Archive of SID

سازمان بنادر و دریانوردی به عنوان تنها مرجع حاکمیتی کشور در امور بندری، دریایی و کشتی‌رانی بازرگانی به منظور ایفای نقش مرجعیت دانشی خود و در راستای تحقق راهبردهای کلان نقشه جامع علمی کشور مبنی بر "حمایت از توسعه شبکه‌های تحقیقاتی و تسهیل انتقال و انتشار دانش و سامان‌دهی علمی" از طریق "استانداردسازی و اصلاح فرایندهای تولید، ثبت، داوری و سنجش و ایجاد بانک‌های اطلاعاتی یکپارچه برای نشریات، اختراعات و اکتشافات پژوهشگران"، اقدام به ارایه این اثر در سایت SID می‌نماید.

سازمان بنادر و دریانوردی

مرکز بررسی اطلاعات علمی

ICOPMAS

www.SID.ir
www.SID.ir

Archive of SID

Archive of SID

بهینه‌سازی مقطع کانالهای قابل کشتیرانی

Optimization of Navigable Canal Cross Section

محمد جواد خانجانی و غلامعباس بارانی
اعضاء هیئت علمی دانشگاه شهید باهنر کرمان
کرمان صندوق پستی ۶۶۶-۷۶۱۳۵

محمد علی جعفری نسب
کارشناس ارشد سازه‌های هیدرولیکی
یزدخ خرمشهر کوچه شهید دهقان بن بست ۴ پلاک ۱۶۷

خلاصه

امروزه نیاز به کم کردن بار ترافیکی موجود در یک ساحل و همچنین مقرون به صرفه بودن استفاده از کشتیهای کوچک یا لنجها نسبت به سایر وسایل حمل و نقل در سواحل، کاربرد این وسائل را توجیه می‌نماید لیکن در مواردی لازم است در مجاورت و یا در محل رودخانه‌های طبیعی، کانال کشتیرانی احداث شده و حمل و نقل در آن کانال صورت پذیرد. در طراحی کانال کشتیرانی پارامترهایی مثل عرض کف کانال، عمق جریان، شیب جانبی، شیب کف کانال، ارتفاع آزاد و سرعت جریان باید مد نظر قرار گیرند. در این مطالعه با استفاده از ابزار بهینه سازی و با در نظر گرفتن ملاحظات طراحی و شرایط داده شده برای حرکت بی‌خطر کشتیها، مقطع کانال ذوزنقه‌ای جهت حداقل هزینه، با مدل غیر خطی بهینه می‌گردد . در بهینه سازی مدل غیر خطی مذکور از روش جهات امکان پذیر استفاده شده‌است. و برای دو طرح،مدل پیشنهادی اعمال گردیده و جواب قابل قبولی به دست آمده است .

مقدمه

رودخانه‌های طبیعی به ویژه در مناطق خشک، عموماً دارای عرض زیاد، عمق کم و مسیر پر پیچ و خم هستند که برای کشتیرانی مناسب نمی‌باشند، لذا معمولاً در مجاورت و یا در محل رودخانه‌های طبیعی، کانال با شرایط لازم برای کشتیرانی با تناژهای مختلف طراحی می‌شود[۲]. همچنین به دلیل هزینه‌های بالای عملیات احداث این گونه کانالها لزوم طراحی هرچه دقیق‌تر و علمی‌تر آنهااحساس می‌شود، به عبارت دیگر مقطع طرح شده باید بهینه باشد. بهینه سازی ابزاری است که برای کاهش هزینه‌ها یا منابع، جهت افزایش بازده به کارگرفته

www.SID.ir

Archive of SID

Archive of SID

می‌شود. در این مطالعه سعی شده است با توجه به محدودیّتهای و قیود (Constraints) لازم جهت احداث کانال و حرکت بی‌خطر کشتیها مدلی ارائه شود تا ضمن حداقل کردن هزینهٔ احداث کانال، ملاحظات لازم را در بر داشته باشد. مدل ارائه شده به دلیل خطی نبودن تابع هزینه و همچنین بعضی از قیود، به صورت مدل برنامه‌ریزی غیر خطی در خواهد آمد. گوآو هیوز (Guo and Hughes)[۷] مدل بهینه سازی کانال با مقطع ذوزنقه‌ای ولوگاناتان (Loganathan)[۸] مدل بهینه سازی مقطع سهمی شکل را ارائه نموده‌اند که می‌توان در محل‌های مناسب از آنها استفاده کرد لیکن برای کانالهای کشتیرانی باید در مدل، قیود و محدودیّت‌های لازم را در نظر گرفت و سپس نسبت به بهینه سازی آن اقدام کرد.نظر به عمومیت داشتن مقطع ذوزنقه‌ای شکل در طراحی کانالها، این مقطع مورد بررسی قرار می‌گیرد، لیکن بحث کلی بوده و می‌تواند برای مقاطع دیگر نیز به کار گرفته شود.

