بحران آب و لزوم توجه به رودخانه‌های شور در برنامه‌ریزی منابع آب کشور

هادی میرابوالقاسمی [1]

چکیده:

قرن بیست و یکم را می‌توان قرن کمبود آب و ریاضت آبی نامید. در این قرن، آب به عنوان یکی از استراتژیک‌ترین محصولات دنیا می‌تواند نقش موثری در تنش‌های سیاسی، اجتماعی و اقتصادی منطقه‌ای و جهانی داشته باشد. تو هم این بحران و تنش باعث شده در میان محققان و سیاستگذاران بخش آب یک رویکرد عمومی به بهره‌گیری از آبهای غیرمتعارف بوجود آید و انتظار می‌رود استفاده از این آبها به کاهش مشکلات حاصل از بحران آب کمک نماید. رودخانه‌های شور و نیمه شور از جمله منابع مهم آبهای غیرمتعارف در بخش کشاورزی به حساب می‌آیند.

در این مقاله میزان گسترش رودخانه‌های شور در ایران و چگونگی گسترش عاملهای موثر بر شوری آب این رودخانه‌ها بررسی شده است. نتایج بدست آمده نشان می‌دهند پراکندگی رودخانه‌های شور و نیمه شور در حوضه آبریز فلات مرکزی و حوضه آبریز خلیج فارس و دریای عمان قابل توجه بوده و این رودخانه‌ها بدلیل گسترش روزافزون عاملهای ایجاد کننده شوری در معرض توسعه و تخریب بیشتر قرار دارند. همچنین مطالب ارایه شده بر لزوم توجه به رودخانه‌های شور و نیمه شور در برنامه‌ریزی منابع آب کشور و تشکیل یک مرکز مستقل تحقیقاتی و برنامه‌ریزی در این زمینه تاکید دارد.

واژه‌های کلیدی: رودخانه‌ها، رودخانه‌های شور، کیفیت آب، رودخانه‌های ایران، برنامه ریزی منابع آب

۱-کارشناس ارشد مهندسین مشاور آب خاک تهران و عضو پیوسته کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

۱- بحران جهانی آب و امکانات ما:

معروف است چنانچه کل آبهای موجود در کره زمین بطور یکنواخت روی سطح آن پخش شود ارتفاعی معادل ۲/۷ کیلومتر را تشکیل می‌دهد و سهم هر فرد از این حجم عظیم بیش از ۲۵ میلیون مترمکعب است. با اینحال آنچه به عنوان آب شیرین تجدید شونده و سهل الوصول در اختیار بشر قرار دارد کمتر از ۲۶۰۰ مترمکعب برای هر نفر در سال است که بصورت کاملاً ناهمگون در سطح کره زمین توزیع شده به گونه‌ای که سرانه هر فرد در برخی کشورها مانند مصر و قطر کمتر از ۵۰ مترمکعب و در برخی کشورهای پرآب به بیش از ۴۰۰۰ متر مکعب در سال می‌رسد. سهم سالانه هر فرد از منابع آب تجدید شونده تا حدی ثابت است و این سهم با افزایش جمعیت بطور دایم کاهش می‌یابد. هیدرولوژیستها رقم ۱۰۰۰ مترمکعب در سال برای هر نفر را به عنوان حداقل سرانه لازم برای تامین نیازهای بشر پذیرفته‌اند و متخصصان هیدروپولتیک معتقدند چنانچه سرانه آب یک کشور از این مقدار کمتر شود تنش‌های سیاسی، اجتماعی و اقتصادی ناشی از کم آبی در آن کشور آغاز شده و تا مرزهای ژئوپولتیکی آن کشور گسترش خواهد یافت. این مساله، بخصوص برای کشورهای خشک و نیمه خشک حوزه آسیا و خاورمیانه اهمیت مضاعف دارد. به عبارتی، امروز تنها مساله کمبود آب و یا مصرف زیاد در یک کشور مطرح نیست بلکه تاثیرپذیری و به هم پیوستگی تحولات سیاسی دنیا و گسترش سریع تنش‌های منطقه‌ای می‌تواند این موضوع را به یک مشکل جهانی تبدیل کند. و این در شرایطی است که هنوز اثرات دراز مدت گرم شدن کلی هوای دنیا در اثر گازهای گلخانه‌ای و تغییر الگوی بارندگی در دنیا مشخص نشده است. به احتمال نزدیک به یقین می‌توان گفت که با آغاز سال ۲۰۰۰ بشر وارد قرن کمبود و ریاضت آب شده و در این قرن آب به عنوان استراتژیک‌ترین محصول دنیا تلقی خواهد شد.

براساس آخرین آمار منتشر شده، ارتفاع ریزشهای جوی ایران در سال آبی ۱۳۷۸-۱۳۷۷ (مهرماه ۱۳۷۷ تا خرداد ماه ۱۳۷۸) معادل ۱۸۰/۸ میلیمتر (حدود ۲۸۹/۴ میلیاردمترمکعب) بوده که نسبت به مدت مشابه در سال قبل ۳۹/۹ درصد و نسبت به متوسط ریزش سی ساله ۲۶/۱ درصد کاهش داشته است. همچنین مجموع تخلیه از منابع آب زیرزمینی در سال ۱۳۷۶ به ۷۰/۳ میلیاردمترمکعب رسیده که نسبت به متوسط ۳۰ ساله تغذیه و تخلیه که در آخرین بیلان آب کشور ارایه شده، بترتیب اضافه برداشتی معادل ۱۳/۹ و ۹ میلیارد مترمکعب در سال را نشان می‌دهد [۱۲و ۱۳].

بررسی تغییرات حجم منابع آب سطحی کشور طی دهه گذشته (۱۳۷۷-۱۳۶۷) نیز نشان می‌دهد حجم سالانه این منابع بین ۶۹/۳۸ تا ۱۶۴/۶۲ میلیارد مترمکعب تغییر داشته که نشان دهنده دامنه تغییرات گسترده (۹۵/۲۴ میلیارد مترمکعب) و تغییر پذیری شدید این منابع از سالی به سال دیگر می‌باشد. بطور قطع این مقدار تغییرپذیری، استفاده از ارقام متوسط برای تخمین حجم منابع آب کشور را با مشکل مواجه می‌سازد. با اینحال علیرغم آمارهای متفاوتی که ارایه می‌شود، بنظر می‌رسد در آرمانی‌ترین شرایط، میزان متوسط آب قابل استحصال کشور حدود ۱۰۰ میلیارد مترمکعب در سال باشد که براساس معیارهای ذکر شده برای جمعیتی معادل ۱۰۰ میلیون نفر کفایت خواهد کرد. به عبارتی شکل‌گیری و تشدید خطر بحران آب در کشور ایران جدی و از هم اکنون قابل پیش‌بینی می‌باشد.

