تأثير اشكال التعرية على طوبوغرافية نهر شط العرب

ناجي خيرالله الباهلي بدر نعمة البدران* صباح شافي الهادي**
جامعة البصرة- مركزعلوم البحار،
*جامعة البصرة- كلية العلوم،
** جامعة البصرة-كلية الزراعة

الخلاصة

حدد جزء النهر المحصور مابين جزيرة السندباد شمالا وجزيرة ام الرصـاص جنوبـا" كمنطقـة للدراسة . أختيرت تسعة مقاطع عرضية للنهر لحساب معدلات التعرية الخطية السنوية للضفاف وبعـض الخصائص الهيدرولوجية للفترة من كانون الثاني والى كانون الاول 2004. أستخدم جهاز مسبار الصدى لقياس الاعماق كما استخدم جهاز قياس سرعة التيارات المائية. ولحساب معدل التعرية في نهـر شـط العرب فقد أستخدمت طريقة الاوتاد والمشاهدات الحقلية والحسابات الرياضية. عملت ستة حفر بعمـق 2 متر وبواقع ثلاث حفر لمقطعين لمراقبة مستوى الماء الارضي ولقياس الخصائص الجيوتكنيكيـة لتربـة الضفاف، كما حسبت سرعة القص الحرجة وجهد القص للجريان. بينت النتائج حدوث عملية ترسيب عند جانبي مقطع النهر في جميع المقاطع المختارة، ماعدا الجانب الغربي للنهر في منطقة المعقل، وأن أعلـى درجة تعرية قاعية بلغت في منطقة حمدان ، وأدنى قيمة في منطقة أبو فلوس . كما هنـاك تفـاوت فـي منسوب القاع على أمتداد المسار الطولي للنهر في منطقة الدراسة. أما معدلات التعرية الخطية الجانبيـة للضفاف فقد تباينت من مقطع الى آخر، ، وبلغ اعلى مقدار لها للفترة الممتدة من مـايس الـى حزيـران وأدنى مقدار للفترة من كانون الأول الى شباط، وأن مجموع المعدل السنوي المحسوب بطريقـة الاوتـاد بلغت 0.26 م.سنه$^{-1}$ ، في حين بلغت قيمتة 0.24 م.سنه$^{-1}$ عندما حسبت بطريقة المقارنة الحقليـة. كمـا وجد بعض الأنهيارات على شكل كتل ، وأن نوع ألأنهيار السائد هو Cantilever failur، وقد بلغ معدل حجم التربة المزالة من الضفاف على شكل كتل 0.38 م^3. سنه$^{-1}$.

The Effect Of The Erosion types On The TopographyOf Shatt Al-Arab River

Albahili, N. Albadran, B.[*] Al-Hadi, S.[**]

Marine Science Centre, University of Basrah.

****College of Science, University of Basrah.***

***** College of Agriculture, University of Basrah.***

Abstract

The sigment of Shatt Al- Arab river, which lies between the Sundibad and Umm- Alrissass islands has been selected as a study area. The geometric properties of the banks were measured.. Nine river cross sections are selected in order to determine the annual linear erosion rates of the banks as well as the hydrological properties of Shatt Al- Arab river, and block failure. Field measurements were carriedout from Jan. to Dec. 2004. Echosounder was used to measure the depth, and the current meter was also applied to measure the water velocity. For calculation of erosion rate, the pin method and field observation were used. Six boreholes of 2 meters in depth were boring, three boreholes in each riverbank, for ground water level monitoring and to measure the geotechnical properties of riverbank soils. Theoretical equations were also applied to calculate the critical shear velocity. This study has shown that the two sides of all cross sections of the stations, except the west side at maqaal region, have been exposed to sedimentation process. The highest degree of the bed erosion has occurred at Hamdan region, while the lowest degree exist at Abu Flus region. The linear erosion rate of the banks varies, the highest value of the rate is between May and June, while the lowest value between December and February. The annual total rate which was calculated by the pin method is 0.26 m.year^{-1} and 0.24 m.year^{-1} by the field reference method. The block failure type is the common bank failure, and the cantilever failure is widspeard at some regions of Shatt Al- Arab river, whereas the rate of the soil volume removed from the banks in the form of blocks has been 0.38 m^3.year^{-1} for each one meter of bank, this value has exceeded the rate of erosion calculated by the pin method.

المقدمة

تعرية الضفاف تمثل عملية فصل دقائق التربة من الضفة ونقلها مع الجريان. بين Hudson (1981) أن فصل الدقائق من جهة الضفة المقابل للنهر Bank face يحدث بفعل جريان الماء وسقوط الأمطار ، وأن فصل كتل كبيرة من تربة الضفاف وسقوطها في النهر يسمى انهيار Failure. وذكر أن الانهيار يحدث حالما تنهار القوى الداخلية والخارجية الماسكة للتربة. فعندما تزال القوى الساندة لتربة الضفاف فأن قوة الجذب الأرضي تتغلب على قوة التماسك للتربة، وتعد زيادة رطوبة التربة عاملا مهما في هذه العملية لما لها من تاثير في تقليل مقاومة التربه . وأكد Petts and Foster (1985) أن استمرار تعرية التربة عند قاعدة الضفة ينتج عنها انهيار على شكل كتل (Blockes failure). وبين Stefano and Nicola (2001) خلال دراستهم لآلية انهيار ضفة نهر Arno في إيطاليا ، أن آلية الانهيار السائدة تكون على نوعين هما شكل مظلة الحديقة Alcove-shaped failure ويحدث في الجزء الوسطي من الضفة وشكل الشرائح Slab failure ويحدث في الجزء العلوي منها . ومن جانبه ذكر Albadran (1987) نوع أخر من التعرية يسمى Mass movement أو Debris flow وهي حركة تربة الضفاف بالاتجاه الأسفل للمنحدر وعلى امتداد سطح القص Shear plane ، ويحدث هذا النوع تحت تأثير قوة الجذب الأرضي ، ويعتمد بدرجة أساسية على التوزيع الحجمي للدقائق والمحتوى الرطوبي، وأضاف هناك نوع أخر من الانهيار يسمى Cantilever or beam failure ويحدث هذا الانهيار بفعل جريان الماء وتأثير الأمواج على قاعدة الضفة مما ينتج عنه تأكل الضفة من الأسفل undercutting.

استنتج Darby and Thorne (2000) أن 57 % من الضفاف تتعرض إلى التعرية على شكل كتل وأن الانهيارات المستوية (Planar failure) أكثرالانهيارات شيوعاً ، وهذا يعزى إلى انجراف مقدمة الضفة Toe scour بواسطة ماء النهر ، مما يجعل الضفة اكثر انحداراً Oversteep وعرضه للانهيار. وذكر Simon et al. (1999) أن القوى الهيدروليكيه وقوة الجذب الأرضي يقومان بعمل مشترك في تحديد أليه انهيار الكتل .

هناك عوامل عديدة مسؤولة عن زيادة أو انخفاض معدلات التعرية النهرية (Thorne,1990) منها:انحناءات النهر وزاوية اصطدام الجريان بالضفة وخصائص جريان النهر وألاجهادات القصية التي يسلطها الجريان على الضفة .

أن معدلات التعرية تحدد مقدار انحسار الضفة السنوي، وعرف Andrew et al. (2002) انحسار الضفة هو معدل تراجع ضفة النهر مقاسه بوحدة الطول لوحدة الزمن. استخدم Shields et al. (2000) طريقة لحساب معدلات تعرية ضفاف الأنهار من خلال تطابق خرائط أو صور رسمت أو التقطت لفترات زمنية متباعدة، ثم حسب مقدار التغير الحاصل في خط المركز Center line للقناة خلال تلك الفترات. أستخدم Wolman (1959)

طريقة خاصة لحساب كمية التربة المنهارة من خلال مراقبة الكتل المنهارة وقياس أبعادها . في حين استخدم Thorne (1981) طريقه الاوتاد Pin لحساب معدلات التعرية الأفقية للضفة.

