

دانشگاه تربیت مدرس
دانشکده کشاورزی
گروه سازه‌های آبی

پایان نامه کارشناسی ارشد

بررسی آزمایشگاهی تاثیر زمان عبور هیدروگراف سیل بر روی پیشروی و شکل دلتا در حالت
وجود دانه بندی های مختلف مصالح رسوبي

مرتضی حیدری

استاد راهنما:

دکتر سید علی ایوبزاده

استاد مشاور:

دکتر سیده لیلا رضوی طوسی

اسفند 1391



چکیده

احداث سدها و مخازن بر روی یک رودخانه تاثیر مهمی بر جریان آب و رسوب آن داشته و باعث تغییرات درازمدت مورفولوژیکی رودخانه می‌گردد. رسوب‌گذاری در ابتدای مخزن به صورت دلتا در ورودی رودخانه به مخزن اتفاق می‌افتد و ذرات درشت‌دانه‌تر تشکیل دلتای رسوبی را می‌دهند که دلتای تشکیل شده با گذشت زمان در طول مخزن پیشروی می‌کند. در زمینه دلتا تحقیقات مختلف در داخل و خارج از کشور صورت پذیرفته است که در آنها تاثیر تغییرات پارامترهای مختلف هندسی و جریان بر روی پیشروی و شکل دلتا بررسی شده است. آن دسته از تحقیقات آزمایشگاهی نیز که در رابطه با پیشروی و شکل دلتای رسوبی به انجام رسیده است اکثرا در دبی ثابت صورت پذیرفته است در حالی که در واقعیت و در رودخانه‌ها سیلاب‌های مختلف با دوره بازگشت‌های گوناگون همواره در حال عبور هستند و می‌توانند بر نحوه رسوبگذاری در مخزن سد تاثیراتی داشته باشند. در بررسی‌هایی که وجود سیلاب نیز مورد مطالعه قرار گرفته بحث زمان تاثیر سیلاب نسبت به پیشروی دلتا در مخزن و دانه‌بندی مصالح رسوبی مورد توجه قرار نگرفته.

در این تحقیق در دو سری آزمایش تاثیر عبور سیلاب 50 ساله سد دز بر روی شکل و پیشروی دلتا در حالت عبور سیلاب در زمانی که دلتا وارد تبدیل می‌شود و زمان‌های مختلف پیشروی دلتا مورد مطالعه قرار گرفته است. با عبور سیلاب در زمان‌های مختلف پیشروی دلتا تغییراتی در شکل دلتا (زاویه پیشانی و قسمت فوقانی) و پیشروی دلتا مشاهده شد که بسته به زمان‌های مختلف تاثیر سیلاب مقادیر متفاوتی از این تغییرات دیده شد. زمان تاثیر سیلاب با استفاده از پارامتر بی‌بعد T^* در مقابل پارامترهای دیگر همچون انحراف معیار هندسی مورد بررسی قرار گرفت. با افزایش انحراف معیار هندسی ذرات رسوبی کاهش پیشروی و همچنین افزایش زاویه پیشانی دلتا کاملا مشهود بوده و با افزایش زمان تاثیر سیلاب زاویه پیشانی دلتا افزایش داشته است. تغییرات زاویه پیشانی دلتا در پایان آزمایشات بین 25 تا 35 درجه متغییر بوده است. میزان شستگی دلتا نیز با افزایش انحراف معیار ذرات رسوبی (از $1/2$ تا $2/6$) تا 20 درصد کاهش داشته است. همچنین با افزایش زمان تاثیر سیلاب پیشروی دلتا پس از عبور سیلاب با سرعت بیشتری اتفاق می‌افتد. در این تحقیق توان رابطه‌ی توسعه داده شده برای پیشروی دلتا که همان رابطه اسونسن می‌باشد دارای رنج وسیع $0/5$ تا 5 بوده است. در کل پس از عبور سیلاب در محدوده‌ی این آزمایشات، با افزایش انحراف معیار هندسی ذرات توان رابطه بین 2 تا $3/5$ تغییر می‌نماید. پیشروی در آزمایشات اولیه‌ای که بدون عبور سیلاب انجام شد دارای سرعت کمتری بوده و توان رابطه توسعه داده شده برای این حالت بین $0/6$ تا $0/8$ بدست آمد که این مقادیر با نتایج تحقیقات گذشته مطابقت دارد. زاویه پیشانی دلتا در این حالت و در حالت وجود سیلاب تفاوت چندانی با یکدیگر نداشته است. بخش فوقانی دلتا نیز در هر دو حالت با پیشروی دلتا در مخزن هم از نظر زاویه و هم از نظر ارتفاع تغییرات محسوسی نداشته است.

