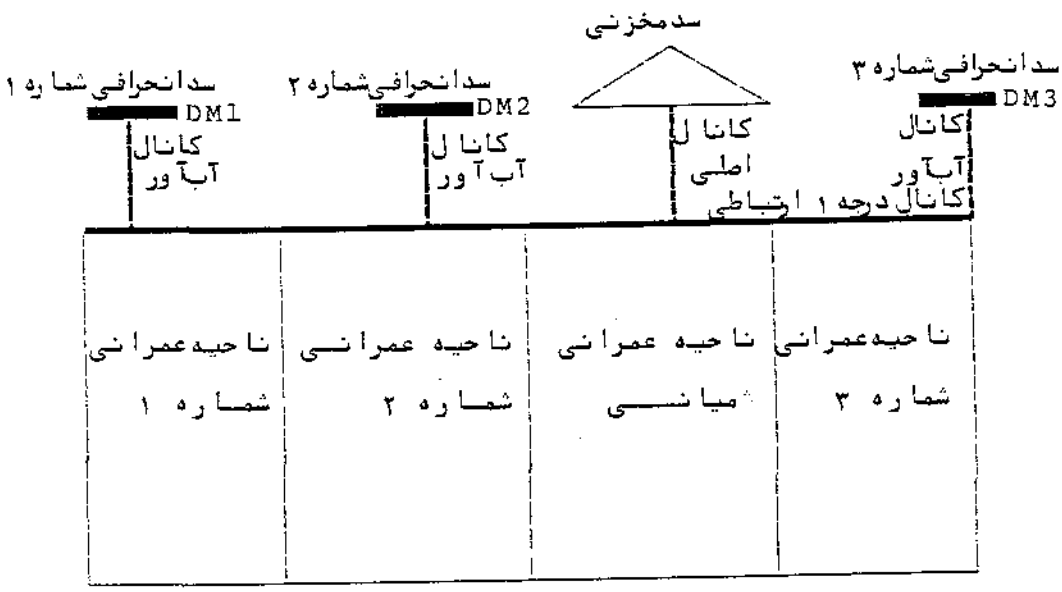
بررسی تحقیقی عملکرد دو سیستم

مختلف کنترل در کانال درجه یک پروژه آبیاری

با استفاده از مدل کامپیوتری

ویژگی منطقه پروژه

دریک پروژه آبیاری ۷۱۵۰ هکتار از اراضی شالیکاری آبیاری می‌شوند. درحال حاضر در زمان پیک مصرف آب ، اراضی برنج مواجه با کم آبی رودخانه‌ها می‌باشد. لذا جهت رفع این کمبود و نیز توسعه اراضی شالیزاری تا حدود ۱۳۰۰۰ هکتار پیش‌بینی شده است که با احداث یک سدمخزنی و سه سد انحرافی و شبکه‌های آبیاری از منابع آبی محدوده طرح استفاده بهینه بعمل آید. محدوده پروژه به چهار ناحیه عمرانی تقسیم شده است . بدین ترتیب که ناحیه عمرانی میانی مستقیما" از طریق کانال اصلی که با سد مخزنی در ارتباط می‌باشد، آبیاری گردد و سه ناحیه عمرانی دیگر از آب بهنگام رودخانه‌های مربوطه و در مواقع کمبود آب از طریق آب تنظیم شده سد مخزنی و کانال ارتباطی درجه یک بنحویکه در شکل شماتیک شماره‌یک نشان داده شده آبیاری گردند.



