دانشکده کشاورزی

گروه مهندسی آب

پایان نامه کارشناسی ارشد در رشته سازه‌های آبی

عنوان

بررسی آزمایشگاهی خصوصیات جریان در سرریز مرکب لبه پهن مستطیلی

استاد راهنما

دکتر فرزین سلماسی

استاد مشاور

دکتر علی حسین‌زاده دلیر

پژوهشگر

ساناز پوراسکندر

شهریور ماه 1389 **شماره 13-1389**

نام خانوادگی: پور اسکندر نام: ساناز

عنوان پایان نامه: بررسی آزمایشگاهی خصوصیات جریان در سرریز مرکب لبه پهن مستطیلی

استاد راهنما: دکتر فرزین سلماسی **استاد مشاور:** دکتر علی حسین زاده دلیر

مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد **رشته:** مهندسی آب **گرایش:** سازه‌های آبی

دانشگاه: تبریز **دانشکده:** کشاورزی **تاریخ فارغ التحصیلی:** شهریور 89

تعداد صفحات: 118

واژه‌های کلیدی: سرریز مرکب لبه پهن مستطیلی، ضریب دبی، ضریب سرعت، آستانه استغراق

چکیده

سرریزها از جمله وسایل ساده‌ای هستند که برای اندازه‌گیری دبی در مجاری روباز مانند کانال‌ها و فلوم‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند. سرریزها متناسب با شرایط و دقت مورد نیاز برای سنجش دبی، دارای اشکال مختلفی در سطح مقطع خود می‌باشند. سرریز لبه پهن از انواع سرریزها می‌باشد که در قسمت تاج خود به صورت طولانی و افقی بوده و خطوط جریان بر روی آن مستقیم و موازی می‌باشد. سرریز لبه پهن در سطح مقطع خود دارای اشکال مختلفی می‌باشد. سرریز لبه پهن مستطیلی یکی از انواع سرریزهای لبه پهن است که در قسمت بالادست خود به صورت تیزگوشه یا گردشده طراحی می‌شود. در تحقیق حاضر سرریز مرکب لبه پهن مستطیلی – مستطیلی با گردشدگی در قسمت ورودی در بالادست مورد بررسی قرار گرفته است. بیش از 300 آزمایش بر روی 15 مدل مختلف با پارامترهای متغیر: عرض قسمت مرکزی سرریز، ارتفاع سرریز و طول سرریز در فلوم آزمایشگاهی با دیواره‌های شیشه‌ای به طول 10 متر، عرض 0/25 متر و عمق 0/5 متر انجام شده و اثر تغییر این پارامترها بر روی ضریب دبی، ضریب سرعت و آستانه استغراق مورد بررسی قرار گرفته است. هم‌چنین پروفیل سطح آب و پروفیل گرادیان فشار در مدل‌های مختلف مورد بررسی قرار گرفته است.

آنالیز نتایج آزمایشگاهی نشان می‌دهد که: در سرریزهای مرکب، در ناحیه‌ای که مقطع ساده به مقطع مرکب تبدیل می‌شود، وجود یک ناپیوستگی در رابطه دبی- عمق آب مورد انتظار است. به منظور کاهش این ناپیوستگی، سرریزهای مرکب به صورت تبدیل واگرای شیبدار طراحی می‌شوند. نتایج حاصل از آزمایشات نشان دهنده حداقل میزان ناپیوستگی در رابطه دبی- عمق آب می‌باشند. به ازای ارتفاع آب ثابت روی تاج، مقدار دبی با افزایش عرض قسمت مرکزی، کاهش طول و ارتفاع سرریز افزایش می‌یابد. مقدار ضریب دبی جریان (c_d) و ضریب سرعت (c_v) با افزایش عرض قسمت مرکزی، کاهش طول و ارتفاع سرریز، افزایش می‌یابد. مقدار آستانه استغراق (ML) با افزایش کل بار آبی موثر، کاهش طول سرریز، افزایش ارتفاع سرریز و افزایش عرض قسمت مرکزی سرریز کاهش می‌یابد. برداشت پروفیل سطح آزاد آب نشان دهنده کاهش

انرژی مخصوص جریان و در نتیجه افت سطح آب می‌باشد. روند تغییرات پروفیل سطح آب و گرادیان هیدرولیکی انطباق قابل قبولی دارند.

