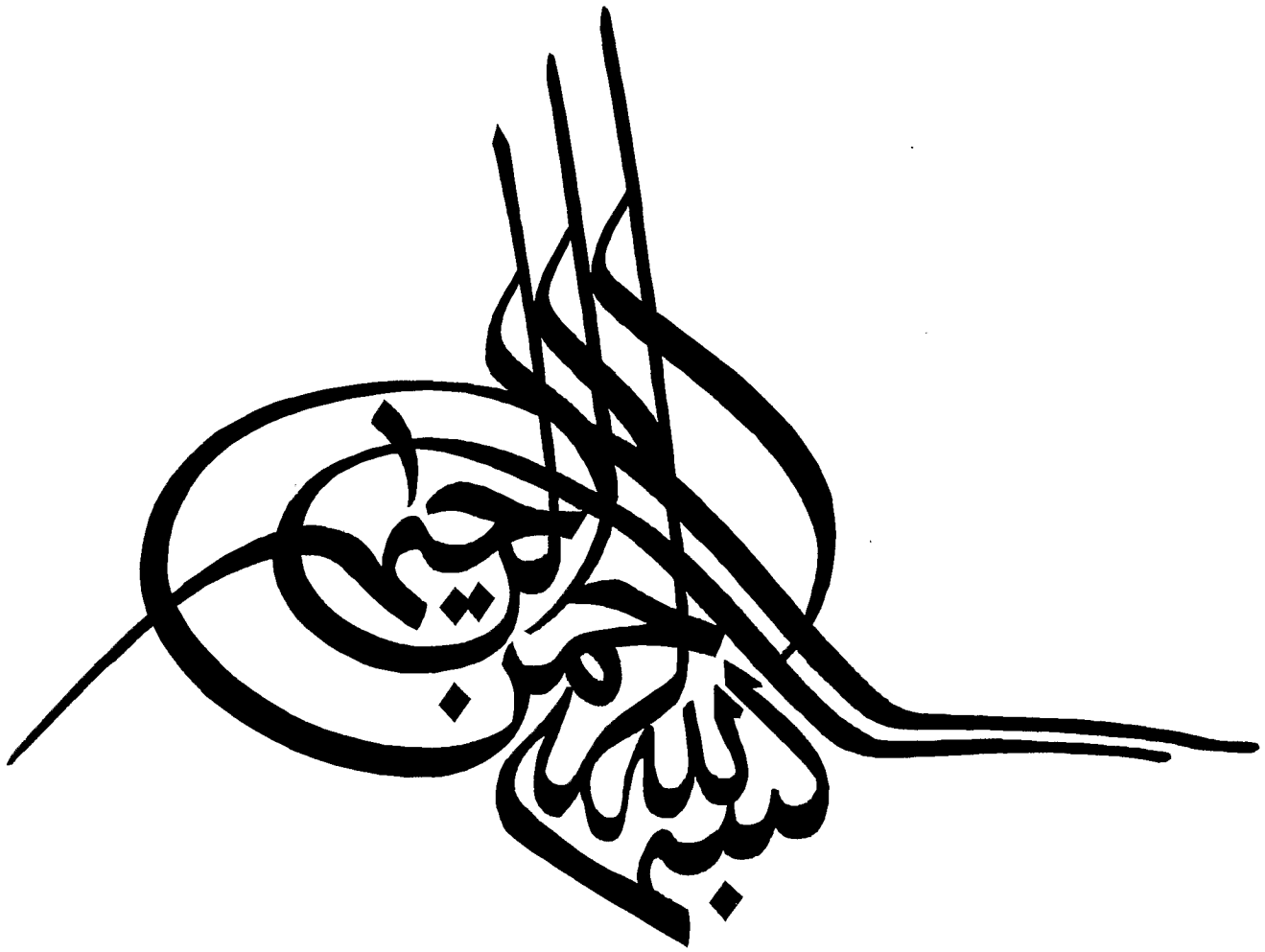
بسم الله الرحمن الرحيم

٤٨٢٥٩

۱۳۸۲ /۵/ ۳۰

مرکز اطلاعات و مدارک علمی
ثبت شد

دانشگاه شهید باهنر کرمان

دانشکده کشاورزی – بخش مهندسی آبیاری

پایان نامه جهت دریافت درجهٔ کارشناسی ارشد تاسیسات آبیاری

تحت عنوان:

