بعض الخصائص الكيميائية والهندسية للترب الجبسية في فضاء مدن الزبير- صفوان- أم قصر محافظة البصرة- جنوبي العراق

رائد عزيز محمود
قسم علوم الأرض
كلية العلوم
جامعة البصرة

عبد المطلب حسون المرسومي
قسم علوم الأرض
كلية العلوم
جامعة البصرة

أنيس عبد الخضر محمدعلي
قسم الهندسة المدنية
كلية الهندسة
جامعة البصرة

الملخص..

تتعرض العديد من المشاريع الإستراتيجية في المنطقة الواقعة في فضاء مثلث الطرق الرئيسة الموصلة بين مدن الزبير وأم قصر و سفوان في محافظة البصرة جنوبي العراق إلى الضرر بفعل تداعي الترب الرملية الجبسية وهبوط الأرض في المواقع المقامة فيها. تهدف هذه الدراسة إلى تحديد محتوى التربة في منطقة الدراسة من الأملاح القابلة للذوبان ونسبة الجبس فيها والخواص الهندسية للترب الجبسية وبيان تأثير ذوبان الجبس في تدهور هذه الخواص.أجريت الفحوص المختبرية على نماذج الترب الـ 56 المستخرجة من 20 موقعا في منطقة الدراسة وتضمنت حساب نسب المواد القابلة للذوبان في الماء والمياه الحامضية والمحتوى الجبسي ، فضلا عن معاملات القص في الترب الطبيعية والمغسولة وجهد التداعي في هذه الترب.تدل نتائج الفحوص إن الترب في منطقة الدراسة تحوي نسباً عالية من الأملاح الرابطة بين هذه الحبيبات تمثلت عموماً بالجبس والكالسايت والهالايت والدولومايت تتراوح من 0.96 الى 20.1%، يمثل الجبس النسبة الغالبة فيها وتتراوح من 71.8 إلى99.9 %. تبلغ قيم زاوية الاحتكاك الداخلي في نماذج التربة الطبيعية الجافة من 37 إلى 45°، وتتجاوز41° في80% من النماذج، وان وجود الجبس أضفى تماسكاً على هذه التربة وزيادة في الاحتكاك الداخلي. أدى تعرض نماذج التربة للغسل بالمياه إلى إذابة المحتوى الملحي وإزالة نسب حجمية عالية من المواد الرابطة عكست تداعياً خطراً وهبوطاً محتملاً وواقعاً في المنشآت يتراوح من 21.7 إلى 48.7 سم وبمعدل35.1 سم لعمق التحريات، ويتناسب طردياً مع المحتوى الجبسي في التربة بمعامل ارتباط بلغ 0.663. كما أدى إلى انخفاض في قيمة زاوية الاحتكاك الداخلي في الترب المغسولة بمقدار يتراوح من 4 إلى 17° وصيرورة الترب متوسطة الكثافة ورخوة جداً.

المقدمة..

تحتاج إقامة المنشآت الهندسية الآمنة إلى دراسة شاملة للخواص الجيوتكنيكية لطبقات الرواسب أو الترب السطحية وتحت السطحية، وحساب سعة التحميل لهذه الترب والطبقات والسلوك الهندسي للمواد الجيولوجية فيها بفعل المتغيرات التي ستطرأ عليها عند البناء، وإمكانية تحسين خواص الترب ذات المشاكل الهندسية كالترب الجبسية والضعيفة والمنتفخة وجعلها أكثر ملائمة لبناء منشآت بعيدة عن مخاطر الهبوط والتصدع.

تعرف الترب الجبسية بأنها تلك التي تتجاوز نسبة الجبس فيها 2% (راهي وآخرون،1990)، وهي تغطي مساحة 125027 كم^2 ونسبة 28.6 % من مساحة العراق

(Jafarzadah & Zinck, 2000)، تمتاز هذه الترب بالانتشار الواسع في مناطق عديدة من العراق كالموصل وصلاح الدين والانبار والبصرة. تتطلب الحاجة الملحة لإقامة المشاريع العمرانية على هذه الترب الجبسية أحيانا أو استخدامها كمواد إملاء إلى دراسة خواصها الجيوتكنيكية وسلوكها الهندسي تحت الظروف المختلفة لتحديد مدى ملاءمتها للأغراض الهندسية وذلك بفعل التداعي الذي تتعرض له عندما يذوب الجبس في الماء مؤدياً إلى انضغاط التربة تحت الأحمال المسلطة وحدوث تكهفات وتخسفات كبيرة في الأرض.

تعد الترب الجبسية تربةً متداعية (Collapsible soils) تظهر مقاومة عالية عندما تكون جافة، وتقل مقاومتها تدريجياً بزيادة المحتوى الرطوبي بسبب الأمطار ومياه السقي وارتفاع مستوى الماء الأرضي والنضح من قنوات الري والأنابيب الناقلة للمياه مما يؤدي إلى إذابة الجبس الذي يعمل كمادة رابطة بين الحبيبات وينجم عن ذلك تكوين القنوات والتكهفات تحت السطح وإضعاف التربة وهبوطها لدرجة تتناسب مع كمية الجبس المذاب ونمط توزيعه ونوعية المياه وينجم عنه تصدع أو انهيار العديد من المنشآت المقامة عليها (Azam *et al.*, 1998).

اشترطت المواصفة البريطانية BS1377:1990 أن لا تتجاوز نسبة الجبس في التربة عن 2.5%، كما حددت المواصفات العراقية للطرق والجسور لعام 1983 وتعديلاتها في (المركز القومي للمختبرات الانشائية،2001) نسبة 10% كحد أقصى للمحتوى الجبسي المسموح به في الترب المستخدمة لأعمال الدفن، ونسبة 10.75% كحد أعلى في الحصى الخابط المستخدم في أعمال الطرق.أظهرت الدراسات إن زيادة المحتوى الجبسي عن 15% يعطي تركيبا غير مستقر للتربة، وأن الترب التي تتراوح نسبة الجبس فيها من 10-35 % تعد غير ملائمة لشق قنوات الري (Boyadgiev,1974 in FAO,1990).

انشئت في محافظة البصرة، ذات الاهمية الإستراتيجية والاقتصادية، العديد من منشات البنى التحتية والمعامل الكبرى مثل معمل البتروكيمياويات والحديد والصلب والأسمدة وتصنيع الغاز السائل ومعمل اسمنت أم قصر ومصفى الشعيبة وغيرها. تمركزت معظم هذه المنشآت في المنطقة من جنوب مدينة الزبير شمالاً حتى ناحية أم قصر جنوباً وناحية سفوان غرباً،والتي اختيرت كمنطقة للدراسة الحالية، وتتعرض جميعها لمخاطر التصدع بسبب تسرب الماء والمياه الحامضية الناضحة من المعامل إلى تربة الأسس الجبسية مما أدى إلى إضعافها بفعل ذوبان الجبس وإزالته بالغسل مع استمرار الدفق. نتج عن ذلك هبوط الأرض غير المتجانس في مناطق متفرقة لعمق يتجاوز أحيانا 0.5 م.

بينت الدراسات السابقة إن قابلية التربة للتداعي تزداد بزيادة المحتوى الجبسي (Al-Heeti,1990; Abood,1993). درس Al-Mohammedi *et al.*(1987) تأثير دورة الغمر والتجفيف في تداعي الترب الجبسية و وجد إن الغمر الأول يؤدي إلى انهيار تركيب التربة، كما لوحظ عدم وجود أي تغير في سلوك التربة مع تكرار الترطيب والتجفيف.

تهدف هذه الدراسة إلى تحديد محتوى التربة في منطقة الدراسة من الأملاح القابلة للذوبان ونسبة الجبس فيها والخواص الهندسية للترب الجبسية وبيان تأثير ذوبان الجبس في تدهور هذه الخواص.

