

اثر فعالیتهای بالادست بر کیفیت آب اروندرود و رودخانه کارون

احمد قندهاری کارشناس شرکت سهامی آب منطقه ای خراسان رضوی و عضو مرکز تحقیقات منابع

آب و محیط زیست دانشگاه فردوسی مشهد*

شاداب شادزاد عضو مرکز تحقیقات آب و محیط زیست دانشگاه صنعتی شریف

احمد ابریشم چی استاد دانشگاه صنعتی شریف

مسعود تجریشی استادیار دانشگاه صنعتی شریف

* تلفن ۰۹۱۵۳۵۱۰۲۳۱، شماره ۰۶۴۶۱۷۰۷۶۱۱-۰۵۱۱، پست الکترونیکی: a_ghandhary@yahoo.com

چکیده

رودخانه های اروند و کارون به لحاظ منافع حاصل از کشاورزی، صنعتی، کشتیرانی، صیادی و محیط زیست برای ایران از جایگاه خاصی برخوردار بوده، کیفیت آب در آنها یکی از عوامل اصلی کنترل کننده منافع کشور می باشد. فعالیتهای گسترده و توسعه های انجام شده بر روی سیستم رودخانه ای اروند در حال حاضر و اواخر قرن گذشته باعث تغییرات اساسی هیدرولوژیکی در آن شده، میزان آورد و کیفیت آب را به طور معنی داری تحت تاثیر قرار داده است. این مقاله به بررسی اثر توسعه های انجام شده بالادستی بر روی رودخانه های اروند و کارون پرداخته و در هر دو مورد با استفاده از روش کارشناسی اثرات پدیده ها بر یکدیگر و بررسی های آماری توسعه های کشاورزی و صنعتی و سازه های بنا شده بر روی رودخانه از عوامل اصلی آلودگی جریان شناخته شده اند.

۱- مقدمه

حوزه آبریز اروندرود با پیشینه شش هزارساله فعالیتهای انسان، همواره یکی از مراکز مهم کشاورزی و صنعتی تمدن بشری بوده است که در منتهالیه شمال غرب حوزه آبریز خلیج فارس، بخشی از کشورهای ترکیه، عراق، سوریه، عربستان و ایران را در بر می گیرد. رودخانه های اصلی این حوزه آبریز عبارت از دجله، فرات، کرخه و کارون بزرگ می باشد (شکل ۱).

به علت هموار بودن مسیر اروندرود و طول زیادی از هریک از سرشاخه های آن، در مسیر حرکت هریک از آنها هورهایی بوجود آمده اند که بر اثر طبیعت سیلابی رودخانه های دجله و فرات هر ساله سطح آنها تغییرات قابل ملاحظه ای داشته و به طور طبیعی وجود هورها باعث افزایش تبخیر و تعرق و در نتیجه افزایش شوری آب رودخانه می گردند. سرشاخه های اروندرود عمدتاً در کشورهایی جاری هستند که با مشکلات فراوان کیفی و کمی آب روبه رو می باشند و این در حالی است که در کشورهای پایین دست به علت توسعه های بالادستی بر پیچیدگی این مشکلات افزوده می شود [۱]. مهمترین این توسعه ها در قسمت های بالادست این حوزه آبریز که در گذشته توسعه آنها میسر نبوده است، در اواخر قرن گذشته انجام شده، و باعث تغییرات اساسی در هیدرولوژی این رودخانه نیز گردیده اند. این تغییرات در راستای منظم کردن جریان آب رودخانه ها و در نتیجه استفاده بیشتر از منابع آب صورت گرفته اما سوای این مزیت، مسائل کیفی و زیست محیطی آب مورد توجه واقع نشده اند. در این مقاله این عوامل در دو رودخانه کارون و اروند، با

توجه به اهمیت آنها برای ایران و با استفاده از داده های موجود در مراجع داخلی و بین المللی و با استفاده از روش کارشناسی مورد بررسی واقع شده اند.

۲- مواد و روشها

بررسی سابقه روش های ارزیابی اثرات زیست محیطی توسعه های آبی نشان می دهد که عمدتاً پنج روش اصلی در این خصوص مورد استفاده کارشناسان واقع می شود که عبارتند از: روش کارشناسی، چک لیست ها، ماتریسها، شبکه ها و روی همگذاری صفحات. علاوه بر آن روشهای مدلسازی و شبیه سازی حوزه های آبریز، شاخصهای زیست محیطی و ... از روشهای ارزیابی اثرات زیست محیطی پدیده ها می باشند. با توجه به اطلاعات در دسترس، وسعت منطقه مورد مطالعه و هدف این بررسی؛ به کمک تجزیه و تحلیل و تطابق های آماری و نیز استفاده از نظرات سایر محققین، روش کارشناسی مورد استفاده قرار گرفته است [۲].

