مجموعه مقالات نهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

مقاله شماره ۲

موضوع:

# کاربرد مدل هیدرودینامیک ICSS-POM[1] در تعیین مناسب‌ترین گزینه توزیع آب در شبکه آبیاری، مطالعه موردی شبکه آبیاری قوری‌چای

تألیف:

شهرام کسب‌دوز[2]، محمدجواد منعم[3]، صلاح کوچک‌زاده[4]

## چکیده

عملکرد یک روش بهره‌برداری در شبکه انتقال و توزیع آب تابع رفتار هیدرولیکی جریان در شبکه می‌باشد. از این رو ارزیابی کمی و دقیق عملکرد روش‌های بهره‌برداری مستلزم تعیین رفتار هیدرولیکی جریان شبکه در طول زمان می‌باشد. از طرفی هیدرولیک جریان در یک شبکه متأثر از عواملی مانند نوع سیستم کنترل شبکه، ساختمان فیزیکی شبکه، نوع روش بهره‌برداری و بالاخره سیاست‌های مدیریتی اختصاص و تحویل آب می‌باشد. مطالعه اثر عوامل فوق بر هیدرولیک جریان بدون استفاده از ابزارهای محاسباتی کارآمد غیرممکن است. بنابراین ارزیابی دقیق عملکرد روش‌های مختلف بهره‌برداری و مطالعه اثر عوامل مختلف بر عملکرد این روش‌ها تنها با استفاده از مدل‌های ریاضی توانمند میسر خواهد بود.

هدف اساسی این تحقیق ارزیابی عملکرد روش‌های بهره‌برداری شبکه انتقال و توزیع آب قوریچای واقع در استان آذربایجان شرقی و تعیین گزینه برتر از میان گزینه‌های پیشنهاد شده می‌باشد. برای این شبکه سه گزینه بهره‌برداری پیشنهاد شده که عبارتند از روش بهره‌برداری جریان مداوم با دبی ثابت، جریان مداوم با دبی متغیر و جریان متناوب. بهترین گزینه بهره‌برداری گزینه‌ای است که دارای مطلوب‌ترین مقادیر شاخص‌های ارزیابی عملکرد بهره‌برداری می‌باشد. در این تحقیق شاخص‌های پیشنهادی مولدن و گیتس [۱] به کار گرفته

1- Irrigation Conveyance System Simulation - Performance Optimization Model

۲- کارشناس ارشد تأسیسات آبیاری

۳- استادیار گروه تأسیسات آبیاری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

۴- استادیار گروه مهندسی آبیاری و آبادانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران

شده‌اند. شاخص‌های ارزیابی عملکرد، خود بر اساس پارامترهایی استوار شده‌اند که تعیین آنها به کمک یک مدل هیدرودینامیک میسر است. در این تحقیق گزینه‌های بهره‌برداری انتخابی به کمک مدل هیدرودینامیک ICSS-POM شبیه‌سازی شده‌اند، سپس شاخص‌های ارزیابی به کمک پارامترهای مختلفی که از ستاده‌های مدل استخراج شده‌اند تعیین شده‌اند. تدقیق در نتایج شاخص‌های ارزیابی نشان داد که می‌توان گزینه دوم را به عنوان گزینه برتر بهره‌برداری انتخاب کرد.

## مقدمه

بخش عمده‌ای از پروژه‌های آبیاری در جهان متشکل از شبکه‌های انتقال و توزیع با مجاری روباز هستند که غالباً از عملکرد بهره‌برداری ضعیف و گاه غیرقابل قبول برخوردار می‌باشند. امروزه ضرورت استفاده بهینه از منابع آب، نامطلوب بودن عملکرد بهره‌برداری اغلب شبکه‌های موجود و لزوم استفاده از این شبکه‌ها به دلیل محدودیت‌های اقتصادی جایگزینی آنها با شبکه‌های جدید، توجه و تأکید کارشناسان را به سمت ارزیابی روش‌های بهره‌برداری موجود یا پیشنهادی، تعیین روش‌های بهره‌برداری بهینه، اصلاح وضعیت بهره‌برداری و افزایش بهره‌وری سیستم‌های موجود در مدت زمان کوتاه معطوف کرده است.

