

مقاله علمی-پژوهشی

## جایگاه مقررات سازمان تجارت جهانی در پیشبرد طرح‌های نوین آبیاری کشاورزی

حمید صرفی<sup>۱\*</sup>

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۸/۰۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۱/۳۰

### چکیده

با توجه به روند رو به رشد جمعیت جهانی و محدودیت منابع آب، مدیریت کارآمد آن در بخش کشاورزی به چالش اساسی در عرصه بین‌المللی تبدیل شده است. سازمان تجارت جهانی با تنظیم مقررات تجاری و ایجاد چارچوب‌های قانونی، نقش کلیدی در تسهیل انتقال فناوری‌های نوین آبیاری و مدیریت پایدار منابع آب ایفا می‌کند. این پژوهش با هدف بررسی جایگاه مقررات سازمان تجارت جهانی در توسعه و پیشبرد طرح‌های نوین آبیاری کشاورزی، با استفاده از رویکرد کیفی و روش تحلیل اسنادی و محتوایی شامل بررسی ۳۸ سند بین‌المللی و تحلیل ۲۵ موافقت‌نامه تجاری در چارچوب نظریه وابستگی متقابل پیچیده انجام شده است. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که مقررات این سازمان از طریق تسهیل انتقال فناوری‌های نوین آبیاری، حمایت از حقوق مالکیت معنوی، تنظیم استانداردهای فنی و تسهیل سرمایه‌گذاری مشترک، به افزایش قابل توجه دسترسی کشورهای در حال توسعه به فناوری‌های نوین آبیاری منجر شده، هرچند میزان این دسترسی در کشورهای کمتر توسعه‌یافته محدودتر بوده است. با این وجود، پیچیدگی روابط بین‌المللی، تعارض منافع کشورها و موانع ساختاری موجود در نظام تجارت جهانی، چالش‌هایی را در مسیر اثربخشی این مقررات ایجاد کرده است. نتایج نشان می‌دهد که برای بهبود اثربخشی این مقررات، نیاز به تقویت سازوکارهای حمایت مالی، فنی و آموزشی از کشورهای در حال توسعه و ایجاد نظام یکپارچه انتقال فناوری است.

**واژه‌های کلیدی:** امنیت غذایی، توسعه پایدار، حقوق مالکیت معنوی، مدیریت منابع آب، همکاری‌های بین‌المللی

### مقدمه

فناوری‌های مدیریت آن، به تشدید تنش‌های بین‌المللی در این حوزه دامن زده است (Vörösmarty et al., 2010). راهکارهای گوناگونی برای مقابله با چالش‌های کنونی مدیریت آب مطرح شده است که استفاده از فناوری‌های آب‌اندوز، یکی از مهمترین آنها به شمار می‌رود (Liu et al., 2017). این فناوری‌ها که طیف وسیعی از سامانه‌های آبیاری تحت فشار تا سامانه‌های هوشمند مبتنی بر اینترنت اشیا را شامل می‌شوند، می‌توانند نقش مهمی در مدیریت پایدار منابع آب ایفا کنند. با این حال، توزیع نابرابر این فناوری‌ها در سطح جهان و دسترسی محدود کشورهای در حال توسعه به آنها، چالشی جدی در مسیر دستیابی به امنیت غذایی و توسعه پایدار کشاورزی محسوب می‌شود. علاوه بر این، هزینه‌های بالای دستیابی به این فناوری‌ها و محدودیت‌های مالی و فنی کشورهای در حال توسعه، شکاف موجود در این زمینه را تشدید کرده است (Evans & Sadler, 2008).

سازمان تجارت جهانی به‌عنوان یکی از مهمترین نهادهای بین‌المللی تنظیم‌کننده روابط تجاری، در تسهیل انتقال فناوری‌های

امروزه مدیریت منابع آب در بخش کشاورزی به یکی از پیچیده‌ترین چالش‌های جهانی تبدیل شده است. افزایش جمعیت، تغییرات اقلیمی و محدودیت منابع آب شیرین، نیاز به رویکردهای نوین در مدیریت آب کشاورزی را ضروری ساخته است. مطالعات نشان می‌دهد که بخش کشاورزی با مصرف بیش از ۷۰ درصد منابع آب شیرین جهان، بزرگترین مصرف‌کننده آب در سطح جهانی است (Gleick & Palaniappan, 2010). این میزان مصرف در شرایطی است که پیش‌بینی‌ها از افزایش چشمگیر تقاضا برای مواد غذایی تا سال ۲۰۵۰ خبر می‌دهند (Alexandratos & Bruinsma, 2012). چنین شرایطی نشان می‌دهد که بدون استفاده از فناوری‌های نوین آبیاری، تأمین نیازهای غذایی جمعیت رو به رشد جهان با چالش‌های جدی مواجه خواهد شد. همچنین، نابرابری در دسترسی به منابع آب و

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد مطالعات منطقه ای اروپا. دانشگاه تهران. تهران. ایران (hamid.sarfi@ut.ac.ir)

نقش و جایگاه مقررات بین‌المللی در این حوزه ضروری به نظر می‌رسد. این مطالعه با بررسی چالش‌ها و فرصت‌های موجود، می‌تواند به ارائه راهکارهایی برای بهبود اثربخشی مقررات سازمان تجارت جهانی در انتقال فناوری‌های نوین آبیاری کمک کند (Keohane & Victor, 2011).

سؤال اصلی این پژوهش آن است که مقررات سازمان تجارت جهانی چه نقشی در توسعه و پیشبرد طرح‌های نوین آبیاری کشاورزی ایفا می‌کند و چه چالش‌هایی در این مسیر وجود دارد. در پاسخ به این سؤال، مطالعه حاضر با رویکردی کیفی و با استفاده از روش تحلیل اسنادی و محتوایی، به بررسی ابعاد مختلف موضوع می‌پردازد. یافته‌های این پژوهش می‌تواند به درک بهتر نقش مقررات بین‌المللی در توسعه فناوری‌های نوین آبیاری و ارائه راهکارهایی برای بهبود همکاری‌های بین‌المللی در این حوزه کمک کند. علاوه بر این، نتایج این مطالعه می‌تواند برای سیاست‌گذاران، پژوهشگران و فعالان حوزه آب و کشاورزی در تدوین راهبردهای مؤثر برای توسعه و انتقال فناوری‌های نوین آبیاری مفید باشد. تحلیل‌های این پژوهش همچنین می‌تواند به شناسایی خلأهای موجود در مقررات فعلی و ارائه پیشنهادهایی برای اصلاح و بهبود آنها منجر شود.

### پیشینه پژوهش

مطالعات متعددی در زمینه تأثیر نظام تجارت جهانی بر مدیریت منابع آب انجام شده است. در این مطالعات نشان داده شده که نظام تجارت جهانی با تغییر الگوهای تولید و مصرف محصولات کشاورزی، تأثیر قابل توجهی بر شیوه‌های مدیریت آب در سطح بین‌المللی داشته است. نتایج این پژوهش‌ها حاکی از آن است که آزادسازی تجاری می‌تواند به توزیع کارآمدتر منابع آب در مقیاس جهانی کمک کند. با این حال، این مطالعات به نقش مقررات در انتقال فناوری توجه کمتری داشته‌اند (Rosegrant & Cline, 2003).

بررسی‌های انجام شده در حوزه نقش نهادهای بین‌المللی در مدیریت منابع آب نشان می‌دهد که همکاری‌های بین‌المللی نقش کلیدی در مدیریت پایدار منابع آب دارد. مطالعات در این زمینه بر اهمیت ایجاد چارچوب‌های نهادی برای تسهیل همکاری‌های فناورانه تأکید کرده و نشان داده‌اند که بدون وجود این چارچوب‌ها، دستیابی به اهداف توسعه پایدار در حوزه آب دشوار خواهد بود. همچنین این پژوهش‌ها بر ضرورت تقویت سازوکارهای حمایتی از کشورهای در حال توسعه تأکید دارند (Gleick & Palaniappan, 2010).