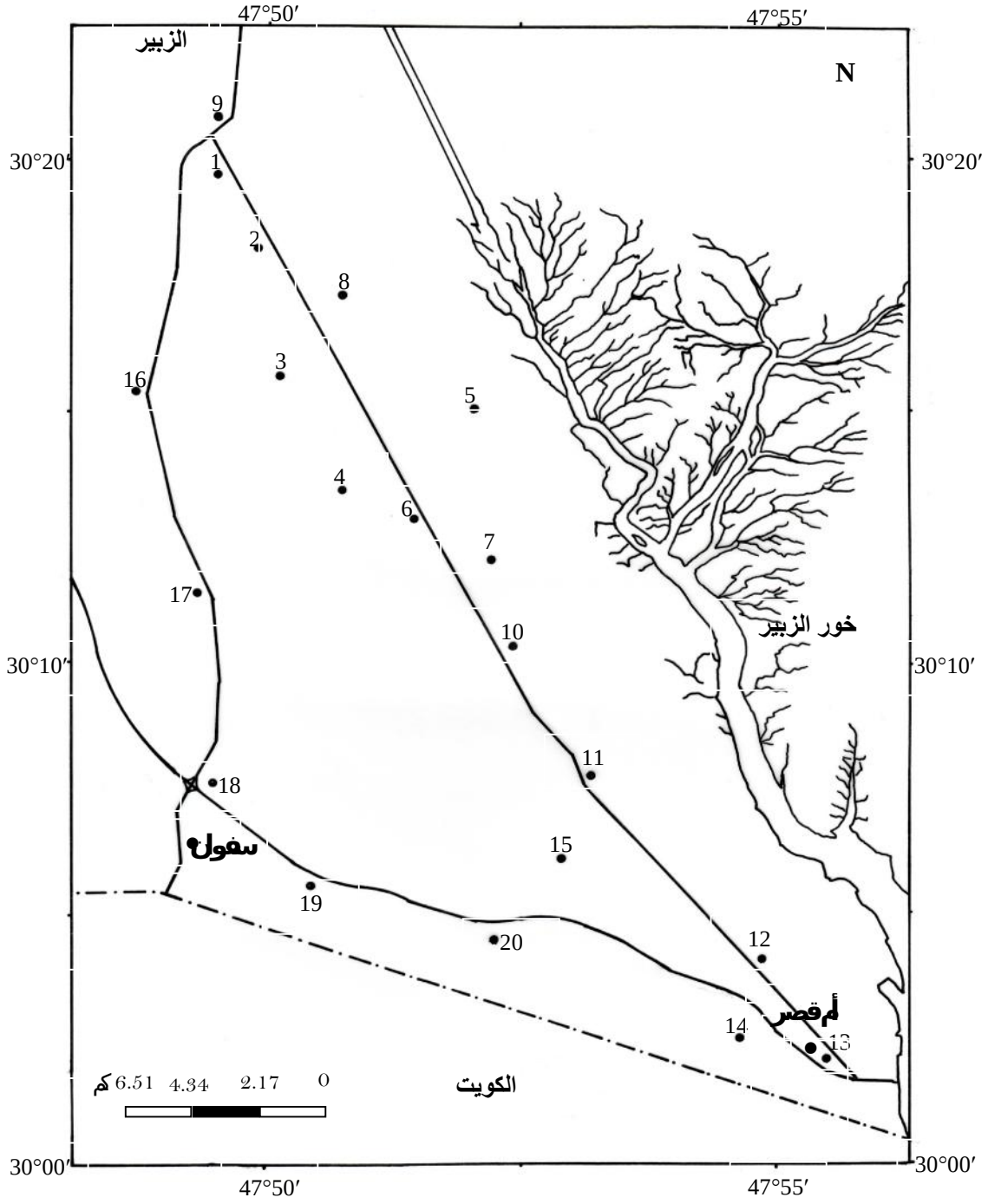
موقع منطقة الدراسة:

تقع منطقة الدراسة ضمن الحدود الإدارية لقضاء الزبير في محافظة البصرة، جنوبي العراق، بين خطي طول ′42 °47 و′57 °47 شرقاً، ودائرتي عرض ′02 °30 و′22 °30 شمالاً وهي محددة تقريباً في فضاء مثلث الطرق الرئيسة الموصلة بين مدن الزبير وأم قصر وسفوان،الشكل1، تبلغ مساحتها 320 كم^2 تقريباً.

طباقية المنطقة:

تكوين الدبدبة: يظهر هذا التكوين عند السطح في منطقة الدراسة، ويتألف عموماً من الرمال والحصى ذات الأصل الناري (Macfadyen,1938 in Buday,1980)، وهي تمثل رواسب نهرية غير متماسكة رديئة التدرج

تحوي عدسات من الطين الرملي مع وجود الجبس كمادة رابطة للرواسب قرب السطح (Fuchs *et al.*, 1968). يحده من الأسفل تكوين الفتحة ومن الأعلى تكوين الحمار. .د عمر التكوين بالفترة من (الميوسين الأعلى_ البليوسين_ البلستوسين) (Bellen *et al.*,1959) بينما يحدده (Fuchs *et al.*, 1968) بعهد البلستوسين. يتألف سطح التكوين من طبقات متعاقبة من الرمل الكثيف والكثيف جداً والطين الصلب ويمثل الطبقة ذات سعة التحميل العالية المهيأة لحمل المنشآت الثقيلة في محافظة البصرة إذ تتجاوز سعتها التحميلية 11000 كن/م^2(محمود،1997).



الشكل 1 .. خارطة منطقة الدراسة موضح عليها مواقع التحريات الجيوتكنيكية.

طرائق البحث..

بغية تحقيق هدف الدراسة، اختير 20 موقعا موزعا في أرجاء منطقة الدراسة. ثبتت المواقع على خارطة المنطقة وأعطيت التسلسل من 1 الى20، الشكل1. أنجزت تحريات التربة الموقعية على وفق المواصفة (BS 5930:1981). حفرت الجسات الاختبارية بواسطة معدات الحفر اليدوي إلى عمق 3 أمتار عدا المواقع 2 و13و14 و20 إذ حُفرت لعمق مترين فقط لتعذر الاختراق بالمعدات اليدوية.

الفحوص الكيميائية:

أولا- حساب نسبة الأملاح القابلة للذوبان في الماء:.أجري هذا الفحص في جميع النماذج قيد الدراسة على وفق المواصفة البريطانية (BS 1377-3: 1990). بينت النتائج في الشكل 2 .

ثانياً- حساب نسبة الأملاح والمواد القابلة للذوبان في المياه الحامضية: لمحاكاة ظروف الموقع، استخدمت المياه الحامضية الكبريتية، بتركيز 2% من حامض الكبريتيك المركز، لغسل نماذج التربة في المواقع 4 و9 و10و 13 و15 و16 و18 وحساب نسبة المواد القابلة للذوبان بفعل تغلغل هذه المياه داخل التربة ولفترة طويلة بسبب التسرب والنضح من الأنابيب الناقلة لها في مواقع عدد من المعامل بالمنطقة. حُسبت نسبة الأملاح الذائبة على وفق المعادلة التالية، وبينت النتائج في الشكل 2

نسبة الأملاح القابلة للذوبان في المياه الحامضية =[(وزن النموذج قبل الغسل- وزن النموذج بعد الغسل بالمياه الحامضية)/ وزن النموذج قبل الغسل]×100 (1)

ثالثاً- تحديد المحتوى الجبسي في التربة: حُسب المحتوى الجبسي في جميع نماذج التربة بالطريقة المعتمدة في المواصفة البريطانية (BS 1377-3: 1990)، كما حسبت نسبة الجبس إلى مجموع الأملاح القابلة للذوبان في الماء وبينت النتائج في الشكلين 3 و4 .

الفحوص الهندسية:

أولا- فحص القص المباشر: يستعان بهذا الفحص لحساب أقصى مقاومة للقص تبديها التربة إزاء الضغوط المسلطة عليها. تعرف مقاومة القص بأنها الإجهاد الواجب تسليطه ليسبب حركة نسبية بين الحبيبات، وهي تعتمد على الاحتكاك والتماسك بين حبيبات التربة.أجريت فحوص القص في هذه الدراسة على ثلاث مراحل وعلى وفق المواصفة (BS 1377-7:1990) وكما يأتي:

أ- فحص جميع نماذج التربة وهي بحالتها الطبيعية الجافة.

ب- إعادة فحص نماذج التربة في المواقع 1 و7 و8 و11 و14 و17 و19 وهي رطبة بعد غسلها بالمياه الحامضية بتركيز2% من حامض الكبريتيك المركز (H_2SO_4) لخلق ظروف مشابهة لتسرب المياه الحامضية في مواقع معامل البتروكيمياويات والأسمدة .

ج- إعادة فحص النماذج في الفقرة الثانية بعد تجفيفها بالفرن وحساب مقاومة القص في التربة بعد إزالة الأملاح والمواد القابلة للذوبان منها.

رسمت العلاقة بين مقاومة القص القصوى والإجهاد العمودي المسلط لإيجاد قيمة زاوية الاحتكاك الداخلي والتماسك في التربة على وفق معادلة كولومب وبينت النتائج في جدول 2 والأشكال 5 و6 و7 .

ثانياً – فحص تداعي التربة (Soil collapsibility): تدعم بعض الترب، في محتواها المائي الطبيعي، حمولة ثقيلة مع مقدار قليل من الهبوط، ولكن دخول الماء فيها يؤدي إلى هبوط واضح في سطح الأرض مكوناً ظاهرة تسمى التداعي. تعرف الترب المتداعية (Collapsible soils) بأنها ترب غير مشبعة تتعرض إلى إعادة ترتيب الحبيبات ونقصان كبير في الحجم عند الترطيب أو إضافة حمل إضافي (Hunt,1984).اقترح Jennings & Knight (1975) فحص التداعي المزدوج بالآيدوميتر (Double oedometer collapse test) لتقدير وحساب جهد التداعي للتربة(Cp) من العلاقة :

$$C_p = \frac{\Delta H_\circ}{H_\circ} = \frac{\Delta e_\circ}{1+e_\circ} \qquad (2)$$

حيث:

$\Delta H_\circ$ = التغير بالارتفاع عند الترطيب

$H_\circ$ = الارتفاع الأصلي

$\Delta e_\circ$ = التغير في نسبة الفراغات عند الترطيب

$e_\circ$ = نسبة الفراغات الأولية

كما اقترح أيضا إمكانية الاستفادة من جهد التداعي كدليل لبيان خطورة مشكلة التداعي وكما مبين في جدول 1.