شکل‌شماره ۱- تصویری شماتیک ازموقعیت سدمخزنی،سدهای انحرافی وکانالهای‌آبیاری

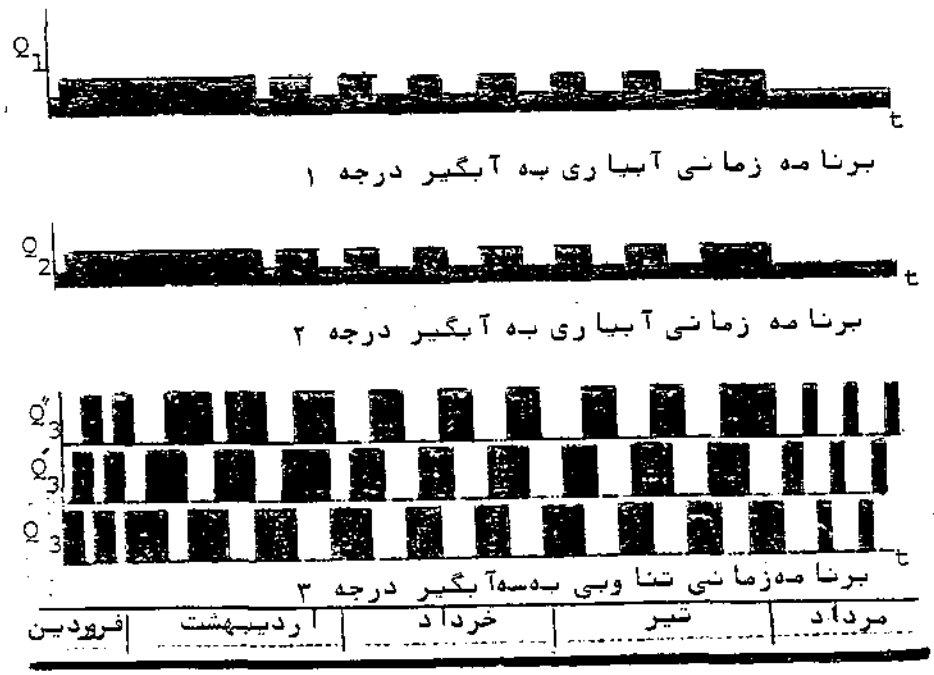
هدف

دراین مقاله عملکرد کانال درجه یک ارتباطی با استفاده از سیستم‌های

مختلف کنترل و بکارگیری مدل کامپیوتری و هیدرودینامیکی‌جریان در ۲ زمان‌مختلف که‌یکی زمان پرآبی رودخانه‌ها (ماه اردیبهشت) و دیگری زمان کم آبی رودخانه‌ها می‌باشند. (ماه تیر) وباتوجه به‌برنامه‌زمانی آبیاری موردارزیابی قرارگرفته‌است.

برنامه‌زمانی آبیاری

آبگیرهای درجه ۳ بعنوان مرز بین سازمان بهره‌برداری و مصرف‌کنندگان آب و مقدار آب تحویلی به‌این آبگیرها بصورت تناوبی در نظر گرفته شده ، بنحویکه میزان آب تحویلی به آبگیرهای درجه ۲ از ۵۰ تا ۱۰۰ درصد متغیر گردد. درعمل چنین فرض شده که تناوب بین هر سه آبگیر درجه ۳ و مورد طراحی برروی کانال درجه ۲ صورت پذیرد. لذا ، ضروریست که تعداد آبگیرهای درجه ۳ و مورد طراحی درروی‌هرکانال درجه ۲ مضربی ازعدد۳ باشد. درشکل شماتیک شماره ۲ برنامه‌زمانی آبیاری به آبگیرهای درجه ۳ ، درجه ۲ و درجه یک نشان داده شده است.

