تحقیقات منابع آب ایران
Iran-Water Resources Research

سال چهاردهم، شماره ۵، زمستان ۱۳۹۷
Volume 14, No. 5, Winter 2019 (IR-WRR)
۳۶۰-۳۶۶

یادداشت فنی

بررسی روند تغییرات زمانی و مکانی کیفیت آب در حوضه کارون بزرگ

محمدحسن حسین‌نژاد بلکو[۱]، حسن ترابی پوده[۲*] و بابک شاهی‌نژاد[۳]

چکیده

در مقاله حاضر روند تغییرات کمی و کیفی در حوضه کارون بزرگ از بالادست به‌سمت پایین‌دست بررسی شد. برای بررسی روند تغییرات، ۱۶ ایستگاه با طول دوره آماری ۳۷ ساله (۱۳۹۰-۱۳۵۳) انتخاب گردید. پراکندگی ایستگاه‌ها بگونه‌ای در نظر گرفته شد که کل حوضه را پوشش دهند. به‌منظور تحلیل روند، آزمون من‌کندال اجرا گردید و مطابق این آزمون دبی در سراسر حوضه به‌جز بخش جنوب شرقی حوضه کاهش یافته است. تغییرات آماره z برای پارامترهای کیفی در ایستگاه‌های اهواز و شوشتر که در پایین‌دست حوضه قرار داشته شدیدتر بوده و در سطح معناداری یک درصد قرار دارند. پس از تحلیل غلظت آنیون‌ها و کاتیون‌ها به‌همراه تیپ و رخساره آب، تعیین گردید که ایستگاه‌های اهواز، گتوند و شوشتر دارای تیپ کلروره و رخساره سدیک و سایر ایستگاه‌ها تیپ بی‌کربناته و کلسیک دارند. کیفیت آب شرب در ایستگاه‌ها از بالا به سمت خروجی حوضه کارون بزرگ کاهش یافته و بدترین کیفیت مربوط به ایستگاه‌های اهواز، گتوند و شوشتر است که در محدوده قابل‌قبول قرار دارند. در بررسی کیفیت آب از نظر کشاورزی نیز تعیین گردید ایستگاه‌های اهواز، گتوند و شوشتر در C3S1 و سایر ایستگاه‌ها در C2S1 واقع شده‌اند. نتایج نشان می‌دهد کیفیت آب حوضه کارون بزرگ از بالادست به سمت پایین‌دست کاهش یافته است.

کلمات کلیدی: روند، کارون، کیفیت، من-کندال.

تاریخ دریافت مقاله: ۹۶/۱۱/۸
تاریخ پذیرش مقاله: ۹۷/۳/۲۶

۱- دانشجوی دکتری سازه‌های آبی، دانشگاه لرستان.
۲- دانشیار، گروه مهندسی آب، دانشگاه لرستان.
۳- استادیار، گروه مهندسی آب، دانشگاه لرستان.
*- نویسنده مسئول
بحث و مناظره (Discussion) در مورد این مقاله تا پایان بهار ۱۳۹۸ امکانپذیر است.

Technical Note

Investigation of the Temporal and Spatial Variations of Water Quality in Greater Karun Basin

M.H. Hussein nezhad bolko [1], H. Torabi Poude [2] and B. Shahinezhad [3]*

Abstract

In this paper temporal and spatial upstream to downstream trend of water quality were examined in Greater Karun basin. To assess the trend of change 16 stations with a statistical period of 37 years (1353-1390) and with an overlaying spatial scatter within the basin were selected. In order to analyze the trend, the MK test was performed which showed that the discharge has decreased throughout the basin, except for the southeastern part. Changes in z statistics for the quality parameters were higher and at a significant level of 1% at Ahwaz and Shushtar stations located downstream of the basin. After analysis of the concentrations of anions and cations along with the type and facies of water it was determined that Ahwaz, Gotvand and Shushtar stations have chlorine, Sodic facies while in other stations the water exposed Bicarbonate and Calcic type. The quality of drinking water in the stations has decreased from the upstream to the outlet of the Karun basin and the worst quality are recorded in stations in Ahwaz, Gotvand and Shushtar, which are still within acceptable limits. In the Investigation of agricultural water quality, it was also determined that the water quality in Ahwaz, Gotvand and Shushtar stations lays in the C3S1 class. For other stations the class of water is C2S1. The results show that the water quality of the Karun basin has deteriorated from the upstream to downstream.

