Research Paper

Quality assessment of Dez River water in terms of efficiency in pressurized irrigation systems

Saeed Azish[1], Ali Asareh [2]*, Davoud Khodadadi Dehkordi [3]

1. Former MSc Student of Department of Water Engineering and Sciences, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran.
2. Assistant Prof. of Department of Water Engineering and Sciences, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran.
3. Assistant Prof. of Department of Water Engineering and Sciences, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran.

Received: 2020/06/30
Revised: 2021/04/15
Accepted: 2021/06/05

Use your device to scan and read the article online

DOI:
10.30495/wej.2023.17899.2031

Keywords:
Water quality, Pressurized irrigation, Dez River, Wilcox .

Abstract

Introduction: The limitation of the country's water resources and the aggravation of this limitation, which is caused by the continuous increase in the demand, has caused the maximum use of the available water resources and the increase in productivity and, as a result, the increase in production per unit area. The present research was conducted with the aim of evaluating the water quality of Dez River in terms of efficiency in pressurized irrigation systems.

Methods: For quality assessment of Dez River water in terms of efficiency in pressurized irrigation systems, 7 hydrometric stations were selected including Sepid dashte Sezar, Sepid dashte zaz, Tange pange sezar, Tange pange bakhtiari, Dezful, Harmaleh, and Bamdezh. Qualitative data of Dez River water along a decade (2005-2014) were taken from Khuzestan water and power authority.

Findings: The Qualitative analysis using piper diagram showed that water quality in Sepid dashte Sezar, Sepid dashte zaz and Tange pange sezar stations was calcium bicarbonate. Although, in Harmaleh and Bamdezh stations the most of samples were neutral. The results showed that salinity amount was increased from the upstream to the downstream of the river. Whereas, Bamdezh station had low to medium limitation at 95 percent of times for drip irrigation usage. Dez River had no limitation for infiltration due to suitable averages of SAR and EC. Besides, cations and anions coefficient of correlation was variable between 0.67 to 0.78 and -0.249 to 0.6 respectively. Chlorine in the river water from Harmaleh station toward the downstream of the river, had low to medium limitation for sprinkler irrigation usage. The most limitation of bicarbonate was observed at 97.5 percent of times in Sepid dashte Sezar station for using sprinkler irrigation. In addition, sodium amount in Harmaleh and Bamdezh stations compared to Dezful station increased 134 and 233 percent respectively. Langelier Saturation Index (LSI) was negative in the entire stations and calcium carbonate sediment won't be created.

Citation: Azish S, Asareh A, Khodadadi Dehkordi D. Quality assessment of Dez River water in terms of efficiency in pressurized irrigation systems. Water Resources Engineering Journal. 2023; 15 (55): 119-136.

***Corresponding author:** Ali Asareh
Address: Deptment of Water Engineering and Sciences, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran.
Tell: +989166410377
Email: ali_assareh_2003@yahoo.com

Extended Abstract

Introduction

The special weather conditions in Khuzestan province have made it possible for this province to grow most of the agricultural and garden crops. The only problem in this regard is the limitation of the country's water resources and the aggravation of this limitation due to the continuous increase in demand. It is obvious that the currently extracted water and the water that can be extracted will not be the answer to the process of agricultural development and food supply for the growing population of the society. Considering the general application of traditional irrigation methods in Iran and the low efficiency of water use in these methods, in order to achieve the desired goals in the direction of agricultural development and increasing the amount of forced agricultural production, modern irrigation methods (under pressure) should be used. One of the most important limiting factors in the use of irrigation systems under pressure is the quality of the water used. Therefore, the feasibility of pressurized systems before the implementation of these systems at the regional and macro level is very important with regard to water quality; and it prevents the waste of energy, capital and waste of resources. Because the surface and underground water sources in each region do not have the same quality and quantity. This research is based on the implementation, preparation and renovation of lands in the plan of 550 thousand hectares of the plains of Khuzestan and Ilam provinces with the approach of using pressure and low pressure systems in order to evaluate the water quality of Dez River in terms of efficiency in the system. Irrigation was done under pressure.

Materials and Methods

To evaluate the water quality of the Dez River in terms of efficiency in the pressurized irrigation system along the 515 km long river route, 4 stations of Sepid dashte Sezar, Sepid dashte zaz, Tange Panje sezar and Tange Panje Bakhtiari upstream of Dez Dam and 3 stations Dezful, Harmeleh and Bamdezh It was chosen downstream of Dez Dam. The water quality data of Dez river including: EC, TDS, Ca, Mg, Na, CO_3, HCO_3, Cl and SO_4 during a ten-year period (2005-2014), from the data measured by the deputy of basic studies and plans comprehensive water resources of Khuzestan Water and Electricity Organization was obtained. The percentage error of ion balance was calculated. To evaluate the quality of water for irrigation, factors: total salinity, SAR and its effect on permeability, ionic toxicity, ratio of magnesium to calcium and Langiller water saturation index were measured and evaluated. Piper chart was used to interpret the results of chemical analysis of water.

Findings

The results showed that 100% of the measured samples have ionic balance. The average abundance of dissolved anions in the Dez river hydrometric stations was as HCO_3>SO_4>Cl, and the values of the main cations dissolved in water were also obtained as Ca>Na>Mg. The highest and lowest average values of EC were recorded as 1330 and 483.4 µmohs/cm in Bamdej and Sepid dashte zaz stations. The results of this research showed that out of 840 water samples examined in 7 hydrometric stations in 10 statistical years, according to Wilcox classification, 575 samples are in class C2 and 259 samples are in class C3. The results showed that the highest and lowest average values of TDS were recorded as 997.89 and 250.29 mg/l in Bamdej and Sepid Dashte Zaz stations. The Qualitative analysis using piper diagram showed that water quality in Sepid dashte Sezar, Sepid dashte zaz and Tange pange sezar stations was calcium bicarbonate. Although, in Harmaleh and Bamdezh stations the most of samples were neutral. The results showed that salinity amount was increased from the upstream to the downstream of the river. Whereas,

Bamdezh station had low to medium limitation at 95 percent of times for drip irrigation usage. Dez River had no limitation for infiltration due to suitable averages of SAR and EC. Besides, cations and anions coefficient of correlation was variable between 0.67 to 0.78 and -0.249 to 0.6 respectively. Chlorine in the river water from Harmaleh station toward the downstream of the river, had low to medium limitation for sprinkler irrigation usage. The most limitation of bicarbonate was observed at 97.5 percent of times in Sepid dashte Sezar station for using sprinkler irrigation. In addition, sodium amount in Harmaleh and Bamdezh stations compared to Dezful station increased 134 and 233 percent respectively. Langelier Saturation Index (LSI) was negative in the entire stations and calcium carbonate sediment won't be created.

Discussion

The highest and lowest average flow rate with the values of 178.80 and 15.28 m^3/s occurred in Dezful and Sepid Dashte Zaz stations, respectively. Flow rate changes along the route can be caused by the withdrawal of water from the river in different places or the return of water to the river. According to the researchers, the amount of EC and the concentration of ions decreases with the increase in the water level of the rivers. Considering that Sepid Dashte Zaz station has the lowest flow rate (15.28 m^3/s), the presence of the highest amount of EC, TDS, cations and anions was expected; However, in the downstream stations of the river, such as Dezful, Harmeleh and Bamdej stations, although the discharge has increased, the amount of EC, TDS, cations and anions have also increased, and the highest amount of them was observed in Bamdej station. This result confirms that the Dez River between Harmaleh station and Bamdej, which receives the drains of Dimche area and Karun agriculture and industry, Haft Tepe, Kohank Zorabad, Mian-Ab and finally Shuaibieh drain, is the most destructive. It is the most critical period in terms of the entry of salts and soluble solutes into the Dez River and finally the Great Karun.

Conclusion

The results showed that more than 99% of the measured samples are in C2 and C3 class. The water quality of Dez River is very good before reaching Dezful city at Dezful station, which is located upstream of Dezful city, but after entering the city due to the entry of sewage from the north of the city, its quality decreases a little. It was also observed that with the entry of many drains downstream, in the Harmeleh and Bamdej stations, although the discharge has increased, the amount of EC, TDS, cations and anions has also increased, and the highest amount of them. It can be seen at Bamdej station. The water quality in Sepid Dashte sezar, Sepid Dashte Zaz and Tange Panje sezar stations was calcium-bicarbonate ($Ca\text{-}HCO_3$); However, in Harmeleh and Bamdez stations, most of the samples were located in the 9th area of the Piper diagram, which shows that no anion or cation zone exceeds 50%. Also, the entry of these drains in the downstream of the river caused the amount of chlorine to exceed 3 meq/l from Harmaleh station to the downstream, which means that the river water has a low to moderate limit in sprinkler irrigation in terms of chlorine. Also, the investigations showed that the amount of sodium has grown significantly from Dezful station onwards, so that the average concentration of sodium in Harmaleh and Bamdej stations has increased by 134 and 233%, respectively, compared to Dezful station. The presence of sodium concentrations of 5-10 meq/l in 52.5% of the time in Bamdej station causes damage to the leaves of plants such as grapes, peppers, potatoes, tomatoes and sesame. However, the greatest limitation of bicarbonate was observed in the Sepid dasht daz station at the rate of 97.50% of the time in terms of use in sprinkler irrigation. The results of the research showed that in all the studied stations, Langiller's saturation index is negative and calcium carbonate precipitation will not occur.

Ethical Considerations compliance with ethical guidelines

The cooperation of the participants in the present study was voluntary and accompanied by their consent.

Funding

No funding.

Conflicts of interest

The authors declared no conflict of interest.

مقاله پژوهشی

ارزیابی کیفی آب رودخانه دز از نظر کارایی در سیستم‌های آبیاری تحت فشار

سعید آزیش [۱]، علی عصاره [۲*]، داود خدادادی دهکردی [۳]
۱. دانش آموخته کارشناسی ارشد رشته علوم و مهندسی آب، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران
۲. استادیار گروه علوم و مهندسی آب، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران
۳. استادیار گروه علوم و مهندسی آب، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۲/۰۹
تاریخ داوری: ۱۴۰۰/۰۱/۲۶
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۳/۱۵

از دستگاه خود برای اسکن و خواندن مقاله به صورت آنلاین استفاده کنید

DOI: 10.30495/wej.2023.17899.2031

واژه‌های کلیدی:
کیفیت آب، آبیاری تحت فشار، رودخانه دز، ویلکاکس.

چکیده

مقدمه: محدودیت منابع آب کشور و تشدید این محدودیت که ناشی از تداوم افزایش میزان تقاضا است، سبب گردیده تا حداکثر استفاده از منابع آب موجود و افزایش بهره‌وری و درنتیجه افزایش تولید در واحد سطح مطرح گردد. تحقیق حاضر با هدف ارزیابی کیفی آب رودخانه دز از نظر کارایی در سیستم‌های آبیاری تحت فشار انجام گرفت.

روش: برای ارزیابی کیفیت آب رودخانه دز از نظر کارایی در سیستم آبیاری تحت فشار ۷ ایستگاه سپید دشت سزار، سپید دشت زاز، تنگ پنج سزار، تنگ پنج بختیاری، دزفول، حرمله و بامدژ انتخاب شد. داده‌های کیفی آب رودخانه دز، طی یک دوره ده ساله، از سازمان آب و برق خوزستان در سال‌های ۹۳-۱۳۸۴ اخذ شد.