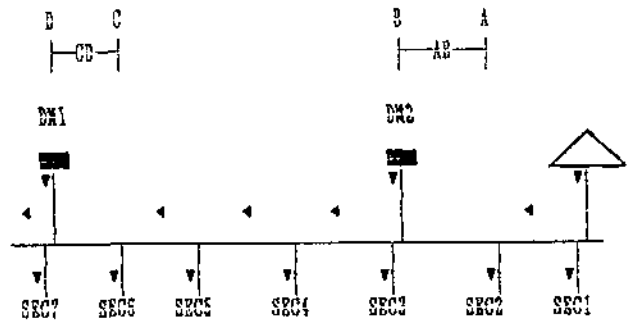


شکل شماتیک شماره ۲- برنامه‌زمانی آبیاری به آبگیرها

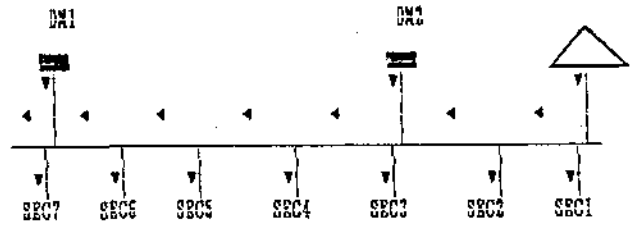
کانال ارتباطی

کانال درجه یک ارتباطی، واقع در ساحل راست رودخانه اصلی که پیش‌بینی احداث سدمخزنی برروی آن شده از یک طرف و از طریق کانال اصلی باسد مخزنی در ارتباط بوده و از طرف دیگر در ارتباط با کانالهای اصلی آب آور از دو سد انحرافی می‌باشد. این کانال جهت طراحی و بررسی عملکرد سیستم انتخاب شده است. شکلهای شماتیکی ذیل مسیر جریان آب در کانال ارتباطی در دوره‌های پرآبی

و کم‌آبی رودخانه‌ها را نشان می‌دهد.



شکل شماتیک شماره ۳- جهت جریان آب در کانال ارتباطی در دوره پرآبی رودخانه‌ها



شکل شماتیک شماره ۴- جهت جریان آب در کانال ارتباطی در دوره کم آبی رودخانه‌ها

چنانچه در شکل شماتیک شماره ۳ مشاهده می‌شود در مقاطع AB و CD از کانال ارتباطی ، میزان جریان بسیار ناچیز و تقریبا" قابل اغماض می‌باشد. بدلیل اینکه دبی بهنگام رودخانه‌ها (مرتبط باسدهای انحرافی)به اندازه کافی بالا بوده و نواحی عمرانی زیر پوشش سدهای انحرافی نیازی به آب تنظیم شده سد مخزنی ندارند ودر مقابل درزمان کم‌آبی (شکل شماتیک شماره ۴) دراین مقاطع آب به میزان موردنیاز جهت برآورد کمبود آب موردنیاز آبیاری از آب تنظیم شده سدمخزنی تامین می‌گردد.

سیستم کنترل جریان

دو سیستم مختلف کنترل برای طراحی کانال درجه یک ارتباطی انتخاب گردیده است. هر دو نوع سیستم اتوماتیک بوده که اولی از نوع کنترل از بالادست و دومی از نوع کنترل از پائین دست خودکار می‌باشد.

بهره‌برداری و استراتژی تامین آب

در اولین آلترناتیو با سیستم کنترل از بالادست درکانالهای اصلی، درجه‌یک

و درجه دو با استراتژی تامین آب از نوع نیمه‌تقاضا (Semi - demand) نیازمند یک مرکز بهره‌برداری که مسئولیت کلیه تنظیمات برروی دریچه‌های آبگیری در محل سدهای انحرافی ، آبگیرهای درجه ۱ ، درجه ۲ ودرجه ۳ را عهده‌دار است بوده ، و وظایف این مرکز عبارتست از :

- جمع‌آوری اطلاعات در مراحل مختلف رشد گیاه
- جمع‌آوری اطلاعات هواشناسی
- برآورد نیاز آبی واحدهای درجه ۳
- تخمین آب قابل دسترسی
- محاسبه دبی کانال در مقاطع مختلف
- تعیین تنظیمات لازم برروی دریچه‌ها
- دادن اطلاعات به میراب‌ها

در آلترناتیو دوم که سیستم خودکار کنترل از پائین دست در کانالهای اصلی و درجه ۱ برقرار می‌باشد. نیازمند مرکز بهره‌برداری با چنین مسئولیت سنگینی نبوده و در عوض نیازمند مراکز بهره‌برداری کوچکتر در محل آبگیرهای درجه ۲ می‌باشد.

طراحی کانال درجه یک و ارتباطی

در آلترناتیو اول تنظیم کننده‌های جریان از نوع سرریز ثابت ودریچه‌های آبگیری از نوع نیرپیک انتخاب گردیده است . بمنظور به حداقل رساندن میزان نوسانات آب درمقابل دریچه‌های آبگیری طول سرریزهای تنظیم کننده تا حدی که مقرون به صرفه بساشد زیاد انتخاب شده است و برای اینکه دبی عبوری از دریچه‌های درجه ۲ آبگیرهاثابت گردد، نوع آبگیرهای نیرپیک دو نقابه انتخاب شده است.

