نشریه مدیریت آب در کشاورزی
جلد ۱۰، شماره ۲، پاییز و زمستان ۱۴۰۲، ص. ۱۹۴-۱۷۱

Water Management in Agriculture
Vol. 10, No. 2 Autumn And Winter 2024, 171-194

مقاله علمی-مروری

مقایسه کمی توسعه آبیاری تحت‌فشار در ایران در مقایسه با جهان

نادر حیدری[1*] و محمدمهدی نخجوانی مقدم[2]

چکیده

با توجه به محدودیت منابع آب و ضرورت افزایش بهره‌وری آب در کشاورزی، توسعه سامانه‌های نوین آبیاری، فشار، یکی از سیاست‌ها و فعالیت‌های اجرائی مهم بخش آب کشاورزی در طی سال‌های اخیر بوده است. هدف از این پژوهش، بررسی وضعیت توسعه آبیاری تحت‌فشار از بعد کمّی در کشور ایران و مقایسه آن با سایر کشورها و مناطق مختلف جهان با استفاده از شاخص ضریب نفوذ آبیاری تحت‌فشار (نسبت مساحت اراضی تجهیز شده به روش‌های آبیاری تحت‌فشار به‌کل اراضی فاریاب) و درنهایت برآورد حد مطلوب و مورد انتظار سطح توسعه آن برای کشور است. بر اساس نتایج ضریب نفوذ آبیاری تحت‌فشار تا پایان برنامه ششم توسعه (سال ۱۳۹۹) برابر ۲۱/۴۳ درصد است که در مقایسه با سایر کشورها (۲۳ کشور منتخب) در این دوره در مرتبه پائینی قرار دارد. با استفاده از روش همبستگی چند متغیره بین مقادیر متغیرهای اثرگذار بر مدیریت آب، نظیر سرانه برداشت از منابع آب، سهم برداشت در بخش کشاورزی، مساحت اراضی فاریاب، میزان درآمد ناخالص ملی (GDP) و ضریب نفوذ آبیاری تحت‌فشار برای ۱۴ کشور منتخب و اعمال مقادیر نظیر برای کشور ایران، سطح مطلوب و مورد انتظار (ضریب نفوذ) آبیاری تحت‌فشار کشور برابر ۴۹/۵ درصد برآورد شد. با توجه به مقدار فعلی (اوایل سال ۱۴۰۲) و متوسط حد مطلوب ضریب نفوذ آبیاری تحت‌فشار برآوردی (به ترتیب ۳۴/۰ و ۴۹/۵ درصد)، هنوز فضا برای رشدی معادل ۴۵/۶ درصد در ضریب نفوذ آبیاری تحت‌فشار (۳/۸۸ میلیون هکتار افزایش و جمعاً توسعه آبیاری تحت‌فشار در ۶/۸ میلیون هکتار از ۸/۵ میلیون هکتار اراضی فاریاب کشور (۸۰ درصد اراضی))، وجود دارد. این بدین معنی است که در سال‌های آینده ازجمله در برنامه هفتم توسعه، می‌توان به‌شرط لحاظ ضوابط، مقررات و تمهیدات لازم از جنبه کاهش اثرات منفی و نامطلوب توسعه ناموزون سامانه‌ها بر منابع آب و محیط‌زیست و جلوگیری از وقوع پدیده "اثر بازگشتی" (Rebound Effect)، به‌صورت مورد انتظار و پتانسیل تا ۸۰ درصد از اراضی فاریاب کشور را مجهز به آبیاری تحت‌فشار نمود. لذا هنوز فضا برای توسعه بیشتر با لحاظ تمهیدات لازم و به‌شرط ایجاد زیرساخت‌ها و ضوابط و مقرراتی کنترلی لازم، نظیر ایجاد سامانه حسابداری آب، کاهش حقابه‌ها پس از اجرای طرح‌های آبیاری تحت‌فشار به‌تناسب صرفه‌جویی انجام‌شده، جلوگیری از گسترش سطح زیر کشت، توسط دستگاه‌های مسئول مرتبط، وجود دارد.

واژه‌های کلیدی: اراضی فاریاب، ایران، تولید ناخالص ملی، ضریب نفوذ، سرانه آب، سهم آب کشاورزی

مقدمه

به دلیل افزایش تقاضا برای مصرف آب در بخش‌های شرب و صنعت به دلیل رشد جمعیت، افزایش شهرنشینی و صنعتی شدن جوامع و ضرورت تأمین آب زیست‌بوم‌ها، رقابت بر سر آب بین بخش کشاورزی و سایر بخش‌ها گسترش‌یافته و تحت این شرایط بخش کشاورزی در کشورهای مختلف، ازجمله ایران، باید از سهم مصرف خود از منابع آب تجدید پذیر بکاهد. به‌عنوان نمونه و از جنبه‌های یکی از مصادیق این بحث و بر اساس راهبردهای توسعه بلندمدت منابع آب کشور (تصویب‌نامه هیات وزیران، ۱۳۸۲) مقرر شده است که ساختار مصرف آب در کشور به‌گونه‌ای اصلاح شود که سهم مصارف آب کشاورزی از نود و دو درصد (۹۲٪) در وضع فعلی با احتساب سایر نیازها به

[1] دانشیار پژوهش مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی؛ سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی؛ کرج (*نویسنده مسئول: nrheydari@yahoo.com)
[2] استادیار پژوهش مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی؛ سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج
تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۳/۰۱
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۴/۳۱

حداکثر هشتادوهفت درصد (۸۷٪) در ۲۰ سال آینده تغییر یابد[۱]. کشور ایران دارای رتبه چهارم از بین ۴۵ کشوری است که در معرض خشک‌سالی شدید قرار دارد. بر این اساس، حدود ۹۷ درصد از مساحت کشور با درجات مختلف خشک‌سالی بلندمدت مواجه هستند که از این میان ۵/۵ درصد دچار خشک‌سالی خفیف، ۵/۲۸ درصد دچار خشک‌سالی متوسط، ۵۰ درصد خشک‌سالی شدید و ۱۳ درصد خشک‌سالی بسیار شدید را معمولاً تجربه می‌کنند و فقط سه درصد از مساحت کشور دارای ترسالی ضعیف و یک درصد ترسالی متوسط و بقیه نواحی معمولاً دارای شرایط نرمال هستند[۲]. این در حالی است که پدیده تغییر اقلیم نیز اثرات نامطلوبی بر منابع آب و تولیدات کشاورزی کشور گذاشته است.

بر اساس شبیه‌سازی‌های انجام‌شده برای دوره ۲۰۳۰، متوسط سالانه دمای حداقل سالانه در مناطق غربی کشور بین ۰/۲ تا ۱/۱، در نواحی مرکزی بین ۰/۲ تا ۰/۹ و در محدوده شمال غربی کشور بین ۰/۱ تا ۰/۸ سانتی‌گراد افزایش خواهد یافت. انتظار می‌رود میانگین درازمدت بارش سالانه مناطق شمال شرق کشور، قسمت‌هایی از جنوب شرقی کشور، قسمت‌هایی از شمال غرب کشور و بخصوص جنوب غرب کشور، کاهش تا ۱۰ درصدی بارش را نسبت به دوره پایه تجربه کند. بر اساس نتایج دیگر، با ثابت در نظر گرفتن بارش و تنها با ۲ درجه افزایش دما حدود ۲۷/۱ میلیارد مترمکعب بر حجم تبخیر و تعرق سالانه کشور اضافه خواهد شد (مرید و همکاران، ۱۳۹۶). تأمین امنیت غذائی از منابع آب محدود فعلی که به دلیل اولویت تخصیص آب به سایر بخش‌های مصرف‌کننده، سهم آن در بخش کشاورزی در آینده نزدیک کاهش بیشتری نیز خواهد یافت، چالش اساسی برای بخش کشاورزی کشورها و به‌خصوص کشورهای خشک و نیمه‌خشک نظیر ایران، است. لذا با توجه به محدودیت منابع آب و همچنین محدودیت‌های موجود در اراضی قابل‌کشت و در دسترس، بهره‌وری آب (محصول تولیدی به ازای واحد آب مصرفی) در اراضی فاریاب فعلی باید افزایش یابد. به‌عنوان نمونه و بر اساس قانون افزایش بهره‌وری، دولت موظف است هر سال نتایج حاصل از اجرای قانون افزایش بهره‌وری بخش کشاورزی و منابع طبیعی و همچنین میزان بهبود عملکرد کمی و کیفی بخش کشاورزی و منابع طبیعی فصل زراعی سال قبل، میزان بهبود شاخص بهره‌وری (کل- انرژی- منابع انسانی- ماشین‌آلات- سرمایه و منابع پایه آب و خاک)، میزان سرمایه‌گذاری در این بخش و ضرایب خودکفایی و امنیت غذایی را تهیه و به کمیسیون کشاورزی، آب و منابع طبیعی مجلس شورای اسلامی گزارش نماید (قانون افزایش بهره‌وری، ۱۳۸۹).

مدرن‌سازی آبیاری، به‌طور عمده در قالب توسعه سامانه‌های نوین آبیاری یا توسعه آبیاری‌های تحت‌فشار، سیاستی است که در تعداد زیادی از کشورهای توسعه‌یافته و یا درحال‌توسعه جهان، به‌خصوص کشورهای مناطق خشک و نیمه‌خشک، ازجمله کشور ایران، در حال انجام است. هدف‌های مدرن‌سازی آبیاری به‌طور عمده بر افزایش راندمان آبیاری[۳]، ارتقاء بهره‌وری آب[۴] و درنهایت کاهش مصرف آب آبیاری و صرفه‌جویی در منابع آب کمیاب در این کشورها عنوان شده است (Wolter and Burt, 1997).

بدلیل وجود عوامل متعدد فردی، فرهنگی، اجتماعی و اقتصادی پیرامون کشاورزان، عوامل فراوانی در پذیرش و تغییر در سامانه‌های آبیاری تأثیرگذار هستند (جنگی کاشانی و حکمت، ۱۳۹۸). در فرایند توسعه سامانه‌های آبیاری تحت‌فشار، به‌جز عوامل محیطی و تناسب سامانه‌ها با محیط‌های مختلف، عوامل دیگری نیز در امکان‌پذیر شدن اجرای سامانه‌های مذکور دخالت می‌کنند که گاه علی‌رغم مساعد بودن همه شرایط، پیشبرد فرآیند توسعه را ناممکن می‌سازند. این پدیده نه‌تنها در ایران بلکه در بسیاری از کشورهای جهان به طرق مختلف نمایان شده است (محمدی و همکاران، ۱۳۹۷؛ جنگی کاشانی و حکمت، ۱۳۹۸).

[۱] البته در حال حاضر این عدد به دلیل خشکسالی‌ها، تغییر اقلیم و توسعه سامانه‌های نوین آبیاری و همچنین تدقیق آمار و اطلاعات موجود، برآورد شده است که حدود ۷۰ درصد است و لذا به عدد هدف در این راهبرد، کشور نزدیک شده است.

[۲] سخنرانی آقای دکتر صادق ضیائیان رئیس مرکز ملی خشک‌سالی و مدیریت بحران سازمان هواشناسی در سال ۱۳۹۷
http://www.tafahomnews.com/fa/Main/Detail/59685