یافته‌ها: ارزیابی کیفی آب با استفاده از نمودار پایپر نشان داد کیفیت آب در ایستگاه سپید دشت سزار، سپید دشت زاز و تنگ پنج سزار از نوع بی‌کربناته- کلسیمی می‌باشد. اما در ایستگاه‌های حرمله و بامدژ، غالب نمونه‌ها در منطقه خنثی قرار می‌گیرند. نتایج نشان داد میزان شوری از بالادست رودخانه به سمت پایین‌دست افزایش می‌یابد؛ بطوری‌که در ایستگاه بامدژ در ۹۵ درصد مواقع دارای محدودیت کم تا متوسط از نظر استفاده در آبیاری قطره‌ای است. با توجه به میانگین SAR و میانگین EC رودخانه دز فاقد محدودیت از نظر ایجاد مسئله نفوذ می‌باشد. نتایج نشان داد که ضریب همبستگی (r) کاتیون‌ها، بین ۰/۶۷ تا ۰/۷۸ و آنیون‌ها از ۰/۲۴۹- تا ۰/۶ متغیر بود. از ایستگاه حرمله به سمت پایین دست، از نظر کلر، آب رودخانه دارای محدودیت کم تا متوسط در آبیاری بارانی می‌باشد. بیشترین محدودیت بی‌کربنات در ایستگاه سپید دشت زاز در ۹۷/۵۰ درصد مواقع از نظر استفاده در آبیاری بارانی مشاهده شد. بررسی‌ها نشان داد میزان سدیم در ایستگاه‌های حرمله و بامدژ نسبت به ایستگاه دزفول به ترتیب ۱۳۴ و ۲۳۳ درصد رشد داشته است. همچنین در تمام ایستگاه‌ها شاخص اشباع لانژیلر منفی است و رسوب کربنات کلسیم ایجاد نخواهد شد.

نتیجه‌گیری: با ورود زهکش‌های بسیار در پایین دست، به رودخانه دز مشاهده شد، در ایستگاه‌های حرمله و بامدژ با اینکه دبی افزایش یافته است، میزان EC، TDS، کاتیون‌ها و آنیون‌ها نیز افزایش یافته است. ورود این زهکش‌ها در پایین دست رودخانه باعث شد از ایستگاه حرمله به سمت پایین‌دست، میزان کلر بیش از ۳ میلی-اکی‌والان بر لیتر شود که آب رودخانه دارای محدودیت کم تا متوسط در آبیاری بارانی از نظر کلر باشد. همچنین میزان سدیم از ایستگاه دزفول به بعد رشد چشمگیری دارد؛ به طوری که میانگین غلظت سدیم در ایستگاه‌های حرمله و بامدژ نسبت به ایستگاه دزفول به ترتیب ۱۳۴ و ۲۳۳ درصد رشد داشته است. بیشترین محدودیت بی‌کربنات از نظر استفاده در آبیاری بارانی، در ایستگاه سپید دشت زاز به میزان ۹۷/۵۰ درصد مواقع مشاهده شد. نتایج تحقیق نشان داد در تمام ایستگاه‌های مورد مطالعه شاخص اشباع لانژیلر منفی است و رسوب کربنات کلسیم ایجاد نخواهد شد. نشان داد بیش از ۹۹ درصد نمونه‌های اندازه‌گیری شده در کلاس C2 و C3 قرار دارند.

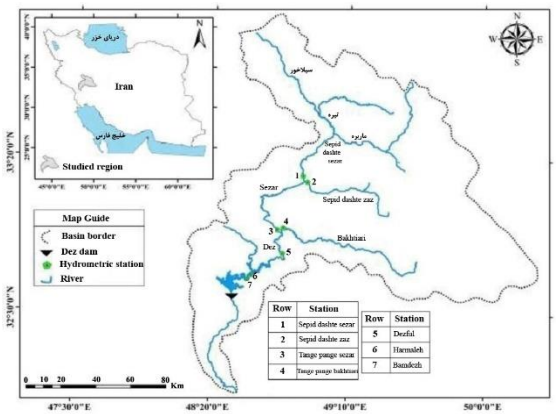
* **نویسنده مسئول:** علی عصاره
نشانی: گروه علوم و مهندسی آب، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.
تلفن: ۰۹۱۶۶۴۱۰۳۷۷
پست الکترونیکی: ali_assareh_2003@yahoo.com

مقدمه

امروزه به علت محدود بودن منابع آب شیرین، حفظ و نگهداری این منابع امری اجتناب ناپذیر است. از طرف دیگر افزایش جمعیت، نیاز به آب و محصولات کشاورزی را تشدید می‌نماید(۵). در نتیجه به منظور رفع این نیاز، افزایش تولید مواد غذایی و فعالیت‌های کشاورزی نیز به همان اندازه اهمیت یافته است. استان زرخیز خوزستان با دارا بودن استعدادهای سرشار و بالقوه در زمینه‌های مختلف توسعه از جمله در زمینه توسعه بخش کشاورزی یکی از استان‌های خاص کشور بوده و با داشتن ۵ رودخانه دائمی کارون، دز، کرخه، جراحی و زهره با دراختیار داشتن حدود یک سوم منابع آبی کشور می‌تواند در زمینه کشاورزی، سرآمد قطب کشاورزی کشور نیز باشد. شرایط خاص آب و هوایی در این استان و امکان کشت در بعضی نقاط استان گاهی به دفعات ۴ بار در سال، باعث شده است که این استان بتواند اکثر محصولات زراعی و باغی را در خود پرورش دهد. تنها مشکل موجود در این خصوص محدودیت منابع آب کشور و تشدید این محدودیت که ناشی از تداوم افزایش میزان تقاضا (در بخش‌های مختلف کشاورزی، شرب و زیست-محیطی که خود متأثر از روند روبه رشد جمعیت می‌باشد) است، سبب گردیده تا حداکثر استفاده از منابع آب موجود و افزایش بهره‌وری و درنتیجه افزایش تولید در واحد سطح مطرح گردد(۲۹). در این ارتباط بدیهی است که آب‌های استحصال شده فعلی و آب قابل استحصال، پاسخگوی روند توسعه کشاورزی و تأمین مواد غذایی جمعیت رو به رشد جامعه نخواهد بود (۳۴). بنابراین آنچه در این زمینه اهمیت می‌یابد، مدیریت مصرف بهینه آب، همراه با مدیریت تقاضا در بخش‌های مختلف صنعت، کشاورزی، شرب و محیط زیست می‌باشد؛ تا توسعه پایدار در کلیه بخش‌های اقتصادی به ویژه بخش کشاورزی را امکان‌پذیر سازد (۶). با توجه به عمومیت کاربرد روش‌های آبیاری سنتی در ایران و پایین بودن راندمان کاربرد آب در این روش‌ها، برای رسیدن به اهداف مورد نظر در جهت توسعه کشاورزی و بالا بردن میزان تولیدات کشاورزی بالاجبار بایستی از روش‌های نوین آبیاری (تحت فشار) استفاده نمود(۴). تاکنون نزدیک به یک میلیون هکتار از اراضی تحت کشت کشور ایران، به انواع سیستم‌های آبیاری تحت فشار مجهز گردیده است. این در حالی است که بررسی‌های بعمل آمده حاکی از آن است که بیش از ۵۰ درصد اراضی آبی کشور، پتانسیل تجهیز شدن به سیستم‌های آبیاری تحت فشار را دارند(۱۱). اما یکی از مهمترین عوامل محدودکننده در استفاده از سامانه‌های آبیاری تحت فشار کیفیت آب مورد استفاده است. از این رو امکان سنجی سیستم‌های تحت فشار قبل از اجرای این سامانه‌ها در سطح منطقه‌ای و کلان، با توجه به کیفیت آب اهمیت بسیاری دارد؛ و از اتلاف انرژی، سرمایه و هدررفت منابع جلوگیری می‌کند. چرا که منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی موجود در هر منطقه از کیفیت و کمیت واحدی برخوردار نیستند. مقدار و نوع ماده معدنی حل شده در آب می‌تواند با زمان و مکان متفاوت باشد. از طرفی استفاده از آب فقط به منظور تأمین نیاز آبی گیاه نیست و بلکه کیفیت آب آبیاری بر خصوصیات فیزیکی خاک و کمیت محصول نیز می‌تواند اثر داشته باشد. مطالعات متعددی در ارتباط با تاثیر کیفیت آب آبیاری بر موفقیت یا شکست استفاده از سیستم‌های آبیاری تحت فشار صورت گرفته است(۱۶ و ۲۸). این تحقیق با توجه به اجرا، تجهیز و نوسازی اراضی در طرح ۵۵۰ هزار هکتاری از دشت‌های استان‌های خوزستان و ایلام با رویکرد استفاده از سیستم‌های تحت فشار و کم فشار به منظور ارزیابی کیفی آب رودخانه دز از نظر کارایی در سیستم‌های آبیاری تحت فشار انجام شد.

مواد و روش‌ها

رودخانه دز در حوضه آبریز دز با مساحت ۲۱۷۲۰ کیلومتر مربع از ارتفاعات جنوب غربی اراک، بروجرد، الیگودرز و کوه‌های بختیاری سرچشمه گرفته و سهم عمده‌ای در تشکیل یکی از پر آب‌ترین رودخانه‌های ایران یعنی کارون دارد. حوضه آبریز رودخانه دز از لحاظ موقعیت جغرافیایی بین ۴۸ درجه و ۱۰ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۲۱ دقیقه طول شرقی و ۳۱ درجه و ۳۴ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۷ دقیقه عرض شمالی محدود شده است. برای ارزیابی کیفیت آب رودخانه دز از نظر کارایی در سیستم آبیاری تحت فشار در مسیر رودخانه بطول ۵۱۵ کیلومتر ۴ ایستگاه سپید دشت سزار، سپید دشت زاز، تنگ پنج سزار و تنگ پنج بختیاری در بالا دست سد دز و ۳ ایستگاه دزفول، حرمله و بامدژ در پایین دست سد دز انتخاب شد. شکل (۱) موقعیت رودخانه دز در استان خوزستان و جدول (۱) مشخصات ایستگاه‌های مذکور را نشان می‌دهد.



شکل ۱- موقعیت رودخانه دز در استان خوزستان

با توجه به اهداف پژوهش، داده‌های کیفی آب رودخانه دز شامل:EC، TDS، Ca، Mg، Na، CO3، HCO3، Cl و SO4 طی یک دوره ده ساله، از داده‌های اندازه‌گیری شده توسط معاونت مطالعات پایه و طرح‌های جامع منابع آب سازمان آب و برق خوزستان در طی سال‌های ۹۳-۱۳۸۴ اخذ شد. نمونه‌برداری در دوره‌ی مورد مطالعه از هر ایستگاه ماهیانه در ۴ تکرار از وسط عرض رودخانه و از عمق ۳۰ سامتی‌متری به حجم یک لیتر انجام شده است. در حین نمونه‌گیری دمای آب بلافاصله به وسیله‌ی دماسنج اندازه‌گیری و ثبت گردیده است. در اولین گام درصد خطای موازنه یونی طبق رابطه (۱) محاسبه شد. موازنه یونی نشان دهنده درستی آزمایش شیمیایی است(۱۹).

$$\text{درصد خطای موازنه یونی} = \frac{\sum cations - \sum Anions}{\sum cations + \sum Anions} \times 100 \quad (1)$$

جدول ۱- مشخصات ایستگاه‌های مورد مطالعه

نام ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع از سطح آب‌های آزاد(متر)
سپید دشت سزار	۵۳°۴۸′	۱۳°۳۳′	۹۷۵
سپید دشت زاز	۵۳°۴۸′	۱۳°۳۳′	۹۷۵
تنگ پنج سزار	۴۵°۴۸′	۵۶°۳۲′	۵۷۱
تنگ پنج بختیاری	۴۶°۴۸′	۵۶°۳۲′	۵۵۵
دزفول	۲۴°۴۸′۰۶′′	۲۳°۳۲′۵۴′′	۱۲۲
حرمله	۳۳°۴۸′۳۰′′	۵۷°۳۱′۱۹′′	۶۸
بامدژ	۴۱°۴۸′۱۲′′	۴۰°۳۱′۴۹′′	۱۳

در ارزیابی کیفیت آب برای آبیاری عوامل زیر مورد سنجش و ارزیابی قرار گرفت. ۱-شوری کل، ۲- SARو تأثیر آن بر نفوذپذیری، ۳-سمیت یونی، ۴- نسبت منیزیم به کلسیم، ۵- شاخص اشباع آب لانژیلر.

