فصلنامه برنامه‌ریزی منطقه‌ای، سال ۸، شمارهٔ پیاپی ۳۰، تابستان ۱۳۹۷
شاپای چاپی: ۶۷۳۵- ۲۲۵۱ - شاپای الکترونیکی: ۷۰۵۱- ۲۴۲۳
http://jzpm.miau.ac.ir

تحلیل اثرات مواد آلاینده با منشاء انسانی بر کیفیت آب رودخانه کارون (حدفاصل سد گتوند تا منطقه اهواز)

اکبر هاشمی فرد: دانشجوی دکتری جغرافیای طبیعی، واحد علوم تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
پرویز کردوانی[۱]: استاد گروه جغرافیای طبیعی، واحد علوم تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
فریده اسدیان، استادیار گروه جغرافیای طبیعی، واحد علوم تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

دریافت: ۱۳۹۶/۲/۲۴ صص ۱۶۴- ۱۵۵ پذیرش: ۱۳۹۶/۶/۱۰

چکیده

رودخانه‌کارون بزرگ‌ترین و پرآب‌ترین رودخانه کشور است که به علت وجود مراکز متعدد صنعتی، کشاورزی و شهرهای بزرگ در حاشیه آن، موقعیتی استراتژیک در کشور داشته و پایش بهینه کیفیت آن یک ضرورت ملی می‌باشد. هدف اصلی این تحقیق بررسی نقش عوامل انسانی بر کیفیت آب رودخانه کارون در بازه سد گتوند تا انتهای محدوده شهرستان اهواز می‌باشد. بدین منظور با نمونه گیری و انجام آزمایشات لازم از آب رودخانه کارون در چهار ایستگاه پایین دست سد گتوند در بازه زمانی ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۵، و در نظر گرفتن موقعیت منابع آلاینده ، داده های کیفی به دست آمد. سپس با استفاده از نرم افزارهای اکسل و *Chemistry* شاخص‌های کیفیت آب در قالب اشکال و نمودارها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و با استفاده از نرم افزارهای *ARC GIS10.2* و *Expert choice11* نقش عوامل مؤثر در کیفیت آب رودخانه کارون تحلیل فضایی گردید و در نهایت مکان‌های آسیب پذیر بر اساس مدل *FuzzyAHP* مورد شناسایی قرار گرفتند. نتایج تحقیق نشان داد که علت نامطلوب شدن آب رودخانه کارون از محل تقاطع رودخانه گرگر و شطیط به بعد، روستاهای اطراف و پساب کارخانه‌ها و صنایع نزدیک رودخانه، کشاورزی و اتصال رودخانه دز می باشد، که فاضلاب شهرهای اطراف و به ویژه آب برگشتی از واحدهای کشت و صنعت نیشکر، به آن وارد می‌شود. همچنین بر اساس پهنه بندی انجام شده مشخص گردید که، ۳۸۶۳/۴۲ کیلومتر مربع از محدوده مورد مطالعه از نظر آسیب پذیری نسبت به آلاینده ها، بسیار آسیب پذیر، و ۲۶۴۷/۳۴ کیلومتر مربع خیلی کم در معرض آسیب پذیری مواد آلاینده قرار دارند و میزان اثر عوامل مختلف بر کیفیت آب رودخانه کارون در محل تلاقی رودخانه دز، گرگر و شطیط به سمت پایین دست تا اهواز بسیار زیاد است که نیاز به توجه ویژه برنامه ریزان امر دارد.

واژه‌های کلیدی: کیفیت آب، رودخانه کارون، مدل فازی *AHP*، سدگتوند، اهواز.

[۱] نویسنده مسئول: *Geotimn2@gmail.com* ، ۰۹۱۲۳۲۷۶۱۲۵

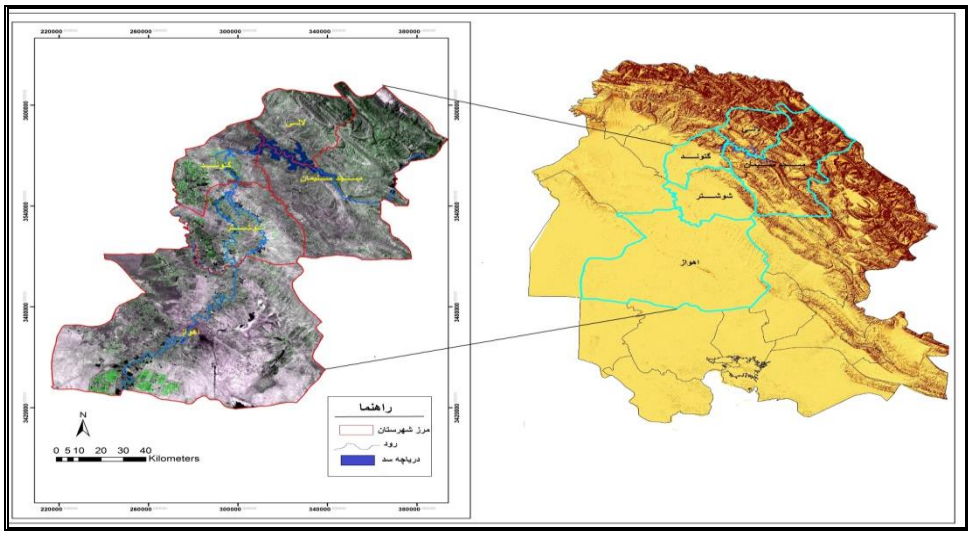
بیان مسئله:

