



مرکز بررسی‌های استراتژیک
CENTER FOR STRATEGIC STUDIES



کمبود فزاینده آب، امنیت غذایی و واکنش‌های دولت در چین

از مجموعه مقالات نشست
تخصصی پیرامون کارگروه
ملی سازگاری با کم‌آبی
(مرداد ۱۳۹۷)

بسم الله الرحمن الرحيم

عنوان گزارش: کمبود فزاینده آب، امنیت غذایی و واکنش‌های دولت در چین
Growing water scarcity, food security and government responses in China.
نویسندگان: جینشیا وانگ ، یانرون لی ، جیکون هوانگ ، تینگ تینگ یان ، تیانهی سون
Jinxia Wang, Yanrong Li, Jikun Huang, Tingting Yan, Tianhe Sun.

انتشار: امنیت غذایی جهانی - ۲۰۱۷

مترجم: حنظله سلیمانی

مرکز بررسی‌های استراتژیک ریاست جمهوری

مرداد ۱۳۹۷

کلیه حقوق این اثر متعلق به مرکز بررسی‌های استراتژیک ریاست جمهوری است.
هر گونه باز نشر این گزارش بدون اجازه کتبی مرکز بررسی‌های استراتژیک ریاست جمهوری ممنوع است.

ضرورت ترجمه گزارش‌های راهبردی

نوشتارها به افکار جهت و افکار به جهان شکل می‌دهند. جهان امروز نیز دربرگیرنده هزاران اندیشکده، مؤسسه مطالعات راهبردی و اتاق‌های فکری است که کارشناسان و تحلیل‌گران راهبردی را در خود گرد آورده‌اند و با انتشار گزارش‌های راهبردی بر افکار سیاستمداران، بخش خصوصی، رسانه‌ها و جوامع تأثیر می‌گذارند. نزدیک به هفت هزار اندیشکده در جهان وجود دارد که مجموعه گسترده‌ای از دانش راهبردی درباره موضوعات مختلفی از محیط‌زیست تا اقتصاد، روابط بین‌الملل، و مسائل نظامی و امنیتی را منتشر می‌کنند. این مؤسسات هم‌چنین می‌کوشند تا برآوردهای خود از آینده را نیز ارائه کنند و آینده‌پژوهی یکی از مهم‌ترین اقدامات آن‌هاست.

آگاهی یافتن از موضوعات مدنظر اندیشکده‌ها و مؤسسات مطالعات راهبردی در جهان یکی از ضرورت‌های تفکر راهبردی در ایران است. تحلیل‌گران و استراتژیست‌های ایرانی برای ارائه تحلیل‌هایی که متضمن تأمین منافع ملی باشد به شناخت گزارش‌های اندیشکده‌های خارجی نیازمند هستند. این‌گونه گزارش‌ها هم‌چنین به لحاظ روش‌شناختی نیز گاه حائز اهمیت هستند. پوشیده نیست که هنوز روش‌شناسی پژوهش‌های راهبردی و حتی گاه شیوه نگارش گزارش‌های راهبردی مؤثر نیز در میان بسیاری از اندیشکده‌های ایرانی کاستی‌هایی دارد.

مرکز بررسی‌های استراتژیک با هدف توجه دادن کارشناسان و تحلیل‌گران کشور، و هم‌چنین جهت اطلاع‌یابی مدیرانی که در معرض مسائل و تصمیم‌گیری‌های راهبردی هستند، نسبت به ترجمه و بنا به مورد انتشار محدود یا عمومی مجموعه‌ای از متون راهبردی اقدام می‌کند. مرکز بررسی‌های استراتژیک اگرچه پیشگفتارهای کوتاهی را به ابتدای این گزارش‌ها می‌افزاید و تلاش دارد تا قرائت تحلیل‌گران این مرکز از هر گزارش را ارائه نماید، اما مندرجات این گزارش‌ها الزاماً بیانگر دیدگاه‌های مرکز بررسی‌های استراتژیک نیستند. امید است این اقدام به تعمیق تفکر راهبردی کمک نماید. مرکز بررسی‌های استراتژیک از هرگونه نقد و نظر و هم‌چنین دریافت نظرات مخاطبان این مجموعه درباره مندرجات گزارش‌ها استقبال می‌کند. کارشناسان و تحلیل‌گران هم‌چنین می‌توانند متون راهبردی را که ترجمه و ارائه آن‌ها به جامعه کارشناسان و تحلیل‌گران راهبردی کشور مناسب است به این مرکز پیشنهاد کنند.

حسام‌الدین آشنا

رئیس مرکز بررسی‌های استراتژیک

چکیده

تولید مواد غذایی در چین به شدت به آبیاری وابسته است، اما کشاورزی آبی به واسطه کمبود آب فزاینده در معرض تهدید قرار گرفته است. بدین جهت، هدف کلی این مطالعه، ارائه درک بهتر از روندهای متغیر در تعادل عرضه و تقاضای آب، اثرات آنها بر تولید مواد غذایی، و واکنش‌های سیاستی دولت است. نتایج نشان می‌دهند که کمبود آب در چین یک موضوع منطقه‌ای و عمدتاً مربوط به مناطق شمالی است. این بازتابی از توزیع محدود و نامتوازن منابع آب، کاهش منابع آب‌های سطحی، تهی شدن منابع آب‌های زیرزمینی، کاهش کیفیت آب و افزایش تقاضای آب است. تغییر اقلیم هم باعث تشدید بیشتر کمبود آب در حوزه رودخانه‌های متعدد در مناطق شمالی چین شده که این خود منجر به کاهش مناطق با کشاورزی آبی و کاهش در تولید مواد غذایی می‌گردد. در نتیجه، دولت چین در راستای کنترل سطح کلی برداشت آب، بهبود کارایی کاربری‌های آب، و کنترل آلودگی آب تلاش نموده است. در حالی که این واکنش‌های سیاستی، دلگرم کننده هستند، اما اثربخشی آنها در حل مشکل کمبود آب فزاینده در چین نیاز به بررسی دارد.

واژگان کلیدی: کمبود آب، عرضه آب، تقاضای آب، تغییر اقلیم، واکنش دولت



۱. مقدمه

تولید مواد غذایی در چین به شدت به آبیاری وابسته است، اما پایداری کشاورزی آبی به واسطه کمبود آب فزاینده در معرض تهدید قرار گرفته است. با توجه به بازده بالاتر زمین‌های آبی، دولت چین از دهه ۱۹۵۰ سرمایه‌گذاری‌های هنگفتی در ایجاد زیرساخت‌های آبیاری به منظور تأمین آب از منابع سطحی یا زیرزمینی انجام داده است (MWR, ۲۰۱۵b). تا به امروز، نیمی از سطح زیر کشت، به تجهیزات آبیاری مجهز شده‌اند؛ بیش از ۷۰ درصد تولید ملی غلات، ۸۰ درصد از تولید ملی پنبه و بیش از ۹۰ درصد از تولید ملی سیفی جات از محل زمین‌های آبی است (RWRD and CIDDC, ۲۰۱۰). با این حال، آب به طور فزاینده‌ای دچار کمبود شده است؛ این فزاینده‌گی کمبود از اواخر دهه ۱۹۹۰ قابل توجه بوده است. در سال ۱۹۹۷، نواحی پایین‌دست رود زرد^۱ (دومین رود بزرگ چین) ۲۲۶ خشکی را تجربه کرده و این تأثیر چشمگیری بر فعالیت‌های اقتصادی اجتماعی در رودخانه‌های پایین‌دست داشت (Wang, ۲۰۰۹). متعاقب این خشکی، شواهد زیادی بر کمبود فزاینده آب به خصوص کاهش سطح آب‌های زیرزمینی و کاهش کیفیت آب وجود داشت (Brown and Halweil, ۱۹۹۸; Wu et al., ۱۹۹۹; Liu et al., ۲۰۰۱; Foster et al., ۲۰۰۴; Wang and Jin, ۲۰۰۶; Qiu, ۲۰۱۰; Famiglietti, ۲۰۱۴). اخیراً، تغییر اقلیم هم به عنوان محرک مهم دیگری برای کمبود آب در چین قلمداد می‌گردد (Xiong et al., ۲۰۱۰; Wang et al., ۲۰۱۳). به همین دلیل، محققان بر این باورند که چین به نقطه‌ای رسیده که باید تصمیمات مهمی برای حل بحران آب بگیرد (Mu and Khan, ۲۰۱۵; Lu et al., ۲۰۰۹).

