

## ارائه نقشه راه پایه برای مدرن سازی شبکه های آبیاری در ایران

\*نادر حیدری

\*دانشیار پژوهش مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی؛ سازمان تحقیقات، آموزش، و ترویج کشاورزی؛ کرج

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۲/۰۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۶/۲۸

### چکیده

مدرن سازی آبیاری فرآیند به روز رسانی و بهبود طرح آبیاری موجود به منظور دستیابی به اهداف فنی، اقتصادی، یا اجتماعی پیشرفته است. این فرایند صرفاً شامل ایجاد ساختارها و تجهیزات فیزیکی مدرن در شبکه آبیاری نیست، بلکه راهکارها و اصلاحات سازمانی، نهادی و سیاستی را نیز در بر می گیرد. این پژوهش با هدف تدوین نقشه راه پایه مدرن سازی شبکه های آبیاری در ایران و با تأکید بر مسائل و چالش های مرتبط در بخش آب کشاورزی در سه گام (مرحله) اجرا شد. در گام های اول و دوم با مرور و بررسی منابع علمی داخلی و بین المللی مرتبط، مسائل و چالش ها و مؤلفه های مختلف اثر گذار بر فرایند مدرن سازی شناسایی شد. پس از آن پرسشنامه ای جامع در این باره تدوین شد و نظرات کارشناسی به دست آمدند. در گام سوم با برگزاری کارگاه هم اندیشی در خصوص موضوع، با تسهیل گری های لازم پاسخ پرسش های محوری مطرح شده دریافت شد. آنگاه با تلفیق نتایج به دست آمده از برگزاری کارگاه با نتایج به دست آمده از گام های اول و دوم، مؤلفه های اصلی و کلیدی اثر گذار در نقشه راه پایه مدرن سازی شبکه های آبیاری مرتبط با اهداف مورد انتظار؛ مسائل، مشکلات، و موانع؛ راهبردها/راهکارها (اقدامها)؛ نوع مدرن سازی و محل آن در شبکه؛ شاخص های اولویتی در انتخاب شبکه ها؛ شاخص ها و روش های پایش اثربخشی؛ و چگونگی ورود بحث مدرن سازی به قوانین، اسناد بالادستی، و برنامه های توسعه؛ شناسایی و تدوین شدند. بر اساس نتایج به دست آمده از این پژوهش، گروه مسائل و مشکلات اقتصادی-اجتماعی و نهادی-سیاستی-حقوقی، نسبت به مسائل دیگر گروه ها یعنی فنی و زیست محیطی، اهمیت زیادتری دارند. از موارد شاخص این گروه می توان به مسائل توانمندسازی بهره برداران، نظام بهره برداری، میزان پذیرش و مشارکت بهره برداران، و ضعف ها در هماهنگی ها و ارتباط مناسب و سیستمی بین دستگاه های متولی موضوع نام برد. نکات چالشی مهم دیگر از جنبه های اجرای نقشه راه و اتخاذ سیاست ها و راهکارهای مدرن سازی شبکه های آبیاری در کشور عبارتند از: نگرش جامع به مدرن سازی و اجرای توانمند آن از منبع تامین آب، شبکه انتقال آب، مزرعه، و سامانه آبیاری ("عملاً مدرن سازی آبیاری")؛ لحاظ کردن فعالیت های بازسازی حین مدرن سازی شبکه؛ توجه به انواع پیش نیازها (فنی، مدیریتی، نهادی، و فناورانه) و ایجاد زیر ساخت ها و بسترهای سخت افزاری و نرم افزاری لازم؛ چالش تحویل حجمی و دقیق آب کاربردی به جای تحویل آن صرفاً بر اساس حقابه ها؛ مسائل و چالش های مرتبط با تربیت نیروی انسانی متخصص (کارشناس و مروج)؛ و ظرفیت سازی در بهره برداران برای ایجاد بهره برداران مدرن. در اجرای فرایند مدرن سازی باید به کاهش اثرهای جانبی آن از جنبه های افزایش احتمالی مصرف آب در حوضه (بروز پدیده "اثر بازگشتی")، کاهش جریان های برگشتی در حوضه، افزایش مصرف انرژی و افزایش هزینه های بهره برداران، نیز توجه کرد.

واژه های کلیدی: آب و خاک، پرسشنامه، شاخص، شبکه آبیاری، مدرن سازی مدیریت آب، نقشه راه

## مقدمه

مدرن سازی مزایای مختلفی برای سامانه ها دارد مانند: افزایش قابلیت اطمینان و انعطاف پذیری که منجر به بهبود راندمان آبیاری و عملکرد محصول می شود ( Playan & Mateos 2006). این دو شاخص از نظر دوام و پایداری پروژه های آبیاری از جنبه های تامین آب کافی، انعطاف پذیری در هنگام نوسان های تامین و توزیع آب، و در مجموع توزیع آب با راندمان بالاتر، نقش مهمی دارند (Clemmens & Molden 2007). برای نمونه، در اسپانیا با مدرن سازی آبیاری راندمان انتقال از ۶۰ تا ۷۰ درصد در کانال های روباز قبلی، به نزدیک ۱۰۰ درصد در شبکه های تحت فشار بهبود یافته است (Rodriguez Diaz et al. 2008). مدرن سازی می تواند مزایای اجتماعی و زیست محیطی نیز به همراه داشته باشد، زیرا بهبود سامانه های آبیاری به تثبیت جمعیت روستایی کمک می کند، اشتغال روستایی را پایدارتر، و آبشویی نمک و مواد مغذی از مناطق فاریاب را کاهش می دهد (Playain & Mateos 2006).

مفهوم مدرن سازی آبیاری در دو دهه اخیر تکامل یافته است. مدرن سازی در ابتدا محدود و منحصر به معرفی ساختارها و تجهیزات فیزیکی جدید بود. ولی در حال حاضر به عنوان تحوّل اساسی در مدیریت منابع آب آبیاری و با هدف بهبود استفاده از منابع و خدمات ارائه شده به کشاورزان شناخته می شود. مدرن سازی آبیاری تحوّل در مدیریت آبیاری طرح هاست و در مجموع شامل ترکیبی از تغییرات در قوانین و ساختارهای سازمانی، خدمات تحویل آب، برنامه ریزی آبیاری از سوی کشاورزان، ارتقای فنی و مدیریتی و خدمات مشاوره و آموزشی، و کاربرد تجهیزات، سازه ها و فناوری های مدرن است.

مدرن سازی آبیاری از سیاست های مهم بسیاری از کشورهای جهان از جمله اسپانیا و استرالیاست و در سطحی وسیع از زمین های فاریاب و تحت کشت آنها به

کمسیون بین المللی آبیاری و زهکشی (ICID<sup>۱</sup>) مدرن سازی آبیاری را فرآیند بهبود طرح موجود برای برآوردن معیارهای جدید تعریف می کند. این تعریف شامل تغییرات در امکانات موجود، روش های عملیاتی، مدیریت، و جنبه های نهادی است (Arif et al., 2019; Burt, 2013).

در واقع مدرن سازی آبیاری "فرآیند به روزرسانی و بهبود پروژه موجود، به منظور دستیابی به هدف های فنی، اجتماعی یا اقتصادی پیشرفته است". این مسئله شامل تغییرات در زیرساخت های فیزیکی، در سامانه های تولید در مزرعه و در تمامی جنبه های عملیاتی- مدیریتی- نهادی- سیاستی مؤثر بر پروژه است (Pereira, 1988). این تعریف که با تعریف (Rijsberman & Grigg 1985) مطابقت دارد، نشان می دهد که در فرآیند مدرن سازی آبیاری باید توجه زیادی به مدیریت و اقدامات سازمانی، نهادی و سیاستی داشت تا شرایط کافی برای بهره برداری، نگهداری و مدیریت (O.M&M)<sup>۲</sup> سامانه (تمام طرح)، تضمین شود (Pereira, 1988). بنابراین، واژه "مدرن سازی" نه تنها بازسازی، ارتقا یا تغییر زیرساخت های فیزیکی در سامانه های آبیاری را شامل می شود، بلکه به نوآوری یا تحول در نحوه بهره برداری و مدیریت سامانه های آبیاری نیز می پردازد (Oi, 1997).

فعالیت ها در پروژه های مدرن سازی در سال های اخیر در کشورهای مختلف، به طور عمده شامل تغییر در سامانه های توزیع آب مبتنی بر کانال های روباز ثقلی به شبکه های لوله تحت فشار برای تأمین آب سامانه های آبیاری، و اجرای روش های آبیاری تحت فشار در مزارع (به طور عمده روش های آبیاری قطره ای یا بارانی) (Rocamora et al., 2012) و هوشمندسازی و خودکارسازی در آبیاری است (Heydari et al., 2023).

1- International Commission on Irrigation and Drainage

2- Operation, Maintenance and Management

و کشت محصولات پرآب بر ولی با ارزش اقتصادی بالا، و در نهایت افزایش تبخیر و تعرق (Playan & Mateos, 2006).

از ابعاد نقشه راه توسعه پایدار آبیاری تحت فشار، به عنوان یکی از راهبردها و اقدامات مهم و عمده مدرن‌سازی آبیاری در کشور، وضعیت توسعه آن از بعد کمی و در مقایسه با دیگر کشورها و مناطق مختلف جهان با استفاده از شاخص ضریب نفوذ آبیاری تحت فشار (نسبت مساحت اراضی تجهیز شده به روش‌های آبیاری تحت فشار به کل اراضی فاریاب) روشن گردید و حد مطلوب و مورد انتظار سطح توسعه آن در کشور مشخص شد. ضریب نفوذ آبیاری تحت فشار تا پایان برنامه ششم توسعه (سال ۱۳۹۹) برابر ۲۱/۴۳ درصد است که در مقایسه با دیگر کشورها (۲۳ کشور منتخب) در این دوره در مرتبه پایینی قرار دارد. با استفاده از روش همبستگی چند متغیره بین مقادیر متغیرهای اثر گذار بر مدیریت آب، سطح مطلوب و مورد انتظار (ضریب نفوذ) آبیاری تحت فشار کشور برابر ۴۹/۵ درصد برآورد شد. با توجه به مقدار فعلی (اویل سال ۱۴۰۲) و متوسط حد مطلوب ضریب نفوذ آبیاری تحت فشار برآوردی (به ترتیب ۳۴/۰ و ۴۹/۵ درصد)، هنوز فضا برای رشدی معادل ۴۵/۶ درصد در ضریب نفوذ آبیاری تحت فشار (۳/۸۸ میلیون هکتار افزایش و جمعاً توسعه آبیاری تحت فشار در ۶/۸ میلیون هکتار از ۸/۵ میلیون هکتار زمین فاریاب کشور (۸۰ درصد اراضی)) وجود دارد. معنای این اعداد آن است که در سال‌های آینده از جمله در برنامه هفتم توسعه می‌توان به شرط لحاظ ضوابط، مقررات و تمهیدات لازم از جنبه کاهش اثرات منفی و نامطلوب توسعه ناموزون سامانه‌ها بر منابع آب و محیط زیست و جلوگیری از وقوع پدیده "اثر بازگشتی"، به صورت مورد انتظار و پتانسیل تا ۸۰ درصد از اراضی فاریاب کشور را مجهز به آبیاری تحت فشار کرد (Heydari & Nakhjavani Moghadam, 2023).