جدول 1: جهد التداعي ومدى الخطورة التي يسببها عن (Jennings & Knight,1975)

جهد التداعي	خطورة المشكلة
1-0	لا توجد مشكلة
5-1	مشكلة مقلقة قليلاً
10-5	مشكلة مقلقة
20-10	مشكلة خطيرة
20<	مشكلة خطيرة جداً

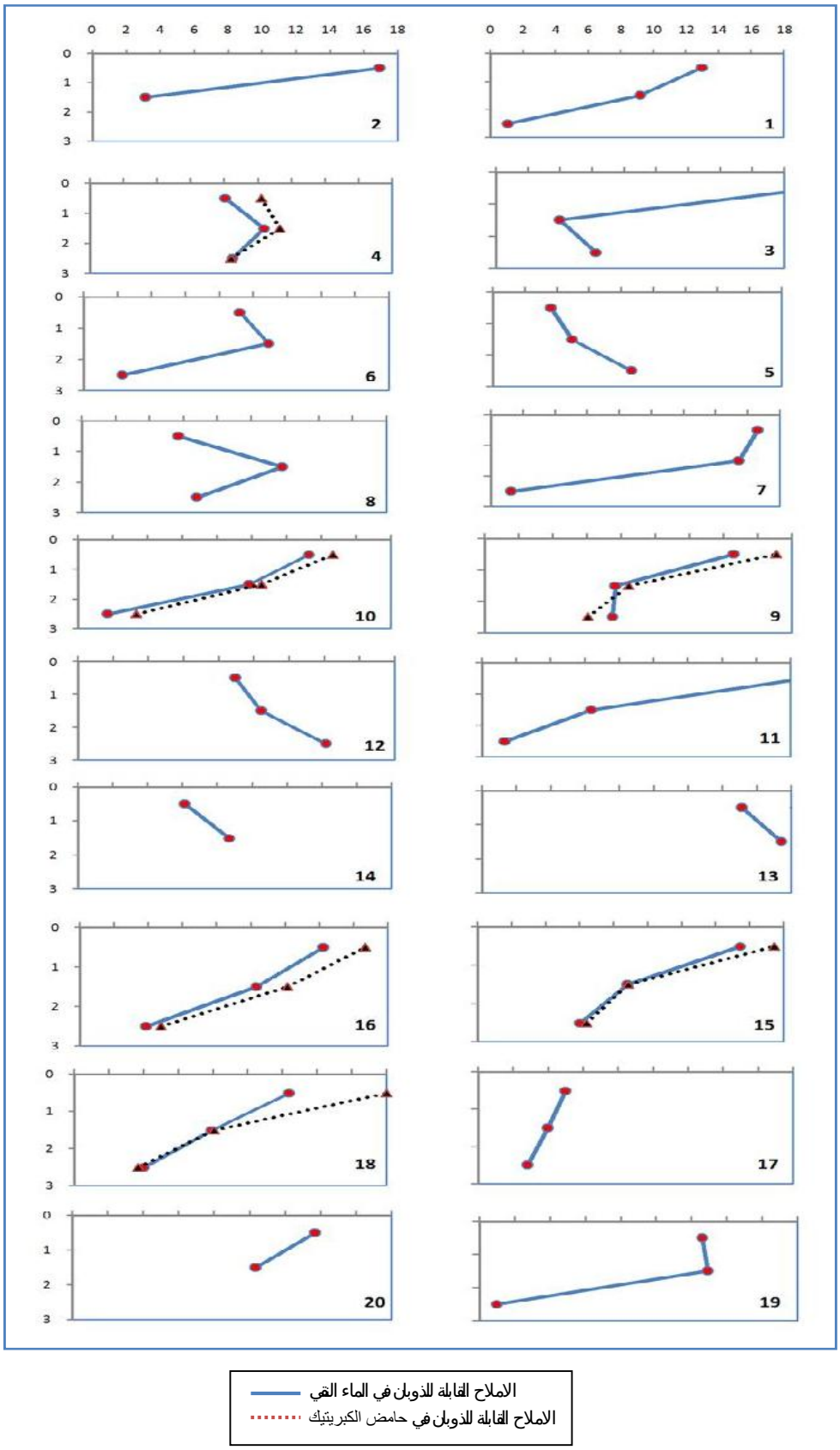
في هذه الدراسة أجريت فحوص التداعي على 40 نموذجا من الترب غير المتماسكة الجافة المستخرجة من المواقع 1و4 و7 و8 و9 و10 و11 و13 و14 و15 و16 و17 و18 و 19 ، وحسب الهبوط المتوقع في مواقع التحريات بفعل تداعي التربة وبينت النتائج في الشكلين8 و9.

النتائج والمناقشة:

أولا.. نسبة الأملاح القابلة للذوبان في الماء والمياه الحامضية:

يبين الشكل 2 إن نسبة الأملاح القابلة للذوبان في الماء تتراوح من 0.96 إلى 20.1% وبمعدل 9.01%. تظهر أعلى النسب بالمتر الأول في 12 موقعا وفي المتر الثاني في 7 مواقع وفي المتر الثالث في موقع واحد فقط. تتراوح نسبة المواد القابلة للذوبان في المياه الحامضية من 3.33 إلى 19.43% وبمعدل 11.17%.

تعد هذه النسب عالية ومؤثرة في السلوك الهندسي للتربة، ويؤدي وجودها إلى تصنيف التربة في منطقة الدراسة كتربة ملحية. يكون المحتوى الملحي في ترب الشرق الأوسط محدداً بكبريتات وكلوريدات وكاربونيت الكالسيوم والصوديوم والمغنيسيوم (Stipho,1985). تتواجد الأملاح إما مذابة في مياه التربة أو بين مساماتها أو كقشرة ملحية متبلورة عند السطح. يمكن ان يعزى الترسيب الملحي العالي في منطقة الدراسة إلى ارتفاع المياه المالحة إلى الطبقات السطحية بفعل التبخر، وتأثير تداخل مياه الخليج العربي المالحة، وترسيب الغبار الملحي المتطاير من مناطق السباخ القريبة، وتذبذب مستوى الماء الأرضي.



الشكل 2 .. نسبة الأملاح القابلة للذوبان بالماء النقي في نماذج التربة، والأملاح القابلة للذوبان بحامض الكبريتيك في بعض النماذج بمنطقة الدراسة.

ثانيا.. المحتوى الجبسي في ترب منطقة الدراسة:

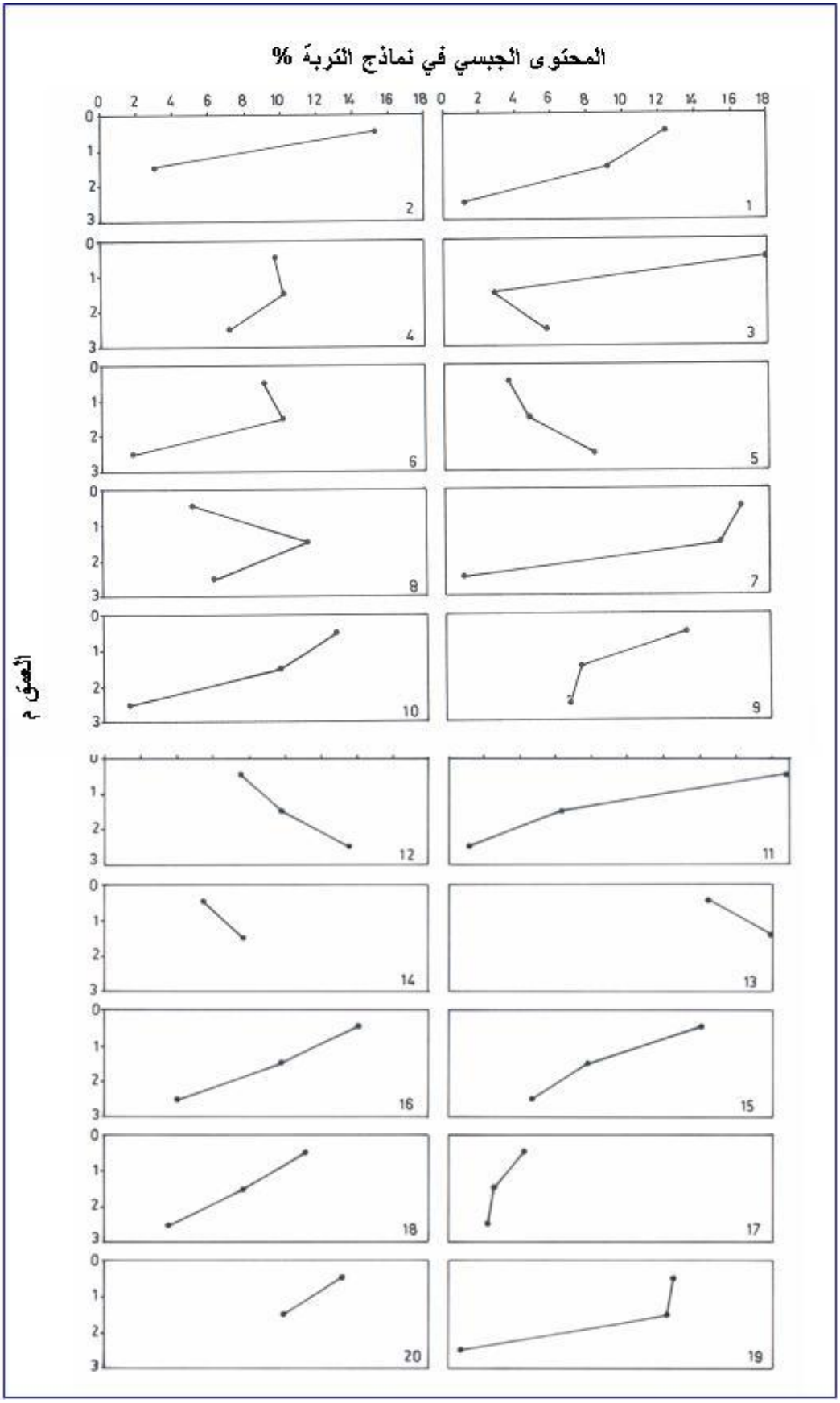
يظهر الجبس نسباً عالية في معظم المواقع، ويتباين توزيعه أوعمودياً في منطقة الدراسة. تتراوح نسبة الجبس في نماذج التربة من 0.84 إلى 18.78% وبمعدل 8.54%،الشكل 3 . استنادا إلى Barazanji(1973) ولعمق التحريات، فان 25 نموذجاً من ترب المنطقة تعد (Slightly gypsiferous)، وتعد 22 نموذجاً أخرى (Moderately gypsiferous) بينما تصنف النماذج الباقية بعدّها (Very slightly gypsiferous). تتراوح نسبة الجبس إلى مجموع الأملاح القابلة للذوبان في الماء من 71.8 إلى 99.9% وبمعدل 92.7%، الشكل 4 ، وهي نسب عالية تبرر دواعي الاهتمام بدراسة السلوك الهندسي لمعدن لتواجده العالي في منطقة الدراسة.

