جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

((سیل و خسارات ناشی از آن))

سالیان متمادی است انسان در تقابل با پدیده های طبیعی بوده و همواره در معرض خطرات ناشی از وقوع پدیده های زیانباری نظیر سیل قرار داشته است. در حال حاضر نیز سالانه خسارات مالی و جانی فراوانی بر اثر بروز سیلابهای عظیم به مردم وارد می شود. به طور مثال وقوع سیلاب در ۱۲ استان کشور طی بهمن ماه سال ۱۳۷۱ باعث قربانی شدن بیش از ۲۲۰ نفر و خساراتی بالغ بر دهها میلیارد ریال گردید (۱).

مسئله مهم دیگری که همزمان با حرکت آب و وقوع سیلابها رخ می دهد. حرکت ذرات خاک از سطح حوضه های آبخیز و ورود این ذرات به مجاری طبیعی همچنین جابه جایی این ذرات در طول رودخانه ها از نقطه ای به نقطه دیگر می باشد که اثرات جنبی و مضاعف بروز سیلابها محسوب گردیده و موجب روبگذاری یا فرسایش و تغییر در تراز بستر رودخانه و در نتیجه تغییر در تراز سطح آب می گردد. افزایش تراز بستر و بالا آمدن کف منجر به کاهش ظرفیت مجاری طبیعی شده. همچنین پر شدن مخازن سدها و کانالهای آبیاری از رسوب از سایر عوارض آن می باشد. بنابراین پیش بینی تراز سطح آب با در نظر گرفتن مسئله رسوب در مجاری طبیعی از اهمیت خاصی برخوردار است. تغییرات بستر رودخانه ها که به دو صورت بالا آمدن بستر (Aggradation) و کف کنی (Degradation) است یکی از پدیده های مهم مهندسی رودخانه می باشد. این امر زمانی بوجود می آید که که وضعیت تعادلی پارامترهای مختلف رودخانه تحت شرایطی بهم بخورد. منظور از

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

پارامترهای مذکور، دبی جریان، دبی رسوبات، مقطع و سیب رودخانه و اندازه مواد بستر می باشد. شرایطی که باعث بهم زدن این تعادل می باشد ممکن است طبیعی و یا توسط بشر باشد. مسائل فوق علاوه بر اینکه باعث تغییر رژیم رودخانه می شود سبب خواهد شد تا سازه های هیدرولیکی اطراف رودخانه نیز در مخاطره قرار گیرند.

پیش بینی شرایطی که تحت آن شرایط، بالا آمدن یا کف کنی بستر رودخانه بوجود می آید. همچنین تعیین میزان آن، در نتیجه چگونگی تاثیر آن بر شرایط هیدرولیکی رودخانه موضوعی است که از دیرباز مورد توجه مهندسین هیدورلیک قرار گرفته است. روشهای مختلفی نیز پیشنهاد گردیده است. تعدادی از این روشها با استفاده از فرضیات متعدد و بکار گیری اصول حاکم بر حرکت نخستین ذره (Incepient Motion) بوجود آمده اند و روابط جبری نسبت ساده ای را تشکیل می دهند که در آن پروفیل نهایی بستر را بدست می دهند. تعداد دیگری از روشها با بکار بردن فرضیات کمتری و بکار بردن معادله پیوستگی رسوب منجر به پیدایش معادله ای می شود که با حل آن می توان تغییرات بستر رودخانه را نسبت به زمان پیش بینی نمود.

بطور کلی روابط حاکم بر حرکت جریانهای سیلابی و جریان در مجاری فرسایش پذیر معادلات جریان غیر ماندگار موسوم به معادلات Saint Venant می باشند. از آنجا که تاثیر متقابلی بین تغییرات بستر و شرایط هیدورلیکی جریان وجود دارد در رودخانه های آبرفتی علاوه بر حل همزمان معادلات مذکور شامل:

۱- معادله پیوستگی جریان (معادله بقاء جرم سیال) Continuity Equation

۲- معادله ممنتم (معادله بقاء اندازه حرکت) Mcmentum Equation

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

لازم است معادله پیوستگی رسوب (Sediment Continuity Eqution) نیز حل شود. همچنین به دو معامله کمکی جهت برآورد ظرفیت حمل رسوب رودخانه و تعیین شیب خط انرژی نیاز می باشد. از قدیمیترین مدلهایی که در این رابطه بوجود آمده مدل HEC-6 می باشد که در سال ۱۹۷۷ توسط اداره مهندس ارتش امریکا تهیه گردیده است. در این مدل ابتدا پروفیل سطح آب با استفاده از معادله انرژی محاسبه می شود (در این قسمت مدل ریاضی پیش بینی پروفیل سطح آب بر اساس جریان متغیر تدرجی برای کانالهای غیر فرسایشی موسوم به HEC-2 می باشد) و برای هر فاصله زمانی با بکار بردن معادله پیوستگی رسوب و یک رابطه تجربی برای محاسبه میزان رسوب حمل شده، پروفیل بستر را محاسبه می کند. مدلهای دیگری هم سپس از آن بوجود آمده اند که اکثراً به صورت بسته های نرم افزاری به بازار عرضه شده اند.

مدل تهیه شده در این پایان نامه یک مدل ریاضی یک بعدی غیر ماندگار برای کانالهای فرسایش و غیر فرسایشی است که معادلات کامل جریان غیر ماندگار و معادله پیوستگی رسوب را بطور همزمان و با استفاده از روش عددی حل می نماید.

روشهای عددی شامل روش تقاضای محدود و روش المانهای محدود است ولی روش تقاضاهای محدود کاربرد بیشتری دارد. در روش تقاضاهای محدود. معادلات دیفرانسیل جزیی حاکم با استفاده از شم های (Schemes) دیفرانسیل به معادلات جبری تبدیل می شوند. این شم ها متفاوت بوده و کاربرد آن ها در یک مسئله خاص ممکن است مزایا و معایبی را به همراه داشته باشد.

مسئله مهمی که در حل معادلات حاکم وجود دارد مسئله کوپلینگ (Couqling) بین معدلات جریان و رسوب است. منظور از کوپلینگ در نظر گرفتن تغییرات در کلیه متغیرها در محاسبه مقدار نهایی هر

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

متغیر وابسته است و این کار با استفاده از شم دو مرحله ای پیش بینی و تصحیح میسر شده است. در هر مرحله معادلات مذکور بطور همزمان حل می شوند. به عبارت دیگر در صورتی که معادله پیوستگی رسوب بعد از حل کامل معادلات جریان حل می شد کوپلینگ ایجاد نمی گردید. بنابراین مدل حاضر یک مدل کوپل شده می باشد. ضمناً کوپلینگ بین معادلات باعث افزایش پایداری مدل نیز می گردد. کاربرد روشهای کوپل نشده در شرایطی که شیب کف زیاد باشد منجر به بروز ناپایداری عددی می شود و جهت ایجاد پایداری بایستی از عملیات سعی و خطا در هر گام زمانی بهره جست ولی در مدل حاضر نیازی به سعی و خطا نیست و مدل از پایداری خوبی برخوردار است و همین امر زمان اجرای مدل را به شدت کاهش می دهد. همچنین کاربرد شم صریح مک.