Keywords: Trend, Karun, Quality, Mann-Kendall.

Received: January 28, 2018
Accepted: June 16, 2018

1- Ph.D. Student, Department of water Engineering, Lorestan University, Khoramabad, Iran.
2- Associate Professor, Department of water Engineering Lorestan University, Khoramabad, Iran. Email:torabi1976@gmail.com
3- Assistant Professor, Department of water Engineering Lorestan University, Khoramabad, Iran.
*- Corresponding Author

۱- مقدمه

شناخت آب از نظر کیفیت، کمیت و چگونگی حصول آن قدمی اساسی برای بهینه‌سازی مصرف است (Pal et al., 2006). رودخانه‌ها به‌عنوان یکی از منابع اساسی تأمین آب مطرح می‌باشند (Nazarian and Farid gigolo, 2015). خصوصیات کیفی آب از مؤلفه‌هایی است که ضرورت لحاظ آن در برنامه‌ریزی‌های مربوط به مدیریت منابع آب و ایجاد تغییرات مدیریتی در آن کاملاً احساس شده است (Khadam and Kaluarachchi, 2006) ولی کمتر مورد توجه قرار گرفته است (Elshorbagy and Lindell, 2006). تاکنون مطالعات متعددی در راستای بررسی کیفیت منابع آب صورت گرفته است. Hashemi et al. (2010) از سیستم استنتاج نظریه فازی برای بررسی کیفیت آب‌های زیرزمینی استفاده نمودند. ارزیابی نشان داد ۶۵ درصد از نمونه‌ها برای آشامیدن در حد مطلوب یا قابل قبول می‌باشند. Najafpour et al. (2018) با استفاده از روش‌های زمین‌آمار و سیستم اطلاعات جغرافیایی به تحلیل تغییرات مکانی و طبقه‌بندی کیفیت آب زیرزمینی پرداختند. نتایج نشان داد کیفیت آب در شمال آبخوان مطلوب نیست. Shirzad et al. (2018) یک شاخص کیفیت برای رودخانه‌های ایران را معرفی نمودند. نتایج حاصله حاکی از تفسیر متفاوت‌تر کیفیت آب در این مورد مطالعاتی توسط شاخص تدوین شده نسبت به شاخص‌های دیگر است. Ebadati (2016) به بررسی روند تغییرات کیفی آب دشت ایوانکی پرداخت. نتایج نشان داد آب نواحی مرکزی نسبت به بخش شرقی و جنوبی برای کشاورزی وضعیت مطلوب‌تری دارند. Asadzadeh et al. (2016) تأثیر خشک‌سالی بر کیفیت آب‌های زیرزمینی دشت قروه و چهادولی را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که کیفیت در ترسالی به دلیل افزایش برداشت از چاه‌ها بهتر نشده است. Solgi and Sheikhzadeh (2016) به بررسی کیفیت آب رودخانه ارس پرداختند. یافته‌ها نشان داد برخی از متغیرها بیشتر از استاندارد WHO[1] بودند. Yousefi et al. (2016) به ارزیابی هیدروژئوشیمیایی منابع آب حوضهٔ آبخیز هیو پرداختند. نتایج نشان داد کیفیت آب از نظر شرب و کشاورزی مشکلی ندارد. در مطالعه حاضر روند تغییرات کیفی در مقیاس بزرگ‌تری بررسی خواهد شد؛ هدف اصلی بررسی کیفیت آب از بالادست به سمت خروجی حوضه کارون بزرگ می‌باشد. ابتدا موقعیت و مشخصات ایستگاه‌ها آورده شده است. در ادامه پس از ذکر مواد و روش‌ها، تحلیل نتایج و در بخش آخر نیز نتیجه‌گیری شرح داده خواهد شد.