يبين الشكل 3 توزيع الجبس في الأعماق المختلفة لمواقع التحريات. يلاحظ إن هذا التوزيع لم يسلك سلوكاً متشابهاً، وان نسبة الجبس قد تراوحت صعوداً ونزولاً بأطوار مختلفة. يظهر12 موقعاً نقصاناً في النسبة مع زيادة العمق، وتُظهر 4 أخرى زيادة فيها، بينما تُظهر المواقع الأربعة الباقية سلوكاً مختلفاً بين النقصان مع الأعماق.

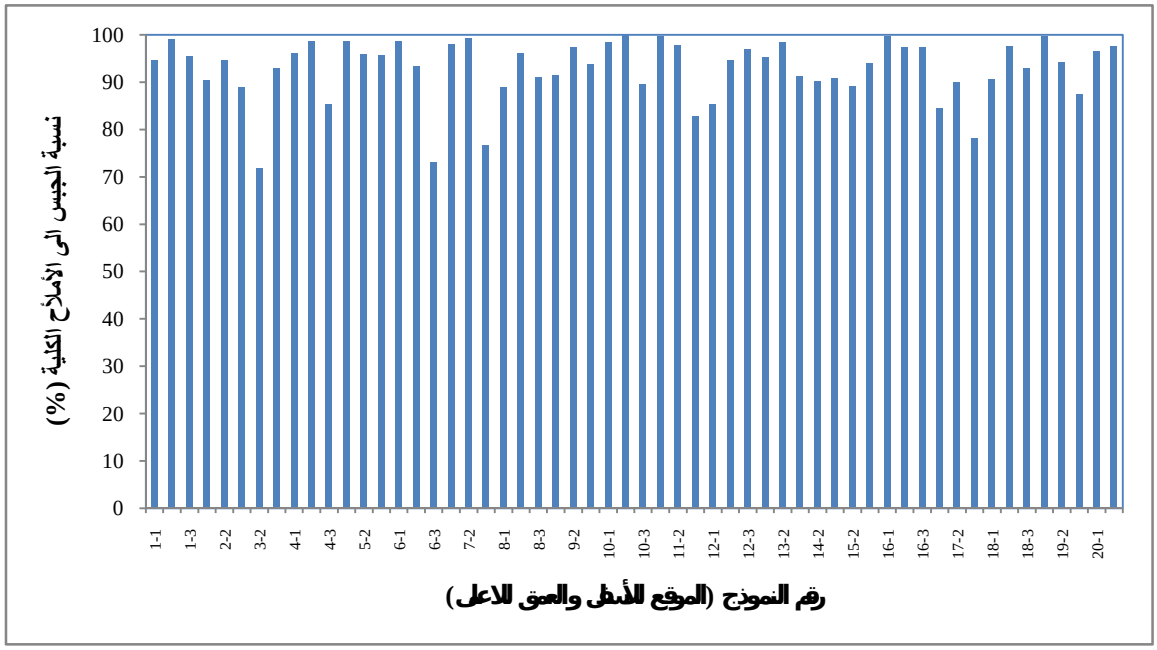
تُجهز الترب غير المتماسكة في الأعماق المختلفة من منطقة الدراسة بالجبس من مصادر مختلفة (محمود،2007) ومن ثم فان المحتوى الجبسي سيختلف مع اختلاف المسافة عن مصادر التجهيز والكميات المجهزة. تؤثر عوامل عديدة، إما طبيعية أو بشرية، في إعادة توزيع الجبس في المنطقة. المياه السطحية المتمثلة، في منطقة الدراسة، بمياه الأمطار بإذابة وغسل الجبس المترسب في سطح التربة ومن ثم نقله لمسافات وأعماق مختلفة بحسب كمية الأمطار الساقطة وشدتها. يساعد هطول الأمطار الخفيفة لفترة طوٍ الجبس بمقدار اكبر منه في الأمطار الشديدة قصيرة المدى ومن ثم فان كمية الجبس المذاب تتباين مع اختلاف هذه الظروف. يؤدي صعود المياه الجوفية ذات المحتوى الكبريتي العالي، بفعل التذبذب والخاصية الشعرية في بعض المواقع ذات التربة الغنية نسبياً بالحبيبات الدقيقة، وتبخرها إلى تركيز الجبس في الطبقات العليا، وتعمل المياه السطحية على إذابته وإعادته للأسفل، كما تؤدي حركة المياه الجوفية إلى نقل الجبس والأملاح الأخرى من المناطق عالية التركيز وترسيبها في مناطق أخرى اقل تركيزاً.

أدت الفعاليات البشرية إلى تغيير الكثير من معالم الأرض في منطقة الدراسة التي شهدت حروباً عديدة استخدمت فيها الأرض مقراً للقطعات العسكرية مما استوجب عمل السواتر الترابية والملاجئ المختلفة الأمر الذي يتطلب حفر الأرض لأعماق تصل إلى 3 أمتار. بعد الحرب، سويت الأرض وأعيد خلط التربة ومن ثم فان تغييراً في معالم الطبقات السطحية من التربة قد حصل. كما أدى استخدام الأرض كمقالع للرمل والحصى إلى نفس التغيير. يشترط قانون استثمار المقالع إزالة المترين الأولين من تربة المقلع خارجاً ومن ثم إعادتها بعد الانتهاء من الاستثمار. يمنح ذلك الفرصة للمواقع القريبة من المقالع لان تجهز بكميات من الجبس عند تعرض التربة المزالة للأمطار والغسل.

يؤدي نقل التربة أيضاً إلى تغيير كثافتها الطبيعية التي اكتسبتها بفعل التراص الطبيعي مع الزمن وتحويلها إلى ترب اقل كثافة. استخدمت الأرض كمصدر للمواد الإنشائية اللازمة لرصف الطرق في منطقة الدراسة. أدى ذلك إلى إزالة الترب السطحية في المواقع القريبة وبأعماق مختلفة وصارت التربة التي كانت تحت السطح سطحية وبمحتويات جبسية قد لا تتناسب في مقاديرها مع المواقع المجاورة.تنتشر المزارع في منطقة الدراسة، وتتطلب عملية الإرواء حفر الآبار وسحب المياه الجوفية الغنية بايونات الكبريتات والكالسيوم (Al-Suhail and Al-Mansoury, 2003)،وضخها إلى السطح عبر قنوات السقي حيث تتغلغل عبر التربة لتجهزها برواسب جبسية جديدة أو تزيل الرواسب السابقة بحسب اختلاف التركيز فيها.



الشكل 3 .. المحتوى الجبسي في الأعماق المختلفة لمواقع التحريات بمنطقة الدراسة.



