

مدیریت یکپارچه آب زیرزمینی در عمل



مدیریت یکپارچه آب زیرزمینی در عمل

نوشتار حاضر ترجمه‌ای است از:

Module 3: **Integrated Groundwater Management in Practice**. In Groundwater Management in IWRM. Training Manual. Cap-Net, 2010.

طراحی و صفحه‌بندی: دبیرخانه اندیشکده تدبیر آب ایران

چاپ اول: مهر ۹۸

کلیه حقوق این مقاله، محفوظ و متعلق به اندیشکده تدبیر آب ایران است. استفاده از مطالب با ذکر مأخذ بلامانع است. دیدگاه‌های طرح‌شده در این نوشتار، لزوماً به معنای دیدگاه‌های اندیشکده تدبیر آب ایران نیست.

نشانی: تهران. خیابان کریمخان. خیابان نجات‌اللہی شمالی. روبروی بیمارستان یاس. پلاک ۲۱۲. طبقه ۴. واحد ۴.

تلفن: ۸۸۹۴۷۴۰۰ - ۸۸۹۴۷۳۰۰

www.iwpri.ir



پیشگفتار مجموعه «آشنایی با مدیریت آب زیرزمینی با رویکرد یکپارچه»

آب زیرزمینی در بسیاری از کشورها برای معیشت و سلامت مردم، اهمیت حیاتی دارد، چرا که غالباً منبع اصلی تأمین آب به شمار می‌آید. افزون بر این، به طور گسترده‌ای برای کشاورزی آبی و صنعت بهره‌برداری می‌شود. این وضعیت به ویژه در مناطق خشک که آب سطحی، کمیاب یا فصلی است، و نیز در نواحی روستایی با جمعیت‌های پراکنده مصداق دارد. تغییر اقلیم احتمالاً وابستگی به آب زیرزمینی را به عنوان یک سپر محافظ در برابر خشکسالی و عدم قطعیت فزاینده در موجودی آب سطحی افزایش خواهد داد.

با این همه، هنوز هم عمیقاً با فهم نادرست روبرو است؛ آنچنان که باید ارزش آن شناخته نشده، مدیریت ضعیفی بر آن حاکم است و به قدر کافی حفاظت نمی‌شود. سیستم‌های آب زیرزمینی در قرن بیستم، در نتیجه بهره‌برداری زیاد برای تأمین آب شهری و کشاورزی آبی، و تغییرات تمام‌عیار در کاربری اراضی در بسیاری از پهنه‌های تغذیه آب زیرزمینی، از حالت طبیعی خود خارج شده‌اند. نگرانی‌ها درباره پایداری منابع آب زیرزمینی، تنزل کیفیت و تأثیرپذیری منفی اکوسیستم‌های وابسته به آب زیرزمینی، افزایش یافته است. چالش‌شناسایی اقدامات لازم برای فراهم آوردن حکمرانی مناسب و تبدیل آنها به ترتیبات نهادی اثربخش برای مدیریت منابع آب زیرزمینی و حفاظت کیفی آنها نیز قابل ملاحظه است.

برخی دولت‌ها اصلاح مدیریت منابع آب را با رویکردی یکپارچه در دستور کار قرار داده‌اند. متأسفانه در این قبیل اصلاحات، به مدیریت آب زیرزمینی توجه شایسته مبذول نشده است. این در حالی است که یکی از بینش‌های بنیادی رویکرد یکپارچه در مدیریت منابع آب آن است که آب یک منبع (به هم‌پیوسته) است و بنابراین مستلزم کل‌نگری در مدیریت است. از این رو، آب زیرزمینی باید تمام و کمال مورد توجه قرار گیرد.

مجموعه «آشنایی با مدیریت آب زیرزمینی با رویکرد یکپارچه» بر اساس مطالعات موردی در افریقا و برگزاری تعدادی دوره‌های آموزشی، و با همکاری کپنت، شبکه آب زیرزمینی افریقا (AGW-Net) و تیم مشورتی مدیریت آب زیرزمینی (GWMATE) تهیه شده است.

این مجموعه در یازده فصل به شرح زیر سازماندهی شده است:

۱- یکپارچه‌نگری و چارچوب مدیریت آب زیرزمینی

۲- شناخت سیستم‌های آبخوان برای مدیریت آب زیرزمینی

۳- مدیریت یکپارچه آب زیرزمینی در عمل

۴- قوانین و مقررات آب زیرزمینی

۵- تخصیص و مجوز بهره‌برداری آب زیرزمینی

۶- ابزارهای اقتصادی و مالی در مدیریت آب زیرزمینی

۷- مشارکت ذینفعان در مدیریت آب زیرزمینی

۸- مدیریت کیفیت آب زیرزمینی

۹- پایش آب زیرزمینی

۱۰- آب زیرزمینی و تغییر اقلیم

۱۱- مدیریت اطلاعات و ارتباطات

نوشتار حاضر، سومین عنوان از این مجموعه به شمار می‌آید. از هدف‌های مهم این مجموعه آموزشی، پرداختن به آب زیرزمینی با رویکرد یکپارچه در مدیریت منابع آب است. هدف نهایی، معرفی چارچوب گسترده‌تر مدیریت آب زیرزمینی به کارشناسان آب زیرزمینی و چالش‌های خاص مدیریت آب زیرزمینی به دیگر متخصصان آب است.

آب زیرزمینی از نظر فنی موضوعی پیچیده به شمار می‌آید. با این همه، متخصصان و مدیران آب باید به درک مشترکی برسند. این نوشتار می‌کوشد به تحقق این هدف کمک کند.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	۱- چارچوب سیستم‌های جریان آب زیرزمینی
۳	۲- رویکردهای حکمرانی و راه و رسم مدیریت آب زیرزمینی
۸	۳- کارکردهای مدیریت آب زیرزمینی
۸	۴- گنجاندن مدیریت آب زیرزمینی در استراتژی‌های مدیریت یکپارچه منابع آب
۲۰	۵- رویکردها در آبخوان‌های فرامرزی
۲۲	۶- آب زیرزمینی و محیط‌زیست
۲۴	۷- خلاصه
۲۵	برای مطالعه بیشتر
۲۶	برای تمرین بیشتر

هدف‌های یادگیری:

- شناسایی ارتباط میان تنش وارد بر سیستم آب زیرزمینی و سرمایه‌گذاری در مدیریت؛
- درک ارتباط‌های آب زیرزمینی و آب سطحی و چگونگی مدیریت تلفیقی آنها؛
- درک نقش آب زیرزمینی در برنامه‌ریزی مدیریت آب در سطوح ملی و حوضه؛
- درک اهمیت مدیریت خوب آب زیرزمینی برای حفاظت اکوسیستم.

۱- چارچوب سیستم‌های جریان آب زیرزمینی

برخلاف آب سطحی، آب زیرزمینی در حوضه‌های زیرزمینی با ساختار کنترل‌شده پدید می‌آید (به کتابچه دوم مراجعه نمائید). مرزهای فیزیکی حوضه آب زیرزمینی را عوارض، الگوها/ ساختارهای مشخص زمین‌شناختی (گسل‌ها، شکستگی‌ها، رخنمون سنگ بستر نفوذناپذیر و غیره) تعیین می‌کند. این پدیده‌ها در نتیجه فرایندهای زمین‌شناختی گوناگون مانند حرکات تکتونیکی، فرایندهای دگرگونی، فعالیت آتشفشانی، رسوب‌گذاری، فرسایش، و غیره شکل گرفته‌اند. همانند آب سطحی، حوضه آب زیرزمینی می‌تواند از شماری از زیرحوضه‌ها تشکیل یابد که از نظر هیدرولیکی به یکدیگر ارتباط دارند. مشخص کردن مرز حوضه آب زیرزمینی مستلزم بررسی‌های تفصیلی با استفاده از ابزارهای مختلف است.

آب زیرزمینی در امتداد مسیرهای جریان با طول‌های مختلف، از نواحی تغذیه به نواحی تخلیه جابجا می‌شود. بر این اساس، اصطلاح «سیستم جریان» برای مشخص نمودن مرزهای هیدرولیکی واحدهای مدیریت آب زیرزمینی به کار می‌رود.