[3] Irrigation efficiency
[4] Water productivity

آلبرتسون و بوور مهم‌ترین دلیل شکست پروژه‌های آبیاری در کشورهای درحال‌توسعه را رشد ناهماهنگ و نامتعادل بخش-های مختلف اقتصادی ذکر کرده‌اند. به باور آن‌ها توسعه سامانه-های آبیاری تحت‌فشار فرایندی یک‌جانبه نیست و لازم است که به‌موازات گسترش این سامانه‌ها، توسعه و پیشرفت سایر بخش-های اقتصادی نیز به‌طور مناسبی موردتوجه قرار گیرد (Albertson and Bouwer, 1992). برخلاف کشورهای درحال‌توسعه که با مشکلات زیادی در امر توسعه روش‌های آبیاری تحت‌فشار روبرو هستند. در کشورهای پیشرفته توسعه این روش‌ها موفقیت‌آمیز بوده است. بررسی و تحلیل وضعیت این سامانه‌ها در کشورهای پیشرفته می‌تواند کمک زیادی به شناخت عوامل مؤثر بر توسعه سامانه‌های مذکور در این کشورها داشته باشد. در منابع و متون علمی برای کاربرد سامانه‌های آبیاری تحت‌فشار مزایا و منافع زیادی در مقایسه با استفاده از سامانه‌های آبیاری سطحی سنتی، ذکرشده است. بهر حال این سامانه‌ها نیز در صورت عدم رعایت شرایط فنی و مدیریتی لازم (شامل موارد طراحی، بهره‌برداری و ...) و یا استفاده نادرست و نابجا از آن‌ها می‌توانند سبب بروز مشکلاتی برای منابع آب و خاک و محیط‌زیست گردند. بر اساس نظر محققین مختلف، باوجود آنکه کاربرد روش‌های آبیاری قطره‌ای، بهره‌وری آب محصولات کشاورزی را افزایش می‌دهد اما ممکن است به صرفه‌جویی واقعی آب منجر نگردد (Perry and Steduto, 2017; Birkenholtz, 2017) به‌عنوان نمونه وارد و پولیدو-ولازکز دریافتند که تبدیل اراضی فاریاب با سامانه آبیاری بارانی به سامانه‌های قطره‌ای در آمریکای شمالی در واقع سبب افزایش مصرف آب ناشی از افزایش تراکم‌کشت محصولات، افت بیشتر سطح آب‌های زیرزمینی و کاهش کیفیت خاک (شوری بیشتر) گردید (Ward and Pulido-velazquez, 2008). استفاده از سامانه‌های آبیاری تحت‌فشار و روند توسعه آن در کشور ایران تقریباً از سال ۱۳۸۰ شروع‌شده و از آن زمان توسعه این سامانه‌ها به‌صورت مستمر در دستور کار وزارت جهاد کشاورزی (معاونت آب و خاک) قرارگرفته و این روند توسعه با شدت و ضعف‌های مختلف (بسته به تأمین اعتبارات، نیروی انسانی و سایر مسائل فنی- مدیریتی و نرم‌افزاری- سخت‌افزاری مرتبط) تاکنون ادامه داشته است (رحمتی و همکاران، ۱۳۹۲؛ حیدری، ۱۳۹۸). در واقع چالش مهم در زمینه توسعه روش‌های آبیاری تحت‌فشار در کشور و در جهان توسعه پایدار آن است بطوریکه منجر به بروز مسائل محیط زیستی و اقتصادی و اجتماعی نشده و سایر اثرات جانبی نظیر مصرف بیشتر آب کشاورزی و یا در واقع بروز پدیده "اثر بازگشتی"[1] (حیدری، ۱۴۰۱، Berbel et al. 2015; Xu et al., 2021) نشود و وضعیت توسعه آبیاری کشور در مقایسه با کشورهای مختلف جهان از این ابعاد مقایسه و بررسی شود. لذا در نوشتار حاضر با مرور منابع علمی بین‌المللی و اطلاعات داخل کشور به موضوع‌ها و چالش‌های فوق پرداخته‌شده و ضمن ارائه تصویری از وضعیت اراضی فاریاب و سهم مصرف آب بخش کشاورزی در جهان و ایران، بررسی تحلیلی از وضعیت توسعه اراضی فاریاب مجهز به روش‌های آبیاری تحت‌فشار در کشور و مقایسه آن با این میزان در سایر کشورهای جهان به‌عمل‌آمده است. در واقع شاخص مورد استفاده برای ارزیابی ضریب نفوذ آبیاری تحت‌فشار (نسبت اراضی فاریاب مجهز به روش‌های تحت‌فشار به کل اراضی فاریاب) در کشور و مقایسه آن با همین نسبت در سایر کشورهای جهان با توجه به شرایط اقلیمی، منابع آب، جمعیت و در مجموع سطح توسعه‌یافتگی آن‌ها بوده است. در خاتمه نیز حد توسعه آبیاری تحت‌فشار در کشور، با در نظر گرفتن شاخص‌های معرفی کننده خشکی و کمبود منابع آب کشورها نظیر سرانه برداشت از منابع آب، سهم برداشت از منابع آب در بخش کشاورزی، مساحت اراضی فاریاب، درآمد ناخالص و با توجه به مقادیر آن‌ها در تعدادی از کشورهای منتخب و معرّف و استفاده از روش رگرسیون چند متغیره، تعیین و تحلیل شده است.

مواد و روش‌ها

روش تحقیق به‌طور عمده مبتنی بر گردآوری و مرور منابع علمی بین‌المللی و ملی مرتبط با موضوع و استفاده از نتایج و آمار و ارقام ارائه‌شده آن‌ها، دسته‌بندی اطلاعات، مقایسه آمار و

[1] Rebound effect

اطلاعات و انجام تحلیل‌های مقایسه‌ای لازم بود. همچنین برای برآورد کمی و مبتنی بر محاسبات آماری لازم برای تعیین سطح مطلوب توسعه آبیاری تحت‌فشار با در نظر گرفتن متغیرهای مختلف، از روش رگرسیون چند متغیره نیز استفاده به عمل آمد.

نتایج و بحث

بررسی وضعیت توسعه آبیاری تحت‌فشار در مناطق و کشورهای مختلف جهان

در حال حاضر اطلاعات کافی در مقیاس زیر منطقه‌ای برای توزیع روش‌های آبیاری در جهان وجود ندارد. جاگرمایر و همکاران در تحقیقی و با کمک بانک داده و آمار و ارقام AQUASTAT برای سال ۲۰۱۴ مجموعه اطلاعات و بانک داده جدیدی را در خصوص توزیع جهانی روش‌های آبیاری ارائه نمودند. این توزیع جهانی روش‌های آبیاری در شکل ۱ نمایش داده شده است. آن‌ها همچنین اشاره نموده‌اند که سهم روش‌های مختلف آبیاری در کشورهای مختلف جهان بستگی به یکسری عوامل اقتصادی- اجتماعی و بیوفیزیکی دارد (Jägermeyr et al., 2015).

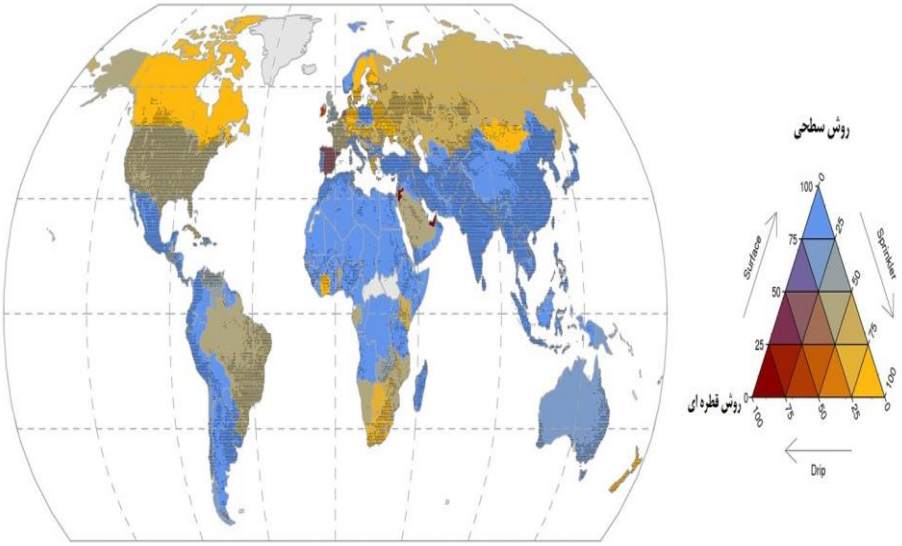
از میان ۱۱/۱ میلیون هکتار سطح اراضی فاریاب مجهز به روش آبیاری قطره‌ای در جهان تا سال ۲۰۱۵، بیشترین مقدار آن یعنی ۵/۶ میلیون هکتار (۵۱٪) آن در آسیا قرار گرفته و به دنبال آن قاره‌های اروپا و آمریکا (هر یک برابر ۲/۵ میلیون هکتار) (۲۲/۵٪ و جمعاً ۴۵ درصد) و آفریقا (۰/۴ میلیون هکتار) (۴٪) قرار دارد (Saxena and Rao, 2019). بهر حال و با توجه به آمار و ارقام توسعه آبیاری قطره‌ای در جهان نسبت به دوره‌های گذشته (قبل از سال ۲۰۱۵) می‌توان ملاحظه نموده که سطح آبیاری قطره‌ای در این دوره تقریباً دو برابر شده است. در جدول ۱ میزان و نرخ افزایش اراضی فاریاب مجهز به روش آبیاری قطره‌ای و طی دهه‌های گذشته (سال‌های ۱۹۸۱ الی ۲۰۱۵) ارائه گردیده است.

جدول ۱- مقدار رشد سطح و نرخ افزایش اراضی فاریاب مجهز به روش‌های آبیاری قطره‌ای در جهان طی دهه‌های گذشته (**Saxena and Rao, 2019**)

سال	سطح اراضی فاریاب مجهز به آبیاری قطره‌ای هکتار	نرخ رشد (در مقایسه با سال ۱۹۸۱) درصد
۱۹۸۱	۴۳۶۵۹۰	-
۱۹۸۶	۱۰۳۰۵۷۸	۱۳۶
۱۹۹۱	۱۸۲۶۲۸۷	۳۱۸
۲۰۰۰	۳۲۰۱۳۰۰	۶۳۳
۲۰۰۶	۶۰۸۹۵۳۴	۱۲۹۵
۲۰۱۲	۱۰۳۱۰۴۴۱	۲۲۶۲
۲۰۱۵	۱۱۱۱۱۴۶۸	۲۴۴۵

در طی ۲۰ سال گذشته سطح اراضی فاریاب مجهز به روش‌های آبیاری قطره‌ای در جهان ۶ برابر شده است (Worldwatch Institute, 2013). در سال ۲۰۱۷ سطح اراضی فاریاب مجهز به آبیاری قطره‌ای در جهان حدود ۱۰/۳ میلیون هکتار است (Birkenholtz, 2017). مناطقی که این روش بیشتر توسعه‌یافته در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان به‌خصوص در کشورهای آمریکا، هندوستان و چین و در مناطقی از این کشورها که کشاورزی آن‌ها به‌طور عمده متکی بر آب‌های زیرزمینی بوده است. بر اساس آمار سال ۲۰۱۳، کشور هندوستان در بین سایر کشورها هم از لحاظ سرعت توسعه اراضی فاریاب مجهز به آبیاری قطره‌ای (۱۱۱ برابر در طی ۲ دهه گذشته) و هم‌سطح اراضی فاریاب مجهز به این روش‌ها یعنی حدود ۲ میلیون هکتار از سایر کشورها پیشتاز است[1] (National Geographic, 2013). بر اساس آمار جدیدتر (سال ۲۰۱۹)، مساحت اراضی فاریاب مجهز به سامانه‌های آبیاری قطره‌ای، بارانی و کل روش‌های آبیاری تحت‌فشار، به ترتیب برابر ۴/۷، ۵/۶ و ۱۰/۳ میلیون هکتار (ضریب نفوذ ۱۹۸/۴ درصد) است (Rajni et al., 2019).

[1] البته بر اساس آخرین اخبار کشور چین رکورد کشور هندوستان را در این زمینه شکسته است



شکل ۱- توزیع جهانی روش‌های آبیاری در سطح کشوری (Jägermeyr et al., 2015)

هدف برنامه‌ریزان ایالتی، دستگاه‌های وام‌دهنده و محققین آب کشور هندوستان برای توسعه زیاد آبیاری قطره‌ای در کشور هندوستان، کاهش برداشت از منابع آب زیرزمینی، افزایش بهره-وری آب (WP) و کاهش اثرات نوسانات اقلیمی (خشک‌سالی) و درنهایت تاب‌آوری به تغییر اقلیم بوده است (Birkenholtz, 2017). در شکل ۲ روند رشد توسعه اراضی فاریاب (میلیون هکتار) در قاره‌های مختلف جهان و درصد اراضی فاریاب از کل اراضی تحت کشت و همچنین سهم روش‌های مختلف آبیاری (سطحی، بارانی و قطره‌ای) تعدادی از کشورها نمایش داده‌شده است. بر اساس شکل ۲، قاره آسیا تنها قاره‌ای است که بیشترین مساحت اراضی فاریاب را دارد و در این قاره ۴۱ درصد از کل اراضی تحت کشت، فاریاب است. از نظر توسعه روش‌های آبیاری تحت‌فشار در اراضی فاریاب، کشور آمریکا مقام اول را داشته و بیشترین اراضی فاریاب مجهز به سامانه‌های آبیاری تحت‌فشار را دارد. ولی هنوز در اکثر کشورهای جهان روش آبیاری سطحی روش آبیاری غالب اراضی فاریاب است. در ادامه وضعیت توسعه آبیاری تحت‌فشار در تعدادی از مناطق و کشورهای جهان که با کشور ایران از نظر موقعیت جغرافیائی و یا سایر شرایط اقلیمی، کشاورزی، یا برای مقایسه (از نظر توسعه‌یافتگی و یا نیافتگی کشور یا منطقه انتخابی) قرابت و همخوانی بیشتری دارند، ارائه شده است.

وضعیت توسعه آبیاری تحت‌فشار در منطقه جنوب و شرق آسیا

در منطقه جنوب و شرق آسیا تعداد ۲۲ کشور منتخب که می‌توانند بر اساس همگونی جغرافیایی و اقلیمی به چهار زیر منطقه و با کشورهای زیر تقسیم‌بندی شوند به شرح زیر هستند: منطقه شرق آسیا که شامل کشورهای چین، کره جنوبی، کره شمالی و مغولستان است. منطقه جنوب آسیا که شامل کشورهای بنگلادش، بوتان، هندوستان، مالدیو، نپال، پاکستان و سری‌لانکا است. سرزمین‌های داخلی جنوب شرقی آسیا که شامل کشورهای کامبوج، لائوس، میانمار، تایلند و ویتنام است. سرزمین‌های درون اقیانوسی و جزایری جنوب شرقی آسیا که شامل کشورهای برونئی دارالسلام، اندونزی، مالزی، گینه‌نو، فیلیپین و جزایر تیمور است. در جدول ۲ آمار سطح کل اراضی فاریاب و اراضی مجهز به روش‌های آبیاری سطحی و تحت‌فشار (بارانی و موضعی) و سهم این اراضی از کل اراضی فاریاب برای منطقه جنوب و شرق آسیا ارائه شده است.

وضعیت توسعه آبیاری تحت‌فشار در منطقه خاورمیانه

کشورهای منطقه خاورمیانه را می‌توان بر اساس شرایط جغرافیایی و اقلیمی در چهار زیر منطقه به شرح زیر تقسیم‌بندی نمود (شکل ۳) است.

