



Relationship of surface runoff coefficient with land use/land cover change in Samian watershed, Ardabil province

Hadi Izadifard¹ | Saeed Rasinezami² | Raof Mostafazadeh³ | Hasan Khavarian⁴

1. Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Mohagheh Ardabili, Ardabil, Iran. hadi.izadifard@gmail.com

2. Corresponding Author, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Mohagheh Ardabili, Ardabil, Iran. rasinezami@uma.ac.ir

3. Department of Natural Resources, Faculty of Agriculture & Natural Resources, University of Mohagheh Ardabili, Ardabil, Iran. raoofmostafazadeh@uma.ac.ir

4. Department of Natural Geography, Faculty of Agriculture & Natural Resources, University of Mohagheh Ardabili, Ardabil, Iran. h5_khavari@uma.ac.ir

Article Information

Research Paper

| | |
|------------|------------|
| Vol: | 14 |
| No: | 51 |
| P: | 24-41 |
| Received: | 2022-08-16 |
| Revised: | 2023-02-26 |
| Accepted: | 2023-03-01 |
| Published: | 2023-04-21 |

Keywords:

- Water quantity
- Trend Analysis
- Remote Sensing
- Runoff generation
- Land use

Cite this Article:

Izadifard, H., Rasinezami, S., Mostafazadeh, R & Khavarian, H. (2023). Relationship of surface runoff coefficient with land use/land cover change in Samian watershed, Ardabil province. *Journal of Arid Regions Geographic Studies* 14(51): 24-41.
DOI: 10.22034/jargs.2023.373960.0

Publisher: Hakim Sabzevari University

© The Author(s)



[10.22034/jargs.2023.373960.0](https://doi.org/10.22034/jargs.2023.373960.0)

Abstract

Aim: Water resource planning in different world countries is based on the potential surface resource availability. Land use changes, especially in watersheds that include cities and population centers, strongly affect the quantity of water. This study aims to determine land use/land cover changes in the Samian watershed, Ardabil. Also, investigating the relationship between land use changes and the amount of surface water in this watershed was explored.

Material & Method: In this study, ENVI software obtained land use for four time periods from 1993 to 2017. In order to investigate the quantitative changes of water, 5 hydrometric stations and 32 rain gauge stations within the watershed were selected, and the runoff coefficient of these stations was obtained based on the recorded data in river gauge stations. In the next step, ANOVA and Tukey test were exerted to determine the significance of changes in the mean runoff coefficient.

Finding: In the studied years, rangelands have decreased considerably by 9.75%. Also, irrigated agriculture had the highest increase, with 8.45%. Residential areas had increased in the study period by 1.42% compared to the first period. Rainfed agriculture has also increased by 3.29% in the study area.

Conclusion: In all studied hydrometric stations except Nir station, the changes in runoff coefficient were significant. In Samian, Aladizgheh, Atashghah, and Ghilande stations, the changes in runoff coefficient have decreased, which means a decrease in river discharge during the research period.

Innovation: The results can be used in the quantitative analysis of the relationship between land use change and surface runoff coefficient changes. Also, based on the reduction of natural lands, it is possible to predict the increasing intensity of runoff and flooding. In addition, land use planning and management and knowledge of the amount, intensity, and spatial changes of runoff production potential are prerequisites for planning runoff control.

Extended Abstract

1. Introduction

Water resource planning in different world countries is based on the potential surface resource availability. Land use changes, especially in watersheds that include cities and population centers, strongly affect the quantity of water. In this regard, this study aims to determine land use/land cover changes in the Samian watershed, Ardabil. Also, investigating the relationship between land use changes and the amount of surface water in this watershed was explored; changes in land use in a region cause a change in the hydrological cycle, followed by disruption of precipitation, evaporation, permeability, and runoff. Land use can be considered the most changing factor of hydrological processes in spatial and temporal scales. In order to separate the joint effects of climate change and human activities on watershed hydrology and the tendency to simplify the details, it has focused on the watershed runoff level. Hydrological events such as river flow result from complex interactions between climate change and human activities. It is essential to predict and obtain a small amount in the runoff production and transfer it to the outlet point of the basin. The runoff coefficient can be defined as a ratio of rainfall produced as runoff in an area, which varies based on the slope, land surface conditions, vegetation type, and soil hydrological group. The runoff coefficient indicates the runoff ratio to total precipitation in different areas where the previous soil moisture is not considered. One of the goals of watershed hydrology is to determine the response of runoff production to changes in area and land use characteristics. Zoning maps of runoff and flood coefficients in different return periods can be considered in developing residential areas and urban infrastructure design. The current research aims to determine land use changes in the Samian watershed in four consecutive periods. In addition, the pattern of quantitative changes in surface runoff coefficient values in the study periods has been evaluated based on the recorded runoff data in different watersheds. In this regard, the changes in runoff coefficient values have been evaluated using one-way ANOVA and Tukey's tests.

2. Materials and Methods

In this study, ENVI software obtained land use for four time periods from 1993 to 2017. In order to investigate the quantitative changes of water, 5 hydrometric stations and 32 rain gauge stations within the watershed were selected, and the runoff coefficient of these stations was obtained based on the recorded data in river gauge stations. In the next step, ANOVA and Tukey tests were exerted to determine the significance of changes in the mean runoff coefficient.

3. Results and Discussion

According to the results, rangelands have decreased considerably by 9.75% in the studied years. Also, irrigated agriculture had the highest increase, with 8.45%. Residential areas had increased in the study period by 1.42% compared to the first period. Rainfed agriculture has also increased by 3.29% in the study area. Also, the use of forests has decreased by 2.25% of the entire area, and finally, the use of water zone has decreased by 1.16 in the last period, with downward changes in the studied years. In all studied hydrometric stations except Nir station, the changes in runoff coefficient were significant. In Samian, Aladizgeh, Atashgah, and Ghilande stations, the changes in runoff coefficient have decreased, which means a decrease in river discharge during the research period.

4. Conclusions

Since the use of water agriculture in the region has increased by 8.45%, it has caused a considerable amount of surface runoff to be allocated to agricultural land. As a result, the discharge in the hydrometer stations has decreased, directly affecting the runoff coefficient. The results can be used in the quantitative analysis of the relationship between land use change and surface runoff coefficient changes. Also, based on the reduction of natural lands, it is possible to predict the increasing intensity of runoff and flooding. In addition, land use planning and management and knowledge of the amount, intensity, and spatial changes of runoff production potential are prerequisites for planning for runoff control.

5. Acknowledgment & Funding

This work was supported by the University of Mohaghegh Ardabili. The authors are grateful to the University of Mohaghegh Ardabili to financially support this research.

6. Conflict of Interest

The authors declare no conflict of interest.

ارتباط تغییر ضریب رواناب سطحی با تغییر کاربری / پوشش اراضی حوضه

سامیان استان اردبیل

هادی ایزدی فرد^۱، سید سعید راثی نظامی^۲، رئوف مصطفی زاده^۳، حسن خاوریان^۴

- ۱- گروه مهندسی عمران، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران. hadi.izadifard@gmail.com
- ۲- نویسنده مسئول، گروه مهندسی عمران، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران. rasinezami@uma.ac.ir
- ۳- گروه منابع طبیعی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران. raoofmostafazadeh@uma.ac.ir
- ۴- گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران. h5_khavari@uma.ac.ir

اطلاعات مقاله

مقاله پژوهشی

چکیده:

هدف: برنامه‌ریزی منابع آب در کشورهای مختلف جهان بر اساس پتانسیل منابع سطحی انجام می‌شود. هدف از پژوهش حاضر، تعیین تغییرات کاربری اراضی/پوشش اراضی در حوزه سامیان اردبیل و نیز ارزیابی تغییرات ضریب رواناب در این حوضه است.

روش و داده: در این پژوهش ابتدا کاربری اراضی برای چهار دوره زمانی از سال ۱۳۷۱ تا ۱۳۹۵ توسط نرم‌افزار ENVI به دست آمد. برای بررسی تغییرات کمی آب، ۵ ایستگاه هیدرومتری و ۳۲ ایستگاه باران‌سنجی در داخل حوضه انتخاب شد و ضریب رواناب ایستگاه‌های هیدرومتری به دست آمد. سپس برای تعیین معنی‌داری تغییر در داده‌های میانگین ضریب رواناب از آزمون واریانس یک‌طرفه و آزمون توکی استفاده شد.

یافته‌ها: در سال‌های مورد مطالعه کاربری مرتع با ۹/۷۵ درصد کاهش بیش‌ترین تغییر را داشته است، همچنین کاربری کشاورزی آبی با ۸/۴۵ درصد افزایش، بیش‌ترین افزایش در کاربری را داشته است. کاربری مسکونی در تمام دوره‌ها افزایش داشته و نسبت به دوره اول ۱/۴۲ درصد افزایش دارد. کشاورزی دیم نیز با ۳/۲۹ درصد در دوره‌های مورد مطالعه با افزایش روبه‌رو بوده است. در همه ایستگاه‌های مورد مطالعه به‌جز ایستگاه نیر مقدار Sig کمتر از ۰/۰۵ بود که بیانگر وجود معنی‌داری در داده‌های مربوط به ضریب رواناب در ایستگاه‌های مورد مطالعه در طول دوره مطالعاتی است.

نتیجه‌گیری: در ایستگاه‌های سامیان، آلودیزگه، آتسگاه و گیلانده تغییرات ضریب رواناب کاهش یافته که به معنای کاهش دبی در رودخانه در طول دوره پژوهش است؛ ولی در ایستگاه نیر تغییر معنادار وجود ندارد.

نوآوری، کاربرد نتایج: در مجموع نتایج می‌تواند در تحلیل کمی ارتباط تغییر کاربری اراضی و تغییرات ضریب رواناب سطحی مورد استفاده قرار گیرد. همچنین می‌توان بر اساس میزان کاهش اراضی طبیعی، مقدار افزایش شدت رواناب و سیل‌خیزی را پیش‌بینی نمود. علاوه بر این، آمایش سرزمین و مدیریت اراضی و نیز اطلاع از میزان، شدت و تغییرات مکانی پتانسیل تولید رواناب پیش‌نیاز برنامه‌ریزی برای کنترل رواناب است.

| | |
|---------------|------------|
| شماره: | ۱۴ |
| دوره: | ۵۱ |
| صفحه: | ۴۱-۲۴ |
| تاریخ دریافت: | ۱۴۰۱/۰۵/۲۵ |
| تاریخ ویرایش: | ۱۴۰۱/۱۲/۰۷ |
| تاریخ پذیرش: | ۱۴۰۱/۱۲/۱۰ |
| تاریخ انتشار: | ۱۴۰۲/۰۲/۰۱ |

کلیدواژه‌ها:

- کمیت آب
- تحلیل تغییرات
- سنجش از دور
- تولید رواناب
- کاربری اراضی

نحوه ارجاع به این مقاله:

ایزدی فرد، هادی، راثی نظامی، سعید، مصطفی زاده، رئوف، و خاوریان، حسن. (۱۴۰۲). ارتباط تغییر ضریب رواناب سطحی با تغییر کاربری/پوشش اراضی حوضه سامیان استان اردبیل. *مطالعات جغرافیایی مناطق خشک*، ۱۴(۵۱): ۴۱-۲۴.
doi: 10.22034/jargs.2023.373960.0

ناشر: دانشگاه حکیم سبزواری



© نویسنده(گان).

