



وزارت امور اقتصادی و دارایی

اداره کل امور اقتصادی و دارایی آذربایجان شرقی

آمادگی برای آینده آبی نامطمئن



معاونت اقتصادی



شناسه گزارش

آمادگی برای آینده آبی نامطمئن	عنوان گزارش
اکرم عبدالمی، کارشناس اقتصادی	تهیه و تنظیم
آبان ۱۴۰۱	تاریخ
Meco1380@chmail.ir	معاونت اقتصادی اداره کل امور اقتصادی و دارایی
As.mefa.ir	وبسایت اداره کل امور اقتصادی و دارایی استان آذربایجان شرقی

فهرست مطالب

۵	چکیده مدیریتی
۵	مقدمه
۵	بیان مسأله
۶	ضرورت اهمیت تحقیق
۸	مبانی نظری
۸	آمادگی برای آینده آبی نامطمئن
۹	چالش آب و تغییرات آب و هوایی
۱۱	اثرات اقتصادی تغییرات آب و هوا از طریق کاهش دسترسی به آب و اثرات دما بر بازده محصول
۱۲	توصیف مدل و سناریوهای GTAP-BIO-W
۱۸	جمع بندی
۱۹	پیشنهادهای
۲۸	منابع

لیست نمودارها

- نمودار ۱. اشتغال در بخش کشاورزی، کشورهای آسیای شرق (۲۰۱۸)..... ۷
- نمودار ۲. بهره‌وری آب در بخش کشاورزی و برداشت سرانه آب در کشورهای منا (۲۰۱۸)..... ۱۰
- نمودار ۳. تغییر در GDP واقعی تحت سناریوی S3 و SC در ایران تا ۲۰۵۰. **Error! Bookmark not defined.**
- نمودار ۴. تغییر در GDP واقعی تحت سناریوی بهبود/عدم بازده مصرف آب در ایران تا ۲۰۵۰ **Error! Bookmark not defined.**
- نمودار ۵. تأثیر کاهش آب (S3) بر خروجی بخشها در ایران تا ۲۰۵۰. **Error! Bookmark not defined.**
- نمودار ۶. تغییر برای تقاضای نیروی کار غیرماهر در فعالیتهای کشاورزی و غیرکشاورزی در ایران..... ۱۶
- نمودار ۷. تأثیر تغییرات آب و هوایی بر شاخص قیمت محصول تولیدکنندگان و مصرف کنندگان در ایران تا ۲۰۵۰..... ۱۷

چکیده مدیریتی

در خصوص کمبود آب در حال حاضر و در آینده هشدارهای جدی داده شده است، اما درخصوص تأثیر کمبود فزاینده آب بر اقتصاد، اشتغال و امنیت غذایی مطالعات زیادی وجود ندارد. عمده نگرانی‌ها در حوزه تنش آب و در دسترس بودن آن است در حالی که نتایج اقتصادی و زیست‌محیطی این مشکل دارای اهمیت فزاینده‌ای است. نحوه واکنش کشور به اثرات کمبود آب در تعیین چشم‌انداز اقتصادی آینده کشور و دستیابی به اهداف توسعه پایدار بسیار مهم می‌باشد. در این گزارش به بررسی تأثیر تغییر اقلیم و کمبود آب در وضعیت اقتصادی ایران تا سال ۲۰۵۰ با استنباط از گزارش‌ها و آمارهای بانک جهانی، پرداخته شده است.

مقدمه

آب یک عنصر حیاتی برای تولید است و زیربنای تمام فعالیت‌های اقتصادی از کشاورزی گرفته تا تولید، سرمایه‌انسانی و سرمایه طبیعی است. بنابراین کمبود آب می‌تواند ترمز پیشرفت اقتصادی باشد. نوآوری‌ها در مدیریت آب و کشاورزی آبی، سبب تقویت اقتصاد خاورمیانه که با کمبود آب درگیر هستند، می‌شود. این نوآوری‌ها، از تکنیک‌های قدیمی برداشت آب تا استفاده مجدد از فاضلاب امروزی، سلامت، رفاه و معیشت پایدار را شامل می‌شوند و باعث افزایش تولید مواد غذایی می‌شوند. با این حال، با کمیاب شدن آب به دلیل رشد جمعیت و توسعه اقتصادی و به دلیل تغییرات آب و هوایی، امنیت آب منطقه در معرض تهدید فزاینده‌ای قرار می‌گیرد.

بیان مسأله

کاهش میزان دسترسی به آب سبب کاهش تولید ناخالص داخلی در مقایسه با سال‌های قبل می‌شود و این امر منجر به کوچک شدن اقتصاد و کاهش تقاضای نیروی کار و چالش‌های بیشتری در بازار کار می‌شود. کمبود آب منجر به تغییر کاربری زمین و جنگل‌زدایی خواهد شد. با کاهش در تأمین آب مناطق آبی به کشاورزی دیم تبدیل و در نتیجه

عملکرد محصول کاهش خواهد یافت. کشاورزان ممکن است مراتع و جنگل‌های طبیعی را به زمین‌های زراعی دیم تبدیل کنند که منجر به کاهش تاب‌آوری طبیعی اولیه، تضعیف توانایی کشور برای سازگاری و تغییر در مواجهه با آب و هوا و سایر تغییرات در شرایط محیطی می‌شود. علاوه بر خسارات پولی ناشی از کمبود آب، کشور آسیب‌های زیست‌محیطی را تجربه خواهد کرد که به طور غیرمستقیم باعث خسارات رفاهی ناشی از تخریب محیط زیست و از دست دادن خدمات زیست‌محیطی و هیدرولوژیکی مرتبط با محیط زیست طبیعی خواهد شد. کشاورزی به دلیل تغییرات آب و هوایی و کمبود آب متضرر خواهد شد و انتظار می‌رود قیمت محصولات هم برای تولیدکنندگان و هم برای مصرف‌کنندگان افزایش یابد.

ضرورت اهمیت تحقیق

بانک جهانی^۱ در ۱۲ مرداد ۱۴۰۱^۲ در طی گزارشی^۳ از وضعیت ریسک‌های پیش روی اقتصادی ایران، تغییر اقلیم را یکی از چالش‌های اساسی اقتصاد ایران در آینده پیش‌رو می‌داند که در آینده‌ای نزدیک تأثیر مهمی بر وضعیت اقتصادی کشور خواهد گذاشت.

داده‌های ایستگاه هواشناسی تأیید می‌کند که تغییرات آب و هوایی در حال حاضر منجر به افزایش دما و تأثیرگذاری بر الگوهای بارندگی شده است و میزان بارندگی سالانه در بسیاری از کشورهای منطقه در حال کاهش است (ورنر^۴، ۲۰۱۲). این روند خشک شدن با مدل‌های آب و هوایی که خشکسالی‌های مکرر و شدیدتر و افزایش دما را نشان می‌دهد، ادامه دار خواهد بود (واها و همکاران^۵، ۲۰۱۷).

^۱ World Bank.

^۲ 3 August, 2022.

^۳ Economic Monitor –managing economic uncertainties

^۴ Verner, 2012

^۵ Waha et

تأثیرات گسترده کمبود آب در ایران می‌تواند به طور قابل توجهی توسعه اقتصادی ایران را تضعیف کند و بی‌ثباتی‌های گسترده‌ای را ایجاد کند. این امر مستلزم دگرگونی بی‌سابقه‌ای در بخش آب است که فراتر از افزایش ساده طرف عرضه است و شامل برنامه‌ریزی استراتژیک و مشارکتی آب، حکمرانی آب و بهبود اندازه‌گیری و حسابداری آب است. مهم‌تر از آن، ترکیبی از سیاست‌های مورد نیاز برای پرداختن به این تأثیرات فراتر از بخش آب است و پیوند بین آب و برخی از خطرات سیستمیک پیش‌روی منطقه، مانند درگیری و نابرابری را برجسته می‌کند.

آب زیربنای طیفی از فعالیت‌های اقتصادی، شیوه‌های اجتماعی و فرهنگی و خدمات زیست محیطی است. آب محور کشاورزی است بگونه‌ای که بر مبنای گزارش بانک جهانی برای حداقل ۲۶ میلیون نفر در منطقه اشتغال ایجاد می‌کند (حدود ۱۷ درصد از جمعیت در سن کار منطقه؛ نمودار ۱). این موارد جنبه‌هایی از آب هستند که برای جامعه مهم هستند و اغلب در بحث‌های سیاست‌گذاری کنونی که بر کمبود آب و رفع موانع طرف عرضه تمرکز دارند، مطرح نمی‌شوند.