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فصل اول: مقدمه و بررسی منابع	**1**
1-1- مقدمه	**2**
1-2- بررسی منابع	**4**
1-2-1- مبانی نظری	4
1-2-1- 1- فلوم‌ها	4
1-2-1- 2- انواع سرریزها	4
1-2-1- 2- 1- سرریز لبه تیز	6
1-2-1-2-2- سرریز لبه تیز مستطیلی هم عرض کانال	9
1-2-1-2-3- سرریز لبه تیز مستطیلی کوچک شده	11
1-2-1-2-4- سرریز لبه تیز مستطیلی در حالت جریان مستغرق	13
1-2-1-2-5- سرریز لبه پهن	14
1-2-1-2-6- سرریز لبه پهن مستطیلی تیز گوشه	14
1-2-2- بررسی منابع	17

فصل دوم: مواد و روش‌ها **41**

2-1- مقدمه **42**

2-2- تجهیزات آزمایشگاهی **42**

2-2-1- سیستم تأمین آب **42**

2-2-2- کانال آزمایشگاهی 43

2-2-3- اندازه‌گیری دبی جریان 43

2-2-4- اندازه‌گیری عمق آب و برداشت پروفیل در بالادست سرریز 45

2-2-5- اندازه‌گیری فشار 45

2-2-6- مدل سرریزها 47

2-3- روش انجام آزمایش **51**

2-4- تئوری جریان بر روی سرریز مرکب مستطیلی- مستطیلی **51**

2-5- آستانه استغراق **57**

2-6- تحلیل ابعادی **59**

فصل سوم: نتایج و بحث **62**

3-1- مقدمه **63**

3-2- بررسی رابطه دبی- عمق آب 64

3-2-1- تأثیر عرض قسمت مرکزی بر رابطه دبی- عمق آب 65

3-2-2- تأثیر ارتفاع سرریز بر رابطه دبی- عمق آب 65

3-2-3- تأثیر طول سرریز بر رابطه دبی- عمق آب 66

3-3- بررسی ضریب دبی 68

3-3-1- تأثیر عرض قسمت مرکزی بر ضریب دبی 69

3-3-2- تأثیر ارتفاع سرریز بر ضریب دبی 71

3-3-3- تأثیر طول سرریز بر ضریب دبی 72

3-3-4- مقایسه ضریب دبی حاصل از آزمایشات با سایر روابط 74

3-3-5- معادله ضریب دبی 83

3-4- بررسی ضریب سرعت **86**

3-4-1- تأثیر عرض قسمت مرکزی بر A_r 86

3-4-2- تأثیر ارتفاع سرریز بر A_r 87

3-4-3- تأثیر طول سرریز بر A_r 88

3-4-4- تأثیر عرض قسمت مرکزی بر ضریب سرعت 89

3-4-5- تأثیر ارتفاع سرریز بر ضریب سرعت 90

3-4-6- تأثیر طول سرریز بر ضریب سرعت 91

3-4-7- تأثیر عرض قسمت مرکزی سرریز در تغییرات ضریب ... 91

3-4-8- تأثیر ارتفاع سرریز در تغییرات ضریب سرعت نسبت به A_r 92

3-4-9- تأثیر طول سرریز در تغییرات ضریب سرعت نسبت به A_r 93

3-4-10- معادله ضریب سرعت 94

3-5- بررسی آستانه استغراق 95

3-5-1- تأثیر عرض قسمت مرکزی بر آستانه استغراق 95

3-5-2- تأثیر ارتفاع سرریز بر آستانه استغراق 97

3-5-3- تأثیر طول سرریز بر آستانه استغراق 100

3-6- بررسی پروفیل سطح آب 101

3-7- بررسی پروفیل فشار 107

3-8- نتیجه گیری 113

3-9- پیشنهادات 116

منابع مورد استفاده 117

فهرست جداول

جدول1-1- مقادیر k_1 و k_2 و k_L و k_H بر حسب تغییرات $\frac{L}{b}$ 13

جدول1-2- مقادیر متوسط α در مدل‌های طراحی شده 25

جدول1-3- مقادیر Q_{t^*} در مدل‌های طراحی شده 25

جدول1-4- مقادیر متوسط α در مدل‌های طراحی شده 30

جدول1-5- مقادیر ضریب دبی حاصل از آزمایشات و میزان اختلاف آنها با 33

مقادیر تئوری

جدول2-1- مشخصات سرریزهای لبه پهن مرکب مستطیلی- مستطیلی به کار رفته در تحقیق 50

جدول3-1- معرفی پارامترهای به کار رفته در فصل 3 63

جدول3-2- روابط به کار رفته برای مقایسه ضریب دبی(c_d) 74

جدول3-3- پارامترهای به کار رفته در معادلات محققان مختلف برای مقایسه (c_d) 75

جدول3-4- همبستگی تک پارامتری 84

جدول3-5- همبستگی دو پارامتری 84

جدول3-6- همبستگی سه پارامتری 84

جدول3-7- همبستگی چهار پارامتری 85

جدول3-8- همبستگی پنج پارامتری 85