۱- مقدمه

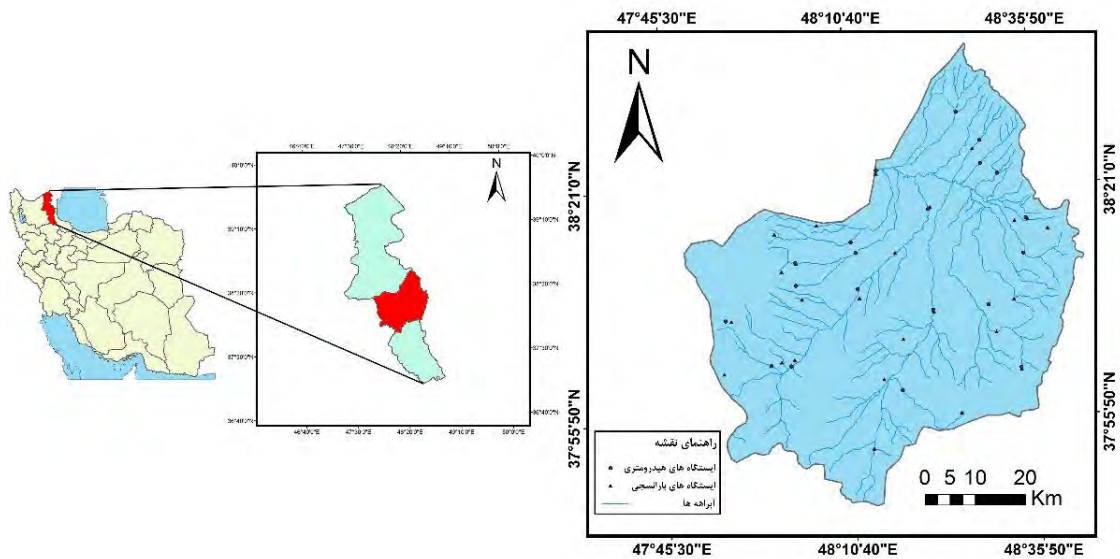
برنامه‌ریزی منابع آب در کشورهای مختلف جهان بر اساس پتانسیل وجود منابع سطحی انجام می‌شود. در یک طبقه‌بندی کلی آب‌های کره زمین را می‌توان به دو دسته آب‌های سطحی و آب‌های زیرزمینی تقسیم کرد. هر چند منابع تأمین آب‌های سطحی و زیرزمینی به شکل‌های مختلف با هم در تعامل اند ولی به لحاظ مدیریتی غالباً این دو منبع به صورت دو سیستم مجزا تحت قوانین و شرایط متفاوت در نظر گرفته می‌شوند (Winter et al., 1999). تغییرات کاربری اراضی به‌عنوان یکی از عواملی است که توسط انسان در طبیعت ایجاد می‌شود و باعث ایجاد تغییر در کمیت و کیفیت منابع آب سطحی و زیرزمینی می‌شود. این تغییرات نادرست ممکن است باعث ایجاد سیل و خشکسالی در طبیعت شود. تغییرات کاربری اراضی در یک منطقه باعث تغییر در چرخه هیدرولوژیکی و به دنبال آن بر هم خوردن بارش، تبخیر، نفوذپذیری و ایجاد رواناب در منطقه می‌شود که به‌راحتی با تصاویر ماهواره‌ای قابل تشخیص است (Palamuleni et al., 2011; Ke, 2015; Abdolalizadeh et al., 2019). کاربری اراضی را می‌توان به‌عنوان عامل تغییردهنده بیش‌تر فرایندهای هیدرولوژیکی در مقیاس‌های مکانی و زمانی در نظر گرفت (Cho et al., 2009). حوضه‌های آبخیز به دلیل آن که تأثیرپذیری کمیت و کیفیت آب از مناطق بالادست، برای ارزیابی تأثیر تغییر کاربری مناسب هستند. برای تفکیک اثرات مشترک تغییرات اقلیم و فعالیت‌های انسانی بر روی هیدرولوژی حوضه آبخیز و تمایل به ساده‌سازی جزئیات سبب تمرکز بر روی سطح رواناب حوضه شده است (Wu et al., 2017). رویدادهای هیدرولوژیکی مانند جریان رودخانه، نتیجه تعاملات پیچیده بین تغییرات اقلیمی و فعالیت‌های انسانی است (Silveira et al., 2017). یکی از مهم‌ترین عوامل بیلان آب حوضه، رواناب است که اهمیت زیادی در مدیریت منابع آب و آبخیزداری دارد. پیش‌بینی و به دست آوردن مقدار کمی در تولید رواناب و انتقال آن به نقطه خروجی حوضه از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است. ضریب رواناب را می‌توان تحت عنوان نسبتی از بارندگی تعریف کرد که به‌عنوان رواناب در یک منطقه تولید می‌شوند که بر اساس شیب، شرایط سطح زمین، نوع پوشش گیاهی و گروه هیدرولوژیکی خاک متفاوت است. ضریب رواناب نشان‌دهنده نسبت رواناب به بارش کل در مناطق مختلف است که در آن رطوبت قبلی خاک در نظر گرفته نمی‌شود (Craciun et al., 2009). ضریب رواناب بدون در نظر گرفتن تأثیر رطوبت خاک ضریب رواناب بالقوه^۱ نامیده می‌شود که در مطالعات هیدرولوژیک بر اساس پارامترهای مختلف تعیین می‌شود. ضریب رواناب در مقیاس رگبار با افزایش مساحت آبخیز کاهش می‌یابد و از طرفی، تغییرات ضریب رواناب آبخیز به خصوصیات توپوگرافی و خصوصاً شیب وابسته است (Penna et al., 2011). در تبدیل بارش به رواناب سطحی دو بخش مهم، پارامترهای اقلیمی و عوامل فیزیوگرافی حوضه نقش دارند. عوامل اقلیمی شامل تداوم و شدت بارش و توزیع مکانی بارندگی است (Anquetin et al., 2010). پارامترهای فیزیوگرافی نیز شامل کاربری‌های اراضی منطقه، شکل حوضه، نوع خاک و مساحت حوزه آبریز و همچنین نوع زهکشی منطقه است (Panjehkoobi et al., 2019). تغییرپذیری اقلیمی به‌ویژه مولفه‌های بارش و تبخیر و تعرق بر روی رواناب تأثیر می‌گذارند. همچنین فعالیت‌های انسانی به طور مستقیم (مانند مصرف آب در کشاورزی و مصارف خانگی) و به طور غیرمستقیم (مانند مدیریت حوضه آبخیز و تغییرات کاربری/ پوشش اراضی) بر روی جریان رواناب تأثیر می‌گذارند (Fenta et al., 2017). روش‌های گوناگونی برای کمی‌سازی اثرات تغییرات کاربری بر هیدرولوژی و بار معلق حوضه آبخیز وجود دارد که شامل حوزه‌های آبخیز زوجی، آنالیزهای آماری و مدل‌سازی هیدرولوژیکی می‌شود (Liu et al., 2013). روش حوزه‌های زوجی بیش‌تر به‌منظور آشکارسازی تفاوت‌های هیدرولوژیکی حوضه‌های مشابه با تغییر کاربری اراضی مختلف یا اثر تغییر اقلیم بر حوضه‌های کوچک مورد استفاده قرار می‌گیرد (Germer et al., 2009). تجزیه و تحلیل سری زمانی یک روش آماری است و به داده‌های طولانی‌مدت نیاز دارد که بیش‌تر اوقات در دسترس نیست و از طریق بررسی تغییرات تدریجی خصوصیات کاربری/ پوشش اراضی به‌عنوان یک عامل پویا با اثرات انسانی بر حوضه استفاده می‌شود (Wang et al., 2009). یکی از اهداف هیدرولوژی آبخیز تعیین واکنش تولید رواناب به تغییر در مساحت و ویژگی‌های کاربری اراضی است که از طریق داده‌های ثبت شده رواناب قابل ارزیابی است و امکان تعمیم به حوضه‌های بزرگ مقیاس را دارد (Zillgens et al., 1007; Penna et al., 2011). پژوهش‌های بسیاری بر روی تحلیل کمی تأثیرات تغییر کاربری اراضی بر پاسخ هیدرولوژیکی انجام شده است. یان و همکاران در حوضه‌ای در چین و با استفاده از مدل‌سازی هیدرولوژی و رگرسیون حداقل مربعات جزئی به مطالعه تأثیر کاربری اراضی بر میزان رواناب و رسوب پرداختند. نتایج نشانگر آن بود که تغییرات اراضی نقش به‌سزایی بر میزان کمیت و دبی جریان در حوضه دارد (Yan et al., 2013). کالیجوری و همکاران تغییرات کاربری اراضی بر کیفیت و کمیت آب را در حوضه آبخیز التوپاراگاچو مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها با نمونه‌گیری میدانی در سراسر حوضه و مدل‌سازی

هیدرولوژیکی با نرم‌افزار SisCah 1.0 به این نتیجه رسیدند افزایش اراضی برای توسعه کشاورزی و شهرنشینی در این منطقه باعث می‌شود که آب خروجی از حوضه ۵۵ درصد کاهش داشته باشد و کیفیت آب هم افت پیدا کرده است (Calijuri et al., 2015). کاظمی و همکاران در پژوهشی رابطه بارش و رواناب در حوضه تویسرکان را تحت تأثیر کاربری اراضی و خشکسالی در سه دوره متوالی بررسی کردند. نتایج نشان داد که تغییر کاربری اراضی و خشکسالی بر روی میزان رواناب حوضه تأثیرگذار است به طوری که این منطقه در آخرین دوره با افزایش رواناب همراه است (Kazemi et al., 2018). فروتن و همکاران تأثیر تغییر کاربری اراضی بر رواناب شهری را در شهر اسدآباد همدان مورد ارزیابی قرار دادند و نتیجه گرفتند که با افزایش مساحت کاربری شهری از سال ۱۹۹۲ تا ۲۰۱۴ به میزان ۴/۹۵ درصد و تغییرات رواناب سطحی تا ۱۵/۸ درصد افزایش داشته است (Forotan et al., 2019). غلامیان ایلدرمی و همکاران با هدف ارزیابی تأثیر تغییر کاربری اراضی در حوزه آبخیز شهر سنقر در فاصله سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۵ دریافتند که مقادیر حداکثر سیلاب به میزان ۱۲/۲ درصد افزایش داشته است، در حالی که وسعت کاربری اراضی مرتعی ۲۳/۳۲ درصد کاهش و مساحت اراضی کشاورزی دیم، آبی و باغ و مناطق مسکونی به ترتیب ۵/۹۱، ۲۰/۶۶ و ۱۶/۸۳ درصد افزایش یافته است. ایشان پیشنهاد دادند که طرح جامع تغییر کاربری اراضی و آمایش سرزمین به منظور حفاظت و صیانت از اراضی ملی در حوضه آبخیز تهیه شود (Gholamian Ildormi, 2021). ناصح‌پور و همکاران با هدف بررسی اثرات تغییرات پوشش اراضی و موقعیت پوشش اراضی و روش‌های توسعه کم‌اثر بر پاسخ هیدرولوژیکی در یکی از مناطق شهری شهر قم دریافتند که به منظور مدیریت بهینه رواناب باید اثرات وسعت و موقعیت کاربری اراضی بر میزان رواناب شهری و استفاده از ابزارهای ذخیره باران مدنظر قرار گیرد (Nasehpour et al., 2021). اخیراً به دلیل فعالیت‌های انسانی، اطلاعات پوشش زمین به شدت تغییر کرده است، بنابراین، پایش به موقع، دقیق و مؤثر بر اراضی برای حفاظت، توسعه منطقی و استفاده از منابع زمین و تأثیر آن بر کمیت و کیفیت آب‌های سطحی، خصوصاً در مناطق شهری اهمیت زیادی دارد (Hassanalipour et al., 2022; Amiri Nateghi, 2023). نقشه‌های پهنه‌بندی ضریب رواناب و سیل‌خیزی در دوره بازگشت‌های مختلف می‌تواند در توسعه مناطق مسکونی و نیز طراحی زیرساخت‌های شهری مدنظر قرار گیرد (Abdollahzadeh et al., 2016; Saryad et al., 2022). هدف پژوهش حاضر تعیین تغییرات کاربری اراضی در حوزه آبخیز سامیان در چهار دوره متوالی است. علاوه بر این، الگوی تغییرات کمی مقادیر ضریب رواناب سطحی در دوره‌های مطالعاتی بر اساس آمار ثبت شده رواناب در آبخیزهای مختلف ارزیابی شده است. در همین راستا، تغییرات مقادیر ضریب رواناب با استفاده از آزمون واریانس یک‌طرفه و آزمون توکی ارزیابی شده است.

