مجموعه مقالات نهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

مقاله شماره ۱

موضوع :

بهینه‌سازی شبکه کانال‌های آبیاری جیرفت

تألیف :

محمد جواد خانجانی و غلامعباس بارانی[۱]

محمد علی جعفری نسب باغستانی[۲]

چکیده

بهینه سازی ابزاری است که برای کاهش هزینه‌ها یا منابع جهت افزایش بازده به کار گرفته می‌شود. عدم به کارگیری یک روش بهینه سازی قابل قبول و مشخص برای طراحی کانالهای آبیاری موجب پائین بودن بازده سیستم‌های آبیاری گردیده است. در طراحی کانالهای آبیاری تلاش می‌شود که هزینه مالی و اتلاف آب کاهش یافته و زمینهای تحت خدمات از آب مورد نیاز برخوردار گردند. انتخاب چگونگی مسیرهای شبکه کانال‌ها در منطقه مورد نظر، نقش بسیار مؤثری را در بهینه سازی ایفا می‌نماید. لذا باید سعی کرد تا مسیرهای شبکه کانال‌ها به گونه‌ای باشد که ضمن آن که طول بهینه را برای کل شبکه ممکن می‌سازد، آب مورد نیاز هر قسمت نیز تأمین شود.

در این مطالعه، بخشی از شبکه آبیاری زیر سد جیرفت مورد توجه قرار گرفته و با سه روش : درختی اصلاح شده، کوتاهترین مسیر و شبکه بهینه با ظرفیت محدود بهینه گردیده و محدودیت‌های ثقلی بودن جریان و حداقل آب مورد نیاز هر قطعه در نظر گرفته شده است. جوابهای حاصله از روشهای مذکور با یکدیگر مقایسه شده‌اند و برای به دست آوردن شبکه با کمترین طول کانال، روش اصلاح شده درختی با حداقل پهن‌شدگی پیشنهاد می‌گردد.

۱- اعضاء هیئت علمی دانشگاه شهید باهنر کرمان

۲- کارشناس ارشد سازه‌های هیدرولیکی

مقدمه

بطور کلی، بازده کانالهای آبیاری کمتر از حد مورد نظر می‌باشد که یکی از دلایل آن عدم استفاده از روشهای بهینه سازی شبکه کانالها می‌باشد، چرا که چگونگی جایگیری شبکه کانال‌ها در منطقه کشاورزی عامل بسیار مهمی می‌باشد. یک شبکه خوب نه تنهاباعث می‌شود که منطقه وسیع‌تری تحت پوشش کانال‌ها قرار گیرد بلکه باعث می‌شود اتلاف آب در شبکه نیز تا حد ممکن پائین بیاید. هم اکنون روشهای طراحی شبکه کانال‌ها بیشتر بر مبنای قضاوت مهندسی استوار است تا روشهای ریاضی و علمی. در عمل، مهندسین معمولاً آزمایشات و تجربیات قبلی را به کار می‌برند و با ارزیابی گزینه‌های مختلف، یکی را انتخاب می‌کنند ولیکن طراح هرگز نمی‌تواند ادعا کند که شبکه پیشنهادی او اقتصادی‌ترین و بهترین شبکه است، چرا که او تعداد محدودی شبکه را ارزیابی نموده است.

برای بهره برداری از سیستم آبیاری، هر منطقه باید دسترسی به یک کانال داشته باشد. از طرفی به دلیل نفوذ آب در کانال‌ها(اگر کانال خاکی باشد) که مستقیماً تابع طول کانال می‌باشد، باید مسئله طول کلی شبکه را دقیقاً در نظر داشت. علاوه بر طول کانال، ظرفیت و شکل مقطع عرضی کانال تأثیر بسزایی روی مقدار نفوذ خواهد داشت. هزینهٔ ساخت شبکه کانال تابع مستقیم از طول کانال و ظرفیت آن خواهد بود. بنابراین شبکه کانال باید با کمترین طول و ظرفیت بهینه طراحی شود. راجپوت و مایکل [۱] [۷] قسمتی از شبکه آبیاری سن‌سد [۲] رابهینه نمودند و پادیال [۳] و همکاران [۵] قسمتی از شالیزارهای تایلند را بهینه کردند. در این مطالعه عمده‌ترین روشهای بهینه سازی شبکه کانال مورد بحث قرار می‌گیرد.

