

## خصائص مواد قعر نهر دجلة في مدينة الموصل

خليل ابراهيم عثمان  
مركز بحوث السدود والموارد المائية  
ايمن طالب حميد  
كلية الهندسة - الهندسة المدنية  
جامعة الموصل

استلم 2011/5/16، قبل للنشر 2012/8/29، نشر على الانترنت 2013/7/18

### الخلاصة

تم في هذه البحث دراسة خصائص مواد قعر نهر دجلة في مدينة الموصل حيث تم اختيار مقطع طولي من النهر تمتد من منطقة بادوش شمالا الى نهاية مدينة الموصل بطول 35 كم ، اختيرت تسعة مقاطع للنمذجة خلال مقطع النهر، عند كل مقطع تم جمع نماذج من مواد القعر السطحية والتحت السطحية ومن على ضفتي النهر. اظهرت نتائج التحليل لهذه النماذج ان الطبقة السطحية الحصوية لنهر دجلة ذات قيمة  $D_{50}$  تساوي 33 ملم ، وانها متكونة من الحصو الخشن جدا وبنسبة 42 % والحصى الخشن وبنسبة 36% وان نسبة الرمل تكاد تكون معدومة في هذه الطبقة وان حبيبات هذه الطبقة متألفة من حبيبات ذات شكل قرصي وبنسبة 51% ثم المسطح بنسبة 19% و الكروي بنسبة 17 % واخيرا الاسطواني وبنسبة 13% ، النتائج بينت ايضا ان الضفة اليمنى للنهر ذات حبيبات اخشن من حبيبات الضفة اليسرى للنهر. الطبقة التحت سطحية لقعر النهر مكونة من الحصو والرمل وبقية  $D_{50}$  مساوي لـ 17 ملم، والصنف السائد في هذه الطبقة هي من الحصى الخشن وبنسبة 29%، نسبة الرمل في هذه الطبقة كانت بحدود 17%. ان الطبقة التحت السطحية لمواد قعر النهر لا تتأثر و لا تحصل فيها اي تغيير نتيجة للجريان لكونها محمية بالكامل بطبقة الحصى السطحية. اظهرت المقارنة بين نتائج هذه الدراسة مع دراسات سابقة الى عدم وجود تغير ملحوظ في خصائص مواد قعر النهر عن النتائج السابقة سوى تغيرات بسيطة في الطبقة السطحية للنهر من جرف لبعض الحبيبات الناعمة وان النهر وفي ظل الظروف الحالية من بقاء تصارييف النهر ضمن حدود  $500\text{m}^3/\text{s}$  سوف يبقى محافظا على نفس هذه الخصائص لمواد القعر مستقبلا.

**الكلمات الدالة :** مواد القعر السطحية ، مواد القعر التحت السطحية ، نهر دجلة ، مدينة الموصل

### *Properties of Tigris River Bed Material at Mosul City*

#### **Abstract**

In this research the characteristics of bed material of 35km of Tigris river from Badoosh to the end of Mosul City was studied ,nine locations were selected for sampling surface and subsurface material, at each location samples are collected from left and right bank of the river. Analysis of these samples show that the gravel surface bed material of Tigris river had  $D_{50}$  equal to 33mm with a dominant size very coarse and coarse gravel with a percentage 42%, 36% , respectively, sand is almost mislaid in this layer. The particles of surface layer had a disc shape with a percentage 51% and blade 19%, spherical 17%, and cylindrical 13%. The results show that the right bank particles are coarser than left bank. The subsurface bed material consist of gravel and sand, the  $D_{50}$  of this layer was equal to 17mm, the domain size was coarse gravel with a percentage 29% , sand percentage in this layer was about 17%. The subsurface layer is unaffected on any changes in flow regime because it is completely protected by gravel surface layer. Comparison of obtained results with previous results shows that there is no significant changes occurred in properties of the river bed material except little changes in composition of surface layer especially in the fine material.

The river under the current flow conditions with flow rate in around of 500m<sup>3</sup>/s will reserve to the same bed material properties in the future.

**Key Words:** Surface layer, Subsurface Layer Tigris River, Mosul City

## المقدمة

تعتبر الانهار من الانظمة الطبيعية المهمة والمقعدة والتي تحتاج الى دراسات مستمرة لكثرة المتغيرات التي تتأثر بها والتي يؤثر على شكل وطبيعة النهر والذي يؤثر بدوره على مختلف النشاطات المدنية والزراعية والصناعية الموجودة على طول مجرى النهر. ان خواص الرسابات التي يتكون منها قاع الانهار تعتبر من المتغيرات التي تلعب دورا مهما في تحديد الخصائص الهيدروليكية والمورفولوجية للانهار لذا يولي المهندسين العاملين في مجال الانهار اهمية كبيرة في دراسة شكل وحجم وتدرج هذه المواد لدورها في عمليات الترسيب والتعرية الحاصلة على طول مجرى النهر وبالتالي تحديد شكل وطبيعة النهر وهيدروليكية الجريان من خلال تأثيرها ايضا في تحديد قيمة مقاومة الجريان. ان رسوبيات مواد قعر النهر تؤثر ايضا على نوعية المياه الجارية وعلى طبيعة الحياة المائية الموجودة في النهر كنوعية الاسماك والاحياء المائية الاخرى ونوعية النباتات المائية التي قد تنمو في قعر وضاف النهر. ان حجم وتوزيع رسوبيات القعر على طول مجرى النهر تكون متغيرة مع المسافة والزمن نتيجة لتأثير متغيرات هيدرولوجية وهيدروليكية ورسوبية عدة لذا يجري الباحثون دراسات مستمرة حول طبيعة رسوبيات قعر الانهار بهدف تحديد خصائصها المختلفة ومن الدراسات التي اجريت حول خصائص مواد قعر الانهار، الباحثان (Billi&Paris)<sup>[1]</sup> قاما بتحليل 25 نموذج قعر مأخوذ من مواقع مختلفة من قاع نهرين حصوين في ايطاليا لغرض ايجاد علاقة تربط بين خصائص هذه المواد كما درس تأثير الخصائص الهيدروليكية للنهر على خصائص التوزيع الحجمي لمواد القعر عند كل موقع. الباحث<sup>[2]</sup>(Kothyari) قام بتحليل نماذج لمواد قعر 63 نهر من احدى عشر بلدا لغرض معرفة صيغة العلاقات الاحصائية الموجودة في منحني تدرج مواد قعر هذه الانهار