۲- مواد و روش

۲-۱- منطقه مورد مطالعه

حوزه آبخیز سامیان در قسمت مرکزی استان اردبیل پایین‌تر از دشت مغان با مساحت ۳۹۰۶/۳۶۹ کیلومترمربع شامل شهرستان‌های اردبیل، نیر، نمین و سرعین قرار گرفته است. ارتفاع حداکثر این منطقه حدود ۴۴۰۰ متر و ارتفاع متوسط این منطقه ۱۷۴۳/۰۷ متر از سطح دریای آزاد و بیش‌ترین گستره آب و هوایی در منطقه مورد مطالعه، اقلیم نیمه‌خشک و پس از آن اقلیم مدیترانه‌ای است. بیش‌ترین سطوح اراضی کشاورزی (دیم و آبی) نیز در این دو اقلیم مشاهده می‌شود (Khavarian et al., 2020). این حوضه دارای سه رودخانه اصلی است. رودخانه بالیخلوچای از بارش باران، ذوب برف‌ها و چشمه‌های موجود در دامنه سیلان سرچشمه می‌گیرد. این رود پس از عبور از وسط شهر اردبیل در محل روستای انزاب پایین در نزدیکی روستای سامیان به رودخانه قره‌سو می‌ریزد. لازم به ذکر است که رودخانه قره‌سو از دامنه غربی کوه‌های تالش سرچشمه می‌گیرد و سرشاخه اصلی آن شامل رودخانه‌های بالیخلوچای، قره‌سو و سقرچای است که در جهت شمال غربی و پس از عبور از دشت اردبیل از حوضه خارج شده و در محدوده شهرستان اصلاندوز به رود ارس می‌ریزد (Fataee & Mohammadi, 2019). متوسط بارش سالانه در حوضه ۳۱۲ میلی‌متر و میانگین دمای سالانه ۸ °C است (Zareie et al., 2020; Mehri et al., 2017). حوزه سامیان دارای ۱۰ بخش است. شغل اکثر روستاییان کشاورزی و دامداری است و جمعیت کل این حوضه تا سال ۱۳۹۶، ۱۲۷۰۲۷۰ نفر گزارش شده است. مشخصات حوضه و زیر حوضه‌های مورد مطالعه مطابق جدول (۱) است.



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه در استان اردبیل و ایران

جدول ۱. مشخصات حوضه و زیرحوضه‌های مورد مطالعه

| ردیف | حوضه | مساحت (کیلومتر مربع) | محیط (کیلومتر) | بیش‌ترین ارتفاع (متر) | کم‌ترین ارتفاع (متر) | ارتفاع متوسط (متر) |
|------|----------|----------------------|----------------|-----------------------|----------------------|--------------------|
| ۱ | سامیان | ۳۹۰۶/۳۶ | ۳۱۳/۷۲ | ۴۳۹۹/۱۳ | ۶۹۱/۹۶ | ۱۷۴۳/۰۷ |
| ۲ | آلادیزگه | ۱۸۴/۹۶ | ۵۹/۵۶ | ۲۷۰۰ | ۱۳۰۰ | ۱۷۱۱/۹۱ |
| ۳ | آتشگاه | ۵۹۱/۱۶ | ۱۰۶/۸۴ | ۴۳۱۶/۶۷ | ۱۳۸۷/۱۸ | ۲۰۵۱/۳۷ |
| ۴ | گیلانده | ۹۳۶/۳۰ | ۱۶۵/۳۷ | ۲۷۹۳/۹۸ | ۱۹۹۹/۸۱ | ۱۷۳۴/۵۶ |
| ۵ | نیر | ۷۳۱/۷۵ | ۱۰۹/۳۳ | ۲۷۰۰ | ۱۴۰۰ | ۱۸۱۷/۹۸ |

• داده‌های سنجش از دور

در این پژوهش از تصاویر ماهواره‌های لندست شماره ۵ و ۸ برای سال‌های ۱۹۹۲، ۲۰۰۸، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۶ به‌دلیل در دسترس بودن و داشتن شرایط مناسب تصاویر استفاده شده است. این تصاویر از سایت زمین‌شناسی آمریکا دریافت شده و از تفکیک طیفی بالایی برخوردار هستند. مشخصات تصاویر استفاده شده مطابق جدول (۲) است.

جدول ۲. اطلاعات تصاویر ماهواره‌ای استفاده شده

| ردیف | سنجنده | تاریخ تصویربرداری | گذر | ردیف |
|------|----------------------|-------------------|-----|------|
| ۱ | Landsat5 ماهواره TM | 1992 July 25 | ۱۶۷ | ۳۳ |
| ۲ | | 1992 July 25 | ۱۶۷ | ۳۴ |
| ۳ | Landsat5 ماهواره TM | 5 2000 June | ۱۶۷ | ۳۳ |
| ۴ | | 5 2000 June | ۱۶۷ | ۳۴ |
| ۵ | Landsat5 ماهواره TM | 29 June 2008 | ۱۶۷ | ۳۳ |
| ۶ | | 29 June 2008 | ۱۶۷ | ۳۴ |
| ۷ | Landsat8 ماهواره OLI | 12 August 2016 | ۱۶۷ | ۳۳ |
| ۸ | | 12 August 2016 | ۱۶۷ | ۳۴ |

• داده‌های هیدرومتری

به منظور ارزیابی بلندمدت تغییرات کمیت آب از سری داده‌های مشاهداتی در طول زمان استفاده شد. به طور کلی می‌توان آن‌ها را به سه دسته روش‌های گرافیکی، روش‌های آماری پارامتری و ناپارامتری تقسیم‌بندی نمود. اولین گام در انتخاب روش برای تجزیه و تحلیل داده‌ها، توجه به ماهیت داده‌ها است. در این پژوهش داده‌های ایستگاه‌های هیدرومتری حوضه مربوط به ۵ ایستگاه جمع‌آوری شده است. داده‌های هیدرومتری مربوط به سال‌های ۶۹ تا ۹۵ است که از سازمان آب منطقه‌ای استان اردبیل تهیه شده است. در جدول (۳) نقاط نمونه‌برداری حوضه بر اساس سیستم متریک UTM مشخص شده است.

جدول ۳. ایستگاه‌های هیدرومتری دارای آمار دبی روزانه مورد استفاده در این پژوهش

| ردیف | نام ایستگاه | کد ایستگاه | نام رودخانه | UTMY | UTMX |
|------|-------------|------------|-------------|---------|----------|
| ۱ | سامیان | ۱۹۱۰۱ | قره‌سو | ۴۲۵۱۶۰۲ | ۳۹۲۵۹۴۹۷ |
| ۲ | آلادیزگه | ۱۹۱۴۹ | قره‌سو | ۴۲۳۹۹۹۳ | ۳۹۲۸۹۱۷۲ |
| ۳ | نیر | ۱۹۰۵۱ | نیر چای | ۴۲۱۳۷۹۹ | ۳۸۷۶۲۷۶۴ |
| ۴ | آتشگاه | ۱۹۱۴۴ | نوران چای | ۴۲۳۹۹۹۳ | ۳۹۲۸۹۱۷۲ |
| ۵ | گیلانده | ۱۹۰۵۵ | بالیخوچای | ۴۲۴۳۲۰۷ | ۳۹۲۶۹۳۳۷ |

• داده‌های ایستگاه‌های باران‌سنجی

ایستگاه‌های باران‌سنجی جدول (۴) که دارای اطلاعات کمی ثبت شده نسبتاً کاملی هستند، برای تجزیه و تحلیل داده‌های کمی حوزه سامیان و زیرحوضه‌های (نیر، آلادیزگه، آتشگاه و گیلانده) انتخاب شدند.

جدول ۴. اطلاعات ایستگاه‌های باران‌سنجی مورد استفاده در پژوهش حاضر

| حوضه | نام ایستگاه | کد ایستگاه | UTMX | UTMY |
|--------|-------------|------------|----------|---------|
| سامیان | آبی بیگلو | ۱۹-۰۷۴ | ۳۹۲۸۶۸۰۶ | ۴۲۳۹۸۸۷ |
| | سامیان | ۱۹-۱۰۱ | ۳۹۲۵۹۴۵۲ | ۴۲۵۰۸۷۷ |
| | سیاهپوش | ۱۹-۱۲۴ | ۳۹۲۵۵۶۱۹ | ۴۱۹۵۹۵۶ |
| | قوریچای | ۱۹-۰۸۰ | ۳۹۲۶۲۸۴۵ | ۴۲۱۷۵۳۷ |
| | لای | ۱۹-۰۴۹ | ۳۸۷۵۴۸۶۸ | ۴۲۲۲۶۷۱ |
| | شمس‌آباد | ۱۹-۱۲۳ | ۳۹۲۵۸۴۹۷ | ۴۲۰۹۷۲۷ |
| | ننور | ۱۹-۰۹۵ | ۳۹۲۸۵۹۳۱ | ۴۲۱۰۰۷۷ |
| | یامچی‌علیا | ۱۹-۰۸۲ | ۳۹۲۴۰۹۶۰ | ۴۲۱۴۶۹۲ |
| | نمین | ۱۹-۰۹۹ | ۳۹۲۷۸۸۹۳ | ۴۲۵۴۸۱۵ |
| | نیر | ۱۹-۰۵۱ | ۳۹۲۳۸۳۳۰ | ۴۲۱۴۴۵۳ |
| | سرعین | ۱۹-۰۷۲ | ۳۹۲۴۳۱۸۴ | ۴۲۲۶۶۷۲ |
| | اردبیل | ۱۹-۰۲۴ | ۳۹۲۶۲۲۵۴ | ۴۲۳۴۹۲۰ |
| | پل الماس | ۱۹-۰۵۳ | ۳۹۲۵۴۶۰۰ | ۴۲۲۶۲۵۷ |
| | گیلانده | ۱۹-۰۵۵ | ۳۹۲۶۹۷۴۸ | ۴۲۴۳۶۶۰ |
| | کوزه‌تپراقی | ۱۹-۰۵۹ | ۳۹۲۶۹۲۰۶ | ۴۲۲۲۶۲۵ |
| | آلادیزگه | ۱۹-۱۴۹ | ۳۹۲۸۹۰۲۰ | ۴۲۴۰۰۸۹ |
| | نیارق | ۱۹-۸۹۱ | ۳۹۲۹۲۸۵۶ | ۴۲۳۸۰۲۴ |
| | آتشگاه | ۱۹-۱۴۴ | ۳۹۲۴۲۴۶۲ | ۴۲۳۳۸۸۵ |
| | تک‌بلاغ | ۱۹-۹۴۰ | ۳۸۷۵۳۴۶۵ | ۴۲۱۲۰۵۵ |

| حوضه | نام ایستگاه | کد ایستگاه | UTMX | UTMY |
|----------|-------------|------------|----------|---------|
| نیر | سنین | ۱۹-۹۵۱ | ۳۹۲۳۹۴۴۷ | ۴۲۳۲۵۰۰ |
| | نیر | ۱۹-۰۵۱ | ۳۹۲۳۸۳۳۰ | ۴۲۱۴۴۵۳ |
| آلادیزگه | نیارق | ۱۹-۸۹۱ | ۳۹۲۹۲۸۵۶ | ۴۲۳۸۰۲۴ |
| | آلادیزگه | ۱۹-۱۴۹ | ۳۹۲۸۹۰۲۰ | ۴۲۴۰۰۸۹ |
| | آبی بیگلو | ۱۹-۰۷۴ | ۳۹۲۸۶۸۰۶ | ۴۲۳۹۸۸۷ |
| آتشگاه | آتشگاه | ۱۹-۱۴۴ | ۳۹۲۴۲۴۶۲ | ۴۲۳۳۸۸۵ |
| | سنین | ۱۹-۹۵۱ | ۳۹۲۳۹۴۴۷ | ۴۲۳۲۵۰۰ |
| گیلانده | تک بلاغ | ۱۹-۹۴۰ | ۳۸۷۵۳۴۶۵ | ۴۲۱۲۰۵۵ |
| | یامچی علیا | ۱۹-۰۸۲ | ۳۹۲۴۰۹۶۰ | ۴۲۱۴۶۹۲ |
| | پل الماس | ۱۹-۰۵۳ | ۳۹۲۵۴۶۰۰ | ۴۲۲۶۲۵۷ |
| | اردبیل | ۱۹-۰۲۴ | ۳۹۲۶۲۲۵۴ | ۴۲۳۴۹۲۰ |
| | نیر | ۱۹-۰۵۱ | ۳۹۲۳۸۳۳۰ | ۴۲۱۴۴۵۳ |
| | لای | ۱۹-۰۴۹ | ۳۸۷۵۴۸۶۸ | ۴۲۲۲۶۷۱ |