تعاریف

- جریانهای ماندگار و غیر ماندگار (Steady And Unsteady Flow):

جریانی ماندگار نامیده می شود که عمق، دبی و سرعت متوسط جریان در هر مقطع نسبت به زمان تغییر نکند و در صورتی که پارامترهای مذکور نسبت به زمان تغییر نمایند جریان غیر ماندگار نامیده می شود. به عبارت دیگر مشخصات جریان های پایدار بصورت زیر می باشد:

$$\frac{\partial v}{\partial t}=0 \quad \text{و} \quad \frac{\partial q}{\partial t}=0 \quad \text{و} \quad \frac{\partial h}{\partial t}=0$$

h : عمق

v : سرعت

q : دبی

۲-۳-مدل سازی (Modelling) :

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

به منظور شبیه سازی پدیده های طبیعی اقدام به تهیه مدل می گردد. هدف از ایجاد مدلها، فراهم نمودن امکان مطالعه و بررسی پدیده های مهندسی است. چرا که غالباً مطالعات بخاطر پیش بینی و بیان کمیت و رفتار یک پدیده است. مثلاً پیش بینی تاثیرات سیلاب به لحاظ افزایش تراز سطح آب در رودخانه ها یا تغییرات پروفیل بستر رودخانه اثر فرسایش یا رسوبگذاری در شرایط اجرای طرح اهمیت داشته و قبل از اجرای طرح بایستی انجام گیرد.

۲-۳-۱- انواع مدلها:

مدلها بر دو نوع هستند:

۱- مدلهای فیزیکی

۲- مدلهای ریاضی

بطور کلی به علت هزینه های سنگین و مشکلات تهیه مدلهای فیزیکی، همچنین به دلیل قابلیت زیاد و امکان بررسی حالات متعدد توسط مدلها ریاضی، سعی می شود تا حد امکان با استفاده از مدلهای ریاضی کار پیش بینی انجام پذیرد، البته در شرایط خاص و بسته به اهمیت پروژه ممکن است تهیه مدل فیزیکی نیز ضرورت یابد.

۲-۳-۲- مدلهای ریاضی :

مدل ریاضی مجموعه ای از عبارات ریاضی است که در برگیرنده اصول فیزیکی حاکم بر پدیده می باشد. بطور مثال مدل ریاضی در هیدرولیک دارای عبارات ریاضی است که بر اساس شرایط تعادلی نیروها و قانون بقاء انرژی و جرم و غیره نوشته شده اند. عبارات ریاضی ممکن است تحت شرایط خاص ساده شوند. که در آن صورت، آن مدل فقط تحت همان شرایط کاربرد دارد.

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

مدلهای ریاضی تولید شده بسته به میزان فرضیاتی که در ایجاد آنها بکار رفته است به دو شکل شـاده و پیچیده در خواهند آمد.

فرضیات کم ← مدل ریاضی بسته

فرضیات زیاد ← مدل ریاضی بسته

حل مدلهای ریپای پیچیده جز از طریق روشهای عددی و در اختیار داشتن کامپیوترهـای بـا سـرعت زیاد میسر نمی گردد، ولی حل مدلهای ریاضی ساده، اگر چه حل معادلات دقیق می باشد ولی جواب همراه با تقریب زیاد و از دقت کمی برخوردار است. بنـابراین بـرای حـل مـدلهای ریاضـی دو راه حـل پیشنهاد شده است.

۲-۴-۳- انواع راه حلهای ریاضی:

۱- راه حلهای تحلیلی Analy Tical Soluion

۲- راه حلهای عددی Numical Solution

در راه حلهای تحلیلی معادلات دیفرانسیل پس از ساده شدن بطور مستقیم حل می گردند ولی در راه حلهای عددی، به علت پیچیدگی معادلات دسفرانسیل حاکم، امکـان حـل مسـتقیم معـادلات وجـود ندارد. معادلات حاکم بر حرکت آب و رسوب در رودخانه ها شامل: سه معاله پیوسـتگی، حرکـت آب و پیوستگی جرم رسوب، مجموعه ای از معادلات دیفرانسیل جزیی و هذلولولی غیر خطی (Non linear Hyperbolic Partial Differential equaticns) هستند و راه حلهای عـددی معـادلات مذکور شامل: روشهای عددی مستقیم (Direct Numerical Methods) و روشهای مشخصه

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

(Chracteristic Methods) می باشد. در روشهای مشخصه، معادلات دیفرانسیل جزیی ابتدا به صورت معادلات دیفرانسیل کامل درآمده سپس با استفاده از یکی از تکنیکهای عددی حل می شوند.

۲-۴-روش خطوط مشخصه (Characteristic Metod):

روش خطوط مشخصه یکی از روشهای هیدرولیکی حل معادلات حاکم بر جریانهای غیر ماندگار می باشد. این روش از سال ۱۹۶۰ مورد استفاده قرار گرفته است. در این روش معادلات دیفرانسیل جزیی حاکم بر حرکت آب ابتدا به صورت معادلات دیفرانسیل کامل درآمده و سپس با استفاده از روش عددی تقاضای محدود صریح حل.

روندیابی رسوب:

بسیاری از تمدنهای بشری بر روی دشتهای حاصلخیز و آبرفت رودخانه های بزرگ بوجود آمده اند. از آن جمله تمدن دره نیل در مصر، تمدن بین النهرین در امتداد رودخانه های دجله و فرات و همچنین در امتداد رودخانه زرد چین را می توان برشمرد. البته این تمدنها همواره با مسائل خاص سیلاب و کنترل آن مواجه بودند، بنابراین فکر بشر به شناخت این مسئله و راه های مقابله با آن متوجه گردید و در مقاطع زمانی مختلف و در حد توانایی خود برای این مسئله چاره اندیشی کرده است. این مسائل زمانی پیچیده تر می شود که توجه شود جریان آب رودخانه ها در بیشتر حالات در میان مواد س جاری بوده و جریان آب بخشی از این مواد را با خود حمل می کند. البته به این نکته بایستی توجه نمود که وقوع باران بر اراضی سطح حوضه های آبخیز نیز یکی از عوامل اصلی پاشیدگی خاکدانه ها و جدا شدن بخشهایی از پوسته جامد سطح زمین می باشد. که با تداوم بارندگی و حرکت رواناب سطحی، این مواد نیز تحت تاثیر نیروی آب و ثقل به سمت مجاری طبیعی حرکت نموده و وارد

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

رودخانه ها می کردند. بنابراین مسئله جابه جایی ذرات جامد همراه با حرکت جریان آب امری مسلم می باشد. حرکت این مواد در رودخانه ها به دو صورت اصلی می باشد:

۱- حرکت به صورت غلطیدن و لغزشی - بار بستر Bed load

۲- حرکت به صورت معلق و غوطه ور - بار معلق Suspended load

در نتیجه مشخص می شود که کل بار رسوبی در حال حرکت در مجاری طبیعی از حاصل جمع باربستر و بار معلق بدست می آید. روشهای مختلفی برای برآورد و تعیین برای بستر و بار معلق وجود دارد که در ادامه بحث ارائه می گردد.

