

بررسی آبخوان‌های مرزی (مشترک بین‌المللی) و مسائل مربوط به مدیریت آن‌ها

جواد اسکندری مایوان^۱
حسین محمدزاده^۲

(۱) دانشجوی کارشناسی ارشد آب‌های زیرزمینی، دانشگاه فردوسی مشهد، jeskandari_65@yahoo.com
(۲) عضو هیأت علمی و سرپرست مرکز تحقیقات آب‌های زیرزمینی (متآب)، گروه زمین شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، mohammadzadeh@um.ac.ir

چکیده

از آنجایی که منابع آب زیرزمینی مرزی حجم زیادی از منابع آب حوضه‌های آب زیر مشترک بین‌المللی را شامل می‌شوند، سازمان‌های بین‌المللی و منطقه‌ای متعددی جهت تسهیل همکاری و تبادل منظم اطلاعات کشورها در زمینه مدیریت مشترک این منابع فعالیت می‌نمایند. که آشنایی با این سازمان‌ها و نحوه تعامل با آن‌ها، و همچنین شناخت اصول مدیریت مشترک آبخوان‌های مرزی و جوانب مختلف آن ضروری می‌باشد. از اینرو، مقاله حاضر سعی دارد ضمن بررسی تجارب بین‌المللی در مدیریت مشترک منابع آب زیرزمینی بین‌المللی، جنبه‌های مختلف مطالعه و مدیریت آبخوان‌های مرزی را معرفی نماید.

واژه های کلیدی: آب زیرزمینی، آبخوان‌های مرزی^۱، مدیریت مشترک آبخوان‌های مرزی

مقدمه

با وجود اینکه بیش از نیمی از جمعیت جهان از آب زیرزمینی استفاده می‌کنند و منابع آب زیرزمینی بیشترین منبع در جهان است که استخراج از آن صورت می‌گیرد و علی‌رغم اتکای جهان بر آب‌های زیرزمینی، منابع آب زیرزمینی نسبت به منابع آب‌های سطحی در درجه دوم اهمیت قرار دارند. در حالی که معاهدات متعدد بین‌المللی برای آب‌های سطحی مرزی وجود دارند، کمبود اساسی در زمینه مدیریت و حفاظت منابع آب زیرزمینی در جهان احساس می‌شود. در حال حاضر و باتوجه به افزایش جمعیت و رشد روزافزون تقاضا برای آب زیرزمینی، بخصوص در مناطق خشک، سوالات و مشکلات جدیدی در زمینه مدیریت، مالکیت، دسترسی، حفاظت و توسعه منابع آب، مخصوصاً در مرزهای سیاسی بین‌المللی، بوجود آمده و خواهد آمد. تاد جارویس (۲۰۰۵) به نقل از ولف و دیگران اظهار می‌دارد که ۲۶۳ حوضه آبی بین‌المللی بیش از ۴۵ درصد سطح خشکی‌های جهان، ۴۰ درصد از جمعیت جهان و حدود ۶۰ درصد از منابع آب شیرین را پوشش می‌دهد. با

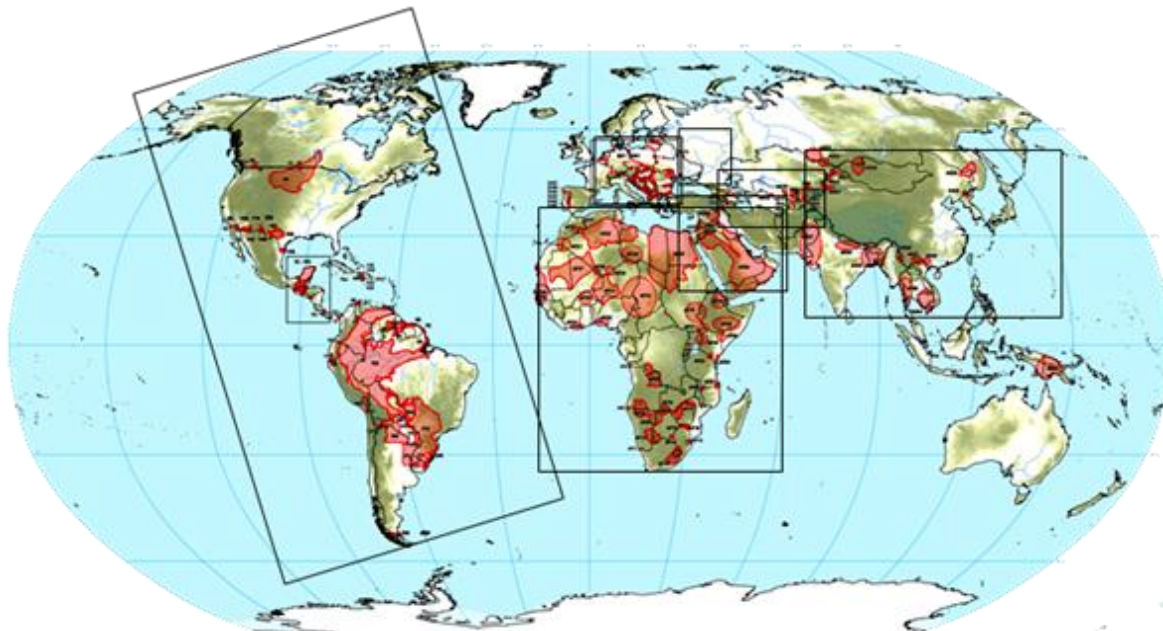
۱ کمیسیون قوانین بین‌المللی سازمان ملل متحد (UNILC) در پیش نویس قوانین آبخوان‌های مرزی (۲۰۰۸) آبخوان یا سیستم آبخوان مرزی را به عنوان آبخوان یا سیستم آبخوانی که بخش هایی از آن درون قلمروهای سیاسی مختلف قرار گرفته است، تعریف می نماید.