۲- روش تحقیق

۲-۱- موقعیت طرح و مشخصات ایستگاه‌ها

حوضه آبریز رودخانه کارون بزرگ زیرمجموعه‌ای از حوضه آبریز خلیج‌فارس و دریای عمان می‌باشد. در حوضه مذکور ایستگاه‌های هیدرومتری بسیاری قرار دارد اما بعضی از آن‌ها تعطیل بوده و یا دارای دوره آماری مناسبی نیستند. با توجه به بررسی‌های انجام شده ۱۶ ایستگاه انتخاب گردید. جدول ۱ مشخصات ایستگاه‌های مورد مطالعه و شکل ۱ موقعیت آن‌ها را نشان می‌دهد.

Table 1- Specifications of the stations under study

جدول ۱- مشخصات ایستگاه‌های موردمطالعه

Station	*Longitude	*Latitude	Elevation(m)
Karoon River-Ahwaz station	48-41-00	31-20-00	17
Kabkiyan River-Batari station	51-20-00	30-51-00	1560
Bashar River - Patave Station	51-15-00	30-57-00	1545
Sezar River - TangPanj Station	48-45-00	32-56-00	564
Kayar River-TangDehnoo Station	51-05-48	32-02-57	2134
Kasgan River-TangZardAloo Station	52-27-00	31-38-00	2210
Marbore River-Daretakht Station	49-23-13	33-22-40	1800
Dez River-Dezful Station	48-24-00	32-24-00	144
Tire River-Dorud Station	49-03-45	33-28-36	1450
Marbore River-Dorud Station	49-04-33	33-28-28	1450
Marbore River-Dehkade shahid Station	51- 44-00	30- 50- 00	2220
Bashar River - Shahmokhtar Station	51-31-00	30-41-00	1740
GorGor River- Shushtar Station	48-51-00	32-02-00	34
Marbore River-Kata Station	51-15-00	31-13-00	1550
Karun River - Gotvand Station	48-49-00	32-15-00	71
Karun River - Armand Station	50-46-14	31-4015	1082

*Latitude and Longitude of the station using G.P.S and the coordinates U.T.M on the elliptical W.G.S84

۲-۲- آزمون من کندال

آزمون من کندال برای بررسی وجود یا عدم وجود روند استفاده می‌شود. نتایج این آزمون نشان می‌دهد روند افزایشی یا کاهشی برحسب زمان وجود دارد یا خیر. استفاده از آزمون ناپارامتری من کندال به نرمال بودن داده‌ها حساس نمی‌باشد. آزمون من کندال ابتدا توسط من و سپس توسط کندال توسعه یافت (Mann, 1945; Kendall, 1975). روابط مربوطه جهت برآورد آماره من-کندال از قرار زیر است:

$$s = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^{n} \text{sign}(X_j - X_i) \quad (۱)$$

$$\text{sign}(X_j - X_i) = \begin{cases} 1 & \text{if} \quad (X_j - X_i) > 0 \\ 0 & \text{if} \quad (X_j - X_i) = 0 \\ -1 & \text{if} \quad (X_j - X_i) < 0 \end{cases} \quad (۲)$$

$$\text{var}(s) = \frac{n(n-1)(2n+5) \sum_{p=1}^{q} t_p (t_p - 1)(2t_p + 5)}{18} \quad (۳)$$

$$Z_s = \begin{cases} \dfrac{S-1}{\sqrt{\text{var}(s)}} & \text{if} \quad S > 0 \\ 0 & \text{if} \quad S = 0 \\ \dfrac{S+1}{\sqrt{\text{var}(s)}} & \text{if} \quad S < 0 \end{cases} \quad (۴)$$

در روابط فوق n تعداد داده‌ها X_j, X_i به ترتیب iامین و jامین تعداد گره برای مقدار pام و z مقدار آماره من کندال می‌باشد که مقدار مثبت آن نشان‌دهنده روند افزایشی و مقدار منفی آن بیانگر روند کاهشی می‌باشد. چنانچه مقادیر مطلق Z به دست آمده از عدد ۱/۹۶ بزرگ‌تر باشد، آنگاه در سطح ۵ درصد روند معنی‌دار خواهد بود و چنانچه Z از ۲/۵۶ باشد، آنگاه در سطح ۱ درصد نیز معنی‌دار خواهد بود.