گسترش کامپیوتر و روش‌های حل ریاضی امکان آن را فراهم نموده تا با توسعه مدل‌های ریاضی بتوان اهداف فوق را از طریق شبیه‌سازی شبکه‌های آبیاری برآورده ساخت. کمبود محسوس منابع آب در ایران و اهمیت بهره‌وری بهینه از این منابع، استفاده هرچه وسیع‌تر از چنین تکنیک‌هایی را ایجاب می‌کند. در این تحقیق مدل شبیه‌سازی ICSS-POM که پارامترهای هیدرولیکی، هیدرولوژیکی و بهره‌برداری شبکه‌های انتقال و توزیع آب را محاسبه و ارزیابی می‌کند مورد استفاده قرار گرفته است. مدل مزبور طی مقاله ارائه شده به هشتمین سمینار کمیته ملی آبیاری و زهکشی [۲] معرفی شده است. شبکه آبیاری که روش بهره‌برداری آن به کمک مدل فوق مورد ارزیابی قرار گرفته شبکه آبیاری قوریچای است که ۲۲۰۰ هکتار وسعت دارد و در جنوب شهرستان اردبیل واقع شده است نقشه منطقه طرح و شبکه آبیاری قوریچای در ضمیمه مقاله ارائه شده است.

تعیین روش‌های بهره‌برداری بهینه در شبکه‌های انتقال و توزیع آب یکی از اساسی‌ترین راهکارها برای تحقق هدف حداکثر بهره‌وری از منابع آب می‌باشد که عمده‌ترین مؤلفه آن تعیین روش بهینه توزیع و تحویل آب می‌باشد. منظور از روش توزیع و تحویل آب عبارت است از روشی که در آن، سه عامل اساسی توزیع و تحویل آب یعنی دبی، زمان و تواتر تحویل جریان در دوره‌های زمانی مختلف مشخص می‌گردند. در این مقاله منظور از روش یا گزینه بهره‌برداری عبارت از روش توزیع و تحویل آب است. ملاک تعیین یک روش توزیع آب به عنوان روش بهینه، میزان توانایی آن روش در تأمین شاخص‌های ارزیابی عملکرد بهره‌برداری می‌باشد.

شاخص‌های ارزیابی عملکرد بهره‌برداری معیارهایی کمی هستند که با کمک آنها می‌توان روش‌های بهره‌برداری را مورد ارزیابی کمی قرار داد. شاخص‌های ارزیابی مختلفی در تحقیقات گوناگون تعریف و ارائه شده‌اند.

## شاخص‌های ارزیابی

در این تحقیق از شاخص‌های ارائه شده توسط مولدن و گیتس (۱۹۹۰) برای ارزیابی عملکرد گزینه‌های بهره‌برداری پیشنهادی استفاده شده است. این شاخص‌ها عبارتند از:

۱- کفایت توزیع[1] ($P_A$): شاخصی است برای بیان میزان توانایی روش بهره‌برداری در تحویل آب به قدر تأمین نیاز. این شاخص به کمک رابطه (۱) قابل محاسبه است.

$$P_A = \frac{1}{T}\sum_T \left[\frac{1}{R}\sum_R (P_a)\right] \qquad (1)$$

$$P_a = \frac{Q_d}{Q_r} \leq 1$$

در این معادله $Q_r$ و $Q_d$ به ترتیب معرف مقدار آب موردنیاز و مقدار آب منشعب شده در عمل (به طور واقعی) برای انشعاب X در دوره زمانی t بوده و نمادهای $\frac{1}{T}\sum_T$ و $\frac{1}{R}\sum_R$ به ترتیب بیان‌کننده متوسط زمانی و مکانی می‌باشند.