لغرض استخدامها في التكهون في التوزيع الحجمي لمواد قعر الانهار. قاما الباحثان (Teklie and Horlacher)<sup>[3]</sup> بدراسة طبيعة وتدرج مواد القعر السطحية والتحت السطحية عند عدة محطات على طول مجرى نهر Kulfo الواقع جنوب اثيوبيا بهدف مقارنة حمل رسوبيات القاع المتتلفة مع مواد قعر النهر. وجد الباحثان ان مواد الطبقة السطحية لقعر النهر يتكون من الحصو المتوسط الحجم والاحجار الصغيرة وبمعدل قطر تتراوح ما بين 40 الى 57 ملم وان معدل قطر مواد القعر السطحية في حالة تناقص باتجاه مؤخر الجريان وان مواد الطبقة التحت السطحية والمحمية بالطبقة السطحية الخشنة متألفة من الحصو وينسبة 60% و الرمل بحدود 23% والاحجار بنسبة 14% . الباحثان (Heather&)<sup>[4]</sup> Kyle) قاما باستخدام طريقة حديثة لمعرفة تدرج مواد قيعان الانهار الحصوية وذلك باستخدام طريقة الصور الرقمية (Automated grain sizing (AGS) procedure) والتي يتم تحليلها حاسوبيا ومقارنة النتائج مع طرق النمذجة الحقلية الاعتيادية كطريقة النموذج المستعرض وطريقة المشبك (Grid) حيث تم اخذ نماذج بالطرق المختلفة ومن ستة مواقع مختلفة ومقارنة النتائج التي تم التوصل اليها باستخدام الطرق المختلفة. قام الباحثان (Healy&Wo)<sup>[5]</sup> بدراسة وتحليل خواص رسوبيات القعر للجزء السفلي لنهر Wiakato مؤخر سد Karapiro، بين الباحثان خصائص رسوبيات القعر السطحية والتحت السطحية للنهر ومقدار التغير الموجود في تدرج مواد القعر مع المسافة وحالة التجريد و التدريع (Armoring) الحاصلين في بعض مناطق النهر. الباحثون (Radoane)<sup>[6]</sup> واخرون قاموا بدراسة التوزيع الحجمي لمواد قعر ستة انهار رئيسة واقعة في شرق منطقة Carpathians في رومانيا حيث درس الباحثون التغيرات في التوزيع الحجمي لمواد قعر النهر السطحية

في هذا البحث تم دراسة الخصائص المختلفة لمواد قعر نهر دجلة السطحية والتحت السطحية في مدينة الموصل لأجل معرفة التغيرات التي قد حصلت في هذه الخصائص نتيجة لتشغيل سد الموصل لفترة تقارب الـ 25 سنة مع تحديد التغيرات الموجود في خصائص مواد القعر بين الضفة اليمنى واليسرى للنهر.

#### موقع الدراسة والعمل الحقلية

يمتد مقطع النهر ضمن منطقة الدراسة من منطقة بادوش شمالاً الى نهاية مدينة الموصل مقابل مطار المدينة جنوباً وبطول 36 كم، خلال هذا المقطع تم اختيار تسعة مواقع على طول مجرى النهر لغرض جمع نماذج من مواد قعر النهر وكما مبين في الشكل (1)، روعي اثناء اختيار هذه المواقع سهولة الوصول الى الموقع من ضفتي النهر وسهولة جمع النماذج مع مراعاة تمثيلها بشكل جيد لمواد قعر النهر في الموقع والابتعاد عن المناطق التي قد تأثرت بفعل الانسان. ان نهر دجلة في مدينة الموصل تعتبر من الانهار الحصوية (الشكل 2) وان الانهار الحصوية تكون مواد قعرها متألفة من طبقتين طبقة سطحية Surface Layer خشنة مكونة من الحصى وطبقة تحت سطحية Subsurface Layer مكونة من الحصى والرمل والمواد الناعمة، لذا تم جمع نموذجين عند كل موقع، نموذج من الطبقة السطحية ونموذج من الطبقة التحت السطحية، في كل موقع من المواقع التسعة التي تم اختيارها تم اخذ نموذجين (سطحي وتحت سطحي) من عند الضفة اليمنى للنهر وكذا الحال عند الضفة اليسرى للنهر. لجمع نماذج الطبقة السطحية استخدم طريقة النموذج المستعرض (Transect sample) وذلك بتحديد مسافة على عرض النهر من جهة الضفة وبشكل عمودي على الجريان والتقاط حبة من حبات مواد القعر السطحية وبشكل عشوائي مسافة كل واحد قدم وبمعدل 100 حبة عند كل موقع. اما بالنسبة لنماذج الطبقة التحت السطحية فقد استخدمت الطريقة الحجمية (Volumetric method) وذلك بازالة مواد الطبقة السطحية وبمسك قطر اكبر حبيبة من حباتها ثم حفر حفرة واخذ نموذج تحت سطحي لغرض تحليلها. اثناء العمل الحقلية تم جمع 18

والتحت السطحية على طول مجرى هذه الانهار كما قام الباحثون بتحديد مصادر هذه الرسوبيات.

ومن التي الدراسات التي تناولت خصائص مواد قعر نهر دجلة عند مدينة الموصل، قامت شركة (نيدكو)<sup>[7]</sup> بدراسة خصائص نهر دجلة بين مدينة الموصل وبغداد وبينوا ان D<sub>50</sub> لمواد الطبقة السطحية لقعر النهر عند مدينة الموصل تساوي 40 ملم للطبقة التحت السطحية تساوي 8 ملم.

قام الباحث (نجيب)<sup>[8]</sup> بدراسة الخصائص الهيدروليكية و المورفولوجية، وخصائص الرسوبيات لثلاث مقاطع مختلفة النمط لمقطع من نهر دجلة بطول 88 كم في مدينة الموصل ووجد ان قيمة D<sub>50</sub> لمواد الطبقة السطحية تساوي 22 ملم اما للطبقة التحت السطحية فتساوي 14 ملم. الباحث (مصحب)<sup>[9]</sup> قام بدراسة الصفات الهيدروليكية و المورفولوجية وصفات رسوبيات القعر لمقطع من نهر دجلة ما بين الفتحة ومدينة تكريت وبطول 60 كم حيث وجد الباحث ان النهر في هذه المنطقة يتكون من طبقتين طبقة سطحية من الحصى وطبقة تحت سطحية من الحصى والرمل وان قيمة D<sub>50</sub> لكل من الطبقة السطحية والتحت السطحية كانت يساوي 33 ملم و 11 ملم على التوالي، وان الشكل القرصي هو الشكل السائد في حبيبات الطبقة السطحية و التي تمثل 50% ثم الكروي وبنسبة 19% والمسطح 17% والشكل الاسطواني وبنسبة 14% .

الباحثان (الطائي و عثمان)<sup>[10]</sup> قاما بدراسة صفات الطبقة السطحية والتحت السطحية لمواد قعر نهر دجلة لمقطع من النهر يمتد من سد الموصل الى نهاية مدينة الموصل وبطول 55 كم حيث بين الباحثان ان الشكل القرصي هو الشكل السائد بين حبيبات الطبقة السطحية بنسبة 48% ثم الكروي بنسبة 25% والاسطواني بنسبة 15% ثم المسطح بنسبة 11%. وان قيمة D<sub>50</sub> للطبقة السطحية والتحت السطحية كانت تساوي 37 ملم و 13 ملم على التوالي، ووجدا ان قعر نهر دجلة بالغ حالة التدرج وان الحجم السائد لحبيبات مواد القعر السطحية والتحت السطحية تتكون من الحصى الخشن وبنسبة 75% من و 36% على التوالي.

