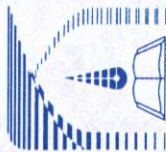




به نام خدا

گواهی ارائه مقاله



دانشگاه تربیت مدرس
گروه مهندسی آبخیزداری

بدین وسیله گواهی می‌شود که مقاله با مشخصات ذیل در سمینار بایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری در تاریخ ۱۸ اردیبهشت سال ۱۳۸۹ در دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس به صورت پوستر ارائه شده است.

عنوان مقاله:

تحلیل هیدرولیکی توزیع مسایو جریان در سرریزهای کانال آبرسان - گسترشی شبکه‌های پخش سیلاب بر آبخوان

نویسندگان:

سید حسین رجائی و سعیدرضا خداشناس

دبیر همایش‌ها

دکتر سید حمیدرضا صادقی

تاریخ: ۸ و ۱۳۸۹/۲/۹

شماره: ۱۳۳



وزارت معارف و اوقاف و صنایع مستظرفه
سازمان اسناد و کتابخانه ملی جمهوری اسلامی ایران



کمیته تخصصی
فهرست‌ها و رسوب



پژوهشگاه حفاظت خاک و آبخیزداری کشور



مرکز ملی اطلاع‌رسانی و کتابخانه ملی جمهوری اسلامی ایران



وزارت کشور
فرمانداری نور



سازمان حفاظت محیط زیست
اداره کل حفاظت محیط زیست اردبیل
اداره حفاظت محیط زیست شهرستان نور



واحد نور



تحلیل هیدرولیکی توزیع مساوی جریان در سرریزهای کانال آبرسان-گسترشی شبکه‌های بخش سیلاب بر آبخوان

سید حسین رجائی^۱ و سعیدرضا خداشناس^۲

۱- کارشناس ارشد مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی

۲- عضو هیئت علمی گروه مهندسی آب، دانشگاه فردوسی مشهد

رایانامه: shrajaie@yahoo.com

چکیده

در اجرای شبکه‌های بخش سیلاب بر آبخوان به دلیل شرایط خاص طراحی هیدرولیکی دروازه‌های بخش در کانال‌های آبرسان-گسترشی با توجه به شیب طولی کانال توصیه می‌شود که دروازه‌های احدائی با ارتفاع تاج سرریز (W) مساوی طراحی شوند و در طراحی هیدرولیکی دروازه‌ها کارشناسان عمدتاً از روابط سرریزهای لبه پهن استفاده می‌نمایند. این امر موجب می‌شود توزیع جریان بین دروازه‌ها بصورت یکنواخت نباشد. در این تحقیق به بررسی هیدرولیکی دروازه‌های کانال آبرسان-گسترشی پرداخته شده است و توصیه‌های لازم درخصوص معیارهای طراحی در این بخش از شبکه‌های بخش سیلاب ارائه گردیده است. بر این اساس استفاده از فرمول دومارچی در طراحی سرریزهای کناری توصیه می‌شود و همچنین درخصوص طراحی تیپ برای دروازه‌ها و چگونگی حل هم‌زمان تمام دروازه‌های احدائی بر روی کانال آبرسان-گسترشی توصیه‌های لازم ارائه شده است.

واژگان کلیدی: بخش سیلاب، کانال آبرسان-گسترشی، سرریز کناری، توزیع یکنواخت جریان.



تحلیل هیدرولیکی توزیع مساوی جریان در سرریزهای کانال آبرسان - گسترشی شبکه‌های پخش سیلاب بر آبخوان