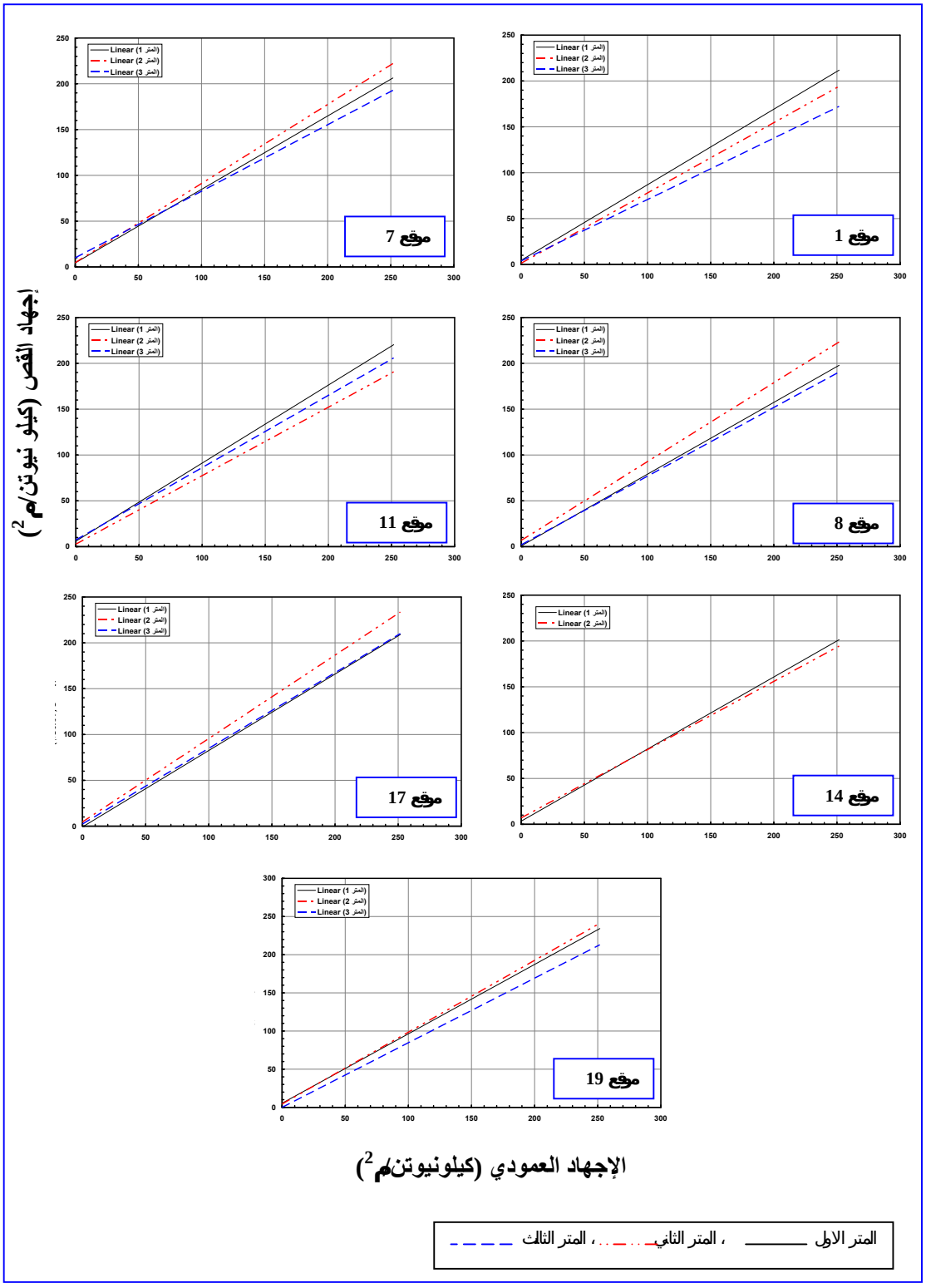
الشكل 4 : نسبة الجبس إلى الأملاح الكلية في نماذج التربة.

ثالثا: معاملات القص في نماذج التربة:

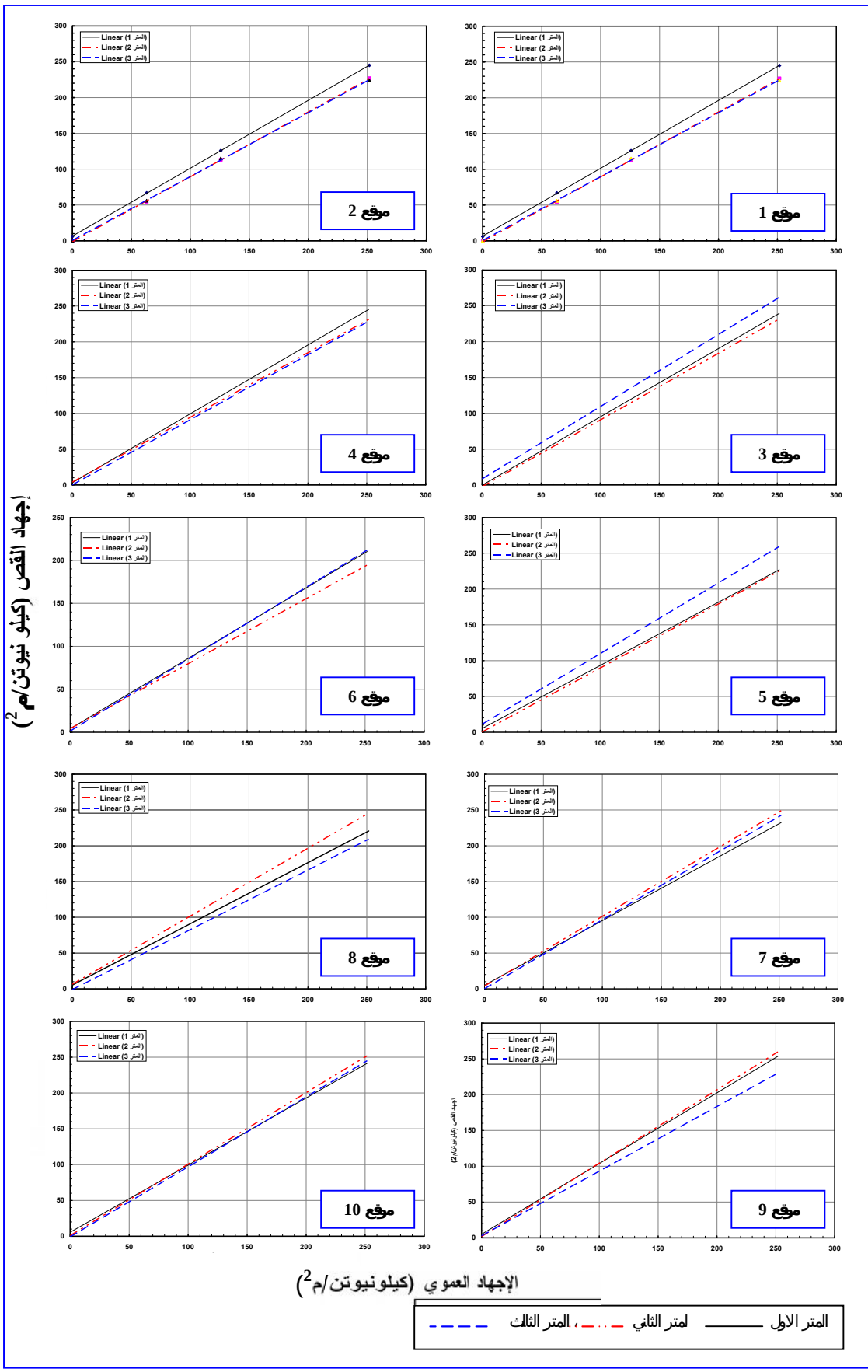
يبين جدول 2 والشكل 5 إن زاوية الاحتكاك الداخلي (ϕ) تتراوح من 37 إلى 45° في الترب المختلفة، وان التماسك (c) معدوم في31 نموذجا ويتراوح من 2 الى7.5 كن/م^2 في النماذج الباقية. يلاحظ في قيم زاوية الاحتكاك الداخلي في النماذج المستخرجة من طقة الدراسة إنها تتجاوز 41° في 80% من النماذج، وتتراوح من 37.5 إلى 41° في النماذج الباقية مما يعني إن الترب الموجودة ذت مقاومة قص عالية جداً.

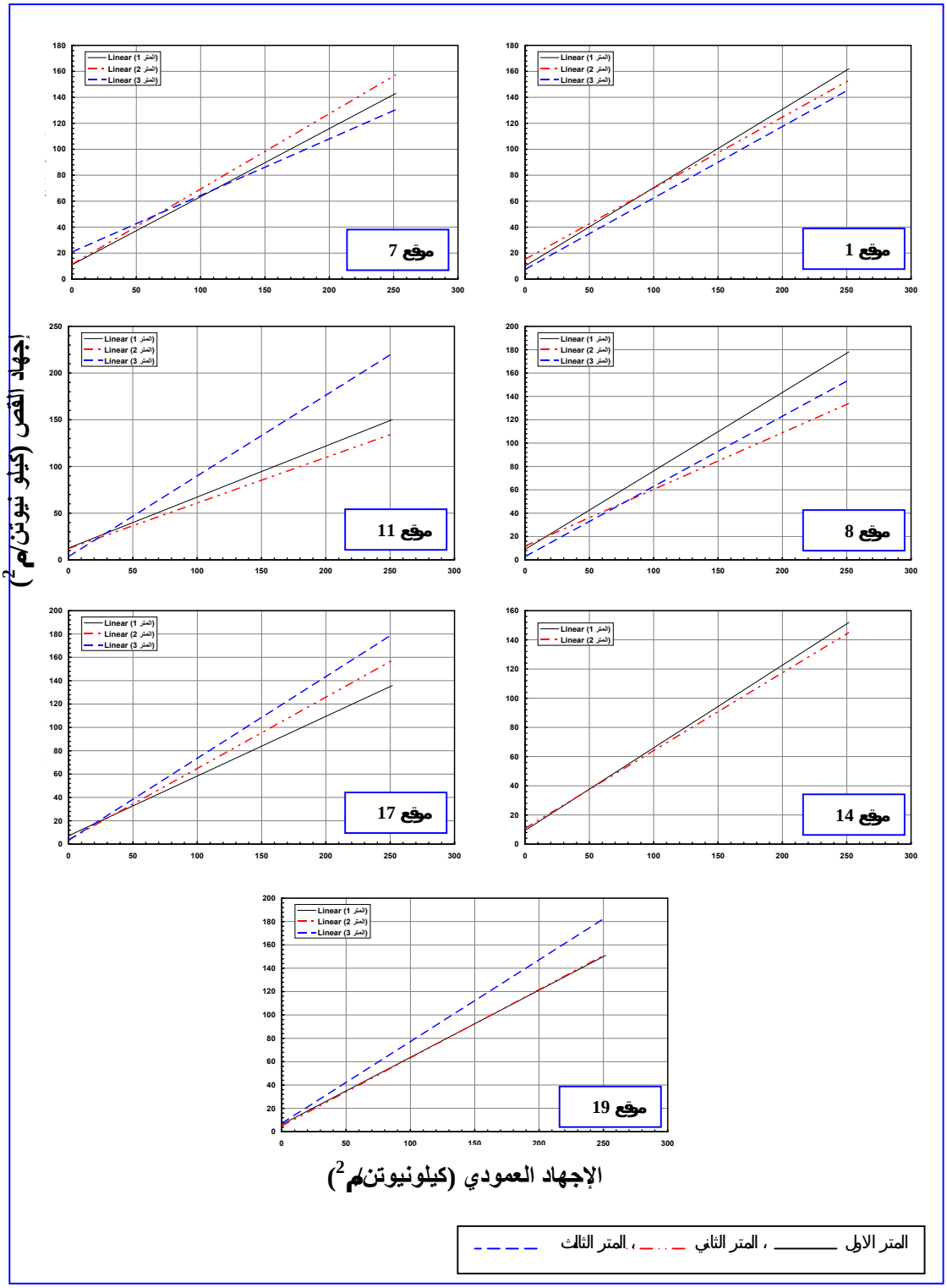
يوضح جدول 2 والشكل 6 نتائج فحوص القص لـ 20 نموذجا من سبعة موقع هي 1 و7 و8 و11و 14 و17 و19 أجريت عليها فحوص القص المبزول بعد غسلها بالحامضية الكبريتية. تتراوح قيم زاوية الاحتكاك الداخلي فيها من 34 إلى 43° وقيم التماسك من صفر إلى 10كن/م^2. أدى الغسل إلى تقليل زاوية الاحتكاك بمقادير تتراوح من صفر إلى 7° وبمعدل 3.3°. تظهر قيم التماسك زيادة في 13 نموذجا تتراوح من 1 إلى10كن/م^2 وبمعدل 3.7 كن/م^2، بينما تقل هذه القيم في 5 نماذج بمقادير تتراوح من 1 إلى 4.5 كن/م^2 وبمعدل 2.6 كن/م^2، ولم تظهر تغيراً في نموذجين.