أن ظاهرة التعرية والترسيب التي تتعرض لها ضفاف وقاع شط العرب أدت إلى تغييرات فزيوغرافيه في مقطع النهر(Albadran et al., 2002) ، فهي المسؤولة عن تكوين الجروف مثل الدواسر والمطوعه والشواطئ مثلا ألدعيجي والتنومه على جانبي النهر ، أو جزراً وسط مجراه حيث تشكل هذه الجزر سلسله متصله على طول المجرى مثل الصالحيه والعجيراويه والطويله والخ ، أو سدود طبيعية غير ظاهره في مصبه مثل سد الفاو عند مصب شط العرب في الخليج العربي.

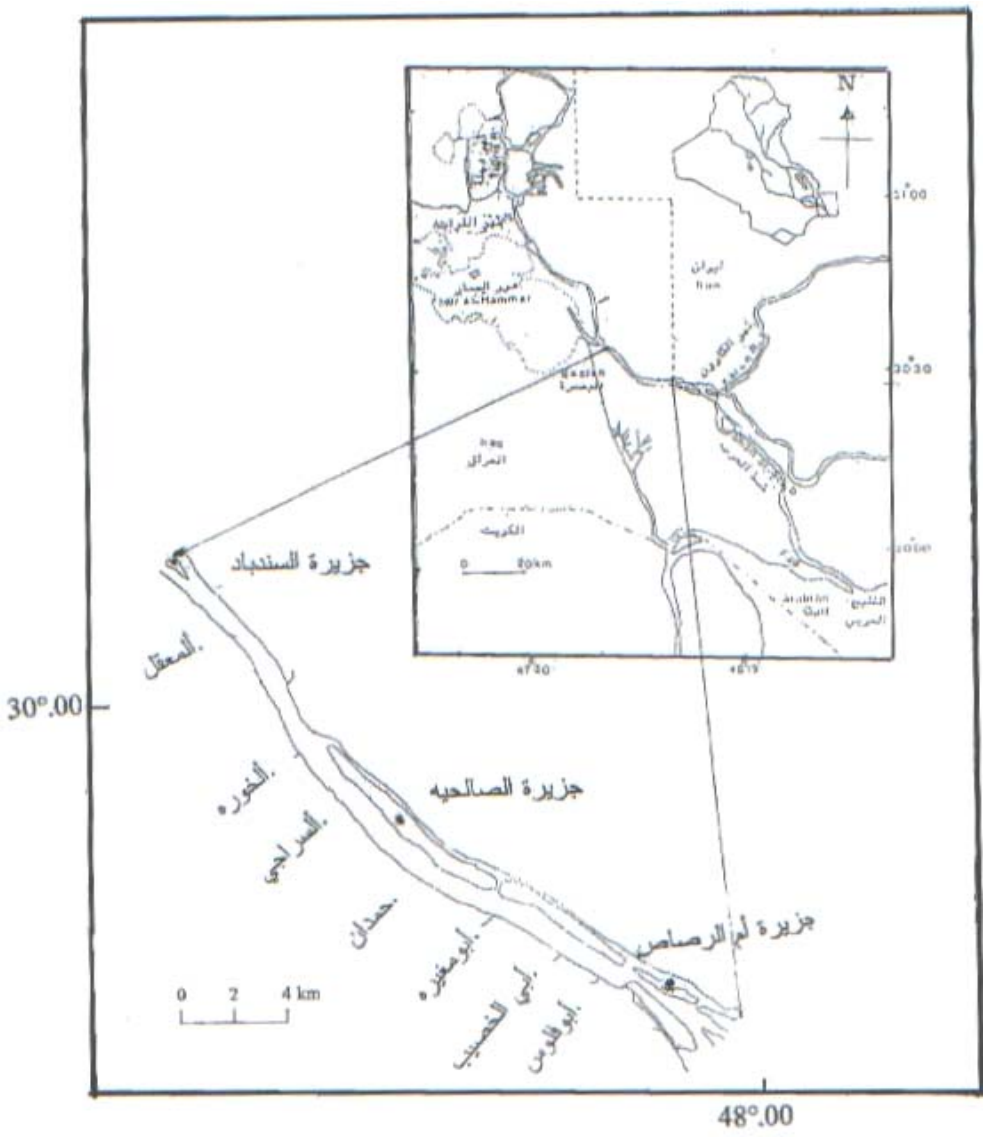
أن ظاهرة تعرية الضفاف وعدم استقراريتها ممكن أن تسبب العديد من المشاكل الاقتصادية والبيئية مثل فقدان الأرض والأخطار على الحياة المائية وعملية الترسيب في المصبات والحركة المرورية النهرية فضلاً عن مشاكل السيطرة على الفيضان، وعليه لا يمكن إهمال هذه الظاهرة.

هدف الدراسة الحالية تعيين أشكال التعرية التي يتعرض لها قاع وضفاف شط العرب وتقدير معدلات التعرية الخطية والتراجع السنوي للضفة باستخدام طريقة الاوتاد Pin method و قياس مسافة الأنهيار للضفاف وحجم التربه المنهارة بطريقة الأنهيارات الكتلية Block failur ومقدار تاثير كل منها على شكل المقاطع العرض للنهر وطوبوغرافية القاع.