۲-۱- هیدرولوژی

رودخانه های دجله و فرات در القورنه نزدیک شهر بصره عراق به هم می پیوندند و شط العرب را تشکیل می دهند. از به هم پیوستن این رودخانه با رودخانه کارون در فاصله ۳۳ کیلومتری بصره اروندرود تشکیل می شود و اروند پس از طی ۱۱۰ کیلومتر به خلیج فارس می ریزد. این رودخانه مساحتی حدود ۹۴۸۳۷۵ کیلومتر مربع را زهکشی کرده، دارای میانگین حجم جریان سالانه ای حدود ۸۲ میلیارد متر مکعب می باشد (در مراجع مختلف میزان آورد اروندرود مقادیر متفاوتی گزارش شده است) [۳ و ۴].

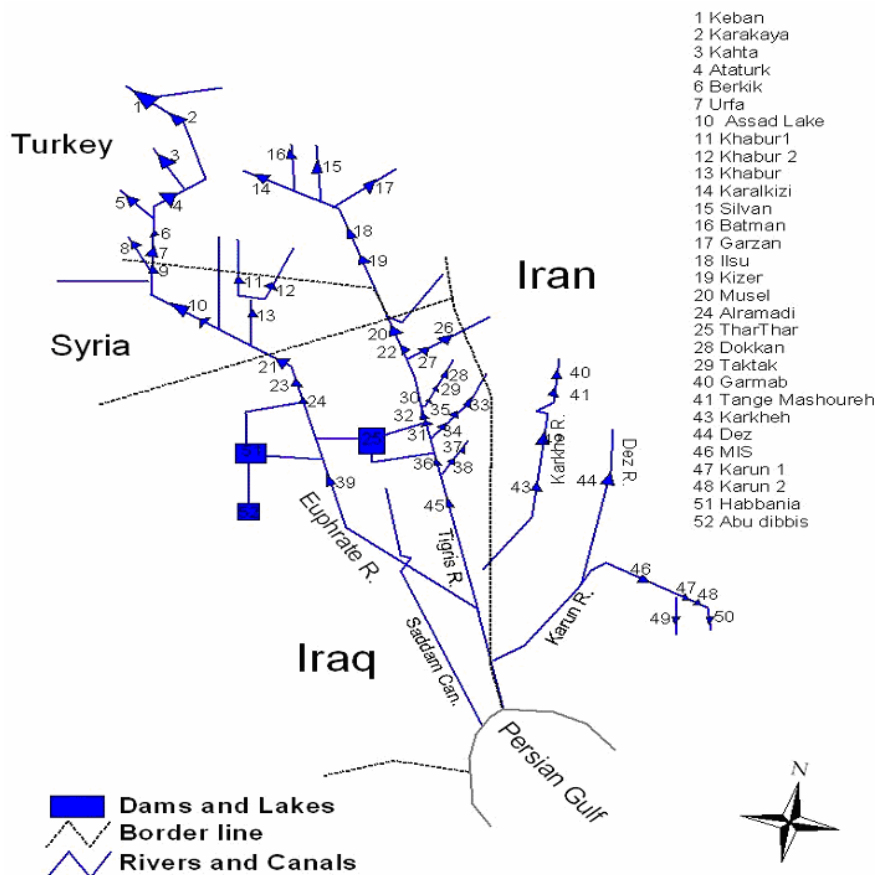


شکل ۱- موقعیت حوزه آبریز اروندرود و کشورهای مختلف سهم در آن

رودخانه فرات با طولی برابر با ۲۷۰۰ کیلومتر و جریان سالانه ای برابر ۲۹/۸ میلیارد مترمکعب در سال در مرز ترکیه (این مقدار پیش از انجام توسعه های آبی در ترکیه، برابر ۳۱/۵ میلیارد مترمکعب بوده است) [۵ و ۶] پس از گذر از ترکیه با سهم حدود ۸۸ درصد در تولید آب آن به کشور سوریه با سهم ۱۲ درصدی در تولید آب وارد می شود.

رودخانه دجله، با طولی برابر ۱۸۴۰ کیلومتر و جریان سالانه ای برابر ۳۹ میلیارد متر مکعب (ایستگاه بغداد) از کوههای جنوب شرق ترکیه با سهم ۴۰ درصدی در تولید رواناب سرچشمه گرفته وارد عراق با سهم ۵۱ درصدی می شود. متوسط آورد این رودخانه پیش از انجام توسعه های بالادست ۵۲ میلیارد متر مکعب در سال بوده است. بخشی از جریان این رودخانه از زیرحوزه های مشترک بین ایران و عراق یعنی زاب کوچک و سیروان (۴ درصد) تامین می گردد [۵، ۱۵ و ۱۶]. جریان هر دو رودخانه فرات و دجله به علت شرایط خشکسالیها و وجود سیلابهای مخرب نوسانات فصلی زیادی دارد به گونه ای که در تابستان مجموع جریان متوسط دو رودخانه در حدود ۱۵۰ تا ۲۰۰ مترمکعب بر ثانیه و در فصل بهار به بیش از ۵۰۰۰ مترمکعب بر ثانیه می رسد.