۳-۱-پدیده کف کنی و علل پیدایش آن:

زمانی بستر یک رودخانه پایدار است که مشخصات هندسی و ابعاد سطح مقطع آن نسبت به زمان ثابت باشد. ظرفیت حمل رسوب یک رودخانه اصطلاحاً

۳-۱-۱- اثرات کف کنی (Effect of degradation):

پدیده کف کنی دارای اثرات مفیدی است و این در حالی است که ضررهای آنرا نیز نبایستی از نظر دور داشت. بخاطر اختصار فقط به یک مزیت و یک ضرر این پدیده ذیلاً اشاره شده است:

۱- مزیت:

کاهش تراز بستر رودخانه بوسیله کف کنی، معمولاً باعث افزایش ظرفیت و دبی جریان رودخانه جهت حمل سیلاب می گردد.

۲- ضرر:

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

برای یک دبی مشخص، بعلت کف کنی در پایین دست سدهای انحرافی، سطح آب (Tail water) پایین محدود و بعلت کاهش تراز T.W.، جهش آبی تشکیل شده در پایین دست سد به سمت پایین دست و بیرون از حوضه آرامش حرکت نموده و در بدترین حالت پرش هیدرولیکی تشکیل نشده و آب با سرعت زیاد وارد رودخانه شده و سلامت حوضچه آرامش کف بند و خود سد به مخاطره می افتد.

۳-۱-۲- تاثیر ترکیب و اندازه مواد بستر بر پدیده کف کنی:

اندازه و ترکیب مواد بستر و تغییرات این مواد نسبت به عمق تاثیر بسیار مهمی روی این پدیده دارد. مشخصات هیدرولیکی رودخانه نظیر شیب و عمق آن قابلیت حمل مواد رسوبی را تعیین می کند، در صورتیکه اندازه رسوبات، مقاوت در مقابل جابه جایی و حمل مواد را مشخص می نماید.

بطور مثال رودخانه ای با شیب زیاد در نظر بگیرید که مواد بستر آن تقریباً یکنواخت می باشد. در حین انجام پروسه کف کنی، مواد بیشتری از قسمتهای بالا دست یعنی نزدیکی های سد و مواد کمتری از قسمتهای پایین دست برداشته می شود. در اثر این عمل شیب رودخانه کاهش می یابد. کاهش شیب تحت تاثیر نقطه کنترل در پایین دست می باشد، این نقطع ممکن است یک سد انحرافی باشد. کاهش تدریجی شیب بستر رودخانه باعث می شود تا پدیده کف کنی متوقف شود.

حال چنانچه مواد بستر غیر یکنواخت باشند، در ابتداء که شیب زیاد است، احتمالاً تمام ذرات بستر در حرکت خواهند بود. از آنجائیکه تنش برشی در بستر رودخانه $\tau 0 = \gamma RS$ تابعی از شیب بستر می باشد. با کاهش شیب تنش برشی به حدی خواهد رسید که از تنش برشی بحرانی برای ذرات D_{90} یا D_{80} کمتر شده، در نتیجه این ذرات در بستر باقی خواهند ماند که تقریباً تمام سطح بستر را می پوشانند. این کار با گذشت زمان و تجمع تدریجی ذرات درشت تر در سطح کف رودخانه بوقوع

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

می پیوندد. که این امر باعث توقف عمل کف کنی گردیده و همانطور که خواهیم دید این لایه درشت دانه را (Armor Coat) نامند.

۳-۱-۳- آرمورینگ بستر رودخانه در اثر کف کنی:

ذرات ریز موجود در مواد بستر در پایین دست سدها به آسانی بوسیله جریان حمل می شوند و ذرات درشت در کف رودخانه باقی می مانند. اگر نیروی درگ (Drag Force) ناشی از جریان آب جهت حرکت دادن ذرات درشت دانه کافی نباشد. هیچگونه فرسایشی در بستر روی نخواهد داد چرا که بتدریج بستر رودخانه دارای یک پوشش از ذرات درشت دانه گردیده و بطور مثال اگر $D_{50}=5$ (mm) بوده و این مقدار به $D_{50}=30$ (mm) افزایش یافته و این تغییر باعث کنترل نسبی فرسایش می شود و نیروی درگ جریان توان فرسایشی این لایه و جابه جایی ذرات آنها نخواهد داشت، و این در حالی است که رودخانه هنوز ظرفیت حمل مواد بستر را دارد. این لایه ایجاد شده را (Armor Coat) و این پدیده را آرموینگ گویند. هرگاه نیروی درگ ناشی از جریان که بر روی ذرات بستر عمل می کند بزرگتر از نیروی مقاوم ایجاد شده به وسیله ذرات کف باشد. ذرات و مواد بستر همواره جابه جا شده و تحت چنین شرایط نامتعادلی هیچگاه پدیده آرموینگ بوقوع نخواهد پیوست. ممکن است که لایه زیرین لایه آرمور حاوی مواد ریزدانه باشد، حال اگر سیل عظیمی رخ دهد و شرایط هیدرولیکی تشدید شود. احتمال دارد لایه مذکور از بین برود و دوباره فرسایش و کف کنی ادامه یابد، تا اینکه مجدداً لازه آرمور تشکیل گردیده و فرسایش کنترل شود.

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

روشهایی برای پیش بینی تشکیل این لایه و عمق تشکیل آن وجود دارد و اینکه آیا به طور کلی این لایه بوجود خواهد آمد یا خیر.

۳-۱-۴- انواع دیگر کف کنی (Anothor type of degradation):

از انواع دیگر پدیده کف کنی عبارتند از :

۱- پایین افتادن سطح مبنا (Lowering of base level)

یکی از دلایل فرسایش پیشرونده و شتابنده در مجاری طبیعی پایین افتادن سطح مبنا می باشد، کف کنی بستر رودخانه ممکن است پایین افتادن سطح مبنا را در پایین دست مجرا طی مدت نسبتاً کوتاهی جلو بیاندازد. در این حال پروفیل طولی بستر تغییر می یابد. با توجه به شکل (۳-۳) مشخص می گردد که این نوع کف کنی با تغییر تراز بستر در نقطه انتهای پایین دست مجرا رخ می دهد. سپس این تغییر به سمت بالا دست حرکت می کند. ممکن است این حالت شرایط محل ارتباط یک رودخانه به یک دریاچه یا هور باشد که با تغییر شرایط هیدرولیکی شیب خط انرژی در محل تلاقی افزایش یافته و به علت تغییر شرایط هیدرولیکی بستر دچار کف کنی می گردد. پس این تاثیر به بالادست منتقل می شود. همچنین در محل اتصال دو شاخه جریان ممکن است این حالت رخ می دهد.

۲- حرکت نقاط شیب به سمت بالا دست (Knick point migration):

وجود نقاطی که در آن محل شیب کف مجرا بطور ناگهانی تغییر یافته است (به این نقاط Kinck Point گفته می شود). باعث می گردد که در شرایطی بعلت افزایش تنش برشی در محل تغییر شیب، نقطه اتصال دو سطح شیب دچار فرسایش گردیده و مواد بستر به سمت پایین دست

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

حرکت می نمایند. و این در حالی است که نقطه تغییر شیب جدید به بالا دست منتقل می گردد. پس این پدیده نیز نوعی کف کنی است.

