



پهنه بندی کیفی آب رودخانه بر اساس شاخص WQI

مطالعه موردی: رودخانه زهره

آرزو کریمیان، کارشناس ارشد - مهندسی آب و فاضلاب - سازمان آب و برق خوزستان karimian67@yahoo.com
نعمت ا. جعفرزاده، دکترای بهداشت محیط - عضو هیئت علمی دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز
رامین نبی زاده، دکترای بهداشت محیط - عضو هیئت علمی دانشگاه علوم پزشکی تهران
مهران افخمی، دکترای علوم محیط زیست - مدیر محیط زیست سازمان آب و برق خوزستان



چکیده:

بیو شیمیایی، هدایت الکتریکی، کل نترات، کلیرم مدفوعی و اکسیژن محلول، پی هاش، کل فسفات، دما، کدورت، کل جامدات معلق اندازه گیری شدند. از بررسی نتایج آزمایشگاهی و محاسبه شاخص کیفیت آب مشخص گردید در بعضی از ایستگاهها بدلیل دفع فاضلابهای کشاورزی و شهری و نفوذ آب شور دریا در کیفیت آب کاهش محسوسی ایجاد گشته است. بهترین کیفیت آب رودخانه در ایستگاههای خیرآباد، چم بستان، فلور و سردشت مشاهده شد. براساس محاسبات و طبقه بندی شاخص کیفیت پایین ترین مقدار شاخص در ایستگاه سجافیه با مقدار ۳۳ و بالاترین آن در ایستگاه چم بستان با مقدار ۴۴ است. پنج بازه کیفیتی رودخانه زهره بر اساس WQI شامل بازه اول ایستگاه چم بستان، بازه دوم ایستگاه دهملا، بازه سوم ایستگاههای پل فلور

رشد جمعیت و آلودگیهای ناشی از تخلیه انواع فاضلابهای شهری، صنعتی و کشاورزی، شیرابه محللهای دفع زباله، روانابهای سطحی باعث گسترش آلودگی و محدود تر شدن منابع آب گشته اند. پهنه بندی کیفیت آب رودخانه اولین و مهمترین مرحله در مدیریت کیفیت می باشد. وجود مراکز مهم جمعیتی، صنایع و کشاورزی در اطرف رودخانه زهره و شرایط گرم و خشک منطقه بر اهمیت این منبع آبی افزوده است. محدوده مطالعاتی این تحقیق حوضه آبریز رودخانه زهره از محل ورود به استان خوزستان تا خلیج فارس می باشد. از ۹ ایستگاه نمونه برداری به نامهای خیرآباد، چم بستان، پل فلور، سردشت، پل ۷۲۰ متری، دهملا، فیروزآباد، هنديجان و سجافیه، برای مدت یکسال آبی (مهرماه ۸۴ تا شهریور ۸۵) به صورت ماهیانه پارامترهای اکسیژن مورد نیاز

WQI = Water Quality Index

شاخص کیفیت آب که مقدار آن از صفر تا ۱۰۰ متغیر است.

Wi = وزن یا درجه اولویت عامل از صفر تا ۱ (جدول)
 Qi = کیفیت پارامتر از صفر تا ۱۰۰ (منحنی های شاخص)

بنابراین اطلاعات بدست آمده با توجه به درجه اولویت یا وزن هر پارامتر در جدول شماره (۱) و شماره (۲) و اطلاعات استخراج شده از منحنی های معیار (عیار هر مشخصه) مربوط به آنها با یکدیگر ترکیب و ارائه شده است. نظام شاخص کیفیت آب نیازمند ارائه رابطه ای قطعی بین مقادیر متفاوت هر مشخصه آزمایشگاهی و میزان کیفی است که می توان براساس تغییرات آن مشخصه به آب نسبت داد. از آنجا که کیفیت آب یک فاکتور واحد قابل اندازه گیری نمی باشد، ایجاد رابطه فوق الذکر نیازمند نوعی استنتاج کیفی است. مکانیسم تعیین این روابط استفاده از منحنی ها و جداول معیار است. از طریق شاخص کیفیت می توان یک ایستگاه از یک رودخانه در طی چند مدت، مقایسه کیفیت آب در ایستگاههای مختلف در یک رودخانه مشابه، مقایسه کیفیت آب رودخانه های مختلف را مورد بررسی قرار داد.

