

بررسی اندازه ذرات در امتداد بستر گراولی رودخانه چنداب بر اساس اختلافات آماری، الگوی فاصله برای تعیین ناپیوستگی‌های رسوبی

پرویز انصاری راد^۱، سادات فیض نیا^۲

۱- استادیار مجتمع آموزش عالی پیامبر اعظم (ع)، تهران، ایران

۲- استاد دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

چکیده

بررسی تغییرات اندازه ذرات در بستر رودخانه چنداب در شرق تهران بر اساس مجموعه‌ای از اطلاعات صحرایی انجام شده است. فرض اولیه تغییر اندازه ذرات مبنایی برای آزمون تغییرات اندازه ذرات برحسب فاصله است. کاربرد تکنیک‌های استاندارد (ANOVA Analysis of variations) به دلیل واریانس نابرابر نمونه‌ها و توزیع غیرنرمال آنها نامناسب می‌باشد. تغییرات میانگین بین نمونه‌های درون سایت مهم نیست، توزیع اندازه ذرات موجود در درون سایت‌ها نشان دهنده محیط رسوبی محل نمونه‌برداری می‌باشد. اختلاف میانگین اندازه ذرات در طول رودخانه چنداب در محل بین سایت‌ها مهم است که به دلیل تأثیر ورود کانال‌های فرعی تغییرات لیتولوژی ساختار زمین‌شناسی و در نهایت به تکتونیک منطقه بستگی دارد. این امر مبنایی برای نشان دادن تغییرات اندازه ذرات برحسب فاصله در جهت ریز شدن می‌باشد. تغییرات بافتی در امتداد رودخانه پیچیده و نشانگر کاهش جزئی اندازه ذرات است. (در طول ۲۵ کیلومتر). در این مقاله عوامل موثر بر ناپیوستگی‌های رسوبی به ویژه تأثیر ورود کانال‌های فرعی و تغییرات لیتولوژیکی مورد مطالعه قرار گرفته است. تعیین منشأهای جانبی رسوبات برای تفسیر تغییرات بافتی در رودخانه اساسی است. تغییر اندازه ذرات قویاً در محل تغذیه‌های جانبی (کانال‌های فرعی) بوده و طبقه‌بندی اندازه ذرات بر طبق موقعیت آنها در درون محل‌های تغذیه از نقطه نظر آماری تغییرات بافتی را نشان می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: آزمون، چنداب، میانگین، واریانس، ANOVA

مقدمه

رودخانه و شکل طولی آن بر اساس پارامترهای مختلفی از جمله تغییرات بافتی (Pizzutto1992, Mackin1984) تغییرات حاصل

تنوع اندازه ذرات در بستر رودخانه‌های گراولی مورد توجه رسوب شناسان متعددی قرار گرفته است. چگونگی کنترل مورفولوژی کانال

Pizzutto (۱۹۹۵) [۶] با توجه به منشأهای رسوبی متفاوت در رودخانه‌ها تلاش زیادی جهت بررسی رسوبات در محل تلاقی رودها و تغییرات بافتی آن انجام داده‌اند.

- Sternberg (۱۸۷۵) در مطالعات خود متوجه شباهت رسوبات انشعابات و بستر اصلی رودخانه شد. [۶]

- Mackin, (۱۹۴۸) معتقد است که در رودخانه‌های در حال تعادل قطر ذرات نمی‌تواند به صورت سیستماتیک تغییر کند. [۶]

- Miller (۱۹۵۸) عقیده دارد که عامل اصلی تغییرات اندازه ذرات در بستر رودخانه، رسوبات درشت دانه حاصل از انشعابات فرعی می‌باشد [9].

مطالعات اخیر حاکی از این امر است که تجزیه مواد در پایین دست رودخانه‌ها عامل اصلی جورشدهگی رسوبات است. در طی این پژوهش منشأهای رسوبی در طول رودخانه چنداب مورد بررسی قرار گرفته است. از آن جایی که انشعابات فرعی رسوبات

از سایش (Kodama,1994 ، Kuenen,1956)

جورشدهگی (Ferguson,1996) هـوازدهگی (Bradley,1970) ، تاریخ ژئومورفیک Shaw and Kellerhals (1982) انشعابات فرعی (Miller 1958) و بازسازی محیط‌های قدیمی (Mayer, 1957) صورت پذیرفته است [9].

اندازه ذرات در طول بستر رودخانه به طرف پایین دست کاهش می‌یابد که فرآیند سایش ذرات و حمل و نقل انتخابی آنها از مهم‌ترین عوامل مؤثر در این امر می‌باشد. در اثر فرآیند سایش؛ ذرات ورقه ورقه، سائیده و خرد می‌شوند که این امر سبب کاهش اندازه ذرات به سمت پایین دست می‌شود. طی فرآیند حمل و نقل انتخابی نیز ذرات درشت‌تر در بخش‌های بالادست ته‌نشین شده و ذرات ریزتر به سمت پایین دست حرکت می‌نمایند. (Russell,1939)

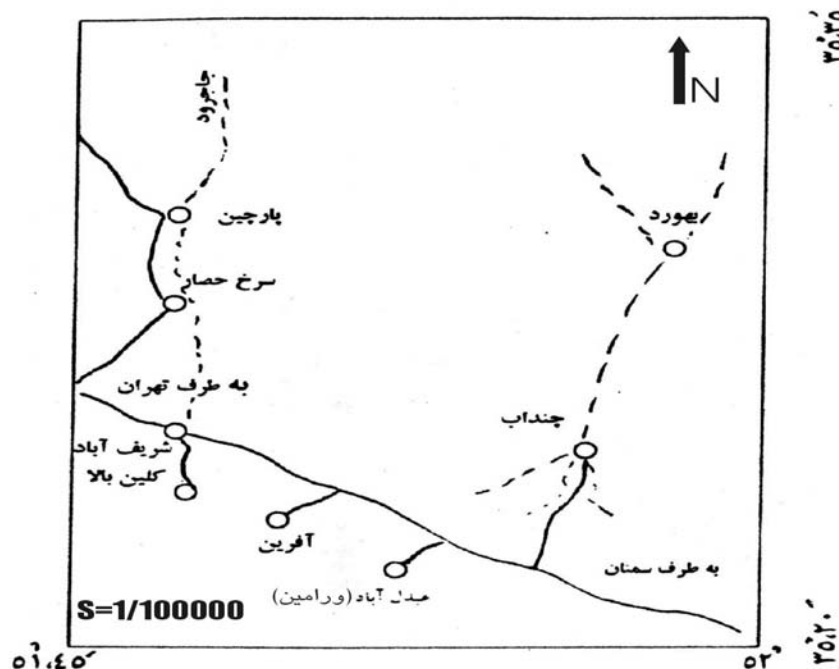
الگوی تغییرات بافتی ذرات در طول کانال رودخانه قابل بررسی می‌باشد (Troutman (۱۹۸۰) و

