المعالجة الأحصائية للخواص الفيزيائية المتممة للترب

محمد قاسم الجميلي
قسم علوم الأرض
كلية العلوم
جامعة الموصل

سهام إبراهيم العزو
قسم علوم الأرض
كلية العلوم
جامعة الموصل

(تاريخ الاستلام ٢٠١٠/١١/١٧ ، تاريخ القبول ٢٠١٠/١٢/١٥)

الملخص

إن تصنيف الترب إلى مجاميع متشابهة التصرف بالاعتماد على دلائل وخواص بسيطة يكون دليلا عاما لفهم الصفات الهندسية للترب. يقصد بالخواص الفيزيائية المتممة (Complementary) للتربة بأنها ثلاث خواص فيزيائية للتربة يكفي معرفة خاصيتين منها لأستنتاج الثالثة. فمثلا معرفة أية خاصيتين من الخواص الثلاثة (حد السيولة LL% وحد اللدونة PL% ودالة اللدونة PI%) تكفي لأستنتاج الخاصية الثالثة لأن الأخيرة ناتجة من حاصل طرح الأولى من الثانية. وكذلك في حالة حساب نسب كل من الطين والغرين والرمل فأن معرفة أية نسبتين تؤدي الى معرفة النسبة الثالثة لأن مجموعها يساوي المئة. حاولت هذه الدراسة الأستفادة من هذه الفكرة من خلال المعالجة الأحصائية لخاصيتين فقط وذلك بتحويل قيمها الأعتيادية الى قيم موحدة القياس (Standardized Values)، هذه القيم تسقط على محورين فقط ثم تبدأ عملية عد النقاط في كل مربع بوحدة قياس مساوية للواحد الصحيح لرسم الخطوط الكنتورية التي بدورها ستبرز المجاميع الشائعة لهذه النماذج من خلال الخاصيتين المعتمدتين فقط. أستخدمت هذه الطريقة على خواص فيزيائية متممة لتربة طريق تلول الباج/ الشرقاط وكانت النتائج مقنعة جدا.

Statistical Treatment for a Complementary Physical Properties of Soils

Mohammed Q. Al-Jumaily
Department of Geology
College of Science
Mosul University

Siham I. Al-Azzo
Department of Geology
College of Science
Mosul University

ABSTRACT

Classifying soils into groups with similar behaviour, in terms of simple indices provide a general guidance about engineering properties of the soils. Complemetary physical properties of soil mean any three properties of soil that any two of them will be enough to estimate the third one, for examples Atterberg limits (Liquid Limit %, Plastic Limit % and Plasticity Index %) are substantially complementary physical properties due to the equational relationships between these three properties. Also the size fractions of soil that component from three fractions only (Clay %, Silt % and Sand %) are complementary physical properties because the total sum of these properties will be handred percent. In this study only two of the three complementary physical properties of soil have been converted to standardized values by subtracting each properties from the mean value and dividing the result by the standard deviation . The standardized values values are plotted on two dimensional graph which divided into a uniform area up on the unity standard deviation. Number of samples are measured in each area to draw the contours map which shows the individual groups . this a simple statistical treatment for a complementary physical properties of soils has been applied on soil data from Tulool Al-Bacth/Shirqat road. The resuls shows very satisfactory.

