سند جامع مدیریت منابع آب استان کردستان

جلد اول

آسیب‌شناسی مدیریت آب در کشور و استان کردستان

تهیه و تنظیم:

کمیته‌ی آب، شبکه‌ی ملی جامعه و دانشگاه، دانشگاه کردستان

زمستان

۱۳۹۹

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

پیشگفتار ۸

مقدمه ۱۰

۱- فصل اول: بازنگری درمدیریت و برنامه‌ریزی آب در کشور و حوضه‌های آبریز استان کردستان. ۱۳

۱-۱- مقدمه ۱۴

۱-۲- بخش اول: بازنگری و اصلاح ساختار مدیریتی آب کشور ۱۶

۱-۲-۱-پیشینه موضوع و دیرینه شناسی و تبارشناسی مدیریت آب در ایران ۱۶

۱-۲-۲- شرایط اقلیمی ایران. ۱۷

۱-۲-۳- محیط عمومی(مدل مفهومی). ۲۳

۱-۲-۴- محیط تخصصی(خرد) (۵ نیروی رقابتی پورتر مدل مفهومی۲). ۲۵

۱-۲-۴-۱- ساختار سازمانی مدیریت منابع آب در ایران ۲۵

۱-۲-۴-۲- حوزه های وزارت نیرو. ۲۵

۱-۲-۴-۳- سطح دو(سطح میانی تخصصی). ۲۶

۱-۲-۴-۴- سطح سه (سطح عملیاتی). ۲۸

۱-۲-۴-۵- جمع بندی محیط خرد (تخصصی صنعت آب). ۲۹

۱-۲-۵- پیچیدگی در ساختار مدیریت بخش آب ایران ۳۰

۱-۲-۶- بررسی میزان تمرکز در ساختار مدیریتی آب در ایران ۳۱

۱-۲-۷- نتایج و پیشنهادها ۳۶

۱-۳- بخش دوم: بازنگری و اصلاح قوانین مربوط به آب ۳۸

۱-٤- بخش سوم: توجه به رهیافت مدیریت مشارکت مدار برای مدیریت منابع آب. ۴۲

۱-٥- بخش چهارم: فراهم کردن سازوکار مبادله اقتصادی آب همچون استقرار بازار آب ۴۴

۱-۵-۱- الزامات استقرار بازار آب..... ۴۶

۱-۵-۲- جمع‌بندی بخش چهارم..... ۴۸

۱-٦- بخش پنجم: اصلاح نظام تخصیص آب و بازنگری در تخصیص های صادر شده..... ۴۹

۱-۶-۱- اصلاح نظام تخصیص آب..... ۴۹

۱-۶-۲- بازنگری در تخصیص‌های صادر شده استان کردستان..... ۵۰

۱-۶-۳- حوضه سفیدرود..... ۵۴

۱-۶-۴- حوضه‌ی دریاچه ارومیه..... ۵۶

۱-۶-۵- حوضه‌ی خلیج فارس و مرزی غرب..... ۵۷

۱-۶-۶- جمع بندی بخش پنجم..... ۶۴

۱-۷- نتیجه گیری نهایی..... ۶۴

۱-۸- منابع و مآخذ..... ۶۵

الف)کتاب‌ها و مقالات..... ۶۵

ب) مراجع انگلیسی..... ۶۷

ج) سایت های اینترنتی..... ۶۷

د) پایان نامه..... ۶۸

۲- فصل دوم: مدیریت اکولوژیک و کیفی منابع آب. ۶۹

چکیده..... ۷۰

۲- ۱- مقدمه. ۷۱

۲- ۲- وضعیت کلی منابع آبی ساکن (دریاچه‌ها و تالاب‌ها) در استان کردستان..... ۷۱

۲- ۲- ۱ - دریاچه زریبار مریوان..... ۷۱

۲-۲- ۱- ۱- راهکارها و پیشنهادات احیای دریاچه زریبار..... ۷۵

۲-۲- ۱-۲- پیشنهادات اجرایی..... ۷۵

۲-۲-۱-۳ - پیشنهادات پژوهشی..... ۷۵

۲- ۲-۲- دریاچه سد قشلاق (وحدت) سنندج.....۷۶

۲- ۲-۲- ۱ – معرفی دریاچه قشلاق.....۷۶

۲- ۲-۲- ۲- وضعیت کیفی دریاچه قشلاق و تاثیر آن بر آب شرب سنندج.....۷۷

۲-۲-۲-۳- وجود شرایط بیهوازی و نامطلوب در بستر دریاچه.....۷۸

۲-۲-۲-۴- نتیجه‌گیری و راهکارهای مدیریتی دریاچه قشلاق و تصفیه‌خانه آب شرب.....۸۳

۲-۲- ۳ - دریاچه سد سقز (شهیدکاظمی). ۸۴

۲-۲- ۴- دریاچه سد گاران مریوان.....۸۶

۲-۲- ۵- دریاچه سد گاوشان کامیاران.....۸۹

۲-۲- ۶- دریاچه سد زیویه کامیاران.....۹۱

۲-۲- ۷ - دریاچه سد آزاد سنندج.....۹۳

۲-۲- ۸- دریاچه سد داریان کردستان.....۹۵

۲-۲- ۹- دریاچه سد سنگ سیاه دهگلان.....۹۷

۲-۲- ۱۰- دریاچه سد گلبلاغ بیجار.....۹۸

۲-۳- مدیریت توان تولید طبیعی دریاچه‌های استان مبتنی بر اصول زیست محیطی.....۱۰۰

۲-۴- خلاصه راهکارهای مدیریتی منابع آبی استان.....۱۰۲

۲-۵- منابع.....۱۰۲

۲- فصل سوم: ارزیابی وضعیت آبهای زیرزمینی در استان کردستان(مطالعه موردی: دشت قروه – دهگلان). ۱۰۴

چکیده. ۱۰۵

۳-۱- مقدمه.....۱۰۶

۳-۲- وضعیت منابع آب سطحی دشت قروه – دهگلان.....۱۰۸

۳-۳- وضعیت منابع آب زیرزمینی دشت قروه - دهگلان.....۱۱۱

۳-۴- منطقه مورد مطالعه..... ۱۱۳
۳-۵- داده های مورد استفاده..... ۱۱۴
۳-۶- روش تحقیق..... ۱۱۴
۳-۶- ۱- بررسی روند تغییرات زمانی سطح آب زیرزمینی و آزمون‌های ناپارامتری..... ۱۱۶
۳-۶- ۲- بررسی تغییرات مکانی نوسانات سطح آب زیرزمینی..... ۱۱۸
۳-۷- نتایج..... ۱۱۹
۳-۷-۱- بررسی دلایل اصلی افت آب زیرزمینی در آبخوان‌های دشت قروه – دهگلان..... ۱۲۳
۳-۷-۲- به روزرسانی داده‌های وضعیت ذخیره آب زیرزمینی در آبخوان دهگلان. ۱۲۶
۳-۷-۳- تغییرات تعداد و تخلیه از منابع آب زیرزمینی در آبخوان دهگلان..... ۱۳۰
۳-۸- بحث و نتیجه‌گیری..... ۱۳۲
۳-۹- پیشنهادات..... ۱۳۴
۳-۱۰- منابع و مآخذ..... ۱۳۵
۴- فصل چهارم: مدیریت آبهای سطحی در غرب ایران با تأکید بر انتقال آب بین حوضه‌ای..۱۳۷
چکیده..... ۱۳۸
۴-۱- مقدمه..... ۱۳۹
۴-۲- تعریف انتقال آب بین حوضه‌ای..... ۱۴۱
۴-۳- تاریخچه انتقال آب بین حوضه‌ای. ۱۴۲
۴-۴- جایگاه قانونی انتقال آب بین حوضه‌ای. ۱۴۸
۴-۴-۱- معیارهای بین المللی انتقال آب بین حوضه‌ای..... ۱۴۹
۴-۴-۲- انتقال آب بین حوضه‌ای از دیدگاه توسعه پایدار..... ۱۵۰
۴-۴-۳- جایگاه قانونی انتقال آب بین حوضه‌ای در ایران. ۱۵۱
۴-۴-۳-۱- حقوق آب‌های مرزی و مشترک..... ۱۵۵

۴-۴-۳-۲- انتقال آب بین حوضه‌ای از دیدگاه زیست محیطی در ایران ۱۵۶

۴-۵- مشخصات سدهای مخزنی در محدوده مورد مطالعه. ۱۶۰

۴-۶- معرفی پروژه های انتقال آب در غرب کشور ۱۷۰

۴-۶-۱- حوضه‌ی آبریز رودخانه سیروان. ۱۷۱

۴-۶-۱-۱- پروژه سد داریان ۱۷۶

۴-۶-۱-۲- پروژه سد آزاد ۱۸۱

۴-۶-۱-۳- پروژه سد گاوشان ۱۸۶

۴-۶-۱-۴- پروژه سد پالنگان ۱۸۸

۴-۶-۱-۵- پروژه سد ژاوه. ۱۹۱

۴-۶-۲- حوضه‌ی آبریز رودخانه زاب ۱۹۳

۴-۶-۲-۱- پروژه سد کانی سیو ۲۰۳

۴-۶-۲-۲- پروژه سد سیلوه ۲۰۶

۴-۶-۲-۳- پروژه سد چومان و کانی گویزان ۲۰۷

۴-۷- ارزیابی اثرات پروژه های انتقال آب بین حوضه‌ای در حوضه‌ی مبدأ ۲۱۱

۴-۷-۱- دیدگاه سیستمی ۲۱۱

۴-۷-۱-۱- بازخورد (Feedback). ۲۱۳

۴-۷-۲- انتقال آب بین حوضه‌ای از دیدگاه سیستمی . ۲۱۶

۴-۸- نتیجه گیری ۲۲۵

۴-۹- پیشنهادات ۲۲۶

۴-۱۰- منابع و مآخذ. ۲۲۹

جمع‌بندی و نتیجه گیری. ۲۳۳

پیشگفتار

در سال‌های اخیر ناکارآمدی شیوه‌های رایج سیاست‌گذاری در مورد مسائل آب باعث شده است تا کشور با معضلات جدی در این حوزه روبرو شود. از جمله مهمترین این چالش‌ها سوء مصرف ذخایر آبی کشور، فرونشست زمین در اکثر استان‌های در حال برداشت از آب‌های زیرزمینی و بحران‌های محیط زیست می‌باشد. این خلاء مدیریت تخصصی، علمی و آگاهانه با مشارکت بخش های دانشگاهی، اجرایی و خصوصی در این سال‌ها بیش از پیش احساس می‌شود و در این شرایط ایفای نقش مسئولیت علمی و اجتماعی دانشگاه بیش از هر زمانی احساس می شود. در این راستا با هدف جلب مشارکت نخبگان در فرآیند سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی در سطوح استانی، منطقه‌ای و ملی، ارتقاء توان علمی دانشگاه به منظور سوق دادن فعالیت‌های علمی به سمت رفع نیازها و حل مسائل استانی و ملی و همچنین ایفای مسئولیت اجتماعی دانشگاه در تعامل با جامعه و دولت، شبکه‌ی ملی جامعه و دانشگاه پایه‌ریزی شده است.

یکی از کمیته‌های فعال در زیرمجموعه‌ی شبکه ملی جامعه و دانشگاه، کمیته‌ی آب است. این کمیته متشکل از متخصصان و کارشناسان آب از بخش‌های مختلف اعضای هیأت علمی دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقات علمی، دستگاه‌های اجرایی و سازمان‌های مردم نهاد است. یکی از مهمترین وظایف این کمیته تهیه‌ی گزارش‌های علمی در راستای نیل به توسعه‌ی پایدار حول محور موضوع آب در استان کردستان است.

گزارش حاضر حاصل تلاش اعضای محترم کمیته آب شبکه‌ی ملی جامعه و دانشگاه در استان کردستان است که در چهار فصل ارائه شده است:

فصل اول: مدیریت و برنامه ریزی آب در کشور و حوضه های آبریز استان کردستان.

فصل دوم: مدیریت اکولوژیک و کیفی منابع آب.

فصل سوم: ارزیابی وضعیت آبهای زیرزمینی در استان کردستان(مطالعه موردی: دشت قروه – دهگلان)

فصل چهارم: مدیریت آبهای سطحی در غرب ایران با تأکید بر انتقال آب بین حوضه‌ای.

یادآوری می‌گردد این گزارش حاصل کار اعضای محترم کمیته‌ی آب تا اسفندماه ۱۳۹۹ بر اساس داده های موجود است. لذا در گزارش‌های آتی با کامل شده پایگاه داده‌های علمی، تحقیقات تداوم پیدا نموده و نتایج حاصله در اختیار شورای سیاست‌گذاری و هماهنگی و مقامات ارشد مسئول در سطح ملی و استانی و همچنین علاقمندان قرار خواهد گرفت.

با سپاس فراوان

کمیته‌ی آب، شبکه‌ی ملی جامعه و دانشگاه

۱۳۹۹/۱۲/۲۰

تهیه کنندگان:

مهندس زانیار ضمیران

کارشناس ارشد منابع آب

دکتر حبیب الله محمدی

استادیار گروه علوم و مهندسی شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه کردستان

دکتر خالد اوسطی

استادیارگروه مهندسی مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه کردستان

دکتر داود طالبپور اصل

کارشناس گروه ژئومورفولوژی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه کردستان

مقدمه

در جهان امروز بررسی تک ساحتی پدیده‌ها و موضوعات، از منظر هستی شناسانه و معرفت‌شناسانه مردود است. شناخت کامل از مدیریت آب و آسیب شناسی آن نیز مستلزم ارزیابی حوزه‌های متنوعی از موضوعات مرتبط با شاخه‌های مختلف علوم است. تنها در سایه‌ی چنین شناختی است که امکان اتخاذ استراتژی‌های مناسب جهت رفع نقاط ضعف و بهره‌گیری از نقاط قوت داخلی در مواجهه با فرصت‌ها و تهدیدهای بیرونی امکان‌پذیر خواهد شد و می‌توان به مدیریت و برنامه‌ریزی منابع آب پرداخت. برای شناخت، مدیریت، آسیب‌شناسی در حوزه‌ی آب و ارائه‌ی راهکارهای علاج بخشی در این حوزه مطالعات بین رشته‌ای و کوشش علمی چندساحتی ضروری بوده و بررسی حوزه‌های مختلف مفهومی و موضوعی و تخصصی اجتناب ناپذیر است.

از جمله مهمترین مفاهیم مرتبط با حوزه‌ی آب مسأله‌ی امنیت است. مهمترین و اولین کوشش غریزی هر موجود زنده‌ای از جمله بشر تلاش برای حفظ بقاست و آب مهمترین عامل طبیعی بقای موجودات زنده و بشر است. از اینرو آب بیش از هر موضوع دیگری یک موضوع امنیتی است. بنابراین توجه صرف به بررسی آن از زاویه‌ی مباحث تخصصی آب نگاهی تقلیل‌گرایانه است. از سوی دیگر حتی رویکردهای فلسفی در تحلیل مسائل آب بیش از هر زمان دیگری ضرورت دارد. مفهوم نزاع و جنگ آب که چند سالی است در ادبیات مدیریت آب برجسته شده است برمبنای پذیرش رویکرد فلسفی هابزی است که در آن اندیشه ((انسان گرگ انسان دیگر است)) و با چنین رویکردی هرکسی به دنبال بیشینه کردن منافع و قدرت خود است و این منطق زور و قدرت است. اما رویکرد دیگر اندیشه‌ی کانتی است که براین اساس((سرشت انسان‌ها نیکوست و پایبندی به اخلاق امکان‌پذیر است)) لذا در این رویکرد همکاری براساس منافع مشترک امکان‌پذیر است. از این‌رو دیدگاه‌های معرفت شناسانه‌ی گروه‌های ذینفع در موضوع آب می‌تواند مبین رویکرد همکاری عدالت‌محور یا نزاع خصمانه و ناعادلانه باشد.

هدف از بیان این مطالب تأکید بر ضرورت توجه به رویکردهای متنوعی است که برای شناخت در حوزه‌ی مدیریت آب ضروری است. براین اساس در این گزارش سعی شده است علاوه بر مباحث تخصصی حوزه‌ی آب، حوزه‌های متنوعی از تاریخ تحلیلی و مدیریت گرفته تا مباحث تخصصی کیفیت آب و هیدروژئولوژی و مباحث انتقال بین حوضه‌ای آب مورد ارزیابی قرار گیرد. در این گزارش هم با نگاهی کلان مطالب مرتبط با حوزه‌ی آب در کشور مورد توجه قرار گرفته است و موارد مرتبط با استان کردستان بصورت ویژه در آن برجسته شده است.

در فصل اول ابتدا موضوع ساختار مدیریتی آب در کشور مورد ارزیابی قرار می‌گیرد که ابتدا با دیرینه‌شناسی و تبارشناسی موضوع چیستی مدیریت آب و چرائی ویژگی‌های آن در پیوند با نظام سیاسی و قدرت مورد توجه قرار می گیرد. سپس با

استفاده از رویکردهای مدیریتی ساختار سازمانی مدیریت آب در ایران ارزیابی می‌گردد و در نهایت پیوند این موضوع با ساختار استانی مدیریت آب مورد واکاوی قرار می‌گیرد و پیشنهادهای مورد نظر برای بهبود ساختار مدیریت آب مورد توجه قرار می‌گیرد. در بخش سرفصل‌ها چالش‌های حقوقی ارائه می شود. رهیافت مدیریت مشارکت مدار موضوع دیگری است که در بخش دیگری از این فصل بررسی می شود که مبین توجه به وجه اجتماعی آب است. بخش بعدی این فصل مبحث ارزش اقتصادی آب و مکانیزم بازار آب را مورد بحث قرار می‌دهد که هر دو رویکرد اخیر به عنوان گزینه‌هایی برا ی اصلاح ساختار وزارت نیرو و نظام تخصیص آب در این گزارش بررسی می شود. چرا که علاوه بر ضرورت اصلاح ساختار وزارت نیرو، اصلاح ساختار نظام تخصیص فعلی هم ضرورت خواهد داشت و صرفاً توجه به نتایج حاصل تخصیص‌های صادر شده از سوی وزارت نیرو مشکل را حل نخواهد کرد زیرا در رویکرد فعلی به جای کار علمی و فنی، قدرت چانه‌زنی استان‌ها در اخذ تخصیص‌ها بسیار تعیین کننده است و این آسیبی بسیار جدی است که زمینه تعارض و نزاع بر سر آب را بوجود خواهد آورد.

درفصل دوم با تشریح سیمای کلی منابع آب استان، شاخص‌های کیفی سدهای استان ارائه می‌گردد. در این فصل ضمن ارائه‌ی اعداد اندازه‌گیری شده‌ی پارامترهای کیفی، وضعیت کیفی مخازن بصورت مجزا مشخص شده است و شاخص‌های کیفی مربوط به هر یک تبیین می شود. نتایج بررسی‌ها در این فصل شرایط تغذیه‌گرائی در برخی از مخازن را نشان می‌دهد. توجه به کیفیت منابع آب بصورت ویژه در سال‌های اخیر مورد توجه وزارت نیرو قرار گرفته است، این در حالیست که توسعه‌ی کمی منابع آب بیش از الزامات کیفی مورد اهتمام بوده است و اجرای نامتوازن طرح‌های توسعه‌ای بدون رعایت الزامات کیفی مشکلات بسیاری را در کشور و استان موجب شده است. از این رو به منظور جبران روند پیشین در مدیریت منابع آب کشور و استان اهتمام جدی به مباحث کیفی اهمیتی حیاتی دارد.

در فصل سوم ابتدا داده‌های مربوط به آب سطحی دشت‌های قروه و دهگلان و قروه و چهاردولی بررسی می‌گردد و تغییرات آن در دوره‌های آماری بررسی می شود. متعاقباً پارامترهای کمی مربوط به آب زیرزمینی و محاسبات مربوط به آن، ارائه می شود و در نهایت با محاسبه و ارائه‌ی کسری آبخوان‌ها، وضعیت آن‌ها ارزیابی می شود و علل بروز این پدیده‌ها مورد توجه قرار می گیرد. افت تراز آبخوان و کسری مخازن دشت‌های شرقی در پیوند با وضعیت نامطلوب مدیریت آب زیرزمینی در کشور است که موجب شده است طرح‌های تعادل‌بخشی آب‌های زیرزمینی در دستور کار وزارت نیرو قرار گیرد. اگرچه اثربخشی و کارائی اجرای طرح‌های تعادل‌بخشی آب های زیرزمینی در کشور و استان نیازمند بررسی و ارزیابی است اما در دستور کار قرار گرفتن این طرح‌ها مبین اهمیت موضوع آب زیرزمینی است.

فصل چهارم به بررسی مدیریت آب سطحی و طرح‌های توسعه‌ای با تأکید بر انتقال آب بین حوضه‌ای می‌پردازد. در این فصل ابتدا معیارهای جهانی طرح‌های انتقال آب بین حوضه‌ای و سپس معیارهای مختلف فرهنگی، حقوقی و قانونی، اجتماعی و اقتصادی، فنی و... در این خصوص بررسی می‌شود. همچنین تجارب جهانی و کشوری این طرح‌ها و تبعات آن‌ها ارائه می‌گردد. در ادامه طرح‌های انتقال آب حوضه‌ای در غرب کشور و استان بررسی و از دیدگاه سیستمی آثار و تبعات هر

یک مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. در پایان با بیان تبعات اجرای هر یک از طرح‌های انتقال آب بین حوضه‌ای، پیشنهادهایی جهت کاهش تبعات منفی این طرح‌ها ارائه می‌گردد تا با لحاظ این موارد تبعات آن به حداقل برسد.

گزارش حاضر با هدف توجه به مهمترین حوزه‌های موضوعی مرتبط با مدیریت آب در کشور و استان، در جهت ایفای نقش کمیته‌ی آب، شبکه‌ی ملی جامعه و دانشگاه، به بهبود تصمیم‌سازی و تصمیم‌گیری در مدیریت آب کشور و استان تدوین شده است و این نسخه جلد نخست سلسله گزارش‌های این کمیته است تا بتوان در جهت ایجاد گفتمانی مشترک برای اصلاح مدیریت آب کشور و استان گام برداریم.

در پایان از ریاست محترم دانشگاه کردستان و رئیس شورای هماهنگی استانی شبکه ملی جامعه و دانشگاه، جناب آقای دکتر رحمت الله صادقی و همچنین از دبیر محترم شورای هماهنگی استانی، جناب آقای دکتر امیر رشیدی که در راستای تحقیق اهداف کمیته‌ی آب از هرگونه تلاشی دریغ نورزیدند و کمیته‌ی آب را در انجام این گزارش یاری نمودند، صمیمانه تشکر می‌شود. همچنین از دیگر سرورانی که در تهیه‌ی این گزارش همکاری کرده‌اند، قدردانی می‌گردد. از بزرگی و سترگی اندیشه و روان این بزرگواران آسوده خاطر هستیم و می‌دانیم عذر ما را در عدم ذکر نام یکایک این انسان‌های شریف پذیرا خواهند شد.

کمیته‌ی آب، شبکه‌ی ملی جامعه و دانشگاه، دانشگاه کردستان

فصل اول

بازنگری در مدیریت و برنامه ریزی آب در کشور و حوضه های آبریز استان کردستان

مهندس زانیار ضمیران

کارشناس ارشد منابع آب

۱-۱- مقدمه

این فصل بر اساس مفروضه های روش کیفی، در صدد تفسیر و توصیف جنبه‌های مختلف مدیریت آب کشور شامل ساختار مدیریتی، حوزه‌ی حقوقی، ارزش اجتماعی، ارزش اقتصادی و تخصیص است. گونهِی گزارش کاربردی و ایستاسنجی و راهبرد آن معناکاوی و تحلیل گفتمان است.

به منظور تفسیر و تبیین وضعیت جامع مدیریت آب کشور و استان، بررسی ساختار مدیریتی، حوزه‌ی حقوقی، ارزش اجتماعی آب، ارزش اقتصادی آب و تخصیص منابع آب ضروری است. پس از چنین اقدامی می‌توان با لحاظ همه‌ی ابعاد و وجوه مرتبط با مدیریت آب به ارائه‌ی راهکارهای اصلاحی مناسب و بازنگری در سیاستگذاری های فعلی پرداخت. موارد زیر به عنوان سرفصل های اصلی برای بازآفرینی در بخش آب مورد توجه قرار می‌گیرد.

علی رغم تلاش‌های بسیار در جهت مدیریت آب در کشور و استان کردستان، به دلیل نبود شرایط تحققی و پیش نیازهای زیر، اهداف برنامه‌ریزان و مدیران و دست‌اندرکاران مدیریت منابع آب در راستای مدیریت بهینه آب تاکنون تحقق نیافته است:

- عدم تحول ساختار مدیریتی آب منطبق با نیازهای فعلی کشور
- خلاء قوانین و چارچوب های حقوقی آب و ضعف ضمانت اجرای چارچوب های مصوب.
- عدم توجه به بعد اجتماعی آب بر اساس متدولوژی مشخص در رهیافت هایی همچون مدیریت مشارکت مدار
- عدم توجه به بعد اقتصادی آب بر اساس چارچوب هایی همچون بازار آب

عناوین اصلی بخش های این فصل که به منظور نیل به بهبود مدیریت منابع آب در کشور و استان کردستان بررسی شده است به شرح ذیل است :

بخش اول: بازنگری و اصلاح ساختار مدیریتی آب کشور

بخش دوم: بازنگری و اصلاح قوانین مربوط به آب

بخش سوم: توجه به رهیافت مدیریت مشارکت مدار برای مدیریت منابع آب با هدف تقویت بعد اجتماعی آب

بخش چهارم: فراهم کردن سازوکار مبادله اقتصادی آب همچون استقرار بازار آب به منظور توجه به بعد اقتصادی آب

بخش پنجم: اصلاح نظام تخصیص آب و بازنگری در تخصیص های صادر شده

بازنگری و اصلاح ساختار مدیریت منابع آب نیز به نحوی که تمرکز و پیچیدگی را کاهش دهد و امکان ظرفیت مدیریت مشارکت مدار و نقش آفرینی بشتر بازار را توأمان را فراهم سازد، از جمله ضروریات بهبود مدیریت منابع آب و اقتصاد آب خواهد بود. بدون تغییر در قوانین مربوط به آب و رفع مشکلات آن امکان استقرار نظام بهینه مدیریت آب وجود نخواهد داشت.

از سوی دیگر در نظر گرفتن رهیافت مدیریت مشارکت‌مدار نگرانی‌هایی که توجه صرف به بعد اقتصادی آب در الگوی بازار آب در پی دارد را مرتفع می کند و بروز مشکلات اجتماعی را فرو می‌کاهد. رویکرد مدیریت جامع و بهم پیوسته منابع آب(IWRM) و توجه به مدیریت حوضه‌ای منابع آب نیز به منظور توجه به نیاز همه ذینفعان حوضه ضروری خواهد بود.

وجود سازو کار بازار آب می تواند یکی از راهکارهای اصلاح نظام تخصیص بصورت ساختاری تلقی گردد و مدیریت بهینه عرضه و تقاضا را در پی خواهد داشت.

به منظور انسجام فکری و حرکت در چارچوبی منظم، گفتمانی نو در مدیریت آب کشور و استان تحت عنوان گفتمان بازآفرینی آب را در این گزارش مطرح می کنیم(شکل ۱-۱).

شکل (۱-۱) نمودار مفصل بندی گفتمان بازآفرینی جامع آب

از اینرو برای بازآفرینی در حوزه‌ی مدیریت آب کشور و استان توجه به بازآفرینی در ساختارهای مدیریتی، سامان دانایی و فرآیندهای مربوط به آب است که بازآفرینی اصلاحات حقوقی، توجه به بعد امنیتی و سیاسی و بعد زیست محیطی همچنین اصلاح تخصیص های صادرشده، توجه به ابعاد اجتماعی و اقتصادی آب، اصلاح نظام تخصیص، اصلاح ساختار مدیریت آب در کشور و استان با توجه به این موارد در این چارچوب نظری و گفتمانی مورد بررسی قرار می‌گیرد و در نهایت منجر به ارائه‌ی رویکردهای بدیل و ساختارها و فرآیندهای اصلاحی پیشنهادی می گردد.

۱-۲- بخش اول: بازنگری و اصلاح ساختار مدیریتی آب کشور

در بند(۱۰) از سند راهبردهای بلند مدت توسعه منابع آب (مصوب هیئت وزیران مورخ ۱۳۸۲/۷/۲۷) آمده است:

ساختار مدیریت آب کشور در جهت تمرکززدایی در اجرا و بهره‌برداری با افزایش نقش مشارکت مردم و سازمان‌های محلی و جامع‌نگری در چرخه آب و با ملحوظ نمودن حوضه‌های آبریز به عنوان واحدهای طبیعی مدیریت آب و واحدهای استانی برای عملیات اجرایی و مشارکت بهره‌برداران، با رعایت قوانین و مقررات بهبود یافته و اصلاح گردد.

در این بخش از گزارش، ابتدا اثرات طبیعی و تا حدودی جبری عوامل اقلیمی را در شکل‌دهی محیط کلان و خصوصی حوزه‌ی مدیریت آب مورد ارزیابی قرار داده‌ایم. در ادامه با ایجاد ارتباط میان مفاهیم مدیریتی همچون بررسی نیروهای دخیل در محیط کلان و نیز پنج نیروی رقابتی پورتر در بررسی محیط خصوصی با مؤلفه‌های جغرافیای سیاسی و نیز مفاهیم تاریخ تحلیلی و همچنین اقتصاد سیاسی سعی شده است تا برخی از ویژگی‌های عمومی ساختار اداری ایران و بخش آب مورد واکاوی قرار گیرد. به منظور مشخص کردن پارامترهای اقلیمی ایران به عنوان متغیر مستقل، به بررسی وضعیت جغرافیایی و آب و هوایی ایران پرداخته‌ایم و ضمن آن که در جستجوی ساختار مناسبی برای مدیریت منابع آب در کشور هستیم، متغیرهای اقلیمی کشورهائی که از این نظر دارای مشابهت با ایران هستند را تعریف نموده و مشخص کرده‌ایم.

در این بخش ضرورت بازنگری در ساختار سازمانی مدیریت بخش آب کشور خصوصاً در بعد کاهش تمرکز، پیچیدگی و رسمیت بررسی شده است.

۱-۲-۱- پیشینه موضوع و دیرینه شناسی و تبارشناسی مدیریت آب در ایران

هیچ پدیده‌ای در خلاء شکل نمی‌گیرد و برای شناخت آن ضروریست زمینه‌های تحقق آن بررسی شود از این رو برای دیرینه شناسی مدیریت آب کشور باید ویژگی‌های مدیریت آب در ایران از جمله ساختار آن در زمینه‌های تاریخی، اجتماعی،سیاسی، اجتماعی و بوم شناسی آن واکاوی شود و بررسی گردد مدیریت منابع آب کشور متعلق به چه دودمانی است و از چه دودمانی تأثیر گرفته است. ارزیابی تأثیرات متقابل کم آبی و اقلیم خشک و نیمه خشک و مدیریت منابع آب کشور ازیک سو و شکل گیری ساختاری خاص از جامعه در ایران توسط تنی چند ازاندیشمندان کشور مورد بررسی قرارگرفته است وبا نگاهی تحلیلی به تاریخ ایران نقش کم آبی را در ساختار سیاسی و اجتماعی ایران ارزیابی کرده‌اند. در این راستا پیشینه‌ی استبدادی حکومت‌ها در تاریخ قبل از انقلاب، به وجود آمدن نظام ایلی در ایران، پراکندگی جوامع، لزوم دخالت حکومت در امر تأمین و توزیع آب، میل به تمرکز در قدرت از جمله مباحثی است که دکتر صادق زیباکلام به همراه تاریخ تحلیلی ایران در کتاب (ما چگونه ما شدیم) مورد بررسی قرار می دهند.

دکتر محمد علی همایون کاتوزیان در کتاب (اقتصاد سیاسی ایران) نیز به تشریح تأثیرات کم آبی در شکل گیری ساختار اقتصادی و سیاسی ایران پرداخته‌اند و مباحثی از قبیل کم بودن مازاد تولید جوامع روستایی پراکنده، وجه تولید آسیایی، جامعه استبدادی در ایران پیش از انقلاب، فئودالیته در غرب و تفاوت آن با ساختار نظام سیاسی در ایران پرداخته‌اند.

آقای مراد کاویانی راد، در کتاب ناحیه گرایی در ایران از منظر جغرافیای سیاسی به طرح مباحثی در خصوص تأثیرات شرایط اقلیمی بر ساختار جامعه ایران پرداخته اند.

ضمن آن‌که از مطالب این اندیشمندان در این گزارش استفاده شده است، ولی تلفیق موضوعات مذکور با مفاهیم مدیریتی همچون ساختار سازمانی، مدیریت تحول، نقشه استراتژی خلق ارزش، کار بدیعی است که در این اثر قابل مشاهده است. ضمناً همان‌گونه که از معنای دیرینه شناسی و تبارشناسی بر می‌آید خواستگاه مدیریت منابع آب و دودمان و تبار آن و گسست های تاریخی در این زمینه مورد توجه قرار می‌گیرد. به عنوان نمونه تغییر مدیریت منابع آب از شیوه های سنتی به مدیریت با سازه های تأمین آب و تأسیسات آبی انتقال و توزیع از جمله این گسست ها به شمار می رود.

تفاوت‌های چشمگیر ما با کشورهای دیگر در زمینه‌های مختلف ذهن‌ها را به سمت عوامل این تفاوت‌ها جلب می‌کند. آیا به وجود آمدن شکل خاصی از جامعه در یک جغرافیای مشخص با ویژگی‌های متمایز از دیگر جوامعی که در جغرافیای دیگری هستند تصادفی است؟ به عبارت دیگر شرایط اقلیمی و جغرافیایی یک سرزمین تاچه حد بر نیروهای فرهنگی-اجتماعی و سیاسی به شکلی مؤثر است؟ به قول آقای دکتر صادق زیبا کلام " ماچگونه ما شده‌ایم؟" آیا شکل گیری مدیریت منابع آب در کشور کاملاً تحت تأثیر تصمیمات عقلایی مدیران بوده است ؟ و یا عوامل محیطی هم به شکل آشکار و هم به شکل پنهان در شکل‌گیری چنین مدیریتی نقش داشته‌اند؟ بر این اساس به بررسی شرایط اقلیمی ایران و نقش آن در پاسخ به سوالات فوق می پردازم.

۱-۲-۲- شرایط اقلیمی ایران

موقعیت جغرافیایی ایران در عرض میانه، دو پیامد مهم برای کشور ما به دنبال داشته است. نخست آنکه به سبب حاکمیت پرفشار جنب حاره بارش دریافتی ایران اندک است. دوم آنکه گسترش ایران بین مدار ۲۵ تا ۴۰ درجه شمالی اقلیم نسبتاً گرمی را بر ایران چیره ساخته است. از این گذشته نقش همزمان عرض جغرافیایی و ارتفاع بر روی دما و پیچیدگی ناهمواری ایران تباین دما بین بخشهای مختلف کشور را پدید آورده است. بویژه در فصل سرد اختلاف دمای میانگین سردترین و گرمترین نقاط کشور آن‌چنان زیاد است که عملاً بخشهای مختلف کشور همزمان فصول متفاوتی را تجربه می‌کنند. این تنوع و گونه گونی اقلیمی منشأ تفاوت جغرافیایی شگرفی در بسیاری از وجوه زندگی و فعالیت های انسانی در ایران است.

با این حال خشکی اقلیم ایران پژوهشگران را به حق بیشتر متوجه بارش ساخته است تا دما و به همین سبب ویژگیهای بارشی کشور بیشتر از ویژگیهای دما مورد توجه قرار گرفته است (مسعودیان، ۱۳۸۷: ۱۴).

ایران به علت موقعیت جغرافیایی‌اش بر روی کره زمین و به سبب وضع خاص پستی و بلندی هایش یکی از نواحی خشک و یا نیمه خشک عالم به شمار می رود... دشت ها و بیابان های وسیع و عریان از نباتات از مشخصات طبیعی ایران است(سعادت و امینی، ۱۳۵۰ :۱۵).

بسیاری از منابع متوسط بارندگی سالانه در ایران را رقمی در حدود کمتر از ۲۵۰ میلیمتر ذکر کرده‌اند این در حالی است که میانگین ریزش باران در جهان حدود ۹۰۰ میلیمتر در سال برآورد می شود. در حقیقت میزان بارندگی ایران حدود ۲۷/. متوسط بارندگی دنیاست.

از سوی دیگر توزیع مکانی بارندگی به گونه‌ایست که تنها در ۴ درصد از خاک ایران میزان بارندگی بیش از ۵۰۰ میلیمتر است و در ۹۶ درصد باقی مانده میزان بارندگی سالانه به ۲۰۰ میلی متر هم نمی رسد (جدول ۱-۱).

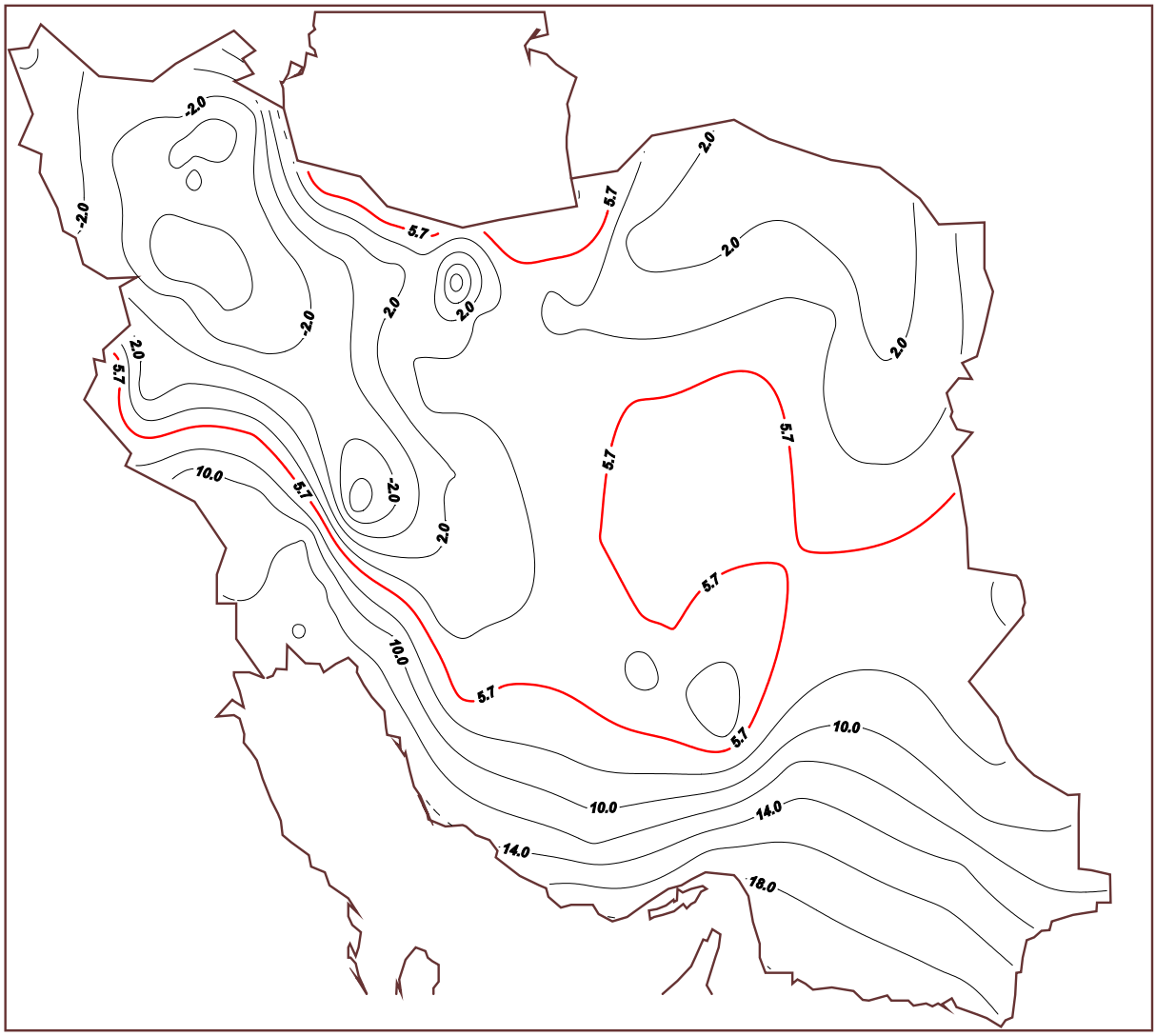
چنانچه انتظار می‌رود یک رژیم دمای قاره‌ای عرض میانه بر ایران حاکم است. ژانویه سردترین ماه ایران است (شکل ۱-۲) و میانگین دمای کشور در این ماه ۵/۷ درجه سلسیوس است. در ژوئیه (شکل ۱-۳) دمای کشور به اوج می‌رسد و به ۲۹/۶ درجه سلسیوس افزایش می‌یابد. استیلای اقلیم قاره‌ای بر رژیم دمای ایران سبب شده است تا نوسان دمای کشور در حدود ۲۴ درجه سلسیوس باشد. محاسبات نشان می‌دهد که میانگین دمای سالانهٔ ایران ۱۸ درجه سلسیوس است که نسبت به میانگین دمای زمین یعنی ۱۵ درجه سلسیوس ۳ درجه گرمتر است.گذشته از ارتفاع، طول و بویژه عرض جغرافیایی در شکل گیری الگوی مکانی دما نقش دارند. برازش یک مدل چند متغیره به دمای سالانه نشان می‌دهد که طول، عرض و ارتفاع نزدیک به ۹۳ درصد تغییرات مکانی دمای ایران را توضیح می‌دهند. این مدل در هر سطح اطمینان دلخواه معنادار است. رابطه (۱-۱) ارتباط طول و عرض جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا با دما را نشان می‌دهد:

$$T = 28.7 + 0.0062X - 0.0872Y - 0.048H$$ رابطه (۱-۱)

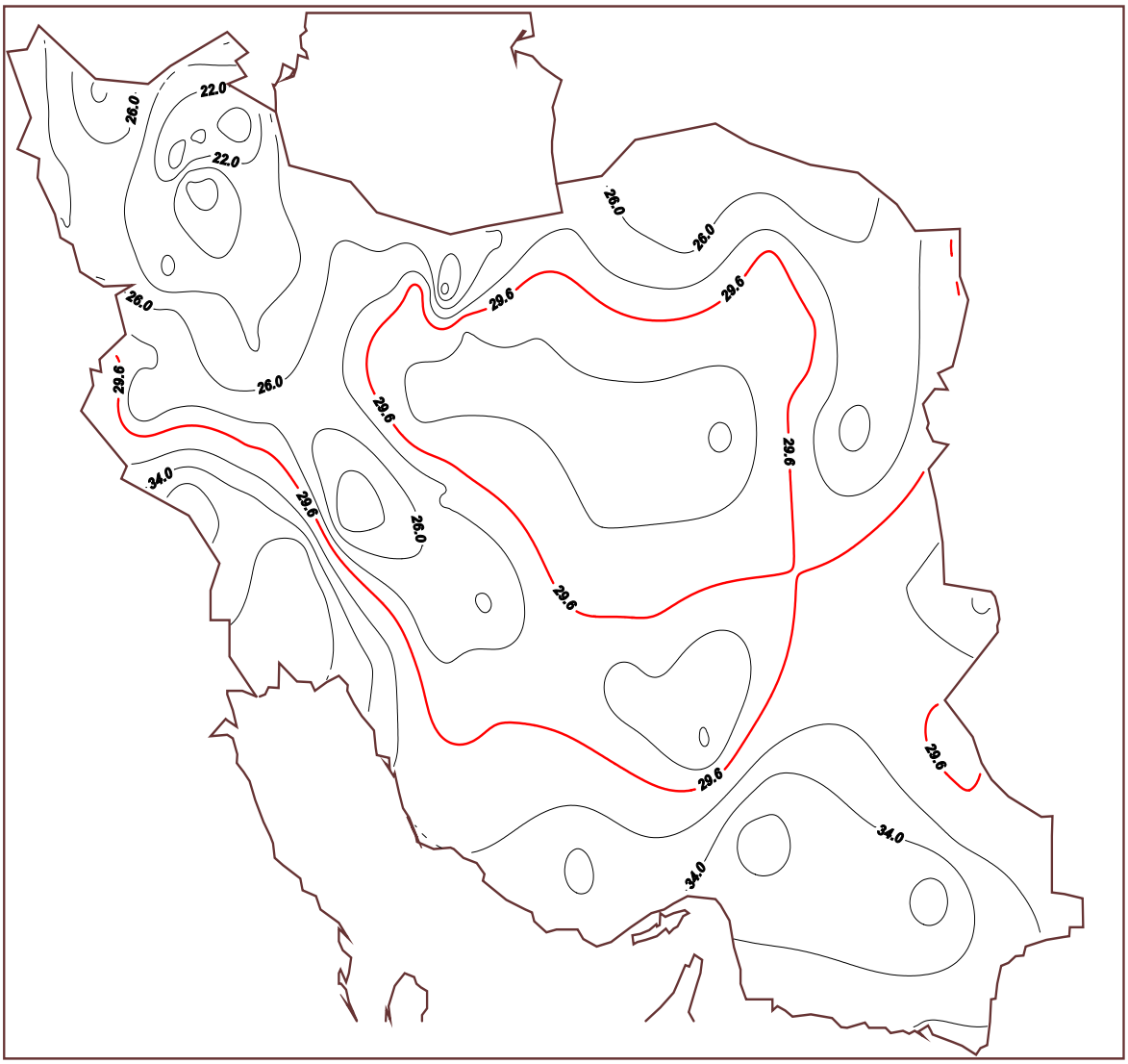
در اینجا T میانگین دمای سالانه، X و Y مختصات طولی و عرض در دستگاه مختصات مرکاتور اصلاح شده و H ارتفاع از سطح دریا به متر است (مسعودیان، ۱۳۸۷: ۱۸-۱۴). همچنانکه از این مدل بر می‌آید با حرکت از غرب به شرق دمای کشور با آهنگ ۶/۲ درجه سلسیوس به ازاء هر ۱۰ هزارکیلومتر افزایش می‌یابد. نقش عرض جغرافیایی در الگوی مکانی دما بارزتر است و از جنوب به شمال دمای سالانه با آهنگ ۸/۷ درجه به ازاء هر هزار کیلومتر کاهش می‌یابد. افت عمودی دما در این مدل ۴/۸ درجه به ازاء هر ۱۰۰۰ متر است. این بدان معناست که اثر تغییر ارتفاع بر مرزبندی‌های دمایی حدود ۵۰۰ بار بزرگتر از اثر عرض جغرافیایی است. بنابراین دمای سالانهٔ ایران عمدتاً از پیکربندی ناهمواری پیروی می‌کند شکل(۱-۴). هرچند این اصل در مورد دمای ماهانه هم درست است. معادلات گرادیان دمای ماهانه ایران که به همین طریق محاسبه شده‌اند. دمای ایران نخست تابع ارتفاع و در درجه بعد تابع عرض جغرافیایی است.

نوسان متوسط دمای کشور حدود ۲۴ درجه سلسیوس است که نشانگر چیرگی اقلیم قاره‌ای بر ایران است. ساختار مکانی دمای کشور نخست از اثر ارتفاع و سپس از عرض جغرافیایی پیروی می‌کند (مسعودیان، ۱۳۸۷: ۱۸-۱۴).

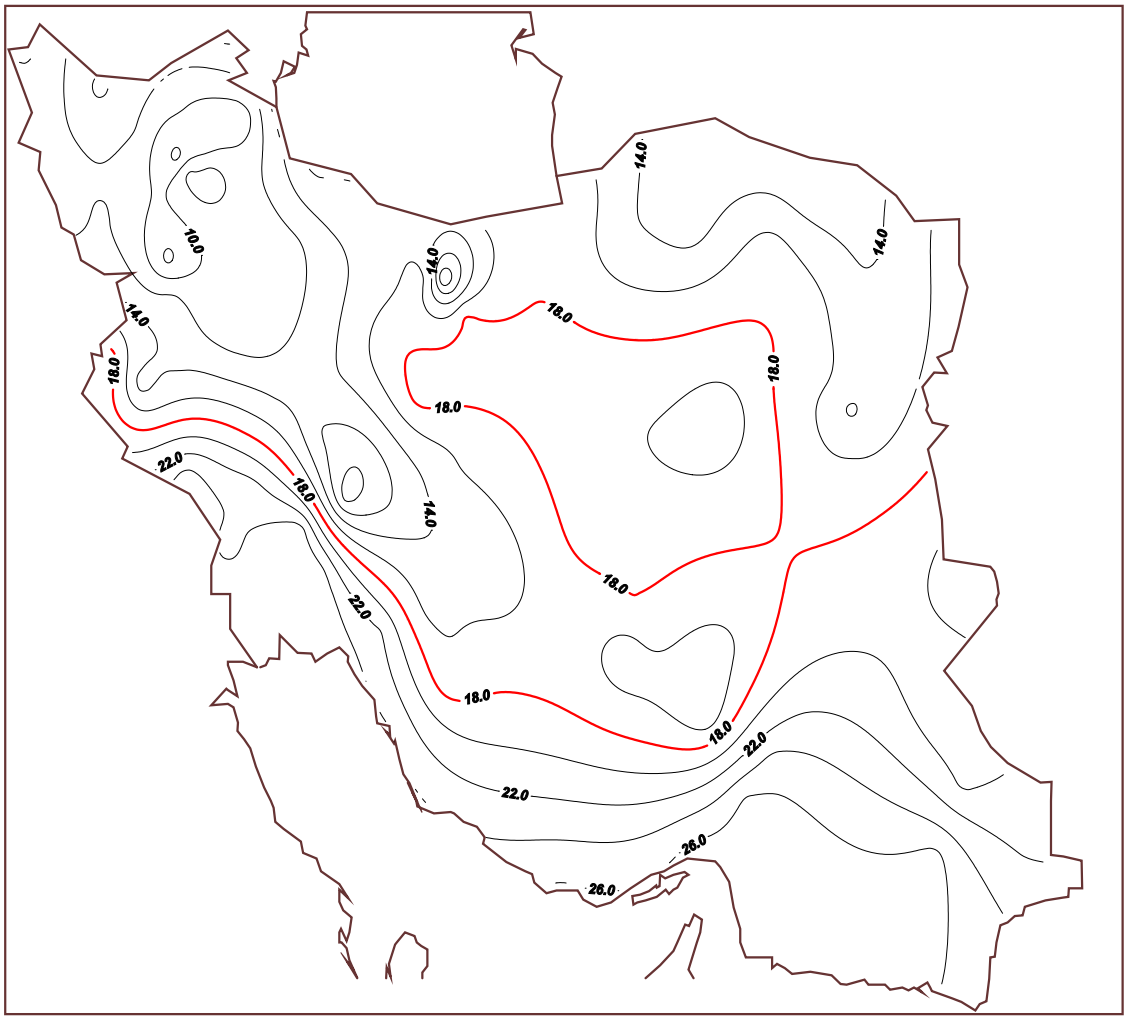
بررسی کیفیت تغییرات دما با توجه به شرایط سه گانه طول و عرض جغرافیایی و نیز ارتفاع موضوع اصلی این بحث نیست و صرفاً سعی شده است که نحوه تغییرات دما به منظور یافتن الگوی تعیین مناطقی با بیشترین شباهت های اقلیمی مد نظر قرار گیرد.



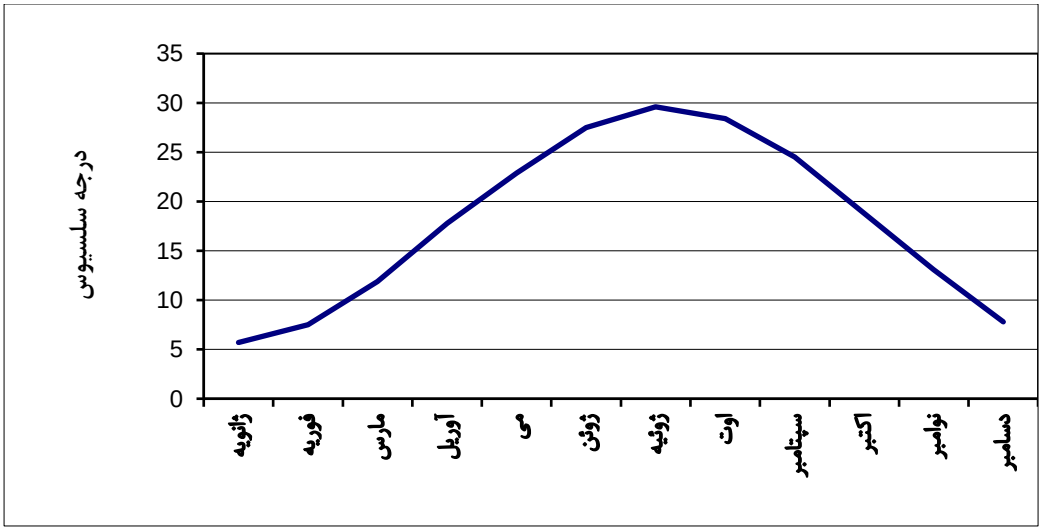
شکل (۱-۲) میانگین دمای ایران در ژانویه (مسعودیان، ۱۳۸۷)



شکل (۱-۳) میانگین دمای ایران در ژوییه (مسعودیان، ۱۳۸۷)



شکل(۱-۴) میانگین سالانه دمای ایرا ن(مسعودیان، ۱۳۸۷)



شکل(۱-۵) نمودار میانگین ماهانه دمای ایرا ن (مسعودیان، ۱۳۸۷)

ایران از شمال با جمهوری های ارمنستان، آذربایجان و ترکمنستان همسایه است. در شرق با افغانستان و پاکستان و از غرب با ترکیه و عراق و کویت و از جنوب محدود به دریای عمان و خلیج فارس می شود که از طریق مرز آبی با کشورهای حاشیه این آب ها همسایه است. کم‌آبی، وجود بیابان های خشک و چشم انداز کوهستانی از ویژگی های جغرافیایی کشور ایران است.

به طور کلی ایران به دلیل گستره پهناور کوهستانی، بیابانی، همسایگی با دو دریای بزرگ در شمال و جنوب،قرارداشتن در مجاورت بادهای باران آورغربی مدیترانه‌ای و سودانی، صحرای بزرگ افریقا، اقیانوس هند، و همچنین ارتفاعات سردسیر آسیا، دارای آن چنان تنوعی در اقلیم است که در کمتر کشوری نمونه آن دیده می شود و در این میان آب و هوای بیابانی و نیمه بیابانی زمینه ساز آفرینش مناطق بیابانی و صحرا در بخش گسترده‌ای از سرزمین های داخلی و کناره های جنوبی کشور شده به گونه‌ای که یک چهارم مساحت ایران را پوشش داده است. بر پایه برآوردی که معاونت آبخیزداری وزارت جهاد کشاورزی در باره پهنه بندی گونه های اقلیمی ایران به عمل آورده است بیشتر استان های کشور در اقلیم خشک قرار گرفته و در نتیجه دچار پدیده کم آبی هستند.

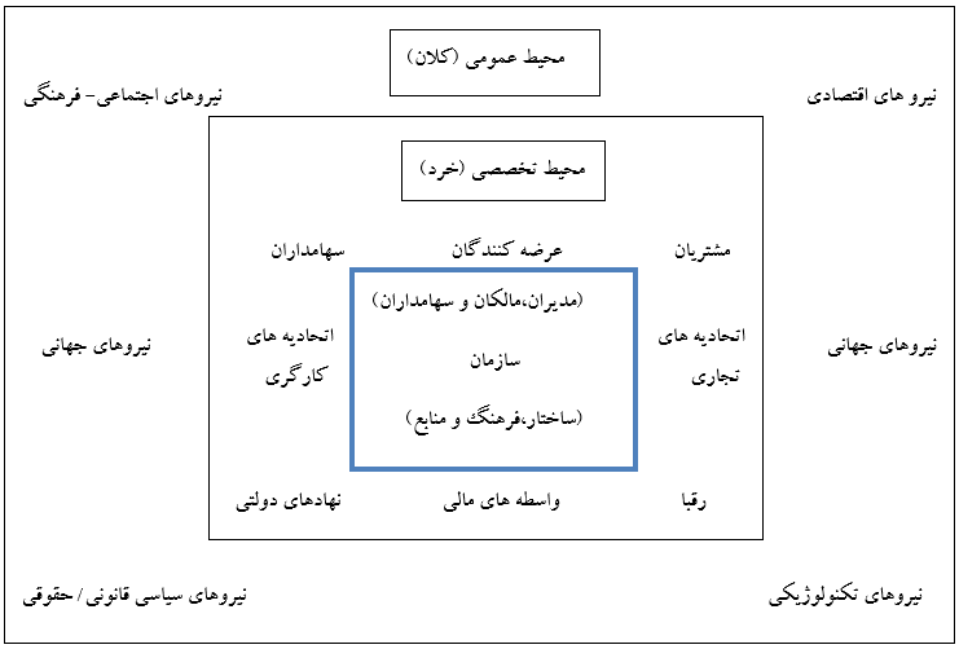
جدول (۱-۱) توزیع اقلیم های موجود در کشوربر گرفته شده از کتاب ناحیه گرایی جغرافیایی (کاویانی، ۱۳۹۸)

تنوع اقلیمی	درصد مساحت	ملاحظات
فرا خشک	۳۵	در ۱۵ استان اقلیم غالب است
خشک	۲۹	در ۷ استان اقلیم غالب است
نیمه خشک	۱۹	در ۱۰ استان اقلیم غالب است
مدیترانه‌ای	۵	در ۲ استان اقلیم غالب است
نیمه مرطوب	۳/۵	----------
مرطوب	۳/۶	----------
خیلی مرطوب۱	۳	در ۳ استان اقلیم غالب است
خیلی مرطوب ۲	۲	----------
سایر موارد	۱/۷	----------

اقلیم فراخشک در ۱۵ استان کشور، خشک در ۷ استان و نیمه خشک در ۱۰ استان اقلیم غالب است. با توجه به مطالب گفته شده درخصوص مهمترین پارامترهای اقلیمی یعنی بارندگی و دما می توان چنین نتیجه گرفت که دما تحت تأثیر متغیرهایی از قبیل ارتفاع، عرض و طول جغرافیایی تغییر می کند لذا این همسانی دمایی چه از نظر مقدار آن و چه از نظر همزمانی فصول سرد و گرم مستلزم قرارگیری مناطق مورد مقایسه در محدوده جغرافیایی نزدیک به هم خواهد بود چراکه همانگونه که رابطه (۱-۱) نشان می‌دهد تغییرات ارتفاع از سطح دریا و عرض و طول جغرافیایی به ترتیب مهمترین پارامترها مؤثر بر تغییرات دما هستند.

۱-۲-۳- محیط عمومی(مدل مفهومی)

به طور کلی می توان گفت که محیط کلان یا عمومی عبارت است از : مجموع عواملی که بر سازمان تأثیر می گذارند و از حیطه کنترل سازمان خارج می باشند و مهمترین عناصر در محیط کلان عبارتند از: عوامل اقتصادی، اجتماعی- فرهنگی، تکنولوژیکی، سیاسی- قانون/حقوقی و جهانی (اعرابی، ۱۸:۱۳۸۹-۱۵) با اندکی تلخیص(شکل ۱-۶).



شکل(۱-۶) نمودار مدل بصری محیط خرد و کلان سازمان (اعرابی، ۱۸:۱۳۸۹)

بررسی تک تک اجزای محیط کلان خارج از موضوع این گزارش است اما به طور خلاصه با توجه به مطالب گفته شده در انتهای این فصل اثرات بلند مدت شرایط تاریخی و اقلیمی گفته شده بر نیروهای فرهنگی- اجتماعی، اقتصادی و سیاسی به شرح زیر بازگو می گردد:

۱) عدم تولید بالا به دلیل فقر منابع آب و خاک در پیشینه تاریخی.
۲) عدم تولید مازاد بر مصرف بالای هر یک از جوامع روستایی به تنهایی به دلیل عدم امکان مبادله کالا ها در اجتماعات پراکنده و دور از هم و تولید مازاد بر مصرف جمعی بالا در کل محدوده کشور.
۳) فقدان ارتباطات تنگاتنگ بین جوامع و در نتیجه فقدان ارتباطات فرهنگی بین جوامع.
۴) بوجود نیامدن سرمایه‌های بزرگ و درنتیجه عدم سرمایه گذاری مردم در تولید و نیز بوجود نیامدن فرهنگ سرمایه-گذاری بخش خصوصی(بنابر اظهار نظر کاتوزیان ایران جامعه کوتاه مدت است و اندیشه سرمای‌گذاری بلندمدت در آن شکل نگرفته است).
۵) پراکندگی جوامع یکی از عوامل بوجود آمدن سیستم ها ی دیوانی متمرکز برای کنترل مناطق و اخذ مالیات و خراج بوده است.

۶) به وجود آمدن سه سبک زندگی شهری، روستایی و ایلی در کشور و تناقض هر سبک زندگی با دیگر سبک‌ها از نظر الگوهای فرهنگی، رفتاری و ویژگی های تولیدی و اقتصادی.

۷) ریشه دار نبودن مفاهیم و پدیده‌های مدرن از قبیل قانونمندی، مدرسه، بانک، تفکیک قوا، دانشگاه، دادگاه های مدرن، ادارات و تشکیلات اداری مدرن امروزی(مانند وزارتخانه ها) در ساختار اداری ایران.

۸) به وجود آمدن مراکز شهری به عنوان مراکز قدرت شهری در مقابل روستاها برای جمع آوری مازاد بر مصرف جمعی و در نتیجه عدم اعتماد متقابل جامعه روستایی به شهری.

۹) تمرکز قدرت به دلیل سلطه بی چون و چرای حکومت بر منابع اصلی زندگی اعم از زمین و آب در طول تاریخ.

۱۰) وابستگی شدید به هرم قدرت برای حفظ سرمایه‌های شخصی و ضعف بنیه مالکیت خصوصی و نبودن حریم‌های محکم برای سرمایه های شخصی در طول تاریخ.

۱۱) ابهام در خصوص حقوق و آزادی‌های مردم و به تبع آن عدم احساس مسؤلیت مردم در برابر جامعه اعم از محیط زندگی، محل کار و کشور به دلیل تاریخ سراسر استبداد ایران تا قبل از انقلاب (مسوؤلیت پذیری پایین مردم).

۱۲) عدم وابستگی حکومت به طبقات اجتماعی، به خاطر ضعف و ناپایداری مالکیت خصوصی.

۱۳) احساس ناامنی، عدم تداوم و نبودن چشم انداز کم و بیش قابل اعتماد در زندگی فرد و اجتماع.

۱۴) ریشه‌دار بودن صفاتی از قبیل دمدمی مزاجی، افراط و تفریط، تناقضات زیاد بین حرف و عمل(رنگ عوض کردن‌ها و نان به نرخ روز خوردن)، آرمان خواهی و کمال پرستی، پنهان کاری و تظاهر در فرهنگ مردم به دلیل تاریخ استبدادی جامعه قبل از انقلاب.

۱۵) وجود گرایش به تمرکز در ساختار های مدیریتی به دلیل پیشینه جامعه استبدادی قبل از انقلاب که تمرکز قدرت در منتهای حد خود.

۱۶) گرایش به فرد محوری به جای تکیه بر خرد جمعی و عمل تیمی.

۱۷) عدم اعتماد متقابل و در نتیجه عدم امکان مدیریت فرهنگ، و ناکارآمدی نسبی استفاده از فرهنگ در خلق ارزش سازمان.

۱۸) تمایل به تمرکز و عدم گرایش به رهبری مشارکتی در سازمان ها.

۱۹) بوجود نیامدن تیم های کارا و اثربخش در سازمان ها در نتیجه ضعف فرهنگ کار تیمی.

۲۰) بروز ناهماهنگی فعالیت های در افراد، گروه ها و بخش های مختلف سازمان با استراتژی آن.

۲۱) پتانسیل پایین مقوله توانمند سازی در نتیجه عدم گرایش به مشارکت افراد در اتخاذ تصمیمات وتدوین اهداف و برنامه ها استراتژی های سازمان.

۲۲) پتانسیل فرهنگی، تیم‌سازی و فعالیت های بین گروهی به عنوان مقولات ساختاری، تدوین قواعد و رویه های مشخص و جداول به عنوان مقولات فرآیندی در ساختار اداری ایران به طور کلی ضعیف ارزیابی می شود. لذا عوامل مذکور در جهت بروز عدم هماهنگی در ساختار اداری ایران حرکت می‌کنند.

۱-۲-۴- محیط تخصصی(خرد)- ۵ نیروی رقابتی پورتر مدل مفهومی۲

محیط تخصصی شامل افراد ذینفعی است که سازمان با آن ها به طور منظم در حال ارتباط متقابل می باشد. این افراد ذینفع شامل مشتریان، عرضه کنندگان، رقبا،نهادهای دولتی، مدیران، جوامع محلی، گروه های فعال، اتحادیه ها و واسطه های ملی در سطح داخلی و بین المللی است....

برای بررسی اثرات (فرصت‌ها و تهدیدها) عوامل محیط تخصصی، به عوامل الگوی پنج نیروی رقابتی مایکل پورتر اشاره می کنیم.

- مشتریان
- تأمین کنندگان
- رقبای موجود
- رقبای بالقوه(تازه واردان)
- رقبای غیر مستقیم(جانشین‌ها)

۱-۲-۴-۱- ساختار سازمانی مدیریت منابع آب در ایران

وزارت نیرو یک سازمان چند وجهی است. به عبارت دیگر وظایف مدیریت چند صنعت بزرگ کشور در این وزارتخانه انجام می شود. صنعت آب، صنعت برق، صنعت فاضلاب و صنعت انرژی های تجدیدپذیر. به همین دلیل ساختارآن به تناسب وظایف بسیار حیاتی و مهمی که دارد، دارای پیچیدگی های خاص خود است. به عنوان مثال تمام بخش های زیرمجموعه وزارت نیرو که وظیفه شان ارایه خدمات آب وبرق و فاضلاب است و در استان ها به عنوان نماینده وزارت نیرو انجام وظیفه می کنند، به صورت شرکتی اداره می شوند نه اداره کل یا سازمان. و همین موضوع یکی ازموارد خاص این وزارت خانه است که ساختار سازمانی آن را از سایر وزارت خانه ها جدا می کند. توجه به عدم تمرکز و تفویض اختیار به شرکت ها برای انجام عملیات لازم یکی از ویژگی های شاخص وزارت نیرو است. در یک زاویه کلی و دور (لانگ شات) چارت وزارت نیرو به شرح زیر است.

ساختار وزارت نیرو براساس تفکیک وظایف حاکمیتی و تصدی گری(ستاد و صف) طراحی شده است و حوزه های وزارت نیرو هرکدام وظایف و محدوده مشخصی را دارند.

۱-۲-۴-۲- حوزه های وزارت نیرو

وزارت نیرو به سه سطح حوزه‌ای تقسیم می شود که عبارتنداز:

سطح یک (سطح حاکمیتی): حوزه ستادی که وظایف حاکمیتی وسیاست‌گذاری را برعهده دارد. این حوزه از پنج معاون وزیر و ۲۴ دفتر تشکیل شده است و دارای ساختار سازمانی زیر است:

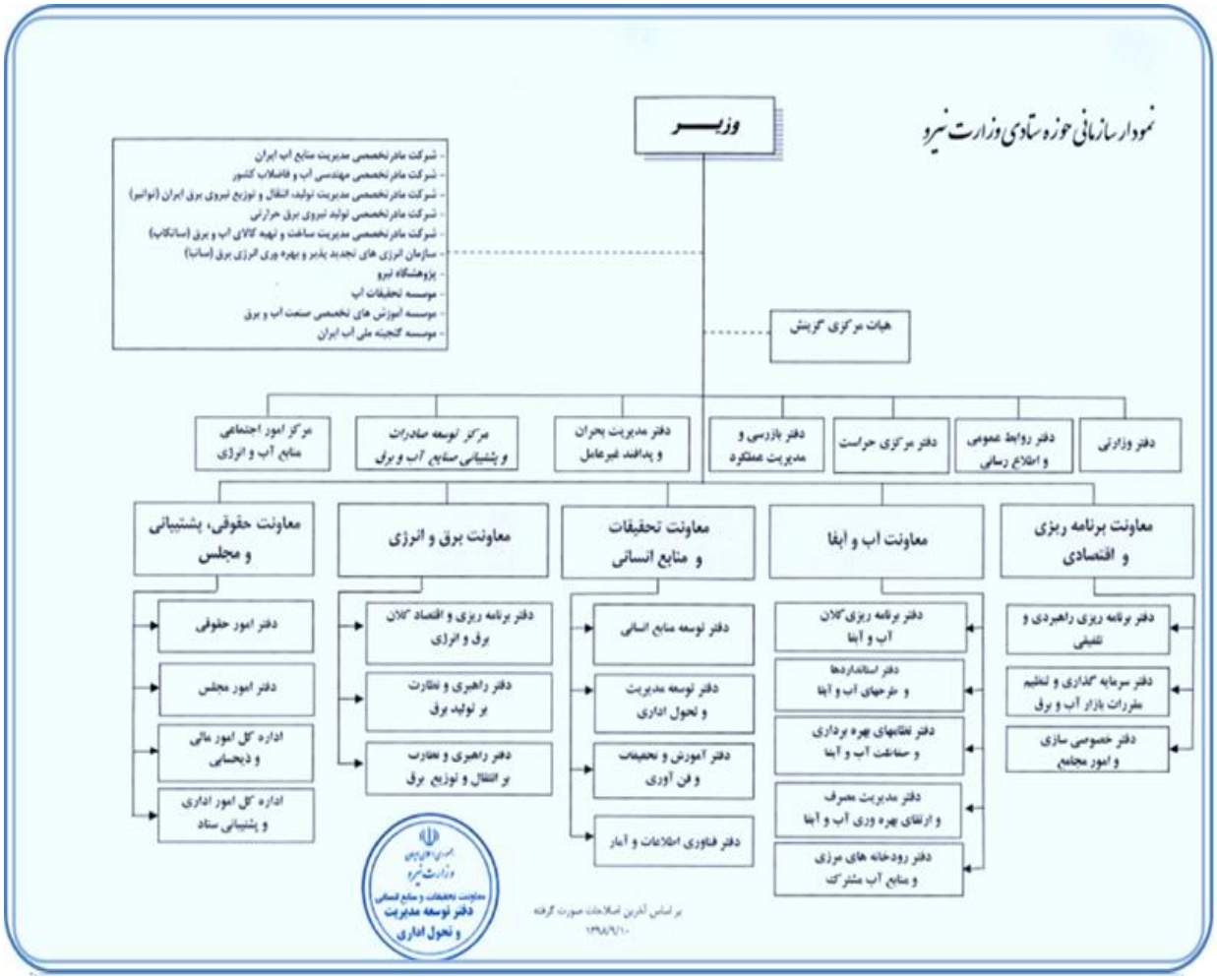
۱- معاون وزیر در امور تحقیقات و منابع انسانی

۲- معاون وزیر در برنامه ریزی و امور اقتصادی

۳- معاون وزیر در امور حقوقی، پشتیبانی و مجلس

۴- معاون وزیر در امور برق و انرژی

۵- معاون وزیر در امور آب و آب و فاضلاب



شکل (۱-۷) نمودار کلان سازمانی وزارت نیرو

۱-۲-۴-۳- سطح دو(سطح میانی تخصصی)

این سطح شامل چهار شرکت مادر تخصصی که وظایف برنامه ریزی، نظارت و ارزیابی شرکت های زیرمجموعه تخصصی خود را برعهده دارند و وظیفه شان اجرای سیاست های کلان وزارت نیرو توسط شرکت های زیر مجموعه است.

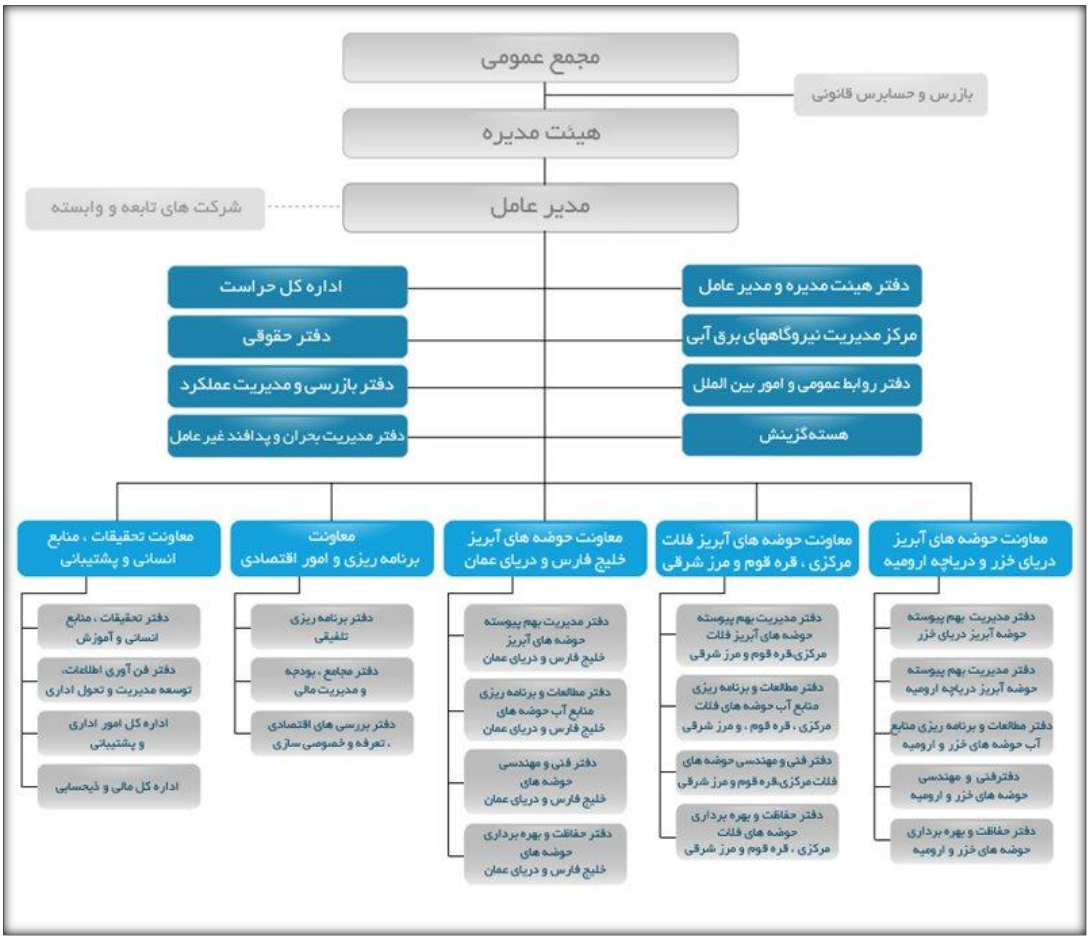
این شرکت ها به استناد قانون برنامه سوم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران مبنی بر سامان دهی و استفاده مطلوب از امکانات شرکت های دولتی و افزایش بازدهی و بهره برداری و اداره مطلوب شرکت هایی که ضروری است در بخش دولتی باقی بمانند و نیز فراهم نمودن زمینه واگذاری به بخش خصوصی تشکیل شدند.

بر اساس این قانون به دولت اجازه داده شد نسبت به واگذاری، انحلال، ادغام و تجدید سازمان شرکت های دولتی، اصلاح و تصویب اساسنامه شرکت ها، تصویب آیین نامه های مالی و معاملاتی اقدام نماید.

در تبصره الف ماده ۴ قانون برنامه سوم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران مقرر شد که شرکت های مادر تخصصی سازمان دهی شده و زیر نظر وزارت خانه های ذیربط در چارچوب اساسنامه مربوط اداره شوند. بنابراین، اساسنامه چهار شرکت مادر تخصصی با پیشنهاد وزارت نیرو و تایید سازمان مدیریت و برنامه ریزی وقت کشور و وزارت امور اقتصادی و دارایی به تصویب هیئت وزیران رسید و در نهایت به وزارت نیرو جهت اجرا و تشکیل ابلاغ شد.

الف – شرکت سهامی مادر تخصصی مدیریت منابع آب ایران

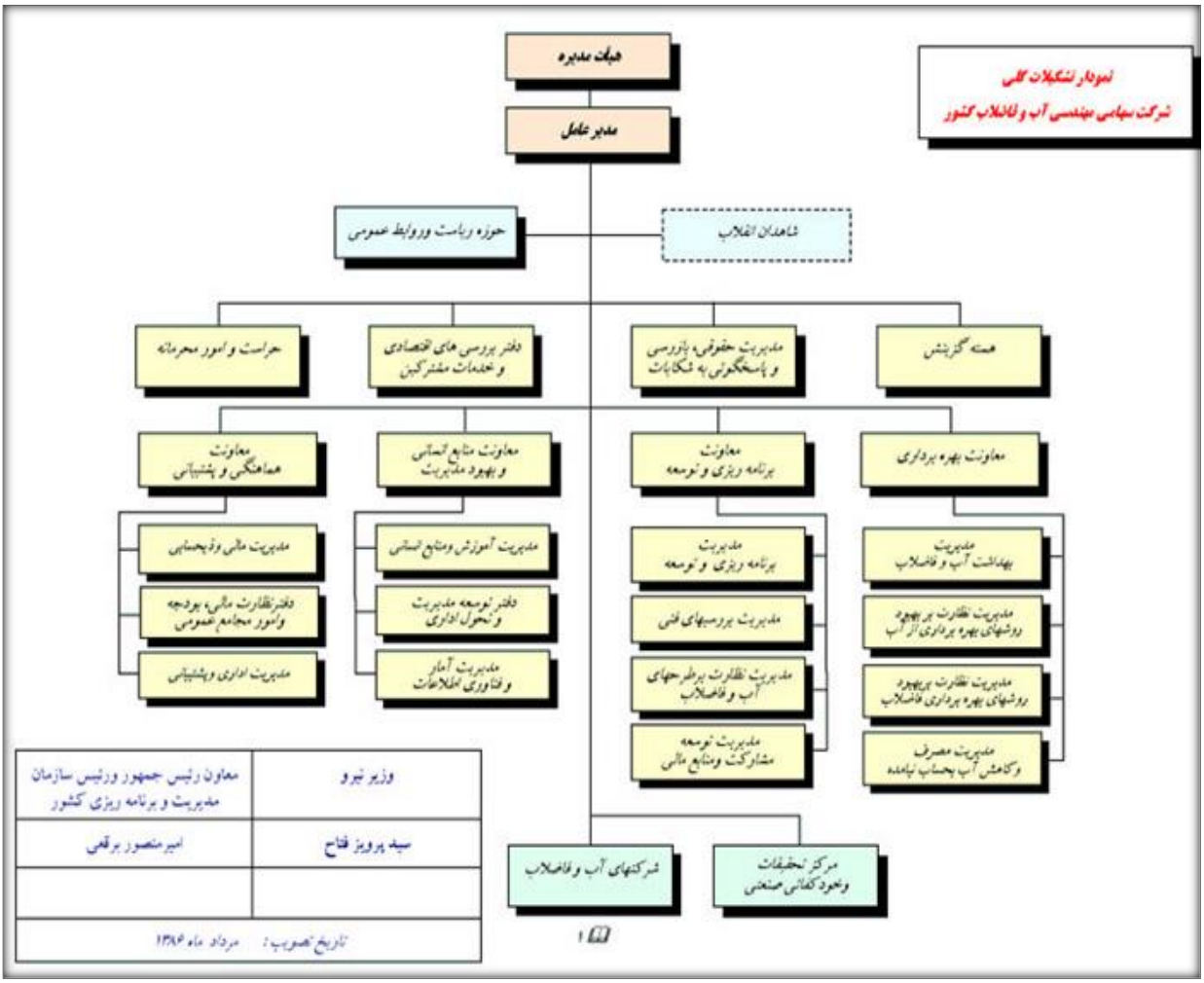
وظیفه این شرکت راهبری و اجرای طرح های ذخیره‌سازی و استحصال منابع آب و همچنین انتقال آب و اجرای شبکه‌های آبیاری و زهکشی توسط شرکت‌های زیرمجموعه است. البته در زمان تهیه‌ی گزارش تغییراتی در ساختار این شرکت در جریان است که چارت آن در صفحه‌ی بعد درج شده است، اما به دلیل این‌که هنوز این تغییرات عملیاتی نشده است، مبنای ارزیابی‌ها همان ساختار قبلی است.



شکل (۱-۸) نمودار سازمانی شرکت مدیریت منابع آب ایران

ب- شرکت سهامی مادر تخصصی مهندسی آب و فاضلاب کشور

وظیفه این شرکت راهبری و نظارت بر بخش آب و فاضلاب کشور و اجرای طرح ها در این زمینه توسط شرکت‌های آب و فاضلاب شهری و روستایی است.



شکل (۱-۹) نمودار سازمانی شرکت آب و فاضلاب کشور

۱-۲-۴-۴- سطح سه (سطح عملیاتی)

شرکت ها، موسسه ها ومجتمع های آموزشی، تحقیقاتی وپژوهشی که درسطح صف و عملیات اجرای طرح ها و برنامه های اصلی وزرات نیرو را برعهده دارند.

۱) شرکتهای برق منطقه‌ای ۱۶ شرکت

۲) شرکت های آب منطقه‌ای ۳۰ شرکت

۳) شرکت آب و فاضلاب ۳۵ شرکت

۴) شرکت های توزیع نیروی برق ۴۲ شرکت

۵) شرکت های مدیریت تولید برق ۲۸ شرکت

۶) موسسه آموزش عالی علمی- کاربردی صنعت آب و برق و مجتمع های آموزشی زیرمجموعه (۱۰ مجتمع)

۷) پژوهشگاه نیرو

۸) موسسه تحقیقات آب

۹) سازمان توسعه برق ایران

۱۰) شرکت توسعه منابع آب و نیروی ایران

۱۱) سازمان آب و برق خوزستان

۱-۲-۴-۵- جمع بندی محیط خرد (تخصصی صنعت آب)

محیط تخصصی صنعت آب بنابر آنچه گفته شد و بر اساس بررسی به عمل آمده در خصوص نظریه پنج نیروی رقابتی پورتر را می توان اینگونه توصیف کرد:

در محیط تخصصی مدیریت منابع آب مشتریان قدرت چانه زنی پائینی دارند، تأمین کننده یعنی بخش آب وزارت نیرو از قدرت چانه زنی بالایی برخوردار است و بخش آب وزارت نیرو به دلیل انحصاری بودن محصول یعنی آب و خدمات مربوط به آن نقشی تعیین کننده را در این صنعت ایفا می کند. به عبارت دیگر بخش آب وزارت نیرو فاقد انواع رقبای ذکر شده در تأمین آن است. لذا مدیریت آب و صنعت وابسته به آن یک کالای استراتژیک را به صورت انحصاری را در اختیار دارد هر چند وجود سایر در آمدها از جمله درآمد حاصل از نفت و ضرورت آبرسانی به جامعه موجب شده است، که علی رغم اهمیت آن، آب ارزش واقعی خود را نیابد و به سختی می‌توان در مورد آن عنوان کالای اقتصادی استفاده کرد و این موضوع به دلیل پیامدهای اجتماعی، اقتصادی در جامعه تا حدودی قدرت مانور مدیریت آب را در تعیین نرخ آب، عرضه آن و به طور کلی قدرت چانه زنی مدیریت بخش آب را تعدیل کرده است.

از آن جا که در رابطه با مدل پنج نیروی رقابتی پورتر در خصوص فضای مدیریت منابع آب کشور بیان شد می‌توان چنین ارزیابی کرد، در این محیط قدرت چانه زنی مشتریان پایین، قدرت چانه زنی تأمین کننده بالا،فاقد رقیب موجود، بالقوه و جانشین است لذا فضای محیط خصوصی این سازمان عدم اطمینان کمی برای مدیریت آن دارد. عواملی از قبیل اقدامات رقبا، تقاضای بازار، طرح‌ها و ویژگی های محصول، قابل دسترس بودن مواد اولیه، مقررات دولتی، اقدامات اتحادیه های کارگری در تعیین میزان عدم اطمینان محیطی مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. از سوی دیگر با توجه به آن‌چه که در مدل پورتر برای جامعه ایران برشمردیم و با عنایت به تعریف پیچیدگی محیط به عنوان تعداد عناصر خارجی که می توانند عملیات سازمان را تحت تأثیر قرارداده،لذا با توجه به آنچه که در خصوص ویژگی های محیط مدیریت منابع آب ایران گفته شد می توان ساختار سازمانی آن را از نظر ابعاد اصلی آن در پاسخ به شرایط محیطی چنین ارزیابی کرد :

۱) گرایش به ساختار ماشینی خواهد داشت.

۲) گرایش به ساختاری با پیچیدگی بالا خواهد داشت.

۳) گرایش به رسمیت در آن زیاد است.

۴) گرایش به تمرکز در آن زیاد است.

۱-۲-۵- پیچیدگی در ساختار مدیریت بخش آب ایران

پیچیدگی را بر اساس تفکیک عمودی، افقی و جغرافیای ارزیابی می کنیم. برای ارزیابی تفکیک عمودی در مطالب ذکر شده ساختار مدیریت منابع آب ایران را به سه سطح اصلی تفکیک کردیم در رأس سطح نخست وزیر نیرو و معاونت کلان آب وآبفا و درزیرمجموعه آن چهار دفتر قرار دارد. این تشکیلات در سطح مدیریت میانی یعنی شرکت مدیریت منابع آب ایران به چهار سطح تفکیک خواهد شد که در سطح نخست مدیر عامل و رئیس هیأت مدیره و قرار دارند. در سطح دوم معاونت ها و دفاتر زیر مجموعه حوزه مدیر عامل در سطح سوم دفاتر تخصصی(مدیران کل دفاتر) قرار دارند. ضمناً در زیرمجموعه هر یک از مدیریت های کل به چند بخش تقسیم می شود که می توان آن را کوچکترین واحد سازمانی در این سطح تلقی کرد لذا سطح میانی مدیریت آب در ایران شامل چهار سطح مدیریتی است. در سطح سوم شرکت های آب منطقه‌ای، شرکت توسعه منابع آب و نیروی ایران قرار دارند که با توجه به اینکه شرکت توسعه منابع آب و نیروی ایران به عنوان نوعی ساختار موازی عهده دار تنها بخشی از وظایف حوزه مدیریت منابع آب است آن را در تفکیک افقی سطح سوم مورد توجه قرار می‌دهیم لذا برای بررسی تفکیک عمودی سطح سوم ساختار شرکت آب منطقه‌ای کردستان را به عنوان نمونه مد نظر قرار می دهیم. لازم به ذکر است شرکت‌های آب منطقه‌ای اگرچه در سمت های مصوب خود برخی تفاوت ها را باهم دارند اما از نظر کلی در بررسی ابعاد سه گانه ساختاری می توان فرض مشابهت را پذیرفت. در این سطح نیز همانگونه که در شکل (۱-۷) ملاحظه می شود سه سطح مدیریتی مشاهده می شود که مدیر عامل و دفاتر حوزه مدیر عامل در سطح یک، معاونت ها در سطح دوم و دفاتر و گروه ها در سطح سوم قرار دارند. لذا با لحاظ کردن دو سطح برای مدیریت کلان و چهار سطح برای مدیریت میانی و سه سطح برای مدیریت سطح سوم جمعاً می‌توان گفت مدیریت منابع آب ایران از نظر تفکیک عمودی به نه سطح مدیریتی عمودی تفکیک می‌شود. تفکیک افقی در هر سطح مدیریت را با توجه به حوزه‌های متفاوت فعالیت کارکنان در آن سطح به شرح ذیل مد نظر قرار می‌دهیم:

سطح کلان

معاونت آب و ابفا

دفاتر زیر مجموعه معاونت آب و آبفا: ۴ دفتر

سطح میانی

حوزه مدیریت (سطح فرعی ۱):

معاونت ها (سطح فرعی ۲): ۵ معاونت و ۵ دفتر

مدیران کل (سطح فرعی ۳): ۲۱ مدیریت

سطح سوم

سطح فرعی یک : دو مدیریت یکی مدیریت آب منطقه‌ای و دیگر مدیریت شرکت توسعه منابع آب و نیروی ایران

سطح فرعی معاونت ها و دفاتر زیر حوزه مدیر عامل ۵ معاونت و ۵ دفتر

سطح سوم : ۲۱ دفتر

تفکیک جغرافیایی: بر این اساس حوزه فعالیت مجموعه مدیریت منابع آب در ۳۰ استان کشور و در وسعتی معادل ۱۶۴۸۰۰۰ متر مربع صورت می گیرد. بر اساس تفکیک عمودی، افقی و جغرافیایی وضعیت پیچیدگی در حوزه مدیریت آب به شرح فوق تشریح گردید.

۱-۲-۶- بررسی میزان تمرکز در ساختار مدیریتی آب در ایران

بررسی تمرکز را با دو شاخص کم و بیش مرتبط به هم می توان انجام داد. اول با بررسی جایگاه تصمیم گیری در خود مجموعه دولتی مدیریت آب و دوم با بررسی نقش مردم و بخش خصوصی در مدیریت منابع آب.

همانگونه که در بخش ساختار مدیریتی بخش آب مشاهده شد مأموریت بخش آب معاونت کلان آب و آبفا به شرح زیر است:

۱- شناسایی، ذخیره سازی، تامین و انتقال منابع آبی به شهرها و روستاها

۲- حفاظت و بهره برداری مناسب از منابع آب (سطحی و زیرزمینی)

اقدامات زیر در حوزه عملیات معاونت کلان آب و آبفا در بخش آب تعریف شده است:

۱) اجرای طرح های ذخیره سازی، تامین وانتقال آب برای مصارف خانگی، کشاورزی، عمومی، تجاری وصنعتی.

۲) حفاظت، کنترل وبهره برداری از منابع آب های سطحی و زیرزمینی (رودخانه ها، سواحل، تالاب ها، دریاچه ها، چشمه ها، نهرها، کانالهای آب، قنوات، چاه ها وسایرمنابع آب).

۳) تدوین وتنظیم پیش نویس قوانین و لوایح پیشنهادی مربوط به منابع آب به دولت و مجلس.

۴) سیاستگذاری، برنامه ریزی وارایه راهکارهای مناسب جهت اجرای طرح های مربوط به منابع آب کشور در قالب قوانینی وبرنامه های دولت.

۵) هماهنگی، نظارت وارزیابی فعالیت شرکت های زیرمجموعه درپیشبرد اهداف کلی منابع آب کشور.

همانگونه که ملاحظه می شود از ۸ مورد فعالیت ذکر شده برای بخش آب معاونت کلان آب و آبفا ۶ بخش آن مبین جایگاه ویژه این بخش در رابطه با مجموعه های بالادست و زیر مجموعه است.

در بندهای یک و دو تمام وظایف حوه مدیریت آب در این تعریف به عهده این معاونت به عنوان نماینده دولت در این حوزه مدیریتی بخش دولت گذاشته شده است. اقداماتی از قبیل اجرا ی طرح‌ها، حفاظت و کنترل منابع آب زیرزمینی و سطحی همگی در حوزه فعالیت این معاونت آمده است. در هیچ یک از این حوزه‌های فعالیت اشاره‌ای به بخش های قابل

تصدی به بخش خصوصی و مردم نیامده است لذا در صورت مشارکت بخش خصوصی در این حوزه‌ها نهایتاً در حد قراردادهای پیمانکاری و نیز قراردادهای خدمات مهندسی و نظارت کارگاهی در بخش اجرا خواهد بود و در بخش بهره برداری نیز نهایتاً در حد واگذاری پروژه به صورت مدت دار طی قراردادهای مشخص خواهد بود.

در بند ۳ لزوم تصویب تصمیمات در سطح کلان در دولت و مجلس ضروری است لذا تصمیمات کلان در بالاترین سطو ح مدیریتی کشور تصویب خواهد شد.گواه دیگر این موضوع تصویب قانون توزیع عادلانه آب به عنوان مهمترین قانون در حوزه مدیریت آب است که در سال ۱۳۶۱ به تصویب مجلشس شورای اسلامی رسیده است و پس از آن توسط نخست وزیری وقت به وزارت نیرو ابلاغ شده است.

بندهای زیر از ماموریت های اصلی شرکت مدیریت منابع آب ایران (برگرفته از ماده ۷ اساسنامه شرکت) بیشتر گویای نحوه اتخاذ تصمیمات در بخش آب ایران است در ذیل تنها بخش های از مأموریت‌هایی که مرتبط با موضوع است ذکر خواهد شد:

- کارگزاری وزارت نیرو در اجرای قانون توزیع عادلانه آب و سایر قوانین و مقررات مربوط به آب، از جمله مدیریت و کنترل بهره برداری از منابع آب و انجام امور و مطالعات پایه و حفاظت کمی و کیفی منابع آب.
- بررسی و تدوین پیشنهادهای لازم در زمینه راهبردها، سیاستها، برنامه‌های بلند مدت و میان مدت بخش آب و ارائه آنها به وزارت نیرو.
- اجرای برنامه‌ها و مصوبات وزارت نیرو.
- راهبری و انجام نظارت در شناخت، مطالعه و اجرای طرحهای تأمین و انتقال آب، شبکه‌های آبیاری و زهکشی، پایداری و ایمنی سدها، مهندسی رودخانه‌ها و سواحل، کنترل سیلاب و تغذیه مصنوعی و تولید انرژی برق آبی و همچنین راهبری و انجام نظارت در بهره برداری از تأسیسات و سازه های مربوط.
- تهیه، تدوین دستورالعمل ها و روشهای استفاده بهینه از منابع آب و ارایه آنها به وزارت نیرو برای تصویب.
- تهیه دستو رالعمل ها، ضوابط، معیارها و استانداردهای فنی و تخصصی مورد نیاز در زمینه احداث، نگهداری و بهره برداری از تأسیسات و سازه‌های آبی و ارایه آن به وزار ت نیرو برای تصویب.
- تدوین و پیشنهاد تعرفه‌های آب برای مشترکین شرکتهای زیرمجموعه به وزارت نیرو و انجام هماهنگی های لازم با دستگاههای ذی ربط برای سیر مراحل قانونی تصویب و نظارت بر اعمال تعرفه‌ها در شرکت‌های زیرمجموعه.
- انجام اقدامات و پشتیبانی های لازم به منظور توسعه مشارکت بخش خصوصی کشور برای انجام امورمطالعاتی، اجرایی، بهره برداری و نگهداری طرحهای آب و برق آبی و تأسیسات مربوط براساس ضوابط و مقرارت مربوط.

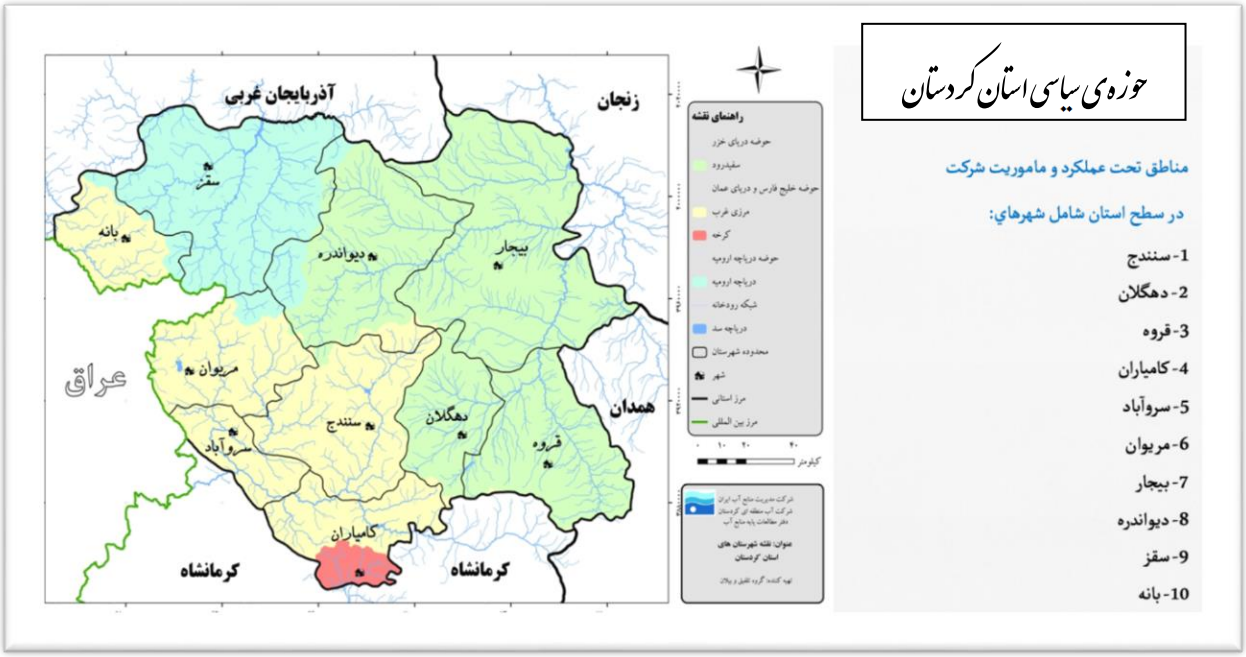
همانگونه که ملاحظه می‌شود طرح ها، دستورالعمل‌ها، راهبردها، سیاست‌ها، برنامه‌های بلند مدت و میان مدت و پیشنهادهای بخش آب، ضوابط، معیارها و استانداردهای فنی و تخصصی مورد نیاز در زمینه احداث، نگهداری و بهره برداری از تأسیسات و سازه‌های آبی، دستورالعمل‌ها و روش‌های استفاده بهینه از منابع آب همگی به صورت پیش‌نویس در شرکت

مدیریت منابع آب قابل تهیه می‌شود اما مقام تصویب کننده آن وزارت نیروست. لذا باز ملاحظه می شود که مرجع اصلی تصمیم گیری در بالاترین سطوح مدیریت تشکیلات آب قرار دارد که خود وزارت نیرو نیز بسیاری از تصمیمات خود را برای تصویب به دولت و مجلس شورای اسلامی ارسال می‌کند. به‌عنوان نمونه می توان به اهداف بلند مدت توسعه منابع آب ایران اشاره کرد که در ۲۷/ ۷/ ۱۳۸۲ به تصویب هیأت وزیران رسید که خود گویای اتخاذ تصمیم در بالاترین سطح اجرایی کشور است.شرح کامل این اهداف در قسمت مربوط به ساختار سازمانی منابع آب ایران ذکر شده است. در ادامه بندهایی که مرتبط با موضوع هستند خواهد آمد:

- محصولات با ارزش اقتصادی بیشتر، بازدهی آب در بخش کشاورزی به ازای یک مترمکعب آب از وضع فعلی به دو برابر در بیست سال آتی افزایش یابد. اولویت تخصیص های جدید آب به ترتیب به مصارف شرب و بهداشت، صنعت و خدمات، باغداری و زراعت خواهد بود.
- ساختار مدیریت آب کشور در جهت تمرکززدایی در اجرا و بهره برداری با افزایش نقش مشارکت مردم و سازمانهای محلی و جامع نگری در چرخه آب و با ملحوظ نمودن حوضه‌های آبریز به عنوان واحدهای طبیعی مدیریت آب و واحدهای استانی برای عملیات اجرایی و مشارکت بهره برداران، با رعایت قوانین و مقررات بهبود یافته و اصلاح گردد.

بند یک نشان دهنده نقش تعیین‌کننده مدیریت آب در نحوه مصرف در کشو است. بند دوم نیز مبین اذعان مدیران کشور به وجود تمرکز در ساختار مدیریتی کشو است.

در ذیل بندهایی از حوزه فعالیت های مورد نظر شرکت آب منطقه‌ای کردستان ذکر خواهد شد(برگرفته از فصل دوم اساسنامه شرکت):



شکل (۱-۱۰) محدوده تحت پوشش و عملکرد شرکت آب منطقه‌ای استان کردستان

ماده ۷ – موضوع فعالیت شرکت عبارت است از انجام وظایف عملیاتی مدیریت منابع آب در زمینه شناخت، مطالعه، توسعه، حفاظت، بهره برداری بهینه از منابع آب و همچنین ایجاد و توسعه، بهره برداری و نگهداری از تاسیسات و سازه‌های آبی (به استثناء تاسیسات و سازه‌های مربوط به آب و فاضلاب) و برق آبی در چارچوب الزامات و سیاست های مدیزیت حوزه آبریز و مطالعات جامع و برنامه ریزی توسعه منابع آب، تکالیف مندرج در قوانین و مقررات مربوط و سیاست های وزارت نیرو.

برای نیل به اهداف مندرج در این اساسنامه، شرکت با رعایت مقررات و قوانین مربوط در محدوده عمل خود از جمله مجاز به اقدامات زیر می باشد:

۱) انجام مطالعات لازم برای شناخت، توسعه و بهره برداری از منابع آب و انرژی برق آبی.

۲) تهیه و اجرای طرح ها و پروژه‌های تامین و عرضه آب (سدها، شبکه‌های آبیاری و زهکشی و انتقال آب)، پایداری و ایمنی سدها، مهندسی رودخانه و سواحل، کنترل سیلاب، تغذیه مصنوعی و تولید انرژی برق آبی.

تبصره – تهیه و اجرای طرح ها و پروژه‌های تامین و انتقال آب از محل اعتبارات ملی متناسب با توانمندی وظرفیت اجرایی – فنی- نیروی انسانی – مدیریتی شرکت و با تشخیص وزارت نیرو خواهد بود.

۳) انجام اقدامات لازم به منظور جلوگیری از افت منابع و جبران آب زیرزمینی در چارچوب دستورالعمل های مصوب وزارت نیرو.

۴) بهره برداری از منابع آب در چارچوب سیاست ها، ضوابط و برنامه‌های مصوب وزارت نیرو.

۵) بهره‌برداری و نگهداری از تاسیسات و سازه‌های تامین و عرضه آب و تولید انرژی برق آبی ایجاد شده و یا واگذار شده.

تبصره – تولید انرژی برق آبی با رعایت دستورالعمل های بهره برداری و تحت مدیریت مرکز ملی راهبری و پایش شبکه سراسری برق کشور (دیسپاچینگ) خواهد بود.

۶) اجرای برنامه و مصوبات و اموری که وزارت نیرو در اجرای قانون توزیع عادلانه آب و سایر قوانین و مقررات مربوط به آب (از جمله مطالعات پایه و حفاظت کمی و کیفی و نظارت بر بهره برداری از منابع آب) ارجاع می نماید و همچنین کارگزاری وزارت نیرو در صدور مجوز استفاده و بهره برداری از منابع آب موردنیاز بخش های مختلف مصرف در قالب تخصیص مصوب وزارت نیرو.

تبصره – شرکت مجاز است کارگزاری وزارت نیرو را در محدوده‌های مطالعاتی(دشت های) مشترک با استان های مجاور عهده دار شود.

۷) انجام تحقیقات لازم درباره منابع آب و تاسیسات آبی و برق آبی و بکار بردن روش های جدید علمی و فنی به منظور بهره برداری بهتر از منابع آب و انرژی برق آبی و تاسیسات و سازه‌های وابسته.

۸) ترویج فرهنگ استفاده صحیح از آب.

۹) واگذاری اشتراک به متقاضیان بر اساس تعرفه‌های مربوط در چارچوب قوانین و مقررات مربوط.