آب به عنوان یک منبع قابل تجدید همواره به عنوان یک رکن اصلی برای ادامه حیات بشری و توسعه پایدار مطرح بوده است. با افزایش جمعیت و افزایش نیاز آب در بخش‌های مختلف کشاورزی، شرب، بهداشت و صنعت و نهایتاً افزایش تولید و ایجاد پتانسیل‌های آلودگی، فشار زیادی به منابع آبی وارد شده است (|(*Karamati et al, 2009:88*. آنتروپوژنیک یا تأثیر انسانی بر محیط زیست شامل اثرات در محیط های بیوفیزیکی ، تنوع زیستی و منابع دیگر می‌باشد(۴*shaney et al, 2010:54*). این متغیرها معمولاً تابع عواملی، نظیر جنس سازندهای زمین شناسی حوضه آبریز رودخانه‌ها، ژئومورفولوژی حوضه، رژیم آبدهی رودخانه، پساب‌های ناشی از فعالیت‌های انسانی و... است. دستیابی به برنامه‌ای مدیریت شده که ارزیابی خاص و قابل اعتماد از کیفیت آب را ممکن سازد، بدون شناختن تغییرات زمانی و مکانی کیفیت آب‌های سطحی امکان پذیر نخواهد بود. کیفیت آب عامل اصلی تهدید کننده سلامت در جوامع انسانی و اکوسیستم می‌باشد. علاوه بر مواد آلوده کننده، مواردی از قبیل افزایش تقاضای آب، معیارهای سطح بالای زندگی و کاهش منابع قابل قبول آب باعث ایجاد وضعیت نامناسب اجتماعی و زیست محیطی در سراسر جهان شده است (*Karamuz and Krachyan,2007:12*). با توجه به آن که عوامل انسانی (آلاینده‌های صنعتی) موجب افزایش غلظت آلاینده‌ها در آب رودخانه می‌گردند و با فرض آن که مکانیزم های طبیعی نظیر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب و خودپالایی رودخانه‌ها سهم عمده در کنترل و یا تشدید این غلظت‌ها خواهند داشت لذا 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 آلوده کننده‌های آب می‌باشند (*Rahimi,2005:30*). هر گونه تغییر در کمیت و کیفیت آب رودخانه‌ها منجر به تغییرات شدید در تولید محصولات کشاورزی و در نهایت شرایط اقتصادی و اجتماعی آن ناحیه می گردد. این مسئله در دهه‌های اخیر در کشورهای مختلف جهان مورد توجه محققین مختلف واقع شده است، هدف قرار گرفتن تأمین آب بدون توجه به استفاده پایدار از آن‌ها و عواقب اکولوژیکی، اجتماعی و اقتصادی از جمله مشکلاتی است که بر سر راه بهره‌برداری مناسب از منابع آب کشور و حفظ و حراست آن‌ها وجود دارد (*Ghazal selfu,2013:72*). مسلماً تنها با شناخت ویژگی‌های کیفی آب است که برای بهره برداری هر چه بهتر از منابع آب یک منطقه می‌توان برنامه‌ریزی نمود. در این تحقیق عوامل اصلی آلودگی رودخانه کارون در جلگه خوزستان (حد فاصل سد گتوند تا اهواز)، ریشه‌یابی می‌شود و ضمن بررسی، تغییرات کیفی آب رودخانه با توجه به تغییر برخی پارامترها و نیز پهنه‌بندی کیفیتی رودخانه در محدوده انجام می شود. همچنین جهت بهبود کیفیت و ایجاد تعادل پایدار در توسعه منطقه ای به ارائه راهکارهای مدیریتی و حفاظتی از منابع ملی پرداخته می شود.

پیشینه نظری تحقیق:

رودخانه‌کارون بزرگ‌ترین و پرآب‌ترین رودخانه کشور است که سرشاخه‌های اصلی آن از استان‌های مجاور سرچشمه می‌گیرد و به جلگه خوزستان وارد می‌شود. این رودخانه در مسیر خود آب مورد نیاز شهرها و روستاهای متعدد، کارخانه های صنعتی و هزاران هکتار اراضی کشاورزی، مراکز پرورش ماهی و کشت و صنعت را تامین می نماید. حوضه آبریز این رودخانه در استان های خوزستان، لرستان، چهارمحال و بختیاری، و کهگلویه و بویراحمد واقع شده است. رودخانه کارون در بازه مطالعاتی به دلیل روند رو به رشد جمعیت، استقرار صنایع بزرگ و مادر (خصوصا در محدوده اهواز)، از محدوده های بحرانی به حساب می آید. رشد اقتصادی، افزایش جمعیت و بالا رفتن سطح بهداشت عمومی از یک سو باعث ازدیاد مصرف آب و از سوی دیگر سبب کمبود منابع می گردد و آلودگی مهم ترین عاملی است که سبب تهی شدن و از بین رفتن منابع قابل استفاده آب می گردد و باز گرداندن مجدد این منابع آبی به سطح کیفی قابل قبول به عملیات پیچیده و و هزینه های گزاف نیاز خواهد داشت (*Khuzestan Environmental Protection,2006*). در سال‌های اخیر، به دلیل خشکسالی های پیاپی و هم چنین افزایش جمعیت و نیاز روز افزون به آب، ایران در مرحله بحران قرار دارد. با توجه به مطالعات اقلیم شناسی انجام شده، تغییرات اقلیمی ایجاد شده در منطقه باعث ایجاد یک تنش اضافی بر کشورمان خواهد بود و این تنش به صورت تغییرات آب و هوایی و کاهش میزان بارندگی‌ها نمود می¬کند (*Zarghami et al,2011:20*). بنابراین تنها راه رفع بحران پیش رو، مدیریت مناسب منابع آب