بر مبنای ارتباط هیدرولیکی بخش‌ها/ واحدهای مختلف در سیستم آبخوان، حوضه آب زیرزمینی معمولاً در چارچوب سیستم جریان مدیریت می‌شود تا اثرات پائین‌دست-بالادست به حساب آورده شود. سیستم جریان آب زیرزمینی، با محدوده تغذیه و محدوده تخلیه تعریف، و از دیگر سیستم‌های جریان آب زیرزمینی با خط تقسیم آب زیرزمینی^۱ جدا می‌شود. در محدوده‌های تغذیه، یکی از مؤلفه‌های جریان آب زیرزمینی وجود دارد که رو به پائین است. در محدوده‌های تخلیه، جهت جریان عمودی آب زیرزمینی رو به بالا است.

¹ Groundwater divide

مقیاس‌های مختلفی را می‌توان برای مدیریت آب زیرزمینی، بسته به مرزهای جریان در نظر گرفت. سیستم‌های جریان آب زیرزمینی معمولاً در سه مقیاس حضور دارند و می‌توانند با یکدیگر همپوشانی داشته باشند (شکل ۳-۱). در سیستم‌های موضعی جریان، مسیرهای جریان آب زیرزمینی نسبتاً کوتاه هستند (برای نمونه کمتر از ۵ کیلومتر)، و تخلیه معمولاً در اراضی پست، مجاور محدوده مرتفع‌تر تغذیه قرار دارد. سیستم‌های عمیق‌تر جریان منطقه‌ای، مسیرهای جریان بسیار طولانی‌تری دارند و محدوده‌های تغذیه و تخلیه می‌توانند ده‌ها (یا صدها) کیلومتر از یکدیگر فاصله داشته باشند. افزون بر زمین‌شناسی، توپوگرافی نیز نقش مهمی در تعیین مقیاس سیستم‌های جریان آب زیرزمینی ایفا می‌کند. در نواحی با برجستگی توپوگرافی بارز، سیستم‌های موضعی جریان غلبه دارند، در حالی که سیستم‌های جریان منطقه‌ای در چشم‌اندازهای هموارتر شکل می‌گیرند. از آنجا که سیستم‌های موضعی جریان، کم‌عمق‌ترین و دینامیک‌ترین سیستم جریان به شمار می‌آیند، معمولاً بیشترین بهره‌کنش را با آب سطحی خواهند داشت. با این همه، در بخش‌های هموارتر آبخیزها، تخلیه سیستم‌های جریان میانی تا منطقه‌ای می‌تواند قابل توجه باشد.

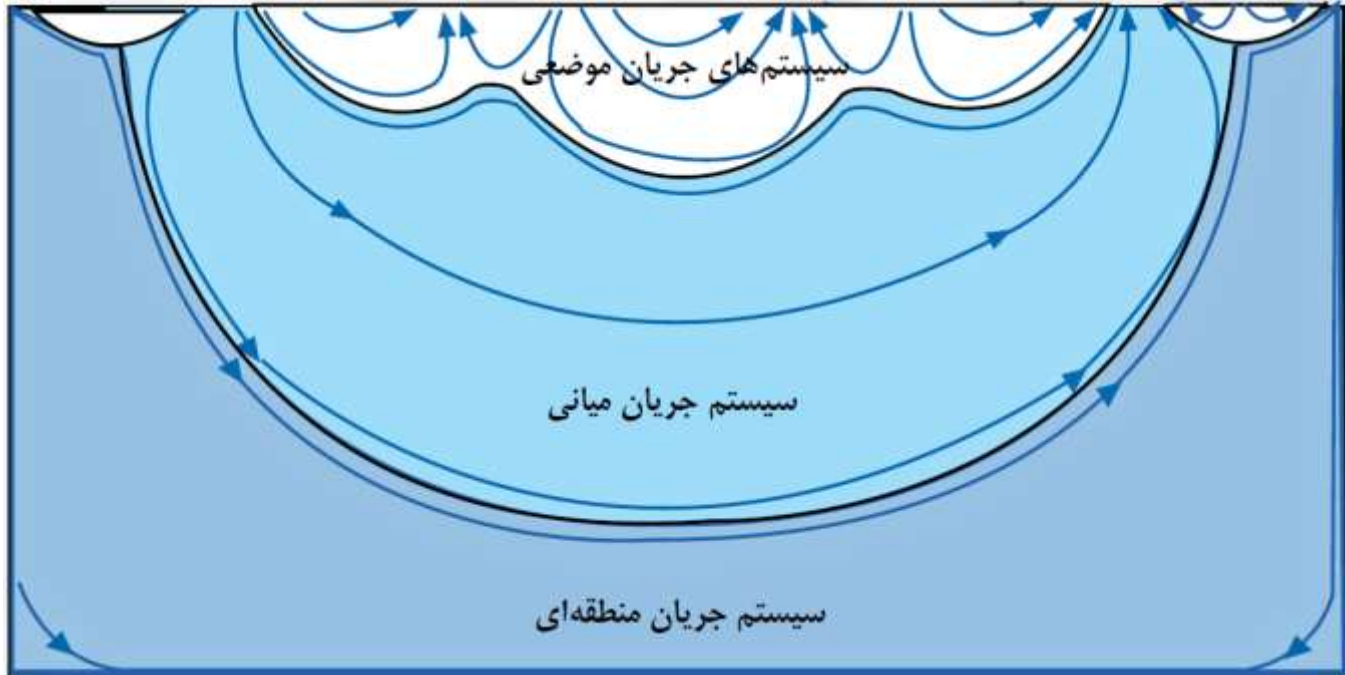
به طور کلی، مدیریت آب به بهترین شکل در محدوده حوضه آبریز انجام می‌شود. مدیریت در این مقیاس نیازمند شناخت محیط زمین‌شناختی حوضه است، چون شرایط هیدروژئولوژیکی در آبخیزها می‌تواند تغییر کند و ممکن است از بسیاری از سیستم‌های جریان آب زیرزمینی بهره‌برداری شده باشد و این سیستم‌ها، پتانسیل بهره‌کنش با رودخانه، به شکل مستقیم یا غیر مستقیم داشته باشند.

۲- رویکردهای حکمرانی و راه و رسم مدیریت آب زیرزمینی

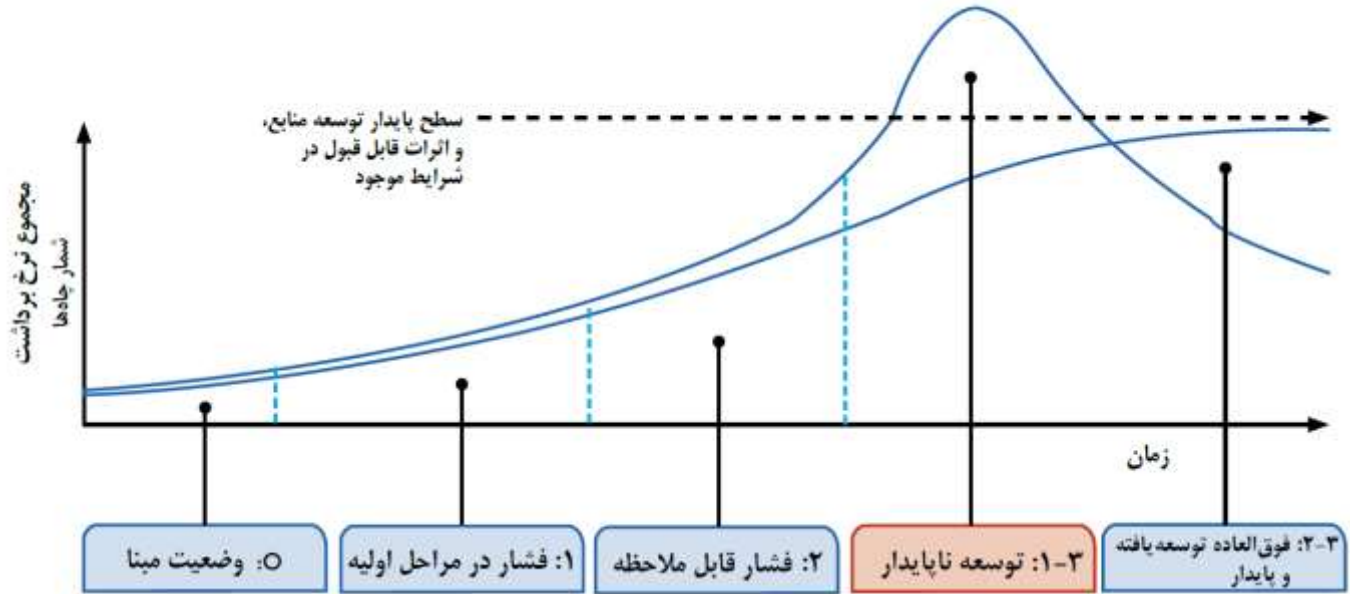
چندین رویکرد عملی در مدیریت آب زیرزمینی با هدف‌های زیر تعریف شده‌اند:

