

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور

**کاهش کیفیت
منابع آب در ایران
از علل تا راهکارهای پایدار**

نگارش:
سکینه لطفی نسب اصل
فاطمه درگاهیان
آزاده گوهر دوست

عنوان پروژه منتج به نشریه فنی	کد مصوب
مطالعه کیفیت منابع آب زیرزمینی با تاکید بر مصارف شرب، آبیاری و صنعت	۹۹۰۵۴۲-۰۲۹-۰۹-۰۹-۰



عنوان نشریه فنی: کاهش کیفیت منابع آب در ایران از علل تا راهکارهای پایدار نگارش:

سکینه لطفی نسب اصل - استادیار پژوهش بخش تحقیقات بیابان، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

فاطمه درگاهیان - دانشیار پژوهش بخش تحقیقات گیاهشناسی، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

آزاده گوهر دوست - محقق پژوهشی بخش تحقیقات گیاهشناسی، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

تهیه شده در: مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، اداره ترویج و انتقال یافته‌های تحقیقاتی، بخش تحقیقات بیابان

مدیر داخلی: فاطمه عباسپور

ویراستار ادبی: فاطمه عباسپور

صفحه آرا: مریم نوبخت

نوبت چاپ: اول - ۱۴۰۳

شمارگان: الکترونیکی

نشانی: بزرگراه تهران-کرج، خروجی پیکانشهر، شهرک سرو آزاد، خیابان شهید علی گودرزی، بلوار باغ گیاهشناسی ملی ایران، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور

سندوق پستی: ۱۳۱۸۵-۱۱۶ **تلفن:** ۵-۴۴۷۸۷۲۸۲-۰۲۱ **وبسایت:** www.rifr-ac.ir

این نشریه به شماره ۶۶۴۳۲ در تاریخ ۱۴۰۳/۰۹/۱۱ در مرکز اطلاعات و مدارک علمی کشاورزی به ثبت رسیده است.

ISBN : 978-964-473-568-4



9 789644 735684

هدف

- تبیین وضعیت جهانی و ایران درخصوص منابع آب
- مطالعه روندهای کنونی و آینده
- تحلیل علل و عوامل کاهش کیفیت آب
- ارائه راهکارها و راهبردها برای مقابله با کاهش کیفیت آب

مخاطبان

- سیاستگذاران، محققان، فعالان محیط زیست، کارشناسان منابع طبیعی و بهره‌گیران
-

فهرست

مقدمه	۱
وضعیت جهانی و ایران	۲
وضعیت جهانی	۲
وضعیت در ایران	۵
روند کنونی و آینده با تأکید بر شاخص‌ها	۱۴
تحلیل و معرفی اثرات، علل و عوامل	۱۶
تأثیرات زیست محیطی کاهش کیفیت آب	۱۶
تأثیرات اجتماعی کاهش کیفیت آب	۲۰
علل و عوامل کاهش کیفیت آب	۲۴
راهکارها و اقدامات	۲۶
توسعه کشاورزی پایدار	۲۶
استفاده از فناوری‌های پاک‌تر	۲۷
مدیریت صحیح منابع آب	۲۷
حفظ منابع طبیعی	۲۷
آموزش و آگاهی‌بخشی	۲۷
تنظیم قوانین و مقررات	۲۸
نتیجه‌گیری	۲۸
منابع	۳۰

مقدمه

منابع آب جزئی حیاتی برای حفظ زندگی در زمین می‌باشند. این دو مؤلفه مهم در اکوسیستم زمین هستند و به دلیل تأثیر مستقیم و غیرمستقیم آنها بر روی بیوتا و انسان‌ها، کیفیت آنها اهمیت ویژه‌ای دارد. با این حال، کیفیت این منابع با توجه به رشد روزافزون جمعیت و توسعه صنعت و کشاورزی، کاهش یافته و آلودگی آب در سطح جهانی و ایران به یک معضل جدی و بزرگ تبدیل شده است. کاهش کیفیت آب یکی از چالش‌های اصلی است که جوامع در طول قرن بیست و یکم با آن مواجهند، این معضل سلامت انسان را تهدید می‌کند، تولید مواد غذایی را محدود می‌کند، عملکردهای اکوسیستم را کاهش می‌دهد و مانع رشد اقتصادی می‌شود.

این نشریه به بررسی وضعیت وخیم کاهش کیفیت منابع آب در سطح جهانی و ملی با تمرکز بر ایران می‌پردازد و در آن گزارشی از وضعیت کنونی و روندهای آینده ارائه می‌شود. علاوه بر این، علل و عوامل ریشه‌ای این چالش مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرند و اثرات مخرب آن بر سلامت انسان، اکوسیستم‌ها و توسعه پایدار به تفصیل شرح داده می‌شود. در نهایت، راه‌حل‌های عملی، استراتژی‌ها و اقدامات کلیدی برای مقابله با این بحران حیاتی در سطح ملی و بین‌المللی ارائه می‌شود.

این نشریه با ارائه دیدگاهی جامع و عمیق، به عنوان یک منبع ارزشمند برای سیاست‌گذاران، محققان، فعالان محیط زیست و ذی‌نفعان مرتبط عمل می‌کند تا در راستای احیای منابع آب و تضمین آینده‌ای پایدار برای نسل‌های کنونی و آتی تلاش کنند.

وضعیت جهانی و ایران

وضعیت جهانی

وضعیت جهانی در مورد کاهش کیفیت منابع آب موضوع نگران‌کننده‌ای است. فعالیت‌های انسانی مانند صنعتی‌شدن، شهرنشینی و کشاورزی فشرده منجر به آلودگی و تخریب این منابع شده است. این مسئله در مناطق مختلف بسته به عواملی مانند توسعه اقتصادی، تراکم جمعیت و مقررات زیست‌محیطی متفاوت است. تایید وضعیت جهانی را می‌توان از طریق مطالعات علمی، برنامه‌های نظارت و تجزیه و تحلیل داده‌های ارائه‌شده توسط سازمان‌های بین‌المللی و مؤسسات تحقیقاتی به‌دست آورد. در همین راستا سازمان ملل متحد در سال ۲۰۲۳ کنفرانسی را در سال‌روز آب برگزار کرد که نتیجه آن به‌صورت گزارشی توسط بخش برنامه ارزیابی جهانی آب سازمان یونسکو ۲۰۲۳ به‌نماینده‌گی از سازمان ملل تحت عنوان : The United Nations World Water Development Report 2023: partnerships and cooperation for water; facts, figures and action examples منتشر شد.

این کنفرانس اولین کنفرانس بزرگ سازمان ملل متحد (UN) است که از سال ۱۹۹۷ به بعد به موضوع آب اختصاص داده شده است. این کنفرانس بر پیشرفت در راستای اهداف مربوط به آب و بهداشت، همزمان با بررسی میان‌مدت برنامه بین‌المللی اقدام «آب برای توسعه پایدار ۲۰۱۸-۲۰۲۸» تمرکز داشته و گزارش منتشر شده آن به‌عنوان گزارش اصلی و اعتباری سازمان ملل متحد درباره آب عمل می‌کند و به‌طور مستقیم به بحث‌های کنفرانس مربوط می‌شود و توضیح می‌دهد که چگونه ایجاد شراکت‌ها و تقویت همکاری در تمام ابعاد توسعه پایدار برای ارتقای پیشرفت در راستای هدف توسعه پایدار آب و بهداشت (SDG 6)

کاهش کیفیت منابع آب در ایران از علل تا راهکارهای پایدار / ۳

Sustainable Development Goal for Water and Sanitation و تحقق حقوق بشر در زمینه

آب و بهداشت ضروری هستند.

همچنین این گزارش، دانش و ابزارهایی را برای تصمیم‌گیرندگان به‌منظور تدوین و اجرای سیاست‌های پایدار آب فراهم می‌کند. همچنین بهترین نمونه‌های عملی و تجزیه و تحلیل عمیق را برای تحریک ایده‌ها و اقدامات برای نظارت بهتر در بخش آب و فراتر از آن ارائه می‌دهد.

طبق گزارش‌های منتشر شده UN2023 و SDG 6 در سطح جهانی:

✓ ۲ میلیارد نفر (۲۶ درصد از جمعیت) آب آشامیدنی سالم ندارند

✓ ۳/۶ میلیارد (۴۶ درصد) دسترسی به بهداشت مدیریت شده ندارند و کمبود بهداشت

یکی از مهمترین شکل‌های آلودگی آب است.

✓ بین ۲ تا ۳ میلیارد نفر حداقل یک ماه در سال کمبود آب را تجربه می‌کنند که خطرات

شدیدی را برای معیشت، به‌ویژه از طریق امنیت غذایی و دسترسی به برق ایجاد می‌کند.

✓ پیش‌بینی می‌شود جمعیت شهری جهانی که با کمبود آب مواجه است از ۹۳۰ میلیون

نفر در سال ۲۰۱۶ به ۱/۷ تا ۲/۴ میلیارد نفر در سال ۲۰۵۰ برسد و به‌عبارتی دو برابر شود.

✓ وقوع روبه‌رشد خشکسالی‌های شدید و طولانی‌مدت نیز بر اکوسیستم‌ها اثر کرده

می‌کند و عواقب وخیمی برای گونه‌های گیاهی و حیوانی دارد.

✓ ۹۰ درصد از فاضلاب در کشورهای در حال توسعه به‌طور مستقیم به آبراهه‌ها تخلیه

می‌شود.

