

بررسی کارشناسی دو شبهه در مورد بحران آب:
الف) تأثیر باروری ابرها در کشورهای همسایه
بر میزان بارش ایران
ب) نقش آبهای ژرف در تأمین آب کشور

معاونت پژوهش‌های زیربنایی و امور تولیدی
دفتر: مطالعات زیربنایی

کد موضوعی: ۲۵۰
شماره مسلسل: ۱۴۳۷۰
مردادماه ۱۳۹۴

به نام خدا

فهرست مطالب

۱	چکیده
۲	مقدمه
۳	۱. بارورسازی ابرها
۳	۱-۱. سابقه و وضعیت اجرای پروژه‌های باروری ابرها در جهان
۵	۱-۲. سابقه و وضعیت اجرای پروژه‌های باروری ابرها در ایران
۶	۱-۳. تأثیر باروری ابرها توسط کشور ترکیه بر منابع آب ایران
۹	۲. آب‌های ژرف و فسیلی
۱۰	۲-۱. بررسی فرضیه وجود منابع آب چشمگیر در گسل‌ها
۱۱	۱-۱-۲. وضعیت زمین‌شناسی کشور
۱۱	۲-۱-۲. بررسی وضعیت هیدرولوژیکی و بیلان آبی کشور در راستای آب‌های ژرف
۱۲	۲-۱-۳. وضعیت هیدرولوژیکی ظرفیت انتقال آب زیرزمینی از ایران مرکزی به اطراف کشور و بالعکس
۱۳	۲-۲. داده‌های اکتشافی شرکت ملی نفت ایران
۱۴	۲-۳. بررسی آب‌های زیر قشری کشور
۱۴	۲-۳-۱. طرح استحصال آب‌های زیر قشری خروجی از مرزهای قابل دسترس
۱۵	۲-۳-۲. ظرفیت‌های موجود و مناطق مستعد کشور برای استحصال آب زیر قشری
۱۶	۲-۳-۳. اهمیت آب‌های ژرف در تأمین منابع آب مورد نیاز کشور
۱۸	۲-۳-۴. ضرورت مطالعات آب ژرف
۱۹	جمع‌بندی و نتیجه‌گیری
۲۰	منابع و مآخذ



بررسی کارشناسی دو شبهه در مورد بحران آب:
الف) تأثیر باروری ابرها در کشورهای همسایه بر میزان بارش ایران
ب) نقش آب‌های ژرف در تأمین آب کشور

چکیده

در این گزارش ادعای تأثیر باروری ابرها توسط کشور ترکیه بر منابع آب ایران و موضوع وجود منابع آب قابل توجه در برخی گسل‌های کشور با بررسی منابع علمی و همچنین تشکیل جلسه با جمعی از کارشناسان و نخبگان امر مورد بررسی قرار گرفت. براساس اطلاعات موجود و بررسی‌های به عمل آمده پروژه‌های افزایش بارش در کشور ترکیه بر کاهش میزان بارش در ایران، فاقد اساس علمی معتبر و بدون مدرک است. موضوع دوم یعنی آب گسل و میزان تأثیر آن بر منابع آب کشور مورد بررسی قرار گرفته و موارد مورد ادعا به‌طور کلی فاقد رویه علمی اصولی می‌باشد. اما با وجود این نتیجه‌گیری اولیه، باید گفت؛ مطالعات آب‌های ژرف در ایران تاکنون به‌صورت جامع صورت نگرفته و تنها در برخی از حفاری‌های اکتشافی شرکت ملی فولاد ایران به منابع آب محدودی برخورد شده است که از نظر منشأ، حجم و توان آبدهی مورد بررسی قرار نگرفته‌اند و لذا در این مورد نیاز به بررسی و تأیید فراگیر و جامع توسط دستگاه‌های ذیربط در کشور دارد.

مقدمه

براساس دستور رئیس محترم کمیسیون انرژی مجلس شورای اسلامی در جلسه کمیسیون مورخ ۱۳۹۴/۴/۲ درخصوص موضوعات مطرح شده در مورد تأثیر باروری ابرها توسط کشور ترکیه بر منابع آب ایران و بهره‌برداری از آب‌های گسل، این بررسی و جمع‌بندی پس از بررسی برخی منابع علمی و برگزاری جلسه با جمعی از کارشناسان و نخبگان امر از دستگاه‌ها و سازمان‌های مختلف صورت گرفته است. دستگاه‌های حاضر در جلسه مذکور به شرح زیر هستند:

- سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور،

- وزارت نیرو،

- شرکت مدیریت منابع ایران،

- مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی،

- سازمان هواشناسی کشور،

- مؤسسه تحقیقات آب وزارت نیرو،

- سازمان زمین‌شناسی کشور،

- پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری.

در ادامه گزارش با ارائه کلیاتی در مورد اصول و مبانی باروری ابرها و آب‌های

زیرقشری، به بررسی ادعاهای مطرح شده پرداخته می‌شود.



۱. بارورسازی ابرها

استفاده از فناوری‌های جدید و سرمایه‌گذاری در زمینه روش‌های مدرن استحصال آب به‌عنوان یکی از راهکارهای جبران کمبود آب در آینده شناخته شده است. یکی از روش‌های مذکور، استفاده از فناوری باروری ابرهاست که در حال حاضر در بسیاری از کشورهای دنیا به‌عنوان یک روش مرسوم برای افزایش استحصال آب مورد استفاده قرار می‌گیرد. فناوری باروری ابرها شاخه‌ای از علم تعدیل آب و هواست که هدف اصلی آن افزایش بارش با استفاده از ایجاد یک سری تغییرات در خصوصیات ابرهاست. در این فناوری، از طریق تزریق عامل‌های بارورسازی، فرآیندهای ایجاد دانه‌های بارش در ابر تشدید شده و نهایتاً میزان بارش حادث شده افزایش می‌یابد.