۱. حفظ توازن معقول میان هزینه‌ها و منافع فعالیت‌ها و اقدامات مدیریت، و بنابراین،
۲. احتساب آسیب‌پذیری نسبت به تنزل وضعیت سیستم هیدروژئولوژیکی مورد نظر و منافع مشروع استفاده‌کنندگان آب، از جمله اکوسیستم‌ها و آنهایی که به جریان پایه در پائین دست وابسته هستند.
۳. تعیین اقدامات ممکن مدیریت، با در نظر داشتن مرحله‌ای که توسعه منابع آب زیرزمینی در آن قرار دارد (به شکل ۳-۲ مراجعه نمایید).

شکل ۳-۱- سیستم‌های جریان آب زیرزمینی در مقیاس‌های مختلف- موضعی، میانی و منطقه‌ای



شکل ۳-۲- مراحل توسعه منابع آب زیرزمینی در آبخوان‌های مهم



سطوح توسعه آب زیرزمینی می‌تواند، با احتساب آسیب‌پذیری نسبت به تنزل سیستم هیدروژئولوژیکی مورد نظر و منافع مشروع استفاده‌کنندگان آب شناسایی شود. در وضعیت برداشت بیش از حد و ناپایدار (شکل ۳-۲: ۳-۱: توسعه ناپایدار)، در سطح گسترده، نرخ کلی برداشت (و معمولاً شمار چاه‌های آب) در نهایت به شکل بارز در نتیجه تنزل تقریباً برگشت‌ناپذیر سیستم آبخوان اُفت خواهد کرد.

جدول ۳-۱ اقدامات ضروری مدیریت را برای پنج مرحله از توسعه منبع (شکل ۳-۲) خلاصه می‌کند.

مدیریت جامع آب زیرزمینی ممکن است برای کشورهای که اولویت آنها ساخت تأسیسات حداقلی برای بهره‌برداری از آب زیرزمینی برای تأمین نیازهای پایه‌ای انسان است زود هنگام باشد. بنابراین، متناسب با رویکردهای عملی، وضعیت‌های مختلف توصیه می‌شوند.

اقدامات توصیف‌شده مدیریت آب زیرزمینی در ستون چهارم (جدول ۳-۱) متناظر با سیر تحول توسعه آب زیرزمینی است. با اینکه به عنوان رویکرد عملی برای پیاده‌سازی مدیریت یکپارچه آب زیرزمینی پذیرفته شده‌اند، نباید صرفاً رویکرد واکنشی در مدیریت در پیش گرفته شود. رویکردهای پیشگیرانه، اثربخشی هزینه‌ای بیشتری دارند.

جدول ۳-۱- سطوح توسعه آب زیرزمینی و اقدامات ضروری مدیریت

سطح	مرحله توسعه	توصیف	اقدامات لازم در مدیریت
سطح ۰	وضعیت مبنا	موجودی و دسترس پذیری آب زیرزمینی با کیفیت مناسب، تا اندازه زیادی بیشتر از تقاضاهایی است که کم و پراکنده هستند.	ثبت چاه‌های برداشت و چشمه‌هایی که از آنها استفاده می‌شود، به همراه نقشه‌های پیدایش منابع قابل استفاده.
سطح ۱	فشار در مراحل اولیه	رشد پمپاژ آبخوان، ولی تنها تعارض‌های اندکی در سطح محلی میان برداشت کنندگان مجاور به وجود می‌آید.	به کار بستن ابزارهای ساده مدیریت (برای نمونه، فاصله‌گذاری مناسب بر اساس ویژگی‌های آبخوان)
سطح ۲	فشار قابل ملاحظه	برداشت به سرعت افزایش می‌یابد و رژیم طبیعی و وابستگی زیاد بهره‌برداران گوناگون به این منابع را تحت تأثیر قرار می‌هد.	چارچوب مقررات، بر پایه ارزیابی جامع منابع و ارزیابی دقیق پیوندهای آبخوان
سطح ۳-۱	توسعه ناپایدار	برداشت کنترل نشده بیش از حد، و پیامدهای منفی برگشت‌ناپذیر در آبخوان و تعارض میان بهره‌برداران.	نیاز اضطراری به چارچوب مقررات، و مدیریت تقاضا و/یا تغذیه مصنوعی
سطح ۳-۲	فوق‌العاده توسعه یافته پایدار	سطح بالای برداشت، ولی با توازن حساب شده میان منافع رقیب ذینفعان و نیازهای اکوسیستم.	مدیریت یکپارچه منبع و سطح بالای خودتنظیم‌گری، بر اساس مدل‌سازی و پایش آبخوان

۳- کارکردهای مدیریت آب زیرزمینی

اقدامات مدیریت آب زیرزمینی را می‌توان در سه دسته قرار داد:

۱. کارکردهای مدیریت

۲. امور فنی

۳. امور نهادی

جدول ۲-۳ نظام‌های مدیریت را بر اساس سطح توسعه و فشار بر آبخوان نشان می‌دهد.

۴- گنجاندن مدیریت آب زیرزمینی در استراتژی‌های مدیریت یکپارچه منابع آب

آب زیرزمینی از مؤلفه‌های استراتژی‌های مدیریت یکپارچه منابع آب به شمار می‌آید، با این همه غالباً نادیده گرفته می‌شود. همان گونه که در کتابچه نخست توضیح داده شد، سه مؤلفه یکپارچه‌نگری در مدیریت منابع آب (کارآیی اقتصادی، پایداری محیط‌زیستی و مساوات اجتماعی)، پیشران‌های اصلاح بخش آب، از جمله آب زیرزمینی هستند.

استراتژی‌های مدیریت یکپارچه منابع آب معمولاً ابزارهای تغییر را در قلمروهای مختلف (کادر ۱-۲، صفحه ۸، کتابچه «یکپارچه‌نگری و چارچوب مدیریت آب زیرزمینی») برای حل مسائل / مشکلات نظام مدیریت آب مورد توجه قرار می‌دهند.

جدول ۳-۲- کارکردهای مدیریت آب زیرزمینی و اقدامات لازم متناسب با مراحل مختلف توسعه منبع

توسعه یافتگی کارکرد (بر اساس مرحله تنش)				مدیریت آب زیرزمینی
توسعه ناپایدار	تنش قابل ملاحظه	تا حدی تنش	وضعیت مبنا	
کارکردهای مدیریت				
تخصیص عادلانه استفاده‌های استخراجی و ارزش در محل	اولویت‌ها برای استفاده استخراجی تعریف می‌شود.	رقابت میان بهره‌برداران	محدودیت‌های چندانی برای تخصیص وجود ندارد	تخصیص منبع
کنترل تمام منابع نقطه‌ای و غیر نقطه‌ای آلودگی؛ کاهش آلاینده‌های موجود	کنترل منابع جدید آلودگی نقطه‌ای و/یا جانمایی چاه‌های جدید در پهنه‌های ایمن	پهنه‌بندی اراضی، ولی بدون کنترل‌های غیر منفعلانه	کنترل اندکی بر کاربری اراضی و دفع پسماند وجود دارد	کنترل آلودگی
ساز و کارهای متوازن‌سازی استفاده‌های استخراجی و ارزش‌های در محل	اقدامات پیشگیرانه بر اساس شناخت ارزش در محل	شناخت اثرات جانبی (کوتاه و بلندمدت)	نگرانی چندانی درباره اثرات جانبی وجود ندارد	پیشگیری از آثار جانبی
امور فنی				
استفاده از مدل‌ها برای پشتیبانی تصمیم و برنامه‌ریزی و مدیریت	استفاده از مدل‌های عددی و شبیه‌سازی سناریوهای مختلف	مدل مفهومی بر پایه داده‌های میدانی	شناخت پایه درباره آبخوان	ارزیابی منبع
یکپارچه‌سازی کیفیت در برنامه‌های تخصیص	فرایند کیفیت آب درک می‌شود	نوسان کیفیت در تخصیص مسئله‌ساز است	با محدودیت‌های کیفی روبرو نیست	ارزیابی کیفیت
پایش در تصمیمات مدیریت استفاده می‌شود.	پایش منظم استقرار یافته است	تدارک پایش، مبادله هر از گاه داده‌ها	پایش منظم وجود ندارد	شبکه پایش آبخوان