ملاحظات طراحی

در طراحی کانالهای کشتیرانی پارامترهایی مانند عرض کف کانال، عمق جریان، ارتفاع آزاد، شیب دیوارهٔ جانبی، شیب طولی کف کانال و سرعت جریان آب در کانال مورد بررسی قرار می‌گیرند. همچنین میزان بده عبوری جریان آب در کانال به طوری که بتواند نیاز طرح را تأمین نموده و با پارامترهای دیگر جهت به دست آوردن مقطع بهینه همخوانی داشته باشد، باید مورد ارزیابی قرار گیرد.

در تعیین عرض کانال پارامترهایی هم چون نوع کشتیهای مورد بهره برداری، سرعت کشتیها، سرعت جریان، تأثیر امواج، شدت باد، عمق لازم برای کشتیرانی، محدوه قابل دسترسی برای احداث کانال و غیره تأثیر بسزایی خواهند داشت. هیچگونه فرمول‌بندی خاصی برای تعیین عرض کانال وجود ندارد و باید با استفاده از تجربیات قبلی و همچنین قضاوت مهندسی این پارامتر مهم را تعیین نمود. عرض کانالها عموماً بزرگتر از ۶۱ متر(۲۰۰ فوت) در نظر گرفته می‌شود همچنین باید در نظر گرفت که کانال به صورت یک طرفه یا دو طرفه مورد استفاده قرار می‌گیرد، چرا که این پارامتر نقش بسیار مؤثری در انتخاب عرض کانال خواهد

www.SID.ir

Archive of SID

Archive of SID

داشت. سپس با در نظر گرفتن پارامترهای فوق‌الذکر محدوده مانور کشتیها را بین ۱۶۰ تا ۲۰۰ درصد پهنای کشتی در نظر می‌گیریم. همچنین به اندازه ۶۰ تا ۱۵۰ درصد پهنای کشتی را به عنوان فاصله کشتی تا پایین‌ترین نقطهٔ بدنهٔ جانبی کانال لحاظ می‌کنیم. اگر کانال به صورت دو طرفه مورد استفاده قرار گیرد باید حداقل به اندازه ۸۰ تا ۱۰۰ درصد پهنای کشتی را به عنوان فاصله خالص بین دو کشتی در نظر گرفت تا ایمنی لازم تأمین شود. البّته میزان عرض کانال در مسیرهای غیر مستقیم و دارای انحنا، بیشتر از مسیرهای مستقیم می‌باشد و تابع زاویه انحراف مسیر کانال خواهد بود. پس از ملاحظات فوق، مجموع عرض محاسبه شده، برابر عرض کف کانال در نظر گرفته خواهد شد [۱].

عمق جریان باید همیشه خیلی بیشتر از عمقی باشد که بدنه کشتی در آب فرو می‌رود تا ایمنی لازم تأمین شود،لیکن انتخاب عمق باید به گونه‌ای باشد که توجیه اقتصادی داشته باشد. میزان عمقی که یک کشتی در آب فرو می‌رود بستگی به ابعاد بدنهٔ کشتی، وزن ناخالص آن و میزان نیروی پایین‌بر پروانه‌های آن دارد. عمق اضافی که‌برای جریان در نظر می‌گیریم بستگی به عواملی چون شکل هندسی مقطع، سرعت و قدرت کشتیهای مورد نظر، سرعت و ارتفاع امواج، میزان اضافه بار احتمالی و غیره دارد که در عمل در حدود ۱/۲ تا ۲/۴ متر (۴ تا ۸ فوت) در نظر می‌گیرند [۱].

شیب جانبی که برای دیواره کانال در نظر گرفته می‌شود به پارامترهای مقاومتی خاک منطقهٔ مورد نظر، سرعت جریان آب، ارتفاع و سرعت امواج مربوط می‌شود.