۲-۳- پارامترهای مورد بررسی در تحلیل کیفی

از جمله پارامترهای اندازه‌گیری شده در ایستگاه‌های مورد بررسی عبارتند از سدیم[۲]، اسیدیته[۳]، مجموع املاح (TDS[۴])، هدایت الکتریکی[۵]، بی‌کربنات[۶]، کلر، کلسیم[۷]، منیزیم[۸]، پتاسیم[۹] و سولفات[۱۰]. این پارامترها برای همه ایستگاه‌ها از سال ۱۳۵۳ تا ۱۳۹۰ جمع‌آوری گردید.

۲-۴- نمودار شولر

نمودار شولر کیفیت آب را از نظر شرب بررسی می‌کند. از نظر اسیدیته PH در آب شرب نباید از ۶/۵ کمتر یا از ۹/۲ بیشتر باشد.

۲-۵- نمودار ویل کاکس

در نمودار ویل‌کاکس که برای طبقه‌بندی آب از نظر کشاورزی است محور افقی به شوری آب و محور عمودی به نسبت جذبی سدیم (SAR[۱۱]) اختصاص دارد. کیفیت آب آبیاری مجموعاً به ۱۶ دسته طبقه‌بندی می‌شود. آب‌ها از نظر شوری در چهار گروه C1، C2، C3 و C4 و از نظر قلیائیت در گروه‌های S1، S2، S3 و S4 قرار می‌گیرند.