۴ / کاهش کیفیت منابع آب در ایران از علل تا راهکارهای پایدار

- ✓ هر روز ۲ میلیون تن فاضلاب و سایر پساب‌ها به آب‌های جهان تخلیه می‌شوند.
 - ✓ صنعت سالانه حدود ۳۰۰-۴۰۰ مگاتن زباله را به آبراهه‌ها تخلیه می‌کند.
 - ✓ آلودگی با منبع غیر نقطه‌ای (کشاورزی و مناطق شهری) اغلب به‌میزان قابل توجهی بار کل آلاینده‌ها را همراه با آلودگی منابع صنعتی افزایش می‌دهد.
 - ✓ تخمین زده می‌شود که کاهش حدود یک‌سوم تنوع زیستی جهانی نتیجه تخریب اکوسیستم‌های آب شیرین است که بیشتر به‌دلیل آلودگی منابع آب و اکوسیستم‌های آبی است.
 - ✓ استفاده دوباره از فاضلاب در کشاورزی برای امرار معاش مهم است، اما با خطرات جدی سلامتی همراه است.
 - ✓ در طی ۳۰۰ سال گذشته بیش از ۸۰ درصد از تالاب‌های جهان در اثر تخریب کیفیت آب از دست رفته‌اند.
- این آمار نشان می‌دهد که مدیریت صحیح و حفظ کیفیت آب برای حفظ سلامت و زندگی انسان‌ها بسیار اهمیت دارد و بیانگر نیاز فوری به ایجاد مکانیسم‌های قوی بین‌المللی برای جلوگیری از بحران جهانی آب است. همچنین نشان می‌دهد موضوع آب و پایش کیفیت آن باید در صدر برنامه‌های مدیریتی در سطح جهانی و ملی در راستای دستیابی به شعار «آب آینده مشترک ما است و ضروری است که با هم عمل کنیم تا آن را به‌طور عادلانه به اشتراک بگذاریم و آن را به‌طور پایدار مدیریت کنیم» قرار گیرد.

وضعیت در ایران

در مورد ایران، وضعیت به‌طور خاص هشدار دهنده است. در ایران به‌دلیل شرایط اقلیمی و جغرافیایی، منابع آبی به‌طور فزاینده‌ای کاهش پیدا کرده‌اند و آلودگی آب به یک چالش بزرگ تبدیل شده و به‌دلیل ترکیبی از عوامل طبیعی و انسانی با چالش‌های قابل توجهی مواجه است. ایران در یک منطقه نیمه‌خشک واقع شده است و در آن کمبود آب یک مسئله مهم است. استفاده بیش از حد از منابع آب زیرزمینی برای اهداف کشاورزی و صنعتی باعث کاهش در سطح تراز آب شده است. علاوه بر این، آلودگی منابع آب با آلاینده‌ها، از جمله فلزات سنگین و مواد شیمیایی کشاورزی، این مشکل را تشدید می‌کند. شوری، و به تبع آن فرسایش خاک و بیابان‌زایی نیز از مسائل رایج در نتیجه کاهش کیفیت آب در ایران است که بر بهره‌وری کشاورزی و سلامت اکوسیستم اثر می‌گذارد.

به‌تازگی مرکز مطالعات راهبردی کشاورزی و آب اتاق ایران در گزارشی به وضعیت منابع آب در ایران پرداخته است. این گزارش نشان می‌دهد که ایران هم از نظر سرانه آب تجدیدپذیر و هم از نظر میزان برداشت نسبت به آب تجدیدپذیر وارد مرحله تنش آبی شده است. ضمن آنکه با توجه به وقوع مقادیر سرانه کمتر از ۱۰۰۰ مترمکعب تنش آبی بسیار محتمل بوده و این به‌معنی بحرانی‌تر شدن شرایط پیش روست و این شرایط بحرانی به‌دنبال خود کاهش کیفیت در منابع آبی به‌ویژه در منابع آب زیرزمینی را به‌دنبال دارد.

آنچه از این گزارش استنباط می‌شود نشان می‌دهد که نیازمند تلاش‌های فوری برای بهبود کیفیت آب و درنتیجه خاک در ایران هستیم؛ که البته مطالعات صورت گرفته در مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور نیز تاییدی بر کاهش کیفیت منابع آب خصوصا منابع آب زیرزمینی در مناطق فلات مرکزی ایران و استان خوزستان به‌ویژه نواحی جنوبی آن دارد.

باتوجه به شرایط آب و هوایی به‌طور کلی مناطق فلات مرکزی ایران شامل استان‌های قم، یزد، کرمان، سمنان، خراسان جنوبی، خراسان رضوی، سیستان و بلوچستان، هرمزگان و بوشهر به‌صورت طبیعی با بالابودن میزان شاخص کل جامدات محلول و شوری به‌دلیل پایین بودن میزان بارندگی مواجه هستند (لطفی‌نسب اصل و همکاران، ۱۴۰۲) و استان خوزستان به‌دلیل برخی تغییرات در الگوهای آب‌وهوایی که به‌شکل خشکسالی بروز کرده و همچنین توسعه ناپایدار در استفاده از رودخانه کارون، زهره- جراحی و کرخه در سال‌های اخیر با مشکلات زیادی از جمله کاهش کیفیت و شورشدگی آب مواجه شده است (لطفی‌نسب اصل و همکاران، ۱۳۹۹a). مطالعه‌ای که در سال ۱۳۹۸ بر روی کیفیت آب‌های سطحی و زیرزمینی سه حوضه آبریز غرب کشور شامل کارون بزرگ، کرخه و زهره- جراحی انجام شد، نتایج بسیار مهمی را به‌همراه داشته است. این نتایج نشان می‌دهد که کیفیت آب در این حوضه‌ها با توجه به موقعیت جغرافیایی و عوامل مختلف، تغییرات قابل توجهی دارد. به‌طوری‌که کیفیت آب از نظر میزان شوری و مصارف سه‌گانه شرب، آبیاری و صنعت در مناطق بالادست و شرقی این سه حوضه به‌طور کلی بهتر از مناطق پایین‌دست و غربی است. به‌عبارت دیگر، با حرکت از مناطق کوهستانی به‌سمت دشت‌ها به‌ویژه در محل ورود به استان خوزستان و داخل آن به‌شدت کاهش یافته و شوری آنها افزایش می‌یابد؛ به‌گونه‌ای که روند این شوری‌ها افزایشی بوده و بیشترین افزایش شوری و تغییر کیفیت در دهه‌های منتهی به سال ۱۳۹۸ (۹۸-۸۸ و ۸۷-۷۸) مشاهده شده است. این افزایش شوری در نتیجه عوامل طبیعی شامل تغییرات اقلیمی با افزایش دما، تبخیر زیاد و خشکسالی، و عوامل انسانی شامل برداشت بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی، نفوذ آب شور از سفره‌های آب زیرزمینی و تخلیه پساب‌های کشاورزی و صنعتی رخ می‌دهد (لطفی‌نسب اصل و همکاران، ۱۳۹۹a&b).

کاهش کیفیت منابع آب در ایران از علل تا راهکارهای پایدار / ۷

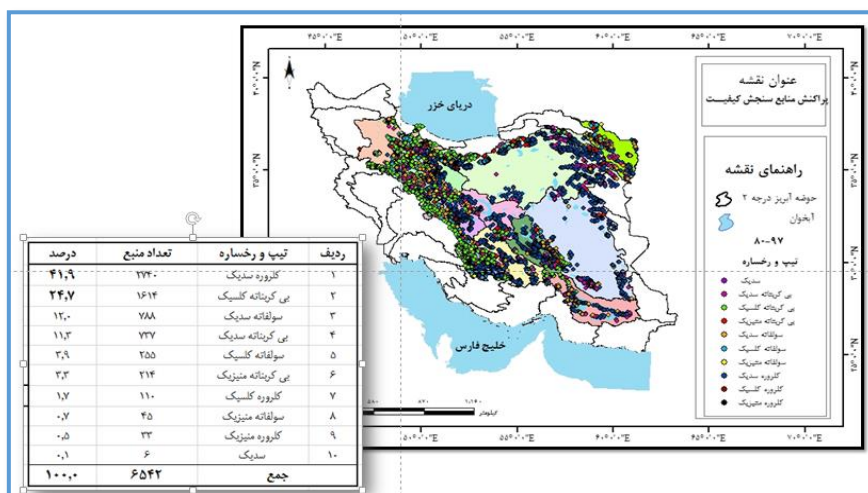
نتیجه مطالعه کیفیت پساب‌ها نیز در استان خوزستان نشان داد که در این استان، آب‌هایی که به‌عنوان پساب بخش کشاورزی، به‌ویژه پساب‌های مزارع نیشکر، وارد تالاب‌های این استان می‌شوند، با اینکه جایگزین کمبود یا حذف آورد آبی حاصل از سیلاب‌ها و رودخانه‌ها هستند، اما به‌دلیل کیفیت بسیار پایین، تأثیر جدی در عقب‌نشینی نیزارهای تالاب‌ها دارند، و به‌عبارت بهتر، اگرچه این پساب‌ها به تأمین آب کمک کرده‌اند، اما به‌خاطر کیفیت پایین و شوری زیاد، تأثیر بسیار منفی در عقب‌نشینی و روند تغییرات تالاب‌ها داشته‌اند (لطفی‌نسب اصل و همکاران، ۱۳۹۹c).

