جمهوری اسلامی ایران

جمهوری اسلامی ایران

وزارت نیرو

دفتر بررسی های منابع آب

بخش آبهای سطحی

دستور العمل تعیین مواد رسوبی معلق در رودخانه ها

گرد آورنده : احمد دهقانیان

شهریور ماه ۱۳۶۱

فهرست مطالب

دستورالعمل تعیین مواد رسوبی معلق در رود خانه ها Suspended load

بطورکلی میتوان گفت رسوب در داخل رود خانه ها بدو طریق منتقل میشوند • یکی بصورت ذرات نسبتا" درشتی که در امتداد کف کانال ها بحالت لغزیدن ، غلطیدن یا جهش در حرکت است وآنرا Bed Load مینامند ودیگری بصورت ذرات ریزی که بحالت غوطه ور در آب منتقل شده وحدود ۷۰ الی ۹۰ درصد بار رسوبی رود خانه ها را تشکیل میدهد وآنها را suspended load بار معلق میخوانند • بهمین دلیل از بحث درباره مواد Bed load بدلود صرفنظر میکنیم ومراحل مختلف عملیات برای تعیین مواد جامد معلق رود خانه ها (suspended load) را ذیلا" شرح میدهیم •

الف- نمونه برداری - رود خانه های تحت مطالعه هر استان برای نمونه برداری مواد رسوبی معلق به سه نوع تقسیم میشود •

۱- ایستگاههای مهمی که تکنیسین یا آمارگرد ائمی دارد (درجه ۱)

۲- ایستگاههای مهمی که آمارگر مقیم ندارد ولی مطالعه رسوب آنها ضرورت دارد (درجه ۲)

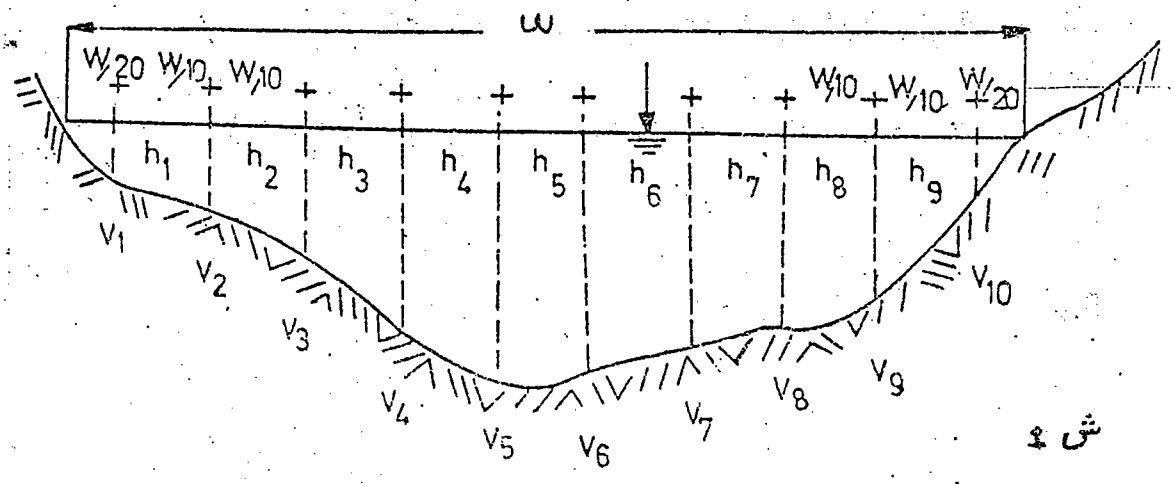
۳- رود خانه ئی که احتمال اجرای پروژه ای در آن میرود ونمونه برداری همزمان با اندازه گیری آب انجام میشود (درجه ۳)

روش نمونه برداری : در هر ایستگاه باتوجه به عواملی ازقبیل شیب رود خانه وتوزیع سرعت در مقطع عرضی وشکل مقطع عرضی ، نوع نمونه برداری تعیین میگردد

چنانچه شیب رود خانه معمولی وشکل مقطع یکنواخت باشد روش نمونه برداری چند مقطعی پیشنهاد میگردد . چنانچه ایستگاه دریک منطقه کوهستانی باشیب نسبتا " تند بامقطع عرضی غیریکنواخت باشد نمونه برداری باروش (سه مقطعی) هم دبی انجام شود .

۱ــ روش چند مقطعی : درایستگاههای که متصدی بطور دائم درآن مقیم باشد وبتوان امتداد قائم وثابت ومناسبی مشخص کرد ورابطه غلظت رسوب درآن امتداد قائم وثابت وغلظت متوسط رسوب دررود خانه رابدست آورد . بهتراست بترتیب زیرعمل نمائیم ورابطه مذکوررابدست آوریم وغلظت متوسط رسوب رود خانه رابرای هرروز تعیین نمائیم .

۱ــ مقطع مناسبی ازرود خانه برای برداشت نمونه انتخاب دوعرض رود خانه (مقطع) مشخص شود مثلا " ۲۰ متر(ش ۱)



ش ۱

۲ــ تعداد n امتداد قائم بافواصل مساوی دراین مقطع انتخاب گردد

(مثل شکل ۱) فرض میکنیم عرض رود خانه ۲۰ متر و در هر طرف مقطع رود خانه باندازه یک متر جریان آب غیر طبیعی باشد در بقیه عرض رودخانه که ۱۸ متر است ۱۰ امتداد قائم بفاصله ۲ متر در نظر میگیریم (h_1 تا h_{10})

۳ــ عمق آب را در تمام این امتداد های قائم تعیین میکنیم ــ فرض میکنیم عمق آب در این ۱۰ امتداد قائم بترتیب زیر باشد .

مقطع	عمق به متر	زمان به ثانیه
h_1	0.4	$t_1=4$
h_2	0.45	$t_2=4.5$
h_3	0.67	$t_3=6.7$
h_4	1.101	$t_4=10.1$
h_5	1.12	$t_5=11.1$
h_6	0.96	$t_6=9.6$
h_7	0.84	$t_7=8.4$
h_8	0.71	$t_8=71$
h_9	0.63	$t_9=6.3$
h_{10}	0.45	$t_{10}=4.5$

٤ــ در عمیق ترین امتداد قائم که معمولا" سرعت آب در آنجا حد اکثر است یک نمونه رسوب طوری برداشته شود (با سرعت یکنواخت پائین برد ۵

وبالا آورده شود که حدود ۸۰ ٪ بطری ازنمونه پر شود زمان بالا وپائین آوردن رایاد داشت کرده فرض میکنیم ۱۱/۲ ثانیه باشد .

۵ـ باد رنظرگرفتن این مبنای زمانی یک برنامه زمانی برای تمام امتدادهای قائم محاسبه میکنیم (بااستفاده ازیک تناسب ساده) وزمانهای بدست آمده رادرمقابل هریک ازامتدادهای قائم می نویسیم (درمرحله ۳ زیرستون زمان برحسب ثانیه نوشته شده) .

۶ـ درهریک ازامتدادهای قائم نمونه برداری درزمان های بدست آمده انجام شود .

۷ـ درروی بطری مربوط به امتداد قائم ثابت(نقطه ثابت) C_f نوشته شود ودرروی سایربطریها که برای تعیین غلظت متوسط رودخانه برداشت شده C_m ، وفاصله ازساحل نوشته شود وبه آزمایشگاه تحویل گردد تانتایج رابطورجداگانه محاسبه نماید .

تذکر ۱ ـ این روش نمونه برداری حداقل ۲۰ یا ردرسال دردبیهای مختلف آب رودخانه انجام شده ونسبت $K=\frac{C_m}{C_f}$ مشخص گردد وتغییرات K برحسب دبی آب رودخانه رسم وازآن پس فقط درامتداد قائم ثابت (نقطه ثابت) نمونه برداری شود وبااستفاده ازمنحنی ورابطه مذکور C_m یعنی غلظت متوسط رودخانه برای هرروزحساب شود (شرح کامل محاسبه آن درصفحات بعد توضیح داده میشود) .

تذکر ۲ـ درمورد روش نمونه برداری لازم است تذکر داده شود که مطلب مهم این است که سرعت پائین وبالا بردن نمونه برداریاید ثابت بوده واین سرعت درتمام امتدادهای

قائم نمونه برداری باید یکسان باشد واین سرعت باید طوری تنظیم شود که در تمام نقاط امتداد قائم تاعمیق ترین نقطه بطور یکنواخت آب داخل نمونه برداشده وقبل ازپرشدن کامل نمونه ازآب خارج گردد .

دلیل اینکه گفته شده حدود ۸۰٪ حجم شیشه باید پرشده باشد این است که اگرنمونه بردار پس ازاینکه ازآب خارج شد کاملا" پرباشد ممکن است در وسط عمق رودخانه پرشده وازقسمتی ازعمق نمونه ای نگرفته باشد .

۲— روش سه مقطعی — چنانچه نمونه برداری در ایستگاهی بطریقه چند مقطعی امکان نداشته باشد میتوان نمونه برداری رابه روش سه مقطعی انجام داد . بدین ترتیب که مقطع اندازه گیری آب راطوری بسه قسمت تقسیم می کنیم که دبی آب در هرسه مقطع یکسان باشد سپس ازوسط هریك ازمقاطع یك نمونه برداشت شود (بطریقه انتیگراسیون عمقی) اگرتکنیسین نتواند سه مقطع راکه دقیقا" دارای دبی مساوی باشد انتخاب کند وازوسط آنها نمونه برداری نماید میتواند سه نمونه بفواصل متفاوت همراه بادبی برداشت نماید پس از تهیه نمونه هاروی هرکدام ازآنها محل دقیق امتداد قائم (هرنقطه ای که درآن نمونه برداری شده باشد) درعرض رودخانه نوشته سپس دراداره دبی هرکدام از فواصل راجداگانه حساب کرده وروی برچسب بطری بنویسید دبی متوسط رسوب رودخانه راازفرمول زیربدست آورد .

$$Q_s = C_1Q_1+C_2Q_2+C_3Q_3$$

همزمان بانمونه برداری سه مقطعی لازم است یك نمونه ازپای اشل بانمونه برداری (جائیکه حتما" آب جریان داشته باشد) برداشت شود .

تذکر= اگرنمونه برداری درجائیکه آب ساکن باشد صورت گیرد هیچگونه ارزشی ندارد وبا دمونه برداری دستی یاوزنی انجام نشود نتایج درستی ازآن حاصل نخواهد

شد .

زمانهای برد اشت نمونه :

ا لف ــ زمان نمونه برد اری چند مقطعی ــ (فقط برای آند سته ازایستگا هها ی درجه ۱ که توصیه شده نمونه برد اری چند مقطعی انجام شود) از ۲۰ نمونه چند مقطعی ۱۲ تا ۱۵ نمونه باید ازفصول پرآبی د راشلهای متفاوت برد اشت شود یعنی د رهرهفته پرآبی لااقل یك نمونه چند مقطعی برد اشت شود . برد اشت نمونه های Cf د رفصل سیلابی باید باتوجه به رژیم رود خانه ها انجام پذیرد . مثلا" د رروزهائی که سیلابها ازذ وب برف حاصل شود بایستی سه نمونه د رحد اقل , متوسط , حد اکثر, اشل برد اشت شود (مثلا" ساعت ٦, ۱۲, ۱۸) ود رسیلابهای اتفاقی (رگبارها) هرد وساعت یك نمونه از مقطع ثابت قائم (نقطه ثابت) برد اشت شود . د رفصولی کم آبی برد اشتن ۵ تا ۸ نمونه چند مقطعی ضرورت د ارد یعنی با هراند ازه گیری آب یك نمونه برد اری چند مقطعی انجام شود . ومتصد ی با نمونه برد ارد ستی د رهرسیلاب اتفاقی هرد وساعت یك نمونه ازمقطع ثابت برد اشت نماید .