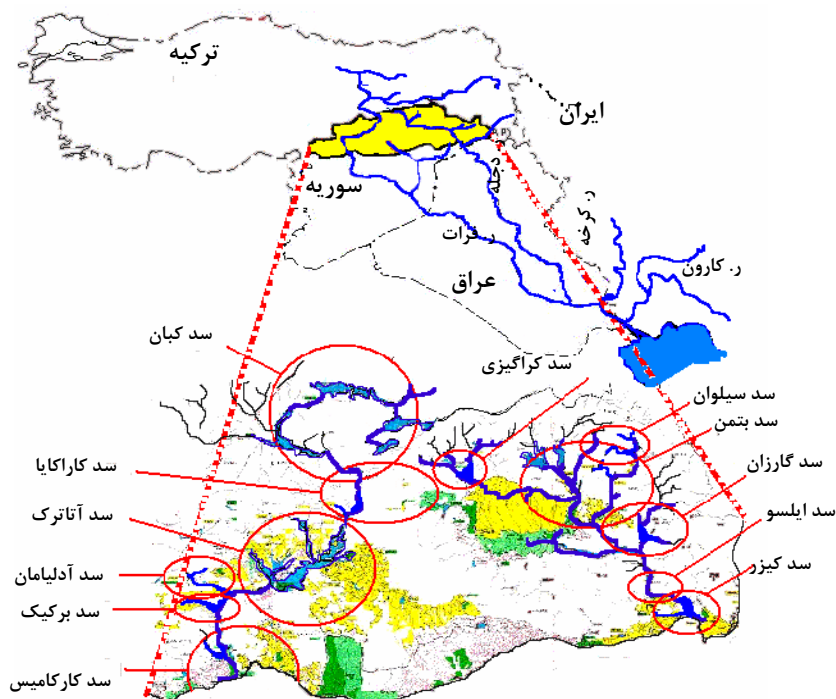
حوزه آبریز رودخانه کارون بزرگ با مساحتی برابر با ۶۸۴۸۱ کیلومتر مربع (۷٪ کل حوزه اروندرود) در ارتفاعات زاگرس میانی قرار دارد. رودخانه های دز و کارون از پیوستن به یکدیگر در محل بند قیر واقع در ۴۰ کیلومتری اهواز کارون بزرگ را با میانگین آورد سالانه ای برابر با ۲۳/۳ میلیارد متر مکعب (ایستگاه اهواز) تشکیل می دهند [۴] به طوری که در فصل تر (زمستان) میانگین آبدهی رودخانه برابر با ۱۱۶۴ مترمکعب بر ثانیه و در فصل خشک (تابستان) برابر با ۵۶۱ مترمکعب بر ثانیه می باشد [۴].



شکل ۲- شبکه رودخانه ای اروندرود و تاسیسات آن

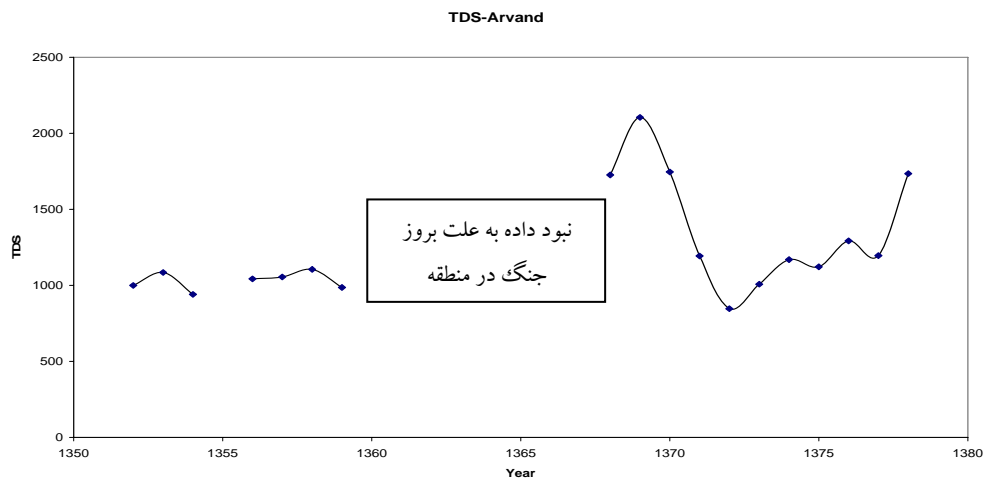
۲-۲- کیفیت آب رودخانه های اروند و کارون و فعالیت های بالادست