کمبود فزاینده آب و فشار آب بر امنیت غذایی، توجه سیاست‌گذاران چینی را به خود جلب کرده است. از سال ۲۰۰۴، دولت مرکزی سالانه سند شماره ۲۱ را برای حل موضوعات کشاورزی و روستایی و مشکلات کشاورزان منتشر کرده است. این اسناد بر چگونگی بهبود شرایط تسهیلات آبیاری و ارتقای کارایی آبیاری به منظور تضمین امنیت غذایی متمرکز هستند. علاوه بر این، دولت چین سعی کرده راهبردهای مدیریت آب را از جانب عرضه به جانب تقاضا تغییر دهد تا از امنیت آب اطمینان حاصل نموده و توسعه اجتماعی اقتصادی پایدار را ترویج نماید. در اواخر دهه ۲۰۰۰، بانک جهانی وضعیت کلی کمبود آب و مشکلات اصلی مدیریت آب را بررسی نموده و پیشنهادهای را برای بهبود مدیریت آب در چین ارائه کرد (Xie et al., ۲۰۰۹). با این حال، اثرات کمبود آب بر امنیت غذایی در این بررسی و داده‌ها و اطلاعات مورد استفاده مربوط به قبل از سال ۲۰۰۷ مورد تأکید قرار نگرفته است.

توانایی کشاورزی آبی برای ادامه ایفای نقش اصلی در تضمین امنیت غذایی چین در آینده، تا حدی زیادی به چگونگی واکنش دولت چین به وضعیت موجود بستگی دارد. بنابراین، به منظور کمک به سیاست‌گذاران برای طراحی سیاست‌های اثربخش، به این سؤالات باید پاسخ داده شود: وضعیت تاریخی و وضعیت موجود کمبود آب در چین چگونه است؟ روندهای آتی کمبود آب ناشی از توسعه اقتصادی اجتماعی و تغییر اقلیم چیست؟ تغییر در کمبود آب چگونه بر امنیت غذایی تأثیر می‌گذارد؟ واکنش دولت به تشدید کمبود آب چقدر اثربخش است و چه پیشرفت‌هایی تاکنون داشته است؟ هدف از این مطالعه، پاسخ به این سؤالات بر مبنای داده‌های ثانویه فراگیر^۲، داده‌های پیمایشی اولیه یکتا^۳، نتایج شبیه‌سازی از مدل شبیه‌سازی آب چین^۵ و همچنین مرور ادبیات است.

1. Yellow River

2. NO¹ document

3. comprehensive secondary data



ادامه این مطالعه بدین شرح است. بخش ۲ شواهد تاریخی کمبود آب فزاینده در چین و به تفکیک حوزه رودخانه را ارائه می‌کند. بخش ۳، روند آبی کمبود آب ناشی از تغییر اقلیم و اثرات آن بر تولید مواد غذایی را به تفکیک حوزه رودخانه تحلیل می‌کند. بخش ۴ واکنش دولت برای مواجهه با کمبود آب از طریق ابزارهای نهادی و سیاستی برای کنترل میزان کلی برداشت آب، بهبود کارایی کاربری آب و کنترل آلودگی آب را مطرح می‌نماید. نهایتاً بخش ۵ با بحث در مورد پیامدهای چنین سیاست‌هایی، نتیجه‌گیری می‌کند.

۲. شواهد تاریخی کمبود فزاینده آب در چین

شکاف بین عرضه و تقاضای آب در چین به سطح فعلی ۵۳/۶ میلیارد متر مکعب رسیده و منجر به زیان‌های اقتصادی آشکاری شده است (GWP, ۲۰۱۵). در طول دو دهه گذشته، کمبود آب منجر به زیان سالانه بیش از ۲۷ میلیون تن در تولید غلات در چین شده است (Chen et al., ۲۰۱۴). این مطالعه، کمبود آب را به عنوان فقدان دسترسی کافی به منابع آبی برای تأمین نیازهای آبی در یک منطقه تعریف می‌کند. بنابراین، کمبود آب نه تنها متأثر از عرضه آب است، بلکه همچنین تحت تأثیر تقاضای آب نیز هست. این بخش شواهد تاریخی از کمبود آب فزاینده هم از جانب عرضه و هم از طرف تقاضا را ارائه می‌کند.

۲-۱. شواهد تاریخی در مورد مواهب طبیعی محدود و کاهش عرضه آب

۲-۱-۱. مواهب طبیعی محدود و توزیع فضایی نامتوازن منابع آبی

علاوه بر مواهب طبیعی محدود، توزیع نامتوازن و عدم تطابق بین عرضه و فعالیت‌های اجتماعی اقتصادی، هم موضوعاتی هستند که عرضه آب را در بر دارند. کل منابع آبی چین در جایگاه ششم جهانی قرار دارد؛ اما دسترسی سرانه به آب تنها یک چهارم میانگین جهانی بوده و از این لحاظ چین در جایگاه ۱۲۱ قرار می‌گیرد (GWP, ۲۰۱۵). مضاف بر این، آب از نظر جغرافیایی هم به طور متوازن توزیع نشده است، به گونه‌ای که ۸۱ درصد از منابع آبی در شمال چین متمرکز شده‌اند (MWR, ۲۰۱۵a). علیرغم داشتن تنها ۱۹ درصد از مواهب آبی، شمال چین بیش از ۶۵ درصد از اراضی زیر کشت کشور، ۵۰ درصد از تولید غلات و بیش از ۴۵ درصد تولید ناخالص داخلی را پشتیبانی می‌کند (NBSC, ۲۰۱۵). همچنین، چین با داشتن اقلیم موسمی شدید، در معرض بارش‌های به شدت متغیری است که به تعدد خشکسالی‌ها و سیلاب‌ها به خصوص در شمال چین دامن می‌زند (Xie et al., ۲۰۰۹). بنابراین، الگوی زمانی بارش‌ها، توزیع فضایی نامتوازن منابع آبی را تشدید می‌کند.