شوری آب

از آنجایی که هدایت الکتریکی (EC) نمادی از مجموع املاح محلول در داخل آب می‌باشد، پارامتر مناسبی در بررسی تناسب برای آبیاری قطره‌ای تلقی می‌گردد (جدول ۲). علاوه بر این، غلظت کل نمک‌های موجود در آب آبیاری، مهمترین معیار برای ارزیابی کیفیت آب است. زیرا اغلب گیاهان به غلظت کل یون‌ها در محیط ریشه پاسخ می‌دهند (اثراسمزی) تا اثر ویژه یون. این در حالی است که بر اساس رهنمودهای ارزیابی کیفیت آب ارائه شده بوسیله فائو (۳)، آب با شوری حداکثر ۰/۷ دسی زیمنس بر متر می‌تواند بدون ایجاد محدودیت جهت مصارف کشاورزی مورد استفاده قرارگیرد. درحالیکه آب آبیاری دارای شوری ۳ دسی‌زیمنس بر متر و بالاتر، دارای محدودیت شدید جهت استفاده در آبیاری می‌باشد.

جدول ۲- درجه محدودیت استفاده از آب آبیاری برای روش آبیاری قطره ای (۱۸)

پارامتر مورد نظر	بدون محدودیت	دارای محدودیت کم تا متوسط	دارای محدودیت جدی
هدایت الکتریکی (dS/m)	کم تر از ۰/۸	۰/۳-۸	بیش تر از ۳
مجموع املاح محلول mg/l	کم تر از ۵۰۰	۵۰۰-۲۰۰۰	بیش تر از ۲۰۰۰
pH	کم تر از ۷	۷-۸	بیش تر از ۸

SAR و تاثیر آن بر نفوذپذیری

وجود سدیم زیاد در آب علاوه بر اینکه سبب اختلال در روابط آب و خاک شده، به دلیل پراکنده کردن ذرات خاک و پرکردن روزنه‌های سطحی خاک، مسائل شدید نفوذ آب در خاک را نیز به دنبال دارد (۲۳). نسبت جذب سدیم از رابطه (۲) محاسبه می‌شود(۳۲). تمام مقادیر بر حسب میلی‌اکی والان بر لیتر است.

$$SAR = \frac{Na}{\sqrt{\frac{(Ca+Mg)}{2}}} \quad (۲)$$

در خاک‌های متاثر از نمک، کاهش شوری، افزایش درجه سدیمی بودن و یا هر دو عامل فوق، کاهش پایداری خاک را به همراه دارد، براساس راهنمای فائو (جدول ۳) با افزایش SAR، برای اینکه بتوان از آب بدون ایجاد محدودیت نفوذ آب به خاک استفاده نمود، میزان نمک لازم (EC) بیشتر می‌شود. در طبقه‌بندی ویلکوکس دو عامل هدایت الکتریکی(EC) و نسبت جذب سدیم (SAR) برای تعیین کیفیت مصارف کشاورزی در نظر گرفته شده و هریک از دو عامل فوق به ۴ محدوده تقسیم می‌شود که در مجموع شانزده گروه کیفیت آب را ایجاد می‌کند که در آن S نماینده SAR و C نماینده هدایت الکتریکی است(جداول۴ و ۵).

جدول ۳- رهنمودهای فائو برای محدودیت آب از لحاظ نفوذ آب (۳)

نفوذ(موثر بر سرعت نفوذ آب در خاک برای ارزیابی از EC_{iw} و SAR استفاده می‌شود)		واحد	درجه محدودیت		
			هیچ	جزیی تا متوسط	شدید
SAR	۰-۳	$(dS/m)EC_{iw}$	۰/۷<=	۰/۲-۰/۷	۰/۲>
	۳-۶		۱/۲<=	۰/۳-۱/۲	۰/۳>
	۶-۱۲		۱/۹<=	۰/۵-۱/۹	۰/۵>
	۱۲-۲۰		۲/۹<=	۱/۳-۲/۹	۱/۳>
	۲۰-۴۰		۵<=	۲/۹-۵	۲/۹>

جدول ٤- طبقه بندی آب برای کشاورزی براساس SAR یا خطر قلیایی شدن(۲)

میزان خطر	طبقه	SAR
خطر قلیایی شدن کم	S_1	SAR<۱۰
خطر قلیایی شدن متوسط	S_2	SAR=۱۰-۱۸
خطر قلیایی شدن زیاد	S_3	SAR=۱۸-۲۶
خطر قلیایی شدن خیلی زیاد	S_4	SAR>۲۶

جدول ٥- طبقه‌بندی آب کشاورزی براساس EC(۲)

کیفیت از نظر خطر برای خاک	طبقه	EC(µmhos/cm)
کم	C_1	۱۰۰-۲۵۰
متوسط	C_2	۲۵۰-۷۵۰
زیاد	C_3	۷۵۰-۲۲۵۰
خیلی زیاد	C_4	>۲۲۵۰

سمیت یونی

بر اساس رهنمودهای ارائه شده بوسیله فائو، غلظت بیشتر از ۴ میلی‌اکی والان در لیتر کلر، سبب کاهش محصول گیاهان حساسی نظیر درختان و گیاهان چوبی می‌شود. اگر چه در رهنمودهای فائو درجه محدودیت سولفات مطرح نمی‌باشد، اما در آب‌های باکیفیت مطلوب، دامنه سولفات از ۵ تا ۲۰ میلی اکی والان در لیتر متغیر است (۳). وجود سولفات در آب باعث از بین بردن سازه‌های آبی می‌گردد. در این صورت سازه‌های آبی بایستی با مصالح ضد سولفات ساخته شوند (۲۲). براساس جدول راهنمای فائو(۳) مقادیر ۱/۵ تا ۸/۵ میلی‌اکی والان در لیتر بی‌کربنات، ایجاد محدودیت متوسط و مقادیر بیش از ۸/۵ میلی‌اکی والان در لیتر، محدودیت شدید در استفاده از آب را به دنبال دارند. از مهمترین کاتیون-ها می‌توان به کلسیم، منیزیم و سدیم اشاره نمود. افزایش یا کاهش هر کدام از این عناصر به نوبه خود بر روی کیفیت آب تاثیرگذار هستند؛ به‌طوری که وجود کلسیم در آب باعث افزایش نفوذ آب به داخل خاک می‌شود. از نظر آبیاری هر چه مقدار کلسیم محلول آب بیشتر باشد؛ آن آب مطلوب‌تر خواهد بود. اما افزایش همین عنصر در آب باعث سختی آن می‌شود؛ که استفاده از آن را برای آب شرب و صنعت محدود می-سازد. منیزیم نیز به مقدار قابل توجهی در آب وجود داشته و رفتار آن در آب و خاک مشابه کلسیم است. در اغلب آب‌های شور و در دامنه شوری کم تا متوسط غلظت کلسیم و منیزیم نسبت به سایر کاتیون‌ها بیشتر است؛ اما با افزایش شوری غلظت هر یک از کاتیون‌ها نیز افزایش می‌یابد(۱۳). کلسیم به دلیل حلالیت کمتر نمک‌های آن، در محلول-های شور تشکیل رسوب می‌دهد، بنابراین روند افزایشی آن از شیب کمتری نسبت به یون‌های سدیم و منیزیم برخوردار بوده و درصد کمتری از کل کاتیون‌ها را به خود اختصاص می‌دهد. همچنین بالا بودن غلظت آهن، منگنز، کلسیم، منیزیم و سدیم درگرفتگی قطره-چکانها نقش دارد. از آنجایی که در روش آبیاری بارانی، آب روی سطح برگ‌ها پاشیده می‌شود، مقدار بی‌کربنات، سدیم و کلر آب آبیاری از اهمیت زیادی برخوردار است. استاندارد ارائه شده توسط فائو (۱۰) و روش‌نامه مطالعات توجیه فنی، اقتصادی- اجتماعی و زیست‌محیطی سامانه‌های آبیاری تحت فشار وزارت نیرو (۱۸) درجه محدودیت کیفی آب آبیاری، برای روش آبیاری بارانی در جدول (۶) ارائه شده است. همچنین از نظر صدمات ناشی از املاح آب آبیاری بر روی برگ‌ها در آبیاری بارانی، با توجه به نوع محصول زراعی، فائو (۱۰) جدولی را به نقل از آیرز و وسکات(۱۹۸۵)، ارائه داده است (جدول ۷).

جدول ٦- درجه محدودیت کیفی آب آبیاری برای روش آبیاری بارانی (۱۸)

یون(میلی اکی والانت بر لیتر)	بدون محدودیت	دارای محدودیت کم تا متوسط	دارای محدودیت جدی
سدیم	کم تر از ۳	بیش از ۳	
کلر	کم تر از ۳	بیش از ۳	
بی کربنات	کم تر ۱/۵	۱/۸-۵/۵	بیشتر ۸/۵

جدول ۷- غلظت سدیم و کلر که باعث آسیب دیدن برگ‌ها می‌شود (میلی اکی والان بر لیتر)

<۵	۵-۱۰	۱۰-۲۰	>۳۰
بادام	انگور	یونجه	گل کلم
زردآلو	فلفل	جو	پنبه
مرکبات	سیب زمینی	ذرت	چغندر قند
آلو	گوجه فرنگی	خیار	آفتابگردان
گلرنگ	کنجد	سورگوم	گندم

نسبت منیزیم به کلسیم

هر چند کلسیم و منیزیم از کاتیون‌های اصلی تشکیل دهنده محلول-های شور می‌باشند، با این وجود این عناصر در گروه عناصر غذایی پر مصرف برای گیاه نیز طبقه‌بندی می‌شوند، بنابراین بالا بودن غلظت این عناصر در صورتی که نسبت این دو عنصر در محلول خاک در حد متعادلی حفظ گردد، محدودیتی در مصارف آبیاری ایجاد نمی‌کند. با این حال باید توجه داشت که میزان جذب هر یک از این عناصر در حضور غلظت بالای عنصر دیگر، به دلیل اثر رقابتی موجود بین این دو عنصر، به شدت کاهش می‌یابد (۲۷). در منابع آبی که نسبت Mg/ (Ca+ Mg) به بیش از ۵۰ درصد برسد(Mg/Ca>1) صدمات ناشی از منیزیم معنی‌دار خواهد بود (۳). در چنین شرایطی احتمال پراکنش ذرات خاک افزایش می‌یابد. زیرا منیزیم از لحاظ قدرت جذب بر روی مواضع تبادلی ذرات خاک حد فاصل بین کلسیم و سدیم است. این عنصر در مقایسه با کلسیم از شدت جذب کمتری برخوردار بوده اما در مقایسه با سدیم با شدت بیشتری جذب ذرات خاک می‌شود. از این رو در خاک منیزیمی، سدیم با سهولت بیشتری جایگزین منیزیم شده و ممکن است پتانسیل اثر سدیم قدری بیشتر شود (۳۳).