ب ــ زمان نمونه برد اری سه مقطعی :

۱ــ ایستگا هها ی د رجه ۱ ــ د رفصول سیلابی د ونمونه سه مقطعی صبح و عصرتوسط آما رگرمتیم برد اشت شود چنانچه سیلاب اتفاقی د اشته با اشیم باید هرد وساعت یك نمونه ازمقطع ثابت برد اشت شود . د رفصل کم آبی د رهربار اند ازه گیری یك نمونه برد اری سه مقطعی انجام پذیرد ویك نمونه برد ارد ستی

در اختیار متصدی قرار داده شود که در سیلابهای اتفاقی هر دو ساعت یک نمونه از پای اشل (جائیکه آب جریان داشته باشد برداشت نماید) .

۲- ایستگاههای درجه ۲ که آمارگر مقیم ندارند در رهنمای اندازه گیری آب یک نمونه برداری سه مقطعی انجام گیرد و به متصدی محلی هم تعلیم داده شود که در مواقع پرآبی هر روز صبح و عصر یک نمونه از پای اشل (جائیکه آب جریان داشته باشد) برداشت نماید .

۳- ایستگاههای درجه ۳ - از این ایستگاهها فقط در موقع اندازه گیری آب یک سری نمونه سه مقطعی برداشت میگردد .

ب - وظایف آزمایشگاهی تکنسین مقیم در ایستگاه و کارهائی که قبل از اعزام به ایستگاه باید انجام دهد بشرح زیر است .

۱- در مناطقی که دارای چندین ایستگاه مهم میباشد بایستی برای جلوگیری از اشتباه قوطیها شماره گذاری نموده و هر ایستگاه دارای قوطیهای مخصوص به خود باشد .

۲- قوطی های شماره گذاری شده بدون درب دقیقاً وزن شده و به وسیله مسئول منطقه به ایستگاه برده شود . ضمناً هر چهار فصل این وزن ها کنترل شود .

۳- برای تعیین وزن کاغذ های صافی ابتدا آنها را بصورت پراکنده به مدت ۱ الی ۲ ساعت در اتوو در درجه حرارت ۱۰۰ - ۱۱۰ ساتی گراد قرار داده سپس به مدت ۱۵ الی ۲۰ دقیقه در هوای آزمایشگاه گذاشته تا رطوبت هوا را به خود

گیرد وبعد وزن آنها دقیقاً " تعیین شده وروی کاغذ صافی مربوط نوشته شود (عملیات فوق قبل ازاعزام به ایستگاه درآزمایشگاه رسوب انجام میشود)

٤ـ بعد ازبرداشت نمونه ، برچسب مربوطه راآماده کرده وروی آن اطلاعات مورد لزوم (اشل ، ساعت نمونه برداری ، درجه حرارت ، عمق برداشت) را نوشته ، ضمیمه شیشه نماید .

٥ـ شیشه راباکهنه مرطوب کاملا" تمیزکرده وبه وسیله ماژیك سطح آب داخل شیشه راروی جدارشیشه مشخص کنیم (علامت گذاری)

٦ـ کاغذ صافی وزن شده رابصورت قیف درآورده داخل قیف شیشه ای گذاشته وعمل تصفیه رسوب راانجام دهید .

٧ـ پس ازعمل تصفیه حجم نمونه برداشت شده راباتوجه به علامت ماژیك رابوسیله مزوراندازه گیری کرده درفرم مربوطه کهنام C نامگذاری شده درآخر جزوه ضمیمه است درمحل مخصوص به خود نوشته شود .

٨ـ درفرمهای مربوطه بایستی مشخصات استان ، نام رودخانه ، خصوصا " نام ایستگاه وهمچنین تاریخ (روزوساعت برداشت نمونه) اشل رودخانه درلحظه برداشت نمونه شماره توطی ، وزن کاغذ صافی وحجم نمونه کاملا" مشخص گردد .

: کارهائی که به مجرد رسیدن رسوب به آزمایشگاه استان ، مسئول آزمایشگاه باید انجام دهد .

الف ـ اگررسوب بوسیله شیشه بابرچسب مربوطه باشد (درفصل کم آبی برداشت شده)

۱ــ ابتدا اطراف شیشه را به وسیله کهنه نمد ارتمیز کرده سطح آب داخل شیشه را با ماژیك برجد ارشیشه علامت زده شود .

۲ــ کاغذ صافی وزن شده (وزن آن روی کاغذ نوشته شده) را روی قیف گذاشته و بعد ازیاد داشت مشخصات نمونه درفرم مربوطه C عملیات تصفیه انجام شود .

۳ــ حجم آب داخل شیشه دقیقا" بوسیله مزورانداز ه گیری شده ویاد اشت گردد .

٤ــ کاغذ صافی حامل رسوب را در داخل اتوبمدت ۲ الی سه ساعت در درجه حرارت ۱۱۰ــ۱۰۵ سانتی گراد قرار داده وسپس به مدت ۱۵ الی ۲۰ دقیقه در رهولی آزمایشگاه گذاشته بعد وزن آنرا دقیقا" تعیین کرده درفرم مربوطه یاد داشت شود .

۵ــ با در دست داشتن اعداد مربوطه (وزن رسوب وحجم نمونه) غلظت نمونه تعیین شود .

$$C = \frac{\text{وزن خالص رسوب (میلی گرم)}}{\text{حجم نمونه (لیتر)}}$$ غلظت میلی گرم در لیتر

ب ــ اگر رسوب بوسیله قوطی وبافرم مربوطه باشد (در فصل پرآبی که بوسیله تکنیسین مقیم برداشت شده) .

۱ــ قوطی های حاوی رسوب را بدون درب داخل اتوبه مدت ۲ الی ۳ ساعت در درجه حرارت ۱۰۰ الی ۱۲۰ درجه سانتی گراد میگذاریم سپس به مدت ۲۰ الی ۳۰ دقیقه در رهوای آزمایشگاه قرارمیدهیم وپس ازوزن کردن درفرم مربوط یاد داشت میکنیم .

۲ـ غلظت نمونه یا در دست داشتن وزن رسوب خالص وحجم نمونه طبق فرمول زیرتعیین میشود •

$$C \text{ میلی گرم در لیتر} = \frac{\text{(میلی گرم) وزن خالص رسوب}}{\text{(لیتر) حجم نمونه}}$$

توصیه ۱ ـ در ایستگاههای درجه ۱ که آمارگرمقیم دارند بایستی عمل تصفیه در محل ایستگاه انجام پذیرد وقوطیها هر ۱۵ روزیکمرتبه به آزمایشگاه رسوب ارسال گردد ـ برای سایرایستگاهها نمونه ها بابطری مربوطه در اسرع وقت به آزمایشگاه رسوب محل انتقال یابد •

۲ـ محاسبه دبی رسوب برحسب تن در روزطبق رابطه زیرانجام گردد •

$$Q_s = (\text{ton/day}) = Q_w\ (m^3/\text{sec}) \times C_m(\text{mlg/lit}) \times 0.0864$$

۳ـ همزمان بابرداشت نمونه ، درجه حرارت آب اندازه گیری میشود •

٤ـ نمونه ای که ازپای اشل برداشت میشود حتما" بانمونه برداردستی باشد •

۵ـ درهرمرتبه اندازه گیری رسوب به طریقه چند مقطعی اندازه گیری دبی آب ضروری است•

٦ـ درسیلابها هرد وساعت یکمرتبه ازمقطع جزئی قائم ثابت (نقطه ثابت) نمونه برداری شود ودرهرتغییر اشل ناگهانی یك نمونه چند مقطعی برداشته شود • درسایرمواقع وقتی رودخانه پرآب بوده ولی تغییرات اشل ناچیزباشد برداشت ۲ نمونه صبح وعصرکافی است ولی درمواقع عادی وکم آبی برداشت

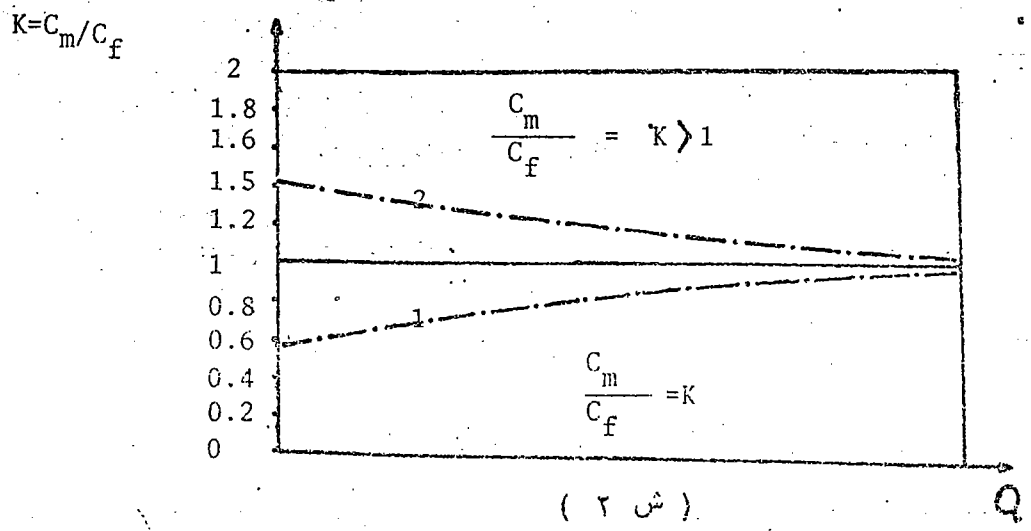
یک نمونه ازمقطع جزئی ثابت کافیست ود رتمام فصول کم آبی یکبار آبیاری برد اشت نمونه چند مقطعی کافی بنظرمیرسد •

— روش محاسبات مواد رسوبی معلق

روش محاسباتی هرایستگاه بستگی به نوع نمونه برد اری آن د ارد :

الف — اگرایستگاه د رجه ۱ وبصورت چند مقطعی نمونه برد اری شد ه باشد (روش نمونه برد اری وزمان برد اشت آن د رصفحات قبل توضیح د اد ه شد ه که نقطه ثابت ازعمیقترین قسمت برد اشت میشود) •

پس ازرسم منحنی تغییرات ضریب $(K = \frac{C_m}{C_f})$ نسبت به د بی آب , معمولا " منحنی آن باید بصورت شکل ۲ منحنی ۱ د رآید • علت اینکه $K < 1$ است اینستکه نقطه ثابت C_f د رعمیقترین قسمت که د ارای حد اکثر غلظت است اند ازه گیری میشود یعنی $C_f > C_m$ د رنتیجه $K < 1$ است•