روشهای بهینه سازی

روش اصلاح شده درختی با حداقل پهن شدگی [۴]: در این روش از مدل درختی با حداقل پهن‌شدگی بهره گرفته شده است [۸]. هدف از به کارگیری این مدل، به دست آوردن شبکه‌ای است که خروجی [۵] نواحی مختلف را به یکدیگر متصل نماید، در عین حال که کمترین طول ممکن را داراست و از آنجا که هزینه و همچنین اتلاف آب تابع مستقیمی از طول شبکه کانال‌ها می‌باشد، این روش می‌تواند در طراحی سیستم توزیع آب مفید واقع گردد. در مدل غیر اصلاح شده فقط فاصله گره‌ها در نظر گرفته می‌شود و شبکه‌ای به دست می‌آید که همه گره‌ها را با حداقل طول ممکن به یکدیگر متصل می‌نماید. در مدل اصلاح شده گزینه‌های زیر مورد توجه قرار می‌گیرند.

- جریان در کانال‌ها، از گره با ارتفاع بیشتر به گره با ارتفاع کمتر اتفاق می‌افتد.
- گره‌ها ممکن است به صورت یک گره میانی یا یک گره خروجی باشند.
- کانال‌ها بر روی مرز نواحی کشاورزی قرار می‌گیرند.

1- *Rajput and Michael*

2-*Sansad*

3- *Paudyal*

4- *Modified Minimal Spanning Tree Model*

5- *Outlet*

روش کوتاهترین مسیر [1]:در این روش که یک حل مستقیم می‌باشد همه خروجی‌ها با کوتاهترین مسیر به منبع تأمین آب متصل خواهند شد. از نظر ریاضی، مسئله را می‌توان به صورت یک مدل بهینه سازی با برنامه‌ریزی خطی (LP) به شکل زیر بیان نمود [۶].

تابع هدف :

$$\text{minimize} \quad : \quad \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} d_{ij} Q_{ij}$$

با قیدهای :

$$\sum_{j=1}^{n} Q_{sj} - \sum_{j=1}^{n} Q_{js} = 1 \qquad (۱)$$

$$\sum_{j=1}^{n} Q_{ij} - \sum_{j=1}^{n} Q_{ji} = 0 \qquad i \neq s \, , \, i \neq t \qquad (۲)$$

$$\sum_{j=1}^{n} Q_{tj} - \sum_{j=1}^{n} Q_{jt} = -1 \qquad (۳)$$

$$Q_{ij} \geq 0 \qquad (۴)$$

که :

Q_{ij} = بده جریان از گره i به طرف گره j

Q_{sj} = بده جریان از منبع آب (s) به طرف گره j

Q_{jt} = بده جریان از گره j به گره مقصد (t)

d_{ij} = طول کانال از گره i به گره j (البته می‌تواند هزینه انتقال واحد حجم آب از کانال باشد)

قید اول تضمین می‌کند که واحد حجم آب از منبع تأمین آب (s) خارج شده است. قید دوم ما را مطمئن می‌سازد که واحد حجم آب در هیچ یک از گره‌های میانی دستخوش تغییر نشده و آب وارد شده به یک گره میانی با آب خارج شده از آن برابر می‌باشد. قید سوم لزوم خارج شدن واحد حجم آب از گره مقصد(t) را در نظر می‌گیرد. قید چهارم تضمین می‌کند که دبی به دست آمده از آنالیز فوق مثبت می‌باشد، یعنی جریان از گره i به طرف گره j اتفاق می‌افتد .

روش شبکه بهینه با ظرفیت محدود [2]:این روش یک روش تکراری برای به دست آوردن شبکه‌ای است که هزینه جریان آب مورد نیاز (طول کل شبکه) در آن بهینه می‌گردد [۶]. با در نظر گرفتن :

N = مجموعه کلیه گره‌های موجود در شبکه

1-Shortest Path

2- Out - of- Kilter

S = مجموعه کلیه کانالهای ممکن در شبکه

مسئله بهینه کردن شبکه را می‌توان به صورت یک مدل برنامه‌ریزی خطی (LP) به شکل زیر بیان نمود :

تابع هدف :

$$\text{minimize :} \quad \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} Q_{ij}\, d_{ij}$$

با قیدهای :

$$Q_{ij} \leq U_{ij} \qquad (i, j) \in S \qquad (۵)$$

$$Q_{ij} \geq L_{ij} \qquad (i, j) \in S \qquad (۶)$$

$$\sum_{j=1}^{n} Q_{ji} - \sum_{j=1}^{n} Q_{ij} = 0 \quad i \in N,\ i \neq j \qquad (۷)$$

$$Qij \geq 0 \qquad (۸)$$

که :

Q_{ij} = بده جریان از گره i به سمت گره j

d_{ij} = طول کانال از گره i به گره j (البته می‌تواند هزینه انتقال واحد حجم آب از کانال باشد).

U_{ij} = حداکثر ظرفیت ممکن برای کانالی که گره i را به گره j وصل می‌کند.

L_{ij} = حداقل ظرفیت ممکن برای کانالی که گره i را به گره j وصل می‌کند.

