



Providing Sustainable Global Groundwater Resources Management Models to Improve the Sustainability Plan in Iran

S. Samani^{1*}

Abstract

Groundwater is the most vital source of water supply in Iran, and its sustainable use is an unavoidable necessity. Unfortunately, in the last few decades, the country's water resources have been in crisis in terms of quantity and quality, and the decline in groundwater aquifer levels has led to serious restrictions in more than 404 of 609 study areas, and a cumulative storage deficit of around 135 billion cubic meters in groundwater resources. In 2014, the implementation of the Groundwater Resources Sustainability Management Plan was approved by the Ministry of Energy to reduce groundwater abstraction. Despite the efforts of the Ministry of Energy over the past five years, the groundwater level is still declining. The use of global models in sustainability management projects can be a great help to better productivity of this project and change the approach of extracting groundwater resources in the country. Therefore, in this article, the leading countries in the field of sustainable water resources management programs have been identified and water resources sustainability laws have been extracted in these countries for implementation in Iran, to improve the rehabilitation and balancing plan in the next phases. Based on the experience of other countries, to increase the effectiveness of the sustainability plan, the most effective factor is the need to reform the structure of water governance and participation of local communities and without public participation, no tangible results can be achieved. It is also necessary to apply integrated and adaptive management of water resources.

Keywords: Sustainable Management Plan and Pattern, Participatory Groundwater Management.

Received: April 27, 2020

Accepted: August 23, 2020

ارائه الگوهای جهانی مدیریت پایدار منابع آب زیرزمینی جهت بهبود طرح احیا و تعادل بخشی در کشور

سعیده سامانی^{۱*}

چکیده

آب زیرزمینی حیاتی‌ترین منبع تأمین آب در کشور ایران است که بهره‌برداری پایدار آن، از ضروریات اجتناب‌ناپذیر محسوب می‌شود. متأسفانه در چندین دهه گذشته، منابع آبی کشور از نظر کمیت و کیفیت در وضعیت بحرانی است و تشدید افت سطح آب زیرزمینی در آبخوان‌ها ممنوعیت بیش از ۴۲۰ محدوده از ۶۰۹ محدوده مطالعاتی و کسری مخزن تجمعی ۱۳۵ میلیارد مترمکعب را به دنبال داشته است. در سال ۱۳۹۳، اجرای طرح احیاء و تعادل بخشی منابع آب زیرزمینی کشور با هدف متعادل کردن میزان برداشت آب به تصویب شورای عالی آب رسید. علی‌رغم تلاش‌های وزارت نیرو طی ۵ سال اخیر در چارچوب طرح احیاء و تعادل بخشی، روند تراز آب‌های زیرزمینی همچنان نزولی است. بنابراین در فاز بعدی اجرای این طرح، نیاز به ارزیابی و یافتن دلایل عدم موفقیت آن است. در این مقاله از رویکرد ارزیابی از طریق مطالعات تطبیقی با هدف استفاده از الگوهای جهانی در بازنگری طرح احیاء و تعادل بخشی و تغییر در اجرای برنامه‌های مدیریتی، جهت بهره‌وری بهتر این طرح و تغییر رویکرد برداشت از منابع آب زیرزمینی در کشور، استفاده شده است. لذا کشورهای پیش‌تاز (آمریکا، اسپانیا و هند) در زمینه برنامه‌های مدیریت پایدار منابع آب جهت انجام مطالعات تطبیقی مشخص شده است. این کشورها به دلیل مشابهت بالا با وضعیت بحران منابع آب زیرزمینی قبل از پیاده‌سازی طرح‌های مدیریت پایدار، انتخاب گردیدند و قوانین پایدار منابع آب در این کشورها در راستای بهبود طرح احیاء و تعادل بخشی در فازهای بعدی، استخراج گردیده است. بر اساس تجربیات سایر کشورها، به منظور افزایش اثربخشی طرح احیاء و تعادل بخشی، به‌عنوان مؤثرترین عامل نیاز به اصلاح ساختار حکمرانی آب، ایجاد پشته‌خانه قانونی در اجرای طرح‌های مدیریتی و مشارکت جوامع محلی است و بدون دخالت عموم مردم و یا جامعه هدف، نمی‌توان دسترسی به نتیجه ملموسی در زمینه مدیریت بهینه منابع آب و احیاء آبخوان‌ها را متصور شد. همچنین اعمال مدیریت یکپارچه و انطباقی در جهت پایدار منابع آب الزامی است.

کلمات کلیدی: الگوهای مدیریت پایدار، طرح احیا و تعادل بخشی، مدیریت

مشارکتی منابع آب زیرزمینی.

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۹/۲/۸

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۹/۶/۲

1- Assistant Professor, Water Research Institute. Email: s.samani@wri.ac.ir

*- Corresponding Author

۱- استادیار موسسه تحقیقات آب.

*- نویسنده مسئول

بحث و مناظره (Discussion) در مورد این مقاله تا پایان پائیز ۱۳۹۹ امکانپذیر است.

۱- مقدمه

با استاندارد جهانی سه برابر بیشتر تخمین می‌زند. لذا منابع آب زیرزمینی کشور در حال نابودی است. وضعیت بحرانی منابع آب زیرزمینی در حال حاضر باعث تشدید افت سطح آب زیرزمینی و کسری حجم مخزن دشت‌ها شده، به گونه‌ای که حدود ۴۲۰ محدوده از ۶۰۹ محدوده مطالعاتی کشور در وضعیت ممنوعیت توسعه بهره‌برداری قرار گرفته و نکته حائز توجه قرارگیری بیش از ۹۰ درصد پتانسیل آب زیرزمینی کشور در این مناطق ممنوعه است (Iran Ministry of Energy, 2019). هم‌اکنون آبخوان‌های کشور، سالانه با میانگین کسری حجم مخزن حدود ۶ میلیارد مترمکعب مواجه هستند و در ۴۷ سال اخیر مخازن آب زیرزمینی با کسری مخزن تجمعی حدود ۱۳۵ میلیارد مترمکعبی مواجه شده‌اند که حدود ۳۰ میلیارد مترمکعب آن در ۳۰ سال اول دوره ۴۷ ساله و بیش از ۱۰۵ میلیارد مترمکعب آن در ۱۷ سال اخیر اتفاق افتاده است که ۱۸ میلیارد مترمکعب آن مربوط به ۵ سال گذشته یعنی از سال ۹۳ تاکنون می‌شود (شکل ۱). موارد گفته‌شده مربوط به تغییرات کمی این منابع است و اما از بعد کیفی هم منابع آب زیرزمینی کشور با چالش بزرگی مواجه است، به ترتیبی که در مطالعات انجام شده شوری این منابع آب در دوره‌ای ۱۷ ساله بیش از ۲ برابر افزایش نشان داده است. نکته حائز اهمیت کوتاه شدن عمر آبخوان‌های مهم کشور است که در صورت تداوم بهره‌برداری‌های بی‌رویه موجود، نابودی این مناطق بسیار نزدیک خواهد بود (Water Resource Management Company, 2016, 2019).

در سال ۱۳۹۳، اجرای طرح احیاء و تعادل بخشی منابع آب زیرزمینی کشور با هدف کاهش برداشت آب از این منابع، به تصویب شورای عالی آب رسید.

واژه "توسعه پایدار" اولین بار توسط کمیسیون جهانی محیط‌زیست و توسعه در گزارشی به نام "آینده مشترک ما" توسط Brundtland et al. (1987) مطرح و همان سال در مجمع عمومی سازمان ملل متحد، به تصویب رسید. طبق تعریف ارائه‌شده در مصوبه مزبور، توسعه پایدار به معنای تأمین نیازهای نسل فعلی بشر بدون تعارض با توانایی نسل‌های آینده برای تأمین نیازهایشان است. تعریف مزبور پایداری محیط زیست را نیز مورد توجه قرار داده است. Alley et al. (1999)، پایداری آب زیرزمینی را به معنای توسعه و بهره‌برداری از این منابع در زمانی نامتناهی، به طوری که اثرات مخرب زیست‌محیطی، اقتصادی و یا اجتماعی نداشته باشد، دانسته‌اند. طبق تعبیر ایشان، "اثرات مخرب" به قضاوت کارشناسی وابسته بوده و مستلزم به کارگیری معیارهای متعددی است. علاوه بر این، پایداری آب زیرزمینی می‌بایست در قالب چرخه هیدرولوژیکی، که آب زیرزمینی بخشی از آن است، تعریف شود. زیرا بهره‌برداری بالا از منابع آب زیرزمینی بدون در نظرگیری تغییرات سطح ایستابی، ممکن است منجر به کاهش شدید غیر مطلوب منابع آب سطحی شود.

کشور ایران در منطقه خشک و نیمه‌خشک کره زمین قرار گرفته است. وقوع خشک‌سالی‌های اخیر باعث شده متوسط بارندگی درازمدت (میانگین ۵۰ ساله) از ۲۵۴ میلی‌متر به حدود ۲۴۰ میلی‌متر در سال کاهش یابد که معادل یک‌سوم متوسط بارندگی جهان، کمتر از نصف بارندگی قاره آسیا بوده و جزو مناطق کم‌باران محسوب می‌شود (Water Resource Management Company, 2019). سازمان محیط‌زیست سرعت استفاده از منابع آب زیرزمینی در ایران را در قیاس

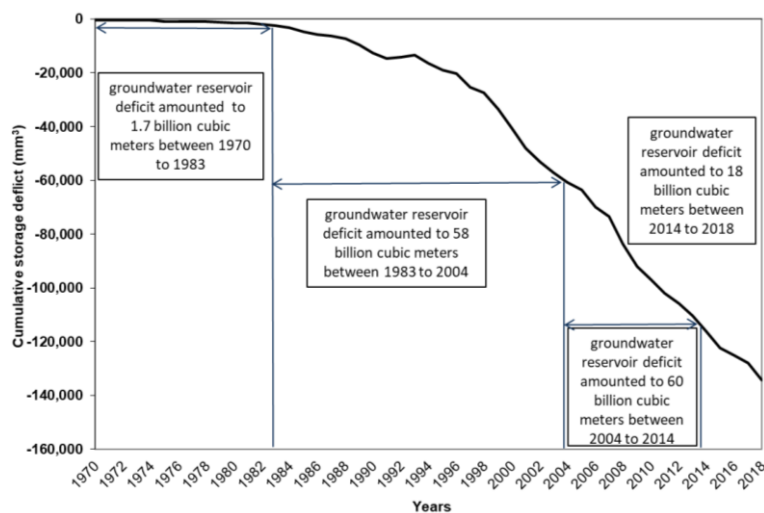


Fig. 1- Commulative groundwater reservoir deficit in Iran (Water Resource Management Company, 2019)
شکل ۱- کاهش تجمعی ذخیره منابع آب زیرزمینی در ایران (Water Resource Management Company, 2019)

چندوجهی و فهم و تبیین مواضع مشابه و مخالف بین امور مورد مقایسه است. امتیاز اصلی روش مطالعات تطبیقی آن است که محقق از حصرگرایی، فراتر می‌رود و امکان وقوف بر ابعاد ناپیدای موضوع مورد تحقیق را فراهم می‌سازد و چشم را بر مسائل بیناتر می‌کند. از دیگر اهداف مطالعات تطبیقی ایجاد تفکر انتقادی درباره سیستم است. در این نوع مطالعات می‌توان به موفقیت‌ها و شکست‌ها، نقاط قوت و ضعف سیستم پی برد. همچنین این تفکر انتقادی باعث می‌شود تا خودمان را ارزیابی کنیم و مبنایی خواهد بود برای انجام اقدامات مناسب برای سیستم، همچنین ما را با نوآوری‌های سیستم‌های مدیریتی در سطح بین‌المللی آشنا می‌کند (Vallima, 2008).

در این مقاله از رویکرد ارزیابی از طریق مطالعات تطبیقی جهت ارزیابی طرح احیاء و تعادل بخشی و یافتن دلایل عدم موفقیت آن در جهت دستیابی به هدف کوتاه‌مدت و میان‌مدت جبران کسری حجم مخزن، استفاده شده است. در مطالعات تطبیقی، با مقایسه یک موضوع باید به کشف موارد تشابه و اختلاف پرداخت و بر اساس آن مسأله‌ای را حل نمود. استفاده از الگوهای موفق جهانی در بازنگری طرح احیاء و تعادل بخشی و تغییر در اجرای برنامه‌های مدیریتی، می‌تواند کمک شایانی به بهره‌وری بهتر این طرح و تغییر رویکرد برداشت از منابع آب زیرزمینی در کشور، داشته باشد. لذا کشورهای پیشین (آمریکا، اسپانیا و هند) در زمینه برنامه‌های مدیریت پایدار منابع آب جهت انجام مطالعات تطبیقی مشخص شده است. در مطالعات تطبیقی، باید ابتدا دلیل مقایسه‌پذیری مواردی که قصد بررسی آن‌ها را داریم اثبات گردد. بنابراین یافتن یک ضلع مشترک میان مواردی که قصد تطبیق آن‌ها را داریم، قدم اول در فرآیند عملیاتی تطبیق است. این ضلع مشترک در این مطالعه در درجه اول انتخاب کشورهایی بوده است که وابستگی شدید به منابع آب زیرزمینی دارند و همچنین وجود شرایط آب و هوایی مشابه با وضعیت ایران مد نظر قرار گرفته است. در جدول ۱ دلایل انتخاب این کشورها مطرح شده است. فهرست اهداف مطالعات تطبیقی در این تحقیق شامل آگاهی از سیستم‌های مدیریت پایدار منابع آب در کشورهای دیگر، آگاهی از نحوه تعامل دوطرفه دولت و مردم محلی جهت مشارکت آن‌ها در طرح‌ها مدیریتی، آگاهی از ریشه‌های تاریخی برخی از فعالیت‌های مدیریتی و اثرات حاصل از آن در کشورهای دیگر، آگاهی از سیستم‌های مدیریت پایدار منابع آب در کشور و شناسایی مشکلات مربوط به آن از طریق مقایسه با وضعیت دیگر کشورها، هستند. در ادامه در هر کشور ابتدا مروری بر وضعیت کلی منابع آب در آن کشور شده و تاریخچه مدیریتی منابع آب زیرزمینی آن کشور بیان شده است و سپس مواردی که منجر به موفقیت طرح‌های پایدار در این کشورها شده است، با توجه به بررسی وضعیت کنونی طرح احیاء و تعادل بخشی، استخراج گردیده است و جهت پیاده‌سازی در طرح

طرح احیاء و تعادل بخشی در کشور یک برنامه ۱۵ ساله را در نظر گرفته است که بر اساس این برنامه در کوتاه‌مدت جبران ۵۰۰ میلیون مترمکعب کسری مخزن در سال ۱۳۹۴، در میان‌مدت، جبران ۵/۷ میلیارد مترمکعب کسری مخزن در طی ۶ سال یعنی تا سال ۱۴۰۰ و در بلندمدت جبران ۱۲۰ میلیارد مترمکعب کسری مخزن (این میزان کسری مخزن تجمعی مربوط به سال ۹۳ است) در مدت‌زمان ۱۵ سال هدف‌گذاری شده است (شکل ۱)، (Dez Ab Company, 2017).