مقدار عددی	وضعیت
90-100	بسیار خوب
70-90	خوب
50-70	متوسط
25-50	بد
0-25	بسیار بد

جدول شماره (۱) - متوسط مقادیر شاخص کیفیت آب رودخانه ها

و خیرآباد و سردشت، بازه چهارم ایستگاههای سجافیه و هندیجان، بازه پنجم فیروزآباد و پل ۷۲۰ متری می باشد.

کلمات کلیدی:

کیفیت آب، رودخانه زهره، تحلیل آماری، شاخص کیفیت، پهنه بندی

مقدمه:

ارزیابی و شناخت کیفیت آب رودخانه ها و جریانات با استفاده از روش WQI سبب ارائه نتایج دقیقتر و پیش بینی های سریعتر می گردد و این امکان را فراهم می نماید که با بیانی ساده بتوان کیفیت آب رودخانه را در ایستگاههای مختلف ارائه و طبقه بندی نمود. حوضه آبریز رودخانه زهره در جنوب غرب کشور و در قسمت جنوبی رشته کوههای زاگرس قرار گرفته است. این رودخانه از دو شاخه اصلی بنامهای فهلیان و خیرآباد تشکیل شده است. حوضه زهره از شمال به حوضه های آبریز مارون و جراحی، از شرق به حوضه رودخانه کارون و کر و گناوه از جنوب محدود می شود. [۱]، [۳] هدف از پایش کیفی رودخانه زهره بدست آوردن اطلاعات کمی از تغییرات زمانی و مکانی متغیرهای کیفی همچون خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژی جهت بهینه سازی و مدیریت کیفی منابع آبی می باشد. امروزه با استفاده از انواع نرم افزارهای بانک اطلاعاتی و آماری امکان تلفیق، تحلیل، ارائه و ذخیره انواع اطلاعات در حجمهای گسترده فراهم گشته و می تواند به عنوان ابزاری کارا برای مدیران و طراحان مورد توجه باشد. جهت بررسی دقیق کیفیت آب رودخانه زهره و طبقه بندی کیفیتی آن از شاخص WQI استفاده شده است. شاخصها اطلاعاتی در مورد محیط زیست و کیفیت اکوسیستم ها ارائه می دهند و می توانند در سطح یک حوزه آبخیز یا کل کشور قابل استفاده باشد. البته انواع مختلفی شاخص برای مقاصد مختلف وجود دارد. یکی از روشهای ارزیابی آلودگی رودخانه ها استفاده از منحنی های استاندارد شاخص کیفیت است که تاثیر مرکب پارامترهای فیزیکوشیمیایی و بیولوژیکی را نشان می دهد. و از الگوی زیر تبعیت می کند: [۶]

$$WQI = \sum WiQi$$

وزن	واحد	پارامتر
0/19	%	اکسیژن محلول
0/16	میلی گرم بر لیتر	اکسیژن مورد نیاز شیمیایی
0/15	میلی گرم بر لیتر	آمونیاک
0/08	واحد	اسیدیته
0/13	میلی گرم بر لیتر	فسفات
0/09	میکروزیمنس بر سانتیمتر	هدایت الکتریکی
0/10	C°	درجه حرارت
0/10	میلی گرم بر لیتر	نیترات
1	-	جمع

جدول شماره (۲) - پارامترهای مورد نیاز و وزن انتخاب شده برای نظام شاخص کیفیت آب رودخانه ها

مراحل کلی تحلیل و پهنه بندی کیفیت آب بشرح زیر می باشد:

۱- شناخت رودخانه مورد نظر از نظر موقعیت جغرافیایی ، اقلیمی، هیدرولوژی، منابع و نوع آلاینده های ورودی به رودخانه ، اهمیت رودخانه از نظر کاربردی ، موقعیت رودخانه از نظر شهرها، صنایع و فعالیتهای کشاورزی مجاور آن ، موقعیت ایستگاههای اندازه گیری و جمع آوری داده های آماری و غیر آماری لازم .

