

چکیده

افزایش فشار بر منابع آب زیرزمینی، کاهش بارندگی و تشدید اثرات تغییر اقلیم موجب بروز عدم تعادل در بیلان آبخوان‌ها در بسیاری از مناطق خشک و نیمه‌خشک شده است. تداوم این روند، علاوه بر کاهش سطح آب زیرزمینی، پیامدهایی نظیر افت کیفیت منابع آب، افزایش هزینه‌های تأمین آب و کاهش پایداری فعالیت‌های اقتصادی وابسته به آب را به همراه دارد. از این رو تدوین یک چارچوب راهبردی برای مدیریت پایدار منابع آب و تعادل بخشی آبخوان‌ها به عنوان یکی از ضرورت‌های اساسی برنامه‌ریزی منابع آب مطرح است. هدف این پژوهش تدوین نقشه راه مدیریت پایدار منابع آب استان با تمرکز بر ارزیابی وضعیت منابع و مصارف آب، تحلیل شرایط آبخوان‌ها و ارائه سناریوهای مدیریتی برای کاهش کسری مخازن و سازگاری با کم‌آبی در افق 1411 است.

در این پژوهش ابتدا متغیرهای بارندگی به عنوان یکی از مؤلفه‌های اصلی بیلان آب زیرزمینی مورد بررسی قرار گرفت و با استفاده از مدل‌های احتمالاتی در دوره‌های بازگشت مختلف برای دشت‌های استان برآورد شد تا نقش آن در تغذیه آبخوان‌ها و ارزیابی ریسک برنامه‌ریزی منابع آب مشخص گردد. در ادامه وضعیت منابع و مصارف آب در بخش‌های کشاورزی، شرب، صنعت و خدمات در مقیاس استانی بررسی و روند تغییرات آن در دوره‌های مختلف زمانی تحلیل شد. همچنین اثرات تغییر اقلیم و تغییرات متغیرهای هواشناسی بر شرایط آینده منابع آب مورد ارزیابی قرار گرفت. به منظور تحلیل وضعیت هیدروژئولوژیکی آبخوان‌ها، شبیه‌سازی برخی دشت‌های منتخب با استفاده از نرم‌افزار GMS انجام شد و پارامترهایی نظیر سطح آب زیرزمینی، توپوگرافی سنگ‌بستر، ضریب هدایت هیدرولیکی و سایر ضرایب هیدرودینامیکی پس از واسنجی مدل تحلیل گردید. علاوه بر این، بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی آب در بخش کشاورزی ارزیابی شد تا ظرفیت‌های بهبود مدیریت مصرف آب و افزایش کارایی استفاده از منابع آب شناسایی شود.

در بخش سناریوهای مدیریتی، مجموعه‌ای از اقدامات مدیریت مصرف آب در بخش کشاورزی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان می‌دهد توسعه سامانه‌های آبیاری نوین شامل سیستم‌های تحت فشار و کم‌فشار یکی از مؤثرترین راهکارهای کاهش مصرف آب است؛ به طوری که افزایش سطح این سیستم‌ها در افق 1411 می‌تواند حدود 126 میلیون مترمکعب در سال صرفه‌جویی ایجاد کند. همچنین توسعه کشت‌های گلخانه‌ای و افزایش سطح گلخانه‌ها در استان می‌تواند حدود 40/2 میلیون مترمکعب صرفه‌جویی در مصرف آب به همراه داشته باشد. اصلاح الگوی کشت در محصولات زراعی و باغی نیز به ترتیب حدود 17 و 10 میلیون مترمکعب کاهش مصرف آب را به دنبال خواهد داشت. علاوه بر این، توسعه مشاغل جایگزین در مناطق روستایی و کاهش وابستگی معیشت به کشاورزی می‌تواند حدود 10 میلیون مترمکعب صرفه‌جویی ایجاد کند. استفاده از سایر روش‌های مدیریت مصرف آب در مزرعه، از جمله بهبود ویژگی‌های خاک، استفاده از مواد اصلاح‌کننده و مدیریت بهینه آبیاری نیز حدود 20 میلیون مترمکعب صرفه‌جویی برآورد شده است. در

مجموع اجرای این سناریوها می‌تواند حدود 223/2 میلیون مترمکعب در سال کاهش مصرف آب در بخش کشاورزی ایجاد کند.