مطالعات انجام شده در حوزه فناوری‌های نوین آبیاری نشان می‌دهد که دسترسی به این فناوری‌ها در سطح جهانی نامتوازن است. بررسی‌ها نشان می‌دهد موانع متعددی از جمله محدودیت‌های مالی و فنی، چالش‌های نهادی و کمبود نیروی انسانی متخصص در مسیر

مدیریت آب نقش مهمی ایفا می‌کند. بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد که پس از اجرای موافقت‌نامه حقوق مالکیت معنوی این سازمان، میزان همکاری‌های فناورانه در حوزه مدیریت آب میان کشورهای عضو به طور چشمگیری افزایش یافته است (Hoekman & Mavroidis, 2015). عملکرد این سازمان در تسهیل انتقال فناوری از طریق کاهش تعرفه‌های تجاری تجهیزات آبیاری، حمایت از حقوق مالکیت معنوی و ایجاد چارچوب‌های قانونی برای همکاری‌های فناورانه، منجر به افزایش قابل توجه سرمایه‌گذاری‌های مشترک در این حوزه شده است. به طوری که طبق آمار، پس از عضویت در این سازمان، کشورهای در حال توسعه توانسته‌اند دسترسی بیشتری به فناوری‌های نوین آبیاری پیدا کنند (Loftus, 2023). با این وجود، پیچیدگی روابط بین‌المللی، تعارض منافع کشورها و موانع ساختاری موجود در نظام تجارت جهانی، چالش‌هایی را در مسیر اثربخشی این مقررات ایجاد کرده است. این چالش‌ها به ویژه در شرایط بحران‌های جهانی مانند تغییرات اقلیمی و همه‌گیری‌های جهانی، اهمیت بیشتری پیدا می‌کنند (Hoekman & Mavroidis, 2015).

امنیت غذایی و مدیریت پایدار منابع آب به‌عنوان دو چالش مهم قرن حاضر، ارتباط تنگاتنگی با یکدیگر دارند. افزایش تقاضای جهانی برای مواد غذایی و محدودیت منابع آب، ضرورت بازنگری در الگوهای تولید و مصرف را دو چندان کرده است. مطالعات نشان می‌دهد که بدون تغییر در شیوه‌های فعلی مدیریت آب کشاورزی، تا سال ۲۰۵۰ حدود ۶۰ درصد از مناطق تولید محصولات کشاورزی با تنش آبی شدید مواجه خواهند شد. این وضعیت به ویژه در مناطقی که با محدودیت منابع آب مواجه هستند، می‌تواند به بحران‌های اجتماعی و اقتصادی گسترده‌ای منجر شود. در این میان، توسعه همکاری‌های بین‌المللی و انتقال فناوری‌های نوین آبیاری می‌تواند نقش مهمی در کاهش این چالش‌ها داشته باشد. همچنین، یکپارچه‌سازی سیاست‌های آب و کشاورزی در سطح بین‌المللی و تقویت نهادهای چندجانبه، از جمله راهکارهای اساسی برای مقابله با چالش‌های پیش رو محسوب می‌شود (Gleick & Palaniappan, 2010).

پژوهش حاضر با هدف بررسی نقش مقررات سازمان تجارت جهانی در توسعه فناوری‌های نوین آبیاری انجام شده است. این مطالعه با بهره‌گیری از نظریه وابستگی متقابل پیچیده، به تحلیل ساختارهای حقوقی و نهادی موجود در نظام تجارت جهانی می‌پردازد. اهمیت این پژوهش از آنجا ناشی می‌شود که علی‌رغم نقش کلیدی سازمان تجارت جهانی در تسهیل انتقال فناوری، تاکنون مطالعه جامعی درباره تأثیر مقررات این سازمان بر توسعه فناوری‌های نوین آبیاری انجام نشده است. همچنین، با توجه به روند فزاینده بحران آب در جهان و اهمیت روزافزون فناوری‌های نوین آبیاری، درک بهتر

رسمی میان دولت‌ها، سازمان‌های بین‌المللی، و شبکه‌های غیررسمی انتقال فناوری، نقش مهمی در توسعه و انتشار فناوری‌های نوین آبیاری ایفا می‌کنند. همچنین، ارتباط تنگاتنگ میان مسائل آب، غذا، انرژی و محیط زیست، نشان‌دهنده فقدان سلسله‌مراتب میان موضوعات و پیچیدگی روابط در این حوزه است (Lake, 2018).

در این پژوهش، نظریه وابستگی متقابل پیچیده به‌عنوان چارچوبی برای تبیین روابط علی-معلولی میان مقررات سازمان تجارت جهانی و توسعه فناوری‌های نوین آبیاری انتخاب شده است. در این روابط علی-معلولی، مقررات سازمان تجارت جهانی به‌عنوان متغیر مستقل، از طریق سازوکارهای متعدد مانند تنظیم قواعد انتقال فناوری، حمایت از حقوق مالکیت معنوی و تسهیل سرمایه‌گذاری‌های مشترک، بر توسعه و انتشار فناوری‌های نوین آبیاری به‌عنوان متغیر وابسته تأثیر می‌گذارد. در این میان، عواملی چون ظرفیت‌های نهادی کشورها، سطح توسعه‌یافتگی و دسترسی به منابع مالی، نقش متغیرهای میانجی را ایفا می‌کنند (Keohane & Victor, 2011).

در چارچوب این نظریه، مقررات سازمان تجارت جهانی را می‌توان به‌عنوان بخشی از یک رژیم پیچیده بین‌المللی در نظر گرفت که هدف آن تسهیل همکاری‌های چندجانبه در حوزه فناوری و تجارت است. این رژیم از طریق ایجاد قواعد و هنجارهای مشترک، به کاهش عدم قطعیت و هزینه‌های مبادله در روابط بین‌المللی کمک می‌کند. مطالعات نشان می‌دهد که وجود چنین رژیم‌هایی به ویژه در شرایط افزایش وابستگی متقابل، برای مدیریت مؤثر چالش‌های جهانی ضروری است (Keohane & Nye Jr, 1998).

یکی از مهمترین جنبه‌های نظریه وابستگی متقابل پیچیده، تأکید بر نقش سازمان‌های بین‌المللی در مدیریت روابط متقابل میان کشورهاست. این سازمان‌ها با ایجاد چارچوب‌های نهادی برای همکاری، تسهیل مذاکرات چندجانبه و حل و فصل اختلافات، نقش مهمی در تنظیم روابط بین‌المللی ایفا می‌کنند. در حوزه فناوری‌های نوین آبیاری، سازمان تجارت جهانی از طریق تنظیم مقررات انتقال فناوری، حمایت از حقوق مالکیت معنوی و تسهیل سرمایه‌گذاری‌های مشترک، به تقویت همکاری‌های بین‌المللی کمک می‌کند (Wilson, 2024).

وابستگی متقابل در حوزه آب و کشاورزی به ویژه از طریق مفهوم "آب مجازی" قابل درک است. تجارت محصولات کشاورزی در واقع به معنای تجارت آب مجازی است و کشورها از این طریق به یکدیگر وابسته می‌شوند. این وابستگی متقابل نیاز به همکاری در زمینه توسعه و انتقال فناوری‌های کارآمد آبیاری را افزایش می‌دهد. مطالعات نشان می‌دهد که کشورهای دارای محدودیت منابع آب، به طور فزاینده‌ای به واردات محصولات آب‌بر و فناوری‌های مدیریت آب وابسته می‌شوند (Heucher et al., 2024).

در عین حال، نظریه وابستگی متقابل پیچیده به مفهوم

دستیابی کشورهای در حال توسعه به فناوری‌های نوین وجود دارد. این مطالعات همچنین بر نقش کلیدی انتقال فناوری در کاهش شکاف موجود میان کشورها تأکید دارند (Evans & Sadler, 2008). پژوهش‌های اخیر با تمرکز بر تأثیر تغییرات اقلیمی بر نظام‌های مدیریت آب نشان داده‌اند که این تغییرات، نیاز به همکاری‌های بین‌المللی در زمینه مدیریت آب را دوجندان کرده است. نتایج مطالعات حاکی از آن است که بدون تقویت همکاری‌های بین‌المللی و انتقال فناوری، مقابله با چالش‌های ناشی از تغییرات اقلیمی در حوزه مدیریت آب امکان‌پذیر نخواهد بود (Liu et al., 2017).

بررسی مطالعات در زمینه نقش حقوق مالکیت معنوی در انتقال فناوری نشان می‌دهد که نظام حقوق مالکیت معنوی می‌تواند هم تسهیل‌کننده و هم مانع انتقال فناوری باشد. نتایج پژوهش‌ها حاکی از آن است که طراحی نظام‌های حمایت از مالکیت معنوی باید به گونه‌ای باشد که ضمن حفاظت از حقوق مخترعان، دسترسی کشورهای در حال توسعه به فناوری‌های ضروری را نیز تسهیل کند (Hoekman & Mavroidis, 2015).