نمودار ۱. اشتغال در بخش کشاورزی، کشورهای آسیای شرق (۲۰۱۸)

	Employment in agriculture (percent of total employment) ^a	Total working-age population, (million)	Working-age population employed in agriculture (million)
Iran, Islamic Rep.	17.9	56.7	10.2
Iraq	18.1	22.4	4.1
Jordan	3.1	6.2	0.2
Lebanon	13.6	4.6	0.6
Syrian Arab Republic	10.7	10.8	1.2
Turkey	18.4	55.0	10.1
Total		155.7	26.3

Source: World Bank Open Data.

Note: Ages between 15 and 64 are considered working age. Employment is defined as persons of working age who were engaged in any activity to produce goods or provide services for pay or profit, whether at work during the reference period or not at work due to temporary absence from a job or to a working-time arrangement. The agriculture sector consists of activities in agriculture, hunting, forestry, and fishing, in accordance with division 1 (ISIC 2) or categories A-B (ISIC 3) or category A (ISIC 4).

a. Modeled International Labour Organization (ILO) estimate.

منبع: بانک جهانی (world bank)

هدف این گزارش این می‌باشد که بحث در مورد کمبود آب را از تمرکز محدود بر تنش و در دسترس بودن آب دور و به سمت تمرکز بر نتایج اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی مرتبط با منابع آب تغییر دهد. نحوه واکنش کشور به اثرات کمبود آب در تعیین چشم‌انداز اقتصادی آینده کشور و دستیابی به اهداف توسعه پایدار بسیار مهم می‌باشد. با توجه به اثرات بالقوه اقتصادی تغییر اقلیم و کمبود آب و ضرورت سیاست‌گذاری صحیح برای مدیریت آب و اقتصاد کشور، این گزارش با برجسته کردن حساسیت توسعه اقتصادی نسبت به کمبود آب و سیاست‌های مقابله با آن، مانند افزایش بهره‌وری مصرف آب و تجارت، به روش‌هایی که می‌تواند در سیاست‌گذاری‌ها و انتخاب‌های سرمایه‌گذاری کمک کند، تدوین گردیده است. این امر به‌نوبه خود، اطلاعات کلیدی برای حمایت از اولویت‌بندی مسائل آب در سیاست اقتصادی منطقه‌ای برای برنامه‌ریزان آب در کشور فراهم می‌آورد.

مبانی نظری

آمادگی برای آینده آبی نامطمئن

ایران کشوری با تنش آبی است که میزان مصرف منابع آب آن بیش از میزان بازآفرینی طبیعی است. تغییرات اقلیمی باعث افزایش شکاف عرضه و تقاضای آب خواهد شد و موجب بدتر شدن چالش آب برای ایران و همسایگانش می‌شود. کشاورزی آبی^۱ بیش‌ترین سهم آب را در کشور مصرف می‌کند (۹۲ درصد)، اما از آن آب به‌خوبی استفاده نمی‌شود: بهره‌وری آب کشاورزی در منطقه خیلی پایین است. تغییرات آب و هوایی بر تولید ناخالص داخلی (GDP)، تقاضا برای نیروی کار و قیمت غذا تأثیر منفی خواهد گذاشت. از آنجایی که کاهش دسترسی به آب یکی از بزرگ‌ترین اثرات اقتصادی تغییر اقلیم است، ایران می‌تواند از تجربه سایر کشورهایی که با این موضوع کنار آمده‌اند و با آن مقابله نموده‌اند، استفاده نماید (بانک جهانی، ۲۰۲۰).

¹ Irrigated agriculture

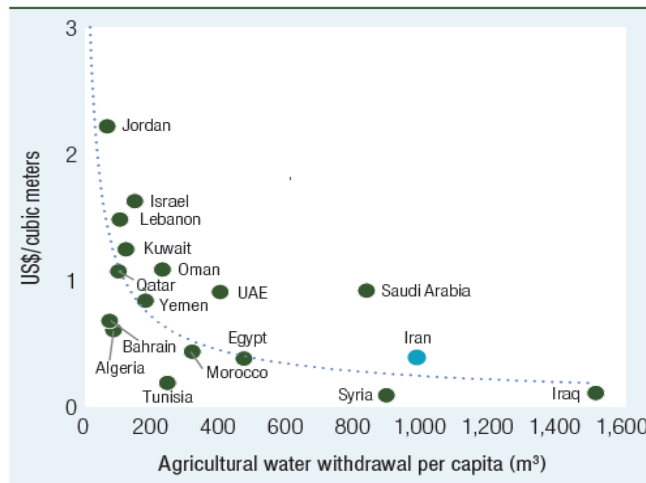
چالش آب و تغییرات آب و هوایی

براساس اطلاعات منتشرشده توسط بانک جهانی (۲۰۲۰)، میزان مصرف سالانه آب در ایران ۹۶ میلیارد متر مکعب برآورد شده است که حدود ۸ درصد بیشتر از کل منابع آب تجدیدپذیر سالانه تخمین زده شده است، این مطلب بیانگر تحت فشار بودن منابع آبی در ایران است. بارندگی کشور دارای تنوع مکانی است: در بیابان‌ها و فلات مرکزی کمتر از ۵۰ میلی‌متر و در نزدیکی دریای خزر بیش از ۱۶۰۰ میلی‌متر. میانگین بارندگی سالانه ۴۰۰ میلی‌متر مکعب برآورد شده و کل منابع آب تجدیدپذیر سالانه حدود ۸۹ میلیارد متر مکعب است^۱. دسترسی چند ساله به آب به قوانین عملیاتی و ظرفیت ذخیره‌سازی سدها بستگی دارد (۵۲ میلیارد متر مکعب). در چند دهه اخیر رشد جمعیت، توسعه اقتصادی و تأثیر تغییرات آب و هوا سبب کاهش ذخایر آب شده است. شاخص کاهش آب به عنوان نسبت سهم مصرف آب به منابع آبی قابل تجدید تعریف می‌شود. عدد ۰.۷۵ در این شاخص بیانگر مناطق دارای مشکل کاهش آب می‌باشد. در صورتی که شاخص کاهش آب ایران ۱.۰۸ است که بیانگر کاهش شدید آب در ایران است.

کشاورزی با برآورد ۹۲ درصد، بیش‌ترین سهم آب مصرفی کشور را دارد. ایران کم‌ترین بهره‌وری آب در منطقه و دومین برداشت سرانه آب کشاورزی را دارد (نمودار ۲). حدود ۷.۲ درصد از زمین کشت شده و مصرف آب حدود ۹۲ درصد است (در مقایسه با میانگین جهانی ۷۰ درصد). کشاورزی آبی ۶۸ درصد از بخش کشاورزی را تشکیل می‌دهد، با این حال تنها حدود ۵ درصد از مناطق آبی از فناوری آبیاری مدرن استفاده می‌کنند. مصرف آب شهری حدود ۶.۶ درصد و ۱ درصد در صنایع مصرف می‌شود.

^۱ شایان ذکر است که مسگران و آزادی ۲۰۱۸ برآورد ۸۹ میلیارد متر مکعب را ارائه می‌دهند، بانک اطلاعاتی غذا و کشاورزی (FAO) AQUASTAT برآورد دیگری، ۱۳۷ میلیارد متر مکعب ارائه می‌دهد. برای اطلاعات بیشتر مراجعه شود به <http://www.fao.org/aquastat/statistics/query/results.html>, consulted on April 7, 2022 و در این گزارش از تخمین ۸۹ میلیارد متر مکعب استفاده شده است.

نمودار ۲. بهره‌وری آب در بخش کشاورزی و برداشت سرانه آب در کشورهای منا (۲۰۱۸)



Source: World Bank, forthcoming.

منبع: بانک جهانی

ایران در حال استفاده بیش از حد از آب‌های سطحی و زیرزمینی خود می‌باشد و کیفیت آب در ایران رو به زوال است. در غرب، دریاچه ارومیه، بزرگ‌ترین دریاچه خاورمیانه و یکی از بزرگ‌ترین دریاچه‌های فوق شور جهان، از دهه ۱۹۷۰ حدود ۸۸ درصد کوچک شده است. این روند در چندین بخش آبی در سراسر کشور مشاهده می‌شود. در آغاز قرن بیست و یکم ایران بیش‌ترین نرخ کاهش آب‌های زیرزمینی در جهان را داشت.^۱

استفاده بیش از حد از آب‌های زیرزمینی در حدود ۷۷ درصد از منطقه اتفاق می‌افتد و باعث کاهش سطح آب‌های زیرزمینی، افزایش مشکلات شوری خاک و آب‌های زیرزمینی و فرونشست زمین می‌شود. علاوه بر این، حدود ۷۵ درصد از فاضلاب بدون تصفیه به محیط زیست بازگردانده می‌شود و خطر آلودگی بیشتر منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی و خطرات بهداشتی برای مردم و اکوسیستم‌ها را ایجاد می‌کند.

