

تأثير بعض خصائص التربة على استقرارية ضفاف شط العرب بين جزيرتي السندباد وأم الرصاص

ناجي خير الله الباهلي¹، بدر نعمة البدران² وصباح شافي الهادي³
¹مركز علوم البحار، ²كلية العلوم، ³كلية الزراعة، جامعة البصرة - العراق

المستخلص حدد جزء النهر المحصور ما بين جزيرتي السندباد شمالاً وأم الرصاص جنوباً كمنطقة للدراسة. اختيرت أربعة مواقع للضفاف كمحطات رئيسية لدراسة الاستقرارية. قيست الأبعاد الهندسية لتلك الضفاف كما أجريت الفحوصات المختبرية: التماسك، زاوية الاحتكاك الداخلي والكثافة الوزنية للتربة وللأعماق 0-50 و 50-100 و 100-150 و 150-200 سم، وحسب جهد القص عند كل عمق. أظهرت النتائج أن نسجة التربة لجميع الضفاف ولمختلف الأعماق هي طينية غرينية وهناك تباين في خصائص التربة ما بين المحطات الرئيسية وكذلك الأعماق المختلفة في كل محطة. كما بينت نتائج تحليل الاستقرارية أن جميع أتحارات الضفاف الماخوذه للدراسة في حاله مستقرة، الا انها متفاوتة في درجة استقراريته، وأن للتماسك الدور الرئيسي بالاشتراك مع ارتفاع الضفة في تحديد درجة استقرارية ضفاف شط العرب. قد تتأثر هذه الصفة بمستويات الجريان في النهر ومستوى الماء الأرضي للضفة، وعليه وجدت في هذه الدراسة بعض المعادلات التنبؤية التي يمكن أن تستخدم لمعرفة حالة الاستقرارية عند مختلف الظروف التي تؤثر على استقرارية الضفاف.

المقدمة

تعرف استقرارية الضفة هي الحالة التي تكون عندها مقاومة تربة الضفة تساوي أو اكبر من القوة الدافعة لها، وقد تنهار الضفة حالما تنهار القوى الداخلية والخارجية الماسكة للتربة امام تلك القوة الدافعة لها فعندما تضعف القوى الساندة لتربة الضفاف (التماسك وزاوية الاحتكاك) فأن قوة الجذب الأرضي تتغلب عليها (Hanson and Cook, 1998).

أن عدم استقرارية الضفاف ممكن أن تسبب العديد من المشاكل الاقتصادية والبيئية مثل فقدان اليابسة والأخطار على الحياة المائية وعملية الترسيب في المصببات وتغير اعماق القنوات والحركة المرورية النهرية فضلاً عن مشاكل السيطرة على الفيضان. ان قوة التربة تعد مهمة في تحديد قابلية تربة الضفاف للانهييار (Hanson and Cook, 1998). وأوضح (Aloa 1983) أن مقاومة تربة الضفاف للانهييار مرتبطة بقوة التربة المتمثلة بالتماسك وزاوية الاحتكاك الداخلي للتربة. أن هذه القوة تعتمد على درجة الإشباع (Toll, 1990)، في حين أشار (Nasir 2000) إلى أن التماسك وزاوية الاحتكاك في الترب الجافة لم تتأثر بشكل كبير بكمية الطين إلا عند مستوى معين من المحتوى الرطوبي، أذ لاحظ عند زيادة المحتوى الرطوبي إلى 18% بدأ التماسك بالازدياد مع زيادة المحتوى الطيني في حين انخفضت زاوية الاحتكاك تبعاً لذلك.

أثبتت (1999) Massimo and Nicola أن قوة القص لتربة الضفاف غير المشبعة تزداد مع وجود الجهد الماتركي (الجهد السالب الناتج عن قوة مسك التربة للماء أو ما يسمى بجهد هيكل التربة)، وأن معيار الانهيار يمكن أن يعبر عنه بمتغيرين هما صافي الإجهاد العمودي والجهد الماتركي. وأشار (1998) Simon and Curini و (2000) Simon *et al.* أن دائرة خدمة الأبحاث الزراعية (ARS) Agricultural Research Service قد طورت الصيغة التي طرحت من قبل (1978) Fredlund *et al.* عند حساب جهد القص لتربة الضفاف، فقد أضيف لها قوى اضافية تعمل على سطح الانهيار، وتضمنت: القوة الناتجة عن الجهد الماتركي السالب للتربة في الجزء غير المشبع من سطح الانهيار، والقوة الهيدروستاتيكية الرافعة Hydrostatic uplift force التي تعود إلى ضغط ماء التربة الموجب في الجزء المشبع من سطح الانهيار، فضلاً عن ضغط الماء الساكن التي تحصر جهة الضفة المواجهة للنهر Hydrostatic Confining force والناتجة عن فعل ضغط ماء النهر المسلط على واجهة الضفة المواجهة للنهر.

وقد أوضح (2002) Yongshan and James خلال دراسة لهما على الانزلاقات الأرضية أن التربة الحاوية على نسبة 55-75% معادن طينية متبلورة بلغت فيها قيمة التماسك 50 كيلوباسكال م² وزاوية الاحتكاك 10° ويعزى ذلك إلى أن معادن الطين عملت على تكوين أوامر قويه بين دقائق التربة أدت إلى زيادة التماسك، وخلال عملية الترطيب فقد تحطمت هذه الأوامر وانخفضت قيمة التماسك إلى الصفر في حين لم تتأثر زاوية الاحتكاك بهذه العملية.

ذكر (1996) Rosgen أن عدم استقرار ضفة القناة النهرية يعود إلى عملية التعرية التي تؤدي إلى تراجع ضفة القناة. هناك وسائل عديدة تستخدم لدراسة الاستقرار الجانبي للنهر منها نسبة عرض الالتواء Meander width ratio ودليل خطورة التعرية للضفاف Stream Bank Erosion Hazard Index (SBEHI) فضلاً عن الإجهاد القريب للضفة Near-Bank Stress (NBS).

