

مقدمه

کیفیت آب در بسیاری از رودخانه‌های جهان به علت فعالیت‌های انسانی کاهش یافته است. وجود فاضلاب‌های شهری و صنعتی و همچنین شورشدن آب‌های شیرین نمونه‌ای از تاثیر انسان بر منابع آب هستند که در مطالعات مختلفی که خصوصاً در آسیا انجام شده مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته‌اند [۱۰]. می‌توان اذعان کرد این اثرات هر ساله با شیب بسیار تندی در حال افزایش است و با توجه به محدودیت‌های موجود بر سر راه پایش مستمر رودخانه‌ها، شناخت رفتار بلند مدت سیستم رودخانه‌ای می‌تواند نقش بسزایی در کنترل کمیت و کیفیت آب رودخانه ایفا کند [۸ و ۲۱]. بایستی بیان نمود که، ماهیت رودخانه‌ها به شدت تحت تاثیر فعالیت‌های انسانی قرار دارد [۱۸].

اقدامات مدیریتی در سطح جهان همواره بیش‌تر روی رودخانه‌های بزرگ بوده زیرا این رودها اهمیت بسیار بالایی برای بحث‌های آبیاری در کشاورزی و کنترل سیلاب داشته‌اند [۲۰]. دیانو و همکاران [۹]، به پایش وضعیت کیفیت رودخانه ابرو^۳ در کشور اسپانیا در یک دوره ۲۴ ساله پرداختند و پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آن را در ۳۴ نمونه مورد بررسی قرار دادند. مطالعه ایشان نشان داد تغییرات در کیفیت آب این رودخانه عمدتاً شامل کاهش در غلظت فسفات و افزایش سطح pH آب بوده که کیفیت آب را برای مصارف کشاورزی به شدت کاهش داده است.

یوسفی و همکاران [۵]، منابع آب سطحی حوزه آبخیز هیو^۴ را از لحاظ مباحث هیدروژئوشیمیایی مورد ارزیابی قرار دادند، نتایج این پژوهش نشان داد با توجه به نمودارهای موجود در این زمینه، آب منطقه برای مصارف شرب و کشاورزی مناسب است و محدودیت خاصی ندارد. از جمله مطالعاتی که کمیت و کیفیت آب رودخانه را مورد تحلیل قرار داده است می‌توان به پژوهش الکساندروف و همکاران [۶] در رابطه دبی با غلظت مواد محلول در آب اشاره کرد. ایشان با اندازه‌گیری توامان دبی و پارامترهای کیفی رودخانه به این مهم دست یافتند که در بارش‌های سیل‌آسا، با افزایش نسبتاً کم سطح آب، مقدار رسانایی الکتریکی افزایش یافته است و همچنین می‌توان چنین گفت که افزایش زیاد در رسانایی الکتریکی آب، نشان‌دهنده سیلاب سریع و شدید^۵ در حوضه و زهکشی سریع آن است.

ارزیابی دبی و کیفیت آب در ایستگاه بدوی
رودخانه قره سو اردبیلحسین یوسفی^{۱*} و علی محمدی^۲

تاریخ دریافت: ۹۵/۱۰/۰۵ تاریخ پذیرش: ۹۵/۱۲/۰۱

چکیده

رودخانه‌ها شریان اصلی جابجایی آب در سراسر زمین بوده که می‌تواند در قسمت‌های مختلفی از جمله کشاورزی و آشامیدن استفاده گردد. لذا توجه به مقدار و کیفیت آن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. این پژوهش با هدف بررسی این دو بعد یعنی کیفیت و کمیت یکی از مهم‌ترین رودخانه‌های شمال غرب کشور انجام شده است. بدین منظور از آمار ۲۰ ساله دبی و ویژگی‌های هیدروشیمیایی ایستگاه بدوی رودخانه قره‌سو اردبیل استفاده شد. در پژوهش حاضر ابتدا ویژگی‌های کمی رودخانه از جمله آورد سالانه رودخانه، حداکثر دبی سالانه و خشکسالی هیدرولوژیکی آن مورد بررسی قرار گرفت و در قسمت بعد مطالعه کیفی رودخانه از جمله غلظت مواد محلول در آب و ارتباط بعضی پارامترهای آن با دبی آنالیز شد. نتایج حاصل نشان داد میانگین دبی سالانه ۱۰۲۰ لیتر بر ثانیه بوده و از سال ۱۳۷۲ به بعد دبی ماهانه حتی از مقدار متوسط دبی کم‌تر شده است. آورد سالانه رودخانه ۳۲/۱ مترمکعب محاسبه شده که با توجه به دبی، عدد قابل توجهی است. در بررسی خشکسالی هیدرولوژیکی مشخص شد از سال ۱۳۷۲ به بعد وقوع خشکسالی در این رودخانه اتفاق افتاده است. در قسمت مطالعه کیفی، همبستگی سه پارامتر (EC، TDS و SAR) با دبی رودخانه بررسی شد و نتیجه حاصل نشان داد بالاترین همبستگی با ضریب تبیین ۰/۶۹ بین EC و دبی بود و در نتیجه برای حفظ کیفیت رودخانه، باید تدابیری در نظر گرفت تا فعالیت‌های انسانی که به نحوی باعث کاهش دبی جریان می‌شود، انجام نگیرد.

واژه‌های کلیدی: خشکسالی هیدرولوژیکی، کمیت رودخانه،

هیدروشیمیایی، قره‌سو

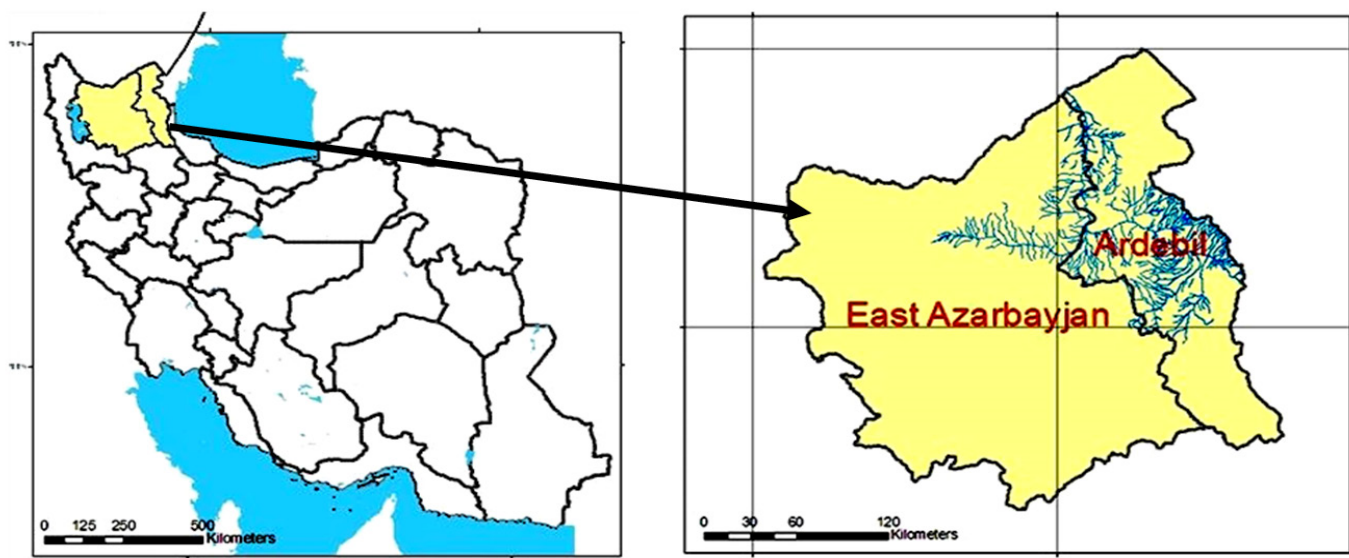
۱- استادیار گروه انرژی‌های نو و محیط‌زیست، دانشکده علوم و فنون نوین، دانشگاه تهران. نویسنده مسئول Email: Hosseinyousefi@ut.ac.ir