۱-۱. سابقه و وضعیت اجرای پروژه‌های باروری ابرها در جهان

ایده ایجاد بارش از طریق باروری مصنوعی ابر را برای اولین بار دانشمندان روسی با تأسیس انستیتوی باران مصنوعی به‌منظور بررسی امکان تعدیل آب و هوا در سال ۱۹۳۲ میلادی مطرح نمودند. در سال ۱۹۴۶ میلادی وینسنت شيفر^۱ در آزمایشگاه جنرال‌الکتریک در آمریکا به‌طور تصادفی کشف کرد آب فوق‌سرد در مجاورت یخ خشک به کریستال‌های یخ تبدیل می‌شود. با ادامه تحقیقات توسط او و دیگر دانشمندان، فناوری باروری ابرها توسعه یافت. سپس این علم به‌صورت کلی‌تری تحت عنوان علم تعدیل آب و هوا ظهور یافته و تکنیک‌های دیگری مانند پراکنده نمودن مه، جلوگیری از

1. Vincent J. Schaefer

تگرگ و غیره را شامل شد به طوری که در حال حاضر کشورهای بسیاری از سرتاسر دنیا در حال تحقیق و توسعه این روش‌ها هستند. لازم به ذکر است که بیشترین پروژه‌های باروری ابرها و پژوهش در این زمینه در کشور ایالات متحده آمریکا انجام می‌شود. هم‌اکنون در بسیاری از کشورها فعالیت‌های تعدیل آب و هوا به صورت پیمانکاری توسط شرکت‌های خصوصی و به درخواست مؤسسات دولتی یا خصوصی اجرا می‌گردد. به طور کلی طبق آمار منتشر شده از سازمان جهانی هواشناسی تنها تعداد پروژه‌هایی که در این سازمان به ثبت رسیده است، در حال حاضر در سرتاسر دنیا بیش از ۱۰۰ پروژه اجرایی است که در هر سال با هدف استحصال بیشتر آب از منابع جوی و یا سایر قابلیت‌های این علم به مرحله اجرا در می‌آید. جدول ۱ سابقه اجرای این پروژه‌ها را در برخی از کشورهای عربی نشان می‌دهد. مطابق این جدول، کشورهای عربی مانند عربستان، عراق، سوریه، امارات و غیره نیز در ردیف بارورکنندگان ابر هستند که تقریباً اکثر آنها سابقه‌ای بیش از ۱۰ سال در اجرای این پروژه‌ها دارند.

جدول ۱. سابقه اجرای پروژه‌های باروری ابرها در کشورهای عربی

کشور	سال آغاز پروژه
الجزایر	۱۹۵۲
لیبی	۱۹۷۱
مراکش	۱۹۸۳
اردن	۱۹۸۶
عراق	۱۹۸۹
عربستان سعودی	۱۹۹۰
سوریه	۱۹۹۱
امارات متحده عربی	۲۰۰۰



۱-۲. سابقه و وضعیت اجرای پروژه‌های باروری ابرها در ایران

در سال ۱۳۵۳ برای نخستین بار طرح باروری ابرها توسط وزارت نیرو و به مدت چهار سال به منظور افزایش ذخیره آبی سدهای لتیان و کرج، با بهره‌گیری از امکانات اجرایی یک شرکت کانادایی و با استفاده از ۳۰ دستگاه ژنراتور زمینی تصعید یدور نقره و یک فروند هواپیما به اجرا درآمد. براساس گزارش‌های وزارت نیرو، میزان متوسط افزایش بارندگی در این طرح ۱۸/۵ درصد گزارش شده است. در سال ۱۳۶۷، تجهیزات به جا مانده از این طرح به یزد منتقل گردید و طی سال‌های ۱۳۶۷ تا ۱۳۷۵، به صورت پراکنده و با استفاده از ژنراتورهای زمینی در ارتفاعات شیرکوه، طرح باروری ابرها به اجرا درآمد. پس از آن با توجه به تأکید ریاست جمهوری وقت در سمینار اقتصاد آب در آذرماه ۱۳۷۵ مبنی بر ایجاد مرکز باروری ابرها، با ابلاغ وزیر نیرو در بهمن‌ماه ۱۳۷۵، مرکز ملی تحقیقات و مطالعات باروری ابرها در یزد تأسیس و از سال ۱۳۷۶ رسماً آغاز به کار کرد. از اهداف تأسیس مرکز می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- نظارت یا اجرای مطالعات امکان‌سنجی پروژه‌های باروری ابرها در کل کشور به‌ویژه در نقاط مستعد و نیازمند،
- طراحی، نظارت و اجرای پروژه‌های افزایش بارندگی از طریق باروری ابرها در مناطق مختلف کشور،
- انجام بررسی‌های اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی در خصوص پروژه‌های باروری ابرها،
- تهیه و تأمین تجهیزات مورد نیاز اجرای پروژه‌های باروری ابرها اعم از تجهیزات زمینی و هوایی برای روش‌های موجود و سایر روش‌های بارورسازی ابرها،

- سازماندهی و اجرای تحقیقات در خصوص ابعاد مختلف باروری ابرها اعم از روش‌ها، مواد باروری، اصول علمی و کسب فناوری‌های جدید در این زمینه با انجام تحقیقات کتابخانه‌ای و میدانی و تحقیقات هوایی با استفاده از آزمایشگاه هوایی هوایماهای تحقیقاتی و تشکیل بانک اطلاعاتی مورد نیاز،

- تشکیل و تکمیل بانک‌های اطلاعاتی مرکز اعم از آمار بارندگی و اطلاعات اقلیمی ایستگاه‌های هواشناسی و اقلیم‌شناسی موجود در وزارت نیرو و سازمان هواشناسی و پارامترهای مختلف جوی در لایه‌های مختلف جو.