شیب کف کانال تا آنجا که ممکن باشد مطابق با شیب طبیعی زمین اختیار می‌شود تا حجم عملیات خاکی به حداقل مقدار خود برسد لیکن توصیه شده است که این شیب برای کانال کشتیرانی از ۰/۰۱۶ درصد (۱ فوت در مایل) کمتر باشد و حتی‌الامکان نصف مقدار مذکور در نظر گرفته شود [۱].

ارتفاع آزادی که برای کانال در نظر می‌گیرند بستگی مستقیم به سرعت باد، ارتفاع امواج و میزان عمق آب درکانال دارد و به شرایط محیطی کاملاً وابسته است و در عمل برای هر منطقه به صورت ضریبی از عمق جریان در نظر گرفته می‌شود.

www.SID.ir

www.SID.ir

Archive of SID

Archive of SID

مدل بهینه‌سازی:

در این مطالعه به دلیل عمومیت داشتن مقطع ذوزنقه‌ای شکل، این مقطع مورد بررسی قرار می‌گیرد. در شکل شماره (۱) مقطع عرضی کانال مورد نظر آمده است . هم چنین از معادله مانینگ برای بررسی جریان استفاده شده است.

$$Q = \frac{1}{n} A R^{2/3} S^{1/2} \qquad (۱)$$

که در آن، n ضریب زبری‌مانینگ، A سطح مقطع جریان، R شعاع هیدرولیکی جریان و S شیب طول کف کانال می‌باشد.

میزان هزینه برای واحد طول کانال که شامل هزینه‌های مختلف عملیات خاکی، هزینهٔ پوشش مقاوم دیواره در قسمتهای بالائی جهت جلوگیری از فرسایش و غیره می‌شود، یک پارامتر کاملاً محلی است و باید با توجه به اطلاعات منطقه‌ای برآورد شود. در این مطالعه هزینه به صورت تابعی از عمق جریان و عرض کف کانال بیان می‌شود [۵].

$$C = \int^{h+F} \alpha b^{\beta} y^{\gamma} dA \qquad (۲)$$

که در آن :

C: هزینهٔ واحد طول کانال

α , β , γ : ضرابی هستند که با توجه به داده‌های محلی به دست می‌آیند.

y:فاصلهٔ مرکز سطح المان مورد نظر از سطح زمین

dA : سطح المان مورد نظر و برابر (b+2zy)dy

برای یک مقطع ذوزنقه‌ای می‌توان از عبارت فوق به شکل زیر انتگرال گرفت

$$C = \alpha[\frac{b^{\beta+1}}{\gamma+1} (h+F)^{\gamma+1} + \frac{2zb^{\beta}}{\gamma+2} (h+F)^{\gamma+2}] \qquad (۳)$$

اگر شیب کف کانال (s) با شیب طبیعی زمین (S_o) تفاوت داشته باشد دو حالت زیر اتفاق می‌افتد :

www.SID.ir

www.SID.ir

Archive of SID

Archive of SID

۱ ـ شیب طبیعی زمین از شیب مورد نظر برای کانال بیشتر باشد. (شکل (۲))

در این حالت رابطه (۳) به صورت زیر اصلاح می‌شود.

$$TC = \alpha L[\frac{b^{\beta+1}}{\gamma+1}(h+F+\frac{1}{2}(S_\circ - S)\,L)^{\gamma+1} + \frac{2zb^{\beta}}{\gamma+2}(h+F+\frac{1}{2}(S_\circ - S)L)^{\gamma+2}] \quad (۴)$$

TC هزینه برای کل کانال و L طول کانال بر حسب متر می‌باشد .

۲ ـ شیب طبیعی زمین از شیب مورد نظر برای کانال کمتر باشد. (شکل (۳))

در این حالت رابطه (۳) به صورت زیر اصلاح می‌شود.

$$TC = \alpha L[\frac{b^{\beta+1}}{\gamma+1}(h+F+\frac{1}{2}(S - S_\circ)L)^{\gamma+1} + \frac{2zb^{\beta}}{\gamma+2}(h+F+\frac{1}{2}(S - S_\circ)L)^{\gamma+2}] \quad (۵)$$

در حالت کلی می‌توان روابط (۴) و (۵) را به صورت زیر نوشت

$$TC = \alpha L[\frac{b^{\beta+1}}{\gamma+1}(h+F+\frac{1}{2}|S_\circ - S|\,L)^{\gamma+1} + \frac{2zb^{\beta}}{\gamma+2}(h+F+\frac{1}{2}|S_\circ - S|\,L)^{\gamma+2}] \quad (۶)$$

