

## تغییرات زمانی و مکانی آب توزیع شده در کانال‌های شبکه سد درودزن

مآنده فرخی<sup>۱\*</sup>، علی اکبر کامگار حقیقی<sup>۲</sup>، علیرضا سپاسخواه<sup>۳</sup>، شاهرخ زندپارسا<sup>۴</sup>، تورج هنر<sup>۵</sup>

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۲/۱۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۷/۹

### چکیده

یکی از اساسی‌ترین راهکارها برای ارتقای بهره‌وری آب کشاورزی، توزیع مناسب آب در شبکه کانال‌های آبیاری می‌باشد. در این تحقیق، توزیع آب در شبکه آبیاری و زهکشی درودزن برای ۱۴ سال آماری (۱۳۷۵ تا ۱۳۸۹) بررسی شد. این شبکه در شمال غرب استان فارس واقع است که از سد مخزنی درودزن تغذیه می‌شود. با داشتن مقادیر حجم آب ورودی به کانال اصلی و کانال‌های زیرمجموعه آن، توزیع آب در شبکه درودزن بین کانال‌های هامون، اردیبهشت، سمت چپ و ابرج مورد بررسی قرار گرفت. از بررسی ماهانه توزیع آب در سال‌های مورد مطالعه دیده شد که در ماه‌های فروردین و اردیبهشت، آب وارد شده به کانال‌ها زیاد، در آبان کم و در بهمن وجود نداشته است. شاخص حجم سالانه آب تخصیص یافته بر واحد سطح بر اساس آب تحویلی تعریف شد، که به منظور توزیع عادلانه آب باید میزان این شاخص در کانال‌ها برابر باشد در حالی که با محاسبه آن مشخص شد که مقدار به دست آمده برای کانال هامون نسبت به سایر کانال‌ها کم‌تر است. کم‌ترین مقدار میانگین سالانه این شاخص برای کانال هامون ( $0.19 \text{ l.s}^{-1} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) و بیش‌ترین مقدار برای کانال ابرج ( $0.37 \text{ l.s}^{-1} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) به دست آمد. نتایج نشان داد که کانال هامون نسبت به سایر کانال‌ها آب کم‌تری در واحد سطح گرفته و این مقدار در کانال ابرج با کم‌ترین سطح زیر کشت در غالب سال‌ها بیش‌تر از سایر کانال‌ها بوده است. پیشنهاد شد، آب مورد نیاز کشاورزان با توجه به سطح قابل کشت منطقه و بر اساس کل حجم آب تحویلی در هر سال، با رعایت عدالت، بین کشاورزان تحویل حجمی گردد تا آنان از توزیع آب مناسب‌تری برخوردار گردند.

واژه‌های کلیدی: سد درودزن، توزیع، شبکه آبیاری، عدالت

### مقدمه

گوناگونی انجام می‌شود که هر کدام از این روش‌ها بر تأمین به اندازه، به موقع و منصفانه آب اثرات مختلفی خواهد گذاشت. در یک تحقیق در شبکه آبیاری دشت ورامین به وسیله آنالیز ماتریسی، یکنواختی زمانی و مکانی تحویل آب تعیین گردید (طبابی و منتظر، ۱۳۹۱). آن‌ها نتیجه گرفتند که با توجه به آنالیز مکانی و زمانی نسبت‌های تحویل آب به خوبی می‌توان در شبکه‌های آبیاری و زهکشی مدیریت نمود. در تحقیقی توسط محسنی موحد و منعم (۱۳۸۶) مدل جدیدی که تابع هدف آن ترکیب خطی از شاخص‌های راندمان کفایت، عدالت و پایداری در تحویل آب بود، را ارائه دادند و نتایج آن‌ها نشان داد این مدل قادر است پاسخ‌هایی را با دقت کافی در زمان کوتاهی ارائه نماید. در پژوهشی توسط منعم و همکاران (۱۳۸۶) با استفاده از الگوریتم ژنتیک، در مدل برنامه‌ریزی، تحویل بهینه آب در کانال‌های شبکه آبیاری فومانات در گیلان تهیه گردید. با توجه به نتایج تحقیق نتیجه‌گیری گردید که مدل توسعه یافته می‌تواند به عنوان یک ابزار مفید در مدیریت توزیع آب در شبکه‌های آبیاری به کار گرفته شود. نتایج ماهرانی (۱۳۷۳) در مطالعه تعیین مقدار و نحوه تحویل آب در آبگیرهای مختلف یک شبکه آبیاری نشان داد که انتخاب نحوه توزیع آب در آبگیرهای مزرعه نقش اساسی در نحوه بهره‌برداری یک شبکه

از آنجا که حیات اقتصادی وابستگی اجتناب ناپذیری به مساله آب دارد، مطالعات مربوط به انتقال و توزیع آب در شبکه‌های آبیاری و زهکشی امری بسیار ضروری می‌باشد. نظارت بر سیستم توزیع آب می‌تواند کمک شایانی به حفظ منابع آبی و مصرف بهینه آن نماید. از اثرات نامطلوب بهره‌برداری ضعیف در شبکه‌های آبیاری، تحویل و توزیع نامناسب آب به کانال‌ها و انشعابات و به تبع آن در سطح اراضی می‌باشد. به طوری که در یک کانال آبیاری، میزان آب تحویلی از هر دریچه با نیاز اراضی پایین دست آن مطابقت نداشته که باعث کاهش عملکرد خواهد شد. یکی از اساسی‌ترین راهکارها برای ارتقای بهره‌وری آب کشاورزی، تعیین روش‌های بهره‌برداری بهینه در شبکه‌های انتقال و توزیع آب می‌باشد. مدیریت انتقال و توزیع آب به روش‌های

۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی بخش مهندسی آب دانشگاه شیراز

۲و۳- استادان بخش مهندسی آب دانشگاه شیراز

۴و۵- دانشیاران بخش مهندسی آب دانشگاه شیراز

\*- نویسنده مسئول: (Email: maedehfarokhi@gmail.com)

## مواد و روش‌ها

شبکه آبیاری درودزن در شمال غرب استان فارس واقع است که از سد مخزنی درودزن تغذیه می‌شود. سد مخزنی درودزن در صد کیلومتری شمال غرب شیراز، بر روی رودخانه کر احداث شده است و با تنظیم حدود ۷۶۰ میلیون متر مکعب آب در سال، آب کشاورزی حدود ۴۲ هزار هکتار از اراضی بلوک رامجرد و حدود ۳۴ هزار هکتار از اراضی منطقه کربال و کناره مرودشت را تأمین می‌نماید (اطلاعات نشر نشده آب منطقه‌ای فارس). نقشه شبکه آبیاری رامجرد در اراضی زیر دست سد درودزن در شکل ۱ آمده است.