بررسی مدلی رسوب گذاری جریانهای چگال در مخازن پشت سدها

نگارش:

صاحب شبان عباسی

اساتید راهنما:

دکتر محمد جواد خانجانی دکتر غلامعباس بارانی

شهریور ماه ۱۳۸۱

۶۸۴۵۹

این پایان نامه

به عنوان یکی از شرایط احراز درجه کارشناسی ارشد

به

بخش مهندسی آبیاری

دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان

تسلیم شده است و هیچگونه مدرکی به عنوان فراغت از تحصیل دوره

مزبور شناخته نمی شود

امضاء

دانشجو: **صاحب شبان عباسی**

اساتید راهنما:

دکتر محمد جواد خانجانی

دکتر غلامعباس بارانی

داور۱: **دکتر محمد باقر رهنما**

داور۲: **دکتر سید مرتضی مرندی**

نماینده تحصیلات تکمیلی دانشگاه: **دکتر ناصح زاده**

حق چاپ محفوظ و متعلق به ناشر است

دانشگاه شهید باهنر کرمان
اداره تحصیلات تکمیلی

تقدیم به:

مادر عزیز و مهربانم که همواره پرتو محبت و حمایتش گرمی بخش زندگی است

تقدیم به:

پدر زحمتکشم که همه موفقیت‌های زندگیم را مدیون او هستم

تقدیم به:

برادران مهربانم **فرخ** و **فرهاد** و خواهران عزیزتر از جانم، **طیبه** و **شیما**

تشکر و قدردانی

انجام پژوهش حاضر بعد از لطف و عنایت خداوند متعال که خواست او سر منشأ تمام امور است، مدیون تلاش افراد بی شماری است که در تمام دوران زندگی و تحصیلاتم، با محبت، تشویق و آموزش، مرا مورد لطف خود قرار داده اند. بدینوسیله دوستی و سپاس بی پایان خود را به آنان تقدیم می نمایم و برایشان، همیشه و همه جا، آرزوی شادکامی، سلامتی و موفقیت دارم.

از اساتید راهنمای گرامی، جناب آقای دکتر محمد جواد خانجانی و جناب آقای دکتر غلامعباس بارانی بخاطر آموزش و راهنمائیها یشان، چه در کلاسهایی که افتخار شاگردی ایشان را داشتم و چه در مراحل مختلف این کار، بی نهایت سپاسگزارم. بی تردید، بدون بردباری، علاقه، تلاش و همراهی همیشگی ایشان، اتمام این پژوهش میسر نمی بود. امید آنکه بتوانم لایق محبت های ایشان باشم.

از داوران محترم پایان نامه، جناب آقای دکتر مرندی و جناب آقای دکتر رهنما که زحمت مطالعه و داوری این پایان نامه را بر خود هموار نمودند و از نظرات و پیشنهادات اصلاحی خود، مرا بهره مند ساختند کمال تشکر و امتنان را دارم.

در پایان، از تمام اعضاء خانواده عزیزم که در کلیه مراحل زندگی و تحصیلات، عشق، ایمان و آرامش را به من هدیه کردند و در راه کسب دانش همواره مشوق من بوده و با قبول تمام مشقات، راه تحصیل مرا هموار نمودند، بی نهایت سپاسگزارم. همچنین از دوستان عزیزم، سید مهران جعفری و محمد آهوچهر که در اجرای آزمایشات مرا یاری نمودند، کمال تشکر دارم.