جدول3-9- مقادیر ضرایب تجربی m و n 95

جدول3-10- راهنمای پروفیل سطح آب و پروفیل فشار بر روی سرریز 102

فهرست اشکال

فصل اول: مقدمه و بررسی منابع

شکل1-1- سرریز لبه تیز هم‌عرض کانال 7

شکل1-2- سرریز لبه تیز فشرده 7

شکل1-3- شمای جریان آب از روی یک سرریز لبه تیز 9

شکل1-4- جریان آب از روی سرریز لبه تیز 10

شکل1-5- سرریز لبه تیز مستطیلی کوچک شده 12

شکل1-6- جریان روی یک سرریز لبه پهن 15

شکل1-7- الف- سرریز مستطیلی نوع اول 16

شکل1-7- ب- سرریز مستطیلی نوع دوم 16

شکل1-7- ج- سرریز مستطیلی نوع سوم 17

شکل1-7- د- سرریز مستطیلی نوع چهارم 17

شکل1-8- سرریز مستطیلی لبه پهن وقتی که $y_c < z$ 18

شکل1-9- سرریز مستطیلی لبه پهن وقتی که $y_c > z$ 18

شکل1-10- a- پلان سرریز و شکل1-10- b- نمای طولی سرریز 19

شکل1-11- سرریز مرکب لبه پهن مستطیلی- مستطیلی *CRRBC* 22

شکل1-12- سرریز مرکب لبه پهن مستطیلی- ذوزنقه‌ای *CRTBC* 23

شکل1-13- سرریز مرکب لبه پهن مثلثی- مستطیلی *CTRBC* 23

شکل1-14- سرریز مرکب لبه پهن مثلثی- ذوزنقه‌ای *CTTBC* 24

شکل1-15- سرریز مرکب لبه تیز مستطیلی- مستطیلی *CRRSC* 28

شکل1-16- سرریز مرکب لبه تیز مستطیلی- ذوزنقه‌ای *CRTSC* 29

شکل1-17- سرریز مرکب لبه تیز مثلثی- مستطیلی *CTRSC* 29

شکل1-18- سرریز مرکب لبه تیز مثلثی- ذوزنقه‌ای *CTTSC* 30

شکل1-19- سرریز مرکب لبه تیز مثلثی- مثلثی 31

شکل1-20- اجزای سرریز مرکب لبه تیز مثلثی- مثلثی 31

شکل1-21- اجزای سرریز لبه پهن با شیب جانبی 35

شکل1-22- سرریز لبه تیز مثلثی- مستطیلی 36

شکل1-23- سرریز لبه پهن مستطیلی با وجه بالادست شیبدار 38

فصل دوم: مواد و روش‌ها

شکل2-1- نمای کلی از فلوم آزمایشگاهی 43

شکل2-2- نمای پایین دست سرریز مثلثی لبه تیز به کار رفته برای سنجش دبی 44

شکل2-3- سطح سنج برای اندازه‌گیری ارتفاع آب روی سرریز مثلثی و چاهک همراه آن 44

شکل2-4- نمای بالای سرریز لبه پهن مرکب به کار رفته به همراه جانمایی ... 46

شکل2-5- جانمایی پیزومترهای تعبیه شده که از زیر مدل توسط شلنگ خارج شده‌اند 46

شکل2-6- تابلو مدرج شده پیزومترها 46

شکل2-7- پلان سرریز مرکب لبه پهن به کار رفته در تحقیق 47

شکل2-8- مقطع سرریز مرکب به کار رفته در تحقیق 48

شکل2-9- نمایی از آزمایشگاه به همراه جانمایی تجهیزات به کار رفته در تحقیق 49

شکل2-10- نمای بالایی از سرریز مرکب و موقعیت شش پیزومتر نصب شده روی آن 51

شکل2-11- مقطع طولی سرریز 52

شکل2-12- پلان سرریز 52

شکل2-13- مقطع عرضی سرریز در حالتی که ساده عمل می‌کند 52

شکل2-14- مقطع عرضی سرریز در حالتی که مرکب عمل می‌کند 53

فصل سوم: نتایج و بحث

64

شکل3-1- مقطع عرضی سرریز در حالتی که ساده عمل می‌کند

شکل3-2- مقطع عرضی سرریز در حالتی که مرکب عمل می‌کند 64

شکل3-3- رابطه دبی- عمق آب برای عرض‌های مختلف قسمت مرکزی سرریز (b) 65

شکل3-4- رابطه دبی- عمق آب به ازای ارتفاع های مختلف سرریز (p) 66

شکل3-5- رابطه دبی- عمق آب به ازای طول های مختلف سرریز (L) 68

شکل3-6- روند تغییرات c_d بر حسب نسبت بدون بعد $\frac{H_1}{L}$ به ازای b های مختلف 70

شکل3-7- روند تغییرات c_d در تحقیق حاضر با مطالعه گاگوس و همکاران (2006) 71

شکل3-8- روند تغییرات c_d بر حسب نسبت بدون بعد $\frac{H_1}{L}$ در p های مختلف 72

شکل3-9- روند تغییرات c_d بر حسب نسبت بدون بعد $\frac{H_1}{p}$ به ازای L های مختلف 73