کشور می باشد که این مهم با داشتن داده‌های جامع و دقیق امکان پذیر می باشد. به منظور بررسی وضعیت منابع آب، همچنین تهیه طرح‌های توسعه بهره برداری و تخصیص آب به مصارف مختلف، لازم است عوامل آنتروپوژنیک مؤثر بر کیفیت آب رودخانه-ها بررسی شود. *Aberto et al (2000)* برای بررسی تغییرات مکانی و زمانی رودخانه سوکویا آرژانتین داده‌های مربوط به ۲۲ پارامتر رودخانه را در طول ۲ سال را با روش‌های آماری از قبیل *CA* و *PCA* مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند. نتایج نشان داد که *CA*، نتایج خوب اما با جزییات کمی درباره تغییرات مکانی و زمانی کیفیت آب ارائه می‌دهد، همچنین *PCA* به ۱۳ پارامتر نیاز دارد تا ۷۱ درصد تغییرات مکانی و زمانی را نشان دهد. *Ouyang (2005)* به شناسایی پارامترهای کیفی مهم آب در ۲۲ ایستگاه واقع در بخش اصلی رودخانه سفلی در فلوریدای آمریکا پرداخت. نتایج نشانگر این بود که نیترات و نیتریت محلول، شوری، کلسیم و منیزیم مهمترین پارامترها در ارزیابی متغیرهای کیفی آب رودخانه بودند. *Bardvaj et al* (۲۰۱۰) در بررسی کیفیت آب رودخانه کتی گانداک هند با استفاده از آنالیز مؤلفه اصلی (*PCA*) فاکتورهایی از قبیل درجه شیب، ضعف زهکشی، تبادل یونی، شدت استفاده از حاصلخیز کننده ها، آلودگی های خانگی را مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند. نتایج این مطالعه نشان داد که آب در بعضی مناطق، به دلیل افزایش قلیائیت، برای استفاده-های شرب و آبیاری مناسب نمی¬باشد. *Rasooli et al (2011)* با استفاده از تحلیل همبستگی کانونیک الگوی مناسبی برای مدیریت کیفی سیستم¬های منابع آب ارائه نمودند. برای این منظور رودخانه سفیدرود به عنوان محدوده مطالعاتی انتخاب گردید و نتایج بیانگر منشأ انسان ساخت پارامترهای آلاینده فیزیکی و شیمیایی بودند. *Aryan et al (2015)* در بررسی کیفیت آب رودخانه بانو پاکستان با استفاده از تکنیک‌های آماری چند متغیره نشان دادند که در این منطقه آب در بعضی مناطق، به دلیل افزایش قلیائیت، برای استفاده‌های شرب و آبیاری مناسب نمی‌باشد.



شکل ۱- موقعیت رودخانه کارون در منطقه مورد مطالعه (سد گتوند تا شهرستان اهواز)

مواد و روش تحقیق:

روش تحقیق مبتنی بر روش توصیفی- تحلیلی است. روش و ابزار جمع‌آوری اطلاعات مبتنی بر دو روش کتابخانه‌ای و میدانی بوده است. در روش کتابخانه‌ای با بهره‌گیری از نقشه‌های زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰، توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ و ۱:۵۰۰۰۰، عکس‌های هوایی و ماهواره‌ای به بررسی برخی پارامترهای مؤثر بر کیفیت آب رودخانه کارون پرداخته شده و در ادامه، بازدیدهای میدانی به منظور شناسایی عوامل طبیعی و انسانی تأثیرگذار بر کیفیت شیمیایی آب، تعیین نقاط نمونه برداری و بررسی سازندهای زمین شناسی انجام شده است. با توجه به نقش پارامترهای ژئومورفولوژی و آنتروپوژنیک بر هیدروشیمی رودخانه و تعیین شاخص‌های کیفی آب، ابتدا با استفاده از نرم‌افزارهای اکسل و *Chemistry* شاخص‌های کیفیت آب در قالب اشکال و نمودارها مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. سپس با استفاده از نرم افزار *ARC GIS10.2* و *Export choice11*

نقش عوامل مؤثر در کیفیت آب رودخانه کارون تحلیل فضایی شدند و در نهایت مکان‌های آسیب پذیر مورد شناسایی قرار گرفتند. ازآنجایی که مطالعه تغییرات کیفی آب رودخانه در طول سال‌های قبل و بعد از آبگیری سد گتوند مورد توجه بوده است، ایستگاه‌های پایین دست سد جهت نمونه برداری و انجام آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی در طول دو دوره قبل و بعد از آبگیری سد گتوند انجام شده است. کیفیت آب رودخانه، با آنالیز آزمایشگاهی نمونه‌های آب و با تعیین میزان میانگین غلظت جامدات محلول آب (*TDS*[۲])، هدایت الکتریکی (*EC*[۳]) و کاتیون‌ها و آنیون‌های شاخص، نظیر یون کلر، کلسیم و ... تحلیل گردیده است. سپس تأثیر عوامل آنتروپوژنیک بر خواص فیزیکی و شیمیایی آب رودخانه کارون بررسی شده و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. در مرحله بعد جهت تعیین مناطق آسیب پذیر رودخانه کارون تحت تأثیر عوامل آنتروپوژنیک حاکم بر منطقه از مدل *FuzzyAHP* استفاده شد. روش *FuzzyAHP* توسط چانگ (۱۹۹۶) ارائه شد. اعداد در این روش اعداد مثلث فازی است. مفاهیم *FuzzyAHP* بر اساس تحلیل حدی (*extent analysis*) تشریح می‌شود. مراحل کلی روش *FuzzyAHP* به روش چانگ[۴] به شرح زیر است:

مرحله ۱: رسم نمودار سلسله مراتبی

مرحله ۲: تعریف اعداد فازی به منظور انجام مقایسه‌های زوجی

مرحله ۳: تشکیل ماتریس مقایسه زوجی با به‌کارگیری اعداد فازی به صورت رابطه زیر:

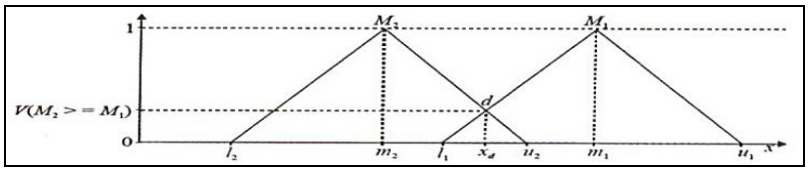
$$\tilde{A}=\begin{bmatrix}1 & \tilde{a}_{12} & \cdots & \tilde{a}_{1n}\\ \tilde{a}_{21} & 1 & \cdots & \tilde{a}_{2n}\\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots\\ \tilde{a}_{n1} & \tilde{a}_{n2} & \cdots & 1\end{bmatrix} \qquad \tilde{a}_{ij}=\begin{cases}1 & i=j\\ \tilde{1},\tilde{3},\tilde{5},\tilde{7},\tilde{9}\ or\ \tilde{1}^{-1},\tilde{3}^{-1},\tilde{5}^{-1},\tilde{7}^{-1},\tilde{9}^{-1} & i\neq j\end{cases}$$ رابطه (۱)

مرحله ۴: محاسبه S_i برای هر کدام از سطرهای ماتریس مقایسه زوجی از طریق رابطه زیر:

در این رابطه i بیانگر شماره سطر و j بیانگر شماره ستون می‌باشد. M_{gi}^{j} در این رابطه اعداد فازی مثلثی ماتریس های مقایسه زوجی هستند.

$$S_i=\sum_{j=1}^{m}M_{gi}^{j}\otimes\left[\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m}M_{gi}^{j}\right]^{-1}$$ رابطه (۲)

مرحله ۵: محاسبه درجه بزرگی S_iها نسبت به همدیگر طبق شکل زیر:



شکل ۲- درجه بزرگی دو عدد فازی نسبت به هم (چانگ، ۱۹۹۶)

مرحله ۶: محاسبه وزن معیارها و گزینه‌ها در ماتریس‌های مقایسه زوجی از طریق رابطه زیر:

$$d'(A_i)=Min\,V(S_i\geq S_k)\qquad k=1,2,\ldots,n\ ,\ k\neq i$$ رابطه (۳)

بحث و یافته های تحقیق:

تجزیه و تحلیل کیفیت آب رودخانه کارون:

پایه و رکن اساسی مطالعات تحقیقی، داده ها و اطلاعات مورد نیاز می باشد که این اطلاعات از طریق مطالعات کتابخانه-ای و میدانی گردآوری می گردد. بدین منظور در این تحقیق از داده‌های مربوط به پارامترهای کیفی آب رودخانه کارون در محل ایستگاه سد تنظیمی گتوند، شوشتر، عرب اسد، ملاثانی و اهواز استفاده گردید. با توجه به این که در سال‌های اخیر

۲. *Total dissolved solids*

۳. *Electrical conductivity*

۴. *Chung*

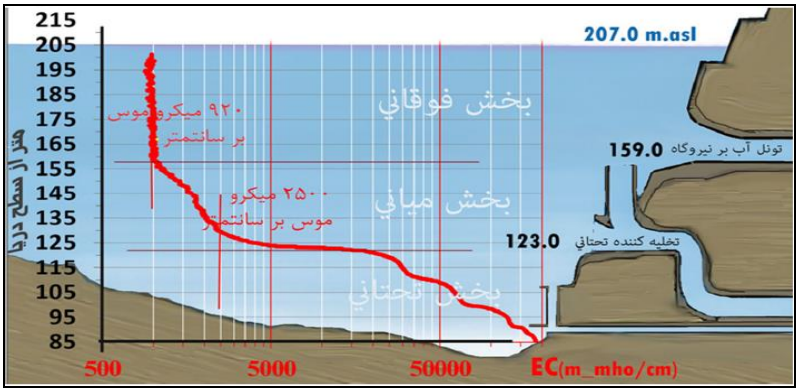
انتقادات زیادی بر ساخت سد گتوند جهت تأثیر آن بر شوری آب رودخانه کارون شده است، ابتدا داده‌های کیفیت آب رودخانه در ایستگاه پایین دست سد گتوند در دو دوره قبل و بعد از آبگیری سد مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است تا میزان اثر آن مشخص گردد (جدول ۱). با توجه به جدول مذکور اختلاف پارامترهای کیفیت آب در قبل از ساخت سد و بعد از آن روند مشخصی را نشان نمی‌دهد و میزان افزایش آن چندان چشمگیر نیست. پس از آبگیری سد و افزایش سطح تماس آب با طبقات و لایه‌های انحلال پذیر نمک خصوصاً در توده گچساران، حجم زیادی نمک از این توده حل شده و آب مخزن سد را شور نموده است. با توجه به افزایش چگالی آب ناشی از انحلال نمک، آب‌های با شوری بیشتر در ترازهای پایین مخزن و آب‌های با کیفیت بهتر در لایه‌های بالا قرار گرفته و بدین ترتیب باعث شکل گیری لایه بندی نمک در مخزن سد شده است، به نحوی که در ترازهای پایین میزان شوری آب ۳ تا ۴ برابر شوری آب دریا و در ترازهای بالا کیفیت آب مناسب و میزان شوری برای شرب مناسب می باشد. شکل ۳ نمونه‌ای از توزیع شوری در عمق مخزن سد گتوند علیا را نشان می‌دهد. لازم به ذکر است که برای سنجش میزان شوری آب از دو شاخص هدایت الکتریکی (*EC*) و کل مواد جامد محلول (*TDS*) یا غلظت استفاده می‌شود. (جدول شماره ۱).

جدول ۱- نتایج آزمایشگاهی برخی از پارامترهای کیفی آب رودخانه کارون در ایستگاه سد تنظیمی گتوند.