تأثیرات تغییر اقلیم بر بارندگی و دما باعث کاهش بیشتر موجودی آب شده و بر بخش‌های اقتصادی وابسته به آب تأثیر می‌گذارد. بانک جهانی با استفاده از خروجی‌های ۱۷ مدل آب و هوای جهانی بر اساس دما و داده‌های

۱ سایر کشورهای این لیست: هند، ایالات متحده، عربستان سعودی و چین.

تاریخی (۱۹۷۱-۲۰۱۵) به پیش‌بینی تغییرات آب و هوا پرداخته است. نتایج پیش‌بینی بیانگر این می‌باشد که تحت دو سناریو (RCP4.5 و RCP8.5) دما افزایش می‌یابد و سطح بارندگی کاهش می‌یابد. طبق سناریوی RCP8.5، انتظار می‌رود میانگین سالانه دما برای دوره‌های ۷۰-۲۰۴۱ و ۲۱۰۰-۲۰۷۱ به ترتیب ۱.۹ درجه سانتی‌گراد و ۳.۳ درجه سانتی‌گراد افزایش یابد. میانگین سالانه بارندگی در دوره‌های ۷۰-۲۰۴۱ و ۲۱۰۰-۲۰۷۱ به ترتیب ۵.۴- درصد و ۹.۵- درصد کاهش می‌یابد. رژیم بارش ماهانه در سراسر کشور به ویژه در مناطق ساحلی دریای خزر و رشته کوه البرز تغییر می‌کند. بخش بعدی اثرات اقتصادی تغییر اقلیم، از طریق کاهش دسترسی به آب در تمام بخش‌ها و تأثیرات دما بر کشاورزی تا سال ۲۰۵۰ را مدل‌سازی می‌کند.

اثرات اقتصادی تغییرات آب و هوا از طریق کاهش دسترسی به آب و اثرات دما بر بازده محصول

خاورمیانه و منطقه شمال آفریقا (MENA) تحت تأثیر کم‌آبی است که بهبود شیوه‌های مدیریتی آب می‌تواند موجب بهبود شرایط این منطقه از نظر آبی گردد. هزینه تأمین آب و بهداشت ناکافی سالانه حدود ۱ درصد تولید ناخالص داخلی منطقه در MENA است. بهبود نحوه آب برای آبیاری می‌تواند منجر به ۱۰ میلیارد دلار افزایش رفاه سالانه شود. چنان که تمام آب‌های سطحی موجود که به کشاورزی اختصاص داده شده است ذخیره گردد و به طور موثر در آبیاری کشاورزی استفاده شود، با توجه به نوع کشور، تولیدات کشاورزی، ۱ تا ۸ درصد افزایش می‌یافت (بانک جهانی، ۲۰۲۰). کشورهای مصر، ایران و سوریه به دلیل اینکه بیش‌ترین زمین تحت آبیاری به عنوان درصدی از کل سطح زمین قابل کشت را دارند، بیش‌ترین مزایای نسبی را از بهبود مدیریت آب می‌توانند کسب کنند (بانک جهانی، ۲۰۱۸).

تغییر اقلیم در حال تشدید کمبود آب است که بر الگوهای بارندگی و دما تأثیر می‌گذارد و در حال جدی‌تر شدن مشکل کم‌آبی است. آب برای تولید، حیاتی است و زیربنای تمام فعالیت‌های اقتصادی، از کشاورزی گرفته تا تولید،

سرمایه انسانی و طبیعی است. کمبود آب می تواند باعث ناآرامی اجتماعی و کندی پیشرفت اقتصادی شود.^۱ افزایش دمای پیش بینی شده باعث تغییر بازده محصول می شود و به اقتصادهای وابسته به کشاورزی تأثیر می گذارد.

بانک جهانی در مطالعه ای تحت عنوان "آب در تعادل"^۲؛ به بررسی اثرات اقتصادی تغییرات آب و هوا و کمیابی آب در خاورمیانه پرداخته است و با استفاده از مدل تعادل عمومی به ارزیابی اثرات اقتصادی تغییرات آب و هوا در کشورهای جمهوری اسلامی ایران، عراق، اردن، لبنان، جمهوری عربی سوریه و ترکیه پرداخته است.^۳ تجزیه و تحلیل های انجام شده در مطالعه مذکور متکی بر افق های زمانی کوتاه مدت تا میان مدت تغییرات در بازدهی محصول و در دسترس بودن آب است و بر روی تغییراتی تمرکز دارد که به احتمال زیاد قبل از سال ۲۰۵۰ اتفاق می افتد. اجزای اصلی مدل و سناریوهای تحلیل شده به شرح ذیل می باشد:

توصیف مدل و سناریوهای GTAP-BIO-W

یک مدل تعادل عمومی قابل محاسبه است که از آب به عنوان ورودی برای بررسی تأثیرات اقتصادی-از جمله تغییرات در قیمت ها، مقادیر و درآمدها- که تحت تأثیر نوسانات کالاها و خدمات قرار می گیرند، استفاده می کند. این مدل می تواند اثرات اقتصادی تغییرات کم آبی را ارزیابی کند. این مدل، تقاضا و عرضه همه کالاها و خدمات تولید شده، مصرف شده و مبادله شده را در مقیاس جهانی بر اساس کشور ردیابی می کند. محدودیت های منابع را در نظر می گیرد و تخصیص منابع محدود - از جمله نیروی کار، سرمایه، منابع طبیعی، آب و زمین و استفاده از آنها را مدل سازی می کند. این مدل تولید محصولات را به دو نوع دیمی و آبیاری تقسیم بندی کرده و عرضه آب و منابع زمینی و تقاضای آنها را به تفکیک مکانی (حوضه رودخانه- منطقه زراعی- اکولوژیک) در هر منطقه و کشور بررسی می کند. داده های مورد

^۱ کمبود آب در جنوب غربی استان خوزستان اعتراضات گسترده ای را در ژوئیه ۲۰۲۱ برانگیخت که در سراسر کشور گسترش یافت و گهگاه به خشونت تبدیل شد.

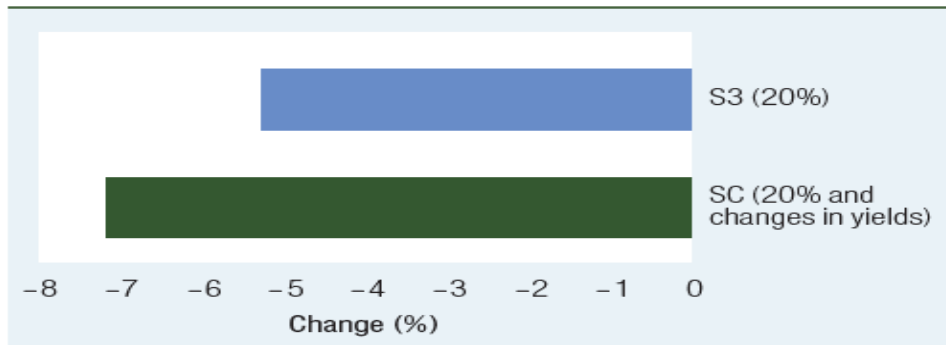
^۲ Water in balance

^۳ مدل سازی اقتصادی تأثیر سطوح CO2 بر عملکرد محصول و تأثیرات دما بر سایر بخش های اقتصاد را در نظر نمی گیرد.

استفاده در این مدل شامل: جدول داده-ستانده، داده‌های جهانی در مورد تجارت بر اساس کالا، داده‌های کاربری زمین، تولید محصول و سطح برداشت، مصرف آب توسط کاربران. این مدل شش سناریو را براساس پارامترهای اقتصادی سال ۲۰۱۶ شبیه‌سازی می‌کند و بر مبنای نتایج آن، وضعیت اقتصاد ایران را تحت شرایط مختلف کاهش در دسترس بودن آب و تأثیر دما بر عملکرد محصول، نشان می‌دهد. سه سناریو تأثیر کاهش دسترسی به آب را در نظر می‌گیرد. سناریوی ۱ (S1) کاهش ۵ درصدی تامین آب، سناریوی ۲ (S2) با ۱۰ درصد و سناریوی ۳ (S3) ۲۰ درصد، است. سناریوی چهارم (SC) اثرات مشترک کاهش عرضه آب به میزان ۲۰ درصد (S3) با تغییرات در محصولات به دلیل دما را در نظر می‌گیرد. $SC/10\%$ و $SC/20\%$ اثرات کاهشی بهبود بازده مصرف آب (WUE) را به ترتیب ۱۰ و ۲۰ درصد در سناریوی SC ثبت کنید. (بانک جهانی، ۲۰۲۰).