واژگان کلیدی: بررسی آزمایشگاهی، پیشروی دلتا، یکنواختی ذرات رسوبی، غیر یکنواختی ذرات رسوب، زمان

تاثیر سیلاب، پیشروی و شکل دلتا

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
1	فصل اول کلیات
2	1-1- مقدمه
3	2-1- ضرورت انجام تحقیق
4	3-1- اهداف تحقیق
4	4-1- روش کار و محدوده تحقیق
5	5-1- نحوه تدوین تحقیق
6	فصل دوم مبانی نظری و مروری بر تحقیقات
7	1-2- مقدمه
7	2-2- توزیع طولی رسوبات در مخازن
8	3-2- انواع پروفیل های طولی
9	1-3-2- رسوب گذاری دلتایی
9	2-3-2- رسوب گذاری گوهایی
9	3-3-2- رسوب گذاری نواری
9	4-2- دلتا
11	5-2- الگوی عرضی ته‌نشینی رسوبات
11	6-2- هیدرولیک سیلاب
13	7-2- مروری بر تحقیقات
14	1-7-2- تحقیقات انجام شده با مدل‌های تجربی
17	2-7-2- تحقیقات انجام شده با مدل‌های ریاضی
21	3-7-2- تحقیقات انجام شده با مدل‌های فیزیکی
33	8-2- جمع بندی
34	فصل سوم تجهیزات آزمایشگاهی و روش‌ها
35	1-3- مقدمه

35	2-3- مشخصات مدل آزمایشگاهی
35	3-3- سیستم پمپاژ و تنظیم دبی
37	4-3- تشریح بخش های مختلف فلوم آزمایشگاهی
37	1-4-3- سیستم تزریق رسوب
39	2-4-3- اندازه گیری دبی جریان
40	3-4-3- اندازه گیری عمق جریان و رسوبات
41	5-3- مشخصات پروتوتایپ
41	1-5-3- مشخصات دریاچه، مخزن و تاسیسات سد دز
44	6-3- شبیه سازی هیدروگراف 50 ساله سد دز
45	7-3- دانه بندی مصالح رسوبی
47	8-3- آنالیز ابعادی در فرآیند پیشروی دلتا در مخزن
51	9-3- روش انجام آزمایشات اولیه
52	10-3- روش انجام آزمایشات اصلی
52	11-3- منابع خطا در آزمایشات
52	12-3- جمع بندی
54	فصل چهارم نتایج آزمایشات
55	1-4- مقدمه
55	2-4- نتایج آزمایشات اولیه
55	1-2-4- شکل دلتا در انواع مصالح رسوبی
58	2-2-4- پیشروی دلتا در انواع مصالح رسوبی
62	3-4- نتایج آزمایشات اصلی
62	1-3-4- نتایج مربوط به شکل دلتا
72	2-3-4- نتایج مربوط به پیشروی دلتا
76	4-4- جمع بندی
77	فصل پنجم تجزیه و تحلیل نتایج و بحث

78	1-5- مقدمه
78	2-5- تاثیر زمان عبور سیلاب بر شکل دلتا در انواع مصالح رسوبی
85	3-5- نتایج مربوط به پیشروی دلتا
90	4-5- جمع بندی
91	فصل ششم نتیجه گیری و پیشنهادات
92	1-6- نتیجه گیری
93	2-6- پیشنهادات
95	منابع

