

Case Study

Land Use/Land Cover Changes in Samian Watershed, Ardabil, and its Relationship with the Quality of Surface Water Resources

Saeed Rasinezami^{1*}, Hadi Izadifard², Hasan Khavarian³ and Raof Mostafazadeh⁴

¹Assist. Professor, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

²M.Sc., Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

³Assist. Professor, Department of Natural Geography, Faculty of Social Sciences, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

⁴Assoc. Professor, Department of Natural Resources and member of Water Management Research Center, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

Paper Information

Received: October 18, 2022

Revised: December 07, 2022

Accepted: December 09, 2022

Keywords:

Mann-Kendall
Pearson
Remote Sensing
Trend
Urban Development

*Corresponding author:
rasinezami@uma.ac.ir



Abstract

Land use/land cover (LULC) change, strongly affects surface water characteristics, especially in urban watersheds. The aim of this study was to determine LULC in the Samian Watershed and assessing its relationship with water quality parameters. In this study, LULC maps was obtained by ENVI software in four periods (1992 to 2016). Then, 9 water quality parameters at five river gauge stations were selected for further analysis. The Mann-Kendall test was performed to examine the trends in water quality parameters and Pearson test was used to assess the correlation between quality parameters and land uses. According to the results, rangeland decreased by 9.75%, irrigated agriculture increased by 8.45%, residential increased by 1.42% and rainfed agriculture increased by 3.29% compared to the first period. Average of TDS and EC in the study periods in Samian and Gilandeh stations, has been increased. The correlation analysis using Pearson test between quality data and LULC also shows that the EC, Ca, Cl, SO₄, Mg and Na parameters of had a significant relationship with increasing residential, irrigated and rainfed land uses.

© Authors, Published by **Environment and Water Engineering** journal. This is an open-access paper distributed under the CC BY (license <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



Introduction

One of the important factors in sustainable development in a region is the distribution of available water resources for different uses with suitable quality. Land use change is considered

as an influencing factor caused by human activities that causes changes in the quantity and quality of surface and groundwater resources. The effects of land use/land cover change can alter the water quantity and quality in the watershed scale. The purpose of this study was to



investigate and evaluate the effect of land use change on surface water quality in the Samian watershed in Ardabil province. In this regard, the temporal trend and significance changes of 9 water quality parameters has been studied using Man Kendall test. Also, the Pearson test has been employed to explore the dependency of water quality parameters and land use extent of different land uses.

Material and Methods

Samian watershed located in the central part of Ardabil with area of 3906.4 km², including Ardabil, Nir, Namin and Sarein cities. The average annual rainfall of the study area is 312 mm, and the average annual temperature is 8.2 °C. To determine the temporal trend of water quality parameters during the study period, the changes of 9 surface water quality parameters including chloride, calcium, magnesium, sodium, TDS, PH, electrical conductivity, bicarbonate and sulfate measured at 5 hydrometric stations has been assessed. The Landsat satellites images has been used for land use/cover change detection in for 1991, 2000, 2008, and 2016. To classify satellite images, the supervised maximum likelihood classification has been employed. The Mann-Kendall trend test was also

used to determine the trend in the water quality parameters. The correlation analysis has been conducted to investigate the relationship between the water quality parameters and different land use classes. Next, the changes in water quality parameters were evaluated using boxplot diagrams at different stations.

Results

The accuracy of LULC maps has been investigated using Kappa index. The Kappa index were 0.73, 0.86, 0.75, 0.68, in different studied years, respectively. In the studied time period, the rangelands had the highest change with 9.75% decrease in 1992 to 2016. Also, irrigated agricultural lands had the highest increase among land uses with 8.45% increase. Residential area has been increasing in all periods and has increased by 1.42% compared to the first period. Rainfed agriculture has increased by 3.29% in the studied periods. Also, forest land use has been decreased by 2.25% in the study area, and finally water bodies has decreased with a declining trend in the studied years. The last period has seen a decrease of 1.16%. The results of trend analysis in water quality parameters of 9 water quality parameters in the 27-year period has been presented in 5 river gauge stations.

Table 1 Pearson correlation test results for water quality parameters in Samian station

classes	Regression components	EC	PH	HCO ₃	Cl	SO ₄	Ca	Mg	Na
Irrigated agriculture	Pearson Coefficient	0.465**	-0.179	-0.001	0.419**	0.496**	0.512**	0.489**	0.327*
	Sig.	0.0003	0.196	0.996	0.001	0.0001	0.0001	0.0001	0.015
Residential	Pearson Coefficient	0.33*	-0.13	-0.05	0.32*	0.36**	0.31*	0.31*	0.27*
	Sig.	0.01	0.34	0.71	0.01	0.007	0.01	0.02	0.04
Forest	Pearson Coefficient	-0.22	0.18	0.16	-0.19*	-0.26*	-0.26	-0.287*	-0.127
	Sig.	0.1	0.14	0.22	0.15	0.051	0.05	0.03	0.367
Rainfed agriculture	Pearson Coefficient	0.492**	-0.183	0.021	0.435**	0.522**	0.557**	0.53**	0.337*
	Sig.	0.0001	0.092	0.44	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.006
Rangeland	Pearson Coefficient	-0.508**	0.158	-0.063	-	-	-	-0.52**	-
	Sig.	0.0001	0.254	0.645	0.0004	0.0001	0.0001	0.0001	0.0006
Water Area	Pearson Coefficient	-0.26	0.05	0.0004	-0.27*	-0.27*	-0.19	-0.18	-0.25
	Sig.	0.05	0.67	0.99	0.04	0.04	0.14	0.17	0.06

*: Correlation at 95% confidence level (0.05 significance)

**: Correlation at 99% confidence level (0.01 significance)

According to the Mann-Kendall test, which was performed separately for each station and each parameter, the TDS and EC parameters have a similar and increasing trend in all studied river

gauge stations. It should be noted that the amount of some water quality parameters has increased during the study period due to the entry of wastewater and point source pollutants from

residential areas and agricultural lands with the entry of non-point source pollution. The trend of sulfate parameters also had a similar trend with TDS and EC during the study period. This parameter has had an increasing trend in Gilandeh, Nir and Samian stations and no significant trend has been observed in Aladizge and Atashgah stations. Finally, all water quality parameters in Gilandeh station have increasing trend, which can be attributed to the proximity of this station to Ardabil city downstream. A similar trend has been observed in Samian river gauge station. The trend of water quality parameters in Atashgah, Aladizge and Nir stations, which are located in the upland parts of the watershed, is different with the Samian and Gilandeh stations. The correlation analysis has been used to investigate and determine the correlation between water quality data and the extent of each land use in the region. The correlation analysis showed that increasing the quality parameters of EC, Ca, Cl, SO₄, Mg and Na have a significant relationship with increasing residential uses, irrigated agriculture and rainfed agriculture. It is necessary to explain the significant relationship between water quality parameters, forests and rangeland are also exist in some parameters (Table 1).

Conclusions

During the study period, irrigated agricultural area had the highest increase with 8.45% and rangeland land use had the highest decrease with 9.75%. Agricultural activities and increasing residential use are the most important sources of non-point source pollution. Reduction in river flow discharge, inflow of effluents from municipal wastewater and proximity to agricultural lands are other factors that increase TDS and EC. The average TDS values in the

study period in Samian and Gilandeh stations, which is located downstream of Ardabil, is higher than other stations. According to the results, it can be said that due to the increase in irrigated agricultural use and residential area in the Samian watershed, as well as Man Kendall tests for quality parameters, there is a significant and increasing trend in EC, TDS and SO₄ parameters. The reduction of water discharge as well as the entry of pollutants, such as fertilizers can affect the changes in Ca and Cl parameters that are affected by land use and the type of geological formations. It is noteworthy that land use change, especially agricultural land, will release chemical and nutrient in surface waters. Since water quality parameters related to nutrients and chemical fertilizers are not measured in river gauge stations, monitoring the concentration of these elements in key watersheds is essential. Measuring water quality at the inflow and outflow of rivers from urban watersheds is one of the issues that should be emphasized.

