

طبقه‌بندی کیفی آب رودخانه (مطالعه موردی: رودخانه‌های کارون، دز و کرخه)

ایوب کریمی جشنی^۱، مرجان سالاری درگی^{۲*}

۱ استادیار گروه مهندسی عمران - محیط زیست، دانشکده مهندسی، دانشگاه شیراز

۲ دانشجوی دکتری مهندسی عمران - محیط زیست، دانشگاه شیراز

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۱/۲۶؛ تاریخ تصویب: ۱۳۹۴/۰۴/۰۱)

چکیده

رودخانه‌ها به‌عنوان یکی از منابع اساسی تأمین آب برای مصارف گوناگون از جمله کشاورزی، شرب و صنعت مطرح می‌باشند. از این رو پایش کیفیت این منابع با توجه به خشکسالی‌های اخیر و توسعه شهری و روستایی یکی از وظایف مهم در حیطه مدیریت محیط‌زیست محسوب می‌گردد. در این مطالعه نمونه‌گیری به‌صورت فصلی از نه ایستگاه هیدرومتری رودخانه‌های کارون، کرخه و دز در یک بازه زمانی یک‌ساله از فروردین سال ۱۳۹۰ مصادف با فصول گرم و سرد صورت گرفت و پارامترهایی نظیر درجه حرارت، هدایت الکتریکی، اکسیژن محلول، pH، کدورت، BOD، COD و غیره اندازه‌گیری گردید. داده‌های حاصل از مطالعه با استفاده از نمودارهای پایپر، شولر و شاخص ملی کیفیت NSFQI مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج نشان دادند بر اساس دیاگرام پایپر آب هر سه رودخانه در فصول پرآبی و کم‌آبی از نوع سدیم کلراید می‌باشد. همچنین آنالیز پارامترهای اندازه‌گیری شده با توجه به شاخص NSFQI حاکی از آن است که در هر سه رودخانه شاخص کیفیت کل در شش ماهه اول در حد فاصل کمتر از (۵۰) بیانگر کیفیت بد می‌باشد و در شش ماهه دوم در حد فاصل بیشتر از (۵۰) بیانگر کیفیت متوسط می‌باشد. بنابراین با پایش عوامل فیزیکی، شیمیایی، میکروبی و همچنین با کنترل شاخص ملی کیفیت آب و نمودارهای مذکور در ایستگاه‌های موردنظر، اثرات محیط‌زیستی ورود آلودگی در قسمت‌های مختلف رودخانه به‌خوبی مشهود بوده و امکان تصمیم‌گیری در خصوص نحوه استفاده از آب در بخش‌های مختلف آن را برای مسئولین ذی‌ربط فراهم می‌سازد.

کلید واژه‌ها: شاخص کیفیت آب، کنترل آلودگی، محیط‌زیست و استان خوزستان

سرآغاز

رودخانه‌ها و آب‌های جاری، از دیر باز مورد نیاز و مورد توجه جوامع بشری بوده‌اند و برای بهره‌بردن از منابع آب، شهرها و مراکز صنعتی و کشاورزی معمولاً در نزدیکی رودخانه‌ها برپا شده‌اند با این کار ضمن تأمین نیازهای حیاتی قادر به رفع نیازهای کشاورزی و حمل‌ونقل بودند (Simeonov et al, 2008؛ Enrique et al, 2007). افزایش تقاضای آب، بالا رفتن سطح زندگی، گسترش آلودگی منابع آب در اثر توسعه فعالیت‌های کشاورزی، شهری و صنعتی موجب ایجاد وضع نامساعد محیط‌زیست و تشدید آلودگی منابع آب شده و مدیریت معقول و منطقی آن را بسیار دشوار و پیچیده کرده است (Chapman, 1996).

آب‌های سطحی بیش از آب‌های دیگر در معرض آلودگی قرار دارند به دنبال بارندگی، به خصوص بارش‌های شدید، ذرات مختلف گیاهی، حیوانی و حتی صنعتی و سمی با آب حمل شده و آب‌ها را آلوده می‌سازند. انسان‌ها با ریختن آب‌های آلوده به دست آمده از زندگی روزمره صنعتی خود به جریان‌های آب، باعث آلودگی آب‌ها می‌شوند (رحیمی، ۱۳۸۳).

با توجه به آنکه عوامل انسانی و آلاینده‌های صنعتی موجب افزایش غلظت آلاینده‌ها در آب رودخانه می‌گردند و با فرض آن که مکانیزم‌های طبیعی نظیر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب و خودپالایی رودخانه‌ها سهم عمده در کنترل و یا تشدید این غلظت‌ها خواهند داشت، اولین قدم در تعیین کیفیت آب رودخانه‌ها، کسب آگاهی از تغییرات کیفی آب رودخانه‌ها در ابعاد زمان و مکان و همچنین مشخص نمودن منابع اصلی و انواع آلوده‌کننده‌های آب می‌باشند (مفتاح هلقی، ۱۳۹۰). امروزه جامع‌نگری و برخورد سیستمی در مدیریت کمی و کیفی منابع آب به علت افزایش مؤلفه‌های آن سیستم‌ها و پیچیدگی ارتباطات و اثرات متقابل آنها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (Meftahhalaghi & Golalipor, 2007).

تحقیقات انجام شده در مورد تغییرات کیفی آب رودخانه‌های تاکاهاشی و کاکیکو در ژاپن (Teraoka & Ogava, 1984) و همچنین آمازون و یوکان در برزیل (Miller et al, 1984) و همچنین جریان سطحی در ایالت نوادای آمریکا نشان دادند که نحوه استفاده از زمین‌های اطراف رودخانه‌ها بر نوع و مقدار آلودگی و تغییرات آن اثرات قابل ملاحظه‌ای دارد. با استفاده از پارامترهای فیزیکی و شیمیایی به بررسی کیفیت آب رودخانه پارادو پرداخت

(Dasilva & Sacomani, 2001).