۲-۱-۲. کاهش منابع آب‌های سطحی

در طول ۶۰ سال گذشته (۱۹۶۱-۲۰۱۱)^۶، جریان رود در ۶ حوزه رود بزرگ نشانگر یک روند کاهشی بود: ۴ حوزه در شمال چین (های^۷، زرد، لیائو^۸، و سونگ هوا^۹) و ۲ حوزه در جنوب چین (یانگ تسه^{۱۰} و پرل^{۱۱}) (نقشه ۱). مشهودترین کاهش در

^۴. unique primary survey data

^۵. China Water Simulation Model

^۶. در جای جای متن بازه زمانی ۱۹۶۱ تا ۲۰۱۱ را بازه ۶۰ ساله عنوان کرده است حال آنکه این فاصله زمانی ۵۰ سال است. (م)

^۷. Hai

^۸. Liao

^۹. Songhua

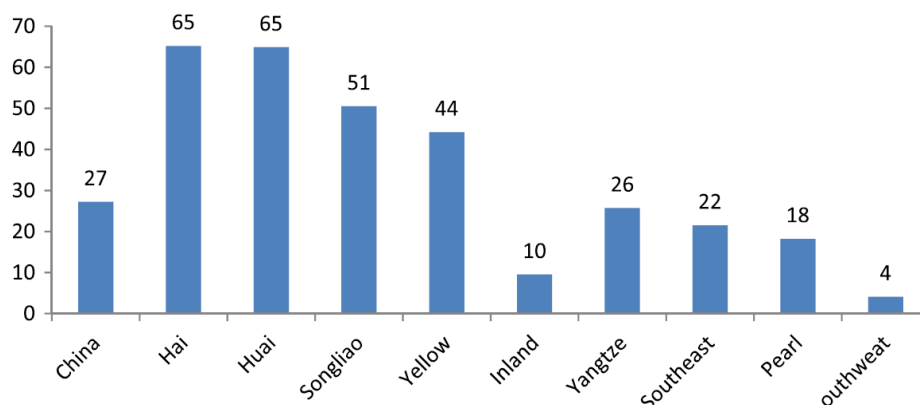
^{۱۰}. Yangtze

^{۱۱}. Pearl



جریان رود، در های (۱۸/۲ درصد) و پس از آن رود زرد (۱۱/۳ درصد) ثبت شده بود. در حوزه‌های لیائو و سونگ هوا، کاهش‌ها به ترتیب ۸/۳ درصد و ۳/۴ درصد بود. یک پدیده مهم این است که گرچه یانگ تسه و پرل جزئی از مناطق نسبتاً پر آب در جنوب چین هستند، اما جریان آنها هم به ترتیب ۲/۳ درصد و ۰/۳ درصد کاهش یافته است. این بدین معنی است که افزایش تنش آبی فقط محدود به مناطق شمالی نیست و مناطق جنوبی هم با آن مواجه هستند. به دلیل کاهش در جریان رود، برخی از حوزه‌های رودخانه‌ها (به عنوان مثال های و زرد) در بعضی از سال‌ها از حالت بسته به باز تغییر یافته‌اند که این بر محیط اکولوژیک تأثیر منفی می‌گذارد (همچون از بین رفتن تنوع زیستی و پیشروی آب دریا) (Wang et al., ۲۰۱۶a). کاهش حوزه رودخانه تأثیر قابل توجهی بر تولید مواد غذایی در چین دارد. در چین، قریب به ۷۵ درصد از تولید غلات آبی، ناشی از این حوزه‌های رودخانه‌هایی است که در ۶۰ سال گذشته کاهش جریان را تجربه کرده‌اند. با توجه به اینکه حوزه‌های رودهای های و زرد مشهودترین کاهش جریان را داشتند، سهم آنها از تولید غلات آبی کشور به حدود ۴۰ درصد رسید.

نقشه ۱. تغییر جریان رود در ۱۰ حوزه بزرگ رودخانه‌ها در چین (۱۹۶۱-۲۰۱۱)



۲-۱-۳. تهی شدن و برداشت بیش از اندازه منابع آب‌های زیرزمینی

با کاهش منابع آب‌های سطحی، استفاده‌کنندگان از آب (به خصوص کشاورزان) به سمت منابع آبی زیرزمینی سوق پیدا کرده‌اند. در نتیجه، برداشت آب‌های زیرزمینی از ۱۰ کیلومتر مکعب در سال ۱۹۵۰ به ۱۱۲ کیلومتر مکعب در سال ۲۰۱۴ افزایش یافته است (MWR, ۲۰۱۵a). سهم آب‌های زیرزمینی در کل بهره‌برداری از آب در چین از رقم بسیار ناچیز در سال ۱۹۵۰ به ۱۸ درصد در سال ۲۰۱۴ افزایش یافته است (MWR and Nanjing Water Institute, ۲۰۰۴; MWR, ۲۰۱۵a). بر اساس پایش میدانی در ۹ استان در سال ۲۰۱۲، دریافتیم که ۸۳ درصد از سطح زیر کشت در ۶ استان در شمال چین وابسته به آبیاری با آب‌های زیرزمینی است. در جنوب چین، سهم مناطق مورد آبیاری با آب‌های زیرزمینی در سه استان (جیانگ شی، گوانگ دونگ و یونان)^{۱۲} به ۵۸ درصد رسیده که بسیار بیشتر از حد انتظار ما بوده است. بنابراین، آب‌های زیرزمینی نه تنها به منبع اصلی آبیاری در شمال چین تبدیل شده‌اند، بلکه در جنوب چین نیز اهمیتی پیدا کرده‌اند که نمی‌توان آنها را نادیده انگاشت.

متأسفانه، وابستگی به آب‌های زیرزمینی منجر به برداشت بیش از حد و برخی اثرات زیست محیطی نامطلوب شده است. از اواخر دهه ۱۹۹۰، برداشت بیش از حد آب‌های زیرزمینی به یکی از معضلات جدی منابع چین تبدیل شده است. در حال حاضر، ۴۰۰ منطقه وجود دارد که برداشت آب‌های زیرزمینی از مرز ظرفیت پایدار آنها تجاوز کرده و کل مساحت این مناطق برابر ۱۱ درصد دشت‌های چین است (MWR, ۲۰۱۲). در حوزه رود های، ۹۱ درصد دشت‌ها جزء مناطق با برداشت بیش از حد هستند. در نتیجه، سفره آب‌های زیرزمینی در بسیاری از مناطق روند کاهشی را طی می‌کند. به عنوان مثال، سفره‌های آب زیرزمینی در

¹². Jiangxi, Guangdong, and Yunnan

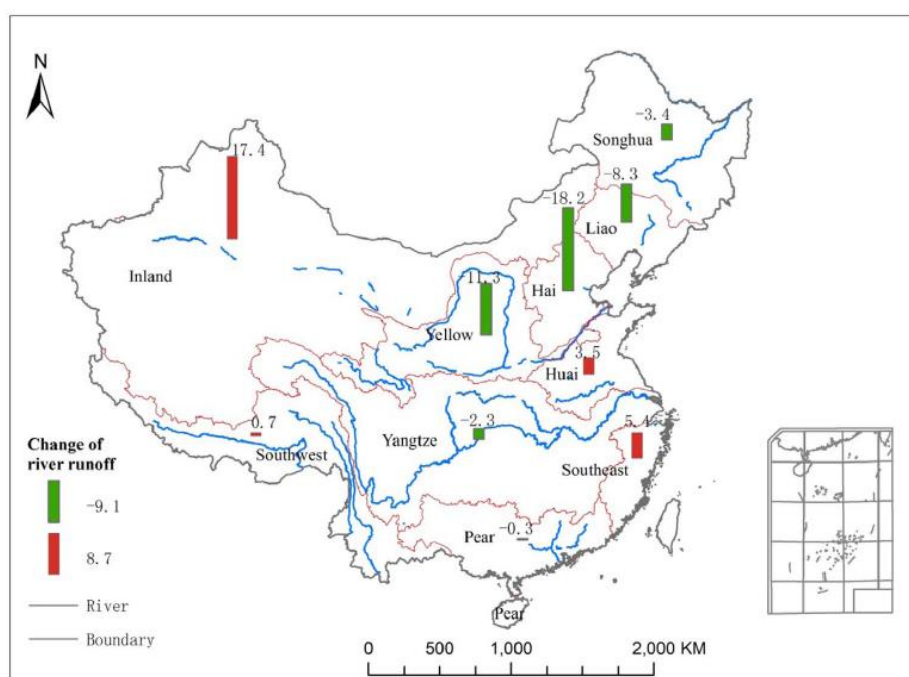


حوزه رود های از سال ۱۹۷۴ تا ۲۰۰۰ سالانه به اندازه ۱ متر پایین رفته است (Wang et al., ۲۰۰۹). حتی در جنوب چین، افت سفره آب‌های زیرزمینی در برخی مناطق قابل مشاهده است (Zhao et al., ۲۰۰۸). علاوه بر این، برداشت بیش از حد از آب‌های زیرزمینی منجر به فرونشست زمین، پیشروی آب دریا به سمت سفره آب‌های شیرین، و بیابان‌زایی شده است (MOE, ۲۰۱۵).