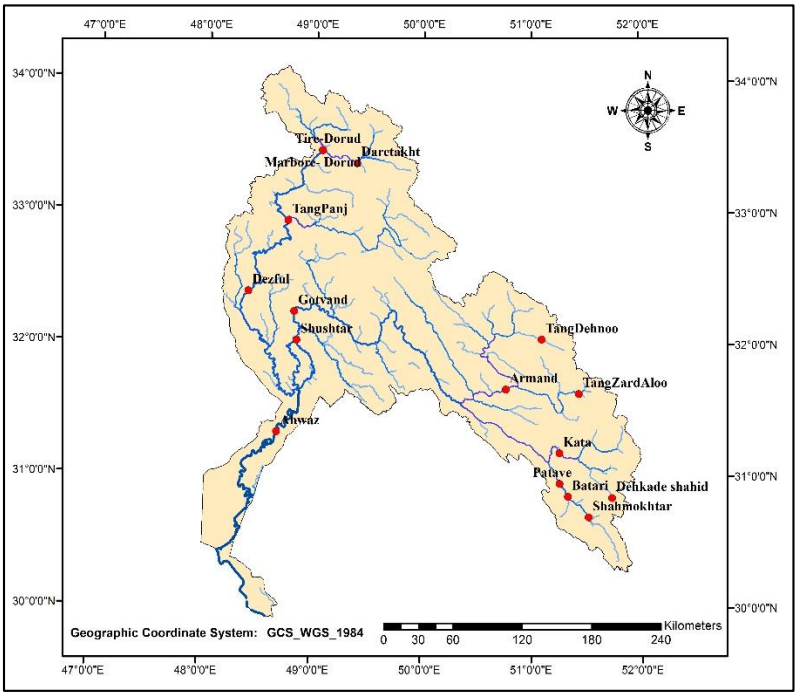

Fig. 1- Location of 16 stations studied

شکل ۱- موقعیت ۱۶ ایستگاه مورد مطالعه

۳- نتایج و تحلیل نتایج

۳-۱- تحلیل روند با استفاده از آزمون من کندال

جدول ۲ مقادیر آماره z پارامترهای کیفی را برای ایستگاه‌های منتخب در حوضه کارون بزرگ نشان می‌دهد. به‌منظور مشاهده بهتر نتایج در شکل ۲ ارائه گردیده است. مطابق این جدول دبی در بسیاری از ایستگاه‌ها روند کاهشی دارد. این کاهش روند در ایستگاه شوشتر از سایر ایستگاه‌ها بیشتر است. با توجه به شکل ۲ ایستگاه‌های واقع در جنوب شرقی کارون بزرگ یعنی ایستگاه‌های ارمند، شاه مختار، بطاری و پاتاوه روند افزایش دبی مشاهده شد. این موضوع نشان می‌دهد که در کل حوضه کاهش دبی رخ نداده و بستگی زیادی به مصارف در بالادست ایستگاه‌ها دارد. بسیاری از پارامترها از جمله TDS، EC، Ca و Mg افزایش یافته و این در حالی است که اسیدیته کاهش یافته است. تغییرات آماره z برای پارامترها در ایستگاه‌های اهواز و شوشتر شدیدتر بوده و در سطح معناداری یک درصد قرار دارند.

۳-۲- بررسی تیپ و رخساره آب و کیفیت از نظر شرب

مطابق جدول ۳، ایستگاه‌های اهواز، گتوند و شوشتر دارای تیپ کلروره و رخساره سدیک و سایر ایستگاه‌ها تیپ بی‌کربناته و کلسیک دارند. ایستگاه‌های مذکور همان‌طور که در شکل ۱ نشان داده شد در خروجی حوضه کارون قرار دارند و بالابودن کلر در این ایستگاه‌ها با توجه به عبور آب از شهرها و مراکز جمعیتی قابل توجیه است. در ستون آخر جدول نیز طبقه‌بندی از نظر شرب توسط دیاگرام شولر صورت گرفته است. مطابق آن کیفیت در ایستگاه‌ها از بالا به سمت خروجی حوضه کارون بزرگ کاهش یافته است و بدترین کیفیت مربوط به ایستگاه‌های اهواز، گتوند و شوشتر می‌باشد که در محدوده قابل قبول قرار دارند.

۳-۳- بررسی شوری آب و کیفیت آن از نظر کشاورزی

مطابق جدول ۴ ایستگاه‌های اهواز، گتوند و شوشتر در منطقه C3S1 و سایر ایستگاه‌ها در C2S1 واقع شده‌اند. S1 آب کم سدیم، C2 شوری متوسط و C3 منطقه آب‌شور است. این جدول نشان می‌دهد که کیفیت آب از نظر کشاورزی در خروجی حوضه کاهش و در ایستگاه‌های اهواز و شوشتر هدایت الکتریکی به‌شدت افزایش یافته است.

۴- خلاصه و جمع‌بندی

در مقاله حاضر روند تغییرات کمی و کیفی در حوضه کارون بزرگ از بالادست به سمت پایین‌دست بررسی شد. از میان ایستگاه‌ها ۱۶ ایستگاه برگزیده شد. مطابق آزمون من کندال دبی در سراسر حوضه به‌جز بخش جنوب شرقی در حال کاهش است. بسیاری از پارامترها از جمله TDS، EC، Ca و Mg در ایستگاه‌ها افزایش یافته است. تغییرات آماره z برای پارامترها در ایستگاه‌های اهواز و شوشتر شدیدتر بوده و در سطح معناداری یک درصد قرار دارند. ایستگاه‌های اهواز، گتوند و شوشتر دارای تیپ کلروره و رخساره سدیک می‌باشند و سایر ایستگاه‌ها تیپ بی‌کربناته و کلسیک دارند. کیفیت آب شرب در ایستگاه‌ها از بالا به سمت خروجی حوضه کارون بزرگ کاهش یافته و بدترین کیفیت مربوط به ایستگاه‌های اهواز، گتوند و شوشتر می‌باشد که در محدوده قابل قبول قرار دارند. در بررسی کیفیت آب از نظر کشاورزی نیز تعیین گردید ایستگاه‌های اهواز، گتوند و شوشتر در منطقه C3S1 و سایر ایستگاه‌ها در منطقه C2S1 واقع شده‌اند.

