Archive of SID

مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی/جلد ۷ / شماره ۲۹/ زمستان ۱۳۸۵ / ص ٤٦-۳۳

بررسی شاخص‌های عملکرد آبیاری در شبکه آبیاری درودزن

محمدعلی شاهرخ‌نیا و محمد جوان*

* به ترتیب استادیار بخش تحقیقات فنی و مهندسی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس، نشانی: زرقان، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس، ص. پ. ۱۱۱-۷۳٤۱۵، تلفن: ٤۲۲۲٤۷۰ (۰۷۱۲)، پیام نگار: shahrokhnia@farsagres.ir و دانشیار بخش مهندسی آب دانشگاه شیراز

تاریخ دریافت مقاله: ۸٤/۳/۸ ؛ تاریخ پذیرش مقاله: ۸۵/۵/۲۱

چکیده

عملکرد بسیاری از شبکه‌های آبیاری در دنیا پایین است که بررسی مشکلات این شبکه‌ها از اولویت‌های کشاورزی هر کشور به شمار می‌آید. در تحقیق حاضر، عملکرد شبکه از لحاظ توزیع آب در قسمتی از شبکه آبیاری درودزن در استان فارس بررسی شده است. برای این ارزیابی‌ها از شاخص‌هایی مانند نسبت عملکرد تحویل (Delivery Performance Ratio)، بازده و عدالت توزیع مکانی و زمانی آب استفاده شده است. این شاخص‌ها در دو حالت با استفاده از سطوح زیرکشت واقعی و سطوح زیر کشت قراردادی تعیین و بررسی شد که برای این کار در سه فصل آبیاری مختلف مقادیر آب تحویلی به کانال‌های درجه ۳ در کانال اردیبهشت اندازه‌گیری گردید. نتایج نشان می‌دهد که کانال مورد مطالعه از لحاظ عدالت توزیع مکانی و زمانی آب عملکرد خوبی ندارد و کانال‌های بالادست بیش از کانال‌های پایین‌دست آب برداشت می‌کنند. همچنین تفاوت سطوح زیرکشت قراردادی با سطوح زیرکشت واقعی باعث می‌شود که تفاوت شاخص‌های عملکرد بسیار زیاد باشد که در بررسی‌ها باید به این موضوع توجه شود.

واژه های کلیدی

بازده آبیاری، شبکه آبیاری، عدالت توزیع، کفایت

مقدمه

رشد کنونی جمعیت در دنیا و به ویژه در کشورهای در حال توسعه، دولت‌ها را بر آن می‌دارد تا برای تأمین احتیاجات غذایی، از منابع موجود آب و خاک به نحو بهینه استفاده کنند. در بسیاری از کشورها از جمله ایران، عملکرد شبکه‌های آبیاری و زهکشی از لحاظ کفایت، بازدهی، عدالت توزیع و قابلیت اعتماد سیستم پایین‌تر از استانداردهای تعیین شده است. این موضوع نظر بسیاری از محققان را به سوی خود جلب کرده است.

بخش کشاورزی در ایران بیش از ۹۴ درصد آب استحصال شده را مصرف می‌کند در حالی که تولید مادهٔ خشک محصولی مانند گندم به ازای هر متر مکعب آب حدود ۰/۵ کیلوگرم و بسیار کمتر از مقدار متوسط جهانی آن (۲/۵ کیلوگرم بر مترمکعب) است (Javan *et al.*, 2002). برای بررسی عملکرد هر شبکهٔ آبیاری، محققان پیشین شاخص‌هایی را ارائه کرده‌اند. باس و ناختزن (Bos & Nugteren, 1982) روابطی را برای تعیین انواع بازده آبیاری نظیر بازده انتقال، توزیع و کاربرد ارائه کرده است. مولدن و گیتس (Molden & Gates, 1990) روابط زیر را برای تعیین راندمان، کفایت، عدالت توزیع آب و قابل اعتماد بودن سیستم ارائه کرده است.

شاخص کفایت[1] تحویل آب:

$$P_t = 1 \qquad Q_D \succ Q_I \qquad (1)$$

1- Adequacy

www.SID.ir

Archive of SID

$$Q_D \le Q_I \qquad P_A = \frac{1}{T}\sum_T\left(\frac{1}{R}\sum_R\frac{Q_D}{Q_I}\right) \qquad (۲)$$

که در این رابطه، P_A= شاخص کفایت آبیاری؛ Q_D= مقدار واقعی آب داده شده به واحد زراعی؛ Q_I = مقدار آب مورد نیاز واحد زراعی؛ R= تعداد مناطق اندازه‌گیری شده؛ T= تعداد دفعات اندازه‌گیری و عبارت $\frac{1}{T}\sum_T$ = مقدار متوسط زمانی اندازه‌گیری‌هاست. هرچه شاخص فوق به عدد ۱ نزدیک‌تر باشد کفایت آبیاری بهتر است. مقادیر کمتر از ۱ نشان‌دهنده آن است که آب به میزان کمتر از مورد نیاز به مزرعه تحویل شده است.

جلوگیری از اتلاف آب نقش عمده‌ای در حفاظت از منابع آب و در نتیجه توسعهٔ 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 زمین‌ها و کاهش عملکرد به وجود می‌آید. با اندازه‌گیری شاخص بازدهی[1] تحویل آب می‌توان ارزیابی خوبی از لحاظ اتلاف آب در سیستم به دست آورد.

$$P_F = 1 \qquad Q_D \prec Q_I \qquad (۳)$$

$$Q_D \ge Q_I \quad P_F = \frac{1}{T}\sum_T\left(\frac{1}{R}\sum_R\frac{Q_I}{Q_D}\right) \qquad (۴)$$

این شاخص نشان‌دهنده بازدهی کل سیستم نیست و فقط مربوط به تحویل آب در کانال یا مزرعهٔ مورد مطالعه است. این شاخص نیز هرچه به یک نزدیک‌تر باشد بهتر است. مقادیر کوچک‌تر از ۱ نشان دهندهٔ اتلاف آب است.