شاخص اشباع آب لانژیلر

در روش آبیاری قطره‌ای، مقدار هدایت الکتریکی، pH آب و آن دسته از کاتیون‌ها و آنیون‌های آب آبیاری که در گرفتگی قطره-چکان‌ها

اهمیت دارند، مورد بررسی قرار می‌گیرند. همچنین pH در کنش‌های شیمیایی که در آب صورت می‌گیرد، نقش اساسی دارد. بنابراین تعیین pH یکی از عوامل تعیین کننده در میزان رسوب‌گذاری در قطره‌چکان-ها است(جدول۸). برای تعیین پتانسیل این رسوبات در گرفتگی قطره-چکان‌ها از شاخص اشباع لانژیلر استفاده می‌شود (جدول۶). این نمایه نشان دهنده میزان رسوب کربنات در ارتباط با درجه اشباع محلول خاک از CaCO3 است. مقادیر مثبت شاخص نشان می‌دهد که آهک استعداد رسوب کردن از محلول را دارد و در غیر این صورت نبود رسوب را شاهد خواهیم بود. شاخص اشباع لانژیلر(LSI) طبق جدول۲۵ ، نشریه ۲۹ فائو محاسبه و مورد بررسی قرار می‌گیرد (۱۰).

$$LSI=8.4 - pHc \quad (۳)$$

$$pHc= (pK2 - pKc) +p(Ca+mg) + p(Alk) \quad (۴)$$

که در آن: pK2 –pKc مجموع غلظت‌های کلسیم، منیزیم و سدیم بر حسب میلی‌اکی والان بر لیتر، pCa مجموع غلظت کلسیم و منیزیم بر حسب میلی‌اکی‌والان بر لیتر و p(Alk) مجموع غلظت‌های بی-کربنات(HCO3) وکربنات(CO3) برحسب میلی‌اکی والان بر لیتر است. همچنین در این تحقیق تفسیر نتایج تجزیه شیمیایی آب با استفاده از نمودار پایپرکه کاربرد زیادی دارند، انجام شد. این نمودارها علاوه بر اینکه ترکیب یک آب معین را نشان می‌دهند، مقایسه نمونه‌ها را نیز امکان پذیر می‌نمایند (۱۴و ۱۷). باتوجه به ترکیب شیمیایی آب‌ها بر اساس نمودار پایپر می‌توان آنها را به ۹ تیپ مختلف تقسیم‌بندی نمود. براساس اولویت غلظت آنیونی، آبها به سه تیپ کربناته، سولفاته و کلروره و بر اساس غالبیت کاتیونی به سه تیپ کلسیک، منیزیک وسدیک(سدیم+ پتاسیم) تقسیم می‌شوند.

نتایج

جدول (۹) میانگین ۱۰ ساله دبی، EC، TDS، pH، آنیون‌ها و کاتیون-های مهم در ۷ ایستگاه آب سنجی مورد مطالعه را نشان می‌دهد. با محاصبه درصد خطای موازنه یونی (رابطه۱) مشخص شد که اختلاف میان کاتیون‌ها و آنیون‌ها بر حسب میلی‌اکی والان بر لیتر در بیش از ۷۱ درصد نمونه‌ها، کمتر از مقدار استاندارد تعیین شده، (۵درصد) است. موازنه یونی نشان دهنده درستی آزمایش شیمیایی است و چون گاهی درصد خطای ۱۰-۵ درصد را نیز قبول می‌دانند (۱۹)، بنابراین ۱۰۰ درصد نمونه‌های اندازه‌گیری شده دارای موازنه یونی هستند. فراوانی میانگین آنیون‌های محلول در ایستگاه‌های هیدرومتری رودخانه دز به صورت HCO3>SO4>Cl بود و مقادیر کاتیون‌های اصلی محلول در آب نیز به‌صورت Ca>Na>Mg بدست آمد. بیشترین و کمترین مقدار میانگین EC به میزان ۱۳۳۰ و ۴۸۳/۴ میکروموس بر سانتی‌متر در ایستگاه‌های بامدژ و سپید دشت زاز ثبت شد. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد از ۸۴۰ نمونه آب مورد بررسی در ۷ ایستگاه هیدرومتری در۱۰ سال آماری، براساس طبقه بندی ویلکاکس (جدول۵)، ۵۷۵ نمونه در کلاس C2 و ۲۵۹ نمونه در کلاس C3 قرار دارد که به ترتیب ۶۸/۴۵ و ۳۰/۸۳ درصد نمونه‌ها را به خود اختصاص دادند. به عبارتی بیش از ۹۹ درصد نمونه‌ها در کلاس C2 و C3 قرار دارند. نتایج نشان داد بیشترین وکمترین مقدار میانگین TDS به میزان ۹۹۷/۸۹ و ۲۵۰/۲۹ میلی‌گرم بر لیتر در ایستگاه‌های بامدژ و سپید دشت زاز ثبت شده است. نتایج اندازه‌گیری در جدول(۹) نشان می‌دهد بیشترین و کمترین مقدار کاتیون‌های کلسیم، منیزیم و سدیم، و آنیون-های کربنات، کلر و سولفات به ترتیب در ایستگاه‌های بامدژ و سپید دشت زاز مشاهده شده است.

نتایج اندازه‌گیری نشان می‌دهد که کمترین و بیشترین مقدار pH به ترتیب در ایستگاه‌های بامدژ و سپید دشت سزار ثبت شده است؛ هر چند این تفاوت به ظاهر معنی‌دار نمی‌باشد. در جدول (۹) نسبت جذب سدیم (SAR) در هر ایستگاه بر اساس میانگین نمونه‌های اندازه‌گیری شده ارائه شده است. بر اساس طبقه بندی ویلکاکس (جدول۴) کلیه نمونه‌ها در کلاس S1 قرار دارند.

جدول ۹- میانگین داده‌های ده ساله رودخانه دز

نام ایستگاه	میانگین آبدهی (M^3/S)	میانگین EC (µmhos/cm)	میانگین TDS (mg/lit)	میانگین pH	میلی‌اکی والان بر لیتر						درصد خطای موازنه یونی	SAR
					Ca	Mg	Na	HCO3	CL	SO4		
سپیددشت سزار	۲۶/۲۴	۵۱۱/۷۰	۳۱۴/۲۶	۷/۸۹	۲/۸۶	۱/۴۶	۱/۱۹	۳/۴۶	۱/۳۸	۰/۵۴	۱/۹۳	۰/۷۹
سپیددشت زاز	۱۵/۲۸	۴۸۳/۴۰	۲۵۰/۲۹	۷/۷۷	۲/۷۲	۱/۱۲	۰/۶۶	۲/۹۶	۱/۲۳	۰/۵۴	۲/۴۹	۰/۷۴
تنگ پنج سزار	۵۷/۱۲	۴۹۱/۶۰	۳۱۳/۹۶	۷/۷۶	۲/۷۳	۱/۵۲	۱/۲۲	۳/۲۹	۱/۲۱	۰/۷۳	۲/۲۴	۰/۷۹
تنگ پنج بختیاری	۷۸/۷۲	۶۱۸/۹۰	۴۱۵/۶۲	۷/۷۴	۳	۱/۵۲	۲/۴۲	۳	۱/۸۰	۱/۲۱	۷/۱۸	۰/۹۶
دزفول	۱۷۸/۸۰	۴۸۹/۹۰	۳۴۵/۱۸	۷/۷۷	۲/۹۳	۱/۴۱	۱/۷۰	۲/۷۵	۱/۳۳	۱/۳۶	۵/۲۲	۰/۶۸
حرمله	۱۳۱/۹۰	۱۲۴۸	۷۶۹/۵۶	۷/۷۶	۵/۰۳	۳/۲۲	۳/۹۸	۳/۵۰	۳/۷۳	۴/۸۸	۰/۴۹	۱/۹۲
بامدژ	۱۲۲/۸۰	۱۳۳۰	۹۹۷/۸۹	۷/۷۰	۵/۶۵	۳/۹۲	۵/۶۶	۳/۶۴	۳/۸۲	۶/۳۴	۴/۹۲	۲/۵۱
میانگین	۸۳/۵۲	۸۴۴/۶۵	۴۸۶/۶۸	۷/۷۷	۳/۵۶	۲/۰۲	۲/۴۰	۳/۲۲	۲/۰۷	۲/۲۳	۳/۴۹	۱/۲

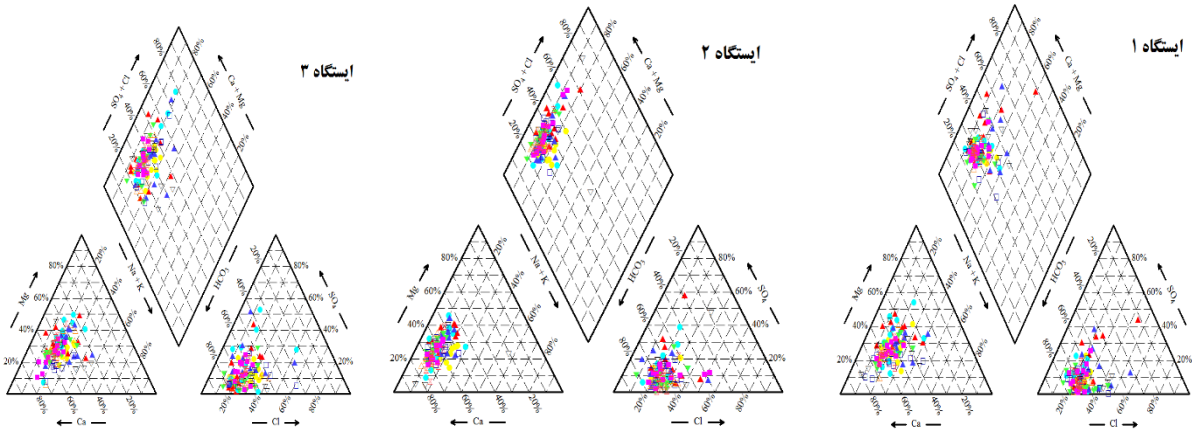
تعیین ضرایب همبستگی میان پارامترهای شیمیایی مختلف در ایستگاه‌های مختلف