توجه به این مسئله و اینکه کمتر کشوری در جهان است که این شرایط را نداشته باشد، شناخت و مدیریت منابع آب زیرزمینی (آبخوان‌های) مرزی به منظور استفاده عادلانه و پایدار و جلوگیری از بروز اختلافات آینده امری ضروری و اجتناب‌ناپذیر می‌نماید. ضمناً طبیعت پیچیده آب‌های زیرزمینی نسبت به آب‌های سطحی، گستردگی انواع آبخوان، ارتباط بین آب‌های زیرزمینی و سطحی و همچنین تعامل میان آب‌های زیرزمینی و مسائل اجتماعی، نیاز به همکاری مشترک علوم و سازمان‌های مختلف در زمینه هیدروژئولوژی، قانونی، اجتماعی، اقتصادی، سیاسی و سازمانی را می‌طلبد.

مواد و روش‌ها

همزمان با افزایش تقاضا برای منابع آب شیرین در دنیا و به تبع آن افزایش فشار بر منابع آب زیرزمینی، تقاضا در جهت ایجاد سازوکارهای همکاری و مدیریتی در زمینه بهره‌برداری و حفاظت منابع آب زیرزمینی در عرصه بین‌المللی رو به افزایش می‌باشد. در نتیجه پروژه مدیریت آبخوان‌های مشترک بین‌المللی (ISARM) در ژوئن ۲۰۰۰ و با هدف تدوین سیاست‌های جهانی مدیریت آبخوان‌های مرزی و همچنین افزایش آگاهی عمومی درباره نقش منابع آب زیرزمینی در توسعه پایدار ملی و بین‌المللی، توسط برنامه بین‌المللی هیدروژئولوژی یونسکو (UNESCO-IHP) آغاز شد. تا قبل از سال ۲۰۰۰ میلادی، هیچگونه برنامه جهانی تخمین آبخوان‌های مرزی وجود نداشت. اما، در طی چهارمین جلسه انجمن بین‌دولتی برنامه بین‌المللی هیدروژئولوژی یونسکو با اتخاذ تصمیماتی مبنی بر فهرست و ارزیابی تمام آبخوان‌های مرزی دنیا، این خلا جبران گردید.

پروژه مدیریت آبخوان‌های مشترک بین‌المللی حاصل تلاش چندین آژانس یونسکو برای توسعه همکاری بین کشورهای دارای منابع آب زیرزمینی مشترک است و دارای رویکردی چند وجهی می‌باشد که در فهم پنج موضوع اصلی علمی، اقتصادی، اجتماعی، قانونی، سازمانی و زیست‌محیطی مربوط به آب‌های زیرزمینی مشارکت دارد. این پروژه علاوه بر انجام طرح‌های جهانی و منطقه‌ای، در راستای ارزیابی آبخوان‌های مرزی و همچنین تشویق کشورها به گسترش همکاری در زمینه مدیریت پایدار منابع آب زیرزمینی مشترک، شروع به تهیه فهرست جهانی منابع آب زیرزمینی مرزی نموده است (شکل ۱).