(ش ۲)

باتوجه به اینکه متصدی هرروزیک نمونه ازنقطه ثابت برمیدارد برای هر روز یک دبی متوسط (ازروی پرونده دبی اشل) ویک غلظت نقطه ثابت خواهیم داشت که بااستفاده ازمنحنی مذکور K متوسط رابرای هرروزبدست می آوریم وباتوجه به فرمول $K_m = \frac{C_m}{C_f}$ غلظت متوسط روزانه C_m رامحاسبه میکنیم •

مقداررسوب روزانه طبق فرمول زیرتعیین وباجمع آنهارسوب ماهانه وسالانه را میتوان حساب کرد •

دبی رسوب $Q_s(ton/day)$ = دبی آب $Q_w\ (m^3/sec)$ x غلظت متوسط $C_m(mlg/lit)$ x 0.0864

دبی رسوب

نتایج حاصل درفرم مربوط که آنرابنام فرم D نامگذاری کرده ایم بترتیب زیرنوشته میشود :

بعد ازنوشتن نام رودخانه ونام ایستگاه وسال آبی دررديف بالای صفحه دررديف دوم ، بترتیب درهربرگ سه ماه (مهر ــ آبادن ــ آذر) ، دررديف سوم ستون دوم دبی متوسط روزانه آب $\frac{\text{Mean Dich}}{m^3/sec}$ مربوط به هرماه ، درستون سوم غلظت متوسط روزانه $\frac{\text{Mean conce}}{mlg/lit}$ (ماه مربوطه مثلا" مهر) ودرستون چهارم (Load/tons) دبی رسوبی روزانه که ازفرمول (۱) بدست آمده نوشته میشود وبهمین ترتیب برای تمام ماههای سال ادامه میدهیم درپائین هرصفحه total مجموع نوشته شده استکه برای ستون دوم (دبی متوسط روزانه) پس ازجمع دبی روزانه در ۸۶۴۰۰ ثانیه (۲۴) ساعت ضرب وبر 10^6

تقسیم شده وبرحسب میلیون مترمکعب نوشته میشود (دبی ماهانه برحسب مترمکعب) ودر زیرستون چهارم (load tons) مجموع آنهایعنی رسوب ماهانه نوشته میشود (تن درماه) اما در زیرستون $\frac{\text{Mean Conce}}{\text{mlg/lit}}$ چون مجموع غلظت ماهانه بی معنی است متوسط غلظت ماهانه (برحسب میلی گرم درلیتر) ازتقسیم مجموع رسوب ماهانه برحسب تن ، برمجموع آب ماهانه برحسب میلیون مترمکعب بدست میآید :

$$C_m = \frac{\text{Ton}}{\text{M.C.M}} = \frac{10^9}{10^9} = \frac{\text{mlg}}{\text{lit}}$$

ازجمع آب ماهانه مجموع آب ریکسال برحسب میلیون مترمکعب وازمجموع رسوب ماهانه رسوب سالانه برحسب تن درسال وازتقسیم رسوب سالانه (تن) برمقدار آب سالانه برحسب میلیون مترمکعب غلظت متوسط رسوب برحسب میلی گرم درلیتر بدست میآید که درسربرگی که باحرف E مشخص شده است نوشته میشود .

همچنین سایرمشخصات ایستگاه مثل (موقعیت و تجهیزات ، سطح حوضه آبریزوحد اکثرد بی روزانه رسوب) درسربرگ درج میشود .

ب — اگرایستگاه درجه ۱ باشد ولی بروش سه مقطعی نمونه برداری شده و ازامتداد قائم ثابت پای اشل (نقطه ثابت) هرروزنمونه گرفته باشند روش محاسبه مانند حالت قبل است با این تفاوت که دراین حالت $\frac{C_m}{C_f} = K > 1$ است زیرا غلظت نقطه ثابت C_f غلظت نمونه ای است که درعمق کم وسرعت کم آب برداشته شده ودرنتیجه مقدارآن نسبت به سه نمونه دیگرکه ازسه مقطع

هم دبی باعمق زیاد تروسرعت بیشترگرفته شده کمتراست C_f/C_m $C_m=K>1$ در

این حالت نیز منحنی بشکل (2-2) نشان داده میشود ومنحنی $K>1$ و $K<1$

نسبت به خط مجانب $K=1$ قرینه میباشند .

ج — چنانچه بطریقه سه مقطعی نمونه برداری شده باشد ، ولی بطور

مرتب (روزانه) ازامتداد قائم ثابت (نقطه ثابت) نمونه ای نداشته باشیم برای

افزایش تعداد C_m پیشنهاد میشود که دراین حالت منحنی تغییرات $K=\frac{C_m}{C_f}$

نسبت به دبی آب رسوب K متوسط برای روزهائیکه درآن روزازنقطه ثابت

نمونه برداری شده (بااستفاده ازاشل ومنحنی دبی اشل برای تعیین دبی

آب آن روز) محاسبه وبااستفاده ازفرمول $K=\frac{C_m}{C_f}$ غلظت متوسط C_m را

برای روزهائیکه C_m آنها دردست محاسبه میکنیم بنابراین تعدادی غلظت

متوسط بطریقه سه مقطعی بادبی های مربوطه وتعدادی غلظت متوسط که

از K متوسط بدست آمده همراه دبی هائیکه ازروی منحنی دبی اشل تعیین شده

دردست است ، طبق فرمول زیردبی رسوبی آنهارامحاسبه میکنیم :

$$Q_s \ (Ton/day) = Q_w = (m^3/sec) \times C_m \ (mlg/lit) \times 0.0864$$

لازم به یادآوری است که کلیه اطلاعات ازقبیل تاریخ نمونه برداری، ساعت،

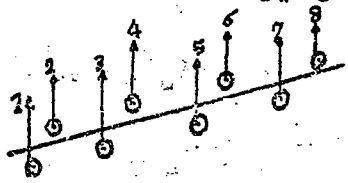
اشل ، دبی ، غلظت نقطه ثابت ، غلظت متوسط ، K ودبی رسوب بطور

منظم درروی فرمول مربوطه A یادداشت میشود بامعلوم بودن دبی آب —

(m^3/sec) ودبی رسوب Ton/day مقادیر فرم A رابطریقی بر

روی کاغذ تمام لگاریتمی منتقل میکنیم که محورافقی نشان دهنده مقداررسوب

ومحورعمودی شاخص دبی آب باشد . (باتوجه به حد اکثروحد اقل دبی آب ودبی رسوب) وبدین ترتیب نقاط روی کاغذ لگاریتمی مشخص میشود اگرتراکم نقاط بشکلی باشد که بتوانیم یك خط یامنحنی (معمولا " خط) طوری بگذارنیم که مجموع جبری مربعات فواصل نقاط طرفین ازخط مذکوربسمت صفرمیل کند منحنی تغییرات دبی رسوب رانسبت به دبی آب رسم کرده ایم اما اگرپراکندگی نقاط طوری باشد که نتوان یك خط یامنحنی مناسبی رابه آنها برازش داد ، می شود ازدو یا چند خط ومنحنی استفاده کرد مثلا" یك خط برای فصول پرآبی ویکی برای ذوب برف ویکی برای مواقع کم آبی . (بااستفاده ازنقاط اندازه گیری شده مربوط به همان فصول)رسم میکنیم دراین حالت نیزباید سعی کنیم که مجموع جبری مربعات فواصل نقاط طرفین خط به حد اقل میل کند .



تذکر : نقاط رابترتیب شماره ای که روی فرم A نوشته شده برروی کاغذ لگاریتمی منتقل میکنیم وبایك دایره کوچك ویك شماره مشخص کرده

وشماره نقطه بالای آن مینویسیم واگرسه منحنی یاخط کشیده میشود نقاط مربوط به هرمنحنی ومنحنی مربوطه یایك رنگ جداگانه مشخص گردد (مثلا" آبی ــ قرمز ــ سیاه ویا ۱و۲و۳) ودرزیرکاغذ لگاریتمی توضیح داده میشود که ازچه تاریخ تاچه تاریخی ازمنحنی آبی یاشماره ۱ وازچه تاریخ تاچه تاریخی ازمنحنی قرمزیامنحنی شماره ۲ ..... استفاده میشود

پس ازمشخص شدن منحنی یا منحنی های سالانه دبی متوسط روزانه آب را روی فرم

(D) ستون دوم $\frac{\text{Mean Dich}}{m^3/sec}$ می نویسیم وبا استفاده ازآن ومنحنی

یا منحنی های ترسیمی دبی رسوب را برای هرروز از روی محور افقی کاغذ لگاریتمی

استخراج کرده ودرستون چهارم فرم (D) $\frac{\text{Load}}{\text{tons}}$ نوشته

میشود وبهمین روش برای تمام سال آبی ازمهرتاشهریورسال بعد ادامه میدهیم

حال برای پرکردن ستون سوم ، متوسط غلظت $\frac{\text{Mean Conce}}{\text{mlg/lit.}}$

طبق فرمول زیر داریم : $Q_s(ton/day) = Q_w(m^3/sec) x C_m(mlg/lit) x 0.0864$

$$C_m = \frac{Q_s}{Q_w x 0.0864}$$

ازتقسیم رسوب روزانه (تن) برحاصلضرب دبی روزانه آب m^3/sec درضریب

0.0864 غلظت متوسط روزانه حساب شده درستون مربوطه برای هرروزنوشته

میشود محاسبات دبی ماهانه وسالانه آب ودبی رسوبها ها وسالانه وغلظت

متوسط ماهانه وسالانه راکه مانند حالت الف است برای تمام سال انجام میدهیم

وسربرگ (E) رابهمان حالت پرمیکنیم .

(E) در برای ایستگاههائی که از نقطه ثابت نمونه برداری نمیشود ولی

نمونه های سه مقطعی همزمان بااندازه گیری آب برداشت میشود احتیاجی به ترسیم

منحنی تغییرات $K = \frac{C_m}{C_f}$ نیست باتوجه به تعداد نمونه هایک یاد وباسه منحنی

تغییرات (دبی رسوب ـ دبی آب) برای فصول سیلابی ـ کم آبی ـ ذوب برف ترسیم

میشود در این مورد نیز کلیه محاسبات مشابه حالتهای قبل میباشد (مثـــــال صفحه بعده مربوط به یك ایستگاه آورده شده که برگ خلاصه اندازه گیـــری منجنی ، اوراق محاسباتی ، و سر برگ ضمیمه است) .

