عنوان گزارش	بررسی شاخص های ارزیابی تحویل آب در کانالهای شبکه آبیاری درودزن
واحد تهیه کننده	مرکز ملی مطالعات راهبردی کشاورزی و آب اتاق ایران
تاریخ صدور نسخه	اسفند ۹۵
شماره نسخه	۱
تعداد صفحات	۹۲
طبقه بندی	غیر قابل انتشار

مسئول تهیه کننده	مسئول تأیید کننده
محمد علی شاهرخ نیا	مهندس عباس کشاورز - مهندس محمد حسین شریعتمدار

بسمه تعالی

گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی:

بررسی شاخص های ارزیابی تحویل آب در کانالهای شبکه آبیاری درودزن

۱۳۹۵

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
چکیده	۱
کلیات	۲
مروری بر تحقیقات گذشته	۸
منطقه مطالعاتی	۳۱
روش تحقیق	۴۲
نتایج و بحث	۴۹
جمع بندی و پیشنهادات	۷۳
منابع و مراجع	۸۳
تصاویر پیوست	۸۹

فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول ۱- جدول مقادیر توصیه شده شاخص های عملکرد	۴۶
جدول ۲-شاخص کفایت تحویل آب در کانال اصلی	۵۱
جدول ۳-شاخص کفایت تحویل آب در کانال هامون	۵۱
جدول ۴-شاخص کفایت تحویل آب در کانال سمت چپ	۵۲
جدول ۵-شاخص کفایت تحویل آب در کانال اردیبهشت	۵۲
جدول ۶-شاخص راندمان تحویل آب در کانال اصلی	۵۳
جدول ۷-شاخص راندمان تحویل آب در کانال هامون	۵۴
جدول ۸-شاخص راندمان تحویل آب در کانال سمت چپ	۵۴
جدول ۹-شاخص راندمان تحویل آب در کانال اردیبهشت	۵۵
جدول ۱۰-شاخص عملکرد تحویل آب در کانال اصلی	۵۶
جدول ۱۱-شاخص عملکرد تحویل آب در کانال هامون	۵۶
جدول ۱۲-شاخص عملکرد تحویل آب در کانال سمت چپ	۵۷
جدول ۱۳-شاخص عملکرد تحویل آب در کانال اردیبهشت	۵۷
جدول ۱۴- شاخص عدالت توزیع آب در کانال های مختلف	۵۸
جدول ۱۵- شاخص اعتمادپذیری توزیع آب در کانال اصلی	۵۹
جدول ۱۶- شاخص اعتمادپذیری توزیع آب در کانال هامون	۵۹
جدول ۱۷- شاخص اعتمادپذیری توزیع آب در کانال سمت چپ	۶۰
جدول ۱۸- شاخص اعتمادپذیری توزیع آب در کانال اردیبهشت	۶۰
جدول ۱۹-شاخص کفایت تحویل آب در کانال اصلی	۶۱
جدول ۲۰-شاخص کفایت تحویل آب در کانال هامون	۶۲
جدول ۲۱-شاخص کفایت تحویل آب در کانال سمت چپ	۶۲
جدول ۲۲-شاخص کفایت تحویل آب در کانال اردیبهشت	۶۳
جدول ۲۳-شاخص راندمان تحویل آب در کانال اصلی	۶۴
جدول ۲۴-شاخص راندمان تحویل آب در کانال هامون	۶۴
جدول ۲۵-شاخص راندمان تحویل آب در کانال سمت چپ	۶۵
جدول ۲۶-شاخص راندمان تحویل آب در کانال اردیبهشت	۶۵
جدول ۲۷-شاخص عملکرد تحویل آب در کانال اصلی	۶۶
جدول ۲۸-شاخص عملکرد تحویل آب در کانال هامون	۶۷

فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول ۲۹-شاخص عملکرد تحویل آب در کانال سمت چپ	۶۷
جدول ۳۰-شاخص عملکرد تحویل آب در کانال اردیبهشت	۶۸
جدول ۳۱- شاخص عدالت توزیع آب در کانال های مختلف	۶۹
جدول ۳۲- شاخص اعتمادپذیری توزیع آب در کانال اصلی	۶۹
جدول ۳۳- شاخص اعتمادپذیری توزیع آب در کانال هامون	۷۰
جدول ۳۴- شاخص اعتمادپذیری توزیع آب در کانال سمت چپ	۷۰
جدول ۳۵- شاخص اعتمادپذیری توزیع آب در کانال اردیبهشت	۷۱
جدول ۳۶- کاهش میزان آب و محصول در کانال های مختلف در سال های آبی نرمال یا ترسالی	۷۲

فهرست اشکال

عنوان	صفحه
شکل ۱- نمایی از کانال های آبیاری شبکه درودزن در محدوده رامجرد و درودزن	۳۴
شکل۲- محدوده کانال های آبیاری منشعب از کانال اصلی	۳۵
شکل۳- محدوده کانال های آبیاری منشعب از کانال سمت چپ	۳۵
شکل۴- محدوده کانال های آبیاری منشعب از کانال اردیبهشت	۳۶
شکل۵- محدوده کانال های آبیاری منشعب از کانال هامون	۳۶
شکل۶- محدوده کانال های آبیاری منشعب از کانال ادامه سمت چپ	۳۷
شکل۷- محدوده کانال های آبیاری منشعب از ادامه کانال هامون	۳۷
شکل ۸- نمایی از یکی از آبگیرهای کانال درجه۳ در شبکه آبیاری درودزن	۸۹
شکل ۹- نمایی از یکی از آبگیرهای مزرعه در شبکه آبیاری درودزن	۸۹
شکل ۱۰- اندازه گیری سرعت اب بوسیله میکرمولینه	۹۰
شکل ۱۱- نشست و فرسایش خاک در زیر کانال	۹۰
شکل ۱۲- نشت آب از زیر یک دریچه بسته	۹۱
شکل ۱۳- استفاده از کانال بدون پوشش و نشت زیاد آب	۹۱
شکل ۱۴- آسیب کلی به محصول یک مزرعه در عدم آبیاری به موقع	۹۲
۱۵- چرای دام در مزارع آسیب دیده در اثر کم آبی	۹۲

چکیده:

با توجه به کمبود آب و بهره وری مصرف آب پایین کشاورزی در کشور، بررسی علل و راهکارهای آن امری ضروری می باشد. مدیریت و بهره وری مصرف آب ضعیف در شبکه های آبیاری و زهکشی نشان می دهد که این بخش نیاز به توجه ویژه دارد. شبکه آبیاری و زهکشی درودزن فارس یکی از شبکه های آبیاری و زهکشی مدرن کشور است که دشت حاصلخیز مرودشت که یکی از قطب های کشاورزی استان می باشد را تغذیه می نماید. با توجه به نارضایتی کشاورزان منطقه از توزیع آب در شبکه و اینکه تاکنون بررسی جامعی در این خصوص انجام نشده است، در پژوهش حاضر عملکرد توزیع آب در شبکه بوسیله شاخص های ارزیابی مختلف مورد بررسی قرار گرفت. این شاخص ها عبارت بودند از کفایت تحویل آب، راندمان تحویل آب، عدالت توزیع آب، اعتمادپذیری توزیع آب و شاخص عملکرد تحویل آب. برای اندازه گیری این شاخص ها میزان آب تحویل شده در ابتدای تعدادی از کانال های درجه۳ در ۴ قسمت از شبکه و در ۳ نوبت اندازه گیری کردید. میزان آب مورد نیاز نیز با توجه به سطح زیر کشت هر کانال بر اساس دو روش، یکی هیدرومدول و دیگری نیاز آبی به روش پنمن مانتیث برآورد گردید. نتایج نشان داد که تفاوت بین شاخص های ارزیابی در دو حالت مورد بررسی زیاد بوده که به دلیل تفاوت در میزان نیاز آبی برآورد شده از دو روش می باشد. به طور کلی میزان آب دریافتی توسط کانال ها در بازه زمانی مورد بررسی بیشتر از حد مورد نیاز بوده که به دلیل کاهش سطح زیر کشت در سال زراعی مورد بررسی بوده است. عدالت و اعتمادپذیری توزیع آب در شبکه نیز با توجه به استانداردهای موجود در حد ضعیف می باشد. راندمان تحویل آب در شبکه بر اساس هیدرومدول ۰/۴۱ و ضعیف برآورد می گردد. با توجه به راندمان های شبکه، تحویل آب بر اساس هیدرومدول ۱ تکافوی نیاز مزارع را نداده و یکی از علل اعتراضات هرساله کشاورزان همین موضوع می باشد.

واژه های کلیدی: شبکه آبیاری درودزن، توزیع آب، ارزیابی شبکه

فصل ۱: کلیات

مقدمه:

آب الفبای زندگی، راز ماندگاری و مایه بقاء و دوام حیات در کره زمین است. تاریخ گواه این حقیقت است که وجود آب در هر منطقه باعث پیدایش تمدن و آبادانی بوده است. نگاهی به تاریخ نشان می‌دهد در کشورهای باستانی، سیستم‌های آبیاری نقش محوری را در شکل‌گیری جوامع متمدن ایفاء نموده‌اند. تعدادی از سیستم‌های قدیمی آبیاری هزاران سال پیش در کشورهای باستانی و قدیمی مانند مصر، چین ایران، یونان، هندوستان، فلسطین ساخته شده و مورد استفاده قرار می‌گرفتند. این سیستم‌های آبیاری شامل قنات‌ها، مخازن آب، کانال‌ها، چاههای عمیق، برکه‌های مصنوعی، سدها، و آب انبارها بوده است. ابداع قنات و فن شبکه آب‌رسانی قدمت ۳۰۰۰ ساله دارد که مبتکر آن ایرانیان می‌باشند(بهنیا، ۱۳۶۷). با گذشت زمان و عواملی مانند افزایش جمعیت، کاهش بارندگی‌ها، وقوع خشکسالی، زندگی شهرنشینی و کاهش جمعیت روستاها، بشر متوجه شد کشاورزی سنتی جوابگوی نیازهای زندگی صنعتی نمی‌تواند باشد. بنابراین سعی نمود با استفاده از علم و تکنولوژی، تولید در واحد سطح را افزایش دهد. به منظور انتقال آب از منبع مورد نظر تا مزرعه، می‌توان از روش‌های ثقلی و تحت فشار استفاده نمود. معمولا به منظور صرفه‌جویی در مصرف انرژی، انتقال آب به وسیله نیروی ثقل که توسط شبکه‌ای از کانال‌ها انجام می‌شود در اولویت قرار دارد.

شبکه آبیاری و زهکشی مجموعه‌ای از کانال‌ها و تأسیسات وابسته به آن است که آب را از منبع آب به مزرعه انتقال داده و همچنین زه آب خروجی را از منطقه خارج می‌نماید. در یک شبکه آبیاری کانال‌های درجه یک، درجه دو، درجه سه و درجه چهار وجود دارد. کانال اصلی می‌تواند کانال درجه یک باشد. کانال درجه دو خود به تعدادی کانال درجه سه و کانال درجه سه به تعدادی کانال درجه چهار که به ترتیب مساحت اراضی کمتری تحت پوشش دارد تقسیم می‌گردد. به همین ترتیب زهکش‌های اصلی درجه یک، درجه دو، درجه سه و درجه

چهار وجود دارد. با توجه به اینکه معمولاً منبع آب محدود است با افزایش یا کاهش آبدهی یکی از کانال‌ها بر دیگر کانال‌ها تأثیر می‌گذارد. بنابراین مدیریت انتقال و توزیع آب در شبکه بسیار مهم است. از مهمترین مسائل هر سازمان که مدیریت انتقال و توزیع آب را در شبکه آبیاری به عهده دارد، داشتن مجموعه‌ای از اطلاعات و شاخص‌های عملکرد می باشد. سوابق و تجربیات موضوع تحقیق در نقاط مختلف کشور و خارج از کشور می‌تواند برای ارزیابی یک سیستم آبیاری مشخص، مفید باشد. کیفیت خدمات ارائه شده توسط مدیریت به سیستم آبیاری می‌تواند با استفاده از این شاخص ها مورد سنجش قرار گیرد. مقایسه نتایج عملی با اهداف برنامه‌ریزی شده، توسط محققین و مدیران می‌تواند آنها را در تصمیم‌گیری و ارائه خدمات بهتر یاری نماید. مهمترین هدف هر شبکه آبیاری و زهکشی ارائه خدمات در سطح مورد توافق بین دولت یا مدیر طرح و استفاده کنندگان از خدمات با کمترین هزینه است. ضمناً باید به نگهداری مستمر شبکه بر مبنای معیارهای بهره‌برداری بهینه توجه نمود. هر سازمان بهره‌برداری از شبکه جهت نیل به مدیریت مطلوب باید وظایف تعیین شده را جهت بهره‌برداری از آب اجرا نماید که عبارتند از (کمیته ملی آبیاری و زهکشی، ۱۳۸۵):

-تعیین سیاست‌ها و خط مشی‌ها

-مدیریت، هدایت و هماهنگی کلی

-تعیین نیاز آبی گیاه و تأمین آب با توجه به الگوی کشت منطقه

-توزیع آب با در نظر گرفتن حفاظت و ایمنی منبع آب

-نگهداری تأسیسات

-امور اداری

-برنامه‌ریزی و کنترل بودجه

-تأمین مالی و حسابرسی

-رفتارسنجی و ارزیابی

-حفاظت

در رابطه با ارزیابی انتقال و توزیع آب در سیستم‌های آبیاری، مهمترین مسئله شناخت و تعیین اهداف مورد نظر توسط مدیریت سیستم می‌باشد. با مشخص شدن اهداف و میزان اهمیت آنها شاخص‌های عملکرد انتخاب خواهند شد. آنگاه ارزیابی سیستم از دیدگاههای مختلف با استفاده از شاخص‌های عملکرد متناسب انجام خواهد شد. بر اساس مطالعات انجام شده، انتقال آب بایستی در ابعاد به اندازه (کفایت)، به موقع بودن و عدالت مورد ارزیابی قرار گیرد (رائو، ۱۹۹۳). یعنی اینکه سیستم بتواند به اندازه، به موقع و منصفانه آب را در شبکه منتقل و توزیع نماید. گاهی اصطلاحات دیگری مثل راندمان در مصرف آب ، قابلیت پیش گوئی و قابلیت اعتماد در تأمین آب نیز بکار برده می‌شود. در حقیقت، به اندازه و به موقع بودن در آنها مستتر می باشد. «شاخص های این سه مشخصه بایستی پاسخ به سئوالات زیر را برای ما ممکن سازد:

۱- مقدار آب تأمین شده تا چه حد برای رشد گیاهان کافی می باشد؟

۲-آیا زمان انتقال آب، نیاز آبی گیاه و توقع کشاورزان را برآورده می نماید؟

۳-آیا آب بین مصرف کنندگان مختلف سیستم به طور عادلانه توزیع می گردد؟

بر اساس این سه سئوال از بین شاخص هائی که مورد مطالعه قرار گرفته اند، متناسب با هر کدام از آنها، شاخص های لازم تعیین خواهند گردید.

اهداف کلی یک سیستم آبیاری ترکیبی از سه اصل می‌باشد(کمیته ملی آبیاری و زهکشی، ۱۳۸۵):

الف) کفایت یا تکافو ب) اعتماد پذیری (عدالت زمانی) ج) عدالت

-تکافو یا کفایت: یعنی قابلیت یک سیستم آبیاری در تأمین احتیاجات آبی کشاورزان می‌باشد. به هنگام تغییر تقاضا چون سیستم‌های تغییر متغیر از انعطاف‌پذیری بیشتری برخوردار می‌باشند، بهتر می‌توانند کفایت آبیاری را تأمین کنند. اما سیستم‌های تقسیم ثابت جوابگوی تغییر در تقاضا نمی‌باشند.

-اعتمادپذیری یک هدف کیفی است. در ارتباط با کیفیت سرویس دهی می باشد و شامل اعتمادپذیری در میزان دبی یا سطح آب و اعتمادپذیری زمان تحویل آب می‌باشد و بعد عدالت، یعنی آب بطور عادلانه در میان مصرف کنندگان توزیع شود. در فرآیند ارزیابی عملکرد شبکه باید بتوان به سؤالات زیر پاسخ گفت:

-آیا اهداف کلی راهبری سیستم (تکافو- عدالت) به روشنی تعریف شده‌اند و با طراحی سیستم تطابق دارد؟

-آیا اهداف جزیی راهبری سیستم به روشنی مشخص شده‌اند و آیا با اهداف کلی مطابقت دارند، آیا با طراحی سیستم مطابقت دارد، آیا با منابع موجود مطابقت دارد؟

- آیا اهداف جزیی نگهداری به روشنی مشخص شده‌اند؟

روشهای توزیع یا تحویل آب به شبکه به سه طریق است:

-سیستم تقاضا به این صورت است که محدودیتی در مورد تحویل آب وجود ندارد هر چقدر آب مصرف کننده نیاز داشته باشد استفاده می‌کند.

-سیستم نیمه‌تقاضا در این سیستم کشاورز به هر اندازه می‌تواند آب دریافت کند ولی یک یا دو روز قبل باید به مدیریت آبیاری اطلاع دهد و لازم است باز و بسته کردن دریچه‌ها در ساعت مشخصی از روز باشد.

- سیستم برنامه‌ریزی شده سیستمی است که در آن سازمان آب برنامه‌ریزی تحویل آب را انجام می‌دهد و برنامه‌ریزی در اختیار کشاورز نیست.

در یک سیستم آبیاری، عملکرد عبارت است از میزان دستیابی به یک یا چند عامل از عواملی که به عنوان شاخص های نیل به اهداف سیستم انتخاب شده اند. برای تعیین و بررسی عملکرد یک شبکه شاخص هایی وجود دارد که شاخص عملکرد نام دارد. این شاخص ها علاوه بر کمیت، کیفیت را نیز بررسی می‌کنند. سطح مطلوب عملکرد موقعی بدست می‌آید که اهداف کلی و جزیی محقق شده و از منابع در دسترس نیز بطور موثر استفاده شده باشد. شاخص های عملکرد باید فراگیر و جهانی باشد، تا بتواند عملکرد یک سیستم را با عملکرد یک سیستم دیگر مقایسه گردد تا بتوان اطلاعات لازم جهت اقدامات اصلاحی فراهم آید. چنانچه مقدار یک شاخص خارج از حدود قابل قبول باشد، نشانه آن است که عملکرد سیستم رضایت بخش نیست. بنابراین برای بررسی عملکرد، شاخص هایی وجود دارد که قراردادی هستند و تعداد این شاخص ها بسیار زیاد است.

شبکه آبیاری و زهکشی درودزن فارس یکی از مهمترین شبکه های آبیاری مدرن در کشور بوده و دشت مرودشت که قطب کشاورزی استان فارس است را آبیاری می نماید. بنابراین با توجه به اهمیت ویژه این منطقه در تولیدات کشاورزی و اقتصاد منطقه، بررسی مشکلات آن و ارائه راه حل مناسب اهمیت ویژه ای دارد. یکی از مسائل مهم این منطقه، کمبود آب برای آبیاری و نارضایتی کشاورزان از وضعیت توزیع آب می باشد. هدف از انجام این پژوهش، بررسی عملکرد شبکه آبیاری و زهکشی درودزن با استفاده از شاخص های ارزیابی تحویل آب می باشد.

فصل ۲: مروری بر تحقیقات گذشته

۲-۱-اصول و شاخص های ارزیابی شبکه های آبیاری و زهکشی

هافمن وهمکاران (۱۹۹۰) برنامه ریزی آبیاری یا زمان و مقدار آب تحویلی به کشاورزان در شبکه را در سه حالت تقاضا، نیمه تقاضا و از پیش تعیین شده تعریف کرده است. در حالت تقاضا، استفاده کنندگان از آب کاملا در انتخاب زمان و مقدار آب آبیاری آزاد می باشند. بهره بردار با توجه به ظرفیت کانال و دریچه خود، در هر زمان و به میزان دلخواه دریچه را باز نموده و تا هر زمان که بخواهد از آب استفاده می کند. در این شرایط نیاز به هماهنگی بین بهره بردار و مدیر سیستم کم بوده ولی سیستم باید به گونه ای باشد که استفاده یک نفر از آب، بر میزان آب یا فشار سیستم در نقاط دیگر اثری نداشته باشد. در حالت نیمه تقاضا، بهره برداران میزان و زمان آب مورد نیاز را از پیش به اطلاع مدیران شبکه می رسانند. بنابراین در این حالت باید ارتباط بهره برداران با مدیر شبکه بهتر باشد تا بهره برداران پایین دستی دچار مشکل نشوند. در حالت از پیش تعیین شده یا نوبتی، از پیش برنامه آبیاری مشخص شده و به نوبت در اختیار کشاورزان قرار می گیرد. در این حالت نیاز زیادی به ارتباط بهره برداران و مدیر شبکه وجود ندارد. معمولا از این روش در شبکه هایی استفاده می شود که از نظر طراحی ضعیف بوده و کنترل جریان در آنها مشکل می باشد.

مولدن و گیتز (۱۹۹۰) تعدادی شاخص عملکرد برای ارزیابی سیستم های انتقال آب ارائه داده‌است. این شاخص ها، وضعیت عملکرد سیستم در ارتباط با اهداف کفایت، راندمان، قابلیت اعتماد، و عدالت، در انتقال آب را نشان می دهند. توضیحات بیشتر در خصوص این شاخص ها در ادامه گزارش آورده شده است.

تعاریف مناسبی توسط باس و ناختن (۱۹۹۰) در مورد راندمانهای آبیاری ارائه شده است. ضمناً باس (۱۹۹۷) شاخص های کفایت و بازدهی را تحت عنوان یک شاخص کلی تر به نام نسبت عملکرد تحویل بیان کرده است. که در مقالات خویش ، راندمان کلی پروژه را به جزء های مختلف تقسیم می کند. راندمانهای مربوط به اجزاء مختلف سیستم توزیع آب را می توان جداگانه ارائه نمود، که به شرح زیر است:

- راندمان انتقال[1]، R_C:

انتقال عبارت است از حرکت آب از منبع به طرف آبگیرهای واحد آبیاری از طریق کانال‌های اصلی، جانبی یا ثانویه رابطه عبارت است از:

$$R_C = \frac{V_d + V_۲}{V_C + V_۱} \qquad (۱)$$

V_d: حجم آبی که به ابتدای سیستم توزیع وارد شده است

V_c: حجم آب وارد شده از مقصد یا رودخانه به سیستم

$V_۱$: حجم آب ورودی از سایر منابع به سیستم انتقال

$V_۲$: حجم آب داده شده به استفاده کننده‌های دیگر از سیستم انتقال

- راندمان توزیع[2]، R_d:

توزیع عبارت است از انتقال آب به داخل مزرعه از طریق کانال‌های درجه ۳ یا ۴

$$R_d = \frac{V_f + V_۳}{V_d} \qquad (۲)$$

V_f : حجم آب آبیاری داده شده به مزرعه

$V_۲$: حجم آب داده شده به استفاده کننده‌های دیگر از سیستم انتقال

V_d: حجم آبی که به ابتدای سیستم توزیع وارد شده است

1 - Conveyance Ratio
2 - Distribution Ratio

- **راندمان کاربرد مزرعه[۳]، R_a:**

راندمان کاربرد عبارت است از انتقال آب از داخل مزرعه به گیاه این راندمان نسبت بین مقدار آب تأمین شده در داخل مزرعه و مقدار آب مورد نیاز جهت نگهداری رطوبت خاک در حد نیاز گیاه می‌باشد.

$$R_a = \frac{V_m}{V_f} \qquad (۳)$$

$$V_m = ET_p - p_e \qquad (۴)$$

V_m : حجم آب آبیاری مورد نیاز جهت جلوگیری از استرس گیاه

V_f : حجم آب آبیاری داده شده به مزرعه

ET_p : یعنی تبخیر تعرق گیاه

p_e : بارندگی موثر

- **راندمان واحد آبیاری[۴]، R_u: (واحد درجه ۳)**

راندمان واحد آبیاری، R_u عبارت است از ترکیب راندمان سیستم توزیع آب و مرحله کاربرد آب. بـه عبـارت دیگر راندمانی هست که آب با آن در واحد آبیاری توزیع و مصرف می‌شود.

$$R_u = \frac{V_m + V_۲}{V_d} \qquad (۵)$$

3 - Field Application Ratio
4 -Tertiary unit Ratio

V_m : حجم آب آبیاری مورد نیاز جهت جلوگیری از استرس گیاه

V_d: حجم آبی که به ابتدای سیستم توزیع وارد شده است

$V_۳$: حجم آبی که برای مصارف دیگر به غیر از آبیاری توسط سیستم توزیع تحویل داده می‌شود

راندمان واحد آبیاری بیان کننده راندمان آب مصرف شده در پایین دست نقطه‌ای است که کنترل آب از دست مدیریت شبکه به اراضی کشاورزان منتقل می‌شود.