۲-۲- روش پژوهش

• طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای

برای استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لازم است تصحیحاتی روی آن‌ها انجام گیرد. قدم اول انجام اصلاحات رادیومتریک و تصحیحات سنجنده است (Haji et al., 2022). این اصلاحات شامل تبدیل داده‌های DN^1 به مقادیر Radiance است که در واقع برای واسنجی داخلی سنجنده است. میزان انرژی رسیده از شیء موردنظر به سنجنده بعد از عبور از اتمسفر را Radiance می‌نامند. بعد از تبدیل داده‌های Radiance می‌توان مقدار انعکاس از هدف قبل از عبور از اتمسفر (Reflectance) را به دست آورد. این داده‌ها نشان‌دهنده جنس عوارض در تصویر است که با نمودارهای پاسخ طیفی نشان داده می‌شوند (Yousefian, 2018). بعد از انجام این پردازش‌ها اگر منطقه مورد مطالعه در دو گذر از ماهواره باشد لازم است از تکنیک‌های تلفیق برای ترکیب این تصاویر استفاده شود. روش گرام اشمیت^۲ مهم‌ترین روش برای ادغام تصاویر ماهواره‌ای است. این روش برای افزایش وضوح تصاویر چند طیفی است. در این روش کاربر قادر است خصوصیات تصویر چند طیفی با قدرت تفکیک مکانی کم را در تصویر حاصل از ادغام آن با داده پانکروماتیک با قدرت تفکیک مکانی زیاد حفظ کند. در ابتدا تصویر پانکروماتیک با قدرت تفکیک مکانی بازسازی شده و در ادامه تبدیل بر روی تصویر پانکراماتیک بازسازی شده و باندهای طیفی تصویر چند طیفی با قدرت تفکیک مکانی بیش‌تر اعمال می‌شوند (Talebi & Mostafazadeh, 2021). جهت طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای، مناسب‌ترین روش استفاده از طبقه‌بندی نظارت شده است و پر استفاده‌ترین روش، الگوریتم بیشینه احتمال است. این الگوریتم به توصیف توزیع ارقام بازتاب‌های یک نمونه توسط یک تابع چگالی احتمالی می‌پردازد که در آن ارزش بازتابی هر پیکسل ناشناخته، بر اساس واریانس آن به طبقه واکنش طیفی ویژه تجزیه و تحلیل می‌شود. در این الگوریتم فرض بر این است که توزیع داده‌های هر طبقه، بر اساس توزیع نرمال در اطراف پیکسل میانگین آن طبقه قرار دارد (Yousefian, 2018).

دقت نتایج به دست آمده از روش‌های طبقه‌بندی، از رابطه (۱) به دست می‌آید:

$$OA = \frac{1}{N} \sum P_{ii} \quad \text{رابطه (۱)}$$

که OA بیانگر صحت کلی، N تعداد کل پیکسل‌های آزمایش، و P_{ii} عناصر قطر اصلی ماتریس خطا است (Khavarian et al., 2020). ضریب کاپا نیز مطابق رابطه (۲) است:

1. Digital Number
2. Gram-Schmidt

$$\text{Kappa} = \frac{P_o - P_c}{1 - P_c} \times 100 \quad \text{رابطه (۲)}$$

که در آن، P_o درستی مشاهده شده و P_c توافق مورد انتظار است (Khavarian et al., 2020).

• محاسبه و تعیین تغییرات ضریب رواناب ایستگاه‌های مورد مطالعه در طول دوره

پیش‌بینی و به دست آوردن مقدار کمی در تولید رواناب و انتقال آن به نقطه خروجی حوضه از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است (Anquetin et al., 2010). برای محاسبه ضریب رواناب در حوضه ابتدا مقادیر بارش و دبی ماهانه ایستگاه‌ها در یک جدول برای هر دوره زمانی جمع‌آوری شد. در مرحله بعدی مقادیر دبی ماهانه (بر حسب مترمکعب در ثانیه) ایستگاه‌های موردنظر به آبدهی ماهانه (بر حسب مترمکعب) تقسیم شدند و سپس با تقسیم این مقادیر به مساحت حوضه، ارتفاع رواناب در منطقه به دست آمد. بعد از محاسبه ارتفاع رواناب در منطقه با تقسیم این مقدار بر مجموع بارش ماهانه، ضریب رواناب در ماه مربوطه در ایستگاه موردنظر به دست آمد.

• آنالیز واریانس یک‌طرفه^۱

آنالیز واریانس یک‌طرفه برای مقایسه میانگین یک صفت کمی در بیش از دو گروه مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این آنالیز فرض اولیه H_0 آن است که اختلاف بین میانگین داده‌ها وجود ندارد و در مقابل فرض ثانویه H_1 بیانگر آن است که حداقل بین میانگین دو گروه از داده‌ها اختلاف معنی‌داری وجود دارد. از مزایای استفاده از آنالیز واریانس یک‌طرفه این است که تنها با یکبار اختلاف بین میانگین کلی گروه‌های مورد آزمایش، آزمون می‌شود. متغیر F آماره‌ای است که از آن برای رد یا پذیرش فرض H_0 استفاده می‌شود. اگر پراکندگی گروه‌ها را بر درجه آزادی (تعداد متغیرهای مستقل منهای یک) آن تقسیم شود واریانس بین گروه‌ها که همان میانگین مربعات اصلی^۲ است به دست خواهد آمد همچنین اگر پراکندگی درون گروهی را بر درجه آزادی آن تقسیم شود واریانس درون گروهی یا همان میانگین مربعات خطا^۳ به دست خواهد آمد، در نهایت متغیر F به صورت زیر تعریف می‌شود (Esfandiyari et al., 2021):

$$F = \frac{MSR}{MSE} \quad \text{رابطه (۳)}$$

برای تفسیر نتیجه آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه مبنی بر معنی‌داری یا عدم معنی‌داری میانگین‌های متغیرهایی که مورد بررسی قرار می‌گیرد، می‌توان گفت اگر مقدار Sig کوچک‌تر از $0/05$ باشد آنگاه فرض تفاوت میان میانگین گروه‌ها تأیید و در مقابل اگر این مقدار بزرگ‌تر از $0/05$ باشد این فرضیه رد می‌شود که گروه‌ها بین هم ارتباط معنی‌داری دارند (Abdolmohamadi et al., 2021). فرض نرمال بودن داده‌ها هم‌زمان با انجام آنالیز واریانس آزمون شده است. هم‌زمان برای انجام آزمون توکی نیز شرط برابری واریانس‌ها بین هر کدام از گروه‌ها از طریق آزمون لون نیز لحاظ شده است. برای بررسی معنی‌داری بین گروه‌ها از آزمون توکی استفاده شده است. آزمون توکی برای تمامی مقایسه‌های جفتی بین گروه‌ها به کار می‌رود و نرخ خطای تجربی را با نرخ خطای حاصل از جمع‌آوری برای تمام مقایسه‌های جفتی را هماهنگ می‌کند (Fattahi & Behrouzi, 2018). در این پژوهش برای تعیین معنی‌داری ضریب رواناب از آزمون واریانس یک‌طرفه و توکی استفاده شده است.

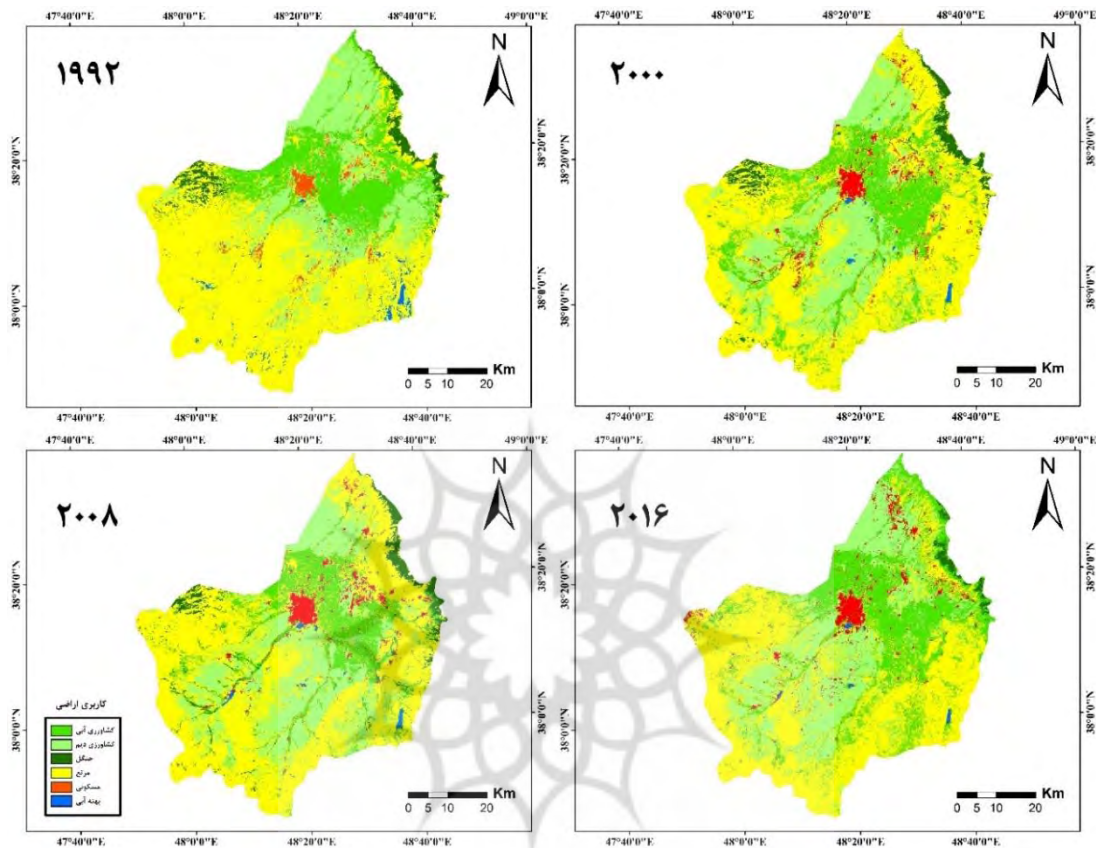
۳- یافته‌ها

۳-۱- ارزیابی صحت طبقه‌بندی‌های تصاویر ماهواره‌ای

برای طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای از طبقه‌بندی نظارت شده و روش حداکثر احتمال استفاده شده است همچنین بررسی صحت این تصاویر با ضریب کاپا انجام شده که این ضریب برای سال ۱۹۹۲، $0/73$ ، برای سال ۲۰۰۰، $0/86$ ، برای سال ۲۰۰۸، $0/75$ و برای سال ۲۰۱۶، $0/68$ به دست آمده است. در سال‌های مورد مطالعه (۱۹۹۲ تا ۲۰۱۶)، کاربری مرتع با $9/75$ درصد کاهش بیش‌ترین تغییر را داشته است همچنین کاربری کشاورزی آبی با $8/45$ درصد افزایش، بیش‌ترین افزایش را در میان کاربری‌ها داشته است.

1. Anova
2. Mean Squared Regression
3. Mean Squared Error

کاربری مسکونی در تمام دوره‌ها افزایش داشته و نسبت به دوره اول ۱/۴۲ درصد افزایش دارد. کشاورزی دیم نیز با ۳/۲۹ درصد در دوره‌های مورد مطالعه با افزایش روبه‌رو بوده است همچنین کاربری جنگل نیز با کاهشی برابر ۲/۲۵ درصد کل منطقه روبه‌رو بوده است و در انتها نیز کاربری پهنه آبی با تغییرات نزولی در سال‌های مورد مطالعه در آخرین دوره با ۱/۱۶ کاهش روبه‌رو بوده است که نتایج در جدول (۵) و شکل (۲ و ۳) ارائه شده است. در شکل شماره (۲) نقشه کاربری اراضی مربوط به سال‌های مورد مطالعه ارائه شده است.