بساس (Bos, 1997) شاخص‌های کفایت و بازدهی آبیاری ارائه شده قبلی را تحت عنوان یک شاخص کلی‌تر دیگر به نام نسبت عملکرد تحویل[2] بیان کرده است که به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$DPR = \frac{Q_D}{Q_I} \qquad (۵)$$

این رابطه یکی از ساده‌ترین و مهم‌ترین روابطی است که برای بررسی عملکرد سیستم می‌توان به کار برد. مطلوب‌ترین مقدار این نسبت برای هر سیستم آبیاری ۱ است که مقادیر کوچک‌تر از ۱ نشان‌دهنده ناکافی بودن آبیاری و مقادیر بزرگ‌تر از ۱ نشان‌دهندهٔ اتلاف آب در سیستم است.

عدالت توزیع[3] تحویل آب نیز یکی از شاخص‌های مهم در ارزیابی سیستم آبیاری است و آن را می‌توان این گونه تعریف کرد (Sanaee-Jahromi *et al.*, 2000):

$$P_E = \frac{1}{T}\sum_T CV_R\left(\frac{Q_D}{Q_I}\right) \qquad (۶)$$

که در این رابطه، $CV_R(Q_D/Q_I)$= ضریب مکانی تغییرات بده تحویلی به بده مورد نیاز میان آبگیرها در یک دوره زمانی است. هرچه مقدار این شاخص به صفر نزدیک‌تر باشد عدالت توزیع آب در منطقه بیشتر خواهد بود.

شاخص اعتمادپذیری[4] تحویل آب سیستم، که به صورت زیر تعریف می‌شود، بیانگر یکنواختی یا عدالت زمانی توزیع آب در سیستم است (Molden & Gates, 1990)

$$P_D = \frac{1}{R}\sum_R CV_T\left(\frac{Q_D}{Q_I}\right) \qquad (۷)$$

که در این رابطه، $CV_T(\frac{Q_D}{Q_I})$ = ضریب تغییرات زمانی بده تحویلی به بده مورد نیاز و هر چه مقدار آن به صفر

1- Efficiency
2- Delivery Performance Ratio
3- Equity
4- Dependability

www.SID.ir

Archive of SID

نزدیک‌تر باشد یکنواختی زمانی تحویل آب بیشتر است. در این رابطه، عبارت $\frac{1}{R}\sum_{R}$ بیانگر متوسط مقادیر اندازه‌گیری شده در مکان‌های مختلف است. جدول ۱ مقادیر توصیه شده این ۴ شاخص را نشان می‌دهد.

جدول ۱- مقادیر توصیه شده شاخص‌های عملکرد (Molden & Gates, 1990)

شاخص	کلاس‌های عملکرد		
	خوب	متوسط	ضعیف
P_A	۰/۹-۱	۰/۸-۰/۸۹	۰/۸>
P_F	۰/۸۵-۱	۰/۷-۰/۸۴	۰/۷>
P_L	۰ - ۰/۱	۰/۱۱-۰/۲۵	۰/۲۵<
P_D	۰ -۰/۱	۰/۱۱ -۰/۲۰	۰/۲۰<

مولدن و همکاران (Molden *et al.*, 1998) شاخص‌هایی را ارائه کرده‌اند که مقدار عملکرد محصول و درآمد حاصل از آن را به مقدار آب مصرفی مربوط می‌سازد. صفری نژاد (Safarinezhad, 1991) و سالمی (Salemi, 1995) عملکرد هیدرولیکی سازه‌های کنترل‌کنندهٔ جریان را در شبکه آبیاری درودزن بررسی کرده‌اند. شاهرخنیا و جوان (Shahrokhnia & Javan, 2003; Shahrokhnia & Javan, 2005) هیدرولیک جریان را در قسمتی از شبکهٔ آبیاری دروزن با شبیه‌سازی کامپیوتری بررسی کرده‌اند.

سنائی جهرمی و همکاران (Sanaee-Jahromi *et al.*, 2000) عملکرد سه کانال درجهٔ ۳ از شبکه آبیاری درودزن فارس را بررسی و بیان کردند که 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. سنائی جهرمی و همکاران (Sanaee-Jahromi *et al.*, 2001) روتی را برای تعیین مقدار آب تحویل شده غیر مطمئن با در نظر گرفتن راندمان کلی ارائه کرده‌اند. کاربرد این روش در شبکه آبیاری درودزن نشان داد که در سال زراعی مورد بررسی، بدون بهبود در برنامه‌ریزی تحویل آب، افزایش راندمان از ۳۵ به ۴۵ درصد، به افزایش معنی‌دار در عملکرد نخواهد انجامید. سنائی جهرمی و فین (Sanaee-Jahromi & Feyen, 2001) با توصیف شاخص‌های عملکرد به صورت اجزای ماتریس، روشی را برای تعیین عملکرد مکانی و زمانی سیستم و با در نظر گرفتن سطوح مختلف زمانی و مکانی تحویل آب ارائه کرده‌اند. نتایج کاربرد این روش در شبکهٔ آبیاری درودزن نشان می‌دهد که می توان آب کافی 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. جوان و همکاران (Javan *et al.*, 2002) مسائل مدیریتی سه شبکهٔ آبیاری مختلف را در کشور و از جمله شبکهٔ آبیاری درودزن فارس بررسی و بیان کرده‌اند که توزیع آب در شبکهٔ مذکور نامطمئن و عدالت توزیع آب و راندمان پایین است. به نظر آنها یکی از عوامل مهم در عملکرد پایین شبکه، بهره‌برداری ناصحیح از دریچه‌هاست.

با توجه به اهمیت شبکه آبیاری درودزن در اقتصاد و کشاورزی منطقهٔ مرودشت که قطب کشاورزی استان فارس است، در تحقیق حاضر سعی شده است عملکرد این شبکه از

www.SID.ir

Archive of SID

جنبه‌های مختلف بررسی شود. بدین منظور با استفاده از شاخص‌هایی که محققان پیشین ارائه کرده‌اند و با اندازه‌گیری بده جریان در کانال‌های درجهٔ ۳ مسائل این شبکه از لحاظ تحویل آب بررسی شده است.