شکل3-10- روند تغییرات c_d در مدل $b = 6$ ، $z = 9$ ، $p = 16$، $L = 40$ 76

شکل3-11- روند تغییرات c_d در مدل $b = 6$ ، $z = 9$ ، $p = 13$، $L = 40$ 76

شکل3-12- روند تغییرات c_d در مدل $b = 6$ ، $z = 9$ ، $p = 10$، $L = 40$ 77

شکل3-13- روند تغییرات c_d در مدل $b = 6$ ، $z = 9$ ، $p = 10$، $L = 35$ 77

شکل3-14- روند تغییرات c_d در مدل $b = 6$ ، $z = 9$ ، $p = 13$، $L = 30$ 78

شکل3-15- روند تغییرات c_d در مدل $b = 8$ ، $z = 9$ ، $p = 16$، $L = 40$ 78

شکل3-16- روند تغییرات c_d در مدل $b = 8$ ، $z = 9$ ، $p = 13$، $L = 40$ 79

شکل3-17- روند تغییرات c_d در مدل $b = 8$ ، $z = 9$ ، $p = 10$، $L = 40$ 79

شکل3-18- روند تغییرات c_d در مدل $b = 8$ ، $z = 9$ ، $p = 10$، $L = 35$ 80

شکل3-19- روند تغییرات c_d در مدل $b = 8$ ، $z = 9$ ، $p = 10$، $L = 30$ 80

شکل3-20- روند تغییرات c_d در مدل $b = 12$ ، $z = 9$ ، $p = 16$، $L = 40$ 81

شکل3-21- روند تغییرات c_d در مدل $b = 12$ ، $z = 9$ ، $p = 13$، $L = 40$ 81

شکل3-22- روند تغییرات c_d در مدل $b = 12$ ، $z = 9$ ، $p = 10$، $L = 40$ 82

شکل3-23- روند تغییرات c_d در مدل $b = 12$ ، $z = 9$ ، $p = 10$، $L = 35$ 82

شکل3-24- روند تغییرات c_d در مدل $b = 12$ ، $z = 9$ ، $p = 10$، $L = 30$ 83

شکل3-25- روند تغییرات A_r بر حسب نسبت بدون بعد $\frac{H_1}{L}$ در b های مختلف 86

شکل3-26- روند تغییرات A_r بر حسب نسبت بدون بعد $\frac{H_1}{L}$ در p های مختلف 87

شکل3-27- روند تغییرات A_r بر حسب نسبت بدون بعد $\frac{H_1}{p}$ در L های مختلف 88

شکل3-28- روند تغییرات c_v بر حسب نسبت بدون بعد $\frac{H_1}{L}$ در b های مختلف 89

شکل3-29- روند تغییرات c_v بر حسب نسبت بدون بعد $\frac{H_1}{L}$ در p های مختلف 90

شکل3-30- روند تغییرات $\frac{H_1}{p}$ بر حسب c_v در L های مختلف 91

شکل3-31- روند تغییرات c_v بر حسب A_r در b های مختلف 92

شکل3-32- روند تغییرات c_v بر حسب A_r در p های مختلف 93

شکل3-33- روند تغییرات c_v بر حسب A_r در L های مختلف 94

شکل3-34- روند تغییرات ML بر حسب $\frac{H_1}{L}$ در b های مختلف 96

شکل3-35- روند تغییرات ML در تحقیق حاضر با مطالعه گاگوس و همکاران (2006) 97