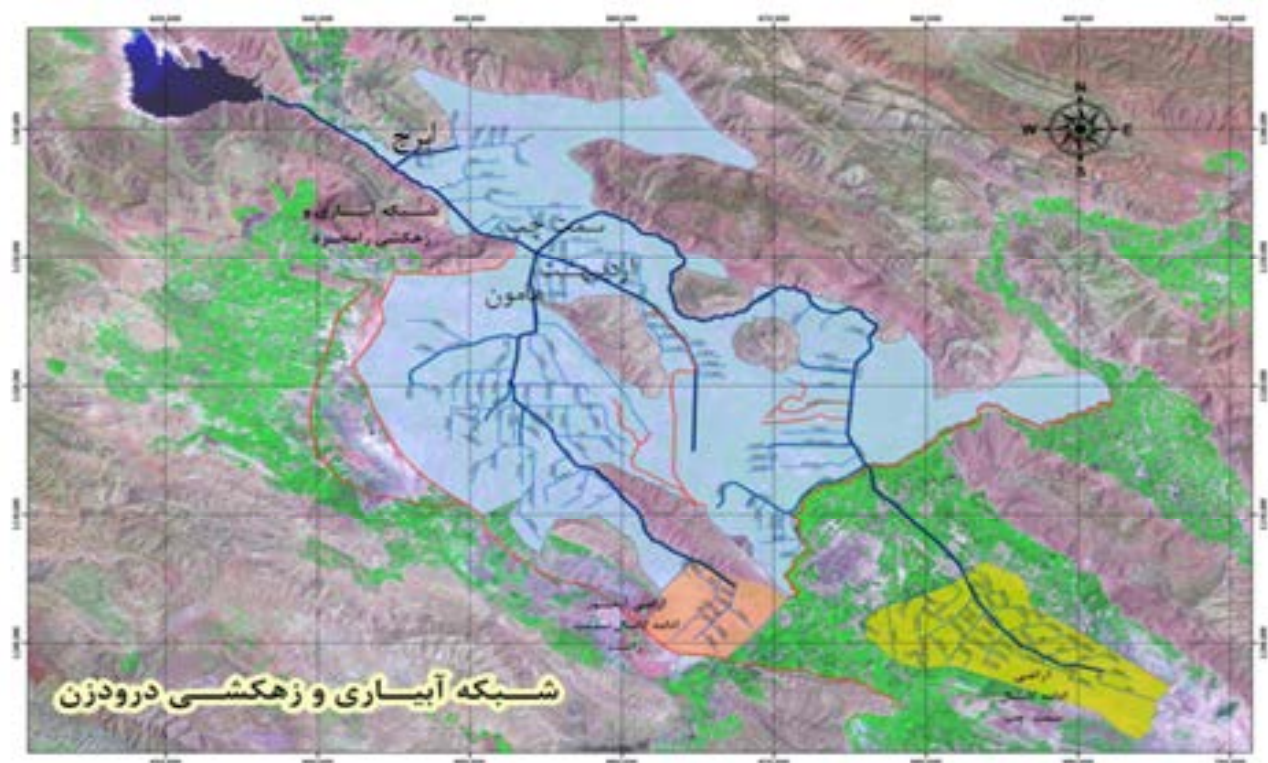
این شبکه مشتمل بر چهار قسمت است، یک قسمت شامل کانال‌های فرعی منشعب شده از کانال اصلی و کانال ابرج است که اصطلاحاً به نام کانال ابرج نامیده می‌شود. قسمت‌های دیگر از سه کانال به نام‌های کانال هامون، کانال اردیبهشت و کانال سمت چپ تشکیل شده است. آبی که از سد درودزن رها می‌شود بخشی وارد رودخانه کر می‌شود و بخشی هم وارد کانال اصلی می‌شود که بعد از ۲۲/۵ کیلومتر به محل آب پخش می‌رسد، در این مسیر مقداری از آب وارد کانال ابرج و چند کانال درجه ۳ دیگر از جمله  $T_4, T_5, T_6, T_8$  و... می‌گردد.

در محل آب پخش آب بین کانال‌های هامون، اردیبهشت و سمت چپ تقسیم می‌گردد، اگر حجم آبی که وارد کانال اصلی می‌شود از حجم آبی که در محل آب پخش به کانال‌های هامون، اردیبهشت و سمت چپ می‌ریزد کم کنیم، مقدار آبی را نشان می‌دهد که صرف اراضی تحت پوشش کانال ابرج می‌گردد.

روش انتقال و توزیع آب در این شبکه به این صورت است، که بعد از آن که توزیع آب در شبکه در مهر ماه سال زراعی قطع می‌شود، با توجه به میزان سطح زیر کشت و الگوی کشت بر اساس قراردادهای منعقد کشاورزان با شرکت آب منطقه‌ای فارس، کل میزان آب مورد نیاز برای کشت‌های عمده برآورد می‌شود. شایان ذکر است که شرکت بهره‌برداری فارس از سال ۸۱ مبادرت به تحویل حجمی آب در کانال اردیبهشت نموده است. کانال اردیبهشت به عنوان یک شبکه پیش‌تاز انتخاب نموده و در ورودی هر کانال درجه ۳ ادوات لازم جهت اندازه‌گیری دبی ورودی به هر کانال درجه ۳ طراحی و نصب شده است. برای جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز، از روش‌های مطالعه اسناد و منابع و جمع‌آوری اطلاعات فنی از ادارات و سازمان‌های مربوطه استفاده گردید. اطلاعات مربوط به سطح زیر کشت، نوع کشت، دبی ورودی به هر کدام از کانال‌های هامون، اردیبهشت، سمت چپ و ابرج در سال‌های مختلف به صورت روزانه تهیه گردید، براساس این داده‌ها مقادیر حجم آب خروجی از زیر سد که در کانال اصلی رها شده و مقادیر آب وارد شده به هر کدام از کانال‌های هامون، اردیبهشت، سمت چپ و ابرج، در دهه‌های مختلف سال‌های ۱۳۷۵ تا ۱۳۸۸ و فاکتورهای آماری مانند متوسط، انحراف معیار محاسبه گردید.

