کاربردهای مدیریت تطبیقی در استفاده اصولی از آبهای زیرزمینی دشت شازند

میترا طلایی(نویسنده مسئول)[1]

[1]اداره کل حفاظت محیط زیست استان مرکزی، اراک talaeemitra@yahoo.com

چکیده

مدیریت تطبیقی (AM) از نظارت و بررسی هدفمند بهره برده، شیوه های مدیریت آتی آن ساختاری منسجم داشته، با ارزیابی مجدد و مکرر اثربخشی سیاق مدیریتی و نحوه کارکرد، بهبود می یابد. مدیریت آبهای زیرزمینی با این روال "به دلیل توانایی تقابل با عدم قطعیت برآورد پاسخ زیست محیطی آتی نسبت به فعالیتهای انسانی، موفق است. نقاط قوت بالقوه آن از مدتها قبل شناخته شده، اما در عمل، نتایجی متفاوت، در بسیاری از جنبه های مدیریت محیط زیست به دست آمده است. لذا، اصول مدیریت تطبیقی و مطالعات موردی مدیریت آبهای زیرزمینی شهری، کشاورزی، معدنی، برای ارزیابی استراتژی های کاربردی تفحص می شود. تفسیر مدیریت تطبیقی آب زیرزمینی بسیار متنوع است. در یازده مطالعه موردی، برنامه های اجرایی کاستی های قابل توجهی داشت. تعداد کمی از برنامه های مدیریت تطبیقی آب زیر زمینی به اجزای کلیدی آن که در دستورالعمل ها مشخص شده، پایبندند. فقدان اقدامات اساسی کاهنده و یا ارزیابی پتانسیل اصلاح از آن جمله است. تدوین تعاریف و دستورالعمل های واضح برای مدیریت تطبیقی آبهای زیرزمینی به منظور تطابق با انتظارات نهادهای نظارتی و اداره دولتی مسئول ارزیابی پروژه های تأثیرگذار بر آب های زیرزمینی لازمست. بعد حفاظتی مدیریت تطبیقی باید به درستی در برنامه های پروژه گنجانده شود. تا با شفافیت بیشتر در برنامه ریزی به نتایج مورد انتظار دست یابیم.

واژه‌های کلیدی

منابع آب، پایداری، حاکمیت آب.

---

۱. مقدمه

مدیریت صحیح آبهای زیرزمینی برای تأمین نیازهای آبی بخش کشاورزی، شهری و صنعتی لازم است[1]. در این مدیریت باید تقاضای انسان برای آب شیرین با نیاز به آن، امنیت آب در آینده و الزامات اکوسیستم های وابسته به آب زیرزمینی (GDEs) و سایر مسائل اقتصادی، اجتماعی، زیست محیطی متعادل باشد که مستلزم نظارت، پردازش و تحلیل وضعیت سفره های زیرزمینی به گونه ای است که رفتار آبهای زیرزمینی در آینده قابل پیش بینی باشد[2]. مدیریت آبهای زیرزمینی با افزایش آب مورد نیاز به دلیل افزایش جمعیت و تغییر شرایط آب و هوایی، انتظار می رود به طور فزاینده ای چالش برانگیز گردد[3]. این مدیریت زمانی محقق می شود که منافع آبهای زیرزمینی و شبکه آب سطحی وابسته به آن مشخص و حساب شده باشد. سهم بندی منابع محدود آب وفق مسائل اجتماعی، اقتصادی، زیست محیطی و فرهنگی از قبل تعیین شده و مورد توافق باشد. (نظیر "عملکرد پایدار"[4]، یا "اتفاق نظر" ؛ [5]. تحول در چشم اندازهای پایداری و مدیریت آبهای زیرزمینی به خوبی مستند شده است[5]، لیکن نحوه مواجهه در بحران و استراتژی های مدیریتی کمتر بررسی گردیده است. رویکردهای متداول مدیریت آبهای زیرزمینی دراسترالیا توسط ایوانز و همکاران(۲۰۰۴)بررسی شد، این مدیریت حسب سطح آب زیرزمینی، روش جایگزین یا مکمل در تخصیص آب است (مثل ارزیابی حجم مناسب برداشت آبهای زیرزمینی بر اساس تحلیل بودجه آب). استخراج بر اساس برآورد مدل سازی یا مشاهدات فیزیکی سطح آبهای زیرزمینی تحت عوامل استرس زای محیطی و

فعالیتهای انسانی، متناسب با سطح آبهای زیرزمینی هدف از پیش تعیین شده، صورت می گیرد. شاخص پاسخ آبخوان ("سطوح ماشه" (TLs)، برمبنای سطح آبهای زیرزمینی یا میزان کاهش سطح آب [6] است. مدیر، قوانینی در مقیاس محلی برای عدم استفاده نامعمول به منظور حفظ سطح ایستایی آب وضع می کند.

نظارت، مشارکت جامعه و هزینه های قانونی که با این مدیریت همراه است در مقایسه با روشهای مرسوم/سنتی (مثل محدوده تخصیص حجمی)، منجر به مدیریت پایدارتر آب می شود[3]. FBM روشی است که سطوح مجاز پمپاژ را بر اساس برآورد شارژ و تخلیه آبخوان، تنظیم می کند. TLM یک روش بر پایه "نظارت و واکنش" است که در آن سطح آبهای زیرزمینی، شوری و یا سلامت اکوسیستم با ارزش عینی آن مقایسه می شود. ورنر و همکاران (۲۰۱۱) دریافتند که TLM حفاظت از کیفیت آب را تسهیل می کند و حجم ذخیره سازی از طریق ارزیابی شرایط و وضعیت منابع در زمان واقعی تعیین می شود، در حالی که FBM برای برنامه ریزی منابع آب، ارزیابی و پیش بینی پاسخ آبخوان به تغییرات آب و هوایی، پمپاژ و سایر عوامل استرس زا مناسب است. لذا باید از تلفیق TLM و FMB به دلیل هم افزایی بین دو سبک استفاده کرد. مورگان و همکاران (۲۰۱۲) شرطی را به این توصیه در سفره های ساحلی ، اضافه کردند (نفوذ آب دریا با وجود کاهش حجم ذخیره آب شیرین، پایداری سطح ایستابی آب زیرزمینی را می تواند نشان دهد) کرل (۲۰۱۶) در رویکرد مبتنی بر ماشه برای مدیریت چشمه ها، مشکلات را برجسته کرد. نوردویجن و همکاران (۲۰۱۸) از FBM وTLM و سایر کنترل های نظارتی که در محل برای حفاظت از چاه های تامین آب زیرزمینی لحاظ میشود، استفاده کردند[7]. نتیجه گیری نوردوجین و همکاران مشابه نتایج ورنر و همکاران بود. همچنین بارلو و لیک، ۲۰۱۲ برای مدیریت آبخوان و شاخص کیفی در مناطق ساحلی به این نتیجه رسیدند که از FBM و TLM نمی توان به صورت متقابل برای استفاده از مزایا و مقابله با نقاط ضعف استفاده نمود[8]. روشهای مدیریت تطبیقی کارایی بیشتری در برنامه ریزی و کنترل کمی و کیفی آبهای زیرزمینی خواهند داشت [10] ;[9]. با وجود استفاده گسترده از مدیریت تطبیقی، کاربرد آن در حوزه آب زیرزمینی قبلاً به طور مستدل بررسی نشده و یا صرفا نحوه استفاده از مفاهیم مدیریت تطبیقی تشریح گردیده است. ۱۳۰مورد استفاده از مدیریت تطبیقی و ادعاهای مربوط به کارآیی و مناسب بودن آن در زمینه آبهای زیرزمینی، می طلبد دستورالعمل های منتشر شده برای برجسته کردن نقاط قوت و ضعف کاربرد مدیریت تطبیقی در مدیریت آبهای زیرزمینی بررسی شود تا درک وضعیت فعلی، استفاده از روش و بهبود آن، بهینه سازی مزایای استراتژی های مدیریت تطبیقی معین گردد.

۲. اصول مدیریت تطبیقی

شورای ملی تحقیقات (۲۰۰۴، صص ۱-۲) مدیریت تطبیقی را اینگونه تعریف می کند: « فرایندی که تصمیم گیری انعطاف پذیر را ترویج می کند و در صورت عدم قطعیت نتایج اقدامات مدیریتی و سایر رویدادها متناسب با آن اعمال می شود. " مدیریت تطبیقی طیف گسترده ای از عواملی که منجر به تغییرات اساسی در تعریف و محتوای آن می شود را شامل می گردد[11]. مدیریت تطبیقی الزام به یادگیری گذشته نگر برگرفته از نتایج شیوه های مدیریت و کاربرد آن متناسب با سیاست ها و شیوه های عملیاتی آینده دارد[12]. چارچوب مدیریت تطبیقی ایالات متحده تصمیم گیری سازماندهی شده با تکرار و بازبینی مداوم در مواجهه با عدم قطعیت ها است [13]. مدیریت تطبیقی شامل مراحل مشورتی و تکرار بازبینی ها است. عناصر کلیدی مرحله مشورتی، مشارکت ذینفعان، تعیین اهداف، طراحی مدیریت است که جایگزین، توسعه مدل های پیش بینی و پروتکل های نظارتی میگردد[14]. در مرحله تکرار، این عناصر کلیدی (فرآیند تصمیم گیری، پیگیری و ارزیابی عدم قطعیت و اثربخشی مدیریت) به هم پیوند می خورند. سپس مرحله مشورت مجدداً بررسی می شود و چرخه در طول عمر فعالیت ادامه می یابد و شامل یادگیری و بازخورد مداوم آن است(به عنوان مثال، از طریق داده های نظارتی جدید و مدل سازی پیش بینی). عناصر کلیدی مدیریت تطبیقی، وفق تعاریف ویلیامز و همکاران (۲۰۰۹)، به طور خلاصه در جدول ۱ خلاصه شده و به صورت شماتیک نشان داده شد[14], [15].