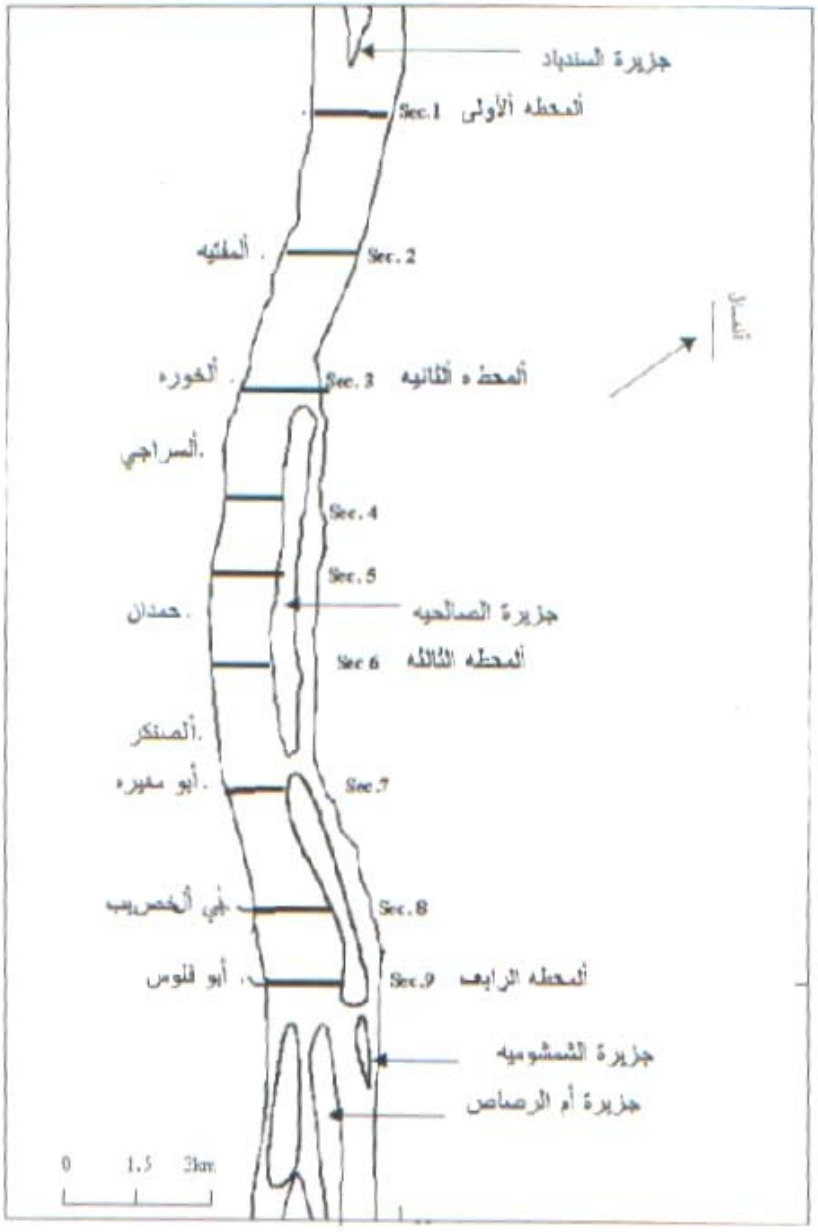
طرائق العمل

حددت منطقة الدراسة الممتدة من الجزء الجنوبي لجزيرة السندباد حتى الجزء الشمالي لجزيرة أم الرصاص بناءا" على التحريات الموقعية (شكل 1). وتمثلت فيها شمولية معظم العوامل الأساسية المؤثرة على تعرية الضفاف . اختيرت تسعة مقاطع عرضية لحساب معدلات التعريه الخطية السنوية (شكل 2) . واخذ بنظر الاعتبار معظم العوامل الأساسية المؤثرة على تعرية الضفاف في هذه المقاطع وهي ارتفاع الضفة والغطاء النباتي وشكل النهر ووجود الحماية الاصطناعية أو عدمها فضلاً عن آثار التعرية موقعياً.

جمعت نماذج الرواسب القاعية من ثلاثة مقاطع موزعة على المسار الطولي لمنطقة الدراسة وهي 1 و 6 و 9 وأعتمدت التغيرات المورفولوجية وأهمها عرض وعمق المقطع كأساس لاختيار المقاطع. كماأختيرت ثلاثة مواقع في كل مقطع من المقاطع المذكورة يقع أحدهم في منتصف القناة فيما يقع الآخران على جانبي النهر يبعد كل منهما مسافة 40م عن الضفة أعتمادا"على عمق الماء في كل جانب. وبوساطة جهاز الكماش (Grab sampler) جمعت النماذج القاعية ووضعت في أكياس بلاستيكيه ودونت عليها المعلومات المطلوبه.



شكل (1) موقع الدراسة



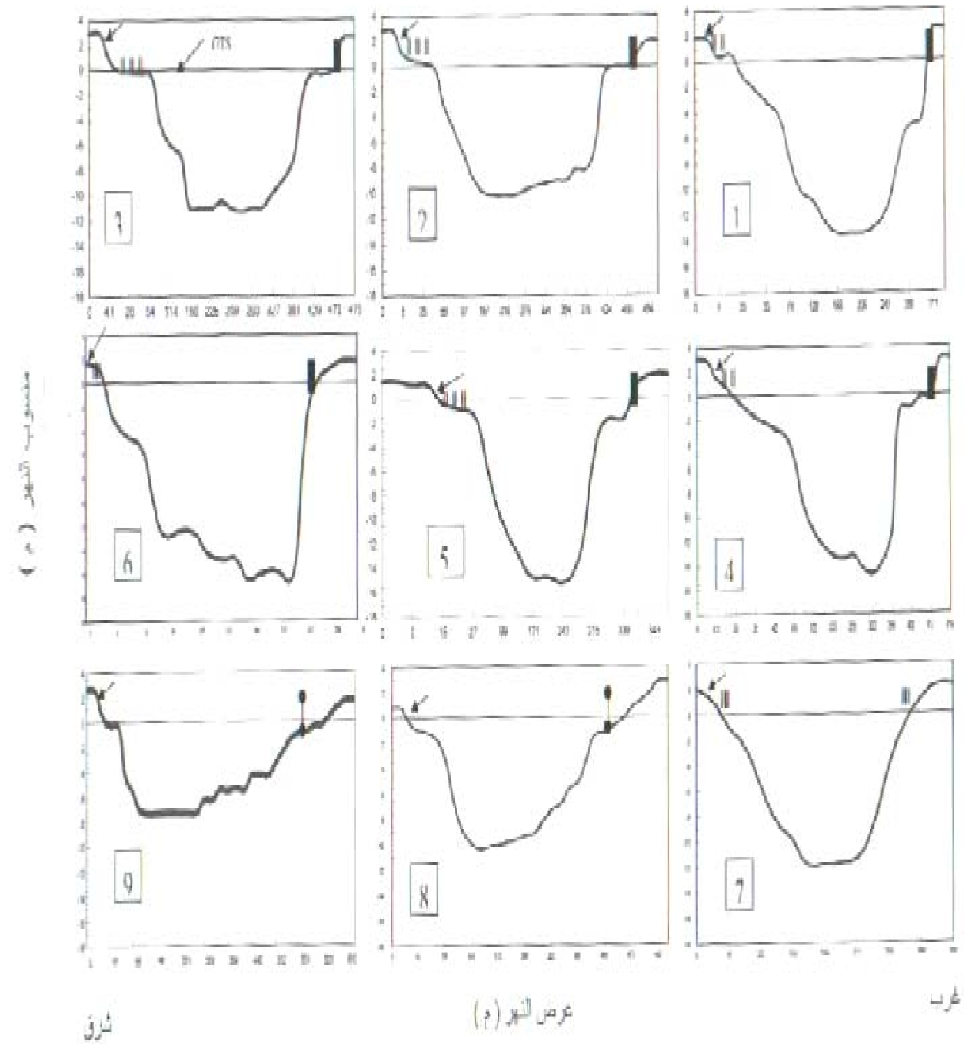
شكل (2) توزيع المقاطع العرضية في منطقة الدراسة

نقلت إلى المختبر لأجراء التحاليل المختبرية المطلوبه في البحث ، واعتمدت الطريقة الموصوفة في Black et al. (1965) لفصل دقائق الرمل وتحضير معلق التربة (Soil Suspension) (الطين والغرين). واستخدم جهاز التحليل الحجمي SediGraph النوع 5000 (Micromeritics ,Et) لحساب النسبة المؤيه لدقائق الطين والغرين. وأستخدم مثلث النسجه الموصوف في(1980) Head لتصنيف نسجة التربه.

استخدم جهاز مسبار الصدى (Echosounder) نوع (Precision echosounder recorder Model PS-10E) لقياس ألأعماق، و جهاز التسوية (Level) لقياس عرض المقطع وارتفاعات الضفاف نسبة" إلى معدل مستوى سطح البحر GTS (Geodetic Triangulation System) وصححت كافة أعماق المقاطع إلى GTS ثم رسمت المقاطع.

بوساطة جهاز قياس سرعة التيارات المائية نوع (Current meter Cm$_2$, Toho Dantan Co.) قيست سرعة التيارات المائية على أعماق مختلفة عند المقاطع 1 و 6 و 9 . وقد اختيرت هذه المقاطع بناء على الاختلاف مابين المقاطع في عمق الجريان وعرض كل مقطع (شكل المقطع) ، واعتمدت طريقة(1960) Bowden and Sharaf AL-Din لحساب معدل سرعة التيار مقاسه بوحدة م .ثا$^{-1}$ في كل مقطع. كما اعتمدت معادلة Yallin (1977) لقياس جهد القص للجريان . استخدمت صيغة (1968) Mignoit لتقدير جهد القص الحرج للرواسب (τ_{cr}) محسوبة بوحدة نيوتن . م$^{-2}$، ومن خلال مقارنته مع جهد القص للجريان (τ_o) المحسوب بطريقة (Yallin (1977 بوحدة نيوتن . م$^{-2}$ يمكن تحديد مواقع التعريه والترسيب في المقطع العرضي للنهر، حيث تحصل التعريه القاعيه عندما يكون $\tau_{cr} < \tau_o$ في حين تحصل عملية الترسيب عندما يكون $\tau_{cr} > \tau_o$ أما الحاله الحرجه فتكون عندما $\tau_{cr} = \tau_o$.