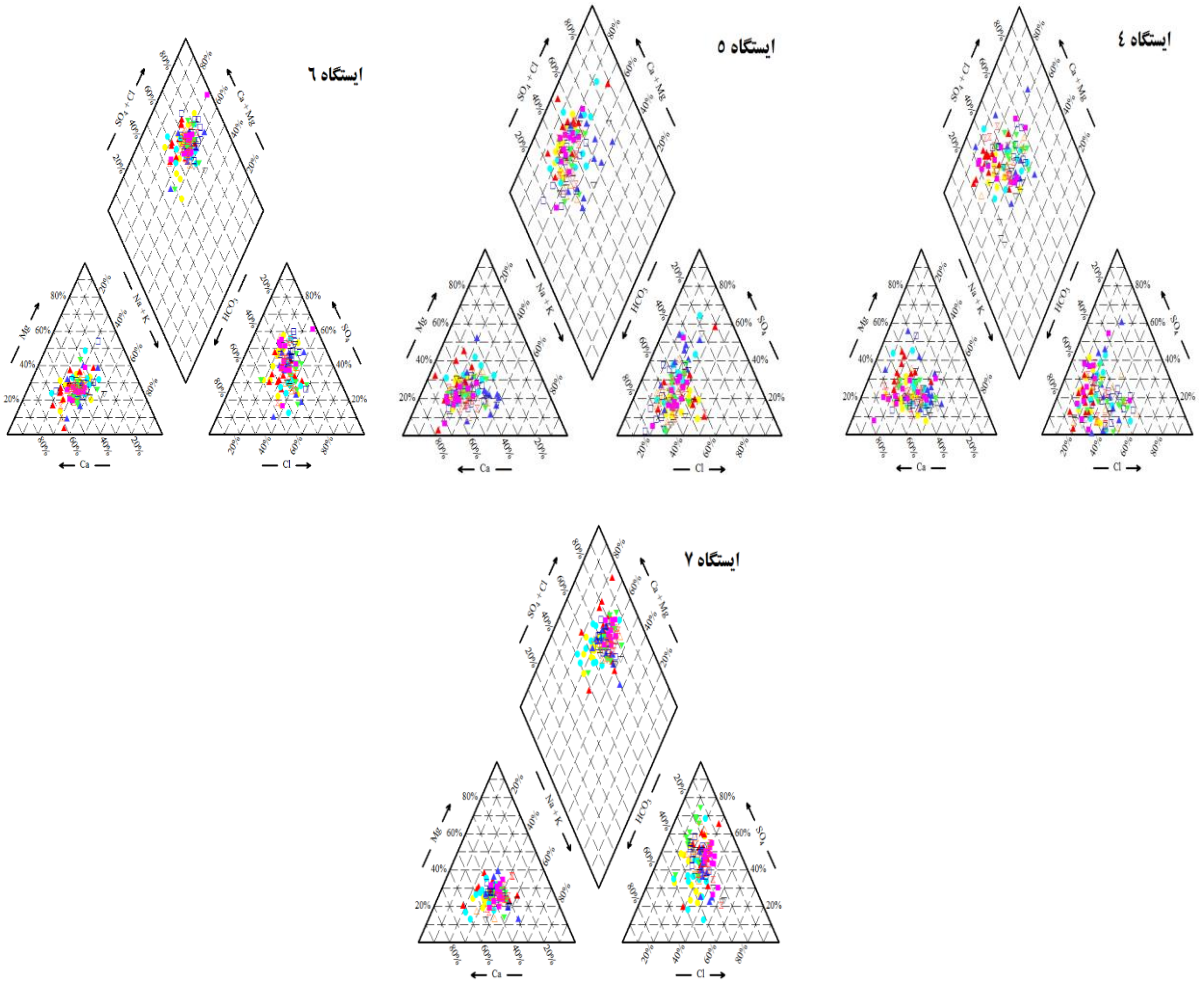
ضرایب همبستگی میان پارامترهای شیمیایی مختلف اندازه‌گیری شده در ایستگاه‌های منتخب، با استفاده از نرم افزار SPSS در جدول (۱۰) ارائه شده است. نتایج نشان داد که تفاوت ضریب همبستگی (r) کاتیون‌ها، بین ۰/۶۷ تا ۰/۷۸ و بیشترین ارتباط بین Mg و Na است، این موضوع در آنیون‌ها از ۰/۲۴۹- تا ۰/۶ متغیر می‌باشد و بیشترین ارتباط میان عناصر Cl و SO4 برقرار بود. در میان عناصر گوناگون بیشترین ضریب همبستگی میان Na و SO4 به میزان ۰/۸۵ مشاهده می‌شود که نشان می‌دهد عامل افزایش مقدار آن‌ها مشابه بوده و منشا یکسانی دارند.

جدول ۱۰- ضریب همبستگی میان پارامترهای شیمیایی مختلف در ایستگاه های منتخب

	دبی	EC	TDS	SAR	Cl	pH	HCO3	Ca	Mg	Na	SO4
دبی	۱										
EC	۰,۰۵۳	۱									
TDS	۰,۰۰۳	۰,۸۴**	۱								
SAR	۰,۰۳۷	۰,۷۶**	۰,۷۸**	۱							
Cl	۰,۰۵۷	۰,۶۴**	۰,۶۴۵**	۰,۵۵**	۱						
pH	۰,۰۵۲۵	-۰,۱۲۵**	-۰,۱۵۲**	-۰,۱۲۲**	-۰,۰۹۴**	۱					
HCO3	-۰,۱۲**	۰,۳۷**	۰,۳۵**	۰,۳۲**	۰,۲۷**	-۰,۱۸**	۱				
Ca	۰,۰۵۳	۰,۷۱**	۰,۷۵**	۰,۶۵**	۰,۵۸**	-۰,۲**	۰,۴۵**	۱			
Mg	۰,۰۵۲**	۰,۷۱**	۰,۰۷۲**	۰,۶۳**	۰,۵۵**	-۰,۰۶۸*	۰,۳۱**	۰,۶۷**	۱		
Na	۰,۰۶۷**	۰,۷۵**	۰,۷۷**	۰,۶۸**	۰,۶**	-۰,۱۲۵**	۰,۳**	۰,۷۷**	۰,۷۸**	۱	
SO4	۰,۰۷۷*	۰,۷۷**	۰,۸**	۰,۶۹**	۰,۶**	-۰,۱۱۹**	-۰,۲۴۹**	۰,۸۳**	۰,۸۴**	۰,۸۵**	۱

برای به دست آوردن تصویری کلی از روند تغییرات کیفی آب در طول رودخانه دز نمودار پایپر برای هر ایستگاه رسم گردید(شکل۳). نتایج نشان می‌دهد نوع و کیفیت آب در ایستگاه سپید دشت سزار، سپید دشت زاز و تنگ پنج سزار از نوع بی‌کربناته- کلسیمی(Ca- HCO3) می-باشد. در ایستگاه‌های تنگ پنج بختیاری و دزفول میزان کلسیم و بی-کربنات آب نسبت به ایستگاه‌های ماقبل کاهش یافته و کیفیت آب به منطقه ۹ (منطقه خنثی) نزدیک می‌شود ولی با این حال کیفیت اکثر نمونه‌ها هنوز کربناته- کلسیمی است. اما در ایستگاه‌های حرمله و بامدژ غالب نمونه‌ها در منطقه ۹ قرار می‌گیرند که نشان می‌دهد هیچ زون آنیون و کاتیونی از ۵۰ درصد تجاوز نمی‌کند.



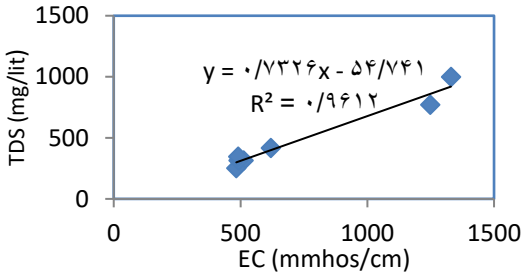


شکل۳- نمودار پای‌پر برای ۷ ایستگاه منتخب بر روی رودخانه دز(ایستگاه۱: سپید دشت سزار، ایستگاه۲: سپید دشت زاز، ایستگاه ۳: تنگ پنج سزار، ایستگاه٤: تنگ پنج بختیاری، ایستگاه ٥: دزفول، ایستگاه٦: حرمله و ایستگاه۷: بامدژ)

بحث و نتیجه‌گیری

جدول (۹) میانگین ۱۰ ساله دبی و پارامترهای کیفی آب در ۷ ایستگاه آب سنجی مورد مطالعه را نشان می‌دهد. به عقیده محققان مختلف، ترکیب شیمیایی و فیزیکی آب با تغییرات زمان و مکان متغیر است. در مورد تغییرات مکانی از ارتباط میان توپوگرافی، سنگ شناسی سازندها و تغییرات هیدروژئولوژیکی و در مورد تغییرات زمانی از تغییرات فصلی در حجم کلی عبوری آب در سامانه و منطقه مورد مطالعه می‌توان یاد کرد(۱۲). بیشترین و کمترین میزان متوسط دبی با مقدار۱۷۸/۸۰ و ۱۵/۲۸ مترمکعب بر ثانیه به ترتیب در ایستگاه‌های دزفول و سپید دشت زاز اتفاق افتاد. تغییرات دبی در طول مسیر می‌تواند ناشی از برداشت‌های آب از رودخانه در مکان‌های مختلف و یا برگشت زه آب به رودخانه باشد.

به عقیده محققان مقدار EC و غلظت یون‌ها با افزایش مقدار آبدهی رودخانه‌ها کاهش می‌یابد(۱۵، ۲۵ و ۳۱؛). نتایج تحقیقات نشان داد تغیرات فصلی میزان آبدهی، بر ترکیب شیمیایی آب موثر است(۹). وجود رابطه خطی بین EC و TDS اثبات شده است(۱). شکل (۲) ارتباط خطی و ضریب همبستگی بالای EC و TDS را نشان می‌دهد.



شکل۲- ارتباط خطی و ضریب همبستگی بالای EC و TDS

نتایج اندازه‌گیری در جدول(۹) نشان می‌دهد بیشترین و کمترین مقدار کاتیون‌های کلسیم، منیزیم و سدیم، و آنیون‌های کربنات، کلر و سولفات به ترتیب در ایستگاه‌های بامدژ و سپید دشت زاز مشاهده شده است. محققان بیان داشتند که کمترین میزان یون‌های (NO3+NO2)، SO4، HCO3، Ca، K و Mg مربوط به زمان آبدهی بیشینه است(۹). با توجه به اینکه ایستگاه سپید دشت زاز کمترین میزان دبی را دارد (۱۵/۲۸ متر مکعب بر ثانیه)، وجود بیشترین میزان EC، TDS، کاتیون‌ها(کلسیم، منیزیم و سدیم) و آنیون‌ها(بی‌کربنات،

کلر و سولفات) قابل انتظار بود. اما در ایستگاه‌های پایین‌دست رودخانه، مانند ایستگاه‌های دزفول، حرمله و بامدژ با اینکه دبی افزایش یافته است، میزان EC، TDS، کاتیون‌ها و آنیون‌ها نیز افزایش یافته است و بیشترین مقدار آنها در ایستگاه بامدژ مشاهده می‌شود؛ و این نتیجه موید این امر است که رودخانه دز در حدفاصل ایستگاه حرمله تا بامدژ که پذیرای زهکش‌های منطقه دیمچه و کشت و صنعت کارون، هفت تپه، کهنک زورآباد، میان‌آب و در انتها زهکش شعیبیه می‌باشد، مخرب‌ترین و بحرانی‌ترین بازه از لحاظ ورود نمک‌ها و املاح محلول به رودخانه دز و نهایتا کارون بزرگ می‌باشد. ریاحی‌خرم و نافع (۱۳۸۷) در ارزیابی روند تغییرات فصلی کیفیت آب رودخانه گاماسیاب در شهرستان نهاوند بیان کردند که با وجود به اینکه جریان آب رودخانه در فصل زمستان افزایش می‌یابد، غلظت آلودگی نیترات کاهش نمی‌یابد؛ چون ریزش-های جوی، زهاب اراضی کشاورزی را در مسیر حرکت به طرف رودخانه، با باقیمانده کودهای شیمیایی نیتراته مصرفی در فعالیت‌های کشاورزی، در خود حل کرده و به رودخانه منتقل می‌نماید(۲۶). به عبارتی می‌توان نتیجه گرفت هرگونه آلودگی روان آب‌های سطحی در بالادست، آثار نامطلوب زیادی در پایین دست بر جا می‌گذارد. ورود پساب‌های صنعتی و شهری و زه‌آب‌های کشاورزی، تغییر کاربری اراضی و عدم مدیریت صحیح عوامل آلاینده، از جمله عواملی هستند که می‌توانند سبب شوند وضع کیفی رودخانه در طبقه نامطلوب قرار گیرد. نتایج دیگران نشان داد که در حوضه‌هایی با کاربری کشاورزی و شهری بالا، نسبت به حوضه‌هایی که این کاربری‌ها در آنها کمتر است، میزان شوری بالاتر است(۸). نتایج نشان داد مقدار هدایت الکتریکی (EC) و TDS آب در مناطق شهری و کشاورزی به علت ورود نمک‌های محلول از این مناطق، در مقایسه با سایر کاربری‌ها بیشتر است(۲۰). که این نتایج با بررسی منطقه مورد مطالعه در تحقیق حاضر در پایین دست رودخانه دز همخوانی دارد.