طبیعت نامتوازن توسعه های انجام شده و عملیات مدیریتی ناکافی و نامؤثر در شبکه بین المللی مدیریت آبهای مشترک عامل اصلی عدم تعادل در بیلان آب سیستم رودخانه ای دجله - فرات - کارون می باشد [۶ و ۷]. عمده طرحهای توسعه انجام شده در حوزه آبریز اروند عبارت از GAP و GAP RDA در ترکیه، GOLD در سوریه، MOD در عراق و در ایران ۱۸ سد و بند انحرافی در قالب طرحهای مختلف که در دست طراحی، ساخت و یا بهره برداری می باشند (شکل ۲). طرح GAP در جنوب شرق ترکیه یکی از بزرگترین و مهمترین پروژه های آبیاری و برقایی در منطقه غرب آسیا می باشد که مساحتی حدود ۷۴۰۰۰ کیلومتر مربع (۱۰ درصد خاک ترکیه) را دربر می گیرد و شامل ۲۲ سد و ۱۹ نیروگاه برقایی و شبکه آبیاری با تولید سالانه ۲۶ میلیارد کیلو وات ساعت برق و حدود ۱/۶۵ میلیون هکتار توسعه اراضی آبیاری می باشد (شکل ۳) [۷ و ۱۴].

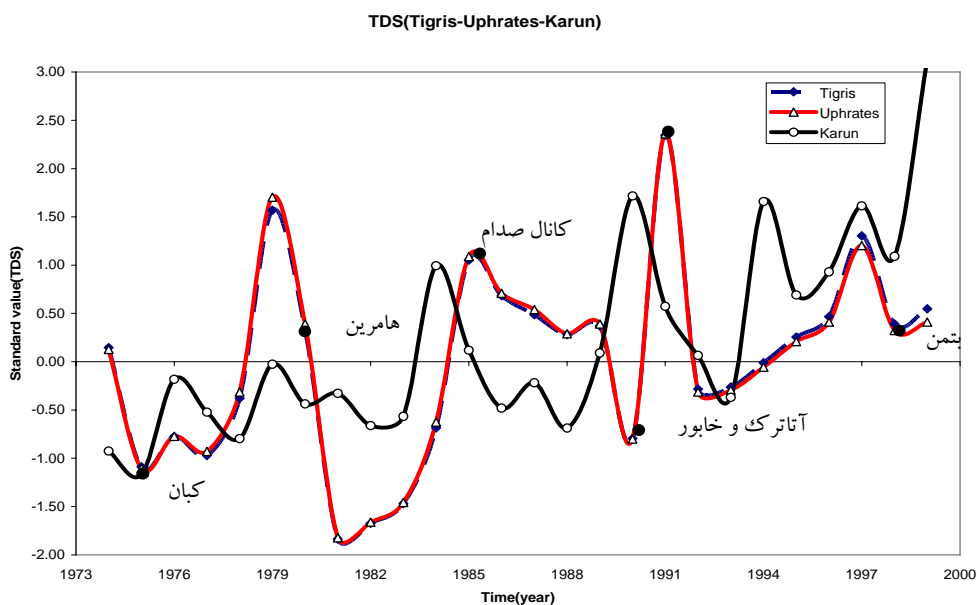


شکل ۳- موقعیت طرح GAP و پروژه های اصلی آن [۹]

ظرفیت طرحهای توسعه ای موجود و در دست اقدام رودخانه فرات ۶۴۱ میلیون مترمکعب بیش از ظرفیت آبدهی این رودخانه بوده و نیز در صورت تکمیل طرحهای پیش بینی شده بر روی رودخانه دجله جریان این رودخانه به ۹۷۰۰ میلیون متر مکعب در سال کاهش پیدا خواهد کرد علاوه بر آن در صورت تکمیل طرحها ۴۹۰۰ میلیون متر مکعب بر میزان تبخیر از سطح حوزه آبریز افزوده خواهد شد [۱]. و بدین ترتیب تنها حدود ۶ درصد از جریان طبیعی این دو رودخانه باقی خواهد ماند. (جدول ۱) در بررسی آماری متوسط سالانه TDS با توجه به پراکندگی زمانی فعالیت های بالادست این سری زمانی به دو بازه زمانی تقسیم شده است؛ بازه اول (۱۳۶۴-۱۳۵۲) شامل داده های پیش از انجام پروژه های بزرگ در حوزه آبریز که نوسانات TDS در اطراف میانگین جزئی بوده، عدم وجود تغییر قابل ملاحظه در کیفیت آب را نشان می دهند (شکل ۴). بازه دوم (۱۳۷۸-۱۳۶۴) مربوط به سالهایی می باشد که پروژه های بزرگ در ترکیه، سوریه و ایران به بهره برداری رسیده اند. شکل نوسانات TDS در این بازه با بازه زمانی اول کاملاً متفاوت است (شکل ۴).