۳-۲- پدیده بالا آمدن بستر (Aggradation):

اگر میزان مواد رسوبی وارده به یک رودخانه بیشتر از طرفیت حمل رسوب رودخانه باشد، بخشی از این موارد رسوبی در بستر رودخانه ته نشین شده و در نتیجه تراز کف رودخانه افزایش می یابد که این پدیده را اصطلاحاً بالا آمدن بستر (Aggradarion) گویند. این پدیده کی از علل اصلی کاهش ظرفیت کانالها و رودخانه ها بوده که نتیجه آن افزایش تراز سطح اب و سرریز شدن سیل بندهای رودخانه ها می باشد. یک نمونه بارز روسبگذاری و بالا آمدن بستر را می توان در افزایش کلی ارتفاع بستر رودخانه های ساحلی منتهی به مخازن سدها و هورها، همچنین رودخانه های جز و مدی مشاهده نمود. وقوع پدیده بالا آمدن بستر اغلب به علت افزایش میزان بار روسوبی در یک قسمت از رودذخانه آغاز می شود و این در شرایطی است که نغیری در دبی و اندازه رسوبات بستر صورت نگرفته باشد.

رسوبگذاری در مخازن سدها نیز شکل دیگری از بالا آمدن بستر می باشد. با احداث سدی بر روی یک رودخانه در بالادست سد ردیاچه ای ایجاد می شود. سپس به علت تشکیل فرار آب (Back Water) در بالا دست مخزن سرعت جریان رودخانه به سمت مخزن کاهش می یابد، لذا ذرات درشت دانه رد مسافت دورتری از سد ته نشین می شوند و ذرات ریزتر در محلی نزدیک تر به سد ته نشین می شوند، با ادامه این روند به ویژه در مخازن کوچک سدهای انحرافی با سرعت بیشتری انجام شده و بعضاً بستر رودخانه تا نزدیکی تاج سد و یا بیشتر از آن بالا می آید و جزایر بزرگی در بالا دست این سدها تشکیل گردیده که تا حدودی مشکلاتی در آبگیری از مخزن سد ایجاد می نماید.

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

بنابراین مشاهده می شود که بستر رودخانه های آبرفتی بطور مداوم در حال تغییر می باشد. این تغییرات کم یا زیاد تابع شرایط هیدرولیکی رودخانه بوده و بسته به شرایط یکی از دو پدیده کف کنی (Degradation) یا بالا آمدن بستر (Aggradation) در رودخانه بوقوع می پیوندد. از آنجائیکه این تغییرات بطور مستقیم بر پروفیل سطح آب تاثیر می گذارد، لازم است که در حل معادلات (ST. Venant) یا هر معامله دیگری که پروفیل سطح آب را مشخص می کند، تغییرات پروفیل بستر و تراز کف را در نظر گرفت.

بین بار رسوبی وارده به هر قطعه از رودخانه، میزان رسوبگذاری یا فرسایش و اندازه با رسوبی خارج شده از این قطعه یک ارتباط منطقی و ریاضی وجود دارد که همانند جریان آب عبوری از یک کانال، تابع اصل بقای جرم یا قانون پیوستگی می باشد. بنابراین معادله ای تحت عنوان معامله پیوستگی جرم رسوب (Continuty eq. of Sediment) بر تغییرات بستر حاکم می باشد و لازم است سه معادله پیوستگی جریان و ممنتم و معامله پیوستگی جرم رسوب باهم حل کردند تا تغییرات بستر رودخانه همزمان با پروفیل سطح آب مشخص گردد.

۳-۳- معادله پیوستگی رسوب (Continuty eguation of Sediment):

به منظور تعیین رابطه پیوستگی رسو. قطعه ای از کانالی را که مواد رسوبی حمل می کند به طول DX در نظر می گیریم (شکل ۳-۵). اگر qs دبی حجمی رسوب وارده به این کانال در واحد عرض و B عرض قطعه مورد نظر در وسط باشد بنابراین کل دبی رسوب حمل شده از این مقطع برابر با qsB خواهد شد. دبی خالص رسوب وارده به این قطعه از کانال را با تغییرات زمانی حجم رسوب در این قطعه از کانال به شرح ذیل مساوی قرار داده، خواهیم داشت:

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

حجم رسوب وارده به کانال از مقع بالا دست(۱) $(qs\ \mathrm{B} - \frac{\partial}{\partial x}(qs\ \mathrm{B})\frac{\sigma \mathrm{x}}{2})$

حجم رسوب خارج شده از کانال در مقطع پایین دست(۲) $(\mathrm{qs\ B} + \frac{\partial}{\partial \mathrm{x}}(qs\ \mathrm{B})\frac{\sigma \mathrm{x}}{2})$

تغییرات زمانی حجم رسوب $\frac{\partial}{\partial t}\{Z\ \mathrm{B\ DX\ (1-P)}\}$

تغییرات زمانی حجم رسوب= حجم رسوب خارج شده - حجم رسوب وارده

مقطع (۲) مقطع(۱)

$$\{[qsB - \frac{\partial}{\partial x}(qsB)\frac{\sigma x}{2}] - [qsB + \frac{\partial}{\partial x}(qsB)\frac{\sigma x}{2}]\} = \frac{\partial}{\partial t}\{Z\ \mathrm{B\ \ DX\ (1-P)}\} \quad (۱-۳)$$

Z : ارتفاع کف کانال از یک سطح مبنا

P : پوکی مصالح کف کانال (Porosity)

γ_s : وزن مخصوص مواد بستر

در استخراج معادله (۳-۱) فض شده است که مقدار مواد رسوب معلق حمل شده از این قطعه کانال نسبت به زمان تغییر قابل توجهی نمی کند، البته این فرض از این قطعه کانال نسبت به زمان تغییر قابل توجهی نمی کند، البته این فرض همیشه صادق نخواهد بد. با مرتب کردن معادله (۳-۱) بدست می آید:

$$\frac{\partial z}{\partial t} + \frac{1}{B(1-P)}\frac{\partial (q_s B)}{\partial x} = 0 \quad (۲-۳)$$

یا qsB مقداری ثابت می باشد و آنگاه داریم:

$$qs.B = qs1.B1 = qs2.B2 \quad (۴-۳)$$

همچنین اگر عرض کانال ثابت باشد معادله پیوستگی را می توان به صورت زیر نوشت:

$$\frac{\partial z}{\partial t} + \frac{1}{(1-P)}\frac{\partial q_s}{\partial x} = 0 \quad (۵-۳)$$

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

لازم به ذکر است که در صورتی معادلات فوق دقیق خواهند بود که qs فقط شامل بار بستر باشد.

تغییراتع بار معلق را نیز می توان با معرفی یک ترم اضافی در معادله پیوستگی که تغییرات در غلظت بار رسوبی معلق را نسبت به زمان نشان می دهد به حساب آورد و در آن حالت معادله پیوستگی برای یک کانال عریض به صورت زیر خواهد بود.

$$\frac{\partial z}{\partial t}+\frac{1}{1-p}[\frac{\partial q_s}{\partial x}+\frac{\partial}{\partial t}(h.Cs)]=0 \qquad (۶-۳)$$

که در آن Cs متوسط غلظت بار معلق و برابر نسبت qs/q می باشد و h عمق جریان است و این رابطه را به صورت زیر نیز می توان نوشت:

$$\frac{\partial}{\partial t}[(1-P)Z+\frac{q_s h}{q}]+\frac{\partial q_s}{\partial x}=0 \qquad (۷-۳)$$

این رابطه تغییرات بستر رودخانه را به میزان مواد رسوبی حمل شده ربط میدهد. در رابطه (۳-۷) در صورتی که $\partial z/\partial t<0$ باشد یعنی بستر در حال کف کنی و پایین رفتن است (Degradation). و در حالت دیگر اگر $\frac{\partial z}{\partial t}>0$ باشد بستر در حال بالا آمدن (Aggradation) و روسبگذاری می باشد.

