

# بررسی آثار اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی پایین رفتن سطح آب زیرزمینی و اثرات آن بر سرمایه گذاری و تولید زیربخش زراعی (مطالعه موردی: دشت ابهر (استان زنجان))

## مقدمه

استخراج آب های زیرزمینی، تحولات بزرگ اجتماعی و اقتصادی را در کشورهای در حال توسعه ایجاد کرده و توسعه زمین های زیرکشت آبی، نقش مهمی در حداقل کردن سوء تغذیه و فقر در میان کسانی که در فقر زندگی می کردند، را ایفا نموده است. اما، با افزایش تقاضا جهت استخراج منابع آبی زیرزمینی، این منابع کاهش شدیدی داشته است که باعث بوجود آمدن مشکلات مختلفی در حال و آینده خواهد گردید.

بدلیل ماهیت چند وجهی و بین رشته ای بودن مسائل و مشکلات مربوط به منابع آب زیرزمینی، ضروری است جنبه های اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی حاصل از مشکلات مذکور در یک چارچوب علمی-تحلیلی به طور همزمان مورد سنجش و ارزیابی قرار گیرند تا از این طریق عکس العمل ذی نفعان و تغییرات شاخص های کنترلی (اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی) نسبت به چالش ها و مشکلات بوجود آمده در زمینه منابع آب مورد شناسایی و تجزیه و تحلیل قرار گیرد.

هدف مطالعه حاضر بررسی اثرات اقتصادی، اجتماعی و محیط زیستی افت سطح آب زیرزمینی در دشت ابهر، استان زنجان، بوده است. این دشت در بین دشتهای موجود در استان زنجان بیشترین کسری مخزن (۳۸/۶ میلیون مترمکعب) را دارا می باشد. به طوری که منابع آب زیرزمینی در این دشت طی ۲۲ سال گذشته حدود ۲۰ متر افت داشته که بین دشتهای استان بالاترین مقدار بوده است.

## مواد و روش ها

به منظور درک مناسب اهداف مطالعه و اطلاع از تجربیات سایر کشورها در این مشکل، ابتدا به بررسی تجربیات کشورهای هند، چین و مکزیک در مورد اثرات پایین رفتن سفره های آب زیرزمینی پرداخته شده است. اثرات اجتماعی ناشی از افت آب های زیرزمینی (میزان اشتغال، مهاجرت، تعدیل نیروی کار و حاشیه نشینی) از دیدگاه مردم شهر و روستا از طریق تکمیل پرسشنامه ها و با استفاده از نمونه گیری تصادفی از ۳۰۰ نفر از مردم شهری و ۱۶۱ نفر از مردم روستایی بررسی شد.

تأثیر افت آب زیرزمینی بر برخی متغیرهای فنی - اقتصادی دشت ابهر (تغییرات درآمد، تولید، اشتغال، سرمایه-گذاری و کارایی مصرف آب) با استفاده از آمارهای موجود در سازمان‌های دولتی و اثرات مقطعی کاهش آب زیرزمینی در روستاها با استفاده از آماره‌های استخراج شده از پرسشنامه‌ها، مورد تحلیل و بررسی قرار گرفت. با بکارگیری برنامه‌ریزی آرمانی، الگوی کشت دشت برای محصولات زراعی مهم تعیین شد. قیمت سایه‌ای آب برای برخی محصولات با استفاده از انواع توابع تولید (درجه دوم تعمیم یافته، کاب داگلاس، لئونتیف تعمیم یافته، ترانسلوگ و ترانسندنتال) تخمین زده شد. همچنین از روش علیت گرنجری هشیائو، به منظور بررسی اثرات اقتصادی پایین رفتن سفره‌های آب زیرزمینی بر تولید، عملکرد، سطح زیرکشت، مصرف نهاده‌ها، تولید ناخالص داخلی و ارزش افزوده بخش کشاورزی استان استفاده شد.