۲-۱-۴. بدتر شدن کیفیت آب

علاوه بر کاهش در عرضه آب، کیفیت آب هم به طور واضحی بدتر شده و این وضعیت در شمال چین جدی‌تر است. بر اساس داده‌های نظارتی وزارت منابع آب^{۱۳}، درصد بخش‌های آب‌های سطحی پایش‌شده با کیفیت پایینی که مناسب شرب نباشند (درجه IV-V و V+) به ۴۴ درصد در سال ۱۹۹۸ رسید، در حالی که ۱۶ درصد برای هیچ استفاده‌ای مناسب نبود (درجه V+) (شکل ۱). پس از سال ۲۰۰۰، به دلیل اجرای برخی از اقدامات کنترل آلودگی (همچون تعطیلی برخی از کارخانه‌های صنعتی که میزان آلوده‌کننده‌های آن بسیار زیاد بود)، این وضعیت بهبود یافت، اما درصد آب‌های سطحی با کیفیت پایین هنوز در سال‌های ۲۰۱۳ و ۲۰۱۴ نزدیک به ۳۰ درصد بود؛ درصد آب‌های با درجه V+ کاهش چشمگیری نداشت (۱۵ درصد در سال ۲۰۱۳ و ۱۲ درصد در سال ۲۰۱۴). کیفیت آب همچنین دچار نوسانات قابل توجه درون سال و اختلافات در مناطق است (شکل‌های ۱ و ۲). وضعیت آلودگی در اکثر مناطق شمال چین بسیار وخیم‌تر از مناطق جنوبی است. درصد بخش‌های آب‌های سطحی بی‌کیفیت در هر دو حوزه رودخانه‌های های و هوای ۶۵ درصد و در حوزه رودخانه‌های سونگ هوا و زرد به ترتیب ۵۱ درصد و ۴۴ درصد بود (شکل ۲).

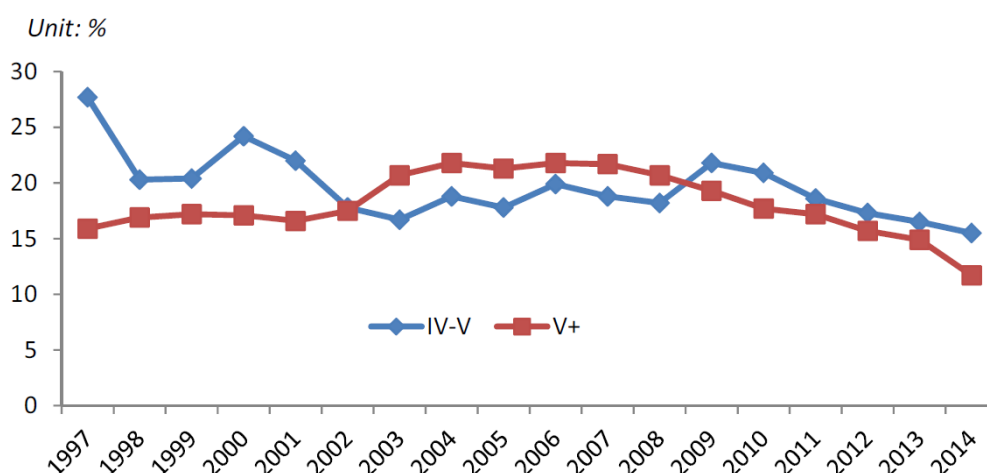
شکل ۱. درصد بخش‌های آبی پایش‌شده با کیفیت آب پایین در طول زمان در چین (۱۹۹۷-۲۰۱۴)



¹³. Ministry of Water Resources (MWR)



شکل ۲. درصد بخش‌های آبی پایش شده با کیفیت آب پایین (درجه IV-V+ در سال ۲۰۱۴)



صرف نظر از آب‌های سطحی، کیفیت آب‌های زیرزمینی هم روند نزولی مشهودی را نشان می‌دهد که در سال‌های اخیر تشدید شده است. بر مبنای داده‌های پایشی برای ۷۷۸ چاه لوله‌ای در سال ۲۰۰۶، آب‌های زیرزمینی در ۶۱ درصد آنها آلوده و برای آشامیدن نامناسب بود. در سال ۲۰۱۵، تعداد چاه‌های پایش شده به ۲۰۱۳ چاه گسترش یافت و درصد چاه‌های با آب آلوده حتی افزایش داشت و به ۸۰ درصد رسید (MWR, ۲۰۱۵a). این بیانگر آن است که دولت توجه کافی به کنترل آب‌های زیرزمینی نداشته و وضعیت آلودگی دائماً در حال بدتر شدن است. در آینده، کنترل آلودگی آب‌های زیرزمینی و بهبود کیفیت آنها باید مدنظر دولت، محققان، و سایر ذینفعان قرار گیرد.

۲-۲. گسترش اراضی آبی و افزایش برداشت آب برای مصارف غیرکشاورزی

در طول ۶۰ سال گذشته، کل برداشت آب در چین روند افزایشی چشمگیری داشته و حدود ۵ برابر شده است (جدول ۱). اولین عامل مهم افزایش برداشت آب، گسترش اراضی آبی است. گسترش اراضی آبی همچنین یکی از اقدامات مهم دولت چین برای بهبود امنیت غذایی کشور است. از سال ۱۹۵۰ تا ۲۰۱۴، کل اراضی آبی در چین از ۱۶ میلیون هکتار به ۶۵ میلیون هکتار افزایش یافته است (NBSC, ۲۰۱۵). در نتیجه، برداشت آب کشاورزی از ۱۰۰ میلیارد متر مکعب در سال ۱۹۴۹ به ۳۸۷ میلیارد متر مکعب در سال ۲۰۱۴ افزایش یافته است. مشاهده افزایش برداشت آب در طول یک دوره نشان می‌دهد که کل برداشت آب برای بخش کشاورزی روند کاهشی را از سال ۱۹۷۸ داشته است. با این حال، گرچه نرخ رشد کاهش یافته اما کل برداشت آب برای هر دو بخش صنعت و خانگی روند دائماً افزایشی را از خود نشان داده است (جدول ۱). نکته مهم اینکه دولت هم برداشت اکولوژیک آب را در تخصیص آب در سال‌های اخیر مدنظر قرار داده است (جدول ۱). در آینده، با شهرنشینی سریع، توسعه صنعت، و افزایش نگرانی‌ها حول حفاظت از محیط زیست، برداشت آب کشاورزی با رقابت‌های شدیدتری از جانب سایر بخش‌ها مواجه خواهد بود.



جدول ۱. برداشت آب به تفکیک بخش در دوره‌های مختلف در چین (۱۹۴۹-۲۰۱۴)

Year	Water withdrawal (billion cubic meters)				
	Total	Agriculture	Industry	Domestic	Ecology
1949	103	100	2	1	- ^a
1978	477	420	52	5	—
1993	525	410	92	24	—
1998	544	377	113	54	—
2000	550	378	114	58	—
2005	563	358	128	68	9
2014	610	387	135	77	10.4

۳. روند آتی کمبود آب و پیامدهای آن برای امنیت غذایی در چین

ما با مرور ادبیات دریافتیم که گرچه برخی مطالعات اثر توسعه اجتماعی اقتصادی بر کمبود آب در چین را پیش‌بینی کرده بودند، اما پیامدهای کمبود آب بر امنیت غذایی تحلیل نشده است. به عنوان مثال، وزارت منابع آبی پیش‌بینی می‌کند که چین تا سال ۲۰۳۰ سالانه ۷۵۰ میلیارد متر مکعب آب مصرف می‌کند که این برابر حدود ۹۰ درصد از کل منابع آبی قابل مصرف در کشور است (Qiu, ۲۰۱۰). تا سال ۲۰۵۰ کل کسری آب چین می‌تواند به ۴۰۰ میلیارد متر مکعب برسد (حدود ۸۰ درصد ظرفیت سالانه ۵۰۰ میلیارد متر مکعبی فعلی) (Tso, ۲۰۰۴).