۳-۴ روشهای برآورد دبی رسوب:

شاید بتوان گفت دستیابی به روشی که بتواند تخمین خوبی از دبی رسوبی به دست دهد از جمله مهمترین اهداف مطالعه جریانهایی است که درون بسترهای آبرفتی حرکت می کنند. متاسفانه روشها و روابط موجود برای محاسبه دبی رسوبی، اغلب بطور کامل رضایت بخش نبوده و در طرحهایی که نیاز به این برآورد می باشد نمی توان بطور جدی به این روشها اعتماد کرد و این روشها در بهترین حالت صرفاً یک تخمین و راهنماهایی برای اصلاح می باشند و مهندسین بایستی متکی به تجربیات و قضاوتهای مهندسی خود باشند.

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

بار رسوبی در حال حرکت در رودخانه متشکل از دو بخش اصلی است، بار بستر (Bed load) و بار معلق (Suspended load)، به مجموع این دو، بار کل (Sediment Discharg) شناخته می شود. معمولاً قسمت اعظم بار کل را بار معلق تشکیل می دهد و این مقدار به حدود ۹۰ درصد نیز می رسد. البته رودخانه هایی نیز وجود دارند که عکس این حالت را دارا می باشند مثلاً اغلب رودخانه های اروپا بار معلق کمی حمل می نمایند. در تمام رودخانه ها بار معلق اندازه گیری می شود ولی اندازه گیری بار بستر مشکل است و این اغلب به علت ضخامت کم لایه ای است که بار بستر در آن لایه حرکت می کند. این ضخامت معمولاً سه برابر قطر ذره ای که ۳۵ درصد ذرات دارای قطر کوچکتری از آن می باشند در نظر گرفته می شود (3D35)، به همین دلیل در بیشتر موارد فقط بار مواد بستر محاسبه می شود. روشهای متعددی برای برآورد بار بستر و بار معلق وجود دارد، همچنین روشهایی وجود دارد که مستقیماً بار کل یا دبی رسوبی را بدست می دهند. روشهای اخیر را به دو دسته تقسیم گردیده اند:

۱- روشهای میکروسکوپی Microscopic Methods

۲-روشهای ماکروسکوپی Macroscopic Methods

روشهای میکروسکوپی، بار رسوبی کل را به بار معلق و بار بستر یا بار اندازه گیری شده و اندازه گیری نشده تقسیم می کنند. در این روشها بطور مثال بار بستر با استفاده از روابط بار بستر محاسبه شده و با بار معلق اندازه گیری شده جمع می شود تا بار کل بدست آید. مثلاً روشی مانند انیشتین (Eindtein's estimates) بار بستر و بار معلق را جداگانه با استفاده از روشهای تحلیلی ارائه می دهد.

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

روشهای ماکروسکوپی، براین منبا استوارند که، پروسه تعلیق به طور کلی یک سطح پیش رفته از کشش در امتداد بستر است. بنابراین میزان کل رسوب حمل شده مقدمتاً بایستی به پارامتر برشی مربوط گردد و در این رابطه بین بار بستر و بار معلق فرقی وجود ندارد. روابط پیشنهادی در این دسته روشها و فرضیات مبنی بر تجربه و آزمایش می باشند.

لازم به ذکر است که روشهایی که به قطر ذرات توجه کرده اند بر دو قسم هستند، برخی قطر ذرات یا D_{50} را به عنوان نماینده ذرات رسوب در نظر می گیرند و بعضی دیگر از روشها، منحنی دانه بندی مواد رسوبی را در نظر گرفته و آنرا به چند قسمت تقسیم می نمایند و از هر قسمت با متوسط گیری، یک قطر سپس میانگین وزنی بار رسوبی حمل شده را بدست می آورند. قطر موثر ذرات dm را نیز می توان با استفاده از رابطه $dm = \sum Pi \, \mathrm{dsi}$ یافت که Pi درصد وزن قسمتهای منحنی دانه بندی و dsi نیز متوسط هندسی دو قطر ابتدا و انتهایی قسمت مربوطه می باشد.

۳-۴-۱- انواع فرمولهای بار بستر:

این فرمولها به سه طبقه تقسیم می شوند:

الف- فرمولهای دبی جریان که در آنها بار بستر تابعی از دبی جریان است. نظیر: Schoklitsch (1934) و Cusey (1935) و (Hay wcod (1940 و فرمول.

ب- فرمولهای نیروی برشی که بار بستر تابعی از پارامتر (To-Tc) می باشد نظیر: فرمول Straub (1915) و Shields (1935) و Kalinske (1947) meyer - Peter and muller (1946) .

ج- فرمولهای زبری نسبی که در این روابط پارامتر موثر در انتقال بار بستر نسبت $\frac{D}{H}$ یعنی نسبت قطر ذرات به عمق جریان است که روابط Laursen (۱۹۵۷) ، Rottner (۱۹۵۹) از آن جمله اند.

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

فرمول مهمی نظیر Einstein (1950) نیز در تقسیم بندی فوق قرار دارند. در اینجا به مشروح فرمـول Meyer- Peterand Moller که بیشتر مورد توجه قرار گرفته است اشاره می شود:

- فرمول بار بستر مایرپیتر و مولر Meyer -Peter And Moller

این فرمول به صورت زیر ارائه شده است:

(۲-

$$(\frac{Q_b}{Q})(\frac{K_r}{K'_r})^{3/2}\gamma.rb.s = 0.047(\gamma_S-\gamma)dm + 0.36(\frac{\gamma}{g})^{\frac{1}{3}}(\frac{\gamma_S-\gamma}{\gamma})^{\frac{2}{3}}qs^{\frac{2}{3}}$$ (۸

$$\frac{K_r}{K'_r} = \sqrt{\frac{f'_b}{8}}.\frac{V}{\sqrt{gr_b s}}$$ (۹-۳)

که در روابط فوق:

g : شتاب ثقل

$f'b$: ضریب اصطحکام دارسی ویزپاخ برای زبری ذرات ماسه ای بستر

rb : شعاع هیدرولیکی

v : سرعت متوسط جریان

γ_S : وزن مخصوص رسوبات

γ : وزن مخصوص سیال

qs : دبی بار بستر

dm : قطر متوسط ذرات بستر

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

همانطور که مشاهده می شود پارامتر $\gamma.rb.s$ تنش برشی موجود است که در دو ضریب $\frac{K_r}{K_r'}$ و $\frac{Q_b}{Q}$ ضرب شده است. و در طرف دوم معامله ترم اول τc تنش برشی بحرانی است.