- راندمان پروژه یا کل[5]:

$$R_p = R_c \times R_d \times R_a \qquad (۶)$$

اگر مقادیر $V_۱, V_۲, V_۳$ در مقایسه با V_m و V_c قابل صرف‌نظر کردن باشد از فرمول استفاده می‌گردد.

- باس (Bos, 1997) شاخص‌های کفایت و بازدهی آبیاری را تحت عنوان یک شاخص کلی‌تر دیگر بنام نسبت عملکرد تحویل بیان کرده است. این رابطه یکی از ساده‌ترین و مهمترین روابطی است که برای بررسی عملکرد سیستم می‌توان بکار برد. مطلوب‌ترین مقدار این نسبت، برای هر سیستم آبیاری ۱ است. مقادیر کوچکتر از ۱ نشان دهنده ناکافی بودن آبیاری و مقادیر بزرگتر از ۱ نشان دهنده اتلاف آب در سیستم است. روابط شاخص‌های ایشان به شرح زیر است:

$$DPR = \frac{Q_D}{Q_I} \qquad (۷)$$

Q_D: مقدار واقعی آب داده شده به واحد زراعی (متر مکعب در ثانیه)

Q_I: مقدار آب مورد نیاز واحد زراعی (متر مکعب در ثانیه)

5 - Overal consumed Ratio

- در ادامه باس (۱۹۹۷) شاخص‌های ارزیابی دیگری به شرح زیر نیز معرفی کرده است.

- شاخص SIA:[۶] عبارت است از نسبت مساحت اراضی قابل آبیاری در حال حاضر به کل مساحت اراضی قابل آبیاری در ابتدا

- شاخص D.R :[۷] عبارت است از نسبت دبی واقعی اندازه‌گیری شده به دبی طراحی

- شاخص FCP: [۸] عبارت است از نسبت آب بهای جمع‌آوری شده به آب بهایی که باید جمع‌آوری شود

- شاخص RWC: [۹] عبارت است از نسبت هزینه کل آب آبیاری به هزینه کل تولید محصول

- شاخص درآمد در واحد سطح کشت شده: عبارت است از نسبت درآمد خالص به سطح کشت شده تحت آبیاری در زمان بررسی.

۲-۲-تحقیقات انجام شده در کشور ایران

در داخل کشور تحقیقات زیادی درخصوص ارزیابی و مدیریت شبکه های آبیاری و زهکشی و از جنبه های مختلف انجام گرفته که بیان همه آنها در این گزارش نمی گنجد. بنابراین به بیان نتایج تعدادی از این تحقیقات که نزدیکی بیشتری با موضوع و مکان تحقیق حاضر دارد پرداخته می شود.

سنائی جهرمی (۱۳۷۴) عملکرد قسمتی از شبکه آبیاری و زهکشی درودزن از نظر انتقال و توزیع به اندازه، به موقع و عادلانه آب را مورد ارزیابی قرار داد. نتایج حاصل از ارزیابی عملکرد شبکه درودزن از نظر انتقال و توزیع به اندازه و به موقع آب نشان داد که در سال‌های پرباران (۱۳۷۲-۱۳۷۱) و کم باران (۱۳۷۳- ۱۳۷۲) چنانچه

6 - Sustainability of Irrigable Area
7 - Discharge Ratio
8 - Fee Collection Performance
9 - Relative Water Cost

بهره‌برداری شبکه در حد راندمان کلی پروژه (حدود ۴۶/۵ درصد) انجام گرفته باشد، به ترتیب ۲۰/۶ و ۱۹ درصد از آب مصرفی به صورت غیر قابل اعتماد، توزیع شده است. به عبارت دیگر توزیع ماهانه آب با توجه به الگوی ترکیبی کشت و مقایسه آنها با یکدیگر نشان می‌دهد که در این دو سال حتی اگر بهره‌برداری در حد راندمان مذکور هم انجام شده باشد، به ترتیب ۳۰۴ و ۲۹۹ میلیمتر در ماه‌های دیگر تلفات آب به صورت مازاد وجود داشته است. ارزیابی‌های انجام شده از نظر عدالت، در انتقال و توزیع آب در سطح کانال‌های اصلی، اولیه و ثانویه نشان داد که توزیع آب در مسیرهای مختلف شبکه نسبت به حد طراحی متفاوت بوده و سیستم انتقال و توزیع در کل مسیر عادلانه نمی‌باشد. نتایج حاصل از ارزیابی عدالت توزیع آب در یک سیستم انتقال آب به واحدهای آبیاری نیز نشان می‌دهد که حدوداً نیمی از واحدهای آبیاری تقریباً به طور یکسان تأمین آب شده‌اند و بقیه واحدها از نسبت واحد تفاوت زیادی دارند. در ضمن واحدهای انتهائی کانال نسبت به واحدهای ابتدایی آن از میزان آب کمتری برخوردار شده اند. ارزیابی‌های انجام شده در رابطه با عدالت توزیع آب به خوبی عملکرد پایین انتقال و توزیع آب در این شبکه را نشان می‌دهد. بنابراین با توجه به عدم کفایت و عدم تأمین به موقع آب و توزیع ناعادلانه آن در شبکه درودزن، عملکرد این شبکه ضعیف ارزیابی گردید.

سنایی جهرمی و فین (Sanaee- Jahromi & Feyen, 2001) با توصیف شاخص‌های عملکرد بصورت اجـزای ماتریس، روشی را برای تعیین عملکرد مکانی و زمانی سیستم و با در نظر گرفتن سطوح مختلف زمانی و مکـانی تحویل آب را ارائه کرده‌اند. نتایج کاربرد این روش در شبکه آبیاری درودزن نشان می‌دهد که می‌توان آب کـافی را با توجه به آب در دسترس تحویل داد و آب تحویل داده شده در کانال مورد بررسی از نظر به موقع بودن بهتر از عدالت توزیع است.

- سنایی جهرمی و همکاران (Sanaee- Jahromi et al, 2000) عملکرد سه کانال درجه ۳ از شـبکه آبیـاری درودزن فارس را بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند بازده و عدالت توزیع آب در شبکه وضعیت مطلوبی ندارد و سیستم نمی‌تواند آب مورد نیاز گیاهان را به اندازه و به موقع تحویل دهد.

- شاهرخ‌نیا و جـوان (Shahrokhnia and Javan, 2005) جهـت شـبیه‌سـازی جریـان در شـبکه درودزن از نرم‌افزار Hec- RAS استفاده نمودند و به این نتیجه رسیدند که با مقایسه مقادیر نسبت عملکرد تحویل در سـه فصل آبیاری، مزارعی که در ابتدای کانال اردیبهشت آب دریافت می‌کنند آب بیشتری نسـبت بـه پـایین دسـت کانال برداشت می‌کنند همچنین مقدار نسبت عملکرد تحویلی در فصول زراعـی مختلـف در هـر کانـال بـا هـم متفاوت بوده و در یک فصل به خصوص نیز مقدار آن برای کانال‌های مختلف متفاوت می‌باشد و نشان از عملکرد ضعیف شبکه در تحویل آب دارد. تغییرات در بازشدگی دریچه ها، انتخاب ضریب دبی نادرست برای دریچه ها و نوسانات آب باعث تغییرات زیادی در شاخص های عملکرد شبکه می شود.

شاهرخ‌نیا و جوان (Shahrokhnia and Javan, 2007) تاثیر تغییرات ضریب زبری کانال اردیبهشت در شبکه درودزن، بر میزان دبی آبگیرها را مورد بررسی قرار دادند و یک ضریب حساسیت جدید برای ایـن موضـوع ارائـه نمودند. نتایج نشان داد که افزایش ضریب زبری کانال ها می تواند باعث افزایش عمق آب بالادست دریچه هـا و در نتیجه تغییرات دبی در کانال های فرعی شود. این مسئله می توانـد باعـث تغییـر در شـاخص هـای مختلـف ارزیابی شبکه گردد.

شاهرخ نیا و همکاران (Shahrokhnia et al., 2009) اثر تغییرات عمـق آب در کانـال هـای فرعـی بـر دبـی عبوری دریچه های کانال اصلی، در کانال اردیبهشت درودزن مـورد بررسـی قـرار دادنـد. نتـایج نشـان داد ایـن تغییرات در بعضی از کانال ها و از جمله کانال های شـبکه آبیـاری درودزن دارای اهمیـت مـی باشـد و ضـرایب حساسیت جدیدی برای این موضوع ارائه نمودند.

شاهرخ‌نیا و جوان (Shahrokhnia and Javan, 2009) تاثیر تغییرات بازشدگی دریچه های قوسـی در شـبکه آبیاری درودزن بر میزان دبی آبگیرها را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که این تغییرات مهم بوده و می تواند باعث کاهش عدالت توزیع آب در شبکه گردد. ضرایب حساسیت جدیدی نیز برای بررسی این تغییرات ارائه گردید.

- جوان و همکاران (Javan et al, 2002) مسائل مدیریتی سه شبکه آبیاری مختلف را در کشور و از جمله شبکه آبیاری درودزن فارس بررسی و بیان کرده‌اند توزیع آب در شبکه مذکور نامطمئن و عدالت توزیع آب و راندمان پایین است.

شاهرخ نیا و جوان (۱۳۸۵) عملکرد شبکه از لحاظ توزیع آب در قسمتی از شبکه آبیاری درودزن دراستان فارس مورد بررسی قرارگرفت. از شاخص هایی مانند نسبت عملکرد تحویل (Delivery Performance Ratio)، بازده و عدالت توزیع مکانی و زمانی آب برای این ارزیابی ها استفاده گردید. این شاخص ها در دو حالت با استفاده از سطوح زیرکشت واقعی و سطوح زیرکشت قراردادی تعیین وبررسی شده که برای این کار در سه فصل آبیاری مختلف مقادیر آب تحویلی به کانالهای درجه ۳ در کانال اردیبهشت اندازه گیری گردید. نتایج نشان داد که کانال مورد مطالعه عملکرد خوبی از لحاظ عدالت توزیع مکانی و زمانی آب نداشته وکانالهای بالادست بیشتر از کانالهای پایین دست آب برداشت می کنند. همچنین تفاوت سطوح زیرکشت قراردادی با سطوح زیرکشت واقعی باعث می گردد که تفاوت شاخص های عملکرد بسیار زیاد بوده که در بررسی ها باید به این موضوع توجه شود.

شاهرخ نیا و همکاران (۱۳۸۷) دو مدل شبیه سازی جریان آب را به منظور شبیه سازی جریان آب در کانال اردیبهشت درودزن مورد مقایسه قرار دادند. نتایج نشان داد مدل هک-راس (HEC-RAS) بهتر از مدل (MIKE-11) بوده و رابطه جدید مورد استفاده برای دریچه های قوسی رابطه مناسبی است. همچنین فاصله محور دریچه قوسی تا کف کانال عامل مهمی است که در روابط حاکم بر دریچه های قوسی باید به آن توجه شود.

زاد باقر (۱۳۸۷) ارزیابی بهره‌وری آب در ۱۴ شبکه آبیاری مدرن کشور را با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی انجام دادند بدین منظور پارامترهای وضعیت پوشش کانال‌ها، نوع سازه‌های تنظیم و توزیع آب، نحوه توزیع آب، مقدار بارش و تبخیر تعرق، وضعیت سال آبی ارزش محصول، نیاز آبی محصول، وضعیت تشکل‌های آب بران، الگوی سطح زیر کشت محصولات، قیمت آب، مقدار آب شبکه کیفیت آب و مسائل فرهنگی به عنوان

عوامل موثر بر بهره‌وری آب در شبکه‌های آبیاری و معیارهای تصمیم‌گیری در نظر گرفته شدند. نتایج رده‌بندی بهره‌وری آب شبکه‌های آبیاری نشان داد که شبکه آبیاری سفید رود بیشترین بهره‌وری آب را در بین شبکه‌های مورد مطالعه دارا می‌باشد. همچنین یافته‌های تحقیق بیانگر آن است که در شبکه‌های آبیاری و زهکشی کشور، وضعیت اقلیمی و آب در دسترس شبکه تاثیر قابل توجهی بر بهره‌وری آب ایفا می‌نمایند. در این راستا، وضعیت ساختار فیزیکی (نوع دریچه‌ها و سازه‌ها) و نحوه توزیع آب از درجه تأثیر متوسط و مسائل فرهنگی و تشکل‌های آب بران از درجه اهمیت کمتری برخوردار می‌باشند. نتایج نشان می‌دهد که معیارهای سطح زیر کشت و نیاز آبی محصولات الگوی کشت بیشترین تأثیر و معیارهای کیفیت و قیمت آب کمترین تأثیر را در بهره‌وری آب دارند.

سهرابی و همکاران (۱۳۸۷) عوامل پایین بودن راندمان انتقال و توزیع آب در کانال‌های با پوشش بتنی شبکه آبیاری قزوین را بررسی کردند. نتایج نشان داد دلایل عمده تلفات آب در این کانال‌ها را می‌توان به درز و ترک‌های طولی در دیواره جانبی و عرض کانال، تخریب لاینینگ به صورت موردی، رشد علف‌های هرز در شکاف‌های ایجاد شده رسوبات جمع شده در کانال، عدم مدیریت صحیح بهره‌برداری در بعضی نقاط این شبکه نسبت داد. بهبود و بهسازی لاینینگ در قسمت‌های تخریب شده، لایروبی کانال، از بین بردن علف‌های هرز در مسیر کانال‌ها، ترویج استفاده بهینه از شبکه آبیاری برای کشاورزان از راهکارهای مؤثر در افزایش راندمان انتقال آب خواهد بود.

برزگر و همکاران (۱۳۸۷) بازنگری و ارزیابی شبکه آبیاری دشت بلداجی و حلوایی شهرستان بروجن را انجام دادند. اندازه‌گیری‌ها نشان داد، راندمان کلی اراضی مطالعاتی در وضع موجود در دشت بلداجی و حلوایی به ترتیب ۴۲/۹ و ۴۸/۸ درصد بود.

شفیعی (۱۳۸۸) کانال ادامه سمت چپ در شبکه آبیاری درودزن را با اندازه گیری شاخص های ارزیابی مورد بررسی قرار داد. نتایج نشان داد کانال مورد مطالعه از لحاظ عدالت توزیع و اعتمادپذیری عملکرد مطلوب نداشته

و آب دریافتی توسط کانال های بالادست بیشتر از کانال های پایین دست بود. از نظر سایر شاخص های بهره برداری و خدمات نیز شبکه در وضعیت مناسبی نبود.

شرکت سهامی آب منطقه ای فارس (۱۳۹۱) عملکرد مدیریت شبکه آبیاری و زهکشی درودزن را مورد مطالعه قرار داده است. از میان ۹۴ شاخص ارزیابی، حدود ۵۰ درصد از شاخص ها در محدوده ضعیف، ۲۵ درصد در محدوده متوسط و ۲۵ درصد در محدوده خوب قرار گرفت. نتایج نشان داد که حدود ۸۸ درصد از مصرف کنندگان آب از بی نظمی موجود در رهاسازی آب و ۸۵ درصد از عدم تناسب آب تحویلی با میزان آب بها و ۶۹ درصد از نهادها و سازمان های مرتبط ناراضی بودند. عدم تامین حقابه حقابه بران و عدم عدالت در پایاب و سراب به ترتیب ۷۴ و ۸۱ درصد موارد را به خود اختصاص داده بود. راندمان انتقال در کل شبکه اصلی به طور متوسط حدود ۷۷ درصد برآورد گردید و در رده ضعیف قرار گرفت. راندمان توزیع در کانال های درجه ۳ و۴ به طور متوسط در حدود۷۷ درصد و در رده متوسط بود. راندمان کاربرد آب در مزرعه در حدود ۵۶ درصد و در رده متوسط قرار داشت. راندمان کل شبکه حدود ۳۳ درصد و بسیار ضعیف برآورد گردید. شاخص وضعیت سازه ها در شبکه انتقال و شبکه توزیع به ترتیب ضعیف و متوسط برآورد گردید.

فرخی و همکاران (۱۳۹۳) توزیع آب در چهار کانال اصلی درودزن را مورد بررسی قرار دادند شاخص حجم سالانه آب تخصیص یافته بر واحد سطح نشان داد که کانال هامون کمترین و کانال ابرج بیشترین مقدار آب را دریافت نموده اند.

واعظ تهرانی و همکاران (Vaez Tehrani et al., 2013) به ارزیابی شبکه آبیاری و زهکشی قزوین پرداختند. ایشان ضمن تاکید بر اهمیت شاخص های کفایت، راندمان، عدالت و اعتمادپذیری توزیع آب، نوسازی در شبکه های آبیاری را امری لازم جهت ارتقای شاخص های تحویل آب برشمردند. مهمترین سیاست از میان سیاست های اجرا شده، تثبیت سطوح زیر کشت در شبکه بود.

۲-۳-تجربیات سایر کشورها

تجهیز و نوسازی شبکه های آبیاری و زهکشی (Irrigation modernization) یکی از ملزومات هر شبکه آبیاری برای افزایش بهره وری است. تجهیز و نوسازی شبکه به معنی ایجاد تغییراتی فیزیکی، تشکیلاتی و مدیریتی در شبکه، به منظور تحویل بهتر آب و افزایش بهره وری است (Renault, 1999). شبکه آبیاری از لحاظ تحویل آب انعطاف پذیر باشد و حتی در شرایطی که جریان غیرماندگار است، بتواند در شرایط مختلف، با دبی های مختلف کار کند (Kulkarni and Dltour, 1999). طبق نظر ماندواویا (Mandavia, 1999)، در یک شبکه آبیاری که از نظر مدیریتی انعطاف پذیر است می توان منافع زیر را انتظار داشت: افزایش تولید محصول، کاهش مصرف آب، کاهش اتلاف آب، ارائه خدمات بهتر به بهره برداران، افزایش تولید و کاهش مصرف انرژی، کاهش هزینه های کارگری و پرسنلی، مدیریت راحت تر سیستم آبیاری، حفاظت بهتر از سیستم های انتقال و توزیع آب، کاهش هزینه های نگهداری، توزیع دقیق تر و عادلانه تر آب، حفظ بهتر حیات وحش و آبزیان، کاهش خسارات سیلاب، نیاز به زهکشی زیرزمینی کمتر، عکس العمل بهتر در شرایط اضطراری و منافع اجتماعی بیشتر. رنوا و مایکین (Renault and Makin, 1999)، اظهار داشتند که مطالعات منتشر شده اندکی در مورد اینکه مدیریت شبکه ها و ارزیابی آنها در عمل چگونه باشد وجود دارد. اگر اینگونه اطلاعات شبکه ها منتشر نشود، احتمال کمبود اطلاعات در آینده بیشتر خواهد شد. اسکاگربو و همکاران (Skogerboe et al., 1999)، معتقد است که بسیاری از تجهیزات اندازه گیری و کنترل دبی در شبکه ها از تنظیم خارج است و نیاز به بازبینی دارد که این موضوع نیز باید جزو برنامه نوسازی شبکه ها قرار گیرد.

در ترکیه کشاورزی نقش مهمی در توسعه اقتصادی و اجتماعی دارد. به همین دلیل شرایط آب و هوایی و بویژه بارندگی اهمیت زیادی دارد. در بیشتر نقاط ترکیه آب عامل محدود کننده برای کشاورزی است و نتیجتا انجام آبیاری توسعه پیدا کرده است. کشت آبی در ترکیه در ۵۰ سال اخیر افزایش سریعی داشته است. توسعه آبیاری

در ترکیه بیشتر توسط نهادهای دولتی و عمومی صورت گرفته است. وظیفه این نهادها در ابتدا جمع آوری آب بها و تحویل آب به کشاورزان بود لیکن بعدا موظف شدند امر مدیریت را به تشکل های کشاورزان واگذار نمایند. علت اصلی تصمیم دولت برای انتقال مدیریت به کشاورزان، کاهش شدید بودجه دولت برای مدیریت شبکه ها و نگهداری از سازه های این شبکه ها اعلام شده است. ککمک و همکاران (۲۰۱۰) چند شبکه آبیاری را در ترکیه مورد ارزیابی قرار دادند. در این شبکه ها که کار انتقال مدیریت شبکه به تشکل ها صورت گرفته بود، وضعیت شبکه قبل و بعد از انتقال مدیریت بررسی و مقایسه گردید. در این مقایسات از شاخص نسبت تحویل آب و چند شاخص اقتصادی استفاده گردید. نتایج نشان داد که نسبت تحویل آب از عدد ۲ در قبل از انتقال مدیریت به عدد ۱/۵ در بعد از انتقال مدیریت رسیده که از نظر صرفه جویی در مصرف آب می تواند مهم باشد. در شبکه های مورد بررسی، انتقال مدیریت شبکه به تشکل ها باعث افزایش نسبی آب بهای جمع آوری شده و کاهش هزینه های مدیریت شبکه شده بود. در کشور ترکیه در بعضی از شبکه ها کمبود تجهیزات اندازه گیری تحویل آب وجود دارد و در بعضی شبکه ها استفاده مناسبی از تجهیزات موجود نمی شود. آب بها بر اساس سطح زیر کشت و نوع محصول دریافت می شود. مشارکت بهره برداران در مدیریت و بهره برداری از شبکه های آبیاری وزهکشی باعث بهبود راندمان، عدالت توزیع آب، سایر خدمات و پایداری بیشتر سیستم گردیده و هزینه ها را کاهش می دهد. بنابراین پایداری مدیریت منابع آب هم به تجهیزات و فناوری های متناسب با شبکه و هم مشارکت بهره برداران دارد. اگر چه به طور کلی وجود تشکل ها منافع زیادی از لحاظ اقتصادی و پایداری مدیریت شبکه دارد، لیکن از لحاظ سیاسی، اجتماعی و قانونی نیز باید بستر مناسبی برای فعالیت تشکل ها فراهم باشد. در ترکیه استراتژی های مدیریت آبیاری به اندازه مناسبی در عمل پیاده نمی شود. چون به خلاهای قانونی، فنی و اجتماعی کمتر توجه شده است. به همین جهت "قانون تشکل های آبیاری" می تواند نقش مهمی در فراهم نمودن چارچوب لازم برای فعالیت تشکل ها بوجود آورد.

زرداری و کوردری (۲۰۱۰) اظهار داشتند که بیشتر شبکه های آبیاری بزرگ در دنیا عملکرد پایینی دارد. این شامل بهره وری تولید، بازگشت سرمایه و عملکرد تحویل آب می شود. شبکه آبیاری وارابندی (Warabandi) در پاکستان نیز از این موضوع استثنا نبوده و عملکرد پایینی دارد. در این شبکه کشاورزان کنترلی بر میزان آب، دور آبیاری و توزیع آب ندارند که این موضوع باعث کاهش بهره وری مصرف آب گردیده است. بیشتر افراد در خصوص کمبود آب نسبت به آب مورد نیاز گیاه سخن می گویند، اما افراد کمی در خصوص کیفیت تخصیص آب و راه های بهبود توزیع آب در سیستم سخن گفته اند. تخصیص آب در این شبکه نه تنها باعث اتلاف منابع آب محدود موجود شده، بلکه گاهی اوقات باعث کاهش محصول بعلت آبیاری بیش از اندازه گردیده است. معمولا در شبکه های آبیاری کانال های بالادستی نسبت به پایین دست آب بیشتری دریافت می دارند. به همین دلیل در این شبکه حقابه کانال های پایین دستی بیشتر در نظر گرفته شده است. با وجود اینکه کانال های پایین دست آب بیشتری دریافت می دارند، به دلیل نوسانات بیشتر کمبود آب در پایین دست، عملکرد و منفعت کمتری نسبت به بالادست دارند. حدودا بیش از ۵۰٪ آب تحویلی تلف می شود و یا به صورت ناعادلانه توزیع می شود. شاخص عدالت توزیع آب بین ۷ تا ۳۷ درصد متغیر بوده است. این اتلاف و بی عدالتی زیاد آب می تواند به دلایلی چون تبخیر و نشت از کانال ها، دزدی آب از کانال ها و تخصیص بیش از اندازه آب به بعضی قسمت ها باشد. در شرایط کمبود و یا محدودیت آب، رهاسازی این آب در شبکه هایی مانند وارابندی که عملکرد پایینی دارند، فقط باعث اتلاف این منبع ارزشمند می شود. پیشنهاد گردیده که استراتژی های مختلفی برای تخصیص آب با توجه به سطح کشت تحت کانال های درجه ۳، حساسیت مراحل رشد گیاه به کم آبی، ارزش محصول، مناطق با بهره وری بیشتر، گیاهان با بهره وری آب بیشتر، اتلاف آب و سایر عوامل تاثیرگذار تهیه و مد نظر قرار گیرد.