در راستای رسیدن به اهداف فوق ابتدا قراردادی به مدت ۵ سال با رصدخانه مرکزی آب و هواشناسی روسیه به منظور اجرا و انتقال تکنولوژی باروری ابرها در مناطق مرکزی ایران منعقد گردید که طی آن پروژه‌های مختلف اجرایی توأم با انتقال تکنولوژی انجام گردید.

۳-۱. تأثیر باروری ابرها توسط کشور ترکیه بر منابع آب ایران

باروری ابرها با استفاده از تزریق هسته‌های میعان به درون ابر انجام می‌شود. این هسته‌ها می‌توانند یدور نقره، ذرات نمک و یا یخ خشک باشند.

تزریق این ذرات به درون ابر باید زمانی انجام شود که ابر کمبود هسته‌های تراکم داشته باشد. در این صورت تزریق مصنوعی این ذرات موجب افزایش بارش به میزان ۱۰ تا ۱۵ درصد می‌گردد. این میزان افزایش بارش منحصراً در ابر انتخاب شده در محدوده زمانی و مکانی تحت تأثیر می‌باشد و نباید با افزایش بارش سالیانه یک منطقه یا یک کشور اشتباه شود.



در خاورمیانه به دلیل وفور تعداد هسته‌های تراکم طبیعی در جو، بسیاری از ابرهای این منطقه کمبود هسته تراکم ندارند. چنانچه بدون در نظر گرفتن فراوانی هسته‌های میعان موجود در ابر اقدام به تزریق این هسته‌ها به صورت مصنوعی گردد، این عمل می‌تواند به فوق اشباع شدن منتهی شود که موجب میعان بخار آب موجود در ابر روی تعداد زیادی هسته تراکم شده و تعداد زیادتری قطرک ابر با شعاع کوچک تولید کند. این قطرک‌ها تنها به صورت ابر ظاهر شده و به علت اینکه وزن آنها از نیروی شناوری فزونی نمی‌گیرد، از ابر خارج نشده و نه تنها باعث افزایش بارش نمی‌شود، حتی ممکن است موجب کاهش بارندگی گردد.

بارورسازی ابرها وقتی معنادار است که ابرهای موجود ذاتاً مستعد بارش باشند و بیان میزان افزایش بارش تحت تأثیر عملیات باروری دشوار بوده و این کار باید با روش‌های استاندارد جهانی انجام گردد. همچنین مناطقی برای عملیات بارورسازی ابر مناسباند که یک حداقل بارش میانگین سالانه در حدود ۳۰۰ میلی‌متر را داشته باشند. علت اصلی انتخاب یک حداقل بارش، پوشش هزینه‌های مربوط به نیروی انسانی، تجهیزات، هواپیما، هسته‌های میعان و غیره است، تا از نظر اقتصادی معنادار باشد.

اصولاً بارورسازی ابر در دنیا با اهداف تحقیقاتی انجام می‌شود و محدوده عمل آن در زمان و مکان کوچک بوده و نمی‌تواند گسترده باشد. این عمل برای افزایش بارش در مناطق محدود مورد مطالعه و یا با هدف تعدیل آب و هوا به منظور مه‌زدایی در یک ناحیه محدود مثل باند فرودگاه، تگرگ‌زدایی روی یک منطقه کشاورزی و کاهش قطر تگرگ و تبدیل به بارش مایع به کار می‌رود که نقطه مقابل بارورسازی است.

آنچه که در کشورهای مختلف تجربه شده است، بارورسازی ابر به هیچ وجه

راهکاری برای مقابله با خشکسالی‌ها، رفع کم‌بارشی، حل مشکل کم‌آبی در یک منطقه و خشک شدن دریاچه‌ها و رودخانه‌ها نیست و در هیچ کجای جهان از این روش برای اهداف فوق استفاده نمی‌شود.

براساس بررسی‌های انجام شده، باروری ابرها در مقطع زمانی پیرامون ۲۰ سال پیش در کشور ترکیه در محدوده حوضه آبریز دریاچه وان صورت پذیرفته است که برخی از دست‌اندرکاران موفقیت این طرح را به میزان ۱۰ درصد افزایش بارندگی بیان داشته‌اند. به نظر می‌رسد که در این کشور با توجه به هزینه‌های این طرح و عدم تحقق اهداف مورد نظر، در سال‌های اخیر هیچ‌گونه فعالیتی در این زمینه صورت نپذیرفته باشد. از سوی دیگر، ناهنجاری هواشناسی بارزی بین مناطق غربی کشور با شرق ترکیه مشاهده نمی‌شود. بنابراین، عملیات بارورسازی ابرها توسط کشور ترکیه تأثیر چشمگیری بر بارش‌های جوی و منابع آب کشور نداشته است.