در پژوهشی، چالش‌های مدرن‌سازی شبکه‌های آبیاری در ایران از دیدگاه کارشناسان و مدیران اجرایی مرتبط با

اجرا درآمده است. برای نمونه، اسپانیا در دوره ۲۰۱۵-۲۰۰۲ مدرن‌سازی آبیاری را در سطح وسیعی از زمین‌های فاریاب خود و با هدف دستیابی به صرفه‌جویی قابل توجه در مصرف آب و انعطاف‌پذیری بالاتر و تضمین عرضه، در میان سایر نتایج و دستاوردهای مطلوب (مانند زیست محیطی و اجتماعی-اقتصادی) به‌انجام رساند. این کشور به جای سیاست سنتی افزایش عرضه آب برای پاسخ به تقاضای رو به رشد در کشاورزی آبی و گسترش اراضی فاریاب، سیاست جدید "مدیریت تقاضا" را در دستور کار خود قرار داده است. از مهم‌ترین فعالیت‌های اجرای این سیاست جدید، اجرای برنامه‌های مختلف مدرن‌سازی آبیاری در سطح ملی در این کشور است (Berbel et al., 2019).

اما مدرن‌سازی آبیاری مانند شمشیر دو لبه عمل کرده و بر اساس تجربه‌های سال‌های اخیر به خصوص در کشورهای چین، اسپانیا، و حتی ایران، به‌رغم اثرهای مطلوب آن بر مدیریت و استفاده صحیح از آب در شرایط کمبود منابع آب و بحران آبی، در صورت رعایت‌نشدن شرایط و تمهیدات لازم مانند کنترل سطح زیر کشت و جلوگیری از تغییر الگوی کشت و اضافه برداشت آب، می‌تواند باعث افزایش مصرف آب و بروز پدیده "اثر بازگشتی"<sup>۱</sup> شود (Abarian et al., 2023; Delavar et al., 2020; Xu et al., 2021; Heydari & Sepehri Pfeiffer & Lin, Sadeghian, 2023 a; Berbel et al., 2015; Heydari, 2023).

در اسپانیا، نقشه راه مدرن‌سازی آبیاری حاوی خروجی‌های مورد انتظار از مدرن‌سازی و بهینه‌سازی آبیاری، مرتبط با بحث اثرات مطلوب و احتمالاً نامطلوب و تعدادی از دستاوردهای مهم آن، تدوین شده است. بر اساس این نقشه راه، پس از مدرن‌سازی آبیاری، منابع آب در سطح حوضه در حالت‌های زیر از نظر کمی و کیفی کاهش می‌یابد: افزایش زیاد راندمان آبیاری، کنترل‌نشدن افزایش سطح زیر کشت، کنترل‌نشدن حقایقه‌ها، تغییر الگوی کشت

<sup>1</sup> Rebound effect

استفاده از شیوه‌های مدرن، مشکلات برنامه‌ریزی‌های کلان مدیریت شبکه‌ها، مشکلات گردش آمار و اطلاعات، تطبیق- نداشتن الگوی کشت با شیوه‌های مدرن، و ضعف مشارکت بهره‌برداران (Abbasi et al., 2009). مشاهده می‌شود که در این برنامه بیشترین تعداد مسائل در شاخه مسائل مدیریتی قرار دارد که بیان‌کننده نقش و اهمیت آنها در مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی در کشور است.

در کشور، به‌رغم اهمیت مدرن‌سازی آبیاری به خصوص در شبکه‌های آبیاری، به این موضوع کمتر پرداخته شده و در موارد اندک، بر بازسازی<sup>۱</sup> به جای مدرن‌سازی (نوسازی)<sup>۲</sup> بیشتر معطوف بوده است. بررسی منابع علمی داخل کشور و نیز بررسی قوانین و سیاست‌های مرتبط با مدیریت آب کشور، از جمله برنامه‌های توسعه پنج‌ساله، بیانگر آن است که به مقوله مدرن‌سازی آبیاری به خصوص در شبکه‌های آبیاری چندان پرداخته نشده و این کلیدواژه به صورت مستقیم و صریح در برنامه‌ها و اعتبارات دستگاه‌های اجرایی تاکنون لحاظ نشده است و نقشه راه جامعی در خصوص این موضوع و اصولا در موضوع مدیریت جامع آب کشور وجود ندارد.

بر اساس شعار کارگاه مشترک برگزارشده در جریان بیست و یکمین کنگره آبیاری و زهکشی در ایران و توسط کمیسیون بین‌المللی و ملی آبیاری و زهکشی و فائو، "مدرن‌سازی آبیاری راه سخت بی‌پایانی است، ولی تنها راهی است که باید دنبال شود". محورهای اصلی مورد بحث در این کارگاه عبارت بودند از: افزایش پیچیدگی‌های مدیریت آب، روش‌ها و رویکردهای استاندارد شده در ارزیابی عملکرد و برنامه‌ریزی، ضرورت و اهمیت نهادسازی و ضرورت پرداختن به رفرم‌ها، رایج‌شدن و جاری‌شدن استفاده چند منظوره از آب در شبکه‌های آبیاری و مباحث سرمایه‌گذاری از جنبه‌های مؤثر و یا غیر مؤثر بودن آنها و سایر مسائل مرتبط (Renault & Wahaj, 2011) در منابع علمی بر ضرورت مدیریت راهبردی و نقشه راه مدیریت آب در کشور تاکید شده است. برای نمونه، فرآیند "تدبیر

موضوع بررسی شد. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از محاسبه شاخص "امتیاز سؤال"، حداکثر مقدار این شاخص برای دو تیپ پاسخ سؤال‌های مطرح شده در پرسشنامه پژوهش، حاکی از آن است که پرسش‌شوندگان خیلی زیاد معتقدند که در مدرن‌سازی، اولویت با انتخاب شبکه‌هایی است که به مدرن‌سازی پاسخ مناسب می‌دهند، (امتیاز سؤال ۴/۳۴) و قویا موافق آن هستند که مدرن‌سازی آبیاری باید بر بهبود خدمات تحویل و توزیع آب به بهره‌برداران، کاهش هزینه‌های بهره‌برداری برای کشاورزان، تسهیل عملیات بهره‌برداری، بهبود تولید کشاورزی به شیوه‌ای پایدار، و بهبود معیشت جوامع روستایی تمرکز داشته باشد (امتیاز سؤال ۴/۲۷) (Heydari et al., 2022). نتایج احصا و ارزیابی مؤلفه‌ها و عوامل کلیدی مختلف و اثرگذار با درجات مختلف اهمیتی (بیش از ۵۰ مؤلفه با اهمیت خیلی زیاد تا زیاد) بر فرآیند مدرن‌سازی شبکه‌های آبیاری، حاکی از آن است که اجرای این فرآیند به‌رغم ضرورت آن پیچیده است و نیاز به عوامل و متغیرها و زیرساخت‌های زیادی دارد. به دلیل همین پیچیدگی و نیاز به زیرساخت‌های فراوان، در اکثر منابع علمی توصیه شده است که این فرآیند باید بطی و با مطالعه قبلی و با بررسی‌های کافی اجرا شود. در این راستا، مؤلفه‌ها یا عواملی چند نقش خیلی زیادی در این زمینه دارند مانند: سیاست‌ها و قوانین، اصلاحات نهادی و سیاستی، تحویل حجمی آب، معیارهای اقتصادی-اجتماعی، توانمندسازی نظام‌های بهره‌برداری، تعریف و هدف اصلی از مدرن‌سازی، مسائل تحویل و توزیع آب، هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری، و اثرهای مدرن‌سازی بر صرفه‌جویی واقعی آب و بهبود تولید و معیشت کشاورزان (Heydari et al., 2022).

در برنامه راهبردی اصلاح و بهینه‌سازی شبکه‌های آبیاری و زهکشی، کل مسائل شبکه‌ها به چهار موضوع محوری تقسیم بندی شده است شامل: سازه و ساخت (با ۱۳۴ مسئله)، زهکشی و محیط زیست (۸۹ مسئله)، مواد و مصالح (۹۳ مسئله) و مسائل مدیریتی (۲۱۳ مسئله). تعدادی از این مشکلات برای نمونه عبارت‌اند از: مشکلات

<sup>1</sup>- Rehabilitation

<sup>2</sup>-Modernization

نقشه راه مدیریت پایدار خاک و آب سرزمین ایران پیرو برگزاری هفدهمین کنگره علوم خاک ایران؛ و نقشه راه و برنامه اقدام مدیریت جامع و یکپارچه آب استان البرز. تغییر اقلیم و خشکسالی‌های اخیر منجر به کمبود شدید منابع آب در کشور شده است. شرایط جدید کم آبی شدید اثرهای نامطلوبی بر مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی از لحاظ کارایی و عملکرد شبکه‌ها داشته است. این امر از لحاظ توجهات فنی و اقتصادی لازم برای توسعه شبکه‌های درجه ۳ و ۴ در زمین‌های پایاب شبکه‌های اصلی، پرسش‌ها و چالش‌هایی را برای مسئولان امر از لحاظ شیوه اجرای کار ایجاد کرده است. از طرفی دیگر، لزوم استفاده بهینه و با کارایی بالا از آب در شبکه‌ها در این شرایط، مدرن‌سازی شبکه‌ها را الزامی کرده است. بررسی‌ها نشان می‌دهد که در خصوص مدرن‌سازی شبکه‌های آبیاری، خلأ برنامه و نقشه راه تخصصی و بومی لازم برای اجرای آن وجود دارد و این امر از سوی کارشناسان و مدیران دستگاه‌های اجرایی متولی آن تاکید شده است. با توجه به اهمیت موضوع، هدف این پژوهش بررسی مسائل و چالش‌های مدرن‌سازی آبیاری از ابعاد مختلف و استفاده از دیدگاه‌های کارشناسی و سرانجام تدوین نقشه راه اولیه مدرن‌سازی آبیاری در بخش کشاورزی کشور با تاکید بر شبکه‌های آبیاری است. مخاطبان و استفاده کنندگان اصلی از نتایج آن، سیاستگذاران، برنامه‌ریزان، مدیران، و کارشناسان اجرایی مرتبط با مدیریت منابع آب و خاک کشور خواهند بود.