یکی از بزرگ‌ترین اثرات اقتصادی تغییرات آب و هوایی، کاهش دسترسی به آب است. سناریوی ۳ که کاهش ۲۰ درصدی آب را در نظر می‌گیرد، تولید ناخالص داخلی به ۵.۳ درصد کاهش می‌یابد. سناریوی چهارم که کاهش ۲۰ درصدی آب و تأثیر دما بر بازده محصول را در نظر می‌گیرد، تولید ناخالص داخلی در حدود ۷.۲ درصد کاهش می‌یابد. بنابراین، تأثیر دما نسبت به تأثیر کاهش در دسترس بودن آب کمتر قابل توجه است (نمودار ۳).

نمودار ۳. تغییر در GDP واقعی تحت سناریوی S3 و SC در ایران تا ۲۰۵۰



Source: World Bank 2020.

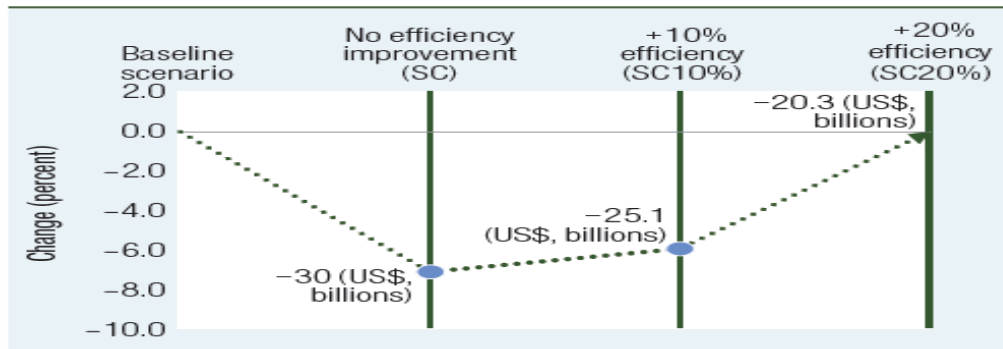
Note: Scenario S3 is the reduced water availability scenario by 20 percent. Scenario SC considers the joint impacts of reduced water supply by 20 percent (S3) with changes in crops due to temperature.

منبع: بانک جهانی

تغییرات آب و هوایی به شدت تولید اقتصادی و ظرفیت مالی دولت را کاهش می‌دهد، با این حال WUE^1 می‌تواند تا حدی سبب کاهش این تأثیرات شود. تأثیر اقتصادی تغییرات آب و هوایی شامل پیامدهای فعالیت‌های کشاورزی و غیرکشاورزی (اثرات اولیه) و تعامل آنها با سرمایه (اثرات ثانویه) و بازار کار (اثرات ثالثی) است. نتایج شبیه‌سازی گزارش بانک جهانی بیانگر این نکته است که هنگام تجزیه اثرات این سه اثر بر تولید ناخالص داخلی، اثرات ثانویه بیش‌ترین سهم را در کاهش تولید ناخالص داخلی دارد. اقدامات موثر بهبود بازده مصرف آب تا حدی تأثیر تغییر آب و هوا را کاهش می‌دهد. به عنوان مثال، کاهش ۲۰ درصدی آب و دما بر عملکرد محصول (سناریوی SC) می‌تواند باعث کاهش بیش از ۷ درصدی تولید ناخالص داخلی در مقایسه با سال ۲۰۱۶، معادل ۳۰ میلیارد دلار آمریکا و افزایش ۲۰ درصدی در بهبود بازده مصرف آب (سناریوی SC20) کاهش تولید ناخالص داخلی را ۲.۳۲ درصد یا ۱۰ میلیارد دلار آمریکا کمتر می‌کند (نمودار ۴). برای تحقق بهبود بازده مصرف آب، سرمایه‌گذاری جدید مورد نیاز است و به عنوان بخشی از این مدل برآورد نشده است.

¹ در این یادداشت WUE (water use efficiency) از آبیاری مدرن حاصل می‌شود.

نمودار ۴. تغییر در GDP واقعی تحت سناریوی بهبود/ عدم بازده مصرف آب در ایران تا ۲۰۵۰



Source: World Bank 2020.

Note: Scenario SC considers the joint impacts of reduced water supply by 20 percent (S3) with changes in crops due to temperature. SC10% and SC20% capture the mitigation effects of water usage efficiency improvement by 10 percent and 20 percent, respectively to the SC scenario.

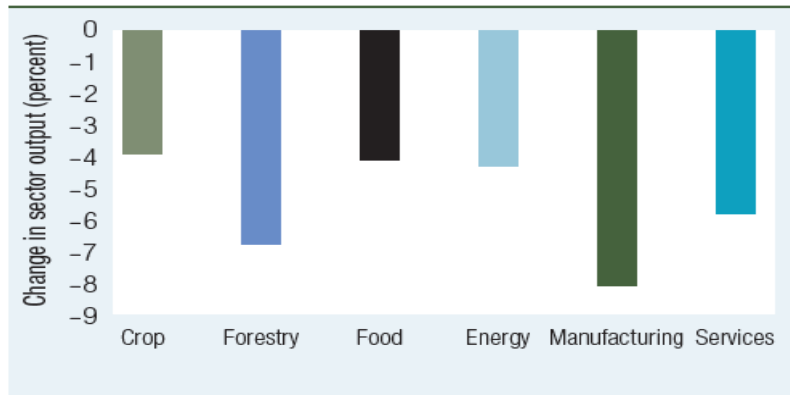
منبع: بانک جهانی

تغییرات آب و هوایی بر بخش‌های صنعتی و خدماتی وابسته به آب تأثیر خواهد گذاشت (نمودار ۵). تولیدکنندگان برق، امکانات و خدمات پتروشیمی و بخش‌های دیگر، با دسترسی کمتر به آب، قادر به کار با ظرفیت کامل نخواهند بود. پیوندهای متقابل بین بخش‌ها به این معنی است که اختلال در تولید محصولات کشاورزی ناشی از تغییرات آب و هوایی در زنجیره تأمین موج می‌زند و بخش‌های تولید و خدمات را تحت تأثیر قرار می‌دهد. این امر سرریز فعالیت‌هایی با بازخورد منفی ایجاد می‌کند که ورودی‌هایی را برای فعالیت‌های کشاورزی یا فرآوری محصولات کشاورزی فراهم می‌کند. انتظار بر این است که تغییرات آب و هوایی سبب کاهش تقاضا برای نیروی کار، افزایش روزافزون چالش‌ها در بازار راکد نیروی کار حال حاضر و تاثیرگذاری نامتناسب بر خانواده‌های فقیر شود.^۱ تأثیر کاهش نیروی کار در فعالیت‌های غیرکشاورزی چشمگیرتر است (نمودار ۵). تغییرات آب و هوایی و تقاضا برای نیروی کار را کاهش می‌دهد؛ با این حال نتایج شبیه سازی بیانگر افزایش در محصولات دیمی، افزایش تقاضا برای نیروی کار و جبران بخشی از تقاضای کاهش‌یافته در کشاورزی را نشان می‌دهد. اگرچه، درصد تغییر برای کارگران

^۱ افزایش قیمت محصولات و مواد غذایی تنها منعکس کننده تأثیرات قیمتی کمبود آب و کاهش بازده محصول است و از افزایش تورم عمومی جدا است.

کشاورزی کمتر است، اما نیروی کار غیر ماهر سهم قابل توجهی از بازار کار کشاورزی را تشکیل می‌دهد. بنابراین، نرخ کاهش کمتر، به علت تعداد زیاد نیروی کار غیر ماهر در فعالیتهای کشاورزی مرتبط است. در فعالیتهای غیرکشاورزی، چندین صنعت مهم و بزرگ در مناطقی با کمبود آب قابل توجه قرار دارند. تغییرات آب و هوایی اثرات بیشتری خواهد داشت که منجر به کاهش قابل توجه تولیدات (نمودار ۵) و در نتیجه کاهش تقاضا برای نیروی کار (نمودار ۶) می‌شود.