در سال‌های اخیر، تعداد زیادی از مطالعات بر اثرات تغییر اقلیم بر کمبود آب متمرکز شده‌اند، اما عموماً از امنیت غذایی غافل بوده و از سناریوهای اقلیمی استفاده کرده‌اند که قدیمی و منسوخ هستند. به عنوان مثال، بر اساس سناریوهای اقلیمی AR۳ و AR۴، ژانگ و وانگ^{۱۴} (۲۰۰۷)، ژانگ و همکاران (۲۰۱۱)، اثرات تغییر اقلیم بر جریان رودخانه‌ها در سطح ملی و سطح حوزه رودخانه را شبیه‌سازی نمودند اما این کار بدون تمرکز بر اثرات بعدی آن بر امنیت غذایی صورت گرفت. مو و خان^{۱۵} (۲۰۰۹)، شیونگ^{۱۶} و همکاران (۲۰۱۰) و وانگ^{۱۷} و همکاران (۲۰۱۳) پیامدهای تغییر اقلیم بر کمبود آب و امنیت غذایی را در سطوح ملی و حوزه رودخانه شبیه‌سازی نمودند، اما سناریوهای اقلیمی آنها هم بر مبنای AR۴ یا فروزی درباره تغییر اقلیم بود. ما با به کار گیری سناریوهای اقلیم AR۵ (RCP۶ و RCP۸.۵) (دما و بارش‌های پیش‌بینی شده در ضمیمه A ارائه شده است) و مدل شبیه‌سازی آب چین^{۱۸} (معرفی مدل در Yan, ۲۰۱۵ و ضمیمه B)، اثرات تغییر اقلیم بر آب و تولید کشاورزی را در ۱۰ حوزه رودخانه بزرگ تا سال ۲۰۳۰ شبیه‌سازی می‌کنیم.

¹⁴. Zhang and Wang

¹⁵. Mu and Khan

¹⁶. Xiong

¹⁷. Wang

¹⁸. China Water Simulation model



۳-۱. روند آتی کمبود آب با و بدون لحاظ تغییر اقلیم

نتایج شبیه‌سازی نشان می‌دهد که حتی بدون در نظر گرفتن اثرات تغییر اقلیم، توسعه اجتماعی اقتصادی در حال حاضر بر کمبود آب در تمام حوزه‌های رودخانه‌ها فشار وارد می‌کند (جدول ۲). در سال پایه (۲۰۱۰)، شکاف بین عرضه و تقاضای آب در سطح ملی به ۸ درصد رسید. این شکاف در سطح حوزه‌های رودخانه‌ها حدود ۲۶ درصد در حوزه رودخانه‌های و بیش از ۱۰ درصد در حوزه رودخانه‌های زرد، لیائو، و هوای در شمال بود. تا سال ۲۰۳۰، با رشد بیشتر جمعیت، شهرنشینی، صنعتی شدن، و گسترش اراضی آبی، وضعیت کمبود آب وخیم‌تر خواهد شد (سناریوی مرجع). در سطح ملی، اگر کارایی کاربری آب بهبود پیدا نکند، شکاف عرضه و تقاضای آب به ۳۹ درصد افزایش پیدا خواهد کرد. نکته مهم اینکه این شکاف در اکثر حوزه‌های رودخانه‌ها (چه در شمال و چه در جنوب) به طور چشمگیری افزایش خواهد یافت.

جدول ۲. شکاف عرضه و تقاضای آب به تفکیک حوزه رودخانه در چین (درصد)

	Base year (2010)	Reference scenario ^a (2030)	Change due to climate change (comparing with reference scenario)	
			RCP6.0	RCP8.5
China	-8	-39	-2	-3
River basins in the north				
Hai	-26	-44	-4	-5
Huai	-10	-33	-5	-7
Songhua	-8	-30	-1	-4
Liao	-12	-30	-1	-4
Yellow	-14	-41	-6	-9
Inland	-8	-28	-1	-3
River basins in the south				
Yangtze	-2	-43	-2	-2
Southwest	-9	-30	5	3
Pearl	-3	-38	-1	1
Southeast	-4	-47	-3	0

علاوه بر این، تغییر اقلیم باعث تشدید کمبود آب در تمام حوزه‌های رودخانه‌ها در شمال و برخی حوزه‌های رودخانه‌ها در جنوب خواهد شد (جدول ۲). نتایج شبیه‌سازی نشان می‌دهد که به دلیل تغییر اقلیم، در شمال تا سال ۲۰۳۰ این شکاف ۱ درصد (سونگ هوا، لیائو و اینلند)^{۱۹} تا ۶ درصد (زرد) بر اساس سناریوی RCP۶ یا ۳ درصد (اینلند) تا ۹ درصد (زرد) تحت سناریوی RCP۸٫۵ افزایش خواهد یافت. برای حوزه رود یانگ‌تسه در شمال، این شکاف بر اساس هر دو سناریوی RCP۶ و RCP۸٫۵ به اندازه ۲ درصد افزایش خواهد داشت. برای حوزه‌های رودخانه‌های جنوب شرقی^{۲۰} و پرل در جنوب، این شکاف بر

¹⁹. Inland²⁰. Southeast



اساس سناریوی RCP۶ افزایش خواهد یافت، اما بر اساس سناریوی دیگر افزایشی نخواهد داشت، اما این نمی‌تواند اثرات منفی توسعه اجتماعی اقتصادی در آینده را جبران کند. باید یادآور شد که شبیه‌سازی ما تنها تغییر اقلیمی بلندمدت را در نظر می‌گیرد و اثر حوادث آب و هوایی شدید (همچون خشکسالی و سیلاب) در آن لحاظ نشده است. انتظار می‌رود که حوادث آب و هوایی شدید اثر قابل توجهی بر کمبود آب (به خصوص در کوتاه مدت) داشته باشند؛ این موضوعی است که باید در مطالعات بعدی به آن پرداخته شود (IPCC, ۲۰۱۴)

۲-۳. اثرات کمبود آب فزاینده بر تولید کشاورزی

کمبود آب فزاینده منجر به کاهش اراضی آبی و تأثیر منفی بر تولید کشاورزی خواهد شد. نتایج شبیه‌سازی نشان می‌دهند که کمبود آب فزاینده منجر به کاهش دسترسی به آب برای تولید کشاورزی شده و آب باید بین اراضی آبی و دیم بازتخصیص گردد. در نتیجه، اراضی آبی در حوزه‌های رودخانه‌ها که با کمبود آب جدی‌تری مواجه هستند، کاهش یافته و با اراضی دیم جایگزین می‌شوند. به دلیل پایین بودن بازده در اراضی دیم، تولید کشاورزی به خصوص برای برنج و گندم کاهش خواهد یافت. به عنوان مثال، حتی بدون تأثیر تغییر اقلیم، تولید برنج در تمام حوزه‌های رودخانه‌ها تا سال ۲۰۳۰ بین ۱۳ (یانگ تسه و هوای) تا ۱۶ درصد (جنوب شرقی) کاهش خواهد یافت. برای حوزه‌های رودخانه‌هایی که با کمبود آب فزاینده مواجه هستند، بر اساس سناریوی RCP۸.۵، میزان کاهش از کمتر از ۱ درصد (یانگ تسه) تا بیش از ۱۰ درصد (های و زرد) خواهد بود. این تأثیرگذاری نه تنها برای برنج، بلکه برای گندم هم قابل توجه است. حتی بدون لحاظ تغییر اقلیم، کمبود آب فزاینده ناشی از توسعه اجتماعی اقتصادی منجر به کاهش در تولید گندم از ۴ درصد (لیائو) تا ۱۶ درصد (سونگ هوا و جنوب شرقی) تا سال ۲۰۳۰ خواهد شد. تغییر اقلیم هم بر اساس سناریوی RCP۸.۵ تولید گندم را از کمتر از ۱ درصد (یانگ تسه) تا بیش از ۱۲ درصد (زرد) کاهش خواهد داد. در مقایسه با برنج و گندم، اثر کمبود آب فزاینده بر سایر محصولات کمتر است. با این حال، کاهش تولید برنج و گندم تأثیر قابل توجهی بر وضعیت امنیت غذایی دارد. در سال‌های اخیر، سیاست غذایی چین، تضمین خودکفایی تقریباً ۱۰۰ درصدی هم برای برنج و هم برای گندم بوده است. بنابراین، پرداختن به موضوعات کمبود آب برای تحقق هدف امنیت غذایی در آینده، برای دولت چین از اهمیت بسزایی برخوردار است.