قیود ردیف پنجم و ششم محدود بودن ظرفیت کانال، بین دو حد بالا و پایین را ارضا می‌نماید. قید ردیف هفتم رابطه پیوستگی در گره‌ها را در نظر می‌گیرد، لیکن در مورد گره‌هایی که در آنها آبگیری انجام می‌شود، برای این که آب مورد نیاز از این گره‌ها خارج شود یک کانال فرضی در نظر گرفته می‌شود که جهت جریان در آن کانال،از گره مورد نظر به طرف منبع می‌باشد و حدود بالا (U_{ij}) و پائین (L_{ij})برابر آب مورد نیاز در آن گره در نظر گرفته می‌شود، لیکن برای این که تأثیری در هزینه کل ایجاد نشود، هزینه عبور آب از این کانال فرضی صفر قرار داده می‌شود.

پس از حل مسئله دو حالت زیر را خواهیم داشت:

$Q_{ij} = 0$، یعنی جریانی در کانال مورد نظر برقرار نیست یا به عبارت دیگر نیازی به وجود این کانال نمی‌باشد.

$Q_{ij} > 0$، بدین معنی که در این کانال جریان آب برقرار است و الزاماً باید این کانال را بنا نمود.

کاربرد مدلها برای دشت جیرفت

دشتهای جیرفت و رودبار قسمتی از حوزهٔ آبریز غربی هامون جازموریان و رودخانه هلیل رود بوده که در جنوب شرقی ایران، در استان کرمان، در عرض جغرافیائی ’۰۰ °۲۸ تا ’۴۵ °۲۸ شمالی و در طول جغرافیائی ’۳۰ ۵۷ تا ’۰۰ °۵۸ شرقی قرارگرفته است. منطقه مورد مطالعه دارای آب و هوای گرم و نسبتاً مرطوب است.

متوسط حداکثر درجه حرارت در تابستان ۴۳/۷ درجه سانتیگراد و متوسط حداقل آن در دی‌ماه برابر ۳/۷ درجه سانتیگراد می‌باشد. متوسط بارندگی سالانه در چهار ایستگاه حسین آباد، سبزواران،کهنک و بهارآباد به ترتیب ۱۶۵/۹، ۱۴۸/۸،۱۵۹ و ۲۰۷ میلی‌متر بوده که حدود ۱۱ درصد بارندگی سالانه در ماههای خرداد لغایت آبان و حدود ۷۷ درصد در ماههای فصل زمستان و فروردین صورت می‌گیرد. به طور متوسط ۴۴٪ کل اراضی را باغات میوه و ۵۶٪ باقیمانده را زراعتهایی نظیر گندم، جو، انواع ذرت، یونجه، سیب‌زمینی، پیاز، گوجه‌فرنگی، خیار، بادمجان،ماش و لوبیا تشکیل می‌دهد. به طور متوسط ۴۵٪ کل نیاز آبی منطقه توسط آبهای سطحی و ۵۵٪ باقیمانده توسط آبهای زیر زمینی تأمین می‌شود. دشت جیرفت که قسمتی از منطقه فوق‌الذکر می‌باشد مساحت تقریبی ۱۱۵۰۰ هکتار را داراست که در این مطالعه بخشی از آن به مساحت تقریبی ۱۳۰۰ هکتار مورد بررسی قرار گرفته است. نیاز آبی منطقه در ماه تیر که حداکثر مصرف می‌باشد در نظر گرفته می‌شود. هیدرومدول آبیاری برای ماه تیر طبق رابطه زیر بیان می‌شود [۳].

	۱/۷۲(A)	A<۳۲
زراعتها :	۴۳/۸۸ + ۰/۳۶(A)	۳۲<A<۲۵۶
	۰/۵۳(A)	A>۲۵۶
باغات :	۱/۷۴ (A)	

A برابر سطح باغ یا مزرعه مورد نظر بوده و بر حسب هکتار در روابط قرار می‌گیرد و نیاز آبی بر حسب لیتر در ثانیه به دست خواهد آمد.

روش درختی اصلاح شده: برای به کارگیری مدل مذکور و هم چنین اصلاح مدل اولیه به این صورت عمل می‌شود که در کلیه مسیرهای ممکن، جهت جریان با توجه به توپوگرافی منطقه در نظر گرفته می‌شود. سپس خروجی بلوک‌های مختلف که گره با ارتفاع بیشتر هر بلوک می‌باشد در نظر گرفته شده و شماره گذاری می‌شود (شکل (۱)). یک شبکه فرضی که خروجی‌ها را به یکدیگر وصل می‌نماید، ترسیم می‌شود. لذا باید از هر خروجی با توجه به جهات جریان ممکن، حرکت کرد تابه خروجی بعدی رسید و کل طول کانالهای واسط بین این دو خروجی به عنوان فاصلهٔ آنها در نظر گرفته می‌شود. با توجه به مسیرهای موجود و توپوگرافی منطقه ممکن است یک خروجی به چندین خروجی، منتهی شود. با توجه به شکل (۱)، ۲۲ خروجی در منطقه، مورد مطالعه قرار گرفته است که فاصله هر خروجی تا خروجی‌های بعدی در جدول شماره (۱) آمده است. حال با استفاده از مدل مربوطه [۷] و شبکه فرضی موجود، کوتاهترین شبکه ممکن حاصل خواهد شد که جواب بهینه در شکل (۱) ترسیم گردیده است.