عرف (1986) Stephen and Colin عامل الأمان (FS) Factor of Safety هو النسبة بين القوة المقاومة (FR) Force of Resisting لتربة الضفة إلى القوة الدافعة (FD) Draging كما في المعادلة التالية:

$$F = \frac{\sum c L(\cos\alpha + \sum(p-u)L) \tan\theta}{\sum p \sin\alpha}$$

F = عامل الأمان (بدون وحدات)

c = التماسك (نيوتن / م²)

L = طول الشريحة (متر)

α = زاوية انحدار الشريحة (درجة)

P = القوة العمودية المسلطة على قاعدة كل شريحة (نيوتن)

u = الضغط الماء المسامي (نيوتن / م²)

θ = زاوية الاحتكاك للدقائق التربة (درجة)

إن الانهيار يحصل عندما تقل قيمة عامل الأمان دون وحده واحده وتعد الضفاف عند هذه القيمة غير مستقرة. أن القوة الدافعة هي محصلة وزن الكتلة المنهارة المتجه نحو الأسفل والضغط الهائيدروستاتيكي، أما القوة المقاومة هي التماسك وزاوية الاحتكاك. واستنتج Massimo and Nicola (1999) أن عامل الأمان هو داله للتغيرات الموسمية في الجهد الماتركي والأبعاد الهندسية للضفة (العرض والارتفاع) وقوة القص لتربتها.

هناك عدة طرائق لحساب عامل الأمان، أما الأكثر شيوعاً فهما؛ طريقة الشرائح Slices والتي تسمى بطريقة الشرائح السويدية والمستخدمه من قبل (Fredlund and Krahn (1977)، وفيها يقسم المنحدر إلى العديد من الشرائح وبحسب طول كل شريحة وزاوية انحدارها والقوة العمودية المسلطة عليها وضغط الماء المسامي لها، ومن خلال العلاقة ما بين مجموع القوى الدافعة على جميع الشرائح ومجموع القوى المقاومة لتلك الشرائح يمكن حساب عامل الأمان للضفة، أما الطريقة الأخرى فهي طريقة بشوب المبسطة المستخدمة من قبل Skempton and Hutchinson (1969)، وفيها يحسب ارتفاع وزاوية انحدار الضفة ومستوى الخط البيزومتري للمياه الجوفية لتلك الضفة وبعض خصائص تربتها كالتماسك وزاوية الاحتكاك والكثافة الوزنية، ومن خلال تطبيق برنامج في الحاسوب، يمكن معرفة عامل الأمان، وتستخدم كلا الطريقتين لتحليل استقرارية الضفاف ذات الانحدارات الجانبية المنتظمة والغير منتظمة.

تهدف الدراسة الحالية لمعرفة حالة تربة ضفاف شط العرب بين جزيرتي السندباد وام الرصاص ومدى استقراريتهما والعوامل التي تتحكم بأستقراريتهما فضلا عن تقديم بعض المعادلات التنبؤية لمعرفة حالة الاستقرارية.

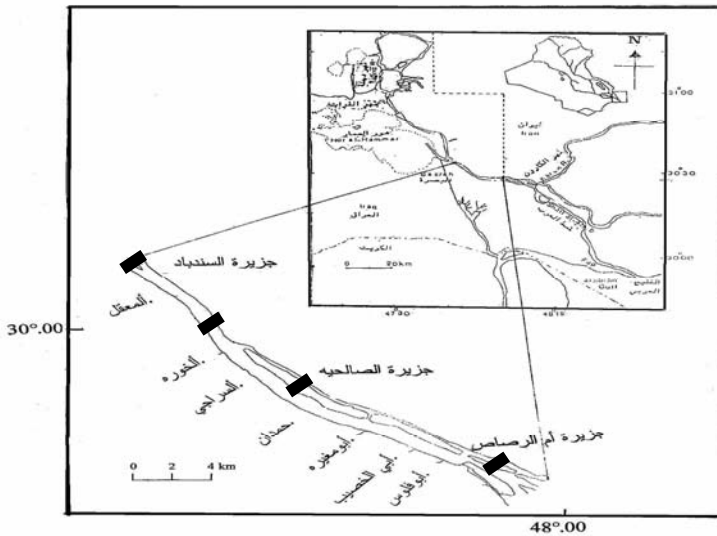
المواد وطرائق العمل

حددت أربعة محطات لدراسة الاستقرارية موزعة بشكل يضمن جميع التغيرات الجيومترية لضفة نهر شط العرب بناءً على التحريات الموقعية (شكل 1). استخدم جهاز مسبار الصدى نوع Precision echosounder recorder Model PS-10E لقياس الأعماق، وجهاز التسوية (Level) لقياس عرض المقطع للنهر وارتفاعات الضفاف نسبةً إلى معدل مستوى سطح البحر (Geodetic Triangulation System) GTS (V) وصححت كافة أعماق المقاطع إلى GTS، ثم رسمت المقاطع في كل محطة.