أستخدمت طريقة الاوتاد (Pin method) لحساب معدل التعريه الخطيه السنويه لضفاف شط العرب عند منطقة الدراسه ، وقد حددت تسعة مقاطع لهذا الغرض . كما حدد موقع الوتد في كل مقطع وبواقع ثلاثة أوتاد لكل ضفة، بعد أن أخذ بنظر الاعتبار وسائل الحمايه ونوعية الغطاء النباتي ألموجود في كل مقطع (شكل 3) . وتعد طريقة الاوتاد المستخدمة من قبل (Thorne 1981 من الطرق التقليديه المباشرة لأخذ القياسات الخاصة بالتعرية ومراقبتها، وحساب المعدل الخطي لها في المقاطع النهريه ، وأستغرقت فترة القياس سنة كاملة امتدت من بداية كانون الثاني عام 2004 إلى نهاية كانون ألأول عام 2004 ، وقدر معدل التعرية الخطية السنوية في كل موقع من مواقع ألاوتاد لكل فترة قياس، ثم حسب المعدل الكلي للتعريه لمنطقة ألدراسه



شكل (3) اشكال المقاطع العرضيه مع مواقع الأوتاد والضفاف المحميه بسياج من الطابوق والغطاء النباتي بانواعه المختلفه في كل مقطع

موقع الوتد ، سياج من الطابوق ، L.australis الجولان ، P.paspaloides الشران

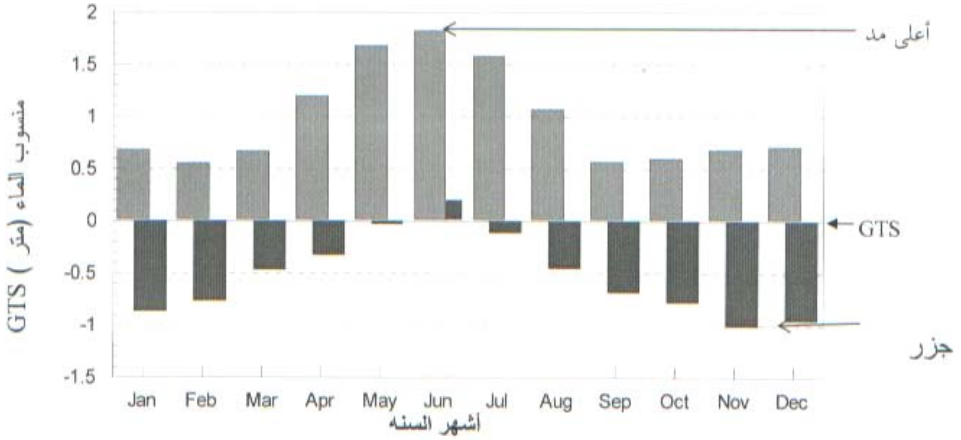
تمت مراقبة الضفاف التي يحتمل تعرضها للانهيار على شكل كتل، بسبب التاكل الواضح عند أسفلها بفعل تأثير الأمواج وجريان الماء في النهر. سجلت الكتل المنهارة والمتراكمة عند قاعدة الضفة خلال فترات الجولات الميدانية المتكررة إلى المواقع المحتملة للانهيار في منطقة الدراسه ولمدة سنة كاملة. وقيست أبعاد تلك الكتل (الطول والعرض والأرتفاع) ، وحسب حجم التربة لهذه الكتل بوحدة المتر المكعب ،ثم حجم التربة المنهارة لكل وحده متر طول من ضفاف النهر في منطقة الدراسه.

استخدمت آلة Auger لحفر ثلاثة حفرAugur holes في ضفة كل من المقطعين السادس والتاسع (منطقتي حمدان وابو فلوس على التوالي)، موزعة أفقياً تبعد كل منها عن الأخرى 5 م كما تبعد الحفرة الأولى عن حافة الضفة 5 م أيضاً، ويبلغ عمق كل حفرة 2 م . قيس مستوى المياه الجوفية في كل حفرة عند نفس وقت قياس مستوى الجريان في النهر، وبأوقات مختلفة، وخلال دورة مديه كاملة (13 ساعه) ، وسجل أعلى وأدنى مستوى للمياه الجوفية في الضفة، عند أعلى مد وأدنى جزر للجريان في النهر في المقطعين . واستخدمت هذه القيم لرسم مخطط تذبذب مستوى المياه الجوفية وميلها واتجاهها عند أعلى مد وأدنى جزر وفي كل مقطع وخلال دورة مدية كاملة.

النتائج والمناقشة

1- الخصائص الهيدرولوجية لشط العرب

أظهرت بيانات المناسيب المدية لنهر شط العرب في منطقة العشار(شكل 4)، للفترة من شهر كانون الثاني لغاية شهر كانون الأول لسنة 2004 (سنة الدراسة)، بوجود تذبذب في هذه المناسيب ، اذ بلغ أدنى منسوب- 1.00م GTS في شهر تشرين الثاني في حين بلغ أعلى مد +1.81م GTS في شهر حزيران ، وأن معدل أعلى مد + 0.98 م GTS ، كما لوحظ أن هناك زيادة للمد عن معدله السنوي خلال أشهر الصيف، للفترة من شهر نيسان إلى شهر آب. ويعزى ذلك إلى ذوبان الثلوج خلال أشهر الربيع ، وتداخل المياه الناتجة عن ذلك الذوبان والواصله إلى شط العرب خلال أشهر الصيف مع المياه اليومية التي تحصل بسبب حركتي المد والجزر في الخليج العربي .



شكل (4) مناسيب المد والجزر في شط العرب عند منطقة العشار لسنة 2004 منسوبه الى معدل مستوى سطح البحر GTS

نوع المد لشط العرب في منطقة الدراسة هو النصف اليومي، أي حصول مدين وجزرين في اليوم الواحد، غير متساويين في المدى والوقت، بفعل تأثير الظروف الجوية السائدة في المنطقة، وبشكل خاص سرعة واتجاه الرياح . وكذلك حركة القمر وما ينتج عنها من أطوار مديه Tidal (phases)، حيث يكون هناك طورين لكل من المد الفيضي (Spring tide) والمد المحـاقي (Neap tide) خلال الشهر القمري الواحد .

2- جهد القص للجريان

تراوحت قيم جهد القص للجـريان بين 57.6 – 108.9 نيوتن. م$^{-2}$ وبلغت أعـلى قيمة له في المقطع السادس وادنى قيمة في المقطع التاسع (جدول 1) . وقد يعزى هذا ألأختلاف في قيم هذا الجهد إلى التـباين في معـدلات سـرعة الجريان حيث تراوحـت تلـك المعـدلات بـين 0.22- 0.33 م.ثا$^{-1}$. حيث أن جهد القص يتناسب طردياً مع مربع سرعة الجـريان التي تزداد مع زيـادة عمـق الجريان وألانحـدار الهيدروليكي (Yalin , 1977).