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی اکوهیدرولوژی، دانشکده علوم و فنون نوین، دانشگاه تهران.

3 -Ebro

4 -Hiv

5 -Flushing Flood



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

رودخانه‌ها از هر دو بعد کمی و هم بعد کیفی حائز اهمیت است و متأسفانه اغلب مطالعاتی که تاکنون در رابطه با رودخانه قره سو اردبیل انجام شده است، تنها به یک بعد پرداخته‌اند از این رو مطالعه پیش‌رو با هدف بررسی کمی و کیفی رودخانه قره‌سو انجام شده و مطالعات کمی و کیفی این رودخانه به‌طور مجزا بررسی شده است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

به طور کلی محدوده مورد مطالعه با مساحتی بالغ بر ۴۰۶۲ کیلومتر مربع بین طول‌های شرقی ۲۷° ۴۸' تا ۲۷° ۴۹' و عرض‌های شمالی ۴۰° ۳۷' تا ۳۸° ۳۷' با حداکثر ارتفاع ۴۷۸۱ متر از سطح دریا در ارتفاعات ناوور و حداقل ۱۲۹۰ متر در دشت گسترده شده است. این رودخانه که به عنوان تنها زهکش دشت اردبیل عمل می‌نماید از ارتفاعات شرقی اردبیل و هم مرز با حوضه خزر سرچشمه گرفته و پس از دریافت جریان‌ات آبراهه‌ها و مسیل فرعی به عنوان تنها خروجی دشت اردبیل در محل طالب قشلاقی از دشت خارج می‌گردد (شکل ۱). روی این رودخانه در نزدیکی خروجی آن و در محل روستای سامیان ایستگاه هیدرومتری درجه یک (ایستگاه هیدرومتری بدوی) احداث گردیده که جریان‌ات خروجی دشت را نشان می‌دهد. خوشبختانه آمار این ایستگاه نسبتاً دقیق بوده و می‌تواند مبنای مناسبی برای برآورد جریان‌ات سطحی باشد. کاربری اراضی در این منطقه غالباً شامل زراعت آبی و دیم، مرتع، جنگل و مناطق مسکونی است. در بین کاربری‌های موجود در حوزه آبخیز مورد مطالعه، کاربری زراعت دیم بیش‌ترین سطح حوزه آبخیز را به خود اختصاص داده است [۲].

گافنی و همکاران [۱۱] در پژوهشی جهت احیا محیط‌زیست در منطقه پایین‌دست اردن به بررسی ارتباط دبی رودخانه با خصوصیات طبیعی و زیستی این رودخانه پرداختند و به این نتیجه رسیدند که کاهش شدید حجم آب درون رودخانه، سبب افزایش شوری و آلودگی آلی در آب شده و در نهایت تنوع زیستی در زیستگاه‌های طبیعی مرتبط با رودخانه به مقدار ۵۰ درصد کاهش یافته است. در واقع انتقال رسوبات، افزایش غلظت مواد محلول آلاینده‌ها تابعی از سرعت و حجم جریان است به نحوی که در فصل زمستان و هنگام طغیان رودخانه، این موارد در پایاب رودخانه افزایش و تجمع می‌یابد [۱۹ و ۲۲]. دبی جریان همچنین بر سطح آب‌های زیرزمینی مجاور رودخانه نیز تأثیرگذار است [۷] که این موارد در پروژه‌هایی که توسط IPCC انجام شده نیز قابل دسترسی است [۱۶].

برای مثال ایجاد کانال برای انتقال آب رودخانه دانوب جهت استفاده در یک کارخانه برق-آبی، سبب کاهش دبی این رودخانه از ۲۰۰۰ مترمکعب بر ثانیه به ۴۰۰ متر مکعب بر ثانیه شده که در نتیجه این عمل، آب‌های زیرزمینی کم‌عمق این رودخانه سریعاً به طور چشمگیری کاهش تراز داشتند [۱۷]. کار انتقال آب به شدت زیستگاه موجودات زنده و اکولوژی منطقه که می‌تواند شامل منطقه پخش سیلاب یک روخانه باشد را تغییر دهد [۱۲، ۱۳ و ۱۴]. کاهش دبی رودخانه می‌تواند سبب تجمع سنگ‌های بستر روخانه در دراز مدت و سبب ایجاد حالت گرفتگی در رودخانه شده و در نهایت تغذیه آب‌های زیرزمینی نیز با مشکل مواجه شود. این حالت معمولاً در فصل تابستان رخ می‌دهد ولی در حال حاضر با توجه به شرایط تغییر اقلیم، وقوع چنین شرایطی رو به افزایش است [۱۵]. با توجه به پیشنهاد تحقیق ذکر شده، مسئله بررسی منابع آب و خصوصاً

روش مطالعه

در این مطالعه، رودخانه قره‌سو از دو دیدگاه کمی و کیفی مورد ارزیابی قرار گرفته است. در بخش مطالعه کمی، مواردی از جمله دبی پیک رودخانه با استفاده از آمار و اطلاعات آب منطقه‌ای اردبیل به‌دست آمد و از آن طریق آورد سالانه رودخانه قره‌سو محاسبه شد. سپس با استفاده از دبی پیک رودخانه، دبی ماکزیمم لحظه‌ای مشخص گردید و نهایتاً برای بهتر نمایان شدن رفتار سیستم این رودخانه و تعیین خشکسالی هیدرولوژیکی، میانگین متحرک سه و پنج ساله این رودخانه ترسیم و مورد بررسی قرار گرفت. در قسمت مطالعات کیفی نیز از اطلاعات ارائه شده از سوی شرکت آب منطقه‌ای اردبیل استفاده شد. به این صورت که در بازه زمانی سال‌های ۸۰-۱۳۶۰ تعداد ۱۰۹ نمونه آب از ایستگاه بدوی در هر سال جمع‌آوری شده و پارامترهای شیمیایی آن از طریق شرکت مربوط اندازه‌گیری شد. سرانجام در بخش پایانی این مطالعه برای

ارتباط بخش کمی و کیفی، سه پارامتر کیفی کل مواد جامد محلول، رسانش الکتریکی و نسبت جذب سدیم با دبی رودخانه در حالت لگاریتمی به صورت دو به دو مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج

مطالعه کمی رودخانه قره‌سو

بررسی کمیت آبدی رودخانه قره‌سو

در این مرحله به بررسی پرآبی‌ها و کم آبی‌ها به منظور بررسی سیلاب، خشکسالی و تعیین ماه‌های پرآب و کم آب پرداخته می‌شود. در ابتدا می‌توان به منظور بررسی آسان این موارد جدولی نظیر جدول ۱ تعبیه کرد و ماه‌های پرآب و کم آب را در سال‌هایی که آمار آن در اختیار است نمایش داد.