براساس بررسی‌های انجام شده در سازمان هواشناسی، کشور ترکیه طی دوره شامل سال‌های ۱۹۹۱ تا ۱۹۹۴ و ۱۹۹۳ تا ۱۹۹۵ با کمک سازمان جهانی هواشناسی، بارورسازی ابرها را با هدف افزایش بارش انجام داده است که اطلاعات مرتبط با آن در سایت www.weathermodification.com ارائه شده است. پس از آن گزارشی مبنی بر بارورسازی ابرها در کشور ترکیه در دسترس نیست. در مورد یونیزاسیون نیز هیچ گزارش رسمی از انجام چنین فرآیندی در ترکیه وجود ندارد. لذا اثر پروژه‌های افزایش بارش در ترکیه بر کاهش بارندگی ایران بی‌اساس و بدون مدرک است.

لازم به ذکر است که اساساً عملیات باروری ابرها حداکثر می‌تواند ۱۰ الی ۱۵ درصد از ۱۰ درصد آب قابل بارش جو را تبدیل به بارش نماید. این امر بدان معناست



که ۱ تا ۱/۵ درصد از رطوبت قابل تبدیل به بارش ابرها را شامل می‌شود که این مقدار افزایش بارش در بالادست هیچ‌گاه نمی‌تواند در پایین‌دست اثر معناداری داشته باشد. این موضوع توسط سازمان جهانی هواشناسی نیز در بیانیه سال ۲۰۰۷ اشاره شده است.

۲. آب‌های ژرف و فسیلی

در یک نگاه کلی می‌توان منابع آب را به دو گروه آب‌های متعارف و نامتعارف طبقه‌بندی کرد. آب‌های متعارف شامل آن دسته از منابع آب سطحی و زیرزمینی هستند که در دسترس بوده و اغلب به‌صورت رودخانه، چاه‌های عمیق و نیمه‌عمیق، چشمه و قنات مورد بهره‌برداری قرار گرفته‌اند و آب‌های نامتعارف نیز شامل آب‌های ژرف و فسیلی، آب‌های شور و لب‌شور، پساب‌ها و آب‌های جوی هستند که به‌دلیل محدودیت‌ها و هزینه‌های مطالعه و بهره‌برداری، کمتر مورد توجه قرار گرفته‌اند. در این میان، آب‌های ژرف شامل آب‌های عمیقی است که معمولاً در چرخه آب مشارکت داشته و در واقع بخشی از منابع تجدیدپذیر سرزمینی یا فراسرزمینی بوده و دسترسی به آنها نیازمند انجام مطالعات خاص، حفاری‌های عمیق و صرف هزینه‌های کلان می‌باشد و هرگونه بهره‌برداری از آنها باید با دقت و حساسیت و تنها در شرایط و جهت مصارف خاص صورت گیرد. این آب‌ها معمولاً از طریق ساختارهای فرامنطقه‌ای و به‌ویژه گسل‌های اصلی و عمیق منتقل شده و در ساختارهای ناودیس‌گون متمرکز می‌گردند و لذا آب‌های گسلی نیز در واقع بخشی از منابع آب ژرف محسوب می‌شوند. به عبارت دیگر گسل‌ها تنها معبر عبور منابع آب زیرزمینی ژرف بوده و تفکیک این منابع از دیگر منابع آب زیرزمینی اطراف که در واحدهای سنگی یا آبرفتی تجمع یافته‌اند، معمول نیست. لازم

به ذکر است که اصطلاح آب‌های گسلی اساساً معقول و معمول نبوده و همواره در طی مطالعات منابع آب زیرزمینی بررسی گسل‌ها و تبیین اثر و تعامل گسل با آبخوان‌های آبرفتی یا کارستی اطراف، به‌عنوان بخشی از شرح خدمات مطالعات مد نظر قرار می‌گیرد. شناخت گسل‌ها و اثر آنها بر کمیت و کیفیت منابع آب‌های زیرزمینی بخشی از مباحث زمین‌شناسی و هیدروژئولوژی است که این مطالعه در مواردی در کشور متناسب با فاز مطالعات انجام گردیده و نتایج و گزارشات حاصل به‌صورت منفرد یا کشوری همچون اطلس‌ها و بیلان منابع آب کشور در دسترس می‌باشد. مطالعات آب‌های ژرف در ایران تاکنون به‌صورت جامع صورت نگرفته و تنها در برخی از حفاری‌های اکتشافی شرکت ملی فولاد ایران به منابع آب محدودی برخورد شده است که از نظر منشأ، حجم و توان آبدهی مورد بررسی قرار نگرفته‌اند.

۱-۲. بررسی فرضیه وجود منابع آب چشمگیر در گسل‌ها

براساس آنچه مطرح است، اعتقاد بر این است که حجم آبی معادل دو برابر ظرفیت آب تجدید شونده قابل دسترس فعلی کشور در گسل‌های کشور جابجا و از دسترس خارج می‌شود. با یک برآورد ساده، براساس گزارش‌های کارشناسی منابع آب تجدید شونده کشور، تا چندی قبل حدود ۱۳۰ میلیارد مترمکعب در سال تخمین زده می‌شد، ولی اخیراً این مقدار حدود ۱۱۵ تا ۱۲۵ میلیارد مترمکعب اعلام می‌شود. با فرض سطح حداقلی یعنی ۱۱۵ میلیارد مترمکعب، میزان دو برابری آن یعنی ۲۳۰ میلیارد مترمکعب حجم آب سالیانه‌ای است که از این طریق جابجا می‌شود. بدین منظور موضوع از دیدگاه‌های زمین‌شناسی، هیدروژئولوژیکی و بیلان منابع آب و بالاخره از نظر هیدرولیکی بررسی می‌شود.