جدول ۱. خلاصه ای از عناصر کلیدی و مراحل مدیریت تطبیقی

مرحله	عنصر کلیدی	توصیف وفق تعاریف ویلیامز و همکاران، ۲۰۰۹
شـــور و	ذینفعان	اطمینان از تعهد ذینفعان به اهداف مدیریت تطبیقی
مشورت	الزامات	تعیین اهداف مدیریتی واضح، قابل سنجش و مورد توافق راهنمای تصمیم گیری و ارزیابی. اثربخشی و مدیریت زمان
	مدیریت متغیر	مجموعه ای از اقدامات بالقوه مدیریت را برای تصمیم گیری مشخص می کند.
	پیش بینی بر اساس مدلسازی	مدل هایی را مشخص کنید که ایده های مختلف (فرضیه ها) را در مورد آنها مشخص می کند
	نحوه عملکرد سیستم/	طراحی و اجرای یک برنامه نظارتی برای پیگیری وضعیت منابع و سایر ویژگیهای کلیدی تصمیم گیری هر منبع

	نظارت بر پروتکل ها	
تکرار	تصمیم سازی	اقدامات مدیریتی را بر اساس اهداف مدیریت، هر منبع انتخاب کنید
	پایش فعال و نظارت مکرر	نظارت و ردیابی پاسخ سیستم به اقدامات مدیریتی
	ارزیابی	با مقایسه و پیش بینی، درک پویای منابع را افزایش دهید. تغییر در وضعیت منابع قابل مشاهده باشد.

دو فاز یادگیری (اصلاح شده ویلیامز و براون، ۲۰۱۴): مشورتی (زرد) و تکرار (سبز) عناصر اصلی در جدول ۱ خلاصه شده است[43]. مدیریت تطبیقی به طور معمول برای موقعیت هایی استفاده می شود که عدم اطمینان بهترین انتخاب را برای مدیریت مبهم می کند [16]. بنابراین، به کمک مدیریت تطبیقی عدم قطعیت با دانش کسب شده، کاهش می یابد. با مجموعه آگاهی های جدید در طی فرایند و ماحصل آن که در اختیار مدیران قرار می گیرد، بینش نسبت به رفتار سیستم با گذر زمان بهبود یافته و مدیریت موثرتری اعمال شده، تصمیم گیری تصحیح می گردد[17]. مدیریت تطبیقی برای درک رفتار سیستم، بر پیشرفت ها متکی است، به گونه ای که با نظارت، تفسیر و پیش بینی پاسخ سیستم، عدم قطعیت کاهش می یابد. طراحی ها قابل اعتماد شده، تصمیمات مدیریتی گذشته هم ساماندهی می شود (به عنوان مثال، تصمیم گیری، ادامه یا عدم اجرای یک پروژه مهم از سری عملیات) [15]. هدف اصلی مدیریت تطبیقی کاهش عدم قطعیت های کلیدی است که مانع تصمیم گیری می شوند و بهبود شیوه های مدیریتی مد نظر است [18]. ویلیامز و براون (۲۰۱۶) چهار منبع عدم قطعیت که مانع تصمیم گیری و مدیریت مناسب می شوند را شناسایی کردند [19] که شامل: متغیر های زیستی، کنترل جزء به جزء، مشاهده جزء به جزء و عدم قطعیت ساختاری است. متغیر های زیستی به عدم قطعیت در نتیجه تغییر محیط می انجامد، عوامل خارجی(به عنوان مثال، تغییرات میزان بارندگی و دما در فصول مختلف) با تغییر در منابع آبی همراهند. کنترل پذیری جزء به جزء به عدم قطعیت ماحصل پیش بینی ها و آنچه در واقعیت رخ می دهد اشاره دارد بویژه زمانی که تصمیم گیران بخشی از مسئولیت را عهده دار هستند (به عنوان مثال، در حوضه های آبریز که اثرات تجمعی عوامل زیست محیطی ناشی از اجرای چند پروژه مشاهده می شود). مشاهده جزء به جزء به عدم قطعیت ناشی از ناتوانی مدیران در مشاهده کامل سیستم تحت مدیریت اشاره دارد. عدم قطعیت ساختاری به شناخت ناکافی ساختار و فرآیندهای سیستم و نحوه پاسخگویی به مداخلات مدیریتی، اشاره دارد، می توان از مدیریت تطبیقی برای تحلیل متغیر های محیطی، کنترل جزء به جزء و مشاهده جزء به جزء ، استفاده کرد. ویلیامز و همکاران. (۲۰۰۹) عنوان داشتند، وظیفه اصلی مدیریت تطبیقی بهبود مدیریت از طریق کاهش عدم قطعیت، با بهبود پیش بینی با مدلسازی و مقایسه با مشاهده میدانی است. مدیریت تطبیقی موثر شامل ارزیابی دوره ای و ارزیابی مجدد در سه سطح است که به عنوان حلقه های یادآور نامیده می شوند (بصورت تکی، دو و سه حلقه ای). هر حلقه تغییر جزء دیگر راهبردهای مدیریتی را تشریح می کند (ویلیامز و براون،۱). تک حلقه شامل بهبود قدم به قدم مفروضات یا روال کار است[20]. در مدل تک حلقه در طول مرحله تکرار، که در آن الزامات تعریف شده، مرحله مشورتی اعمال می شوند [21]. عنصر کلیدی تصمیم سازی مدل دو حلقه ای، تأمل در چارچوب بندی مسئله و مفروضاتی در مورد چگونگی دستیابی به اهداف است، که از طریق آنها بهبود با استفاده از رویکردها و اقدامات جدید حاصل می شود[20]. تغییرات ناشی از مدل دو حلقه ای، تغییر شکل اجزای تصمیم گیری مرحله مشورتی است[21]. مدل حلقه سه گانه به ارزیابی مجدد ارزشهای قبلی اشاره دارد که شیوه های مدیریت بر اساس آن تنظیم شده است و تحلیل بر اساس تغییر اساسی در ارزشها یا اولویتهای مباحث اجتماعی انجام می شود [20]. مدل سه حلقه را می توان، یادگیری اجتماعی توصیف نمود و ممکن است شامل تغییر کل فرایند مدیریت باشد[20] . حلقه سه گانه ممکن است یک لایه اضافی داشته باشد که به موجب آن ذی نفع مجدداً مشارکت می کند تا دیدگاه خود را در مورد تغییرات ارزش اقتصادی، زیست محیطی، اجتماعی و فرهنگی بیان کند و واخواهی نماید. در نتیجه تکمیل و از سرگیری چرخه های مدیریت تطبیقی. ارتباط حلقه های یادآور در بطن برنامه مدیریت برای ذینفعان، طرفداران و جامعه فرصتی جهت مشارکت در تصمیم گیری و فعالیتهای مدیریتی است. برخی از برنامه های مدیریت تطبیقی به دلیل عدم دستیابی به اهداف فوق مورد انتقاد قرار گرفته اند. به عنوان مثال، لی (۲۰۱۴) و اسلاتری (۲۰۱۶) نشان می دهند که مدیریت تطبیقی در برخی موارد کامل اجرا نشده و گاه بخشهایی حذف شده یا کنار گذاشته شده اند [16];[9] که در ذیل نمونه هایی ذکر می گردد:

بهانه برای به تعویق انداختن یا اجتناب از تجزیه و تحلیل دقیق اثرات زیست محیطی قبل از تصویب توسعه، منجر به تصمیم گیری غلط و تصویب پروژه می شود. گاه پروژه به دلایل محدودیت های مالی یا بهره برداری سیاسی قبل از اجرای کامل زوایا و تحلیل عدم قطعیت ها، اجرا می شود. یا فقدان استراتژی های مناسب برای خنثی کردن اثرات منفی احتمالی توسعه بچشم می خورد[24]. گاه، مدیریت تطبیقی برای به تعویق انداختن تصمیمات دشوار استفاده شده و مشکلات به بعد موکول گردیده است. [25] ;[26] ;[24]. گرگوری و همکاران

(۲۰۰۶) بیان کردند، شکست مدیریت تطبیقی در ارائه نتایج پیش بینی شده اغلب به دلیل کاربردهای نامناسب است [27]. محدودیت های کاربرد مدیریت تطبیقی توسط ویلیامز و همکاران ذکر شده و دو شرط کلی برای استفاده از مدیریت تطبیقی بیان شد. شرط اول، تصویب پروژه هایی است که برای کاهش پیامدهای نامطلوب به مدیریت تطبیقی متکی هستند، وقتی خطرات ناشی از عدم قطعیت در اثرات پروژه بسیار زیاد است به تأخیر انداختن تأیید و جمع آوری اطلاعات تکمیلی لازمست. شرط دوم، باید ظرفیت نهادی و تعهد به انجام و حفظ مدیریت تطبیقی در طی مدت زمان پروژه میسر باشد و یا منابع کافی، برای اطمینان از تحقق اهداف فراهم باشد. یعنی نهادها باید از ثبات لازم برای حفظ روند برخوردار باشند. بررسی و پایش بلند مدت، ارزیابی نتایج عملکردهای مدیریتی و تغییرات در صورت لزوم، در زمان نیاز انجام شود. همچنین چالش های مهمی در تنظیم پروژه دیده می شود. سرپرست برای رعایت اهداف مبتنی بر مدیریت تطبیقی، از جمله شناخت و مدیریت عدم رعایت مراتب و عواقب ناشی از شکست احتمالی مالی اپراتورها، که می تواند منجر به انتقال مسئولیت مدیریت تطبیقی به نهاد نظارتی شود، نیازمند دستورالعمل و شروط رعایت جوانب و مسیر کاری است[29]. ویلیامز و همکاران در ۲۰۰۹چندین شرط اضافی برای موفقیت روش تدوین کرده اند. مثل بکار گیری عناصر کلیدی مدیریت تطبیقی و بهبود روش مدیریتی با بازنگری مجدد تصمیمات مدیریتی. علاوه بر این، ملاحظات ویژه ای در بکارگیری مدیریت تطبیقی در شرایط زمان بر که پاسخ متقن ضروری است، نیاز است باید بتوان تأثیر اقدامات مدیریتی را در طول دوره پیشرفت پروژه و قبل از عبور از آستانه های بحرانی که ممکن است منجر به اثرات برگشت ناپذیر شود، ارزیابی کرد. محدودیت های فوق لزوم سازگاری و تعیین حد آستانه را نشان می دهد که توسط Pahl-Wostl (۲۰۰۹) به عنوان "توانایی یک سیستم در مدیریت منابع در حین تغییر فرایندها و در صورت لزوم تبدیل عناصر پایه به پاسخ برای تغییرات تجربه شده یا مورد انتظار در محیط اجتماعی یا طبیعی " ذکر می شود[20].