سید حسین رجائی¹ و سعیدرضا خداشناس²

1- کارشناس ارشد مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی

2- عضو هیئت علمی گروه مهندسی آب، دانشگاه فردوسی مشهد

رایانامه: shrajaie@yahoo.com

چکیده

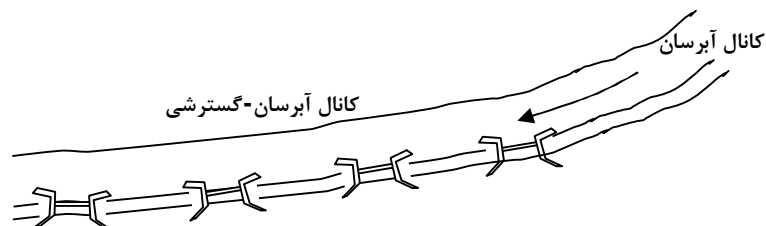
در اجرای شبکه‌های پخش سیلاب بر آبخوان به دلیل شرایط خاص طراحی هیدرولیکی دروازه-ای پخش در کانال‌های آبرسان-گسترشی با توجه به شیب طولی کانال توصیه می‌شود که دروازه‌های احداثی با ارتفاع تاج سرریز (W) مساوی طراحی شوند و در طراحی هیدرولیکی دروازه‌ها کارشناسان عمدتاً از روابط سرریزهای لبه پهن استفاده می‌نمایند. این امر موجب می‌شود توزیع جریان بین دروازه‌ها بصورت یکنواخت نباشد. در این تحقیق به بررسی هیدرولیکی دروازه‌های کانال آبرسان-گسترشی پرداخته شده است و توصیه‌های لازم در خصوص معیارهای طراحی در این بخش از شبکه‌های پخش سیلاب ارائه گردیده است. بر این اساس استفاده از فرمول دومارچی در طراحی سرریزهای کناری توصیه می‌شود و همچنین در خصوص طراحی تیپ برای دروازه‌ها و چگونگی حل هم‌زمان تمام دروازه‌های احداثی بر روی کانال آبرسان-گسترشی توصیه‌های لازم ارائه شده است.

واژگان کلیدی: پخش سیلاب، کانال آبرسان-گسترشی، سرریز کناری، توزیع یکنواخت جریان.

مقدمه

اجرای شبکه‌های پخش سیلاب بر آبخوان (پروژه‌های آبخوانداری) به دلیل شرایط خاص طراحی هیدرولیکی دروازه‌های پخش سیلاب در کانال‌های آبرسان-گسترشی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در یک شبکه‌ی پخش سیلاب کانال آبرسان-گسترشی ضمن انتقال سیلاب در طول عرصه، در فواصل مشخص و مساوی دبی تقسیم شده را از طریق دروازه‌ها به کانالهای گسترشی که به موازات کانال اصلی اجرا شده‌اند هدایت می‌کند (شکل 1).

به منظور یکنواختی دبی عبوری از روی هر یک از سرریزها با توجه به شیب طولی کانال آبرسان-گسترشی دکتر کوثر (1374) توصیه می‌کند دروازه‌های حادثی با ارتفاع تاج سرریز (W) مساوی طراحی و اجرا شوند.



شکل 1: کانال آبرسان-گسترشی و دروازه‌ها

در طراحی هیدرولیکی دروازه‌ها عمدتاً از روابط سرریزهای لبه پهن استفاده می‌شود. این امر موجب عدم تساوی جریان بین دروازه‌ها شده و باعث تخریب و ایجاد خسارت در دروازه‌های با دبی بیشتر می‌گردد. نمونه‌ای از این تخریبها در شکل 2 مشاهده می‌شود.



شکل 2: نمونه‌ای از دروازه‌های تخریب شده در یک کانال آبرسان-گسترشی

حیدریگی (1382) پیشنهاد احداث اپی‌های مقسم در پایین دست دروازه‌ها را به منظور توزیع یکنواخت دبی ارائه کرد. در این روش به دلیل احداث سازه در مسیر جریان کانال اصلی موجب رسوبگذاری و تغییر شیب طولی کانال خواهد شد. در این تحقیق به بررسی هیدرولیکی دروازه‌های کانال آبرسان-گسترشی و ارائه توصیه‌های اجرایی لازم پرداخته شده است.