قزوانی و همکاران (۲۰۱۲) مشکلات کانال های آبیاری در جنوب تونس را مورد بررسی قرار دادند. بزرگترین مشکل این بود که مدیریت نامناسب کشاورزان در سطح مزرعه باعث شده بود فاصله بین آبیاری ها از حدود ۱۰

روز به ۲۰ روز افزایش یابد. عدم مشارکت مناسب کشاورزان در مدیریت آبیاری به دلیل کوچک بودن مزارع و تفکیک زمین ها، عدم توزیع مناسب آب به مزارع، عدم کنترل آب در آبیاری های شبانه از مشکلات این مناطق بود. افزایش مشارکت کشاورزان در مدیریت آبیاری، یافتن راه حل های فنی و مدیریتی مناسب و سایر تغییرات در مدیریت آبیاری منطقه از پیشنهادات ارائه شده بود.

لوریت و همکاران (۲۰۱۲) به ارزیابی یکی از شبکه های آبیاری واقع در جنوب اسپانیا پرداختند. نتایج بررسی های آنها نشان داد که شرکت متولی مدیریت شبکه آب برنامه مناسبی را برای تحویل آب به کشت های معمول منطقه داشته است لیکن، تحویل آب بایستی هماهنگ با برنامه ریزی آبیاری هر منطقه، الگوی کشت و ضرایب گیاهی باشد. چون با تغییر تاریخ کاشت، نیاز آبی متغیر خواهد بود. بنابراین باید ضریب گیاهی گیاهان مختلف بویژه درختان تازه کاشته شده به طور دقیق محاسبه و اعمال شود. میزان نسبت آب تحویلی به آب مورد نیاز در سال های بدون محدودیت آب از ۰/۵۸ تا ۰/۶۵ متغیر بود. توجه کشاورزان به توصیه های بهره برداری بسته به نوع محصول متفاوت بود. بیشترین سطح پذیرش مربوط به پنبه با حدود ۵۰٪ بود. در حالیکه برای زراعت های معمول دیم مانند گندم و آفتابگردان، کمتر از ۱۰٪ از کشاورزان به توصیه ها عمل نمودند. مشاهده گردید که با افزایش میزان آب، میزان محصول یا درآمد افزایش نیافته است. بنابراین شرکت مدیریت آبیاری باید روش های مناسبی را برای انتقال بهتر اطلاعات به کشاورزان به کار گیرد. فن آوری هایی مانند اینترنت و تلفن همراه می تواند برای انتقال سریع اطلاعات مفید باشد.

خارو و همکاران (۲۰۱۳) در شبکه ای در کشور مراکش به بررسی شاخص های عملکردی شامل کفایت و عدالت توزیع آب، بر اساس محاسبه تبخیروتعرق گیاه پرداختند. نتایج نشان داد که مناطق مورد بررسی از نظر شاخص های مورد بررسی در وضعیت مطلوب نبوده اند. علل این عملکرد ضعیف شامل منابع آب ناکافی، عدم برنامه ریزی آبیاری مناسب و تفاوت در عملیات زراعی انجام شده توسط کشاورزان می باشد. مدیران آبیاری شبکه باید با هماهنگی تشکل های موجود و کشاورزان، برنامه مناسبی برای آبیاری هر منطقه تهیه و اجرا نمایند تا آبیاری

بر اساس الگوی کشت واقعی هر مزرعه انجام شود و نه به طور کلی برای کل شبکه. این عمل باعث تفاوت کمتر بین آب مورد نیاز و آب تحویل شده می گردد. اگر کشاورزان از الگوی کشت و عملیات زراعی مناسب و مشابه استفاده نمایند، برنامه های تحویل آب نیز بهتر و مفیدتر اجرا خواهند شد و در نتیجه می توان بر اساس مراحل رشد گیاه آبیاری نمود و کاهش محصول ناشی از استرس آبی وارد شده به گیاه را کاهش داد.

کازبکوف و همکاران (۲۰۰۹) چهار تشکل آبیاری را در کشور قرقیزستان از لحاظ شاخص های راندمان، کفایت آبیاری، عدالت و اعتمادپذیری تحویل آب مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که به طور کلی تشکل های مورد بررسی از لحاظ کفایت و راندمان آبیاری وضعیت مناسبی داشته اند. لیکن از لحاظ عدالت و اعتمادپذیری تحویل آب، شرایط مطلوب نبوده است. توصیه گردیده که مدیران تشکل ها تخمین دقیق تری از نیاز آبی گیاهان ارائه و تحویل آب بر اساس حجم آب مورد نیاز انجام شود. تجربه قرقیزستان در خصوص تشکیل تشکل های آب بران نشان داده که این تشکل ها در یافتن مشکلات توزیع آب در شبکه و مشکلات کشاورزان موفق بوده اند. اما نیاز است مدیران تشکل ها و کشاورزان آموزش بیشتری دیده تا بتوانند عدالت توزیع آب را بویژه در شرایط کم آبی حفظ نمایند. نتایج این تحقیق نشان داد که استفاده از شاخص های ارزیابی، می تواند بخوبی و با هزینه کم، وضعیت تشکل ها را ارزیابی نماید. این موضوع برای کشورهای واقع در آسیای مرکزی که تشکل های آبیاری در آنها توسعه زیادی یافته، برای رسیدن به مدیریت کشاورزی پایدار اهمیت زیادی دارد. این بررسی نشان داد که تردید جدی درخصوص دقت مقادیر نیاز آبی تخمینی وجود دارد و باید با دقت بیشتری این مقادیر برآورد و اعمال گردند. روش فعلی تحویل آب که بر اساس هیدرومدول می باشد روش مناسبی نبوده و مقادیر مورد نیاز را بیشتر درنظر می گیرد. بنابراین باید بجای استفاده از هیدرومدول از نیاز آبی استفاده نمود. تشکل های آبیاری باید از فناوری های جدید به منظور محاسبه نیاز آبی واقعی گیاه و پایش دبی های آنی جریان در طول فصل آبیاری استفاده نمایند. پرداخت آب بها براساس حجم آب تحویلی نسبت به پرداخت آب بها بر اساس سطح کشت در افزایش راندمان آبیاری یا کاهش اتلاف آب موثر است. همچنین باید در ابتدای کانال های درجه

۳ ، تجهیزات مناسب برای اندازه گیری دبی و کنترل آب تحویلی موجود باشد. در تحویل آب به تشکل ها باید برآورد دقیقی از تلفات انتقال و توزیع آب وجود داشته باشد.

باس و همکاران (۲۰۰۱) با استفاده از شاخص عملکرد تحویل آب به بررسی مسائل تحویل آب کانالی در شبکه تانویان در کشور آرژانتین پرداختند. بررسی ها نشان داد که عملکرد تحویل آب و اعتمادپذیری تحویل آب در شبکه دارای غیر یکنواختی زیادی در بالادست و پایین دست می باشد. در پایین دست یکنواختی تحویل آب بیشتر است و حتی اگر کمبود آب شدید نیز وجود داشته باشد این مشکل بین همه بهره برداران به طور مساوی تقسیم می شود. وجود سیستم تحویل آب دریچه ای باعث می شود تا زمان تحویل آب به دقت توسط کشاورزان رعایت شود. اگر دبی در ابتدای کانال ثابت باشد، تغییرات دبی تحویلی به مزارع نیز کمتر می شود. نتایج نشان داد در میزان عملکرد تحویل آب، مدیریت اعمال شده توسط مدیریت شبکه و مدیریت تشکل ها، از تلفات فیزیکی آب و نشت مهم تر می باشد اما اهمیت این موضوع به درستی توسط تشکل های آب بران درک نمی شود.

بکل و تیلاهون (۲۰۰۶) به بررسی یک شبکه آبیاری در کشور اتیوپی پرداختند. نتایج نشان داد که اب تحویل شده به مزارع بیشتر از حد مورد نیاز می باشد. دلیل اصلی اتلاف آب در مزارع تحت شبکه، نفوذ عمقی بوده است. تلفات نفوذ عمقی در سورگوم، ذرت و گوجه فرنگی بترتیب به ۳۲، ۵۷ و ۷۰ درصد رسیده بود. روش آبیاری و برنامه ریزی آبیاری ضعیف، از دلایل عمده این تلفات زیاد بود. برای کاهش تلفات توصیه شده که کشاورزان بر اساس نوع گیاه و مرحله رشد، میزان آب آبیاری را تنظیم نمایند. همچنین باید به کشاورزان آموزش و مساعدت برای انتخاب یک برنامه آبیاری مناسب انجام شود. علاوه بر این ها توسعه های تجهیزاتی در شبکه بیشتر بر روی ارتقای مدیریت آبیاری در مزارع متمرکز شود تا نصب تجهیزات جدید بر روی شبکه.

دجن و همکاران (۲۰۱۵) به بررسی شبکه آبیاری متاهارا (Metahara)در کشور اتیوپی پرداختند. برای ارزیابی این شبکه نیز از شاخص های ارائه شده توسط مولدن و گیتس استفاده گردید. نتایج نشان داد که به طور

متوسط آب تخصیص داده شده ۲۴٪ بیشتر از حد مورد نیاز بوده است. اما میزان تلفات آب در مسیر انتقال زیاد بوده است. عملکرد کلی شبکه از لحاظ راندمان و کفایت آبیاری در سطح کانال های درجه ۳ رضایت بخش بوده ولی عملکرد آبگیرها باعث بی عدالتی و عدم کفایت توزیع آب گردیده است. بی عدالتی توزیع آب ناشی از بی اطلاعی میراب ها از خصوصیاتی هیدرودینامیکی سیستم می باشد. بررسی ها نشان داد که میزان تلفات آب در سطح مزرعه کمتر از ۱۰٪ بوده است. همچنین میزان نشت از کانال های اصلی و خارج مزرعه، زهکشی و تلفات بهره برداری، و تلفات انتهای کانال بترتیب ۲۵٪، ۲۰٪، و ۴۵٪ میزان کل نشت را شامل می شود. ایشان اظهار داشتند که تحویل و توزیع بهینه آب، نه تنها باعث صرفه جویی در مصرف آب می شود، بلکه ماندابی و شور شدن اراضی تحت شبکه را کاهش می دهد. در دو سال ۲۰۱۲ و ۲۰۱۳، نتایج ارزیابی این شبکه نشان داد که مقدار شاخص کفایت ۰/۸۷ و ۰/۹۶، مقدار شاخص راندمان ۰/۹۸ و ۰/۹۴، مقدار شاخص عدالت توزیع ۰/۲۱ و ۰/۱۴ و میزان شاخص اعتمادپذیری ۰/۲۰ و ۰/۱۰ بوده که به طور کلی وضعیت شبکه متوسط تا خوب ارزیابی گردید.

عثمان و همکاران (۲۰۱۵) نیز کفایت و عدالت توزیع آب را در حوضه ایندوس پاکستان مورد بررسی قرار دادند. نتایج بررسی های ایشان نشان داد که عدالت توزیع اب در کانال های مورد بررسی کمتر از ۰/۱۰ بوده که مطلوب است. لیکن کفایت توزیع آب در دو فصل تابستان و زمستان به طور متوسط حدود ۰/۶۰ و ۰/۶۷ بوده که مطلوب نیست. بررسی ها نشان داد که در مزارع پنبه، نیشکر و برنج امکان صرفه جویی در مصرف آب وجود دارد. اما پیشنهاد گردیده که این مسئله در مقیاس کوچکتر نیز مورد بررسی قرار گیرد. چون حتی میزان آب مصرفی یک گیاه بخصوص در مناطق مختلف می تواند متفاوت باشد.

اوزمن و کامان (۲۰۱۵) در دره آنتالیای ترکیه، چند شبکه آبیاری را مورد بررسی قرار دادند. نتایج این تحقیق نشان داد که نسبت آبیاری (نسبت آب تحویل شده به آب مورد نیاز گیاه) در این شبکه ها بین ۱۲ تا ۸۴ درصد متغیر بود. پایداری اراضی تحت آبیاری (نسبت مساحت تحت آبیاری به مساحت قابل آبیاری شدن) در بیشتر

شبکه های مورد بررسی نزدیک به عدد ۱ بود. نسبت آب تخصیص یافته به شبکه در بعضی از شبکه ها از عدد ۲/۵ بیشتر بود که حکایت از مصرف آب زیادتر از حد دارد. شاخص راندمان اخذ آب بها بین ۲۸ تا ۱۰۰٪ بود که می توان این تغییرات را به شاخص مساحت تحت پوشش برای یک پرسنل آبیاری که بین ۱۰/۷ تا ۱۸۳۴/۸ هکتار متغیر بود، ارتباط داد. شاخص جمع آوری آب بها و شاخص مساحت تحت پوشش هر آبیار، در بیشتر شبکه ها رضایت بخش بود.

نام و همکاران (۲۰۱۶) به ارزیابی چند کانال آبیاری در شبکه آبیاری دانگجین کره جنوبی پرداختند. در این ارزیابی ها نیز از شاخص های ارائه شده توسط مولدن و گیتس استفاده گردید. ایشان اظهار نمودند که مدیریت سنتی آبیاری شامل مشکلاتی از قبیل عدم تکافوی ظرفیت کانال ها در مواقع حداکثر نیاز، بی نظمی در مقادیر آب تحویل شده و راندمان و یکنواختی توزیع آب پایین می شود. لازم است مرتبا میزان آب تحویل شده با آب مورد نیاز مقایسه تا مدیریت بهتری صورت گرفته و تلفات آب کاهش یابد. شاخص های ارزیابی عملکرد مانند آنچه توسط مولدن و گیتس ارائه گردیده، می تواند ابزار مفیدی برای تحلیل رفتار شبکه باشد. شاخص های ارزیابی راندمان، کفایت، عدالت و اعتمادپذیری شبکه مورد بررسی در سال ۲۰۱۲ بترتیب خوب، ضعیف، ضعیف و ضعیف برآورد گردید. در سال ۲۰۱۳ دو شاخص کفایت و اعتمادپذیری به درجه متوسط ارتقا یافتند. طبق گزارش نام و همکاران (۲۰۱۶) مقدار چهار شاخص کفایت، راندمان، اعتمادپذیری و عدالت توزیع بطور متوسط برای منطقه مورد مطالعه ۰/۸۳، ۰/۸۷، ۰/۲۷ و ۰/۲۳ بود. در تحقیقات مشابهی که در گدیز ترکیه انجام گرفت، مقداراین شاخص ها بترتیب برابر با ۰/۶۰، ۰/۷۷، ۰/۵۴ و ۰/۵۱ برآورد گردید(Korkmaz et al., 2009). در حوضه رودخانه نیجر در مالی افریقا، مقادیر این شاخص ها بترتیب برابر با ۰/۹۱، ۰/۵۹، ۰/۱۸ و ۰/۱۴ بود(Vandersypen et al., 2006). همچنین در دلتای رود نیل در مصر، مقدار شاخص های کفایت، اعتمادپذیری و عدالت توزیع آب بترتیب برابر با ۰/۶۶، ۰/۱۸ و ۰/۲۶ به دست آمد(Aly et al., 2013).

۲-۴-جمع بندی تحقیقات و تجارب گذشته

به طور کلی نتایج تحقیقات گذشته و تجارب سایر کشورها نشان می دهد که شبکه های آبیاری و زهکشی نقش مهمی در اقتصاد کشاورزان داشته و بررسی مشکلات آنها از اهمیت ویژه ای برخوردار است. اگرچه این شبکه ها از بعضی جهات مشابه هم می باشند، لیکن از بسیاری جهات نیز متفاوت بوده و نیاز است در هر منطقه بررسی جداگانه انجام شود. در تحقیقات گذشته شاخص های مختلفی برای ارزیابی شبکه های آبیاری و زهکشی معرفی گردیده که بسته به هدف مطالعه می توان از این شاخص ها استفاده نمود(باس، ۱۹۹۷).

مهمترین مسئله در شبکه های آبیاری، نحوه توزیع یا تحویل آب در شبکه می باشد که می توان با استفاده از شاخص های ارزیابی مختلف، نوع و میزان مشکلات را تعیین نمود. برای بررسی و ارزیابی تحویل آب در شبکه های آبیاری، شاخص های ارائه شده توسط مولدن و گیتس (۱۹۹۰) از اهمیت و اعتبار زیادی برخوردار است که از ۲۵ سال پیش تاکنون مورد استفاده محققین مختلف، در نقاط مختلف دنیا قرار گرفته است (کورکماز و همکاران، ۲۰۰۹، آلی و همکاران، ۲۰۱۳، واندرسیپن و همکاران، ۲۰۰۶).

. درخصوص ارزیابی شبکه آبیاری و زهکشی درودزن فارس با استفاده از شاخص های تحویل آب مطالعات کمی صورت گرفته و بررسی بیشتر در این زمینه ضروری به نظر می رسد. بررسی ها و تجربیات گذشته نشان می دهد که عوامل مختلفی شامل میزان منابع آب موجود، سهم مصرف کننده های مختلف مانند کشاورزی، صنعت، محیط زیست و شهری از منبع آب، طول کانال های شبکه و نوع پوشش آنها، نوع سازه انتقال آب (کانال روباز یا انواع لوله)، نوع سازه های هیدرولیکی تنظیم و تحویل آب، حساسیت سازه های تحویل آب نسبت به عوامل مختلف (مانند تغییرات عمق آب بالادست، پایین دست، بازشدگی دریچه، سطح مقطع جریان، تغییرات دبی، تغییرات زبری و...)، میزان نشت آب در شبکه، نوع، نیاز آبی طول دوره رشد و تاریخ کاشت گیاهان مختلف، وجود یا عدم وجود و موفقیت تشکل های آب بران، تسطیح اراضی، برنامه ریزی آبیاری در مزرعه، دانش کشاورزان، میراب ها و مدیران شبکه در خصوص مدیریت و توزیع آب و عوامل دیگر در عملکرد شبکه های

آبیاری تاثیر دارد. توصیه شده که برای افزایش بهره وری و عملکرد شبکه لازم است به همه این عوامل توجه شود. البته وزن تاثیر عوامل مختلف، در شبکه های مختلف یکسان نبوده و بسته به شرایط هر شبکه متفاوت است(کولکارنی و دتور، ۱۹۹۹،رنوا، ۱۹۹۹، شاهرخ نیا و همکاران، ۲۰۰۹، شاهرخ نیا و جوان، ۲۰۰۹، لوریت و همکاران، ۲۰۱۲، خارو و همکاران، ۲۰۱۳، کازبکوف و همکاران، ۲۰۰۹، بکل و تیلاهون، ۲۰۰۶)..

پروسه یا متودولوژی اجرایی در سایر کشورها برای افزایش بهره وری یا عملکرد یک شبکه آبیاری و زهکشی به این صورت است که ابتدا باید با درنظر گرفتن هدف، و با انتخاب شاخص های ارزیابی مناسب، شبکه را ارزیابی می نمایند. اگر پس از ارزیابی شبکه مشخص شد که مقدار شاخص ارزیابی در محدوده مناسب قرار می گیرد، وضعیت مطلوب است و همان روال مدیریتی قبلی ادامه می یابد. اما اگر مقدار شاخص ارزیابی در محدوده ضعیف یا غیرقابل قبول واقع گردید، باید با بررسی های بیشتر از طریق بازدیدهای میدانی، مصاحبه با کشاورزان و مدیران، یا در صورت لزوم انجام تحقیقات دیگر علل عملکرد ضعیف شبکه را پیدا کرد. درخصوص میزان آب در دسترس توصیه گردیده که باید سطح زیر کشت در شبکه با میزان آب قابل تخصیص به شبکه متناسب باشد. میزان آب قابل تخصیص به شبکه با توجه سیاست های دولت ها و سازمان های مرتبط و با توجه به نیاز سایر بخش ها شامل محیط زیست، صنعت، شرب و غیره تعیین می شود. با توجه به اینکه راندمانهای انتقال، توزیع و کاربرد آب در مزرعه در هیچ شبکه ای ۱۰۰٪ نیست، آب دریافتی توسط گیاه کمتر از مقدار تخصیص یافته به شبکه خواهد بود. بنابراین در صورت نیاز، باید با اصلاحات فیزیکی یا مدیریتی در شبکه، از تلفات آب کاست تا راندمان های مختلف یک شبکه تا سطح قابل قبولی افزایش یافته و میزان آب تخصیصی تکافوی نیاز آبی گیاه را بنماید(مولدن و گیتس، ۱۹۹۰، باس، ۱۹۹۷، کورکماز و همکاران، ۲۰۰۹، آلی و همکاران، ۲۰۱۳، واندرسیپن و همکاران، ۲۰۰۶).

موضوع مهم دیگر که در اغلب بررسی های قبلی به آن اشاره شده، کنترل جریان و مسائل هیدرولیکی در کانال ها است. بعضی از منابع این موضوع را مهمترین عامل نوسانات دبی در کانال ها و در نتیجه آن مطلوب نبودن

شاخص های تحویل آب در شبکه ها دانسته اند. نوع سازه های تحویل و تنظیم آب در شبکه و نحوه مدیریت آنها بر میزان آب تحویلی و شاخص های مربوطه تاثیر انکار ناپذیری دارد. همچنین روابط هیدرولیکی حاکم براین سازه ها از اهمیت ویژه ای برخوردار است. مثلا معمولا روابط هیدرولیکی جدیدتر، نسبت به روابط هیدرولیکی قدیمی از دقت بیشتری برخوردارند. بنابراین در بعضی شبکه ها سعی شده از روابط یا الگوریتم های جدیدتر برای مدیریت سازه ها استفاده شود. در حالیکه در بعضی از شبکه ها هنوز از روابط هیدرولیکی قدیمی که بعضا متعلق به زمان طراحی شبکه یعنی ۴۰ تا ۵۰ سال پیش است استفاده می گردد. استفاده از تجهیزات مدرن اندازه گیری دبی و عمق جریان، و سیستم های مدرن اتوماسیون تحویل آب در شبکه نیز می تواند کمک زیادی به تحویل به اندازه و به موقع آب نماید. حساسیت سازه های تحویل آب به عوامل مختلف نیز موضوع مهمی است که به آن پرداخته شده است. بعضی سازه ها دارای حساسیت زیادی به یک یا چند عامل می باشند. مثلا ممکن است با اندکی تغییر در عمق آب بالادست یک سازه یا تغییر در بازشدگی دریچه، میزان دبی عبوری از آن تغییر زیادی کند و شاخص های عملکرد شبکه را تحت تاثیر قرار دهد (کولکارنی و دتور، ۱۹۹۹،رنوا، ۱۹۹۹، شاهرخ نیا و همکاران، ۲۰۰۹، شاهرخ نیا و جوان، ۲۰۰۹).

در بعضی از نقاط دنیا از مدل های شبیه سازی هیدرولیکی جریان آب در کانال ها برای مدیریت سازه ها و تحویل آب استفاده شده است. با استفاده از این مدل ها می توان دریافت که با یک تغییر در دبی یا بازشدگی یک دریچه، دبی در نقاط دیگر شبکه دچار چه تغییراتی می شود. استفاده از این مدل ها نیز می تواند کمک شایانی به بهبود وضعیت تحویل آب در شبکه نماید(شاهرخ نیا و همکاران، ۲۰۰۹، شاهرخ نیا و جوان، ۲۰۰۹).

یکی از عوامل عملکرد موفق یا نا موفق شبکه های آبیاری در دنیا، الگوی کشت یا نوع گیاه کاشته شده در مزارع، طول دوره رشد آنها، تاریخ کاشت و نیاز آبی آنها می باشد. این عوامل بر میزان دبی مورد نیاز در کانال تاثیر گذاشته و بنابراین دبی مورد نیاز در طول دوره رشد گیاه تغییر می کند. بنابراین باید بتوان در زمان های مختلف، برآورد درستی از میزان آب مورد نیاز ارائه نمود و در صورت نیاز الگوی کشت یا مدیریت سایر عوامل

ذکر شده را تغییر داد(لوریت و همکاران، ۲۰۱۲، خارو و همکاران، ۲۰۱۳، کازبکوف و همکاران، ۲۰۰۹، بکل و تیلاهون، ۲۰۰۶).

وجود یک سیستم آبیاری مناسب همراه با یک برنامه ریزی آبیاری دقیق می تواند باعث کاهش تلفات آب در مزرعه وکوتاه تر شدن مدت زمان آبیاری گردد و بدین ترتیب بر عملکرد شبکه تاثیرگذار باشد. عدم تسطیح مناسب مزرعه در سیستم های آبیاری سطحی، باعث نیاز به آب بیشتر، مدت زمان طولانی برای آبیاری و غیر یکنواختی تولید محصول می گردد(بکل و تیلاهون، ۲۰۰۶، قزوانی و همکاران، ۲۰۱۲، خارو و همکاران، ۲۰۱۳).