فهرست اشکال، تصاویر، نمودارها

صفحه	عنوان
8	شکل (1-2) توزیع طولی رسوبات
10	شکل (2-2) قسمت‌های مختلف دلتای رسوبی در مخزن سد
13	شکل (3-2) منحنی حلقوی نسبت جریان
24	شکل (4-2) سرعت سطحی جریان و پیشروی دلتا در پلان (Shieh et al, 2001)
24	شکل (5-2) پروفیل طولی پیشروی دلتا (Shieh et al, 2001)
25	شکل (6-2) پروفیل عرضی دلتا در مقاطع طولی مختلف (Shieh et al, 2001)
18	شکل (7-2) نتایج پس از 40 دقیقه از شروع یکی از آزمایشات
18	شکل (8-2) تخمین پروفیل توسعه دلتا مطابق با مدل MIKE 11 (Chital et al, 1998)
19	شکل (9-2) تخمین پروفیل توسعه دلتا مطابق با مدل روش تجربی USBR (Chital et al, 1998)
19	شکل (10-2) مقایسه نتایج تخمین پروفیل توسعه دلتا مطابق با سه روش ذکر شده (Chital et al, 1998)
36	تصویر (1-3) پمپ و دستگاه تنظیم دور موتور
37	تصویر (2-3) سرریز لولایی و مستطیلی انتهای فلوم
38	تصویر (3-3) سیستم تزریق رسوبات
38	نمودار (1-3) رابطه بین فرکانس و دبی رسوبی
39	نمودار (2-3) رابطه دبی - ارتفاع آب روی سرریز
40	نمودار (3-3) رابطه بین فرکانس دستگاه دور متغیر و دبی جریان
41	تصویر (4-3) وسایل اندازه‌گیری عمق رسوبات و جریان
43	نمودار (4-3) هیدروگراف سیلاب‌های عبوری بر سد دز با دوره بازگشت‌های مختلف
43	نمودار (5-3) منحنی سنجه- رسوب رودخانه دز در ایستگاه تله‌زنگ در طی سال‌های آبی 1333-85
44	شکل (1-3) شکل عمومی یک هیدروگراف مثلثی
46	نمودار (5-3) منحنی دانه‌بندی مصالح رسوبی
55	نمودار (1-4) پروفیل دلتا در آزمایشات مختلف (در پایان آزمایش)
56	نمودار (2-4) تغییرات شیب پیشانی با انحراف معیار هندسی ذرات
56	نمودار (3-4) تغییرات شیب پیشانی با ضریب یکنواختی ذرات رسوبی
57	نمودار (4-4) تغییرات پیشروی پایه دلتا با انحراف معیار ذرات رسوبی
57	نمودار (5-4) تغییرات شیب بخش بالایی با ضریب یکنواختی ذرات رسوبی
58	نمودار (6-4) منحنی پیشروی پایه
59	نمودار (7-4) ارتباط بین توان و انحراف معیار هندسی در پایه
59	نمودار (8-4) ارتباط بین توان و ضریب یکنواختی در پایه
60	نمودار (9-4) منحنی پیشروی تاج
61	نمودار (10-4) ارتباط بین توان و انحراف معیار هندسی در تاج
61	نمودار (11-4) ارتباط بین توان و ضریب یکنواختی در تاج
63	شکل (1-5) پروفیل طولی نمونه رسوب شماره یک قبل و بعد از عبور سیلاب در زمان‌های مختلف پیشروی دلتا