۱۰) تحویل آب موردنیاز به مشترکین در بخش های مختلف مصرف بر اساس تعرفه‌های مصوب مراجع قانونی ذیربط.

۱۱) خرید خدمات از بخش غیردولتی برای انجام امور مطالعاتی، اجرایی، بهره برداری و نگهداری از تاسیسات آب و سازه های آبی و انرژی برق آبی و خدمات مشترکین به منظور کاهش هزینه ها، افزایش بهره وری و ارتقاء سطح خدمات.

۱۲) اخذ هر گونه وام و تسهیلات مالی از منابع داخلی و خارجی، عرضه‌ی اوراق مشارکت داخلی و پیش فروش اشتراک آب و انرژی برق آبی و سایر روش های تامین منابع مالی با اخذ مجوز از مراجع قانونی.

۱۳) شناسایی و تعیین مشخصات طرحهای توسعه منابع آب، شبکه های آبیاری و زهکشی، آبرسانی به صنایع و شهرها، مهندسی رودخانه و سواحل، تغذیه مصنوعی و انرژی برق آبی و بهره برداری و نگهداری از تاسیسات و سازه های آبی و برق آبی قابل اجرا با مشارکت مردم و بخش غیر دولتی در قالب سیاست ها، برنامه ها و دستورالعمل های مصوب وزارت نیرو و مجمع عمومی شرکت و جلب مشارکت مردم و بخش غیر دولتی به منظور اجرای طرحهای یاد شده.

۱۴) همکاری و اشتراک مساعی با موسسات ذیربط در پژوهش و بررسی به منظور توسعه علمی، فنی و اقتصادی در امور مربوط با اهداف و وظایف شرکت.

۱۵) انجام هر گونه عملیات و معاملات بازرگانی در چارچوب مصوبات مجمع عمومی و قوانین و مقررات مربوط که برای مقاصد شرکت ضروری و به صرفه و صلاح شرکت باشد.

تبصره – شرکت مجاز به ایجاد شرکت یا سرمایه گذاری در سایر شرکت ها نمی باشد.

شرکت توسعه منابع آب و نیروی ایران نیز یکی از زیر مجموعه‌های شرکت مادر تخصصی مدیریت منابع آب محسوب شده و کلیه سهام آن متعلق به دولت می‌باشد.

وجود یک مجموعه موازی در سطح سوم مدیریت برای اجرا پروژه‌های سدسازی ملی و عموماً پروژه‌های برقابی آن هم در حالی که این موضوعات در اساسنامه شرکت های آب منطقه‌ای ذکر شده است خود نمایانگر میل به ایجاد تمرکز در زمینه اجرای این پروژه‌هاست. قرارگیری دفتر مرکزی این شرکت و دفاتر مرکزی پروژه ها در تهران زمینه استفاده از مدیران و کارشناسان در تهران را فراهم خواهد ساخت و اگرچه این پروژه‌ها در سراسر ایران پراکنده شده اند حضور مدیریت آن ها در تهران با یک مدیریت واحد در زیر مجموعه شرکت مدیریت منابع آب امکان اعمال مدیریت برای شرکت مدیریت منابع آب ایران و وزارت نیرو را آسانتر می کند و وزارت نیرو به جای مواجهه با مدیران استانی متعدد با یک مدیریت واحد مواجه خواهد بود لذا نس به وجود آمدن این تشکیلات مبین گرایش به تمرکز در حوزه اجرای پروژه های مذکور است.

لذا می توان نتیجه گرفت با توجه به اینکه تصمیمات عمدتاً در رده بالای ساختار آب اتخاذ خواهند شد و نیز نقش مردم در مدیریت منابع آب بسیار ناچیز است، ساختار مدیریت منابع آب ایران بسیار متمرکز می‌باشد. لازم به ذکر است مردم را می‌توان از یک سو به عنوان مشتریان بخش آب تلقی کرد و از سوی دیگر به عنوان کاربران، آن‌ها را در پائین ترین سطح مدیریت منابع آب قرار داد.

۱-۲-۷- نتایج و پیشنهادها

آنچه که در رابطه با پیچیدگی و ادغام دو سطح مدیریتی در بخش نتیجه گیری ذکر شد می تواند در کاهش تمرکز به دلیل ایجاد ساختار مسطح تر نیز کمک کند.

همچنین واگذاری مدیریت بهره برداری از تأسیسات آبیاری به کاربران محلی آن‌چنان که شرح آن ذکر شد نیز گام دیگری در راستای کاهش تمرکز است. تشکیل جلساتی در زمان مطالعات اجتماعی و زیست محیطی طرح ها ب منظور کسب نظر کاربران نیز گامی دیگر در جهت جلب مشارکت مردمی، بهینه کردن طرح ها با توجه به نیاز کاربران و کاهش تمر کز است. ضمناً هرگونه ایجاد تحول در بخش مدیریت منابع آب ایران باید با توجه به ویژگی های محیط کلان و خرد بخش مدیریت منابع آب ایران صورت پذیرد. پیشنهادهای زیر جهت اصلاح ساختار مدیریت منابع آب ایران ذکر می‌گردد:

۱- ادغام چهار سطح مدیریتی معاونت کلان آب و آبفاو چهار دفتر زیرمجموعه آن با سطح مدیریت عامل وریاست هیأت مدیره شرکت مدیریت منابع آب ایران و پنج دفتر حوزه مدیرعامل و سطح معاونت‌های پنج گانه آن و در نتیجه حذف دو سطح مدیریتی پس از انجام موارد ذکر شده در مورد شرکت‌های آب و فاضلاب در جهت کاهش پیچیدگی و تمرکز.

۲- تأکید بر پیاده‌سازی رهیافت مدیریت مشارکت مدار در بهره برداری از منابع آب و بازنگری و اصلاح ساختارهای موجود در وزارت نیرو و ایجاد ظرفیت‌های لازم در بخش خصوصی در جهت کاهش تمرکز در مدیریت آب کشور و استان.

۳- مدیریت حوضه‌ای منابع آب با حضور متوازن استان‌های حاضر در یک حوضه در ساختار مدیریتی هرحوضه و بهره گیری از الگوی IWM به جای مدیریت متمرکز فعلی.

٤- برون سپاری شرکت‌های آب‌وفاضلاب و قرارگیری شرکت‌های آب و فاضلاب شهری به عنوان زیرمجموعه شهرداری‌ها و شرکت‌های آب و فاضلاب روستایی به عنوان زیرمجموعه فرمانداری‌ها در جهت کاهش تمرکز و پیچیدگی.

٥- احداث تأسیسات گروهی برداشت آب زیرزمینی و سطحی توسط دولت و واگذاری آن به تشکل های آب بران محلی و در نتیجه استفاده از کاربران محلی در امر توزیع و تأمین آب به جای صدور پروانه‌های بهره‌برداری فردی و در نتیجه کاهش میزان دخالت بخش آب در حوزه نظارت بر برداشت آب زیرزمینی و واگذاری فعالیت های قابل تصدی به مردم در راستای استقرار رهیافت مدیریت مشارکت مدار.

٦- پیاده سازی بازار آب به منظور کاهش تمرکز، رسمیت در مدیریت آب.

۷- اجرای طرح‌های توسعه‌ای منطقه‌ای توأم در کنار طرح‌های ملی و استانی به منظور بهره‌گیری از پتانسیل‌های مغفول کشور با عطف نظر به مناطق کمتر توسعه یافته در کشور.

۸- حذف ساختارهای موازی مانند حذف ساختار شرکت توسعه منابع آب و نیروی ایران در سطح سوم و ادغام آن در سطح میانی مدیریت منابع ایران به منظور انجام پروژه‌های ملی در راستای کاهش پیچیدگی و افزایش هماهنگی.

۹- حضور ذینفعان و مردم در مطالعات اولیه طرح، اجرا و بهره برداری برای ایجاد زمینه مشارکت مردمی و کاهش تمرکزو استقرا رویکرد مدیریت مشارکت مدار در مدیریت منابع آب ایران.

۱۰- برگزاری دوره‌های آموزشی مستمر برای مدیران بخش آب در زمینه مقولات مدیریتی از قبیل توانمندسازی، مدیریت مشارکتی، اعتمادسازی، مدیریت تحول،مدیریت فرهنگ، کار تیمی و بررسی میزان تحقق موارد مذکور در حوزه‌های تحت مدیریت آن‌ها و در نهایت قراردادن سیاست‌های تشویقی و تنبیهی برای مدیران این حوزه در راستای تحقق موارد ذکر شده.

۱۱- تقویت نظام‌های پیشنهادات اداری و کمیته‌های تحقیقات در ساختار مدیریت منابع آب و ارائه گزارش‌های ماهانه مستمر این بخش به بالاترین مقام مسؤول در راستای کاهش تمرکز. اگرچه این بخش‌ها در حال حاضر نیز وجود دارند اما ضروری است توجه بیشتری به آن‌ها معطوف گردد.

۱۲- انجام مطالعات میدانی در هریک از زیرمجموعه‌های بخش آب در رابطه با ابعاد ساختارسازمانی آن‌ها و مقولات مورد بحث از قبیل مدیریت مشارکتی، کار تیمی، مدیریت تحول، مدیریت فرهنگ سازمانی و قرار دادن اعتبارات مورد نیاز در بودجه سالانه این بخش‌ها به منظور بهبود ساختار سازمانی آن‌ها.

۱-۳- بخش دوم: بازنگری و اصلاح قوانین مربوط به آب

چالش اول: قانون توزیع عادلانه آب با توجه به تغییرات سیمای بهره برداری از منابع آب کشور نیاز به بازنگری جدی دارد.

اگر چه تلاش های بسیاری در زمینه بازبینی چارچوب های حقوقی و قانونی صورت گرفته و به منظور نیل به مصرف بهینه دستورالعمل ها و ضوابط و معیارها و بخشنامه های ابلاغی صادر شده است، اما قوانینی همچون قانون توزیع عادلانه آب مصوب سال ۱۳۶۱ مجلس شورای اسلامی نیازمند بازنگریست. به عنوان مثال در قانون توزیع عادلانه آب، مجوز بهره برداری، ممنوعیت بهره‌برداری به عهده دولت و وزارت نیرو -به نمایندگی از دولت- واگذار شده است که نوعی تمرکز شدید را در بهره برداری ایجاد کرده است و این رویه تنگناهایی را برای بازار آب فراهم می کند.

چالش دوم: نبود پروانه‌های مصرف معقول برای حقابه داران (بهره برداران سنتی آب سطحی) از دیگر مشکلات قانونی و حقوقی است که علاوه بر وجه حقوقی آن، امکان ثبت دقیق منابع و بیلان دقیق مصارف را با اشکال مواجه می‌کند.

چالش سوم: نبود پروانه بهره برداری برای مشترکین شبکه های آبیاری و زهکشی موجب عدم احصای دقیق نیازها و مصارف می گردد.

تا قبل از سال ۱۳۴۷، بهره‌برداران نیازی به اخذ مجوز از دولت نداشتند و اسناد مالکیت عادی یا رسمی مبنای مالکیت بر منابع آب به شمار می رفت، اما پس از تصویب قانون ملی شدن آب در سال ۱۳۴۷، آب ملی اعلام شد و مقرر گردید صاحبان اسناد مذکور نسبت به اخذ مجوز بهره برداری، منابع آبی مورد بهره بردرای خود اقدام کنند که این رویه در مواد ۱۸ تا ۲۱ قانون توزیع عادلانه آب نیز مورد تأیید قرار گرفت بر این اساس حقابه عبارت از حق مصرف آبی است که در دفاتر جزء جمع قدیم یا اسناد مالکیت یا حکم دادگاه یا مدارک قانونی دیگر از تصویب این قانون برای ملک یا مالک آن تعیین شده است. مواد مذکور فرآیند تبدیل اسناد مذکور به مجوزهای بهره برداری را تشریح می کند. با توجه به ماهیت جمعی بهره برداری از شبکه های آبیاری و زهکشی بهره برداران فاقد پروانه‌های بهره‌برداری هستند.

چالش چهارم: در بعد کشوری افزایش رو به تزاید مصارف موجب شده است مصارف در بسیاری از موارد از تقاضا پیشی گرفته است، از سوی دیگر کاهش منابع آب تجدید پذیر در کشور از ۱۳۰ میلیارد متر مکعب به ۱۱۰ میلیرد متر مکعب، بخش دیگری از تهدیدات مرتبط با منابع مصارف است که مهار و بهره‌برداری از منابع آبی مرزی و مدیریت حوضه‌ای منابع آب را بیشتر مورد توجه قرار داده است. کسری شدید مخازن آب زیرزمینی و افت تراز آبخوان‌ها و عدم امکان تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی به دلیل نشست دشت ها از دیگر صدمات وارد شده به منابع آبی است. در این راستا اجرای طرح های تعادل بخشی به منظور نیل به حفاظت کمی و کیفی مد نظر قرار گرفته است.

بررسی آثار مصرف بر منابع آبی و طبیعت در سه سطح بین المللی، کشوری و محلی قابل ارزیابی است. ۴۰ درصد از مردم دنیا در ۲۴۵ حوزه آبریز به منابع آبی مشترک وابسته هستند که حدود ۵۰ درصد از اراضی را تشکیل می دهد، با توجه به افزایش تقاضا و کاهش منابع آبی در بعد بین المللی زمینه ساز تعارضات آتی خواهد بود.

تغییر سیمای منابع و مصارف در کشور، ضرورت تدوین قوانین منطبق با این تغییرات را ضروری می‌نماید از این رو اعمال قوانین انقباضی که مانع از مصرف بی‌رویه‌ی منابع آبی می گردد باید مورد توجه قرار گیرد.

چالش پنجم: ضرورت بازنگری در سند ملی آب و تغییرات پارامترهای اقلیمی پس از گذشت حدود ۲۰ سال ضرورت خواهد داشت، علی رغم وجود ظرفیت های قانونی بازنگری لازم در این خصوص محقق نشده است.

در سال ۱۳۷۵ آیین نامه مصرف بهینه آب توسط وزارت نیرو تدوین شد و در سال ۱۳۷۷ احجام تعیین شده، تحت عنوان سند ملی آب به تصویب هیئت وزیران رسید. براین اساس تعیین نیاز آبی محصولات زراعی در مناطق مختلف کشور مورد توجه قرار گرفت.

توجه به سند ملی آب در برنامه ریزی ها پس از بازنگری به عنوان مبنایی مشترک در بسیاری از موارد مورد غفلت قرار می گیرد.

چالش ششم: نبود چارچوب‌ها و معیارهای شفاف در مجوزهای تخصیص، یکی از اساسی‌ترین چالش‌های نظام تخصیص است و تخصیص‌ها محل چانه زنی مقامات استان ها از یک سو و وزارت نیرو از سوی دیگر است، که در خصوص منابع آبی واقع در حوضه‌های مشترک بین دو یا چند استان این چالش بسیار جدی تر می شود و پتانسیل منازعات جدی در آینده را خواهد داشت. انجام مطالعات حوضه‌ای با تشریک مساعی همه ذیمدخلان و تصویب مطالعات حوضه‌ای یکی از مهمترین راهکارهای رفع این مشکل است که به دلیل زمان‌بر بودن می‌تواند همچون راهکاری میان مدت مد نظر قرار گیرد، تا زمان تصویب مطالعات در تمام حوضه ها و توافق همه ذیمدخلان براساس متدها و اصول مورد نظر در مدیریت و برنامه‌ریزی منابع آب به همراه استفاده از قابلیت ها نرم افزاری در این خصوص می توان از راهکاری ساده و کوتاه مدت برای حل منازعات منابع آبی مشترک استفاده کرد و با تعیین معیارهای امتیازدهی شده که به توافق استان‌های ذیربط می‌رسد نسبت به تخصیص مورد توافق جمعی اقدام کرد. معیارهایی همچون منابع آب موجود در استان های بالادست حوضه(درصد از منابع موجود)، نوع مصرف شرب(درصد از منابع موجود)، صنعت(درصد از منابع موجود)، زیست محیطی(درصد از منابع موجود)، کشاورزی(درصد از منابع موجود)، اهمیت استراتژیک مصرف(درصد از منابع موجود)، ملاحظات سیاسی و امنیتی(درصد از منابع موجود)، عدم توسعه یافتگی(درصد از منابع موجود) و... نسبت به تعیین الگوی کوتاه مدت توزیع آب که مناقشات را مرتفع می کند، اقدام گردد.

جدول(۱-۲) معیارهای تعیین مصرف منابع آب به تفکیک سطوح مختلف

سطح	معیارهای تعیین مصرف	نحوه‌ی تعیین
شبکه‌ی آبیاری یا دشت	نیاز آبی محصول، راندمان آبیاری، نوع محصول، روش آبیاری، بارندگی، استفاده‌ی اقتصادی، اولویت مصرف	سند ملی آب
حوضه‌ی آبریز	توجه به مصارف زیست محیطی، پایداری اکولوژیکی منابع آب، کیفیت آب، تقسیم بندیهای سیاسی مناطق، توجه به اولویت مصارف، توسعه‌ی پایدار	کمسیون تخصیصآب مستقر در وزارت نیرو
ملی	امنیت منابع آب، معاهدات دو و چند جانبه‌ی منطقه‌ای، اصول حقوق بین الملل آب از جمله اصل لاضرر و اصل بهره برداری معقول	شورای عالی آب

مآخذ: بررسیهای تحقیق

جدول(۱-۳) معیارها و ضوابط حاکم بر مصرف آب در بخش کشاورزی

نوع منبع	اعتبار(سال)	شرایط و محدودیت ها	ضمانت اجرا
آب سطحی	۲۵	اختیار بازنگری احجام آب در شرایط خشکسالی و یا تغییر شیوه‌ی مصرف توسط وزارت نیرو وجود دارد. رعایت ضوابط قانون توزیع عادلانه آب و آیین نامه مصرف بهینه.	-
آب زیرزمینی	۵	اختیار بازنگری احجام آب در شرایط خشکسالی و یا تغییر شیوه‌ی مصرف توسط وزارت نیرو وجود دارد. رعایت ضوابط قانون توزیع عادلانه آب و آیین نامه مصرف بهینه. ممنوعیت حفر چاه در اراضی ملی. ممنوعیت فروش آب. حفظ رضایت شرکا در اراضی مشاع.	لغو پروانه. اخطار و لغو مجوز بهره برداری.

صدور مجوز تخصیص بصورت متمرکز در ستاد وازرت نیرو، صورت می پذیرد و پس از ابلاغ تخصیص های کلی توسط وزارت نیرو، توزیع آن بصورت خرد در هریک از محدوده های مطالعاتی و حوزه های آبریز توسط شرکت های آب منطقه‌ای انجام می شود.

چالش هفت: نبود چارچوب‌های حقوقی بین‌المللی برای آب های مرزی بین کشور و کشورهای همسایه از جمله چالش‌های آتی کشور به شمار می‌رود که این موضوع برای استان‌های مرزی از یک وِژگی مطاعف برخوردار است بر این اساس مهار آب های مرزی ترکیه در پروژه آناتولی بزرگ (GAP) و احداث سدهای آتاتورک و ایلیسو اثرات مخربی را بر جلگه عراق خواهد گذاشت؛ در طرح آناتولی بزرگ یا جنوب شرقی (GAP)۱۴ سد بر روی فرات و ۸ سد بر روی دجله و جمعاً ۲۲ سد بر روی هر دو رودخانه احداث می‌گردد. آب تنظیمی این طرح ۷/۱ میلیون هکتار از اراضی کشاورزی را

مشروب خواهد ساخت. براساس آمارهای موجود چنین اراضی دیمی که مستعد کشاورزی باشد مازاد بر ۸/۵ میلیون هکتار فعلی در ترکیه وجود ندارد. تغییرات هیدرولوژیکی شدید این طرح منجر به کاهش ۸۰ درصد آب ورودی به عراق خواهد شد. سد آتاتورک با ۴۵ میلیارد مترمکعب بر روی دجله و سد ایلیسو با ظرفیت ۴۳ میلیارد متر مکعب از عمده سدهای این طرح هستند.

نابودی بیش از ۶/۵ میلیون هکتار از اراضی کشاورزی عراق و سوریه، نفوذ ریزگردها به ۲۵ استان ایران در اثر خشک شدن جلگه عراق و بیابان زایی و نابودی هورالعظیم و تشکیل کانون های گرد و غبار جدید از جمله تبعات اجرای این طرح است. به علاوه، موجب کاهش بارش‌ها به دلیل کاهش رطوبت این مناطق و تشکیل ریزگردها و در نتیجه کاهش پتانسیل آبی در کشور خصوصاً مناطق غربی خواهد شد.

در رابطه با آب‌های مرزی اگرچه رویکردهای مختلفی در حقوق بین‌الملل آب مانند اصل حاکمیت بر آب، اصل یکپارچگی سرزمینی، اصل اولویت تخصیص و اصل بردارشت عادلانه مندرج در سند معروف به اصول برلین، طرح شده است اما به نظر می‌رسد هیچ یک از این موارد الزام آور نیست و توافقات فیمابین کشورهای ذینفع دارای منابع آبی مشترک بیشترین ضمانت اجرایی را دارد. براساس اظهار نظر پترس غالی دبیرکل پیشین سازمان ملل جنگ‌های آینده خاورمیانه بر سر نفت نخواهد بود بلکه بر سر آب است در این صورت آب به عنوان کالایی که از نظر ژئوپلتیک در منطقه روز به روز اهمیت بیشتری پیدا می‌کند، مطرح خواهد شد. به دلیل ناکافی بودن چارچوب‌های حقوقی بین المللی توجه به این نکته برای آینده کشور و خصوصاً استان‌های غربی کشور بسیار حائز اهمیت است.

۱-٤- بخش سوم: توجه به رهیافت مدیریت مشارکت مدار برای مدیریت منابع آب با هدف تقویت بعد اجتماعی آب

مدیریت کارا و اثربخش در حوزه‌ی آب مستلزم توجه به همه‌ی حوزه‌های اجتماعی، اقتصادی، فنی، حقوقی و فرهنگی و بوم‌شناسی است و تأکید صرف بر جنبه‌های فنی و حقوقی مانع از دستیابی به اهداف و نتایج پیش بینی شده در طرح‌ها و برنامه های مدیریت منابع و مصارف آب می گردد. تأکید بیش از حد بر رویکرد سازه‌ای طرح‌های توسعه منابع آب از مصادیق غلبه نگرش فنی بر مدیریت آب است، اگر چه توفیقات ارزشمندی در زمینه احداث سدها، شبکه های آبیاری و زهکشی و ایستگاه‌های پمپاژ و تصفیه خانه‌های آب و آب و فاضلاب صورت گرفته است، اما مقولاتی همچون کمبود منابع آبی در دسترس، تنش آب شرب، پرت و هدر رفت بالای آب، عدم استقرار ساختار بهره برداری بهینه و مناسب از این تأسیسات، مشکلات اقتصاد آب و عدم بازگشت سرمایه طرح‌های توسعه‌ای و حتی عدم تأمین هزینه‌های بهره برداری از طرح‌ها از محل درآمدها و در نتیجه زیان‌ده بودن بسیاری از طرح ها، مشکلات کیفی منابع آب مسایل حفاظتی و امنیتی، همگی مبین ضرورت بازنگری جدی جهت لحاظ جنبه های کمتر دیده شده در مدیریت آب است. در رابطه با آب‌های زیرزمینی نیز تأکید بر ابعاد فنی و حقوقی و برخوردهای صرف قضایی با تخلفات موید همین موضوع است که در نمونه های متعددی، کشور و استان با چالش های اساسی در رابطه با حفاظت آبخوان‌ها و دشت‌ها مواجه شده است، که در هر دو مورد مذکور علی رغم بذل مساعی فراوان و صرف هزینه‌های بسیار، بخش های قابل توجهی از نتایج مورد انتظار تحقق نیافته است؛ براین اساس با توجه به ماهیت بین رشته‌ای مدیریت آب(منابع و مصارف) اتخاذ رهیافتی کل نگر با لحاظ همه ابعاد آن ضروری به نظر می رسد. رهیافتی کل نگر سعی در واکاوی و تبیین حقیقی نقاط قوت، ضعف، تهدیدها و فرصت‌ها در مدیریت آب با لحاظ همه ابعاد موضوع دارد و تنها به ارزیابی چند پدیدار مانند بروز تخلفات یا زیان دهی طرح محدود نخواهد شد.

مدیریت تام در بخش آب (منابع و مصارف) توجه به حضور و مشارکت مؤثر همه ذیمدخلان و ذینفعان در مدیریت آب دارد. رهیافت مدیریت مشارکت مدار در بسیار از موارد صرفاً همچون ابزاری برای انتقال مسؤلیت‌های بخش دولتی به مردم درک شده است که چنین استنباطی مانع از استقرار موفق این رهیافت می شود. برای نیل به رهیافتی تام در مدیریت آب استقرار رهیافت مدیریت مشارکت مدار (PIM) و مدیریت جامع و بهم پیوسته آب (IRM) به شکل حقیقی آن و نه به شکل شعاری و نمادین آن مورد نظر است.

مدیریت بهینه در برگیرنده اثربخشی و کارایی در مدیریت آب آست که برای نیل به این مهم، بهره‌گیری از فراگرد مدیریت استراتژیک، مهندسی ارزش، مدیریت تحول از جمله مواردیست که در پیاده سازی رهیافت مدیریت مشارکت مدار مورد توجه قرار گرفته است. بر این اساس با رویکری کل نگر، تام و بهینه به آب در هر دو بعد منابع و مصارف بهبود مدیریت آب و چاره اندیش برای چالش‌های پیش رو در این حوزه ضروریست، چرا که تداوم روند فعلی تهدیدی جدی برای

آینده ارزیابی می‌شود و در صورت عدم چاره‌اندیشی به موقع و مناسب، بر اساس نتایج برخی از تحقیقات به‌عمل آمده، امکان زیست در بخش هایی از کشور غیرممکن خواهد شد.

با درک حساسیت های مذکور طرح مکتب (مدیریت کل نگر، تام و بهینه) آب را با رعایت چارچوب متدولوژی زیر توسعه داده شده است:

۱. تأکید بر پیاده‌سازی و ساختارسازی مدیریت مشارکتی آب بر مبنای رهیافت مدیریت مشارکت‌مدار براساس دستورالعمل‌ها و راهنماهای ابلاغی وزارت نیرو در این خصوص(دستورالعمل توسعه مدیریت مشارکتی آب آبانماه۹۸).
۲. مدیریت استراتژیک و مهندسی ارزش(ارزیابی ماتریس SWOT با اخذ نظرات ذینفعان و ذیمدخلان و دستیابی به استراتژی های خلاق دارای بیشترین شاخص ارزش در فرآیند هفت‌گانه مهندسی ارزش) و مدیریت جامع منابع آب.
۳. تسهیل گری (اقتصادی و مدیریتی).
٤. مدیریت دانش و استقرار سامانه جامع مدیریت اطلاعات(MIS).
٥. مدیریت تحول(بازآفرینی فرهنگی به جای فرهنگ سازی، تیم سازی)
٦. مستندسازی فنی (اطلاعات ساختاریافته و ساختار نیافته) و ارائه گزارش ها و نتایج طرح.

۱-۵- بخش چهارم: فراهم کردن سازوکار مبادله اقتصادی آب همچون استقرار بازار آب به منظور توجه به بعد اقتصادی آب

از آنجاکه در فرآیند مصرف آب در مصارف مختلف ارزش ایجاد می‌شود و این ارزش طی فرآیند عرضه و تقاضا قیمت گذاری می‌گردد آب را می‌توان به عنوان کالایی تلقی کرد که واجد وجه اقتصادی نیز هست، هرچند در بسیاری از مواقع استراتژیک بودن آن و جنبه‌های اجتماعی و فشارهای سیاسی، موجب اهمیت کمتر وجه اقتصادی آب می‌گردد. براساس قوانین موجود کشور، آب از مشترکات و مالکیت آن در دست دولت است و تنها حق انتفاع و بهره برداری از آن برای مصارف مختلف تخصیص می‌یابد و برای حق انتفاع و استفاده از آن قیمتی تعیین می‌گردد. لذا در حال حاضر با توجه به مبانی حقوقی موجود از آن‌جاکه همین استفاده قابل قیمت گذاری است پس می‌تواند به عنوان کالایی در بازار عرضه گردد.

بازار مکانی است برای مبادله کالایی که فروشنده، کالایی را در آن عرضه می‌کند و در ازای تحویل و فروش آن به خریدار مابه ازای ارزش آن را دریافت می کند، که در دنیای امروز وسیله این مبادله پول است. تخصیص کالا در فضایی رقابتی و بدون انحصار و لحاظ همه هزینه‌های مترتب بر آن صورت می‌گیرد و نادیده گرفتن همه هزینه‌های مترتب بر تأمین و مصرف کالا از یک سو و انحصاراتی همچون مداخلات دولتی در نظام بازار اختلال ایجاد می‌کند.

با توجه به فضای موجود و چارچوب های حقوقی که آب را به عنوان انفال و از مشترکات و در اختیار دولت تعریف می‌کند، بازار آب با تشریک مساعی و تحقق اراده گفتمانی جمعی همه ذیمدخلان و ذینفعان و استقرار نهادی نظارتی با حضور دولت محقق می‌شود و برای رفع هرگونه تبعات سوء در این رابطه نمی‌توان بازار آب را با ماهیتی کاملاً آزاد تلقی کرد.

موارد زیر از جمله مزایای استقرار بازار آب به شمار می رود:

- ❖ تخصیص عادلانه و اصلاح نظام تخصیص.
- ❖ شفافیت تعرفه ها و تناسب آن با ارزش اقتصادی آب.
- ❖ امکان مشارکت بخش خصوصی در ساخت تأسیسات تأمین آب و شبکه‌های انتقال و توزیع آب.
- ❖ امکان تصمیم صاحبان حقوق آب به مصرف یا فروش آب،بهینه شدن مصارف و حرکت به سمت تأمین نیازهای باارزش بیشتر.
- ❖ انعطاف جهت خرید یا فروش یا مصرف آب.
- ❖ اطمینان بهره بردارن از امکان تأمین منابع آب مورد نیاز از بازارهای رسمی موجود.
- ❖ همچنین با توجه به امکان تسهیم منافع ناشی از آب امکان بهره برداری بهینه و خلق ارزش بیشتر از مصارف فراهم می گردد.
- ❖ حقابه داران امکان عرضه آب مازاد خود را در مصارف بهینه و کسب منافع آن پیدا خواهند کرد.

❖ به دلیل امکان تسهیم منافع در سطح کلان نیز مناقشات فیمابین جهت بهره برداری حداکثری از منابع آبی مشترک در یک حوضه و یا انتقال حوضه‌ای قابل حل خواهد بود.

برای استقرار بازار آب الزاماتی لازم است که موارد ذیل را می توان برشمرد:

- پشتوانه‌های و چارچوب های مصوب حقوقی جهت رسمیت یافتن مبادله در بازار آب.
- وجود نظام و ساختار کارا و اثربخش نظارت بر مصرف و عرضه آب.
- ورود و خروج آزادانه به بازار برای مصرف آب نه مالکیت آن.
- حضور دولت به عنوان نماینده حاکمیت در نظام و نهاد نظارت بر بازار آب.
- تغییر در نظام تخصیص آب حوضه با محوریت نهاد ناظر بر بازار آب در برنامه منابع و مصارف.
- استقرار ساختارها و فرایندها و ابزار مدیریت مناسب منابع اب مانند تحویل حجمی آب، تجهیز نقاط به ابزار اندازه گیری آب، سازوکار حسابداری آب و قیمت تمام شده.
- استقرار سیستم پایش و بازخورد بازار آب و بررسی اثرات ناشی از آن اعم از اثرات اجتماعی، اقتصادی، سیاسی و زیست محیطی.

در فصول پیشین این گزارش در رابطه با ساختار مدیریتی آب و اصلاحات حقوقی مطالبی ذکر شد در این قسمت به منظور بررسی پشتوانه‌های حقوقی جهت رسمیت یافتن مبادله در بازار آب به ارزیابی قوانین موجود در حوزه‌ی آب می‌پردازیم.

در ماده ۱ قانون توزیع عادلانه آب به استناد مفاد اصل ۴۵ قانون اساسی و ماده ۱۵۵ قانون مدنی جمهوری اسلامی ایران منابع آبی از مشترکات بوده و در اختیار حکومت اسلامی است و طبق مصالح عامه از آن‌ها بهره برداری می شود.

از طرفی اگر شخصی با حفر چاه یا احداث کانالی از یک مخزن آب مشترک، مقدار آبی را با صرف هزینه و سرمایه گذاریی، برداشت و برای مصرف خود هدایت کند، بر آن مقدار آب حاصل شده، حیازت (حق استفاده) پیدا کرده است. بر اساس ماده ۱۵۲ قانون مدنی کشور، خرید و فروش آب حیازت شده به رسمیت شناخته می شود.

در قانون توزیع عادلانه آب، مجوز بهره برداری، ممنوعیت بهره‌برداری به عهده دولت و وزارت نیرو به نمایندگی از دولت واگذار شده است که نوعی تمرکز شدید را در بهره برداری ایجاد کرده است و با استقرار بازار آب این مهم با نظارت دولت می تواند به بازار آب واگذار شود.

در ماده ۷ فصل دوم قانون توزیع عادلانه آب اجازه فروش مازاد بر نیاز چاه‌های مجاز با اجازه دولت داده شده است که با توجه بیشتر به چنین قوانینی و تلاش جهت تصویب قوانین مشابه می توان زمینه های حقوقی مناسب برای استقرار بازار آب را فراهم کرد. امروزه در دنیا در برخی از کشورها، سازوکار بازار آب به عنوان مکانیزمی برای اصلاح و بهبود نظام

تخصیص مد نظر قرار گرفته است و بدین منظور تلاشهای بسیاری جهت اصلاح نظام حقوقی و تصویب قوانین پشتیبان بازار آب به عمل آمده است که می توان به استرالیا و بخش هایی از آمریکا و اروپا اشاره کرد.

در تجارب موجود در ایالات کم آب آمریکا واگذاری مسئولیت های تخصیص و مصرف منابع به عهده صاحبان حقوق آب اعم از زیرزمینی و سطحی گذاشته شده است که در بهره برداری بهینه و تخصیص مناسبتر منابع آبی نتایج مثبتی به همراه داشته است. به عبارتی تلفیق مکانیزم بازار با سازوکارهای اجتماعی و مدیریت مشارکت مدار در این رویکرد ضروری است.

لندری در مقاله ای با عنوان " بازار آب چگونه می تواند به تعارضات و تنشها پایان دهد" به ویژگی تخصیص مجدد آب در بازار اشاره کرده و برداشتن محدودیت‌ها در مصارف آب تأیید کرده است. وی با ضروری دانستن پویایی قوانین آب و همچنین حذف دخالتهای مستقیم دولت، وضع مجموعه‌ای از مقررات و دستورالعمل ها را که متولی اجرای آن خود صاحبان حقوق آب باشند، لازمه تشکیل یک بازار آب قوی می داند (Landry, 2001).

موهانتی و گاپتا گشودن راهبندان و رفع موانع اصلاحات در انقلاب آبی یک کشور، یک حو ضه آبریز یا رژیم یک رودخانه را تشکیل بازار آب آن می دانند و در ادامه به تجربه آشورهای امریکا، استرالیا، هندوستان می پردازند(Mohanty & Gupta, 2002).

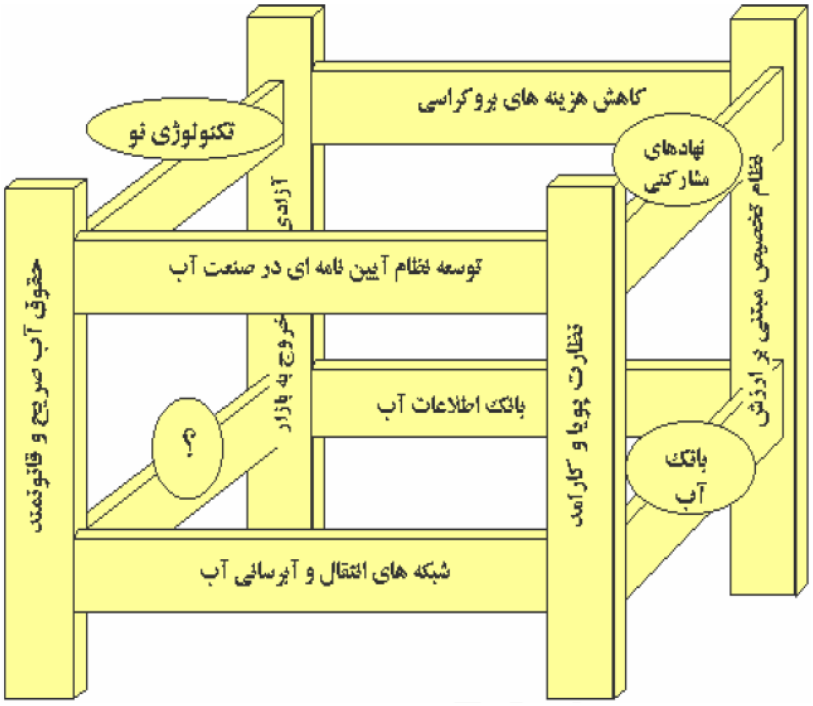
دوسی و ایستر معتقدند در وضعیت کمیابی آب لا زم است سه گزینه اصلاحات و تغییرات نهادی آب، بازار آب و خصوصی سازی همزمان و همراه با هم اجرا و پیگیری شود. آن‌ها خصوصی سازی در صنعت آب را در صورت تشکیل نهاد بازار آب امکان‌پذیر و آن را برای مشارکت بخش خصوصی در تأمین آب و حتی نظارت و حفاظت از منابع هر حوضه‌ی آبریز ضروری دانسته اند و از شفاف شدن قوانین و حقوق آب و همچنین تعیین قیمت‌های مبادله‌ای آب در هرمنطقه، که با تقویت نیروهای بازار آب به وجود می آید، به عنوان عامل اصلی و کلیدی تشویق مشارکت مردمی و بخش خصوصی در اداره امور آب نام برده اند (Dosi. & Easter, 2000).

از این رو فراهم کردن ساز و کار لازم قانونی و ظرفیت های حقوقی برای به رسمیت شناختن مبادله‌ی اقتصادی آب توسط صاحبان حقوق آب و واگذاری مسئولیت های تخصیص و مصرف به نهادهای متشکل از بهره بردارن محلی ضرورت خواهد داشت.

۱-۵-۱- الزامات استقرار بازار آب

با توجه به محدودیت‌های منابع آب و جایگاه استراتژیک آن، اتخاذ رویکردهایی که باعث حفظ ارزش آب و مصرف بهینه آن می شود ضروریست، در این راستا توجه همزمان به وجه استراتژیک آن در کنار وجوه اجتماعی و اقتصادی آن حائز اهمیت است، بازار آب سازوکار مناسب برای اصلاح و بهینه کردن برنامه های منابع و مصارف و در نتیجه و توجه به وجوه فوق الذکر است

در شکل(۱-۱۱) چارچوب ها و فرایندها و الزامات مورد نیاز استقرار آب نشام داده شده است. این شکل مبین اثرات و نقش بازار آب در المان‌های مدیریتی مرتبط با آن است. به عنوان مثال نقش این سازوکار برای شفاف سازی اطلاعات و کمک به تصمیم سازی و تقنین قوانین مناسب‌تر از ویژگی‌های بازار آب است. همچنین در این چارچوب نقش دولت در تخصیص آب بصورت غیرمستقیم و از طریق نهاد ناظر بر بازار آب اعمال می شود که اصلاحی ساختاری در نظام تخصیص متمرکز به شمار می‌رود، از سوی دیگر اینکه تصمیم حقابه‌داران در خصوص فروش یا مصرف و خرید یا تولید آب موجب خواهد شد آب جایگاه اقتصادی خودرا پیدا کند.



شکل (۱-۱۱) چارچوب ها و فرایندها و الزامات مورد نیاز استقرار آب

وجود سازوکار قانونی که مبادله‌ی حق استفاده از آب را به رسمیت بشناسد از الزامات اولیه تشکیل بازار آب است، ضمناً پیش‌بینی ضمانت اجرائی قوانین و سازو کار مناسب نظارتی برآن از ضروریات دیگر تشکیل بازار آب است. علاوه بر قوانین کلی، در هر حوضه‌ی آبریز باید قوانینی متناسب با وضعیت خاص آن حوضه برای بازار آب تدوین گردد که از جمله امکان تأمین برخی مصارف بسته به نوع و میزان مصرف از جمله موارد قانونی است که در هر حوضه لازم است تدوین گردد.

اصلاح ساختار متمرکز نظارت دولتی بر حق استفاده از آب، با توجه به رهیافت مدیریت مشارکت مدار و تشکیل نهاد ناظر متشکل از نمایندگان کلیه ذینفعان و ذیمدخلان اعم از دولت و حقابه داران محلی از الزامات دیگر تشکیل بازار آب است. وجود تشکل‌های مرتبط با بهره برداری از آب بسته به شرایط از جمله موارد ساختاری تشکیل بازار آب است. وجود بانک‌های آب برای مبادله آب از دیگر سازوکارهای مرتبط با بازار آب به شمار می رود. وجود سیستم‌های اندازه‌گیری آب

از دیگر ساختارهای مدنظر در این راستا به شمار می رود. همچنین وجود سازو کاری برای تنظیم بیلان منابع و مصارف از دیگر الزامات ساختاری بازار آب است.

وجود سامانه‌های تأمین و انتقال و توزیع مناسب آب برای استقرار یک بازار آب پویا ضروریست.

۱-۵-۲- جمع‌بندی بخش چهارم

بازار آب با رعایت نکاتی همچون حضور همه ذینفعان و ذیمدخلان در ساختارهای نظارت و توزیع و بانک آب به عنوان سازوکاری قدرتمند، به منظور توجه همزمان به جنبه‌های اقتصادی و اجتماعی است و از سوی دیگر با فراهم ساختن اختیار برای صاحبان حقوق آب در مصرف یا فروش و خرید یا استحصال، مصارف آب را اقتصادی و بهینه خواهد ساخت، از سوی دیگر این ساز و کار با فراهم آوردن امکان بهره مندی اشخاص حقیقی و حقوقی از منابع یا منافع رضایت جمعی را فراهم می کند به عبارت دیگر اشخاصی که منابع آبی را مصرف نمی کنند در ازای مابه ازای مبادله‌ای آن، آن را واگذار می کنند و از این نظر احساس زیان نخواهند کرد؛ این رویکرد همچنین برای حل تعارضات بین استان ها و نواحی مختلف کشور در بعد کلان که از منابع آبی مشترک استفاده می کنند، تعارضات را کاهش خواهد داد، از اینرو در حل مناقشات آتی آب راهکاری قدرتمند به حساب می آید و می تواند راه حلی برای رفع نقایص نظام تخصیص فعلی کشور به شمار آید لذا در جمع‌بندی موضوع باید گفت سازوکار بازار آب برای کشوری چون ایران که دارای محدودیت شدید منابع آبی است واجد وجوه و اثرات مثبت اقتصادی، اجتماعی، سیاسی و زیست‌محیطی خواهد بود و برای استان کردستان می‌توان به دلیل انتقال بخش قابل توجهی از منابع آن گامی برای جبران فرصت‌های از دست رفته استان و استفاده از منافع ناشی منابع آبی انتقالی به دیگر استان‌ها در جهت جبران توسعه نیافتگی تاریخی آن تلقی گردد. از این‌رو با توجه به به موارد مذکور و آثار مثبت ملی و استانی بازار آب در پایان این فصل بر استقرار بازار آب همچون سازوکاری قدرتمند برای بهبود ساختار مدیریت منابع آب در کشور و استان کردستان تأکید می‌گردد.

۱-۶- بخش پنجم: اصلاح نظام تخصیص آب و بازنگری در تخصیص‌های صادره

۱-۶-۱- اصلاح نظام تخصیص آب

در حال حاضر تقاضاهای روزافزون برای مصارف مختلف آب و محدودیت منابع آبی و کاهش پتانسیل آبی کشور و متناسباً حوضه‌های آبریز موجب شده است تا رویکرد مدیریت تقاضا بیش از مدیریت عرضه مورد اهتمام قرا گیرد. در حال حاضر حدود ۸۱ درصد از منابع آبی کشور به مصرف می رسد این در حالیست که مصرف بیش از ۴۰ درصد منابع آبی تجدیدپذیر براساس نرم های جهانی در محدوده غیر مجاز و بیش از ۶۰ درصد در مرحله بحرانی قرار خواهد گرفت. بر این اساس استقرار سازوکارهای مناسب برای کاهش تقاضا همزمان با حفظ درآمدهای تولیدات کشور و استان ضروریست.

به عبارتی منطقی و معقول شدن مصارف با بیشترین بازده از ضروریات مدیریت تقاضاست، این درحالیست که مصارف اعلامی توسط بخش‌های متولی شرب، صنعت، کشاورزی و آبزی پروری، محیط زیست استان‌ها معمولاً با حداکثر میزان ممکن و گاه مقداری بیش از نیاز واقعی اعلام می‌گردد و همین اعداد اگرچه در وزارت نیرو تعدیل می گردد به هرحال مبنای اولیه محاسبات قرا می‌گیرد و از سوی دیگر میزان توفیق در رقابت‌های بین استانی برای کسب حداکثر تخصیص‌ها، تحت تأثیر فشارهای سیاسی استان و قدرت چانه‌زنی متولیان استانی و نهادهای سیاسی مرتبط قرا می‌گیرد، در برخی موارد نبود مطالعات حوضه‌ای منسجم یا عدم توجه به رهیافت مدیریت بهم پیوسته آب یا اشکالات در محاسبات مربوط به منابع و مصارف استان‌ها (نمونه‌های آن در خصوص استان کردستان در ادامه ذکر خواهد شد) موجبات بروز نارضایتی و تعارضات بین استان‌های دارای منابع آبی مشترک یا انتقالی را در پی خواهد داشت. با توجه به موارد مذکور مشکلات نظام تخصیص فعلی منابع آب را می توان به شرح زیر عنوان کرد:

۱) غلبه رویکرد مدیریت تقاضا به جای مدیریت عرضه در سازوکار فعلی تخصیص.
۲) بوجود آمدن پتانسیل تعارضات بین استانی در رابطه با سهم هریک از آن‌ها از تخصیص منابع آبی مشترک و انتقالی.
۳) ابهام در ضوابط و قواعد و روش‌های محاسباتی تخصیص های ابلاغی وزارت نیرو.
۴) عدم توافق بر سر آمارهای مربوط به منابع و مصارف مورد استفاده هریک از استان‌ها و وزارت نیرو در ابلاغیه‌های تخصیص وزارت نیرو.
۵) نبود مطالعات حوضه‌ای مورد توافق همه ذینفعان و ذیمدخلان (شامل وزارت نیرو و مقامات مدیریت‌های استان ها و مردم) براساس رهیافت IWM.
۶) عدم پوشش بخشی از نیازهای شرب، صنعت، کشاورزی و محیط زیست در سطح حوضه آبریز.
۷) وجود فشارهای سیاسی در تخصیص منابع آب هریک از استان‌ها و اثرات غیرفنی چانه‌زنی های مقامات سیاسی بر تخصیص منابع آب.
۸) رقابت استان‌ها در اعلام حداکثری نیازهای شرب، صنعت و کشاورزی.
۹) عدم انتفاع استان‌های دارای منابع آبی از آب انتقالی به دیگر استان‌ها.

۱۰) عدم توجه به وجه اقتصادی آب با سازوکار موجود تخصیص(خصوصاً در طرح‌های انتقال آب).

با توجه به موارد مذکور، بازنگری در نظام تخصیص فعلی و تعدیل تمرکز تخصیص با سازوکارهایی همچون بازار آب و استقرار مدیریت حوضه‌ای و افزایش اختیارات استان‌ها با حضور در مدیریت حوضه‌ها ضروری به نظر می رسد.لازم به ذکر است در صورت مدیریت بدون حضور استان‌ها در مدیریت حوضه‌ای، صرفاً پیچیدگی ساختار مدیریت آب کشور گسترش خواهد یافت و همین ساختار متمرکز با پیچیدگی بیشتری باز تولید خواهد شد. با وجود مزایای ذکر شده برای بازار آب در صورت عدم اعمال سیاست های نظارتی دقیق ممکن است در مصارف پربازده موجب تشویق مصرف و تقاضا گردد چرا که آب در چرخه مبادله‌ی اقتصادی قرار می گیرد از این رو با اعمال سیاست‌های مدیریت تقاضا و محدود سازی آن باید بر این نقیصه فائق شد.

بازار آب در صورت توجه به همه جوانب مترتب بر آن خصوصاً اجرا و رهیافت مدیریت مشارکت مدار بصورت توأمان می‌توانند به عنوان راهکارهای مناسبی جهت رفع چالش‌های تخصیص منابع آب کشور و استان تلقی گردد.

۱-۶-۲- بازنگری در تخصیص‌های صادر شده استان کردستان

مساحت اراضی کشاورزی کشور ۱۶/۵ میلیون هکتار است که ۱۴/۷ میلیون هکتار به اراضی زراعی و بقیه به باغ و قلمستان اختصاص دارد. ۸ میلیون هکتار آن به صورت آبی و بقیه به صورت دیم کشت می‌شوند. به دلیل محدودیت منابع آبی امکان توسعه بیش از آن در کشور وجود ندارد.

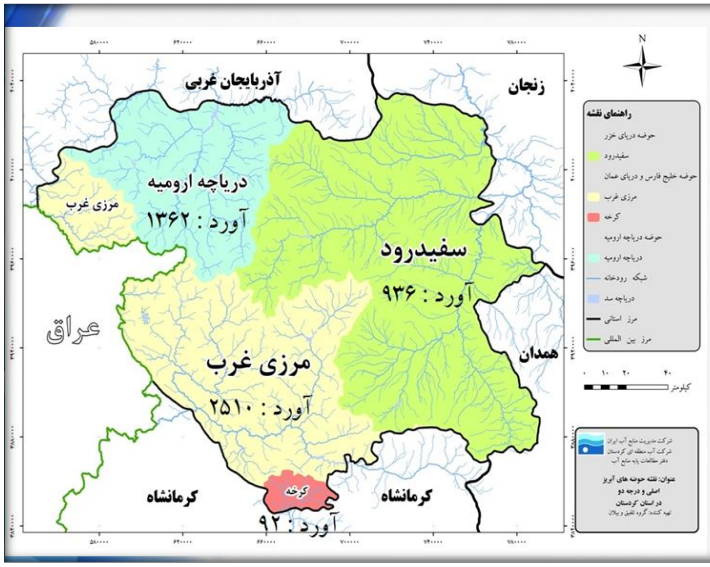
شکل (۱-۱۲) نقشه موقعیت حوضه های آبریز اصلی و فرعی حوضه درجه ۱ و درجه ۲ در سطح کشور

بر این اساس ۴۸ درصد از اراضی کشاورزی کشور آبی و بقیه آن دیم است این در حالیست که ۱۳٪ از اراضی استان کردستان آبی است.

از کل حدود ۸ میلیون هکتار اراضی کشاورزی آبی موجود در کشور تنها یک میلیون هکتار ان مرغوب است از این رو چاره اندیشی برای بهینه کردن مصارف در حدود ۷ میلیون هکتار از اراضی کشور مانند جایگزینی شیوه های کشاورزی و آبیاری ضروریست چرا که راندمان اراضی مذکور به نسبت پایین است.

در حال حاضر کل منابع آبی کشور از ۱۳۰ میلیارد متر مکعب به ۱۱۰ میلیارد متر مکعب کاهش یافته است و متناظر با آن حجم منابع آبی تجدید پذیر استان نیز به ۴/۷ میلیارد متر مکعب کاهش یافته است بر این اساس حدود ۴/۴٪ از منابع آبی کشور در استان کردستان قرار دارد. جمعیت استان بر اساس برآورد سرشماری نفوس و مسکن سال ۱۳۹۵، ۱۶۰۳۰۱۱ نفر بوده که ۱۱۳۴۲۲۹ نفر معادل ۷۱ درصد شهری و ۴۶۸۷۷۸ نفر معادل ۲۹ درصد در روستا ها ساکن می باشد. کل مساحت استان ۲۹۱۳۷۰۰ هکتار است و (۴۲٪) آن معادل ۱۲۱۷۰۳۸ هکتار اراضی کشاورزی می‌باشد ۱۳ ٪ از اراضی کشاورزی آبی (۱۵۸۲۱۴ هکتار) و ۸۷ ٪ (۱۰۵۸۸۲۳ هکتار) از اراضی دیم است.

از کل ۴/۷ میلیارد متر مکعب منابع آبی تجدیدپذیر استان ۴/۲ میلیارد متر مکعب آن سطحی و ۵/. میلیارد متر مکعب آن زیرزمینی است. قرارگیری استان کردستان در ۳ حوضه‌ی آبریز اصلی و ۴ حوضه‌ی آبریز فرعی درجه دو و اشتراک حوضه‌ای استان کردستان با استان‌های واقع در حوضه‌های خلیج فارس و دریای عمان، دریای خزر و دریاچه ارومیه و قرارگیری آن در سرشاخه این حوضه‌ها، بر حساسیت مدیریت منابع آب در استان کردستان خواهد افزود(شکل ۱-۱۳).



موضوع	نام حوضه	وسعت (Km2)	درصد
آبریز درجه ۱ (اصلی)	خلیج‌فارس و دریای عمان	۹۸۰۹	۳۳.۷
	دریای خزر	۱۳۹۶۰	۴۸
	دریاچه ارومیه	۵۳۰۹	۱۸.۳
آبریز درجه ۲	سفیدرود (رودخانه‌های تلوار و قزل‌اوزن)	۱۳۹۶۰	۴۸
	مرزی غرب (رودخانه‌های سیروان و زاب کوچک)	۹۳۲۹	۳۲
	کرخه (رودخانه رازآور)	۴۸۰	۱.۷
	دریاچه ارومیه (رودخانه‌های زرینه و سیمینه)	۵۳۰۹	۱۸.۳

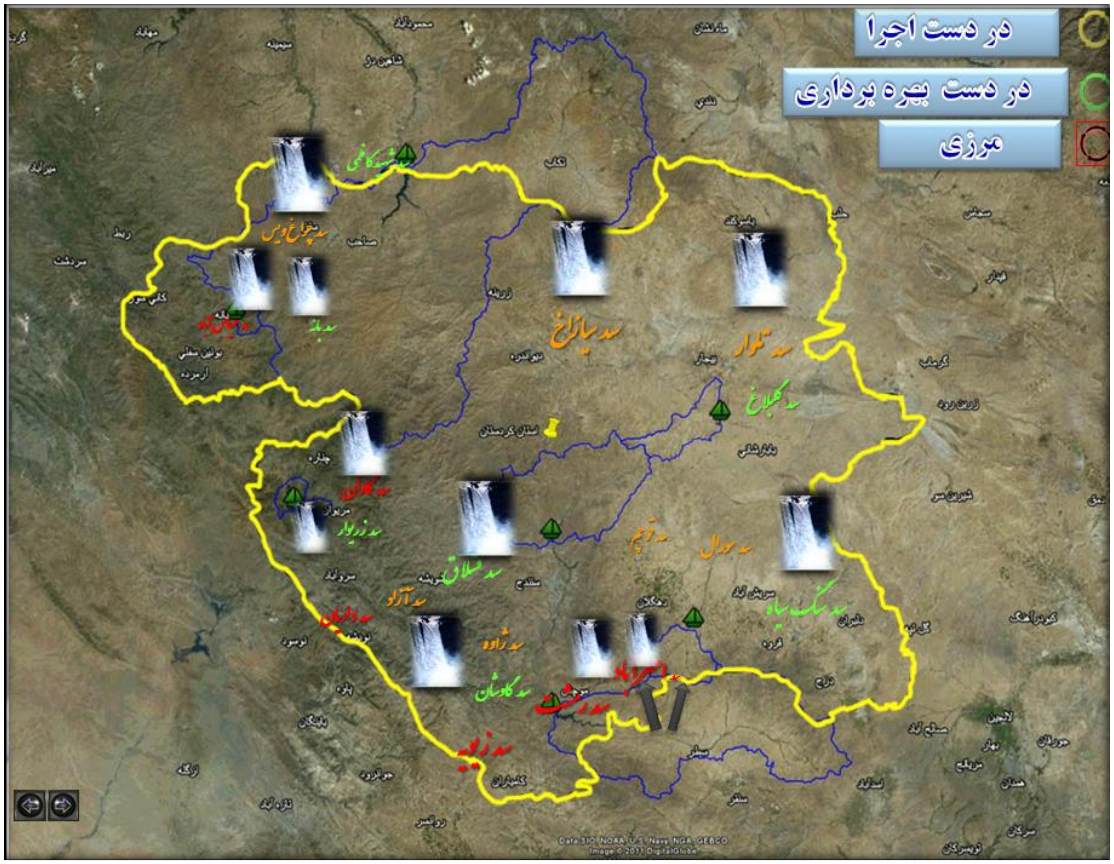
شکل (۱-۱۳) نقشه موقعیت استان کردستان در حوضه های آبریز اصلی و فرعی حوضه درجه ۱ و درجه ۲

استان کردستان دارای ۹ دشت می باشد که ۵ دشت آن در نیمه شرقی، ۲ دشت در غرب و ۲ دشت در جنوب استان است. بر این اساس ۸۶٪ اراضی مستعد کشاورزی در شرق استان و ۱۴ درصد در غرب استان قرار گرفته است. این

درحالیست که ۱۷٪ رواناب سطحی در شرق و ۸۳٪ آن در غرب قرار گرفته است بر این اساس عدم توازن اراضی مستعد کشاورزی و منابع آبی موجود استان از جمله چالش‌های استان به شمار می رود و این موضوع اهمیت لحاظ کردن تخصیص و تأمین آب این اراضی از محل طرح‌های توسعه‌ای و انتقال آب حوضه‌ای را مشخص و برجسته می‌سازد.

ظرفیت ۱۶ سد آبگیری شده مجموعاً ۲۷۵۸ میلیون متر مکعب و ۴ سد اجرایی جمعاً ۳۳۸ میلیون متر مکعب و کلاً ظرفیت ۲۰ سد آبگیری شده و اجرائی ۳۰۹۶ میلیون متر مکعب معادل ۷۴ ٪ از پتانسیل آب‌های سطحی استان کردستان است(شکل ۱-۱۴).

از حجم مذکور ۷ سد شهید کاظمی، گاوشان، آزاد، قوچم، ژاوه، داریان و تلوار با حجمی معادل ۲/۲۷ میلیارد متر مکعب تحت مدیریت استان قرار ندارد که یا توسط استان‌های همجوار (کرمانشاه، آذربایجان غربی، زنجان) بهره برداری می شود یا تحت مدیریت شرکت توسعه منابع آب و نیروست. این میزان ۷۳٪ از حجم سدهای استان را شامل می شود.



شکل (۱-۱۴) نقشه موقعیت سدهای مخزنی استان کردستان

با لحاظ حدود ۵۰۰ میلیون متر مکعب برداشت مستقیم آب سطحی، حدود ۶۰۴ میلیون متر مکعب از پتانسیل رواناب سطحی بصورت مهار نشده جریان می یابد. در این رابطه با توجه به سهم عمده آب‌های مهار شده و جریان تنظیمی سدها،

رعایت حقابه‌های زیست محیطی در برنامه‌ریزی تخصیص بلندمدت و برنامه‌های منابع و مصارف سالانه ضروریست. نظارت اداره کل محیط زیست بر این حقابه‌ها ضروری به نظر می‌رسد.

در استان کردستان ۲۴ رودخانه جاریست که ۱۷ رودخانه آن دائمی است و برای برداشت مستقیم از این منابع ۳۱۰۱ پروانه آب سطحی صادر شده است. تعداد چشمه‌ها ۳۸۴۳۰ دهنه احصا شده است که ۳۲۴۴ پروانه توسعه و بهره برداری برای این چشمه‌ها صادر شده است.

تعداد پروانه های چاه‌های عمیق ۲۷۵۵ فقره و چاه‌های نیمه عمیق ۱۰۳۰۰ فقره است و جمعاً ۱۹۴۰۰ فقره پروانه برای برداشت از منابع آبی صادر شده است.

در این رابطه عدم صدور پروانه بهره برداری برای مشترکین شبکه های آبیاری و زهکشی از جمله چالش‌ها در این خصوص به شمار می رود.

همچنین ۴۹۶ رشته قنات در استان شناسایی شده است که ساماندهی بهر برداری از این قنوات نیز ضروریست. خصوصاً قنوات متروکه شهرها که عموماً وارد مسیر فاضلاب شهر می شوند.

موضوع	واحد	مقدار
وسعت	Km2	۲۹۱۳۷
جمعیت	نفر	۱۴۹۵
میانگین بارش سالانه	میلی متر درسال	۴۵۵
میانگین تبخیرواقعی سالانه	میلی متر درسال	۲۵۵
میانگین دمای سالانه	درجه سا نتیگراد	۱۲
حجم بهره برداری از منابع آب	MCM	۱۲۱۳
حجم بهره برداری از منابع آب سطحی	MCM	۴۹۳
حجم بهره برداری از منابع آب زیرزمینی	MCM	۷۱۹
میانگین افت	متر	۲۵
متوسط کسری مخزن سالانه	MCM	۳۷

شکل (۱-۱۵) نگرش کلی به وضعیت منابع آب استان کردستان

بصورت کل ابهامات زیر در تخصیص‌های صادره بر اساس ابلاغیه تخصیص مورخ ۹۷/۱۱/۲ وزارت نیرو وجود دارد:

- ❖ معیار تعیین میزان مصارف مختلف در استان کردستان و استان‌های واقع در حوضه و مقادیر تخصیص یافته نامشخص است و شیوه محاسباتی آن نامعلوم است.
- ❖ میزان پتانسیل آب تجدیدپذیر هر حوضه در ابلاغیه تخصیص مشخص نیست.

- ❖ براساس موارد مذکور سهم استان از منابع آبی هر حوضه نامشخص است و برنامه‌ریزی برای مازاد مصارف استان نامشخص است.
- ❖ محدودیت‌ها و قیودی برای انتقال آب حوضه‌ای جهت حداقل رسانی تبعات انتقال در حوضه‌ی مبدأ تعیین نشده است.

در ادامه به بررسی تخصیص های صادره استان کردستان به تفکیک هر حوضه می‌پردازیم.

۱-۶-۳- حوضه سفیدرود

۴۶/۵ درصد از اراضی استان در حوضه سفید رود قرار دارد، آب تخصیص یافته به این حوضه بر اساس ابلاغیه تخصیص مورخ ۹۷/۱۱/۲، به میزان ۶۳۷/۸ میلیون متر مکعب است که ۴۰۹/۷ م.م.م آن سطحی و ۲۲۸/۱ م.م.م آن زیرزمینی است و با جدول اصلاحی طرح‌های توسعه‌ای از ۱۰۲/۹ به ۱۷۷/۲ میلیون مترمکعب تغییر یافته است به این میزان ۶۹/۱ م.م.م آب انتقالی ژاوه و آزاد نیز اضافه خواهد شد بنابر این کل عدد تخصیص به ۷۱۲/۱ م.م.م خواهد رسید. در ابلاغیه تخصیص منابع آب تجدید پذیر در حوضه اعلام نشده است، اما این مقدار ۶۰۰ م.م.م سطحی و ۴۰۰ م.م.م زیر زمینی است و درصد تخصیص صادر کلی در این حوضه حدود ۷۱ درصد از پتانسیل حوضه است.

جمع آب تخصیص یافته از طرح‌های توسعه‌ای ۱۷۷/۲ و ظرفیت آبزی‌پروری در تأسیسات آبی ۲۵۰ تن به تفکیک، ۵۰ تن در گل‌بلاغ، ۱۵۰ تن در سورال و ۵۰ تن در سنگ سیاه تعیین شده است و در رودخانه یول کشتی با احتساب سه لیتر بر ثانیه برای تولید یک تن و تخصیص ۱/۵ متر مکعب برای آبزی‌پروری در این رودخانه، امکان تخصیص آب برای ۵۰۰ تن وجود دارد. در این خصوص چالش های مد نظر به شرح زیر تشریح می‌گردد:

- ❖ ۳۰۵ م.م.م تحت عنوان برداشت‌های سطحی موجود شامل برداشت‌های سطحی و اضافه برداشت‌های سطحی و اضافه برداشت زیرزمینی لحاظ شده است این عدد نیز محل بحث بررسی است. اولاً درج مقادیری تحت عنوان اضافه برداشت زیرزمینی در این بخش فاقد مبنای علمی صحیح است. دوم در رابطه با آب سطحی چنین منابعی و مصارفی وجود خارجی ندارد سوم لحاظ ۲۲۸/۱ م.م.م برای برداشت آب زیرزمینی که خود این عدد نیز نیازمند تدقیق است به معنای محاسبه دوباره برداشت آب زیرزمینی است همچنین تفکیک این بند به مقادیر زیرزمینی و سطحی مورد نظر ضروری به نظر می‌رسد و لازم است هر یک در تخصیص مربوط به خود محاسبه گردد. چنین استنباط می‌گردد، به روش معکوس بخش عمده‌ای از کسری مخزن تلوار که می‌تواند به دلایل زیادی از جمله اشکالات مطالعات و برنامه‌ریزی منابع آب اولیه یا اشکالات آمار و اطلاعات موجود یا تغییرات اقلیمی و کاهش بارندگی و در نتیجه کاهش منابع آبی تجدیدپذیر رخ داده باشد، به عنوان برداشت سطحی تلقی شده است که چنین منابعی وجود خارجی ندارد.
- ❖ میزان ۱۰/۴۷ م.م.م از تخصیص های صادره در طرح‌های توسعه منابع آب مربوط به بندهای انحرافی فاقد جریان تنظیمی است که برخی از آن‌ها مانند بند علی آباد، کاظم آباد و طهماسبقلی در پایین دست سد سنگ‌سیاه واقع شده است و جریان آن‌ها تابع جریان رهاسازی شده از سد سنگ سیاه است و لحاظ کردن میزانی برای آن به منزله

محاسبه دوباره است. از سوی دیگر بندهای مذکور و بندهای دیگری مانند بند قروچیا در فصل کشاورزی فاقد آورد می باشند و تنها در زمان های سیلابی همچون بند رسوب گیر و سازه کنترال سیلاب عمل می کنند از اینرو با توجه به عدم استفاده از بندهای مذکور، حجم اختصاص یافته به آن‌ها فاقد مبنای واقعی و منطقی و علمی است. از سوی دیگر این بخش در برداشت‌های مستقیم به میزان ۳۰۵ م.م.م(؟؟؟) است نیز مستتر است و لحاظ کردن آن به معنای محاسبه آن برای بار سوم است.

- ❖ به دلیل عدم تأمین آب مورد نیاز آبزی‌پروری در رودخانه یول‌کشتی در فصل تابستان، جابجایی آن به رودخانه قزل‌اوزن در پایاب سد سیازاخ تقاضا می‌گردد.
- ❖ از کل حجم ۵۰۵ م.م.م این حوضه، تنها ۱۷۷/۲ م.م.م به طرح های توسعه‌ای استان اختصاص یافته است که ۱۰/۴۷ آن نیز مربوط به بندهای انحرافیست که در صورت کسر این مقدار، ۱۶۶/۷۳م.م.م معادل ۳۳٪ از حجم کل مخازن موجود حوضه به استان تخصیص یافته است که با احتساب ۳۷۵/۵ م.م.م حجم تنظیمی کل درون سالی حجم تخصیص یافته به استان در طرح‌های توسعه‌ای منابع آب ۴۴٪ حجم تنظیمی سالانه است.
- ❖ با کاهش تخصیص های صادر شده سد سنگ سیاه و تنها ۱۰ درصد از نیاز تأمین آب اولیه این طرح‌ها پوشش داده می‌شود و بخش عمده‌ای از سرمایه‌گذاری انجام شده در این طرح‌ها بلااستفاده خواهد ماند و موجب بروز نارضایتی اجتماعی و عدم تأمین اراضی مستعد این منطقه خواهد شد.
- ❖ همانگونه که پیشتر ذکر شد مستعدترین اراضی کشاورزی استان در این منطقه واقع شده است و توجه به تأمین آب مورد نیاز کشاورزی در این بخش از حوضه آبریز از جمله الزمات توسعه‌ای استان است.

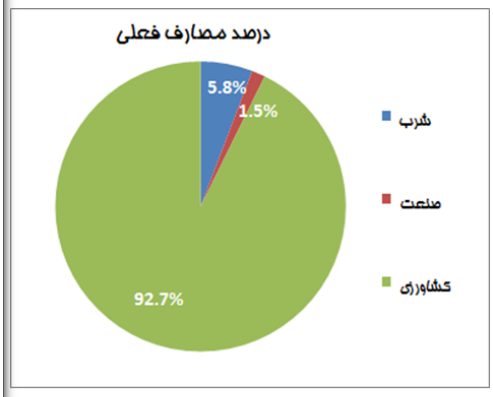
جدول (۱-۴) مصارف فعلی استان همدان در حوضه های آبریز ذینفع

ارقام بر حسب میلیون مترمکعب در سال

کل استان	شرب	صنعت	کشاورزی	مجموع	درصد مصارف
آب سطحی	۴۰.۴	۲۷.۸	۲۶۴.۱	۳۳۲.۴	۱۳.۹
آب زیرزمینی	۹۸.۳	۷.۹	۱۹۵۷.۳	۲۰۶۳.۴	۸۶.۱
مجموع	۱۳۸.۷	۳۵.۷	۲۲۲۱.۴	۲۳۹۵.۸	۱۰۰.۰

- مصارف آب شرب براساس بانک شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور
- مصارف صنعت براساس اطلاعات مرکز آمار ایران و وزارت صمت
- مصارف کشاورزی بر اساس آماربرداری سراسری دور دوم

بخش	شرب	صنعت	کشاورزی	مجموع
درصد مصارف	۵.۸	۱.۵	۹۲.۷	۱۰۰



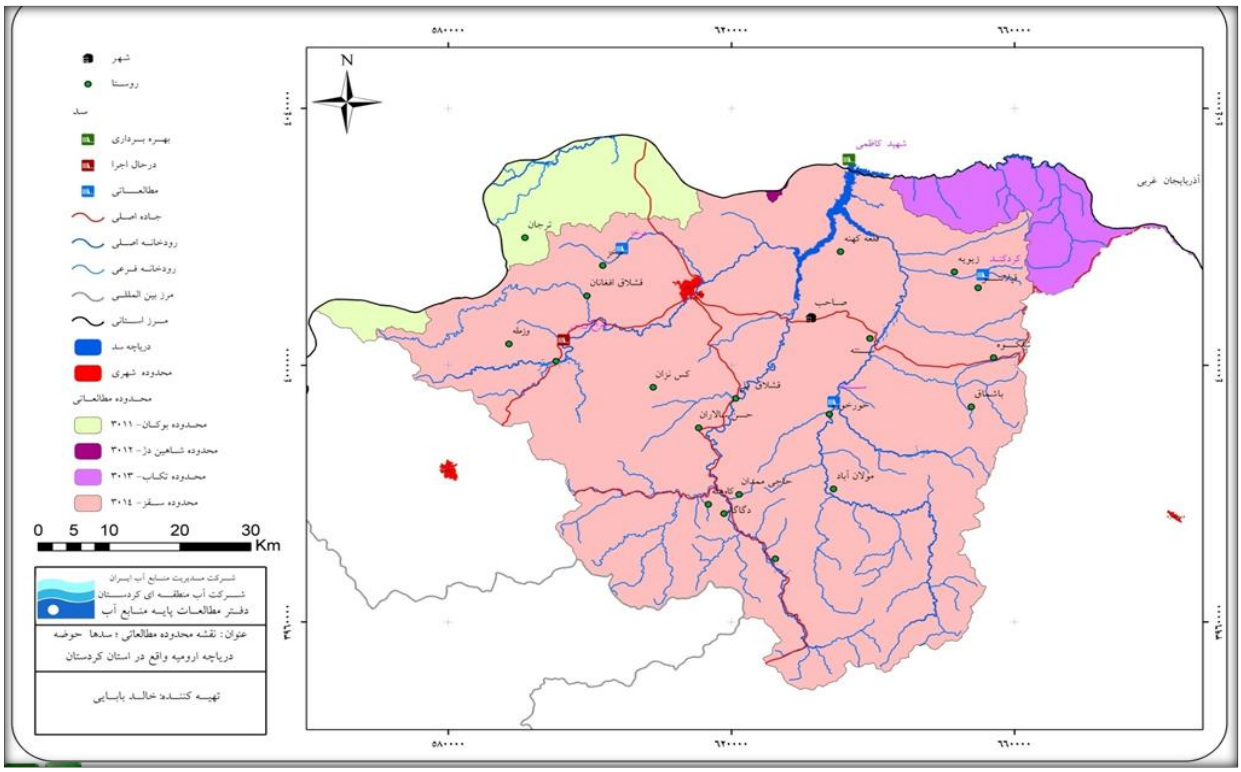
نوع کشت	سطح زیر کشت(هکتار)	درصد
آبی	۲۷۸۲۴۴	۴۰
دیم	۴۱۶۶۰۰	۶۰
جمع	۶۹۴۸۴۴	۱۰۰

نوع کشت	محصولات زراعی	محصولات باغی	مجموع
سطح زیرکشت (هکتار)	۶۲۱۶۱۰	۷۳۲۳۴	۶۹۴۸۴۴
درصد سطح زیرکشت	۸۹.۵	۱۰.۵	۱۰۰

منبع: آمارنامه کشاورزی وزارت جهاد کشاورزی در سال ۹۶-۱۳۹۵

۱-۶-۴- حوضه‌ی دریاچه ارومیه

رودخانه‌های جاری در استان کردستان و در زیرحوضه‌ی دریاچه ارومیه شامل رودخانه های سقز، آدینان، خورخوره و بخشی از ساروق می باشد(شکل ۱-۱۶). پتانسیل آب تجدیدپذیر استان کردستان در این حوضه ۱۱۰۰ م.م.م است، که بر اساس ابلاغیه تخصیص مورخ ۹۷/۱۱/۲، ۳۱۱/۲ م.م.م معادل ۲۸ ٪ به استان کردستان تخصیص یافته است.



شکل (۱-۱۶) نقشه حوضه آبریز دریاچه ارومیه در محدوده استان کردستان

مجموع تخصیص طرح‌های توسعه منابع آب ۶۳/۹ م.م.م، است که این میزان در اصلاحیه به ۱۸۷ م.م.م و برداشت سطحی (موجود) ۲۳۳/۵ برداشت سطحی (تخصیص جدید) ۱۳/۸ لحاظ شده است. ۹۱ م.م.م به عنوان آب انتقالی چومان (۴۹/۹ مصرف در مسیر انتقال(؟) و ۴۱/۱ هم برای کشاورزی به انتقالی به چراغ ویس) در نظر گرفته شده است که موارد زیر در این خصوص ذکر می گردد:

- در قالب بخشی از تخصیص ۱۹/۵م.م.م کشاورزی سد سقز این در حالیست که در حال حاضر تنها ۴۵۰۰ هکتار اراضی مستعد در دشت لکزی و چاغرلو (اراضی مرغوب تنها معرفی شده است و حدود ۱۰۰۰۰ هکتار اراضی کشاورزی دیم در این محدود واقع شده است) در حاشیه سد شهید کاظمی موجود است که حدود ۳۴ م.م.م نیاز آبی بدون لحاظ پرت برای این اراضی محاسبه می گردد، بنابراین رقم ۱۹/۵ برای تأمین اراضی موجود کافی نخواهد بود.

- درج برداشت مستقیم به میزان ۲۲۸ م.م.م به معنای وجود حدود ۳۰۰۰۰ هکتار اراضی آبی در این منطقه است که براساس آمارهای موجود حدود ۱۸۰۰۰ هکتار اراضی آبی در این حوضه وجود دارد. در اینصورت میزان برداشت مستقیم اراضی آبی ۱۳۷ م.م.م معادل ۶۰٪ از میزان اعلام شده فعلی خواهد بود.
- با توجه به قرارگیری مخزن شهید کاظمی در مجاورت شهر سقز و در نظر نگرفتن تخصیص صنعت از این سد برای نیاز صنعت شهرستان سقز خصوصاً در اراضی مجاور مخزن و با عنایت به تقاضاهای موجود مانند کارخانه فولاد و آهن اسفنجی و فولادگستر و مضافاً در نظر گرفتن افق توسعه صنعتی استان و شهرستان سقز و بازدهی اقتصادی مصارف صنعتی، پیش بینی نیاز صنعت با هماهنگی متولیان استان ضروری به نظر می رسد.
- با توجه به ضرورت حفظ ایستگاه پمپاژ پیریونس به عنوان گزینه پدافندی تأمین آب شرب شهر سقز، تخصیص ۶ م.م.م از سد شهید کاظمی معادل ۲۵٪ نیاز شرب شهر سقز ضروری به نظر می رسد.
- نیاز شرب روستاهای مجاور مخزن و شهر صاحب در تخصیص سد شهید کاظمی لحاظ نشده است.

۱-۶-۵- حوضه‌ی خلیج فارس و مرزی غرب

محدوده حوضه آبریز مرزی غرب در غرب کشور و در مجاورت مرز ایران و عراق و در ناحیه ای بین عرض شمالی ۳۲ درجه و ۵۰ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۵۳ دقیقه و طول شرقی ۲۵ درجه و ۲۶ دقیقه تا ۴۸ درجه واقع شده است. این حوضه آبریز، ناحیه ای کوهستانی است که بین فلات ایران و جلگه بین النهرین قرار گرفته و بخشی از رشته کوه زاگرس است.

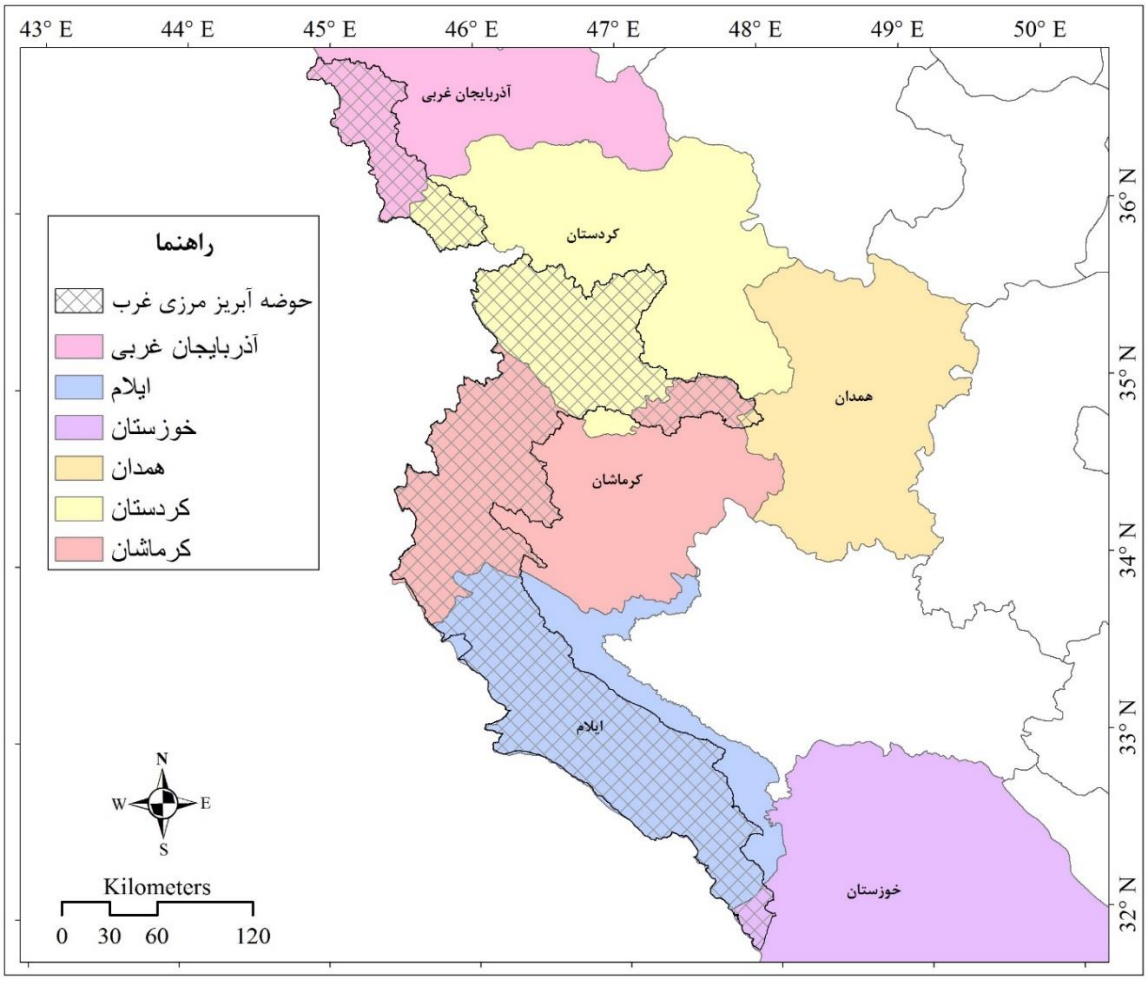
حوضه رودخانه های مرزی غرب از رود زاب در منتهی الیه شمالی حوضه تا رود دوبرج در منتهی الیه جنوبی آن گسترش دارد. این حوضه بخشی از حوضه آبریز خلیج فارس می باشد که جریان آب آن از طریق رودخانه های دجله، دیاله و اروندرود به خلیج فارس متصل می گردد. مساحت این حوضه ۳۹۶۶۷ کیلومتر مربع می باشد و ۷۹ درصد آن را مناطق کوهستانی تشکیل می دهد. در شکل ۱-۱۵ حوضه آبریز درجه ۲ مرزی غرب نسبت به دیگر حوضه های آبریز درجه ۲ نشان داده شده است.

شکل (۱-۱۷) نقشه موقعیت حوضه آبریز مرزی غرب در کشور

لازم به ذکر است سرشاخه های این حوضه و قسمتی از حوضه آبریز مرزی غرب در کشور عراق واقع شده اند و اعدادی که در این مطالعه ذکر می شوند تنها مربوط به قسمتی از حوضه آبریز مرزی غرب هستند که در داخل ایران قرار دارد.

حوضه آبریز مرزی غرب با استان های ایلام، کردستان، کرماشان، آذربایجان غربی و خوزستان و بخش کوچکی از استان همدان محدود مشترک دارد.

در شکل (۱-۱۸) موقعیت حوضه آبریز درجه ۲ مرزی غرب نسبت به تقسیمات سیاسی کشوری نشان شده است.



شکل (۱-۱۸) موقعیت استانهای سهیم در حوضه‌ی آبریز مرزی غرب

جدول (۱-۵) مساحت استانهای ذینفع در حوضه‌ی آبریز مرزی غرب

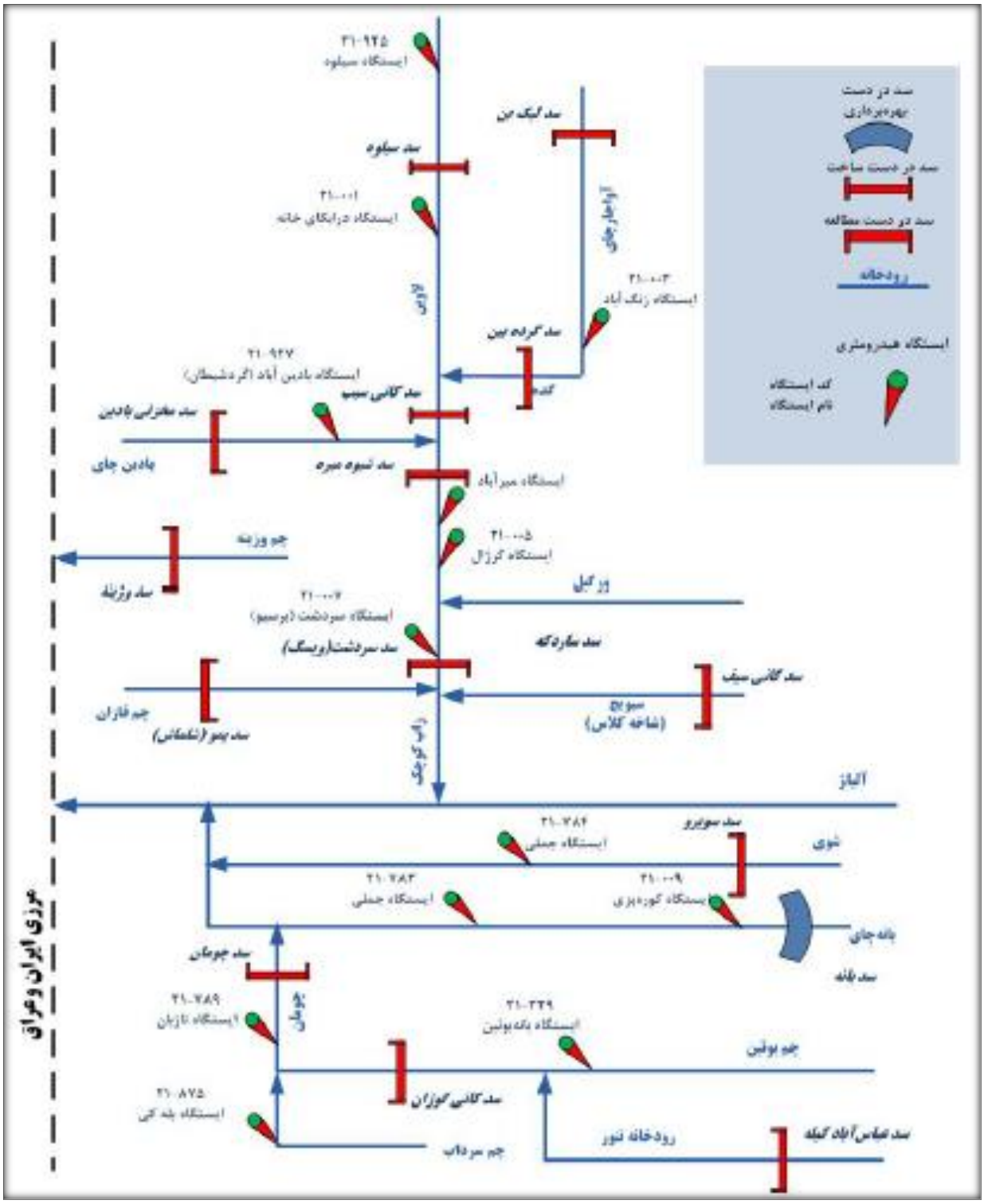
استان	مساحت واقع در حوضه‌ی آبریز مرزی غرب (km2)	درصد از مساحت حوضه
ایلام	۱۴۸۰۷	٪۳۷
کرماشان	۱۱۶۹۶	٪۲۹/۲
کردستان	۹۴۲۸	٪۲۳/۶
آذربایجانغربی	۳۳۷۹	٪۸/۵۰
خوزستان	۵۷۱	٪۱/۴۰
همدان	۱۰۹	٪۰/۳۰

با توجه به تنوع شرایط توپوگرافی، اقلیمی و هیدرولوژیکی در این حوضه از لحاظ بررسی مشخصه‌های طبیعی و جغرافیایی همچنین ارزیابی سیستم های منابع آبی این حوضه به سه زیرحوضه زیر تقسیم می شود:

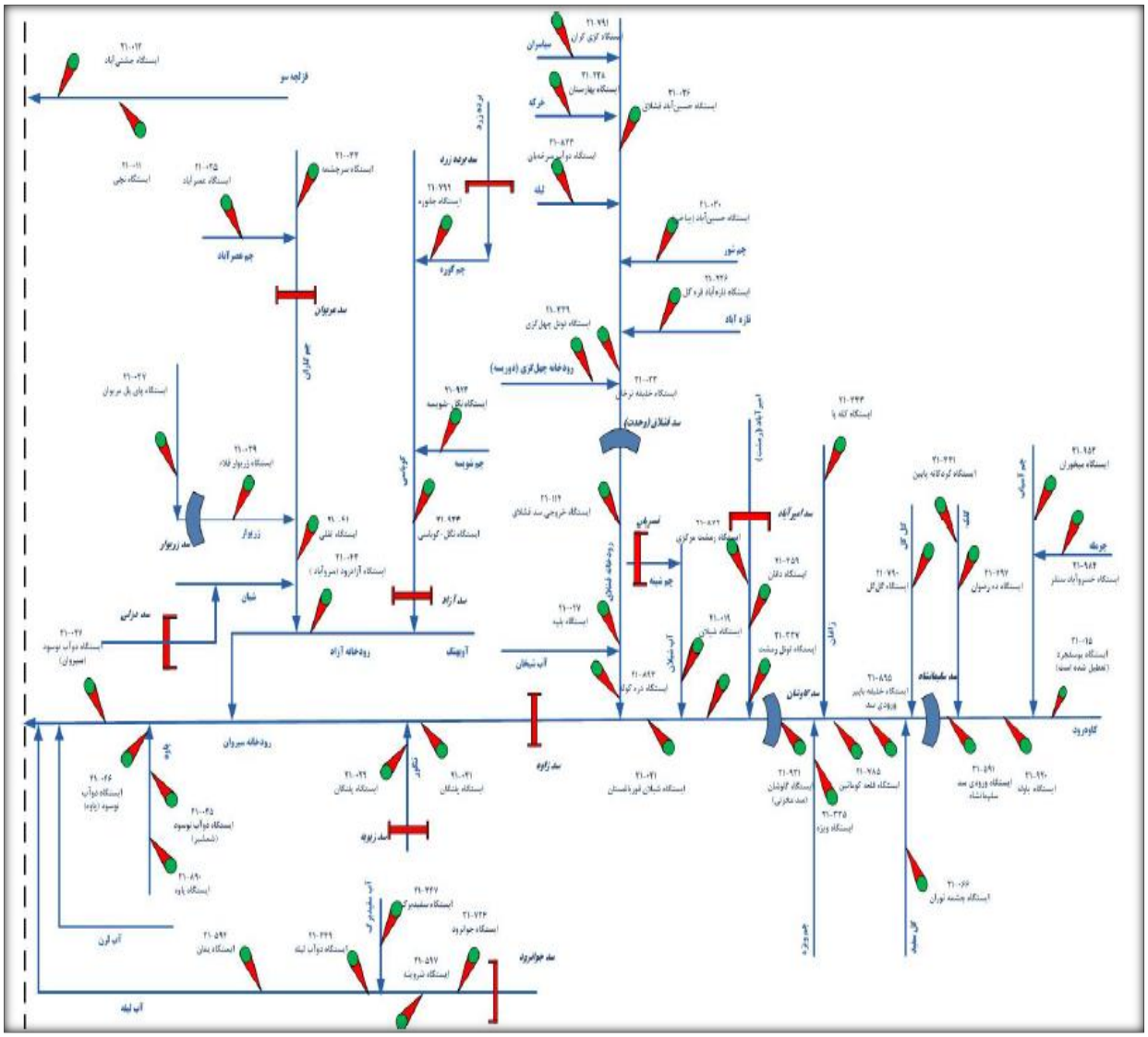
- رودخانه‌ی زاب در بخش شمالی
- رودخانه‌ی سیروان در بخش مرکزی
- رودخانه های جنوبی تا '۴۸ °۳۵ عرض شمالی و ' ۵۳ °۴۶ طول شرقی

مساحت این زیرحوضه ۵۰۰۵ کیلومترمربع است که ۸۲ درصد آن را مناطق کوهستانی و بقیه را دره ها و مناطق تپه ماهوری تشکیل می دهد. این زیرحوضه از مغرب و جنوب با کشور عراق و از شمال و مشرق با حوضه دریاچه ارومیه هم مرز می باشد.

سیستم شماتیک رودخانه زاب در شکل(۱-۱۹) نمایش داده شده است سدهای عباس آباد کیله، بانه، کانی سیو و سویر و طرح های مورد بررسی در قالب این زیرسیستم می باشند.



شکل (۱-۱۹) شماتیک سیستم رودخانه‌ی زاب



شکل (۱-۲۰) شماتیک سیستم رودخانه‌ی سیروان

حوضه آبریز رودخانه سیروان '۴۰ °۳۴ تا '۴۵ °۳۵ عرض شمالی و از '۵۰ °۴۵ تا '۵۸ °۴۷ طول شرقی واقع شده است. مساحت این حوضه تا سد دربندیخان ۱۳۴۲۲ کیلومترمربع است که ۷۷ درصد آن را مناطق کوهستانی و بقیه را دره ها، دشت ها و کوهپایه ها تشکیل می دهد. این زیرحوضه از غرب به کشور عراق، از شمال به حوضه دریاچه ارومیه و سفیدرود و از شرق و جنوب به حوضه کرخه و زیرحوضه رودخانه های جنوبی محدود می باشد.

پتانسیل منابع آب تجدید پذیر این حوضه ۲۶۰۰ م.م.م است که از این میزان ۶۲۴/۵ م.م.م معادل ۲۴٪ درصد از این منابع به مصارف شرب و صنعت و کشاورزی استان اختصاص یافته است. موارد مرتبط با این حوضه به شرح زیر ذکر می‌گردد:

- در سد قشلاق ۲۵ م.م.م برای نیاز کشاورزی تخصیص داده شده است، این در حالیست که مجموع اراضی پایاب این سد و حاشیه مخزن حدود ۵۵۰۰ هکتار و شبکه آبیاری و زهکشی این سد ۱۵۰۰ هکتار است و جمعاً حدود ۷۰۰۰ هکتار از اراضی کشاورزی از این سد تأمین آب می‌گردد و میزان صادر شده حدود ۳۸۵۰ هکتار را تأمین خواهد کرد(بدون احتساب پرت).

شکل (۱-۲۱) نمایی از سد مخزنی قشلاق بر روی رودخانه قشلاق در استان کردستان

- سهم کل کشاورزی از شبکه آبیاری و زهکشی پایاب گاوشان و حقابه دارن مسیر رودخانه و حاشیه مخزن کلاً ۱۳ م.م.م لحاظ شده است. این درحالیست که در برنامه های سالیانه سنوات اخیر ۱۲م.م.م مصارف مسیر رودخانه، ۲ م.م.م حاشیه مخزن بوده است. در شرایطی که نیاز کشاورزی طرح خامسان به مساحت ۱۱۰۰ هکتار اراضی ۶ م.م.م است. با در نظر گرفتن ۳۵ م.م.م برای ۵۰۰۰ هکتار شبکه آبیاری و زهکشی گاوشان، ۶ م.م.م طرح خامسان و ۱۳م.م.م نیاز فعلی و ۱۷م.م.م نیازهای جدید مجموعاً نیاز کشاورزی استان کردستان از این سد به ۵۶ م.م.م خواهد رسید که با لحاظ ۶ م.م.م نیاز شرب و۲۱/۲ م.م.م تخصیص زیست محیطی نیاز استان کردستان جهت تأمین مصارف شرب، صنعت، کشاورزی و زیست محیطی جمعاً به ۸۳/۲ خواهد رسید.
- حجم انتقالی از آزاد برای مصارف شرب سنندج که در تخصیص های قبلی لحاظ شده بود_ حذف شده است که با توجه به مشکلات کمی و کیفی تأمین آب شرب سنندج از سد قشلاق و تک منبعی بودن این شهر برای تأمین آب شرب و ضرورت پیش بینی انتقال مستقیم آزاد به تصفیه خانه سنندج به عنوان یک طرح علاج بخشی و پدافندی لحاظ حداقل ۴۰ میلیون متر مکعب که در ابلاغیه های تخصیص های قبلی لحاظ شده بود ضروری به نظر می رسد. همچنین کاهش چشمگیر تخصیص آزاد به دلیل حذف آب انتقالی مورد سووال بر این اساس هیچ حجمی از آب انتقالی آزاد به کردستان تخصیص نیافته است؟؟؟؟؟
- مجموع تخصیص از سدهای امیراباد و رمشت برای کشاورزی ۳/۷ م.م.م در نظر گرفته شده است که در حال حاضر ۱۱۰۰ هکتار شبکه آبیاری و زهکشی تحت پوشش این سدهاست که با لحاظ ۶۵۰۰ مترمکعب در سال برای هر هکتار میزان تخصیص یافته تنها تکافوی ۵۷۰ هکتار از اراضی را با فرض راندمان صدرصد شبکه خواهد نمود.
- در بخش آبزی‌پروری سدهای گارن، قشلاق، گاوشان، آزاد لحاظ نشده است، این در حالیست که در حال حاضر بجز سد گاران مزارع پرورش ماهی در بقیه سدهای مذکور در حال بهره برداری و تولید ماهی سردابی هستند.

❖ در رابطه با حوضه زاب که بررسی آن جهت امکان تخصیص از زاب به استان به بعد موکول شده است که با توجه به فعال بودن طرح های انتقال آب حوضه‌ای در حال حاضر، تعیین تکلیف در این خصوص ضروری به نظر می رسد.

۱-۶-۶- جمع بندی بخش پنجم

در حال حاضر، سازوکار موجود در نظام تخصیص متمرکز کشور موجب شده است تا مقامات و متولیان استان‌ها از یک سو سعی در اخذ بیشینه تخصیص آب برای مصارف مختلف داشته باشند و به دلیل جایگاه و اهمیت استراتژیک و اقتصادی و اجتماعی و زیست محیطی آن هریک از استان ها در رقابت با دیگر استان‌ها با توسل به قدرت چانه‌زنی و لابیگری با رویکردی تقاضامحور در جهت بیشینه تخصیص گام بردارد و در چنین شرایطی قدرت لابی‌های سیاسی به عنوان فاکتوری مهم بر تخصیص‌ها تأثیر گذار باشد، از اینرو همانگونه که مطرح شد ضروریست ساختار نظام متمرکز تخصیص با استقرار توأمان مدیریت حوضه‌ای(با رویکرد IWM) و بازار استانی، حوضه‌ای و کشوری آب اقدام گردد. همچنین سازوکار مذکور گامی مؤثر در جهت تسهیم منافع ناشی از آب انتقالی به سایر استان‌هاست که از درآمد ناشی از آن می تواند به عنوان جبران هزینه فرصت‌های از دست رفته استان به کار گرفته شود.

در رابطه با تخصیص های صادر شده استان به طور کلی به دلیل عقب ماندگی تاریخی استان از نظر شاخص‌های توسعه اقتصادی، عمده‌ترین مصرف آب استان در بخش کشاورزی است، با توجه به سهم پایین اراضی مدرن کشاورزی ضروریست به منظور بهینه سازی مصرف کشاورزی و تخصیص‌های صادر شده تلاش جهت توسعه شبکه‌های آبیاری مدرن صورت پذیرد. از سوی دیگر با توجه به راندمان پایین اقتصادی بخش کشاورزی، افزایش سهم تخصیص صنعت به منظور، تغییر سیمای توسعه اقتصادی استان با توجه به میزان آب در اختیار صورت پذیرد. توسعه اقتصادی استان و تغییر سیمای تولیدی استان از کشاورزی به سمت صنایع سازگار با طبیعت و هماهنگ با اصول آمایش استان و تخصیص آب مورد نیاز صنعت و تأمین هزینه‌های طرح‌های توسعه‌ای از محل درآمدهای ناشی از فروش آب در بازار آب امکان‌پذیر است.

۱-۷- نتیجه‌گیری نهایی

تاکنون گزارش‌های بسیاری در رابطه با مدیریت و برنامه‌ریزی آب در کشور و در استان تدوین شده که بسیاری از اهداف این برنامه‌ها محقق نشده است، گزارش‌هایی که تحت عنوان مدیریت و برنامه‌ریزی منابع آب تدوین گردیده و در این گزارش تعمداً کلمه منابع از عبارت گزارش حذف شده است، چرا که مدیریت آب مشتمل بر مدیریت منابع و مصارف هردوست و صرفاً با پیش بینی و برنامه‌ریزی برای منابع بدون توجه به سازوکارهای بهینه سازی مصرف و اصلاح مکانیزم های مربوط به تأمین و توزیع آب و مدیریت بهره برداری مصارف، ابلاغ دستوری تخصیص‌های صادره، منشأ بروز تعارضات و ظهور معضلات عدیده خواهد شد از این رو در این فصل از گزارش سعی شد حوزه‌های مرتبط با مدیریت و برنامه‌ریزی آب در سرفصل‌های زیر مورد ارزیابی قرار گیرد:

❖ **بخش اول: بازنگری و اصلاح ساختار مدیریتی آب کشور.**

- **بخش دوم: بازنگری و اصلاح قوانین مربوط به آب.**
- **بخش سوم: توجه به رهیافت مدیریت مشارکت مدار برای مدیریت منابع آب با هدف تقویت بعد اجتماعی آب.**
- **بخش چهارم: فراهم کردن سازوکار مبادله اقتصادی آب همچون استقرار بازار آب به منظور توجه به بعد اقتصادی آب.**
- **بخش پنجم: اصلاح نظام تخصیص آب و بازنگری در تخصیص های صادر شده.**

در این فصل از گزارش، هدفِ بررسی همه حوزه‌های مرتبط با مدیریت و برنامه‌ریزی آب، آن بود که نقش و تأثیر هر بخش در مدیریت مؤثر و کارا ی آب تبیین گردد و الگویی ارائه گردد که با نگاهی جامع، از هیچ یک از بخش‌های دخیل و مرتبط و تأثیرگذار غفلت نگردد، چرا که به نظر می‌رسد، برخورد بخشی و محدود و ارزیابی مشکلات و چالش‌ها تنها از دریچه یک حوزه‌ی مفهومی محدود، دربرگیرنده همه جوانب تأثیرگذار نخواهد بود و همین امر موجب خواهد شد تا نتایج بدست آمده در بسیاری از موارد تنها بخشی از هستی حقیقی موضوع را در برگیرد، به عنوان نمونه علی‌رغم تلاش‌های بسیاری که در ارتباط با حل مناقشات مربوط به تخصیص منابع آب صورت گرفته است، هنوز بسیاری مشکلات و چالش‌ها آن‌چنان‌که در این فصل از گزارش ذکر شد کماکان لاینحل مانده است و حل این مشکلات علاوه بر ضرورت اصلاح فرآیندهای محاسباتی ذکر شده، مستلزم تغییرات ساختاری نظام تخصیص و بهره برداری از آب است که در این خصوص می‌توان به ادعاهای مدیران هر استان برای تأمین نیازهای خود اشاره کرد. در صورت تداوم ساختار فعلی بسیاری از مشکلات کماکان تداوم خواهد یافت، ذکر دو نمونه مدیریت حوضه‌ای(با تأکید بر رهیافت IWM) و همچنین استقرار بازار آب استانی، حوضه‌ای و کشوری از جمله اصلاحات ساختاری پیشنهادیست که در جهت تمرکززدایی از نظام تخصیص، چابک-سازی مدیریت آب، توجه به وجه اقتصادی آب، حل بسیاری از مناقشات مربوط به تقاضای تخصیص، بهینه‌سازی مصرف مورد توجه قرار گیرد. از آن جا که توجه به مزایای ساختارهای مذکور نباید وجه اجتماعی آب را نادیده بگیرد، تأکید بر استقرار مدیریت مشارکت مدار به عنوان ضرورت دیگری مورد تأکید قرار گرفته است.