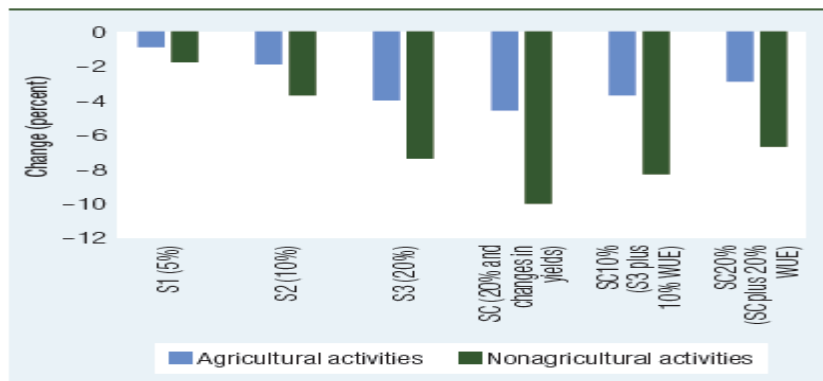
نمودار ۵. تأثیر کاهش آب (S3) بر خروجی بخش‌ها در ایران تا ۲۰۵۰



Source: World Bank 2020.

Note: Scenario S3 simulates a reduction of water availability by 20 percent.

نمودار ۶. تغییر برای تقاضای نیروی کار غیرماهر در فعالیتهای کشاورزی و غیرکشاورزی در ایران



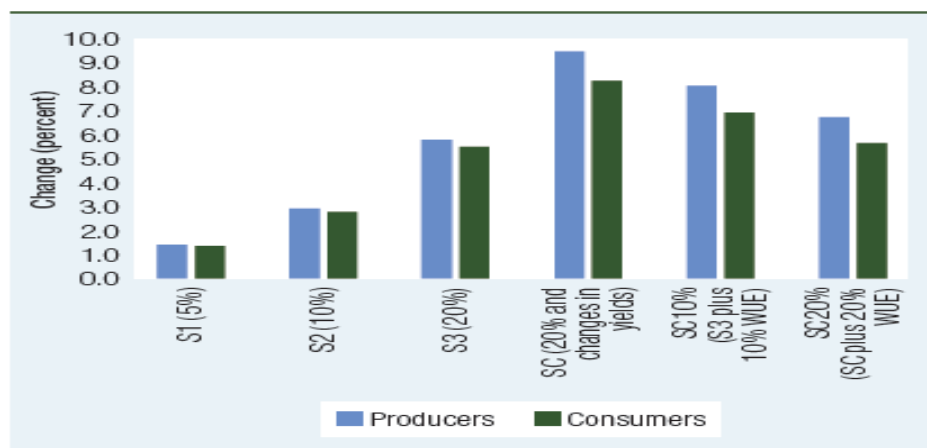
Source: World Bank 2020.

Note: Scenario S1 is a reduction in water supply by 5 percent; S2, by 10 percent; and S3, by 20 percent. SC considers the joint impacts of reduced water supply by 20 percent (S3) with changes in crops due to temperature. SC10% and SC20% capture the mitigation effects of water usage efficiency (WUE) improvement by 10 percent and 20 percent, respectively, to the SC scenario.

منبع: بانک جهانی

انتظار بر این است که قیمت غذا به علت تغییرات آب و هوایی افزایش یابد و به طور نامتناسبی بر خانواده‌های فقیر تأثیر می‌گذارد. شاخص قیمت تولیدکننده و مصرف‌کننده به ترتیب ۹.۴ درصد و ۸.۲ درصد در سناریوی SC افزایش می‌یابد (شکل ۶). علاوه بر قیمت مواد غذایی، اختلالات تغییرات آب و هوایی تأثیرات منفی بر درآمد دارد که ممکن است با کاهش ۹.۸ درصدی و ۸ درصدی تحت همین سناریو و وابستگی بیشتر به واردات مواد غذایی به دلیل بازده محصولات پایین‌تر مواجه شود.^۱ افزایش قیمت مواد غذایی و کاهش دستمزدها در فضای مالی کاهش یافته رخ می‌دهد - در شرایطی که بسیاری از خانوارهای کم درآمد سهم بالایی از درآمد خود را صرف غذا می‌کنند - که ممکن است تأثیر قابل توجهی بر فقر داشته باشد.

نمودار ۷. تأثیر تغییرات آب و هوایی بر شاخص قیمت محصول تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان در ایران تا ۲۰۵۰



Source: World Bank 2020.

Note: Scenario S1 is a reduction in water supply by 5 percent; S2, by 10 percent; and S3, by 20 percent. SC considers the joint impacts of reduced water supply by 20 percent (S3) with changes in crops due to temperature. SC10% and SC20% capture the mitigation effects of water usage efficiency (WUE) improvement by 10 percent and 20 percent, respectively, to the SC scenario.

منبع: بانک جهانی

^۱ در سال ۲۰۲۱، کشور با بدترین خشکسالی خود در ۵۰ سال گذشته مواجه شد که منجر به افزایش ۶۰ درصدی واردات گندم از نظر وزنی و افزایش ۹۲ درصدی از نظر ارزش پولی نسبت به سال ۲۰۲۰ شد و سبب فشار مالی بر دولت به ویژه به دلیل قیمت بالای غلات در سطح جهانی گردید (اتاق بازرگانی، صنایع، معادن و کشاورزی ایران ۲۰۲۱).

WUE و اقدامات کشاورزی هوشمند^۱ می‌تواند تا حدی بار کمبود آب ناشی از آب و هوا را کاهش دهد، اما باید همراه با سیاست‌های مدیریت تقاضا برای اطمینان از صرفه‌جویی در مصرف آب باشد. افزایش استفاده کارآمد از آب می‌تواند بخشی از پیامدهای اقتصادی شدید تغییرات آب و هوایی را کاهش دهد. اقدامات WUE باید با سیاست‌های مدیریت تقاضای آب اجرا شود تا از افزایش مصرف آب که به عنوان "اثر برگشتی" شناخته می‌شود، جلوگیری شود. در واقع، نتایج شبیه‌سازی‌ها نشان می‌دهند که بدون محدودیت در برداشت، افزایش ۱۰ درصدی WUE باعث افزایش مصرف کل آب می‌شود و در نتیجه هرگونه صرفه‌جویی در مصرف آب را لغو می‌کند. بهبود در WUE نیازمند سرمایه‌گذاری‌های جدید در زیرساخت‌های آب، سیستم‌های توزیع آب و در سطح مصرف است.

جمع‌بندی

بر اساس گزارش‌های بانک جهانی^۲، کمبود آب ناشی از اقلیم می‌تواند رشد اقتصادی را بیش از ۶ درصد در مقایسه با سطوح سال ۲۰۱۶ کاهش دهد و منجر به افزایش قیمت مواد غذایی در برخی کشورها شود. کمبود آب تأثیرات گسترده‌ای بر اقتصاد دارد، رشد را با مشکل مواجه می‌کند و فرصت‌های اقتصادی را برای مزارع، شرکت‌ها و مردم محدود می‌کند. چگونگی واکنش سیاست‌گذاران اقتصادی به این تأثیرات در تعیین چشم‌انداز اقتصادی و ثبات آینده آن و اینکه آیا می‌تواند کشور به اهداف توسعه پایدار دست یابد، بسیار مهم خواهد بود. کمبود آب عامل تغییر کاربری اراضی و گسترش زمین‌های زراعی است و نیاز به سیاست‌هایی برای رسیدگی به چالش‌های هم‌زمان کشاورزی و محیط زیست را برجسته می‌کند. با کاهش آب موجود برای آبیاری، کشاورزان ممکن است به دنبال جبران این تلفات با توسعه بیشتر تولید محصول در زمین‌های زراعی دیم کم بازده باشند. چنین گسترشی می‌تواند منجر به

^۱ کشاورزی هوشمند آب و هوایی (CSA)، رویکردی یکپارچه به مدیریت مزارع، زمین‌های زراعی، دام، جنگل‌ها و شیلات - برای رسیدگی به چالش‌های امنیت غذایی و تغییرات آب و هوایی می‌باشد.

^۲ Water in balance/chapter4.

تخریب زمین، جنگل زدایی شود. بنابراین بدون اقدام سیاستی، احتمال یک چرخه معیوب وجود دارد که در آن کمبود آب منجر به تبدیل مناطق آبی به کشاورزی دیم با بهره‌وری پایین شود، که به نوبه خود منجر به گسترش زمین‌های زراعی به جنگل‌ها برای جبران از دست دادن عملکرد محصول، خدمات هیدرولوژیکی و در نتیجه تشدید کمبود آب می‌شود. در مقیاس بزرگتر، گسترش زمین‌های زراعی و تغییر کاربری زمین هم‌چنین تعادل جهانی کربن را تغییر می‌دهد، تغییرات آب و هوایی را تشدید می‌کند و باعث کمبود بیشتر می‌شود. برای جلوگیری از این چرخه، سیاست‌ها می‌توانند به شکل محدودیت‌هایی در استفاده از زمین در حوزه‌های آبخیز یا استفاده از رویکردهای مبتنی بر بازار برای حفاظت از جنگل‌ها، مانند پرداخت برای خدمات هیدرولوژیکی باشد. در بخش بعدی به پیشنهادات مقابله با کاهش تاثیر کم آبی بر اقتصاد با استفاده از تجارب دیگر کشورها ارائه شده است:

پیشنهادهات

یکی از بزرگ‌ترین تأثیرات اقتصادی تغییرات آب و هوایی، کاهش دسترسی به آب است، ایران می‌تواند از تجربه کشورهای که با مشکل کمبود آب مقابله کرده اند، استفاده نماید.