Table 2- Statistical values of z quality parameters of selected stations in Greater Karun Basin

جدول ۲- مقادیر آماره z پارامترهای کیفی ایستگاه‌های منتخب در حوضه کارون بزرگ

Station	K	na	mg	Ca	So4	Cl	Hco3	PH	Ec	TDS	discharge
Tire-Dorud	-0.9	-3.1	1.9	4.0	-0.1	-0.2	3.1	-1.1	2.4	2.5	-3.4
Marbore- Dorud	-1.0	-3.4	1.4	4.3	0.4	1.5	2.9	-1.5	3.8	3.8	-2.2
Daretakht	-3.0	-4.5	0.6	2.7	0.5	-0.2	0.9	-1.0	1.6	1.5	-2.2
Ahwaz	4.5	5.0	5.2	4.3	5.6	4.9	2.6	-0.9	5.0	5.5	-2.5
Gotvand	2.9	3.1	2.9	2.5	3.3	3.6	-0.7	-0.7	3.0	3.8	-1.9
Shushtar	5.3	3.4	3.6	3.0	4.2	3.5	0.6	-0.8	3.5	4.4	-5.0
Dezful	3.0	1.0	2.3	0.9	-0.5	2.6	-0.4	0.1	0.4	1.3	-1.7
TangPanj	2.4	2.7	2.2	1.1	-1.4	4.3	1.0	0.5	2.4	2.4	-1.2
Armand	-3.0	3.1	3.7	3.1	-1.4	4.8	2.9	1.0	5.8	5.6	0.2
TangDehnoo	0.1	-5.1	-2.4	-0.3	-4.4	-0.1	-2.5	2.1	-2.4	-1.6	-1.8
Kata	-1.6	-1.4	0.0	2.6	-0.4	-0.8	2.0	-0.2	-1.7	3.7	-0.1
TangZardAloo	-0.7	-1.1	0.1	1.2	-0.6	2.8	-1.1	0.7	0.3	1.4	-0.9
Shahmokhtar	0.6	3.9	0.1	2.0	-0.5	3.9	2.5	-1.7	2.3	4.3	0.2
Batari	0.6	-0.2	-0.3	2.4	0.1	-0.2	2.0	-2.7	0.4	4.8	0.0
Patave	0.1	-0.2	-0.3	2.4	-0.4	0.0	2.2	-2.9	0.8	3.5	1.4
Dehkade shahid	-2.6	0.0	-1.7	4.1	-1.9	-0.8	4.6	0.3	0.2	3.2	1.3