شکل (۱): چشم‌انداز جهانی فعالیت‌های منطقه‌ای پروژه مدیریت آبخوان‌های مشترک بین‌المللی

اهداف پروژه مدیریت آبخوان‌های مشترک بین‌المللی

- ۱- تشکیل شبکه‌ای از کارشناسان رشته‌های مختلف برای معرفی و تعریف منابع آب زیرزمینی (آبخوان‌های) مرزی و مشترک.
- ۲- ترویج ارزیابی علمی، حقوقی، سازمانی، اقتصادی-اجتماعی و زیست محیطی آبخوان‌های مشترک.
- ۳- انجام مطالعات موردی در رابطه با آبخوان‌های مشترک و پشتیبانی تیم‌های کارشناسی مختلف برای هدایت تحقیقات جزئی.
- ۴- بکار بردن نتایج حاصل از مطالعات موردی در زمینه مدیریت آبخوان‌های مشترک.
- ۵- ارتقا سطح آگاهی سیاست‌مداران و تصمیم‌گیران در مورد آبخوان‌های مرزی به عنوان جزئی مهم از منابع آب شیرین جهان.
- ۶- ترویج همکاری بین کارشناسان کشورهای مختلف دارای آبخوان‌های مرزی در زمینه علمی به منظور مدیریت منابع آب.

دامنه فعالیت‌های پروژه مدیریت آبخوان‌های مشترک بین‌المللی

- ۱- تهیه و انتشار لیست آبخوان‌های مشترک.
- ۲- تهیه و انتشار اصول همکاری برای مدیریت پایدار و بهینه منابع آبخوان مشترک.
- ۳- انتشار اطلاعات موجود در مورد آبخوان‌های مشترک.
- ۴- تهیه پایگاه اطلاعات آبخوان‌های مشترک.
- ۵- تهیه واحدهای آموزشی و ایجاد سازمانی برای این واحدهای آموزشی.

سازمان‌هایی که با پروژه مدیریت آبخوان‌های مشترک بین‌المللی همکاری دارند

بخش هیدرولوژی بین‌المللی یونسکو در راستای پروژه مدیریت آبخوان‌های مشترک بین‌المللی، همکاری گسترده‌ای با شمار زیادی از سازمان‌های بین‌المللی از قبیل: انجمن بین‌المللی هیدروژئولوژیست‌ها (IAH)، سازمان جهانی غذا و کشاورزی (FAO)، کمیسیون اقتصادی سازمان ملل در اروپا (UNECE)، سازمان کشورهای آمریکایی (OAS)، شبکه بین‌المللی مرکز محیط زیست و آب بالکان (INWEB)، مرکز ارزیابی منابع آب بین‌المللی (IGARC)، برنامه ارزیابی و نقشه‌برداری هیدروژئولوژیکی جهانی (WHYMAP) و دیگر سازمان‌ها همکاری دارد.

بحث و نتایج

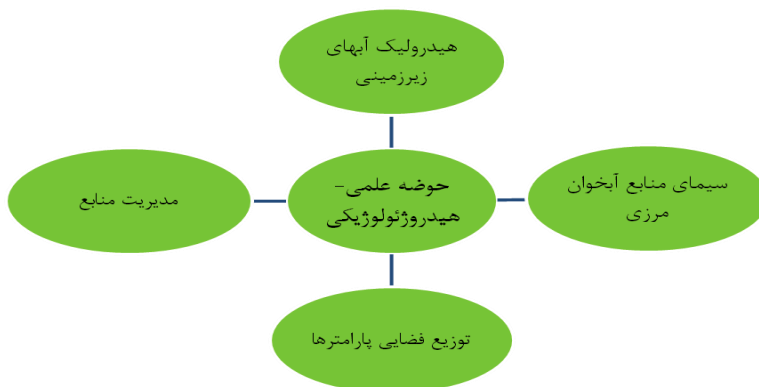
بنظر می‌رسد که توسعه مناسب آبخوان‌های مرزی در جهان بواسطه ضعف در ظرفیت‌های سازمانی و اجتماعی و همچنین چارچوب‌های ضعیف سیاسی و قانونی بخوبی پیش نمی‌رود. این موضوع بخاطر تفاوت سطح دانش، ظرفیت‌ها و چارچوب‌های سازمانی در دو طرف مرز کشورها تشدید شده است. نتایج بدست آمده از پروژه مدیریت آبخوان‌های مشترک بین‌المللی نشان می‌دهد که استفاده مناسب و عادلانه از منابع آب‌های زیرزمینی بین‌المللی نیازمند فهم عمیق خصوصیات زمین‌شناسی و هیدروژئولوژیکی آبخوان‌ها و نیز ارائه تعریف دقیق جنبه‌های مرتبط با مسائل حقوقی، اقتصادی-اجتماعی، سازمانی و زیست‌محیطی آن‌هاست. بنابراین پروژه مدیریت آبخوان‌های مشترک بین‌المللی به‌منظور شناخت دقیق و توسعه آبخوان‌های مرزی، ۵ موضوع اصلی شامل موضوعات علمی-فنی (هیدروژئولوژیکی)، حقوقی، اقتصادی-اجتماعی، زیست محیطی و سازمانی را در نظر می‌گیرد (شکل ۲)، که البته بسته به شرایط منطقه‌ای (به عنوان مثال برای آبخوان‌های واقع در مناطق خشک با نرخ کم تغذیه آب زیرزمینی و یا برای آبخوان‌های واقع در مناطق معتدل با نرخ بالای تغذیه آب زیرزمینی) موارد دیگری نیز به این موضوعات اضافه می‌گردد.