مطالعه کیفیت آب در حوضه آبریز فلات مرکزی ایران (دربرگیرنده ۹ حوضه آبریز)، حوضه سفیدرود بزرگ و حوضه قره‌قوم (لطفی‌نسب اصل و همکاران، ۱۴۰۲) نیز نشان داد که در تمامی آبخوان‌های حوضه‌های مطالعاتی (جمعاً ۱۱ حوضه آبریز ایران) تیپ و رخساره غالب آب کلروره سدیک می‌باشد به‌جز دو حوضه آبریز سفیدرود بزرگ و طشک-بختگان-مه‌ارلو که تیپ و رخساره غالب آب آنها بی‌کربناته کلیسک است (شکل ۱) و این موضوع بیانگر غالبیت آب شور در فلات مرکزی ایران است (شکل ۲) و همچنین این شوری دارای روند افزایشی بوده که در دوره‌های مواجهه با پدیده خشکسالی مقادیر آنها شدت گرفته‌اند (شکل ۳).

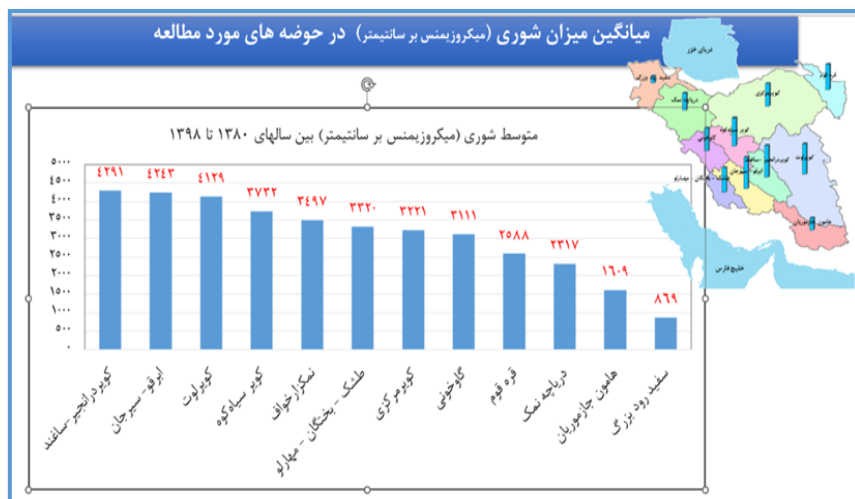
از نظر کیفیت آب برای آبیاری مطابق با رده‌بندی جهانی ویلکوکس حدود ۶۰/۷ درصد منابع دارای کیفیت شور (۲۶/۶٪)، کمی شور (۳۳/۸ درصد) و شیرین (۰/۰۲ درصد) می‌باشند که برای کشاورزی مناسب بوده و ۳۹/۳ درصد در رده خیلی شور و نامناسب برای کشاورزی و آبیاری قرار دارند (شکل ۴) که به‌عبارت بهتر ۵۸/۸ درصد از این منابع مناسب برای کشاورزی، در رده کمی شور تا شور قرار دارند که استفاده مداوم از آنها در امور کشاورزی و آبیاری به تشدید پدیده شورشدگی خاک دامن می‌زند و در استفاده بلندمدت با تجمیع املاح نمکی در

۸ / کاهش کیفیت منابع آب در ایران از علل تا راهکارهای پایدار

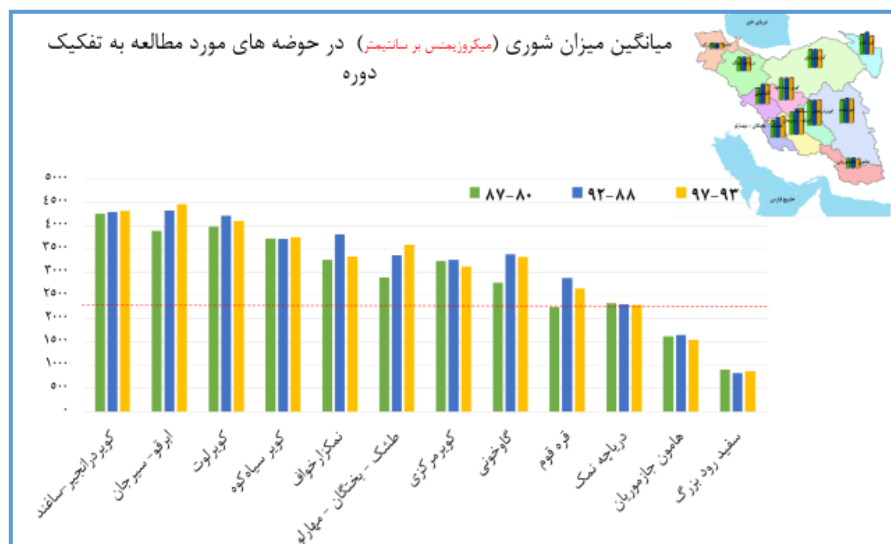
خاک موجبات فرسایش و تخریب خاک و پیامد آن تخریب سرزمین و بیابان‌زایی را فراهم می‌کنند.



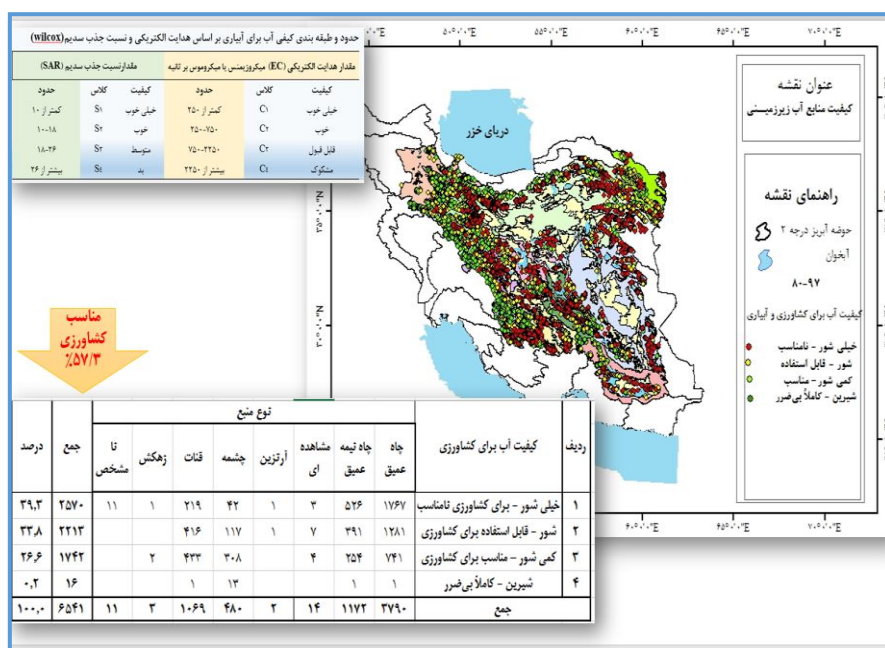
شکل ۱) تیپ و رخساره آب در حوضه‌های آبریز فلات مرکزی ایران سفیدرود بزرگ و قره‌قوم (۱۳۸۰ - ۱۳۹۸)



شکل ۲) میانگین شوری در حوضه‌های آبریز فلات مرکزی ایران، سفیدرود بزرگ و قره‌قوم (۱۳۸۰ - ۱۳۹۸)



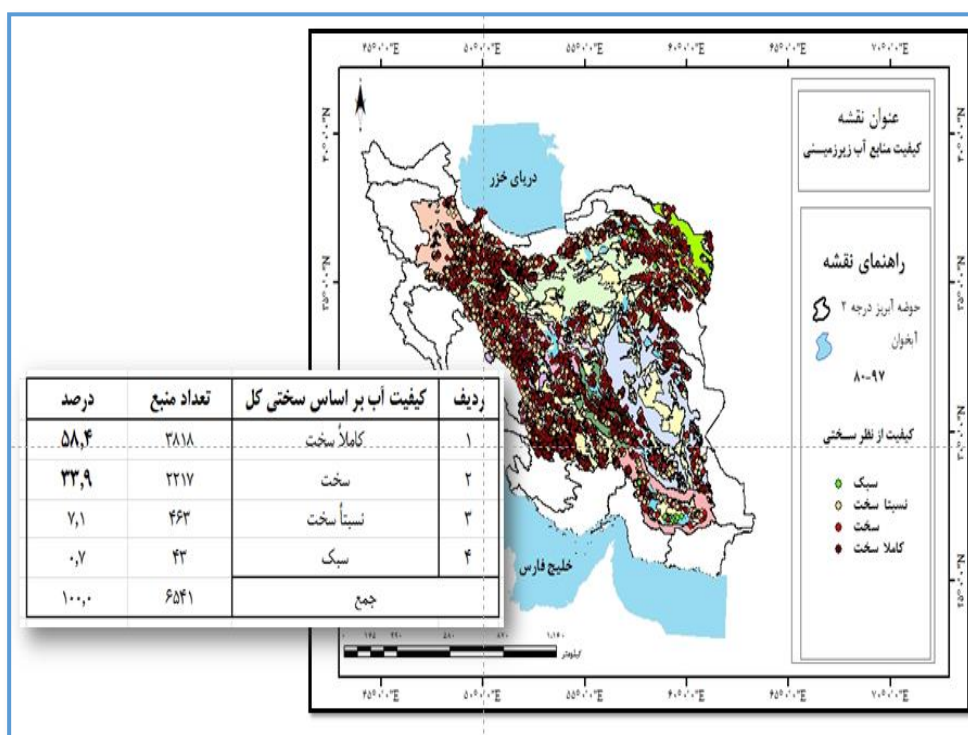
شکل ۳) میانگین شوری در طی دوره‌های مختلف (۸۷-۸۰، ۹۲-۸۸ و ۹۷-۹۳) در حوضه‌های آبریز فلات مرکزی ایران، سفیدرود بزرگ و قره‌قوم (۱۳۹۸-۱۳۸۰)