- شکل (2-5) پروفیل طولی نمونه رسوب شماره دو قبل و بعد از عبور سیلاب در زمان‌های مختلف پیشروی دلتا..... 63
- شکل (3-5) پروفیل طولی نمونه رسوب شماره سه قبل و بعد از عبور سیلاب در زمان‌های مختلف پیشروی دلتا..... 64
- شکل (4-5) پروفیل طولی نمونه رسوب شماره چهار قبل و بعد از عبور سیلاب در زمان‌های مختلف پیشروی دلتا..... 64
- شکل (5-5) فرم دلتای تشکیل شده در انتهای آزمایش نمونه رسوبی 1..... 66
- شکل (6-5) فرم دلتای تشکیل شده در انتهای آزمایش نمونه رسوبی 1..... 66
- شکل (7-5) فرم دلتای تشکیل شده در انتهای آزمایش نمونه رسوبی 1..... 66
- شکل (8-5) فرم دلتای تشکیل شده در انتهای آزمایش نمونه رسوبی 1..... 67
- شکل (9-5) فرم دلتای تشکیل شده در انتهای آزمایش نمونه رسوبی 2..... 67
- شکل (11-5) فرم دلتای تشکیل شده در انتهای آزمایش نمونه رسوبی 2..... 68
- شکل (12-5) فرم دلتای تشکیل شده در انتهای آزمایش نمونه رسوبی 2..... 68
- شکل (13-5) فرم دلتای تشکیل شده در انتهای آزمایش نمونه رسوبی 3..... 68
- شکل (14-5) فرم دلتای تشکیل شده در انتهای آزمایش نمونه رسوبی 3..... 69
- شکل (15-5) فرم دلتای تشکیل شده در انتهای آزمایش نمونه رسوبی 3..... 69
- شکل (16-5) فرم دلتای تشکیل شده در انتهای آزمایش نمونه رسوبی 3..... 69
- شکل (17-5) فرم دلتای تشکیل شده در انتهای آزمایش نمونه رسوبی 4..... 70
- شکل (18-5) فرم دلتای تشکیل شده در انتهای آزمایش نمونه رسوبی 4..... 70
- شکل (19-5) فرم دلتای تشکیل شده در انتهای آزمایش نمونه رسوبی 4..... 70
- شکل (20-5) فرم دلتای تشکیل شده در انتهای آزمایش نمونه رسوبی 4..... 71
- نمودار (1-5) طول پیشروی در برابر زمان پس از عبور سیلاب تا رسیدن تاج دلتای دوم به دلتای شسته شده (نمونه رسوبی شماره 1)..... 72
- نمودار (2-5) طول پیشروی در برابر زمان پس از عبور سیلاب تا رسیدن تاج دلتای دوم به دلتای شسته شده (نمونه رسوبی شماره 2)..... 72
- نمودار (3-5) طول پیشروی در برابر زمان پس از عبور سیلاب تا رسیدن تاج دلتای دوم به دلتای شسته شده (نمونه رسوبی شماره 3)..... 73
- نمودار (4-5) طول پیشروی در برابر زمان پس از عبور سیلاب تا رسیدن تاج دلتای دوم به دلتای شسته شده (نمونه رسوبی شماره 4)..... 73
- نمودار (5-5) نمودار طول پیشروی در برابر زمان برای نمونه‌های رسوبی پس از رسیدن تاج دلتای دوم به تاج دلتای شسته شده..... 74
- نمودار (6-5) تغییرات طول پیشروی در برابر زمان برای نمونه رسوبی شماره 1..... 74
- نمودار (7-5) تغییرات طول پیشروی در برابر زمان برای نمونه رسوبی شماره 2..... 75
- نمودار (8-5) تغییرات طول پیشروی در برابر زمان برای نمونه رسوبی شماره 3..... 75
- نمودار (9-5) تغییرات طول پیشروی در برابر زمان برای نمونه رسوبی شماره 4..... 75
- نمودار (10-5) منحنی پیشروی تاج دلتا در زمان‌های عبور سیلاب..... 76
- نمودار (1-6) رابطه ارتفاع بدون بعد تاج دلتا بعد از عبور هیدروگراف با زمان نرمال شده وقوع هیدروگراف..... 78

- نمودار(6-2) ارتفاع بدون بعد شده تاج دلتا در برابر انحراف معیار هندسی ذرات رسوبی در هر یک از زمان‌های وقوع هیدروگراف 80
- نمودار(6-3) تغییرات ارتفاع بدون بعد شده تاج دلتا در برابر ضریب یکنواختی ذرات رسوبی در هر یک از زمان‌های وقوع هیدروگراف .. 81
- نمودار(6-4) تغییرات بدون بعد شده پیشروی تاج دلتا پس از عبور سیلاب با زمان نرمال شده وقوع هیدروگراف 82
- نمودار(6-5) تغییرات بدون بعد شده پیشروی پایه دلتا پس از عبور سیلاب با زمان نرمال شده وقوع هیدروگراف..... 82
- نمودار(6-6) تغییرات زاویه پیشانی دلتا در برابر زمان نرمال شده عبور سیلاب 83
- نمودار(6-7) تغییرات توان رابطه اسونسن در زمان نرمال شده عبور سیلاب 87
- نمودار(6-8) تغییرات توان رابطه اسونسن در انواع انحراف معیار هندسی ذرات..... 88
- نمودار(6-9) تغییرات توان رابطه اسونسن در انواع ضرایب یکنواختی ذرات 88