المقدمة

يعتمد التصرف الهندسي للترب الناعمة على عوامل أخرى بالأضافة الى التوزيع الحجمي الحبيبي، هذه العوامل تؤثر بشكل رئيسي على التصرف الهندسي للترب الناعمة ومنها المكونات المعدنية والتركيبية وكمية المياه الموجودة في هذه الترب والتي تسمى بالمحتوى المائي (Water content %) أو محتوى الرطوبة (Moisture content%). ان فحوصات حدود السيولة واللدونة تبين تأثيرات المحتوى المائي على الترب الناعمة وتساعد على تصنيفها وتقدير معدنيتها وتصرفها الهندسي. (Skempton، 1953) عرف الفاعلية (Activity A) بأنها النسبة ما بين كل من دالة اللدونة (Plasticity Index PI) ونسبة الطين (Clay Fraction CF) وبين أن الفاعلية لها علاقة بالمعدنية والتاريخ الجيوتكنيكي لرواسب التربة . عدد من الدراسات لبعض الترب الناعمة وجدت أن هنالك علاقات خطية قوية ما بين المساحة السطحية النوعية(Specific Surface Area SSA) وحد السيولة (Liquid Limit LL) ومنها دراسة (Kuzukami *et al.*, 1971) و (Ohtsubo *et al*., 1983) و (Locat *et al.*,1984) و Smith (*et al.*,1985) و (Morin and Dawe, 1986) و (Churuchman and Burke1991) وقد وجد (Cerato, 2001) أن العلاقة ما بين (SSA) و (LL) ليست علاقة قوية على المستوى الأقليمي أو العالمي ولكنها تكون خطية جيدة على المستوى المحلي لنماذج الترب العائدة الى مجاميع تكاوين جيولوجية صغيرة . وكان الهدف من دراسة (Youventharan, *et al.*, 2007) هو أيجاد العلاقة مابين

كل من المحتوى المائي وكمية المواد العضوية وحد السيولة مع الخواص الجيوتكنيكية للتربة المتفحمة في ماليزيا. أما (Naderi and Naeini, 2009) فقد قاما بدراسة تأثير كل من المركبات الكيميائية ودالة اللدونة على المقاومة الأنضغاطية للأطيان. من خلال هذا العرض لقسم من هذه الدراسات تتضح الأهمية غير المباشرة لدلائل وحدود أتربيرك في تفسير الصفات الجيوتكنيكية للترب بالإضافة إلى الأهمية المباشرة للتوزيع الحجمي الحبيبي للترب والتي بدورها تستخدم وبشكل مباشر في كثير من المشاريع الهندسية المعروفة.

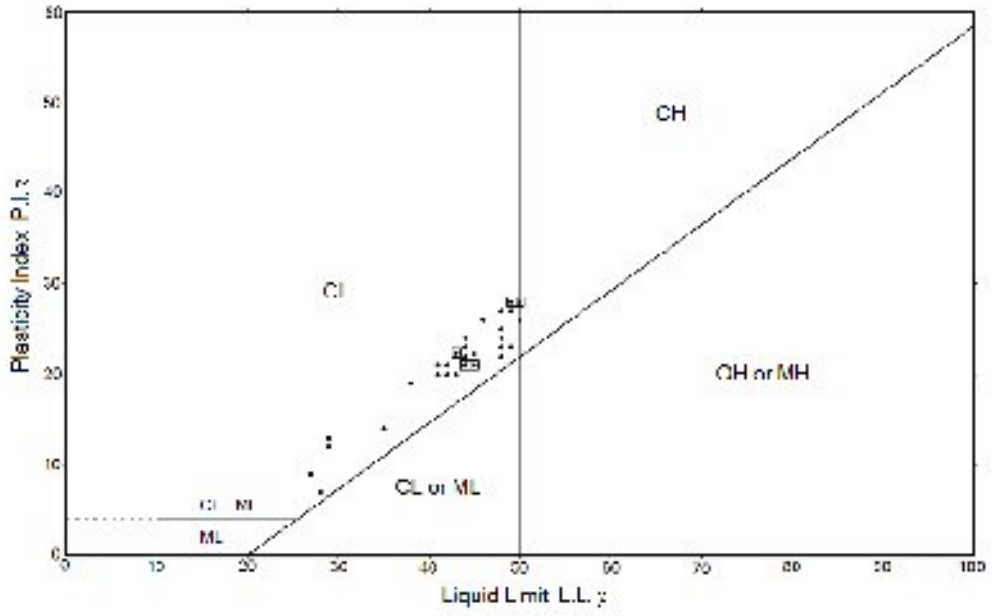
من المعروف أن الخواص الفيزيائية والكيميائية والمعدنية للترب في العالم تكون متغايرة وبشكل كبير من موقع إلى أخر. بل أن هذه الخواص تكون متغايرة ومختلفة أفقيا وعموديا في الموقع نفسه وهذا يعود في الحقيقة إلى أصل التربة وتاريخها الجيولوجي. هذا التغير الواسع للخواص المنشأية للتربة سوف ينعكس تماما على السلوك أو التصرف الهندسي للتربة. ولهذا فان أي تصنيف لخواص التربة سوف يؤدي إلى الحصول على مجاميع مميزة كبيرة وذات خواص متقاربة لنماذج المجموعة الواحدة مقارنة بالمجاميع الأخرى. إلا أن هذا الاختلاف القليل بين خواص المجموعة الواحدة لا يزال مهما أيضا لأنه يعكس التغيرات الأصلية لخواص التربة وبالتالي يؤدي إلى فهم أدق للتصرف الهندسي للتربة . تهدف الدراسة الحالية إلى محاولة الوصول إلى التفاصيل الدقيقة والاختلافات القليلة بين نماذج المجموعة الواحدة للحصول على مجاميع فرعية (Subgroups) للمجموعة الأصلية وبالتالي تحديد الخواص الأفضل والأدق للتربة.