۲،۱ اشکال مدیریت تطبیقی

والترز و هولینگ (۱۹۹۰) از مدیریت تطبیقی به عنوان فرم "فعال" و "منفعل" یاد نمودند. مدیریت تطبیقی فعال مدل تجربی است که اقدام و عملکرد مدیریتی برمبنای پاسخ سیستم طراحی شده است. شناخت فرآیندها، رفتار، منابع و روندهای محیطی مرتبط با فعالیت انسانی، در مرکز اهداف مدیریت تطبیقی است. مک دونالد و استایلز (۲۰۱۴) هم با تاکید بر این نتیجه، مدیریت تطبیقی فعال را به دلیل محدودیت زمان و منابع در غالب پروژه ها، غیرممکن دانستند. ویلیامز (۲۰۱۱) اذعان می کند که هر دو فرم بفعال و غیر فعال در عمل در پروژه ها وجود دارد و تمایز سخت است. با این وجود، ویلیامز (۲۰۱۱) معتقد است که مدیریت تطبیقی فعال و غیرفعال را می توان با روش عدم قطعیت و شناخت عوامل متمایز کرد. به این ترتیب مدیریت تطبیقی فعال "به طور فعال کاهش اثرات منفی عدم قطعیت را از طریق مداخلات مدیریتی "، دنبال می کند در حالی که مدیریت تطبیقی منفعل" بر مدیریت هدف، با شناسایی اثرات جانبی ناخواسته اما مفید در تصمیم گیری "متمرکز است. از این رو، مدیریت تطبیقی منفعل و فعال را می توان با میزان کاهش عدم قطعیت تأکید و پیگیری شده توسط مدیران پروژه، و اینکه چگونه کاهش عدم قطعیت نماینده و راهنمای اهداف تصمیم گیری است، متمایز کرد [22]. اصول مدیریت تطبیقی غالباً به اشتباه صرفاً به اصلاح استراتژی های مدیریت ناموفق قلمداد میشود[12].مدیریت تطبیقی متمایز از مدیریت آزمون و خطا است که در آن تغییرات بدون اعمال در ساختار برنامه مدیریتی و به صورت موقت اجرا می شود [23] ;[17] ;[28]. مدیریت تطبیقی، حرکت از مدیریت با رویکرد از پیش طراحی شده به رویکرد بر پایه آزمون و خطا است.

گاه استراتژی مدیریت فاقد اهداف خاص یا روشهای مشخص نظارتی است. با ارتقاء و بازنگری مدل های پیش بینی و استفاده از آنها در ارزیابی بجای اقدامات صرف مدیریتی و تعیین حد آستانه های سلامت سیستم و اقدام مبتنی بر حد آستانه این مشکل مرتفع میشود[24] ;[30]. تمایز مدیریت تطبیقی فعال و غیرفعال، شناسایی استراتژی های مدیریتی شکست خورده، دیدگاه ذینفعان پروژه و عوارض اجتماعی، مالی، فرهنگی و زیست محیطی برای تعیین ویژگی ها و معیارهای کلیدی مدیریت تطبیقی و برقراری ارتباط بسیار مهم است[27]. با این حال، در توصیف مدیریت تطبیقی به ندرت بین فرم فعال و منفعل تفاوت قائل می شوند و معمولاً نحوه طبقه بندی با معیارهای منتشر شده مطابقت ندارد [11].

۳. مرور کاربردهای مدیریت تطبیقی در منابع آبی

یازده برنامه کاربردی مدیریت تطبیقی وضعیت منابع آبی بررسی شد. در استرالیا، مدیریت تطبیقی بکار رفته در سه پروژه دره پایونیر، جزیره بونریکی و معدن زغال سنگ کارمایکل بیانگر کاربردهای متنوع مدیریت تطبیقی آب زیر زمینی در بخش کشاورزی، تامین آب شهری و معدن، است

۳،۱ دره پایونیر (کوئینزلند، استرالیا)

دره پایونیر تقریباً ۲۴۰۰ کیلومتر مربع مساحت و آب و هوای مناطق گرمسیری را دارد. متوسط بارندگی سالانه ۱۵۵۱ میلی متر در سال است [31]. مصرف کنندگان آب به منابع آب زیرزمینی و سطحی برای شرب و فعالیت های کشاورزی و صنعتی متکی اند. چالش تخصیص عادلانه و متعارف آب، درکنار تهدیدها و تأثیرات خشکسالی ها وجود دارد[31]. اهداف، محدود کردن برداشت آب زیرزمینی، مقابله با نفوذ آب دریا به محدوده منابع آب شیرین و حفظ نرخ جریان پایه نهرها است[32]. مدیریت آبهای زیرزمینی و کنترلهای مربوط به پمپاژ توسط DNRM شرح داده شده است (۲۰۰۲، ۲۰۱۶). محدوده به ۳۵ منطقه برای مدیریت آب زیرزمینی تقسیم می شود. مصرف کننده آبهای زیرزمینی ملزم به داشتن مجوز آب برابر حجم اسمی است. حجم آب استخراج شده در یک سال نمی تواند بیشتر از ارزش اسمی مجوز و ضریب تخصیص باشد. تخصیص بر اساس سطح ایستابی اندازه گیری شده در چاه های مشاهده ای، انتخاب شده است. تخصیص متغیر بوده از درون یابی خطی برای محاسبه ضریب تخصیص بین حد آستانه بالا و پایین سطح ایستایی آب، استفاده می شود. تخصیص پس از هر بارندگی شدید قابل محاسبه مجدد و تعدیل است[33]. مناطق حسب مجاورت با ساحل تقسیم می شوند. بر اساس تغییرات هدایت الکتریکی (EC) در چاههای شاهد و قیاس با حد آستانه، در صورت افزایش هدایت الکتریکی، تخصیص، ۱۵ درصد کاهش می یابد. ممکن است تخصیص حسب منطقه و سایر پارامترهای سنجشی ۱۰ درصد یا ۲۰ درصد کاهشی شود. اگر پس از یک سال EC در چاه شاهد نظارتی بالاتر از ۱۵۰۰ µS/cm بود، برداشت چاههای محدوده متوقف می شود. گزارش هر ۵ سال یکبار بروز رسانی و در دسترس عموم قرار می گیرد. از گزارش برای به روز رسانی پروتکل های مدیریتی استفاده می شود [33]. پروتکل های مدیریت آب زیرزمینی در جدول ۲ خلاصه شده و عناصر کلیدی مدیریت تطبیقی ترسیم شده است.

جدول ۲. عناصر اصلی مدیریت تطبیقی وفق مدل Pioneer Valley، (زرد و سبز به ترتیب فازهای مشورتی و تکرار اند.)

عناصر کلیدی مدیریت تطبیقی	توضیحات
ذینفعان	انجام مشورت با گروه های ذینفع و جامعه [34]
اهداف مدیریتی	اهداف برای حفاظت منابع آب و محیط زیست تعیین شده و شامل حد آستانه، جریان پایه، کاهش جریان و وضعیت آب زیر زمینی است مقادیر کمی آستانه وفق سوابق و الزامات کلیدی زیست محیطی است[32]؛ [33]
گزینه های جایگزین	برداشت حسب تخصیص سالانه اعلام شده ، که بر اساس حد آستانه و مقادیر شوری است و پس از بارندگی قابل توجه اصلاح می شود.
رویدادها	استفاده از مدل های پیش بینی کننده(مدلهای رایانه ای برای پیش بینی سطح آبهای زیرزمینی و ساحل شرایط شوری آبخوان و میزان جریان پایه تحت شرایط مختلف در آینده). سناریوهای محتمل آتی [33] [35].
پروتکل های نظارت	سطح آب زیرزمینی و میزان شوری آب از طریق شبکه ای از چاه ها نظارت شده و دارندگان مجوز آب مسئول اندازه گیری نرخ پمپاژ هستند [36].
تصمیم گیری	تخصیص های اعلام شده و مجموعه ضوابط و قوانین به طور فعال از زمان انتشار برنامه منابع آب ۲۰۰۲ عملیاتی گردیده است [37]
پیگیری و نظارت	اطلاعات مربوط به سطح آبهای زیرزمینی و کیفیت آبهای زیرزمینی در دسترس عموم است. داده ها نشانه پیگیری و نظارت مداوم است[36]
ارزیابی نحوه انجام کار	سطح آب های زیرزمینی و داده های EC سالانه و میزان تخصیص حسب گزارش[33] بررسی و با نتایج پیشبین یشده در برنامه مدیریت منابع آب قیاس، پایش مجدد و روند ارزیابی می شود