Acknowledgment

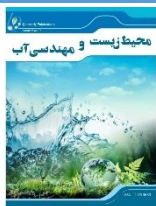
The authors are thankful to the University of Mohaghegh Ardabili for the financial support provided through the M.Sc. Dissertation.

Data Availability

The raw water quality data were obtained from Ardabil Regional Water Company. The produced data in this research are presented in the text of the article, which can be requested from the corresponding author.

Conflicts of Interest

The authors of this paper declared no conflict of interest regarding the authorship or publication of this article.



ISSN: 2476-3683

محیط زیست و مهندسی آب

Homepage: www.jewe.ir

مطالعه موردی

تغییرات کاربری/پوشش اراضی حوضه سامیان و ارتباط آن با کیفیت منابع آب سطحی

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

استادیار، گروه عمران، دانشکده مهندسی و مهندسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
 ۲ کارشناس ارشد، گروه مهندسی عمران، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
 ۳ استادیار، گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
 ۴ دانشیار، گروه منابع طبیعی و عضو پژوهشکده مدیریت آب، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

اطلاعات مقاله

چکیده

تاریخ دریافت: [۱۴۰۱/۰۲/۲۱]

تاریخ بازنگری: [۱۴۰۱/۰۳/۲۰]

تاریخ پذیرش: [۱۴۰۱/۰۳/۲۲]

واژه‌های کلیدی:

پیرسون
توسعه شهری
روند
سنجش از دور
من-کندال

تغییر کاربری اراضی خصوصاً در آبخیزهای شامل شهرها، به شدت بر ویژگی‌های آب سطحی تأثیر می‌گذارد. هدف از پژوهش حاضر، تعیین تغییرات کاربری اراضی در دوره ۲۴ ساله و بررسی ارتباط پارامترهای کیفیت آب با تغییرات کاربری اراضی در حوضه سامیان اردبیل است. در این پژوهش ابتدا کاربری اراضی برای چهار دوره زمانی ۱۹۹۲ تا ۲۰۱۶ به وسیله نرم‌افزار ENVI به دست آمد. تغییرات کیفی آب در پنج ایستگاه هیدرومتری و نه پارامتر کیفیت آب تجزیه و تحلیل شد. در مرحله بعد آزمون من-کندال برای بررسی روند تغییرات پارامترهای کیفی و آزمون پیرسون برای نشان دادن ارتباط بین پارامترهای کیفی و کاربری‌های اراضی استفاده شد. در سال‌های مورد مطالعه کاربری مرتع ۹/۷۵٪ کاهش، کاربری کشاورزی آبی ۸/۴۵٪ افزایش، کاربری مسکونی ۱/۴۲٪ افزایش و کشاورزی دیم نسبت به دوره اول ۳/۲۹٪ افزایش دارد. میانگین TDS و EC در دوره‌های مطالعاتی در ایستگاه‌های سامیان و گیلانده که در پایین‌دست شهر اردبیل قرار گرفته‌اند، افزایشی و بیش‌تر از ایستگاه‌های دیگر هستند. بررسی نتایج آزمون پیرسون جهت تعیین ارتباط بین داده‌های کیفی و کاربری اراضی نیز نشان می‌دهد که افزایش پارامترهای کیفی Ca، EC، Cl، SO₄، Mg و Na رابطه معنی‌داری با افزایش کاربری‌های مسکونی، کشاورزی آبی و دیم دارند.

*نویسنده مسئول:

rasinezami@uma.ac.ir



۱- مقدمه

یکی از شرایط مهم توسعه پایدار در منطقه، توزیع منابع آب در دسترس برای مصارف مختلف با شرایط کیفی مناسب است. آلاینده‌های آب‌های سطحی به دو دسته منابع نقطه‌ای و منابع غیرنقطه‌ای تقسیم می‌شوند (Li et al. 2018).



مختلف از کاربری اراضی وجود داشت کیفیت آب پایین تر بود و همچنین پارامترهای کیفی آب ارتباط معنی داری با الگوی مکانی کاربری های اراضی داشت. (Wang (2011) در یک دوره ۷ ساله در چین، به بررسی ارتباط کاربری اراضی با کیفیت آب پرداخت. او از آزمون اسپیرمن برای تجزیه و تحلیل همبستگی بین کاربری های اراضی و پارامترهای کیفی آب و از مدل رگرسیون چندگانه برای بررسی ارتباط کاربری اراضی و کیفیت آب استفاده نمود، نتایج پژوهش ایشان نشان داد که همبستگی معنی داری بین پارامترها وجود دارد به طوری که میزان کاربری شهری افزایش و اراضی کشاورزی کاهش یافته است. (Zhao et al. (2015) به بررسی اثرات کاربری اراضی بر کیفیت آب در رودخانه ای در شانگهای چین پرداختند. پژوهش آنها نشان داد اثر افزایش کاربری مسکونی بر کیفیت آب در مقیاس های بزرگ به وضوح آشکار است. تجزیه و تحلیل آزمون پیرسون از پارامترهای کیفیت آب و کاربری اراضی و پارامترهای هیدرولوژیکی برای ۴۸ بافر در اندازه های مختلف انجام شد. نتایج نشان داد همراه با افزایش اندازه بافرها، درجه همبستگی کاربری شهری با پارامترهای کیفیت آب در مقایسه با کاربری صنعتی، افزایش یافته است. (Namugize et al. (2017) متاثر شدن کیفیت آب رودخانه مانگنی در آفریقای جنوبی را تحت تغییرات کاربری اراضی بررسی کردند. نتایج مطالعه ایشان در دوره ۱۹۹۴ تا ۲۰۱۱ نشان داد که کاربری شهری در منطقه ۱۷٪ افزایش یافته است که باعث کاهش شدید کیفیت آب رودخانه شده است. (Ghahroudi et al. (2018) اثرات کاربری اراضی بر روی کیفیت آب را در حوضه پیش کوه یزد مورد بررسی قرار دادند. برای این پژوهش ایشان از تصاویر سال های ۱۹۹۱ و ۲۰۱۱ جهت آشکارسازی تغییرات کاربری و داده های ۳۰ ساله ۳ ایستگاه استفاده کردند. نتایج به دست آمده نشان داد که مزارع کشاورزی و مراتع در طول ۲۰ سال به زمین های بایر و مسکونی تبدیل شده اند همچنین نتایج آزمون من-ویتنی در ایستگاه تفت نشان داد که پارامترهای کیفی آب روند کاهشی معنی داری داشته اند. (Mikaeili et al. (2019) تأثیرات تغییر کاربری اراضی را برای روی پارامتر TDS در حوضه حبله رود با استفاده از مدل های سری زمانی برای دوره سی ساله مدل سازی کردند. نتایج نشان داد که در سه زیر حوضه مورد مطالعه در دوره ۳۰ ساله کاربری های