روش تحقیق

در روابط سرریزهای لبه پهن فرض بر این است که مسیر جریان نسبت به دروازه بصورت عمود است. این فرض در کانالهای آبرسان-گسترشی که جریان به موازات سرریز می‌باشد صحیح نبوده و لازم است از روابط مربوط به سرریزهای کناری استفاده شود. این روابط بر اساس معادله‌ی دینامیکی جریان متغیر مکانی با کاهش دبی استوار است. De Marchi در سال 1934 رابطه‌ی زیر را ارائه کرد (ابریشمی، 1375):

$$L = \frac{2B}{2C_M} [\phi_{m2} - \phi_{m1}] \quad (1)$$

$$\phi_m = \frac{2E - 3W}{E - W} \sqrt{\frac{E - W}{y - W}} - 3 \sin^{-1} \left(\sqrt{\frac{E - y}{E - W}} \right) \quad (2)$$

در این روابط L : طول سرریز، B : عرض کف کانال، C_M : ضریب دومارچی، E : انرژی مخصوص، y : عمق جریان و W : ارتفاع سرریز از کف کانال می‌باشد.

در این رابطه C_M از فرمول مربوط به سرریزهای کناری لبه پهن که در سال 1979 توسط Rangaraju و همکاران بصورت زیر ارائه شده است استفاده می‌شود (ابریشمی، 1375).

$$C_M = (0.81 - 0.6Fr_1)(0.8 + 0.1 \frac{y_1 - W}{L}) \quad (3)$$

در ادامه وضعیت جریان در شبکه‌ی پخش سیلاب سبزوآر و کاشمر براساس گزارشهای مرکز تحقیقات منابع طبیعی و امور دا خراسان (مرجع 5 و 6) مورد بررسی قرار گرفته است.

الف: پروژه‌ی پخش سیلاب سبزوآر- دبی طراحی $Q=20$ متر مکعب بر ثانیه، تعداد دروازه‌ها 7 عدد، شیب طولی کانال $S=0/00085$ ، عرض کف کانال $b=17$ متر و شیب کناره‌ها $Z=2$.

ب: پروژه‌ی پخش سیلاب کاشمر- دبی طراحی $Q=16$ متر مکعب بر ثانیه، تعداد دروازه‌ها 5 عدد، شیب طولی کانال $S=0/0007$ ، عرض کف کانال $b=15$ متر و شیب کناره‌ها $Z=2$.

سپس با تهیه‌ی یک مدل رایانه‌ای حل هم زمان معادله‌ی دومارچی برای تمام دروازه‌های احداثی بر روی کانال آبرسان-گسترشی انجام شد. از آنجا که معادله‌ی دومارچی با توجه به رابطه‌ی C_M بصورت صریح حل نمی‌شود با روش تکرار مقادیر متناسب L و C_M بدست آمد. در ادامه به بحث در خصوص نتایج حاصله پرداخته می‌شود.

بحث

پروژه‌ی شهرستان سبزوآر دارای 7 دروازه و کاشمر 5 دروازه می‌باشد. نتایج حل مدل در جدول شماره 1 ارائه شده است. دبی کانال قبل از هر دروازه Q_1 و بعد از دروازه Q_2 می‌باشد همچنین



دبی عبوری از روی هر یک از این دروازه‌ها (Q_s) بصورت مساوی و معادل $Q_s = \frac{Q}{n}$ می‌باشد (Q : دبی طراحی شبکه، n : تعداد دروازه‌ها). پس از حل اولیه‌ی مدل برای شبکه‌های پخش سیلاب، نتایج بصورت جدول 1 حاصل شد:

جدول 1: نتایج اولیه‌ی حل مدل رایانه‌ای برای دروازه‌ها (سبزوار و کاشمر)

L	W	Q_2	Q_s	Q_1	شماره دروازه	L	W	Q_2	Q_s	Q_1	شماره دروازه
m	cm	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s		M	cm	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	
10/79	20	12/81	3/21	16	1	11/39	30	17/21	2/87	20	1
13/08	20	9/61	3/21	12/81	2	13/65	30	14/34	2/87	17/21	2
15/56	20	6/41	3/21	9/61	3	16/20	30	11/47	2/87	14/34	3
مدل واگرا شد		3/20	3/21	6/41	4	20/14	30	8/60	2/87	11/47	4
		0	3/21	3/20	5	22/38	30	5/73	2/87	8/60	5
						مدل واگرا شد		2/87	2/87	5/73	6
								0	2/87	2/87	7