شکل3-36- روند تغییرات ML بر حسب $\frac{H_1}{L}$ در p های مختلف 99

شکل3-37- روند تغییرات ML بر حسب $\frac{H_1}{L}$ در L های مختلف 101

شکل3-38- روند تغییرات پروفیل سطح آب در مدل 102

$L = 40، p = 16 ، z = 9 ، b = 6$

شکل3-39- روند تغییرات پروفیل سطح آب در مدل 102

$L = 40، p = 16 ، z = 9 ، b = 8$

شکل3-40- روند تغییرات پروفیل سطح آب در مدل 103

$L = 40، p = 16 ، z = 9 ، b = 12$

شکل3-41- روند تغییرات پروفیل سطح آب در مدل 103

$L = 40، p = 13 ، z = 9 ، b = 6$

شکل3-42- روند تغییرات پروفیل سطح آب در مدل 103

$L = 40، p = 13 ، z = 9 ، b = 8$

شکل3-43- روند تغییرات پروفیل سطح آب در مدل 104

$L = 40، p = 13 ، z = 9 ، b = 12$

شکل3-44- روند تغییرات پروفیل سطح آب در مدل 104

$L = 40، p = 10 ، z = 9 ، b = 6$

شکل3-45- روند تغییرات پروفیل سطح آب در مدل $L = 40، p = 10 ، z = 9 ، b = 8$ 104

شکل3-46- روند تغییرات پروفیل سطح آب در مدل $L = 40، p = 10 ، z = 9 ، b = 12$ 105

شکل3-47- روند تغییرات پروفیل سطح آب در مدل $L = 35، p = 10 ، z = 9 ، b = 6$ 105

شکل3-48- روند تغییرات پروفیل سطح آب در مدل $L = 35، p = 10 ، z = 9 ، b = 8$ 105

شکل3-49- روند تغییرات پروفیل سطح آب در مدل $L = 35، p = 10 ، z = 9 ، b = 12$ 106

شکل3-50- روند تغییرات پروفیل سطح آب در مدل $L = 30، p = 10 ، z = 9 ، b = 6$ 106

شکل3-51- روند تغییرات پروفیل سطح آب در مدل $L = 30، p = 10 ، z = 9 ، b = 8$ 106

شکل3-52- روند تغییرات پروفیل سطح آب در مدل $L = 30، p = 10 ، z = 9 ، b = 12$ 107

شکل3-53- روند تغییرات گرادیان هیدرولیکی در مدل $L = 40، p = 16 ، z = 9 ، b = 6$ 108

شکل3-54- روند تغییرات گرادیان هیدرولیکی در مدل $L = 40، p = 16 ، z = 9 ، b = 8$ 108

شکل3-55- روند تغییرات گرادیان هیدرولیکی در مدل $L = 40، p = 16 ، z = 9 ، b = 12$ 108

شکل3-56- روند تغییرات گرادیان هیدرولیکی در مدل $L = 40، p = 13 ، z = 9 ، b = 6$ 109

شکل3-57- روند تغییرات گرادیان هیدرولیکی در مدل $L = 40، p = 13 ، z = 9 ، b = 8$ 109

شکل3-58- روند تغییرات گرادیان هیدرولیکی در مدل $L = 40، p = 13 ، z = 9 ، b = 12$ 109

شکل3-59- روند تغییرات گرادیان هیدرولیکی در مدل $L = 40، p = 10 ، z = 9 ، b = 6$ 110