۲- راندمان توزیع[2] ($P_E$): عبارت است از شاخصی که برای ارزیابی میزان مازاد آب تحویلی نسبت به نیاز در اثر عملکرد نامتناسب روش بهره‌برداری به کار می‌رود. این شاخص به صورت زیر بیان می‌شود:

$$P_E = \frac{1}{T}\sum_T \left[\frac{1}{R}\sum_R (P_f)\right] \qquad (2)$$

$$P_f = \frac{Q_r}{Q_d} \leq 1$$

۳- عدالت توزیع[3] ($P_E$): شاخصی است که میزان تناسب موجود را بین مقادیر تحویلی و مقادیر مورد نیاز آب در انشعابات و دوره‌های زمانی مختلف ارزیابی می‌کند. این شاخص به صورت زیر بیان می‌شود:

$$P_E = \frac{1}{T}\sum_T CV_R \left(\frac{Q_d}{Q_r}\right) \qquad (3)$$

که در آن $CV_R$ نشان‌دهنده ضریب تغییرات زمانی می‌باشد.

۴- پایداری توزیع[4] ($P_D$): برای یک انشعاب منفرد شاخص پایداری را می‌توان یکنواختی زمانی در تحویل آب تعریف کرد. یکنواختی زمانی در تحویل آب به کمک ضریب تغییرات زمانی نسبت $\frac{Q_d}{Q_r}$ قابل تعیین است. این شاخص برای سیستم به کمک معادله (۴) قابل محاسبه است:

$$P_D = \frac{1}{R}\sum_R CV_T \left(\frac{Q_d}{Q_r}\right) \qquad (4)$$

1- Delivery Adequacy
2- Delivery Efficiency
3- Delivery Equity
4- Delivery Dependability

## گزینه‌های بهره‌برداری

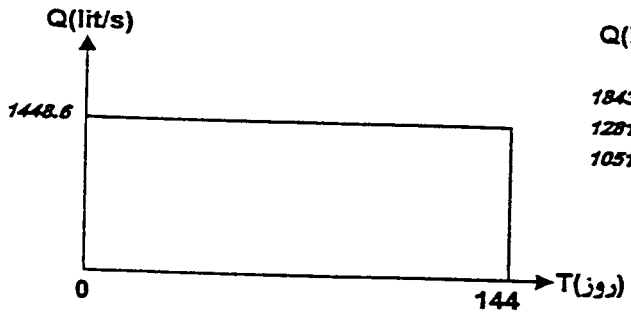
یکی از مهمترین عواملی که می‌تواند عملکرد بهره‌برداری در یک شبکه انتقال و توزیع را تحت تأثیر قرار دهد روش بهره‌برداری از شبکه می‌باشد. توجه به مقوله‌های خاص، طبقه‌بندی مختلفی برای روش‌های بهره‌برداری ایجاد کرده است اما صرفنظر از نوع روش بهره‌برداری، سه عامل دبی، مدت و فواصل زمانی جریان‌های تحویلی همواره نقش اصلی را در روش بهره‌برداری ایفا می‌نمایند. در این مطالعه سه گزینه بهره‌برداری برای شبکه برنامه‌ریزی شده است که عبارتند از:

۱- جریان مداوم با دبی ثابت (شکل ۱- الف)

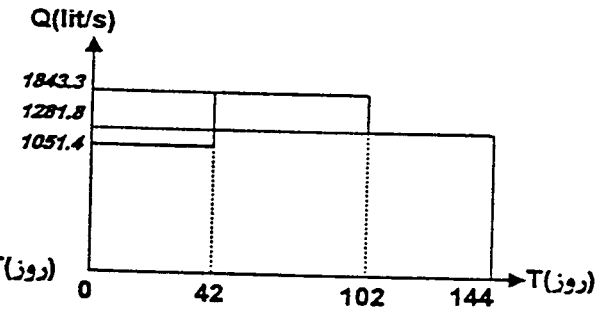
۲- جریان مداوم با دبی متغیر (شکل ۱- ب)

۳- جریان متناوب (شکل ۱- ج)