بازنگری در حقوق آب و محدودیت‌های ناشی از قوانینی که مانع مدیریت مؤثر و کارای آب می‌گردد از دیگر مواردیست که در این گزارش تشریح شده است چرا که اصلاحات در سایر بخش‌های ذکر شده مستلزم فراهم بودن ظرفیت‌های قانونی لازم است و آن‌چنان‌که ذکر شد برای اصلاحات ساختارها و فرآیندهای مدیریت آب بازنگری در قوانین و چارچوب‌های حقوقی جدید و تدوین قوانین و چارچوب‌های حقوقی جدید ضروریست که در این گزارش با ذکر ۹ چالش حقوقی و قانونی و ارائه پیشنهادهایی در فصل دوم به آن پرداخته شده است. از عمده مسائل مرتبط با حوزه تغییرات شرایط زمانی، اقلیمی، اجتماعی، اقتصادی و سیاسیست که تدوین قوانین به هنگام را ضروری خواهد نمود.

علاوه بر اصلاح ساختار تخصیص آب، اصلاح ساختار مدیریت آب در وزارت نیرو و توجه به میزان مطلوب تمرکز، پیچیدگی و رسمیت این ساختار در بخش نخست این گزارش ارائه شده است که در آن با توجه به رویکردی مدیریتی به

ارزیابی ویژگی‌های محیط کلان و خرد مدیریت آب پرداخته شده و در نهایت موارد اصلاحی مورد نظر در مدیریت آب کشور و استان پیشنهاد شده است چرا که بدون اصلاح همه جانبه ساختارها و فرآیندهای مرتبط با مدیریت کلان آب کشور، مدیریت آب استان نیز از اشکالات مذکور متأثر خواهد شد، از اینرو اصلاح توأمان ساختارها و فرآیندها در بعد کشوری و استان باید مورد توجه قرار گیرد.

۱-۸- منابع و مآخذ

الف)کتاب‌ها و مقالات :

۱) احمدی، آزاده؛ ذوالفقاریپور، محمدامین و بابک ابراهیمی، ۱۳۹۷. **چالشها و ملاحظات حقوق بازار آب محلی، مطالعه موردی: دشت اصفهان-برخوار**. نشریه تحقیقات منابع آب ایران، سال چهاردهم، شماره ۵، ص.ص ۱۳۹-۱۴۸.

۲) استیفن رابینز، ۱۳۸۸. **تئوری سازمان**، ترجمه: سید مهدی الوانی و حسن دانایی فرد، چاپ بیست و هفتم انتشارات صفار ـاشراقی.

۳) اعرابی، محمد، ۱۳۸۹. **دستنامه برنامه ریزی استراتژیک**. انتشارات دفتر پژوهش‌های فرهنگی، چاپ سوم.

۴) الوانی، سید مهدی، ۱۳۷۹. **مدیریت عمومی**. چاپ شانزدهم.

۵) جعفری، سید عباس، ۱۳۸۳. **رویکرد بازارآب و الزامات آن، اقتصادکشاورزی و توسعه**. سال دوازدهم، شماره ۴۸.

۶) رابرت کاپلان و دیوید نورتون، ۱۳۸۶. **نقشه استراتژی تبدیل دارایی‌های نامشهود به پیامدهای مشهود**. ویراست دوم، گروه صنعتی پژوهشی آریانا.

۷) رضاییان، علی، ۱۳۸۰. **مبانی سازمان و مدیریت**. چاپ اول.

۸) زیبایی، منصور؛ ملک، مرضیه و رنوسفادرانی، ۱۳۹۵. **اثرات بالقوه ایجاد بازار آب بر ارتقا بهره وری و کاهش منازعات مربوط به آب در استان فارس**. نشریه آب و فاضلاب.

۹) سعادت، فتح الله و امیر هوشنگ امینی، ۱۳۵۰. **جغرافیای اقتصادی ایران**، تهران، انتشارات دانشکده علوم ارتباطات اجتماعی.

۱۰) سید مرتضی حسینی، راحله، ۱۳۹۷. **بهینه‌سازی مدیریت آب بر مبنای رهیافتهای حقوق بشر**. نشریه تحقیقات منابع آب ایران، سال چهاردهم، شماره ۱.

۱۱) سید جوادین، سید رضا، ۱۳۸۶. **نظریه‌های عمومی سازمان و مدیریت برای رشته‌های MBA و مدیریت اجرایی**. انتشارات نگاه دانش، چاپ اول.

۱۲) شیرغلامی، هادی، قهرمان، هوشنگ، ۱۳۸۴. **بررسی روند تغییرات متوسط دمای سالانه ایران**. نشریه علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال نهم، شماره اول.

۱۳) صادق زیباکلام، ۱۳۸۸. **ما چگونه ما شدیم**. چاپ هفدهم ویراست سوم، نشر روزنه.

۱۴) عباسی، محمد، ۱۳۳۵. **سیاحتنامه شاردن (قرن هفدهم)**. ده جلد، تهران.

۱۵) کاتوزیان، محمد علی همایون، ۱۳۸۷. **اقتصاد سیاسی ایران از مشروطه تا پایان سلسله پهلوی**. ترجمه: محمد رضا نفیسی و کامبیز عزیزی نشر مرکز.

۱۶) کاویانی راد، مراد، ۱۳۸۹. **ناحیه گرایی در ایران از منظر جغرافیای سیاسی**. انتشارات پژوهشکده مطالعات کاربردی

۱۷) گروه کار مشارکت کشاورزان در مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی کمیته ملی آبیاری و زهکشی، ۱۳۸۹. **تجارب جهانی در خصوص مدیریت مشارکتی آبیاری و انتقال مدیریت آبیاری**. گزیده مقالات دهمین سمینار بین المللی مدیریت مشارکتی آبیاری.

۱۸) ماری جو هچ، ۱۳۸۷. **تئوری سازمان**. ترجمه: حسن دانایی فرد، چاپ اول.

۱۹) متفکر، حسین، ۱۳۸۵. **بررسی و ارزیابی سازمان‌های فرهنگی**، انتشارات آثار معاصر.

۲۰) محمدی دینانی، منصور ؛ مولایی، یوسف و محمدابراهیم بنی‌حبیب،۱۳۹۷. **اصل بهره‌برداری معقول از منابع آب در حقوق بین‌الملل آب**. فصلنامه‌ی مطالعات حقوق عمومی، دوره‌ی ۸۴، شماره‌ی۳.

۲۱) مسعودیان، سید ابوالفضل، ۱۳۸۲. **تحلیل ساختار دمای ماهانه ایران**. مجله پژوهشی دانشگاه اصفهان، شماره ۱۵.

۲۲) وزارت نیرو/ وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۹۸. **دستورالعمل توسعه مدیریت مشارکتی آب**. جلد ۱ و ۲.

۲۳) وندال فرنچ و سیسیل اچ. بل، ۱۳۸۷. **مدیریت تحول در سازمان**، ترجمه: سید مهدی الوانی و حسن دانایی فرد و یرایش جدید انتشارات صفار _اشراقی.

ب) مراجع انگلیسی:

1) PAKISTAN WATER POWER DEVELOPMENT AUTHORITY, 2009. DEVELOPMENTAL PLAN WAPDA'S.
2) STRATEGIC PLAN OF THE PAKISTAN COUNCIL OF RESEARCH IN WATER RESOURCES,2009
3) Special Reports/Water Crisis
4) General Directorate of State Hydraulic Works,2009, TURKEY WATER REPORT
5) Ugur Nalbantoglu2009, water database on dsi (DSİ - STATE HYDRAULIC WORKS AND WATER) Dr. Murat HATIPOGLU,2010-2011 7th Coordination Seminar of the EMWIS National Focal Points
6) Mohammad Javad Amid, 1990 agriculture, poverty and reform in Iran,
7) Pakistan water and power development authority, 20011, Hydropotential in Pakistan.

ج)سایت های اینترنتی

- www.climatetemp.info
- www.emwis-tr.org
- www.wrm.ir
- www.dsi.gov.tr
- www.mowp.gov.pk
- http://www.moe.org.ir
- http://www.moe.org.ir

- http://dwww.moe.org.ir
- http://fa.wikipedia.org/wiki
- www.wapda.gov.pk
- www.maj.ir
- www.pakistan.gov.pk

د) پایان نامه:

- تنهایی، الهیار، ۱۳۷۸. **بررسی ساختار سازمانی و تأثیر آن بر اثربخشی سازمانی**. تهران، دانشکده علوم اداری و مدیریت بازرگانی دانشگاه تهران.
- جمشیدی، علی، ۱۳۷۹. **بررسی رابطه ساختار سازمانی (پیچیدگی، رسمیت، تمرکز) با تعهد کارکنان**. تهران، دانشکده مدیریت دانشگاه شهید بهشتی.
- ضمیران، زانیار،۱۳۹۰. **بررسی ساختار سازمانی و ابعاد پیچیدگی و تمرکز مدیریت آب در کشورهای موفق با اقلیم مشابه با ایران**.
- عباسی، خسرو، ۱۳۷۷. **مطالعه و مقایسه فرهنگ سازمانی در سازمان های با ساختار سازمانی ارگانیکی و مکانیکی**. تهران، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی دانشگاه شهید بهشتی.

فصل دوم

مدیریت اکولوژیک و کیفی منابع آب

دکتر حبیب الله محمدی

استادیار گروه علوم و مهندسی شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه کردستان

چکیده

استان کردستان از نظر آب‌های سطحی و زیرزمینی دارای جایگاه مهمی در منطقه و کشور می‌باشد و سرشاخه اصلی برخی حوضه‌های آبریز کشور از قبیل قزل‌اوزن، زرینه رود، کرخه، سیروان و زاب کوچک می‌باشد. همچنین وجود دریاچه-های قابل توجهی از قبیل سد قشلاق (وحدت) سنندج، سد شهید کاظمی سقز، دریاچه زریبار مریوان، سد گاوشان کامیاران، سد گلبلاغ بیجار، سد سنگ سیاه دهگلان، سد سورهال دهگلان، سد زیویه کامیاران، سد سیازاخ دیواندره، سد امیرآباد و رمشت در کامیاران، سد بانه، سد قوچم، سد آزاد سنندج و چندین سد در حال مطالعه و احداث، ۲۵ رودخانه دائمی و فصلی، ۸۷۰۳ حلقه چاه عمیق و نیمه عمیق، ۲۰۵۵ رشته قنات و ۴۲۰۹۲ چشمه دائمی و فصلی از عمده استعدادهایی هستند که به عنوان پتانسیل‌های آبی با ارزش استان کردستان محسوب می‌شود. نتایج مطالعات در سال‌های اخیر نشان می‌هد که در بخش کیفی، مسائل زیست محیطی و اکولوژیکی مدیریت ضعیفی اعمال شده است. عدم مدیریت حوضه‌های آبریز رودخانه‌ها و دریاچه‌ها و ورود مواد مغذی حاصل از ورود فاضلاب‌های انسانی و صنعتی و پساب‌های مزارع کشاورزی و کارخانجات و کارگاه‌های صنعتی سبب فوق مغذی شدن این منابع آبی شده است. مغذی شدن دریاچه‌ها تهدید جدی برای حال و آینده وضعیت کیفی دریاچه‌های استان می‌باشد که با بلوم های جلبکی مضر سبب اختلال شدید در بخش زیستی و غیرزیستی اکوسیستم دریاچه‌ها خواهد شد. همچنین عدم مدیریت واحد و یکپارچه این منابع آبی و واگذاری مدیریت و تخصیص حداکثری آن‌ها به استان‌های همجوار روشی نامطلوب و غیرعادلانه‌ای بوده که نتایج نامطلوبی را به دنبال داشته است و در حال و آینده نیز باعث چالش‌های جدی خواهد شد. سهم مدیریت و استفاده استان کردستان از دریاچه‌های داخل استان کمتر از ۳۵ درصد بوده و بیش از ۶۵ درصد آن در اختیار استان‌های همجوار بوده است. وضعیت کمی و کیفی آب‌های زیرزمینی هم در شرایط نامناسبی قرار دارد و افت شدید سطح آبخوان‌های شرق استان کردستان (دشت‌های قروه، دهگلان و بیجار) و به دنبال آن آلودگی به فلزات سنگین و در برخی مناطق غلظت بالای نیترات نگران کننده است و تهدیدی جدی برای تامین آب شرب در این مناطق می‌باشد. نیاز است مسئولین به فکر مدیریت این مصارف و جایگزین کردن برداشت آب از منابع آبی زیرزمینی با آب دریاچه‌های پشت سد باشند. همچنین وضعیت رودخانه‌ها نگران کننده بوده و با ادامه روند فعلی و ورود فاضلاب‌های متعدد و دستکاری‌های انسانی و سدسازی در آینده، دیگر اثری از رودخانه‌های بی‌نظیر و بکر استان کردستان باقی نخواهد ماند. با اطمینان می‌توان گفت که بر اساس اصول علمی و اکولوژیک، استان کردستان دیگر ظرفیت ساخت هیچ سدی را ندارد و تا همین الان هم چند سد غیر اصولی و بدون توجیه متقن علمی در استان کردستان ساخته شده است که اثرات زیست محیطی نامطلوبی به دنبال داشته و در آینده نیز این اثرات تشدید خواهد شد. یکی از بخش‌هایی که در استان کردستان بر اساس مطالعات فعالیت‌های مثبتی را انجام داده است مدیریت شیلات و امور آبزیان استان کردستان می‌باشد که با آبزی‌دار کردن اصولی دریاچه‌ها و با تشکیل تعاونی‌های صیادی نقش مناسبی در ایجاد اشتغال و تولید پایدار داشته که در صورت علمی‌تر کردن این فعالیت‌ها و توجه بیشتر به گونه‌های ماهیان بومی می‌تواند نقش موثرتری در حفاظت از ذخایر ماهیان بومی، تولید پایدار و مدیریت کیفی و اکولوژیک

منابع آبی داشته باشند. در مجموع راهکار تمامی مشکلات موجود مدیریت علمی، تخصصی و یکپارچه منابع آبی از حوضه آبخیز تا محل مصرف آب می‌باشد و باید تمامی دستگاه‌های استانی و ادارات مربوطه خود را موظف به پیگیری و رعایت آن بدانند. همچنین استان کردستان با دارا بودن وسعتی معادل ۲۸۲۰۳ کیلومتر مربع و جمعیتی حدود ۱/۶ میلیون نفر و رشد فزاینده نرخ بیکاری باید توجه برنامه‌ریزان کشور را در مسیر حل این مشکل بغرنج بیکاری به خود جلب کند. می‌توان با مدیریت علمی و اصولی منابع آبی (خصوصا دریاچه‌ها) علاوه بر رعایت اصول زیست‌محیطی برنامه‌ریزی مناسبی برای برداشت پایدار از این منابع و ایجاد اشتغال تدوین کرد. توسعه صنعت اکوتوریسم، هیدروپاور و مباحث کشاورزی اصولی و شیلاتی می‌تواند راهکار مناسبی برای توسعه و ایجاد اشتغال پایدار و رفع بیکاری باشد.

۲- ۱- مقدمه

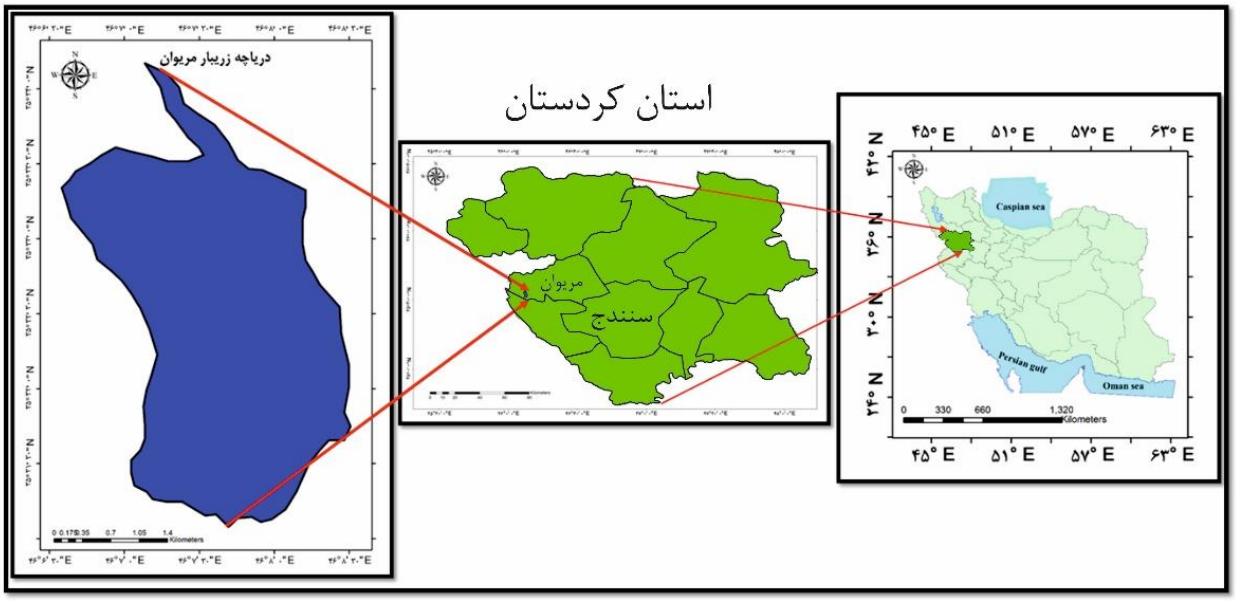
میزان تغییرات انسانی در اکوسیستم‌های آبی طبیعی یا مصنوعی همواره در دنیا مورد توجه لیمنولوژیست‌ها و اکولوژیست‌ها بوده تا برنامه‌هایی را جهت طبقه‌بندی و پایش زیستی شرایط اکولوژیکی توسعه دهند. آب‌های داخلی جز مهم‌ترین منابع با استراتژی خاص می‌باشد و نیاز ضروری انسان به آن و حفظ شرایط طبیعی زندگی انسان روی کره زمین و همچنین افزایش جمعیت بشری، فشار بی سابقه‌ای را به منابع آبی وارد کرده است. با نگاهی به کتابهای منتشر شده در سال‌های اخیر می‌توان به خوبی متوجه شد که سهم قابل توجهی از این کتاب‌ها در مورد منابع آب، اهمیت استراتژیک و ارزش اقتصادی و زیست محیطی آب می‌باشد. تمامی این موارد نشان از اهمیت روز افزون منابع آبی، بخصوص منابع آبی محصور در خشکی و مطالعات اکولوژیک آنها دارد (Daowning, 2014). مدیریت کیفیت آب در رودخانه‌ها و دریاچه‌های پشت سدها نیازمند مطالعه و ارزیابی تغییرات کیفیت آب و شناخت پدیده‌هایی که در آن رخ می‌دهند می‌باشد. با وجود فشارهای فزآینده‌ای که در اثر رشد جمعیت بر منابع محدود کنونی وارد می‌شود، نیاز به شناخت کیفی هرچه‌بیشتر منابع آبی و آبزیان به منظور اعمال مدیریت صحیح بیشتر احساس می‌شود (عباسی و همکاران، ۱۳۸۶).

استان کردستان از نظر آب‌های سطحی و زیرزمینی یکی از استان‌های مهم کشور می‌باشد. در این استان چند حوضه آبریز عمده وجود دارد که بخش عمده‌ای از منابع آبی ایران را تشکیل می‌دهند. این استان با دارا بودن بارندگی حدود ۵۰۰ میلی متر (بیش از دو برابر بارندگی متوسط ایران) یکی از پرآب‌ترین استان‌های ایران است، به طوری که با ۱/۷ درصد مساحت ۳/۵ درصد حجم بارندگی‌های کشور را دریافت می‌کند. در حال حاضر تعداد ۱۹ سد توسط وزارت نیرو و یک سد توسط وزارت جهادکشاورزی در استان کردستان روی منابع آبی استان در حال اجرا و یا بهره‌برداری شده می‌باشد. این تعداد سد در استان کردستان قابلیت تنظیم سالیانه ۴/۵٪ از آب‌های کشور را داشته و حدود ۲/۸٪ از حجم مخازن سدهای کشور را به خود اختصاص می‌دهد (شرکت منابع آب ایران، ۱۳۹۶).

۲- ۲- وضعیت کلی منابع آبی ساکن (دریاچه‌ها و تالاب‌ها) در استان کردستان

۲- ۲- ۱ - دریاچه زریبار مریوان

دریاچه زریبار مریوان مهمترین دریاچه طبیعی آب شیرین استان کردستان است. این دریاچه با مساحت حدود ۱۶ کیلومترمربع و ۵۴ میلون مترمکعب آب در تراز نرمال، عمق میانگین ۴/۵ متر و حجم ۲۲ تا ۴۷ میلیون متر مکعب و ۱۲۸۵ متر ارتفاع از سطح دریا و با موقعیت جغرافیایی ° ۳۵/۵۴۹ عرض شمالی و °۴۶/۱۲۹ طول شرقی و در غرب شهرستان مریوان در استان کردستان قرار گرفته است (شکل ۲-۱).



شکل(۲-۱) موقعیت جغرافیایی دریاچه زریبار شهرستان مریوان

دریاچه زریبار به لحاظ اکولوژیکی، اقتصادی و فرهنگی مهمترین دریاچه آب شیرین غرب کشور است. این دریاچه بدلیل ورود آلاینده‌ها، ساخت سد بر روی خروجی آن، رها سازی ماهی و ورود ماهیان هرز از قبیل ماهی قرمز، دارای تغییراتی در ساختار جمعیتی ماهیان بوده است. ترکیب طبیعی ماهیان دریاچه زریبار به دنبال تغییرات محیطی و ورود ماهیان غیر بومی به طرق مختلف دچار تغییراتی شده است. اولین رهاسازی ماهی در دریاچه زریبار در سال حدود ۱۳۶۰ (۱۹۸۲ میلادی) توسط شرکت سهامی شیلات ایران جهت افزایش برداشت ماهی انجام شد و شروعی بود برای تغییر ساختار جمعیتی ماهیان دریاچه و با ساخت سد بر روی خروجی دریاچه این قضیه تشدید شد و مانع تردد ماهیان رود کوچ و قطع ارتباط دریاچه و رودخانه پایین دست شد. دریاچه زریبار مریوان در آخرین مطالعات کیفی و جلبکی در سال ۱۳۹۸ دارای شرایط بسیار نامناسبی به لحاظ کیفی بود و به لحاظ تروفی و تغذیه گرایی در وضعیت هایپرتروف یا فوق مغذی بود. به موجب این شرایط پیش آمده، در چند سال اخیر تقریبا هر سال در ماه‌های گرم (مرداد و شهریور) پدیده بلوم جلبکی مضر توسط گروه جلبکی سیانوباکترها از جنس میکروسیستیس (Microcystis) رخ داده و باعث افت شدید کیفی آب دریاچه، نوسان شدید pH و اکسیژن شبانه روزی آب و به دنبال آن تلفات شدید ماهیان و برخی آبزیان می شود (شکل ۲-۲).

شکل(۲-۲) تصاویر مربوط به بلوم جلبکی و تلفات ماهی در دریاچه زریبار مریوان

به کمک غواص اداره آتش نشانی شهرستان مریوان نمونه برداری و فیلم برداری از ستون آب و بستر دریاچه نیز انجام شد. نتایج فیلم ها و مشاهدات غواص نشان داد که کلنی های سبز رنگ زیادی از جلبک Microcystis در ستون آب

پخش شده و در بستر دریاچه به میزان خیلی بیشتری از این کلنی‌ها به شکل توده‌ای و رشته‌ای تجمع یافته است. مشاهدات جانبی و نمونه‌برداری غواص از کف دریاچه در خصوص لایه حدود ۱ تا ۱/۵ متری لجن کف وضعیت بحران زده دریاچه و آینده‌ای نگران کننده‌ای را برای دریاچه نشان می‌دهد (شکل ۲-۳).

شکل(۲-۳) تصاویر مربوط به بررسی وضعیت بستر دریاچه زریبار و انجام غواصی

۲-۲- ۱- ۱- راهکارها و پیشنهادات احیای دریاچه زریبار

متاسفانه راهکارهای سریع به مانند مسکن درد به صورت مقطعی برخی مشکلات را حل می کند اما اصل مشکل به قوت خود باقی خواهد ماند و لازم است با مطالعه‌ای دقیق و جامع برنامه‌ای زمان بندی شده برای احیای دریاچه هرچه زودتر تدوین و اجرا شود. با توجه به گستردگی رشد این فیتوپلانکتون و ابعاد دریاچه زریوار عملا نمی‌توان کار سریع خاصی انجام داد و باید به فکر آینده بود که برای سال‌های آینده این تلفات در این ابعاد و حتی شدیدتر تکرار نشود. اما برخی اقدامات از قبیل جمع آوری سریع تلفات ماهی از روی آب، هوادهی دریاچه در اواسط شب تا اوایل صبح از طریق قایق موتوری در محل هایی که تلفات بیشتر است و همچنین تمرکز ماهیگیری صیادان در محل هایی که تلفات بیشتر است، می تواند مشکل گشا خواهد بود. **جدای از بحث شکوفایی جلبکی بر اساس مطالعات قبلی و اطلاعات موجود برخی پیشنهادات بعنوان راهکارهایی برای نجات دریاچه زریوار مطرح می شود.**

۲-۲- ۱-۲- پیشنهادات اجرایی

۱. بررسی امکان استفاده از روش‌های نوین در حذف نیزارها مانند بکارگیری تجهیزات جذب ازت از مجاورت ریشه‌ی نی‌های واقع در اطراف دریاچه.
۲. کنترل ورود آلاینده‌ها به دریاچه از قبیل فاضلاب‌های روستایی، مراکز اداری و تفریحی اطراف.
۳. بدلیل کم عمق و حساس بودن اکوسیستم دریاچه، حذف قایق سواری موتوری از دریاچه بجز موارد اضطراری و گشت‌های تحقیقاتی.
۴. مدیریت رهاسازی بچه ماهی در دریاچه و تمرکز بر روی احیای گونه‌های بومی.
۵. حذف فیزیکی نیزارهای اطراف و جلوگیری از پیشروی و تنگ‌تر شدن کاسه دریاچه.
۶. جلوگیری از هرگونه فعالیت و توسعه کشاورزی در اطراف دریاچه.
۷. جلوگیری از هر گونه ساخت و ساز ادارات و مراکز خصوصی در حریم دریاچه.

۲-۲-۱-۳ - پیشنهادات پژوهشی

۱. با توجه به حساسیت دریاچه، دستکاری‌های زیستی و فیزیکی و ورودی‌های زیاد، مطالعه اکولوژیک جامع و پایش سالانه دریاچه ضروری به نظر می‌رسد.
۲. مطالعه دقیق در مورد تخریب و برداشتن سد احداث شده بر روی دریاچه که با هیچ اصول زیست محیطی و بین المللی سازگار نیست و سبب تجمع بیش از حد رسوبات در بستر و گرفتگی تدریجی برخی چشمه های زیر دریاچه شده است. همچنین باعث کاهش و از بین رفتن ماهیان رود کوچ این دریاچه شده است.
۳. مطالعه در خصوص وضعیت دقیق آبزیان بخصوص ترکیب جمعیتی و فراوانی ماهیان دریاچه.
۴. مطالعه و بررسی دقیق بستر، وضعیت چشمه‌های زیر آب و بررسی میزان رسوبات تجمع یافته کف دریاچه.

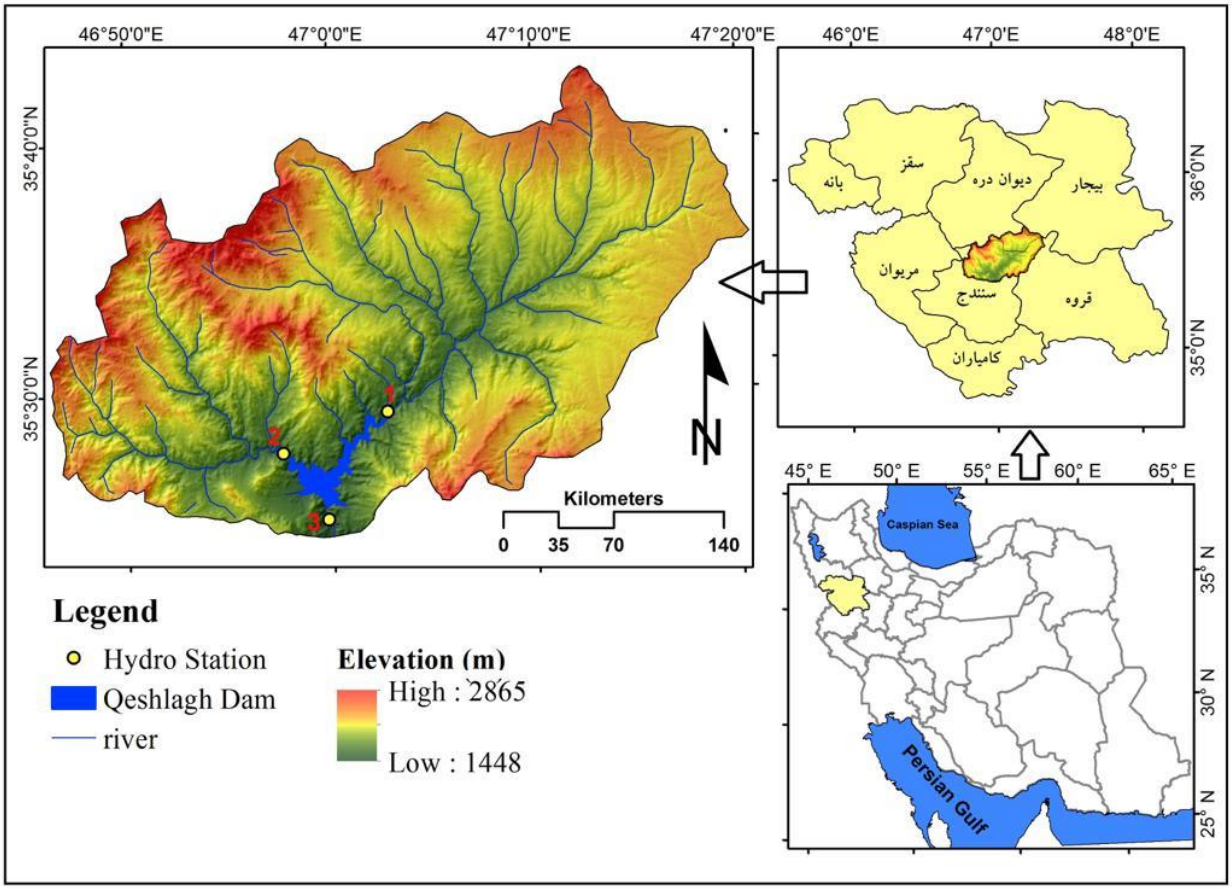
۵. مدیریت بهتر و قرار گیری در محل مناسب‌تر دستگاه پایش آنلاین فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب اداره محیط زیست واقع در کنار دریاچه.

در مجموع برخی راهکارهای مدیریتی برای دریاچه زریبار می تواند به تناسب برای سایر دریاچه‌های استان مورد استفاده قرار گیرد و این نکات برای دریاچه های دیگر سعی می شود تکرار نشود.

۲- ۲-۲- دریاچه سد قشلاق (وحدت) سنندج

۲- ۲-۲-۱ – معرفی دریاچه سد قشلاق

دریاچه سد قشلاق (وحدت) سنندج که حدود ۹۹ درصد آب شرب شهر سنندج را تامین می‌کند، در سال ۱۳۵۸ آبگیری شده و با ظرفیت حدود ۲۲۰ میلیون مترمکعب و مساحت حدود ۹۵۰ هکتار و عمق بیشینه حدود ۶۰ متر در تراز نرمال و در حدود ۱۳ کیلومتری شهر سنندج به سمت دیواندره واقع شده است (شکل ۲-۴).



شکل(۲-۴) نقشه‌ی موقعیت دریاچه سد قشلاق سنندج

۲- ۲-۲- ۲- وضعیت کیفی دریاچه قشلاق و تاثیر آن بر آب شرب سنندج

بر اساس آخرین پایش‌های انجام شده توسط دانشگاه کردستان و اطلاعات بخش پایش شرکت آب منطقه‌ای استان و تصفیه‌خانه آب شرب شهر سنندج، وضعیت نامناسبی در سد قشلاق مشاهده شد و بر اساس این اطلاعات دریاچه فراغنی یا یوتروف شده و در نتیجه آن در سال ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ بلوم جلبکی رخ داده است. این دریاچه با توجه به حوضه آبریز غنی از مواد مغذی و سن نسبتاً بالای آن نیاز به توجه ویژه‌ای دارد. اندازه‌گیری اولیه ازت کل، فسفر کل، کلروفیل آ و شفافیت آب برای محاسبه شاخص TSI کارلسون جهت تعیین وضعیت تروفی دریاچه در آخرین پایش نشان داد که دریاچه سد قشلاق یوتروف یا فراغنی شده است. این وضعیت بدلیل ورود مواد مغذی و فاضلاب حیوانی، کشاورزی و انسانی زیادی به دریاچه سد قشلاق ایجاد شده و شرایط مستعدی را برای رشد بالا و سریع جلبک‌ها که تعداد زیادی از آنها در ایجاد طعم و بوی آب موثر بوده و تعدادی هم از گروه سیانوباکترها هستند که علاوه بر ایجاد طعم و بو می‌توانند برخی از ترکیبات مضر برای انسان و حیوان را تولید کنند. همچنین با توجه به عمق نسبتا بالا در این دریاچه از اواخر بهار تا اواسط پاییز لایه‌بندی حرارتی رخ می‌دهد که بر اساس آن اکثر تبادلات لایه‌های سطح و کف دریاچه با هم قطع می‌شود و شرایط کف بدلیل فعالیت‌های تجزیه به مرور نامطلوب شده و به یک محیط بی‌اکسیژن تبدیل خواهد شد که در نهایت منجر به تولید گازهای مضری از قبیل متان (CH_4) و سولفید هیدروژن (H_2S) خواهد شد که می‌تواند بر بو و طعم دریاچه تاثیر بگذارند. در لایه سطحی نیز بدلیل مواد مغذی فراوان با گرم شدن هوا شرایط برای رشد جلبک‌ها و بلوم یا شکوفایی جلبکی فراهم شده که اوج آن از اواسط تابستان به بعد خواهد بود. بلوم باعث افزایش شدید تراکم جلبک در دریاچه شده است و در دریاچه بدلیل وجود تونل آبگیر و اینکه امکان آبگیری از هر سطحی وجود ندارد و در زمانی که سطح آب دریاچه پایین می‌آید دهانه تونل آبگیر به لایه رویی یا اپی لیمنیون دریاچه می‌رسد و به دنبال آن بار شدید جلبکی وارد تصفیه خانه خواهد شد. تصفیه‌خانه سنندج بر اساس سازوکار و امکاناتی که دارد بخشی زیادی از این جلبک‌ها را حذف کرده اما مثل سایر تصفیه‌خانه‌ها در چنین مواقعی قادر به حذف کامل جلبک‌ها نمی‌باشد و مقداری از جلبک‌های ریز (اکثراً زیر ۲۰ میکرومتر) در تراکم بسیار پایین وارد شبکه شهری می‌شوند. نکته دیگر افزایش تراکم جلبک در دریاچه در امسال نسبت به سال گذشته می‌باشد که نشانده اینست که اگر راهکارهای اصلاحی اعمال نشود در سال آینده وضعیت حادتری در دریاچه حاکم خواهد شد. علاوه بر روند مذکور عدم فلاشیگ مخزن خصوصاً در سنوات اخیر روند نامطلوب کیفی را تشدید کرده است. لذا وضعیت فعلی تروفی دریاچه امکان بروز پدیده نامطلوب بلوم جلبکی یا شکوفایی جلبکی را فراهم کرده که معمولا در اواخر بهار و تابستان اتفاق می‌افتد. بر اساس اطلاعات موجود و تراکم حدود ۲۱۰۰۰ در سی سی جلبک در وسط دریاچه در سال ۱۳۹۸ نشاندهنده رخ دادن بلوم جلبکی در سد می‌باشد و بر اساس ترکیب جلبکی شناسایی شده نشان داده شد که حدود ۱۵ گونه از جلک‌های شناسایی شده می‌توانند در ایجاد طعم و بو در دریاچه نقش داشته باشند که بر اساس تراکم موجود بیشترین سهم مربوط به جلبک *Melosira sp.* می‌باشد. برخی گونه‌های سیانوباکتر مضر از گروه جلبک‌های سبز-آبی که می‌توانند سبب ایجاد طعم و بوی نامطلوب و تولید ترکیبات سیانوتوکسین شوند در تراکم کم در

سد مشاهده شدند (از قبیل Merismopedia sp و Ocillatoria sp). در بلوم‌های جلبکی اگر در بیشتر طول دوره بلوم، سیانوباکترها غالب باشند سبب ایجاد طعم، بو و سیانوتوکسین می‌شوند که می‌تواند اثرات نامطلوبی بر سلامتی انسان بگذارد (حد مجاز برای زیر ۶ سال تا غلظت ۰/۳ میکروگرم بر لیتر و برای ۶ سال به بالا تا ۱/۶ میکروگرم در لیتر).

۲-۲-۳-۲- وجود شرایط بی‌هوازی و نامطلوب در بستر دریاچه

با توجه به عمق نسبتا بالای دریاچه در تابستان لایه‌بندی حرارتی رخ داده است که باعث قطع تبادلات بین سطح و بستر دریاچه و عدم اختلاط آب می‌شود. در شرایطی که دریاچه مغذی و یوتروف نباشد لایه بندی مشکلی ایجاد نمی‌کند اما زمانی که دریاچه یوتروف و مغذی است در تایستان شرایط نامطلوبی در لایه پایینی یا هیپولیمنیون ایجاد می‌شود که با به نزدیک صفر رسید اکسیژن بستر این شرایط بحرانی‌تر می‌شود. بر اساس پایش انجام شده در ۲۵ آبان ۹۸ تغییرات فاحشی در میزان اکسیژن، دما و pH سطح و بستر دریاچه مشاهده شد که نشان دهنده دوام لایه‌بندی دریاچه تا اواخر آبان‌ماه می‌باشد. اکسیژن نزدیک صفر در بستر نشان‌دهنده تجمع مواد آلی و بقایای آبزیان تلف شده در بستر دریاچه و ایجاد شرایط بیهوازی در نتیجه تجزیه باکتریایی و امکان تولید گازهای سمی CH4 و H2S باشد که این شرایط در تابستان به شدت تشدید می‌شود (جدول ۲-۱). همچنین فعالیت برخی باکتری های گروه اکتینومایسیت می‌تواند بوی و طعم کپک به آب دهد که در این شرایط محتمل بوده و نیازمند بررسی بیشتر می‌باشد.

جدول(۲-۱) اطلاعات اولیه در خصوص تشخیص وجود لایه بندی در دریاچه (شروع لایه بندی از عمق ۱۵ متر)

عمق	دما	pH	اکسیژن محلول (mg/l)	کدورت
۰/۱	۱۳/۴۷	۹/۰۹	۸/۲	۱/۶۹
۱۰/۰۷	۱۲/۹۷	۸/۸۴	۷/۸۱	۱/۸۴
۱۴/۱	۱۲/۸۱	۸/۸۲	۷/۶۳	۲/۱۵
۱۵/۰۹	۱۲/۴	۸/۸	۷/۴۷	۲/۴۶
۱۶/۰۴	۱۱/۹۳	۸/۷۵	۶/۸۲	۲/۷۶
۱۷/۱	۱۰/۷۹	۸/۶۶	۵/۱۴	۲/۶۱
۱۸/۰۲	۹/۷۷	۸/۵۷	۳/۴۱	۱/۸۴
۱۹/۰۴	۹/۱۵	۸/۴۸	۱/۴۸	۱/۲۳
۲۰/۱	۸/۹۶	۸/۴۳	۰/۸	۱/۵۴
۵۰/۰۹	۷/۸۱	۷/۹۵	۰/۰۳	۲/۱۵
۵۰/۸۶	۷/۸۱	۷/۵۷	۰/۰۶	۳۱/۷۷

میزان کلروفیل آ نشان دهنده میزان تراکم جلبکی در دریاچه می‌باشد که میزان آن در لایه اپی‌لیمنیون یا سطحی دریاچه نباید به بیشتر از حدود ۸ میکروگرم بر لیتر برسد و از این بالاتر نگران کننده و نشان‌دهنده بلوم جلبکی است. این میزان در نزدیک محل ورود فاضلاب سراب قامیش تا حدود ۲۸ و در وسط دریاچه تا حدود ۱۵ میکروگرم بر لیتر می‌رسد.

نکته بعدی اینست که معمولا انتظار می‌رود بیشترین میزان کلروفیل آ در دو سه متری لایه سطحی مشاهده شود اما در دریاچه قشلاق میزان کلروفیل آ مثلا در سراب قامیش با افزایش عمق افزایش پیدا کرده و در وسط دریاچه نیز تا عمق حدود ۱۳ متری افزایش پیدا کرده و از این عمق تا حدود ۲۵ متری زیاد می‌باشد (حدود ۱۴ تا ۱۵ میکروگرم بر لیتر) و این تا حدودی نگران کننده است و امکان دارد انباشت تراکم جلبک های مرده در عمق های بالاتر و یا تراکم بالای برخی جلبک های در عمق های پایین به دلیل نیاز نوری پایینتر باشد.

همچنین نتایج مطالعات ترکیب جمعیتی فیتوپلانکتون (جلبک) و زئوپلانکتون دریاچه و خروجی های تصفیه خانه آب شرب سنندج همراه با برخی بخش‌های شبکه توزیع در مهرماه ۱۳۹۹ به شرح زیر می باشد:

جدول(۲-۲) ترکیب جمعیتی فیتوپلانکتون آب خام، تصفیه فاز ۱ و ۲، مبارک آباد و گلشن در تاریخ ۹۸/۷/۲۸

۹۹/۷/۲۸		تراکم در لیتر				
فیتوپلانکتون		آب خام	تصفیه فاز ۱	تصفیه فاز ۲	مبارک آباد	گلشن
Actinostrum sp	۱	۹۰۰	۰	۰	۰	۰
Ankistrudesmus sp	۲	۳۰۰	۰	۰	۲۰	۵۰
Ceratium sp	۳	۳۰۰	۰	۰	۰	۰
Chlorella sp	۴	۱۵۳۰۰	۱۰۰	۱۸۰	۰	۵۰
Cocconoeis sp	۵	۹۰۰	۰	۰	۰	۰
Cyclotella sp	۶	۳۰۰۰۰	۱۰۰	۱۸۰	۲۰	۱۰۰
Cymatopleura sp	۷	۳۰۰	۰	۰	۰	۰
Cymbella sp	۸	۳۰۰	۰	۲۰	۰	۰
Dinobryon sp	۹	۸۰۴۰۰	۰	۲۰	۰	۰
Diatoma sp	۱۰	۶۳۰۰	۱۰۰	۸۰	۲۰	۰
Euglena sp	۱۱	۳۰۰	۰	۰	۰	۰
Fragilaria sp	۱۲	۳۰۰۰۰	۳۰۰	۸۰۰	۲۲۰	۳۰۰
Gomphonema sp	۱۳	۳۰۰	۰	۰	۰	۰
Melosira sp	۱۴	۳۰۰۰۰۰	۲۵۰۰	۱۰۲۴۰	۳۴۶۰	۴۰۵۰
Navicula sp	۱۵	۱۲۰۰	۰	۲۰	۲۰	۰
Nitzschia sp	۱۶	۳۰۰	۰	۰	۰	۰
Oocystis sp	۱۷	۳۰۰	۰	۰	۰	۰
Oscillatoria sp	۱۸	۶۰۰	۰	۰	۰	۰
Pediastrum sp	۱۹	۱۲۰۰	۰	۴۰	۰	۰
Phacus sp	۲۰	۲۰	۰	۲۰	۰	۰
Planktosphaeria sp	۲۱	۳۰۰	۰	۰	۰	۰
Pridinium sp	۲۲	۳۶۰۰	۲۰۰۰	۶۰	۴۰	۰
Scenedesmus sp	۲۳	۶۰۰۰۰	۱۱۰۰	۱۰۰	۱۴۰	۱۰۰
Spirulina sp	۲۴	۳۰۰	۰	۰	۰	۰
Staurastrum sp	۲۵	۳۰۰		۰	۰	۰
Stephanodiscus sp	۲۶	۳۰۰۰	۰	۲۰	۲۰	۵۰
Synedra sp	۲۷	۶۰۰	۰	۰	۰	۰
Tetradesmus sp	۲۸	۰	۰	۲۰	۰	۰
Tetraedron sp	۲۹	۳۳۰۰	۰	۱۰۰	۶۰	۰
Trachelomonas sp	۳۰	۳۰۰	۰	۲۰	۰	۰
تراکم کل		۳۵۱۰۰۲۰	۶۲۰۰	۱۱۹۲۰	۴۰۲۰	۴۷۰۰

جدول(۲-۳) ترکیب جمعیتی فیتوپلانکتون آب خام، تصفیه فاز ۱ و تصفیه فاز ۲ در تاریخ ۹۹/۷/۲۹

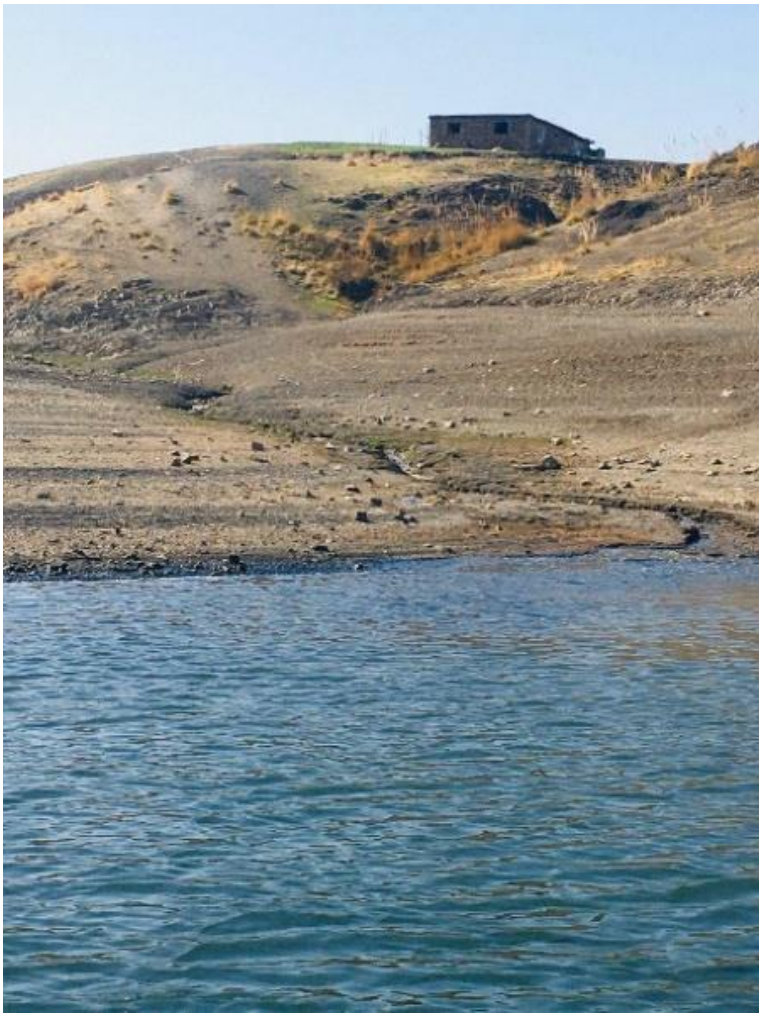
۹۹/۷/۲۹		تراکم در لیتر		
	فیتوپلانکتون	آب خام	تصفیه فاز ۱	تصفیه فاز ۲
۱	*Ankistrudesmus sp*	۲۰۰۰	۰	۰
۲	*Ceratium sp*	۱۰۰۰	۰	۰
۳	*Chlamydomonas sp*	۳۰۰۰	۰	۰
۴	*Chlorella sp*	۱۴۰۰۰	۰	۲۴۰
۵	*Cocconoeis sp*	۱۶۰۰۰	۴۰	۸۰
۶	*Cyclotella sp*	۱۶۰۰۰	۱۸۰	۴۰
۷	*Cymbella sp*	۱۰۰۰	۰	۰
۸	*Dinobryon sp*	۴۵۰۰۰۰	۰	۰
۹	*Ditoma sp*	۲۷۰۰۰	۲۰	۱۲۰
۱۰	*Euglena sp*	۲۰۰۰	۰	۰
۱۱	*Fragilaria sp*	۱۴۰۰۰۰	۶۰۰	۵۶۰
۱۲	*Gyrosigma sp*	۵۰	۰	۰
۱۳	*Melosira sp*	۹۵۰۰۰۰۰	۵۴۴۰	۷۴۰۰
۱۴	*Navicula sp*	۴۰۰۰	۴۰	۰
۱۵	*Oscillatoria sp*	۵۰	۰	۰
۱۶	*Pandorina sp*	۴۰۰۰	۰	۰
۱۷	*Pediastrum sp*	۲۰۰۰	۰	۰
۱۸	*Phacus sp*	۵۰	۰	۰
۱۹	*Pridinium sp*	۷۰۰۰	۲۰	۰
۲۰	*Scenedesmus sp*	۳۰۰۰۰	۶۰	۰
۲۱	*Staurastrum sp*	۰	۲۰	۰
۲۲	*Stephanodiscus sp*	۸۰۰۰	۲۰	۴۰
۲۳	*Tetraedron sp*	۶۰۰۰	۴۰	۴۰
۲۴	*Volvox sp*	۰	۰	۴۰
	تراکم کل	۱۰۲۳۳۱۵۰	۶۴۸۰	۸۵۶۰

همانطور که در جدول(۲-۲) آمده است در مجموع در روز ۲۸ مهر ۹۹ در آب خام ورودی تصفیه‌خانه، خروجی فاز ۱ و ۲ تصفیه‌خانه آب شرب مبارک‌آباد و آب شرب گلشن ۳۰ جنس از فیتوپلانکتون ها یا جلبک‌ها شناسایی شده است. بیشترین تراکم مشاهده شده جلبک حدود ۳ میلیون و پانصد هزار در لیتر در اب خام مشاهده شد. در این ترکیب وجود گونه .Ocillatoria sp که از گروه جلبک های سبز-آبی یا سیانوباکترها می‌باشد، باعث نگرانی بوده و باید کنترل آن در دستور کار قرار گیرد. این گونه می تواند با تولید سیانوتوکسین ها باعث ایجاد مشکلاتی جدی برای سلامت انسان و حیوانات شود. برخی گونه‌های فیتوپلانکتون مثل .Melosira sp باعث بلوم جلبکی شده و با تراکم بسیار زیاد خود در ایجاد طعم و بوی آب نقش موثری را دارد. ترکیب و تراکم جلبکی آب خام در این دما بیش از حد نرمال بوده و باید راهکارهای کنترلی در مورد دریاچه سد قشلاق و حوضه آبخیز آن به کار برده شود.

در شبکه آب شرب و خروجی تصفیه خانه هم برخی گونه‌های جلبکی یا فیتوپلانکتونی با تراکم و تنوع کمتری مشاهده شد. در روز ۲۸ مهر حدود ۱۷ جنس و در روز ۲۹ حدود ۱۳ جنس مشاهده شد. تراکم جلبکی در شبکه داخل شهر در حد کم بوده و در بین ترکیب جلبک ها گونه سمی مشاهده نشد. البته نیاز است بار جلبکی وارد شده به تصفیه خانه کاهش پیدا کند و در کنار آن نیز راهکارهای کنترلی بیشتری برای جلوگیری از ورود جلبک به شبکه آب شرب شهری اتخاذ شود.

نکته قابل توجه تغییر تراکم و ترکیب جلبکی در روزها و زمان‌های مختلف می‌باشد چنانچه در روز ۲۸ تراکم جلبک در آب خام ورودی حدود ۳۵۱۰۰۲۰ عدد در لیتر بود ولی در روز بعد یعنی ۲۹ مهر ماه به حدود سه برابر یعنی ۱۰,۲۳۳,۱۵۰ عدد در لیتر رسید. همچنین در آب تصفیه شده و شبکه توزیع آب شرب نیز تغییراتی مشاهده می‌شود و حضور گونه‌هایی مثل .Melosira sp (دارای اندازه بسیار ریز) و .Fragilaria sp (اندازه بسیار باریک) نیازمند چاره اندیشی می‌باشد. این دو گونه در آب خام دارای تراکم بسیار زیاد و غیر طبیعی می‌باشند که هر دوی آن ها در ایجاد طعم و بوی آب در دریاچه سد قشلاق نقش دارند.

در محدوده نزدیک ورودی فاضلاب سراب قامیش و تونل آبگیر سد به سمت تصفیه خانه نمونه تهیه شده از رسوب کف دریاچه وضعیت نامناسب و نگران کننده‌ای در این بخش را نشان داد بطوری که در بستر تنها یک گونه بنتوز از جنس توبیفکس (Tubifex) مشاهده شد که شاخص آب‌های با شرایط نامطلوب است. همچنین فیتوپلانکتون‌های Euglena sp و Ceratium sp نیز مشاهده شد که شاخص آبهای غنی شده یوتروف می‌باشد (شکل ۲-۴).



شکل(۲-۴) تصاویر مربوط به نمونه رسوب کف و وضعیت نامطلوب در بستر دریاچه

۲-۲-۴- نتیجه‌گیری و راهکارهای مدیریتی دریاچه قشلاق و تصفیه‌خانه آب شرب

۱) بار مواد آلی و مغذی حوضه آبریز به دریاچه بسیار بیشتر از توان اکولوژیک دریاچه بوده و مازاد آن باعث فراغنی شدن دریاچه، بلوم جلبکی، شرایط بی هوازی در کف، رشد آبزیان مضر و در کل افت کیفیت دریاچه خواهد شد.

۲) با توجه به مصارف شرب دریاچه سد قشلاق باید مدیریت حوضه آبریز و اطراف دریاچه با جدیت پیگیری و اصلاح شود و مطالعاتی جامعی در مورد میزان ورود مواد مغذی وارد شده به دریاچه و سهم هر بخش از آلاینده‌ها مشخص شود.

۳) رهاسازی ماهیان خصوصا ماهیان فیتوپلانکتونخوار مجددا شروع شود و بر اساس توان تولید ماهی دریاچه شروع شود.

۴) نیاز است پایش دریاچه سد قشلاق در بازه‌های زمانی کوتاهتری با سنجش فاکتورهای کیفی بیشتر توسط تیمی متخصص به صورت دقیق انجام شود تا به موقع اقدامات پیشگیرانه را انجام داد.

۵) با توجه به آلودگی‌های جدید و تغییرات رفتار اکولوژیک اکوسیستم‌های آبی و کیفیت آب خام ورودی به تصفیه‌خانه‌ها، نیاز است که تصفیه‌خانه با به روز کردن ساختار و امکانات همراه با به روز کردن دانش پرسنل و نیروهای انسانی کارایی عملیات تصفیه را به حداکثر برسانند.

۶) کانال انتقال آب از سد به سمت آبگیر تصفیه‌خانه مناسب نبوده و نیاز به تکمیل سریع پروژه انتقال آب با لوله می باشد (لوله تهیه شده و در کل قرار گرفته که بصورت نیمه کاره رهاشده است).

۷) تونل آبگیر و روش و محل آبگیری مناسب نمی باشد و باید عمق آبگیری قابل تنظیم باشد.

۸) برخی گونه‌های جلبکی در داخل شبکه آب شرب شهری مشاهده شده که با توجه به حساسیت موضوع نیاز است برخی مشتقات مضر این جلبک‌ها هر چه زودتر انجام گیرد تا از سلامت کامل آب اطمینان حاصل کرد.

۹) حفاظت از دریاچه، تصفیه‌خانه و مخازن آب داخل شهر با ضریب اطمینان بیشتری صورت گیرد.

۱۰) برنامه منظم فلاشینگ مخزن برای تخلیه و کاهش مواد آلی مخزن خصوصاً در زمان‌های سیلابی و ورود جریان‌های غلیظ در دستور کار قرار گیرد.

۱۱) استفاده از روش‌ها و فن‌آوری‌های نوین حذف جلبک و ازت در دریاچه مورد بررسی قرار گیرد.

لازم به ذکر است با احتساب توان تولید ماهی حدود ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار برای دریاچه قشلاق سنندج و در نظر گرفتن مساحت حدود ۹۰۰ هکتار و ضرب این دو عدد در هم تولید سالانه ۱۸۰ تن ماهی را خواهیم داشت که دارای ارزش اقتصادی معادل ۹ میلیارد تومان بوده و برای ۳۶ نفر اشتغال‌زایی ایجاد می کند. این تولید علیرغم اینکه برای دریاچه مشکلات زیست محیطی ایجاد نمی کند بلکه به تصفیه بیولوژیک آب نیز کمک خواهد کرد.

شکل(۲-۵) تصاویر مربوز به دریاچه سد وحدت شهرستان سنندج

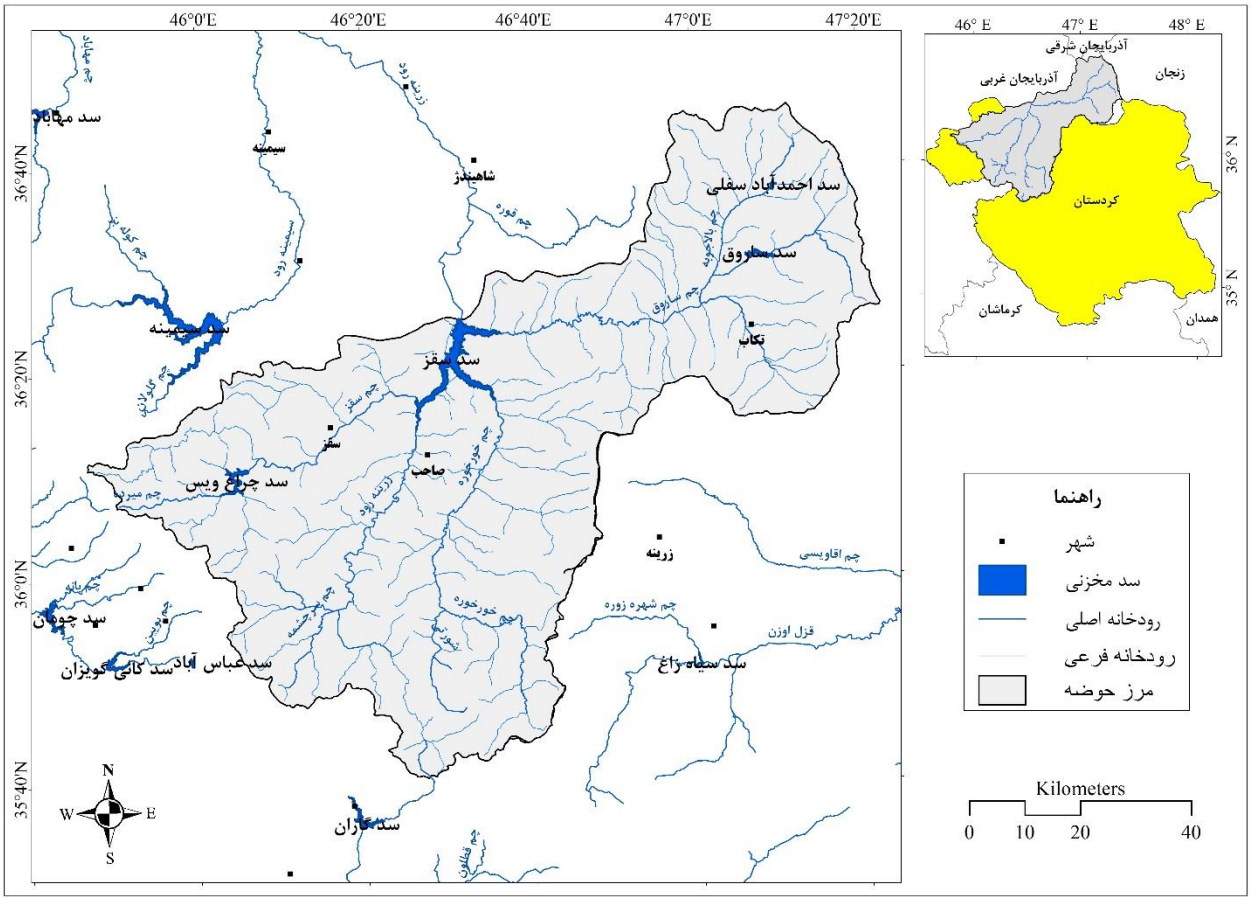
جهت تکمیل اطلاعات و تدقیق برنامه‌ریزی برای احیای دریاچه سد قشلاق سنندج و مشکل طعم و بوی آب شرب سنندج نیازمند مطالعه‌ای جامع از حوضه آبریز دریاچه تا شبکه توزیع آب شرب شهری می‌باشیم.

۲-۲- ۳ - دریاچه سد سقز (شهیدکاظمی)

سد سقز با ظرفیت ۸۰۸ میلیون متر مکعب به لحاظ حجم بزرگترین سد استان کردستان و غرب کشور است. حوضه آبریز این سد از نظر مختصات جغرافیایی بین ۴۷′ ۳۵° تا ۴۹′ ۳۶° عرض شمالی و ۵۰′ ۴۵° تا ۲۲′ ۴۷° طول شرقی واقع است. مساحت حوضه آبریز سد سقز ۷۰۴۱/۶۲ کیلومتر مربع و محیط آن ۶۲۲/۸۶ کیلومتر می باشد(شکل ۲-۶).

جالب این است که این دریاچه با این حجم تنها ۳۰ میلیون متر مکعب یا چیزی حدود ۳/۴ درصد از آن تحت مدیریت استان کردستان و برای مصارف استان کردستان در نظر گرفته شده است که هم اکنون در مباحث استفاده و

مدیریت این دریاچه بحث‌هایی بین استان کردستان و آذربایجان غربی پیش آورده که نیاز است بصورت جدی مدیران این حوضه از ادامه چنین مسائلی جلوگیری کنند و بحث تخصیص ها و مصارف را بر اساس قوانین موجود رعایت کنند.



شکل(۲-۶) نقشه حوضه آبریز سد سقز

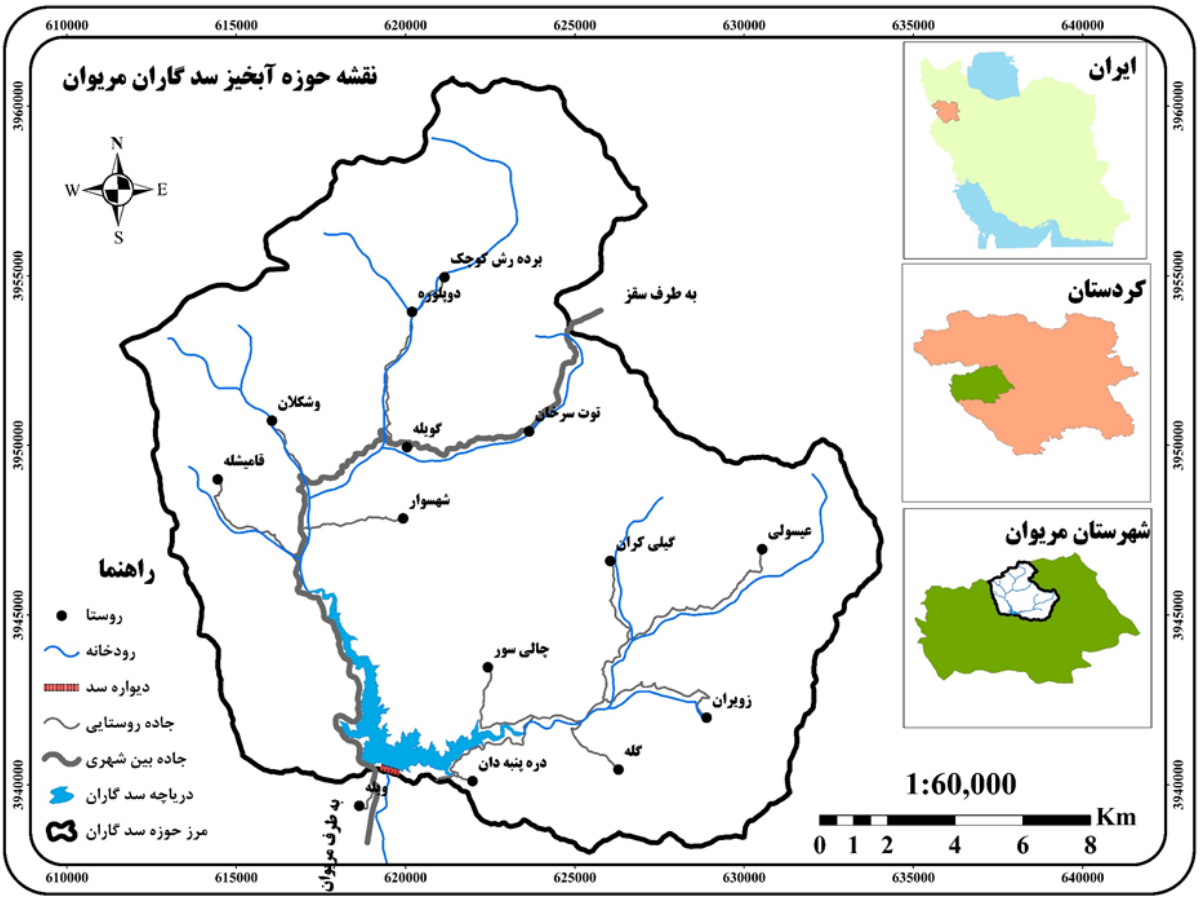
این دریاچه برای نخستین بار بصورت جامع در سال ۱۳۷۵ و دومین مطالعات این دریاچه در سال ۱۳۸۸ توسط مدیریت شیلات و امور آبزیان استان کردستان انجام شد. این مطالعات به‌منظور بهره‌برداری اصولی از مخازن سد شهید کاظمی سقز بمنظورانجام فعالیت‌های شیلاتی انجام شد. حوزه سد سقز در شمال استان کردستان قرار دارد. دریاچه پشت سد و شاخه های ورودی به دریاچه (بجز سرشاخه رودخانه ساروق) مابقی در استان کردستان واقع شده‌اند. این سد محل برخورد چهار رودخانه سقز، زرینه، خورخوره و ساروق می باشد. سد سقز خاکی بوده و در سال ۱۳۵۱ به بهره برداری رسیده و بیشینه عمق آن ۴۸ متر و ظرفیت آن ۸۰۸ م.م.م و با احتساب محدودیت آبگیری شرب سقز و شبکه لکزی ۱۲۰ م.م.م از آن به عنوان حجم مرده غیر قابل استفاده می‌باشد. لذا ۶۸۸ میلیون مترمکعب ظرفیت مفید محسوب می شود. مساحت سددر حال حاضر در زمان پر آبی ۵۱۰۰ هکتار و حداقل میزان سطح آن به بیش از ۲۰۰۰ هکتار می رسد. بر اساس آخرین نتایج این سد یوتروف تا هایپرتروف می‌باشد و اگر مدیریت صحیحی اعمال نشود در در آینده دچار پدیده های نامطلوب اکولوژیک نگران کننده‌ای خواهد شد. جهت آبزی‌دار کردن و بهره برداری شیلاتی

از این مخزن آبی در همان اوایل شروع به کار واحد آبزیان در استان (سال ۱۳۶۸) اولین عملیات رهاسازی بچه کپورماهیان پرورشی انجام شد. آمار صید و تولید این دریاچه در سال‌های ۱۳۸۰ و ۱۳۸۱ به ترتیب ۱۳۲۰ و ۱۳۳۰ تن و در سال‌های ۱۳۸۳ و ۱۳۸۴ به ترتیب ۱۳۰۰ و ۱۴۸۰ تن بوده است که در تولید غذا و ایجاد اشتغال جوامع صیادی نقش مفیدی داشته است.

شکل(۲-۷) تصاویر مربوط به دریاچه سد شهید کاظمی شهرستان سقز

۲-۲- ۴- دریاچه سد گاران مریوان

دریاچه سد گاران در شهرستان مریوان در غرب استان کردستان با موقعیت طول جغرافیایی ′۱۹ °۴۶ و عرض جغرافیایی ′۳۶ °۳۵ قرار دارد (شکل ۲-۸). این سد مخزنی از نوع سنگریزه‌ای با هسته رسی با حجم مخزن ۹۲ میلیون متر مکعب و حجم مفید مخزن ۸۶/۵ میلیون متر مکعب می باشد. این سد بر روی شاخه اصلی رودخانه گاران و در حد فاصل دو روستای ویله و دویسه در مجاورت جاده مریوان به سقز قرار دارد. دستیابی به محل طرح از طریق جاده سنندج-مریوان (به طول ۱۲۲ کیلومتر) و سپس جاده آسفالته مریوان-سقز (به طول حدود ۱۹ کیلومتر)، می‌باشد.



شکل(۲-۸) نقشه‌ی حوضه سد گاران مریوان

سد گاران مریوان اخیراً آبگیری شده است و مدیریت آن بطور کامل در اختیار استان کردستان خواهد بود. این دریاچه می‌تواند یکی از استعدادهای بالقوه در زمینه فعالیت‌های اکوتوریسم و شیلاتی به‌شمار آید. همچنین این دریاچه می‌تواند زیستگاه مناسبی برای پرندگان مهاجر حوضه دریاچه زریبار مریوان باشد و با توجه به مجاورت و نزدیکی با دریاچه زریبار مریوان می‌تواند در احیای این دریاچه موثر باشد.

شکل(۲-۹) تصاویر مربوط به دریاچه سد گاران مریوان در اردیبهشت ماه

نتایج مطالعه لیمنولوژی و اکولوژی دریاچه گاران توسط دانشگاه کردستان در سال ۱۳۹۷ نشان داد که میانگین سالانه دمای آب در کل دریاچه ۶/۷ ± ۱۱/۱۳ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. همچنین نتایج مطالعات گروه شیلات دانشگاه کردستان نشان داد که لایه ترموکلاین دریاچه سد گاران به‌صورت مشخص و بارز از خردادماه تشکیل، در مردادماه به حداکثر خود رسیده و نهایتاً در آذرماه از بین می‌رود. برای دریاچه‌ی جوان گاران میانگین شفافیت ۲/۰۳ متر و میانگین pH کل دریاچه نیز ۷/۹۹ بود. همچنین میانگین غلظت مواد مغذی در دریاچه مانند فسفات معدنی و فسفر کل برابر با ۰/۰۵۲ و ۰/۰۸۲ میلی‌گرم بر لیتر و ترکیبات نیتروژنی مانند میانگین غلظت آمونیاکی کل، یون نیتریت، نیترات و نیتروژن کل و همچنین دی‌اکسید سیلیس به‌ترتیب برابر با ۰/۰۶، ۰/۰۳۱، ۰/۶۶، ۱/۳۳ و ۱/۸۵ میلی‌گرم بر لیتر بود. در بررسی ساختار پلانکتونی در مجموع ۳۱ جنس، ۲۸ خانواده و ۶ شاخه از فیتوپلانکتون‌ها شناسایی شدند که تراکم سالانه آن در لایه نورگیر ۱۸۴/۴۶±۶۳۴/۱۱ عدد در میلی‌لیتر به‌دست آمد. همچنین در مجموع ۲ شاخه، ۹ خانواده

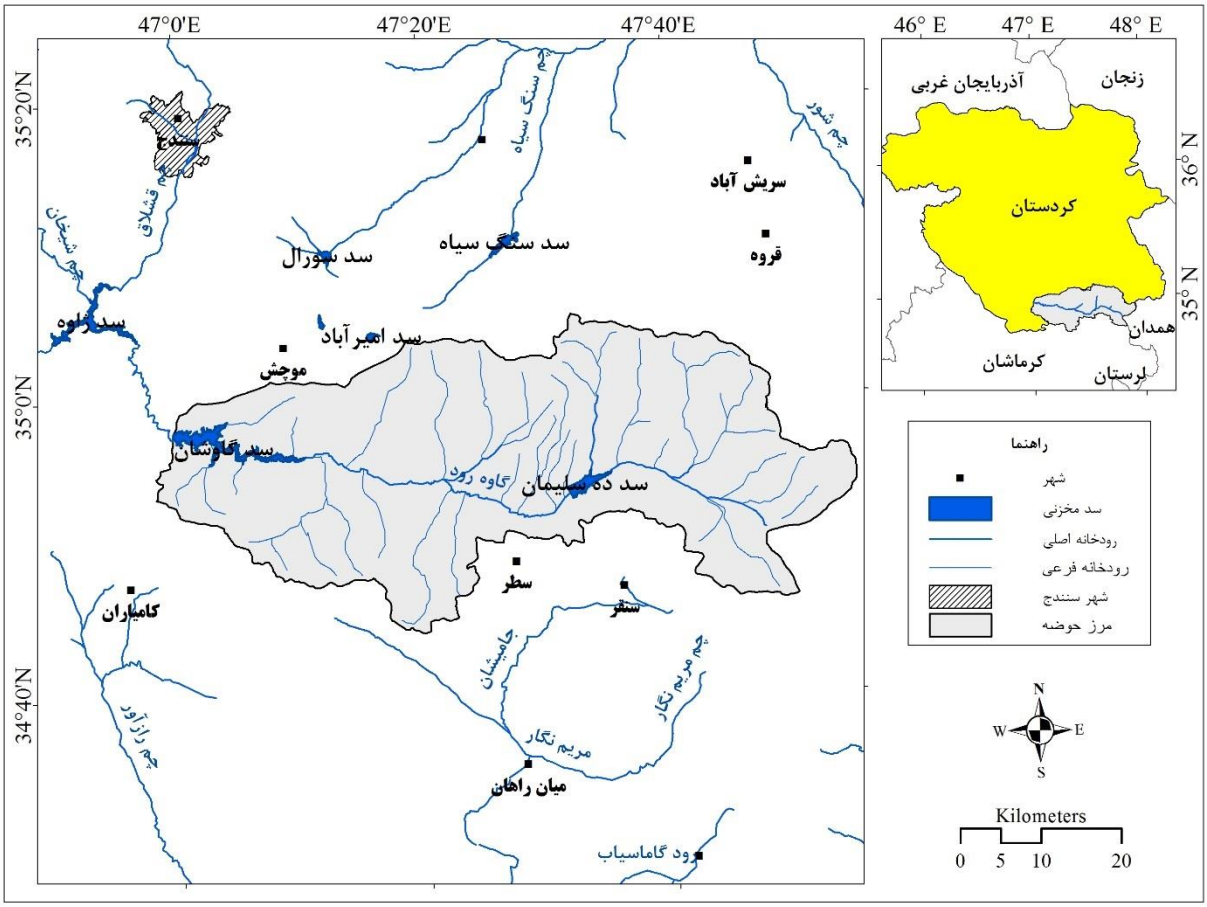
و ۱۶ جنس و گونه زئوپلانکتون شناسایی شدند و میانگین سالانه تراکم زئوپلانکتون ۷۶ عدد در لیتر بود. همچنین سه خانواده از بنتوزها شامل Chironomidae از راسته Diptera (دوبالان) Tubificidae و Naididae از رده Oligoghaeta (کم‌تاران) نیز شناسایی شدند. از گیاهان آبزی ۷ گونه در مجموع شناسایی شد و بر اساس مشاهدات پیش بینی می‌شود در آینده رویش گیاهی اطراف دریاچه پیشروی بیشتری داشته باشد.

به‌طورکلی، نتایج هیدروشیمی و فیزیکوشیمیایی دریاچه سد گاران و مقایسه آن با مقادیر استاندارد، عدم محدودیت بیشتر این عوامل را جهت فعالیت‌های شیلاتی و اکوتوریسم مبتنی بر اصول زیست محیطی را نشان داد و در مجموع دریاچه وضعیت مناسبی به لحاظ کیفی دارد. ولی با توجه به حوضه آبریز غنی از ریز مغذی‌ها و شرایط اقلیمی منطقه، دریاچه در مسیر یوتریفیکاسیون قرار دارد و نیاز است با مدیریت صحیح و ماهی‌دار کردن اصولی همراه با مدیریت ذخایز آبزیان به حفظ کیفیت آب، افزایش تولیدات شیلاتی و اشتغالزایی کمک کرد.

بر اساس مدل‌های بکاربرده شده سطح تروفی دریاچه مزوتروف تعیین شد. در سال ۱۳۹۷ توان تولید دریاچه برای هر هکتار ۱۸۳/۶۳ کیلوگرم در سال برآورد شد که با روند افزایش تروفی دریاچه این میزان به افزایش خواهد یافت و احتمالا امسال به حدود ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار رسیده باشد. بر این اساس اگر برای مساحت ۴۰۰ هکتار دریاچه حساب شود در سال می توان برداشت حدود ۸۰ تن ماهی را انتظار داشت که ارزش اقتصادی آن معادل ۴۰ میلیارد ریال و اشتغالزایی برای حداقل ۲۰ نفر صیاد را خواهد داشت.

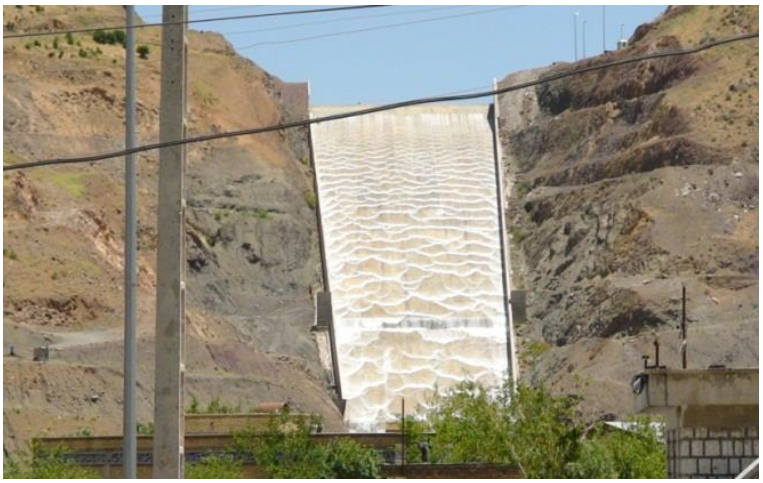
۲-۲- ۵- دریاچه سد گاوشان کامیاران

سد گاوشان به عنوان بزرگترین سد غرب(در حال حاضر) کشور شناخته می شود. این سد بر روی رودخانه گاوه رود و در ۲۵ کیلومتری شهر کامیاران و ۴۵ کیلومتری شهر سنندج واقع شده است. حوضه آبریز این سد از نظر مختصات جغرافیایی بین ′۴۶ °۳۴ تا ′۰۷ °۳۵ عرض شمالی و ′۵۹ °۴۶ تا ′۰۰ °۴۸ طول شرقی واقع است. مساحت حوضه آبریز سد گاوشان ۱۹۷۴/۲۸ کیلومتر مربع و محیط آن ۲۶۷/۷۷ کیلومتر می باشد(شکل ۲-۱۰).



شکل(۲-۱۰) نقشه حوضه آبریز سد گاوشان

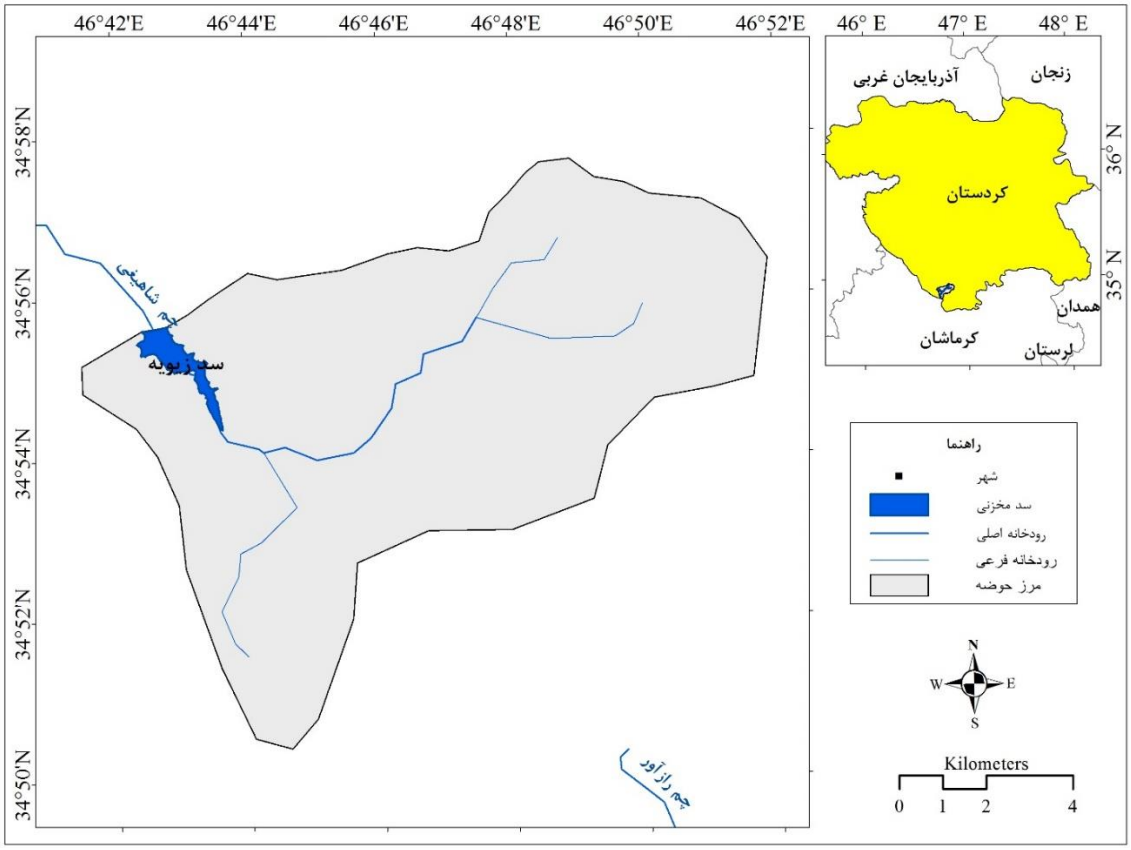
مطالعات لیمنولوژیک این سد در سال ۱۳۸۸ توسط شرکت آساراب انجام شد. حجم کل مخزن سد ۵۵۲/۴ میلیون متر مکعب و مساحت آن حدود ۱۶۰۰ هکتار می باشد. حداکثر عمق دریاچه حدود ۱۱۰متر می باشد. این دریاچه را می توان به عنوان یکی از بهترین دریاچه‌های مصنوعی آب شیرین استان کردستان به لحاظ کیفی و کمی دانست که فقط ۴۲ میلیون مترمکعب از حجم آب آن یعنی حدود ۷ درصد به استان کردستان تخصیص داده شده است و مابقی برای مصارف کشاورزی و شرب به استان کرمانشاه منتقل می‌شود. دریاچه سد گاوشان از نظر تروفی جزء دریاچه های مزوتروف می‌باشد (شکل ۲-۱۱).



شکل(۲-۱۱) تصاویر مربوط به دریاچه سد گاوشان شهرستان کامیاران

۲-۲- ۶- دریاچه سد زیویه کامیاران

سد زیویه در ۲۶ کیلومتری شمال غربی شهرستان کامیاران در استان کردستان بر روی رودخانه شاهینی قرار گرفته است. حجم مخزن این سد در تراز نرمال ۱۶ میلیون متر مکعب است. حوضه آبریز این سد از نظر مختصات جغرافیایی بین ′۵۱ °۳۴ تا ′۵۸ °۳۴ عرض شمالی و ′۴۱ °۴۶ تا ′۵۲ °۴۶ طول شرقی واقع است. مساحت حوضه آبریز سد زیویه ۹۹/۸۷ کیلومتر مربع و محیط آن ۴۷/۲۵ کیلومتر می باشد(شکل ۲-۱۲).



شکل(۲-۱۲) نقشه حوضه آبریز سد زیویه کامیاران

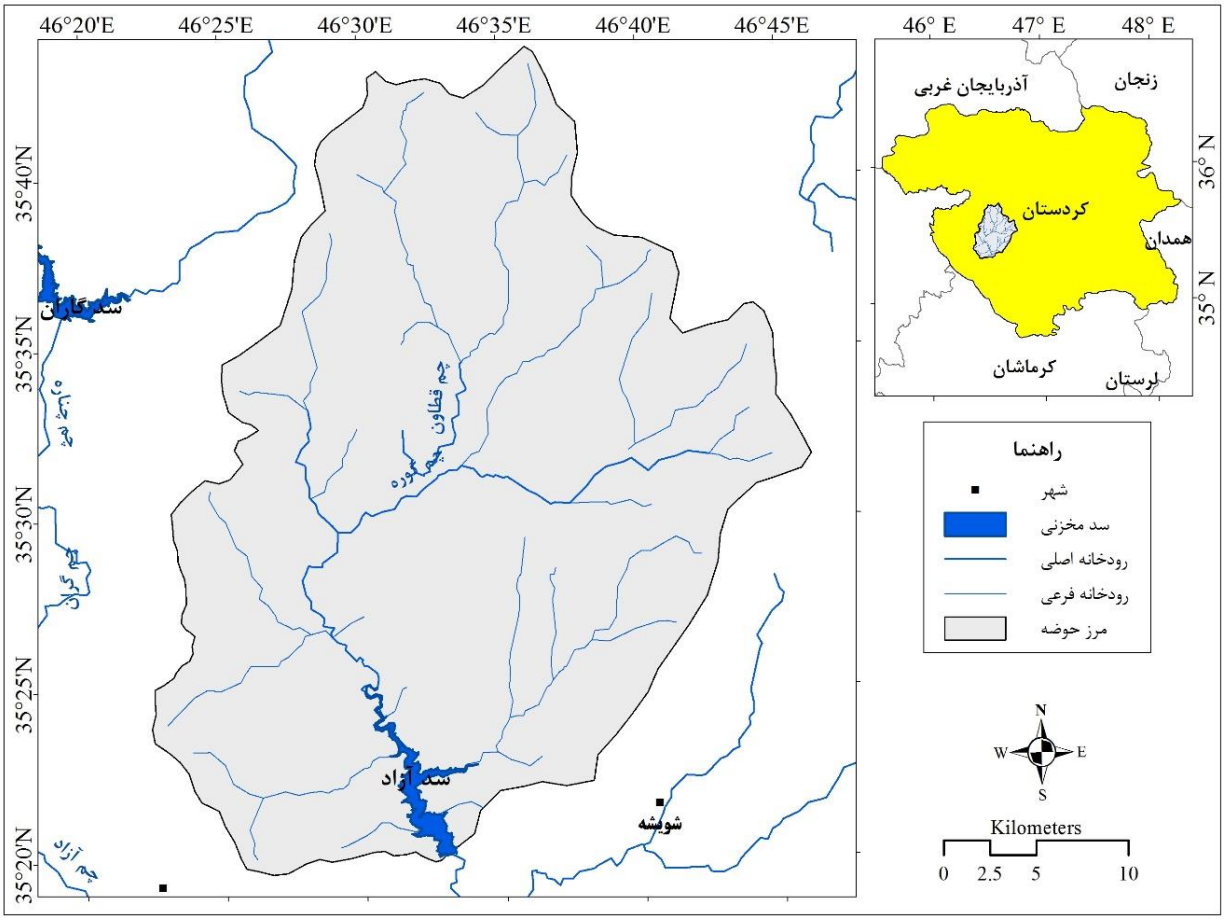
این سد ۱۲۰۰ هکتار از اراضی منطقه را از کشت دیم به آبی تبدیل کرده و باعث به وجود آمدن سیل بارش های رگباری در این منطقه شده است. مدیریت این سد در اختیار استان کردستان می‌باشد و علاوه بر مصارف کشاورزی، در این دریاچه پرورش ماهی در قفس نیز در حال انجام است (شکل ۲-۱۳).

شکل(۲-۱۳) تصویر مربوط به دریاچه سد زیویه کامیارن

۲-۲- ۷ - دریاچه سد آزاد سنندج

سد آزاد سنندج در محدوده شهرستان سنندج و در مختصات طول جغرافیایی '۳۳ °۴۶ و عرض شمالی '۲۰ °۳۵ و در بالادست روستای بنی‌در و روی رودخانه کوماسی احداث گردیده است. حوضه آبریز این سد از نظر مختصات جغرافیایی بین '۲۰ °۳۵ تا '۴۵ °۳۵ عرض شمالی و '۲۳ °۴۶ تا '۴۶ °۴۶ طول شرقی واقع است. مساحت حوضه آبریز سد آزاد ۹۶۸/۲۹ کیلومتر مربع و محیط آن ۱۴۲/۱۰ کیلومتر می باشد(شکل ۲-۱۴).

این سد را می‌توان یکی از سدهای پرچالش مدیریتی به لحاظ برنامه تخصیص و آینده‌ای که برای آن در نظر گرفته شده، متصور کرد. سد آزاد یک سد سنگریزه‌ای با هسته رسی که در ۴۰ کیلومتری غرب سنندج در استان کردستان با ظرفیت ۳۰۰ میلیون متر مکعب واقع شده است(شکل ۲-۱۴).



شکل(۲-۱۴) نقشه حوضه آبریز سد آزاد سنندج

این سد اکنون ظرفیت تولید ده مگاوات ساعت برق را داشته و با تکمیل یک نیروگاه تلمبه ذخیره‌ای اضافی امکان تولید ۵۰۰ مگاوات ساعت برق را خواهد داشت. طول تاج ۵۹۵ متر و ارتفاع ۱۱۵ متر و خط لوله‌ای به طول ۸۰ کیلومتر این سد را به شهرهای سنندج، قروه و دهگلان متصل ساخته است. هنوز مدیریت این سد به استان کردستان واگذار نشده است و

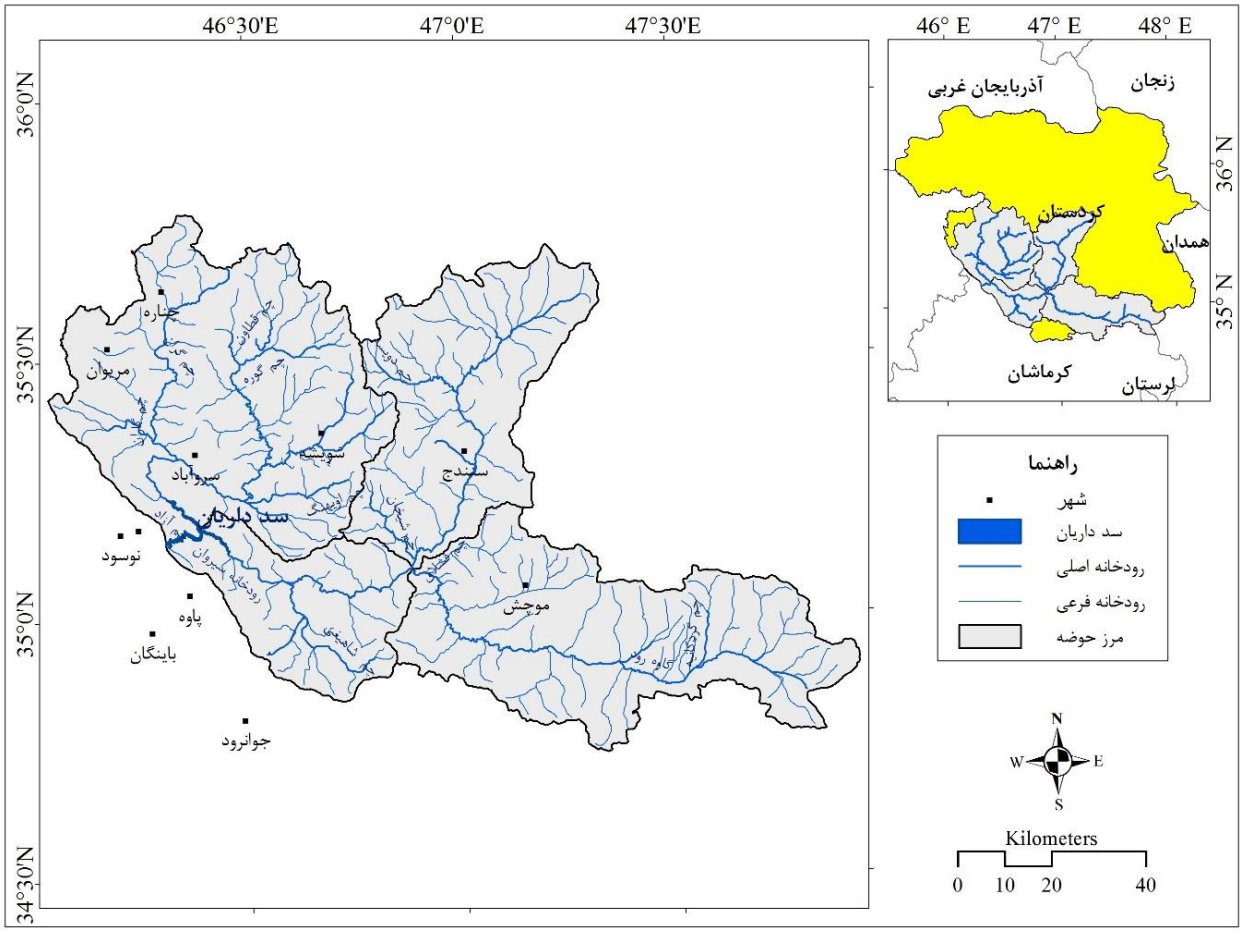
در اختیار شرکت توسعه‌ی منابع آب و نیروی ایران قرار دارد. لازم به ذکر است این سد دارای اهمیت بسیار ویژه‌ای به لحاظ آورد بالای سالانه آب و کیفیت آن می باشد. نکته مدیریتی و نگران کننده این دریاچه وجود فاضلاب‌های متعدد انسانی و حیوانی در بالادست بوده که نیاز است به شکل ویژه‌ای مدیریت شود. این دریاچه در وضعیت مزوتروف قرار دارد اما با توجه به وضعیت ورودی‌های آن پیش بینی می‌شود در آینده در مسیر تروفی بالاتر و فراغنی شدن قرار بگیرد. احداث این سد مشابه سد داریان بوده و دارای خسارات جبران ناپذیر زیست محیطی فراوانی بوده که در مطالعات مختلفی اثرات آن به اثبات رسیده است. هچنین مشکلات خاصی را برای افراد بومی از قبیل تغییر اقلیم محلی، مشکلات شدید تردد و زیر آب رفتن مراتع و مناطق جنگلی این حوضه شده است(شکل ۲-۱۵).

شکل(۲-۱۵) تصاویر مربوط به رودخانه سرشاخه و تصویر بخشی از دریاچه آزاد سنندج

۲-۲- ۸- دریاچه سد داریان کردستان

سد داریان یک سد خاکی ساخته شده روی رودخانه سیروان در استان کردستان و در مجاورت روستای داریان است. حوضه آبریز این سد از نظر مختصات جغرافیایی بین ′۵۴ °۳۴ تا ′۴۷ °۳۵ عرض شمالی و ′۰۲ °۴۶ تا ′۵۹ °۴۷ طول شرقی واقع است. مساحت حوضه آبریز سد داریان ۹۳۲۳/۹۶ کیلومتر مربع می باشد(شکل ۲-۱۶).

تاج سد داریان اگرچه در استان کرمانشاه قرار گرفته اما حوضه آبریز و مخزن آن در استان کردستان قرار دارد. ارتفاع این سد خاکی به ۱۵۵ متر می‌رسد و ظرفیتی در حدود ۳۳۸ میلیون مترمکعب آب را در دریاچه سد ایجاد کرده است.



شکل(۲-۱۶) نقشه حوضه آبریز سد داریان

با ساخت آن چشمه بسیار گرانبهای بل، چندین روستای قدیمی و ده‌ها هکتار جنگل باارزش بلوط زیر آب رفت که می‌توان گفت این سد مخرب‌ترین دستکاری زیست محیطی منطقه اورامانات و حوضه سیروان و غرب کشور بوده است و مطمئناً در آینده اثرات زیانبار این تصمیم غیرمسئولانه، غیر علمی و سوء مدیریت بانیان منابع آب ایران بیشتر خود را نشان خواهد داد. ساخت غیر موجه این سد اثرات نگران کننده‌ای را برای حوضه سد و پایین دست رودخانه سیرون داشته و مطمئنا اثرات آن تا دجله وفرات ادامه خواهد داشت. آب این سد از شاخه اورامانات تا نزدیکی روستای سلین خواهد

رسید و شاخه دیگر این رودخانه از طرف منطقه ژاوه رود وارد می‌شود و در نزدیکی روستای اسپریز، وارد شاخه دیگر آن می‌شود.

مدیریت این سد در حال حاضر در درست شرکت توسعه‌ی منابع آب و نیروی ایران می‌باشد، اما به نظر می رسد علاوه بر این که بخش اصلی بدنه سد و تمامی حوضه آبریز آن در استان کردستان قرار دارد وزارت نیرو در نظر دارد مدیریت سد داریان را به استان کرماشان واگذار کند (شکل ۲-۱۷). این دریاچه پشت سد علیرغم مخالفت‌های طرفداران محیط زیست و مباحث گردشگری اما ساخته شد. اکنون با توجه به این که سد ساخته شده و زمین‌ها و چشمه‌های باارزشی همچون کانی بل، جنگل و قسمت زیادی از رودخانه کم نظیر سیروان زیر آب رفته است نیاز است با مدیریت اصولی اثرات زیست محیطی این دریاچه را به حداقل رساند. این دریاچه می‌تواند نقش موثری در اکوتوریسم، تولیدات آبزیان و تامین آب شرب و کشاورزی استان کردستان و کرمانشاه همراه با مباحث هیدروپاور داشته باشد. مطالبه جدی مردم استان کردستان بر اساس قوانین موجود حوضه آب واگذاری مدیریت این دریاچه به استان کردستان می‌باشد.

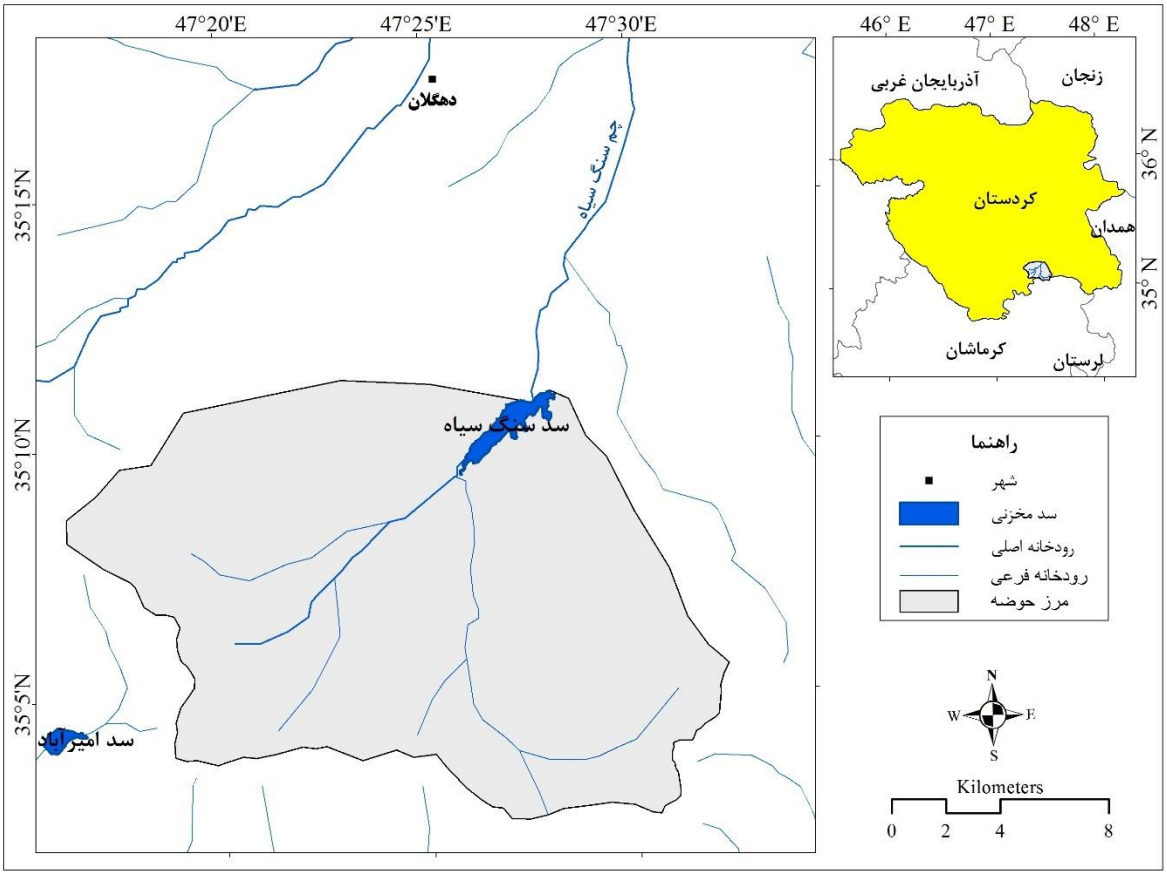
شکل(۲-۱۷) تصاویر مربوط به سریز سد داریان و بخشی از دریاچه

۲-۲- ۹- دریاچه سد سنگ سیاه دهگلان

سد سنگ سیاه بر روی رودخانه تلوار و در ۲۰ کیلومتری شهر دهگلان قرار دارد و در سال ۱۳۸۶ آبگیری و به بهره برداری رسید. حوضه آبریز این سد از نظر مختصات جغرافیایی بین ′۰۳ °۳۵ تا ′۱۱ °۳۵ عرض شمالی و ′۱۸ °۴۷ تا ′۳۱ °۴۷ طول شرقی واقع است. مساحت حوضه آبریز سد سنگ سیاه ۲۷۰/۶ کیلومتر مربع و محیط آن ۷۰/۵ کیلومتر می باشد(شکل ۲-۱۸).

مطالعات لمینولوژیکی این سد در سال ۱۳۹۰ توسط شرکت مهندسین مشاور آمایش مکران انجام شد. حجم مفید مخزن سد ۳۳ میلیون متر مکعب و مساحت نهایی آن در زمان سرریزحدود ۴۲۹ هکتار می باشد (مطالعات جامع سد سنگ سیاه، ۱۳۹۰).