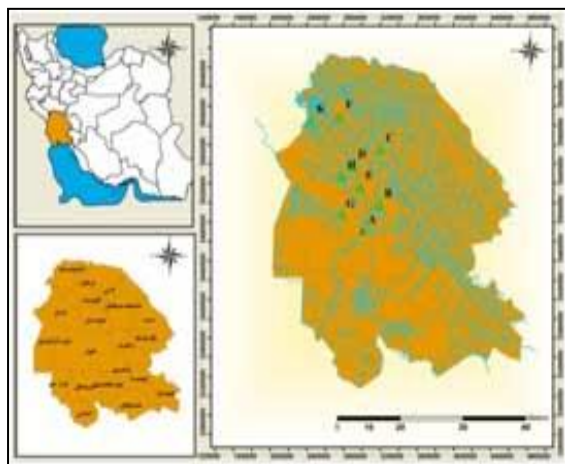
به همین منظور در این مطالعه بطور موردی سه رودخانه در استان خوزستان جهت بررسی و مطالعات پارامترهای کیفی و همچنین تاثیرات محیط‌زیستی در نظر گرفته شده است. در این بررسی برای بیان کیفیت آب رودخانه کارون، دز و کرخه از روش شاخص‌بندی کیفیت آب و نمودارهای پایپر و شولر استفاده شده است و از میان شاخص‌های مختلف که برای این کار توصیه شده شاخص ملی کیفیت آب (NSFWQI)^(۱) به دلیل سادگی و وسعت کاربرد و نیز در دسترس بودن پارامترهای مورد نیاز انتخاب شد (Marina et al., 2002؛ اسداللهی فرد و همکاران ۱۳۸۲؛ افخمی ۱۳۸۲؛ Said, 2003). نمونه‌هایی از کاربرد این شاخص برای طبقه‌بندی کیفی آب رودخانه‌های مختلف توسط محققین مختلف به کار برده شده است (Hosinian et al., 2006؛ Saadati et al., 2006؛ Mirzaei et al, 2005؛ Jamshidian & Alavimoghaddam, 2006؛ Basir & Nabavi, 2009).

مواد و روش

منطقه مطالعاتی

استان خوزستان با مساحتی حدود ۶۴۲۳۶ کیلومتر مربع، بین ۴۷ درجه و ۴۱ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۳۹ دقیقه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ و ۲۹ درجه و ۵۸ دقیقه تا ۳۳ درجه و ۴ دقیقه عرض شمالی از خط استوا، در جنوب‌غربی ایران واقع شده است. استان خوزستان نیز به لحاظ شرایط جغرافیایی و هیدرولوژیکی از بیشترین سهم آب‌های شیرین در کل کشور برخوردار است. بطوری‌که با جریان ۵ رودخانه بزرگ و پر آب ایران (کارون، کرخه، دز، جراحی و هندیجان) حدود ۳۳ درصد کل منابع آب سطحی را به خود اختصاص داده است. حوزه آبریز کارون و دز مجموعاً بیش از ۷۰ درصد جمعیت، ۴۵ درصد از اراضی آبی و ۸۰ درصد صنایع استان را در خود جای داده‌اند. در حال حاضر حجم بسیار بالایی از زه‌آب اراضی کشاورزی و همچنین فاضلاب صنعتی که بیشترین سهم به صنایع سلولزی و غذایی تعلق دارد به این محیط‌های آبی تخلیه می‌گردد و این نشان می‌دهد که نه تنها آب شرب مردم بلکه حتی کیفیت آب برای کشاورزی و تولید محصول با کیفیت و کمیت مطلوب با مشکلات جدی مواجه خواهد بود. در زیر به معرفی مختصر رودخانه‌های مورد مطالعه پرداخته شده است (طرح توسعه خوزستان، ۱۳۹۰).

یکی از مشخصه‌های طبیعی رودخانه کرخه احتمال وقوع سیلاب و خطرات ناشی از آن است. متوسط آبدهی درازمدت سالیانه در این ایستگاه معادل ۱۸۸ متر مکعب بر ثانیه است (طرح توسعه خوزستان، ۱۳۹۰). جدول (۱) و شکل (۱) موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های نمونه‌برداری را نشان می‌دهد.



شکل (۱): موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های هیدرومتری (طرح توسعه استان خوزستان، ۱۳۹۰)

الف- مشخصات رودخانه کارون

رودخانه کارون از کوه‌های بختیاری در سلسله جبال زاگرس، که یک رشته طویل از کوه‌هایی است که از شمال غرب به جنوب شرق امتداد دارد سرچشمه گرفته است. متوسط بارندگی سالانه در حوضه آبریز کارون ۶۲۰ میلی‌متر و ارتفاع بخش برفگیر حوضه آبریز، ۲۰۰۰ متر از سطح دریا می‌باشد. اقلیم حوضه آبریز کارون، گرم با تابستان‌های خشک و زمستان‌های معتدل است.

ب- مشخصات رودخانه دز

رودخانه دز از ارتفاعات اشترانکوه و بختیاری سرچشمه گرفته و پس از طی مسافتی از مناطق کوهستانی و با شیب تند به سمت جنوب، جریان اصلی به دریاچه سد دز تخلیه می‌گردد. رودخانه دز طولی معادل ۵۱۵ کیلومتر دارد.

ج- مشخصات رودخانه کرخه

رودخانه کرخه پس از رودخانه‌های کارون و دز سومین رودخانه بزرگ ایران از نقطه نظر آبدهی محسوب می‌شود. حوضه آبریز رودخانه کرخه به وسعت حدود ۴۳ هزار کیلومتر مربع، بین ۴۶ درجه، ۵۷ دقیقه تا ۴۹ درجه، ۱۰ دقیقه طول شرقی و ۳۱ درجه، ۴۸ دقیقه تا ۳۴ درجه، ۵۸ دقیقه عرض شمالی واقع شده است.