۲- آبهای غیرمتعارف، یک راه حل:

عموماً از کاهش نرخ رشد جمعیت، صرفه‌جویی در مصرف و استفاده از منابع جدید به عنوان راه حلهای کنترل بحران آب نام برده می‌شود.

حتی اگر کوشش‌های انجام شده در زمینه کنترل نرخ رشد جمعیت در دنیا به نتایج مطلوب منتهی شود، توسعه کشورها و بالا رفتن استانداردهای زندگی بشر به افزایش مصرف آب منجر شده و باعث می‌شود نرخ رشد مصرف آب بیشتر از نرخ رشد جمعیت باشد. از طرفی بهره‌گیری از ابزار و تکنولوژی جدید برای انتقال و توزیع آب سبب شده تو هم زوال ناپذیر بودن منابع آب در ذهن اغلب مردم دنیا شکل بگیرد و ساختارهای فکری و اخلاقی جدیدی در مورد مصرف آب بوجود آورد.

این توهم از عاملهای اصلی افزایش مصرف آب بوده و همواره اقدامهای ترویجی و تبلیغی در زمینه صرفه‌جویی را با شکست مواجه ساخته است.

اغلب مردمی که در شهرها زندگی می‌کنند، حتی هنگام خشکسالی هم کم آبی را درک نمی‌کنند و در نظرشان اینکه استفاده بیش از اندازه از آب می‌تواند دنیا را به سمت یک خشکی مزمن سوق دهد یک احساس غریب و غیرقابل تصور است. با اینحال حفاظت از آب و بهبود کارآیی مصرف آن در بخش‌های شرب، صنعت و بخصوص کشاورزی، تفکری آرمانی و دور از دسترس نیست و با راهکارهایی نظیر توسعه روشها و تکنولوژیهای جدید، ایجاد تغییرات ساختاری و اصلاحی در مدیریت بهره‌برداری از آب و سازمانهای مرتبط با آن و بهره‌گیری از منابع جدید می‌تواند

تحقق یابد.

آبهای غیرمتعارف از جمله منابع جدید آب هستند که تا چند دهه قبل کمتر مورد توجه محققان و سیاستگذاران قرار می‌گرفتند ولی در حال حاضر توهم شکل‌گیری بحران آب یک رویکرد عمومی‌نسبت به این مساله را بوجود آورده که به توسعه تحقیقات در این زمینه منجر شده است.

در بخش کشاورزی، آبهای شور و لب شور از جمله منابع مهم آبهای غیرمتعارف‌اند و توجه به آنها بخصوص برای کشورهای خشک و نیمه خشک اهمیت دارد. استفاده از این آبها می‌تواند به عنوان یکی از راه حلهای موثر برای تامین آب بیشتر مورد توجه برنامه‌ریزان و سیاستگذاران این بخش قرار گیرد. به این منظور مسایل مرتبط با بهره‌برداری از آبهای شور و لب شور را در دو بخش مجزا می‌توان تفکیک و بررسی کرد که عبارتند از:

۱- مسایل مرتبط با مدیریت کاربرد آب در مزرعه که راهکارها و روشهای توسعه کشت گیاهان و گونه‌های مقاوم به شوری و همچنین اعمال مدیریت صحیح آبیاری و زهکشی بمنظور آبشویی و جلوگیری از تراکم نمک در خاک را پیگیری می‌کند.

۲- مسایل مرتبط با مدیریت تامین، توسعه و بهسازی منابع آب شور که به بررسی وضعیت جغرافیایی و هیدرولوژیکی این منابع و مسایلی نظیر حفاظت از آبهای شیرین و کنترل شوری جریانهای سطحی می‌پردازد.

در این مقاله مساله استفاده از آبهای شور از دیدگاه دوم (تامین، توسعه و بهسازی منابع آب) بررسی و سعی‌شده یک‌ارزیابی کلی ازامکانات بالقوه بخشی از منابع آب شور کشور ارایه شود.

۳- موقعیت و پراکندگی رودخانه‌های شور در ایران:

حدود ۳۰۰۰ رودخانه بزرگ و کوچک در ایران وجود دارد. از این تعداد حدود ۵۲۵ رودخانه طولی بیشتر از ۵۰ کیلومتر دارند که می‌توان آنها را رودخانه‌های اصلی و بزرگ ایران نامید. در میان این گروه رودخانه‌های هیرمند، هری‌رود و ارس بترتیب با طول ۱۳۹۰، ۱۱۲۰ و ۹۱۰ کیلومتر، بزرگترین رودخانه‌های مرزی (مشترک) و رودخانه‌های کارون، سفیدرود و کرخه با طولهای ۸۹۰، ۷۶۵ و ۷۵۵ کیلومتر، بترتیب طویلترین رودخانه‌های داخلی ایران‌اند. مجموع طول رودخانه‌های‌بزرگ‌ایران حدود ۵۵۰۰۰کیلومتراست وچنانچه‌متوسط‌طول رودخانه‌های کوچک حدود ۱۵ کیلومتر در نظر گرفته شود، مجموع طول رودخانه‌های بزرگ و کوچک ایران حدود ۹۰۰۰۰کیلومتروتراکم رودخانه‌ای کشور حدود ۰/۰۵۵ کیلومتر در هر کیلومتر مربع خواهد شد.

در تقسیم‌بندی‌های طرح جامع آب کشور، ایران از نظر سیستم زهکشی به شش حوضه آبریز اصلی (حوضه‌های: دریای خزر، خلیج فارس و دریای عمان، دریاچه ارومیه، فلات مرکزی، شرق کشور و قره قوم) تقسیم شده و در این میان حوضه فلات مرکزی ایران به جهت موقعیت خاص به هفت حوضه کوچک و مستقل قابل تقسیم می‌باشد. مشخصات کلی این حوضه‌ها در شکل شماره ۱ و جدول شماره ۱ ارایه شده است.

رودخانه‌های حوضه آبریز دریای خزر و حوضه آبریز دریاچه ارومیه بطور عمده دایمی و دارای حوضه آبریز وسیع کوهستانی می‌باشند و آب آنها از برف و باران و منابع زیرزمینی تامین می‌شود. بخشی از رودخانه‌های حوضه آبریز خلیج فارس و دریای عمان که از دامنه غربی و جنوب غربی زاگرس آغاز می‌شوند نیز دایمی بوده و پرآب‌ترین رودخانه‌های ایران را تشکیل می‌دهند. از این گروه می‌توان به رودخانه‌های زاب، سیروان، کرخه، کارون، دز، جراحی و زهره اشاره کرد که حدود ۳۰ درصد از منابع آب سطحی کشور در آنها جریان دارد.

بخشی از رودخانه‌های حوضه آبریز خلیج فارس که از بلندیهای جنوب استان فارس و شمال استان هرمزگان و همچنین ارتفاعات مشرف به کرانه‌های دریای عمان سرچشمه می‌گیرند، به اضافه رودخانه‌های حوضه آبریز فلات مرکزی و شرق کشور وضعیتی کاملاً متفاوت دارند. در این حوضه‌ها اغلب رودخانه‌ها از بارندگی و سیلاب تغذیه می‌شوند و رودخانه‌های فصلی و خشکرود و رودخانه‌های شور در آنها توسعه یافته است.