مرور پیشینه پژوهش نشان می‌دهد که علی‌رغم مطالعات گسترده در زمینه مدیریت آب و نقش نهادهای بین‌المللی، تاکنون مطالعه جامعی درباره تأثیر مقررات سازمان تجارت جهانی بر توسعه فناوری‌های نوین آبیاری انجام نشده است. بررسی‌ها نشان می‌دهد که برای درک بهتر نقش این سازمان در توسعه فناوری‌های آبیاری، نیاز به مطالعات جامع‌تر و عمیق‌تری در این حوزه وجود دارد (Davis et al., 2017).

## چارچوب نظری

نظریه وابستگی متقابل پیچیده به‌عنوان یکی از مهمترین رویکردهای نظری در تحلیل روابط بین‌الملل، چارچوب مناسبی برای درک نقش مقررات سازمان تجارت جهانی در حوزه فناوری‌های نوین آبیاری فراهم می‌کند (Ikenberry, 2018). این نظریه با تأکید بر اهمیت روابط چندبعدی و پیچیده میان بازیگران بین‌المللی، نشان می‌دهد که چگونه وابستگی متقابل در حوزه‌های مختلف اقتصادی، فناوری و زیست‌محیطی، الگوهای همکاری و رقابت در عرصه بین‌المللی را شکل می‌دهد. مطالعات نشان می‌دهد که در عصر حاضر، هیچ کشوری به تنهایی قادر به مقابله با چالش‌های جهانی مانند بحران آب و امنیت غذایی نیست و نیاز به همکاری‌های بین‌المللی بیش از پیش احساس می‌شود. نظریه وابستگی متقابل پیچیده بر سه ویژگی اصلی تأکید دارد: وجود کانال‌های متعدد ارتباطی میان جوامع، فقدان سلسله‌مراتب میان موضوعات، و کاهش اهمیت قدرت نظامی. این ویژگی‌ها در حوزه مدیریت منابع آب و فناوری‌های آبیاری نیز به خوبی قابل مشاهده است. کانال‌های متعدد ارتباطی شامل روابط

می‌کند (Fader et al., 2013).

فرآیند پژوهش در چهار مرحله اصلی انجام شده است: نخست، جمع‌آوری و غربالگری اسناد و منابع مرتبط با موضوع؛ دوم، کدگذاری و طبقه‌بندی موضوعی داده‌ها؛ سوم، تحلیل و تفسیر یافته‌ها؛ و چهارم، تدوین نتایج و پیشنهادها. در مرحله جمع‌آوری داده‌ها، از پایگاه‌های داده معتبر علمی و بایگانی‌های سازمان‌های بین‌المللی استفاده شده است. معیارهای انتخاب منابع شامل اعتبار علمی، روزآمد بودن و ارتباط مستقیم با موضوع پژوهش بوده است (Wichelms, 2010).

اعتبارسنجی یافته‌ها از طریق مثلث‌سازی داده‌ها و استفاده از منابع متنوع انجام شده است. همچنین، برای افزایش اعتبار تحلیل‌ها، از روش مقایسه مستمر و بازبینی یافته‌ها استفاده شده است. در این راستا، یافته‌های حاصل از تحلیل اسناد مختلف با یکدیگر مقایسه و تطبیق داده شده‌اند. این رویکرد به افزایش دقت و اعتبار نتایج پژوهش کمک کرده است (Tilman et al., 2011).

محدودیت‌های روش شناختی این پژوهش شامل عدم دسترسی به برخی اسناد محرمانه و داده‌های داخلی سازمان‌ها، و همچنین محدودیت در تعمیم‌پذیری یافته‌ها به دلیل ماهیت کیفی پژوهش است. با این حال، استفاده از منابع متنوع و معتبر و بهره‌گیری از روش‌های مختلف تحلیل، به کاهش این محدودیت‌ها کمک کرده است. نوآوری روش شناختی این پژوهش در ترکیب تحلیل اسنادی و محتوایی برای درک عمیق نقش مقررات بین‌المللی در توسعه فناوری‌های نوین آبیاری است (Liu et al., 2017).

به‌منظور روشن‌سازی مسیر انجام پژوهش و درک بهتر فرآیند روش شناختی، مراحل و گام‌های اصلی در شکل (۱) ارائه شده است. این شکل نشان می‌دهد که پژوهش حاضر با رویکرد کیفی آغاز شده و از طریق گردآوری و تحلیل اسناد مختلف شامل موافقتنامه‌های سازمان تجارت جهانی، گزارش‌های رسمی سازمان‌های بین‌المللی، پژوهش‌های علمی و اسناد سیاستی انجام شده است. داده‌های گردآوری شده پس از کدگذاری و طبقه‌بندی موضوعی، با روش‌های تحلیل اسنادی و تحلیل محتوای کیفی مورد بررسی قرار گرفته و اعتبار یافته‌ها از طریق مثلث‌سازی داده‌ها و مقایسه مستمر تضمین شده است. در نهایت، نتایج و پیشنهادها پژوهش تدوین شده است.

## نتایج و بحث

یافته‌های پژوهش در سه محور اصلی شامل تحلیل ساختار حقوقی-نهادی، بررسی سازوکارهای اجرایی و تحلیل فرصت‌های همکاری ارائه می‌شود. تحلیل داده‌های گردآوری شده از موافقتنامه‌ها و اسناد مختلف نشان می‌دهد که مقررات سازمان تجارت جهانی در حوزه فناوری‌های نوین آبیاری دارای ابعاد و پیچیدگی‌های متعددی است که نیازمند بررسی دقیق و همه‌جانبه است.

"آسیب‌پذیری متقابل" نیز توجه دارد. این مفهوم نشان می‌دهد که چگونه وابستگی متقابل می‌تواند به ایجاد روابط نامتقارن و نابرابر منجر شود. در حوزه فناوری‌های نوین آبیاری، این نابرابری در قالب شکاف فناوری میان کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه نمود پیدا می‌کند. این وضعیت ضرورت توجه به سازوکارهای حمایتی و تقویت ظرفیت‌های داخلی کشورهای در حال توسعه را برجسته می‌سازد (Barnett & Duvall, 2005).

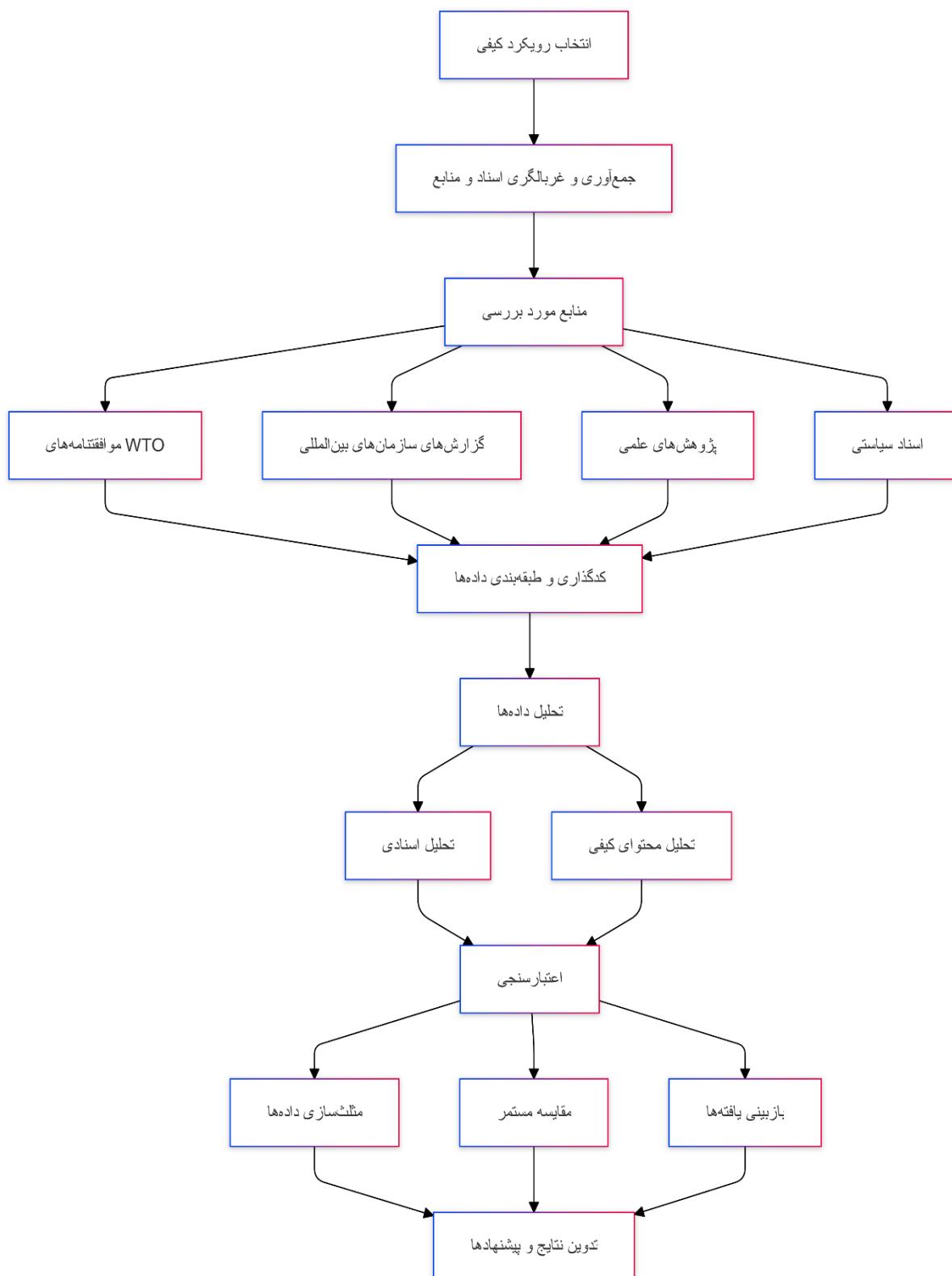
بر اساس این نظریه، موفقیت در مدیریت چالش‌های جهانی مانند بحران آب، نیازمند همکاری مؤثر میان بازیگران مختلف بین‌المللی است. در این میان، نقش مقررات و نهادهای بین‌المللی در تسهیل این همکاری‌ها و ایجاد توازن میان منافع متعارض بازیگران مختلف حائز اهمیت است. به این ترتیب، نظریه وابستگی متقابل پیچیده چارچوب مناسبی برای تحلیل نقش مقررات سازمان تجارت جهانی در توسعه فناوری‌های نوین آبیاری و درک پیچیدگی‌های موجود در این حوزه فراهم می‌کند (Ikenberry, 2018).

## روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر با رویکرد کیفی و با استفاده از روش تحلیل اسنادی و تحلیل محتوا انجام شده است. انتخاب رویکرد کیفی به دلیل ماهیت پیچیده روابط بین‌المللی در حوزه آب و کشاورزی و نیاز به درک عمیق سازوکارهای موجود در نظام تجارت جهانی صورت گرفته است. مطالعات نشان می‌دهد که رویکرد کیفی در تحلیل مقررات بین‌المللی و تأثیر آنها بر انتقال فناوری، امکان شناسایی الگوها و روندهای پنهان را فراهم می‌کند (Perry, 2011).

در این پژوهش، از روش تحلیل اسنادی برای بررسی منابع معتبر بین‌المللی شامل موافقتنامه‌های سازمان تجارت جهانی، گزارش‌های رسمی سازمان‌های بین‌المللی، پژوهش‌های علمی و اسناد سیاستی استفاده شده است. این روش امکان بررسی نظام‌مند مقررات و سازوکارهای موجود در حوزه انتقال فناوری‌های نوین آبیاری را فراهم می‌کند. همچنین، با استفاده از تحلیل اسنادی می‌توان روند تحولات تاریخی و تغییرات در رویکردهای سیاستی را مورد بررسی قرار داد. مطالعات نشان می‌دهد که تحلیل اسنادی در مطالعات مربوط به مدیریت منابع آب، روشی کارآمد برای درک پویایی نظام‌های بین‌المللی است (Döll et al., 2014).

تحلیل محتوای کیفی به‌عنوان روش دیگر این پژوهش، امکان شناسایی مضامین و الگوهای اصلی در اسناد و مقررات مورد بررسی را فراهم می‌کند. در این روش، مقررات سازمان تجارت جهانی و سایر اسناد مرتبط با فناوری‌های نوین آبیاری، از طریق کدگذاری و طبقه‌بندی موضوعی مورد تحلیل قرار گرفته‌اند. این رویکرد به شناسایی ساختارهای معنایی و روابط میان مفاهیم مختلف کمک



شکل ۱- روش پژوهش

## تحلیل ساختار حقوقی-نهادی

ساختار حقوقی-نهادی حاکم بر مقررات سازمان تجارت جهانی در حوزه فناوری‌های نوین آبیاری، مجموعه‌ای پیچیده از قوانین، موافقتنامه‌ها و سازوکارهای اجرایی را شامل می‌شود. بررسی‌ها نشان می‌دهد که این ساختار در چهار سطح اصلی شامل موافقتنامه‌های بنیادین، مقررات فنی و استانداردها، حقوق مالکیت معنوی، و سازوکارهای حل اختلاف عمل می‌کند. موافقتنامه کشاورزی سازمان تجارت جهانی به‌عنوان یکی از مهمترین اسناد در این حوزه، چارچوب کلی برای تنظیم روابط تجاری در بخش کشاورزی را تعیین می‌کند (Mavroidis, 2016).

مقررات فنی و استانداردهای بین‌المللی نقش مهمی در تضمین کیفیت و ایمنی فناوری‌های نوین آبیاری دارند. این استانداردها ضمن حمایت از سلامت عمومی و محیط زیست، چارچوب‌های لازم برای تولید و انتقال فناوری‌های آبیاری را تعیین می‌کنند. مطالعات نشان می‌دهد که کشورهای در حال توسعه برای انطباق با این استانداردها با چالش‌های جدی مواجه هستند. با این حال، وجود سازوکارهای حمایتی و دوره‌های انتقالی، امکان تطبیق تدریجی با استانداردها را برای این کشورها فراهم می‌کند (Turrall et al., 2011).

نظام حقوق مالکیت معنوی در سازمان تجارت جهانی نقش دوگانه‌ای در توسعه فناوری‌های نوین آبیاری ایفا می‌کند. این نظام با حمایت از حقوق مخترعان و نوآوران، انگیزه لازم برای سرمایه‌گذاری در توسعه فناوری‌های جدید را فراهم می‌کند. همزمان، هزینه‌های بالای دستیابی به فناوری‌های تحت حمایت می‌تواند دسترسی کشورهای در حال توسعه به این فناوری‌ها را محدود کند. با این وجود، انعطاف‌پذیری‌های موجود در نظام حقوق مالکیت معنوی، مانند صدور مجوزهای قانونی و انتقال اجباری فناوری در شرایط خاص، می‌تواند به تسهیل دسترسی به فناوری‌های ضروری کمک کند (Rosegrant & Cline, 2003).

سازوکارهای حل اختلاف در سازمان تجارت جهانی یکی از مهمترین ابزارهای تضمین اجرای مقررات مربوط به انتقال فناوری محسوب می‌شود. مطالعات نشان می‌دهد که این سازوکارها نقش مهمی در حل و فصل اختلافات مربوط به انتقال فناوری‌های نوین آبیاری و حمایت از حقوق کشورهای در حال توسعه ایفا می‌کنند. با این حال، پیچیدگی فرآیندهای حقوقی و هزینه‌های بالای طرح دعوی در این نظام، استفاده از این سازوکارها را برای بسیاری از کشورهای در حال توسعه دشوار می‌سازد (Alexandratos & Bruinsma, 2012).

## بررسی سازوکارهای اجرایی

سازوکارهای اجرایی سازمان تجارت جهانی در حوزه فناوری‌های

نوین آبیاری شامل طیف گسترده‌ای از ابزارها و روش‌ها برای تسهیل انتقال فناوری است. یکی از مهمترین این سازوکارها، نظام یکپارچه نظارت بر تجارت فناوری است که امکان ردیابی و ارزیابی جریان‌های انتقال فناوری را فراهم می‌کند. این نظام با جمع‌آوری و تحلیل داده‌های مربوط به تجارت فناوری، به شناسایی موانع و چالش‌های موجود در مسیر انتقال فناوری کمک می‌کند (Mueller et al., 2012).

سامانه اطلاع‌رسانی و شفافیت در سازمان تجارت جهانی نقش مهمی در تسهیل دسترسی به اطلاعات مربوط به فناوری‌های نوین آبیاری دارد. این سامانه با ایجاد پایگاه‌های داده جامع و به‌روز، امکان دسترسی کشورهای عضو به اطلاعات مربوط به فناوری‌های موجود، استانداردها و مقررات فنی را فراهم می‌کند. مطالعات نشان می‌دهد که شفافیت اطلاعات نقش مهمی در کاهش هزینه‌های مبادله و تسهیل همکاری‌های بین‌المللی در حوزه فناوری دارد (Hoffman & Girvan, 1990).