مواد و روش‌ها

معرفی منطقهٔ مورد مطالعه

شبکهٔ آبیاری درودزن در شمال غرب استان فارس واقع است، از سد مخزنی درودزن تغذیه می‌شود و سالانه بیش از ۴۲۰۰۰ هکتار از آن تحت کشت قرار می‌گیرد. این شبکه مشتمل بر چهار ناحیهٔ آبیاری است، یک ناحیه از کانال اصلی[1] و سه ناحیهٔ دیگر از سه کانال درجهٔ ۲ به نام‌های کانال هامون[2]، کانال اردیبهشت[3] و کانال سمت چپ[4] آبیاری می‌شود. شکل ۱ موقعیت شبکه آبیاری درودزن و شکل ۲ شاخه‌های آن را نشان می‌دهد. بده و رقوم سطح آب در کانال اصلی و کانال‌های درجهٔ ۲ با دریچه‌های قطاعی[5] کنترل می‌شود. آبگیرهای کانال‌های درجه ۳، اغلب شامل ۳ روزنهٔ دریچه‌دار کشویی است که با ارتفاع ثابت آب کار می‌کنند[6]. بیشتر کانال‌های موجود از نوع کانال‌های ذوزنقه‌ای با پوشش سیمانی هستند که از ابعاد آنها از بالادست به پایین دست کاسته می‌شود.

برنامهٔ آبیاری شبکه را سازمان آب منطقه‌ای فارس و شرکت بهره‌برداری از شبکه‌های آبیاری و زهکشی استان فارس تعیین و اجرا می‌کنند. این برنامه بدین صورت است که با توجه به سیاست دولت و توافق کشاورزان، نوع و سطح زیرکشت محصولات تعیین و بر اساس قرارداد به آنها آب تحویل می‌شود. بدین ترتیب جریان ثابت و پیوسته ای در طول فصل کشت در شبکه وجود خواهد داشت.

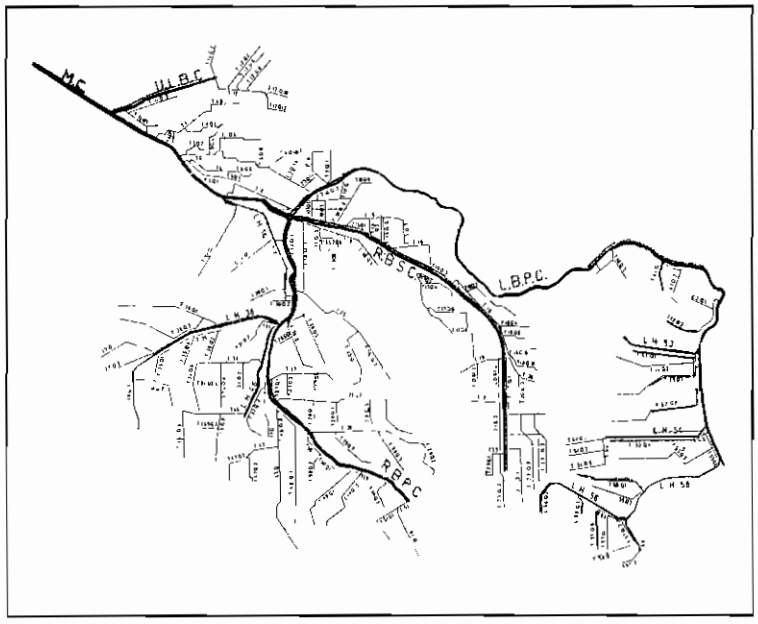
کانال مورد مطالعه دراین پژوهش کانال درجهٔ ۲ اردیبهشت[7] است که سالانه حدود ۶۰۰۰ هکتار از اراضی تحت پوشش آن به زیرکشت می‌رود. این کانال با طول ۲۲۲۵۰ متر، ۱۰ کانال درجه ۳ دارد. شکل ۳ کانال اردیبهشت و موقعیت سازه‌های آن را به صورت شماتیک نشان می‌دهد.

شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه

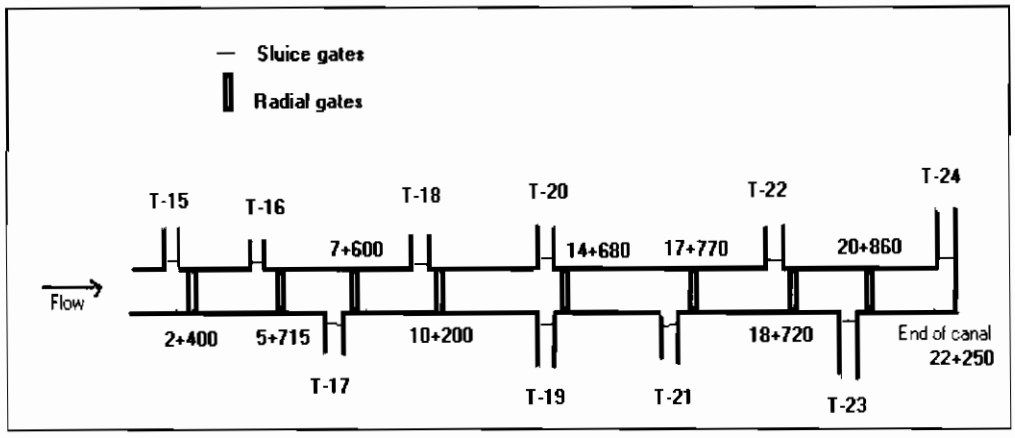
1- Main Canal (MC)
2- Right Bank Primary Canal (RBPC)
3- Right Bank Secondary Canal (RBSC)
4- Left Bank Primary Canal (LBPC)
5- Radial Gates
6- Constant Head Orifice
7- Right Bank Secondary Canal

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲- شبکه کانال‌های آبیاری درودزن



شکل ۳- موقعیت سازه‌ها و کانال‌های درجهٔ ۳ کانال اردیبهشت

روش تحقیق

در این تحقیق به منظور بررسی تحویل آب و عملکرد شبکه، بده ورودی کانال‌های درجه ۳ درسه فصل آبیاری مختلف اندازه‌گیری شد. سه فصل آبیاری مورد بررسی بهار ۱۳۸۰ و بهار و تابستان ۱۳۸۱ بوده است. در سال ۱۳۸۰ منطقه با کم‌آبی روبه‌رو بوده است اما در سال ۱۳۸۱ منطقه از لحاظ آب کمبودی نداشته است. ناکافی بودن بارش‌های بهاری، با وجود پر شدن مخزن سد در زمستان، ممکن است شبکه را برای کشت صیفی جات با کمبود آب روبه‌رو کند. در مواقع کم‌آبی (مانند سال ۱۳۸۰) کشت صیفی در منطقه متوقف می‌شود و حتی ممکن است محصولات شتوی نیز با کمبود آب روبه‌رو شوند. در این تحقیق دبی ورودی به