با دقت به ماه‌های پرآب می‌توان تعیین نمود که رژیم رودخانه از نوع بارانی است و یا برفی، بدین صورت که اگر ماه‌های پرآب

جدول ۱- آمار بارندگی ۲۱ ساله در دوازده ماه سال - ایستگاه بدوی

کم آبی												
پر آبی												
سال	دبی در ماه (مترمکعب بر ثانیه)											
	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور
60-61	0	0.87	0.93	0.97	0.71	1.14	3.19	6.33	1.069	0.50	0.19	0.26
61-62	0.55	0.67	1.49	1.55	1.08	0.79	1.42	2.94	3.65	1.54	1.12	1.27
62-63	0.50	0.71	0.83	0.72	0.60	1.20	1.63	2.64	2.02	0.60	0.42	0.46
63-64	0.47	0.54	0.54	0.43	0.34	0.33	4.04	5.58	1.68	0.20	0.26	0.32
64-65	0.53	0.80	1.36	0.54	1.90	1.13	1.76	1.81	2.01	0.52	0.33	0.86
65-66	0.79	0.98	0.75	1.70	1.59	1.07	2.82	4.55	1.79	0.25	0.54	0.54
66-67	0.39	0.83	0.58	0.46	0.45	1.10	2.76	6.40	4.12	3.06	0.97	0.77
67-68	0.93	1.08	1	1.01	1.04	1.80	2.36	0.98	0.11	0.09	0.08	0.11
68-69	0.55	1.12	1.35	0.94	1.15	1.16	2.71	4.33	1	0.27	0.28	0.32
69-70	0.41	0.58	0.30	0.40	0.55	0.76	2.02	1.66	0.47	0.08	0.27	0.14
70-71	0.49	0.61	0.71	85/0	0.68	0.67	2.41	3.52	3.05	0.76	0.64	0.39
71-72	0.69	0.73	0.89	1.10	1.07	0.96	3.29	5.43	4.09	1.08	0.87	0.52
72-73	0.69	1.06	1.16	0.71	0.81	1.13	3.22	2.74	0.73	1.52	0.47	0.36
73-74	0.59	0.58	0.79	1.01	1.60	0.98	1.03	2.02	1.21	0.90	0.32	0.52
74-75	0.68	0.63	0.49	0.47	0.70	0.69	0.80	1.23	0.16	1.02	0.33	0.09
75-76	0.42	0.36	0.41	0.49	0.56	0.90	1.06	2.74	0.99	0.71	0.02	0.08
76-77	0.22	0.30	0.39	0.54	0.66	0.81	1.14	0.99	0.78	0.14	0.04	0.03
77-78	0.14	0.23	0.36	0.41	0.44	0.33	0.44	0.87	0.36	0.03	0.28	0.08
78-79	0.39	0.36	0.37	0.37	0.25	1.01	1.80	1.28	0.36	0.05	0	0
79-80	0.05	0.14	0.14	0.26	0.19	0.61	0.87	0.29	0.07	0.31	0	0
80-81	0.02	0.05	0.15	0.54	2.11	0.57	1.01	2.94	3.22	0.54	0.57	0.05
میانگین	1.02	0.45	0.63	0.71	0.74	0.88	0.91	1.99	2.92	1.60	0.67	0.38
انحراف معیار		0.25	0.31	0.40	0.39	0.54	0.33	1	1.87	1.33	0.71	0.33
ضریب تغییرات (CV)		0.56	0.49	0.56	0.52	0.61	0.36	0.50	0.64	0.83	1.05	0.83
درصد تغییرات (CV)		55.72	48.91	55.7	50.41	60.87	36.38	50.32	64.14	83	105.13	82.8
ضریب چولگی		0.31-	0.18-	0.46	1.16	0.96	0.45	0.31	0.59	0.73	2.10	0.91

که در آن Q_{avg} دبی متوسط سالانه بر حسب (m^3/s) و T زمان بر حسب (s) می باشد. انجام محاسبات طبق فرمول فوق، آورد سالانه رودخانه قره سو، $32/1$ مترمکعب در سال بدست آمد.

در جدول ۲ دبی حداکثر سالانه بر اساس آنچه که در ایستگاه هیدرومتری بدوی ثبت شده، آورده شده است. با توجه به اعداد و ارقام موجود در جدول دیده می شود که در برخی از سال ها دبی پیک مقدار زیادی است و در برخی از سال ها عدد کوچکی می باشد و تفاوت بیشترین و کمترین آن محسوس است. در سال ۶۱-۶۲ بیشترین مقدار دبی پیک را داریم که برابر $68 (m^3/s)$ و در سال ۶۷-۶۸ کمترین آن که معادل $5/5 (m^3/s)$ می باشد.

می توان هیدروگراف درازمدت رودخانه را مطابق نمودار ۳ رسم نمود. در اینجا در محور x ها، سال مشخص شده و دبی کل ماه های ۲۱ سال که آمار آن در دسترس می باشد، نمایش داده شده است. همچنین دبی میانگین سالانه و ماهانه در جدول ۱ ارائه شده به صورتی این مقدار به ترتیب برابر با $1/2$ و $0/8$ به دست آمده است. از این مقدار می توان چنین تحلیل کرد که هر ماهی که دبی آن از عدد $1/2$ بیش تر باشد احتمال وقوع سیلاب در آن زیاد می باشد و همچنین بر اساس آزمایشات انجام شده و نتایج اعلام شده می توان ادعا نمود که مقادیر دبی کمتر از $0/8$ میانگین ماهانه مصادف با خشکسالی می باشد.

همچنین می توان با محاسبه میانگین دبی های پیک و نمایش آن در نمودار ۴ به طور کلی بیان داشت که سال هایی که دبی پیک آن ها بیش تر از مقدار میانگین است سال های سیلابی می باشند؛ که در نمودار تقریباً سال های ۶۰، ۶۱، ۶۶، ۷۱، ۷۲، ۷۴ و ۷۷ می باشد و سال ۶۱ بیشترین و سال ۶۷ کمترین مقدار آن در طی این ۲۱ سال آمار در دست می باشد.