جدول (1) قيم معدل السرعة وجهد القص لجريان النهر

المقطع	الموقع	معدل سرعة الجريان (U*) م. ثا$^{-1}$	جهد القص للجريان (τ_0) نيوتن.م$^{-2}$
ألأول	ألشرق	0.31	96.1
	ألوسط	0.31	96.1
	ألغرب	0.29	84.1
ألسادس	ألشرق	0.25	62.5
	ألوسط	0.33	108.9
	ألغرب	0.24	57.6
ألتاسع	ألشرق	0.28	48.4
	ألوسط	0.29	82.1
	ألغرب	0.22	84.4

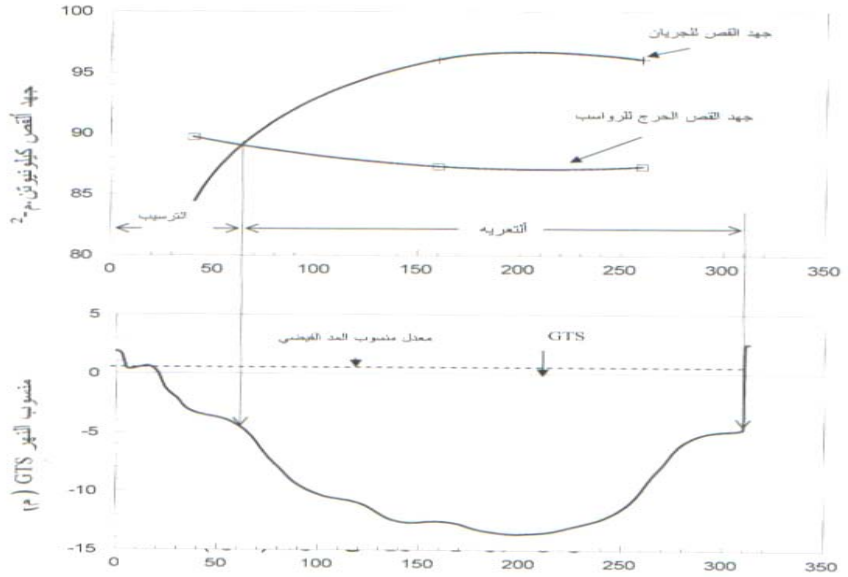
3- التعرية القاعية

تتباين درجة التعرية من مقطع إلى أخر على امتداد المسار الطولي للنهر ، ويمكن تقديرذلك التباين من خلال مقدار الفرق بين جهد القص للجريان وجهد القص الحرج للرواسب($\tau_o - \tau_{cr}$) ، كما تفاوتت مسافات التعريه والترسيب في المسار العرضي لكل مقطع (الأشكال 5 , 6, 7)

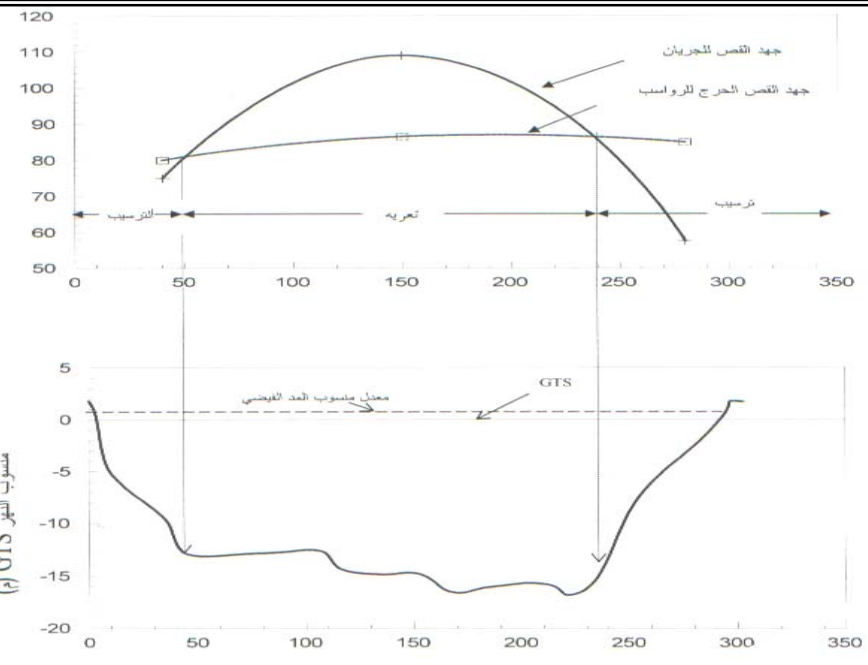
فقد لوحظ حصول عمليه ترسيب على جانبي النهر في جميع المقاطع المأخوذة لدراسة التعرية القاعية (المقاطع 1 و6 و9) ، ما عدا الجانب الغربي من المقطع الأول ، لكونه يشكل جزء من مرسى ميناء المعقل ، وقد حفر هذا الجانب اصطناعياً ، مما يعني أن هذا الجانب قد لا يتعرض إلى تراكم رواسب منهاره من الضفاف، في حين هناك تعرية قاعيه واضحه جدا" في هذا الجانب خلال هذه الدراسة لذلك فأن المقطع في هذا الجانب مازال عميقا" نسبيا" حيث بلغ –5.0 م GTS عند حافة الرصيف، بالرغم من مرور أكثر من 25 عام لم تجري له أي عملية حفر (شكل 5). أن أعلى درجة للتعرية القاعية خلال هذه الدراسة بلغت في المقطع السادس في منطقة حمدان (شكل 6) ، وادنى درجة في المقطع التاسع شمال أبو فلوس (شكل 7) ويعزى ذلك إلى الاختلاف في معدل سرعة الجريان حيث أن جهد القص للجريان يتناسب طردياً مع السرعة في الجريان الخطي ومع ربع السرعة في الجريان الاضطرابي (Leopold et al ., 1964). لذا يمكن أن تصل درجة التعرية القاعية إلى أقصاها عند حصول أقصى قيمة لسرعة التيارات والتي عادة ما تحصل في منتصف الفترة الزمنية ما بين أوطئ جزر وأعلى مد ، كما قد تنخفض إلى أدنى درجة لها أو ربما تتوقف عند بداية كل مد أو جزر . أن الانخفاض الكبير في درجة التعرية القاعية عند المقطع التاسع يمكن أن يعزى بشكل أساسي إلى انخفاض عمق الجريان الذي يعد عامل أساسي في تحديد قيمة اجهاد القص للجريان (Yallin , 1977) .

ويمكن ان يعزى انخفاض عمق الجريان في المقطع التاسع إلى ارتفاع منسوب القاع بسبب الرسوبيات الهائلة التي ينقلها ر الكارون إلى شط العرب من جهة ، ولعدم قدرة شط العرب على نقلها ودفعها بعيداً من جهة اخرى (I.P.A.,1977)، كما ان هذا المقطع يقع في منطقة التفرع لنهر شط العرب عند الحافه الشماليه لجزيرة أم الرصاص حيث يتسع مقطع النهر في هذه المنطقه وتنخفض سسرعة جريانه ، مما يجعل الحمولة النهرية أكثر قدره على الترسيب في هذه المقطع لاسيما في الجانب الغربي حيث تمتد عملية الترسيب في المقطع العرضي الى200متر (شكل 7) والذي يشكل أحد الظواهر الجيومورفولوجيه للنهر .

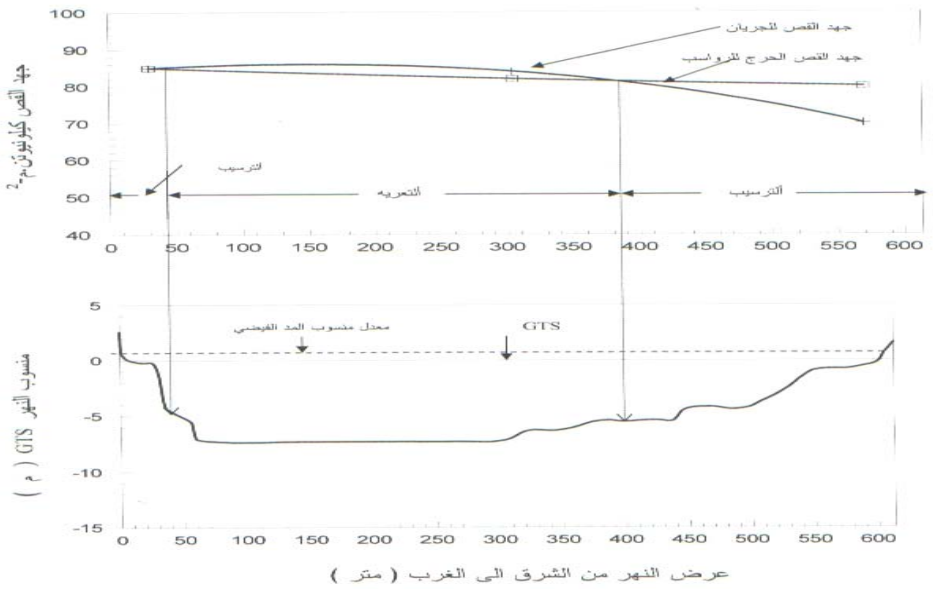
كما بينت الدراسة الطوبوغرافية للمقطع الطولي في منطقة الدراسه لأعمق نقطه في المقطع، ان منسوب القاع كان متذبذب على امتداد المسار الطولي لذلك الجزء، وان انحدار القاع غير منتظم ، حيث بلغ أوطئ منسوب للقاع في المقطع السادس 16.0 - م GTS وأعلى منسوب في المقطع التاسع7.0 -مGTS (شكل 8) . ويعزى ذلك التباين الطوبوغرافي في المسار الطولي لقاع النهر إلى الاختلاف في درجة التعرية القاعية والمعتمدة بدرجة أساسية على الإجهاد القصي للجريان (Yallin , 1977) .