دوره	سال آبی	*EC(µm/cm)*	*MG (mg/lit)*	*CA (mg/lit)*	*CI (mg/lit)*	*Hco3(mg/lit)*	*So4 (mg/lit)*	*TDS (mg/lit)*
قبل از احداث سد گتوند	۸۶-۸۵	۱۱۰۵	۲/۸۲	۱۰/۸۵	۴/۶۲	۲/۷۱	۱۰/۸۱	۱۲/۰۱
	۸۷-۸۶	۱۱۱۴	۳/۹۱	۱۱/۲۴	۶/۲۷	۱/۶۷	۱۱/۰۸	۷/۹۲
	۸۸-۸۷	۱۵۶۸	۱۶/۲۷	۰/۰۷	۱/۷۴	۴/۰۵	۱۰/۳۵	۱۱/۳۱
	۸۹-۸۸	۱۴۹۸	۱۵/۶۱	۰/۰۹۵	۱/۶۸	۴/۲۷	۹/۶۵	۷/۶۵
	۹۰-۸۹	۱۳۵۲	۱۱/۷۵	۲/۸۴	۲/۹۵	۳/۵۲	۸/۸۱	۷/۷۸
پس از احداث سد گتوند	۹۱-۹۰	۱۱۵۴	۱۲/۷۶	۰/۰۵	۲/۰۶	۶/۰۵	۶/۹۷	۷/۷۲
	۹۲-۹۱	۱۱۰۲	۱۶/۹۱	۰/۰۵	۱/۵۵	۶/۰۴	۴/۴۱	۷/۷
	۹۳-۹۲	۱۳۲۷	۱۶/۵۸	۰/۰۴	۱/۹۷	۵/۵۵	۸/۸۸	۷/۶۷
	۹۴-۹۳	۱۲۵۸	۱۶/۴۷	۰/۰۵	۱/۴۲	۶/۱۵	۸/۴۲	۷/۷۵
	۹۵-۹۴	۱۱۵۶	۱۳/۲۵	۰/۰۶	۸/۲	۶/۱۸	۹/۲	۷/۸۶

منبع: آمار سازمان آب و برق خوزستان، ۱۳۹۵.

به جز پارامترهای *CA* و *CI* که نشان دهنده سختی آب هستند دیگر پارامترها و عناصر مورد بررسی در بازه زمانی پس از آبگیری سد، یا روند افزایشی داشته اند و یا بدون تغییر قابل توجه بوده‌اند. از آنجایی دو پارامتر مذکور با افزایش دبی جریان رود در ارتباط هستند و از طرفی با توجه به داده های مربوط به بارش در سال‌های قبل از آبگیری سد که دبی رود بیشتر بوده است، این روند می‌تواند با این موضوع در ارتباط باشد.



شکل ۳- توزیع شوری در ترازهای مختلف مخزن سد گتوند در تاریخ نهم اسفند ۱۳۹۳

در مرحله بعد داده‌های کیفیت آب رودخانه کارون به ترتیب در ایستگاه‌های پایین دست سد گتوند تا محل ایستگاه اهواز مورد بررسی قرار گرفته تا میزان تغییرات آب رودخانه کارون و روند آن مشخص گردد. (جدول شماره ۲). همان‌گونه که در جدول ملاحظه می‌شود اختلاف پارامترهای کیفیت آب رودخانه کارون به‌ویژه *EC* آب از محل سد تنظیمی گتوند تا اهواز دو برابر است.

جدول ۲- نتایج آزمایشگاهی برخی از پارامترهای کیفی آب رودخانه کارون در ایستگاه‌های مورد مطالعه

موقعیت	*EC(µm/cm)*	*MG (mg/lit)*	*CA (mg/lit)*	*CI (mg/lit)*	*Hco3(mg/lit)*	*So4 (mg/lit)*	*TDS (mg/lit)*
سد تنظیمی گتوند	۱۱۸۰	۱۲/۴۳	۰/۸۵	۳/۲۲	۶/۶۳	۹/۳۵	۸/۱۳
شوشتر	۱۳۴۰	۹/۹۱	۰/۲۴	۳/۸۱	۲/۰۳	۶/۰۸	۸/۹۲
عرب اسد	۱۵۶۰	۱۰/۲۷	۰/۲۷	۳/۷۴	۲/۰۵	۷/۳۵	۹/۳۱
ملاثانی	۲۱۲۰	۶۱/۱۵	۰/۹۱	۵/۱۷	۵/۹۶	۱۸/۸۱	۲۷/۶۵
اهواز	۲۳۶۰	۱۶/۷۵	۰/۹۴	۸/۸۲	۶/۲۲	۲۴/۸۱	۳۶/۷۸

منبع: آمار سازمان آب و برق خوزستان، ۱۳۹۵.

عوامل اکوژئومورفولوژیک و انسانی آلاینده رودخانه کارون:

بر اساس یافته‌های آماری و مطالعات میدانی و با توجه به فرایند تولید، وسعت فعالیت‌ها و توزیع جغرافیایی در حوضه آبریز کارون مهم‌ترین عوامل مؤثر بر کیفیت آب رودخانه کارون بدین شرح است: ژئومورفولوژی و زمین شناسی، کاربری اراضی، پساب های کشاورزی، پساب های صنعتی، فاضلاب‌های شهری، پسماندها، سد سازی و بهره برداری شن و ماسه از بستر و حریم رودخانه. با توجه به ویژگی های منابع آلاینده می توان آنها را به دو گروه منابع مستقر (کانون دار) و غیر مستقر (بی کانون) تقسیم نمود. به طور خلاصه سهم آلاینده‌های رودخانه کارون به ترتیب: کشاورزی ۴۸درصد، شهری ۲۷درصد و صنعت ۲۳درصد می باشد. همچنین در زمینه عامل زمین شناسی این نکته قابل توجه است که، تشکیلات حوضه آبریز این رودخانه عمدتا از سازندهای آهک آسماری بوده که نسبتاً در مقابل عوامل فرسایش از خود مقاومت نشان می دهد. قسمت های پایین دست از سازندهایی که در مقابل فرسایش مقاومت کمتری دارند تشکیل شده است. این تشکیلات عبارت اند از: گچساران، میشان، و آغاجاری که غالبا متشکل از مارن های قرمز و خاکستری همراه با ژیپس و آهک می باشد و در مقابل عوامل فرساینده بوده و همراه با جریانات فصلی و دائمی به رودخانه کارون ریخته می شود و سبب گل آلود شدن این رودخانه و بالارفتن کدورت و ذرات معلق آب می شود.