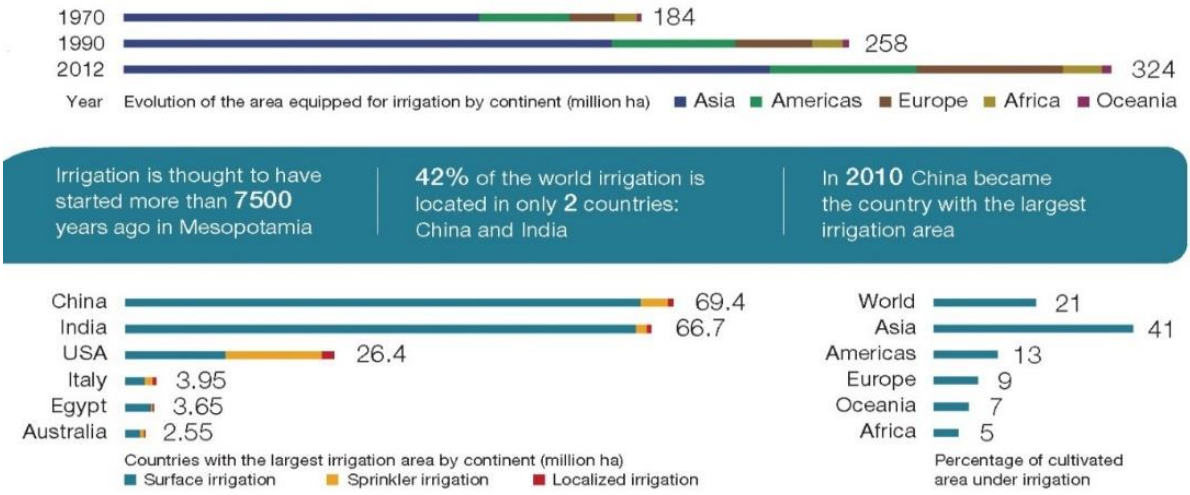
الف – شبه‌جزیره عرب: شامل کشورهای بحرین، کویت، عمان، قطر، عربستان صعودی، امارات متحده عربی و یمن

ب– منطقه قفقاز: شامل کشورهای ارمنستان، آذربایجان و گرجستان

ج– جمهوری اسلامی ایران

چ– شرق نزدیک: شامل کشورهای عراق، فلسطین اشغالی، اردن، لبنان، بخش اشغال‌شده فلسطین، سوریه و ترکیه.

در جدول ۳ وضعیت کشورهای منطقه خاورمیانه از نقطه نظر سطح اراضی تحت کشت فاریاب (اراضی آبی)، ارائه شده است. از نقطه نظر توزیع مساحت اراضی فاریاب تحت روش‌های مختلف آبیاری (سطحی، بارانی و موضعی)، کشورها (در واقع زیر منطقه‌های) منطقه خاورمیانه وضعیت متفاوتی دارند. در جدول ۴، وضعیت توزیع اراضی فاریاب منطقه خاورمیانه تحت روش‌های مختلف آبیاری ارائه شده است.



شکل ۲– وضعیت وسعت اراضی فاریاب و سهم آن از کل اراضی تحت کشت و همچنین سهم روش‌های مختلف آبیاری در قاره‌ها و کشورهای مختلف جهان (FAO, 2014)

جدول ۲– سطح اراضی فاریاب و اراضی مجهز به روش‌های آبیاری مختلف به همراه نسبت آن‌ها از کل اراضی فاریاب در کشورهای متعلّق به گروه‌های زیر منطقه‌ای در منطقه جنوب و شرق آسیا (FAO, 2012)

زیر منطقه	اراضی فاریاب هکتار	آبیاری سطحی هکتار	آبیاری بارانی هکتار	آبیاری موضعی هکتار	آبیاری تحت‌فشار* هکتار
شرق آسیا	۶۵۳۳۵۹۲۶	۶۱۶۹۲۰۸۹	۲۸۸۴۳۵۲	۷۵۹۴۸۵	۳۶۴۳۸۳۷
جنوب آسیا	۹۲۴۱۹۷۷۰	۹۰۳۲۰۶۹۸	۱۴۹۹۴۲۲	۵۹۹۶۵۰	۲۰۹۹۰۷۲
سرزمین‌های داخلی جنوب شرقی آسیا	۱۳۷۴۶۸۶۶	۱۳۷۴۵۷۶۶	۱۱۰۰	۰	۱۱۰۰
سرزمین‌های جزیره‌ای جنوب شرقی آسیا	۸۹۷۷۷۴۹	۸۹۶۲۲۱۲	۴۵۰۰	۱۱۰۳۷	۱۵۵۳۷
کل منطقه جنوب و شرق آسیا	۱۸۰۴۸۰۳۱۱	۱۷۴۷۲۰۷۶۵	۴۳۸۹۳۷۴	۱۳۷۰۱۷۲	۵۷۵۹۵۴۶

*: جمع روش‌های بارانی و موضعی

شکل ۳- توزیع منطقه‌ای کشورهای منطقه خاورمیانه (FAO, 2009)

جدول ۳- توزیع زیر منطقه‌ای مساحت اراضی تحت کشت آبی در منطقه خاورمیانه (FAO, 2009)

زیر منطقه	مساحت اراضی فاریاب	کل اراضی تحت کشت (آبی+دیم)	کل منطقه خاورمیانه
	هکتار	درصد	درصد
شبه‌جزیره عرب	۲۷۱۹۸۶۷	۹۹	۱۲
قفقاز	۲۱۳۲۳۲۰	۵۸	۹
ایران	۸۱۳۱۵۶۴	۴۵	۳۵
شرق نزدیک	۱۰۳۶۴۹۶۰	۲۶	۴۴
کل منطقه خاورمیانه	۲۳۳۴۸۷۱۱	–	–

جدول ۴- وضعیت توزیع زیر منطقه‌ای روش‌های آبیاری اراضی فاریاب در منطقه خاورمیانه (FAO, 2009)

زیر منطقه	مساحت اراضی فاریاب	آبیاری سطحی		آبیاری بارانی		آبیاری موضعی		آبیاری تحت‌فشار*	
	هکتار	هکتار	درصد	هکتار	درصد	هکتار	درصد	هکتار	درصد
شبه‌جزیره عرب	۲۴۹۴۵۲۷	۱۲۱۵۷۴۷	۴۸/۷	۱۰۴۲۲۲۷	۴۱/۸	۲۳۶۵۵۳	۹/۵	۱۲۷۸۷۸۰	۵۱/۳
قفقاز	۲۱۳۲۳۲۰	۱۸۹۴۸۹۲	۹۰/۲	۱۷۴۰۰۰	۸/۳	۳۱۹۲۸	۱/۵	۲۰۵۹۲۸	۹/۸
ایران	۸۱۳۱۵۶۴	۷۴۳۱۵۶۴	۹۱/۴	۲۸۰۰۰۰	۳/۴	۴۲۰۰۰۰	۵/۲	۷۰۰۰۰۰	۸/۶
شرق نزدیک	۱۰۳۵۱۹۶۰	۹۴۳۵۸۶۰	۹۱/۲	۵۱۰۷۵۰	۴/۹	۴۰۵۳۵۰	۳/۹	۹۱۶۱۰۰	۸/۸
کل منطقه خاورمیانه	۲۳۰۷۸۸۷۱	۱۹۹۷۸۰۶۳	۸۶/۶	۲۰۰۶۹۷۷	۸/۷	۱۰۹۳۸۳۱	۴/۷	۳۱۰۰۸۰۸	۱۳/۴

* جمع روش‌های بارانی و موضعی

بر اساس آمار سال ۲۰۰۹، سامانه آبیاری سطحی روش آبیاری غالب (۸۶ درصد) اراضی فاریاب منطقه خاورمیانه است (جدول ۴). به‌هرحال با توجه به کمبود روز افزون منابع آب و گرایش کشورها در استفاده بیشتر از سامانه‌های آبیاری تحت‌فشار در این منطقه، نرخ رشد و درصد اراضی مجهز به این سامانه‌ها، افزایش داشته است. بیشترین سطح اراضی فاریاب مجهز به

روش‌های آبیاری تحت‌فشار به‌طور عمده در کشورهای شبه‌جزیره عربستان بوده و روش‌های آبیاری بارانی و موضعی تقریباً روش غالب نیمی از اراضی فاریاب این زیر منطقه است (جدول ۴). منطقه خاورمیانه به‌طور عمده منطقه خشکی است و لذا کشورهای واقع در این منطقه به‌صورت پتانسیل تمایل زیادی به استفاده از سامانه‌های آبیاری صرفه‌جو نظیر سامانه‌های آبیاری تحت‌فشار دارند و در این زمینه پیشتاز هستند. به‌عنوان نمونه روش آبیاری قطره‌ای در کشور امارات متحده عربی ۸۶٪ و روش آبیاری بارانی در کشور عربستان سعودی ۶۰ درصد روش‌های آبیاری در اراضی فاریاب این کشورها را تشکیل می‌دهد. بهر حال در شبه‌جزیره عرب، روش آبیاری سطحی هنوز استفاده شده و تقریباً روش آبیاری نیمی از اراضی فاریاب کشورهای این زیر منطقه است. در واقع در تمامی کشورهای این منطقه، به‌استثنای کشورهای امارات متحده عربی و عربستان سعودی، روش آبیاری سطحی تقریباً در سه‌چهارم (۷۵٪) منطقه استفاده شده و در کشور یمن این روش تنها روش (۱۰۰٪) مورد استفاده در اراضی فاریاب است. در منطقه قفقاز، روش آبیاری سطحی تقریباً در ۹۰ درصد اراضی فاریاب منطقه استفاده شده و روش‌های آبیاری بارانی و موضعی به ترتیب در ۸ و ۲ درصد اراضی فاریاب منطقه استفاده می‌گردند. در کشور عراق، تقریباً تمام اراضی فاریاب این کشور به روش سطحی آبیاری می‌گردند، در حالیکه در کشورهای سوریه و ترکیه، روش آبیاری سطحی در ۹۰٪ اراضی فاریاب به کار می‌رود. در کشور اردن، روش آبیاری موضعی در ۸۱ درصد از اراضی فاریاب و در لبنان روش‌های آبیاری بارانی و موضعی به ترتیب در ۳۰ و ۹ درصد اراضی فاریاب این کشور استفاده می‌شوند. از نقطه نظر توزیع زیر منطقه‌ای نوع منبع آب مورد استفاده برای آبیاری اراضی فاریاب و توسعه آبیاری تحت‌فشار در منطقه خاورمیانه (جدول ۵) می‌توان مشاهده نمود که در کشورهایی که از آب‌های نامتعارف استفاده بیشتری می‌کنند توسعه آبیاری تحت‌فشار رواج بیشتری دارد. همچنین این سامانه‌ها در کشورهایی توسعه بیشتری یافته‌اند که منابع آب سطحی آن‌ها کم و بیشتر متکی به آب‌های زیرزمینی هستند البته به‌استثنای کشور ایران که علیرغم منابع زیاد آب‌های سطحی، توسعه روش‌های آبیاری تحت‌فشار به‌طور عمده در اراضی متکی به منابع آب‌های زیرزمینی است. گواه این موضوع آن است که بر اساس آخرین آمار ارائه شده از سوی دفتر توسعه سامانه‌های نوین آبیاری وزارت جهاد کشاورزی، از کل ۲/۹ میلیون هکتار از اراضی فاریاب تجهیز شده به روش‌های آبیاری تحت‌فشار، منبع آب حدود ۰/۶ میلیون هکتار آن (۲۰٪) شبکه آبیاری (آب سطحی) و یا از طریق برداشت مستقیم آب از رودخانه بوده و مابقی (۸۰٪) همگی متکی به منابع آب زیرزمینی می‌باشند.

جدول ۵- توزیع زیر منطقه‌ای منبع مورداستفاده برای آبیاری در منطقه خاورمیانه (FAO, 2009)

زیر منطقه	سطح کل اراضی فاریاب	منابع آب سطحی		منابع آب زیرزمینی		سایر منابع آب (مخلوط منابع آب سطحی و زیرزمینی)		سایر منابع آب (منابع آب‌های غیرمتعارف)	
	هکتار	هکتار	درصد	هکتار	درصد	هکتار	درصد	هکتار	درصد
شبه‌جزیره عرب	۲۴۹۴۵۲۷	۰	۰	۲۴۳۹۴۸۵	۹۷/۸	۰	۰	۵۵۰۴۳	۲/۲
قفقاز	۲۱۰۰۸۲۰	۲۰۰۴۴۷۰	۹۵/۴	۹۶۳۵۰	۴/۶	۰	۰	۰	۰
ایران	۸۱۳۱۵۶۴	۳۰۷۸۰۵۴	۳۷/۹	۵۰۵۳۵۱۰	۶۲/۱	۰	۰	۰	۰
شرق نزدیک	۱۰۳۵۱۹۶۰	۷۴۰۲۹۲۷	۷۱/۵	۲۱۸۱۴۴۸	۲۱/۱	۶۰۴۴۰۰	۰/۳	۱۶۳۱۸۵	۷/۱
کل منطقه خاورمیانه	۲۳۰۷۸۸۷۱	۱۲۴۸۵۴۵۱	۵۴/۱	۹۷۷۰۷۹۳	۴۲/۴	۶۰۴۴۰۰	۰/۱	۲۱۸۲۲۸	۳/۴