خاصی را وارد کانال اصلی رودخانه می‌نماید سبب تغییرات در جور شدگی و سایش ذرات می‌شود. بهترین روش برای تفسیر تغییرات بافت در امتداد رسوبات آبرفتی، بررسی تغییرات بر اساس فاصله از منشأ می‌باشد. به عنوان نمونه در سری‌های رسوبی که شکستگی ندارند تنوع ذرات کاهش می‌یابد. بررسی بافت رسوبات برای تفکیک منشأهای جانبی اهمیت زیادی دارد. در این پژوهش منشأهای جانبی و مدل‌های تغییر بافت در سیستم آبرفتی رودخانه چن‌داب مورد بررسی قرار گرفته و به سؤالاتی از قبیل تعیین منشأ رسوبات از طریق اندازه آنها، چگونگی تنوع ذرات در یک سایت ارتباط بین اندازه ذرات و آن سایت چگونه است پاسخ داده شده است.

رودخانه چن‌داب از ارتفاعات قره آغاج در شمال حوضه منشأ گرفته و به سمت جنوب (دشت علی‌آباد) جاری می‌شود. رودخانه مزبور از

دو انشعاب اصلی چن‌داب و کانال مجاور حوضه حمامک تشکیل شده که انشعاب چن‌داب در فواصل مختلف توسط چهار انشعاب فرعی تغذیه می‌شود. منطقه مورد مطالعه در طول جغرافیایی 55° ، 51° تا 52° شرقی و عرض جغرافیایی 25° ، 35° تا 35° شمالی واقع شده و مساحت آن $83/583$ کیلومتر مربع بوده و دو سرشاخه اصلی آن در دهانه حوضه به هم دیگر متصل می‌شوند. میانگین بارندگی سالانه در حوضه برابر $183/5$ میلی‌متر می‌باشد. ماکزیم ارتفاع حوضه 2475 متر و مینیمم ارتفاع 1120 متر است. محدوده مورد مطالعه متشکل از یک سری چین خورده با روند شمال‌غربی- جنوب‌شرقی است که طی آن مجموعه‌ای از سازندهای با سن ائوسن میانی تا عهد حاضر رخنمون یافته‌اند. از لیتولوژی‌های مهم حوضه می‌توان به توف، آندزیت، مونزونیت، سیلت سنگ، گلسنگ، ماسه سنگ، کنگلومرا، شیل، ژئپس و

آبرفت‌های عهد حاضر اشاره کرد. نقشه شکل (۱) موقعیت جغرافیایی حوضه را نشان می‌دهد.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

مواد و روش‌ها

چگونگی انتخاب محل

نمونه‌برداری

یک رودخانه رسوبات را به صورت متنوعی حمل می‌کند. مشاهدات نشان‌دهنده این امر است که در فاصله چندین کیلومتری بافت ذرات تغییر می‌کند. لذا باید مطالعه تنوع بافت در طول رودخانه و نمونه‌برداری در محدوده‌های سدهای رودخانه‌ای انجام شود. این امکان وجود دارد که تغییرات رسوبی محلی

با تغییرات بافتی در طول رودخانه اشتباه شوند. بنابراین پیدا شدن بافت‌های مختلف در داخل سدهای حاشیه‌ای غیر سیستماتیک دور از انتظار نیست. (Dawson, 1982) [9].

در این پژوهش به دلایل زیر مواد دانه درشت جهت مطالعه بافت رسوبی انتخاب شده‌اند.

الف) مواد دانه درشت به آسانی قابل تشخیص هستند.

برداشت و اندازه آنها تعیین گردیده است [9].

محل نمونه‌برداری‌ها از بخش‌های فعال کانال رودخانه بوده و برای مطالعه تغییرپذیری گراول‌ها اندازه‌گیری ذرات و آمار آنها از رابطه $(\psi = \text{Log } 2D)$ استفاده شده که در این رابطه D قطر ذرات بر حسب میلیمتر است. ضمناً به واسطه مرسوم بودن رابطه $(\psi = -\phi)$ در بین رسوب شناسان از رابطه مزبور استفاده شده است. نمونه‌هایی که از ۱۸ محل در طول رودخانه چنداب برداشت شده‌اند در نقشه شکل (۲) نشان داده شده‌اند. به خاطر تنوع در محل نمونه‌ها بافت نمونه‌ها دارای تنوع است. در هر محل جهت برداشت از قسمت‌های فعال دانه درشت شبکه‌ای تعیین شده است. ابعاد شبکه متنوع بوده اما شکل آن یکسان می‌باشد. فاصله نقاط نمونه‌برداری در درون هر سایت بین ۲۵ سانتیمتر تا ۰/۵ متر در نظر گرفته شده است.

(ب) مواد مزبور در طول کانال رودخانه بیشترین فراوانی را دارند.

(ج) این بخش از رسوبات به شدت تحت تأثیر ناهمواری کانال هستند.

(د) رسوبات فوق مستقیماً به وسیله مکانیسم هیدرولیک رودخانه کنترل می‌شوند. (مقاومت و سایش).

در هنگام نمونه‌برداری رعایت نکات زیر ضروری است:

(الف) نمونه‌برداری باید از بخش فعال بستر صورت پذیرد.

(ب) رسوبات ساکن که توسط خزه و گل‌سنگ پوشیده شده‌اند، تحت تأثیر رژیم جریان رودخانه نبوده و نباید از آنها نمونه‌برداری کرد.

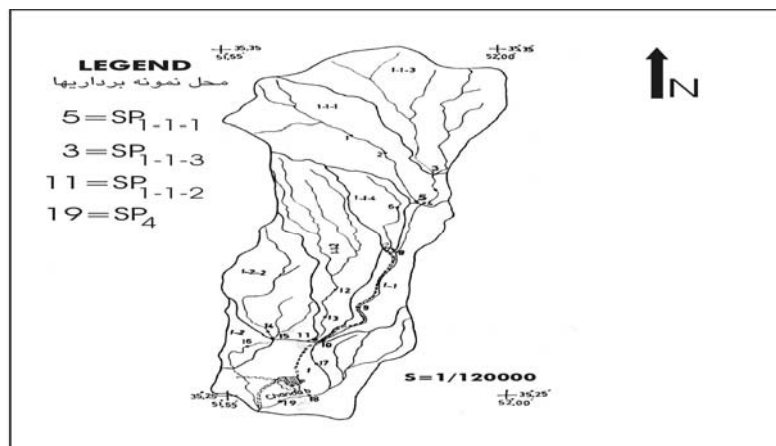
(ج) مکان‌هایی در وسط کانال به دلیل دور بودن از فرآیندهای ارگانیک برای نمونه‌برداری مناسب هستند.