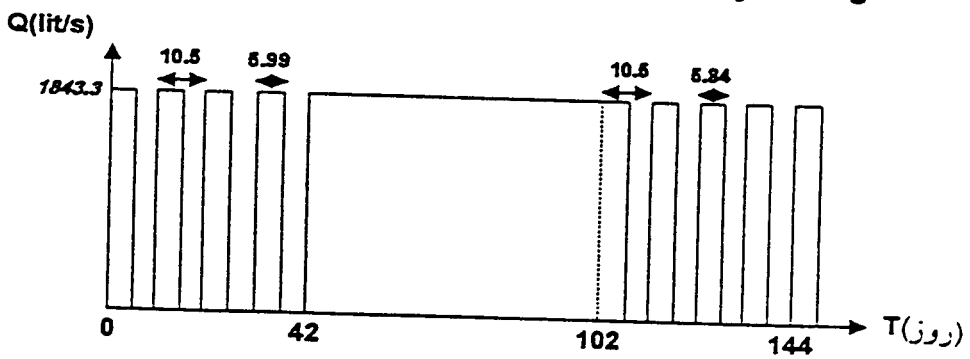
حال برای ارزیابی کمی عملکرد روش‌های بهره‌برداری لازم است که شاخص‌های ارزیابی محاسبه شوند. برای محاسبه این شاخص‌ها بایستی توزیع زمانی $Q_r$ و $Q_d$ تعیین شوند. توزیع زمانی $Q_r$ با محاسبه نیاز آبی و بارش مؤثر قابل محاسبه می‌باشد. اما توزیع زمانی $Q_d$ صرفاً به نحوه رفتار هیدرولیکی جریان در سیستم بستگی دارد و بنابراین تابع عوامل فیزیکی - سازه‌ای، مدیریتی و بهره‌برداری می‌باشد. در نتیجه برای محاسبه توزیع زمانی $Q_d$ بایستی مجموع اثرات عوامل فوق در کلیه حالات در نظر گرفته شود و به این ترتیب ضرورت استفاده از مدل کامپیوتری در تعیین مشخصات هیدرولیکی جریان در شبکه مشخص می‌گردد.




شکل ۱- ب -گزینه اول




شکل ۱-الف-گزینه دوم




شکل ۱- ج -گزینه سوم

شکل ۱- مشخصات هیدروگراف‌های جریان ورودی به کانال اصلی در گزینه‌های بهره‌برداری

## مدل هیدرودینامیک ICSS - POM

سهولت ظاهری استفاده از سیستم‌های متشکل از مجاری روباز برای پروژه‌های آبیاری، موجب شده که پیچیدگی واقعی فن‌آوری آن، هزینه‌های بالای ساخت و بهره‌برداری و عملکرد ضعیف آن‌ها به طور واضح دیده نشوند. بخش عمده‌ای از طرح‌های آبیاری در جهان، متشکل از چنین سیستم‌هایی می‌باشند. در چنین شرایطی با توجه به کمبود محسوس منابع آب از یک طرف و لزوم استفاده حداکثر از تأسیسات موجود از طرف دیگر توصیه می‌شود که عملکرد بهره‌برداری با اصلاح ساختار مدیریتی و روش‌های بهره‌برداری در مدت زمان کوتاه بهبود داده شود. برای تحقق این امر، روش‌های تجربی کارایی لازم را برای ارزیابی عوامل مؤثر متعدد و روش‌های متنوع بهره‌برداری ندارند. از طرف دیگر تنوع سیستم‌های کنترل و روش‌های بهره‌برداری در شبکه‌های آبیاری باعث پیچیدگی رفتار هیدرولیکی جریان در شبکه شده و پیش‌بینی دقیق و مطمئن آن را بسیار مشکل و یا غیرممکن می‌سازد.