علی‌رغم آورد پیش بینی شده حدود ۳۰ م.م.م در مطالعات برنامه‌ریزی منابع آب اولیه سد، در سال‌های اخیر آورد آن از ۳ میلیون تا حداکثر ۱۵ م.م.م متغیر بوده است که نشان از ضعف مطالعات یا تغییرات اقلیمی شدید دارد و علی رغم پیش‌بینی ۳۶۱۰ هکتار اراضی پایاب این سد برای کشاورزی، در آخرین تخصیص‌های صادره تنها ۲۰۰ هکتار لحاظ شده است!!!!؟



شکل(۲-۱۸) نقشه حوضه آبریز سنگ سیاه دهگلان

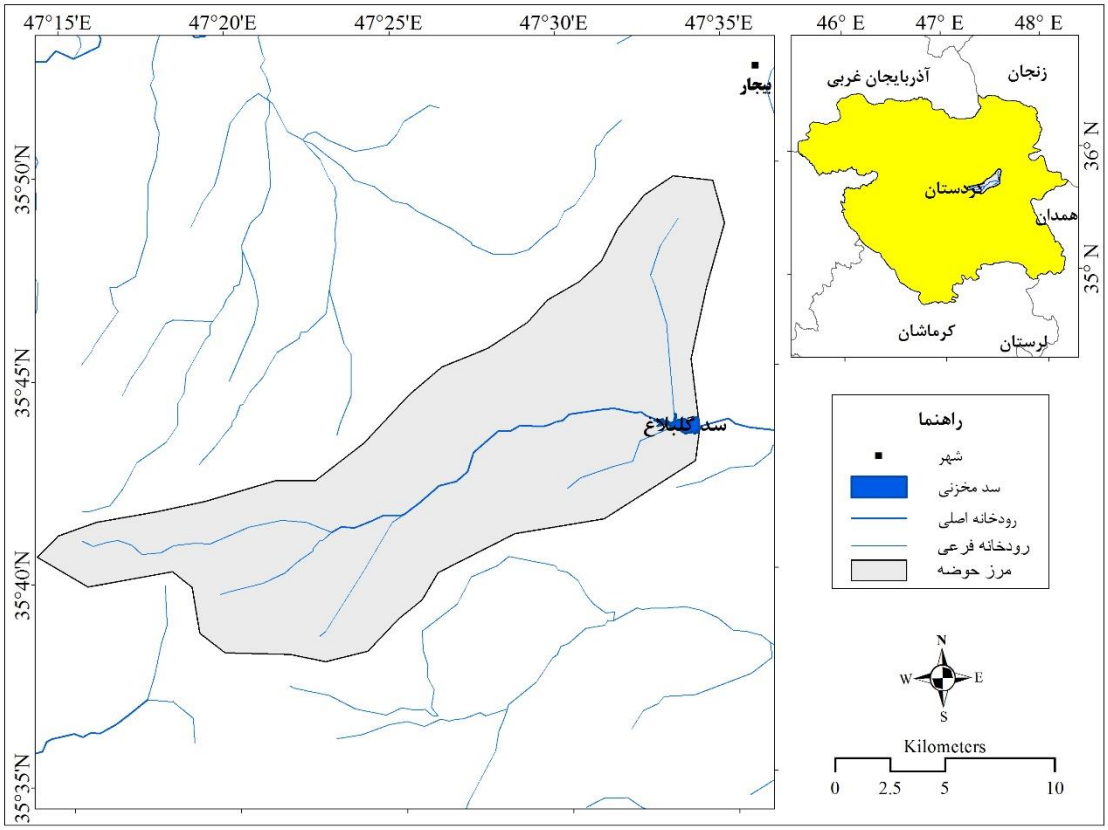
اولین عملیات رهاسازی بچه ماهی در این دریاچه در سال ۱۳۸۷ با میزان ۲۵۰۰۰۰ قطعه و ترکیب ۶۵٪ فیتوفاگ، ۱۰٪ آمور، ۱۵ ٪ کپور و ۱۰ ٪ بیگ هد انجام گرفت که تا بحال هر ساله این عملیات انجام گرفته است. تعاونی صیادی این دریاچه نیز تشکیل شده و با ظرفیت ۱۱ نفر در حال فعالیت می‌باشد. این دریاچه در منطقه شهرستان دهگلان در صورت ساماندهی بهتر می‌تواند نقش خوبی در جذب توریست و مباحث گردشگری در منطقه داشته باشد. این دریاچه مستعد معرفی آبزیان جدید و اقتصادی از قبیل شاه میگوی آب شیرین، ماهی سفید دریاچه خزر و میگوی آب شیرین می‌باشد.

شکل(۲-۱۹) تصاویر مربوط به دریاچه سد سنگ سیاه شهرستان دهگلان

۲-۲- ۱۰- دریاچه سد گلبلاغ بیجار

سد گلبلاغ در ۱۵ کیلومتری جنوب شهر بیجار واقع شده است که توسط سازمان جهاد کشاورزی استان احداث شده است. این سد بر روی رود اوزن دره(از سرشاخه های قزل اوزن) قرار گرفته است. از نظر مختصات جغرافیایی بین ۳۸′

۳۵° تا ′۵۱ °۳۵ عرض شمالی و "۳۰ ′۱۴ °۴۷ تا ′۳۵ °۴۷ طول شرقی واقع است. مساحت حوضه آبریز سد گلبلاغ ۲۴۶/۶ کیلومتر مربع و محیط آن ۸۵/۸ کیلومتر می باشد(شکل ۲-۲۰).



شکل(۲-۲۰) نقشه حوضه آبریز گلبلاغ بیجار

مطالعات لمینولوژیکی این سد تا بحال انجام نشده است. حجم مفید مخزن سد ۸/۱ میلیون متر مکعب می باشد (شکل ۲-۱۴). عمق متوسط دریاچه ۷ مترو حداکثر آن تا ۲۵ متر می باشد. اولین عملیات رهاسازی این دریاچه در سال ۱۳۸۵ به میزان ۳۰۰ هزار قطعه بچه ماهی کپور ماهیان با ترکیب ۶۵٪ فیتوفاگ، ۱۰٪ آمور، ۱۵ ٪ کپور و ۱۰ ٪ بیگ هد انجام گرفت. بهره بردارصید در این دریاچه تعاونی چند منظوره می باشدکه از سال ۱۳۸۶ به بعد شروع به فعالیت صیادی کرد. دریاچه گلبلاغ با توجه به حوضه آبریز ضعیف و حجم کم دریاچه در برخی سال ها تا مرز خشکی پیش می رود و نیاز است تخصیص کشاورزی آب این دریاچه سالانه بر اساس آورد دریاچه تنظیم شود.

شکل(۲-۲۱) تصاویر مربوط به دریاچه سد گلبلاغ شهرستان بیجار

۲-۳- مدیریت توان تولید طبیعی ماهی دریاچه‌های استان مبتنی بر اصول زیست محیطی

با توجه به شرایط فعلی دریاچه‌های استان کردستان و روند فراغنی شدن و همچنین بر اساس میانگین مدل‌های برآورد توان تولید ماهی (Oglesby, 1977; Li & Mathias, 1994, Downing, 2014) در دریاچه‌های استان کردستان با مدیریت علمی و اصولی می‌توان ۴۵۰ کیلوگرم در هکتار تولید داشت. این تولید در صورت رعایت اصول زیست‌محیطی و برنامه‌ریزی مناسب می‌تواند منجر به برداشت پایدار از این منابع، تصفیه بیولوژیک و ایجاد اشتغال شود. توسعه صنعت اکوتوریسم و تولیدات شیلاتی می‌تواند راهکار مناسبی برای توسعه و ایجاد اشتغال پایدار باشد. در صورت آبزی دار کردن اصولی و صیادی مبتنی بر مطالعه در سال می توان ۸۳۴۷ تن ماهی معادل ۵۰۰۸۷۷ میلیون یا حدود ۵۰۱ میلیارد تومان را داشت. این میزان تولید می تواند حدود ۱۶۷۰ نفر اشتغال مستقیم و ۳۳۴۰ نفر غیر مستقیم ایجاد کند. این تعاونی های صیادی در صورت آموزش مناسب می‌توانند با حفاظت و حراست از دریاچه‌های استان کمک موثری به مدیریت این اکوسیستم‌های آبی بکنند (شکل ۲-۲۲).

شکل(۲-۲۲) تصاویر مربوط به تعاونی های صید و صیادی استان کردستان

جدول(۲-۴) برآورد کلی پتانسیل توان تولید ماهی در دریاچه‌های استان بر اساس روند یوتریفیکاسیون فعلی

نام دریاچه	سازمان متولی	شهرستان	حجم (میلیون متر مکعب)	حجم تحت مدیریت استان کردستان (میلیون متر مکعب)	مساحت (Ha)	توان طبیعی تولید ماهی (تن)	ارزش اقتصادی (میلیارد تومان)	اشتغالزایی مستقیم (نفر)	اشتغالزایی غیر مستقیم (نفر)
سد قشلاق	کردستان	سنندج	۲۲٤	۲۲٤	۸۵۰	۳۸۲/۵	۲۲۹۵۰	۷٦/۵	۱۵۳
سد گاوشان	کردستان	کامیاران	۵۵۰	۵۹	۱٦۰۰	۷۲۰	٤۳۲۰۰	۱٤٤	۲۸۸
دریاچه زریبار	کردستان	مریوان	۵٤	۵٤	۸۰۰	۳٦۰	۲۱٦۰۰	۷۲	۱٤٤
سد گلبلاغ	کردستان	بیجار	۸/۱	۸/۱	۱۵۳	٦۸/۸۵	٤۱۳۱	۱۳/۷۷	۲۷/۵٤
سد شهید کاظمی سقز	کردستان	سقز	۸۸۰	۳۰	٤۵۰۰	۲۰۲۵	۱۲۱۵۰۰	٤۰۵	۸۱۰
سد تلوار	کردستان	بیجار	۵۰۰	٤٦	۳۲۰۰	۱٤٤۰	۸٦٤۰۰	۲۸۸	۵۷٦
سد بانه	کردستان	بانه	٤/۲	٤/۲	۳٦٦۰	۱٤۲۲	۸۵۳۲۰	۲۸٤/٤	۵٦۸/۸
سد گاران	کردستان	مریوان	۹۲	۹۲	٤۵۰	۲۰۲/۵	۱۲۱۵۰	٤۰/۵	۸۱
سد سورال	کردستان	دهگلان	۱۱	۱۱	۱۰۸	٤۸/٦	۲۹۱٦	۹/۷۲	۱۹/٤٤
سد زیویه	کردستان	کامیاران	۱٦	۱٦	۱۰۷	٤۸/۱۵	۲۸۸۹	۹/٦۳	۱۹/۲٦
سد سنگ سیاه	کردستان	دهگلان	۳۳	۳۳	٤۳۰	۱۹۳/۵	۱۱٦۱۰	۳۸/۷	۷۷/٤
سد رمشت	کردستان	کامیاران	۵/۵	۵/۵	٤۵۱	۲۰۲/۹۵	۱۲۱۷۷	٤۰/۵۹	۸۱/۱۸
سد امیر آباد	کردستان	کامیاران	۵/۷	۵/۷	۵٤	۲٤/۳	۱٤۵۸	٤/۸٦	۹/۷۲
سد عباس آباد	کردستان	بانه	۱٤	۱٤	۹٤	٤۲/۳	۲۵۳۸	۸/٤٦	۱٦/۹۲
سد سیازاخ	کردستان	دیواندره	۳۲۰	۳۲۰	۸۵۰	۳۸۲/۵	۲۲۹۵۰	۷٦/۵	۱۵۳
سد چراغ ویس	کردستان	سقز	۷۷	۷۷	٤۰۳	۱۸۱/۳۵	۱۰۸۸۱	۳٦/۲۷	۷۲/۵٤
سد آزاد	کردستان	سنندج	۳۰۰	۱۸۳/۲	٦۰۰	۲۷۰	۱٦۲۰۰	۵٤	۱۰۸
سد داریان	کردستان	سروآباد	۳۱٦	۰	۷٤۱	۳۳۳/٤۵	۲۰۰۰۷	٦٦/٦۹	۱۳۳/۳۸
جمع			۳٤۱۰/۵	۱۱۸۲/۷	۱۸۵۵۱	۸۳٤۷/۹۵	۵۰۰۸۷۷	۱٦٦۹/۵۹	۳۳۳۹/۱۸

۲-۴- خلاصه راهکارهای مدیریت کیفی منابع آبی استان

۱) کنترل آلاینده‌ها و مواد مغذی حوضه‌های آبخیز و تلاش برای احیای اکوسیستم‌های آبی.

۲) اقتصادی کردن مصارف آب با رعایت اصول زیست محیطی.

۳) انجام مطالعات تحلیل و مدیریت ریسک آلودگی مخازن سدها بر اساس اولویت بندی.

۴) تنظیم برنامه‌ی عملیاتی علاج بخشی کیفی مخزن بر اساس نتایج مطالعات موضوع بند ۳.

این گزارش در ادامه و در نسخه های آینده بصورت تکمیلی با جزئیات بیشتری تدوین خواهد شد. برای این هدف نیازمند همکاری ادارات و سازمان‌های مرتبط با مباحث آب از قبیل شرکت آب منطقه‌ای استان، اداره آب و فاضلاب، سازمان جهاد کشاورزی، سازمان حفاظت محیط زیست و سازمان صنعت و معدن می‌باشیم.

۲-۵- منابع

۱) عبدالملکی، ش.، میرزاجانی، ع. ر.، خداپرست، س. ح.، صابری، ح.، بابایی، ه.، سبک آرا، ف. ج.، مکارمی، م.، خطیب حقیقی، س.، غنی نژاد، د.، یوسف زاد، ا.، نوروزی، ه.، نهرور، م.ر.، خدمتی، ک.، نیک‌پور، م.، راستین، ر.، محسن پور، ح.، ۱۳۹۳. **مطالعه سد خاکی خندقلو شهرستان ماهنشان استان زنجان**. موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، تهران. ص ۲۰۷.

۲) اداره کل شیلات کرستان. **گزارش عملکرد مدیریت امور شیلات و آبزیان استان کردستان**. ص ص ۱۳۹۰. ۴۵.

۳) مهند سین م شاور آ ساراب، ۱۳۷۸. **مطالعات جامع لیمنولوژیک دریاچه پ شت سد گاو شان کامیاران**. سازمان جهاد کشاورزی استان کردستان. معاونت تکثیر و پرورش آبزیان شرکت سهامی شیلات ایران.

۴) محمدی، ح. پیغمبری، س.ی.، عبدالملکی، ش.، فلاحی، م.، قربانی، ر.، و ح سینی، س.ع. ۱۳۹۵. **مطالعات لیمنولوژیو ارزیابی بیوماس کپورماهیان چینی دریاچه گلبلاغ استان کردستان**. دانشگداه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ص ۱۵۶.

5) APHA (American Public Health Association)., 2005. **Standard Methods for The Examination of water and wastewater**, 21th ed. American Public Health Association, Washington, DC. 1550 p.

6) Bachmann, R. W., Bigham, D. L., Hoyer, M. V., and Canfield, D. E., 2012. **Phosphorus, nitrogen, and the designated uses of Florida lakes. Journal of Lake and Reservoir Management**, 28:46–58, 2012

7) Deines, A.M., Bunnell, D.B., Rogers, M.W., Beard, J.T.D., Taylor, W.W. 2015. **A review of the global relationship among freshwater fish, autotrophic activity and regional climate**. 25(2): 323-336.

8) Downing, J. A. 2014. **Limnology and oceanography: two estranged twins reuniting by global change. Inland Waters** (4), pp. 215-232.

9) Maosen, H. 1983**. Freshwater plankton illustration**. Agriculture publishing house. 85 p.

10) Matthews, R., Hilles, M., and Pelletier, G. 2002. **Determining trophic state in Lake Whatcom, Washington (USA), a soft water lake exhibiting seasonal nitrogen limitation**. Hydrobiologia 468: 107–121.

11) Michael J., Weber and Michael L. 2009. **Brown Effects of Common Carp on Aquatic Ecosystems 80 Years after "Carp as a Dominant**": Ecological Insights for Fisheries Management. Reviews in Fisheries Science, 17(4):524–537.

12) Needham, J. G. and Needham, P. R. 1996. **Guide to the study of freshwater biology. Holden day, INK. San Francisco Constable & Co., LTD., Landon**. Fifth edition. 106p.
13) Oglesby, R.T.J. 1977. **Relation of fish yield to Lake Phytoplankton standing crop, production and morphedaphic factors**. Journal of Fish Research. Board Canada. 34: 2271-2279

فصل سوم

بیلان منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی

ارزیابی وضعیت آبهای زیرزمینی در استان کردستان

(مطالعه موردی: دشت قروه – دهگلان)

دکتر خالد اوسطی

استادیارگروه مهندسی مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه کردستان

چکیده

استان کردستان با مشکلات و چالش‌های منابع آبی متعددی دست به گریبان است. در این فصل، با نگاهی گذرا؛ وضعیت منابع آب سطحی (واقع در شرق استان کردستان) حوضه تروال مورد بررسی قرار می‌گیرد. در ادامه تغییرات زمانی و مکانی نوسانات سطح آب زیرزمینی در سه آبخوان دشت قروه – دهگلان واکاوی شده است. بررسی تغییرات زمانی و مکانی نوسانات سطح آب زیرزمینی و تعیین عوامل موثر بر آن، در تعیین میزان آب در دسترس آتی و اتخاذ تصمیمات مناسب مدیریت آبخوان‌ها نقش قابل ملاحظه‌ای می‌باشد. براین اساس، در این بررسی تلاش شده است روند تغییرات مکانی و زمانی سطح آب زیرزمینی در آبخوان‌های دشت قروه – دهگلان و همچنین نقش نوسانات بارش و تغییر در میزان بهره‌برداری بر تراز آب زیرزمینی، مورد بررسی قرار گیرد. بدین منظور از روش‌های متعدد آمار ناپارامتری، مدل‌های زمین-آماری و تحلیل‌های گرافیکی استفاده شده است. نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد که متوسط آب زیرزمینی در دوره ۲۷ ساله (سال آبی ۶۷-۱۳۶۶ تا سال آبی ۱۳۹۳-۱۳۹۲) در آبخوان‌های دهگلان، قروه و چهاردولی، به ترتیب ۲۴/۲۵، ۱۵/۴۱ و ۱۴/۰۰ متر افت داشته است و بررسی دیگری بر روی داده‌های جدیدتر آبخوان دهگلان نشان می‌دهد علیرغم ترسالی‌های اخیر، در دوره آماری ۳۱ ساله (سال آبی ۶۷-۱۳۶۶ تا سال آبی ۱۳۹۷-۱۳۹۶)، میزان افت متوسط آبخوان به ۲۷/۶ متر رسیده است. بررسی نوسانات سطح آب زیرزمینی خصوصا در بخش‌های انتهایی و مرکزی دشت‌ها نشان می‌دهد که این فاجعه آبی عمدتا در اثر مدیریت نامناسب منابع آبی و افزایش صدور مجوز حفر چاه‌ها در اواخر دهه ۸۰ و اوایل دهه ۹۰ اتفاق افتاده است. این در حالی است که نقش خشکسالی‌های دو دهه گذشته و نوسانات بارش در این بحران، به مراتب بسیار کم‌رنگ‌تر بوده است به گونه‌ای که حتی بارش‌های مناسب چند سال اخیر نتوانسته است از روند افت سفره‌های در بخش‌های اصلی سفره ممانعت کند.

کلید واژه‌ها: آب زیرزمینی، مدیریت منابع آب، دشت قروه- دهگلان، خشکسالی

۳-۱- مقدمه

استان کردستان به عنوان سرچشمه و سراب سه حوضه از شش حوضه کلان ایران (حوضه‌های خلیج فارس و دریای عمان، دریاچه ارومیه و دریاچه خزر)، با مشکلات منابع آبی متعددی دست به گریبان است. برخی از مشکلات عمده منابع آبی استان به شرح زیرند:

- ❖ عدم شفافیت در ارائه برنامه‌های مدیریتی سدها و پروژه‌ها انتقال آب سدها
- ❖ عدم توجه به حقابه‌های زیست محیطی و نادیده گرفتن حقوق آبی حوضه‌های تولید کننده آب در پروژه‌های آبی
- ❖ مدیریت نامناسب سدهای استان و عدم تکمیل شبکه‌های پایین دست سدهای ساخته شده (در مواردی حتی پس از گذشت بیش از ۱۰ سال از زمان آبگیری سدها)
- ❖ مسائل مربوط به آلودگی سدهای ژاوه، تروال و. ..
- ❖ کاهش دبی رودخانه‌ها در چند دهه اخیر (عمدتا در حوضه تروال)
- ❖ افت شدید تراز سفره‌های زیرزمینی در آبخوان‌های سه گانه دشت قروه – دهگلان
- ❖ مشکلات کمی و کیفی پهنه‌های آبی باارزش استان کردستان (مانند دریاچه زریبار)
- ❖ نبود سیستم لوله کشی آب در ۳۰۰ روستای استان کردستان
- ❖ عدم پوشش شرکت آب و فاضلاب برای حدود ۷۰۰ روستای استان
- ❖ مشکلات کیفیت آب شرب و تصفیه آن در برخی از شهرهای استان مانند سقز، بانه، سنندج
- ❖ مشکلات قطعی آب شرب در شهرهای قروه و دهگلان
- ❖ عدم پایش مناسب آلودگی محل‌های دفن زباله، کارگاه‌های صنعتی و معادن
- ❖ مسئله نیترات و مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی در کشاورزی
- ❖ مقدار آرسنیک حدی یا بیش از حد مجاز در ۴۴ تا ۴۵ روستا (عمدتا در شرق استان) و مقادیر سرب و جیوه حدی یا بیش از حد مجاز در یک- دو روستا (براساس مطالعه دانشگاه علوم پزشکی در سال های ۹۵ و ۹۶)

در این فصل، ابتدا اطلاعات کلی در مورد وضعیت منابع آب سطحی حوضه تروال ارائه می‌شود و در ادامه یکی از مشکلات لیست شده در بالا، یعنی افت شدید تراز سفره‌های زیرزمینی در آبخوان‌های سه گانه دشت قروه – دهگلان مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

لازم به ذکر است که عمده اراضی حاصلخیز و دارای توپوگرافی مناسب برای کشاورزی استان کردستان در شرق استان قرار دارد و شرق استان بعنوان قطب کشاورزی استان مطرح است. بنابراین طبیعی است که بیشتر راهکارها و قابلیت‌های توسعه کشاورزی استان کردستان، متوجه بخش شرقی استان باشد. این در حالی است که بخش عمده منابع آب سطحی در غرب استان قرار گرفته است. از کل دشتهای استان بیش از ۸۵ درصد آن در شرق استان قرار دارد (جدول ۱) و بیش

از ۷۰ درصد رواناب سطحی جاری در استان در غرب آن جریان دارد. این عدم توازن و برنامه‌ریزی نامناسب منابع آبی باعث شده است که حدود ۸۰٪ از آب مصرفی شرب، کشاورزی و صنعت دشت قروه – دهگلان، از منابع آبهای زیرزمینی تأمین گردد. عدم توازن بین تغذیه و برداشت از آب‌های زیرزمینی منجر به افت شدید تراز آب زیرزمینی آبخوان های قروه، دهگلان و چهاردولی شده و این آبخوان‌ها به ترتیب از سالهای ۷۲، ۸۲ و ۸۳ ممنوعه اعلام شده‌اند. بنابراین در این فصل جزئیات بیشتری در مورد وضعیت این سه آبخوان، تغییرات زمانی و مکانی نوسانات سطح آب زیرزمینی، نقش عوامل موثر بر این تغییرات (با تاکید بر نوسانات بارش و تغییر در میزان بهره‌برداری بر تراز آب زیرزمینی)، مورد بررسی قرار می‌گیرد.

جدول (۱-۳) آبخوان‌های استان کردستان

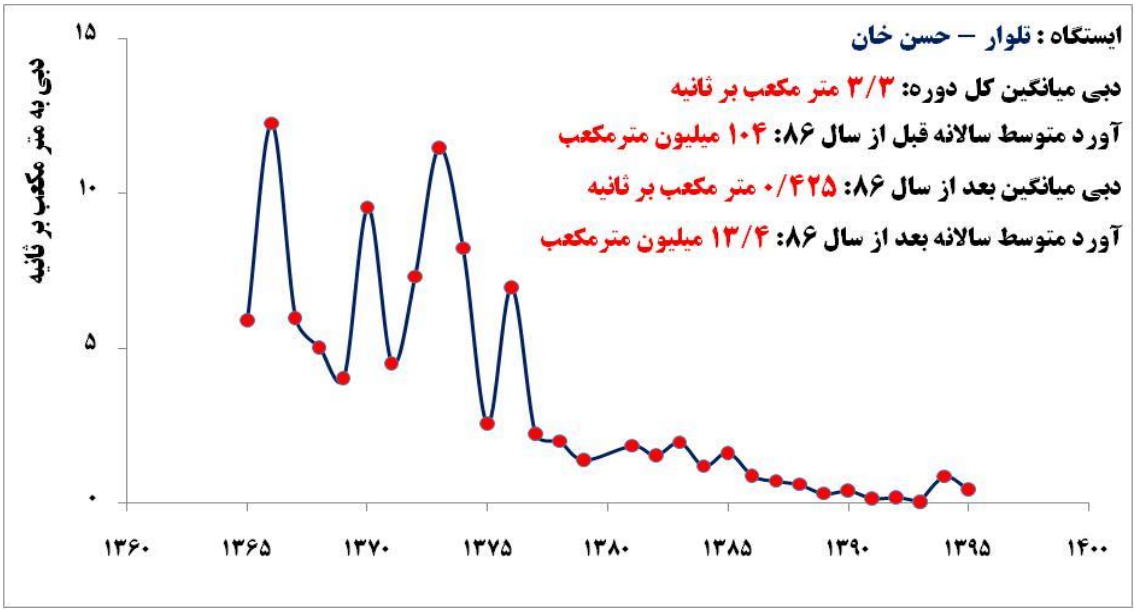
ردیف	حوضه اصلی	حوضه فرعی	محدوده مطالعاتی	آبخوان‌های محدوده مطالعاتی	مساحت حوضه (Km^2)	مساحت دشت (Km^2)	مساحت محدوده‌های مطالعاتی استان (Km^2)
۱	دریای خزر	سفید رود	قروه - دهگلان	قروه	۹۴۳	۱۹۷	۲۸۲۳۵
۲				چهاردولی	۱۰۵۰	۳۸۹	
۳				دهگلان	۲۵۵۰	۶۲۴	
۴			دیواندره - بیجار	دیواندره	۴۲۰۳	۲۰۰	
۵				بیجار	۱۱۴۱	۲۱۷	
۶	خلیج فارس و دریای عمان	مرزی غرب	مریوان (زریبار)	زریبار	۲۷۲	۱۱۲	
۷			تپه اسماعیل (امیرآباد)	امیرآباد	۲۱۰	۵۱	
۸			قزلچه	قزلچه	۲۳۹	۵۴	
۹		کرخه	کامیاران	کامیاران	۴۶۶	۱۰۶	
جمع					۱۱۰۷۴	۱۹۵۰	

***منبع**: شرکت آب منطقه‌ای استان کردستان*

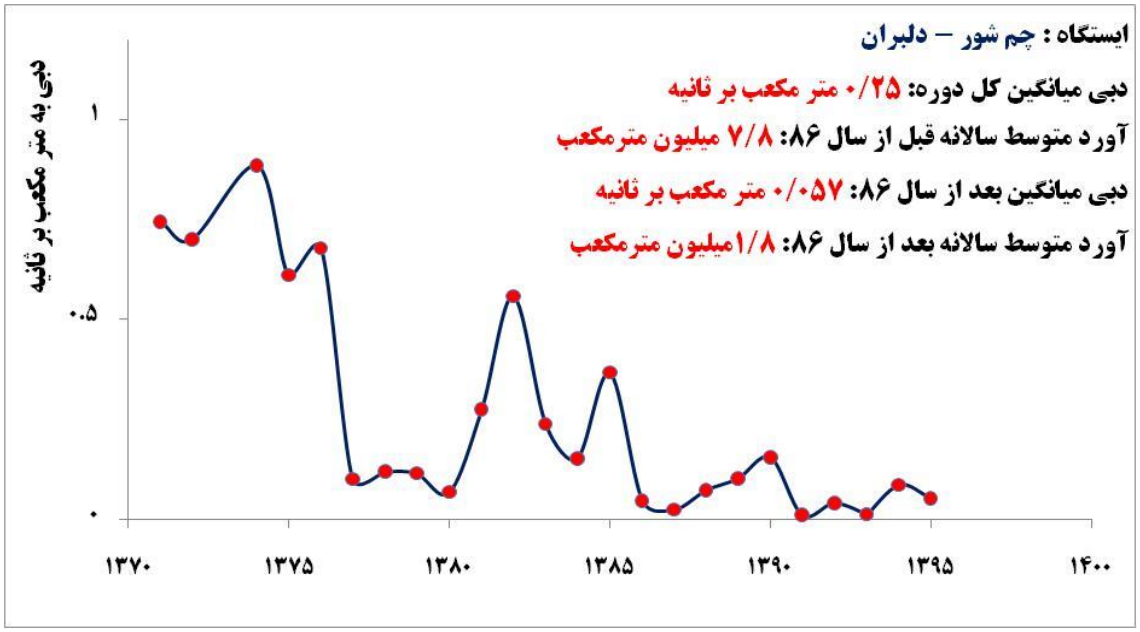
۳-۲- نگاهی گذرا به وضعیت منابع آب سطحی دشت قروه – دهگلان

حوضه تروال از سرشاخه‌های حوضه درجه دو سفیدرود و حوضه درجه یک دریای خزر و سرچشمه رودخانه سفیدرود (چهارمین رودخانه پرآب ایران) می‌باشد. در چند دهه گذشته تغییرات قابل توجهی در وضعیت منابع آب سطحی ایجاد شده است. تغییر الگوی بارش‌ها از بارش برف به سمت بارش باران، خشک شدن تعداد زیادی از چشمه‌ها تنها بخشی از این تغییرات هستند. متاسفانه آمار مناسبی جهت تحلیل میزان تغییر بارش برف به باران و روند تغییرات زمانی دبی چشمه‌ها و تعداد چشمه‌های خشک شده و متروک موجود نمی‌باشد.

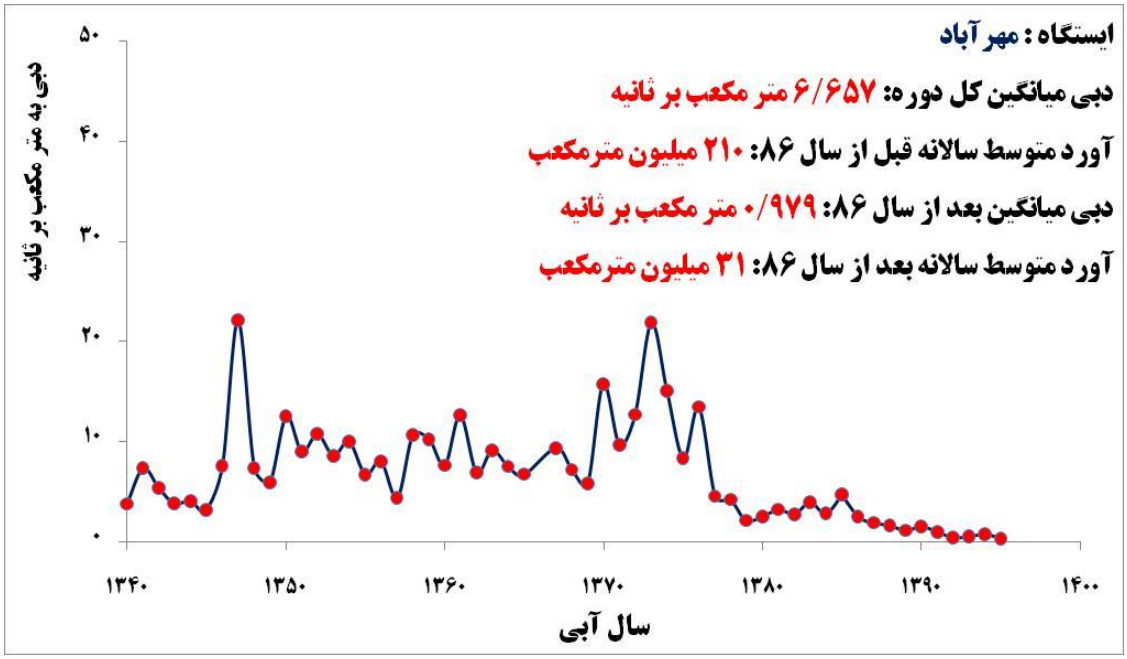
یکی دیگر از تغییرات قابل توجه، تغییر در آورد سالانه رودخانه تروال و شاخه‌های بالادست آن است. برای داشتن دید کلی از این تغییر، آمار دبی روزانه چندین ایستگاه هیدرومتری قدیمی حوضه از بدو تاسیس تاکنون مورد بررسی قرار گرفت. تغییرات دبی متوسط سالانه سه ایستگاه مهرآباد (۰۰۷ -۱۷)، چم شور – دلبران (۹۲۳ - ۱۷) و تلوار - حسن خان (۹۲۶ - ۱۷) در اشکال ۳-۱ تا ۳-۳ ارائه شده است که بخوبی بیانگر تغییر قابل توجه آورد رودخانه‌ها از سال ۱۳۸۶ به بعد می‌باشد. موقعیت این سه ایستگاه در شکل ۳-۴ ارائه شده است. دلیل انتخاب سال ۱۳۸۶ به بعد به عنوان یک دوره مجزا، تغییر قابل توجه در وضعیت منابع آب سطحی و زیرزمینی حوضه تروال است که به دلیل آبگیری سدها، شروع دوره خشکسالی و اضافه برداشت از آبخوان‌هاست.



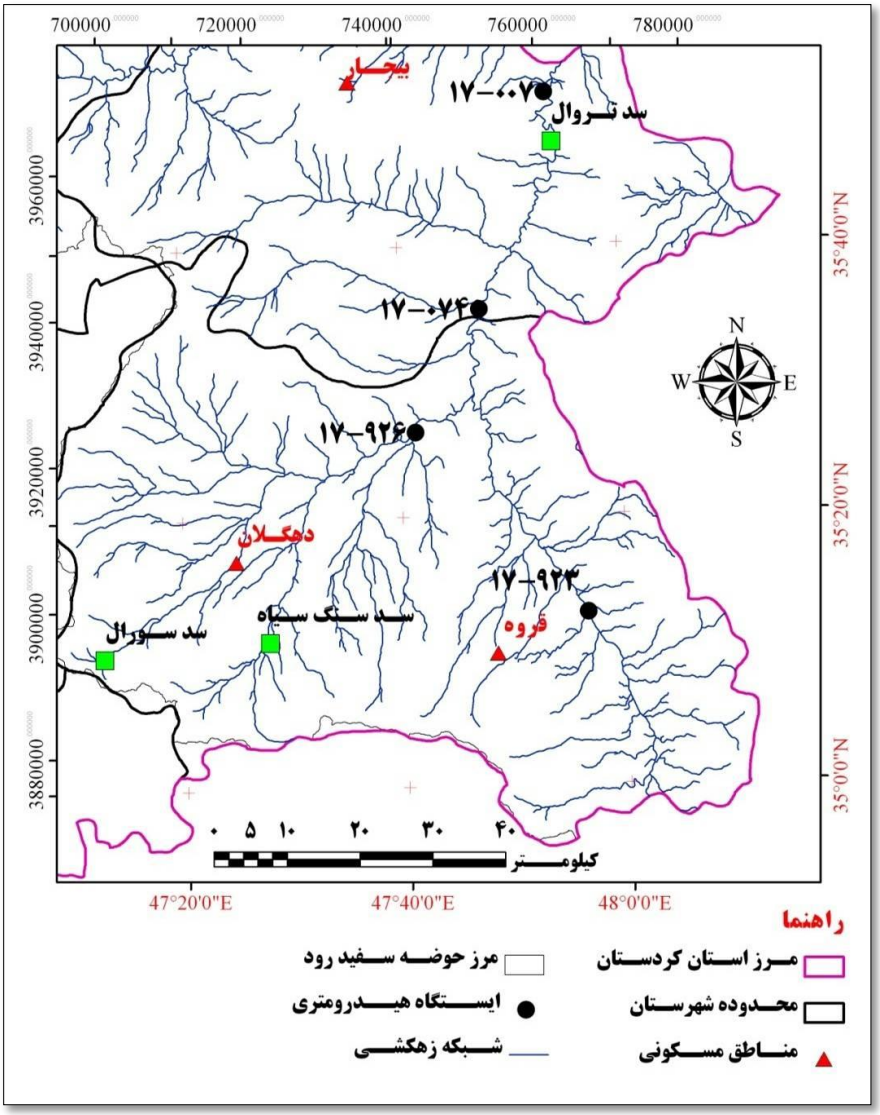
شکل(۳-۱) نمودار تغییرات دبی متوسط سالانه ایستگاه تلوار - حسن خان (از بدو تاسیس تا سال آبی ۹۶ – ۱۳۹۵)



شکل(۳-۲) نمودار تغییرات دبی متوسط سالانه ایستگاه چم شور– دلبران (از بدو تاسیس تا سال آبی ۹۶ – ۱۳۹۵)



شکل(۳-۳) نمودار تغییرات دبی متوسط سالانه ایستگاه مهرآباد (داده‌های موجود از بدو تاسیس تا سال آبی ۹۶ – ۱۳۹۵)



شکل(۳-۴) نقشه موقعیت مکانی سه ایستگاه هیدرومتری مورد بررسی

تغییرات دبی رودخانه تروال تحت تاثیر نوسانات اقلیمی و فعالیت های انسانی رخ داده است. یکی از عوامل موثر احداث سد و تاثیر آن بر رژیم جریان رودخانه بوده است. سد سنگ‌سیاه و سد سورال به ترتیب در سال‌های ۱۳۸۷ و ۱۳۹۲ آبگیری شده‌اند و می‌توانند بخشی از تغییرات دبی در ایستگاه تروال – حسن خان را توجیه نمایند. با این حال، حتی اگر کل حجم مفید مخزن سدهای سنگ سیاه و سورال (به ترتیب با حجم مفید ۳۳ و ۱۱ میلیون متر مکعب) را لحاظ نماییم، این فعالیت انسانی نمی‌تواند تغییرات دبی در ایستگاه تروال – حسن خان را بطور کامل توجیه نماید. بررسی تغییرات دبی در ایستگاه چم شور – دلبران این گفته را مورد تایید قرار می‌دهد چرا که بر روی رودخانه چم‌شور و در حوضه بالادست ایستگاه چم شور – دلبران سدی وجود ندارد اما الگوی زمانی تغییرات دبی تقریبا مشابه است. تغییرات دبی در ایستگاه مهرآباد نیز بیانگر کاهش قابل توجه آورد رودخانه تروال می‌باشد. بدون تردید دوره خشکسالی نیمه دوم دهه ۱۳۹۰ می‌تواند عامل

رخداد بخشی از این تغییرات فاحش در دبی رودخانه‌ها باشد. همچنین تغییر در الگوی بارش و تغییرات دما می‌تواند عامل مکملی برای اثرات خشکسالی باشد و در تغییر الگوی پاسخ حوضه به بارش ورودی نقش موثری داشته باشد. با این وجود، بارش‌های خوب چند سال اخیر و دوره ترسالی کنونی نتوانسته است تغییر قابل توجهی در دبی رودخانه تروال و شاخه‌های آن ایجاد نماید. لذا از نظر بنده این فرضیه می‌تواند مطرح گردد که تغییر در سطح تراز سفره‌های زیرزمینی احتمالا اثرات قابل توجهی بر دبی پایه و آورد سالانه رودخانه تروال نیز داشته است. البته بررسی این فرضیه نیاز به داده‌های دقیق و مطالعات بیشتری دارد.

نکته حائز اهمیت در مورد سدهای ساخته شده، مشکلات متعدد و مدیریت نامناسب آنهاست به عنوان مثال شبکه پایاب سد سنگ سیاه پس از گذشت ۱۲ سال هنوز راه‌اندازی نشده است و یا با توجه به آورد حوضه بالادست سد تروال، احتمالا این سد (با ظرفیت اعلامی ۵۰۰ میلیون متر مکعبی) هیچ وقت پر نخواهد شد. همچنین مدیریت ۴۶ میلیون متر مکعب از حجم ۵۰۰ میلیون متر مکعبی اعلامی برای سد تروال، در اختیار استان کردستان قرار داده شده است در حالیکه تقریبا کل حوضه بالادست آن در استان کردستان واقع شده است. مساله قابل تامل دیگر آلودگی آب حوضه بالادست سد تروال به آرسنیک است. این آلودگی به قدری جدی است که شبکه انتقال راه‌اندازی شده برای انتقال آب این سد به همدان را فعلا به پروژه ناکارآمد بدل نموده است و سیاسیون را به فکر تخصیص آب سایر سدهای استان انداخته است. لازم به ذکر است که در مباحث تخصیص آب و انتقال آب بین حوضه‌ای، سیاسی کاری حرف اول را زده و متاسفانه خسارات جبران‌ناپذیری را بر پیکره اکوسیستم‌ها وارد نموده است. جزئیات مشکلات مربوط به سدها و مباحث انتقال آب در فصل جداگانه‌ای ارائه شده است.

۳-۳- وضعیت منابع آب زیرزمینی دشت قروه - دهگلان

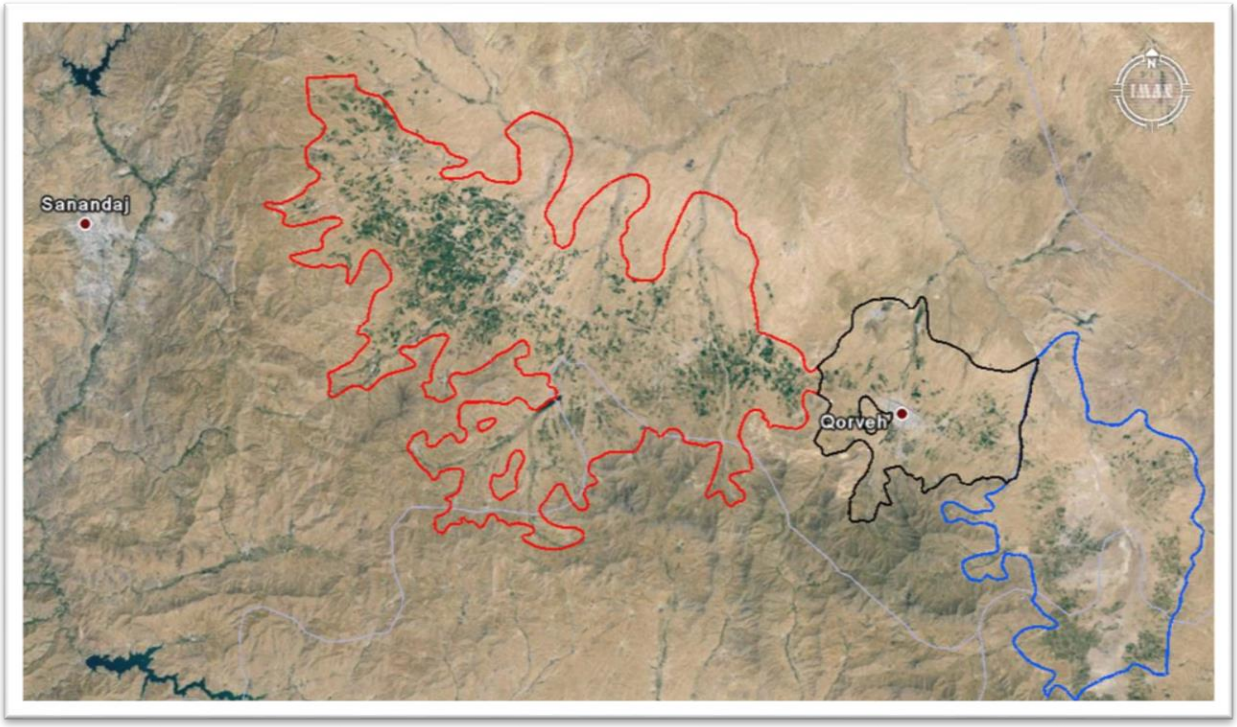
دشت قروه – دهگلان بعنوان قطب کشاورزی استان کردستان در شرق استان کردستان و در حوضه تروال واقع شده است. در شکل ۵، تصاویر از دشت مذکور ارائه شده است. همانگونه که پیش‌تر بیان شد حدود ۸۰٪ از آب مصرفی شرب، کشاورزی و صنعت دشت قروه – دهگلان، از منابع آبهای زیرزمینی تأمین گردد. دشت قروه – دهگلان، دارای سه آبخوان مهم دهگلان، قروه و چهاردولی می‌باشد که در چند دهه گذشته، تحت تاثیر عواملی مانند وقایع متعدد خشکسالی، کاهش منابع آب سطحی و توسعه کشت آبی خصوصا در بخش مرکزی و انتهایی آبخوان‌ها قرار گرفته است. این عوامل می‌توانند بر تراز و ذخیره آب زیرزمینی در آبخوان‌های دشت موثر بوده و آینده منابع آب زیرزمینی را دگرگون سازند. از این رو بررسی تغییرات زمانی و مکانی تراز و ذخیره آب زیرزمینی در آبخوان‌های دشت قروه – دهگلان دارای اهمیت ویژه‌ای می‌باشد. بر این اساس در این بررسی، ضمن مطالعه روند تغییرات مکانی و زمانی ارتفاع پیزومتری در آبخوان‌های دشت قروه - دهگلان در دوره مشترک آماری ۲۷ ساله (سال آبی ۶۷-۱۳۶۶ تا سال آبی ۱۳۹۳-۱۳۹۲)، نقش نوسانات بارش و میزان بهره‌برداری بر تراز آب زیرزمینی مورد مطالعه قرار گرفته و میزان کسری مخازن تخمین زده شد. نتایج این بخش از مطالعه قبلا در ششمین کنفرانس ملی مدیریت منابع آب ایران ارائه شده است (اوسطی، ۱۳۹۵).

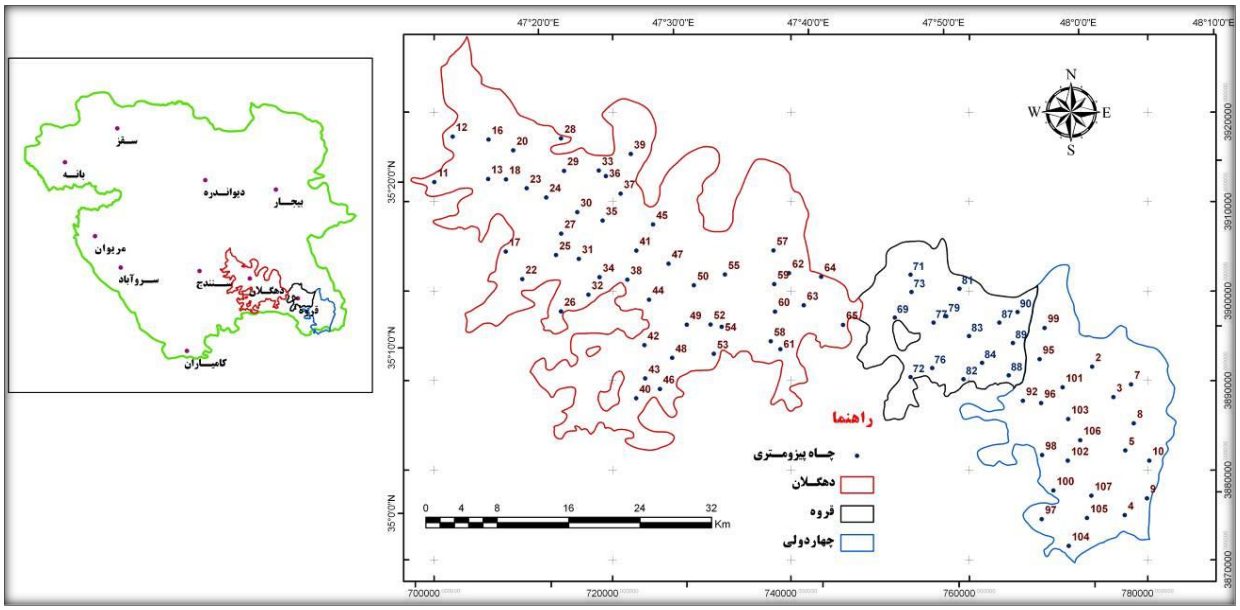
همچنین به منظور به‌روز رسانی داده‌ها و بررسی اثرات بارش‌های مناسب چند سال اخیر بر وضعیت ذخیره آبخوان‌ها، به روز رسانی تغییرات مکانی و زمانی سطح پیزومتری در آبخوان دهگلان براساس آخرین آمارهای موجود صورت گرفت.

شکل(۳-۵) تصاویری از دشت قروه – دهگلان بعنوان قطب کشاورزی استان کردستان

۳-۴- منطقه‌ی مورد مطالعه

دشت قروه – دهگلان در شرق استان کردستان و در بخش سراب حوضه سفیدرود (به عنوان یکی از حوضه‌های درجه دو حوضه کلان دریای خزر) واقع شده است. این دشت دارای سه آبخوان مهم دهگلان، قروه و چهاردولی می‌باشد که آبخوان دهگلان بین مختصات "۲۹ '۰۳ °۳۵ تا "۴۲ '۲۸ °۳۵ عرض شمالی و "۱۹ '۱۰ °۴۷ تا "۲۸ '۴۳ °۴۷ طول شرقی، آبخوان قروه بین مختصات "۵۵ '۰۴ °۳۵ تا "۴۷ '۱۵ °۳۵ عرض شمالی و "۵۸ '۴۲ °۴۷ تا "۲۴ '۵۶ °۴۷ طول شرقی و آبخوان چهاردولی بین مختصات "۵۹ '۵۵ °۳۴ تا "۶۰ '۱۳ °۳۵ عرض شمالی و "۲۶ '۵۰ °۴۷ تا "۱۹ '۰۶ °۴۸ طول شرقی واقع شده است (شکل ۳-۶). براساس مطالعات هیدروژئولوژی انجام شده توسط آب منطقه‌ای استان کردستان، جهت جریان زیرزمینی تقریبا منطبق بر جهت جریان آب‌های سطحی بوده و بطور کلی در هر سه آبخوان دارای راستای تقریبا جنوبی – شمالی می‌باشد. براساس آمار ۲۸ ساله (سال آبی ۶۹ – ۱۳۶۸ تا ۹۶-۱۳۹۵) ایستگاه سینوپتیک قروه، میانگین بارش سالانه حدود ۳۳۳/۶۵ میلیمتر و میانگین دمای سالانه معادل ۱۲/۵۳ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. همچنین ایستگاه سینوپتیک قروه در طبقه‌بندی دومارتن اصلاح شده، دارای اقلیم نیمه خشک می‌باشد.





شکل(۳-۶) نقشه موقعیت چاه های پیزومتری و آبخوان‌های مورد مطالعه

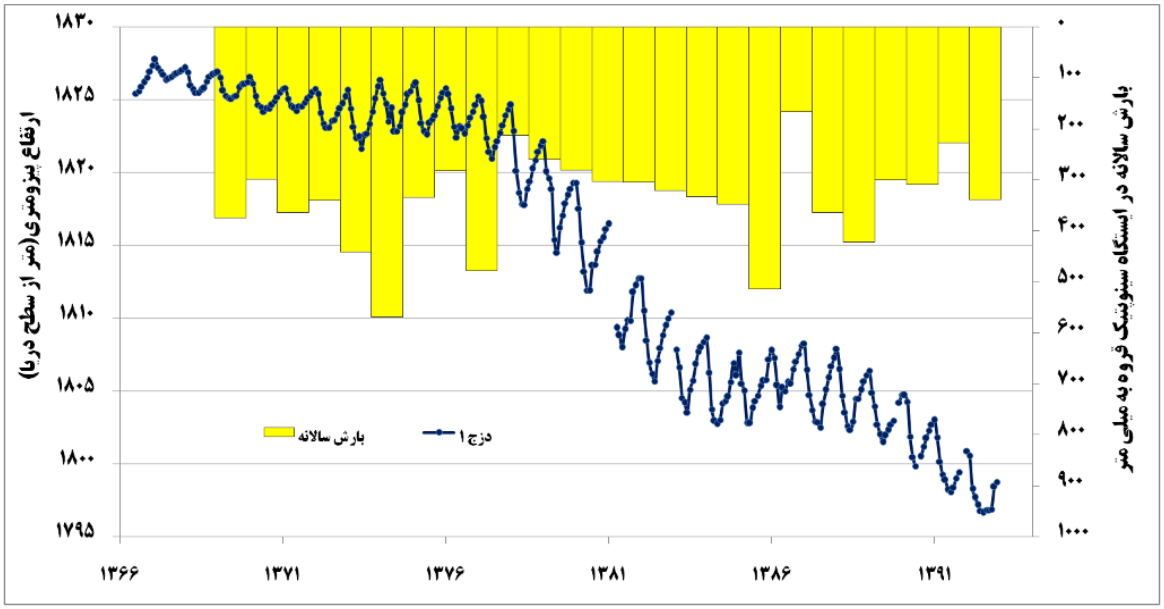
۳-۵- داده‌های مورد استفاده

پس از دریافت داده‌های خام ثبت شده از شرکت آب منطقه‌ای استان کردستان، کنترل کیفی داده‌های ثبت شده براساس پلات نمودن سری‌های زمانی و مقایسه با ماه‌های قبل و بعد انجام گرفت. در برخی از موارد، محل چاه‌های پیزومتری تغییر نموده است اما این جابجایی چاه در حد چند متر بوده است. به گفته کارشناسان آب منطقه‌ای استان، تعدادی از چاه‌های پیزومتری در اثر افت آب‌های زیرزمینی خشک شدند و از این رو چاه عمیق‌تر در کنار چاه قبلی حفر شده است. در تعدادی از چاه‌ها، نوسانات ماه به ماه سطح آب به ویژه در فصل برداشت آب، غیر معمول تشخیص داده شد که در بعضی از موارد به دلیل واقع شدن چاه پیزومتری در شعاع تاثیر چاه‌های بهره‌برداری اطراف آنها می‌باشد. همچنین آمار ثبت شده در برخی از چاه‌های پیزومتری دارای نواقص زیادی می‌باشد و به ناچار آمار آنها کنار گذاشته شد. اکثر چاه‌های پیزومتری در سال‌های ۱۳۶۵ و ۱۳۶۶ حفر شده‌اند. بنابراین با توجه به نواقص آماری و نمودار میله‌ای داده‌های موجود، دوره مشترک آماری ۲۷ ساله‌ای(سال آبی ۶۷-۱۳۶۶ تا سال آبی ۱۳۹۳-۱۳۹۲) با ۸۶ چاه پیزومتری(مجموعا ۱۰۸ چاه پیزومتری در سه دشت مذکور تحت آماربرداری می‌باشند)، انتخاب گردید(شکل ۳-۶).

۳-۶- روش تحقیق

برای تشخیص روند تغییرات زمانی متغیرهای کمی و کیفی آب زیرزمینی، روش‌های پارامتری و ناپارامتری متعددی استفاده شده‌اند (Ale & Chaudhuri, 2014 ؛Du Bui et al, 2012 ؛Slack & Hirsch, 1984). قدرت و صلابت روش‌های پارامتری بیشتر از روش‌های ناپارامتری می‌باشد اما بایستی پیش‌فرض‌هایی مانند نرمال بودن داده‌ها و نبود داده پرت و. .. برقرار باشد (اوسطی و همکاران، ۱۳۹۴). از آنجا که داده‌های منابع آب اغلب دارای ویژگی‌های خاصی مانند

چولگی مثبت، وجود داده‌های پرت، خودهمبستگی، الگوهای فصلی و. .. هستند، بیشتر سری‌های زمانی هیدرولوژیکی از توزیع نرمال تبعیت نمی‌کنند. بنابراین روش‌های معمول پارامتری مانند رگرسیون خطی برای بررسی روند کارا نمی‌باشند. اگر چه می‌توان به تبدیل داده‌ها از طریق روش‌های لگاریتمی یا توانی- کسری پرداخت اما گاها پیش فرض‌های لازم حاصل نمی‌شود (Hirsh & Helsel, 1992؛ اوسطی و همکاران، ۱۳۹۴). همچنین بسیاری از متغیرهای منابع آبی، دارای تغییرات فصلی منظمی در طول سال می‌باشند (Hirsh et al, 1982) و این تغییرات فصلی عامل مهمی در تغییرات و واریانس چنین متغیرهایی محسوب می‌شود. به عنوان نمونه تغییرات فصلی تراز آب زیرزمینی در چاه پیزومتری دزج ۱ در شکل ۳-۷ ارائه شده است. در سایر پیزومترها نیز الگوی سینوسی مشابهی ثبت شده است بطوریکه حداکثر تراز در فصل بهار (انتهای دوره تغذیه و شروع فصل برداشت‌های آبی) و حداقل تراز در اوایل فصل پاییز (ابتدای دوره تغذیه بعدی و انتهای فصل برداشت‌های آبی) مشاهده شده است.



شکل(۳-۷) نمودار الگوی فصلی نوسانات تراز آب زیرزمینی در چاه پیزومتری دزج ۱

بنابراین برای تشخیص دقیق‌تر و واقعی روند طولانی‌مدت در چنین سری‌های زمانی، بایستی اثر تغییرات فصلی حذف یا به نحوی لحاظ گردد. در صورت عدم توجه به الگوی فصلی و تغییرات درون سالیانه، قدرت آزمون روند در تشخیص روندهای معنی‌دار به شدت کاهش می‌یابد (Hirsh & Helsel, 1992). نوسانات معمول سطح آب‌های زیرزمینی نیز الگوی فصلی قوی را نشان می‌دهد که این الگوی تغییرات فصلی، در ارتباط با تغییرات تغذیه و برداشت معمول از آب‌های زیرزمینی شکل می‌گیرد. سه روش پارامتری، ترکیبی(ترکیب روش‌های پارامتری و ناپارامتری) و ناپارامتری روند شامل "آزمون رگرسیون روی سری‌های یک فصل معین"، " آزمون رگرسیون روی سری‌های اصلاح شده برای اثر فصلی" و "من کندال فصلی" توسط (Hirsh & Helsel, 1992) برای بررسی روند در سری‌های زمانی دارای تغییرات فصلی پیشنهاد شده‌اند.

نوسانات زمانی سطح سفره‌های آب زیرزمینی می‌تواند در ارتباط با تغییرات اقلیمی (تغییرات مقادیر بارندگی، نوع بارندگی، دما و. ..) و میزان بهره‌برداری از سفره‌های زیرزمینی باشد. این دو عامل به عنوان مهم‌ترین عوامل نوسانات آب زیرزمینی در مناطق مختلف ایران (Boustani & Hojati, 2011؛ Daneshvar Vousoughi et al, 2013 ؛ Gholami et al, 2015) و جهان (Sauchyn & Perez-Valdivia, 2011؛ Du Bui et al, 2012؛ Mack et al, 2013؛ Hodgkins & Dudley, 2013؛ Zhang et al, 2014؛ Ale & Chaudhuri, 2014؛ Chinnasamy & Agoramoorthy, 2015، Gao et al, 2015) گزارش شده‌اند. بطور کلی از دهه ۱۹۷۰ به بعد، مناطق تحت تاثیر خشکسالی افزایش یافته است اما بررسی محلی تغییرات بارش حائز اهمیت است(Matzneller et al, 2010).

همچنین در زمینه تعیین روش مناسب در مدلسازی تغییرات مکانی متغیرهای کمی و کیفی آب زیرزمینی، مطالعات متعددی در ایران (اوسطی و همکاران، ۱۳۹۱) و خارج از کشور (Jager, 1990؛ Figueira et al, 1999؛ Hu et al, 2005؛ Arslan, 2012) انجام شده است. این مطالعات روش کریجینگ را به عنوان یکی از بهترین روش‌های تخمین متغیرهای کمی و کیفی آب زیرزمینی معرفی نموده‌اند. البته احمدی و صدق‌آمیز(۲۰۰۸) و قادرمزی و همکاران (۲۰۱۱) روش کوکریجینگ Brus و Heuvelink Gerard (۲۰۰۷) روش کریجینگ جهانی و Gong و همکاران (۲۰۱۴) روش IDW ۱را به عنوان روش برتر گزارش نموده‌اند.

بر این اساس در این تحقیق، از مجموعه‌ای از روش‌های آمار ناپارامتری (آزمون من- کندال فصلی و روش Theil – Sen)، مدل‌های زمین‌آماری و تحلیل‌های گرافیکی استفاده شده است.

۳-۶- ۱- بررسی روند تغییرات زمانی سطح آب زیرزمینی و آزمون‌های ناپارامتری

قبل از اعمال روش‌های پارامتری و ناپارامتری روند، نرمال بودن داده‌های سطح آب زیرزمینی در ۸۶ چاه پیزومتری انتخابی براساس آزمون کولموگروف – اسمیرنوف و با استفاده از نرم‌افزار SPSS 16 بررسی شد. نتایج آزمون کولموگروف – اسمیرنوف نشان داد که داده‌های ماهانه سطح آب زیرزمینی ثبت شده در ۸۰ چاه از ۸۶ چاه پیزومتری، داری توزیع نرمال نمی‌باشند. بنابراین استفاده از روش‌های پارامترهای در بررسی روند این ۸۰ چاه مجاز نمی‌باشد.

همچنین داده‌های سطح آب‌های زیرزمینی، الگوی فصلی قوی را در ارتباط با تغییرات تغذیه و برداشت از آبخوان نشان می‌دهند. براین اساس آزمون ناپارامتری من-کندال فصلی(Slack & Hirsch, 1984؛ Helsel et al, 2006) مورد استفاده قرار گرفت. در این روش، منظور از فصل، زمان‌های مختلف اندازه‌گیری در یکسال آبی است. فصل‌ها باید به گونه‌ای انتخاب شوند که در بیشتر سال‌های آماری، داده کافی در آن بازه زمانی وجود داشته باشد. اگر داده‌ها به‌صورت سه ماه یکبار اندازه‌گیری می‌شوند، می‌توان چهار فصل و اگر بصورت ماهانه اندازه‌گیری می‌شوند، می‌توان ۱۲ فصل را در نظر گرفت. از آنجایی که داده‌های سطح آب زیرزمینی در این تحقیق به‌صورت ماهانه اندازه‌گیری شده‌اند، لذا تعداد ۱۲ فصل

[1]- Inverse Distance Weighting

جهت بررسی روند داده‌ها مدنظر قرار گرفت. لازم به ذکر است که در برخی از ماه‌ها، داده‌ای ثبت نشده است اما این امر خللی در محاسبات روش کندال فصلی ایجاد نمی‌نماید.

آماره آزمون فصلی کندال، از طریق محاسبه آماره آزمون من کندال بر روی m فصل بطور جداگانه و سپس با ترکیب نتایج، محاسبه می‌شود (Hirsh et al, 1982). در این روش، داده‌های هر فصل/ماه فقط با همان فصل/ماه در سال‌های دیگر مقایسه می‌شود و مقایسات داده‌های فصول/ ماه‌های مختلف با یکدیگر صورت نمی‌گیرد. آماره SK با جمع زدن آماره S کندال (Si) محاسبه شده برای فصل‌ها، مطابق رابطه (۱) محاسبه می‌شود:

$$S_K = \sum_{i=1}^{m} s_i$$ رابطه (۱)

در صورتیکه x۱، x۲ و. .. xn اعداد سری زمانی یک فصل معین با n داده باشند، آنگاه آماره Si از رابطه (۲) محاسبه می‌گردد:

$$S_i = \sum_{K=1}^{n-1} \sum_{i=K+1}^{n} sgn(x_i - x_K)$$ رابطه (۲)

فرض صفر(H0) این است که در سری زمانی مورد بررسی روندی وجود ندارد. هرگاه تعداد داده‌های فصل‌ها و سال‌ها بیشتر از ۲۵ عدد باشد و روند نداشته باشند، SK دارای توزیع نرمال خواهد بود و میانگین و واریانس آن مطابق روابط(۳) و (۴) محاسبه می‌شود:

$$\mu_{SK} = 0$$ رابطه (۳)

$$\delta_{SK} = \sqrt{\sum_{i=1}^{m} (\frac{n_i}{18}) \times (n_i - 1) \times (2n + 5)}$$ رابطه (۴)

که در آن ni تعداد داده‌ها در فصل i ام می‌باشد.

در نهایت آماره Zsk کندال فصلی بصورت رابطه(۵) محاسبه می‌گردد:

$$Z_{Sk} = \begin{cases} \frac{S_k - 1}{\sigma_{Sk}} & if\ S_k > 0 \\ 0 & if\ S_k = 0 \\ \frac{S_k + 1}{\sigma_{Sk}} & if\ S_k < 0 \end{cases}$$ رابطه (۵)

مقادیر مثبت SK نشان‌دهنده روند مثبت است و بالعکس. وجود(رد فرض صفر) یا عدم وجود (ZSKII ≤ ZCrit ≤ ZCrit -) روند از نظر آماری، بر اساس آماره ZSK در سطوح معنی‌داری α مختلف و بر اساس جداول مربوطه تعیین می‌گردد. بر این اساس برای سطوح معنی‌داری ۱٪، ۵٪ و ۱۰ ٪ به ترتیب مقادیر ZCrit برابر ۲/۵۷۵±، ۱/۹۶± و ۱/۶۴۵±

لحاظ شده است. از آنجا که ممکن است در برخی از چاه‌ها یا در برخی از فصول، روند افزایشی یا کاهشی در ارتفاع پیزومتری وجود داشته باشد، فرضیه دو دامنه در بررسی روند مد نظر قرار گرفته است (Xu و همکاران، ۲۰۱۰).

همچنین بزرگی یا شیب خط روند(β) برای هر فصل براساس روش Theil – Sen (TSA)(Thiel، ۱۹۵۰؛Sen، ۱۹۶۸) و مطابق رابطه (۶) قابل محاسبه است:

$$\beta = \text{Median}\left(\frac{x_i - x_K}{i - K}\right) \qquad \forall K < i$$ رابطه (۶)

برای محاسبه شیب کلی خط روند. میانه اعداد شیب بدست آمده برای تمامی فصول (در این تحقیق ۱۲ فصل) مد نظر قرار می‌گیرد.

۳-۶- ۲- بررسی تغییرات مکانی نوسانات سطح آب زیرزمینی

پس از تعیین مقادیر Z کندال و شیب خط روند، تغییرات مکانی مقادیر Z و شیب خط روند و مقادیر متوسط نوسان سالانه سطح آب زیرزمینی براساس روش‌های مختلف درونیابی و زمین‌آماری تعیین گردید. در این راستا روش‌هایIDW 2(با توان بهینه)، کریجینگ معمولی۳ (OK) و ۴RBF(با پنج تابع کرنل۵) جهت درونیابی مقادیر Z کندال فصلی و شیب خط روند مورد استفاده قرار گرفت. توابع ۱ تا ۵ کرنل مورد استفاده به ترتیب عبارتند از Completely regularized Spline، Spline with Tension، Multiquadric، Inverse Multiquadric و Thin Plate Spline. همچنین جهت استفاده از روش کریجینگ در درونیابی، بایستی پیش‌شرط‌هایی مانند نرمال بودن داده‌ها، نسبت اثر قطعه‌ای به آستانه کمتر از ۰/۵(پارامترهای نیم‌تغیرنما) رعایت شود. اجرای روش‌های درونیابی مذکور در نرم‌افزار ArcGIS 9.3 انجام گرفت. در نهایت نقشه خطوط هم‌مقدار Z کندال فصلی و شیب خط روند براساس بهترین روش درونیابی برای آبخوان‌های مورد مطالعه تهیه گردید و مقادیر متوسط آنها برای هر آبخوان محاسبه شد. تعیین روش مناسب درونیابی براساس شاخص‌های شناخته شده RMSE ۶، MBE ۷و RRMSE ۸صورت گرفته است. مقادیر RRMSE از تقسیم RMSE به میانگین داده‌ها محاسبه می‌شود. مقدار RRMSE کمتر از ۱۰ درصد، معرف شبیه‌سازی عالی، بین ۱۰ و ۲۰ درصد معرف شبیه‌سازی خوب، بین ۲۰ و ۳۰ درصد معرف شبیه‌سازی قابل قبول و کمتر از ۳۰ درصد معرف شبیه‌سازی ضعیف می‌باشد(Jamieson et al, 1991).

[2] -Inverse Distance Weighting
[3] - Ordinary Kriging
[4] - Radial Basis Functions
[5] - Kernel
[6] - Root Mean Squared Error
[7] - Mean Bias Error
[8] - Relative Root Mean Squared Error

در نهایت جهت تعیین عوامل موثر بر نوسانات احتمالی سطح آب زیرزمینی، تغییرات مقادیر بارش سالانه در ایستگاه سینوپتیک قروه و میزان حجم برداشت از آب زیرزمینی دارای مجوز (براساس مجوزهای صادر شده توسط آب منطقه‌ای در سه آبخوان مورد بررسی در این تحقیق) بررسی شده است.

۳-۷- نتایج

نتایج حاصل از بکارگیری روش من – کندال فصلی نشان داد که در همه چاه‌های پیزومتری[۹] مورد بررسی در سه آبخوان دهگلان، قروه و چهاردولی، مقادیر Z بدست آمده منفی بوده و از نظر آماری در سطح یک درصد معنی‌دار می‌باشد (بجز داده‌های چاه پیزومتری سیاه گله با کد ۱۰۴). حداقل، حداکثر و میانگین حسابی مقادیر Z کندال فصلی و شیب نوسانات سطح آب زیرزمینی (براساس روش Theil – Sen) برای هر پیزومترمحاسبه شد که نتایج حاصله در جدول(۲-۳) خلاصه شده است.

جدول(۳-۲) مقادیر Z و شیب خط روند نوسانات سطح آب زیرزمینی در سه آبخوان مورد مطالعه

نام آبخوان	مساحت آبخوان (هکتار)	تعداد چاه‌های پیزومتری مورد بررسی	تعداد چاه‌های دارای روند معنی‌دار در سطح ٪۱	Z متوسط (روش میانگین حسابی)	حداکثر Z	حداقل Z	شیب متوسط (روش میانگین حسابی)	حداکثر شیب تغییرات	حداقل شیب تغییرات
دهگلان	۹۸۲۸۳/۸	۴۹	۴۹	-۱۷/۱۱	-۷/۳۳	-۲۱/۸۴	-۰/۹۰۹	-۲/۶۶۸	-۰/۰۶۱
قروه	۲۳۲۱۷/۳	۱۵	۱۵	-۱۷/۹۳	-۵/۹۲	-۲۴/۰۴	-۰/۶۹۹	-۱/۴۸۷	-۰/۰۷۳
چهاردولی	۳۹۹۸۹/۶	۲۲	۲۱	-۱۷/۱۹	-۰/۵۲	-۲۳/۰۷	-۰/۵۳۳	-۱/۲۲۲	۰/۰۰۰

با توجه به اینکه پراکنش چاه‌های پیزومتری در سطح آبخوان‌ها بصورت شبکه منظم نمی‌باشد، جهت برآورد دقیق‌تر تغییرات سطح آب زیرزمینی، درونیابی مقادیر Z و شیب خط روند در دستور کار قرار گرفت. برای استفاده از روش کریجینگ در درونیابی، پیش‌شرط‌هایی مانند نرمال بودن داده‌ها، نسبت اثر قطعه‌ای به آستانه کمتر از ۰/۵ بررسی و رعایت شد. براساس آزمون کولموگروف – اسمیرنوف هر سه سری زمانی Z کندال و سری‌های متناظر شیب آنها در سطح ۵ درصد نرمال بودند. بنابراین مدلسازی نیم‌تغییرنما بر روی داده‌ها در دستور کار قرار گرفت. با توجه به برقراری شرط اثر قطعه‌ای کمتر از ۵۰ درصد آستانه، درونیابی مقادیر Z و شیب خط روند براساس روش کریجینگ و سایر روش‌های درونیابی در نرم‌افزار ArcGIS 9.3 انجام شد. مقادیر خطای RMSE، MBE و RRMSE روش‌های مورد استفاده در درونیابی در جدول(۳-۳) خلاصه شده است.

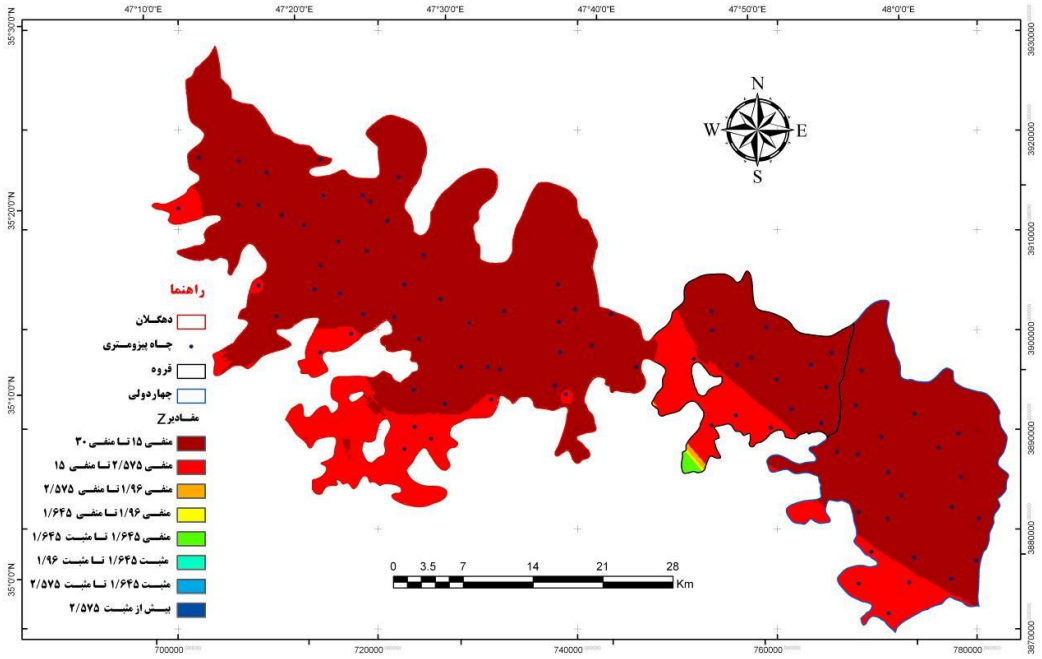
[۹] – موقعیت چاه‌های پیزومتری براساس کد آنها در شکل نشان داده شده است.

جدول(۳-۳) مقادیر خطای RMSE، MBE و RRMSE روش‌های مورد استفاده در درونیابی مقادیر Z و شیب خط کندال

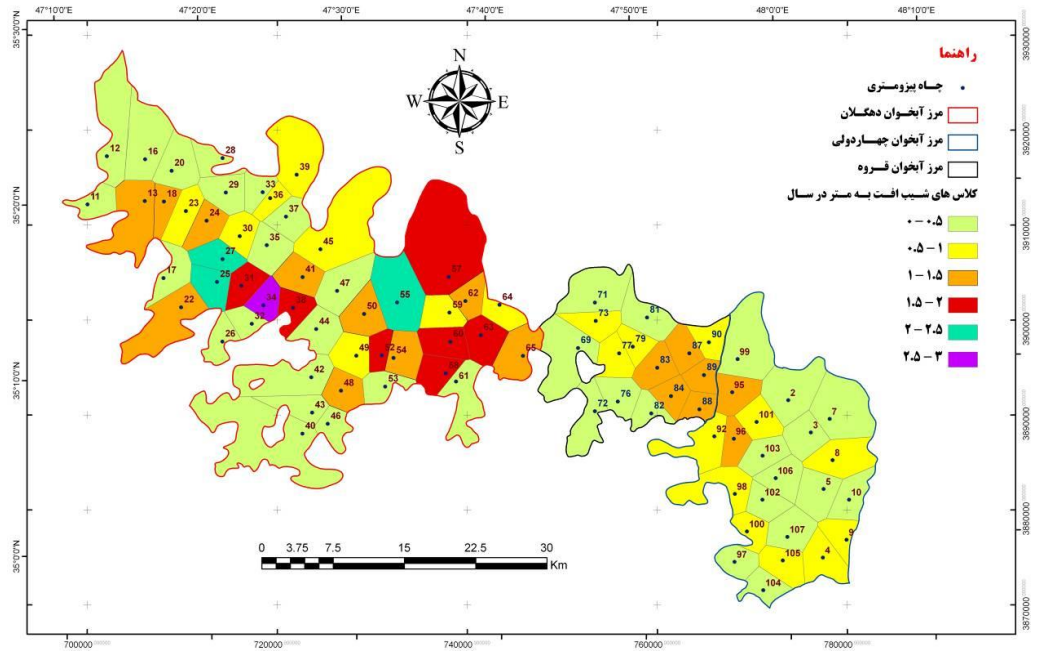
پارامتر مورد بررسی در مطالعه روند تغییرات سطح آب زیرزمینی									
مقادیر Z محاسبه شده براساس روش کندال فصلی					شیب خط روند محاسبه شده براساس روش Theil – Sen				
نام آبخوان	روش درونیابی	RMSE	MBE	RRMSE	نام آبخوان	روش درونیابی	RMSE	MBE	RRMSE
دهگلان	IDW با توان بهینه	۳/۵۵	-۰/۳۷	-۰/۲۱	دهگلان	IDW با توان بهینه	۰/۶۳	-۰/۰۷	-۰/۶۹
	کریجینگ	۳/۳۸	-۰/۱۰	-۰/۲۰		کریجینگ	۰/۵۸	-۰/۰۳	-۰/۶۴
	تابع RBD ۱	۳/۴۶	-۰/۱۷	-۰/۲۰		تابع RBD ۱	۰/۵۹	-۰/۰۴	-۰/۶۴
	تابع RBD ۲	۳/۴۶	-۰/۱۷	-۰/۲۰		تابع RBD ۲	۰/۵۸	-۰/۰۴	-۰/۶۴
	تابع RBD ۳	۳/۴۵	-۰/۱۶	-۰/۲۰		تابع RBD ۳	۰/۵۹	-۰/۰۲	-۰/۶۵
	تابع RBD ۴	۳/۴۸	-۰/۲۷	-۰/۲۰		تابع RBD ۴	۰/۵۸	-۰/۰۵	-۰/۶۴
	تابع RBD ۵	۳/۹۵	-۰/۱۲	-۰/۲۳		تابع RBD ۵	۰/۶۸	-۰/۰۱	-۰/۷۵
قروه	IDW با توان بهینه	۴/۳۵	-۰/۵۲	-۰/۲۴	قروه	IDW با توان بهینه	۰/۳۸	-۰/۰۸	-۰/۵۴
	کریجینگ	۳/۳۰	-۰/۱۴	-۰/۱۸		کریجینگ	۰/۳۰	-۰/۰۵	-۰/۴۳
	تابع RBD ۱	۴/۰۵	-۰/۳۱	-۰/۲۳		تابع RBD ۱	۰/۳۲	-۰/۰۹	-۰/۴۶
	تابع RBD ۲	۳/۹۰	-۰/۳۹	-۰/۲۲		تابع RBD ۲	۰/۳۱	-۰/۰۸	-۰/۴۵
	تابع RBD ۳	۳/۷۵	-۰/۲۲	-۰/۲۱		تابع RBD ۳	۰/۳۲	-۰/۱۱	-۰/۴۶
	تابع RBD ۴	۴/۱۹	-۰/۴۲	-۰/۲۳		تابع RBD ۴	۰/۳۲	-۰/۱۲	-۰/۴۶
	تابع RBD ۵	۳/۹۱	-۰/۳۷	-۰/۲۲		تابع RBD ۵	۰/۳۲	-۰/۰۸	-۰/۴۵
چهاردولی	IDW با توان بهینه	۴/۵۰	-۰/۵۱	-۰/۲۶	چهاردولی	IDW با توان بهینه	۰/۳۳	۰/۰۰	-۰/۶۲
	کریجینگ	۴/۱۱	-۰/۲۵	-۰/۲۴		کریجینگ	۰/۳۲	-۰/۰۱	-۰/۶۱
	تابع RBD ۱	۴/۴۶	-۰/۳۱	-۰/۲۶		تابع RBD ۱	۰/۳۴	-۰/۰۱	-۰/۶۴
	تابع RBD ۲	۴/۴۶	-۰/۳۲	-۰/۲۶		تابع RBD ۲	۰/۳۴	-۰/۰۱	-۰/۶۳
	تابع RBD ۳	۴/۴۵	-۰/۳۳	-۰/۲۶		تابع RBD ۳	۰/۳۸	-۰/۰۳	-۰/۷۱
	تابع RBD ۴	۴/۵۶	-۰/۴۱	-۰/۲۷		تابع RBD ۴	۰/۳۳	۰/۰۱	-۰/۶۱
	تابع RBD ۵	۴/۶۵	-۰/۵۵	-۰/۲۷		تابع RBD ۵	۰/۴۴	-۰/۰۷	-۰/۸۳

با توجه به خطای درونیابی مقادیر Z و شیب خط روند (جدول ۳)، روش کریجینگ بهترین عملکرد را در بین روش‌های مختلف درونیابی داشته است اما از آنجا که مقادیر RRMSE محاسبه شده برای تمامی روش‌های درونیابی شیب خط روند بیش از ۳۰ درصد می‌باشد، نتایج درونیابی مقادیر شیب خط روند قابل قبول نمی‌باشد (مطابق توصیه Jamieson و همکاران، ۱۹۹۱). براساس مقادیر RRMSE محاسبه شده در برآورد Z کندال فصلی، دقت شبیه‌سازی مقادیر Z برای آبخوان قروه در کلاس خوب و برای آبخوان‌های دهگلان و چهاردولی قابل قبول می‌باشد. از این رو مقادیر Z کندال فصلی محاسبه شده براساس روش کریجینگ درونیابی شـــد (شکل ۳-۸). جهت تهیه نقشه شیب خط روند، به ناچار از روش پلیگون‌بندی تیسن استفاده شد (شکل ۳-۹). پلیگون‌بندی اولیه به کمک ابزارهای موجود در نرم‌افزار ArcGIS 9.3 انجام

گرفت و با کنترل وضعیت جهت جریان، اصلاحات لازم برای مرز بندی نهایی پلیگون تحت اثر هر چاه پیزومتری صورت گرفت. شیب متوسط وزنی خط روند محاسبه شده براساس پلیگون‌بندی تیسن در آبخوان‌های دهگلان، قروه و چهاردولی به ترتیب ۸۹/۸، ۵۷/۱ و ۵۱/۸ سانتی‌متر در سال محاسبه شده است.



شکل(۳-۸) نقشه مقادیر Z کندال فصلی در آبخوان‌های مورد مطالعه – درونیابی شده براساس روش کریجینگ



شکل(۳-۹) نقشه مقادیر شیب متوسط افت آب زیرزمینی در آبخوان‌های مورد مطالعه براساس روش Theil – Sen و پلیگون-بندی تیسن

با توجه به مقادیر شیب متوسط وزنی خط روند محاسبه شده، میزان کاهش حجم ذخیره آبخوان‌های دهگلان، قروه و چهاردولی محاسبه شد که نتایج آن در جدول(۳-۴) ارائه است. براساس میزان کاهش حجم ذخیره آبخوان‌های سه گانه، میزان اضافه برداشت از هر آبخوان نیز محاسبه گردید. از آنجا که تا سال ۱۳۷۸ میزان افت قابل توجهی در هر سه آبخوان مشاهده نشده است، میزان اضافه برداشت از هر آبخوان برای بازه ۱۳۷۸ تا ۱۳۹۲ نیز محاسبه شده است.

همچنین میزان کسری مخزن و اضافه برداشت به طریق دیگری نیز محاسبه شد. از آنجا که تا سال ۱۳۷۸ میزان افت قابل توجهی در هر سه آبخوان مشاهده نشده است، چنانچه میزان بهره‌برداری مجوزدار سال ۱۳۷۸ به عنوان میزان بهره‌برداری متناسب با تغذیه لحاظ شده و بهره‌برداری بیش از آن، به عنوان بهره‌برداری مازاد در نظر گرفته شود، میزان کسری مخزن و اضافه برداشت از آبخوان‌های سه گانه به شرح جدول ۵ خواهد بود. با توجه به اینکه مجوزهای صادره بین سال‌های ۱۳۷۸ تا ۱۳۹۲ بصورت تدریجی صادر شده‌اند، حجم بهره‌برداری مازاد برای هر یک از سال‌های ۱۳۷۸ به بعد، براساس اختلاف حجم بهره‌برداری مجوزدار آن سال نسبت به حجم بهره‌برداری مجوزدار سال ۱۳۷۸ محاسبه شده است. عدد بزرگتر بدست آمده براساس این روش برای حجم کل اضافه برداشت می‌تواند به این دلیل باشد که با توجه به کنترل شدیدتر چاه‌های غیرمجاز در دهه‌های اخیر، تعدادی از چاه‌های بدون مجوز تحت بهره‌برداری قبل از سال ۱۳۷۸ پس از این دوره مجوز دریافت نموده‌اند و علیرغم بهره‌برداری از این چاه‌ها، تا قبل از سال ۱۳۷۸ آنها در آمار برداشت از آبخوان مجموعه آماری آب منطقه‌ای لحاظ نشده‌اند.

البته قاعدتا محاسبات جدول(۳-۴) از اعتبار بیشتری برخوردار است زیرا ممکن است تعدادی از چاه‌های فعال در منطقه همچنان فاقد مجوز بهره‌برداری باشند و همچنین مرور پرونده‌های آب منطقه‌ای استان نشان می‌دهد تعدادی از چاه‌های کم‌عمق در منطقه خشک یا کم‌آب شده‌اند. علاوه بر موارد مذکور، تغییرات تخلیه از طریق چشمه‌ها و قنوات می‌تواند دلیل دیگری برای ایجاد این اختلاف در محاسبات باشد.

جدول(۳-۴) میزان اضافه برداشت آب زیرزمینی در سه آبخوان مورد مطالعه براساس داده‌های پیزومتری

نام آبخوان	مساحت آبخوان (هکتار)	کل افت در دوره آماری مورد بررسی (متر)	کاهش حجم ذخیره تا سال ۱۳۹۲ (MCM)	متوسط مازاد برداشت سالانه بین سال‌های ۱۳۶۷ تا ۱۳۹۲ (MCM)	متوسط مازاد برداشت سالانه بین سال‌های ۱۳۷۸ تا ۱۳۹۲ (MCM)
دهگلان	۹۸۲۸۳/۸	۲۴/۲۵	۴۵۳	۱۶/۸	۳۲
قروه	۲۳۲۱۷/۳	۱۵/۴۱	۵۴	۲	۴
چهاردولی	۳۹۹۳۹/۶	۱۴/۰۰	۶۳	۲/۳	۵
کل			۵۷۰	۲۱/۱	۴۱

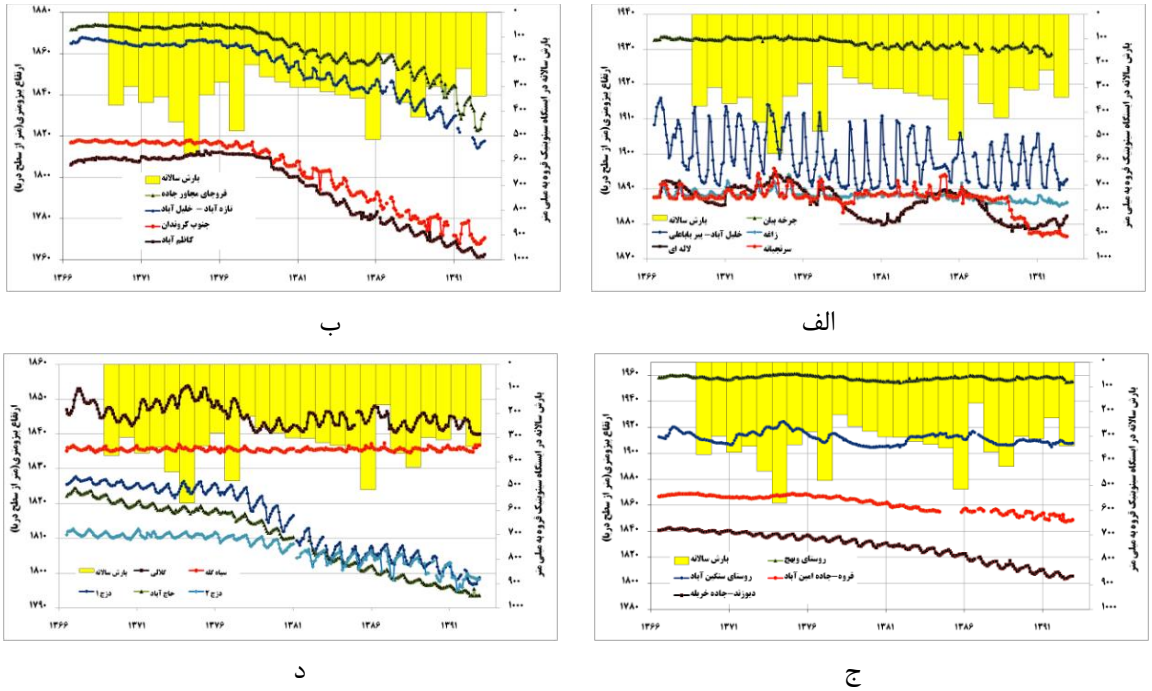
جدول(۳-۵) میزان افزایش بهره‌برداری از آب زیرزمینی در سه آبخوان مورد مطالعه براساس آمار مجوزهای صادره

نام آبخوان	مساحت آبخوان (هکتار)	حجم بهره‌برداری مجوزدار در سال ۱۳۷۸ (MCM/year)	حجم بهره‌برداری مجوزدار در سال ۱۳۹۲ (MCM/year)	اختلاف حجم بهره‌برداری مجوزدار بین دو سال ۱۳۷۸ تا ۱۳۹۲ (MCM/year)	اختلاف حجم بهره‌برداری مجوزدار بین سال‌های ۹۲-۱۳۷۸ نسبت به حجم بهره‌برداری مجوزدار در سال ۱۳۷۸ (MCM)
دهگلان	۹۸۲۸۳/۸	۳۵	۸۶	۵۱	۵۷۷
قروه	۲۳۲۱۷/۳	۲۲	۲۸	۶	۵۹
چهاردولی	۳۹۹۳۹/۶	۲۵	۳۸	۱۳	۱۴۷
کل		۸۲	۱۵۲	۷۰	۷۸۳

۳-۷-۱- بررسی دلایل اصلی افت آب زیرزمینی در آبخوان‌های دشت قروه – دهگلان

افت آب زیرزمینی در آبخوان‌های دشت قروه - دهگلان می‌تواند دلایل متعددی داشته باشد. در این بخش، ارتباط دو عامل مهم - و احتمالا تاثیرگذار- مورد بررسی قرار گرفته است: ۱- خشکسالی ۲- برداشت بیش از ظرفیت آبخوان

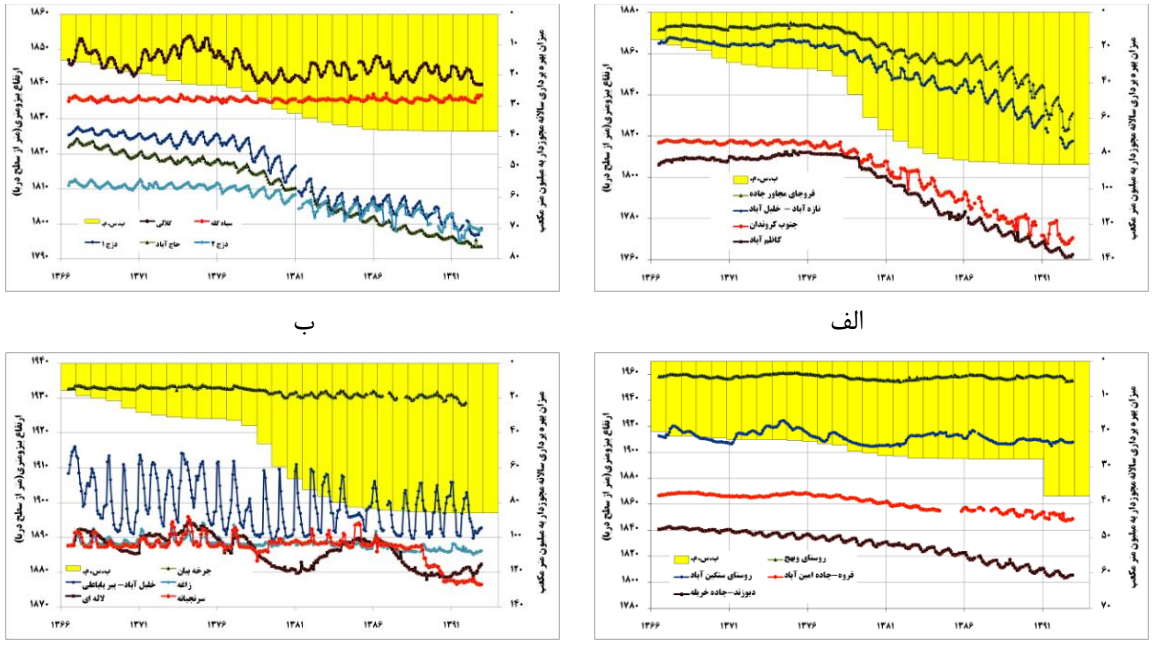
جهت بررسی ارتباط دو عامل مذکور، چندین چاه پیزومتری در بخش سراب و چندین چاه پیزومتری دیگر در بخش پایاب آبخوان‌ها انتخاب گردید. روند تغییرات سطح آب زیرزمینی در چاه‌های پیزومتری خلیل آباد- پیر باباعلی(با کد ۶۱)، لاله ای(با کد ۴۰)، چرخه بیان(با کد ۱۲)، زاغه(با کد ۱۷) و سرنجیانه(با کد ۲۶) در بخش سراب آبخوان دهگلان دارای ارتباط نزدیکی با نوسانات بارش می‌باشد(اشکال ۳-۱۰ و ۳-۱۱ الف) در حالیکه نوسانات سطح آب زیرزمینی در چاه‌های پیزومتری قروچای مجاور جاده(با کد ۱۸)، تازه آباد - خلیل آباد(با کد ۶۰)، جنوب کروندان(با کد ۲۷) و کاظم آباد(با کد ۵۵) در بخش پایاب آبخوان دهگلان دارای ارتباط بسیار قوی با مقادیر برداشت سالانه مجوزدار(میلیون متر مکعب) می‌باشد (اشکال ۳-۱۰ و ۳-۱۱ ب). روند تقریبا مشابهی برای آبخوان چهاردولی دیده می‌شود[چاه‌های پیزومتری گلالی(با کد ۹۷) و سیاه گله(با کد ۱۰۴) در بخش سراب و چاه‌های پیزومتری دزج۱(با کد ۹۶)، حاج آباد(با کد ۹۵) و دزج ۲(با کد ۱۰۶) در بخش پایاب آبخوان چهاردولی واقع شده‌اند(اشکال ۳-۱۰ و ۳-۱۱ ج)]. روند تغییرات سطح آب زیرزمینی در چاه‌های پیزومتری روستاهای ویهج(با کد ۷۲) و سنگین آباد(با کد ۸۲) در بخش سراب آبخوان قروه، ارتباط قوی را با نوسانات بارش نشان می‌دهد اما افت سطح آب زیرزمینی در چاه‌های پایاب آبخوان قروه[یعنی در چاه‌های پیزومتری قروه- جاده امین آباد(با کد ۷۹) و دیوزند- جاده خریله(با کد ۸۷)]، نسبت به آبخوان‌های دهگلان و چهاردولی، دارای تغییر شیب کندتری می‌باشد(اشکال ۳-۱۰ و ۳-۱۱ د). این مسئله بخوبی با روند کندتر صدور مجوز بهره‌برداری در این آبخوان نسبت به آبخوان‌های دهگلان و چهاردولی همخوانی دارد (شکل ۳-۱۲). همچنین ارتباط نزدیکی بین میزان شدت افت تراز آب زیرزمینی در آبخوان‌های مورد مطالعه و تراکم چاه‌های بهره برداری (داده‌های آماربرداری سال ۱۳۸۷) مشاهده می‌شود (شکل ۳-۱۳).



الف ب

ج د

شکل(۳-۱۰) نمودار نوسانات سطح آب زیرزمینی در آبخوان‌های دهگلان(الف وب)، چهاردولی (ج) و قروه (د) در دوره آماری ۲۷ ساله (۱۳۶۶-۶۷ تا ۹۳ -۱۳۹۲) و بارش متناظر در ایستگاه سینوپتیک قروه

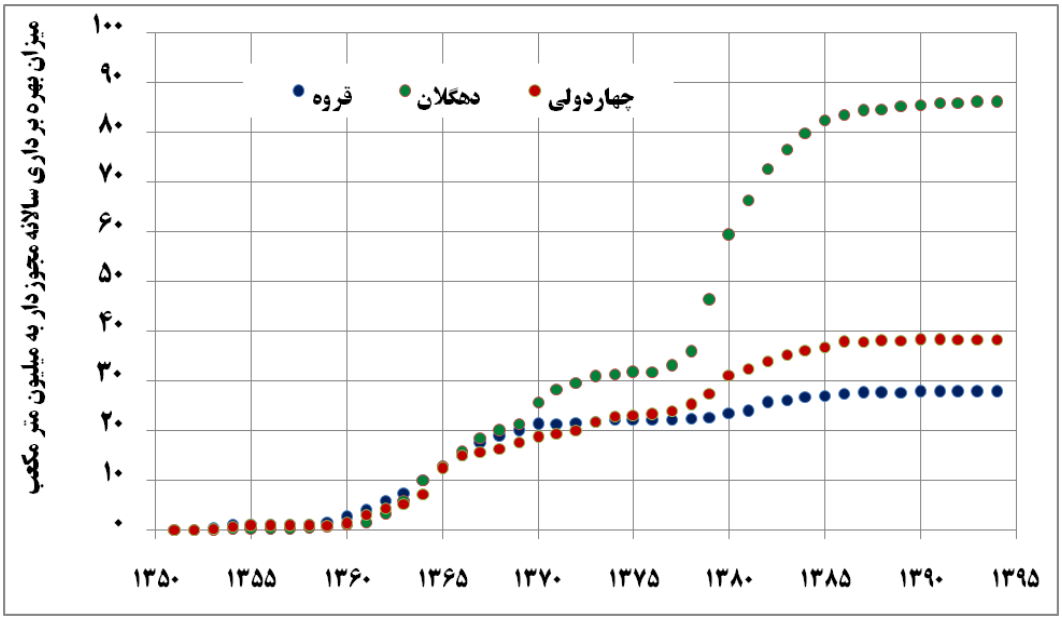


الف ب

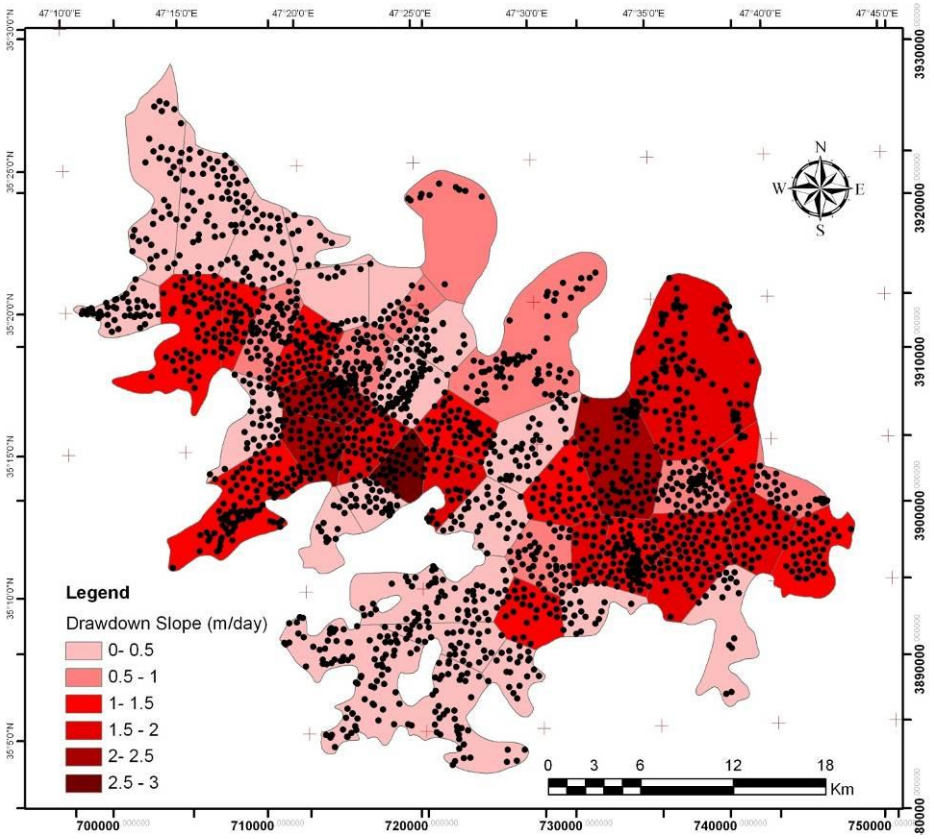
ج د

ملاحظات: ب.م.س. در اشکال معرف حجم بهره برداری سالانه مجوزدار(میلیون متر مکعب) در آبخوان مربوطه می‌باشد.

شکل(۳-۱۱) نمودار نوسانات سطح آب زیرزمینی در آبخوان‌های دهگلان(الف وب)، چهاردولی (ج) و قروه (د) در دوره آماری ۲۷ ساله(۱۳۶۶-۶۷ تا ۹۳ -۱۳۹۲) و میزان بهره‌برداری سالانه مجوزدار



شکل(۳-۱۲) نمودار روند صدور مجوز بهره‌برداری در آبخوان‌های قروه، دهگلان و چهاردولی



شکل(۳-۱۳) نقشه ارتباط میزان افت آب زیرزمینی در آبخوان دهگلان و تراکم چاه‌های بهره برداری (آماربرداری سال ۱۳۸۷)

۳-۷-۲- به روزرسانی داده‌های وضعیت ذخیره آب زیرزمینی در آبخوان دهگلان

به منظور به‌روز رسانی داده‌ها و بررسی اثرات بارش‌های مناسب چند سال اخیر بر وضعیت ذخیره آبخوان‌ها، به روز رسانی تغییرات مکانی و زمانی نوسانات تراز آب زیرزمینی در آبخوان دهگلان براساس آخرین آمارهای موجود صورت گرفت. در این راستا داده‌های شهریور ماه پیزومترهای متعدد آبخوان دهگلان (بعنوان آخرین ماه سال آبی) در سه بازه زمانی ده ساله استخراج گردید (از شهریور ۱۳۶۷ تا شهریور ۱۳۹۷). پیزومترهای دارای داده ناقص کنار گذاشته شدند و در نهایت ۴۱ چاه پیزومتری از پیزومترهای آبخوان دهگلان انتخاب گردید. جهت محاسبه ارتفاع متوسط پیزومتری آبخوان از روش درونیابی IDW با توان بهینه استفاده شد. تغییرات تراز و حجم ذخیره آبخوان دهگلان در بازه‌های زمانی ده ساله و در حد فاصل سال‌های ۱۳۶۷ تا ۱۳۹۷ بررسی شد که نتایج آن در جداول ۳-۶ و ۳-۷ ارائه شده است. در دوره ده ساله اول (شهریور ۱۳۸۷ تا شهریور ۱۳۹۷)، تغییرات تراز بسیار اندک و فقط ۱۵ میلیون متر مکعب بوده است اما در دوره ده ساله دوم (شهریور ۱۳۸۷ تا شهریور) ۲۷۲ میلیون متر مکعب و در دوره ده ساله سوم (شهریور ۱۳۸۷ تا شهریور) ۲۴۴ میلیون متر مکعب از ذخایر آبی آبخوان دهگلان کاسته شده است و در مجموع ۵۳۰ میلیون متر مکعب کسری مخزن را به دنبال داشته است. میانگین اضافه برداشت سالانه در دوره سی ساله مورد بررسی (۱۳۹۷ - ۱۳۶۷) معادل ۱۷/۷ میلیون متر مکعب در سال بوده است (جدول ۳-۸). البته تا قبل از سال ۱۳۷۷ اضافه برداشت ناچیز بوده است. برای دوره ۲۰ ساله آخر (۱۳۹۷ - ۱۳۷۷) میانگین اضافه برداشت سالانه، معادل ۲۵/۸ میلیون متر مکعب در سال محاسبه شده است (جدول ۳-۹) یعنی تقریبا معادل حجم مخرن سد سنگ سیاه اضافه برداشت داشته‌ایم.