شکل (۲): جنبه‌های مختلف پروژه مدیریت آبخوان‌های مشترک بین‌المللی

جنبه‌های علمی - فنی (هیدروژئولوژیکی) مدیریت آبخوان‌های مرزی

جنبه‌های علمی - فنی (هیدروژئولوژیکی) در امر شناخت و توسعه آبخوان‌های مرزی حائز اهمیت بسیار زیادی است که بخش‌های مختلف مطالعاتی را در بر می‌گیرد (شکل ۳):



شکل (۳): بخش‌های مختلف جنبه‌های علمی - فنی (هیدروژئولوژیکی) پروژه مدیریت آبخوان‌های مشترک بین‌المللی

شناسایی آبخوان‌های مرزی

وقتی که یک آبخوان به عنوان آبخوانی مرزی به رسمیت شناخته می‌شود، این امر بایستی منجر به پذیرش بین‌المللی منابع مشترک بشود. اما برخلاف آب‌های سطحی، به دلیل مبهم بودن مرزهای منابع آب زیرزمینی، در اغلب موارد آبخوان‌های مرزی بطور همه‌جانبه به رسمیت شناخته نمی‌شوند. از اینرو، لازم است در مدیریت آبخوان‌های مرزی، سیستم آبخوان، آبخوان‌هایی که با یکدیگر ارتباط هیدرولیکی دارند، در نظر گرفته شود.

توزیع مکانی پارامترها

عوامل بسیار زیادی بر رفتار و پتانسیل‌های توسعه آبخوان‌های مرزی موثر می‌باشند که از جمله آن‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- پارامترهای هیدرولیکی
- بارندگی و مناطق تغذیه آبخوان
- مناطق تخلیه طبیعی آبخوان
- مناطق توسعه آب زیرزمینی شامل مناطق فعلی و مناطق برنامه‌ریزی شده آینده
- کیفیت آب، مخاطرات بالقوه (نظیر آلودگی، تغییرات اکوسیستم، نشست زمین و ...) و میزان وخامت آن‌ها

- میزان آسیب‌پذیری آبخوان نسبت به عوامل آلوده کننده

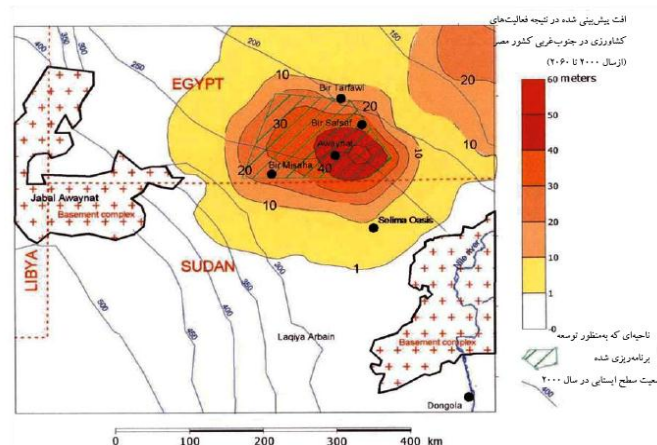
هر یک از این پارامترها در کشورهای مختلف دارای آبخوان مشترک، ارزش وزنی متفاوتی را دارا می‌باشند. به‌عنوان مثال در یک آبخوان مرزی که بین دو کشور واقع شده، ممکن است مناطق تغذیه آبخوان در یک سوی مرز سیاسی قرار گرفته باشد، در حالی که مناطق تخلیه (گاهی اوقات مناطق دارای آبدهی بهتر) در آن سوی دیگر مرز سیاسی واقع شده باشند. از جمله این موارد می‌توان به آبخوان گورانی^۲ واقع در آمریکای جنوبی اشاره کرد که در آن، نواحی رخنمون آبخوان با میانگین بارندگی سالانه بیش از ۱۰۰۰ میلی‌متر، در کشور برزیل قرار دارد، در حالی که بخشی از تخلیه آبخوان در کشور اوروگوئه واقع می‌باشد.