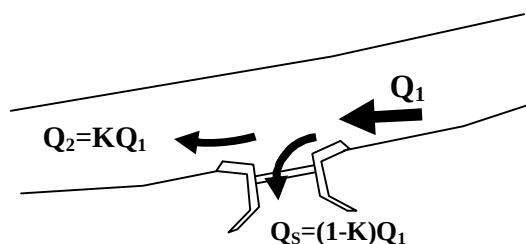
همانطور که مشاهده می‌شود با W های مساوی برای همه‌ی دروازه‌ها مقادیر L محاسبه شده برابر نخواهد بود بنابر این با تغییر مقدار W برای هر یک از سرریزها طول آنها یکسان شدند. پس از اصلاح مقادیر W ، نتایج محاسبات بصورت جدول 2 بدست آمد.

جدول 2: نتایج حل مدل رایانه‌ای برای دروازه‌ها پس از اصلاح پارامتر W .

L	W	Q_2	Q_s	Q_1	شماره دروازه	L	W	Q_2	Q_s	Q_1	شماره دروازه
m	cm	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s		M	cm	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	
11	21	12/81	3/21	16	1	14	41	17/21	2/87	20	1
11	11	9/61	3/21	12/81	2	14	31	14/34	2/87	17/21	2
11	9	6/41	3/21	9/61	3	14	24	11/47	2/87	14/34	3
مدل واگرا شد		3/20	3/21	6/41	4	14	15	8/60	2/87	11/47	4
		0	3/21	3/20	5	14	9	5/73	2/87	8/60	5
						مدل واگرا شد		2/87	2/87	5/73	6
								0	2/87	2/87	7



در هنگام حل، مدل رایانه‌ای در دروازه‌ی ماقبل آخر ($n-1$) دچار واگرایی شد و به جواب نرسید. علت موضوع و روش حل مسئله در ادامه توضیح داده می‌شود. حل معادله‌ی دومارچی بر اساس این فرض استوار است که انرژی مخصوص جریان در قبل و بعد از سرریز کناری یکسان است. این فرض در دروازه‌های اولیه قابل قبول بوده و از تساوی انرژی مخصوص در دوطرف سرریز می‌توان مقدار y_1 را محاسبه و نتیجتاً طول سرریز را بدست آورد. در سرریز ماقبل آخر دبی باید بصورت مساوی به دو قسمت تقسیم شود (50% از سرریز عبور کند و 50% به سمت دروازه‌ی آخر هدایت شود). در این حالت تساوی انرژی مخصوص در دوطرف سرریز برقرار نبوده و لذا معادله‌ی دومارچی به جواب نمی‌رسد. برای حل این مشکل چنانچه مطابق شکل زیر دبی قبل از سرریز Q_1 و دبی بعد از سرریز Q_2 و دبی عبوری از روی سرریز Q_s باشد و $Q_2 = KQ_1$ باشد خواهیم داشت:



شکل 3: تقسیم جریان در دروازه‌ها

براساس رابطه‌ی دومارچی باید $E_1 = E_2$ باشد. به منظور تحلیل ساده تر روابط فرض مستطیلی و عریض بودن کانال را در محاسبات می‌پذیریم و خواهیم داشت:

$$E_1 = E_2 \Rightarrow y_1 + \frac{Q_1^2}{2gb^2 y_1^2} = E_2 \quad (4)$$

چنانچه $\frac{Q_1^2}{2gb^2} = a$ انتخاب شود خواهیم داشت:

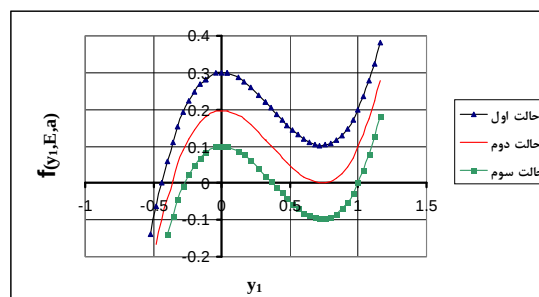
$$y_1 + \frac{a}{y_1^2} = E_2 \Rightarrow y_1^3 - E_2 y_1^2 + a = 0 \quad (5)$$