۲- تعیین و انتخاب پارامترهای کیفیت آب که تحلیل آب رودخانه با توجه به ارزیابی آنها صورت می پذیرد. اطلاعات مربوط به این پارامترها از طریق داده های ایستگاههای سنجش موجود در طول رودخانه بدست می آید.

۳- مشخص نمودن تعداد بازه های رودخانه و تعداد پارامترهای کیفیت آب .بازه های یک رودخانه براساس محل و توزیع ایستگاههای اندازه گیری بنحوی تعیین می شوند که اطلاعات هر ایستگاه بتواند بشکلی منطقی ، معرف بازه مربوطه باشد.

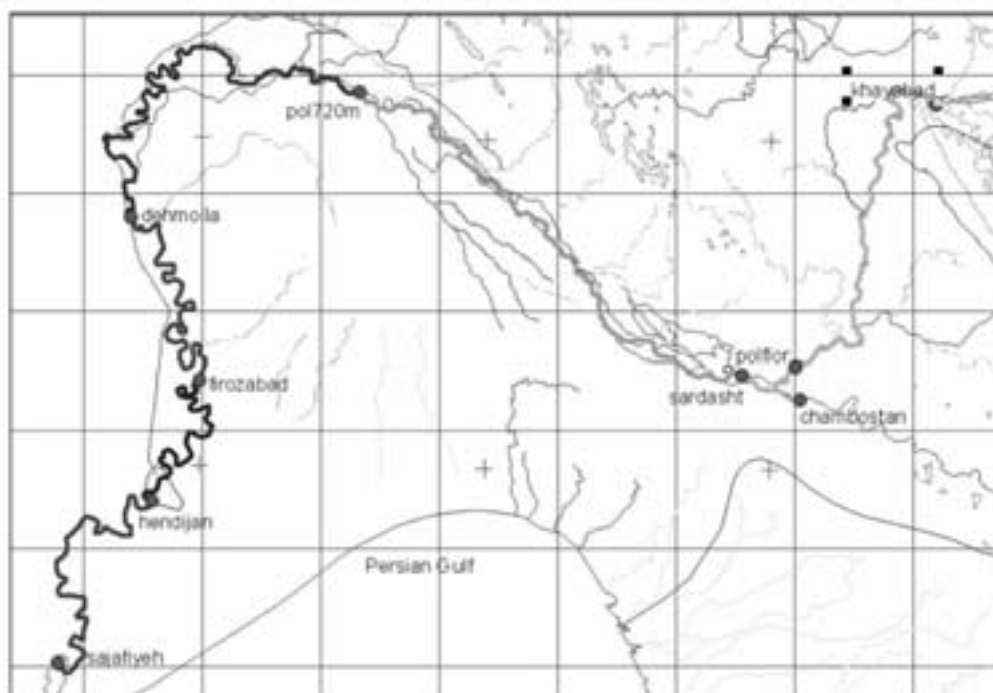
مواد و روشها:

جهت دستیابی به اطلاعات لازم در بررسی وضعیت و کیفیت آب رودخانه زهره از ۹ ایستگاه منتخب نمونه برداری انجام شد. ایستگاههای تعیین شده گویای شرایط