صاحب شبان عباسی

شهریور ماه ۸۱

چکیده

مخازن سدها بصورت تله هایی برای رسوبات عمل می کنند و با ایجاد یک دریاچه ساکن که در آن ذرات نامحلول جریان ورودی ته نشین می شوند، انتقال رسوبات آبرفتی را منقطع می نمایند. بدون در نظرگیری اقدامات لازم جهت موازنه رسوبات خروجی و ورودی، رسوبات بطور ناگهانی جایگزین ظرفیت ذخیره مخزن می گردند. این موضوع الزامی می کند که بیشترین تمرکز، روی حداقل کردن راندمان تله گذاری مخازن موجود و به حداکثر رساندن حجم ذخیره طولانی مدت آنها صورت پذیرد. سیلاب ورودی پس از رسیدن به دریاچه محتوی آب صاف به علت وزن مخصوص بیشتر بتدریج سقوط کرده و به صورت مستغرق در کف آن به سمت سد حرکت می کند.

در این مطالعه با ساخت مدل هیدرولیکی رودخانه و دریاچه پشت سد و انجام آزمایشات متعدد روی آن، چگونگی حرکت جریانهای غلیظ، توزیع رسوبات بر جای مانده از آنها در کف مخزن، نرخ رسوب گذاری جریان غلیظ در مقاطع مختلف مخزن با بکارگیری مخلوطی از آب و ذرات چسبنده و غیرچسبنده و همچنین تخلیه رسوبات ریزدانه حمل شده توسط جریانهای غلیظ از طریق دریچه های تحتانی مورد بررسی و تحقیق قرار گرفت.

معادلات نرخ رسوب گذاری جریان غلیظ حاوی ذرات چسبنده و غیرچسبنده و معادلات عمق و سرعت جریان غلیظ در نقطهٔ پلانج برای مخازن با شیبهای ۱، ۱/۵، ۲، ۳، ۴ و ۵ درصد محاسبه شد. در نهایت تغییرات غلظت جریانهای غلیظ در طول مخزن، خروج جریانهای غلیظ و راندمان تخلیهٔ آنها با باز نمودن دریچه های تحتانی مورد مطالعه قرار گرفت و معادلات مربوط به آنها محاسبه شد.

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فصل اول: مقدمه	
۱-۱ رسوبگذاری مخازن سدها و مشکلات ناشی از آن	۲
۱-۲ جریان غلیظ	۲
۱-۳ مروری بر تحقیقات انجام شده	۴
۱-۴ هدف از تحقیق	۸
۱-۵ مطالب مورد بحث	۸
فصل دوم: هیدرولیک مجاری روباز و هیدرولیک رسوب	
۲-۱ مقدمه	۱
۲-۲ جریانهای غیر دائمی متغیر تدریجی	۱۱
۲-۲-۱ معادله پیوستگی	۱۱
۲-۲-۲ معادله حرکت(دینامیکی)	۱۳
۲-۳ انتقال رسوب	۱۵
۲-۴ اصطلاحات مربوط به رسوب	۱۵
۲-۵ چشمه انتقال رسوب	۱۷
فصل سوم: رسوبگذاری و روشهای کنترل رسوب مخازن	
۳-۱ مقدمه	۲۰
۳-۲ روشهای موجود برای کنترل رسوبات مخازن سدها	۲۰
۳-۳ آبشویی رسوب	۲۱
۳-۳-۱ تکنیک آبشویی	۲۲
۳-۳-۲ اثرات ناشی از آبشویی رسوب	۲۲

۳-۳-۳ نتایج و توصیه های ارائه شده در چند کشور ۲۳
۳-۳-۴ معایب روش آبشویی ۲۴

فصل چهارم: روابط حاکم بر مدل و ساخت مدل هیدرولیکی

۴-۱ مقدمه ۲۷
۴-۲ طراحی وساخت مدل هیدرولیکی ۲۸
۴-۳ تاثیر مقیاس ۲۹
۴-۴ اجزاء مدل ساخته شده ۲۹
۴-۴-۱ اسکلت مدل ۳۰
۴-۴-۲ کف مدل ۳۱
۴-۴-۳ دیواره های جانبی مدل ۳۲
۴-۴-۴ دریچه های تحتانی ۳۲
۴-۴-۵ سیستم اندازه گیری ۳۳
۴-۴-۶ اندازه گیری دبی ۳۳
۴-۴-۷ اندازه گیری سرعت ۳۳
۴-۴-۸ اندازه گیری غلظت ۳۳
۴-۴-۹ اندازه گیری جریان ورودی ۳۴