البته در رابطه فوق و بر اساس مطالعات محلی می‌توانیم ارتفاع آزاد را به صورت ضریبی (m) از عمق جریان (h) نشان دهیم.

$$F = mh \quad (۷)$$

تابع هدف در این مطالعه به صورت زیر بیان می‌شود.

$$\text{Minimize } :TC = \text{(معادله (۶))} \quad (۸)$$

لیکن با توجه به مطالب قبلی یک سری قیود برای ارضاء شرایط طراحی باید در نظر گرفته شوند که این قیود عبارتند از:

$$1)\ Q_L \le Q \le Q_u \quad (۹)$$

$$2)\ b_L \le b \le b_u$$

$$3)\ h_L \le h \le h_u$$

$$4)\ s_L \le s \le s_u$$

$$5)\ V_L \le V \le V_u$$

www.SID.ir

www.SID.ir

Archive of SID

Archive of SID

اندیسهای U و L به ترتیب بیان کننده حد بالا و پائین مجاز برای پارامترهای مورد نظر می‌باشند. در قیود فوق، سرعت (V)و دبی (Q) با استفاده از رابطه مانینگ (رابطه ۱) و بر حسب دیگر پارامترها بیان خواهند شد. بدیهی است چنانچه خواسته باشیم هر یک از پارامترهای فوق، مقدار مشخّصی را داشته باشد، در قید مربوط به آن پارامتر، حدود بالا و پایین را برابر مقدار مورد نظر قرار می‌دهیم.

قید اول با توجه به محدودیّت‌های منبع آبی بیان می‌شود، قیود دوم، سوم و چهارم با توجه به مطالب بیان شده در قسمت مشخصات طراحی، لحاظ می‌گردند و از آنجاکه به دلیل ایمنی کشتی‌ها سرعت از یک حد مشخص نمی‌تواند بیشتر باشد و از سوی دیگر کنترل حرکت رسوب درکانال لازم است لذا قید پنجم، سرعت جریان آب را بین دو حد مجاز مقیّد می‌نماید.

با توجه به این که تابع هدف و همچنین قیود اول و پنجم به صورت روابط غیر خطی بر حسب ارتفاع جریان (h)، عرض کف کانال (b) و شیب کف کانال (S)می‌باشند، مسئله به صورت یک مدل غیرخطی در خواهد آمد. مدل غیر خطی فوق با استفاده از روش جهات امکان‌پذیر [۴،۶] تحلیل شده و جواب بهینه به دست خواهد آمد.

روش بهینه‌سازی

در این مطالعه برای بهینه سازی مقطع کانال، روش جهات امکان پذیر به کار رفته است. این روش قادر است توابع غیر خطی و قیدهای خطی و غیر خطی مربوط به آن را بهینه کند.

مبنای روش جهات امکان‌پذیر عبارت است از انتخاب یک نقطه اولیه که در همه قیدها صدق کند و طبق رابطه زیر به سمت نقطه بهتر حرکت کند.

$$X_{i+1} = X_i + \lambda S_i \qquad (۹)$$

که X_i نقطه ابتدای iامین تکرار، S_i جهت حرکت، λ فاصلهٔ حرکت (طول گام) و X_{i+1} نقطه نهایی است که در انتهای iامین تکرار به دست می‌آید. مقدار λ بگونه‌ای انتخاب شود که X_{i+1} در ناحیه امکان‌پذیر قرار گیرد. جهت جستجوی S_i به گونه‌ای پیدا می‌شود که با یک حرکت کوچک در آن جهت هیچ قیدی نقض نشود و

www.SID.ir

www.SID.ir

Archive of SID

Archive of SID

مقدار تابع هدف بتواند در آن جهت کاهش یابد.

در این مقاله روش جهات امکان‌پذیر زوتند یک (Zoutendigk)[۴] به کار گرفته شده است. الگوریتم این روش به صورت زیر است :

گام ۱ : از یک نقطه امکان‌پذیر اولیه X_i شروع و از اعداد کوچک ε_1 , ε_2 , ε_3 برای آزمایش بهینگی روش استفاده می‌شود. $f(X_1)$, $g_j(X_1)$, $(j=1,2,\ldots, m)$ را ارزیابی کن و شماره تکرار $i=1$ قرار بده.