فهرست جداول

صفحه	عنوان
36.....	جدول (1-3) مشخصات کلی پمپ
43	جدول (2-3) مشخصات سد دز
44	جدول (3-3) نتایج شبیه سازی هیدروگراف سیل 50 ساله
45	جدول (4-3) هیدروگراف نهایی شبیه سازی شده
46.....	جدول (5-3) مشخصات انواع دانه بندی ها
47	جدول (6-3) بررسی نمونه های آماده شده برای آزمایش
58	جدول (1-4) مقادیر ضریب و نمای رابطه توسعه داده شده برای پایه دلتا
60.....	جدول (2-4) مقادیر ضریب و نمای رابطه توسعه داده شده برای تاج دلتا
65.....	جدول (1-5) شیب پیشانی دلتا قبل و بعد از عبور سیلاب
71	جدول (2-5) شیب پیشانی در هر یک از نمونه های رسوبی در زمان های مختلف تاثیر سیلاب
79	جدول (1-6) ضرایب معادله خطی رابطه ارتفاع بدون بعد تاج دلتا بعد از عبور سیلاب با زمان نرمال شده وقوع هیدروگراف
80	جدول (2-6) ضرایب معادله غیر خطی رابطه ارتفاع بدون بعد شده تاج دلتا در برابر انحراف معیار هندسی ذرات رسوبی
81	جدول (3-6) ضرایب معادله غیر خطی ارتفاع بدون بعد شده تاج دلتا در برابر ضریب یکنواختی ذرات رسوبی
82	جدول (4-6) ضرایب معادله غیر خطی پیشروی بدون بعد شده تاج دلتا پس از عبور سیلاب با زمان نرمال شده وقوع هیدروگراف
83	جدول (5-6) ضرایب معادله غیر خطی پیشروی بدون بعد شده پایه دلتا پس از عبور سیلاب با زمان نرمال شده وقوع هیدروگراف
86.....	جدول (6-6) مقادیر ضریب و نمای رابطه توسعه داده شده برای تاج دلتا در نمونه های رسوبی پس از عبور سیلاب
86.....	جدول (7-6) مقادیر ضریب و نمای رابطه توسعه داده شده تاج دلتا در نمونه های رسوبی
87	جدول (8-6) مقادیر ضریب و نمای رابطه توسعه داده شده برای تاج دلتا در نمونه های رسوبی

فهرست نشانه‌ها

B	(m)	عرض مخزن
b	(m)	عرض رودخانه
Cu	(-)	ضریب یکنواختی
d_{50}	(mm)	قطر میانه ذرات رسوبی
g	$\left(\frac{m}{s^2}\right)$	شتاب ثقل
F	(Hz)	فرکانس
Q_s	$\left(\frac{g}{s}\right)$	دبی رسوبی
Q_w	$\left(\frac{L}{s}\right)$	دبی جریان
ρ	$\left(\frac{kg}{m^3}\right)$	جرم واحد حجم
W	(Cm)	سطح آب
u^*	$\left(\frac{m}{s}\right)$	سرعت برشی
D^*	(-)	قطر بدون بعد ذره
X_r	(-)	مقیاس طولی
Y_r	(-)	مقیاس عرضی
Z_r	(-)	مقیاس ارتفاعی
w_s	$\left(\frac{m}{s}\right)$	سرعت سقوط ذره
R_e	(-)	عدد رینولدز

F_r	(-)	عدد فرود
h^*	(-)	ارتفاع بدون بعد شده
H	(mm)	ارتفاع آب یا رسوب
D_{10}	(mm)	قطر موثر ذره
D_{16}	(mm)	قطری که 16٪ ذرات از آن کوچکترند
D_{84}	(mm)	قطری که 84٪ ذرات از آن کوچکترند
D_{60}	(mm)	قطری که 60٪ ذرات از آن کوچکترند
Q_w^*	(-)	دبی جریان بدون بعد شده
γ	$\left(\frac{m^2}{s}\right)$	لزجت سینماتیک آب
LL	(m)	طول پیشروی دلتا در سمت چپ تبدیل
LR	(m)	طول پیشروی دلتا در سمت راست تبدیل
LC	(m)	طول پیشروی دلتا در خط مرکزی
u	(-)	سرعت بدون بعد شده
Q_r	(-)	مقیاس دبی جریان
V_r	(-)	مقیاس سرعت جریان
t_r	(-)	مقیاس زمان
t^*	(-)	زمان پیشروی بدون بعد شده
X^*	(-)	طول پیشروی بدون بعد شده
T^*	(-)	زمان تاثیر بدون بعد شده سیلاب

فصل اول

کلیات

1-1- مقدمه

رسوب‌گذاری در مخزن سد از عواملی است که با گذشت زمان عمر مخازن را کاهش خواهد داد و باعث از دست رفت سرمایه‌های کلان ملی می‌گردد. تخمین زده شده است که تجمع رسوبات در مخازن سدها، می‌تواند سالانه یک درصد از حجم ذخیره آن‌ها را کاهش دهد. به طور مثال در مخزن سد سفیدرود آورد سالانه رسوب 58 میلیون متر مکعب می‌باشد که سبب کاهش حدود 2/1 درصد به صورت سالیانه از حجم مخزن سد می‌گردد. مخزن سد زونی روی رودخانه زونی در آمریکا حدود 75 درصد ظرفیت خود را ظرف 20 سال در اثر رسوب‌گذاری از دست داده است. به طور مشابه مخزن ایچاری روی رودخانه تونز در هند پس از 10 سال نزدیک به 15 درصد ظرفیت خود را از دست داد.