$\frac{K_r}{K_r'}$ در اصل تاثیر فرم بستر را در نظر می گیرد که تنش برشی موثر بر ذرات رسوب در اثر وجود فرم بستر نظیر Dunne یا Ripple کاهش می یابد. مقدار $\frac{K_r}{K_r'}$ با استفاده از فرمول (۳-۹) بدست می آید و معمولاً عددی بین ۰/۵ تا ۱ می باشد در صورتی که فرم بستر وجود نداشته باشد این مقدار برابر ۱ است. درهمین رابطه برای بدست آوردن $f'b$ از دیاگرام مودی دو نسبت بدون بعد عدد رینالدز $\mathrm{Re}=\frac{4RV}{\gamma}$ و ضریب اصطکاک نسبی $\varepsilon/D=\frac{D_{90}}{4R}$ بدست می آید. $\frac{Q_b}{Q}$ نیز تاثیر آن بخش از دبی کل رودخانه را که باعث حمل مواد بستر می گردد در نظر می گیرد. این مقدار توسط (۱۹۶۰) USBR برای شکلهای مختلف کانال از جمله مستطیلی و ذوزنقه ای به صورت زیر ارائه شده است و در رودخانه های عریض این نسبت برابر ۱ فرض می گردد.

برای کانالهای مستطیلی:

$$\frac{Q_b}{Q}=\frac{1}{1+(\frac{2d}{B})(\frac{n_m}{n_b})^{\frac{3}{2}}} \qquad (۱۰-۳)$$

برای کانالهای ذوزنقه ای :

$$\frac{Q_b}{Q}=\frac{1}{1+\frac{2d(1+z^2)^{\frac{1}{2}}}{B}(\frac{n_w}{n_b})^{\frac{3}{2}}} \qquad (۱۱-۳)$$

و مقدار nb برای کانالهای مذکور از روابط ذیل :

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

برای کانال مستطیلی:

$$nb = n\{1+\frac{2d}{B}[1-(\frac{n_w}{n})^{\frac{3}{2}}]^{\frac{2}{3}}\} \qquad (۱۲-۳)$$

برای کانال ذوزنقه ای :

$$nb = n\{1+\frac{2d(1+z^2)^{\frac{1}{2}}}{B}[1-(\frac{n_w}{n})^{\frac{3}{2}}]^{\frac{2}{3}}\}$$

که در روابط فوق:

n : ضریب زبری مانینگ برای کل مقطع

Nb : ضریب زبری بستر

Nw : ضریب زبری بدنه می باشند.

همچنین برای تعیین dm به این طریق عمل می شود که، اگر خاک یکنواخت باشد این مقدار میانگین هندسی بین بزرگترین و کوچکترین عدد است. و ا گر خاک یکنواخت نباشد در منحنی دانه بندی مواد بستر برای هر قسمت یک متوسط هندسی Dsi بدست آورده که اب توجه به اینکه آن قسمت چه درصدی از کل ذرات (pi) را به خود اختصاص می دهد. dm از رابطه زیر بدست می آید:

$$dm = \frac{\sum_{ial}^{n} P_i D_{si}}{100} \qquad (۱۴-۳)$$

لازم به ذکر است که روابط (۳-۸) و (۳-۹) در هر سیستم ابعادی قابل استفاده هستند.

فرمول مایر پیتر و مولر بر اساس اطلاعات بدست آمده از آزمایشات در فلومهای با عرضهای ۱۵ سانتیمتر تا ۲ متر و با شیب های متغیر از ۰/۰۰۰۴ تا ۰/۰۲ و عمق جریان از ۱ تا ۱۲۰ سانتیمتر

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

می باشد و اندازه های میانگین قطر موثر ذرات dm بکار رفته از ۰/۴ تا ۳۰ میلیمتر بوده است. از مزایای این روش در نظر گرفتن تاثیر فرم بستر می باشد. این رابطه با توجه به شرایط آزمایش برای جریانهای با مقدار بار رسوب معلق کم یا جریانهای فاقد بار معلق پیشنهاد شده و برای جریانهای با بار معلق زیاد متعبر نمی باشد.

این فرمول از جمله فرمولهایی بود که جزء فرمولهای نیروی برشی قرار می گیرد. یک فرمول نیز از انواع فرمولهای دبی جریان ذیلاً به اختصار آورده شده است.

- رابطه شوکلیچ (۱۹۳۴) Schaklitsch :

در حقیقت دبی بار بستر در این رابطه به عنوان تابعی از پارامتر (q-qci) می باشد. qci اصطلاحاً دبی بحرانی نام دارد و آن دبی است که تحت آن، مواد بستر در آستانه حرکت (Incipient Motion) قرار دارند. این فرمول بر اساس اطلاعات آزمایشگاهی بدست آمده و برای رودخانه شنی با بار معلق کم مناسب است. مقدار بار بستر در سیستم متریک از رابطه زیر بدست می آید.

$$qb = \sum_{ial}^{n} Pi \frac{7000}{\sqrt{Dsi}} S^{\frac{3}{2}} (q - qci) \qquad (۱۵-۳)$$

و qci مقدار جریانی که باعث حرکت ذرات می شود:

$$qci = 0.0000194 \frac{D_{si}^{\frac{1}{4}}}{S^{\frac{1}{3}}} \qquad (۱۶-۳)$$

مطالعات انجام شده در این روش بر روی خاکهای غیر یکنواخت بوده و این روش D50 به عنوان قطر مشخصه ذرات قبول ندارد. در این روش پس از ترسیم منحنی دانه بندی مواد بستر با توجه به تغییرات منحنی به چند قسمت تقسیم شده که هر قسمت درصدی از ذرات را دارا می باشد(Pi) و برای هر دامنه قطر موثری (Dsi) از طریق متوسط هندسی $Dsi = \sqrt{Di * Di + 1}$ بدست می آید.

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

که در آن q بار معلق برحسب (1B/Sec/ft)

q : دبی

a : ارتفاع نسبت به بستر رودخانه (ft)

c : غلظت مواد معلق برحسب وزن

w : سرعت سقوط شده (ft/sec)

U* : سرعت برشی ذره (ft/sec)

d : عمق آب (ft)

PL : تابعی است از $\frac{w}{u*}$ و $\frac{n}{d^{\frac{1}{6}}}$ می باشد که n ضریب زبری مانینگ و مقدار PL از گراف بدست می آید.

۳-۴-۳- فرمولهای محاسبه بارکل (دبی رسوبی کل)

همانگونه که قبلاً ذکر گردید. روشهای برآورد دبی بار رسوبی کل شامل روشهای میکروسکوپی و ماکروسکوپی می باشند. از جمله روشهای میکروسکوپی روش انیشتن (Einstein's Method) است. در حقیقت این روش شامل محاسبه بار بستر و بار معلق برای هر قسمت از منحنی دانه بندی است که با جمع این دو بار، بار کل به دست می آید.

رابطه (۳-۲۶) را در نظر گرفته و بار کل را برای هر محدوده از قطر ذرات از رابطه زیر می توان بدست آورد.

$$it.qt = iB.qB(P.I1 + I2 + 1) \qquad (۳۳-۳)$$

که در آن it درصدی از بار کل در محدوده ای از منحنی دانه بندی ذرات رسوب است و میزان کل

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

رسوب حمل شده در واحد عرض به صورت $\sum it.qt$ بدست می آید و بار کـل در تمـام مقطـع Q از رابطه زیر محاسبه می شود.

$$Qt = B(\sum it.qt) \qquad (۳۴-۳)$$

که B برابر عرض کانال می باشد.