جمعت النماذج الطبيعية غير المخلفة من المحطات الرئيسية الأربعة والتي اختيرت لدراسة الاستقرارية، بواسطة جهاز أخذ النماذج اللبائية (Core sampler)، بعد أن ربط في طرفه الذي يغرز في التربة أنبوب شلبي (Shelby tube) ذات طول 50 سم وقطر 7.5 سم، نظف وطلبي جداره الداخلي بمادة شحمية لسهولة إخراج النموذج من داخله دون أن يتعرض إلى تخلخل، ثم غرس بأكمله في داخل التربة وسحب مع التربة عموديا إلى الخارج. بعد ذلك ربط

أنبوب آخر وغرس في نفس الحفرة لاستكمال عملية أخذ النماذج على أعماق مختلفة (0-50 سم) (50-100 سم) (100-150 سم) وبنفس الأسلوب أعلاه، حيث بلغ عدد الأنابيب أربعة في الحفرة الواحدة ولكل محطة دراسية. شَمَّع طرفي كل أنبوب بشمع البرافين حال إخرجه من التربة للحفاظ على المحتوى الرطوبي الطبيعي، وضعت في صناديق خشبية، ثم نقلت بعناية مباشرة إلى المختبر حيث حفظت في الثلاجة للمحافظة لحين استكمال عملية التحليل. اعتمدت الطريقة الموصوفة في (Black et al. (1965). لفصل دقائق الرمل وتحضير معلق التربة (الطين والغرين). واستخدم جهاز التحليل الحجمي (SediGraph النوع 5000 Et, Micromeritics) لحساب النسبة المئوية لدقائق الطين والغرين وأستخدم مثلث أنسجه لتصنيف نسجة التربة. كما اعتمدت الطريقة الوزنية Gravimetric moisture content المذكورة في (Head (1980) لحساب النسبة المئوية للرطوبة.

استخدمت حلقة التصلب Consolidation ring لتقدير الكثافة الوزنية للتربة (γ_s) بعد إخراج النماذج الطبيعية غير المخلخلة مباشرة من أنبوب شلبي (Head, 1980). استخدمت طريقة القص المباشر البطيئة Slow direct shear test الموصوفة في (Head (1982) وحسب طريقة القياس البريطانية BS.1377:1975 باستعمال جهاز القص (Shear box) النوع (25300) Wyckham Faurance Engineering limited لحساب التماسك الفعال بوحدة الكيلونيوتن. متر² (C') وزاوية الاحتكاك الفعالة بالدرجات (ϕ').



شكل 1: توزيع المحطات في منطقة الدراسة (المقل، الخورة، حمدان، أبو فلوس).

الاستعانة ببرنامج Prokon في الحاسوب لتحليل استقرارية انحدار ضفاف شط العرب في محطات الدراسة. وتتضمن الخطوة الأولى إدخال البيانات (Input data) والمتضمنة رسم طوبوغرافية الضفة ومنسوب الماء الأرضي للضفة على شكل إحداثيات (X,Y)، وبيانات الفحوصات المختبرية وهي التماسك وزاوية الاحتكاك والكثافة الوزنية للتربة والماء كبيانات عامة (General parameters)، ثم حددت عدد الشرائح المطلوب تحليلها وأدخلت إحداثيات دائرة الانزلاق ونصف قطرها لعدة محاولات حتى الوصول إلى أقل قيمة لعامل الأمان يكون عندها سطح الانحدار في حالة مستقرة.

وقد اختير نوع التحليل (Deterministic Mode)، وعلى ضوء هذه البيانات رسم سطح الانهيار، وحددت قيمة عامل الأمان في كل محطة والدائرة الحرجة لسطح الانهيار والإحداثيات السينية والصادية لمركز الدائرة ونصف قطرها. ثم رسم سطح الانهيار الحرج لانحدار الضفة في جميع المحطات. حللت البيانات إحصائياً ورسمت العلاقات الإحصائية بين المتغيرات لإيجاد معامل الارتباط وعلاقة الخط المستقيم لكل علاقة.

النتائج والمناقشة

جهد القص لتربة الضفاف

تباينت قيم جهد القص لتربة الضفاف بشكل كبير من محطة إلى أخرى ومن عمق إلى آخر. فقد تراوحت بين 95.1 و33.07 كيلو نيوتن. م⁻² (جدول 1). تميز العمقان 0-50 سم و50-100 سم في كل من المحطتين الأولى والثانية بانخفاض جهد القص بالرغم من احتوائهما على نسب اعلى من دقائق الطين مقارنة مع نفس العمقين في المحطتين الثالثة والرابعة (جدول 2). تتميز دقائق الطين بمساحتها السطحية النوعية الكبيرة وازدياد كثافة شحنتها السطحية مما تعطي لهذه الدقائق القابلية على تكوين أوامر قويه فيما بينها تؤدي إلى زيادة التماسك ثم زيادة جهد القص مقارنة مع الدقائق الاكبر حجماً كالغرين والرمل. لذلك يمكن أن يعزى انخفاض جهد القص في العمقين 0-50 سم و50-100 سم. عند المحطتين الأولى والثانية بالرغم من احتوائهما على نسب أعلى من دقائق الطين إلى ارتفاع المحتوى الرطوبه في هذين العمقين (Moses et al., 2003)، بالمقارنة مع نفس العمقين في المحطتين الثالثة والرابعة، حيث أن قوة القص تعتمد على درجة الإشباع (Toll, 1990)، وأكد (Nasir 2000) أن التماسك وزاوية الاحتكاك (جهد القص) في الترب لم تتأثر بشكل كبير بكمية الطين إلا عند مستوى معين من محتوى الرطوبة، قد تؤدي زيادة محتوى الرطوبة إلى خفض الجهد الماتركي (ضغط الماء المسامي السالب)، وزيادة ضغط ماء الترب (ضغط الماء المسامي الموجب) الذي يضعف بدوره قوة الأواصر بين دقائق التربة مما يقلل من تماسكها ومن ثم خفض جهد القص (GSA, 2004, Andrew et al., 2002).

جدول 1: قيم جهد القص لترب الضفاف في محطات الدراسة.