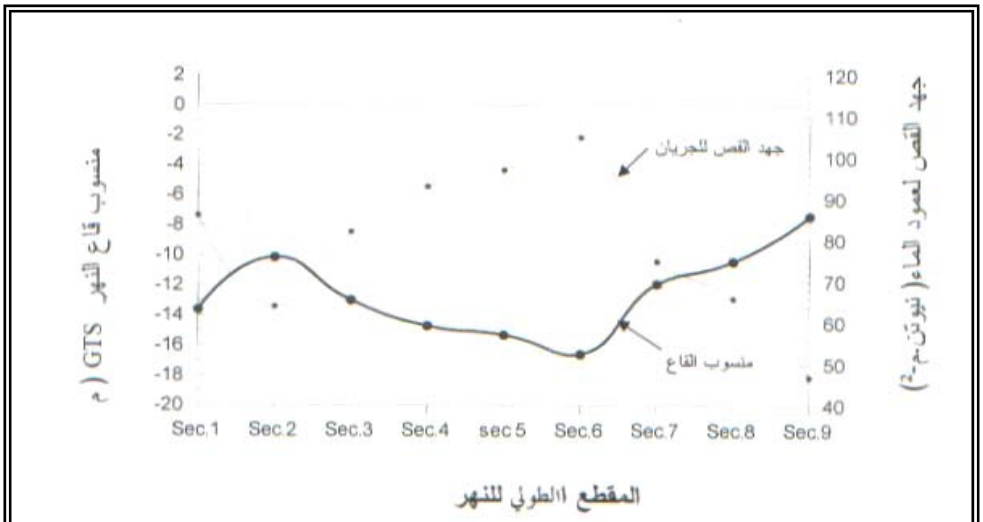
شكل (5) مواقع التعريه والترسيب في المقطع العرضي الأول، نهر في منطقة المعقل



شكل (6) مواقع الد يه والترسيب في المقطع العرضي السادس للنهر في منطقة حمدان



شكل (7) مواقع التعريه والترسيب في المقطع العرضي التاسع للنهر في منطقة أبو فلوس



شكل (8) الشكل المورفولوجي للمقطع الطولي لمنسوب قاع النهر وعلاقته بجهد القص للجريان

4 - تعرية الضفاف

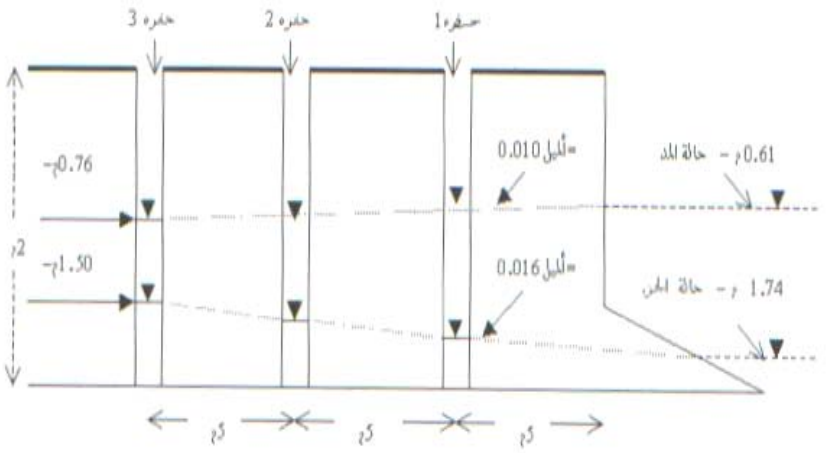
ا- التعرية الخطية

أظهرت نتائج قياسات التعرية الخطية باستخدام طريقة الاوتاد أن هناك تبايناً واضحاً في معدلات التعرية الخطية من مقطع إلى أخر ، تراوحت المعدلات بين 0.14 -0.35 م. سنة$^{-1}$ (جدول 2). بلغ أعلى معدل في المقطعين الثامن والتاسع ، وادنى معدل في المقطعين الأول والسابع ، كما هناك تباينا"في هذه المعدلات ما بين فترات القياس الممتدة على مدار ألسنة وكان أعلى معدل للتعريه 0.08 م.سنه$^{-1}$ سجل خلال الفتره من مايس – حزيران حيث، وادنى معدل كان 0.02 م.سنه$^{-1}$ للفترة من ك2 – شباط ،وأن مجموع المعدل الكلي السنوي 0.26 م.سنه$^{-1}$.

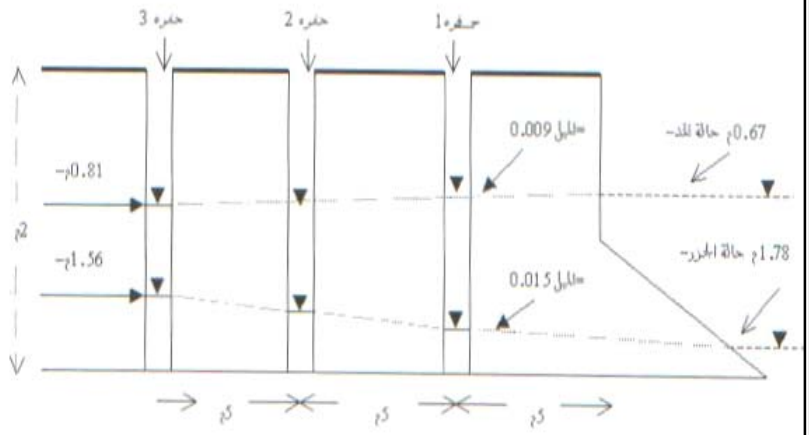
أن زيادة معدل التعرية الخطية في المقطع الثامن والتاسع وانخفاضها في المقطع الأول والسابع ، يعود إلى تأثير وجود الغطاء النباتي ، وكذلك إلى إجراءات الحماية للضفاف، أذ جعل الضفة عند هذا المقطع أكثر مقاومة لتأثير الأمواج أو الاجهادات القصية للجريان المسلطة عليها .

أن التباين الكبير في معدلات التعرية ما بين الفترات الزمنية للقياس الممتدة على مدار السنة قد يعزى إلى التذبذب في مستوى الجريان لنهر شط العرب، حيث أن ارتفاع منسوب الجريان في النهر خلال شهري مايس و حزيران يؤدي إلى ارتفاع الماء الأرضي للضفاف خلال هذه الفترة (الأشكال 9 ، 10) ، و معظم أجزاء الضفة مشبعة بالمياه فظلا عن وجود الخاصية الشعرية ، وعند هذه الحالة يزداد ضغط الماء المسامي الموجب للتربة، وينخفض ضغط الماء المسامي السالب المسؤول عن التماسك الظاهري للتربة وبالتالي تضعف قوة التربة الفعالة وتكون أكثر عرضة للتعرية (GSA,2004) . أن أسوأ حالة للضفاف عندما ينخفض مستوى الجريان عن حافة الضفة المواجه للنهر عند الجزر، بعدما فقدت التربة قوتها الفعالة و يتدفق الماء الأرضي للضفة باتجاه النهر بسبب التغيير في اتجاه الانحدار الهيدروليكي لمستوى الماء الأرضي للضفة ، أن مثل هذه الظروف تقلل من استقرارية الضفه وجعلها عرضة" للأنهيار (Andrew et al., 2002) .