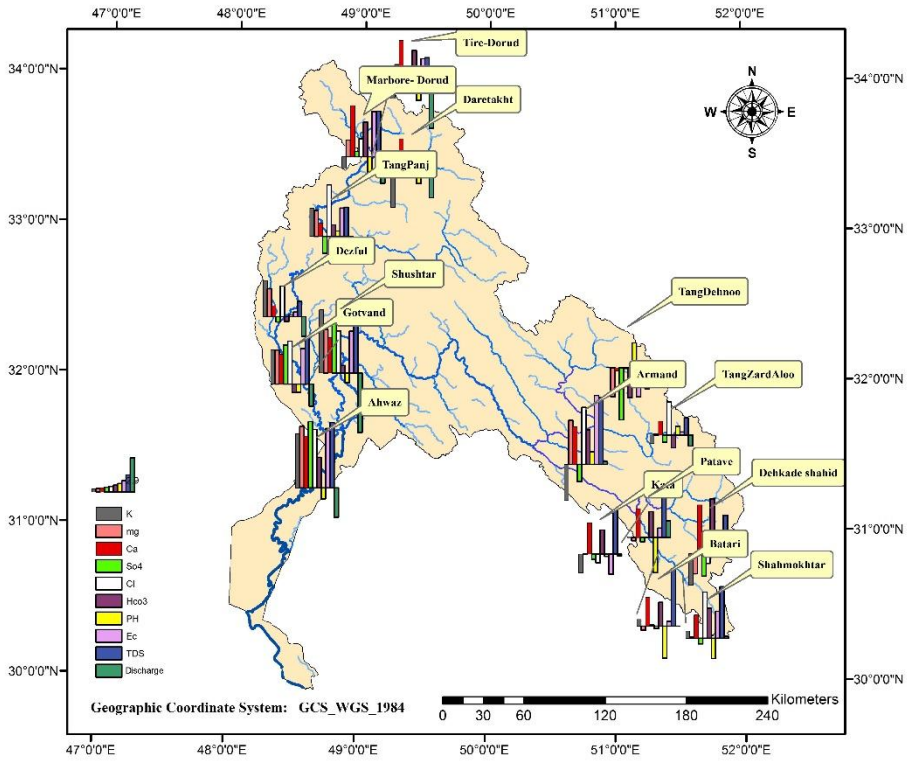

Fig. 2- Statistical values of z quality parameters of selected stations in Greater Karun Basin

شکل ۲- مقادیر آماره z آزمون من کندال پارامترهای کیفی ایستگاه‌های منتخب در حوضه کارون بزرگ

Table 3- Specifications of type and water facies and quality classification for drinking

جدول ۳- مشخصات تیپ و رخساره آب و طبقه‌بندی کیفیت از نظر شرب

Sampling site	Concentration of anions	Concentration of cations	Water type	Water facade	Drinking
TangPanj	HCO3 > Cl > SO4	Ca > Mg > Na+K	Bicarbonate	Calcic	good
Armand	HCO3 > Cl > SO4	Ca > Na+K > Mg	Bicarbonate	Calcic	good
TangDehnoo	HCO3 > Cl > SO4	Ca > Mg > Na+K	Bicarbonate	Calcic	good
Kata	HCO3 > Cl > SO4	Ca > Mg > Na+K	Bicarbonate	Calcic	good
TangZardAloo	HCO3 > Cl > SO4	Ca > Mg > Na+K	Bicarbonate	Calcic	good
Shahmokhtar	HCO3 > Cl > SO4	Ca > Mg > Na+K	Bicarbonate	Calcic	good
Batari	HCO3 > SO4 > Cl	Ca > Mg > Na+K	Bicarbonate	Calcic	good
Patave	HCO3 > Cl > SO4	Ca > Mg > Na+K	Bicarbonate	Calcic	good
Dehkade shahid	HCO3 > Cl > SO4	Ca > Mg > Na+K	Bicarbonate	Calcic	good
Tire-Dorud	HCO3 > Cl > SO4	Ca > Mg > Na+K	Bicarbonate	Calcic	good
Marbore- Dorud	HCO3 > Cl > SO4	Ca > Mg > Na+K	Bicarbonate	Calcic	good
Daretakht	HCO3 > SO4 > Cl	Ca > Mg > Na+K	Bicarbonate	Calcic	good
Dezful	HCO3 > Cl > SO4	Ca > Na+K > Mg	Bicarbonate	Calcic	good
Ahwaz	Cl > SO4 > HCO3	Na+K > Ca > Mg	Chlorine	Sodic	acceptable
Gotvand	Cl > HCO3 > SO4	Na+K > Ca > Mg	Chlorine	Sodic	acceptable
Shushtar	Cl > SO4 > HCO3	Na+K > Ca > Mg	Chlorine	Sodic	acceptable

Table 4- Water quality classification in terms of salinity

جدول ۴- طبقه‌بندی کیفیت آب از نظر شوری

Station	SAR	EC	Water class	Water quality for agriculture
TangPanj	0.81	466.8	C2-S1	Slightly salty - suitable for agriculture
Armand	1.32	572.7	C2-S1	Slightly salty - suitable for agriculture
TangDehnoo	0.76	521.3	C2-S1	Slightly salty - suitable for agriculture
Kata	0.46	420.3	C2-S1	Slightly salty - suitable for agriculture
TangZardAloo	0.42	449.2	C2-S1	Slightly salty - suitable for agriculture
Shahmokhtar	0.22	355.8	C2-S1	Slightly salty - suitable for agriculture
Batari	0.37	461.3	C2-S1	Slightly salty - suitable for agriculture
Patave	0.4	426.2	C2-S1	Slightly salty - suitable for agriculture
Dehkade shahid	0.31	326.0	C2-S1	Slightly salty - suitable for agriculture
Tire-Dorud	0.67	628.9	C2-S1	Slightly salty - suitable for agriculture
Marbore- Dorud	0.3	421.7	C2-S1	Slightly salty - suitable for agriculture
Daretakht	0.26	424.2	C2-S1	Slightly salty - suitable for agriculture
Dezful	1	510.2	C2-S1	Slightly salty - suitable for agriculture
Ahwaz	4.1	1526.1	C3-S1	Salted - Can be used for agriculture
Gotvand	3.24	992.6	C3-S1	Salted - Can be used for agriculture
Shushtar	3.92	1235.5	C3-S1	Salted - Can be used for agriculture