شکل3-60- روند تغییرات گرادیان هیدرولیکی در مدل $L = 40، p = 10 ، z = 9 ، b = 8$ 110

شکل3-61- روند تغییرات گرادیان هیدرولیکی در مدل $L = 40، p = 10 ، z = 9 ، b = 12$ 110

شکل3-62- روند تغییرات گرادیان هیدرولیکی در مدل $L = 35، p = 10 ، z = 9 ، b = 6$ 111

شکل3-63- روند تغییرات گرادیان هیدرولیکی در مدل $L = 35، p = 10 ، z = 9 ، b = 8$ 111

شکل3-64- روند تغییرات گرادیان هیدرولیکی در مدل $L = 35، p = 10 ، z = 9 ، b = 12$ 111

شکل3-65- روند تغییرات گرادیان هیدرولیکی در مدل $L = 30، p = 10 ، z = 9 ، b = 6$ 112

شکل3-66- روند تغییرات گرادیان هیدرولیکی در مدل $L = 30، p = 10 ، z = 9 ، b = 8$ 112

شکل3-67- روند تغییرات گرادیان هیدرولیکی در مدل $L = 30، p = 10 ، z = 9 ، b = 12$ 112

فصل اول

مقدمه و بررسی منابع

1-1- مقدمه

در مجاری روباز نظیر رودخانه‌ها، کانال‌ها، زهکش‌ها و فلوم‌ها، جریان دارای سطح آزاد و تحت فشار اتمسفر می‌باشد. البته برخی از مجاری بسته نظیر تونل‌ها، مجاری فاضلاب و شبکه‌های جمع‌آوری و انتقال آب‌های سطحی شهری که لزوماً به صورت نیمه پر طراحی می‌شوند، از نظر هیدرولیکی به عنوان مجاری روباز مطرح می‌شوند. هیدرومتری[1] که دانش اندازه‌گیری شدت جریان حجمی و یا وزنی در مجاری روباز و تحت فشار است، از جنبه‌های مهم مدیریت منابع آب می‌باشد. شدت جریان یا دبی (Q)، عموماً به صورت جریان حجمی در واحد زمان با بعد $(L^3\mathrm{T}^{-1})$ مطرح می‌شود. در مجاری روباز اندازه‌گیری جریان به روش‌های زیر صورت می‌گیرد (کیاسالاری و کلاهگر،1384) :

روش اختلاف فشار: در این روش می‌توان با استفاده از اختلاف فشار در دو طرف یک مقطع معین در مسیر جریان، میزان جریان را اندازه‌گیری کرد که عمدتاً در روزنه‌ها، فلوم‌ها و تعداد دیگری از سازه‌های اندازه‌گیری آب مورد استفاده می‌باشد.

روش سرعت – سطح: در این روش دبی جریان از مجموع حاصل ضرب سرعت نقطه‌ای در سطوح جزئی مربوطه و یا حاصل ضرب سرعت متوسط جریان در سطح عمود بر مسیر جریان محاسبه می‌شود.

$$Q= \sum V_i A_i \qquad (1\text{-}1)$$

در این رابطه Q : مقدار دبی جریان، V_i : سرعت نقطه‌ای و A_i : مساحت یک مربع از شبکه است.

برای محاسبه دبی جریان با استفاده از سرعت متوسط، ابتدا سرعت متوسط جریان را در کل سطح مقطع محاسبه کرده و سپس دبی کل را از حاصل ضرب سرعت متوسط در مساحت کل بدست می‌آورند.

$$Q= \bar{V} A \qquad (2\text{-}1)$$

که در آن $\bar{V}$: سرعت متوسط در کل مقطع جریان و A : مساحت کل مقطع در جهت عمود بر جریان است.

[1] *Hydrometry*

برای محاسبه سرعت متوسط می‌توان از سرعت در فاصله 0/6 عمق جریان از سطح آزاد آب (اگر عمق جریان کم باشد) و یا میانگین سرعت در 0/2 و 0/8 عمق جریان از سطح آزاد آب استفاده کرد. لازم به ذکر است که برای اندازه‌گیری سرعت در اعماق مختلف از مولینه (وسیله ای برای اندازه‌گیری سرعت در راستای اصلی در یک نقطه از جریان) استفاده می‌شود.