امور نهادی				
حقابها	حقابهای عرفی	شفاف سازی موردی حقابها در مقیاس محلی (از طریق حکم دادگاه)	وقوف بر اینکه تغییرات اجتماعی، به حقابهای عرفی اهمیت نمی دهد.	حقابه دینامیک بر پایه برنامه های مدیریت
مقررات	تنها مقررات اجتماعی وجود دارد	مقررات محدود کننده (صدور مجوز برای چاه های جدید، محدودسازی حفاری)	وضع و اجرای جدی مقررات به دست دستگاه متولی	تسهیل و کنترل خودتنظیم گری ذینفعان
قوانین آب	قوانین خاصی وجود ندارد	درباره تهیه قانون منابع آب زیرزمینی بحث می شود	تمهید حقوقی برای سازماندهی بهره برداران آب زیرزمینی	چارچوب حقوقی کامل برای مدیریت آبخوان
مشارکت ذینفعان	تعامل چندانی میان تنظیم گر و آب بران وجود ندارد	مشارکت و شکل گیری منفعلا نه تشکل های آب بر	ذینفعان سازمان یافته در ساختار مدیریت حضور دارد (برای نمونه، شوراهای آبخوان)	ذینفعان و تنظیم گران در مسئولیت های مدیریت آبخوان سهیم هستند
آگاهی بخشی و آموزش	آب زیرزمینی، منبعی پایان ناپذیر و رایگان در نظر گرفته می شود	منبع پایان پذیر (کمپین های کاهش مصرف و حفاظت آب)	کالای اقتصادی و بخشی از یک سیستم یکپارچه	تعامل و ارتباط اثر بخش میان ذینفعان
تحلیل / ابزارهای اقتصادی	آثار خارجی اقتصادی چندان شناخته نیست (بهره برداری پارانه می گیرد)	تنها مالیات نمادین برای برداشت آب وجود دارد	شناخت ارزش اقتصادی (کاهش و هدف مندسازی پارانه های سوخت)	ارزش اقتصادی به رسمیت شناخته می شود (مالیات کافی و افزایش امکان باز تخصیص)

این قسمت روی سیاست‌ها، فرایند برنامه‌ریزی مدیریت یکپارچه منابع آب، برنامه‌های حوضه آبریز، آبخوان‌های مشترک، و بُعد اکوسیستمی مدیریت یکپارچه آب زیرزمینی تمرکز خواهد داشت.

۴-۱- سیاست‌های کلیدی

سیاست مدیریت آب زیرزمینی نباید منفک از سایر سیاست‌های منابع آب باشد، با این همه ممکن است برخی عناصر وجود داشته باشد که مختص آب زیرزمینی باشد.

• رویکرد یکپارچه به مدیریت آب (زیرزمینی) باید هدف‌های نهایی را برای موارد زیر تعیین کند:

- متوازن‌سازی تقاضاهای رو به افزایش از منبع و نیازهای اکوسیستم‌های آبی یا خشکی و جریان پایه در بازه‌های بالایی رودخانه.

- احتساب روابط دوسویه میان سیاست‌های اقتصادی کلان، هدف‌های گسترده اجتماعی و محیط‌زیستی، و توسعه، مدیریت و استفاده آب (زیرزمینی).

• در نظر گرفتن یکپارچگی میان‌بخشی در طراحی سیاست. این کار به تقویت تصمیمات درباره اولویت‌ها، برای نمونه تأمین آب شرب پایه کمک می‌کند. هماهنگی میان‌بخشی، حضور منافع آب (زیرزمینی) را در بخش‌های غیر آب، مانند مدیریت کاربری اراضی امکان‌پذیر می‌سازد. افزون بر این، ارتباط میان مجوزهای برداشت آب و کنترل تخلیه فاضلاب را عملی می‌سازد.

• در نظر گرفتن ارزش آب در تمام استفاده‌ها برای پشتیبانی استفاده کارآ، عادلانه، و پایدار آب (زیرزمینی)، و نیز ارتباط آن با برداشت آب سطحی در موارد مقتضی.

• در تعیین مرزهای مدیریت آب (زیرزمینی) باید دقت کافی در تطبیق محیط هیدروژئولوژیکی، مرزهای سیاسی/اداری، ساختارها/نظام‌های مدیریت حوضه آبریز و غیره، و مسائل/نیازهای مدیریت منبع (کتابچه «یکپارچه‌نگری و چارچوب مدیریت آب زیرزمینی») مبذول شود. هدف‌های کمی مدیریت و نیز پایش و گزارش دهی در سطح آبخیز

به کار می‌روند. واحدهای مدیریت آب (آب سطحی و آب زیرزمینی) معمولاً در این مقیاس مورد توجه قرار می‌گیرند، بنابراین خصوصیات پیوستگی باید در این سطح جمع‌گردد و در برنامه‌های مدیریت آب گنجانده شوند. به همین صورت، هدف‌های کمی کیفیت آب (مانند هدف‌های کمی شوری در انتهای دره) نیز با توجه به آبخیز در نظر گرفته می‌شوند.

- به تمرکززدایی، خصوصی‌سازی و نقش دولت باید به اندازه کافی توجه شود.
- آگاه‌سازی ذینفعان (پائین - بالا) و فراهم آوردن فضای مناسب حقوقی و اقتصادی (بالا - پائین) برای تقویت حکمرانی آب (زیرزمینی) لازم است.
- اقدامات طرف تقاضا باید به یک اندازه در استراتژی‌های فنی برای مدیریت آب (زیرزمینی) در محیط‌های شهری و روستایی در نظر گرفته شوند. جدول ۳-۳ نمونه‌هایی از اقدامات مدیریت تقاضا را در استفاده‌های آبیاری و شهری نشان می‌دهد:

جدول ۳-۳- استراتژی‌های فنی برای ضابطه‌مندسازی در وضعیت بهره‌برداری بیش از حد و

ناپایدار آب زیرزمینی

سطح اقدام	مدیریت طرف تقاضا	اقدامات مهندسی در طرف عرضه
کشاورزی آبی	<ul style="list-style-type: none"> • صرفه‌جویی آب از طریق: - کاهش فشار در لوله‌های توزیع آب - تشویق به تغییر کشت و/ یا کاهش مساحت آبیاری • شیوه‌های حفاظت آب در کشاورزی 	<ul style="list-style-type: none"> • شیوه‌های گردآوری آب باران • سازه‌های بهبود تغذیه (با استفاده از رواناب یا انتقال آب سطحی)
مراکز شهری مهم	<ul style="list-style-type: none"> • صرفه‌جویی آب از طریق: - کاهش نشت آب لوله‌های اصلی / استفاده آب - کاهش مصرف تجملاتی (آبیاری فضای سبز، شستن ماشین) 	<ul style="list-style-type: none"> • بازچرخانی و استفاده مجدد فاضلاب شهری (شامل تغذیه کنترل شده و/ یا پیش‌بینی نشده آبخوان ناشی از دفع درجا و شبکه جمع‌آوری فاضلاب)

۴-۲- آب زیرزمینی در برنامه‌ریزی ملی مدیریت یکپارچه منابع آب

برنامه‌های جداگانه مدیریت آب زیرزمینی احتمالاً تنها برای آبخوان‌های بزرگ و مهم از نظر اقتصادی نیاز خواهند بود. حتی این برنامه‌ها باید در کنار برنامه‌ریزی آب سطحی برای تدوین برنامه ملی مدیریت یکپارچه منابع آب و برنامه‌های حوضه آبریز قرار گیرند.