www.SID.ir

Archive of SID

کانال‌های درجه ۳ با دستگاه مولینه پروانه ای واسنجی و یک‌بار در هر فصل آبیاری (از سه فصل) و در سه عمق اندازه‌گیری شد. مقدار آب مورد نیاز برای محصولات مختلف از اطلاعات منتشر شده قبلی (Javan *et al.*, 2002) اخذ گردید. سطح زیرکشت محصولات مختلف نیز با توجه به قراردادهای بسته شده میان کشاورزان و شرکت بهره‌برداری از شبکه‌های آبیاری و زهکشی، از آن شرکت به دست آمد. بدین ترتیب با داشتن مقدار بده کانال که همان بده تحویل داده شده است و همچنین مقدار بده مورد نیاز که با توجه به نیاز آبی و سطح زیرکشت به دست آمد و با استفاده از روابط ۱ تا ۷ می‌توان شاخص‌های مختلف عملکرد شبکه را تعیین و بررسی کرد. نکتهٔ مهم که در بسیاری از مطالعات پیشین به آن توجه کمتری شده است تفاوت سطح زیر کشت قراردادی با کشاورزان و سطح زیرکشت واقعی منطقه است. بدین معنی که در بسیاری از مناطق، کشاورزان از قرارداد خود تخطی می‌کنند و سطح زیرکشت محصولات خود را بالا می‌برند. چون تحویل آب به مزارع حجمی نیست و بر اساس سطح زیر کشت صورت می‌گیرد، با افزایش سطح زیر کشت آب بیشتری از کانال دریافت می‌شود و به مزارع دیگر آب کافی نمی‌رسد. طبیعی است که کشاورز به دنبال نفع اقتصادی بیستر است و نوع کشت را نیز بر همین اساس تعیین می‌کند. اما شرایط خاک و دیگر امکانات نیز در این امر دخیل است. محدودیت سطح زیر کشت تابع مقدار آب موجود در سد درودزن و دیگر سیاست‌های دولت است. بنابراین در اینجا این نکته اهمیت دارد که این تفاوت چه تاثیری در بررسی عملکرد شبکه دارد که در تحقیق حاضر این مسئله نیز مورد بررسی قرار گرفته است. بدین منظور شاخص‌های عملکرد در دو حالت یکی بر اساس سطوح زیر کشت قراردادی و دیگری بر اساس سطوح زیر کشت واقعی، که شرکت بهره‌برداری از شبکه‌های آبیاری و زهکشی استان و از طریق مساحی به دست آورده است، بررسی شد. جدول ۲ سطوح زیر کشت قراردادی و مساحی شده (واقعی) را نشان می دهد.

جدول ۲- سطوح زیر کشت قراردادی و واقعی در فصول مورد بررسی

کانال	سطوح زیر کشت قراردادی (هکتار)			سطوح زیر کشت مساحی شده (هکتار)		
	بهار ۸۰	بهار ۸۱	تابستان ۸۱	بهار ۸۰	بهار ۸۱	تابستان ۸۱
T-15	۳۱۵	۵۰۰	۲۴۶	۳۳۲	۵۵۳	۳۲۱
T-16	۵۴	۱۸۴	۷۶	۱۱۱	۴۰۱	۹۹
T-17	۱۶۸	۲۱۰	۵۸	۳۵۰	۴۵۹	۹۵
T-18	۴۷۹	۶۰۹	۲۷۹	۴۴۹	۵۹۸	۳۶۴
T-19	۲۶۲	۲۵۰	۱۰۷	۴۰۵	۳۸۸	۲۰۰
T-20	۷۶۹	۷۳۷	۲۳۴	۸۵۳	۸۶۳	۳۰۵
T-21	۲۹۰	۲۴۱	۱۳۳	۳۱۰	۲۷۰	۱۷۳
T-22	۲۶۳	۴۶۰	۱۹۴	۲۷۴	۵۳۶	۲۵۴
T-23	۲۳۹	۳۹۱	۱۸۲	۲۳۶	۴۰۸	۲۳۸
T-24	۳۳۹	۳۰۲	۲۳۷	۳۵۹	۳۳۶	۲۰۲

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج و بحث

جدول ۳، مقادیر اندازه‌گیری شده نسبت عملکرد تحویل را برای کانال‌های درجه ۳ موجود در کانال مورد مطالعه در سه فصل آبیاری مختلف و به ازای سطوح زیرکشت واقعی و قراردادی نشان می‌دهد. با توجه به سطوح زیر کشت قراردادی مشاهده می‌شود که میانگین نسبت عملکرد تحویل در بهار ۸۱ برابر با ۱/۴۲ است که از دو فصل دیگر بیشتر است. این مقدار نشان می‌دهد که در بهار ۸۱ به میزان ۴۲ درصد بیشتر از مقدار مورد نیاز آب تحویل داده شده است. میانگین کل نسبت عملکرد تحویل در سه فصل مورد مطالعه برابر با ۱/۲۵ شده است که بدان معناست که در کل دورهٔ مورد بررسی، ۲۵ درصد آب بیشتر از حد مورد نیاز تحویل شده است. بررسی حداقل مقدار این مشخصه نشان می‌دهد که در بعضی فصول و در بعضی از کانال‌ها مانند کانال T-۲۴ در فصل تابستان ۱۳۸۱ مقدار این مشخصه به ۰/۲۳ رسیده یعنی کمتر از یک چهارم آب مورد نیاز تأمین شده است. جدول ۳ نشان می‌دهد که به طور کلی کانال‌های انتهایی (T-۲۴ و T-۲۳) در بیشتر فصول کمتر از کانال‌های دیگر آب دریافت داشته‌اند. بررسی مقادیر حداکثر پارامتر مورد بررسی بیانگر این حقیقت است که در بعضی موارد کانال‌ها تا بیش از ۲ برابر مورد نیاز آب دریافت داشته‌اند. همچنین مشاهده می‌شود که مقدار نسبت عملکرد تحویل در فصول زراعی مختلف در هر کانال با هم متفاوت و در یک فصل به خصوص نیز مقدار آن برای کانال‌های مختلف متفاوت است که نشان از عملکرد ضعیف شبکه در تحویل آب دارد. جدول ۳ نشان می‌دهد که با استفاده از سطوح زیر کشت واقعی، بیشترین مقدار نسبت عملکرد تحویل مربوط به کانال T-۱۸ در بهار ۸۱ برابر ۲/۱۷ و کمترین آن در کانال T-۲۴ در تابستان ۸۱ برابر ۰/۲۷ بوده است. میانگین کل این مشخصه در طول ۳ فصل آبیاری مورد نظر ۰/۹۷ شده است که مقدار آن به عدد ۱ بسیار نزدیک است. به عبارت دیگر، ظاهراً افزایش سطح زیرکشت کشاورزان (که غیر قانونی بوده) به متعادل شدن مقدار نسبت عملکرد تحویل کمک کرده است اما در واقع این گونه نیست. باید دقت داشت که شاخص‌ها در کدام سطح از کانال‌ها مطالعه می‌شود. در این مطالعه، شاخص‌ها در سطح ابتدای کانال‌های درجه ۳ بررسی شده است. ممکن است بتوان نتیجه‌گیری کرد که در این سطح، مقدار شاخص تعدیل شده است اما افزایش سطح زیر کشت توزیع آب را در بین مزارع واقع در زیر دست کانال درجه ۳ مختل می‌کند. البته باید در نظر داشت که بررسی بازده شبکه به تنهایی کافی نیست و شاخص‌های دیگر را نیز باید تعیین و بررسی کرد. بنابراین مشاهده می‌شود که استفاده از مقادیر سطح زیرکشت واقعی در بررسی عملکرد شبکه می‌تواند نتایج کاملاً متفاوتی نسبت به سطوح زیر کشت قراردادی داشته باشد و مدیر آبیاری را به اشتباه اندازد.