در آلترناتیو دوم که سیستم خودکار کنترل از پائین دست برقرار می‌باشد بلافاصله در پائین دست تنظیم‌کننده‌های AVIO، دریچه‌های نیرپیک انتخاب شده است.

پروفیل طولی کانال ارتباطی درجه یک پس از نهایی شدن ساختمانهای آبگیری و تنظیم‌کننده‌های سطح آب در هر دو آلترناتیو ترسیم گردید.

پس از طراحی اثر تغییرات بعمل آمده در وضعیت آبگیرها در هر دو آلترناتیو با توجه به دوره‌های کم‌آبی و پرآبی رودخانه‌ها موردبررسی قرارگرفت . بدین ترتیب که‌درهردو آلترناتیو وضعیت دریچه‌های آبگیرازحالت نیمه‌باز (۵۰ درصد آبگیری) به حالت باز کامل (۱۰۰ درصد آبگیری) براساس برنامه زمانی ارائه شده (شکل شماتیک شماره ۲) تغییر وضعیت داده شد.

نهایتا" چهار آلترناتیو مختلف بوسیله مدل کامپیوتری و هیدرودینامیکی MODIS مورد شبیه‌سازی قرارگرفت . پارامترهای عملکرد بهره‌برداری در مدل MODIS گنجانیده شده است . دو پارامتر عمده عبارتنداز نسبت موثر آب تحویلی و

راندمان بهره‌برداری که در ذیل توضیح داده شده است .

$$DPR=(Ve/Vi)*100$$
$$Eo=(Ve/Va)*100$$

DPR = نسبت موثر آب تحویلی به آبگیرها
Ve = حجم مفید آب تحویلی به آبگیرها
Vi = حجم آب موردنیاز جهت تحویل به آبگیر
Va = حجم آبی‌که‌درواقع‌به آبگیر تحویل‌داده‌شده
Eo = راندمان بهره‌برداری

فرمولهای فوق برای بدست آوردن نسبت موثر آب تحویلی به هر آبگیر وتخمین میزان راندمان بهره‌برداری ازیکایک آبگیرهای درجه‌دوم ارائه شده است. لازم به ذکر است که برای مقایسه دو سیستم مختلف کنترل ضروریست راندمان کلی و یا نسبت موثر آب تحویلی به کانال درجه‌یک ارتباطی با استفاده از فرمولهای ذیل که در مدل MODIS گنجانیده شده ،محاسبه شود.

$$TOTAL\ DPR = (\Sigma\ DPR*Vi/\Sigma Vi)$$
$$TOTAL\ Eo = (\Sigma Ve/Va)$$

نتایج شبیه‌سازی

نتیجه شبیه‌سازی نشان می‌دهد که پدیده جریان ناپایدار اثر مهمی برروی میزان آب تحویلی به دریچه‌های آبگیری و راندمان بهره‌برداری بویژه در آلترناتیو کنترل از بالادست دارد. زیرا که فرمول ذیل (مانینگ) که درطراحی کانالها مورد استفاده قرار می‌گیرد.

$$V=(1/n)R^{2/3}\times S^{1/2} \quad \text{یا} \quad Q=(A/n)\,R^{2/3}\times S^{1/2}$$

در شرایطی صادق است که :