نحوه ته‌نشینی رسوبات در مخازن و میزان آن از مواردی است که می‌بایست قبل از طراحی سازه مورد توجه قرار گیرد. این امر به عوامل زیادی از جمله شکل مخزن، عمق آب در مخزن، اندازه و خصوصیات رسوب بستگی دارد. وقتی که جریان رودخانه به مخزن می‌رسد، سرعت جریان و میزان حمل رسوب آن در اثر افزایش سطح مقطع عرضی، عمق جریان و کاهش آشفتگی به تدریج کاسته شده و به طور سریع با فاصله از نقطه ورودی آن کاهش می‌یابد. در نتیجه اکثر رسوباتی که توسط رودخانه حمل می‌شود در محل مخزن ته‌نشین می‌شود. در زمینه دلتا تحقیقات مختلف در داخل و خارج از کشور صورت پذیرفته است که در آن‌ها تاثیر تغییرات پارامترهای مختلف هندسی و جریان بر روی پیشروی و شکل دلتا بررسی شده است که از جمله این پارامترها می‌توان به دبی جریان، دبی رسوب، سطح آب در مخزن و زاویه واگرایی در محل تبدیل رودخانه به مخزن اشاره کرد. در این تحقیق مسئله‌ی تاثیر زمان عبور هیدروگراف سیل (عبور سیلاب در لحظه‌هایی که دلتای رسوبی در نقاط مختلفی از مخزن قرار دارد) مورد بررسی قرار می‌گیرد. این بررسی هم‌زمان با نمایش اثر وجود دانه بندی‌های مختلف مصالح رسوبی می‌باشد.

1-2- ضرورت انجام تحقیق

زمانی که دلتای رسوبی با ذرات رسوبی درشت‌دانه مانند شن و ماسه به سازه‌های سد مانند ورودی آبگیر برسد، خسارت زیادی به توربین‌ها و سازه‌های دیگر در سد خواهد رساند. رسوبات انباشته شده در بالادست مخزن سد و فرسایش در پایین دست سد می‌تواند منجر به مسائلی از جمله کاهش حجم موثر کنترل سیلاب، کاهش پایداری سد، اثرات نامطلوب بر عملکرد تاسیسات خروجی، کاهش کیفیت آب، کاهش میزان ذخیره آب، کاهش انرژی آبی و بهره‌برداری‌های تفریحی آن شود.

بنابراین تخمین حرکت و شکل پیشروی دلتا در مخزن در شرایط مختلف محیطی و جریان امر بسیار مهم و تاثیرگذاری بر کنترل رسوبات انباشته شده در مخازن می‌باشد. با توجه به مطالعات انجام شده، اکثر تحقیقات صورت گرفته در مورد رسوب‌گذاری در مخازن سدها، در ارتباط با رسوبات معلق و جریان‌ات غلیظ می‌باشد و کمتر به مطالعه بار بستر و پیشروی دلتا پرداخته شده است. آن دسته از تحقیقات آزمایشگاهی نیز که در رابطه با پیشروی و شکل دلتای رسوبی به انجام رسیده است اکثراً در دبی ثابت صورت پذیرفته و تغییرات دبی آب مورد توجه قرار نگرفته است، در حالی که در واقعیت و در رودخانه‌ها سیلاب‌های مختلف با دوره بازگشت‌های گوناگون همواره در حال عبور هستند که این سیلاب‌ها به مخزن سد نیز وارد شده و می‌توانند بر نحوه رسوب‌گذاری و پیشروی این رسوبات انباشته شده در مخزن سد تاثیراتی داشته باشند. در تحقیقات اندکی که در مورد تغییرات دبی جریان و عبور سیلاب انجام شده تنها به بررسی عبور سیلاب در لحظه‌ای که دلتای رسوبی در قسمت ورودی مخزن قرار دارد پرداخته شده است در صورتی که عبور سیلاب در طبیعت در حالت‌های مختلف پیشروی دلتا در مخزن اتفاق می‌افتد. همچنین در مورد تاثیر دانه‌بندی‌های مختلف مصالح رسوبی بر روی رسوب‌گذاری دلتایی نیز کارهای کمی صورت گرفته است و تاثیر این پارامتر مهم در شکل و پیشروی دلتا مورد توجه قرار نگرفته است. تمامی این مسائل ما را برآن داشت تا در زمینه‌ی تاثیر عبور سیلاب بر روی شکل و پیشروی دلتا تحقیقاتی را به صورت آزمایشگاهی انجام دهیم.