هیدرولیک آب‌های زیرزمینی و تاثیرات بین‌المللی

استخراج بی‌رویه آب‌های زیرزمینی از آبخوان‌های مرزی، سبب تغییر در وضعیت سطح ایستابی و تغییر در الگوی جریان آب زیرزمینی می‌گردد که پیامدهایی از نظر کمی و کیفی (تخریب کیفیت و آلودگی آب زیرزمینی) در پی خواهند داشت که در زیر به اختصار اشاره می‌گردد:

الف- تغییر در سطح ایستابی و الگوی جریان آب زیرزمینی

استخراج آب زیرزمینی از آبخوان‌های مرزی می‌تواند موجب تغییر در وضعیت سطح ایستابی به شکل مخروط افت و گسترش آن در طول مرز سیاسی، بشود. شکل (۴) شبیه‌سازی تاثیر دراز مدت ناشی از استخراج آب‌های زیرزمینی از آبخوان ماسه‌سنگی نابیان را نشان می‌دهد. با توجه به شکل، در صورت ادامه روند کنونی بهره‌برداری از آبخوان در قسمت جنوب غربی کشور مصر، تا سال ۲۰۶۰ میلادی مخروط افت در جهات مختلف بویژه نواحی بالادست جریان آب زیرزمینی در کشور سودان (منطقه‌ای که میزان بهره‌برداری قابل توجه صورت نمی‌گیرد) گسترش یافته و موجبات نارضایتی کشور سودان را به دنبال خواهد داشت.



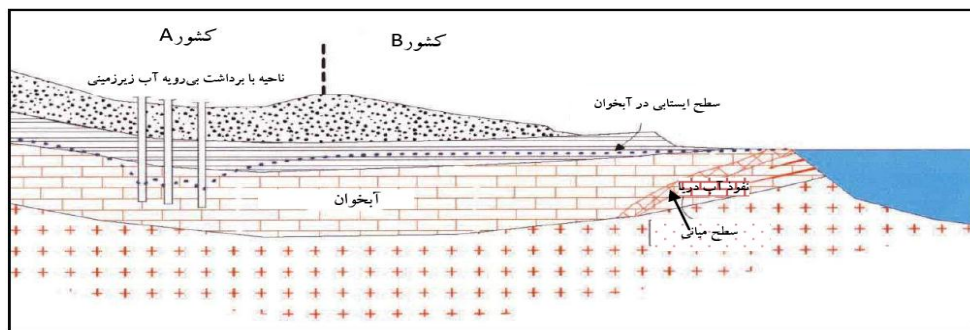
شکل (۴): پیش‌بینی گسترش مخروط افت سطح ایستابی در آبخوان ماسه‌سنگی نابیان واقع در کشور مصر (یونسکو، ۲۰۰۱)

از آنجا که برآورد جریان آب زیرزمینی عبوری از یک مرز سیاسی از طریق اندازه‌گیری مستقیم امکان‌پذیر نیست، بنابراین به‌منظور تخمین میزان جریان می‌توان از مدل‌های ریاضی استفاده نمود. استخراج بی‌رویه آب‌های زیرزمینی در یک طرف مرز سیاسی می‌تواند منجر به تغییر الگوی جریان آب زیرزمینی در منطقه آبخوان مرزی شود، بنابراین لازم است در طراحی سایت‌ها و الگوی بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی مرزی، تمامی اصول مدیریت پایدار و توسعه همسان در استفاده از منابع آبخوان‌های مرزی در نظر گرفته شود.

ب- تخریب کیفیت و آلودگی آب زیرزمینی

^۲ آبخوان گورانی (Guarani) واقع در قاره آمریکای جنوبی که بین کشورهای برزیل، آرژانتین، اوروگوئه و پاراگوئه مشترک می‌باشد.