در حوضه آبریز فلات مرکزی، زیر حوضه‌های دریاچه نمک قم، باتلاق گاوخونی و نیریز و بختگان تا حدودی با بقیه زیر حوضه‌ها تفاوت دارند و بخش عمده رودخانه‌های آنها به دلیل تغذیه از ذوب برف و منابع زیرزمینی دایمی می‌باشد. ولی زیرحوضه‌های دشت کویر، کویر نمک، اردستان و یزد، کویر لوت و همچنین دو حوضه آبریز قره قوم و شرق کشور (هامون) از جمله کم باران‌ترین و خشک ترین مناطق کشور به حساب می‌آیند و رودخانه‌های موجود در آنها بطور عمده فصلی و یا خشک می‌باشد. از طرفی بدلیل شرایط اقلیمی و زمین‌شناسی خاص، رودخانه‌های شور و نیمه شور نیز در این حوضه‌ها گسترش یافته‌اند.

تعداد قابل توجهی از رودخانه‌های موجود در حوضه‌های آبریز فلات مرکزی، شرق کشور، جنوب استان فارس و استان هرمزگان و بوشهر به نامهای شور، نمکزار، تلخه رود و تلخاب معروف شده‌اند و پیشینه تاریخی این رودخانه‌ها نشان می‌دهد که این نامگذاریها قدمتی بسیار طولانی دارد. همچنین در این مناطق بخشی از رودخانه‌های فصلی و خشک به «کال» معروف‌اند و بطور عموم بخش زیادی از کالها را رودخانه‌های فصلی شور و یا نیمه شور تشکیل می‌دهند.

در مجموع بیش از ۱۵۰ رودخانه ایران با پسوند و یا پیشوند شور، نمکزار و یا تلخه‌رود و تلخاب نامگذاری شده که برخی از آنها نظیر رودخانه‌های شور فشاپویه با طول حدود ۴۲۰ کیلومتر در

حوضه آبریز دریاچه نمک، نمکزار با طول حدود ۳۳۰ کیلومتر در حوضه آبریز از رودخانه‌های مهم کشور به حساب می‌آیند. همچنین بیش از ۴۰۰ رودخانه با پیشوند «کال» وجود دارد که از جمله مهمترین آنها به رودخانه‌های کال شور جاجرم با طول ۳۶۰ کیلومتر در حوضه آبریز قره قوم و کال شورجوین با طول ۲۴۰ کیلومتر در حوضه آبریز دشت کویر می‌توان اشاره کرد.
نمونه‌های فوق گستردگی قابل توجه رودخانه‌های شور در بخشهایی از ایران را نشان می‌دهند. با اینحال هنوز آمار دقیقی از حجم آبهای شور ایران ارایه نشده و در مطالعات طرح جامع آب کشور و همچنین بیلان آب کشور نیز این منابع تفکیک نمی‌شوند. نگارنده سعی کرده با استفاده از آمار و اطلاعات موجود، چگونگی توسعه این رودخانه‌ها در سطح کشور را بررسی و طبقه‌بندی نماید. بر این اساس طول رودخانه‌های نیمه شور (رودخانه‌های با هدایت الکتریکی بین ۲۰۰۰ تا ۵۰۰۰ میکرومهوس بر سانتیمتر) و رودخانه‌های شور (رودخانه‌های با هدایت الکتریکی بیشتر از ۵۰۰۰ میکرومهوس بر سانتیمتر) در حوضه‌های آبریز مختلف کشور محاسبه شده و نتایج در جدول شماره ۱ ارایه شده است که نشان می‌دهد حدود ۳۶۰۰ کیلومتر از رودخانه‌های اصلی کشور دارای آب نیمه شور و بیش از ۶۲۰۰ کیلومتر از این رودخانه‌ها دارای آب شور می‌باشند که در مجموع نزدیک به ۲۰ درصد رودخانه‌های مهم کشور (با طول بیش از ۵۰ کیلومتر) و بیش از ده درصد از کل طول رودخانه‌های کشور را تشکیل می‌دهند.
شایان گفتن است که مبنای محاسبه ارقام فوق نقشه‌های کیفیت منابع آب از سری مطالعات اطلس منابع آب ایران با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰۰ بوده و در این نقشه‌ها تنها کیفیت آب رودخانه‌های بزرگ و دایمی که دارای ایستگاه هیدرومتری بوده‌اند بررسی و ارایه شده است. به عبارتی گستره واقعی رودخانه‌های شور بیشتر از ارقام یاد شده می‌باشد.
همچنین به منظور بررسی چگونگی پراکندگی رودخانه‌های شور و نیمه شور در کشور، عاملی به نام درصد پراکندگی تعریف شده که خود از دو عامل نسبت سطح و نسبت طول تشکیل شده و بصورت زیر محاسبه شده است:

$$\text{نسبت سطح } RS = \frac{\text{سطح حوضه آبریز}}{\text{سطح کل کشور}}$$

$$\text{نسبت طول } RL = \frac{\text{طول رودخانه‌های شور و نیمه شور}}{\text{کل طول رودخانه‌های مهم ایران}}$$

$$\text{نسبت پراکندگی } RD = RS \times RL \times ۱۰۰$$

$$\text{درصد پراکندگی } PD = \frac{RD}{\Sigma RD} \times ۱۰۰$$

در محاسبه RL، با توجه به متفاوت بودن آمار قابل دسترس، از مجموع طول رودخانه‌های مهم (رودخانه‌های با طول بیشتر از ۵۰ کیلومتر) استفاده شده است. نتایج بدست آمده نشان می‌دهند که حوضه آبریز فلات مرکزی ایران و حوضه آبریز خلیج فارس و دریای عمان بترتیب مهمترین حوضه‌های آبریز از نظر توسعه رودخانه‌های شور و نیمه شور می‌باشند و سایر حوضه از اهمیت چندانی برخوردار نمی‌باشند. موقعیت رودخانه‌های شور و نیمه شور اصلی کشور در شکل ۱ ارایه شده است.