براساس نقشه ایزوپیز شهریور ۱۳۹۷ و ۱۳۶۷، اختلاف تراز دوره ۳۰ ساله محاسبه گردید که نتایج آن بصورت نقشه شکل ۳-۱۴ می‌باشد. به نظر می‌رسد طی دوره ده ساله اخیر (شهریور ۱۳۸۷ تا شهریور ۱۳۹۷) روند افت تراز آبخوان دهگلان کندتر شده است و در مناطق حاشیه‌ای و بالادست آبخوان حتی در محدوده‌های بسیار کوچکی حتی تراز مثبت شده است اما در بخش‌های مرکزی و اصلی آبخوان همچنان افت تراز ادامه دارد. یکی از مواردی مورد ادعای آب منطقه‌ای و وزارت نیرو تاثیر مثبت اجرای پروژه‌های احیای آبخوان‌ها در چند سال اخیر بوده است که با توجه به دوره ترسالی‌ها و اثرات بارش بر مناطق نزدیک به سرشاخه‌های حوضه تروال، صحت این ادعا نیازمند بررسی موردی محل اجرای پروژه‌های وزارت نیرو و مقایسه آن با سایر مناطق آبخوان است که پروژه اجرایی در آنجا اجرا نشده است زیرا ممکن است این تغییرات جزئی در کاهش روند افت به دلیل بارش‌های مناسب چند سال اخیر باشد. بدون تردید، بررسی صحت و سقم این ادعا نیاز به اطلاعات بیشتری دارد.

جدول(۳-۶) تغییرات ذخیره آب زیرزمینی در آبخوان دهگلان در بازه های زمانی ده ساله

متغیر مورد بررسی / زمان	شهریور ۱۳۶۷	شهریور ۱۳۷۷	شهریور ۱۳۸۷	شهریور ۱۳۹۷
ارتفاع متوسط پیزومتری (متر از سطح دریا)	۱۸۴۲/۵	۱۸۴۱/۷	۱۸۲۷/۱	۱۸۱۴/۱
تغییرات ترازده ساله (متر)	-۰/۸	-۱۴/۵	-۱۳/۱	
میانگین تغییرات سالانه ترازدر دوره ده ساله (متر)	-۰/۰۸	-۱/۴۵	-۱/۳۱	
حجم تغییرات ذخیره در ده سال(میلیون متر مکعب)	-۱۵/۴	-۲۷۱/۶	-۲۴۳/۸	
متوسط حجم تغییرات در دوره ده ساله(میلیون متر مکعب در سال)	-۱/۵	-۲۷/۲	-۲۴/۴	

جدول(۳-۷) تغییرات ذخیره آب زیرزمینی در آبخوان دهگلان نسبت به شهریور ۱۳۶۷

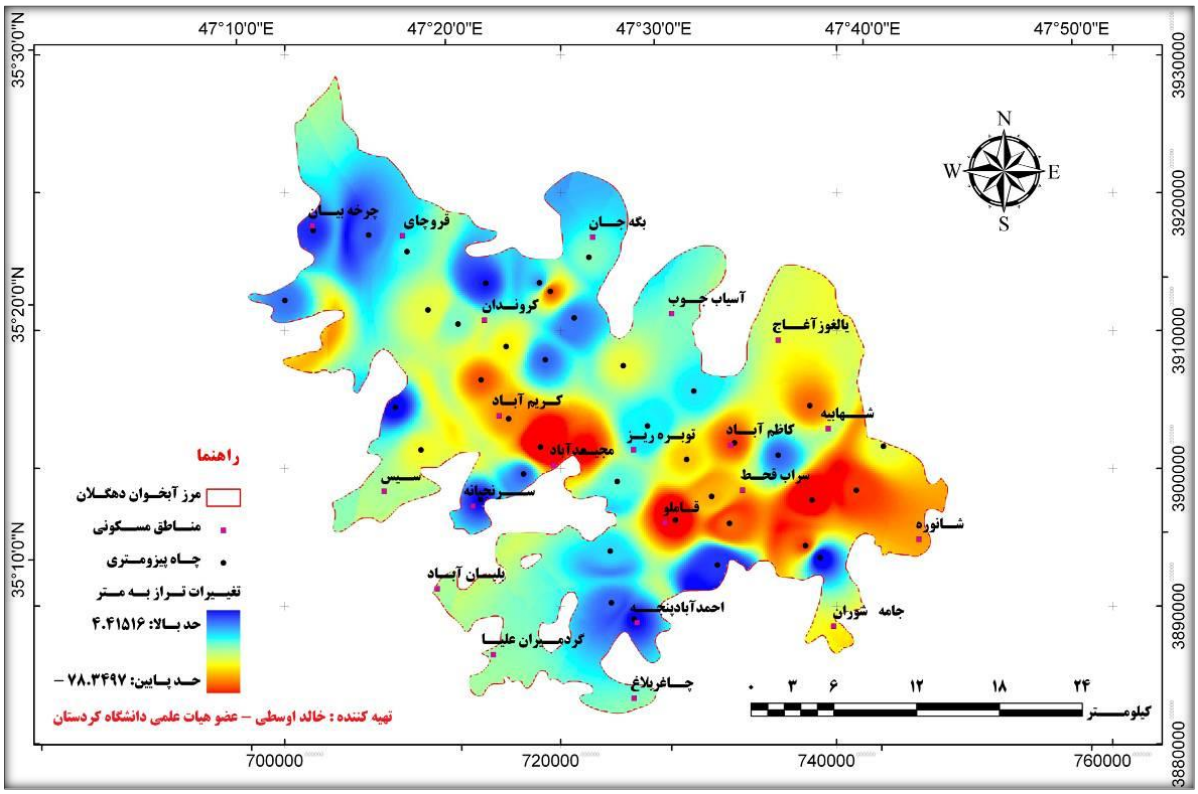
متغیر مورد بررسی / زمان	شهریور ۱۳۶۷	شهریور ۱۳۷۷	شهریور ۱۳۸۷	شهریور ۱۳۹۷
ارتفاع متوسط پیزومتری (متر از سطح دریا)	۱۸۴۲/۵	۱۸۴۱/۷	۱۸۲۷/۱	۱۸۱۴/۱
تغییرات تراز نسبت به شهریور ۱۳۶۷(متر)	-	-۰/۸	-۱۵/۴	-۲۸/۴
حجم تغییرات نسبت به شهریور ۱۳۶۷ (میلیون متر مکعب)	-	-۱۵/۴	-۲۸۷/۰	-۵۳۰/۷
متوسط حجم تغییرات نسبت به شهریور ۱۳۶۷ (میلیون متر مکعب در سال)	-	-۱/۵	-۱۴/۳	-۱۷/۷

جدول(۳-۸) میزان اضافه برداشت آب زیرزمینی در آبخوان دهگلان بین سال های ۱۳۶۷ تا ۱۳۹۷

نام آبخوان	مساحت آبخوان (هکتار)	افت کل تراز در دوره ۳۰ ساله (۹۷ - ۱۳۶۷)	کاهش حجم ذخیره (MCM)	متوسط مازاد برداشت سالانه (MCM)
دهگلان	۹۸۲۸۳/۸۱۶۱۱	۲۸/۴	۵۳۰/۷	۱۷/۷

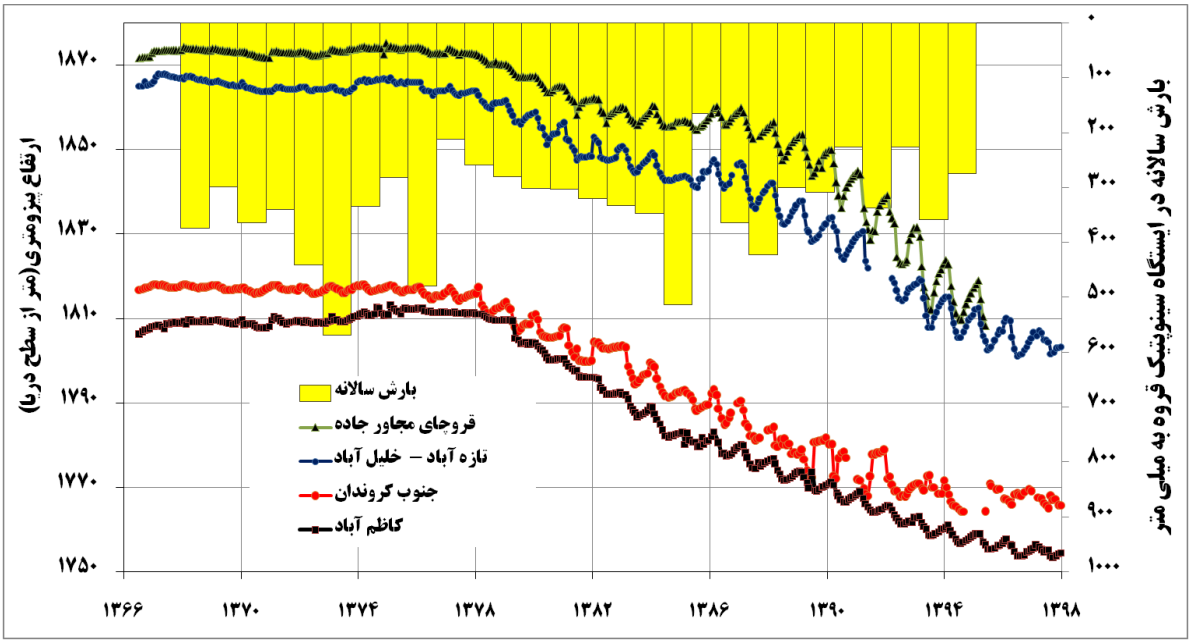
جدول(۳-۹) میزان اضافه برداشت آب زیرزمینی در آبخوان دهگلان بین سال های ۱۳۷۷ تا ۱۳۹۷

نام آبخوان	مساحت آبخوان (هکتار)	افت کل تراز در دوره ۲۰ ساله (۹۷ - ۱۳۷۷)	کاهش حجم ذخیره (MCM)	متوسط مازاد برداشت سالانه (MCM)
دهگلان	۹۸۲۸۳/۸۱۶۱۱	۲۷/۶	۵۱۵/۴	۲۵/۸

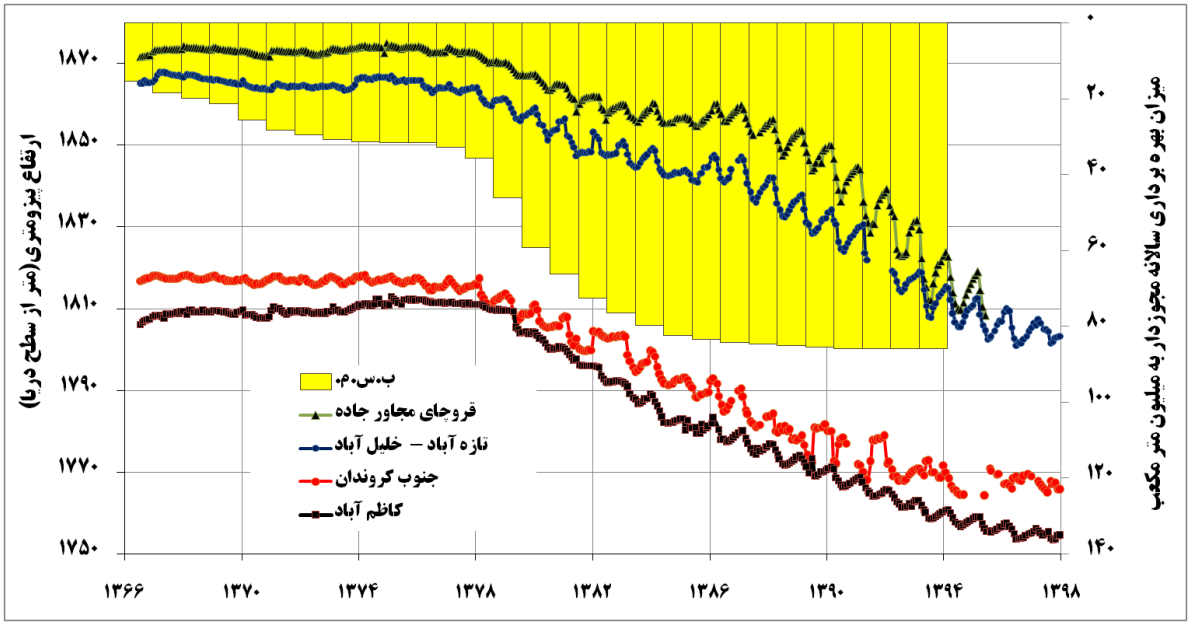


شکل(۳-۱۴) نقشه تغییرات تراز آب زیرزمینی بین شهریور ۱۳۶۷ تا شهریور۱۳۹۷

همانگونه که پیش‌تر بیان شد نوسانات سطح آب زیرزمینی در چاه‌های پیزومتری قروچای مجاور جاده(با کد ۱۸)، تازه آباد - خلیل آباد(با کد ۶۰)، جنوب کروندان(با کد ۲۷) و کاظم آباد(با کد ۵۵) در بخش پایاب آبخوان دهگلان دارای ارتباط بسیار قوی با مقادیر برداشت سالانه مجوزدار (میلیون متر مکعب) می‌باشد. به روز رسانی آمار تراز آب زیرزمینی در این پیزومترها نشان می‌دهد که علیرغم بارش مناسب در چند سال اخیر روند افت تراز در این پیزومترها همچنان ادامه دارد (اشکال ۳-۱۵ و ۳-۱۶).



شکل(۱۵-۳) نمودار ارتباط نوسانات سطح آب زیرزمینی در پیزومترهای انتخابی آبخوان دهگلان در دوره آماری ۳۱ ساله (۶۷-۱۳۶۶ تا ۹۷ -۱۳۹۶) و بارش متناظر در ایستگاه سینوپتیک قروه



ملاحظات: ب.م.س. در اشکال معرف حجم بهره برداری سالانه مجوزدار(میلیون متر مکعب) در آبخوان مربوطه می‌باشد.

شکل(۱۶-۳) نمودار ارتباط نوسانات سطح آب زیرزمینی در پیزومترهای انتخابی آبخوان دهگلان در دوره آماری ۳۱ ساله (۶۷-۱۳۶۶ تا ۹۷ -۱۳۹۶) و میزان بهره‌برداری سالانه مجوزدار

۳-۷-۳- تغییرات تعداد و تخلیه از منابع آب زیرزمینی در آبخوان دهگلان

جداول ۳-۱۰ تا ۳-۱۲ تغییرات تعداد و تخلیه از منابع آب زیرزمینی (چاه‌ها، چشمه‌ها و قنوات) آبخوان دهگلان را نشان می‌دهد. با توجه به شیوه آماربرداری جزیره‌ای و غیر سیستماتیک آب منطقه‌ای، نمی‌توان اعداد گزارش شده را به عنوان تعداد واقعی چاه‌ها، چشمه‌ها و قنوات و میزان حقیقی تخلیه از طریق این منابع در نظر گرفت. با این وجود این آمار نشان می‌دهد که متوسط آبدهی از چشمه‌ها و قنوات به مرور زمان کاهش یافته است که می‌تواند متاثر از افت تراز آب‌های زیرزمینی در منطقه باشد. همچنین کاهش تخلیه از طریق چاه‌های نیمه عمیق عمدتا به دلیل افت تراز بوده است و متاسفانه این منابع عمدتا قدیمی رفته رفته خشک شده و جای خود را به چاهای عمیق داده‌اند. یکی از مشکلات و مسائل مهم در زمینه این تغییرات؛ بحث عدم رعایت مالکیت حقوقی است که حق و حقوق بعضی از افراد را تضییع نموده است.

جدول(۳-۱۰) تغییرات تخلیه از چاه‌های عمیق و نیمه عمیق آبخوان دهگلان

چاه عمیق				چاه نیمه عمیق				سال آمار
تخلیه	متوسط کارکرد	متوسط آبدهی	تعداد	تخلیه	متوسط کارکرد	متوسط آبدهی	تعداد	
(MCM)	(ساعت)	(لیتر در ثانیه)	(حلقه)	(MCM)	(ساعت)	(لیتر در ثانیه)	(حلقه)	
۲۹۱/۳۰۵	۲۲۷۳	۲۵	۱۴۰۸	۱۰۶/۵۵۴	۱۸۵۲	۶/۸	۲۳۴۰	۱۳۸۱-۸۲
۲۲۴/۶۹۱	۱۹۹۷	۲۰	۱۵۲۱	۶۸/۰۳۱	۱۵۱۸	۷	۱۸۵۰	۱۳۸۲-۸۳
۳۵۶/۷۲۳	۲۶۰۰	۱۸/۵	۱۹۶۵	۸۴/۳۸۹	۱۲۰۰	۶/۶۱	۳۰۵۰	۱۳۸۳-۸۴
۳۳۸/۹۵۰	۲۲۷۷	۱۸/۱۵	۱۷۳۵	۱۰۵/۳۵۵	۱۲۱۲	۸/۰۴	۳۲۵۶	۱۳۸۴-۸۵
۳۵۴/۱۰۶			۱۹۴۱	۱۰۶/۸۹۶			۳۳۱۱	۱۳۸۵-۸۶
۳۵۵/۰۲۶	۳۰۰۰	۱۸/۱۵	۱۹۵۹	۱۰۶/۹۶۶	۱۲۱۲	۸/۰۴	۳۳۱۶	۱۳۸۶-۸۷
۳۵۵/۵۳۲	۲۲۷۷	۱۸/۱۵	۱۹۶۹	۱۰۷/۲۴۹	۱۲۱۲	۸/۰۴	۳۳۳۶	۱۳۸۷-۸۸
۳۵۵/۷۱۵	۳۰۰۰	۱۸/۱۵	۱۹۷۶	۱۰۷/۴۹۳	۱۲۱۲	۸/۰۴	۳۳۶۵	۱۳۸۸-۸۹
۳۵۶/۶۱۴		۱۸/۱۵	۱۹۹۳	۱۰۷/۷۶۲	۱۲۱۲	۸/۰۴	۳۳۷۳	۱۳۸۹-۹۰
۳۲۶/۴۸۲	۲۴۶۰	۱۷/۲	۲۴۳۴	۶۷/۲۶۳	۱۲۲۰	۷/۱	۲۳۹۲	۱۳۹۰-۹۱
۳۲۶/۶۴۲	۲۴۶۰	۱۷/۲	۲۴۴۸	۶۷/۶۸۳	۱۲۲۰	۷/۱	۲۴۲۳	۱۳۹۱-۹۲
۳۲۶/۷۲۸	۲۴۶۰	۱۷/۲	۲۴۵۴	۶۷/۷۰۰	۱۲۲۰	۷/۱	۲۴۳۱	۱۳۹۲-۹۳
۳۲۶/۷۳۳	۲۴۵۷	۱۷/۲	۲۴۵۷	۶۷/۸۱۴	۱۲۲۳	۷/۱	۲۴۴۴	۱۳۹۳-۹۴
۳۲۷/۰۲۲	۲۴۶۶	۱۷/۲	۲۱۴۲	۶۷/۸۸۹	۱۲۲۵/۷	۷/۰۴	۲۱۸۶	۱۳۹۴-۹۵

منبع: سایت تماب

جدول(۳-۱۱) تغییرات تخلیه از چشمه‌ها و قنوات آبخوان دهگلان

قنات			چشمه			سال آمار
تخلیه	متوسط آبدهی	تعداد	تخلیه	متوسط آبدهی	تعداد	
(MCM)	(لیتر در ثانیه)	(دهنه)	(MCM)	(لیتر در ثانیه)	(دهنه)	
۲۳/۰۵۲	۳/۹	۱۸۷	۷۶/۵۳۵	۱/۵۷	۱۵۴۲	۱۳۸۱-۸۲
۲۲/۵۰۶	۳/۹	۱۸۷	۸۱/۲۶۷	۲/۱۵	۱۵۴۲	۱۳۸۲-۸۳
۳۶/۶۵۲۲	۳/۸۵	۲۰۱	۵۷/۲۰۱۳	۲/۱۵	۱۳۱۲	۱۳۸۳-۸۴
۱۶/۸۲۳	۳/۸۵	۱۹۹	۹۵/۹۳۲	۱/۵	۲۰۲۱	۱۳۸۴-۸۵
۱۶/۸۲۳		۱۹۹	۹۵/۹۳۲		۲۰۲۱	۱۳۸۵-۸۶
۱۶/۸۲۳	۳/۱۷	۱۹۹	۹۵/۹۳۲	۱/۵	۲۰۲۱	۱۳۸۶-۸۷
۱۶/۸۲۳	۳/۱۷	۱۹۹	۹۵/۹۳۲	۱/۷۶	۲۰۲۱	۱۳۸۷-۸۸
۱۶/۸۲۳	۳/۱۷	۱۹۹	۹۵/۹۳۲	۱/۷۶	۲۰۲۱	۱۳۸۸-۸۹
۱۶/۸۲۳	۳/۱۷	۱۹۹	۹۵/۹۳۲	۱/۷۶	۲۰۲۱	۱۳۸۹-۹۰
۱۵/۴۳۹۰۸	۳	۲۱۳	۹۴/۶۲۶۷۹	۱	۳۲۷۴	۱۳۹۰-۹۱
۱۵/۴۳۹	۳	۲۱۳	۹۴/۶۲۷	۱	۳۲۷۴	۱۳۹۱-۹۲
۱۵/۴۳۹	۳	۲۱۳	۹۴/۶۲۷	۱	۳۲۷۴	۱۳۹۲-۹۳
۱۵/۴۳۹	۳	۲۱۳	۹۴/۶۲۷	۱	۳۲۷۴	۱۳۹۳-۹۴
۱۵/۴۳۹	۳	۲۱۳	۹۴/۶۲۷	۱	۳۲۷۴	۱۳۹۴-۹۵

منبع: سایت تماب

جدول(۳-۱۲) تغییرات تخلیه و مصارف آب زیرزمینی آبخوان دهگلان

سال آمار	تخلیه کل	مصرف			مصرف کل
		(میلیون متر مکعب)			
	(میلیون متر مکعب)	کشاورزی	شرب	صنعت	(میلیون متر مکعب)
۱۳۸۱-۸۲	۴۹۷/۴۴۶	۴۷۴/۶۵	۲۰	۰/۲۵۴	۴۹۴/۹۰۴
۱۳۸۲-۸۳	۳۹۶/۴۹۵	۳۰۰/۱۷	۲۱/۷۵۶	۴/۶۵۲	۳۲۶/۵۷۸
۱۳۸۳-۸۴	۵۳۴/۹۶۵	۳۰۰/۱۷	۲۱/۷۵۶	۴/۶۵۲	۳۲۶/۵۷۸
۱۳۸۴-۸۵	۵۵۷/۰۶۰	۴۷۰/۴۸	۲۵/۵۵	۴/۶۵	۵۰۰/۶۸
۱۳۸۵-۸۶	۵۷۳/۷۵۷	۴۷۰/۴۸	۲۵/۵۵	۴/۶۵	۵۰۰/۶۸
۱۳۸۶-۸۷	۵۷۴/۷۴۷	۴۷۰/۴۸	۲۵/۵۵	۴/۶۵	۵۰۰/۶۸
۱۳۸۷-۸۸	۵۷۵/۵۳۶	۴۸۸/۹۵۸	۲۵/۵۵	۴/۶۵	۵۱۹/۱۵۸
۱۳۸۸-۸۹	۵۷۵/۹۶۳	۴۷۰/۴۸	۲۵/۵۵	۴/۶۵	۵۰۰/۶۸
۱۳۸۹-۹۰	۵۷۷/۱۳۱	۴۷۱/۵۸	۲۵/۵۵	۴/۶۵	۵۰۱/۷۸
۱۳۹۰-۹۱	۵۰۳/۸۱۱	۴۱۳/۷۹	۲۲/۰۹	۶/۷	۴۴۲/۵۸
۱۳۹۱-۹۲	۵۰۴/۳۹۱	۴۱۳/۷۹	۲۲/۰۹	۶/۷	۴۴۲/۵۸
۱۳۹۲-۹۳	۵۰۴/۴۹۴	۴۱۴/۵۷	۲۲/۰۹	۶/۷	۴۴۳/۳۶
۱۳۹۳-۹۴	۵۰۴/۶۱۳	۴۱۴/۶۵	۲۲/۰۹	۶/۷۳	۴۴۳/۴۷
۱۳۹۴-۹۵	۵۰۴/۹۷۷	۴۱۴/۹۷	۲۲/۱۱۹	۶/۷۴	۴۴۳/۸۲۹

منبع: سایت تماب

۳-۸- بحث و نتیجه‌گیری

در این فصل به کمک مجموعه‌ای از ابزارهای متعدد آمار ناپارمتری، مدل‌های زمین‌آماری و تحلیل‌های گرافیکی، روند تغییرات مکانی و زمانی سطح پیزومتری در آبخوان‌های دشت قروه – دهگلان بررسی گردید. روند تغییرات سطح آب زیرزمینی براساس روش کندال فصلی مورد بررسی قرار گرفت و شیب خط روند براساس روش Theil – Sen محاسبه شد. در درونیابی مقادیر Z و شیب خط روند، روش‌های کریجینگ، IDW و توابع اسپیلاین مورد استفاده گرفت. با توجه به قابلیت‌های نرم‌افزارArcGIS، راهکارهای متعددی جهت ارتقای مدلسازی به روش کریجینگ مد نظر قرار گرفت (مانند

حذف موقت روند مکانی غالب در داده‌ها پیش از درونیابی و اعمال غیرهمگنی محیط). پس از تهیه نقشه تغییرات مکانی Z کندال و شیب خط روند سطح آب زیرزمینی در سه آبخوان دهگلان، قروه و چهاردولی، نقش دو عامل تاثیرگذار در نوسانات تراز سفره‌های زیرزمینی(یعنی نوسانات بارش و مجوزهای بهره‌برداری صادر شده به عنوان شاخصی از روند برداشت از آبخوان‌ها)، مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد که متوسط آب زیرزمینی در دوره ۲۷ ساله (سال آبی ۶۷-۱۳۶۶ تا سال آبی ۱۳۹۳-۱۳۹۲) در آبخوان‌های دهگلان، قروه و چهاردولی، به ترتیب ۲۴/۲۵، ۱۵/۴۱ و ۱۴/۰۰ متر افت داشته است و بررسی دیگری بر روی داده‌های جدیدتر آبخوان دهگلان نشان می‌دهد علیرغم ترسالی‌های اخیر، در دوره آماری ۳۱ ساله (سال آبی ۶۷-۱۳۶۶ تا سال آبی ۱۳۹۷-۱۳۹۶)، میزان افت متوسط آبخوان به ۲۸/۴ متر رسیده است و در مجموع ۵۳۱ میلیون متر مکعب کسری مخزن را به دنبال داشته است. براساس نقشه افت تراز آب زیرزمینی در ۳۰ سال مورد بررسی، میزان افت در برخی از پیزومترهای دشت دهگلان بیش از ۷۰ متر بوده است. این اضافه برداشت اثرات نامناسب متعددی را به همراه داشته است مانند خشک شدن و کم آب شدن چشمه‌ها و قنوات، کاهش دبی پایه رودخانه‌ها و. ... همچنین در چند سال اخیر، نشست زمین و تشکیل فروچاله در حوالی روستای شانوره قروه و مزرعه تحقیقاتی دانشگاه کردستان دهگلان گزارش شده است.

تا قبل از سال ۱۳۷۷ اضافه برداشت از آبخوان دهگلان ناچیز بوده است اما برای دوره ۲۰ ساله (۱۳۹۷ - ۱۳۷۷) میانگین اضافه برداشت سالانه معادل ۲۵/۸ میلیون متر مکعب در سال محاسبه شده است (یعنی تقریبا چیزی حدود حجم مخرن سد سنگ سیاه). این اعداد زمانی مفهوم می‌یابند که در کنار میزان تغذیه دشت تفسیر گردند. براساس نقشه جهانی تهیه شده برای برآورد تقریبی میزان تغذیه در آبخوان‌های دنیا(BGR[10]، ۲۰۱۱)، آبخوان‌های دشت قروه – دهگلان، تغذیه سالانه‌ای بین ۱۰۰ – ۲۰ میلی‌متر در سال(در سال نرمال) دارند. بنابراین حتی در صورت ممنوعیت کامل استفاده از منابع زیرزمینی دشت قروه – دهگلان، جبران بهره‌برداری بی‌رویه و افت وحشتناک آبخوان‌های آن، به سال‌ها زمان نیاز دارد. بررسی نوسانات سطح آب زیرزمینی خصوصا در بخش‌های انتهایی و مرکزی دشت‌ها نشان می‌دهد که این فاجعه آبی عمدتا در اثر مدیریت نامناسب منابع آبی و افزایش صدور مجوز حفر چاه‌ها در اواخر دهه ۸۰ و اوایل دهه ۹۰ اتفاق افتاده است. این در حالی است که نقش خشکسالی‌های دو دهه گذشته و نوسانات بارش در این بحران، به مراتب بسیار کم‌رنگ‌تر بوده است به گونه‌ای که حتی بارش‌های مناسب چند سال اخیر نتوانسته است از روند افت سفره‌های در بخش‌های اصلی سفره ممانعت کند.

با توجه به اینکه بیشتر مردم شرق استان کردستان متکی به کشاورزی هستند و فقط حدود ۱۲ درصد اراضی استان آبی است، توقف استفاده از آب زیرزمینی عملا غیرممکن خواهد بود و جبران کسری مخازن سه آبخوان قروه، دهگلان و چهاردولی در کوتاه مدت، تقریبا غیرممکن به نظر می‌رسد. کسری مخزن ۵۳۱ میلیون متر مکعبی در آبخوان دهگلان

10 - Federal Institute for Geosciences and Natural Resources - BGR

یعنی چیزی حدود ۱۲ برابر حجم مخزن سدهای سنگ سیاه و سورال. به نظر می‌رسد در شرایط فعلی، توقف کامل بهره‌برداری از آبخوان‌های سه گانه مورد بررسی، عملی نمی‌باشد با این وجود جهت ممانعت از فجایع زیست محیطی بیشتر (مانند خشک شدن چشمه‌ها و قنوات باقیمانده، کاهش بیشتر دبی پایه رودخانه‌ها، فرونشست زمین و. ..) بایستی هر چه سریع تر چاره‌اندیشی شود و حداقل تراز آب زیرزمینی ثابت نگه داشته شود. حفظ تراز فعلی آب زیرزمینی در آبخوان دهگلان به معنی کاهش ۳۰ درصدی برداشت از آب زیرزمینی است و قاعدتا کشاورزان به راحتی زیر بار این کاهش نخواهند رفت. راه حل عملیاتی می‌تواند استفاده از طرح‌های انتقال آب موجود باشد. البته در این موارد رعایت اصول زیست محیطی و بررسی دقیق آثار کوتاه و بلند مدت انتقال آب الزامی است چرا که مُسکن فعلی ممکن است درد را برای بازه‌ای کوتاه مخفی کند و در آینده‌ای نه چندان دور، معضلات بزرگتری را بیافرینند.

۳-۹- پیشنهادات

- با توجه به شرایط فعلی دشت قروه – دهگلان، ثابت نگه داشتن تراز آب زیرزمینی و ممانعت از افت بیشتر تراز آبخوان‌های این دشت، ضروری‌ترین تصمیم منابع آبی در شرق استان کردستان می‌باشد. در صورت تداوم شرایط فعلی، بیابان‌زدایی، تخلیه روستاها و تعطیلی کامل کشاورزی دور از ذهن نمی‌باشد.
- به نظر می‌رسد ساختار به شدت متمرکز وزارت نیرو در رخداد چنین بحران‌هایی در مدیریت منابع آب کشور نقش اصلی را دارد و باید هر چه سریع‌تر مدیریت مبتنی بر اصول توسعه پایدار و تمرکز بر مدیریت جامع حوضه در دستور کار قرار داده شود و نظام تخصیص آب کشور تغییر یابد. به عنوان نمونه سیاست غلط خودکفایی گندم به هر قیمتی در کشور، مخازن آب زیرزمنیی را خالی نمود و هنوز خودکفایی در حد شعار باقی مانده است. بررسی اسناد اداری نشان می‌دهد صدور مجوزهای بی برنامه در دشت قروه – دهگلان (و متعاقب آن افت آبخوان‌ها) مثال بارزی از تبعات آن سیاست کلان است.
- براساس برنامه ارائه شده توسط سازمان جهاد کشاورزی استان کردستان، افزایش حدود ۹۶ هزار هکتار اراضی آبی برای استان کردستان پیش بینی شده است. چنانچه توسعه پایدار حوضه مد نظر قرار داده نشود، برنامه‌های توسعه‌ای حتی می‌توانند بحران آب در شرق استان را تشدید نمایند.
- مشارکت تمام ذی نفعان در سیاست گذاری و اجرای پروژه‌ها می‌تواند ضامن موفقیت پروژه‌های آبی باشد. بهتر است نگاه از بالا به پایین تغییر یابد و به مقتضای شرایط محلی و حوضه‌ای، تصمیمات متناسبی با مشارکت تمام ذی نفعان اتخاذ گردد.
- قوانین موجود در حوزه منابع آب قدیمی و در مواردی ناقص‌اند و اسناد آب و برنامه‌های چشم‌انداز توسعه نیازمند بازنگری اساسی هستند. همچنین ایجاد بازار عادلانه آب می‌تواند در کاهش چالش‌های رو به رشد منابع آب کشور بسیار موثر باشد.

۳-۱۰- منابع و مآخذ

۱. اوسطی خ. (۱۳۹۵). " **نوسانات سطح آب زیرزمینی در آبخوان‌های دشت قروه – دهگلان: شواهدی از مدیریت نامناسب منابع آب در شرایط خشکسالی**" ششمین کنفرانس ملی مدیریت منابع آب ایران، دانشگاه کردستان، ۱ تا ۳ اردیبهشت ماه ۱۳۹۵.

۲. اوسطی خ.، سلاجقه، ع. و آرخی، ص. (۱۳۹۱). " **تغییرات مکانی میزان نیترات در آب زیرزمینی با استفاده زمین-آمار(مطالعه موردی: دشت کردان)**" نشریه مرتع و آبخیزداری، مجله منابع طبیعی ایران، دوره ۶۵، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۱، ص۴۷۲- ۴۶۱.

۳. اوسطی خ.، سلاجقه، ع.، مهدوی، م.، کوئینگر، پ.، چپی، ک. و ملکیان، آ. (۱۳۹۴). "**تحلیل روند تغییرات جریان در رودخانه‌های سراب کرخه: شواهدی از اثرات تغییر اقلیم بر سیستم‌های منابع آب**" نشریه مرتع و آبخیزداری، مجله منابع طبیعی ایران، دوره ۶۸، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۴، ص۶۷۴ - ۶۵۹.

4. Ahmadi, S. H. and Sedghamiz, A. (2008). "**Application and evaluation of kriging and cokriging methods on groundwater depth mapping**" Environmental Monitoring and Assessment 138, 357–368.
5. Arslan, H. (2012). "Spatial and temporal mapping of groundwater salinity using ordinary kriging and indicator kriging: The case of Bafra Plain, Turkey" Agricultural Water Management 113 (2012) 57–63.
6. BGR (Federal Institute for Geosciences and Natural Resources) and UNESCO (2011). "World-wide Hydrogeological Mapping and Assessment Programme (WHYMAP)" http://www.whymap.org.
7. Brus, D. J. and Heuvelink, Gerard B.M. (2007). "Optimization of sample patterns for universal kriging of environmental variables" Geoderma. 138: 86-95.
8. Chaudhuri, S. and Ale, S. (2014) "Long-term (1930–2010). trends in groundwater levels in Texas: Influences of soils, landcover and water use" Science of the Total Environment 490 (2014) 379–390.
9. Chinnasamy, P. and Agoramoorthy, G. (2015). "Groundwater Storage and Depletion Trends in Tamil Nadu State, India" Water Resour Manage (2015) 29:2139–2152.
10. Daneshvar Vousoughi, F., Dinpashoh, Y., Aalami, M. T. and Jhajharia, D. (2013). "Trend analysis of groundwater using non-parametric methods (case study: Ardabil plain)" Stoch Environ Res Risk Assess (2013) 27:547–559.
11. Du Bui, D., Kawamura, A., Ngoc Tong, T., Amaguchi, H. and Nakagawa N. (2012). "Spatio-temporal analysis of recent groundwater-level trends in the Red River Delta, Vietnam" Hydrogeology Journal (2012) 20: 1635–1650.
12. Dudley, R. W. and Hodgkins, G. A. (2013). "HISTORICAL GROUNDWATER TRENDS IN NORTHERN NEW ENGLAND AND RELATIONS WITH STREAMFLOW AND CLIMATIC VARIABLES" Journal of the American Water Resources Association (JAWRA), Vol. 49, No. 5, Paper No. JAWRA-12-0164-P, 1198 - 1212.
13. Figueira, R., Sousa, A.J., Pacheco, A.M.G. and Catarino, F. (1999). "Saline variability at ground level after kriging data from Ramalina spp. Biomonitors" The Science of the Total Environment 232 (1999) 3-11.

14. Gao, Zh., Zhang, L., Cheng, L., Zhang, X., Cowan, T., Cai, W. and Brutsaert W. (2015). "Groundwater storage trends in the Loess Plateau of China estimated from streamflow records" Journal of Hydrology 530 (2015) 281–290.
15. Ghadermazi, J., Sayyad, Gh., Mohammadi, J., Moezzi, A., Ahmadi, F., Schulin, R. (2011). "Spatial Prediction of Nitrate Concentration in Drinking Water Using pH as Auxiliary Co-kriging Variable" Procedia Environmental Sciences 3 (2011) 130–135.
16. Gholami, V., Chau, K.W., Fadaee, F., Torkaman, J. and Ghaffari, A. (2015). "Modeling of groundwater level fluctuations using dendrochronology in alluvial aquifers" Journal of Hydrology 529 (2015) 1060–1069.
17. Gong, G., Mattevada, S. and O'Bryant, S. E. (2014). "Comparison of the accuracy of kriging and IDW interpolations in estimating groundwater arsenic concentrations in Texas" Environmental Research 130(2014)59–69.
18. Helsel, D.R., Mueller, D.K. and Slack, J.R. (2006). "Computer program for the Kendall family of trend tests" U.S. Geological Survey Scientific Investigations Report 2005–5275, 4 pp.
19. Helsel, R. D. and Hirsch, R. M. (1992). "Statistical Methods in Water Resources" Elsevier Science Publishing Inc., New York, N.Y. 510p.
20. Hirsch, R.M. and Slack, J.R. (1984). "A nonparametric trend test for seasonal data with serial dependence" Water Resour Res 20:727–732.
21. Hirsh, M. R., Slack, J. R. and Smith, R. A. (1982). "Techniques of trend analysis for monthly water quality data" Water Resource Research, 18, 107-121.
22. Hojati, M. H. and Boustani, F. (2011). "Evaluation of Groundwater Trend of Arsanjan Plain" International Scholarly and Scientific Research & Innovation 5(6) 2011, 457-463.
23. Hu K., Huang, Y., Li, H., Li, B., Chen, D. and Edlin White, R. (2005). "Spatial variability of shallow groundwater level, electrical conductivity and nitrate concentration, and risk assessment of nitrate contamination in North China Plain" Environment International 31, 896 – 903.
24. Jager, N. (1990). "Hydrology and Groundwater simulation" Lewis Publisher.
25. Jamieson, P. D., Porter, J. R. and Wilson, D. R. (1991). "A test of the computer simulation model ARCWHEAT on wheat crops grown in New Zealand" Fields Crop Research, 27, 337 -350.
26. Mack, T. J., Chornack, M. P. and Taher, M. R. (2013). "Groundwater-level trends and implications for sustainable water use in the Kabul Basin, Afghanistan" Environ Syst Decis (2013) 33:457–467.
27. Matzneller, Ph., Ventura, F., Gaspari, N. and Rossi Pisa, P. (2010). "Analysis of climatic trends in data from the agrometeorological station of Bologna-Cadriano, Italy (1952–2007)" Climatic Change. 2010: 100: 717–731.
28. Perez-Valdivia, C., and Sauchyn, D. (2011). "Tree-ring reconstruction of groundwater levels in Alberta, Canada: Long term hydroclimatic variability" Dendrochronologia 29 (2011) 41–47.
29. Sen, P.K. (1968). "Estimates of the regression coefficients based on Kendall's tau" Journal of the American Statistical Association, 63, 1379–1389.
30. Thiel, H. (1950). "A rank-invariant method of linear and polynomial analysis, part 3" Nederlandse Akademie van Wettenschappen. Proceedings, 53, 1397–1412.
31. Xu Z., Liu, Z., Fu, G. and Chen, Y. (2010). "Trends of major hydroclimatic variables in the Tarim River **basin during the past 50 years**" Journal of Arid Environments, 74, 256–267.
32. Zhang, L., Brutsaert, W., Crosbie, R. and Potter N. (2014). "**Long-term annual groundwater storage trends in Australian catchments**" Advances in Water Resources 74 (2014) 156–165.

فصل چهارم

مدیریت آبهای سطحی در غرب ایران

با تأکید بر انتقال آب بین حوضه‌ای

دکتر داود طالبپور اصل

کارشناس گروه ژئومورفولوژی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه کردستان

چکیده

پروژه‌های انتقال آب بین حوضه‌ای اگر چه به بهانه‌ی حل مشکل کمبود آب در حوضه‌ی مقصد و به دلیل مزایای اقتصادی و اجتماعی آن اجرا می‌شوند، اما اجرای این پروژه‌ها در بلند مدت سیستم‌های هیدرولوژیکی، ژئومورفولوژیکی، اکولوژیکی و کاربری اراضی در حوضه‌های مبدأ و مقصد را تحت تاثیر قرار می‌دهند و در نهایت منجر به بروز چالش‌های اجتماعی و فرهنگی و تغییر در چرخه‌ی اکوسیستم‌ها و پایداری محیط زیست می‌شوند. هدف از مطالب این فصل، توسعه‌ی درک بهتر و برآورد میزان واکنش حوضه‌های آبریز رودخانه‌ای به پروژه‌های انتقال آب بین حوضه‌ای از دیدگاه سیستمی و شناسایی اثرات این پروژه‌هاست. داده‌ها، لایه‌های اطلاعاتی و مدارک مورد نیاز به روش کتابخانه‌ای و اسنادی، مراجعه به سازمان‌ها و ادارات، سایت‌های اینترنتی و مشاهدات میدانی گردآوری شده است. روش تحقیق در این پژوهش تحلیلی-آماری و عمدتاً بر پایه‌ی روش سیستمی می‌باشد که آمیزه‌ای از روش قیاسی و استقرایی است. نتایج تحقیق نشان می‌دهد سیستم رودخانه‌ای، از جمله سبستم‌های بسیار حساس هستند که در پاسخ به بی‌تعادلیهای ناشی از انتقال آب بین حوضه‌ای و تلاش برای برقراری تعادل مجدد، کل سیستم حوضه‌ی آبریز را تحت تأثیر قرار می‌دهند. لذا این طرحها عملاً باعث خشک شدن رودخانه‌ها، تشدید رسوبگذاری ناشی از کاهش قدرت حمل جریان، کاهش قدرت خودپالایی رودها، نابودی حیات تالاب‌ها، پایین رفتن تراز آبهای زیرزمینی، به خطر افتادن محیط زیست و تنوع زیستی جانوری و گیاهی، افول گردشگری، بروز نارضایتیهای اجتماعی و ناپایداری سرزمین در حوضه‌های مبدأ خواهند شد. در حوضه های مقصد نیز افزایش ورودی آب به رودخانه به عنوان یک سیستم باز، منجر به ایجاد تغییرات در اجزای دیگر رودخانه از جمله ژئومورفولوژی و پوشش گیاهی ساحلی رود خواهد شد. همچنین به لحاظ اجتماعی نه تنها اختلافات میان بهره برداران را کاهش نخواهد داد بلکه به دلیل تداوم توسعه و تشدید مهاجرت داخلی به علت درک غلط از میزان دسترسی به آب، کمبود آب دوباره نمایان خواهد شد(پسخوراند مثبت). در نهایت دو اقدام اساسی جهت مدیریت صحیح منابع آب و جلوگیری از تخریب محیط زیست در استان کردستان ضروریست: ۱) متوقف نمودن پروژه‌های انتقال آب بین حوضه‌ای که هنوز به مرحله‌ی اجرا نرسیده‌اند. ۲) در ارتباط با پروژه‌هایی که در حال بهره‌برداری هستند و یا اجرای آنها در حال اتمام است، می‌توان با اتکاء به یک رویکرد سیستمی و رعایت دقیق معیارهای سازمان یونسکو، معیارها از دیدگاه توسعه‌ی پایدار و قوانین موجود در کشور، اقدام به ارزیابی مداوم فرآیندهای اجرای این پروژه ها از مرحله‌ی سیاستگذاری تا نظارت و ارزیابی و همچنین نظارت در طول دوران بهره‌برداری نمود و تا جایی که ممکن است حجم آب انتقالی به استانهای همجوار را کاهش داد. از جمله:

- انتقال آب از استان کردستان به استانهای همجوار باید تنها با هدف تأمین آب شرب برای حوضه‌ی مقصد(علی رغم آگاهی از اثرات منفی این انتقال) صورت گیرد.
- با تخصیص آب بیشتر به بخش محیط زیست و سرمایه گذاری بر روی این آبهای تخصیص داده شده، اثرات منفی این پروژه‌ها را در حوضه‌ی مبدأ شناسایی و کنترل نمود، و از این طریق بتوان خسارتها را به حداقل رساند.

- با استناد به این اصل که اولویت بهره برداری از منابع آب با مردمیست که در حوضه‌ی مبدأ زندگی می‌کنند، با تخصیص بیشتر آب به بخش کشاورزی، شیلات و صنعت در حوضه‌ی مبدأ، رقم انتقال آب به استانهای همجوار را کاهش داد.

کلید واژه: انتقال بین حوضه‌ای آب، سیستم رودخانه، نگرش سیستمی، پسخوراند، محیط زیست

۴-۱- مقدمه

برای غلبه بر کمبود آب، انتقال بین حوضه‌ای از طریق مرزهای بین‌المللی، ملی، منطقه‌ای و محلی، برای پاسخگویی به افزایش تقاضا در بخش کشاورزی، صنعت، برق‌آبی، خانگی و زیست محیطی، به منظور توسعه اقتصادی و اجتماعی انجام می‌شود (مریدسادات و همکاران، ۱۳۹۰).

به منظور توسعه‌ی منابع آب و کاهش مشکلات آن مانند کمبود آب و توزیع نامناسب آن، بیش از ۱۶۰ پروژه انتقال آب در سراسر جهان تا سال ۲۰۱۵ اجرا شده است (Zhao et al. 2017). اگر چه دولت ها پروژه های انتقال آب را به دلایل سیاسی و مزایای اقتصادی و اجتماعی انجام می دهند (Lafreniere et al. 2013) اما اجرای این پروژه ها باعث بروز مشکلات پیچیده‌ای می شود و ممکن است بر کاربری ارضی، سیستم های هیدرولوژیکی، کیفیت آب و پوشش گیاهی در حوضه های مبدأ و مقصد و همچنین مناطق اطراف در طول مسیر انتقال آب تاثیر بگذارد و در نهایت منجر به بروز چالشهای اجتماعی و فرهنگی و تغییر در چرخه‌ی اکوسیستم ها و پایداری محیط زیست گردد (Soulsby et al 1999, Quan et al 2016).

در چند دهه اخیر، با تشدید فعالیت های انسانی در حوضه های کوهستانی، به ویژه در مسیر رودخانه ها و آمایش های بدون نگرش سیستمی به طبیعت، عملکرد انسان و اعمال اقدامات عمرانی با محوریت انسان، به عمده ترین عامل بروز عدم تعادل در سیستم های رودخانه‌ای تبدیل شده است(بیاتی خطیبی، ۱۳۸۶). پروژه های انتقال آب بین حوضه‌ای از جمله‌ی اقداماتی هستند که تعادل حوضه های آبریز را بهم می زنند و باعث ایجاد تغییرات مورفولوژیکی و زیست محیطی در حوضه های مبدأ و مقصد می شوند. گاهی این تغییرات به اندازه‌ای شدید است که می تواند حیات انسانها را به خطر بیندازد.

ازجمله می توان به بروز مشکلات متعدد زیست محیطی- زمین شناسی ناشی از پروژه انتقال آب از جنوب به شمال شامل رودخانه یانگ تسه و حوضه‌ی رودخانه زرد در کشور چین (Lansheng & Christian, 1999; Shao & Wang, 2003)، به هم خوردن تعادل هیدروژئولوژیکی آبخوان های کارستیک ناشی از پروژه‌ی انتقال آب از سرشاخه های رود کارون به مناطق مرکزی ایران از طریق تونل بهشت آباد(آتشخوار و همکاران، ۱۳۹۱؛ امامی، ۱۳۹۱)، تغییر مقطع عرضی و طولی رودخانه و واکنش سرشاخه ها به تغییرات سطح مقطع جریان اصلی در پایین دست سدهای مخزنی (Brandt, 2000)، به زیر آب رفتن ۱۵ چشمه‌ی کارستی از جمله چشمه بل با آبدهی ۱۵۰ میلیون متر مکعب در سال، مدفون شدن ۴۱ سایت با ارزش تاریخی مربوط به دوره‌های پارینه‌سنگی میانی، پارینه‌سنگی جدید و فراپارینه‌سنگی در زیر

آب(هاشمی، ۱۳۹۴) و تغییر کاربری آب به دلیل تغییر قابل توجه پارامتر های هیدروژئوشیمیایی (pH، Na، K، Si، Fe، Al، کربنات، سولفات و کلر) در محل سد داریان در کردستان که ناشی از ورود ترکیبات سیمانی به آب زیر زمینی و کاهش کیفیت آب می باشد(رمضانپور و همکاران، ۱۳۹۷) و بروز مشکلات سیاسی و اجتماعی ناشی از پروژه های انتقال آب از سرشاخه های رود کارون به حوضه‌ی رودخانه‌ی زاینده رود (Gohari et al, 2013) اشاره نمود.

رودخانه‌ها به عنوان یک سیستم در واکنش به بی‌تعادلیهای ناشی از عوامل طبیعی و یا ساخته‌ی دست انسان، مورفولوژی بستر خود را برای رسیدن به تعادل مجدد تغییر می‌دهند. در سالهای اخیر بروز پدیده‌ی خشکسالی و مدیریت نادرست منابع آب در ایران موجب افزایش دخالت انسان در مورفولوژیکی کانال جریان رودها و بروز ناتعادلی در سیستم‌های رودخانه‌ای شده است. یکی از این دخالتها اجرای پروژه های انتقال آب بین حوضه‌ای به منظور رفع کمبود آب در حوضه مقصد می‌باشد. اجرای این پروژه‌ها که معمولاً با احداث سد بر روی رودخانه‌ی مبدأ و کاهش جریان آب در پایین دست آن و افزایش جریان در حوضه مقصد همراه است بدون نگرش سیستمی به حوضه‌های آبریز صورت می‌گیرد و حاصل آن تشدید بحران مدیریت و تغییرات محیطی و چالش‌های جدی دیگری است که نتیجه‌ی آن در بلندمدت متوجه‌ی خود انسان خواهد شد.

تاکنون در ایران ۵۹۰ سد احداث شده و به بهره برداری ر سیده اند. علاوه بر این ۱۳۵ سد دیگر در دست ساخت و ۵۴۶ سد دیگر نیز در دست مطالعه هستند که در صورت اتمام ساخت تمام سدها، تعداد کل سدهای کشور به ۱۲۷۱ سد خواهد رسید. در طول سالهای سد سازی ایران (۱۳۲۷) تاکنون، جمعاً ظرفیت ۵۳ میلیارد و ۷۳ میلیون مترمکعب مخزن احداث شده ضمن آنکه ظرفیت آب سدهای تنظیمی نیز به ۳۶ میلیارد و ۹۳۰ میلیون مترمکعب میرسد. بررسیها و عوارض مشهود نشان می دهد بسیاری از سدهای ساخته شده به علت عدم مطالعه و توجه کافی به ویژگیهای طبیعی و جغرافیای مناطق، آسیبهای فراوانی به اکوسیستم طبیعی وارد کرده و منابع آب کشور را با مشکلات جدی روبرو نموده اند. اجرای بخش زیادی از سدهای مخزنی با هدف انتقال آب بین حوضه‌ای بوده و عمدتاً کاهش شدید رطوبت خاک در پایین دست رودخانه‌ی اصلی، سرعت گرفتن روند فرسایش خاک، تخریب محیط زیست و شانس دسترسی کمتر ذینفعان به آب در پایین دست را سبب شده است(وب سایت خبرگزاری صداوسیما -سرویس پژوهش http://www.iribnews.ir). در این راستا در کشور ما سالانه هزاران میلیارد تومان صرف اجرای پروژه های انتقال آب بین حوضه‌ای می‌شود بدون آنکه سطح معقولی از قطعیت وجود داشته باشد که این پروژها به شکل اساسی کیفیت زیست‌محیطی را در حوضه مبدأ یا مقصد تخریب نمی‌کنند و تعادل مورفولوژیکی حوضه های آبریز را به هم نمی زنند. لذا بسیاری از کارشناسان انتقال بین حوضه‌ای آب را به دلایل آثار مخرب اجتماعی، فرهنگی، زیست محیطی، ژئومورفولوژیکی و هزینه‌ی سنگین، روشی سخت‌افزاری و ناکارآمد دانسته که در ۵ دهه‌ی گذشته، ایران را به سوی ناپایداری در بخش آب سوق داده است. در مقابل اصلاح کارایی در چهارچوب مدیریت یکپارچه‌ی منابع آب را تنها بخش مؤثر و درست راهکارهای ارائه شده معرفی می نماید. بر مبنای معیارهای جهانی انتقال آب نیز این پروژه‌ها نباید انسجام فرهنگی، اکولوژیکی و هیدرولوژیکی جوامع را برهم بزنند و نیازهای نسل حاضر و نسل‌های آینده را به خطر بیاندازند. همچنین در راستای توسعه‌ی پایدار این طرحها می‌بایستی

شاخص‌هایی نظیر کارایی، اثربخشی، تطبیق‌پذیری، برگشت‌پذیری و آسیب‌پذیری را رعایت نمایند، تا پروژه در دراز مدت مفید و مؤثر باشد.

لذا ارتباط درونی پیچیده‌ای بین دبی جریان، تراز آبهای زیرزمینی، تراکم پوشش گیاهی و مورفولوژی رودخانه در سیستم حوضه‌های آبریز طبیعی یا تعدیل نشده وجود دارد. در سیستم‌های حوضه‌ی آبریز که توسط اختلالات ناشی از فعالیت انسان از جمله انتقال آب بین حوضه‌ای تحت تأثیر قرار می گیرند، سؤالی که پیش می‌آید این است که در این ارتباط درونی در داخل یک سیستم تعدیل شده(در اثر اجرای طرح انتقال آب بین حوضه‌ای) چه اتفاقی می‌افتد؟ بنابراین هدف از انجام این تحقیق، توسعه‌ی درک بهتر و برآورد میزان واکنش حوضه های آبریز رودخانه‌ای -به عنوان یک سیستم باز- به پروژه های انتقال آب بین حوضه‌ای و شناسایی اثرات این پروژه ها و ارائه‌ی راهکارهای مناسب می‌باشد.

۴-۲- تعریف انتقال آب بین حوضه‌ای

در قسمت اعظم کره‌ی زمین، چشم‌اندازی که اکنون در معرض دید است عمدتاً مصنوع تفکر و ساخته و پرداخته‌ی دست انسان است. برخورد و اثر انسان در محیط طبیعی به طور روزمره و آشکار فضاهای جغرافیایی را دگرگون ساخته است. اثر تجمعی جمعیت انسانی در طول زمان و به ویژه با استفاده از تکنولوژی در دهه‌های پایانی قرن بیستم، این تغییرات را بسیار سریع نموده است. از جمله‌ی این تغییرات، می توان به طرحهای انتقال آب بین حوضه‌ای اشاره نمود.

انتقال آب بین حوضه‌ای از طریق مرزهای بین‌المللی، ملی، منطقه‌ای و محلی، به منظور توسعه منابع آب و خاک در جهت غلبه بر کمبود آب، تامین افزایش تقاضا در بخش کشاورزی، صنعت، برق‌آبی و خانگی و تحقق توسعه اقتصادی و اجتماعی انجام می‌شود. تعاریف دیگری از انتقال آب بین حوضه‌ای به شرح ذیل بیان شده است:

- انتقال حوضه به حوضه‌ای آب عبارت از انتقال فیزیکی آب از یک حوضه‌ی آبریز به حوضه دیگر است که در این جابجایی یک حوضه آبریز آب از دست می‌دهد(مبدأ) و حوضه آبریز دیگر آب به دست می‌آورد(مقصد).
- هرگونه انتقال آبهای سطحی، زیرزمینی یا فاضلاب به خارج از حوضه رود منبع انتقال که از مرزهای یک حوضه بگذرد، انتقال آب بین حوضه‌ای محسوب می شود.
- انتقالات بین حوضه‌ای در برگیرنده برداشت آب سطحی یا زیرزمینی از یک حوضه به حوضه دیگر جهت مصارف مفید و نافع می‌باشد

انتقال بین حوضه‌ای آب، اغلب اوقات به لحاظ تکنیکی، موفقیت آمیز است، اما جنبه‌ی اکولوژیکی و اجتماعی آن تقریباً به طور کامل نادیده گرفته می شود. این انتقال به بهانه‌ی رفع کمبودها می‌تواند منشأ تغییرات زیادی در حوضه‌های مبدأ و مقصد باشد که باید از دیدگاه‌های مختلف مورد ارزیابی قرار گیرد. در کل هدف از مدیریت بین حوضه‌ای، تفکر بهره‌برداری بهینه از منابع آبی بین دو حوضه بوده به نحوی که حداقل چالش در حوضه‌ها ایجاد گردد. این امر می‌بایست به طریق مدیریت یکپارچه‌ی منابع آب و لحاظ نمودن عوامل فنی - اقتصادی و زیست محیطی و با تأکید بر ملاحظات اجتماعی- سیاسی صورت گیرد(حلبیان و شبانکاری، ۱۳۸۹).

۴-۳- تاریخچه انتقال آب بین حوضه‌ای

اگر چه قدمت انتقال آب بین حوضه‌ای به صدها سال پیش بر می‌گردد، ولی ضرورت طرح این موضوع از ۲۰۰ سال پیش تاکنون بیشتر احساس شده است. اجرای کارگاه‌ها و همایش‌های بین‌المللی و ملی با هدف بررسی مسائل انتقال بین حوضه‌ای آب چون همایش بین حوضه‌ای در ایالت نوادا در آمریکا در سال ۱۹۹۲ و کارگاه انتقال بین حوضه‌ای آب توسط گروه برنامه‌ریزی منابع آب یونسکو در سال ۱۹۹۹ در پاریس، تأکیدی بر این موضوع است(حلبیان و شبانکاری، ۱۳۸۹). اوج طراحی و اجرای پروژه‌های عظیم انتقال آب در کشورهای صنعتی و پیشرفته به دهه های ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰ باز می‌گردد. و به گفته‌ی وایت دهه‌ی ۱۹۷۰ میلادی نقطه عطفی در مدیریت منابع آب جهان بوده است(White, 1977). انتقال آب از یک حوضه به حوضه دیگر در بعضی از کشورها از جمله در ایالات متحده آمریکا، شوروی سابق، چین و آفریقای جنوبی یکی از راه‌های معمول افزایش منابع آب حوضه‌های خشک بوده است. لذا در اوایل دهه‌ی ۱۹۸۰ میلادی به دلیل تغییراتی که پروژه‌های انتقال آب بین حوضه‌ای در حوضه‌های مبدأ و مقصد بوجود آورده‌اند، محققان تلاش کردند اثرات این پروژه‌ها را از دیدگاههای مختلف مورد بررسی قرار دهند. در مجموع نتایج این بررسی‌ها نشان می‌دهد، علی‌رغم رفع کمبود آب در حوضه‌ی مقصد در کوتاه مدت، اجرای پروژه‌های انتقال آب می‌تواند چالش‌هایی را به ویژه در حوضه‌ی مبدأ به همراه داشته باشد.

در افریقای جنوبی طرحهای انتقال آب بین حوضه‌ای بدون توجه به اثرات آنها بر وحدت اکولوژیکی رودخانه و تنوع بیولوژیکی آن تصویب شده است. تمامی این طرحها از ابتدای دهه‌ی ۱۹۹۰، بدون هیچگونه ارزیابی جامع از اثرات اکولوژیکی و زیست محیطی آن، طرح ریزی شده اند. در این طرحها بیشتر به اثرات زیست محیطی خشکی و ظاهری(زیبایی شناختی) طرح توجه می شد تا تأثیرات آنها بر اکوسیستمهای خشکی و آبی که ماهها و سالها بعد از تکمیل پروژه، نمایان می شوند (Elizabeth, 2000).

در کشور چین که طرحهای بزرگ انتقال آب بین حوضه‌ای در جهت تأمین آب نواحی مرکزی، شمالی و شمال غربی آن کشور اجرا شده است، اثرات این طرحها مورد توجه متخصصین محیط زیست و رشته های مربوط با علوم زمین بوده است. برای مثال، می توان به تأثیر منفی انتقال آب بین حوضه‌ای بر مخازن آب زیرزمینی، فرونشست سطحی، سقوط و شکاف زمین در حوضه‌ی مبدأ اشاره نمود(Yan, et al, 2012: 2685). همچنین این پروژه باعث شور شدن و باتلاقی شدن خاک ناشی از بالا آمدن سطح آبهای زیرزمینی در اثر نشت کانال در حوضه‌ی مقصد شده است. بخش هایی از کانال انتقال به طول ۱۶۰ کیلومتر که حدود ۱۲٪ از کل پروژه می‌باشد، با مشکلات حرکات دامنه‌ای مواجه شده است. حفر کانال انحرافی و افزایش دبی جریان آب و به تبع آن افزایش رطوبت در خاک، رفتار تورمی خاک بر روی تراسها را تشدید و در نهایت باعث شکست شیب دیواره کانال به صورت سقوط، لغزش و روانه‌ی گل گردیده است (Lansheng & Christian, 1999; Shao & Wang, 2003).

همچنین در کشور امریکا نیز به منظور حل مشکل کم آبی، طرحهای عظیم انتقال آب بین حوضه‌ای اجرا شده است و این باعث فرسایش کانالهای انحرافی و پایین آمدن کیفیت آب رودخانه‌ی جَک فیش- مسیر انحرافی اوگوکی در امریکای شمالی- (Day, et al, 1982)، واکنش جریانات گیسویی به سدهای بالادست به صورت باریک شدن کانال و واکنش کانالهای مئاندری، کاهش نرخ مهاجرت کانال در ناحیه‌ی گریت پلن و سینترال لاولند بوده است(Friedman, 1998: 625).

یکی از پیامدهای انتقال آب بین حوضه‌ای کاهش حجم جریانات سطحی در حوضه‌ی مبدأ است. Lansheng & Christian(1999) و Shao & Wang(2003) هر کدام در تحقیقات جداگانه‌ای به بیان مشکلات زمین‌شناسی محیطی پروژه انتقال آب از جنوب به شمال شامل رودخانه یانگ تسه و حوضه‌ی رودخانه زرد در کشور چین پرداخته و به این نتیجه رسیدند که پروژه‌ی انتقال آب از جنوب به شمال چین موسوم به مسیر میانه، باعث بروز مشکلات متعدد زیست محیطی- زمین شناسی شده است. این پروژه باعث شور شدن و باتلاقی شدن خاک ناشی از بالا آمدن سطح آبهای زیرزمینی در اثر نشت کانال در حوضه‌ی مقصد و فرونشست سطحی، سقوط و شکاف زمین در حوضه‌ی مبدأ شده است. بخش هایی از کانال انتقال به طول ۱۶۰ کیلومتر که حدود ۱۲٪ از کل پروژه می‌باشد، با مشکلات حرکات دامنه‌ای مواجه شده است. حفر کانال انحرافی و افزایش دبی جریان آب و به تبع آن افزایش رطوبت در خاک، رفتار تورمی خاک بر روی تراسها را تشدید و در نهایت باعث شکست شیب دیواره کانال به صورت سقوط، لغزش و روانهی گل گردیده است.

Knapp, et al(2003) با ارزیابی تجربی اثرات انتقال آب بر سیستم مخازن آب زیرزمینی و تولیدات کشاورزی در منطقه کِرن واقع در ایالت کالیفرنیا دریافتند، از آنجا که بسیاری از مناطق کشاورزی به شدت به سفره‌های آب زیرزمینی متکی هستند، انتقال آبهای سطحی از این مناطق به خارج از حوضه به منظور استفاده‌ی شهری و زیست محیطی موجب افزایش برداشت از آبخوان و به تبع تشدید افت تراز آب زیرزمینی خواهد شد. این در حالیست که اجرای طرح، تغذیه‌ی مجدد آن را کاهش خواهد داد. آنها دریافتند که مدیریت اقتصادی کارآمد تنها در شرایطی خاص می‌تواند برخی از عواقب نامطلوب انتقال آب را کاهش دهد.

همچنین آتشخوار و همکاران(۱۳۹۱) به بررسی وضعیت آبخوان‌هایی پرداختند که تحت تأثیر پروژه‌ی انتقال آب از سرشاخه‌های رود کارون به مناطق مرکزی ایران از طریق تونل بهشت آباد قرار می‌گیرند. نتایج تحقیق نشان داد که دشت‌های شهرکرد، کیار شلمزار و جونقان که در محل برخورد تونل می‌باشند، دارای شرایط بحرانی هستند به گونه‌ای که حفر تونل بهشت‌آباد ۶۶ میلیون مترمکعب در سال از آبدهی چشمه‌ها و قنوات موجود در محدوده مسیر تونل خواهد کاست و این امر موجب کاهش آبدهی چاه‌های آب دشتهای مذکور به میزان ۵۰ میلیون مترمکعب در سال خواهد شد. امامی(۱۳۹۱) نیز چالش‌های زمین شناختی این طرح را مورد بررسی قرار داد و به این نتیجه رسید که عبور مسیر تونل از مرز پهنه‌های زمین ساختی زاگرس مرتفع و سنندج-سیرجان که در بر دارنده‌ی ۱۰ سیستم گسلی با بیش از ۲۵ شاخه‌ی اصلی و بیش از همین تعداد گسل فرعی می‌باشد همراه با کارستیفیکاسیون گسترده سازند سروک(دوران دوم زمین-شناسی)، موجب بر هم‌خوردن تعادل هیدروژئولوژیکی آبخوان‌های کارستیک و حتی آبرفتی شرق استان شده و خشک

شدن چشمه‌ها و چاه‌های کارستیک مهمی مانند چشمه سلم، پل تلفریک و چشمه‌ی آب شرب روستای سلم، چشمه‌ی وقت و ساعت ولری، چاه آب شرب فرخ شهر و منابع آب دشت شهرکرد و خراجی را موجب خواهد شد.

خلیلی و همکاران(۱۳۹۱) به بررسی نقش تغییر اقلیم بر انتقال آب بین حوضه‌ای از زاب به دریاچه‌ی ارومیه پرداختند. آنان روند جریان رودخانه‌ی زاب را در سه مقطع زمانی ماهانه، فصلی و سالانه با روش من-کندال و کندال فصلی در سطوح معنی داری ۱٪ و ۱۰٪ مورد آزمون قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که جریان رودخانه‌ی زاب در مدت ۳۰ سال گذشته و در سه مقیاس زمانی، روند نزولی معناداری دارد و با توجه به روند افزایشی درجه حرارت در منطقه، انتقال بی‌رویه‌ی آب از این حوضه به دریاچه‌ی ارومیه نتایج مخربی بر منابع آب سطحی و زیرزمینی حوضه‌ی زاب و محیط زیست منطقه خواهد گذاشت.

Worakijthamrong & Cluckie(2013) به مطالعه‌ی انتقال آب بین حوضه‌ای از طریق رودخانه‌ی تِز و اثرات آن بر مخازن آب زیرزمینی در کشور انگلستان پرداختند. نتایج نشان داد که از کل میزان آب رها شده از سد کاو گرین در حدود ۱۷/۵ درصد به صورت موقت در کناره های رود ذخیره می‌شود. علاوه بر این، مناطق ۴ و ۵ مدل رودخانه شامل نواحی پایین دست آن، با مقدار قابل توجهی رسوبگذاری آبرفت، از بهترین سایت های ذخیره سازی با مقادیر ۴/۵ و ۶/۷ درصد از کل آب رها شده از مخزن بود.

از طرف دیگر این انتقال علیرغم رفع برخی کمبودها در حوضه‌ی مقصد می‌تواند منشأ تغییرات زیادی در بستر جریان رودخانه از جمله نیمرخ عرضی و طولی آن در حوضه مبدأ باشد. تحقیقات انجام شده در کشور چین نشان می‌دهد اجرای پروژه‌ی انتقال آبِ جنوب به شمال(SNWTP[1])، باعث کاهش شدید جریان در پایین دست رود، همراه با تغییر شدید شاخص‌های هیدرولیکی عمق آب، سرعت جریان، مساحت و پهنای جریانات سطحی شده است(Yan, et al, 2012: 2685). این تأثیرات نسبت به فصل و موقعیت در امتداد رودخانه متفاوت است. به طوری که تفاوتهای فصلی از آبگیری و آزادسازی فصلی سدها تبعیت می نماید. به عنوان مثال شدت اثرات در نقاطی از رودخانه‌ی یانگ تسه نزدیک به سد تری جورج پنج برابر بیشتر از مقاطع دیگر در پایین دست است، دلیل آن "رقیق سازی" اثرات بوسیله‌ی وارد شدن شاخه‌های فرعی در پایین دست به رودخانه می‌باشد(Guo, et al, 2012: 19).

همچنین در کشور امریکا نیز به منظور حل مشکل کم آبی، طرحهای عظیم انتقال آب بین حوضه‌ای اجرا شده است و این باعث فرسایش کانالهای انحرافی و پایین آمدن کیفیت آب رودخانه‌ی جَک فیش-مسیر انحرافی اوگوکی در امریکای شمالی- (Day, et al, 1982)، واکنش جریانات گیسویی به سدهای بالادست به صورت باریک شدن کانال و واکنش کانالهای مئاندری، کاهش نرخ مهاجرت کانال در ناحیه‌ی گریت پلن و سینترال لاولند بوده است(Friedman, 1998: 625). در همین کشور Graf(2006) با مقایسه‌ی نقاط کنترل نشده در بالادست با نقاط کنترل شده در پایین دست سد با همان ساختار، اثرات هیدرولوژیکی و ژئومورفیکی ۷۲ سد بزرگ بر نواحی پایین دست رود را مورد بررسی قرار داد و به

1. South-North Water Transfer Project.

این نتیجه رسید که سدهای بزرگ، به طور متوسط، دبی پیک سالانه را ۶۷ درصد(در برخی موارد استثنایی تا ۹۰ درصد)، نسبت حداکثر جریان سالانه به جریان متوسط ۶۰ درصد، نرخ دبی روزانه ۶۴ درصد و نرخ روزانه سرریز شدن آب را ۶۰ درصد کاهش می‌دهند. همچنین سدها زمان جریان حداکثر و حداقل را تغییر می‌دهند و این بر بخشهایی از نواحی فعال از جمله دشت سیلابی تأثیر می‌گذارد که سطوح عملکرد آنها عملاً به رژیم کنونی رودخانه وابسته است.

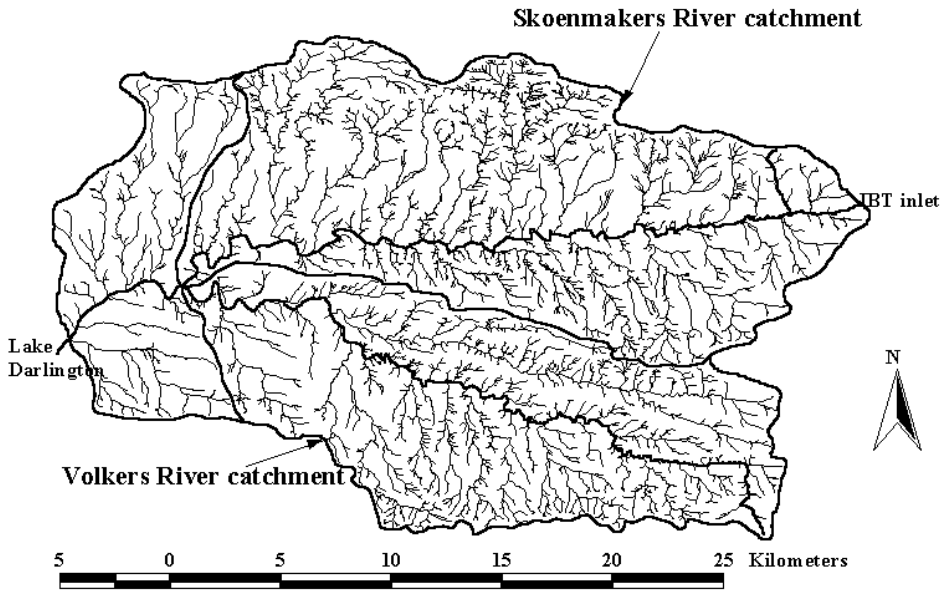
از طرف دیگر احداث سد بر روی رودخانه، اثرات قابل توجهی بر ثبات تندآبها گذاشته و با کاهش پیک سرعت جریان در مسیر کانال اصلی، توان رودخانه را برای جابجایی رسوبات دانه درشت محدود می نماید(Graf, 1980: 129). احداث سد بِنِت بر روی رودخانه‌ی پیس در کشور کانادا موجب تثبیت بستر شنی بلافاصله در پایین دست سد و رسوبگذاری ذرات ماسه در فاصله‌ی دوتر گردیده است. همچنین ریگ و شن در محل اتصال شاخه های فرعی متراکم شده و نیمرخ رودخانه به شکل پله‌ای درآمده است(Church, 1995: 3).

اثرات احداث سد بر مورفولوژی رودخانه از دیدگاه مکانی و زمانی نیز قابل توجه است به طوری که تغییرات مقطع عرضی رود، در طول دوره‌ی سدسازی بیشتر از کل دوره‌ی زمانی قبل و بعد از احداث سد است و عرض کانال اصلی، تابع ساخت سد روی رودخانه و مجراسازی آن است(Du, 2006).

یکی دیگر از عوامل مؤثر در مورفولوژی رودخانه در پایین دست سدها، آزادسازی آب و تغییرات در رژیم جریان ناشی از آن است. تحقیقات انجام شده در پایین دست سد کرِیج گوچ در امتداد رودخانه‌ی دالاس در امریکا نشان می دهد دبی پایین دست سد در شرایطی بر ثبات طبیعی فراهم شده کانال تأثیر خواهد گذاشت که آزادسازی آب، فرکانس جریان را بر روی مواد بستر و آستانه‌ی فرسایش تراسها افزایش دهد(Hey, 1986: 407).

Brandt (2000) در مقاله‌ای با عنوان: طبقه بندی اثرات سدها بر ژئومورفولوژی پایین دست، اثرات ژئومورفولوژیکی احداث سد بر نواحی پایین دست رودخانه را بر اساس میزان دبی آب، بار رسوب، اندازه‌ی دانه ها و شیب بستر جریان در نه کلاس طبقه بندی نمود. ایشان به این نتیجه رسید که احداث سد باعث ایجاد تغییر در دبی آب و ظرفیت انتقال جریان و در نهایت تغییر در بار رسوب رودخانه می‌گردد و این تغییرات باعث تغییر مقطع عرضی و طولی رودخانه و واکنش سرشاخه ها به تغییرات سطح مقطع جریان اصلی خواهد شد.

Elizabeth (2000) به واکنش دو بخش به هم وابسته‌ی رودخانه (ژئومورفولوژی و پوشش گیاهی حریم آن) به طرح انتقال آب بین حوضه‌ای در رودخانه‌ی اورنج-فیش-ساندِی در کشور افریقای جنوبی پرداخت. در این طرح، رودخانه‌ی اسکوئن میکر(واقع شده در ناحیه‌ی نیمه خشک کاروو در دماغه‌ی شرقی) به عنوان مسیر انتقال، برای انتقال آب به کار برده شده است. محقق برای رسیدن به هدف، به علت کمبود در جزئیات داده‌های قبل از اجرای طرح انتقال آب بین حوضه‌ای، دو حوضه‌ی آبریز نسبتاً مشابه به لحاظ میزان بارش، طول کانال اصلی، مساحت، خصوصیات فیزیکی و هیدرولوژیکی، به عنوان حوضه‌های معرّف(Skoenmaker) و شاهد(Volker) با هم مقایسه نموده است(شکل ۴-۱).



شکل(۴-۱) زیرحوضه رودخانه‌های koenmaker و Volker (Elizabeth, 2000).

نتایج نشان داد که تغییر در رژیم هیدرولوژیکی رودخانه‌ی اسکوئن میکر موجب ایجاد تغییرات چشمگیر در هر دوی ساختمان فیزیکی و پوشش گیاهی کناره‌ای در سیستم رودخانه شده است. از جمله انتقال آب بین حوضه‌ای، بیشترین تأثیر را بر نواحی بالادست رودخانه‌ی اصلی داشته است و با تبدیل رژیم هیدرولوژیکی، به جریان پایه‌ی بسیار قویتر از جریان سیلابهای نرمال قبل از اجرای پروژه، بریدگی، فرسایش و تخریب شدید برای هر دو بخش بستر کانال و تراسهای رود اتفاق افتاده است. همچنین این موضوع ثابت شد که تنوع بیولوژیکی پوشش گیاهی کناره‌ای(تعداد گونه‌ها و یا نوع پوشش گیاهی) با تنوع فیزیکی در طول پروفیل مقطع عرضی رودخانه(تعداد واحدهای مورفولوژیکی موجود) بهم وابسته هستند.

Matete & Hassan (2006) از دیدگاه اقتصاد مالی به ارزیابی اثرات زیست محیطی پروژه‌ی انتقال آب بین حوضه‌ای در ارتفاعات لسوتو پرداختند. نتایج نشان داد با وجود اینکه این پروژه، دارای منافع مستقیم و غیرمستقیم قابل توجهی در توسعه‌ی اجتماعی و اقتصادی لسوتو و افریقای جنوبی بوده، اثرات زیانباری نیز در منابع و خدمات زیست محیطی، از جمله زیانهای بهداشتی برای جمعیت ساکن در محدوده‌ی رودخانه در پایین دست سد داشته است.

Hunter (2009) با استفاده از ترکیب طرح مدیریت زیست محیطی[۱۲](EMP) با روشهای نظارت ژئومورفولوژی رودخانه، برای ارزیابی تأثیر انتقال بین حوضه‌ای آب از رودخانه‌ی موای به حوضه‌ی آبریز مَگینی بر رودخانه‌های مقصد (Mpofana & Lions) و تعیین میزان فرسایش کانال رود، استفاده کرد. نظارت ژئومورفولوژیکی EMP شامل استفاده از پین‌های فرسایش، بررسی سطح مقطع جریان و نقطه‌ی ثابت عکاسی بود. عکسها و داده‌ها از فوریه ۲۰۰۳ تا ژوئن ۲۰۰۶ جمع آوری شده بودند. نتایج نشان داد که نظارت ژئومورفولوژیکی EMP میزان و تخمین دقیقی از فرسایش در رودخانه‌ی

2. Environmental Management Plan.

مقصد را مشخص نمی‌کند. زیرا اولاً، تعداد کافی از سطح مقطع جریان در مراحل نظارت گنجانده نشده بود. ثانیاً، اگر چه پین‌های فرسایش مقداری از روند عمومی فرسایش کانال جریان را نشان دادند، اما آنها برداشت درستی از سرعت و میزان تغییر در شیب و عرض کانال جریان را ارائه ندادند و موقعیت مکانی پین‌های فرسایش طوری انتخاب نشدند که در شرایط جریان کم آب، جهت واقعی جریان در زمان انتقال را نشان دهند. علاوه بر این، ارزیابی اینکه آیا پین‌های فرسایش به علت فرسایش از دست رفته‌اند و یا تلاطم، دشوار بود و نشان نمی‌داد که آیا فرسایش در پین‌ها متمرکز شده یا در بخش تراس یا پروفیل جریان. ثالثاً، تجزیه و تحلیل تغییرات بستر در کانال جریان(به عنوان مثال: از طریق مقایسه‌ی مجموعه عکسهای هوایی) وجود نداشت و هیچ تلاشی برای ادغام نتایج حاصل از روش های مختلف صورت نگرفته بود.

بیاتی خطیبی(۱۳۸۶) که بیشترین کارهای پژوهش را در ارتباط با اثرات ژئومورفولوژیکی سدها در ایران انجام داده است، اثرات احداث سد سهند در تحول ژئومورفولوژیکی بستر جریان رودخانه‌ی قرانقو را بررسی کرد و در این راستا اثرات سد بر بار رسوبی رودخانه، تغییر شیب بستر و تغییر مورفولوژی بستر رودخانه را ارزیابی نمود و به این نتیجه رسید که احداث سد مذکور در بخش کاملاً فرسایش‌پذیر بستر رود، ویژگیهای ژئومورفولوژیکی بخش‌های پایین دست سد را کاملاً دگرگون کرده و آرایش جریان رودخانه‌ی قرانقو را تغییر خواهد داد.

ظفرنژاد(۱۳۹۰) به ارزیابی راهکارهای حل مشکل دریاچه‌ی ارومیه پرداخته است. ایشان انتقال بین حوضه‌ای آب را به دلایل آثار مخرب زیست محیطی، هزینه‌ی سنگین، تأمین تنها یک دهم نیاز سالانه‌ی دریاچه و زمان بر بودن اجرای پروژه روشی سخت‌افزاری و ناکارآمد دانسته که در ۵ دهه‌ی گذشته، ایران را به سوی ناپایداری در بخش آب سوق داده است. در مقابل اصلاح کارایی، به مثابه بخشی از مدیریت نرم‌افزاری آب، را تنها بخش مؤثر و درست راهکارهای ارائه شده معرفی می نماید.

گوهری و همکاران(۲۰۱۳) نیز اجرای پروژه های انتقال آب بین حوضه‌ای را راهکاری مناسب برای حل مشکل کمبود آب نمی دانند. آنها به ارزیابی قابلیت اطمینان انتقال آب بین حوضه‌ای در مواجه با رشد تقاضای آب در حوضه رودخانه زاینده‌رود پرداختند در این بررسی، یک مدل سیستم دینامیکی برای برقراری ارتباط متقابل بین زیرسیستم‌های مختلف درون حوضه‌ی رودخانه شامل زیرسیستم‌های هیدرولوژی، اجتماعی و اقتصادی، و کشاورزی، توسعه داده شد. نتایج حاصل از شبیه‌سازی طیف وسیعی از گزینه‌های سیاسی ممکن برای حل و فصل مشکلات کمبود آب نشان داد که آب در اصل موتور توسعه سیستم است. بنابراین، تأمین آب بیشتر در حوضه، بدون در نظر گرفتن پویایی مشکلات وابسته به هم، در نهایت به افزایش تقاضای آب منجر می‌شود. از نظر آنها مشکل خطرناکتر توسعه‌ی بدون کنترل و بی‌بازده فعالیتهای کشاورزی است که باعث شده است محدوده‌ی سیستم زاینده‌رود به لحاظ ظرفیت ذخایر طبیعی منابع آبهای زیرزمینی و آبهای سطحی دچار مشکل شود. بنابراین، خیلی زود پس از کامل شدن پروژه‌ی انتقال آب، کمبود آب به دلیل تداوم توسعه و تشدید مهاجرت داخلی به علت درک غلط از میزان دسترسی به آب، دوباره نمایان خواهد شد.

با وجود مطالعات انجام شده به دلیل تغییرات در فرم رودخانه، تغییرات جهانی آب و هوا و تنوع فرهنگ‌های مختلف به عنوان پایه‌ای برای درک محدودیت‌های اعمال شده توسط قانون‌گذاران، پیش‌بینی دقیق تغییرات ناشی از انتقال آب بین حوضه‌ای امکان پذیر نیست (Gregory, 2006: 172).

یکی از قدیمی ترین طرحهای انتقال آب در جهان که سابقه‌ی آن به ۶۵۰ سال پیش بر می گردد سیستم ذخیره و انتقال آب کریت – طبس در ایران می باشد. مردم منطقه طبس با هدف تنازع بقاء در اقدامی جسورانه و در مقیاسی کوچک، سیستمی جامع را برای مدیریت منابع آب خود طراحی و اجرا نمودند که اکنون می تواند به عنوان یک نمونه عالی تلاش خلاقانه بشر، الهام دهنده مهندسین آب در سراسر جهان باشد(امامی و همکاران، ۱۳۸۴). اما در سالهای اخیر اجرای طرحهای انتقال آب بین حوضه ای در ایران در مقیاس وسیع به اوج خود رسیده است. از جمله می توان به طرحهای زیر اشاره کرد:

- تونل بهشت آباد برای انتقال آب رودخانه بهشت آباد به زاینده رود
- تونل های کوهرنگ به منظور انتقال آب از سرشاخه های کارون به زاینده رود
- انتقال آب گلاب از سد زاینده رود به کاشان
- تونل انتقال آب قمرود به منظور انتقال آب از شاخه های رودخانه دز به رودخانه قمرود
- کانال زیاران برای انتقال آب سد طالقان به دشت قزوین
- انتقال آب رودخا نه سیروان به نواحی گرمسیری در استانهای کرماشان، ایلام و خوزستان
- انتقال آب رودخانه زاب به دریاچه ارومیه
- انتقال آب رودخانه گاوه رود به استان کرماشان

بنابراین می توان دریافت که پروژه‌های انتقال آب بین حوضه‌ای علی‌رغم رفع کمبود آب در حوضه‌ی مقصد در کوتاه مدت، می تواند باعث بروز تغییرات اساسی در حوضه‌های مبدأ و مقصد شود. این در حالیست که تصمیم‌سازان و تصمیم-گیرندگان این پروژه‌ها اگر بتوانند به شیوه‌های مختلف برای جبران و کنترل آثار اقتصادی وعده و وعید بدهند، قطعاً از تهدیدات اجتماعی، زیست محیطی و ژئومورفولوژیکی نمی‌توانند با سهل‌انگاری عبور کنند.

۴-۴- جایگاه قانونی انتقال آب بین حوضه‌ای

با اینکه چارچوب‌هایی برای مدیریت منابع آب در دنیا وجود دارد (برای مثال، چارچوب قانونگذاری آب اتحادیه‌ی اروپا)، اما باید در جهت رفع کمبود منابع آب در حوضه‌های آبریز داخلی، افزایش کارایی استفاده از آب و برطرف نمودن نگرانیهای محیط زیستی در کشور اقدامات جدی انجام داد. اجرای سیاست‌های ملی آب نیازمند به‌روزرسانی چارچوب حقوقی آن است. لازم است که اهالی سیاست این چارچوب حقوقی را درونی‌سازی کنند و آن را به کار گیرند؛ چرا که، در غیر این صورت، سیاست مدیریت یکپارچه منابع آب در حد یک مرجع صرف باقی خواهد ماند(کلانتری و همکاران، ۱۳۹۶).

متأسفانه به علت تسلط ذهنیت فناورانه بر منابع آب، مدیریت آب در ایران بیشتر رویکردی فنی دارد تا رویکردی نهادی و حقوقی. لذا ضروریست قوانین همواره به‌روز شوند تا بتوان حکمرانی خوبی برای آب داشت و به‌علاوه باید ذهنیت برنامه‌ریزان و مدیران درباره‌ی قوانین قبلی نیز به‌روز شود. بیشتر قوانین آب ایران در دهه‌های گذشته وضع شده‌اند و همچنان به کار گرفته می‌شوند، در حالی که هنگام وضع آن قوانین کشور فاقد محدودیت-های آبی بوده است.

۱-۴-۴ معیارهای بین المللی انتقال آب بین حوضه‌ای

در سال ۱۹۸۷ گزارشی با عنوان «آینده مشترک»، در کمیسیون جهانی محیط زیست و توسعه سازمان ملل توسط لند براند ارائه شد و در آن مفهوم پایداری در محیط‌زیست به صورت تأمین نیازهای نسل حاضر و نسل‌های آینده با حفظ حقوق آن‌ها و درعین حال حفظ انسجام فرهنگی، اکولوژیکی و هیدرولوژیکی جوامع تعریف گردید. در پایداری سیستم‌های منابع آب باید سه مفهوم طبیعت، نسل حاضر و نسل آینده مدنظر قرارگیرند. در طرح‌های انتقال آب در راستای توسعه پایدار نیز می‌بایستی شاخص‌هایی نظیر کارایی، اثربخشی، تطبیق‌پذیری، برگشت‌پذیری و آسیب‌پذیری رعایت گردد، تا پروژه در دراز مدت مفید و موثر باشد.

برنامه بین المللی آبشناسی(IHP) وابسته به سازمان یونسکو پنج معیار را برای توجیه یا رد پروژه های انتقال آب بین حوضه‌ای معرفی کرده است. این معیارها عبارتند از:

۱) در صورتی که حوضه مقصد در حال حاضر یا سال‌های آینده نزدیک دچار بحران آبی شده و یا رشد و توسعه منطقه از لحاظ مسائل مختلف منوط به تأمین آب به روش انتقال باشد و یا انتقال آب از حوضه مبدأ، توسعه این منطقه را در حال حاضر یا آینده دچار بحران و مشکل جدی نکند.

۲) توسعه حوضه‌ی مبدأ در آینده نباید به طور قابل ملاحظه‌ای در اثر کمبود آب محدود شود.

۳) طرح نباید بر محیط‌زیست اثرات تخریبی زیاد و غیرقابل‌جبران داشته باشد. ارزیابی جامع پیامدهای زیست‌محیطی بایستی نشان دهد که سطح معقولی از قطعیت وجود دارد که طرح انتقال، به شکل اساسی کیفیت زیست‌محیطی را در حوضه مبدأ یا مقصد تخریب نمی‌کند.

۴) ارزیابی جامع پیامدهای اجتماعی- فرهنگی بایستی نشان دهد، سطح معقولی از قطعیت وجود دارد که طرح انتقال، سبب بروز اختلال اساسی اجتماعی - فرهنگی در حوضه مبدأ یا مقصد نخواهد شد. اگر طرح در حوضه مبدا یا در طول مسیر، مسایل اجتماعی فراوان داشته باشد، نباید اجرا شود.

۵) منافع خالص ناشی از اجرای طرح بایستی عادلانه میان حوضه‌های مبدأ و مقصد تقسیم شود. پس نه تنها طرح باید بازده اقتصادی داشته باشد، بلکه منافع آن نیز نباید فقط برای مجری طرح یا مقصد صرف شود (International Hydrological Program 1999). بنابراین هر گونه پروژه‌ی انتقال آب باید براساس این پنج معیار ارزیابی شود.

۴-۴-۲- معیارهای انتقال آب بین حوضه‌ای از دیدگاه توسعه‌ی پایدار

از دیدگاه دنیل پیتر لاکس به منظور توسعه پایدار آب، باید ابعاد ذیل را مدنظر قرار داد.

۱-بعد اجتماعی ۲- بعد اقتصادی ۳- بعد فنی زیست محیطی.

بنابراین برای دسترسی به توسعه پایدار در عرصه منابع آب، شرایط خاص فرآیند برنامه ریزی و طراحی و بهره برداری و نگهداری از سامانه های منابع آب ضروری است. از دیدگاه پیتر لاکس منابع آب پایدار، منابعی هستند که خصوصیات زیر را دارا باشند:

- از نظر فنی: طراحی و مدیریت موثر آنها در گرو ایجاد تعادل بین تقاضا و تامین آب باشد.
- از نظر زیست محیطی: سامانه های آب نباید آثار منفی زیست محیطی دراز مدت داشته باشند.
- از نظر مالی: کل هزینه های مربوط به توسعه و مدیریت سامانه ها باید قابل برگشت باشند.
- از نظر اجتماعی: جامعه باید از این سامانه ها حمایت کرده و تمایل خود را برای بازپرداخت خدمات ارائه شده از طریق این پروژه ها ابراز نماید.
- از نظر ساختاری: نهادهای مسئول باید ظرفیت و توانایی برنامه ریزی، مدیریت ردیابی و ایجاد تطابق با شرایط متغیر را داشته باشد(پیتر لاکس، ۱۳۹۳).

بنابراین از دیدگاه حقوق توسعه پایدار، معیارهای زیر باید در طرحهای انتقال آب بین حوضه‌ای مورد توجه قرار گیرند(مریدسادات و همکاران، ۱۳۹۰):

- زیرساخت بودن پروژه در منطقه.
- تاثیر پروژه در مهار و کنترل آب های جاری و به ویژه آب های مشترک مرزی.
- وابستگی صنایع و کشاورزی و شرب به آب انتقالی در دو حوضه مبدأ و مقصد.
- بررسی پتانسیل های موجود در حوضه مبدأ.
- بهبود اراضی کشاورزی و افزایش تولیدات، کارآفرینی و ایجاد اشتغال و جلوگیری از بیکاری.
- بررسی کیفیت آب در حوضه مبدأ از سرچشمه تا پایین دست و آخرین برداشت کننده های آب و برآورده سازی نیاز زیست محیطی محل تخلیه اعم از دریا، تالاب و. ..
- بررسی تغییرات سطح ایستابی در حوضه مبدأ و نشست اراضی در صورت پایین افتادن سطح آب های زیرزمینی.
- اثرات پروژه بر حذف و یا تخریب جاذبه های گردشگری.
- برقراری عدالت اجتماعی در تخصیص آب حوضه‌ای و الزام محرومیت زدایی از حوضه های مبدأ و مقصد.
- رخداد آثار سوء اجتماعی و مهاجرت بی‌رویه از حوضه مبدا و تمرکز در حوضه‌های مقصد با توجه به وجود آب نقش همه جانبه و مدیریت یک‌پارچه منابع آب کشور.
- تاثیر پروژه در طرح آمایش سرزمین

- رضایت مردم
- -امنیت اجتماعی
- رفاه اجتماعی
- حفظ محیط زیست
- بهره برداری پایدار
- بهره وری اقتصادی

۴-۴-۳- جایگاه قانونی انتقال آب بین حوضه‌ای در ایران

کشورهای مختلف در سند ملی خود تلاش‌های زیادی برای تعریف معیارهای پایداری صورت داده‌اند. این تلاش‌ها معطوف به تهیه معیارهایی بوده که در قالب مدیریت به هم پیوسته منابع آب قرار بگیرد. ایران نیز در سال‌های اخیر به سمت تعریف و تصویب چشم انداز راهبردهای بلند مدت و سیاست‌های توسعه پایدار منابع آب کشور گام‌های مؤثری برداشته است. در برنامه چهارم توسعه کشور نسبت به تصمیم‌گیری تک محوره سنتی(اقتصادی/ مالی) به مسائلی همچون اهمیت تصمیم‌گیری بر اساس معیارهای زیست‌محیطی، انسانی- اجتماعی، اقتصادی، سیاسی- امنیتی، مالی و. .. توجه شده است. مهم‌ترین بند قانونی در مورد طرح‌های انتقال آب بین حوضه‌ای در کشور ما، در بند(۵) ماده(۱۷) قانون برنامه چهارم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی آمده که در این ماده قانونی تصریح شده طرح‌های انتقال آب بین حوضه‌ای باید از دیدگاه توسعه پایدار، با رعایت حقوق ذینفعان و برای تأمین نیازهای مختلف مصرف، مشروط به توجیه فنی، اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی و منافع ملی مورد نظر قرار گیرد(مریدسادات و همکاران، ۱۳۹۰). بندهای این قانون به شرح ذیل است:

۱) اجرای مفاد تبصره (۱) ماده (۱۰۶) و ماده (۱۰۷) قانون برنامه سوم توسعه در طول اجرای برنامه چهارم توسعه و با اصلاح ساختار مصرف آب و استقرار نظام بهره‌برداری مناسب و با استفاده از روشهای نوین آبیاری و کم‌آبیاری، راندمان آبیاری و به تبع آن کارایی آب به ازای یک متر مکعب در طی برنامه، بیست و پنج درصد (۲۵٪) افزایش یافته و با اختصاص به محصولات با ارزش اقتصادی بالا و استفاده بهینه از آن موجبات افزایش بهره‌وری آب را فراهم سازد.

۲) به منظور ایجاد تعادل بین تغذیه و برداشت سفره‌های آب زیر زمینی در دشت‌های با تراز منفی، دولت مکلف است با تجهیز منابع مالی مورد نیاز و تمهیدات سازه‌ای و مدیریتی، مجوزهای بهره‌برداری در این دشتها را بر اساس مصرف معقول (موضوع ماده ۱۹ قانون توزیع عادلانه آب) که با روشهای نوین آبیاری قابل دسترس است، اصلاح نماید بطوریکه تا پایان برنامه چهارم تراز منفی سفره‌های آب زیر زمینی بیست و پنج درصد (۲۵٪) بهبود یابد.

۳) ارزش اقتصادی آب در هر یک از حوضه‌های آبریز، با لحاظ ارزش ذاتی و سرمایه‌گذاری برای بهره‌برداری حفاظت و بازیافت در برنامه‌های بخش‌های مصرف منظور گردد. آیین‌نامه اجرایی این بند در طی سال اول برنامه تهیه و به تصویب هیأت وزیران خواهد رسید.

۴) به منظور تسریع در اجرای طرحهای استحصال، تنظیم، انتقال و استفاده حداکثر از آبهای رودخانه‌های مرزی و منابع آب مشترک، دولت موظف است سالانه دو درصد (۲٪) از مجموع اعتبارات طرحهای تملک دارائیهای سرمایه‌ای بودجه عمومی را در لوایح بودجه سنواتی تحت برنامه مستقل منظور و در چارچوب موافقت‌نامه‌های متبادله بین سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور و وزارت نیرو برای اجرای طرحهای مذکور به صورت صددرصد (۱۰۰٪) تخصیص یافته هزینه نماید.

۵) طرحهای انتقال آب بین حوضه‌ای که از دیدگاه توسعه پایدار، با رعایت حقوق ذینفعان و برای تأمین نیازهای مختلف مصرف، مشروط به توجیه فنی اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی و منافع ملی مورد نظر قرار گیرد.

۶) مبادله آب با کشورهای همجوار با رعایت اصل هفتاد و هفتم (۷۷) قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران و منافع ملی و توجیه‌های فنی، اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی بر اساس طرح جامع آب کشور و با تصویب هیأت وزیران به عمل آید.

۷) فرهنگ صحیح و منطقی مصرف آب، از طریق تدوین الگوی مصرف بهینه آب، اصلاح تعرفه‌ها برای مشترکین پرمصرف، به تدریج با نصب کنتورهای جداگانه برای کلیه واحدهای مسکونی و اجرای طرحهای مدیریت مصرف آب در شهرها و روستاهای کشور گسترش یابد.

- تبصره- قانون الحاق یک بند و دو تبصره به ماده (۱۳۳) قانون برنامه سوم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران (موضوع تعیین الگو و هزینه‌های مازاد بر الگوی مصرف آب) برای دوره برنامه چهارم (۱۳۸۸-۱۳۸۴) تنفیذ می‌گردد.

۸) هماهنگی اعتباری در تهیه و اجرای همزمان طرحهای تأمین آب و طرحهای مکمل نظیر شبکه‌های آبیاری و زهکشی در پایین دست و طرحهای آبخیزداری در بالادست سدهای مخزنی به عمل آید.

۹) برای تداوم اجرای احکام تبصره (۷۶) قانون برنامه دوم توسعه و ماده (۱۰۶) قانون برنامه سوم توسعه و به منظور گسترش سرمایه‌گذاری، با اولویت در طرحهای شبکه‌های آبیاری - زهکشی و طرحهای تأمین آب که دارای توجیه فنی و اقتصادی هستند، منابع عمومی با منابع بانک کشاورزی و بهره‌برداران تلفیق میگردد. در آیین‌نامه اجرایی این بند که به تصویب هیأت وزیران می‌رسد چگونگی تعیین عناوین و سهم حمایت دولت مشخص می‌گردد.

۱۰) برنامه‌های اجرائی مدیریت خشکسالی را تهیه و تدوین نماید.

۱۱) آیین‌نامه‌های اجرائی این ماده با پیشنهاد وزارت نیرو و سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور به تصویب هیأت وزیران می‌رسد .

علاوه براین دربند(ک) ماده ۲ آئین نامه اجرائی بند(الف) ماده (۱۰۴) قانون برنامه سوم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی مبنی بر تسریع در اجرای طرحهای آبخیزداری با اولویت دادن به احیای پوشش گیاهی بویژه درحوضه هایی که بحرانی شناخته شده اند، از جمله حوضه های آبخیز سدها، تصریح شده که پیش نیاز اجرای طرح هایی از قبیل انتقال آب

بین حوضه ای که در آنها احداث سد نیز پیش بینی شده، انجام عملیات آبخیزداری، حفاظت خاک و کنترل فرسایش خاک است.

در **راهبردهای بلند مدت توسعه منابع آب** (مصوب هیئت وزیران مورخ ۱۳۸۲/۷/۲۷) نیز بندهائی بشرح ذیل مرتبط با انتقال آب بین حوضه‌ای تدوین شده است:

بند ۲- بهره‌برداری از منابع آب کشور در هر یک از حوضه‌های آبریز با رعایت ظرفیت تحمل آنها به گونه‌ای برنامه‌ریزی شود که میزان استحصال از آبهای زیرزمینی حسب مورد (بیلان منفی) از میزان فعلی تجاوز نکرده واقدامات سازه‌ای و غیرسازه‌ای برای تعادل بخشی آنها و تأمین نیازهای جدید کشور صورت گیرد، به طوری که سهم بهره‌برداری از منابع آب سطحی از رقم چهل و شش درصد (۴۶٪) فعلی به حدود پنجاه و پنج درصد (۵۵%) دربیست سال آتی افزایش یابد و حداقل نیاز محیط های طبیعی آبی به طور پایدار تأمین گردد.

بند۷- با توجه به نقش آب در توسعه ملی و ارزش اقتصادی آن در بازارهای منطقه با لحاظ منافع ملی و بر اساس طرح جامع آب کشور، مبادله آب با کشورهای همجوار با رعایت توجیهات فنی، اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی در برنامه های توسعه لحاظ گردد .

بند۸- در تهیه طرح های توسعه کالبدی و آمایش سرزمین، محدودیت منابع آب کشور از نظر کمی و کیفی و توزیع مکانی و زمانی آن به لحاظ هزینه فرصت و ارزش ذاتی آب مورد توجه و عمل قرار گرفته و برنامه های توسعه بخش های آب و کشاورزی، صنعت و معدن، انرژی، عمران شهرها و روستاها و سایر بخش ها در هر یک از حوضه های آبریز با رعایت ظرفیت تحمل آنها تهیه و به اجرا درآید

بند ۹- طرحهای انتقال آب بین حوضه‌ای از دیدگاه توسعه پایدار، با رعایت حقوق ذی‌نفعان و برای تأمین نیازهای مختلف مصرف، مشروط به توجیهات فنی، اقتصادی، اجتماعی و منافع ملی مورد نظر قرار گیرد.

بند ۱۰- ساختار مدیریت آب کشور در جهت تمرکززدایی در اجرا و بهره‌برداری با افزایش نقش مشارکت مردم و سازمانهای محلی و جامع‌نگری در چرخه آب و با ملحوظ نمودن حوضه‌های آبریز به عنوان واحدهای طبیعی مدیریت آب و واحدهای استانی برای عملیات اجرایی و مشارکت بهره‌برداران، با رعایت قوانین و مقررات بهبودیافته و اصلاح گردد.