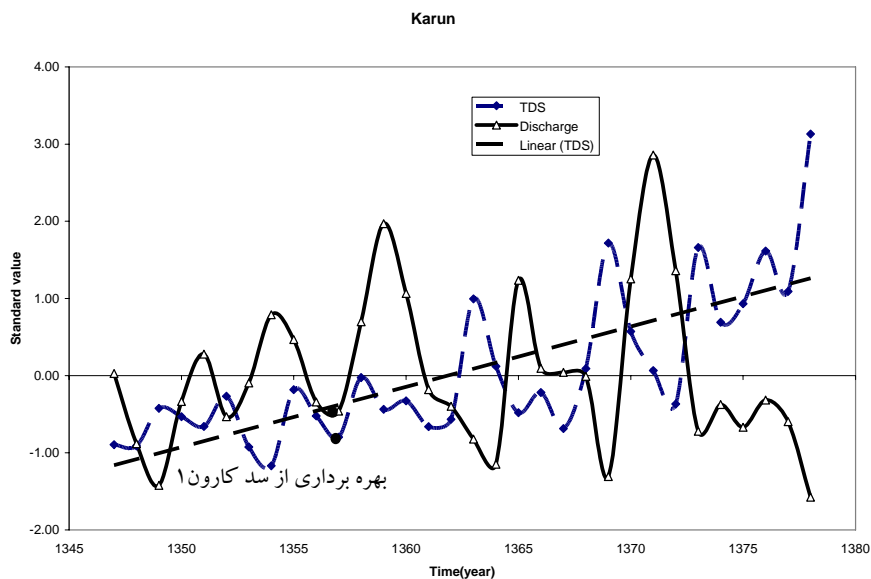
شکل ۴- تغییرات سالانه TDS جریان اروندرود



شکل ۵- مقایسه تغییرات TDS برای سه رودخانه دجله، فرات و کارون بزرگ

جدول ۱- سد های بهره برداری شده در حوزه آبریز اروندرود در بازه زمانی ۱۳۵۲ تا ۱۳۶۴

| ردیف | نام سد | نام رودخانه | موقعیت | سال بهره برداری |
|------|----------|-------------|--------|-----------------|
| ۱ | هامرین | دجله | عراق | ۱۳۶۰ |
| ۲ | صدام | دجله | عراق | ۱۳۶۴ |
| ۳ | فلوجه | دجله | عراق | ۱۳۶۴ |
| ۴ | القادسیه | فرات | عراق | ۱۳۶۳ |
| ۵ | طبقه | فرات | سوریه | ۱۳۵۴ |
| ۶ | کبان | فرات | ترکیه | ۱۳۵۴ |
| ۷ | کارون | کارون | ایران | ۱۳۵۵ |

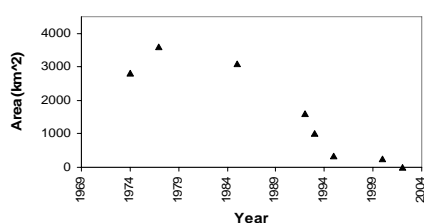


شکل ۶- مقادیر استاندارد TDS و دبی جریان رودخانه کارون

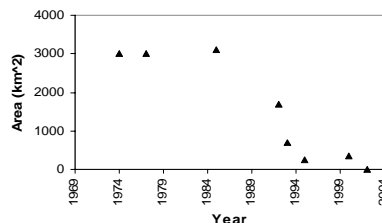
جدول ۲- نتایج آزمون همبستگی TDS و دبی رودخانه کارون (نرم افزار SPSS12)

| Correlations | | TDS | Discharge |
|--------------|---------------------|-----|-----------|
| TDS | Pearson Correlation | 1 | -0.374(*) |
| | Sig. (2-tailed) | . | 0.035 |
| | N | 32 | 32 |

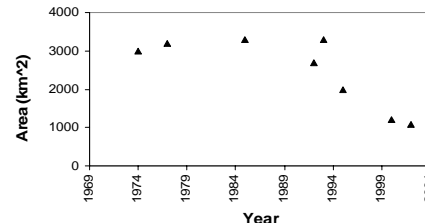
*Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).