وجود تشکل های آب بران موضوع مهم دیگری است که باید به آن توجه داشت. یک تشکل موفق می تواند معضلات فنی و اجتماعی توزیع آب در شبکه را کاهش داده و بر شاخص های عملکرد شبکه تاثیر داشته باشد. تجربه سایر کشورها نشان می دهد که اغلب میرابها و حتی مدیران شبکه از دانش کافی در زمینه آبیاری و هیدرولیک برخوردار نبوده و می توانند تاثیر منفی زیادی بر عملکرد شبکه خود بگذارند. مساحت تحت پوشش هر میراب نیز از عواملی است که بر کیفیت تحویل آب اثر گذار است. منافع شخصی بعضی از مدیران و میراب ها و حتی مسائل و منافع سیاسی یک گروه خاص می تواند بر تصمیم گیری های مدیریتی شبکه و تحویل آب اثر منفی بگذارد(ککمک و همکاران، ۲۰۱۰، قزوانی و همکاران، ۲۰۱۲، کازبکوف و همکاران، ۲۰۰۹، دجن و همکاران، ۲۰۱۵).

فصل ۳: منطقه مطالعاتی

شبکه آبیاری و زهکشی درودزن در حدود ۵۰ کیلومتری شمال غربی شهرستان شیراز واقع گردیده و رودخانه کر تقریبا از وسط آن عبور می نماید. این شبکه آب مورد نیاز مزارع پایین دست را از سد درودزن تامین می نماید. این سد با حداکثر ظرفیت ۱ میلیارد متر مکعب، از قدیمی ترین سدهای ساخته شده در کشور می باشد. حجم تنظیمی سد در سال های بهره برداری حدود ۷۶۰ میلیون متر مکعب در سال بوده که آب مورد نیاز حدود ۴۲۰۰۰ هکتار از اراضی رامجرد و ۳۴۰۰۰ هکتار از اراضی منطقه کربال و کنار مرودشت را تامین می کند. آب شرب قسمتی از شهر شیراز، تعدادی از روستاها و کارخانجات صنعتی نیز از این سد تامین می گردد.

شبکه اصلی آبیاری و زهکشی درودزن در سال ۱۳۵۶ به بهره برداری رسیده و کار ساخت شبکه های فرعی از سال ۱۳۶۰ اغاز و به تدریج تا سال ۱۳۶۷ به بهره برداری رسید. شبکه اصلی آبیاری و زهکشی درودزن دارای ۸ کانال اصلی درجه ۱و۲ به طول ۱۹۴ کیلومتر، ۲۳۴ کانال درجه ۳و۴ به طول ۵۱۷ کیلومتر، ۱۸۵ کانال زهکش روباز به طول ۶۹۱ کیلومتر، ۱۶۷۴ کیلومتر جاده سرویس، ۲۸۹۷ عدد دریچه فلزی آبگیر، ۲۰۰۳ سازه و تجهیزات هیدرولیکی تنظیم کننده، ۳۲۹ سرریز، ۵۱۰ پل و زیرگذر و ۵۸۰ کیلومتر نهر سنتی با ۴۴۰ دهانه آبگیر می باشد.

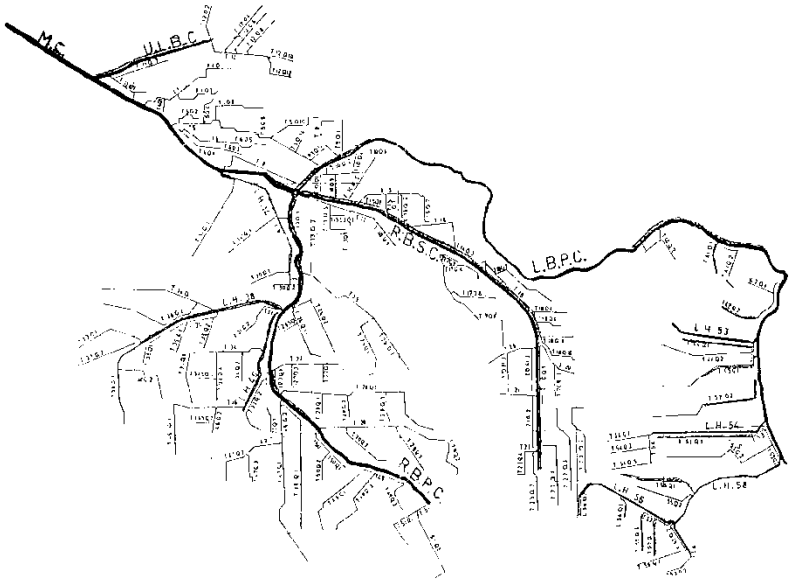
خاک اراضی محدوده شبکه دارای بافت غالب لومی رسی یا نسبتا سنگین تا سنگین می باشد. در طرح اولیه شبکه، واحد آبیاری به طور متوسط با مساحت ۲۰ هکتار و طول و عرض حدود ۱۰۰۰ و ۲۰۰ متر، تحت سیستم آبیاری سطحی انتخاب شده است. هر واحد عمرانی با وسعتی حدود ۱۰۰۰۰ هکتار، تحت پوشش یک کانال درجه ۱ و تعدادی کانال درجه ۳ می باشد. اراضی تحت پوشش یک آبگیر یا کانال درجه ۳ یک واحد مزرعه محسوب و مساحت آن حدود ۵۰۰ تا ۱۵۰۰ هکتار در نظر گرفته شده است. تعداد واحد مزارع یا کانال

های درجه ۳، ۸۶ عدد می باشد. کوچکترین قطعه زراعی واحد آبیاری است که مزارع تحت پوشش یک کانال درجه ۴ را در بر گرفته و مساحتی حدود ۲۰ هکتار را باید دارا باشد. تعداد کانال های درجه ۴ شبکه ۱۷۸ رشته می باشد.

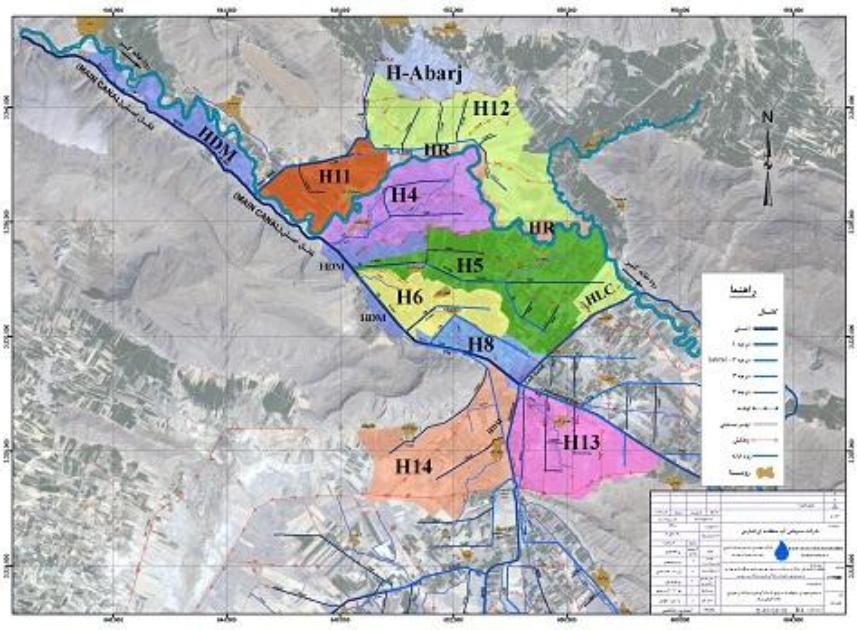
در مطالعات مرحله اول طرح شبکه درودزن که توسط مهندسین مشاور جاستین-کورتینی در دهه ۱۳۴۰ انجام گرفت، گیاه گندم، جو، چغندرقند، پنبه، آفتابگردان، ذرت، سبزیجات، یونجه، ذرت و جو علوفه ای انتخاب و پیشنهاد شد. بررسی های سالهای ۷۴ تا ۸۷ نشان می دهد که کشت غلات با حدود ۷۱٪ بیشترین و پس از آن کشت ذرت، شلتوک و چغندرقند بترتیب با ۱۳، ۷ و ۵ درصد بیشترین سطح زیر کشت را به خود اختصاص داده اند. نیاز آبی گندم در سند ملی ۵۰۸۰ مترمکعب در هکتار بوده در حالیکه در طرح اولیه درودزن این مقدار ۴۷۰۰ مترمکعب در هکتار درنظر گرفته شده است. با احتساب راندمان کل ۴۴٪ برای شبکه، نیاز ناخالص آبیاری گندم حدود ۱۱۵۵۰ مترمکعب در هکتار می باشد. بنابراین در این شرایط برای آبیاری کامل ۳۳۳۰۰ هکتار از اراضی که حداکثر سطح کشت در ۱۲ سال بوده، نیاز به ۳۸۵ میلیون مترمکعب آب بوده که معادل ۶۲٪ از سهم تخصیصی برای شبکه درودزن می باشد. اطلاعات دریافتی و منتشر شده از طرف شرکت بهره برداری نشان می دهد که برنامه مدونی برای عملیات آبیاری در طول سال تهیه نمی شود. به نظر می رسد که مقادیر آب قابل تامین توسط مدیریت سد مخزنی مبنای برنامه ریزی در شبکه بوده که با فاصله زمانی کوتاعی قبل از تحویل به مدیریت شبکه اعلام می گردد. به همین دلیل فرایندهای پیش بینی شده در تهیه برنامه با محوریت شبکه آبیاری و نیازهای مصرف کنندگان نقض یا لغو می گردد. بنابراین زمان لازم برای انعقاد قراردادهای آبیاری، تهیه برنامه برای شبکه وجود نداشته و عملا برنامه آبیاری به یک برنامه ثابت تبدیل می گردد(شرکت سهامی آب منطقه ای فارس، ۱۳۹۰).

کانال اصلی شبکه آبیاری و زهکشی درودزن (MC)از محل خروجی نیروگاه سد درودزن با دبی ۴۱ مترمکعب در ثانیه شروع شده و پس از طی ۲۲/۲۲ کیلومتر به سازه آبپخش می رسد. از این به بعد به سه کانال

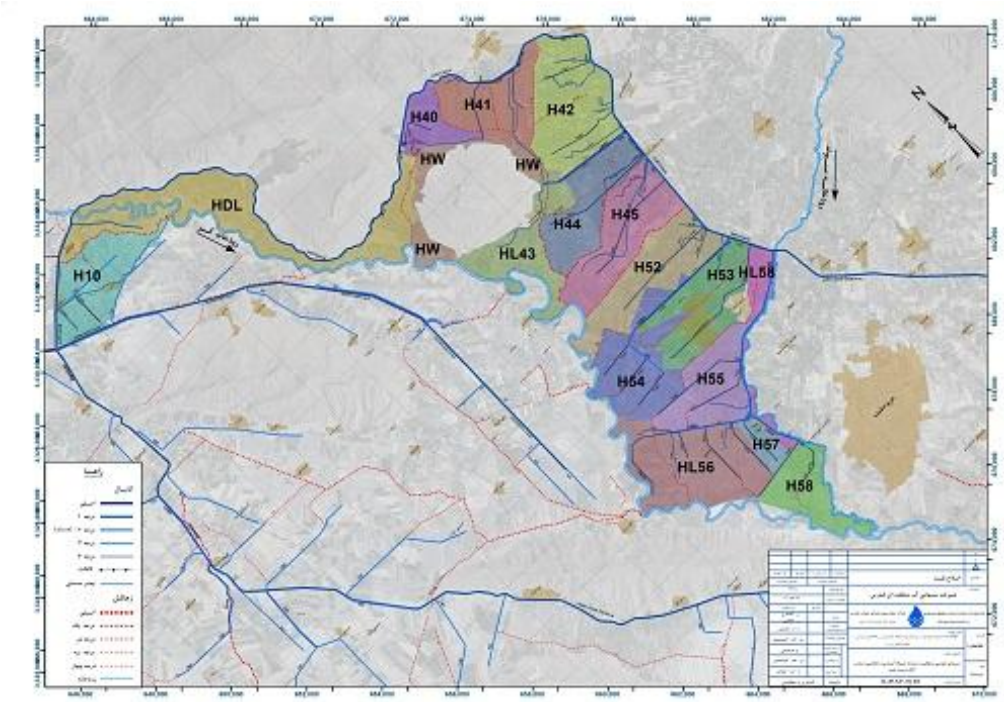
درجه ۱ با نام های سمت چپ (LBPC)، اردیبهشت (RBSC)، و هامون (RBPC) منشعب می گردد. در کیلومتر ۱۰+۲۹۳ کانال اصلی، کانالی به نام ابرج (ULBC)نیز به طول تقریبی ۵ کیلومتر منشعب می شود. شکل ۱ کانال های آبیاری شبکه درودزن در محدوده رامجرد و درودزن را نشان می دهد. لازم به دکر است که ادامه کانال سمت چپ و راست امتداد یافته که در این شکل آورده نشده است. شکل های ۲ تا ۷ واحدهای عمرانی مختلف شبکه درودزن، کانال ها و محدوده هر کدام از کانال ها را نشان می دهد.



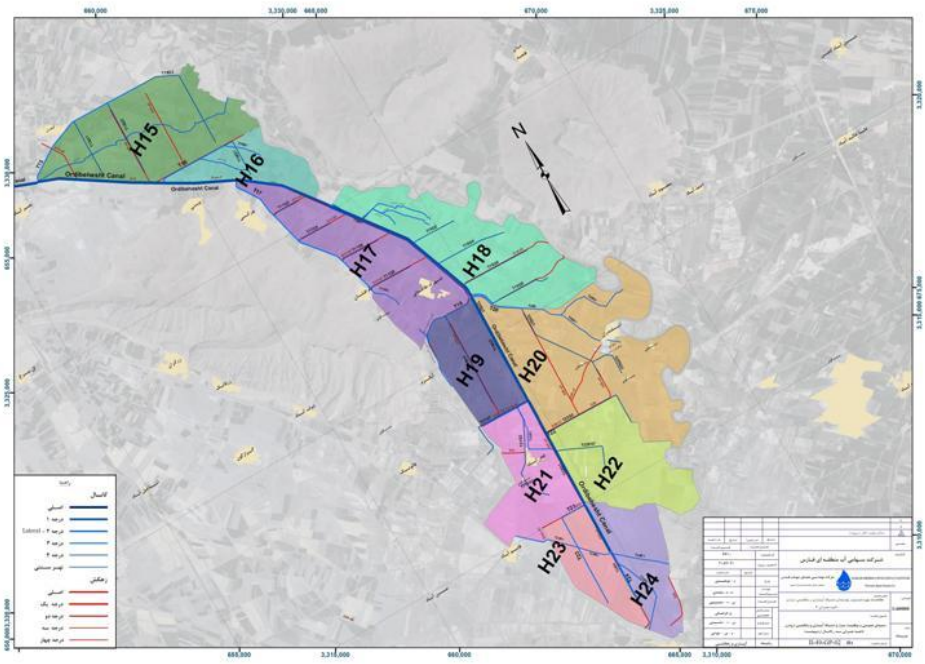
شکل ۱- نمایی از کانال های آبیاری شبکه درودزن در محدوده رامجرد و درودزن



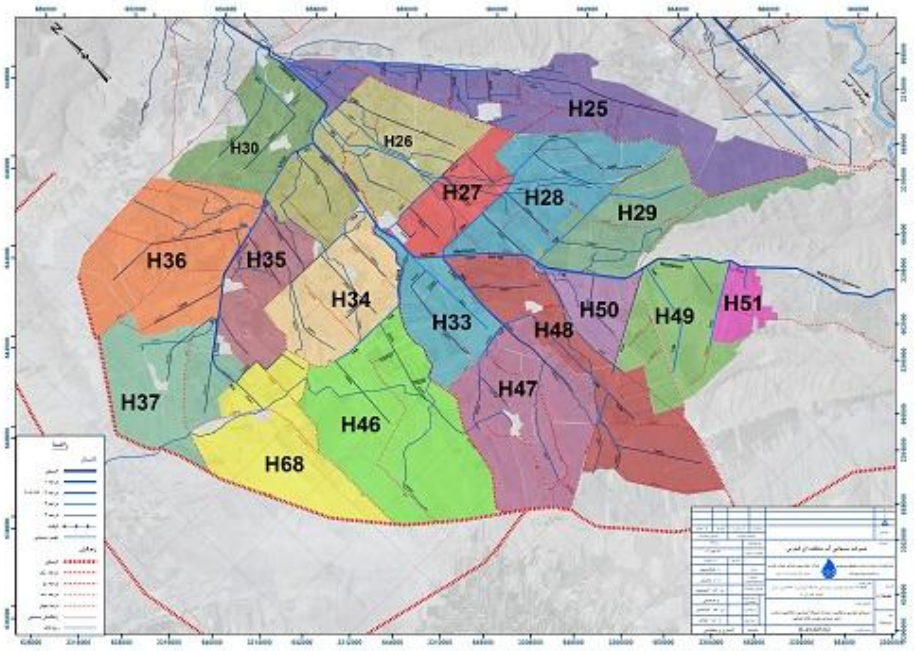
شکل۲- محدوده کانال های آبیاری منشعب از کانال اصلی



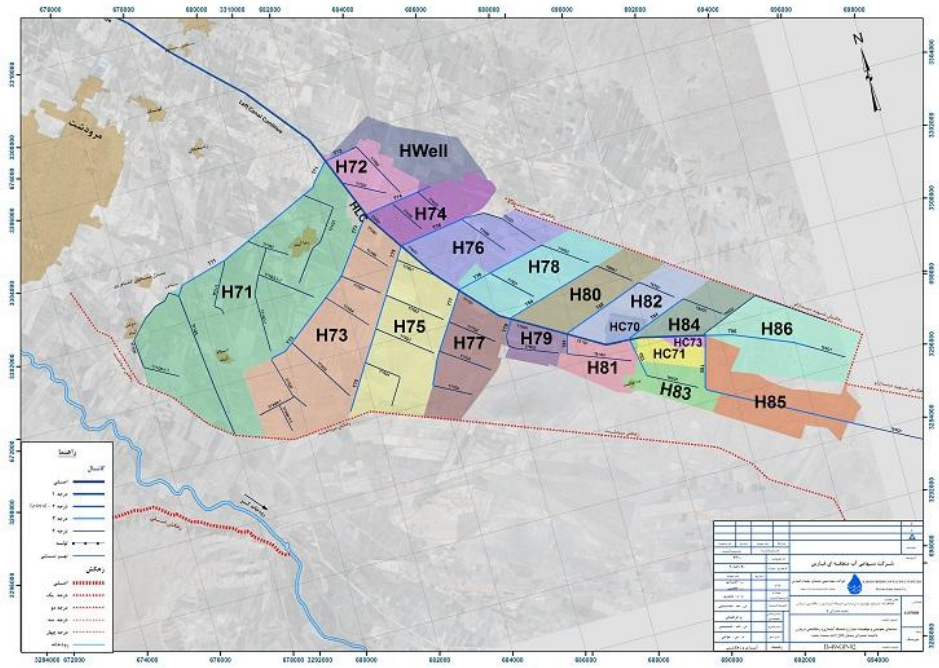
شکل۳- محدوده کانال های آبیاری منشعب از کانال سمت چپ



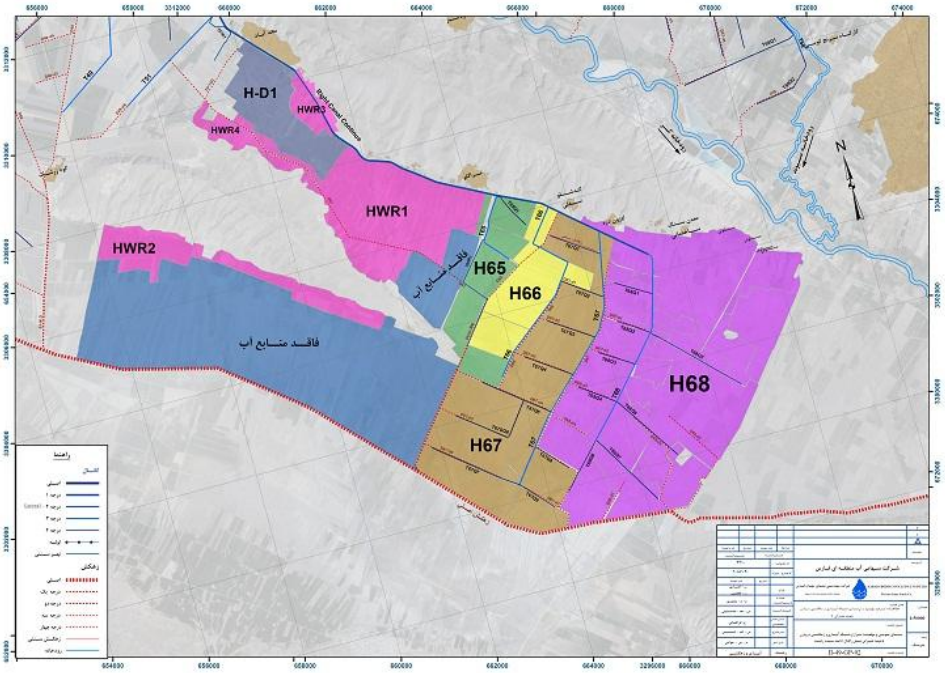
شکل۴- محدوده کانال های آبیاری منشعب از کانال اردیبهشت



شکل۵- محدوده کانال های آبیاری منشعب از کانال هامون



شکل۶- محدوده کانال های آبیاری منشعب از کانال ادامه سمت چپ



شکل۷- محدوده کانال های آبیاری منشعب از ادامه کانال هامون

مسئولیت توزیع آب در شبکه بر عهده شرکت بهره برداری از شبکه های آبیاری و زهکشی استان فارس بوده که در سال ۱۳۷۰ به ثبت رسیده است. با توجه به وسعت شبکه، بخش قابل توجهی از فعالیت کارشناسان این اداره صرف عقد قراردادهای آبیاری می گردد. میراب ها وظیفه تحویل آب به نمایندگان آب بران و تنظیم صورتجلسات را به عهده دارند. به نظر می رسد برای فعالیت های مرتبط با برنامه ریزی و تهیه برنامه آبیاری و اجرای آن در شبکه و مزارع نیاز به نیروی آموزش دیده بیشتری باشد. نظارت بر فعالیت های بهره برداری، نگهداری و تعمیرات شبکه درودزن توسط شرکت آب منطقه ای فارس انجام می شود. بررسی ها نشان می دهد که این شبکه فاقد دستورالعمل مدونی برای مدیریت، برنامه ریزی، بهره برداری و نگهداری می باشد. همچنین شرکت بهره برداری از شبکه های آبیاری و زهکشی، هیچگونه مدیریت و دخالتی درخصوص استفاده از سایر منابع آب موجود از جمله آب های زیرزمینی نداشته و در صورت مشاهده تخلف و حفر چاه های غیر مجاز، به صورت غیر رسمی به واحدهای مسئول در شرکت آب منطقه ای اطلاع می دهد (شرکت سهامی آب منطقه ای فارس، ۱۳۹۰).