### روش تحقیق

پژوهش از نوع توصیفی-کاربردی است و جامعه آماری آن شامل کارشناسان و صاحب‌نظران مرتبط با موضوع پژوهش (مدرن‌سازی آبیاری) از مؤسسات پژوهشی و دستگاه‌های علمی و اجرایی مرتبط است. با توجه به هدف‌های اصلی و فرعی و قدم‌ها و فازهای مختلف کار، پژوهش ترکیبی از بررسی‌های کتابخانه‌ای، مصاحبه با صاحب‌نظران و تکمیل پرسشنامه و برگزاری کارگاه هم-اندیشی با صاحب‌نظران موضوع است. از این رو جامعه

آب مشهد" اقدامی هدفمند برای ایجاد اجماع در مسیر اصلاح مدیریت آب مشهد در یک دوره سه ساله تعیین شده و خروجی این حرکت جمعی، تبیین چشم‌انداز مشترک، تدوین برنامه راهبردی بر اساس تفاهم جمعی و ترسیم "نقشه راه" مبتنی بر اجماع نسبی برای اصلاح مدیریت آب بوده است (Davari et al., 2014).

با استفاده از ابزار نقشه راه، اصول و مبانی و چارچوب پیاده‌سازی مدیریت راهبردی منابع آب در قالب طرح استقرار سامانه مدیریت راهبردی منابع آب استان خراسان جنوبی ارائه شد. در چارچوب ارائه شده برای تبدیل آرمان و چشم‌انداز یا همان فهم کلان از راه حل به برنامه‌های اجرایی، از ابزار نقشه راه استفاده شده است. مراحل این چارچوب عبارت‌اند از بررسی وضع موجود، گفتگو با ذی‌نفعان (یا به تعبیری گروداران) موضوع، تدوین چشم‌انداز مشترک، تبیین سیاست‌های اجرایی و نهایتاً تدوین برنامه‌های عملیاتی (Omranian Khorasani et al., 2014).

نقشه راه یکی از ابزارهای رایج برنامه‌ریزی بلندمدت است که مسیر رسیدن به وضعیت مطلوب در آینده را نشان می‌دهد. اجزای نقشه راه به طور کلی عبارت‌اند از: وضعیت فعلی، هدف مطلوب، و چگونگی رسیدن به هدف. نقشه راه‌های مختلفی در خصوص مسائل مختلف مدیریت آب و آنهم به صورت بخشی تهیه شده است که به عنوان نمونه می‌توان به این دو مورد اشاره کرد: ۱- "نقشه راه و سند راهبردی احیا و تعادل بخشی آب‌های زیر زمینی"، ۲- سند راهنمای درک صرفه جویی واقعی آب و اقدامات مؤثر بر ارتقای بهره‌وری آب. مؤسسات و دستگاه‌های علمی اجرائی مختلف به تناسب رسالت، اهداف، وظائف، و برنامه‌های خود، نقشه راه‌های مختلفی را تدوین کرده‌اند یا در حال تکمیل و تدوین آن هستند، که از آن جمله می‌توان این موارد را نام برد: نقشه راه تحقیقات آب در شرکت مادر تخصصی مدیریت منابع آب ایران؛ نقشه راه علوم و فناوری‌های بهره‌وری آب در ستاد توسعه فناوری‌های آب، خشک‌سالی، فرسایش و محیط زیست معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری؛ نقشه راه مطالعات پایه منابع آب کشور در مؤسسه تحقیقات آب وزارت نیرو؛ سند

بررسی و ارزیابی دیدگاه‌های کارشناسی در خصوص مدرن‌سازی شبکه‌های آبیاری تدوین گردید که حاوی ۶۷ سؤال مشخص و مورد تأیید خبرگان و صاحب‌نظران بود و جنبه‌های مختلف مرتبط با مسائل و چالش‌های مدرن‌سازی آبیاری در کشور را با رویکرد جهانی در بر می‌گرفت. بنابراین، جامعه مورد نظر کارشناسان خبره در موضوع مدرن‌سازی شبکه‌های آبیاری کشورند و نمونه انتخاب شده برای تکمیل پرسشنامه، ۶۰ نفر از کارشناسان و مدیران دستگاه‌های دولتی (وزارت جهاد کشاورزی و وزارت نیرو)، شرکت مدیریت منابع آب ایران، شرکت‌های مشاور، استادان دانشگاه، و محققان و صاحب‌نظران مختلف مرتبط با موضوع از بخش‌های آب و کشاورزی در سراسر کشور را تشکیل می‌داد. ۳- در مرحله سوم، یعنی مرحله نهایی پژوهش، کارگاه هم‌اندیشی تخصصی در موضوع مدرن‌سازی شبکه‌های آبیاری و با تکیه بر تدوین نقشه راه پایه آن برگزار شد. در کارگاه پس از بحث‌های مختلف در قالب طوفان فکری و تسهیل‌گری‌های لازم، شرکت‌کنندگان به پرسش‌های محوری مختلف مبتنی بر نتایج مراحل ۱ و ۲، که در واقع شالوده و هسته اصلی نقشه راه پایه مدرن‌سازی را تشکیل می‌دهند، پاسخ دادند و نتایج به‌دست‌آمده جمع‌بندی و تجزیه و تحلیل شدند.

مورد نظر این پژوهش کلیه کارشناسان خبره در موضوع مدرن‌سازی شبکه‌های آبیاری کشور بودند که بر اساس تجربه‌های مجری پروژه و در مشورت و نظرخواهی از دستگاه اجرایی سفارش دهنده پژوهش (معاونت آب و خاک وزارت جهاد کشاورزی) انتخاب شدند. با توجه به مراحل کار پژوهش، جزئیات هر مرحله از روش پژوهش به تفکیک ارائه شده است.

پژوهش در راستای اجرای مرحله دوم بررسی جامع در خصوص موضوع مدرن‌سازی شبکه‌های آبیاری و تدوین نقشه راه پایه آن به اجرا درآمد. فعالیت‌های اصلی پژوهش در این سه مرحله اجرا شد (شکل ۱): ۱- در مرحله اول پس از جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل منابع علمی بین‌المللی و داخلی مرتبط با موضوع، شناختی از وضعیت مدرن‌سازی آبیاری در جهان و ایران و مسائل و چالش‌های مرتبط آن حاصل شد. ۲- در مرحله دوم که متکی بر نتایج مرحله اول نیز هست، پرسشنامه‌ای جامع از مسائل و چالش‌های مدرن‌سازی شبکه‌های آبیاری تهیه و تدوین گردید. ۳- پرسشنامه مبتنی بر موارد و نکاتی کلیدی بودند که در منابع علمی ذکر شده‌اند و همچنین شامل پرسش‌ها و به اصطلاح گویه‌های خاص مرتبط با مسائل مدرن‌سازی در کشور بودند. پرسشنامه پژوهش با هدف



شکل ۱- نمودار توصیفی مراحل اجرای پژوهش

Fig. 1. Descriptive diagram of the research steps

۱- نتایج بررسی در این مرحله در قالب گزارشی تحلیلی تهیه و به چاپ رسید که برای مطالعه بیشتر می‌توان به رفرنس (Heydari & Sepehri, 2023 b) مراجعه کرد.

۲- نتایج حاصل از بررسی و تجزیه و تحلیل چالش‌های مدرن‌سازی شبکه‌های آبیاری در کشور، مبتنی بر نتایج پرسشنامه‌های تکمیل شده از سوی کارشناسان در قالب مقاله‌ای انتشار یافته که برای مطالعه بیشتر می‌توان به رفرنس (Heydari., 2022) رجوع کرد.

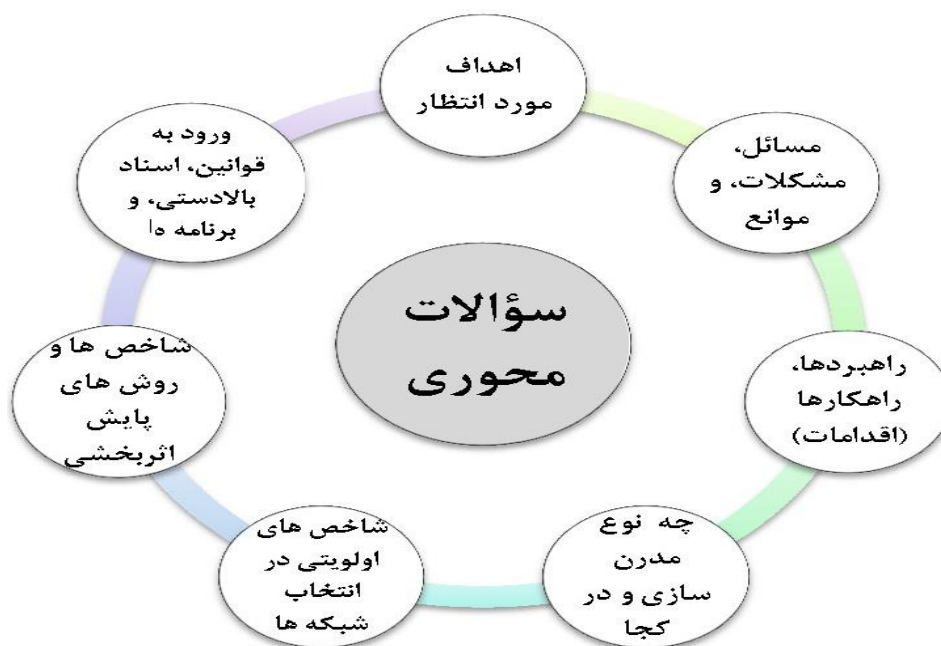


## نتایج و بحث

فقدان سازه های مناسب اندازه گیری آب در شبکه های آبیاری کشور و دریافت آب بها بر اساس سطح زیر کشت به دلیل این نقیصه و سایر دلایل<sup>۱</sup>، دقت کم اندازه گیری در سازه های اندازه گیری دبی آب موجود در برخی شبکه های آبیاری، بهره برداری و نگهداری نامناسب از شبکه، پایین بودن راندمان انتقال و توزیع آب در شبکه، برداشت غیرمجاز آب از شبکه، تخصیص نامتناسب و نامتوازن حقا به در شبکه آبیاری، و افزایش هزینه های تولید (نهاده، انرژی، آب).