باگذشت چندین سال از اجرای طرح جدید احیاء و تعادل بخشی، با توجه به ادامه‌دار بودن روند کسری حجم مخازن آب زیرزمینی (از سال ۹۳ تاکنون ۱۸ میلیارد مترمکعب کسری مخزن ایجاد شده است) این سؤالات مطرح می‌گردد: چرا روند کاهش ذخایر منابع آب زیرزمینی علی‌رغم اینکه برنامه‌های مختلفی و جامعی برای متوقف کردن آن در کشور وجود داشته است ادامه دارد؟ آیا برنامه‌های پیش‌بینی شده با توجه به طرح تثبیت‌شده احیاء و تعادل بخشی در سال ۱۳۹۳ می‌تواند این روند را متوقف کند؟ آیا قرار است که روند برداشت از ذخایر ثابت ادامه داشته باشد؟ آیا دلایل کم اثر بودن تدابیر شناخته‌شده است؟ دلایل موفقیت طرح‌های پایدار در کشورهای دیگر چه بوده است؟ جهت پاسخ‌گویی به این سؤالات نیاز به ارزیابی طرح مدیریت پایدار و شناسایی مشکلات موجود طرح در کشور است. در این مقاله از رویکرد ارزیابی از طریق مطالعات تطبیقی جهت شناسایی نقاط ضعف طرح استفاده شده است و به بررسی الگوهای جهانی طرح‌های مدیریت پایدار در کشورهای پیشین از زمینه پیاده‌سازی برنامه‌های مدیریت پایدار منابع آب زیرزمینی مانند آمریکا (ایالت کالیفرنیا و آریزونا)، اسپانیا و هند، جهت استفاده از تجارب آن‌ها در دستیابی به شرایط مطلوب مدیریت پایدار با صرف هزینه و زمان کم، پرداخته شده است. قوانین پایدار منابع آب در این کشورها مورد بررسی قرار گرفته است و نکات مفید مربوط به قوانین پایدار در این کشورها جهت پیاده‌سازی در کشور، در راستای بهبود طرح احیاء و تعادل بخشی استخراج گردیده است و بر اساس آن مشکلات طرح احیاء و تعادل بخشی در کشور مطرح گردیده است. استفاده از تجربیات سایر کشورها در طرح‌های مدیریت پایدار می‌تواند به بهره‌وری بهتر طرح احیاء و تعادل بخشی، سرلوحه قرار دادن طرح‌های مدیریتی موفق آن‌ها و تغییر رویکرد برداشت از منابع آب زیرزمینی در کشور، منجر شود.

۲- مواد و روش‌ها

روش انجام تحقیق در این مطالعه روش تطبیقی است. این روش را شناخت یک پدیدار یا دیدگاه در پرتو مقایسه، تعریف می‌کنند. هدف اصلی مطالعه تطبیقی، بررسی مقایسه‌ای جهت رسیدن به شناخت

Table 1- Reasons for choosing US countries (California and Arizona), Spain and India to review sustainability management plans

جدول ۱- دلایل انتخاب کشورهای آمریکا (ایالت کالیفرنیا و آریزونا)، اسپانیا و هند برای بررسی طرح‌های مدیریت پایداری

Country	Reasons for choosing countries
US (Arizona)	Implementation and success of the sustainability management plan in Arizona can be a milestone in the process of improving the status of groundwater resources in Iran.
US (California)	Relatively similar conditions to Iran in terms of climate, dependence on groundwater resources and groundwater crisis, are also planning a groundwater sustainability management program, parts of which can be modeled for Iran.
Spain	Experience similar to the current management of groundwater resources in Iran before 2000 and change of management practice after this year successfully.
India	Severe dependence on groundwater resources; The existence of Variable climatic conditions and hydrogeological status at the state level similar to the situation in Iran; and utilizing successful multidimensional management, which includes vegetation management, groundwater resource management, urban area management, education, and health management.

احیاء و تعادل بخشی ارائه گردیده است.

دادگاه عالی آریزونا قانونی عمومی را تصویب کرد که آب زیرزمینی در مالکیت صاحب زمین بود و تخصیصی مشابه آب سطحی نداشت. مدیریت آب‌های زیرزمینی در آریزونا در ۷۶ سال بعدی (تا سال ۱۹۸۰) اغلب با استناد به این قانون صورت می‌پذیرفت. در دهه ۱۹۳۰، افزایش قیمت پنبه، پیشرفت فناوری در راندمان پمپاژ چاه و دسترسی به برق ارزان قیمت، منجر به تشدید پمپاژ آب‌های زیرزمینی در نواحی مرکزی ایالت آریزونا گردید. در واکنش به این مشکلات دو لایحه جهت تصویب به مجلس قانون‌گذاری ایالت آریزونا در سال ۱۹۴۵ ارائه شد. اولین لایحه، تخصیص منابع آب‌های زیرزمینی بین مصرف‌کنندگان فعلی و ایجاد اولویت‌های حقوقی مانند آب‌های سطحی بود؛ لایحه دوم ثبت تمام چاه‌های کشاورزی ایالت را الزامی می‌نمود و توسعه فعالیت‌های کشاورزی در سطح ایالت محدود یا حتی ممنوع می‌گردید. لیکن هیچ‌یک از این دو لایحه توسط مجلس قانون‌گذاری در آن زمان تأیید نگردید. عدم توانایی آریزونا در اتخاذ یک استراتژی جامع مدیریت آب‌های زیرزمینی، مورد توجه مخالفان طرح‌های انتقال آب سطحی از رودخانه کلرادو قرار گرفت. وزارت کشور ایالات‌متحده در اولین جلسه دولت فدرال برای تعیین نحوه مدیریت قانون‌مند آب‌های زیرزمینی در ایالت آریزونا، اعلام کرد تا زمانی که آریزونا اقداماتی را برای محدود کردن مصارف کشاورزی از طریق منابع آب زیرزمینی انجام ندهد، پروژه انتقال آب درون حوضه‌ای رودخانه کلرادو به مرکز و جنوب آریزونا، تحت عنوان پروژه آریزونا مرکزی (CAP^۲)، به تأیید نخواهد رسید. در پاسخ به این اعلامیه فدرال، فرماندار ایالت هر دو لایحه فوق‌الذکر را در یک جلسه ویژه مجدداً مطرح و به تصویب رساند. لایحه دوم توسط مجلس قانون‌گذاری ایالت تبدیل به قانون آب زیرزمینی سال ۱۹۴۵ شد. لیکن با توجه به این‌که این قانون عملاً هیچ اقدامی برای جلوگیری از کاهش ذخیره آب‌های زیرزمینی انجام

۱-۲- ایالت آریزونا

۱-۱-۲- وضعیت کلی منابع آب در ایالت آریزونا

ایالت آریزونا در جنوب غرب ایالات‌متحده آمریکا و در ناحیه‌ای با آب‌وهوای گرم و خشک تا نیمه‌خشک واقع شده است. میانگین میزان بارش در این ایالت حدود ۲۰۳ میلی‌متر در سال گزارش شده است (Tillman et al., 2011). بهره‌برداری بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی، به‌ویژه در نواحی مرکزی و جنوبی آریزونا، قبل از اجرای طرح‌های مدیریت پایداری، مشکلاتی همچون افزایش هزینه‌های حفاری و پمپاژ، کاهش کیفیت آب را ایجاد کرده بود. در برخی از مناطق کاهش شدید ذخیره آب‌های زیرزمینی (عموماً در مناطق دارای بیش از ۳۰ متر افت سطح ایستایی) موجب فرونشست سطح زمین و ایجاد درز و شکاف در جاده‌ها، پی ساختمان‌ها و دیگر سازه‌های مهندسی نیز شده بود (Jacobs and Holway, 2004).

۲-۱-۲- تاریخچه مدیریت منابع آب زیرزمینی در ایالت

آریزونا

مدیریت منابع آب در ایالت آریزونا بیش از ۱۰۰ سال سابقه دارد. در ادامه خلاصه‌ای از قوانین و اقدامات انجام‌شده برای مدیریت منابع آب (به‌ویژه زیرزمینی) و چالش‌ها و اثرات اجرای آن‌ها، به نقل از گزارش چشم‌انداز تأمین پایدار آب تهیه‌شده توسط اداره منابع آب آریزونا، ۲۰۱۴ ارائه می‌شود.

در اوایل تأسیس ایالت آریزونا، به لحاظ حقوقی آب‌های زیرزمینی به‌طور مجزا از آب‌های سطحی شناخته شده است. در سال ۱۹۰۴،

مرکز و جنوب آریزونا، تحت عنوان پروژه آریزونای مرکزی (CAP): تدوین برنامه‌هایی برای کاهش اضافه برداشت آب‌های زیرزمینی، که منجر به افت شدید سطح ایستایی شده بود؛ تأسیس اداره منابع آب آریزونا و یک دانشکده مرتبط در دانشگاه ایالتی آریزونا بوده است (Tadayon, 2005; Jacobs and Holway, 2004).

۲-۲-۱ ایالت کالیفرنیا

۲-۲-۱-۱ وضعیت کلی منابع آب در ایالت کالیفرنیا

ایالت کالیفرنیا در جنوب غربی ایالات متحده آمریکا واقع شده است. مساحت این ایالت ۴۲۳۹۷۰ کیلومتر مربع (تقریباً یک چهارم ایران) است. میزان بارش سالانه در این ایالت از ۳۵۰۰ میلی‌متر در شمال غرب تا کمتر از ۱۰۰ میلی‌متر در جنوب شرق متغیر است و به‌طور میانگین ۶۰۰ میلی‌متر در سال است. آب‌های زیرزمینی نقش حیاتی در تأمین منابع آب کالیفرنیا دارند، به‌طوری‌که این منابع تقریباً ۴۰ درصد آب مورد استفاده در مزارع و شهرهای کالیفرنیا را تأمین می‌کنند، که این مقدار در دوران خشک‌سالی تا ۶۰ درصد افزایش می‌یابد. ۸۵ درصد از جمعیت کالیفرنیا یعنی حدود ۳۰ میلیون نفر برای تأمین آب شرب به آب‌های زیرزمینی وابسته هستند. محاسبه میزان اضافه برداشت منابع آب زیرزمینی توسط مرکز هیدرولوژی دانشگاه کالیفرنیا بین سال‌های ۲۰۰۳ تا ۲۰۱۰ به میزان سه میلیارد مترمکعب و سه برابر این مقدار یعنی ۹ میلیارد مترمکعب در سال ۲۰۱۲ (یک سال خشک) و سال ۲۰۱۳ (یک سال بحرانی خشک) بوده است (Chappelle et al., 2017; Konikow, 2015).

با توجه به این‌که کالیفرنیا بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۹ با بدترین خشک‌سالی تاریخ روبرو است، در نظر گرفتن راهی برای حفاظت از این منابع با ارزش برای مراقبت از شهرها، محیط‌زیست و کشاورزی ایالت ضروری است. استفاده از منابع آب زیرزمینی در کالیفرنیا در حال افزایش است و پیش‌بینی می‌شود که این تقاضا در آینده به دلیل کاهش منابع آب سطحی، تحت تأثیر تغییرات آب و هوایی و افزایش جمعیت (جمعیت این کشور در سال ۲۰۴۹ از ۳۸ میلیون نفر به ۵۰ میلیون نفر خواهد رسید)، افزایش بیشتری خواهد یافت (CWF, 2014; U.S. Census Bureau, 2019).

۲-۲-۲ تاریخچه مدیریت منابع آب در کالیفرنیا

در سال ۱۹۱۴ کالیفرنیا یک چارچوب قانونی را تصویب کرد که شامل قانون سیستم حق آبه منابع آب سطحی بود. در آن زمان سیستم قانونی مشخصی برای برداشت آب زیرزمینی وجود نداشت، در نتیجه، صاحبان زمین مجاز به برداشت آب زیرزمینی به میزان مورد نیاز خود بودند و

نمی‌داد، در سال ۱۹۴۸، دولت فدرال مجدداً اجرای طرح CAP را متوقف کرد. در سال ۱۹۴۸، قانون جامع آب زیرزمینی در نهایت به تصویب رسید. این قانون ده منطقه بحرانی مهم در داخل ایالت (که فاقد آب زیرزمینی کافی برای کشاورزی بودند) را تعیین و توسعه کشاورزی در این مناطق بحرانی، ممنوع نمود. با این‌حال، این قانون هیچ اقدامی برای رسیدگی به وضعیت مقادیر پمپاژهای موجود و همچنین تخصیص منابع آب زیرزمینی در میان کشاورزان مناطق بحرانی انجام نداد. از آنجایی‌که قانون مزبور امکان ادامه پمپاژ آب‌های زیرزمینی را در مناطق بحرانی فراهم می‌نمود، به‌شدت مورد انتقاد قرار گرفت، زیرا عملاً هیچ کاری برای کنترل اضافه برداشت آب زیرزمینی صورت نگرفت. در سال ۱۹۷۹، دولت ایالات متحده اعلام کرد بودجه پروژه CAP در لیست پروژه‌هایی است که بودجه آن قطع خواهد شد، و وزیر کشور وقت متعاقباً هشدار داد که اگر ایالت آریزونا موفق به تصویب یک قانون جامع آب زیرزمینی نگردد، پروژه CAP حذف و بودجه آن قطع خواهد شد. در سال ۱۹۸۰، آقای بروس بابیت، فرماندار وقت ایالت آریزونا، یکی از مهم‌ترین قوانین تاریخ این ایالت، به نام قانون مدیریت آب زیرزمینی (GMA) را در جلسه ویژه مجلس قانون‌گذاری به تصویب رساند. هیچ ایالت دیگری در آمریکا دارای یک استراتژی بلندمدت مدیریت منابع آب زیرزمینی مانند GMA نیست که نه تنها از اقتصاد ایالت محافظت می‌کند، بلکه ثبات اقتصادی آینده را نیز تضمین می‌کند. این قانون تا به امروز مرجع مدیریت پایدار منابع آب زیرزمینی در ایالت آریزونا است.

قانون GMA سه سطح مدیریت آب را برای پاسخ به شرایط مختلف آب زیرزمینی تنظیم کرده است. که شامل سطح مدیریتی عمومی (شامل مقررات ایالتی نسبتاً محدود بوده، و متمرکز بر صدور مجوز حفاری‌های چاه، ثبت چاه‌ها، اطلاع از کفایت تأمین آب برای توسعه مناطق مسکونی جدید و ممنوعیت انتقال آب‌های زیرزمینی بین بیشتر زیر حوضه‌ها در سطح ایالت است)، سطح مدیریتی برای مناطق ممنوعه کشاورزی (هیچ زمین جدیدی برای تولید کشاورزی اختصاص نمی‌یابد، اما هیچ‌گونه محدودیتی برای استفاده آب در مصارف غیر کشاورزی وجود ندارد) و مناطق تحت مدیریت شدید (کاهش و حذف پمپاژ آب‌های زیرزمینی در مناطق خاصی از ایالت) برای مناطقی با بحران بالاتر، است (Jacobs and Holway, 2004; Miller, 2000).