نقطه ای آلاینده ها و مواد شیمیایی هستند که از یک محل مشخص به صورت متمرکز وارد جریان آب می شوند مانند: فاضلاب های صنعتی، رواناب معادن، تصفیه خانه های فاضلاب شهری. منابع غیرنقطه ای که بیش تر با فعالیت های کشاورزی در ارتباط هستند از تعداد بسیار زیادی منبع نقطه ای تشکیل یافته اند که می توان رسوبات ناشی از فرسایش، کودهای شیمیایی را از این گروه نام برد. ناتوانی در شناسایی و کنترل آنها، مهم ترین مشکلی است که این نوع آلودگی ها دارند (Corwin et al. 1999). مهم ترین راه آگاهی از کیفیت آب یک منطقه برای تولید اطلاعات، پایش است. برای بررسی وجود روند در سری های هیدرولوژیکی روش های مختلفی وجود دارد، ولی غالباً از روش های ناپارامتریک مانند روش من-کندال^۱ و تخمین گر شیب سن^۲ استفاده می شود (Daneshvar et al. 2011). امروزه استفاده از روش های GIS سهولت بیش تری در تحلیل و ارزیابی تغییرات مکانی کیفیت و کمیت آب های سطحی و زیرزمینی ایجاد کرده است حتی در مکان هایی با مختصات معلوم و فاقد آمار که اطلاعاتی در مورد آنها در دسترس نیست، روش های درون یابی کمک می کنند تا داده های آنها پیش بینی شود (Tiwari et al. 2016). تغییرات کاربری اراضی به عنوان یکی از عواملی است که توسط انسان در طبیعت ایجاد می شود و باعث ایجاد تغییر در کمیت و کیفیت منابع آب سطحی و زیرزمینی می شود. این تغییرات نادرست ممکن است باعث ایجاد سیل و خشکسالی در طبیعت گردد (Palamuleni et al. 2011). استفاده از سنجش از دور یکی از روش های جدیدی است که در سال های اخیر برای بررسی حوزه های آبخیز مورد استفاده قرار می گیرد. سنجش از دور عبارت است از بررسی و شناسایی خصوصیات پدیده های زمین بدون تماس مستقیم، که از تجزیه و تحلیل، اطلاعات مورد نظر به دست می آیند (Ke et al. 2015). در زمینه تغییر کاربری اراضی و تأثیر آن بر منابع آب، پژوهش های متعددی انجام شده است. (Lee et al. (2009) به بررسی ارتباط تغییرات پوشش اراضی با کیفیت آب پشت سدهای کشور کره جنوبی پرداختند که نتایج پژوهش ایشان نشان داد کیفیت آب پشت مخازن با کاربری توسعه شهری و کشاورزی و جنگل ارتباط نسبی دارد. در مکانی که تیپ های

¹Mann-Kendall test

²Sen's Estimator slope

³Geographic Information System

⁴Pearson test

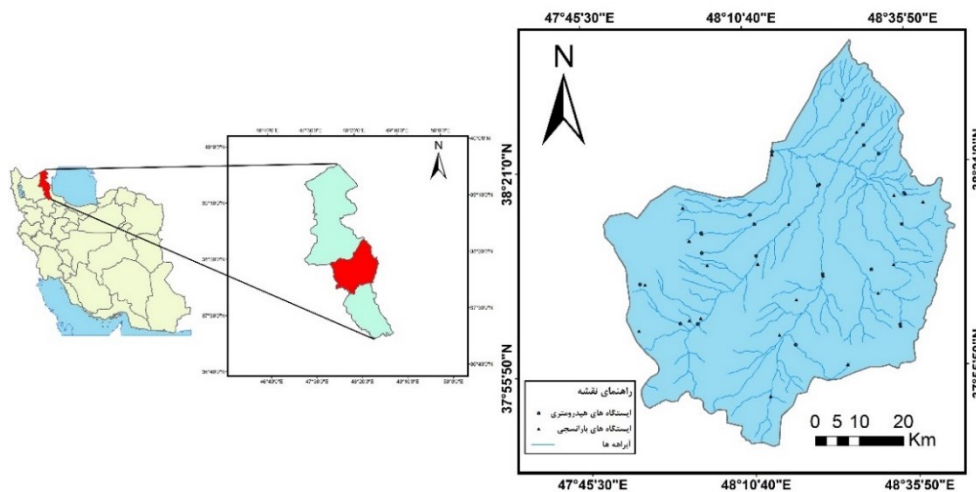
اردبیل است.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- منطقه مورد مطالعه

حوزه آبخیز سامیان در قسمت مرکزی استان اردبیل پایین‌تر از دشت مغان با مساحت $3906/369 \text{ Km}^2$ شامل شهرستان‌های اردبیل، نیر، نمین و سرعین قرار گرفته است. ارتفاع حداکثر این منطقه حدود 4400 m و ارتفاع متوسط این منطقه $1743/07 \text{ m}$ 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 سبلان 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 سرشاخه اصلی این رودخانه شامل رودخانه‌های بالیخلوچای، قره‌سو و سقزچای 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 (Zareie et al. 2020). متوسط بارش سالانه در حوضه 312 mm و میانگین دمای سالانه 8°C است (Mehri et al. 2017). حوضه سامیان دارای ۱۰ بخش است. شغل اکثر روستاییان کشاورزی و دامداری است و جمعیت کل این حوضه تا سال ۱۳۹۶، 1270270 نفر گزارش شده است.

کشاورزی آبی و مسکونی و پارامتر TDS بیش‌ترین افزایش را داشته است. (MalekPurlarki et al. (2020 تأثیرات تغییرات کاربری اراضی را بر رودخانه شاوور در دوره سی‌ساله بررسی کردند که نتایج نشان داد روند کلی تغییرات پارامترهای SO_4 و Mg ، Ca ، EC ، TDS ، Cl ، HCO_3 در دوره زمانی مورد مطالعه، افزایشی بوده است. با توجه به تغییرات معنی‌دار در این پارامترها و افزایش کاربری‌های مسکونی و کشاورزی در طول دوره کیفیت آب رودخانه شاوور کاهش پیدا کرده است. (Akbari et al. (2020 تغییرات کاربری اراضی را بر روی حوزه آبخیز مه‌باد چای در یک دوره ۲۰ ساله مورد بررسی قرار دادند که نتایج حاکی از افزایش کاربری‌های کشاورزی، مسکونی و پارامترهای TDS و EC بود که باعث کاهش کیفیت آب رودخانه شده است. (Calderón Cendejas et al. (2021 تأثیر تغییرات کاربری‌های اراضی را بر کیفیت منابع آب در یک حوزه آبخیز در کشور مکزیک مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد غلظت نیترات‌ها، نیتريت‌ها، فسفر، نیتروژن و TDS بالاتر از حد استاندارد هم‌چنین میانگین اکسیژن محلول در آب و کلیتیت آب پایین‌تر از حد استاندارد بود. در این پژوهش تحلیل ضریب پیرسون نشان‌دهنده یک رابطه قوی بین کاربری‌های شهری و کشاورزی با افزایش آلودگی آب بود هم‌چنین یک رابطه مثبت بین کاربری جنگل با بهبود کیفیت آب نیز وجود داشت که می‌تواند راه‌حلی مبتنی بر طبیعت برای تنظیم کیفیت آب باشد. هدف پژوهش حاضر بررسی و ارزیابی روند تغییرات ۹ پارامتر کیفیت آب تحت تأثیر تغییرات کاربری اراضی در حوزه آبخیز سامیان استان



شکل ۱ - موقعیت جغرافیایی حوزه آبخیز سامیان در استان اردبیل
Fig. 1 The location of the Samian Watershed in Ardabil province

۲-۲- جمع‌آوری داده‌ها

دوره مطالعاتی و تطبیق با تعداد سال‌های داده‌های کیفی آب استفاده شد. این تصاویر از سایت زمین‌شناسی آمریکا دریافت شده و از تفکیک طیفی بالایی برخوردار هستند. مشخصات تصاویر استفاده شده مطابق جدول (۱) است.