۴. واکنش دولت برای مواجهه با کمبود فزاینده آب در چین

به طور سنتی، دولت چین بر مدیریت جانب عرضه برای حل موضوع کمبود آب اتکا دارد که این به معنای تأمین تقاضای آب از طریق افزایش عرضه است (Xie et al., ۲۰۰۹; Wang, ۲۰۱۲). بر اساس رهنمودهای چنین راهبرد مدیریتی، دولت نه تنها در بسیاری از زیرساخت‌های آبی برای کشف منابع آبی محلی سرمایه‌گذاری کرده، بلکه همچنین برای غلبه بر مشکل توزیع فضایی نامتوازن آب هم سعی در ساخت پروژه‌های انتقال آب داشته است. معروف‌ترین پروژه انتقال آب، پروژه انتقال آب جنوب-شمال^{۲۱}، بزرگ‌ترین و طولانی‌ترین پروژه انحراف آب با پیش‌بینی سرمایه‌گذاری ۴۸۶ میلیارد یوان (۷۷ میلیارد دلار) و حجم انتقال آب سالانه ۴۵ میلیارد مترمکعب است (Liu and Wu, ۲۰۱۵). با این حال، سهم این پروژه در حل مشکل کمبود آب در شمال چین، محدود و موقت به نظر می‌آید و پیامدهای زیست محیطی احتمالی آن هم بسیار محل بحث است (Liu and Kok-Chiang, ۱۹۹۴; Liu, ۱۹۹۸; Berkoff, ۲۰۱۳). علاوه بر این، با افزایش هزینه‌های سرمایه‌گذاری و دسترسی محدود به آبی که قابل اکتشاف باشد، اکتشاف منابع آبی محلی در بسیاری از مناطق چین تقریباً غیرممکن شده است.

²¹. South-North Water Transfer Project



نکته مهم اینکه شواهد زیادی حاکی از این هستند که مدیریت جانب عرضه آب منجر به استفاده‌های ناکارا از آب، بد شدن کیفیت آب و مدیریت غیراثربخش آب شده است (Xie et al., ۲۰۰۹; GWP, ۲۰۱۵). در چین، کارایی کاربری آب بالا نیست؛ کارایی آبیاری تنها حدود ۰/۵۰ (در برابر ۰/۷ الی ۰/۸ در کشورهای توسعه‌یافته) و برداشت آب به ازای هر واحد تولید ناخالص داخلی (۱۰ هزار رنمینی) یک سوم میانگین جهانی است (Wang, ۲۰۱۲; GWP, ۲۰۱۵). علاوه بر این، توسعه سریع اجتماعی اقتصادی، محدودیت بالقوه منابع آبی و اثر منفی آن بر محیط زیست را در نظر نگرفته و لذا منجر به بدتر شدن کیفیت آب شده است. نهایتاً، سیستم مدیریت منابع آبی چین به شدت بخشی و چندپاره است و به دلیل هزینه‌های بالای هماهنگی میان نهادهای مختلف، حل مشکل دشوارتر شده و موضوعات چالشی فراوانی نیز به وجود آمده است (Xie et al., ۲۰۰۹; GWP, ۲۰۱۶a; Wang et al., ۲۰۱۵).

بنابراین، به منظور غلبه بر نقایض مدیریت جانب عرضه و مواجهه اثربخش با موضوعات کمبود آب، دولت چین اخیراً تأکید بر اهمیت مدیریت تقاضای آب و ترویج یکی از سختگیرانه‌ترین سیستم‌های مدیریت منابع آبی در جهان را آغاز نموده است (State Council, ۲۰۱۲). این سیاست که «سیاست سه خط قرمز»^{۲۲} خوانده می‌شود، به منظور ایجاد محدودیت‌های قاطع و الزام‌آور بر برداشت آب، کارایی کاربری آب، و استاندارد کیفیت، طراحی شده است. بر اساس این سیاست، تا سال ۲۰۳۰ کل برداشت آب در چین باید کمتر از ۷۰۰ میلیارد متر مکعب باشد؛ کارایی آبیاری باید به ۶۰ درصد افزایش یافته و برداشت آب به ازای هر واحد تولید ناخالص داخلی (۱۰ هزار رنمینی) باید کمتر از ۴۰ مترمکعب باشد؛ تعداد محدوده‌های کارکردی آب^{۲۳} مطابق با استاندارد کیفیت آب باید بیشتر از ۹۵ درصد باشد (State Council, ۲۰۱۲). اجرای موفق سیاست سه خط قرمز نه تنها مستلزم ایجاد یک نهاد یکپارچه مدیریت آب و بهبود سیستم حقوقی است، بلکه همچنین نیاز به بکارگیری ابزارهای سیاستی بازار محور برای اصلاح رفتار مصرف‌کنندگان آب دارد. در زیربخش‌ها، ما عمدتاً بر این بحث متمرکز هستیم که دولت چگونه می‌تواند از ابزارهای سیاستی و نهادی بازار محور متعدد برای تحقق اهداف سیاست استفاده کند. بحث مفصل در مورد مدیریت یکپارچه آب و بهبود سیستم حقوقی را در شی^{۲۴} و همکاران (۲۰۰۹) می‌توان یافت.

۴-۱. مدیریت سهمیه‌بندی آب، سیستم اجازه برداشت آب و بهای منابع آب

به منظور کنترل کل برداشت آب، دولت مرکزی، مراجع مدیریت حوزه‌های رودخانه‌ها و دفتر محلی منابع آب را ملزم به تعیین سهمیه‌بندی آب برای مصرف‌کنندگان مختلف در سطوح مختلف (یعنی حوزه رودخانه، استانی، شهری، شهرستانی، بخش آبیاری و روستایی) نموده است. علاوه بر این، تمام مصرف‌کنندگان آب باید مجوز برداشت آب را از مراجع مدیریت آب سطح بالاتر اخذ نموده و میزان برداشت آب آنها (چه سطحی چه زیرزمینی) نباید از سهمیه اختصاص یافته به آنها تجاوز کند. گرچه این دو سیاست از اوایل دهه ۲۰۰۰ توسط دولت مرکزی ترویج شده، اما اجرای آن کند و غیراثربخش است. تاکنون تخصیص سهمیه برای کاربران متعدد در بسیاری از استان‌ها به طور کامل صورت نگرفته و به نظر می‌رسد که برای مدیران آب، کاری ملال‌آور باشد (Cao and Fan, ۲۰۱۵). وانگ^{۲۵} و همکاران (۲۰۰۹) دریافتند که اکثر کشاورزان در شمال چین نیازی به اخذ مجوز برای استخراج آب‌های زیرزمینی ندارند. یکی دیگر از ابزارهای سیاستی برای کنترل کل برداشت آب، سیاست بهای منابع آب است که از سال ۲۰۰۶ آغاز شده است (State Council, ۲۰۰۶). تا به امروز تمام استان‌ها بهای منابع آب را هم برای