روش کوتاهترین مسیر : به منظور استفاده از این مدل، ابتدا با توجه به توپوگرافی منطقه، جهت جریان در مسیرهای مختلف مشخص شده و یک شبکه فرضی از مسیرهای ممکن در نظر گرفته می‌شود. در جدول شماره(۲) گره‌های ابتدا و انتهای مسیرهای ممکن و هم‌چنین طول این مسیرها آورده شده است. سپس با استفاده از الگوریتم مربوطه [۶]، شبکه بهینه حاصل خواهد شد. جواب حاصله از این مدل در شکل شماره (۲) ترسیم گردیده است.

روش بهینه با ظرفیت محدود: به منظور به کارگیری این مدل، ابتدا، با توجه به توپوگرافی منطقه، جهت جریان در مسیرهای مختلف مشخص شده و یک شبکه فرضی از مسیرهای ممکن، مورد مطالعه قرار گرفته و در نقاط آبگیری هم کانال با شرایط لازم در نظر گرفته می‌شود. در این روش نیز فاصله بین گره‌ها مورد توجه قرار می‌گیرد که در جدول شماره (۲) آمده است. حداکثر ظرفیت کلیه کانال‌ها (U_{ij})، ۷ متر مکعب درثانیه و حداقل آن (L_{ij}) برابر صفر در نظر گرفته شده است. لیکن می‌توان برای هر یک از کانال‌ها، یک حداقل و حداکثر دبی مشخص را در نظر گرفت. در هر یک از خروجی‌ها، میزان دبی مصرفی بر اساس هیدرومدول آبیاری [۳]، محاسبه شده است که خلاصه محاسبات انجام شده در جدول شماره (۳) آمده است. در پایین دست خروجی شماره (۳) فعلاً کشاورزی انجام نمی‌شود به همین دلیل سطح زیر کشت آن صفر در نظر گرفته شده است. سپس با استفاده از الگوریتم مربوطه [۶] شبکه بهینه حاصل خواهد شد که جواب حاصله از این مدل در شکل شماره (۲) ترسیم گردیده است. به دلیل بزرگ بودن حد بالای ظرفیت کانال‌ها و هم‌چنین صفر بودن حد پائین آن، جواب حاصله از این روش با جواب به دست آمده از روش کوتاهترین مسیر کاملاً یکسان است.

نتیجه گیری

با استفاده از سه مدل ارائه شده می‌توان طول کلی شبکه کانال در یک منطقه آبیاری را بهینه نمود. لیکن از آنجاکه طول شبکه کانال در منطقه مورد مطالعه، با استفاده از مدل اصلاح شده درختی با حداقل پهن شدگی ۳۹۰۰ متر و با استفاده از مدلهای کوتاهترین مسیر و شبکه بهینه با ظرفیت محدود ۲۰۳۷۰ متر می‌باشد، چنین استنباط می‌شود که برای به دست آوردن شبکه‌ای که حداقل طول ممکن را داشته باشد استفاده از مدل اصلاح شده درختی با حداقل پهن‌شدگی منطقی به نظر می‌رسد. روشهای کوتاهترین مسیر و شبکه بهینه با ظرفیت محدود هنگامی مناسب به نظر می‌رسند که به جای طول کانال، هزینهٔ انتقال واحد حجم آب در کانال مورد ارزیابی قرار گیرد که این هزینه می‌تواند به صورت تابعی از بده جریان در کانال بیان شود و شامل هزینه‌های ساخت، بهره‌برداری و نگهداری شبکه می‌باشد

مراجع

۱) جعفری نسب، م.ع . ۱۳۷۷ ، بهینه سازی شبکه کانال های آبرسانی، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید باهنر کرمان ـ دانشکده فنی ـ بخش مهندسی عمران.

۲) شهیدی پور ، س . م .م. ۱۳۷۳، بهینه‌سازی (ترجمه)، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

۳) مهندسین مشاور مهاب قدس. ۱۳۷۵، طرح آبیاری و زهکشی دشتهای جیرفت و رودبار، مطالعات مرحله دوم، تهران.