از جمله راه حل‌های مقابله با چالش کمبود آب می‌توان به موارد ذیل اشاره نمود:

- مدیریت موثر منابع آب.
- بهبود بهره‌وری مصرف آب با سیاست‌های مدیریت تقاضای آب.
- نهادهای ماهر و سیاست‌های متناسب.
- همکاری با کشورهای ساحلی (حاشیه رودخانه).

مدیریت موثر منابع آب^۱ برای افزایش انعطاف‌پذیری و انطباق با تغییرات در سیستم آب: با مدیریت موثر منابع آب، نهاد متولی آب بهتر می‌تواند با شرایط متغیر مانند خشکسالی یا تغییرات هیدرولوژی مقابله کند و دولت‌ها می‌توانند نتایجی را ارائه دهند که با سیاست‌های آنها همسو باشد. در استرالیا، مدیریت موثر منابع آب حوضه موری-دارلینگ^۲ از طریق تغییرات آب و هوایی مورد آزمایش قرار گرفت، زمانی که جریان آب به طور متوسط کمتر از ۴۰ درصد میانگین بلندمدت خود شد، دولت امتیاز آب^۳ را مجدداً ارزیابی و تعریف نمود.

اصلاحات در چین در طول بیش از ۲۰ سال اجرا شده است. در چین، کل مصرف ملی آب، کارایی مصرف آب و سطوح آلودگی دارای محدودیت‌های تعریف شده‌ای است. دولت مرکزی سقف‌های ملی را به عنوان اهداف آینده تعیین می‌کند. سپس مقامات قضایی سقف‌هایی را برای تصویب دولت مرکزی در سطوح حوضه، استان، بخش‌داری و شهرستان پیشنهاد می‌کنند (بانک جهانی، ۲۰۲۰). به دلیل اصلاحات در بخش آب بین سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۰، چین مصرف آب خود را تثبیت کرده است. دستیابی به مدیریت مؤثر زمان‌بر است و اغلب نیازمند زیرساخت‌ها و تغییرات عمده نهادی و حقوقی است.

حسابداری و نظارت بر مصرف آب برای مدیریت موثر آب حیاتی می‌باشند. دولت‌ها از حسابداری و نظارت آب برای برنامه‌ریزی و ارزیابی هم‌سویی مدیریت مصرف آب با سیاست‌های ملی و اثرات شوک‌ها بر سیستم آب استفاده می‌کنند. کشاورزی کاربر اصلی بخش آب شیرین در سراسر جهان است؛ با این حال، بر مصرف آب کشاورزی نظارتی وجود ندارد. با وجود فشار فزاینده بر منابع آب زیرزمینی و سطحی، اندازه‌گیری محدودی از کشاورزی آبی وجود

^۱ در این گزارش، مدیریت موثر منابع آب زمانی است که نتیجه مشاهده شده برای هر استفاده‌کننده با خط مشی اعلام شده در سطوح ملی، منطقه ای یا محلی سازگار باشد

^۲ Murray-Darling

^۳ water rights: امتیاز (حق آب) در قانون آب به حق استفاده‌کننده برای استفاده از آب از یک منبع آبی، به عنوان مثال، رودخانه، نهر، حوض، یا منبع آب زیرزمینی اشاره دارد.

دارد. با افزایش رقابت بر سر منابع محدود آب، بسیاری از سیاست‌گذاران به دنبال محدود کردن برداشت آب کشاورزی آبی و ایجاد انگیزه برای بهبود بهره‌وری آب هستند. فن‌آوری‌هایی، مانند سنجش از راه دور، می‌تواند به بهبود حسابداری و نظارت آب کمک کند. در فرانسه، با پایش ماهواره‌ای مناطق آبی، میزان انطباق مصرف آب تک تک کاربران آب زیرزمینی با سهمیه‌های مجاز داده شده را بررسی می‌کنند و این اطلاعات را با داده‌هایی که خود کشاورزان ارائه می‌دهند، مورد بررسی قرار می‌دهند.

بهبود بهره‌وری مصرف آب با سیاست‌های مدیریت تقاضای آب برای محدود کردن مصرف آب: جدا کردن رشد اقتصادی یک کشور از آب، از طریق افزایش بهره‌وری مصرف آب، می‌تواند تا حدی اقتصاد را در برابر تأثیر تغییر اقلیم ناشی از کاهش دسترسی به آب محافظت کند. زمانی که توسعه کشاورزی وابسته به آب است. نظارت بر خروجی اقتصادی هر واحد آب مهم است و آب و بازار عوامل محدود کننده‌ای هستند. اسپانیا، یکی از کشورهای صنعتی دارای مشکلات آب در جهان، دومین کشور کم آب در جهان است و با تلاش برای بهبود بهره‌وری آب توانسته است بهره‌وری آب را در طول زمان افزایش دهد. از سال ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۷ بازده اقتصادی هر واحد آب صنعتی و کشاورزی بهبود قابل توجهی داشته است. اسپانیا استفاده از آب‌های سطحی را برای مشتریان آب شهری و کشاورزی بهینه کرد و استفاده مجدد از پساب تصفیه شده را به جای آب شیرین در کشاورزی (۴۵ درصد)، آبیاری پارک‌ها و مناطق تفریحی (۳۶ درصد) و صنعت (۱۰ درصد) را در میان دیگر مصارف افزایش داده است.

مدیریت سیاست‌های آب طرف عرضه^۱ (مانند سدسازی، کاهش نشت و استفاده مجدد از فاضلاب تصفیه شده) با افزایش ارزش گذاری آب (از طریق ابزارهای اقتصادی مانند تعرفه‌ها و سهمیه‌بندی): مطالعات گسترده بیانگر این است

^۱ در این یادداشت، سیاست‌های آب سمت عرضه به مداخلات افزایش منابع آب مانند افزایش ظرفیت ذخیره‌سازی، نمک‌زدایی، استفاده مجدد از آب زهکشی کشاورزی و استفاده مجدد از پساب اشاره دارد. افزایش بهره‌وری و بهره‌وری آب؛ کاهش آب بدون درآمد اثرات بازگشتی شامل مکانیسم‌های سازگاری اقتصادی و رفتاری است که زمانی رخ می‌دهد که افزایش کارایی استفاده از منابع بر مصرف کل آن منبع تأثیر بگذارد. نشت آب (شبکه توزیع و انتقال)؛ و نوسازی آبیاری.

که افزایش عرضه آب می‌تواند سبب افزایش تقاضا شود که این امر می‌تواند سبب تشدید کمبود آب شود. ارزش‌گذاری آب، از جمله ارتباطات استراتژیک برای حمایت از تغییر رفتار کاربران، به مدیریت تقاضای آب کمک می‌کند. ساختارهای تعرفه‌ای برای آب خانگی باید هزینه‌های عملیات و نگهداری را پوشش دهد و در عین حال اطمینان حاصل شود که خانوارهای آسیب‌پذیر می‌توانند از عهده هزینه‌های آن خدمات برآیند. منطقه ژیروند فرانسه^۱ سیاست مؤثر حفظ آب را اجرا نمود که شامل یک کمپین آگاهی‌بخشی و برنامه‌ای برای کاهش نشت در شبکه‌های توزیع آب خانگی برای کاهش مصرف آب در آبخوان عمیق ژیروند بود که دارای نتایج خوب و مؤثری بود به طوری که با وجود افزایش حدود ۱۲۰۰۰۰ نفری جمعیت، تقریباً ۱۰ میلیون متر مکعب آب آشامیدنی برداشت شده بین سال‌های ۲۰۰۵ و ۲۰۱۳ کاهش یافت. محدود کردن تقاضا با تعرفه‌های آب خانگی و مصارف صنعتی و سهمیه‌بندی برای کشاورزی، مشوق‌هایی را برای استفاده‌کنندگان برای کاهش مصرف آب ایجاد کرد. در سراسر منا بین افزایش تعرفه‌های آب خانگی و مصرف سرانه کمتر آب، به جز در کشورهایی مانند جمهوری یمن که دارای محدودیت مطلق عرضه آب است، همبستگی وجود دارد.