المحطة	العمق (سم)	الإجهاد العمودي الكلي كيلو نيوتن.م ²	ضغط الماء المسامي (μ) كيلو نيوتن.م ²	الإجهاد العمودي الفعال كيلو نيوتن.م ²	ألتماسك الفعال (C) كيلو نيوتن.م ²	زاوية الاحتكاك الفعالة (ϕ) درجة	الإجهاد القصي الفعال كيلو نيوتن.م ²
الأولى	50-0	9.5	4.9	4.5	39.0	10.0	39.7
	100-50	18.5	9.8	8.7	32.0	11.0	33.07
	150-100	28.5	14.7	13.8	74.0	15.0	81.6
	200-150	39.1	19.6	19.5	88.0	20.0	95.1
الثانية	50 - 0	9.4	4.5	4.5	54.0	9.0	54.7
	100-50	18.9	9.8	9.1	41.0	12.0	42.9
	150-100	29.4	14.7	14.7	81.0	17.0	85.9
	200-150	39.0	19.6	19.4	82.0	18.0	93.3
الثالثة	50 - 0	10.5	4.9	5.6	61.0	23.0	83.3
	100-50	21.0	9.8	11.2	78.0	26.0	87.5
	150-100	31.4	14.7	26.7	81.0	15.0	86.9
	200-150	41.8	19.6	22.2	78.0	20.0	86.1
الرابعة	50-0	10.6	4.9	5.7	81.0	24.0	83.5
	100-50	21.2	9.8	10.3	75.0	25.0	80.1
	150-100	31.8	14.7	17.1	77.0	20.0	83.2
	200-150	42.2	19.6	22.6	80.0	18.0	87.3

جدول 2: النسبة المئوية للرطوبة (%) والتوزيع الحجمي لدقائق ترب الضفاف (غم. كغم⁻¹)

المحطة	العمق سم	المحتوى الرطوبي %	الطين	الغرين	الرمل	النسجة
الأولى	50 - 0	39.0	640	340	20	طينيه غرينيه
	100 - 50	37.0	610	380	10	طينيه غرينيه
	150 - 100	27.0	580	410	10	طينيه غرينيه
	200 - 150	26.0	590	400	10	طينيه غرينيه
الثانية	50 - 0	33.0	610	370	20	طينيه غرينيه
	100 - 50	35.0	630	360	10	طينيه غرينيه
	150 - 100	26.0	560	430	10	طينيه غرينيه
	200 - 150	22.0	595	305	10	طينيه غرينيه
الثالثة	50 - 0	29.0	490	470	40	طينيه غرينيه
	100 - 50	28.0	450	510	40	طينيه غرينيه
	150 - 100	27.0	500	480	20	طينيه غرينيه
	200 - 150	24.0	530	460	10	طينيه غرينيه
الرابعة	50 - 0	27.0	470	500	30	طينيه غرينيه
	100 - 50	27.0	460	520	20	طينيه غرينيه
	150 - 100	28.0	510	480	10	طينيه غرينيه
	200 - 150	28.0	520	470	10	طينيه غرينيه

أن زيادة جهد القص عند جميع المحطات في الأعماق السفلى 100-150 سم و 150-200 سم، قد يعزى إلى الضغط الذي يسلمه ثقل طبقة التربة السطحية على الطبقة التي تحتها، حيث يلعب ضغط عمود التربة دوراً كبيراً في تراص وانضمام دقائق التربة مما يزيد من قوة الأواصر ما بين الدقائق ومن ثم زيادة التماسك لتلك الترب.

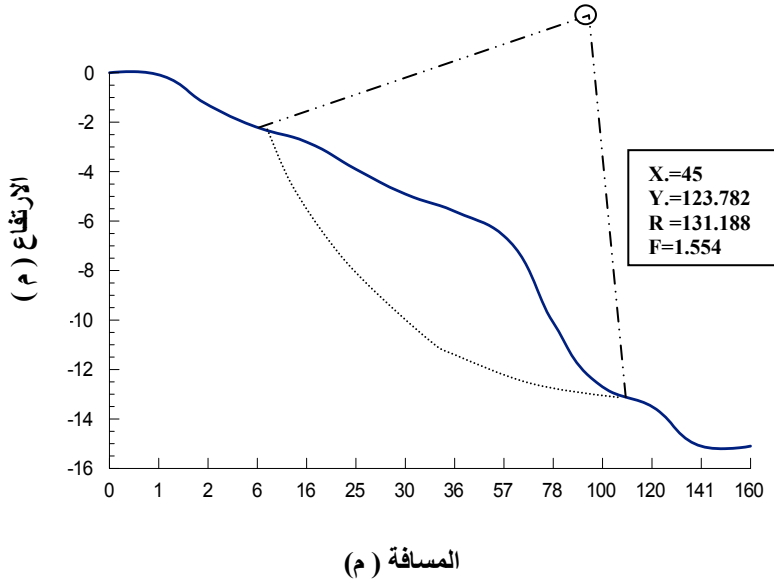
استقرارية الضفاف

تقع انحدارات ضفاف شط العرب ضمن الانحدارات العالية الارتفاع وفقاً للتصنيف المذكور في (1987) Albadran والمعتمد على الأبعاد الهندسية للضفاف geometry Banks، حيث تراوح الارتفاع بين 10 م في المحطة الرابعة إلى 18 م في المحطة الثانية. وطبقاً إلى طريقة بيشوب (1955) Bishop method of slice لتحليل الاستقرارية، وباستخدام برنامج Prokon في الحاسوب للتنبؤ بالانزلاقات التي قد تتعرض لها انحدارات ضفاف شط العرب في محطات الدراسة، تحت ظروف التجربة أو الظروف المحتملة، فقد تبين أن جميع الانحدارات التي اختيرت لدراسة الانزلاقات كانت مستقرة، إذ تجاوزت جميع قيم عامل الأمان القيمة الحرجة لإستقرارية الضفاف (القيمة الحرجة لعامل الأمان = 1).