4) Muspratt, M.A. 1971 ." Optimal Distribution of Water to Irrigation Canals", Journal of Hydrology, 14:19 - 28.

5)Paudyal, G.N., Pandit, D.S. and Goto, A. 1991 . "Optimization of on - Farm

Channel Network in an Irrigation Area " , Irrigation and Drainage Systems, 5:383-395.

6) Phillips, D.T. and Garcia - Diaz, A. 1981."Fundamentals of Network Analysis", Prentice - Hall , Iuc., New York.

7) Rajput, T.B.S., and Michael, A.M. 1988 . "Optimal Layout of Water Courses in Outlet Areas" , Irrigation and Power, 45(3)29 -37.

8) Smith, D.K. 1982. "Network Optimization Practice : A Computational Guide". John Wiley and Sons, New York

جدول شماره ۱: فاصله و شماره خروجی‌های شبکه کانال‌های آبیاری جیرفت

خروجی مبدا	خروجی مقصد	فاصله (متر)	خروجی مبدا	خروجی مقصد	فاصله (متر)
۱	۲	۳۸۰	۹	۲۲	۳۸۹۰
۱	۸	۹۳۰	۱۰	۲۲	۲۵۴۰
۲	۳	۳۵۰	۱۱	۱۴	۸۲۰
۲	۱۷	۴۳۳۰	۱۱	۱۷	۲۲۸۰
۳	۴	۱۶۵۰	۱۲	۱۱	۹۳۰
۳	۱۷	۳۸۸۰	۱۲	۱۳	۶۸۰
۴	۵	۴۵۰	۱۳	۱۴	۷۰۰
۴	۱۷	۲۶۸۰	۱۳	۲۰	۲۹۶۰
۵	۶	۵۰۰	۱۴	۱۷	۱۵۸۰
۵	۹	۱۳۱۰	۱۴	۲۰	۲۴۵۰
۶	۷	۵۰۰	۱۵	۱۶	۸۴۰
۶	۲۲	۴۹۹۰	۱۵	۲۱	۱۸۲۰
۷	۱۰	۱۰۴۰	۱۵	۲۲	۲۳۷۰
۷	۲۲	۳۴۸۰	۱۶	۲۲	۲۲۵۰
۸	۱۹	۵۵۰	۱۷	۱۸	۶۰۰
۸	۱۱	۱۳۶۰	۱۷	۲۰	۹۱۰
۸	۱۷	۴۰۷۰	۱۸	۲۱	۹۰۰
۹	۱۷	۲۱۴۰	۱۸	۲۲	۲۴۹۰
۹	۱۵	۱۰۰۰	۱۹	۱۲	۷۵۰
۹	۲۱	۲۸۹۰	۲۰	۲۱	۴۹۰

جدول شماره ۲: گره‌ها و فاصله گره‌های شبکه کانالهای آبیاری جیرفت

گره مبدا	گره مقصد	فاصله (متر)	گره مبدا	گره مقصد	فاصله (متر)
۱	۲	۳۸۰	۲۲	۲۳	۱۱۵۰
۱	۱۱	۹۳۰	۲۲	۳۰	۸۲۰
۲	۳	۳۵۰	۲۳	۲۴	۲۰۰
۲	۱۳	۱۲۷۰	۲۴	۳۱	۳۵۰
۳	۴	۱۳۵۰	۲۵	۳۲	۶۲۰
۳	۱۴	۱۵۵۰	۲۵	۴۱	۱۰۷۰
۴	۵	۳۰۰	۲۶	۳۴	۸۰۰
۴	۱۵	۱۴۳۰	۲۷	۲۸	۷۵۰
۵	۶	۴۵۰	۲۸	۲۱	۸۳۰
۵	۱۶	۱۵۲۰	۲۸	۲۹	۶۸۰
۶	۷	۵۰۰	۲۹	۳۰	۷۰۰
۶	۱۷	۱۳۱۰	۲۹	۳۶	۷۳۰
۷	۸	۵۰۰	۳۰	۳۱	۱۰۰۰
۷	۹	۴۰۰	۳۰	۳۷	۸۰۰
۸	۱۹	۱۰۴۰	۳۱	۳۹	۵۸۰
۸	۲۰	۱۴۸۰	۳۲	۳۳	۸۴۰
۹	۱۰	۸۰۰	۳۲	۴۲	۵۲۰
۱۰	۱۸	۲۵۰	۳۳	۳۴	۲۵۰
۱۱	۱۲	۷۱۰	۳۳	۴۳	۱۰۵۰
۱۱	۲۷	۵۵۰	۳۴	۳۵	۵۰۰
۱۲	۱۳	۳۰۰	۳۵	۴۴	۱۰۸۰
۱۲	۲۱	۵۵۰	۳۶	۳۷	۵۸۰
۱۳	۱۴	۷۳۰	۳۷	۳۸	۱۰۰۰
۱۴	۲۳	۱۲۰۰	۳۸	۴۵	۶۵۰
۱۵	۲۴	۱۱۰	۳۹	۳۸	۲۶۰
۱۶	۱۵	۱۲۰	۳۹	۴۰	۶۰۰
۱۷	۱۶	۹۸۰	۴۰	۴۱	۵۰۰
۱۷	۱۸	۳۵۰	۴۰	۴۶	۹۰۰
۱۷	۲۵	۳۸۰	۴۱	۴۲	۱۴۰
۱۸	۲۶	۱۱۶۰	۴۲	۴۳	۶۵۰
۱۹	۲۰	۵۴۰	۴۲	۴۷	۵۰۰
۱۹	۲۶	۲۰۰	۴۳	۴۴	۱۲۰۰
۲۰	۳۵	۹۲۰	۴۵	۴۶	۴۹۰