هر سال، شرکت بهره برداری اطلاعات منابع آب قابل دریافت از سد درودزن را اخذ و بر این اساس برنامه کشت اراضی زیردست هر ناحیه و کل شبکه تهیه می شود. شورایی متشکل از نمایندگان شرکت بهره برداری، آب منطقه ای فارس، جهاد کشاورزی، فرمانداری و بخشداری تشکیل جلسه داده و سطوح قابل آبیاری، نوع و سهم هر محصول در نواحی مختلف تعیین می گردد. طبق برنامه های سالانه شورای کشت شهرستان، کشت شتوی شامل گندم و جو معمولا بدون محدودیت بوده و در کشت صیفی برای برخی از محصولات محدودیت هایی اعمال گردیده است. سپس با مصرف کنندگان آب در شبکه و از طریق نمایندگان آنها، قرارداد عقد می شود. به منظور وصول آب بها، در زمان عقد قرارداد مبلغی به صورت نقدی و مابقی به صورت اقساط اخذ می گردد. با انجام عملیات مساحی تا پایان فصل، با مشترکین تسویه حساب می گردد. فراخوان و عقد قراردادهای

آبیاری تابع فصول زراعی (کشت پاییزه و کشت تابستانه) بوده و در صورتی که منابع آب اجازه دهد، عقد قراردادها برای کشت زمستانه در پاییز و برای کشت های صیفی در اواخر بهار صورت می پذیرد. ممکن است انعقاد قرارداد قبل و یا در حین توزیع آب انجام پذیرد. آب بها در شبکه آبیاری مدرن درودزن به صورت هکتاری و به میزان ۳٪ متوسط عملکرد محصول براساس تعرفه های ابلاغی از معاونت حفاظت و بهره برداری برای هر محصول و منطقه محاسبه و دریافت می گردد. با شروع برنامه آبیاری، در نقاط تحویل، آب به میراب ها تحویل می شود. میراب ها نیز با تنظیم صورت جلسه، آب را تحویل نمایندگان تشکل ها می دهند. طبق گزارشات سال ۱۳۵۷، نیاز آبی سالانه شبکه با در نظر گرفتن سطح ۵۴۰۰۰ هکتار خالص اراضی، حدود ۵۷۸ میلیون متر مکعب اعلام شده است. با در نظر گرفتن این رقم و با احتساب نیاز آبی محصولات برای هر هکتار از اراضی (به میزان ۷۷۶۰ متر مکعب در هکتار) و با در نظر گرفتن راندمان ۵۶٪، فقط امکان آبیاری حدود ۴۲۰۰۰ هکتار اراضی با این مقدار آب وجود دارد. کمیته مدیریت منابع آب شرکت آب منطقه ای فارس در سال ۱۳۸۷، سهم مصرف آب از محل سدهای درودزن و ملاصدرا را معادل ۶۲۴ میلیون متر مکعب در سال در نظر گرفته که حدود ۶۴٪ کل نیازهای کشاورزی زیردست سد درودزن می باشد. اطلاعات گزارشات موجود نشان می دهد که سطح اراضی در حال آبیاری از محل سد مخزنی درودزن حدود ۵۶۰۰۰ هکتار و جمع اراضی شبکه مدرن و سنتی ۶۴۰۰۰ تا ۶۰۰۰۰ هکتار می باشد. بر طبق اعلام مهندسین مشاور مهاب قدس، کل اراضی محدوده قابل آبیاری شبکه مدرن حدود ۶۲۴۰۰ هکتار بوده که از این میزان حدود ۵۲۹۰۰ هکتار فقط از طریق شبکه آبیاری شده و بقیه اراضی یا تحت کشت آبی نبوده و یا آب آن از منابع دیگر تامین شده است. درگزارشات شرکت بهره برداری از شبکه های آبیاری و زهکشی، سطح اراضی در حال بهره برداری و سطح اراضی زیر شبکه بترتیب ۴۷۰۰۰ و ۵۶۰۰۰ اعلام گردیده که بدین معنی است که حدود ۸۴٪ اراضی با آب تامین شده از شبکه به زیر کشت رفته اند. در صورتیکه رقم ۶۲۴۰۰ هکتار در نظر گرفته شود، حدود ۷۵٪ اراضی از طریق شبکه تامین آب شده اند. با توجه به اینکه در گزارشات اولیه طرح حدود ۱۶٪ از اراضی بعنوان آیش در نظر گرفته شده اند، در شرایط آبی نرمال، به طور متوسط امکان آبیاری ۸۴٪ از اراضی (۵۱۰۰۰ هکتار) وجود دارد. اگر سطح اراضی

آبخور فعلی ۶۲۴۰۰ هکتار درنظر گرفته شود، باید هرساله حدود ۵۲۵۰۰ هکتار از اراضی آبیاری شود. بررسی های ۱۰ تا ۱۵ سال اخیر نشان می دهد در بهترین شرایط در یکسال ۷۵٪ از محدوده ۶۲۰۰۰ هکتاری آبیاری شده ولی هیچگاه به رقم ۵۲۵۰۰ هکتار نرسیده است. بررسی گزارش های دوره ای و سالیانه شرکت بهره برداری نشان می دهد که این گزارشات فاقد برنامه و جداول برنامه ریزی آبیاری شبکه در طول سال، نوبت های آبیاری، احجام و دبی های تحویلی می باشد. حتی در بعضی از قراردادها، مقادیر حجم ماهانه و سالانه آب تحویلی به آب بران درج نگردیده است(شرکت سهامی آب منطقه ای فارس، ۱۳۹۰).

شبکه آبیاری و زهکشی درودزن خود بخشی از عملیات عمرانی دشت رامجرد بوده لیکن این شبکه بدون اجرای سایر عملیات و بر مبنای آنها طراحی و اجرا گردیده است. بنابراین از کارایی و بهره وری لازم برخوردار نبوده است. سایر عملیاتی که باید انجام می گرفته شامل قطعه بندی اراضی، تسطیح اراضی، و تدوین الگوی کشت می باشد. عدم تسطیح اراضی باعث غیر یکنواختی توزیع آب در مزرعه و بالا رفتن مصرف آب در واحد سطح می گردد. عدم قطعه بندی اراضی، تخصیص آب به بعضی واحدها را مشکل ساخته و مسائل و مشکلات زیادی را به وجود آورده است. از دیدگاه کشاورزان منطقه عدالت توزیع آب در شبکه وجود ندارد. کانال های بالادست و افراد بانفوذتر آب بیشتری دریافت می کنند. اهمیت تحویل به اندازه و به موقع آب خیلی بیشتر از قیمت آب است و افزایش قیمت آب نمی تواند بر استفاده درست از آب اثر زیادی داشته باشد. روند کشاورزی و مدیریت آب در شبکه در آینده به گونه ای خواهد بود که باعث خسارت به کشاورزان، سازه ها و تجهیزات آبیاری و حتی به درگیری فیزیکی و قتل و جرح خواهد انجامید. کشاورزان اعظهار داشته اند اگر آب کم است، همین آب کم را عادلانه توزیع کنند و پول های دریافت شده را به کشاورزان برگردانند. از دیدگاه کارشناس اداره آبیاری مرودشت، تصمیمات و مدیریت سالهای گذشته باعث شده کشاورزان به مدیران دولتی بی اعتماد شوند و انگیزه کشاورزان برای اجرای تصمیمات دولت و کارهای گروهی کاهش یابد. بالا بردن سطح دانش و آگاهی کشاورزان اهمیت دارد. معمولا کانال های پایین دستی آب کمتری نسبت به بالادست دریافت می دارند و

دخالت کشاورزان مسئله را پیچیده تر می کند. کارشناسان و مامورین شبکه از تغییرات مـدیریتی و تصـمیماتی که آینده شغلی آنها را به خطر بیندازد نگران می باشند. سیستم نابسامان، ناکارا و نامطمئن است و کشاورزان به اداره آبیاری بعنوان یک قاضی عادل اعتماد ندارند. بطور کلی شبکه مدیریت و عملکرد مناسبی نداشته کـه ایـن مشکلات از عدم مدیریت مناسب مسوولین، عدم اجرای دقیق جزئیات پروژه، بی توجهی به مسائل فنی و علمی، و دخالت اشخاص یا ارگانهای غیر مرتبط ناشی مـی شـود. درصـورت ادامـه رونـد فعلـی خسـارت شـدیدی بـه کشاورزان و دولت وارد خواهد شد. از دیدگاه مدیران شبکه آبیاری درودزن بیشـترین مشـکل شـبکه مشـکلات اجتماعی است. برخورد مناسبی با متخلفین نمی شود. بعضی از مسئولین فقط به فکر حفظ آرامـش در منطقـه خود تحت هر شرایطی می باشند. بودجه کافی برای پرداخت حقوق پرسنل، و تعمیرات و نگهداری شبکه وجـود ندارد. کشاورزان در شرایط بحرانی به فرمانداری ها و بخشداری ها فشار آورده تا اداره آبیاری را مکلف کننـد تـا آب بیشتری تحویل شود. کشاورزان هیچوقت از وضعیت موجود خود راضی نبوده و بجـای همکـاری بـا پرسـنل آبیاری فقط به دنبال گرفتن آب بیشتر می باشند. بعلت بافت فرهنگی متفاوت در کشاورزان، دیدگاه آنها از کـار گروهی تنها تجمع در جلوی ارگانها و ادارات ذیربط است و به این نتیجه نرسیده اند که با کارگروهی مـی تـوان مسائل را حل کرد. با ادامه وضعیت فعلی در آینده توزیع آب ممکن نیست و اداره آبیاری فقط نقـش تماشـاگر و متهم را بازی خواهد کرد (حیدری، ۱۳۸۸). شکل های ۸ تا ۱۵ در پیوست گزارش برخی از مسـائل و مشـکلات شبکه آبیاری درودزن را نشان می دهد.

بنابراین با توجه به مسائل و مشکلات موجود درخصوص تحویل آب در شبکه آبیاری و زهکشی درودزن و با توجه به تحقیقات قبلی در سایر نقاط دنیا، انجام تحقیقی در این زمینه ضروری بـه نظـر مـی رسـید. در ایـن پژوهش به بررسی وضعیت تحویل آب در کانال های آبیاری درودزن، با اندازه گیری چند شاخص ارزیابی عملکرد پرداخته می شود.

فصل ۴: روش تحقیق

۴-۱- مقدمه:

هدف از انجام این تحقیق اندازه گیری و بررسی شاخص های ارزیابی تحویل آب در چهار منطقه اصلی شبکه مدرن آبیاری درودزن بوده است. این چهار منطقه عبارت از کانال اصلی (MC)، کانال هامون یا کانال سمت راست اولیه (RBPC)، کانال سمت چپ (LBPC) و کانال اردیبهشت یا کانال سمت راست ثانویه (RBSC) می باشند. موقعیت این کانال ها در شبکه در شکل ۱ قابل مشاهده است. تعداد کانال های فرعی در نظر گرفته شده در این چهار منطقه بترتیب ۷، ۱۲، ۱۰ و ۱۰ کانال و مجموعا ۳۹ کانال بود. برای ارزیابی کانال های مورد نظر در شبکه آبیاری درودزن روابط و شاخص‌های زیر مورد استفاده قرار گرفته است. با توجه به تحقیقات انجام گرفته قبلی در داخل و خارج کشور، شاخص های ارائه شده توسط مولدن و گیتس (۱۹۹۰) از اهمیت و اعتبار زیادی برخوردار بوده و می تواند به منظور بررسی دقت تحویل آب در شبکه مورد استفاده قرار گیرد.

۴-۲- شاخص کفایت تحویل آب(molden and Gates, 1990)

هدف از ارائه و اندازه گیری این شاخص آن است که مشخص شود کانال مورد نظر چه کسری از آب مورد نیاز را دریافت کرده است. هر چه شاخص فوق به عدد ۱ نزدیکتر باشد کفایت آبیاری بهتر است. مقادیر کمتر از ۱ نشان دهنده آن است، آب به میزان کمتر از مورد نیاز به مزرعه تحویل شده است.

$$Q_D \rangle Q_I \qquad P_A = 1 \tag{۸}$$

$$Q_D \le Q_I \qquad P_A = \frac{1}{T}\sum_T \left(\frac{1}{R} \sum_R \frac{Q_D}{Q_I} \right) \tag{۹}$$

که در این رابطه P_A: شاخص کفایت آبیاری

Q_D: مقدار واقعی آب داده شده به واحد زارعی

Q_I: مقدار آب مورد نیاز واحد زراعی

R: تعداد مناطق اندازه گیری شده

T: تعداد دفعات اندازه گیری

$\frac{1}{T}\sum_T$: مقدار متوسط زمانی اندازه گیری هاست

۴-۳- شاخص بازدهی تحویل آب(molden and Gates, 1990)

جلوگیری از اتلاف آب، نقش عمده ای در حفاظت از منابع آب و در نتیجه توسعه کشاورزی هر منطقه دارد. در هر سیستم آبیاری اگر مقدار تحویل آب بیشتر از مقدار مورد نیاز گردد، مشکلات زیادی مانند از دست رفتن منابع آب موجود، زهدار شدن زمین ها و کاهش عملکرد بوجود می آید. با اندازه گیری شاخص بازدهی تحویل آب می توان ارزیابی خوبی از لحاظ اتلاف آب در سیستم بدست آورد.

$$Q_D \langle Q_I \qquad P_F = 1 \qquad (۱۰)$$

$$Q_D \geq Q_I \qquad P_F = \frac{1}{T}\sum_T \left(\frac{1}{R}\sum_R \frac{Q_I}{Q_D} \right) \qquad (۱۱)$$

این شاخص نشان دهنده بازدهی کل سیستم نیست و فقط مربوط به تحویل آب در کانال یا مزرعه مورد مطالعه است. این شاخص نیز هرچه به یک نزدیک تر باشد بهتر است مقادیر کوچکتر ۱ نشان دهنده اتلاف آب است. این شاخص ارزیابی خوبی از لحاظ اتلاف آب در سیستم نشان می دهد.

۴-۴- نسبت عملکرد تحویل آب

شاخص های کفایت و بازدهی آبیاری توسط باس (BOS, 1997) تحت عنوان یک شاخص کلی تر بنام نسبت عملکرد تحویل ارائه شده است.

$$DPR = \frac{Q_D}{Q_I} \qquad (۱۲)$$

Q_D: دبی واقعی m^3/Sec

Q_I: دبی مورد نیاز گیاه m^3/Sec

این رابطه یکی از ساده ترین و مهمترین روابطی است که برای بررسی عملکرد سیستم می توان بکار برد. مطلوب ترین مقدار این نسبت برای هر سیستم آبیاری ۱ است. مقادیر کوچکتر از ۱ نشان دهنده ناکافی بودن آبیاری و مقادیر بزرگتر از ۱ نشان دهنده اتلاف آب در سیستم است. با توجه به محاسبه مقادیر دبی واقعی یا مقدار تحویلی آب به کشاورزان و مقدار آب مورد نیاز گیاه شاخص نسبت عملکرد تحویل آب را می‌توان بدست آورد.

۴-۵- عدالت توزیع تحویل آب

عدالت توزیع تحویل آب نیز یکی از شاخص های مهم در ارزیابی سیستم آبیاری است و آن را می توان این گونه تعریف کرد (molden and Gates, 1990).

$$P_E = \frac{1}{T}\sum_T CV_R\left[\frac{Q_D}{Q_I}\right] \qquad (۱۳)$$

$CV_R(\frac{Q_D}{Q_I})$: ضریب مکانی تغییرات بده تحویلی به بده مورد نیاز میان آبگیرها در یک دوره زمانی است.

هرچه مقدار عدالت توضیع تحویل آب به صفر نزدیک تر باشد، عدالت توزیع آب در منطقه بیشتر خواهد بود.

۴-۶- شاخص اعتماد پذیری تحویل آب

شاخص اعتماد پذیری تحویل آب سیستم، بیانگر یکنواختی یا عدالت زمانی توزیع آب در سیستم است (Molden & Gates 1990)

$$p_D = \frac{1}{R}\sum_R CV_T\left[\frac{Q_D}{Q_I}\right] \qquad (۱۴)$$

CV: نسبت انحراف معیار به میانگین مقادیر

که در این رابطه $CV(\frac{Q_D}{Q_I})$: ضریب تغییرات زمانی بده تحویلی به بده مورد نیاز و هرچه مقدار آن به صفر نزدیکتر باشد یکنواختی زمانی تحویل آب بیشتر است. در این رابطه عبارت $\frac{۱}{R}\sum_R$ بیانگر متوسط مقادیر اندازه گیری شده در مکان های مختلف است. مقادیری که از محاسبه شاخص‌های فوق به دست می‌آید با جدول (۳-۷) مقایسه می‌گردد و وضعیت عملکرد شبکه را می‌توان مقایسه و ارزیابی نمود.

جدول ۱: جدول مقادیر توصیه شده شاخص های عملکرد (Molden & Gates , 1990)

شاخص ارزیابی	کلاس های عملکرد		
	ضعیف	متوسط	خوب
کفایت تحویل آب (P_A)	<۰/۸	۰/۸-۰/۸۹	۰/۹-۱
راندمان تحویل آب (P_F)	<۰/۷	۰/۷-۰/۸۴	۰/۸۵-۱
عدالت توزیع آب (P_E)	>۰/۲۵	۰/۱۱-۰/۲۵	۰-۰/۱
اعتمادپذیری توزیع آب (P_D)	>۰/۲۰	۰/۱۱-۰/۲۰	۰-۰/۱

به منظور اندازه گیری و بررسی شاخص های ارزیابی فوق، تعداد ۳۹ کانال درجه ۳ در سطح شبکه آبیاری درودزن انتخاب و دبی آب تحویلی در ابتدای کانال با استفاده از دستگاه میکرومولینه اندازه گیری گردید. این اندازه گیری ها ۳ مرتبه در طول فصل آبیاری گندم در بهار سال ۱۳۹۴ انجام شد. درخصوص انطباق مدیریت آبیاری و اندازه گیری ها با مراحل رشد، لازم به توضیح است که آبیاری توسط شرکت آب منطقه ای و شرکت بهره برداری از شبکه های آبیاری و زهکشی برنامه ریزی و مدیریت می شده و مجری این پروژه دخالتی در امر توزیع آب نداشته است. با توجه به اینکه گندم در پاییز و زمستان از آب باران استفاده می کند و بعلت کمبود آب، در سال انجام تحقیق، آبیاری فقط پس از اتمام فصل بارندگی که گیاه وارد مرحله گلدهی و پرشدن دانه می شود انجام گرفته، بنابراین کمبود آب در حساس ترین مرحله رشد گیاه به کم آبی حادث شده است. به عبارت دیگر چه مواقعی که کفایت آبیاری به دست نیامده و چه در مواقعی که آبیاری بیش از اندازه انجام گرفته، گیاه در حساس ترین مرحله رشد یعنی گلدهی و پرشدن دانه بوده است.

سطح زیر کشت فعلی از شرکت بهره برداری از شبکه های آبیاری و زهکشی، که با مساحی مزارع به دست آورده بودند اخذ گردیده است. شاخص های ارزیابی شبکه در دو حالت بر اساس نحوه برآورد میزان آب مورد نیاز اندازه گیری و با استانداردهای موجود (جدول ۱) مقایسه گردید. از آنجا که آب مورد نیاز در شبکه را می توان به روش های مختلف برآورد نمود، قطعا تفاوت در برآورد نیاز آبی، باعث تفاوت در شاخص های ارزیابی می گردد. در این تحقیق برای بررسی بیشتر و بهتر موضوع، از دو روش یا دو رویکرد، یکی بر اساس طرح اولیه شبکه و دیگری از دیدگاه تامین نیاز آبی گیاه استفاده شده است. شاخص های بدست آمده از هر دو روش با مقادیر استانداردی که توسط ارائه کنندگان این شاخص ها (مولدن و گیتس – باس) ارائه گردیده مقایسه شده اند. در پایان گزارش هم نتایج کلی به دست آمده از هر دو روش به تفکیک آورده شده و هم به مقایسه نتایج این دو روش یا دو رویکرد پرداخته شده است.

۱- تعیین آب مورد نیاز بر اساس هیدرومدول ثابت در طول فصل آبیاری (۱ لیتر بر ثانیه در هکتار)

۲- تعیین آب مورد نیاز بر اساس نیاز آبی گیاه از روش پنمن مانتیث: تعیین آب مورد نیاز بر این اساس، میزان موفقیت مدیران شبکه در تامین نیاز آبی گیاه و پایداری تولید را نشان می دهد. بدین منظور میزان نیاز آبی گیاه گندم در طول دوره تحویل آب از روش پنمن مانتیث برآورد گردید. با لحاظ نمودن راندمان توزیع ۷۷٪ و راندمان کاربرد آب در مزرعه ۵۶٪ (شرکت سهامی آب منطقه ای فارس، ۱۳۹۱) میزان آب مورد نیاز در ابتدای کانال های درجه ۳ به دست آمد.

لازم به توضیح است که شاخص های ارزیابی شبکه که در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفته اند، فقط مناسب بودن یا مناسب نبودن تحویل آب را از جنبه های مختلف نشان می دهند. تشخیص علت کم یا زیاد بودن این شاخص ها و ارائه راهکارهای اصلاحی، با استفاده از این شاخص ها میسر نبوده و باید با بررسی های دیگر به آنها دست یافت . به همین دلیل در حد امکان و با توجه به بازدیدهای میدانی، مصاحبه با کشاورزان و مدیران شبکه و سایر اطلاعات موجود، علل عملکرد ضعیف شبکه مشخص و ارائه گردیده است.

فصل ۵: نتایج و بحث

۵-۱-مقدمه

با توجه به اینکه شاخص های ارزیابی مورد نظر در دو حالت مختلف اندازه گیری گردیده است، نتایج مربوط به هر حالت به صورت جداگانه ارائه و بررسی می شود.

۵-۲-عملکرد شبکه درودزن بر اساس هیدرومدول آبیاری

جداول ۲ تا ۵ مقادیر شاخص کفایت تحویل آب (P_A) را بر اساس اندازه گیری های میدانی که در فصل مواد و روش ها توصیف شد و هیدرومدول آبیاری ثابت برابر با عدد ۱ نشان می دهد. در این جداول مقادیر برابر ۱ بیانگر این است که آب دریافت شده در ابتدای کانال درجه ۳ به اندازه و یا بیشتر از حد مورد نیاز بوده است. بنابراین طبق جدول ۲، ۳ و ۵، در کانال های منشعب از کانال اصلی ، کانال هامون و کانال اردیبهشت، در هر سه اندازه گیری، میزان آب کافی یا بیشتر از نیاز دریافت شده است. برای اینکه مشخص شود که آیا آب بیش از اندازه تحویل داده شده یا نه، باید شاخص راندمان تحویل آب (P_F)را بررسی نمود که در ادامه آمده است. طبق جدول ۴ در کانال های T-42, LH-53, T-57 که از کانال سمت چپ آبگیری می نمایند، در بعضی از زمان ها آبیاری کمتر از حد مورد نیاز انجام شده است. میانگین شاخص کفایت تحویل آب برای این کانال ها به ترتیب برابر با ۰/۹۴، ۰/۹۱، و ۰/۸۹ و برای کانال سمت چپ به طور متوسط ۰/۹۷ می باشد. بنابراین با توجه به جدول ۱، به طور کلی کفایت تحویل آب در هر ۴ منطقه مورد بررسی بیشتر از ۰/۹۰ بوده و در محدود "خوب" واقع می شود.

جدول ۲-شاخص کفایت تحویل آب در کانال اصلی

نام کانال	اندازه گیری اول	اندازه گیری دوم	اندازه گیری سوم	میانگین
T-4	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
T-5	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
T-6	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
T-11	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
T-12	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
T-13	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
T-14	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
میانگین	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰

جدول ۳-شاخص کفایت تحویل آب در کانال هامون

نام کانال	اندازه گیری اول	اندازه گیری دوم	اندازه گیری سوم	میانگین
T-25	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
T-26	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
T-27	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
T-28	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
T-29	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
T-30	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
T-31	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
T-33	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
T-48	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
T-49	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
T-50	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
T-51	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
میانگین	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰

جدول ۴-شاخص کفایت تحویل آب در کانال سمت چپ

نام کانال	اندازه گیری اول	اندازه گیری دوم	اندازه گیری سوم	میانگین
T-10	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
T-41	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
T-42	۰/۶۷	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۸۹
T-45	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
T-52	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
LH-53	۱/۰۰	۰/۷۳	۱/۰۰	۰/۹۱
LH-54	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
LH-56	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
T-57	۰/۸۱	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۹۴
T-58	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
میانگین	۰/۹۵	۰/۹۷	۱/۰۰	۰/۹۷

جدول ۵-شاخص کفایت تحویل آب در کانال اردیبهشت

نام کانال	اندازه گیری اول	اندازه گیری دوم	اندازه گیری سوم	میانگین
T-15	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
T-16	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
T-17	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
T-18	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
T-19	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
T-20	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
T-21	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
T-22	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
T-23	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
T-24	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۹۸	۰/۹۹
میانگین	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰

جداول ۶ تا ۹، مقادیر شاخص راندمان تحویل آب را برای کانال های مورد بررسی نشان می دهند. در این جداول مقادیر برابر با ۱ نشان دهنده این است که آبیاری به اندازه و یا کمتر از حد مورد نیاز انجام شده و به عبارت دیگر آب اضافی تحویل داده نشده است. مقادیر کمتر از ۱ بیانگر تحویل آب بیش از اندازه به کانال مورد نظر می باشد. جدول ۶ نشان می دهد که از کانال های درجه ۳ واقع بر کانال اصلی درودزن، راندمان تحویل آب کلیه کانال های مورد بررسی در رده ضعیف قرار می گیرد. مقدار میانگین ۰/۲۷ برای کانال اصلی بیانگر این مطلب است که به طور متوسط، آب توزیع شده در این کانال بیش از ۳ برابر حد مورد نیاز بوده است. در کلیه آبگیرهای منشعب از کانال هامون نیز مقدار شاخص راندمان تحویل آب بسیار کم بوده و در رده ضعیف قرار می گیرند (جدول ۷). مقدار میانگین ۰/۲۹ برای این شاخص نشان می دهد که مقدار آب تحویل داده شده بیش از ۳ برابر حد مورد نیاز بوده است. در کانال سمت چپ، آبگیرهای LH-53, T-42 راندمان تحویل آب بالاتر داشته (درحد متوسط) و راندمان سایر آبگیرهای درجه ۳ در رده ضعیف قرار می گیرد. مقدار میانگین ۰/۴۵ برای این کانال نشان می دهد که مقدار آب تحویل شده بیش از دو برابر حد مورد نیاز بوده و راندمان تحویل آب کانال سمت چپ نیز در حد ضعیف می باشد (جدول ۸). در کانال اردیبهشت، فقط دو آبگیر T-16, T-24 دارای راندمان تحویل آب متوسط بوده و راندمان بقیه آبگیرها ضعیف می باشد.