از دیگر پیامدهای استخراج بی رویه آب زیرزمینی، تخریب کیفیت آب زیرزمینی در نتیجه افت سطح ایستایی و در اثر اختلاط با آب‌های شور داخلی و یا نفوذ آب دریا در مناطق ساحلی می‌باشد، که در نواحی آبخوان‌های مرزی می‌تواند از یک کشور به کشور دیگر سرایت نماید (شکل ۵). برخی فعالیت‌های انسانی مانند دفن زباله‌ها، منجر به آلودگی آب‌های زیرزمینی می‌شود، که در نواحی مرزی این آلودگی می‌تواند از مرز سیاسی عبور کرده و از کشوری به کشور دیگر سرایت نماید. از آنجایی که اغلب زمان بسیار زیادی طول می‌کشد تا آلودگی آب‌های زیرزمینی آشکار گردد، بنابراین رفع آن نیز بسیار کند و گاهی غیر ممکن می‌باشد.



شکل (۵): نفوذ آب شور دریا به درون آبخوان در مناطق ساحلی

مدیریت مشترک آبخوان‌های مرزی

بررسی‌ها و مطالعات انجام شده در مورد آبخوان‌های مرزی همگی مؤید لزوم ایجاد یک پایگاه دانش مبتنی بر فهم دقیق سیستم آبخوان و تهیه مدل مفهومی از آبخوان مرزی می‌باشد، که در آن تمامی جنبه‌های توسعه‌ای و مدیریتی آبخوان در نظر گرفته شده باشد. شناخت دقیق آبخوان بدون داشتن اطلاعات هیدروژئولوژیکی نظیر میزان گسترش آبخوان، ارتباط آن با سایر آبخوان‌ها و دیگر پدیده‌های هیدروژئولوژیکی نظیر تغذیه و تخلیه آبخوان و منابع آلوده کننده، امکان‌پذیر نخواهد بود. بنابراین بمنظور اعتبار بخشی به مدل مفهومی آبخوان، می‌بایست اطلاعات هیدروژئولوژیکی و هیدروژئولوژیکی نظیر میزان بارندگی، سطح آب زیرزمینی، جریان رودخانه، تبخیر و وضعیت بهره‌برداری از آب زیرزمینی در آبخوان مرزی در همه کشورهای دارای حقایق از آبخوان مشترک بطور دائم رصد شود.

جنبه‌های حقوقی مدیریت آبخوان‌های مرزی

نگرانی در زمینه کمیت و کیفیت آب زیرزمینی، در مناطق مرزی که جریان آب زیرزمینی از مرزهای سیاسی عبور می‌کند با چالش‌های سیاسی روبرو خواهد شد. حساسیت کشورهای مختلف در مورد حاکمیت ملی، تفاوت در سیستم‌های حقوقی و سیاسی - اجتماعی و همچنین تنوع طرح‌های توسعه ملی، از جمله مواردی است که مدیریت پایدار و توسعه همسان را در کشورهای دارای آبخوان مشترک پیچیده می‌کند. با در نظر گرفتن این حقیقت که سیستم‌های حقوقی و سازمان‌های ملی هیچیک از کشورهای دارای آبخوان مشترک، به تنهایی نمی‌تواند قوانینی در مورد آبخوان‌های مرزی وضع نماید که مورد پذیرش تمامی کشورها باشد، وجود چنین قوانینی را باید در جای دیگری، به عنوان مثال وجود یا عدم وجود معاهدات و توافقات صورت گرفته میان کشورهای ذیربط جستجو نمود.

جنبه‌های سازمانی مدیریت آبخوان‌های مرزی

لزوم ایجاد سازمان‌های فرامرزی

از جمله مشکلات مدیریت منابع طبیعی (به‌طور خاص آبخوان‌های مرزی) عدم انطباق مقیاس و مرزهای این منابع با مقیاس و مسئولیت نهادهای مدیریت‌کننده آن‌ها می‌باشد. از اینرو، به‌منظور مدیریت این منابع در شرایط مرزی به ایجاد

نهادهای اداری چندگانه نیاز داریم. لذا دلایل اصلی برای لزوم ایجاد نهادهای فرامرزی مدیریت آبخوان‌های مرزی را می‌توان به صورت زیر خلاصه نمود:

- از آنجایی که کشورهای دارای آبخوان مشترک در یک منطقه آبی-اقتصادی مشابه (در ناحیه آبخوان) واقع شده‌اند، تأثیرات استفاده از آبخوان و یا تهدیدهای جانبی متوجه آبخوان (تغییرات آب و هوایی و ...)، مشکلات یکسانی را برای کشورهای منطقه به ارمغان خواهد آورد. بنابراین رویکرد مشارکتی کشورها در مواجهه با مشکلات مشترک، منافی را برای این کشورها در پی خواهد داشت و بهتر است ایجاد نهادهای فرامرزی در جهت هماهنگ‌سازی فعالیت‌ها در دستور کار این کشورها قرار بگیرد.
- گاهی ممکن است تأثیرت هیدروژئولوژیکی ناشی از توسعه آبخوان از مرزسیاسی عبور کرده^۳ و اثراتی فرامرزی را به آبخوان کشور دیگر تحمیل نماید، که اغلب این موضوع منبعی بالقوه برای بروز مناقشات بین‌المللی بر سر منابع آب در منطقه محسوب می‌شود. لذا بهتر است در جهت نهادینه کردن تعاملات کشورها در زمینه همکاری در مدیریت اثرات فرامرزی و جلوگیری از تبدیل آن‌ها به مناقشات بین‌المللی، ایجاد نهادهای فرامرزی مورد توجه قرار گیرد.