در این پژوهش از تصاویر ماهواره‌های لندست شماره ۵ و ۸ برای سال‌های ۱۹۹۲، ۲۰۰۰، ۲۰۰۸ و ۲۰۱۶ به دلیل در دسترس بودن تصاویر و نیز تعیین روند تغییرات در طول

جدول ۱- اطلاعات تصاویر ماهواره‌ای استفاده شده در پژوهش حاضر

Table 1 The information of satellite images used in the current study

No.	Satellite	Imaging date	Path	Row
1	Landsat5	1992 July 25	167	33
2		1992 July 25	167	34
3	Landsat5	2000 June 5	167	33
4		2000 June 5	167	34
5	Landsat5	2008 June 29	167	33
6		2008 June 29	167	34
7	Landsat8	2016 August 12	167	33
8		2016 August 12	167	34

این پژوهش داده‌های ۹ پارامتر کیفیت آب سطحی شامل کلراید، کلسیم، منیزیم، سدیم، PH، TDS، هدایت الکتریکی، بی‌کربنات و سولفات مربوط به ۵ ایستگاه هیدرومتری به دلیل اینکه داده‌های نسبتاً کاملی داشتند، اخذ شد. در جدول (۲) نقاط نمونه‌برداری بر اساس سیستم متریک UTM مشخص شده است.

به منظور ارزیابی بلندمدت روند کیفیت آب از سری داده‌های مشاهداتی در طول زمان استفاده شد. روش‌های مورد استفاده برای بررسی روند سری‌های زمانی به طور کلی به سه دسته روش‌های گرافیکی، روش‌های آماری پارامتری و ناپارامتری تقسیم‌بندی می‌شود. اولین گام در انتخاب روش برای تجزیه و تحلیل داده‌ها، توجه به ماهیت داده‌ها است. در

جدول ۲- مشخصات ایستگاه‌های هیدرومتری استفاده شده در این پژوهش

Table 2 Hydrometric stations used in this research

No.	Station Name	Station No.	River Name	UTMX	UTMY
1	Samian	19101	Gharasu	39259497	4251602
2	Aladizghe	19149	Gharasu	39289172	4239993
3	Nir	19051	Nir-chay	38762764	4219799
4	Atashghah	19144	Noran-chay	39289172	4239993
5	Ghilandeh	19055	Balighlu-chay	39269337	4243207

این پردازش‌ها اگر منطقه مورد مطالعه در دو گذر از ماهواره باشد لازم است از فن‌های تلفیق برای ترکیب این تصاویر استفاده شود. روش گرام اشمیت^۴ مهم‌ترین روش برای ادغام تصاویر ماهواره‌ای می‌باشد. 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 پانکروماتیک بازسازی شده و باندهای طیفی تصویر چند طیفی با قدرت تفکیک مکانی بیش‌تر اعمال می‌شوند (Talebi khiavi and Mostafazadeh 2021). جهت طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای، مناسب‌ترین روش استفاده از

۲-۳- تصاویر ماهواره‌ای

برای استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لازم است اصلاحاتی روی آن‌ها انجام گیرد. قدم اول انجام اصلاحات رادیومتریک و تصحیح سنجنده می‌باشد (Haji et al. 2020). این اصلاحات شامل تبدیل داده‌های^۱ DN به مقادیر درخشندگی^۲ است که در واقع برای واسنجی داخلی سنجنده می‌باشد. میزان انرژی رسیده از شیء مورد نظر 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^۳ را به دست آورد. این داده‌ها نشان‌دهنده جنس عوارض در تصویر است که با نمودارهای پاسخ طیفی نشان داده می‌شوند (MohanRajan et al. 2020). بعد از انجام

¹Digital Number

²Radiance

³Reflectance

⁴598Gram-Schmidt

۴-۲- تعیین روند تغییرات با استفاده از روش من-کندال

آزمون من-کندال تصادفی بودن یا وجود روند در سری داده‌ها را نشان می‌دهد و پذیرش فرض اول (رد فرض صفر) نشانگر وجود روند در سری داده‌های زمانی است. در این روش ابتدا اختلاف بین هر یک از داده‌ها با تمام داده‌های پس از آن محاسبه شده و پارامتر S مطابق رابطه (۳) محاسبه می‌شود (Khorrooshi et al, 2017):

$$S = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^n \text{sgn}(x_j - x_k) \quad (3)$$

که n تعداد سری‌های زمانی، x_j داده‌های زام و x_k داده‌های k ام می‌باشد. تابع علامت sgn نیز از رابطه (۴) به دست می‌آید:

$$\begin{aligned} \text{sgn}(x_j - x_k) &= +1 \quad \text{for } (x_j - x_k) > 0 \\ \text{sgn}(x_j - x_k) &= 0 \quad \text{for } (x_j - x_k) = 0 \end{aligned} \quad (4)$$

$\text{sgn}(x_j - x_k) = -1 \quad \text{for } (x_j - x_k) < 0$
واریانس داده‌های S نیز توسط یکی از روابط (۵) و (۶) محاسبه می‌شود:

$$\text{Var}(S) = \frac{n(n-1)(2n+5) - \sum_{t=1}^m t(t-1)(2t+5)}{18}$$

$$\text{Var}(S) = \frac{n(n-1)(2n+5)}{18}$$

این پژوهش، این آزمون برای سطوح اعتماد ۰.۹۵ به کار گرفته شده است. در صورتی که آماره Z (ضریب کندال) مثبت باشد روند سری داده‌ها صعودی و در صورت منفی بودن آن روند نزولی در نظر گرفته می‌شود (Aher and Yadav 2022).

۵-۲- همبستگی مساحت کاربری/پوشش اراضی و پارامترهای کیفیت آب

ضریب همبستگی برای بررسی رابطه بین دو متغیر پیوسته که دارای توزیع نرمال هستند مورد استفاده قرار می‌گیرد و میزان تغییرپذیری مشترک بین دو متغیر یا اشتراک آن‌ها را نشان می‌دهد. این ضریب به عنوان شاخصی عددی است هر نوع رابطه خطی بین دو پارامتر را نمایان می‌سازد و بین +۱ و -۱ تغییر می‌کند و از رابطه (۱۱) به دست می‌آید (Zuo et al. 2019):

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (11)$$

طبقه‌بندی نظارت شده است و پر استفاده ترین 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 (MohanRajan et al. 2020). دقت نتایج به دست آمده از روش‌های طبقه‌بندی، از رابطه (۱) به دست می‌آید:

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

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:

$$Kappa = \frac{P_o - P_c}{1 - P_c} \times 100 \quad (2)$$

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

$$\text{for } n > 10 \quad (5)$$

$$\text{for } n < 10 \quad (6)$$

که n و m نشانگر تعداد دنباله‌هایی است که در آن‌ها حداقل یک داده تکراری است. t بیانگر فراوانی داده‌های با ارزش یکسان در یک دنباله است. در نهایت Z (ضریب کندال) به کمک یکی از روابط (۷) الی (۹) محاسبه می‌شود:

$$z = \frac{S-1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} \quad \text{for } S > 0 \quad (7)$$

$$Z = 0 \quad \text{for } S = 0 \quad (8)$$

$$z = \frac{S+1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} \quad \text{for } S < 0 \quad (9)$$