جدول (۱): مختصات ایستگاه‌های نمونه‌برداری (طرح توسعه استان خوزستان، ۱۳۹۰)

نام رودخانه	علامت ایستگاه	ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع (متر)
کارون	A	اهواز	۲۵۳۲۲۱	۳۴۵۴۶۵۷	۱۶
	B	ملاتانی	۲۶۳۲۷۰	۳۵۵۹۸۲۲	۲۳
	C	گتوند	۲۶۶۶۱۳	۳۵۸۱۹۳۵	۱۰۰
دز	D	حرملة	۲۴۶۵۹۲	۳۴۹۵۸۶۷	۳۸
	E	بامدژ	۲۵۳۷۶۸	۳۴۷۷۹۴۳	۲۵
	F	دزفول	۲۳۹۹۴۰	۳۵۷۰۳۸۱	۱۵۰
کرخه	G	حمیدیه	۲۳۹۱۹۹	۳۴۶۶۰۹۱	۲۰
	H	عبدالخان	۲۳۶۹۰۱	۳۴۸۸۳۴۱	۴۰
	K	پای پل	۲۲۴۸۵۹	۳۵۷۰۷۸۰	۹۰

روش پژوهش

در این مطالعه نمونه‌گیری به صورت فصلی از نه ایستگاه رودخانه‌های کارون، کرخه، دز در یک بازه زمانی یک‌ساله از فروردین سال ۱۳۹۰ مصادف با فصول گرم و سرد صورت گرفت و پارامترهایی نظیر درجه حرارت، هدایت الکتریکی، اکسیژن محلول، pH، کدورت، BOD، COD و غیره اندازه‌گیری گردید. داده‌ها از طریق سازمان آب و برق استان خوزستان تهیه گردیده

است. در مرحله بعد داده‌های حاصل از مطالعه با استفاده از نمودارهای پایپر، شولر و شاخص ملی کیفیت NSFQI مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

مقایسه پارامترهای اندازه‌گیری شده با استانداردهای

جهانی آب شیرین

آنالیز پارامترهای اندازه‌گیری شده و مقایسه با استانداردهای ملی

طبقه بندی کیفی آب با توجه به شاخص ملی کیفیت آب (NSFWQI)

شاخص‌های کیفی آلودگی روش‌هایی هستند که در مدیریت کیفی آب می‌توان از آن به‌عنوان یک ابزار مدیریتی قوی برای تصمیم‌گیری‌های مربوطه استفاده نمود (Hernandez-Romero et al., 2004; Jonnalagadda & Mhere, 2001). جدول (۲) پارامترهای اندازه‌گیری شده در ایستگاه‌های مورد مورد نظر را نشان می‌دهد.

جدول (۲): پارامترهای اندازه‌گیری شده در ایستگاه‌های مورد نظر

متغیر نمونه برداری	نام اختصاری	واحد اندازه گیری	دستگاه اندازه گیری
درجه حرارت آب	T	درجه سانتی‌گراد	ترمومترو دیجیتالی
اکسیژن مورد نیاز زیستی	BOD ₅	میلی‌گرم بر لیتر	روش ستون جیوه‌ای با دستگاه هوریا
اکسیژن مورد نیاز شیمیایی	COD	میلی‌گرم بر لیتر	تیتراسیون با محلول تیوسولفات سدیم در حضور یدرو قلیایی
هدایت الکتریکی	EC	میکروزیمنس بر متر	EC متر دیجیتالی
کدورت	Turbidity	NTU	2800-DR
اسیدیته	PH	-	PH متر دیجیتالی
کلی فرم مدفوعی	FC	تعداد کلی‌فرم در ۱۰۰ میلی لیتر	روش MPN
کلی فرم کل	TC	تعداد کلی‌فرم در ۱۰۰ میلی لیتر	روش MPN
فسفات	PO ₄ ³⁻	میلی‌گرم بر لیتر	2800-DR
نیتрат	NO ₃ ⁻	میلی‌گرم بر لیتر	2800-DR

روی منحنی‌های تبدیل بدست می‌آیند که با استفاده از این منحنی‌ها پارامترها به معیارهای ۰-۱۰۰ تبدیل می‌شوند. در این روش برای محاسبه شاخص نهایی هر یک از زیر شاخص‌های بدست آمده از منحنی‌های مربوطه در فاکتور وزنی خود ضرب شده و از حاصل جمع آنها طبق رابطه (۱) شاخص نهایی بدست می‌آید (Simoes et al., 2008; National Sanitation Foundation, 2003). جدول (۳) طبقه‌بندی شدت آلودگی و جدول (۴) فاکتور وزنی شاخص کیفیت آب را ارائه می‌دهند.

طبقه بندی آب‌ها با توجه به دیاگرام شولر

دیاگرام شولر جهت طبقه‌بندی آب از لحاظ شرب مد نظر می‌باشد و بر حسب میزان غلظت آنیون‌ها و کاتیون‌ها اندازه‌گیری شده در نمونه آب این دیاگرام کیفیت آب را در یکی از بازه‌های خوب، قابل قبول، نامناسب، بد، موقتاً قابل شرب و غیرقابل شرب طبقه‌بندی می‌کند. جدول (۵) معیارهای کیفیت آب شرب طبق

آب حاکی از آن است که به جز چند مورد پارامترهای اندازه‌گیری شده در محدوده مجاز آلاینده‌های آب شیرین قرار دارند تنها میزان غلظت دو یون بی‌کربنات، منیزیم و همچنین پارامتر هدایت‌الکتریکی در برخی از ایستگاه‌های بالاتر از حداکثر مجاز می‌باشد که با توجه به ساختار زمین‌شناسی منطقه و شبکه گیسواری رودخانه قابل توجیه می‌باشد.