شکل ۴) وضعیت کیفی منابع آب زیرزمینی از نظر آبیاری و کشاورزی در حوضه‌های آبریز فلات مرکزی ایران، سفیدرود بزرگ و قره‌قوم (۱۳۸۰-۱۳۹۸)

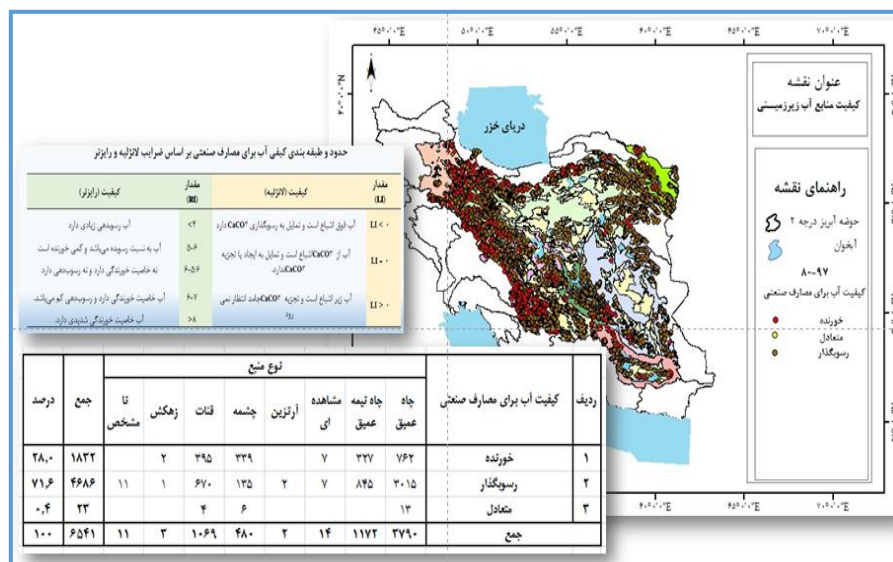
۱۰ / کاهش کیفیت منابع آب در ایران از علل تا راهکارهای پایدار

از نظر سختی، ۹۳ درصد منابع دارای آب کاملاً سخت و سخت بوده (شکل ۵) و از نظر مصارف صنعتی و اثرات جانبی آب بر منصوبات درون چاهی و تأسیسات آبرسانی و ذخیره آب ۷۱ درصد منابع رسوب‌گذارند. (شکل ۶) از نظر شرب ۴۷ درصد منابع مطابق با نمودار شولر دارای کیفیتی خوب و قابل قبول داشته و مابقی کیفیتی از نامناسب تا غیرقابل شرب دارند (شکل ۷).

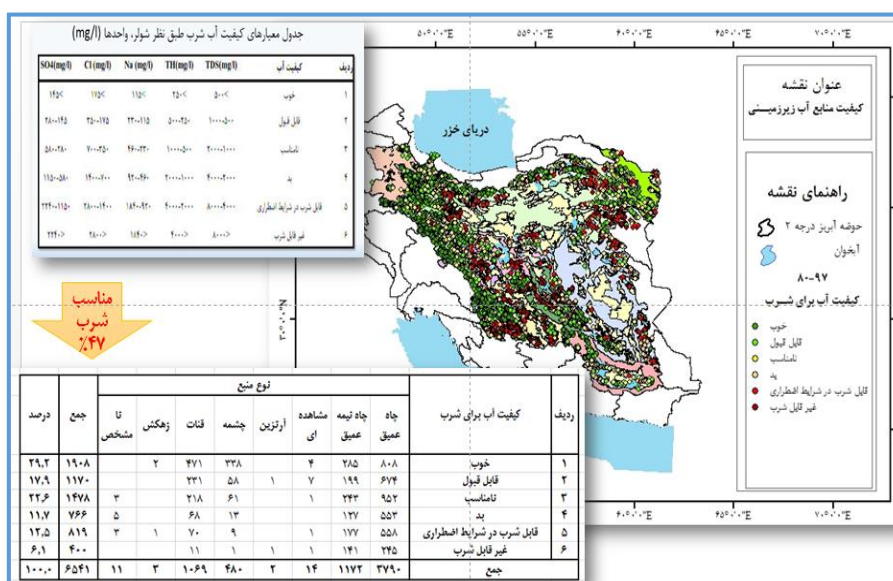


شکل ۵) وضعیت کیفی منابع آب زیرزمینی از نظر سختی در حوضه‌های آبریز فلات مرکزی ایران، سفیدرود بزرگ و قره‌قوم (۱۳۸۰-۱۳۹۸)

کاهش کیفیت منابع آب در ایران از علل تا راهکارهای پایدار / ۱۱



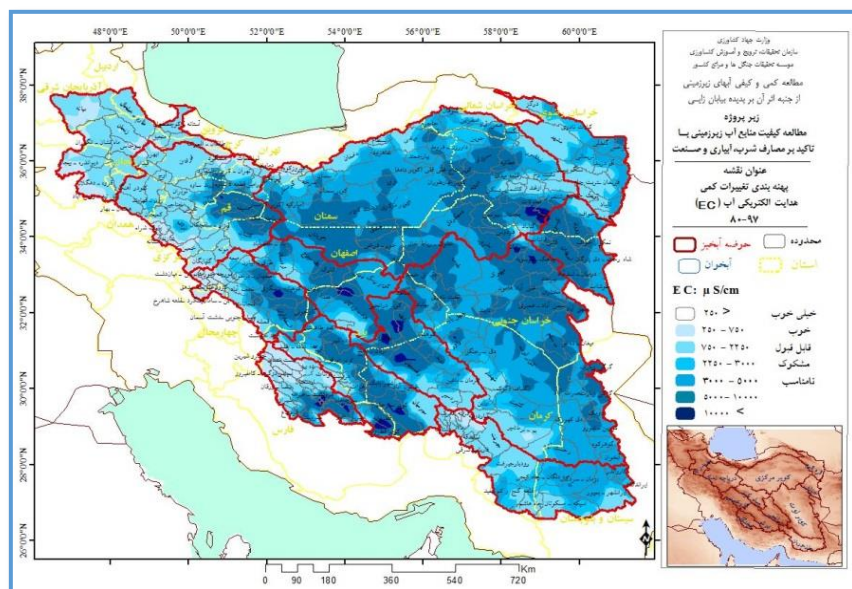
شکل ۶) وضعیت کیفی منابع آب زیرزمینی از نظر مصارف صنعتی در حوضه های آبریز فلات مرکزی ایران، سفیدرود بزرگ و قره قوم (۱۳۸۰-۱۳۹۸)



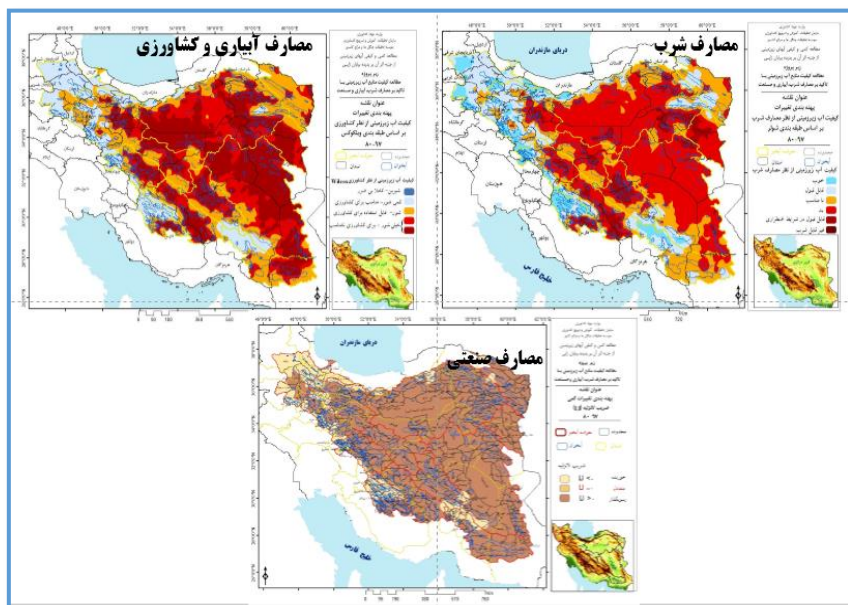
شکل ۷) وضعیت کیفی منابع آب زیرزمینی از نظر شرب در حوضه های آبریز فلات مرکزی ایران، سفیدرود بزرگ و قره قوم (۱۳۸۰-۱۳۹۸)