جدول شماره ۳: محاسبات نیاز آبی مزارع (خروجی‌ها) مختلف شبکه کانال‌های آبیاری جیرفت

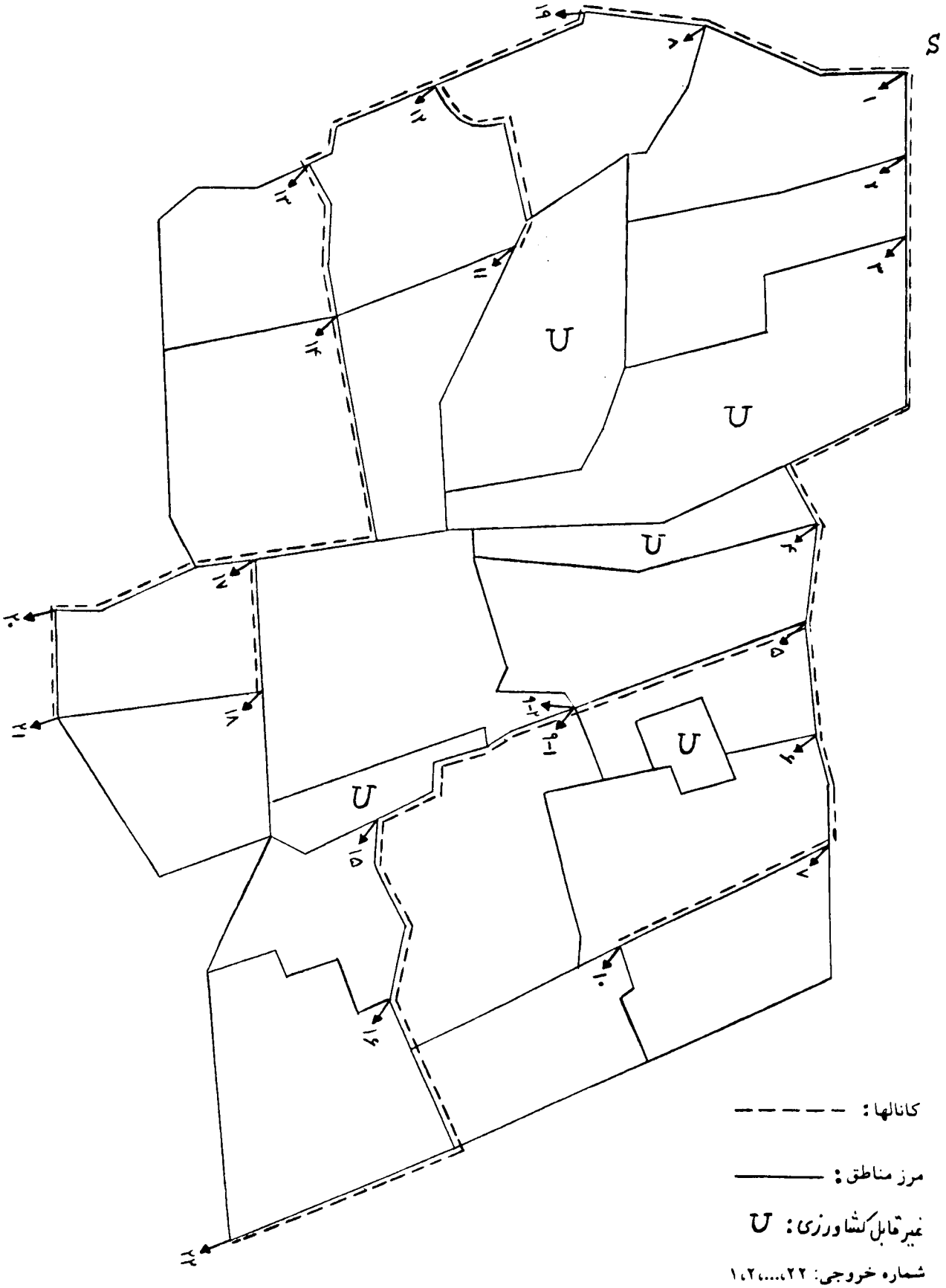
شماره آبگیر	سطح زیر پوشش هکتار	سطح باغات هکتار	سطح مزارع هکتار	آب مورد نیازباغات لیتردرثانیه	آب مورد نیاز مزارع لیتردرثانیه	کل آب موردنیاز لیتردرثانیه	آب سطحی موردنیاز لیتردرثانیه
۱	۶۵/۶۲	۲۸/۸۷	۳۶/۷۵	۵۰/۲۳	۵۷/۱۱	۱۰۷/۳۴	۴۸/۳۰
۲	۶۳/۰۳	۲۷/۷۳	۳۵/۳۰	۴۸/۲۵	۵۶/۵۸	۱۰۴/۸۳	۴۷/۱۷
۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۴	۷۰/۴۴	۳۱	۳۹/۴۴	۵۳/۹۴	۵۸/۰۸	۱۱۲/۰۲	۵۰/۴۱
۵	۳۳/۸	۱۴/۸۷	۱۸/۹۳	۲۵/۸۸	۳۲/۵۶	۵۸/۴	۲۶/۳
۶	۶۹	۳۰/۳۶	۳۸/۶۴	۵۲/۸۲	۵۷/۸	۱۱۰/۶۲	۴۹/۷۸
۷	۵۰/۱۲	۲۲/۰۵	۲۸/۰۷	۳۸/۳۶	۴۸/۲۸	۸۶/۶۴	۳۸/۹۹
۸	۵۷/۹۲	۲۵/۴۸	۳۲/۴۳	۴۴/۳۳	۵۵/۵۵	۹۹/۸۸	۴۴/۹۵