المعالجة الأحصائية

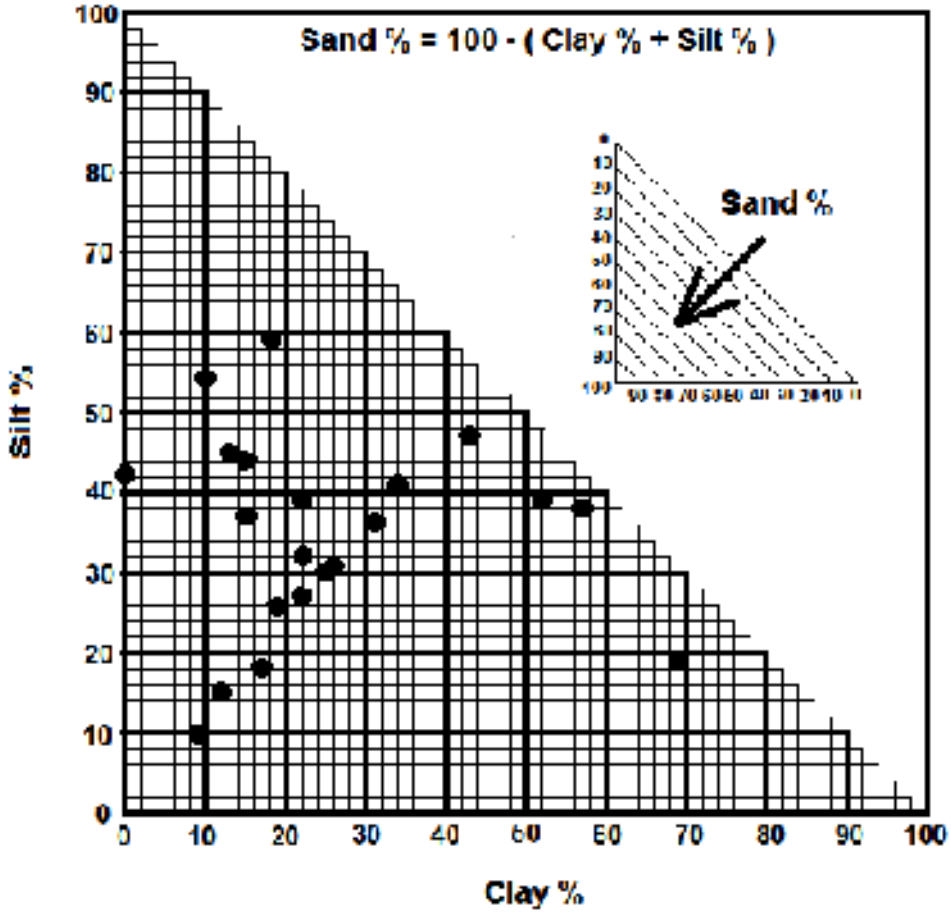
إن تصنيف الترب إلى مجاميع متشابهة التصرف بالاعتماد على دلائل وخواص بسيطة يمكن أن يكون دليلا عاما حول الصفات الهندسية للترب. ان الخواص الفيزيائية المتممة لمجموعة نماذج من تربة معينة لا توضح المجاميع الأكثر شيوعا منها من خلال النظر الى الجدول أو المرتسمات الممثلة لهذه الخواص. (الجدول 1) يمثل الخواص الدالة والحجمية للتربة لمشروع طريق تلول الباج/الشرقاط المعتمدة كمعطيات في هذه الدراسة والمأخوذة من تقرير المركز القومي للمختبرات الأنشائية (NCCL,1993). حيث لا يمكن من خلال الجدول فقط تحديد مجاميع أو العقد (Clusters) للنماذج المتقاربة القيم. (الشكل 1) يوضح مواقع (34) نموذج من (الجدول 1) على مخطط اللدونة أعتمادا على حد السيولة (LL%) ودالة اللدونة (PI%) حيث يظهر أن أغلب هذه النماذج تنتمي الى الصنف (CL) في المخطط ولا توضح تفاصيل المجاميع التي تقع ضمن هذا الصنف. كذلك (الشكل 2) الذي يوضح مواقع (21) نموذج من (الجدول 1) أعتمادا على نسب كل من الطين والغرين وبدون توضيح المجاميع السائدة التي تنتمي اليها هذه النماذج.