سازوکارهای حمایتی سازمان تجارت جهانی برای کشورهای در حال توسعه شامل تسهیلات مالی، کمک‌های فنی و برنامه‌های ظرفیت‌سازی است. این سازوکارها با هدف کاهش شکاف فناوری میان کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه طراحی شده‌اند. تجربه نشان می‌دهد که موفقیت این برنامه‌ها به عواملی مانند تعهد سیاسی، ظرفیت‌های نهادی و منابع مالی در دسترس بستگی دارد (Poff et al., 2016).

## تحلیل فرصت‌های همکاری

همکاری‌های بین‌المللی در زمینه فناوری‌های نوین آبیاری از طریق سازوکارهای متعددی در سازمان تجارت جهانی تسهیل می‌شود. مهمترین این فرصت‌ها شامل پروژه‌های مشترک تحقیق و توسعه، برنامه‌های انتقال دانش فنی، و همکاری‌های منطقه‌ای است. مطالعات نشان می‌دهد که این همکاری‌ها نقش مهمی در توسعه ظرفیت‌های فنی و نوآوری در کشورهای در حال توسعه ایفا می‌کنند (Zhang et al., 2015).

سرمایه‌گذاری مشترک در توسعه فناوری‌های نوین آبیاری یکی از مهمترین فرصت‌های همکاری محسوب می‌شود. این نوع همکاری‌ها امکان تقسیم ریسک و هزینه‌های توسعه فناوری را فراهم می‌کند. تجربیات موفق در این زمینه نشان می‌دهد که سرمایه‌گذاری مشترک می‌تواند به انتقال مؤثر دانش فنی و توسعه ظرفیت‌های محلی منجر شود (Barrett et al., 2021).

شبکه‌های نوآوری و انتقال فناوری که تحت نظارت سازمان تجارت جهانی فعالیت می‌کنند، فرصت‌های ارزشمندی برای تبادل تجربیات و دانش فنی فراهم می‌کنند. این شبکه‌ها با ایجاد ارتباط

و متخصص است. در این راستا، توسعه برنامه‌های آموزشی مشترک، برگزاری دوره‌های تخصصی و تسهیل تبادل دانشجویان و محققان می‌تواند به ارتقاء سطح دانش و مهارت در کشورهای توسعه کمک کند (Rockström et al., 2017).

برای درک بهتر روابط میان یافته‌های پژوهش و نحوه تأثیرگذاری مقررات سازمان تجارت جهانی بر توسعه فناوری‌های نوین آبیاری در ایران، نتایج در قالب شکل (۲) ترسیم شده است. این شکل نشان می‌دهد که چگونه مقررات این سازمان از طریق سه چارچوب اصلی شامل ساختار حقوقی-نهادی، سازوکارهای اجرایی و فرصت‌های همکاری، بر توسعه فناوری‌های نوین آبیاری در مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران تأثیر می‌گذارد.

همان‌طور که در شکل (۲) نشان داده شده است، هر یک از این چارچوب‌ها دارای زیرمجموعه‌های مشخصی است که در نهایت به مصادیق عملی در ایران منتهی می‌شوند. مصادیق عملی شامل نمونه‌های موفق اجرا شده مانند سامانه‌های آبیاری تحت فشار و کشت‌های گلخانه‌ای است، در حالی که چالش‌های اجرایی نیز به‌طور مشخص در قالب محدودیت‌های تحریمی، ضعف زیرساخت‌ها و کمبود منابع مورد توجه قرار گرفته‌اند.

برای درک بهتر ساختار حقوقی-نهادی که در شکل (۲) نشان داده شده است، باید به سه موافقت‌نامه کلیدی سازمان تجارت جهانی در حوزه فناوری‌های نوین آبیاری توجه کرد: موافقت‌نامه کشاورزی که چارچوب کلی تجارت محصولات کشاورزی را تنظیم می‌کند<sup>۱</sup>، موافقت‌نامه موانع فنی تجارت که به تنظیم استانداردهای فنی و الزامات ارزیابی انطباق می‌پردازد<sup>۲</sup>، و موافقت‌نامه جنبه‌های تجاری حقوق مالکیت معنوی که چارچوب حمایت از حقوق مالکیت معنوی در تجارت بین‌الملل را مشخص می‌کند<sup>۳</sup>. این سه موافقت‌نامه در کنار یکدیگر، بستر حقوقی لازم برای انتقال و توسعه فناوری‌های نوین آبیاری را فراهم می‌کنند.

یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که نقش مقررات سازمان تجارت جهانی در توسعه و پیشبرد طرح‌های نوین آبیاری کشاورزی، پیچیده‌تر از آن است که در مطالعات پیشین مطرح شده است. این پیچیدگی از آنجا ناشی می‌شود که انتقال فناوری‌های نوین آبیاری، علاوه بر ابعاد فنی و اقتصادی، با مسائل سیاسی و اجتماعی نیز گره خورده است. تجربه نشان می‌دهد که موفقیت در انتقال این فناوری‌ها، مستلزم هماهنگی میان سطوح مختلف تصمیم‌گیری، از سطح محلی تا بین‌المللی است. همچنین، تفاوت در سطح توسعه‌یافتگی و ظرفیت‌های نهادی کشورها، چالش‌های متعددی را در مسیر اجرای

میان مراکز تحقیقاتی، شرکت‌های فناوری و نهادهای دولتی، به تسریع فرآیند توسعه و انتشار فناوری‌های نوین آبیاری کمک می‌کنند (Fuglie et al., 2024).

### راهکارهای عملیاتی

توسعه زیرساخت‌های حقوقی و نهادی یکی از مهمترین راهکارهای عملیاتی برای بهبود اثربخشی مقررات سازمان تجارت جهانی در حوزه فناوری‌های نوین آبیاری است. تجربیات جهانی نشان می‌دهد که تقویت نظام‌های حقوقی ملی، توسعه ظرفیت‌های نظارتی و ایجاد نهادهای تخصصی می‌تواند به افزایش توانایی کشورها در جذب و بومی‌سازی فناوری‌های نوین کمک کند. این امر به ویژه برای کشورهای در حال توسعه که با محدودیت‌های نهادی مواجه هستند، اهمیت ویژه‌ای دارد (Reardon et al., 2024).

تقویت سازوکارهای مالی و اعتباری برای حمایت از انتقال فناوری راهکار دیگری است که می‌تواند به توسعه فناوری‌های نوین آبیاری کمک کند. مطالعات نشان می‌دهد که ایجاد صندوق‌های تخصصی، ارائه تسهیلات اعتباری کم‌بهره و توسعه سازوکارهای تأمین مالی نوآورانه می‌تواند به کاهش موانع مالی در مسیر دستیابی به فناوری‌های پیشرفته آبیاری منجر شود. در این راستا، تجربه برخی کشورها در استفاده از روش‌های تأمین مالی ترکیبی و مشارکت بخش خصوصی قابل توجه است (Kramer, 2023).

توسعه همکاری‌های منطقه‌ای و ایجاد مراکز تخصصی انتقال فناوری از دیگر راهکارهای مؤثر در این حوزه است. این مراکز می‌توانند با فراهم کردن زیرساخت‌های لازم برای آموزش، پژوهش و توسعه فناوری، نقش مهمی در ارتقاء ظرفیت‌های فنی کشورهای در حال توسعه ایفا کنند. تجربه موفق برخی مناطق در ایجاد شبکه‌های همکاری منطقه‌ای نشان می‌دهد که این رویکرد می‌تواند به تسریع فرآیند انتقال و بومی‌سازی فناوری کمک کند (Barrett et al., 2021).

بهبود نظام مدیریت دانش و اطلاعات فناوری راهکار عملیاتی دیگری است که می‌تواند به توسعه فناوری‌های نوین آبیاری کمک کند. ایجاد پایگاه‌های داده جامع، توسعه سامانه‌های اطلاع‌رسانی و تقویت شبکه‌های تبادل دانش می‌تواند به کاهش هزینه‌های جستجو و دستیابی به فناوری‌های مناسب منجر شود. همچنین، استفاده از فناوری‌های نوین مانند هوش مصنوعی و تحلیل داده‌های کلان می‌تواند به بهبود فرآیند تصمیم‌گیری در حوزه انتقال فناوری کمک کند (Thornton et al., 2018).