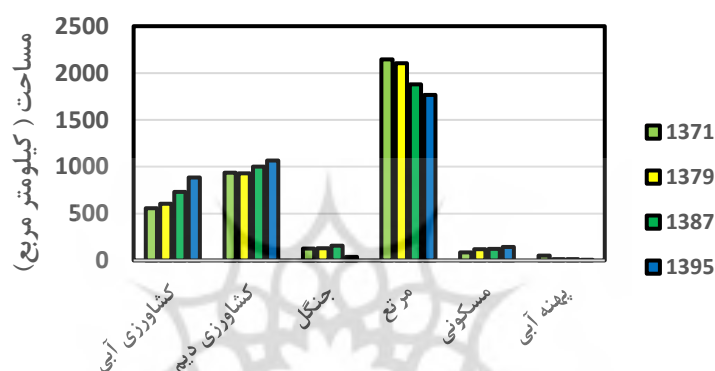


شکل ۲. نقشه تغییرات کاربری اراضی در دوره‌های مورد مطالعه در آبخیز سامیان

مطابق شکل ۲، در طول دوره مطالعه بیش‌تر مساحت کاربری مرتع به کاربری کشاورزی آبی و دیم تغییر یافته است. در راستای تغییر کاربری اراضی در منطقه مورد مطالعه، خیرخواه و حسین‌زاده به توسعه شهری اردبیل و ساخت و ساز در حاشیه روستاهای مجاور مناطق شهری در بازه زمانی ۱۹۹۰ الی ۲۰۰۷ اشاره نموده‌اند (Kheirkhahzarkesh & Hoseinzadeh, 2021). همچنین، مسیبه و ملکی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از داده‌های سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی در سه دوره زمانی ۱۳۶۶، ۱۳۷۷ و ۱۳۹۰ در شهرستان اردبیل ارزیابی کردند و نتیجه گرفتند که سطح کاربری‌های زراعت آبی، باغات، مناطق مسکونی، صنعتی و نیز اراضی بایر در فاصله سال‌های ۱۳۶۶ تا ۱۳۹۰ افزایش یافته و در مقابل سطح کاربری‌های جنگل، مرتع و اراضی دیم روندی کاهشی داشته‌اند (Mosayebi & Maleki, 2014).

جدول ۵. مشخصات و تغییرات مساحت طبقات کاربری اراضی در طول دوره مطالعاتی

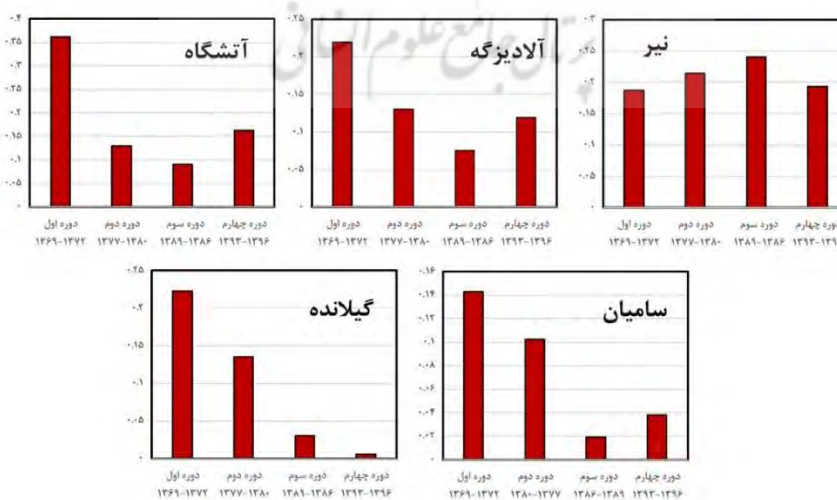
| ردیف | طبقات کاربری/پوشش اراضی | مساحت سال ۱۳۷۱ | مساحت سال ۱۳۷۹ | مساحت سال ۱۳۸۷ | مساحت سال ۱۳۹۵ | تغییر دوره آخر نسبت به دوره اول |
|------|-------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------------------------|
| ۱ | کشاورزی آبی | ۵۵۶/۹۳ | ۶۰۵/۳۸ | ۷۳۲/۳۸ | ۸۸۶/۸۶ | +۸/۴۵ |
| ۲ | کشاورزی دیم | ۹۳۷/۵۰ | ۹۳۰/۸۱ | ۱۰۰۱/۸۷ | ۱۰۶۵/۸۱ | +۳/۲۹ |
| ۳ | جنگل | ۱۲۶/۰۶ | ۱۳۱/۵۶ | ۱۵۷/۴۹ | ۳۸/۱۱ | -۲/۲۵ |
| ۴ | مرتع | ۲۱۴۶/۰۳ | ۲۱۰۳/۷۶ | ۱۸۷۸/۸۸ | ۱۷۶۵/۷۳ | -۹/۷۵ |
| ۵ | مسکونی | ۸۶/۸۰ | ۱۲۰/۲۷ | ۱۲۲/۷۱ | ۱۴۲/۵۶ | +۱/۴۲ |
| ۶ | پهنه آبی | ۵۳/۰۴ | ۱۴/۵۸ | ۱۳/۰۳ | ۷/۲۹ | -۱/۱۶ |
| | جمع | | ۳۹۰۶/۳۶۹ | | | ۰ |



شکل ۳. تغییرات کاربری اراضی در طول دوره مطالعاتی

۳-۲- محاسبه و تعیین تغییرات ضریب رواناب ایستگاه‌های مورد مطالعه در طول دوره تحقیقاتی

پس از محاسبه مقادیر ارتفاع بارش و رواناب ماهانه، مقدار ضریب رواناب در هر ماه به دست آمد و مبنای تحلیل در دوره‌های مختلف در نظر گرفته شد. با توجه به اینکه، در محاسبه ضریب رواناب، مقدار رواناب سطحی بر بارندگی تقسیم شده است، لذا تأثیر بارش از بین رفته و می‌توان فرض نمود که تغییرات در رواناب سطحی تا حد زیادی ناشی از تغییر در کاربری‌های اراضی بالادست بوده است. در نمودارهای شکل (۴) مقدار میانگین ضریب رواناب در دوره‌های مختلف آورده شده است.



شکل ۴. نمودار تغییرات ضریب رواناب در دوره مورد مطالعه

۳-۳- تعیین تغییرات ضریب رواناب در ایستگاه‌های مورد مطالعه

برای تعیین وجود معنی‌داری در داده‌های میانگین ضریب رواناب ایستگاه‌ها از آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه و آزمون توکی^۱ استفاده شد. آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه در این پژوهش برای بررسی میانگین‌های ضریب رواناب در چهار دوره مطالعاتی مورد استفاده قرار گرفته است. در همه ایستگاه‌های مورد مطالعه به جز ایستگاه نیر، مقدار Sig به دست آمده از نرم‌افزار SPSS کم‌تر از ۰/۰۵ بود که نشانگر وجود معنی‌داری در تغییر داده‌های مربوط به ضریب رواناب در ایستگاه‌های منتخب در طول دوره مطالعاتی است. در ایستگاه‌های سامیان، آلاذیزگه، آتشیگاه و گیلانده تغییرات ضریب رواناب کاهشی بوده که به معنای کاهش دبی در رودخانه در طول دوره پژوهش است؛ ولی در ایستگاه نیر تغییر معناداری وجود ندارد. نتایج آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه در جدول (۶) و آزمون توکی به تفکیک مقایسه دوره‌ها با هم در جدول‌های (۷) تا (۱۱) آمده است.

جدول ۶. نتایج آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه برای مقایسه چهار دوره تغییرات ضریب رواناب در ایستگاه‌های مورد مطالعه

| sig | F | میانگین مربعات | df | مجموع مربعات | منابع واریانس | |
|--------|--------|----------------|-----|--------------|---------------|----------|
| ۰/۰۰۱ | ۵/۶۱۴ | ۰/۱۳۲ | ۳ | ۰/۳۹۶ | بین گروهی | آلاذیزگه |
| | | ۰/۰۲۳ | ۱۴۰ | ۳/۲۸۹ | درون گروهی | |
| | | | ۱۴۳ | ۳/۶۸۵ | کل | |
| <۰/۰۰۱ | ۲۰/۰۶۱ | ۰/۵۲۲ | ۳ | ۱/۵۶۵ | بین گروهی | آتشیگاه |
| | | ۰/۰۲۶ | ۱۴۰ | ۳/۶۴ | درون گروهی | |
| | | | ۱۴۴ | ۵/۵۰۲ | کل | |
| <۰/۰۰۱ | ۲۰/۲۸۶ | ۰/۳۶ | ۳ | ۱/۰۷۹ | بین گروهی | گیلانده |
| | | ۰/۰۱۸ | ۱۴۰ | ۲/۴۸۳ | درون گروهی | |
| | | | ۱۴۴ | ۳/۵۶۲ | کل | |
| ۰/۶۸۱ | ۰/۵۰۳ | ۰/۰۲۱ | ۳ | ۰/۰۶۲ | بین گروهی | نیر |
| | | ۰/۰۴۱ | ۱۴۰ | ۵/۷۶۸ | درون گروهی | |
| | | | ۱۴۳ | ۵/۸۳۱ | کل | |
| <۰/۰۰۱ | ۹/۲۷۷ | ۰/۱۱۸ | ۳ | ۰/۳۵۳ | بین گروهی | سامیان |
| | | ۰/۰۱۳ | ۱۴۰ | ۱/۷۷۷ | درون گروهی | |
| | | | ۱۴۳ | ۲/۱۳ | کل | |

جدول ۷. آزمون تغییرات ضریب رواناب در دوره‌های مطالعاتی به وسیله استفاده از توکی با سطح اطمینان ۹۵ درصد برای ایستگاه آتشیگاه

| محدوده اطمینان ۹۵% | محدوده پایین | محدوده بالا | Sig. | خطای استاندارد | اختلاف میانگین (I-J) | دوره‌ها | | | | | |
|--------------------|--------------|-------------|---------|----------------|----------------------|---------|----------|----------|------------|----------|------------|
| | | | | | | | دوره دوم | دوره سوم | دوره چهارم | دوره اول | دوره دوم |
| ۰/۳۳۰۱ | ۰/۱۳۲۷ | ۰/۳۶۹۴ | ۰/۱۷۱۷ | ۰/۲۹۱۸ | ۰/۰۰۰ | ۰/۰۳۸۰۱ | ۰/۲۳۱۲۶* | دوره اول | دوره دوم | دوره سوم | دوره چهارم |
| ۰/۲۹۱۸ | ۰/۰۹۹۶ | ۰/۲۳۲۴ | ۰/۰۳۳۰۱ | ۰/۱۳۸۱ | ۰/۰۰۰ | ۰/۰۳۸۰۱ | ۰/۲۳۱۲۶* | دوره اول | دوره دوم | دوره سوم | دوره چهارم |
| ۰/۱۳۸۱ | ۰/۰۵۹۵ | ۰/۰۶۶۰ | ۰/۱۳۱۷ | ۰/۰۶۶۰ | ۰/۰۰۰ | ۰/۰۳۸۰۱ | ۰/۰۳۲۸۷ | دوره اول | دوره دوم | دوره سوم | دوره چهارم |
| ۰/۰۶۶۰ | ۰/۱۳۱۷ | ۰/۱۷۱۷ | ۰/۳۶۹۴ | ۰/۰۵۹۵ | ۰/۰۰۰ | ۰/۰۳۸۰۱ | ۰/۲۳۱۲۶* | دوره اول | دوره دوم | دوره سوم | دوره چهارم |
| ۰/۱۷۱۷ | ۰/۳۶۹۴ | ۰/۰۵۹۵ | ۰/۱۳۸۱ | ۰/۰۶۶۰ | ۰/۰۰۰ | ۰/۰۳۸۰۱ | ۰/۰۳۲۸۷ | دوره اول | دوره دوم | دوره سوم | دوره چهارم |
| ۰/۰۵۹۵ | ۰/۱۳۸۱ | ۰/۰۶۶۰ | ۰/۱۷۱۷ | ۰/۰۶۶۰ | ۰/۰۰۰ | ۰/۰۳۸۰۱ | ۰/۰۳۲۸۷ | دوره اول | دوره دوم | دوره سوم | دوره چهارم |
| ۰/۰۶۶۰ | ۰/۱۷۱۷ | ۰/۰۶۶۰ | ۰/۱۳۸۱ | ۰/۰۶۶۰ | ۰/۰۰۰ | ۰/۰۳۸۰۱ | ۰/۰۳۲۸۷ | دوره اول | دوره دوم | دوره سوم | دوره چهارم |
| ۰/۰۶۶۰ | ۰/۱۷۱۷ | ۰/۰۶۶۰ | ۰/۱۳۸۱ | ۰/۰۶۶۰ | ۰/۰۰۰ | ۰/۰۳۸۰۱ | ۰/۰۳۲۸۷ | دوره اول | دوره دوم | دوره سوم | دوره چهارم |

* اختلاف میانگین در سطح ۰/۰۵ معنی‌دار است.