ایفا می‌کند. بررسی‌های پورزند (۱۳۷۳) در مطالعه طراحی نحوه بهره‌برداری از شبکه‌های آبیاری دشت قزوین نشان داد با احیای تشکل‌های کشاورزان و مشارکت آن‌ها در امر بهره‌برداری و نگهداری از شبکه‌ها، ضمن هدایت آن‌ها در جهت توجه به ضوابط بهره‌برداری، شرایط را برای استفاده بهینه از امکانات فراهم نموده است. نتایج سئای جهرمی و همکاران در مطالعه مدیریت انتقال و توزیع آب در شبکه آبیاری وزهکشی درودزن نشان داد، با فرض بهره‌برداری صحیح و کامل در حد راندمان پروژه حدود یک پنجم از آب مورد انتقال یا مورد نیاز در سال‌های پرباران و کم باران مورد بررسی به علت نبودن برنامه‌ریزی در انتقال و توزیع آب، به موقع توزیع نگردیده است (Sanaee-jahromi et al, 2000). سپهری منش (۱۳۷۷) در مطالعه مدیریت آب در شبکه‌های آبیاری وزهکشی نشان داد که آموزش امور بهره‌برداری و نگهداری، روند مؤثری است که بایستی از آن در شبکه آبیاری واگذار شده به مدیریت مشارکتی با سازمان‌های دولتی و تشکل‌های آبیاری کشاورزان استفاده نمود. بررسی‌های افتخارزاده و مسعودیان (۱۳۷۷) در اندازه‌گیری حجمی آب که بایستی جز لاینفک مدیریت بهینه شبکه آبیاری باشد، نشان داد که مدیریت هر مجموعه مستلزم دسترسی به اطلاعات صحیح و به موقع، در خصوص پارامترهای مشخص و تعیین‌کننده به انضمام در اختیار داشتن نظام پردازش اطلاعات و تصمیم‌گیری اجرائی بر اساس آن است. سالمی و جوان (۱۳۸۳) در مطالعه خود تحت عنوان سیستم مدیریت، بهره‌برداری، تعمیر و نگهداری شبکه‌های آبیاری زاینده‌رود اصفهان و درودزن فارس نتیجه گرفتند که به دلیل عدم کنترل، بازبینی و مرمت قسمت‌های تخریب شده سیستم، پس از سپری شدن چند سال از اجرای شبکه، بهره‌وری آن‌ها رو به نقصان می‌رود. بررسی‌های دیندارلو (۱۳۸۷) در ارزیابی توزیع آب با روش مساحتی و حجمی در کانال اردیبهشت نشان داد، با در نظر گرفتن الگوی کشت مناسب در منطقه و در حالتی که میزان آب مورد نیاز شبکه از چاه‌ها و کانال تأمین شود، عملکرد شبکه در توزیع آب در این کانال وضعیت مطلوب‌تری را خواهد داشت.

در این پژوهش با استفاده از داده‌های اندازه‌گیری شده دبی در شبکه آبیاری و زهکشی درودزن و کانال‌های تحت پوشش آن برای ۱۴ سال آماری (۱۳۷۵ تا ۱۳۸۹) و مساحت تحت پوشش این شبکه و کانال‌ها، تغییرات زمانی و مکانی توزیع آب با تأکید بر سال‌های ترسالی و خشکسالی مورد ارزیابی قرار گرفت. همچنین سعی گردید شاخصی ساده جهت حجم سالانه آب تخصیص یافته بر واحد سطح بر اساس آب تحویلی به کشاورزان، عدالت توزیع آب در شبکه درودزن و کانال‌های هامون، اردیبهشت، سمت چپ و ابرج مورد ارزیابی و بررسی قرار گیرد.



شکل ۱- نقشه شبکه آبیاری اراضی رامجرد در زیردست سد درودزن

در سال‌های ۸۰-۷۹، ۸۸-۸۷ و ۸۹-۸۸ بارندگی کم بوده است، حجم کم‌تری از آب وارد کانال‌ها شده و در عوض در سال‌های پرباران آب بیش‌تری وارد کانال‌ها شده است. بیش‌ترین مقدار حجم آب تحویلی به شبکه درودزن مربوط به سال ۱۳۸۳-۱۳۸۲، معادل ۷۲۷/۵ میلیون متر مکعب بوده است. در سال ۸۷-۸۶ که یک سال کم باران بوده ولی میزان آب ورودی به شبکه آبیاری نسبتاً بالا بود که این به علت بالا بودن مقدار بارندگی سال قبل آن بود. در سال ۸۸-۸۷ به علت پایین بودن بارندگی در سال قبل، مقدار حجم آب ورودی به شبکه پایین بود که این نشان دهنده این است که مقدار حجم آب ورودی به شبکه با مقادیر بارندگی همان سال و بارندگی سال گذشته آن ارتباط دارد. لذا همبستگی بین مقادیر بارندگی همان سال و سال گذشته با مقادیر حجم آب ورودی به شبکه برای ۱۴ سال آماری، رابطه‌ای با عرض از مبدا صفر، با مقادیر  $n = 14$ ،  $R^2 = 0.93$  حاصل گردید که به صورت زیر است:

$$V = 0.5043 X_1 + 0.4032 X_2 \quad (2)$$

که در آن  $V$  حجم آب ورودی به شبکه درودزن در هر سال (میلیون مترمکعب)،  $X_1$  مقدار بارندگی همان سال (میلی‌متر) و  $X_2$  مقدار بارندگی سال گذشته آن (میلی‌متر) می‌باشد. جدول ۱ نشان می‌دهد که در سال‌های مختلف هر کدام از

برای محاسبه میزان حجم سالانه آب تخصیص یافته بر واحد سطح ( $V_a$ ) به منظور تعیین عدالت در شبکه درودزن از رابطه زیر استفاده گردید:

$$V_a = V_t / A \quad (1)$$

که در آن  $V_a$  مقدار حجم سالانه آب تخصیص یافته بر واحد سطح،  $V_t$  حجم آب ورودی به کانال (میلیون مترمکعب) و  $A$  مساحت خالص کانال (مساحتی که طراحی اولیه شبکه و زیرش‌ها براساس آن صورت گرفته است). (هکتار) می‌باشد. به منظور توزیع عادلانه آب در شبکه میزان این شاخص بایستی در هر سال برای هر کدام از کانال‌ها برابر باشد.