هذا الشكل الحالة الطبيعية للنهر من زيادة في التصريف فترة الشتاء نتيجة لسقوط الامطار وعند فترات ذوبان الثلوج عن باقي فترات السنة لتصل بحدود معدل شهري  $3500\text{m}^3/\text{s}$  اما في فترات الصيف فهناك انخفاض كبير في قيمة التصريف لتصل بحدود  $100\text{m}^3/\text{s}$ . اما عند الحالة الثانية حالة التنظيم الحاصل في تصريف النهر بعد انشاء وتشغيل سد الموصل حيث يلاحظ من الشكل قلة حالة التغيرات في قيم التصريف المارة بين اشهر السنة عما كانت عليه قبل انشاء السد وهذا بالطبع نتيجة لعمليات الخزن وتنظيم التصريف المطلقة من بحيرة السد. الشكل 3 يوضح حالة مهمة ايضا حول قيم التصريف المارة بالنهر مع الزمن حيث يلاحظ من هذا الشكل حالة النقصان الحاصل في تصريف النهر مع الزمن حيث كان معدل التصريف الشهري المار بالنهر بحدود  $750\text{m}^3/\text{s}$  ولكن بعد انشاء سد الموصل انخفض هذا المعدل لتصل لحدود  $550\text{m}^3/\text{s}$  والسبب يعود بشكل اساسي الى تنظيم تصريف النهر بواسطة سد الموصل وبدء تركيا باقامة العديد من المنشآت الاروائية على النهر. ان هذا التغير في قيم التصريف المارة بالنهر سوف يؤثر بما لا يقبل الشك على خواص مواد قعر النهر كما ان وجود سد الموصل له تأثير اخر مهم اضافة لعملية تنظيم التصريف وهي ان معظم الرسوبيات التي تجلب مع النهر سوف تترسب في بحيرة السد وان التصريف المطلق والمنظم من السد سوف يكون تقريبا خاليا من الرسوبيات التي كانت تجلب للنهر قبل انشاء السد وتنظيف مواد رسوبية جديدة الى قعر النهر محدثا نوع من التغير او النشاط في خواص مواد القعر لذلك اصبح النهر يقع تحت طائلة عملية التجريد (Degradation). اضافة لكل هذا التنظيم الحاصل في تصريف النهر بواسطة سد الموصل فانه في الفترة الاخيرة حصل نقصان في كميات التصريف الداخلة للعراق اصلا بسبب بدء تركيا باقامة المنشآت الاروائية المتعددة عند منابع النهر وفي السنين الاخيرة ظهرت مشكلة تأثيرات الظروف المناخية والتي ادت الى حصول نقص كبير في كميات الامطار المتساقطة ومرور المنطقة بحالة جفاف والتي اثرت تباعا على كمية التصريف الموجودة في النهر ولتوضيح حالة التغير الكبير

نموذج سطحي و 18 نموذج تحت سطحي. احداثيات المواقع التي تم اخذ النماذج منها تم تحديدها باستخدام جهاز GPS.

### تحليل ومناقشة النتائج

#### تصريف نهر دجلة

ان المتغيرات التي تؤثر على خصائص المجاري الرسوبية عديدة ومعقدة منها الانحدار الطولي للنهر والتصريف المارة فيه حيث يعتبران من المتغيرات الرئيسية المحددة لطاقة الجريان (Stream Power) والتي بدورها تؤثر كثيرا على طبيعة وشكل وتدرج وتوزيع مواد قعر النهر لدوره الكبير في عمليات التعرية والنقل والترسيب لمواد القعر من منطقة الى اخرى وبالتالي في تحديد خصائص وطبيعة المواد المكونة لمواد قعر النهر لذا من الضروري اعطاء صورة حول ميل نهر دجلة ومعلومات حول قيم التصريف المارة بالنهر عند منطقة الدراسة. ان ميل النهر ضمن هذه المنطقة وحسب دراسات سابقة (Gannia) [11] هي بحدود  $4.9 \times 10^{-4}$  وبهذا الميل فان النهر ذو قابلية كافية عند توفر التصريف الملائمة على جرف مواد القعر القابلة للانجراف تحت ظروف الجريان الملائمة تاركا خلفها المواد الخشنة والغير القابلة للانجراف. اما بالنسبة لقيم التصريف المارة في نهر دجلة ضمن منطقة الدراسة فقد تم استخدام البيانات المتوفرة حول تصريف النهر عند محطة قياس الموصل التابع لدائرة الموارد المائية وللسنين 1940-2009. ان حال نهر دجلة يمكن تقسيمها الى حالتين مختلفتين، الطبيعية الاعتيادية وحالة بعد انشاء سد الموصل وتشغيله سنة 1985، حيث ان نهر دجلة وقبل انشاء سد الموصل 1985 كان عند الحالة الطبيعية لاي نهر واقع ضمن ظروف تأثير مناخ البحر الابيض المتوسط المتميز بكونها حار جاف صيفا وبارد ممطر شتاء، اي ان النهر كان يمرر تصريفات عالية اثناء فترات سقوط الامطار والتي ينحصر فترة سقوطها بين تشرين الاول وشهر ايار وتصل تصريفها قيم الذروة بين شهر نيسان و ايار اثناء فترة ذوبان الثلوج اما باقي فترات السنة فتكون تصريف النهر قليلة ولتوضيح هذه النقطة تم رسم معدل التصريف الشهري وللسنين من 1940 وحتى سنة 2009 عند محطة الموصل لاحظ الشكل 3 حيث يتبين من

على التوالي وعند كل موقع من الضفة اليمنى واليسرى للنهر وتم رسمها مع المسافة وكما مبين في الشكل 6. يلاحظ من هذا الشكل ان هناك تناقص في حجم مواد القعر مع الاتجاه الى مؤخر الجريان وان هناك اختلاف في قيم اقطار مواد القعر بين الضفة اليمنى واليسرى للنهر وهذا يعود الى تأثير اتجاه الجريان الرئيسي في النهر وقربها من الضفة اليمنى او اليسرى للنهر بشكل عام يتبين من الشكل 6 ان احجام مواد القعر عند الضفة اليمنى اكبر مما هو عليه في الضفة اليسرى وهذا يدل ان الجريان الرئيسي لنهر دجلة ضمن منطقة الدراسة اقرب للضفة اليمنى للنهر ماعدا المنطقة التي تحتوي على انحناء عند الموقع 3 و 4 حيث كانت اقطار مواد القعر عند الضفة اليسرى للنهر (القوس الخارجي للنهر) ذات حجم اكبر مما هو عليه عند الضفة اليمنى القوس الداخلي، والسبب في ذلك ان الجريان الرئيسي للنهر يتوجه عند الانحناءات نحو القوس الخارجي لهذا تكون طاقة الماء لجرف المواد اكثر عند هذه الضفة مما هو عليه عند القوس الداخلي مما يجعل مواد قعر النهر عن الضفة الخارجية ذات اقطار اخشن. الشكل 6 يبين ان اكبر مقدار للاختلاف بين اقطار مواد القعر للضفتين على طول مجرى النهر ضمن منطقة الدراسة كانت عند الموقعين 7 و 8 الجزء المستقيم من النهر الواقع في مركز مدينة الموصل حيث كان مقدار الاختلاف في قيمة  $D_{50}$  بين الضفة اليمنى والضفة اليسرى بحدود 14 ملم والسبب في هذا يرجع الى ان مقطع النهر عند هذا المكان ضيق مما هو عليه من باقي المناطق وان الجريان الرئيسي للنهر في هذه المنطقة متوجه وبشكل كامل نحو الضفة اليمنى وهذا يعمل على توفر طاقة جرف اكبر لمواد القعر عند هذه الضفة تاركا المواد الخشنة.

من خلال قياسات المحاور الثلاثة (المحور a، المحور b، والمحور c) للحبيبات التي تم جمعها اثناء العمل الحقلية تم حساب قيم النسب  $(b/a)$  و  $(c/b)$  وبالاستعانة بمخطط زنك (Zing Diagram) تم تحديد شكل كل حبيبة من حبيبات مواد القعر عند المواقع المختلفة وكما مبين في الجدول 1، يتبين من هذا الجدول ان الحبيبات ذات الشكل القرصي هي السائدة وينسب تتراوح ما بين

الحاصل في قيم التصاريف المارة في النهر مع الزمن تم رسم معدل التصريف اليومي لسنة 1960 ولسنة 2006 للاحظ الشكل 4 حيث يتبين من الشكل A-4 حالة التصاريف الطبيعية قبل عمليات السيطرة والتنظيم لتصاريف النهر، من تصريف عالي في فترات سقوط المطر تصل الى 4970  $m^3/s$  ونقصان في فترات الصيف اما في الشكل B-4 فيتبين الحالة التي وصلت اليه تصاريف النهر للأسباب المذكورة سابقا، حيث كان قيمة اكبر تصريف يومي في سنة 2006 لا يتجاوز  $750 m^3/s$ . ان هذا النقصان والتنظيم الحاصل في قيمة التصاريف المارة في النهر وترسب الرسوبيات المتأتية مع النهر في بحيرة السد سوف يحدد من مقدار النقل والتغير في خصائص مواد قعر النهر حيث ان التصاريف القليلة مثل  $750 m^3/s$  لا تستطيع توفير طاقة ماء كافية لجرف او اجراء تغير واضح في خصائص مواد قعر النهر الحصوية والتي قد مر من فوقها تصاريف تجاوزت  $4970 m^3/s$  سابقا.