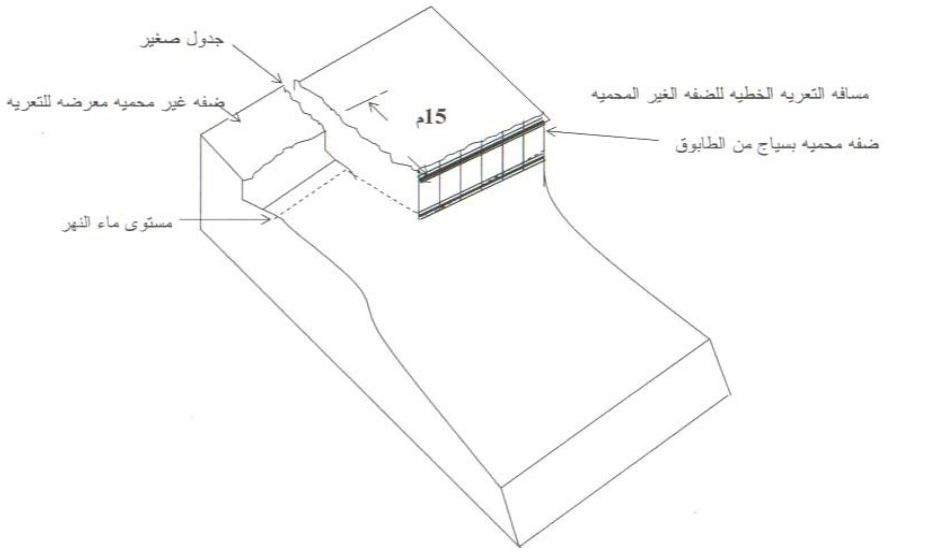
كما سجل حقليا" أن معدل التعريه الخطيه السنويه الكليه المحسوبه بطريقة الاوتاد والبالغه قيمتها 0.26 م.سنه$^{-1}$ كانت مقاربه الى مقدار التعريه الخطيه السنويه المحسوبه من مقارنة ضفتين، في منطقة جيكور في ابي الخصيب أحدهما محميه بسياج من الطابوق من عام 1942 والأخرى غير محميه ملاصقة لها والواقعة على امتدادها، حيث بلغت قيمة التعرية الخطية السنوية 0.24 م.سنه$^{-1}$(شكل 11).



شكل (9) تذبذب مستوى الماء الأرضي في الضفة الغربية في المقطع السادس (منطقة حمدان)



شكل (10) تذبذب مستوى الماء الأرضي في الضفة الشرقية في المقطع التاسع (منطقةابو فلوس)



شكل (11) مجسم يبين مقدار التعريه الخطيه لضفه غير محميه في منطقة الصنكر خلال مدة (62) سنه

ب - انهيار الكتل

أن أغلب الانهيار لضفاف شط العرب كان على شكل كتل والذي ينتج من عوامل التعريـة المختلفة. لقد وجد خلال هذه الدراسة أن معدل حجم التربة التي أزيلت من الضفاف على شـكل كتل منهارة كانت 0.38 م^3 . سنة$^{-1}$ لكل واحد متر طول من الضفاف في مناطق الانهيارات . أما مقدار معدل المسافة الأفـقية المنفصلة مـن الضفة كانـت 0.61م (جـدول 3) . وقـد تجاوزت ضعف مقدار التعرية ألخطيه المحسوبة بطريقة الأوتاد (جدول 2) .

لقد وجد هناك تباين في مقدار حجم الكتل المنهارة من منطقة إلى أخرى ، ويعزى ذلك إلـى انحناءات النهر وعدم انتظام الضفاف وخصائص التربة التي تحدد جهد القص للتربة فضلاً عـن الغطاء النباتي (Thorne , 1990) .

كـما شوهـد أن نـوع الانهيـارات السـائده فـي منطـقة الدراسـة كان Cantilever failure . وأن سبب هذا الانهيار يعود إلى تأثير فعل الجريان والأمواج على قدم الضفة Bank toe، حيث يتعرض هذا الجزء من الضفة إلى عملية انجراف Scouring، وقد يزداد هذا النحت مع زيادة الأجهادات القصية الناتجة بفعل الجريان والأمواج التي تتعـرض لها ضفة النهر. يعتمد مقدار هذا النحت في اسفل الضفة على مقدار مقاومة التربة والمتمثلة بقوة التماسك وزلية الأحتكاك لدقائق تربة الضفة، كما يلعب الميل الجانبي للضفة الدور الأساسي فـي هذه العملية فضلا" عن دور الغطاء النباتي حيث تعمل جذور النباتات على ربط تجمعات التربـة مع بعضها البعض مما يزيد من قابليتها لمقاومة للأجهادات المسلطة عليها .

جدول (2) معدلات قياسات ألتعريه الخطية باستخدام طريقة الأوتاد مقاسه بالمتر لسنة 2004.

ألمقطع	أرتفاع ألضفه (متر)	ك2 +شباط	آذار +نيسان	مايس+حزيران	تموز+ آب	أيلول +ت1	ت2 +ك1	ألمعدل ألكلي
1	0.90	0.01	0.02	0.04	0.04	0.02	0.01	0.14
2	1.15	0.02	0.05	0.10	0.09	0.02	0.02	0.30
3	1.12	0.02	0.05	0.08	0.07	0.02	10.0	0.25
4	0.92	0.01	0.02	0.09	0.09	0.02	0.02	0.25
5	0.85	0.01	0.03	0.06	0.05	0.03	0.03	0.21
6	1.30	0.03	0.05	0.06	0.03	0.01	0.02	0.20
7	0.85	0.02	0.03	0.05	0.04	0.03	0.02	0.14
8	0.65	0.02	0.04	0.11	0.11	0.03	0.02	0.33
9	0.70	0.02	0.03	0.11	0.12	0.05	0.02	50.3
ألمعدل	0.85	0.02	0.04	0.08	70.0	0.03	0.02	0.26

جدول (3) قياسات الكتل المنهارة المنفصلة من ضفاف النهر(بوحدة المتر).

ت	جهة الضفه	المنطقه	الطول	السمك *	العرض **	الحجم ($م^3$)	الحجم ($م^3$ لكل وحدة متر طول)
1	الشرقيه	الكباسي	3.30	0.84	0.70	1.94	0.59
2	الشرقيه	الكباسي	4.20	0.33	0.40	0.55	0.13
3	الشرقيه	التنومه	0.50	0.40	0.27	0.05	0.10
4	الشرقيه	التنومه	3.60	0.95	0.62	2.12	0.59
5	الشرقيه	التنومه	0.40	0.62	0.30	0.07	0.17
6	الشرقيه	الصالحيه	4.30	0.50	0.85	1.83	0.42
7	الشرقيه	الصالحيه	0.61	0.52	0.70	0.22	0.36
8	الشرقيه	الخوره	0.25	0.31	0.25	0.02	0.08
9	الشرقيه	السراجي	3.80	0.81	0.90	2.77	0.73
10	الشرقيه	عويسيان	0.51	0.21	0.41	0.04	0.08
11	الغربيه	يوسفان	1.75	0.45	0.51	0.40	0.23
12	الشرقيه	حمدان	3.92	0.81	0.63	2.00	0.51
13	الغربيه	محيله	4.10	0.72	0.91	2.68	0.61
14	الغربيه	الصنكر	0.23	0.31	0.25	0.02	0.08
15	الشرقيه	السبيليات	3.30	0.81	0.82	2.19	0.66
16	الغربيه	نهرخوز	0.35	0.25	0.70	0.06	0.17
17	الشرقيه	ابي الخصيب	3.70	1.00	0.92	3.40	0.92
18	الغربيه	جيكور	0.22	0.15	0.32	0.01	0.04
19	الغربيه	ابوفلوس	2.60	0.81	0.85	1.79	0.68
المعدل					**0.61**	**1.65**	**0.38**

*ألسمك هو ارتفاع الضفة المنهارة.