آثار زیست‌محیطی افت سطح آب زیرزمینی نیز با استفاده از آمار و اطلاعات موجود و اطلاعات استخراج شده از تصاویر ماهواره‌ای و سیستم اطلاعات جغرافیایی در یک بازه ۴۰ ساله، مورد مطالعه قرار گرفت. جهت بررسی اثر افت سطح ایستابی بر کیفیت خاک و کاهش عملکرد محصولات از دستور العمل ارائه شده در نشریه فائو ۱۹۸۵ استفاده گردید.

در نهایت برای تلفیق اثرات اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی و اولویت‌بندی آنها از روش تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی (AHP) استفاده شد.

## نتایج و بحث

### بررسی تجربیات کشورهای دیگر

تجربه حوضه مینکن چین نشان داد برخلاف تصور اکثر مقامات چینی، استفاده بیش از حد آب‌های زیرزمینی به شدت تحت تأثیر سیاست‌های دولت در حوضه مینکن قرار گرفته است. در این مطالعه استفاده از نهادهای مردمی برای برنامه‌ریزی و تعیین سیاست‌ها (اثر پایین به بالا) پیشنهاد شد.

تجربه ایالت گجرات هند نشان می‌دهد که تخلیه آب زیرزمینی (تنش زیست‌محیطی) به عنوان یک "عامل فشار" سبب می‌شود که افراد، در جستجوی کسب شغل بهتر به شهرها مهاجرت (مهاجرت زیست‌محیطی) کنند، در حقیقت این مهاجرت نوعی واکنش سازگاری تلقی می‌گردد. بنابراین دولت باید به دنبال ایجاد راه‌هایی جهت افزایش سرمایه‌گذاری زیربنایی در مناطق روستایی و کاهش مهاجرت افراد توانمند به شهرها گردد.

تجربه مکزیکی در مورد اثرات کاهش سطح آب زیرزمینی نشان داد افت آب زیرزمینی سبب افزایش هزینه‌های استخراج و کاهش بازده شده است. افزایش هزینه‌های تولید، کشاورزان را مجبور به ترک یا کاهش فعالیت‌های تولیدی کرده و از طرفی دیگر سبب افزایش مهاجرت آنها به مناطق شهری و ایالات متحده شده است. بنابراین گزینه‌های سیاستی، افزایش دسترسی کشاورزان فقیر به برنامه‌های حمایت عمومی، استفاده مؤثرتر از هزینه‌های

عمومی برای پیشبرد اهداف حفاظت از آب، حمایت کشاورزان برای بازاریابی محصولات جایگزین و استفاده کارآمد از فناوری‌های آبیاری پیشنهاد شده است.

### بررسی آثار اجتماعی

نتایج بخش اجتماعی در زمینه مدیریت مصرف آب نشان داد که به اعتقاد مردم شهر بیشترین اثر کاهش آب زیرزمینی بر قیمت آب و مشکلات توزیع آب بوده است. در حالی که در روستاها این عوامل در رتبه‌های انتهایی جدول قرار داشته و عواملی مانند سرمایه‌گذاری در زمینه بهبود روش آبیاری و تغییر در الگوی مصرف کشاورزی از اهمیت زیادی برخوردار بوده است. در مدیریت آب شهری، نقش دولت عامل مهمی عنوان شده است، زیرا تمام هزینه‌های تأمین و توزیع آب بر عهده دولت بوده و هیچ سازمان خصوصی نقشی در تأمین آب ندارد. همین عوامل مردم مناطق شهری دشت ابهر را نسبت به عملکرد دولت بی‌اعتماد کرده است. به طوری که افراد جامعه در این تحقیق معتقدند که افت سطح آب زیرزمینی منجر به افزایش هزینه‌های عمرانی و سرمایه‌گذاری دولت نشده است. در رابطه با مهاجرت مردم شهر اعتقاد داشتند مهاجرت دائمی در اثر افت آب زیرزمینی از روستاها بیشتر بوده در حالی که مردم روستا مهاجرت فصلی را بالاتر ذکر کرده‌اند.

از دیدگاه مردم شهر در زمینه اشتغال، ایجاد مشاغل کاذب ناشی از مهاجرت در رتبه اول و بیکاری بخش کشاورزی در رتبه بعدی قرار داشته است. در حالی که حس مشارکت و سپس رضایت شغلی از دیدگاه مردم روستا بالاترین اولویت را داشته و رتبه آخر به امنیت شغلی و بیکاری سایر مشاغل اختصاص یافته است.