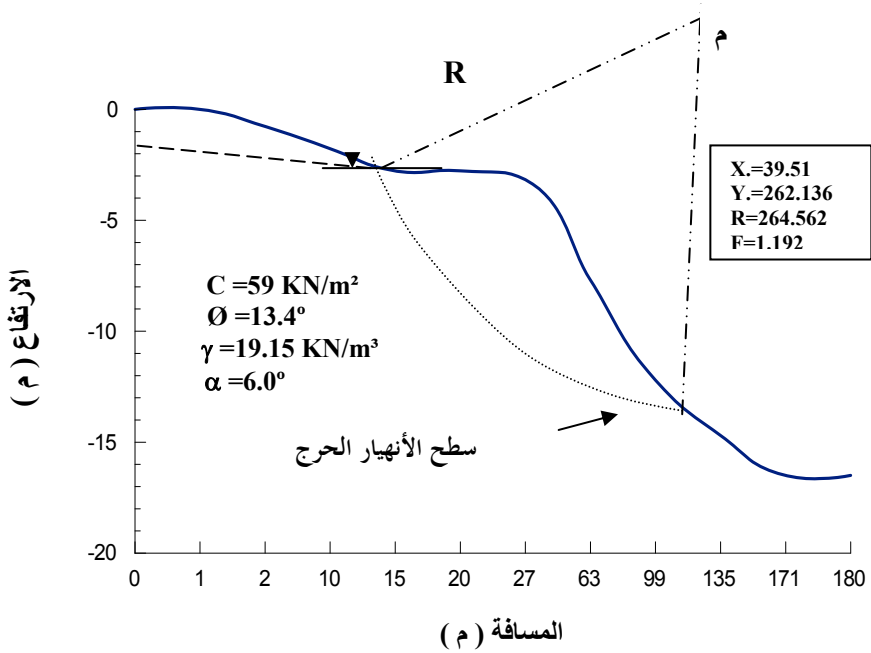
إلا إنها قد تفاوتت في درجة استقراريته، إذ تراوح عامل الأمان لها بين 1.050 إلى 1.554، وقد بلغ أدنى قيمة في الضفة الغربية للمحطة الثالثة (حمدان)، وقد اعتبر عامل الأمان لهذه الضفة حسب تصنيف (1976) Sowers بأنه Questionable safety، في حين أعتبر للضفاف الأخرى في حدود الكفاية Satisfactory safety. وقد بلغ أعلى قيمة له في انحدار الضفة الشرقية للمحطة الأولى (المعقل). كما تباينت جميع الانحدارات في تحديد سطح الانهيار الحرج (أي عندما يكون عامل الأمان = 1). (الأشكال 2، 3، 4، 5).

وقد تعزى هذه التباينات إلى الاختلاف في التماسك (c) وزاوية الاحتكاك (θ) والكثافة الوزنية (γ) لتربة الضفاف فضلاً عن ارتفاع انحدار الضفة، حيث وجد أن ميل العلاقة بين عامل الأمان والتماسك كان 0.0095 و 0.0087 و 0.0069 و 0.0111 في المحطات الأولى والثانية والثالثة والرابعة على التوالي (شكل 6). كما وجد أن هناك تباين بين الضفاف في قيمة الحد الأدنى للتماسك الذي تصبح عنده استقرارية التربة حرجة، والذي قد تتعرض له تربة الضفاف نتيجة للتغيرات في الظروف البيئية المختلفة. فقد بلغت هذه القيمة 55 كيلو نيوتن.م⁻² في المحطة الثالثة في حين انخفضت هذه القيمة إلى 35 كيلو نيوتن.م⁻² في المحطة الرابعة (شكل 6).

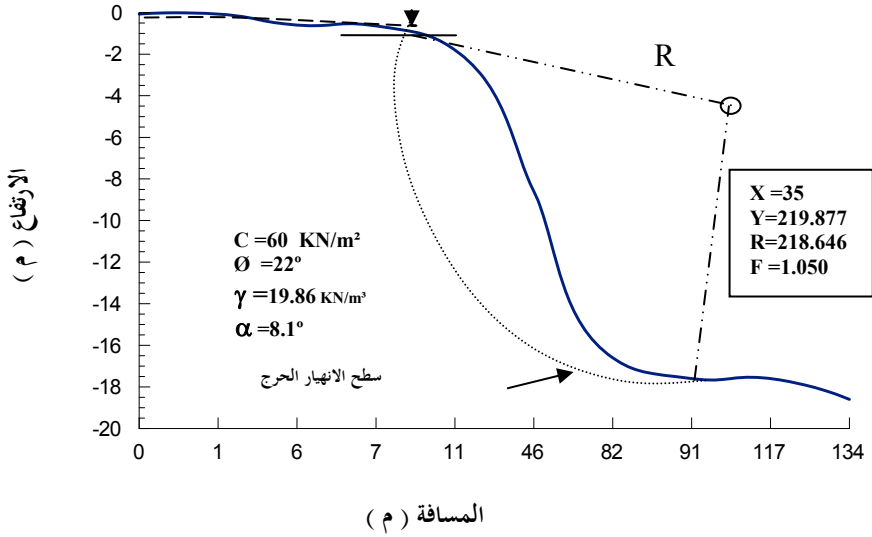
كما أن لارتفاع الضفة كان له دوراً واضحاً في هذه التباينات وفي تحديد قيمة التماسك الحرج. تجدر الإشارة إلى أن الزيادة في زاوية انحدار الضفة ناتجة من انجراف قاع النهر في الجانب القريب من تلك الضفة، وإنها قد تؤثر بشكل سلبي على استقرارية الضفة (Andrew et al., 2002).