با فرض دو دامنه آزمون روند، فرضیه صفر در صورتی مورد قبول است که شرط رابطه (۱۰) برقرار باشد:

$$|Z| < Z_{\alpha/2} \quad (10)$$

α سطح معنی‌داری است که برای آزمون در نظر گرفته می‌شود و Z_{α} آماره توزیع نرمال استاندارد در سطح معنی‌داری α می‌باشد که با توجه به دو دامنه بودن آزمون، $\alpha/2$ استفاده شده است (Khorrooshi et al. 2017). در

۳- یافته‌ها و بحث

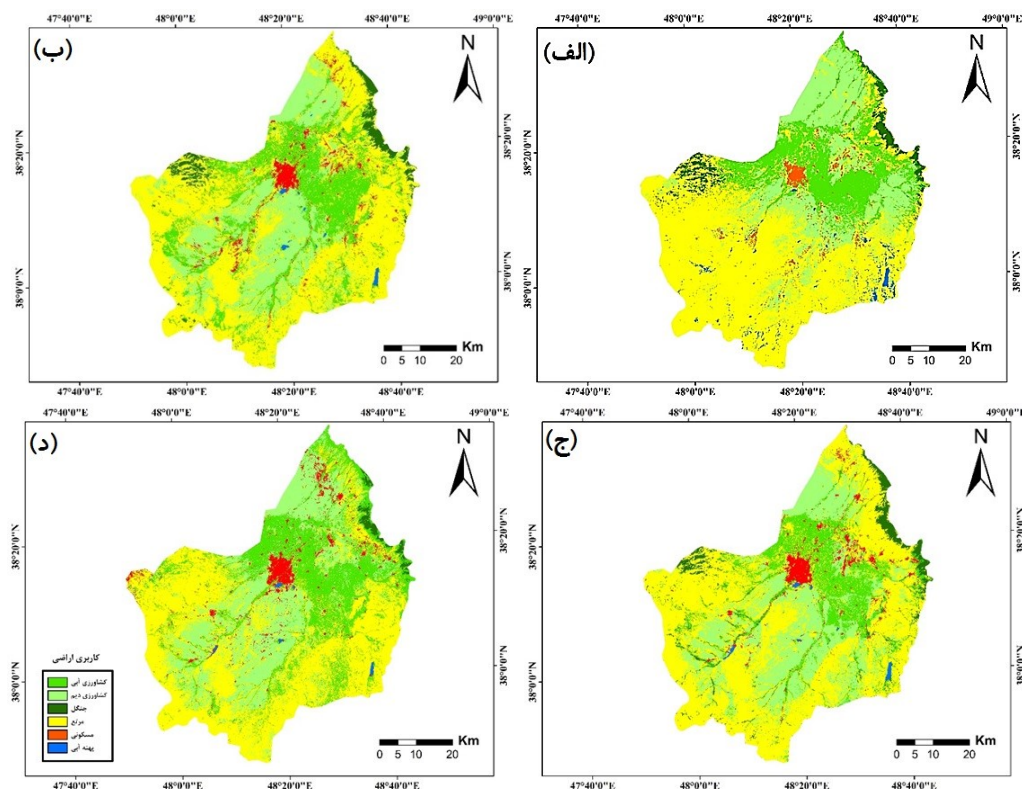
۳-۱- ارزیابی صحت طبقه‌بندی‌های تصاویر ماهواره‌ای

مسکونی در تمام دوره‌ها افزایشی بوده و نسبت به دوره اول ۱/۴۲٪ افزایش دارد. کشاورزی دیم نیز با ۳/۲۹٪ در دوره‌های مورد مطالعه با افزایش روبه‌رو بوده است. هم‌چنین کاربری جنگل نیز با کاهش برابر ۲/۲۵٪ کل منطقه روبرو بوده است و در انتها نیز کاربری پهنه آبی با روند نزولی در سال‌های مورد مطالعه در آخرین دوره با کاهش ۱/۱۶٪ روبرو بوده است. در شکل (۲) نقشه کاربری اراضی مربوط به سال‌های مورد مطالعه ارائه شده است. این شکل نشان می‌دهد که در طول دوره مطالعه بیش‌تر مساحت کاربری مرتع به کاربری کشاورزی آبی و دیم تغییر یافته است.

جدول ۳- تغییرات مساحت طبقات کاربری اراضی در طول دوره مطالعاتی

Table 3 Changes in the area of land use classes during the study period

Classes	Area (km ²)	Area (km ²)	Area (km ²)	Area (km ²)	Percentage change of the total
Year	1992	2000	2008	2008	
Irrigated Agriculture	556.93	605.38	732.38	886.86	+8.45
Rainfed Agriculture	937.50	930.81	1001.87	1065.81	+3.29
Forest	126.06	131.56	157.49	38.11	-2.25
Rangeland	2146.03	2103.76	1878.88	1765.73	-9.75
Residential	86.80	120.27	122.71	142.56	+1.42
Water Area	53.04	14.58	13.03	7.29	-1.16
Total		3906.369			0



شکل ۲- نقشه تغییرات کاربری اراضی در دوره‌های مورد مطالعه در آبخیز سامیان الف- ۱۹۹۲، ب- ۲۰۰۰، ج- ۲۰۰۸، د- ۲۰۱۶
Fig. 2 The land use/land cover maps over different years in Samian watershed a) 1992, b) 2000, c) 2008 and d) 2016

۳-۲- تغییرات پارامترهای کیفیت آب

۳-۲-۱- آزمون من کندال

تغییرات زمانی داده‌های ۹ پارامتر کیفی آب در ۵ ایستگاه با استفاده از آزمون من-کندال ارزیابی شدند. کاربری مسکونی به دلیل ورود فاضلاب و آلاینده‌های نقطه‌ای و کاربری کشاورزی با ورود مواد شیمیایی ناشی از مصرف کودهای شیمیایی، باعث افزایش پارامترهای TDS و EC در دوره مطالعاتی شده است (جدول ۴). پارامتر سولفات که توسط کاربری مسکونی، مرتعی و کشاورزی وارد آب‌های سطحی می‌شوند نیز در طول دوره روندی مشابه با TDS و EC داشتند. این پارامتر در ایستگاه‌های گیلانده، نیر و سامیان روندی افزایشی داشته و در ایستگاه آلدیزگه و آتشفگاه بدون روند است. پارامترهای Ca و Cl نیز در طول دوره روندی صعودی دارند ولی منیزیم، بی‌کربنات و سدیم روندی مشخصی را دنبال نمی‌کنند.

در نهایت تمامی پارامترهای کیفی در ایستگاه گیلانده با توجه به جدول (۴) روندی افزایشی دارند دلیل این امر

نزدیک بودن این ایستگاه به زمین‌های کشاورزی است. ایستگاه سامیان که در نزدیکی این ایستگاه قرار دارد رفتار مشابهی با این ایستگاه دارد و تقریباً تمامی آنیون‌ها و کاتیون‌ها روندی افزایشی دارند. روند تغییرات در ایستگاه‌های آتشفگاه، آلدیزگه و نیر که در بالادست حوضه قرار دارد کمی بهتر از سامیان و گیلانده است.