افزایش بازده مصرف آب تنها در صورتی استفاده از آب را محدود می‌کند که با سیاست‌های مدیریت تقاضای آب اجرا شود. همان‌طور که رقابت بر سر منابع آبی محدود افزایش می‌یابد، سیاست‌مداران در پی این هستند که برداشت آب کشاورزی را محدود کنند و سبب بهبود بهره‌وری آب آبیاری شوند. اقدامات بهره‌وری مصرف آب باید بر اندازه‌گیری و حسابداری آب و کاهش برداشت مستقیم آب متمرکز باشد سرمایه‌گذاری بهبود بهره‌وری، صرفه‌جویی در آب و امکان تخصیص مجدد آن به شهرها یا محیط زیست است. با این حال، شواهد جهانی نشان می‌دهد که کشاورزان اغلب از آب «ذخیره‌شده» برای آبیاری مناطق بیشتر، افزایش شدت کشت یا تغییر به سمت محصولات آب‌بر استفاده

¹ Gironde

می‌کنند. نتیجه اغلب افزایش برداشت آب «اثر برگشتی»^۱ نامیده می‌شود. سیاست‌های تقاضای آب نیاز به ارزش‌گذاری بهتری از آب از قبیل حسابداری و نظارت آب و ارتباطات استراتژیک برای حمایت از تغییر رفتار کاربران برای کاهش مصرف، دارد. سیاست‌ها و مداخلات از سهمیه‌های پمپاژ حجمی، سهمیه‌بندی برق، مالیات بر استخراج، اصلاحات در قیمت‌گذاری آب و بازارهای آب متغیر است. فناوری تحول‌آفرین (مانند سنجش از راه دور و کتورهای هوشمند) به جمع‌آوری و پردازش اطلاعات ارزان‌تر و سریع‌تر اجازه می‌دهد تا بر انطباق میزان مصرف کاربران با میزان مصرف مجاز سیاست‌های مدیریت تقاضای آب نظارت کنند. تحریم‌ها و مجازات‌ها باید با حسابداری و نظارت همراه باشد تا از این عدم انطباق جلوگیری شود. به دلیل قانون‌شکنی در نبراسکا، یک نهاد حاکم محلی حقوق آب زیرزمینی را برای آبیاری‌هایی که در تلاش برای دور زدن جریان‌سنج‌ها بودند را لغو نمود. به دلیل دشوار بودن اجرا، نمونه‌های محدودی از موفقیت در این زمینه وجود دارد، اما موضوع مهم این است چنانچه کاربران آب به این مطلب پی ببرند که هزینه عدم رعایت محدودیت آب کمتر از هزینه انطباق با سهمیه و مجوزهای داده شده توسط دولت است، منابع آب را تخلیه خواهند نمود.

استفاده از آخرین متدولوژی‌های تصمیم‌گیری می‌تواند مزایای زیرساختی را بهبود بخشد و تاب‌آوری در برابر خشک‌سالی و سیل را افزایش دهد. با پیچیده شدن سیستم، تصمیم‌گیری در عملیات زیرساخت باید از اتکا به داده‌های تاریخی به تخمین‌های مبتنی بر پیش‌بینی و داده‌های زمان واقعی تغییر کند. بسیاری از کشورها عملیات سدهای خود را برای تطبیق با حجم سیل و تعیین تخصیص آب در طول رویدادهای خشکسالی به‌روز می‌کنند. تخصیص چابک آب و مکانیسم‌های واکنش به سیل و خشکسالی توسعه اقتصادی را حفظ کرده و از تلفات فصلی یا سالانه در بخش‌های

^۱ اثرات بازگشتی شامل مکانیسم‌های سازگاری اقتصادی و رفتاری است که زمانی رخ می‌دهد که افزایش کارایی استفاده از منابع بر مصرف کل آن منبع تأثیر بگذارد.

وابسته به آب جلوگیری می‌کند. تغییر در مدیریت دریاچه کومو^۱ ایتالیا از داده‌های تاریخی به رویکرد پیش‌بینی باعث کاهش سیل و کمبود آب و افزایش تولید برق آبی شد^۲. ایالات متحده آمریکا، عملیات پیش‌بینی اطلاعات مخزن (FIRO)^۳ را توسعه داد. ایالات متحده عملیات پیش‌بینی اطلاعات مخزن (FIRO) را برای افزایش قابلیت اطمینان تامین آب بدون کاهش ظرفیت حفاظت در برابر سیل و جریان‌های زیست‌محیطی ایجاد کرد. ارزیابی نهایی زیست‌پذیری دریاچه مندوسینو^۴ کالیفرنیا نشان می‌دهد که استفاده از FIRO در سال ۲۰۲۰، سومین خشک‌ترین سال در طول یک رکورد ۱۲۷ ساله، باعث افزایش ۱۹ درصدی ذخیره‌سازی آب تا پایان زمستان شد.

استفاده از سیاست‌های متناسب برای تشویق کارآیی مصرف آب: سیاست‌گذاران باید اقدامات مناسب مانند توافق‌نامه‌های تجاری قوی برای بهبود تاب‌آوری در برابر کم‌آبی را اجرا کنند. با این حال، سیاست‌های انرژی، کشاورزی و تجارت نامناسب طراحی شده می‌تواند بر بخش آب تأثیر بگذارد. در دسترس بودن و شفافیت حسابداری آب، نظارت و استفاده از اطلاعات می‌تواند به مشخص کردن پیامدهای ناخواسته بر منابع آب ناشی از سیاست‌های داخل و خارج از بخش آب کمک کند. یارانه‌های انرژی انواع سیاست‌هایی هستند که منجر به پیامدهای ناخواسته استفاده بیش از حد از آب‌های زیرزمینی شده است. به عنوان مثال، یارانه‌های برق در هند بین سال‌های ۱۹۹۵ تا ۲۰۰۴ منجر به استفاده بیش از حد از آب‌های زیرزمینی و تولید محصولات نیازمند آب زیاد شد. در زمینه تجارت و امنیت غذایی، کشورهای کم‌آب مانند اردن بر گزینه‌های سیاستی برای ایجاد ذخایر استراتژیک و بهبود کارایی زنجیره‌های تامین تمرکز کرده‌اند و تولید محصولات نیازمند شدید به آب را کاهش داده‌اند.

^۱ Como

^۲ مقایسه نتایج رویکرد قطعی و احتمالی برای داده‌های تاریخی (۱۹۸۱-۹۵) نشان دهنده: (۱) کاهش ۳۰ درصدی در فراوانی سیل در پایین دست دریاچه کومو، ایتالیا. (۲) کاهش کسری آب به میزان ۱۱۰ میلیون متر مکعب در سال (۱۲ درصد) و (۳) افزایش ۳ درصدی در تولید برق.

^۳ FIRO یک استراتژی عملیات مخزن است که تصمیمات مربوط به حفظ یا رهاسازی آب را با ادغام انعطاف‌پذیری در سیاست‌ها و قوانین عملیاتی با نظارت پیشرفته و پیش‌بینی‌های آب و هوا و آب بهبود یافته، به اطلاع سیاست‌گذاران می‌رساند.

^۴ Mendocino

با افزایش مشارکت ذی‌نفعان محلی، نیازمندی‌های بخشی و مناطق اولویت‌دار برای تخصیص مجدد آب شناسایی می‌شود و سبب تخصیص عادلانه می‌شود. در نظر گرفتن عوامل مهم محلی از بخش‌های مختلف، ارتباط بین بخش‌های مختلف رقیب مصرف آب را حمایت می‌کند. با ارائه خدمات آبرسانی و بهداشتی، مشارکت ذینفعان می‌تواند سبب بهبود رضایت مشتری از خدمات گردد و سبب ایجاد چرخه‌ای مفید از افزایش درآمد محلی از مشتریان شود. مشارکت ذینفعان می‌تواند به ایجاد اعتماد در مؤسسات بخش آب و ایجاد حمایت کاربر و انطباق با تصمیم‌گیری‌های مربوط به منابع آب مشترک کمک کند و زمینه را برای همکاری در مقیاس وسیع‌تر فراهم کند.