پهنه‌بندی منابع آلاینده آب رودخانه کارون:

پهنه‌بندی آلودگی یک رودخانه می‌تواند اولین و شاید مهم‌ترین گام در اعمال یک مدیریت صحیح کیفی به منظور رفع معضل آلودگی در آن باشد. در این تحقیق نیز پس از بررسی نقش عوامل مؤثر بر کیفیت آب رودخانه کارون میزان این اثرگذاری در بخش‌های مختلف رودخانه پهنه‌بندی و سپس تجزیه و تحلیل گردید. بدین صورت که ابتدا معیارهای مؤثر بر کیفیت آب رودخانه شناسایی و سپس جدول ارزیابی و امتیازدهی آنها بر اساس روش *FuzzyAHP* تهیه و بین متخصصین (۱۰ نفر متخصص ژئومورفولوژی، ۱۰ نفر محیط زیست و ۱۰ نفر منابع آب) توزیع گردید تا بر اساس میزان اثر هرکدام از معیارها و زیر معیارها به آنها امتیاز دهند. معیارها توسط متخصصین بر اساس مقیاس درجه ارجحیت برای مقایسه زوجی در روش *FuzzyAHP* وزن دهی شده و وزن‌های تعمیم یافته به هر معیار به نرم افزار *Expert Choice11* معرفی و وزن نهایی هر معیار محاسبه گردید جدول(۳). بنا بر پیشنهاد ساعتی (۱۹۸۰) شاخص نسبت سازگاری[۵]وزن‌ها باید کمتر از ۰/۱ باشد. در این تحقیق شاخص نسبت سازگاری بر اساس رابطه (۴)، برابر ۰/۰۸ محاسبه شد.

---

۵. *consistency ratio index*

در نهایت، وزن نسبی هر یک از معیارهای مشخص شده در هر کدام از لایه‌های فازی در محیط نرم فزار *ARC GIS10.2* تأثیر داده شده و اجرای نهایی مدل فازی بر اساس گامای ۰/۹ انجام شد. (شکل ۴). همان طور که در نمودار وزنی معیارها نیز مشخص شده است از بین معیارهای موثر بر آلودگی رودخانه، پساب های صنعتی با وزن ۲۱/۳۲ بیشترین نقش را در آلودگی محدوده مورد نظر دارد. مثلا در واحدهای کشت و صنعت به طور میانگین هرسال ۹۵۰۰۰ هکتار زمین زیر کشت نیشکر می رود و در نتیجه رقمی بالغ بر ۵/۵ میلیارد مترمکعب زهاب تشکیل و به رودخانه‌های دز، کارون و تالاب‌های دیگر تخلیه می‌شود.

جدول ۳- بررسی زوجی معیارها و وزن نهایی آن‌ها

معیارها	کاربری اراضی	زمین شناسی	ژئومورفولوژی	پساب های صنعتی	پساب های کشاورزی	فاضلاب‌های شهری	پسماندها	سد سازی	بهره برداری شن و ماسه	وزن نهایی
کاربری اراضی	۱	۰/۵	۲	۰/۲	۰/۴	۰/۱	۰/۳	۰/۸	۰/۹	۸/۶
زمین شناسی	-	۱	۴	۰/۶	۰/۷	۰/۳	۰/۴	۲	۰/۷	۱۲/۵۱
ژئومورفولوژی	-	-	۱	۰/۲	۰/۳	۰/۶	۰/۴	۰/۸	۰/۹	۲/۱۱
پساب های صنعتی	-	-	-	۱	۳	۰/۵	۳	۴	۳	۲۱/۳۲
پساب های کشاورزی	-	-	-	-	۱	۰/۷	۲	۵	۶	۱۷/۶۳
فاضلاب‌های شهری	-	-	-	-	-	۱	۳	۶	۷	۱۹/۸۵
پسماندها	-	-	-	-	-	-	۱	۲	۲/۵	۱۴/۳۸
سد سازی	-	-	-	-	-	-	-	۱	۰/۵	۲/۶۲
بهره برداری شن و ماسه	-	-	-	-	-	-	-	-	۱	۴/۳۹

منبع: یافته های پژوهش ۱۳۹۵.

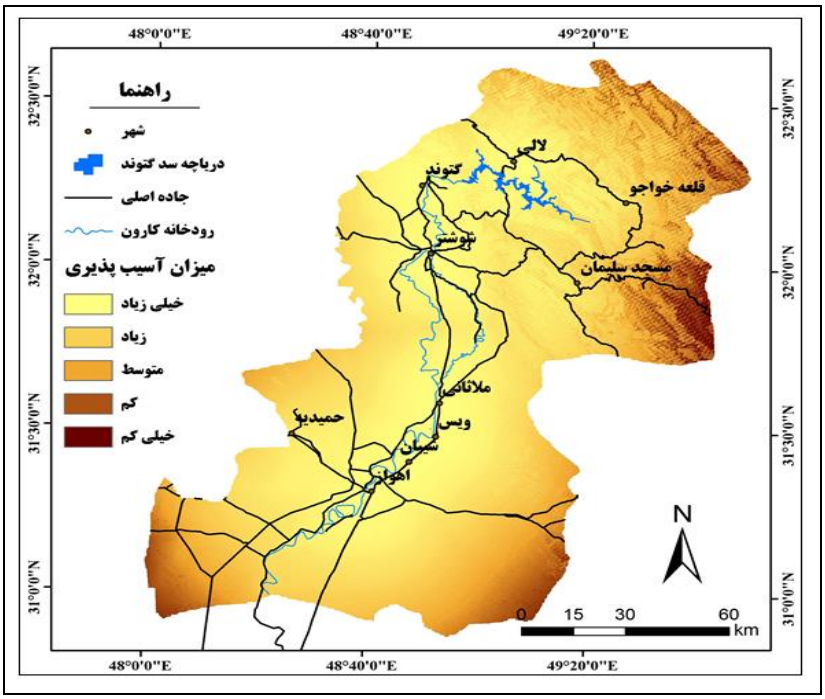
شکل ۴- نمودار وزن محاسبه شده معیارها در نرم افزار *Expert Choice*