در این قسمت برای بررسی خشکسالی هیدرولوژیکی به بررسی و رسم میانگین متحرک ۳ و ۵ ساله دبی اقدام شد. بررسی سری های زمانی بارش و دبی در یک دوره آماری، یکی از شاخص های مناسب جهت پیش بینی دوره های خشکسالی و ترسالی یا تکرار آن ها

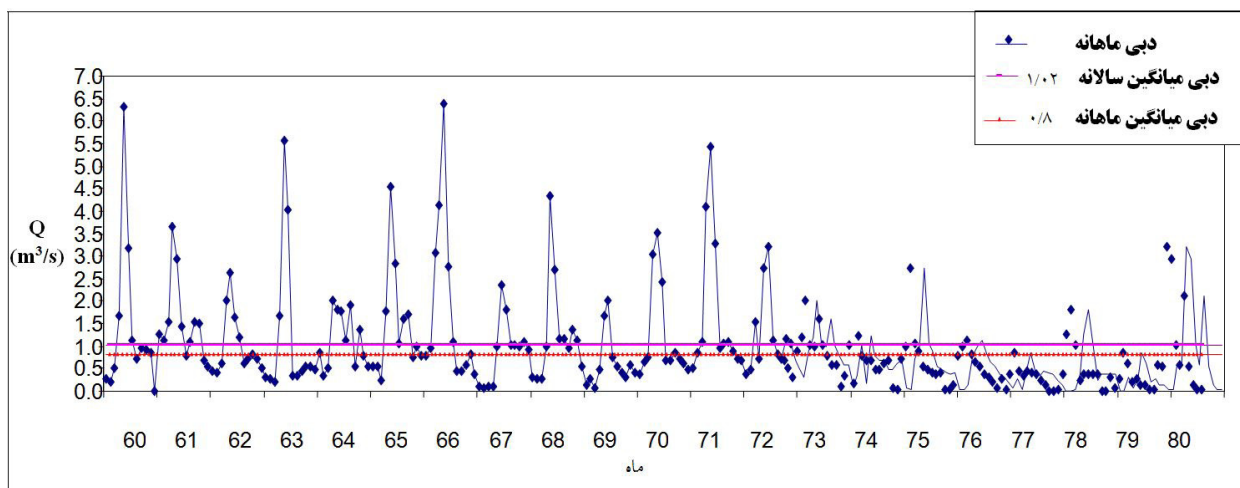
در محدوده فصل زمستان باشد می توان ادعا کرد که رودخانه رژیم بارانی دارد، یعنی هر بارشی به صورت باران پس از مدت کوتاهی به رودخانه وارد می شود؛ اما اگر ماه های پرآب در ماه های اردیبهشت و خرداد باشد از رودخانه با عنوان رژیم برفی یاد می شود. این بدین معنی است که نزولات جوی در زمستان به صورت برف بوده و در ارتفاعات جمع شده در نهایت در اردیبهشت با افزایش دمای هوا به سمت پایین دست و دشت جاری گشته و وارد رودخانه شده اند. از همین طریق می توان به نوع منطقه اعم از دشتی و یا کوهستانی بودن آن پی برد [۴].

از طریق فرمول ۱ می توان میزان آورد سالانه رودخانه را در ایستگاه مورد نظر به دست آورد.

$$S_y = Q_{avg} \times \frac{T}{10^6} \quad (1)$$

جدول ۲- آمار ۲۱ ساله دبی پیک رودخانه قره سو - ایستگاه بدوی

سال	$Q_{Peak} (m^3/s)$	سال	$Q_{Peak} (m^3/s)$
60-61	39.6	70-71	21.2
61-62	68	71-72	39
62-63	6.5	72-73	39.1
63-64	13.5	73-74	11
64-65	16.6	74-75	58.7
65-66	24	75-76	14
66-67	40.7	76-77	6.3
67-68	5.5	77-78	32.2
68-69	15.1	78-79	-
69-70	16.8	79-80	-
70-71	21.2	80-81	-
میانگین کل		26	



نمودار ۳- هیدروگراف دراز مدت ایستگاه بدوی در رودخانه قره سو

در بررسی کیفیت آب رودخانه قره سو (ایستگاه بدوی) و ارتباط آن با دبی رودخانه برای هر پارامتر در حالت لگاریتمی نموداری ترسیم شده است که نمودار ۷ تا ۹ به بررسی آن‌ها می‌پردازد. در نمودارهای فوق، رابطه بین سه پارامتر کیفی یاد شده با دبی سنجیده شد به نحوی که هرچه همبستگی نقاط با خط برازش داده شده بیش‌تر باشد (یعنی R^2 به عدد یک نزدیک‌تر باشد)، رابطه آن دو عامل با یکدیگر بیش‌تر است.

جدول ۴- میانگین متحرک رودخانه قره سو - ایستگاه بدوی

۵ ساله	۳ ساله	$Q_{mean} (m^3/s)$
1.2	1.3	1.4
1.2	1.2	1.5
1.3	1.1	1
1.3	1.2	2.1
1.3	1.4	1.1
2/1	1.3	1.4
1.1	1.3	1.8
1.1	0.9	0.8
2/1	1	1.2
1.1	1.2	0.6
1.1	1.3	1.2
1	1.3	1.7
0.8	0.9	1.2
0.6	0.7	0.9
0.5	0.6	0.6
0.4	0.5	0.7
0.5	0.4	0.5
	0.3	0.3
	0.5	0.5
		0.2
		0.9

محسوب می‌شود. با توجه به اینکه این داده‌ها دارای نوسانات سالانه می‌باشند، این نوسانات در تحلیل و بررسی روند تغییرات درازمدت مزاحمت ایجاد می‌کند. روش میانگین متحرک با بکارگیری متوسط داده‌ها در یک دوره معین و تشکیل سری زمانی جدید، این نوسانات را کاهش و یا به عبارتی دیگر، این نوسانات را هموار می‌کند [۳]. برای مثال با رسم میانگین متحرک ۳ ساله می‌توان چنین برداشت کرد که میانگین هر سال از میانگین دو سال دیگر نیز تأثیر پذیرفته است که این نتیجه تقریباً به واقعیت نزدیک‌تر است.