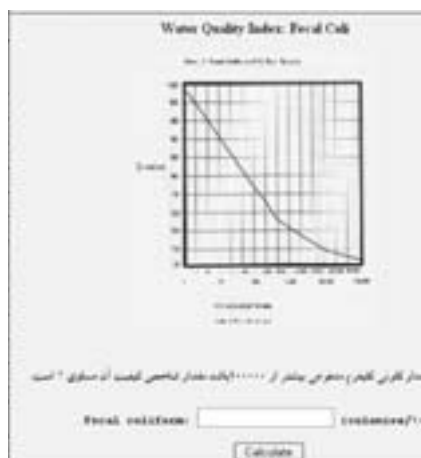
و وضعیت واقعی رودخانه بوده و در مهمترین مراکز برداشت آب و تخلیه پساب قرار گرفته اند. ایستگاهها بنامهای خیرآباد، چم بستان ، پل فلور، سردشت ، پل ۷۲۰ متری، دهمل، فیروزآباد، هندیجان و سجافیه می باشند. که از این ایستگاهها دو ایستگاه بر روی رودخانه خیرآباد و هفت ایستگاه بر روی رودخانه زهره قرار دارد. وضعیت حوزه آبریز رودخانه زهره و موقعیت قرار گرفتن ایستگاههای نمونه برداری در نقشه شماره (۱) نشان داده شده است. لازم بذکر است که ایستگاههای هندیجان و سجافیه ایستگاههایی جزر و مدی بوده و تحت نفوذ آب شور خلیج فارس قرار دارند. نمونه های تهیه شده برای مدت یکسال آبی ، بصورت ماهیانه (۲۱ مورد نمونه برداری) از مهرماه ۸۴ تا شهریور ۸۵ برای پارامترهای اکسیژن مورد نیاز بیو شیمیایی، هدایت الکتریکی، کل نیترات، کلیفرم مدفوعی و اکسیژن محلول انجام شد. از تجهیزاتی که برای نمونه برداری میدانی استفاده شده قایق و خودرو جهت حمل و تهیه نمونه ها ، دستگاه پرتابل اندازه گیری HACH Sension ۱۵۶ برای سنجش پارامترهای اکسیژن محلول ، هدایت الکتریکی ، نمونه بردار آب نوع ون دورن ، بن ماری مدل دلبو ۳۵۰ بی ، BOD متر ، سانتریفوژ مدل بی اچ جی، بطری استوانه ای مدرج و پی پت، ارلن را می توان نام برد. نمونه ها پس از انتقال به آزمایشگاه براساس روشهای استاندارد موجود

(۱) صفحه نرم افزار محاسباتی WQI و شکل شماره (۲) نمونه جداول اطلاعاتی مربوط به ایستگاهها که در ماههای مختلف تکمیل می گردند، ارائه شده است.

در کتاب استاندارد متد چاپ سال ۲۰۰۲ مورد اندازه گیری قرار می گیرند [۹]. دستگاه GPS برای مشخص نمودن نقاط و موقعیت ایستگاههای نمونه برداری، نقاط برداشت و تخلیه پساب و پیاده سازی آنها بر روی نقشه استفاده می گردد. نتایج آزمایشگاهی توسط نرم افزار آماری اکسل تحلیل شده و سپس برای هر ایستگاه شاخص کیفیت با استفاده از جداول، منحیها و نرم افزار WQI Calculator محاسبه می گردد. در شکل شماره



نقشه شماره (۱) - حوزه رودخانه زهره و ایستگاههای منتخب



شکل شماره (۱) - نرم افزار محاسباتی WQI

DO	کلوریم (CFU/100ml)	کدورت NTU	TDS	BOD	تپا	تیرات	تی فسفات	PH	WQI	تاریخ برداشت
6.8	16	5	20	61	19	53	45	88	33	زهره
6.8	16	5	20	61	20	53	57	88	34	زهره - هندپجان
6.8	16	5	20	61	22	53	49	90	35	زهره - طبروزآباد
6.8	16	5	20	67	22	58	49	90	35	زهره - پل 720 متری
6.8	16	5	20	80	26	56	50	90	42	زهره - سردشت
6.8	16	5	20	67	24	53	44	89	40	دعما - زهره
6.8	16	5	20	80	26	56	48	90	44	چم بستان - زهره
6.8	16	5	20	80	22	56	48	89	43	پل فلور - آبشیرین
6.8	16	5	20	80	22	60	49	86	43	خیرآباد - آبشیرین
6.8	16.04	5	20.04	61.01	19.01	53.01	45.01	88.01	33.01	میانگین سالانه