شکل‌های ۴، ۵ و ۶ مقایسه مقادیر نسبت عملکرد تحویل را در سه فصل آبیاری مختلف براساس مقادیر سطوح زیرکشت قراردادی و واقعی نشان می‌دهد. مشاهده می‌شود که در سه فصل مورد بررسی، منحنی تغییرات نسبت عملکرد تحویل واقعی در آبگیرها در زیر منحنی تغییرات نسبت عملکرد تحویل اسمی قرار دارد که براساس مقادیر سطح زیرکشت قراردادی است. در آبگیرهای انتهایی این دو منحنی اختلاف کمی با هم دارند اما در بعضی از آبگیرها فاصله بین دو منحنی قابل توجه است. می‌توان نتیجه گرفت که مزارعی که از ابتدای کانال اردیبهشت آب دریافت می‌کنند یا به عبارتی دیگر در بالادست قرار دارند، نسبت به مزارع پایین‌دست کانال آب بیشتری برداشت می‌کنند و همین امر باعث می‌شود که کشاورزان در فصول بعدی به امید برداشت آب بیشتر از قرارداد باشند و سطح بیشتری را به زیرکشت ببرند. با این استدلال و با وجود اینکه کانال‌های بالادست آب بیشتری دریافت کرده‌اند مشاهده می‌شود که در کانال T-15 تفاوت نسبت عملکرد تحویل واقعی و اسمی در

www.SID.ir

Archive of SID

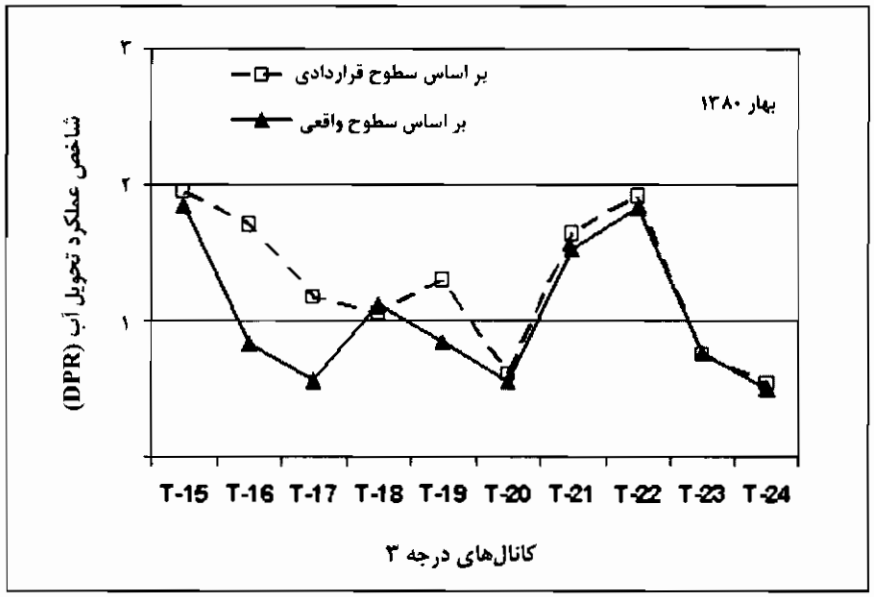
هر سه فصل مورد بررسی کم است یعنی کشاورزانی که از آب این کانال برای آبیاری اراضی خود استفاده می‌کنند تمایلی به افزایش سطح زیرکشت نداشته‌اند. بازدیدهای محلی و صحبت با کشاورزان نشان‌دهنده این واقعیت است که کانال مذکور از نظر رقومی وضعیت مناسبی ندارد و آب به طور مطلوب بر اراضی کشاورزان سوار نمی‌شود. به همین دلیل کشاورزان بهره‌بردار از این کانال برای افزایش سطح زیر کشت ریسک‌پذیری زیادی از خود نشان نمی‌دهند. کانال T-18 و T-20 نیز وضعیت مشابهی دارند. در مورد کانال T-20 باید متذکر شد که ظرفیت کانال برای تأمین آب مورد نیاز اراضی تحت پوشش کافی نیست و به همین جهت کشاورزان تمایلی برای کشت اضافه نداشته‌اند. البته هم‌اکنون ظرفیت این کانال افزایش داده شده است. بنابراین، مقایسهٔ نسبت عملکرد واقعی و اسمی در سال‌ها یا فصول آبیاری مختلف می‌تواند در بررسی مشکلات توزیع آب در شبکه‌های آبیاری مفید باشد.