در سال ۱۹۷۰ با حمایت بهداشت ملی آمریکا، براون و همکارانش یک شاخص کیفی کاهش ارائه کردند. آن‌ها در ابتدا حدود ۳۵ پارامتر آلودگی را معرفی کرده و سپس براساس نظر افراد متخصص حدود نه پارامتر را برای ایجاد شاخص اصلی انتخاب کردند که شامل پارامترهای زیر می‌باشند. BOD، اکسیژن محلول، کلیفرم مدفوعی، نیترات، pH، تغییرات درجه حرارت، کل مواد جامد، فسفات کل، کدورت یا توربیدیتی. استفاده از این شاخص بسیار متداول بوده و برای طبقه‌بندی کیفی آب‌های سطحی از لحاظ آشامیدن شاخصی کامل و جامع محسوب می‌گردد و با بکارگیری آن می‌توان دید مناسبی در مورد کیفیت آب رودخانه‌ها به‌دست آورد (Liou & Losl 2003, Ramirez & Solano, 2004). شاخص NSFQI با استفاده از رابطه (۱) به دست می‌آید:

$$NSFWQI = \sum W_i I_i \quad (1)$$

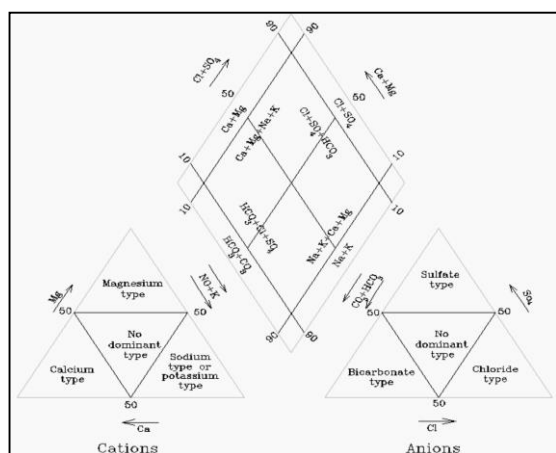
I_i = زیر شاخص W_i = ضریب وزنی شاخص I_i ، پس از اندازه‌گیری مشخصه‌های فوق، زیر شاخص هر یک از آن‌ها از

بهترین روش برای نشان دادن غلظت نمونه‌های اندازه‌گیری شده دیاگرام پایپر است. زیرا با استفاده از این دیاگرام می‌توان نوع آب هر نمونه را تشخیص داد. همچنین می‌توان تعداد زیادی نمونه را روی آن ترسیم نمود. مقایسه نمونه‌ها و تعیین تغییر کیفیت نمونه‌ها در نوبت‌های مختلف نمونه‌گیری نیز براحتی امکان‌پذیر است. با توجه به شکل‌های (۳-۵) مشاهده گردید که آب هر سه رودخانه در فصول پربابی و کم آبی از نوع سدیم (پتاسیم) کلراید می‌باشد.

نمودار شولر نشان می‌دهد. نکته قابل توجه این است که با توجه به عدم مشخص شدن عدم محدودیت‌ها، سنجش دقیق آن امکان‌پذیر نمی‌باشد.

جدول (۳): طبقه‌بندی شدت آلودگی رودخانه بر اساس شاخص (NSFWQI) (Terrado et al, 2010)

شاخص محاسبه شده	کلاس	وضعیت کیفیت آب
۹۱ - ۱۰۰	A	عالی
۷۱ - ۹۰	B	خوب
۵۱ - ۷۰	C	متوسط
۲۶ - ۵۰	D	بد
۰ - ۲۵	E	بسیار بد



شکل (۲): نمایش شماتیک بازه‌های مختلف موجود در دیاگرام پایپر

یافته‌ها

طبقه بندی آب‌ها با توجه به دیاگرام پایپر

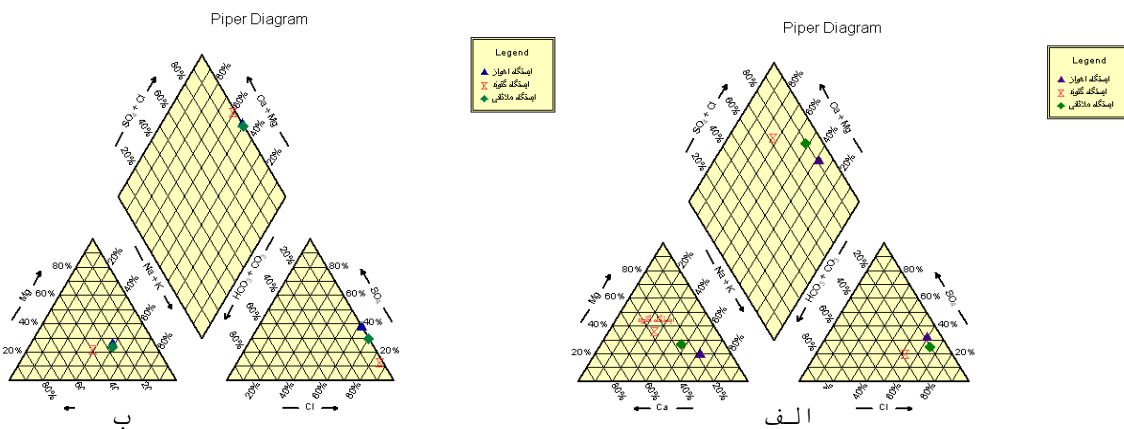
طبقه‌بندی آب‌ها بر اساس دیاگرام پایپر در شکل (۲) نشان داده شده است. دیاگرام پایپر با توجه به کاتیون‌ها و آنیون‌های موجود در نمونه آب کیفیت آب رودخانه را از نظر هیدروشیمیایی مورد بررسی قرار می‌دهد. کاتیون‌های شاخص جهت این تقسیم بندی عبارتند از: کلسیم، منیزیم، سدیم و پتاسیم و همچنین آنیون‌های شاخص شامل سولفات، کلراید، کربنات و بی کربنات می‌باشد.