استان .....
رود خانه .....
ایستگاه .....
سال آبی ۵۲-۵۳

وزارت نیرو
دفتر بررسیهای منابع آب
بخش آبهای سطحی
جدول محاسبه مواد رسوبی معلق

فرم ر - ۲۰۰۸

شماره ردیف	تاریخ نمونه برداری	ساعت نمونه برداری	اشل Cm	دبی m^3/sec	غلظت نقطه ای ثابت Cp میلیگرم در لیتر	غلظت متوسط Cm میلیگرم در لیتر	K= Cm/cf	دبی رسوب Ton/day
۱	۵۲/۷/۸	۸/۵	۷۸	۰/۳۶۸		۲۹۲		۱۲/۴۶
۲	۵۲/۷/۱۸	۸/۱۵	۸۱	۰/۷۰۸		۱۷۹		۱۰/۹۴
۳	۵۲/۷/۲۸	۸/۱۵	۷۸	۰/۳۵۳		۶۴		۱/۹۵
۴	۵۲/۸/۲۵	"	۸۳	۰/۵۴۶		۱۱۱		۵/۲۳
۵	۵۲/۹/۷	"	۸۵	۰/۷۷۰		۷۵۷		۵۰/۳۶
۶	۵۲/۹/۲۹	"	۸۴	۰/۷۰۴		۴۸۴		۲۹/۴۳
۷	۵۲/۹/۲۹	"	۸۵	۰/۷۳۱		۳۰۰		۱۸/۹۴
۸	۵۲/۱۰/۲۲	"	۵۹	۰/۸۵۱		۱۰۳۵		۷۶/۰۹
۹	۵۲/۱۱/۵	"	۲۰۰	۱۳۰		۱۸۰۳۷		۲۰۲۵۹۱/۵۸
۱۰	۵۲/۱۱/۱۷	"	۱۱۰	۱۱/۳۱۹		۱۱۷۰		۱۱۴۴/۲۱
۱۱	۵۲/۱۱/۲۷	"	۲۳۶	۲۷/۰۰۶		۱۰۸۳۷		۲۶۲۲۲/۴۸
۱۲	۵۲/۱۲/۲	"	۱۷۱	۱۳/۵۶۴		۶۰۰۰		۳۸۱۳۵/۵۷
۱۳	۵۲/۱۲/۱۰	"	۱۴۸	۴۹/۴۱۳		۱۱۳۴		۴۸۴۱/۳۶
۱۴	۵۲/۱۲/۱۶	"	۱۴۶	۳۲/۳۰۲		۳۲۷۶		۹۱۴۲/۹۶
۱۵	۵۲/۱۲/۲۴		۱۲۶	۱۲/۴۲۲		۱۶۰۸		۳۱۱۵/۲۵
۱۶	۵۲/۱۲/۲۹	"	۱۲۳	۲۰/۱۶۹		۱۶۱۷		۱۸۱۷/۷۸
۱۷	۵۳/۱/۴	"	۱۲۲	۲۱/۶۳۱		۱۱۱۴		۲۰۸۱/۹۷
۱۸	۵۳/۱/۱۸	"	۱۲۰	۱۸/۸۲		۱۰۸۱		۱۷۵۷/۷۵
۱۹	۵۳/۱/۲۲		۱۱۴	۱۴/۲۰۳		۱۷۱۸		۲۱۰۸/۲۲
۲۰	۵۳/۱/۲۷		۱۰۶	۱۰/۵۲۸		۱۲۵۰		۱۱۳۷/۰۲
۲۱	۵۳/۱/۲۶		۹۷	۹/۱۱۹		۱۸۳۷		۱۴۴۷/۳
۲۲	۵۳/۲/۶		۹۵	۶/۷۴۹		۵۰۰۱		۲۹۱۶/۱۸
۲۳	۵۳/۲/۱۶		۹۰	۵/۸۵۰		۳۳۶۹		۱۷۰۲/۸۲
۲۴	۵۳/۲/۱۷		۹۲	۴/۶۳۲		۳۸۴۴		۱۵۳۸/۳۸
۲۵	۵۳/۲/۲۰		۸۸	۳/۱۷۵		۱۰۹۲		۲۹۹/۵۵
۲۶	۵۳/۴/۱۶		۸۸	۱/۷۲۱		۴۰۸		۶۰/۹۴
۲۷	۵۳/۴/۲۴		۸۹	۱/۷۲۱		۸۶۰		۱۲۷/۸۷
۲۸	۵۳/۵/۶		۸۶	۱/۱۷۶		۴۸۷		۳۹/۳۲
۲۹	۵۳/۶/۳۰		۸۴	۱/۰۳۹		۲۷۶		۲۴/۷۷
۱-۱	۵۳/۵/۱۵	—	—	۱/۳				۶
۱-۵	۵۲/۹/۱۰	—	—	۱/۸				۲۲

مسئول آزمایشگاه .....

رئیس
نماینده .....

استان . . . . .
رودخانه . . . . . .
ایستگاه . . . . . .
سال آبی ۵۳-۵۴

وزارت نیرو
دفتر بررسیهای منابع آب
بخش آبهای سطحی
جدول محاسبه مواد رسوبی معلق

فرم ر - ۸ - ۲۰۰

شماره ردیف	تاریخ نمونه برداری	تاریخ آزمایش نمونه	اشل Cm	دبی $m^3/sec.$	غلظت نقطه ثابت CP میلیگرم در لیتر	غلظت متوسط Cm میلیگرم در لیتر	K= Cm/cf	دبی رسوب Ton/day
۱-۶	۵۲/۹/۱۵	—	—	۱/۵	—			۱۷
۱-۷	۵۲/۹/۲۵	—	—	۱/۱	—			۱۵
۱-۹	۵۲/۱۱/۲	—	—	۲۰۰	—			۸۰۰۰۰
۱-۱۱	۵۲/۱۱/۱۵	—	—	۱۰۰	—			۱۰۰۰۰
۱-۱۲	۵۲/۱۲/۷	—	—	۴۰	—			۷۰۰۰
۱-۱۴	۵۲/۱۲/۲۰	—	—	۹۰	—			۲۰۰۰۰
۷								
۸								
۹								
۱۰								
۱۱								
۱۲								
۱۳								
۱۴								
۱۵								
۱۶								
۱۷								
۱۸								
۱۹								
۲۰								
۲۱								
۲۲								
۲۳								
۲۴								
۲۵								
۲۶								
۲۷								
۲۸								
۲۹								
۳۰								
۳۱								

مسئول آزمایشگاه . . . . .

رئیس
نماینده . . . . . .

شماره مشخصه

river at — در — رودخانه

1- Location: N 28-47 عرض جغرافیائی — ۱ـ موقعیت ایستگاه

E 57-46 طول جغرافیائی

2- the Stetions equipment — ۱ـ تجهیزات ایستگاه

A- Staff gage + — الف ـ اشل +

B- Water level recorder + — ب ـ لیمینگراف +

C- Cable way + — ج ـ پل تلفریک +

D- Normal rain gage + — د ـ باران‌سنج معمولی +

3- Drainage area 1324 Km^2 — ۳ـ سطح حوزه آبریز ۱۳۲۴ کیلومترمربع

4- Installed 1344 — ۴ـ تاریخ تاسیس ایستگاه ۱۳۴۴

5- Records available from 1348 — ۵ـ آمار رسوب در دست از سال ۱۳۴۸

6- Indicated days with sediment sampling — ۶ـ علامت روزهائی که نمونه‌برداری شده

7- Accuracy of data Fair — ۷ـ دقت آمار خوب

8- Max, Daily sediment discharge (1973-74) 220000.00 Ton/day — ۸ـ حداکثر دبی روزانه رسوب در سال (—) ۲۲۰۰۰۰ تن در روز

9- Yearly total water 267.858 (Mil m^3) — ۹ـ مجموع آب سالیانه ۲۶۷/۸۵۸ میلیون مترمکعب

10- Yearly total SED. 938427.50 (ton) — ۱۰ـ مجموع رسوب سالیانه ۹۳۸۴۲۷/۵۰ تن

11- Mean yearly conce 3503.46 (Mlg/lit) — ۱۱ـ متوسط غلظت سالیانه ۳۵۰۳/۴۶ میلی گرم در لیتر

River Station

Daily suspended sediment water year 1352-53

Day	Mehr Mean Disch. m^3/sec	Mehr Mean Conc. MLg/1	Mehr Load Tons	Aban Mean Disch. m^3/sec	Aban Mean Conc. MLg/1	Aban Load Tons	Azar Mean Disch. m^3/sec	Azar Mean Conc. MLg/1	Azar Load Tons
1	1.76	526.04	80.00	0.30	69.44	1.80	0.55	136.81	6.50
2	1.20	347.22	36.00	0.30	69.44	1.80	0.64	171.76	9.50
3	0.83	223.15	16.00	0.30	69.44	1.80	0.82	211.69	15.00
4	0.64	171.76	9.50	0.20	69.44	1.20	1.01	233.80	20.40
5	0.40	98.38	3.40	0.40	98.38	3.40	1.01	233.80	20.40
6	0.40	98.38	3.40	0.40	98.38	3.40	0.83	223.15	16.00
7	0.47	113.31	4.60	0.40	98.38	3.40	0.83	223.15	16.00
8	0.55	136.81	6.50	0.40	98.38	3.40	1.01	233.80	20.40
9	0.55	136.81	6.50	0.40	98.38	3.40	1.01	233.80	20.40
10	0.40	98.38	3.40	0.40	98.38	3.40	1.20	295.14	30.60
11	0.40	98.38	3.40	0.47	113.31	4.60	0.83	223.15	16.00
12	0.40	98.38	3.40	0.47	113.31	4.60	0.83	223.15	16.00
13	0.47	113.31	4.60	0.47	113.31	4.60	0.64	171.76	9.50
14	0.30	69.44	1.80	0.47	113.31	4.60	0.55	136.81	6.50
15	0.30	69.44	1.80	0.40	98.38	3.40	0.55	136.81	6.50
16	0.40	98.38	3.40	0.40	98.38	3.40	0.55	136.81	6.50
17	0.40	98.38	3.40	0.30	69.44	1.80	1.01	233.80	20.40
18	0.64	171.76	9.50	0.30	69.44	1.80	1.01	233.80	20.40
19	0.64	171.76	9.50	0.30	69.44	1.80	0.64	171.76	9.50
20	0.55	136.81	6.50	0.40	98.38	3.40	0.55	136.81	6.50
21	0.40	98.38	3.40	0.40	98.38	3.40	0.40	98.38	3.40
22	0.30	69.44	1.80	0.47	113.31	4.60	0.83	223.15	16.00
23	0.30	69.44	1.80	0.40	98.38	3.40	1.01	233.80	20.40
24	0.30	69.44	1.80	0.47	113.31	4.60	0.64	171.76	9.50
25	0.30	69.44	1.80	0.47	113.31	4.60	0.83	223.15	16.00
26	0.30	69.44	1.80	0.47	113.31	4.60	1.01	233.80	20.40
27	0.30	69.44	1.80	0.47	113.31	4.60	1.20	295.14	30.60
28	0.30	69.44	1.80	0.47	113.31	4.60	1.01	233.80	20.40
29	0.30	69.44	1.80	0.55	136.81	6.50	0.83	223.15	16.00
30	0.47	113.31	4.60	0.64	171.76	9.50	1.01	233.80	20.40
31	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tot:	1.294	184.70	239.00	1.062	304.00	111.40	2.157	217.10	466.10