الجدول١: الخواص الحجمية والدالة المتممة للتربة لمشروع طريق تلول الباج/ الشرقاط تقرير/ المركز القومي للمختبرات الإنشائية (NCCL, 1993) .

Index Properties					Size Distribution				
Hole No.	Sample No.	Liquid Limit %	Plastic limit %	Plasticity Index %	Hole No.	Sample No.	Clay %	Silt %	Sand %
BH-1	2	45	24	21	BH-1	1	22	49	29
	3	46	20	26		4	18	59	23
	5	45	22	23		5	15	37	48
	6	41	21	20		7	31	36	33
	8	43	23	20		10	43	47	10
	9	42	22	20		11	13	45	40
	12	43	19	24		18	69	19	12
	14	38	19	19	BH-2	1	34	41	25
	16	43	19	24		3	19	26	55
	19	42	21	21		5	22	32	46
BH-2	2	28	21	7		7	15	44	41
	4	27	18	9		10	10	54	36
	6	29	17	12		14	57	38	05
	9	35	21	14		17	26	31	43
	11	48	24	24	BH-3	2	12	15	68
	12	49	21	28		3	9	10	81
	13	48	22	27	BH-4	1	25	30	45
	15	50	22	28		3	22	27	50
	16	44	20	24		6	0	42	58
	19	48	25	23		9	52	39	09
BH-3	1	44	23	21		13	17	18	65
	4	44	23	21					
	5	45	24	21					
	6	50	22	28					
	7	44	21	23					
	10	49	26	23					
	11	50	24	26					
	13	49	22	27					
BH-4	2	41	20	21					
	4	29	16	13					
	7	48	26	22					
	9	49	21	28					
	11	44	22	22					
	14	48	23	25					



الشكل 1 : مواقع النماذج (34) المأخوذة من (الجدول 1) مسقطة على مخطط اللدونة.



الشكل 2 : مواقع النماذج (21) المأخوذة من (الجدول 1) مسقطة على النسب الحجمية المتممة.

لقد حاولت هذه الدراسة أستخدام طرق أحصائية متعددة للوصول الى المجاميع المتقاربة في الخواص الفيزيائية الدالة أو الحجمية ومن ضمن هذه الطرق طريقتي تحليل العوامل (Factors Analysis) والتحليل العقدي (Cluster Analysis)، الا أن النتائج كانت غير مشجعة وغير مقنعة تماما. ولذلك فقد حاولت الدراسة الحالية البحث عن معالجة أحصائية سهلة وبسيطة يمكن بواسطتها الوصول الى هذه المجاميع العقدية والأستفادة من فكرة البعدين التي توفرها الخواص الفيزيائية المتممة للتربة.