تقویت ظرفیت‌های انسانی و مهارتی از طریق برنامه‌های آموزشی و تبادل متخصصان نیز راهکار مهم دیگری است. موفقیت در انتقال و بومی‌سازی فناوری‌های نوین آبیاری مستلزم وجود نیروی انسانی ماهر

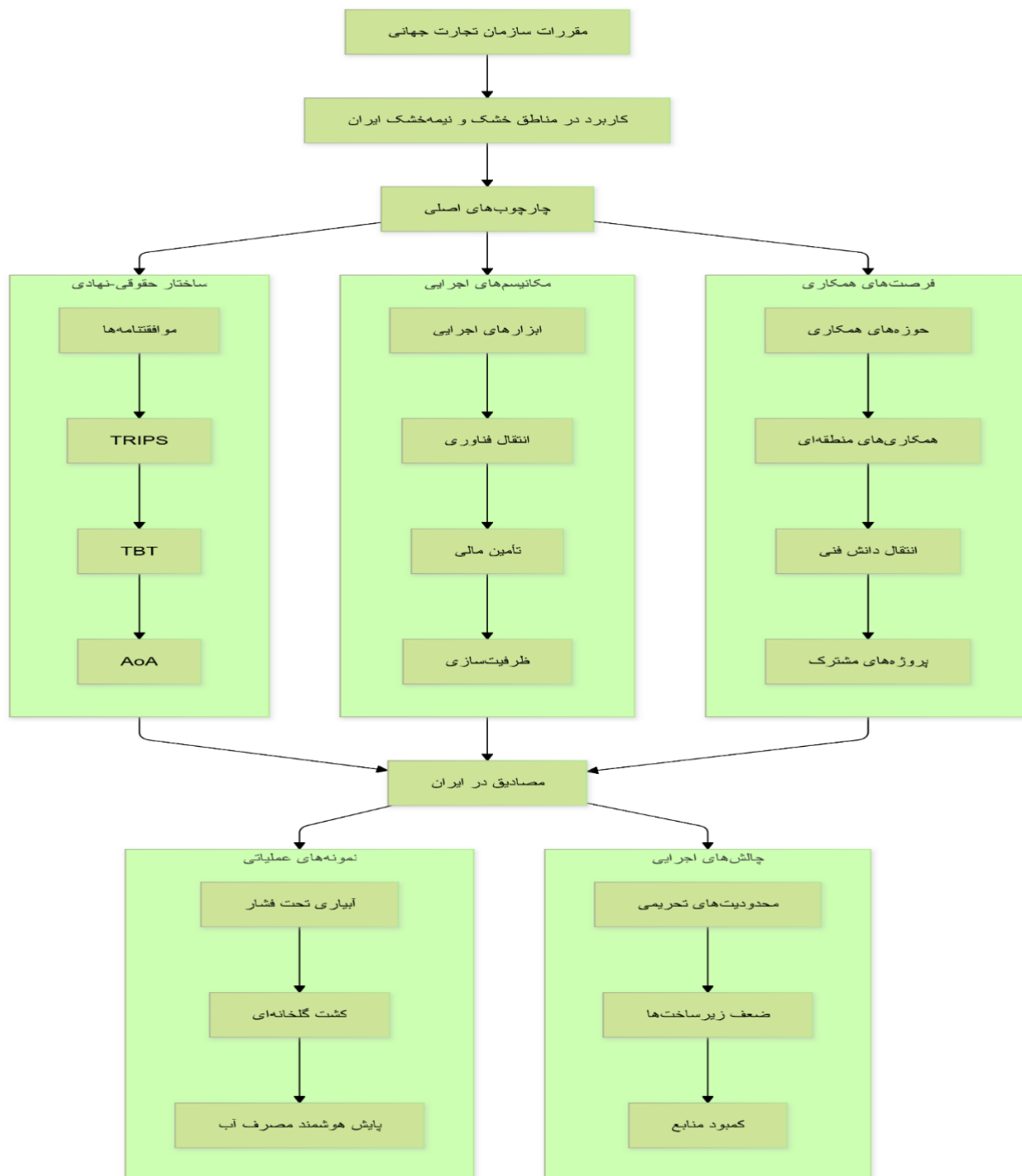
1- (Agreement on Agriculture - AOA)

2- (Agreement on Technical Barriers to Trade - TBT)

3- (Agreement on Trade-Related Aspects of Intellectual Property Rights - TRIPS)

می‌سازد که صرف وجود چارچوب‌های قانونی برای تضمین انتقال مؤثر فناوری کافی نیست. شواهد نشان می‌دهد که کشورهای در حال توسعه علی‌رغم وجود مقررات حمایتی، همچنان با موانع جدی در دستیابی به فناوری‌های نوین آبیاری مواجه هستند.

مؤثر مقررات ایجاد کرده است. این یافته با نتایج مطالعات قبلی در زمینه نقش سازمان‌های بین‌المللی در انتقال فناوری همخوانی دارد (Clapp, 2017).  
تحلیل عملکرد سازوکارهای اجرایی سازمان تجارت جهانی آشکار



شکل ۲- کاربرد مقررات سازمان تجارت جهانی در مناطق خشک و نیمه خشک ایران

نیازمند چارچوب‌های حقوقی و مقرراتی جدیدی هستند. مطالعات نشان می‌دهد که مقررات فعلی سازمان تجارت جهانی برای پوشش ابعاد مختلف این فناوری‌ها کافی نیست. به علاوه، شکاف دیجیتالی موجود میان کشورها می‌تواند به تشدید نابرابری در دسترسی به فناوری‌های نوین آبیاری منجر شود (Liu et al., 2021).

محدودیت‌های این پژوهش شامل دشواری در دسترسی به برخی داده‌ها و اطلاعات محرمانه، و همچنین پیچیدگی روابط علی و معلولی در حوزه انتقال فناوری است. با این حال، استفاده از رویکرد کیفی و تحلیل عمیق اسناد موجود، امکان درک بهتر پویایی‌های موجود در این حوزه را فراهم کرده است. برای پژوهش‌های آتی پیشنهاد می‌شود به بررسی دقیق‌تر تأثیر فناوری‌های نوظهور بر مقررات تجارت بین‌الملل و نقش سازمان‌های بین‌المللی در مدیریت این تحولات پرداخته شود (Liu et al., 2017).

### نتیجه‌گیری

این پژوهش با هدف بررسی جایگاه مقررات سازمان تجارت جهانی در پیشبرد طرح‌های نوین آبیاری کشاورزی انجام شده است. یافته‌های پژوهش حاکی از آن است که مقررات این سازمان نقش دوگانه‌ای در توسعه و انتقال فناوری‌های نوین آبیاری ایفا می‌کند. از یک سو، این مقررات با ایجاد چارچوب‌های حقوقی و نهادی لازم، زمینه را برای همکاری‌های بین‌المللی و انتقال فناوری فراهم می‌کند. از سوی دیگر، پیچیدگی‌های موجود در این مقررات و تعارض منافع میان کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه، موانعی را در مسیر دستیابی به فناوری‌های نوین آبیاری ایجاد کرده است. تحلیل‌ها آشکار می‌سازد که اثربخشی مقررات سازمان تجارت جهانی در حوزه فناوری‌های نوین آبیاری تحت تأثیر عوامل متعددی قرار دارد. مهمترین این عوامل عبارتند از: سطح توسعه‌یافتگی کشورها، ظرفیت‌های نهادی و فنی، منابع مالی در دسترس، و توانمندی‌های مدیریتی. در این میان، تجربه کشورهای موفق بیانگر آن است که بهره‌برداری مؤثر از ظرفیت‌های موجود در مقررات سازمان تجارت جهانی، مستلزم توسعه همزمان قابلیت‌های داخلی و تقویت همکاری‌های بین‌المللی است. یکی از مهمترین یافته‌های این پژوهش گویای آن است که موفقیت در انتقال فناوری‌های نوین آبیاری نیازمند رویکردی جامع و چندبعدی است. این رویکرد باید علاوه بر توجه به ابعاد فنی و اقتصادی، به جنبه‌های اجتماعی، نهادی و زیست‌محیطی نیز توجه کند. همچنین، تجربیات موفق مؤید آن است که انعطاف‌پذیری در اجرای مقررات و توجه به شرایط خاص هر کشور، عامل مهمی در موفقیت برنامه‌های انتقال فناوری است. در زمینه چالش‌های موجود، پژوهش حاضر سه دسته اصلی از موانع را شناسایی

این موانع شامل محدودیت‌های مالی، ضعف زیرساخت‌های فنی، و کمبود نیروی انسانی متخصص است. تجربه کشورهای موفق در این زمینه نشان می‌دهد که غلبه بر این موانع نیازمند سرمایه‌گذاری گسترده در توسعه ظرفیت‌های داخلی است. این یافته‌ها ضرورت بازننگری در سازوکارهای حمایتی موجود و تقویت برنامه‌های ظرفیت‌سازی را برجسته می‌سازد (Anderson, 1992).