یکی از پیامدهای جهانی ناتوانی مؤسسات در بخش آب، استفاده بیش از حد از آب‌های زیرزمینی است. بنابراین، بسیاری از کشورها، رژیم‌های استفاده از آب‌های زیرزمینی را برای تثبیت یا کاهش استفاده بیش از حد تنظیم کرده‌اند. رایج‌ترین رژیم‌های استفاده از آب‌های زیرزمینی تنظیم‌شده شامل (الف) فرمان و کنترل^۱، (ب) رویکردهای بازار با تعریف حقوق مالکیت^۲ و (ج) تمرکززدایی سیاست‌های تخصیص آب^۳، که به موجب آن انجمن‌های کاربران، قوانین محلی را برای مدیریت آب‌های زیرزمینی اعمال می‌کنند. رژیم استفاده از آب‌های زیرزمینی تنظیم شده با استفاده از سیاست فرمان و کنترل، سبب حل مشکل نگردید. محدودیت‌های اصلی این سیاست عبارتند از: مؤسسات اغلب فاقد منابع انسانی برای بازرسی بخش قابل توجهی از کاربران هستند، جریمه‌های اعمال شده معمولاً به دلایل سیاسی کم نگه داشته می‌شوند- بنابراین، بسیاری از کشورها از سیستم فرماندهی و کنترل در حال گذار هستند. فرانسه به سمت غیرمتمرکز کردن سیاست‌های تخصیص آب روی آورده است. حجم کل استخراج شده از سفره آب محدود شده است

^۱ هدف ابزارهای فرمان و کنترل، تأثیرگذاری بر رفتار گروه هدف از طریق مداخله دولتی است. آنها مقررات اداری مستقیم را با ثبت سیستماتیک نقاط انتزاع، صدور مجوز پمپاژ و اعطا و اجرای سهمیه‌های حجمی فردی ایجاد یا تقویت می‌کنند.

^۲ رویکردهای بازار با تعریف حقوق مالکیت مبتنی بر تخصیص خصوصی منابع است و شامل تخصیص حقوق مصرف آب معامله شده بین استفاده‌کنندگان است.

^۳ تمرکززدایی سیاست‌های تخصیص آب مستلزم اعطای چندین مسئولیت دولتی در قبال مصرف‌کنندگان آب یا انجمن‌ها است.

و این حجم بین کاربران به اشتراک گذاشته می‌شود. انجمن‌های مصرف کنندگان آب زیرزمینی محلی آب موجود را در بین کشاورزان به اشتراک می‌گذارند. چین با استفاده از سهمیه‌های قابل مبادله به رویکردهای بازار روی آورده است.

همکاری با کشورهای ساحلی برای بهبود استفاده از آب در سطح حوضه: همکاری شامل به اشتراک‌گذاری اطلاعات در میان کشورهای ساحلی در مورد کمیت و کیفیت آب است. مدیریت هماهنگ‌تر و بهره‌برداری از زیرساخت‌های آب در سیستم‌های مشترک رودخانه می‌تواند مزایایی مانند تولید انرژی را افزایش دهد. به عنوان مثال، در حوضه رودخانه زامبزی^۱ ارزیابی اقتصادی و مدل‌سازی چند بخشی از توسعه منابع آب نشان داد که توسعه تعاونی می‌تواند خروجی‌های برق آبی را افزایش دهد. در این سناریوی بهره‌برداری هماهنگ از تاسیسات برق آبی، افزایش ۷ درصدی تولید انرژی شرکتی بدون سرمایه‌گذاری زیرساختی عمده امکان پذیر است، منجر به ارزش خالص مثبت ۵۸۵ میلیون دلار آمریکا در یک دوره ۳۰ ساله می‌شود. به اشتراک‌گذاری اطلاعات و توسعه سیستم‌های نظارت و هشدار زودهنگام باعث ارتقاء بهره‌برداری مشترک از زیرساخت‌های آبی می‌شود و به کشورهای ساحلی اجازه می‌دهد تا تصمیمات بهتری در مورد ذخیره یا رهاسازی آب در سدها اتخاذ کنند و سبب افزایش مقاومت در برابر خشکسالی و سیل شوند.

همکاری در زمینه منابع آبی مشترک بین کشورها در سطح جهانی از عملیات مشترک زیرساخت‌ها تا تبادل اطلاعات را شامل می‌شود. برداشت آب احتمالاً در آینده تغییر خواهد کرد، به ویژه از حوضه‌هایی که چندین کشور از آن استفاده می‌کنند. به عنوان مثال، یک کشور ممکن است برداشت آب از حوضه‌ای را که به چندین کشور آب می‌دهد را افزایش دهد، که این امر می‌تواند سبب تشدید تأثیرات منفی در کشور همسایه شود. در مقابل، واکنش‌های

^۱ Zambezi.

مشترک در سراسر کشورها می‌تواند کارایی بیشتری را برای کاهش اثرات پیش‌بینی‌شده افزایش دهد. بانک جهانی در گزارشی اقدام به بررسی پیامدهای فرامرزی کمبود آب در حوضه دجله-فرات که عمدتاً شامل ترکیه، سوریه و عراق می‌شود از طریق مدل‌سازی، پرداخته است. مدل‌سازان ابتدا افزایش ۵ درصدی برداشت آب در ترکیه را شبیه‌سازی کردند که منجر به کاهش ۱۰ درصدی منابع آب در سوریه و عراق شد. طبیعتاً چنین تغییراتی برای ترکیه سود اقتصادی و برای سوریه و عراق ضرر خواهد داشت و تولید ناخالص داخلی واقعی ترکیه را حدود ۰.۹ درصد (یا ۷.۵ میلیارد دلار آمریکا) افزایش می‌دهد و تولید ناخالص داخلی واقعی عراق را ۱.۲ درصد (یا ۲ میلیارد دلار آمریکا) و سوریه ۲.۹ درصد (یا ۰.۸ میلیارد) کاهش می‌دهد. تأثیرات بر تقاضای نیروی کار ماهر، سرمایه (زیرساخت‌های خصوصی و عمومی، ماشین‌آلات و تجهیزات بادوام)، سطح آبی، شاخص قیمت تولیدکننده محصولات زراعی و تجارت خالص محصولات غذایی همگی برای ترکیه مثبت و برای عراق و سوریه منفی خواهند بود. با توجه به تأثیر قابل توجهی که افزایش برداشت آب در ترکیه بر اقتصادهای پایین دستی خواهد داشت، کشورهای مربوطه می‌توانند برای شناسایی گزینه‌هایی برای به اشتراک گذاشتن مزایا و هزینه‌ها برای کاهش و جلوگیری از تأثیرات منفی گرد هم آیند.

تلاش‌های مشترک منطقه‌ای برای رسیدگی به کمبود آب، راه امیدوارکننده‌ای برای انطباق با تغییرات اقلیمی، کسب دستاوردهای اقتصادی و پیشبرد همکاری‌های منطقه‌ای است. در عصر پراکندگی و درگیری، تلاش‌های مشترک و همکاری اقتصادی ممکن است چالشی دله‌ره‌آور و هدفی دور به نظر برسد ولی می‌تواند دستاوردهای اقتصادی قابل توجه و رفاه مشترک داشته باشند. در واقع، با یکپارچه‌سازی زیرساخت‌ها و مدیریت مشارکتی منابع آب مشترک، می‌توان منفای حاصل کرد. با حرکت رو به جلو، نیاز به ایجاد تلاش‌های مداوم برای پیش‌برد بحث در مورد اینکه چگونه چالش منطقه‌ای کمبود آب می‌تواند به فرصتی برای یکپارچگی و رفاه بیشتر تبدیل شود، وجود دارد.

منابع

- Taheripour, Farzad, Wallace E. Tyner, Ehsanreza Sajedinia, Angel Aguiar, Maksym Chepeliev, Erwin Corong, Cicero Z. de Lima, and Iman Haqiqi. 2020. “Water in the Balance: The Economic Impacts of Climate Change and Water Scarcity in the Middle East -Technical Report.”WorldBank, Washington, DC.
- [http://documents.worldbank.org/curated/en/614261600439036489/Water-in-the-Balance-The-Economic -Impacts-of-Climate -Change-and-Water-Scarcity-in-the-Middle-East-Technical-Report](http://documents.worldbank.org/curated/en/614261600439036489/Water-in-the-Balance-The-Economic-Impacts-of-Climate-Change-and-Water-Scarcity-in-the-Middle-East-Technical-Report).
- Verner, D., ed. 2012. Adaptation to a Changing Climate in the Arab Countries: A Case for Adaptation Governance and Leadership in Building Climate Resilience. Washington, DC: World Bank.
- World Bank. 2016. High and Dry: Climate Change, Water, and the Economy. Washington, DC: World Bank.
- Waha, K., L. Krummenauer, S. Adams, V. Aich, F. Baarsch, D. Coumou, M. Fader, H. Hoff, G. Jobbins, R. Marcus, and M. Mengel. 2017. “Climate Change Impacts in the Middle East and Northern Africa (MENA) Region and their Implications for Vulnerable Population Groups.” Regional Environmental Change 17 (6): 1623–38.
- www.worldbank.org .