- مؤلفه آب زیرزمینی در برنامه‌های ملی مدیریت یکپارچه منابع آب ممکن است مبتنی بر برنامه‌های مدیریت آبخوان خاص، همان گونه که در شکل ۳-۳ نشان داده شده باشد. نخست، تمام اطلاعات موجود درباره آبخوان‌های ملی باید گردآوری، سیستم‌های آب زیرزمینی بر اساس خصوصیات هیدروژئولوژیکی آنها دسته‌بندی، و مسائل مدیریت، و «نقاط بحرانی» شناسایی شوند. این فرایند می‌تواند با توجه به وضعیت آبخوان‌ها در سطح محلی پالایش شود و به ارزیابی نیازهای مدیریت آب زیرزمینی در سطح ملی کمک خواهد کرد.

- آشکار است که مسائلی مانند اصلاح سیاست ملی تولید غذا و تغییر سیاست یارانه حفر چاه یا پمپاژ، نمی‌تواند در سطح مدیریت محلی آب انجام گیرد و باید در سطح ملی تصمیم‌گیری شود.

- در سطح ملی باید بر موارد زیر نیز تأکید شود:

- ارزیابی چارچوب حقوقی و نهادی

- ارزیابی ظرفیت فنی و نهادی موجود

- بررسی اراده سیاسی و موانع پیش رو

- تهیه «نقشه‌راه اقدام گرا»، از جمله ظرفیت‌سازی.

- برنامه ملی توسعه منابع آب باید با مشارکت تمام ذینفعان، به عنوان مؤلفه‌ای از برنامه ملی مدیریت یکپارچه منابع آب تهیه شود و به مسائل فهرست‌شده در

جدول ۱-۲ در کتابچه «یکپارچه‌نگری و چارچوب مدیریت آب زیرزمینی» بردارد. فعالیت‌های زیر به آب زیرزمینی ارتباط دارند:

- راهکارهای فنی و مدیریت کشاورزی برای بهبود کارآیی استفاده آب در آبیاری انجام می‌گیرد و به صرفه‌جویی واقعی منجر می‌شود.
- تأمین آب شهری و توسعه آبیاری، پایداری منبع را به عنوان مسئله اصلی با اقدام برای حفاظت آب زیرزمینی در نظر می‌گیرند.
- استفاده از فاضلاب شهری به عنوان منبع اضافه‌تر برای کشاورزی آبی، و همزمان توجه به آلودگی آب زیرزمینی و ریسک‌های سلامت مرتبط با آن.
- راهکارهای افزایش تغذیه از بارندگی از نظر فنی و اقتصادی اثربخش، و از نظر منافع عادلانه هستند.
- آب زیرزمینی در برنامه‌ریزی کاربری اراضی منظور می‌شود، تا تغییرات کاربری اراضی را به نفع کیفیت آب زیرزمینی سوق دهد.

• فرایند برنامه‌ریزی منبع آب زیرزمینی باید دینامیک و تکرارشونده باشد، و تعامل/ یادگیری و پایش/ بازخورد میان آبخوان محلی و سطوح ملی را امکان‌پذیر سازد. برنامه‌ریزی باید پیاده‌سازی همزمان اقدامات عملی مدیریت را در نقاطی که بیشترین نیاز را دارد امکان‌پذیر کند، و در عین حال نگاه به تصویر بزرگتر را از دست ندهد و سنجیده، کاستی‌ها و عدم قطعیت‌های اطلاعات را مورد توجه قرار دهد. مدل مفهومی حساب‌شده جریان آب زیرزمینی و رژیم کیفیت، و ارزیابی تأثیر فعالیت انسان، برای مدیریت و حفاظت اثربخش آبخوان‌ها ضروری است. با وجود این، فقدان داده‌های کامل نباید بهانه عدم انجام این کار باشد، و بدون پایگاه داده جامع نیز کارهای زیادی قابل انجام است - پر کردن کاستی‌های کلیدی اطلاعات می‌تواند در واقعیت بخشی از فرایند پایش مدیریت باشد.

• برنامه مدیریت آب زیرزمینی، چه در سطح آبخوان و چه در سطح ملی، باید یک «نقشه‌راه» برای هدایت تغییرات لازم در جابجایی از مدیریت پراکنده به مدیریت

یکپارچه منابع آب زیرزمینی، و تسریع پیاده‌سازی قلمداد شود. برنامه باید به روشنی هدف‌های نهایی و مسیر دستیابی به آنها را مشخص کند- به همراه گام‌نماها در امتداد مسیر که می‌تواند به آسانی پایش شود.

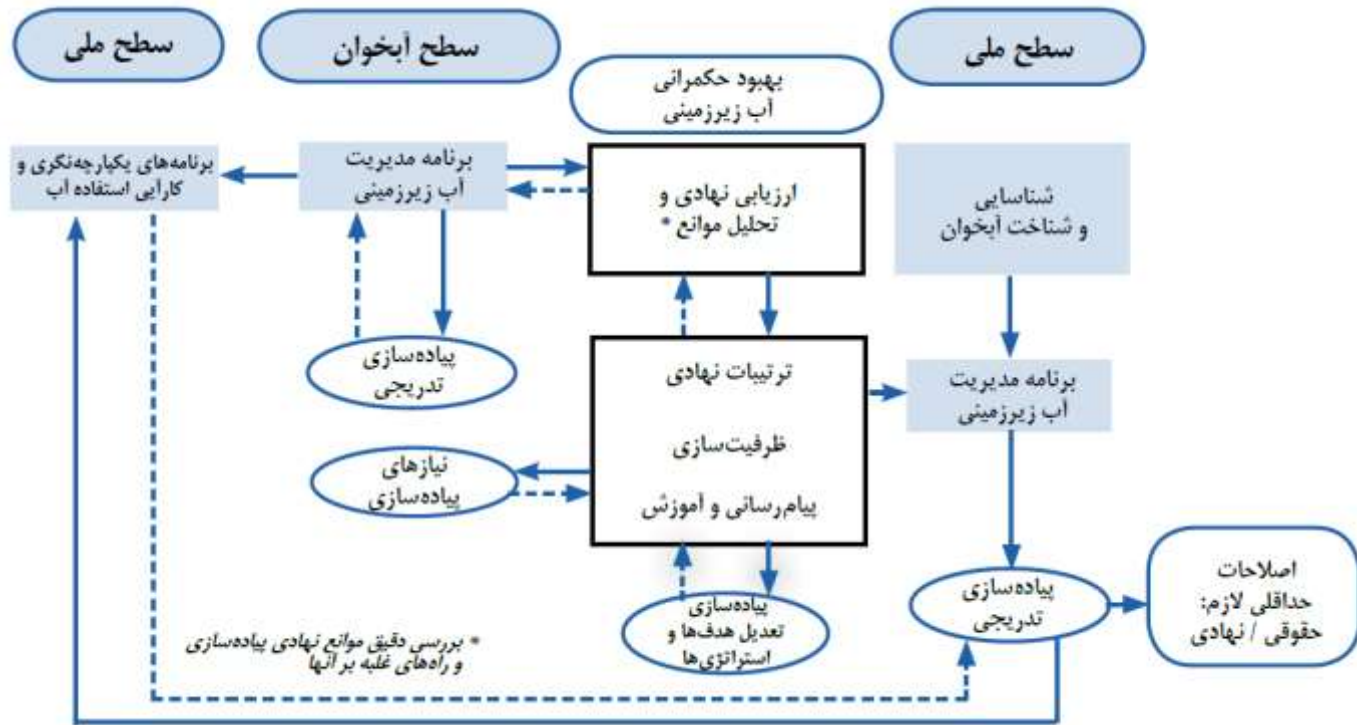
۴-۳- برنامه ریزی یکپارچه حوضه

همان گونه که عنوان این بخش القا می‌کند، برنامه‌ریزی آب زیرزمینی در یک حوضه نمی‌تواند جدا از برنامه‌ریزی آب سطحی یا برنامه‌های توسعه اجتماعی و اقتصادی حوضه انجام گیرد.