جدول ۶-شاخص راندمان تحویل آب در کانال اصلی

نام کانال	اندازه گیری اول	اندازه گیری دوم	اندازه گیری سوم	میانگین
T-4	۰/۴۷	۰/۲۹	۰/۲۵	۰/۳۳
T-5	۰/۳۲	۰/۱۹	۰/۱۸	۰/۲۳
T-6	۰/۲۳	۰/۳۴	۰/۲۶	۰/۲۸
T-11	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۸	۰/۱۵
T-12	۰/۳۷	۰/۴۰	۰/۴۳	۰/۴۰
T-13	۰/۳۸	۰/۳۴	۰/۳۹	۰/۳۷
T-14	۰/۲۱	۰/۱۵	۰/۰۹	۰/۱۵
میانگین	۰/۳۰	۰/۲۶	۰/۲۵	۰/۲۷

جدول ۷-شاخص راندمان تحویل آب در کانال هامون

نام کانال	اندازه گیری اول	اندازه گیری دوم	اندازه گیری سوم	میانگین
T-25	۰/۲۷	۰/۳۷	۰/۶۳	۰/۴۲
T-26	۰/۲۱	۰/۱۹	۰/۱۹	۰/۲۰
T-27	۰/۲۲	۰/۲۱	۰/۲۴	۰/۲۲
T-28	۰/۴۴	۰/۳۱	۰/۳۵	۰/۳۷
T-29	۰/۱۹	۰/۲۵	۰/۲۷	۰/۲۴
T-30	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۲۳	۰/۲۲
T-31	۰/۱۷	۰/۱۶	۰/۲۹	۰/۲۰
T-33	۰/۳۷	۰/۳۷	۰/۳۷	۰/۳۷
T-48	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۵	۰/۲۳
T-49	۰/۴۲	۰/۳۰	۰/۳۱	۰/۳۴
T-50	۰/۳۴	۰/۴۰	۰/۴۳	۰/۳۹
T-51	۰/۳۱	۰/۲۳	۰/۲۱	۰/۲۵
میانگین	۰/۲۸	۰/۲۷	۰/۳۱	۰/۲۹

جدول ۸-شاخص راندمان تحویل آب در کانال سمت چپ

نام کانال	اندازه گیری اول	اندازه گیری دوم	اندازه گیری سوم	میانگین
T-10	۰/۴۴	۰/۴۳	۰/۴۶	۰/۴۴
T-41	۰/۳۵	۰/۳۵	۰/۴۰	۰/۳۷
T-42	۱/۰۰	۰/۴۷	۰/۶۹	۰/۷۲
T-45	۰/۴۳	۰/۴۶	۰/۵۸	۰/۴۹
T-52	۰/۱۴	۰/۱۳	۰/۲۴	۰/۱۷
LH-53	۰/۵۶	۱/۰۰	۰/۷۶	۰/۷۷
LH-54	۰/۲۳	۰/۲۰	۰/۱۹	۰/۲۱
LH-56	۰/۲۹	۰/۷۰	۰/۲۲	۰/۴۰
T-57	۱/۰۰	۰/۵۰	۰/۴۶	۰/۶۶
T-58	۰/۴۴	۰/۲۶	۰/۱۸	۰/۲۹
میانگین	۰/۴۹	۰/۴۵	۰/۴۲	۰/۴۵

راندمان کلی کانال اردیبهشت نیز با مقدار ۰/۵۶ در رده ضعیف قرار می گیرد. لازم به توضیح است که از بین چهار کانال اصلی درودزن، فقط در کانال اردیبهشت تحویل آب به صورت حجمی انجام می شود. شاید دلیل بالاتر بودن راندمان تحویل آب این کانال نسبت به سایر کانال ها نیز همین موضوع باشد.

جدول ۹-شاخص راندمان تحویل آب در کانال اردیبهشت

نام کانال	اندازه گیری اول	اندازه گیری دوم	اندازه گیری سوم	میانگین
T-15	۰/۹۱	۰/۵۹	۰/۵۸	۰/۶۹
T-16	۰/۶۱	۰/۸۸	۰/۷۳	۰/۷۴
T-17	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۲۳	۰/۷۴
T-18	۰/۲۰	۰/۲۴	۰/۳۲	۰/۲۵
T-19	۰/۲۵	۰/۲۶	۰/۲۷	۰/۲۶
T-20	۰/۵۰	۰/۵۲	۰/۵۵	۰/۵۳
T-21	۰/۵۷	۰/۳۶	۰/۴۲	۰/۴۵
T-22	۰/۵۵	۰/۶۰	۰/۴۴	۰/۵۳
T-23	۰/۷۳	۰/۷۲	۰/۵۸	۰/۶۸
T-24	۰/۶۳	۰/۵۸	۱/۰۰	۰/۷۴
میانگین	۰/۶۰	۰/۵۷	۰/۵۱	۰/۵۶

جداول ۱۰ تا ۱۳ مقادیر شاخص عملکرد تحویل آب (DPR) را در چهار کانال اصلی شبکه آبیاری درودزن نشان می دهند. این شاخص ترکیبی از دو شاخص کفایت و راندمان تحویل آب بوده که مقادیر بزرگتر از ۱ آن نشان دهنده تحویل آب بیش از اندازه و مقادیر کمتر از ۱ آن نشان دهنده تحویل آب کمتر از اندازه مورد نیاز می باشد. جدول ۱۰ نشان می دهد که آب توزیع شده درمحدوده کانال اصلی درودزن بیش از چهار برابر حد مورد نیاز بوده و کانال T-14 تا بیش از ۷ برابر نیاز آب دریافت کرده است. کمترین میزان دریافت آب مربوط به کانال T-12 بوده که بیش از دو و نیم برابر مورد نیاز آب دریافت داشته است. در کانال هامون میزان متوسط این شاخص ۳/۸۵ بوده که نشان می دهد آب دریافتی نزدیک به ۴ برابر مقدار مورد نیاز بوده است (جدول ۱۱). متوسط مقدار شاخص عملکرد تحویل آب برای کانال سمت چپ ۳/۰۷ برآورد گردیده که نشان می دهد مقدار

آب تحویل شده حدود ۳ برابر حد مورد نیاز می باشد(جدول ۱۲). کمترین و بیشترین مقدار این شاخص ۱/۴۲ و ۶/۲۹ و بترتیب مربوط به کانال های T-52, T-42 می باشد. طبق جدول ۱۳ در کانال اردیبهشت نیز همه کانال ها بیشتر از حد مورد نیاز آب دریافت داشه اند و شاخص عملکرد تحویل آب برای کل کانال ۲/۴۰ می باشد.

جدول ۱۰-شاخص عملکرد تحویل آب در کانال اصلی

نام کانال	اندازه گیری اول	اندازه گیری دوم	اندازه گیری سوم	میانگین
T-4	۲/۱۴	۳/۴۷	۴/۰۰	۳/۲۱
T-5	۳/۱۶	۵/۲۱	۵/۵۸	۴/۶۵
T-6	۴/۴۲	۲/۹۴	۳/۸۴	۳/۷۳
T-11	۷/۲۸	۷/۱۶	۵/۶۴	۶/۶۹
T-12	۲/۷۲	۲/۵۰	۲/۳۱	۲/۵۱
T-13	۲/۶۶	۲/۹۷	۲/۵۷	۲/۷۳
T-14	۴/۸۱	۶/۵۹	۱۰/۸۴	۷/۴۱
میانگین	۳/۸۸	۴/۴۱	۴/۹۷	۴/۴۲

جدول ۱۱-شاخص عملکرد تحویل آب در کانال هامون

نام کانال	اندازه گیری اول	اندازه گیری دوم	اندازه گیری سوم	میانگین
T-25	۳/۶۸	۲/۶۸	۱/۶۰	۲/۶۵
T-26	۴/۸۵	۵/۲۸	۵/۲۳	۵/۱۲
T-27	۴/۵۷	۴/۸۳	۴/۱۹	۴/۵۳
T-28	۲/۲۶	۳/۲۵	۲/۸۶	۲/۷۹
T-29	۵/۳۲	۳/۹۶	۳/۶۹	۴/۳۳
T-30	۴/۷۳	۴/۶۶	۴/۲۹	۴/۵۶
T-31	۵/۹۷	۶/۱۹	۳/۵۰	۵/۲۲
T-33	۲/۷۱	۲/۷۳	۲/۶۷	۲/۷۰
T-48	۴/۴۵	۴/۴۸	۴/۰۲	۴/۳۲
T-49	۲/۴۱	۳/۲۹	۳/۱۹	۲/۹۶
T-50	۲/۹۴	۲/۴۷	۲/۳۳	۲/۵۸
T-51	۳/۲۶	۴/۳۶	۴/۶۵	۴/۰۹
میانگین	۳/۹۷	۴/۰۲	۳/۵۴	۳/۸۵

جدول ۱۲-شاخص عملکرد تحویل آب در کانال سمت چپ

نام کانال	اندازه گیری اول	اندازه گیری دوم	اندازه گیری سوم	میانگین
T-10	۲/۲۵	۲/۳۲	۲/۲۰	۲/۲۶
T-41	۲/۸۷	۲/۸۴	۲/۴۹	۲/۷۳
T-42	۰/۶۷	۲/۱۵	۱/۴۵	۱/۴۲
T-45	۲/۳۳	۲/۱۶	۱/۷۴	۲/۰۷
T-52	۷/۳۰	۷/۴۵	۴/۱۲	۶/۲۹
LH-53	۱/۷۹	۰/۷۳	۱/۳۱	۱/۲۸
LH-54	۴/۲۶	۵/۰۴	۵/۱۵	۴/۸۲
LH-56	۳/۴۵	۱/۴۳	۴/۵۳	۳/۱۴
T-57	۰/۸۱	۱/۹۸	۲/۱۶	۱/۶۵
T-58	۲/۲۶	۳/۸۵	۵/۴۷	۳/۸۶
میانگین	۲/۸۶	۳/۱۰	۳/۲۴	۳/۰۷

جدول ۱۳-شاخص عملکرد تحویل آب در کانال اردیبهشت

نام کانال	اندازه گیری اول	اندازه گیری دوم	اندازه گیری سوم	میانگین
T-15	۱/۱۰	۱/۶۹	۱/۷۲	۱/۵۰
T-16	۱/۶۵	۱/۱۳	۱/۳۸	۱/۳۹
T-17	۱/۰۰	۱/۰۰	۴/۴۲	۲/۱۴
T-18	۵/۰۱	۴/۲۳	۳/۱۳	۴/۱۲
T-19	۳/۹۸	۳/۸۹	۳/۷۰	۳/۸۶
T-20	۱/۹۹	۱/۹۲	۱/۸۱	۱/۹۱
T-21	۱/۷۴	۲/۸۰	۲/۳۷	۲/۳۰
T-22	۱/۸۲	۱/۶۸	۲/۲۵	۱/۹۲
T-23	۱/۳۷	۱/۳۸	۱/۷۲	۱/۴۹
T-24	۱/۵۸	۱/۷۴	۰/۹۸	۱/۴۳
میانگین	۲/۳۱	۲/۳۳	۲/۵۵	۲/۴۰

جدول ۱۴ مقادیر شاخص عدالت توزیع آب را در چهار منطقه مورد بررسی نشان می دهد. طبق جدول ۱ اگر مقدار این شاخص بیشتر از ۰/۲۵ باشد، عدالت توزیع آب در رده ضعیف قرار می گیرد. اندازه گیری ها نشان می

دهد که در هر چهار کانال مورد بررسی و در هر سه اندازه گیری انجام گرفته، شاخص عدالت توزیع آب بیشتر از ۰/۲۵ بوده و ضعیف برآورد گردیده است. متوسط شاخص عدالت توزیع آب در شبکه ۰/۴۹ بوده، یعنی کل شبکه نیز در رده ضعیف قرار می گیرد.

جدول ۱۴- شاخص عدالت توزیع آب در کانال های مختلف

نام کانال	اندازه گیری اول	اندازه گیری دوم	اندازه گیری سوم	میانگین
اصلی	۰/۴۶	۰/۴۳	۰/۵۸	۰/۴۹
هامون	۰/۳۱	۰/۲۹	۰/۳۰	۰/۳۰
سمت چپ	۰/۶۹	۰/۶۶	۰/۵۲	۰/۶۲
اردیبهشت	۰/۶۲	۰/۵۲	۰/۴۶	۰/۵۳
میانگین	۰/۵۲	۰/۴۸	۰/۴۷	۰/۴۹

جداول ۱۵ تا ۱۸ مقادیر شاخص اعتمادپذیری را برای کانال های مورد بررسی نشان می دهد. شاخص اعتمادپذیری در واقع عدالت توزیع آب از نظر زمانی می باشد. با توجه به جدول ۱ اگر مقدار این شاخص بیشتر از ۰/۲ باشد عملکرد شبکه از این نظر ضعیف برآورد می گردد. طبق جدول ۱۵ در کانال اصلی، کانال های T-12, T-13 دارای اعتمادپذیری خوب و کانال T-11 دارای اعتمادپذیری متوسط می باشد. در سایر کانال ها اعتمادپذیری تحویل آب در رده ضعیف واقع می شود. مقدار متوسط این شاخص در کانال اصلی ۰/۲۱ بوده که از این لحاظ نیز عملکرد کانال اصلی ضعیف می باشد. در کانال هامون شاخص اعتمادپذیری کل کانال ۰/۱۵ و در رده متوسط قرار می گیرد. در ۵ آبگیر از ۱۲ آبگیر مورد بررسی در کانال هامون، اعتمادپذیری تحویل آب خوب و در ۵ مورد متوسط می باشد. در دو آبگیر نیز این شاخص در رده ضعیف قرار گرفته است (جدول ۱۶). با توجه به جدول ۱۷ متوسط شاخص اعتمادپذیری برای کانال سمت چپ ۰/۳۶ و ضعیف می باشد. از ۱۲ آبگیر مورد بررسی در این کانال به ترتیب ۵، ۴ و ۳ آبگیر در رده خوب، متوسط و ضعیف قرار می گیرد. در کانال

اردیبهشت نیز شاخص اعتمادپذیری ضعیف بوده (۰/۲۵) و به ترتیب ۲، ۳ و ۵ آبگیر از ۱۰ آبگیر مورد بررسی در رده های خوب، متوسط و ضعیف قرار می گیرند(جدول ۱۸).

جدول ۱۵- شاخص اعتمادپذیری توزیع آب در کانال اصلی

نام کانال	شاخص اعتمادپذیری
T-4	۰/۳۰
T-5	۰/۲۸
T-6	۰/۲۰
T-11	۰/۱۴
T-12	۰/۰۸
T-13	۰/۰۸
T-14	۰/۴۲
میانگین	۰/۲۱

جدول ۱۶- شاخص اعتمادپذیری توزیع آب در کانال هامون

نام کانال	شاخص اعتمادپذیری
T-25	۰/۳۹
T-26	۰/۰۵
T-27	۰/۰۷
T-28	۰/۱۸
T-29	۰/۲۰
T-30	۰/۰۵
T-31	۰/۲۹
T-33	۰/۰۱
T-48	۰/۰۶
T-49	۰/۱۶
T-50	۰/۱۲
T-51	۰/۱۸
میانگین	۰/۱۵

جدول ۱۷- شاخص اعتمادپذیری توزیع آب در کانال سمت چپ

نام کانال	شاخص اعتمادپذیری
T-10	۰/۰۳
T-41	۰/۰۸
T-42	۰/۵۲
T-45	۰/۱۵
T-52	۰/۳۰
LH-53	۰/۴۱
LH-54	۰/۱۰
LH-56	۰/۵۰
T-57	۰/۴۴
T-58	۰/۴۲
میانگین	۰/۲۹

جدول ۱۸- شاخص اعتمادپذیری توزیع آب در کانال اردیبهشت

نام کانال	شاخص اعتمادپذیری
T-15	۰/۲۳
T-16	۰/۱۹
T-17	۰/۹۲
T-18	۰/۲۳
T-19	۰/۰۴
T-20	۰/۰۵
T-21	۰/۲۳
T-22	۰/۱۶
T-23	۰/۱۳
T-24	۰/۲۸
میانگین	۰/۲۵

۵-۳-عملکرد شبکه درودزن بر اساس نیاز آبی

در این تحقیق، شاخص های ارزیابی شبکه بر اساس نیاز آبی برآورد شده از روش پنمن مانتیث نیز اندازه گیری و بررسی گردید. جداول ۱۹ تا ۲۲ شاخص کفایت تحویل آب در کانال های مورد بررسی را نشان می دهد. جدول ۱۹ نشان می دهد که در کانال اصلی درودزن، در اکثر کانال ها و اندازه گیری ها، این شاخص برابر با ۱ بوده یعنی آب کافی دریافت شده است. میانگین کل مقدار این شاخص در کانال اصلی ۱/۰۰ برآورد گردیده است که بسیار مطلوب می باشد. وضعیت کفایت تحویل آب در کانال هامون نیز مشابه کانال اصلی بوده و مقدار این شاخص برای کل کانال ۰/۹۹ می باشد (جدول ۲۰). در کانال هایی که شاخص کفایت تحویل آب آبیاری در آن برابر با ۱ شده است، این احتمال وجود دارد که اتلاف آب نیز اتفاق افتاده باشد. بررسی شاخص راندمان تحویل آب که در ادامه گزارش آمده است این موضوع را روشن می سازد. در کانال سمت چپ (جدول ۲۱) میانگین شاخص کفایت تحویل آب آبیاری در کل کانال برابر با ۰/۸۷ گردیده که متوسط ارزیابی می شود. کمترین مقدار این شاخص مربوط به کانال LH-53 ، یعنی ۰/۵۷ می باشد که به این معنی است که مقدار آب دریافت شده توسط این کانال کمی بیش از نصف مقدار مورد نیاز بوده است. شاخص کفایت تحویل آب در ۵۰٪ از کانال های درجه ۳ مورد ارزیابی در کانال سمت چپ کمتر از ۰/۸ بوده که ضعیف برآورد می گردد. در ۵۰٪ از کانال ها نیز شاخص کفایت تحویل آب آبیاری در حد خوب می باشد.

جدول ۱۹-شاخص کفایت تحویل آب در کانال اصلی

نام کانال	اندازه گیری اول	اندازه گیری دوم	اندازه گیری سوم	میانگین
T-4	۰/۹۵	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۹۸
T-5	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
T-6	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
T-11	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
T-12	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
T-13	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
T-14	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
میانگین	۰/۹۹	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰

جدول ۲۰-شاخص کفایت تحویل آب در کانال هامون

نام کانال	اندازه گیری اول	اندازه گیری دوم	اندازه گیری سوم	میانگین
T-25	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۷۱	۰/۹۰
T-26	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
T-27	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
T-28	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
T-29	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
T-30	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
T-31	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
T-33	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
T-48	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
T-49	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
T-50	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
T-51	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
میانگین	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۹۸	۰/۹۹

جدول ۲۱-شاخص کفایت تحویل آب در کانال سمت چپ

نام کانال	اندازه گیری اول	اندازه گیری دوم	اندازه گیری سوم	میانگین
T-10	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۹۷	۰/۹۹
T-41	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
T-42	۰/۳۰	۰/۹۵	۰/۶۴	۰/۶۳
T-45	۱/۰۰	۰/۹۶	۰/۷۷	۰/۹۱
T-52	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
LH-53	۰/۷۹	۰/۳۳	۰/۵۸	۰/۵۷
LH-54	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
LH-56	۱/۰۰	۰/۶۴	۱/۰۰	۰/۸۸
T-57	۰/۳۶	۰/۸۸	۰/۹۶	۰/۷۳
T-58	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
میانگین	۰/۸۵	۰/۸۷	۰/۸۹	۰/۸۷

جدول ۲۲ میزان شاخص کفایت تحویل آب آبیاری در کانال اردیبهشت را نشان می دهد. میانگین شاخص کفایت تحویل آب آبیاری در این کانال برابر با ۰/۸۲ بود که متوسط برآورد می گردد. در ۴۰٪ از کانال های منشعب از این کانال شاخص کفایت تحویل آب آبیاری در محدوده ضعیف واقع می شود. در ۴۰٪ از کانال ها نیز شاخص کفایت تحویل آب در حد خوب قرار دارد.

جدول ۲۲-شاخص کفایت تحویل آب در کانال اردیبهشت

نام کانال	اندازه گیری اول	اندازه گیری دوم	اندازه گیری سوم	میانگین
T-15	۰/۴۹	۰/۷۵	۰.۷۶	۰.۶۷
T-16	۰/۷۳	۰/۵۰	۰/۶۱	۰/۶۱
T-17	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
T-18	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
T-19	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
T-20	۰/۸۸	۰/۸۵	۰/۸۰	۰/۸۵
T-21	۰/۷۷	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۹۲
T-22	۰/۸۱	۰/۷۴	۱/۰۰	۰/۸۵
T-23	۰/۶۱	۰/۶۱	۰/۷۶	۰/۶۶
T-24	۰/۷۰	۰/۷۷	۰/۴۳	۰/۶۳
میانگین	۰/۸۰	۰/۸۲	۰/۸۴	۰/۸۲

جداول ۲۳ تا ۲۶ شاخص راندمان تحویل آب را در ۴ کانال مورد بررسی نشان می دهد. طبق جدول ۲۳ در کانال اصلی شبکه، میانگین راندمان تحویل آب برابر با ۰/۶۱ بوده که ضعیف برآورد می شود. یعنی در این کانال آب بیشتر از اندازه به کانال های درجه ۳ تحویل داده شده است. در نیمی از کانال ها ، شاخص راندمان ضعیف و در یک کانال ، شاخص راندمان خوب ارزیابی می گردد. در کانال هامون مقدار میانگین شاخص راندمان تحویل آب ۰/۶۴ و ضعیف ارزیابی می گردد. در بیش از نیمی از کانال ها (۵۸٪)، شاخص راندمان تحویل آب در رده ضعیف و تنها در یک کانال (۸٪ کانال ها) در رده خوب قرار می گیرد (جدول ۲۴). در کانال سمت چپ مقدار متوسط شاخص راندمان تحویل آب ۰/۸۰ و متوسط ارزیابی می گردد. در ۵۰٪ از کانال های مورد بررسی،

شاخص راندمان در رده خوب و ۳۰٪ از کانال ها در رده ضعیف قرار می گیرد (جدول ۲۵). میانگین شاخص راندمان تحویل آب در کانال اردیبهشت ۰/۸۹ بوده که خوب ارزیابی می گردد. در ۷۰٪ از کانال های منشعب، این شاخص در رده خوب و ۲۰٪ در رده ضعیف قرار می گیرد (جدول ۲۶).