گام ۲ : اگر $g_j(X_i) < 0$, $(j=1,2,\ldots, m)$ جهت جستجوی فعلی (S) را به صورت زیر انتخاب کن :

$$S_i = -\nabla f(X_i) \qquad (۱۰)$$

S_i را به شیوه‌ای مناسب نرمالیزه کن و سپس برو به گام(۵).اگردست کم یک قید نقض شد $(g_j(X_i) = 0)$ برو به گام (۳).

گام ۳ :با حل مسئله یافتن جهت زیر، یک جهت امکان پذیر مفید S به دست می‌آید.

$$\text{Min} - a$$

$$\text{S.t.} :$$

$$S^T \nabla g_j(X_i) + \theta_j a \le 0 \quad (j = 1,2, \ldots P)$$

$$S^T \nabla f + a \le 0$$

$$-1 \le S_i \le 1 \quad , i = 1, 2, \ldots n$$

که S_i، iامین مولفهٔ S است و P قید اول در نقطهٔ X_i فعال فرض شده‌اند، همه مقادیر θ_j را می‌توان واحد در نظر گرفت.

گام ۴ : اگر مقدار a^* که درگام (۳) به دست آمده بسیار نزدیک و یا مساوی با صفر باشد، یعنی اگر $a^* < \varepsilon_1$, $X_{opt} \cong X_i$ قرار بده و روش را متوقف کن اگر $a^* < \varepsilon_1$ باشد، $S_i = S$ قرار بده و برو به گام (۵).

گام ۵ : یک طول گام مناسب λ_i در امتداد جهت S_i پیدا کن و یک نقطه جدید X_{i+1} را با توجه به رابطه زیر حساب‌کن :

www.SID.ir

Archive of SID

Archive of SID

$$X_{i+1} = X_i + \lambda_i \cdot S_i$$

گام ۶: تابع هدف را ارزیابی کن.

گام ۷: برای روش مزبور با توجه به روابط زیر همگرایی را کنترل کن.

$$\left| \frac{f(X_i) - f(X_{i+1})}{f(X_i)} \right| < \varepsilon_2 \quad , \quad |X_1 - X_{i+1}| < \varepsilon_3 \qquad (11)$$

$X_i \cong X_{opt}$ قرار بده و تکرار را متوقف کن. در غیر این صورت برو به گام (۸)

گام ۸: شماره تکرار جدید $i=i+1$ قرار بده و برو به گام (۲).

کاربرد مدل

جهت بهره‌برداری از مدل بحث شده دو کانال با مشخصات زیر در نظر گرفته شده و بهینه گردیده است.

بهینه سازی کانال (۱): در این طرح طول کانال (L) برابر ۲۰۰۰ متر، ضریب زبری مانینگ (n) ۰/۰۳۵ و شیب طبیعی زمین (S_o) برابر ۰/۰۰۰۸ در نظر گرفته شده است. ارتفاع آزاد (F) به صورت ۰/۳ برابر عمق جریان (h) بیان گردیده است ($F = 0/3h$). برای قیود مطرح شده در رابطه (۹) حد بالای دبی (Q_u) برابر ۷۰۰ متر مکعب در ثانیه و حد پایین آن (Q_L) برابر ۵۰۰ متر مکعب در ثانیه، حد بالای عرض کف (b_u) برابر ۲۰۰ متر، حد پایین آن (b_L) برابر ۶۷ متر، حد بالای عمق جریان (h_u) برابر ۱۰ متر، حد پایین آن (h_L) برابر ۵ متر، حد بالای شیب کف کانال (S_u) برابر ۰/۰۰۰۱۶ و حد پایین آن (S_L) برابر صفر، حد بالای سرعت جریان برابر ۰/۸ متر بر ثانیه و حد پایین آن (V_L) برابر صفر در نظر گرفته شده است. پس از انجام رگرسیون بر روی داده‌های محلی، مقادیر α β γ برابر ۴۳۷/۸، ۰/۰۷۷ و ۰/۰۰۱۲- برآورد گردیده است و هزینه بر حسب ریال محاسبه شده است. پس از اعمال مدل بحث شده بر روی این طرح و حداقل نمودن تابع هدف مطرح شده در رابطه (۸) جواب بهینه‌ای به دست آمد که در آن عرض کف کانال (b) برابر ۱۱۷ متر، عمق جریان (h) برابر ۵ متر و شیب کف کانال (s) برابر ۰/۰۰۰۱۰۲ محاسبه شد. هم‌چنین هزینه احداث کانال (TC) برابر $5/59 \times 10^8$ ریال برآورد گردید.