جدول (۴): فاکتور وزنی شاخص (NSFWQI) (Terrado et al, 2010)

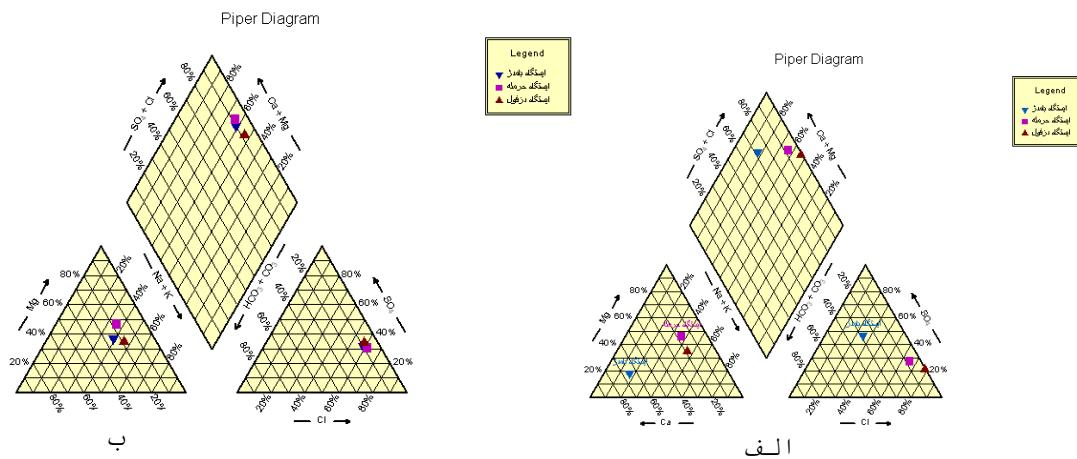
پارامترها	کدورت	BOD (mg/l)	DO (mg/l)	کلی فرم مدفوعی	NO ₃ ⁻ (mg/l)	pH	T (درجه سانتی گراد)	TS (mg/l)	PO ₄ ³⁻ (mg/l)
فاکتور وزنی	۰/۰۸	۰/۱۱	۰/۱۷	۰/۱۶	۰/۱۰	۰/۱۱	۰/۱۰	۰/۰۷	۰/۱۰

جدول (۵): معیارهای کیفیت آب شرب طبق نظر شولر (استاندارد متد)

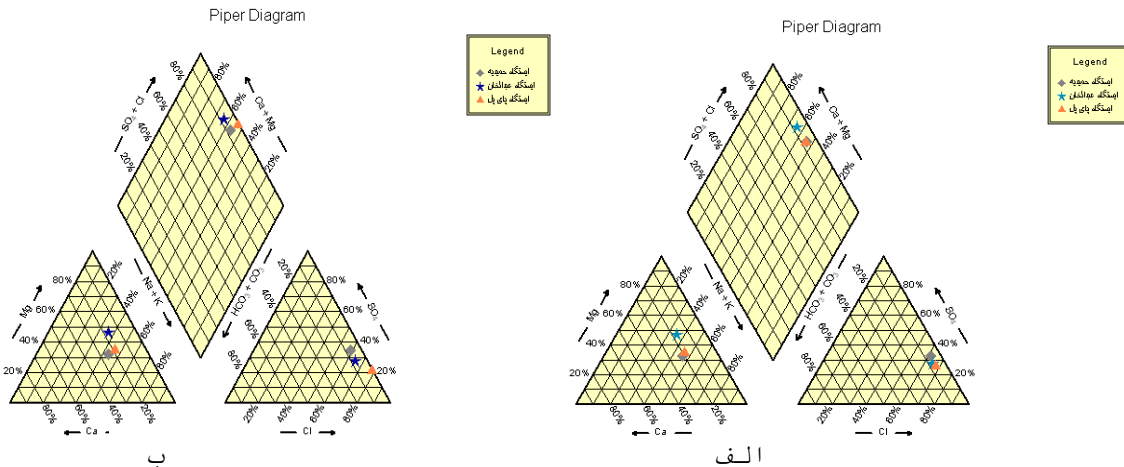
ردیف	کیفیت آب	TDS (mg/l)	TH.(mg/l CaCO ₃)	Na ⁺ (mg/l)	Cl ⁻ (mg/l)	SO ₄ ⁻² (mg/l)
۱	خوب	< ۵۰۰	< ۲۵۰	< ۱۱۵	< ۱۷۵	< ۱۴۵
۲	قابل قبول	۵۰۰-۱۰۰۰	۲۵۰-۵۰۰	۱۱۵-۲۳۰	۱۷۵-۳۵۰	۱۴۵-۲۸۰
۳	نامناسب	۱۰۰۰-۲۰۰۰	۵۰۰-۱۰۰۰	۲۳۰-۴۶۰	۳۵۰-۷۰۰	۲۸۰-۵۸۰
۴	بد	۲۰۰۰-۴۰۰۰	۱۰۰۰-۲۰۰۰	۴۶۰-۹۲۰	۷۰۰-۱۴۰۰	۵۸۰-۱۱۵۰
۵	قابل قبول در شرایط اضطراری	۴۰۰۰-۸۰۰۰	۲۰۰۰-۴۰۰۰	۹۲۰-۱۸۴۰	۱۴۰۰-۲۸۰۰	۱۱۵۰-۲۲۴۰
۶	غیر قابل شرب	> ۸۰۰۰	> ۴۰۰۰	> ۱۸۴۰	> ۲۸۰۰	> ۲۲۴۰