فصل پنجم: بررسی نرخ رسوبگذاری جریان غلیظ و توزیع دانه بندی ذرات ته نشین شده در کف مخزن

۵-۱ مقدمه ۴۲
۵-۲ فرآیندهای رسوبگذاری در مخازن ۴۴
۵-۳ نحوه اجرای آزمایشات بر روی مدل هیدرولیکی برای تعیین نرخ رسوبگذاری و دانه بندی ذرات ته نشین شده ۴۵
۵-۴ آزمایشات انجام شده جهت تعیین نرخ رسوبگذاری ذرات چسبنده در طول مخزن سد ۴۶
۵-۵ آزمایشات انجام شده جهت تعیین نرخ رسوبگذاری ذرات چسبنده به همراه ماده پراکنده ساز ۵۶

۵-۶ قطر متوسط ذرات چسبنده ته نشین شده در طول مخزن سد ۵۸
۵-۷ نتایج حاصل از آزمایشات مربوط به نرخ رسوبگذاری ذرات چسبنده ۶۰
۵-۸ آزمایشات انجام شده جهت تعیین نرخ رسوبگذاری ذرات غیر چسبنده در طول مخزن سد ۶۲
۵-۹ قطر متوسط ذرات غیر چسبنده ته نشین شده در طول مخزن سد ۶۸
۵-۱۰ نتایج حاصل از آزمایشات مربوط به نرخ رسوبگذاری ذرات غیر چسبنده ۶۹
۵-۱۱ دانه بندی ذرات چسبنده ته نشین شده در طول مخزن سد ۷۲
۵-۱۲ دانه بندی ذرات غیر چسبنده ته نشین شده در طول مخزن سد ۸۷
۵-۱۳ پدیده های مشاهده شده در حین اجرای آزمایشات ۱۰۳
۵-۱۳-۱ آزمایشات انجام شده بر روی شیب ۰/۰۵ ۱۰۳
۵-۱۳-۲ آزمایشات انجام شده بر روی شیب ۰/۰۴ ۱۰۴
۵-۱۳-۳ آزمایشات انجام شده بر روی شیب ۰/۰۳ ۱۰۵
۵-۱۳-۴ آزمایشات انجام شده بر روی شیب ۰/۰۲ ۱۰۵
۵-۱۳-۵ آزمایشات انجام شده بر روی شیب ۰/۰۱ ۱۰۶

فصل ششم: بررسی پدیده غوطه‌ور شدن یا پلانج جریان غلیظ

۶-۱ مقدمه ۱۱۱
۶-۲ آزمایشات انجام شده بر روی شیبهای تند برای تعیین ضابطه عمق پلانج ۱۱۱
۶-۳ آزمایشات انجام شده بر روی شیبهای ملایم برای تعیین ضابطه عمق پلانج ۱۱۵
۶-۴ نتایج حاصل از آزمایشات مربوط به تعیین ضابطه عمق پلانج ۱۱۸
۶-۵ سرعت در نقطهٔ پلانج و عع فرود دانسیمتریک نقطه پلانج ۱۲۰
۶-۶ آزمایشات انجام شده بر روی شیبهای تند برای تعیین عدد فرود دانسیمتریک در نقطه پلانج ۱۲۱
۶-۷ آزمایشات انجام شده بر روی شیبهای ملایم برای تعیین عدد فرود دانسیمتریک در نقطه پلانج ۱۲۴
۶-۸ نتایج حاصل از آزمایشات مربوط به تعیین ضابطه عدد فرد دانسیمتریک نقطه پلانج ۱۲۷