قانون GMA چارچوب مدیریت آب زیرزمینی آریزونا را تنظیم نموده است. از جمله اقدامات صورت گرفته در قالب قانون GMA به موارد زیر می‌توان اشاره نمود (Jacobs and Holway, 2004): حل و فصل اختلافات حقوقی در مصرف آب‌های زیرزمینی؛ حمایت از احداث کانالی به طول ۵۳۱ کیلومتر به‌منظور انتقال آب رودخانه کلرادو به

طبق قانون جدید، مدیریت آب زیرزمینی بایستی در سطح حوضه و توسط سازمانی به نام آژانس پایداری آب زیرزمینی (GSA)^۵ انجام شود. شرکت‌های محلی و سایر بهره‌برداران در هر حوضه می‌توانند در تشکیل GSA مشارکت کنند. وظیفه GSA عبارت است از: رهبری حوضه آبریز در زمینه توسعه و ارتباط با سایر حوضه‌ها؛ تهیه و پیاده‌سازی برنامه‌های پایداری آب زیرزمینی (GSP)؛^۶ پایش، ارزیابی و گزارش‌دهی روند دستیابی به اهداف پایداری. در واقع در این قانون وظیفه برنامه‌ریزی و مدیریت، به بهره‌برداران و ذینفعان آب زیرزمینی در یک حوضه سپرده شده است و ارگان‌های دولتی نقش نظارتی و حمایتی دارند. سازمان منابع آب کالیفرنیا مهم‌ترین ارگان دولتی در زمینه مدیریت منابع آب در سطح ایالت، در همه مراحل برنامه‌ریزی، اجرا و ارزیابی، بر GSA نظارت داشته و در همه این مراحل با تعیین چارچوب‌ها، انتشار راهنماها، ارائه بهترین تجربه‌ها و غیره به پیشبرد اهداف آن‌ها کمک می‌کند (Smith and Abhold, 2016; Girard, 2016). در همین راستا، سازمان منابع آب کالیفرنیا چارچوب کلی یک برنامه پایداری آب زیرزمینی که باید توسط آژانس‌های پایداری آب زیرزمینی تدوین گردد را مشخص کرده است، که طبق این چارچوب، برنامه پایداری آب زیرزمینی باید با این هدف تدوین شود: "مدیریت و استفاده از آب زیرزمینی به نحوی که در افق یک طرح بهره‌برداری بلندمدت و در طول پیاده‌سازی آن طرح، پیامد نامطلوبی اتفاق نیافتد". در سال ۲۰۱۶ سازمان منابع آب کالیفرنیا در جهت کمک به آژانس‌های پایداری آب زیرزمینی برای تدوین برنامه پایداری گزارشی با نام بهترین روش‌های مدیریت منتشر کرده است. در این گزارش موارد زیر تشریح گردیده است: یک حوضه می‌تواند به سه شکل مدیریت شود. حالت اول آن است که در کل حوضه یک آژانس پایداری آب زیرزمینی تشکیل شود و تمامی بهره‌برداران و شرکت‌های محلی حوضه در آن مشارکت داشته باشند. حالت دوم آن است که در یک حوضه چند آژانس پایداری آب زیرزمینی تشکیل شود و برای کل حوضه یک برنامه پایداری آب زیرزمینی (GSP) مشترک تهیه گردد. در حالت سوم در یک حوضه چند آژانس پایداری آب زیرزمینی تشکیل شده و هرکدام یک برنامه پایداری برای محدوده خود آماده می‌کنند، در این حالت بایستی یک تفاهم‌نامه همکاری بین آژانس‌های پایداری آب زیرزمینی حوضه تدوین شود و در آن حدود اختیارات و مسئولیت‌های هرکدام مشخص گردد.

بسیار قابل توجه است که حتی برای مدیریت در سطح حوضه، الزامی برای یک ساختار واحد وجود ندارد و مطابق شرایط خاص هر حوضه و بسته به تنوع و محدوده فعالیت ذی‌مدخلان (شرکت‌های محلی) و ذینفعان (بهره‌برداران)، ساختارهای متفاوتی می‌تواند شکل بگیرد. آنچه مهم است هماهنگی و همکاری بین همه متصدیان در سطح حوضه

هیچ‌کسی مسئولیت یا اختیاری را برای پیگیری میزان بهره‌برداری به عهده نداشت. هر بهره‌بردار قادر به تصمیم‌گیری مستقل از شرایط حوضه و یا عملکرد دیگر بهره‌برداران بود (Hanak and Harter, 2017). در سال ۱۹۷۸، فرماندار Jerry Brown، کمیسیون را برای بررسی قانون حقوق آب کالیفرنیا تشکیل داد، آن‌ها تصمیم گرفتند که چارچوب اساسی قانون قبلی را حفظ کنند و به جای ایجاد تغییرات چشمگیر به نقص‌های خاص رسیدگی کنند. قابل ذکر است که بیشتر تغییرات پیشنهادی کمیسیون در زمینه مدیریت آب‌های زیرزمینی بود. سیاست‌های مدیریت آب زیرزمینی در کالیفرنیا به مرور زمان اصلاح و تکمیل شده است. در واقع مدیریت آب زیرزمینی در کالیفرنیا را می‌توان به دو بازه زمانی کلی تقسیم نمود. مدیریت آب زیرزمینی در کالیفرنیا تا سال ۲۰۱۴ الزامی نبوده است و در این ایالت هیچ‌گونه قانون فراگیری جهت مدیریت منابع آب زیرزمینی با قابلیت اجرای واحد، وجود نداشت. باهدف مدیریت پایدار منابع آب در سال ۲۰۱۴، قانون مدیریت پایدار منابع آب زیرزمینی (SGMA)^۳ برای اولین بار در ایالت کالیفرنیا توسط دولت براون (Brown) ابلاغ شد. بر اساس این قانون، باید اولویت‌بندی تمامی مناطق و محدوده‌ها جهت پایداری و تثبیت منابع آب زیرزمینی تا سال ۲۰۴۰ مشخص شود، در همین راستا، در سال ۲۰۱۴ سازمان منابع آب (DWR)^۴ حوضه و زیر حوضه را برای تقدم مدیریت به اولویت بالا، متوسط و پایین تقسیم‌بندی نمودند، این سازمان از ۵۱۵ حوضه، ۱۲۷ حوضه را با توجه به میزان بحران، در اولویت متوسط و بالا طبقه‌بندی کردند، این ۱۲۷ حوضه در واقع ۹۶ درصد از منابع آب زیرزمینی کالیفرنیا را تأمین می‌کند و علاوه بر این ۸۸ درصد از جمعیتی که از آب زیرزمینی استفاده می‌کنند، در این حوضه‌ها واقع شده‌اند (Rogers, 2016; Moir et al., 2018).

آبخوان‌هایی با بیشترین نرخ برداشت و بحرانی‌ترین شرایط در اولویت اجرای برنامه‌های زیر قرار گرفته‌اند: (۱) در تمامی محدوده‌ها باید تا سال ۲۰۱۷، آژانس‌ها و دستگاه‌های اجرایی و تصمیم‌گیرنده در زمینه مدیریت آب زیرزمینی شناسایی و ایجاد گردد؛ (۲) برنامه پایداری و ثبات شرایط آبخوان‌هایی که دارای میزان برداشت و افت بالا و بحرانی می‌باشند باید تا سال ۲۰۲۰ تدوین و اجرا شود؛ برنامه پایداری دیگر آبخوان‌های دارای اولویت متوسط و بالا نیز باید تا سال ۲۰۲۲ تدوین و اجرا شود؛ (۳) تمامی آبخوان‌ها باید تا سال ۲۰۴۰ به ثبات رسیده و در صورت امکان احیاء شوند (افزایش تراز آب)؛ (۴) در صورتی که آژانس‌ها و دستگاه‌های اجرایی و تصمیم‌گیرنده در مناطق و محدوده‌های مختلف نسبت به برنامه‌ریزی و اجرای صحیح اقدامات با مشکل مواجه شوند، مرکز مدیریت منابع آب ایالتی به‌عنوان مرجعی بالاتر باید به موضوع ورود پیدا کرده و روند اجرای برنامه‌ها را تسهیل کند (California Legislative Information, 2014).

۳-۲- کشور هند

۳-۲-۱- وضعیت منابع آب زیرزمینی در هند

کشور هند حدود ۱۶٪ از جمعیت دنیا را به خود اختصاص داده است. مساحت این کشور حدود ۲/۴۵٪ از مساحت کل دنیا است و ۴٪ از آب شیرین دنیا در این کشور قرار دارد. متوسط حجم بارش سالانه این کشور ۴۰۰۰ میلیارد مترمکعب است که از این حجم، فقط حدود ۱۸۶۹ میلیارد مترمکعب آن قابل دسترس بوده که ۱۱۲۳ میلیارد مترمکعب از آن (۶۹۰ میلیارد مترمکعب از منابع آب سطحی و ۴۳۳ میلیارد مترمکعب از منابع آب زیرزمینی) مورد استفاده قرار می‌گیرد (Kulkarni et al., 2009). هند به‌عنوان یکی از بزرگ‌ترین کاربران منابع آب زیرزمینی در جهان است و مدیریت آب‌های زیرزمینی در آن با چالش‌های زیادی روبرو است. آب‌های زیرزمینی منبع اصلی تأمین آب کشاورزی در هند است و در حال حاضر حدود ۸۰ درصد از آب کشاورزی در این کشور از منابع آب زیرزمینی تأمین می‌گردد. آب‌های زیرزمینی به‌عنوان تأمین آب شرب نیز دارای اهمیت هستند، به‌طوری‌که تقریباً ۹۰٪ از آب شرب مناطق روستایی از آب‌های زیرزمینی تأمین می‌شود (Kulkarni and Shankar, 2010; Jha and Sinha, 2009).

در گزارش کمیته مدیریت آب‌های زیرزمینی، در سال ۲۰۰۴، حدود ۲۸ درصد از بلوک‌های هند (واحدهای اداری شناخته‌شده در سطح ملی) در سطح توسعه آب زیرزمینی در وضعیت مطمئن، نیمه بحرانی، بحرانی یا بیش‌ازحد بحرانی، واقع شده‌اند، درحالی‌که این مقدار در سال ۱۹۹۵ به میزان ۴ درصد بوده است. تغییر سریع وضعیت بین سال‌های ۱۹۹۵ و ۲۰۰۴ باید به‌عنوان یک هشدار برای آینده در نظر گرفته شود (Planning Commission, 2007).

۳-۲-۲- تاریخچه مدیریت منابع آب زیرزمینی در هند

قانون ارائه‌شده در سال ۱۸۸۲، برای هر مالک زمین حق برداشت تمام آب زیرزمینی و سطحی در ملک خودش را فراهم می‌کرد. این قانون به مالکان زمین قدرت قابل‌توجهی جهت برداشت آب‌های زیرزمینی می‌داد. وزارت منابع در سال ۲۰۰۵ یک سری قوانین در راستای پایداری منابع آب زیرزمینی و قانونمند کردن استفاده از آب، وضع کردند. این قوانین شامل ثبت نام اجباری مالکان چاه، نیاز به دریافت مجوز برای حفر چاه جدید، محدود کردن عمق حفر چاه و ایجاد مناطق حفاظتی اطراف منابع آب زیرزمینی تأمین‌کننده آب آشامیدنی بودند. الزامات این قانون شامل موارد زیر است: بازبینی مجدد پتانسیل‌های آب زیرزمینی بر پایه علمی و با توجه به کیفیت آب موجود؛ تنظیم بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی به‌طوری‌که برداشت بیشتر از تغذیه

است و کاملاً مشخص است که ملاک سازمان آب کالیفرنیا برای تأیید ساختار، کسب اطمینان از وجود این هماهنگی و همکاری است.

بعد از طرح پایش منابع آب کالیفرنیا توسط دولت براون با تأکید بر اهمیت مدیریت منابع آب زیرزمینی، از بنیاد آب کالیفرنیا (CWF)^۶ درخواست گردید تا شورایی از ذینفعان جهت ارائه توصیه‌هایی برای دستیابی به مدیریت پایدار آب‌های زیرزمینی تشکیل دهند و گزارش‌هایی جهت ارائه به فرماندار براون و مجلس قانون‌گذار تهیه نمایند. این شورا از نماینده کشاورزان، آژانس‌های آب و طرفداران محیط‌زیست تشکیل گردید. در شورای ذکرشده، طیف وسیعی از مردم با تجربه در زمینه مسائل آب از سراسر ایالت، توصیه‌هایی را برای دستیابی به مدیریت پایدار آب‌های زیرزمینی با هدف تصمیم‌گیری در سطح محلی و منطقه‌ای ارائه دادند. این نشست‌های مشترک بین ذینفعان و بنیاد آب کالیفرنیا منجر به ارائه توصیه‌هایی گردید که چارچوب حفاظتی و مدیریتی پایدار منابع آب زیرزمینی را برای کالیفرنیا فراهم می‌کند. این توصیه‌ها عبارت‌اند از: (۱) تعریف "مدیریت پایدار منابع آب زیرزمینی"؛ (۲) توسعه یک برنامه مدیریتی در سطح کشور با یک سیستم اولویت‌بندی برای همه زیر حوضه‌ها؛ (۳) ایجاد نهادهای مدیریت محلی منابع آب زیرزمینی؛ (۴) فراهم کردن ابزار و اختیارات برای مدیریت محلی منابع آب زیرزمینی جهت دستیابی به پایداری؛ (۵) توسعه طرح‌های مدیریتی توسط مدیران محلی؛ (۶) مدیریت منابع آب زیرزمینی باید به‌صورت یکپارچه با در نظر گرفتن منابع آب سطحی، کیفیت آب، استفاده مجدد، نظارت بر محیط‌زیست و دیگر راهبردهای مدیریتی آب، انجام شود؛ (۷) ایجاد نقش واضح و هماهنگ دولت برای کمک، نظارت و اجرا؛ (۸) حمایت از حقوق مالکان شخصی و حقوق آب؛ (۹) اعمال زمان‌بندی مناسب برای اجرای طرح مدیریت پایداری با توجه به اینکه اضافه برداشت اتفاق افتاده در طول چندین دهه نیاز به یک‌زمان قابل‌توجه برای رسیدن به تعادل دارد. عدم قطعیت در رابطه با شرایط آب و هوایی و منابع آب سطحی ممکن است این زمان موردنیاز را گسترش دهد؛ (۱۰) آب‌های زیرزمینی باید در سطح زیر حوضه‌های موجود مدیریت شوند و نه بر اساس مرزهای سیاسی؛ (۱۱) تأمین منابع مالی برای مدیریت آب‌های زیرزمینی؛ (۱۲) افزایش بهره‌وری آب در مناطق شهری با استفاده از افزایش قیمت آب در جهت تغییر رفتار مصرف‌کننده؛ (۱۳) بهبود بهره‌وری آب مصرفی کشاورزی از طریق مشوق‌های مالی برای کشاورزان؛ (۱۴) دسترسی به اطلاعات برای مدیریت و درک بیشتر شهروندان (CWF, 2014; WEF, 2016; Hanak and Jezdimirovic, 2016).

۲-۳-۳- تاریخچه مدیریت مشارکتی در هند

- تاریخچه ایجاد مدیریت مشارکتی در هند

رویه و تغییرات ساختاری گذار از مدیریت دولتی به مدیریت مشارکتی در هند طی سه مرحله تکامل یافته است که در ادامه بدان اشاره شده است (Singh, 1991):

در اوایل دهه ۱۹۸۰، مفهوم مدیریت مشارکتی در مرحله پیدایش و شروع اولیه بود و مشارکت کشاورزان به حضور و مشارکت نمایندگان آن‌ها محدود می‌شد. در این سیستم تصمیمات مدیریتی در زمینه تأمین منابع آب کشاورزان، از طریق نمایندگان آن‌ها صورت می‌گرفت و به دلیل عدم مشارکت کشاورزان در برنامه‌ریزی، توسعه و مدیریت این سیستم مدیریتی موفقیت‌آمیز نبود.

در نیمه دوم دهه ۱۹۸۰ اولین سیاست ملی آب با تأکید بر مدیریت مشارکتی به تصویب رسید. طی این سیاست کشاورزان باید به‌طور مداوم در جنبه‌های مختلف مدیریت سیستم‌های آبیاری، به‌ویژه در توزیع آب و جمع‌آوری آب‌بها، میزان مشارکت خود را افزایش دهند. همچنین مؤسسات داوطلبانه باید در راستای آموزش کشاورزان در مسیر استفاده بهینه از آب و نحوه مدیریت آب عمل کنند. با این حال مشخص شد که برای رسیدن به این هدف کشاورزان بدون وجود یک ساختار یا انجمن رسمی نمی‌توانند نقش مهمی ایفا کنند. بنابراین یک سری مراحل اداری ایجاد انجمن و تشکل‌ها طی گردید. اما ایجاد این تشکل‌ها تنها بر روی کاغذ باقی ماندند.