رابطه‌ی 5 یک تابع درجه 3 بوده که می‌تواند دارای سه جواب باشد. حال چنانچه از این تابع مشتق گرفته شود داریم:



$$3y_1^2 - 2E_2y_1 = 0 \Rightarrow y_1(3y_1 - 2E_2) = 0 \Rightarrow \begin{cases} y_1 = 0 \\ y_1 = \frac{2E_2}{3} > 0 \end{cases} \quad (6)$$

مقادیر بدست آمده از این رابطه طول نقاط اکسترمم رابطه‌ی 5 است و نشان می‌دهد تابع براساس مقادیر مختلف a و E می‌تواند دارای یک، دو و یا سه جواب باشد. شکل 4 این حالتها را نشان می‌دهد.



شکل 4: حالت‌های مختلف حل رابطه‌ی 5

مطابق شکل در حالت اول جواب رابطه‌ی 5 یک مقدار منفی برای y_1 بدست می‌دهد. این حالت در سرریز شماره‌ی $n-1$ رخ داده و موجب واگرایی مدل رایانه‌ای شد. در حالت سوم رابطه‌ی 5 دارای دو جواب مثبت می‌باشد که مقدار $y_1 < y_2$ جواب مسئله است. دروازه‌های 1 تا $n-2$ دارای چنین حالتی هستند. اما در حالت دوم نقطه‌ی اکسترمم یک جواب رابطه‌ی 5 بوده و این وضعیت مرز بین حالت اول و سوم می‌باشد. این بدان معنی است که در یک مقدار مشخصی از K چنانچه $Q_2 > KQ_1$ باشد حالت سوم ایجاد می‌شود و چنانچه $Q_2 < KQ_1$ باشد حالت اول رخ داده و مسئله جواب ندارد. اکنون یافتن مقدار K برای دبی‌های طراحی ضروری خواهد بود.

چنانچه از رابطه‌ی 6 مقدار $y_1 = \frac{2E}{3}$ بعنوان جواب رابطه‌ی 5 در نظر گرفته شود خواهیم داشت:

$$y_1^3 - E_2y_1^2 + a = 0 \Rightarrow \left(\frac{2E_2}{3}\right)^3 - E_2\left(\frac{2E_2}{3}\right)^2 + a = 0$$

$$\Rightarrow \frac{8E_2^3}{27} - \frac{4E_2^3}{9} + a = 0 \Rightarrow -\frac{4E_2^3}{27} + a = 0 \Rightarrow E_2 = \sqrt[3]{\frac{27a}{4}} \quad (7)$$

از طرفی برای مقدار E_2 داریم:



$$E_2 = y_2 + \frac{Q_2^2}{2gb^2y_2^2} \& Q_2 = KQ_1 \therefore E_2 = y_2 + \frac{K^2Q_1^2}{2gb^2y_2^2} = y_2 + \frac{K^2a}{y_2^2} \quad (8)$$

بنابراین خواهیم داشت:

$$(7) \& (8) \Rightarrow E_2 = \sqrt[3]{\frac{27a}{4}} = y_2 + \frac{K^2a}{y_2^2} \quad (9)$$

سمت راست رابطه ی 9 مقدار y_2 وابسته به پارامتر K بوده که با حل عددی مقدار K بدست می آید. برای مقادیر مختلف دبی طراحی این مقدار بین $0/56$ تا $0/61$ حاصل شد. پیشنهاد می شود در طراحی ها مقدار $K=0/6$ انتخاب شود زیرا در شرایط خاص این مقدار از $0/6$ بیشتر خواهد شد. این بدان معنی است که دبی عبوری از روی سرریز شماره ی $n-1$ معادل $0/8Q_s$ و از روی سرریز شماره ی n معادل $1/2Q_s$ خواهد بود. لذا در این حالت طول عرصه ی پخش سیلاب بین این دو دروازه به نسبت $0/8$ و $1/2$ برابر طول عرصه مربوط به سایر دروازه ها خواهد بود. با اصلاح مقدار دبی عبوری دروازه های انتهایی نتایج حاصله بصورت زیر می باشد.