(ج) هورالحمار



(ب) هورمرکزی



(الف) هورالهویزه

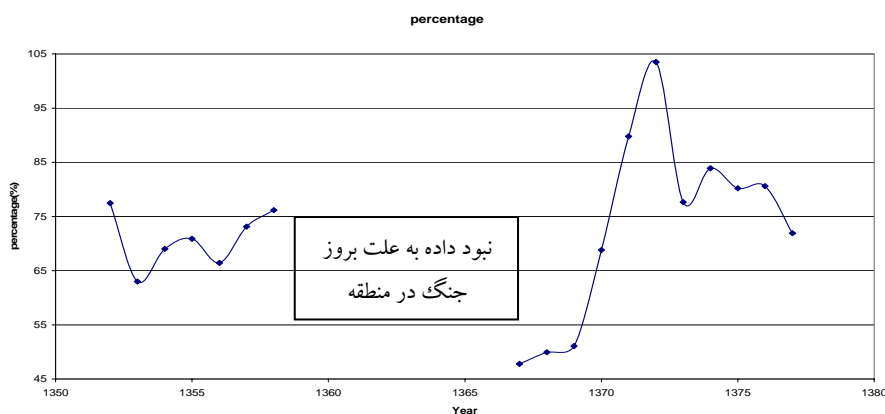
شکل ۷- تغییرات سطح هورها در اثر خشک کردن آنها در طی سالهای مختلف [۹]

در طی بازه زمانی دوم TDS جریان اروندرود بعد از یک نوسان کاملاً غیر طبیعی دارای مقداری نزدیک به میانگین بلندمدت می باشد. این سال (۱۳۷۲) یک سال تر محسوب شده، هیچ پروژه ای در کل حوزه آبریز به بهره برداری نرسیده است، لذا این دو عامل و عکس العمل پروژه MOD باعث شده اند که TDS کمترین مقدار را داشته باشد (شکل ۸). پروژه MOD (کانال صدام) در عراق از ورود آب فرات به داخل هورها جلوگیری کرده باعث می شود آب رودخانه مستقیماً وارد اروندرود گردد. روند نزولی سری زمانی TDS پس از این سال به علت ورود مستقیم آب شیرین به رودخانه بوده که در نتیجه آن زمان ماند و سطح تبخیر و تعرق کاهش می یابد [۱] (شکل ۵).

پس از آن علی رغم قرار گرفتن رودخانه در شرایط نرمال جریان، وجود روند صعودی TDS بیانگر اثر فعالیتهای بالادست بر کیفیت آب می باشد. این روند افزایشی معنی دار از نظر آماری به علت بهره برداری از ۹ پروژه بزرگ در

فاصله زمانی ۱۳۷۲ تا ۱۳۷۸ در کشورهای مختلف واقع در حوزه آبریز می باشد (شکل ۵). در این مدت سدهای آتاترک (۴۸/۷ میلیارد مترمکعب حجم ذخیره) در یک-دومولکا (Derik-Dumulca)، هازیهیدیر (Hazihidir)، هانیکیز (Haneagiz)، گوکسو (Goksu) همگی در ترکیه و خابور علیا (upper khabur) در سوریه، پروژه هایی هستند که به بهره برداری رسیده اند [۱ و ۹]. در این مدت در ایران سد های مسجد سلیمان، کرخه، کارون ۲ و ۳ در دست ساخت و یا بهره برداری بوده اند.

علاوه بر آن در این سالها کار خشکاندن هورها با ایجاد زهکشهای خروجی و در نتیجه ورود آب شور به اروندرود از شدت بیشتری برخوردار بوده به طوری که سطح هورها در این مدت حدود ۸۰٪ کاهش پیدا کرده است (شکل ۷) [۱۷]، ۱۸ و ۱۹]. وجود طوفانهای صحرائی که در خاصیت ذاتی اکثر صحاری دنیا می باشند از جمله پدیده های طبیعی در شمال غرب عربستان و جنوب عراق محسوب شده و معمولاً زندگی مردم را تحت تاثیر قرار می دهند [۲۰] وجود هورها در منطقه جنوب غرب ایران و حوزه آبریز اروندرود همواره به عنوان یک مانع طبیعی از ورود این گرد و غبارها به داخل ایران جلوگیری می نماید. با توجه به کاهش سطح هورها یقیناً افزایش تواتر و مدت طوفانهای شن حادث شده در غرب ایران و خوزستان نتیجه مستقیم این فرایند می باشد که تعیین جزئیات بیشتر مساله نیاز به تحقیق بیشتر دارد.