## نتایج و بحث

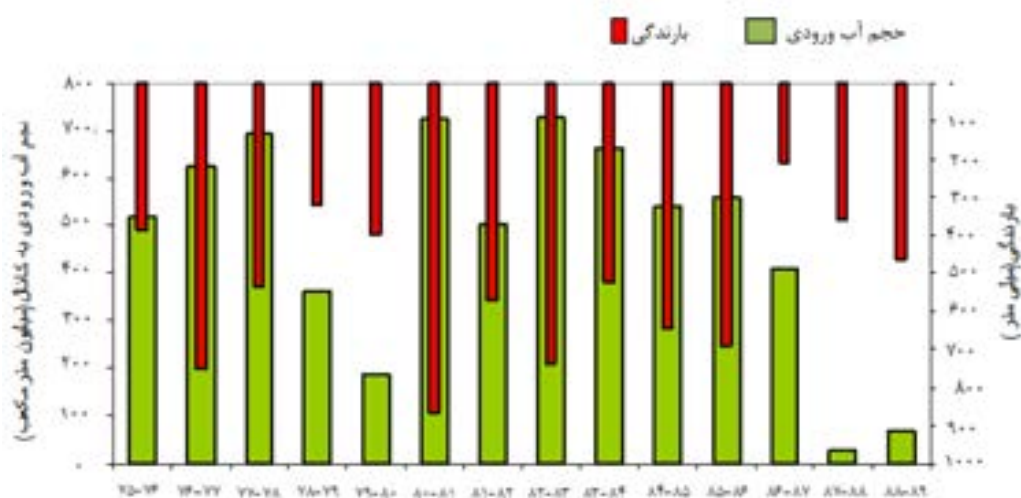
مقادیر مختلف حجم آب ورودی به کل شبکه آبیاری درودزن و میانگین بارندگی در ایستگاه‌های دهکده سفید، چمریز، جمال بیگ، چوخیله و عباس آباد که در بالادست سد درودزن قرار دارند در شکل ۲ برای سال‌های مختلف ارائه گردید. شکل ۳ مقادیر مختلف حجم آب ورودی به زیرشبکه‌های آبیاری هامون، اردیبهشت، سمت چپ و ابرج را نشان می‌دهند. همان‌طور که مشاهده می‌شود، چون

صفر می‌باشد.

در جدول ۳ داده‌های مربوط به مقادیر میانگین بارندگی ایستگاه-های دهکده سفید، چمریز، جمال بیگ، چوبخله و عباس آباد که در بالادست سد درودزن قرار دارند، ارائه شده است. دیده می‌شود در تابستان بارندگی ناچیز و عمده بارندگی‌ها در ماه‌های زمستان نازل شده است. بر اساس جدول ۳، از توزیع بارندگی در طول سال نتیجه می‌شود، در تابستان به علت ناچیز بودن بارندگی‌ها و بالا بودن دمای هوا و تبخیر و تعرق، بیش‌ترین نیاز آبیاری وجود دارد.

کانال‌ها چه درصدی از کل حجم آب وارد شده به کانال اصلی را دریافت کرده‌اند.

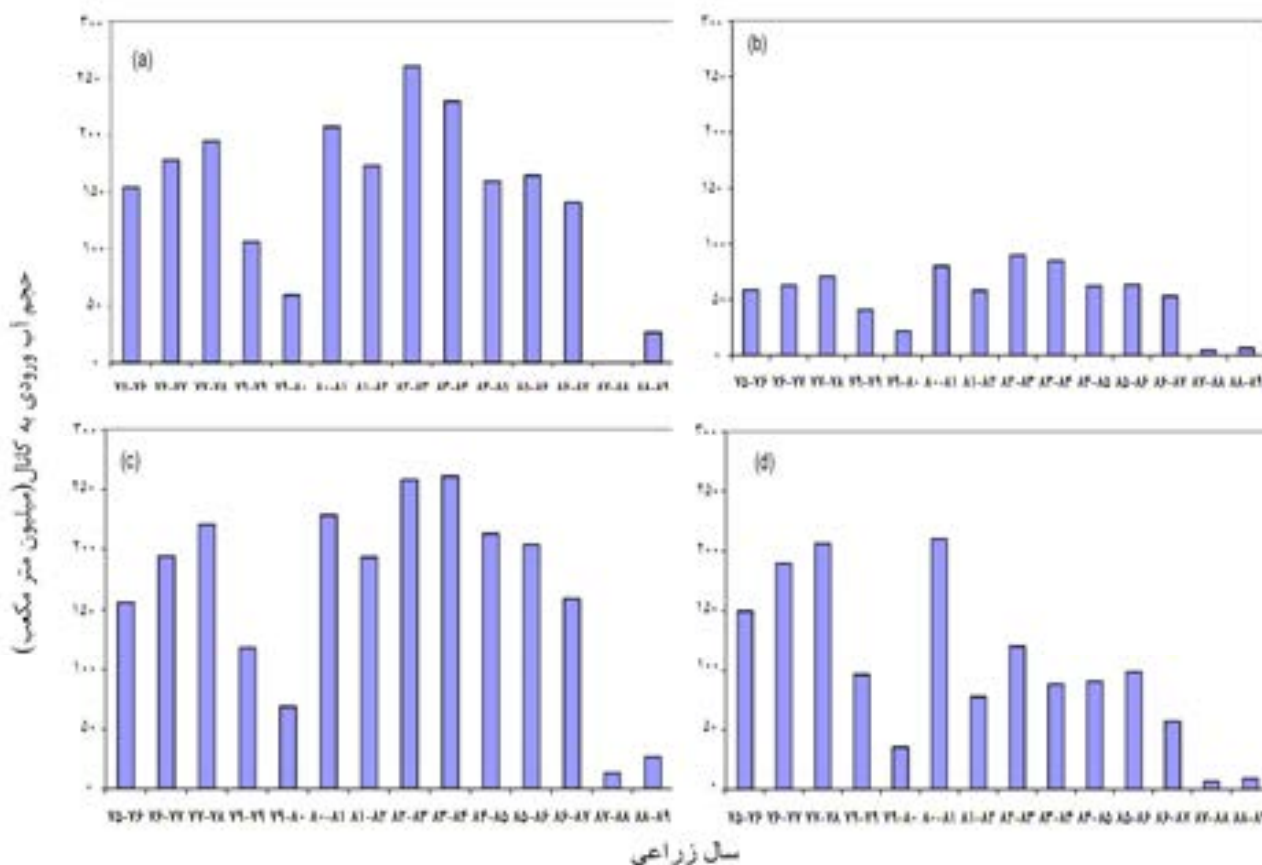
با توجه به جدول ۱ کم‌ترین درصد آب وارد کانال اردیبهشت شده است ولی توزیع آب در سه کانال دیگر در سال‌های مختلف متفاوت می‌باشد. می‌توان گفت سطح زیر کشت کانال‌ها یک فاکتور مؤثر در توزیع آب در کانال‌ها می‌باشد. جدول ۲ مساحت زیر کشت کانال‌های مختلف شبکه آبیاری درودزن را در سال‌های مختلف نشان می‌دهد. مثلاً در سال ۸۷-۸۸ در سطح تحت آبیاری توسط کانال هامون، کشتی صورت نگرفته است، لذا در این کانال حجم آب رها شده



شکل ۲- مقادیر مختلف به شبکه آبیاری درودزن و متوسط بارندگی حوضه بالادست سد در سال‌های مختلف زراعی