** ألعرض يعني المسافة ألأفقيه مابين حافة الضفة المواجه للنهر إلى نقطة الانفصال.

أن ازدياد النحت في هذا الجزء من الضفة يغير شكل الضفة إلى دعامة بارزه Cantilever ، فضلاً عن جعلها حادة الأنحدار (oversteeping) (Darby and Thorne , 2000)، وقد تنهار هذه الدعامة البارزة من الضفة بفعل تأثير قوة الجذب الأرضي حالما تتغلب القوى الدافعة لها Driving forces (وزن الكتلة المنهارة والضغط الهايدروستاتيكي) على القوة المقاومة Resisting forces (التماسك الظاهري وزاوية الاحتكاك) (Stephen and Colin, 1986) . تحصل هذه الحالة كلما ازدادت نفاذية التربة ازدادت معها سرعة نفوذ الماء إلى داخل الضفة عند المستوى العالي للجريان ومن ثم أنخفض تماسك تربة الضفة(Massimo and Nicola , 1999) ، لذلك فقد وجد أن معظم الانهيارات قد سجلت خلال شهري مايس وحزيران ، اذ بلغ أعلى مستوى لجريان النهر خلال هذي الشهرين ، مما أدى إلى خفض الأستقرارية وجعلها أكثر عرضة" للانهيار.

الخلاصة

1 - تختلف قابلية التعرية القاعية من موقع الى آخر ضمن مسار المقطع العرضي الواحد وكذلك من مقطع إلى أخر ضمن المسار الطولي للنهر ، لذلك أختلفت مناسيب القاع وكذلك شكل المقطع العرضي على أمتداد المسار الطولي.

2- بلغ مقدار المعدل الكلي السنوي للتعريه الجانبية الخطية لضفاف نهر شط العرب والمحسوبة بطريقه الاوتاد 0.26 م . سنة$^{-1}$،وكانت أعلى قيمة 0.08م . سنة$^{-1}$ خلال فترة القياس آذار - مايس وأدنى قيمة 0.02 م . سنة^{1} خلال فترتي القياس تشرين الثاني - كانون الأول وكانون الثاني - شباط. كما اقتربت هذه القيمة من مقدار التعرية الجانبية الخطية المحسوبة بطريقه المقارنة الحقلية والبالغة 0.24 م . سنة$^{-1}$. عليه يمكن الاستنتاج بأن الضفاف ممكن أن تتراجع بما يقارب واحد متر كل أربع سنوات ما لم تتخذ إجراءات الحماية للضفاف في شط العرب .

3 - أن المعدل السنوي لحجم التربة المنهارة من الضفاف على شكل كتل بلغ 0.38 م^{3} . سنة$^{-1}$ لكل واحد متر طول من الضفاف . وأن مقدار معدل المسافة الجانبية الأفقية المنفصلة من الضفة على شكل انهيارات كتليه 0.61 م . سنة$^{-1}$ ، وقد تجاوزت مقدار ضعف التعرية التي تتعرض لها الضفاف على شكل مجاميعAggregat أو Slabs والمقاسة بطريقة الاوتاد. كما أن نوع الانهيار السائد لضفاف شط العرب هو Cantilever failures.

المصادر

Albadran, A., 1987. Factors influencing riverbank stability in the Tigris and Shatt Al-Arab water ways.Unpubl. Ph.D. Thesis, univ. of Dundee.

Albadran, B., Al-Manssory, F. and Al-Bahily, N., 2002. Erosion and sedimentation processes in the Shatt Al-Arab River, south of Iraq. Marina Mesopotamica, v. 17(2): 285-292.

Andrew, S., Robert, E.T., Andera, C., and Shield, F.D., 2002. Case study : Channel stability of the Missouri river, eastern Montana V.128 (10).

Black, C. A., Evans, D. D., White, J. L., Ensminger, L. E. an Clark, E. 1965. Method of soil analysis, physical mineralogical properties. Amer. Soc. Agro. No.9. Madisan, Wisconsin, U.S.A.

Bowden, M. F. and Sharaf Al- Din, 1960. Circulaion salinity and river discharge in the Merest Estuary. Geophy. J. Roy. Ast. Soc. V.10, pp: 383-40

British standard BS 1377: 1975. Method of test for soils for civil engineering purposes. British Standard Institution, London.

Darby, S. E., and Thorne, C. R., 2000. A river runs through it: Morphological and landowner sensitivities along the upper Missouri river, Montana, USA. Trans. British Geog.V.25(1), pp: 91-107.

Geological Society of America (GSA), 2004. Bank stability resulting fro rapid flood recession along the licking river, Kentucky North-Central Section . 38th annual meeting of Hydrology and Environmental Geology

Head, K. H. 1980. Manual of soil laboratory testing. V. 1. Pantech Press, London.

Hudson, N. W., 1981. Soil Conservation. 2nd. Ed. Batsford, U.K.

I.P. A..(Iraqi Port Administration),1977. The shatt Al-Arab project Inter. report, Directorate General of Studies and Designs, and Polservices, Join Venture

Leopold, L. B. Wolman, M. C. and Miller, J. P., 1964. Fluvial process. In : Geomorphology. Ed. W. H. Freeman. Sanfrancisco.

Massimo, R. and Nicola, C., 1999. Stability of stream banks formed in partially saturated soils and effects of negative pore water pressures :The Sieve river (Italy). Geomorphology,V.26, pp: 253 – 277.

Mignoit, C., 1968. A study of the physical properties of various forms of very fine sediments and their behavior under hydrodynamic action Lahoulle Blanche, V. 7, pp: 591 – 620.

Petts, G. and Foster, I., 1985. Rivers and landscape. Arnold, London.

Shields, J. F., Simon, A. and Steffen, L., 2000. Reservoir effects on DD Domn stream river channel migration. J. Environ. Conserv., v. 27 (11), pp: 54 –66.

Simon, A., Shields, F. D., Ettema, R., Alonso, C., Marshall, M., Curini,A. and Steffen, L., 1999. Channel erosion on the Missouri river, Montana between Fork Peck dam and North Dakota border. Research Rep. 12,USDA Agricultural Research Laboratory, Oxford, Miss.

Stephen, E. D. and Colin, R. T., 1986. Development and testing of riverbank- stability analysis. J. of Hydro.. Eng., V. 112 (8).

Stefano, D., and Nicola, C., 2001. Failure mechanisms and pore water pressure conditions: Analysis of riverbank along the Arno River(Central Italy). Dep. Of Civil Eng. Univ. of Deg.

Thorne C. R., 1981. Field measurements of rates of bank erosion and sediment transport measurement, Pro. of Florence Symposium, Jun, 1981. IAHS Pupl. No. 133.

Thorne, C. R. 1990. Effect of vegetation on river bank erosion and stability. In: Vegetation And erosion. Ed. Thorne, J. B. John Wiley and Sons . Chi Chester,pp. 125 – 144.

Wolman, M. G., 1959. Factors influencing erosion of cohesive riverbanks. Am. J. Sci. V. 257, pp: 204 – 216.

Yallin, M. S., 1977. Mechanics of sediments transport (2nd ed.). Bergman press.