فصل هفتم: بررسی تغییر غلظت و تخلیه جریانهای غلیظ

۷-۱ مقدمه ۱۳۱

۷-۲ آزمایشات انجام شده بر روی مدل هیدرولیکی جهت تخلیه جریان غلیظ ۱۳۱

۷-۳ محاسبه راندمان تخلیه رسوب ۱۳۳

۷-۴ تغییرات غلظت جریان غلیظ در طول مخزن سد ۱۳۵

۷-۵ آنالیز ابعادی تغییرات غلظت جریان غلیظ در طول مخزن و نتایج حاصل از آزمایشات ۱۳۶

فصل هشتم: نتیجه گیری و پیشنهادات

۸-۱ نتایج بدست آمده از آزمایشات ۱۴۱

۸-۲ پیشنهادات ۱۴۵

مرا جع ۱۴۵

فصل اول

مقدمه

۱-۱رسوبگذاری مخازن سدها و مشکلات ناشی از آن

مخازن سدها بصورت تله‌هایی برای رسوبات عمل می‌کنند و با ایجاد یک دریاچه ساکن که در آن ذرات نامحلول جریان ورودی ته نشین می‌شوند، انتقال رسوبات آبرفتی را منقطع می‌نمایند. بدون در نظرگیری اقدامات لازم جهت موازنه رسوبات ورودی و خروجی ، رسوبات بطور ناگهانی جایگزین ظرفیت ذخیره مخزن می‌گردند. فهرست رد مکانهای مناسب سد، افزایش موانع محیطی، هزینه‌های بالا و افزایش رقابت چشمه‌های اندک، همه و همه جایگزینی مخازن رسوب دیده با مکانهای جدید را بسیار مشکل می‌سازند. این موضوع الزامی می‌کند که بیشترین تمرکز، روی حداقل کردن راندمان تله گذاری (Trap Efficiency) مخازن موجود و به حداکثر رساندن حجم ذخیره طولانی مدت آنها صورت پذیرد[۸].

هنگامیکه یک رودخانه وارد یک مخزن می‌گردد، ذرات درشت دانه بتدریج رسوب کرده و یک دلتا را در ناحیه جلویی مخزن تشکیل می‌دهند. ذرات ریزدانه‌تر که معلق مانده‌اند از روی ناحیه دلتا عبور کرده و وارد مخزن سد می‌گردند [۱۹].

رسوبگذاری در مخازن باعث کاهش ظرفیت ذخیره آب، زیان به قابلیت کشتیرانی مخازن، ایجاد موانع در کنترل سیلاب، افزایش سیلاب پذیری بالا دست جریان بدلیل رسوبگذاری در ناحیه دلتا، زیان به تجهیزات نیروگاههای برقابی، انسداد دریچه‌ها و آبگیرها می‌گردد. در حال حاضر تخلیه رسوباتی که در مخازن انباشته می‌شوند، نگرانیهای زیادی را در رابطه با محیط اطراف به دنبال دارد [۷].

۱-۲ جریان غلیظ (Density Current)

هنگامیکه رودخانه‌ای وارد یک دریاچه (Lake) یا مخزن (Reservoir) ساکن می‌گردد با آبهای شور یا تیره مواجه می‌گردد. در این راستا سه نوع جریان غلیظ ممکن است اتفاق بیافتد. اولین حالت اینکه، اگر رودخانه رقیق‌تر از آب دریاچه باشد، به طرف بالای سطح دریاچه منحرف گشته و یک رو جریان (Over Flow) را تشکیل می‌دهد. یک چنین جریانی در دریاچه کوتنای (Kootenay) واقع در کشور کانادا