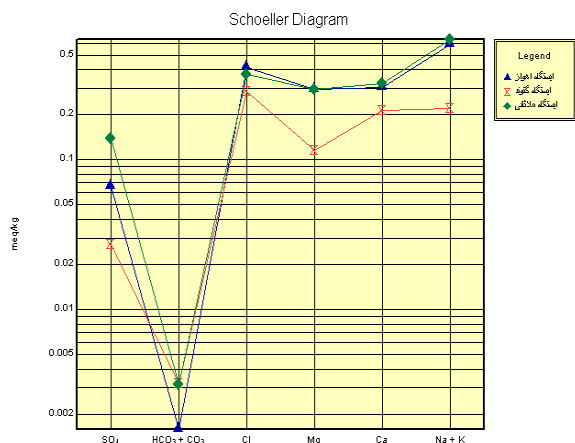
شکل (۳): دیاگرام پایپر نمونه‌های برداشتی از رودخانه کارون، الف: فصول کم‌آبی، ب: فصول پرآبی



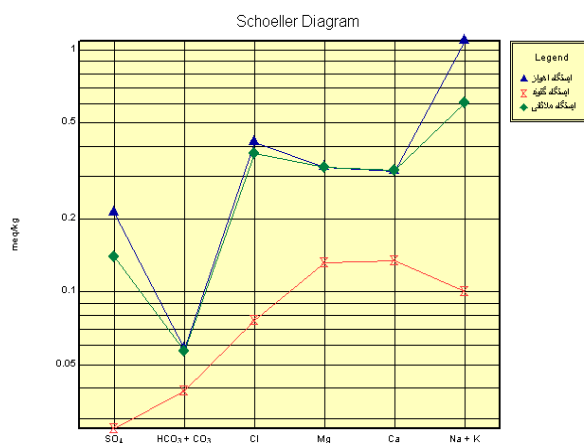
شکل (۴): دیاگرام پایپر نمونه‌های برداشتی از رودخانه دز، الف: فصول کم‌آبی، ب: فصول پرآبی



شکل (۵): دیاگرام پایپر نمونه‌های برداشتی از رودخانه کرخه، الف: فصول کم‌آبی، ب: فصول پرآبی

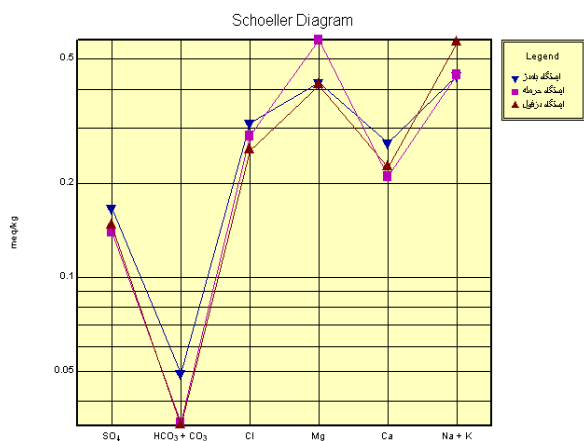


ب

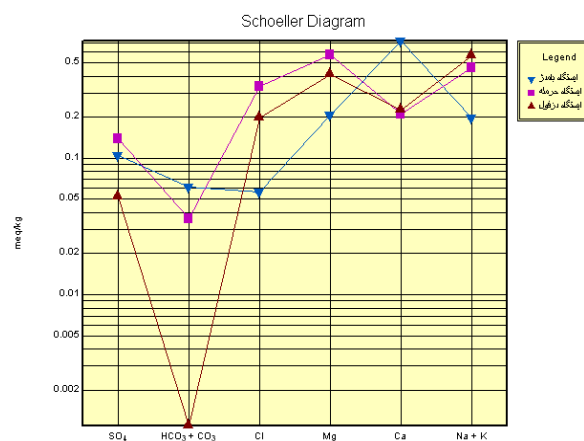


الف

شکل (۶): دیاگرام شولر نمونه‌های برداشتی از رودخانه کارون، الف- فصول کم‌آبی، ب- فصول پرآبی

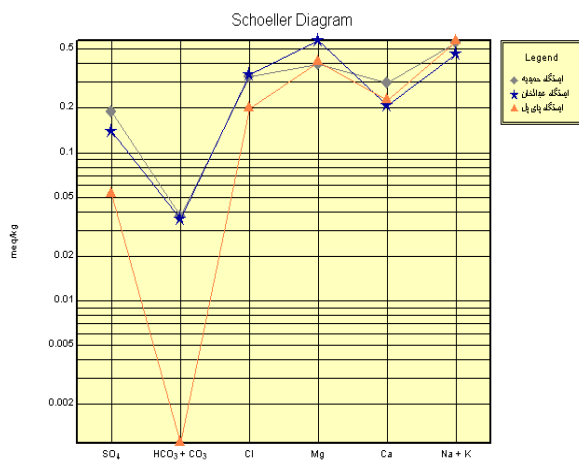


ب

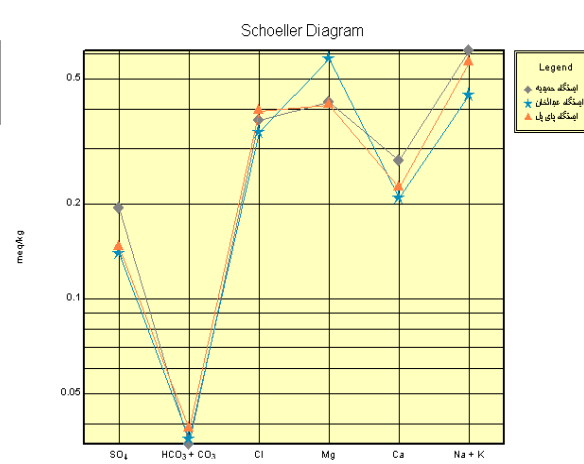


الف

شکل (۷): دیاگرام شولر نمونه‌های برداشتی از رودخانه دز، الف- فصول کم‌آبی، ب- فصول پرآبی



ب



الف

شکل (۸): دیاگرام شولر نمونه‌های برداشتی از رودخانه کرخه، الف- فصول کم‌آبی، ب- فصول پرآبی

می‌باشد و در طبقه متوسط آلودگی از لحاظ شرب قرار دارند ولی در فصول پرآبی و ایستگاه‌های پایین دست به دلیل توزیع فعالیت‌های کشاورزی و اجتماعی در اطراف رودخانه شاخص کیفی کاهش یافته و در طبقه بد قرار گرفته است.