#### تحليل مواد قعر النهر

#### نماذج الطبقة السطحية

النماذج التي تم جمعها عند المواقع المختلفة من على ضفتي النهر ضمن منطقة الدراسة تم تحليلها وذلك بقياس المحاور الثلاثة المتعامدة لكل حبيبة باستخدام الورنية (المحور a والذي يمثل اطول محور للحبيبة ثم المحور b المحور الوسطي والعمودي على المحور a واخيرا المحور الاصغر c والذي يكون عموديا على المحورين a و b). هذه القياسات استخدمت لحساب تدرج وشكل حبيبات كل موقع. المحور الوسطي b اعتمد في حساب تدرج مواد القعر السطحية عدديا وباستخدام طريقة (Wolman 1954) [12] لكون هذا المحور مكافئ لقطر فتحة المنخل. الشكل 5 يوضح تدرج مواد قعر هذه الطبقة عند المواقع المختلفة التي تم نمذجتها، من الشكل 5 يتبين ان قيمة  $D_{50}$  لمواد القعر السطحية للنهر ضمن منطقة الدراسة تتراوح ما بين 22-42 ملم اي بقيمة معدل تساوي 33 ملم.

من الشكل (5) تم ايجاد قيم  $D_{16}$ ،  $D_{50}$ ،  $D_{84}$ ، والتي تمثل قطر المنخل الذي يمرر 16%، 50%، 84% من مواد القعر

الطبقة تتراوح ما بين (10-25) ملم. بشكل عام يلاحظ من الشكل 9 انه لا يوجد اختلاف كبير في تدرج مواد القعر تحت السطحية للنماذج التي جمعت من المواقع المختلفة على طول مقطع الدراسة وهذا يعني ان الطبقة تحت السطحية لمواد قعر النهر لا تتأثر ولا تحصل فيها اي تغيير نتيجة لتغيرات الجريان لكونها محمية بالكامل بطبقة الحصى السطحية الموجودة وان النهر واصل حالة التدرج (Armoring) وهذا ما توصل اليه الباحثان(الطائي و عثمان)<sup>[10]</sup>، وتحت ظروف الجريان الحالية في النهر من نقصان وتنظيم تصاريف النهر فانه من غير الممكن حصول اي تغير في خصائص مواد القعر تحت السطحية لان هذا الامر يتطلب انجراف الطبقة السطحية الحالية لقعر النهر وتكشف الطبقة تحت السطحية لكي تحصل فيها تغيير وهذا غير ممكن. المتوقع حصوله ان الطبقة تحت السطحية سوف يبقى محافظا على خصائصه اما الطبقة السطحية وكم لاحظنا سوف تقل فيه نسبة المواد ذات الاحجام الناعمة والقابلة للانجراف.

#### تصنيف مواد القعر السطحية والتحت السطحية:

تم استخدام تصنيف (Rouse)<sup>[13]</sup> في تصنيف مواد القعر السطحية والتحت السطحية لنهر دجلة في موقع الدراسة ولأجل ذلك تم اعتماد المنحي المعدل الشكل 10 الذي يمثل الخط الوسطي لمنحنيات التدرج لمواد القعر السطحية والتحت السطحية والمبينين في الشكلين (5 و 9) لتمثيل تدرج المواد السطحية و تحت السطحية لمقطع الدراسة بشكل كامل وكان التصنيف وكما مبين في الجدول 2. من هذا الجدول يتبين ان الحصو يشكل بحدود 100% من مواد الطبقة السطحية و بحدود 83% من مواد الطبقة تحت السطحية وان الصنف السائد لمواد القعر السطحية هي من الحصى الخشن جدا Very Coarse Gravel بنسبة 42 % و الحصى الخشن Coarse Gravel وبنسبة 36% اما بالنسبة للطبقة تحت السطحية فكان الصنف السائد من الحصى الخشن وبنسبة 29% ثم من الحصو الخشن جدا وبنسبة 20% ولهذا يصنف نهر دجلة ضمن منطقة الدراسة بانه نهر حصوي. ان نسبة الرمل والحصو

% (45.40-58.65) ثم الحبيبات ذات الشكل المسطح وبنسب تتراوح(17.2-21.82) % ثم الحبيبات الكروية وبنسب تتراوح ما بين(20.64-12.05) % واخيرا الحبيبات ذات الشكل الاسطواني وبنسب تتراوح ما بين(10.43-15.62) % من هذه النتائج يمكن استنتاج ان بحدود 50% من حبيبات قعر نهر دجلة في موقع الدراسة ذات شكل قرصي وهذا يعود الى ان حبيبات هذا الشكل يكون عملية جرفها ونقلها اصعب مما هو عليه من الحبيبات ذات الاشكال الاخرى والتي تكون من السهولة حركتها ونقلها لهذا يلاحظ ان الحبيبات ذات الشكل الكروي الاسطواني هي اقل النسب لكون درجة ونقل الحبيبات التي بهذا الشكل تكون سهلة. من خلال النتائج تبين ايضا ان الضفة اليمنى للنهر تحتوي على نسب اكبر من الحبيبات القرصية ونسب اقل من الحبيبات ذات الاشكال الاخرى مقارنة بالضفة اليسرى للنهر وهذا يعزى الى تمركز جريان الماء الرئيسي للنهر بالقرب من الضفة اليمنى لذا يكون الجريان عند هذه الضفة ذات طاقة جرف اكثر للحبيبات السهلة الحركة تاركا الحبيبات القرصية التي يصعب تحريكها ونقلها وكم موضح في الشكلين 7 و 8 اللذان يبينان نسب توزيع الشكل القرصي والكروي على طول مقطع الدراسة عند ضفتي النهر. من هذين الشكلين يتبين ايضا ان نسبة الحبيبات ذات الاشكال القرصية تكون ذات نسبة اكثر في بداية مقطع الدراسة وتقل كلما اتجهنا مؤخر الجريان وان نسبة الحبيبات ذات الاشكال السهلة الحركة كالكروية تكون قليلة في البداية وتزداد باتجاه مؤخر الجريان ولو ان نسبة الزيادة تبدو قليلة لكون مجرى الدراسة لم تكن طويلة ولكن مع هذا يتبين ان الجريان ذات طاقة اكثر لجرف الحبيبات ذات الشكل الكروي والاسطواني في بداية مقطع الدراسة وهذه الطاقة تقل كلما اتجهنا باتجاه مؤخر الجريان.

