی بوده‌اند که این تغییرات همراستا با موقعیت ایستگاه‌های شهرکرد و بهشت‌آباد (مناطق مرکزی و خروجی حوزه) بود که دارای روند کاهشی در بارش سالانه بودند. با در نظر گرفتن افزایش دبی ناشی از

ارضی تولید شده دارای دقت و صحت بالایی هستند بطوریکه شاخص صحت کلی در همه آنها بیش از ۹۶ درصد و مقدار ضریب کاپا نیز بیش از ۰/۹۳ بود که بیانگر دقت بالای روش طبقه‌بندی شیء‌گرا است. همراستا با این نتیجه، بسیاری از محققین بر کارائی بالاتر روش طبقه‌بندی شیء‌گرا نسبت به روش‌های مرسوم پیکسل-پایه تاکید کرده‌اند (Omidipour et al., 2013; Jawak et al., 2015). بررسی روند تغییرات کاربری اراضی در سه دور مورد بررسی نشان داد که اراضی مسکونی و کشاورزی دارای روند افزایشی و اراضی مرتعی دارای روند کاهشی می‌باشد. افزایش سطح اراضی مسکونی ناشی از افزایش جمعیت است که در بسیاری از تحقیقات گزارش شده است (Yaghobi et al., 2019; Shahbazian et al., 2019). بطور کلی افزایش اراضی مسکونی به واسطه افزایش سطوح نفوذ ناپذیر موجب افزایش مقدار رواناب و در نهایت افزایش دبی خواهد شد (Zhu et al., 2019). از سوی دیگر، افزایش اراضی کشاورزی، اراضی مسکونی و اراضی بایر به قیمت از دست رفتن مراتع بوده است. بر اساس نتایج، مراتع دارای روند کاهشی بوده بطوریکه در دوره ده ساله (۱۹۹۹-۱۹۹۰)، مساحت مراتع از ۲۳۴۴ به ۲۲۰۹ کیلومتر مربع کاهش یافته است. یکی از دلایل اصلی کاهش مراتع، تبدیل آنها به دیم‌زار بوده که پس از مدت کوتاهی به دلیل کاهش پتانسیل و سود آوری مناسب، رها شده به دلیل تخریب ناشی از زراعت، فاقد قدرت احیا طبیعی خود و به همین دلیل به یک منبع فرسایش تبدیل خواهد شد. بررسی روند تغییرات بارش نشان داد که در دو ایستگاه شهرکرد و بهشت‌آباد روند تغییرات سالانه بارش کاهشی است که این نتیجه همراستا و تایید کننده کاهش سطح مراتع است. از طرفی در ایستگاه بروجن (شرق حوزه کیار) روند تغییرات بارش افزایشی بود. بررسی مکانی تغییرات کاربری اراضی نشان داد که عمده تغییرات در بخش مرکزی و جنوب حوزه آبخیز کیار اتفاق افتاده که عموماً بیانگر افزایش سطح اراضی بایر است. این افزایش سطح اراضی بایر و کاهش سطح مراتع همراستا با روند کاهش بارندگی در ایستگاه‌های مجاور

عوامل اقلیمی تاثیر بیشتری بر تغییرات دبی دارند. زیرا در منطقه مورد بررسی عمده ایستگاه‌های باران‌سنجی مبین روند کاهشی در تغییرات سالانه بارش بودند.

افزایش سطح اراضی از قبیل اراضی بایر و اراضی شهری (مناطق با میزان نفوذ کم) و همچنین روند کاهشی دبی در حوزه آبخیز کیار، می‌توان نتیجه‌گیری نمود که روند تغییرات دبی بیشتر تابع تغییرات مقدار بارش بوده و