مقادیر شاخص کیفی آب سازمان بهداشت ملی آمریکا با توجه به جدول (۶) برای کلیه ایستگاه‌ها محاسبه شده است. چنان که ملاحظه می‌شود کیفیت آب هر سه رودخانه در فصول کم‌آبی و بالادست در شرایط بهتری از جهت شاخص کیفی برخوردار

جدول (۶): تعیین شاخص کیفیت رودخانه با توجه به شاخص (NSFWQI)

نام رودخانه	علامت ایستگاه	ایستگاه	شاخص NSF در فصول کم‌آبی	شاخص NSF در فصول پرآبی
کارون	A	اهواز	۴۳/۳۵	۵۲/۲۶
	B	ملائانی	۴۴/۵۵	۵۱/۱۷
	C	گتوند	۴۴/۸۶	۵۴/۴۵
دز	D	حرمه	۴۴/۷۶	۵۰/۳۸
	E	بامدژ	۴۷	۵۳/۶۵
	F	دزفول	۴۸/۰۴	۵۱/۳۹
کرخه	G	حمیدیه	۴۵/۴۷	۵۰/۴۰
	H	عبدالخاں	۴۹/۰۵	۴۴/۸۶
	K	پای پل	۵۳/۳۵	۵۱/۷۸

بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به اینکه مطالعات و تحقیقات زیادی در خصوص بررسی کیفیت آب رودخانه‌های ایران از نظر درجه‌بندی کیفیت انجام نشده است. استفاده از شاخص ملی کیفیت آب به عنوان روشی ساده برای شناخت اولیه از کیفیت رودخانه‌ها مناسب بوده و برای مدیران و مهندسان به منظور برنامه‌ریزی حفاظت کیفی قابل استفاده است. پایش منظم رودخانه‌ها به صورت هدفمند و براساس برنامه‌ریزی و طراحی مناسب و سپس درجه‌بندی آن با روش شاخص کیفی امکان دسترسی به تغییرات و تحولات کیفی و پیش‌بینی اقدامات کاهش آلودگی در حوزه آبریز رودخانه را برای مدیران و مسئولان فراهم می‌سازد. بر اساس نتایج آنالیز پارامترهای اندازه‌گیری شده با توجه به شاخص NSFQI حاکی از آن است که در هر سه رودخانه شاخص کیفیت کل در شش ماهه اول که مصادف با فصول کم‌آبی می‌باشد در حد فاصل کمتر از (۵۰) بیانگر کیفیت بد می‌باشد و در شش ماهه دوم که مصادف با فصول پرآبی می‌باشد، در حد فاصل بیشتر از (۵۰) بیانگر کیفیت متوسط می‌باشد.

پژوهشگران دیگری شاخص NSFQI و کمبود اکسیژن محلول را در طول رودخانه Guadarrama و Manzanares

مورد مطالعه قرار دادند. نمونه‌برداری در طول رودخانه برای دو سال متوالی (۲۰۰۱-۲۰۰۳) انجام گرفت و نمونه‌ها از شش ایستگاه برداشت گردید. در این مطالعه ۱۱ پارامتر شامل pH، TSS، COD، BOD، DO، هدایت الکتریکی، آمونیاک، نترات، نیتریت، فسفات و درجه حرارت مورد مطالعه قرار گرفت و نتایج آن بصورت فصلی گزارش گردید. نتایج این مطالعه نشان داد که شاخص NSFQI در ابتدای رودخانه Guadarrama حائز امتیاز ۷۰ (کیفیت خوب) و در انتهای آن در امتیاز ۶۴ (کیفیت متوسط) گردیده است. همچنین مقدار عددی شاخص برای رودخانه Manzanares نیز حدود ۶۵ گزارش گردید (Enrique et al, 2007). در مطالعه دیگر کریمیان و همکاران در سال ۱۳۸۵ شاخص NSFQI جهت پهنه‌بندی رودخانه زهره را مورد مطالعه قرار دادند. ایستگاه‌های منتخب شامل نه ایستگاه در طول رودخانه می‌باشد و نمونه‌ها به صورت ماهیانه و در طول سال یک‌سال آبی، از این ایستگاه‌ها برداشت گردید. پارامترهای مورد مطالعه در این تحقیق نیز شامل pH، هدایت الکتریکی، کلیفرم‌های مدفوعی، فسفات، کدورت، اکسیژن محلول و اکسیژن‌خواهی بیوشیمیایی (BOD) بودند. نتایج این مطالعه نشان داد که آب این رودخانه در سرچشمه دارای کیفیت مناسب

نشان‌دهنده ورود فاضلاب‌های خانگی، کشاورزی و صنعتی به رودخانه می‌باشد. جهت حفظ این منابع آبی از خطر آلودگی، نیاز به اجرای قوانین و دستورالعمل‌های سختگیرانه می‌باشد تا سلامت جامعه تامین گردیده و منابع آب برای نسل‌های بعدی حفظ گردد.