أعتمدت المعالجة الأحصائية على فكرة الأعتماد على خاصيتين فيزيائيتين من الخواص الفيزيائية الثلاثة المتممة للتربة . فمثلا في حالة خواص اللدونة يمكن الأعتماد على حد السيولة ودالة اللدونة فقط ، وفي حالة الخواص الحجمية يمكن الأعتماد على نسب الطين والغرين فقط . لذلك تم تحويل قيم كل من حد السيولة ودالة اللدونة في حالة خواص اللدونة وقيم كل من نسبة الطين ونسبة الغرين في حالة الخواص الحجمية الى قيم قياسية (Standardized Values) وذلك بطرح كل قيمة من معدلها العام وقسمة الناتج على الأنحراف المعياري (Standard deviation) . هذه القيم القياسية للخواص الفيزيائية سوف تلغي الفروقات في القيم الأساسية والوحدات المستخدمة وبذلك سوف يكون المعدل العام لكل قيمة قياسية مساويا للصفر وبأنحراف معياري مقداره الواحد الصحيح. الجداول (2 و 3) توضح هذه القيم القياسية ولكل من خواص اللدونة والخواص الحجمية.

بعد ذلك تسقط القيم القياسية للخواص الدالة على مرتسم بمحورين الأفقي يمثل تقسيمات القيم القياسية لحد السيولة والعمودي يمثل تقسيمات القيم القياسية لدالة اللدونة وكما موضح في (الشكل 3). كذللك تسقط القيم القياسية للخواص الحجمية على مرتسم بمحورين الأفقي يمثل تقسيمات القيم القياسية لنسب الطين والعمودي يمثل تقسيمات القيم القياسية لنسب الغرين وكما موضح في (الشكل 4).

الأشكال (3 و 4) تقسم الى مربعات بطول ضلع مقداره نصف وحدة قياسية . بعد ذلك تبدأ عملية عد النقاط (النماذج) الواقعة في كل مربع بطول ضلع مقداره وحدة قياسية واحدة ويسجل عدد النقاط في مركز هذا المربع وهكذا تستمر عملية العد بزحف المربع بمسافة نصف وحدة قياسية وكما موضح في الاشكال (5 و 6). وبعد أكتمال عملية العد تبدأ عملية رسم الخطوط الكنتورية لأعداد النقاط المثبتة في مراكز المربعات للحصول على العقد الكنتورية الممثلة للمجاميع المتقاربة مع بعضها كما في الاشكال (7 و 8).