^{۲۲}. "Three Red Lines" policy

^{۲۳}. water function zones

^{۲۴}. Xie

^{۲۵}. Wang



برداشت آب صنعتی و هم خانگی دریافت کرده‌اند، اما بهای منابع آب کشاورزی تنها در چند استان محدود همچون گانسو^{۲۶} اعمال شده است (Gansu Provincial Government, ۲۰۱۴; Xue and Li, ۲۰۱۵). در حال حاضر، دولت چین در حال برنامه‌ریزی برای محسوب کردن این میزان بها به عنوان مالیات است و هبی^{۲۷} به عنوان استان پایلوت در سال ۲۰۱۶ در نظر گرفته شده است. در آینده، اثربخشی اجرای این ابزارهای سیاستی ارتباط زیادی به تحقق اهداف کنترل آب خواهد داشت و تحقیقات در این زمینه هنوز هم باید تقویت شود.

۴-۲. اصلاح سیاست قیمت‌گذاری آب

از سال ۲۰۰۲، با انتشار قانون جدید آب^{۲۸}، دولت چین اصلاح سیاست قیمت‌گذاری آب را تسریع نموده است. در سال‌های اخیر، اصلاح سیاست قیمت‌گذاری آب در بخش‌های صنعتی و خانگی پیشرفت‌های مشهودی داشته، اما پیشرفت آن در بخش کشاورزی، رضایت‌بخش نیست (Wang, ۲۰۱۲). دغدغه اصلی سیاست‌گذاران این است که افزایش قیمت‌ها باعث کاهش درآمد کشاورزان خواهد شد و پیامدهای منفی افزایش بهای آبیاری بر درآمد کشاورزان هم توسط محققان تأیید شده است (Wang et al., ۲۰۱۶b). با این حال، بدون قیمت منطقی برای آب، کشاورزان انگیزه‌ای برای افزایش کارایی آبیاری ندارند (Dinar and Saleth, ۲۰۰۵). چالش افزایش قیمت‌های آب و در عین حال عدم تأثیرگذاری بر درآمد کشاورزان، نه تنها در چین بلکه در سایر کشورها نیز وجود دارد (Dinar and Saleth, ۲۰۰۵). خبر خوب اینکه تجربه اصلاحات آزمایشی در هبی نشان می‌دهد که طراحی یک برنامه یارانه مناسب، به تحقق راهبرد برد-برد اصلاح قیمت‌گذاری کشاورزی کمک خواهد کرد (Wang et al., ۲۰۱۶b). در سال ۲۰۱۶، دولت مرکزی مقررات اجرای اصلاحات جامع قیمت‌گذاری آب کشاورزی و ارائه یارانه برای پشتیبانی از اصلاح قیمت‌گذاری آب را منتشر نمود (State Council, ۲۰۱۶). با این حال، اجرای اثربخش این اصلاحات در تمام استان‌ها و چگونگی تحقق اهداف مورد انتظار، باید در مطالعات آتی مورد بررسی قرار گیرد.

۴-۳. استقرار سیستم حق آب و ارتقای بازارهای آب

از اوایل دهه ۲۰۰۰، دولت مرکزی چین سعی کرده یک سیستم حق آب را مستقر کرده و تخصیص منابع آب را از طریق مکانیزم‌های بازار بهینه نماید (NPC Standing Committee, ۲۰۰۲; Calow et al., ۲۰۰۹). به منظور ترویج این کار، مقرراتی نیز منتشر شد. به عنوان مثال، وزارت منابع آبی، مقررات آرایی در مورد انتقال حقوق آب^{۲۹} را در سال ۲۰۰۵ و چارچوب استقرار سیستم حقوق آب^{۳۰} را در سال ۲۰۱۰ منتشر نمود. در سال ۲۰۱۵ وزارت منابع آب، برنامه کاری برای پروژه‌های پایلوت حقوق آب^{۳۱} را منتشر کرد. تا به امروز، تعداد اندکی از پروژه‌های پایلوت انتقال حقوق آب موفق بوده‌اند. این پروژه‌ها شامل انتقال حقوق آب بین دو شهر دونگ یانگ و ییوو^{۳۲} در استان شیجیانگ^{۳۳}، انتقال بین مصرف‌کنندگان صنعتی و کشاورزی آب در استان‌های اینر مونگولیا^{۳۴} و نینگشیا^{۳۵}، و حتی در میان تک تک کشاورزان در حوزه رودخانه‌های شیانگ و هیه^{۳۶} در استان

²⁶. Gansu

²⁷. Hebei

²⁸. Water Law

²⁹. Some Opinions on Water Rights Transfer

³⁰. Establishing Framework of Water Rights System

³¹. Work Plan for Water Rights Pilot Projects

³². Dongyang and Yiwu

³³. Zhejiang

³⁴. Inner Mongolia



گانسو می‌شوند (Speed, ۲۰۰۹; Moore, ۲۰۱۵). سون^{۳۷} و همکاران (۲۰۱۶) دریافتند که در حوزه رودخانه هیهه، دولت محلی گواهی حقوق آب را برای کشاورزان منتشر کرده است. چنین اصلاحاتی مهم در کاهش برداشت آب قبل از سال ۲۰۱۰ ایفا کرده است، اما در سال‌های اخیر از میزان اهمیت آن کاسته شده است. نکته مهم اینکه موارد انتقال حقوق آب میان تک تک کشاورزان تقریباً وجود ندارد. به طور کلی، علیرغم برخی پیشرفت‌ها در استقرار یک سیستم حقوق آب و توسعه بازارهای آب، چین هنوز راه زیادی در این مسیر دارد. مشکل اصلی این است که حقوق اولیه آب در اکثر مناطق به مصرف‌کنندگان مختلف آب اختصاص نیافته است. اگر سیستم حقوق آب به طور کامل اجرا نشود، توسعه بازارهای آب غیرممکن است. در سال‌های اخیر، یک سیستم سهمیه‌بندی آب به عنوان ابزاری مهم برای اختصاص حقوق اولیه به مصرف‌کنندگان در نظر گرفته شده است. در آینده باید مطالعات تجربی بیشتری در مورد پیامدهای سیاستی انجام شود تا مشخص گردد که آیا مدیریت سهمیه‌بندی می‌تواند اهداف استقرار سیستم حقوق آب را محقق نماید یا خیر.

۴-۴. دریافت بهای انتشار آلودگی

چین از سال ۱۹۸۲ شروع به دریافت بهای انتشار آلودگی نموده است (State Council, ۱۹۸۲). برای تأکید بر نقش این سیاست و تحقق اهداف کنترل آلودگی، دولت مقرراتی را برای بهبود بیشتر اجرای آن در سال ۲۰۱۴ منتشر نمود (National Development and Reform Commission, ۲۰۱۴). بدین سان، تا پایان ژوئن ۲۰۱۵، حداقل هزینه انتشار آلودگی برابر ۱/۲ رنمینبی معادل آلودگی برای دی اکسید گوگرد و اکسید نیتروژن در گاز خروجی و ۱/۴ رنمینبی معادل آلودگی برای نیاز شیمیایی اکسیژن، نیتروژن آمونیاک، و ۵ فلز سنگین اصلی (یعنی سرب، جیوه، کروم، کادمیوم و آرسنیک) در فاضلاب بود. با اعمال اصلاحات، انتظار می‌رود که کسب و کارهای آلاینده، انتشار آلودگی خود را از طریق به‌روز رسانی فناوری‌های تولید خود کاهش دهند (Zhou and Ma, ۲۰۱۵). با این حال، اثربخشی این سیاست در کنترل آلودگی آب نیاز به بررسی بیشتر دارد. نکته مهم‌تر اینکه از آنجایی که تمرکز این سیاست بر اصلاح رفتار آلاینده‌ای مصرف‌کنندگان صنعتی و خانگی آب است، قابلیت اعمال آن برای اصلاح رفتار تولیدی کشاورزان به منظور کنترل آلودگی غیرنقطه‌ای، چالشی حتی بزرگ‌تر برای سیاست‌گذاران در چین است.