جدول ۳- مقادیر نسبت عملکرد تحویل در سه فصل آبیاری مورد مطالعه به ازای سطوح زیر کشت واقعی و قراردادی

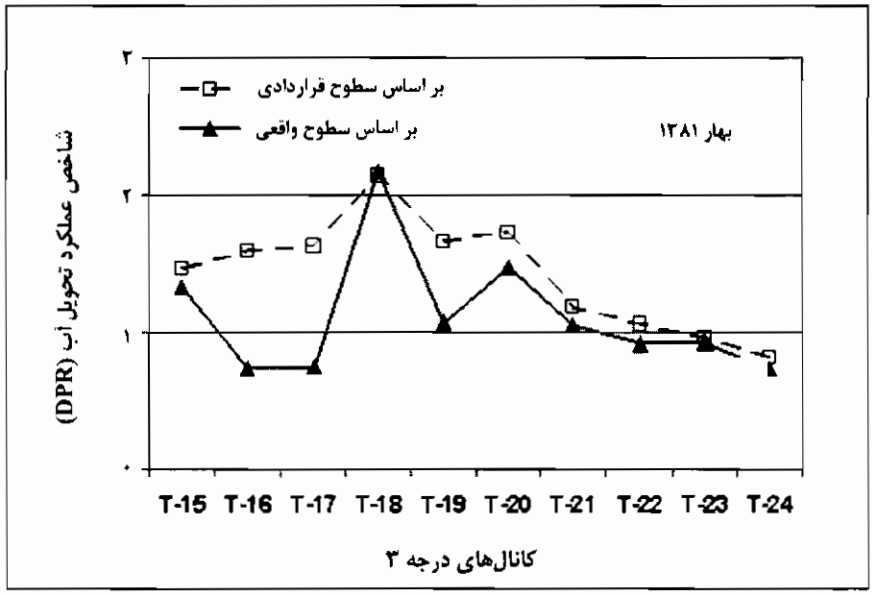
کانال	بهار ۱۳۸۰		بهار ۱۳۸۱		تابستان ۱۳۸۱		میانگین	
	واقعی	قراردادی	واقعی	قراردادی	واقعی	قراردادی	واقعی	قراردادی
T-15	۱/۸۵	۱/۹۵	۱/۳۲	۱/۴۶	۰/۴۹	۰/۶۴	۱/۲۲	۱/۳۵
T-16	۰/۸۳	۱/۷۱	۱/۷۳	۱/۵۹	۰/۹۸	۱/۲۷	۰/۸۵	۱/۵۲
T-17	۰/۵۶	۱/۱۷	۰/۷۴	۱/۶۲	۰/۷۹	۱/۳۰	۰/۷۰	۱/۳۶
T-18	۱/۱۲	۱/۰۵	۲/۱۷	۲/۱۳	۰/۷۳	۰/۹۵	۱/۳۴	۱/۳۸
T-19	۰/۸۴	۱/۳۰	۱/۰۷	۱/۶۶	۰/۸۳	۱/۵۵	۰/۹۱	۱ ۵۰
T-20	۰/۵۵	۰/۶۱	۱/۴۷	۱/۷۲	۱/۰۵	۱/۳۷	۱/۰۲	۱ ۲۳
T-21	۱/۵۳	۱/۶۴	۱/۰۵	۱/۱۸	۱/۵۹	۲/۰۷	۱/۳۹	۱ ۶۳
T-22	۱/۸۳	۱/۹۱	۰/۹۱	۱/۰۶	۰/۶۹	۰/۹۰	۱/۱۴	۱ ۲۹
T-23	۰/۷۶	۰/۷۵	۰/۹۲	۰/۹۶	۰/۲۹	۰/۳۸	۰/۶۶	۰ ۷۰
T-24	۰/۵۱	۰/۵۴	۰/۷۳	۰/۸۱	۰/۲۷	۰/۲۳	۰/۵۰	۰ ۵۳
میانگین	۱/۰۴	۱/۲۶	۱/۱۱	۱/۴۲	۰/۷۷	۱/۰۷	۰/۹۷	۱ ۲۵
حداقل	۰/۵۱	۰/۵۴	۰/۷۳	۰/۸۱	۰/۲۷	۰/۲۳	۰/۵۰	۰ ۵۳
حداکثر	۱/۸۵	۱/۹۵	۲/۱۷	۲/۱۳	۱/۵۹	۲/۰۷	۱/۸۷	۲ ۰۵

www.SID.ir

Archive of SID



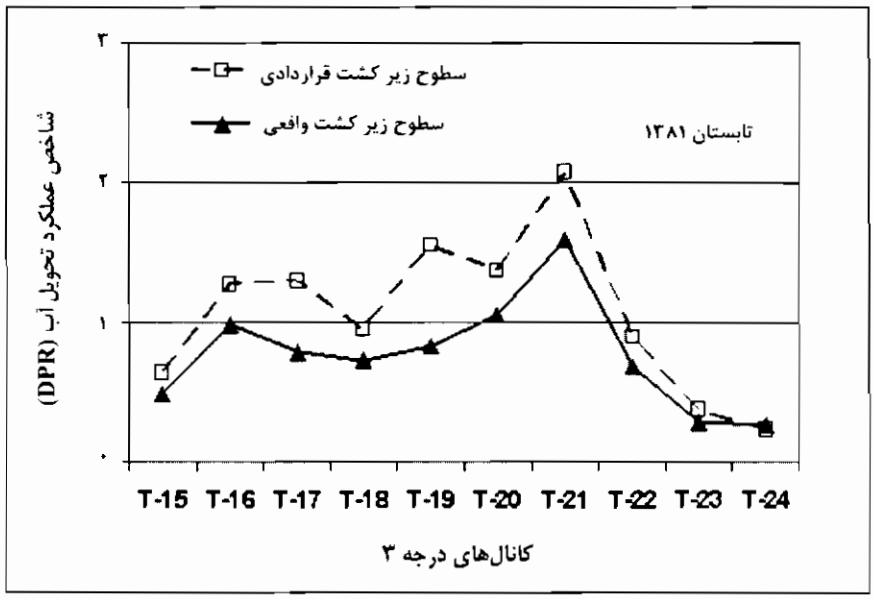
شکل ٤- مقادیر نسبت عملکرد تحویل در بهار ۱۳۸۰



شکل ٥- مقادیر نسبت عملکرد تحویل در بهار ۱۳۸۱

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ٦- مقادیر نسبت عملکرد تحویل در تابستان ۱۳۸۱