جدول ۱ - درصد آب ورودی به کانال‌های مختلف از کل آب ورودی به شبکه

کانال				
سال زراعی	ابرج	سمت چپ	اردیبهشت	هامون
۷۵-۷۶	۲۹	۳۰	۱۱	۳۰
۷۶-۷۷	۳۰	۳۱	۱۰	۲۹
۷۷-۷۸	۳۰	۳۲	۱۰	۲۸
۷۸-۷۹	۲۷	۳۳	۱۱	۲۹
۷۹-۸۰	۱۹	۳۷	۱۲	۳۲
۸۰-۸۱	۲۹	۳۱	۱۱	۲۹
۸۱-۸۲	۱۵	۳۹	۱۲	۳۴
۸۲-۸۳	۱۷	۳۵	۱۲	۳۶
۸۳-۸۴	۱۳	۳۹	۱۳	۳۵
۸۴-۸۵	۱۷	۴۰	۱۲	۳۰
۸۵-۸۶	۱۸	۳۸	۱۲	۳۱
۸۶-۸۷	۱۴	۳۹	۱۳	۳۴
۸۷-۸۸	۲۳	۴۶	۱۷	۰
۸۸-۸۹	۱۳	۳۹	۹	۳۹
میانگین	۲۱	۳۶	۱۲	۳۰
انحراف معیار	۷	۴	۲	۹



شکل ۳- مقادیر مختلف حجم آب ورودی به کانال هامون (a)، اردیبهشت (b)، سمت چپ (c) و ابرج (d) در سال‌های مختلف زراعی

جدول ۲- مساحت زیر کشت کانال‌های مختلف شبکه آبیاری درودزن (هکتار)

کانال					
کل شبکه	هامون	اردیبهشت	سمت چپ	اصلی و ابرج	سال زراعی
۳۶۱۸۴	۱۲۹۹۷/۷	۵۳۴۶/۹	۱۳۷۲۹/۴۳	۵۱۱۰/۲	۷۵-۷۶
۴۳۴۱۵	۱۵۰۷۶	۵۷۳۵/۵	۱۴۹۱۶	۶۶۸۷/۵	۷۶-۷۷
۴۴۸۹۸	۱۵۹۷۹	۶۰۴۷	۱۷۰۱۳	۵۸۵۹	۷۷-۷۸
۲۷۳۸۷	۹۹۵۴	۴۲۷۲	۱۰۵۲۳	۲۶۳۸	۷۸-۷۹
۲۳۹۹۹	۹۳۵۶	۳۶۰۲	۸۱۱۴	۲۹۲۷	۷۹-۸۰
۴۴۵۰۵	۱۶۳۷۸	۶۲۴۱	۱۷۲۳۴	۴۶۵۲	۸۰-۸۱
۴۰۴۶۲	۱۶۳۳۹	۵۶۴۹	۱۴۶۳۳	۳۸۴۱	۸۱-۸۲
۴۴۶۶۶	۱۷۱۰۲	۶۲۹۲	۱۶۱۴۲	۵۱۳۰	۸۲-۸۳
۴۰۴۳۸	۱۵۸۹۰	۵۶۵۱	۱۵۰۴۲	۳۸۵۵	۸۳-۸۴
۳۶۳۳۱	۱۵۳۲۸	۴۷۲۷	۱۲۷۹۷	۳۴۷۹	۸۴-۸۵
۴۰۷۶۹	۱۶۸۰۳	۵۳۰۸	۱۴۶۱۰	۴۰۴۸	۸۵-۸۶
۳۰۱۴۰	۱۳۱۹۳	۴۰۹۴	۹۸۴۰	۳۰۱۳	۸۶-۸۷
۳۷۱۶	۰	۸۹۸	۱۸۳۲	۹۸۶	۸۷-۸۸
۱۳۰۴۲	۵۴۰۰	۱۹۳۰	۳۸۶۰	۱۸۵۲	۸۸-۸۹
۳۳۴۹۷	۱۲۸۴۳	۴۷۰۰	۱۲۰۹۲	۳۸۶۳	میانگین

جدول ۳- مقادیر میانگین بارندگی (میلی متر) در ماه‌های مختلف در ایستگاه‌های بالادست سد درودزن در سال‌های مختلف

سال	ماه												
	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	مجموع
۱۳۷۵	۱۳۲	۹	۱	۰	۲	۰	۵	۰	۲۲	۵۰	۱۶	۵۶	۲۹۱
۱۳۷۶	۱۹۹	۳۹	۱	۳	۰	۰	۰	۲۲	۱۱۶	۱۱۰	۲۴۷	۱۳۸	۸۷۳
۱۳۷۷	۱۱۵	۵	۰	۲	۲	۰	۱	۰	۹۳	۱۱۰	۲۹۱	۶۲۰	
۱۳۷۸	۴۱	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۱۹	۴۰	۱۰۱	۱۱۳	۲۳	۳۳۹
۱۳۷۹	۲۰	۰	۰	۰	۴	۰	۷	۶۹	۱۲۰	۶۷	۴۱	۵۲	۳۸۰
۱۳۸۰	۲۰	۲۳	۱	۰	۰	۰	۰	۲۴	۴۲۶	۱۶۴	۴۵	۵۸	۷۵۹
۱۳۸۱	۱۴۷	۴	۰	۰	۰	۰	۰	۱۹	۱۰۰	۵۲	۱۸۱	۹۴	۵۹۵
۱۳۸۲	۸۶	۴۴	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۰۸	۴۰۳	۷۹	۷۶	۷۹۵
۱۳۸۳	۶۱	۱۰	۰	۲	۰	۰	۰	۳	۲۱۰	۱۳۱	۵۴	۱۰۲	۵۷۴
۱۳۸۴	۱۷	۷	۰	۱	۰	۰	۰	۷۳	۱۵	۲۷۶	۱۵۶	۱۰	۵۵۵
۱۳۸۵	۱۰۱	۱۴	۰	۰	۰	۰	۰	۵۰	۹۸	۶۹	۱۳۳	۶۴	۵۲۹
۱۳۸۶	۲۷۷	۰	۱	۲	۰	۰	۰	۱	۴۴	۹۸	۵۹	۵	۴۸۷
۱۳۸۷	۲	۰	۰	۰	۰	۲	۰	۶۶	۲۲	۲۶	۵۹	۴۹	۲۲۵
۱۳۸۸	۱۳۴	۴	۰	۰	۰	۲	۰	۴۳	۱۷۹	۱۶	۹۹	۴۷	۲۲۵
میانگین	۹۷	۱۱	۰	۱	۱	۰	۱	۲۸	۱۰۷	۱۱۸	۹۹	۷۶	۵۳۹
انحراف معیار	۷۸	۱۴	۰	۱	۱	۱	۲	۲۷	۱۱۱	۱۰۵	۶۳	۷۱	۱۸۹

گردید که نتایج مربوط به آن در جدول ۵ ارائه شده است.