یادداشت‌ها

1. National Sanitation Foundation Water Quality Index.
2. Biochemical Oxygen Demand

بوده است و بتدریج در طول مسیر با پساب‌های گوناگون آلوده شده و از کیفیت آن کاسته شده تا حد کیفیت بد رسیده است (karimian et al, 2007). بطور کلی نتایج حاصل از این مطالعه نشان می‌دهد که کیفیت آب رودخانه‌های کارون، دز و کرخه در طی ماه‌های مختلف فصول تغییرات چندانی ندارد. اما آلودگی رودخانه از بالادست به سمت پایین دست به نحو چشمگیری بیشتر شده و از کیفیت آب رودخانه کاسته می‌شود که این امر

فهرست منابع

- اسداللهی فرد، ق.؛ افشار، ا. و سبحانی، ن. ۱۳۸۲. بررسی شاخص‌های کیفیت و طبقه‌بندی رودخانه کیفیت، پایان‌نامه کارشناسی ارشد علم و صنعت. دانشگاه تهران.
- افخمی، م. ۱۳۸۲. بررسی کیفیت فاضلاب رودخانه کارون. سومین کنفرانس ملی انرژی، تهران. ۱۷۲-۱۶۵.
- رحیمی، آ. ۱۳۸۳. شبکه‌های پایش کیفیت آب، مجله‌ی آب و محیط زیست، شماره ۵۱. ص ۳.
- مفتاح هلقی، م. م. ۱۳۹۰. پهنه‌بندی کیفی آب با استفاده از شاخص‌های متفاوت کیفی (مطالعه موردی: رودخانه اترک)، مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، جلد هجدهم. ۲: ۲۱۱-۲۲۰.
- طرح توسعه استان خوزستان. ۱۳۹۰. طرح منابع آبی استان خوزستان.
- Basir, M.; & Nabavi, M.B.; 2009. Karoon Water Quality Study From Bandghir to Ahvaz by Using Water Quality Index (WQI) and GIS Software. In: The First Proceeding of the International conference of Water Crisis, Zabol. 132-140.
- Chapman, D. 1996. Water Quality assessment. E&FN spon, an imprint of Chapman & Hall. 2nd Edition.
- Dasilva, A.; & Sacomani L. 2001. Using chemical and physical parameters to define quality of Parado river water (botucatu- sp- brazil), Wat. Res. Elsevier science, 35(6): 1609-1616.
- Enrique, S.; Manuel, F.; Colmenarejo, J.A.; Angel, R.G.; Garcı, LT. & Borja, R. 2007. Use of the water quality index and dissolved oxygen deficit as simple indicators of watersheds pollution. Ecological Indicators. 7:315-328.
- Hoseinian, S.; Hoseinizarei, N.; & Akhondzade, H. 2006. Classification of Karoon Water Quality by Using WQI Index From Ghotvand To Khorramshahr and From Dezfol to Bamdezh. In: Seventh Proceeding of the International Conference of River Eng., Ahvaz. 325-334.
- Hernandez-Romero, AH.; Tovilla-Hernandez, C.; Malo, EA.; & Bello-Mendoza, R. 2004. Water quality and presence of pesticides in a tropical coastal wetland in southern Mexico. Marine pollution Bull. 48:1130-1141.
- Jonnalagadda, S.B.; & Mhere, G. 2001. Water quality of the Odzi river in the eastern highlands of Zimbabwe. Water Res. 35: 2371-2376.
- Jamshidian, Z.; & Alavi Moghaddam, M. 2006. Evaluation of Water Quality Index (WQI). In: The First Proceeding of the Conference of Sanitary Eng., Tehran. 81-88
- Karimian, A.; Jafarzadeh, N.; Nabizadeh, R.; & Afkhami, M. 2007. Zoning of water quality bases on WQI index, Zohreh river case study. Int J Water Eng. 18:56-62.
- Liou, S.; & Losl, H. 2003. Application of twostage fuzzy set theory to river quality evaluation in Taiwan. Water Res. 37:1406-1416.
- Meftahhalaghi, M.; & Golalipor, A. 2007. Classification of Water Quality of Atrak River, Technical Report of Golestan Environmental office. 177.

- Miller, W.; Guitjens, J.; & Mahannah, C.n. 1984. Water quality of irrigation and surface return flows from flood-irrigated pasture and alfalfa hay. *J. Environ. Qual.* 13: 543-548.
- Marina, C.; Paolo, A.; & Alfredo, S. 2002. Water quality control in the river Arno. *Int J. Water Research.* 36: 2673-2680.
- Mirzaei, M.; Nazari, A.; & Bagheri, A. 2005. Jadjrood River Qualification, *J. Environ. Sci.* 37: 17-26.
- National Sanitation Foundation (NSF). 2003. <http://www.Nsfconsumer.rg/environment/wqi.asp>.
- Ramirez, N.F.; & Solano, F. 2004. Physic-chemical water quality indices-A comparative review. *Revista Bifua J.* 27: 437-441.
- Simeonov, V.; Stratis, J.; Samara, C.; Zachariadis, G.; Voutsas, D.; & Anthemidis, A. 2008. Assessment of the surface water quality in Northern Greece. *Water Res.* 37: 4119-4124.
- Said, A. 2003. Water quality evaluation using water quality index for streams, <http://emrc.usu.edu/tmd1/ineel/papers/said-awa.pdf>.
- Saadati, N.; Hoseini Zaree, N.; & Gandomkar, B. 2006. Investigation of Maroon-Jarrahi Water Quality by Using Water Quality Index (WQI). In: *Seventh Proceeding of the International Conference of River Eng, Ahvaz.P:* 291-299.
- Simoes, F.; Moreira, A.; Bisinoti, M.; Gimenez, S.; & Santos, M. 2008. Water quality index as a simple indicator of aquaculture effects on aquatic bodies. *Ecological Indicators.* 38: 476-480.
- Terrado, M.; Barcel, D.; Tauler, R.; Borrell, E.; & Campos, Sd. Surface-water-quality indices for the analysis of data generated by automated sampling networks. *J TrAC Trends in Analytical Chemistry.* 2010; 29(1):40-52.
- Teraoka, H.; & Ogava, M. 1984. Behavior of element in the Takahashi, Japan river basin. *J. Environ. Qual.* 13:453-459.