در ابتدای شروع پژوهش با توجه به قرار گرفتن مناطق مسکونی، صنعتی و کشاورزی در مجاورت رودخانه‌ها و تخلیه آلاینده‌ها از منابع آب نقطه‌ای و غیرنقطه‌ای به رودخانه‌ها پیش‌بینی می‌شد که کیفیت آب از بالادست تا پایین‌دست با افت همراه باشد که نتایج پژوهش وجود سیر نزولی در کیفیت آب رودخانه را در طول مسیر نشان داد که با نتایج پژوهش‌های Wang (2011) که منطقه‌ای را کشور چین، Zhao et al. (2015) که کیفیت آب رودخانه شانگهای و Namugize et al. (2017) که رودخانه‌ای را در آفریقای جنوبی مورد بررسی قرار داده بودند، مطابقت دارد.

جدول ۴- روند تغییرات پارامترهای کیفی در ایستگاه‌های مورد مطالعه با استفاده از آزمون من-کندال

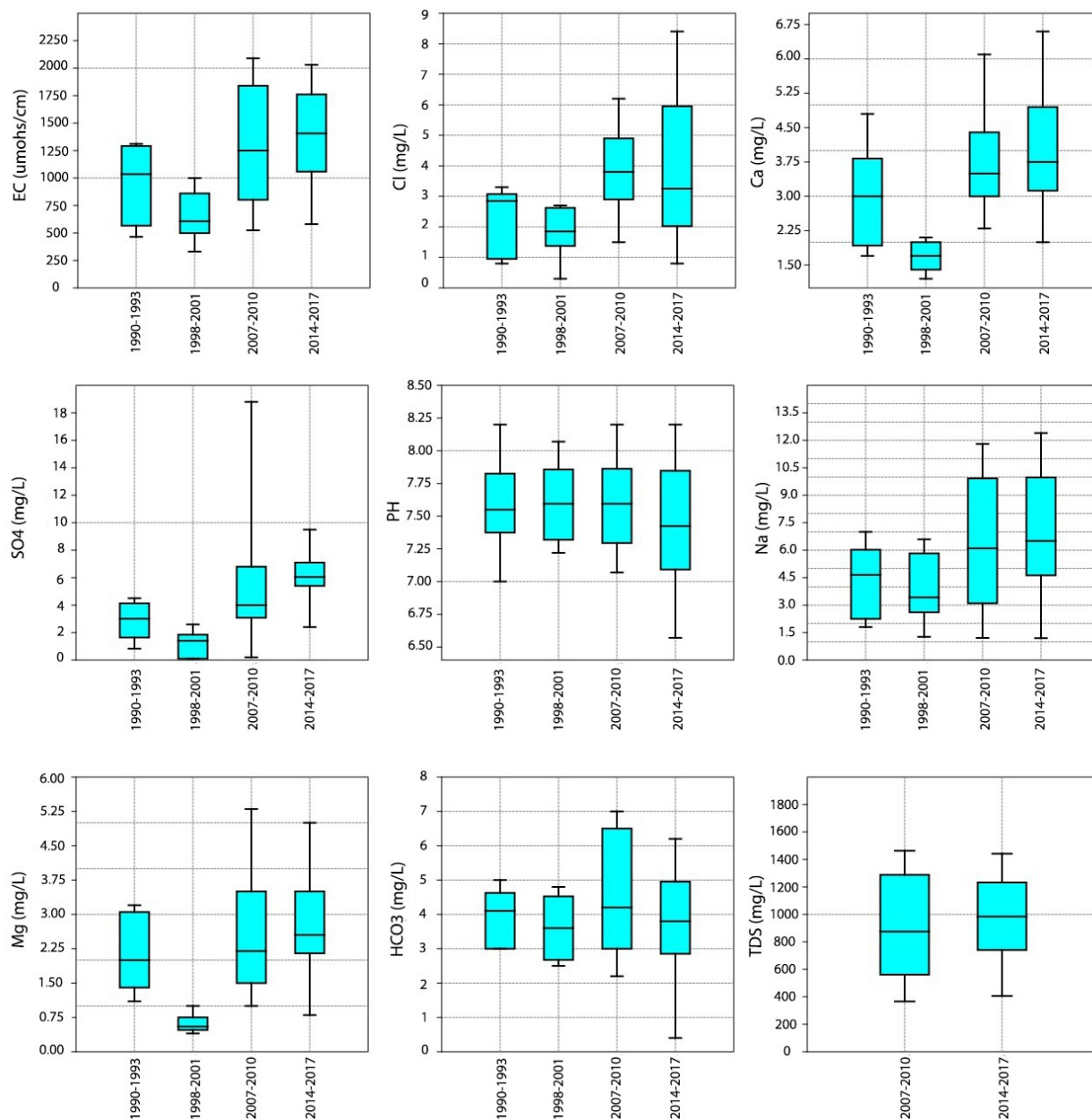
Table 4 Trend of changes in qualitative parameters in the studied stations using Mann-Kendall test

Parameters	Aladizghe	Atashgah	Samian	Nir	Ghilandeh
EC	decreasing	increasing	increasing	non-trend	increasing
Ca	decreasing	increasing	increasing	increasing	increasing
Cl	non-trend	increasing	increasing	increasing	increasing
HCO ₃	decreasing	non-trend	non-trend	decreasing	increasing
Mg	decreasing	increasing	increasing	non-trend	non-trend
Na	non-trend	non-trend	non-trend	decreasing	increasing
pH	increasing	decreasing	decreasing	decreasing	increasing
SO ₄	non-trend	non-trend	increasing	increasing	increasing
TDS	non-trend	decreasing	increasing	decreasing	increasing

۳-۲-۲- نمودار جعبه‌ای

نمودارهای جعبه‌ای رسم شده برای نقطه خروجی این حوضه نشان‌دهنده تطابق نسبی با نتایج حاصل از تعیین روند من-کندال در ایستگاه سامیان است. بازه نمودارهای جعبه‌ای رسم شده مربوط به میانگین ۴ ساله داده‌های پارامترهای کیفی، در سال‌هایی است که

از تصاویر ماهواره‌ای آن برای تعیین کاربری اراضی استفاده شده است. از نمودارهای جعبه‌ای مربوط به ایستگاه سامیان استنباط می‌شود که روند داده‌های کیفی در دوره‌های مورد مطالعه افزایشی است هم‌چنین دامنه تغییرات این پارامترها نیز بیش‌تر شده است (شکل ۳).



شکل ۳- نمودار جعبه‌ای تغییرات پارامترهای کیفی آب در ایستگاه سامیان (محور افقی سال‌های مورد مطالعه)

Fig. 3 Box-plot of water quality parameters changes at Samian station (Horizontal axis studied years)

می‌شود که برای استفاده از آب در زمینه‌های مختلف باید این محدودیت در نظر گرفته شود. تغییر در مقدار PH در دامنه‌های غیرمجاز می‌تواند باعث ایجاد ناراحتی‌های پوستی و آسیب مخاط بینی و چشم شود. تغییر در هدایت الکتریکی آب می‌تواند بیان‌گر افزایش شوری آب باشد. هم‌چنین کل جامدات محلول آب می‌تواند بر روی طعم آب آشامیدنی مؤثر باشد. حداکثر مجاز آن در آب آشامیدنی ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر در نظر گرفته شده است. سختی آب بر اساس وجود کاتیون‌هایی مانند منیزیم، کلسیم، استرانسیم، آهن، آلومینیوم، منگنز، مس و آنیون‌هایی مثل بی‌کربنات، کربنات، کلرور، سولفات، سیلیکات و نیترات در آب است. افزایش

۴-۳- همبستگی کاربری/پوشش اراضی با پارامترهای کیفیت آب

برای بررسی و تعیین روند بین داده‌های کیفی و کاربری اراضی در منطقه از آزمون پیرسون استفاده شده است. بررسی نتایج این آزمون نشان می‌دهد که افزایش پارامترهای کیفی EC، Ca، Cl، SO₄، Mg و Na رابطه معنی‌داری با افزایش کاربری‌های مسکونی، کشاورزی آبی و کشاورزی دیم دارند که با مطالعه Calderón Cendejas et al. (2021) که حوضه‌ای را در کشور مکزیک مورد بررسی قرار داده بودند مطابقت دارند. افزایش پارامتر EC باعث افزایش شوری آب

است طبق خروجی این آزمون ارتباط معنی‌داری بین پارامترهای کیفیت آب و کاربری مرتع در برخی از پارامترها نیز وجود دارد (جدول ۵). در این راستا، Namugize et al. (2017) و Ghahroudi et al. (2018) نیز بر کاهش کیفیت آب رودخانه در اثر توسعه شهری تأکید داشته‌اند.