در این پژوهش نمونه‌برداری به روش WOlman (1954) صورت پذیرفته که طی آن قطعات تخریبی با دست از سطح بستر رودخانه

تغییرات اندازه ذرات

میزان Ψ_{50} (نصف فراوانی)،
 Ψ (میانگین اندازه ذرات)،
 S^2 (واریانس)، a_3 (کج
 شدگی)، a_4 (کشیدگی) برای هر
 محل محاسبه شده است. (جدول
 ۱)

برای نمایش تغییرات اندازه
 ذرات در هر محل و بین محل‌ها
 (سایت‌ها) منحنی تجمعی
 اندازه ذرات ترسیم شده
 است. (نمودار ۳ تا ۲۰). بر
 اساس دیگرام‌های یاد شده



شکل ۲ - نقشه پراکنده‌گی توزیع ضرایب غنی‌شدگی
 مس در منطقه اکتشافی علی‌آباد

Ψ_{95}	Ψ_{50}	واریانس	کج شدگی	کشیدگی	رد چابک استاندارد انحراف	میانگین	آماري اي
۵/۰۵	۴/۱۰	۰/۶۴	۰/۱۴	۱/۳۵	۰/۸۰	۲/۱۹	SP ¹ ₁₋₁₋₁
۴/۹۰	۳/۸۵	۰/۵۹	۰/۱۲	۰/۹۸	۰/۷۷	۱/۸۷	SP ¹ ₁₋₁₋₁
۴/۷۵	۳/۸۳	۰/۴۵	۰/۰۶	۰/۷۸	۰/۶۷	۱/۸۴	SP ¹ ₁₋₁₋₁
۵/۱۰	۴/۱۵	۰/۵۶	۰/۰۱	۱/۱	۰/۷۵	۱/۱۸	SP ¹ ₁₋₁₋₂
۴/۶۰	۳/۸۷	۰/۲۹	۰/۰۸	۱/۰۱	۰/۲۴	۱/۸۱	SP ¹ ₁₋₁₋₂
۴/۶۵	۳/۸۵	۰/۳۴	۰	۰/۹۵	۰/۵۸	۱/۷۵	SP ¹ ₁₋₁₋₂
۴/۶۰	۳/۷۵	۰/۵۵	۰/۱۹	۰/۷۱	۰/۷۴	۱/۷۹	SP ¹ ₁₋₁₋₃
۴/۲۵	۳/۳۵	۰/۱۹	۰/۱۵	۱	۰/۴۴	۱/۴۹	SP ¹ ₁₋₁₋₃
۴/۷۰	۳/۷۰	۰/۵۹	۰/۳۵	۰/۷۷	۰/۶۱	۱/۷۰	SP ¹ ₁₋₁₋₄
۴/۳۵	۳/۷۰	۰/۱۹	۰/۱	۰/۷۹	۰/۴۴	۱/۵۹	SP ² ₁₋₁₋₄
۴/۹۰	۳/۸۵	۰/۵۹	۰/۱۶	۰/۹۷	۰/۷۷	۱/۹۰	SP ¹ ₁₋₁
۵/۵۰	۳/۹۵	۰/۸۳	۰/۱۸	۰/۹۸	۰/۹۱	۱/۹۱	SP ² ₁₋₁
۵	۴/۰۵	۰/۶۶	۰/۰۴	۱/۰۵	۰/۸۱	۱/۰۷	SP ³ ₁₋₁
۴/۷۰	۴	۰/۳۶	-۰/۰۳	۱/۰۸	۰/۶۰	۱/۹۷	SP ¹ ₁₋₂₋₂
۴/۷۵	۳/۷۵	۰/۵۵	۰/۱۹	۰/۹۴	۰/۷۴	۱/۷۸	SP ¹ ₁₋₂
۵/۲۰	۳/۹۳	۰/۹۲	۰/۱۶	۱/۰۵	۰/۹۶	۱/۰۳	SP ¹ ₁
۵/۴۰	۴	۱/۲۸	۰/۱۹	۰/۹۴	۱/۱۳	۱/۱۷	SP ² ₁
۴/۹۰	۳/۶۸	۰/۵۸	۰/۲۹	۰/۹۲	۰/۷۶	۱/۷۸	SP ³ ₁

جدول ۱ - پارامترهای آماری نمونه‌های مختلف رودخانه چن‌داب

آنالیز تغییرات اندازه ذرات

برای اولین بار Kellerhals, Chllich (1978) بر اساس مدل واریانس اندازه ذرات در داخل محل و بین محل‌های مختلف را مورد ارزیابی قرار دادند. استفاده از مدل واریانس (analysis of Anova) (variance) که بر اساس محاسبات آماری باشد مستلزم شمارش و اندازه‌گیری است. سه اصل اساسی در این روش‌ها نرمال بودن توزیع نمونه‌ها، واریانس برابر و مستقل بودن آنها می‌باشد. Cliff و Ord (1981) امکان ارتباط در داده‌های جغرافیایی را به روشی بیان کردند. آنها دو شرط اساسی برای نمونه‌برداری در نظر گرفتند:

الف) برای نمونه برداری باید فاصله بین نمونه‌ها مشخص شود به طوری که محل‌های تعیین شده خارج از منطقه تحت تأثیر هیدرولیک یکدیگر بوده و نزدیک هم باشند [9].