وضعیت توسعه آبیاری تحت‌فشار در کشور استرالیا

مساحت اراضی فاریاب در استرالیا رشد مستمر داشته و طی سال‌های ۲۰۰۵-۱۹۲۰ از حدود ۰/۳ میلیون هکتار به حدود ۲/۵ میلیون هکتار رسیده است (Anonymous, 2018). به‌هرحال در سال زراعی ۲۰۱۷-۲۰۱۶، به دلیل کمبود منابع آب اراضی تحت کشاورزی فاریاب این کشور ۲/۲ میلیون هکتار گزارش‌شده و مصرف آب این اراضی حدود ۹/۱ میلیارد مترمکعب بوده است (Koech and Langat, 2018). اراضی فاریاب در این کشور سطح کوچکی (فقط ۵٪) از کل اراضی کشاورزی را شامل می‌شود. درحالی‌که این سطح، ۳۰٪ محصولات کشاورزی استرالیا را تولید می‌نماید که نشان از بهره‌وری تولید و بهره‌وری آب بالا در این کشور دارد. در استرالیا ۷۰-۵۰ درصد منابع آب تجدیدپذیر (شامل آب آبی و آب سبز) در بخش کشاورزی (فاریاب+ دیم) مصرف‌شده و اراضی فاریاب، ۹۰٪ از این مقدار آب را مصرف می‌نمایند. سهم منابع آب سطحی و زیرزمینی مصرفی برای آبیاری اراضی فاریاب (آمار سال ۰۹-۲۰۰۸) این کشور به ترتیب ۶۳/۵ و ۳۵/۰ درصد است. همچنین ۱/۵ درصد مابقی از منابع استفاده مجدد و بازچرخانی آب تأمین می‌شود. حوضه آبریز "مورای دارلینگ" یکی از حوضه‌های آبریز مهم از نظر وسعت اراضی فاریاب در کشور استرالیا است که تقریباً دوسوم مجموع منابع آب مصرفی برای بخش کشاورزی این کشور در این حوضه آبریز مصرف می‌گردد (Koech and Langat, 2018). در کشور استرالیا آبیاری سطحی روش عمده آبیاری بوده و در سال زراعی ۱۴-۲۰۱۳، ۵۹ درصد اراضی فاریاب این کشور به روش سطحی آبیاری می‌شدند. سهم روش‌های مختلف آبیاری برای اراضی فاریاب این کشور به‌صورت زیر است (Durand, 2017). روش‌های آبیاری سطحی (نظیر جویچه‌ای، کرتی، نواری، سیلابی) ۵۹ درصد، آبیاری قطره‌ای سطحی ۹ درصد، آبیاری قطره‌ای زیرسطحی ۲ درصد، آبیاری بارانی از نوع ریز پاشنده‌ها (شامل میکرو آبپاش‌ها) ۴ درصد، آبیاری بارانی- روش‌های آبیاری متحرک جابجا شونده (از نوع جابجایی دستی، لاترال‌های جمع شونده و کنار جمع شونده) ۳ درصد، آبیاری بارانی از نوع آبیاری‌های از نوع شیلنگ‌کش (شامل آبپاش تفنگی سیّار، بوم‌های چرخنده و بوم‌های جابجا شونده) ۷ درصد، آبیاری بارانی- ماشین‌های آبیاری بزرگ متحرک (نظیر آبیاری عقربه‌ای، ماشین آبیاری خطی) ۱۳ درصد، آبیاری بارانی- روش بارانی کلاسیک ثابت (از بالا پاشنده، دائمی یا متحرک) ۲ و سایر روش‌های آبیاری ۱ درصد است. براساس سهم روش‌های مختلف آبیاری ارائه‌شده فوق نتیجه‌گیری می‌گردد که در کشور استرالیا روش‌های آبیاری سطحی و تحت‌فشار به ترتیب ۵۹ و ۴۰ در صد (بارانی ۲۹٪، موضعی ۱۱٪) از کل روش‌های آبیاری اراضی فاریاب این کشور را شامل می‌شوند.

وضعیت توسعه آبیاری تحت‌فشار در کشور هندوستان

بر اساس مطالعات انجام‌شده، ضریب نفوذ آبیاری قطره‌ای (نسبت اراضی مجهز به آبیاری قطره‌ای به‌کل اراضی فاریاب) در کشور هندوستان ۵/۵ درصد است (Priyan and Panchal, 2017). بااین‌حال تعدادی از ایالت‌ها دارای ضریب نفوذ بالاتری از مقدار متوسط ملّی آن می‌باشند. این ایالت‌ها شامل ایالت "هاریانا" (با ضریب نفوذ آبیاری تحت‌فشار ۱۶/۳٪) "سیک کین" (۱۰/۸٪)، "آندراپرداش" (۱۰/۴٪)، "راجستان"(۹/۳٪)، "کارناتاکا" (۸/۵٪)، "گجرات" (۸/۱٪)، "ماها راشترا" (۷/۳٪) و "تامیل نادو" (۶/۴٪) هستند. ضریب نفوذ برای سایر ایالت‌ها پائین‌تر از مقدار متوسط ملی یعنی ۵/۵٪ است (Priyan and Panchal, 2017). روند تغییرات توسعه سطح اراضی فاریاب با آبیاری قطره‌ای در کشور هندوستان حاکی از آن است که این سطح از ۱۵۰۰ هکتار در سال ۱۹۸۵ به ۷۰۸۵۹ هکتار در سال زراعی ۹۲-۱۹۹۱ (Anonymous, 1994) و در مرحله بعدی آن از ۷۰۸۵۹ هکتار در سال ۱۹۹۱ به ۳۶۷۰۰۰ هکتار در سال زراعی ۰۱-۲۰۰۰ افزایش (رشدی معادل ۴۲۴ درصد) داشته است (Khosro and Kamil, 2018). روش آبیاری قطره‌ای در کشور هندوستان درمجموع ۵/۵ درصد از کل مساحت اراضی فاریاب این کشور را شامل می‌شود. ولی دولت هندوستان بر این اراده است که این رقم را به یک‌سوم (۳۳٪) کل اراضی فاریاب این کشور برساند. به‌هرحال بر عقیده محققین مختلف این هدفی است که دستیابی به آن خیلی سخت بوده زیرا مشکلات و موانع

زیادی بر سر راه آن وجود دارد که نیازمند بررسی‌ها و مطالعه عمیق‌تر و همچنین تغییرات سیاستی اساسی بیشتری در این کشور است (Khosro and Kamil, 2018). در خصوص گسترش زیاد اراضی فاریاب مجهز به آبیاری قطره‌ای در کشور هندوستان، علاوه بر مسائل فوق، مسائل کلیدی مختلفی که مرتبط با مسائل اقتصادی- اجتماعی کشور هندوستان هستند در این زمینه وجود دارد. تعدادی از آن‌ها به‌عنوان نمونه عبارت‌اند از نیاز به سرمایه‌گذاری زیاد برای استفاده از این روش‌ها، محدودیت دسترسی و یا نبود یارانه‌ها، کمبود و خلأ آگاهی‌رسانی و آموزش روش‌ها و همچنین مسئله مناسبت این روش صرفاً برای بعضی محصولات کشاورزی خاص (نظیر محصولات ردیفی و باغات) (Khosro and Kamil, 2018). به‌هرحال چالش فعلی کشور هندوستان در خصوص توسعه روش‌های آبیاری قطره‌ای در اراضی فاریاب، پتانسیل توسعه و دورنمای این کار است. پیش-بینی‌های اغراق‌شده حاکی از آن هستند که در کشور هندوستان به‌صورت پتانسیل روش‌های آبیاری تحت‌فشار (با تمرکز بیشتر بر روش قطره‌ای) قابلیت گسترش زیادی تا سطح حدود ۷۰ میلیون هکتار را دارد ولی عملاً تا سال ۲۰۱۷ این سطح به ۹/۴ میلیون هکتار رسیده است (Amerasinghe and Sikka, 2018).

وضعیت توسعه آبیاری تحت‌فشار در تعدادی دیگر از کشورهای جهان و بر اساس آمار ICID

در جدول ۶، سطح اراضی فاریاب مجهز به روش‌های آبیاری قطره‌ای و بارانی به همراه درصد این اراضی از کل اراضی فاریاب، برای تعدادی از کشورهای جهان و عضو کمیسیون بین‌المللی آبیاری و زهکشی (ICID[1]) ارائه گردیده است.

جدول ٦- سطح اراضی فاریاب و نسبت توسعه آبیاری تحت‌فشار در تعدادی از کشورهای عضو ICID (Saxena and Rao, 2019)

رتبه در میان کشورها*	کشور	کل اراضی فاریاب	مساحت آبیاری قطره‌ای		مساحت آبیاری تحت‌فشار (قطره‌ای+ بارانی)		سال ارائه گزارش
		میلیون هکتار	میلیون هکتار	درصد	میلیون هکتار	درصد	
۱	هندوستان	۶۰/۹۰	۱/۸۹۷	۳/۱	۴/۹۴۲	۸/۱	۲۰۱۰
۲	اسپانیا	۳/۶۱	۱/۷۵۶	۴۸/۶	۲/۶۰۸	۷۲/۴	۲۰۱۴
۳	چین	۵۹/۳۰	۱/۶۶۹	۲/۸	۴/۵۹۶	۷/۸	۲۰۰۹
۴	آمریکا	۲۴/۷۰	۱/۶۴۰	۶/۶	۱۳/۹۸۸	۵۶/۵	۲۰۰۹
۵	برزیل	۵/۸۰	۰/۶۲۱	۱۰/۷	۴/۴۷۸	۷۷/۳	۲۰۱۳
۶	ایران	۸/۵۷	۰/۵۹۴	۶/۹	۱/۳۹۶	۱۶/۳	۲۰۱۵
۷	ایتالیا	۲/۴۲	۰/۴۲۳	۱۷/۱	۱/۳۸۱	۵۷/۱	۲۰۱۳
۸	کره جنوبی	۱/۰۱	۰/۴۰۰	۳۹/۶	۰/۶۰۰	۵۹/۴	۲۰۰۹
۹	آفریقای جنوبی	۱/۶۷	۰/۳۶۵	۲۱/۹	۱/۲۸۵	۷۷/۰	۲۰۰۷
۱۰	ترکیه	۵/۷۳	۰/۳۴۰	۵/۹	۱/۰۲۰	۱۷/۸	۲۰۱۲
۱۱	استرالیا	۲/۳۸	۰/۲۱۴	۹/۰	۰/۹۰۴	۳۸/۰	۲۰۰۵
۱۲	مکزیک	۶/۲۰	۰/۲۰۰	۳/۲	۰/۶۰۰	۹/۷	۱۹۹۹
۱۳	عربستان سعودی	۱/۶۲	۰/۱۹۸	۱۲/۲	۰/۹۱۴	۵۶/۴	۲۰۰۴
۱۴	(فلسطین اشغالی)	۰/۲۳	۰/۱۷۰	۷۳/۹	۰/۲۳۰	۹۹/۶	۲۰۰۰
۱۵	مصر	۳/۴۲	۰/۱۰۴	۳/۰	۰/۵۵۴	۱۶/۲	۲۰۰۰
۱۶	فرانسه	۲/۹۰	۰/۱۰۳	۳/۵	۱/۴۸۳	۵۱/۱	۲۰۱۱
۱۷	سایر کشورها	۳۵/۰۰	۰/۴۱۶	۱/۲	۱۰/۹۰۶	۳۱/۰	۲۰۰۱

* رتبه در میان کشورها ازلحاظ میزان سطح اراضی فاریاب مجهز به آبیاری قطره‌ای[1]

[1] International Commission on Irrigation and Draina

همان‌گونه که از جدول ۶ مشاهده می‌گردد، کشور هندوستان از نظر سطح گسترش اراضی فاریاب مجهز به روش‌های آبیاری قطره‌ای، مقام اول را در کشورهای عضو ICID دارد. به‌هرحال رشد توسعه آبیاری قطره‌ای در دهه منتهی به سال ۲۰۱۰ در این کشور بیشتر بوده و دولت هندوستان باهدف افزایش راندمان آبیاری و افزایش عملکرد محصولات (به‌خصوص سبزی و صیفی و محصولات با ارزش و اقتصادی بالا) هدف‌گذاری نموده است که سطح اراضی با آبیاری قطره‌ای طی برنامه یازدهم این کشور را به ۱۴ میلیون هکتار افزایش دهد. بر اساس منابع جدید نظیر (MIDH, 2017) در حال حاضر سطح اراضی فاریاب مجهز به روش‌های آبیاری‌های قطره‌ای و بارانی در این کشور به ترتیب حدود ۳/۳۹ و ۴/۳۹ میلیون هکتار است.

بر اساس سازمان خواروبار و کشاورزی جهانی (FAO)، ۴۰ درصد محصولات غذایی جهان از اراضی فاریاب تولید می‌شود درحالی‌که این اراضی فقط ۲۰٪ اراضی کشاورزی را شامل می‌گردد (Anonymous, 2013). بر اساس کمیسیون بین‌المللی آبیاری و زهکشی (ICID) تقریباً ۸۵٪ از کل ۲۹۹ میلیون هکتار اراضی فاریاب جهان به روش سطحی آبیاری می‌گردند. کشورهای هندوستان و چین هر یک حدوداً دارای ۶۰ میلیون هکتار اراضی فاریاب بوده (جمعاً ۱۲۰ میلیون هکتار) که تقریباً نیمی از اراضی فاریاب جهان را جمعاً این دو کشور به خود اختصاص می‌دهند (FAO, 2014).

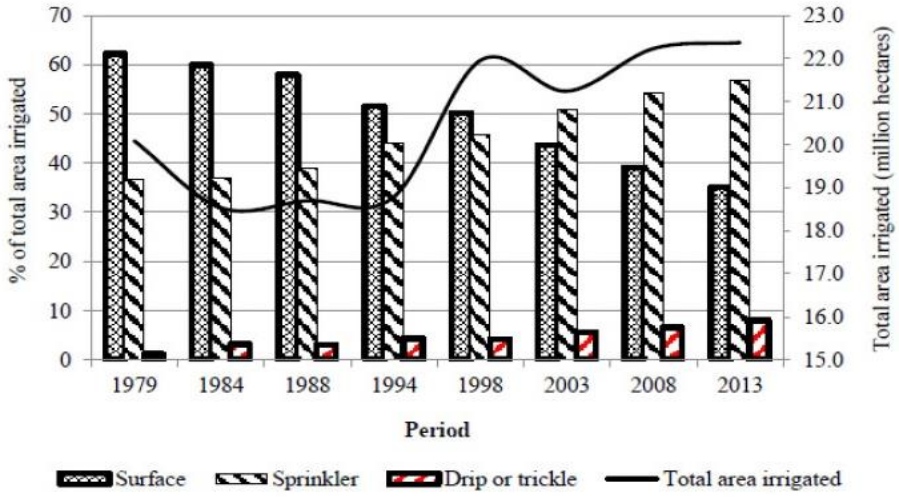
بااین‌حال تقریباً ۹۵٪ اراضی فاریاب در این دو کشور (هندوستان و چین) به روش سطحی آبیاری می‌گردند. ایالات‌متحده آمریکا و پاکستان هر یک به ترتیب حدوداً دارای ۲۴ و ۲۰ میلیون هکتار اراضی فاریاب می‌باشند (Anonymous, 2013). درحالی‌که سطح اراضی فاریاب سایر کشورهای جهان هر کدام از ۱۰ میلیون هکتار کمتر است.