1-3- اهداف تحقیق

اهداف این تحقیق را می‌توان در موارد زیر خلاصه نمود:

- (1) بررسی تاثیر زمان عبور هیدروگراف سیل بر روی پیشروی و شکل دلتا در حالت وجود مصالح یکنواخت رسوبی.
- (2) بررسی تاثیر زمان عبور هیدروگراف سیل بر روی پیشروی و شکل دلتا در حالت وجود مصالح غیر-یکنواخت رسوبی.
- (3) بدست آوردن رابطه‌ی تاثیر انحراف معیار هندسی ذرات و زمان عبور سیلاب بر پیشروی و شکل دلتا.

1-4- روش کار و محدوده تحقیق

جهت بررسی و مطالعه آزمایشگاهی پیشروی و شکل دلتا در مخازن، از فلوم شماره 2 آزمایشگاه هیدرولیک گروه سازه‌های آبی دانشگاه تربیت مدرس استفاده شد. این فلوم دارای 17 متر طول و 1 متر عرض می‌باشد. قسمت اولیه فلوم به عنوان رودخانه با طول 5 متر، عرض 16 سانتیمتر، عمق 60 سانتیمتر و بدون شیب طولی، قسمت انتهایی فلوم به عنوان مخزن با طول 10 متر، عرض 100 سانتیمتر، عمق 60 سانتیمتر و شیب طولی 2% اجرا شده بود. همچنین تبدیل ورودی رودخانه به مخزن دارای زاویه $11/5$ درجه بود.

جنس کلی فلوم از بتن بوده که دیواره سمت راست آن از پلکسی گلاس ساخته شده بود که برداشته‌ها در طول آزمایشات از طریق این دیواره صرت گرفته است. پس از شبیه سازی سیلاب و تهیه دانه‌بندی مورد نظر آزمایشات مربوط به پیشروی دلتا صورت پذیرفت. ثبت داده‌ها به این صورت بود که بر روی تبدیل 15 ایستگاه با خط‌کش‌های مختلف مشخص شده بود که زمان رسیدن پایه و تاج دلتا به هرکدام از این ایستگاه‌ها در شرایط و حالات مختلف آزمایشی مانند عبور سیلاب و استفاده از دانه‌بندی‌های گوناگون رسوبی ثبت می‌شد و در نهایت بعد از پایان آزمایش پروفیل کلی دلتا برداشت می‌شد.

1-5- نحوه تدوین تحقیق

این تحقیق در شش فصل که به شرح زیر می‌باشد، ارائه می‌گردد. در فصل اول به بیان مقدمه و توضیحات اجمالی از فرایند رسوب‌گذاری و بیان توضیحات کلی در ارتباط با ضرورت انجام تحقیق و اهداف تحقیق پرداخته شده است. در فصل دوم توضیحاتی در مورد رسوبگذاری در مخازن، هیدرولیک سیلاب و خلاصه‌ای از مطالعات صورت گرفته در داخل و خارج از کشور در زمینه رسوب‌گذاری در مخازن و تشکیل دلتا، بیان شده است. در فصل سوم به بیان تجهیزات آزمایشگاهی، مدل آزمایشگاهی، نحوه تهیه مصالح رسوبی و شبیه‌سازی سیلاب مورد نظر برای آزمایشات پرداخته شده است. در فصل چهارم نتایج آزمایشات اولیه و اصلی آورده شده است. در فصل پنجم به تجزیه و تحلیل نتایج حاصله پرداخته شده است. در فصل ششم نیز نتایج کلی و پیشنهادات ارائه شده است. در ادامه در قسمت مراجع به ارائه منابع استفاده شده در این تحقیق پرداخته شده است.

فصل دوم

مبانی تئوری و مروری بر تحقیقات

2-1- مقدمه

تعیین میزان رسوبات ورودی به مخزن سد و نحوه توزیع رسوبات در داخل مخزن از مسائل مهم در مطالعات رسوب‌گذاری در سدها می‌باشد. وقتی که جریان رودخانه به مخزن می‌رسد، سرعت جریان و میزان حمل رسوب آن در اثر افزایش سطح مقطع عرضی، عمق جریان و کاهش آشفتگی به تدریج کاسته شده و به طور سریع با فاصله از نقطه ورودی آن کاهش می‌یابد. در نتیجه اکثر رسوباتی که توسط رودخانه حمل می‌شود در محل مخزن ته‌نشین می‌شود.