ب) وسعت محل‌های نمونه‌برداری و بافت داخل آنها باید مشخص گردد. با توجه به اینکه در این روش تعداد نمونه‌ها ۴۰۰ قطعه می‌باشد، لذا ۴۰۰ قطعه دانه درشت از هر سایت برداشت و مشاهده شده است. لذا خط‌های استاندارد قابل چشم‌پوشی است. Box (1953), Tan (1982) دیگران با بررسی روش Anova به این نتیجه رسیدند که این روش شدیداً از غیر نرمال بودن نمونه‌ها تأثیرپذیر است. بالاخره در هر صورت نقض فرض غیر مساوی بودن واریانس‌ها مسئله مهمی است. Box (1954) با به کارگیری دامنه محدودی از واریانس‌ها ($\theta = \delta^2 \max / \delta^2 \min \leq 3$) به این نتیجه رسید که نامساوی بودن واریانس‌ها در صورت یکسان بودن اندازه نمونه‌ها به طور اساسی از روند آزمون F تبعیت نمی‌کند. در مقابل مونت کارلو با به کارگیری $\theta^2 \leq 25$ به این نتیجه رسید که حتی اگر نمونه‌ها اندازه مشابهی داشته باشند خط‌های

یک توزیع نرمال $\alpha_4 = 0$ (می‌باشد) و بقیه نمونه‌ها توزیع غیرنرمال دارند. با توجه به این که اختلاف زیادی در واریانس‌های بین نمونه‌ها وجود دارد (جدول ۱) لذا جهت مقایسه میانگین نمونه‌ها با واریانس‌های مختلف از آزمون آماری Chi - Square استفاده شده است.

آنالیز واریانس با استفاده از آزمون آماری Chi - Square (Dijkstar 1988).

در صورتی که تعداد نمونه‌ها $J=1$ تا K باشد، تعداد مشاهدات n_j ، میانگین اندازه ذرات Ψ_j و S_j^2 واریانس باشد. در حالت $H_0 = \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k$ بین میانگین نمونه‌ها اختلاف وجود نداشته و فرض صفر تأیید می‌شود.

$$C = \sum_{j=1}^k W_j (\Psi_j - X)^2$$

$$X = \frac{\sum_{j=1}^k W_j \Psi_j}{w}$$

$$W = \sum_{j=1}^k W_j$$

$$W = n \frac{j}{S_j}$$

نوع I در شرایط غیرواقعی آشکار می‌شوند. مقدار θ^2 برای نمونه‌های ولمن در رودخانه چنداب برابر $45/39$ می‌باشد که این مقدار با دقت نسبتاً مناسبی از محدوده فرض صفر تجاوز می‌کند. بدین ترتیب روش استنادارد Anova بر مبنای آزمون F روش نامناسبی است. تمام نمونه‌های برداشت شده از رودخانه چنداب در نمودار (۲) نمایش داده شده است این شکل نشانگر این امر است که دنباله در ذرات ریز بوده و تغییر جهت ذرات به سمت ذرات درشت است.

Sach (1982) دیاگرامی مطابق نمودار (۱) در شکل (۳) را برای تعیین نرمال و غیرنرمال بودن نمونه‌ها ارائه کرد. در مستطیل کوچک داخل این دیاگرام احتمال غیرنرمال بودن نمونه‌ها کمتر از یک درصد است. یعنی فقط $5/56$ درصد از نمونه‌های رودخانه چنداب نرمال هستند. (برای یک توزیع متقارن $\alpha_3 = 0$ و برای

می‌شود، یعنی اختلاف معنی‌دار است. (بین واریانس‌ها اختلاف مهمی وجود دارد). مطابق جدول (۳) در تمام محل (سایت‌ها) $X^2 < C$ می‌باشد. در نتیجه فرض صفر تأیید می‌شود که این امر نشان‌دهنده اختلاف ناچیز بین میانگین ذرات در داخل سایت‌ها می‌باشد. در صورتی که آزمون آماری Chi - Square برای مقایسه ذرات بین سایت‌ها به کار رود نتیجه جالبی به دست می‌آید.

مطابق جدول (۴) در ۱۸ سایت رودخانه چنداب $C > X^2$ می‌باشد که این امر نشان‌دهنده اختلاف میانگین اندازه ذرات در بین سایت‌ها است. در نتیجه در این حالت فرض صفر رد می‌شود

پس از عملیات فوق با استفاده از $d_f = k - 1$ مقدار درجه آزادی (d_f) را محاسبه و با استفاده از جدول مجذور خی می‌توان مقدار X^2 را با $a = 0.01$ به دست آورد. در صورتی که $X^2 > C$ باشد فرض صفر تأیید می‌شود. یعنی بین میانگین‌ها تفاوت قابل توجه و مهم نیست. اگر $C > X^2$ باشد فرض صفر رد می‌شود یعنی تفاوت بین میانگین‌ها مهم است. روش فوق برای ۱۸ سایت در رودخانه چنداب مورد استفاده قرار گرفته که نتایج آن در جدول (۲) آمده است.

K تعداد نمونه‌ها، N تعداد مشاهدات، A واریانس بین نمونه‌ها، B واریانس داخل نمونه‌ها، $V = A/B$ جایی که $V > F$ باشد فرض صفر رد

جدول ۲- مربوط به آزمون Brown - Forsythe برای رودخانه چنداب

نام رودخانه	K	N	A	B	V=A/B	$F_{(\alpha=0/01)}$
چنداب	۱۸	۱۸۰۳	۰/۵۹	۰/۰۴	۱۴ / ۷۵	۱ / ۹۶۰

جدول ۳- مقایسه نمونه ها در داخل سایتها به روش مجذور کا (χ^2)