- هیچ الگوی ساده‌ای برای برنامه‌های یکپارچه حوضه وجود ندارد که با همه شرایط تطبیق داشته باشد. تجربه جهانی (خلاصه‌شده در جدول ۳-۴) ممکن است در شناسایی عناصر اساسی برنامه حوضه مفید باشد و باید اطمینان یافت که این برنامه به تمام منابع آب حوضه، نه تنها آب سطحی می‌پردازد.
- راهبری تیم چندرشته‌ای متخصصان حوضه آبریز (هیدروژئولوژیست‌ها، مهندسان محیط‌زیست، اقتصاددانان، جامعه‌شناسان و حقوق‌دانان) پیش‌نیاز برنامه متوازن آب (زیرزمینی) است که:

- بر اصول سنجیده علمی و تکنولوژیکی مبتنی خواهد بود.
- گزینه‌های مدیریت را که از نظر اقتصادی، توجیه دارند توصیه خواهد کرد.
- از نظر محیط‌زیستی، پایدار، از نظر اجتماعی، قابل قبول و از نظر نهادی قابل پیاده‌سازی خواهد بود.

شکل ۳-۳- فرایند برنامه‌ریزی و پیاده‌سازی مدیریت آب زیرزمینی



جدول ۳-۴- چک‌لیست تهیه برنامه‌های مدیریت آب زیرزمینی

فعالیت‌ها / اصلاحات	مسئله	مرحله برنامه‌ریزی
بررسی منابع ویژگی‌های کیفیت آب خدمات لازم	وضعیت آب زیرزمینی / خدمات لازم	تحلیل وضع موجود
تمهیدات نهادی تخصیص و استفاده آب شبکه‌های پایش ظرفیت نهادی	ترتیبات کنونی مدیریت	
تحلیل اقتصادی تعریف گزینه‌ها	گزینه‌ها / اصلاحات مدیریت در آینده	گزینش استراتژی
مشارکت ذینفعان الزامات پایش و بررسی تحلیل اقتصادی / مالی نظام اطلاعات	برنامه پیاده‌سازی	پیاده‌سازی
ارزیابی منابع آب کارآیی استفاده آب تعارضات بازیابی هزینه مقررات	بررسی پیشرفت و بازنگری در برنامه	ارزیابی

- برنامه‌ریزی و پیاده‌سازی باید پیوند نزدیکی با هم داشته باشند- از این رو، تهیه برنامه مدیریت آب (زیرزمینی) باید در یک فرایند چندمرحله‌ای صورت گیرد، از

پیش‌نویس اولیه آغاز شود و با توجه به موانع احتمالی نهادی در پیاده‌سازی ارزیابی گردد. یک یا چند اقدام زیر ممکن است برای بهبود حکمرانی منبع آب (زیرزمینی) و نیز تهیه نسخه‌های واقع‌بینانه‌تر بعدی انجام شود:

- ارتقای ترتیبات نهادی
- برقراری برنامه‌های ظرفیت‌سازی
- برقراری برنامه‌های آموزش همگانی
- بهبود اطلاعات منبع و استفاده آب (زیرزمینی)
- اطمینان از اینکه هدف‌های نهایی، دست‌یافتنی و استراتژی‌های پیاده‌سازی روشن هستند.

- نسخه نهایی برنامه باید به تأیید مرجع ذیصلاح برسد و باید هم برای مدیریت منبع آب (زیرزمینی) و هم استفاده‌کنندگان آب (زیرزمینی) الزام‌آور باشد، و تغییری در بازمینی‌های دوره‌ای و بهنگام‌سازی در بازه‌هایی که قانون مشخص کرده صورت نگیرد. سپس این برنامه می‌تواند به تدریج پیاده شود، و درس‌های آموخته‌شده در پیاده‌سازی به تنظیم بهتر برنامه‌های بعدی منجر خواهد شد.
- از همان آغاز، رویکرد یکپارچه در مدیریت منابع آب، به بهترین شکل با تمرکز بر مشکلات واقعی و توجه مستقیم به آنها جامه عمل می‌پوشد. جدول ۳-۵ برخی مشکلات مدیریت آب زیرزمینی را فهرست می‌کند، البته مشکلات مدیریت آب سطحی نیز وجود خواهد داشت و هر جا امکان داشته باشد راه‌حل‌ها باید یکپارچه شوند. در برنامه‌ریزی و مدیریت آب زیرزمینی، ذینفعان مختلف می‌توانند در فرصت‌های مشخص (حتی پیش از آنکه برنامه کامل شود) و بر اساس مسئله مورد نظر پیشنهاد دهند. در این زمینه، شناسایی هدف‌های کمی اولیه که آسان تحقق می‌یابند، برای اطمینان از منافع روشن در کوتاه‌مدت (چیدن میوه‌های در دسترس) می‌تواند به تقویت پشتیبانی سیاسی در پیاده‌سازی کمک کند.

- در سطح آبخوان، کنشگران کلیدی در برنامه‌ریزی منبع آب زیرزمینی عبارتند از خود بهره‌برداران آب زیرزمینی و دیگر ذینفعان محلی، چون آنها بهترین شناخت را از مسائل دارند. ولی باید توجه داشت که مشارکت اجتماعی ندرتاً به تنهایی به مدیریت پایدار آب زیرزمینی منجر خواهد شد، و معمولاً به نقش آفرینی دولت برای تسهیل رویکرد «پائین-بالا» و «بالا-پائین» نیاز خواهد بود.

جدول ۳-۵- نقاط ورودی برای کنشگران اصلی در برنامه‌ریزی و پیاده‌سازی مدیریت آب زیرزمینی

مسائل کلیدی آب زیرزمینی
<p>توسعه روستایی</p> <p>بهره‌مندی مقرون به صرفه- نیاز به اطلاعات قابل اتکای هیدروژئولوژیکی برای اطمینان از ساخت تأسیسات بهره‌برداری با هزینه‌ای معقول</p>
<p>قابلیت اطمینان تأمین از نظر بهره‌برداری- نیاز به استانداردهای باثبات/ مربوط به طرح، طراحی قابل اطمینان، بهره‌برداری و نگهداری، ترتیبات مالی</p>
<p>خالی شدن سفره- کنترل برداشت آب زیرزمینی، جلوگیری از تداخل چاه‌ها، اثرگذاری بر جریان نهرها، تالاب‌های آب شیرین یا لب‌شور، نفوذ آب شور یا نشست زمین</p>
<p>آلودگی غیر نقطه‌ای آب زیرزمینی- کنترل آلودگی آبخوان و حفاظت از منشأ آب زیرزمینی عمدتاً از طریق برنامه‌ریزی و کنترل کاربری اراضی</p>
<p>توسعه شهری</p> <p>کنترل ناکافی برداشت آب زیرزمینی در درون شهرها- کنار گذاشتن آب زیرزمینی عمیق‌تر برای استفاده‌های حساس و تشویق به استفاده از آب زیرزمینی کم‌عمق آلوده‌شده برای استفاده‌های غیر حساس.</p>
<p>کنترل ناکافی برداشت آب زیرزمینی در پیرامون شهرها- کنار گذاشتن آب زیرزمینی با کیفیت خوب برای تأمین آب شرب و جایگزینی فاضلاب تصفیه‌شده یا آب زیرزمینی کم‌عمق آلوده‌شده برای آبیاری</p>
<p>بارگذاری بیش از اندازه آلاینده در زیر سطح زمین- تعریف پهنه‌های حفاظت‌شده برای کنترل بار آلاینده برای چاه‌های شهری و برنامه‌ریزی برای ساماندهی فاضلاب با احتساب منافع آب زیرزمینی</p>
<p>نفوذ بیش از اندازه آب در شهرها- کاهش نفوذ با کنترل نشت در شاه‌لوله‌ها، نفوذ از چاه‌های جذبی از طریق کارگذاری لوله‌های جمع‌آوری فاضلاب و افزایش برداشت از آب زیرزمینی کم‌عمق آلوده‌شده برای استفاده‌های غیر حساس</p>