مقایسه تطبیقی تجارب کشورهای مختلف در استفاده از ظرفیت‌های مقررات سازمان تجارت جهانی نشان می‌دهد که موفقیت در این زمینه تا حد زیادی به قابلیت‌های نهادی و مدیریتی کشورها بستگی دارد. کشورهایی که توانسته‌اند نظام‌های ملی نوآوری قدرتمندی ایجاد کنند، معمولاً در جذب و بومی‌سازی فناوری‌های نوین آبیاری موفق‌تر بوده‌اند. این موضوع اهمیت توجه همزمان به توسعه ظرفیت‌های داخلی و بهره‌برداری از فرصت‌های بین‌المللی را نشان می‌دهد. تجربه این کشورها همچنین نشان می‌دهد که ایجاد پیوند میان مراکز تحقیقاتی، بخش خصوصی و نهادهای دولتی نقش مهمی در موفقیت برنامه‌های انتقال فناوری دارد (Davis et al., 2017).

تحلیل چالش‌های موجود در اجرای مقررات سازمان تجارت جهانی نشان می‌دهد که تعارض میان منافع کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه همچنان یکی از مهمترین موانع در مسیر انتقال مؤثر فناوری است. این تعارض به ویژه در حوزه حقوق مالکیت معنوی و تعیین استانداردهای فنی نمود پیدا می‌کند. یافته‌ها نشان می‌دهد که حل این تعارضات نیازمند ایجاد توازن میان حمایت از حقوق مالکیت معنوی و تضمین دسترسی به فناوری‌های ضروری است. تجربه نشان می‌دهد که رویکردهای انعطاف‌پذیر و متناسب با شرایط خاص هر کشور در این زمینه موفق‌تر بوده‌اند (Grafton et al., 2023).

تغییرات اقلیمی و چالش‌های امنیت غذایی، اهمیت مقررات سازمان تجارت جهانی در حوزه فناوری‌های نوین آبیاری را دوچندان کرده است. پیش‌بینی‌ها نشان می‌دهد که تا سال ۲۰۵۰، بیش از دو سوم جمعیت جهان با تنش آبی مواجه خواهند شد. این شرایط ضرورت دسترسی گسترده به فناوری‌های کارآمد آبیاری را افزایش می‌دهد. در این راستا، مقررات سازمان تجارت جهانی باید به گونه‌ای اصلاح شود که بتواند پاسخگوی نیازهای فوری کشورها در مواجهه با بحران آب و تغییرات اقلیمی باشد. این موضوع به ویژه برای کشورهای در حال توسعه که آسیب‌پذیری بیشتری در برابر تغییرات اقلیمی دارند، حیاتی است (Tadele et al., 2024).

ظهور فناوری‌های نوین مانند هوش مصنوعی، اینترنت اشیا و کشاورزی دقیق، چالش‌های جدیدی را پیش روی نظام مقررات سازمان تجارت جهانی قرار داده است. این فناوری‌ها ضمن ایجاد فرصت‌های جدید برای بهینه‌سازی مصرف آب در بخش کشاورزی،

۳. تحلیل نقش بخش خصوصی در توسعه فناوری‌های نوین آبیاری  
 ۴. بررسی تأثیر تغییرات اقلیمی بر الگوهای انتقال فناوری  
 ۵. تحلیل اقتصادی هزینه-فایده برنامه‌های انتقال فناوری  
 در پایان، این پژوهش مؤید آن است که موفقیت در توسعه و انتقال فناوری‌های نوین آبیاری مستلزم همکاری مؤثر میان تمامی ذینفعان، از سطح محلی تا بین‌المللی است. مقررات سازمان تجارت جهانی می‌تواند با ایجاد بستر مناسب برای این همکاری‌ها، نقش مهمی در دستیابی به اهداف توسعه پایدار و امنیت غذایی ایفا کند.

### منابع

Alexandratos, N. and Bruinsma, J. 2012. World agriculture towards 2030/2050: the 2012 revision.

Anderson, K. 1992. Agricultural trade liberalization and the environment: a global perspective.

Barnett, M. and Duvall, R. 2005. Power in international politics. *International Organization*. 59(1): 39-75.

Barrett, C. B. and Fanzo, J. and Herrero, M. and Mason-D'Croz, D. and Mathys, A. and Thornton, P. and Wood, S. and Benton, T. G. and Fan, S. and Lawson-Lartego, L. 2021. COVID-19 pandemic lessons for agri-food systems innovation. *Environmental Research Letters*. 16(10): 101001.

Clapp, J. 2017. Food self-sufficiency: Making sense of it, and when it makes sense. *Food Policy*. 66: 88-96.

Davis, K. F. and Rulli, M. C. and Seveso, A. and D'Odorico, P. 2017. Increased food production and reduced water use through optimized crop distribution. *Nature Geoscience*. 10(12): 919-924.

Döll, P. and Müller Schmied, H. and Schuh, C. and Portmann, F. T. and Eicker, A. 2014. Global-scale assessment of groundwater depletion and related groundwater abstractions: Combining hydrological modeling with information from well observations and GRACE satellites. *Water Resources Research*. 50(7): 5698-5720.

Evans, R. G. and Sadler, E. J. 2008. Methods and technologies to improve efficiency of water use. *Water Resources Research*. 44(7).

Fader, M. and Gerten, D. and Krause, M. and Lucht, W. and Cramer, W. 2013. Spatial decoupling of agricultural production and consumption: quantifying dependences of countries on food imports due to domestic land and water constraints. *Environmental Research Letters*. 8(1): 014046.

Fuglie, K. O. and Hertel, T. W. and Lobell, D. B. and Villoria, N. B. 2024. Agricultural productivity and climate mitigation. *Annual Review of Resource Economics*. 16(1): 21-40.

کرده است: موانع ساختاری (مانند پیچیدگی نظام حقوقی و تعدد موافقتنامه‌ها)، موانع اجرایی (مانند محدودیت‌های مالی و فنی)، و موانع نهادی (مانند ضعف در ظرفیت‌های مدیریتی و سازمانی). غلبه بر این موانع نیازمند اصلاح ساختارها، تقویت سازوکارهای حمایتی و ارتقاء ظرفیت‌های نهادی است. یافته‌های پژوهش بر این نکته دلالت دارد که مقررات فعلی نیازمند بازنگری و اصلاح برای پاسخگویی به چالش‌های نوظهور است. همانطور که در روندنمای تحلیلی پژوهش بر این امر تأکید شده است، تأثیرگذار مقررتهای سازمان تجارت جهانی در مناطق خشک و نیمه‌خشک، به‌ویژه خاورمیانه، اهمیت ویژه‌ای دارد. در این مناطق، اثرات تغییرات اقلیمی با شدت بیشتری نمایان شده است. افزایش دما، کاهش بارندگی و تشدید خشکسالی‌ها، فشار مضاعفی بر منابع آب وارد کرده و ضرورت دسترسی به فناوری‌های نوین آبیاری را دوچندان کرده است. در منطقه خاورمیانه، علاوه بر چالش‌های مشترک مناطق خشک، شواهد حاکی از آن است که مسائلی مانند رقابت بر سر منابع آب مشترک و نیاز به همکاری‌های منطقه‌ای در انتقال فناوری نیز وجود دارد. تجربه کشورهای این منطقه آشکار می‌سازد که موفقیت در پیاده‌سازی مقررات سازمان تجارت جهانی، نیازمند توجه ویژه به شرایط اقلیمی و اقتضائات منطقه‌ای است. در مورد ایران، تحلیل مصادیق عملیاتی گویای آن است که علی‌رغم پیشرفت‌هایی در زمینه توسعه سامانه‌های آبیاری تحت فشار، کشت گلخانه‌ای و پایش هوشمند مصرف آب، همچنان چالش‌های جدی در زمینه محدودیت‌های تحریمی، ضعف زیرساخت‌ها و کمبود منابع وجود دارد. این چالش‌ها نیازمند توجه ویژه در تدوین و اجرای مقررات سازمان تجارت جهانی است. ظهور فناوری‌های جدید مانند هوش مصنوعی و اینترنت اشیاء در حوزه آبیاری، بیانگر آن است که نیاز به به‌روزرسانی چارچوب‌های حقوقی و مقرراتی وجود دارد. این فناوری‌ها ضمن ایجاد فرصت‌های جدید برای بهینه‌سازی مصرف آب، چالش‌های جدیدی را نیز در زمینه حقوق مالکیت معنوی و استانداردهای فنی ایجاد کرده‌اند.