پس از موارد ارائه شده در قالب طوفان فکری، پرسش های کلیدی مختلف به عنوان موضوع های مورد بحث در کارگاه، به ترتیب مطرح شد و پس از بحث و تسهیل گری های لازم خروجی های مرتبط آن به دست آمد. در شکل ۲ عناوین کلی این پرسش ها ارائه شده است.

بر اساس نظرهای کارشناسی حاصل از ایجاد طوفان فکری، تعدادی از چالش های مدیریت آب و خاک ناشی از نبود یا کمبود مدرن سازی شبکه های آبیاری در کشور عبارتند از: تخریب منابع آب و خاک، هدررفت نیروهای انسانی (وقت و انرژی)، کاهش بهره وری به خصوص بهره وری آب، هدررفت آب، هدررفت سرمایه گذاری ها، افزایش هزینه های بهره برداری، عملکرد پایین محصولات کشاورزی، ضعف در تحویل حجمی و اندازه گیری آب کاربردی، ضعف در برنامه ریزی آبیاری، نبود تشکیلات یا ضعف در استفاده از اطلاعات ماهواره ای در تعیین سطح زیر کشت، تشخیص گیاهان کشت شده و اندازه گیری آب کاربردی، منطبق نبودن توزیع آب در شبکه با نیاز آبی گیاه (با در نظر گرفتن راندمان آبیاری) در اراضی آبخور،



شکل ۲- پرسش های محوری چالشی در زمینه مدرن سازی شبکه های آبیاری در ایران

Fig. 2. Key challenging questions in the field of modernization of irrigation networks in Iran

۱-دلیل آن صرفا این نقیصه نبوده و بر اساس نظر کارشناسی، تبدیل به یک عرف مدیریتی شده است که مورد پذیرش کشاورزان هم به دلایلی

هست و تغییر آن نیاز به آموزش و فرهنگ سازی دارد.

در جدول ۱ خلاصه نتایج حاصل از جمع‌بندی پاسخ‌ها و نظرهای کارشناسی به تفکیک پرسش‌های محوری تخصصی مختلف مطرح شده و در مورد ابعاد و مسائل مختلف مدرن‌سازی شبکه‌های آبیاری در کشور ارائه شده است. بر این اساس همچنین در شکل ۳ و شکل‌های ۴ و ۵ مؤلفه‌های اصلی و کلیدی اثرگذار در نقشه راه مدرن‌سازی شبکه‌های آبیاری، به تفکیک برای نتایج حاصل از پرسشنامه و پاسخ پرسش‌های کلیدی مختلف طرح شده در خصوص موضوع، ارائه و نمایش داده شده است.

جدول ۱- جمع‌بندی پاسخ‌ها و نظرهای کارشناسی در مورد ابعاد و مسائل مختلف مدرن‌سازی شبکه‌های آبیاری در کشور

Table 1- Summarizing answers and expert opinions about the various dimensions and issues of modernization of irrigation networks in Iran

پرسش محوری ۱: هدف‌های کلی مورد انتظار از مدرن‌سازی شبکه‌های آبیاری در ایران	پرسش محوری ۲: مسائل، مشکلات، و موانع کار فرآیند مدرن‌سازی شبکه‌های آبیاری
<ul style="list-style-type: none"> <li>- تأمین امنیت غذایی کشور.</li> <li>- تسهیل مدیریت تخصیص و توزیع آب.</li> <li>- افزایش راندمان انتقال و توزیع (کاهش هدررفت آب).</li> <li>- افزایش عملکرد و تولید محصول (در واحد سطح).</li> <li>- افزایش بهره‌وری و به خصوص بهره‌وری آب.</li> <li>- ارتقاء معیشت بهره‌برداران.</li> <li>- امکان برنامه‌ریزی و اصلاح الگوی کشت.</li> <li>- امکان به‌کارگیری فناوری‌های نوین.</li> <li>- کاهش هزینه‌های تولید.</li> <li>- حفظ و نگهداشت منابع آب زیرزمینی.</li> <li>- حفاظت از منابع پایه (آب و خاک و انرژی) و مدیریت بهتر منابع آب و خاک.</li> <li>- ارتقای مشارکت بهره‌برداران.</li> <li>- تسهیل بهره‌برداری و کاهش هزینه‌های تعمیر و نگهداری.</li> <li>- کاهش تصدیی‌گری دولتی.</li> <li>- توزیع عادلانه آب در شبکه‌ها و در سراسر اراضی آبخور.</li> <li>- کنترل آب مصرفی و افزایش راندمان آبیاری.</li> <li>- بهبود وضعیت دریافت آب‌ها (بر مبنای تحویل حجمی و نه سطح زیر کشت) از بهره‌برداران و بهبود خدمات به آنها.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>الف- مسائل فنی</li> <li>- پایین بودن بهره‌وری (به خصوص بهره‌وری آب) در زمین‌های زراعی و باغی.</li> <li>- کمبودها و ضعف‌ها در جامع‌نگری طرح‌ها، نبود مدیریت یکپارچه منابع آب حوضه آبریز، وجود نگاه استانی، و صرفاً نگاه بالا به پایین و نبود نگاه توأمان پایین به بالا و بالا به پایین.</li> <li>- خرد و پراکنده بودن زمین‌های کشاورزی.</li> <li>- عمر و قدمت بالای شبکه‌ها و نگهداری نامناسب آنها.</li> <li>ب- مسائل اقتصادی-اجتماعی</li> <li>- هزینه زیاد کار مدرن‌سازی، محدودیت‌ها در امکانات موجود، مسائل بودجه و اعتبارات، و مشخص نبودن تصمیم سیاست‌گذار برای میزان هزینه کرد برای مدرن‌سازی.</li> <li>- ضعف مدیریت بهره‌برداری و نگهداری در شبکه‌ها به دلیل کمبود اعتبارات.</li> <li>- ضعف در بهره‌برداری سامانه‌ها و کمبود توجه به مطالعات اجتماعی و نبود بودجه‌ریزی درست برای بخش مطالعات اجتماعی پروژه‌ها.</li> <li>- نبود انگیزه برای بخش خصوصی در سرمایه‌گذاری برای مدرن‌سازی.</li> <li>- ضعف مالی بهره‌برداران برای مشارکت مالی در مدرن‌سازی، نبود توانمندسازی بهره‌برداران و مسائل و مشکلات مرتبط با نظام بهره‌برداری مشارکتی.</li> <li>- مسائل و مشکلات خاص در زمین‌های دیم تبدیل شده به آبی (مانند زمین‌های دشت خدا آفرین در استان اردبیل).</li> <li>- مسائل کاهش پذیرش و مشارکت پایین کشاورزان و نبود تلاش یا دلسوزی آنها در صرفه‌جویی واقعی آب.</li> <li>- کمبود پشتوانه‌های قانونی لازم برای مشارکت بهره‌برداران.</li> <li>- معضل هدف‌گذاری نادرست و هدف مقفود شده کسب رضایت ذی‌مدخلان برای جلوگیری از مناقشه‌های اجتماعی در طرح‌ها.</li> <li>- مشکلات مرتبط با رعایت حقایق‌های سنتی بهره‌برداران.</li> <li>- ضعف در فرهنگ‌سازی بین بهره‌برداران.</li> <li>- آگاهی ناکافی بهره‌برداران و احساس نداشتن مالکیت نسبت به شبکه‌های آبیاری در بین آنها.</li> </ul>



## ارائه نقشه راه پایه برای مدرن‌سازی شبکه‌های آبیاری در ایران

### پ- مسائل زیرساختی، حقوقی، نهادی، سازمانی، و برنامه‌ای

- نبود نظام‌های جامع بهره‌برداری.
- جدایی مسائل شبکه‌ها از مزرعه و جدایی شبکه‌ها اصلی از فرعی (۳ و ۴) از لحاظ سامانه سازمانی و مدیریتی.
- کمبود یا نبود برنامه جامع و نقشه راه برای مدرن‌سازی.
- کمبود نیروی انسانی با تخصص موضوع و مشکلات جذب نیروی متخصص در دستگاه‌ها.
- کمبود و ضعف در هماهنگی‌های بین دستگاهی و نبود ارتباط سیستماتیک بین دستگاه‌های مختلف (وزارت جهاد کشاورزی، وزارت نیرو، محیط زیست، و تشکلهای).
- وجود سیاسی‌کاری در پروژه‌های کلان.
- مسائل و مشکلات مرتبط با قوانین و ضرورت اصلاح یا بازنگری آنها (به خصوص برای قانون توزیع عادلانه آب).
- ضرورت ورود اولیه سیاست‌گذاری آب به حوزه فنی و پس از آن پرداختن به سیاست‌گذاری فناوری.
- کمبود مروج با تخصص لازم و استارت آپ‌ها.
- مشکلات مرتبط با تعارض منافع در موارد نگهداری، نظارت، و ارزیابی.
- ضعف‌ها و کاستی‌ها در آموزش مسائل نرم افزاری و مدیریتی.
- وجود متولیان متعدد در ساختار مدیریت آب کشاورزی،
- سیستم بوروکراسی زیاد در کشور.