جدول 3: نتایج حل مدل رایانه ای برای دروازه ها پس از اصلاح پارامتر W و اصلاح.

L	W	Q_2	Q_s	Q_1	شماره دروازه	L	W	Q_2	Q_s	Q_1	شماره دروازه
m	cm	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s		m	cm	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	
11	21	12/81	3/21	16	1	14	41	17/21	2/87	20	1
11	11	9/61	3/21	12/81	2	14	31	14/34	2/87	17/21	2
11	9	6/41	3/21	9/61	3	14	24	11/47	2/87	14/34	3
11	2	3/85	2/56	6/41	4	14	15	8/60	2/87	11/47	4
11	2	0	3/85	3/85	5	14	9	5/74	2/87	8/60	5
						14	8	3/44	2/29	5/73	6
						14	8	0	3/44	3/44	7

نتایج

نتایج این تحقیق نشان می دهد:

- 1- استفاده از فرمول سرریز لبه پهن برای طراحی دروازه های کانال آبرسان -گسترشی شبکه های پخش سیلاب صحیح نبوده و موجب عدم یکنواختی دبی عبوری از دروازه ها می شود.
- 2- استفاده از رابطه ی دومارچی در حل سرریزهای کناری به منظور طراحی دروازه های کانال آبرسان -گسترشی در شبکه های پخش سیلاب مناسب است.



- 3- در استفاده از رابطه‌ی دومارچی محاسبه‌ی پارامتر C_M براساس فرمول مربوط به سرریزهای کناری لبه‌پهن انجام شود.
- 4- طراحی هیدرولیکی دروازه‌ها باید بصورت هم‌زمان انجام شود.
- 5- به منظور ارائه‌ی یک طرح تیپ می‌توان مقادیر مساوی برای پارامتر L انتخاب کرد.
- 6- با انتخاب طول برابر برای سرریزها رسیدن به دبی یکسان مستلزم تغییر در مقدار پارامتر W (ارتفاع سرریز) می‌باشد. بنابراین انتخاب مقادیر مساوی برای این پارامتر اشتباه است، این پارامتر به سمت پایین دست کاهش می‌یابد.
- 7- حل معادله‌ی دومارچی با دبی یکسان برای دروازه‌ی شماره‌ی $n-1$ و n ممکن نیست لذا توصیه می‌شود دبی این دروازه‌ها به ترتیب معادل $0/8QS$ و $1/2QS$ انتخاب شود.
- 8- به منظور یکنواختی توزیع سیلاب با توجه به تغییر دبی در دو دروازه‌ی آخر توصیه می‌شود فاصله‌ی این دروازه‌ها متناسب با دبی مربوطه تغییر داده‌شود.

منابع مورد استفاده

1. ابریشمی، ج.، حسینی، س.، م.، 1375. هیدرولیک کانالهای باز، انتشارات دانشگاه امام رضا، 500ص.
2. حیدریگی، ع.، ا.، رجائی، س.، ح.، 1382. ارائه روش مناسب جهت توزیع یکنواخت جریان سیلابی در سرریزهای کانال آبرسان طرح های گسترش سیلاب به روش لبه پخش. مجموعه مقالات سومین همایش آبخیزداری، ص 161-165.
3. کمالی، ک و همکاران، 1387. مبانی پخش سیلاب بر آبخوان، انتشارات پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، 236ص.
4. کوثر، س.آ.، 1374. مقدمه‌ای بر مهار سیلاب‌ها و بهره‌وری بهینه از آنها، انتشارات موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، 530ص.
5. مرکز تحقیقات منابع طبیعی و امور دام خراسان، 1375. مطالعات اجرایی احداث ایستگاه‌های تحقیقاتی، ترویجی و آموزشی آبخیزداری شهرستان سبزوار، جلد چهارم تلفیق مطالعات پایه، 69ص.
6. مرکز تحقیقات منابع طبیعی و امور دام خراسان، 1375. مطالعات اجرایی احداث ایستگاه‌های تحقیقاتی، ترویجی و آموزشی آبخیزداری شهرستان کاشمر، جلد چهارم تلفیق مطالعات پایه، 67ص.