به‌طورکلی این نتایج نشان داد که از کیفیت آب هم از جنبه شوری (شکل ۸) و همچنین مصارف سه‌گانه مصارف شرب، کشاورزی و صنعت با حرکت از شمال‌غرب محدوده مطالعه به سمت نواحی مرکزی و شرق و تا حدی جنوب شرق کاسته می‌شود (شکل ۹). تمامی این نتایج نشان می‌دهد به‌غیر از بخش‌هایی از شمال مرکزی و شمال‌غرب کشور سایر مناطق و نواحی با مشکل شوری و کاهش کیفیت آب مواجه هستند و این شوری در حال افزایش و تبدیل شدن به یک معضل اساسی در کشور است که پیامد آن بی‌شک تخریب خاک و فرسایش آن بوده و کشور را به سمت توسعه مناطق بیابانی و وقوع پدیده‌های مخرب ناشی از آن سوق خواهد داد که برای مقابله با این چالش بزرگ شورشدگی و آلودگی آب، لازم است تلاش‌های جدی صورت گیرد. این تلاش‌ها شامل بهبود مدیریت منابع آب، کنترل آلودگی آب، حفظ و بهبود کیفیت آب شرب، اصلاح روش‌های کشاورزی و صنعتی آلوده‌کننده و افزایش آگاهی عمومی درباره اهمیت محیط زیست و حفظ منابع آب است. همچنین، توجه به استفاده بهینه از منابع آب و تکنولوژی‌های پایدار در کشاورزی و صنعت نیز می‌تواند به کاهش آلودگی آب و بهبود کیفیت آنها کمک کند. برنامه‌ریزی مناسب برای مدیریت آب، ایجاد تسهیلات و فناوری‌های مناسب برای تصفیه آب و بهبود کیفیت خاک، و ترویج اقدامات حفاظت از منابع آب از مهمترین راهکارها در این زمینه است و دستیابی به این راهکارها در جهت بازیابی و حفظ کیفیت آب نیازمند همکاری بین دولت، سازمان محیط زیست، کشاورزان، صنعتگران، و جامعه‌ی عمومی است. این تلاش‌ها، علاوه‌بر بهبود کیفیت آب، به حفظ منابع آبی زیرزمینی و سطحی، کاهش خطرات آب، و بهبود سلامت انسان‌ها و بیوتا کمک خواهد کرد.

کاهش کیفیت منابع آب در ایران از علل تا راهکارهای پایدار / ۱۳



شکل ۸) نقشه پهنه‌بندی شوری آب زیرزمینی در حوضه‌های آبریز فلات مرکزی ایران، سفیدرود بزرگ و قره‌قوم (۱۳۸۰-۱۳۹۸)



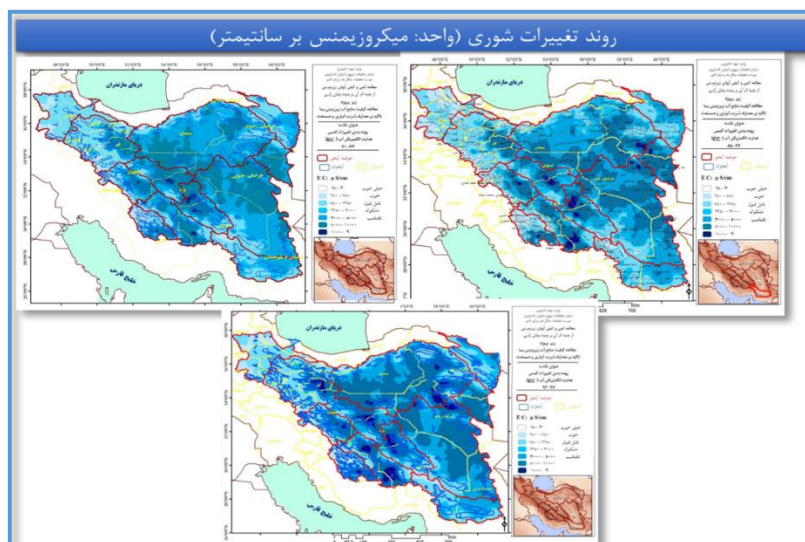
شکل ۹) نقشه پهنه‌بندی کیفی آب زیرزمینی از نظر مصارف شرب، کشاورزی و صنعتی در حوضه‌های آبریز فلات مرکزی ایران، سفیدرود بزرگ و قره‌قوم (۱۳۸۰-۱۳۹۸)

روند کنونی و آینده با تأکید بر شاخص‌ها

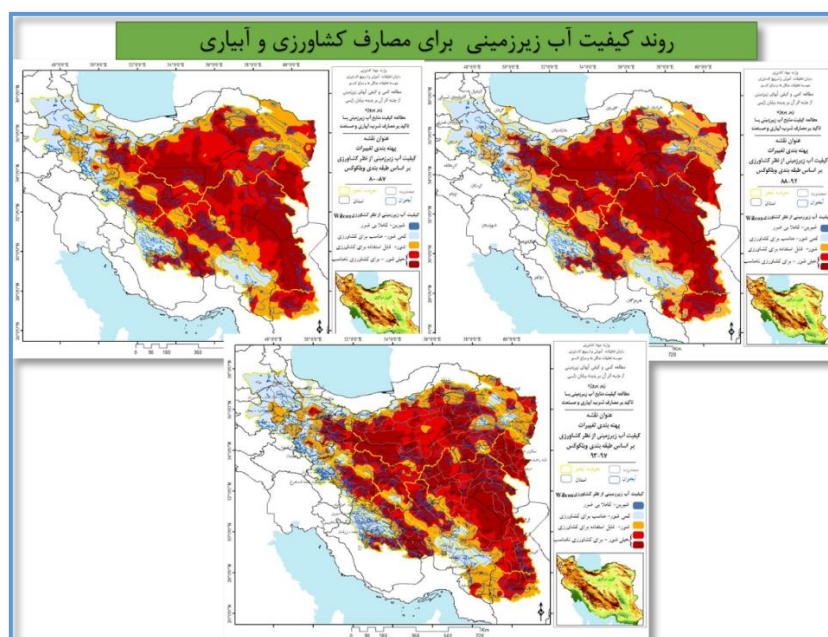
درک روند کنونی و آینده در کاهش کیفیت منابع آب و خاک برای برنامه‌ریزی و تلاش‌های کاهش اثر، بسیار حیاتی است. شاخص‌های کلیدی می‌توانند بینش‌های ارزشمندی را در مورد بزرگی و پیشرفت این مسئله ارائه دهند. برخی از شاخص‌ها که قابل ملاحظه هستند عبارتند از: سطح آب زیرزمینی، شاخص‌های کیفیت آب (مانند پارامترهای فیزیک و شیمیایی آب، آلاینده‌های شیمیایی و شاخص‌های زیستی)، شاخص استرس آب، میزان آب موجود برای هر نفر، محتوای ماده آلی خاک، نرخ فرسایش خاک و شاخص تخریب اراضی و بهره‌وری کشاورزی که می‌توانند برای نظارت بر کیفیت منابع آب و خاک مورد استفاده قرار گیرد.

در حال حاضر، روند جهانی نشان می‌دهند که کمبود آب و کاهش کیفیت آب در حال افزایش است، فرسایش خاک، از جمله فرسایش و کاهش عناصر غذایی، نیز مشکلات گسترده‌ای است. به نظر می‌رسد که این روندها در آینده ادامه یابند، که به واسطه عواملی نظیر رشد جمعیت، تغییرات آب و هوایی و گسترش روش‌های مدیریت منابع ناپایدار ایجاد می‌شوند. شاخص‌ها به پایش شدت این روندها کمک خواهند کرد و اثربخشی تدابیر انجام شده را ارزیابی می‌کنند. در ایران، روندها با الگوهای جهانی همخوانی دارند. سطح آب زیرزمینی به‌طور مداوم کاهش می‌یابد و آلودگی منابع آب همچنان ادامه دارد و بر میزان آن افزوده می‌گردد که در نهایت منجر به افزایش شوری و کاهش کیفیت آب برای مصارف مختلف به‌ویژه کشاورزی (شکل ۹ و ۱۰) و افزایش نرخ فرسایش خاک می‌گردد که تأثیرات مخربی را روی زمین‌های کشاورزی گذاشته و فرسایش بیابانی را تشدید می‌کند. اگر این روندها بدون تداخل ادامه یابند، کیفیت آب و خاک و توسعه پایدار و رفاه انسان را به‌خطر می‌اندازند.

کاهش کیفیت منابع آب در ایران از علل تا راهکارهای پایدار / ۱۵



شکل ۹) نقشه پهنه‌بندی روند تغییرات شوری آب زیرزمینی در حوضه‌های آبریز فلات مرکزی ایران، سفیدرود بزرگ و قره‌قوم (۱۳۹۸-۱۳۸۰)



شکل ۱۰) نقشه پهنه‌بندی روند تغییرات کیفیت آب زیرزمینی برای مصارف کشاورزی در حوضه‌های آبریز فلات مرکزی ایران، سفیدرود بزرگ و قره‌قوم (۱۳۹۸-۱۳۸۰)

تحلیل و معرفی اثرات، علل و عوامل

تخریب کیفیت آب به‌طور مستقیم به مشکلات زیست‌محیطی، اجتماعی و اقتصادی معنا می‌شود. به‌عبارتی کاهش کیفیت منابع آب به‌طور مستقیم تأثیرات جدی بر مشکلات زیست محیطی، اجتماعی و اقتصادی دارد. در ادامه به برخی از اثرات کلیدی و عواقب تخریب آب اشاره خواهد شد و سپس به معرفی علل و عوامل کاهش کیفیت آب پرداخته می‌شود.

تأثیرات زیست محیطی کاهش کیفیت آب

تخریب گسترده‌تر محیط زیست

کاهش کیفیت آب می‌تواند منابع آب سطحی و زیرزمینی را تهدید کند. بیشتر منابع آب روی زمین، از جمله رودخانه‌ها، دریاچه‌ها و منابع آب زیرزمینی، از جریان‌های آب آلوده تأثیر می‌پذیرند که می‌تواند به کاهش تنوع زیستی و سلامت اکوسیستم‌های آبی منجر شود. آب آلوده می‌تواند به خاک‌ها منتقل شود و بر کیفیت و باروری خاک تأثیر بگذارد. رواناب از منابع آب آلوده نیز می‌تواند بر زمین‌ها و اکوسیستم‌های همسایه تأثیر بگذارد و منجر به فرسایش خاک، تخریب زیستگاه و از دست دادن پوشش گیاهی شود.