گسترش کامپیوترها و رشد سریع قابلیت‌های محاسباتی آن، محققین امر را قادر ساخته تا با توسعه و به‌کارگیری مدل‌های ریاضی شبیه‌سازی، رفتار هیدرولیکی شبکه‌ها را تحت شرایط متفاوت طراحی و بهره‌برداری با دقت زیاد و زمان کم مطالعه نمایند. ازجمله این مدل‌ها می‌توان به یکی از جامع‌ترین آن‌ها یعنی مدل هیدرودینامیک ICSS - POM اشاره کرد [۲]. هدف از تهیه این مدل تأمین وسیله‌ای مؤثر برای انجام محاسبات هیدرودینامیک شبکه‌های آبیاری و روش‌های بهینه‌سازی بهره‌برداری از آنها می‌باشد تا از آن طریق بتوان محدوده وسیعی از مسائل و مشکلات مربوط به طراحی، برنامه‌ریزی و بهره‌برداری را حل کرده و اهداف زیر را تأمین نمود [۳].

۱- ارزیابی عملکرد روش‌های بهره‌برداری موجود یا پیشنهادی
۲- طراحی سیستم‌های انتقال و توزیع آب با حصول اطمینان از بهره‌برداری مؤثر و مطمئن
۳- ارزیابی و معرفی روش‌های کنترل شبکه
۴- انجام تحقیقات در تمامی جنبه‌های طراحی و بهره‌برداری
۵- تعیین روش‌های بهره‌برداری بهینه با در نظر گرفتن اهداف متفاوت و محدودیت‌های فیزیکی و هیدرولیکی شبکه
۶- تعیین اثر تفکیک شده عوامل مختلف بر عملکرد و ارائه راه‌حل‌های متناسب جهت اصلاح وضعیت عملکرد بهره‌برداری در سیستم

## نتایج اجرای مدل

در مرحله نهایی، اطلاعات موردنیاز برای تحلیل و ارزیابی گزینه‌های بهره‌برداری از طریق شبیه‌سازی جریان در هریک از گزینه‌ها توسط مدل تعیین شده‌اند. با در دست داشتن این اطلاعات، متناظر با هریک از گزینه‌های بهره‌برداری شاخص‌های ارزیابی برای کانال اصلی و انشعابات آن محاسبه شده‌اند که برای مقایسه گزینه‌های بهره‌برداری، تنها به ذکر مقادیر شاخص‌های ارزیابی به تفکیک گزینه‌ها اکتفا می‌شود (جدول ۱). جهت اطلاع از جزییات مقادیر دبی تحویلی به آبگیرها در هر گزینه به مرجع شماره ۴ مراجعه نمایید.

جدول ۱- مقادیر شاخص‌های ارزیابی به تفکیک گزینه‌های بهره‌برداری

| گزینه بهره‌برداری | شاخص ارزیابی | | | |
|---|---|---|---|---|
| | راندمان | کفایت | پایداری | برابری |
| اول | ۰/۸۷ | ۰/۹۰ | ۰/۳۵ | ۰/۰۰۲ |
| دوم | ۰/۹۴ | ۰/۹۶ | ۰/۱۸ | ۰/۰۰۳ |
| سوم | ۰/۸۹ | ۰/۹۴ | ۰/۲۲ | ۰/۰۰۳ |

در اکثر مسایل بهینه‌سازی چندمنظوره، اهداف موردنظر در ارتباط با همدیگر توابعی نزولی برقرار می‌سازند. به عبارت دیگر نمو اهداف طی وضعیت‌های مختلف بهینه‌سازی در خلاف جهت همدیگر صورت می‌گیرد. برای چنین مسائلی روش‌های تحلیلی مختلفی به منظور یافتن وضعیت کلی بهینه ارائه شده‌اند که ازجمله می‌توان به یکی از متداولترین این روش‌ها یعنی برنامه‌ریزی توافقی اشاره کرد.