www.SID.ir

www.SID.ir

Archive of SID

Archive of SID

بهینه سازی کانال (۲) : در این طرح طول کانال (L) برابر ۱۰۰۰ متر، ضریب زبری مانینگ (n) ۰/۰۳ و شیب طبیعی زمین برابر ۰/۰۰۱۵ در نظر گرفته شده است. ارتفاع آزاد به صورت ۰/۲ برابر عمق جریان (h) بیان گردیده است ($F = 0/2h$). برای قیود مطرح شده در رابطه (۹) حد بالای دبی (Q_U) برابر ۴۰۰ متر مکعب در ثانیه و حد پایین آن (Q_L) برابر ۲۰۰ متر مکعب در ثانیه، حد بالای عرض کف (b_U) برابر ۲۰۰ متر، حد پایین آن (b_L) برابر ۶۷ متر، حد بالای عمق جریان (h_U) برابر ۱۰ متر، حد پایین آن (h_L) برابر ۵ متر، حد بالای شیب کف کانال (S_U) برابر ۰/۰۰۰۱۶ و حد پایین آن (S_L) برابر صفر، حد بالای سرعت جریان (V_U)برابر ۰/۸ متر بر ثانیه و حد پایین آن (V_L) برابر صفر در نظر گرفته شده است. پس از انجام رگرسیون بر روی داده‌های محلی، مقادیر α β γ برابر ۴۳۷/۸، ۰/۰۷۷ـ ۰/۰۰۱۲ـ برآورد گردیده است و هزینه بر حسب ریال محاسبه شده است.پس از اعمال مدل بحث شده بر روی این طرح و حداقل نمودن تابع هدف مطرح شده در رابطه (۸) جواب بهینه‌ای به دست آمد که در آن عرض کف کانال (b) برابر ۶۷ متر، عمق جریان (h) برابر ۵ متر و شیب کف کانال (s) برابر ۰/۰۰۰۰۸ محاسبه شد. هم‌چنین هزینه احداث کانال (TC) برابر ۱۰۸ × ۱/۵۴ ریال برآورد گردید.

نتیجه‌گیری

با استفاده از مدل برنامه‌ریزی غیر خطی و با روش جهات امکان‌پذیر می‌توان کانالهای قابل کشتیرانی را برای حداقل هزینه، بهینه نمود. ممکن است در ابتدا چنین به نظر برسد که کانالی که با حداقل لازم برای هر یک از پارامترهای عرض کف کانال و عمق لازم جریان و همچنین با شیب طبیعی زمین احداث شود، کانال بهینه خواهد بود، لیکن توجه به این نکته امری ضروری است که کانال مذکور ممکن است شرایط لازم برای ارضاء محدودیّت‌های سرعت و بده کانال را نداشته باشد. برای ارضاء قیود سرعت و دبی باید عرض کف و عمق جریان کم یا زیاد شود و یا این که شیب طولی کانال برای هدف مورد نظر تغییر یابد.

برای بررسی مدل ارائه شده دو طرح در نظر گرفته شد که پس از بهینه سازی نتایج آن رضایت بخش بوده است. برای طرح اول طول کانال برای ۲۰۰۰ متر و شیب طبیعی زمین برابر ۰/۰۰۰۸ و حداکثر شیب پیشنهادی برای کانال ۰/۰۰۰۱۶ در نظر گرفته شد و در جواب بهینه عرض کف کانال ۱۱۷ متر، عمق جریان ۵ متر و شیب

www.SID.ir

www.SID.ir

Archive of SID

Archive of SID

طولی کانان ۰/۰۰۰۱۰۲ به دست آمد. برای طرح دوم طول کانال ۱۰۰۰ متر و شیب طبیعی زمین ۰/۰۰۱۵ و حداکثر شیب پیشنهادی ۰/۰۰۰۱۶ درنظرگرفته شد و در جواب بهینه عرض کف کانال ۶۷ متر، عمق جریان ۵ متر و شیب طولی کانال ۰/۰۰۰۰۸ به دست آمد.

مراجع

1) Davis C.V. and Sorensen K.E. , 1969. " Handbook of applied hydraulics " , McGraw - Hill , Newyork

2) Linsley R.K. and Franzini J.B., 1972. " Water Resourses Engineering " , McGraw - Hill , Newyork

3) Walliam W.H., 1977. " An Introduction to Transportation Engineering " , McGraw - Hill , Newyork

4) Zoutendijk G., 1996. " Nonlinear Programming: A Numerical Survey ".