النتائج والمناقشة

من خلال العقد الكنتورية للمجاميع الظاهرة في الاشكال (7 و 8) يمكن تحديد مراكز هذه المجاميع وبالتالي تحديد القيم القياسية لمراكز هذه المجاميع ومن ثم أعادة حساب قيمها الأصلية وتصنيفها وكما مبين في الجداول (4 و 5) . حيث يبين (الجدول 4) أن هنالك علاقة طردية بين حد السيولة ودالة اللدونة للمجاميع الثلاثة من أطيان (CL) وأن أغلب النماذج تعود الى المجموعة الأولى (1) والتي تمتلك حد سيولة (44%) متوسط نسبيا ودالة لونة (21%) متوسطة نسبيا.أما المجموعة الثانية (2) ذات العدد الأقل من النماذج فتمتلك حد سيولة (50%) عالي نسبيا ودالة لونة (27%) عالية نسبيا.. والمجموعة الثالثة (3) ذات العدد الأصغر فتمتلك حد سيولة (28%) واطئ نسبيا ودالة لدونة (11%) واطئة نسبيا .أن الأختلافات الموجودة في قيم حد السيولة ودالة اللدونة يعود الى نسبة الطين أو نوعية المعادن الطينية في النماذج المكونة لهذه المجاميع الثلاثة . أما (الجدول 5) فيبين أن المجموعة الأولى الأكبر فتتكون من تربة رملية غرينية (Silty Sand) والمجموعة الثانية عبارة عن غرين ورمل (Silt-Sand) بنسب متقاربة، والمجموعة الثالثة فتمثل الطين الغريني (Silty Clay) علما بأن النماذج المصنفة وفقا للمجاميع الثلاثة الحجمية لا تمثل نفس النماذج المستخدمة في التصنيف المعتمد على خواص اللدونة كما هو مدرج في (الجدول 1). ومن خلال مقارنة نتائج المجاميع الثلاثة لحد السيولة ودالة اللدونة المشار اليها في (الجدول 4) مع (الجدول 6) الذي يوضح العلاقة ما بين لدونة التربة و طبيعة التمدد المأخوذة عن GE (2004 ,441).يمكن استنتاج (الشكل 9) الذي يوضح مواقع المعادن الطينية الرئيسية (Kaolinite, Illite, Montmorillonite) مع مواقع النماذج والمجاميع الثلاثة ومعدلاتها. حيث يظهر من (الشكل 9) أن المعدن الطاغي في هذه الترب هو معدن (Kaolinite) بنسبة تقارب (95%) بالإضافة إلى وجوب نسبة ولو كانت قليلة (5%) من (Montmorillonite). كذلك ومن خلال مقارنة نتائج المجاميع الثلاثة لحد السيولة ودالة اللدونة المشار اليها في (الجدول 4) مع (الجدول 7) الذي يوضح تصنيف الترب المنتفخة حسب (Austroads, 2004). يظهر أن المجموعة الثانية (2) تمتلك قابلية انتفاخ متوسطة بينما المجموعتين الأولى (1) والثالثة (3) فتمتلكان قابلية انتفاخ واطئة .

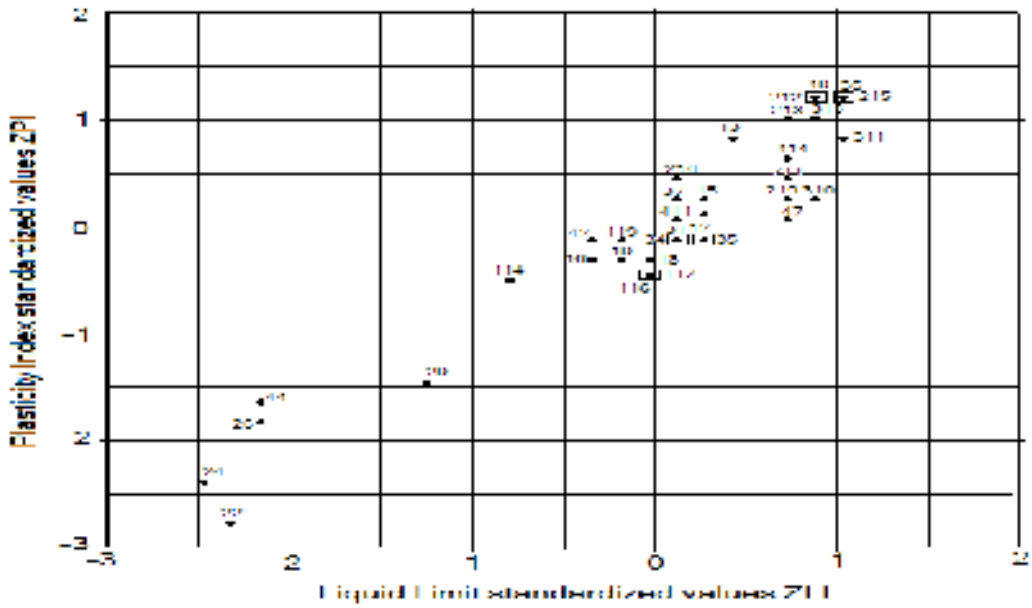
الجدول 2 : القيم القياسية لكل من حد السيولة ودالة اللدونة .