سختی آب می‌تواند باعث رسوب‌گذاری در دستگاه‌های حرارتی، سیستم‌های آب‌رسانی شود و طعم و مزه آب را نامطلوب نماید. افزایش غلظت کاتیون‌هایی مانند کلسیم و منیزیم، سدیم و پتاسیم باعث افزایش جرم در ظروف خواهد شد و سدیم باعث ایجاد طعم شوری در آب خواهد شد. وجود آهن باعث ایجاد طعم و رنگ در آب می‌شود. لازم به توضیح

جدول ۵- نتایج آزمون همبستگی پیرسون میان مساحت کاربری‌های اراضی و پارامترهای کیفیت آب در ایستگاه سامیان

Table 5 Pearson correlation test results for water quality parameters in Samian station

Classes	Regression Components	EC	pH	HCO ₃	Cl	SO ₄	Ca	Mg	Na
Irrigated Agriculture	Pearson Coefficient	0.465**	-0.179	-0.001	0.419**	0.496**	0.512**	0.489**	0.327*
	Sig.	0.0003	0.196	0.996	0.001	0.0001	0.0001	0.0001	0.015
Residential	Pearson Coefficient	0.33*	-0.13	-0.05	0.32*	0.36**	0.31*	0.31*	0.27*
	Sig.	0.01	0.34	0.71	0.01	0.007	0.01	0.02	0.04
Forest	Pearson Coefficient	-0.22	0.18	0.16	-0.19*	-0.26*	-0.26	-0.287*	-0.127
	Sig.	0.1	0.14	0.22	0.15	0.051	0.05	0.03	0.367
Rainfed Agriculture	Pearson Coefficient	0.492**	0.183	0.021	0.435**	0.522**	0.557**	0.53**	0.337*
	Sig.	0.0001	0.092	0.44	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.006
Rangeland	Pearson Coefficient	-0.508**	0.158	-0.063	-0.456**	-0.531**	-0.559**	-0.52**	-0.363**
	Sig.	0.0001	0.254	0.645	0.0004	0.0001	0.0001	0.0001	0.0006
Water Area	Pearson Coefficient	-0.26	0.05	0.0004	-0.27*	-0.27*	-0.19	-0.18	-0.25
	Sig.	0.05	0.67	0.99	0.04	0.04	0.14	0.17	0.06

** همبستگی در سطح اطمینان ۹۵٪ (۰/۰۵ معنی‌داری)؛ * همبستگی در سطح اطمینان ۹۹٪ (۰/۰۱ معنی‌داری)

طول دوره مطالعاتی روندی افزایشی داشت. فعالیت‌های کشاورزی و افزایش کاربری مسکونی مهم‌ترین منابع ایجاد آلودگی غیرنقطه‌ای شناخته شده‌اند.

۳- میانگین TDS در دوره مطالعاتی در ایستگاه‌های سامیان و گیلانده که در پایین‌دست شهر اردبیل قرار گرفته است، افزایشی و بیش‌تر از ایستگاه‌های دیگر است. باید اشاره شود که در محدوده ایستگاه‌های مذکور منابع متعدد آلاینده وجود دارد که این امر را سبب شده است.

۴- با توجه به انجام آزمون من کندال برای پارامترهای کیفی، وجود روند معنی‌دار و افزایشی در پارامترهای EC، TDS، SO₄، Ca و Cl مورد تأیید قرار گرفت.

در نهایت قابل‌ذکر است که تغییر کاربری اراضی و خصوصاً اراضی کشاورزی باعث تغییر مواد مغذی مانند فسفر، نیتروژن و پتاسیم در آب رودخانه‌ها خواهد شد. از آن‌جایی که این عناصر در ایستگاه‌های سنجش کیفیت آب اندازه‌گیری

۴- نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر تأثیر تغییرات کاربری/پوشش اراضی بر پارامترهای کیفیت آب‌های سطحی در حوزه آبخیز سامیان استان اردبیل مورد ارزیابی قرار گرفت. هم‌چنین ضمن تعیین تغییرات پوشش اراضی، روند تغییرات نه پارامتر کیفیت آب و همبستگی آن‌ها با تغییر کاربری اراضی از آزمون‌های من کندال و پیرسون استفاده شده است. در مجموع بر اساس نتایج پژوهش، موارد زیر به‌صورت جمع‌بندی ارائه می‌شود.

۱- مقادیر صحت طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای بر اساس ضریب کاپا برای سال‌های ۱۹۹۲، ۲۰۰۰، ۲۰۰۸، و ۲۰۱۶ به‌ترتیب برابر ۰/۷۳، ۰/۸۶، ۰/۷۵ و ۰/۶۸ است که بیانگر صحت مناسب طبقه‌بندی می‌باشد.

۲- در طول دوره مطالعاتی کاربری کشاورزی آبی با ۸/۴۵٪ افزایش بیش‌ترین افزایش و کاربری مرتع با ۹/۷۵٪ کاهش، بیش‌ترین کاهش را داشت. هم‌چنین کاربری مسکونی در

دسترسی به داده‌ها

داده‌های مربوط به ایستگاه‌های هیدرومتری از شرکت آب منطقه‌ای استان اردبیل اخذ شده است. داده‌های تولید شده در متن مقاله ارائه شده اند و با درخواست از نویسندگان قابل دریافت خواهد بود.

تضاد منافع نویسندگان

نویسندگان این مقاله اعلام می‌دارند که، هیچ‌گونه تضاد منفعی در رابطه با نویسندگی و یا انتشار این مقاله ندارند.