۳-۲ جزیره بونریکی (کیریباتی)

"Kiribati" در نزدیکی خط استوا در اقیانوس آرام واقع شده است. با مساحت تقریبی ۵۰۰ کیلومتر مربع، دارای۳۱ کیلومتر مربع مساحت خشکی است. آب و هوای گرمسیری با متوسط بارندگی سالانه ۲۱۰۹ میلی متر در سال دارد[38]. جمعیت ۵۶۲۰۴ نفر و آب زیرزمینی بصورت چاه خانگی برای شرب و استفاده گسترده از آب باران دارد. تهدید اصلی، شور شدن ناشی از برداشت و دوره های خشکسالی است[39]. نرخ برداشت آب شیرین توسط وایت و همکاران ۱۶۶۰ متر مکعب در روز تخمین زده شده است (۲۰۰۲). با این حال، مدل سازی اخیر Post و همکاران نشان می دهد این میزان پمپاژ اثر انقباضی بر منابع آب داردکه انتظار می رود حداقل تا چند دهه آینده ادامه یابد[39]. سه الگوی مدیریتی توسط Post و همکاران (۲۰۱۹) و گالویس رودریگز (۲۰۱۷) برای کنترل پمپاژ و به حداکثر رساندن طول عمر منابع آبی پیشنهاد گردید. در یک الگو، شوری آب در خط لوله اصلی که آب از طریق آن تحویل می شود، اندازه گیری شد. از میزان جریان ورودی به تصفیه خانه آب (یعنی قسمت اصلی تنه) و شاخص هواشناسی سالانه به عنوان اطلاعات پایه برای اعمال کنترل بر برداشت آب استفاده شد. با افزایش شوری و با احتساب میزان بارندگی در ۱۲ ماه گذشته میزان برداشت تعیین شد. بارندگی

سالانه با سالهای قبل (بعنوان مثال از سال ۱۹۴۸-۲۰۱۴) قیاس می شود[39]. علاوه بر این، تحلیل میزان حساسیت روش با یک پردازنده سه بعدی کامپیوتری انجام شد. برای رتبه بندی، دفعات پمپاژ در نظر گرفته شد با توجه به حساسیت چاه، از نظر افزایش شوری، دفعات برداشت نمره دهی شد. چند استراتژی مختلف مدیریت پمپاژ و سناریوهای پیش بینی آب و هوا ارزیابی شد. محدودیت پمپاژ، تغییرات حجمی در سطح ایستایی آب شیرین و میزان شوری آب در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد که استراتژی های مدیریت پاسخگو از سایر الگوها بهتر عمل می کند[40]. استراتژی مدیریت آبهای زیرزمینی، بر اساس مدیریت تطبیقی به شرح جدول ذیل است [40] :[41]

جدول ۳. عناصر کلیدی مدیریت تطبیقی چاه آب شیرین جزیره Bonriki

رنگ زرد و سبز به ترتیب نشان دهنده فاز مشورت و فاز تکرار است.

عناصر کلیدی مدیریت تطبیقی	توضیحات
ذینفعان	مشورت با جامعه منجر به تعیین حد آستانه EC 1500 µS/cm برای چاه ها شد [41].
الزامات	اهمیت حفظEC مخزن اصلی اب و منابع زیر 1500 µS/cm [41] :[40]
سناریوهای مدیریتی	جایگزین های برداشت ثابت ۱۶۶۰ متر مکعب در روز آب عبارتند از: (۱) برداشت بیشتر آب از منابع با حساسیت کمتر به شوری به نحوی که حجم کلی آب برداشتی ثابت بماند. (۲) کاهش برداشت و نرخ پمپاژ بستگی به میزان EC مخزن اصلی تنه و مخازن ذخیره دارد[40].
پیش بینی با مدل سازی	سه مدل پیش بینی مدیریت (عدم مدیریت، توزیع مجدد، پاسخ دهی) برای سه سناریوی آب و هوایی (تر سالی،خشکسالی شش ساله، دو خشکسالی متناوب سه ساله) برای کشف آینده عملکرد سیستم مدل سازی شد[40].
پروتکل های پایشی	مشاهدات شوری فصلی به هر ۱۴ روز، پس از قطع هر پمپاژ افزایش یابد [41]. اندازه گیری بارندگی روزانه برای محاسبه شاخص خشکسالی [40].
تصمیم گیری	دولت کریباتی فعلا در حال انتخاب گزینه جایگزین مدیریت مناسب بر اساس توصیه های ارائه شده پست و همکارانش (۲۰۱۹) و گالویس رودریگز و همکارانش (۲۰۱۷) است. روش صحیح مدیریت در مرحله تشریک مساعی به روش جایگزین انتخابی مرتبط است.
پیگیری و نظارت	پایش داده های کمی و کیفی آب های زیرزمینی حسب مطالعات Bosserelle و همکاران (۲۰۱۵) و سینکلر و همکاران (۲۰۱۵) نشان می دهد که نظارت و پیگیری انجام شده است.
ارزیابی نحوه انجام کار	ارزیابی داده های نظارتی که فصلی انجام می شد، به هر ۱۴ روز پس از اعمال محدودیت رسید[41]

۳،۳. معدن کارمایکل (کوئینزلند، استرالیا)

معدن کارمایکل با احداث در سال ۲۰۱۰، یکی از بزرگترین معادن زغال سنگ استرالیا است[42]. یکی از شاخص ترین اثرات معدن، آلودگی چشمه های دونگمابولا در ۸ کیلومتری معدن است. عدم قطعیت نوع منبع آب آلوده، محل اختلاف ذینفعان پروژه است [42]: (۱) چشمه ها یی که از آبخوان منطقه نشات می گیرند [44]. و (۲) چشمه هایی که بخشی از آب را از سفره های عمیق بالا دست معدن دریافت می کنند[45]. تالاب ها و چشمه ها به عنوان زون اکولوژیکی دارای ۶ گونه جانوری بومی و شش گونه در معرض خطر است [46].منطقه ارزش فرهنگی قابل توجهی برای بومیان دارد. بدین ترتیب، اطمینان از اینکه تحت تأثیر فعالیت های معدنی قرار نمی گیرد، حائز اهمیت است. هنگام تصویب معدن، وزیر محیط زیست فدرال پروژه را با رویکرد مدیریت تطبیقی تصویب نمود. پس از شروع استخراج به صورت دوره ای بررسی ادواری انجام و مقرر شد در صورت نداشتن آثار سوء پروژه اجرا شود، نتیجه برای شناسایی و تصحیح نارسایی ها در پایش آب های زیرزمینی معمول گردد[47]. در توسعه برنامه مدیریت اکوسیستم وابسته به آبهای زیرزمینی، تأیید محیط زیست نیز الزامی است. رویکرد مدیریت تطبیقی معدن آدانه برای کاهش اثرات احتمالی به منظور رفع عدم قطعیت در روابط هیدرولوژیکی و شرایط اکولوژیکی فعالیتهای محدوده و سفره آب زیر زمینی معدن پیشنهاد شده است [47]. محرک های هشدار دهنده اولیه و حد آستانه های محیط زیست، اخیراً تأیید و ارائه شده است. نوسان طبیعی سطح آبهای زیرزمینی (یعنی سطح ایستایی حداکثر آبهای زیرزمینی) در طول پایش با ۵۰ یا ۷۵٪ کاهش پیش بینی شده، بعنوان حد آستانه آسیب سطح آبهای زیرزمینی تعریف شده است و حسب شرایط، نیاز به اقدام اصلاحی قید شده است. اصلاحات فاقد راه حل های مهندسی عملی برای رفع آسیب بوده(به عنوان مثال، اساسی ترین اقدام شامل "تجدید نظر در برنامه ریزی معدن")، قابلیت اجرا و اثربخشی احتمالی برای جلوگیری از تخریب منطقه را ندارد. Slattery (۲۰۱۶) عنوان نمود، برنامه مدیریت تطبیقی تأیید شده توسط دولت فدرال به دلیل محدودیت های اساسی و فقدان پیشنهاد اقدامات اصلاحی، نامناسب است. نگرانی هایی مبنی بر تغییر در تعادل و کاهش آب زیرزمینی بدلیل آبگیری چاله معدن وجود دارد که

می تواند منجر به کاهش سطح آب و از بین رفتن اتصال چشمه ها شود[42]. کرل و همکاران (۲۰۱۷) استدلال می کنند که یک رویکرد تطبیقی از نوع ذکر شده، ذاتاً مناسب حفاظت از طرح نیست زیرا چشمه ها کاملاً به وضعیت آبهای زیرزمینی وابسته هستند و به سرعت (و احتمالاً، برگشت ناپذیر) در صورت کاهش سطح آب زیر زمینی خشک می شوند. با توجه به فاصله تقریباً ۸ کیلومتری بین محل معدن و چشمه ها و تاخیر زمانی درک تغییرات سیستم های آبخوان منطقه ای، پاسخ چشمه ها به هر گونه اقدام اصلاحی ممکن است در حفاظت از ارزش تنوع زیستی آنها موثر نباشد [7]. پروژه زغال سنگ، تغییرات قابل توجهی در شکل زمین و خصوصیات هیدروژئولوژیکی از طریق معدنکاوی می دهد و آبخوان را تغییر می دهد این امر احتمال آسیب های دائمی را افزایش می دهد. عناصر کلیدی مدیریت تطبیقی در جدول ۴ ترسیم شده است.