يبين جدول 2 والشكل 7 نتائج فحوص القص المباشر على النماذج المغسولة بعد تجفيفها. تظهر النتائج إن زاوية الاحتكاك الداخلي تتراوح من 26 إلى 41°، وان التماسك في هذه الترب يتراوح من 2 إلى 14 كن/م^2. تغيرت معاملات المقاومة كثيراً في هذه النماذج إذ تظهر قيم زوايا الاحتكاك نقصانا كبيراً بمقادير تتراوح من 4 إلى 17°وبمعدل 11.78°عن قيم الزوايا في نماذج التربة الطبيعية، بينما زادت قيم التماسك بمقادير تتراوح من 1.5 إلى 14كن/م^2 وبمعدل 6.1 كن/م^2.



الشكل 5 : معاملات القص في عدد من نماذج التربة الطبيعية الجافة بمنطقة الدراسة


موقع 1
موقع 2
موقع 3
موقع 4
موقع 5
موقع 6
موقع 7
موقع 8
موقع 9
موقع 10
إجهاد القص (كيلو نيوتن/م2)
الإجهاد العمودي (كيلونيوتن/م2)
المتر الأول
لمتر الثاني
المتر الثالث



الشكل 7 : معاملات القص لعدد من نماذج التربة بعد غسلها بالمياه الحامضية الكبريتية وهي جافة.

جدول 2: قيم التماسك والاحتكاك الداخلي في نماذج التربة

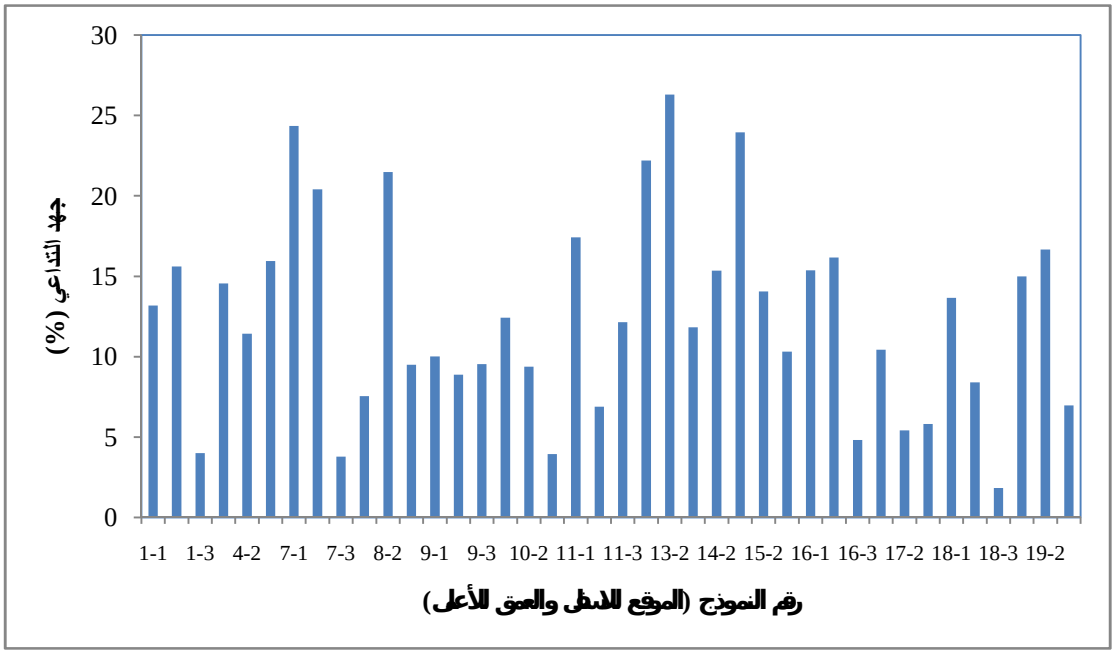
الموقع	العمق/م	نماذج طبيعية جافة		نماذج مغسولة رطبة		نماذج مغسولة جافة	
		c KN/m²	ϕ°	c KN/m²	ϕ°	c KN/m²	ϕ°
1	1	6	43. 5	5	39	10	31
	2	0	42	2	37	9	30
	3	0	41	2	34	7	29
2	1	7	43				
	2	0	43. 5				
3	1	0	43				
	2	0	42				
	3	7	45				
4	1	5	43				
	2	5	42				
	3	0	42				
5	1	5	40.5				
	2	0	42				
	3	0	45				
6	1	0	41				
	2	3	37. 5				
	3	0	40				
7	1	5	42	2	39	11	28
	2	2	45	4	41	11	31
	3	0	43. 5	10	37	14	28
8	1	4	41	1	39	8	34
	2	7.5	43	6	41	9	27
	3	0	40	1	38	2	32
9	1	7	44				
	2	3.5	45				
	3	0	43				
10	1	4	43				
	2	0	45				
11	1	0	43.5	6	40	12	29
	2	0	43	3	37	12	26
	3	0	45	3	40	4	41
12	1	0	39				
	2	0	38				
	3	7	43.5				
13	1	0	44				
	2	5	42.5				
14	1	7.5	39	3	38	9	30
	2	6	37	7	37	10	29
15	1	6	44				
	2	0	44				
	3	0	43				
16	1	5	42				
	2	0	42				
	3	0	44				
17	1	0	42	2	40	7	28
	2	0	44	3	42	4	32
	3	0	43	3	40	4	35
18	1	3	45				
	2	2	43				
	3	0	44				
19	1	4	43	4	43	6	30
	2	3	45	4	43	5	31
	3	0	45	0	40	7	35
20	1	3	44				
	2	0	45				

تظهر الترب الرملية الجافة وزيادة في مقاومة القص بسبب المحتوى الملحي العالي الذي يؤدي إلى إضافة التماسك واندماج الحبيبات مع بعضها. يعمل الجبس كمابيبات، وقد لوحظ هذا التماسك عند دراسة نماذج التربة موقعياً.يعزى التماسك في بعض النماذج أيضا إلى ما تحويه من الحبت الدقيقة(الطين والغرين). تؤدي زيادة المحتوى الجبي إلى زيادة زاوية الاحتكاك الداخلي في الترب الرملية الجافة بسبب زاوية الاحتكاك العالية للجبس والتي تبلغ 45° تقريباً (Abbas, 1996).

يذيب الماء جميع الأملاح من التربةبدرجات مختلفة على وفق كمية المياه والأملاح ونفاذية التربة وغيرها، ويمكن أن يؤدي ذلك إلى تقليل مقاومة القص بمقدار يصل إلى 75% في الأطيان البحرية و40% بسبب إزالة الأملاح من التربة الرملية في الصحراء (Stipho,1985).تعمل المياه الحامضية على زيادة ذوبان الأملاح وقد تؤ إلى حصول تفاعلات ينتج عنها مكونات جديدة تؤثر في الخواص الهندسية للتربة. لوحظ أيضا تناقص زاوية الاحتكاك بنسب تتراوح من 8.9 إلى39.5% وبمعدل 27.6%.يبين الجدول2 إن قيم الزاوية في النماذج العشرين المغسولة تدل على ترب كثيفة جداً وكثيفة قبل الغسل،تتحول بعده وبالتجفيف إلى ترب متوسطة الكثافة ورخوة ورخوة جداً مما يؤثر كثيراً في سعة تحميل طبقات التربة. كذلك، يزداد التماسك بسبب زيادة نسبة المواد الحبيبية الناعمة التي نتجت من تفاعل المياه الحامضية مع مكونات التربة.