#### نماذج الطبقة تحت السطحية

ان نماذج هذه الطبقة مكونة من الحصى والرمل لذلك تم استخدام المناخل القياسية واتباع الطريقة الاعتيادية تم حساب ورسم منحني التدرج لمواد هذه الطبقة والشكل 9 يوضح منحني التدرج للنماذج التي تم جمعها من المواقع المختلفة. يلاحظ من هذا الشكل ان قيمة  $D_{50}$  لمواد هذه

النمذجة بهدف تمثيل النهر بكامله هي عملية ليست سهلة. ولكن بشكل عام يمكن الاستنتاج من هذا الجدول ان  $D_{16}$  في هذه الدراسة اصبحت تمثل مواد انعم من قبل وهذا يدل على هناك كمية من المواد والتي تتراوح اقطارها ما بين 30 و 20 ملم Grave Coarse لقد انجرفت وبقيت المواد الناعمة والتي تتراوح اقطارها ما بين 20 و 10 ملم التي لها القابلية على الاختفاء بين الحبيبات الخشنة لتشكل طبقة واحدة مع مواد القعر الخشنة للطبقة السطحية للنهر مما يصعب اخراجها من بين الحبيبات الخشنة و تم نقلها. اما بالنسبة لمواد القعر التحت السطحية، وكما مبين في الجدول 5 نلاحظ انه لا يوجد تغير واضح في مواد قعر هذه الطبقة لكون هذه الطبقة محمية بالكامل بالطبقة السطحية وان هذه التغيرات البسيطة الموجودة في هذه البيانات تعتبر من الاختلافات الاعتيادية الموجودة عند اخذ النماذج من مواد قعر النهر.

من هذه المقارنات يمكن استنتاج ان قعر نهر دجلة لم تحصل فيه تغيرات كبيرة في خصائص مواد قعر النهر سوى جرف بعض الحبيبات الناعمة من مواد القعر السطحية ذات الاشكال القابلة للحركة وفي ظل الظروف الحالية من بقاء تصاريف النهر ضمن حدود  $500\text{m}^3/\text{s}$  فان النهر سوف يحافظ على نفس هذه الخصائص لمواد القعر مستقبلا.

#### الاستنتاجات

من خلال النتائج التي تم التوصل اليها في هذه الدراسة يمكن استنتاج ما يلي :

- 1- ان قعر نهر دجلة يتألف من طبقتين طبقة سطحية حصوية ذات قيمة  $D_{50}=33$  ملم وطبقة تحت سطحية مكونة من الحصى والرمل ذات قيمة  $D_{50}=17$  ملم.
- 2- ان هناك تناقص في قيم التصاريف التي تمر في نهر دجلة لأسباب عدة كما ان عملية تنظيم التصاريف بواسطة سد الموصل كل هذا جعل مقدار التغير في خصائص مواد قعر نهر دجلة قليلة جدا ومقتصرة على الطبقة السطحية. وفي ظل الظروف الحالية من بقاء تصاريف النهر ضمن حدود  $500\text{m}^3/\text{s}$  فان النهر

الناعم جدا تكون شبه معدومة في مواد الطبقة السطحية حيث لم تتجاوز نسبتها 5% من اجمالي مواد القعر اما في الطبقة التحت السطحية فكانت نسبة هذه المواد تصل الى 33% من اجمالي مواد القعر، من هذا يمكن ان نستدل ان مواد القعر الاصلية للنهر ( الطبقة التحت السطحية) قد تعرضت عبر السنين لعمليات جرف للمواد الناعمة والقابلة للانجراف وبالتالي تكونت هذه الطبقة السطحية الحصوية الخشنة لقعر النهر حيث يلاحظ من الجدول 2 ان المواد والتي تتراوح اقطارها ما بين (0.5-3) ملم تكاد تكون مفقودة في مكونات مواد الطبقة السطحية.

#### مقارنة النتائج الحالية مع نتائج دراسات سابقة

لأجل معرفة التغيرات التي حصلت في خصائص مواد قعر نهر دجلة عبر السنين تم مقارنة نتائج هذه الدراسة مع نتائج دراسات سابقة و لأجل ذلك تم اعتماد المنحني المعدل الشكل 10 ليمثل تدرج المواد السطحية والتحت السطحية لمواد قعر النهر في مقطع الدراسة. اما بالنسبة لنسب اشكال الحبيبات تم حساب معدل القيم لكل شكل وكما مبين في الجدول 3، والذي يبين مقارنة نسب اشكال حبيبات مواد القعر السطحية مع دراسة الباحثان (الطائي وعثمان<sup>[10]</sup>1998). نلاحظ من هذا الجدول انه لم تحصل تغير ملحوظ في نسب اشكال الحبيبات المكونة لطبقة السطحية للنهر، حيث ان نسب الحبيبات ذات الشكل القرصي مازالت هي المتسيدة وتمثل بحدود النصف من اشكال حبيبات مواد القعر اما بقية الاشكال فقد حصلت بها تغير ولو بنسب قليلة والسبب ايضا يرجع الى عدم وجود تصاريف قادرة الى اجراء تغير ملحوظ سوى في نسب الحبيبات ذات الاشكال القابلة للحركة كالكروية والاسطوانية حيث نلاحظ ان نسب الحبيبات التي بهذه الاشكال قد قلت عن ذي قبل.

وبمقارنة قيم  $D_{84}$ ,  $D_{50}$ ,  $D_{16}$  لمواد الطبقة السطحية مع دراسات سابقة وكما مبين في الجدول 4. نلاحظ انه لا توجد نسق منتظم لمقدار الاختلاف في حجوم مواد القعر في هذه البيانات والسبب يعود ان كل دراسة اعتمدت موقع معين من قعر النهر للنمذجة وان عملية

## المصادر

- 1- P. Billi, E Paris, Bed sediment characterization in river engineering problems Erosion and Sediment Transport Monitoring Programmes in River Basins (Proceedings of the Oslo Symposium, IAHS Publ. No. 210, 1992.
- 2- U. C. Kothyari, Frequency distribution of river bed materials, Sedimentology, Volume 42, Issue 2, p.p 283- 289, April, 1995.
- 3- Nigussie Tekli, Hans. B. Horlacher, Bed Load Transport in Armoured Gravel-bed River: Case Study of Kulfo River, Southern Ethiopia FWU Water Resources Publications Volume No: 06, Catchment and Lake Research LARS, 2007.
- 4- Heather J. Lucas, Kyle B. Storm, Comparison of Automated Grain Sizing of Gravel Beds Using Digital Images to Standard Grid and Random-walk Pebble Counts, REU08 Civil Engineering, University of Houston, Houston, USA, 2008.
- 5- T. Healy, K. Wo., Sediment Characteristics and bed level changes in relation to sand extraction and damming of sand gravel river : the lower Waikato River: New Zealand Journal of the Hydrology (NZ) 41(2) 175-196 ,2002.
- 6- Maria Radoane, Nicolae Radoane1, Dan Dumitriu and Crina Miclău, Downstream variation in bed sediment size along the East Carpathian rivers: evidence of the role of sediment sources, Earth Surface Processes and Landforms, Wiley Inter Science (www.Interscience .wiley .com) ,2007.
- 7- Nedico, Navigation Study in Tigris River, Mosul – Bagdad reach, republic of Iraq, planning report, 1976.
- 8- Najib Y.E., Characteristics of Tigris River at Mosul city, M.Sc. Thesis ,Water resources Dep., College of engineering, Mosul University, Mosul, Iraq, 1980.
- 9- Moshib A.K., Characteristics study of Tigris river from Fatha to Tikrit City ,

ويشكل عام سوف يحافظ على نفس هذه الخصائص لمواد القعر مستقبلا.