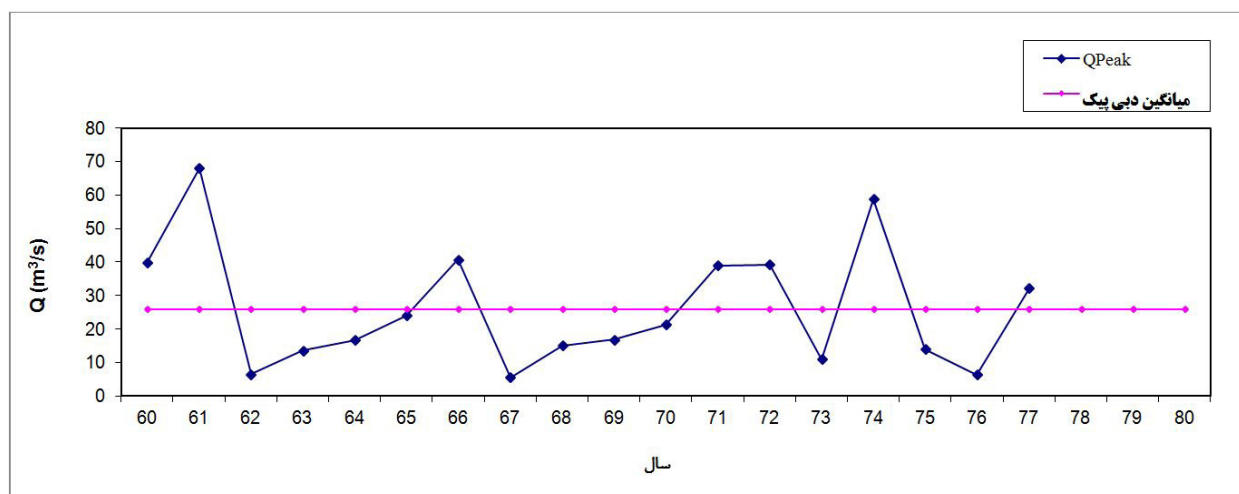
نمودار ۵ و ۶ تغییرات دبی را از طریق محاسبه میانگین متحرک مربوط به خود نمایش می‌دهد. دبی‌های میانگین در هر نمودار از سال ۱۳۷۲ به بعد با شیب تقریباً ثابتی به صورت نزولی حرکت کرده است.

در نمودارهای ۵ و ۶، در جایی که دبی میانگین متحرک، از دبی میانگین سالانه کم‌تر شود، نشان‌دهنده این است که در آن سال خشکسالی هیدرولوژیکی رخ داده است. در واقع همانطور که از نمودار پیداست، خشکسالی هیدرولوژیکی بدان معنا نیست که رودخانه فاقد آب باشد، بلکه مقدار آن از میانگین بلند مدت که در منطقه حاکم بوده است کم‌تر می‌شود.

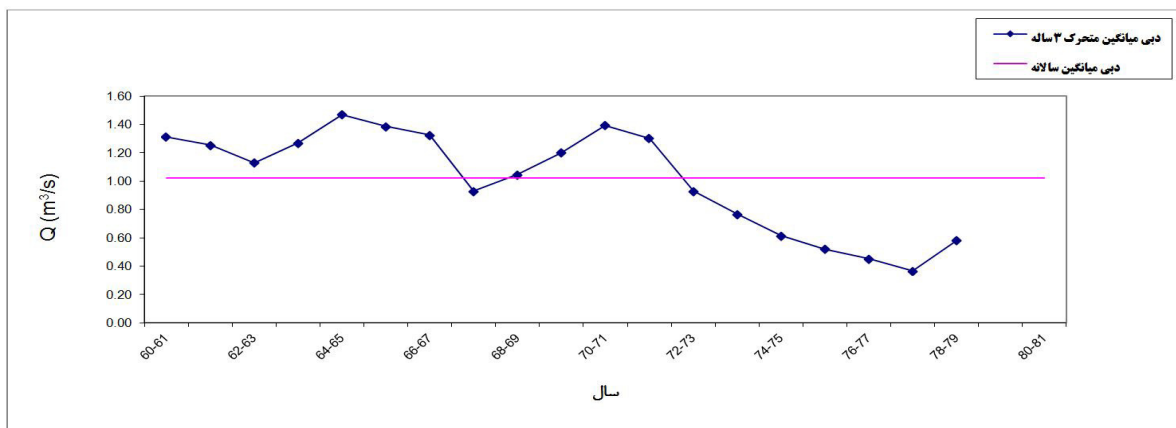
مطالعات کیفی

در جدول ۵، شاخص‌های کیفی معمول برای ارزیابی کیفیت آب، برای رودخانه قره‌سو در بازه زمانی ۲۰ ساله مورد بررسی قرار گرفته است. لازم به ذکر است در هر سال ۱۰۹ نمونه از ایستگاه بدوی رودخانه جمع‌آوری شده است و اعداد درون جدول، میانگینی از ۱۰۹ نمونه در هر سال مربوطه هستند.

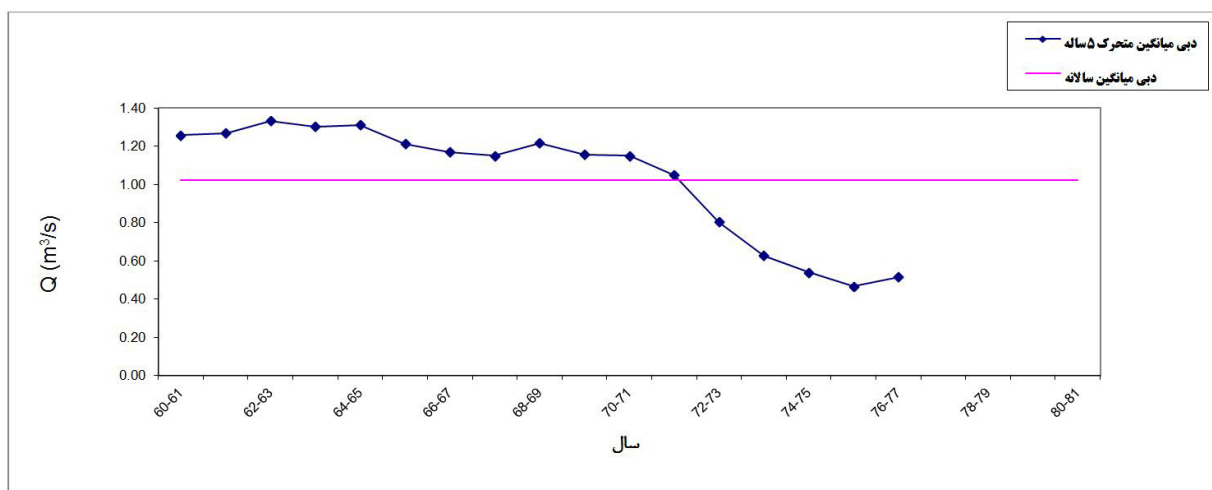
با توجه به جدول ۵، هرچه از سال‌های ۱۳۶۶ و ۱۳۶۷ می‌گذریم غلظت مواد محلول در آب افزایش یافته و در نتیجه کیفیت آب کاهش یافته است.