روش استفاده از مواد شیمیایی: روش‌های شیمیایی بر پایه تزریق مواد رنگی در مقطعی از رودخانه و رقیق شدن آن استوار است. در این روش، تزریق ماده شیمیایی می‌تواند به صورت یک دفعه یا به طور پیوسته در جریان باشد.

استفاده از سازه‌های اندازه‌گیری جریان: از متداول‌ترین روش‌ها در اندازه‌گیری جریان در مجاری روباز به خصوص در شبکه‌های آبیاری استفاده از سازه‌های هیدرولیکی نظیر سرریز[1]، فلوم[2] و دریچه[3] است. در این روش از سازه‌های هیدرولیکی که قبلاً در آزمایشگاه‌های تحقیقاتی مورد بررسی قرار گرفته و واسنجی شده جهت اندازه‌گیری دبی جریان استفاده می‌شود. این نوع سازه‌ها به صورت چند منظوره احداث می‌شوند و قابلیت اندازه‌گیری دبی با دقت زیاد از اهداف اصلی در طراحی این نوع سازه‌ها می‌باشد. عوامل زیادی در انتخاب سازه هیدرولیکی موثر هستند که مهم‌ترین آنها به شرح زیر است (اسکرز و همکاران،1989) :

کیفیت آب: در شرایطی که آب حاوی مواد جامد (رسوبات و مواد زائد شناور) باشد از سرریزهای لبه تیز نمی‌توان استفاده کرد، در این شرایط سرریز با پروفیل مثلثی[4] و سرریز لبه تخت با لبه گرد شده مناسب‌تر است.

شدت جریان: در جریان‌های با دبی کم، سرریز لبه تیز مثلثی ، برای جریان‌های با دبی بیشتر سرریز لبه تیز مستطیلی و فلوم‌ها و برای دبی‌های خیلی زیاد سرریز کرامپ[5] و سازه هایی با لبه تخت[6] مناسب هستند.

محدوده دبی جریان: در نسبت‌های کم دبی حداکثر به حداقل، سرریز لبه تیز مستطیلی و برای نسبت‌های بالا، فلوم‌های ذوزنقه‌ای[1]، سرریز مثلثی[2] و سرریز مرکب[3] مناسب می‌باشند.

---

[1] *Weir*
[2] *Flume*
[3] *Gate*
[4] *Triangular profile*
[5] *Crump triangular-profile*
[6] *Long base structure*

2-1- بررسی منابع

1-2-1- مبانی نظری

سازه‌های اندازه‌گیری جریان به دو دسته کلی زیر تقسیم می‌شوند:

- فلوم‌ها
- انواع سرریزها

1-1-2-1 - فلوم‌ها

نوعی سازه اندازه‌گیری می‌باشد که با ایجاد جریان بحرانی در ناحیه‌ای از خود به نام گلوگاه[4]، می‌توان جریان را اندازه‌گیری کرد. نوع خاصی از فلوم که در آمریکا بسیار متداول است پارشال فلوم می‌باشد. در این سازه، جریان آب از روی یک قسمت مسطح پهن که به تدریج تنگ شده، می‌گذرد. بازه اندازه‌گیری دبی در این سازه 0/01 الی 3000 فوت مکعب بر ثانیه (معادل 0/2832 الی84960 لیتر بر ثانیه) می باشد (اکبریان،1371).

2-1-2-1- انواع سرریز

سرریزها، سازه‌های هیدرولیکی ساده‌ای هستند که به منظور کنترل سطح آب و اندازه‌گیری جریان در کانال‌های آبیاری مورد استفاده قرار می‌گیرند. سهولت و دقت اندازه‌گیری در شرایط مختلف جریان سبب طراحی اشکال مختلف سرریز مانند: مستطیلی، ذوزنقه‌ای، مثلثی، دایره‌ای وساترو[5] (سرریز متناسب[6]) گردیده است (ابریشمی و حسینی،1382). در مورد هر کدام از سرریزهای ذکر شده یک رابطه خاص برای اندازه‌گیری دبی جریان وجود دارد، ولی پارامترهای به کار رفته در همه آنها که مورد تأیید مراجع بین المللی است به شرح زیر می‌باشند :

---

[1] *Trapezoidal-shaped flume*
[2] *Triangular weir*
[3] *Compound weir*
[4] *Throat*
[5] *Sutro*
[6] *Proportional*