### ت- مسائل زیست محیطی

- کم توجهی به مسائل و چالش‌های زیست محیطی و پایداری منابع آب و خاک کشور.
- کم توجهی به حقایق زیست محیطی.

### پرسش محوری ۴: نوع مدرن‌سازی و انجام آن در بخش‌های مرتبط در شبکه آبیاری

### پرسش محوری ۳: راهبردها/راهکارها برای توسعه مدرن‌سازی شبکه‌های آبیاری

- استفاده لازم از نهاد نظام بهره‌برداری، با ایجاد نظام بهره‌برداری مناسب و شناسایی تنگناها و مشکلات شرح خدمات نظام بهره‌برداری.
- ارائه چشم انداز مدرن‌سازی و بهبود، متناسب با چالش‌های شبکه و مسائلی مانند وسعت شبکه، قدمت، نوع کشت، میزان مدرن بودن، پراکنش جغرافیایی، و اثر تغییرات اقلیمی.
- ضرورت آموزش و ظرفیت‌سازی یا در واقع ایجاد بهره‌برداران مدرن برای ایجاد بستر مدرن‌سازی.
- توجه به بهسازی شبکه‌های فرسوده به عنوان قدم اول در مدرن‌سازی.
- ضرورت استفاده از فناوری‌های جدید، تسری آن در جامعه بهره‌برداران، استفاده از شرکت‌های دانش‌بنیان در زمینه مدرن‌سازی، و استفاده از فناوری‌های بومی کشاورزان.
- توجه لازم به موارد و جنبه‌هایی مانند توسعه کشت گیاهان مقاوم به شوری، ترکیب آب‌های با کیفیت بالا با پساب‌ها و زهاب‌ها، توسعه کشت گیاهان دارویی در راستای افزایش بهره‌وری آب، پوشش کانال اصلی، ایجاد انجمن آب بر (شبکه‌های ۳ و ۴)، آموزش و ارتقای دانش تشکلهای و بهره‌برداران، ایجاد اعتماد اجتماعی، حرکت به سمت آبیاری هوشمند و کشاورزی هوشمند، و ارتقای نظام جمعی کشت، در بحث نوع مدرن‌سازی شبکه.

### الف- راهبردها:

- ایجاد نظام‌های جامع بهره‌برداری و ایجاد تشکلهای.
- توجه به تاب‌آوری و انعطاف‌پذیری شبکه‌ها در برابر تغییرات اقلیم (کمبود بارش-ها و کمبود منابع آب) در طرح‌های مدرن‌سازی.
- اجرای توأمان مدرن‌سازی شبکه‌های اصلی و فرعی (همگرایی سازمانی و بین‌سازمانی).
- اجرای مدرن‌سازی در شبکه‌هایی که جامعه محلی پذیرای آن است و پذیرش اجتماعی اولیه وجود دارد.
- تهیه سامانه بانک داده و جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات مورد نیاز و قابل اعتماد و شفاف برای تصمیم‌گیری و تصمیم‌سازی.
- توجه به پویایی تحولات برای پایدار شدن سیستم (استفاده از تکنیک دینامیک سیستم‌ها).
- سرمایه‌گذاری در مدرن‌سازی شبکه‌ها.

### ب- راهکارها و رهنمودها

- اجرای مطالعه‌ای جامع برای ارزیابی اولیه از شبکه‌ها برای آشنایی و بررسی

- میزان آمادگی جامعه محلی از لحاظ مسائل مختلف و پذیرش اقدامات مدنظر در مدرن سازی.
- دیدن مدرن سازی به صورت یک مدل و وزن دهی شاخص های مرتبط آن (مانند مدیریت دانش و مدیریت نظام بهره برداری) با روش هایی مانند تحلیل سلسله مراتبی (AHP).
- ارزیابی جامع از وضعیت شبکه های کشور از لحاظ ساختار مدیریتی (با در نظر گرفتن مدیریت حوضه).
- انتخاب شبکه های معدود به صورت پایلوت برای مطالعه اجرای مدرن سازی در ابتدای کار.
- ضرورت تدوین برنامه جامع مدرن سازی که هدفها و رویکردها در آن گنجانده شده باشد، و آنگاه تصمیم گیری در خصوص نحوه تامین منابع مالی (مدل های مالی).
- عدم تصمیم گیری و اقدام جزیره ای در کار مدرن سازی و تعیین یک مرکز یا هسته ایجاد و کمیته راهبردی و یا نهادی برای راهبری آن، پس از مشخص شدن متولی آن.
- دیدن و توجه به نیاز و متقاضی مدرن سازی و میزان پذیرش مردم محلی و سپس اقدام به ایجاد تشکل ها (با در نظر گرفتن ابعاد بهره برداری)، انتخاب مشاور، انتخاب پیمانکار، و استفاده از کارشناسان مجرب.
- توجه و استفاده لازم از دانش فنی سیاست گذاری در ابعاد فنی و اجتماعی و استفاده از فناوری ها.
- پیگیری اقدامات حقوقی و نهادی لازم.
- فرهنگ سازی.
- تسهیل گری و آموزش تشکل های آبران.
- مدیریت مناقشات محلی.
- افزایش مشارکت بهره برداران.
- تصویب قوانین و مقررات مناسب و حذف قوانین دست و پاگیر.
- تشویق و حمایت تولیدکنندگان سامانه ها و ابزارهای نوین.
- تامین اعتبارات از منابع دولتی / بانکی / خصوصی.
- تدوین استانداردهای مورد نیاز در بخش های فنی، اجتماعی، و بهره برداری.
- تدوین دستورالعمل های یکپارچه فنی و اجرایی، بازنگری در دستورالعمل های پیشین بر پایه تجربه های گذشته و یکپارچه سازی مقررات ملی در حوزه های طراحی، اجرا، نظارت و بهره برداری شبکه های آبیاری.
- هماهنگ سازی موضوع های حقوقی و نهادی در مسائل مرتبط با شبکه ها.
- رعایت موضوع های زیست محیطی در مدرن سازی شبکه ها.
- و در مجموع تهیه و اجرای سازمان و ساز و کار مناسب برای مدرن سازی.

#### الف- نوع مدرن سازی

- o تهیه و به روز رسانی نقشه های کاداستر در زمین های آبخور شبکه ها.
- o نصب حسگرهای اندازه گیری دبی آب در کانال های اصلی.
- o ایجاد دفتر اطلاع رسانی و آگاهی از وضعیت شبکه ها در دفاتر آب منطقه ای.
- o نصب، کنترل، و به روز رسانی سازه های اندازه گیری آب در محل آبیگرها.
- o کنترل سازه های تنظیم آب در طول شبکه های آبیاری.

#### ب- محل مدرن سازی در شبکه

- o اخذ کارسازی در شبکه های مدرن،
- o برداشتن گام های نهادی و مدیریتی در شبکه های تلفیقی و سنتی.
- o توجه خاص به افزایش قابلیت اندازه گیری آب در برنامه مدرن سازی.
- o پوشش نهرهای خاکی (در صورت امکان استفاده از لوله).
- o ترمیم کانال های بتنی فرسوده.
- o استفاده از تجهیزات کنترلی جریان برای توزیع و تخصیص آب.
- o استفاده از سازه های کنترل سطح آب
- o استفاده از حسگرهای تعیین دبی در مسیر کانال.
- o استفاده از سامانه نرم افزاری یکپارچه تخصیص و توزیع هوشمند آب.
- o بهبود ساختار فنی و مدیریتی شبکه های آبیاری.
- o نصب کنترل حجمی برای اعمال مدیریت تخصیص آب در شبکه های ترکیبی.
- o مسائل ایستگاه های پمپاژ، تأسیسات آبیاری و سایر سازه های هیدرولیکی.
- o استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر در شبکه های آبیاری مانند انرژی خورشیدی.

**پرسش محوری ۶: شاخص‌ها و روش‌های پایش اثربخشی شبکه بعد از انجام مدرن‌سازی<sup>۱</sup>**

**الف- شاخص‌ها:** تغییرات بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی آب، افزایش عملکرد محصولات کشاورزی، کاهش مصرف آب و سایر نهاده‌ها، میزان اجرای نوبت‌بندی آب در شبکه، مشارکت‌سنجی و ارزیابی افزایش سطح رضایت ذی‌مدخلان و بهره‌برداران، افزایش سطح رفاه جامعه بهره‌بردار، افزایش درآمد برای کشاورزان، بهره‌وری اقتصادی، پویایی شبکه، پایداری کمی و کیفی منابع آب و خاک، تغییرات میزان شوری، فرسایش‌پذیری و میزان مواد آلی (کربن) خاک، تغییرات الگوی کشت، مؤلفه‌های تغییرات اقلیمی از جنبه‌های اثرهای آن بر منابع آب و تولیدات کشاورزی (مانند افزایش دما، کاهش بارش‌ها، افزایش تبخیر و تعرق، افزایش غلظت گاز CO<sub>2</sub>، و تنش-های محیطی بر گیاه)، کاهش مناقشات محلی، سطح و میزان مشارکت و رضایت‌مندی بهره‌برداران، کفایت و عدالت در توزیع آب در بالادست و پایین‌دست شبکه‌ها، تغییر شاخص‌های اجتماعی و اقتصادی (میزان بیکاری، تولید ناخالص، و ضریب جینی)، پایداری سرزمین، تنوع زیستی، و حفظ منابع طبیعی.

**ب- روش‌ها:** ارزیابی و تعیین اثربخشی، ارزیابی میزان رسیدن به هدف‌ها، نظارت بر بهره‌برداری پس از استقرار قانون نظام مشارکتی، و تعیین زمان اجرای پایش‌ها در نظارت.