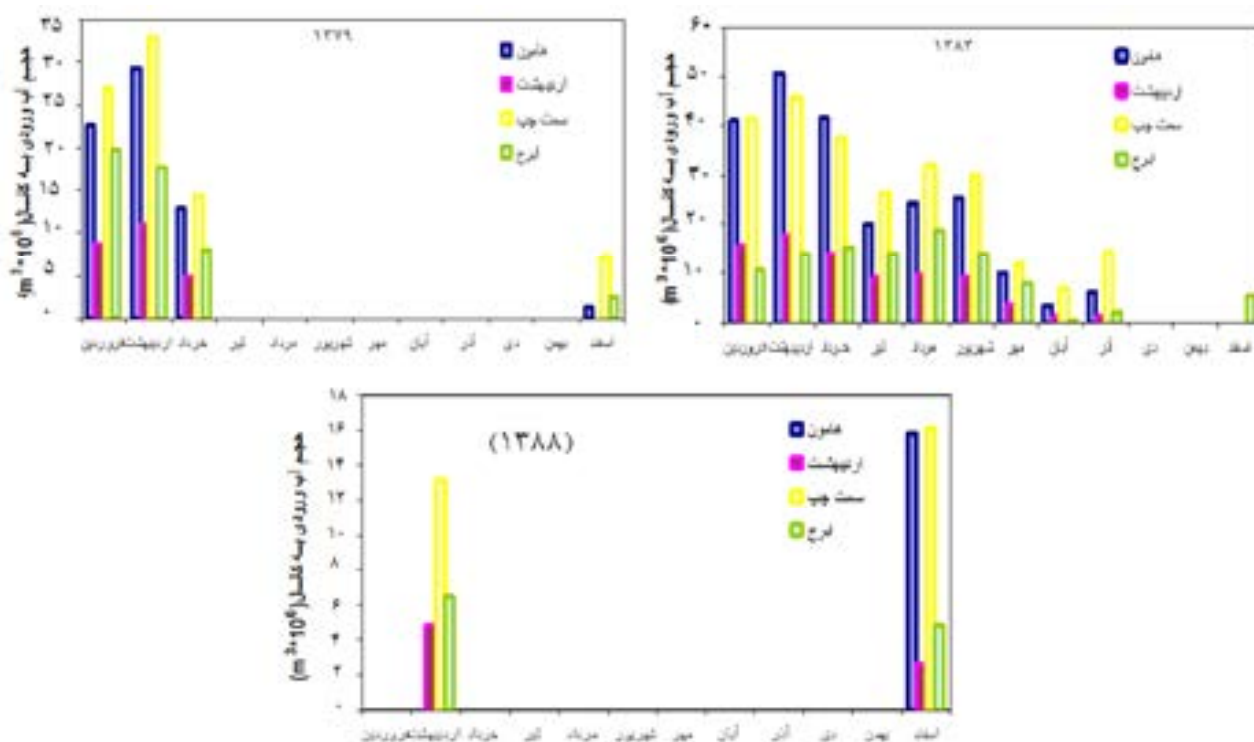
جدول ۴- مقادیر میانگین ( $V_m, 10^6 m^3$ ) و انحراف معیار حجم آب جریانی ( $S_D, 10^6 m^3$ )، بین سال‌های ۱۳۷۵ تا ۱۳۸۸ در شبکه آبیاری درودزن در ماه‌های مختلف سال.

ماه	$V_m$	$S_D$
فروردین	۶۰/۴۱	۴۰۲/۲۷
اردیبهشت	۱۰۴/۶۷	۲۹۵/۷۵
خرداد	۷۶/۶۶	۴۳۴/۰۵
تیر	۵۵/۳۳	۴۳۰/۶۴
مرداد	۶۰/۱۷	۴۴۲/۳۹
شهریور	۵۵/۸۴	۴۱۴/۷۶
مهر	۲۵/۱۴	۱۸۸/۸۷
آبان	۲/۴۶	۳۷/۱۱
آذر	۲۷/۹۸	۲۵۲/۷۴
دی	۸/۶۰	۱۶۱/۰۰
بهمن	۰/۰۶	۱/۲۸
اسفند	۳۵/۲۶	۳۳۸/۸۴

همان‌طور که در جدول ۵ دیده می‌شود، مقادیر شاخص حجم سالانه آب تخصیص یافته بر واحد سطح با در نظر گرفتن هیدرومدول‌های رایج منطقه، در اکثر سال‌ها کم است و این نشان‌دهنده این است که آب ورودی به شبکه و کانال‌ها برای کلیه اراضی قابل کشاورزی کافی نبوده است و این باعث شده است که سطح زیادی از اراضی زیر کشت نرفته باشد. به‌طوری‌که در سال ۱۳۸۸-۱۳۸۷ در کانال هامون چون آبی وارد کانال نشده است، مقدار این شاخص صفر است.

مقادیر مختلف حجم آب ورودی به کانال‌های هامون، سمت چپ، اصلی و ابرج به صورت ماهانه برای هر سال محاسبه شده که در اینجا نتایج مربوط به سال‌های ۱۳۷۹، ۱۳۸۳ و ۱۳۸۸ در شکل ۴ ارائه گردیده است. این شکل نشان می‌دهد که در هر سال، در ماه‌های مختلف تغییرات توزیع آب بین کانال‌ها چگونه است. در این شکل‌ها دبی ورودی صفر به این دلیل است که در این ماه به علت دمای کم در زمستان و وجود بارندگی و یا خشکسالی آبی رها نشده است. همان‌طور که از این شکل مشاهده می‌شود، در بیش‌تر سال‌ها بیش‌ترین آب به کانال‌های هامون و سمت چپ و بعد از آن کانال ابرج (که اصطلاحاً ابرج نامیده شده است) و در آخر به اردیبهشت اختصاص یافته است. هم‌چنین در سال ۱۳۸۸ به علت صفر بودن سطح زیر کشت، کانال هامون آبی دریافت نکرده است. در سال‌های ۱۳۷۹ و ۱۳۸۸ که سال‌های کم بارانی بوده‌اند، به دلیل کمبود آب پشت سد، در بیش‌تر ماه‌های سال، در بچه‌های سد بسته بوده و اجازه کشت صیفی به زارعین داده نشده است.