نام نمونه	K	W	X	C	$\chi^2 \alpha=0/05$	$\chi^2 \alpha=0/1$
SP ¹ ₁₋₁₋₁	۳	۱۱۱,۹ ۰۹	۱,۹۹ ۳	۲,۹۱ ۸	۰,۹۹	۴,۶۱
SP ² ₁₋₁₋₁	۳	۱۷۴,۱ ۰۱	۱,۸۳ ۴	۱,۹۷ ۰	۰,۹۹	۴,۶۱
SP ³ ₁₋₁₋₁	۴	۲۱۸,۶ ۶۴	۱,۸۳ ۸	۲,۶۴ ۰	۷,۸۱	۶,۲۰
SP ¹ ₁₋₁₋₂	۳	۱۷۳,۱ ۴۳	۲,۱۲ ۷	۲,۷۲ ۰	۰,۹۹	۴,۶۱
SP ² ₁₋₁₋₂	۳	۰۲۸,۰ ۰۹	۱,۸۱ ۷	۰,۹۰ ۹	۰,۹۹	۴,۶۱
SP ³ ₁₋₁₋₂	۳	۲۹۱,۶ ۱۸	۱,۷۰ ۸	۲,۱۹ ۰	۰,۹۹	۴,۶۱
SP ¹ ₁₋₁₋₄	۳	۲۰۶,۶ ۶۱	۱,۷۳ ۲	۱,۸۳ ۳	۰,۹۹	۴,۶۱
SP ² ₁₋₁₋₄	۳	۰۴۱,۳ ۳۷	۱,۰۳ ۰	۰,۷۰ ۹	۰,۹۹	۴,۶۱
SP ¹ ₁₋₁₋₃	۳	۱۸۹,۰ ۳۰	۱,۷۶ ۱	۲,۴۱ ۶	۰,۹۹	۴,۶۱
SP ² ₁₋₁₋₃	۳	۰۳۷,۰ ۳۹	۱,۴۶ ۶	۳,۸۲ ۲	۰,۹۹	۴,۶۱
SP ¹ ₁₋₁	۳	۱۷۱,۶ ۱۴	۱,۸۹ ۸	۱,۱۷ ۳	۰,۹۹	۴,۶۱
SP ² ₁₋₁	۳	۱۲۰,۸ ۶۴	۲,۰۴ ۹	۰,۸۲ ۸	۰,۹۹	۴,۶۱
SP ³ ₁₋₁	۳	۱۴۹,۲ ۰	۲,۰۰ ۶	۱,۹۷ ۹	۰,۹۹	۴,۶۱
SP ¹ ₁₋₂₋₂	۳	۲۷۷,۳ ۸۰	۱,۹۰ ۱	۳,۹۷ ۷	۰,۹۹	۴,۶۱
SP ¹ ₁₋₂	۴	۱۷۶,۸ ۰۰	۱,۷۶ ۸	۱,۰۸ ۳	۷,۸۱	۶,۲۰
SP ¹ ₁	۳	۱۱۰,۸ ۷۰	۲,۰۰ ۳	۰,۰۴ ۰	۰,۹۹	۴,۶۱
SP ² ₁	۳	۸۱,۱۱ ۴	۲,۲۰ ۱	۲,۶۲ ۴	۰,۹۹	۴,۶۱
SP ³ ₁	۴	۱۸۱,۴ ۳۰	۱,۸۰ ۲	۳,۲۲ ۲	۷,۸۱	۶,۲۰

جدول ۴- مقایسه نمونه ها در بین سایتها به روش مجذور کا (χ^2)

نام رودخانه	تعداد سایت	W	X	C	$\chi^2 \alpha=0/001$
چناب	۱۸	/۴۱۴۳ ۶۹	/۱ ۸۱	۱۱۹۴۶ ۹۱/	۴۰/۷۰

تفسیر و تعیین منشأهای جانبی رسوبات

مشاهده شده در داخل بستر است، F_i بیانگر مجموع تأثیر فرآیندهای سایش و جورشدگی در طول حرکت ذرات از منشأ تا مکان رسوبگذاری می‌باشد. g_i عامل وزن رسوب بوده و بیانگر توزیع دانه‌ها از منشأ تا محل نشست است. L_i فاصله منشأ تا محل رسوبگذاری، e_w عامل

در طول رودخانه چناب منشأ رسوبات جانبی متعدد می‌باشد، به همین دلیل تعداد زیادی نمونه از بستر رودخانه برداشت شده است. براساس یک سری مشاهدات مدل زیر ارائه شده است که در آن Ψ اندازه ذرات

رسوبات جانبی ایجاد شده است. در جایی که رسوبات جانبی وارد رودخانه می‌شوند باید معین کرد که آیا تأثیر آن بر روی رسوبات دائمی است یا گذرا هم چنین آیا آن $F(L_i)$ را خنثی می‌کند.

علت تغییرات بین محله‌های نمونه برداری

تشخیص علت تغییرات در بین محله‌های نمونه برداری ساده نیست. تنها می‌توان مقدار e_w را از قبل بر اساس تشابه نمونه‌ها محاسبه نمود. تخمین تغییرات ذاتی در بین سایت‌ها e_b از طریق تغییرات بین ذرات در طول آبراهه‌های فرعی (زیر حوضه‌ها) قابل اندازه‌گیری است. با وجود فاصله بین سدها در طول رودخانه نمی‌توان پذیرفت که نمونه‌ها تحت تأثیر فاصله قرار نگرفته‌اند.

مقدار تأثیر فاصله قبل از تعیین $F(L_i)$ امکان‌پذیر نبوده و تعیین $F(L_i)$ نیز قبل از تعیین فاصله انفصال‌ها ممکن نیست. اگر $\Psi_U > \Psi_D$ باشد انفصال‌ها در جهت مثبت عمل

خطای درون سایت است. که برای هر Ψ ویژه با موقعیت نمونه‌ای سایت در مقیاس سد رسوبی تعیین می‌شود. e_b عامل خطای بین سایت‌ها می‌باشد که بر اساس تغییرات بین سدهای رسوبی اصولاً براساس فرمول C محاسبه می‌گردد.

(Paola, Pers, comm, 1977)

$$\Psi = \sum_i g_i F_i(L_i) + e_w + e_b$$

اصلاحات ثانویه‌ای باید در این فرمول انجام شود. F_i تحت تأثیر میزان سایش ذرات براساس لیتولوژی و جورشدگی براساس خصوصیات فیزیوگرافی حوضه است. عامل وزن g_i می‌باشد که به مقاومت ذرات و فاصله از منشأ بستگی دارد. جهت بررسی بیشتر از رابطه زیر استفاده شده است.

$$\Psi = F(L_i) + e_w + e_b$$

$(e_w + e_b)$ برای کل واریانس‌های رسوبات محاسبه شده و در نتیجه رابطه‌ای بین اندازه ذرات و فاصله به دست می‌آید.

مشکل اساسی مربوط به تغییرات بین سایت‌ها می‌باشد که در اثر ورود

دست شود، پس در صورت مشاهده تغییرات مثبت، چنین می‌توان نتیجه گرفت که فاصله بین سایت‌ها عاملی برای تغییرات ذرات بین سایت‌ها می‌باشد. در نمونه‌های معین از یک سایت می‌توان Ψ_{50} و Ψ_{95} را تعیین نمود و خطای استاندارد را محاسبه کرد که این کار در مکان‌هایی که تغییرات اندازه ذرات مثبت است صورت می‌گیرد.

آزمون t را زمانی که اندازه ذرات در نمونه‌های سایت‌های متوالی اختلاف داشته باشند به شرط آن که این اختلاف از مقدار حاصل از تصادفی بودن نمونه‌ها بیشتر باشد می‌توان به کار برد. در صورتی که فرض صفر بین دو نمونه متوالی توسط این آزمون رد شود آن نقطه مکانی برای شروع مشاهدات سایت بعدی می‌باشد.