**پرسش محوری ۵: شاخص‌های اولویت‌بندی در انتخاب شبکه‌های آبیاری برای مدرن‌سازی**

**الف- شاخص‌ها و معیارهای فیزیکی-زیر ساختی:** وسعت شبکه، نوع و الگوی کشت شبکه، میزان پایداری منابع آب تأمین شده و مطمئن، حجم تولیدات حاصل از شبکه، وضعیت تکمیل شبکه (در دست احداث یا ساخته شده، دارا بودن شبکه فرعی یا اصلی)، نوع منبع آب (سطحی، زیر زمینی، و تلفیقی)، سامانه مدیریت تأمین شبکه (دولتی، سنتی، شرکت بهره‌برداری، و تعاونی تولید)، زیرساخت‌های موجود از نظر نوع سازه‌ها و روش تحویل آب در شبکه (هکتاری و حجمی)، نوع شبکه از لحاظ نوع سامانه‌های آبیاری متداول (ثقلی یا تحت فشار)، منابع آب در دسترس و تنش آبی شبکه، مناسب بودن کیفیت آب از لحاظ کارایی سامانه‌های آبیاری مورد استفاده پس از مدرن‌سازی، عمر و قدمت شبکه، در اولویت قرار گرفتن شبکه‌های ثقلی که ناقص هستند و شبکه فرعی ندارند، توسعه‌یافتگی زیرساخت‌های موجود (آمار و اطلاعات، زیرساخت‌های انرژی، ایستگاه‌های پمپاژ و شبکه انتقال و توزیع)، نبود سازه‌های اندازه‌گیری دقیق و تحویل و دریافت آب بها بر مبنای سطح زیر کشت، و روال‌های محلی و عرفی موجود.

**ب- شاخص‌ها و معیارهای فرهنگی-اجتماعی-اقتصادی:** بستر موجود و مسائل فرهنگی، میزان آمادگی و پذیرش ذی‌مدخلان و جامعه محلی نسبت به مدرن‌سازی (از لحاظ دستوری نبودن کار و بلکه از پایین به بالا بودن آن)، وجود شکل‌های منسجم و با تجربه، نبود مسائل اجتماعی و مناقشه و نزاع در میان جامعه محلی، مناطقی که تولید محصولات پربازده و با ارزش اقتصادی بیشتر ممکن است و یا رواج دارد، مناطق مستعد توسعه زنجیره تولید (کیفیت اراضی، صنایع تبدیلی، نیروی کار، زیرساخت‌های حمل و نقل و بازار رسانی در بازارهای ملی، منطقه‌ای و فرامنطقه‌ای).

**پ- شاخص‌ها و معیارهای محیط زیستی:** پایداری کمی و کیفی منابع آب شبکه، پایداری محیط زیست (فیزیکی-بیولوژیکی-اجتماعی)، مسائل تغییر اقلیم و اثر آن بر منابع آب و کشاورزی منطقه و شبکه، و شاخص جغرافیایی (شامل پراکندگی و توزیع محدوده‌های اصلی تولید کشاورزی).

**ت- روش‌های کلی اولویت‌بندی:** استفاده از روش‌های مرتبط با مسائل چند شاخصه و چند معیاره، استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری، و روش تحلیل سلسله مراتبی فازی (AHP). توجه خاص به شبکه‌های دارای مشکل بحران آب، اجرای کار در چند شبکه پایلوت که همه معیارها را پوشش دهد (می‌توان از کشت و صنعت‌هایی نیز شروع کرد که هزینه بهسازی و نوسازی را تقبل کنند)، و توجه توأمان به شبکه اصلی و فرعی در مدرن‌سازی.

<sup>۱</sup> - لازم است یادآوری شود که شاخص‌های کلی ارزیابی عملکرد شبکه‌ها پیش از این در دفتر استانداردهای وزارت نیرو تعریف و تبیین شده‌است. با این حال شاخص‌ها در ارتباط با هدف خاص و تخصصی این پژوهش نیز تعریف می‌شوند.

پرسش محوری ۷: چگونگی ورود به بحث مدرن سازی شبکه های آبیاری در قوانین و اسناد بالادستی (به خصوص در برنامه هفتم)

- کلید واژه هایی که در خصوص بحث مدرن سازی شبکه های آبیاری در قوانین و اسناد بالادستی (به خصوص برنامه هفتم) باید به آنها توجه کرد: سازگاری با تغییرات اقلیمی، جبران جابه جایی تخصیص های منابع آب و بهینه سازی تخصیص ها (با توجه به قیمت آب)، افزایش بهره وری و کاهش مصرف آب، سازگاری با کم آبی، مدیریت بهینه منابع آب و خاک، تولید ثروت و افزایش درآمد و رفاه بهره برداران، مدرن سازی برای مشارکت جویی و رضایت مندی مردم، تضمین بهره برداری بهینه، تسهیل در اجرای پروژه، پایداری سرزمین، ارتقای معیشت مردم، صرف نظر کردن از مدرن سازی در زمین های خرده مالکی، تولید ثروت، بهره وری شبکه های آبیاری، کاهش سهم آب بخش کشاورزی در آینده، مدرن سازی برای کاهش مصرف آب و سازگاری با تغییر اقلیم، امنیت غذایی، و ضرورت اصلاح و یا تسهیل گری قوانین مرتبط با مدیریت آب و خاک.
- در این خصوص جمع بندی شده است که به دولت تکلیف شود "برای مدرن سازی در یک سطح معین مثلاً ۳۰۰-۲۰۰ هزار هکتار سالانه طی برنامه در کل کشور و بر اساس آیین نامه ای که با محوریت سازمان برنامه و بودجه و مشارکت دستگاه های ذی ربط تهیه خواهد شد عمل کند" و موارد زیر در آن لحاظ شود:
  - o نوسازی و بهسازی شبکه های آبیاری و زهکشی و نهرهای آبرسانی در عرصه های دارای تشکل.
  - o تجهیز کردن نقاط تحویل حجمی آب به ابزارهای مناسب اندازه گیری.
  - o ایجاد سامانه های هوشمند آمار و اطلاعات به ویژه در خصوص منابع و مصارف آب.
  - o بهبود مدیریت منابع آب و ارتقای بهره وری فیزیکی و اقتصادی آب و همچنین بهبود راندمان انتقال و کاربرد آب کشاورزی.
  - o ایجاد و ساماندهی و توانمندسازی تشکل های آبراز.



شکل ۳- مؤلفه ها و عوامل کلیدی مرتبط با بحث مدرن سازی شبکه های آبیاری به همراه درجه بندی اهمیتی آنها از دیدگاه پرسش شوندگان

Fig. 3. A description of the components and key factors related to the irrigation networks modernizing as well as their importance rating as viewed by the respondents



Q1: اهداف مورد انتظار؛ Q2: مسائل، مشکلات، و موانع؛ Q3: راهبردها، راهکارها (اقدامها)؛ Q4: چه نوع مدرن‌سازی و در کجای شبکه

شکل ۴- مؤلفه‌های اصلی و کلیدی اثرگذار در نقشه راه مدرن‌سازی شبکه‌های آبیاری مرتبط با هدفها، مسائل، راهبردها و راهکارها، و انواع فعالیتها

Fig. 4. The main and key influential components in the road map of modernization of irrigation networks related to goals, issues, strategies and solutions, and types of activities





شکل ۵- مؤلفه های اصلی و کلیدی اثرگذار در نقشه راه مدرن سازی شبکه های آبیاری مرتبط با شاخص های انتخاب شبکه، شاخص ها و روش های پایش اثربخشی، و چگونگی استفاده از ظرفیت های قوانین، اسناد بالادستی، و برنامه های توسعه

Fig. 5. The main and key influential components in the road map of modernization of irrigation networks related to network selection indicators, effectiveness monitoring indicators and methods, and how to use the capacities of laws, macro-level documents, and development plans



## نتیجه‌گیری و پیشنهادها

با توجه به بحران آب در کشور و لزوم استفاده بهینه از آب در شبکه‌های آبیاری، و نیز با توجه به نتایج بررسی و تحلیل نظرهای جامعه کارشناسی حوزه مدیریت آب و متخصص در موضوع مورد بحث، مدرن‌سازی شبکه‌های آبیاری ضرورت زیادی دارد.

ابعاد مختلفی از موضوع در نقشه راه مدرن‌سازی باید مد نظر قرار گیرد، از آن جمله: پارامترهای مؤثر و معیارهای لازم در انتخاب و اولویت‌بندی شبکه‌ها برای مدرن‌سازی، موانع درون و برون سازمانی برای اجرای فرآیند مدرن‌سازی، و میزان اثرگذاری مدرن‌سازی بر صرفه‌جویی واقعی آب. مسائل و مشکلات مدرن‌سازی شبکه‌های آبیاری را می‌توان در چهار گروه اصلی فنی، اقتصادی-اجتماعی، نهادی و حقوقی، و زیست‌محیطی طبقه‌بندی کرد که گروه اقتصادی-اجتماعی، نهادی و حقوقی از اهمیت خاصی برخوردار است. از موارد مهم و برجسته این گروه می‌توان مسائل توانمندسازی بهره‌برداران، مشکلات مرتبط با نظام بهره‌برداری مشارکتی، کاهش پذیرش و مشارکت پایین کشاورزان، نبود نظام‌های جامع بهره‌برداری، و کمبود و ضعف در هماهنگی‌های بین دستگاهی و نبود ارتباط سیستمی بین دستگاه‌های مختلف را نام برد.

در اجرای نقشه راه مدرن‌سازی باید نظام‌های جامع بهره‌برداری و تشکّل‌ها ایجاد شوند و به تاب‌آوری و انعطاف‌پذیری شبکه‌ها در برابر تغییر اقلیم (کمبود بارش‌ها و کمبود منابع آب) توجه خاص کرد. نکات مهم و چالشی دیگر از جنبه اجرای نقشه راه و اتخاذ سیاست‌ها و راهکارهای مدرن‌سازی در کشور از این قرارند:

– در فرآیند اجرای نقشه راه مدرن‌سازی، کل سامانه یعنی از منبع تامین آب، شبکه انتقال (اصلی و فرعی با هم) تا مزرعه و سامانه آبیاری باید یکجا و یکپارچه دیده شوند، تا آنجا که اجماع نظر بر آن است که عنوان این فرآیند یکپارچه شود و "مدرن‌سازی آبیاری"<sup>۱</sup> (و نه شبکه)، نامیده شود.

– فعالیت‌های بازسازی در کنار نوسازی و تلفیق و اجرای همزمان آن با فعالیت‌های اصلی نوسازی (مدرن‌سازی).