بررسی روند مصرف آب در بخش‌های مختلف نشان می‌دهد میزان مصرف آب کشاورزی که در ابتدای دهه 1390 حدود 623 میلیون مترمکعب در سال بوده است، باید در افق برنامه‌ریزی به حدود 346 میلیون مترمکعب کاهش یابد تا امکان دستیابی به آب قابل برنامه‌ریزی فراهم شود. در مقابل، مصرف آب در بخش‌های شرب، صنعت و خدمات با توجه به رشد جمعیت و توسعه اقتصادی در افق برنامه‌ریزی به حدود 123 میلیون مترمکعب در سال خواهد رسید. بنابراین کاهش برداشت از منابع آب زیرزمینی عمده‌تأ باید از طریق مدیریت مصرف در بخش کشاورزی محقق شود.

علاوه بر سناریوهای مدیریت مصرف، مجموعه‌ای از اقدامات اجرایی در چارچوب برنامه‌های تعادل‌بخشی منابع آب نیز مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان می‌دهد اجرای برنامه تعدیل پروانه بهره‌برداری چاه‌ها می‌تواند تا افق برنامه‌ریزی حدود 265 میلیون مترمکعب صرفه‌جویی ایجاد کند که بخشی از آن تاکنون محقق شده است. از دیگر اقدامات مهم می‌توان به توسعه بازار آب، خرید چاه‌های کم‌بازده، جایگزینی پساب تصفیه‌شده، نصب کنتورهای هوشمند، انسداد چاه‌های غیرمجاز، اجرای طرح‌های تغذیه مصنوعی آبخوان‌ها و پروژه‌های آبخیزداری اشاره کرد که هر یک نقش مهمی در کاهش برداشت از منابع آب زیرزمینی و افزایش تغذیه آبخوان‌ها دارند. همچنین اصلاح شبکه‌های فرسوده توزیع آب شهری، ارتقای بهره‌وری مصرف در بخش صنعت و استفاده از منابع آب غیرمتعارف می‌تواند به کاهش فشار بر منابع آب زیرزمینی کمک کند. در کنار این اقدامات، انتقال آب برای تأمین بخشی از نیازهای شرب و صنعت نیز به‌عنوان یکی از گزینه‌های مکمل در نظر گرفته شده است.

بر اساس نتایج این پژوهش، تحقق تعادل پایدار در منابع آب زیرزمینی نیازمند اجرای هم‌زمان مجموعه‌ای از اقدامات مدیریتی، فنی و نهادی است. سناریوهای پیشنهادی این مطالعه نشان می‌دهد که با ترکیب راهکارهای مدیریت مصرف، افزایش بهره‌وری آب، اجرای برنامه‌های تعادل‌بخشی و به‌کارگیری منابع جایگزین، می‌توان گام مؤثری در جهت کاهش کسری مخازن و افزایش تاب‌آوری سامانه‌های آبی در برابر شرایط کم‌آبی برداشت. نقشه راه ارائه‌شده در این پژوهش می‌تواند به‌عنوان چارچوبی عملی برای برنامه‌ریزی کوتاه‌مدت و بلندمدت مدیریت منابع آب و حرکت به سمت بهره‌برداری پایدار از آبخوان‌ها مورد استفاده قرار گیرد.

کلمات کلیدی: مدیریت پایدار منابع آب، تعادل‌بخشی آبخوان، سامانه‌های آبیاری تحت فشار و کم‌فشار، کشت گلخانه‌ای، مدیریت مصرف آب، سناریوهای مدیریتی، بهره‌وری آب.