تحلیل تعیین ضرایب همبستگی میان پارامترهای شیمیایی مختلف در ایستگاه‌های مختلف

آنالیز ضریب همبستگی دو متغیر برای توصیف ارتباط جفت پارامترهای هیدروشیمیایی به کاربرده می‌شود. همبستگی‌ها نشان دهنده تشابه حل شدن یون‌ها می‌باشد و این امر می‌تواند نشان‌دهنده آلودگی از منابع یکسان باشد. ضریب همبستگی (r) بالا (+۱ یا −۱) به معنی همبستگی خوب بین دو جفت متغیر می‌باشد و مقادیر نزدیک به صفر بیانگر عدم ارتباط بین دو متغیر در یک سطح معنی‌دار $p<۰/۰۵$ است. به‌طور صریح می‌توان گفت پارامترهایی که $r>۰/۷$ نشان می‌دهند، به‌صورت همبستگی قوی، $۰/۷>r>۰/۵$ همبستگی متوسط و $r<۰/۵$ همبستگی ضعیف در نظر گرفته می‌شوند(۲۱) .

در میان عناصر گوناگون بیشترین ضریب همبستگی میان Na و SO4 به میزان ۰/۸۵ مشاهده شد؛ که نشان می‌دهد عامل افزایش مقدار آن‌ها مشابه بوده و منشا یکسانی دارند(جدول۱۰). یون کلرید (Cl) به دلیل تغییرپذیری شدید، انحلال پذیری بالا و واکنش‌ناپذیری در فرآیندهای شیمیایی در اغلب مطالعات، بیشتر مورد توجه قرار می‌گیرد (۷). همچنین کلرید در آب طبیعی به طور معمول غلظت کمی دارد، مگر اینکه شورمزه یا شور باشد. کلرید توسط انسان در کارهای مختلفی مورد استفاده قرار می‌گیرد و از طریق خروجی‌های صنعتی، فاضلاب‌ها، جانوران و نمک-پاشی جاده‌ها به منابع آب سطحی و زیرزمینی وارد می‌شوند (۳۰). ضریب همبستگی بالای میان EC، Na، Mg، Ca و SO4 بیانگر این مطلب است که مهم‌ترین عامل افزایش در EC این عناصر هستند. نتایج ارائه شده در جدول (۱۰) نشان می‌دهد TDS بالاترین ضریب همبستگی را به ترتیب با EC (۰/۸۴) و SO4 (۰/۸)، دارد. همچنین TDS همبستگی مثبت و معنی‌داری با EC، Na، Mg، Ca، HCO3، Cl و SAR نشان داد. این در حالی است که TDS تنها با pH دارای ضریب همبستگی منفی و معنی‌دار بود. نتایج تحقیق در جدول(۱۰) نشان می‌دهد pH همبستگی منفی و معنی‌داری با EC، TDS، Na، Mg، Ca، HCO3، Cl و SAR دارد. نتایج تحقیق دیگران نیز گویای همین واقعیت است (۲۴). به گونه‌ای که pH، همبستگی منفی معنی‌دار بالایی با EC، TDSو HCO3 و همبستگی متوسطی با Cl دارد.

تحلیل کیفیت آب رودخانه دز در هر یک از ایستگاه-های مورد مطالعه از نظر کاربرد در آبیاری تحت‌فشار

شوری کل

نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد از ۱۲۰ نمونه آب مورد بررسی در ایستگاه‌های هیدرومتری سپید دشت سزار و سپید دشت زاز بر اساس طبقه‌بندی ویلکاکس (جدول۵)، یک نمونه در کلاس C1، ۱۱۷ نمونه در کلاس C2 و ۲ نمونه در کلاس C3 قرار دارد که به ترتیب۰/۸۳، ۹۷/۵ و ۱/۶۷ درصد نمونه‌ها را به خود اختصاص دادند. همچنین تنها ۲ نمونه دارای EC بین ۳-۰/۸دسی‌زیمنس بر متر(۳۰۰۰-۸۰۰ میکروموس بر سانتی‌متر) داشتند که دارای محدودیت کم تا متوسط در استفاده از آبیاری قطره‌ای می‌باشد و ۵ نمونه آب دارای TDS بین ۲۰۰۰-۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بود که بر اساس جدول(۲) دارای محدودیت کم تا متوسط از نظر استفاده در آبیاری قطره‌ای می‌باشد. در سایر موارد کیفیت آب از نظر TDS فاقد محدودیت در آبیاری تحت فشار بود. لازم به ذکر است ماکزیمم TDS درایستگاه سپید دشت سزار و سپید دشت زاز به ترتیب ۵۹۴ و ۴۷۳ میلی‌گرم بر لیتر مشاهده شد. در ایستگاه هیدرومتری تنگ پنج سزار یک نمونه در کلاس C1، ۱۱۴ نمونه در کلاس C2 و ۵ نمونه در کلاس C3 قرار داشت که به ترتیب۰/۸۳، ۹۵ و ۴/۱۷ درصد نمونه‌ها را به خود اختصاص دادند. در این ایستگاه تنها ۳ نمونه دارای EC بین ۳-۰/۸ دسی‌زیمنس بر متر(بین۳۰۰۰-۸۰۰ میکروموس بر سانتی‌متر) داشتند که دارای محدودیت کم تا متوسط در استفاده از آبیاری قطره‌ای می‌باشد و ۲ نمونه دارای TDS بین ۲۰۰۰-۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بود که بر اساس جدول(۲) دارای محدودیت کم تا متوسط از نظر استفاده در آبیاری قطره‌ای می‌باشد. ماکزیمم TDS در ایستگاه تنگ پنج سزار هیچ زمانی از ۶۳۰ تجاوز ننمود. درایستگاه هیدرومتری تنگ پنج بختیاری دو نمونه در کلاس C1، ۹۳ نمونه در کلاس C2 و ۲۵ نمونه در کلاس C3

قرار داشت که به ترتیب۱/۶۷، ۷۷/۵۰ و ۲۰/۸۳ درصد نمونه‌ها را به خود اختصاص دادند. لازم به ذکر است از ۲۵ نمونه کلاس C3، ۲۲ نمونه(۸۸ درصد) از سال ۱۳۸۷ به بعد مشاهده می‌گردد. بررسی‌ها نشان داد در این ایستگاه ۳۲ نمونه آب دارای TDS بین ۲۰۰۰-۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بود؛ که بر اساس جدول(۲) دارای محدودیت کم تا متوسط از نظر استفاده در آبیاری قطره‌ای می‌باشد. از ۳۲ نمونه آب دارای محدودیت در این ایستگاه ۲۶ نمونه آب از سال ۱۳۸۷ به بعد اتفاق افتاده است. در ایستگاه هیدرومتری دزفول یک نمونه در کلاس C1، ۱۱۶ نمونه در کلاس C2 و ۳ نمونه در کلاس C3 قرار داشت که به ترتیب۰/۸۳، ۹۶/۶۷ و ۲/۵ درصد نمونه‌ها را به خود اختصاص دادند. بررسی‌ها نشان داد از ۱۲۰ نمونه آب مورد بررسی در ایستگاه دزفول در طی ۱۰ سال نمونه برداری ۳ نمونه آب دارای TDS بین ۲۰۰۰-۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بود که بر اساس جدول(۲) دارای محدودیت کم تا متوسط از نظر استفاده در آبیاری قطره‌ای می‌باشد. علت کاهش شوری در ایستگاه دزفول را می‌توان به افزایش دبی در این ایستگاه نسبت داد. در ایستگاه هیدرومتری حرمله ۱۳ نمونه در کلاس C2 و ۱۰۷ نمونه در کلاس C3 قرار داشت که به ترتیب۱۰/۸۳، ۸۹/۱۷ درصد نمونه‌ها را به خود اختصاص دادند. در این ایستگاه ۱۰۰ نمونه دارایTDS بین ۲۰۰۰-۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بود که دارای محدودیت کم تا متوسط از نظر استفاده در آبیاری قطره‌ای می‌باشد. در ایستگاه هیدرومتری بامدژ ۷ نمونه در کلاس C2 و ۱۱۲ نمونه در کلاس C3 و یک بار C4 قرار داشت؛ که به ترتیب۵/۸۳، ۹۳/۳۳ و ۰/۸۳ درصد نمونه‌ها را به خود اختصاص دادند. در ایستگاه بامدژ از ۱۲۰ نمونه آب مورد بررسی ۱۱۴ نمونه دارایTDS بین ۲۰۰۰-۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بود که دارای محدودیت کم تا متوسط از نظر استفاده در آبیاری قطره‌ای می‌باشد.