برنامه‌ریزی توافقی در واقع عبارت است از ایجاد توافقی بین اهداف مختلف برای به دست آوردن وضعیت کلی بهینه. اگر فرض شود که در یک مسأله بهینه‌سازی، تعداد n هدف موردنظر می‌باشند، برای هرکدام از این اهداف طی وضعیت‌های مختلف بهینه‌سازی مقادیر مختلفی به دست می‌آید که مطلوب‌ترین و نامطلوب‌ترین این مقادیر را برای هدفی نظیر i به ترتیب با $O_i^+$ و $O_i^-$ نشان می‌دهیم. ساده‌ترین حالت برنامه‌ریزی توافقی عبارت است از حداقل‌سازی مجموع نسبت‌های $\frac{O_i^+ - O_i}{O_i^+ - O_i^-}$. به عبارت دیگر تابع کلی هدف به صورت زیر می‌باشد:

$$Min \sum_{i=1}^{n} \left( K_i \frac{O_i^+ - O_i}{O_i^+ - O_i^-} \right) \qquad (۵)$$

که در آن $O_i$ مقدار به دست آمده برای هداف iام در هریک از وضیعت‌های بهینه‌سازی و $K_i$ اهمیت نسبی هدف iام می‌باشند. بدین ترتیب ملاحظه می‌شود که برنامه‌ریزی توافقی یافتن وضعیتی است که در آن مجموع فاصله‌های نسبی (L) اهداف مختلف از مطلوبترین مقدار مربوطه حداقل می‌باشد. این مجموع برای هریک از گزینه‌های بهره‌برداری محاسبه شده و در جدول ۲ قید شده است:

جدول ۲- مقادیر L برای هریک از گزینه‌های بهره‌برداری

| L | | |
|---|---|---|
| گزینه اول | گزینه دوم | گزینه سوم |
| ۳ | ۱ | ۲/۲۸ |

جدول ۲ نشان می‌دهد که گزینه دوم دارای حداقل مقدار برای L می‌باشد. بنابراین این گزینه به عنوان گزینه

برتر انتخاب می‌شود.

## نتیجه‌گیری و پیشنهادات

با بررسی کلی روش کار و نتایج این تحقیق، نکات چندی را می‌توان مورد اشاره قرار داد که عبارتند از:

۱- تغییر در روش بهره‌برداری یک سیستم انتقال و توزیع آب، وضعیت عملکرد آن را به طور قابل ملاحظه‌ای تحت تأثیر قرار می‌دهد. بنابراین یکی از طرق عمده بازسازی شبکه‌های آبیاری و افزایش بهره‌وری آنها، تعیین روش‌های بهینه عملی برای بهره‌برداری است.

۲- انجام این تحقیق کاربردی روشن می‌سازد که مدل‌های ریاضی شبیه‌سازی سیستم‌های انتقال و توزیع آب، قابلیت بسیار ارزشمندی در زمینه مطالعات علمی و دقیق بهره‌برداری (اعم از ارزیابی سیستم‌ها، تعیین راه‌حل‌های کارآمد برای افزایش بهره‌وری سیستم‌ها، روش‌های بهره‌برداری و سیستم‌های کنترل بهینه) دارا می‌باشند. محدودیت شدید منابع آب و عملکرد پایین‌تر از حد قابل قبول بخش آبیاری به عنوان یکی از مهم‌ترین بخش‌های مصرف آب و لزوم استفاده بهینه از این منبع حیاتی، ضرورت استفاده از تکنیک‌های فوق را روشن می‌سازد.

۳- انطباق بیشتر روش‌های بهره‌برداری با تغییرات نیاز آبی مطلوبیت بیشتر عملکرد بهره‌برداری روش‌ها را به همراه خواهد داشت. روش‌های قابل انعطاف همواره عملکرد مطلوبی نتیجه داده و گام مؤثری در جهت استفاده بهینه از منابع آب می‌باشند. بنابراین سوق دادن روش‌های بهره‌برداری به سمت قابلیت انعطاف بیشتر وضعیت بهره‌برداری سیستم‌ها را به طور چشمگیری مطلوب‌تر ساخته و نقش مهمی در افزایش بهره‌برداری به سمت قابلیت انعطاف بیشتر وضعیت بهره‌برداری سیستم‌ها را به طور چشمگیری مطلوب‌تر ساخته و نقش مهمی در افزایش بهره‌وری سیستم‌ها ایفا خواهد نمود. در این راستا انجام تحقیقات برای تدوین نظام‌های بهره‌برداری متناسب با روش‌های قابل انعطاف، ضروری و غیرقابل اجتناب می‌باشد.