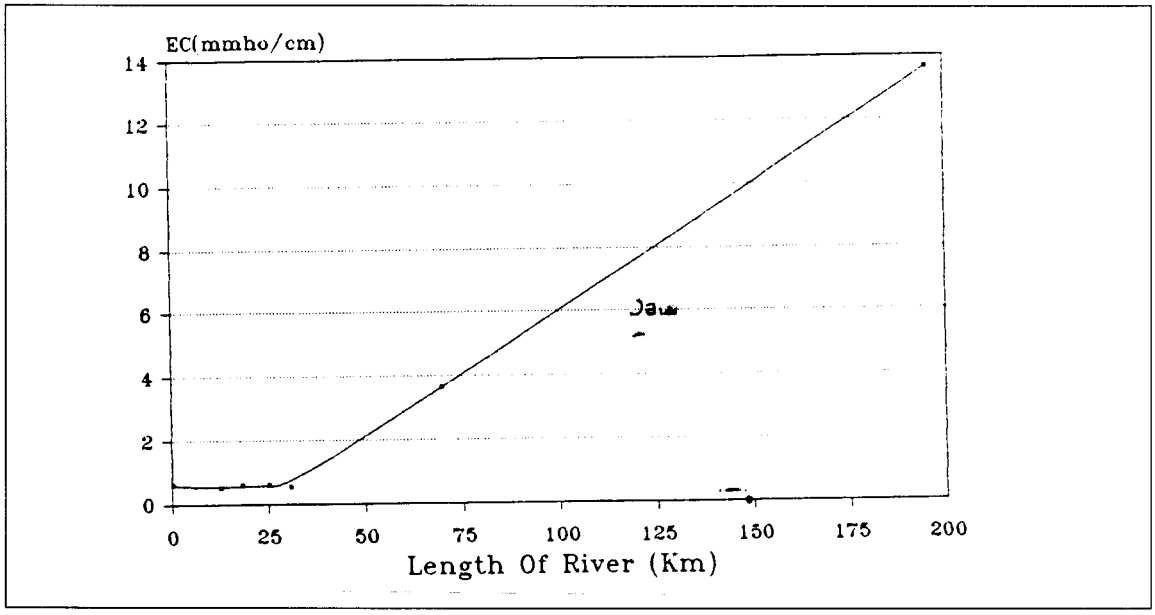
آب رودخانه‌های نیمه شور از نظر شرب قابل استفاده نیست ولی از نظر کشاورزی برای گیاهانی که تا حدودی در مقابل شوری مقاوم هستند می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. این مهم است که آب این رودخانه‌ها در معرض تغییر کیفیت قرار دارد و احتمال تخریب کیفیت آنها زیاد است. آب رودخانه‌های شور نیز چنانچه شوری آنها کمتر از حدود ۱۰۰۰۰ میکرومهوس بر سانتیمتر باشد تنها برای کشت گیاهان مقاوم به شوری می‌تواند بکار گرفته شود.

نگارنده در بررسیها و تجربه‌های خود به این نتیجه رسیده که در برخی از رودخانه‌ها عاملهای تخریب کیفیت را می‌توان کنترل کرد و تا حد ممکن از آب آنها استفاده نمود. به عنوان نمونه رودخانه‌های مهران در استان هرمزگان و یا رودبال در حوالی داراب نمونه‌هایی از این رودخانه‌ها هستند. آب رودخانه رودبال از دامنه جنوبی رشته کوههای زاگرس، از محدوده تحت پوشش سازندهای آهکی کرتاسه (سازند تا ریور) سرچشمه می‌گیرد و در ابتدای مسیر خود از کیفیت مناسبی برخوردار است ولی پس از عبور از محدوده گنبدهای نمکی شمال غرب دشت داراب و تلفیق چندین چشمه آب شور و زه آب آبیاری دشت داراب با آن، کیفیت آن به شدت کاهش می‌یابد (شکل شماره ۲).

در طول رودخانه زهره هدایت الکتریکی از کمتر از ۷۰۰ میکرومهوس بر سانتیمتر تا بیش‌تر از ۳۱۰۰ میکرومهوس بر سانتیمتر تغییر می‌کند که بخش قابل توجهی از این تغییر بدلیل عبور رودخانه از میان سازند شور گچساران و پیوستن تعدادی چشمه آب شور به آن در یک فاصله ۶۵۰۰ متری بوجود می‌آید [۱۶]. مطالعات مشابهی نیز در مورد تغییر کیفیت آب رودخانه‌های قره‌قاج (مند)، آجی‌چای و زاینده‌رود انجام‌شده که اثرآلوده‌کننده‌های موضعی و محلی بر تغییر کیفیت این‌رودخانه‌ها را نشان می‌دهند [۱۷ و ۲]. این نمونه‌ها و نمونه‌های متعدد دیگری که وجود دارد، انجام یک مطالعه جامع در زمینه راهکارهای کنترل شوری رودخانه‌ها را تایید می‌کنند.

جدول شماره ۱- وضعیت و پراکندگی رودخانه‌های شور و نیمه شور در حوضه‌های آبریز اصلی ایران

نام حوضه اصلی	نام زیرحوضه اصلی	نسبت سطح (RS)	تعداد رودخانه	طول رودخانه‌ها (km)			نسبت طول (درصد)	نسبت پراکندگی	درصد پراکندگی
				نیمه شور	شور	مجموع			
دریای خزر	--	۱۰/۷	۵۷۰	۴۷۵	۴۰۰	۸۷۵	۱/۷۵	۰/۱۸۷	۲/۹۸
خلیج فارس و دریای عمان	--	۲۶/۲	۹۲۰	۱۵۰۰	۲۴۰۰	۳۹۰۰	۷/۸	۲/۰۴	۳۲/۵۶
دریاچه ارومیه	--	۳/۱	۱۷۵	۵۵	۱۵۰	۲۰۵	۰/۴۱	۰/۰۱۲	۰/۱۹
فلات مرکزی	دریاچه نمک قم	۵/۷	۱۴۰	۱۲۰۰	۲۶۰۰	۳۸۰۰	۷/۶	۳/۸۳	۶۱/۱۴
	باتلاق گاوخونی	۶/۱	۴۵						
	نیریز و بختگان	۱/۹	۴۰						
	جزموریان	۴/۳	۹۰						
	کویر نمک	۱۴	۳۸۰						
	اردستان یزد	۶/۱۵	۴۰						
	کویر لوت	۱۲/۳	۱۰۵						
شرق کشور	قره قوم	۲/۷	۸۵	۳۷۰	۶۶۰	۱۰۳۰	۲/۰۶	۰/۱۹۵	۳/۱۱
	هامون	۶/۸	۲۲۵						
جمع		۱۰۰	۲۸۱۵	۳۶۰۰	۶۲۱۰	۹۸۱۰	۱۹/۶	۶/۲۶	۱۰۰



شکل شماره ۲- نمودار تغییر متوسط فصلی حداکثر EC در مسیر رودخانه رودبال داراب

۴- عاملهای موثر بر تغییر کیفیت آب رودخانه‌ها و میزان توسعه آنها در ایران:

بطور عمده پنج عامل زمین‌شناسی، خاک شناسی، اقلیم، هیدرودینانیک و عامل انسانی در تغییر کیفیت آب رودخانه‌ها می‌توانند موثر باشند. در این بخش ضمن معرفی و بررسی این عاملها میزان گسترش آنها در ایران بررسی شده است.