نمودار ۴- منحنی دبی پیک ۲۱ ساله رودخانه قره سو - ایستگاه بدوی



نمودار ۵. منحنی دبی میانگین متحرک ۳ ساله رودخانه قره سو - ایستگاه بدوی



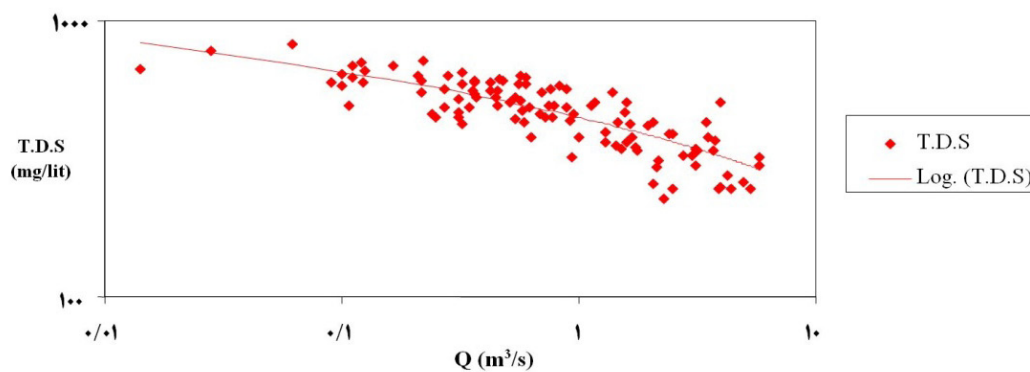
نمودار ۶. منحنی دبی میانگین متحرک ۵ ساله رودخانه قره سو - ایستگاه بدوی

جدول ۵- نتیجه آزمایشات هیدروشیمیایی آب

K	CO ₃	TDS	EC	pH	HCO ₃	Cl	SO ₄	Sum.A	Ca	Mg	Na	Sum.C	SAR	Abi	Sal	Station
-	1.37	494.44	820	8.11	6.53	0.46	0.74	8.20	1.91	5.02	1.25	8.18	0.66	61	1360	Badvi
-	1.40	527.50	811.25	8.40	5.71	0.53	0.81	8.11	1.58	5.09	1.44	8.10	0.78	62	1361	Max
-	1.40	483	743	8.15	5.81	0.47	0.74	7.45	2.29	3.75	1.38	7.40	0.81	63	1362	Min
-	1.40	551.67	848	8.30	6.68	0.58	0.72	8.43	1.73	5.38	1.39	8.53	0.72	64	1363	
-	0.80	492.17	757	8.28	5.96	0.48	0.60	7.55	2.56	3.72	1.31	7.60	0.71	65	1364	
-	0.20	486.67	750.50	7.95	6.16	0.57	0.60	7.53	2.08	4.23	1.18	7.50	0.64	66	1365	
-	0.33	25/351	538.75	8.20	4.65	0.38	0.58	5.93	2.15	2.85	0.92	5.90	0.60	67	1366	
-	0	418.50	644	7.85	6.13	0.48	0.84	7.45	1.15	4.90	1.45	7.50	0.82	68	1367	
-	0	416.57	641	7.64	6.56	0.53	0.54	7.64	1.65	4.67	1.11	7.53	0.60	69	1368	
-	0	483.75	744.50	7.18	7.41	0.95	0.55	8.95	2.35	5.31	0.95	8.63	0.49	70	1369	
-	0	372.17	571.83	7.27	5.95	0.57	0.73	7.25	2.90	3.20	1.29	7.38	0.75	71	1370	
-	0	407.50	641.83	7.25	5.94	0.43	0.55	6.93	2.50	3.35	1.06	6.92	0.62	72	1371	
-	0	436.83	671.67	7.38	6.67	0.47	0.59	7.72	2.53	4.02	1.18	7.75	0.66	73	1372	
-	0.27	416	640	7.82	6.23	0.57	0.45	7.53	2.97	3.20	1.20	7.37	0.67	74	1373	
0.15	0	422.75	650	7.65	6.68	0.55	1.15	8.38	2.80	4.43	1.15	8.43	0.60	75	1374	
0.11	0	420	645.67	7.53	6.10	0.46	1.22	7.80	2.53	3.85	1.09	7.52	0.60	76	1375	
0.22	0	523.82	805.67	7.63	7.30	0.54	1.35	9.20	2.55	4.68	1.66	9.12	0.87	77	1376	
0.18	0	605.50	931.25	7.50	8.55	0.70	1.86	11.13	93/2	5.70	2.24	11.05	1.07	78	1377	
0.17	0	557	856.67	7.57	8.13	0.53	1.32	10	3.10	4.87	1.72	9.83	-	79	1378	
0.2	0	615.33	946.67	7.85	8.97	0.63	1.87	11.47	2.87	5.67	2.39	11.07	1.18	80	1379	
0.15	0	659	1013.33	7.47	9.17	0.83	1.47	11.47	3.30	6.13	2.24	11.87	1.02	81	1380	
0.17	0.34	482.93	746.31	7.76	6.73	0.56	0.92	8.39	2.40	4.48	1.41	8.34	0.74	میانگین		