River Station

Daily suspended sediment water year 1352-53 -

Mon	Dey			Bahman			Esfand		
Day	Mean Disch. m^3/sec	Mean Conc. MLg/1	Load Tons	Mean Disch. m^3/sec	Mean Conc. MLg/1	Load Tons	Mean Disch. m^3/sec	Mean Conc. MLg/1	Load Tons
1	0.64	171.76	9.50	3.52	920.72	280.00	93.46	5201.27	42000.00
2	0.55	136.81	6.50	4.54	1070.72	420.00	78.40	4724.07	32000.00
3	0.47	113.31	4.60	3.86	1049.42	350.00	64.00	4701.97	26000.00
4	0.55	136.81	6.50	50.70	4109.14	18000.00	50.00	3935.19	17000.00
5	17.31	2273.38	3400.00	129.90	6682.52	75000.00	51.40	4053.13	18000.00
6	14.38	2092.71	2600.00	10.49	1765.39	1600.00	46.60	3849.77	15500.00
7	5.22	1773.84	800.00	9.98	1739.58	1500.00	43.20	3616.90	13500.00
8	2.13	652.08	120.00	8.45	1506.71	1100.00	46.60	3849.77	15500.00
9	2.13	652.08	120.00	5.56	1248.96	600.00	48.30	3838.03	16000.00
10	1.94	596.64	100.00	8.45	1506.71	1100.00	50.00	3935.19	17000.00
11	1.57	479.17	65.00	20.00	2546.30	4400.00	36.40	3275.12	10300.00
12	1.38	402.55	48.00	13.10	1943.75	2200.00	33.00	3156.60	9000.00
13	1.38	402.55	48.00	28.00	3100.23	7500.00	34.70	3168.75	9500.00
14	1.38	402.55	48.00	13.80	2012.85	2400.00	39.80	3780.44	13000.00
15	1.38	402.55	48.00	12.40	1866.78	2000.00	33.00	3156.60	9000.00
16	1.01	233.15	20.40	10.49	1765.39	1600.00	32.00	3074.42	8500.00
17	0.64	171.76	9.50	11.00	1788.77	1700.00	29.00	2793.75	7000.00
18	0.64	171.76	9.50	11.00	1788.77	1700.00	25.00	2777.78	6000.00
19	0.64	171.76	9.50	11.00	1788.77	1700.00	21.00	2535.30	4600.00
20	0.64	171.76	9.50	11.00	1788.77	1700.00	20.00	2546.30	4400.00
21	0.64	171.76	9.50	10.49	1765.39	1600.00	19.00	2436.69	4000.00
22	0.83	223.15	16.00	10.49	1765.39	1600.00	29.00	2793.75	7000.00
23	1.75	479.17	65.00	8.45	1506.71	1100.00	25.00	2777.78	6000.00
24	2.13	652.08	120.00	53.48	4111.92	19000.00	20.00	2546.30	4400.00
25	2.84	937.38	230.00	34.70	3335.42	10000.00	22.00	2630.44	5000.00
26	3.86	1239.38	420.00	31.00	3173.50	8500.00	21.00	2536.30	4600.00
27	4.88	1045.52	440.00	28.00	2893.52	7000.00	18.50	2377.43	3800.00
28	6.41	1354.17	750.00	26.00	2893.52	6500.00	17.30	2274.65	3400.00
29	7.43	1479.86	950.00	25.00	2777.78	6000.00	20.00	2546.30	4400.00
30	4.88	1090.97	460.00	80.89	5151.04	36000.00	-	-	-
31	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tot:	7.917	1382.22	10943.00	59.248	3783.25	224150.00	92.246	3646.77	336400.00

River Station

Daily suspended sediment water year 1352-53

Mon Day	Farvardin Mean Disch. m^3/sec	Farvardin Mean Conc. Mlg/l	Farvardin Load Tons	Ordibehesht Mean Disch. m^3/sec	Ordibehesht Mean Conc. MLg/l	Ordibehesht Load Tons	Khordad Mean Disch. m^3/sec	Khordad Mean Conc. MLg/l	Khordad Load Tons
1	21.00	2535.30	4600.00	8.96	1679.28	1300.00	3.52	1117.94	340.00
2	21.00	2535.30	4600.00	7.94	1457.64	1000.00	3.18	959.49	320.00
3	21.00	2535.30	4600.00	7.94	1457.64	1000.00	2.50	787.04	170.00
4	21.00	2535.30	4600.00	7.94	1457.64	1000.00	2.50	787.04	170.00
5	18.00	2314.81	3600.00	6.92	1421.64	850.00	2.31	751.62	150.00
6	20.00	2546.30	4400.00	6.92	1421.64	850.00	2.31	751.62	150.00
7	19.50	2492.82	4200.00	7.94	1457.64	1000.00	2.31	751.62	150.00
8	20.00	2546.30	4400.00	8.96	1679.28	1300.00	2.13	652.08	120.00
9	20.00	2546.30	4400.00	7.94	1457.64	1000.00	2.50	787.04	170.00
10	20.00	2546.30	4400.00	8.45	1506.71	1100.00	2.50	787.04	170.00
11	28.00	2976.16	7200.00	7.43	1479.86	950.00	2.31	751.62	150.00
12	267.12	9532.41	220000.00	6.92	1421.64	850.00	2.50	787.04	170.00
13	33.00	3156.60	9000.00	6.41	1354.17	750.00	2.84	937.38	230.00
14	28.00	2976.16	7200.00	5.90	1275.12	650.00	2.84	937.38	230.00
15	20.00	2546.30	4400.00	5.22	1108.68	500.00	2.50	787.04	170.00
16	16.60	2231.13	3200.00	4.20	1047.22	380.00	2.50	787.04	170.00
17	17.30	2274.65	3400.00	5.56	1248.96	600.00	2.50	787.04	170.00
18	19.00	2436.69	4000.00	5.22	1108.68	500.00	2.50	787.04	170.00
19	17.30	2274.65	3400.00	5.56	1248.96	600.00	3.18	1019.10	280.00
20	16.60	2231.13	3200.00	5.22	1108.68	500.00	3.18	1019.10	280.00
21	15.90	2183.80	3000.00	4.88	1043.52	440.00	2.84	1019.10	280.00
22	15.20	2132.06	2800.00	6.41	1354.17	750.00	2.84	1019.10	280.00
23	17.30	2274.65	3400.00	6.41	1354.17	750.00	2.31	751.62	150.00
24	14.50	2075.35	2600.00	5.56	1248.96	600.00	2.13	652.08	120.00
25	13.80	2012.85	2400.00	3.86	959.49	320.00	2.13	652.08	120.00
26	14.50	2075.35	2600.00	3.52	920.72	280.00	2.13	652.08	120.00
27	10.49	1765.39	1600.00	4.58	1070.72	420.00	2.84	1019.10	280.00
28	11.00	1788.77	1700.00	4.20	1047.22	380.00	2.84	1019.10	280.00
29	11.00	1788.77	1700.00	4.20	1047.22	380.00	2.31	751.62	150.00
30	11.70	1879.51	1900.00	4.20	1047.22	380.00	2.31	751.62	150.00
31	8.96	1679.28	1300.00	3.86	959.49	320.00	2.31	751.62	150.00
Tot:	69.878	4776.66	333800.00	16.346	1327.55	21700.00	6.378	873.80	6010.00

River Station

Daily suspended sediment water year 1352-53

Mon	Tir			Amordad			Shahrivar		
Days	Mean Disch. m^3/sec	Mean Conc. Mlg/l	Load Tons	Mean Disch. m^3/sec	Mean Conc. Mlg/l	Load Tons	Mean Disch. m^3/sec	Mean Conc. Mlg/l	Load Tons
1	2.31	751.62	150.00	1.20	295.14	30.60	1.20	295.14	30.60
2	2.13	652.08	120.00	1.20	295.14	30.60	1.20	295.14	30.60
3	1.94	596.64	100.00	1.20	295.14	30.60	1.20	295.14	30.60
4	1.76	526.04	80.00	1.38	402.52	48.00	0.83	223.15	16.00
5	1.57	479.17	65.00	1.20	295.14	30.60	0.83	223.15	16.00
6	1.76	526.04	80.00	1.20	295.14	30.60	0.83	223.15	16.00
7	1.76	526.04	80.00	1.20	295.14	30.60	1.01	233.80	20.40
8	1.76	526.04	80.00	1.20	295.14	30.60	1.01	233.80	20.40
9	1.76	526.04	80.00	1.38	402.52	48.00	0.64	171.76	9.50
10	1.76	526.04	80.00	1.20	295.14	30.00	0.64	171.76	9.50
11	1.76	526.04	80.00	1.01	233.80	20.40	0.83	223.15	16.00
12	1.57	479.17	65.00	1.01	233.80	20.40	0.83	223.15	16.00
13	1.76	526.04	80.00	1.20	295.14	30.60	0.83	223.15	16.00
14	1.57	479.17	65.00	1.38	402.52	48.00	1.01	233.80	20.40
15	1.76	526.04	80.00	1.20	295.14	30.60	1.20	295.14	30.60
16	1.76	526.04	80.00	1.20	295.14	30.60	1.20	295.14	30.60
17	1.76	526.04	80.00	1.38	402.52	48.00	1.01	233.80	20.40
18	1.57	479.17	65.00	1.76	526.04	80.00	0.64	171.76	9.50
19	1.76	526.04	80.00	2.13	652.08	120.00	0.64	171.76	9.50
20	1.57	479.17	65.00	1.76	526.04	80.00	0.47	113.31	4.60
21	1.57	479.17	65.00	1.76	526.04	80.00	0.40	98.38	3.40
22	1.76	526.04	80.00	1.20	295.14	30.60	0.30	131.13	3.40
23	1.76	526.04	80.00	1.20	295.14	30.60	0.30	131.13	3.40
24	1.76	526.04	80.00	1.38	402.52	48.00	1.77	523.15	80.00
25	1.76	526.04	80.00	1.57	479.17	65.00	1.77	523.15	80.00
26	1.57	479.17	65.00	1.38	402.52	48.00	1.57	479.17	65.00
27	1.57	479.17	65.00	1.57	479.17	65.00	1.38	402.52	48.00
28	1.57	479.17	65.00	1.57	479.17	65.00	1.38	402.52	48.00
29	1.38	402.52	48.00	1.38	402.52	48.00	1.38	402.52	48.00
30	1.38	402.52	48.00	1.38	402.52	48.00	1.20	295.14	30.60
31	1.38	402.52	48.00	1.38	402.52	48.00	1.01	233.80	20.40
Tot:	4.563	521.37	2379.00	3.643	391.33	1425.60	2.636	304.78	803.40

روش های ذکر شده فوق روشهای ساده ای است که فعلا" در آبهای سطحی مورد استفاده قرار میگیرد نتایج حاصله از ایستگاههائی که بیکی از روشهای فوق عمل میکنیم نسبتا" رضایت بخش است پیشنهاد میگردد که آبهای سطحی استانها هم همین روشها را بسته به نوع نمونه برداری از ایستگاهها بکار گیرند .

- روشهائی دیگری برای محاسبه دبی رسوب وجود دارد که استفاده ازآن بستگی به نظر کارشناس رسوب منطقه و اهمیت رسوب در ایستگاههای مربوطه ورزیدگی کادر رسوب استان دارد . مابطور اختصار چند روش را ذکرمیکنیم .