3- ان الطبقة السطحية لقعر النهر يتألف من الحصى الخشن جدا وبنسبة 42% والحصى (خشن، متوسط، الناعم) وبنسبة 58% اما الرمل فهي شبه معدومة في هذه الطبقة اما الطبقة التحت السطحية فإنها تتكون من الحصى بأنواعه المختلفة الاحجام وبنسبة 83% اما باقي 17% فإنها من الرمل .

4- ان الطبقة السطحية تتألف وبشكل عام من حبيبات ذات شكل قرصي وبنسبة 51% ثم المسطح 19% والكروي 17% واخيرا الاسطواني 13%. وهذه النتائج هي على نمط نتائج دراسات سابقة سوى بعض النقصان الحاصل في حجوم الحبيبات ذات الشكل القابل للحركة كالكروي والاسطواني.

5- ان الضفة اليمنى للنهر ذات حبيبات اخشن من حبيبات الضفة اليسرى للنهر عدا المناطق التي تحتوي على انحناءات حيث تراوح مقدار التغيرات في قيمة  $D_{50}$  بين ضفتي النهر ما بين 2-14 ملم والسبب في ذلك ان الجريان الرئيسي للنهر تكون اقرب للضفة اليمنى للنهر من الضفة اليسرى وخاصة داخل مدينة الموصل وهذا يدل على ان مقدار جرف الحبيبات من هذه الجهة اكثر مما هو عليه من الجهة اليسرى .

6- ان نسبة الرمل والحصى الناعم جدا تكون شبه معدومة في مواد الطبقة السطحية وان هذه المواد والتي تتراوح نسبتها حوالي 33% من مواد القعر التحت السطحية والتي يمكن اعتبارها بانها كانت من مواد القعر الاصلية لقعر النهر قد انجرفت عبر السنين واصبحت نسبة هذه المواد لا تتجاوز 5% من مواد الطبقة السطحية.

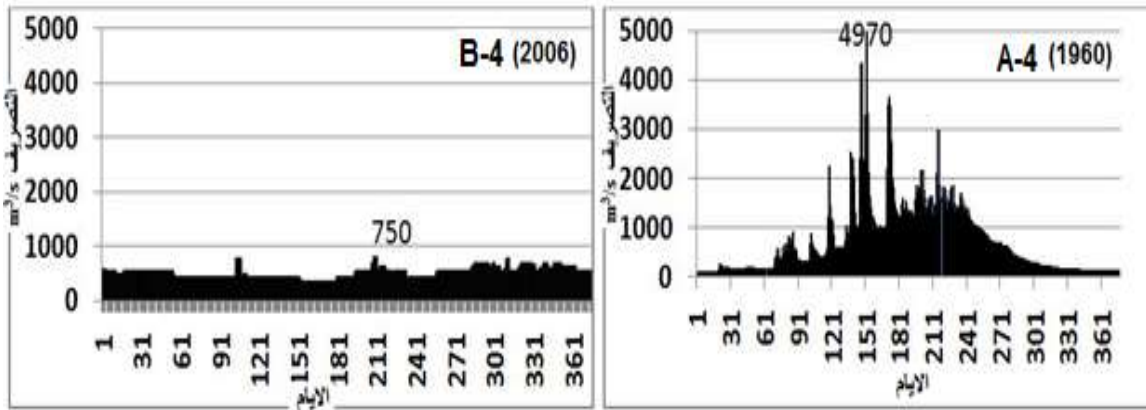
7- ان عملية النمذجة لمواد القعر السطحية للقيعان الحصوية هي عملية صعبة وقد تعطي نتائج متغيرة بين باحث واخر لذا ومن الضروري اجراء دراسة لمواد الطبقة السطحية للنهر باستخدام طريقة التصوير الرقمي وتحليلها باستخدام البرامج الحاسوبية ومقارنة نتائجها مع نتائج الدراسات المستخدمة للطرق التقليدية.



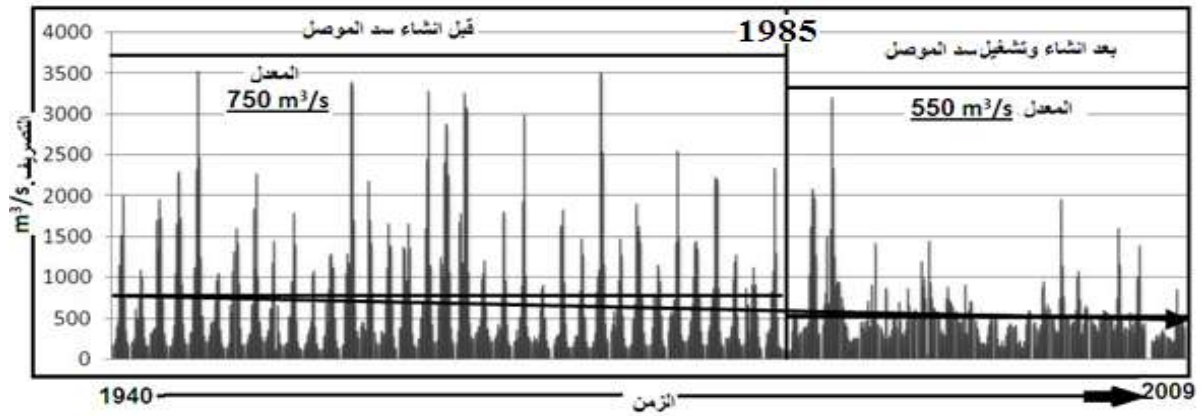
- Transaction of American Geophysical Union , Vol. 35 , No 6., 1954.
- 13- Rouse, H, Engineering Hydraulics, Proceedings of the 4th hydraulic conferences Iowa Institute of hydraulic research, Jone Wily, New York, pp. 776, June 1950.
- 14- KirikcheE.M, Sediment Characteristics of Tigris River between Zakho and Fatha , M.Sc. Thesis , Irrigation & Drainage Dept. Mosul Uni, 1985.
- 15- Khaleel, M. S. Analysis of Surface layer material of Tigris River at Mosul City, Report Irrigation & Drainage Eng. Dep., College of engineering, Mosul University, Mosul, Iraq,1986.
- M.Sc. Thesis ,Irrigation & Drainage Eng. Dep., College of engineering, Mosul University ,Mosul ,Iraq, (1986).
- 10- Al-Thaiee T. M, Othman. K. I, Characteristics of Tigris River Bed after Mosul Dam Closure, Scientific Journal of Tikrit University, Engineering Science, Vol. 4, No.2, pp.64-84 University of Tikrit, 1998.
- 11- Gannia , A, H, A hydraulic model to study and train Tigris River between Nineavah and Hl Hurria Bridge at Mosul City, M.Sc. Thesis , Irrigation & Drainage Dept. Mosul Uni., 1987.
- 12- Wolman M. Gordon. , A method of Sampling Course Gravel-Bed Material