References

- Aher, M. C., & Yadav, S. (2022). Impact of land use-land cover change on spatio-temporal trends in seasonal stream flow and suspended sediment load of Godavari basin from 1969 to 2019. *J. Water Clim. Change*, 13(2), 1025-1045. DOI: [10.2166/wcc.2021.184](https://doi.org/10.2166/wcc.2021.184).
- Akbari, J., Kazemzadeh, M., & Alipour, H. (2020). Surface Water Quality Evaluation under land use changes (case study: Mahabad Chai Watershed). *Iran. J. Rainwater Catch. Syst.*, 7(4), 41-54. [In Persian]. DOI: [20.1001.1.24235970.1398.7.4.1.5](https://doi.org/20.1001.1.24235970.1398.7.4.1.5).
- Corwin, D. L., Loague, K., & Ellsworth, T. R. (1999). Introduction: Assessing non-point source pollution in the vadose zone with advanced information technologies. Washington DC American Geophysical Union Geophysical Monograph Series, 108, 1-20. DOI: [10.1029/GM108p0001](https://doi.org/10.1029/GM108p0001).
- Calderón Cendejas, J., Madrid Ramírez, L., Ramírez Zierold, J., Díaz Valenzuela, J., Merino Ibarra, M., Morató Sánchez de Tagle, S., & Chino Téllez, A. (2021). Evaluation of the impacts of land use in water quality and the role of nature-based solutions: a citizen science-based study. *Sustain.*, 13(19), 10519. DOI: [10.3390/su131910519](https://doi.org/10.3390/su131910519)
- Daneshvar Vousoughi, F., Dinpazhoh, Y., & Alami, M. T. (2011). Effect of drought on groundwater level in the past two decades (Case study: Ardabil Plain). *Water Soil Sci. J.*, 4(21), 165-179 [In Persian].
- Ghahroudi, M., Valipour, T., & Shirzadi, L. (2018). The effect of land use change on water quality in the Pish Kooch of Taft, Yazd province. *J. Hydrogeomorph.*, 4(16), 43-59 [In Persian]. DOI: [20.1001.1.23833254.1397.5.16.3.1](https://doi.org/20.1001.1.23833254.1397.5.16.3.1).
- Haji, Kh., Esmali-Ouri, A., Mostafazadeh, R., & Nazarnejad, H. (2020). Assessment of land cover/land use changes using object-oriented processing of satellite imageries (1985-2015) in the Rozechai watershed of Urmia. *J. Appl. Res. Geogra. Sci.*, 22(66), 171-189 [In Persian]. DOI: [20.1001.1.22287736.1401.22.66.14.9](https://doi.org/20.1001.1.22287736.1401.22.66.14.9).
- 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 Sens. Environ.*, 164, 298-313. DOI: [10.1016/j.rse.2015.04.004](https://doi.org/10.1016/j.rse.2015.04.004).
- Khavarian, H., Aghaei, 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. *J. Hydrogeomorph.*, 7(24), 19-39 [In Persian]. DOI: [10.22034/HYD.2020.37489.1512](https://doi.org/10.22034/HYD.2020.37489.1512).
- Khorooshi, S., Mostafazadeh, R., Esmali Ouri, A., & Raouf, M. (2017). Spatiotemporal assessment of the hydrologic river health index variations in Ardabil Province Watersheds. *Iran. J. Ecohydrol.*, 4(2), 379-393 [In Persian]. DOI: [0.22059/ije.2017.61475](https://doi.org/0.22059/ije.2017.61475).
- Lee, S. W., Hwang, S. J., Lee, S. B., Hwang, H. S., & Sung, H. C. (2009). Landscape ecological approach to the relationships of land use patterns in watersheds to water quality characteristics. *Lands. Urban Plan.*, 92(2), 80-89. DOI: [10.1016/j.landurbplan.2009.02.008](https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2009.02.008).
- Li, C., Wang, L., Wanrui, W., Qi, J., Linshan, Y., Zhang, Y., & Wang, P. (2018). An analytical approach to separate climate and human contributions to basin streamflow variability. *J. Hydrol.*, 559, 30-42. DOI: [10.1016/j.jhydrol.2018.02.019](https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2018.02.019).
- Malekpurlarki, S., Khorsandi, Z., & Faraji, M. (2018). Valuation of impacts of land use change on Shavoor River water quality. *J. Watershed Eng. Manag.*, 12(2), 580-592 [In Persian]. DOI: [10.22092/ijwmse.2018.109145.1265](https://doi.org/10.22092/ijwmse.2018.109145.1265).
- Mehri, S., Mostafazadeh, R., Esmali Ouri, A., & Ghorbani, A. (2017). Temporal and spatial changes of baseline flow index in rivers of Ardabil province. *Earth Space Phys.*, 43(3), 623-634 [In Persian]. DOI: [10.22069/jwsc.2019.10737.2514](https://doi.org/10.22069/jwsc.2019.10737.2514).

- Mikaeili, A. R., Pasandide, Z., Mosaedi, A., & Rezaei, H. (2019). Investigation of the effect of land use change on water quality parameters in Hablehroud watershed using multivariate statistical analysis and time series models (ARIMA). *J. Eco. Hydrol.*, 6(1), 29-39 [In Persian]. DOI: [10.29252/jwmr.10.19.171](https://doi.org/10.29252/jwmr.10.19.171).
- MohanRajan, S. N., Loganathan, A., & Manoharan, P. (2020). Survey on Land Use/Land Cover (LU/LC) change analysis in remote sensing and GIS environment: techniques and challenges. *Environ. Sci. Pollut. Res.*, 27(24), 29900-29926. DOI: [10.1007/s11356-020-09091-7](https://doi.org/10.1007/s11356-020-09091-7)
- Namugize, J. N., Jewitt, G. P., Clark, D., & Strömquist, J. (2017). Assessment of the HYPE model for simulation of water and nutrients in the upper uMngeni river catchment in south africa. *Hydrol. Earth Syst. Sci. Discuss.*, 1-37. DOI: [10.5194/hess-2017-365](https://doi.org/10.5194/hess-2017-365).
- Palamuleni, L. G., Ndomba, P. M. and Annegarn, H. J. (2011). Evaluating land cover change and its impact on hydrological regime in upper Shire river catchment, Malawi. *Region. Environ. Change*, 11(4), 845-855. DOI: [10.1007/s10113-011-0220-2](https://doi.org/10.1007/s10113-011-0220-2).
- Talebi Khiavi, H., & Mostafazadeh, R. (2021). Land use change dynamics assessment in the Khiavchai region, the hillside of Sabalan mountainous area. *Arab. J. Geosci.*, 14(22), 1-15. DOI: [10.1007/s12517-021-08690-z](https://doi.org/10.1007/s12517-021-08690-z).
- Tiwari, A. K., Singh, P. K., & Mahato, M. K. (2016). Environmental geochemistry and a quality assessment of mine water of the west Bokaro coalfield, India. *Mine Water Environ.*, 35(4), 525-535. DOI: [10.1007/s10230-015-0382-0](https://doi.org/10.1007/s10230-015-0382-0).
- Wang, Y. (2011). Assessment of land use - land cover in relation to water quality in Beijing-Tianjin-Tangshan region: a case study in Wenyu river watershed, Beijing. Dissertation abstracts international, Volume: 73-06, Section: B.
- Zareie, S., Hazbavi, Z., Mostafazadeh, R., & Esmalioori, A. (2020). Vulnerability Comparison of Samian Sub-watersheds based on Climate Change Components. *Phys. Geogra. Res. Quart.*, 52(2), 217-236 [In Persian]. DOI: [10.22059/jphgr.2020.283909.1007406](https://doi.org/10.22059/jphgr.2020.283909.1007406).
- Zhao, J., Lin, L., Yang, K., Liu, Q., & Qian, G. (2015). Influences of land use on water quality in a reticular river network area: A case study in Shanghai, China. *Lands. Urban Plan.*, 137, 20-29. DOI: [10.1016/j.landurbplan.2014.12.010](https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.12.010)
- Zuo, J., Xu, J., Li, W., & Yang, D. (2019). Understanding shallow soil moisture variation in the data-scarce area and its relationship with climate change by GLDAS data. *Plos One*, 14(5), e0217020. DOI: [10.1371/journal.pone.0217020](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0217020).

How to cite this paper:

Rasinezami, S., Izadifard, H., Khavarian, H. and Mostafazadeh, R. (2023). Land use/land cover changes in Samian Watershed, Ardabil, and its relationship with the quality of surface water resources. *Environ. Water Eng.*, 9(3), 413-426. DOI: [10.22034/jewe.2022.341548.1783](https://doi.org/10.22034/jewe.2022.341548.1783)