ساختارهای سازمانی

سازمان‌های درگیر با مدیریت منابع آب زیرزمینی در کشورهای مختلف جهان، بسیار متنوع هستند. چراکه این سازمان‌ها تحت تأثیر حکومت کشور متبوع خود می‌باشند و سازمان‌ها در کشورهای دارای حکومت بسیط^۴ که در آن مدیریت آبخوان‌ها در قالب طرح‌های کشوری وزارتخانه‌های دولتی انجام می‌شود و کشورهای دارای حکومت فدرال که دارای دو حکومت مرکزی و فدرال هستند، تا کشورهایی که در آن مسائل مدیریت آب‌های زیرزمینی صرفاً در سطح همیاری مردمی حل و فصل می‌گردد، متفاوت هستند. البته در این میان کشورهایی نیز وجود دارند که در آن‌ها، سازمان‌ها و بخش‌های مختلف دولت، بازار و جامعه (وزارتخانه‌ها، سازمان‌های دولتی و غیر دولتی، شرکت‌ها، نهادهای کاربران آب و ساختارهای غیر رسمی) درگیر مسئله مدیریت آب زیرزمینی می‌باشند. در بین این سازمان‌ها، دولت مرکزی محتمل‌ترین نهادی است که مجاز به رسیدگی به امور فرامرزی و بین‌المللی می‌باشد. البته محدود شدن مسأله مدیریت آبخوان‌های مرزی به سطوح دولتی، خطر سیاسی شدن مدیریت منابع آب را در پی دارد که این موضوع به نوبه خود موجب از بین رفتن و یا محدود شدن تمامی راه‌حل‌های ممکن است که دیگر سازمان‌ها و نهادهای درگیر در امر مدیریت آب‌های زیرزمینی، می‌توانند ارائه دهند.

واضح است که راه‌حل قطعی و روشنی برای ایجاد ساختارهای سازمانی در امر مدیریت آبخوان‌های مشترک وجود ندارد، ولی بهر حال لازم است که بسترهای آن، مبتنی بر جنبه‌های هیدروژئولوژیکی، اجتماعی-اقتصادی و اجتماعی-فرهنگی در هر یک از کشورهای دارای آبخوان مشترک بوجود آید.

جنبه‌های اقتصادی-اجتماعی آبخوان‌های مرزی

بهر حال منابع آب زیرزمینی فرصت‌های بی‌شماری جهت توسعه ملی کشورها فراهم نموده، به طوری که در بسیاری از نقاط دنیا آب زیرزمینی به اصلی‌ترین منبع برای رفع نیازهای آبی مردم تبدیل شده است و البته این وابستگی روز به روز در حال افزایش است. در دهه‌های اخیر پیشرفت‌های صورت گرفته در زمینه تکنولوژی اکتشاف و استخراج آب زیرزمینی، حجم زیادی از منابع آبی را در اختیار طیف وسیعی از کاربران آب قرار داده است، به طوری که همزمان با این پیشرفت‌ها

^۳ به عنوان مثال حاله آلودگی آب‌های زیرزمینی که در اثر فعالیت‌های کشت و صنعت در یک سوی مرز بوجود آمده به آهستگی از مرز سیاسی عبور می‌کند و منابع کشور دیگری را در آن سوی مرز تحت تأثیر قرار می‌دهد.

^۴ در حکومت بسیط، قدرت در پایتخت کشور متمرکز شده است، اما در حکومت فدرال در حقیقت دو نوع حکومت وجود دارد: یکی حکومت مرکزی و دیگری حکومت‌های ایالتی و قدرت حاکمیت بین این دو نوع حکومت تقسیم می‌شود.

پیامدهای اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی ناشی از استخراج بی‌رویه و آلودگی آب‌های زیرزمینی نیز، روز به روز در حال افزایش است.