SAR و تاثیر آن بر نفوذپذیری

بر اساس جدول راهنمای فائو (جدول۳) با افزایش SAR میزان نمک لازم (EC) برای اینکه بتوان از آب بدون ایجاد محدودیت نفوذ آب به خاک استفاده نمود؛ بیشتر می‌شود. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد از ۸۴۰ نمونه آب مورد بررسی در ۷ ایستگاه هیدرومتری مورد مطالعه در طی ۱۰ سال، براساس طبقه بندی ویلکاکس (جدول۴)، تمام نمونه‌ها در کلاس S1 قرار دارند و بیشترین مقدار مشاهده شده SAR به میزان ۴/۸۴ در ایستگاه بامدژ در سال ۱۳۸۶ در فصل تابستان و ماه شهریور مشاهده شد. نتایج نشان داد از ۱۲۰ نمونه آب مورد بررسی در ایستگاه هیدرومتری سپید دشت‌سزار در طی ۱۰ سال، ۱۱۳ نمونه دارای 0.2<EC<0.7 دسی‌زیمنس بر متر می‌باشند که بر اساس جدول راهنمای فائو (جدول۳)، دارای محدودیت جزئی تا متوسط از نظر ایجاد مسئله نفوذ می‌باشند و ۷ نمونه دارای EC>0.7 دسی‌زیمنس بر متر می‌باشند که دارای محدودیت شدید از نظر ایجاد مسئله نفوذ می‌باشند. بر اساس نتایج ارائه شده در جدول(۹) میانگین EC در ایستگاه سپید دشت سزار ۰/۵۱۲ دسی‌زیمنس بر متر بود که دارای محدودیت جزئی تا متوسط از نظر ایجاد مسئله نفوذ می‌باشد. در ایستگاه‌های هیدرومتری سپید دشت زاز، تنگ پنج سزار، تنگ پنج بختیاری، دزفول، حرمله و بامدژ در طی ۱۰ سال به ترتیب ۱۱۵، ۱۱۲، ۷۳، ۱۱۴، ۱۰ و ۶ نمونه دارای 0.2<EC<0.7 دسی‌زیمنس بر متر می‌باشند که دارای محدودیت جزئی تا متوسط از نظر ایجاد مسئله نفوذ می‌باشند. همچنین در این ایستگاهها به ترتیب ۴، ۸، ۴۷، ۶، ۱۱۰و ۱۱۴ نمونه نیز دارای EC>0.7 دسی‌زیمنس بر متر می‌باشند که فاقد محدودیت از نظر ایجاد مسئله نفوذ است. بر اساس نتایج ارائه شده در جدول(۹) میانگین EC در ایستگاه‌های سپید دشت زاز، تنگ پنج سزار، تنگ پنج بختیاری، دزفول، حرمله و بامدژ در طی ۱۰ سال به ترتیب ۰/۴۸۳، ۰/۴۹۲، ۰/۶۱۹ ، ۰/۴۹ ، ۱/۲۵ و ۱/۳۳ دسی‌زیمنس بر متر بود که دارای محدودیت جزئی تا متوسط از نظر ایجاد مسئله نفوذ می‌باشند. با توجه به اینکه میانگین SAR در طی ۱۰ سال در تمام ایستگاه‌ها ۱/۲ و میانگین EC نیز ۰/۸۴۴ دسی‌زیمنس بر متر است بر اساس جدول راهنمای فائو (جدول۳)، رودخانه دز فاقد محدودیت از نظر ایجاد مسئله نفوذ است.

سمیت یونی

نتایج نشان داد در ایستگاه‌های سپید دشت سزار، سپید دشت زاز و تنگ پنج سزار ۹۸/۳۳ درصد موارد میزان کلر از ۳ میلی‌اکی‌والان بر لیتر کمتر بود که بر اساس جدول راهنمای (۶) فاقد محدودیت از نظر استفاده در آبیاری بارانی می‌باشد. این درحالی است که در ایستگاه‌های تنگ پنج بختیاری، دزفول، حرمله و بامدژ به ترتیب ۸۳/۳۳، ۹۷/۵، ۸۰/۸۳ و ۶۱/۶۷ درصد مواقع فاقد محدودیت از نظر استفاده در آبیاری بارانی می‌باشد. بطور کلی نتایج این تحقیق نشان می‌دهد از ایستگاه حرمله به سمت پایین دست رودخانه دز با توجه به غلظت کلر بیش از ۳ میلی‌اکی‌والان بر لیتر(میانگین ایستگاه حرمله، ۳/۷۳ و ایستگاه بامدژ، ۳/۸۲ میلی‌اکی‌والان بر لیتر)، آب رودخانه دارای محدودیت کم تا متوسط در آبیاری بارانی از نظر کلر می‌باشد. بررسی‌ها نشان داد در ایستگاه حرمله و بامدژ به ترتیب ۶/۶۶ و ۲۵ درصد مواقع، کلر بالاتر از ۵ میلی‌اکی‌والان بر لیتر می‌باشد که بر اساس جدول راهنمای (۷) استفاده از این آب با توجه به کلر موجود در آن باعث آسیب دیدن برگ‌ها در گیاهانی نظیر انگور، فلفل، سیب‌زمینی، گوجه فرنگی و کنجد می‌شود. براساس جدول راهنمای فائو (۳) مقادر ۱/۵ تا ۸/۵ میلی‌اکی-والان در لیتر بی‌کربنات، ایجاد محدودیت متوسط و مقادیر بیش از ۸/۵ میلی‌اکی‌والان در لیتر، محدودیت شدید در استفاده از آب، در سیستم آبیاری بارانی را به دنبال دارند. نتایج نشان داد در ایستگاه‌های مورد مطالعه میزان بی‌کربنات در طی۱۰ سال آماری از ۰/۳۴ تا ۵/۷۰ میلی-اکی‌والان در لیتر متغییر بود. در ایستگاه‌های سپید دشت سزار، تنگ پنج سزار، دزفول و بامدژ ۹۸/۳۳ درصد مواقع میزان بی‌کربنات بیشتر از ۱/۵ میلی‌اکی‌والان در لیتر بود که از نظر استفاده در آبیاری بارانی دارای محدودیت متوسط می‌باشد. این در حالی است که در ایستگاه‌های تنگ پنج بختیاری و حرمله ۹۹/۱۶ درصد مواقع میزان بی‌کربنات بیشتر از ۱/۵ میلی‌اکی‌والان در لیتر بود و در ایستگاه سپید دشت زاز ۹۷/۵۰ درصد مواقع از نظر استفاده در آبیاری بارانی دارای محدودیت متوسط می‌باشد. براساس جدول راهنمای فائو(۳) مقادیر بیش از ۳ میلی‌اکی والان در لیتر سدیم، محدودیت کم تا متوسط در استفاده از آب در سیستم آبیاری بارانی را به دنبال دارد. در ایستگاه سپید دشت سزار،

سپید دشت زاز و تنگ پنج سزار ۹۶/۶۶ درصد مواقع میزان سدیم کمتر از ۳ میلی‌اکی‌والان در لیتر بود که از نظر استفاده در آبیاری بارانی فاقد محدودیت می‌باشد. در ایستگاه تنگ پنج بختیاری میزان سدیم در طی ۱۰ سال آماری از ۰/۳۶ تا ۴/۹۱ میلی‌اکی‌والان در لیتر متغییر بود. در این ایستگاه ۶۷/۵۰ درصد مواقع میزان سدیم کمتر از ۳ میلی‌اکی‌والان در لیتر بود که از نظر استفاده در آبیاری بارانی فاقد محدودیت می‌باشد و در ۳۲/۵ درصد مواقع میزان سدیم بیشتر از ۳ میلی‌اکی‌والان بر لیتر بود که از نظر استفاده در آبیاری بارانی دارای محدودیت کم تا متوسط بود. در ایستگاه دزفول ۹۲/۵۰ درصد مواقع میزان سدیم کمتر از ۳ میلی‌اکی‌والان در لیتر بود و در ایستگاه حرمله این میزان به ۲۸/۳۳ درصد مواقع کاهش یافت و در ۷۱/۶۶ درصد مواقع میزان سدیم بیشتر از ۳ میلی‌اکی‌والان بر لیتر بود که از نظر استفاده در آبیاری بارانی دارای محدودیت کم تا متوسط بود. وجود غلظت‌های سدیم ۱۰-۵ میلی‌اکی‌والان بر لیتر در ۲۵ درصد دوره آماری در ایستگاه حرمله، طبق جدول راهنمای (۷) باعث آسیب دیدن برگ‌ها در گیاهانی نظیر انگور، فلفل، سیب‌زمینی، گوجه فرنگی و کنجد می‌شود. در ایستگاه بامدژ در ۱۵/۸۳ درصد مواقع میزان سدیم کمتر از ۳ میلی‌اکی‌والان در لیتر بود و در ۸۴/۱۶ درصد مواقع از نظر استفاده در آبیاری بارانی دارای محدودیت کم تا متوسط بود. در ایستگاه بامدژ در ۵۲/۵ درصد دوره آماری طبق جدول راهنمای (۷)، با توجه به سدیم موجود در آن باعث آسیب دیدن برگ‌ها در گیاهانی نظیر انگور، فلفل، سیب‌زمینی، گوجه فرنگی و کنجد می‌شود. همچنین در ایستگاه بامدژ وجود غلظت‌های سدیم ۲۰-۱۰ میلی‌اکی‌والان بر لیتر در ۳/۳۳ درصد دوره آماری، باعث آسیب دیدن برگ‌ها در گیاهانی نظیر یونجه، جو، ذرت، خیار و سورگوم می‌شود. بررسی‌ها نشان می‌دهد میزان سدیم از ایستگاه دزفول به بعد رشد چشمگیری دارد به طوری که با توجه به جدول (۹) میانگین غلظت سدیم در ایستگاه‌های حرمله و بامدژ نسبت به ایستگاه دزفول به ترتیب ۱۳۴ و ۲۳۳ درصد رشد داشته است.

نسبت منیزیم به کلسیم

در ایستگاه‌های سپید دشت سزار، سپید دست زاز، تنگ پنج سزار، تنگ پنج بختیاری، دزفول، حرمله و بامدژ میزان منیزیم به کلسیم به ترتیب در ۷/۵۰، ۱/۶۷، ۱۰، ۸/۳۳، ۴/۱۷، ۱۰/۸۳ و ۷/۵۰ درصد مواقع بیشتر از ۵۰ درصد بود. نتایج نشان می‌دهد در کل ایستگاه‌های مورد مطالعه دامنه تغییرات درصد منیزیم به مجموع کلسیم و منیزیم از ۲/۶۱ تا ۷۹/۲۳ درصد متغییر است. با توجه به اینکه در تمام ایستگاه‌ها بیش از ۹۰ درصد مواقع نسبت منیزیم به مجموع کلسیم و منیزیم کمتر از ۵۰ درصد است؛ در صورتی که منبع کلسیم قابل حل در خاک وجود داشته باشد؛ این نسبت تعدیل شده و اثرات سوئ منیزیم در خاک کاهش می‌یابد. در غیر اینصورت مصرف ترکیبات کلسیم‌دار در خاک ضروری می‌باشد. از این‌رو اطلاع از نتایج خاک جهت اظهار نظر قطعی در مورد استفاده از ترکیبات دارای کلسیم الزامی به نظر می‌رسد.

pH و شاخص اشباع آب لانژیلر

بر اساس جدول راهنمای (۸) مقادیر کمتر از ۷ فاقد محدودیت، مقادیر ۸-۷ دارای محدودیت کم تا متوسط و مقادیر بالاتر از ۸ دارای محدودیت شدید در استفاده از سیستم آبیاری قطره‌ای می‌باشد. در ایستگاه سپید دشت سزار، سپید دشت زاز، تنگ پنج سزار، تنگ پنج بختیاری، دزفول، حرمله و بامدژ به ترتیب در ۵۷/۵، ۳۵/۸۳ ، ۳۱/۶۶، ۲۱/۶۶، ۳۱/۶۶، ۲۸/۳۳ و ۲۳/۳۳ درصد مواقع میزان pH بیشتر از ۸ بود که در چنین شرایطی دارای محدودیت شدید در استفاده از سیستم آبیاری قطره‌ای می‌باشد. نتایج تحقیق نشان داد در تمام ایستگاه‌های مورد مطالعه در تمام سال‌های نمونه برداری شاخص اشباع لانژیلر منفی است و استفاده از آب رودخانه دز در سیستم آبیاری قطره‌ای باعث رسوب کربات کلسیم نخواهد شد. مقدار این شاخص از ۰/۰۹- تا ۴- متغیر بود.