$$y = -89/58 \ln(x) + 446/94$$

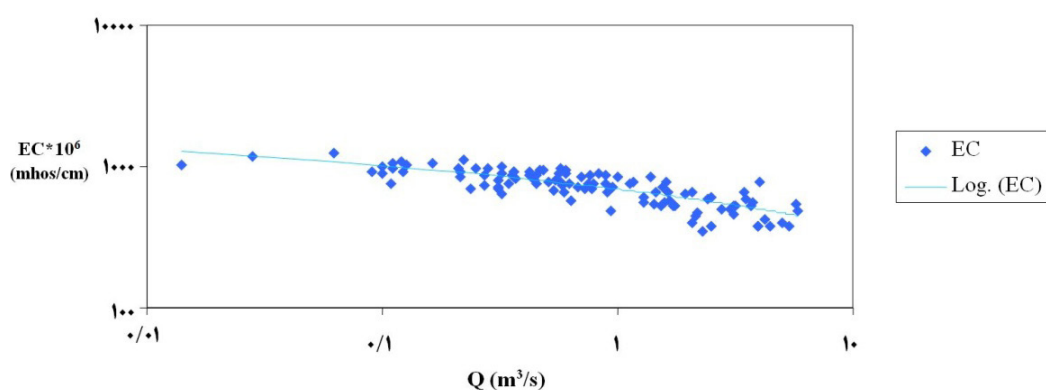
$$R^2 = 0/6863$$



نمودار ۷- منحنی تغییرات TDS در مقابل Q - لگاریتمی

$$y = -138/23 \ln(x) + 693/04$$

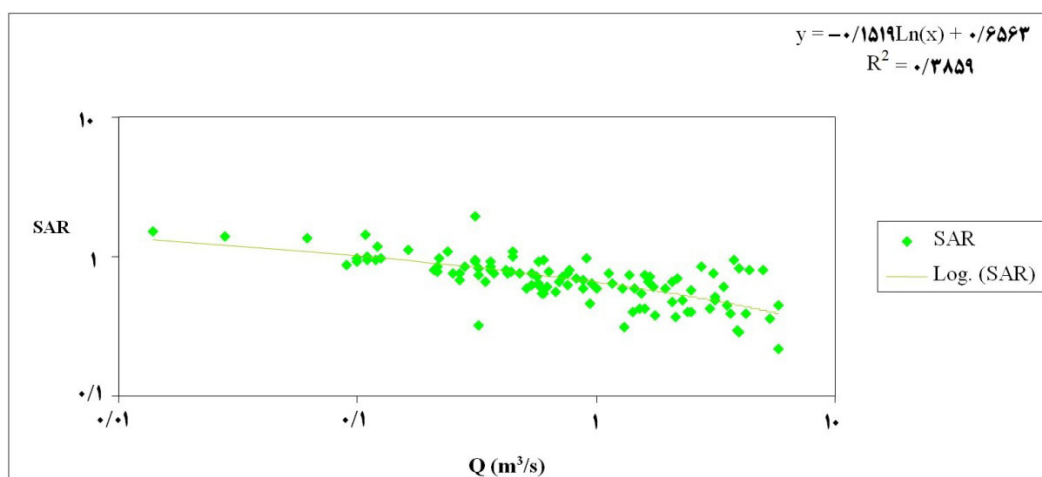
$$R^2 = 0/6886$$



نمودار ۸- منحنی تغییرات EC در مقابل Q - لگاریتمی

$$y = -0/1519 \ln(x) + 0/6563$$

$$R^2 = 0/3859$$



نمودار ۹- منحنی تغییرات SAR در مقابل Q - لگاریتمی

جدول ۶- واحدهای عناصر و ترکیبات شیمیایی موجود در آب

واحد	کمیت
میلی گرم بر لیتر	K, Mg, Na, Cl, SO ₄ , HCO ₃ , CO ₃ , TDS
بدون واحد	pH
mmhos/cm	EC

رودخانه‌ها اکوسیستم‌های پیچیده‌ای هستند که به دلیل استفاده‌های بیش از حد و افزایش رو به رشد جمعیت جهان در معرض تهدید قرار گرفته‌اند. با توجه به ارتباط نزدیک رودخانه‌ها و جوامع انسانی، اکوسیستم رودخانه‌ها نسبت به تنش‌ها و فعالیت انسانی آسیب‌پذیر شده و تغییرات زیادی در رودخانه ایجاد شده است. با این حال تخریب در اثر دخالت و فعالیت‌های انسان، باعث شده است که ارائه مؤثر و پایدار خدمات رودخانه‌ها مختل گردد [۱]. از این جهت بررسی رودخانه از دو منظر کمی و کیفی بطور روز افزون اهمیت می‌یابد. در این مطالعه نیز کمیت و کیفیت رودخانه قره‌سو واقع در استان آذربایجان شرقی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از این مطالعه در بخش کمی نشان داد کم‌ترین جریان رودخانه در شهریور ماه به مقدار ۳۴۰ لیتر بر ثانیه و بیش‌ترین دبی رودخانه متعلق به اردیبهشت ماه به مقدار ۲۹۲۰ لیتر بر ثانیه است. با توجه به این اعداد می‌توان چنین برداشت کرد که رودخانه قره‌سو دارای رژیم جریان برفی است. با توجه به آمار سال آبی ۶۷-۶۶ پر آب ترین سال در بازه زمانی مورد مطالعه است. میانگین دبی سالیانه این رودخانه ۱۰۲۰ لیتر بر ثانیه بدست آمد. آورد رودخانه ۳۲/۱ مترمکعب رسوب در سال می‌باشد که با توجه به دبی سالانه، عدد قابل توجهی است. بیش‌ترین دبی پیک اندازه‌گیری شده در طی ۲۱ سال، مربوط به سال آبی ۶۱-۶۲ به مقدار ۶۸ مترمکعب بر ثانیه می‌باشد. با توجه به هیدروگراف بلند مدت رودخانه، هرچه از سال ۷۲ می‌گذریم دبی‌های ماهانه کم‌تر از متوسط دبی سالانه و ماهانه می‌شود و این موضوع نشان‌دهنده انقضیه است با مرور زمان از حجم جریان رودخانه کاسته شده است. در ادامه پژوهش دبی پیک هر سال با میانگین دبی پیک دراز مدت مقایسه شد و مشخص گردید تنها در در سال‌های ۶۰، ۶۱، ۶۶، ۷۲، ۷۶ و ۷۷ دبی پیک از دبی پیک سالانه گذشته است. در بررسی خشکسالی هیدرولوژیکی رودخانه، اقدام به رسم منحنی میانگین متحرک دبی ۳ و ۵ ساله شد که طبق میانگین متحرک ۳ ساله سال ۱۳۶۸ و سپس از سال ۱۳۷۲ به بعد خشکسالی هیدرولوژیکی در رودخانه رخ داده ولی بر اساس میانگین متحرک ۵ ساله، تنها از سال ۱۳۷۲ خشکسالی هیدرولوژیکی بر رودخانه حاکم بوده است. در قسمت دیگر مطالعه به بررسی کیفیت آب این رودخانه پرداخته شد. بر اساس نتایج آزمایشات هیدروشیمیایی در سال‌های ۷۹ و ۸۰، کیفیت آب در بدترین شرایط از لحاظ غلظت عوامل شیمیایی قرار داشته است در حالی‌که سال ۱۳۶۶ مطلوب‌ترین سال از لحاظ کیفیت آب بوده است. نتایج حاصل از مطالعات کمی که منتج به درک کاهش دبی رودخانه بود؛ به خوبی این موضوع را تأیید می‌کند. در قسمت پایانی مطالعات کیفی، همبستگی سه پارامتر کیفی آب (TDS، SAR و EC) با دبی جریان مورد بررسی قرار گرفت. در این مرحله مشخص شد بالاترین همبستگی (R نزدیک به یک) در ارتباط بین دبی و EC یافت می‌شود و عدد R بدست آمده گویای این است که دبی

و غلظت مواد محلول در آب، دارای ارتباط مستقیمی هستند و به نوعی این چنین می‌توان استدلال کرد که به تناسب افزایش یا کاهش در مقدار دبی، مقدار EC هم افزایش یا کاهش می‌یابد. در نهایت با کنترل کمیت یا دبی جریان، می‌توان کیفیت آن را نیز کنترل کرد تا آب مورد نیاز در بخش‌های مختلف از جمله شرب و کشاورزی تأمین شود.