مشاهده شده است[۴]. دومین حالت اینکه، اگر رودخانه به عمقی برسد که در آن غلظتش بـا غلظـت آب دریاچه برابر شود، از کف بستر جدا شده و به صورت افقی در امتداد صفحاتی با غلظت ثابت در آن عمـق پراکنده می‌گردد که به این حالت تو جریان (Inter Flow) گفته می‌شـود. سـومین حـالت ایـن اسـت کـه رودخانه از آب دریاچه غلیظ تر باشد که در این صورت به زیر آب ساکن دریاچه فـرو رفتـه و بـه صـورت یک جریان شیبدار در تمام جهات دریاچه، جریان می‌یابد و به این حالت، زیر جریان (Under Flow) گفته می‌شود. چنین جریانی در مخزن ولینگتون (Wellington) واقـع در اسـترالیا گزارش شـده اسـت. بررسـی جریانهای غلیظ از جمله بزرگترین فاکتورها برای مدیریت کیفیت آب مخازن می‌باشد چونکـه آنـها ذرات معلق و نامحلول زیادی را وارد دریاچه سدها می‌کنند. علاوه بر این اغلب جریانهای غلیظ، مـواد آلاینـده زیادی را وارد دریاچه‌ها می‌نمایند [۴].

پدیده جریان غلیظ شکلهای بسیار مختلفی را به خود می‌گیرد و از اینرو در زمینه‌های مختلف علـوم و مهندسی مطالعه شده است که از آن جمله می‌توان بـه ژئوفـیزیک، هیدرولیـک، لیمنولـوژی یـا شـناخت آبهای شیرین (Limnology) ، هواشناسی، اقیانوس شناسی و مکانیزم حرکت بهمن‌ها اشاره کرد. اختـلاف دانسیته بین جریان غلیظ و محیط اطراف آن ممکن است در اثر اختلاف دما، اختلاف در مـیزان رسـوبات معلق یا غلظت ذرات جامد نامحلول، اختلاف در میزان نمـک یـا حتـی اختـلاف در خـود سـیالات مثـل حرکت جریان گاز متان در سقف معادن باشد [۳].

در شرایط معین، جریان غلیظی که ذرات سیلت ورس را حمـل می‌کنـد، می‌توانـد تـا ده‌هـا کیلومـتر حرکت کند و اگر جریان غلیظ بطور پیوسته وارد یک مخزن گردد، ساختار خود را حفظ کـرده و تـا پـای سد پیش می‌رود. هنگامیکه جریان غلیظ به سد برخورد می‌کند ممکن است بالا رفتـه و یـک دریـاچـه گل آلود (Muddy Lake) را تشکیل دهد [۱۹].

۱-۳ مروری بر تحقیقات انجام شده

الیسون و ترنر (Ellison and Turner,1959) برای درک رفتار جریانهای غلیظ، هم از طریق تحلیلی و هم آزمایشگاهی کارهای اساسی را انجام دادند. آنها نظریه‌ای را به منظور پیش‌بینی خصوصیات لایه‌های سیال غلیظ بر اساس این فرض که پدیده کشیده شدن (Entrainment) ، رفتار جریان را اداره نموده و تابعی است از سرعت متوسط و عدد ریچاردسون کلی (Overall Richardson Number) جریان غلیظ، ارائه دادند [۲].

هنگامیکه سیالی وارد یک سیال راکد با دانسیته کمتر از آن می‌شود، در نقطه‌ای به زیر آب راکد فرو می‌رود که اصطلاحا این نقطه بعنوان نقطه پلانج معرفی می‌گردد. مدلهای زیادی برای پیشگویی عمق پلانج پیشنهاد شده است. بعضی از این مدلها بر اساس کارهای آزمایشگاهی[۱۶] یا بر روی مطالعات صحرایی بوده و بعضی دیگر بر اساس مطالعات تئوریکی [۱۶و۱۲و۱۱] ، نتایج هبرت و همکاران (Hebbert et al.,1979) بدلیل استفاده از مقطع مثلثی بجای مستطیلی ، نسبت به نتایج دیگران اندکی تفاوت دارد.