با توجه به نقشه پهنه‌بندی نهایی (شکل ۵)، میزان اثر عوامل آنتروپوژنیک بر کیفیت آب رودخانه کارون در محل تلاقی رودخانه دز، گرگر و شطیط به سمت پایین دست تا اهواز بسیار زیاد می‌شود. در بخش‌های بالادست میزان تأثیر عوامل مذکور کمتر می‌شود. در سایر بخش‌ها نیز هرچه فاصله از رودخانه کارون بیشتر می‌شود بر میزان اثرگذاری این عوامل کاسته می‌شود. نتایج پهنه بندی حوضه رودخانه کارون در محدوده مورد مطالعه بر اساس میزان آسیب پذیری آلودگی در جدول (۴) نشان داده شده است.

جدول ۴- نتایج پهنه بندی محدوده مورد مطالعه از لحاظ میزان آسیب پذیری مواد آلاینده

مساحت(کیلومتر مربع)	میزان آسیب پذیری
۳۸۶۳/۴۲	بسیار زیاد
۲۶۲۵/۰۱	زیاد
۴۳۲۷/۹۶	متوسط
۴۲۸۹/۵۷	کم
۲۶۴۷/۳۴	بسیار کم

منبع: یافته های پژوهش ۱۳۹۵.



شکل ۵- پهنه‌بندی آسیب پذیری کیفیت آب رودخانه کارون تحت تأثیر عوامل انسانی و محیطی

نتیجه‌گیری:

نتایج به دست آمده در این تحقیق و مقایسه آن با نتایج به دست آمده از مطالعه محمد کارآموز و همکاران در سال ۲۰۰۴، تقریبا مشابه به دست آمد. آنها با مطالعه رودهای کارون و دز، ضمن پهنه بندی کیفیت آب این رودخانه ها با روش منطق فازی به این نتیجه رسیدند که سالانه ۸۰۴۰ میلیون متر مکعب آب حاصل از زهکشی و پساب کشاورزی واحد های کشت و صنعت ها وارد این رودخانه ها می شود. در این تحقیق نیز علت نامطلوب شدن رودخانه کارون از محل سد تنظیمی گتوند تا شوشتر ورود رودخانه شور دشت عقیلی و احداث حوضچه‌های پرورش ماهی به وسعت ۱۷۰۰۰ هکتار و آب برگشتی از آنها به داخل رودخانه گرگر و همچنین ورود بخشی از فاضلاب‌های شهرستان شوشتر و روستاهای اطراف می‌باشد، به طوری که بر اساس داده های جدول (۲) میزان *TDS* موجود در ایستگاه گتوند از ۸/۱۳ به رقم ۳۶/۷۸ در ایستگاه اهواز رسیده است (۴/۵ برابر). همچنین در شاخه رودخانه شطیط نیز ورود بخشی از فاضلاب شهرستان شوشتر و حدود ۳۰ درصد آب برگشتی از کشت و صنعت نیشکر کارون موجب افزایش حدود ۶۰۰ واحد *EC* از سد تنظیمی گتوند تا محل بند قیر را در شاخه رودخانه شطیط موجب می‌شود. علت افزایش *EC* آب رودخانه کارون از محل تقاطع رودخانه گرگر و شطیط به بعد روستاهای اطراف و پساب کارخانه‌های و صنایع نزدیک رودخانه، کشاورزی و ورود رودخانه دز می باشد که فاضلاب های شهرهای دزفول و شوش و به ویژه آب برگشتی از واحدهای کشت و صنعت به آن وارد می‌شود. همچنین میزان اثر عوامل مختلف بر کیفیت آب رودخانه کارون در محل تلاقی رودخانه دز، گرگر و شطیط به سمت پایین دست تا اهواز بسیار زیاد

است. در بخش‌های بالادست میزان تأثیر عوامل مذکور به نسبت پایین دست کمتر است. در سایر بخش‌ها نیز هرچه فاصله از رودخانه کارون بیشتر می‌شود بر میزان اثرگذاری این عوامل کاسته می‌شود.