در زمینه دلتا مطالعات متنوعی به صورت مدل‌های تجربی، مدل‌های فیزیکی و مدل‌های ریاضی صورت گرفته است. البته مطالعات پیشروی رسوبات دلتایی به مخازن سدها منحصر نبوده بلکه در ورودی رودخانه به دریاها نیز صورت می‌گیرد. در این فصل به مبانی تئوری و همچنین تحقیقات گذشته پرداخته شده است.

2-2- توزیع طولی رسوبات در مخازن

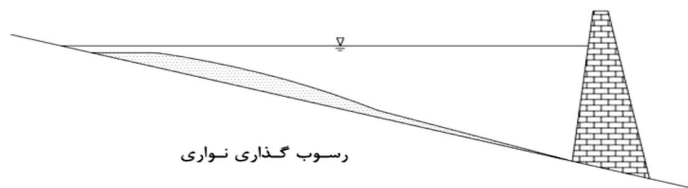
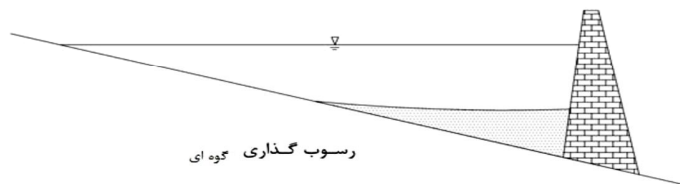
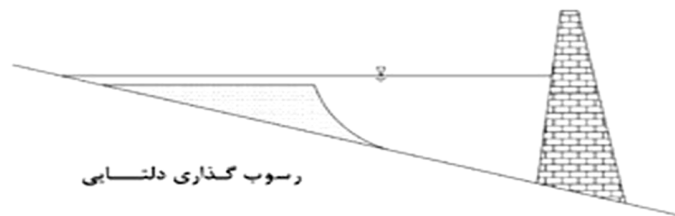
به طور کلی به وجود آمدن ناحیه پس‌زدگی آب در کانال‌های روباز به واسطه قرارگیری مانعی در مسیر جریان، مانند یک سد یا یک سرریز، منجر به تولید پروفیل‌های طولی از رسوب‌گذاری می‌شود. هنگامی که جریان آب و رسوب به ناحیه پس‌زدگی وارد می‌شود، سطح مقطع عرضی کانال و عمق آب به تدریج افزایش یافته، سرعت جریان کم می‌شود و در نتیجه ذرات رسوبی همراه با آب ته‌نشین می‌شوند. ته‌نشست اولیه ذرات درشت‌تر با رسوب‌گذاری ذرات ریزدانه‌تر در مناطق پایین دست جریان، ادامه می‌یابد و به مرور زمان ناحیه‌ای به شکل زبانه رسوبی یا دلتا در پروفیل طولی مشاهده می‌گردد.

نحوه ته‌نشینی رسوبات در مخازن و میزان آن از مواردی است که می‌بایست قبل از طراحی سازه مورد توجه قرار گیرد. این امر به عوامل زیادی از جمله شکل مخزن، عمق آب در مخزن، اندازه و خصوصیات رسوب بستگی دارد (Vanoni 1975). در حالت کلی رسوبات به دو صورت بار بستر و بار معلق هستند. رسوبات درشت دانه‌ای که به صورت بار بستر هستند، در انتهای بالادست مخزن ته‌نشین می‌شوند و دلتا را تشکیل می‌دهند.

ذرات رسوبات معلق مطابق با سرعت سقوطشان ته‌نشین می‌شوند. ذرات ریز و به طور کم و بیش یکنواخت روی تمام مخزن پخش می‌شوند. مقداری از ذرات کلوئیدی ممکن است در تمام مدتی که در مخزن هستند، ته‌نشین نشوند و نهایتاً از مخزن تخلیه شوند.

2-3- انواع پروفیل های طولی

در مخازن بنا به مشخصات مخزن و مصالح رسوبی سه نوع پروفیل طولی به نام‌های دلتایی، گوه‌ای و نواری ممکن است بوجود بیاید که در شکل (1-2) نشان داده شده است.



شکل (1-2) توزیع طولی رسوبات