جدول ۴. عناصر کلیدی مدیریت تطبیقی پیشنهاد شده برای معدن کارمایکل، بر اساس[50][48] [46] [51] [47]

عناصر کلیدی مدیریت تطبیقی	توضیحات
ذینفعان	مشاوره با جامعه هدف و گروه های ذینفع انجام شد [48]
الزامات	معدن آدانی اهداف وسیعی برای حفظ آب زیر زمینی و به حداقل رساندن تأثیر افت آبخوان ناشی از فعالیت های معدنی تعریف کرده است [46]. کاهش سطح آبهای زیرزمینی به میزان ۲۰ سانتی متر در چاه های مشاهده ای نزدیک چشمه ها، به طور موقت قابل قبول است [51]هشدار اولیه و حدآستانه تاثیر گذار سطح آبهای زیرزمینی بر اساس پیش بینی کاهش سطح آبهای زیرزمینی و تغییرات فصلی و کیفیت آبهای زیرزمینی و اثرات بیولوژیکی تعریف شده است[47] [46]
سناریوهای مدیریتی	اصلی ترین اقدام اصلاحی اساسی "محدود کردن استخراج است و فعالیت های فعلی تا زمانی که محرکها فعال نشوند، تداوم دارد. تجدید نظر در برنامه ریزی معدن یا فعالیتهای مرتبط با حفظ آبخوان مد نظر است [46].
پیش بینی بر اساس مدل سازی	مدل سازی عددی تاثیرات معدن با این فرض که چشمه ها از سفره های تریاس تغذیه می شوند انجام شده است [48] با این حال، ملاحظات کمی روش جایگزین (مثل، خطاها یا ناهمگونی های دیگر که منجر به افزایش اتصال آبخوان تریاس-پرمین) می شوند [49].
پروتکل های پایشی	سطح آبهای زیرزمینی، pH، DO، کدورت، دما، کل کربن آلی، آنیون و کاتیون های اصلی، مواد مغذی، فلزات محلول، هیدروکربنها، فلوراید و سولفید در سراسر سایت های نظارتی اندازه گیری می شود[47]سطح آب و تعداد آبگیر های بهاری قبل و حین استخراج مورد بررسی قرار می گیرد[46]
تصمیم گیری	چارت تصمیم گیری، انتخاب پاسخ مدیریتی را توصیف می کند. ماشه هشدار اولیه و حد آستانه آسیب در GMMP و GDEMP ارائه شده است[47]
پیگیری و نظارت	نظارت مستمر بر سطح و کیفیت آبهای زیرزمینی و سلامت اکولوژیکی انجام می شود[46] ; [47]
ارزیابی نحوه انجام کار	ارزیابی کالیبراسیون مجدد مدل آب زیرزمینی و پیش بینی های آن به هر ۵ سال افزایش می یابد[47].

۴-۳ مروری بر برنامه های جانبی مدیریت آبهای زیرزمینی

گاه در توسعه مدیریت آب های زیرزمینی و راهکارها، هدف ارائه نمای کلی استراتژی های مدیریت تطبیقی است. اثربخشی هر طرح، در بررسی اثرات محیط اطراف اعم از فعالیت کشاورزی، تامین آب شهری و ...است. برنامه های کاربردی مدیریت تطبیقی تحلیل و برای هر مطالعه موردی بینش مدیران در خصوص آبهای زیرزمینی بررسی می شود.

جدول ۵. خلاصه شرح مدیریت تطبیقی در مطالعات موردی[52]

مدیریت منطقه / نام پروژه	محل	توضیحات مدیریت تطبیقی
منبع تامین آب شهری و کشاورزی		
GMA (۱) منطقه ساحلی برنت	کوئینزلند، استرالیا	مطالعات به روز مدیریتی
(۲)South Westside Basin GMA	کالیفرنیا، ایالات متحده آمریکا	اهدافی انعطاف پذیر که اجازه تغییررا به دلایل وضعیت جدید ظاهری، هیدرولوژیکی یا در حین اجرا و شناسایی وضعیت کلی، می دهد
(۳) حوضه های جنوبی و ماسگریو PWA	جنوب استرالیا، استرالیا	تعیین وضعیت آب زیرزمینی و تخصیص آب به صورت متغیر
(۴) West Goulburn GMA	ویکتوریا، استرالیا	تطبیق برنامه مدیریت آبهای زیرزمینی در پاسخ به تغییر سیاست، شناخت وضعیت آب زیرزمینی و/یا شناسایی نحوه مدیریت
معدن		
(۵، ۶) حوضه بوئن و سورات	کوئینزلند، استرالیا	ارزیابی داده های نظارتی و آستانه ها در توسعه معدن
(۷)ماسه های معدنی تاندربرد	غرب استرالیا، استرالیا	درس گرفتن از اقدامات کاهش دهنده، نظارت و ارزیابی خطر و تعیین معیارحد آستانه
(۸)توسعه معدن باس	جنوب ولز، استرالیا	بررسی و به روز رسانی برنامه مدیریت آبهای زیرزمینی: (۱) نظارت پایه، در پایان کار و (۲) سالانه در حین کار و عملیات توسعه.
(۹)معدن زغال سنگ زیرزمینی Integra	منطقه جنوب ولز، استرالیا	توسعه و اجرای اقدامات کاهشی به منظور بهبود وضعیت و فراتر رفتن از اندازه گیری عملکرد.

این مطالعات موردی نشان از تنوع گسترده تفاسیر و کاربردهای مدیریت تطبیقی دارد. این که آیا مدیریت تطبیقی به درستی تعریف و اعمال شده است اغلب مبهم و چالش برانگیز است. به عنوان مثال، هدف از برنامه مدیریت آبهای زیرزمینی "تشخیص ارزش قوانین موجود از طریق مدیریت تطبیقی آسان" است[53]. با این حال، شیوه ادغام اصول مدیریت تطبیقی در طرح مبهم است. برخی از جنبه های مدیریت تطبیقی به وضوح در اسناد برنامه ریزی مدیریت تطبیقی ادغام شده است. با این حال، عناصر مهم دیگر مانند مشارکت ذینفعان، پیش بینی با مدل سازی و الگوی پایش، در گزارشهای برنامه ریزی به مدیریت تطبیقی مرتبط نیست. این امر نشان دهنده فقدان دستورالعمل های مبتنی بر اصول و روشهای مدیریت تطبیقی قابل اجرا در آبهای زیرزمینی است.

جدول ۶ شامل (۱) خلاصه ای از اطلاعات مربوط به تهدیدهای سیستم های آبی، (۲) شاخص های دخیل در اندازه گیری وضعیت سیستم (۳) اجزاء فعالیتهای اصلاحی پروژه برای کاهش اثرات، و (۴) تفسیر وضوح اقدامات کاهشی است.

جدول ۶. مرور کلی برنامه های مدیریت آب زیرزمینی: تهدیدها، شاخص ها، واکنش ها و اقدامات تقلیل اثرات[52].

منطقه تحت مدیریت/نام پروژه	تهدیدات آبهای زیرزمینی	شاخص ها	پاسخ مدیریتی	درجه کاهش
منبع آب شهری و کشاورزی				
آب شیرین جزیره Bonriki	تهی شدن، تغییر کیفی آب سطحی	EC	برداشت	تعیین شده
بخش مدیریت آبهای زیرزمینی حوضه ساحلی بانت	تهی شدن، تغییر کیفی آب سطحی	EC و سطح ایستایی آب	برداشت	تعیین شده
بخش مدیریت آبهای زیرزمینی حوضه جنوب غربی	تهی شدن، تغییر کیفی آب سطحی، آلودگی نیترات	سطح ایستایی آب، نیترات، کلراید	برداشت، تعیین محل چاه، مدیریت تغذیه آبخوان	تا حدی تشریح شده
بخش مدیریت آبهای زیرزمینی دره پایونیر	تهی شدن، تغییر کیفی آب سطحی	EC و سطح ایستایی آب	برداشت	تعیین شده
حوضه های جنوبی و مناطق مجاز چاه های Musgrave	تهی شدن، تغییر کیفی آب سطحی	حجم ذخیره آب زیر زمینی	برداشت	تعیین شده
بخش مدیریت آبهای زیرزمینی گودبرن غربی	تهی شدن، تخریب اکوسیستم های وابسته به آب های زیرزمینی	پس روی	برداشت	تا حدی تشریح شده
معدن کاوی				
معدن کارمیچل	تهی شدن، تخریب اکوسیستم های وابسته به آب های زیرزمینی	سطح ایستایی آب زیرزمینی،	اقدامات اصلاحی ایجاد کنید	غیرقابل توصیف
حوزه آبریز بون و سورات	تهی شدن، تخریب اکوسیستم های وابسته به آب های زیرزمینی	پس روی	برداشت، مدیریت تغذیه آبخوان	تا حدی تشریح شده
معدن ماسه تاندربرد	تهی شدن، تخریب اکوسیستم های وابسته به آب های زیرزمینی، تپه های خاکریز	سطح ایستایی آب زیرزمینی، پس روی	تزریق، افزایش پمپاژ	تا حدی تشریح شده
توسعه معدن باس	تهی شدن، آلودگی آب سطحی	سطح آب زیر زمینی، EC ,	اقدامات اصلاحی ایجاد کنید	غیرقابل توصیف
معدن زغال سنگ زیرزمینی اینتگرا	تهی شدن، آلودگی	سطح آب زیر زمینی، EC , pH	اقدامات اصلاحی ایجاد کنید	غیرقابل توصیف

MAR = تغذیه آبخوان مدیریت شده، EC = هدایت الکتریکی، [X] = غلظت X، GW = آبهای زیرزمینی