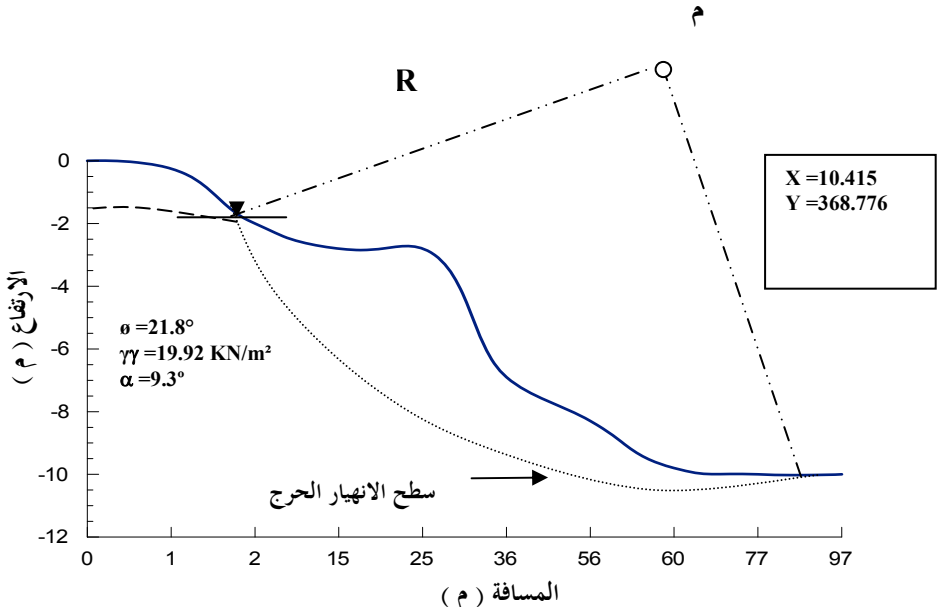
شكل 2: تحديد سطح الانهيار الحرج في الضفة الشرقية للمحطة الأولى في المعقل.



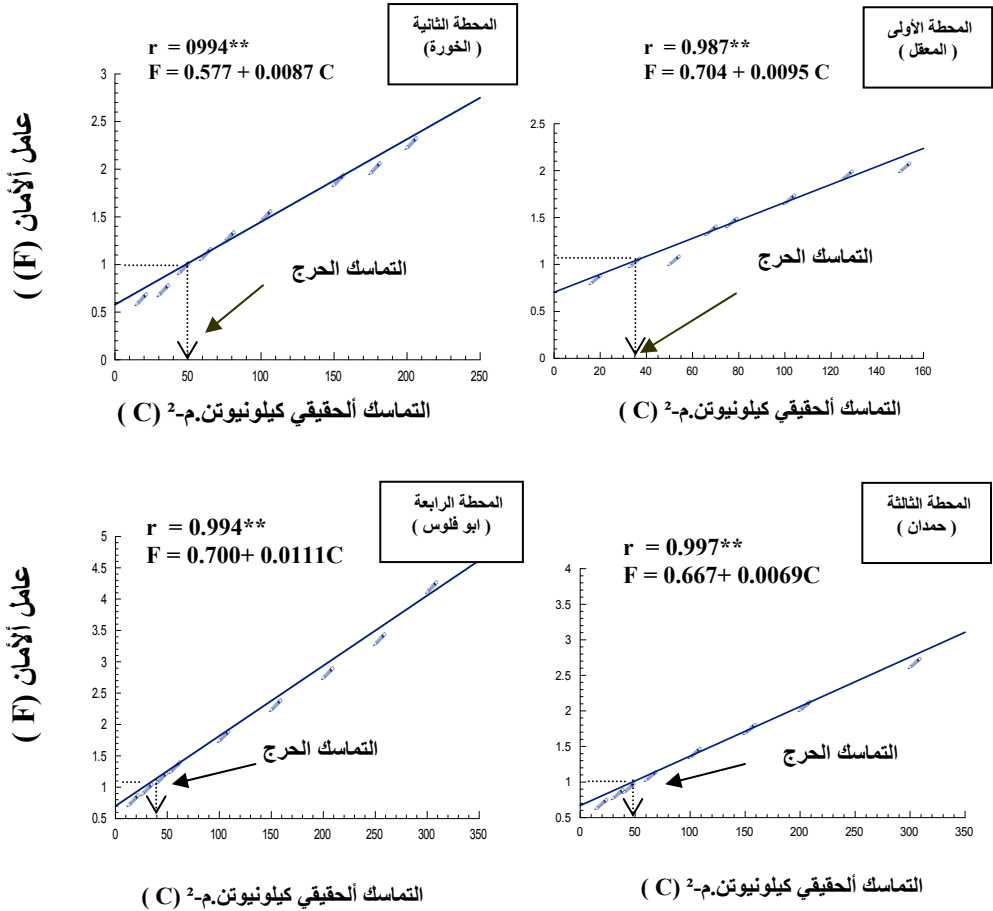
شكل 3: تحديد سطح الانهيار الحرج في الضفة الشرقية للمحطة الثانية في الخورة.



شكل 4: تحديد سطح الانهيار الحرج في الضفة الغربية للمحطة الثالثة في حمدان.