در اوایل دهه ۱۹۹۰ مشخص شد که حتی وجود یک ساختار در قالب انجمن و تشکل نیز نمی‌تواند مدیریت مشارکتی مطلوب را ایجاد نماید. در حقیقت مشخص گردید که مدیریت مشارکتی بدون انتقال مالکیت و حقوق تنها بر روی کاغذ و در سطح برنامه‌ریزی جذاب بوده و در عمل ممکن نخواهد شد. لذا یک مفهوم رادیکال از ایجاد تشکل‌های کشاورزان و گردش مالی آن‌ها تحت پروژه تدوین منابع آب توسط بانک جهانی تصویب شد، که در آن هزاران تشکل آب‌بران تشکیل شده و مسئولیت بهره‌برداری و نگهداری از جمله تخصیص، جمع‌آوری آب‌بها و هزینه‌ها را بر عهده تشکل می‌گذاشت.

با وجود گذار به مدیریت مشارکتی بعد از طی این مراحل سه‌گانه، در عمل باز هم مشکلاتی وجود داشت. تعمیر و نگهداری تجهیزات و تأسیسات مورد غفلت قرار گرفت و حتی در جاهایی خسارت‌های عمدی به سازه‌ها وارد شد. لذا وضعیت زیرساخت‌های آبیاری و سیستم توزیع آب رو به وخامت گذاشت و مزایایی که در ابتدا مدیریت مشارکتی

صورت نگیرد؛ توسعه و مدیریت یکپارچه و هماهنگ آب‌های سطحی و زیرزمینی؛ جلوگیری از برداشت بیش‌ازحد منابع آب زیرزمینی در نزدیکی ساحل برای جلوگیری از ورود آب دریا.

علاوه بر این، در سال ۲۰۱۲، قانون سیاست ملی آب بارگذاری گردید که اصول کلیدی مربوط به مدیریت تقاضا، بهره‌وری استفاده، زیرساخت‌ها و ابعاد قیمت‌گذاری آب را بیان می‌کرد. بر اساس این سیاست ملی آب، دولت قانون مربوط به چارچوب آب را در سال ۲۰۱۳ تصویب کرد. لایحه مدیریت پایدار و سیاست ملی آب در راستای نظارت بر آب‌های زیرزمینی بر اساس اصول اعتماد عمومی طرح‌ریزی گردید. اصول اعتماد عمومی تضمین می‌کند که منابع برای استفاده عمومی است و نمی‌تواند به مالکیت خصوصی تبدیل شود. دولت مسئولیت حفاظت و نگهداری این منابع طبیعی را برای افراد ذینفع یعنی مردم، به عهده دارد. علاوه بر این، دولت موظف است که برای شهروندان آب باکیفیت مناسب که جز حقوق اولیه آن‌ها است، فراهم نماید. بر اساس این لایحه، قانون مربوط به سال ۱۸۸۲ منتفی گردید (Suhag, 2016). به‌منظور حفاظت از منابع آب، قانون سیاست ملی آب، ضرورت قیمت‌گذاری آب را تعیین می‌کند و قیمت‌گذاری منصفانه برای کاربری‌های مختلف را از طریق ایجاد سازمان تنظیم مقررات آب (WRA) در هر ایالت پیشنهاد می‌کند. سازمان تنظیم مقررات آب، تعرفه آب را بر اساس حجم مورد استفاده تعیین می‌کند و به‌صورت دوره‌ای بررسی انجام می‌شود. این سیاست برای مؤثر واقع‌شدن نیاز به مکانیسم‌های قانونی قابل اجرا دارد (Hamilton, 2012). در قانون ملی آب در سال ۲۰۱۳ پیشنهاد گردید که برداشت از منابع آب زیرزمینی باید با میزان استفاده از برق موردنیاز برای استخراج، محدود شود تا تعادلی بین نیاز کشاورزان و استفاده پایدار منابع آب زیرزمینی ایجاد گردد. کمیسیون سیاست‌های قیمت‌گذاری^۸ استفاده از روش آبیاری قطره‌ای را که باعث کاهش مصرف آب و برق می‌گردد، را توصیه می‌کند. همچنین اگر کشاورزان بتوانند از آب یا برق کمتر از سقف تعیین‌شده استفاده کنند، برابر با واحدهای استفاده‌نشده آب/برق با نرخ هزینه‌های خانگی وجه نقد دریافت خواهند کرد. این امر کشاورزان را به استفاده از آبیاری قطره‌ای و دیگر روش‌های مدیریت آب در مزرعه برای افزایش تولید در هر قطره آب تشویق می‌کند (Perveen et al., 2012; Jha and Sinha, 2009). در لایحه سال ۲۰۱۵، وزارت توسعه شهری مورد ذخیره‌سازی آب باران را نیز به قانون مدیریت پایدار آب اضافه نمودند. طبق این قانون ساختارهای برداشت آب باران در تمام ساختمان‌هایی با مساحت بالاتر از ۱۰۰ مترمربع یا بیشتر باید احداث گردد (MWR, 2015).

با در نظر گرفتن جنبه‌های کمی و کیفی، در مجموع ۲۵۹ (۳۷ درصد) از این آبخوان‌ها، طبق اهداف زیست‌محیطی WFD در وضعیت خطر قرار داشتند (۸۹ آبخوان به دلیل وضعیت کمی و بقیه به دلیل شرایط کیفی)، ۱۸۴ (۲۶٪) از آن‌ها در وضعیت بدون خطر معرفی گردیدند (آن‌ها در شرایط محیط زیستی خوب قرار داشتند)، و ۲۵۶ (۳۷٪) منتظر ارزیابی بیشتر برای تعیین شرایط محیطی خود بودند. در واقع اطلاعات کافی برای تعیین وضعیت دقیق این آبخوان‌ها در دست نیست (Hernandez-Mora et al., 2007).

۲-۴-۲- تاریخچه قوانین مدیریتی منابع آب زیرزمینی در اسپانیا

مدیریت منابع آب در اسپانیا از طریق سازمان‌های آب با سطح فعالیت در حوضه آبریز، انجام می‌گیرد. این سازمان‌ها در اواخر دهه ۱۹۲۰ شروع به کار نموده‌اند و یک پیشرفت بزرگ برای مدیریت آب در این کشور بوده‌اند. این سازمان‌ها تحت مدیریت دولت مرکزی قرار دارند. قانون اساسی سال ۱۹۷۸ کل کشور را به جوامع خودمختار (که در اینجا "مناطق" نامیده می‌شود)، با دولت‌های محلی تقسیم کرد. به منظور حفظ مدیریت حوضه آبریز رودخانه، زمانی که یک حوضه آبریز مخصوص در دو یا چند منطقه قرار دارد، مدیریت آن به عهده وزارت محیط‌زیست است. هنگامی که حوضه به طور کامل در داخل یک منطقه مشخص قرار دارد، مدیریت آن به طور کامل به عهده دولت منطقه‌ای است.

قانون آب اسپانیا در سال ۱۹۸۵، آب‌های زیرزمینی را که بیش از این جز اموال خصوصی محسوب می‌شد به عنوان دارایی عمومی معرفی کرد و مدیریت آن در هر حوضه به سازمان آب آن حوضه محول نمود. در این قانون به لزوم شکل‌گیری انجمن‌های بهره‌برداران تأکید شده بود. طبق این قانون، در حوضه‌های دارای اضافه برداشت همه بهره‌برداران موظف شدند در انجمن‌های آب زیرزمینی عضو شوند و با سازمان آب در زمینه برنامه‌ریزی و پیاده‌سازی برنامه مدیریتی مشارکت داشته باشند، صدور مجوز جدید برای برداشت آب ممنوع اعلام گردید و سازمان آب آن حوضه نسبت به تدوین برنامه مدیریتی اقدام نموده و مقدار مجاز برداشت برای هر مصرف‌کننده را تعیین نموده است. این قانون در سال ۱۸۶۶ برای منابع آب سطحی تعریف شده بود.

پیاده‌سازی این قوانین آب با مشکلات زیادی مواجه بوده است، دو مورد برجسته آن شامل: (۱) سازمان‌های حوضه‌ای هیچ تجربه‌ای در مدیریت منابع آب زیرزمینی نداشتند و فاقد منابع انسانی و مالی مناسب برای رسیدگی به مسئولیت‌های جدید واگذار شده بودند. همچنین

کشاورزان بر مبنای آن پا گرفته بود به تدریج از بین رفت. اکثر تشکل‌های آب‌بران و کمیته‌های آبیاری ناتوان شدند. ارزیابی‌ها از وضعیت نشان داد که تشکل‌ها برای بقا و پایداری به حمایت دولت وابسته هستند و عملکرد مستقل آن‌ها منجر به شکست می‌گردد (Singh, 1991).

به همین دلیل سیاست ملی آب در سال ۲۰۰۵، مجدداً با تأکید بر نیاز به مدیریت مشارکتی بیان داشت که مدیریت منابع آب برای مصارف گوناگون باید با یک رویکرد مشارکتی نه تنها بین بهره‌برداران که بین دولتمردان و دیگر بهره‌برداران عجنین شود. این سیاست نه تنها با دخالت نهادهای دولتی مختلف، بلکه همچنین با حضور بهره‌برداران و سایر ذینفعان آب، به شیوه‌ای مؤثر و قاطع در جنبه‌های مختلف برنامه‌ریزی، طراحی، توسعه و مدیریت طرح‌های منابع آب باید ایجاد شود. همچنین در این مسیر تغییرات لازم قانونی و نهادی باید در سطوح مختلف انجام گیرد تا بتواند نقش مناسب زنان را نیز در مدیریت منابع آب تضمین کند. به طور خاص، تشکل‌های آب‌بران و انجمن‌های محلی مانند شهرداری و غیره باید در عملیات نگهداری و بهره‌برداری زیرساخت‌ها و امکانات آب به طور مداوم درگیر شوند تا آمادگی این را داشته باشند که این امکانات را در اختیار سازمان محلی قرار دهند (Jha and Sinha, 2009).

۲-۴-۳- کشور اسپانیا

۲-۴-۳-۱- وضعیت منابع آب زیرزمینی در اسپانیا

متوسط تغذیه منابع آب زیرزمینی در اسپانیا حدود ۳۰۰۰۰ میلیون مترمکعب در سال تخمین زده شده است (MMA, 2000). استفاده از آب‌های زیرزمینی در اسپانیا از ۲۰۰۰ میلیون مترمکعب در سال ۱۹۶۰ به ۶۵۰۰ میلیون مترمکعب در سال ۲۰۰۰ افزایش یافته است (Molinero et al., 2011). تقریباً ۷۵ درصد از آب‌های زیرزمینی به مصرف آبیاری کشاورزی پرداخته می‌شود. حدود یک میلیون هکتار وسعت زمین، که حدود ۳۰ درصد از کل مساحت تحت آبیاری در اسپانیا است، توسط منابع آب زیرزمینی آبیاری می‌گردد (Hernandez-Mora et al., 2007). آب‌های زیرزمینی منبع تأمین آب خانگی برای ۳۵٪ جمعیت اسپانیا (یعنی ۱۴ میلیون نفر از ۴۳ میلیون نفر) است (Sahuquillo et al., 2003).

به دنبال پیاده‌سازی دستورالعمل چارچوب آب اتحادیه اروپا، گزارشی تحت عنوان "تشریح وضعیت اولیه"، توسط مقامات آب اسپانیا (MMA, 2000; Lopez-Geta, 2007). به اتحادیه اروپا ارائه گردید. طبق این گزارش، ۶۹۹ آبخوان در اسپانیا به رسمیت شناخته شده است.

بهره‌برداری و ارزیابی را در یک حوضه به عهده گیرند؛ ۲) اقدامات حفاظتی منابع آب زیرزمینی با توجه به الزامات WFD^۹ و ایجاد قوانین جدید مربوط به حفاظت از منابع آب زیرزمینی و ۳) ساده‌سازی فرآیندهای اداری برای مدیریت منابع آب زیرزمینی و مشارکت سازمان‌های خودمختار در این فرآیندها (Hernandez-Mora et al., 2007).

۲-۴-۳- اجرای دستورالعمل چارچوب آب اتحادیه اروپا

WFD یک چارچوب برای حفاظت، بهبود و پایداری منابع آب سطحی، زیرزمینی و ساحلی و همچنین محیط‌زیست در سراسر اروپا فراهم کرده است. این دستورالعمل شامل جلوگیری از زوال اکوسیستم‌های آبی و در صورت امکان، بازگرداندن منابع آب سطحی و زیرزمینی به "وضعیت خوب" است. پس از آن، مجلس اروپا دستورالعمل حفاظت از منابع آب زیرزمینی در برابر آلودگی و تخریب، را تصویب کرد. این دستورالعمل با حفظ الزامات و شرایط WFD، به‌صراحت به جنبه‌های کلیدی مربوط به مدیریت منابع آب‌های زیرزمینی تأکید دارد (Hernandez-Mora et al., 2007). انتقال قوانین WFD درون قوانین آب اسپانیا در حال حاضر به‌طور کامل انجام نشده است (Hernandez-Mora et al., 2007). برای دستیابی به اجرای مناسب WFD در اسپانیا، دو مجموعه مختلف اقدامات ضروری است: ۱) اقدامات تکنولوژیکی و ۲) مدیریت و اقدامات قانونی. از دیدگاه قانونی، اولین اصلاحات قانون آب سال ۱۹۸۵ در سال ۲۰۰۵ به تصویب رسید که برخی از مفاهیم کلیدی و زبان WFD را به قانون اسپانیا معرفی کرد (Sahuquillo et al., 2009). با این حال، این اصلاحات توسط طرفداران محیط‌زیست و دانشگاهیان مورد انتقاد قرار گرفته است، زیرا این انتقال قوانین به‌اندازه کافی صورت نگرفته است. بسیاری نیز معتقد هستند که برای اجرای کامل WFD در اسپانیا نیاز به تصویب قانون جدید است.

۳- نتایج

در ابتدای این بخش تجربیات موفق کشورهای فوق‌الذکر جهت الگوبرداری در کشور ایران استخراج شده و نتایج این تجربیات در قالب جدول ارائه شده است. همچنان عوامل پیش‌برنده و بازدارنده موفقیت در طرح‌های مدیریتی این کشورها به عنوان جمع‌بندی ارائه گردیده است و در نهایت درباره امکان به‌کارگیری تجربیات موفق این کشورها در کشور ایران، تحلیلی ارائه شده است و درباره اصلاحات قانونی و رویه‌ای مورد نیاز در ساختار حکمرانی آب زیرزمینی ایران (برای انتقال تجربیات موفق کشورهای منتخب) بحث شده است.

مشکل تغییر ناگهانی از وضعیت توسعه، نگهداری و مدیریت سنتی منابع آب زیرزمینی به اهداف جدید مواجه بودند. همچنین، کارکنان اصلی این آژانس‌های حوضه رودخانه مهندسان عمران بودند، که در زمینه‌های دیگر (اقتصاد، محیط‌زیست، هیدروژئولوژی، جغرافیا، آموزش، جامعه‌شناسی و غیره) جهت رسیدگی به مسئولیت‌های جدید خود، دارای تخصص نبودند. ۲) فقدان داده‌های تاریخی استفاده از منابع آب زیرزمینی، از این رو، داده‌های معتبر موجود در میزان استفاده از منابع آب زیرزمینی و حجم کل استخراج در دسترس نیستند، که این عامل مدیریت مؤثر آب را دشوار می‌سازد (Molinero et al., 2011).