تقلیل اثرات جدول ۶ بر اساس الزامات مدیریت تطبیقی ارزیابی شده است. اقدامات شامل دستورالعملهای خاص و قابل اجرا برای ایجاد تغییر در فعالیتهای پروژه و پروتکل مدیریت در پاسخ به نقض قوانین، اقدامات تقلیل آثار سوء است. واژه"غیرقابل توصیف" اقدام مدیریتی است که انتظار می رود پس از وقوع آسیب طراحی شود. در غیر این صورت، از واژه "تا حدی تشریح شده"، که شامل فهرستی از راه حلهای کاملاً تعریف شده برای کاهش عوارض جانبی در طول پروژه است استفاده می شود. واژه تعیین شده هم اقدام مدیریتی مدون یا بدون دستورالعمل صریح برای اجرای راه حل های تعریف شده را در بر می گیرد. برنامه مدیریت آبهای زیرزمینی حداکثری و حداقلی، ذکر شده است. گاه به صراحت پروتکل هایی برای تعیین تخصیص حجمی مبتنی بر ضوابط ارائه می گردد. بر مبنای سطح آبهای زیرزمینی، غلظت کلرید و نیترات در قیاس با استانداردها، میزان برداشت، تعیین می شود. شاخص کیفی آبهای سطحی و میزان نیترات می تواند بیانگر وضعیت آلودگی آبهای زیر زمینی باشد. کمی تجاوز از حدود استاندارد و تأثیرات احتمالی بر استفاده کنندگان از آبهای

زیرزمینی با اقدام اصلاحی مناسب، قابل اغماض است. در مدیریت معادن برنامه مشترک صنعتی برای نظارت و مدیریت چشمه ها در نظر گرفته شده است[54]. استراتژی های مدیریتی سه مرحله ای بوده، شامل تحقیقات، مدیریت/کاهش اثرات و محدودیت برداشت است. با برنامه مدون پایش و نظارت، انتظار می رود هیچ تاثیری سوئی از فرایند معدنکاوی بر چشمه ها مشاهده نکنیم(سانتوس و همکاران، ۲۰۱۳). مدیریت تطبیقی می تواند با بررسی داده ها، بررسی مدل سازی های بعمل آمده، نظارت بیشتر و یا معرفی عوامل جدید نیازمند نظارت، مدیریت/کاهش آثار سوء، تزریق به آبهای زیرزمینی و آبخوان آثار منفی آتی را کاهش یا حذف نماید. محدودیت برداشت حسب قوانین حفاظت محیط زیست و حفاظت تنوع زیستی می تواند از توسعه معدنکاوی ممانعت یا منجر به توقف عملیات شود[54]. امروزه پروژه های مشابه زیادی، برنامه های اولیه مدیریت آبهای زیرزمینی را به مدیریت تطبیقی ارتقا داده اند[52].

۴. بحث

دشت شازند به وسعت ۱۰۲۱/۸ کیلومتر مربع، بین عرض های ۳۳,۴۵ تا ۳۴,۲۵ شمالی و طول های ۴۹ تا ۴۹,۴۵ واقع گردیده و بصورت یک گودی است که اطراف آن را کوه فرا گرفته و رواناب های سطحی جاری شده از طرف مناطق کوهستانی به دشت، موجب ته نشینی آبرفت ها در دشت شازند و دشتک های نهرمیان، بصری و آستانه شده است و در نهایت آبخوان های آبرفتی تشکیل گردیده اند. در دشت شازند ضخامت آبرفت های عهد حاضر بین ۱۰ تا حداکثر ۱۲۰ متر نوسان دارد. ذخایر استاتیکی دشت و آبخوان آبرفتی از حدود ۳۰۰ تا ۴۰۰ میلیون متر مکعب بیشتر ارزیابی نمی شود. بیشترین سهم تخلیه آب زیرزمینی در سال های قبل از ۱۳۷۰، قنوات و چشمه ها و سپس چاه هاست. از آن زمان به بعد به جهت کاهش آبدهی و حتی خشک شدن تعدادی از قنوات، چشمه ها و افزایش تمایل افراد به استفاده انفرادی از منابع آب زیرزمینی بر تعداد چاه ها و میزان تخلیه از طریق آنها افزوده شد. طبق آمار برداری ۱۳۹۷ شرکت سهامی آب منطقه ای استان مرکزی، تعداد ۱۲۴۵ حلقه چاه، ۲۹ دهنه چشمه و ۱۰۰ رشته قنات شناسائی شد که کاربرد آنها در بخش های کشاورزی، شرب و بهداشت و صنعت می باشد (جدول ۷).

جدول ۷: مقادیر برداشت آب زیرزمینی توسط چاه، چشمه و قنات بر اساس آماربرداری سال ۱۳۹۷

پارامتر	حلقه چاه	دهنه چشمه	رشته قنات	مجموع
تعداد	۱۲۴۵	۲۹	۱۰۰	۱۳۷۴
تخلیه (میلیون متر مکعب)	۲۰۳/۶۹۸	۳۷/۶۷	۱۲/۱۵	۲۵۳/۵۱۸

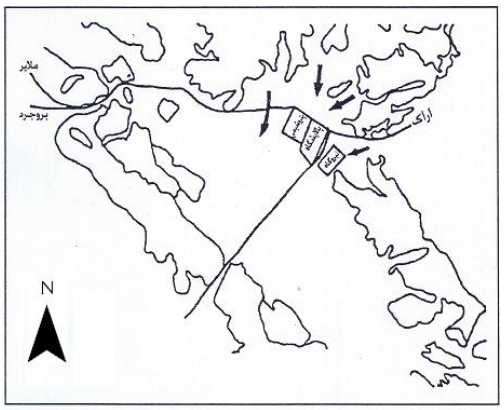
با استفاده از رقوم اندازه گیری شده تراز سطح آب زیرزمینی در ۲۵ حلقه پیزومتر دشت شازند ۹۱۸۴ متر در مهرماه ۱۳۹۷ تنزل یافته است. لذا میزان افت سطح ایستابی در طی دوره ۲۷ ساله حدود ۰,۳۶ باشد که با توجه به وسعت شبکه تیسن دشت شازند به مساحت ۳۱۲ کیلومتر مربع و ضریب ذخیره متوسط ۵۶۲ میلیون متر مکعب، کسری حجم ذخیره مخزن طی دوره مذکور طبق محاسبات انجام شده ۹۶۲ میلیون مترمکعب برآورد می گردد. میزان افت و کسری حجم مخزن متوسط سالیانه با توجه به آمار ۲۷ ساله به شرح جدول ۸ می باشد.

جدول ۸ - میزان افت و کسری ذخیره مخزن ۲۷ ساله دشت شازند

میزان افت ۲۷ ساله (متر) (۹۷-۷۰)	میزان افت متوسط سالیانه (متر)	میزان کسری ذخیره مخزن ۲۷ ساله (میلیون مترمکعب)	میزان کسری ذخیره مخزن متوسط سالیانه (میلیون مترمکعب)
-۴/۰۳۶	-۰/۱۴۹	-۶۲/۹۶۲	-۲/۳۳۲

حداکثر عمق برخورد به آب زیرزمینی در محدوده شبکه رفتارسنجی دشت شازند، واقع درمحدوده قطب صنعتی حدود ۵۶ متر و حداقل عمق برخورد به آب زیرزمینی در قسمت شمال غربی دشت واقع در محدوده روستای "تحت محل" حدود ۶ متر می باشد. عمق متوسط سطح آب زیرزمینی دشت شازند حدود ۲۳ متر برآورد گردیده است. بالاترین منحنی تراز سطح آب در منطقه ورودی غربی آبخوان، ۱۹۵۰ متر و پائین ترین منحنی تراز در خروجی دشت کمتر از ۱۸۳۰ متر ارتفاع دارد. جهت کلی جریان آب زیرزمینی در راستای جنوب شرقی به سمت شمال و شمال غربی می باشد. بر اساس مطالعات نیمه تفضیلی انجام شده در دشت شازند و انجام آزمایش های پمپاژ، حداکثر ضریب قابلیت انتقال ۲۵۰۰ متر مربع در روز در مناطق مرکزی دشت محاسبه شده است که به سمت حاشیه دشت مقدار این ضریب هیدرودینامیکی به کمتر از ۵۰۰ متر مربع در روز می رسد. در زیر حوضه های آستانه، نهرمیان و بصری لنگرود بعلت کم بودن ضخامت آبرفت، حفاری اکتشافی انجام نشده و ضریب قابلیت نیز محاسبه نشده است. ضریب ذخیره متوسط دشت شازند حدود ۵ درصد برآورد می گردد. با توجه به نتایج بدست آمده از هیدروگراف شوری، میانگین ۴۵۲ میکروزیمنس برای شوری دشت شازند محاسبه شده

است. میزان هدایت الکتریکی دارای تغییرات زیادی نیست. بدلیل عدم وجود سازندهای تخریب کننده آب و بارندگی نسبتاً مناسب در منطقه شازند تقریبا می توان گفت در تمامی دشت منابع آب زیرزمینی و سطحی از نظر مصرف کشاورزی و شرب در گروه آب های مناسب و مطلوب قرار می گیرند. بر اساس نقشه زمین شناسی پهنه ۱:۱۰۰۰۰۰شازند جهت جریان آب زیرزمینی نیز به سمت مرکز حوزه آبخیز پل دوآب یعنی دشت شازند باشد. تاسیسات صنعتی نفتی نظیر پالایشگاه و پتروشیمی در منطقه و برداشت مقادیر زیادی آب های زیرزمینی سبب تهی شدن سفره های آب زیرزمینی و نیز آلودگی آنها به مواد نفتی شده است و الزاماً باید برداشت از آب های زیرزمینی و تخلیه پساب های نفتی طی برنامه مدون و حساب شده ای صورت گیرد. نقشه حوزه آبریز شازند و موقعیت تاسیسات نفتی در شکل ۲ نشان داده شده است.لذا پیاده سازی مدیریت تطبیقی با عنایت به خشکسالی سال جاری و آلودگی نفتی و نیترات دشت ضروریست.