شکل شماره (۲) - نمونه جداول اطلاعاتی Excel

یافته ها :

شده است. با توجه به نتایج میانگین سالانه پارامترها در ایستگاههای مختلف شاخص کیفیت محاسبه و در جدول شماره (۲) آورده شده است. از ترکیب داده های میدانی و سایر اطلاعات می توان نتیجه گرفت که بهترین کیفیت آب در ایستگاه چم بستان اولین ایستگاه بر روی رودخانه زهره و سپس در ایستگاههای خیرآباد و پل فلور بر روی رودخانه خیرآباد (آبشیرین) می باشد [۷]. زیرا در این

در مطالعات کیفیت منابع آب مشخص کردن حد آستانه می تواند با توجه به شناخت پارامترهای کیفی و حداکثرهای مجاز از آنها از یک طرف و مطالعات میدانی و شناخت و بررسی رودخانه مورد نظر در محل از طرف دیگر قابل حصول باشد. خلاصه نتایج بدست آمده بصورت میانگین سالانه کیفیت آب رودخانه زهره در ایستگاههای مختلف در جدول شماره (۱) ارائه

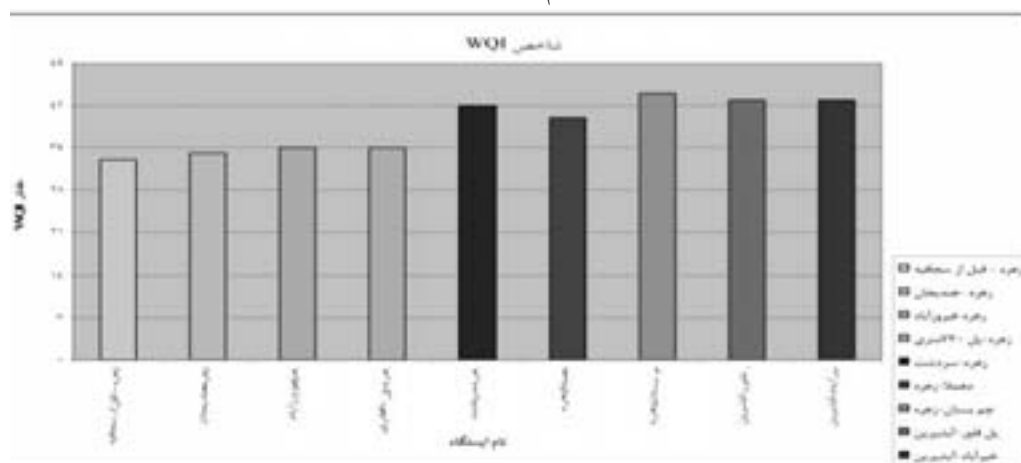


ردیف	نام ایستگاه نمونه برداری	PH	T.po4	T.no3	temp	BOD	TDS	Turb	Coliform	DO	WQI
1	زهره - قبل از سجاویه	88	45	53	19	61	20	5	9	6	33
2	زهره - هندپجان	88	57	53	20	61	20	5	8	6	34
3	زهره - طبروزآباد	90	49	53	22	61	20	5	7	6	35
4	زهره - پل 720 متری	90	49	58	22	67	20	5	18	6	35
5	زهره - سردشت	90	50	56	26	80	20	5	21	6	42
6	دعما - زهره	89	44	53	24	67	20	5	16	6	40
7	چم بستان - زهره	90	48	56	26	80	20	5	34	6	44
8	پل فلور - آبشیرین	89	48	56	22	80	20	44	22	6	43
9	خیرآباد - آبشیرین	86	49	60	22	80	20	63	25	6	43