ازنظر درصد سطح اراضی فاریاب مجهز به روش‌های بارانی و قطره‌ای نسبت به سطح کل اراضی فاریاب، ایالات‌متحده بیشترین سطح را در مقایسه با سه کشور هندوستان، چین و پاکستان دارد و این نسبت در طی ۲۰ سال گذشته همواره افزایش یافته است (Anonymous, 2013). این موضوع به‌صورت تلویحی نقش و اهمیت دارا بودن فنّاوری و سرمایه از سوی کشورها را در توسعه آبیاری‌های تحت‌فشار نمایان می‌سازد.

ایالات‌متحده آمریکا حدوداً دارای ۲۴ میلیون هکتار اراضی فاریاب است. روش‌های آبیاری بارانی و قطره‌ای به ترتیب در ۵۴٪ و ۷٪ (جمعاً ۶۱٪) اراضی فاریاب این کشور مورداستفاده قرار می‌گیرند (Anonymous, 2013). در شکل ۴ رابطه بین افزایش روند توسعه سامانه‌های آبیاری صرفه‌جو (آبیاری‌های بارانی و قطره‌ای) و همچنین روند افزایش توسعه اراضی فاریاب (به‌خصوص در فاصله زمانی سال‌های ۱۹۹۴ الی ۲۰۱۳) در کشور ایالات‌متحده آمریکا نمایش داده شده است. در این شکل همچنین روند کاهش مربوطه در کاربرد روش‌های آبیاری سطحی با فرض اینکه این سامانه‌ها دارای راندمان آبیاری پائینی هستند نمایش داده شده است.

کشور اسپانیا، تقریباً ۳/۵ میلیون هکتار اراضی فاریاب دارد. این سطح باآنکه فقط ۱۳٪ کل اراضی کشور این کشور را تشکیل می‌دهد ولی ۵۰٪ مقدار GDP بخش کشاورزی این کشور را ایجاد می‌نماید (Lecina et al., 2010). قبل از شروع طرح‌های مدرن سازی آبیاری از سال ۲۰۰۲ در این کشور (با دو هدف مهم صرفه‌جویی سه میلیارد مترمکعب آب برای مواجه با خشک‌سالی‌های دوره‌ای در این کشور و همچنین مواجه بخش کشاورزی با آزادسازی بازار و کاهش یارانه‌ها)، تقریباً ۵۹٪ اراضی فاریاب به روش سطحی بوده و ۷۱٪ این اراضی مجهز به سازه‌های آبیاری بودند که تقریباً ۲۵ سال از عمر آن‌ها می‌گذشت (Lecina et al., 2010)

درحالی‌که تا سال ۲۰۲۰ مساحت اراضی فاریاب این کشور بالغ بر ۳/۸ میلیون هکتار بوده که نزدیک به ۷۷ درصد آن مجهز به سامانه‌های مدرن آبیاری هستند.



شکل ٤- سطح اراضی فاریاب تحت روش‌های مختلف آبیاری در کشور آمریکا (Koech and Langat, 2018)

وضعیت توسعه آبیاری تحت‌فشار در ایران

ایران دارای رتبه چهارم از بین ۴۵ کشوری است که در معرض خشک‌سالی شدید قرار دارد. بر این اساس، حدود ۹۷ درصد از مساحت کشور با درجات مختلف خشک‌سالی بلندمدت مواجه هستند که از این میان ۵/۵ درصد خشک‌سالی خفیف، ۵/۲۸ درصد دچار خشک‌سالی متوسط، ۵۰ درصد خشک‌سالی شدید و ۱۳ درصد با خشک‌سالی بسیار شدید را تجربه می‌کنند و فقط سه درصد از مساحت کشور دارای ترسالی ضعیف و یک درصد ترسالی متوسط و بقیه نواحی از شرایط نرمال هستند.

استفاده از روش‌های آبیاری تحت‌فشار و روند توسعه آن در کشور ایران تقریباً و به‌صورت رسمی از سال ۱۳۸۰ شروع‌شده و از آن زمان توسعه این روش‌ها به‌صورت مستمر در دستور کار وزارت جهاد کشاورزی (دفتر توسعه سامانه‌های نوین آبیاری معاونت آب و خاک) قرار گرفته و این روند توسعه با شدت و ضعف‌های مختلف (بسته به تأمین اعتبارات، نیروی انسانی و سایر مسائل فنی- مدیریتی و نرم افزاری-سخت افزاری مرتبط) تاکنون ادامه داشته است.

توسعه هدفمند سامانه‌های آبیاری تحت‌فشار در اراضی فاریاب کشور تقریباً از دو دهه قبل و به‌طور عمده با فعالیت‌ها و تخصیص اعتبارات دولتی آغاز گردید. بر اساس آمار تا پایان سال ۱۳۹۰ سطح توسعه آبیاری تحت‌فشار در کشور مجموعاً ۱۰۸۹۵۰۰ هکتار (تقریباً ۱۳٪ از کل اراضی فاریاب) بوده است (رحمتی و همکاران، ۱۳۹۲) سطوح اجرای آبیاری تحت‌فشار در اراضی فاریاب کشور طی برنامه‌های اول تا پنجم (تا سال ۱۳۹۰) به ترتیب ۶۶۵۰۶، ۲۰۳۵۰۱، ۱۶۲۴۵۱، ۳۸۱۰۲۰ و ۲۷۷۴۷۲ هکتار گزارش شده است. بیشترین سطح توسعه تا آن زمان (۰/۳۸۱ میلیون هکتار) در طی برنامه چهارم بوده است (رحمتی و همکاران، ۱۳۹۲) (جدول ۷).

بر اساس آمار و اطلاعات اخذ شده از آمارنامه‌های منتشرشده وزارت جهاد کشاورزی و دفتر طرح توسعه سامانه‌های نوین آبیاری در کشور، سطح گزارش‌شده برای توسعه آبیاری تحت‌فشار (به تفکیک روش‌های مختلف) در کشور اخذ و در جدول ۸ و شکل ۵ نتایج آن ارائه و نمایش داده شده است.

در این جدول همچنین ضریب نفوذ آبیاری تحت‌فشار به‌صورت درصد از کل اراضی فاریاب محاسبه و مقدار این شاخص به تفکیک برای سال‌های مختلف و کل دوره (۹۹-۱۳۸۱) ارائه گردیده است.

همچنین با استفاده از ارقام ارائه‌شده در ستون آخر جدول ۸ روند تجمعی تغییرات ضریب نفوذ آبیاری تحت‌فشار (نسبت سطح اراضی تجهیز شده به روش تحت‌فشار به‌کل اراضی فاریاب) در کشور تعیین و در شکل ۶ نمایش داده شده است.

جدول ۷- روند توسعه سامانه‌های آبیاری تحت‌فشار در ایران طی برنامه‌های مختلف توسعه[1] (رحمتی و همکاران، ۱۳۹۲؛ حیدری، ۱۳۹۸)[2]

برنامه‌های پنج‌ساله توسعه	سطح پیش‌بینی‌شده توسعه آبیاری تحت‌فشار در اراضی فاریاب هزار هکتار	سطح اراضی فاریاب مجهز به سامانه‌های آبیاری تحت‌فشار هزار هکتار	درصد تحقق برنامه درصد	درصد از کل اراضی فاریاب*** درصد
برنامه اول توسعه (۷۳-۱۳۶۹)	۲۵۰	۶۶/۵	۲۶/۶	۰/۸
برنامه دوم توسعه (۷۸-۱۳۷۴)	۸۰۷	۲۰۳/۵	۲۵/۲	۲/۴
برنامه سوم توسعه (۸۳-۱۳۷۹)	۶۰۹	*۲۱۵/۹	۳۵/۵	۲/۵
برنامه چهارم توسعه (۸۹-۱۳۸۴)	۵۰۰	**۴۹۳/۲	۹۸/۶	۵/۸
برنامه پنجم توسعه (۹۴-۱۳۹۰)	۷۰۰	۶۲۱/۹	۸۸/۸	۷/۳
برنامه ششم توسعه (۹۹-۱۳۹۵)	۲۰۰۰	۵۴۵/۴	۲۷/۳	۶/۴
جمع کل برنامه‌ها	۴۸۶۶	۲۱۴۶/۴	۴۴/۱	۲۵/۲

* بر اساس منبع (ولی زاده و همکاران، ۱۳۸۸) این سطح ۲۱۶ هزار هکتار بوده است (۲/۵ درصد از کل اراضی فاریاب) (درصد تحقق برنامه توسعه ۳۵/۵٪)؛ ** بر اساس منبع (ولـی زاده و همکـاران، ۱۳۸۸) این سطح ۲۷۱ هزار هکتار بوده است (۳/۲ درصد از کل اراضی فاریاب) (درصد تحقق برنامه ۵۴/۲٪)؛ *** با احتساب ۸/۵ میلیون هکتار اراضی فاریاب فعلی کشور (آمار سال زراعی ۱۳۹۰-۱۳۸۹)

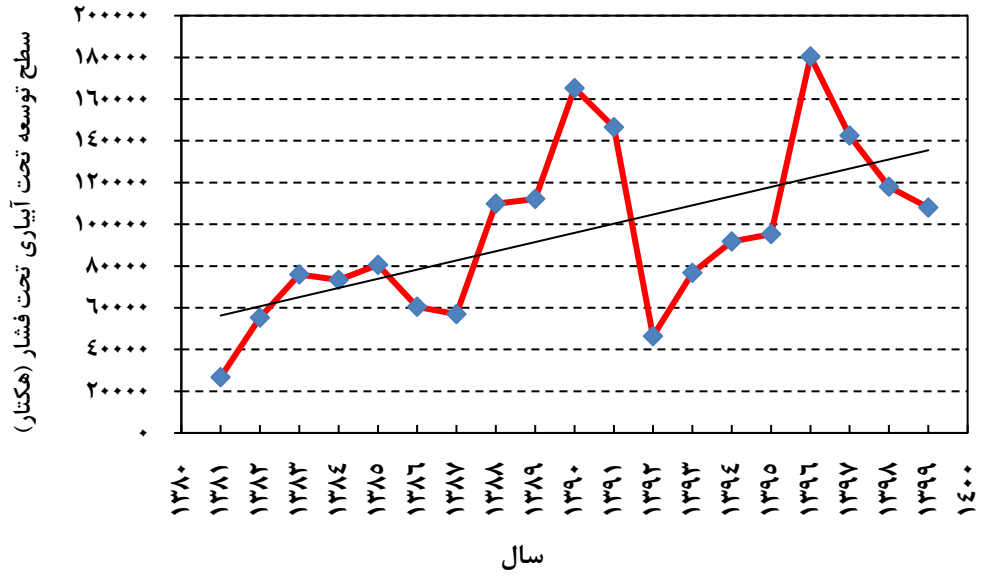
جدول ۸- سطح توسعه و ضریب نفوذ آبیاری تحت‌فشار در اراضی فاریاب کشور از زمان شروع برنامه (سال‌های ۹۹-۱۳۸۱)

سال	میزان توسعه روش‌های مختلف آبیاری تحت‌فشار (هکتار)*			جمع کل توسعه	درصد از کل
	آبیاری بارانی	آبیاری قطره‌ای	آبیاری کم‌فشار	آبیاری تحت‌فشار	اراضی
۱۳۸۱	؟	؟	؟	۲۶۷۱۸	۰/۳۱
۱۳۸۲	؟	؟	؟	۵۵۱۹۹	۰/۶۵
۱۳۸۳	؟	؟	؟	۷۵۹۳۵	۰/۸۹
۱۳۸۴	؟	؟	؟	۷۳۳۶۸	۰/۸۶
۱۳۸۵	؟	؟	؟	۸۰۵۲۹	۰/۹۵
۱۳۸۶	؟	؟	؟	۶۰۴۲۹	۰/۷۱
۱۳۸۷	؟	؟	؟	۵۶۸۹۹	۰/۶۷
۱۳۸۸	۵۷۷۸۴	۵۲۰۱۶	–	۱۰۹۸۰۰	۱/۲۹
۱۳۸۹	۵۶۱۲۳	۵۶۰۵۲	–	۱۱۲۱۷۵	۱/۳۲
۱۳۹۰	۸۲۹۱۸	۸۲۳۷۹	–	۱۶۵۲۹۷	۱/۹۴
۱۳۹۱	۸۰۹۵۸	۶۵۴۹۷	–	۱۴۶۴۵۵	۱/۷۲
۱۳۹۲	۲۳۷۷۸	۲۲۶۳۲	–	۴۶۴۱۰	۰/۵۵
۱۳۹۳	۴۱۰۰۰	۳۵۷۳۹	–	۷۶۷۳۹	۰/۹۰
۱۳۹۴	۳۷۴۶۳	۴۷۷۹۸	۶۵۴۶	۹۱۸۰۷	۱/۰۸
۱۳۹۵	۳۳۲۸۷	۴۶۳۲۰	۱۵۶۰۸	۹۵۲۱۵	۱/۱۲
۱۳۹۶	۵۹۳۳۶	۸۲۸۶۰	۳۸۲۱۸	۱۸۰۴۱۴	۲/۱۲
۱۳۹۷	۳۴۴۹۰	۶۰۴۷۰	۴۷۵۹۱	۱۴۲۵۵۱	۱/۶۸
۱۳۹۸	۲۴۲۳۰	۴۶۰۱۵	۴۶۷۶۲	۱۱۷۰۰۷	۱/۳۸
۱۳۹۹	۱۹۱۲۲	۳۷۳۲۱	۴۸۹۹۷	۱۰۵۴۴۰	۱/۲۴
کل دوره	–	–	–	۱۸۲۱۹۴۰	۲۱/۴۳