آسیب به جنگل‌ها

درختان و گیاهان جنگلی به‌طور مستقیم از منابع آب برای رشد و تجدید نیرو استفاده می‌کنند. کاهش کیفیت آب می‌تواند منجر به کاهش تأمین آب جنگل‌ها شود و در نتیجه به خشکسالی و کاهش رشد درختان و انواع گیاهان بیابانی منجر شود. علاوه بر این، وجود

کاهش کیفیت منابع آب در ایران از علل تا راهکارهای پایدار / ۱۷

مواد آلوده در آب می‌تواند به‌عنوان سم برای گیاهان عمل کند و سلامت جنگل‌ها را تهدید کند.

تأثیرات منفی بر مراتع

مراتع برای رشد و بقا به آب وابسته هستند و کیفیت آب موجود در این منابع به‌طور مستقیم بر رشد و تنوع گیاهان مرتعی تأثیر می‌گذارد. آب آلوده می‌تواند به مراتع نفوذ کرده و منجر به کاهش رشد گیاهان و کاهش تنوع گونه‌ها شود. این موضوع می‌تواند تأثیرات جدی بر تغذیه و معیشت حیوانات چراگاهی و پرورش دام در مناطق مرتعی داشته باشد.

تخریب محیط زیست و از بین رفتن گونه‌های زیستی

افزایش غلظت مواد معلق، مواد آلی و شیمیایی مضر در آب، میزان اکسیژن محلول در آب را کاهش داده و محیط زیست را برای حیات وحش آبریان غیرقابل سکونت می‌کند. مواد مغذی بیش از حد، مانند نیتروژن و فسفر، از رواناب کشاورزی یا تخلیه فاضلاب می‌تواند باعث اوتریفیکاسیون شود و منجر به کاهش اکسیژن، شکوفه‌های جلبک و کشتن ماهی شود. مواد سمی موجود در آب می‌توانند در بافت‌های موجودات آبرزی تجمع یابند و باعث مشکلات تولید مثل، اختلال در رشد و حتی کاهش جمعیت شوند این موضوع می‌تواند به کاهش تعداد و انواع آبریان و حیات وحش محلی منجر شود. آب آلوده می‌تواند به‌عنوان یک منبع آلودگی در سیستم‌های زیستی عمل کند و مواد آلوده را به گونه‌های مختلف در سایر بخش‌های محیط زیست منتقل کند. این مواد آلوده می‌توانند به خاک و جریان‌های آب

زیرزمینی نفوذ کرده و منجر به آلودگی خاک و آب شوند. این عمل می‌تواند به کاهش تنوع زیستی و تخریب اکوسیستم‌ها منجر شود.

اثرات زیست محیطی طولانی مدت

آب آلوده می‌تواند به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم اثرات زیست‌محیطی طولانی مدتی داشته باشد. مواد آلوده می‌توانند در زمین‌های آبدار و خاک‌ها جمع شده و در طول زمان تجمع یابند، که می‌تواند به آلودگی مزمن منابع آب و خاک منجر شود. هنگامی که منابع آب حاوی سطوح بالایی از نمک‌های محلول مانند آب شور هستند و برای آبیاری استفاده می‌شوند، نمک‌ها می‌توانند در طول زمان در خاک تجمع یابند. این فرایند که به‌عنوان شوری شناخته می‌شود، منجر به افزایش شوری خاک و کاهش حاصلخیزی زمین می‌شود. خاک‌های شور کمتر قادر به حمایت از رشد گیاه هستند که منجر به کاهش پوشش گیاهی و افزایش آسیب‌پذیری در برابر فرسایش و بیابان‌زایی می‌شود که نحوه اثرگذاری آن به شرح زیر است.

تخریب ساختمان خاک

آب شور شامل سطوح بالایی از نمک‌ها مانند کلرید سدیم است. هنگامی که آب شور وارد خاک می‌شود، ممکن است باعث تجمع نمک در پروفایل خاک شود. این نمک‌ها می‌توانند ساختار خاک را مختل کنند و باعث پراکندگی ذرات خاک و کاهش پایداری توده‌های خاکی شوند. در نتیجه خاک به سریع‌ترین شکل ممکن به عوامل فرسایش توسط باد یا آب حساس می‌شود.

افزایش رواناب و کاهش نفوذ

آب شور می‌تواند توان خاک برای جذب و نگه‌داری آب را کاهش دهد. غلظت نمک بالا در آب فشار اسمزی ایجاد می‌کند که موانعی برای نفوذ آب به خاک ایجاد می‌کند. این باعث افزایش رواناب سطحی می‌شود، زیرا آب به‌جای نفوذ به خاک، به سمت سطح خاک جریان پیدا می‌کند. افزایش رواناب می‌تواند فرایندهای فرسایش را تشدید کند و منجر به از دست دادن لایه بالایی خاک شود.

کاهش گیاهان

آب شور می‌تواند تأثیرات مضر روی رشد و بقاء گیاهان داشته باشد. غلظت بالای نمک‌ها در خاک می‌تواند باعث استرس آبی در گیاهان شود، زیرا غلظت نمک با توانایی گیاه برای جذب آب از ریشه‌ها تداخل می‌کند. این موضوع می‌تواند منجر به کاهش پوشش گیاهی و افزایش نمایانی خاک شود که خاک را نسبت به فرسایش حساس‌تر می‌کند. کاهش پوشش گیاهی همچنین به بیابان‌زایی کمک می‌کند، زیرا از دست رفتن پوشش گیاهی فرایندهای تخریب خاک و تخریب سرزمین را شتاب می‌دهد.

شکل‌گیری طوفان‌های گردوغبار

تخریب خاک و بیابان‌زایی ناشی از آب شور می‌تواند به شکل‌گیری طوفان‌های گردوغبار کمک کند. زمانی که خاک فرسوده و بدون پوشش می‌شود، شکننده شده و به راحتی توسط باد حمل می‌شود. ترکیب خاک بیابانی ریز و شرایط خشک و خشکسالی در منطقه، شرایط ایده‌آلی را برای شکل‌گیری طوفان‌های گردوغبار ایجاد می‌کند. باد می‌تواند ذرات ریز خاک را به هوا

۲۰ / کاهش کیفیت منابع آب در ایران از علل تا راهکارهای پایدار

برده و ابرهای گردوغباری ایجاد کند که ممکن است تا ارتفاعات بالای سطح زمین حرکت کرده و به مسافت‌های دورتری منتقل شود. بنابراین استفاده از روش‌های آبیاری مناسب و استفاده از آب با غلظت کمتری از نمک و یا شستشوی خاک با آب شیرین برای کاهش غلظت نمک و بهبود ساختار خاک یکی از مهمترین اقدامات لازم در این راستا است.

تأثیرات اجتماعی کاهش کیفیت آب

تأثیرات منفی بر امنیت غذایی

کیفیت آب برای فعالیت‌های کشاورزی بسیار مهم است. آب آلوده مورد استفاده برای آبیاری می‌تواند به محصولات کشاورزی آسیب برساند، عملکرد را کاهش دهد و بر کیفیت و ایمنی مواد غذایی تأثیر بگذارد. علاوه بر این، آلاینده‌های موجود در آب می‌توانند در بافت‌های دام تجمع یابند و خطراتی را برای سلامت حیوانات و ایمنی گوشت و محصولات لبنی ایجاد کنند. بنابراین اختلال در کیفیت آب می‌تواند بهره‌وری کشاورزی و امنیت غذایی را تضعیف کند.

تأثیرات مستقیمی بر کاهش سلامت انسان

مصرف آب آلوده با میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا مانند باکتری‌ها، ویروس‌ها و انگل‌ها می‌تواند منجر به ابتلا به بیماری‌هایی مانند اسهال، وبا، تیفوئید و بسیاری بیماری‌های دیگر شود. آلاینده‌های شیمیایی در آب، مانند فلزات سنگین و آفت‌کش‌ها، همچنین می‌توانند اثرات نامطلوب بهداشتی در هنگام مصرف یا تماس با آب آلوده داشته باشند. این بیماری‌ها می‌توانند به عواقب جدی در جامعه منجر شوند، از جمله کاهش بهره‌وری کاری، افزایش هزینه‌های درمانی و از دست دادن زندگی‌ها.

تأثیرات اقتصادی کاهش کیفیت آب

کاهش کیفیت آب نیز تأثیرات مستقیمی بر اقتصاد دارد. استفاده از آب آلوده در کشاورزی می‌تواند به کاهش عملکرد محصولات و افزایش هزینه‌های تولید منجر شود. آلودگی آب می‌تواند منجر به افزایش هزینه‌های تصفیه آب آشامیدنی و فاضلاب و همچنین هزینه‌های مرتبط با اصلاح سایت‌های آلوده شود. همچنین، کاهش کیفیت آب می‌تواند تأثیرات منفی بر بخش‌های صنعتی و شغل‌های وابسته به آب مانند گردشگری، شیلات و داشته باشد. به عنوان مثال، آب آلوده می‌تواند تولید صنایع غذایی را تحت تأثیر قرار داده و باعث افت تقاضا و افزایش هزینه‌ها شود. به طور کلی، کاهش کیفیت آب تأثیرات بسیار جدی بر محیط زیست، جامعه و اقتصاد دارد. پرداختن و جلوگیری از آلودگی آب برای کاهش این اثرات و اطمینان از استفاده پایدار از منابع آب برای نسل‌های فعلی و آینده بسیار مهم است.