جدول ۸. آزمون تغییرات ضریب رواناب در دوره‌های مطالعاتی با استفاده از توکی با سطح اطمینان ۹۵ درصد برای ایستگاه آلابزگه

| محدوده اطمینان ۹۵٪ | | Sig. | خطای استاندارد | اختلاف میانگین (I-J) | | دوره‌ها |
|--------------------|--------------|--------|----------------|----------------------|------------|------------|
| محدوده بالا | محدوده پایین | | | | | |
| -۰/۱۸۳۴ | -۰/۰۰۴۴ | -۰/۰۶۸ | -۰/۰۳۶۱۳ | -۰/۰۸۹۵۱ | دوره دوم | دوره اول |
| -۰/۲۳۸۱ | -۰/۰۵۰۳ | -۰/۰۰۱ | -۰/۰۳۶۱۳ | *-۰/۱۴۴۲۰ | دوره سوم | |
| -۰/۱۹۴۸ | -۰/۰۰۶۹ | -۰/۰۳۰ | -۰/۰۳۶۱۳ | *-۰/۱۰۰۸۲ | دوره چهارم | |
| -۰/۰۰۴۴ | -۰/۱۸۳۴ | -۰/۰۶۸ | -۰/۰۳۶۱۳ | -۰/۰۸۹۵۱ | دوره اول | دوره دوم |
| -۰/۱۴۸۶ | -۰/۰۳۹۲ | -۰/۴۳۲ | -۰/۰۳۶۱۳ | -۰/۰۵۴۶۹ | دوره سوم | |
| -۰/۱۰۵۲ | -۰/۰۸۲۶ | -۰/۹۸۹ | -۰/۰۳۶۱۳ | -۰/۱۱۳۱ | دوره چهارم | |
| -۰/۰۵۰۳ | -۰/۲۳۸۱ | -۰/۰۰۱ | -۰/۰۳۶۱۳ | *-۰/۱۴۴۲۰ | دوره اول | دوره سوم |
| -۰/۰۳۹۲ | -۰/۱۴۸۶ | -۰/۴۳۲ | -۰/۰۳۶۱۳ | -۰/۰۵۴۶۹ | دوره دوم | |
| -۰/۰۵۰۶ | -۰/۱۳۷۳ | -۰/۶۲۷ | -۰/۰۳۶۱۳ | -۰/۰۴۳۳۸ | دوره چهارم | |
| -۰/۰۰۶۹ | -۰/۱۹۴۸ | -۰/۰۳۰ | -۰/۰۳۶۱۳ | *-۰/۱۰۰۸۲ | دوره اول | دوره چهارم |
| -۰/۰۸۲۶ | -۰/۱۰۵۲ | -۰/۹۸۹ | -۰/۰۳۶۱۳ | -۰/۰۱۱۳۱ | دوره دوم | |
| -۰/۱۳۷۰ | -۰/۰۵۰۶ | -۰/۶۲۷ | -۰/۰۳۶۱۳ | -۰/۰۴۳۳۸ | دوره سوم | |

* اختلاف میانگین در سطح ۰/۰۵ معنی‌دار است.

جدول ۹. آزمون تغییرات ضریب رواناب در دوره‌های مطالعاتی با استفاده از توکی با سطح اطمینان ۹۵ درصد برای ایستگاه گیلانده

| محدوده اطمینان ۹۵٪ | | Sig. | خطای استاندارد | اختلاف میانگین (I-J) | | دوره‌ها |
|--------------------|--------------|--------|----------------|----------------------|------------|------------|
| محدوده بالا | محدوده پایین | | | | | |
| -۰/۱۶۸۷ | -۰/۰۰۵۵ | -۰/۰۳۲ | -۰/۰۳۱۳۹ | *-۰/۰۸۷۰۷ | دوره دوم | دوره اول |
| -۰/۲۷۳۵ | -۰/۱۱۰۳ | -۰/۰۰۰ | -۰/۰۳۱۳۹ | *-۰/۱۹۱۹۲ | دوره سوم | |
| -۰/۲۹۸۵ | -۰/۱۳۵۳ | -۰/۰۰۰ | -۰/۰۳۱۳۹ | *-۰/۲۱۶۸۹ | دوره چهارم | |
| -۰/۰۰۵۵ | -۰/۱۶۸۷ | -۰/۰۳۲ | -۰/۰۳۱۳۹ | *-۰/۰۸۷۰۷ | دوره اول | دوره دوم |
| -۰/۱۸۶۵ | -۰/۰۲۳۲ | -۰/۰۰۶ | -۰/۰۳۱۳۹ | *-۰/۱۰۴۸۵ | دوره سوم | |
| -۰/۲۱۱۴ | -۰/۰۴۸۲ | -۰/۰۰۰ | -۰/۰۳۱۳۹ | *-۰/۱۲۹۸۲ | دوره چهارم | |
| -۰/۱۱۰۳ | -۰/۲۷۳۵ | -۰/۰۰۰ | -۰/۰۳۱۳۹ | *-۰/۱۹۱۹۲ | دوره اول | دوره سوم |
| -۰/۰۲۳۲ | -۰/۱۸۶۵ | -۰/۰۰۶ | -۰/۰۳۱۳۹ | *-۰/۱۰۴۸۵ | دوره دوم | |
| -۰/۱۰۶۶ | -۰/۰۵۶۷ | -۰/۸۵۶ | -۰/۰۳۱۳۹ | -۰/۰۲۴۹۶ | دوره چهارم | |
| -۰/۱۳۵۳ | -۰/۲۹۸۵ | -۰/۰۰۰ | -۰/۰۳۱۳۹ | *-۰/۲۱۶۸۹ | دوره اول | دوره چهارم |
| -۰/۰۴۸۲ | -۰/۲۱۱۴ | -۰/۰۰۰ | -۰/۰۳۱۳۹ | *-۰/۱۲۹۸۲ | دوره دوم | |
| -۰/۰۵۶۷ | -۰/۱۰۶۶ | -۰/۸۵۶ | -۰/۰۳۱۳۹ | -۰/۰۲۴۹۶ | دوره سوم | |

* اختلاف میانگین در سطح ۰/۰۵ معنی‌دار است.

جدول ۱۰. آزمون تغییرات ضریب رواناب در دوره‌های مطالعاتی با استفاده از توکی با سطح اطمینان ۹۵ درصد برای ایستگاه نیر

| دوره‌ها | اختلاف میانگین (I-J) | خطای استاندارد | Sig. | محدوده اطمینان ۹۵٪ | |
|------------|----------------------|----------------|-------|--------------------|--------------|
| | | | | محدوده بالا | محدوده پایین |
| دوره اول | دوره دوم | ۰/۰۴۷۸۴ | ۰/۹۴۶ | -۰/۱۵۰۸ | ۰/۰۹۸۰ |
| | دوره سوم | ۰/۰۴۷۸۴ | ۰/۶۸۶ | -۰/۱۷۷۳ | ۰/۰۷۱۵ |
| | دوره چهارم | ۰/۰۴۷۸۴ | ۰/۹۹۹ | -۰/۱۱۸۸ | -۰/۱۳ |
| دوره دوم | دوره اول | ۰/۰۴۷۸۴ | ۰/۹۴۶ | -۰/۰۹۸۰ | ۰/۱۵۰۸ |
| | دوره سوم | ۰/۰۴۷۸۴ | ۰/۹۴۵ | -۰/۱۵۰۹ | ۰/۰۹۷۹ |
| | دوره چهارم | ۰/۰۴۷۸۴ | ۰/۹۷۲ | -۰/۱۰۳۶ | ۰/۱۴۵۲ |
| دوره سوم | دوره اول | ۰/۰۴۷۸۴ | ۰/۶۸۶ | -۰/۰۷۱۵ | ۰/۱۷۷۳ |
| | دوره دوم | ۰/۰۴۷۸۴ | ۰/۹۴۵ | -۰/۰۹۷۹ | ۰/۱۵۰۹ |
| | دوره چهارم | ۰/۰۴۷۸۴ | ۰/۷۵۶ | -۰/۰۷۷۱ | ۰/۱۷۱۷ |
| دوره چهارم | دوره اول | ۰/۰۴۷۸۴ | ۰/۹۹۹ | -۰/۱۱۸۸ | -۰/۱۳ |
| | دوره دوم | ۰/۰۴۷۸۴ | ۰/۹۷۲ | -۰/۱۴۵۲ | ۰/۱۰۳۶ |
| | دوره سوم | ۰/۰۴۷۸۴ | ۰/۷۵۶ | -۰/۱۷۱۷ | ۰/۰۷۷۱ |

* اختلاف میانگین در سطح ۰/۰۵ معنی دار است.

جدول ۱۱. آزمون تغییرات ضریب رواناب در دوره‌های مطالعاتی با استفاده از توکی با سطح اطمینان ۹۵ درصد برای ایستگاه سامیان

| دوره‌ها | اختلاف میانگین (I-J) | خطای استاندارد | Sig. | محدوده اطمینان ۹۵٪ | |
|------------|----------------------|----------------|-------|--------------------|--------------|
| | | | | محدوده بالا | محدوده پایین |
| دوره اول | دوره دوم | ۰/۰۴۰۳۹ | ۰/۴۲۸ | -۰/۰۲۸۷ | ۰/۱۰۹۴ |
| | دوره سوم | ۰/۱۲۳۴۹* | ۰/۰۰۰ | ۰/۰۵۴۵ | ۰/۱۹۲۵ |
| | دوره چهارم | ۰/۱۰۴۷۲* | ۰/۰۰۱ | ۰/۰۳۵۷ | ۰/۱۷۳۸ |
| دوره دوم | دوره اول | ۰/۰۴۰۳۹ | ۰/۴۲۸ | -۰/۰۲۸۷ | ۰/۱۰۹۴ |
| | دوره سوم | ۰/۰۸۳۱۰* | ۰/۰۱۱ | ۰/۰۱۴۱ | ۰/۱۵۲۱ |
| | دوره چهارم | ۰/۰۶۴۳۳ | ۰/۰۷۷ | -۰/۰۰۴۷ | ۰/۱۳۳۴ |
| دوره سوم | دوره اول | -۰/۱۲۳۴۹* | ۰/۰۰۰ | -۰/۱۹۲۵ | -۰/۰۵۴۵ |
| | دوره دوم | -۰/۰۸۳۱۰* | ۰/۰۱۱ | -۰/۱۵۲۱ | -۰/۰۱۴۱ |
| | دوره چهارم | ۰/۰۱۸۷۷ | ۰/۸۹۴ | -۰/۰۸۷۸ | ۰/۰۵۰۳ |
| دوره چهارم | دوره اول | -۰/۱۰۴۷۲* | ۰/۰۰۱ | -۰/۱۷۳۸ | -۰/۰۳۵۷ |
| | دوره دوم | -۰/۰۶۴۳۳ | ۰/۰۷۷ | -۰/۱۳۳۴ | -۰/۰۰۴۷ |
| | دوره سوم | ۰/۰۱۸۷۷ | ۰/۸۹۴ | -۰/۰۵۰۳ | ۰/۰۸۷۸ |

* اختلاف میانگین در سطح ۰/۰۵ معنی دار است.