روش ا- میدانیم که منحنی تغییرات دبی رسوب - دبی آب روی کاغذ لگاریتم معمولا" خط مستقیم بفرمول $Q_s = aQ_w^b$ نشان داده میشود در این فرمول a و b ضرائب ثابتی هستند که باید برای هر ایستگاه تعیین شود . Q_s و Q_w دبی رسوب و دبی آب هستند برای تعیین ضرائب و بترتیب زیر عمل میکنیم :

فرض میکنیم از یک ایستگاه در طول سال n نمونه متوسط علظت روزانه و اندازه گیری دبی آب در نتیجه n دبی رسوب بدست آورده باشیم با قرار دادن n دبی رسوبی و n دبی آب در معادله $Q_s = aQ_w^b$ تعداد n معادله خواهیم داشت با دو مجهول a و b که برای حل چنین معادلاتی از روش کمترین مربعات بطریقه زیر عمل می نمائیم :

$$\text{معادله } n \begin{cases} Q_{s_1} = aQ_{w_1}^{\,b} \\ Q_{s_2} = aQ_{w_2}^{\,b} \\ Q_{s_3} = aQ_{w_3}^{\,b} \\ Q_{s_4} = a\text{-}Q_{w_4}^{\,b} \\ \cdots\cdots\cdots \\ \cdots\cdots\cdots \\ \cdots\cdots\cdots \\ QS_n = aQ_{w_n}^{\,b} \end{cases} \Longrightarrow \begin{cases} Q_{s_1} - aQ_{w_1}^{\,b} = V_1 \\ Q_{s_2} = aQ_{w_2}^{\,b} = V_2 \\ Q_{s_3} - aQ_{w_3}^{\,b} = V_3 \\ Q_{s_4} - aQ_{w_4}^{\,b} = V_4 \\ \cdots\cdots\cdots \\ \cdots\cdots\cdots \\ \cdots\cdots\cdots \\ QS_n - aQw^b = V_n \end{cases}$$

طبق تئوری کمترین مربعات : $\sum V^2 = Min$

$\sum V^2$ وقتی حداقل است که یک بار برحسب a ویکبار برحسب b مشتق بگیریم ومساوی صفرقرار دهیم دومعادله ودومجهول بدست می آید که پس ازحل بهترین جواب a و b بدست می آید که در n معادله فوق نسبتا " صدق میکند • برای احترازازعملیات زیاد وطولانی بودن آن نتیجه محاسبات را درزیرمی نویسیم

$Q_s = aQw^b$ $\quad$ Q_s دبی رسوب $\quad$ Q_w دبی آب

$x = \log Q_w$ $\quad$ b,a ضرایب ثابتی هستند

$y = \log Q_s$

$ssx = \sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}$

$ssy = \sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n}$ $\quad$ (n تعداد روزهای نمونه‌برداری شده)

$SD\ spxy = \sum y.x - \frac{\sum x \cdot \sum y}{n}$

$b = \frac{spxy}{ssx}$

$A = \frac{\sum y - b\sum x}{n}$

$a = 10^A$

ضریب همبستگی $R = \frac{spxy}{\sqrt{ssx.ssy}}$

مثال زیر آزمایشی است که روی یک ایستگاه انجام شده و نتایج آن در جدول زیر مشهود است

تاریخ نمونه‌برداری	دبی آب $Q_w = m^3/sec$	غلظت مواد رسوبی بستر حسب mig/lit.	دبی رسوبی Q_s Ton/day	$x = \log Q_w$	$y = \log Q_s$	x^2	y^2	xy
54.7.1	0.493	97.4	4.1487	-0.30715	0.61792	0.09434	0.38182	-0.1189
54.8.1	0.529	71.03	3.2446	-0.2765	0.51141	0.07647	0.26154	-0.1414
54.9.1	3.95	135.30	76.17518	0.59659	1.66441	0.35591	2.77201	0.99297
54.10.1	4.22	230.81	84.1551	0.62531	1.92508	0.39101	3.70593	1.20377
54.11.1	2.918	213.327	53.5729	0.46508	1.73046	0.21629	2.9951	0.80483
54.12.1	1.620	147.83	23.490	0.20951	1.3709	0.04389	1.87936	0.28721
55.7.1	15.105	560.32	731.3193	1.1791	2.86411	1.39027	8.20312	3.37707
55.3.1	0.762	220.94	14.58410	-0.11690	1.16381	0.01366	1.35445	-0.13406
55.3.1	0.246	99.538	2.11562	-0.60906	0.32543	0.37095	0.10590	-0.19820
55.4.1	0.818	320.56	22.6556	-0.08724	1.35518	0.00761	1.83650	-0.11822
55.5.1	0.654	148.94	8.41594	-0.18442	0.92510	0.02401	0.8556	-0.17060
55.6.1	0.473	204.21	8.34549	-0.32513	0.92145	0.10571	0.84907	-0.29959
				1.16919	15.37544	3.10012	25.1988	5.4124
				$\sum x$	$\sum y$	$\sum x^2$	$\sum y^2$	$\sum xy$

$$(\Sigma x)^2=(1.16,15)^2=1.3669117$$

$$\Sigma x^2 = 3.110012$$

$$n = 12$$

$$ssx=3.10012 - \frac{1.3669117}{12} = 2.9862108$$

$$ssy = 25.1988 - \frac{(15.37544)^2}{12} = 5.498636$$

$$spxy = 5.4124 - \frac{1.16915}{12} = 3.91438$$

$$b = \frac{spxy}{ssx} = \frac{3.91438}{2.9862108} = 1.3188$$

$$A = \frac{\Sigma y - b\Sigma x}{x} = \frac{15.37544-1.3188x1.16915}{12} = 1.152797$$

$$a = 10^A = 10^{1.152797} \xrightarrow[1.3188]{} = 14.216641$$

$$Q_s = 14.216641\ Q_w$$ معادله منحنی تغییرات دبی آب - دبی رسوب

$$R = \frac{spay}{ssx-ssy} = \frac{3.91438}{2.98621.498636} = 0.97$$

حال با مشخص شدن این معادله و با قرار دادن دبی متوسط روزانه آب در آن دبی رسوبی برای هر روز مشخص میشود که از جمع آنها دبی رسوبی ماهانه و سالانه بدست می آید برای تعیین غلظت متوسط روزانه همانطوریکه قبلا" هم اشاره شد از تقسیم دبی رسوبی بر حاصلضرب دبی آب × 0.0864 استفاده میکنیم

$$\text{غلظت متوسط روزانه}\ C\left(\frac{MLG}{Lit}\right) = \frac{Q_s\ (Ton/day)}{Q_w\ (m^3/sec).0.0864}$$

و بدین ترتیب اعداد بدست آمده را وارد فرم (D) میکنیم.

تذکر : لازم به یادآوری است که زمانی استفاده از فرمول فوق توصیه میشود که

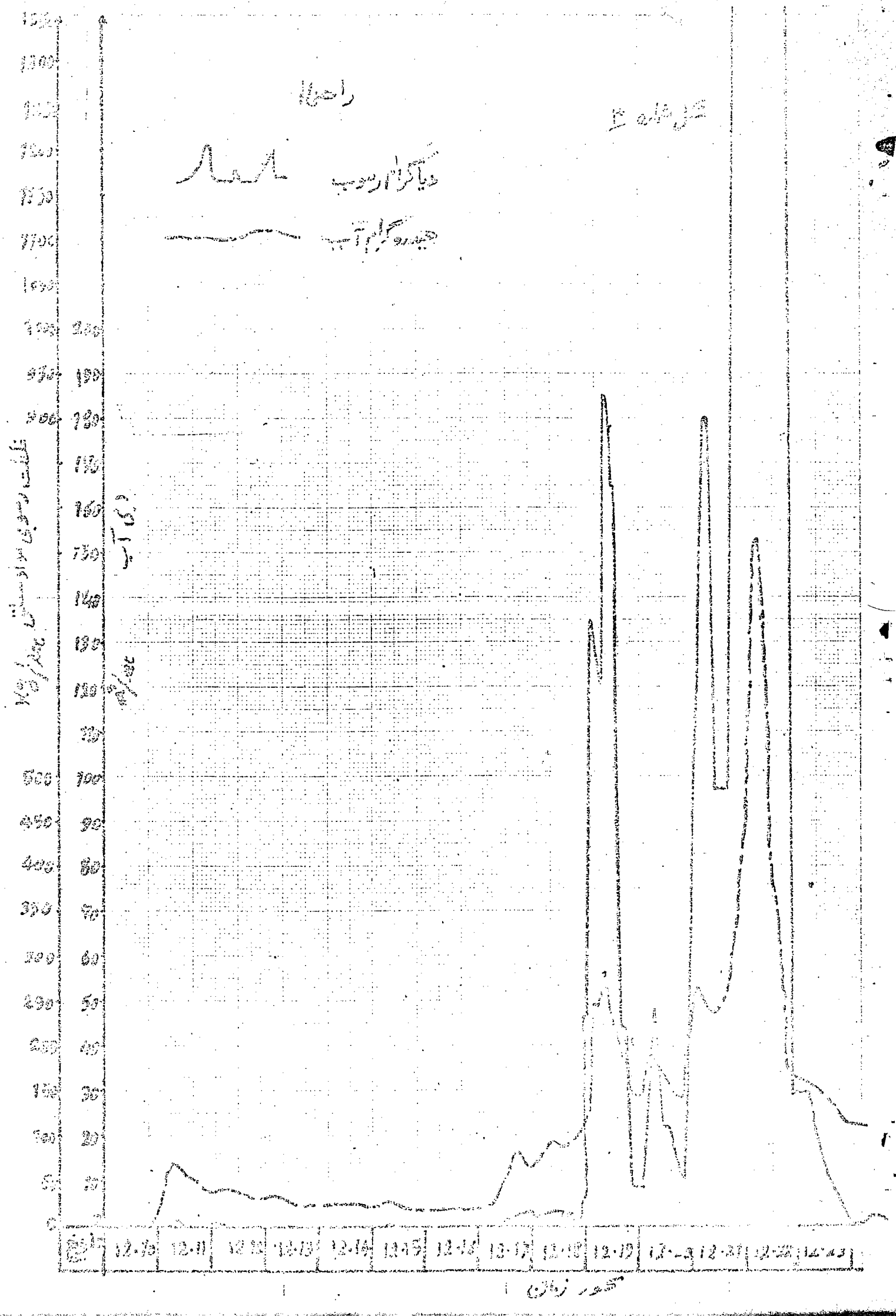
محاسب مطمئن باشد که نقاط روی کاغذ لگاریتمی در طول وجوی یک خط مستقیم باشد • همچنین باید نمونه برداری در مواقع سیلابی و پرآبی صورت گرفته و در محاسبات بکار رفته باشد اگر تراکم نقاط آنچنان باشد که بتوان بهتر از یک خط یا منحنی به آنها برازش داد باید برای هر خط معادله جداگانه نوشت و محاسبه نمود واضح است که هرچه ضریب R به یک نزدیکتر باشد همبستگی دبی رسوب و آب بیشتر بوده و استفاده از آن روش صحیحتر خواهد بود •