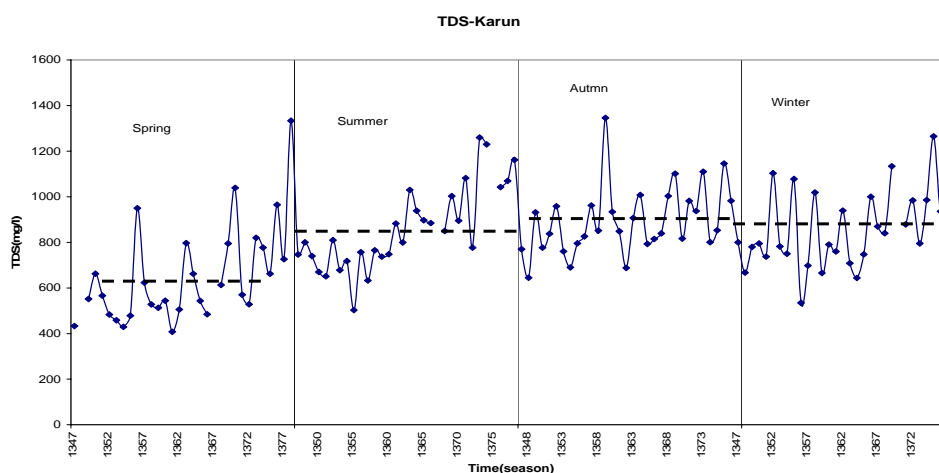


شکل ۸- درصد TDS رودخانه کارون به TDS اروندرود

در رودخانه کارون سری زمانی TDS همواره یک روند افزایشی با نوسانات جزئی را نشان می دهد (شکل ۶). رشد کشاورزی، صنعتی و بازسازی های پس از جنگ و متعاقب آن افزایش جمعیت در منطقه خوزستان و ورود فاضلابهای شهری به رودخانه مهمترین عوامل روند افزایشی TDS در سالهای اخیر بوده اند؛ به طوری که در سال ۱۳۸۰ پسابهای کشاورزی ۷۸٪ کل مواد آلاینده به کارون را در فصل تابستان تشکیل داده اند [۸]. علی رغم این موضوع مقدار TDS رودخانه کارون در ۹۵٪ سالهای گذشته به طور متوسط حدود ۹۰٪ TDS اروندرود بوده است که نشان دهنده تاثیر مثبت جریان رودخانه کارون بر اروندرود می باشد، لذا فعالیتهای توسعه ای کشور ایران تا کنون اثرات مخرب کمتری نسبت به دیگر کشورهای ذی نفع بر اروندرود داشته است (شکل ۸). دامنه تغییرات TDS در رودخانه اروندرود (۲۸۰۰-۳۰۰۰ mg/l) بیش از دو برابر دامنه تغییرات TDS رودخانه کارون (۱۴۰۰-۴۵۰ mg/l) بوده؛ این مطلب نیز مؤید گستردگی حجم فعالیتهایی انجام شده بر روی اروندرود می باشد.

برای بررسی اثر اقلیم و تغییرات طبیعی و مصنوعی جریان بر کیفیت آب رودخانه کارون علاوه بر بررسی تغییرات TDS در مقابل تغییرات دبی (شکل ۶ و جدول ۲) تغییرات TDS به صورت فصلی مورد ارزیابی قرار گرفت (شکل ۹).

نوسانات فصلی TDS این رودخانه بیانگر آن است که دامنه نوسانات بهاره و زمستانه نسبت به دامنه نوسانات تابستانه و پاییزه بیشتر می باشند که این ویژگی با توجه به برفایی بودن رژیم جریان و نوع اقلیم حوزه آبریز کارون (مدیترانه ای) قابل توجیه است؛ اما روند تغییرات TDS تابستانه شدیدتر از سایر فصول است چرا که با توجه به معنی دار بودن همبستگی دبی و TDS، کاهش حجم جریان به طور طبیعی در این فصل باعث نمایان شدن بیشتر اثر توسعه های بالادست بر کیفیت آب می شود.



شکل ۹- تغییرات فصلی TDS رودخانه کارون

۳- جمع بندی و نتیجه گیری

امروزه فعالیتها و توسعه های بالادست توانسته است مضاف بر کاهش قابل توجه میزان جریان رودخانه ها، باعث افزایش شوری جریان اروندرود گردد به طوری که عوامل عمده تغییر شوری در رودخانه اروند را می توان توسعه کشاورزی و صنایع بواسطه توسعه منابع آب و در نتیجه افزایش پسابها و فاضلابهای کشاورزی و صنعتی ورودی به رودخانه ها، تغییرات سطح هورها در داخل کشور عراق [۱۱]، افزایش سطح تبخیر در اثر ایجاد سدها و تغییر میزان جریان در اثر وجود آنها دانست. از جمله نتایج این بررسی می توان به موارد زیر اشاره کرد.

- کیفیت آب رودخانه های اروند و کارون به میزان جریان وابسته است که با توجه به کاهش بسیار با معنی در میزان آورد کیفیت آب نیز تحت تاثیر قرار گرفته است.
- با توجه به رابطه میزان جریان و کیفیت آب، بهره برداری از یک پروژه بزرگ در حوزه آبریز در شرایط خشکسالی می تواند تغییر کیفیت آب رودخانه از وضعیت حادثتری برخوردار بوده بسیاری از صنایع مانند صید صدف و میگو، عملکرد آب شیرین کنها و منابع آب زیر زمینی مناطق ساحلی (آبادان، جزیره مجنون و ...) را تحت تاثیر قرار دهد [۴].
- تغییرات مقدار TDS در رودخانه کارون همواره یک روند افزایشی داشته، که نشان دهنده اثر افزایش ورود فاضلابها و پسابهای صنعتی و کشاورزی به آن است.
- هورها به عنوان یک حائل و مانع در سراسر طول دو رودخانه دجله فرات بین بیابانها و صحاری مجاور و استانهای غربی ایران و مناطق داخلی عراق می باشند که توجه به حفظ آنها در حفظ کیفیت زندگی در این مناطق حائز اهمیت می باشد.