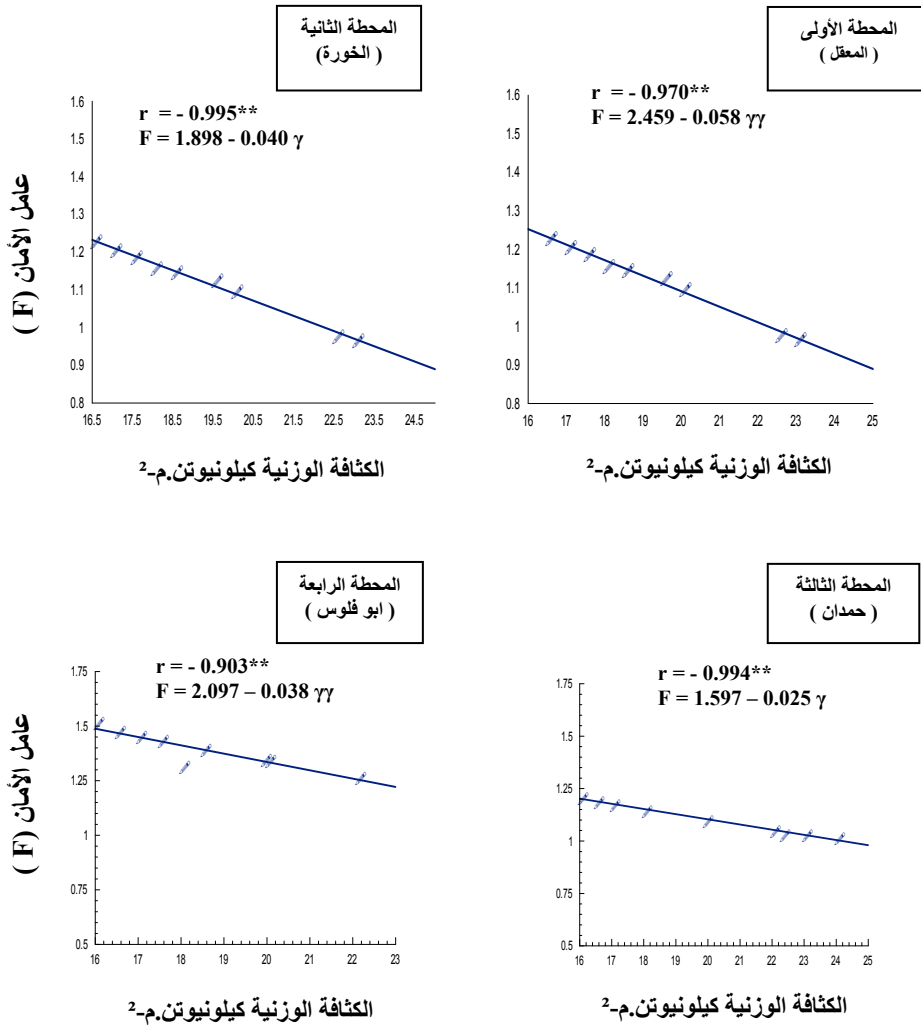


شكل 5: تحديد سطح الانهيار الحرج في الضفة الشرقية للمحطة الرابعة في أبو فلوس.



شكل 6: العلاقة بين عامل الأمان والتماسك الحرج (الذي تنهار عنده التربة).

كما وجد هناك علاقة خطية سالبة عالية المعنوية بين عامل الأمان والكثافة الوزنية بلغ معامل الارتباط لها -0.970^{**} و -0.995^{**} و -0.994^{**} و -0.903^{**} للمحطات الأولى والثانية والثالثة والرابعة على التوالي. وبالرغم من تلك العلاقة السالبة القوية إلا أن الانخفاض في قيم عامل الأمان لم يصل إلى حدود الأستقرارية لدرجة لأنحدار الضفاف (أي أن عامل الأمان = 1)، حتى عندما تصل الزيادة في الكثافة الوزنية إلى حدود قيمها المنطقية العليا (شكل 7). مما يعني أن التماسك مع ارتفاع انحدار الضفة هو ابرز الصفات الميكانيكية للتربة التي تلعب الدور الرئيسي في تحديد استقرارية انحدارات الضفاف لشط العرب وقد تتأثر صفة التماسك لتربه الضفاف بالعوامل البيئية (الترطيب والتجفيف). فقد تفقد التربة تماسكها الظاهري حالما تتعرض إلى فترات ترطيب طويلة عند مراحل الجريان العالية للنهر أو عواصف مطرية شديدة مستمرة لفترة طويلة.



شكل 7: العلاقة بين الكثافة الوزنية الظاهرية وعامل الأمان في محطات الدراسة.

أن بقاء مستوى الجريان العالي بتماس مع جانب الضفة المواجهة للنهر لفته طويلة، قد يؤدي إلى زيادة درجة الإشباع، مما يقلل الجهد الماتركي (ضغط الماء المسامي السالب)، ويولد ضغط لماء التربة (ضغط عمود الماء أي الضغط الموجب) يضعف أواصر دقائق التربة ويقلل تماسكها، مما يجعلها غير مستقرة (GSA,2004 & Andrew *et al.*, 2002). مما يعني أن ما تم التوصل إليه في حالة استقراره للضفاف هي في ظل الأبعاد الحالية للضفاف (الارتفاع والانحدار) وخصائص تربتها الفيزيائية (المحتوى الرطوبي والتماسك وزاوية الاحتكاك والكثافة الوزنية) والتي تعد جميعها عوامل أساسية وثيقة الصلة باستقرار الضفاف، وربما تتحول الحالة المستقرة لبعض الضفاف لاسيما تلك الضفاف التي اعتبر الأمان فيها Questionable

safety إلى الحالة غير المستقرة عندما تجري الظروف على نحو أسوأ worse conditions، كارتفاع مستوى الماء في النهر والمياه الجوفية والأمطار الغزيرة وجميعها تسبب خفض التماسك وزيادة الكثافة الوزنية ومن ثم خفض درجة الاستقرار.

استنبطت في هذه الدراسة بعض المعادلات التنبؤية (جدول 3)، والتي يمكن من خلال تطبيقها معرفة عامل الأمان الذي يحدد درجة استقراره تربة الانحدارات بمجرد معرفة قيمة التماسك والكثافة الوزنية للتربة، إذ تتغير هاتين الخاصيتين حالما تتعرض التربة إلى الزيادة في محتواها الرطوبي، بسبب ارتفاع مستوى الماء في النهر أو المياه الجوفية أو الأمطار، وجميع هذه الظروف تسبب خفض التماسك وزيادة الكثافة الوزنية. وأن خفض التماسك وزيادة الكثافة الوزنية لتربة الضفاف بسبب الزيادة في محتواها الرطوبي كلاهما يؤديان إلى خفض استقراريتها. وعليه يمكن الاستفادة من تطبيق هذه المعادلات عندما تتغير ظروف التربة.