5) Tung Y.K. and Mays L.W. , 1982. " Optimal Design of Stilling Basins For Overflow Spillways ", Journal of the Hydraulic Division. ASCE. 108 (Hy10) 1163

6) Vanderplats G.N., 1991. " Dot Users Manual ", VMA Engineering, CA , USA

7) Guo C.Y. and William C.H., 1984. " Optimal Channel Cross Section With Freeboard ", Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 110 (3)305 - 314

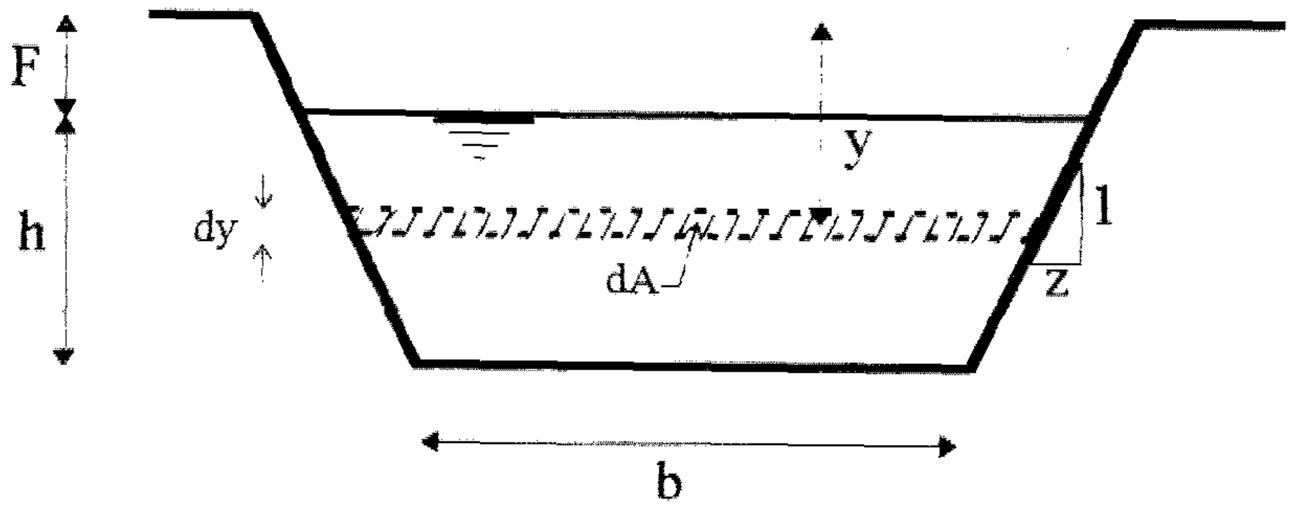
8) Loganathan G.V., 1991. " Optimal Design of Parabolic Canals ", Journol of Irrigation and Drainage Engineering, 117 (5) 719 - 735