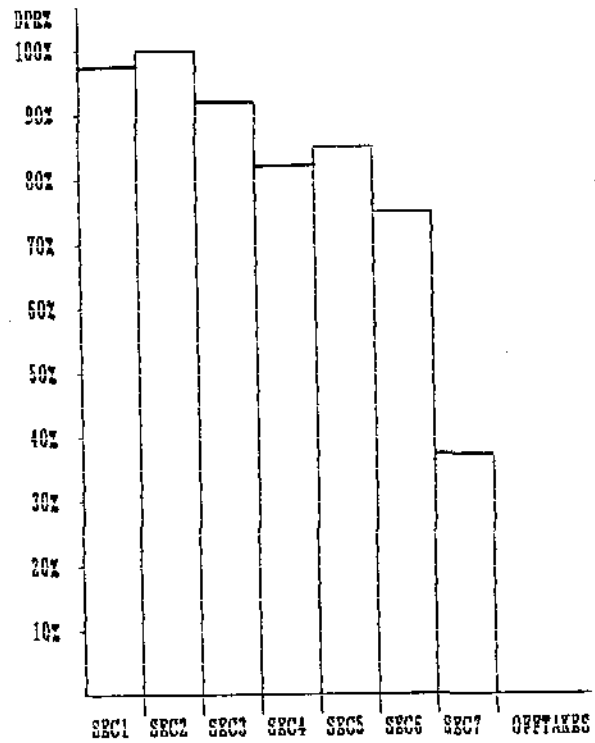
(سرعت درطول زمان‌جریان ثابت است) $\frac{dv}{dt}=0$ (شرایط پایدار)

(سرعت درمقاطع‌مختلف کانال‌ثابت است) $\frac{dv}{dx}=0$ (شرایط یکنواخت)

حال آنکه، در هنگام بهره‌برداری و دادن تغییر وضعیت به آبگیرهای‌درجه دوم بجای شرایط فوق حالات ذیل پدیدار خواهد گشت .

$$\frac{dv}{dt}\neq 0 \qquad \text{و} \qquad \frac{dv}{dx}\neq 0$$

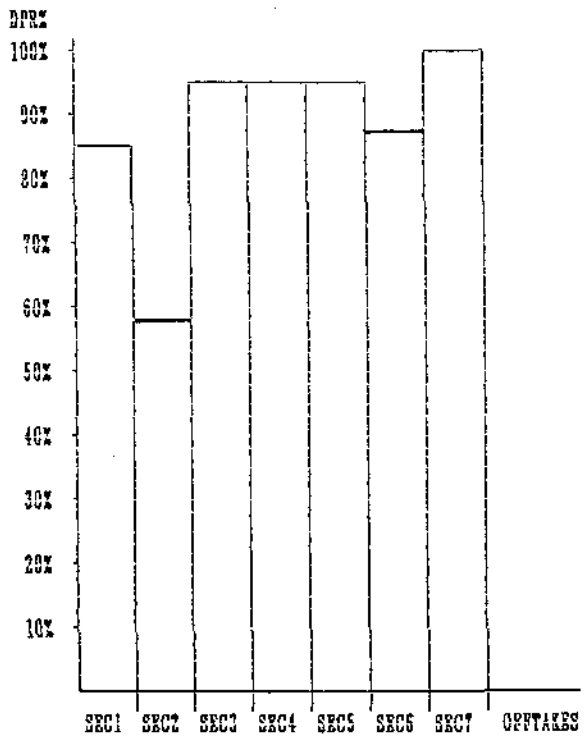
نتیجه این ناپایداری را می‌توان برروی میزان آب تحویلی به آبگیرها مشاهده نمود. در شکل شماره ۵ نسبت موثر آب تحویلی به آبگیرهای درجه ۲ کانال درجه یک ارتباطی مشاهده می‌شود.



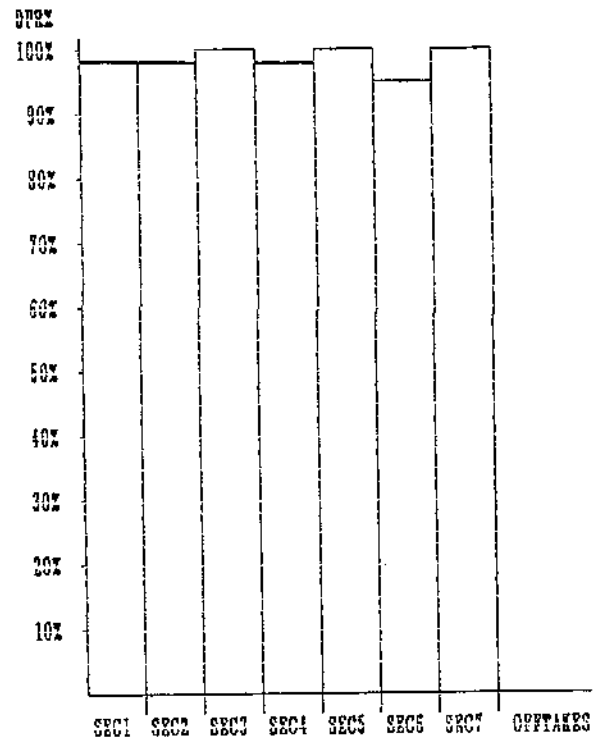
شکل شماتیک شماره ۵- نسبت موشرآب تحویلی به آبگیرهای شماره ۱ تا ۷ درجه دوم در آلترناتیو کنترل ازبالادست در دوره کم‌آبی