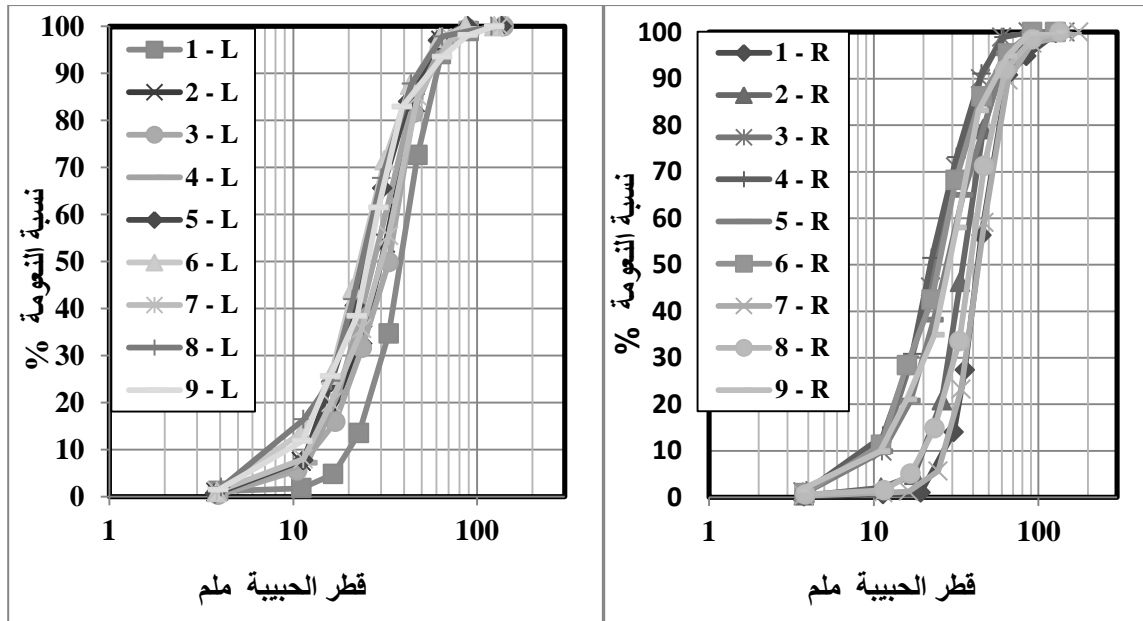
الشكل (1): المواقع التي تم جمع نماذج مواد القعر      الشكل (2): الطبقة السطحية الحصوية لقعر نهر دجلة



الشكل (3): معدل التصريف الشهري لنهر دجلة عند محطة الموصل وللسنين 1940 - 2009



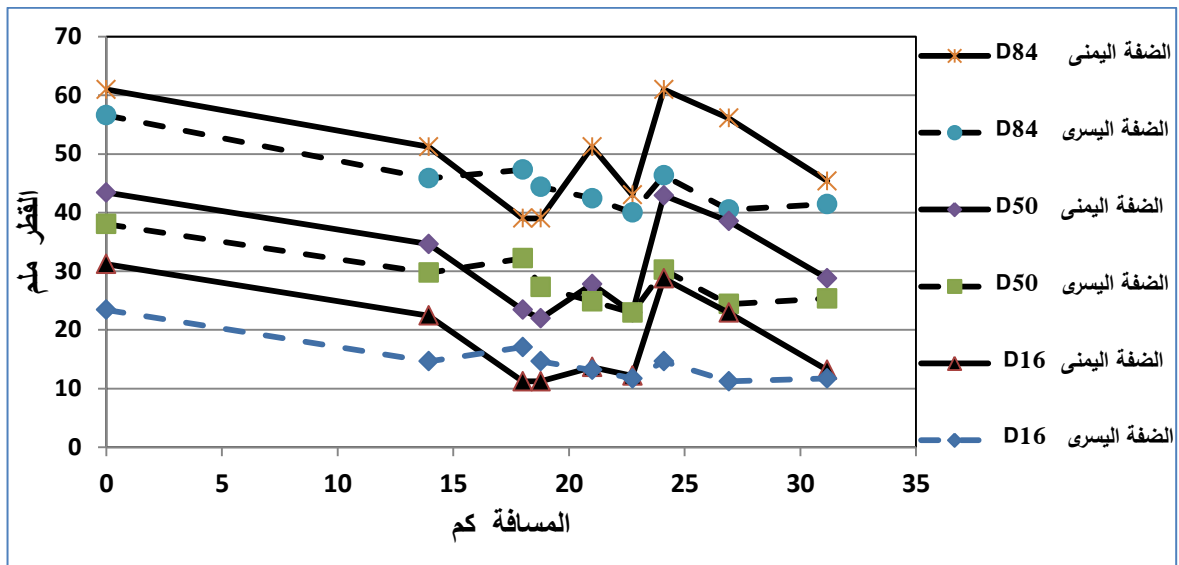
الشكل (4): التصريف اليومية لنهر دجلة لسنة 1960 وسنة 2006.



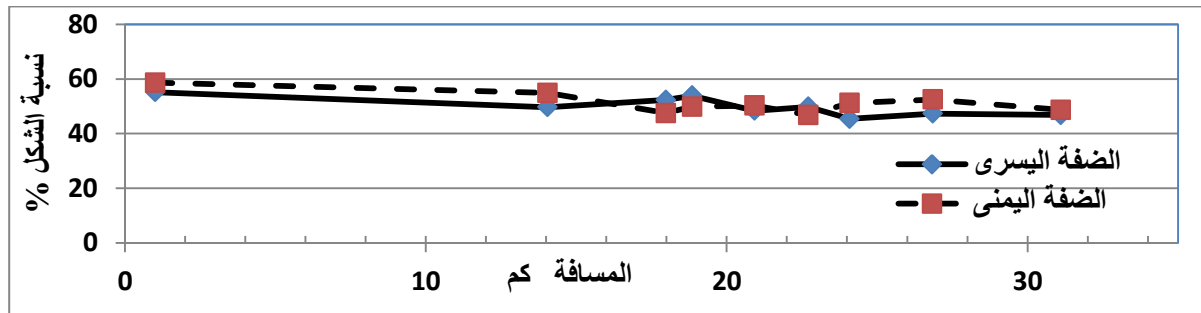
الضفة اليسرى

الضفة اليمنى

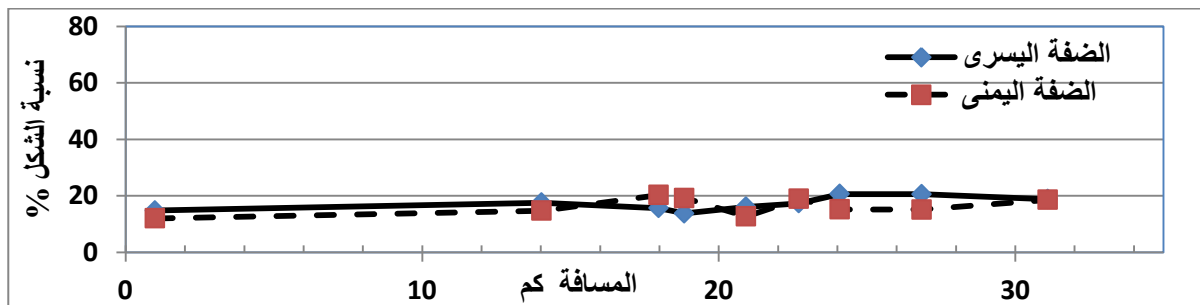
الشكل (5): تدرج مواد الطبقة السطحية للنهر عند المواقع المختلفة وعلى ضفتي النهر اليمنى واليسرى