برای تخمین واریانس در داخل سایت نیاز به درصد ذرات هر دو نمونه می‌باشد. جهت تعیین خطاهای استاندارد δ_{WP} برای یک نمونه از نمونه‌های

می‌کنند و مشکل حل می‌شود. در این رابطه Ψ_D مقدار اندازه ذرات در پایین رودخانه و Ψ_U مقدار ذرات در بالا رود فرض شده است. اگر میزان حمل ذرات ریزدانه به اندازه کافی باشد در امتداد رودخانه اندازه ذرات کاهش می‌یابد. در رودخانه (East fork) رسوبات با منشأ انسانی عامل اصلی چنین تغییرات هستند.

سام بورك، اسمیت و فرگوسون (۱۹۹۵) نقش بدلندهای درومهلر (Drumheller) را در حمل و نقل و جابجایی گراول و ماسه‌های رودخانه (red deer) به روشنی بیان کردند. در رژیم حاکم بر رودخانه حمل ذرات درشت‌دانه همراه با ذرات ریزدانه می‌باشد. بنابر این در تعیین حمل انفصالی‌ها (ورودی جانبی) می‌بایست بر افزایش اندازه ذرات در پایین رودخانه توجه ویژه داشت. اگر فرض شود که فرآیندهای جورشدگی و سایش سبب کاهش در اندازه ذرات به سمت پایین

فاحش باشد فرض صفر رد می‌شود که این حالت در بین سایت‌ها موجود است. این اختلاف را نمی‌توان به درون سایت ربط داد. زیرا اختلاف درون سایت مربوط به تغییرات ذاتی (جورشدگی، فاصله، خطای نمونه‌برداری و غیره) می‌باشد. (جدول ۵)

ورودی‌های جانبی و ارتباط

رسوبی

منشأهای جانبی (کانال‌های فرعی) به صورت یک سری از آبراهه‌های با خصوصیات بافتی مجزا تعریف می‌شوند که سبب ایجاد تغییرات بافتی در امتداد رودخانه اصلی می‌شوند. آبراهه‌های کوچک و ورودی‌های کوچک تراکم‌تر باعث تغییرات بافتی در رسوبات داخل و بیرون سایت می‌شوند. تعیین منشأهای جانبی بر اساس تشخیص تغییرات روند اندازه ذرات در طول رودخانه صورت می‌گیرد. البته در ارزیابی پتانسیل منشأهای جانبی بررسی قدرت حمل و نقل رودخانه حیاتی می‌باشد که

ولن (wolman) می‌توان با استفاده از واریانس درون سایت بر اساس شش نمونه مشابه در اطراف آن عمل نمود.

برای تخمین خطای استاندارد درون سایت δ_{pp} ، واریانس δ_{WP} و انحراف استاندارد میانگین را به نسبت مشاهدات خاص ترکیب می‌کنند. برای مقایسه Ψ_{50} یا Ψ_{95} دو نمونه متوالی مقدار t به صورت زیر قابل محاسبه است:

$$t = \frac{\Psi_{PD} - \Psi_{PU}}{\sqrt{\delta_{PD}^2 + \delta_{PU}^2}}$$

در این جا اندیس D مربوط به نمونه پائین رود و اندیس U مربوط به نمونه بالا رود می‌باشد. انحراف استاندارد محاسبه شده $(\delta_{WP}, \delta_{PP})$ بسته به روش نمونه برداری می‌تواند با $(\delta_{PD}, \delta_{PU})$ جابه‌جا شده و متناسب با آن درجه آزادی به روش معمول محاسبه شود.

نمونه‌های متوالی باید از طریق آزمون t مقایسه شده و سپس فرض صفر مورد ارزیابی قرار گیرد. اگر اختلاف بین اندازه ذرات

رودخانه در نظر گرفت. ما چنین آبراهه‌هایی را منشأ جانی در نظر می‌گیریم.

تعیین معادله ضریب سایش

درون سایتها

پس از تعیین محل تغذیه‌های جانی براساس آزمون t می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که در درون سایتها کاهش اندازه ذرات از معادله زیر پیروی می‌کند.

$$\Psi = \Psi_0 + al$$

در این معادله Ψ_0 قطر ذرات در منشأ و L فاصله از منشأ (برحسب کیلو متر) و a ضریب سایش می‌باشد. معادله مزبور براساس برقراری رگرسیون‌های مختلف خطی، $(\text{depoticial, exp, } L_n)$ براساس فاصله از منشأ و Ψ_{50} و Ψ_{95} برقرار شده و ضریب کاهش اندازه ذرات در درون سایت معین گردیده است. نتایج این عملکرد در جداول (۶) و (۷) آمده است. ضمناً نمودار (۳) در شکل (۳) نشان دهنده رابطه خطی معادله مزبور می‌باشد.

باید در بررسی‌های صحرایی مورد توجه قرار گیرد.

در طول رودخانه چن‌داب پنج آبراهه وجود دارد که شاخه اصلی را تغذیه می‌کنند محل ناپیوستگی در رسوبگذاری به وسیله نقاط توپر در نمودار (۴)، شکل (۳) نمایش داده شده‌اند این نقاط نشانگر تغییرات میزان Ψ_{50} در پایین دست رودخانه است. وجود یا عدم وجود تغییرات بین سایت براساس Ψ_{95} برای تفسیر سرشاخه‌ها موثر است که داده‌های Ψ_{95} در شکل مشخص شده است. مطابق معمول باید اندازه ذرات در طول رودخانه کاهش یابد، اما در محل اتصال آبراهه‌ها به طور ناگهانی افزایش در اندازه ذرات مشاهده می‌شود که نشانگر تغذیه جانی است.

در بیشتر حالات روند تغییر اندازه ذرات شدید است. در مکان‌هایی که روند تغییر اندازه ذرات عوض می‌شود آن را می‌توان به کافی بودن رسوبات جانی وارده برای تغییرات بافت در مسیر