در بخش رفاه، مردم شهر از اضطراب و نگرانی نسبت به آینده و افزایش قیمت محصولات به عنوان دو عامل مهم نام برده‌اند. مردم روستا نیز فقر و اضطراب و نگرانی نسبت به آینده را دو عامل اساسی متأثر از کاهش آب زیرزمینی عنوان کرده‌اند. در هر دو قسمت افراد اعتقاد داشته‌اند کاهش آب زیرزمینی بر امور فرهنگی، اعتقادی و وضعیت بهداشت کمترین تأثیر را داشته است.

### بررسی آثار اقتصادی

نتایج حاصل از آمار سری زمانی سطح زیرکشت دشت ابهر نشان داد که محصولات زراعی گندم، جو، لوبیا، سیب‌زمینی، گوجه‌فرنگی و یونجه بالاترین سطح زیرکشت را در شهرستان ابهر به خود اختصاص داده‌اند. با گذشت زمان سطح زیرکشت یونجه در حال کاهش و سیب‌زمینی و لوبیا در حال افزایش است و کاشت آبی گندم و جو به تدریج کم شده و کاشت این دو محصول به صورت دیم رواج پیدا کرده است. علی‌رغم تغییرات زیاد سطح زیرکشت و کاهش آن در برخی موارد، عملکرد تولید محصولات، بهره‌وری آب و درآمد حاصل از محصولات زراعی به قیمت ثابت در منطقه افزایش یافته است. درآمد ناخالص به ازای هزار مترمکعب آب در سال ۱۳۷۹ و

۱۳۹۰ به ترتیب معادل ۱۰۲۸ و ۱۸۷۰ ریال به ازای هر مترمکعب آب بوده است که نشان دهنده روند صعودی درآمد حاصل از هر مترمکعب آب در این سال‌ها می‌باشد. در دوره زمانی ۱۳۷۹-۱۳۹۰ با افت سطح آب زیرزمینی میزان بهره‌گیری از نیروی کار نیز در جهت منفی تغییر یافته است. تغییرات استفاده از نیروی کار در بخش کشاورزی که با افت سطح آب زیرزمینی در یک جهت بوده، به نظر می‌رسد تحت تأثیر دو عامل تغییر سطح زیرکشت و تغییر الگوی کشت محصولات زراعی آبی قرار گرفته است. سرمایه‌گذاری کل و سرمایه‌گذاری به ازای هر مترمکعب آب مصرفی نیز در دشت ابهر روندی صعودی داشته است.

نتایج مدل برنامه‌ریزی ریاضی به منظور تعیین الگوی کشت بهینه برای سنجش عکس‌العمل رفتاری کشاورزان منطقه در برابر سیاست‌های کشاورزی و سناریوهای مختلف (تغییر در قیمت نهاده‌ها و محصولات) نشان داد که در آرمان‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی سه محصول یونجه، سیب‌زمینی و گوجه‌فرنگی از الگوی کشت زمین‌های کمتر از ۸ هکتار حذف شده ولی محصول خیار در همه موارد پیشنهاد شده است. به منظور حفظ اشتغال، لوبیا و در شرایط زیست‌محیطی کاشت گندم توصیه می‌شود. در شرایط توافقی که همه آرمان‌ها با هم در نظر گرفته شدند، کاشت محصولات جو، لوبیا، گوجه‌فرنگی، خیار و سیب‌زمینی در منطقه پیشنهاد شد. در زمین‌های بیش از ۸ هکتار در آرمان اقتصادی خیار و سیب‌زمینی، در آرمان اجتماعی لوبیا و خیار و در آرمان زیست‌محیطی کاشت جو، گوجه و خیار و در شرایط توافقی گندم، خیار و سیب‌زمینی پیشنهاد شد.