جدول ۲۳-شاخص راندمان تحویل آب در کانال اصلی

نام کانال	اندازه گیری اول	اندازه گیری دوم	اندازه گیری سوم	میانگین
T-4	۱/۰۰	۰/۶۵	۰/۵۶	۰/۷۴
T-5	۰/۷۱	۰/۴۳	۰/۴۰	۰/۵۲
T-6	۰/۵۱	۰/۷۷	۰/۵۹	۰/۶۲
T-11	۰/۳۱	۰/۳۱	۰/۴۰	۰/۳۴
T-12	۰/۸۳	۰/۹۰	۰/۹۸	۰/۹۰
T-13	۰/۸۵	۰/۷۶	۰/۸۸	۰/۸۳
T-14	۰/۴۷	۰/۳۴	۰/۲۱	۰/۳۴
میانگین	۰/۶۷	۰/۶۰	۰/۵۷	۰/۶۱

جدول ۲۴-شاخص راندمان تحویل آب در کانال هامون

نام کانال	اندازه گیری اول	اندازه گیری دوم	اندازه گیری سوم	میانگین
T-25	۰/۶۱	۰/۸۴	۱/۰۰	۰/۸۲
T-26	۰/۴۶	۰/۴۳	۰/۴۳	۰/۴۴
T-27	۰/۴۹	۰/۴۷	۰/۵۴	۰/۵۰
T-28	۱/۰۰	۰/۶۹	۰/۷۹	۰/۸۳
T-29	۰/۴۲	۰/۵۷	۰/۶۱	۰/۵۳
T-30	۰/۴۸	۰/۴۸	۰/۵۲	۰/۴۹
T-31	۰/۳۸	۰/۳۶	۰/۶۴	۰/۴۶
T-33	۰/۸۳	۰/۸۲	۰/۸۵	۰/۸۳
T-48	۰/۵۱	۰/۵۰	۰/۵۶	۰/۵۲
T-49	۰/۹۴	۰/۶۹	۰/۷۱	۰/۷۸
T-50	۰/۷۷	۰/۹۱	۰/۹۷	۰/۸۸
T-51	۰/۶۹	۰/۵۲	۰/۴۸	۰/۵۶
میانگین	۰/۶۳	۰/۶۱	۰/۶۸	۰/۶۴

جدول ۲۵-شاخص راندمان تحویل آب در کانال سمت چپ

نام کانال	اندازه گیری اول	اندازه گیری دوم	اندازه گیری سوم	میانگین
T-10	۱/۰۰	۰/۹۷	۱/۰۰	۰/۹۹
T-41	۰/۷۸	۰/۷۹	۰/۹۰	۰/۸۳
T-42	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
T-45	۰/۹۷	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۹۹
T-52	۰/۳۱	۰/۳۰	۰/۵۵	۰/۳۹
LH-53	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
LH-54	۰/۵۳	۰/۴۵	۰/۴۴	۰/۴۷
LH-56	۰/۶۵	۱/۰۰	۰/۵۰	۰/۷۲
T-57	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
T-58	۱/۰۰	۰/۵۹	۰/۴۱	۰/۶۶
میانگین	۰/۸۲	۰/۸۱	۰/۷۸	۰/۸۰

جدول ۲۶-شاخص راندمان تحویل آب در کانال اردیبهشت

نام کانال	اندازه گیری اول	اندازه گیری دوم	اندازه گیری سوم	میانگین
T-15	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
T-16	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
T-17	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۵۱	۰/۸۴
T-18	۰/۴۵	۰/۵۳	۰/۷۲	۰/۵۷
T-19	۰/۵۷	۰/۵۸	۰/۶۱	۰/۵۹
T-20	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
T-21	۱/۰۰	۰/۸۱	۰/۹۵	۰/۹۲
T-22	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
T-23	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
T-24	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
میانگین	۰/۹۰	۰/۸۹	۰/۸۸	۰/۸۹

جداول ۲۷ تا ۳۰ مقادیر شاخص عملکرد تحویل آب را در کانال های مختلف نشان می دهد. طبق جدول ۲۷، مقدار متوسط این شاخص در کانال اصلی درودزن ۱/۹۶ می باشد. یعنی به طور متوسط ۹۶٪ آب بیشتری وارد کانال های درجه ۳ منشعب از این کانال گردیده است. بیشترین و کمترین مقدار این شاخص بترتیب برابر با ۳/۲۹ و ۱/۱۱ و مربوط به کانال های T-14و T-12 می باشد. به طور کلی در همه کانال ها، آب تحویلی بیشتر از مقدار مورد نیاز بوده است.

جدول ۲۷-شاخص عملکرد تحویل آب در کانال اصلی

نام کانال	اندازه گیری اول	اندازه گیری دوم	اندازه گیری سوم	میانگین
T-4	۰.۹۵	۱/۵۴	۱/۷۷	۱/۴۲
T-5	۱/۴۰	۲/۳۱	۲/۴۸	۲/۰۶
T-6	۱/۹۶	۱/۳۰	۱/۷۰	۱/۶۶
T-11	۳/۲۳	۳/۱۸	۲/۵۰	۲/۹۷
T-12	۱/۲۱	۱/۱۱	۱/۰۲	۱/۱۱
T-13	۱/۱۸	۱/۳۲	۱/۱۴	۱/۲۱
T-14	۲/۱۳	۲/۹۲	۴/۸۱	۳/۲۹
میانگین	۱/۷۲	۱/۹۵	۲/۲۰	۱/۹۶

میزان متوسط شاخص عملکرد تحویل آب در کانال هامون ۱/۷۰ می باشد (جدول ۲۸). یعنی در این کانال نیز ۷۰٪ آب بیشتر تحویل کانال ها گردیده است. کمترین و بیشترین مقدار این شاخص مربوط به کانال های T-50 و T-31، بترتیب ۱/۱۴ و ۲/۳۲ می باشد. یعنی در این کانال، هیچکدام از کانال های درجه ۳ آب کمتر از حد مورد نیاز دریافت نکرده است. در کانال سمت چپ مقدار میانگین شاخص عملکرد تحویل آب ۱/۳۱ بوده و ۳۱٪ آب اضافه تحویل شده است. کمترین و بیشترین مقدار این شاخص مربوط به کانال های LH-53 و T-52 با مقادیر ۰/۵۷ و ۲/۷۹ می باشد. در ۴۰٪ از کانال های منشعب از کانال سمت چپ، میزان آب دریافتی کمتر از حد نیاز و در ۵۰٪ کانال ها بیشتر از حد نیاز بوده است (جدول ۲۹). در کانال اردیبهشت که تنها کانالی در شبکه است که آب را به صورت حجمی دریافت می کند، میانگین شاخص عملکرد تحویل آب ۱/۰۲ است. یعنی به طور

متوسط حدود ۲٪ آب بیشتر از حد نیاز به کانال ها تحویل گردیده است که مطلوب است. کمترین و بیشترین مقدار این شاخص مربوط به کانال های T-16و T-18 با مقادیر ۰/۶۱ و ۱/۸۳ می باشد. به طور کلی ۶۰٪ از کانال ها آب کمتر و ۳۰٪ از کانال ها آب بیشتر از حد نیاز دریافت داشته اند (جدول ۳۰).

جدول ۲۸-شاخص عملکرد تحویل آب در کانال هامون

نام کانال	اندازه گیری اول	اندازه گیری دوم	اندازه گیری سوم	میانگین
T-25	۱.۶۳	۱/۱۹	۰/۷۱	۱/۱۸
T-26	۲/۱۵	۲/۳۴	۲/۳۲	۲/۲۷
T-27	۲/۰۳	۲/۱۴	۱/۸۶	۲/۰۱
T-28	۱/۰۰	۱/۴۴	۱/۲۷	۱/۲۴
T-29	۲/۳۶	۱/۷۶	۱/۶۴	۱/۹۲
T-30	۲/۱۰	۲/۰۷	۱/۹۰	۲/۰۲
T-31	۲/۶۵	۲/۷۵	۱/۵۵	۲/۳۲
T-33	۱/۲۰	۱/۲۱	۱/۱۸	۱/۲۰
T-48	۱/۹۸	۱/۹۹	۱/۷۸	۱/۹۲
T-49	۱/۰۷	۱/۴۶	۱/۴۱	۱/۳۱
T-50	۱/۳۱	۱/۱۰	۱/۰۳	۱/۱۴
T-51	۱/۴۵	۱/۹۴	۲/۰۶	۱/۸۲
میانگین	۱/۷۴	۱/۷۸	۱/۵۶	۱/۷۰

جدول ۲۹-شاخص عملکرد تحویل آب در کانال سمت چپ

نام کانال	اندازه گیری اول	اندازه گیری دوم	اندازه گیری سوم	میانگین
T-10	۱/۰۰	۱/۰۳	۰/۹۷	۱/۰۰
T-41	۱/۲۷	۱/۲۶	۱/۱۱	۱/۲۱
T-42	۰/۳۰	۰/۹۵	۰/۶۴	۰/۶۳
T-45	۱/۰۳	۰/۹۶	۰/۷۷	۰/۹۲
T-52	۳/۲۴	۳/۳۱	۱/۸۳	۲/۷۹
LH-53	۰/۷۹	۰/۳۳	۰/۵۸	۰/۵۷
LH-54	۱/۸۹	۲/۲۴	۲/۲۹	۲/۱۴
LH-56	۱/۵۳	۰/۶۴	۲/۰۱	۱/۳۹
T-57	۰/۳۶	۰/۸۸	۰/۹۶	۰/۷۳
T-58	۱/۰۰	۱/۷۱	۲/۴۳	۱/۷۱
میانگین	۱/۲۴	۱/۳۳	۱/۳۶	۱/۳۱

جدول ۳۰-شاخص عملکرد تحویل آب در کانال اردیبهشت

نام کانال	اندازه گیری اول	اندازه گیری دوم	اندازه گیری سوم	میانگین
T-15	۰/۴۹	۰/۷۵	۰/۷۶	۰/۶۷
T-16	۰/۷۳	۰/۵۰	۰/۶۱	۰/۶۱
T-17	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۹۶	۱/۳۲
T-18	۲/۲۲	۱/۸۸	۱/۳۹	۱/۸۳
T-19	۱/۷۷	۱/۷۲	۱/۶۴	۱/۷۱
T-20	۰/۸۸	۰/۸۵	۰/۸۰	۰/۸۵
T-21	۰/۷۷	۱/۲۴	۱/۰۵	۱/۰۲
T-22	۰/۸۱	۰/۷۴	۱/۰۰	۰/۸۵
T-23	۰/۶۱	۰/۶۱	۰/۷۶	۰/۶۶
T-24	۰/۷۰	۰/۷۷	۰/۴۳	۰/۶۳
میانگین	۱/۰۰	۱/۰۱	۱/۰۴	۱/۰۲

مقادیر شاخص عدالت توزیع آب در کانال های مورد بررسی در جدول ۳۱ آورده شده است. مشاهده می گردد که در همه کانال ها و در همه اندازه گیری ها مقدار این شاخص بیشتر از ۰/۲۵ می باشد. مقدار متوسط آن برای کل شبکه ۰/۴۸ می باشد. یعنی عدالت توزیع آب در کل شبکه ضعیف برآورد می گردد. بیشترین بی عدالتی توزیع آب مربوط به کانال سمت چپ و کمترین بی عدالتی در کانال هامون مشاهده می گردد.

مقادیر شاخص اعتمادپذیری توزیع آب در جداول ۳۲ تا ۳۵ آورده شده است. میزان میانگین آن برای کانال اصلی ۰/۲۱ می باشد که از ۰/۲۰ بیشتر بوده و در رده ضعیف قرار می گیرد. فقط در دو کانال T-12 و T-13 مقدار این شاخص کمتر از ۰/۱۰ بوده و در رده خوب قرار می گیرد. در دو کانال (۲۵٪ از کانال های مورد بررسی) مقدار این شاخص در رده متوسط قرار می گیرد (T-11, T-6).

جدول ۳۱- شاخص عدالت توزیع آب در کانال های مختلف

نام کانال	اندازه گیری اول	اندازه گیری دوم	اندازه گیری سوم	میانگین
اصلی	۰/۴۶	۰/۴۳	۰/۵۸	۰/۴۹
هامون	۰/۳۱	۰/۲۹	۰/۳۰	۰/۳۰
سمت چپ	۰/۶۹	۰/۶۶	۰/۵۲	۰/۶۲
اردیبهشت	۰/۵۶	۰/۴۶	۰/۴۶	۰/۴۹
میانگین	۰/۵۰	۰/۴۶	۰/۴۷	۰/۴۸

جدول ۳۲- شاخص اعتمادپذیری توزیع آب در کانال اصلی

نام کانال	شاخص اعتمادپذیری
T-4	۰/۳۰
T-5	۰/۲۸
T-6	۰/۲۰
T-11	۰/۱۴
T-12	۰/۰۸
T-13	۰/۰۸
T-14	۰/۴۲
میانگین	۰/۲۱

مقدار شاخص اعتمادپذیری در کانال هامون به طور متوسط ۰/۱۵ بوده که متوسط ارزیابی می شود. در دو کانال از دوازده کانال (۱۷٪ کانال ها) شاخص اعتمادپذیری بیشتر از ۰/۲۰ بوده که ضعیف ارزیابی می گردد. در ۴۲٪ از کانال ها نیز میزان این شاخص در رده خوب قرار می گیرد (جدول ۳۳). با توجه به جدول ۳۴ مشاهده می گردد که مقدار این شاخص در کانال سمت چپ ۰/۲۹ بوده که در رده ضعیف قرار می گیرد. در ۳۰٪ از کانال های مورد بررسی مقدار این شاخص خوب و در ۶۰٪ کانال ها ضعیف برآورد می گردد. در کانال اردیبهشت نیز

مقدار میانگین شاخص اعتمادپذیری توزیع آب ۰/۱۹ و درحد متوسط می باشد. ۲۰٪ از کانال ها در رده خوب و ۵۰٪ در رده ضعیف قرار گرفته اند (جدول ۳۵).

جدول ۳۳- شاخص اعتمادپذیری توزیع آب در کانال هامون

نام کانال	شاخص اعتمادپذیری
T-25	۰/۳۹
T-26	۰/۰۵
T-27	۰/۰۷
T-28	۰/۱۸
T-29	۰/۲۰
T-30	۰/۰۵
T-31	۰/۲۹
T-33	۰/۰۱
T-48	۰/۰۶
T-49	۰/۱۶
T-50	۰/۱۲
T-51	۰/۱۸
میانگین	۰/۱۵

جدول ۳۴- شاخص اعتمادپذیری توزیع آب در کانال سمت چپ

نام کانال	شاخص اعتمادپذیری
T-10	۰/۰۳
T-41	۰/۰۸
T-42	۰/۵۲
T-45	۰/۱۵
T-52	۰/۳۰
LH-53	۰/۴۱
LH-54	۰/۱۰
LH-56	۰/۵۰
T-57	۰/۴۴
T-58	۰/۴۲
میانگین	۰/۲۹

جدول ۳۵- شاخص اعتمادپذیری توزیع آب در کانال اردیبهشت

نام کانال	شاخص اعتمادپذیری
T-15	۰/۲۳
T-16	۰/۱۹
T-17	۰/۴۲
T-18	۰/۲۳
T-19	۰/۰۴
T-20	۰/۰۵
T-21	۰/۲۳
T-22	۰/۱۶
T-23	۰/۱۳
T-24	۰/۲۸
میانگین	۰/۱۹

۵-۴-پیش بینی کاهش تولید گندم در مزارع زیردست کانال ها

هر یک از کانال های درجه ۳ در شبکه آبیاری و زهکشی درودزن، دارای یک سطح زیر کشت اسمی حداکثری است که کشاورزان در سالهای پرآبی و نرمال تا آن سطح را به زیر کشت می برند. با توجه به خشکسالی های پی در پی در سال های اخیر، کشاورزان منطقه ریسک کمتری کرده و سطح زیر کشت خود را کاهش داده اند. بررسی سطوح زیر کشت کانال ها در ۴ کانال اصلی، هامون، سمت چپ و درودزن نشان می دهد که در سال زراعی ۹۳-۹۴ که در این بررسی به آن پرداخته شده است، بترتیب فقط ۶۴، ۳۶، ۴۴ و ۴۶ مزارع به زیر کشت برده شده اند. چون معمولا کانال های درجه ۳ منشعب از کانال اصلی امکان یا احتمال بیشتری برای دریافت آب دارند، ریسک کشاورزان در آن کمتر بوده و نسبت سطح زیر کشت بیشتری نسبت به سه کانال دیگر دارد. از طرف دیگر وضعیت توزیع آب در شبکه درودزن به این صورت است که کانال ها معمولا با ظرفیت طراحی شده

خود کار می کنند یعنی میزان دبی هر کانال در شرایط خشکسال، ترسالی و نرمال تقریبا مقدار ثابتی است. بنابراین این سوال پیش می آید که در ترسالی ها و سال های نرمال، با توجه به ثابت بودن دبی کانال ها، آیا آب مورد نیاز کانال ها در زمان حداکثر نیاز تامین می شود یا نه؟ برای پاسخ به این سوال، درصد یا نسبت تامین آب با توجه به اعداد مربوط به شاخص عملکرد تحویل آب در جداول ۲۷ تا ۳۰، برای سطوح زیرکشت حداکثری برآورد گردیده اند. مقدار متوسط این نسبت برای چهار کانال مورد بررسی اصلی، هامون، سمت چپ و اردیبهشت بترتیب برابر با ۱/۱۱، ۰/۷۰، ۰/۵۵ و ۰/۴۶ خواهد بود (جدول ۳۶). یعنی آب مورد نیاز کانال اصلی در زمان حداکثر مصرف تامین گشته ولی امکان رسانیدن آب مورد نیاز کانال های درجه ۳ منشعب از سه کانال دیگر در زمان حداکثر نیاز وجود ندارد. بنابراین سه کانال هامون، سمت چپ و اردیبهشت بترتیب با ۳۰، ۴۵ و ۵۴ درصد کاهش آب در زمان حداکثر نیاز روبرو گشته که این کاهش آب باعث کاهش میزان محصول تولیدی (گندم) خواهد شد. میزان کاهش محصول تولیدی بر اساس میزان کاهش آب تحویلی گندم، طبق توصیه های فائو برآورد و در جدول ۳۶ آورده شده است. مشاهده می گردد که در شرایط مدیریتی کنونی، در سالهای آبی نرمال و یا ترسالی، در مزارع زیردست کانال اصلی درودزن کاهش محصول گندم اتفاق نمی افتد در حالیکه در مزارع زیردست کانال های هامون، سمت چپ و اردیبهشت به طور متوسط ۳۱، ۴۷ و ۵۷ درصد کاهش محصول گندم در اثر تنش آبی اتفاق خواهد افتاد. با توجه به ارقام این جدول میزان کاهش محصول گندم در کل شبکه درودزن به طور متوسط ۳۴ درصد برآورد می گردد.

جدول ۳۶- کاهش میزان آب و محصول در کانال های مختلف در سال های آبی نرمال یا ترسالی

نام کانال	نسبت تامین آب (٪)	کمبود آب (٪)	نسبت تولید محصول گندم (٪)	کاهش تولید گندم (٪)
اصلی	۱۱۱(۱۰۰٪)	۰	۱۰۰	۰
هامون	۷۰	۳۰	۶۹	۳۱
سمت چپ	۵۵	۴۵	۵۳	۴۷
اردیبهشت	۴۶	۵۴	۴۳	۵۷
میانگین	۶۸	۳۲	۶۶	۳۴

فصل ۶: جمع بندی و پیشنهادات

۶-۱- مقدمه

در این تحقیق پنج شاخص ارزیابی مدیریت آبیاری در شبکه آبیاری و زهکشی درودزن فارس اندازه گیری و مورد بررسی قرار گرفت. یکی از پارامترهای مهم در اندازه گیری این شاخص ها مقدار آب مورد نیاز بود. در این بررسی، میزان آب مورد نیاز به دو روش تعیین و در بررسی ها لحاظ گردید. روش اول بر اساس هیدرومدول ثابت و روش دوم بر اساس نیاز آبی گیاهان کشت شده در اراضی تحت شبکه بود. لحاظ نمودن این دو مقدار متفاوت در اندازه گیری ها، می تواند بر قضاوت ها و تصمیمات اخذ شده موثر باشد.

۶-۲-نتیجه گیری از ارزیابی شبکه بر اساس هیدرومدول

نتایج ارزیابی شبکه بر اساس هیدرومدول نشان داد که مجموعه کانال های درجه ۳ منشعب از کانال اصلی، اردیبهشت و کانال هامون در، تمام مدت رهاسازی آب، از کفایت آبیاری ۱۰۰٪ برخوردار بوده اند. در کانال های منشعب از سمت چپ نیز کفایت آبیاری انجام شده در حد خوب بوده است (۹۷٪). لیکن به دلیل تحویل آب بیش از اندازه مورد نیاز، راندمان تحویل آب به شدت کاهش داشته است. به گونه ای که راندمان تحویل آب در کانال های منشعب از چهار کانال اصلی، هامون، سمت چپ و اردیبهشت بترتیب برابر ۲۷، ۲۹، ۴۵ و ۵۶ درصد و به طور متوسط ۳۹٪ بوده است.

شاخص عملکرد تحویل آب در کانال های مورد بررسی بترتیب برابر با ۴/۴۲، ۳/۸۵، ۳/۰۷ و ۲/۴۰ و به طور متوسط ۳/۴۳ بوده است. یعنی مقدار آب تحویل داده شده به کانال های اصلی شبکه درودزن بیش از ۳/۴ برابر مورد نیاز بوده که راندمان را به کمتر از ۳۰٪ می رساند. تفاوت در راندمان شبکه که از دو شاخص راندمان تحویل آب و شاخص عملکرد تحویل آب به دست می آید، به دلیل تفاوت در تعریف این شاخص ها است. یعنی در محاسبه راندمان تحویل آب، فقط اتلاف آب مد نظر بوده و کانال هایی که آب کمتر از حد نیاز دریافت کرده

اند راندمانی برابر ۱۰۰٪ خواهند داشت. از طرف دیگر میزان متوسط راندمان تحویل آب، وضعیت تک تک کانال های فرعی را نشان می دهد در حالیکه میانگین شاخص عملکرد تحویل آب، عملکرد کانال های اصلی را نشان می دهد.

شاخص عدالت توزیع آب در کانال های اصلی، هامون، سمت چپ و اردیبهشت بترتیب ۰/۴۹، ۰/۳۰، ۰/۶۲ و ۰/۵۳ و به طور متوسط برای کل شبکه ۰/۴۹ بود که ضعیف ارزیابی می گردد. یعنی اگرچه آب زیادی در شبکه به مصرف رسیده است لیکن، این آب به صورت عادلانه بین مزارع تقسیم نشده است.

شاخص اعتمادپذیری توزیع آب یا عدالت زمانی توزیع آب در چهار کانال اصلی شبکه بترتیب ۰/۲۱، ۰/۱۵، ۰/۲۹ و ۰/۲۵ و به طور میانگین برای کل شبکه ۰/۲۳ به دست آمد که این شاخص نیز ضعیف برآورد می گردد. یعنی مدیریت شبکه نتوانسته است در زمان های مختلف نیز آب را به اندازه توزیع نماید.

۶-۳-نتیجه گیری از ارزیابی شبکه بر اساس نیاز آبی:

نتایج ارزیابی شبکه بر اساس نیاز آبی نشان می دهد که بیشتر کانال های درجه ۳ منشعب از کانال اصلی، اردیبهشت و کانال هامون در، تمام مدت رهاسازی آب، از کفایت آبیاری برخوردار بوده اند. میزان شاخص کفایت برای کانال های اصلی، هامون، سمت چپ و اردیبهشت بترتیب ۱/۰۰، ۰/۹۹، ۰/۸۷ و ۰/۸۲ و به طور میانگین برای کل شبکه ۰/۹۲ بوده که در حد مطلوب می باشد. راندمان تحویل آب در کانال های منشعب از چهار کانال اصلی، هامون، سمت چپ و اردیبهشت بترتیب برابر ۶۱، ۶۴، ۸۰ و ۸۹ درصد شده است. یعنی راندمان تحویل آب به طور متوسط ۷۴٪ و در حد متوسط می باشد.

شاخص عملکرد تحویل آب در کانال های مورد بررسی بترتیب برابر با ۱/۹۶، ۱/۷۰، ۱/۳۱ و ۱/۰۲ و به طور متوسط ۱/۵۰ می باشد. یعنی مقدار آب تحویل داده شده به کانال های اصلی شبکه درودزن ۵۰٪ بیش از حد مورد نیاز بوده که راندمان را به حدود ۶۶٪ می رساند. تفاوت در راندمان شبکه که از دو شاخص راندمان تحویل

آب و شاخص عملکرد تحویل آب به دست می آید، به دلیل تفاوت در تعریف این شاخص ها است که در بخش قبل به آن اشاره شد.

شاخص عدالت توزیع آب در کانال های اصلی، هامون، سمت چپ و اردیبهشت بترتیب ۰/۴۹، ۰/۳۰، ۰/۶۲ و ۰/۴۹ و به طور متوسط برای کل شبکه ۰/۴۸ می باشد که ضعیف ارزیابی می گردد. یعنی اگرچه آب زیادی در شبکه به مصرف رسیده است لیکن، همین آب نیز به صورت عادلانه بین مزارع تقسیم نشده است.

شاخص اعتمادپذیری توزیع آب یا عدالت زمانی توزیع آب در چهار کانال اصلی شبکه بترتیب ۰/۲۱، ۰/۱۵، ۰/۲۹ و ۰/۱۹ و به طور میانگین برای کل شبکه ۰/۲۱ به دست می آید که مقدار این شاخص نیز ضعیف برآورد می گردد.