بند ۱۵- مهار آبهای خروجی، استفاده از آبهای مشترک و ساماندهی رودخانه‌های مرزی با رعایت جنبه‌های اقتصادی و زیست محیطی تحقق یابد[۱۳].

همچنین از آنجا که اجرای پروژه های انتقال آب بین حوضه‌ای اثرات جدی بر مؤلفه های محیط زیست خواهند گذاشت، تعریف طرحهای انتقال آب در چهارچوب قوانین زیست محیطی الزامیست. در حال حاضر مهمترین و معتبرترین قانون مرتبط با ارزیابی زیست محیطی، ماده ۱۰۵ قانون برنامه سوم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران، تنفیذ شده در ماده ۷۱ قانون برنامه چهارم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران- مصوب ۱۳۸۳-

۱۳. مرکز پژوهشهای مجلس شورای اسلامی، https://rc.majlis.ir/fa/law/show/125127

و آئین نامه اجرائی آن موضوع تصویب نامه شماره ۴۰۱۸/ت ۳۱۶۱۳ ه مورخ ۱۳۸۷/۱/۲۰ هیئت وزیران و اصلاحیه ۱۰۴۵۲۲/ت ۴۰۴۴۰ ک مورخ ۱۳۸۸/۵/۲۴ کمیسیون امور زیر بنایی، صنعت و محیط زیست می باشد که بدین شرح است:

ماده ۱۰۵ قانون برنامه سوم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی: کلیه طرحها و پروژه های بزرگ تولیدی و خدماتی باید پیش از اجرا و در مرحله انجام مطالعات امکان سنجی و مکان یابی، براساس ضوابط پیشنهادی شورای عالی حفاظت محیط زیست و مصوب هیأت وزیران مورد ارزیابی زیست محیطی قرار گیرد. رعایت نتایج ارزیابی توسط مجریان طرحها و پروژه های مذکور الزامی است. نظارت بر حسن اجرای این ماده برعهده‌ی سازمان برنامه و بودجه می باشد.

تبصره- سازمان حفاظت محیط زیست موظف است راهکارهای عملی و اجرائی پروژه های عمرانی و اشتغال زائی در مناطق حفاظت شده را به طریقی فراهم نماید که ضمن رعایت مسائل زیست محیطی، طرحهای توسعه عمرانی متوقف نگردد.

ماده ۳۱ قانون برنامه چهارم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی: دولت موظف است، به منظور افزایش کارآمدی و اثر بخشی طرحها و پروژه‌های سرمایه‌گذاری با رویکرد نتیجه‌گرا و دستیابی به سیستم کنترل کیفی، متناسب با شرایط اقتصادی و اجتماعی و اقلیمی کشور، تا پایان سال اول برنامه چهارم، نسبت به تدوین نظام فنی و اجرایی کشور و اجرای آن در تمامی دستگاههای موضوع ماده (۱۶۰) این قانون به شرح ذیل اقدام نماید:

الف- سازوکار ارزیابی پروژه‌های پیشنهادی پس از حصول اطمینان از تأمین اعتبار، با رویکرد توجیه فنی، اقتصادی و زیست محیطی را، به منظور جلوگیری از اجرای پروژه‌های فاقد توجیه، از ابتدای برنامه چهارم، ایجاد نماید.

ب- حذف تقاضای مفاصاحساب(سند تصفیه حساب) حقوق دولتی در خاتمه کار از پیمانکاران و مشاوران.

موضوع انتقال آب بین حوضه‌ای از نظر سند نهائی چشم انداز ۲۰ ساله جمهوری اسلامی ایران هم دور نمانده است که در ادامه به آنها اشاره می شود:

ماده۱۹ سند نهائی چشم انداز ۲۰ ساله جمهوری اسلامی ایران:

آمایش سرزمینی مبتنی بر اصول ذیل:

- ملاحظات امنیتی و دفاعی.
- کارآیی و بازدهی اقتصادی.
- وحدت و یکپارچگی سرزمین.
- گسترش عدالت اجتماعی و تعادلهای منطقه‌ای.
- حفاظت محیط زیست و احیای منابع طبیعی.
- حفظ هویت اسلامی، ایرانی و حراست از میراث فرهنگی.
- تسهیل و تنظیم روابط درونی و بیرونی اقتصاد کشور.

- رفع محرومیتها خصوصاً در مناطق روستایی کشور.

ماده۴۰ سند نهائی چشم انداز ۲۰ ساله جمهوری اسلامی ایران:

- توجه به ارزش اقتصادی، امنیتی، سیاسی و زیست محیطی آب در استحصال، عرضه، نگهداری و مصرف آن.
- مهار آبهایی که از کشور خارج می‌شود و اولویت استفاده از منابع آبی مشترک.

۴-۴-۳-۱- حقوق آب‌های مرزی و مشترک

رودخانه های مرزی و مشترک یکی از مهمترین عوامل تشدیدکننده تضادهای بین المللی هستند. هم اکنون میان ۱۴۵ کشور جهان در حدود ۲۵۰ رودخانه مشترک وجود دارد. مخاطرات طبیعی از جمله تغییرات آب وهوایی و خشکسالی از یک طرف و افزایش جمعیت و توسعه‌ی کشاورزی و صنعت از طرف دیگر موجب شده است که تنش و درگیری میان کشورهای همسایه که دارای آبهای مشترک مرزی هستند روز به روز افزایش پیدا کند.

ایران با کشورهای همجوار دارای مرزهای آبی متعدد و متنوعی است. نزدیک به ۲۲ درصد (۱۹۱۸ کیلومتر) از مرز مشترک کشور را ۲۶ رودخانه بزرگ و کوچک تشکیل می‌دهد. مهم‌ترین رودخانه‌هایی که از کشور خارج می‌شوند رودخانه-های شمال استان خراسان از جمله رودخانه اترک و رودخانه‌های غرب کشور از جمله رودخانه زاب، رودخانه سیروان، رودخانه کرخه و. .... است. به دلیل فلات بودن سرزمین ایران و اشراف آن بر جلگه های همجوار از جمله سواحل پست دریاچه خزر در شمال و جلگه‌ی بین النهرین در غرب، این رودخانه‌ها عمدتاً از ایران سرچشمه گرفته و پس از طی مسیری از کشور خارج می‌شوند.

سیاست تقنینی کشورها در ارتباط با آب‌های مرزی مشترک یکسان نیست. به عنوان مثال، در کشور ایران سیاست تقنینی خاصی در خصوص آبهای مرزی و مشترک وجود ندارد و در خصوص آبهای مرزی که تقریباً ۲۲ درصد از مرزهای کشور را تشکیل می‌دهد، سند چشم‌انداز ۲۰ ساله جمهوری اسلامی که میثاق ملی توسعه همه جانبه اقتصادی، سیاسی، و اجتماعی کشور محسوب می‌شود، مجریان کلان کشور را ملزم کرده است که با اعمال مدیریت صحیح بر منابع آبی مرزی کشور، زمینه استفاده بهینه از رودخانه‌های دائمی و فصلی مرزی را فراهم کند و بر اساس برنامه پنجم توسعه، دولت نیز مکلف است که مانع از خروج آب از مرزها شود و شرایط تغییر مسیر و بازگرداندن آب به داخل کشور را فراهم کند. در حال حاضر میزان بهره‌برداری از آب‌های سطحی مرزی بر اساس تفاهم‌نامه و موافقت‌نامه‌های بین کشور ایران و کشورهای همجوار می‌باشد که در بیشتر مواقع این حقابه به صورت ۵۰ ـ ۵۰ در نظر گرفته شده است.

از طرف دیگر با توجه به اینکه آب در قانون اساسی به عنوان انفال و سرمایه ملی تلقی شده، دولت و وزارت نیرو این اختیار را دارند که وارد مقوله انتقال بین حوضه‌ای شوند. سیاست این وزارتخانه آن است که منابع آب یک استان و یک منطقه به مردم آن استان تعلق ندارد، بلکه مردم آن منطقه فقط اولویت بهره برداری از منابع آب را دارند. در این چارچوب برای بهره برداری منابع آب یک استان ابتدا اولویت با مردم آن استان است و در مرحله بعد طرح های انتقال آن مطرح می شود. بنابراین با رعایت اولویت بهره برداری برای حوضه مبداء، طرح های انتقال آب پس از مطالعات اقتصادی، اجتماعی و

زیست محیطی انجام می گیرد. با وجود این به نظر می رسد هنوز شفافیت لازم در مورد چارچوب های قانونی و اولویت های منطقه‌ای وجود ندارد.

۴-۴-۳-۱- انتقال آب بین حوضه‌ای از دیدگاه زیست محیطی در ایران

در کشور ایران، بر اساس ماده ۶ و ۷ از قانون حفاظت و بهسازی محیط زیست و با توجه به اصـــــل پنجاهم قانون اساسی، موضوع ارزیابی اثرات زیست محیطی برای اولین بار شکل گرفت و برطبق مصوبه مورخ ۷۳/۱/۲۳ شورای عالی حفاظت محیط زیست قانونمند گردید و بر اساس آن برخی از پروژه ها از جمله سدها (با ارتفاع بیش از ۱۵ متر و یا دارای ساختارهای جانبی بیش از چهل هکتار و یا مساحت دریاچه بیش از چهار صد هکتار) جزء پروژه‌های موظف به تهیه گزارش ارزیابی اثرات زیست محیطی محسوب گردیدند(ثابت رفتار و مصطفی‌پور، ۱۳۸۶).

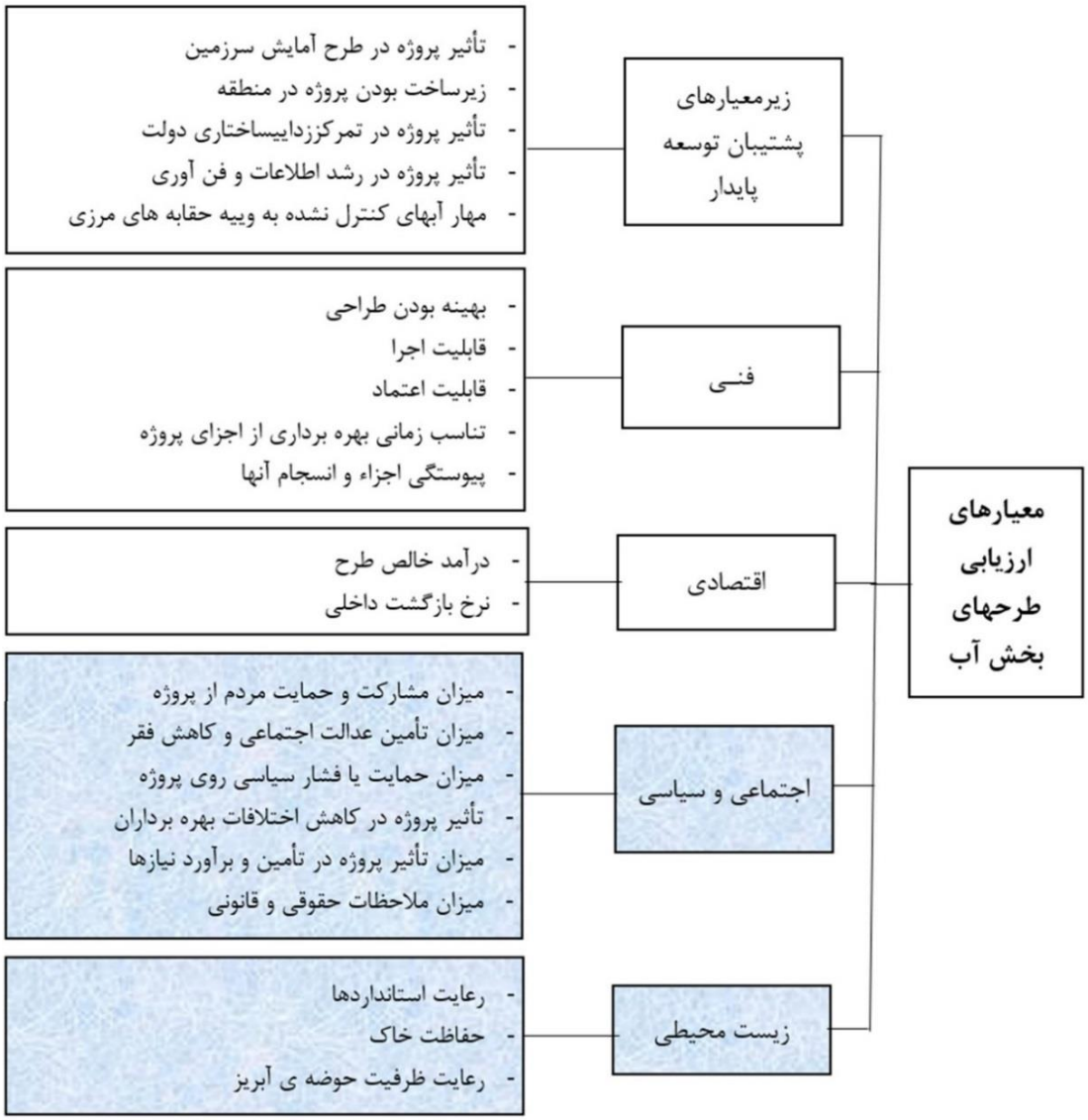
در سال ۱۳۸۳ هجری شمسی، علیرضا طباطبایی و رضا مکنون در تحقیقی با عنوان "ارزیابی زیست محیطی راهبردی منابع آب"، در اولین کنگره ملی مهندسی عمران در دانشگاه صنعتی شریف، به منظور ارزیابی زیست محیطی راهبردی در فرآیند انتقال آب بین حوضه‌ای، با توجه به سطوح و شاخص‌های در نظر گرفته شده، یک مدل سلسله مراتبی پیشنهاد نمودند که در آن چهار سطح مشخص شده است. از سطح مسائل مربوط به سیاستهای کلان آغاز گشته و به سطح مسائل مربوط به پروژه‌های اختصاصی که در آن از تکنیک EIA[14] جهت ارزیابی اثرات زیست محیطی استفاده می‌شود، ختم می‌گردد(شکل ۴-۲).

شکل(۴-۲) مدل پیشنهادی سلسله مراتبی در ارزیابی زیست محیطی راهبردی(طباطبایی و مکنون، ۱۳۸۳)

14. Environmental Impact Assessment

لذا با توجه به شکل(۴-۲) در چهارچوب ارزیابی زیست محیطی راهبردی، هم در سطح سیاستهای کلان، از طریق ارزیابی مسائل کلان مربوط به اکوسیستم، هم در سطح سیاستهای میانی، از طریق ارزیابی پایداری محیط زیست و شناسایی عوامل مهم ناپایداری و هم در مسائل مربوط به سطح هماهنگی بین برنامه‌ها در فرآیند انتقال آب از طریق شناسایی عناصر کلیدی از دیدگاه زیست محیطی در اجرای برنامه ها، می توان پاسخگوی چالشهای زیست محیطی پروژه های انتقال آب بود.

با بررسی سوابق مطالعات و معیارهای تصمیم‌گیری پروژه‌های آبی در سایر کشورها و ایران و لحاظ معیارهای مطرح در سند ملی ایران و سایر پروژه‌ها، اردکانیان و ضرغامی، در سال ۱۳۸۳ درخت سلسله مراتبی در شکل(۳-۴) به عنوان معیار انتخاب ارزیابی پروژه‌های عمرانی بخش آب پیشنهاد نموده‌اند:



شکل(۴-۳) درخت سلسله مراتبی معیارها و زیرمعیارها برای ارزیابی پروژهای عمرانی بخش آب(اردکانیان و ضرغامی، ۱۳۸۳)

با توجه به شکل (۴-۳) یکی از معیارهای ارزیابی طرحهای بخش آب، همچنان که در بند (۴) برنامه بین المللی آبشناسی(IHP) وابسته به سازمان یونسکو، بند(۵) ماده(۱۷) قانون برنامه چهارم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی، بندهای (۷) و (۹) برنامه راهبردهای بلند مدت توسعه منابع آب (مصوب هیئت وزیران مورخ ۱۳۸۲/۷/۲۷) و ماده (۴۰) سند نهائی چشم انداز بیست ساله جمهوری اسلامی ایران، **ملاحظات اجتماعی و سیاسی** است. در حالیکه:

۱) در هیچکدام از حوضه های مبدأ در کشور مشارکت و حمایت مردم از پروژه های انتقال آب بین حوضه‌ای وجود ندارد. پروژه ها بدون انجام نظرسنجی و اطلاع مردم انجام می گیرد. دلیل این ادعا اعتراض مردم در بعضی از حوضه های مبدأ(استانهای خوزستان، چهارمحال و بختیاری و کردستان) در سالهای اخیر به اجرای پروژه های انتقال آب از این استانهاست که در مواردی به خشونت کشیده شده است. شکستن لوله آب در یزد، تجمع در شهرکرد و اهواز و شهرهای دیگر، نمونه هایی از مخالفت مردم محلی با پروژه های انتقال آب به حساب می آیند و این درگیری در شهرستان بلداجی در استان چهارمحال و بختیاری، یک کشته و (۳۰) زخمی و (۱۵) بازداشتی به همراه داشته است(داودی دهاقانی و عامری، ۱۳۹۸).

۲) آمارهای رسمی نشان می دهد که میزان فقر و نبود عدالت اجتماعی در حوضه های مبدأ بیش از حوضه های مقصد است لذا اجرای این پروژه ها هیچگونه توجیه اقتصادی و اجتماعی و فرهنگی ندارد. به عنوان مثال می توان میزان فقر و محرومیت اقتصادی در استانهای خوزستان و کردستان (حوضه مبدأ) را با اصفهان و همدان(حوضه مقصد) مقایسه نمود.

۳) در ارتباط با میزان حمایت یا فشار سیاسی روی پروژه ها، به نظر می رسد، مسئولین با اجرای پروژه های انتقال آب بر روی رودخانه های مرزی نیم نگاهی هم به اعمال فشار سیاسی بر کشورهای همجوار داشته باشند. حوضه های آبریز به عنوان یک سیستم باز مرز سیاسی نمی شناسند، با محیط اطراف خود تبادل ماده و انرژی دارند، از سیستمهای مجاور تأثیر می پذیرند و بر آنها تأثیر می گذارند. لذا هر گونه بحران زیست محیطی در هر کدام از کشورهای همجوار با ایران، کل کشورهای منطقه را تحت تأثیر خود قرار خواهد داد. از این دیدگاست که جلوگیری از ورود آب به کشور عراق بیش از نیاز زیست محیطی، و به دنبال آن کاهش دبی رودخانه دجله در جنوب آن کشور موجب طغیان ریزگردها از آن ناحیه شده و در حدود دوسوم خاک کشورمان را تحت تأثیر خود قرار می دهد. از طرف دیگر در مرزهای شرقی کشور همین استراتژی باعث قطع جریان آب رودخانه هیرمند به داخل کشور و خشک شدن دریاچه‌ی هامون شده است. لذا منطقی ترین راه حل همکاریهای بین المللی و منطقه‌ای و تشکیل کارگروههای مشترک با کشورهای همجوار به منظور حل مشکلات مربوط به آب است.

۴) اجرای پروژه های انتقال آب تأثیر چندانی در حل اختلافات بهره برداران نداشته است و برعکس تنشها را در حوضه های مبدأ افزایش داده است(بروز اختلافات شدید میان بهره برداران در حوضه‌ی زاینده رود). دلیل آن ایجاد پسخوراند مثبت در حوضه‌ی مبدأ به عنوان یک سیستم باز است.

۵) این پروژه ها در کوتا مدت نیازهای آبی حوضه های مقصد را برآورده خواهد نمود ولی در بلند مدت نیاز به آب را تشدید خواهد کرد. گوهری و همکاران در سال ۲۰۱۳ در تحقیقی با عنوان "انتقال آب به عنوان یک راه حل برای کمبود آب: اقدامی که می تواند نتیجه معکوس داشته باشد" اجرای پروژه های انتقال آب بین حوضه‌ای را راهکاری مناسب برای حل مشکل کمبود آب نمی دانند. آنها به ارزیابی قابلیت اطمینان انتقال آب بین حوضه‌ای در مواجه با رشد تقاضای آب در حوضه رودخانه زاینده‌رود پرداختند در این بررسی، یک مدل سیستم دینامیکی برای برقراری ارتباط متقابل بین زیرسیستم‌های مختلف درون حوضه رودخانه شامل زیرسیستم‌های هیدرولوژی، اجتماعی و اقتصادی و کشاورزی توسعه داده شد. نتایج حاصل از شبیه‌سازی طیف وسیعی از گزینه‌های سیاسی ممکن برای حل و فصل مشکلات کمبود آب نشان داد که آب در اصل موتور توسعه سیستم است. بنابراین، تأمین آب بیشتر در حوضه، بدون در نظر گرفتن پویایی مشکلات وابسته به هم، در نهایت به افزایش تقاضای آب منجر می‌شود. از نظر آنها مشکل خطرناکتر توسعه‌ی بدون کنترل و بی‌بازده فعالیتهای کشاورزی است که باعث شده است محدوده‌ی سیستم زاینده‌رود به لحاظ ظرفیت ذخایر طبیعی منابع آبهای زیرزمینی و آبهای سطحی دچار مشکل شود. بنابراین، خیلی زود پس از کامل شدن پروژه‌ی انتقال آب، کمبود آب به دلیل تداوم توسعه و تشدید مهاجرت داخلی به علت درک غلط از میزان دسترسی به آب، دوباره نمایان خواهد شد(پسخوراند مثبت).

۶) معیار دیگر مربوط به ملاحظات اجتماعی و سیاسی به منظور ارزیابی طرحهای مربوط به بخش آب، میزان پایبندی به ملاحظات حقوقی و قانونیست. آنچه در سال‌های اخیر در حوضه‌ی دریاچه ارومیه سبب کاهش ورودی دبی رودخانه‌ها به دریاچه و خشک شدن آن، افت سطح آب زیرزمینی و مرگ تالاب‌ها شده است، اجرای طرح‌های غیرکارشناسی بسیاری در این بخش از کشور بدون توجه به داشته‌های محیطی و اقلیمی منطقه، به بهانه‌ی اشتغال‌زایی و تنها با حمایت‌های سیاسی بوده است. لذا به جای افزایش بازدهی آبیاری در بخش کشاورزی و کاهش ضایعات این بخش، تنها به افزایش سطوح زراعی و باغی برای دستیابی به تولید بیشتر پرداخته شده و امروزه چنین سرنوشتی ناگوار برای مردمان این منطقه رقم خورده است. در چنین شرایطی به جای تأکید بر مدیریت تقاضا، به مدیریت عرضه روی آورده و راه حل مشکل را اجرای پروژه های انتقال آب بین حوضه‌ای معرفی و اجرا کرده اند.

لذا عدم رعایت مفاد قوانین فوق در طرح‌های انتقال آب بین حوضه‌ای در ایران، باعث شده رئیس سازمان حفاظت محیط‌زیست کشور طی نامه مورخ ۱۳۸۶/۷/۲۳ خطاب به وزیر نیرو درخواست نماید که در اجرای اینگونه طرح‌ها شرایط زیست محیطی و اجتماعی مد نظر قرار گرفته شود. در این نامه به این موضوع اشاره شده که طرح‌های انتقال آب بین حوضه‌ای به لحاظ اهمیت و حساسیت فوق‌العاده و گستردگی اکوسیستم‌های تحت تأثیر آن، با مسائلی از قبیل مسائل فنی، اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی زیادی مواجه می‌باشند و در ادامه به طرح‌های انتقال آب بین حوضه‌ای از سرشاخه‌های دز و کارون به فلات مرکزی ایران، نظیر طرح انتقال آب سرشاخه‌های کارون به رفسنجان، طرح انتقال آب از سرشاخه‌های دز به قم‌رود و طرح انتقال آب بین حوضه‌ای بهشت آباد اشاره شده است و اذعان شده این‌گونه طرح‌ها

دارای اثرات شدید تجمعی بویژه بر اکوسیستم رودخانه‌ها، منابع آبی پایین‌دست بوده و مسائل اقتصادی، اجتماعی، زیست محیطی و غیره به دنبال دارد.

آنچه در طرح جامع آب کشور ایران در افق سال ۱۴۰۰ پیش‌بینی شده حجم انتقال آب بین‌حوضه‌ای ۳/۹۸ میلیارد مترمکعب در سال می‌باشد. اما هم اکنون طرح‌های در دست مطالعه فراتر از برنامه طرح جامع آب کشور بوده و حجم انتقال آب بین حوضه‌ای با توجه به ارقام ارائه شده در جدول(۴-۱) بالغ بر ۴/۴۵ میلیارد مترمکعب در سال و ظرفیت طرح‌های در دست اجرا ۲/۲۴ میلیارد متر مکعب می‌باشد. درحال حاضر ۵ پروژه‌ی انتقال میان‌حوضه‌ای با حجم انتقالی سالیانه۱/۲۴ میلیارد مترمکعب- ۴۵ درصد از آن از حوزه‌ی آبریز کارون بزرگ توسط تونل‌های اول و دوم کوهرنگ می باشد- در حال بهره‌برداری است. لذا در صورت عملی شدن طرح‌های مطالعاتی و اجرایی، حجم آب انتقالی در طرح‌های بین حوضه‌ای در مجموع سالیانه به حدود ۸ میلیارد مترمکعب می‌رسد، که این رقم بیش از دو برابر پیش‌بینی طرح جامع آب کشور می‌باشد.

این آمار نشان می‌دهد مدیریت آب کشور به طرح‌های انتقال آب بین حوضه‌ای توجه ویژه دارد. بر این اساس می‌توان گفت سیاست بخش آب کشور در پاسخگویی به نیاز روز افزون آب به جای این‌که بر پایه "مدیریت تقاضا" باشد بر مبنای "مدیریت عرضه " پایه‌گذاری شده است. با وجود این تاکنون مشکل کمبود آب در حوضه های مقصد حل نشده است.

جدول(۴-۱) وضعیت طرح‌های انتقال آب در کشور به میلیون متر مکعب(مریدسادات و همکاران، ۱۳۹۰)

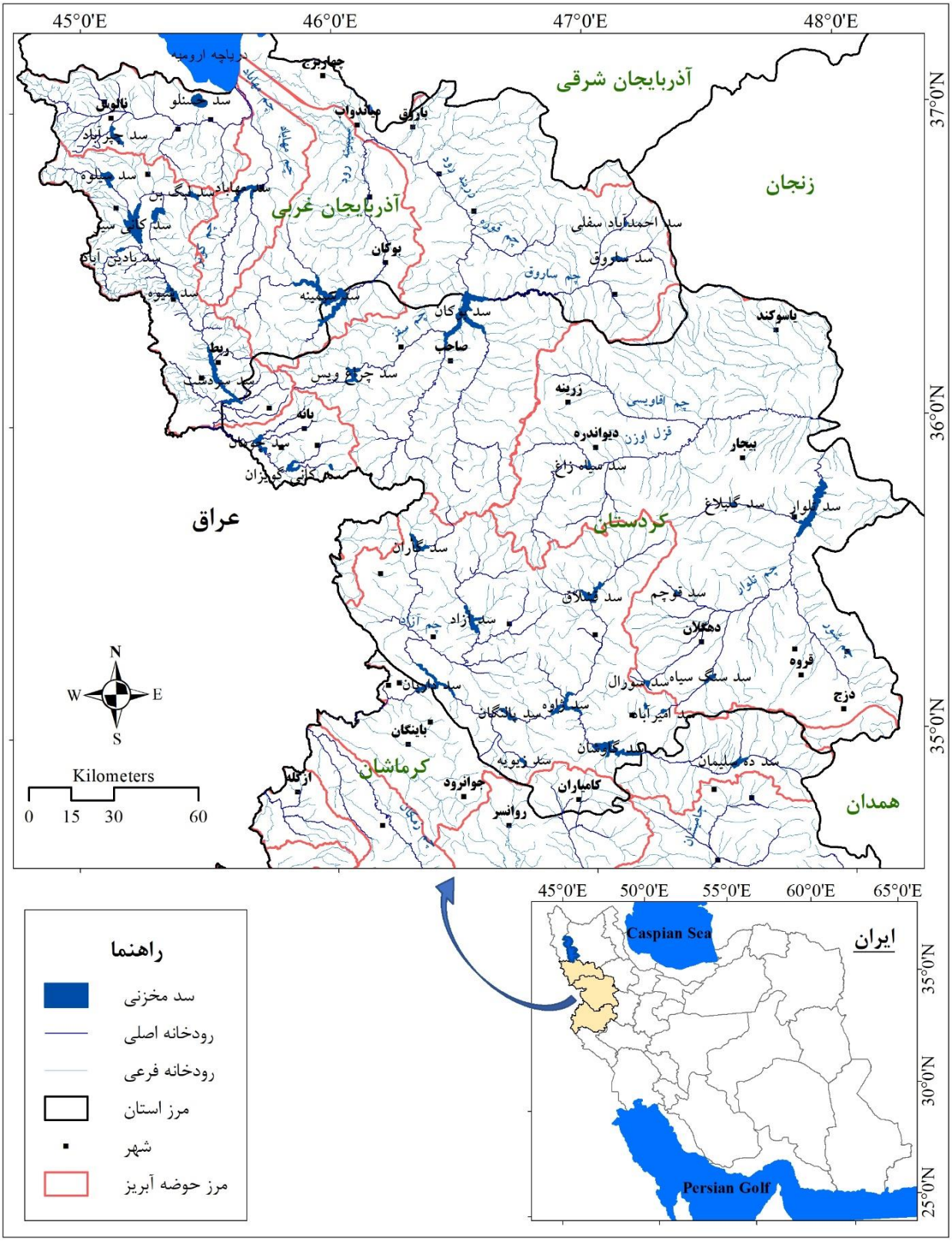
ردیف	وضعیت	شمار طرحها	میزان انتقال آب(میلیون متر مکعب در سال)
۱	پیش‌بینی طرح جامع آب کشور در افق ۱۴۰۰	۲۰	۳۹۸۰
۲	طرح‌های در دست مطالعه	۱۵	۴۴۵۷/۶
۳	طرح‌های در دست اجرا	۱۱	۲۲۴۴
۴	طرحهای در حال بهره‌برداری	۵	۱۲۴۱

۴-۵- مشخصات سدهای مخزنی در محدوده مورد مطالعه

هم اکنون در محدوده استان کردستان ۲۰ سد مخزنی در حال بهره برداری و در حال اجرا وجود دارد که مشخصات کامل آنها در جدول ۴-۳ آورده شده است(شکل ۴-۴). همچنین مطابق داده های جدول ۴-۴ تعداد ۲۸ سد مخزنی نیز در دست مطالعه می باشد. لذا حجم کل آبهای کنترل شده از طریق سدهای در حال بهره برداری و در دست اجرا در استان کردستان ۳۱۵۳/۲ MCM می باشد که از این میزان آب تنها ۹۸۸ MCM در هر چهار بخش شرب، صنعت، کشاورزی و محیط زیست به استان تخصیص داده شده است و بقیه‌ی آن از طریق طرحهای انتقال آب بین حوضه‌ای از استان خارج خواهد شد. اطلاعات جامعتر در جدول ۴-۲ آورده شده است.

جدول(۴-۲) حجم کل سدهای مخزنی و میزان تخصیصها در استان کردستان

وضعیت سد	حجم کل MCM	حجم آبهای ورودی به سد MCM	تخصیص مورد نیاز						تخصیص ابلاغ شده					اراضی به هکتار
			شرب	صنعت	کشاورزی	محیط زیست	جمع	شرب	صنعت	کشاورزی	محیط زیست	جمع	
سدهای بهره برداری اجرایی مطالعاتی	۵۱۸۸	۴۴۷۸	۲۴۰	۹۳	۱۴۳۳	۴۳۵	۲۲۰۱	۱۵۹/۶	۴۹/۵	۵۴۵	۲۴۲/۷	۹۹۶/۷	۱۶۲۹۹۵



شکل (۴-۴) نقشه‌ی موقعیت جغرافیای محدوده مورد مطالعه در غرب کشور

جدول(۴-۳) مشخصات سدهای در حال بهره برداری و در حال اجرا در استان کردستان

ردیف	نام سد	حوزه آبریز	نام محدوده مطالعاتی	سازمان متولی	شهرستان	وضعیت بهره برداری	مختصات جغرافیایی	
							y	x
۱	سورال	سفید رود	قروه- دهگلان	کردستان	دهگلان	بهره برداری	3893750	701250
۲	سیازاخ	سفید رود	دیواندره-بیجار	کردستان	دیواندره	بهره برداری	3970250	681250
۳	زیویه	مرزی غرب	رزاب	کردستان	کامیاران	بهره برداری	3866250	656250
۴	رمشت	مرزی غرب	امیرآباد- تپه اسماعیل	کردستان	کامیاران	بهره برداری	3884363	700353
۵	امیرآباد	مرزی غرب	امیرآباد- تپه اسماعیل	کردستان	کامیاران	در حال اجرا	3882915	706036
۶	عباس آباد	مرزی غرب	چی چوران	کردستان	بانه	در حال اجرا	3969118	589282
۷	گاران	مرزی غرب	رزاب	کردستان	مریوان	بهره برداری	3940382	619267
۸	آزاد	مرزی غرب	رزاب	آب و نیرو	سنندج	بهره برداری	3911384	640847
۹	ژاوه	مرزی غرب	رزاب	آب و نیرو	سنندج	بهره برداری	3885364	671508
۱۰	تلوار	سفید رود	قروه- دهگلان	زنجان	بیجار	بهره برداری	3964898	762790
۱۱	چراغ ویس	دریاچه ارومیه	سقز	کردستان	سقز	بهره برداری	4004189	598903
۱۲	زریوار	مرزی غرب	مریوان	کردستان	مریوان	بهره برداری	3931298	602459
۱۳	سقز	دریاچه ارومیه	سقز	آذربایجان غربی	بوکان	بهره برداری	4032060	636600
۱۴	بانه	مرزی غرب	چی چوران	کردستان	بانه	بهره برداری	3986294	584569
۱۵	قشلاق	مرزی غرب	سنندج	کردستان	سنندج	بهره برداری	3922114	680904
۱۶	گاوشان	مرزی غرب	امیرآباد- تپه اسماعیل	کرماشان	کامیاران	بهره برداری	3871142	681068
۱۷	گلبلاغ	سفید رود	قروه- دهگلان	جهاد کشاورزی	بیجار	بهره برداری	3956835	732299
۱۸	سنگ سیاه	سفید رود	قروه- دهگلان	کردستان	دهگلان	بهره برداری	3896089	724207
۱۹	داریان	مرزی غرب	سروآباد	کرماشان	سروآباد	بهره برداری	3890693	619058
۲۰	قوچم	سفید رود	قروه- دهگلان	کردستان	دهگلان	بهره برداری	3924696	712018

دنباله‌ی جدول(۴-۳):

ردیف	نام سد	نوع سد	وسعت حوضه آبریز کیلومتر مربع	ارتفاع سد از سطح دریا(متر)	ارتفاع سد از پی	ارتفاع سد از بستر	طول تاج (متر)	حجم کل MCM	وسعت دریاچه هکتار	حجم مرده سد MCM
۱	سورال	خاکی - سنگریزه ای با هسته رسی	۴۸	۲۰۲۷	۴۵	۴۱	۲۴	۱۱/۴۲	۱۰۸	۰/۵
۲	سیازاخ	خاکی	۱۰۵۸	۱۸۲۵	۸۴	۷۴	۲۸۵	۲۳۰	۸۵۰	۲۰
۳	زیویه	خاکی با هسته رسی قائم	۸۷	۱۵۸۵	۵۰	۴۳	۵۶۰	۱۶/۲	۱۰۷	۰/۵
۴	رمشت	خاکی همگن	۳۶/۵	۱۷۴۲/۵	۳۱/۷	۳۰/۷	۴۳۱	۵/۵	۴۵	۰/۳
۵	امیرآباد	خاکی همگن	۳۴/۵	۱۷۸۰	۳۱/۵	۳۰/۵	۳۰۵	۵/۷	۵۴	۰/۴
۶	عباس آباد	سنگریزه ای با هسته رسی نا تراوا	۳۹/۸	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۵۲۷	۱۴	۹۴	۰/۰
۷	گاران	خاکی - سنگریزه ای با هسته رسی	۳۰۳	۱۴۲۴/۵	۶۲	۵۸/۵	۵۰۴	۸۴/۴	۴۵۰	۵/۵
۸	آزاد	سنگریزه‌ای با هسته‌ی رسی	۹۶۸/۲۹	-	۱۲۵	-	۵۹۵	۳۰۰	۶۹۴/۸	
۹	ژاوه	بتنی غلظت RCC	۱۸۰۹/۱		۹۵	۸۵	-	۹۳	۴۹۶	۳۷
۱۰	تلوار	خاکی با هسته رسی	۶۰۰۰	۱۶۵۵	۸۸	۷۶	-	۱۴۰	-	-
۱۱	چراغ ویس	سنگریزه ای با هسته رسی	۳۶۳	۱۵۶۰	۶۵	۶۳	۲۴۳	۸۵/۸۲	۴۰۳	۷/۰
۱۲	زریوار	خاکی همگن	۸۷/۹	۱۲۹۲/۰۵	۵	۴	۱۷۷۰	۶۴/۹۱	۱۶۰۰	۸/۵
۱۳	سقز	سنگریزه‌ای با هسته‌ی رسی	۷۰۴۱/۶۲	-	۵۰	-		۸۰۸/۲	۳۷۷۹/۸	-
۱۴	بانه	خاکی - غیر همگن	۳۱/۶	۱۵۸۵	۱۹	-	۱۳۹۲	۴/۱	۳۱۶۰	۰/۴۸۷
۱۵	قشلاق	خاکی - سنگریزه ای با هسته رسی	۱۰۵۰	۱۵۷۸	۸۵	۸۰	۳۳۰	۲۱۵	۸۵۰	۳۰
۱۶	گاوشان	سنگریزه ای با هسته رسی	۲۰۷۵	۱۵۵۱	۱۲۳	۱۱۶	۶۲۰	۵۵۴/۹	۱۶۰۰	۵۰
۱۷	گلبلاغ	خاکی	۷۹/۴	۱۸۱۷/۵	۲۸/۳۵	۲۵/۳۵	-	۸/۱	۱۵۳	۲/۵
۱۸	سنگ سیاه	خاکی با هسته رسی غیر همگن	۲۵۵	۱۸۴۰/۵	۳۳	۲۹/۵	۱۰۸۵	۳۳	۴۳۰	۰/۵
۱۹	داریان	خاکی با هسته رسی	۹۳۲۳/۹۶	-	۱۷۹	-	۳۶۴	۳۳۸	۷۴۱/۲	-
۲۰	قوچم	خاکی با هسته رسی	-	-	۴۲	-	-	۶۴	۱۱۰/۵۸	-

جدول(۴-۴) مشخصات سدهای مطالعاتی در استان کردستان

ردیف	نام سد	مختصات جغرافیایی		حوزه آبریز	نام رودخانه	نام محدوده مطالعاتی	شهرستان
		X	Y				
۱	سیر	685055	3998832	یول گشتی	سفید رود	دیواندره-بیجار	دیواندره
۲	قصریان	686690	3891140	چم شینه	مرزی غرب	امیرآباد- تپه اسماعیل	سنندج
۳	سنته	634453	3994278	خورخوره	دریاچه ارومیه	سقز	سقز
۴	حسن خان	744300	3926300	تلوار	سفید رود	قروه- دهگلان	قروه
۵	اوریه	747276	3888347	اوریه	سفید رود	قروه- دهگلان	قروه
۶	جعفرآباد	704876	4007953	قزل بلاغ وقزلچه کند(جعفرآباد)	سفید رود	ماه نشان- انگوران	بیجار
۷	شیخ بشارت	745886	4013763	کوهزن و کنگرلو	سفید رود	ماه نشان- انگوران	بیجار
۸	مرخز	604541	4018190	مرخز	دریاچه ارومیه	سقز	سقز
۹	سویرو	570971	3985486	ساردکه	مرزی غرب	سردشت	بانه
۱۰	برده زرد	641204	3937308	برده زرد	مرزی غرب	رزاب	مریوان
۱۱	کانی سیف	562341	3987027	سیویچ	مرزی غرب	سردشت	بانه
۱۲	باباخان	743844	4006238	گامیشگای	سفید رود	ماه نشان- انگوران	بیجار
۱۳	زرده کمر	715609	3978068	قزل اوزن	سفید رود	دیواندره-بیجار	بیجار
۱۴	زرین جوب	682914	3855750	زرین جوب	کرخه	کامیاران	کامیاران
۱۵	دزلی	603720	3917140	دوله نار	مرزی غرب	مریوان	مریوان
۱۶	کردکند	655509	4014103	کردکند	دریاچه ارومیه	سقز	سقز
۱۷	ماویان	668121	3855719	ماویان	کرخه	کامیاران	کامیاران
۱۸	سارال	683129	3952409	آله دره	سفید رود	دیواندره-بیجار	دیواندره
۱۹	پالنگان	646322	3882536	ژاوه رود وتنگور	مرزی غرب	رزاب	کامیاران
۲۰	بلبر	617895	3901044	گردلان	مرزی غرب	رزاب	سروآباد
۲۱	کانی گویژان	566663	3973969	گرماب	مرزی غرب	چی چوران	بانه
۲۲	چومان	560704	3979477	چومان	مرزی غرب	چی چوران	بانه
۲۳	قره دره	___	___	یول کشی	سفیدرود	دیواندره-بیجار	بیجار
۲۴	صلوات آباد	___	___	قزل اوزن	سفیدرود	بیجار	بیجار
۲۵	تازه‌آباد گاومیشان	___	___	تلوار	سفیدرود	قروه- دهگلان	قروه
۲۶	ینگی ارخ	___	___	قمچقای	سفیدرود	بیجار	بیجار
۲۷	علی آباد	___	___	خوش مقام	سفیدرود	بیجار	بیجار
۲۸	کمنتو	___	___	کمنتو	دریاچه ارومیه	سقز	سقز

دنباله‌ی جدول(۴-۴):

ردیف	نام سد	سازمان متولی	وضعیت بهره برداری	نوع سد	وسعت حوزه آبریز Km^2	ارتفاع سد از سطح دریا(m)
۱	سیر	کردستان	مطالعاتی	خاکی با هسته رسی	۵۲۲	۱۹۳۱
۲	قصریان	کردستان	مطالعاتی	سنگریزه ای با هسته رسی	۴۶	۱۶۲۱
۳	سنته	کردستان	مطالعاتی	خاکی با هسته رسی	۸۸۴/۵	۱۵۶۷
۴	حسن خان	کردستان	مطالعاتی	خاکی با هسته رسی	۲۵۱۷	۱۷۲۵
۵	اوریه	کردستان	مطالعاتی	خاکی با هسته رسی	۲۷	۲۱۴۰/۷
۶	جعفرآباد	کردستان	مطالعاتی	خاکی با هسته رسی	۱۸۰	۱۹۱۱
۷	شیخ بشارت	کردستان	مطالعاتی	خاکی با هسته رسی	۴۷۶/۵	۱۵۸۸/۵
۸	مرخز	کردستان	مطالعاتی	خاکی با هسته رسی	۵۴/۷۶	۱۶۱۳/۵
۹	سویرو	کردستان	مطالعاتی	خاکی	___	___
۱۰	برده زرد	کردستان	مطالعاتی	خاکی با هسته رسی غیر همگن	۱۹۰	۱۶۷۳
۱۱	کانی سیف	کردستان	مطالعاتی	خاکی با هسته رسی	۶۲	۱۴۴۲
۱۲	باباخان	کردستان	مطالعاتی	خاکی - سنگریزه ای با هسته رسی	۹۱۶/۱	۱۵۷۶
۱۳	زرده کمر	کردستان	مطالعاتی	خاکی سنگریزه ای	۲۶۹۴/۵	۱۶۹۰
۱۴	زرین جوب	کردستان	مطالعاتی	سنگریزه ای با هسته رسی	۵۴	۱۶۵۰
۱۵	دزلی	کردستان	مطالعاتی	سنگریزه ای با هسته رسی	۴۰/۶	۱۶۶۰
۱۶	کردکند	کردستان	مطالعاتی	سنگریزه ای غیرهمگن	۴۴/۲	۱۷۵۴
۱۷	ماویان	کردستان	مطالعاتی	خاکی غیر همگن	۹۶/۳	۱۴۷۰
۱۸	سارال	کردستان	مطالعاتی	سنگریزه ای	۱۴۰	۱۹۶۵/۵
۱۹	پالنگان	آب و نیرو	مطالعاتی	خاکی با هسته رسی	-	-
۲۰	بلبر	آب و نیرو	مطالعاتی	وزنی - قوسی با وزنی دوقوسی	-	-
۲۱	کانی گویژان	آب و نیرو	مطالعاتی	سنگریزه ای با هسته رسی	-	۱۴۱۰
۲۲	چومان	آب و نیرو	مطالعاتی	بتنی دو قوسی	___	۱۲۰۰
۲۳	قره دره	کردستان	امکان یابی	خاکی	___	___
۲۴	صلوات آباد	کردستان	امکان یابی	خاکی	___	___
۲۵	تازه‌آباد گاومیشان	کردستان	امکان یابی	خاکی	___	___
۲۶	ینگی ارخ	کردستان	امکان یابی	خاکی	___	___
۲۷	علی آباد	کردستان	امکان یابی	خاکی	___	___
۲۸	کمنتو	کردستان	امکان یابی	خاکی	___	___

دنباله‌ی جدول(۴-۴):

ردیف	نام سد	ارتفاع سد از پی	ارتفاع سد از بستر	طول تاج (m)	حجم کل MCM	وسعت دریاچه هکتار	تبخیر سالانه MCM
۱	سیر	۶۶	۶۴/۵	۳۹۳	۹۱/۳	۳۷۸	۲/۸
۲	قصریان	۶۰	۵۸	۳۱۰	۷/۷۵	۳۸/۷	-
۳	سنته	۶۴/۵	۵۳	۷۲۰	۷۲/۲	۴۱۴	۳/۱۶
۴	حسن خان	۳۰	۲۷	۴۸۰	۳۱/۳	۵۳۴	-
۵	اوریه	۴۸/۷	۴۰/۷	-	۴	۳۰	-
۶	جعفرآباد	۲۵	۲۰	۷۱۶	۱۰	۱۱۲	۲/۱۱
۷	شیخ بشارت	۴۹	۳۹	۹۱۰	۲۶/۶۵	۲۱۳/۷	۳/۲۱
۸	مرخز	۰/۰	۴۲/۵	۷۸۳	۱۴۸۱	۱۰۹/۷	-
۹	سویرو	-	۵۶	۵۵۰	۳۸	-	-
۱۰	برده زرد	۵۰	۴۷/۴	۲۴۱	۲۵/۴۸	۱۶۲	-
۱۱	کانی سیف	۴۵	۴۱	۵۵۷/۵	۳۸/۵	۳۴۷	-
۱۲	باباخان	۵۹	۴۶	۸۵۱	۶۴/۷	۴۵۰/۷	۳/۸۹
۱۳	زرده کمر	۴۰	۳۶	۴۱۰	۶۲	۶۳۵/۸	-
۱۴	زرین جوب	۷۶	۶۴	۵۱۸	۲۰/۲	۹۳/۹۹	-
۱۵	دزلی	۳۲	۲۶	۲۱۱	۸/۶	۸۸	-
۱۶	کردکند	۷۷/۲	۶۳/۷۳	۳۲۶/۵۳	۱۳	۷۴/۶۴	-
۱۷	ماویان	۴۹	۳۸	۷۳۳/۵	۲۰	۱۷۴/۲	-
۱۸	سارال	۴۴/۵	۴۰/۵	۲۵۰/۵	۱۹/۷	۱۵۵	۲/۲۳
۱۹	پالنگان	۱۲۵	-	-	-	-	-
۲۰	بلبر	-	-	-	-	-	-
۲۱	کانی گویژان	۱۰۰	-	۲۸۰	-	-	-
۲۲	چومان	۱۲۱	-	۲۸۰	-	-	-
۲۳	قره دره	-	۵۴	۴۳۶	۸۷	-	-
۲۴	صلوات آباد	-	۴۶	۹۲۶	۳۰۰	-	-
۲۵	تازه‌آباد گاومیشان	-	۳۰/۶	۸۶۶	۵۵	-	-
۲۶	ینگی ارخ	-	۳۴	۶۱۶	۵۵	-	-
۲۷	علی آباد	-	۱۸	۳۵۸	۲۴	-	-
۲۸	کمنتو	-	۲۶	۳۰۰	۸۵/۵	-	-

جدول(۴-۵) جزئیات تخصیص آب طرح‌های توسعه منابع آب و برداشتهای مستقیم برای مصارف مختلف استان کردستان

	ردیف	نام سد	تخصیص ابلاغ شده شرب	تخصیص ابلاغ شده صنعت	تخصیص ابلاغ شده کشاورزی	تخصیص ابلاغ شده محیط زیست	جمع تخصیص ابلاغ شده م.م.م.	آبزی‌پروری تخصیص جدید (تن)	سطح زیر کشت (هکتار)	سطح مورد درخواست (هکتار)	سطح زیر کشت افزایش یافته (هکتار)
حوضه آبریز سفیدرود	۱	سورال	۰/۰	۰/۰	۴۲	۰/۳	**۴۲/۳**	۱۵۰	۷۰۰۰	۷۰۰۰	۷۰۰۰
	۲	سنگ سیاه	۰/۰	۱	۱/۲	۱/۴	**۳/۶**	۵۰	۲۰۰	۳۱۰۰	-
	۳	تلوار	۰/۰	۰/۰	۶/۰	۰/۰	**۶**	۰/۰	۱۰۰۰	۷۰۰۰	۱۰۰۰
	۴	گلبلاغ	۰/۰	۰/۰	۰/۸	۰/۵	**۱/۳**	۵۰	۱۳۳	-	-
	۵	سیازاخ	۸/۱	۱۰/۸	۴۱/۵	۲۰/۱	**۸۰/۵**	۰/۰	۶۹۱۷	۱۷۰۰۰	۶۹۱۷
	۶	قوچم	۲۴/۷	۸	۰/۰	۰/۳۳	**۳۳**	-	-	۸۰۰۰	-
	۷	بندهای موجود	۰/۰	۰/۰	۱۰/۵	۰/۰	**۱۰/۵**	۰/۰	۱۷۴۴	-	-
	۸	برداشتهای مستقیم سطحی	۰/۰	۱/۸	۰/۰	۰/۰	**۱/۸**	۵۰۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰
جمع حوضه سفیدرود			**۳۲/۸**	**۲۱/۶**	**۱۰۲**	**۲۲/۶**	**۱۷۹**	**۷۵۰**	**۱۶۹۹۴**	**۴۲۱۰۰**	**۱۴۹۱۷**
حوضه آبریز دریاچه ارومیه	۱	سقز	۰/۰	۰/۰	۱۹/۵	۰/۰	**۱۹/۵**	۰/۰	۴۱۷۱	۶۹۰۰	۳۳۳
	۲	چراغ ویس	۲۴	۳	۲۵	۲۴/۵	**۷۶/۵**	۰/۰	۵۰۰۰	۷۰۰۰	۵۰۰۰
	۳	آب انتقالی چومان	۰/۰	۰/۰	۹۱	۰/۰	**۹۱**	۰/۰	۱۸۲۰۰	۱۴۰۰۰	۱۸۲۰۰
	۴	برداشتهای مستقیم سطحی	۰/۰	۲/۳	۳/۹	۰/۰	**۶/۲**	۳۵۰	۷۸۰	۰/۰	۷۸۰
جمع حوضه دریاچه ارومیه			**۲۴**	**۵/۳**	**۱۳۹/۴**	**۲۴/۵**	**۱۹۳/۲**	**۳۵۰**	**۲۸۱۵۱**	**۲۷۹۰۰**	**۲۴۳۱۳**
حوضه آبریز مرزی غرب در استان کردستان	۱	گاران	۱۶/۲	۰/۰	۲۸/۸	۹/۳	**۵۴/۳**	۰/۰	۵۷۵۶	۳۹۰۰	۲۸۰۰
	۲	زریوار	۰/۰	۰/۰	۱۳/۹	۵/۲	**۱۹/۱**	۰/۰	۲۳۱۷	-	-
	۳	قشلاق	۵۷	۱۵	۲۵	۱۰/۵	**۱۰۷/۵**	۰/۰	۴۱۶۷	۷۰۰۰	-
	۴	زیویه	۰/۰	۰/۰	۷	۲/۷	**۹/۷**	۲۰۰	۱۲۷۲	۸۰۰	۱۷۲
	۵	گاوشان	۶	۰/۰	۱۳	۲۱/۲	**۴۰/۲**	۰/۰	۲۱۶۷	۳۸۰۰	-
	۶	آزاد	۲/۷	۰/۰	۳۶/۲	۲۴/۶	**۶۳/۵**	۰/۰	۵۵۶۹	۱۰۰۰	۱۲۶۰
	۷	عباس آباد	۸/۵	۰/۰	۲/۹	۳/۵	**۱۴/۸**	۰/۰	۴۷۵	-	-

۸	بانه	۵/۸	۰/۰	۰/۰	۰/۰	**۵/۸**	۰/۰	۰/۰	–	–
۹	ژاوه	۰/۰	۰/۰	۱۴/۹	۵۰/۸	**۶۵/۷**	۰/۰	۲۳۰۰	۲۳۰۰	–
۱۰	مازاد انتقالی ژاوه	۰/۰	۰/۰	۱۷/۱	۰/۰	**۱۷/۱**	۰/۰	۲۶۳۱	–	۲۶۳۱
۱۱	رمشت	۰/۰	۰/۰	۲/۵	۰/۳	**۲/۸**	۰/۰	۹۶۸	۳۷۵۰	۱۱۸
۱۲	امیرآباد	۰/۰	۰/۰	۱/۷	۰/۲	**۱/۹**	۰/۰			
۱۳	داریان	۰/۰	۰/۰	۸	۰/۰	**۸**	۰/۰	۱۲۳۱	۱۱۰۰	۱۲۳۱
۱۴	دربند دزلی	۰/۰	۰/۰	۴	۰/۸	**۴/۸**	۰/۰	۶۶۷	–	–
۱۵	کانی سیف	۰/۰	۰/۰	۱۲	۱/۸	**۱۳/۸**	۰/۰	۲۰۰۰	–	–
۱۶	چومان با لحاظ اراضی سوبرو	۰/۰	۰/۰	۲۲/۱	۴۲/۶	**۶۴/۷**	۰/۰	۳۶۹۰	–	۳۶۹۰
۱۷	کانی گویزان	۶/۵	۱/۳	۶۳	۲۲	**۹۲/۸**	۰/۰	۱۰۵۰۰	۷۴۰۰	۱۰۵۰۰
۱۸	طرح پالنگان	۰/۰	۰/۰	۹	۰/۰	**۹**	۰/۰	۱۵۰۰	–	۱۵۰۰
۱۹	برداشتهای مستقیم سطحی	۰/۰	۶/۴	۲۲/۵	۰/۰	**۲۸/۹**	۰/۰	۳۷۵۰	۰/۰	۳۷۵۰
جمع حوضه مرزی غرب		**۱۰۲/۸**	**۲۲/۶**	**۳۰۳/۶**	**۱۹۵/۵**	**۶۲۴/۵**	**۳۰۰**	**۵۰۹۵۹**	**۳۱۰۵۰**	**۲۷۶۶۱**
جمع کل استان کردستان		**۱۵۹/۶**	**۴۹/۵**	**۵۴۵**	**۲۴۲/۷**	**۹۹۶/۷**	**۱۴۰۰**	**۹۶۱۰۴**	**۱۰۱۰۵۰**	**۶۶۸۹۱**

***منبع**: وزارت نیرو*

جدول (۴-۶) مشخصات سدهای مخزنی در حال بهره برداری و در دست اجرا در جنوب استان آذربایجان غربی

ردیف	نام سد مخزنی	رودخانه	استان	Y	X	مساحت (km^2)	محیط (km)	وضعیت
۱	سد مهاباد	رود مهاباد	آذربایجان غربی	36° 46' 1.417" N	45° 42' 7.743" E	۶/۹۸	۳۶/۶۲	بهره برداری
۲	سد سردشت	رود زاب	آذربایجان غربی	36° 4' 47.983" N	45° 33' 44.167" E	۱۵/۱۷	۸۴/۷۹	بهره برداری
۳	سد سیلوه	رود زاب	آذربایجان غربی	36° 46' 9.803" N	45° 7' 22.688" E	۸/۰۶	۲۷/۴۲	بهره برداری
۴	سد حسنلو	رود گادر	آذربایجان غربی	37° 1' 37.713" N	45° 28' 1.103" E	۱۴/۲۳	۱۷/۱۲	بهره برداری
۵	سد احمدآباد سفلی	زرینه رود	آذربایجان غربی	36° 37' 32.545" N	47° 9' 25.917" E	۰/۶۵	۵/۱۷	بهره برداری
۶	سد ساروق	زرینه رود	آذربایجان غربی	36° 30' 52.946" N	47° 6' 34.654" E	۳/۰۳	۱۴/۵۷	بهره برداری
۷	سد چپرآباد	رود گادر	آذربایجان غربی	36° 57' 40.009" N	45° 7' 28.823" E	۵/۵۸	۲۵/۵۴	بهره برداری
۸	سد بادین آباد	رود زاب	آذربایجان غربی	36° 34' 11.685" N	45° 10' 19.904" E	۰/۷۴	۷/۵۵	بهره برداری
۹	سد سیمینه	سیمینه رود	آذربایجان غربی	36° 25' 15.383" N	46° 2' 54.020" E	۳۵/۹۹	۱۴۱/۵۳	در دست اجرا
۱۰	سد کانی سیو	رود زاب	آذربایجان غربی	36° 35' 27.889" N	45° 14' 18.925" E	۲۷/۸۹	۸۶/۶۷	در دست اجرا
۱۱	سد لیگ بن	رود زاب	آذربایجان غربی	36° 44' 44.079" N	45° 25' 51.589" E	۲/۸۲	۱۱/۴۳	در دست مطالعه
۱۲	سد شیوه	رود زاب	آذربایجان غربی	36° 24' 42.345" N	45° 23' 2.180" E	۳/۶۷	۲۸/۳۴	در دست مطالعه
۱۳	سد گرده بن	رود زاب	آذربایجان غربی	36° 41' 54.749" N	45° 19' 30.562" E	۷/۳۷	۲۵/۹۵	در دست اجرا

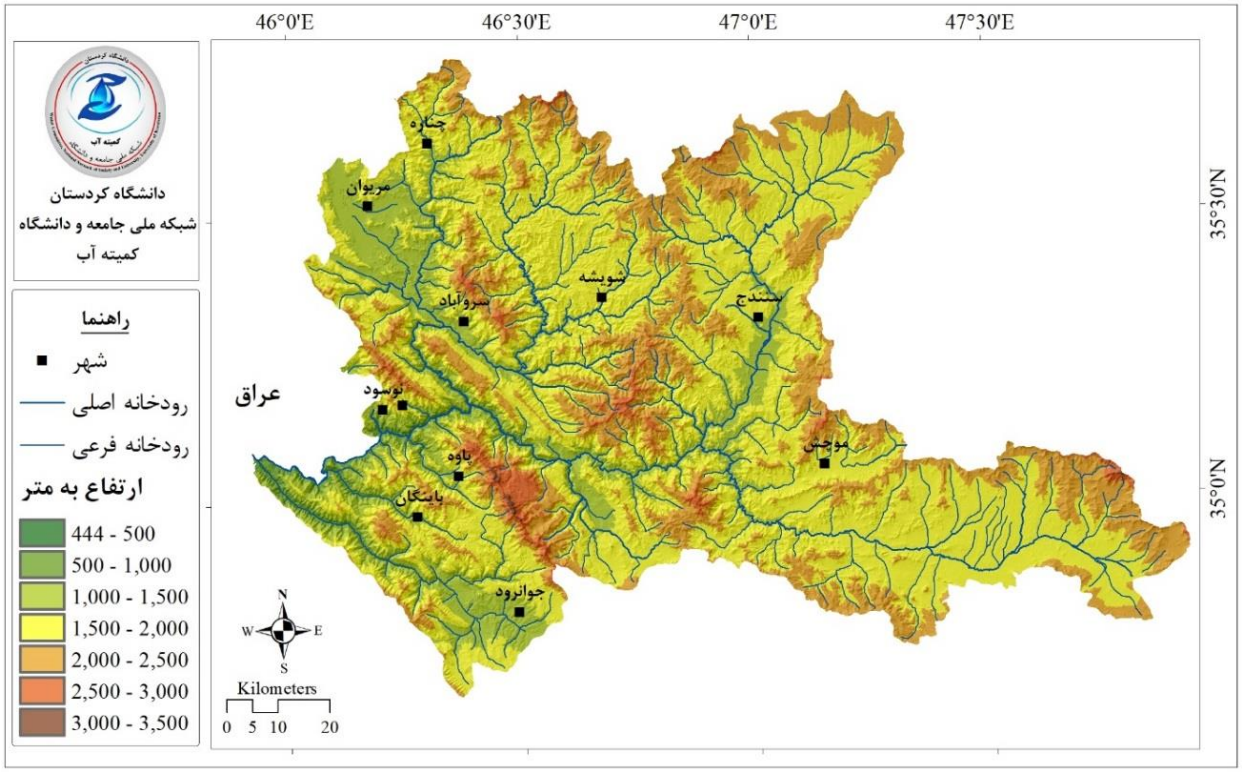
۴-۶- معرفی پروژه های انتقال آب بین حوضه‌ای در غرب کشور

تشدید پدیده‌ی خشکسالی و مدیریت نادرست منابع آب، از یک طرف افت شدید تراز آب دریاچه های داخلی از جمله دریاچه‌ی ارومیه در شمال غرب ایران و بروز پیامدهای منفی زیست محیطی را به دنبال داشته و از طرف دیگر مناطق مرکزی، شرق، جنوبشرق و جنوب ایران را با بحران کمبود آب روبرو کرده است. لذا به منظور پیشگیری از بروز چنین مشکلاتی و بر مبنای مدیریت عرضه نه تقاضا، طرح انتقال آب رودخانه های زاب و چومان به حوضه آبریز دریاچه ارومیه، انتقال آب رودخانه سیروان به استانهای جنوبی و انتقال آب رودخانه گاوه رود به استان کرماشان در دست مطالعه و اجرا قرار گرفته است. بنابراین ضرورت انجام تحقیق در این زمینه به منظور معرفی ابعاد پروژه و پیش بینی تغییرات زیست

محیطی، کشاورزی و مورفولوژیکی احتمالی در حوضه های مبدأ بیش از پیش احساس می شود تا بتوان با ارائه‌ی راهکارهای مناسب، از جمله جایگزینی طرحهای مدیریت تقاضا، اجرای این طرحها را خاتمه داده و یا حداقل خسارت اجرای این طرحها را کاهش و مزایای آن به حداکثر رساند.

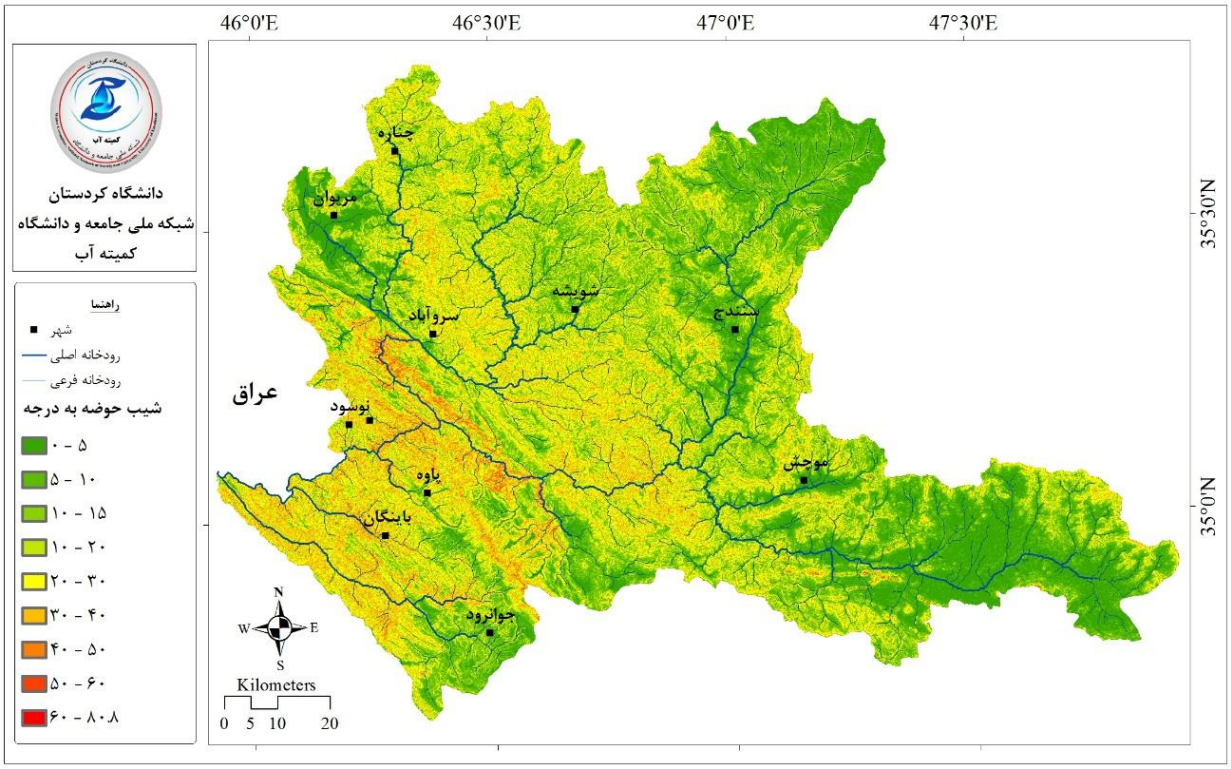
۴-۶-۱- حوضه‌ی رودخانه سیروان

حوضه آبریز رودخانه سیروان در جنوبغربی استان کردستان، در مختصات جغرافیایی بین ′۴۰ °۳۴ تا ′۴۷ °۳۵ عرض شمالی و ′۵۷ °۴۵ تا ′۵۹ °۴۷ طول شرقی واقع شده است. مساحت این حوضه تا محل خروج از کشور ۱۰۹۹۵/۲ کیلومتر مربع می باشد(شکل ۴-۵). به لحاظ توپوگرافی تقریباً تمامی حوضه آبریز رودخانه سیروان کوهستانیست. تنها در امتداد دره‌های باز و اطراف دریاچه زریبار دشتهای با وسعت کم قابل مشاده است. بالاترین ارتفاع حوضه یکی از قلل کوه شاهو با ارتفاع ۳۳۳۴ متر از سطح دریای آزاد می‌باشد که در شمالشرقی روستای شمشیر و در فاصله ۵ کیلومتری از این روستا واقع شده است. کمترین ارتفاع حوضه نیز طبیعتاً در محل خروج رودخانه سیروان از کشور در پایین دست روستای دوروله پایین است که ۴۴۴ متر از دریای آزاد ارتفاع دارد. مهمترین ارتفاعات این حوضه سلسله کوه های شاهو است که از جنوب شرقی روانسر آغاز و به صورت دیواره‌ای به هم پیوسته تا پاوه و از آنجا تا نوسود(مرز ایران و عراق) در جهت شمال غربی امتداد یافته و در واقع مرز طبیعی استان کرمانشان با استان کردستان را تشکیل می دهد(شکل ۴-۵).



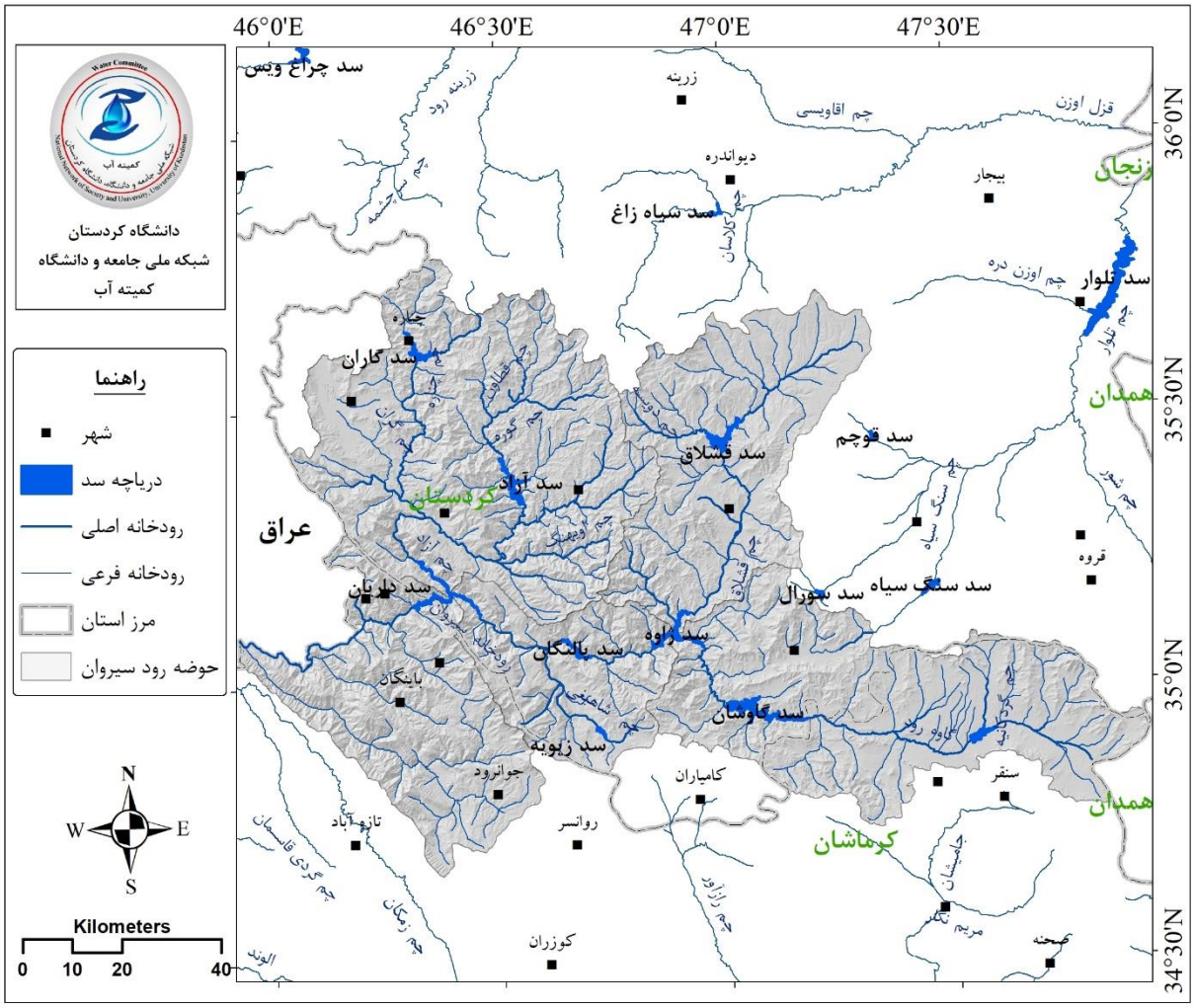
شکل(۴-۵) نقشه‌ی ارتفاع حوضه‌ی آبریز رودخانه سیروان

به لحاظ شیب توپوگراف، بالاترین رقم شیب حوضه ۸۰/۸ درجه است که مربوط به دامنه های کوه شاهو و مشرف به رودخانه سیروان می باشد(شکل ۴-۶).



شکل(۴-۶) نقشه‌ی شیب حوضه‌ی آبریز رودخانه سیروان

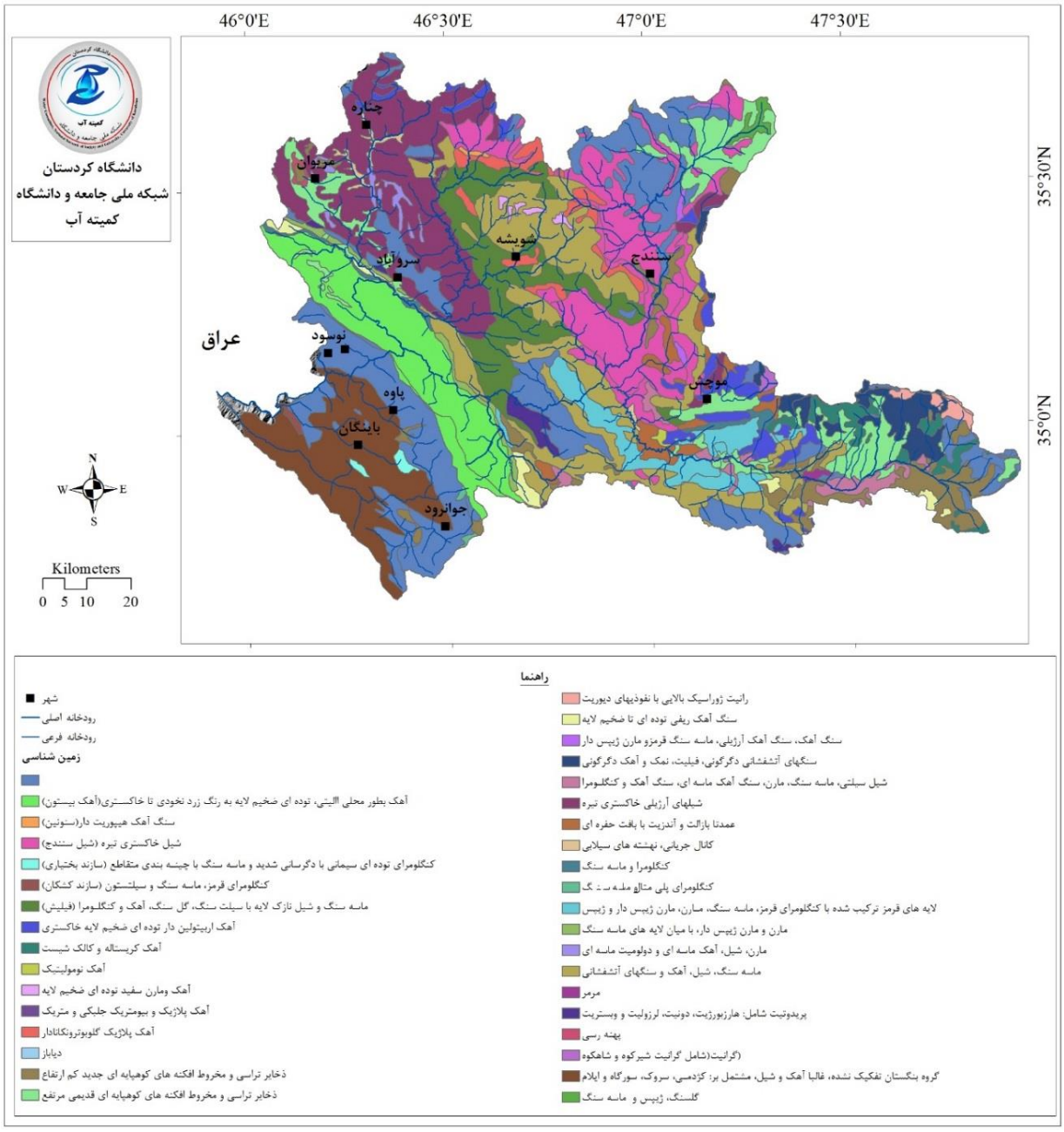
رودخانه‌ی سیروان یکی از رودخانه های پرآب در غرب ایران است. این رود ابتدا با نام قشلاق از دشت کانی روزه به ارتفاع ۲۱۰۰ متر در مرکز استان کردستان که خطّ تقسیم آب بین این رود و رود قزل اوزن است، سرچشمه می‌گیرد. در مسیر خود به سمت جنوب غرب از شهر سنندج گذشته و در فاصله‌ی ۴۰ کیلومتری جنوب این شهر، شاخه‌ی پرآب دیگری به نام گاوه رود را دریافت می نماید، سپس جهت شرقی- غربی پیدا نموده و به موازات رشته کوه شاهو در دامنه‌ی شمالی آن در جهت غرب پیش می رود. رود سیروان قبل از ورود به استان کرماشان رودهای آزاد، گردلان، زیویه و مریوان را نیز دریافت نموده و با عبور از تنگ هجیج(محل احداث سد داریان) وارد استان کرماشان می شود سپس در مسیر خود به سمت غرب شاخه های پاوه رود، مره خیل، لیله و زیکمان را دریافت و وارد سد دربندیخان در اقلیم کردستان در کشور عراق می شود. این رود پس از سد دربندیخان نام رودخانه دیاله به خود می‌گیرد سپس در جهت جنوب به مسیر خود ادامه داده و نزدیک سلمان پاک در جنوب بغداد به دجله می‌ریزد(شکل ۴-۷). مساحت حوضه‌ی رود سیروان تا محل خروج از کشور در حدود ۱۰۹۹۵/۲ کیلومترمربع ا ست که تقریبا چهارپنجم آن در محدوده استان کردستان و یک پنجم آن در قلمرو استان کرماشان و در یک منطقه‌ی کاملا کوهستانی قرار می گیرد.



شکل(۴-۷) نقشه‌ی موقعیت سدهای مخزنی بر روی رودخانه سیروان

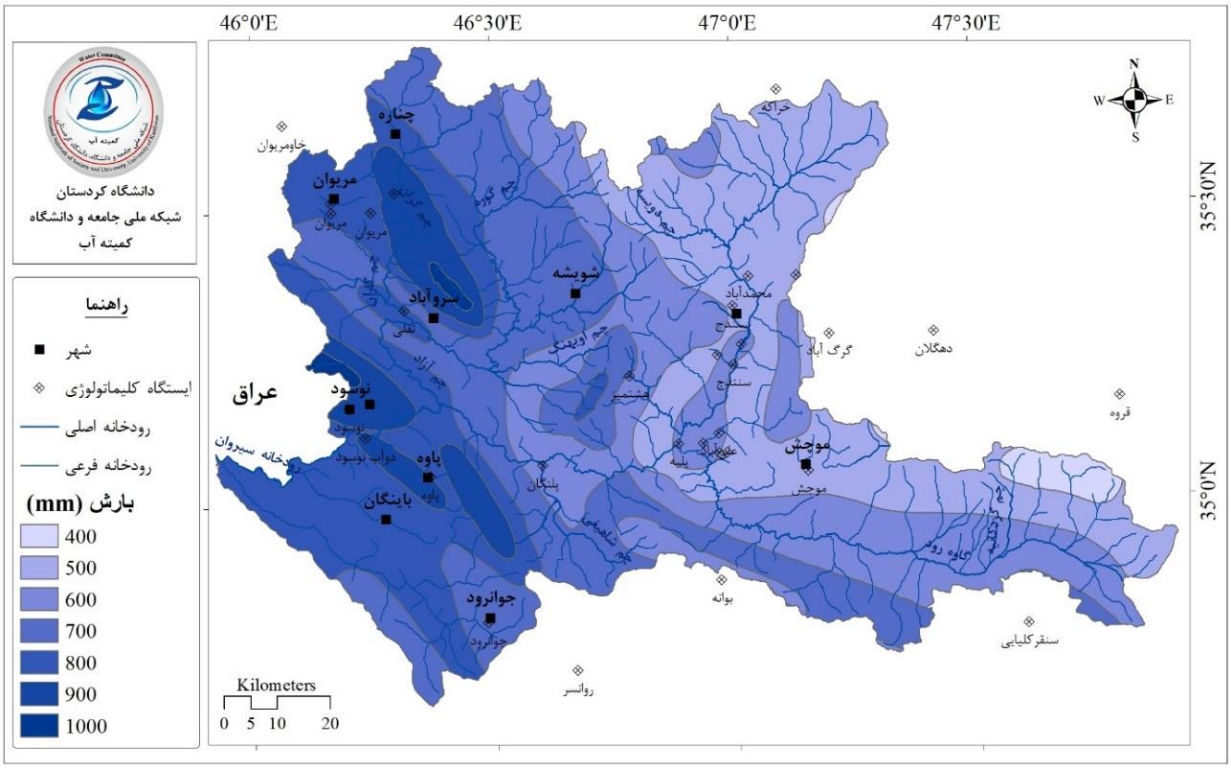
از دیدگاه زمین شناسی حوضه‌ی رودخانه سیروان از نظر تقسیمات مورفوتکتونیکی در دو واحد مورفوتکتونیکی سنندج ـ سیرجان و زاگرس مرتفع قرار دارد. خطّ تقسیم این دو زون، گسل سرتاسری زاگرس است. در واقع نیمه‌ی جنوبی این حوضه به روند شمال غرب- جنوب شرق جزو زاگرس مرتفع محسوب می‌شود و بقیه‌ی حوضه که از غرب مریوان شروع می‌شود و تا شرق سنندج ادامه پیدا می‌کند، جزو زون سنندج- سیرجان قرار می‌گیرد. بخشی از حوضه سیروان که در استان کرماشان قرار می گیرد و شاخه های جنوبی آن که پاوه رود، مره خیل و لیله را در بر می گیرند، جزو زاگرس رورانده محسوب می شود. پهنای زون زاگرس رورانده در حوضه‌ی سیروان در حدود ۳۰ کیلومتر است. پرتگاه های بلند جبهه‌ی رورانده، پرتگاه های خطّ گسل، پیچیدگی ساختمان چین ها و نمای کارستی و خشن از اختصاصات مهم ریخت شناسی زاگرس مرتفع است(جباری، ۱۳۹۳). این حوضه با توجه به موقعیت مورفوتکتونیکی که دارد، دارای شبکه‌ی متراکمی از گسل ها است که مهم‌ترین گسل های آن، دو گسل اصلی زاگرس هستند که به موازات هم کشیده شده‌اند و دارای روند شمال غرب ـ جنوب شرق هستند. این گسل ها واحدهای سنندج ـ سیرجان را از زاگرس مرتفع و زاگرس

مرتفع را از زاگرس چین خورده از هم جدا کرده اند. در شکل(۴-۸) نقشه‌ی زمین شناسی حوضه‌ی رودخانه‌ی سیروان نشان داده شده است که مطابق آن بخش عمده‌ای از لیتولوژی منطقه را آهک و شیل در برگرفته است.

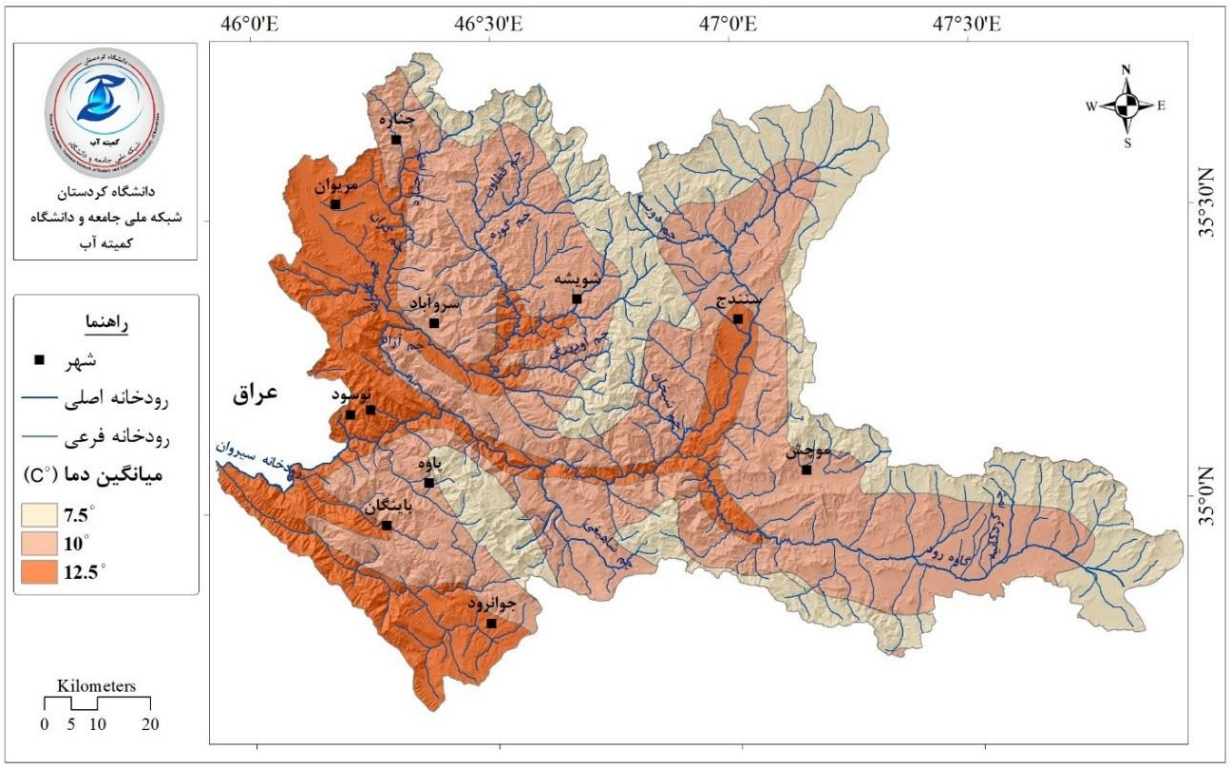


شکل(۴-۸) نقشه‌ی زمین شناسی حوضه‌ی آبریز رودخانه سیروان

بررسی آمار ۱۵ ساله‌ی ایستگاه هواشناسی پاوه نشان می‌دهد که این بخش از حوضه به طور متوسط ۶۶۰ میلیمتر بارندگی دریافت می‌نماید(شکل ۴-۹). میانگین درجه حرارت این محل در حدود ۱۵ درجه سانتیگراد است و به طور متوسّط حدّاقل و حدّاکثرهای دمایی به ترتیب به ۹/۹ و ۱۹/۵ درجه سانتیگراد می رسد(شکل ۴-۱۰).

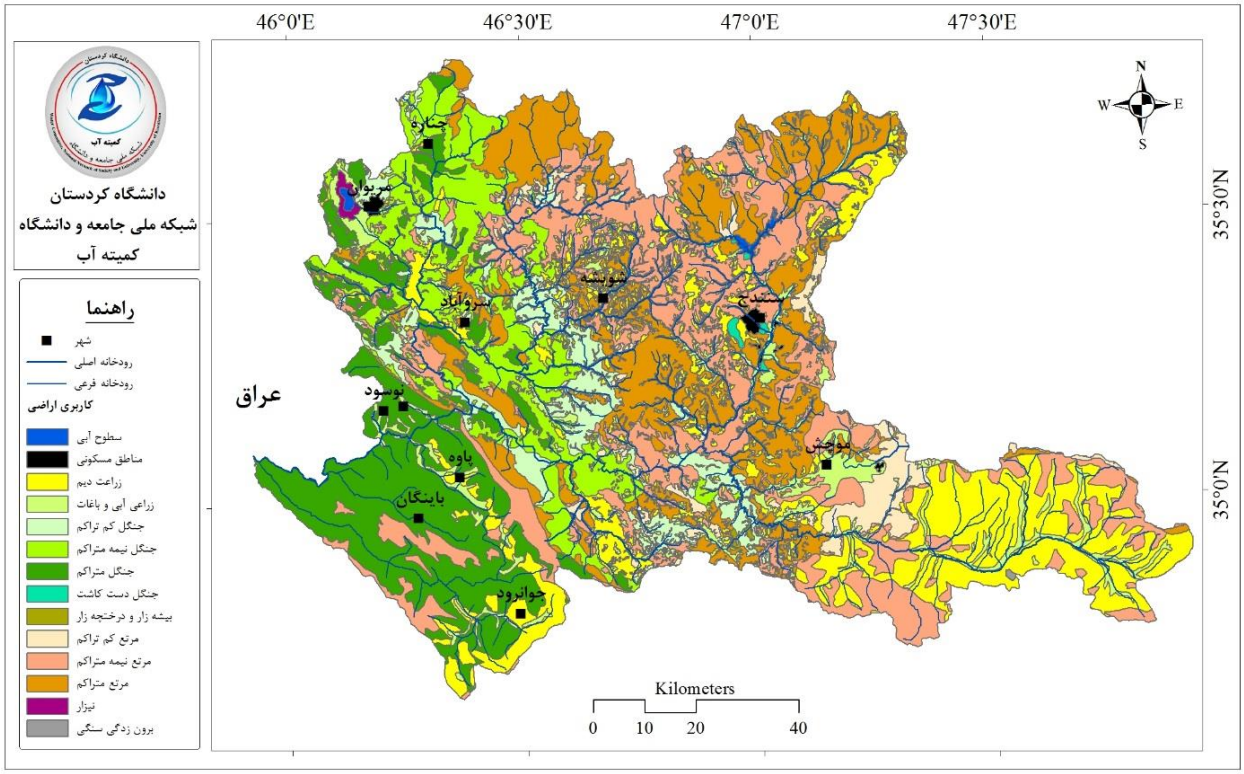


شکل(۴-۹) نقشه‌ی میانگین بارش حوضه‌ی آبریز رودخانه سیروان



شکل(۴-۱۰) نقشه‌ی میانگین دما حوضه‌ی آبریز رودخانه سیروان

با توجه به موقعیت جغرافیایی حوضه آبریز رودخانه سیروان و استقرار آن بر روی دامنه‌ی غربی رشته کوههای زاگرس که آن را رو به سمت بادهای باران آور غربی قرار داده است و همین عامل موجبات دریافت میانگین بارش بیش از ۶۰۰ میلیمتر در سال را فراهم می نماید، پوشش گیاهی حوضه از تراکم نسبتاً بالایی برخوردار است. با توجه به شکل (۴-۱۱) در حرکت از سمت شرق به غرب حوضه به تدریج بر تراکم پوشش گیاهی افزوده می شود به طوری که از حدود نصف النهار شهر شویشه به تدریج مراتع جای خود را به بوته زارها می دهند و سپس به ترتیب جنگلهای با تراکم کم و متوسط و در نهایت از حوالی نصف النهار شهرهای سروآباد و جوانرود جنگلهای متراکم از نوع غالباً بلوک حوضه را می پوشانند. کمترین تراکم پوشش گیاهی در محدوده‌ی رودخانه گاوه رود قرار دارد که بیشتر مشتمل بر مزارع دیم است(شکل ۴-۱۱).



شکل(۴-۱۱) نقشه‌ی کاربری اراضی حوضه‌ی آبریز رودخانه سیروان

۴-۶-۱-۱- پروژه سد داریان

سد داریان در مرز استان کرماشان با استان کردستان در مجاورت روستای داریان و در فاصله ۲۵ کیلومتری شمال غرب شهر پاوه و ۱۵۰ کیلومتری کرماشان واقع شده است و محدوده جغرافیایی بشرح زیر می باشد(شکل ۴-۱۲):

محدوده مخزن سد از "۲۰ ´۱۸ °۴۶ تا "۱۴ ´۲۸ °۴۶ طول جغرافیایی و از"۰۳ ´۰۷ °۳۵ تا "۱۶ ´۱۴ °۳۵ عرض جغرافیایی واقع شده است. محدوده طرح نیز از "۰۳ ´۱۸ °۴۶ تا "۴۳ ´۱۸ °۴۶ طول جغرافیایی و از "۰۱ ´۰۹ °۳۵ تا "۱۵ ´۰۹ °۳۵ عرض جغرافیایی واقع شده است.

سد داریان از نوع خاکی با هسته رسی است که ارتفاع آن از رودخانه ۱۴۹ متر با ظرفیت مخزن ۳۳۸ میلیون متر مکعب است. هدف طرح کنترل آب رودخانه سیروان به منظور استفاده از انرژی برقابی، انتقال آب به حوضه های آبریز مجاور از جمله به دشتهای نواحی گرمسیری از طریق تونل نوسود به منظور استفاده کشاورزی در حوضه های آبریز رودخانه های این مناطق و تامین حقابه های پایین دست سد می باشد.

رودخانه سیروان باتوجه به آورد مناسب، موقعیت و شرایط استراتژیک آن، همواره مورد توجه بوده بر مبنای نتایج مطالعات برنامه‌ریزی و مدیریت منابع آب، مطالعات مرحله یکم طرح سد داریان سامان داده شد. در ادامه، کار طراحی و نظارت سد داریان در قالب قراردادی شامل مطالعات مرحله دوم و سوم (نظارت کارگاهی و عالیه) در سال ۱۳۸۷ به شرکت مهندسی مشاور مهاب قدس واگذار شد. سد در آذر ۱۳۹۴ آبگیری شد و نیروگاه در دست اجرا می‌باشد (شرکت مهندسی مشاور مهاب قدس، ۱۳۹۹ - http://mahabghodss.net).

جدول (۴-۷) مشخصات فنی سد داریان

اجزای سد	ویژگی	اجزای سد	ویژگی
نوع سد	خاکی با هسته رسی	نوع سیستم انحراف / کالورت	تونل
ارتفاع از پی (متر)	۱۷۹	تعداد تونل انحراف	۲
طول تاج (متر)	۳۶۴	طول سیستم انحراف (متر)	۲۰۱۵
عرض تاج (متر)	۱۵	قطر تونل انحراف (متر)	۸
حجم بدنه سد (هزارمترمکعب) بدنه و فرازبند	۹۹۶۰	طول تونل آب بر (متر)	۲/۹۸۹ و ۵۲/۱۰۳۴
حجم کل مخزن (میلیون مترمکعب)	۳۳۸	قطر تونل آب بر (متر) با پوشش بتنی	۵/۷
حجم مفید مخزن (میلیون مترمکعب)	۳۲۳	طول تونل انتقال (متر) آب‌بر + پنستاکها	۹۹۵
متوسط آورد سالیانه رودخانه (MCM/sec)	۱۸۰۶	قطر تونل انتقال (متر)	-
نوع سرریز	آزاد	ظرفیت تخلیه سیستم انحراف (مترمکعب برثانیه)	۱۶۲۵
ظرفیت تخلیه سیلاب(مترمکعب بر ثانیه)	۶۰۰۹	ظرفیت تخلیه کننده تحتانی (مترمکعب بر ثانیه)	۲۳۶
نوع نیروگاه	سطحی	ظرفیت آبگیر آبیاری (مترمکعب بر ثانیه)	-
تعداد واحد	۳	ظرفیت آبگیر شرب (مترمکعب بر ثانیه)	-
هد طراحی (متر)	۱۱۴	ظرفیت آبگیر آب بر نیروگاه (مترمکعب بر ثانیه)	-
ظرفیت نصب (مگاوات)	۲۱۰	طول جاده های جایگزین(کیلومتر)	۲/۸
متوسط تولید انرژی سالیانه(گیگاوات‌ساعت)	۵۰۰	طول راههای دسترسی (کیلومتر)	--

***مآخذ**: شرکت مهندسی مشاور مهاب قدس، ۱۳۹۹*

طرح "سامانه گرمسیری" غرب کشور قرار است با انتقال آب رودخانه سیروان، هزاران هکتار از زمین های کشاورزی استان های کرمانشاه و ایلام را سیراب و آب شرب جمعیت زیادی را هم از تامین کند.

آب سیروان که از به هم پیوستن دو رودخانه قشلاق و گاوه رود شکل گرفته، در مسیر حرکت به سمت مرز عراق پذیرای رودخانه های ژاوه رود، چم گردلان، چم لیله، چم لوشه، چم زمکان و چم دشت حر است.

مطالعات جامع طرح انتقال آب مهم‌ترین و معروفترین رودخانه ناحیه اورامان به دشت های مرکزی کرماشان که به طرح تونل نوسود هم معروف است، در سال ۱۳۶۵ به طور جدی در دستور کار قرار گرفت اما به دلیل توپوگرافی خشن و وجود ارتفاعات بلند و پیچیده منطقه، عملاً انجام مطالعات زیرسطحی و حفاری گمانه های ژئوتکنیکی مسیر با مشکل مواجه و در بعضی محدوده ها غیرممکن شد. تا اینکه با اختصاص هشت میلیارد دلار از صندوق توسعه ملی برای مهار آب های مرزی کشور از جمله رود سیروان عملیات اجرایی دوباره شروع به کار کرد.

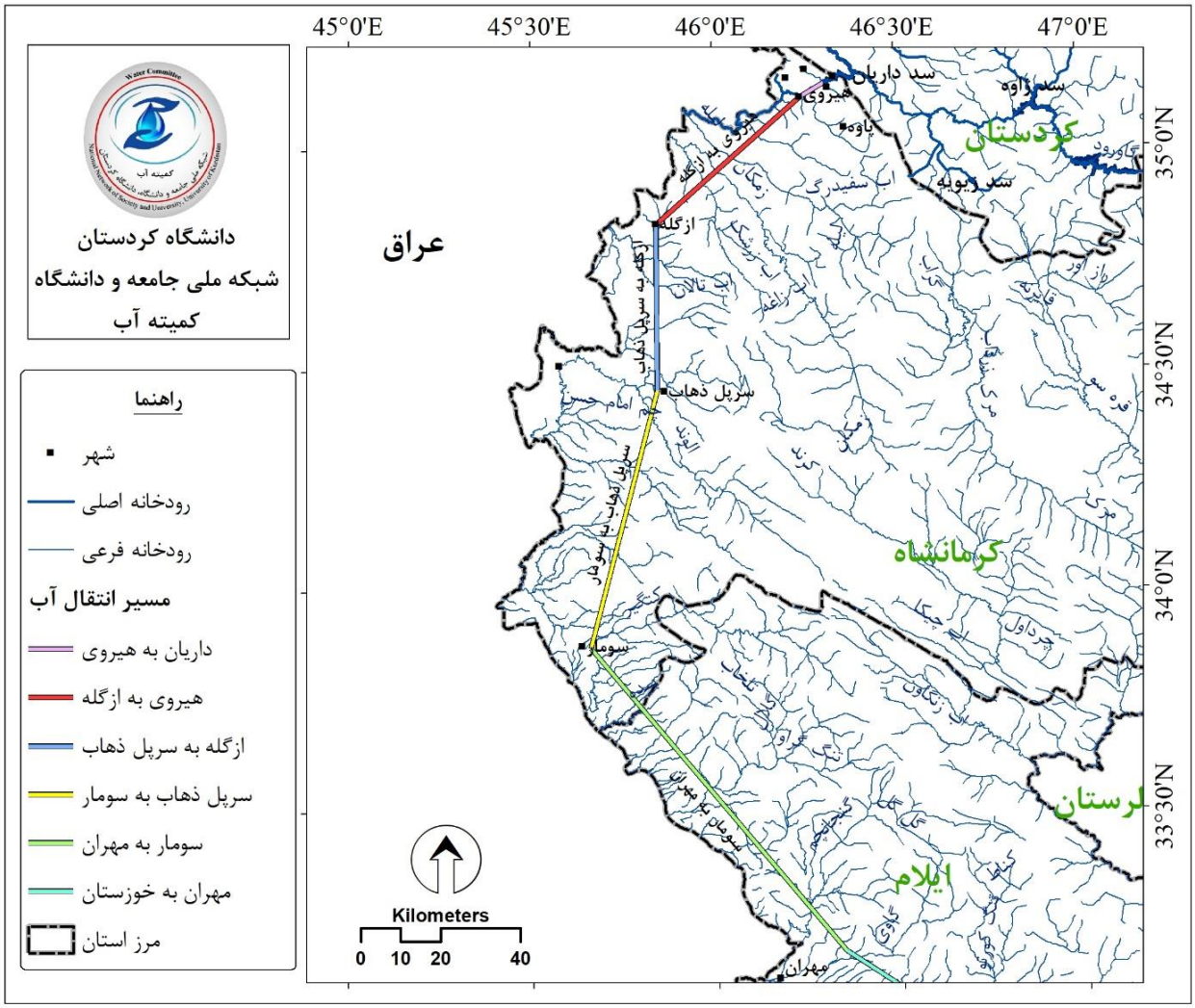
چند کیلومتر پس از داریان آب سیروان به روستای 'هیروی' در ۷۰ کیلومتری شمال شهرستان پاوه- نقطه آغاز تونل نوسود- می رسد. از این نقطه تونل انحرافی نوسود به طول ۴۸ کیلومتر آغاز و تا نزدیکی روستای 'ازگله' در ۶۰ کیلومتری شهرستان سرپل ذهاب ادامه می یابد. آب سیروان از دشت های گرمسیری، شهرها و روستاهای کم آب غرب کرماشان عبور نموده و سپس رودخانه چنگوله در مهران ایلام را سیراب می‌کند.

بنابر اطلاعات منتشر شده طرح، تونل نوسود با قطر حدود ۹ متری قادر است تا دبی بیش از ۷۰ مترمکعب بر ثانیه آب را منتقل کند (شکل ۴-۱۳).

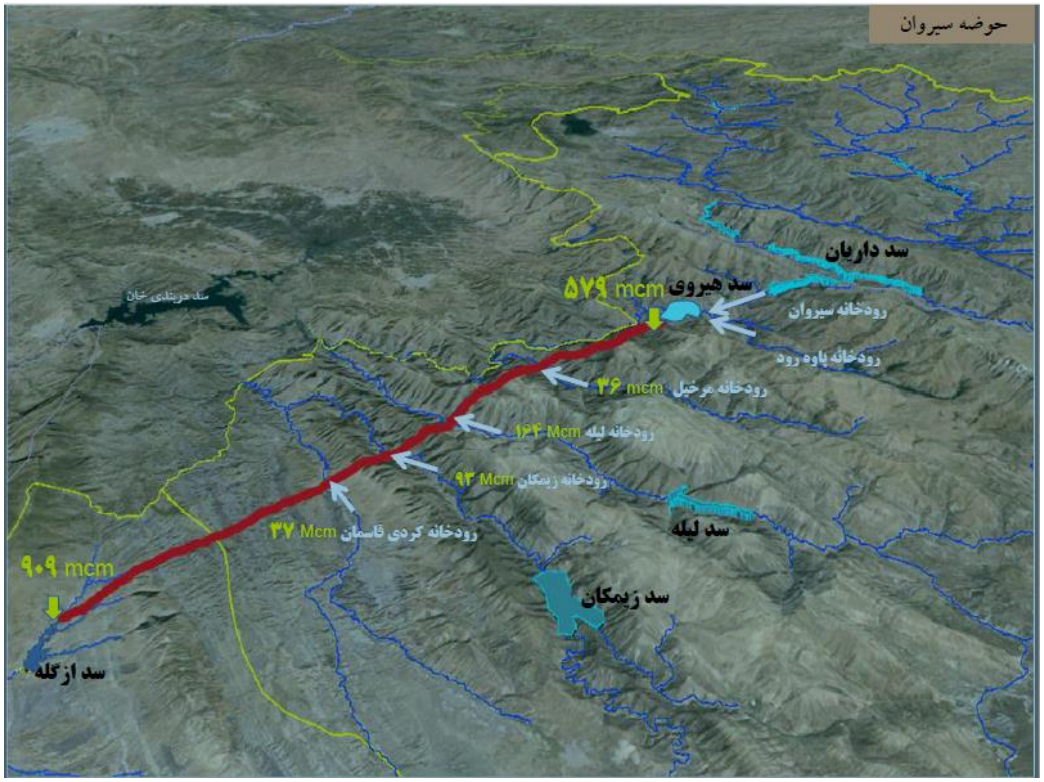
مجری اصلی حفر تونل نوسود و کل طرح سامانه گرمسیری، قرارگاه خاتم الانبیا (ص) سپاه پاسداران است.