از میان روشهای ماکروسکوپی نیز چند روش به شرح ذیل ارائه می گردد.

- روش لارسون (Laursen's Method):

لارسون پارامترهای مهم ذیل را در مطالعه و تعیین بار کل در نظر گرفت. نسـبتهای $\frac{d}{D}, \frac{u*}{w\bullet}$ (U* سرعت برشی Wo سرعت سقوط ذرات d قطر ذره و D عمق جریـان) غلظـت بـار کـل C برحسـب درصد وزنی و نسبت $\tau'o$ تلاش برشی موجود به τoc تلاش برشی بحرانی برای اندازه رسـوب مـورد نظر و بخصوص آنالیز عالمانه و مبتنی بر درک مستقیم و باعث ارائه تابع ذیل گردید:

$$\frac{\overline{C}}{(\frac{d}{D})^{\frac{7}{6}}[(\tau'_o/\tau_{oc})-1]} = f(\frac{u*}{w_\circ}) \qquad \text{Qt=* q}\,\overline{c} \qquad (۳۵-۳)$$

در این رابطه تلاش برشی موثر O. برحسب 1b/ft از رابطه $\tau'o = u^2 d^{\frac{1}{3}} / 3OD^{\frac{1}{3}}$ حاصل می شود. این رابطه از ترکیب دو معادله مانینگ و استریکلر بدست آمده است. τoc تلاش برشی بحرانی نیز از دیافراگم شیلدز نتیجه می شود. بنابراین پس از تعیین $\overline{C}$ و ضرب در دبی واحد عرض کل دبی رسوب حمل شده مشخص می گردد.

* - فرمول کریم و کندی (Karim and Kennedy's equation):

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

کریم و کندی با استفاده از آنالیز رگرسیون (Regression analysis) اطلاعات بدست آمده از فلومهای آزمایشگاهی و رودخانه های طبیعی سعی کردند معادله ای را برای تعیین غلظت متوسط رسوب بدست دهند. همچنین با بهره گیری از همان روش معادله ساده ای را برای محاسبه دبی بار رسوبی کل به صورت زیر ارائه کردند.

$$Log\frac{q_t}{\gamma_S\sqrt{(p_S/p_f-1)gd^3}}=-2.27864+2.9719V1+0.2989V1.V2+1.06V1.V3 \quad (۳۶-۳)$$

که در این رابطه $V1=Log\frac{u}{\sqrt{(\Delta\gamma_S/p_f)d}}:V2=Log(d/D)$

$$V3=Log(\frac{u_*-u_*c}{\sqrt{(\Delta\gamma_S/p_f)d}})$$

کریم و کندی این معامله را برای پیش بینی بار رسوبی تعداد زیادی از فلومها و رودخانه ها کنترل کرده و این پیش بینی ها عموماً از دقت خوبی برخوردار بوده اند شکلهای دیگری از معامله که با موفقیت در بسیاری از مدلهای ریاضی کف کنی و بالا آمدن بستر بکار رفته است به صورت زیر می باشد. جین و پارک (Jain & Park) در دو مطالعه جداگانه و دو مدل ریاضی برای پیش بینی پروفیل بستر رودخانه با تاکید بر برا رسوبی و تخمین کف کنی بستر رودخانه از شکلهای دیگری از معامله karim (۱۹۸۱) بهره یافته اند.

۱- معامله کریم در پیش بینی بار رسوبی کل در مدل ریاضی برآورد تغییرات بستر (بالا آمدن بستر) ناشی از افزایش بار رسوبی بکار رفته به صورت زیر:

$$\frac{q_S}{\sqrt{g(S-1)D^3}}=10^{-282}(\frac{u}{\sqrt{g(S-1)D}})^{3.37}(\frac{u_*-u_*c}{\sqrt{g(S-1)D}}) \quad (۳۷-۳)$$

که در آن:

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

$$\frac{u}{\sqrt{(S-1)D}} = 10^{0.73}\left(\frac{u_* - u_*c}{\sqrt{g(S-1)d}}\right)^{-0.16}\left(\frac{y}{D}\right)^{0.27} Sf^{a.21}\left(\frac{q_S}{\sqrt{g(S-1)D^3}}\right)^{0.17} \quad (۳۸-۳)$$

در معادلات فوق متغیرهای بکار رفته عبارتند از:

qs : دبی بار رسوبی.

u : سرعت جریان.

D: قطر متوسط.

S : و.زن مخصوص مواد بستر و مساوی ۲/۶۵.

U^* : سرعت برشی. $u^* = \sqrt{g\,Y\,Sf}$

U^*C : سرعت برشی بحرانی برای لحظه شروع حرکت (آستانه حرکت $u^*c = \sqrt{g(S-1)D.f(R^*)}$

R^* : عدد رینالدز مرزی $R^* = \frac{u_*cD}{\gamma}$

مقادیر $f(R^*)$ با استفاده از دیاگرام شیلدز بدست می آید و دامنه تغییرات آن 0.032-0.032 می باشد برای R^*=4-50 (ماسه خیلی ریز تا ماسه درشت) بعضاً یک مقدار ثابت 0.035 برای $f(R^*)$ در مطالعات در نظر گرفته می شود $f(R^*) = 0.035$ ، لازم به ذکر است که در روابط فوق دبی با رسوبی به شیب خط انرژی Sf بستگی دارد.

۲- معامله کریم در حالت بی بعد در مدل ریاضی تخمین کف کنی بستر به شکل زیر بکار رفته است. C^* در رابطه زیر نسبت qs^*/q^* , $q^*=q/qo$ که در آن qo دبی رابطه برای حالت جریان ماندگار یکنواخت (شرایط اولیه) است و $qs^*=qs/qso$.

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

$$C^* = 10^{-2.82}\left(\frac{F}{\sqrt{S-1}}\right)^{2.37} D*^{-0.18}\left[\sqrt{\frac{S_f Y^*}{(S-q)D*}} - \sqrt{f(R^*)}\right]^{0.84} q^{*2.37} Y^{*-3.37} \qquad (۳۹-۳)$$

که در آن Sf شیب خط انرژی از رابطه زیر بدست می آید:

$$Sf = 10^{-1.45}\left(\frac{f}{\sqrt{S-1}}\right)^{2.02} D^{*0.18} q^{*2.02} Y^{*-3.22}$$

در معادلات فوق YO عمق اولیه D ، قطر متوسط مواد بستر ، $R^*, D^*=D/YO$ عدد رینالدز مرزی $S=2.65$ و $f(R^*)=0.035$ در نظر گرفته می شود.

علاوه بر فرمولها، روشهایی نیز برای تخمین دبی بار رسوبی از نمونه های بار معلق و دبی اندازه گیری شده و استفاده از روابط توانی با شکل کلی $qs = Bq$ وجود دارد. نمای ns برای جریان های با بستر ماسه ای بین ۲ و ۳ قرار دارد. این روابط فقط برای رودخانه و ایستگاه اندازه گیری که اطلاعات بدست آمده منجر به تعیین B و ns شده است معتبر می باشند. و مقادیر مذکور از رودخانه ای به رودخانه دیگر متفاوت است. مقدار ns ذکر شده برای حالتی است که qs دبی وزنی رسوب باشد. در حالتی که q دبی جریان و qs دبی بار رسوبی هر دو حجمی باشند، معمولاً مقدار ns تقریباً برابر ۵ است.