- محیط زیست خلیج فارس و هورها و نیز جمعیت زیادی که برای مصارف گوناگون وابسته به اروندرود می باشند توجه و حساسیت به مسائل کیفی آب در این حوزه آبریز را افزایش می دهند و با توجه به وضع موجود بهبود وضعیت جز با همکاری بین کشورهای مختلف میسر نخواهد بود [۲۱].

۴- مراجع

- [1] Biswas, A. K., (1994). International waters of the Middle East from Euphrates -Tigris to Nile, Oxford University Press.
- [۲] نیکبخت مریم، حیدری زمان. (۱۳۸۳). ارزیابی اثرات زیست محیطی مرحله بهره برداری سد سردشت در استان خوزستان. مجله آب و فاضلاب (۵۲).
- [۳] دفتر مطالعات آب و محیط زیست، دانشگاه صنعتی شریف، مطالعات رودخانه های مرزی (۱۳۸۰)، منابع آب حوزه آبریز اروندرود. آرشیو
- [۴] دفتر مطالعات آب و محیط زیست، دانشگاه صنعتی شریف، مطالعات رودخانه های مرزی (۱۳۸۰)، هیدرولوژی حوزه آبریز اروندرود
- [5] Shiklomanov, I, (1998), "World Freshwater Resources", UNESCO, International Hydrological Program,
- [6] Kibaroglu A. (2004). Water for Sustainable development in the Euphrates-Tigris river basin, APHW. Suntech City Convention Centre. Singapore
- [7] Wiegand E. (2001) "Water Control and Property Rights: An Analysis of the Middle Eastern Situation". Urs Luterbacher. Graduate Institute of International Studies. Graduate Institute of International Studies and. Institut universitaire Kurt Bösch.
- [۸] حسینی زارع، ن. (۱۳۸۰). اثرات خشکسالی بر کیفیت منابع آب رودخانه های کارون و دز در استان خوزستان، کنفرانس ملی بررسی راهکارهای مقابله با بحران آب، زابل، دانشگاه زابل.
- [9] Volkan, F. and Kuzum, L. (2000). GAP project closes the Gap between poverty and welfare, Hydropower & Dams issue six.
- [10] Altinbilek, D. (2000). Hydroelectric development plans in Turkey, Hydropower & Dams issue six.
- [11] Clark, P. and Magee, S. (2001). The Iraqi marshlands a human and environmental study, AMAR International Charitable Foundation.
- [12] Tekinel, O. and Dinc U. and Yegingil (1990). Remote sensing applications for the southeastern Anatolian project. www.google.com.
- [13] Beaumont, P. (1996). Agricultural and Environmental Changes in the Upper Euphrates Catchment of Turkey and Syria and their Political and Economic Implications, Applied Geography. Vol. 16, no. 2., pp. 137-157.
- [۱۴] نه‌ازی، ع. (۱۳۷۸)، بحران آب در خاورمیانه، مرکز پژوهش‌های علمی و مطالعات استراتژیک خاورمیانه.
- [۱۵] طرح جامع آب کشور (۱۳۷۸)، حوزه آبریز دز و کارون، وزارت نیرو.
- [۱۶] طرح جامع آب کشور (۱۳۷۸)، حوزه آبریز کرخه، وزارت نیرو.
- [17] Friedle, G. and Waest A. (2001). Sustainable Management of International Rivers. Casstudg: Southeastern Anatolia Project in Turkey-GAP. Seminar for doctoral students at the ETH zurich.
- [18] Naff, T. and Hanna G. (2001). The Marshes of Southern Iraq: A hydro-engineering and political profile-AMAR report.
- [19] UNEP (2001). Partow, H, "The Mesopotamian Marshlands: Demise of an Ecosystem" ,UNEP/DEWA/TR.01-3 Rev.1
- [20] Grini, A., Myhre, G., Zender, C. S. and Isaksen ,I. S. A. (2004). Model simulations of dust sources and transport in the global atmosphere effect of soil erodibility and wind speed variability, J. Geophysics www.google.com dust
- [۲۱] دفتر مطالعات آب و محیط زیست، دانشگاه صنعتی شریف، مطالعات رودخانه های مرزی (آبان ماه ۱۳۸۱)، مبنای حقوقی رودخانه های مرزی