– مدرن‌سازی یکی از الزام‌های تغییر سامانه توزیع آب مبتنی بر تامین، به سامانه توزیع بر مبنای تقاضای آب است. ولی باید توجه داشت که به دلیل کمبود آب در شبکه‌ها ناشی از خشکسالی، تغییر اقلیم، گسترش سطح زیر کشت و در نتیجه افزایش تقاضای آب، نیاز آبی اراضی آبخور شبکه به هر حال باید با روشی مثل روش تلفیقی، تامین گردد و در این شرایط مدرن‌سازی نباید موجب تنش‌های اجتماعی بیشتر در شبکه شود.

– چالش ایجاد بستر و زیرساخت‌های سخت‌افزاری و نرم‌افزاری لازم برای مدیریت اجتماعی و مشارکتی بهره‌برداری و نگهداری از شبکه‌ها و در چارچوب تدوین و استقرار "نظام بهره‌برداری مشارکتی از آب".

– چالش تحویل حجمی آب و تعیین دقیق آب کاربردی و مورد نیاز در مزرعه، با توجه به آنکه تحویل آب صرفاً بر اساس حقاچه، مفهوم و روش سنتی و تاریخ گذشته است و وجود حقاچه‌های سنتی قبلی، چالشی دیگر در زمینه اجرای مدرن‌سازی است.

– مسائل و چالش‌های مرتبط با ضعف‌ها در تربیت نیروی کارشناسی متخصص در زمینه مدرن‌سازی و فناوری‌های مورد نیاز و کمبود پروژه‌های تحقیقاتی مرتبط در دانشگاه‌ها و مؤسسات تحقیقاتی.

– چالش‌های مرتبط با ضعف در آموزش‌های تخصصی به مروجان و بهره‌برداران و در مجموع ضعف‌ها در ظرفیت‌سازی و معضل ایجاد بهره‌برداران مدرن.

مدرن‌سازی فرآیندی پیچیده و زمان‌بر است و باید با برنامه‌ریزی پیش‌رود و جامعه محلی و بهره‌بردار توجیه شوند و پذیرای آن باشند. در اولین قدم باید این مفهوم در ادبیات مرتبط و جامعه کارشناسی تبیین و جاری‌سازی<sup>۲</sup>

<sup>2</sup> -Mainstreaming

<sup>1</sup> - Irrigation Modernization

هدف اصلی از این تحقیق ارائه چشم‌اندازی کامل و جامع از موضوع‌ها، مسائل و چالش‌هایی بود که به صورت پتانسیل و اولیه بر فرآیند مدرن‌سازی آبیاری در کشور تاثیر گذار هستند. بدیهی است برای ادامه و تکمیل کار و تهیه نقشه راه نهایی حاوی برنامه عمل و اقدام‌های لازم، باید در آینده کار بیشتر و تکمیلی با همکاری دستگاه‌های اجرایی متولی موضوع در نظر گرفته شود و در اولین قدم عوامل دارای اثرگذاری زیاد شناسایی و برای اقدام لازم انتخاب شوند. این موضوع را نیز باید گفت که تدوین نقشه راه دارای روش‌شناسی خیلی مشخص و با استاندارد معینی نیست و بسته به ماهیت موضوع و هدف کار دارای تغییراتی است. ولی در تهیه آن باید سه اصل زیر که در واقع از اصول اولیه برنامه‌ریزی راهبردی در علم مدیریت هستند، در نظر گرفته و رعایت شده باشند: ۱- کجا هستیم، ۲- کجا می‌خواهیم برویم، ۳- چگونه می‌توانیم به مقصد برسیم. با توجه به مباحث و نتایج ارائه شده در این پژوهش، می‌توان ادعا کرد که این سه اصل در تدوین این نقشه راه مقدماتی مدرن‌سازی آبیاری در کشور، کم و بیش رعایت شده‌اند و پاسخ آنها به صورت خلاصه و به ترتیب اینگونه است: ۱- وضعیت نامطلوب مدیریت آب و سطح پایین مدرن‌سازی به خصوص در شبکه‌های آبیاری (در سطح مزرعه با توجه به توسعه مناسب روش‌های آبیاری تحت فشار، وضعیت مطلوب‌تر است)، ۲- به سوی مدرن‌سازی آبیاری، ۳- با توجه به مسائل، چالش‌ها، راهکارها، الزامات، و فرآیندهای ارائه شده در نتایج این تحقیق.

شود و این واژه و برنامه‌های مرتبط با آن به نحو مناسبی وارد قوانین و اسناد بالادستی کشور شوند. هدف و ضرورت از مدرن‌سازی باید مشخص و به نحوی هدف‌گذاری شود که پایداری سرزمین و رضایت و پایداری معیشت بهره‌برداران تأمین شود. در برنامه مدرن‌سازی باید هدف، میزان توسعه، و روش اجرای کار مشخص گردد و به اعتبارات مورد نیاز توجه شود تا در نهایت قانونگذار سازمان تأمین کننده بودجه توجیه شوند. برنامه مدرن‌سازی و اجرای طرح آن ابتدا باید در مقیاس ملی (و حتی -الامکان با نگاه حوضه‌ای) دیده و تهیه شود. یعنی طرح‌ها باید به صورت جامع و برای توسعه پایدار کشور و در قالب ملی دیده شوند. وجود نقشه راه جامع و با جزئیات لازم ضرورت دارد تا طرح‌ها ضمانت اجرا داشته باشند و تحت تأثیر دولت‌ها قرار نگیرند و با تغییر آنها برنامه‌ها و طرح‌ها عوض نشوند یا تغییر جهت نیابند.

در اجرای فرآیند مدرن‌سازی باید اثرهای جانبی آن را هم در نظر گرفت. مباحث افزایش احتمالی مصرف آب در حوضه (بروز پدیده "اثر بازگشتی") و کاهش جریانات برگشتی به دلیل رعایت نکردن الزامات کار و نبود کنترل (مانند جلوگیری از گسترش سطح زیرکشت، جلوگیری از تغییر الگوی کشت به محصولات پرآب‌تر، نبود اصلاح لازم در حقایق‌ها)، مسائل افزایش مصرف انرژی، و افزایش هزینه بهره‌برداران، از مسائلی است که باید آن را در فرآیند مدرن‌سازی در نظر گرفت.

## تقدیر و تشکر

مقاله حاضر به طور عمده برگرفته از نظرهای کارشناسان و خبرگان از دستگاه‌ها، مؤسسات، و شرکت‌های مشاور مختلف است که با تکمیل پرسشنامه پژوهش و شرکت در کارگاه تخصصی هم‌اندیشی نظرهای ارزشمند خود را ارائه دادند و در کار پژوهش مشارکت کردند. بدین‌وسیله از همکاری‌ها و مشورت‌های علمی و فنی این کارشناسان و دیگر همکاران دست‌اندرکار این پژوهش قدردانی می‌شود.

همچنین از سرکار خانم‌ها دکتر سالومه سپهری صادقیان، مهندس زهرا قریشی، و آقای مهندس رضا کوهی بوشهری، به ترتیب عضو هیئت علمی مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، کارشناس ارشد و دانش‌آموخته مدیریت منابع

آب از دانشگاه تهران، و کارشناس ارشد دفتر شبکه‌های آبیاری و زهکشی معاونت آب و خاک وزارت جهاد کشاورزی برای همکاری‌هایشان در جریان برگزاری کارگاه هم‌اندیشی پژوهش سپاسگزاری می‌شود.

مراتب سپاس از آقای مهندس جلال ابوالحسینی مدیرکل محترم دفتر شبکه‌های آبیاری و زهکشی معاونت آب و خاک وزارت جهاد کشاورزی، برای ارائه نظرها، همکاری‌ها، و پشتیبانی‌های این پژوهش اعلام می‌شود.

## مراجع

- Abarian A, Ranjpour R, Hashemi Dizj AR & Behbodhi D .(2023). Investigating of agricultural water rebound effect in environmental conditions according to the provinces of Iran. *Journal of Environmental Sciences Studies* 8(2):6435-6446 (In Persian)
- Abbasi, N., Bahramlou, R., Keramati, M., & Yarqoli, B., (2009). Development of a strategic research program for the improvement and optimization of irrigation and drainage networks. *Agricultural Engineering Research Institute*. Final research report. No: 87.1347. 285 p. (In Persian)
- Arif1, S. S. Pradipta, A. G., Murtiningrum, Subekti, E. Sukrasno, Prabowo, A., Djito, Sidharti, T. S., Soekarno, I & Fatah, Z. (2019). Toward modernization of irrigation from concept to implementations: Indonesia case. The 3rd International Symposium on Agricultural and Biosystem Engineering, IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 355.012024, DOI:10.1088/1755-1315/355/1/012024.
- Berbel, J., Expósito, A., Gutiérrez-Martín, C. & Mateos, L. (2019). Effects of the Irrigation Modernization in Spain 2002–2015. *Water Resources Management*, Published online 26 Feb., 2019, <https://doi.org/10.1007/s11269-019-02215-w>.
- Berbel, J., Gutierrez-Martin, C., Rodriguez-Diaz, J.A, Camacho, E. & 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.
- Burt, C.M. (2013). The irrigation sector shift from construction to modernization: what is required for success?. *Irrigation and Drainage*. 62: 247–254, DOI: 10.1002/ird.1703.
- Davari, K., Omranian, H. & Ghanbari, F. (2014). Mashhad water management and work solution. *Final Report*, Mashhad Water and Wastewater Company. (In Persian)
- Delavar, M., Morid, S., Morid, R, Farokhnia, A, Babaeiana, F., Srinivasanc, R. & Karimid, P. (2020) Basin-wide water accounting based on modified SWAT model and WA+ framework for better policy making. *Journal of Hydrology*, 585: 124762.
- Heydari, N. (2023). Irrigation modernization and the rebound effect. Presentation in the panel of “Investigating the rebound effect phenomenon and the measures leading to the saving water in the farm and the necessary consideration for its control”. *The 1<sup>st</sup> Congress on Agricultural Engineering*, Agricultural Engineering Research Institute, Feb. 15, 2023, Karaj, Iran. (In Persian)
- Heydari, N. & Nakhjavani Moghadam, M.M. Quantitate evaluation of pressurized irrigation development in Iran compared to the world. *Journal of Water Management in Agriculture*, 10 (2):60-80, (In Persian)
- Heydari, N. & Sepehri Sadeghian, S. (2023 a). Investigating the irrigation modernization and analyzing its post rebound effect phenomenon. *Iran-Water Resources Research*, Vol. ?, No. ? : 20-30. (Under review) (In Persian)
- Heydari, N. & Sepehri Sadeghian, S. (2023 b). An overview of the concept and issues of modernization of irrigation in the world and Iran. *Scientific-Technical Report*, No., Agricultural Engineering Research Institute, Karaj, Iran, 40 p. (Under publication) (In Persian)