در سال ۲۰۰۰ و بعد از ۱۵ سال اجرای این قانون، وزارت محیط‌زیست اسپانیا طی گزارشی عنوان کرد که وضعیت منابع آب زیرزمینی همچنان نامطلوب است و اعلام رسمی یک حوضه به‌عنوان حوضه دارای اضافه برداشت و ایجاد محدودیت‌های برداشت، تأثیری در بهبود وضعیت آب زیرزمینی نداشته است. در این گزارش با اشاره به این‌که از ۵۰۰ هزار چاه موجود در اسپانیا تنها ۲۵ درصد به‌صورت رسمی ثبت شده و دارای مجوز هستند، حفر چاه‌های غیرمجاز و عدم توانایی سازمان‌های آب در کنترل و جلوگیری از افزایش تعداد آن‌ها، تبدیل به یک چالش بزرگ شده است. همچنین برداشت آب زیرزمینی از چاه‌های غیرمجاز موجب شده است تا آمار و اطلاعات دقیقی از مصارف آب زیرزمینی و میزان کل برداشت وجود نداشته باشد و بنابراین تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی با مشکل مواجه شود. در این گزارش به دنبال ریشه‌یابی این اتفاقات این‌گونه بیان شده است که سازمان‌های آب در جلب مشارکت عمومی در مدیریت آب زیرزمینی ناموفق بوده‌اند و علت آن را وجود سیاست‌های مدیریتی بالا به پایین سازمان‌های آب و تحمیل تصمیمات به کشاورزان می‌داند. طبق این گزارش طی ۱۵ سال اجرای این قانون، از مجموع ۱۶ حوضه دارای اضافه برداشت، تنها در ۵ حوضه انجمن بهره‌برداران تشکیل شد و از این تعداد در ۳ حوضه برنامه مدیریت آب زیرزمینی با مشارکت بهره‌برداران تهیه گردید (Fornés et al., 2005).

وزارت محیط‌زیست اسپانیا در سال ۲۰۰۴ به دنبال تدوین یک طرح اصلاحی برای مدیریت آب زیرزمینی اقدام به برگزاری یک هم‌اندیشی عمومی برای تعیین اصلی‌ترین کمبودها و نیازها در مدیریت آب زیرزمینی نمود. پس از برگزاری ۶ نشست عمومی با حضور اساتید دانشگاه، نمایندگان بهره‌برداران، سازمان‌های آب و مؤسسات تحقیقاتی، در نهایت پیشنهاد اصلاحات قانونی در دسامبر ۲۰۰۵ توسط این گروه ارائه شد که بر سه حوزه کلیدی تمرکز داشت: ۱) تقویت نقش انجمن‌های بهره‌برداران آب‌های زیرزمینی، به گونه‌ای که به‌جای سازمان آب، این انجمن‌ها وظیفه برنامه‌ریزی، تصمیم‌گیری،

۳-۱- استفاده از تجربیات موجود در زمینه پایداری منابع آب در ایالت آریزونا در آمریکا

و اجرای سیاست‌ها و قوانین مدیریت آب آریزونا در مصارف مختلف و حفاظت از منافع رودخانه کلرادو برای ایالت آریزونا بوده است. لازم به ذکر است که وجود یک چنین فضای علمی جهت همراهی شرکت مدیریت منابع آب برای ارزیابی پیشرفت طرح و در صورت نیاز تغییر در پروژه‌های تعریف شده بسیار ضروری هست. دیگر اقدامات مهم مدیریتی در این ایالت، تأسیس اداره بانک آب آریزونا (AWBA)، در سال ۱۹۹۶ بوده است که منجر به کاهش وابستگی به منابع آب زیرزمینی شد و آسیب‌پذیری ایالت به کمبود عرضه آب با حفظ آب‌های زیرزمینی در آبخوان برای استفاده در زمان‌های کمبود عرضه کاهش یافت (بانک آب: بنگاهی خصوصی است که آب را از حقبه‌هایی که در بانک پس‌انداز شده‌اند، به نفع پس‌اندازکننده آن اجاره می‌دهد. بانک آب در واقع حفاظت از منابع آب زیرزمینی از طریق سازوکار بازار آب است). تا سال ۲۰۱۴، AWBA تقریباً ۱۰ میلیارد مترمکعب آب از پروژه CAP را برای محافظت در برابر کمبودهای احتمالی عرضه آب ذخیره کرده است (ADWR, 2014).

لازم به ذکر است که با وجود تمام موفقیت‌های کسب شده در دو دهه پس از اجرای قانون GMA هنوز این قانون با در نظر گرفتن تغییرات شرایط آب و هوایی و جمعیتی در حال به‌روزرسانی هست و هر ۵ سال یک بار این قانون مورد ارزیابی و بازبینی قرار می‌گیرد. بنابراین سرلوحه قرار دادن موارد اجرایی ذکر شده در این قانون مدیریت موفق منابع آب و استفاده از تجربیات موفق این کشور کمک زیادی به روند بهبود وضعیت منابع آب زیرزمینی در کشور خواهد کرد.

۳-۲- استفاده از تجربیات موجود در زمینه پایداری منابع آب در ایالت کالیفرنیا آمریکا

یکی از مناطق پیشرو در پیاده‌سازی رویکرد مدیریت پایدار آب زیرزمینی، ایالت کالیفرنیا هست. به دلیل داشتن شرایط نسبتاً مشابه (از نظر اقلیمی) ایران با ایالت کالیفرنیا، مبانی عملکرد این ایالت در مدیریت آب زیرزمینی باید مورد بازخوانی قرار گیرد.

در کالیفرنیا معیارهای شش‌گانه افت شدید آب زیرزمینی، فرونشست، افت کیفیت آب زیرزمینی، کاهش آب‌های سطحی، پیشروی آب شور در مناطق ساحلی و کاهش ذخایر استراتژیک برای تعیین وضعیت پایداری منابع آب زیرزمینی مبنا قرار گرفته و بر اساس آن‌ها چگونگی بهره‌برداری پایدار از آب زیرزمینی مشخص می‌شوند (Derakhshan and Davary, 2018). شناسایی و تعریف این معیارها در آبخوان‌های کشور جهت مدیریت پایدار منابع آب زیرزمینی ضروری است. بنابراین در سطح آبخوان‌های کشور لازم است تا کلیه

آبخوان آبرفتی آریزونا در جنوب شرق آمریکا یک مثال خوب از آبخوان‌هایی است که در آن‌ها فرآیند احیاء و تعادل بخشی اجرا و به ثمر رسیده است که دلیل آن سیاست‌گذاری‌های مناسب برای حفظ و مدیریت منابع آب زیرزمینی بوده است. قانون مدیریت آب زیرزمینی (GMA) که در سال ۱۹۸۰ در این ایالت تصویب شده است دارای یک استراتژی بلندمدت مدیریت منابع آب زیرزمینی است که نه تنها از اقتصاد ایالت محافظت می‌کند، بلکه ثبات اقتصادی آینده را نیز تضمین می‌کند. این قانون تا به امروز مرجع مدیریت پایدار منابع آب زیرزمینی در ایالت آریزونا هست و در سال ۲۰۰۰ نیز مشخص گردید که دستیابی به اهداف GMA که در مجموع در راستای پایداری بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی است، امکان‌پذیر می‌باشد. بین سال‌های ۱۹۰۰ تا ۲۰۰۰ این ایالت با کاهش سالانه ۱/۵ میلیارد مترمکعب در حجم ذخایر آب زیرزمینی مواجه بوده است. در حالی که در سال ۲۰۰۰ بعد از ۲۰ سال از اجرای طرح پایداری در این ایالت، حجم ذخایر آب زیرزمینی ۴۰۰ میلیون متر مکعب افزایش داشته است و این روند افزایشی از سال ۲۰۰۰ تاکنون ادامه دار بوده است.

در دهه ۱۹۳۰، این ایالت به این نتیجه رسید که دسترسی به برق ارزان قیمت یکی از عوامل مهم منجر به تشدید پمپاژ آب‌های زیرزمینی در نواحی مرکزی ایالت آریزونا هست. متأسفانه در کشور ما بعد از گذشت این همه سال به کشاورزان یارانه برق تعلق می‌گیرد. وقتی آب قیمت ندارد و برق هم ارزان است، یعنی به‌اضافه برداشت آب مشوق اعطا می‌کنیم. یکی از راه‌ها می‌تواند این باشد که تعرفه آب از طریق تعرفه برق محاسبه شود. یعنی قیمت برق کشاورزی گران‌تر از برق صنعت باشد، چراکه ارزش آب نیز در آن مستتر است. با استفاده از پمپ‌های قابل‌اندازه‌گیری می‌توان محاسبه کرد که اگر مصرف آب از حد معینی فراتر رود، یک جهشی در قیمت برق در نظر گرفته شود. البته لازم به ذکر است جهت جلوگیری از متضرر شدن کشاورزان خرده مالک و یا معیشتی، این افزایش قیمت باید کاملاً کارشناسانه باشد و جنبه‌های مختلف زندگی کشاورزان در این تصمیم مدیریتی لحاظ گردد.

یکپارچه نبودن و عمومیت نداشتن طرح قانون GMA برای سراسر ایالت آریزونا یکی دیگر از مواردی است که لازم است به آن اشاره گردد. به طوری که در این قانون با توجه به شرایط مختلف آب زیرزمینی سه سطح مدیریتی تعریف گردیده است.

از جمله اقدامات صورت گرفته در قالب قانون GMA تأسیس دانشکده مرتبط در دانشگاه ایالتی آریزونا جهت ایجاد پستوانه علمی برای تدوین

منابع آب معرفی کرده است. ایجاد برنامه‌های مدیریت خشک‌سالی و داشتن مجموعه‌ای از اصول مدیریتی برای جلوگیری از شدت کمبود از جمله مواردی است که در طرح پایداری منابع آب زیرزمینی این ایالت در نظر گرفته شده است.

برنامه کاهش داوطلبانه استفاده از آب که در سال ۲۰۱۵ در کالیفرنیا اجرا شد با موفقیت بالایی مواجه گردید. در این برنامه داوطلبانه تعداد قابل توجهی از حق‌آبه‌بران تمایل به کاهش جزئی در حقوق خود در برابر تضمین تخصیص منابع آب موجود در آینده نشان دادند. برنامه کاهش داوطلبانه موجب صرفه‌جویی حدود ۱۸۵ میلیون مترمکعب آب شد. اجرای همچنین برنامه‌های داوطلبانه در ایران به ازای دریافت پاداش کمک بسیاری به بهینه‌سازی مصرف خواهد کرد.

مهم‌ترین عامل در پیشرفت بازار آب شفافیت اطلاعات است به همین دلیل سپتامبر ۲۰۱۶ در کالیفرنیا قانون داده‌های باز و شفاف به‌منظور فراهم آوردن شفافیت برای بازارهای آب با الزام نمودن جزییات مربوط به معاملات آب در یک پایگاه داده قابل دسترسی به تصویب رسیده است. اعمال این گزینه در بازار آب ایران نیز ضروری است زیرا این امر به خریداران و فروشندگان آب اجازه می‌دهد که قیمت مناسب آب را بر اساس مقایسه با سایر معامله‌های آب تعیین کنند.

همکاری آژانس‌ها و نهادهای مختلف در کالیفرنیا برای پروژه‌هایی که نیاز به دریافت مجوز دارند الزامی است. همکاری این نهادها، منجر به کاهش زمان دریافت مجوز می‌شود، هزینه‌های دریافت مجوز را کاهش می‌دهد و مانع تأخیر در روند اجرای فرایندهای مدیریتی می‌شود. متأسفانه عدم همکاری در نهادها و وزارتخانه‌های مختلف کشور به‌خوبی مشهود است و بدون شک دستیابی به پایداری منابع آب زیرزمینی بدون این همکاری مقدور نخواهد بود.

با تحقیقات انجام‌شده در کالیفرنیا این نتیجه حاصل شده است که اطلاع‌رسانی در رابطه با هنجارهای اجتماعی ناشی از کمبود آب، مؤثرتر از ارائه اطلاعات در مورد چگونگی صرفه‌جویی آب است (Fielding and Hornsey, 2016; Seyranian, et al., 2015). بزرگ‌ترین مشکلی که در زمینه اطلاع‌رسانی از مشکلات کمبود آب وجود خواهد داشت ملموس نبودن قضیه برای جوامع محلی به دلیل دسترسی آسان و بی‌وقفه منابع آب است. بنابراین کارآمدترین شیوه در این زمینه ارائه انیمیشن و فیلم جهت به تصویر کشیدن مشکلات ناشی از ناپایداری منابع آب است که به همکاری صدا و سیما و وزارت آموزش و پرورش در این زمینه نیاز است.

پارامترهای بحرانی مورد پایش قرار گیرند و بر اساس آن حداقل تراز و تراز بهره‌برداری پایدار و برنامه‌های مدیریتی برای هر آبخوان تعیین شود.

از مهم‌ترین مواردی که در ارائه و انجام برنامه‌ریزی‌های کارآمد و اجرا در حوزه سیاست‌گذاری مدیریت منابع آب زیرزمینی در ایالت کالیفرنیا به آن توجه ویژه‌ای شده است، اعمال تغییرات آب و هوایی، رشد جمعیت، نوسانات تراز آب زیرزمینی و اهداف حفاظت محیط‌زیست است. به‌عبارتی‌دیگر، هیچ برنامه عملیاتی مطلق نبوده و دارای پویایی، قابلیت تغییر و اصلاح است و متولیان محلی ملزم به اجرای اقدامات اصلاحی می‌باشند. اعمال مدیریت انطباقی در طرح مدیریتی احیاء و تعادل بخشی منابع آب زیرزمینی در کشور از جمله مواردی است که باید از قانون آب کالیفرنیا الگوبرداری شود.

علاوه بر مدیریت انطباقی، مدیریت محلی و مشارکتی از جمله مواردی است که هر چند که در پروژه‌های پانزده‌گانه طرح احیاء و تعادل بخشی در کشور مطرح شده است ولی متأسفانه در اولویت اجرای این برنامه‌ها قرار نگرفته است. قانون مدیریت پایدار آب زیرزمینی در کالیفرنیا یک نمونه قابل توجه برای پیاده‌سازی مدیریت محلی مشارکتی است که در آن چارچوب‌ها و قیود به‌خوبی مشخص گردیده و در کنار آن انعطاف لازم برای لحاظ کردن شرایط خاص هر حوضه وجود دارد. دنبال کردن قانون مدیریت پایدار آب زیرزمینی در زمینه مشارکت و توانمند ساختن نهادهای محلی و پیاده‌سازی برنامه‌های توسعه پایدار با ترکیبی از کنترل دولتی و محلی نقش به‌سزایی در بهبود وضعیت منابع آب زیرزمینی در کشور خواهد داشت.