www.SID.ir

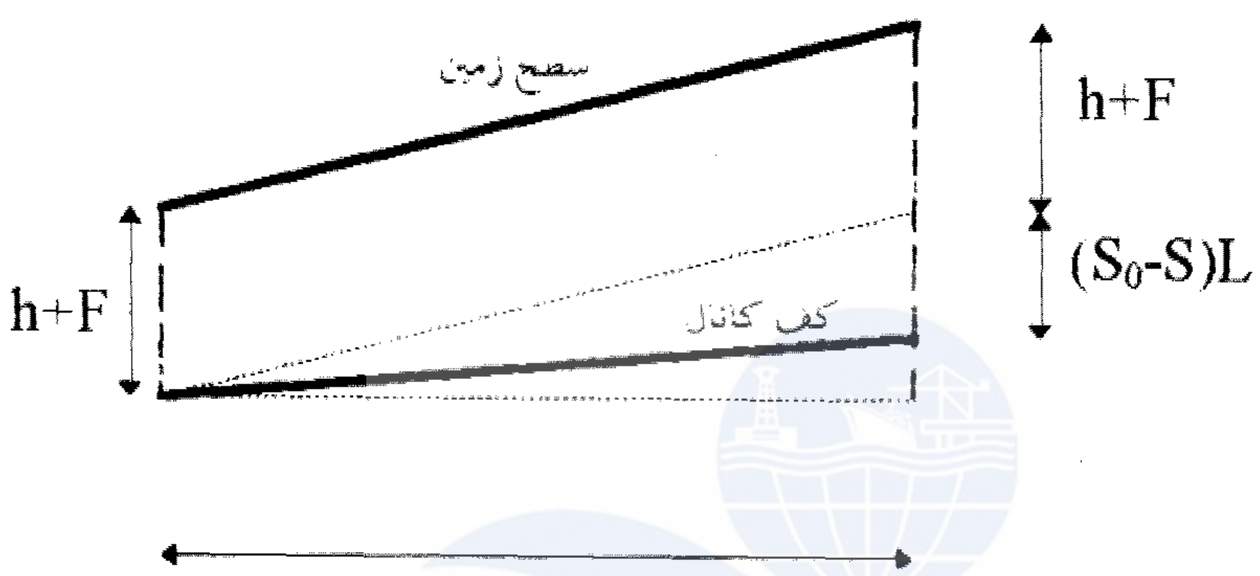
www.SID.ir

Archive of SID

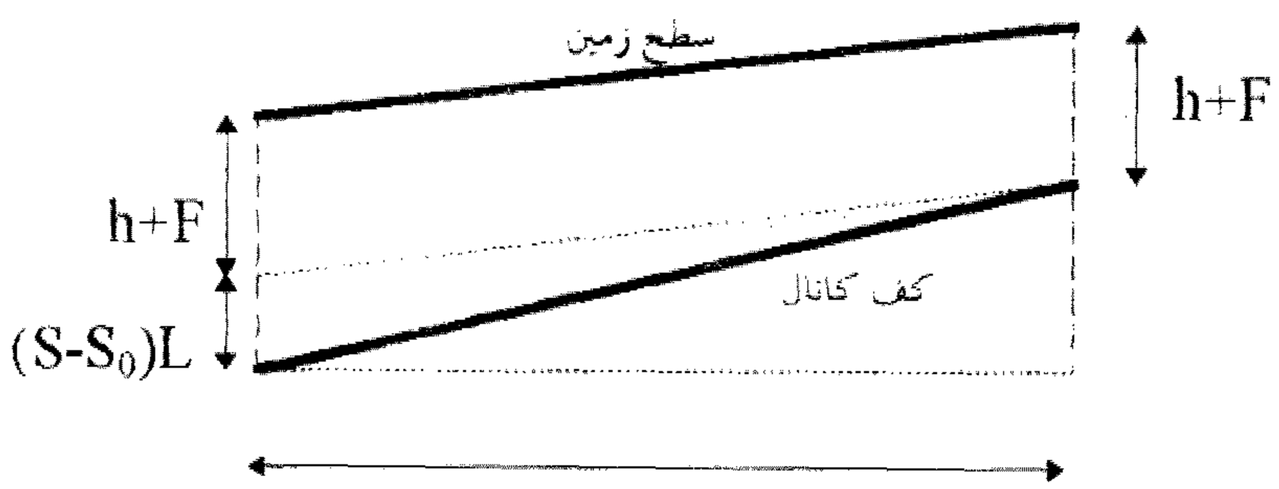
Archive of SID



شکل (۱) مقطع عرضی کانال



شکل (۲) پروفیل طولی کانال



شکل (۳) پروفیل طولی کانال

www.SID.ir

www.SID.ir

Archive of SID

Archive of SID

Optimization of Navigable Canal cross-Sections

M. J. Khanjani, Gh. A. Barani., Faculty Members of Shahid Bahonar University of Kerman

M. A. Jafarinasab., Master of Hydraulic Structures

Abstract

Today, the need for lowering coastal traffic load and the affordable use of small ships or boats in comparison to other coastal transportation means has justified their implementation. However, in some cases it is necessary to build navigable canals near or at the natural rivers and conduct the transportations in there. In designing the navigable canals, some parameters such as canals section, currents depth, lateral tilt, section tilt, free height and the current speed should be considered. In this study, by using the optimizing equipment and by considering the principles of designing and the given condition, the trapezoid canal section is optimized by using the non-linear model, so that the ships can move safely along the canal. In the optimization procedure of the mentioned non-linear model, the possible directions strategy is used, and a model was suggested for two patterns and an acceptable result was obtained.

Keywords: access canal; canal design; non-linear model

www.SID.ir

www.SID.ir