References

1. *Aghanabati, s.a, (2005), Geology of Iran, published by Geological Survey of Iran, (In Persian).*
2. *Alberto, W.D., D.M. Del Pilar, A.M. Valeria, P.S. Fabiana, H.A. Cecilia and B.M. de los A' ngeles. 2000. Pattern recognition techniques for the evaluation of spatial and temporal variations in water quality. A case study: Suqui'a river basin (Co' rdoba- Argentina). Water Research. 35: 2881-2894.*
3. *Arain, M. B. Ullahb, I. Niazb, A., Shaha, N., Shahb, F., Hussaina, Z., Tariqc, M., Afridid, H. I., Baigd, J., A. and Kazid, T. G., 2015. Evaluation of water quality parameters in drinking water of district Bannu, Pakistan: Multivariate study. Sustainability of Water Quality and Ecology. Volume null, Issue null, Page null.*
4. *Bhardwaj, V., D. S. Singh. and A. K. Singh. 2010. Water quality of the Chhoti Gandak River using principal component analysis, Ganga Plain, India. Hydrogeochemical, 119: 117–127.*
5. *Birsan, Marius-Victor, Molnar, Peter, Burlando, Paolo and Pfaundler, Martin (2005). Streamflow trends in Switzerland. Journal of Hydrology 314.*
6. *Chang, D., 1996, Applications of the Extent Analysis Method on Fuzzy AHP, European Journal of Operational Research, No. 95, PP. 649-655.*
7. *Chang, H. (2008) Spatial Analysis of Water Quality Trend in the Han River Basin, South Korea. Water Resource, 42(10), 2385- 3304.*
8. *Consulting Engineers Mahab (Spring 2014), Journal Mahab (news - learning), new era, No. 65, Special Issue, (In Persian).*
9. *Frydgygl, B., Najafinejad, Ali, Moghani Bilesavar, V and Moradi, A., (2012) "The water quality of the river in Golestan Province zarringol", Journal of soil and water conservation, Volume 20, Issue I, pp. 95 -77, (In Persian).*
10. *Ghazalseflu,m. dinpazhooh, y, ghorbani, m a, fakherifard, a,(2011)"The trend analysis flow rivers of East Azerbaijan province", Journal of Irrigation Engineering, Volume 35, Issue 1, Pages 81-71, (In Persian).*
11. *Goljan, F, karbasi, A., Hajizadeh Zaker, N, NABI BIDHENDI, G., (1998) "Determination of river water quality class city of noor", Journal of Water Science, First Year, First Issue, 48-35, (In Persian).*
12. *Hajian nejad, m. rahsepar, a. (2010), "The Effect of runoff and wastewater on water quality parameters of river zayandehrud", Journal of Preventive Medicine, Volume 6, Issue Supplement, pp828-821, (In Persian).*
13. *imeonov, V., J.A. Stratis, C. Samara, G. Zachariadis, D. Voutsa, A. Anthemidis, M. Sofoniou and Th. Kouimtzis. 2003. Assessment of the surface water quality in Northern Greece, Water Research. 37: 4119-4124.*
14. *James, G. A. and Wynd, J. G., 1965. "Stratigraphic nomenclature of Iranian Oil Concertium Agreement Area", AAPG. Vol. 49, No. 12, pp. 1282-2245.*
15. *Karamouz, M., Baghvand, A., Khajehzadeh Nokhandan, A., and Kerachian, R. (2006). "Design of river water quality monitoring networks using an entropy based approach: A case study." Proc. of the 2006 World Water and Environmental Resources Congress, Nebraska, USA.*
16. *Karamuz, M.krachyan, R. Zahraei, b, Jafarzadeh .h, N., (Spring 2004), "The plan to develop comprehensive plans to reduce water pollution in river systems Case study: river system Karun - Dez", Journal of Research in Water Resources of Iran: Spring 1384, Vol. 1, No. 1; from page 12 to page 28, (In Persian).*

17. *Keramati,H. mahvi,A. abdolnejan,l, (1997), "The physical and chemical quality of Gonabad drinking water in 1997", Journal of Knowledge Horizon, Zahedan Medical Sciences University, pp. 88-99, Volume 13, Issue 3, (In Persian).*
18. *Khosnazar, A. nasrabadi, T.pooyan abbasi, M, (2011) "Assess the efficiency of artificial neural network to predict the electrical conductivity Zarine-Roud River", Journal of humans and the environment Volume 10, Issue 3 (22-row 33), pp. 1-16, (In Persian).*
19. *Meftah helghi, m. "Water quality zoning using various measures of quality", Journal of soil and water conservation, Volume 18, Issue 2, Pages 211-220.*
20. *Moghimi, E., (2011) Ecogeomorpholojy and rights river, Tehran University Press, first edition, (In Persian).*
21. *motii, H, (1992) Geology of the Zagros Iran Stratigraphy, published by the Geological Survey of Iran, Tehran, First Edition, (In Persian).*
22. *Ouyang Y. Evaluation of river water quality monitoring stations by principal component analysis. Water Res 2005; 39(12): 2621-35.*
23. *Rahimi, A (2003), "Water quality monitoring networks", Journal of Water and Environment, No. 51, pp. 30-51, (In Persian).*
24. *Rasuli A, Noori R, Vesali-Naseh MR, Nazariha M, Kiaghadi A. Determination of the Relationship Between Physical and Chemical Pollutant Parameters in the Sefidrood River Basin Based on Canonical Correlation Analysis. Proceedings of 4th Iran Water Resources Management Conference; 2011 May 23- 24; Tehran, Iran; 2011.*
25. *Sahney, S., Benton, M.J. and Ferry, P.A. (2010). "Links between global taxonomic diversity, ecological diversity and the expansion of vertebrates on land" (PDF). Biology Letters. 6 (4): 544–547. Doi:10.1098/rsbl.2009.1024. PMC 2936204.PMID 20106856.*
26. *Singh KP, Malik A, Mohan D, Sinha S. Multivariate statistical techniques for the evaluation of spatial and temporal variations in water quality of Gomti River (India)-a case study. Water Res 2004; 38(18): 3980-92.*
27. *Svensson, Cecilia, Kundzewicz, Zbigniew W. and Maurer, Thomas (2005). Trend detection in river flow series: 2. Flood and low-flow index series. Hydrological Sciences Journal, 50 (5).*
28. *Vahabzadeh, A, (2005), ecology, SID, Ferdowsi University of Mashhad, (In Persian).*
29. *Zarghami, M., Abdi, A., Babaeian, I., Hasanzadeh, Y., and Kanani, R. 2011. Impacts of climate change on runoffs in east Azerbaijan, Iran, Global and Planetary Change, In Press, Corrected Proof, Available online 30 June 2011.*
30. *Zehtabian, GH, Rafii, E, alavipanah, a. (2002), "The Water Quality of Rivers in Varamin", Journal of the desert, No. 3, pp. 14 -31, (In Persian).*