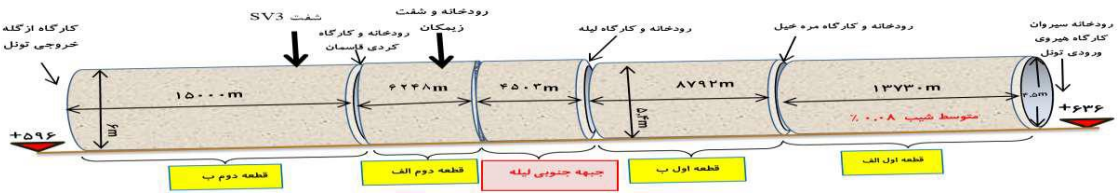
در صورت تکمیل پروژه سالانه از خروج ۹۰۹ میلیون متر مکعب آب از کشور جلوگیری می شود این حجم عظیم آبی در ابتدای مسیر ۴۰۰ کیلومتری خود، از طریق تونل ابتدا وارد ازگله می شود و بعد از عبور از سرپل ذهاب، قصرشیرین و سومار از جنوب استان کرماشان خارج شده و وارد استان ایلام می شود.

پیش بینی شده است این طرح با احداث سدها، بندها و کانال های آبیاری مساحت بزرگی از زمین های کشاورزی غرب کرماشان را آبی کند و به مشکل کمبود آب شرب روستاها و شهرهای این مسیر تا استان ایلام هم پایان دهد. بر این اساس قرار است ۱۱۰ هزار هکتار از اراضی کرماشان را در دشت های ازگله، جگیران، ذهاب شمالی و جنوبی، قراویز و حومه سرپل ذهاب، قلعه شاهین، بشیوه، قصرشیرین، گندمبان، خان لیلی، اردوبان و نفت شهر و دشت های لیگ، مهران، زرین آباد، دهلران و موسیان در استان ایلام را آبیاری کند.



شکل (۴-۱۲) نقشه موقعیت پروژه انتقال آب رودخانه سیروان به نواحی گرمسیری در استانهای کرماشان، ایلام و نهایتاً خوزستان





***مآخذ**: شرکت توسعه منابع آب و نیروی ایران*

شکل (۴-۱۳) پروفیل طولی مسیر انتقال آب رودخانه سیروان به نواحی گرمسیری

۴-۶-۱-۲- پروژه سد آزاد

سد آزاد در محدوده‌ی شهرستان سنندج و در مختصات جغرافیایی ´۳۳ °۴۶ طول شرقی و ´۲۰ °۳۵ عرض شمالی و در بالادست روستای بنی‌در و بر روی رودخانه کوماسی واقع گردیده است. دسترسی به محل سد از طریق کیلومتر ۷۵ جاده اصلی سنندج به مریوان و ۶ کیلومتر جاده منشعب شده به سمت شمال شرق و به موازات رودخانه کوماسی امکان‌پذیر است. این سد از نوع سنگریزه ای با هسته رسی می باشد.

جدول(۴-۸) مشخصات فنی سد آزاد

اجزای سد	ویژگی
نوع سد	سنگریزه‌ای با هسته رسی
میزان آورد رودخانه در محل سد/ میلیون متر مکعب	۳۳۷/۴
تراز تاج سد (متر از سطح دریا)	۱۴۸۰
تراز عادی بهره برداری(متر از سطح دریا)	۱۴۷۵
حجم کل مخزن در رقوم عادی بهره برداری (میلیون مترمکعب)	۳۰۰
حجم مفید مخزن در تراز عادی بهره برداری (میلیون مترمکعب)	۲۴۱
متوسط آورد سالیانه رودخانه (میلیون مترمکعب‌برثانیه)	۳۳۷/۴
تراز حداقل بهره برداری(متر از سطح دریا)	۱۴۳۰
تراز کف رودخانه(متر از سطح دریا)	۱۳۶۳
ارتفاع از کف (متر)	۱۱۷
حجم مخزن در تراز حداقل بهره برداری (میلیون مترمکعب)	۵۸/۱
حجم رسوبات پنجاه ساله (میلیون مترمکعب)	۷۷

***مآخذ**: شرکت توسعه منابع آب و نیروی ایران، ۱۳۹۱*

یکی از اهداف طرح آزاد در استان کردستان، انتقال آب به دشت‌های مستعد شرق این استان و تأمین آب شرب شهر سنندج در مسیر انتقال است که برای این منظور «سامانه انتقال آب به دشت قروه – دهگلان» طراحی شده است. طول سامانه انتقال آب ۸۳ کیلومتر است که در این مسیر ۸۳ کیلومتری، هفت نقطه دیگر به جز شهر سنندج برای تأمین آب شرب، صنعت و کشاورزی در برنامه قرار دارد و در انتهای سامانه نیز آب به دشت قروه و دهگلان می‌رسد. در مجموع ۱۵ کیلومتر تونل حفاری خواهد شد پروژه تونل آزاد، بخش انتهایی از طرح اصلی آزاد و طرح زیرمجموعه آن با عنوان «سامانه انتقال آب به دشت قروه – دهگلان» است. حفاری این تونل به صورت مکانیزه با TBM از نوع EPB انجام می‌شود و طول آن ۱۰۸۴۰ متر است (شرکت فراب، http://www.farab.com).

هدف اصلی طرح تأمین نیازهای آبی بخش های کشاورزی، شرب و صنعت و همچنین تامین بخشی از نیازهای سد قشلاق و باغات در بین مسیر انتقال اعلام شده است.

سامانه انتقال آب از مخزن نیروگاه تلمبه ذخیره ای سد آزاد به ورودی تونل منتهی به دشت قروه- دهگلان مشتمل بر دو بخش خط لوله، یک تونل میانی و یک ایستگاه پمپاژ به همراه مخزن مکش و یک مخزن تعادل می‌باشد(شکل ۴-۱۴). مشخصات کلی خط انتقال اصلی به شرح ذیل ارایه می گردد:

جدول(۴-۹) مشخصات کلی سامانه انتقال آب از سد آزاد به دشت قروه- دهگلان

اجزای سامانه انتقال آب	ویژگی
محل برداشت آب	مخزن نیروگاه تلمبه ذخیره ای سد آزاد
محل ذخیره آب در دشت	سد قوچم
رقوم برداشت (متر از سطح دریا)	۱۸۷۵
رقوم تحویل در دهانه ورودی تونل انتهایی (متر از سطح دریا)	۱۸۸۵
رقوم قرارگیری مخزن تعادل (متر از سطح دریا	۱۹۶۷
ظرفیت برداشت از مخزن سد آزاد (متر مکعب در ثانیه)	۷
ظرفیت پمپاژ در بخشدوم (متر مکعب در ثانیه)	۵
ساعات پمپاژ (ساعت)	۲۴
ارتفاع پمپاژ (متر)	۱۷۵
طول کل خط انتقال اصلی (کیلومتر)	۷۲/۸
طول کل خط لوله (کیلومتر)	۶۸/۶
طول خط لوله به قطر ۲۰۳۲ میلیمتر (کیلومتر)	۲۴ /۰۵
طول خط لوله به قطر ۱۸۰۰ میلیمتر (کیلومتر)	۴۴/۵
طول تونل میانی (کیلومتر)	۴/۲
طول تونل دسترسی (تعداد یک) (متر)	۴۶۰
تعداد ایستگاههای پمپاژ	یک
حجم مخزن مکش ایستگاه پمپاژ (متر مکعب)	۱۰۰۰۰
قدرت نصب ایستگاه پمپاژ (مگاوات)	۱۰
برق مصرفی سالیانه (گیگاوات ساعت در سال)	۵۹
حجم مخزن تعادل (متر مکعب)	۵۰۰۰

***مآخذ**: شرکت توسعه منابع آب و نیروی ایران، ۱۳۹۱*

خط لوله بخش اول

بخش اول سامانه از محل آبگیری از مخزن نیروگاه تلمبه ذخیره ای آغاز می‌گردد و به ورودی تونل انتقال آب حد فاصل دو حوضه آبریز آزاد و قشلاق منتهی می گردد (شکل ۴-۱۳).

جدول(۴-۱۰) مشخصات سامانه انتقال آب در بخش اول

اجزای سامانه در بخش اول	ویژگی
محل برداشت آب	مخزن نیروگاه تلمبه ذخیره ای سد آزاد
محل تحویل	مخزن ذخیره ورودی تونل میانی
رقوم ورودی تونل میانی (متر از سطح دریا)	۱۸۲۳
ظرفیت برداشت از مخزن سد آزاد (متر مکعب در ثانیه)	۷/۰
نحوه انتقال ثقلی	ثقلی
طول خط لوله (متر)	۲۴۰۵۰
قطر لوله (میلیمتر)	۲۰۳۲

تونل میانی

برای انتقال آب از سد آزاد به دشت قروه- دهگلان، نیاز به گذر از حوضه آبریز آزاد به حوضه آبریز قشلاق و سپس عبور از حوضه آبریز قشلاق به حوضه آبریز قزل اوزن می باشد. با توجه به ارتفاعات جداکننده دو حوضه آبریز آزاد و قشلاق که تراز بالاتر از رقوم ۲۰۷۵ متر از سطح دریا را در بر می‌گیرد، در طرح چنین در نظر گرفته شده است که جریان به کمک یک تونل به طول ۴/۲ کیلومتر از ارتفاعات حد فاصل حوضه قشلاق و آزاد منتقل گردد (شکل ۴-۱۵).

جدول(۴-۱۱) خلاصه مشخصات تونل میانی

اجزای تونل میانی	ویژگی
طول تونل اصلی (متر)	۴۲۰۰
طول تونل دسترسی (متر)	۴۶۰
قطر خارجی تونل (متر)	۴/۵
قطر داخلی تونل (متر)	۳/۵

خط لوله بخش دوم

بخش دوم سامانه انتقال آب از خروجی تونل حد فاصل دو حوضه آبریز آزاد و قشلاق آغاز گردیده و به خط الرأس حد فاصل حوضه های آبریز قشلاق و قزل اوزن واقع در شمال غربی دشت قروه- دهگلان منتهی می گردد (شکل ۴-۱۴).

جدول(۴-۱۲) مشخصات سامانه انتقال آب در بخش دوم

اجزای سامانه انتقال آب در بخش دوم	ویژگی
محل برداشت آب	خروجی تونل میانی
محل تحویل	مخزن ذخیره ورودی تونل انتهایی
رقوم ورودی تونل (متر از سطح دریا)	۱۸۲۳
رقوم خروجی تونل (متر از سطح دریا)	۱۸۱۸
رقوم مخزن مکش ایستگاه پمپاژ اصلی (متر از سطح دریا)	۱۸۰۷
رقوم ایستگاه پمپاژ اصلی (متر از سطح دریا)	۱۷۹۴/۴
حجم مخزن مکش ایستگاه پمپاژ (متر مکعب)	۱۰۰۰۰
ظرفیت پمپاژ در بخش دوم (متر مکعب در ثانیه)	۵/۰
ارتفاع پمپاژ (متر)	۱۷۵
رقوم مخزن تعادل (متر از سطح دریا)	۱۹۶۷
حجم مخزن تعادل (متر مکعب)	۵۰۰۰
طول خط لوله (متر)	۴۴۵۰۰
قطر لوله (میلیمتر)	۱۸۰۰
ساعات پمپاژ (ساعت)	۲۴
قدرت نصب ایستگاه پمپاژ (مگاوات)	۱۰
برق مصرفی سالیانه (گیگاوات ساعت در سال)	۵۹

تونل انتهایی

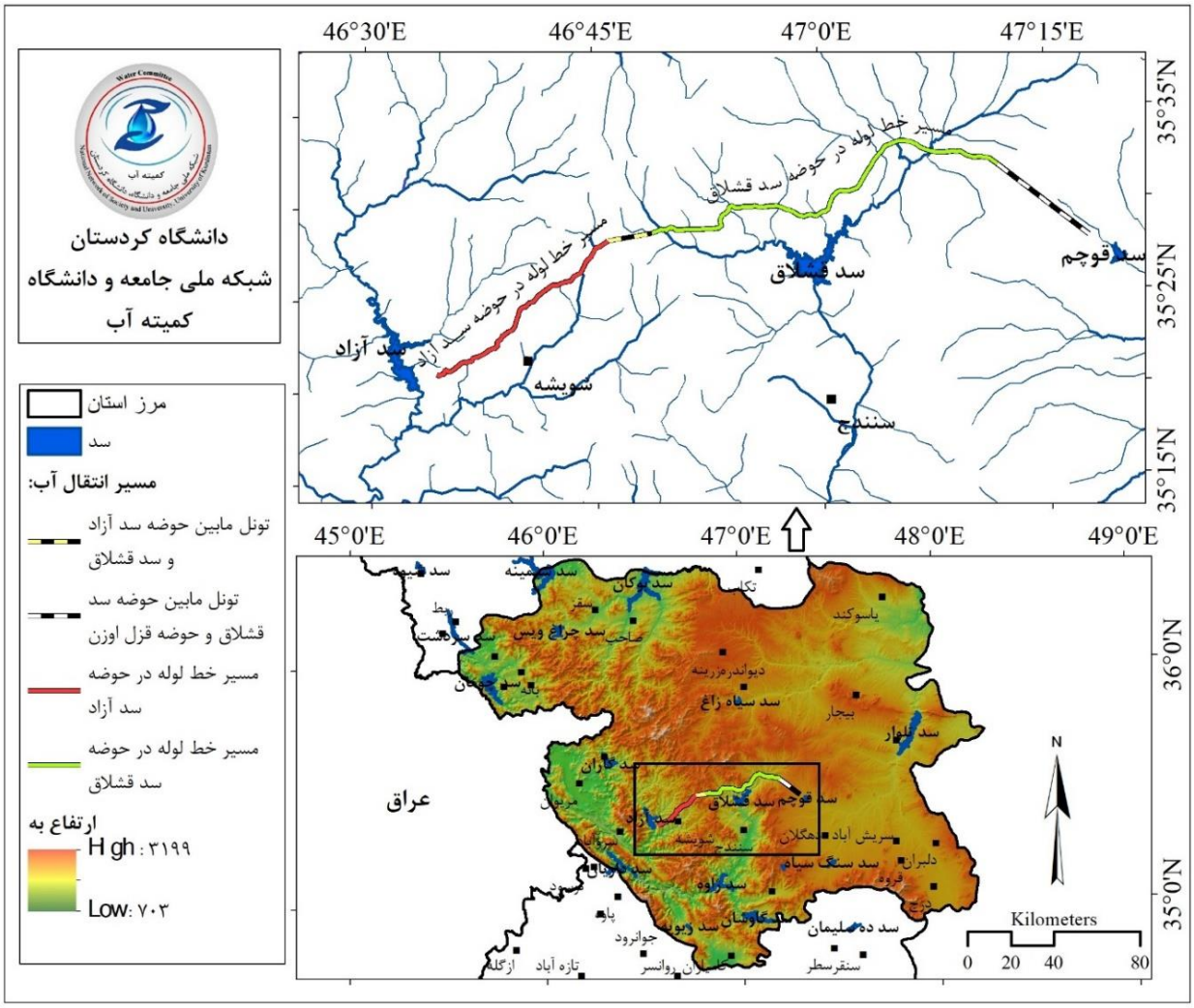
تونل انتهای سامانه به طول ۱۰۸۴۰ متر در این طرح جهت عبور از ارتفاعات بین دو حوضه آبریز سیروان و قزل اوزن و جهت عبور دبی ۷ مترمکعب بر ثانیه، قطر تمام شده آن ۲/۵ متر در نظر گرفته شده است

جدول(۴-۱۳) مشخصات طرح تونل انتهایی

اجزای تونل انتهایی	ویژگی
شیب تونل	۰/۰۰۱
طول تونل آب بر (متر)	۱۰۸۴۰
قطر تونل آب بر (متر) با پوشش بتنی	۳
قطر حفاری تونل (متر)	۳/۷
رقوم دهانه ورودی تونل (متر از سطح دریا)	۱۸۸۵

رقوم دهانه خروجی تونل (متر از سطح دریا)	۱۸۷۴
طول راههای دسترسی (کیلومتر)	دسترسی به محل تونل انتهایی از طریق راه آسفالته دهگلان - حسین آباد و را ههای دسترسی روستایی امکان پذیر است.

مآخذ: *شرکت توسعه منابع آب و نیروی ایران*



شکل (۴-۱۴) نقشه کلی مسیر سامانه انتقال آب از سد آزاد به دشت های قروه- دهگلان

نمودار (۴-۱۵) پروفیل طولی مسیر سامانه انتقال آب از سد آزاد به دشت قروه- دهگلان

۴-۶-۱-۳- پروژه سد گاوشان

سد مخزنی گاوشان در ۴۵ کیلومتری جنوب شهر سنندج و ۹۰ کیلومتری شمال شهر کرماشان در مختصات جغرافیایَ ۵۵ و ْ ۴۶ طول شرقی وَ ۳۵ و ْ ۳۴ عرض شمالی بر روی رودخانه گاوه رود واقع شده است(شکل ۴-۱۶). هدف از ساخت این سد مهار آب رودخانه گاوه رود و ذخیره و انتقال آب آن به حوضه آبریز کرخه می‌باشد. طرح ملی گاوشان مشتمل بر یک سد مخزنی سنگریزه‌ای با هسته‌ی رسی به ارتفاع ۱۲۳ متر، نیروگاه برق آبی و یک خط تونل انتقال آب به طول ۲۰/۱۳۹ کیلومتر و یک مجموعه از سدهای انحرافی و شبکه‌ی آبیاری – زهکشی می باشد. هدف از اجرای طرح، تأمین آب مورد نیاز ۳۱۰۰۰ هکتار از زمینهای کشاورزی دشتهای میان دربند و بیله‌ور و تأمین بخشی از آب شرب شهر کرماشان به میزان ۶۳ میلیون مترمکعب در سال و در نهایت تأمین انرژی برق - آبی به میزان ۱۱ مگاوات می باشد (مختارپوریانی، ۱۳۸۷).

گستره‌ی این طرح قسمتی از شمال کرماشان و جنوب استان کردستان را در بر می‌گیرد. قسمت شمالی در حوضه‌ی رودخانه‌ی سیروان بزرگ قرار داشته و قسمت جنوبی گوشه‌ای از سرشاخه های شمالی حوضه‌ی رودخانه‌ی کرخه به نام رازآور را تشکیل می‌دهد. محدوده‌ی تونل و دشتهای در نظر گرفته شده حدوداً از ۲۲ کیلومتری شمال کامیاران (مکل سد مخزنی گاوشان) تا ۱۰ کیلومتری شمال استان کرماشان(ابتدای دشت میان دربند) ما بین عرض جغرافیایی '۱۵ °۳۴ و '۳۰ °۳۵ شمالی و طول جغرافیایی '۳۰ °۴۶ و '۳۰ °۴۸ شرقی گسترده است.

به منظور تسهیل در عملیات حقاری، تحکیم و بتن ریزی تونل، ایجاد جبهات کاری بیشتر، هوادهی داخل تونل، عبور و مرور و تخلیه‌ی مناسب مصالح داخل تونل ۴ رشته تونل دسترسی در مسیر تونل در نظر گرفته شده است:

- دسترسی کچله به طول ۴۸۹ متر در کیلومتراژ ۲/۲۵۳
- دسترسی سربناو به طول ۶۶۴/۵۴ متر در کیلومتراژ ۴/۵۲۵
- دسترسی هلتوشان به طول ۱۴۳۵/۶۲ متر در کیلومتراژ ۷/۷۶۵
- دسترسی توانکش به طول ۱۰۶۷/۴۰ متر در کیلومتراژ ۱۴/۷۱۳

تاریخچه طرح

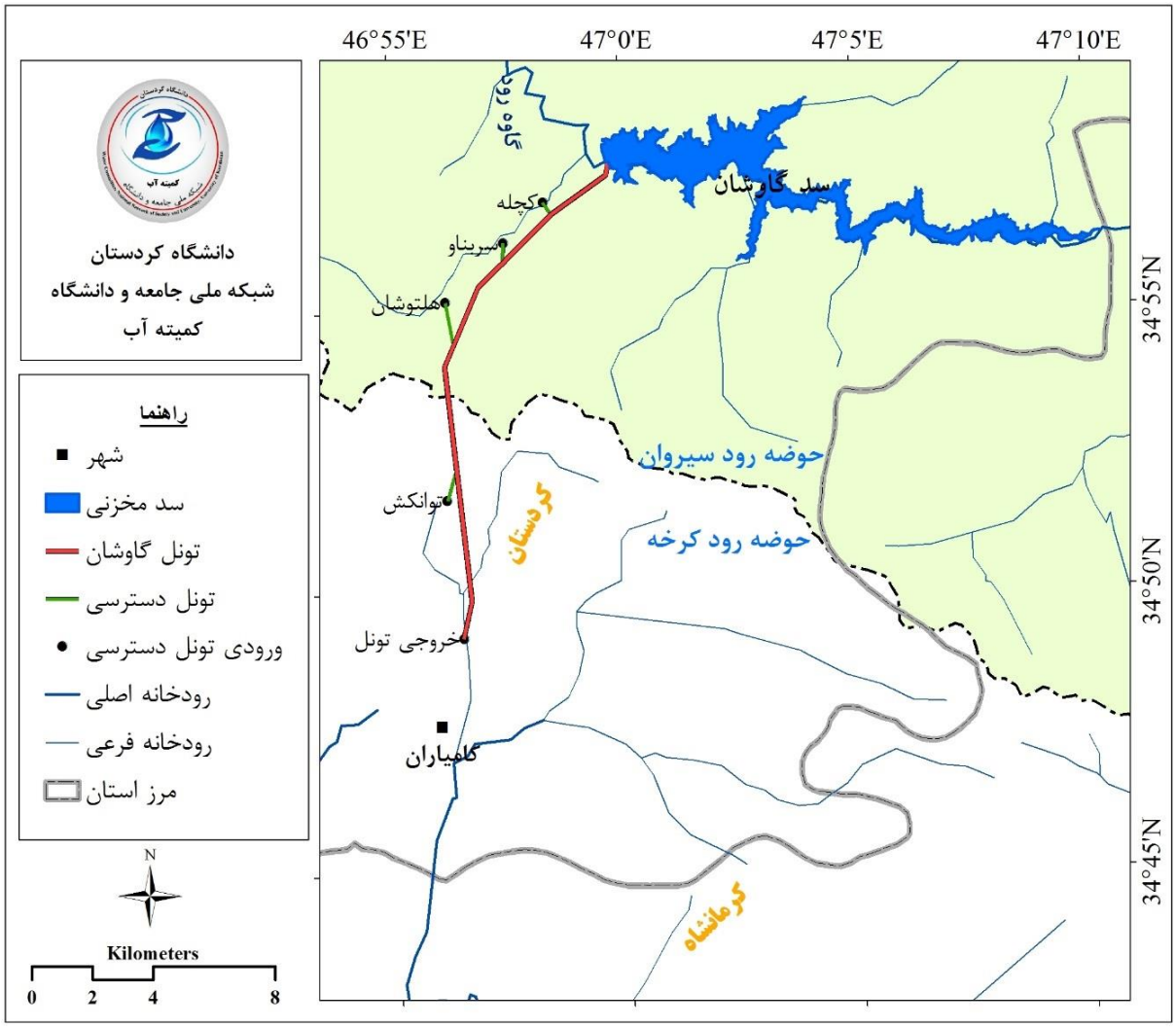
مطالعات مرحله اول در سال ۱۳۶۲ و مطالعات مرحله دوم طرح گاوشان در سال ۱۳۶۸ به اتمام رسیده است. قرارداد اول تونل انتقال در سال ۱۳۷۱ آغاز و در سال ۱۳۷۷ قرارداد سد و تونل انتقال آب اجرایی شده و در سال ۱۳۸۳ سد آبگیری و در سال ۱۳۸۷ تونل انتقال آب به بهره برداری رسیده است. پروژه نیروگاه گاوشان با ظرفیت ۴/۵ مگاوات در سال ۱۳۸۹ اجرایی و در مرحله اجرا می‌باشد.

احداث تونل انتقال با لحاظ تونل های د ستر سی به میزان ۲۳/۵ کیلومتر با توجه به ساختار زمین شنا سی متغییر با ا ستفاده از روش های انفجاری، نیمه مکانیزه (رودهدر) و تمام مکانیزه با ا ستفاده از د ستگاه Open T.B.M انجام شده است (شرکت مهندسی مشاور مهاب قدس، ۱۳۹۹ - http://mahabghodss.net).

جدول(۴-۱۴) مشخصات فنی سد گاوشان

اجزای سد	ویژگی
نوع سد	سنگریزه‌ای با هسته رسی
طول تاج سد	۷۳۰ متر
نوع سرریز	آزاد در جناح راست
تراز تاج سد از سطح دریا	۱۵۵۱ متر
ارتفاع سد از سنگ پی	۱۲۳ متر
حجم مخزن سد	۵۵۰ میلیون مترمکعب
حجم خاکریزی بدنه سد	۹ میلیون مترمکعب
ظرفیت نیروگاه	۱۱ مگاوات
تعداد و نوع واحدها	۲ واحد توربین از نوع فرانسیس
طول تونل انحراف	۶۳۴ متر
طول کل تونلها و گالریها	۲،۲۰۸ متر
طول کل حفاری پرده آب بند	۴۳۶۰۰ متر
طول کل تزریق تحکیمی	۶،۰۰۰ متر
حجم بدنه سد	۹،۰۰۰،۰۰۰ مترمکعب
حجم حفاری بدنه سد	۱،۵۰۰،۰۰۰ مترمکعب
نوع فرازبند	سنگریز با هسته رسی
ارتفاع فرازبند	۳۵ متر از سنگ کف پی
حجم کل عملیات بتن	۶۰،۵۰۰ مترمکعب

***مآخذ**: شرکت توسعه منابع آب و نیروی ایران، ۱۳۹۱*



شکل (۴-۱۶) نقشه موقعیت سد گاوشان و مسیر انتقال آب به استان کرماشان

۴-۶-۱-۴- پروژه سد پالنگان

ساختگاه سد پالنگان در ا ستان کرد ستان، در شمال غربی شهر ستان کامیاران و ۵۲ کیلومتری جاده کامیاران به سروآباد در مجاورت رو ستای پالنگان بر روی رودخانه ژاوه قرار دارد. محور سد پالنگان در ′۰۵ °۳۵ عرض شمالی و ′۳۸ °۴۶ طول شرقی قرار دارد(شکل ۴-۱۷). هدف از تنظیم و انتقال آب حو ضه‌ی آبریز سیروان به حو ضه‌ی آبریز کرخه، تأمین نیاز بخشهای کشاورزی، صنعت و تولید و شرب می‌باشد.

خطوط انتقال به طول حدود ۶۵ کیلومتر از مخزن سد داریان تا پالنگان و از آنجا تا رواند سر می‌با شد که بخش عمده مسیر انتقال در استان کردستان و بخشی نیز در استان کرمانشاه واقع می‌باشد.

طرح انتقال آب رودخانه سیروان به حوضه رودخانه کرخه با هدف مصارف کشاورزی، شرب و صنعت به سالهای ۱۳۴۲ بر میگردد. مرحله اول طرح انتقال ۵۰۰ میلیون متر مکعب از حوضه‌ی سیروان به حوضه‌ی کرخه از طریق احداث سدی

در نزدیکی روستای پالنگان و خط انتقال حدود ۶۵ کیلومتر از مخزن سد داریان به مخزن سد پالنگان و از آنجا به روانسر در سال ۱۳۸۹ به شرکت مهاب قدس واگذار گردید.

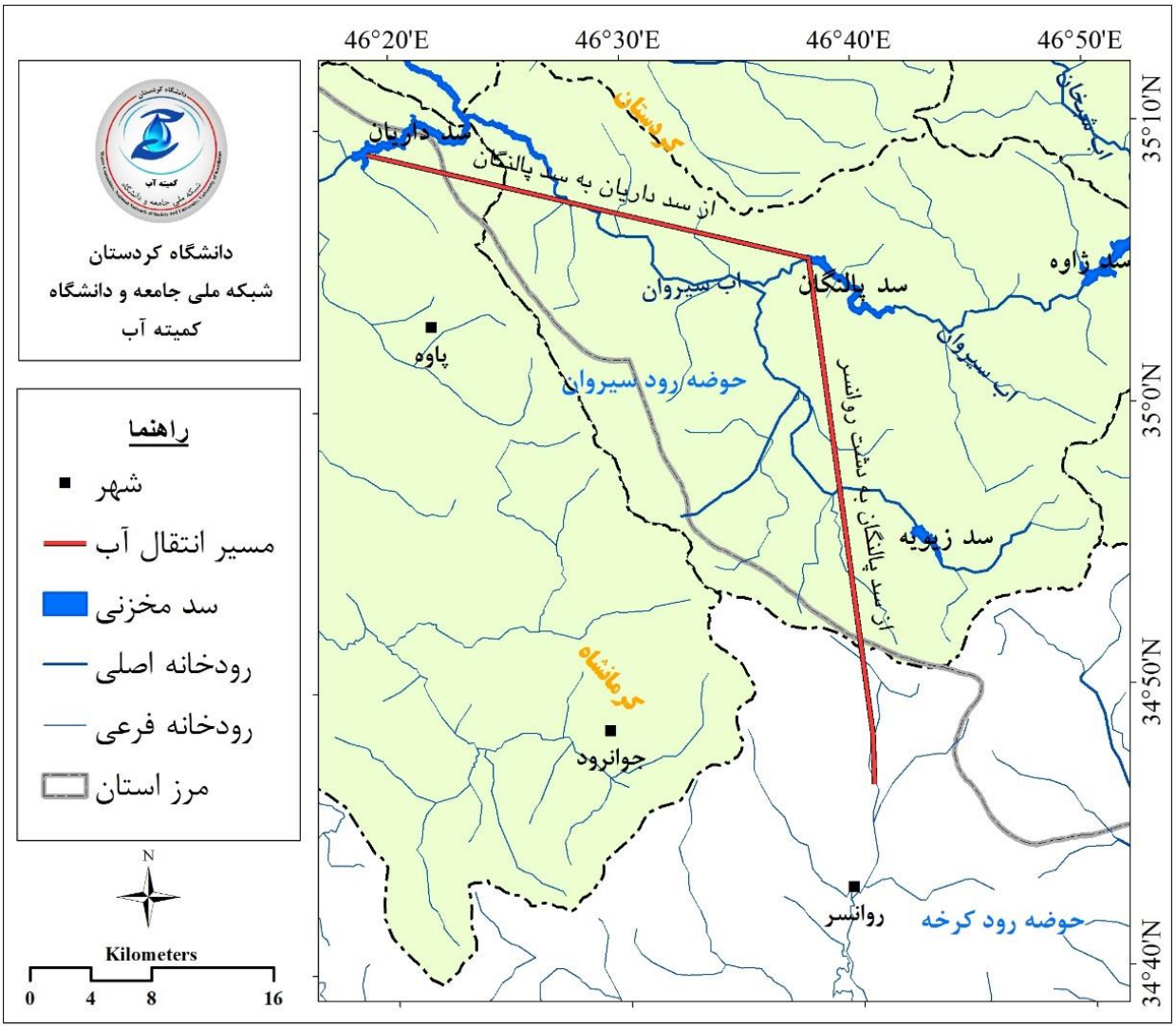
پمپاژ با ارتفاع حدود ۸۶۰ متر و خطوط انتقال ۱۵ و ۲۰ مترمکعب در ثانیه و این ظرفیت انتقال با هد یاد شده از جمله ویژگیهای خاص این پروژه می‌باشد.

جدول(۴-۱۵) مشخصات فنی طرح و انتقال آب از سد پالنگان به دشت روانسر

اجزای طرح	ویژگی	اجزای طرح	ویژگی
نوع سد	سنگریزه ای با هسته رسی	نوع سیستم انحراف / کالورت	تونل
ارتفاع از پی (متر)	۱۰۲	تعداد تونل انحراف	۲
طول تاج (متر)	۳۳۴	طول سیستم انحراف (متر)	۴۳۵
عرض تاج (متر)	۱۲	قطر تونل انحراف (متر)	۴/۵
حجم بدنه سد (هزار مترمکعب)	۲۸۵۰	طول تونل آب بر (متر)	۲۹۵
حجم کل مخزن (میلیون مترمکعب)	۶۶	قطر تونل آب بر (متر)	۳/۶۰
حجم مفید مخزن (میلیون مترمکعب)	۵۸	طول تونل انتقال (متر)	به زیر نویس جدول مراجعه شود
متوسط آورد سالیانه رودخانه (مترمکعب بر ثانیه)	۱/۶۳	قطر تونل انتقال (متر)	
نوع سرریز	آزاد	ظرفیت تخلیه سیستم انحراف (مترمکعب برثانیه)	۱۴۶/۵
ظرفیت تخلیه سیلاب(مترمکعب بر ثانیه)	۱۳۷۳	ظرفیت تخلیه کننده تحتانی (مترمکعب بر ثانیه)	۱۳۷۳
آبدهی در محل سد پالنگان(متر مکعب بر ثانیه)	۱۹/۲	ظرفیت آبگیر آبیاری (مترمکعب بر ثانیه)	۲۱/۵
تراز نرمال(متر از سطح دریا)	۱۰۹۰	ظرفیت آبگیر شرب (مترمکعب بر ثانیه)	ندارد
تراز تاج(متر از سطح دریا)	۱۰۹۷	ظرفیت آبگیر آب بر نیروگاه (مترمکعب بر ثانیه)	ندارد
ظرفیت نصب (مگاوات)	-	طول جاده های جایگزین(کیلومتر)	۵/۶

***مآخذ**: شرکت توسعه منابع آب و نیروی ایران، ۱۳۹۱*

سامانه انتقال از مخزن داریان تا مخزن سد پالنگان و از سد پالنگان تا روانسر طول ۶۵ کیلومتر می‌باشد. از این مقدار حدود ۲۵ کیلومتر تونل به قطر پوشش شده ۳ متر و مابقی خط لوله است. انتقال آب از سد داریان به سد پالنگان شامل ۲ خط لوله فلزی به قطر ۲۰۰۰ میلیمتر و از پالنگان به روانسر ۳ خط لوله فلزی به قطر ۲۰۰۰ میلیمتر می باشد. ظرفیت حداکثر خط انتقال از داریان تا پالنگان ۱۵ متر مکعب در ثانیه و ظرفیت خط انتقال از پالنگان به روانسر ۲۰ متر مکعب در ثانیه بوده و ارتفاع پمپاژ از سد داریان تا پالنگان ۳۶۰ متر و از پالنگان تا روانسر ۴۹۵ متر و مجموعا ۸۵۵ متر می‌باشد. تعداد ایستگاههای پمپاژ ۵ عدد است. حجم انتقال آب سالیانه حدد ۵۰۰ میلیون متر مکعب است که از آن ۵۵ میلیون متر مکعب برای آبیاری دشت های مسیر خط انتقال به منظور تامین نیاز آبی ۶۸۰۰ هکتار استفاده شده و مابقی به روانسر (حوضه کرخه) انتقال می‌یابد (شرکت مهندسی مشاور مهاب قدس /http://mahabghodss.net/ExternalSites/new).



شکل (۴-۱۷) نقشه موقعیت سد پالنگان و مسیر انتقال آب به استان کرماشان

۴-۶-۱-۵- پروژه سد ژاوه

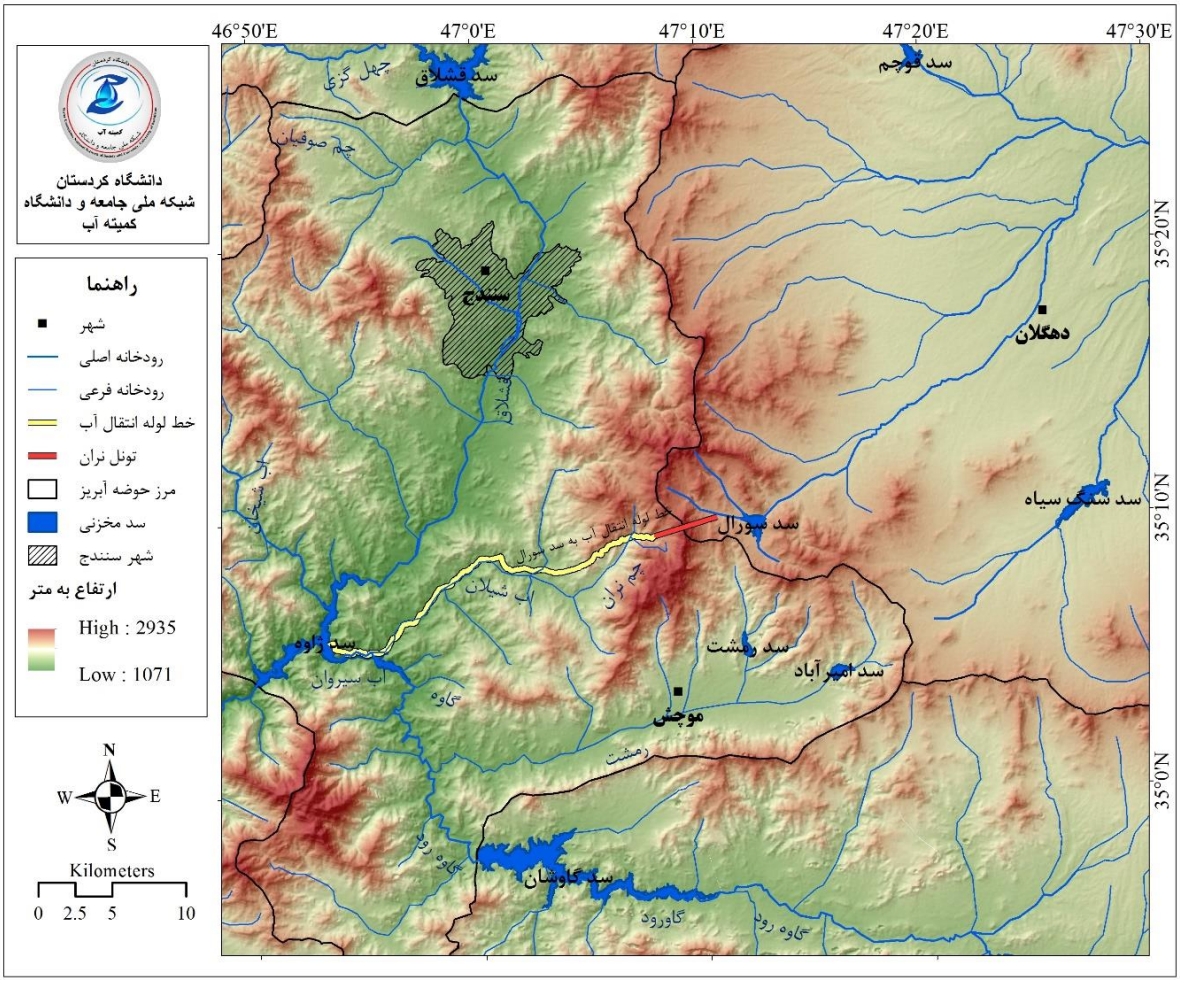
سد ژاوه بر روی یکی از سرشاخه‌های پرآب رودخانه‌ی سیروان یعنی رود ژاوه در ۴۰ کیلومتری جنوب غربی شهر سنندج احداث شده است. این رود از به هم پیوستن دو رودخانه قشلاق و گاوه رود تشکیل شده و سپس در جهت غرب به سیروان می پیوندد. ساخت آن از سال ۱۳۷۸ شروع شده است.

در صورت آبگیری، دریاچه‌ی این سد تا ۲۵ کیلومتری شهر سنندج گسترش پیدا خواهد نمود. به لحاظ جغرافیایی دیواره‌ی سد در موقعیت "۰۶'۰۴°۳۵ عرض شمالی و "۰۲'۵۰ °۴۶ طول شرقی واقع شده است(شکل ۴-۱۸). حوضه‌ی آبریز سد ژاوه از خروجی سد قشلاق بر روی رودخانه قشلاق در ۱۰ کیلومتری شمال شهر سنندج و از خروجی سد گاوشان بر روی رودخانه گاوه رود ۱۸۰۹/۱۰ کیلومتر مربع است. همچنین محیط این حوضه‌ی آبریز ۲۳۱/۱۱ کیلومتر می باشد. حداقل ارتفاع حوضه در محل دیواره سد ۱۲۳۷/۵ متر از دریای آزاد است. دیگر خصوصیات سد ژاوه به شرح ذیل است(شرکت مشانیر، ۱۳۹۸):

جدول(۴-۱۶) مشخصات فنی طرح و انتقال آب از سد ژاوه به دشت دهگلان

اجزای سد	ویژگی
نوع سد	بتن غلتکی
طول تاج سد	۳۰۰ متر
ارتفاع از پی	۸۶/۵ متر
تراز کف مخزن در محل محور سد	۱۲۳۷/۵ متر
تراز نرمال مخزن	۱۳۰۱ متر
حجم مخزن در رقوم نرمال	۹۳/۶۴ میلیون متر مکعب
کمینه تراز بهره برداری	۱۲۸۵ متر
میانگین آورد سالانه به مخزن: از رود قشلاق	۱۱۷/۵ م.م.م
میانگین آورد سالانه به مخزن: از رود گاوه رود	۱۳۹/۷ م.م.م
میانگین آورد سالانه به مخزن: از میان حوضه	۱۴/۵ م.م.م
مجموع آورد سالانه به مخزن	۲۷۱/۷ م.م.م
مساحت دریاچه در رقوم نرمال	۴/۹۶۹ کیلومتر مربع
حجم تبخیر سالانه	۶ م.م.م
طول خط لوله انتقال آب به دشت دهگلان	۲۷/۸۸۸ کیلومتر
طول تونل نران	۴/۳۴ کیلومتر
قطر لوله فولادی	۲۰۰۰ میلیمتر
متوسط سالانه انتقال آب	۱۲۳ میلیون متر مکعب

حداکثر ظرفیت انتقال آب	۸ متر مکعب در ثانیه
تعداد ایستگاه پمپاژ آب	۶ ایستگاه
ظرفیت و هد پمپاژ دینامیک	۹۰۰ متر



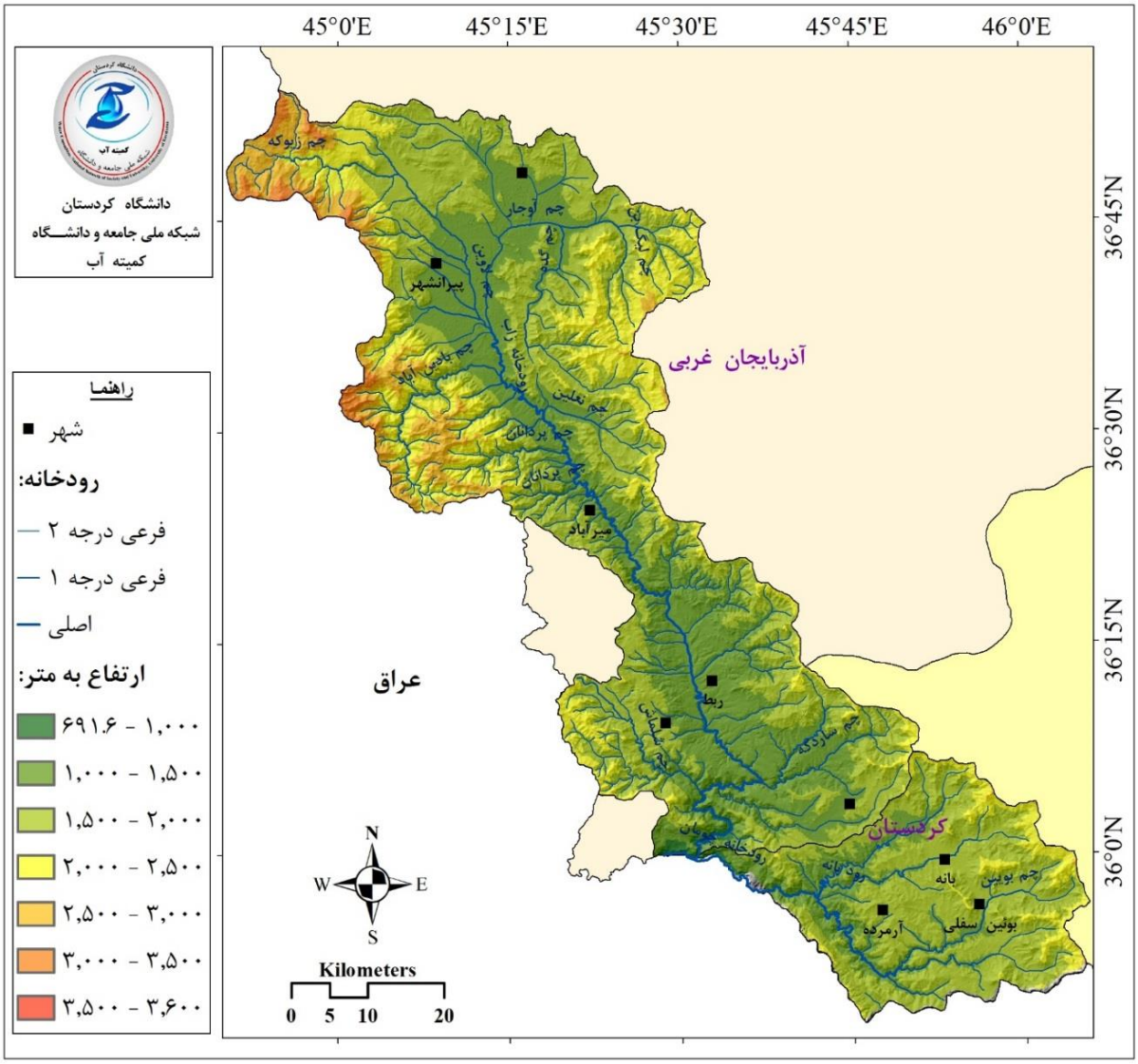
شکل(۴-۱۸) حوضه‌ی آبریز سد ژاوه و موقعیت شهر سنندج نسبت به این سد مخزنی

این سد به منظور تأمین آب برای کشاورزی و صنعت در دشت های موجود در ارتفاعات بالای ۲۰۰۰ متر از سطح دریا احداث شده است. به منظور انتقال آب از سد ژاوه از خط لوله و ۶ ایستگاه پمپاژ استفاده شده است. در این طرح سالانه به طور متوسط ۱۲۳ میلیون متر مکعب آب با ظرفیت حداکثری ۸ متر مکعب در ثانیه توسط خط لوله فولادی به قطر ۲۰۰۰ میلیمتر و طول ۳۲/۲۲۸ کیلومتر که ۴/۳۴ کیلومتر تونل نران را نیز در بر می گیرد به مقصد منتقل می گردد.

دستاوردهای خاص: این سد بزرگ ترین سد بتن غلتکی ساخته شده در کشور بوده و رکورد بتن ریزی به میزان ۱۲۱۰۰۰ مترمکعب در ماه را داراست. سامانه انتقال با توجه به ظرفیت و هد پمپاژ دینامیک حدود ۹۰۰ متر، جزء بزرگ ترین سامانه های انتقال آب در سطح کشور می باشد.

۴-۶-۲ حوضه‌ی رودخانه زاب

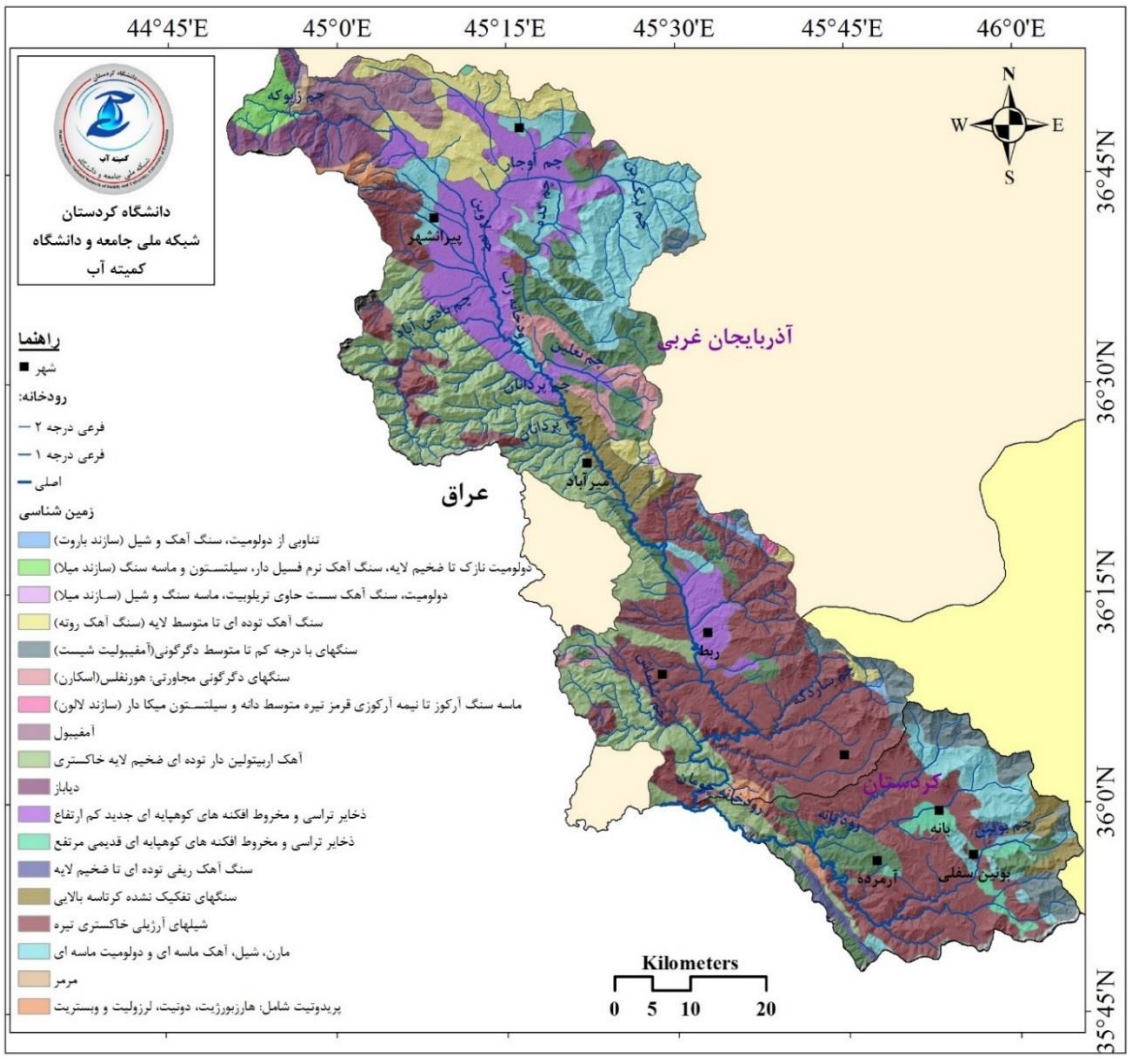
حوضه‌ی آبریز رودخانه‌ی زاب، در شمالغربی استان کردستان و جنوب غربی استان آذربایجانغربی قرار دارد. از نظر مختصات جغرافیایی بین "۳۰ '۵۹ °۳۵ تا "۲۰ '۵۴ °۳۶ عرض شمالی و "۱۰ '۵۰ °۴۴ تا "۴۰ '۵۰ °۴۵ طول شرقی واقع است و مساحت آن ۴۳۲۱/۸۶ کیلومترمربع و محیط آن ۵۰۹/۸ کیلومتر می‌باشد. این حوضه، یکی از زیرحوضه‌های حوضه‌ی آبریز خلیج فارس می‌باشد که از شمال به حوضه‌ی آبریز رودخانه گادر، از شرق به حوضه‌های آبریز سیمینه رود و رود مهاباد و از غرب و جنوب به خاک کشور عراق محدود است(شکل ۴-۱۹). جهت کلی ناهمواریهای حوضه شمال غربی-جنوب شرقی است و خط تقسیم آب آن در غرب، مرز ایران و عراق را تشکیل می دهد (طالبپور اصل، ۱۳۹۴).



شکل(۴-۱۹) نقشه‌ی طبقات ارتفاعی حوضه آبریز رودخانه زاب

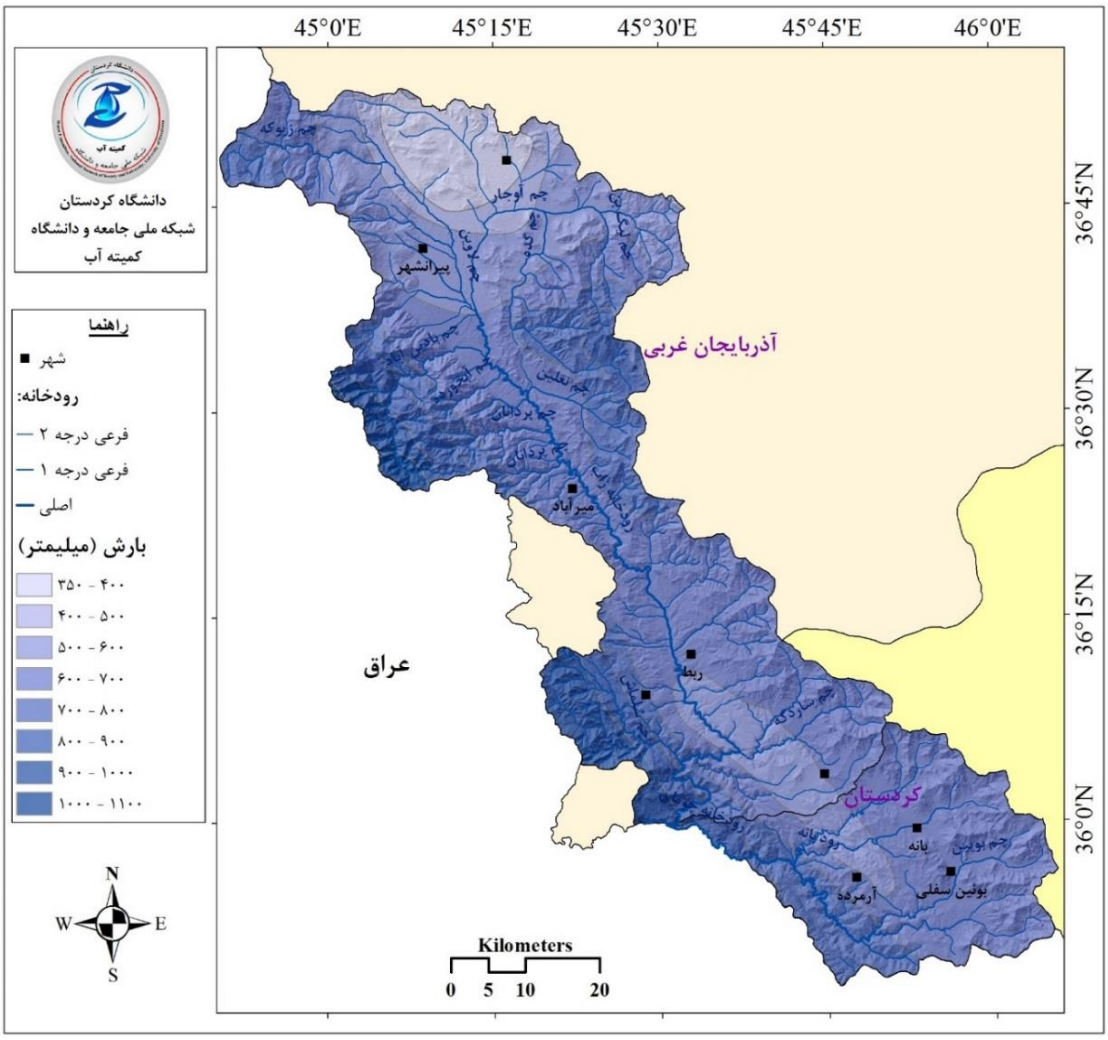
از دیدگاه تقسیمات واحدهای ساختمانی- رسوبی ایران، حوضه‌ی آبریز رودخانه‌ی زاب در محدوده کمربند دگرگونی و افیولیتی زون سنندج- سیرجان می‌با شد. این زون یکی از فعالترین و نا آرام‌ترین واحدهای ساختمانی ایران می‌با شد و مراحل مهم دگرگونی را تحمل کرده است. رخنمون‌های منطقه را سنگ های گوناگونی از لحاظ ترکیب و سن پدید آورده ا ست که بطور عمده در برگیرنده‌ی سنگهای آذرین، ر سوبی، دگرگونی از زمان پرکامبرین تا عهد حا ضر ا ست(شکل ۴-۲۰). واحدهای کربناته و سنگهای ولکانیک به علت پایداری در برابر فرسایش بلندترین ارتفاعات منطقه را ساخته‌اند، حال آن که واحدهای شیلی و ماسه‌ای نقاط پست منطقه را پدید آورده‌اند. در قسمت شرق و شمال حوضه‌ی زاب، تشکیلات جدیدتر توسط روراندگی و گسله‌های اصلی از سازندهای قدیمی پرکامبرین جدا می‌شوند. جدیدترین تشکیلات سازندهای سطحی، شامل آبرفت‌های جوان و پادگانه‌های قدیمی‌تر دوران چهارم است و تشکیلات دوران سوم مشتمل بر آمیزه‌های رنگی و سنگ های فوق بازیک و دیاباز ا ست. سازند ژورا سیک–کرتا سه(دوران دوم) شامل سنگ آهک همراه با سنگ ر ستی تابعه، آندزیت سبز و توف‌های مربوط به آن، فیلیت یکنواخت، مرمر، سنگ‌های دگرگونی برخوردی و هورن فیلس است. سنگ آهک، فیلیت یکنواخت و مرمر سازندهای عمده‌ی منطقه می‌باشند. در شمال‌غربی بانه منطقه آلوت، در غرب سردشت منطقه‌ی بَرده پهن و در جنوب‌غربی مهاباد منطقه هنگ‌آباد در داخل حوضه‌ی زاب توده‌های گرانیتی تیره رنگی برونزد دارند که اغلب تو سط سنگ‌های دگرگونه‌ای از نوع هورن فیلس و آندالوزیت و شی ست احاطه شده‌اند(نجفی، ۱۳۶۹). علاوه بر سازندهای فوق سازند میلا و لالون در منطقه موجود بوده که از نظر سنگ‌شناسی تشکیلات آنها شامل ماسه‌سنگ‌های آرکوزی با سیمان سیلیسی و چینه‌بندی متقاطع می‌باشد. سازند زیگون با سنگ‌شناسی شیل ماسه‌ای دانه‌ریز سیلتی و ما سه سنگ دانه‌ریز میکادار به رنگ قرمز تیره با شیل‌های سبز و بنفش بوده و سازند باروت نیز از نظر لیتولوژی دارای شیل‌های رسی و سیلتی و ماسه‌ای ظریف میکادار یا به گفته‌ی دیگر دولومیت، شیل و آهک است، که در منطقه وجود دارند. سازندهای فوق مربوط به دوران اول و دوره‌ی تریاس می‌باشند و از نظر مکانی سازند لالون در شرق و شمال بَرده‌رش در مسیر سردشت - بانه و جنوب گاگَش بالا و غرب و شمال‌غرب جانداران و شرق قلاتاسیان و در مسیر جلدیان به نقده دیده می شود که گ سترش زیادی ندارند. سازند میلا نیز در جنوب غرب گاگَش بالا وجود دارد و سازند باروت هم در حوالی جانداران و شمال حوضه در دامنه شمالی خطالرأسهای شمال حوضه‌ی فوق به طرف منطقه اشنویه دیده می شود. بر ا ساس نقشه‌ی زمین شنا سی مکان‌های فسیل شده محلّی در داخل حوضه‌ی زاب در شمال غرب کوه سَری‌گومه، شرق آلاوان، شمال شرق کوخان، غرب تِرکَش، شمال جلدیان و شرق جاده پیرانشهر–نقده در شمال غرب بَرده‌قَل دیده می‌شوند(خضری، ۱۳۷۹: ۴۷).

گسل ا صلی زاگرس به موازات زاب از جنوب‌غربی پیرانشهر شروع و با جهت شمالی - جنوبی تا رو ستای نلاس ادامه دارد و از آنجا به سمت جنوب شرق به صورت گسلی نامرئی مشاهده می‌شود. رودخانه زاب در جوار آن مسیر اصلی خود را طی می‌کند و زهکش اصلی حوضه محسوب می‌گردد.



شکل(۴-۲۰) نقشه‌ی زمین شناسی حوضه آبریز رودخانه زاب

در بررسی وضعیت بارندگی در منطقه طرح آمار ایستگاه‌های موجود در حوضه رودخانه زاب و حوضه‌های مجاور به تعداد ۳۶ ایستگاه سینوپتیک، کلیماتولوژی، تبخیرسنجی و بارانسنجی جمع‌آوری و مورد بررسی قرار گرفته است. بررسی آمار بارش سالانه در دوره شاخص آماری نشان می‌دهد که در ایستگاه‌های داخل حوضه میانگین سالانه بارندگی از ۴۱۱/۸ میلیمتر در ایستگاه سیلوه تا ۹۲۰ میلیمتر در ایستگاه سردشت متغیر می‌باشد(شکل ۴-۲۱). همچنین حداکثر بارش سالانه بمیزان ۱۵۷۳ میلیمتر در سال ۶۷-۱۳۶۶ در ایستگاه گرژال و حداقل به میزان ۱۰۱ میلیمتر در سال ۷۹-۱۳۷۸ در پیرانشهر در نوسان بوده است. حداکثر بارش ماهانه در ماههای فروردین و اردیبهشت و حداقل بارش در ماههای مرداد و شهریور اتفاق افتاده است(جدول ۴-۱۶). همچنین بررسی توزیع فصلی نشان می‌دهد که زمستان با توزیع بیش از ۳۷٪ بارش بیشترین و تابستان با بارش کمتر از ۱ در صد کمترین بارش را داشته است(طالبپور اصل، ۱۳۹۴).



شکل(۴-۲۱) نقشه‌ی میانگین بارش حوضه آبریز رودخانه زاب

جدول(۴-۱۷)تغییرات بارندگی ماهانه در طی دوره‌ی آماری در ایستگاه پیرانشهر

پارامتر	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	سالانه
حداکثر	۱۲۸/۰	۲۱۰/۰	۱۸۷/۰	۱۳۹/۶	۱۴۲/۰	۱۸۰/۵	۲۰۹/۰	۲۰۰/۰	۶۴/۵	۱۲/۵	۵/۵	۱۴/۰	۹۱۰/۰
متوسط	۲۲/۴	۶۸/۳	۵۷/۴	۶۰/۱	۵۲/۹	۷۳/۲	۸۱/۸	۷۲/۹	۱۰/۴	۱/۴	۰/۳	۰/۷	۵۰۱/۹
حداقل	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۲۰/۰	۷/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۱۰۱/۰
درصد ماهانه	۴/۵	۱۳/۶	۱۱/۴	۱۲/۰	۱۰/۵	۱۴/۶	۱۶/۳	۱۴/۵	۲/۱	۰/۳	۰/۱	۰/۱	۱۰۰
درصد فصلی		**۲۹/۵**			**۳۷/۱**			**۳۲/۹**			**۰/۵**		**۱۰۰**

***مآخذ**: سازمان هواشناسی کشور، ۱۳۹۳*

رودخانه زاب از ارتفاعات سیاه کوه واقع در مرز ایران و عراق به نام رود لاوین سرچشمه می‌گیرد با دریافت شاخه‌های زیوکه، تمرچین و قلعه‌تراش ابتدا در جهت غرب به شرق و سپس در جهت جنوب شرقی جریان یافته و در ۱۰ کیلومتری شرق شهر پیرانشهر با رود آوجار که از شرق به غرب و جنوبغربی جریان دارد، بهم متصل می‌شوند. از این موقعیت به بعد رودخانه به نام زاب کوچک شناخته می شود. در ۲۵ کیلومتری جنوب پیرانشهر شاخه‌ی پرآب دیگری به نام بادین‌آباد را دریافت نموده و در دره‌ای مئاندری شکل و در امتداد گسل اصلی زاگرس و در جهت جنوب به مسیر خود ادامه می‌دهد. نر سیده به شهر میرآباد چم نعلین را از سمت شرق و شاخه‌های آبخورده و پردانان از سمت غرب را دریافت می‌نماید. سپس با گذر از محل ایستگاه هیدرومتری گرژال و سپس بریسوه(سرد شت) در محل پل خرابه با رودخانه چومان(که از منطقه بانه وارد می‌گردد) ق سمتی از مرز ایران و عراق را ت شکیل داده و بنام زاب کوچک در نزدیکی آبادی هرزنه از مرز خارج و وارد دریاچه سد دوکان در کردستان عراق شده و در آن کشور از طریق رودخانه دجله و اروندرود به خلیج فارس تخلیه می‌گردد. این رود از سرچشمه‌ی آن در ارتفاعات سیاه‌کوه تا محل خروج از مرز ایران ۱۸۸ کیلومتر طول دارد(شکل ۴-۱۹).

جدول(۴-۱۸) تغییرات دبی ماهیانه رودخانه‌ی زاب در یک دوره‌ی ۴۹ ساله بر حسب m^2/sec

ماه	ایستگاه هیدرومتری گرژال			ایستگاه هیدرومتری بریسوه		
	میانگین	حداکثر	حداقل	میانگین	حداکثر	حداقل
مهر	۹/۱	۱۶	۵	۹/۹	۱۶/۵	۵/۶
آبان	۱۶/۶	۵۴/۵	۲/۳	۱۷/۷	۶۴/۱	۶/۲
آذر	۲۰/۶	۶۵/۶	۳/۵	۲۶/۴	۷۵/۱	۱۱/۱
دی	۲۱/۷	۶۵/۹	۹/۸	۲۹/۹	۱۱۰/۹	۱۳/۵
بهمن	۲۴/۴	۵۷/۲	۷/۴	۳۱/۷	۷۱/۲	۱۱/۸
اسفند	۵۰/۱	۱۷۳/۵	۷۹/۹	۶۹/۲	۲۷۸/۳	۱۳/۸
فروردین	۱۰۸/۹	۳۲۷/۳	۲۷/۷	۱۲۹/۳	۳۵۸	۳۲/۶
اردیبهشت	۱۳۱/۸	۲۷۱/۸	۵۷/۲	۱۴۶	۲۸۵/۵	۶۶/۲
خرداد	۹۶/۷	۲۱۰/۱	۲۹/۷	۱۰۷/۹	۲۱۸/۷	۳۵/۳
تیر	۴۳/۳	۱۰۰/۷	۳/۲	۴۶/۷	۱۰۳/۸	۱۳/۲
مرداد	۱۸/۹	۳۷/۵	۷	۲۱/۵	۴۸/۵	۷/۳
شهریور	۱۱/۵	۲۱/۴	۳/۸	۱۲	۲۶/۲	۸/۵
سالانه	**۴۶/۱**	**۹۷/۲**	**۲۴/۱**	**۵۴**	**۱۱۹**	**۲۹/۴**

مآخذ: سازمان آب منطقه‌ای آذربایجان غربی، ۱۳۹۴

بر اساس داده های ثبت شده در ایستگاه هیدرومتری گرژال، میانگین دبی سالانه رودخانه‌ی زاب ۴۶/۱ مترمکعب در ثانیه برابر۱۴۶۴/۷۲ میلیون متر مکعب در سال می باشد. در این ایستگاه میانگین حداکثر دبی رودخانه‌ی زاب به میزان ۹۷/۲ مترمکعب بر ثانیه و میانگین حداقل جریان ماهانه ۲۴/۱ متر مکعب در ثانیه است(جدول ۴-۱۸).

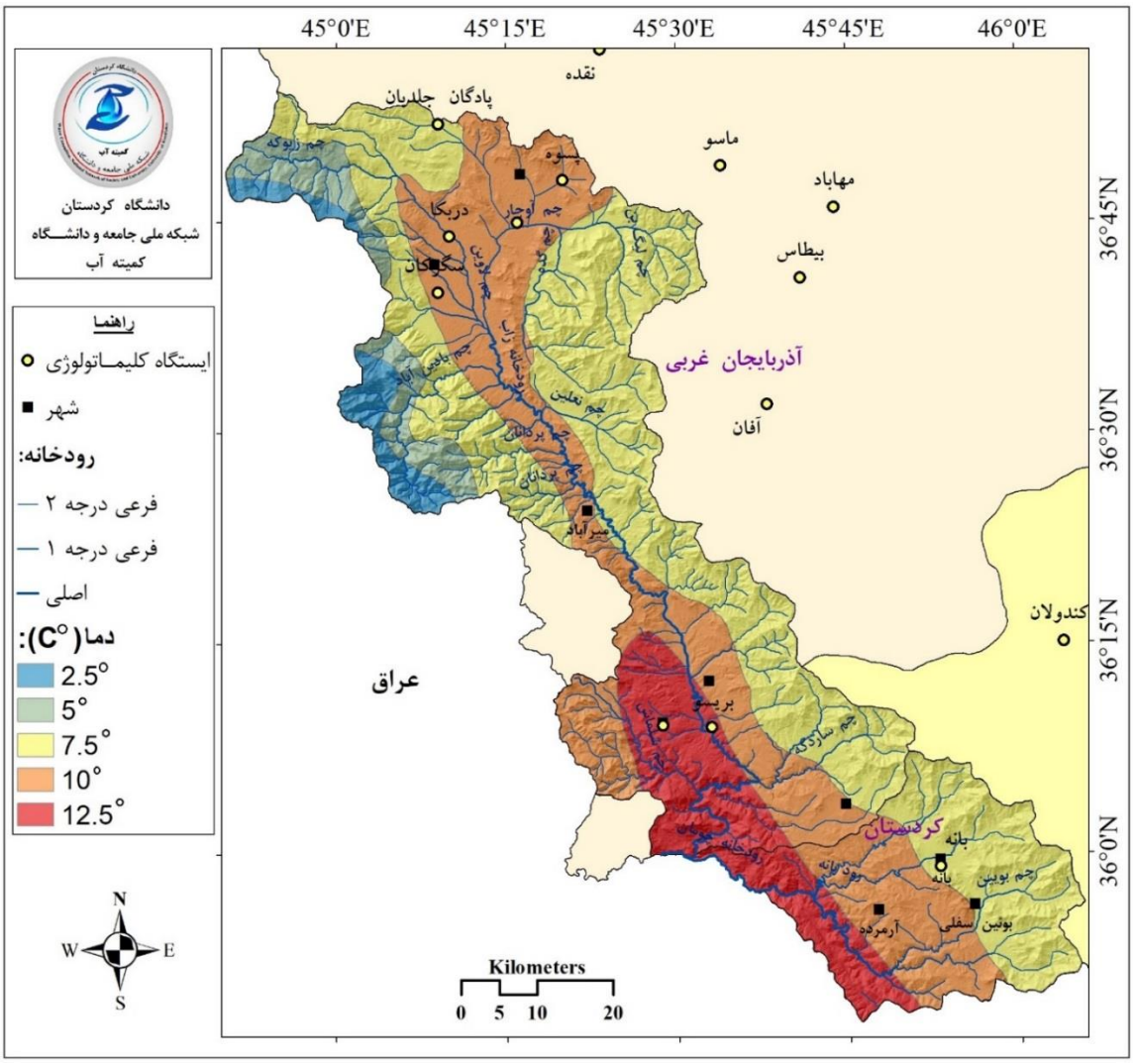
همچنین در ایستگاه هیدرومتری بریسوه در یک دوره‌ی ۴۹ ساله میانگین دبی سالانه ۵۴ متر مکعب در ثانیه می‌باشد. میانگین حداکثر دبی در این ایستگاه ۱۱۹ متر مکعب در ثانیه و میانگین حداقل آن ۲۹ متر مکعب در ثانیه می‌باشد. رودخانه‌ی زاب در سال آبی ۴۸-۱۳۴۷ بالاترین و در سال آبی ۶۸-۱۳۶۷ کمترین میزان دبی را داشته است. میزان دبی رودخانه‌ی زاب در ایستگاه بریسوه با در نظر گرفتن میانگین ۵۴ متر مکعب در ثانیه به ۱۷۰۲/۹۴ میلیون متر مکعب در سال می‌رسد(جدول ۴-۱۸).

درجه حرارت یا دمای هوا شاخصی از میزان گرماست که در ایستگاههای سینوپتیک، کلیماتولوژی و تبخیرسنجی با استفاده از ترمومترهای مختلف در طول روز اندازه‌گیری و گزارش می‌گردد. این عنصر اقلیمی یکی از پارامترهای عمده در مطالعات هواشناسی از نظر کمّی و کیفی بوده و بررسیهای لازم بر روی شاخص‌های حرارتی یعنی حداکثر مطلق، معدل حداکثر، میانگین، معدل حداقل و حداقل مطلق انجام می‌گیرد. در گزارش حاضر این بررسیها بر روی آمار و اطلاعات ۲۲ ایستگاه منتخب موجود در منطقه انجام گرفته است.

بررسی‌ها نشان می‌دهد که حداکثر دمای مطلق منطقه به میزان ۳۹ درجه سلسیوس در مرداد ماه ۱۳۷۸ در ایستگاه تبخیر سنجی پیرانشهر و حداقل دمای مطلق به میزان ۲۸/۶- درجه سلسیوس در بهمن ماه ۱۳۷۵ در ایستگاه تبخیرسنجی پیرانشهر گزارش شده است.

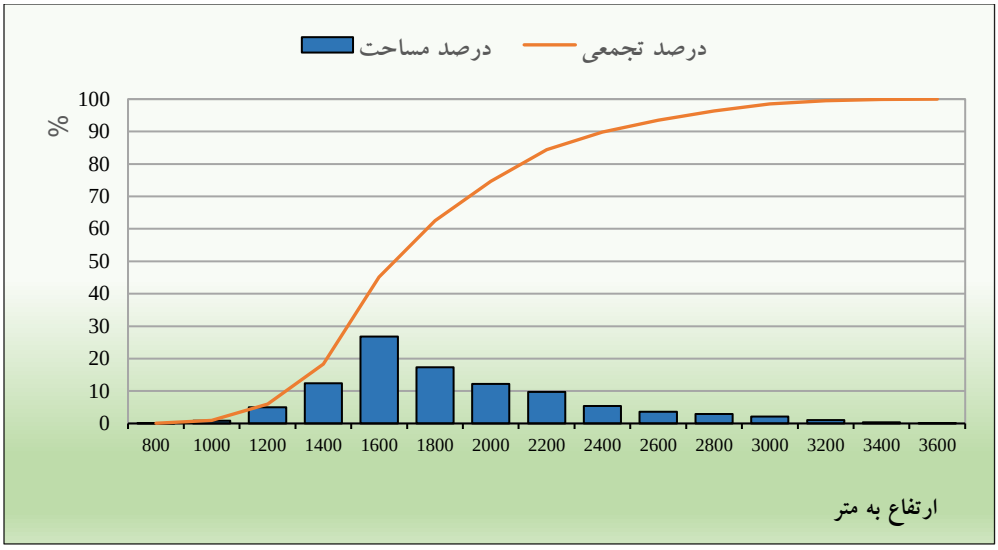
همچنین در بین ماههای سال، مرداد ماه گرمترین و ماه‌های دی و بهمن سردترین ماه‌های سال در منطقه می‌باشند. به طور کلی دمای هوای منطقه از بهمن ماه رو به افزایش گذاشته و تا مرداد ماه این فزونی دما ادامه داشته و پس از آن به تدریج درجه حرارت هوا رو به کاهش می‌گذارد و این برودت هوا تا بهمن ماه ادامه می‌یابد(شکل ۴-۲۲).

تعداد روزهای یخبندان در ایستگاه‌های سینوپتیک منطقه با استفاده از سالنامه‌های هواشناسی به صورت ماهانه جمع‌آوری و نتایج تجزیه و تحلیل آنها به صورت پلکانی: ماگزیمم، متوسط و مینیمم براساس آمار موجود تهیه و ارائه شده است. بررسی‌ها نشان می‌دهد که بیشترین روزهای یخبندان در محدوده‌ی طرح ۱۱۹ روز در ایستگاه‌های پیرانشهر و سردشت در سال ۱۹۹۲ و کمترین روزهای یخبندان در ایستگاه پیرانشهر ۵۸ روز و در سردشت بمیزان ۳۸ روز در سال ۲۰۰۱ گزارش شده است. همچنین میانگین روزهای یخبندان طی دوره آماری در پیرانشهر ۹۳ روز و سردشت ۷۷ روز محاسبه گردیده است.



شکل(۴-۲۲) نقشه‌ی میانگین دما حوضه آبریز رودخانه زاب

از دیدگاه ژئومورفولوژی حوضه رودخانه‌ی زاب از دو رشته کوه تشکیل شده که بخش غربی آن مرز ایران و عراق بوده که بیشترین ارتفاع آن در قله‌ی سیاه کوه به ۳۶۰۰ متر و قله‌ی کوه شیخان به ۳۰۵۱ متر می رسد. در بخش شرقی و در مرز با حوضه‌ی رودخانه‌ی مهاباد حداکثر ارتفاع در کوه میدان استر به ۲۸۰۳ متر می رسد و در جنوب حوضه کوه چهل چشمه، با ارتفاع ۳۱۷۳ متر، آن را از حوضه‌ی رودخانه‌ی سیروان جدا می نماید. در بخش شمالی حوضه‌ی زاب دشتهای پیرانشهر و خانه با وسعت قابل توجه و در بخش جنوبی آن سردشت و بانه که مساحت محدودی را دارند قرار گرفته‌اند. از نظر توپوگرافی در حدود ۲۵٪ مساحت حوضه بیش از ۲۰۰۰ متر و ۱/۵۷ ٪ مساحت آن بیش از ۳۰۰۰ متر ارتفاع دارد. ارتفاع متوسط حوضه بر اساس نمودار هیپسومتری آن ۱۶۸۵ متر بوده و حداقل ارتفاع در این حوضه در خط مرزی و در محل خروج از کشور ۶۹۱ متر می‌باشد(شکل ۴-۲۳).

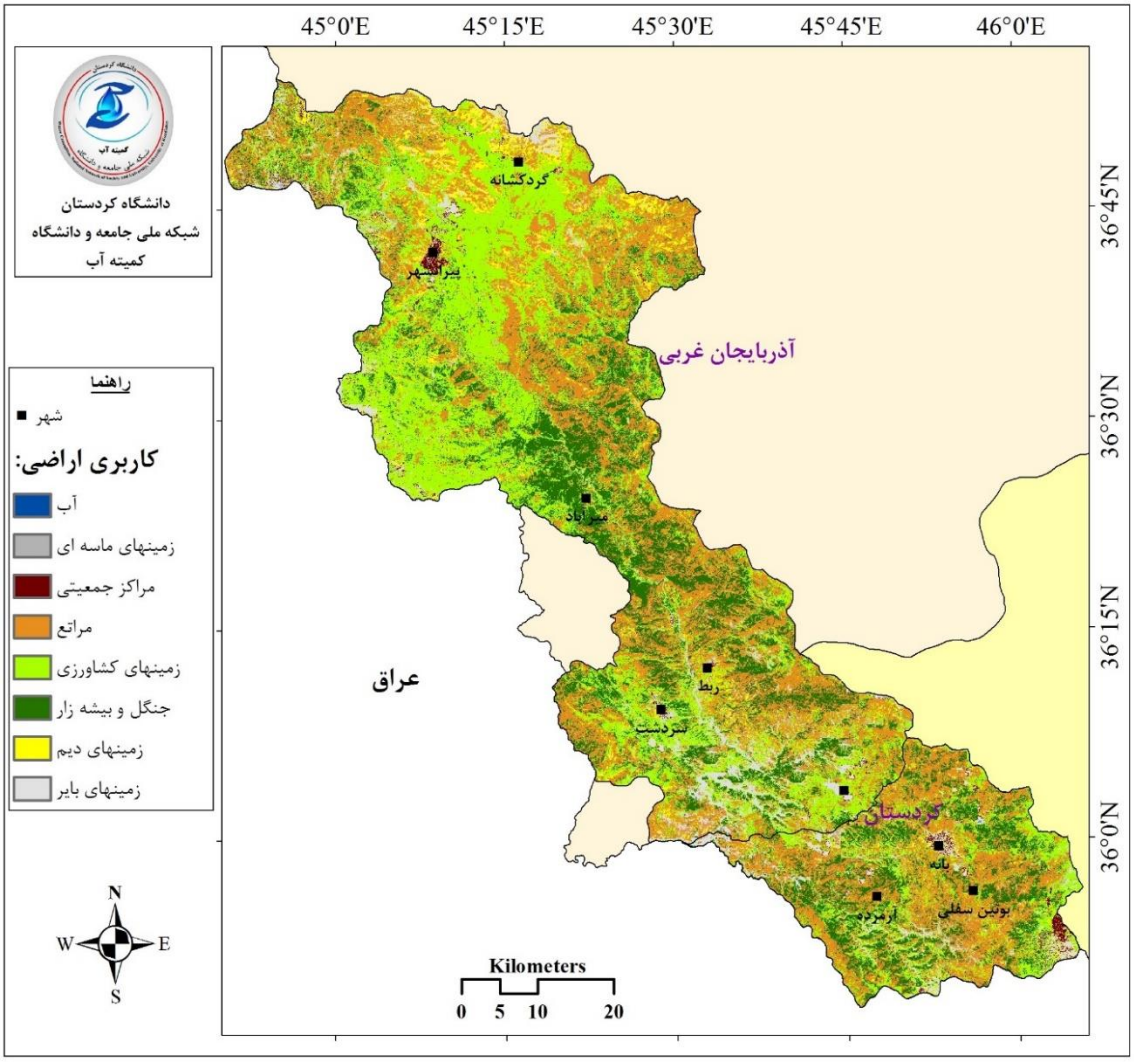


شکل(۴-۲۳) نمودار هیپسومتری حوضه‌ی آبریز رودخانه‌ی زاب

بررسی نقشه‌ی کاربری اراضی حوضه استخراج شده از تصاویر ماهواره‌ای(شکل ۴-۲۴) نشان می‌دهد که در حدود ۸۲۸/۳۵ کیلومتر مربع معادل ۱۹/۱۴ درصد از مساحت حوضه‌ی آبریز زاب را جنگل و بیشه‌زار تشکیل می‌دهد(جدول ۴-۱۹)، که این جنگل‌ها عمدتاً در نیمه‌ی جنوبی حوضه، از بانه تا میرآباد را شامل می‌شود و سپس به سمت شمال از تراکم آنها کاسته شده و جای خود را ابتدا به درختچه و سپس بوته‌ها و در نهایت به مراتع می‌دهد. در حوضه‌ی زاب وسعت مزارع دیم نسبتاً کم و مزارع آبی منطبق بر دشت پیرانشهر می‌باشد. دشت پیرانشهر در بخش شمالی حوضه قطب کشاورزی منطقه به حساب می‌آید.

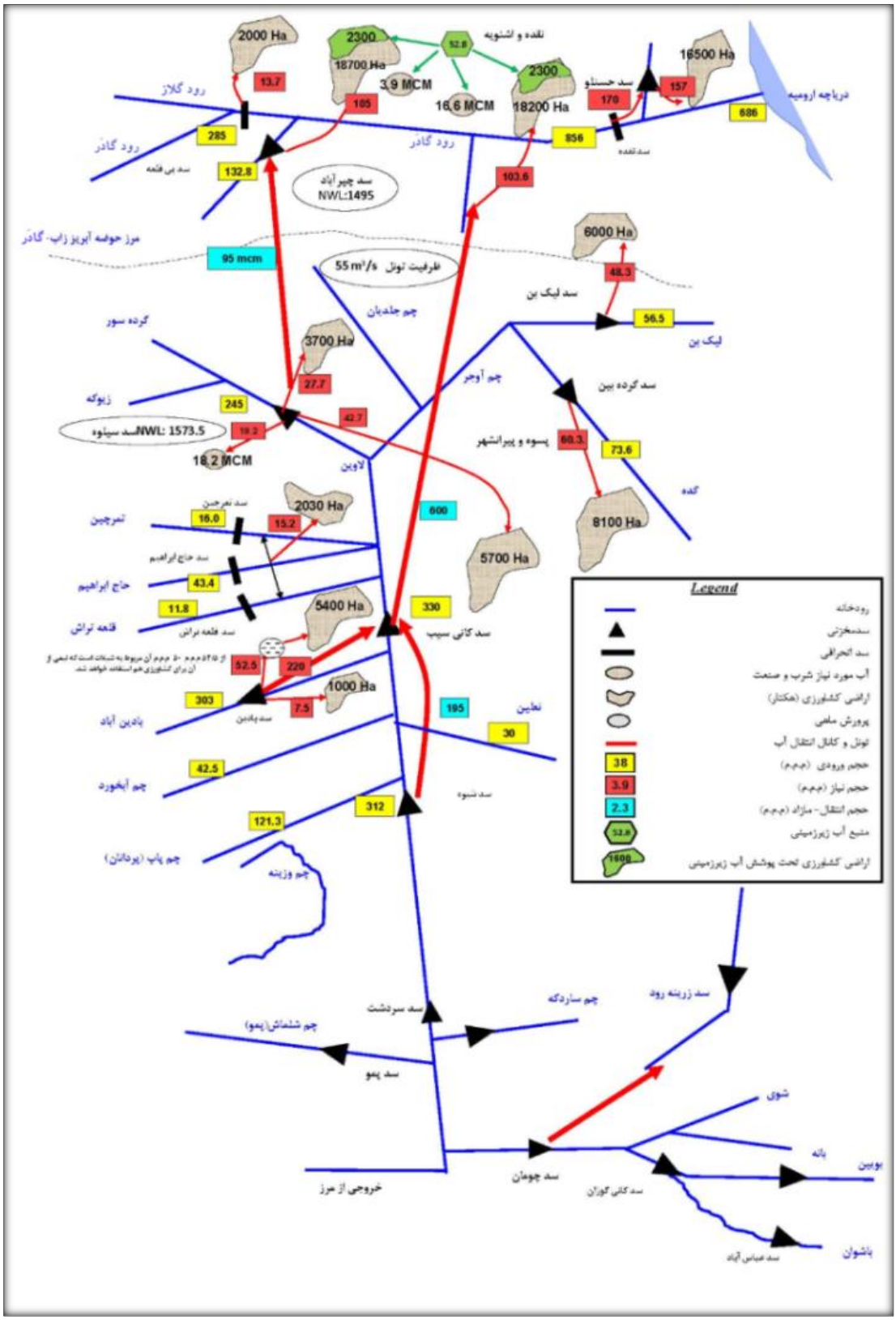
جدول(۴-۱۹) داده‌های مربوط به نقشه‌ی کاربری اراضی حوضه‌ی رودخانه زاب.

ردیف	نوع کاربری	حوضه‌ی رود زاب		
		تعداد پیکسل	مساحت km^2	درصد مساحت
۱	آب	۱۴۳	۰/۱۳	۰/۰۰۳
۲	مراکز جمعیتی	۶۵۲۳۸	۵۸/۷۱	۱/۳۶
۳	مزارع آبی	۱۵۲۰۱۵۸	۱۳۶۸/۱۴	۳۱/۶۶
۴	مزارع دیم	۲۸۵۳۳۴	۲۵۶/۸۰	۵/۹۴
۵	مراتع	۱۵۸۷۱۸۹	۱۴۲۸/۴۷	۳۳/۰۵
۶	زمینهای ماسه‌ای	۵۹۰۱۷	۵۳/۱۱	۱/۲۲
۷	جنگل و بیشه‌زار	۹۱۹۲۷۷	۸۲۸/۳۵	۱۹/۱۴
۸	زمینهای بایر	۳۶۵۵۹۹	۳۲۹/۰۴	۷/۶۱
	جمع		**۴۳۲۱/۷۶**	**۱۰۰**



شکل(۴-۲۴) کاربری اراضی حوضه های آبریز رود زاب استخراج شده از تصویر ماهواره‌ای لندست ۸ در تاریخ ۲۰۱۴/۰۶/۱۴

پروژه‌ی انتقال آب بین حو ضه‌ای، بر روی رودخانه‌ی زاب کوچک و شاخه‌های آن اجرا می شود. این رودخانه در ایران دارای دبی سالانه ۴۶/۳۶۱ متر مکعب در ثانیه و آبدهی۲/۴ میلیارد متر مکعب در سال(با احت ساب رود چومان در منطقه‌ی بانه) ا ست. با احداث سی ستم آبگیری و جمع آوری کننده سر شاخه‌های زاب کوچک به دریاچه سد مخزنی پیران(کانی سیو) امکان تو سعه‌ی ارا ضی د شت پیرا شهر به م ساحت ۲۶۹۳۵/۵ هکتار و انتقال آب مازاد به حجم ۶۲۳ میلیون متر مکعب در سال به دریاچه‌ی ارومیه از طریق رودخانه‌ی گادر فراهم خواهد شد. پتان سیل منابع آب موجود در این طرح بر پایه‌ی آمار و اطلاعات به میزان ۸۷۰ میلیون متر مکعب تخمین زده می‌شود(شکل ۴-۲۵).



شکل(۴-۲۵) نمایی شماتیک از انتقال آب از حوضه‌ی آبریز رودخانه‌ی زاب به دریاچه‌ی ارومیه(پورطبری، ۱۳۹۰)

۴-۶-۲-۱- پروژه سد کانی سیو

در یک نگاه کلی این طرح در قالب سیستم جمع‌آوری و همچنین تونل‌های انتقال از شاخه‌ی بادین‌آباد و انتقال از دریاچه‌ی سدهای مخزنی به حوضه‌ی رودخانه‌ی گادر و در نهایت دریاچه‌ی ارومیه صورت می‌گیرد. نحوه‌ی جمع‌آوری و انتقال آب بدین‌گونه است که با احداث بندهای انحرافی و ایجاد سازه‌های تنظیم سرریز روی شاخه‌های غربی رودخانه‌ی زاب کوچک در دشت پیرانشهر، امکان انتقال جریانات مازاد آب رودخانه‌ها از طریق سیستم انتقال فراهم می‌گردد(شکل ۴-۲۶). مطابق این طرح:

۱- با احداث سد بادین آباد بر روی این رود، سالانه ۲۲۰ میلیون متر مکعب آب از طریق حفر کانال به سد کانی سیو منتقل می‌شود.

۲- با احداث سد شیوه بر روی شاخه‌ی اصلی رود زاب، سالانه ۱۹۵ میلیون متر مکعب آب از طریق پمپاژ و حفر کانال به مخزن سد کانی‌سیو منتقل می‌شود(اخباری و همکاران، ۱۳۸۵).

۳- در نهایت با احداث ۳۵/۷ کیلومتر تونل، سالانه ۶۲۳ میلیون متر مکعب آب از سد کانی سیو به حوضه‌ی رودخانه‌ی گادر و سپس دریاچه‌ی ارومیه منتقل می شود. این تونل دارای پوشش بتنی است و دهانه ورودی آن از بالادست مخزن سد کانی‌سیو آبگیری می‌شود و دهانه‌ی خروجی آن در دامنه‌ی شمالی کوهستان بَگم‌قلا قرار دارد و آب تونل را وارد دشت نقده و حوضه آبریز دریاچه ارومیه خواهد نمود. قطر تمام شده این تونل ۵/۵ متر و میزان آب انتقالی به حوضه دشت نقده و دریاچه ارومیه حدود ۶۲۳ میلیون مترمکعب در سال در نظر گرفته شده است(شکل ۴-۲۸). شیب طولی تونل حدود۰/۰۸۴۱٪(۰/۸۴۱ میلی‌متر در هر متر) می‌باشد(رضازاده و عباسی، ۱۳۹۲).

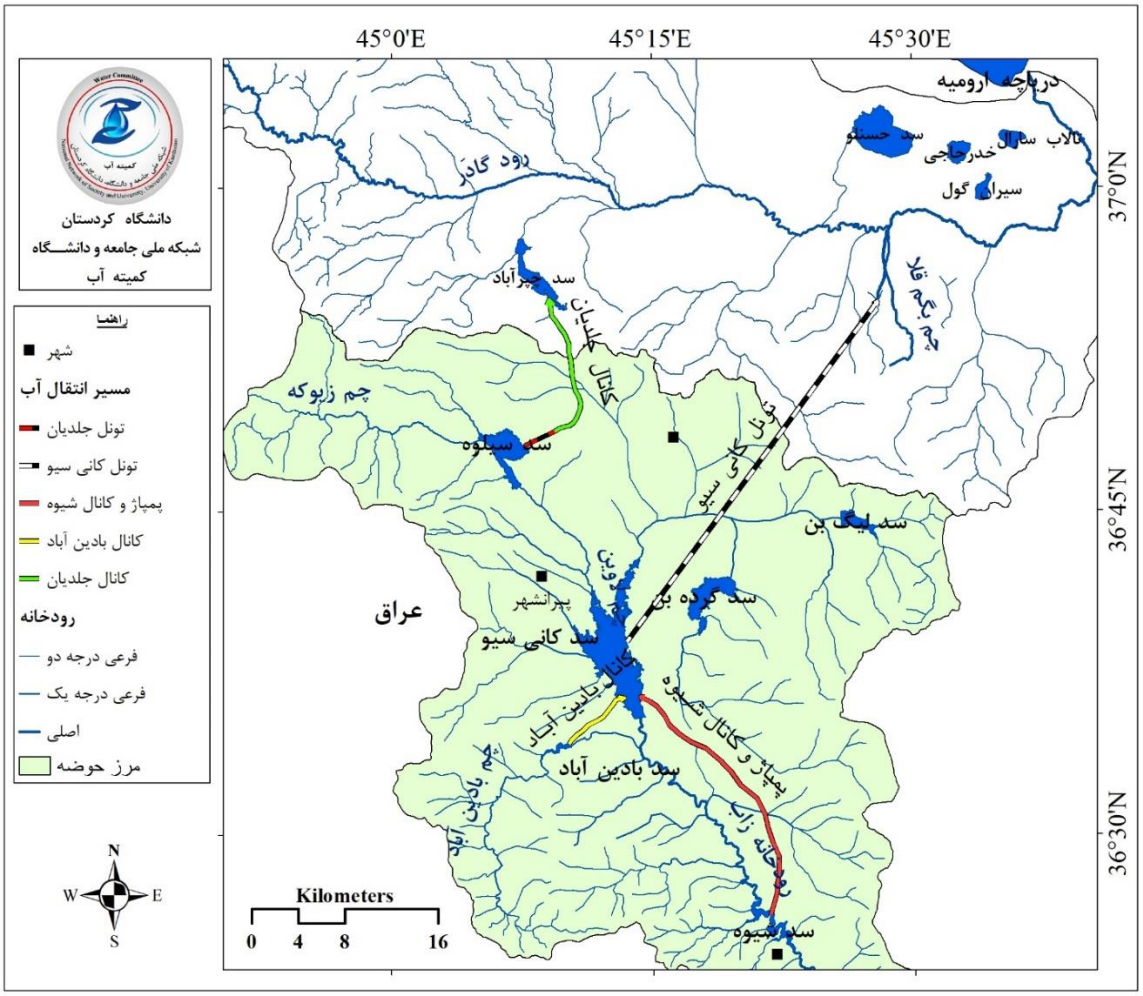
هدف از اجرای این پروژه تامین آب دریاچه ارومیه از رودخانه زاب کوچک می باشد. مدت زمان اجرای پروژه از زمان شروع (۱۳۹۱) پنج سال تعیین شده است که به دلایل مختلف از جمله عدم اعتبارسانی به موقع هنوز به بهره‌برداری نرسیده است.

جدول(۴-۲۰) مشخصات سد مخزنی کانی سیو

اجزای پروژه	ویژگی	واحد
نوع سد	خاکی با هسته رسی	
ارتفاع از بستر رودخانه	۵۱	متر
طول تاج	۷۷۶	متر
رقوم تاج سد	۱۳۸۶	متر از سطح دریای آزاد
رقوم نرمال آب	۱۳۸۰	متر از سطح دریای آزاد
رقوم بستر رودخانه	۱۳۳۵	متر از سطح دریای آزاد
رقوم حداقل تراز آب	۱۳۶۸/۳	متر از سطح دریای آزاد
مساحت مخزن در رقوم نرمال	۲۳/۵	کیلومتر مربع

حجم مخزن در تراز نرمال	۳۲۳	میلیون متر مکعب
ارتفاع بند بتنی انحرافی	۱۱	متر
طول بند بتنی انحرافی	۱۱۵	متر
کانال آب بر بادین آباد	۶	کیلومتر

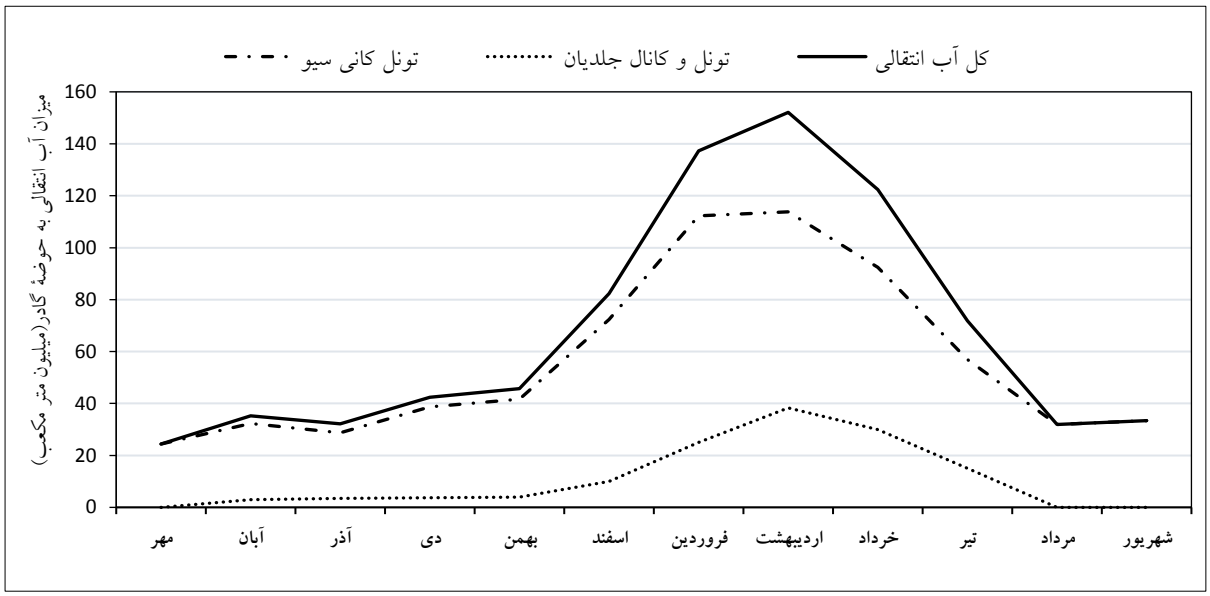
مآخذ: *شرکت آب منطقه‌ای آذربایجان غربی*



شکل(۴-۲۶) نقشه‌ی نمای کلی طرح انتقال آب از حوضه‌ی رودخانه‌ی زاب به دریاچه‌ی ارومیه.

محمدر ضاپور طبری(۱۳۹۰) در تحقیقی با عنوان: "بهره‌برداری تلفیقی از منابع آب سطحی و زیرزمینی با رویکرد انتقال آب بین حو ضه‌ای: محدوده مطالعاتی پیرا شهر" برنامه‌ی بهینه‌ی بهره‌برداری از منابع آب داخل حو ضه‌ی زاب و احیای منابع آبی برون حوضه‌ای را بر پایه‌ی سه هدف ارائه نمود که عبارت بودند از: تأمین نیازهای آبی داخل حوضه‌ای، کاهش میزان آب خروجی از مرز ایران و افزایش انتقال آب به حو ضه‌ی مجاور (دریاچه ارومیه). بر ا ساس نتایج به د ست آمده، مقدار بهینه کل آب انتقالی از حو ضه‌ی زاب به حو ضه‌ی گادَر به طور متو سط، سالانه برابر با ۸۱۱/۳ میلیون متر

مکعب ا ست که ۱۳۲/۵میلیون متر مکعب آن از طریق تونل جلدیان و ۶۷۸/۸ میلیون متر مکعب با ا ستفاده از تونل کانی سیو صورت می‌گیرد. در این حالت متو سط سالیانه‌ی آب خروجی از مرز برابر با ۸۱۷/۲ میلیون متر مکعب خواهد بود. میزان بهینه متو سط بلندمدت آب انتقالی از تونل کانی سیو به حو ضه گادَر و تغییرات ماهانه‌ی آن در شکل(۴-۲۷) نشان داده شده است.



شکل(۴-۲۷) متوسط بلند مدت میزان بهینه‌ی آب انتقالی از حوضه‌ی رودخانه‌ی زاب به حوضه‌ی رودخانه‌ی گادَر به میلیون متر مکعب(Rezapour Tabari & Yazdi, ۲۰۱۴)

شکل(۴-۲۸) نمایی از پرتال خروجی تونل انتقال آب از رودخانه زاب کوچک به دریاچه ارومیه در زمان اجرای پروژه

۴-۶-۲-۲- پروژه سد سیلوه

سد مخزنی سیلوه در ۱۲ کیلومتری شمال غربی شهر پیرانشهر و در ۱۵۰ کیلومتری جنوب باختری شهر ارومیه در استان آذربایجان غربی واقع است. این سد بر روی رودخانه لاوین که از سر شاخه های اصلی رودخانه زاب کوچک بوده و آورد متوسط سالانه ۲۲۰/۷ میلیون متر مکعب می باشد(شکل ۴-۲۶).

مطالعات سد از سال ۱۳۷۲ شروع و در سال ۱۳۷۹ به اتمام رسید. عملیات اجرایی سیستم انحراف آب پروژه از سال ۱۳۸۱ شروع و در سال ۱۳۸۵ خاتمه‌یافته و ساخت بدنه سد از نیمه دوم سال ۱۳۸۶ شروع و در سال ۱۳۹۷ به بهره برداری رسیده است.

مهمترین اهداف طرح به شرح ذیل است:

- تامین آب کشاورزی حدود ۷۳۰۰ هکتار از زمینهای کشاورزی دشتهای پیرانشهر، جلدیان و سروکانی
- تامین سالیانه حدود ۱۸ میلیون متر مکعب آب شرب شهر پیرانشهر
- انتقال حدود ۹۵ میلیون متر مکعب آب به دریاچه ارومیه از طریق سد چپرآباد
- تولید سالیانه ۱۳/۲ کیگاوات ساعت برق

تونل جلدیان به منظور انتقال آب مازاد از سیلوه به ابتدای کانال جلدیان و انتقال از آن به دریاچه ارومیه احداث گردیده است. دبی طراحی: ۱۶/۳ متر مکعب بر ثانیه - طول تونل: ۱۰۱۸ متر - قطر تمام شده: ۳ متر - شیب طولی ۰/۰۰۱۵ درصد است.

چدول(۴-۲۱) مشخصات سد مخزنی سیلوه

اجزای پروژه	ویژگی	واحد
نوع سد	خاکی با هسته رسی	
طول تاج	۷۳۱	متر
ارتفاع از پی	۹۰/۵۰	متر
ارتفاع از بستر	۷۵/۵۰	متر
حجم بدنه سد	۴/۲۶	میلیون متر مکعب
حجم مخزن در نرمال	۸۴	میلیون متر مکعب
حجم آب تنظیمی	۲۰۳/۵	میلیون متر مکعب
سیستم انحراف شامل یک رشته تونل به طول	۸۴۱	متر
ظرفیت تخلیه سیلاب	۱۹۰	مترمکعب در ثانیه

***مآخذ**: شرکت آب منطقه‌ای آذربایجان غربی*

با احداث سد مخزنی سیلوه بر روی رودخانه‌ی لاوین در ۱۳ کیلومتری شمال شهر پیرانشهر، با گنجایش ۸۴ میلیون متر مکعب و میانگین آورد سالانه ۲۲۰/۷ میلیون متر مکعب، سالانه ۹۵ میلیون متر مکعب آب از طریق حفر تونل به طول یک کیلومتر و کانالی به طول ۲۱ کیلومتر، به سد چپرآباد بر روی رود کانی‌رَش در حوضه‌ی رودخانه‌ی گادَر و در نهایت دریاچه ارومیه منتقل می‌گردد(شکل ۴-۲۶).