نتایج نشان می‌دهد به‌طورکلی کیفیت آب حوضه کارون بزرگ از بالادست به سمت پایین‌دست با توجه به عبور رودخانه‌های موجود از شهرهای مختلف و نقاط آلودگی متعدد کاهش یافته است.. بیشترین مشکل کیفیت آب در ایستگاه‌های انتهایی حوضه قرار گرفته‌اند و لزوم بررسی درست این مشکل و شناسایی عوامل دخیل در پایین آوردن سطح کیفی آب دیده می‌شود.

پی‌نوشت‌ها

1- World Health Organization
2- Na
3- PH
4- Total Dissolved Solids
5- Ec
6- HCO3
7- Ca
8- Mg
9- K
10- SO4
11- Specific Absorption Rate

۵- مراجع

Asadzadeh F, Kaki M, Shakiba S, Raei B (2016) Impact of drought on groundwater quality and groundwater level in qorveh-chardoli plain. Iran-Water Resources Research 12(3):153-165 (In Persian)

Ebadati N (2016) Trend assessment of changes in water quality plain Eyvanakey**.** Iranian Journal of Ecohydrology 2(4):383-394 (In Persian)

Elshorbagy A, Lindell O (2006) Object-oriented modeling approach to surface water quality management. Environmental Modelling & Software 21(5):689-698

Hashemi SE, Mousavi SF, Taheri SM, Ghareh-Chahi A (2010) Analysis of groundwater quality acceptability for drinking purposes in nine cities in isfahan province using fuzzy inference system. Iran-Water Resources Research 6(3):25-34 (In Persian)

Kendall MG (1975) Rank correlation methods. Griffin & Co, London, ISBN 0-85264-199-0

Khadam IM, Kaluarachchi JJ (2006) Water quality modeling under hydrologic variability and parameter uncertainty using erosion-scaled export coefficients. Journal of Hydrology 330(1):354-367

Mann HB (1945) Nonparametric tests against trend. Journal of the Econometric Society 13(3):245-259

Najafpour N, Torabi Pudeh H, Yonesi HA (2018) Evaluation of GIS and interpolation methods in determination of spatial distribution and classified groundwater quality. Iran-Water Resources Research 14(1):257-262 (In Persian)

Nazarian S, Farid gigolo B (2015) Chemical quality survey and trends of water quality parameters at nodeh station of Gorganroud river, golestan province of iran. Irrigation & Water Engineering 5(19):80-92 (In Persian)

Pal DK, Bhattacharyya T, Ray SK, Chandran P, Srivastava P, Durge SL, et al. (2006) Significance of soil modifiers (ca-zeolites and gypsum) in naturally

degraded vertisols of the peninsular India in redefining the sodic soils. Geoderma 136(1):210-228

Shirzad A, Tabesh M, Bayat H (2018) Proposing a water quality index for rivers in Iran. Iran-Water Resources Research 14(1):102-113 (In Persian)

Solgi E, Sheikhzadeh H (2016) Study of water quality of Aras River using physico-chemical variables. Iran-Water Resources Research 12(3):207-213 (In Persian)

Yousefi H, Mohammadi A, Noorollahi Y, Sadatinejad SJ (2016) Qualitative evaluation of surface water resources of hiv basin**.** Iranian journal of Ecohydrology 3(2):141-149 (In Persian)