اثرات استفاده از آب با کیفیت نامناسب برای کشاورزی به مرور زمان موجب تخریب خاک شده و خاک تخریب شده موجب اثرات زیر می‌گردد:

کاهش بهره‌وری کشاورزی

تخریب خاک بر باروری و ساختار خاک تأثیر می‌گذارد و منجر به کاهش عملکرد کشاورزی می‌شود. خاک‌های تخریب شده دارای محتوای مواد مغذی کمتری هستند، ظرفیت نگهداری آب را کاهش می‌دهند و ساختار خاک را به خطر می‌اندازند و دسترسی گیاهان به مواد مغذی ضروری و آب را دشوارتر می‌کنند. در نتیجه، رشد محصول و بهره‌وری کاهش می‌یابد و خطراتی را برای امنیت غذایی و معیشت کشاورزی ایجاد می‌کند.

فرسایش و از دست دادن خاک سطحی

تخریب خاک اغلب شامل فرسایش است، جایی که لایه بالایی خاک توسط باد یا آب حذف یا جابجا می‌شود. فرسایش عمق و کیفیت خاک را کاهش می‌دهد و منجر به از دست دادن خاک با ارزش می‌شود که غنی از مواد آلی و مواد مغذی لازم برای رشد گیاه است. از دست دادن خاک سطحی، باروری و توانایی خاک برای حمایت از پوشش گیاهی سالم را کاهش می‌دهد و منجر به تخریب بیشتر و کاهش پتانسیل کشاورزی می‌شود.

عدم تعادل مواد مغذی

تخریب خاک می‌تواند فرایندهای چرخه مواد مغذی را مختل کند و منجر به عدم تعادل در دسترس بودن مواد مغذی شود. استفاده بیش از حد از کودها یا شیوه‌های نامناسب کشاورزی می‌تواند باعث کاهش مواد مغذی یا عدم تعادل مواد مغذی در خاک شود و تاثیر منفی بر رشد گیاه و کیفیت محصول داشته باشد. این مسئله می‌تواند منجر به کاهش بهره‌وری کشاورزی و افزایش وابستگی به کودهای مصنوعی شود که می‌تواند عواقب زیست محیطی داشته باشد.

افزایش آسیب‌پذیری در برابر خشکسالی و غرق شدن آب

خاک‌های تخریب شده اغلب باعث کاهش نفوذ و ظرفیت نگهداری آب می‌شوند. خاک‌های فشرده یا تخریب شده ممکن است برای جذب و نگهداری آب تلاش کنند و منجر به افزایش رواناب و کاهش دسترسی به آب برای گیاهان شود. این می‌تواند سیستم‌های کشاورزی را در برابر شرایط خشکسالی آسیب‌پذیرتر کند. برعکس، در برخی موارد، خاک‌های تخریب شده ممکن است آبگیر شوند، مانع رشد ریشه شوند و باعث محرومیت از اکسیژن برای گیاهان شوند.

تخریب خاک می‌تواند منجر به کاهش تنوع زیستی خاک، از جمله میکروارگانیسم‌های مفید، حشرات و کرم‌های خاکی شود که به سلامت خاک و حفظ آن کمک می‌کنند. از دست دادن تنوع زیستی خاک می‌تواند فرایندهای اکوسیستم مانند تجزیه، چرخه مواد مغذی و تنظیم آفات را مختل کند. علاوه بر این، خاک‌های تخریب شده کمتر قادر به ارائه خدمات اکوسیستم مانند تصفیه آب، جداسازی کربن و حمایت از زیستگاه برای ارگانیسم‌های مختلف هستند.

افزایش آلودگی محیط زیست

خاک‌های تخریب شده بیشتر مستعد ابتلا به آلاینده‌هایی مانند آفت‌کش‌ها، فلزات سنگین و آلاینده‌های فعالیت‌های صنعتی هستند. این آلاینده‌ها می‌توانند از طریق شستشو یا رواناب وارد آب‌های زیرزمینی یا آب‌های سطحی شوند که منجر به آلودگی آب و خطرات بالقوه برای سلامت انسان و اکوسیستم‌ها می‌شود.

پرداختن به تخریب خاک نیاز به اجرای شیوه‌های مدیریت پایدار زمین مانند حفاظت از کشاورزی (استفاده بهینه از زمین و منابع طبیعی در جهت حفظ بهره‌وری کشاورزی)، جنگلداری کشاورزی (حفظ و احیای جنگل‌ها و بیوم‌های طبیعی از طریق کاشت درختان بومی، بازسازی جنگل‌ها، مدیریت بهره‌برداری پایدار و جلوگیری از قطع و از بین رفتن جنگل‌ها) و اقدامات کنترل فرسایش خاک (استفاده از روش‌های فیزیکی و بیولوژیکی برای جلوگیری از از بین رفتن لایه‌های بالایی خاک و حفظ ساختار خاک شامل استفاده از روش‌هایی مانند ترانس‌کانتورینگ، سیستم‌های تثبیت خاک، استفاده از گیاهان پوششی و ایجاد باران‌رسانی طبیعی) دارد. حفاظت و افزایش کیفیت خاک برای حفظ بهره‌وری کشاورزی، حفظ تنوع زیستی و اطمینان از پایداری طولانی مدت سیستم‌های تولید مواد غذایی حیاتی است.

علل و عوامل کاهش کیفیت آب

کاهش کیفیت منابع آب مسئله‌ای چندگانه است و به شدت بر روی کیفیت خاک تاثیر گذاشته و به شدت از آن اثر می‌پذیرد بنابراین توجه هم‌زمان به علل و عوامل کاهش‌دهنده کیفیت منابع آب و خاک به تحلیل این عوامل برای درک علل اصلی و توسعه راه‌حل‌های مؤثر بسیار مهم بوده و کمک می‌کند در زیر علل و عوامل کلیدی مؤثر در این مسئله آورده شده است.

فعالیت‌های صنعتی

صنعتی‌سازی سریع منجر به دفع آلاینده‌ها به منابع آبی و خاک می‌شود. مواد شیمیایی، فلزات سنگین و پسماندهای صنعتی که می‌توانند با نفوذ به منابع آب و خاک موجب آلودگی آنها شده و کیفیت آنها را تحت تاثیر قرار دهند.

شیوه‌های کشاورزی

شیوه‌های کشاورزی فشرده، از جمله استفاده بیش از حد از کودها و سموم شیمیایی، باعث نشت و رسوب آلاینده‌ها به منابع آب و خاک شده و موجب آلودگی آنها می‌شوند. تکنیک‌های نامناسب آبیاری مانند استفاده ناکارآمد از آب و زهکشی نامناسب، مشکل را تشدید می‌کنند. استفاده غیرمتعادل و بیش از حد از منابع آب زیرزمینی در برخی مناطق، منجر به کاهش سطح آب زیرزمینی و نفوذ آلاینده‌ها به آن می‌شود نیترات‌ها و پتاسیم در آب‌های سطحی و زیرزمینی معمولاً از عملیات زراعی ناشی می‌شوند.

شهرنشینی و توسعه زیرساخت و تخریب ساختار زمین‌های طبیعی

شهرنشینی و توسعه زیرساخت، ساخت و سازهای غیرمجاز، تغییر کاربری اراضی و تخریب جنگل‌ها و مناطق طبیعی باعث از بین رفتن خصوصیات حاصلخیزی و ساختار طبیعی خاک شده و به کاهش کیفیت خاک و کاهش توانایی آن در نگهداری آب و عناصر مغذی شده و همچنین منجر به افزایش سطوح نفوذناپذیر شده، که نفوذ آب طبیعی را مختل می‌کند و موجب جریان سریع آب و ورود رسوبات به آبهای سطحی شده و به آلودگی و فرسایش خاک کمک می‌کند. مدیریت نامناسب و عدم تصفیه صحیح فاضلاب شهری در بسیاری از مناطق شهری باعث ورود مواد آلی، املاح، باکتری‌ها و ویروس‌ها از طریق فاضلاب به منابع آب شده و کیفیت آن‌ها را تخریب می‌کنند

تغییرات آب و هوا

الگوهای آب و هوایی تغییر کرده، از جمله الگوهای بارشی تغییر یافته و افزایش فراوانی رویدادهای آب و هوایی شدید مانند افزایش بادهای و بارش‌های شدید، افزایش میزان دما و تبخیر منجر به فرسایش خاک و کاهش عمق و کیفیت آن و نهایتاً کاهش کیفیت منابع آبی می‌شوند. تغییرات آب و هوا چالش‌های موجود را تشدید می‌کند و تهدیدهای اضافی را برای منابع آبی و خاکی ایجاد می‌کند.

عدم مدیریت منابع آب

عدم مدیریت منابع آب می‌تواند به آلودگی آب، افزایش شوری، کاهش توان تامین آب، هدر رفتن خاک، طوفان‌های شن و ماسه، و گردوغبار وقوع خشکسالی و کاهش رطوبت خاک، و نشت مواد آلوده به آب‌های زیرزمینی منجر شود. این تأثیرات به‌طور مستقیم و غیرمستقیم می‌توانند باعث کاهش کیفیت آب و خاک شده و به بلندمدت منجر به مشکلات زیست‌محیطی و اقتصادی بیشتری شود. بنابراین، مدیریت منابع آب و خاک به‌منظور حفاظت از کیفیت آب و خاک، استفاده بهینه از آنها و اعمال روش‌های پایدار در کشاورزی و صنعت بسیار حائز اهمیت است. مطالعات نشان داده است که عوامل مذکور به‌طور ترکیبی و متقابل تأثیر می‌گذارند و باعث کاهش کیفیت آب‌های سطحی، آب‌های زیرزمینی و خاک در ایران می‌شوند.