۴- توان اصلی مدل‌های هیدرودینامیک و ازجمله مدل ICSS - POM در تحلیل وضعیت هیدرولیکی غیردایمی در شبکه‌ها می‌باشد. لذا هرچه که شبکه تحت مطالعه دارای وضعیت هیدرولیکی غیردایمی‌تری باشد (نظیر شبکه‌های بزرگ یا شبکه‌هایی که روش‌های بهره‌برداری آنها چنین وضعی را ایجاب می‌کند)، از قابلیت‌های مدل‌های هیدرودینامیک در تحلیل چنین شبکه‌هایی بیشتر می‌توان بهره برد.

۵- در زمان طراحی شبکه‌های آبیاری ضروری است که نگرش جامعی به نحوه بهره‌برداری از شبکه ومسایل کلی وابسته به آن صورت گیرد. متأسفانه تاکنون چنین جامع‌نگری در مسئله بهره‌برداری صورت نگرفته است. به همین دلیل ساختمان فیزیکی طرح شده برای شبکه غالباً از عدم هماهنگی مشکل‌ساز برخوردار است و گاه معضلات جدی را در ارتباط با مسایل بهره‌برداری بهینه ایجاد می‌کند.

## منابع


۱- Modlen, D. J. and T. K. Gates. 1990. "Performance Measures for Evaluation of Irrigation Water Delivery Systems". J. of Irrigation and Drainage Eng., ASCE., Vol. 116, No. (6).

۲- منعم، م. ج. ۱۳۷۵. "معرفی مدل مشابه‌سازی شبکه‌های آبیاری و بهینه‌سازی بهره‌برداری از آنها" هشتمین سمینار کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران.

۳- منعم، م. ج. ۱۳۷۶. "استفاده از روش ژنتیک در مدل مشابه‌سازی شبکه‌های آبیاری (ICSS - POM) برای بهینه‌سازی عملکرد آنها". مجموعه مقالات اولین کنفرانس هیدرولیک ایران.

۴- کسب‌دوز، ش. ۱۳۷۶. "استفاده از مدل هیدرودینامیک ICSS - POM و آنالیز چندمنظوره در تعیین توزیع بهینه آب در شبکه آبیاری (مطالعه موردی شبکه آبیاری قوریچای)". پایان‌نامه کارشناسی ارشد در رشته تأسیسات آبیاری، گروه آبیاری و آبادانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.

# Using ICSS - POM Hrdrodynamic Model to Determine the Optimal Water Distribution policy in an Irrigation Network (case study : Quri chay Network)

S. Kasbdooz[1], M.J. Monem[2], S. Kochek zadeh[3]

## Abstract

The performance of an open irrigation system is a complex function of many factors such as the hydraulic capacity of the system, the type of the utilized structures, control systems, delivery strategies, and management policies for water allocation. The impact of each factor on the operational performance of an irrigation system is very difficult to determine. The hydraulic condition in the network for the variety of possible operations and control systems that might be applied could not be determined manually. To achieve reliable assessment of the network performanc advanced computational facilities (hardware and software) should be utilized. Only with the aid of such facilities the effect of various delivery strategies could be determined and the influence of different factors on the operational performance could be evaluated.

The main objective of this research is to determine the best operation (water delivery strategy) among three proposed operations for Qurichay Irrigation Network. In this research a hydrodynamic model called ICCS-POM was used. These delivery strategies are : continuous flow with fixed flow rate, continuous flow with variable flow rate, and rotational flow. The performance objective indicators were evaluated for these strategies based on the output of the simulation. Based on the determined indicators the second delivery strategy was chosen as the most appropriate strategy for the studied network.

1- M. Sc. Irrigation Structure Enginer

2- Assi. Prof. Tarbiat Modarres University, Faculty of Agriculture, Dept. of Irrigation Eng

3- Assi. Prof. Tehran University, Faculty of Agriculture, Dept. of Irrigation and Reclamation Eng