بر اساس یافته‌های پژوهش، پیشنهادهای زیر برای بهبود اثربخشی مقررات سازمان تجارت جهانی ارائه می‌شود:

۱. ساده‌سازی فرآیندهای حقوقی و اداری
  ۲. تقویت سازوکارهای حمایتی برای کشورهای در حال توسعه
  ۳. توسعه برنامه‌های ظرفیت‌سازی و آموزش
  ۴. ایجاد صندوق‌های حمایتی برای تأمین مالی انتقال فناوری
  ۵. تقویت همکاری‌های منطقه‌ای در حوزه فناوری‌های نوین آبیاری
- برای مطالعات آتی، پیشنهاد می‌شود به موضوعات زیر پرداخته شود:

۱. بررسی تأثیر فناوری‌های نوظهور بر مقررات تجارت بین‌الملل
۲. مطالعه تطبیقی موردی کشورهای موفق در انتقال فناوری

- Perry, C. 2011. Accounting for water use: Terminology and implications for saving water and increasing production. *Agricultural Water Management*. 98(12): 1840-1846.
- Poff, N. L. and Brown, C. M. and Grantham, T. E. and Matthews, J. H. and Palmer, M. A. and Spence, C. M. and Wilby, R. L. and Haasnoot, M. and Mendoza, G. F. and Dominique, K. C. 2016. Sustainable water management under future uncertainty with eco-engineering decision scaling. *Nature Climate Change*. 6(1): 25-34.
- Reardon, T. and Awokuse, T. and Belton, B. and Liverpool-Tasie, L. S. O. and Minten, B. and Nguyen, G. and Qanti, S. and Swinnen, J. and Vos, R. and Zilberman, D. 2024. Emerging outsource agricultural services enable farmer adaptation in agrifood value chains: A product cycle perspective. *Food Policy*. 127: 102711.
- Rockström, J. and Williams, J. and Daily, G. and Noble, A. and Matthews, N. and Gordon, L. and Wetterstrand, H. and DeClerck, F. and Shah, M. and Steduto, P. 2017. Sustainable intensification of agriculture for human prosperity and global sustainability. *Ambio*. 46: 4-17.
- Rosegrant, M. W. and Cline, S. A. 2003. Global food security: Challenges and policies. *Science*. 302(5652): 1917-1919.
- Tadele, Z. and Kantar, M. B. and Pandey, M. K. and Singh, R. K. and Talabi, A. and Vikram, P. and Thushar, S. and Rahman, H. and Ahmadzai, H. and Nhamo, N. 2024. *Frontiers Review in Plant Science* published: 24 February 2022. *Orphan Crops: Breeding and Biotechnology for Sustainable Agriculture, Food and Nutrition*. 186.
- Thornton, P. and Dinesh, D. and Cramer, L. and Loboguerrero, A. M. and Campbell, B. 2018. Agriculture in a changing climate: Keeping our cool in the face of the hothouse. *Outlook on Agriculture*. 47(4): 283-290.
- Tilman, D. and Balzer, C. and Hill, J. and Befort, B. L. 2011. Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 108(50): 20260-20264.
- Turrall, H. and Burke, J. and Faurès, J.-M. 2011. Climate change, water and food security.
- Vörösmarty, C. J. and McIntyre, P. B. and Gessner, M. O. and Dudgeon, D. and Prusevich, A. and Green, P. and Glidden, S. and Bunn, S. E. and Sullivan, C. A. and Liermann, C. R. 2010. Global threats to human water security and river biodiversity. *Nature*. 467(7315): 555-561.
- Wichelns, D. 2010. Virtual water: A helpful perspective, but not a sufficient policy criterion. *Water Resources Management*. 24: 2203-2219.
- Gleick, P. H. and Palaniappan, M. 2010. Peak water limits to freshwater withdrawal and use. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 107(25): 11155-11162.
- Grafton, R. Q. and Manero, A. and Chu, L. and Wyrwoll, P. 2023. The price and value of water: An economic review. *Cambridge Prisms: Water*. 1: e3.
- Heucher, K. and Schrage, S. and Abosag, I. 2024. When global is not enough: Applying a paradox lens to sustainability transitions in interorganizational systems. *Journal of International Management*. 30(5): 101186.
- Hoekman, B. M. and Mavroidis, P. C. 2015. *World Trade Organization (WTO): Law, economics, and politics*. Routledge.
- Hoffman, K. and Girvan, N. 1990. Managing international technology transfer: A strategic approach for developing countries. *Manuscript reports/IDRC*; 259e.
- Ikenberry, G. J. 2018. The end of liberal international order? *International Affairs*. 94(1): 7-23.
- Keohane, R. O. and Nye Jr, J. S. 1998. Power and interdependence in the information age. *Foreign Affairs*. 77: 81.
- Keohane, R. O. and Victor, D. G. 2011. The regime complex for climate change. *Perspectives on Politics*. 9(1): 7-23.
- Kramer, B. 2023. Climate insurance: Opportunities for improving agricultural risk management in Kenya. *Food Systems Transformation in Kenya*. 285.
- Lake, D. A. 2018. International legitimacy lost? Rule and resistance when America is first. *Perspectives on Politics*. 16(1): 6-21.
- Liu, J. and Yang, H. and Gosling, S. N. and Kummu, M. and Flörke, M. and Pfister, S. and Hanasaki, N. and Wada, Y. and Zhang, X. and Zheng, C. 2017. Water scarcity assessments in the past, present, and future. *Earth's Future*. 5(6): 545-559.
- Liu, X. and Liu, Y. and Liu, Z. and Chen, Z. 2021. Impacts of climatic warming on cropping system borders of China and potential adaptation strategies for regional agriculture development. *Science of the Total Environment*. 755: 142415.
- Loftus, S. 2023. *Russia, China and the West in the post-Cold War era: The limits of liberal universalism*. Springer Nature.
- Mavroidis, P. C. 2016. *The Regulation of International Trade, Volume 2: The WTO Agreements on Trade in Goods (Vol. 2)*. MIT Press.
- Mueller, N. D. and Gerber, J. S. and Johnston, M. and Ray, D. K. and Ramankutty, N. and Foley, J. A. 2012. Closing yield gaps through nutrient and water management. *Nature*. 490(7419): 254-257.

Zhang, X. and Davidson, E. A. and Mauzerall, D. L. and Searchinger, T. D. and Dumas, P. and Shen, Y. 2015. Managing nitrogen for sustainable development. *Nature*. 528(7580): 51-59.

Wilson, M. 2024. The evolution of multilateralism in the post-Cold War era: Successes and failures. *International Journal of Research and Review Techniques*. 3(2): 19-27.

## The Position of WTO Regulations in Advancing New Agricultural Irrigation Projects

H.Sarfi<sup>\*1</sup>

Received: Oct.30, 2024

Accepted: Jan.22, 2025

### Abstract

Given the growing trend of the global population and the limitation of water resources, its efficient management in the agricultural sector has become a major challenge in the international arena. By regulating trade regulations and creating legal frameworks, the WTO plays a key role in facilitating the transfer of new irrigation technologies and sustainable management of water resources. This research aims to examine the position of WTO regulations in the development and advancement of new agricultural irrigation projects, using a qualitative approach and documentary and content analysis methods, including the review of 38 international documents and the analysis of 25 trade agreements within the framework of the theory of complex interdependence. The research findings show that the regulations of this organization have led to a significant increase in developing countries' access to new irrigation technologies by facilitating the transfer of new irrigation technologies, protecting intellectual property rights, setting technical standards, and facilitating joint investment, although the extent of this access has been more limited in less developed countries. However, the complexity of international relations, conflicting interests of countries and structural barriers in the global trading system have created challenges in the way of the effectiveness of these regulations. The results show that to improve the effectiveness of these regulations, there is a need to strengthen the mechanisms of financial, technical and educational support for developing countries and to create an integrated system of technology transfer.

**Keywords:** Food security, Intellectual property rights, International cooperation, Sustainable development, Water resources management

---

1- Graduate of Regional Studies, European Orientation, Faculty of Law and Political Science, University of Tehran, Tehran, Iran

(\* - Email Correspondin Author: hamid.sarfi@ut.ac.ir)