نتیجه‌گیری نهایی

نتایج نشان داد بیش از ۹۹ درصد نمونه‌های اندازه‌گیری شده در کلاس C2 و C3 قرار دارند. کیفیت آب رودخانه دز تا قبل از رسیدن به شهرستان دزفول در ایستگاه دزفول که در بالادست شهر دزفول قرار دارد از کیفیت بسیار خوبی برخوردار است، اما پس از ورود به شهر در اثر ورود فاضلاب‌های شمال شهر کیفیت آن مقداری کاهش می‌یابد. قسمت عمده‌ای از فاضلاب جنوب شهرستان دزفول و در نزدیکی پل پنجم این شهرستان با شدت جریان زیاد وارد رودخانه دز می‌شود و این قسمت از رودخانه را به دریاچه بزرگی از فاضلاب به همراه مواد روغنی و زباله تبدیل می‌کند که باعث کاهش شدید کیفیت آب رودخانه دز می‌شود. همچنین با ورود زهکش‌های بسیار در پایین دست، به رودخانه مشاهده شد، در ایستگاه‌های حرمله و بامدژ با اینکه دبی افزایش یافته است، میزان EC، TDS، کاتیون‌ها و آنیون‌ها نیز افزایش یافته است و بیشترین مقدار آنها در ایستگاه بامدژ مشاهده می‌شود. ورود این زهکش‌ها در بررسی روند تغییرات کیفی آب در طول رودخانه دز به‌وسیله نمودار پایپر به خوبی مشاهده گردید؛ بطوری‌که کیفیت آب در ایستگاه سپید دشت سزار، سپید دشت زاز و تنگ پنج سزار از نوع بی‌کربناته- کلسیمی (Ca-HCO3) بود اما در ایستگاه‌های حرمله و بامدژ غالب نمونه‌ها در منطقه ۹ قرار گرفتند که نشان می‌دهد هیچ زون آنیون و کاتیونی از ۵۰ درصد تجاوز نمی‌کند. همچنین ورود این زهکش‌ها در پایین دست رودخانه باعث شد از ایستگاه حرمله به سمت پایین‌دست، میزان کلر بیش از ۳ میلی‌اکی‌والان بر لیتر شود که آب رودخانه دارای محدودیت کم تا متوسط در آبیاری بارانی از نظر کلر باشد. همچنین بررسی‌ها نشان داد میزان سدیم از ایستگاه دزفول به بعد رشد چشمگیری دارد به طوری که میانگین غلظت سدیم در ایستگاه‌های حرمله و بامدژ نسبت به ایستگاه دزفول به ترتیب ۱۳۴ و ۲۳۳ درصد رشد داشته است. وجود غلظت‌های سدیم ۱۰-۵ میلی‌اکی‌والان بر لیتر در ۵۲/۵ درصد مواقع در ایستگاه بامدژ، باعث آسیب دیدن برگ‌ها در گیاهانی نظیر انگور، فلفل، سیب‌زمینی، گوجه فرنگی و کنجد می‌شود. اما بیشترین محدودیت بی‌کربنات در ایستگاه سپید دشت زاز به میزان ۹۷/۵۰ درصد مواقع از نظر استفاده در آبیاری بارانی مشاهده شد. نتایج

تحقیق نشان داد در تمام ایستگاه‌های مورد مطالعه شاخص اشباع لانژیلر منفی است و رسوب کربنات کلسیم ایجاد نخواهد شد.

ملاحظات اخلاقی پیروی از اصول اخلاق پژوهش

همکاری مشارکت‌کنندگان در تحقیق حاضر به صورت داوطلبانه و با رضایت آنان بوده است.

حامی مالی

هزینه تحقیق حاضر توسط نویسندگان مقاله تامین شده است.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، مقاله حاضر فاقد هرگونه تعارض منافع بوده است.

References

1. Abbaspour, M., Javid, A.H., Mashinchian, A., and Habibi, A. 2017. Study of some physical & chemical properties of water of Khersan River & analysis the statistical relations thereof. Journal of Environmental Science and Technology, 19(3): 1-15. [In Persian].
2. APHA, AWWA, WEF. 1998. Standard Methods for the examination of water and Wastewater, 20th Edition, Washington D.C.ers.
3. Ayers, R.S., and Westcot D.W. 1985. Water quality for agriculture. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. Irri. And Drain, Paper No.29.
4. Baqherkhani, A., and Zareabyaneh, H. 2019. Performance Evaluation of Some Drip Irrigation System (Case Study: Sonqor city). Water and Soil Science, 29(2): 141-154. [In Persian].
5. Bahrami, F., and Dastourani, M. 2019. Quality Assessment of Groundwater in the Plain of Sarayan Using Water Quality Index (WQI). Iranian Journal of Irrigation and Drainage, 4(13): 1064-1074. [In Persian].
6. Bani Vaheb A.R., and Mazlom, E, 2008. A study of the ifissues and problems of the exploitation of the irrigation and drainage networks and significance of people's participation (Case study: Ardak dam basin). Journal of Studies of Human Settlements Planning, 3(6): 7-22. [In Persian].
7. Berner, E.K., and Berner, R.A. 1987. The Global Water Cycle. Geochemistry and Environment, Prentice Hall, Inc, 34.
8. Chessman, B., and Townsend, S. 2009. Differing effects of catchment land use on water chemistry explain contrasting behaviour of a diatom index in tropical northern and temperate southern Australia. Ecological Indication, 10 (1010): 620-626.
9. Eion, M., and Cameron, M. 1996. Hydro geochemistry of the Fraser River, British Columbia: seasonal variation in major and minor components, Conada, Journal of Hydrology, 182(1-4): 209-225.
10. FAO. 1994. Water quality for agriculture. Irrigation and drainage paper, No: 29, 156p.
11. Farzamniya, M., Kouhi, N., and Dehghanisanij, H. 2010. Introducing the subsurface drip irrigation system (SDI) and managing its operation. Technical magazine, No. 38. [In Persian].
12. Fernández, A.C., Fernández, A.M., and Domínguez, C.T., Santos, B.L. 2006. Hydrochemistry of northwest Spain ponds and relationships to groundwaters. Journal of the Ecology of the Iberian Inland Waters, Madrid, Spain, 25(1-4): 433-452.
13. Ghale, Y.A.G., Baykara, M., and Unal, A. 2017. Analysis of decadal land cover changes and salinization in Urmia Lake Basin using remote sensing techniques. Natural Hazards and Earth System Sciences, 1-15.
14. Gupta, S., Dandele, P.S., Verma, M.B., and Maithani, P.B. 2009. Geochemical Assessment of Groundwater around Macherla- Karempudi Area, Guntur District, Andhra Pradesh. Journal of the Geological Society of India. 73: 202-212.
15. Hossieni, P., Ildoromi, A.R.; and Hossieni, A.R. 2013. Assimilative capacity of the River Karun using index NSFWQI in the range of Zergan-Kut Amir (during the 5 year). Journal of Human & Environment, 11(2): 1-11. [In Persian].
16. Kiani Pouya, A., and Rasouli, F. 2011. Evaluation of Groundwater Quality for Irrigation in Central Plain of Fars

Province, Iran. Iranian Journal of Soil Research, 24(3): 273-282. [In Persian].
17. McNeil, V.H., Malcolm, E.C., and Preda, M. 2005. Assessment of chemical water types and their spatial variation using multi-stage cluster analysis, Queensland, Australia. Journal of Hydrology 310: 181–200.
18. Ministry of Energy Iran Water Resources Management CO Deputy of Research. 2005. Instruction for feasibility study of pressurized irrigate on system for technical, socio-economic and environmental point of view. Islamic Republic of Iran. 334: 33-39. [In Persian].
19. Nakhaee, M., Moosaee, F., Ramezani, A., and Amiri, V. 2011. Qualitative assessment of Karun River and its tributaries in Chaharmahal Bakhtiari province. Iranian Journal of Geology, 5(72): 59-72. [In Persian].
20. Ngoye, E., and John, F.M. 2004. The influence of land use patterns in the Ruva river watershed on water quality in the river system. Www. Elsevier. Com/ located/ pce. PHysics and chemistry of the Earth, 29: 1161- 1166.
21. Oinam, J.D., Ramanathan, A.L., and Jayalakshmi, S.G. 2012. Geochemical and statistical evaluation of groundwater in Imphaland Thoubal district of Manipur, India. Journal of Asian Earth Sciences, 48(2): 136-149.
22. Pasereh, F., Hasani, A.H., Hoseni, N., and Javid, A.H. 2017. Investigating the Chaneges of Sulphate in Potabale Water of Yasuj City and preparing its Qualitative Plan by Means of GIS Tools. Journal of Environmental Science Technology, 18(1): 14-20. [In Persian].
23. Qadir, M., Schubert, S., Ghafoor, A., and Murtaza, G. 2001. Amelioration strategies for Sodic soils: a review. Land degradation & Development, 12(4): 357-386.
24. Rahim Souri, Y., Yaghoubpour, A., and Modiri, S. 2011. Hydro geochemistry and investigation of water quality of springs and drinking water of villages located in the catchment area of Agh Dareh River, North of Bakhtar Takab, and West Azarbaijan Province. Scientific Journal Quarterly GEOSCIENCES, 21(82): 77-82. [In Persian].
25. Rahimi, L., Dehghani, A.A., and Khalil Ghorbani, K. 2016. Comparison of Total flow, Base flow and Water-Quality Characteristics Trend in Arazkuseh Hydrometric Station. Journal of Watershed Management Research, 7(13): 83-91. [In Persian].
26. Riyahikhoram, M., and Nafe, M. 2008. Evaluation of seasonal changes in the water quality of Gamasiab River in Nahavand city. 11th National Environmental Health Conference, Zahedan University of Medical Sciences, Zahedan, Iran. [In Persian].
27. Saadat, S., Dehghany, F., Rezaei, H., Esmaeelnejad, L., and Maleki, P., 2020. Effects of salinity and Ca:Mg ratio of irrigation water on pistachio seedlings phosphorus planted under greenhouse conditions. Desert. 25(1): 25-32.
28. Sajadi, M., Zeinedini, A., and Mahmudi, Sh. 2012. Quality impacts of irrigation on soil properties and yield of pistachio in plain Robat Shahrbabak. Journal of Irrigation and Water Engineering, 2(7):36-47. [In Persian].
29. Shahnoushi, N., Taherpour, H., Fatemi, M., and Allameh, A.A. 2020. An Investigation on Effects of Implementing under Pressure Irrigation Projects on Agriculture Sector Productivity in Khorasan Razavi. Agricultural Economics, 13(4): 1-18. [In Persian].
30. Shankar, K., Aravindan, S., and Rajendran, S. 2010. GIS based Groundwater Quality Mapping in Paravanar River, Sub-Basin, Tamil Nadu, India. International Journal of Geomatics and Geomatics and Geoscienes, 1(3): 282-296.
31. Shokouhifar, M., and Izadpanah, Z. 2014. Investigating the relationship between Cl, HCO3, EC and TDS with the discharge of the Karun River in the cold and hot seasons of the year using regression

analysis. The First National Conference on Challenges on Water Resources & Agriculture, by Iranian Association Of Irrigation and Drainage In Isfahan, Iran. [In Persian].
32. Todd, D.K, and Mays, L.W. 2005. Groundwater Hydrology. John Wiley and Sons, New York, 535.
33. Wadu, M.M., Scott Kroeker, V.K.M., and Akinromi, O.O. 2013. Exchangeable Calcium/Magnesium Ratio Affects Phosphorus Behavior in Calcareous Soils. Soil Science Society of America Journal, 77: 2004-2012.
34. Zi-long, L., Yin-hui, L., Yong-fu, W., and Zhong- xiao, G. 2013. The optimal selection of irrigation systems based on the evidence theory. Applied Mechanics and Materials, 405-408: 2194-2200.