شکل ۱- نقشه حوزه آبریز شازند و موقعیت تاسیسات نفتی

مرور ادبیات مدیریت تطبیقی و مطالعات موردی مدیریت آب زیر زمینی، نشانگر تفاوت زیاد بین تعاریف مبتنی بر نظریه مدیریت تطبیقی و تفسیر آن در برنامه مدیریت آب زیرزمینی دارد. مدیریت تطبیقی رویکردی سازمان یافته، با محوریت کاهش عدم قطعیت مفهومی و ادغام دانش جدید در روش مدیریت پیش رو است. مدیریت تطبیقی موجود در برنامه مدیریت آبهای زیرزمینی کنونی، عمدتا یک تطبیق نسبتاً ساده مدیریتی است که نشان دهنده عدم ارتباط بین تعاریف مدیریت تطبیقی و کاربردهای عملی آن در آب زیرزمینی است. می توان مطالعات موردی مدیریت تطبیقی را در پاسخ به رویدادهای زیست محیطی در سه برنامه مدیریتی (آب شیرین جزیره بن ریکی، حوضه مدیریت آبهای زیرزمینی دره پایونر، حوضه مدیریت آبهای زیرزمینی ساحل برنت)، دید. پنج برنامه مدیریتی دیگر در بخش معدنکاوی اقدامات اندکی برای مدیریت اصولی و پایدار منابع آبی دارند.اقدامات اصلاحی ناقص است. فقط اظهارات مبهمی در مورد تجدید نظرهای آتی برای شیوه های مدیریت پیشنهاد شده است و یا پاسخ های غیرقابل توصیف در اسناد برنامه ریزی دارند. برای مثال، اقدامات کاهش فعالیت معدن، برنامه ریزی[46]، که به نظر می رسد استراتژی هایی برای اصلاح وجود دارد که بر خلاف الزامات مدیریت تطبیقی موقتی است. برنامه های مدیریت آبهای زیرزمینی با اقدامات کاهش آثار منفی بیشتر با اصول مدیریت تطبیقی هماهنگ است. این که آیا مدیریت تطبیقی مناسب با توجه به وضعیت آبخوان وجود دارد؟ بسیاری از پروژه های معدنی به طور دائم خواص، جریان آبخوان و وضعیت آب های زیرزمینی ، جریان را تغییر می دهند گاه تغییر دائمی در رژیم هیدرولوژیکی محلی، رخ می دهد [46] ;[42]. گاه در سفره های آب جوان که ساختار فیزیکی و زمین شناسی تغییر چندانی نکرده است، پمپاژآب در تقلیل اثرات منفی اثر دارد. روش یک حلقه بسته، در محدود کردن اقدامات در طول پروژه و یا به عنوان بخشی از تخصیص سالانه نرخهای برداشت مجاز، استفاده می شود. روش دو حلقه ای در برنامه های مدیریت آبهای زیرزمینی استراتژی مدیریتی است که در طول یک دوره ارزیابی، سازماندهی و مدیریت دوباره سهم بندی می شود. برای مثال، تغییر در حد آستانه، محل اندازه گیری، شاخص های ارزیابی در طول دوره مرور مدیریت. ارزیابی مجدد ارزشهای مورد نیاز روش حلقه سه گانه و رخداد آن در مطالعات موردی دشوار است. استراتژی مدیریت شامل رویکرد فعال مدیریت تطبیقی هنگام اجرای پروژه، بازآموزی سیستم و فرایندهای طراحی شده، حرکت و روند منابع/محیط است. برنامه مدیریتی را می توان به عنوان مدیریت تطبیقی فعال طبق تعاریف متداول طبقه بندی کرد که در آن ارزیابی پروژه هایی که اهداف اقتصادی، زیست محیطی و/یا فرهنگی را برآورده می کند، مد نظر است. برنامه های مدیریت آبهای زیرزمینی با مدیریت تطبیقی غیرفعال مطابقت دارد، که در آن اقدامات کاهش اثرات پیش بینی نشده است،یا سازگاری ندارد. اصول مدیریت تطبیقی توصیف شده توسط رل و فیشمن (۲۰۱۵)، عدم

وجود مدیریت تطبیقی فعال در برنامه مدیریت آبهای زیرزمینی را نشان داد که به دلیل محدودیتهایی در کاربرد روش است. فعالیتهای موثر بر آب زیرزمینی اغلب تأثیرات پیچیده و متغیری دارند و نیازمند توسعه ویا تجدید نظر هستند. تعریف مدیریت تطبیقی فعال و غیرفعال برای نشان دادن شرایط خاص آبهای زیرزمینی کاربرد دارد.

۵. نتیجه گیری

بررسی نظریه مدیریت تطبیقی و ارزیابی برنامه های مدیریت آبهای زیرزمینی نشان می دهد که بین نظریه مدیریت تطبیقی و نحوه به کارگیری مدیریت تطبیقی نابرابری آشکاری وجود دارد. مدیریت آبهای زیرزمینی به جای استفاده از رویکرد سازماندهی شده ویلیامز و همکاران (۲۰۰۹)و برنامه های کاربردی آن، تمایل به توصیه های موقت ویا اقدام ضعیف برای کاهش اثرات احتمالی منفی دارد، تنها چند استثنا (طرح GMA دره پایونیر که روشهای روشنی برای کاهش اثرات نامطلوب داشته و شاید بهترین نمونه مدیریت تطبیقی است)، برنامه های مدیریت آبهای زیرزمینی ضعیف بوده و محدودیت های مدیریت تطبیقی بسیار دارد(مثل، آسیب های برگشت ناپذیر و یا پاسخ بطئی به عوارض انسانی. پیشنهاد می کنیم از نظریه مدیریت تطبیقی در عمل برای ارایه خط مشی و رفع مشکلات خاصی که مدیران آبهای زیرزمینی با آن روبرو هستند استفاده شود. چارچوب راهنما باید در مدیریت آبهای زیرزمینی مشتمل بر نحوه اجرای کار بود کلیه مراحل آن اجرا و پیاده شود. تکراری همچنین ظرفیت سازگاری بسیار مهم است

مشکلات آبهای زیرزمینی، قبلاً شناخته شده و ارزیابی شده اند، استفاده از مدیریت تطبیقی برای جلوگیری از سوء تعبیر و استفاده نابجا است. توصیه می کنیم مدیریت تطبیقی فعال و غیرفعال بسته به وضعیت آبهای زیرزمینی بویژه در دشت شازند که بخشی از منابع فعلی آلودگی نفتی و نیتراته یافته اند تدوین شود تا مشکلاتی که نیاز به مدیریت بیشتر یا کمتر دارند اولویت بندی شوند. با تدوین ایجاد دستورالعملها و استانداردهای روشن برای مدیریت تطبیقی آبهای زیرزمینی، شفافیت بیشتر در برنامه ریزی داشته، تحقق نتایج مورد انتظار برای ذینفعان سهل تر گردد.

منابع

[1]Gleeson, T., Alley, W.M., Allen, D.M., Sophocleous, M.A., Zhou, Y., Taniguchi, M., Vandersteen, J., 2012. Towards sustainable groundwater use: Setting long-term goals, backcasting, and managing adaptively. Ground Water 50, 19–26.
[2]Giordano, M., 2009. Global Groundwater? Issues and Solutions. Annu. Rev. Environ. Resour. 34, 153–178.
[3]Werner, A.D., Zhang, Q., Xue, L., Smerdon, B.D., Li, X., Zhu, X., Yu, L., Li, L., 2013. An Initial Inventory and Indexation of Groundwater Mega-Depletion Cases. Water Resour. Manag. 27, 507–533.
[4]Alley, W.M., Leake, S.A., 2004. The Journey from Safe Yield to Sustainability. Ground Water 42, 12–16.
[5]Pierce, S.A., Sharp Jr, J.M., Guillaume, J.H.A., Mace, R.E., Eaton, D.J., 2013. Aquifer-yield continuum as a guide and typology for science-based groundwater management. Hydrogeol. J. 21: 331-340.
[6]Evans, R., Merrick, N., Gates, G., 2004. Groundwater Level Response. Management Strengths, Weaknesses and Opportunities, in: The 9th Murray-Darling Basin Groundwater Workshop 2004.
[7]Noorduijn, S.L., Cook, P.G., Simmons, C.T., Richardson, S.B., 2018. Protecting groundwater levels and ecosystems with simple management approaches. Hydrogeol. J. 018-1844-1849.
[8]Barlow, P.M., Leake, S.A., 2012. Stream flow depletion by wells – Understanding and managing the effects of groundwater pumping on am flow. U.S. Geological Survey Circular 1376, Reston, 84 p. ISBN 978-1-4113-3443-4.
[9]Lee, J., 2014. Theory to practice Adaptive management of the groundwater impacts of Australian mining projects. Environ. Plan. Law J. 31, 251–287.
[10]Rohde, M.M., Froend, R., Howard, J., 2017. A Global Synthesis of Managing Groundwater Dependent Ecosystems under Sustainable Groundwater Policy. Groundwater 55, 293–301.
[11]McDonald, J., Styles, M.C., 2014. Legal Strategies for Adaptive Management under Climate Change. J. Environ. Law 26, 25–53
[12]Allen, C.R., Garmestani, A.S., 2015. Adaptive Management, in: Allen, C.R., Garmestani, A.S. (Eds.), Adaptive Management of Social-Ecological Systems. Springer Netherlands, Dordrecht, pp. 1–10
[13]McFadden, J.E., Hiller, T.L., Tyre, A.J., 2011. Evaluating the efficacy of adaptive management approaches: Is there a formula for success? J. Environ. Manage. 92, 1354–1359.
[14]Williams, B. K., Brown, E. D., 2012. Adaptive Management: The U.S. Department of the Interior Applications Guide. Adaptive Management Working Group, U.S. Department of the Interior, Washington, D.C.
[15]Williams, B.K., Brown, E.D., 2014. Adaptive management: From more talk to real action. Environ. Manage. 53, 465-479.
[16]Slattery, C., 2016. Canary in the coal mine: Why the approval conditions for the Carmichael Mine reveal the need to end the EPBC Act to incorporate adaptive management principles. Environ. Plan. Law J. 33, 421-442.
[17]Allen, C.R., Fontaine, J.J., Pope, K.L., Garmestani, A.S., 2011. Adaptive management for a turbulent future. J. Environ. Manage. 92, 1339–1345.