با توجه به توابع انتخاب شده مصرف آب در تولید گوجه‌فرنگی و گندم در ناحیه یک بوده و استفاده از آب برای تولید آنها اقتصادی نیست. ارزش اقتصادی آب برای این دو محصول به ترتیب ۲۱۸۳ و ۳۷۷ ریال به ازای هر مترمکعب محاسبه شد. در تولید لوبیا آب در ناحیه سه استفاده شده که این ناحیه نیز غیراقتصادی بوده است، به همین دلیل ارزش اقتصادی آب برای محصول لوبیاچیتی در منطقه صفر گزارش شد.

نتایج علیت گرنجری هشیائو حاکی از آن است در این دشت مصرف آب علت گرنجری ارزش افزوده و تولید ناخالص داخلی نبوده است ولی ارزش افزوده و تولید ناخالص عاملی در کاهش آب زیرزمینی بوده‌اند.

### بررسی آثار محیط‌زیستی

بررسی پوشش گیاهی در محدوده آبخوان نشان دهنده افزایش پوشش گیاهی در محدوده آبخوان می‌باشد که با مراجعه به تصاویر ماهواره‌ای و بررسی این مناطق از روی تصاویر و با توجه به شکل هندسی این مناطق مشخص شد، این مناطق مزارع کشاورزی است. همچنین بررسی تصاویر ماهواره‌ای نشان دهنده این است که افت سطح ایستابی در منطقه سبب کاهش رطوبت خاک در منطقه گردیده است. نتایج بررسی کیفیت آب زیرزمینی دشت ابهر نشان داد مقادیر هدایت الکتریکی (شوری) آب زیرزمینی در طی سال‌های ۱۳۵۲ تا ۱۳۹۲ افزایش یافته است. بطوری که حداکثر شوری در طی این سال‌ها ۵۹ درصد افزایش داشته است. مقدار شوری از سمت شمال غرب

دشت به سمت نواحی جنوب شرق (خروجی حوضه) دارای روند افزایشی بوده که حداکثر آن در قسمت‌های شمال غربی و جنوب شرقی دشت دیده شده است.

شوری خاک به علت کاربرد آب زیرزمینی با کیفیت پایین برای آبیاری، یک مسئله مهم اکولوژیکی دیگر برای دشت ابهر می‌باشد. آبیاری با این آب بی کیفیت، سبب کاهش حاصلخیزی خاک در منطقه گردیده است. بررسی‌های تغییرات شوری عصاره اشباع خاک براساس دستورالعمل فائو بیانگر روند افزایشی در منطقه است.

همچنین با توجه به حد بحرانی بالای شوری آب آبیاری، برای محصول گندم و جو مشکلی از نظر کاهش پتانسیل تولید بوجود نیامده است. اما برای محصولات خیار و گوجه‌فرنگی (حد بحرانی آب آبیاری ۱۷۰۰ میکروزیمنس بر متر برای هر دو محصول) با توجه به اینکه حداکثر شوری آب آبیاری مشاهده شده در منطقه حدود ۱۶۰۰ میکروزیمنس بر متر بوده است، تا کنون مشکلی از نظر کاهش تولید محصول وجود نداشته است. با توجه به حد بحرانی شوری آب آبیاری برای یونجه (۱۳۰۰ میکروزیمنس بر متر) نقشه‌های پتانسیل عملکرد محصول یونجه تا ۱۳۹۰ مشکلی را از نظر کیفیت آب آبیاری برای تولید محصول یونجه نشان نداده، اما در سال ۱۳۹۲ در قسمت‌های از جنوب شرقی دشت در حدود ۱۰ درصد پتانسیل آب آبیاری برای تولید یونجه کاهش یافته است. در مورد تولید محصول لوبیا این منطقه از نظر کیفیت آب آبیاری از همان سال‌های ۱۳۵۲ دارای محدودیت‌های از نظر پتانسیل تولید بوده است. اما در اثر برداشت‌های بی‌رویه این مقدار در سال ۱۳۹۲ به ۵۰ درصد کاهش یافته است. این وضعیت بیشتر در قسمت‌های مرکزی دشت دیده می‌شود. از جهت تولید محصول سیب‌زمینی اولین آثار کاهش پتانسیل تولید در سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۹۲ در حدود ۱۰ درصد در برخی از نقاط شمال غربی و جنوب شرقی دشت دیده شده است. بررسی همزمان سطح زیرکشت و شوری آب زیرزمینی نشان داد که با توجه به افزایش شوری آب زیرزمینی، سطح زیرکشت محصولات سیب‌زمینی و لوبیا که حساس به شوری هستند نیز در حال افزایش است.