در آلترناتیو کنترل از بالادست زمان ناپایداری جریان حدودا "۷ ساعت بطول می‌انجامد و زمان بین دو تنظیم متوالی روی دریچه‌های آبگیر بین ۵ تا ۶ روز می‌باشد. البته در طی ۶ روز اثرات جریان ناپایدار بمقدار قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد ولیکن نمی‌توان گفت که قابل اغماض است .

نسبت موشر آب تحویلی به دریچه‌های مختلف آبگیر در هر دو سیستم کنترل، درزمان ناپایداری جریان در شکلهای شماره ۶ و ۷ نشان داده شده است. مقدار آب مصرف شده در سیستم کنترل از بالادست بیشتر از آلترناتیو کنترل از پائین دست بوده و میزان راندمان بهره‌برداری به % ۸۵/۶ کاهش پیدامی‌نماید. در حالیکه در سیستم خودکار کنترل از پائین دست راندمان بهره‌برداری تا % ۹۹/۵ افزایش یافته است.



شکل شماره ۶- نسبت سوئر آب تحویلی به‌دریچه‌های آبگیردرشرایط پایداردودوره‌پرآبی در سیستم کنترل از بالادست



شکل شماره۷- نسبت موثرآب تحویلی به‌دریچه‌های آبگیردرشرایط پایداردوره‌پرآبی در سیستم کنترل از پائین دست

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

بدلیل اینکه تنظیم کننده از نوع ثابت بعنوان کنترل کننده سطح آب در سیستم کنترل از بالادست استفاده گردید درزمان جریان پایدار و دوره پرآبی مقدرا آب رها شده‌از سد مخزنی نسبت به آلترناتیو دوم(کنترل ازپائین دست) بمراتب افزایش یافت. زیراکه در این آلترناتیو آب بمقدار قابل ملاحظه‌ای از انتهای سیستم و بدون استفاده به سیستم زهکشی تخلیه می‌گردد وهم‌چنین بهره‌برداری درسیستم کنترل از بالادست بمراتب مشکل‌تراز سیستم کنترل از پائین‌دست می‌باشد. در سیستم کنترل از بالا دست و در زمان تحویل آب به میزان ۵۰% به آبگیرهای درجه دوم در حالت شرایط پایدار و دوره کم‌آبی رودخانه‌ها نیمه‌باز کردن دریچه‌های آبگیر مناسب تشخیص داده نشد. بنابراین مرحله به مرحله دریچه‌ها بیشتر از ۵۰ درصد باز گردیدند تا اینکه راندمان بهره‌برداری افزایش یافت

انجام این عمل در شرایط واقعی و بدون استفاده از مدل هیدرودینامیکی اگر غیرممکن نباشد،بسیارمشکل خواهد بود.

از مزایای دیگر سیستم کنترل از پائین دست را می‌توان استفاده از دریچه‌های یک نقابه آبگیر بجای استفاده از دریچه‌های دونقابه در سیستم کنترل از بالادست برشمرد. باهمه این تفاصیل بدلیل اینکه سیستم کنترل از پائین دست نیازمندآنست که بالای کانال در تراز افق قرار گیرد استفاده از این سیستم تنها در کانالهای با شیب بسیار کم توصیه گردیده و بدلیل اینکه در محل تقاطع کانال درجه یک ارتباطی با رودخانه‌هاو آبراهه‌های طبیعی نیاز به سیفون نمودن کانال از زیر این عوارض می باشد، لذا استفاده از این سیستم بدون بررسیهای بیشتر اقتصادی توصیه نمی‌گردد. البته می‌توان از سیستم‌های BIVAL یا ELFLOW که نیازمند تراز افقی بالای کانال نمی‌باشند استفاده نمود لیکن این سیستم‌ها به نیروی الکتریسیته محتاج بوده که در شرایط فعلی کشور پیشنهاد نمی‌شود.