۱-۱-۲. وضعیت زمین‌شناسی کشور

کشور ایران از دو سلسله جبال البرز در شمال و زاگرس در جنوب احاطه می‌شود که هر دو سلسله جبال از لایه‌های متناوب چین‌خورده رسوبی و در کنار آن بخش‌هایی دگرگونی و آذرین، تشکیل شده است. تناوب لایه‌های رسوبی به‌طور عمده آهک، مارن، شیل و به‌طور محدود ماسه سنگ و کنگلومرا است. چین‌خوردگی‌های هر دو جبال در محدوده خط‌الرأس این دو سلسله جبال که محور غالب آن شمال‌غرب - جنوب‌شرق می‌باشد، این تناوب لایه‌ای را به فرازهای بالای ۴۰۰۰ متر از سطح دریا تبدیل کرده است که عمدتاً در کنار گسل‌های بزرگ و اصلی، که در همان راستای فوق هستند، بیرون‌زدگی یافته‌اند. وجود لایه‌های مارنی و شیلی که عمود بر این راستا چین‌خورده‌اند، سدی برای حرکت آب زیرزمینی شده‌اند که موجب ظهور چشمه‌های متعدد در طبقات ارتفاعی از خط‌الرأس هر کدام از دو سلسله جبال تا نواحی پست شمالی و جنوبی آنها شده است. رودخانه‌های اصلی کشور ایران از این طریق تغذیه شده و مکانیسم تغذیه طبیعی آنها شکل گرفته است. تعدادی گسل اصلی متقاطع بر دو راندگی اصلی زاگرس و البرز تشکیل شده است که هر کدام در مسیر خود فقط نقش هدایت آب‌های زیرزمینی را به‌طور پلکانی بر عهده دارند و در انتها به‌علت تخلیه در بالادست مقدار ناچیزی آب را به سطوح ارتفاعی زیر سطح آب‌های آزاد از جمله خلیج فارس و دریای خزر منتقل می‌نمایند.

۱-۲-۲. بررسی وضعیت هیدرولوژیکی و بیلان آبی کشور در راستای آب‌های

ژرف

مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران با بارش متوسط ۲۴۰ تا ۲۵۰ میلیمتری سالیانه

حجمی قریب به ۴۰۰ میلیارد مترمکعب ریزش جوی را در کشور ایجاد می‌کند. با احتساب ۲۳۰ میلیارد مترمکعب آب جریان‌های زیر سطحی عمیق و ۱۱۵ میلیارد مترمکعب جریان‌های سطحی و زیرسطحی شناخته شده، جمعاً ۳۴۵ میلیارد مکعب آب از طریق بارش باید در سطح کشور ایران مازاد بر تبخیر، در دسترس قرار گیرد، که این رقم حدود ۸۶/۳ درصد بارش کشور است که به منزله سهم تبخیر معادل ۱۳/۷ درصدی می‌باشد. با شرایط اقلیمی و آب و هوایی کشور مقدار تبخیر ۱۳/۷ درصدی خارج از ذهن است و قریب به ۶۷ درصد پهنه کشور با بارش متوسط حدود ۱۰۰ میلیمتر در سال است که عمده آن صرف تبخیر می‌شود که با این ارقام مطابقت ندارد.

۳-۱-۲. وضعیت هیدرولیکی ظرفیت انتقال آب زیرزمینی از ایران مرکزی به اطراف کشور و بالعکس

حرکت آب به‌عنوان یک سیال تابع انرژی مورد نیاز است که آب را از نقطه با انرژی بالاتر به سمت نقطه با انرژی کمتر جاری می‌کند. از آنجایی که در نظریه‌های اعلام شده جریان آب مطرح است، حرکت سیال براساس قوانین حرکت انرژی اولیه که عمدتاً از طریق اختلاف ارتفاع دو نقطه ابتدا و انتهای مسیر تعیین می‌شود، مشخص می‌گردد. محدوده‌های ایران مرکزی از غرب به سمت شرق کشور دارای توپوگرافی است که اجازه چنین جریانی را به‌صورت منطقه‌ای نمی‌دهد. بلندی‌های البرز با ارتفاعات بالای ۲۰۰۰ متر در سرتاسر شمال و همچنین رقوم ارتفاعی دریای خزر که زیر سطح آب‌های آزاد می‌باشد، و رقوم ارتفاعی آب‌های خلیج فارس در جنوب که وصل به آب‌های آزاد می‌باشد، همگی زیر سطح مناطق ایران مرکزی است که حداقل رقوم ارتفاعی آن بالای



۳۰۰ متر از سطح آب‌های آزاد است. بنابراین آبی از محدوده ایران مرکزی به این دو سمت امکان فرار را نداشته و اگر آبی موجود باشد در همین محدوده‌های ایران مرکزی انباشته و ذخیره می‌شود. ضمناً ایران در غرب و شرق نیز احاطه است و امکان ورود و خروج آب از اعماق وجود ندارد.

با فرض میزان حداقلی آب قابل دسترس فعلی کشور معادل ۱۱۵ میلیارد مترمکعب، دو برابر آن یعنی ۲۳۰ میلیارد مترمکعب حجم آب سالانه‌ای است که از طریق گسل‌ها جابجا می‌شود. این مقدار معادل ۷۲۹۳ مترمکعب در ثانیه می‌باشد. با توجه به سرعت آب زیرزمینی که در اعماق و مناطق پست بسیار کند می‌باشد (حدود ۱۰/۱ متر در ثانیه)، سطح مقطع جریان ۷۲۹۳۰ مترمربع می‌باشد. اگر این جریان در ۱۰ گسل مجزا در حرکت باشد به منزله این است که هر گسل جریانی با دبی ۷۳۰ مترمکعب در ثانیه و با سطح مقطع ۷۳۰۰ مترمربع در جریان است که این امر با فرض جریان متمرکز در یک کانال واحد است، در حالی که در محیط آب زیرزمینی حتی جریان‌های کارستی ۱۰۰ درصد متمرکز در یک کانال نبوده و در رگه‌های کانالی متعددی در حرکت هستند. شایان ذکر است که جریان‌های زیرسطحی محدود در ارتفاعات به سمت نواحی پست در همه مناطق وجود دارد.