جدول شماره (۳) - مقادیر محاسبه شده شاخص WQI بر اساس میانگین سالانه

در فیروزآباد و کدورت در چم بستان وجود دارد. پایین ترین مقدار پارامترهای کلیفرم و pH در چم بستان ، DO ، دهمل، کدورت، نیترات و TDS در خیرآباد، BOD در پل فلور، دما و فسفات در سردشت وجود دارد. در سایر ایستگاهها تغییرات خاصی نداریم. براساس محاسبه و تحلیل شاخص کیفیت (WQI) پایین ترین شاخص کیفیت آب را ایستگاه سجافیه با مقدار ۳۳ و بالاترین آنرا ایستگاه چم بستان با مقدار ۴۴ دارد [۷]. نمودار شماره (۱) مقایسه شاخصهای کیفیت آب را در ایستگاههای مختلف نشان می دهد [۸].

ایستگاهها منابع آلاینده عمده ای وجود ندارد. پایین ترین کیفیت آب در ایستگاه سجافیه است. البته وضعیت کیفیت آب در ایستگاه هندبجان نیز از کیفیت خوبی برخوردار نبوده و در پاره ای موارد آب شرب مورد نیاز از منابع دیگری تامین می گردد. به طور کلی با توجه به حد استاندارد مقادیر پارامترها و طبقه بندی WQI ، شاخص کیفیت آب رودخانه زهره در طبقه بندی نامناسبی قرار دارد. تحلیل مقادیر پارامترهای مختلف و مقایسه آنها با استاندارد نشان می دهد که بالاترین مقدار پارامترهای pH ، DO ، خیرآباد ، EC ، نیترات ، دما ، BOD در سجافیه ، فسفات در دهمل، TDS و کلیفرم



نمودار شماره (۱) - مقایسه WQI در ایستگاههای مختلف

ردیف	نام ایستگاه نمونه برداری	EC میکروموس سانتیمتر	PH	T.po4 (Mg/l)	T.no3 (Mg/l)	BOD (Mg/l)	Turbi (NTU)	Coliform MPN (CC 100)	DO (mg/l)
1	زهره - قبل از سجافیه	3002.08	7.79	0.85	9.59	4.64	384.08	16525.00	7.35
2	زهره - هندبجان	2800.42	7.82	0.56	9.62	4.44	400.17	22125.00	7.68
3	زهره - فیروزآباد	2924.17	7.79	0.72	9.38	4.07	190.92	28060.83	7.64
4	زهره - پل 720 متری	2156.67	7.81	0.74	7.58	3.38	448.25	2078.58	8.16
5	زهره - سردشت	2033.33	7.76	0.71	8.37	2.41	196.17	1291.25	7.84
6	دهمل - زهره	2886.83	7.82	0.87	9.25	3.50	199.17	3058.33	7.31
7	چم بستان - زهره	2544.58	7.76	0.75	8.49	2.18	1464.25	300.33	8.03
8	پل فلور - آیشیرین	1678.83	7.84	0.75	8.03	2.01	41.08	1019.92	7.67
9	خیرآباد - آیشیرین	1492.83	7.95	0.73	6.41	2.21	18.00	769.83	8.41

جدول شماره (۴) - میانگین سالانه پارامترها در ایستگاههای منتخب در منطقه مطالعات

بحث و نتیجه گیری :

آب این رودخانه در سرچشمه دارای کیفیتی مناسب بوده و به تدریج در طول مسیر با پسابهای گوناگون آلوده شده و از کیفیت آن کاسته می شود. آلوده شدن آب رودخانه با انواع آلاینده های معدنی، آلی و بیولوژیکی و همچنین افزایش شوری آن، خطرات جدی برای سلامت محیط زیست و کشاورزی در منطقه بوجود می آورد [۵].