۶-۴-نتیجه گیری کلی

نتایج ارزیابی شبکه در دو حالت نشان داد که میزان آب تحویلی به شبکه در هر دو حالت بیشتر از حد مورد نیاز بوده است. میزان متوسط شاخص عملکرد تحویل آب در دو حالت استفاده از هیدرومدول و نیاز آبی بترتیب ۳/۴۳ و ۱/۵۰ بود. یکی از علل تفاوت زیاد بین دو مقدار شاخص عملکرد تحویل آب یا راندمان های تحویل آب، تفاوت در میزان آب مورد نیاز برآورد شده در این دو حالت می باشد. با در نظر گرفتن هیدرومدول ثابت ۱ در طول فصل رشد، نیاز آبی نیز در طول فصل یکسان در نظر گرفته می شود. در حالیکه نیاز آبی در ابتدا و انتهای فصل کمتر و در اواسط فصل بیشتر است. به عبارت دیگر میزان آب مورد نیاز گیاه گندم بر اساس فرمول پنمن مانتیث و در نظر گرفتن راندمان های توزیع و کاربرد آب در مزرعه، در زمان اندازه گیری که مرحله حساس گیاه گندم به کم آبی بوده، خیلی بیشتر از هیدرومدول ۱ می باشد. ضمنا هیدرومدول ۱ که توسط طراحان شبکه مد نظر قرار گرفته، با در نظر گرفتن راندمان توزیع و راندمان کاربرد آب در مزرعه خوش بینانه پیشنهاد شده است. در حالیکه ترکیب دو راندمان توزیع و راندمان کاربرد آب در مزرعه، راندمانی معادل ۴۳٪ را به دست

می دهد که راندمان خیلی کمی است و باید آب بیشتری به ابتدای کانال های درجه ۳ وارد شود تا مزارع به اندازه کافی آب دریافت کنند. همین امر باعث گردیده آب تحویل شده به کانال ها در شرایط عادی یا نرمال و بر اساس هیدرومدول ۱ به دلیل راندمان های واقعی موجود در کانال ها تکافوی نیاز مزارع را ندهد. با توجه به اینکه ارزیابی شبکه بر اساس نیاز آبی از دقت بیشتری برخوردار بوده و در تجربیات سایر کشورها نیز به آن اشاره گردیده(کازبکوف و همکاران، ۲۰۰۹ و خارو و همکاران، ۲۰۱۳)، باید این روش را بعنوان مبنا درنظر گرفت و نتایج ارزیابی شبکه بر اساس هیدرومدول را با این روش مقایسه نمود. تفاوت نسبتا زیاد شاخص های ارزیابی شبکه بر اساس دو رویکرد در نظر گرفته شده، نشان می دهد که لحاظ کردن هیدرومدول فعلی بعنوان نیاز آبی، از دقت کافی برخوردار نبوده و یا حداقل با شرایط فعلی شبکه سازگار نیست. بنابراین، از ۶۴ میلیون متر مکعب آب رها شده در این سال برای شبکه (طبق اطلاعات اخذ شده از اداره آبیاری مرودشت)، با راندمان انتقال ۷۷٪، حدود ۴۹/۳ میلیون مترمکعب آب تحویل کانال های درجه ۳ شده و در نتیجه ۱۴/۷ میلیون متر مکعب در طی مسیر کانال های اصلی تلف شده است. با توجه به شاخص عملکرد تحویل آب ۱/۵۰، ۱۶/۴ میلیون مترمکعب آب اضافی تحویل کانال های درجه ۳ شده و تلف گردیده است. حجم آب مفید تحویل شده به سیستم توزیع حدود ۳۲/۹ میلیون متر مکعب می باشد. بنابراین بیش از ۴۸٪ از کل آب رها شده از سد درودزن در اثر تلفات کانال های اصلی و سایر علل مدیریتی تا ابتدای کانال های درجه ۳ تلف شده است.

با توجه به راندمان انتقال ۷۷٪ و راندمان توزیع معادل ۷۷٪ در شبکه آبیاری درودزن، و به شرط اینکه تحویل آب به اندازه و به موقع باشد(شاخص های ارزیابی عملکرد در محدوده مطلوب و مورد نظر باشند)، راندمان کانال ها تا ابتدای مزرعه حدود ۶۰٪ بوده و حدود ۴۰٪ از آب رها شده از سد درودزن تا ابتدای مزرعه تلف می شود. تلفات زیاد آب در کانال ها و در مزرعه باعث می شود آب کمتری به مزارع رسیده و در خاک ذخیره شود. در نتیجه باید آب بیشتری را تحویل کانال ها داد تا نیاز آبی گیاه برطرف شود.

علت دیگر افزایش زیاد شاخص کفایت تحویل آب و عملکرد تحویل آب کاهش سطوح مزارع تحت آبیاری بوده است. در سال انجام تحقیق، رهاسازی آب در شبکه، اواخر فروردین ماه انجام شد. با توجه به اینکه طبق اظهار کارشناسان جهاد کشاورزی و کشاورزان منطقه، مزارع تحت کشت گندم در آن سال از اوایل اسفند ماه نیاز به آبیاری داشته اند، عدم انجام آبیاری به موقع، باعث وارد شدن خسارت به مزارع و صرفنظر کردن جمعی از کشاورزان از عقد قرارداد تحویل آب و انجام آبیاری گردید. با کم شدن مزارع متقاضی آبیاری، آب مورد نیاز کاهش یافته ولی آب تحویلی به موازات کاهش مزارع متقاضی آب، کاهش نیافت. بنابراین با توجه به فرمولهای مربوط به شاخص های کفایت و عملکرد تحویل آب، مقدار این شاخص ها افزایش یافته است.

به طور کلی ارزیابی عملکرد شبکه در سال های گذشته و توسط محققین قبلی نشان می دهد که در گذشته نیز عملکرد شبکه از لحاظ تحویل آب مطلوب نبوده است (سنایی جهرمی و همکاران، ۲۰۰۰، جوان و همکاران، ۲۰۰۲، شاهرخ نیا و جوان، ۱۳۸۵، شفیعی، ۱۳۸۸). نتایج تحقیق حاضر نشان داد که با توجه به شاخص های اندازه گیری شده، تحویل آب در این شبکه از لحاظ راندمان، عدالت توزیع آب، اعتمادپذیری و شاخص عملکرد تحویل آب در وضعیت مطلوب نبوده است.

پیش بینی انجام شده درخصوص میزان کاهش محصول گندم در سال های آبی نرمال نشان می دهد که با وضعیت تحویل آب فعلی، به طور متوسط حدود ۳۲٪ آب مورد نیاز مزارع، در سال های نرمال توسط کانال ها قابل تامین نیست که در این شرایط طبق توصیه های فائو حدود ۳۴٪ کاهش تولید محصول گندم را درپی دارد.

عدالت توزیع آب در هر دو حالت مورد بررسی، بین کانال های شبکه با توجه به مقادیر ۰/۴۸ و ۰/۴۹ برای شاخص مذکور، ضعیف ارزیابی می گردد. بازدیدهای محلی و نظر خواهی از کشاورزان نیز نشان از عدم عدالت در توزیع آب دارد. اعتمادپذیری توزیع آب در هر دو حالت مورد بررسی، ۰/۲۳ و ۰/۲۱ بوده که ضعیف ارزیابی می گردد. یعنی تغییرات یا نوسانات دبی تحویلی به کانال ها در زمان یا در آبیاری های مختلف زیاد بوده است.

همانگونه که قبلا نیز اشاره گردید، شاخص های ارزیابی شبکه فقط مطلوب بودن یا نبودن مقدار این شاخص ها را بیان می کنند و علت کم یا زیاد بودن این شاخص ها را نمی توانند بیان کنند. برای تشخیص علت کم یا زیاد بودن این شاخص ها باید از بازدیدهای میدانی، مصاحبه با کشاورزان ومدیران شبکه و در صورت لزوم از تحقیقات دیگر در هر مورد بهره گرفت. علل عملکرد ضعیف شبکه آبیاری و زهکشی درودزن را با توجه به بررسی های انجام گرفته قبلی و مصاحبه با کشاورزان و مدیران شبکه می توان به صورت فهرست زیر بیان نمود.

۱-عدم شناخت و استفاده از روابط هیدرولیکی جدید حاکم بر سازه های تحویل و تنظیم آب: در شبکه درودزن دریچه های قوسی نقش تنظیم آب در کانال های اصلی و دریچه های تخت کشویی و روزنه هایی که با بار آبی ثابت کار می کنند نقش تحویل آب در کانال های فرعی و مزارع را به عهده دارند. در دفترچه های طراحی شبکه که مربوط به حدود ۴۵ سال پیش است، روابطی ساده برای مدیریت این دریچه ها ارائه شده اند که هیچگاه در عمل مورد استفاده قرار نگرفته اند و با پیشرفت های علمی امروز، از دقت کافی برخوردار نیستند. اما اخیرا روابط دقیق تری بویژه برای دریچه های قوسی توسط متخصصین داخل و خارج کشور ارائه شده که باید مورد استفاده قرار گیرند.

۲-عدم آشنایی میراب ها و حتی بعضی از مدیران با اصول هیدرولیکی کانال و تحویل آب: مصاحبه با میراب های شبکه نشان می دهد که هیچکدام از آنها از دانش کافی در خصوص هیدرولیک کانال و دریچه ها برخوردار نیستند. بعنوان نمونه بیان می کردند که با یک دور چرخش اهرم دریچه، ۵۰ لیتر بر ثانیه دبی کاهش یا افزایش می یابد. درحالیکه می دانیم که دبی عبوری از دریچه فقط تابع میزان بازشدگی دریچه نیست و به عوامل دیگر نیز بستگی دارد.

۳- نشت زیاد آب در کانال های اصلی و در نتیجه نرسیدن دبی کافی به آبگیرها: به نظر می رسد نشت آب از کانال های اصلی شبکه زیاد باشد. عکس های تهیه شده نشان می دهد که در زمان آبیاری، آب زیادی از زیر

کانال اصلی به زهکش های کنار کانال وارد می شود. به نظر می رسد این مشکل در ابتدای کانال اردیبهشت حادتر باشد.

۴-در نظر گرفتن یک دبی ثابت برای کانال های شبکه در طول فصل رشد: در طول فصل آبیاری معمولا دبی آب کانال ها ثابت می باشد. این امر، کار مدیریت تحویل آب را راحت تر می کند. اما باعث می شود در مواقعی که نیاز به آب کمتر است، اتلاف آب و در زمان حداکثر نیاز، کمبود آب اتفاق بیفتد.

۵- عدم تحویل حجمی آب در شبکه: در شبکه درودزن فقط در کانال اردیبهشت تحویل آب به صورت حجمی و با فلوم گلوبلند صورت می گیرد. کشاورزان منطقه مدعی می باشند سازه مورد استفاده در ابتدای کانال ها کارایی مناسبی ندارد وباعث کاهش دبی کانال شده اند. این موضوع نیاز به تحقیقات بیشتر دارد.

۶- پوشش دار نبودن کانال های مزرعه ای طولانی در بعضی نقاط: مشاهده گردیده که در بسیاری از نقاط شبکه، آب در مزرعه توسط انهار خاکی طولانی انتقال می یابد که باعث اتلاف شدید آب می گردد.

۷- عدم وجود یک الگوی کشت مناسب در شبکه و عدم آبیاری بر اساس نیاز آبی گیاه و مراحل رشد: در بیشتر سالهای گذشته، سطح کشت شده اراضی متناسب با میزان آب موجود و راندمان های فعلی نبوده است. به همین جهت هر ساله شاهد کمبود آب در شبکه هستیم. علاوه بر این، آبیاری بر اساس نوع و مراحل رشد گیاه انجام نمی شود. به همین جهت به نظر می رسد کاهش تولید محصول نیز در نقاط مختلف شبکه وجود داشته باشد.

۸-عقد قرارداد و دریافت آب بها از کشاورزان بر اساس سطح زیر کشت و نه میزان آب تحویلی: در این شبکه آب بها بر اساس سطح زیر کشت دریافت می گردد و نه بر اساس آب تحویل شده. بسیاری از کشاورزان مدعی می باشند که پول داده اند ولی آب کافی دریافت نکرده اند.

۶-۵-پیشنهادات

توجه به مسائلی که در بخش قبلی به آنها اشاره شد می تواند باعث بهبود وضعیت آب در شبکه درودزن و سایر شبکه های کشور گردد. با توجه به نتایج به دست آمده و استفاده از نتایج و تجربیات سایر کشورها، توصیه های مشخص و دارای اولویت زیر جهت بهبود توزیع آب در شبکه آبیاری درودزن و شبکه های آبیاری مشابه در کشور ارائه می گردد.

۱-تحویل آب در این شبکه از حالت فعلی که بر اساس سطح زیر کشت است خارج و به صورت تحویل حجمی انجام شود. با این کار هم کشاورزان ترغیب به افزایش راندمان آبیاری در مزارع خود شده و هم اعتماد کشاورزان به مدیران شبکه بیشتر می شود. چون بعضی از کشاورزان اظهار می داشتند که دست اندرکاران مدیریت شبکه به منظور اخذ آب بهای بیشتر، کشاورزان را تشویق به افزایش سطح زیر کشت نموده، در حالی که آب کافی برای مزارع ندارند.

۲-به منظور تحویل حجمی آب باید از سازه های اندازه گیری مناسب که دارای دقت کافی بوده و مورد اعتماد کشاورزان نیز باشد استفاده کرد.

۳- تحویل آب باید از حالت فعلی که یک دبی ثابت در طول فصل در کانال ها جریان دارد خارج شود. چون نیاز آبی گیاهان در یک زمان بیشتر و در یک زمان کمتر است. وضعیت فعلی باعث می شود در زمان حداکثر نیاز آبی گیاه، آب کافی تحویل نشود و در زمان حداقل نیاز گیاه اتلاف آب صورت گیرد. بنابراین تحویل آب باید بر اساس نیاز آبی گیاه در مراحل مختلف رشد انجام شود.

۴- سطوح زیر کشت هر کانال باید با توجه به حداکثر دبی هر کانال و در نظر گرفتن راندمان ها و حداکثر نیاز آبی تعیین و تنظیم شود .

۵- پیشنهاد می گردد در فصول یا سال های آتی، تحقیقات بیشتری درخصوص میزان آب دریافتی مزارع، راندمان های مزرعه ای، میزان تولید محصول در مزارع و درآمد کشاورزان انجام شود.

فصل ۷: منابع و مراجع

۱-برزگر، م. وثوقی، ع. فاضلی، ع. حیدری، ع. ۱۳۸۷. بازنگری و ارزیابی شبکه آبیاری دشت بلداجی و حلوایی شهرستان بروجن، دومین همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی دانشگاه شهید چمران اهواز، بهمن ۱۳۸۷.

۲- بهنیا، ع.، ۱۳۶۷. قنات سازی و قنات داری. تهران، مرکز نشر دانشگاهی.

۳-حیدری، ن. ۱۳۸۸. نقش مشارکت آب بران در مدیریت شبکه های آبیاری (شبکه های درودزن، اصفهان، دز، و قزوین). گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شماره ثبت ۸۸/۱۱۱۳

۴-زادباقر، ۱ ، ۱۳۸۷. ارزیابی بهره وری آب شبکه های آبیاری با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، مجموعه مقالات دومین همایش ملی مدیریت شبکه های آبیاری و زهکشی دانشگاه شهید چمران اهواز. بهمن ۱۳۸۷.

۵-سنائی جهرمی، ص.، ۱۳۷۴. مدیریت انتقال و توزیع آب در شبکه آبیاری و زهکشی درودزن. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه شیراز. شیراز. ایران.

۶- سهرابی، ت. اجاقلو، ح. یاسوری، ا. م. وردی نژاد. ۱۳۸۷. مطالعه و بررسی عوامل پایین بودن راندمان انتقال و توزیع آب در کانال های با پوشش بتنی. دومین همایش ملی مدیریت شبکه های آبیاری و زهکشی، دانشگاه شهید چمران اهواز، ۱۳۸۷.

۷-شاهرخ نیا، م.ع.، جوان، م. و کشاورزی، ع. ۱۳۸۷. کاربرد مدل های HEC-RAS و MIKE-11 در شبیه سازی جریان در کانال های آبیاری، مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی، جلد ۹، شماره ۱، ۴۹-۶۲.

۸-شاهرخ نیا، م.ع. و جوان، م. ۱۳۸۵. بررسی شاخص های عملکرد آبیاری در شبکه آبیاری درودزن. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی، جلد ۷، شماره ۲۹، ۳۳-۴۶.

۹-شرکت سهامی آب منطقه ای فارس. ۱۳۹۱. مطالعات ارزیابی عملکرد، پایش مدیریت بهره برداری و نگهداری، بهبود، ترمیم و بهسازی شبکه آبیاری و زهکشی درودزن. جلد ۱۳-۲: نتایج ارزیابی عملکرد.

۱۰-شرکت سهامی آب منطقه ای فارس. ۱۳۹۰. مطالعات ارزیابی عملکرد، پایش مدیریت بهره برداری و نگهداری، بهبود، ترمیم و بهسازی شبکه آبیاری و زهکشی درودزن. جلد ۹، بررسی و تحلیل وضع موجود و عملکرد مدیریت بهره برداری و نگهداری شبکه و تاسیسات.

۱۱-شفیعی، ب. ۱۳۸۸. بررسی شاخص های عملکرد آبیاری در کانال ادامه سمت چپ شبکه آبیاری و زهکشی درودزن استان فارس. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد فیروزآباد.

۱۲-فرخی، م.، کامگارحقیقی، ع.ا.، سپاسخواه، ع.ر.، زندپارسا، ش. و هنر، ت. ۱۳۹۳. تغییرات زمانی و مکانی آب توزیع شده در کانال های شبکه سد درودزن. نشریه آبیاری و زهکشی ایران، شماره ۴، جلد ۸، ۶۸۴-۶۹۳.

۱۳-کمیته ملی آبیاری و زهکشی، .۱۳۸۵. ارزیابی عملکرد سیستمهای آبیاری و زهکشی و تشخیص و عوامل مؤثر، تهران، ایران.

14-Aly, A.M., Kitamura, Y., and Shimizu K. 2013. Assessment of irrigation practices at the tertiary canal level in an improved system- a case study of Wasat area, the Nile Delta. Paddy Water Environ, 11, 445-454.

15-Bekele, Z., and Tilahun, K. 2006. On-farm performance evaluationof improved traditional small-scale irrigation practices: A case study from Dire Dawa area, Ethiopia. Irrigation and Drainage Systems, 20, 83-98.

16-Bos, M.G., Salatino, S.E., and Billoud, C.G. 2001. The water delivery performance within the chivilcoy tertiary unit, Mendoza, Argentina. Irrigation and Drainage Systems, 15, 311-325.

17-Bos, M.G. 1997. Performance indicators for irrigation and drainage. Irrig. Drain. Sys. 11, 119-137.

18-Bos, M.G. and Nugteren, J. N. 1990. On irrigation efficiencies. International Institute for Land Reclamation and Improvement. ILRI Publication 19.

19-Cakmak, B., Kibaroglu, A., Kendirli, B., and Gokalp, Z. 2010. Assessment of the irrigation performance of transferred schemes in Turkey: a case study analysis. Irrigation and Drainage, 59, 138-149.

20-Dejen, Z.A., Schultz, B., and Hayde, L. 2015. Water delivery performance at Metahara large-scale irrigation scheme, Ethiopia. Irrigation and Drainage, 64, 470-490.

21-Ghazouani, W., Marlet, S., Mekki, I., Harrington, L.W., and Vidal, A. 2012. Farmers' practices and community management of irrigation: why do they not math in Fatnassa oasis?, Irrigation and Drainage, 61, 39-51.

22-Hoffman, J.H., Howell, T.A. and Soloman, K.H. 1990. *Management of farm irrigation systems*, American Society of Agricultural Engineering.

23-Javan, M., Sanaee- Jahromi, S. and Fiuzat, A. A. 2002. Quantifying management of irrigation and drainage systems. J. of Irrig. Drain. Eng. ASDCE., 128 (1): 19-25.

24-Kazbekov, J., Abdullaev, I., Manthrithilake, H., Qureshi, A., and Jumaboev, K. 2009. Evaluating planning and delivery performance of water user associations(WUAs) in Osh province, Kyrgyzstan. Agricultural Water Management, 96, 1259-1267.

25-Kharrou, M.H., Page, M.L., Chehbouni, A., Simonneaux, V., Er-Riki, S., Jarlan, L., Ouzine, L., Khabba, S., and Chehbouni, G. 2013. Assessment of equity and adequacy of water delivery in irrigation systems using remote sensing-based indicators in semi-arid region, Morocco. Water Resources Management, 27, 4697-4714.

26-Korkmaz, N., Avic, M., Unal H.B., Asik, S., and Gunduz, M. 2009. Evaluation of the water delivery performance of the Menemen Left Bank irrigation system using variables measured on-site. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 135, 633-642.

27-Kulkarni, R. G., and J. L. Dltour. 1999. The Majalgaon dynamic regulation pilot project: a uniform approach to canal moderization., *Proc. Fifth Int. ITIS network meeting*, Aurangabad, Maharashtra, India, 119-129.

28-Lorite, I.J., Garcia-Vila, M., Carmona, M.A., Santos, C., and Soriano, M.A. 2012. Assessment of the irrigation advisory services' recommendations and farmers' irrigation management: a case study in southern Spain. Water Resources Management, 26, 2397-2419.

29-Mandavia, A.B. 1999. Modernization of irrigation system operational managment by way of canal automation in India, *Proc. fifth Int. ITIS network meeting*, Aurangabad, Maharashtra, India, 21-52 .

30-Molden , D.J. Gates, T.K. 1990. Performance measures for evaluation of irrigation- water-delivery system. J. Irrig. Drain- ASCE, 116 (6):804-23.

31-Nam, W.H., Hong, E.M. and Choi, J.Y. 2016. Assesssment of water delivery efficiency in irrigation canals using performance indicators. Irrigation Science, 34, 129-143.

32-Osmen, S. and Kaman, H. 2015. Assessing the performance of irrigation schemes in Antalya velley located in Mediterranean region of Turkey. Water Resources, 42(3), 397-403.

33-Rao, P.S. 1993. Review of selected literature on indicators of irrigation performance. Colombo, Sri Lanka: International Irrigation Management Institute (IIMI).

34-Renault, D. 1999a. Modernization of irrigation systems: a continuing process, *Proceedings of fifth International ITIS network meeting*. Aurangabad, maharashtra, India, 7-12.

35-Renault, D. and Makin, I.W. 1999. Modernizing irrigation operations: Spatially differentiated resource allocation, *Proceedings of Fifth International ITIS network meeting*. Aurangabad, Maharashtra, India, 167-191.

36-Sanaee- Jahromi, S. and Feyen, J. 2001. Spatial and temporal variability performance of the water delivery in irrigration Schemes. Irrigd. Drain. SYS, 15, 215-233.

37-Sanaee- Jahromi, S., Depweg, H and Feyen, J. 2000. Water delivery Performance in the Doroodzan Irrigation Scheme, Iran. Irrig. Drain. SYS., 14(3): 207-222.

38-Shahrokhnia, M. A. and Javan, M. 2005. Performance assessment of Doroodzan irrigation network by steady state hydraulic modeling. Irrig. Drain. SYS. 19, 189- 206.

39-Shahrokhnia, M. A. and Javan, M. 2007. Influence of roughness changes on offtaking discharge in irrigation canals, Water Resour. Manage., 21, 635-647.

40-Shahrokhnia, M. A., Javan, M., Shahrokhnia, M.H. 2009. Influence of lateral canal water depth on offtake and cross-regulator discharge, Irrig. And Drain., 58, 561-568.

41-Shahrokhnia, M. A. and Javan, M. 2009. Influence of cross-regulator settings on the offtake discharge in a modern irrigation network, Irrig. Sci., 27, 165-173.

42-Skogerboe, G.V., Z. Habib, K. pongput, P.W. Vehmeyer and A.H. Khan. 1999. "Canal modernization in the Indus basin irrigation system.", *Proceedings of Fifth International ITIS network meeting*. Aurangabad, Maharashtra, India, 81-91.

43-Usman, M., Liedl, R. and Awan, U.K. 2015. Spatio-temporal estimation of consumptive water use for assessment of irrigation system performance and management of water resources in irrigated Indus Basin, Pakistan. Journal of Hydrology, 525, 26-41.

44-Vaez Tehrani, M., Monem, M.J. and Bagheri, A. 2013. A system denamics approach to model rehabilitation of irrigation networks case study: Qazvin irrigation network, Iran. Irrigation and Drainage, 62, 193-207.

45-Vandersypen, K., Bengaly, K., Keita, A.C.T., Sidibe, S., Raes, D., and Jamin, J.Y. 2006. Irrigation performance at tertiary level in the rice schemes of the Office du Niger (Mali): adequate water delivery throough over supply. Agricultural Water Management, 83, 144-152.

46-Zardari, N. and Cordery, I. 2010. Estimating the effectiveness of a rotational irrigation delivery system: a case study from Pakistan. Irrigation and Drainage, 59, 277-290.

تصاویر پیوست:

شکل ۸- نمایی از یکی از آبگیرهای کانال درجه۳ در شبکه آبیاری درودزن (گذاشتن مانع در پایین دست دریچه)

شکل ۹- نمایی از یکی از آبگیرهای مزرعه در شبکه آبیاری درودزن (تخریب دریچه و گذاشتن مانع در پایین دست)

شکل ۱۰- اندازه گیری سرعت اب بوسیله میکرمولینه

شکل ۱۱- نشست و فرسایش خاک در زیر کانال

شکل ۱۲- نشت آب از زیر یک دریچه بسته

شکل ۱۳- استفاده از کانال بدون پوشش و نشت زیاد آب

شکل ۱۴- آسیب کلی به محصول یک مزرعه در عدم آبیاری به موقع

۱۵- چرای دام در مزارع آسیب دیده در اثر کم آبی