الف - زمین شناسی و خاک:

از جنبه زمین‌شناسی، سازندهای گچی و نمکی و زمینهای مارنی و رسی از آلوده کننده‌های مهم به حساب می‌آیند. همچنین بخشی از آبرفتهای پایان دشتی که آخرین مرحله رسوبگذاری آبرفتها هستند، واریزه‌ها و پادگانه‌های آبرفتی در مناطق خشک و نیمه خشک، کویرها و کفه‌ها و باتلاقها می‌توانند حاوی املاح زیاد و آلوده کننده منابع آب سطحی باشند. در جدول شماره ۲ تخمینی از گسترش سازندهای با کیفیت نامناسب در ایران ارایه شده که نشان می‌دهد حدود ۱۷ درصد از سطح کشور از این سازندها تشکیل شده که حدود ۱۵ درصد آن در محدوده‌ی حوضه آبریز خلیج فارس و دریای عمان و حوضه آبریز فلات مرکزی واقع شده است.

جدول شماره ۲- وسعت سازندهای با کیفیت نامناسب در ایران (کیلومترمربع)

نام حوضه آبریز	آبرفتهای نامناسب	واریزه‌ها	ماسه بادی	لس	کفه‌ها	باتلاقها و شوره‌زارها	رسوبات تبخیری	گنبدهای نمکی	جمع	درصد از کل
دریای خزر	۲۲۸۰	۵۰	--	۵۷۷۵	۴۰۱	۱۲۱۷	۴۰۴۶	۳۶	۱۳۸۰۵	۰/۸۵
خلیج فارس	۱۵۱۳۲	۲۴۵۲	۱۹۱۲	--	۲۰۹۷۳	۱۲۷۶۱	۲۴۸۸۲	۲۰۱۷	۸۰۱۲۹	۴/۹
دریاچه ارومیه	۴۸۷	--	--	--	--	۱۸۰۳	۱۵۳۷	--	۳۸۲۷	۰/۲۳
فلات مرکزی	۱۱۲۶۱	۳۰۹۲۳	۵۸۶۲	--	۲۴۹۶۸	۴۴۰۵۰	۲۵۱۸۹	۱۴۷۲	۱۶۳۷۲۵	۱۰/۰۵
شرق کشور	۲۸۸۰	۳۱۲۰	۱۹۹۹	--	۲۳۷۰	۱۳۲۸	۵۷۲	--	۱۲۲۷۴	۰/۷۵
قره‌قوم	۲۲۹	--	--	۱۱۳۱	۲۱۳	--	۲۲۶	--	۱۷۹۹	۰/۱۱
جمع	۳۲۲۶۹	۳۶۵۴۵	۲۹۷۷۸	۶۹۰۶	۴۸۹۲۵	۶۱۱۵۹	۵۶۴۵۲	۳۵۲۵	۲۷۵۵۵۹	۱۶/۹
درصد	۱/۹۸	۲/۲۴	۱/۸۳	۰/۴۲	۳	۳/۷۶	۳/۴۷	۰/۲۲	۱۶/۹	--

زمین‌شناسان معتقدند محدوده ایران در لیاس (حدود ۱۸۰ تا ۲۰۰ میلیون سال قبل) کمی بالاتر از استوا قرار داشت و از آب و هوای گرم حاره‌ای برخوردار بود ولی در کرتاسه پایانی در اثر فشارهای جانبی، ارتفاعات تیغه مانند البرز، زاگرس، رشته کوههای مشرق و جنوب و رشته کوههای مرکزی بوجود آمد که منجر به از بین رفتن اقیانوسها و دریاها و محصور ماندن ایران مرکزی در بین دیواره‌های کوهستانی شد و محیطی گرم و خشک و بیابانی را در مرکز ایران بوجود آورد و از همین زمان ایران در زمره مناطق بیابانی درآمد و حوادث بعدی زمین‌شناسی این پدیده را تشدید کرد. به عقیده این گروه با توجه به افزایش جهانی دمای سالیانه و سایر شاهدهای موجود، در آینده کلیه دریاچه‌های شور فعلی ایران بصورت کفه‌های نمک (کویر) درآمده و فرسایش بادی شدت بیشتری خواهد یافت و به عبارتی روزبه روز بر وسعت مناطق بیابانی و کویری ایران افزوده خواهد شد [۷].

بررسی محدوده بیابانی ایران نشان می‌دهد که این مناطق حدود ۳۵ درصد از سطح کشور را در برمی‌گیرند که به صورت عمده در مناطق مرکزی و جنوبی کشور توسعه یافته‌اند [۲۰].

از دیدگاه خاکشناسی نیز حدود ۱۱۷۳۰۰۰ کیلومتر مربع از اراضی ایران با متوسط بارندگی

کمتر از ۲۵۰ میلیمتر در سال دارای رژیم آریدیک [1] می‌باشد و قسمتهای قابل توجهی از این منطقه را خاکهای شور و قلیایی و حدود ۱۵/۵ درصد از آن را خاکهای بیابانی، کویرهای نمکی، ماسه‌های روان و تپه‌ها و کوههای گچی و نمکی تشکیل می‌دهد [۱۰].

ب - اقلیم:

عملکرد فرآیندهای درجه حرارت، تبخیر و ریزشهای جوی کیفیت منابع آب سطحی را تغییر خواهد داد. در مناطق خشک و نیمه خشک، کم بودن میزان آب وارد شده به زمین در مقابل توان تبخیری منطقه باعث انتقال املاح از افقهای پایین خاک به سطح شده و گستره‌ی خاکهای شور و قلیایی را توسعه می‌دهد. هر چه میزان بارش در یک منطقه نزدیکتر به توان تبخیری منطقه باشد امکان بیشتری برای حفاظت از منابع آب و خاک فراهم خواهد بود. در این زمینه، برخی منابع استفاده از معیارهای شاخص رطوبتی را برای مقایسه توصیه کرده‌اند که عبارتست از نسبت بارندگی سالیانه به پتانسیل تبخیر سالیانه در یک منطقه. برای کشورهایی نظیر آلمان با متوسط بارندگی ۸۰۳ میلیمتر در سال و تبخیر ۴۱۹ میلیمتر، این شاخص حدود ۲ و در سواحل رود این حدود ۱/۲ است [۱]. در ایران این شاخص به مراتب کمتر از ۱ و رقمهایی بسیار نگران کننده است زیرا در چنین شرایطی تخریب خاکها و پوشش گیاهی و در نتیجه تخریب کیفیت منابع آب سطحی شدت خواهد یافت. شاخص رطوبتی حوضه‌های شش گانه اصلی کشور در جدول شماره ۳- ارایه شده است.