اعمال مدیریت مشارکتی حتی در رابطه با تهیه قانون مدیریت پایدار منابع آب زیرزمینی در کالیفرنیا در نظر گرفته شده است. به‌طوری‌که در این رابطه شورایی از ذینفعان جهت ارائه توصیه‌هایی برای دستیابی به مدیریت پایدار آب‌های زیرزمینی تشکیل شده است. ایجاد چنین سیستم مشورتی، مدیریتی منابع آب زیرزمینی، به همراه تغییر رویکرد مدیریتی از بالا به پایین در کشور، امکان شناسایی مشکل را به بهترین نحو ممکن فراهم می‌کند. چون این گفتگو به دنبال توافق نهایی در مورد راه‌حل‌ها نیست، بلکه بر روی شناسایی و درک کامل طیف وسیعی از عقاید، نگرانی‌ها و ایده‌های ذینفعان متمرکز شده است. افزایش سن زیرساخت‌ها یکی از مسائلی است که در بحث مدیریت تأمین منابع آب به دلیل نقش آن‌ها در جمع‌آوری، ذخیره، تصفیه و تحویل در کالیفرنیا در نظر گرفته شده است. کالیفرنیا منابع آب جایگزین مانند آب‌های بازیافتی، شیرین‌سازی آب دریا و استحصال مه و تولید آب جوی، به‌عنوان بخش‌هایی از پازل پایداری در سیستم تأمین

یکی از راهکارهای قابل توجه هند، توجه به ذخایر آب زیرزمینی و نظارت بر حفر چاه‌ها در روستاها و شهرهای کوچک است. همچنین تمرکز به مسائل آموزشی و بهداشتی، زمینه‌ساز افزایش صرفه‌جویی شهروندان هندی در مصرف آب شده است. مواردی که در کشور هند در زمینه احیاء و تعادل بخشی منابع آب به موفقیت رسیده است را می‌توان برای کشور الگوبرداری نمود این موارد شامل گزینه‌های زیر است: عدم پیاده‌سازی یک استراتژی واحد برای مدیریت پایدار منابع آب به دلیل شرایط آب و هوایی متغیر، نواحی با خصوصیات هیدروژئولوژی متفاوت و آداب و رسوم و سنت‌های محلی متنوع در این کشور به طوری که شرایط مدیریتی منابع آب زیرزمینی در هر منطقه با توجه به وضعیت هیدروژئولوژیکی، هیدروژئوژی و جغرافیایی آن منطقه، شرایط آب و هوایی، دسترسی به آب‌های زیرزمینی، الگوی بهره‌برداری آب و ساخت‌وساز اجتماعی و اقتصادی آن منطقه تعریف گردیده است؛ افزایش تعرفه‌های انرژی مصارف کشاورزی و صنعتی و قیمت‌گذاری و اعمال قانون‌های پرداختی و جریمه‌ای برای کنترل برداشت به خصوص در مناطق پر استرس؛ احیاء سیستم‌های سنتی برداشت و مصرف آب؛ توجه به توسعه و مدیریت حوضه و ترویج حفاظت از جنگل‌ها به دلیل کمک به افزایش تغذیه آب زیرزمینی؛ طرح آموزش به کشاورزان جهت ایجاد درک عمومی از منابع آب زیرزمینی و مشارکت دادن آن‌ها در برنامه‌ریزی کشت صورت گرفته است. دستاوردهای عمده این پروژه را می‌توان اصلاح الگوی کشت، بالا آمدن سطح آب در آبخوان، موفقیت چشمگیر در استفاده از روش‌های آبیاری نوین و بازگشت سرمایه‌گذاری‌های مالی و افزایش رونق اقتصادی به دلیل مدیریت بهتر منابع آب زیرزمینی دانست (Hamilton, 2012)؛ تغییر رویکرد مدیریتی از بالا به پایین به مدیریت محلی، به طوری که کشور هند به سمت ایجاد نهادهای محلی رفته و تاکنون تجارب ارزشمندی در این زمینه کسب شده است. در این کشور، سازمان‌های دولتی همکاری نزدیک با سازمان‌های غیردولتی محلی، تعاونی‌های کشاورزان و دیگر نهادهای معتبر محلی را توسعه داده و به این طریق موجب بهینه‌سازی مدیریت آب زیرزمینی شده‌اند (Hamilton, 2012).

۳-۴- استفاده از تجربیات کشور اسپانیا در زمینه پایداری منابع آب

در سال ۲۰۰۰ و بعد از ۱۵ سال اجرای قانون در زمینه اعلام رسمی یک حوضه به‌عنوان حوضه دارای اضافه برداشت و ایجاد محدودیت‌های برداشت، تأثیری در بهبود وضعیت آب زیرزمینی این کشور حاصل نشده است. ریشه‌یابی این مشکل، عامل اصلی را وجود سیاست‌های مدیریتی بالا به پایین سازمان‌های آب و تحمیل

در استراتژی‌های دستیابی به پایداری منابع آب کالیفرنیا به استفاده دانش زیست‌محیطی سنتی (یعنی دانشی که توسط افراد بومی که در ارتباطات نزدیکی با طبیعت بودند و در چندین نسل قبل ایجاد شده) تأکید شده است. توجه به این امر کمک زیادی به مدیریت منابع آب زیرزمینی کشور خواهد کرد به‌خصوص که کشور ایران بیشینه تاریخی قوی در زمینه احداث قنات در جهت مدیریت منابع آب زیرزمینی در مناطق خشک و کویری دارد.

۳-۳- استفاده از تجربیات کشور هند در زمینه استفاده پایدار از منابع آب

کشور هند اخیراً تلاش‌های زیادی در زمینه مدیریت پایدار منابع آب زیرزمینی با بهره‌گیری از مدیریت چندوجهی که شامل مدیریت پوشش گیاهی، مدیریت ذخایر آب زیرزمینی، مدیریت مناطق شهری و مدیریت آموزش و بهداشت است، انجام داده است. تغییرات سطح آب زیرزمینی در کشور هند بین سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۵ نشان می‌دهد که با اجرای طرح‌های مدیریت پایداری در این کشور ۷۷٪ از محدوده‌های مطالعاتی هند با افزایش سطح آب زیرزمینی مواجه بوده است، به طوری که ۴۳٪ از مناطق افزایش کمتر از ۴ متر، ۲۱٪ افزایش بین ۲ تا ۴ متر و ۱۳٪ افزایش بیشتر از ۴ متر را نشان می‌دهند (شکل ۲).

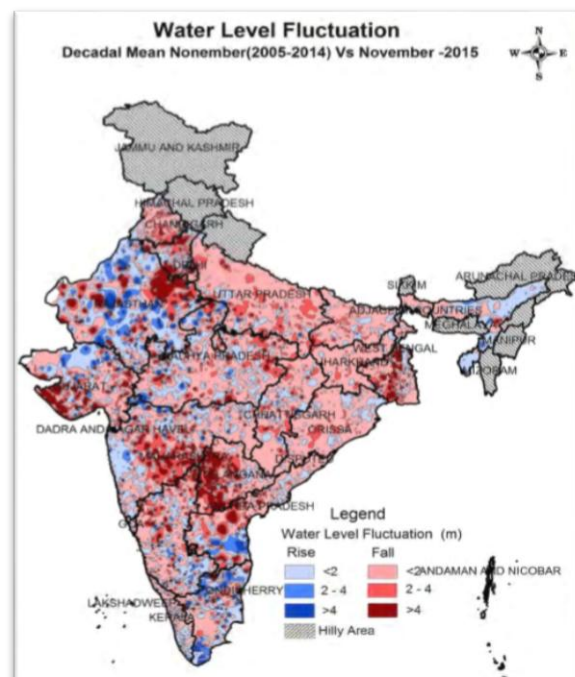


Fig. 2- Groundwater level fluctuation between 2015-2005, India

شکل ۲- تغییرات سطح آب زیرزمینی در کشور هند بین سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۵

ویژگی‌های هیدروژئولوژیکی آبخوان است؛ علاوه بر این استفاده از نظرات بهره‌برداران و عموم مردم و تشریح دلایل انجام هر پروژه توسط انجمن‌های کاربری، منجر به جلب رضایت مردم محلی شده و موجبات مشارکت و همکاری هر چه بیشتر جهت بهبود و تسریع در اجرای پروژه‌ها را فراهم می‌آورد. همان طور که از شکل ۳ مشخص است اجرای طرح مدیریت مشارکتی در اسپانیا از سال ۲۰۰۰ منجر به بهبود وضعیت سطح آب زیرزمینی در این کشور شده است و بیشترین تأثیر این طرح مدیریتی از سال ۲۰۰۵ و از زمانی اتفاق افتاده است که طرح مدیریت مشارکت به عنوان یک قانون مورد تصویب قرار گرفته است. وجود طرح‌های مدیریت خشک‌سالی و همچنین اجرای مدیریت مشارکتی منجر به غلبه بر وضعیت شدید خشک‌سالی بین سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۰۸ در این کشور شده است (De Stefano et al., 2015).

با توجه به تشریح تاریخچه قوانین مدیریتی منابع آب زیرزمینی در اسپانیا بر اساس اطلاعات ارائه شده در فصل اول و بالا، مدیریت کنونی آب زیرزمینی در ایران بسیار شبیه به تجربه اسپانیا است. در ایران نیز، دشت‌های دارای کسری مخزن به‌عنوان دشت ممنوعه اعلام شده و پروانه بهره‌برداری جدید صادر نمی‌شود، اما با این وجود تعداد بسیار زیادی چاه غیرمجاز در کشور وجود دارد. به‌علاوه، در طرح احیاء و تعادل‌بخشی به لزوم ایجاد تشکلهای آب‌بران تأکید شده است ولی با گذشت ۵ سال از اجرای این طرح، تقریباً هیچ پیشرفتی در این زمینه مشاهده نشده است.

تصمیمات به کشاورزان معرفی نمودند. جهت رفع این موضوع در سال ۲۰۰۴ وزارت محیط زیست اسپانیا به دنبال تدوین طرح اصلاحی برای مدیریت آب زیرزمینی اقدام به برگزاری یک هم‌اندیشی عمومی با حضور اساتید دانشگاه، نمایندگان بهره‌برداران، سازمان‌های آب و مؤسسات تحقیقاتی، برای تعیین اصلی‌ترین کمبودها و نیازها در مدیریت آب زیرزمینی، گردید. نتیجه این نشست‌ها نیاز به تغییر رویکرد دولت اسپانیا از مدیریت متمرکز به مدیریت مشارکتی را الزامی نمود. به‌طوری‌که اسپانیا بعد از حدود ۲۰ سال تجربه مدیریت متمرکز و اعمال محدودیت‌های مختلف و صرف هزینه بسیار به این نتیجه دست یافت که مدیریت مؤثر آب زیرزمینی بدون جلب مشارکت عمومی امکان‌پذیر نیست و جلب مشارکت عمومی با وضع قوانین دستوری بالا به پایین حاصل نخواهد شد (Molinero et al., 2011). نتایج تحقیقاتی که در زمینه مدیریت مشارکتی در چند آبخوان در اسپانیا انجام شد نشان داد که تعامل کشاورزان با یکدیگر موجب افزایش توجه آن‌ها به قوانین و عوامل زیست‌محیطی شده و همچنین افزایش تمایل آن‌ها جهت همکاری در بسیاری از موارد دیگر می‌شود (Esteban and Dinar, 2013). بخشی از موفقیت مدیریت مشارکتی به دلیل ساده‌سازی فرآیندهای اداری برای مدیریت منابع آب زیرزمینی و مشارکت سازمان‌های خودمختار در فرایندها است (Hernández-Mora et al., 2010). از دیگر عوامل مهم موفقیت انجمن‌های کاربری ایجاد درک عمومی میان کاربران در مورد اثرات منفی الگوهای برداشت کنترل نشده و دانش کافی همه کاربران و اشخاص متأثر، از

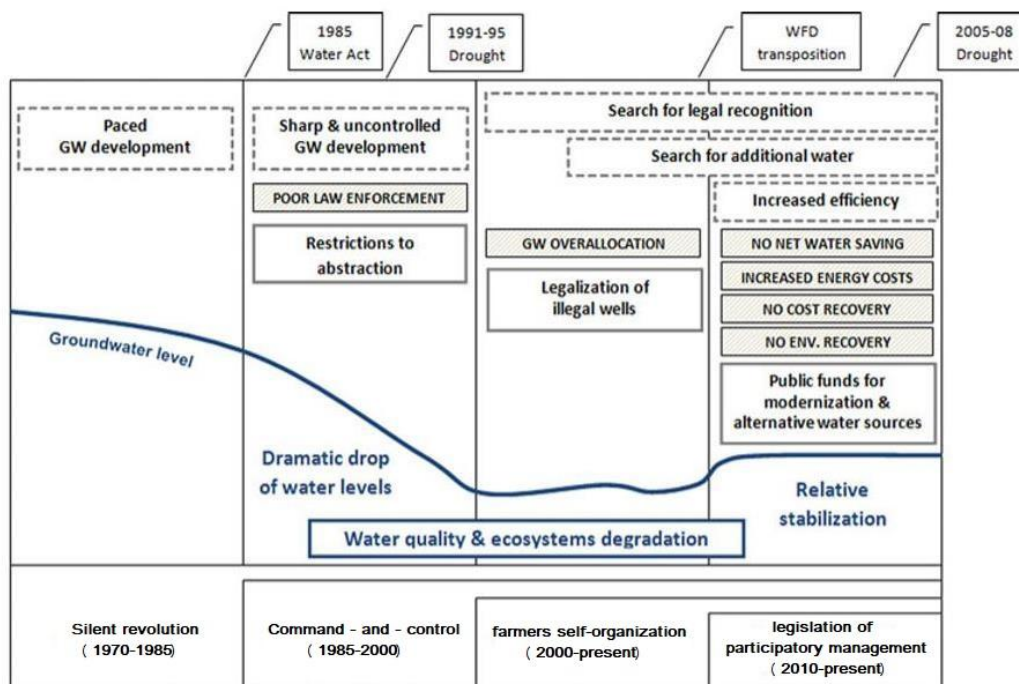


Fig. 3- Evolution of groundwater management in Spain (De Stefano et al., 2015)

شکل ۳- تکامل مدیریت منابع آب زیرزمینی در اسپانیا (De Stefano et al., 2015)

بنابراین به نظر می‌رسد، در مدیریت منابع آب زیرزمینی در کشور یک تغییر رویکرد لازم است و باید برنامه‌ریزی‌ها به سمت تقویت مدیریت مشارکتی سوق داده شود. در مدیریت مشارکتی، حضور و مشارکت ذینفعان در همه مراحل برنامه‌ریزی، تصمیم‌گیری، بهره‌برداری و ارزیابی مورد توجه قرار می‌گیرد.

۳-۵- جمع‌بندی تجربیات کشورهای منتخب مطالعه تطبیقی

تجربیات حاصل از بررسی طرح‌های مدیریت پایداری در کشورهای فوق‌الذکر در چهار زمینه مدیریت ساختار سازمانی، مدیریت اطلاعات، مدیریت نیروی انسانی و تأمین آب از طریق مدیریت مالی در جدول ۲ ارائه شده است. همچنین در جدول ۳ عوامل اجرایی و مدیریتی بازدارنده و پیش‌برنده طرح‌های مدیریت پایداری با استفاده از تجارب سایر کشورها ذکر شده است. توجه به این عوامل، تأثیر مهمی در ارزیابی و بازطراحی طرح احیاء و تعادل‌بخشی خواهد داشت. در یک نگاه کلی، نتایج اصلی حاصل از این پژوهش را می‌توان به شرح ذیل برشمرد:

۱- مؤثرترین عامل در اثربخشی طرح‌های پایدارسازی منابع آب زیرزمینی در کشورهای مورد بررسی، اصلاح ساختار حکمرانی آب و ایجاد زمینه مشارکت فعال بهره‌برداران بوده است.

۲- ایجاد بستر اجتماعی لازم برای اجرای طرح‌های پایدارسازی منابع آب زیرزمینی، یکی از ضروریات انکارنشدنی در موفقیت این طرح‌ها می‌باشد.