جدول 3: المعادلات التنبؤية لعامل الامان (F) لتربة الضفاف في محطات الدراسة.

المحطة	إحداثيات الدائرة الحرجة لسطح الانهيار	المعادلة التنبؤية
الأولى	X=45.000 Y=123.188	$F = 1.581 + 0.0047 C - 0.0370 \gamma_s$
الثانية	X=39.514 Y=262.562	$F = 1.237 + 0.0043 C - 0.0225 \gamma_s$
الثالثة	X=35.000 Y=218.646	$F = 1.128 + 0.0034 C - 0.0135 \gamma_s$
الرابعة	X=10.415 Y=368.776	$F = 1.433 + 0.0055 C - 0.0289 \gamma_s$

(C = التماسك، γ_s = الكثافة الوزنية)

REFERENCES

- Albadran, A. 1987. Factors influencing riverbank stability in the Tigris and Shatt Al-Arab water ways. Ph.D. Thesis, univ. of Dundee, 377p.
- Aloa, D.A. 1983. Geology and engineering properties from Ilorin, Nigeria. Eng. Geol., 19: 11-18.
- Andrew, S., Robert, E.T., Andera, C., and Shield, F.D. 2002. Case study: Channel stability of the Missouri river, eastern Montana. J. Hyd. Eng., 128(10): 15-21.
- Black, C.A., Evans, D.D., White, J.L., Ensminger, L.E. and Clark, F.E. 1965. Method of soil analysis, physical and mineralogical properties. Amer. Soc. Agro. No.9. Madison, Wisconsin, U.S.A., 420p.
- British standard BS 1377: 1975. Method of test for soils for civil engineering purposes. British Standard Institution, London.
- Fredlund, D.G. and Krahn, J., 1977. Comparison of slopp stability methods of analysis. Can. Geo. J., V. 14: 429-439.

- Fredlund, D.G., Morgenstern, N.R. and Widger, R.A. 1978. The shear strength of unsaturated soils. *Can. Geotech. J.*, 15(3): 312-321.
- Geological Society of America (GSA) 2004. Bank stability resulting from rapid flood recession along the Licking River, Kentucky North-Central Section. 38th annual meeting of Hydrology and Environmental Geology.
- Hanson, G.J. and Cook, K.R. 1998. Relationship of soil suction and erodibility of a compaction soil. ASAE paper No. 982065. Annual international Meeting, Orlando, FL., 15 p.
- Head, K.H. 1980. Manual of soil laboratory testing. V. 1. Pantech Press, London, 335P.
- Head, K.H. 1982. Manual of soil laboratory testing. V. 2. Pantech Press, London, 404P.
- Law, K.T. and Lumb, P. 1978. A limit equilibrium analysis of progressive failure in the stability of slopes. *Can. Geotech. J.*, 15: 113- 122.
- 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*, 26: 253–277.
- Moses, K., Burcin, A., Nick, H. and Jeffrey, A.M. 2003. Field measurements of shear strength of an underconsolidated main clay. *Eng. Geol.*, 67(3-4): 233 – 242.
- Nasir, A.A. 2000. Inherent heterogeneity of sediments in Dharan, Saudi Arabia. *Eng. Geol.*, 56: 305–323.
- Rosgen, D. 1996. Applied river morphology. Wild land hydrology books. Pagosa Springs, Colorado.
- Simon, A. and Curini, A. 1998. Pressure and bank stability: The influence of matric suction. Water Resources Engineering con. ASCE, New York.
- Simon, A., Curini, A., Darby, S.E. and Langendoen, E.J. 2000. Bank and near-bank processes in an incised channel. *Geomorphology*, 35(3–4): 193 – 217.
- Skempton, A.W. and Hutchinson, J.N. 1969. Stability of natural slopes and embankment foundations. State - of - the report. Proc. 7th Int. Conf. SMFE, Mexico City, 2: 291- 335.
- Sowers, G. 1976. Introductory of soil mechanics and foundations: Geotechnical engineering. Macmillan Pup. Co. Inc. New York.
- Stephen, E.D. and Colin, R.T. 1986. Development and testing of riverbank-stability analysis. *J. of Hydr. Eng.*, V. 112 (8): pp. 22.
- Toll, D.G. 1990. A framework of unsaturated soil behavior. *Geotechnique*, (1): 31-37.
- Yongshan, W. and James, K. 2002. Shear Strength of soil containing amorphous clay – size materials in a slow – moving landslide. *Eng. Geo.*, 65(40): 293 – 303.

The effect of some soil properties on bank stability of Shatt Al- Arab river from Sindibad to Umm Al-Ressass islands

N.K. Albahili¹, B.N. Albadran ² and S.S Al-Hadi ³

¹ Marine Science Centre, ² College of Science, ³ College of Agriculture, University of Basrah, Iraq

ABSTRACT The Shatt Al- Arab River between the Sindibad and Umm Al-Ressass islands has been selected as a study area. Four stations were selected to study the bank stability. The geometric dimensions of the banks were measured, laboratory tests comprises; cohesion, internal friction and weight density at the four depths 0-50, 50-100, 100-150 and 150-200cm. Shear stress of each depth has been calculated. The results showed that there are variations in the soil properties of the stations. Soil texture is silty clay. It has been also found that there are variations in the values of natural moisture content, weight density. All of the bank slopes which are selected for this study are in the stable state, but they vary in the degree of stability. Cohesion and for a lesser extent the height of the bank slope play a major role in the determination of bank stability of Shatt Al- Arab. Some equations have been found in this study in order to know the stability state under different conditions which affect the bank slope stability.