جدول شماره ۳- شاخص رطوبتی حوضه‌های آبریز اصلی ایران

نام حوضه	توان تبخیر سالانه (mm)	متوسط بارندگی سالانه (mm)	شاخص رطوبتی
دریای خزر	۲۱۰۰	۴۸۵	۰/۲۳
خلیج فارس	۲۰۶۰	۳۵۱	۰/۱۷
دریاچه ارومیه	۲۴۹۵	۴۲۲	۰/۱۷
فلات مرکزی	۱۷۹۲	۱۵۳	۰/۰۸۵
شرق کشور	۳۵۰۰	۱۳۶	۰/۰۳۹
قره قوم	۳۱۵۰	۲۷۰	۰/۰۸۵
کل کشور		۲۵۱	

1- Aridic

پ - عامل هیدرودینامیک و آبهای زیرزمینی:

ارتباط پیوسته منابع آب سطحی و زیرزمینی باعث می‌شود کیفیت منابع آب سطحی تحت تاثیر کیفیت منابع آب زیرزمینی قرار داشته باشد. در جدول شماره ۴ چگونگی گسترش آبهای زیرزمینی با کیفیت نامناسب در حوضه‌های آبریز اصلی ایران ارایه شده که نشان می‌دهد در حال حاضر حدود ۱۸/۷ درصد از منابع آب زیرزمینی ایران را آبهای سولفاته - کلروره و شور تشکیل می‌دهند که از کیفیت مناسب برخوردار نیستند. همچنین آبهای کلروره با وسعت حدود ۱۸ درصد می‌توانند در معرض تخریب قرار گیرند. این رقمها با توجه به آخرین بیلان آب کشور که نشان دهنده سالانه ۴/۹ میلیارد مترمکعب اضافه برداشت از منابع زیرزمینی (حدود ۸/۷ درصد از کل تغذیه این منابع) می‌باشد، در خور توجه و نگران کننده است و می‌توان انتظار داشت که در آینده آبهای زیرزمینی از جمله منابع مهم آبهای آلوده و همچنین آلوده کننده‌ی منابع آب سطحی باشند.

جدول شماره۴- وضعیت گسترش آبهای زیرزمینی با کیفیت نامناسب
در سازندهای هیدروژئولوژی ایران (کیلومترمربع)

نام حوضه	کلروه	سولفاته‌کلروه	شور	کلروه‌تبخیری‌وپلایا	جمع	درصد
دریای خزر	۱۰۹۸۲	۷۱۷۰	۲۶۱۷	۴۲۱۹	۲۴۹۲۵	۱/۵۳
خلیج فارس	۴۶۰۱۱	۵۸۸۹۸	۲۱۶۲۱	۲۸۶۳۷	۱۵۵۱۶۷	۹/۵۳
دریاچه ارومیه	۱۴۶۰	۱۸۸۳	۱۳۷۴	۶۷۴۱	۱۱۴۵۸	۰/۷
فلات مرکزی	۲۰۶۵۳۱	۴۶۵۲۶	۷۵۲۳۲	۳۷۴۵۱	۳۶۳۰۴۰	۲۲/۳
شرق کشور	۲۳۵۵۹	۵۲۴۳	۴۱۱۹	۱۷۲۸	۳۴۶۴۹	۲/۱۳
قره قوم	۳۴۰۱	۳۲۲۰	۵۸۲	۱۰۴۰	۸۲۴۳	۰/۵
جمع	۲۹۱۹۴۴	۱۲۲۸۷۷	۱۰۲۸۴۵	۷۹۸۱۶	۵۹۷۴۸۲	۳۶/۷
درصد از کل	۱۷/۹۳	۷/۵۵	۶/۳۲	۴/۹	۳۶/۷	--

ت - عامل انسانی و محیط زیست:

تخلیه‌ی فاضلابهای صنعتی، انسانی و کشاورزی به منابع آب سطحی، بصورت مستقیم و تزریق آنها به منابع زیرزمینی، بصورت غیرمستقیم آلودگی منابع آب سطحی را افزایش خواهد داد. بخصوص آلودگی ناشی از زه آب اراضی کشاورزی بدلیل حجم زیاد این منابع می‌تواند

قابل توجه باشد زیرا این زه آبها بطور عموم بخشی از سمهای نباتی، علف کشها و کودهای شیمیایی را با خود حمل می‌کنند.

در مورد تاثیر فاضلابها و زهکشها بر تغییر کیفیت آب رودخانه‌ها گزارشهای متعددی در سمینارها و کنفرانس‌ها ارایه شده که نشان می‌دهد این مساله روندی رو به رشد داشته و می‌تواند نگران کننده باشد. به عنوان نمونه می‌توان به تخریب کیفیت رودخانه‌های کر، زاینده رود، گرگر و دز اشاره کرد که همه از رودخانه‌های مهم ایران بحساب می‌آیند [۱۴ و ۱۵ و ۵ و ۹]. وضعیت کیفیت آب رودخانه کارون در حوالی اهواز نیز بدلیل ورود فاضلابهای کشاورزی و صنعتی به آن چندان مطلوب نیست و با توجه به اینکه درآینده زهکش هفت واحد بزرگ طرح توسعه نیشکر و چندین شبکه آبیاری و زهکشی بزرگ به این رودخانه تخلیه می‌شود، بنظر می‌رسد یک مطالعه جامع در زمینه کنترل کیفیت آب این رودخانه ضرورت داشته باشد.

۵- جمع بندی:

مجموع مطالعات و تحلیل‌های ارایه شده در مقاله به چند نکته اساسی زیر تاکید و اشاره دارد:

۱- بحران آب جدی و برای کشور ایران در خور توجه است.

۲- برای کشور ایران، آبهای شور به عنوان یکی از مهمترین منابع آب غیرمتعارف در بخش کشاورزی بحساب آمده و استفاده از این آبها می‌تواند در کاهش اثرات بحران آب نقش داشته باشد. همچنین رودخانه‌های شور و نیمه شور از جمله مهمترین منابع آب شور کشورند که بخصوص در حوضه‌های آبریز فلات مرکزی و خلیج فارس و دریای عمان گسترش قابل ملاحظه‌ای دارند.

۳- عامل‌های موثر برشوری آب رودخانه‌ها، علاوه بر گسترش کمی در معرض تخریب و توسعه آلودگی قرار دارند و تداوم این روند به افزایش بیشتر شوری آب رودخانه‌ها منجر خواهد شد.

۴- ساماندهی، توسعه‌وکنترل شوری‌آب رودخانه‌های شورکشور و فراهم کردن امکان استفاده از آب آنها در بخش کشاورزی ضرورتی اجتناب ناپذیر برای مدیریت منابع آب ایران خواهد بود.

دریک طبقه‌بندی کلی منابع‌آلوده‌کننده رودخانه‌های کشور را به‌دوگروه زیرمی‌توان تقسیم کرد:

۱- آلوده کننده‌های موضعی و محلی [۱] مانند چشمه‌های آب شور، زهکشهای شور، چشمه‌های آب گرم گوگردی، گنبدهای نمکی محدود ، حوضه‌های تبخیری کوچک و ...