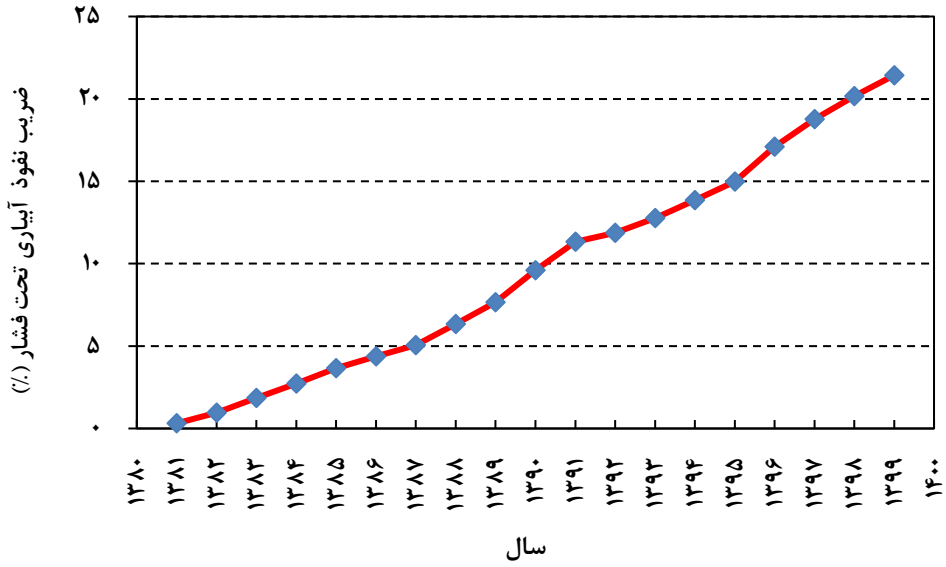
* مآخذ آمارنامه‌های کشاورزی (مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات، معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، وزارت جهاد کشاورزی)؛ ** در قالب اجرای طرح توسعه سامانه‌های نوین آبیاری در کشور؛ *** با فرض ۸/۵ میلیون هکتار اراضی فاریاب فعلی کشور (آمار سال زراعی ۱۳۹۰-۱۳۸۹)؛؟ داده‌ای در مآخذ ارائه نشده است

[1] معیار برای کشور ایران عدد ۲۱/۴۳ درصد یعنی تا پایان برنامه ششم (سال ۱۳۹۹) می‌باشد

[2] در تدقیق، اصلاح و جمع‌بندی ارقام ارائه شده در جدول، علاوه بر منابع ذکر شده، از آمارنامه‌های وزارت جهادکشاورزی نیز استفاده به عمل آمده است



شکل ۵- روند توسعه آبیاری تحت‌فشار در اراضی فاریاب کشور[1]



شکل ٦- روند تجمعی ضریب نفوذ آبیاری تحت‌فشار
(درصد سطح اراضی فاریاب مجهز شده به آبیاری تحت‌فشار نسبت به‌کل اراضی فاریاب)

[1] مأخذ: به‌صورت مشترک آمارنامه‌های کشاورزی (مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات، معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، وزارت جهاد کشاورزی) و دفتر طرح توسعه سامانه‌های نوین آبیاری در کشور.

ضریب نفوذ آبیاری تحت‌فشار در ایران و مقایسه سطح مطلوب آن در مقایسه با سایر کشورها

الف- ضریب نفوذ آبیاری تحت‌فشار در ایران و در مقایسه با سایر کشورها

با توجه به‌مرور منابع و ارقام و داده‌های ارائه‌شده و محاسبه‌شده برای نسبت مساحت اراضی فاریاب مجهز به آبیاری تحت‌فشار به‌کل اراضی فاریاب کشورها و مناطق مختلف جهان، ضریب نفوذ آبیاری تحت‌فشار در کشورها و مناطق مختلف جهان با مقدار مشابه برای کشور ایران مقایسه شده است. در جدول ۹ خلاصه نتایج ضریب نفوذ آبیاری تحت‌فشار در کشورها و مناطق مختلف جهان به‌صورت نزولی ارائه‌شده و همچنین در شکل ۷ این مقادیر (فقط کشورها) با مقدار نظیر برای کشور ایران[1] مقایسه شده است.

جدول ۹- ضریب نفوذ آبیاری تحت‌فشار در تعدادی از کشورها و مناطق مختلف جهان (مآخذ: نتایج این تحقیق)

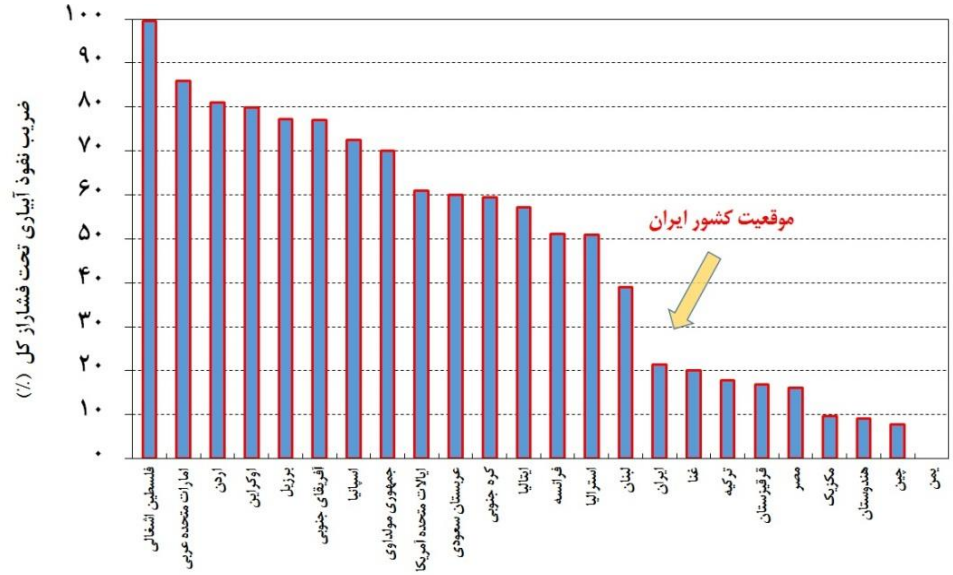
ردیف	کشور/منطقه *	ضریب نفوذ آبیاری تحت‌فشار** درصد	ردیف	کشور/منطقه	ضریب نفوذ آبیاری تحت‌فشار درصد
۱	فلسطین اشغالی (اسرائیل)	۹۹/۶	۲۰	ایران^	۲۱/۴
۲	امارات متحده عربی	۸۶/۰	۲۱	غنا	۲۰/۰
۳	اردن	۸۱/۰	۲۲	ترکیه	۱۷/۸
۴	اوکراین	۷۹/۸	۲۳	قرقیزستان	۱۶/۸
۵	برزیل	۷۷/۳	۲۴	مصر	۱۶/۲
۶	آفریقای جنوبی	۷۷/۰	۲۵	خاورمیانه (کل منطقه)	۱۳/۴
۷	اسپانیا	۷۲/۴	۲۶	قفقاز	۹/۸
۸	جمهوری مولداوی	۷۰/۱	۲۷	مکزیک	۹/۷
۹	ایالات‌متحده آمریکا	۶۱/۰	۲۸	هندوستان	۹/۲
۱۰	عربستان سعودی	۶۰/۰	۲۹	شرق نزدیک (کل منطقه)	۸/۸
۱۱	کره جنوبی	۵۹/۴	۳۰	چین	۷/۸
۱۲	ایتالیا	۵۷/۱	۳۱	شرق آسیا (کل منطقه)	۵/۶
۱۳	شبه‌جزیره عرب	۵۱/۳	۳۲	قاره آفریقا	۴/۰
۱۴	فرانسه	۵۱/۱	۳۳	جنوب و شرق آسیا (کل منطقه)	۳/۲
۱۵	قاره آسیا	۵۱/۰	۳۴	جنوب آسیا	۲/۳
۱۶	استرالیا	۵۱/۰	۳۵	جنوب شرق آسیا (سرزمین‌های جزیره‌ای)	۰/۲
۱۷	لبنان	۳۹/۰	۳۶	جنوب شرق آسیا (سرزمین‌های داخلی)	۰/۰
۱۸	قاره اروپا	۲۲/۵	۳۷	یمن	۰/۰
۱۹	قاره آمریکا	۲۲/۵			

*** به ترتیب بزرگی میزان ضریب نفوذ آبیاری تحت‌فشار کشور یا منطقه از جهان T**

**** نسبت مساحت اراضی مجهز به آبیاری تحت‌فشار به‌کل اراضی فاریاب**

^ بر اساس آمار جمع مساحت اراضی فاریاب مجهز شده به سامانه‌های آبیاری تحت‌فشار تا پایان برنامه ششم (۱۳۹۹)[1]

[1] معیار برای کشور ایران عدد ۲۱/۴۳ درصد یعنی تا پایان برنامه ششم (سال ۱۳۹۹) است.



شکل ۷- ضریب نفوذ آبیاری تحت‌فشار در کشورها مختلف جهان و در مقایسه با کشور ایران (تا سال ۱۳۹۹)
(مآخذ: نتایج این تحقیق)

ب- سطح مطلوب آبیاری تحت‌فشار در ایران در مقایسه با سایر کشورها

همان‌گونه که در بخش مقدمه نیز اشاره شد، تعیین سقف و یا حد بهینه توسعه سامانه‌های آبیاری تحت‌فشار در کشور و حتی جهان چالش جدی ازنظر مسائل مختلف آن، ازجمله توسعه پایدار این سامانه‌ها و جلوگیری از آسیب‌های زیست‌محیطی و اکولوژیکی مرتبط است. به‌عنوان نمونه، در کشور هندوستان سازمان‌ها و یا محققین مختلفی در این زمینه مطالعه نموده‌اند تا حد پتانسیل توسعه این سامانه‌ها را با عدد و رقم مشخص نمایند. کارگروه ویژه[1] توسعه آبیاری قطره‌ای جمعاً عدد ۲۷ میلیون هکتار را مناسب برای حداکثر توسعه آبیاری قطره‌ای در کل ایالات و برای کلیه محصولات مختلف کشاورزی این کشور معرفی و آن را توصیه نموده است (جدول ۱۰) (Khosro and Kamil, 2018)؛ اما کمیته ملی آبیاری و زهکشی هندوستان (INCID)[2] عدد ۱۰/۵ میلیون هکتار را برای پتانسیل توسعه روش‌های آبیاری قطره‌ای در این کشور ارائه نموده است. درحالی‌که منابع دیگر نظیر (Palanisami et al., 2011) و (Raman, 2010) بر اساس اطلاعات و ارقام استانی (ایالتی)، نوع منبع آب، سطح زیر کشت محصولات و مناسبت سامانه برای کشت محصولات مختلف، به رقم ۱۲میلیون هکتار برای حد پتانسیل توسعه آبیاری قطره‌ای در اراضی فاریاب کشور هندوستان رسیده‌اند. بر اساس پالانیسمی و همکاران عملاً سطح اجراشده آبیاری قطره‌ای در کشور هندوستان تا سال ۲۰۱۱ برابر ۱/۴۳ میلیون هکتار یا در واقع ۱۲/۲ درصد بوده است (Palanisami et al., 2011). این ارقام برای آبیاری بارانی به ترتیب ۳۰/۶ میلیون هکتار (پتانسیل)، ۲/۴۴۲ میلیون هکتار (واقعی) و درنتیجه ۷/۹ درصد است. لذا پتانسیل آبیاری تحت‌فشار در کشور هندوستان ۴۲/۳ میلیون هکتار است که در عمل سطح اراضی فاریاب با این روش آبیاری ۳/۸۷۲ میلیون هکتار و نسبت اراضی فاریاب دارای سامانه‌های تحت‌فشار به‌کل اراضی پتانسیل ۹/۲ درصد است. با استفاده از تجارب کشور هندوستان می‌توان نتیجه‌گیری اولیه‌ای نمود مبنی بر اینکه تصمیم‌گیری در انتخاب سطح بهینه توسعه آبیاری تحت‌فشار باید با در نظر گرفتن مسائل اقلیمی (میزان بارش) سطح فناوری و وابستگی به فنّاوری در کشورهای موردنظر و همچنین درآمد و توان مالی (میزان فقر، سواد و مهارت کشاورزان)، نوع منبع آب در اختیار (سطحی یا زیرزمینی)، سرانه

[1] Task Force
[2] Indian National Committee on Irrigation and Drainage

مصرف آب[1] و سایر عوامل اقتصادی، اجتماعی و محیطی دیگر - باشد.