References

- Ahmadi, F., Zamani Ahmad Mahmoudi, R., Radmanesh, F. & Amir Rezaeieh, A.R. (2016). Investigation of climate change occurring over watershed using stationery and trend analysis (Case study: Armand watershed). *J. of Water and Soil Conservation*. 22(5). 45-61. (In Persian)
- Ainlo, F., Salajgah, A., Malekian, A. & Ahdnejad, M. (2017). The effect of land use change and urban development on runoff peak runoff (Case Study: Zanjan Urban Watershed). *Rangeland and Watershed Management, Iranian Journal of Natural Resources*. 71(1). 205-221. (In Persian)
- Arnold, C., Wilson, E., Hurd, J. & Civco, D. (2020). 30 years of land cover change in Connecticut, USA: A case study of long-term research, dissemination of results, and their use in land use planning and natural resource conservation. *Land*. 9(8). 255.
- Boongaling, C.G.K., Faustino-Eslava, D.V. & Lansigan, F.P. (2018). Modeling land use change impacts on hydrology and the use of landscape metrics as tools for watershed management: The case of an ungauged catchment in the Philippines. *Land use policy*. 72. 116-128.
- Brooks, K. N. (2003). *Hydrology and the Management of Watersheds*. Iowa State University Press.
- Chen, L., Huang, Z., Gong, J., Fu, B. & Huang, Y. (2007). The effect of land cover/vegetation on Soil water dynamic in the hilly area of the loess plateau, China. *Catena*. 70. 200-208.
- Cheng, X., Chen, L., Sun, R. & Kong, P. (2018). Land use changes and socio-economic development strongly deteriorate river ecosystem health in one of the largest basins in China. *Science of the Total Environment*. 616. 376-385.
- Dao, M.Q. (2012). Population and economic growth in developing countries. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*. 2(1). 1-6.
- Davison, C.W., Rahbek, C. & Morueta-Holme, N. (2021). Land-use change and biodiversity: Challenges for assembling evidence on the greatest threat to nature. *Global Change Biology*. 27(21). 5414-5429.
- Dayon, G., Boe, J., Martin, E. & Gailhard, J. (2018). Impacts of climate change on the hydrological cycle over France and associated uncertainties. *Comptes Rendus Geoscience*. 350(4). 141-153.
- Gholamian, H. & Ildoromi, A. (2020). The Effects of Land Use Changes on the Maximum Flood Discharge in the Songhor Watershed. *Geography and Environmental Planning*, 31(3). 107-130.
- Gordon, L. J., Peterson, G. D. & Bennett, E. M. (2008). Agricultural modifications of hydrological flows create ecological surprises. *Trends in ecology & evolution*. 23(4). 211-219.
- Hasan Zadeh, R., Esfandiyari Darabad, F. & Asghari, S. (2021). Evaluated of land use changes on the discharge of Darre Rood river in the period (1990-2019) using HEC_HMS model. *Quantitative Geomorphological Research*, 10(3). 157-174.
- Heathcote, I.W. (2009). *Integrated watershed management: principles and practice*. John Wiley & Sons.
- Hoseini, Y., Ramezani Moghaddam, J. & Abdolizadeh, Z. (2020). Evaluating the Impact of Land Use Changes on Flooding and Flood Runoff in Amuqin Drainage Basin. *Journal of Natural Environmental Hazards*. 8. 145-163. (In Persian)
- Jawak, S. D., Devliyal, P. & Luis, A. J. (2015). A comprehensive review on pixel oriented and object-oriented methods for information extraction from remotely sensed satellite images with a special emphasis on cryospheric applications. *Advances in Remote Sensing*. 4(03). 177.
- Kazemi, M., Mahdavi, Y., Nohegar, A. & Rezaie, P. (2011). Estimate land use and land cover change using RS and GIS techniques (Case Study: Tangeh - Bostanak watershed, Shiraz). *Journal of Applied RS & GIS Techniques in Natural Resource Science*. 2(1). 101-111. (In Persian)
- Kendall, M.G. (1975). *Rank Correlation Measures*. Charles Griffin, London.