۴- بحث و نتیجه‌گیری

بررسی مطالعات مختلف در این پژوهش نشان داد، تغییر کاربری اراضی ممکن است بر اثر عوامل مختلف به طور مثال ویژگی جغرافیایی منطقه مورد مطالعه، ویژگی‌های نمونه‌های آموزشی می‌تواند متفاوت باشد. مقادیر صحت طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای بر اساس ضریب کاپا برای سال‌های ۱۹۹۲، ۲۰۰۰، ۲۰۰۸ و ۲۰۱۶ به ترتیب برابر ۰/۷۳، ۰/۸۶، ۰/۷۵ و ۰/۶۸ است که بیانگر صحت مناسب طبقه‌بندی است. هرچند به دلیل شباهت رفتار طیفی برخی طبقات معرفی شده به نرم‌افزار، ممکن است برخی پیکسل‌ها در کلاس همدیگر طبقه‌بندی شود ولی مقدار این پیکسل‌ها ناچیز بوده که ضریب کاپا نیز نشان‌دهنده این امر است. در طول دوره

مطالعاتی کاربری کشاورزی آبی با ۸/۴۵ درصد افزایش بیشترین افزایش و کاربری مرتع با ۹/۷۵ درصد کاهش، بیشترین کاهش را داشت. با توجه به این که کاربری کشاورزی آبی در منطقه ۸/۴۵ درصد افزایش یافته است، اختصاص حجم عظیمی از روانابهای سطحی را به سمت زمین‌های کشاورزی را باعث شده است و در نتیجه دبی در ایستگاه‌های هیدرومتری کاهش یافته است که تأثیری مستقیم بر ضریب رواناب دارد که با پژوهش یان و همکاران که حوضه‌ای را در چین مورد بررسی قرار داده‌اند، مطابقت دارد (Yan et al., 2013). باید اشاره شود که در پژوهش حاضر از داده‌های دبی ایستگاه‌های هیدرومتری استفاده شده است که به‌نوعی بیانگر آبدهی رودخانه‌های مورد مطالعه است. این در حالی است که تولید رواناب سطحی و یا اوج هیدروگراف سیلاب در محدوده‌های شهری در پژوهش‌های پیشین، افزایش میزان رواناب سطحی را گزارش نموده‌اند. در همین راستا، فروتن و همکاران در خصوص تأثیر تغییر کاربری اراضی بر رواناب شهری را در شهر اسدآباد همدان بیان نمودند که با افزایش مساحت کاربری شهری به میزان ۴/۹۵ درصد، تغییرات رواناب سطحی تا ۱۵/۸ درصد افزایش داشته است (Forotan et al., 2019). همچنین، غلامیان و ایلدرمی نیز افزایش دبی حداکثر سیلاب به میزان ۱۲/۲ درصد را در اثر کاهش کاربری‌های طبیعی گزارش نمودند (Gholamian & Ildormi, 2021). در مجموع نتایج می‌تواند در تحلیل کمی ارتباط تغییر کاربری اراضی و تغییرات ضریب رواناب سطحی مورد استفاده قرار گیرد. همچنین می‌توان بر اساس میزان کاهش اراضی طبیعی، مقدار افزایش شدت رواناب و سیل خیزی را پیش‌بینی نمود. علاوه بر این، آمایش سرزمین و مدیریت اراضی و نیز اطلاع از میزان، شدت و تغییرات مکانی پتانسیل تولید رواناب پیش‌نیاز برنامه‌ریزی برای کنترل رواناب است.

۵- سپاس‌گزاری

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد آقای هادی ایزدی‌فرد است که با حمایت‌های مادی و معنوی دانشگاه محقق اردبیلی انجام شده است.

۶- فهرست منابع

- احمدی، حمزه؛ فلاح‌قاله‌ری، غلامعباس و شائمی، اکبر. (۱۳۹۵). برآورد و ارزیابی روند تغییرات تبخیر- تعرق مرجع سالانه براساس پارامترهای اقلیمی مؤثر در شمال شرق ایران، دانش آب و خاک، ۳۶(۳)، ۲۵۷-۲۶۹.
- اسفندیاری، فریبا؛ حمزه‌ای، مهناز؛ علائی، نازیلا و مصطفی‌زاده، رئوف. (۱۳۹۹). تغییرات مکانی سنجه‌های سیمای سرزمین در پوشش گیاهی جوامع حاشیه متأثر از نوع کاربری اراضی در رودخانه قره‌سو استان اردبیل، آمایش جغرافیایی فضا، ۱۰(۳۸)، ۲۱۹-۲۳۴.
- امیری، فاضل،، ناطقی، سعیده. (۱۴۰۲). طبقه‌بندی پوشش اراضی استان بوشهر با استفاده از تصاویر ترکیب داده‌های لندست ۸ و مودیس. مدل‌سازی و مدیریت آب و خاک، ۳(۲): ۱۴۳-۱۵۶.
- پنجه‌کوبی، پرویز، مسعودیان، سیدابوالفضل، قانقرمه، عبدالعظیم. (۱۳۹۸). محاسبه ضریب رواناب حوزه آبریز با استفاده از رادار هواشناسی (مطالعه موردی: حوزه باغو). اطلاعات جغرافیایی سپهر، ۲۸(۱۱۰)، ۲۰۹-۲۲۴.
- حاجی، خدیجه؛ اسمعیلی عوری، اباذر؛ مصطفی‌زاده، رئوف و نظرزاده، حبیب. (۱۴۰۱). ارزیابی تغییرات پوشش/کاربری اراضی با پردازش شیء‌گرایی تصاویر ماهواره‌ای (۱۹۸۵-۲۰۱۵) در حوزه آبریز قره‌سو، ارومیه، تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، ۲۲(۶۶)، ۱۷۱-۱۸۹.
- حسنعلی‌پور، یوسف، مصطفی‌زاده، رئوف، اسمعیلی‌عوری، اباذر، احمدی، محمد، ایمانی، رسول. (۱۴۰۱). ارزیابی اثرات توسعه شهری اردبیل بر کمیت و کیفیت آب‌های سطحی و زیرزمینی دشت اردبیل. مطالعات علوم محیط زیست، ۳(۷): ۵۳۷۴-۵۳۸۵.
- خاوریان، حسن؛ آقائی، مریم و مصطفی‌زاده، رئوف. (۱۳۹۹). پیش‌بینی تأثیر تغییرات کاربری اراضی بر جریان ماهانه با استفاده از مدل هیدرولوژیکی و داده‌های سنجش از دور در حوضه آبریز کوزه‌تپراقی اردبیل، هیدروژئومورفولوژی، ۶(۲۴)، ۳۹-۱۹.
- خاوریان، حسن؛ خداندوله، بهروز و قربانی، اردوان. (۱۳۹۸). آشکارسازی تغییرات کاربری/پوشش اراضی با استفاده از طبقه‌بندی شیء‌گرایی تصاویر ماهواره‌ای (مطالعه موردی: حوزه آبریز قره‌سو، استان اردبیل)، سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، ۱۰(۳)، ۷۶-۹۲.
- خیرخواه زرکش، میرمسعود، حسین‌زاده آزاد، فرهاد. (۱۳۹۹). آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی شهر اردبیل با استفاده از تکنولوژی RS و GIS. پایداری، توسعه و محیط زیست، ۱(۳): ۴۵-۵۳.

- زارعی، شیرین؛ حزباوی، زینب؛ مصطفی زاده رئوف و اسمعیلی عوری، اباذر. (۱۳۹۹). مقایسه آسیب پذیری زیرحوضه‌های آبخیز سامیان بر اساس تغییرات مولفه‌های اقلیمی، پژوهش‌های جغرافیایی، ۵۲(۲)، ۲۱۷-۲۳۶.
- صیاد، دانیال، قضاوی، رضا، امیدوار، ابراهیم. (۱۴۰۰). ارائه استراتژی‌های مناسب مدیریتی زیرساخت‌های شهری در برابر سیلاب از منظر پدافند غیرعامل با استفاده از SWOT و QSPM، مطالعه موردی: شهر کاشان. مدل سازی و مدیریت آب و خاک، ۳(۱): ۴۲-۵۲.
- عبدالله زاده، علی، اوتق، مجید، سعدالدین، امیر، مصطفی زاده، رئوف. (۱۳۹۵). محدودیت توسعه کاربری سکونتگاهی ناشی از سیلاب و ضریب رواناب در چارچوب آمایش سرزمین، مطالعه موردی: حوزه آبخیز زیارت گرگان. مهندسی و مدیریت آبخیز، ۸(۲): ۲۲۱-۲۳۵.
- عبدالمحمدی، شهره؛ ایلدرمی، علیرضا و حشمتی، مسیب. (۱۴۰۰). اثر تغییر کاربری اراضی بر برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک حوزه آبخیز هلشی، کرمانشاه، جغرافیا و برنامه ریزی، ۲۵(۷۵)، ۱۷۱-۱۸۰.
- غلامیان، حامد، ایلدرمی، علیرضا. (۱۳۹۹). اثر تغییر کاربری اراضی بر دبی حداکثر سیلاب حوضه آبخیز سنقر. جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، ۳۱(۳): ۱۰۷-۱۳۰.
- فتاحی، محمدهادی و بهروزی، محمد. (۱۳۹۶). کاربرد مدل مدیریتی حکمرانی آب در برنامه ریزی استفاده از پساب شهری توسط کشاورزان، پژوهش و برنامه ریزی شهری، ۸(۳۱)، ۲۹۹-۳۱۹.
- فتائی، ابراهیم و محمدی، جعفر. (۱۳۹۷). اثرات کاربری اراضی بر روی کیفیت آب‌های سطحی حوضه آبخیز رودخانه قره سو. سیزدهمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران و سومین همایش ملی سیانت از طبیعت و محیط زیست، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل.
- فروتن، سحر، ایلدرمی، علیرضا، نوری، حمید، صفری شاد، مهتاب. (۱۳۹۸). تأثیر تغییر کاربری اراضی و توسعه فیزیکی شهر بر تغییرات رواناب سیلاب شهری با استفاده از روش (NRCS-CN) مطالعه موردی: شهر اسدآباد. هیدروژئومورفولوژی، ۶(۲۰): ۱-۲۰.
- کازمی، سارا؛ ایلدرمی، علیرضا، نوری، حمید. (۱۳۹۷). اثر تغییر کاربری اراضی و خشکسالی بر رواناب حوضه‌ی زاگرس مرکزی (مطالعه‌ی موردی: حوضه‌ی تویسرکان)، مطالعات جغرافیایی مناطق خشک، ۸(۳۱): ۲۳-۴۲.
- مسیبی، مرضیه، ملکی، محسن. (۱۳۹۳). پایش تغییرات کاربری اراضی با استفاده از داده‌های سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی: شهرستان اردبیل). سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، ۵(۱): ۷۵-۸۶.
- مهری، سونیا؛ مصطفی زاده، رئوف؛ اسمعیلی عوری، اباذر و قربانی، اردوان. (۱۳۹۶). تغییرات زمانی و مکانی شاخص جریان پایه در رودخانه‌های استان اردبیل. فیزیک زمین و فضا، ۴۳(۳)، ۶۲۳-۶۳۴.
- ناصرپور، مرضیه، خزیمه نژاد، حسین، فروتن، الهام. (۱۳۹۹). ارزیابی اثرات توسعه شهری بر رواناب با استفاده از مدل SWMM (مطالعه موردی: استان قم). علوم و تکنولوژی محیط زیست، ۲۲(۱۲): ۷۹-۸۹.
- یوسفیان، حمید (۱۳۹۶). نظارت و ارزیابی روند تغییرات کاربری اراضی با استفاده از سنجش از دور (مطالعه موردی: حوضه هراز). رساله کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه ریزی شهری، موسسه آموزش عالی آبان هراز.