۵- رویکردها در آبخوان‌های فرامرزی

- تا به امروز، نمونه‌های انگشت‌شماری از همکاری بین‌المللی در مدیریت منابع آب زیرزمینی مشترک وجود داشته است، با این همه، درک منافع همکاری روبه افزایش است و اگر قرار باشد از بروز تعارضات پیشگیری شود، لازم است نهادینه شود. تلاش‌های صورت گرفته برای تدوین قواعد حقوقی بین‌المللی در این موضوع جدید هستند، و معمولاً به برنامه‌ریزی آب زیرزمینی گسترش پیدا نکرده است.
- در مورد منابع آب زیرزمینی بین‌المللی، امکان اتخاذ یک رویکرد یکنواخت وجود ندارد. در شرایط معین - برای نمونه استخراج آبخوان تجدیدناپذیر - می‌توان توصیه کرد که برنامه منبع آب زیرزمینی بین‌المللی تهیه شود و شامل «استراتژی برون‌رفت از مسئله خالی‌شدن سفره» باشد. ولی اثرات بهره‌برداری آب زیرزمینی در مقیاس بسیار کوچکتر (برای نمونه در تأمین معیشت روستایی و تأمین آب شهرهای کوچک) تنها در سطوح محلی احساس خواهد شد، و نیازی به برنامه برای کل سیستم آبخوان بین‌المللی وجود نخواهد داشت.
- ساز و کارهای مختلف نهادی ممکن است برای برنامه‌ریزی و مدیریت منابع آب زیرزمینی بین‌المللی، بسته به سطح موجود همکاری میان کشورهای سهیم (جدول ۳-۶) و نوع و اضطرار مسائلی که باید بدانها پرداخته شود انتخاب شود. باید یادآوری شود که ساز و کار نهادی ممکن است از یک توافق ساده برای مدیریت و تبادل داده‌ها، به کمیسیون بین‌المللی حوضه آبریز یا آبخوان تحول یابد که به طور مستقل در راستای منافع کشورهای عضو تصمیم می‌گیرد. انتظار می‌رود ساز و کار دوم، با دولت‌های ملی هم‌افزایی مطلوبی داشته باشد.

جدول ۳-۶- سطوح و تحول ساز و کارهای نهادی بین‌المللی برای برنامه‌ریزی و مدیریت منابع آب زیرزمینی

ساز و کارهای نهادی			سطح همکاری
مشارکت در برنامه‌ریزی	کارکرد	نوع	
اطلاعات لازم را ارائه می‌کنند، ولی برنامه‌ریزی هنوز در سطح ملی صورت می‌گیرد.	مدیریت پایگاه داده و مدل‌های آبخوان	شبکه تبادل داده‌ها متشکل از دستگاه‌های ملی با هماهنگ‌سازی نهادی بی‌طرف	در ابتدای راه
برنامه را توصیه می‌کند ولی تصمیم درباره تصویب به دست دولت‌ها انجام می‌گیرد.	مدیریت پایگاه داده و مدل‌های آبخوان؛ طراحی استراتژی‌های ممکن، برنامه‌ها و اقدامات	کمیته فنی به همراه دبیرخانه	متوسط
تصمیم‌های مستقل درباره برنامه‌ها به دست کمیسیون صورت می‌گیرد و برای دولت‌های عضو الزام‌آور است؛ هم‌افزایی مطلوبی میان نهادهای دولت‌های ملی وجود دارد.	مدیریت پایگاه داده و مدل‌های آبخوان؛ اتخاذ استراتژی‌ها، برنامه‌ها و اقدامات، و تصویب راهکارهای توسعه منبع	کمیسیون مشترک به همراه دبیرخانه	بالا

۶- آب زیرزمینی و محیط زیست

انواع اکوسیستم‌های وابسته به آب زیرزمینی

یکی از راه‌های دسته‌بندی اکوسیستم‌های مرتبط با آب زیرزمینی، بر اساس محیط ژئومورفولوژیکی (آبی، خشکی، ساحلی و غیره) و ساز و کار جریان آب زیرزمینی مرتبط با آنها است (عمیق یا کم عمق) است. بر این پایه، شماری از دسته‌های مختلف شناخته می‌شوند (شکل ۳-۴ دسته‌های مهم‌تر را نشان می‌دهد).

افزون بر این، تالاب‌های واقع در ارتفاعات و تغذیه شده از آب سطحی، محدوده‌های وسیع تغذیه طبیعی آب زیرزمینی را به وجود می‌آورند، و باید مورد توجه قرار گیرند، چون یکپارچگی آنها می‌تواند با برداشت بیش از حد آب زیرزمینی تهدید شود.

غالباً عدم قطعیت درباره اینکه آیا این اکوسیستم‌ها وابستگی زیادی به آب زیرزمینی دارند یا تنها از آب زیرزمینی استفاده می‌کنند وجود دارد (یعنی بدون دسترسی به آب زیرزمینی یا تخلیه آب زیرزمینی، قادر به ادامه حیات هستند).

اکوسیستم‌های مرتبط با آب زیرزمینی به طور مستقیم (از طریق افزایش برداشت آب زیرزمینی) یا غیر مستقیم (از طریق افزایش بار آلاینده در آب زیرزمینی) تحت تأثیر کشاورزی و توسعه شهری قرار می‌گیرند. بنابراین، مسئله‌ای مهم در پیاده‌سازی مدیریت آب زیرزمینی، حفاظت از اکوسیستم‌های وابسته به آب زیرزمینی است.

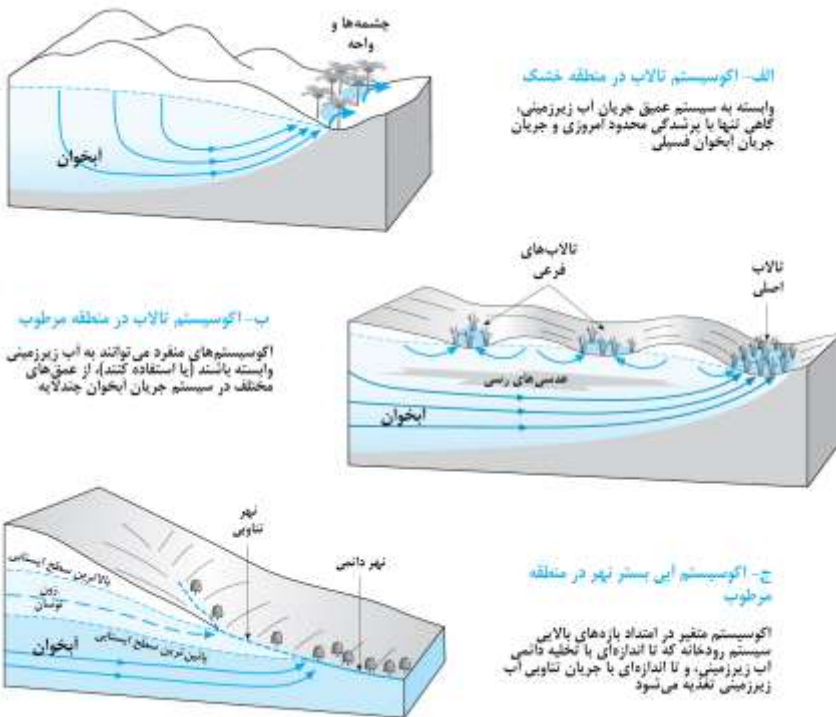
آب زیرزمینی و مدیریت محیط زیستی

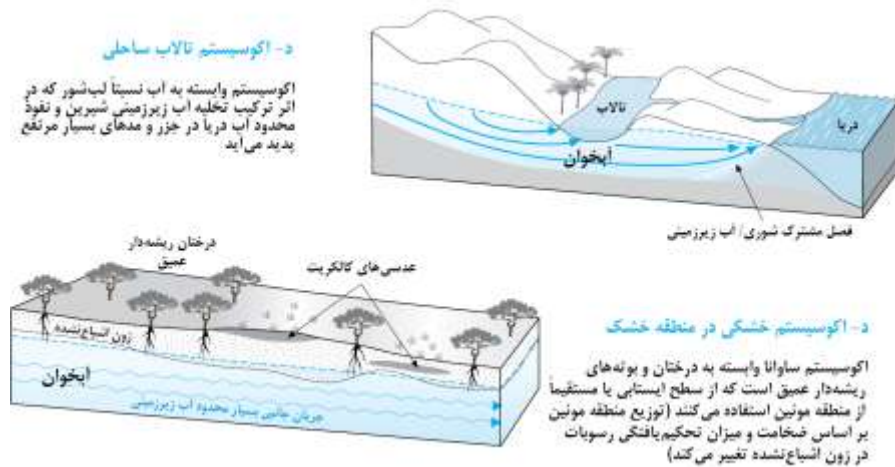
در مدیریت آب زیرزمینی، احتساب برهم کنش آب زیرزمینی- اکوسیستم اهمیت محوری دارد.