۳- ایجاد پشتوانه قانونی جهت تضمین اجرای موفقیت‌آمیز طرح‌های پایدارسازی منابع آب زیرزمینی، ضروری است.

۴- اعمال مدیریت انطباقی و به روزرسانی طرح‌های پایدارسازی منابع آب زیرزمینی با توجه به تغییرات حادث شده در طول زمان، بسیار حائز اهمیت است.

۵- تعیین میزان آب قابل بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی باید به نحوی صورت گیرد که در افق بلندمدت پیامد نامطلوبی برای این منابع رخ ندهد. معیارهای شش‌گانه افت تراز آب زیرزمینی، فرونشست زمین، افت کیفیت آب، کاهش جریان‌ات سطحی، پیشروی آب‌شور در مناطق ساحلی و کاهش ذخایر استراتژیک آب زیرزمینی، از جمله مهم‌ترین مواردی هستند که در زمینه تعیین میزان آب قابل بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی توسط کشورهای مورد بررسی، لحاظ گردیده‌اند.

۶- تعریف افق زمانی معقول برای اجرای طرح‌های پایدارسازی منابع آب زیرزمینی با توجه به شرایط فعلی و سناریوهای آتی، بسیار حیاتی است. همچنین توجه به این نکته نیز ضروری است که اضافه‌برداشت صورت‌گرفته طی چند دهه از سفره‌های آب زیرزمینی، نیاز به یک زمان قابل توجه برای جایگزینی و در نتیجه به ثبات رسیدن آبخوان‌ها

دارد.

۷- مستندسازی اقدامات و به اشتراک‌گذاری نتایج و وضعیت پیشرفت اجرای پایدارسازی منابع آب زیرزمینی، می‌تواند کمک شایانی در جهت جلب مشارکت مردمی باشد.

نتایج دو تحقیق ارائه شده در زیر در زمینه مطالعات تطبیقی نیز همچنین بر اعمال مدیریت مشارکتی و ایجاد پشتوانه قانونی برای طرح‌های مدیریتی تأکید دارد. (Holley et al. (2020 رویکردهای ممکن و مسیرهای سیاسی را برای اجرای طرح‌های مدیریت توسعه پایدار منابع آب زیرزمینی در استرالیا و فرانسه، بر اساس مطالعات تطبیقی تجزیه‌وتحلیل نموده‌اند. در این مطالعه به تجزیه‌وتحلیل مقایسه‌ای فرانسه و استرالیا با کشورهایی مانند شیلی و ایالات‌متحده برای شناسایی شباهت‌ها تفاوت‌های اساسی پرداخته شده است. اصلی‌ترین اختلافات شناسایی شده در الگوی مدیریت پایدار منابع آب زیرزمینی در این کشورها مربوط به نقش دولت، جوامع محلی و مکانیسم‌های بازار آب هستند.

(Nagaraj (2006 به مقایسه طرح‌های مدیریتی منابع آب‌های زیرزمینی در مقابله با مشکلات اضافه برداشت در هند و غرب ایالات متحده پرداخته است. در هر دو کشور مشکلات مربوط به توسعه و اضافه برداشت منابع آب زیرزمینی وجود دارد. در غرب آمریکا این مشکلات را از طریق تأسیس مؤسسات نهادی با کنترل محلی تحت نظارت هستند. اقدامات انجام شده در این راستا در این کشور شامل تقسیمات مناطق مختلف با درجات بحران جهت پیاده‌سازی سطوح مدیریتی متفاوت، ایجاد یک چارچوب برای مشخص کردن حقوق کاربران منابع آب زیرزمینی، صدور مجوز برای برداشت منابع آب، تخصیص سهمیه و اعلام مهلت قانونی برای ثبت چاه‌های جدید هستند. همچنین ایجاد پشتوانه قانونی برای این آیین‌نامه‌ها تا حد زیادی منجر به کنترل اضافه برداشت در این کشور شده است و تأثیر عمیقی بر الگوی استفاده و حفاظت از منابع آب زیرزمینی در منطقه داشته است. در حالی که در کشور هند، به دلیل عدم وجود پشتوانه قانونی برای نهادهای محلی این اضافه برداشت به طور مؤثری کنترل نمی‌شود.

۳-۶- مشکلات مربوط به طرح احیا و تعادل‌بخشی در کشور بر اساس مطالعات تطبیقی

همانگونه که در شکل ۱ مشخص است اجرای طرح احیاء و تعادل‌بخشی در کشور از سال ۹۳ نه تنها منجر به جبران کسری حجم مخزن نشده است بلکه این روند کاهشی همچنان ادامه‌دار است. این

در حالی است که در کشورهای دنیا بعد از اجرای طرح‌های پایداری، بهبود وضعیت سطح آب زیرزمینی حاصل شده است و طرح‌های پایداری موفق بوده‌اند. با وجود این که برای احیاء و تعادل بخشی آبخوان‌های کشور یک طرح جامع و کامل با ۱۵ پروژه طرح‌ریزی شده است (جدول ۴)، اما بر اساس مطالعات تطبیقی انجام شده به دلایل زیر این طرح با موفقیت روبرو نشده است و لازم است که موارد زیر در بازبینی طرح در نظر گرفته شود.

Table 2- Experiences from the sustainability management plans in California and Arizona, Spain and India
جدول ۲- تجربیات حاصل از بررسی طرح‌های مدیریت پایداری در ایالت‌های کالیفرنیا و آریزونا، کشورهای اسپانیا و هند

Country	Water supply through financial management	Human resource management and measures to attract local support	Data management and information updating	Improving the organizational and management structure
US (Arizona)	<ol style="list-style-type: none"> 1- Participatory management 2. Lack of definition of nationwide management plan for the whole state 3- Develop adaptive management 	Information and data sharing	<ol style="list-style-type: none"> 1- establishment of a relevant college at Arizona State University 2- The voluntary water use reduction program 3- General education 	<ol style="list-style-type: none"> 1- Establishment of water bank 2- Water supply through water transfer projects
US (California)	<ol style="list-style-type: none"> 1- Participatory management 2- Implementing drought management plans 4- Integrated management of water resources 	<ol style="list-style-type: none"> 1-Defining six criteria for determining minimum aquifer levels and minimum levels of sustainable groundwater extraction 2- Correct timing in the implementation of the sustainability plan 3- Information and data sharing 	<ol style="list-style-type: none"> 1. General education 2- Access to information and data related to water resources for better management and understanding of citizens 3- The voluntary water use reduction program 	<ol style="list-style-type: none"> 1- Paying attention to old infrastructures 2- Pricing of groundwater resources 3- Improving water use efficiency in agriculture 4- Expanding the water market 6- Seawater desalination 7- Applying artificial groundwater recharge plans 8- Using traditional environmental knowledge
Spain	<ol style="list-style-type: none"> 1. Participatory management 2- Management based on the basin border, not on the political border 3- Implementing drought management plans 	Information and data sharing	<ol style="list-style-type: none"> 1- General education 2- simplifying administrative processes for groundwater management 	<ol style="list-style-type: none"> 1- Pricing of groundwater resources based on finite source 2. Expanding the water market 3- considering the issue of virtual water 4- Seawater desalination 5- Improving water use efficiency in agriculture
India	<ol style="list-style-type: none"> 1. Local management through the establishment of a Water Regulatory Authority (WRA) in each state 2- Reviewing the groundwater potentials on a scientific basis and according to the available water quality 3- Integrated management of water resources 		<ol style="list-style-type: none"> 1- Encouraging the self-centered protection of water resources through education system and communication programs 	<ol style="list-style-type: none"> 1- Pricing of groundwater resources based on finite source 2- Gradual elimination of all subsidies related to water supply for industry and agriculture 3- Rainwater storage 4- Applying artificial groundwater recharge plans 5- Investing in modernizing irrigation systems

Table 3- Progressive and deterrent factors of sustainability management projects using the experiences of other countries

جدول ۳- عوامل اجرایی و مدیریتی بازدارنده و پیش برنده طرح‌های مدیریت پایداری با استفاده از تجارب سایر کشورها

Sector	Project barriers	Project promoting factors
Executive management	Private ownership of groundwater resources	Prioritize for consumption, restriction and prohibition of agricultural development
	Access to cheap electricity, and subsidies related to water supply to industry and irrigation sector	Require a permit to drill a new well
	Competition in the exploitation of water resources and protection of farmers' market share	Prohibiting pumping in the critical areas
	Existing multi-year permits for water-related projects that have hampered the development of current local water resources projects	Leasing of agricultural land by the government and elimination of agricultural water consumption
	Lack of independence of local institutions to operate freely and to be influenced by external pressures in decisions	Get help from the academic sectors to solve executive problems
	Unfair management performance that results in a loss of stakeholder support	Flood and wastewater management, creating an efficient irrigation system and diversifying water supply sources
	Lack of complete knowledge of hydrological and hydrogeological processes that affect the aquifers and make stress on the groundwater levels	Creating a reliable and accessible database
	Lack of calculation of groundwater potentials on a scientific basis and according to the available water quality	Public encouragement to participate in a voluntary reduction program
	Water resources management based on political boundaries	Get help from the academic sectors to solve Management problems
	Failure to provide the necessary tools and authority for local government institutions	Close monitoring of central management on local management activities
management	Lack of transparency on how to decide and use the budget	Establishment of a water bank to preserve groundwater in the aquifer for use in times of shortage
	Lack of asset management plans	Proper time management in the implementation of sustainability programs
	Lack of regulation of the framework of laws based on extensive local classifications	Local management, integrated water resources management and attention to adaptive management
	Lack of sufficient knowledge to express effective management solutions	Simplify administrative processes for groundwater resources management and participation of independent organizations

برنامه‌های دولت برای محافظت از منابع آب زیرزمینی مشارکت و همراهی نداشته باشند، بلکه در مواردی رو در روی مأمورین دولتی بایستند؛

- عدم اعمال مدیریت یکپارچه منابع آب: برای تعریف پایداری در یک حوضه آبریز، پرداختن به منابع آب سطحی و منابع آب زیرزمینی به صورت مستقل موجب بروز خطا در مقادیر منابع آب قابل بهره‌برداری می‌شود. بنابراین لازم است در تعریف پایداری یک حوضه آبریز مجموعه عوامل سطحی، زیرزمینی، نیازهای زیست‌محیطی و مسائل مربوط به کیفیت بدنه‌های آبی با یکدیگر دیده شود تا بتوان آبدهی پایدار یا منابع آب پایدار قابل برنامه‌ریزی در یک حوضه را با ماهیت غیرقطعی و به صورت احتمالی در نظر گرفت. این در حالی است که در تعریف اهداف طرح احیاء و تعادل بخشی فقط بحث کمیت آب زیرزمینی در نظر گرفته شده است و بحث پایداری کیفی نادیده گرفته شده است و همچنین توجهی به پایداری منابع آب سطحی و زیست‌محیطی نگردیده است؛

- فقدان بستر اجتماعی لازم برای اجرای طرح، این در حالی است که پایداری اجتماعی جز جدانشدنی از پایداری منابع آب است؛

- تعریف حجم بالایی از پروژه‌ها جهت اجرا در یک بازه زمانی کوتاه مدت که سبب عدم تمرکز مجری طرح بر بخش اصلی و نتیجه‌ساز فعالیت‌ها می‌شود؛

- تعریف یک طرح یکپارچه و عمومی برای کل کشور بدون توجه به شرایط متفاوت اقلیمی و فرهنگی و هیدروژئولوژیکی در کشور؛
- عدم تعریف افق زمانی معقول در تعیین اهداف کوتاه‌مدت، میان‌مدت، و بلندمدت؛

- عدم توجه به مدیریت مشارکتی و لحاظ نشدن ملاحظات و نظرات بخش خصوصی و ذینفعان عرصه آب در تدوین پروژه‌ها و دستورالعمل‌ها: رویکرد مدیریت منابع آب زیرزمینی در کشور به صورت متمرکز و از بالا به پایین بوده است. در این رویکرد تصمیمات به صورت مرکزی اتخاذ شده و سپس به سطوح پایین‌تر منتقل می‌شود و ارتباطات بین سطوح کاملاً به صورت رسمی و بالا به پایین تعریف شده است. در این ساختار، بهره‌برداران ملزم به اجرای برنامه‌هایی هستند که در سطوح بالا تدوین شده است و خود نقشی در تصمیم‌گیری‌ها و برنامه‌ریزی‌ها ندارند. همین عدم مشارکت بهره‌برداران در روند تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی، باعث شده است تا آن‌ها نه تنها در اجرای

- عدم شفاف‌سازی مراحل اجرای طرح برای عموم، به طوری که مستندسازی کار، نسبت به این برنامه عظیم بسیار مختصر است. این در حالی است که شفاف‌سازی می‌تواند مقدمه خوبی برای جلب مشارکت مردمی باشد؛

- توسعه شبکه آبیاری نوین بدون توجه به کاهش ظرفیت برداشت و تعیین الگوی کشت: در اغلب مناطق با اجرای این طرح، میزان برداشت از منابع آب کاهش نداشته است. زیرا بهره‌برداران با حفظ ظرفیت برداشت آب، اقدام به توسعه اراضی و تغییر الگوی کشت به سمت کشت‌های با ارزش افزوده بیشتر نموده‌اند و اجرای این طرح کمکی به نجات منابع آب کشور نداشته است؛

- سیاست متناقض خودکفایی غذایی با تعادل بخشی آبخوان‌ها: اشتغال‌زایی بر پایه منابع آب و مشکلات معیشتی که نیاز به تغییر معیار بهره‌وری در کشاورزی دارد (تولید به ازای هکتار باید جایگزین تولید به ازای آب مصرفی شود)؛

- محدود بودن ظرفیت‌های نهادی و انسانی، کارشناسان و مدیران دست‌اندرکار برنامه‌ریزی و اجرا در مراکز و استان‌ها؛
- عدم همکاری و حمایت وزارت جهاد کشاورزی با وزارت نیرو؛

۴- نتیجه‌گیری

در این مطالعه در راستای بهبود قوانین پایداری منابع آب زیرزمینی با استفاده از تجارب بین‌المللی به بررسی الگوی جهانی طرح‌های مدیریت پایداری در کشورهای پیش‌تاز در زمینه پیاده‌سازی برنامه‌های مدیریت پایداری منابع آب زیرزمینی مانند آمریکا (ایالت کالیفرنیا و آریزونا)، اسپانیا و هند، پرداخته شده است. تجارب و طرح‌های مدیریتی موفق در این کشورها جهت الگوبرداری در کشور و تغییر رویکرد مدیریت و برداشت از منابع آب زیرزمینی، استخراج شده است. آنچه مشخص است تاکنون طرح‌های مدیریتی منابع آب زیرزمینی در کشور بدون مشارکت ذینفعان با تعیین حجم برداشت برای محدوده‌های مطالعاتی و اغلب بدون توجه به محدودیت پتانسیل تغذیه منابع آب زیرزمینی، موجبات ایجاد بحران منابع آب زیرزمینی را فراهم نموده است. با رویکرد مدیریت مشارکتی، آگاهی بخشی و شفافیت بین دولت و ذینفعان می‌توان بحران ایجاد شده را مدیریت نمود. لذا پیشنهاد می‌گردد وزارت نیرو و قانون‌گذاران حوزه آب سازوکاری کارآمد برای پیاده‌سازی این رویکرد تعریف نموده و در دستور کار قرار دهند. این رویکرد دو نتیجه مهم در پی خواهد داشت: ۱) جلب اعتماد کنشگران و دریافت حمایت ایشان در پیاده‌سازی طرح پایداری منابع آب زیرزمینی و ۲) کنشگران به صورت تجربی به مشکلات طرح‌ها و قوف یافته و در هر مرحله ارزیابی، بهبود لازم را اعمال خواهند نمود.