۲- در این روش محاسبه رسوب باین ترتیب است که ابتدا با استفاده از اوراق لیمنیگراف و منحنی یا جدول دبی اشل مربوطه هیدروگرام جریان آب را رسم میکنیم (برای فصل پرآبی) آنگاه با استفاده از هیدروگرام فوق و منحنی تغییرات دبی آب - دبی رسوب دیاگرام تغییرات دبی رسوب برحسب زمان را رسم مینمائیم با پلانیمتر از سطح زیر منحنی دیاگرام رسوب ، وزن کلی رسوب در یک پریود مورد نظر بدست میآید •

مثال :

با استفاده از اوراق لیمنیگراف مربوط به فصل پرآبی یک ایستگاه هیدروگرام و پس از آن دیاگرام رسوب ، در چند روز (۱۴ روز) از تاریخ ۵۸/۱۲/۱۰ تا ۵۸/۱۲/۲۳ در شکل شماره ۲ رسم شده است • برای تعیین میزان رسوب حمل شده در این مدت سیلابی تا باید تا باید سطح زیر منحنی دیاگرام رسوب پلانیمتر شود، این کار برای روزهائی که ممکن بود انجام شده و نتایج آن در جدول زیر مشهود است •

فواصل زمانی روز	سطح زیر دیاگرام (C_m^2)	وزن کل رسوب (Ton)
12.20 12.10	26.5	95400


راحت‌آباد
دیاگرام رسوب
هیدروگرام آب
شکل شماره ۳
غلظت رسوبی بر حسب میلی‌گرم/لیتر
دبی آب
مترمکعب/ثانیه
محور زمان

بطوری که در جدول مشاهده میشود ، سطح زیرمنحنی دیاگرام رسوب در یک فاصله زمانی معین برحسب سانتی مترمربع بدست آمده وباتوجه باینکه یک سانتی مترمربع ازاین سطح معادل ۲۶۰۰ تن رسوب است ، بنابراین میزان رسوبی که درفاصله زمانی مذکور(۱۱ روز) از رودخانه عبورکرده ۹۵۴۰۰ تن است.

در روزهائیکه بعلت تیزی فوق العاده زیاد دیاگرام رسوب وخارج شدن آن ازسطح کاغذ امکان پلانیمتری باشد بطریق زیرعمل میکنیم :

ابتدا سطح زیرسطح منحنی هیدروگرام جریان آب درفاصله زمانی که امکان پلانیمتری نیست حساب وبرفاصله زمانی مربوطه تقسیم میکنیم دبی متوسط آب درآن فاصله تعیین میشود بااستفاده ازاین دبی متوسط وبکار بردن منحنی تغییرات (دبی آب ـ دبی رسوب) متوسط دبی رسوب درفاصله زمانی مورد نظربدست میآید ورقم بدست آمده درتعداد ثانیه های فاصله زمانی مذکورضرب شده مقدارکل رسوب حمل شده دراین فاصله زمانی محاسبه میشود . جدول زیر :

فواصل زمانی روز	سطح زیر منحنی هیدروگرام Cm^2	حجم آب M-C-M	دبی متوسط آب m^3/sec	دبی متوسط رسوب Kg/sec	وزن کل رسوب Ton
12.21 تا 12.22	18.6	13.36	77.5	2000	345600

(لازم به تذکر است که هر سانتی متر مربع از هید روگرام معادل ۰/۷۲ میلیون متر مکعب است) .

اما برای بقیه ایام سال که دبی رودخانه تغییرات زیادی نداشته باشد میزان رسوب را بطریق زیر تعیین میکنیم :

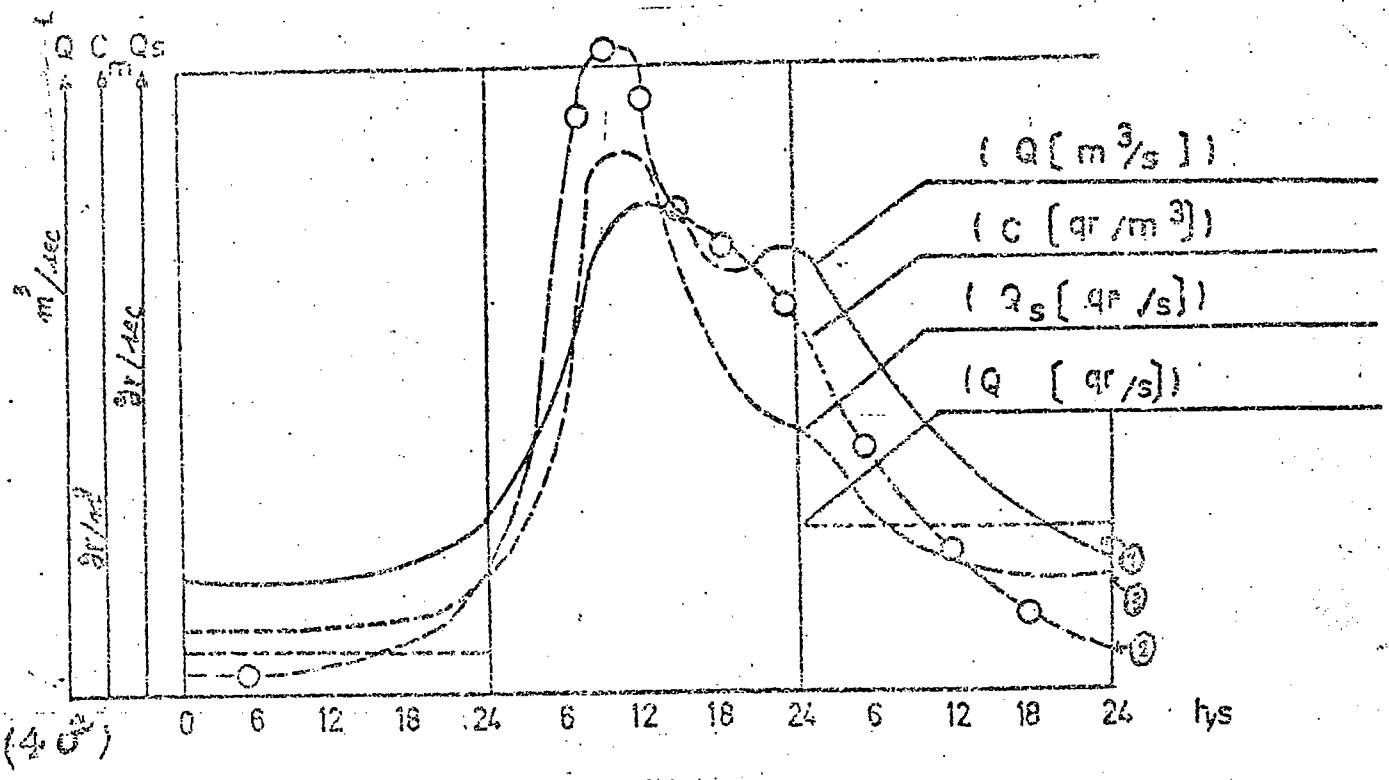
با توجه به جدول دبی متوسط روزانه آب برای هر تعداد روزیکه دبی آب تقریبا" مساوی باشد یک دبی متوسط بدست آورده با استفاده از دبی متوسط و منحنی تغییرات (دبی رسوب — دبی آب) دبی متوسط رسوب را در فاصله مزبور بدست می آوریم .

بدیهی است که برای بدست آوردن کل رسوب کافی است این رقم را در تعداد ثانیه های فاصله زمانی مذکور ضرب کنیم که با جمع مقادیر فوق اعم از ارقامی که از پلانیمتری سطح زیر منحنی دیاگرام و یا با استفاده از متوسط دبی روزانه آب و منحنی تغییرات دبی رسوب و دبی آب بدست آمده دبی سالانه رسوب تعیین میشود .

روش فوق در دو حالت یعنی هم برای مواقعی که هدف تعیین مقدار رسوب است که در طول سال از رودخانه رد شده و هم برای مواقعی که هدف تعیین رسوب روزانه یا لحظات متوسط روزانه است بکار گرفته میشود .

روش استفاده برای حالت اول گفته شد و برای حالت دوم متخصرا" شرح داده میشود .

در این حالت هم پس از آنکه با استفاده از اوراق لیمنیگراف و منحنی یا جدول دبی اشل هیدروگرام جریان آب را برای فصول پرآبی رسم کردیم، با استفاده از هیدروگرام سیل و منحنی تغییرات دبی آب - دبی رسوب دیاگرام تغییرات دبی رسوب برحسب زمان را رسم میکنیم (شکل ۴)



(شکل 4)

بطوری که در شکل مشاهده میشود سه منحنی که هر سه دارای یک محور افقی (محور زمان) و سه محور قائم متفاوت (Q, C_m, Q_s) است.

منحنی (۱) هیدروگرام جریان آب است که با استفاده از اوراق لیمنیگراف و جدول دبی اشل ترسیم شده و سیل سه روزه را نشان میدهد.

منحنی (۲) منحنی تغییرات ظلمت برحسب زمان است که با استفاده از منحنی تغییرات دبی آب ـ دبی رسوب و نیز تبعیت از هیدروگرام سیل ترسیم شده .

منحنی (۳) منحنی تغییرات دبی رسوب را برحسب زمان نشان میدهد که با استفاده از منحنی ۱ و ۲ یا حاصلضرب هر لحظه در دبی نظیر خود ش بدست آمده وسطح زیر این منحنی نماینده مواد رسوبی است که در پریود زمانی (سه ماه) از رودخانه رد شده است.

حال برای تعیین رسوب روزانه بطریق زیر عمل میکنیم .

۱ـ برای روزهائی که دبی رودخانه تغییرات زیادی نداشته باشد با استفاده از منحنی تغییرات دبی آب ـ دبی رسوب و با استفاده از دبی متوسط روزانه آب برای آن روزها حساب کرده و در فرم مربوطه مینویسیم .

۲ـ برای روزهای سیلابی با پلانیمتری کردن سطح زیر منحنی (۳) (منحنی تغییرات دبی رسوب برحسب زمان) محصور بین محور افقی و دو محور قائم (برای هر ۲٤ ساعت) مقدار رسوب را حساب میکنیم . پس از محاسبه مقادیر بدست آمده را می توان بطور مستقیم وارد فرم مربوطه کرد . بدین ترتیب فرم (۵) برای روزهای عادی و سیلابی تکمیل میشود .

با توجه به نتیجه دقت عملی که از این روش بدست آمده برای رودخانه ها یکسال محاسبه رسوب در آنها اهمیت دارد توصیه میشود .

۲ـ روش دبی کلاسه : در این روش دبی های آب روزانه یکسال را کلاسه

کرده (بترتیب نزولی) وبا استفاده ازمنحنی تغییرات دبی آب دبی رسوب دبی های رسوب نظیرهردبی آب رابدست میآوریم بدین ترتیب جدول دبی های رسوب کلاسه شده راخواهیم داشت . آنگاه بااستفاده ازاین جدول ، منحنی دبی کلاسه رسوب رابرای یکسال آبی رسم وبابالاتر ازسطح زیراین منحنی وزن کل رسوب سالانه (مواد معلق) رابدست میآوریم (استفاده ازاین روش برای تعیین رسوب یکساله یاچند ساله توصیه میشود همچنین بعلت دقیق بودن برای کنترل رسوب سالیانه روش های دیگر نیزبکارگرفته میشود .)