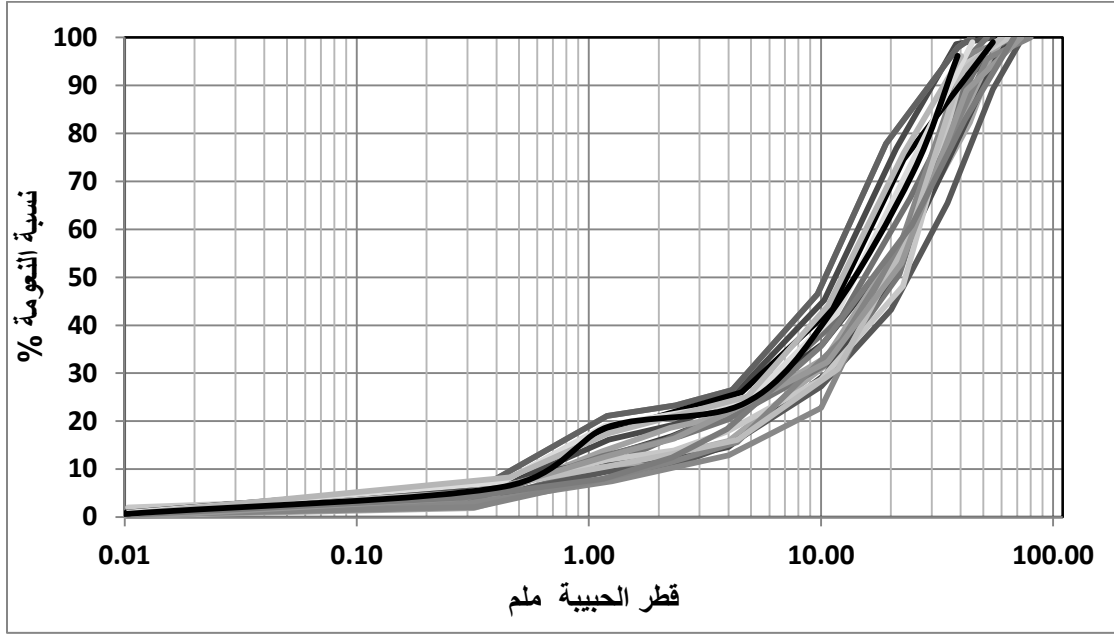
الشكل (6) : قيم  $D_{84}$   $D_{50}$   $D_{16}$  لمواد القعر السطحية عند الضفة اليمنى واليسرى وطول مجرى النهر ضمن منطقة الدراسة.



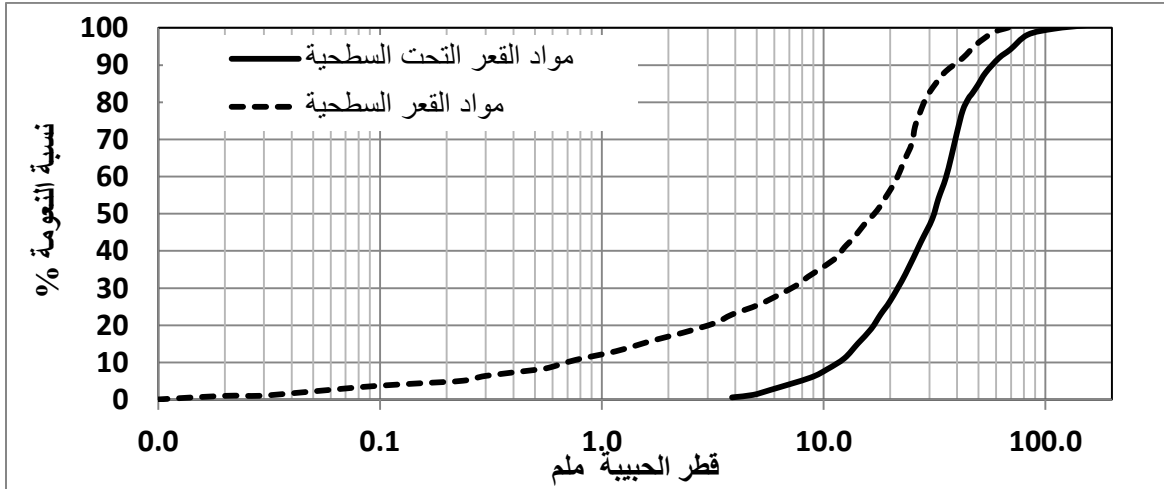
الشكل (7): نسب الحبيبات ذات الشكل القرصي لمواد القعر السطحية على طول مجرى النهر.



الشكل (8): نسب الحبيبات ذات الشكل الكروي لمواد القعر السطحية على طول مجرى النهر.



الشكل (9): منحنى التدرج لمواد القعر التحت السطحية للنماذج التي تم جمعها من المواقع المختلفة.



الشكل (10): منحنى التدرج لمواد القعر السطحية والتحت السطحية لنهر دجلة ضمن منطقة الدراسة

الجدول (1): يبين توزيع الاشكال المختلفة لحبيبات الطبقة السطحية لقعر النهر عند الضفة اليسرى واليمنى للنهر

الموقع	القرصية %(Discs)	المسطحة %(Blades)	الكروية %(Spheres)	الاسطوانية %(Rollers )
1	الضفة اليسرى	55.20	17.30	12.70
	الضفة اليمنى	58.65	18.87	10.43
2	الضفة اليسرى	49.67	19.06	13.67
	الضفة اليمنى	54.91	18.03	12.29
3	الضفة اليسرى	52.35	17.32	14.64
	الضفة اليمنى	47.50	18.55	15.62
4	الضفة اليسرى	53.91	20.03	12.29
	الضفة اليمنى	49.85	18.72	12.20
5	الضفة اليسرى	48.37	21.66	13.84
	الضفة اليمنى	50.27	22.20	14.81
6	الضفة اليسرى	49.83	17.21	15.60
	الضفة اليمنى	46.84	21.72	12.51
7	الضفة اليسرى	45.40	20.51	13.45
	الضفة اليمنى	51.20	19.17	14.44
8	الضفة اليسرى	47.34	17.42	14.64
	الضفة اليمنى	52.51	19.03	13.29
9	الضفة اليسرى	46.84	21.82	12.51
	الضفة اليمنى	48.67	19.06	13.67
<i>المعدل</i>	<i>50.51</i>	<i>19.32</i>	<i>17.10</i>	<i>13.48</i>

الجدول (2): تصنيف مواد القعر السطحية والتحت السطحية حسب تصنيف Rouse<sup>[12]</sup>

Classes	Large Cobble	Small Cobble	Very Coarse Gravel	Coarse Gravel	Medium Gravel	Fine Gravel	Very Fine Gravel	Very Cores Sand	Cores Sand	Fine Sand & Silt
Size (mm)	250-130	130-64	64-32	32-16	8-4	4-2	4-2	2-1	1-0.5	< 0.5
Surface Layer %	0	4	42	36	13	4	1	0	0	0
Subsurface Layer %	0	1	20	29	17	10	6	5	4	8

الجدول (3): المقارنة نسب اشكال مواد القعر السطحية بين الدراسة الحالية ودراسة الباحثان الطائي وعثمان<sup>[10]</sup>1998

شكل الحبيبة		القرصية %	المسطحة %	الكروية %	الاسطوانية %
الدراسة	Al-Taiee& Othman 1998	49	15	20	16
	الدراسة الحالية 2010	51	19	17	13

الجدول (4) : قيم  $D_{84}$ ,  $D_{50}$ ,  $D_{16}$  لمواد الطبقة السطحية لعدة دراسات .

	Nedico 1976	Najib 1980	Khaleel 1986	Al-Taiee& Othman 1993	الدراسة الحالية 2010
$D_{84}$	71	49	58	56	50
$D_{50}$	40	22	38	37	33
$D_{16}$	25	10	27	27	15

الجدول (5): قيم  $D_{84}$ ,  $D_{50}$ ,  $D_{16}$  لمواد الطبقة التحت السطحية لعدة دراسات .

	Nedico 1967	Najib 1980	Kirikche 1985	Al-hayali 1987	Al-Taiee& Othman 1998	الدراسة الحالية 2010
$D_{84}$	18	34	40	50	36	32
$D_{50}$	8	14	15	17	13	17
$D_{16}$	0.5	0.8	0.56	1.1	0.58	1.6