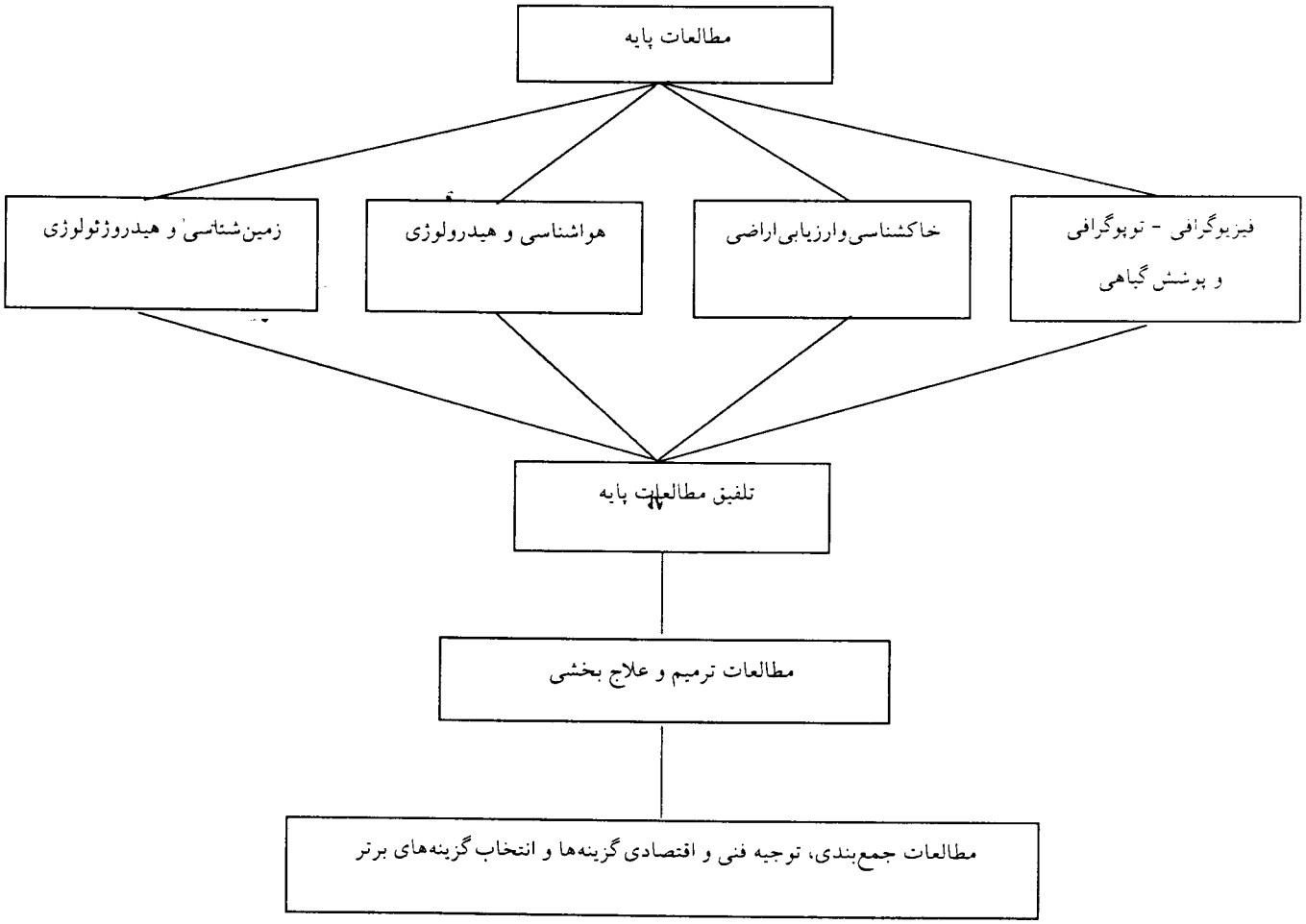
۲- آلوده کننده‌های گسترده [۲] مانند سازندهای تبخیری و شور که در وسعت‌های زیاد توسعه یافته‌اند.

1- Point Source

2- Diffused Source

منابع آلوده کننده موضعی را می‌توان با استفاده از روشهایی نظیر تغییر مسیر منبع آلوده کننده، تغییر مسیر رودخانه و یا ایزوله کردن محدوده‌های شور کنترل کرد ولی در مورد منابع آلوده کننده‌گسترده روش کنترل و حفاظت پیچیده‌تر و گاهی غیرممکن است. با این حال در مواردی ذخیره سازی آب قبل از رسیدن به منبع آلودگی و یا انتقال آب از یک حوضه آبریز به حوضه آبریز دیگر در این زمینه می‌تواند کارساز باشد.

برنامه‌ریزی برای شناخت منابع آلوده کننده و میزان گسترش آنها در هر منطقه به انجام مطالعات فیزیوگرافی، توپوگرافی، پوشش گیاهی، هواشناسی، هیدرولوژی، زمین‌شناشی و هیدروژئولوژی و خاکشناسی نیاز دارد و براساس نتایج حاصل از تلفیق این مطالعات، می‌توان روشهای ترمیم و علاج بخشی را بررسی و مشخص کرد. یک نمونه از نمودار روند مطالعات لازم برای کنترل شوری آب رودخانه‌ها در شکل شماره ۳- ارایه شده است.



شکل شماره ۳ نمودار روند مطالعات برای بررسی روشهای کنترل شوری رودخانه‌ها

مطالعات فیزیوگرافی، توپوگرافی و پوشش گیاهی بیشتر از جهت شناخت مرفولوژی گستره طرح و رودخانه‌ها، شناخت محلهای مناسب برای سدهای ذخیره‌ای و انحرافی و بررسی استفاده از روشهای آبخیزداری برای کنترل شوری اهمیت دارد.

مطالعات خاکشناسی می‌تواند با هدف تهیه نقشه پهنه بندی کیفیت خاکهای سطحی انجام شود و در مطالعات هواشناسی و هیدرولوژی بررسی جریان طبیعی و سیلابی رودخانه‌ها و سرشاخه‌های اصلی آنها، تغییرات دوره‌ای کیفیت آب و روند تغییر کیفیت آب در مسیر آنها اهمیت دارد. بررسیهای زمین‌شناسی نیز می‌تواند با هدف تفکیک و طبقه‌بندی محدوده‌ی سازندهای شور و چگونگی تاثیر آنها بر منابع آب سطحی و زیرزمینی انجام شود و در تلفیق مطالعات پایه، منابع شوری حوضه‌ها و نقش این منابع در میزان شوری بررسی شده و براساس آنها نقشه‌های پهنه‌بندی آلوده‌کننده‌های موضعی و گسترده تهیه خواهد شد تا برای مطالعات ترمیم و علاج بخشی مورد استفاده قرار گیرد.

در مطالعات ترمیم و علاج بخشی نیز بطور عمده روشهای مختلف کنترل منابع شور و یا حفاظت از منابع شیرین و امکانات فنی برای انجام انها بررسی شده و بر مبنای بررسیهای همه جانبه، گزینه‌های ممکن برای ارزیابی اقتصادی تعیین خواهد شد. مطالعات جمع‌بندی نیاز ارزیابی اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی گزینه‌های انتخاب شده و اولویت‌بندی اجرایی آنهارا شامل می‌شود.