یکی از شاخص‌های مهم در بررسی عملکرد شبکه، شاخص عدالت توزیع آب در شبکه است که از رابطه ۶ محاسبه می‌شود و هرچه مقدار آن کوچک‌تر و به صفر نزدیک‌تر باشد عدالت توزیع آب در شبکه بیشتر است. جدول ۴ مقادیر شاخص عدالت توزیع آب را در سه فصل آبیاری مورد بررسی و به ازای سطوح زیرکشت واقعی و قراردادی نشان می‌دهد. مشاهده می‌شود که بسته به این که از کدام سطح زیرکشت (قراردادی یا واقعی) استفاده شود شاخص عدالت توزیع آب در شبکه می‌تواند تفاوت زیادی با هم داشته باشند. مقادیر شاخص عدالت توزیع محاسبه شده نشان می‌دهد که در هر دو حالت مورد بررسی عدالت توزیع آب در شبکه وضعیت مناسبی ندارد و تخلف کشاورزان از قرارداد خود با شرکت بهره‌برداری از شبکه‌های آبیاری و زهکشی باعث شده است عدالت توزیع آب در شبکه کمتر شود یا به عبارت دیگر مقدار شاخص افزایش یابد.

جدول ٤- مقادیر شاخص عدالت توزیع آب در سه فصل آبیاری به ازای سطوح زیر کشت قراردادی و واقعی

شرایط کشت	دوره		
	بهار ۱۳۸۰	بهار ۱۳۸۱	تابستان ۱۳۸۱
بر اساس سطوح قراردادی	۰/۴۲	۰/۲۹	۰/۵۳
بر اساس سطوح واقعی	۰/۵۰	۰/۴۰	۰/۵۱

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵، مقادیر بازده آبیاری را با توجه به مقدار آب تحویل داده شده به کانال‌های درجه ۳ و آب مورد نیاز نشان می دهد. در کانال‌هایی که آب تحویل داده شده کمتر از آب مورد نیاز است، طبق تعریف، بازده را می‌توان ۱۰۰ درصد فرض کرد. اما باید توجه داشت که هرچند در بعضی از این کانال‌ها بازده ۱۰۰ درصد به دست آمده است اما این موضوع بدان معنی نیست که تحویل آب درست بوده است زیرا در این کانال‌ها کفایت آبیاری وضعیت خوبی نداشته است. دراین شرایط شاخص کفایت آبیاری برابر با همان نسبت عملکرد تحویل (DPR) است.

جدول ۵- درصد بازده تحویل آب به کانال‌ها درفصول مختلف و سطوح زیر کشت متفاوت

کانال	بهار ۱۳۸۰		بهار ۱۳۸۱		تابستان ۱۳۸۱	
	واقعی	قراردادی	واقعی	قراردادی	واقعی	قراردادی
T-15	۵۵	۵۱	۷۶	۶۹	۱۰۰	۱۰۰
T-16	۱۰۰	۵۹	۱۰۰	۶۳	۱۰۰	۷۹
T-17	۱۰۰	۸۶	۱۰۰	۶۲	۱۰۰	۷۷
T-18	۸۹	۹۵	۴۶	۴۷	۱۰۰	۱۰۰
T-19	۱۰۰	۷۷	۹۴	۶۰	۱۰۰	۶۵
T-20	۱۰۰	۱۰۰	۶۸	۵۸	۹۵	۷۳
T-21	۶۵	۶۱	۹۵	۸۵	۶۳	۴۸
T-22	۵۵	۵۲	۱۰۰	۹۴	۱۰۰	۱۰۰
T-23	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
T-24	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
میانگین	۸۶	۷۸	۸۸	۷۴	۹۶	۸۴

نکتهٔ مهم در مورد مقادیر بازده ذکر شده در جدول ۵ این است که این مقادیر بازده کل آبیاری در هر کانال نیست و فقط بازده تحویل آب کانال‌های درجه ۳ بر اساس مقادیر آب مورد نیاز و آب تحویل داده شده خواهد بود که با استفاده از رابطه ۴ تخمین زده شده است. مقادیر این جدول نشان می‌دهد که بازده واقعی به دست آمده از سطوح زیرکشت واقعی بیشتر از بازده به دست آمده بر اساس سطح زیرکشت قراردادی است. متوسط بازده در سه فصل مورد بررسی به ازای سطوح زیرکشت واقعی و قراردادی به ترتیب ۹۰ و ۷۹ بوده است. به ظاهر، تخلف کشاورزان از قرارداد باعث افزایش راندمان شده است اما همان‌گونه که قبلاً نیز گفته شد مهم این است که مطالعه در کدام سطح از شبکه صورت می‌گیرد. از طرف دیگر بالا رفتن راندمان به تنهایی مطلوب نیست و شاخص‌های دیگر نظیر کفایت، عدالت توزیع آب و به موقع بودن آبیاری نیز مهم هستند. طبق جدول ۱، که مقادیر نوصیه شده شاخص‌های مورد بررسی را نشان می‌دهد، بازده واقعی شبکه مذکور با استفاده از سطوح زیر کشت واقعی (۹۰ درصد) در رده خوب واقع می‌شود در حالی که بازده اسمی شبکه که با استفاده از سطوح زیرکشت قراردادی محاسبه شده است (۷۹ درصد) در رده ضعیف واقع می‌شود. بنابراین در اینجا نیز تفاوت نتایج به دست آمده در استفاده از سطوح زیرکشت واقعی به جای سطوح زیرکشت قراردادی در تعیین شاخص‌های مدیریتی شبکه مشاهده می‌شود. جدول ۶ مقادیر شاخص تغییرات زمانی تحویل آب را در شبکه مورد مطالعه نشان می‌دهد. مشاهده می‌شود که در بیشتر حالات مقدار این

www.SID.ir

Archive of SID

شاخص از ۰/۲۰ بیشتر است که نشان‌دهنده عملکرد ضعیف کانال‌های درجه ۳ شبکه از نظر پایداری تحویل زمانی آب است.

متوسط شاخص تغییرات زمانی تحویل آب که برای کانال‌های درجه ۳ محاسبه شده است به ازای سطوح زیر کشت واقعی و قراردادی به ترتیب ۰/۳۷ و ۰ ۳۵ محاسبه شده است که با توجه به جدول ۱ عملکرد شبکه در ردهٔ ضعیف قرار می‌گیرد. در این حالت، تفاوت سطوح زیر کشت واقعی و قراردادی تاثیر زیادی بر مقدار شاخص مورد بررسی نداشته است.