همچنین برخی رواب، دبی بار رسوبی را تابعی از سرعت دانسته و رابطه ای به شکل کل $qs = A\left(\frac{q}{h}\right)^B$ (برای واحد عرض) ارائه کرده اند. مقادیر ثابت a و B بطور نمونه در مطالعات Chadhry و Murty به ترتیب برابر $1.45*10^{-3}$ و ۵ بدست آمده است.

۳-۶-۱- پیش بینی پروفیل بستر در شرایط جریان شبه پایدار:

در این حالت بعلت فرض جریان شبه پایدار معادله حاکم بر حرکت جریان معادله انرژی می باشد که شکل کلی آن به صورت (۳-۴۲) ارائه می شود. این معادله از طریق گام استاندارد (Standard Step

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

Method) حل شده و پروفیل سطح آب را به دست می دهد. با مشخص شدن پروفیل سطح اب برای دبی مورد نظر، پارامترهای مهم هیدرولیکی مورد نیاز برای محاسبه ظرفیت حمل رسوب در مقاطع مختلف تعیین می گردند. سپس معادله پیوستگی رسوب با استفاده از روشهای تحلیلی یا عددی حل شده و تغییرات بستر بدست می آید. مدلهای عددی متعددی بر این اساس پایه ریزی شده اند که معروفترین آنه مدل HEC-6 است. همچنین مدل ارائه شده توسط توماس (Thomas) و پراسون (Prasuhn) در سال (۱۹۷۶) برای پیش بینی فرسایش و رسوبگذاری از آن جمله اند. در این مدلها معادله پیوستگی با استفاده از روش تقاضاهای محدود صریح حل می گردد. معادله انرژی در حالت کلی به صورت زیر است:

$$(ws+\frac{\alpha Q^2}{2gA^2})_{k-1}=(ws+\frac{\alpha Q^2}{2gA^2})_k+HL$$

که در آن:

Ws : تراز سطح آبی.

Q: دبی جریان.

A : سطح مقطع جریان.

α: ضریب توزیع سرعت در مقطع که معمولاً برابر یک فرض می شود.

HL : افت انرژی بین دومقطع K-1 و K می باشد.

۳-۷- مروری بر مطالعات انجام شده:

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

تلاشهای فراوانی جهت دستیابی به روشهای تخمین مطمئن کف کنی و بالا آمدن بستر صورت گرفته است. این روشها بطور کلی عبراتند از:

۱- مطالعات تجربی و آزمایشی.

۲- روشها و راه حلهای تحلیلی معادلات حاکم.

۳- شبیه سازی عددی.

برخی مطالعات تجربی ارائه شده به منظور مطالعه تغییرات کوتاه و بلند مدت بستر بطور خلاصه ذیلاً آمده است:

Lane and borland (1954) ، آبشستگی (Scour) بستر رودخانه را در اثناء وقوع سیل مطالعه کردند.

Brush, Wolman (1960) ، تغییرات زمانی تراز بستر، ناشی از جابه جایی نقاط تغییر شیب ناگهانی بستر کانال (Migration of knick point) را اندازه گیری کردند.

Newten (1951) ، اطلاعات آزمایشگاهی را برای کف کنی بستر به دلیل کاهش بار رسوبی بدست آورد.ک Soni et al (1980) ، بالا امدن بستر ناشی از افزایش بار رسوبی را مطالعه کردند.و

Begin et al (1981) ، کف کنی ناشی از پایین افتادن سطح مبنا را در کانالهای آبرفتی، بطور تجربی و آزمایشی مطالعه نمودند.

Suryanorayana (1969) ، اطلاعات تجربی را در باره کف کنی بستر در مجاری آبرفتی در پایین دست سدها بدست آورد.

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

روشها و راه حلهای تحلیلی نیز همانگونه که قابلاً ذکر گردید با ساده کردن معاملات حاکم برای تشریح پدیده پیچیده کف کنی و بالا آمدن بستر ارائه گردیده است. بطور مثال Soni et al (1980) یک مدل آنتشار خطی را برای پیش بینی پروفیلهای ناپیدار بستر ناشی از زیادی بار رسوب بکار بردند، jain (1981) متذکر شد که در شرایط مرزی در نظر گرفته شده توسط Soni et al خطایی وجود دارد. ولی با استفاده از شرایط مرزی مناسبتری یک راه حل تحلیلی ارائه داد و نتایج محاسبات خود را با اطلاعات تجربی مقایسه نمود که رضایت بخش بود.

Begin et al (1981) ، از یک مدل انتشار برای محاسبه و پیش بینی پروفیلهای طولی ایجاد شده ناشی از پایین افتادن سطح مبنا استفاده کرد.

Gill (1983a,b)، معادله انتشار خطی را برای برآورد کف کنی و بالا آمدن بستر با استفاده از سری فوریه (Fourier Series) و روشهای تابع خطا (Error function method) حل نمود.

Jain (1984) و Jaramillo ، یک معادله غیر خطی سهمی و دیفرانسیل جزیی را ارائه نموده و آنرا با روش باقیمانده تفاضلها (Residuls) حل کرد و نتایج محاسبات خود را با داده های تجربی که توسط Newten (1951) بدست آمده بود. همچنین با اطلاعات تجربی (۱۹۸۰) Soni et al مقایسه کردند.

Gill(1987), Zhang, Kohawita (1987) نیز راه حلهای غیر خطی برای پیش بینی کف کنی و بالا آمدن بستر ارائه کردند که با اطلاعات تجربی مقایسه شده و نتایج بهتری نسبت به راه حلهای خطی بدست داد.

بطور کلی متذکر می گردد که مدلهای خطی در شرایبط جریانهای شبه پایدار (Quasi Steady) نتایج بهتری نسبت به مدلهای غیر خطی سهمی بدست می دهد. اما بایستی توجه کرد که این فرض برای

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

تخمین تغییرات تراز بستر در اثناء وقوع سیل یا در شرایط جریانهای غیر ماندگار معتبر نمی باشد. چون محاسبات پروفیل سطح آب بر اساس شیب کف است. بنابراین معادلات کامل جریان غیر ماندگار و معادله پیوستگی رسوب عموماً بوسیله تکنیک های عددی حل می شوند.

Cange et al (1980),Dawdy , Vanion (1966) ، Holly (1986) کارهای زیادی در این زمینه انجام داده و اقدام به شبیه سازی عددی کانالهای آبرفتی نمودند.

Lu, Shen (1986) ، مدلهای عددی متعددی را برای پیش بینی کف کنی و بالا آمدن بستر تهیه نموده و نتایج حاصل از این مدلها را با اطلاعات بدست آمده به وسیله Suryanarayana(1969) مقایسه کردند. Park, Jain (1986) روش Preissmann را در مدل غیر ماندگار کوپل نشده خود برای تحلیل بالا آمدن بستر ناشی از جائیکه تغییر شیب بسیار زیاد بوده، ناگزیر از انجام عملیات سعی و خطا بوده اند.