۴-۶-۲-۳- پروژه سدهای چومان و کانی گویزان

رودخانه‌ی چومان یکی از شاخه‌های اصلی رودخانه‌ی زاب کوچک می باشد که در شهرستان بانه، استان کردستان جریان دارد. شاخه های اولیه‌ی آن به نام چم بوم گوره و چم بویین در غرب روستای باشوان، به هم پیوسته و این رودخانه را تشکیل می‌دهند که از میان بستری عمیق و کوهستانی در جهت غرب جریان می یابد. در شرق روستای بانوان، رود سرداب را دریافت می‌کند و به سمت شمالغربی تغییر مسیر می دهد و روستاهای سیسارک، گرماب و کانی ابراهیم را مشروب می نماید. در روستای چروش، دو شاخه به نامهای گویل و شوی به آن ملحق میگردند. سپس در روستای مرزی مالته وارد مرز دو کشور ایران و عراق می‌گردد و به طول تقریبی ۱۵ کیلومتر مرز مشترک دو کشور را تشکیل می‌دهد. روستاهای چومان و زلی را مشروب نموده و سپس وارد رودخانه‌ی زاب کوچک شده و از کشور خارج و وارد اقلیم کردستان می شود. حوضه‌ی آبریز این رودخانه، کوهستانی و مرتفع بوده و بیشترین قسمت آن از پوشش گیاهی خاص مناطق غربی کشور پوشیده شده است. جریان آب رودخانه‌ی چومان، دائمی است. این رودخانه را رودخانه‌ی بانه هم می گویند. سد مخزنی چومان بر روی رودخانه چومان در استان کردستان و شهرستان بانه در مختصات جغرافیایی "۵۴ '۴۰ °۴۵ طول شرقی و "۱۳ '۵۷ °۳۵ عرض شمالی واقع شده است. مساحت آن ۵/۹۳ کیلومترمربع و محیط آن ۲۹/۶۸ کیلومتر می‌باشد. سد مخزنی کانی گویزان نیز بر روی رودخانه چومان در استان کردستان و شهرستان بانه در مختصات جغرافیایی "۴۳/۵ '۴۸ °۴۵ طول شرقی و "۴۵ '۵۱ °۳۵ عرض شمالی واقع شده است. مساحت آن ۳/۵۱ کیلومترمربع و محیط آن ۲۱/۵۷ کیلومتر می‌باشد(شکل ۴-۲۹).

گستره‌ی طرح در پهنه‌ی سنندج سیرجان قرارگرفته است و سنگ‌شناسی و تکتونیک این گستره از ویژگی این پهنه تبعیت میکند. براساس مطالعات انجام شده، سنگهای ساختگاه سد چومان از سنگهای آذرین از جنس آندزیت و داسیت تشکیل شده است. ساختگاه سد چومان در مجاورت گسل پیرانشهر و در فاصله یک کیلومتری از آن قرارگرفته است(احمدی و همکاران، ۱۳۹۲).

مهمترین اهداف این طرح به شرح ذیل است:

- تأمین آب مورد نیاز بیش از ۷۰۰۰ هزار هکتار اراضی کشاورزی درون حوضه چومان(بالغ بر ۳۹ میلیون متر مکعب)
- تأمین سالانه ۵ میلیون متر مکعب آب شرب مورد نیاز شهر بانه
- تولید انرژی برق‌آبی

- انتقال سالانه ۲۳۷ میلیون متر مکعب آب مازاد حوضه چومان به حوضه زرینه رود.

جدول(۴-۲۲) مشخصات فنی سدهای مخزنی چومان سد کانی گویزان

سد چومان		سد کانی گویزان	
نوع سد	سنگریزه‌ای با هسته رسی	نوع سد	سنگریزه‌ای با هسته رسی
ارتفاع از پی	۱۲۱/۲ متر	ارتفاع از پی	۱۰۰ متر
طول تاج	۲۸۰ متر	حجم مفید	۱۷۱ میلیون مترمکعب
ارتفاع از بستر	۱۴۰ متر	حجم آب تنظیمی	۲۴۷ میلیون مترمکعب
تراز نرمال	۱۱۸۰ متر		
تراز تاج	۱۱۸۶/۲ متر		
حجم مفید	۱۳۷ میلیون مترمکعب		
حجم کل	۱۵۸ میلیون متر مکعب		
ظرفیت سرریز	۷۳۵ مترمکعب در ثانیه		
سیستم تخلیه	تخلیه کننده تحتانی		
حداکثر سیلاب محتمل	۱۴۵۳ مترمکعب درثانیه		
عرض تاج	۱۵ متر		
عرض پی	۴۴۶ متر		
تراز حداقل	۱۱۰۵ متر		
تراز حداکثر	۱۱۸۵/۲ متر		
تراز سیلاب ۵۰ ساله	۱۱۸۱/۵ متر		
حجم آب تنظیمی	۱۵۳ میلیون مترمکعب		
نوع سرریز	تونلی(۳۰ متر در اوجی و ۶ متر در تونل)		
سطح مخزن در تراز نرمال	۴/۶۶ کیلومتر مربع		
ظرفیت سیستم تخلیه	۷۲ مترمکعب در ثانیه		

مآخذ: *شرکت توسعه منابع آب و نیرو ایران برگرفته از سامانه اطلاعات سدها، ۱۳۹۵*

جدول(۴-۲۳) داده های اقلیمی حوضه‌ی آبریز سد چومان

پارامترهای جوی	ویژگی
متوسط بارش سالانه حوضه	۵۴۲/۹ میلیمتر
متوسط تبخیر سالانه از مخزن	۱۲۷۹ میلیمتر
متوسط دمای سالانه	۱۳/۷ درجه سانتی گراد
متوسط دمای حداقل مطلق	۸/۸ درجه سانتی گراد
حداکثر مطلق دمای سالانه	۳۸/۶ درجه سانتی گراد
بارش ۲۴ ساعته با دوره بازگشت ۲ساله	۴۵ میلیمتر

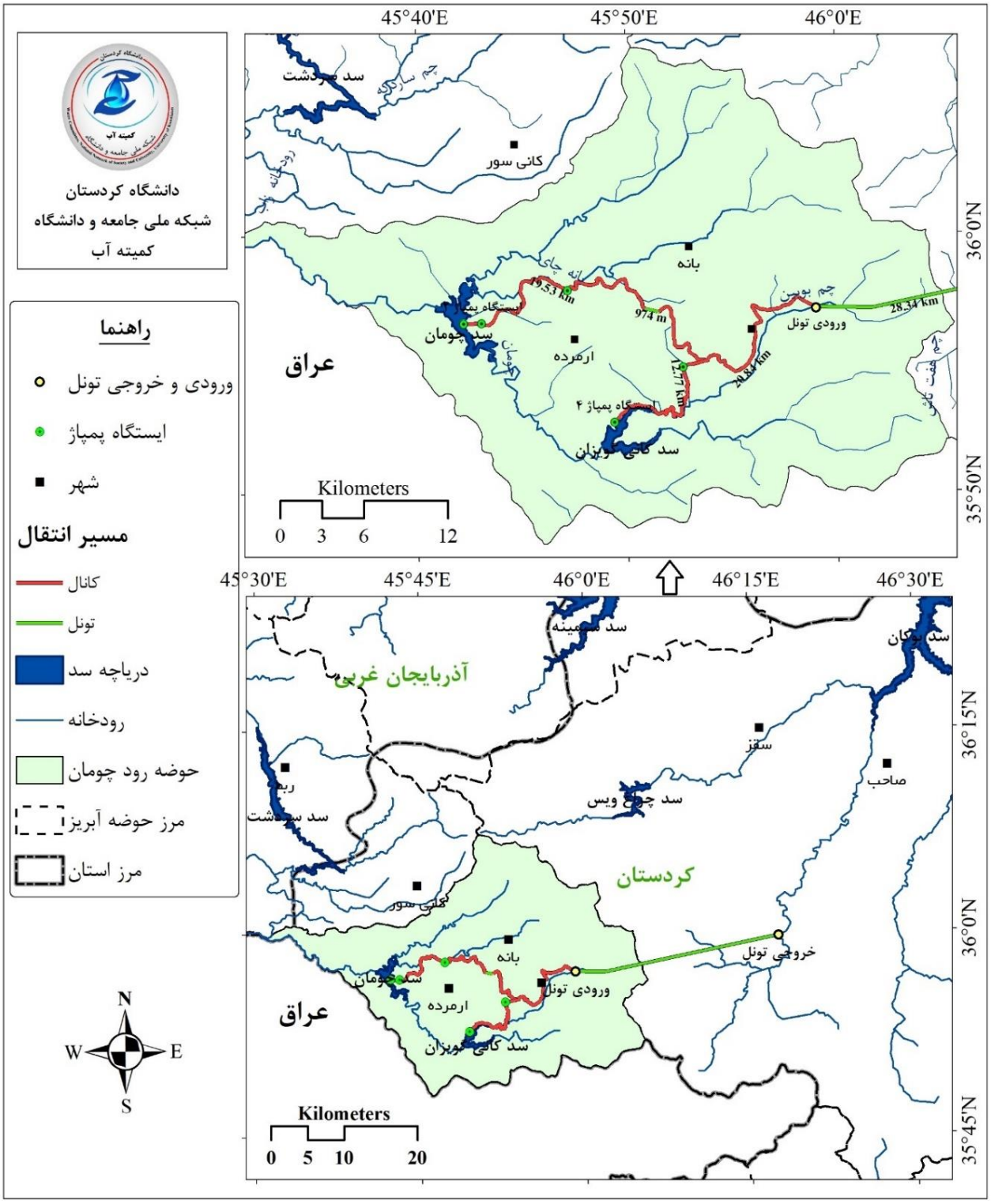
بارش ۲۴ ساعته با دوره بازگشت ۵ ساله	۶۶ میلیمتر
بارش ۲۴ ساعته با دوره بازگشت ۲۵ ساله	۹۲ میلیمتر
بارش ۲۴ ساعته با دوره بازگشت ۵۰ ساله	۱۰۱ میلیمتر
بارش ۲۴ ساعته با دوره بازگشت ۱۰۰ ساله	۱۱۱ میلیمتر
بارش ۲۴ ساعته با دوره بازگشت ۱۰۰۰ ساله	۱۴۶ میلیمتر
بارش ۲۴ ساعته با دوره بازگشت ۱۰۰۰۰ ساله	۱۵۵ میلیمتر
حداکثر بارش محتمل	۳۱۲ میلیمتر
شاخص اقلیم منطقه	مرطوب سرد

جدول(۴-۲۴) داده های اوروهیدرولوژی حوضه‌ی آبریز سد چومان

داده های اوروهیدرولوژی	ویژگی
مساحت حوضه بالادست	۸۶۵ کیلومتر مربع
ارتفاع متوسط حوضه	۱۶۷۷ متر
شیب متوسط حوضه	۳۰/۲ درصد
شیب رودخانه	۰/۹ درصد
زمان تمرکز	۱۰/۸ ساعت
متوسط آبدهی سالانه	۱۱/۶۱ مترمکعب بر ثانیه
حداقل مطلق آبدهی	۰/۱۸ مترمکعب بر ثانیه
حداکثر مطلق آبدهی	۴۱/۸۵ مترمکعب بر ثانیه
دبی پیک با دوره بازگشت ۲ ساله	۹۶ مترمکعب بر ثانیه
دبی پیک با دوره بازگشت ۵ ساله	۱۵۵ مترمکعب بر ثانیه
دبی پیک با دوره بازگشت ۲۵ ساله	۲۵۹ مترمکعب بر ثانیه
دبی پیک با دوره بازگشت ۵۰ ساله	۳۰۹ مترمکعب بر ثانیه
دبی پیک با دوره بازگشت ۱۰۰ ساله	۳۶۲ مترمکعب بر ثانیه
دبی پیک با دوره بازگشت ۱۰۰۰ ساله	۶۶۷ مترمکعب بر ثانیه
دبی پیک با دوره بازگشت ۱۰۰۰۰ ساله	۱۰۵۵ مترمکعب بر ثانیه
حجم حداکثر سیل محتمل	۲۱/۲۷ میلیون متر مکعب

مآخذ: *شرکت توسعه منابع آب و نیرو ایران برگرفته از سامانه اطلاعات سدها، ۱۳۹۵*

در مسیر سامانه انتقال آب رودخانه چومان به رودخانه‌ی زرینه رود جمعاً ۶ ایستگاه پمپاژ با ارتفاع پمپاژ جمعاً ۴۹۱ متر در نظر گرفته شده است. مجموع طول پروژه حدوداً ۹۰ کیلومتر است که ۵۷ کیلومتر کانال، بیش از ۲۲ کیلومتر تونل، ۵/۵ کیلومتر سیفون، ۳ کیلومتر خط لوله و ۱ کیلومتر فلوم را شامل می شود(شکل ۴-۲۹).



شکل(۴-۲۹) نمای کلی طرح انتقال آب از حوضه‌ی رودخانه‌ی چومان به رودخانه زرینه رود و در نهایت دریاچه‌ی ارومیه

۴-۷- ارزیابی اثرات پروژه‌های انتقال آب بین حوضه‌ای در حوضه‌ی مبدأ

۴-۷-۱- دیدگاه سیستمی

سیستم از نظر واژه شناسی دارای معانی گوناگونی است اما در متداولترین معنا سیستم این گونه تعریف شده است: "مجموعه یا طرز استقرار اجزایی که به گونه ای به هم مرتبط هستند و یک کل ترکیبی یا یکپارچه را بوجود می آورند"، نظیر منظومه شمسی، سیستم مدرسه، سیستم بزرگراه ها و غیره. سیستم به هرگونه ای که باشد ماهیت وجودی آن به منظور تحقق هدف یا اهداف خاصی است و دارای اجزایی است که ماهیت وجودی سیستم بر آنها مبتنی است و یاری رسان سیستم در تحقق اهداف آن است. این اجزاء شامل ورودی، خروجی، پردازش، کنترل و بازخورد هستند. علاوه برآنها هر سیستم دارای محیطی است که متمم اجزای یک سیستم است (رامشت و همکاران، ۱۳۸۹).

نگرش سیستمی که انقلابی در شیوه های تفکر به شمار می آید، آمیز های از روش قیاسی و استقرایی است که ضمن برخورداری از محاسن هر دو روش، فاقد عیوب آنهاست. در این نگرش هم کلّیت پدیده ها و هم ارتباط بین اجزای تشکیل دهنده آن مورد توجه قرار می گیرد. به عبارت دیگر تنها به بررسی اجزاء اکتفا نمی شود، زیرا کُلّ موجود، کلّیتی دارد که با تک تک اجزاء متفاوت است. در عین حال نحوه ارتباط متقابل اجزاء با یکدیگر، تغییراتی در کل آن پدید می آورد که توجه به آن الزامی است. مهمترین ویژگیهای نگرش سیستمی به شرح ذیل است:

- در این روش، سیستم در ارتباط با اطرافش مطالعه می شود، به عبارت دیگر، در این دستگاه معرفت شناسی درک روابط اجزاء مورد نظر است و نه ماهیت عناصر و اجزا.
- قلمرو آن فراتر از ماده است و معقولات را نیز شامل می شود.
- مقوله ارزش ها در این دستگاه مورد ارزیابی قرار می گیرد.
- در این روش، برنامه ریزی با توجه به اهداف صورت می گیرد نه با توجه به اجزاء فعالیت ها.
- انسان در این دیدگاه جایگاه خاصی دارد.
- علیت، تنها الزامی کافی و لازم در تبیین عملکرد سیستمها به شمار نمی آید (رامشت، ۱۳۹۸).

به طور کلی سیستمها به سه دسته تقسیم می شوند: سیستم های **بسته** که به دلیل بسته بودن مرزهایشان، در آنها هیچ نوع ورودی و خروجی صورت نمی گیرد. سیستم های **باز** که در آنها ورود و خروج جریان انرژی، مواد و اطلاعات در جهت پایداری سیستم، انجام می گیرد و در نهایت سیستم های **نیمه بسته** که در این گونه سیستم ها، تبدیل جرم به انرژی صورت گرفته، اما انتقال انرژی به جرم امکان پذیر نیست. تقریباً تمامی سیستم‌های ژئومورفولوژیکی موجود در طبیعت از جمله سیستم‌های رودخانه‌ای از نوع سیستم‌های باز بوده و جریانی از تبادلات انرژی و مواد، میان اینگونه سیستم‌ها و محیط اطراف آنان وجود دارد. در این سیستم‌ها معمولا ارتباط ساختاری دقیقی بین عناصر، فرایندها و فرم‌های حاصله وجود دارد. از آنجا که سیستم‌های مورفولوژیکی خاصیت سلسله مراتبی دارند هر سیستم رودخانه‌ای حاصل ترکیب

چندین زیرسیستم است با این تفاوت که هر کدام از این زیرسیستم‌ها، خود جزئی از یک سیستم کلی هستند. لذا هر گونه تغییر در هر کدام از آنها می‌تواند کل سیستم را تحت تأثیر قرار دهد. مطابق رتبه بندی به روش استرالر، در یک حوضه‌ی آبریز، آبراهه‌ی اصلی از ترکیب شاخه های با رتبه های اول، دوم، سوم و. ... تشکیل می شود لذا تمامی رتبه های آبراهه ها در یک ارتباط پیچیده و دقیق در شکل گیری سیستم حوضه‌ی آبریز مشارکت دارند به طوری که شاخه های کوچک رودخانه می توانند تغییرات اساسی در شاخه‌ی اصلی ایجاد نمایند که آب را از حوضه‌ی مورد نظر به خارج منتقل می نماید (رامشت، ۱۳۷۵).

به طور کلی سیستم‌های باز از اصولی تبعیت می کنند که استرالر در سال ۱۹۷۳ آنها را به شرح ذیل بیان نموده است:

- قلمرو و حوزه سیستم ها دارای مرزهایی است که می تواند حقیقی یا اعتباری باشد.
- سیستم ها قادر به تبادل انرژی و ماده در درون خود و خارج از خود هستند.
- در یک سیستم، معابر انتقال و عبور انرژی و ماده وجود دارد.
- در درون یک سیستم، مواد می‌توانند از مکانی به مکان دیگر جابه جا شوند و یا به واسطه ی کنش های شیمیایی تغییر یابند.
- سیستم های باز به نوعی تعادل دینامیکی یا پایداری تمایل دارند و این حالت (پایداری) تا زمانی که میزان انرژی و ماده ورودی سیستم با میزان انرژی و ماده خروجی از آن برابری کند، ابقاء می شود.
- وقتی تغییری در تعادل میزان ورودی و خروجی یک سیستم (باز) به وجود می آید، سیستم درصدد دست‌یابی به یک تعادل دینامیکی جدید بر می‌آید. مدت زمانی که برای دستیابی به تعادل جدید به طول می انجامد، حالت گذار آن تلقی می شود. طول این مدت به حساسیت های سیستم بستگی خواهد داشت.
- میزان ذخیره انرژی و ماده در یک سیستم با میزان جریان انرژی و ماده به درون سیستم، تغییر می یابد. این تغییر سیری هماهنگ با افزایش و کاهش مقدار انرژی و ماده ورودی به سیستم دارد.
- هرچه ظرفیت ذخیره سازی سیستم بیشتر بوده باشد، به همان نسبت حساسیت آن در برابر تغییرات کمتر خواهد بود(رامشت و همکاران، ۱۳۸۹)

بنابراین به دنبال مباحث فوق اگر قبول کنیم که حوضه‌های آبریز به شیوه‌ی یک سیستم باز عمل می نمایند، اجزای آن را می توان به شرح ذیل بیان نمود(شکل ۴-۳۰):

- **ورودی**، هر آنچه که به نحوی وارد حوضه‌ی آبریز می شوند و فعالیت سیستم را امکان پذیر می سازند از جمله انرژی حرارتی (از خورشید)، انرژی جنبشی و پتانسیل (از بارش)، انرژی پتانسیل (از فعالیت تکتونیکی) و انرژی شیمیایی (در نتیجه فرایندهای هوازدگی و تخریب سنگها) است (مساح و مرید، ۱۳۸۴)
- **پردازش**، ورودیهای سیستم از طریق فرایند سیستم، دچار تغییر و تبدیل می شوند. در واقع، سیستم های رودخانه‌ای نیروی خود را از تبدیل شدن انرژی پتانسیل خورشیدی و نیروی جاذبه به انرژی حرارتی و جنبشی بدست می آورند.

بخش قابل توجهی از انرژی در اثر اصطکاک حاصل از تلاطم و آشفتگی درونی جریان از بین می‌رود، اما ۲ تا ۴ درصد از کل انرژی پتانسیل جریان آب در جریان فرسودن بستر صرف فعالیت های مکانیکی فرسایشی و انتقالی می شود. به عبارت دیگر، استفاده از انرژی در سیستم جریانی به دو صورت انجام می گیرد: بیش از ۹۵ درصد، صرف غلبه بر کشش اصطکاک حاشیه آبراهه می شود که میزان این انرژی، بسته به اندازه و شکل آبراهه و زبری بستر و ساحل آن متغیر خواهد بود. در این حالت، این انرژی مصرف شده به گرما تبدیل شده و از طریق تابش و رسانش (هدایت) از بین می‌رود. باقیمانده انرژی وارده به انرژی مکانیکی تبدیل شده و برای انتقال نهشته ها و فرسایش صرف می شود. همچنین، در طول زمان بارش، بخشی از بارش ها مستقیماً بر سطح مجرا می ریزد، که این میزان زمانی که حوضه منطقه‌ی وسیعی را در بر می‌گیرد، بیشتر خواهد بود. بخشی از این آب بر سطح دامنه ها و حوضه جریان می یابد، اما بخش دیگری از آن به آب های زیرزمینی نشت می‌کند(به عنوان برون ریز آبراهه)، و یا در سدهای مصنوعی یا طبیعی ذخیره می‌شود که خود بعدها ممکن است از طریق نشت ذخایر آبهای زیرزمینی مجدداً به آبراهه بازگردد یا مورد مصرف قرار گیرد. از سوی دیگر بخشی از این ورودی آبی، از طریق تبخیر از بین می رود (رامشت و همکاران، ۱۳۸۹).

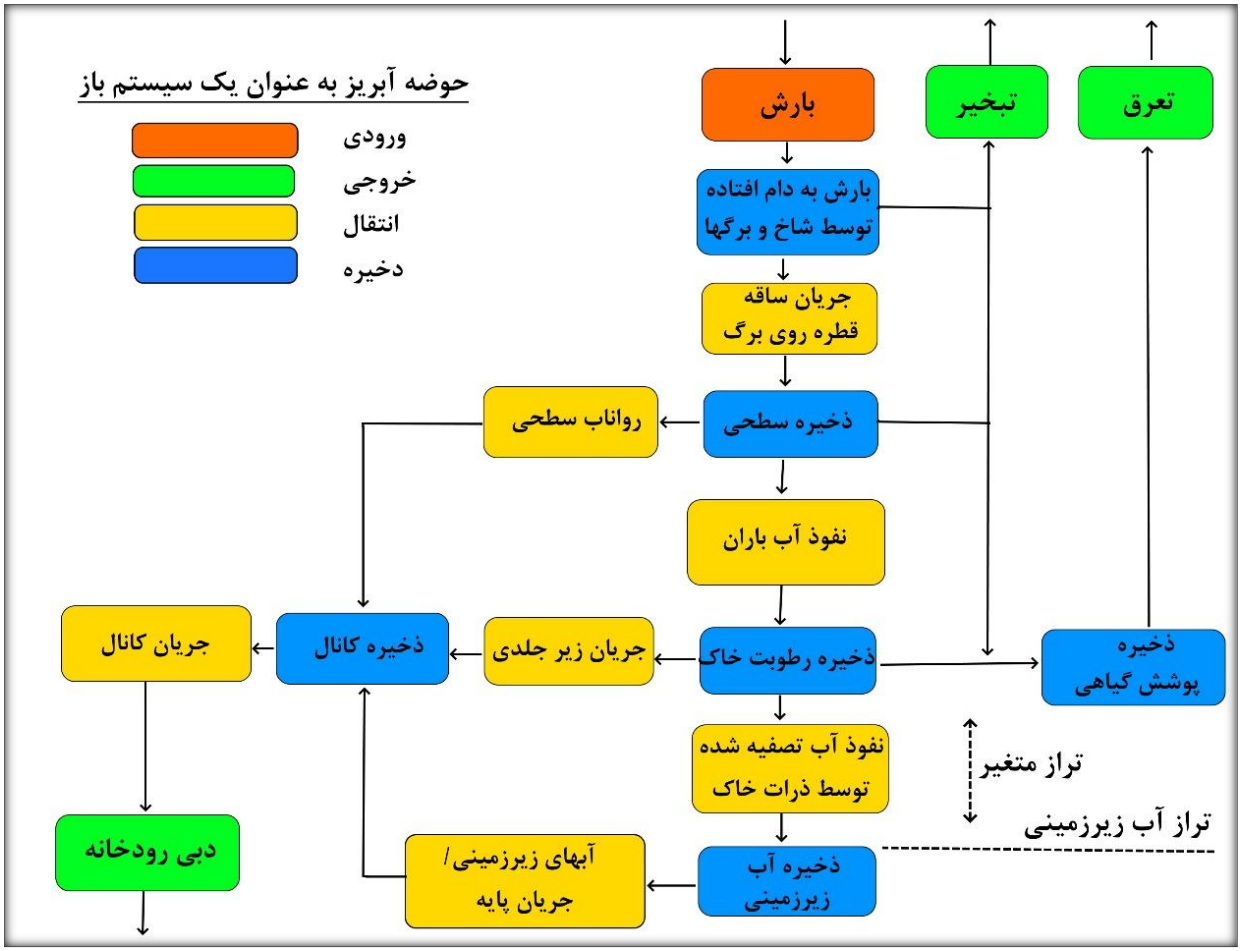
- **خروجی**، شامل هر آنچه که به نحوی از حوضه خارج می‌گردد از جمله جریانات سطحی و جریان آبهای زیرزمینی که میزان آنها به طول رود و تعداد شاخه هایی که در طول مسیر حرکت دریافت می‌کند و استفاده از آب برای فعالیت‌های زراعی و باغداری در طول مسیر جریان و تغییر در میزان دریافت بارشها بستگی خواهد داشت، میزان تولیدات کشاورزی، دامداری، فرآورده های جنگلی و. .....

۴-۷-۱-۱- بازخورد (Feedback)

در تفکر سیستمی پسخوراند یا بازخورد اصطلاحی است که با توجه به آن می توان از وضعیت تعادل در سیستم مطلع شد. به عبارت دیگر اگر یک سیستم به پسخوراند مثبت دچار شود، در حال از دست دادن تعادل خود است و بزودی از بین خواهد رفت و چنانچه دارای پسخوراند منفی باشد، به سمت تعادل در حرکت است و بقای آن تضمین می شود. هرگاه تغییری در یکی از متغیرهای سیستم به وجود آید، این تغییر در نهایت تمامی ساختار سیستم را تحت تأثیر خود قرار خواهد داد. در مکانیسم بازخورد سیستم های باز از جمله سیستمهای رودخانه‌ای که با محیط خارج از خود در حال نوعی داد و ستد هستند، مکانیسم بازخورد دیده می‌شود. از دیدگاه لودویگ فون برتالنفی، بازخورد فرایندی درونی است که در آن، بخشی از خروجی سیستم به عنوان اطلاعات مجدداً به سیستم بازخورانده می شود و به این ترتیب، سیستم خود را کنترل می کند. بازخورد بر دو نوع است: **بازخورد مثبت** که سبب افزایش آنتروپی در سیستم می‌شود. به عبارت دیگر بازخورد مثبت، هنگامی رخ می دهد که تغییر در ورودی بر اثر عملکرد سیستم زیاد شود، به طوری که تأثیر آن تشدید شود یا ادامه یابد (چورلی و همکاران، ۱۳۷۵). این نوع بازخورد در حکم اطلاعاتی است که به مکانیسم های کنترلی هشدار می‌دهد که روند عملکرد سیستم در جهت مطلوب نیست و باید از تحریکات وارد به سیستم کاسته شود (مقیمی، ۱۳۷۸).

بازخورد منفی بی نظمی سیستم را کاهش می‌دهد و میل به حفظ وضع موجود دارد. به عبارت دیگر، در بازخورد منفی، دریافت اطلاعات موجود منجر به تقویت جریان ورودی و تحریک و ادامه رفتار سیستم در وضع کنونی میگردد.

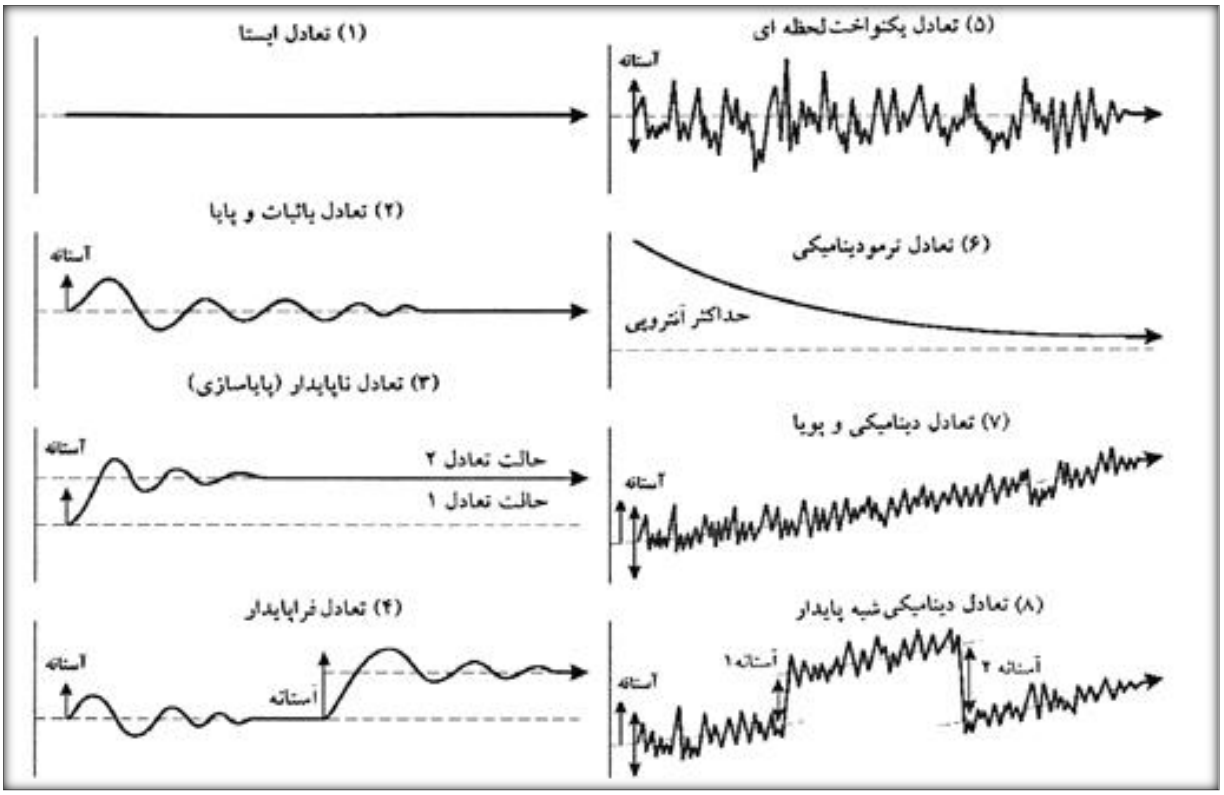
از دیدگاه ژئومورفولوژیک، یک سیستم رودخانه به صورت سیستم کنش و واکنش عمل می‌کند و بین علت و معلول یا بین اجزاء مختلف سیستم اغلب پیوند نزدیک وجود دارد و تغییر در یک قسمت آن می تواند بر قسمتهای دیگر تأثیر بگذارد(معتمد و مقیمی، ۱۳۷۸ ص: ۷۸). به عنوان مثال، تغییر در میزان دبی رودخانه بر میزان تخریب و فرسایش تأثیر گذاشته و می‌تواند در مجاری رود، دیواره‌های کنار رود و تقریباً بر تمام چشم اندازهای حسی تأثیر داشته باشد. پس مدیریت آن در مفهوم «برنامه‌ریزی برای کل» می‌تواند به بهترین وجه قابل درک و اجرا باشد(حیدری و همکاران، ۱۳۸۶).



شکل(۴-۳۰) چرخه‌ی ماده و انرژی در حوضه‌ی آبریز رودخانه به عنوان یک سیستم باز

یکی از موضوعات محوری در تحلیل‌های سیستمی ژئومورفولوژی مربوط به تعادل و آستانه‌ی عمل آن است. زمان آستانه‌ها به دلیل این که در آن پایداری سیستم با دگرگونی روبرو می‌شود مسائل مهمی را در ارتباط با ویژگی‌های ژئومورفیک یک محیط به وجود می آورد و بیان کننده‌ی شرایطی است که عملکرد یک فرایند به ویژه در صدد رساندن سیستم به تعادل جدید است که این شرایط، از ناحیه‌ای به ناحیه‌ی دیگر در رابطه با ویژگی‌های محلی و نحوه‌ی ترکیب

عوامل با یکدیگر متفاوت است. ممکن است رفتار منظم سیستم در اثر تغییرات ناگهانی و یا تغییراتی با شدت بیشتر از گذشته های معرف به هم بخورد. زمان انعکاس این تغییرات در رفتار سیستم، معرف زمان آستانه هاست(حسین زاده و رحیمی هرآبادی، ۱۳۹۲). به طورکلی تغییرات محیطی ناشی از مداخلات آگاهانه و یا ناآگاهانه ی انسان در سیستمهای مورفولوژیکی به گذر از حد تعادل در سیستم های آن واحد می انجامد و بحران های زیست محیطی یا حوادث ناگوار غیرمترقبه ای را به وجود می آورد(شکل ۴-۳۱).



شکل(۳۱-۴) طبقه بندی انواع تعادل در ژئومورفولوژی و موقعیت آستانه های ژئومورفیک (حسین زاده و رحیمی هرآبادی، ۱۳۹۲)

هرگاه در میزان ورودی یک سیستم تغییری جدی بوجود آید سیستم بلافاصله از خود واکنش نشان نمی دهد بلکه مدت زمانی طول خواهد کشید تا واکنش نشان دهد که به آن **زمان واکنش** می گویند. با سپری شدن زمان واکنش سیستم تغییراتی را در قالب واکنش از خود نشان می دهد این تغییرات تا مدت زمان خاصی ادامه می یابد و سپس به حالت قبلی باز می گردد. مدتی را که سیستم در پاسخ به این تغییرات مجبور به واکنش بوده است **زمان آرامش** می نامند. مجموع زمان واکنش و زمان آرامش را **زمان عکس العمل** می گویند:

زمان عکس العمل = زمان واکنش + زمان آرامش

رابطه‌ی طول این مقاطع زمانی با مدت استمرار آشفتگی یا تغییر در ورودی در نحوه‌ی امکان ایجاد تعادل سیستم بسیار مهم است. به این صورت که پایداری برای سیستم زمانی دست یافتنی است که طول مدت عکس العمل کوچکتر از مدت استمرار آشفتگی باشد:

مدت استمرار آشفتگی > زمان عکس العمل(زمان واکنش + زمان آرامش)

لذا به طور کلی مفهوم تعادل پایدار در دیدگاه سیستمی معلول پسخوراند منفی در یک سیستم تلقی می‌شود و هر حالتی غیر از آن به پسخوراند مثبت، عبور از مرز آستانه ها و وقوع بی نظمیهای جبری نسبت داده می شود (رامشت و توانگر، ۱۳۸۱).

در ارتباط با پروژه‌های انتقال آب بین حوضه‌ای، از آنجا که انتقال آب از حوضه‌ی مبدأ فرآیندی طولانی مدت است لذا زمان عکس العمل حوضه‌ی مبدأ بزرگتر از مدت استمرار آشفتگی بوده که حاصل آن تداوم بحران و عدم دستیابی به تعادل مجدد خواهد بود. بنابراین سیستم حوضه‌ی آبریز با نمایش پسخوراند مثبت از مرز آستانه ها عبور نموده و دچار اختلال و بی‌نظمی خواهد شد.

۴-۷-۲- انتقال بین حوضه‌ای آب از دیدگاه سیستمی

حوضه‌های آبریز، به دلیل تبادلات انرژی و ماده ای که این حوضه‌ها در قلمرو خود دارند، به عنوان یک سیستم با فرایند کنشی از نوع باز قلمداد می‌گردند. این حوضه‌ها چه به صورت مستقیم و چه غیرمستقیم، از تغییرات رخ داده در شرایط محیطی متأثر می‌شوند: درون داد یک سیستم حوضه آبریز، فرایند تبدیل، بازخورد در یک حوضه آبریز، برون داد سیستم حوضه آبریز و محیط سیستم حوضه، مهمترین اجزاء و عناصر آن هستند(رامشت و همکاران، ۱۳۸۹). لذا سیستم رودخانه-ای، از جمله سبستم‌های بسیار حساس هستند که در پاسخ به بی‌تعادلیهای پدید آمده در مسیر جریان و دامنه‌ای مشرف به دره‌ها، تغییراتی را در نیمرخ طولی و عرضی پدید می‌آورند. در طی زمان برقراری تعادل مجدد، اشکال ویژه‌ای در مسیر جریان ایجاد می‌شود و یا اشکال موجود از بین می‌روند. بروز عدم تعادل در مسیر رودخانه ها یا به دلایل طبیعی و یا به علت دخالتهای انسانی است(بیاتی خطیبی، ۱۳۸۶). در چند دهه اخیر، با تشدید فعالیت‌های انسانی در حوضه‌های کوهستانی، بویژه در مسیر رودخانه‌ها و آمایش‌های بدون نگرش سیستمی به طبیعت و عملکرد انسان و اعمال اقدامات عمرانی با محوریت انسان، به عمده‌ترین عامل بروز عدم تعادل در سیستم‌های رودخانه‌ای تبدیل شده است.

بنابراین سیستم‌های رودخانه‌ای که جزو سیستم‌های باز بوده و با محیط بیرون از خود مبادله ی ماده و انرژی دارند، در هر موقعیت زمانی و مکانی، تحت تأثیر مکانیسم‌های کنترل کننده در بالادست هستند که رژیم هیدرولوژیکی و مقدار و نوع رسوب حمل شده را تعیین می‌کند(شکل ۴-۳۲). انتقال آب بین حوضه‌ای یکی از این مکانیسم‌های کنترل کننده حوضه‌ی آبریز است که هم در حوضه‌ی مبدأ و هم در حوضه‌ی مقصد رژیم هیدرولوژیکی و رسوبی رودخانه را تحت تأثیر قرار می دهد.

در حوضه‌ی مبدأ انتقال آب از سرشاخه‌های رودخانه به حوضه های مجاور موجب کاهش ورودی در سیستم حوضه‌ی آبریز شده لذا در مرحله‌ی پردازش تمام اجزای سیستم را تحت تأثیر خود قرار می دهد و در نهایت باعث کاهش خروجی سیستم می‌گردد. از جمله فعالیت‌های تخریبی بشر در سطح حوضه‌ی مبدأ به عنوان نوعی بازخورد مثبت که در جهت عدم تعادل در سیستم عمل می کند عبارتند از:

- انتقال آب به حوضه های مجاور و کاهش ورودی سیستم(حوضه‌ی آبریز مبدأ)
- افزایش بهره برداری از آبهای زیرزمینی به دلیل کاهش آبهای سطحی
- نشست زمین در اثر پایین رفتن تراز آبهای زیرزمینی
- کاهش تراکم پوشش گیاهی ناشی از کمبود آب
- افزایش میزان فرسایش خاک در اثر کاهش پوشش گیاهی
- ایجاد تغییرات اساسی در مورفولوژی بستر رودخانه

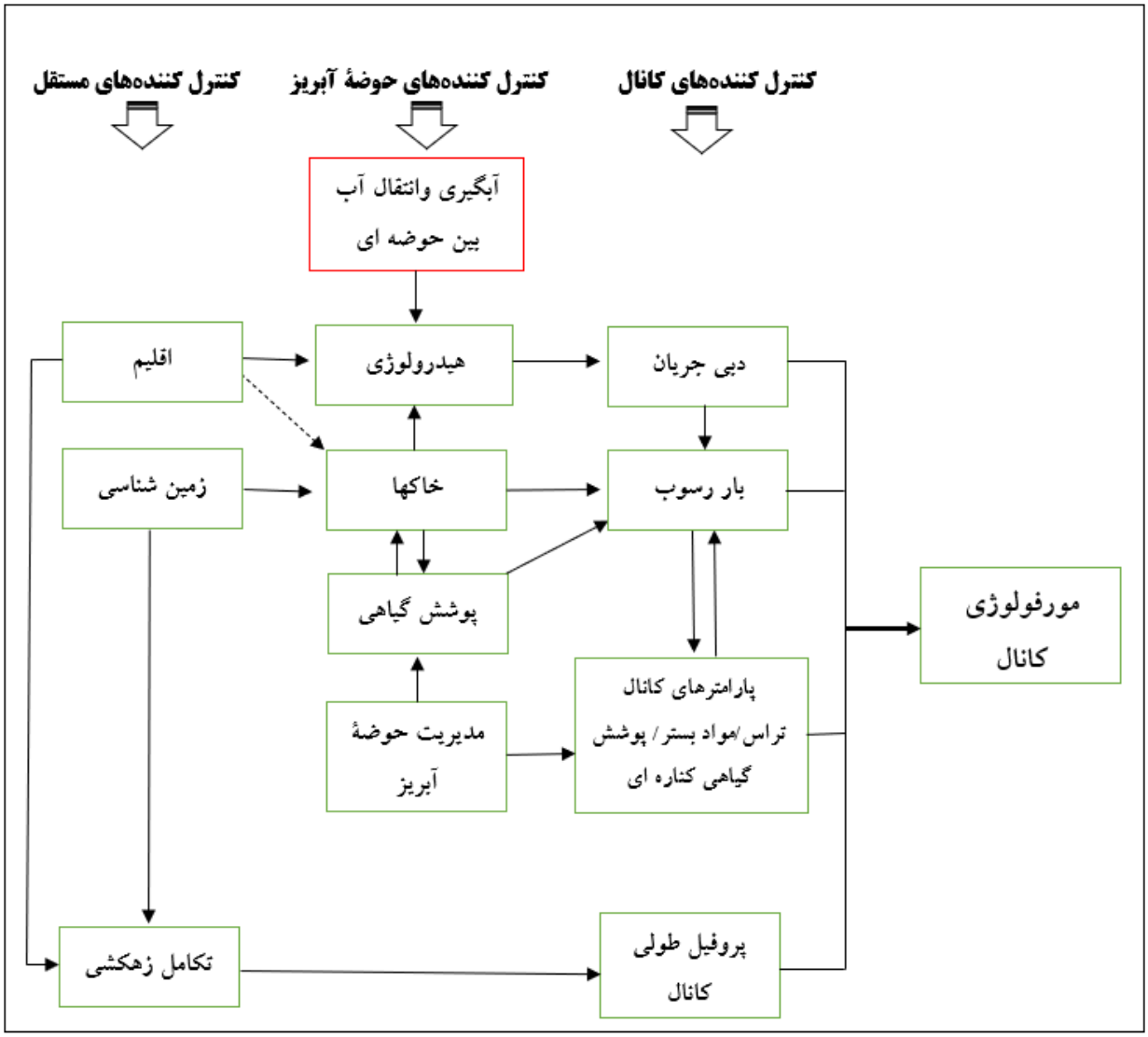
منابع آبهای سطحی و آبهای زیرزمینی، سیستم‌های پیوسته‌ای هستند که به طور دائم با هم در فعل و انفعال می‌باشند، آبهای زیرزمینی و آبهای سطحی منابعی مجزا و منفک از هم نیستند بلکه از منظرهای مختلفی همچون فیزیوگرافیک و آب و هوایی با هم در ارتباط و تبادل هستند(Sophocleous, 2002). در حوضه های آبریز مبدأ، جایی که سیستم آبهای سطحی توسط پروژه‌ی انتقال آب بین حوضه‌ای تحت تأثیر قرار می‌گیرد، سؤال این است که در اثر انتقال بخش عمده‌ای از حجم جریانات سطحی در حوضهٔ مبدأ، چه تغییراتی در حجم منابع آب زیرزمینی و مورفولوژی زمین در پایین دست پروژه، اتفاق می‌افتد؟ کاهش تراز ذخایر آب زیرزمینی مهمترین علت فرونشینی سطح زمین است. استخراج آب موجب کاهش فشار آن در مخزن زیرزمینی می‌گردد و مستقیماً به افزایش تنش مؤثر یا فشار دانه به دانه و تراکم(فشردگی) منجر می‌شود. لایه های رسی ریزدانه بسیار تراکم پذیرند، اما تنظیم فشار تخلخل آنها کند، وابسته به زمان و دائمی است(رنجبر و جعفری، ۱۳۸۸: ۱۶۲).

پدیده نشست معمولاً بلافاصله با خروج سیال رخ نمی‌دهد بلکه در زمان طولانی‌تر از برداشت آب اتفاق می‌افتد(Scott, 1979). مقدار نشست زمین براساس شرایط زمین‌شناسی منطقه و میزان فشار متغیر است که دامنه‌ی این تغییرات به ضخامت و تراکم پذیری لایه‌ها، طول زمان بارگذاری، درجه و نوع استرس بستگی دارد.

گرچه ممکن است در مناطق درحال فرونشست، خرابی به میزان گسترده مشاهده نشود و حتی آثار سطحی حاصل از آن نیز به راحتی قابل تشخیص نباشد، اما با این وجود به طور معمول خسارت‌های ناشی از فرونشست‌ها و شکاف‌های زمین ترمیم‌ناپذیر، پرهزینه و مخرب می‌باشند. به عنوان نمونه فرونشست‌های احتمالی دشت پیرانشهر در پایین دست سد سیلوه و بر روی آبخوان پیرانشهر می‌توانند موجب تخریب سیستم‌های آبیاری و خاک‌های حاصلخیز کشاورزی(با پایین آوردن تخلخل آنها)، خسارت به چاه‌ها در منطقه‌های فرونشست روستایی و شهری، تخریب تأسیسات شهری از جمله خطوط انتقال آب و فاضلاب و. ...، تغییر هیدرولوژی منطقه و ایجاد سیلاب شوند. از طرف دیگر اگر چه در اثر بالا آمدن

سطح آب، ذخائر ثابت دوباره تجدید می‌گردد، ولی باید در نظر داشت که افت سطح آب زیرزمینی باعث نشست رسوبات(در ناحیه ای که افت صورت گرفته) و کاهش تخلخل آنها می‌گردد. بنابراین بالا آمدن سطح آب نمی‌تواند ذخائر از دست رفته را کامل نماید که این مسأله به دلیل کاهش تخلخل و ضریب ذخیره آبخوان در ناحیهٔ افت است.

از طرف دیگر اثرات متقابل پیچیده بین متغیرهای مورفولوژی رودخانه وجود دارد. بنابراین هر تغییری در هر کدام از این متغیرها، مشخصاً به صورت عکس‌العمل مورفولوژی رودخانه منعکس خواهد شد. انتقال بین حوضه‌ای آب نمونه‌ای از این تغییر است(شکل ۴-۳۲).



شکل(۴-۳۲) مکانیسمهای کنترل‌کننده مورفولوژی رودخانه(Rowntree and Dollar, 1996: 33)

به طور کلی فرم کانال توسط چهار گروه از متغیرهای وابسته به هم کنترل می شود(Rowntree & Dollar, 1996):

۱-پروفیل طولی، که پراکندگی انرژی گرانشی در امتداد کانال رودخانه را تعیین می‌نماید.

۲-جریان رودخانه، که انرژی جنبشی را برای فرسایش و انتقال رسوب فراهم می‌آورد.

۳-آبرفت، که از طریق رسوبگذاری در ترکیب کانال شرکت می نماید.

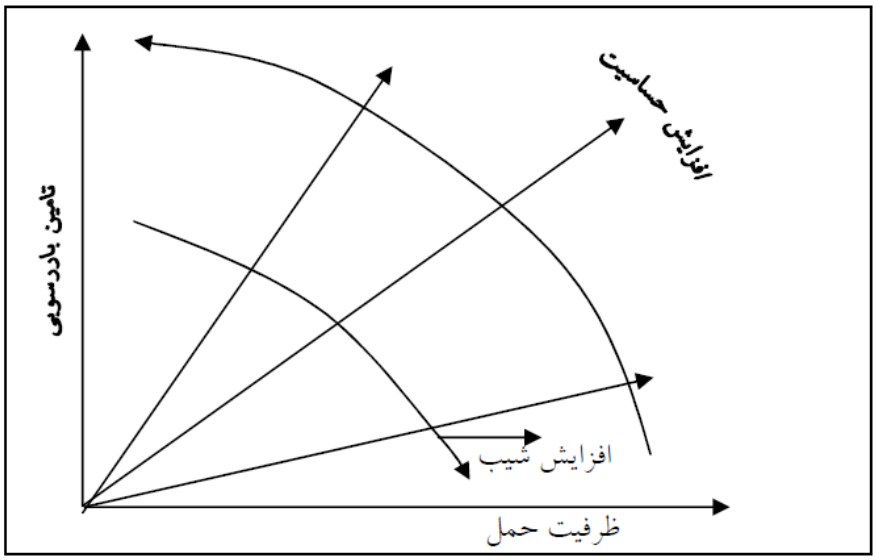
٤-افزایش مقاومت در برابر فرسایش، برای مثال: لیتولوژی بستر و پوشش گیاهی کناری رود.

همچنین متغیر مهم دیگر از فرم کانال، پروفیل مقطع عرضی می‌باشد، زیرا اطلاعات زیادی را می‌توان از طریق انطباق دو قسمت پهنا و عمق مقطع عرضی با تأثیر خارجی بدست آورد. پروژه‌ی انتقال آب بین حوضه‌ای هر پنج گروه از متغرهای فوق را تحت تأثیر قرار می دهد.

احداث سد به منظور انحراف رودخانه جهت انتقال آب به حوضه‌ی مجاور، باعث تغییر دبی جریان و ظرفیت حمل بار رسوبی و در نهایت تغییر مورفولوژی بستر جریان رود می‌شود(شکل ۴-۳۳) لذا به منظور ارزیابی تغییرات احتمالی بستر جریان رودخانه در پایین دست سد، باید به پارامترهای فوق استناد شود. در این راستا، (Lane, 1995 به نقل از بیاتی خطیبی) رابطهٔ زیر را بیان نموده است:

$$LD \sim QS$$

که در آن: D اندازه‌ی مواد بستری، L بار رسوبی رودخانه، S شیب و Q دبی آب می باشد.



شکل(۴-۳۳) تغییرات بار رسوب و ظرفیت حمل و تأثیر آن بر شیب بستر جریان(موير، ۲۰۰۴، به نقل از بیاتی خطیبی، ۱۳۸۶).
افزایش بار رسوبی موجب کاهش ظرفیت حمل و کاهش شیب بستر می‌شود و بر عکس.

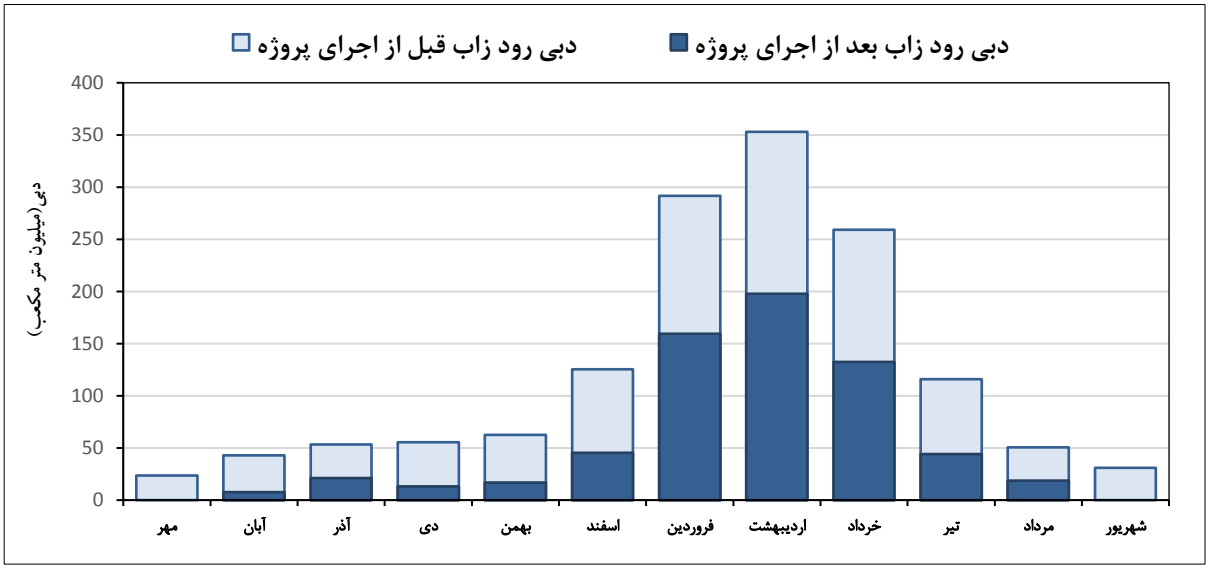
هر چند قبل از احداث سدهای مخزنی به منظور انتقال آب، وقوع سیلابهای پراکنده، تغییرات ناگهانی در نیمرخ عرضی و طولی رودخانه ایجاد می نماید و زمینه‌ی فرسایش بستر و تراسهای کناره‌ای رود را فراهم می‌سازند، اما رودخانه در بستر

طبیعی خود جاری بوده و از یک حالت تعادل نسبی برخوردار است(شکل ۴-۳۴). با شروع ساخت سد و آبگیری آن، رژیم هیدرولوژی و انتقال رسوب رودخانه دچار تغییر و تحول شده و سرعت شکل‌گیری رودخانه تغییر خواهد نمود.

شکل(۴-۳۴) مکان احداث سد کانی‌سیو در ۱۳ کیلومتری جنوب پیرانشهر و نمایی از مسیر رودخانه‌ی زاب در پایین دست آن(شرکت مدیریت منابع آب ایران، ۱۳۹۳)

میزان و نحوه‌ی تأثیر سدها بر ویژگی‌های هیدرولوژیکی پایاب سد با مورفومتری حوضه‌ها، حجم سد، ویژگی‌های هندسی بستر جریان رودخانه‌ها و میزان آب رها شده از مخزن سدها در طی زمان، در ارتباط است(بیاتی خطیبی، ۱۳۸۶: ۱۳۴). به عنوان نمونه سد کانی سیو که با هدف کنترل جریان رودخانه‌ی زاب و انتقال آن به حوضه‌ی دریاچه‌ی ارومیه احداث می‌گردد، علی‌رغم مزایای آن در حوضه‌ی مقصد، تأثیرات فراوانی بر بستر و کناره های مسیر رودخانه‌ی زاب در پایین دست به ویژه نزدیک به دیواره‌ی سد بر جای می‌گذارد. اولین تأثیر عمده سد مذکور بر دبی رودخانه‌ی زاب در پایین دست است. براساس آمار ایستگاه هیدرومتری گرژال، متوسط دبی رودخانه‌ی زاب در یک دوره‌ی ۴۹ ساله ۱۴۶۴/۷۲ میلیون مترمکعب در سال می‌باشد. مطابق طرح انتقال آب از حوضه‌ی زاب به دریاچه‌ی ارومیه، مقدار بهینه‌ی انتقال از طریق تونل کانی‌سیو ۶۷۸/۸ و از طریق تونل جلدیان ۱۳۲/۵ میلیون مترمکعب در سال می‌باشد. بنابراین پس از اجرای پروژه دبی رودخانه‌ی زاب به ۶۵۶/۸۳ میلیون متر مکعب در سال کاهش پیدا خواهد(جدول ۴-۲۵). مقایسه‌ی آمار دبی رود قبل و بعد از اجرای پروژه نشان می‌دهد در ماه‌های شهریور و مهر کاهش جریان آب در پایین دست سد کانی‌سیو به صد در صد می‌رسد و بستر رودخانه‌ی زاب از پای دیواره‌ی سد تا الحاق سرشاخه‌ی آبخورده به طور کامل خشک می‌شود(شکل ۴-۳۵). یان و همکاران نیز در سال ۲۰۱۲ با ارزیابی اثرات انتقال آب از جنوب به شمال چین به نتایج مشابهی

دست یافتند. تحقیقات آنان نشان داد که اجرای پروژه‌ی انتقال آبِ جنوب به شمال، باعث کاهش شدید جریان در پایین دست رود، همراه با تغییر شدید شاخص‌های هیدرولیکی عمق آب، سرعت جریان، مساحت و پهنای جریانات سطحی شده است.



شکل(۴-۳۵) نمودار متوسط دبی رودخانهٔ زاب در ایستگاه گرژال در یک دورهٔ ۴۹ ساله و دبی آن بعد از اجرای پروژه

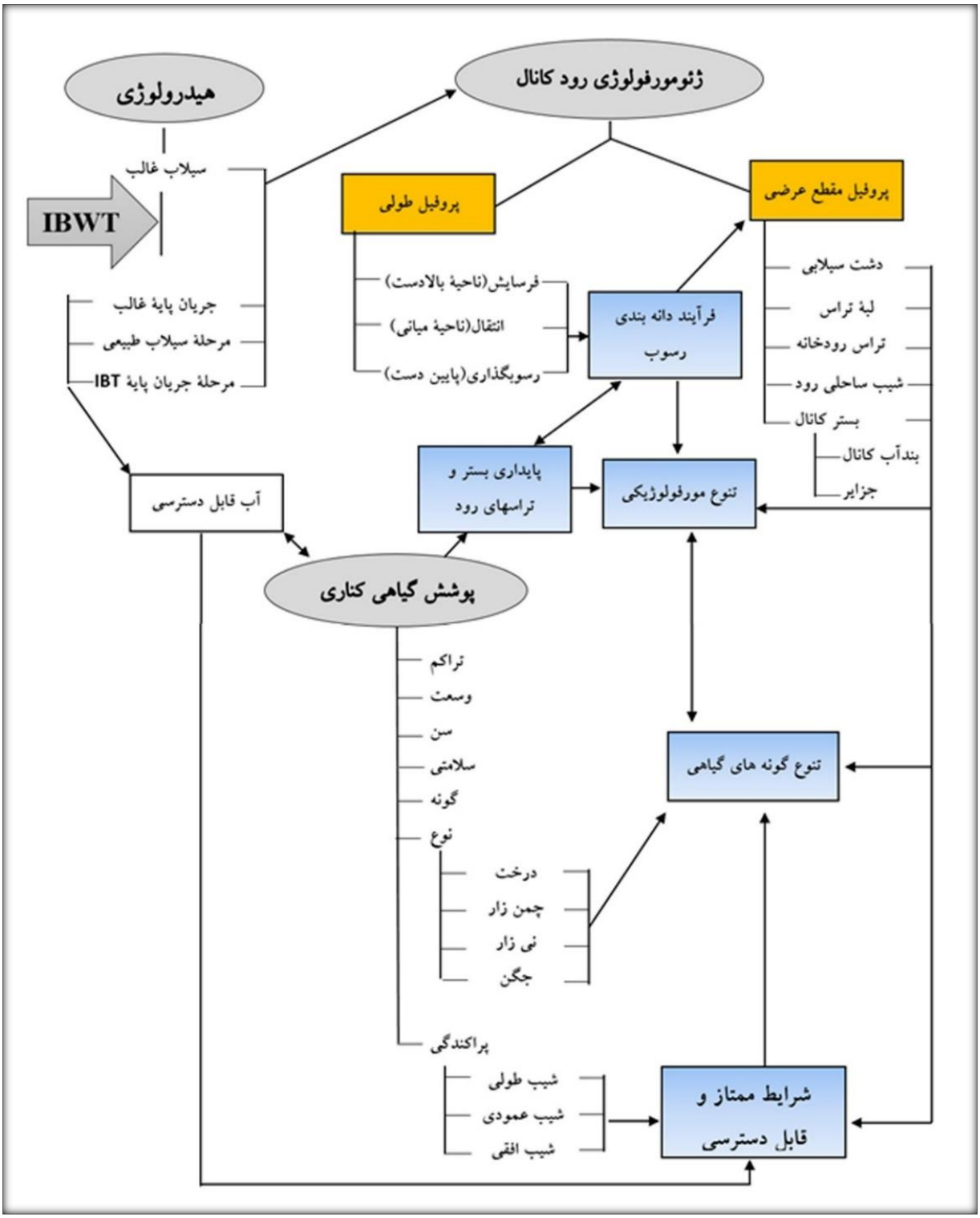
جدول(۴-۲۵) متوسط دبی رودخانهٔ زاب در ایستگاه گرژال در یک دورهٔ ۴۹ ساله و آمار دبی آن بعد از اجرای پروژه

ماه	دبی زاب/ میلیون مترمکعب	مقدار بهینه انتقال از طریق تونل کانی سیو	مقدار بهینه انتقال از طریق تونل جلدیان	حجم جریان بعد از اجرای پروژه	درصد کاهش جریان
مهر	۲۳/۵۹	۲۴/۴	۰/۰۰	۰/۰	۱۰۰
آبان	۴۳/۰۳	۳۲/۳	۳/۰۰	۷/۷۳	۸۲/۲
آذر	۵۳/۳۹	۲۸/۷	۳/۵۰	۲۱/۱۹	۶۰/۱
دی	۵۵/۵۹	۳۸/۷	۳/۷۰	۱۳/۱۹	۷۶/۳
بهمن	۶۲/۵۱	۴۱/۷	۴/۰۰	۱۶/۸۱	۷۴/۱
اسفند	۱۲۵/۵۳	۷۲/۳	۸/۰۰	۴۵/۳۲	۶۳/۹
فروردین	۲۹۱/۶۸	۱۱۲/۳	۲۰/۰۰	۱۵۹/۳۷	۴۵/۴
اردیبهشت	۳۵۳/۰۱	۱۱۳/۸	۴۱/۳۰	۱۸۹/۸۲	۴۶/۲
خرداد	۲۵۹	۹۲/۴	۳۴/۰۰	۱۳۲/۶	۴۸/۸
تیر	۱۱۵/۹۷	۵۶/۹	۱۵/۰۰	۴۴/۰۷	۶۲
مرداد	۵۰/۶۲	۳۱/۹	۰/۰۰	۱۸/۷۲	۶۳/۱
شهریور	۳۰/۸	۳۳/۴	۰/۰۰	۰/۰۰	۱۰۰
سالانه	**۱۴۶۴/۷۲**	**۶۷۸/۸**	**۱۳۲/۵۰**	**۶۵۶/۸۳**	

***مآخذ**: سازمان آب منطقه‌ای آذربایجان غربی، ۱۳۹۳*

همچنین تعداد و بزرگی سدهای احداث شده در طول مسیر یک رودخانه در شدت تغییرات مؤثر است، به طوری که اثر یک سد کوچک ممکن است در طول مسیر جریان ناچیز باشد اما اثرات ترکیبی چند سد کوچک قابل ملاحظه و حتی تأثیرات آن ممکن است بیشتر از اثرات سدهای بزرگ باشد(Brandt, 2000 به نقل از بیاتی خطیبی، ۱۳۸۶). در پروژه‌ی انتقال آب از سرشاخه‌های حوضه‌ی رودخانه زاب به دریاچه ارومیه با توجه به شکل(۲۵-۴) در فاصله‌ی کمتر از ۲۴ کیلومتر دو سد مخزنی با مشخصات سد سیلوه با گنجایش ۷۴ میلیون مترمکعب و سد کانی سیو با گنجایش ۳۲۳ میلیون مترمکعب بر روی رودخانه‌ی زاب در حال احداث است و در آینده نیز سد شیوه در فاصلهٔ ۳۰ کیلومتری پایین دست سد کانی سیو احداث خواهد شد.

در حوضه‌ی مقصد نیز افزایش ورودی آب، کل سیستم را تحت تأثیر قرار خواهد داد از جمله مورفولوژی رودخانه برای رسیدن به تعادل مجدد دچار تغییرات اساسی خواهد شد. نظر به اینکه حوضه‌های آبریز به صورت سیستمی عمل می‌نمایند، لذا اجزاء مختلف آن با هم در ارتباط بوده و از همدیگر تأثیر می‌پذیرند. به علت روابط متقابل پیچیده میان هیدرولوژی، ژئومورفولوژی و پوشش گیاهی ساحلی رود، هر تغییر در هر یک از این اجزاء ناشی از اجرای طرح انتقال آب بین حوضه‌ای، منجر به تغییر در اجزای دیگر آن می‌شود. بنابراین افزایش و یا کاهش انرژی در بخشی از حوضه‌های رودخانه‌ای، به لحاظ پویایی رودخانه‌ها، سبب می‌شود که ویژگی‌های ژئومورفولوژیکی بستر جریان رودخانه‌ها به نحو محسوسی تغییر یابد. چرا که تعادل بوجود آمده و ویژگی‌های دینامیک حوضه دچار اختلال می‌گردد. نحوه‌ی اثرات انتقال آب بین حوضه‌ای بر اجزاء سیستم رودخانه در شکل(۴-۳۶) نشان داده شده است.



شکل(۴-۳۶) نمایش شماتیک از تاثیر IBWT[15] در بخشهای مختلف رودخانه‌ی مقصد

[15] . Inter Basin Water Transfer

از طرف دیگر تأمین آب بیشتر در حوضه مقصد، بدون در نظر گرفتن پویایی مشکلات وابسته به هم، در نهایت به افزایش تقاضای آب منجر می‌شود. زیرا دسترسی به آب بیشتر باعث توسعه‌ی فعالیتهای کشاورزی و صنعتی شده و این در نهایت به تشدید مهاجرت و تمرکز بیشتر جمعیت در حوضه‌ی مقصد خواهد انجامید. لذا محدوده‌ی سیستم حوضه‌ی مقصد به لحاظ ظرفیت ذخایر طبیعی منابع آبهای زیرزمینی و آبهای سطحی دچار مشکل شده و مجدداً به آب بیشتری نیاز پیدا خواهد نمود. بنابراین، خیلی زود پس از کامل شدن پروژه‌ی انتقال آب، کمبود آب به دلیل تداوم توسعه و تشدید مهاجرت داخلی به علت درک غلط از میزان دسترسی به آب، دوباره نمایان خواهد شد(پسخوراند مثبت). نمونه‌ی بارز آن حوضه‌ی آبریز زاینده رود در استان اصفهان است که تا کنون ۵ پروژه‌ی انتقال آب از حوضه‌ی رودخانه‌ی کارون بصورت متوالی اجرا شده است در حالیکه نه تنها مشکل کمبود آب استان اصفهان حل نشده بلکه روز به روز وضعیت آب در این حوضه بحرانی تر شده است.

موضوع دیگری که تاکنون کمتر مورد توجه کارشناسان امور آب قرار گرفته است اصل **"مازاد آب"** در حوضه‌ی مبدأ از دیدگاه سیستمی است. در این دیدگاه حوضه های آبریز نمی توانند مازاد آب داشته باشند. با مقایسه‌ی دو حوضه‌ی آبریز زاب در غرب با زاینده‌رود در مرکز کشور که به لحاظ شرایط اقلیمی با هم متفاوت هستند موضوع را بررسی خواهیم نمود. حوضه‌ی رود زاب با میانگین ۶۷۸/۶ میلی متر بارش در سال دارای یکی از بیشینه‌های بارشی در غرب ایران است. در چنین شرایط اقلیمی طی میلیونها سال سیستم حوضه‌ی آبریز با این میزان از بارش سازگار شده و به تعادل رسیده است. در این حوضه تراکم پوشش گیاهی بالاست به طوری که ۱۸/۱۳ درصد از مساحت حوضه را جنگل و بیشه زار غالباً از نوع درخت بلوط تشکیل می دهد(طالبپور، ۱۳۹۴)، گونه های متنوع جانوری از جمله خرس، گراز، سمور آبی و. .. در داخل این جنگلها زندگی می کنند، محصولات کشاورزی سازگار با این حجم از بارش توسط کشاورزان کشت می شود و حتی فرهنگ مردم منطقه به همچون چشم اندازی از محیط زیست منطقه گره خورده است. در حوضه‌ی زاینده رود نیز با میانگین بارش کمتر از ۲۰۰ میلیمتر درسال، نوع پوشش گیاهی و زندگی جانوری و ویژگیهای فرهنگی مخصوص به خود را داشته که در طی میلیونها سال تکامل پیدا کرده به تعادل رسیده است. بنابراین در این دو حوضه‌ی آبریز با شرایط اقلیمی متفاوت نوع پوشش گیاهی و گونه های جانوری، نوع خاک و محصولات کشاورزی و حتی زندگی اجتماعی و فرهنگ دو حوضه تا حدودی متفاوت است و هر کدام در آستانه‌ای متفاوت به تعادل رسیده اند. بنابراین گونه های گیاهی و جانوری در حوضه زاب تا مرز مشخصی از کمبود آب را می توانند تحمل نمایند در غیر اینصورت کاهش آب باعث تغییر آستانه ها و به تبع آن تغییر گونه های گیاهی و جانوری و یا حتی نابودی آنها خواهد شد. این حالت در ارتباط با خاک، تالابها، مورفولوژی رودخانه، کشاورزی و حتی زندگی انسانها نیز صادق است. در چنین شرایطی نه حوضه‌ی زاب تاب و توان کاهش ورودی آب را خواهد داشت و نه حوضه‌ی زاینده رود ظرفیت کشت محصولات با نیاز آبی فراوان و درخت‌های پهن برگ رطوبت پسند. لذا در صورت انتقال آب از حوضه زاب و کاهش ورودی آن به عنوان یک سیستم، قطعاً تراکم جنگلها کاهش می یابد و حتی به بوته زار تبدیل خواهد شد، پوشش گیاهی کناره رود عقب نشینی خواهد کرد، بسیاری از جانوران از بین

خواهند رفت، خاک‌ها خشک شده و کشاورزان دیگر قادر به تولید محصولات سازگار با شرایط قبل نخواهند بود، قدرت خودپالایی رودخانه کاهش خواهد یافت و در نهایت کل سیستم دچار اختلال خواهد شد.

بنابراین طرح‌های انتقال آب بین حوضه‌ای پیامدها و چالش‌هایی بسیار جدی به همراه خواهد داشت. این طرح‌ها عملاً باعث خشک شدن رودخانه‌های حیات‌بخش و تاریخ‌ساز کشور، نابودی حیات تالاب‌ها، به خطر افتادن محیط زیست و تنوع زیستی جانوری و گیاهی، بروز نارضایتیهای اجتماعی و ناپایداری سرزمین، خصوصاً در حوضه‌های مبدأ خواهند شد. همچنین کاهش دبی جریان، کاهش کیفیت آب شرب شهرهای پایین دست، تشدید رسوبگذاری ناشی از کاهش قدرت حمل جریان رودخانه ها، افزایش حجم پسابها و منابع آلاینده به دلیل کاهش قدرت خودپالایی رودخانه ها، افول گردشگری و توریستم از پیامدهای دیگر طرحهای انتقال آب خواهد بود. از جمله مشکلات دیگر این طرحها می توان به تأثیر بر حقآبه ها، خشک شدن برکه ها و کاهش سطح آب در دریاچه های پایین دست و سفره های آب زیرزمینی اشاره کرد که تحت تأثیر تغییرات اقلیمی، خشکسالی این اثرات تشدید می شوند. پیشینه‌ی تاریخی طرح‌های انتقال آب بین حوضه‌ای در جهان نیز بعضاً حکایت از پیامدهای دراز مدت ناگوار مانند رشد سریع و نامتوازن جمعیت در حوضه‌های مقصد، خشکی و یا کاهش شدید دبی رودها، چشمه‌ها و سفره‌های زیرزمینی، نابودی باتلاق‌ها و تالاب‌ها و بروز فجایع زیست محیطی جبران ناپذیر و صرف هزینه‌های زیاد، بروز مشکلات اجتماعی و جابجایی سنگین آبگیرها و مسیرهای انتقال داشته است(دهقان منشادی و همکاران، ۱۳۹۲: ۱۰۲).

لذا مدیریت سیستمی و یکپارچه به جای مدیریت خطی و یک سونگر، مطمئن‌ترین شیوه‌ی حفظ پایداری حوضه بوده و بکارگیری آن بر توسعه و امنیت اقتصادی- اجتماعی ساکنان خصوصاً بر توسعه پایدار تأثیر مطلوبی خواهد داشت.

۴-۸- نتیجه‌گیری

انجام طرح های عمرانی بدون توجه به ویژگیهای شکننده تعادل سیستم‌های طبیعی به بروز مسائل عمده‌ای از قبیل بحران مدیریت و تغییرات محیطی منجر شده و چالش‌های جدی دیگری را به همراه خواهد داشت. امروزه در ایران، اغلب برنامه‌ریزیها و اقدامات عمرانی و به طور کلی آمایش محیطی، بدون نگرش سیستمی به حوضه‌ها و شبکه‌های رودخانه‌ای صورت گرفته و می‌گیرد. در این طرحها غالباً، عملکرد چند سویه سیستم های رودخانه‌ای مد نظر قرار نمی‌گیرد. در واقع انسان و علی الخصوص دولتها در راستای رسیدن به اهداف کوتاه مدت خود، اجزاء سیستم‌ها را به گونه‌های مختلف به چالش می‌طلبند که نتیجه‌ی منفی چنین چالش‌هایی در دراز مدت متوجه خود انسان به عنوان بخشی از سیستم خواهد شد.

اجرای پروژه های انتقال آب بین حوضه‌ای به مثابه مداخله در مولفه های اصلی طبیعت یعنی آب، هوا، خاک، دما و ..... است که به طریقی تعادل و توازن بین آنها را دچار اختلال می نماید. از آنجا که انسان خود را حاکم بر سیستم می‌داند نه بخشی از سیستم، زیاده خواهی های روزافزون آن باعث شده است که به جای سازش با محیط، مسیر تخریب و استثمار

آن را در پیش بگیرد. ادامه‌ی این روند واکنش بسیار شدید محیط را به دنبال خواهد داشت که حتی حیات انسانها را به خطر خواهد انداخت.

بنابراین مهمترین چالش‌های آب استان در حوزه‌ی انتقال آب بین حوضه‌ای به ترتیب ذیل است:

۱) طرحهای انتقال آب بین حوضه ای به لحاظ اهمیت و حساسیت فوق العاده و گستردگی اکوسیستمهای تحت تأثیر آن، با مسائلی از قبیل مسائل فنی، اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی زیادی مواجه می‌باشند.

۲) جایگاه قانونی انتقال آب بین حوضه‌ای در ایران واضح و مشخص نیست و در صورت وجود قوانین، بدانها عمل نمی شود. آنچه در طرح جامع آب کشور ایران در افق سال ۱۴۰۰ پیش بینی شده حجم انتقال آب بین حوضه ای ۳/۹۸ میلیارد مترمکعب در سال می با شد لذا در صورت عملی شدن طرحهای مطالعاتی و اجرایی، حجم آب انتقالی در طرحهای بین حوضه ای در مجموع سالیانه به حدود ۸ میلیارد مترمکعب میرسد، که این رقم بیش از دو برابر پیش بینی طرح جامع آب کشور می باشد.

۳) سیاست بخش آب کشور در پاسخگویی به نیاز روز افزون آب به جای اینکه بر پایه "مدیریت تقاضا" باشد بر مبنای "مدیریت عرضه" پایه گذاری شده است، لذا از این دیدگاه پروژه های انتقال آب بین حوضه‌ای در استان کردستان توجیه می گردند.

لذا از آنجا که **"آب"** به عنوان یکی از اساسی ترین مولفه های محیط زیست و توسعه پایدار دارای نقش محوریست، به هنگام تصمیم گیری در ارتباط با پروژه های انتقال آب بین حوضه‌ای، رویکرد سیستمی به تمامی عوامل طبیعت باید مبنای تصمیمات قرار گیرد. بطوریکه در مطالعات اولیه با دقت لازم ارتباط مولفه های محیط زیست مانند: آب، خاک، گیاه، انسان و سایر موجودات زنده در حوضه های مبدا و مقصد و ارتباط و تاثیر متقابل آنها بر هم و محیط زیست بررسی و ارزیابی گردد. همچنین اثرات متقابل انتقال آب بین حوضه‌ای بر حاکمیت، فرهنگ، اقتصاد و حقوق محیط زیست باید در راستای رسیدن به توسعه‌ی پایدار و در چهارچوب دیدگاه سیستمی ارزیابی گردد و پیامدهای آن مخصوصاً در حوضه‌ی مبدأ شناسایی شوند. تنها با رویکرد سیستمی می توان با ارزیابی مداوم فرآیند اجرای این پروژه ها از مرحله‌ی سیاستگذاری تا نظارت و ارزیابی، اثرات منفی آن را در حوضه‌ی مبدأ شناسایی و از ورود خسارت به حوضه جلوگیری نمود و یا اینکه میزان آن را به حداقل رساند و یا حتی آن را متوقف نمود. بنابراین ما موظفیم از هم اکنون دیدگاه سیستماتیک و همه جانبه را مبنای تصمیمات خود قرار دهیم، روند تخریب را معکوس نماییم و به بازسازی و محافظت از منابع طبیعی و محیط زیست خود بپردازیم.

۴-۹- پیشنهادات

* در پایان پیشنهاد می‌شود در راستای جلوگیری از بر هم زدن موازنه‌ی محیط زیست، که حاصل برقراری تعادل میان تأثیرات متقابل فرآیند و فرم در مدت زمان طولانی است، علاوه بر رعایت معیارهای سازمان یونسکو برای اجرای

طرح‌های انتقال آب (مصوب سال ۱۹۹۹ میلادی در پاریس) و معیارهای انتقال آب بین حوضه‌ای از دیدگاه توسعه پایدار، باید در نحوه‌ی نگرش و برداشت ما از آب تغییر اساسی به وجود آید و مدیریت جامع آب به عنوان یک مسؤولیت منطقه‌ای و ملّی با قدرت تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی قوی اعمال گردد.

* نظر به اینکه در بهره برداری از منابع آب یک حوضه‌ی آبریز ابتدا اولویت با مردم ساکن در آن حوضه است و در مرحله بعد طرح های انتقال آب مطرح می شود. لازم است قبل از اجرای این پروژه ها نیازهای آبی حوضه‌ی مبدأ در بخش‌های مختلف کشاورزی، شهری، صنعتی و زیست محیطی برآورد گردد و سپس در صورت مازاد(؟) آب با رعایت اولویت بهره برداری برای حوضه مبداء، طرح های انتقال آب پس از مطالعات اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی اجرا شود.
* پیشنهاد می گردد به جای تمرکز بر انتقال آب از حوضه های آبریز مجاور به حوضه‌ی نیازمند، بر مدیریت درست تقاضا در آن حوضه تأکید شود. از جمله از تمرکز صنایعی که به آب فراوان نیاز دارند مانند صنایع فولاد، ذوب آهن، لاستیک سازی، آجر، سفال و کاشی و. ... خودداری گردد و توسعه‌ی صنایع متناسب با موقعیت جغرافیای حوضه و استعدادها و قابلیتهای مکان انجام پذیرد.
* در راستای اجرای بند الف ماده ۱۹۲ قانون برنامه پنجم توسعه، پیشنهاد می‌گردد هیچگونه پروژه‌ی انتقال آب بین حوضه‌ای تا زمانیکه بر اساس ضوابط مصوب شورای عالی حفاظت محیط‌زیست مورد ارزیابی اثرات زیست‌محیطی قرار نگیرد، اجرا نشود. در مرحله انجام مطالعات امکان‌سنجی و مکان‌یابی نیز رعایت نتیجه ارزیابی‌ها توسط مجریان طرح‌ها و پروژه‌ها لازم الاجرا باشد.
* پیشنهاد می‌گردد در حوضه‌ی مقصد از تبدیل مزارع دیم به کشت آبی با اتکا بر انتقال آب از حوضه های مجاور خودداری گردد و محصولات سازگار با شرایط اقلیمی منطقه کشت شود. به عنوان مثال تا ۱۰ سال پیش، سطح زیرکشت اراضی استان اصفهان ۱۰۰ هزار هکتار بوده که اکنون به ۲۷۰ هزار هکتار رسیده است و هدف‌گذاری مدیران شامل زیرکشت بردن همه اراضی قابل‌کشت اصفهان با وسعت ۴۷۰ هزار هکتار است. این در حالیست که حوضه های مبدأ از کمبود آب رنج می برند.
* پیشنهاد می‌گردد، طرح‌های انتقال آب بین حوضه‌ای علاوه بر تأکید بر مدیریت محیط زیست و کیفیت منابع آب، با در نظر گرفتن ملاحظات ژئومورفولوژیکی در چهارچوب دیدگاه سیستمی، مجدداً مورد ارزیابی قرار گیرند.
* با توجه به حساسیت کانال و واکنش آن به شرایط آستانه، تغییرات جهانی آب و هوا باید در نظر گرفته شود و در طراحی و اجرای پروژه‌های انتقال آب بین حوضه‌ای، دیدگاه‌های ژئومورفولوژی در کانون توجه قرار گیرد. همانگونه که گریگوری(۲۰۰۶) در ارتباط با نقش انسان در تغییر کانال رودخانه یادآور می‌شود به دلیل ماهیّت و میزان تغییرات احتمالی در یک مکان خاص، پیش‌بینی قطعی امکان‌پذیر نیست، و این عدم قطعیت ناشی از تغییرات در فرم رودخانه است و برای کاهش عدم اطمینان، مدل‌سازی مورد نیاز است، لذا پیشنهاد می‌شود به منظور کامل‌تر نمودن تحقیق حاضر، محققین گرامی در این راستا اقدام نمایند.

در پایان با توجه به موضوعات مطرح شده در ارتباط با پروژه های انتقال آب، در نهایت دو اقدام اساسی جهت مدیریت صحیح منابع آب و جلوگیری از تخریب محیط زیست در استان کردستان ضروریست:

۱) متوقف نمودن پروژه‌های انتقال آب بین حوضه‌ای که هنوز به مرحله‌ی اجرا نرسیده‌اند.

۲) در ارتباط با پروژه‌هایی که در حال بهره‌برداری هستند و یا اجرای آنها در حال اتمام است، می‌توان با اتکاء به یک رویکرد سیستمی و رعایت دقیق معیارهای سازمان یونسکو، معیارها از دیدگاه توسعه‌ی پایدار و قوانین موجود در کشور، اقدام به ارزیابی مداوم فرآیندهای اجرای این پروژه ها از مرحله‌ی سیاستگذاری تا نظارت و ارزیابی و همچنین نظارت در طول دوران بهره‌برداری نمود و تا جایی که ممکن است حجم آب انتقالی به استانهای همجوار را کاهش داد. از جمله:

- انتقال آب از استان کردستان به استانهای همجوار باید تنها با هدف تأمین آب شرب برای حوضه‌ی مقصد(علی رغم آگاهی از اثرات منفی این انتقال) صورت گیرد.
- با تخصیص آب بیشتر به بخش محیط زیست و سرمایه گذاری بر روی این آبهای تخصیص داده شده، اثرات منفی این پروژه‌ها را در حوضه‌ی مبدأ شناسایی و کنترل نمود، و از این طریق بتوان خسارتها را به حداقل رساند.
- با استناد به این اصل که اولویت بهره برداری از منابع آب با مردمیست که در حوضه‌ی مبدأ زندگی می‌کنند، با تخصیص بیشتر آب به بخش کشاورزی، شیلات و صنعت در حوضه‌ی مبدأ، رقم انتقال آب به استانهای همجوار را کاهش داد.

دنباله‌ی تحقیق. ..

در گزارش بعدی کمیته‌ی آب، اثرات پروژه‌های انتقال آب بین حوضه‌ای در قالب بخش‌های زیر مورد ارزیابی قرار خواهد گرفت:

* ارزیابی اثرات پروژه‌های انتقال آب بین حوضه‌ای بر کشاورزی در استان کردستان
* ارزیابی اثرات پروژه‌های انتقال آب بین حوضه‌ای بر محیط زیست در استان کردستان
* ارزیابی اثرات پروژه‌های انتقال آب بین حوضه‌ای بر مورفولوژی رودخانه در استان کردستان
* ارزیابی اثرات پروژه‌های انتقال آب بین حوضه‌ای بر آبهای زیرزمینی استان کردستان

۴-۱۰- منابع و مآخذ

۱) آتشخوار، ف.، زمانی، ع.، پورعبدالله، ن. (۱۳۹۱). **وضعیت ناپایدار آبخوان های مسیر انتقال آب و متأثر از عواقب تونل بهشت آباد.** همایش ملی انتقال آب بین حوضه‌ای(چالشها و فرصتها)، شهرکرد، دانشگاه آزد اسلامی واحد شهر کرد.

۲) اخباری، م.، عبدی، ع.، مختاری هشی، ح. (۱۳۸۶). **بررسی پیامدهای انتقال آب رودخانه‌های مرزی به حوضه‌های داخلی مورد: رودخانه‌ی زاب کوچک.** همایش مرز، ارومیه.

۳) اردکانیان، ر.، ضرغامی، م. (۱۳۸۳). **معیارهای ارزیابی پروژه های منابع آب از دید توسعه پایدار در ایران.** اولین کنفرانس سالانه مدیریت منابع آب ایران، تهران، دانشگاه تهران، دانشکده فنی.

۴) امامی، س ن. (۱۳۹۱). **چالش‌های زمین شناختی پروژه‌های انتقال آب بین حوضه‌ای(مطالعه موردی: طرح انتقال آب بهشت‌آباد به فلات مرکزی).** همایش ملی انتقال آب بین حوضه‌ای(چالش‌ها و فرصت‌ها)، شهرکرد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرکرد.

۵) امامی, ک.، سارنگ، ا.، عابدی، ف.، همتیان، س.، (۱۳۸۴). **تحلیلی بر تاریخچه رویکرد سیستمی ذخیره و انتقال در مدیریت منابع آب منطقه طبس.** کنفرانس بین المللی قنات، کرمان، دانشگاه باهنر کرمان، جهاد دانشگاهی استان کرمان.

۶) بیاتی خطیبی، م.، (۱۳۸۶). **پیامدهای منفی فقدان نگرش سیستمی در احداث سد قرنقوچای واقع در دامنه‌های شرقی سهند.** نشریه فضای جغرافیایی، سال هفتم، شماره ۱۹.

۷) پیتر لاکس، د.، ون بیک، ا. (۱۳۹۳). **برنامه ریزی و مدیریت سامانه های منابع آب.** ترجمه امید بزرگ حداد، پریسا سادات آشفته، سمانه سیف اللهی آغمیونی، انتشارات دانشگاه تهران، جلد اول.

۸) ثابت رفتار، ع.، ساناز، م.، (۱۳۸۶). **بررسی چالشها و مشکلات ارزیابی اثرات زیست محیطی سدها.** اولین کارگاه تخصصی سد و محیط زیست، تهران، مرکز مدیریت بهسازی و بهره وری تاسیسات و ابنیه آبی ایران.

۹) چورلی، ر.، شوم، ا.، دیوید ای. س. (۱۳۷۵). **ژئومورفولوژی.** ترجمه احمد معتمد، تهران، انتشارات سمت، جلداول.

۱۰) حسین زاده، م.م.، رحیمی هرآبادی، س. (۱۳۹۲). **مفهوم آستانه ها در ژئومورفولوژی.** فصلنامه سپهر، دوره بیست و دوم، شماره هشتادو هفت.

۱۱) حلبیان، ا. ح.، شبانکاری، م. (۱۳۸۹). **مدیریت منابع آب در ایران(مطالعه موردی: چالشهای انتقال آب از بهشت آباد به زاینده رود).** چهارمین کنگره بین المللی جغرافیدانان جهان اسلام، زاهدان.

۱۲) حیدری، ا.، مقیمی، ا. (۱۳۸۶). **ژئومورفولوژی و مدیریت سیستمی رودخانه مطالعه موردی: حوضه قرانقو تا سد سهند(هشترود).** جغرافیا (نشریه علمی- پژوهشی انجمن جغرافیایی ایران)، سال پنجم، شماره ۱۴ و ۱۵.

۱۳) خضری، س. (۱۳۷۹). **جغرافیای طبیعی کردستان مکریان با تأکید بر حوضه‌ی زاب.** تهران، انتشارات ناقوس.

۱۴) داودی دهاقانی، ا.، عامری، م. ع. (۱۳۹۸). **پیامدهای اجتماعی و امنیتی انتقال آب بین حوضه ای (مورد مطالعه: بهشت آباد چهارمحال و بختیاری به زاینده رود اصفهان).** پژوهشنامه جغرافیای انتظامی، سال هفتم، شماره ۲۵، ص ۵۴.

۱۵) دهقان منشادی، ح.، نیک سخن، م. ح.، اردستانی، م. (۱۳۹۲). **برآورد آب مجازی حوضه‌های آبخیز و نقش آن در سامانه-های انتقال آب بین حوضه‌ای**. مجله‌ی مهندسی آب، سال ششم. ص ۱۰۲.

۱۶) ذبیحی، ع. ر.، سلیمانی، ک.، شعبانی، م.، آبروش، ص. (۱۳۹۰). **بررسی توزیع مکانی بارش سالانه با استفاده از روش‌های زمین آماری(مطالعه‌ی موردی: استان قم)**. مجله‌ی پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، شماره ۷۸، ص ۱۰۷.

۱۷) رامشت، م. ح. (۱۳۸۰). **نگرش سیستمی به ژئومورفولوژی**. مجله رشد، شماره ۵۸، ص ۱۳

۱۸) رامشت، م. ح.، توانگر، م. (۱۳۸۱). **مفهوم تعادل در دیدگاههای فلسفی ژئومورفولوژی**. فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، دوره ۱۷، شماره ۶۶-۶۵، ص ص: ۹۴-۷۹

۱۹) رامشت، م. ح.، احمدی، ع.، آراء، ه. (۱۳۸۹). **حوضه های آبریز از دیدگاه سیستمی (مطالعه موردی: حوضه آبریز رود گاماسیاب)**. فصلنامه جغرافیا و برنامه ریزی منطقه ای، سال اول، شماره اول.

۲۰) رامشت، م. ح. (۱۳۷۵). **کاربرد ژئومورفولوژی در برنامه ریزی(ملی، منطقه ای، اقتصادی)**. اصفهان، انتشارات دانشگاه اصفهان.

۲۱) رضازاده، ع. ر.، عباسی، م. (۱۳۹۲). **تونل انتقال آب گلاس جهت احیای دریاچه‌ی ارومیه**. سی و دومین گردهمایی و نخستین کنگره‌ی بین المللی تخصصی علوم زمین، تهران.

۲۲) رنجبر، م. و جعفری، ن.، (۱۳۸۸). **بررسی عوامل مؤثر در فرونشست زمین دشت اشتهارد**. مجله جغرافیا(نشریه علمی پژوهشی انجمن جغرافیای ایران)، شماره ۱۸ و ۱۹، صص ۱۶۶-۱۵۵.

۲۳) رمضانپور، س.، فتح الهی، م.، کرد، م.، گنجلی پور، ک. (۱۳۹۷). **بررسی تاثیر سد بر خصوصیات هیدروژئوشیمی: مطالعه موردی سد داریان**. پایاننامه کارشناسی ارشد، گروه زمین شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه کردستان.

۲۴) شرکت مدیریت منابع آب ایران، (۱۳۹۳). **سد مخزنی در حال اجرای کانی سیو**، سامانه‌ی اطلاع‌رسانی معاونت طرح و توسعه، قابل دسترسی در؛ http://www.tarh-agrw.ir/.

۲۵) شرکت سهامی آب منطقه‌ای آذربایجان غربی، (۱۳۹۳). **آمار مربوط به هیدرولوژی آبهای سطحی و زیرزمینی دشت پیرانشهر**.

۲۶) شرکت مدیریت منابع آب ایران، (۱۳۹۳). **سد مخزنی در حال اجرای کانی سیو**. سامانهٔ اطلاع‌رسانی معاونت طرح و توسعه، قابل دسترسی در؛ http://www.tarh-agrw.ir/.

۲۷) طالبپور اصل، د. (۱۳۹۴). **تحلیل تغییرات محیطی انتقال آب از حوضه‌ی آبریز رودخانه زاب به دریاچه ارومیه، با تأکید بر مخاطرات ژئومورفولوژیک**. تز دوره‌ی دکترا، گروه ژئومورفولوژی، دانشگاه خوارزمی، تهران.

۲۸) طباطبایی نائینی، ع. ر.، مکنون، ر. (۱۳۸۳). **ارزیابی زیست محیطی راهبردی منابع آب. اولین کنگره ملی مهندسی عمران**، تهران دانشگاه صنعتی شریف.

۲۹) قضاوی، ر.، ابراهیمی خ.، زهره، ا.، محمدرضا، ح.، سید زین العابدین، ا.، خوسفی، م.، حسن‌زاده نفوتی، م. (۱۳۹۲). **مقایسه‌ی روشهای مختلف رگرسیون دو متغیره در شناسایی رخسارههای کویری بر اساس روابط مؤلّفه های خاک با داده‌های ماهواره‌ای مورد شناسی: پلایای ابرکوه- استان یزد**. نشریه‌ی جغرافیا و آمایش شهری – منطقه‌ای، شماره ۹.

۳۰) قنواتی، ع.، خضری، س.، طالبپور اصل، د. (۱۳۹۴). **ارزیابی اثرات انتقال آب بین حوضهای بر مخازن آب زیرزمینی و نشست زمین (مطالعه موردی: انتقال آب رودخانه زاب به دریاچه ارومیه)**. فصلنامه پژوهش های ژئومورفولوژی کمی، سال چهارم، شماره ۲، صص ۴۴-۲۹

۳۱) قنواتی، ع.، طالبپور اصل، د.، خضری، س.(۱۳۹۵). **ارزیابی آثار انتقال آب بین حوضه ای بر مورفولوژی بستر رودخانه در حوضه ی مبدأ مطالعه ی موردی: حوضه ی رودخانه ی زاب**. فصلنامه جغرافیا و توسعه شماره ۴۴.

۳۲) کلانتری، ک.، مکنون، ر.، کریمی، د. (۱۳۹۶). **استقرار چارچوب حقوقی پایدار مدیریت یکپارچه منابع آب در حوضه‌های آبریز ایران**. تهران، فصلنامه مطالعات راهبردی سیاستگذاری عمومی، دوره ۷، شماره ۲۵، صفحه ۳۵-۵۱.

۳۳) محمدرضاپور طبری، م. (۱۳۹۰). **بهره برداری تلفیقی از منابع آب سطحی و زیرزمینی با رویکرد انتقال آب بین حوضه ای: محدوده مطالعاتی پیرانشهر**. نشریه‌ی آب و فاضلاب، شماره ۴.

۳۴) مساح، ع. ر.، مرید، س. (۱۳۸۴)، **اثرات تغییر اقلیم بر جریان رودخانه زاینده رود اصفهان**. فصلنامه علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال نهم، شماره ۴، ص ۱۸

۳۵) مریدسادات، م.، صمدی بروجنی، ح.، طاهری سودجانی، ه.، پولادگر، م. (۱۳۹۰). **الزامات توسعه پایدار در طرح‌های انتقال آب بین حوضه‌ای« مطالعه موردی: انتقال آب بهشت‌آباد به فلات مرکزی ایران»**. یازدهمین سمینار سراسری آبیاری و کاهش تبخیر، کرمان، دانشگاه شهید باهنر.

۳۶) معتمد، ا.، مقیمی، ا. (۱۳۷۸). **کاربرد ژئوموفولوژی در برنامه‌ریزی**. تهران: انتشارات سمت.

۳۷) مقیمی، ش. (۱۳۷۸). **نگرش سیستمی و جایگاه آن در آموزش جغرافیا**. فصلنامه رشد آموزش جغرافیا، ش ۵۲، صص ۲۲-۲۱.

۳۸) نجفی، ی. (۱۳۶۹). **جغرافیای عمومی استان کردستان**. تهران، دفتر برنامه ریزی و تألیف کتب درسی، چاپ اول، ص ۲۱.

۳۹) هاشمی، س. م. (۱۳۹۴). **نابودی چشمه بل و کاهش منابع، تهدیدی جدی برای امنیت ملی است**. پایگاه خبری تحلیلی سلام پاوه، کد خبر: ۲۳۰۶۸.

۴۰) هیئت وزیران. (۱۳۸۲). **راهبردهای بلند مدت توسعه منابع آب(مصوب هیئت وزیران مورخ ۱۳۸۲/۷/۲۷)**. مرکز پژوهشهای مجلس شورای اسلامی، https://rc.majlis.ir/fa/law/show/125127

41) Brandt, S.A. (2000). **Classification of geomorphological effects downstream of dams.** journal of Catena, No: 40, pp. 375–401.

42) Day, J.C., Bridger, K.C., Peet, S.E. & Friesen, B.F. (1982). **Northwestern Ontario River Dimensions**. Water Resources Bulletin, 18(2), pp. 297-305.

43) Elizabeth, A. J. (2000). **the response of the two interrelated river components, geomorphology and riparian vegetation, to inter basin water transfers in the ORANGE-FISH-SUNDAYS River**

inter basin transfer scheme. Thesis submitted in fulfillment of the requirements for the Degree of Master of Science, Rhodes University, Grahamstown.

44) Friedman, J. M., Osterkamp, W. R., Scotl, M. L. And Auble G. T. (1998). **downstream effects of dams on channel geometry and bottomland vegetation: Regional patterns in the Great Plains**. Journal of Wetlands, Vol. 18 pp. 619-633.
45) Gohari, A., Eslamian, S., Mirchi, A., Abedi-Koupaei, J., Massah Bavani, A. & Madani, K. (2013). **Water transfer as a solution to water shortage: A fix that can backfire**. Journal of Hydrology, Vol. 491, pp. 23–39.
46) International Hydrological Programme. (1999). **Inter Basin Water Transfer: International Workshop on Interbasin Water Transfer**, UNESCO, Paris.
47) Lansheng, W., & Christian, M. (1999). **A study on the environmental geology of the Middle Route Project of the South–North water transfer**. Journal of Engineering Geology Vol: 51, Pp.: 153–165.
48) Lafreniere, K.C., Deshpande, S., Bjornlund, H., Hunter, M.G. (2013). **Extending stakeholder theory to promote resource management initiatives to key stakeholders: A case study of water transfers in Alberta, Canada**. Journal of environmental management 129:81-91.
49) Quan, Y., Wang, C., Yan, Y., Wu, G., Zhang, H. (2016). **Impact of Inter-Basin Water Transfer Projects on Regional Ecological Security from a Telecoupling Perspective**. Journal of Sustainability 8:162.
50) Rowntree, K.M. & Dollar, E.S.J. (1996). **Contemporary channel processes**. In, Lewis, C.A., (Ed.), the geomorphology of the Eastern Cape, South Africa, Grocott and Sherry, Graham's town, pp. 33-51.
51) Shao, X., Wang, H., Wang, Z. (2003). **Interbasin transfer projects and their implications: A China case study**. International Journal of River Basin Management 1:5-14.
52) Soulsby, C., Gibbons, C., Robins, T. (1999). **Inter-Basin Water Transfers and Drought Management in the Kielder/Derwent System**. Water and Environment Journal 13:213-223.
53) Sophocleous, M. (2002). "**Interaction between Ground Water and Surface Water: The State of the Science**". Journal of Hydrogeology, No. 10, pp. 52-56.
54) Scott, R.F. (1979). "**Subsidence- revaluation and prediction of subsidence**". Ed. By Saxema, S, K, Proc. Cnof. ASCE, Gainsville, PP. 1-25.
55) Tien Bui, D., Talebpour Asl, D., Ghanavati, E., Al-Ansari, N., Khezri, S., Chapi, K., Amini, A., Pham, B. T. (2019), **Effects of Inter-Basin Water Transfer on Water Flow Condition of Destination Basin**. Journal of Sustainability, Vol. 12,338.
56) White, G. (1977). **Comparative analysis of complex river development**. In environmental effects of complex river development, West view press, Boulder, Colorado.
57) Yan, D. H., Wang, H., Li, H. H., Wang, G., Qin, T. L., Wang, D. Y. & Wang, L. H. (2012). **Quantitative analysis on the environmental impact of large-scale water transfer project on water resource area in a changing environment**. Journal of Hydrology and Earth System Sciences, Vol. 16, pp. 2685–2702.
58) Zhao, Z-Y., Zuo, J., Zillante, G. (2017). **Transformation of water resource management: a case study of the South-to-North Water Diversion Project**. Journal of Cleaner Production 163:136-145.

جمع بندی و نتیجه گیری

با توجه به مباحث فصول گذشته توجه همزمان به ابعاد مختلف، مرتبط با مدیریت آب ضروری خواهد بود. توجه همزمان به فرآیندها، ساختار و نظام دانایی حاکم بر مدیریت آب تحت عنوان گفتمان بازآفرینی جامع آب مورد نظر خواهد بود که مبین توجه به همه‌ی حوزه‌های مرتبط با مدیریت آب است. به بیان دیگر این چارچوب نظری، نقشه راه برای شناخت مدیریت آب در کشور و استان کردستان را تبیین می‌کند و متعاقب آن زمینه را برای ارائه‌ی راهکارهای لازم فراهم می‌نماید. اصلاح ابعاد ساختاری تمرکز و پیچیدگی و رسمیت در حوزه‌ی آب وزارت نیرو یک گام به سمت مدیریت تحول خواهد بود.

با توجه به همزمانی تهیه‌ی این گزارش و مراحل تصویب قانون جدید آب که جایگزین قانون توزیع عادلانه‌ی آب خواهد شد، این گزارش و چالش‌های طرح شده در آن می‌تواند در تدوین این قانون مورد توجه قرار گیرد. جنبه‌های ساختاری، چالش‌های حقوقی، رهیافت مدیریت مشارکت مدار، بازار آب، اصلح ساختار آب، توجه به الزامات کیفی، توجه به حفاظت از آب‌های زیرزمینی، بازنگری در وضعیت فعلی طرح‌های توسعه‌ای منابع آب و انتقال بین حوضه‌ای سرفصل‌های مهمی هستند که در قانون مذکور می‌تواند مورد توجه قانونگذار باشد، که بررسی این گزارش می‌تواند در تدوین نسخه‌ی نهایی قانون مفید و مؤثر واقع شود.

نتایج انتهای هر بخش و هر فصل می‌تواند همچون چکیده‌ای مدیریتی در اختیار تصمیم گیران و تصمیم سازان باشد و این سرآغاز یک تلاش علمی است که در سال ۱۳۹۹ تدوین شده است لذا از همه‌ی صاحبنظران دعوت می‌گردد تا پس از مطالعه‌ی این گزارش نظرات ارزشمند خود را به منظور نیل به گفتمانی مشترک و فراگیر به عمل آورند؛ گفتمانی که می‌تواند موجبات بازآفرینی را در مدیریت آب کشور و استان فراهم آورد.

پایان