جدول ۱۰- سطح قابل توسعه آبیاری قطره‌ای و بارانی در کشور هندوستان (Khosro and Kamil, 2018)

محصول	آبیاری قطره‌ای	آبیاری بارانی	آبیاری تحت‌فشار
	میلیون هکتار	میلیون هکتار	میلیون هکتار
غلات	–	۲۷/۶	۲۷/۶
حبوبات	–	۷/۶	۷/۶
دانه‌های روغنی	۳/۸	۱/۱	۴/۹
پنبه	۷/۰	۱/۸	۸/۸
سبزیجات	۳/۶	۲/۴	۶/۰
گیاهان ادویه‌ای	۱/۴	۱/۰	۲/۴
گل و گیاهان دارویی	–	۱/۰	۱/۰
نیشکر	۴/۳	–	۴/۳
میوه‌جات	۳/۹	–	۳/۹
نارگیل و نخل روغنی	۳/۰	–	۳/۰
کل هندوستان	۲۷/۰	۴۲/۵	۶۹/۵

با توجه به مطالب و نتایج ارائه شده فوق (شکل ۷) ملاحظه می‌شود که صرف‌نظر از مسائل وسعت اراضی فاریاب، نسبت کشاورزی آبی به دیم، میزان جمعیت، سرانه منابع آبی، وضعیت اقلیمی، میزان بارش‌ها و مجموعه‌ای از سایر مسائل اقتصادی- اجتماعی و فناوری کشورها، کشور ایران در شرایط حاضر در وضع نسبتا مناسبی (تقریباً در میانه کشورها/مناطق) قرار دارد. بدیهی است که قضاوت نهایی در خصوص مناسبت و حد بهینه میزان ضریب نفوذ آبیاری تحت‌فشار در کشور ایران در مقایسه با سایر کشورها وقتی باید انجام شود که این شاخص با در نظر گرفتن مؤلفه‌های فوق به‌صورت چند متغیره ارزیابی شود و همچنین کنترل‌ها و نظارت‌های لازم برای جلوگیری از افزایش سطح زیر کشت و اضافه برداشت، باید انجام شود. یکی از مهم‌ترین مؤلفه‌هایی که در این میان باید موردتوجه جدی قرار گیرد میزان جمعیت و سرانه مساحت اراضی فاریاب کشورها است. مدعای این موضوع مقایسه ضریب نفوذ آبیاری تحت‌فشار در ایران و کشور هندوستان است که علیرغم جمعیت زیاد و نیاز به تولید غذای فراوان از تولیدات کشاورزی و علیرغم مساحت خیلی زیاد اراضی فاریاب در این کشور، هنوز ضریب نفوذ آبیاری تحت‌فشار در کشور هندوستان خیلی کمتر از (تقریباً ۵۰ درصد) کشور ایران است. برای برآورد کمی و مبتنی بر محاسبات آماری (استفاده از رگرسیون چند متغیره خطی) از سطح مطلوب و پتانسیل توسعه آبیاری تحت‌فشار (ضریب نفوذ آبیاری تحت‌فشار) در شرایط فعلی در کشور ایران، از مقادیر تقریبی متغیرهای اثرگذار نظیر سرانه برداشت از منابع آب، سهم برداشت از منابع آب در بخش کشاورزی، مساحت اراضی فاریاب، درآمد ناخالص ملی (GDP) و ارقام محاسبه‌شده ضریب نفوذ آبیاری تحت‌فشار ۱۴ کشور منتخب و معرف، (جدول ۱۱) برای حصول به اعداد تقریبی و نسبتا راهنما در این زمینه، استفاده به عمل آمد. لذا با استفاده از محاسبات رگرسیونی (تک متغیره و چند متغیره و با استفاده از نرم‌افزار MATLAB نسخه 2019 B)، ضریب نفوذ مطلوب آبیاری تحت‌فشار در کشور محاسبه و با مقدار آن تا سال ۲۰۲۰ میلادی (سال ۱۳۹۹ و پایان برنامه ششم)، مقایسه گردید (جدول ۱۲).

با توجه به مقدار توسعه تا پایان برنامه ششم و متوسط حد مطلوب ضریب نفوذ آبیاری تحت‌فشار در کشور (به ترتیب ۲۱/۴ و ۴۹/۵ درصد)، ملاحظه می‌شود که به میزان ۱۳۱ درصد قابلیت توسعه و رشد از آن زمان وجود داشته است. با توجه به مقدار فعلی (اوایل سال ۱۴۰۲) و متوسط حد مطلوب ضریب نفوذ آبیاری تحت‌فشار در کشور (به ترتیب ۳۴/۰ و ۴۹/۵ درصد) (جدول ۱۲)، ملاحظه می‌شود که هنوز به میزان ۴۵/۶ درصد رشد در ضریب نفوذ آبیاری تحت‌فشار ۳/۸۸ میلیون هکتار افزایش و جمعاً توسعه آبیاری تحت‌فشار در ۶/۸ میلیون هکتار از ۸/۵ میلیون هکتار اراضی فاریاب کشور (۸۰ درصد اراضی) وجود دارد.

[1] Per Capita Water Consumption

جدول ۱۱- مقدار شاخص‌های سرانه برداشت از منابع آب، سهم برداشت از منابع آب در بخش کشاورزی، مساحت اراضی فاریاب و ارقام ضریب نفوذ آبیاری تحت‌فشار چند کشور منتخب و معرف برای برآورد ضریب نفوذ آبیاری تحت‌فشار مطلوب در ایران (بر اساس آمار تا سال ۲۰۲۰ میلادی)

کشور	سرانه برداشت از منابع آب*	سهم برداشت از منابع آب در بخش کشاورزی **	مساحت اراضی فاریاب	تولید ناخالص ملی (GDP) €	ضریب نفوذ آبیاری تحت‌فشار ***
	مترمکعب/نفر/سال	درصد	میلیون هکتار	تریلیون دلار	درصد
اسپانیا	۶۳۳^	۶۵	۳/۶۱	۱/۴۳	۷۲/۴
استرالیا	۵۲۳	۶۲	۲/۳۸	۱/۵۵	۳۸/۰
فلسطین اشغالی	۱۳۸	۷۱	۰/۲۳	۰/۴۸۹	۹۹/۶
ایتالیا	۵۶۰	۵۰	۲/۴۲	۲/۱۱	۵۷/۱
ایالات‌متحده	۱۲۰۷“	۴۰	۲۴/۷۰	۲۳/۳۲	۵۶/۵
آفریقای جنوبی	۳۲۴	۶۲	۱/۶۷	۰/۴۱۹	۷۷/۰
برزیل	۳۱۹	۶۲	۵/۸۰	۱/۶۱	۷۷/۳
چین	۴۱۳□	۶۲	۵۹/۳۰	۱۷/۷۳	۷/۸
عربستان سعودی	۷۴۷	۸۲	۱/۶۲	۰/۷۰۳	۵۶/۴
فرانسه	۳۹۱□	۱۲	۲/۹۰	۲/۹۶	۵۱/۱
کره جنوبی	۴۶۲□	۵۹	۱/۰۱	۱/۸۱	۵۹/۴
مصر	۷۵۷	۷۹	۳/۴۲	۰/۴۰۴	۱۶/۲
مکزیک	۷۰۱	۷۶	۶/۲۰	۱/۲۷	۹/۷
هندوستان	۵۵۲	۹۰	۶۰/۹۰	۳/۱۸	۸/۱

* Water withdrawals per capita (year 2020) (Source: WWW.statista.com)

** Percent of agriculture from annual fresh water withdrawals (Source: World Bank)

^ سال ۲۰۱۸؛ “سال ۲۰۱۵؛ □ سال ۲۰۱۹؛ € بر اساس آمار سال ۲۰۲۱ بانک جهانی

*** نسبت مساحت اراضی فاریاب مجهز به آبیاری تحت‌فشار به‌کل اراضی فاریاب

جدول ۱۲- برآورد ضریب نفوذ آبیاری تحت‌فشار مطلوب در کشور ایران با استفاده از مقدار شاخص‌های سرانه برداشت از منابع آب، سهم برداشت از منابع آب در بخش کشاورزی و مساحت اراضی فاریاب در ایران و چند کشور منتخب

معادله رگرسیون	R^2 (اصلاح‌شده)	ضرایب معادلات رگرسیونی					ضریب نفوذ آبیاری تحت‌فشار برآورد شده (y به درصد)
		p_o	p_1	p_2	p_3	p_4	
y=p1*x1+p2	-۰/۰۲۷	-	-۰/۰۰۴۲۴	۵۴/۸۳	-	-	۴۹/۶
y=p1*x2+p2	-۰/۰۰۵	-	-۰/۴۰۴۱	۷۴/۲۱	-	-	۴۵/۹
y=p1*x3+p2	۰/۳۰۶	-	-۰/۸۳۳	۵۹/۵۲	-	-	۵۲/۴
y=po+p1*x1+p2*x2	۰/۱۰۱	۱۰۷/۳	-۰/۰۰۸۶۷۹	-۰/۷۴۴۳	-	-	۴۴/۴
y=po+p1*x1+p2*x3	۰/۲۵۳	۶۱/۵۵	-۰/۰۰۱۷۶۶	-۰/۸۰۲۵	-	-	۵۲/۵
y=po+p1*x2+p2*x3	۰/۲۶۷	۷۲/۸۵	-۰/۲۲۲۷	-۰/۷۸۹۴	-	-	۵۰/۵
y=po+p1*x1+p2*x2+p3*x3	-	۹۱/۴۳	-۰/۰۰۴۸	-۰/۴۴۰۸	-۰/۶۶۳۳	-	۴۹/۰
y=p1*x4+p2	-۰/۰۲۷۹	-	-۰/۹۳۷۴	۵۲/۹۹	-	-	۵۲/۷
y=po+p1*x1+p2*x2+p3*x3+p4*x4	-	۸۶/۰۰	-۰/۰۰۴۷	-۰/۳۶۴۸	-۰/۷۶۰۹	۰/۴۰۹۶	۴۸/۳
متوسط							۴۹/۵

X1: سرانه برداشت از منابع آب (با فرض مقدار فعلی برابر ۱۲۴۰ مترمکعب/نفر/سال در زمان بررسی)؛ X2: سهم برداشت از منابع آب بخش کشاورزی (۷۰ درصد)؛ X3: مساحت اراضی فاریاب (۸/۵ میلیون هکتار)،X4 : شاخص تولید ناخالص ملی (GDP) (۰/۳۶۰ تریلیون دلار آمریکا در سال ۲۰۲۱)

با توجه به ضریب مربعات همبستگی اصلاح‌شده (Adjusted R^2) محاسبه‌شده برای هریک از حالات توابع رگرسیونی تعیین‌شده (جدول ۱۲)، بیشترین ضرایب به ترتیب برای معادله متشکل از مساحت اراضی فاریاب (y=p1*x3+p2) و بعدازآن برای معادله متشکل از سهم برداشت از منابع آب بخش کشاورزی (x2) و مساحت اراضی فاریاب (x3) (y=po+p1*x2+p2*x3) حاصل شد که نشان از تأثیر زیاد مساحت اراضی فاریاب در این زمینه دارد. همچنین متغیر GDP (x4) به تنهائی و یا در ترکیب با سایر متغیرها تغییرات فراوانی در نتایج نداشت و بیانگر آن است که ضریب نفوذ آبیاری تحت‌فشار بسیار متأثر از عوامل آب و زمین (متغیرهای x1، x2 و x3) است تا سطح درآمد اقتصادی کشورها.

نتیجه‌گیری

سیاست و راهکار توسعه سامانه‌های نوین آبیاری و به‌طور عمده در قالب توسعه روش‌های آبیاری تحت‌فشار، به‌عنوان یکی از راه‌حل‌های اساسی و مهم از سوی سیاست‌گذاران و برنامه ریزان برای کاهش مصرف آب مزرعه در بخش کشاورزی و از طریق افزایش راندمان آبیاری و بهبود بهره‌وری آب، شناسایی و اقدام شده است.

بر اساس آمار و ارقام توسعه سامانه‌های آبیاری تحت‌فشار در کشورها و مناطق مختلف جهان و مقایسه آن با کشور ایران، ملاحظه می‌شود که ضریب نفوذ آبیاری تحت‌فشار که همانا نسبت اراضی مجهز شده به آبیاری تحت‌فشار به‌کل اراضی فاریاب کشورها تعریف‌شده است، مقدار آن برای کشور ایران تا سال ۱۳۹۹ برابر ۲۱/۴۳ درصد است که در مقایسه با ۲۳ کشور منتخب جهان، تقریباً در حد نسبتا پائینی قرارداد. نتایج بررسی حد پتانسیل مورد انتظار توسعه آبیاری تحت‌فشار (درواقع حد مطلوب پتانسیل ضریب نفوذ آبیاری تحت‌فشار)، با در نظر گرفتن مقادیر متغیرهای اثرگذار نظیر سرانه برداشت از منابع آب، سهم برداشت از منابع آب در بخش کشاورزی و مساحت اراضی فاریاب چند کشور منتخب حاکی از آن است که مقدار ضریب نفوذ می‌تواند در آینده تا حد مطلوب پتانسیل برابر ۴۹/۵ درصد نیز افزایش یابد (۱۳۱ درصد افزایش از مقدار حصول شده آن تا پایان برنامه ششم توسعه (سال ۱۳۹۹) یعنی ۲۱/۴ درصد).

به‌عبارت‌دیگر می‌توان در سال‌های آینده به‌صورت مطلوب و پتانسیل تا نیمی از اراضی فاریاب کشور را مجهز به سامانه‌های آبیاری تحت‌فشار نمود. البته بر اساس آخرین آمار مجری طرح سامانه‌های نوین آبیاری معاونت آب خاک وزارت جهاد کشاورزی[1] حدود ۸/۵ میلیون هکتار اراضی آبی در کشور ایران وجود دارد که تاکنون حدود ۲/۶ میلیون هکتار از این اراضی به انواع سامانه‌ها با اعتبارات دولتی تجهیز شده‌اند و حدود ۳۰۰ هزار هکتار دیگر هم توسط کشاورزان بدون استفاده از کمک‌های دولتی تجهیز شده که در کل ۲/۹ میلیون هکتار از اراضی فاریاب (۳۰ درصد از اراضی فاریاب یا ضریب نفوذ ۳۴ درصد) به روش-های آبیاری تحت‌فشار تجهیز شده‌اند. با توجه به مقدار فعلی (اوایل سال ۱۴۰۲) و متوسط حد مطلوب ضریب نفوذ آبیاری تحت‌فشار در کشور (به ترتیب ۳۴/۰ و ۴۹/۵ درصد)، هنوز فضا برای رشد در ضریب نفوذ آبیاری تحت‌فشار به میزان ۴۵/۶ درصد (۳/۸۸ میلیون هکتار افزایش در مقدار فعلی)، وجود دارد.