۲-۲. داده‌های اکتشافی شرکت ملی نفت ایران

شرکت ملی نفت ایران تا اعماق زیادی برای نفت به‌عنوان یک سیال، مطالعات اکتشافی وسیعی را انجام داده است. اگر در زیرزمین جریاناتی با سطح مقطع و یا دبی مذکور

وجود می‌داشت، داده‌های لرزه‌نگاری شرکت نفت که به اندازه‌ای دقیق است که مرز لایه‌های همجوار آب و نفت را از هم تفکیک می‌کند، این منابع را تاکنون شناسایی کرده بود. گفتنی است در همه مخازن نفت آب‌های فسیلی همجوار نفت وجود دارد که طراحی استخراج نفت و حفاری‌های اکتشافی مربوطه موقعیت و گستره هر کدام را به‌طور دقیق تعیین می‌نماید.

۲-۳. بررسی آب‌های زیر قشری کشور

در مناطقی از کشور که آبراهه‌ها به حاشیه‌های کویرها، سواحل و یا مرزهای جغرافیایی با کشورهای همسایه منتهی می‌شوند، آب‌های زیر قشری به مناطق نامناسب و یا غیرقابل دسترس منتهی می‌شوند. با مهار جریان‌های زیرقشری و جلوگیری از هدررفت این جریان‌ها که معمولاً در بیلان محاسبه نمی‌شوند می‌توان $\frac{2}{3}$ میلیارد مترمکعب، آب استحصال کرد. این موضوع در بخش‌های بعد بررسی بیشتری می‌شود.

۱-۳-۲. طرح استحصال آب‌های زیر قشری خروجی از مرزهای قابل دسترس

طرح استحصال آب‌های زیر قشری خروجی از مرزهای قابل دسترس برای بهره‌برداری از آب‌هایی است که در حاشیه کویرها و یا مرزهای منتهی به آب‌های دریای آزاد مثل خلیج فارس و یا مرزهای جغرافیایی با کشورهای همسایه از دسترس خارج می‌شود. پژوهش‌کننده حفاظت خاک و آب‌خیزداری با اجرای طرح‌های تحقیقاتی مختلف، فرآیندهای مؤثر بر این جریان‌ها را بررسی و دستاوردهای آن امروزه به‌عنوان استانداردهای لازم در طراحی طرح‌های مهار جریان‌های زیر قشری در اختیار می‌باشد. مهمترین اهداف این طرح به‌شرح زیر است:



- ایجاد و توسعه منابع آبی کوچک، توسط ایجاد آبخوان (مخزن زیرزمینی با منابع آب تجدید شونده در مناسبترین مکان از نظر خصوصیات آبرفت و دبی ورودی و دسترسی) به خصوص در نواحی کوهستانی و حوزه‌های آبخیز،
 - مدیریت بر منابع آب (آبخوان‌ها، قنوت و چشمه‌ها)،
 - محافظت از منابع آب نظیر جلوگیری از تداخل جبهه آب‌شور و شیرین در سواحل و اطراف کویر و کفه‌ها و گنبدهای نمکی و یا مانع شدن از ورود یک جریان شیرابه آلوده‌کننده به آب زیرزمینی یا سطحی در نواحی آلوده،
 - مدیریت خشکسالی‌های کوتاه‌مدت و کاهش ریسک خشکسالی،
 - محافظت از خاک و گرفتن زمین در سواحل دریا و رودخانه‌ها.
- میزان آبی را که هر سد زیرزمینی می‌تواند ذخیره کند مطابق با ابعاد و هندسه و دانه‌بندی مخزن (ضریب ذخیره) و هیدرولوژی منطقه (متوسط دبی ورودی) متفاوت است، ولی مخزن سدهای زیرزمینی می‌توانند مخزن ذخیره و تنظیم آبی به میزان ۱۲ لیتر در ثانیه تا ۱۵۲ لیتر در ثانیه باشند. همچنین طول دوره ساخت هر سد زیرزمینی بنا بر روش و مصالح ساخت و موقعیت و ابعاد معمولاً بین ۶ تا ۳۶ ماه است.

۲-۳-۲. ظرفیت‌های موجود و مناطق مستعد کشور برای استحصال آب زیر قشری

در حال حاضر گستره‌های وسیعی از کشور استعداد قابلیت اجرای این طرح را دارا هستند. جدول ۲ مشخصات حوضه‌های اصلی منتهی به مناطق مرزی، دریاچه‌های شور و اراضی کویری کشور را نشان می‌دهد. ملاحظه می‌شود که این مناطق گستره وسیعی از کشور را دربرمی‌گیرد. لازم به ذکر است که بخش قابل توجهی از آب‌های با کیفیت

مناسب کشور در اقصی نقاط آن توسط گنبدهای نمکی به صورت محلی تخریب شده است. بر این اساس ظرفیت‌ها و مناطق مستعد برای استحصال آب زیر قشری تعیین شده است. جدول ۲ آب قابل استحصال از حوضه‌های مرزی و منتهی به کویرها، کفه‌های نمکی، دریاچه‌های شور و حوضه‌های ساحلی را نشان می‌دهد. همان‌طور که ملاحظه می‌شود می‌توان سالیانه قریب به $\frac{2}{3}$ میلیارد مترمکعب آبی که از دسترس خارج می‌شود، با استفاده از این فناوری استحصال کرد. این در حالی است که ظرفیت قابل توجه آب‌هایی که توسط گنبدهای نمکی تخریب می‌شوند، در این محاسبات لحاظ نگردیده و پس از برآورد می‌تواند به مقدار فوق اضافه شود.