- Heydari, N., Sepehri Sadeghian, S. & Aboalhasani, J. (2022). Evaluation of expert views and opinions on the modernization of irrigation networks in Iran. *Irrigation and Drainage Structures Engineering Research*, 23 (88): 1-26. (In Persian).
- Heydari, N., Sepehri Sadeghian, S. & Morsali, E. (2023). Development of strategies and road map of new management of irrigation and drainage networks, under condition of water scarcity in Iran. *Research Report*, No., Agricultural Engineering Research Institute, Karaj, Iran, 62 p. (Under Publication) (In Persian)
- National Center for Strategic Studies. (2022). Report on the road map and strategic document of the development plan of the road map and strategic document for the rehabilitation and balancing of underground waters. *Report*. National Center for Strategic Studies of Agriculture and Water of Iran's Chamber of Commerce-Industries-Mines-Agriculture, 87 p., Tehran, Iran. (In Persian)
- Oi, S. (1997). Introduction to Modernization of Irrigation Schemes. FAO Resource paper, Regional Water Development and Management Officer, Regional Office for Asia and the Pacific (RAP), *FAO RAP Publication*, Bangkok.
- Omranian Khorasani, H., Davari, K., Bagheri, A. & Ghaysani, A. (2014). Implementation of strategic management of water resources: A proposed framework using a road map tool. *Water and Sustainable Development*, 1(2):101-112.(In Persian)
- Renault, D. & Wahaj, R. (2011). Irrigation modernization: the hard way but the only way forward. Proceedings of the workshop held as a side event of the 21<sup>st</sup> ICID congress, Oct. 20, 201, Tehran, Iran.
- Rijsberman, R.F. & Grigg N.S. (1985). Identifying priorities in irrigation systems: problems and solutions. In: *10<sup>th</sup> Technical Conference on Irrigation, Drainage and Flood Control* (Reno, Nevada 1985) U.S. Committee of ICID.
- Rocamora, C., Vera, J. Abadía, R. (2012). Strategy for efficient energy management to solve energy problems in modernized irrigation: Analysis of the Spanish case. *Irrig. Sci.*, DOI 10.1007/s00271-012-0394-5.
- Pereira, L.S. (1988) Modernization of irrigation systems: A case of research, oriented to improve management. *Irrigation and Drainage Systems*, 2:63-77.
- Pfeiffer, L., Lin C.Y.C. (2014). Does efficient irrigation technology lead to reduced groundwater extraction?: Empirical evidence. *Journal of Environmental Economics and Management*, 67:189-208.
- Playan, E. & Mateos, L. (2006). Modernization and optimization of irrigation systems to increase water productivity. *Agricultural Water Management*. 80: 100-116.
- Rodriguez-Diaz JA, Camacho-Poyato E, Lopez-Luque R & Perez-Urrestarazu, L. (2008) Benchmarking and multivariate data analysis techniques for improving the efficiency of irrigation districts: An application in Spain. *Agricultural Systems*, 96:250-259.
- Xu, H., Yang, R. & 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.

*Original Research*

## **Development of a Basic Road Map for Modernization of Irrigation Networks in Iran**

**\*Nader Heydari**

\*Associate Professor, Agricultural Engineering Research Institute (AERI ); Agricultural Research, Education, and Extension Organization (AREEO); Karaj; Iran.

**Email:** nrheydari@yahoo.com

**Received:** 25 April 2023 **Accepted:** 19 September 2023

<https://doi.org/doi.org/10.22092/IDSER.2023.362091.1542>

### **Extended Abstract**

#### **Introduction**

Irrigation modernization is the process of updating and improving the existing irrigation plan in order to achieve advanced technical, economical, or social goals. It goes beyond just creating modern physical structures and equipment in the irrigation network, but also includes organizational, institutional, and policy measures and reforms. Based on expert opinions, modernization of irrigation networks in Iran is very important and has many advantages.

The activities carried out in the modernization projects that have been carried out in recent years in different countries, mainly include the change of water distribution systems based on open gravity channels to pipe networks under pressure to supply water to irrigation systems, and the implementation of pressurized irrigation methods (mainly drip or sprinkler irrigation methods) and intelligence and automation in irrigation systems in the fields.

Modernization of systems has various advantages, including increasing reliability and flexibility, which lead to improved irrigation efficiency and increase crop yield; these two indicators play an important role in terms of durability and sustainability of irrigation projects.

#### **Methodology**

This research was carried out with the aim of developing a basic road map for the modernization of irrigation networks and emphasizing the related issues and challenges in the agricultural water sector in three steps. In the first and second steps, by reviewing and analyzing all related local and international scientific literature, issues, challenges, and various components affecting the modernization process were identified and then compiled in the form of a comprehensive questionnaire and expert opinions were obtained.

In the third step, by holding a joint brainstorming workshop on the subject and with the necessary facilitations, the answers to the various key questions were obtained. Then, by combining the results of the workshop with the results obtained from the first and second steps, the main and key influencing factors in the basic road map of modernization of irrigation networks related to the following item were identified and compiled (step 4). These include: expected goals; issues, problems, and obstacles; strategies/solutions (actions); what kind of modernization and where in the network; priority indicators in selecting networks; effectiveness monitoring indicators and the methods; and how the discussion of modernization enters laws, macro-level documents, and development plans.



**Results and Discussion**

After some brain storming discussions, some key questions were raised as topics discussed in the workshop, and with necessary facilitation, the related outputs were obtained. In Figures 1 and 2, the main and key components of the road map for the modernization of irrigation networks are presented and displayed according to the various key questions proposed on the subject.

**Conclusions**

Considering the water crisis in the country and the need for optimal use of water in irrigation networks, as well as the results of the review and analysis of the opinions of experts in the field of water management and experts in the subject under discussion, the modernization of irrigation networks in the country is very necessary.



**Figure 1- The main and key influencing components in the road map of modernization of irrigation networks related to goals, issues, strategies and solutions, and types of activities.**





**Figure 2- The main and key influencing components in the road map of modernization of irrigation networks related to network selection indicators, effectiveness monitoring indicators and methods, and how to use the capacities of laws, , macro-level documents, and development plans**

When formulating the modernization roadmap, it is crucial to take various aspects of the issue into account. These include identifying effective parameters and necessary criteria for selecting and prioritizing networks for modernization, as well as understanding both internal and external obstacles that may hinder the modernization process. Additionally, it's important to assess the extent to which modernization contributes to real water conservation.

The challenges and problems pertaining to the modernization of irrigation networks can be categorized into four main groups: technical, economic-social, institutional-legal, and environmental. Among these, the economic-social and institutional-legal aspects hold particular significance. Notably, some vital issues in these categories involve empowering farmers, addressing problems related to cooperative farming systems, improving farmer engagement and participation, establishing comprehensive farming systems, and enhancing coordination among different executive organizations and stakeholders.

To successfully implement the modernization roadmap, it becomes imperative to develop comprehensive exploitation systems and water users associations. Moreover, special attention should be directed towards enhancing the networks' resilience and flexibility to effectively combat the impacts of climate change. Several other critical and challenging points also need consideration when adopting modernization policies and solutions in the country, including:

- In the process of implementing the modernization roadmap, the entire system, that is, from the water supply source, the conveyance network (both main and secondary canals), to the farm and the irrigation system, should be seen together and integrated, as far as the consensus of opinion is that the title of this integrated process should be called "irrigation modernization" (not irrigation network modernization).
- The challenge of paying attention to the rehabilitation and its integration and simultaneous implementation with the main activities of modernization.

- Modernization is one of the requirements of changing the supply-based water distribution system to a water demand-based distribution system. But at the same time, it should be noted that due to the lack of water in the networks due to drought, climate change, the expansion of the cultivated area, etc., and as a result of the increase in water demand, the water requirement of the command areas of the network should be provided by a conjunctive method and modernization should not cause social tensions in the network in this regard.
- The challenge of creating the platform and hardware and software infrastructures necessary for social and cooperative management of operation and maintenance of networks and in the framework of compiling and establishing a "participatory water exploitation system".
- The challenge of volume delivery of water and the accurate determination of applied and required water in the farm, considering that water delivery is based solely on traditional and historical concepts and methods, and the existence of previous traditional and outdated water rights is another challenge in the field of implementing modernization.
- Issues and challenges related to the weaknesses in the training of experts in the field of modernization and required technologies and the lack of related research projects in universities and research institutes.
- Challenges related to weaknesses in specialized training for extension staff and farmers and overall weaknesses in capacity building and the problem of creating modern farmers.

Modernization is a complex and time-consuming process, and it must be implemented with necessary planning, and also the local community and the user should justify and accept it. In the first step, this concept should be explained and mainstreamed in the relevant literature and the expert community, and this term and its related programs should be properly entered into the country's macro-level documents and development plans. The purpose and necessity of modernization should be specified and targeted in such a way as to ensure the sustainability of the land and the satisfaction and the livelihood resilience of the beneficiaries.

In the modernization program, the goal, the amount of development, and the method of doing the work should be mentioned and specified, and the required credibility should be taken into consideration, so that the legislator and the budget provider can be justified. The modernization program and the implementation of its plan must first be seen and prepared on a national scale (and even if possible with a basin view). That is, the plans should be seen comprehensively and for the sustainable development of the country and in a national scale. Also, the existence of a comprehensive road map with the necessary details is necessary so that the plans have a guarantee of implementation and are not influenced by the governments and the plans are not changed or deviated by their changes.

**Keywords:** Index, Irrigation network, Modernization, Questionnaire, Road map, Soil and water, Water management,