گزینه‌هایی که باید در مدیریت آب زیرزمینی در نظر گرفته شوند با مدیریت آب سطحی مشابه‌اند:

- کنترل برداشت / تخصیص: با گنجاندن معیارهایی برای حفظ ترازهای آب زیرزمینی و حفاظت کیفیت آب زیرزمینی برای تأمین نیازهای اکوسیستم. بحثی که ممکن است پیش آید، توازن میان بهبود امرار معاش روستایی و حفظ سلامت اکوسیستم است.

شکل ۳-۴- دسته‌های اصلی اکوسیستم‌های وابسته به آب زیرزمینی و رژیم‌های جریان آب زیرزمینی مرتبط با آنها





- تعریف «محدوده‌های حفاظت شده» در حوضه‌ها: حفاظت از اکوسیستم‌های تالاب با اطمینان دادن از کیفیت جریان ورودی آب زیرزمینی کم‌عمق به تالاب‌ها و کاهش اختلال در تراز آب زیرزمینی.
- تغذیه مصنوعی آب زیرزمینی: به منظور تکمیل جریان‌های آب زیرزمینی و بهبود کیفیت آب زیرزمینی در گستره‌ای محدود در راستای حفاظت تالاب، یا حتی پمپاژ از آبخوان‌ها برای جبران جریان لازم برای تالاب‌ها در زمان‌هایی که ترازهای آب زیرزمینی پائین‌تر از تراز بحرانی قرار دارند.

۷- خلاصه

جمع‌بندی‌های کلیدی این فصل عبارتند از:

- شرایط هیدروژئولوژیکی و نیز اجتماعی اقتصادی، خاص هر موقعیت است.
- مواقعی که آب سطحی و آب زیرزمینی به شکل فیزیکی به هم ارتباط دارند، باید به عنوان یک منبع مدیریت شوند.

- نظام تخصیص باید وجود ارتباط میان آب سطحی و آب زیرزمینی را پیش فرض بداند، مگر آنکه غیر آن ثابت شود.
- پیشرفت در راستای تحقق رویکردهای یکپارچه تر و پایدارتر درباره آب غالباً با اقداماتی برای پرداختن به چالش های جدی و اضطراری آغاز می شود. در واقع، چنین اقداماتی با اینکه نشأت گرفته از ضرورت پرداختن به چالشی خاص هستند، می توانند در پرداختن یکپارچه تر به چالش های آبی و توسعه مفید واقع شوند.
- مسائلی که پیشران تغییر در اقدامات مدیریت آب هستند، پیوند نزدیکی با شیوه مدیریت توسعه آب (روستایی / شهری) دارد. از این رو، مدیریت توسعه منابع آب برای مقاصد مختلف، فرصت کلیدی برای کاربست مدیریت منابع آب زیرزمینی به شمار می آید.
- دخالت دادن ذینفعان، یک اصل مهم برای شکل گیری رویکرد اثربخش و پایدار در مدیریت به شمار می آید.
- نیاز به ظرفیت سازی، هم در دستگاه های مسئول و هم بهره برداران آب، از پیشران های کلیدی در پیاده سازی اقدامات مدیریت به شمار می آید.

برای مطالعه بیشتر

Cap-Net, 2005, IWRM Plans Manual.

Cap-Net, 2008, IWRM for River Basin Organisations- training manual.

GW•MATE, 2002-2006, Briefing Notes 0,10,11 & 15.

GWP, 2004. Catalyzing Change: A handbook for developing integrated water resources management (IWRM) and water efficiency strategies. ISBN: 9197455997.

GWP, 2006. Technical brief 1, Checklists for change: Defining areas for action in an IWRM strategy or plan.

Hiscock, K. M., Rivett, M. O. & Davidson, R. M., 2002. Sustainable groundwater development. Geological Society, London, Special Publications 2002;v. 193; p. 1-14.

Toth, J., 1963. A theoretical analysis of groundwater flow in small drainage basins: p. 75-96 in Proceedings of Hydrology Symposium No. 3, Groundwater, Queen's Printer, Ottawa, Canada.

تمرین

نقش بازی: ۹۰ دقیقه

شرح وضعیت: شما از کارشناسان سازمان حوضه آبریز هستید. این سازمان مسئولیت تهیه برنامه حوضه آبریز را بر عهده دارد. در حوضه، کشاورزی تجاری رونق دارد و دو مرکز شهری و صنایع وجود دارد. جوامع محلی پراکنده‌ای نیز وجود دارند که کشاورزی معیشتی دارند. رودخانه، فصلی است و بهره‌برداران آب زیرزمینی زیاد هستند، با این همه، موجودی آب زیرزمینی به خوبی شناخته نشده است. سازمان حوضه آبریز در انجام امور خود به درآمد فروش آب وابسته است و از این رو با محدودیت بودجه روبرو است.

شیوه تمرین: سه نفر را انتخاب کنید، یکی به عنوان مدیر و دو نفر معاون. این سه نفر، مسئول هدایت گروه و اطمینان از انجام وظایف هستند. بقیه شرکت کنندگان، کادر پشتیبانی را تشکیل می‌دهند (مهندسان، هیدروژئولوژیست‌ها، پایش، تخصیص، امور مالی، کنترل آلودگی و برنامه‌ریزان). در انتهای زمان تمرین، شما باید دو کار را انجام داده باشید:

- الف)** پیش‌نویس فهرست مطالب برنامه‌ای را ارائه دهید که ایده‌آل‌های رویکرد یکپارچه را برآورده و به روشنی، منابع آب زیرزمینی و سطحی را یکپارچه می‌سازد، و
- ب)** فرایند چگونگی گردآوری اطلاعات را برای تهیه برنامه حوضه توصیف کنید.

مجموعه «آشنایی با مدیریت آب زیرزمینی با رویکرد یکپارچه» در یازده عنوان به

شرح زیر سازماندهی شده است:

- ۱- یکپارچه‌نگری و چارچوب مدیریت آب زیرزمینی
- ۲- شناخت سیستم‌های آبخوان برای مدیریت آب زیرزمینی
- ۳- مدیریت یکپارچه آب زیرزمینی در عمل
- ۴- قوانین و مقررات آب زیرزمینی
- ۵- تخصیص و مجوز بهره‌برداری آب زیرزمینی
- ۶- ابزارهای اقتصادی و مالی در مدیریت آب زیرزمینی
- ۷- مشارکت ذینفعان در مدیریت آب زیرزمینی
- ۸- مدیریت کیفیت آب زیرزمینی
- ۹- پایش آب زیرزمینی
- ۱۰- آب زیرزمینی و تغییر اقلیم
- ۱۱- مدیریت اطلاعات و ارتباطات

نوشته حاضر، سومین عنوان از این مجموعه به شمار می‌آید. از هدف‌های مهم این مجموعه آموزشی، پرداختن به آب زیرزمینی با رویکرد یکپارچه در مدیریت منابع آب است. هدف نهایی، معرفی چارچوب گسترده‌تر مدیریت آب زیرزمینی به کارشناسان آب زیرزمینی و چالش‌های خاص مدیریت آب زیرزمینی به دیگر متخصصان آب است.



نشانی: تهران، خیابان کریمخان، خیابان نجات‌اللهی شمالی.

روبروی بیمارستان یاس، پلاک ۲۱۲، طبقه ۴، واحد ۴.

تلفن: ۸۸۹۴۷۴۰۰ - ۸۸۹۴۷۳۰۰

www.iwpri.ir