حالتی که باعث می‌گردد از جریان ثقلی یک جریان غلیظ شکل‌گیرد، در برآورد حرکت جریان غلیظ مفید می‌باشد. از این نظر دکونوئیس (Duquennois) عامل $q(\gamma'-1)$ را بعنوان ضابطه‌ای برای سقوط آب گل آلود پیشنهاد داد که در آن γ' وزن مخصوص آب گل‌آلود و q دبی در واحد عرض جریان ورودی می‌باشد . لوی (Levey) حداقل غلظت سیلت که تحت آن جریان غلیظ به وقوع می‌پیوندد را مورد بررسی قرار داد [۹].

میدلتون (Middleton,1967) در یک آزمایش بر روی جریان غلیظ با بستر افقی و با بکارگیری ذرات معلق پلاستیکی با دانسیته ۱/۵۲ گرم بر سانتیمتر مکعب و اندازه متوسط ۰/۱۸ میلیمتر، دریافت که در جهات طولی، عمودی و جانبی پدیده درجه بندی (Sorting) بوقوع می‌پیوندد. گارسیا (Garcia,1985) با ایجاد جریانهای غلیظ در فلومی با شیب ۰/۰۵، در اکثر آزمایشهایش مشاهده کرد که درشت‌ترین ذرات

مرکز اطلاعات و مدارک علمی
تهیه مدارک

رسوب نمی‌توانستند به حالت معلق نگهداشته شوند و در همان ناحیه ورودی رسوب می‌کردند. آلیتناکار و همکاران (Altinakar et al.,1990) در یک سری از آزمایشها با شیبی بین ۰/۰ و ۰/۰۵۶ و با بکارگیری پودر کوارتز با قطر متوسط ۰/۰۱۴ و ۰/۰۳۲ میلیمتر دریافتند که رسوبگذاری سرعت پیشروی جریان غلیظ را کم و ضخامت پیشانی آن را افزایش می‌دهد [۱۹].

آکی یاما و استفان(Akiyama and Stefan, 1984) جریان غلیظ دو بعدی با شناوری منفی در یک مخزن شیبدار(ملایم یا تند) را در نظر گرفتند. در تحقیق آنها، دستگاهی از معادلات انتگرالی، خصوصاً معادلات بقاء جرم و حجم، و معادلهٔ مومنتوم را بکار گرفته شد. این تحقیق، دربارهٔ آنالیز پدیدهٔ پلانج بوده و برای پیشگویی عمق نقطهٔ پلانج در قالب پارامترهای اساسی مستقل حاکم بر مسئله، جهت داده شده است. معادلاتی را که برای محاسبهٔ عمق نقطهٔ پلانج ارائه دادند، با داده های آزمایشگاهی و صحرایی تطابق خوبی نشان دادند[۱].

الویان و همکاران(Alavian et al, 1992) طی تحقیقی که انجام دادند، آگاهی و شناخت از وضعیت جریانهای غلیظ با شناوری منفی یا مثبت که وارد دریاچه ها و مخازن می شوند را دوره و برآورد کردند. در این تحقیق، رفتار جریان ورودی، جریان در نقطهٔ پلانج، جریان غلیظ و پراکندگی آن، به طور خلاصه تشریح شده است. همچنین، مراجع منتخب و مثالهای کاربردی در رابطه با جریانهای غلیظ جهت رسیدگی و کمک به عملیات هیدرولیکی و انجمن مهندسی محیط زیست تهیه شده است[۳].

بورنت و همکاران(Bournet et al, 1999) پلانج جریان غلیظ و پدیدهٔ کشیده شدن آب زلال به داخل جریان غلیظ(Entrainment) را به صورت عددی تجزیه و تحلیل نمودند. در این راستا یک مدل $k-\varepsilon$ شامل اثرات شناوری در کانالی با عرض ثابت و در یک کانال واگرا را بکار گرفتند. آنها، رابطه ای را بین ارتفاع نقطهٔ پلانج در کانالی با عرض ثابت و کانالی با عرض متغیر و واگرا بدست آوردند[۵].