وجود اراضی کشاورزی در امتداد رودخانه و دفع پساب آنها که حاوی انواع کودها و آفت کشها بوده و دفع حجم زیاد فاضلابهای شهری، روستایی و صنعتی بدون تصفیه مناسب درون رودخانه، داشتن شرایط اقلیمی گرم و خشک و کم باران، جزر و مدی بودن پایاب رودخانه و نفوذ آب شور دریا در بخشهایی از آن همه از عمده دلایل کاهش کیفیت آب این رودخانه طولانی بشمار می روند. جهت تحلیل و بررسی کیفیت آب رودخانه در دراز مدت می توان نسبت به نگهداری و ذخیره اطلاعات بدست آمده از نمونه برداریهای میدانی در سالهای مختلف اقدام نموده و با تحلیل روند تغییرات و دلایل آن بتوان سریعتر راهکارهای مدیریتی و کنترلی را ارائه داد. با تهیه شاخص کیفیت که می تواند با بیانی ساده و بدون هیچ گونه مشکلی همگان را از وضعیت کیفیت آب رودخانه مطلع نموده و در نهایت استفاده این تحلیلها و نتایج در برنامه ریزیهای مدیریت منابع می باشد. براین اساس رودخانه زهره به پنج بازه از براساس شاخص WQI تقسیم گشته است. بازه اول ایستگاه چمستان، بازه دوم ایستگاه دهملا، بازه سوم ایستگاههای پل فلور و خیرآباد و سردشت، بازه چهارم ایستگاههای سجافیه و هندیجان، بازه پنجم فیروزآباد و پل ۷۲۰ متری می باشد. این بازه ها از نظر کیفیتی شباهت نزدیکی بهم داشته و می توان ایستگاههایی را در بازه های مشابه حذف و در بازه هایی که با یکدیگر تفاوت دارند اضافه نمود که منجر به کاهش هزینه و زمان در پایش رودخانه می گردد.

منابع

- ۱- افشین، ید...، ۱۳۶۹، رودخانه های ایران، انتشارات شرکت مهندسی مشاور جاماب، وزارت نیرو
- ۲- طرح جامع کاهش آلودگی رودخانه زهره (فاز اول پایش کیفی رودخانه)، اداره کل حفاظت محیط

زیست استان خوزستان، ۴ - ۱۳۸۳

۳- طرح جامع آب کشور حوزه آبریز زهره، مهندسین مشاور جاماب، وابسته به وزارت نیرو، ۱۳۷۸، وزارت نیرو

۴- جعفرزاده، نعمت اله، ۱۳۷۹، بررسی و مدیریت زیست محیطی منابع آب، خاک و هوا (بررسی کیفی آب رودخانه زهره در شهرستان گچساران)، طرح کاربردی، سازمان حفاظت محیط زیست، مجری دانشگاه آزاد واحد یاسوج

۵- شناسنامه زیست محیطی رودخانه زهره، سازمان آب و برق خوزستان، دفتر بررسیهای زیست محیطی، ۱۳۸۴

۶- شیخ ستانی، نسرین، تبیین شاخصهای کیفی آبهای سطحی و کاربرد آن در ارزیابی آسیب پذیری کیفی و پهنه بندی رودخانه ها، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده عمران دانشگاه علم و صنعت، ۱۳۸۰

۷- کریمیان، آرزو، ۱۳۸۵، تحلیل آماری و تعیین پهنه های کیفی آب رودخانه زهره با کاربرد آنالیز خوشه ای تشابهات، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم و تحقیقات اهواز

۸- کریمیان، آرزو، ۱۳۸۵، تهیه بانک اطلاعاتی شاخصهای کیفیت آب رودخانه، مطالعه موردی رودخانه زهره، هفتمین کنفرانس بین المللی مهندسی رودخانه، دانشگاه شهید چمران، اهواز

9 - Edition ، 2001 [7]-Standard methods for the examination of water and wastewater ، 20th