References

- Abdoalmohamdi, S., Ildoromi, A., Heshmati, M. (2021). The Effect of Land Use Change on Some Physical and Chemical Properties of Soil in the Halshi Watershed, Kermanshah. *Geography and Planning*, 25(75), 171-180. doi: 10.22034/gp.2021.10902. [In Persian]
- Abdolalizadeh, Z., Ebrahimi, A., & Mostafazadeh, R. (2019). Landscape pattern change in Marakan protected area, Iran. *Regional Environmental Change*, 19(6), <https://doi.org/10.1007/s10113-019-01504-9>.
- Abdolalizadeh, Z., Ghorbani, A., Mostafazadeh, R., & Moameri, M. (2020). Rangeland canopy cover estimation using Landsat OLI data and vegetation indices in Sabalan rangelands, Iran. *Arabian Journal of Geosciences*, 13(6), 1-13. <https://doi.org/10.1007/s12517-020-5150-1>.
- Abdollahzadeh, A., Ownegh, M., Sadoddin, A., & Mostafazadeh, R. (2016). Technical Note: Constraints to residential land use development arising from flood and runoff coefficient in a land use planning

- framework, case study: Ziarat Watershed, Golestan Province. *Watershed Engineering and Management*, 8(2), 221-235. doi: 10.22092/ijwmse.2016.106462. **[In Persian]**
- Ahmadi, H., Fallahghalhari, Q & Shaemi, A (2016). Estimating and Evaluating the Trends of Annual Reference Evapotranspiration based on Influential Climatic Parameters in the North East of Iran. *Water and Soil Science*, 26(3-2), 257-269. **[In Persian]**
- Amiri, F., & Nateghi, S. (2023). Lands cover classification of Bushehr province using Landsat-8 and MODIS images. *Water and Soil Management and Modelling*, 3(2), 143-156. doi: 10.22098/mmws.2022.11372.1124. **[In Persian]**
- Anquetin, S., Braud, I., Vannier, O., Viallet, P., Boudevillain, B., Creutin, J. D., & Manus, C. (2010). Sensitivity of the hydrological response to the variability of rainfall fields and soils for the Gard 2002 flash-flood event. *Journal of Hydrology*, 394(1-2), 134-147. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2010.07.002>.
- Calijuri, M. L., Castro, J. D. S., Costa, L. S., Assemany, P. P., & Alves, J. E. M. (2015). Impact of land use/land cover changes on water quality and hydrological behavior of an agricultural subwatershed. *Environmental Earth Sciences*, 74(6), 5373-5382.
- Cho, J., Barone, V. A., & Mostaghimi, S. (2009). Simulation of land use impacts on groundwater levels and streamflow in a Virginia watershed. *Agricultural Water Management*, 96(1), 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2008.07.005>.
- Craciun, A.I., Haidu, I., Magyari-Saska, Zs., Imbroane, A.I. 2009. Estimation of runoff coefficient according to soil moisture using GIS techniques. *Geographia Technica*, No. 2: 1-10.
- Esfandiyari darabad, F., Hamzeei, M., Alaei, N., & Mostafazadeh, R. (2021). Spatial Variations of Landscape Metrics in Riparian Area Vegetation of Gharehrou River Reaches under the Effect of Different Land Uses, Ardabil Province. *Geographical Planning of Space*, 10(38), 219-234. doi: 10.30488/gps.2020.197834.3091. **[In Persian]**
- Fataee, E., & Mohammadi, J. (2019). The effects of land use on the quality of surface water in the Qarasu river watershed. The 13th National Conference on Watershed Science and Engineering of Iran and the 3rd National Conference on Nature and Environment Protection, Mohaghegh Ardabili University, Ardabil. **[In Persian]**
- Fattahi, M. H., & Behrouzi, M. (2018). The application of water governance management model in urban wastewater use planning by farmers. *Journal of Research and urban planning*, 8(31), 299-319. **[In Persian]**
- Fenta, A. A., Yasuda, H., Shimizu, K., & Haregeweyn, N. (2017). Response of streamflow to climate variability and changes in human activities in the semiarid highlands of northern Ethiopia. *Regional Environmental Change*, 17(4), 1229-1240.
- Forotan, S., Ildoromi, A., Nouri, H., & Safarshad, M. (2019). Urban Sprawl and Landuse Change Effects on Surface Runoff Using NRCS-CN Method (Case Study: Asadabad City). *Hydrogeomorphology*, 5(20), 1-20. **[In Persian]**
- Germer, S., Neill, C., Vetter, T., Chaves, J., Krusche, A. V., & Elsenbeer, H. (2009). Implications of long-term land-use change for the hydrology and solute budgets of small catchments in Amazonia. *Journal of Hydrology*, 364(3-4), 349-363. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2008.11.013>
- Gholamian, H., & Ildoromi, A. (2021). The effect of land use change on the maximum flood discharge of Sanghar watershed. *Journal of Geography and Environmental Planning*, 3(31), 107-130. **[In Persian]**
- Haji, K., Esmali-Ouri, A., Mostafazadeh, R., & Nazarejad, H. (2022). Assessment of land cover/land use changes using object-oriented processing of satellite imageries (1985-2015) in the Rozechai Watershed of Urmia. *Journal of Applied Research of Geographical Sciences*, 22 (66), 171-189. **[In Persian]**
- Hassanalipour, Y., Mostafazadeh, R., Esmali-Ouri, A., Ahmadi, M., & Imani, R. (2022). Evaluation of the effects of urban development on the quantity and quality of surface and groundwater in Ardabil plain. *Journal of Environmental Science Studies*, 7(3), 5374-5385. doi: 10.22034/jess.2022.343220.1792. **[In Persian]**
- Ildoromi, A., Nouri, H., & Kazemi, S. (2019). The Effect of Land Use Changes and Drought on Runoff of Central Zagros Basin (Case study: Basin Tuyserkan). *Journal of Arid Regions Geographic Studies* 2018, 8 (31) :23-42. **[In Persian]**
- Ke, Y., Im, J., Lee, J., Gong, H., Ryu, Y. (2015). Characteristics of Landsat 8 OLI-derived NDVI by comparison with multiple satellite sensors and in-situ observations. *Remote Sensing of Environment*, 164, 298-313. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2015.04.004>.
- Khavarian, H., Aghaie, M., Mostafazadeh, R. (2020). Predicting the effects of land use changes on the monthly flow using hydrological model and Remote Sensing in the Kouzetopraghi watershed, Ardabil. *Hydrogeomorphology*, 7(24), 19-39. doi: 10.22034/hyd.2020.37489.1512. **[In Persian]**

- KheirKhahzarkesh, M., & Hoseinzadeh Azad, F. (2021). Revealing land use changes in Ardabil using RS and GIS technology. *Journal of Sustainability, development and environment*, 3(1), 45-53. **[In Persian]**
- Khodabandehlou, B., KhavarianNehzak, H., & Ghorbani, A. (2019). Change detection of land use /land cover using object-oriented classification of satellite images (Case study: Ghare Sou basin, Ardabil province). *Journal of RS and GIS for Natural Resources*, 10(3), 76-92. **[In Persian]**
- Liu, W., Cai, T., Fu, G., Zhang, A., Liu, C., & Yu, H. (2013). The streamflow trend in Tangwang River basin in northeast China and its difference response to climate and land use change in sub-basins. *Environmental Earth Sciences*, 69(1), 51-62.
- Mehri, S., Mostafazadeh, R., Esmaliouri, A., & Ghorbani, A. (2017). Spatial and Temporal Variations of Base Flow Index (BFI) for the Ardabil Province River, Iran. *Journal of the Earth and Space Physics*, 43(3), 623-634. doi: 10.22059/jesphys.2017.60293. **[In Persian]**
- Mosayebi, M., & Maleki, M. (2014). Change detection in land use using remote sensing data and GIS (Case study: Ardabil County). *Journal of RS and GIS for Natural Resources*, 5(1), 75-86. **[In Persian]**
- Mostafazadeh, R., Talebi Khiavi, H. (2011). Landscape change assessment and its prediction in a mountainous gradient with diverse land-uses. *Environment, Development, and Sustainability*, <https://doi.org/10.1007/s10668-022-02862-x>.
- Nasehpour, M., Khozaymehnezhad, H., & Forootan, E. (2021). Evaluation of Urban Development Impacts on Runoff Using SWMM Model (Case Study: Qom Province). *Journal of Environmental Science and Technology*, 22(12), 79-89. doi: 10.22034/jest.2019.45067.4713. **[In Persian]**
- Palamuleni, L. G., Ndomba, P. M., & Annegarn, H. J. (2011). Evaluating land cover change and its impact on hydrological regime in Upper Shire River catchment, Malawi. *Regional Environmental Change*, 11(4), 845-855.
- Panjehkoobi, P., Masoudian, A., & Qangherme, A. (2019). Calculating basin runoff coefficient using weather radar (Case Study: Baghu Basin). *Journal of Geographical Data*, 28(110), 209-224. **[In Persian]**
- Penna, D., Mantese, N., Gobbi, A., and Borga, M. 2011. Runoff response at different spatial scales: moving from small experimental areas to mesoscale catchments, *Die Bodenkultur* 62(1):101-107.
- Sayyad, D., Ghazavi, R., & Omidvar, E. (2022). Appropriate urban infrastructure management strategies against floods from the perspective of passive defense using SWOT and QSPM (Case study: Kashan City). *Water and Soil Management and Modelling*, 2(1), 42-52. doi: 10.22098/mmws.2022.9651.1055. **[In Persian]**
- Silveira, C. D. S., Souza Filho, F. D. A. D., & Vasconcelos Junior, F. D. C. (2017). Streamflow projections for the Brazilian hydropower sector from RCP scenarios. *Journal of Water and Climate Change*, 8(1), 114-126. <https://doi.org/10.2166/wcc.2016.052>.
- Singh, V. P., Mishra, A. K., Chowdhary, H., & Khedun, C. P. (2014). Climate change and its impact on water resources. In *modern water resources engineering* (pp. 525-569). Humana Press, Totowa, NJ.
- Talebi Khiavi, H., & Mostafazadeh, R. (2021). Land use change dynamics assessment in the Khiavchahi region, the hillside of Sabalan mountainous area. *Arabian Journal of Geosciences*, 14(22), 1-15. <https://doi.org/10.1007/s12517-021-08690-z>.
- Wang, G., Xia, J., & Chen, J. (2009). Quantification of effects of climate variations and human activities on runoff by a monthly water balance model: a case study of the Chaobai river basin in northern China. *Water Resources*, 45, W00A11, <https://doi.org/doi:10.1029/2007WR006768>.
- Winter, T. C. (1999). *Ground water and surface water: a single resource* (Vol. 1139). Diane publishing.
- Wu, J., Miao, C., Zhang, X., Yang, T., & Duan, Q. (2017). Detecting the quantitative hydrological response to changes in climate and human activities. *Science of the Total Environment*, 586, 328-337. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.02.010>.
- Yan, B., Fang, N. F., Zhang, P. C., & Shi, Z. H. (2013). Impacts of land use change on watershed streamflow and sediment yield: An assessment using hydrologic modelling and partial least squares regression. *Journal of Hydrology*, 484, 26-37. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2013.01.008>.
- Yousefian, H. (2018). Monitoring and evaluating the process of land use changes using remote sensing (case study: Haraz Basin). Master thesis of geography and urban planning, Aban Haraz Institute of Higher Education. **[In Persian]**
- Zareie, S., Hazbavi, Z., Mostafazadeh, R., & Esmali-Ouri, A. (2020). Vulnerability Comparison of Samian Sub-watersheds based on Climate Change Components. *Journal of Physical Geography Research Quarterly*, 52(2), 217-236. **[In Persian]**
- Zillgens, B., Merz, B., Kiranbauer, R., Tilch, N. 2007. Analysis of the runoff response of an alpine catchment at different scales. *Hydrology and Earth System Sciences*, 11:1441-1454.