جدول ۲. آب قابل استحصال از حوضه‌های مرزی و منتهی به کویرها، کفه‌های نمکی،

دریاچه‌های شور و حوضه‌های ساحلی

منطقه کشور	تعداد زیر حوضه‌ها (درجه هفت)
غرب کشور	۲۵
سواحل جنوب	۴۶
شرق	۳۸
شمال و شمال شرق	۱
جمع	۱۱۰
جمع مساحت	۱۵،۹۳۷،۸۱۷ هکتار
میزان آب قابل استحصال	$\frac{2}{3}$ میلیارد مترمکعب

۳-۲. اهمیت آب‌های ژرف در تأمین منابع آب مورد نیاز کشور

منظور از آب ژرف آبی است که در آبخوان در اعماقی بیش از اعماق معمول قرار داشته



باشد. بسیاری از آبخوان‌های آبرفتی، چندلایه هستند. برخی افراد معتقدند که لایه‌های عمیق‌تر، آبخوان‌های ژرفی هستند که شناسایی آنها می‌تواند بخش عمده‌ای از نیاز آبی کشور را تأمین کند. نکته قابل توجه این است که به‌طور معمول ابزارآلات پایش مانند چاه‌های مشاهده‌ای که به‌طور معمول در دهه‌های گذشته طراحی و احداث شده‌اند، این لایه‌ها یا آبخوان‌ها را به‌طور کامل تحت پوشش قرار نمی‌دهند. به همین دلیل، امکان مدیریت علمی و مناسب آنها به‌طور معمول وجود ندارد. با وجود این، این آبخوان‌ها در بالای سنگ‌های کف رسوبات آبرفتی قرار دارند و با وجود عدم شناخت کافی، در بیشتر مناطق کشور مورد استفاده بهره‌برداران قرار دارند. در ضمن زمان شکل‌گیری این آبخوان‌ها گاه به هزاران سال پیش مربوط است و در مجموع نمی‌توان آنها را جزء منابع تجدیدپذیر عادی به شمار آورد. لذا حتی در صورت شناسایی منابعی بکر و دست‌نخورده، این منابع را باید جزء منابع استراتژیک در نظر گرفت. در مورد سازندهای سخت بجز آبخوان‌های کارستیک، امکان انتقال و تجمع آب در سیستم‌های درزه و شکافی، در اعماق بسیار زیاد محتمل نمی‌باشد، مگر آنکه این آب‌ها در هنگام شکل‌گیری سازندهای زمین‌شناختی به تله افتاده باشند که از آن تحت عنوان آب‌های فسیلی نام برده می‌شود. این آب‌های تجدید ناپذیر، به‌طور معمول بسیار شور و با کیفیتی بسیار پایین هستند. حتی احتمال آلودگی آنها با مواد رادیواکتیو نیز بسیار زیاد است. در کشور ایران به‌دلیل وضعیت خاص زمین‌شناختی مانند گسل خوردگی‌های فراوان، امکان وجود منابع آب فسیل با کمیت و کیفیت بالا جز در برخی مناطق به‌صورت ناحیه‌ای بسیار نامحتمل است. در مجموع حتی در صورت وجود چنین منابعی، به‌نظر می‌رسد که این منابع دارای حجم چشمگیری که بتواند در توازن بیلان آب کشور

تأثیرگذار باشد، نخواهند بود. در این میان تنها منبع با اهمیت در سازندهای سخت کشور، منابع آب کارستیک است که این منابع نیز با توجه به قوانین موجود، فقط در مصارف شرب می‌توانند مورد بهره‌برداری قرار گیرند. با توجه به شرایط ریخت‌شناسی و زمین‌شناسی کشور، امکان فرار آب در برخی مناطق مانند مرزهای شمال شرقی، غربی و جنوبی وجود دارد که اجرای طرح‌های تحقیقاتی هدفمند با ارائه راهکارهای علمی و کارآمی‌تواند در تأمین منابع آب مورد نیاز این مناطق که به‌طور معمول جزء مناطق کم آب کشور هستند، مؤثر باشد.

۴-۳-۲. ضرورت مطالعات آب ژرف

با توجه به مباحث مطرح شده و ضرورت پاسخ به بسیاری از سؤالات و ابهامات موجود در خصوص آب‌های ژرف در کشور و مطابق ماده (۲۴) قانون توزیع عادلانه آب و نیز مفاد سیاست‌های کلی نظام جمهوری اسلامی ایران در خصوص مدیریت منابع آب مصوب ۱۳۷۷/۱۰/۲۳ که در تاریخ ۱۳۷۹/۱۱/۳ توسط مقام معظم رهبری تأیید و ابلاغ شده است، هرگونه مطالعه و اعمال نظام مدیریت و استحصال از منابع آب کشور من‌جمله منابع آب ژرف و فسیلی بر عهده وزارت نیرو می‌باشد. در این راستا موضوع مطالعات پایه شرکت مدیریت منابع آب ایران از سال ۱۳۹۲ در حال طرح و پیگیری است و لذا مطالعات پتانسیل‌یابی آب ژرف در پهنه کشوری، توسط مؤسسه تحقیقات آب و با همکاری شرکت‌های مهندسی مشاور بین‌المللی صورت گرفته و همزمان با آن، مطالعات منابع آب ژرف دشت‌های سیستان، مشهد و منطقه نابیند واقع در حوزه عملکرد شرکت‌های آب منطقه‌ای سیستان و بلوچستان، خراسان رضوی و خراسان