جدول ٦- مقادیر شاخص تغییرات زمانی تحویل آب در کانال‌های مورد مطالعه

کانال	مقدار واقعی	مقدار اسمی
T-15	۰/۵۶	۰/۴۹
T-16	۰/۱۵	۰/۱۵
T-17	۰/۱۷	۰/۱۷
T-18	۰/۵۶	۰/۴۸
T-19	۰/۱۵	۰/۱۲
T-20	۰/۴۵	۰/۴۶
T-21	۰/۲۱	۰/۲۷
T-22	۰/۵۳	۰/۴۲
T-23	۰/۵۰	۰/۴۲
T-24	۰/۴۶	۰/۵۵
میانگین	۰/۳۷	۰/۳۵

نتیجه‌گیری

نتایج به دست آمده از پژوهش حاضر حاکی از آن است که عملکرد شبکه از لحاظ عدالت توزیع آب در مکان و زمان وضعیت مطلوبی ندارد. نتایج به دست آمده بر اساس سطوح زیرکشت واقعی مساحی شده با مقادیر اسمی آن که بر اساس قراردادهای منعقده بین کشاورزان و مدیریت آبیاری منطقه به دست می‌آید کاملاً تفاوت دارد. درست است که افزایش سطح زیرکشت هر کانال درجه ۳ و ثابت ماندن بده آن ممکن است در ظاهر باعث بهبود بعضی از شاخص‌های عملکرد در سطح کانال درجه ۳ شود ولی در واقع این‌گونه نیست و افزایش سطح زیر کشت باعث بر هم خوردن نظم آبیاری مزارع مجاور خواهد شد. بنابراین، بهتر است شاخص‌ها فقط در سطح کانال مشخص (سطح کانال‌های درجه ۳) مطالعه نشود و در سطوح پایین‌تر (کانال‌های درجه ۴) نیز به صورت همزمان انجام شود. وضعیت کمابیش آبیاری در کانال‌های انتهایی شبکه بسیار نامناسب است در حالی که کانال‌های بالادست بیشتر از مقدار مورد نیاز آب دریافت می‌کنند. همچنین بعضی از کانال‌ها به دلیل مسائل فنی و فیزیکی کانال عملکرد خوبی ندارند. مهم‌ترین فایدهٔ تجزیه و تحلیل شاخص‌های عملکرد بر اساس سطوح زیر کشت واقعی و قراردادی این است که از تفاوت بین منحنی‌های نسبت عملکرد تحویل آب واقعی و اسمی در کانال می‌توان تا حدی به مناسب بودن کانال از لحاظ تحویل آب به کشاورزان پی برد و نقاطی را مشخص کرد که کشاورزان امکان دریافت آب بیشتر و در نتیجه کشت بیشتر دارند. با توجه به تمایل کشاورزان برای کشت بیشتر از قرارداد، پیشنهاد می‌شود آب

www.SID.ir

Archive of SID

مورد نیاز کشاورزان بر اساس کل حجم آب موجود در هر فصل و با توجه به سطح زیرکشت کل منطقه بین کشاورزان به صورت حجمی تحویل شود و از نظر سطح زیرکشت، کشاورزان محدودیتی نداشته باشند. با این کار کشاورزان ترغیب می‌شوند تا با استفادهٔ صحیح تر از آب، سطح زیرکشت خود را بالا ببرند که این مسئله هم باعث بازده اقتصادی بیشتر منطقه و هم استفاده درست تر از منابع آب موجود می‌شود.

مراجع

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

Bos, M. G. and Nugteren, J. N. 1982. On irrigation efficiencies. International Institute for Land Reclamation and Improvement. ILRI. publication 19.

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

Molden, D. J., Sakhtivadivel, R., Perry, C. J., de Fraiture, C. and Kloezen, W. H. 1998. Indicators for comparing performance of irrigated agricultural systems. IWMI Res. Rep. No. 20. Colombo. Sri Lanka.

Molden, D. J. and Gates, T. K. 1990. Performance measures for evaluation of irrigation-water-delivery systems. J. Irrig. Drain. Eng. 116(6): 804-823.

Safarinezhad, D. 1991. Discharge algorithms for canal radial gates. M.Sc. Thesis. Shiraz University. Shiraz. Iran. (in Farsi)

Salemi, H. R. 1995. Evaluation of hydraulic performance and operation of flow control structures in Doroodzan and Zayandeh-Rood irrigation networks. M.Sc. Thesis. Shiraz University. Shiraz. Iran. (in Farsi)

Sanaee - Jahromi, S., Feyen, J., Wyseure, G. and Javan, M. 2001. Approach to the evaluation of undependable delivery of water in irrigation schemes. Irrig. Drain. Sys. 15: 197-213.

Sanaee - Jahromi, S. and Feyen, J. 2001. Spatial and temporal variability performance of the water delivery in irrigation schemes. Irrig. Drain. Sys. 15: 215-233.

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

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

Shahrokhnia, M. A. and Javan, M. 2003. Assessment of delivery structures' sensitivities in Doroodzan irrigation system by mathematical modeling. Proceedings of the 11th Congress of the Iranian National Committee on Irrigation and Drainage. Dec. 20-21. Tehran. Iran. (in Farsi)

www.SID.ir

Archive of SID

Journal of Agricultural Engineering Research/Vol.7 /No. 29 / Winter 2007 / P: 33-46

Evaluation of Irrigation Performance Indicators in the Doroodzan Irrigation Network

M. A. Shahrokhnia and M. Javan

Many irrigation networks over the world suffer from low irrigation performances and there is a need to evaluate the related problems in the corresponding agriculture district. In the present study, the irrigation performance in Doroodzan Irrigation Network was evaluated in Fars province. Some performance indicators such as efficiency, equity, dependability and delivery performance ratio were measured using the actual and pre-determined irrigated areas. For this purpose, during three irrigation seasons the delivered water in the beginning of tertiary canals was measured. Results showed that the water delivery was not equitable and upstream farmers received more water than the end-users. The difference between actual and pre-determined irrigated areas caused significant changes on the values of performance indicators which could be important for managers.

Key words: Adequacy, Efficiency, Equity, Irrigation Network

www.SID.ir