[18] Holling, C.S., 1978. Adaptive Environmental Assessment and Management. John Wiley & Sons. Fischman, R.L., Ruhl, J.B., 2015. Judging adaptive management practices of U.S. agencies. Conserv. 841 Biol. 30, 268–275.
[19]Williams, B.K., Brown, E.D., 2016. Technical challenges in the application of adaptive management. Biol. Conserv. 195, 255–263.
[20]Pahl-Wostl, C., 2009. A conceptual frame work for analysing adaptive capacity and multi-level learning processes in resource governance regimes. Glob. Environ. Chang. 19, 354–365.
[21]Williams, B.K., Brown, E.D., 2018. Double-Loop Learning in Adaptive Management: The Need, the Challenge, and the Opportunity. Environ. Manage. 62, 995–1006
[22]Williams, B.K., 2011b. Passive and active adaptive management: Approaches and an example. J. Environ. Manage. 92, 1371–1378.
[23]William, B.K., 2011a. Adaptive management of natural resources—framework and issues. J. Environ. Manage. 92, 1346–1353.
[24]Ruhl, J.B., Fischman, R.L., 2010. Adaptive Management in the Courts. Minn. Law Rev. 95, 424–484.
[25]Craig, R.K., Ruhl, J.B., Brown, E.D., Williams, B.K., 2017. A proposal for AM ending administrative law to facilitate adaptive management. Environ. Res. Lett. 12.
[26]Craig, R.K., Ruhl, J.B., 2014. Designing administrative law for adaptive management. Vanderbilt Law Rev. 67, 1–87.
[27]Gregory, R., Ohlson, D., Arvai, J., 2006. Deconstructing Adaptive Management: Criteria for Applications to Environmental Management. Ecol. Appl. 16, 2411–2425.
[28]Allen, C.R., Gunderson, L.H., 2011. Pathology and failure in the design and implementation of adaptive management. J. Environ. Manage. 92, 1379–1384.
[29]QAO, 2013. Environmental regulation of the resources and waste industries, Report 15: 2013-2014,
[30]Fischman, R.L., Ruhl, J.B., 2015. Judging adaptive management practices of U.S. agencies. Conserv. 841 Biol. 30, 268–275.
[31]Werner, A.D., Gallagher, M.R., Weeks, S.W., 2006. Regional-scale, fully coupled modelling of stream–aquifer interaction in a tropical catchment. J. Hydrol. 328, 497–510.
[32]DNRM, 2002. Water Resource (Pioneer Valley) Plan 2002, Department of Natural Resources andMines, Queensland Government. Retrieved from799 https://www.legislation.qld.gov.au/view/pdf/2014-06-27/sl-2002-0379 on 22 February 2018.
[33]DNRM, 2016. Pioneer Valley Resource Operations Plan, Department of Natural Resources and Mines, Queensland Governement. 22 February 2016.
[34]DNRM, 2005. Pioneer Valley Resource Operations Plan: Community Consultation Report, Department of Natural Resources and Mines, Queensland Government. Retrieved from https://qldgov.softlinkhosting.com.au on 3 December 2018.
[35]Kuhanesan, S., Durick, A., Werner, A.D., Weeks, S., Murphy, S., 2005. Report 3: Groundwater Flow Modelling of the Pioneer Valley. Groundwater amendment to the Pioneer Valley Water Resources Plan. Department of Natural Resources and Water, Queensland Government, Brisbane. Retrieved from https://qldgov.softlinkhosting.com.au on 3 December 2018.
[36]DNRME, 2018. Water Monitoring Information Portal, Department of Natural Resources, Mines and Energy, Queensland Government. Retrieved from https://water-monitoring.information.qld.gov.au/ on 22 November 2018
[37]Business Queensland, 2018. Announced entitlements and announced allocations (Pioneer Valley (GMA), Retrieved from https://www.business.qld.gov.au/industries/mining-energy-water/water/authorisations/announced-entitlements on22 November 2018.
[38]Bosserelle, A., Jakovovic, D., Post, V., Rodriguez, S.G., Werner, A., Sinclair, P., 2015. Bonriki Inundation Vulnerability Assessment (BIVA) Assessment of sea-level rise and inundation effects on Bonriki Freshwater Lens, Tarawa Kiribati – Groundwater Modelling report. SPC39 Technical Report SPC00010, 167 p.
[39]Post, V.E.A., Bosserelle, A.L., Galvis, S.C., Sinclair, 2018. On the resilience of small-island freshwater lenses: Evidence of the long-term impacts of groundwater abstraction on Bonriki Island, Kiribati. J. Hydrol. 564, 133–148.
[40]Post, V.E.A., Galvis, S.C., Sinclair, P.J., Werner, A.D., 2019. Evaluation of management scenarios for potable water supply using script-based numerical groundwater models of a freshwater lens. J. Hydrol. 571, 843–855.
[41]Galvis-Rodriguez, S., Post, V., Werner, A., Sinclair, P., Bosserelle, A., 2017. Sustainable 42 management of the Bonriki Water Reserve, Tarawa, Kiribati. SPC Technical Report SPC00054. Suva, Fiji.
[42]Currell, M.J., Werner, A.D., McGrath, C., Webb, J.A., Berkman, M., 2017. Problems with the application of hydrogeological science to regulation of Australian mining projects: Carmichael Mine and Doongmabulla Springs. J. Hydrol. 548, 674–682.
[43]Williams, B.K., Brown, E.D., 2014. Adaptive management: From more talk to real action. Environ. 993 Manage. 53, 465-479.
[44]Bradley, J., 2015. Adani Mining Pty Ltd vs. Land Services of Coast and Country Inc & Ors, 206 Further statement of evidence – geology and hydrogeology (groundwater conceptualisation). Retrieved from http://envlaw.com.au/wp-content/uploads/carmichael8.pdf on 21 February 2019.
[45]Webb, J., 2015. Adani Mining Pty Ltd vs. Land Services of Coast and Country Inc & Ors, Expert report on groundwater impacts. Retrieved from http://envlaw.com.au/wp-content/uploads/carmichael9.pdf on 21 February 2019.
[46]Ecological Australia, 2019. Groundwater Dependent Ecosystem Management Plan: Carmichael Coal Mine Project. Prepared for Adani Mining Pty Ltd, 19 March 2019. Retrieved from https://www.adaniaustralia.com/projects-businesses/mine-environment-reporting#plans-reports-strategies on 22 May 2019.
[47]AECOM, 2019. Groundwater Management and Monitoring Program: Carmichael Coal Project. Retrieved from https://www.adaniaustralia.com/projects-businesses/mine-environment 15 March 2019.
[48]GHD and Adani, 2012b. Social Impact Management Plan. Coal-environmental-impact-statement.html on February 2018.
CSIRO and Geoscience Australia, 2019. Advice on Groundwater Management and Monitoring and Groundwater Dependent Ecosystem Management plans to the Department of the Environment and Energy. February, 2019, 63pp. 22 May 2019.

[49]Currell, M.J., Irvine, D.J., Werner, A.D., McGrath, C., 2020. Science sidelined in approval of 40Australia's largest coal mine. Nat. Sustain., Accepted 11th March 2020.
[50]DEHP, 2017. Environmental authority EPML01470513 – Carmichael Coal Mine, Department of Environment and Heritage Protection, Australian Government. 6 December 2018
[51]DOE, 2015. Statement of reasons for approval of a proposed action under the Environment Protection 41and Biodiversity Conservation Act 1999, Department of the Environment, Australian Government. Retrieved from
[52]Glencore, 2018a. Integra Underground Mine Environmental Management Strategy. 02 May 2019.
[53]GMW, 2017. West Goulburn Groundwater Management Area Local Management, Goulburn-Murray Water. Plan. Retrieved 6 December 2018.
[54]Santos, 2013. Santos GLNG Project CSG Water Monitoring and Management Plan: Stage 2 Revision 2. Retrieved from https://www.santos.com/media/3766/csg-water-monitoring-and-managment-plan-full-plan-stage-2.pdf on 29 January 2018.

Applications of adaptive management in the basic use of groundwater in Shazand plain

Adaptive Management (AM) uses purposeful monitoring and review, its future management practices have an accretive structure, be improved by re-evaluating effective context management and understanding system. Groundwater adaptive management is successful because of its ability to uncertainty in estimating future environmental responses to human activities, and its potential strengths have long been known, but in practice, produced different results in many aspects of management. Therefore, the principles of adaptive management and case studies urban water supply, agriculture and mining applications are evaluated applying groundwater strategies.The interpretation of adaptive groundwater management is very diverse.In some case studies, executive plans Significant shortcomings: A small number of adaptive groundwater management programs adhere to the key components identified in the guidelines, including lack of basic mitigation measures to reduce or assess the likelihood of recovery. Clear definitions and guidelines for adaptive groundwater management are necessary to determine the expectations of regulatory bodies and government agencies responsible for evaluating projects affecting groundwater, and the protective features of adaptive management should be properly incorporated into project plans, leading to greater transparency in planning and achieving the expected results.

Keywords: Water resources; Sustainability; Water governance