میانگین و انحراف معیار جریان ورودی به کانال اصلی در جدول ۴ نشان داده شده است. به دلیل تغییرات بسیار زیاد دبی ورودی به شبکه درودزن در سال‌های مختلف، مقادیر محاسبه شده برای انحراف معیار حجم آب جریانی در ماه‌های مختلف زیاد به‌دست آمد. میانگین حجم آب وارد شده به کانال اصلی در اردیبهشت ماه به حداکثر و در بهمن ماه به صفر نزدیک شده است و هم‌چنین بیش‌ترین مقدار انحراف معیار در مردادماه و کم‌ترین مقدار در بهمن ماه حاصل گردیده است. میزان حجم سالانه آب تخصیص یافته بر واحد سطح ( $V_a$ ) از رابطه (۱)، برای شبکه درودزن و کانال‌های تحت پوشش آن محاسبه



شکل ۴- روند توزیع آب بین کانال‌ها به صورت ماهانه برای سال‌های ۱۳۷۹، ۱۳۸۳ و ۱۳۸۸

جدول ۵- مقادیر حجم سالانه آب تخصیص یافته بر واحد سطح برای شبکه درودزن و کانال‌های تحت پوشش در سال‌های زراعی مختلف ( $10^6 \text{ m}^3$ )

کانال					
سال زراعی	ابراج	سمت چپ و ادامه چپ	اردیبهشت	هامون و ادامه راست	کل شبکه
۷۵-۷۶	۰/۴۹	۰/۲۲	۰/۲۸	۰/۱۹	۰/۲۵
۷۶-۷۷	۰/۶۳	۰/۲۷	۰/۳۰	۰/۲۲	۰/۳۱
۷۷-۷۸	۰/۶۸	۰/۳۱	۰/۳۴	۰/۲۴	۰/۳۴
۷۸-۷۹	۰/۶۹	۰/۳۵	۰/۳۸	۰/۲۷	۰/۱۸
۷۹-۸۰	۰/۱۲	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۰۷	۰/۰۹
۸۰-۸۱	۰/۶۹	۰/۳۲	۰/۳۸	۰/۲۵	۰/۳۵
۸۱-۸۲	۰/۲۶	۰/۲۷	۰/۲۸	۰/۲۱	۰/۲۵
۸۲-۸۳	۰/۴۰	۰/۳۶	۰/۴۳	۰/۳۲	۰/۳۶
۸۳-۸۴	۰/۲۹	۰/۳۷	۰/۴۱	۰/۲۸	۰/۳۲
۸۴-۸۵	۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۱۹	۰/۲۶
۸۵-۸۶	۰/۳۴	۰/۳۰	۰/۳۲	۰/۲۱	۰/۲۷
۸۶-۸۷	۰/۱۹	۰/۲۲	۰/۲۵	۰/۱۷	۰/۲۰
۸۷-۸۸	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۰	۰/۰۱
۸۸-۸۹	۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳
میانگین	۰/۳۷	۰/۲۵	۰/۲۷	۰/۱۹	۰/۲۳
انحراف معیار	۰/۲۳	۰/۱۱	۰/۱۳	۰/۰۹	۰/۱۱

از بررسی تغییرات توزیع آب بین کانال‌های زیر دست سد درودزن به صورت ماهانه برای سال‌های مختلف دیده شد در برخی ماه‌ها دبی ورودی صفر بود که می‌تواند به خاطر این باشد که در این ماه بارندگی وجود داشته و نیازی به تحویل آب در کانال نبوده یا اینکه به علت خشکسالی آبی رها نشده است. همچنین در سال ۸۸ کانال هامون آبی دریافت نکرده است چون در این سال سطح زیر کشت صفر می‌باشد. در سال‌های ۷۹ و ۸۸ که سال‌های کم بارانی بوده‌اند، به دلیل کمبود آب پشت سد، در بیش‌تر ماه‌های سال دریاچه‌های سد بسته بوده و اجازه کشت صیفی به زارعین داده نشده است.

همچنین نتایج نشان داد که، بیش‌ترین مقادیر میانگین و انحراف معیار حجم آب ورودی به شبکه در سال‌های ۷۵ تا ۸۸ در شبکه آبیاری درودزن مربوط به ماه‌های اردیبهشت و مرداد می‌باشند. با ارزیابی مقادیر حجم سالانه آب تخصیص یافته بر واحد سطح، مشخص شد در هیچ سالی در هیچ کدام از کانال‌ها مقدار این شاخص یکسان نشده است و این بدان معنی است که عدالت در تحویل آب در بین کانال‌ها رعایت نشده است و مقدار به‌دست آمده برای کانال‌های هامون و ابرج نسبت به سایر کانال‌ها کم‌تر و بیش‌تر است. در واقع کانال هامون نسبت به سایر کانال‌ها بر اساس سطح زیر کشت خود کم‌تر و کانال ابرج از آن جا که در بالادست سایر کانال‌ها قرار گرفته است، بیش‌تر آب تحویل گرفته‌اند.

پیشنهاد می‌شود آب مورد نیاز کشاورزان با توجه به سطح قابل کشت منطقه و بر اساس کل حجم آب موجود در هر سال، با رعایت عدالت، بین کشاورزان تحویل حجمی شده، تا بتوانند با استفاده صحیح‌تر از آب، سطح زیر کشت خود را بالا ببرند.

### تشکر و قدردانی

از همکاری‌های ارزنده جناب آقایان مهندس دلیر و مهندس جوکار در این پژوهش تشکر و قدردانی می‌شود.

### منابع

افتخارزاده، ش و مسعودیان، م. ۱۳۷۷. اندازه‌گیری حجمی آب جز لاینفک مدیریت شبکه‌های آبیاری. مجموعه مقالات هفتمین سمینار کمیته آبیاری و زهکشی ایران (مدیریت تخصیص و بهره برداری از آب در کشاورزی). کمیته ملی آبیاری و زهکشی (تهران). صفحات ۳۶۲-۳۵۳.

پورزنده، ا. ۱۳۷۳. مطالعه طراحی و وضعیت بهره‌برداری از شبکه‌های آبیاری و زهکشی دشت قزوین. مجموعه مقالات هفتمین سمینار کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. تهران. صفحات ۱۰-۱.

دیندارلو، ع. ۱۳۸۷. ارزیابی توزیع آب با روش مساحتی و حجمی در

با محاسبه حجم سالانه آب تخصیص یافته بر واحد سطح بر اساس آب تحویلی قادر خواهیم بود میزان عدالت در شبکه را بررسی کنیم. به منظور توزیع عادلانه آب بایستی مقدار این شاخص در هر سال برای همه کانال‌های شبکه یکسان باشد، ولی با این ارزیابی مشخص شد در هیچ سالی در هیچ‌کدام از کانال‌ها مقدار آن یکسان نشده است و این بدین معنی است که عدالت در تحویل آب در بین کانال‌ها رعایت نگردیده است.

همانطور که از جدول ۵ نتیجه می‌شود، حجم سالانه آب تخصیص یافته بر واحد سطح مربوط به کانال هامون نسبت به سایر کانال‌ها کم‌تر است. کم‌ترین مقدار میانگین سالانه این شاخص نیز برای کانال هامون ( $0/19 \text{ l.s}^{-1} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) و بیش‌ترین مقدار برای کانال ابرج ( $0/37 \text{ l.s}^{-1} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) به‌دست آمد در واقع کانال هامون نسبت به سایر کانال‌ها بر اساس سطح زیر کشت خود کم‌تر و کانال ابرج از آن جا که در بالادست سایر کانال‌ها قرار دارد، بیش‌تر آب تحویل گرفته‌اند.