به اعتقاد نگارنده با توجه به مطالعات گسترده‌ای که در حوضه‌های آبریز کشور انجام شده، داده‌ها و اطلاعات کافی بمنظور انجام مطالعات ساماندهی و کنترل شوری آب رودخانه‌ها در حد مطالعات شناخت و حتی مطالعات مرحله اول - در برخی موارد - در دسترس می‌باشد و تنها جمع‌بندی داده‌ها و انجام یک مطالعه هدفدار در این زمینه می‌تواند نتایج مفیدی در پی داشته باشد. در حد مطالعات شناخت، چنین مطالعاتی می‌تواند بصورت موضوعی و تفکیک شده در مطالعات طرح جامع آب کشور مورد توجه قرار گیرد و بطور قطع به راهکارها و نتایج مفید منجر خواهد شد.

همچنین تشکیل یک مرکز مستقل تحقیقاتی و برنامه ریزی در زمینه رودخانه‌های شور و نیمه شور کشور و کنترل کیفیت آب رودخانه‌ها، ضرورتی است که دیر یا زود اجتناب ناپذیر خواهد شد و چه بهتر که از هم اکنون مورد توجه مسئولان امر قرار گیرد.

فهرست منابع:

۱- الیاس آذر، خسرو (۱۳۷۱)، «تشخیص روشهای موثر کاهش تبخیر در خاکهای مناطق خشک و نیمه خشک»، مجموعه مقالات پنجمین سمینار سراسری آبیاری و کاهش تبخیر، دانشگاه شهید باهنر کرمان.

۲- پور مقدس ، حسین ، سعید افشار زاده و محسن صنیعی (۱۳۷۷)، «بررسی جلبکهای زاینده رود و ارتباط آن با آلودگی آب» ، مجموعه مقالات پنجمین سمینار مهندسی رودخانه، دانشگاه شهید چمران اهواز.
۳- جعفری ، عباس (۱۳۷۶) ، «گیتاشناسی ، جلد دوم، رودها و رودنامه ایران» ، انتشارات گیتاشناسی ، تهران.
۴- جعفرزاده ، نعمت الله (۱۳۷۳) ، «بررسی تاثیر پسابهای شهری و صنعتی بر منحنی افت اکسیژن رودخانه کر» ، مجموعه مقالات سومین سمینار مهندسی رودخانه، دانشگاه شهید چمران اهواز.
۵- حسینی زارع ، نادر (۱۳۷۷) ، «بررسی کیفیت آب رودخانه گرگر و تاثیر پسابهای صنعتی ، کشاورزی و خانگی بر آن» ، مجموعه مقالات پنجمین سمینار مهندسی رودخانه ، دانشگاه شهید چمران اهواز.
۶- خلیلی ، علی و همکاران (۱۳۶۹)، «گزارش شناخت اقلیمی ایران ، تبخیر» ، طرح جامع آب کشور ، مهندسین مشاور جاماب.
۷- درویش زاده ، علی (۱۳۷۰)، «زمین شناسی ایران» ، انتشارات ندا، تهران.
۸- درویش زاده ، علی (۱۳۷۱)، «شرایط زمین‌شناسی ایجاد کویرها و بیابانهای ایران» ، مجموعه مقالات سمینار بررسی مناطق بیابانی و کویری ایران، انتشارات دانشگاه تهران.
۹- رستمی ، صغری و همکاران (۱۳۷۷) ، «تاثیر و رود فاضلابهای کشاورزی و صنایع بر کیفیت آب رودخانه دز»، مجموعه مقالات پنجمین سمینار مهندسی رودخانه، دانشگاه شهید چمران اهواز.
۱۰- سرمدیان، فریدون (۱۳۷۱) ، «خاکهای مناطق خشک ایران و طبقه‌بندی آنها» ، مجموعه مقالات سمینار بررسی مناطق بیابانی و کویری ایران، انتشارات دانشگاه تهران.
۱۱- سازمان تحقیقات منابع آب (۱۳۷۵) ، «کیفیت آب رودخانه رودبال» ، بولتن وضعیت منابع آب کشور، وزارت نیرو.
۱۲- سازمان تحقیقات منابع آب (۱۳۷۵) ، «بیلان آب ایران» ، بولتن وضعیت منابع آب کشور، وزارت نیرو.
۱۳- سازمان تحقیقات منابع آب ایران (۱۳۷۸)، «وضعیت (بیلان) منابع آبهای سطحی کشور در سالی آبی ۷۷-۱۳۷۶» ، نشریه منابع آب (نما)، سال ۱۱، شماره ۱۷.
۱۴- سازمان سازمان تحقیقات منابع آب ایران ، «منابع و مصارف آب سطحی و زیرزمینی» ، نشریه منابع آب (نما)، سال ۱۱ ، شماره ۱۷.
۱۵- سلطانی ، محمود (۱۳۷۳)، «زاینده رود و روند حفاظت از آن در توسعه پایدار» ، مجموعه خلاصه مقالات سومین سمینار مهندسی رودخانه، دانشگاه شهید چمران اهواز.

۱۶- صادقی ، علی اصغر و عبدالعلی بهادری (۱۳۷۳)، «عوامل شورکننده و تغییر کیفی رودخانه زهره در گچساران» ، مجموعه خلاصه مقالات سومین سمینار مهندسی رودخانه، دانشگاه شهید چمران اهواز.
۱۷- گرجی، منوچهر و حسینقلی رفاهی (۱۳۷۳)، «بررسی علل شوری رودخانه آجی چای و چگونگی بهره‌برداری بهینه از آب آن» ، مجموعه مقالات هفتمین سمینار کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران.
۱۸- مهندسین مشاور پندام (۱۳۶۲)، «گزارش مطالعات شناسایی منابع آب و خاک حوضه آبریز رودخانه کل - جلد سوم آبهای سطحی» ، سازمان برنامه و بودجه ، مدیریت منابع آب.
۱۹- معاونت بهره‌برداری و مدیریت منابع آب (۱۳۶۹) ، «اطلس منابع آب ایران» ، ۲ جلد ، وزارت نیرو.
۲۰- محمودی ، فرج الله (۱۳۶۷)، «بیابان‌های ایرن»، مجله رشد جغرافیا، انتشارات رشد.
۲۱- میرابوالقاسمی ، هادی (۱۳۷۶) ، «راهکارهایی برای انجام مطالعات کنترل شوری آب رودخانه‌ها» ، مقاله ارایه شده در کنفرانس مدیریت آب و فاضلاب در کشورهای آسیایی.
۲۲- وهابزاده، عبدالحسین و امین علیزاده (مترجمین ۱۳۷۳)، «آخرین واحه» انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.