رابعا..جهد التداعي في التربة:

يتراوح جهد التداعي لـ 40 نموذجا من الترب في 14 موقعا بمنطقة الدراسة من 1.83 إلى 26.29 % وبمعدل 12.43% ، الشكل8 .استنادا لتصنيف Jennings & Knight (1975) في جدول1 فان هذا المعدل يمثل مشكلة خطيرة تتمثل في 19 نموذجا، بينما تظهر 6 نماذج تداعياً يتجاوز جهده 20% ويتوقع أن يسبب مشاكل خطرة جداً بالموقع، وتظهر10 نماذج تداعياً مقلقاً والخمسة الباقية قلقاً متوسطاً.

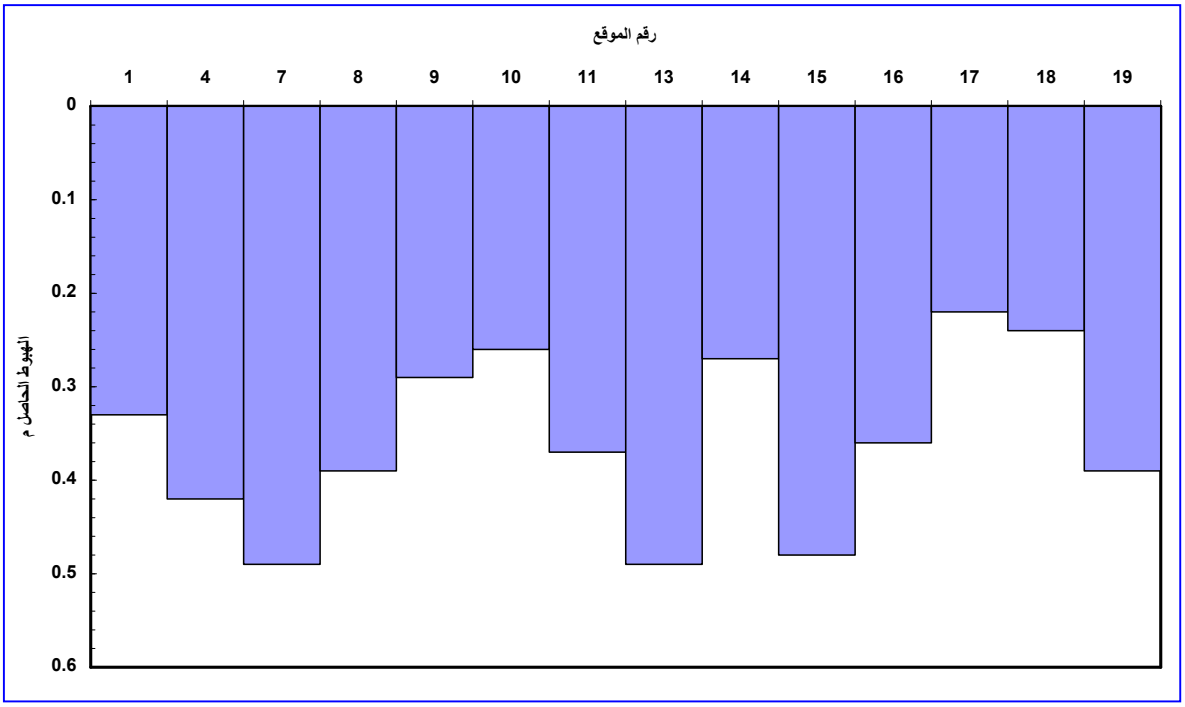


الشكل8: جهد التداعي في عدد من نماذج التربةفي منطقة الدراسة.

تظهر النتائج أيضاً إن هبوط المتوقع في مواقع التحريات بمنطقة الدراسة بفعل تداعي التربة في الأمتار الثلاث الأولى يتراوح من 21.76 إلى 48.72 سم وبمعدل 35.12 سم عدا الموقعين 13 و14 حيث استخرجت النماذج من عمق مترين فقط لصعوبة اختراق التربة بالحفر اليدوي لعالية ورغم ذلك فان الهبوط المتوقع فيهما يبلغ 48.48 و27.18 سم على التوالي،الشكل 9. تُعد هذه الأرقام عالية جداً وتتجاوز كثيراً حد الهبوط المسموح به لهبوط الترب الرملية والبالغ 3.8 سم للأسس المعزولة ومن 3.8 إلى 6.4 سم للأسس الحصيرية (Bowels,1988).

شوهلقدر من الهبوط في موقعي معملي البتروكيمياويات والأسمدة في منطقة الدراسة وقد كان نضوح المياه الصناعية من الأنابيب الموصلة وإهمالها وعدم معالجتها لفترات طويلة السبب الرئيس في ذلك.

يؤدي تغلغل المياه السطحية على اختلاف مصادرها، سواء أكانت طبيعية بفعل الأمطار أو بفعل النشاطات البشرية المتمثلة بأعمال سقي المزارع الواسعة الانتشار في المنطقة، في داخل التربة والتي تتراوح قيم دالة الحامضية فيها من 6.8-8.3 إلى إذابة الأملاح المتبلورة في الفراغات بين حبيبات التربة والتي تمثل المادة الرابطة والساندة للحبيبات ونقلها مع بعض الحبيبات الدقيقة إلى مناطق أخرى.تجدر الإشارة إلى إن استمرار جريان الميا والاجهادات المسلطة يؤدي إلى إعادة ترتيب حبيبات التربة إذ تساعد حركة المياه في تزليق الحبيبات وتداخلها وتعمل الاجهادات المسلطة وخصوصاً في المعامل وما تحويه من المعدات الضخمة والأحمال العالية والاهتزاز المستمر الناتج عن اشتغال المعدات إلى التراص التدريجي للحبيبات وتشابكها مما ينتج عنه تداعي التربة وهبوط وتصدع المنشات المقامة عليها.

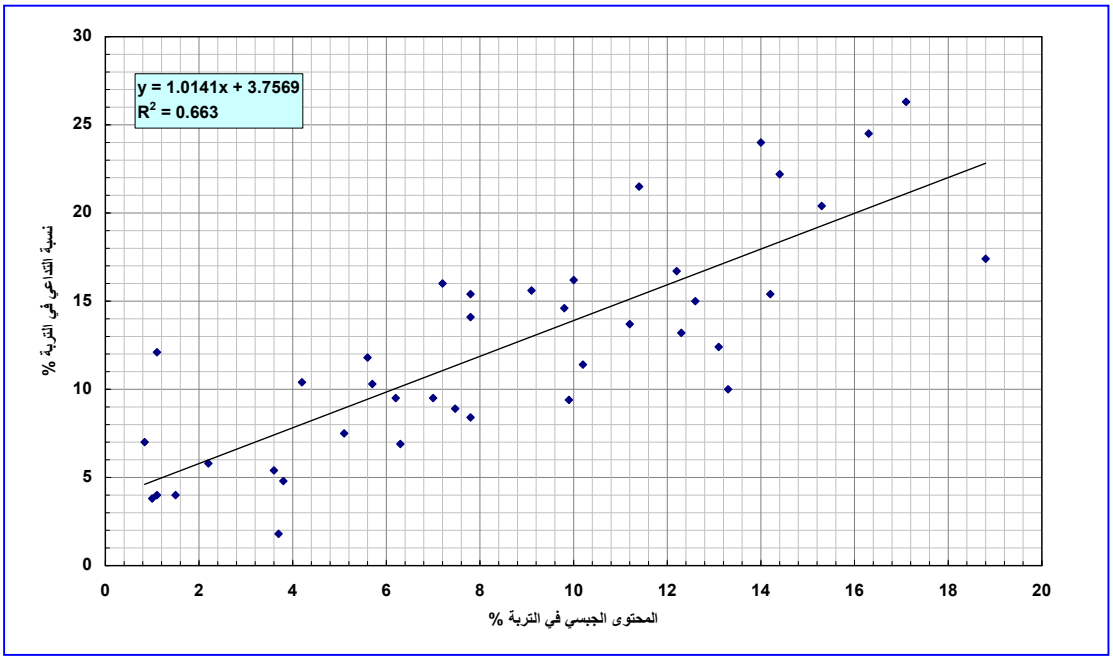


الشكل 9: الهبوط المتوقع في عدد من المواقع بمنطقة الدراسة بفعل تداعي التربة.

يظهر تحليل النتائج إن جهد التداعي في نماذج التربة يتناسب طردياً مع المحتوى الجبسي ، شكل 10. يمكن تقدير جهد التداعي في التربة (y) بعد حساب نسبة الجبس (x) من خلال العلاقة:

$$y = 1.0141x + 3.7569 \qquad (3)$$

التي يبلغ معامل الارتباط (R^2) فيها (0.663) . فضلا عن ما تقدم، فان تداعي التربة يعتمد على عوامل أخرى منها نسبة الأملاح الأخرى القابلة للذوبان والحبيبات الدقيقة القابلة للإزالة بالمياه المتحركة ونسبة الفراغات الأولية والإجهاد المسلط على التربة.