۹-۱	۸۸/۴۴	۳۸/۹۱	۴۹/۵۲	۶۷/۷	۶۱/۷	۱۲۹/۴	۵۸/۲۳
۹-۲	۱۰۳/۰۳	۴۵/۳۳	۵۷/۹۷	۷۸/۸۷	۶۴/۷۵	۱۴۳/۶۲	۶۴/۶۲
۱۰	۴۷/۹۶	۲۱/۱	۲۶/۸۵	۳۶/۷	۴۶/۱۸	۸۲/۸۸	۳۷/۲۹
۱۱	۵۲/۱۵	۲۲/۹۴	۲۹/۲۰	۳۹/۹۱	۵۰/۲۲	۹۰/۱۳	۴۰/۵۵
۱۲	۶۱/۷۷	۱۸/۲۷	۳۴/۵۹	۴۷/۲۹	۵۶/۳۳	۱۰۳/۶۲	۴۶/۶۳
۱۳	۴۶/۹۲	۲۰/۶۴	۲۶/۲۷	۳۵/۹۱	۴۵/۱۸	۸۱/۰۹	۳۶/۴۹
۱۴	۸۲/۶۶	۳۶/۳۷	۴۶/۲۹	۶۳/۲۸	۶۰/۵۴	۱۲۳/۸۲	۵۵/۷۱
۱۵	۳۹/۲	۱۷/۲۵	۲۱/۹۵	۳۰/۰۲	۳۷/۷۵	۶۷/۷۷	۳۰/۴۹
۱۶	۸۸/۷۸	۳۹/۰۶	۴۹/۷۲	۶۷/۹۶	۶۱/۷۸	۱۲۹/۷۴	۵۸/۳۸
۱۷	۴۷/۷	۲۰/۹۹	۲۶/۷۱	۳۶/۵۲	۴۵/۹۴	۸۲/۴۶	۳۷/۱۱
۱۸	۴۷/۹۹	۲۱/۱۵	۲۶/۸۷	۳۶/۸۰	۴۶/۲۱	۸۳/۰۱	۳۷/۳۵
۱۹	۲۳۵۲	۱۰۳۴	۱۳۱۷	۱۸۰۵	۲۱۰۷	۳۹۱۲	۱۷۶۰
۲۰	۲۴۰	۱۰۵	۱۳۴	۱۸۳	۲۱۵	۳۹۸	۱۸۰
۲۱	۲۰۰	۸۸/۲	۱۱۲/۲	۱۵۳/۴	۱۷۸	۳۳۳	۱۵۰
۲۲	۲۶۷۶	۱۱۷۸	۱۴۹۸	۲۰۴۶	۲۳۹۹	۴۴۴۳	۲۰۰۰