راهکارها و اقدامات

برای حفظ کیفیت آب و خاک، لازم است تلاش‌های فراگیری در جهت کنترل و کاهش عوامل مذکور انجام شود. این تلاش‌ها می‌تواند شامل اقدامات زیر باشد:

توسعه کشاورزی پایدار

اجرای سیستم‌های کشاورزی پایدار که شامل استفاده بهینه از کودهای طبیعی و آلی، مدیریت منابع آب، کنترل آفات و بیماری‌ها و استفاده از روش‌های کشت مداوم و تناوب محصولات است، می‌تواند به حفظ کیفیت خاک و کاهش آلودگی آب منجر شود.

استفاده از فناوری‌های پاک‌تر

صنایع و واحدهای تولیدی باید از فناوری‌های پاک‌ترین استفاده کنند تا آلاینده‌های صنعتی را به حداقل برسانند و از وارد شدن آنها به خاک و آب جلوگیری کنند.

مدیریت صحیح منابع آب

برنامه‌ریزی مناسب برای استفاده بهینه از منابع آب و تنظیم الگوی آبیاری، اجرای سیستم‌های جمع‌آوری و استفاده مؤثر از آب باران، و اصلاح روش‌های مدیریت منابع آب زیرزمینی می‌تواند به کاهش کمبود آب و کاهش شوری خاک کمک کند.

حفظ منابع طبیعی

حفظ و احیای منابع طبیعی مانند جنگل‌ها، مراتع و مناطق آبخیز باعث حفظ تنوع زیستی و جلوگیری از فرسایش خاک و کاهش کمیت و کیفیت آب می‌شود.

آموزش و آگاهی‌بخشی

برگزاری دوره‌های آموزشی و آگاهی‌بخشی به کشاورزان، صنعتگران و عموم جامعه درباره اهمیت حفظ کیفیت آب و خاک و اجرای صحیح شیوه‌های مدیریتی می‌تواند به بهبود و حفظ کیفیت آب و خاک کمک کند.

تنظیم قوانین و مقررات

تعیین و اجرای قوانین و مقررات مرتبط با محافظت از کیفیت آب و خاک، اعم از مقررات زیست‌محیطی، کنترل آلودگی و مدیریت منابع آب، می‌تواند در جهت حفظ کیفیت آب و خاک در ایران تأثیرگذار باشد. با اجرای این اقدامات و توجه به موارد فوق، می‌توان به بهبود و حفظ کیفیت آب‌های سطحی، آب‌های زیرزمینی و خاک در ایران دست یافت. این اقدامات نه تنها به حفظ محیط زیست کمک می‌کنند، بلکه منابع آبی و خاکی را برای نسل‌های آینده نیز حفظ می‌کنند و به توسعه پایدار کشور کمک می‌کنند.

نتیجه‌گیری

پژوهش انجام شده به‌روشنی نشان می‌دهد که کاهش کیفیت منابع آب در ایران به یک بحران جدی تبدیل شده است. عوامل متعدد از جمله فعالیت‌های انسانی، تغییرات اقلیمی و مدیریت ناپایدار منابع آب، در این معضل نقش کلیدی دارند. پیامدهای این بحران نیز فراتر از کمبود آب آشامیدنی بوده و بر اکوسیستم‌ها، کشاورزی، سلامت انسان و اقتصاد کشور تأثیرگذار است. برای مقابله با این بحران، نیاز به یک رویکرد جامع و چندجانبه است. تدوین و اجرای برنامه‌های مدیریت جامع منابع آب، کاهش آلودگی‌های صنعتی و کشاورزی، بهبود روش‌های آبیاری، حفاظت از منابع آب زیرزمینی، افزایش آگاهی عمومی و مشارکت جوامع محلی، همگی از جمله اقدامات ضروری هستند.

با توجه به اهمیت حیاتی آب برای زندگی و توسعه پایدار، حفظ و بهبود کیفیت منابع آبی باید در اولویت برنامه‌ریزی‌های ملی و منطقه‌ای قرار گیرد.

همکاری بین بخش‌های مختلف دولت، سازمان‌های غیردولتی، بخش خصوصی و جوامع محلی برای دستیابی به این هدف ضروری است.

در نهایت، می‌توان گفت که آینده منابع آبی ایران به شدت به تصمیمات و اقدامات امروز ما بستگی دارد. با اتخاذ تدابیر مناسب و همکاری همه‌جانبه می‌توانیم از این بحران عبور کرده و آینده‌ای پایدار برای نسل‌های آینده تضمین کنیم.

منابع

لطفی نسب اصل س و همکاران، ۱۴۰۲، «مطالعه جامع کیفیت منابع آب زیرزمینی با تاکید بر مصارف شرب، آبیاری و صنعت»، موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، ۵۰۰ صفحه

لطفی نسب اصل س و همکاران، ۱۳۹۹(a)، «مطالعه جامع کیفیت منابع آب سطحی و زیرزمینی در سه حوضه آبخیز کرخه، کارون و جراحی- هندیجان»، موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، جلد اول (منابع آب سطحی)، ۴۵۰ صفحه

لطفی نسب اصل س و همکاران، ۱۳۹۹(b)، «مطالعه جامع کیفیت منابع آب سطحی و زیرزمینی در سه حوضه آبخیز کرخه، کارون و جراحی- هندیجان»، موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، جلد دوم (منابع آب زیرزمینی)، ۵۵۰ صفحه

لطفی نسب اصل س و همکاران، ۱۳۹۹(c)، «م بررسی کیفیت آب های نامتعارف و پساب کشاورزی در استان خوزستان»، موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، ۳۰۰ صفحه

طرح جامع آب کشور حوضه آبریز زهره-جراحی، سال ۱۳۶۵

طرح جامع آب کشور منابع آب سطحی حوضه های آبریز مرزی، مارون و زهره- جراحی، سال ۱۳۷۰

طرح جامع آب کشور، بیلان آب زیرزمینی، ۱۳۷۰

طرح جامع برقایی کشور جلد سوم بررسی منابع آب سطحی قسمت سوم حوضه های آبریز زهره- جراحی، شاپور دالکی، مند، کر و زاینده رود، سال ۱۳۷۵

طرح جامع آب کشور مرحله دوم حوضه آبریز زهره-جراحی، سال ۱۳۷۸

طرح جامع آب کشور مرحله دوم محدوده مطالعاتی سازمان آب و برق خوزستان، ۱۳۷۹.

کاهش کیفیت منابع آب در ایران از علل تا راهکارهای پایدار / ۳۱

مطالعات برنامه‌ریزی جامع سازگاری با اقلیم، تعادل بخشی بین منابع و مصارف آب در حوضه‌های آبریز، وضعیت موجود و آینده منابع آب حوضه آبریز زهره-جراحی، جلد اول، سال ۱۳۸۴

مطالعات برنامه‌ریزی جامع سازگاری با اقلیم، تعادل بخشی بین منابع و مصارف آب در حوضه‌های آبریز، وضعیت موجود و آینده منابع آب حوضه آبریز زهره-جراحی، جلد دوم، سال ۱۳۸۴

مطالعات بهنگام‌سازی طرح جامع آب کشور در حوضه زهره-جراحی، دی ماه ۱۳۹۱، دفتر برنامه‌ریزی کلان آب و آبفا، مشاور طرح: شرکت بهان سد.

مطالعات بهنگام‌سازی طرح جامع آب کشور در حوضه زهره-جراحی، مصارف و تقاضای آب صنعت و معدن و فاضلاب تولیدی تا سال ۱۴۲۰، سال ۱۳۹۱، دفتر برنامه‌ریزی کلان آب و آبفا، مشاور طرح: شرکت بهان سد.

مطالعات بهنگام‌سازی طرح جامع آب کشور در حوضه زهره-جراحی، جلد چهارم منابع آب سطحی (کمی و کیفی) تا سال ۱۳۸۵، آبان ماه ۱۳۹۱، دفتر برنامه‌ریزی کلان آب و آبفا، مشاور طرح: شرکت بهان سد.

مطالعات بهنگام‌سازی طرح جامع آب کشور در حوضه زهره-جراحی، جلد پنجم منابع آب زیرزمینی (کمی و کیفی) تا سال ۱۳۸۵، آبان ماه ۱۳۹۱، دفتر برنامه‌ریزی کلان آب و آبفا، مشاور طرح: شرکت بهان سد.

مطالعات بهنگام‌سازی طرح جامع آب کشور در حوضه زهره-جراحی، جلد بیستم مصارف و تقاضای آب صنعت و معدن و فاضلاب تولیدی تا سال ۱۴۲۰، سال ۱۳۹۱، دفتر برنامه‌ریزی کلان آب و آبفا، مشاور طرح: شرکت بهان سد.

مطالعات بهنگام‌سازی طرح جامع آب کشور در حوضه زهره-جراحی، جلد یازدهم بیلان منابع و مصارف آب تا سال ۱۳۸۵، سال ۱۳۹۲ طرح جامع آب کشور حوضه آبریز کرخه، سال ۱۳۶۵