الشكل 10: العلاقة بين المحتوى الجبسي وجهد التداعي في 40 من نماذج التربة بمنطقة الدراسة.

الاستنتاجات والتوصيات:

أ- تحوي ترب منطقة الدراسة نسباً عالية من الأملاح الرابطة بين الحبيبات والقابلة للذوبان في الماء تتمثل عموماً بمعادن بالجبس والكالسايت والهالايت تتراوح نسبتها من 0.96 الى20.1 %، يمثل الجبس النسبة الغالبة فيها، وتتراوح من 71.8 إلى 99.9% بمعدل92.7% ولذلك فهي تعد تربا جبسية.

ب- تعد ترب المنطقة كثيفة وكثيفة جداً ذات مقاومة قص عالية تتراوح فيها قيم زاوية الاحتكاك الداخلي من 37 إلى 45° وتتجاوز 41° في 80% من النماذج الجافة.

ج- تظهر تجارب إذابة المحتوى الملحي في التربة وغسله بالمياه الاعتيادية أو الحامضية الشبيهة بالمياه الصناعية المتسربة من معدات المعامل أن نسباً حجمية عالية من المواد الرابطة للتربة قد أزيلت وان تداعياً خطراً عكس هبوطاً محتملاً وواقعاً في المنشات يتراوح من 21.67 إلى 48.72 سم وبمعدل 35.12 سم لعمق التحريات متجاوزاً بقدر كبير قيم الهبوط المسموح بها في الترب الرملية والبالغ 3.8 سم للأسس المعزولة، ولن تقصاناً قد حصل في زاوية الاحتكاك الداخلي تراوح من 4 إلى 17° وصارت الترب متوسطة الكثافة ورخوة ورخوة جداً.

د- إن جهد التداعي في نماذج التربة يتناسب طردياً مع المحتوى الجبسي فيها وبمعامل ارتباط يبلغ 0.663.

هـ - تؤكد نتائج التحريات **إن سبب تداعي التربة في** منطقة الدراسة هو تغلغل المياه الصناعية ذات الوسط الحامضي المتسربة من شبكة الأنابيب المتآكلة وقنوات تصريف المياه وإذابتها للجبس والأملاح الأخرى **اللاصقة** بين حبيبات التربة، مما ينجم عنه تقليل الدعم لهذه الحبيبات وجعلها معلقة مما يسهل عملية الهدم وإعادة ترتيب الحبيبات بفعل استمرار تدفق المياه وغسل التربة واهتزاز أرضية المصنع مما يولد نقصاً في حجم كتلة التربة الساندة للأسس يؤدي إلى هبوط المنشآت وتضررها. يؤدي تسرب المياه إلى تشبع الترب وتغير خواصها الفيزيائية وتقليل سعة التحميل فيها إلى النصف.

و-إن الترب في منطقة الدراسة ذات كثافة نسبية عالية، وان وجود الجبس فيها كمادة رابطة بين الحبيبات يعد عامل قوة مضافا في الترب غير المتماسكة الجافة يضيف إليها التماسك ويؤدي إلى زيادة الاحتكاك الداخلي. **لذلك فان** الترب الطبيعية الجافة في منطقة الدراسة لا تعاني من مشاكل الهبوط أو قلة سعة التحميل، وان المحافظة على التركيب الجبسي فيها وحمايته من التغيرات الحجمية يقتضي البحث عن الطرائق التي تمنع تغلغل المياه السطحية **وإذابة الأملاح** بواسطة غلق المسامات وتغليف التربة (Soil capsuling).

المصادر العربية:

السياب، عبد الله و**الأنصاري**، نضير و **الراوي**، ضياء و **الجلسم، جلسم و العمري، فاروق صنع الله و** الشيخ ، زهير (1982). جيولوجيا العراق. **دار الكتب للطباعة والنشر، الموصل**،280 **صفحة**.

دائرة الأنواء الجوية في مطار البصرة الدولي (2006). تقارير الأنواء الجوية.

محمود، رائد عزيز (1997) . **دراسة بعض الخواص** الجيوتكنيكية لترسبات العصر الرباعي في مدينة **البصرة**. رسالة ماجستير غير منشورة، كلية العلوم – **جامعة البصرة**، 115 **صفحة** .

محمود، رائد عزيز (2007) تأثير نسبة الجبس في الخصائص الجيوتكنيكية للترب الجبسية في محافظة **البصرة**/ الجانب الغربي، أطروحة دكتوراه غير منشورة، كلية العلوم – **جامعة البصرة**،130 **صفحة**

المصادر غير العربية:

Abbas, H .O.(1996). Effect of G. Unpublished M.Sc Thesis, Civil Eng. Dept., Baghdad University.

Abood. M. K.(1993).Treatment of Gypseous Soils with Sodium Silicate. Unpublished M.Sc. Thesis, Building & Construction Dept., University of Technology, Baghdad.

Al-Heeti, A. A. (1990). The Engineering Properties of Compacted Gypsified Soil. Unpublished M. Sc. Thesis, Civil Engineering Dept., University of Baghdad.

Al-Mohammedi, N.M; Nashat, I. H. & Bako, G. Y.(1987). Compressibility and Collapse of Gypseous Soils. 6th Asian Conf. of Soil Mechanics, Tokyo.

Al-Suhail, Q. A. & Al-Mansoury, H. B.(2003). Geochemical Modeling of Dibdibba Sandy Aquifer, Southern Iraq. Dirasat, Pure Sciences, 30(2).

Azam S., Abduljawad S., Al-Shayea N. & Al-Amoudi O., (1998). Expansive Characteristics of Gypsiferous / Anhydrtic Soil Formations. Engineering Geology 51: 89-107.

Barazanji, A. F. (1973). Gypsiferous Soils of Iraq. Unpublished Ph.D Thesis, Ghant, Belgium, 123 p.

Bowles, J. E.(1988). *Foundation Analysis & Design*. McGraw-Hill Book Company, Singapore, 1004p.

BS 5930:1981. *Code of Practice for Site Investigations*. British Standards Institution, London.

BS 1377-3:1990. Methods of Test for Soils for Civil Engineering Purpose, Part 3:Chemical & Electrochemical Tests.

BS 1377-7:1990. Methods of Test for Soils for Civil Engineering Purpose, Part 7: Shear Strength Tests.

Buday, T.(1980). *The Regional Geology of Iraq, Stratigraphy & Palegeography.* Dar Al-Kutib Publishing House, University of Mosul, Iraq, 448 p.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) (1990). Management of Gypsiferous Soils., www.fao.org/docrep/to323e/to323e07.htm.

Fuchs, W; Gattinger, T. & Holzer, H.(1968). *Explanatory Text to the Synoptic Geologic Map of Kuwait*. Vienna, Austria.

Hunt, R.E. (1984). *Geotechnical Engineering Investigation Manual*. McGraw – Hill Book Company, New York, 985p.

Jafarzadah, A.A. and Zinck, J.A.(2000). Worldwide Distribution and Substational Management of Soils

Jenning, J.E. and Knight, K.(1975). A Guide to Construction on or with Materials Exhabiting Additional Settlement Due to Collapse of Grain Structure. Proceedings of 6th Regional Conference for African on Soil Mechanics and Foundation Engineering, Durban, South Africa. pp.99-105.

Stipho, A. S. (1985). On the Engineering Properties of Saline Soil. Quarterly Journal of Engineering Geology, 18: 129-137.

with Gypsum. ISD Ana Sayfasi, Netherlands.

Some Chemical and Engineering Properties of Gypsiferous Soils at Al-Zubair , Um- Qaser and Safwan Cities, Basrah Governorate, South of Iraq.

Raid A. Mahmood
Department of Geology
College of Science
Basrah University

Abdulmuttalib H. Al-Marsomy
Department of Geology
College of Science
Basrah University

Anis A. Mohammedali
Department of Civil Engineering
College of Engineering
Basrah University

Abstract

Many strategic projects were constructed at area between and around the highways connecting Al-Zubair , Um- Qaser and Safwan cities, at Basrah governorate, south of Iraq. These projects suffer damages due to collapsibility of gypsiferous soils and subsidence of the ground at their locations. This study aims at investigating the geotechnical setting of the study area depending on the results of soil investigations and analyses of their results.

The detailed investigations consist of drilling boreholes and make use of quarries to sample soils at 20 locations distributed all over the study area. Laboratory tests include chemical and engineering tests were carried out on 56 samples that have been extracted from the study area. These tests are total soluble salts in water and acidic industrial water, gypsum content, shear parameters of natural and washed soils(as wet and dry samples) and their collapsibility potential. Tests results indicate that soils at study area contain high percentages of salts ranging from 0.96 to 20.1%. These salts are composed mainly of gypsum, calcite , halite and dolomite. Gypsum represents the highest percentage among salts ranging from 71.8 to 99.9 %.The angle of internal friction at natural soil samples ranges from 37 to 45°, and they are >41° at 80 % of samples. Gypsum adds cohesion to the soils and increases the internal friction. Washing samples dissolve and leach salts, leading to soil collapsibility and settlement of buildings that range from 21.7 to 48.7 cm and mean of 35.1 cm for investigated depths. It is found that collapsibility potential is directly proportional with gypsum content with correlation coefficient 0.663. Leaching of salts decreases the angle of internal friction with amount ranging from 4 to 17° ;so that, soils became medium dense, loose and very loose.