۴-۵. اصلاح مدیریت آبیاری

از اواسط دهه ۱۹۹۰ و تحت فشار بانک جهانی، دولت چین اصلاح مدیریت آبیاری را آغاز نمود (Wang et al., ۲۰۱۶a). هدف دولت از این اصلاحات، افزایش کارایی آبیاری و ترویج توسعه پایدار تولید کشاورزی از طریق مشارکت کشاورزان در مدیریت آب است. الگوی اصلی اصلاحات، اعمال مدیریت جمعی آب توسط اتحادیه مصرف‌کنندگان آب^{۳۸} است. علیرغم تمرکز زیاد دولت مرکزی بر این اصلاحات و انتشار مقررات مربوط به ترویج این اصلاحات از سال ۲۰۰۰، عملکرد کلی اصلاحات، رضایت بخش نبوده است (Wang, ۲۰۱۲). محققان بر مبنای پیمایش‌های میدانی وسیع در شمال چین دریافتند که اکثر این اصلاحات، ظاهری و سطحی هستند، زیرا تنها ۲۰ درصد از اصلاحات دارای انگیزه‌های صرفه‌جویی در آب هستند و مشارکت کشاورزان در

35. Ningxia

36. Shiyang and Heihe

37. Sun

38. Water User Association (WUA)



اتحادیه مصرف‌کنندگان آب هم محدود است (Wang et al., ۲۰۰۵, ۲۰۰۶, ۲۰۱۴). با این حال، اگر مشوق‌های مناسب در نظر گرفته شود، این اصلاحات می‌تواند نقش مهمی در کاهش کاربرد آبیاری و افزایش بهره‌وری آب ایفا نماید. علاوه بر این، اثرات منفی آن بر تولید کشاورزی هم محدود است. چالش دیگر در ارتباط با اصلاحات آبیاری، پایداری مالی اتحادیه مصرف‌کنندگان آب است، زیرا از پشتیبانی مالی برای فعالیتهای خود برخوردار نیستند (Wang, ۲۰۱۲). اجرای مؤثر اصلاحات و تضمین توسعه پایدار آن، کماکان موضوعی مهم برای سیاست‌گذاران در چین است.

۴-۶. ترویج بکارگیری فناوری‌های صرفه‌جویی آب

در ۳۰ سال گذشته، دولت چین سرمایه‌گذاری‌های هنگفتی در توسعه فناوری‌های صرفه‌جویی آب در بخش‌های کشاورزی، صنعتی و خانگی انجام داده است. در مقایسه با مصرف‌کنندگان غیر کشاورزی آب، توسعه فناوری‌های صرفه‌جویی آب در بخش کشاورزی به دلیل بسیاری از مشکلات اجتماعی اقتصادی، مالی و فنی، دشوارتر است و مورد توجه سیاست‌گذاران و محققان هم بوده است (Blanke et al., ۲۰۰۷; Huang et al., ۲۰۱۷). به منظور بهبود شرایط پروژه‌های حفاظت از آب در مناطق روستایی، دولت مرکزی دولت‌های محلی را ملزم به تخصیص ۱۰ درصد از عواید واگذاری زمین به پروژه‌های حفاظت از آب نموده است (Ministry of Finance, National Development and Reform Commission and Ministry of Water Resources, ۲۰۱۱). برای حصول اطمینان از این تخصیص، ۸۰ درصد از این عواید باید برای ساخت زیرساخت‌های آبیاری کوچک مقیاس و توسعه آبیاری کم‌آبر و ۲۰ درصد برای بهره‌برداری و نگهداری از آنها مورد استفاده قرار گیرد (Ministry of Finance and Ministry of Water Resources, ۲۰۱۳). دولت مرکزی همچنین یارانه خاصی را برای تسهیل بهره‌برداری و نگهداری از پروژه‌های حفاظت از آب در مرکز و غرب و دیگر نقاط فقیر چین اختصاص داده است. به عنوان مثال، در سال ۲۰۱۱، کل این یارانه ۱ میلیارد یوان بود. انتظار این است که در آینده دولت چین تلاش بیشتری در راستای ترویج بکارگیری فناوری‌های صرفه‌جویی آب از خود نشان دهد. احتمال بکارگیری فناوری‌های صرفه‌جویی آب توسط کشاورزان، با اثربخشی اجرای اصلاحات قیمت آب، افزایش خواهد یافت (Cremades et al., ۲۰۱۵).

۵. نتیجه‌گیری

بر مبنای داده‌های تاریخی دریافتیم که کمبود آب به خصوص در شمال چین جدی‌تر شده است. کمبود فزاینده آب، نه فقط در کاهش جریان رودخانه‌ها در شش حوزه رود اصلی (۴ حوزه در شمال و ۲ حوزه در جنوب)، برداشت بیش از اندازه آب، و مشکلات زیست محیطی ظهور یافته، بلکه همچنین تنزل منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی را هم به همراه داشته است. باید یادآور شد که گرچه کمبود آب در شمال چین جدی‌تر است، اما در برخی مناطق در جنوب هم ظاهر شده است. علاوه بر این، از آنجایی که آبیاری وابستگی زیادی به آب‌های زیرزمینی دارد، حل مشکل برداشت بیش از اندازه آب‌های زیرزمینی و تنزل سریع کیفیت آنها هم از چالش‌های اصلی سیاست‌گذاران در آینده به نظر می‌رسد. نکته مهم اینکه اگر اقدام مؤثری صورت نگیرد، کمبود آب فزاینده ناشی از توسعه اجتماعی اقتصادی و تغییر اقلیم، تولید برنج و گندم را تا سال ۲۰۳۰ به طور چشمگیری کاهش خواهد داد. از آنجایی که هم برنج و هم گندم از محصولات اصلی در تضمین امنیت غذایی چین هستند، تحقق اهداف امنیت غذایی دولت تا حد زیادی به ظرفیت آن برای حل موضوعات کمبود آب در آینده بستگی دارد.



با توجه به کمبود فزاینده آب و لحاظ نقایص مدیریت جانب عرضه، دولت چین حرکت به سمت مدیریت طرف تقاضا و اجرای سیاست سه خط قرمز را به منظور کنترل کل برداشت آب، بهبود کارایی کاربری آب و کنترل آلودگی آب آغاز نموده است. دولت مرکزی به طور فعال از ابزارهای نهادی و سیاستی برای تحقق اهداف سیاست خود بهره برده است. در واقع، هیچ یک از ابزارهای اشاره شده در این مطالعه (همچون مدیریت سهمیه‌بندی آب، سیستم اجازه برداشت، بهای منابع آب، قیمت‌گذاری آب، حقوق آب، اصلاح مدیریت آبیاری، و فناوری‌های صرفه‌جویی آب) جدید نیستند و حداقل ۱۰ سال ترویج شده‌اند. گرچه انتظار می‌رود این ابزارها نقش چشمگیری را در حل مشکل کمبود آب فزاینده ایفا کنند، اما موضوع اصلی، چگونگی بهبود اجرای اثربخش آنها در عمل است. مضاف بر این، این ابزارهای سیاستی جدید کمتر مورد توجه محققان قرار گرفته‌اند و باید در چین به آنها پرداخته شود.