#### **اولویت‌بندی شاخص‌های اقتصادی، اجتماعی و محیط‌زیستی**

نتایج روش تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی نشان داد معیار اقتصادی با وزن ۰/۴۱۳ بالاترین اهمیت، معیار اجتماعی با وزن ۰/۳۲۷ در رتبه دوم و معیار زیست‌محیطی با وزن ۰/۲۶ سومین اولویت را در نظر متخصصان داشته است. در معیار اقتصادی هزینه و در زیرمعیار هزینه تأثیر در هزینه پمپاژ و برق و گازوئیل و کف شکنی در اولویت اول قرار گرفته‌اند. در معیار اجتماعی رفاه و در این زیرمعیار وضعیت بهداشت عمومی و اضطراب از آینده در رتبه‌های اول داشته و در معیار زیست محیطی، کیفیت آب و خاک از همه معیارها تأثیر بیشتری از کاهش آب زیرزمینی داشته‌اند.

## پیشهادات

براساس نتایج حاصل از مطالعه حاضر راهکارهای زیر پیشنهاد می‌گردد:

۱- با توجه به بی‌اعتمادی مردم مناطق شهری دشت ابهر نسبت به عملکرد دولت، دولت باید در رفع این بی‌اعتمادی برای اثربخشی کارهای خود تلاش کند تا مردم مصرف آب را کاهش دهند. همچنین پیشنهاد می‌شود مطالعات لازم در زمینه امکان‌سنجی روش‌های مشارکت بخش خصوصی در طرح‌های آب و تأمین زیرساخت‌های آن صورت گیرد.

۲- پایین رفتن سطح آب زیرزمینی سبب ایجاد انگیزه سرمایه‌گذاری در زمینه بهبود روش آبیاری در بخش کشاورزی در منطقه شده است. از طرفی در این منطقه تغییر شیوه‌های آبیاری به دلایل مشاع بودن منابع آب کشاورزان و از طرفی کوچک بودن قطعات زمین‌ها مقدور نبوده است. بنابراین پیشنهاد می‌شود با توجه به مشاع بودن چاه‌ها در منطقه، دولت می‌تواند با همکاری مردم و قیمت‌گذاری آب، مدیریت مناسبی بر توزیع آب داشته باشد. همچنین دولت تسهیلات لازم جهت تغییر شیوه آبیاری را فراهم نماید.

۳- با توجه به الگوهای کشت پیشنهادی، سیاست‌گذاران در هر زمینه با توجه به آرمان مورد نظر، می‌توانند با همکاری کشاورزان هر یک از الگوها را در دشت به کار برند.

۴- نتایج مطالعه نشان می‌دهد که میزان کارایی مصرف آب به طور متوسط در طی سال‌های مورد مطالعه در دشت ابهر پایین‌تر از متوسط کارایی مصرف آب در کشور و جهان بوده است که حاکی از وجود پتانسیل برای افزایش بهره‌وری آب کشاورزی در این منطقه است. بنابراین پیشنهاد می‌شود ظرفیت‌سازی و اطلاع‌رسانی برای ارتقاء بهره‌وری آب در منطقه به کار گرفته شود.

۵- نتایج مطالعه نشان داد بیشتر متخصصین منطقه به آثار اقتصادی، اجتماعی و در آخر اثرات زیست‌محیطی پایین رفتن سفره‌های آب زیرزمینی توجه داشته‌اند. لذا باید به متخصصین اطلاعات کافی در این زمینه را ارائه نمود که آثار محیط‌زیستی به عنوان خط قرمز در مدیریت منابع آب زیرزمینی در نظر گرفته شود. زیرا اثرات زیست‌محیطی عواقب اجتماعی و اقتصادی قابل توجهی خواهد داشت.