- عدم اعمال مدیریت انطباقی (عدم اعمال مداوم تغییرات آب و هوایی، رشد جمعیت، نوسانات تراز آب زیرزمینی و اهداف زیست‌محیطی)؛

- لحاظ نشدن الزامات ساختاری، اداری، قضایی و موانع قانونی، اجتماعی (بیکاری و معرفی نشدن فرصت‌های شغلی جایگزین برای بهره‌برداران غیرمجاز، فقدان پذیرش بهره‌برداران برای مشارکت در حفظ منابع آب، فقدان سرمایه اجتماعی و غیره)، محدودیت‌های نهادی و ساختاری (تداخل وظایف و اختیارات و اثر غیرقابل‌انکار مراجع تصمیم‌گیری خارج از سازمان آب و غیره)، محدودیت‌های فنی (در زمینه تکنولوژی‌های استفاده بهینه از آب و غیره)، سیاسی و بین‌المللی (تحریم) در اجرای طرح؛

- عدم اولویت‌بندی صحیح در اجرای پروژه‌ها، به عنوان مثال پروژه مشارکت مردمی که هزینه بالایی جهت اجرا نداشته مسکوت مانده است و پروژه نصب کنتور و بستن چاه‌های غیر مجاز با هزینه گزاف در اولویت اجرا قرار گرفته است. علاوه بر مسأله هزینه، ضروری است تا اقدامات سلبی طرح نظیر انسدادها و نصب کنتورها، در بستری از اقدامات اصلاحی دیگر در حوزه مدیریت مشارکتی، افزایش آگاهی‌ها و بهبود حکمرانی صورت پذیرد؛

- تغییر در قوانین مرتبط با متولی نصب کنتور در دوره‌های مختلف که باعث بی‌اعتمادی بهره‌برداران شده است، به طوری که در ماده ۱۲ قانون توزیع عادلانه آب، هزینه خرید کنتور چاه با بهره‌بردار است. در بودجه سال ۹۴ تأمین اعتبار هزینه خرید کنتور چاه از محل طرح تعادل بخشی در نظر گرفته شده و بازپرداخت آن به صورت اقساطی توسط متقاضی تعیین شده است (بند و- تبصره ۱۱)، هزینه خرید کنتور چاه‌های آب دارای پروانه در برنامه پنجم (۱۳۹۰ تا ۱۳۹۴) ماده ۱۴۰- بند ۳، به عهده مالک است، در بودجه سال ۱۳۹۵ و همچنین تبصره ۸ لایحه بودجه سال ۱۳۹۶ آمده است که وزارت نیرو کل هزینه‌های مربوط به تهیه و نصب کنتور حجمی یا هوشمند چاه‌های مجاز کشاورزی را از محل اعتبارات طرح‌های «تعادل بخشی، تغذیه مصنوعی و کنترل سیل پیوست شماره ۱ این قانون» پرداخت کند، در بند (ح) ماده ۳۵ قانون برنامه ششم (۱۳۹۶ تا ۱۴۰۰) هزینه خرید کنتور چاه به عهده بهره‌بردار (با اعطای تسهیلات) گذاشته شد؛

- وجود تناقض در دستورالعمل‌ها: در دستورالعمل‌های انسداد و تعیین تکلیف، رابطه سازمان آب با بهره‌برداران یک رابطه مدیریتی از بالا به پایین و با اعمال قانون، تعریف شده است، اما در دستورالعمل مدیریت مشارکتی و مصرف بهینه و غیره بر لزوم تقویت سرمایه اجتماعی و مشارکت بهره‌برداران تأکید شده است. هر دو مقوله به جای خود کاملاً صحیح و منطقی هستند، اما سؤال این است که آیا می‌توان از یک طرف چاه آب بهره‌بردار (هرچند غیرمجاز یا نیمه مجاز) را مسدود نمود و از طرف دیگر انتظار همکاری و مشارکت داشت؟

Table 4- Description of 15 projects of groundwater sustainability in Iran (Iran Water Resources Management Company, 2017)

جدول ۴- تشریح ۱۵ پروژه طرح احیاء و تعادل بخشی در کشور (Iran Water Resources Management Company, 2017)

Three categories of projects	Project	Aim	Responsibility
Projects that produce and record data and information on aquifer resource status and consumption	Install new observation and exploration wells	To complete the groundwater monitoring network of the country	Ministry of Energy
	Equip observation wells with automated measuring tools		
	Calculating water budget of every basins based on conceptual models by collecting data	To update the database of the study areas in the country	
Projects to control, monitor and exploit groundwater resources	Strengthen and deploy patrol and inspection teams	To prevent unauthorized new drilling	Ministry of Agriculture Jihad
	Enhance the scientific level of drilling companies, track the movement of drilling machines through GPS installed on equipment		
	Study the establishment and behavior of local water markets	To manage water demands and implement optimal water use price mechanisms	
	Establish agricultural cooperation schemes and provide them with technical and financial support, strengthen farmers' participation in groundwater resource management	To develop participatory management	
	Inform and acknowledge public opinion Update the National Water Document	To define the water requirements of crops and determine optimal cultivation patterns appropriate for the climate.	
	Carry out subsidence studies in plains	To tracking how groundwater resources respond to exploitation, and observe plain regions over time to identify future hazards.	Geological Survey of Iran
Projects that lead directly to water storage in aquifers	Replace wastewater with agricultural wells	Supply water for critical and restricted aquifers	Ministry of Energy
	Provide and install volumetric and smart meters on wells	To track well abstraction	
	Implement artificial recharge and flood distribution projects	To prevent decreases in groundwater levels, ground subsidence, and saline water intrusion.	
	Study and implement watershed management plans	to conserve water and soil resources and increase water infiltration into aquifers	

متناسب با نیاز در بخش‌های مختلف و آگاه‌سازی افکار عمومی و (۴) تأمین آب از طریق مدیریت مالی با قیمت‌گذاری آب مبتنی بر منبع پایان‌پذیر، ذخیره آب از طریق در نظر گرفتن مسئله آب مجازی، ذخیره آب باران، مدرنیزه کردن سیستم‌های آبیاری کشاورزی و ایجاد اولویت در اجرای پروژه‌های پایدار در محدوده‌های مطالعاتی بر اساس اولویت بحرانی بودن آن محدوده.

پی‌نوشت‌ها

- 1- Arizona Department of Water Resources
- 2- Central Arizona Project
- 3- Sustainable Groundwater Management Act (SGMA)
- 4- Department of Water Resources

بر اساس تجارب کشورهای آمریکا، اسپانیا و هند در زمینه مدیریت پایداری منابع آب زیرزمینی، راهکارهای عملی جهت بهبود مدیریت منابع آب کشور در قالب طرح احیاء و تعادل بخشی در قالب چهار راهبرد اصلی در کشور ارائه گردیده است: (۱) مدیریت ساختار سازمانی در کشور از طریق ایجاد سیستم مشورتی در بازبینی طرح پایداری، توسعه مدیریت مشارکتی و محلی، پیاده‌سازی مدیریت انطباقی و یکپارچه، اصلاح ساختار اداری و مدیریت سیستم‌های سنتی برداشت آب زیرزمینی، (۲) مدیریت اطلاعات از طریق تعیین میزان آب بهره‌برداری با توجه به معیارهای شش‌گانه، مستندسازی اقدامات و به اشتراک‌گذاری اطلاعات موجود، (۳) مدیریت نیروی انسانی از طریق ایجاد برنامه‌های کاهش داوطلبانه، جذب نیروی انسانی توانمند

- Girard C (2016) Local groundwater management in France and California. Retrieved from California Water Blog
- Hanak E, Harter T (2017) Groundwater in California. Just the FACTS (San Francisco, CA: Public Policy Institute of California)
- Hanak E, Jezdimirovic J (2016) Just the facts: California's Water Market. Retrieved from Public Policy Institute of California
- Hamilton S (2012) Community-based groundwater management in Andhra Pradesh, India. Doctoral Dissertation, University of Otago
- Hernández-Mora N, Martínez-Cortina L, Custodio E, Llamas MR (2007) Groundwater issues in southern EU member states: Spain country report. Report to the European Academies of Sciences Advisory Council (EASAC). European Union Water Initiative for the Mediterranean Countries
- Holley C, Rinaudo JD, Barnett S, Montginoul M (2020) Sustainable groundwater management in France and Australia: Setting extraction limits, allocating rights and reallocation. In sustainable groundwater management. Springer, Cham.1-15
- Iran Ministry of Energy (2019) Report on the status of annual water resources and consumption. (In Persian)
- Iran Ministry of Energy (2019) Investigation of the effects of sustainability plan on groundwater fluctuations. (In Persian)
- Konikow LF (2015) Long-term groundwater depletion in the United States. *Groundwater* 53:2-9
- Kulkarni H, Vijay S, Krishnan S (2009) Synopsis of groundwater resources in India: Status, challenges and a new framework for responses. Report submitted to the planning commission, government of India, for the Mid-Term Appraisal of the 11th Plan
- Kulkarni H, Shankar PV (2010) Sustainable groundwater management: challenges for the 21st Century. In International Conference on Dynamics of Rural Transformation in Emerging Economies, New Delhi
- LopezGeta JA (2007) 'Estado actual de la implementación de las Directivas en España. (In Spanish)
- Jacobs KL, Holway JM (2004) Managing for sustainability in an arid climate: lessons learned from 20 years of groundwater management in Arizona, USA. *Hydrogeology Journal* 12:52-65
- Jha BM, Sinha SK (2009) Towards better management of ground water resources in India. *Quarterly Journal* 24:1-20
- 5- Groundwater Sustainability Agency
- 6- Groundwater Sustainability Plan
- 7-California Water Foundation
- 8- Commission on Price Policy
- 9-Water Framework Directive
- ۵- مراجع
- Alley WM, Reilly TE, Franke OL (1999) Sustainability of ground-water resources: US Department of the Interior. US Geological Survey, 79 p.
- Arizona Department of Water Resources (ADWR) (2014) Arizona's next century: A strategic vision for water supply sustainability.
- Brundtland G H, Khalid M, Agnelli S, Al-Athel S (1987) Our common future. New York
- California Legislative Information (2014) Sustainable groundwater management [10720-10737.8]. California Water Code, 1
- California Water Foundation (CWF) (2014) Recommendations for sustainable groundwater management. Developed Through a Stakeholder Dialogu
- Chappelle C, Hanak E, Harter T (2017) Groundwater in California. Just the FACTS (San Francisco, CA: Public Policy Institute of California)
- Derakhshan H, Davary K (2018) Developing criteria, as key solution for sustainable groundwater withdrawal. *Iran-Water Resources Research* 14(5):367-373 (In Persian)
- De Stefano L, Fornés JM, López-Geta JA, Villarroya F (2015) Groundwater use in Spain: an overview in light of the EU Water Framework Directive. *International Journal of Water Resources Development* 31:640-656
- Dez Ab Company (2017) Progress report of sustainability plans. (In Persian)
- Esteban E, Dinar A (2013) Cooperative management of groundwater resources in the presence of environmental externalities. *Environmental and Resource Economics* 54:443-469
- Fielding K, Hornsey M (2016) A social identity analysis of climate change and environmental attitudes and behaviors: insights and opportunities. *Frontiers of Psychology*, <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00121>
- Fornés J M, De la Hera A, Llamas M R (2005) The silent revolution in groundwater intensive use and its influence in Spain. *Water Policy* 7:253-268

- Sahuquillo A, Custodio E, Llamas MR (2009) 'La gestión de las aguas subterráneas' [Groundwater management], *Tecnología del Agua*, March and April 2009, 305:60–67 and 306:54–67 (In Spanish)
- Seyranian V, Sinatra G, Polikoff M (2015) Comparing communication strategies for reducing residential water consumption. *Journal of Environmental Psychology* 41:81-90
- Singh K (1991) Determinants of people's participation in watershed development and management: An exploratory case study. *Indian Journal of Agricultural Economics* 46:278-286
- Smith JC, Abhold K (2016) Measuring what matters: Setting measurable objectives to achieve sustainable groundwater Management in California.
- Suhag R (2016) Overview of ground water in India. PRS Legislative Research (PRS) standing committee report on Water Resources Examined
- Tadayon S (2005) Water withdrawals for irrigation, municipal, mining, thermoelectric-power, and drainage uses in Arizona outside of active management areas, 1991-2000. US Department of the Interior, US Geological Survey
- Tillman FD, Cordova JT, Leake SA, Thomas BE, Callegary JB (2011) Water availability and use pilot: Methods development for a regional assessment of groundwater availability, southwest alluvial basins, Arizona. US Department of the Interior, US Geological Survey
- US Census Bureau (2019) Population estimates of United State.
- Vallima J (2008) On comparative research in higher education. In *From Governance to Identity*. Springer, Dordrecht 141-155
- Water Education Foundation (WEF) (2016) Sustainable water strategies for California. The William R. Gianelli Water Leaders Class of 2016 was granted full editorial control of this report
- Water Resource Management Company (2016) Annual report of programs, performance and actions of the sustainability plan. (In Persian)
- Water Resource Management Company (2016) Report on challenges and consequences of water scarcity in the country. (In Persian)
- Water Resource Management Company (2019) Weekly report of programs, performance and actions of the sustainability plan. (In Persian)
- Miller JA (2000) Groundwater Atlas of the United States, Segment 2: Arizona, Colorado, New Mexico, and Utah, Hydrogeologic Investigations Atlas 730-C. US Geological Survey, 34p.
- Ministry of Water Resource (MWR) (2015) River development and Ganga rejuvenation.
- MMA (2000) Libroblan code laguaen España [White book of water in Spain], 1–637, Madrid: Secretaría de Estado de Aguas y Costas, Ministerio de Medio Ambiente. (In Spanish)
- MMA (2006) Síntesis de la información remitida por España para dar cumplimiento a los artículos 5 y 6 de la Directiva marco del Agua, en materia de agua subterráneas [Summary of the information submitted by Spain to comply with articles 5 and 6 of the WFD concerning groundwaters], Memoria, 1–85. Madrid: Dirección General del Agua, Ministerio de Medio Ambiente (In Spanish)
- Moir A, Endemann B, Elles C, Eick F (2018) Implementing California's sustainable groundwater management act. U.S. Environment, Land and Natural Resources Alert
- Molinero J, Custodio E, Sahuquillo A, Llamas MR (2011) Groundwater in Spain: legal framework and management issues. *Groundwater management practices*. CRC Press, Boca Raton 123-137
- Nagaraj N (2006) A comparative study of groundwater institutions in the western United States, France and Peninsular India for Sustainable and Equitable Resource Use—Some lessons for India. *Water Law and the Commons*, at Delhi, India
- Perveen S, Krishnamurthy CK, Sidhu RS, Vatta K, Kaur B, Modi V, Lall U (2012) Restoring groundwater in Punjab, India's breadbasket: finding agricultural solutions for water sustainability. Columbia Water Center—White Paper
- Planning Commission (PC) (2007) Groundwater management and ownership: Report of the expert group, planning commission, GoI, New Delhi.
- Rural Water Supply Programme (RWSP) (2000) Government of India, ministry of rural development, department of drinking water supply.
- Rogers P (2016) California storms send billions of gallons of water into reservoirs. Retrieved from The Mercury News
- Sahuquillo A, Lluria M (2003) Conjunctive use as potential solution for stressed aquifers: social constraints. *Netherlands: Balkema* 1–478