در سال‌های ۱۳۸۰-۱۳۷۹، ۱۳۸۸-۱۳۸۷ و ۱۳۸۹-۱۳۸۸ مقدار این شاخص کم‌تر از سایر سال‌ها به‌دست آمد زیرا به علت خشکسالی در منطقه کشت صیفی وجود نداشته و حجم آب رها شده در کانال‌ها، در این سال‌ها کم بوده است.

### نتیجه‌گیری

با بررسی زمانی آب توزیع شده در شبکه درودزن مشاهده شد در سال‌های پرباران آب بیش‌تری وارد کانال‌ها شده و همچنین در سال‌های کم باران حجم کم‌تری از آب به کانال‌ها وارد شده است. از طرف دیگر دیده شد در سال ۸۷-۸۶ که یک سال کم باران بود، میزان آب ورودی به شبکه آبیاری نسبتاً بالا است، این به علت بالا بودن مقدار بارندگی سال قبل آن است، ولی در سال ۸۸-۸۷ به علت پایین بودن بارندگی سال قبل آن مقدار حجم آب ورودی به شبکه پایین بود که این نشان دهنده این است که مقدار حجم آب ورودی به شبکه با مقادیر بارندگی همان سال و بارندگی سال گذشته آن ارتباط دارد.

با مقایسه درصد حجم آب دریافت شده در کانال‌های زیر دست سد درودزن در سال‌های مختلف دیده شد کم‌ترین مقدار درصد آب وارد کانال اردیبهشت شده است ولی توزیع آب در سه کانال دیگر در سال‌های مختلف متفاوت می‌باشد، که می‌تواند به خاطر تفاوت در سطح زیر کشت باشد. بنابراین سطح زیر کشت کانال‌ها یک فاکتور مؤثر در توزیع آب در کانال‌ها می‌باشد. به طوری که در سال ۸۸-۸۷ از آن جا که در شبکه هامون کشتی انجام نشده کم‌ترین مقدار درصد حجم آب در این کانال رها شده است.



- منعم، م. ج.، نجفی، م. ر.، خوشنواز، ص. ۱۳۸۶. برنامه ریزی بهینه تحویل آب در کانال های آبیاری با استفاده از الگوریتم ژنتیک. تحقیقات منابع آب ایران. سال سوم، شماره ۱. صفحات ۱۱-۱.
- International Irrigation management Institute (IIMI). (1993), Advancement in IIMI's research (1992). A selection of papers presented at the internal program review. Colombo, Sri Lanka: International Irrigation Management Institute. 312.
- International Irrigation management Institute (IIMI). 1993. Annual report (1992), Colombo, Sri Lanka, International Irrigation Management Institute. 97.
- Javan, M., Sanaee - Jahromi, S and Fiuzat, A.A. 2002. Quantifying management of Irrigation and Drainage Systems, Journal of Irrigation and Drainage Engineering. 128:1. 19-25.
- Justin, J., Courtney, N and Taleghani- Daftary, F. 1972. Doroodzan project, manual for operation and maintenance of Doroodzan canal system. Philadelphia, P. USA. Tehran, Iran.
- Sanaee-Jahromi, S., Depeweg, H and Feyen, J. 2000. Water delivery performance in the Doroodzan Irrigation Scheme, Iran. Irrigation and Drainage System, 14:3. 189-206.
- کانال اردبیهشت در اراضی زیر دست سد درودزن. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز. ص ۱۴۲.
- سالمی، ح و جوان، م. ۱۳۸۳. سیستم مدیریت، بهره برداری، تعمیر و نگهداری شبکه های آبیاری زاینده رود اصفهان و درودزن فارس. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی. طرح تحقیقاتی شماره ۷۴۱۷-۲۰-۱۰۳. صفحات ۱۰-۱.
- سپهری منش، ا. ۱۳۷۷. مدیریت آب در شبکه آبیاری و زهکشی. مجموعه مقالات هفتمین سمینار کمیته آبیاری و زهکشی ایران (مدیریت تخصیص و بهره برداری از آب در کشاورزی). کمیته ملی آبیاری و زهکشی (تهران). صفحات ۱۰-۱.
- طیابی، خ. منتظر، ع. ا. ۱۳۹۱. ارزیابی عملکرد واقعی و تحویل آب در شبکه آبیاری دشت ورامین. همایش ملی علوم مهندسی آب و فاضلاب.
- ماهرانی، م. ۱۳۷۳. تعیین میزان کمی و نحوه آب در آبیگرهای مختلف یک شبکه آبیاری. مجموعه مقالات هفتمین سمینار کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. تهران. صفحات ۲۰-۱.
- محسنی موحد، ا. منعم، م. ج. ۱۳۸۶. معرفی یک مدل ریاضی برای ارزیابی و بهینه سازی عملکرد کانال های آبیاری. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. سال یازدهم. شماره چهارم (الف).

## Spatial and Temporal Variation of Distributed Water in Irrigation Network of Doroodzan Dam

M.Farokhi<sup>1\*</sup>, A.A.Kamgar<sup>2</sup>- Haghghi<sup>3</sup>, A.R.Sepaskhah<sup>4</sup>, SH.Zand- Parsa<sup>5</sup>, T. Honar<sup>6</sup>

Received: Mar. 4, 2014

Accepted: Oct. 1, 2014

### Abstract

One of the principal methods to improve water productivity in irrigation network is to use the suitable distribution of water. In this research, the distribution of water in Doroodzan dam irrigation network was evaluated using 14 years of data (1996-2010). This irrigation network is located in northwest of Fars province and distributes stored water in Doroodzan dam. Distribution of water between Hamoon, Ordibehesht, Left side Principal and Abarj canals was studied. Monthly distribution of water showed that in April and May, inflow in canals are high, in November they are low and in February there is no water in canals. The index of delivered water per unit area of land must be equal between canals. The lowest amount of this index was  $0.19 \text{ (l.s}^{-1}.\text{ha}^{-1}\text{)}$  for Hamoon canal and the highest amount was  $0.37 \text{ (l.s}^{-1}.\text{ha}^{-1}\text{)}$  for Abarj canal. The results showed that Hamoon canal compared to others received less water per unit area and Abarj canal, received the highest amount of water per unit area. It was recommended that the water must be distributed between canals by equal amounts per unit area on volumetric basis based on crop water requirements.

**Key word:** Doroodzan dam, Distribution, Irrigation network, Equity

---

1 - Graduate student of Irrigation and Drainage, of Water Engineering Department Shiraz University

2,3- Professors of Water Engineering Department Shiraz University

4,5- Associate Professors of Water Engineering Department Shiraz University

(\*-Corresponding Author Email:maedehfarokhi@gmail.com)