- Lee, R. (2011). The outlook for population growth. *Science*. 333(6042). 569-573.
- Liu, M., Wei, H., Dong, X., Wang, X.C., Zhao, B. & Zhang, Y. (2022). Integrating Land Use, Ecosystem Service, and Human Well-Being: A Systematic Review. *Sustainability*. 14(11). 6926.
- Liu, X., Chen, D., Yang, T., Huang, F., Fu, S. & Li, L. (2020). Changes in soil labile and recalcitrant carbon pools after land-use change in a semi-arid agro-pastoral ecotone in Central Asia. *Ecological Indicators*. 110. 105925.
- Mann, H.B. (1945). Nonparametric tests against trend. *Econometrica: Journal of the econometric society*. 245-259.
- Mishra, P. K., Rai, A., Abdelrahman, K., Rai, S. C., & Tiwari, A. (2022). Land Degradation, Overland Flow, Soil Erosion, and Nutrient Loss in the Eastern Himalayas, India. *Land*. 11(2). 179.
- Mitchell, J. M., Dzerdzevskii, B., Flohn, H., Hofmeyr, W. L., Lamb, H. H., Rao, K. N. & Wallen, C. C. (1966). *Climate change. WMO Technical*. World Meteorological Organization.
- Mohammadi, M., Sheikh, M.B. & Saad al-Din, A. (2015). Modeling the effect of land use change on flood hydrograph (Case study: Jafarabad watershed, Golestan province). *Journal of Soil and Water Conservation Research*. 22(5).171-175. (In Persian)
- Moreno-de las Heras, M., Espigares, T., Merino-Martin, L., & Nicolau, J.M. (2011). Water-related ecological impacts of rill erosion processes in Mediterranean-dry reclaimed slopes. *Catena*. 84 (3). 114–124.
- Navulur, K. (2007). *Multispectral Image Analysis Using the Object-Oriented Paradigm*. Boca Raton. 204 pp.
- Omidipour, R., Moradi, H.R. & Arekhi, S. (2013). Comparison of pixel-based and object-oriented classification methods in land use mapping using satellite data. *Iranian Remote Sensing & GIS*. 5(3). 99-110. (In Persian)
- Robert, A.S. (1987). *Techniques for Image Processing and Classification*. Remote Sensing University of Arizona, Academic Press, New York, 387p.
- Rostamian, R., Mousavi, S.F., Haidarpour, M., Afyuni, M. & Abbaspour, K. (2008). Application of 200 SWAT model in estimating runoff and sediment of Beheshtabad basin From North Karun sub-basins. *Agricultural Science and Technology and Natural Resources*. 12(46). 517-531. (In Persian)
- Shahbazian, Z., Faramarzi, M., Rostami, N. & Mahdizadeh, H. (2019). Integrating logistic regression and cellular automata–Markov models with the experts’ perceptions for detecting and simulating land use changes and their driving forces. *Environmental monitoring and assessment*. 191(7). 1-17.
- Sheikh, V., Babaei, A. and Mooshakhian, Y. (2009). Trend Analysis of precipitation Regime in the Gorganroud Basin. *Iran-Watershed Management Science & Engineering*. 3(8). 30-39. (In Persian).
- Strohmenger, L., Ackerer, P., Belfort, B. & Pierret, M.C. (2022). Local and seasonal climate change and its influence on the hydrological cycle in a mountainous forested catchment. *Journal of Hydrology*. 610. 127914.
- Tehrani, N. (2001). *The role of land use in flood discharge*. Master Thesis. University of Tehran. (In Persian)
- Xiao, R., Liu, Y., Fei, X., Yu, W., Zhang, Z. & Meng, Q. (2019). Ecosystem health assessment: A comprehensive and detailed analysis of the case study in coastal metropolitan region, eastern China. *Ecological indicators*. 98. 363-376.
- Yaghobi, S., Faramarzi, M., Karimi, H. & Sarvarian, J. (2019). Simulation of land-use changes in relation to changes of groundwater level in arid rangeland in western Iran. *International Journal of Environmental Science and Technology*. 16(3). 1637-1648.
- Zaree, A., Asadi, E., Ebrahimi, A., Jafari, M. & Malekian, A. (2019). Study of temperature and precipitation changes under climate changes scenarios in rangelands of ChaharMahal-va-Bakhtiyari. *Journal of Rangeland*. 12(4). 426-436. (In Persian)
- Zhu, M., Wang, S., Kong, X., Zheng, W., Feng, W., Zhang, X., Yuan, R., Song, X. & Sprenger, M. (2019). Interaction of surface water and groundwater influenced by groundwater over-extraction, waste water discharge and water transfer in Xiong’an New Area, China. *Water*. 11(3). 539.