Optimization of Jiroft Irrigation Channel Network

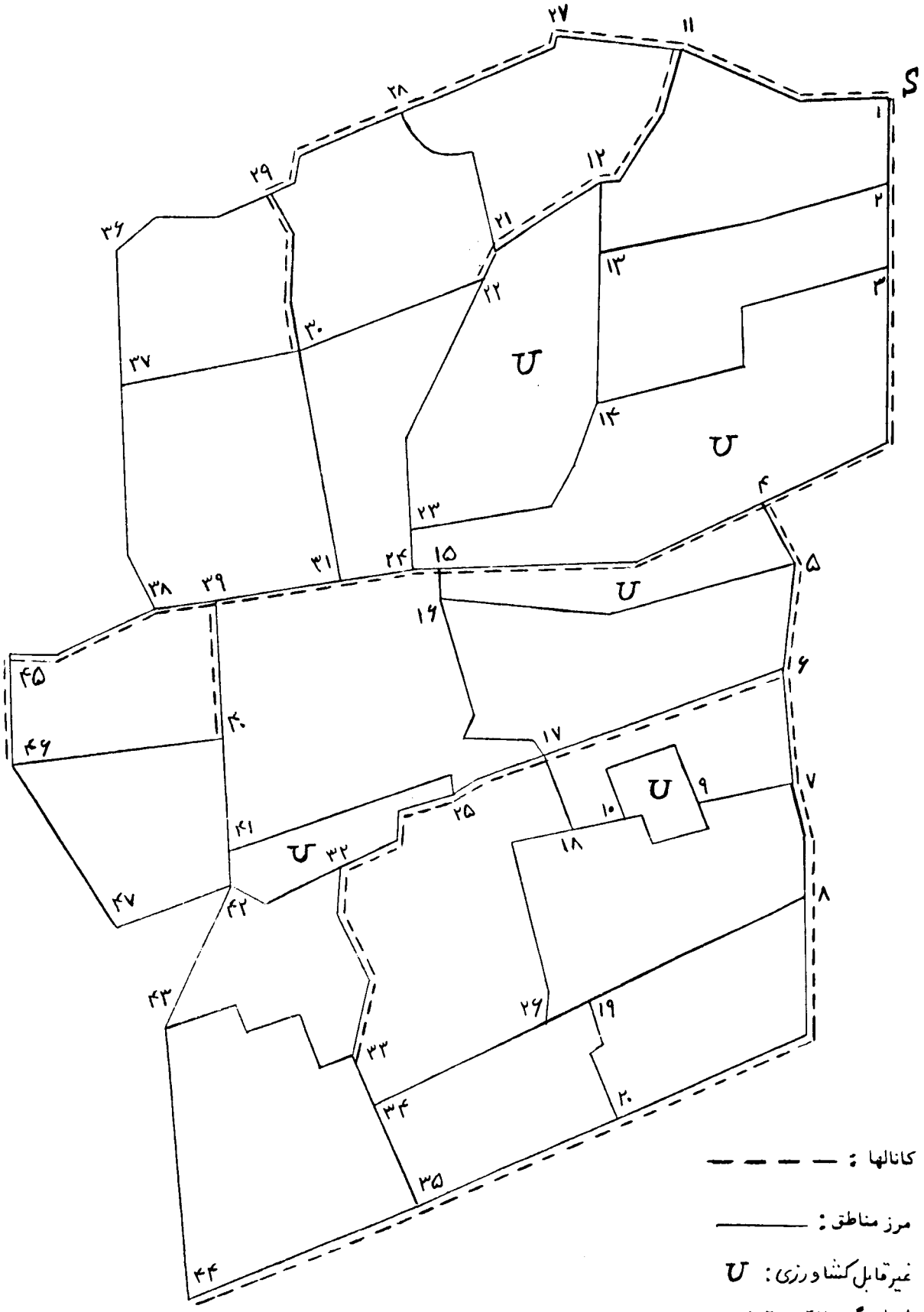
Abstract

Optimization is a tool for reduction of resources or investments in a particular Production or development system. Without using optimization process in designing irrigation channel network, inefficient water delivery system may result. In designing irrigation channels, it is tried to reduce cost and increase the efficiency of delivery to any service area of the system. The length and layout of the channel network has a very important role in oplimization of the system.

In this study , irrigation network under Jiroft dam was considered as project area and it was optimized by the "modified minimal spanning tree model" , "shortest path algorithm" , and "out of Kilter method" . The gravity flow of flow and minimum water requirement of any service area section were considered as constraints . The results of the three methods were compared and the "modified minimal spanning tree model" was found to best fit the requirement of the project area .



شکل شماره ۱ - مسیر کانال‌های بهینه شده با روش درختی اصلاح شده



شکل شماره ۲ - مسیر کانال‌های بهینه شده با روش کوتاهترین مسیر و روش شبکه بهینه با ظرفیت محدود