منابع

- ۱- خروشی، س.، مصطفی‌زاده، ر.، اسمعیلی عوری، ا.، رئوف، م. ۱۳۹۵. سلامت رودخانه، اهمیت و کاربرد آن. مجله ترویج و توسعه آبخیزداری، ۱۳: ۳۵-۴۰.
- ۲- شرکت سهامی آب منطقه‌ای اردبیل. ۱۳۷۸. گزارش کنترل سیلاب در حوضه رودخانه قره‌سو. جلد دوم.
- ۳- شریفیان، ح.، رضایی، ح. ۱۳۹۲. بررسی ترسالی و خشکسالی در حوضه گرگانرود، اولین همایش ملی چالش‌های کشاورزی و منابع آب، اصفهان، ۱-۱۳.
- ۴- ولایتی، س. ا.، غیور، ح.، شفیعا، ص. ۱۳۸۵. بررسی رژیم هیدرولوژیکی رودخانه فریزی (زیرحوضه کشف‌رود) و نقش آن در تغذیه آبخیز دشت مشهد. مجله جغرافیا و توسعه، ۲: ۴۷-۷۲.
- ۵- یوسفی، ح.، محمدی، ع.، نوراللهی، ی.، ساداتی‌نژاد، س. ج. ۱۳۹۵. ارزیابی کیفی منابع آب سطحی حوضه آبخیز هیو. مجله اکوهیدرولوژی، ۳: ۱۴۱-۱۴۹.
- 6- Alexandrov, Y., Laronne, J.B. and Reid, I. 2003. Suspended sediment concentration and its variation with water discharge in a dryland ephemeral channel, northern Negev, Israel. J. Arid Environ. 53, 73-84.
- 7- Bárdossy, A., Molnár, Z. 2004. Statistical and geo statistical investigations into the effects of the Gabčíkovo hydropower plant on the groundwater resources of northwest Hungary, Hydrol. Sci. J. 49, 351-366.
- 8- Bloesch, J., Sandu, C. and Janning, J. 2012. Challenges of an integrative water protection and river basin management policy: The Danube case. River Syst. 20 (1-2), 129-144.
- 9- Bouza-Deano, R., Ternero-Rodrigues, M. and Fernandez-Espinosa, A.J. 2008. Trend study and assessment of surfacewater quality in the Ebro River(Spain). J. Hydrol 361, 227-239.
- 10- Crosa, G., Froebrich, J., Nikolayenko, V., Stefani, F., Galli, P. and Calamari, D. 2006. Spatial and seasonal variations in the water quality of the Amu Darya River(Central Asia). Water Res. 40, 2237-2245.

- 18- Pinto, U., Maheshwari, B. L., Sherestha, S. and Morris, C. 2012. Understanding the meaning of river health for a community: perspectives from the periurban region of the Hawkesbury-Nepean catchment, Australia. *Water Policy*, 33, 766-783.
- 19- Pulley, S., Foster, I. and Antunes, P. 2016. The dynamics of sediment-associated contaminants over a transition from drought to multiple flood events in a lowland UK catchment. *Hydrol. Processes* 30, 704-719.
- 20- Rebelo, L.-M., Johnston, R., Hein, T., Weigelhofer, G., D'Haeyer, T., Kone, B. and Coos, J. 2013. Challenges to the integration of wetlands into IWRM: The case of the Inner Niger Delta (Mali) and the Lobau Floodplain (Austria). *Environ. Sci. Policy* 34, 58-68.
- 21- Sommerwerk, N., Bloesch, J., Paunovic, M., Baumgartner, C., Venohr, M., Schneider- Jacoby, M., Hein, T. and Tockner, K. 2010. Managing the world's most international river: the Danube River Basin. *Mar. Freshwater Res.* 61, 736-748.
- 22- Vignati, D., Pardos, M., Diserens, J., Ugazio, G., Thomas, R. and Dominik, J. 2003. Characterisation of bed sediments and suspension of the river Po (Italy) during normal and high flow conditions. *Water Resources*. 37, 2847-2864.
- 11- Gafny, S., Talozzi, S., Al Sheikh, B. and Ya'ari, E. 2010. Towards a Living Jordan River: An Environmental Flows Report on the Rehabilitation of the Lower Jordan River. EcoPeace/Friends of the Earth Middle East, Amman, Bethlehem, Tel-Aviv, pp. 13-69.
- 12- Habersack, H., Hein, T., Stanica, A., Liska, I., Mair, R., Jäger, E., Hauer, C. and Bradley, C. 2016. Challenges of river basin management: current status of, and prospects for, the River Danube from a river engineering perspective. *Sci. Total Environ.* 543, 828-845.
- 13- Hein, T., Baranyi, C., Reckendorfer, W. and Schiemer, F. 2004. The impact of surface water exchange on the hydrochemistry and particulate matter dynamics in floodplains along the River Danube, Austria. *Sci. Total Environ.* 328, 207-218.
- 14- Hohensinner, S., Haidvogel, G., Jungwirth, M., Muhar, S., Preis, S. and Schmutz, S. 2005. Historical analysis of habitat turnover and age distributions as a reference for restoration of Austrian Danube floodplains. *River Basin Manage.* 25, 489-502.
- 15- ICPDR. 2013. ICPDR Strategy on Adaptation to Climate Change International Commission for the Protection of the Danube River, Vienna. 44 pp.
- 16- IPCC. 2013. In: Stocker, T.F., Qin, D., Plattner, G.-K., Tignor, M., Allen, S.K., Boschung, J., Nauels, A., Xia, Y., Bex, V., Midgley, P.M. (Eds.), *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. 1535pp.
- 17- Kovács, J., Kovács, S., Hatvani, I.G., Magyar, N., Tanos, P., Korponai, J. and Blaschke, A.P. 2015. Spatial optimization of monitoring networks on the examples of a river, a lake- wetland system and a sub-surface water system. *Water Resources. Manage.* 29, 5275-5294.

**Abstract****Evaluation of River Discharges and Water Quality of Badvi Station in Ardebil's Qarehsou River (Case study: Badvi Station)**H. Yousefi^{1*} and A. Mohammadi²

Received: 2016/12/25 Accepted: 2017/02/19

Rivers are vessels of water transportation all over the lands which can use in different parts such as agriculture and drinking, so paying attention to quantity and quality of water have numerous importance. This study aimed to assess both trait of water in one of the most important river which is located in country's North West. For this purpose, 20 years statistics for Ardebil Qarehsou river discharge and chemical characteristics in Badvi station have been used. In this study at first, quantitative properties such as annual sediment discharge, maximum annual discharge and hydrological drought have studied. In the next section, qualitative study of river such as solved solids concentration and connection between some parameters with discharge have analyzed. The results showed average of annual discharge was 1020 lit/s and since 1993, monthly discharge was even lower than average discharge. Annual sediment discharge calculated 32.1m³ which is considerable by according to discharge. In part of hydrological drought study, it is determined since 1993, this drought was happened in this river. In qualitative study part, correlation between three parameters(TDS, EC and SAR) with discharge analyzed and then results shows the highest correlation by 0.6886 coefficient is related to EC with discharge and thus for maintaining the quality, of river, some ideas have to consider that anthropogenic activities which cause diminish the discharge, isn't done.

Keywords: *Hydrological drought, Quantitative of river, Hydro-chemical, Qarehsou*

1. Assistant Professor, Department of New Energies and Environment, Faculty of New Sciences and Technologies, University of Tehran, Tehran, Iran, corresponding author, Email: Hosseinyousefi@ut.ac.ir.

2. M.Sc student in Ecohydrology Engineering, Faculty of New Sciences and Technologies, University of Tehran, Tehran, Iran.