برای رسم منحنی دبی کلاسه بطریق زیرعمل میکنیم :

۱ـ اگر دیاگرام رسوب رسم شده باشد بارسم تعدادی خطوط موازی با محورزمان درروی این منحنی ، دبی رسوبی رابرای آن سال میتوان کلاسه کرد . بدین ترتیب که هرخطی بموازات محورزمان درید ستگاه مختصات فوق رسم شود نمایشگردبی رسوب معینی بوده ودیاگرام رسوب رادرتعدادی نقاط قطع میکند که میتوان تعداد روزهائی راکه دبی رسوب ازآن مقدارمعین بیشتر است پیدا کرد مثلا" درشکل شماره ۳ تعداد روزهائی که غلظت رسوب آنها Q_s ۱۰۰۰۰ باشد یکروزاست زیرا خط نماینده دبی رسوبی دوروزاکه موازی محور زمان رسم شده دیاگرام رسوب رادرپاره خطی بطول ۱۲ mm قطع میکند که نماینده ۲۴ ساعت (یکشبانه روز) است وبهمین ترتیب برای غلظت های دیگر مثل ۵۰۰ و ۲۰۰ و ۱۰۰ ۰۰۰۰۰ تعداد روزهائی که غلظت رسوبی آنها

ازاعداد مذکورمساوی یابزرگترباشند تعیین وجدول دبی کلاسه رسوب راتعیین میکنیم.

۲ـ اگردیاگرام رسوب نداشته باشیم دبی های آب روزانه راکلاسه کرده با استفاده ازمنحنی تغییرات دبی آب ـ دبی رسوب ـ دبی های رسوب نظیر هردبی رابدست میآوریم وجدول دبی های رسوب راکلاسه میکنیم.

جدول دبی کلاسه زیرمربوط به یکی ازایستگاههای اطراف تهران است که برای رسم منحنی دبی کلاسه تهیه شد.

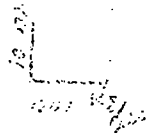
تعداد روزها	Q S	دبی رسوب
۱	Kg/sec	۱۰۰۰۰
۲	"	۶۰۰۰
۴/۵	"	۳۰۰۰
۱۴	"	۱۰۰۰
۲۹	"	۵۰۰
۴۷/۵	"	۲۰۰
۵۷/۵	"	۱۰۰
۸۰	"	۵۰
۱۰۵	"	۱۰

برای رسم منحنی دبی کلاسه : با استفاده ازکاغذ میلیمتری روی محورافقی غلظت رسوب وروی محورقائم تعداد روزهارا رسم وازتقاطع آنها نقاطی

بدست میآید که با دخل آنها لزوم متحنی ذیل [illegible] برای [illegible]
کردن سطح زیر منحنی و ضرب در مقیاس [illegible] کل [illegible] سالانه
آن ایستگاه منحنی میگردد (شکل شماره ۵ منحنی دبی ذاتی)

یادآوری [illegible] واضح است که منحنی دبی کلاسه برای [illegible] زیاد [illegible]
قابل استفاده نیست ولی با این منحنی میتوان در مورد تعداد روزهائی که [illegible]
رسوب زیاد یا کمی دارد قضاوت کرد . همچنین بعلت دقت زیادی که در محاسبه
مقدار رسوب سالانه با رسوب بی کلاسه وجود دارد میتوان از این روش علاوه بر محاسبه
مقادیر بدست آمده از روشهای دیگر را نیز کنترل کرد .

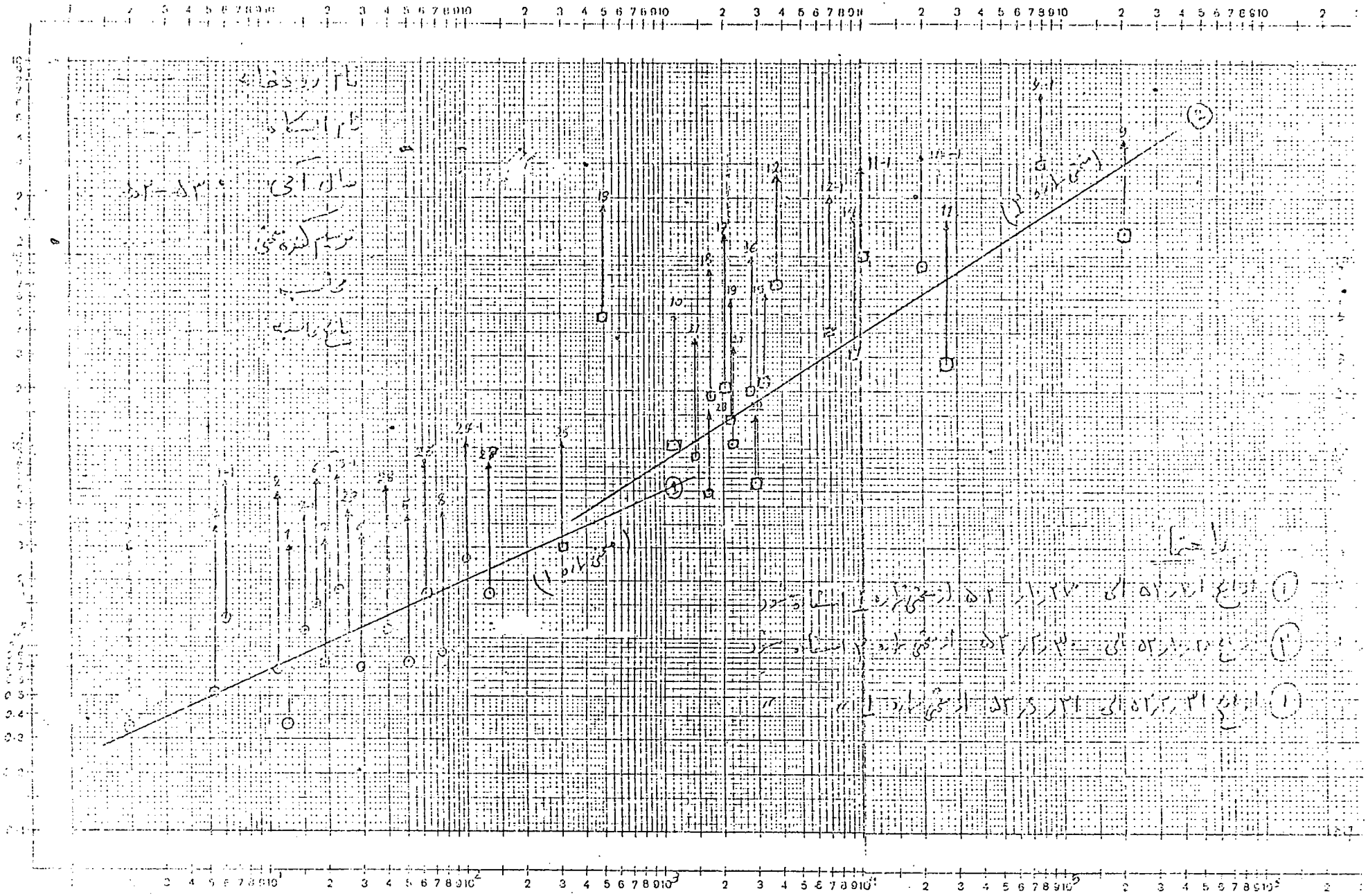
شکل ۵



$1\,cm^2 = \frac{400 \times 70 \times 3\,64400}{10^3} = 345600$ تن ..... در دیتگاه ..... رسوب رودخانه

$S = 15.57\,cm^2$

سالیانه ..... $S = 345600 \times 15.57 = 5380992$ (تن) مجموع رسوب سالیانه



استان .....
رودخانه .....
ایستگاه .....
سال آبی .....

(فرم A)

وزارت نیرو
دفتر بررسیهای منابع آب
بخش آبهای سطحی
جدول محاسبه دبی رسوب معلق

شماره ردیف	تاریخ نمونه برداری	دبی آب m³/sec	دبی رسوب Ton/day	K= Gm/Cf	غلظت نقطه غلظت Cm	غلظت متوسط Cf	دبی ثابت m³/sec	دبی رسوب Ton/day
۱								
۲								
۳								
۴								
۵								
۶								
۷								
۸								
۹								
۱۰								
۱۱								
۱۲								
۱۳								
۱۴								
۱۵								
۱۶								
۱۷								
۱۸								
۱۹								
۲۰								
۲۱								
۲۲								
۲۳								
۲۴								
۲۵								
۲۶								
۲۷								
۲۸								
۲۹								
۳۰								
۳۱								

مسئول آزمایشگاه .....

رئیس
نماینده .....

فرم B

نام روستا: .....

محل ایستگاه: .....

وزارت نیرو
بخش آبهای سطحی
محاسبه دبی

روستا	تاریخ	ساعت برداشت نمونه	مقطع برداشت (فاصله از ساحل) A	B	C	دبی سطحی	اشل به سانتیمتر	دبی مقطع مکعب در ثانیه	فلاش P.P.M	مقدار رسوب تن در روز	ملاحظات

فرم (C)

نام استان
نام رودخانه
محل ایستگاه
سال آبی

وزارت نیرو

دفتر بررسیهای منابع آب (بخش آبهای سطحی)

برگ نمونه برداری و آزمایش مواد رسوبی معلق

ردیف	تاریخ برداشت	ساعت برداشت	فاصله از ساحل به متر	درجه حرارت	اشل بسانتی متر	وزن قوطی + کاغذ	وزن کاغذ	شماره قوطی	حجم نمونه برحسب سانتیمتر مکعب	وزن قوطی + کاغذ + رسوب	وزن رسوب خالص	غلظت میلیگرم در لیتر	ملاحظات
۱													
۲													
۳													
۴													
۵													
۶													
۷													
۸													
۹													
۱۰													
۱۱													
۱۲													
۱۳													
۱۴													
۱۵													
۱۶													
۱۷													
۱۸													

(D) (P)

No.									
Day									
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									
31									

(E ۲)

رود خانه در river at

۱ـ موقعیت ایستگاه عرض جغرافیائی N

طول جغرافیائی E

۲ـ تجهیزات ایستگاه Equipments

الف ـ اشل A-Staff gage

ب ـ لیمنگراف B-Water level recorder

ج ـ پل تلفریک C-Cable way

د ـ باران سنج معمولی D-Normal rain gage

۳ـ سطح حوزه آبریز Km^2 کیلومترمربع 3-Drainage area

۴ـ تاریخ تاسیس ایستگاه 4-Installed

۵ـ آمار رسوب در دست از سال 5-Records available from

۶ـ علامت روزهائی که نمونه برداری شده 6-Indicates days with sediment sampling*

۷ـ دقت آمار 7-Accuracy of data

۸ـ حداکثر دبی روزانه رسوب در سال ( ) تن در روز

8-Max.Daily sediment discharge ( ) Ton/day

۹ـ مجموع آب سالیانه میلیون متر مکعب

9-Yearly total water ($MIL\ M^3$)

۱۰ـ مجموع رسوب سالیانه تن

10-Yearly Total SED. (Ton)

۱۱ـ متوسط غلظت سالیانه میلی گرم در لیتر

11-Mean yearly conc. (mg/lit)