جنوبی نیز در قالب همکاری با شرکت‌های مهندسی مشاور داخلی و خارجی و با نظارت دفتر مطالعات پایه شرکت مدیریت منابع آب ایران، به نمایندگی از سوی کارگروه آب‌های ژرف و فسیلی صورت می‌گیرد که فراخوان اولین فاز از این مطالعات در سطح شرکت آب منطقه‌ای سیستان و بلوچستان برگزار شده است. در این مطالعات، منابع آب ژرف در دو فاز شناخت و تکمیلی بررسی خواهد شد که در مرحله شناخت، با بررسی خصوصیات زمین‌شناسی، زمین‌ساخت، هیدروژئولوژی و هیدروشیمی منابع آب منطقه احتمال وجود آبخوان‌های عمیق، محدوده گسترش و عمق تقریبی آنها تعیین گردیده و در مرحله مطالعات تکمیلی نیز با انجام مطالعات ژئوفیزیک به روش‌های مغناطیس‌سنجی، ثقل‌سنجی و تشدید مغناطیس هسته‌ای این تحقیقات تدقیق شده و در نهایت با انجام حفاری‌های اکتشافی و آزمایشات پمپاژ، منشأ، حجم، توان، آبدهی و کیفیت فیزیکوشیمیایی منابع آب ژرف تعیین می‌گردد. در مطالعات پهنه کشوری و به‌ویژه در نواحی مرزی همچون مناطق شمال غرب و غرب کشور یقیناً به بررسی امکان انتقال منابع آب به کشورهای همسایه از طریق گسل‌های عمیق اشاره خواهد شد. کما اینکه در حاشیه خلیج فارس این منابع و نحوه انتقال آنها در قالب چشمه‌های زیردریایی بررسی و مطالعه می‌گردد.

جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

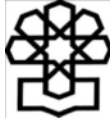
با توجه به برخی شبهات مطرح شده در مورد باروری ابرها توسط کشور ترکیه بر منابع آب ایران و همچنین میزان اهمیت آب‌های ژرف در تأمین منابع آب مورد نیاز کشور، موضوعات مطروحه مورد بررسی قرار گرفته است. در این راستا با بررسی برخی منابع علمی مرتبط و

همچنین برگزاری جلسه با کارشناسان و نخبگان امر از دستگاه‌ها و سازمان‌های مختلف کشور، موضوع در مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی مورد بررسی کارشناسی و فنی قرار گرفت. نتیجه بررسی‌ها براساس مدارک و بررسی‌های موجود، نشان می‌دهد که موضوع بارورسازی ابرها توسط کشور ترکیه و اثر آن بر میزان بارش ایران به‌طور کلی بر مبنای اصول صحیح علمی و مستندات کافی مطرح نشده است و همچنین مدارک و مستندات علمی موجود داخلی و بین‌المللی چنین تأثیری را تأیید نمی‌کند.

در مورد مقوله امکان‌سنجی استفاده و میزان آب‌های زیرزمینی ژرف از گسل‌های کشور قابل ذکر است که صحت ادعای مطرح شده با توجه به مشخصات مختلف فنی زمین‌شناسی، هیدروژئولوژیکی، بیلان آب و هیدرولیکی مورد تأیید نیست و میزان آب‌های ژرف قابل دسترس در کشور در مقایسه با کل میزان آب تجدیدپذیر کشور چشمگیر نبوده و در حدود ۲/۳ میلیارد مترمکعب است. لازم به ذکر است که آنچه اهمیت دارد ارائه برنامه جامع علمی و اجرایی برای بررسی ابعاد آب‌های ژرف، میزان آن، و محدوده توزیع این آب‌ها در سطح کشور است.

منابع و مآخذ

۱. بارورسازی ابرها، گزارش مرکز ملی بارورسازی ابرها، ۱۳۹۳.
۲. گزارش‌های سازمان زمین‌شناسی کشور.
۳. وبگاه اینترنتی سازمان جهانی هواشناسی www.wmo.int
۴. وبگاه اینترنتی تعدیل هوا www.weathermodification.com
۵. صورت جلسات منعقد شده در مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی.



مرکز پژوهش‌ها
مجلس شورای اسلامی

شماره مسلسل: ۱۴۳۷۰

شناسنامه گزارش

عنوان گزارش: بررسی کارشناسی دو شبهه در مورد بحران آب: الف) تأثیر باروری ابرها در کشورهای همسایه بر میزان بارش ایران، ب) نقش آب‌های ژرف در تأمین آب کشور

نام دفتر: مطالعات زیربنایی (گروه آب)

تهیه و تدوین کنندگان: جمال محمودلی سامانی، مهدی مظاهری، نرجس‌السادات عبدالمنافی، خسرو خسروی

ناظران علمی: محمدرضا محمدخانی، محسن صمدی

متقاضی: علی مروی (رئیس کمیسیون انرژی)

ویراستار تخصصی: —

ویراستار ادبی: —

واژه‌های کلیدی: —



تاریخ انتشار: ۱۳۹۴/۵/۷