جدول ۵- بررسی آزمون t در سایتهای متوالی بستر رودخانه چن‌داب

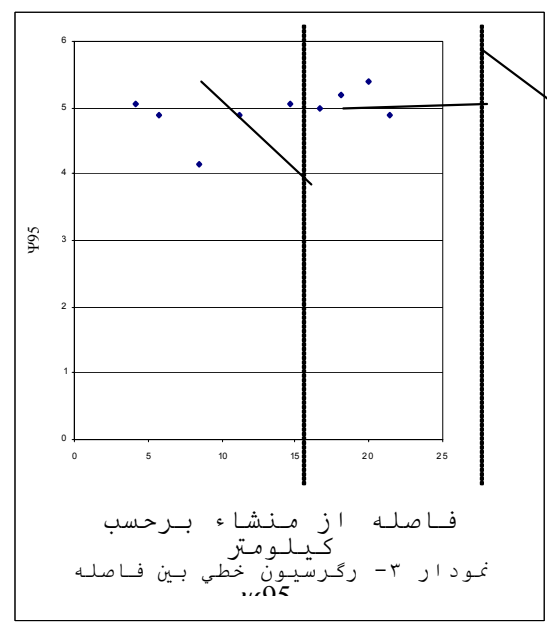
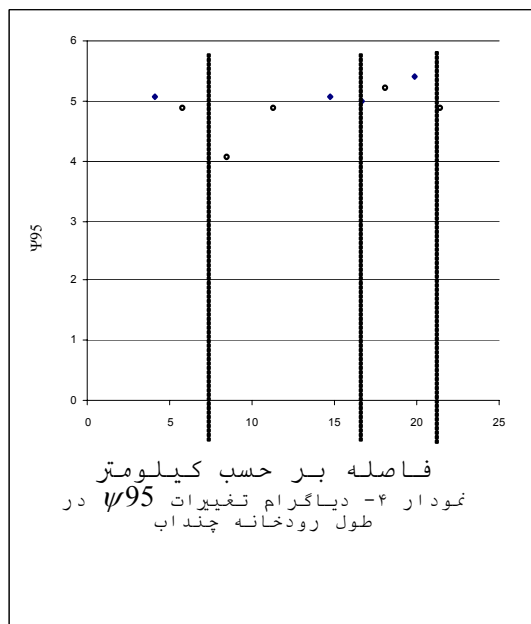
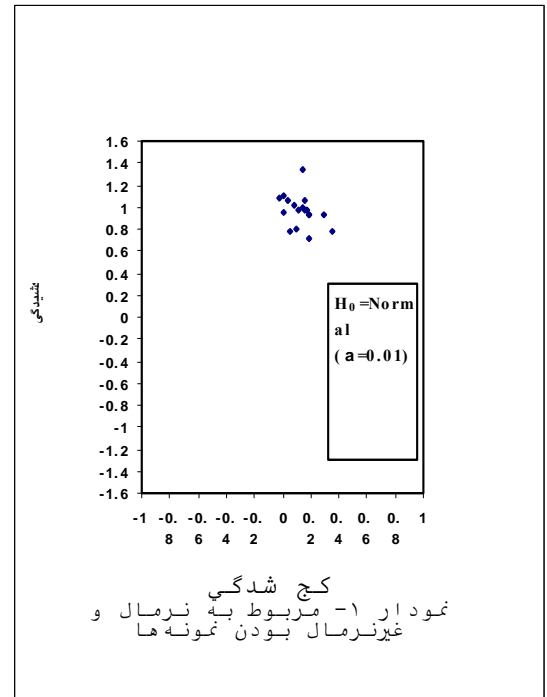
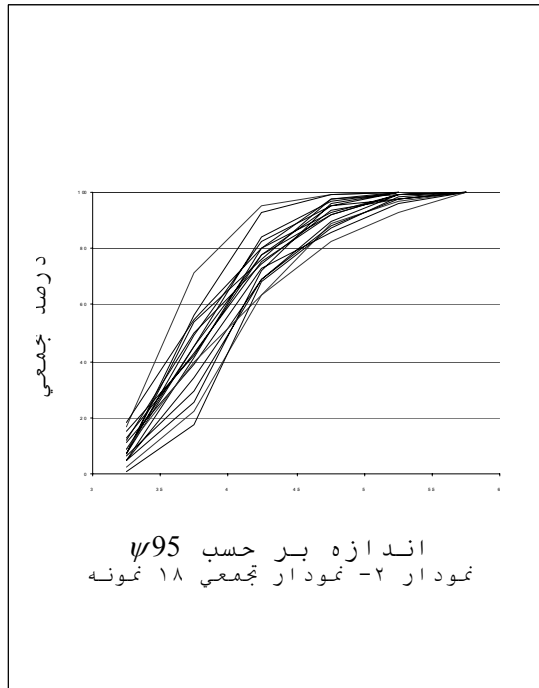
نام سایتهای متوالی	آزمون t (95%)	استیودنت t جدول	فرض صفر $H_0 = \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k$	دلیل رد H_0 تایید
$SP^1_{1-1-1} \rightarrow SP^2_{1-1-1}$	۱,۷۳	۱,۶۴۵	رد	ورود رسوباتی از سازندهای هزاردره، E_2^t, O^{LC}, M_1
$SP^2_{1-1-1} \rightarrow SP^3_{1-1-1}$	۲,۰۲	۱,۶۴۵	رد	ورود رسوباتی از سازندهای هزاردره
$SP^3_{1-1-1} \rightarrow SP^1_{1-1}$	۲,۰۲	۱,۶۴۵	رد	ورود رسوبات E_2^t, O^{LC}, M_1, E_v
$SP^1_{1-1} \rightarrow SP^2_{1-1}$	۱,۴۷	۱,۶۴۵	تایید	تشابه بافتی
$SP^2_{1-1} \rightarrow SP^3_{1-1}$	۰,۴۷	۱,۶۴۵	تایید	عدم ورود رسوبات جانی
$SP^3_{1-1} \rightarrow SP^1_{1-1}$	۱,۷۷	۱,۶۴۵	رد	ورود رسوبات زیر حوضه ۱-۱-۲
$SP^1_{1-1} \rightarrow SP^2_{1-1}$	۱,۲۷	۱,۶۴۵	تایید	عدم ورود رسوبات جانی
$SP^2_{1-1} \rightarrow SP^3_{1-1}$	۳,۵۶	۱,۶۴۵	رد	ورود رسوبات سازندهای هزاردره در اثر فرسایش رودخانه ای

جدول ۶- رگرسیونهای مختلف برای نمونه‌های زیر حوضه‌های چن‌داب (Ψ_{50})

نام سایت	معادله سایش به روش خطی	معادله سایش به روش $\exp(L)$	معادله سایش به روش $\ln(L)$	معادله سایش به روش depotencial
۱-۱-۱	$\Psi_{50} = 4.28 - 0.058 L$	$\Psi_{50} = 69.79 * e^{-3.05L}$	$\Psi_{50} = 4.097 - 0.13 \ln(L)$	$\Psi_{50} = 4.29 * L^{-0.014}$
ضریب همبستگی (r)	۰/۸۳	۰/۸۳	۰/۹۹۵	۰/۸۳
۱-۱	$\Psi_{50} = 33.44 + 0.036L$	$\Psi_{50} = 25.60 * e^{1.86L}$	$\Psi_{50} = 2.66 - 4.88 \ln(L)$	$\Psi_{50} = 3.47 * L^{0.0091}$
ضریب همبستگی (r)	۰/۹۸۹	۰/۹۸۵	۰/۹۸	۰/۹۹
۱	$\Psi_{50} = 5.247 - 0.0696L$	$\Psi_{50} = 110.205 * e^{-3.12L}$	$\Psi_{50} = 7.848 - 1.33 \ln(L)$	$\Psi_{50} = 5.557 * L^{-0.018}$
ضریب همبستگی (r)	۰/۷۰	۰/۶۸	۰/۶۸	۰/۷۰