نهایتا" در این مرحله باتوجه به اهمیت روزافزون درنظر گرفتن راندمان بهره‌برداری در هنگام طراحی شبکه‌های آبیاری و زهکشی و بویژه با درنظر گرفتن عدم کارآئی شبکه‌های ساخته‌شده سیستم کنترل در بالادست با درنظرگرفتن سواردذیل پیشنهاد می‌گردد.

۱- فاصله بین انجام تغییرات برروی دریچه‌های آبگیر از شش روز به یک ماه افزایش یابد تا اثرات نامطلوب جریان ناپایداربرروی راندمان بهره‌برداری به حداقل ممکن تقلیل یابد.

۲- ازمدل هیدرودینامیکی برای تنظیمات موردنیاز برروی دریچه‌های آبگیر استفاده گردد.

سعیدخلج ساوجبلاغ
فوق لیسانس مهندسی هیدرولیک (مدیریت آب)
امورآبیاری وزهکشی - شرکت مهندسی‌مشاورمهاب‌قدس

فهرست منابع مورد استفاده :

1- MODIS, User's Guide, 1989, TU Delft & Haskoning Consulting Engineers

2- Ankum, p.; "Water control systems and irrigation structures"; IHE; Delft; 1989.

3- Ankum, p.; "Automation of flow control in irrigation system"; IHE; Delft; 1990.

4- Schuurmans, W.; "Impact of unsteady flow on irrigation water distribution, proceedings of the international conferece on irrigation theory and practice, Southampton University.

5- Schuurmans, W.; "A model for real time controlled canal system"; a paper for European Conference of "Advances in Water Resource Technology"; March 1991

6- Design of Small canal structure, U.S. Burea of Reclamation

7- Hydraulic Design of Stilling Basin and Energy Dissipator

8- FAO Irrigation and Drainage paper no.24

Design of a Primary Canal Using a Computer model

Saeid Khalaj, Project Manager
Irrigation & Drainage Department
Mahab Ghodss Consulting Engineers

Abstract

An irrigation scheme through traditional water courses is irrigating about 7150 ha of paddy fields. Although, there is water shortages during low river runoff and peak growing season, it is decided to extend the area under paddy to about 13000 ha in net. But this is not possible without taking full advantage from river runoff, and preventing flow of large volume of water to the Sea annually. Therefore, it is foreseen to construct a reservoir dam on one of four rivers existing in the area, and three diversion dams on three others. By taking full advantage from river runoff through diversion dams and provision of irrigation water deficiency from reservoir dam the goal can be accomplished.

The objective of this paper is to design primary canal by taking into account the operational performance of the system by using MODIS hydrodynamic flow model. A fixed and rotational water delivery schedule to tertiary offtakes, resulted in variable (from 50 to 100%) and continuous water delivery to secondary offtakes. The right primary canal of the Irrigation network which is connected to reservoir dam and two diversion dams is selected for investigation. Two important occasions from paddy growing season were picked out. One during high river runoff (in the month of May) calling it sufficient river runoff, and next one during low river runoff (in the month of July) which is called deficiency period. In the design of new primary canal, it was decided to investigate the effect of manual operation of secondary offtakes and changes of river runoff in two alternatives of automatic upstream and self-regulating downstream control systems during deficiency and sufficiency periods. These four alternative situations were simulated, using the MODIS hydrodynamic flow model. To analyze the performance of the system, operation performance parameters have been formulated. The results of the simulation shows that the unsteady flow phenomena has an important impact on the water delivery and operation efficiency of the system, specially in alternative of automatic upstream control. Also, it was noticed that management in automatic upstream control is very difficult, and during sufficient river runoff relatively more flow should be released from reservoir dam as compared with its variant alternative of self-regulating downstream control system.