افت سطح آب زیرزمینی، تغییر شرایط مرزی هیدرولیکی و الگوی نشت و کاهش کیفیت آب زیرزمینی از جمله نشانه‌های افزایش رقابت برای بدست آوردن منابع آب زیرزمینی می‌باشد. این موارد بعلاوه افزایش هزینه‌های اکتشاف و استخراج آب زیرزمینی بر اقتصاد داخلی کشورها تاثیراتی دارد که پیامدهای فیزیکی، اجتماعی و اقتصادی ناشی از آن، فراتر از مرزهای بین‌المللی خواهد بود. آلودگی آب زیرزمینی ناشی از توسعه شهری، کشاورزی و صنعتی و گسترش این آلودگی‌ها در طول مرزهای سیاسی از دیگر پیامدهای این تغییر الگوی مصرف آب‌های زیرزمینی می‌باشد.

جنبه‌های زیست محیطی آبخوان‌های مرزی

جنبه‌های زیست‌محیطی آبخوان‌های مرزی را می‌توان، هم از دیدگاه منطقه‌ای و هم جهانی مورد بررسی قرار داد. اکثر سیستم‌های آبخوان دارای اکوسیستم، چشم انداز طبیعی و آبربران سنتی خاص خود می‌باشند که وابسته به الگوی طبیعی تغذیه و تخلیه آبخوان هستند. سیاست‌ها و طرح‌های توسعه بیشتر آبخوان، ممکن است این وابستگی‌ها را متاثر نماید. از اینرو، چنانچه این وابستگی‌ها به‌طور کاملا دقیق شناسایی نشوند، این امکان وجود دارد که طرح‌های مدیریتی آینده با مشکلات غیر پیش‌بینی شده‌ای روبرو شوند. اما اگر تمامی ویژگی‌های آبخوان بدقت مورد مطالعه و شناسایی قرار گیرند و تاثیرات احتمالی در نظر گرفته شود، هیچگونه تضادی بین حفاظت از این اکوسیستم‌ها و برداشت منابع آب زیرزمینی از آبخوان بوجود نخواهد آمد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

متأسفانه آب‌های زیرزمینی مرزی بدلیل طبیعت مخفی آب‌های زیرزمینی و گسترش جغرافیایی وسیع، مشکلات و هزینه مطالعه آنها، کمتر مورد توجه مدیران و سیاست‌مداران قرار گرفته، حال اگر به این شرایط پیچیدگی‌های ناشی از قرار گیری مرز سیاسی را نیز اضافه کنیم، لزوم مطالعه و شناسایی این منابع بمنظور مدیریت پایدار، رفع مخاطرات و نیز پیش‌گیری از بروز مناقشات احتمالی در آینده، بوضوح احساس می‌شود. بنابراین پیشنهاد می‌گردد در جهت تهیه نقشه جامع وگردآوری اطلاعات و شناسایی آبخوان‌های مرزی کشور، و با رویکردی منطبق با وجوه پنجگانه پروژه مدیریت آبخوان‌های مشترک بین‌المللی، شناسنامه‌ای جامع از آبخوان‌های مرزی کشور تهیه شود تا بتوان ضمن آگاه‌سازی مدیران، سیاست‌گذاران و تصمیم‌گیران کشور، از اطلاعات این فهرست در مدیریت ملی و بین‌المللی این منابع و همچنین تسهیل مراجعات بعدی جهت مطالعه آبخوان‌های مرزی، استفاده نمود.

منابع

- 1 - Al-Mooji, Y. and Renck, A. 2010. *Shared water resources in the western Asia region: An inventory of shared aquifers and aquifer systems*. International Conference "Transboundary Aquifers: Challenges and New Directions".
- 2- Eckstein, Y. and Eckstein, E. 2005. *Transboundary Aquifers: A Global Program to Assess, Evaluate, and Develop Policy*. GROUND WATER, 43(5): 679-690.
- 3- Jarvis, T., Giordano, M., Puri, S., Matsumoto, K. and Wolf, A. 2005. *International Borders, Ground Water Flow, and Hydro-schizophrenia*. GROUND WATER, 43(5): 764-770.
- 4- Puri, S. and Arnold, G. 2002. *Challenges to management of transboundary aquifers: The ISARM Programme*. IInd International Conference Sustainable Management of transboundary waters in Europe Miedzdroje.
- 5- Richts, A., Struckmeier, W. F., Foster, S., Looser, U., Margat, J., Burke, J., Margat, J., Puri, S., Schwarz, F., Vaessen, V. and Valensuela, D., 2012. RIVER AND GROUNDWATER BASINS OF THE WORLD 1 : 50 000 000. Special Edition for the 6th World Water Forum, Marseille.