جدول ۷- رگرسیونهای مختلف برای نمونه‌های زیر حوضه‌های چن‌داب (Ψ_{95})

نام سایت	معادله سایش به روش خطی	معادله سایش به روش $\exp(L)$	معادله سایش به روش $\ln(L)$	معادله سایش به روش depotencial
۱-۱-۱	$\Psi_{95} = 5.319 - 0.0687L$	$\Psi_{95} = 191.52 * e^{-9.21L}$	$\Psi_{95} = 5.65 - 4.2 \ln(L)$	$\Psi_{95} = 146.8 * L^{-0.007}$
ضریب همبستگی (r)	۰/۹۹	۰/۹۹	۰/۹۸	۰/۸۷
۱-۱	$\Psi_{95} = 4.684 + 0.021L$	$\Psi_{95} = 103.79 * e^{2.98L}$	$\Psi_{95} = 4.19 + 2.999 \ln(L)$	$\Psi_{95} = 144.05 * L^{0.003}$
ضریب همبستگی (r)	۰/۷۵۷	۰/۷۹	۰/۷۴	۰/۸۰
۱	$\Psi_{95} = 6.77 - 0.081L$	$\Psi_{95} = 426.68 * e^{-12.52L}$	$\Psi_{95} = 9.74 - 1.53 \ln(L)$	$\Psi_{95} = 207.08 * L^{-3.34 * 10^{-4}}$
ضریب همبستگی (r)	۰/۵۵	۰/۵۲	۰/۴۹	۰/۷۹



شکل ۳- نمودارهای مربوط به اندازه ذرات، تغییرات طول و کج شدگی ذرات

نتیجه گیری

- ۱- استفاده از آزمون آماری بارت لت به دلیل این که $94/44$ درصد از نمونه‌ها غیرنرمال هستند در طول رودخانه چن‌داب امکان‌پذیر نیست.
- ۲- نتایج آزمون آماری F در رودخانه چن‌داب نشانگر رد فرض صفر در طول مسیر رودخانه می‌باشد. اما با توجه به این که این روش شدیداً تحت تأثیر همگنی نمونه‌ها نمی‌باشد، استفاده از آن نیز نتایج چندان دقیقی را ارائه نمی‌دهد.
- ۳- با توجه به این که روش Chi-Square تحت تأثیر همگنی نمونه‌ها است، در این مطالعات از این روش استفاده شده که نتایج آن بدین ترتیب می‌باشد:
الف) در بخش‌هایی از رودخانه فرض صفر تأیید می‌شود (به این مکان‌ها درون سایت گفته می‌شود)
ب) فرض صفر مابین بخش‌های همگن رد می‌شود. (منظور بین سایت‌های مختلف)
- ۴- با توجه به رد شدن فرض صفر بین سایت‌ها می‌توان گفت در این نقاط تغذیه‌های جانبی صورت می‌گیرد.
- ۵- برای تعیین محل‌های دقیق تغذیه جانبی بین نمونه‌های متوالی آزمون t بر اساس Ψ_{50} و Ψ_{95} برقرار شده و مکان‌هایی که فرض صفر رد می‌شود به عنوان محل تغذیه‌های جانبی مشخص شده است.
- ۶- محل تغذیه‌های جانبی عموماً منطبق بر آبراهه‌ها و گاهی منطبق بر محل فرسایش رودخانه‌ای است.
- ۷- پس از تعیین محل تغذیه‌های جانبی در درون هر سایت رگرسیون‌هایی مابین فاصله و Ψ_{50} و Ψ_{95} برقرار گردیده و در نتیجه ضریب سایش رودخانه‌ای در محل درون سایت‌ها محاسبه شده است که در طراحی سازه‌های مختلف در بستر رودخانه از اهمیت خاصی برخوردار است.
- ۸- تاثیر لیتولوژی در رودخانه چن‌داب بر ناپیوستگی‌های رسوبی چشمگیر بوده و یک عامل اصلی محسوب می‌شود.

۱۰- با توجه به تعیین محل تغذیه‌های جانبی، می‌توان عملیات کنترل رسوب و آبخیزداری در مکان‌های یاد شده مورد بهره برداری قرار گیرد.

۹- کانال‌های فرعی با لیتولوژی‌های مختلف کانال اصلی را تغذیه می‌کند، به همین دلیل سبب تغییر اندازه ذرات در کانال اصلی می‌شود.

منابع

- 7- Mosley, M. P. and Tindale, D.S, (1985). "Sediment variability and bed material sampling in gravel-bed rivers", *Earth Surface Processes and Landforms*, V. 10, P. 465-482.
- 8- Nelson, J. M. Schmeckle, M. W. And Shreve, R. L, (2001). "Turbulence and Particle entrainment" *Gravel Bed Rivers* 5, Chapter 2, Niwa, P. 221-248.
- 9 - Rice, S. and Church, M, (1999). "Grain size along to gravel - bed river: Statistical Variation, spatial Pattern and sedimentary Links", *Earth Surface Processes and Landforms*, V. 23, P.345 -363.
- 10- Schmeckle, M.W. and Nelson, (2003). "Numerical Simulation of bedload Transport using a local dynamic boundary condition": *Sedimentology*, V. 50, no. 2, P. 279-302.
- ۱- دلاور، علی، نقش‌بندی، س، (۱۳۷۷)، روش‌ها و تحلیل آماری، نشر ارسباران.
- ۲- دلاور، علی، (۱۳۶۹)، روش‌های آماری، انتشارات پیام نور.
- ۳- موسوی‌حرمی، سیدرضا (۱۳۶۷)، رسوب‌شناسی، انتشارات آستان قدس رضوی.
- ۴- معتمد، احمد، (۱۳۶۶)، رسوب‌شناسی، جلد ۱، انتشارات دانشگاه تهران.
- ۵- مدنی، حسن، (۱۳۷۳)، مبانی زمین‌آمار، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر.
- 6- Ichim, I. and Radoane, M. (1990). "Channel Sediment Variability along a river: a Case Study Of the Siret River (Romania)", *Earth Surface Processes and Landforms*, V.15, P. 211-215.