البته حد مطلوب پتانسیل ذکرشده در شرایطی است که ضوابط، مقررات و تمهیدات لازم ازنظر کاهش اثرات منفی و نامطلوب توسعه سامانه‌ها بر منابع آب و محیط‌زیست (نظیر ایجاد سامانه حسابداری آب، کاهش حقابه‌ها پس از اجرای طرح‌های آبیاری تحت‌فشار به‌تناسب صرفه‌جویی انجام‌شده، جلوگیری از گسترش سطح زیر کشت و غیره)، لحاظ و رعایت شده باشند. به‌عبارت‌دیگر، توسعه سامانه‌ها باید با در نظر گرفتن شرایط پایداری منابع آب، خاک و محیط‌زیست باشند و توسعه ناموزون این سامانه‌ها که به آن‌ها معمولاً به‌عنوان سامانه‌های آبیاری صرفه‌جو اطلاق می‌شود، خود منجر به افزایش مصرف آب در حوضه آبریز نشده و از بروز پدیده اثر بازگشتی (Rebound Effect) جلوگیری شود.

[1] سخنرانی آقای دکتر فریبرز عباسی مشاور وزیر جهاد کشاورزی و مجری طرح توسعه سامانه‌های نوین آبیاری در فروردین‌ماه ۱۴۰۲ (https://www.irna.ir/news)

هدف این پژوهش به‌طور عمده متکی بر شناخت وضعیت توسعه آبیاری تحت‌فشار در جهان و ایران و مقایسه آن است و مقادیر ضریب نفوذ توسعه آبیاری تحت‌فشار برآورد شده به‌عنوان حد مطلوب پتانسیل در این پژوهش، برآوردی اولیه و درواقع نقطه شروع کار است. لذا توصیه می‌شود در خصوص تعیین حد بهینه و مطلوب توسعه سامانه‌های آبیاری تحت‌فشار در کشور مطالعات تطبیقی بیشتری با کشورهای جهان و با در نظر گرفتن شاخص‌های مختلف و علاوه بر شاخص‌های معرفی‌شده در این پژوهش، نظیر میزان جمعیت، سرانه زمین، شاخص‌های خشکی و خشک‌سالی، شوری آب و خاک، پایداری منابع، تغییر اقلیم، سطح فناوری، مسائل اجتماعی و اقتصادی، مصرف انرژی و غیره و بر اساس موجودیت آمار و ارقام لازم و معتبر که ممکن است برای کار محدودیت ایجاد نماید، انجام شود.

تقدیر و تشکر

بدین‌وسیله از آقای دکتر خالد احمدآلی استاد گروه مناطق خشک دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران برای همکاری ایشان در انجام محاسبات آماری این تحقیق، تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

تصویب‌نامه هیات وزیران. ۱۳۸۲. راهبردهای توسعه بلندمدت منابع آب کشور، تصویب‌نامه هیات وزیران در خصوص راهبردهای توسعه بلندمدت منابع آب کشور، شماره ۴۴۷۱۲ ت ۲۷۴۴۳ ه‍ـ، مورخ ۱۳۸۲/۸/۱۱.

جنگ چی کاشانی، س. و حکمت، م. ۱۳۹۸. مدل‌سازی ریاضی به‌منظور شناسایی عوامل اثرگذار در پذیرش سامانه‌های نوین آبیاری در مصرف بهینه آب کشاورزی (مطالعه موردی بخش باروق شهرستان میاندوآب). مجله علوم جغرافیایی. ۱۵ (۳۱): ۱۲ – ۲۲.

حیدری، ن. ۱۳۹۸. شناسایی و تحلیل مسائل نرم‌افزاری- مدیریتی مؤثر بر بهره‌وری آب کشاورزی در ایران. تحقیقات منابع آب ایران. ۱۵ (۳): ۲۰۶-۱۸۹.

حیدری، ن. ۱۴۰۱. مدرن سازی آبیاری و پدیده اثر بازگشتی. سخنرانی در پانل "بررسی پدیده اثر بازگشتی در اقدامات منتهی به صرفه‌جویی آب در مزرعه و ملاحظات لازم در کنترل آن"، اولین کنگره فنی و مهندسی کشاورزی، مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، ۲۶ بهمن ۱۴۰۱، کرج، ایران.

رحمتی، ح. شاکر، م. و کیانی، ع. ۱۳۹۲. بررسی عملکرد کمّی و روند توسعه‌ی طرح‌های آبیاری تحت‌فشار در کشور. مجموعه مقالات چهارمین همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی، ۶ الی ۸ اسفند، دانشکده مهندسی علوم آب، دانشگاه شهید چمران، اهواز، صفحه‌های ۵۱۰-۵۰۳.

قانون افزایش بهره‌وری. ۱۳۸۹. قانون افزایش بهره‌وری بخش کشاورزی و منابع طبیعی. مجلس شورای اسلامی، شماره ابلاغیه ۱۴۴/۳۲۶۹۳، مورخ ۱۳۸۹/۵/۱۹.

محمدی، ن.، محتشمی، ت. و کرباسی، ع. ر. ۱۳۹۷. عوامل مؤثر بر توسعه سامانه‌های آبیاری تحت‌فشار در منطقه تربت‌حیدریه از دیدگاه کارشناسان. نشریه علوم ترویج و آموزش کشاورزی ایران، ۱۴(۱)، ۲۳-۳۵.

مرید، س. ثقفیان، ب. و فرخ نیا، ا. ۱۳۹۶. تدوین راهبردها و برنامه ملی سازگاری با تغییر اقلیم در بخش آب: گزارش مطالعات بخش اول-مفاهیم، تجارب و رویکردهای سازگاری با تغییر اقلیم. گزارش پژوهشی مؤسسه تحقیقات آب به سفارش دفتر برنامه‌ریزی کلان آب و آبفا، معاونت آب و آبفا وزارت نیرو، ۲۹۷ صفحه.

Albertson, M. L. and Bouwer. H. 1992. Future of irrigation in balanced third world development. Agricultural Water Management. 21(1-2):33-44.

Amerasinghe, P. and Sikka, A. 2018. Building capacity of smallholder farmers for enhanced adoption of drip irrigation: Lessons from Karnataka, India. International Water Management Institute (IWMI).

Anonymous 2018. Irrigation in Australia: Facts and Figures. National Program for Sustainable Irrigation. www. npsi. gov. au.

Anonymous. 2013. Irrigation methods. Earth Systems and Environmental Science, Elsevier Inc.

http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.05195-2.

Anonymous 1994. Drip Irrigation in India. Indian National Committee on Irrigation and Drainage (INCID). New Delhi. India.

Berbel, J., Gutierrez-Martin, C., Rodriguez-Diaz, J.A., Camacho, E. and Montesinos, P. 2015. Literature review on rebound effect of water saving measures and analysis of a Spanish case study. Water Resources Management. 29:663–678.

Birkenholtz, T. 2017. Assessing India's drip-irrigation boom: efficiency, climate change and groundwater policy. Water International. DOI: 10.1080/02508060.2017.1351910.

Durand, P. 2017. Innovations in on-farm irrigation. Irrigation Australia LTD. March 7, 2017.

FAO. 2009. Irrigation in the Middle East region in figures. AQUASTAT survey. 2008, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Rome. Italy.

FAO. 2012. Irrigation in Southern and Eastern Asia in figures. AQUASTAT Survey – 2011, FAO Water Report, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Rome. Italy.

FAO. 2014. Water from the clouds. Prepared by AQUASTAT, FAO's global water information system, 2014, http://www.fao.org/nr/aquastat. http://www.worldwatch.org/node/5942.

Jägermeyr, J., Gerten, D., Heinke, J., Schaphoff, S., Kummu, M. and Lucht, W. 2105. Water savings potentials of irrigation systems: Global simulation of processes and linkages. Hydrol. Earth Syst. Sci., 19: 3073–3091. http://www.hydrol-earth-syst-sci.net/19/3073/2015.

Khosro, M. and Kamil, A. 2018. Drip irrigation in India: prospects, potential, and challenges. Journal of Geography, Environment and Earth Science International, 17(4): 1-14, 2018. Article no.JGEESI.44663

Koech, R. and Langat, Ph. 2018. Improving irrigation water use efficiency: A review of advances, challenges and opportunities in the Australian context. Water-MDPI, 10 (12): 1771, doi: 10.3390/w10121771.

Lecina, S., Isidoro, D., Playa´N, E. and Aragues, R. 2010. Irrigation modernization in Spain: effects on water quantity and quality: a conceptual approach. Water Resources Development. 26 (2):265–282. June 2010.

MIDH. 2017. MI at a glance - Note on centrally sponsored scheme on micro irrigation under Pradhan Mantri Krishi Sinchayee Yojana (PMKSY), Mission for Integrated Development of Horticulture, Ministry of Agriculture and Farmers Welfare, GoI.

National Geographic. 2013. Drip irrigation expanding worldwide. Retrieved from http://news, https://www.postcarbon.org/drip-irrigation-expanding-worldwide/.

Palanisami, K., Mohan, K., Kakumanu, K.R. and Raman, S. 2011. Spread and economics of micro-irrigation in India: evidence from states. Economic and Political Weekly. Supplement EPW. June 25, 2011. XlVi (26).

Perry, C. and Steduto, P. 2017. Does improved irrigation technology save water?: A review of the evidence. Cairo, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). http://www.fao.org/3/I7090EN /i7090en .pdf17.

Priyan, K. and Panchal, R. 2017. Micro-Irrigation: An efficient technology for India's sustainable agricultural growth. Kalpa Publications in Civil Engineering, International Conference on Research and Innovations in Science, Engineering &Technology (ICRISET 2017), Selected papers in Civil Engineering. Vol. , Pages 398-402.

Raman, S. 2010. State wise micro irrigation potential in India. An assessment. Unpublished Paper. Natural Resources Management Institute, Mumbai.

Rajni, J., Prabhat, K., Dhirendra Kumar, S. 2019. Irrigation in India: Status, Challenges and Options. Journal of Soil and Water Conservation 18(4): 354-363, October-December 2019, ISSN: 022-457X (Print); 2455-7145, DOI: 10.5958/2455-7145.2019.00050.X.

Saxena, C.K. and Ramana Rao, K.V. 2019. Micro-Irrigation for higher water productivity in horticultural crops. In book: Phytochemistry of fruits and vegetablesPublisher: Brillion Publishing, March 2019, New Delhi. https://www.researchgate.net/publication/332111561

Ward, F. A. and Pulido-Velazquez, M. 2008. Water conservation in irrigation can increase water use. Proceedings of the National Academy of Sciences, 105(47): 18215–18220.

Wolter, H. and Burt, C. M. 1997. Concepts for irrigation system modernization. FAO Water Report 12; RAP Publication 1997/22. Proc., Expert Consultation on Modernization of Irrigation Schemes: Past Experiences and Future Options. Food and Agricultural Organization of the United Nations. Bangkok, Thailand. November 26–29, 1996.

Worldwatch Institute. 2013. Efficient irrigation tool may deplete more water. Retrieved from http://www.worldwatch.org/node/5942.

Xu, H., Yang, R. and Song, J. 2021. Agricultural water use efficiency and rebound effect: A study for China. International Journal of Environmental Research and Public Health. 18:7151-7160.

Water Management in Agriculture
Vol. 10, No. 2 autumn and winter 2024, 171-194

نشریه مدیریت آب در کشاورزی
جلد ۱۰، شماره ۲، پاییز و زمستان ۱۴۰۲، ص. ۱۹۴-۱۷۱

Quantitate Evaluation of Pressurized Irrigation Development in Iran Compared to the World

N. Heydari[1*] and M. M. Nakhjavani Moghadam[2]

Abstract

Considering the limitation of water resources and the need to increase water productivity in the production of agricultural products, the development of new irrigation systems, mainly in the form of the development of pressurized irrigation methods, has been one of the critical policies and activities of the agricultural water sector in recent decades. The purpose of this research is to quantitatively investigate the development of pressurized irrigation in Iran and compare it with other countries and regions of the world using the pressurized irrigation development index (PDI-the ratio of land area equipped with pressurized irrigation methods to the total irrigated lands), and finally the estimation of the optimal and expected level of its development for the country. According to the results, the PDI index until the end of the sixth development program (2020) is 21.4%, which is low compared to other countries (23 selected countries). Using the multivariable correlation method between the values of the variables affecting water management such per capita withdrawal from water resources, the share of withdrawal from water resources in the agricultural sector, the area of irrigated lands, GDP, and the PDI index of 14 selected countries and applying values like for the Iran country, the desired and expected level PDI index in the country was estimated at 49.5%. According to the current (early 2023) and the estimated optimal PDI value (34.0% and 49.5%, respectively), there is still room for a growth of 45.6% in the PDI index in future (increase of 3.88 million hectares and the total development of pressurized irrigation in 6.8 million hectares out of 8.5 million hectares of irrigated lands in the country (80% of the irrigated lands)). In other words, in the coming years, including in the seventh development plan, if required conditions in terms of regulations and provisions to be available, it is possible to reduce the adverse and undesirable effects of the unbalanced development of modern systems on water resources and the environment, and prevent the occurrence of the phenomenon of "rebound effect", in a favorably and potentially way, up to 80 percent of the irrigated lands in the country should be equipped with pressurized irrigation systems. Therefore, there is still room for further development in terms of the necessary arrangements and under the condition of creating infrastructures, and necessary control rules and regulations, such as creating a water accounting system, reducing water rights following the implementation of pressurized irrigation projects proportionally with the water saving amounts, preventing from the expansion of cultivated area, etc., by the related organizations.

Keywords: GDP, Iran, Irrigated land, Penetration rate, Per capita water, Share of agriculture water

[1] Associate Professor; Agricultural Engineering Research Institute (AERI); Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran (* Corresponding Author Email: nrheydari@yahoo.com)
[2] Assistant Professor; Agricultural Engineering Research Institute (AERI); Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran
Received: 22 May 2023
Accepted: 22 July 2023