Sample No.	Liquid Limit %	Plasticity Index %	Standardized L. L. %	Standardized P.I. %
12	45	21	+0.27	-0.12
13	46	26	+0.43	+0.83
15	45	23	+0.27	+0.26
16	41	20	-0.34	-0.31
18	43	20	-0.03	-0.31
19	42	20	-0.18	-0.31
112	43	24	-0.03	+0.45
114	38	19	-0.79	-0.50
116	43	24	-0.03	+0.45
119	42	21	-0.18	-0.12
22	28	7	-2.32	-2.77
24	27	9	-2.47	-2.39
26	29	12	-2.16	-1.83
29	35	14	-1.25	-1.45
211	48	24	+0.73	+0.45
212	49	28	+0.88	+1.21
213	48	27	+0.73	+1.02
215	50	28	+1.03	+1.21
216	44	24	+0.12	+0.45
219	48	23	+0.73	+0.26
31	44	21	+0.12	-0.12
34	44	21	+0.12	-0.12
35	45	21	+0.27	-0.12
36	50	28	+1.03	+1.21
37	44	23	+0.12	+0.26
310	49	23	+0.88	+0.26
311	50	26	+1.03	+0.83
313	49	27	+0.88	+1.02
42	41	21	-0.34	-0.12
44	29	13	-2.16	-1.64
47	48	22	+0.73	+0.07
49	49	28	+0.88	+1.21
411	44	22	+0.12	+0.07
414	48	25	+0.73	+0.64
Mean	43.2059	21.6176	0	0
Standard deviation	6.5680	5.2686	1.0	1.0

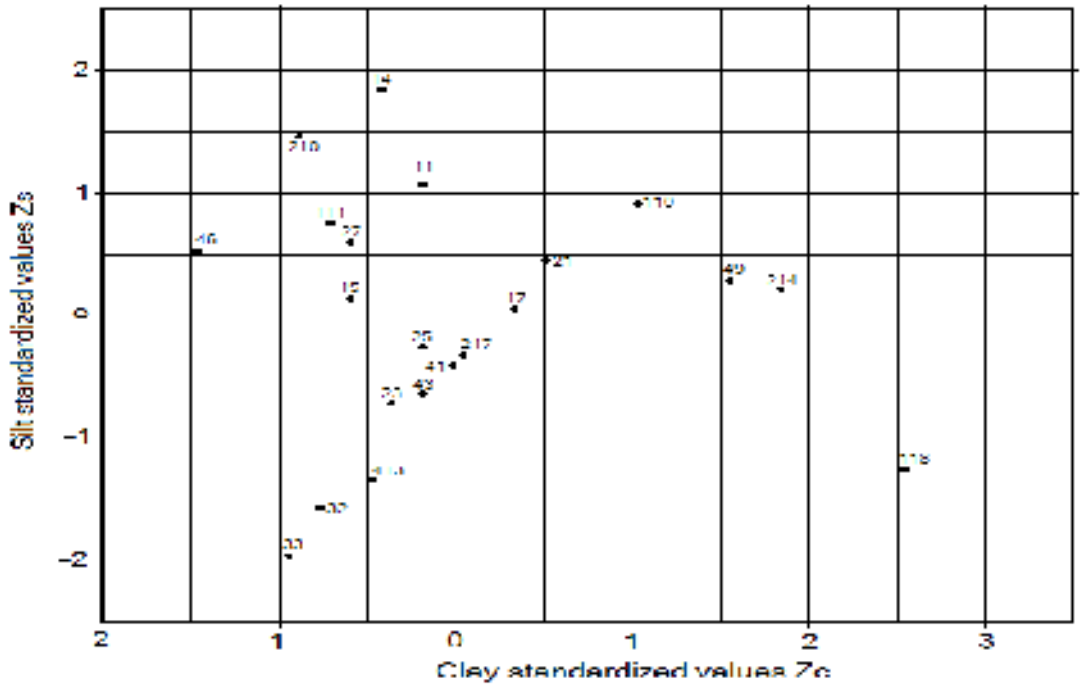
الجدول 3 : القيم القياسية لكل من نسب الطين والغرين .

Sample No.	Clay %	Silt %	Standardized	Standardized

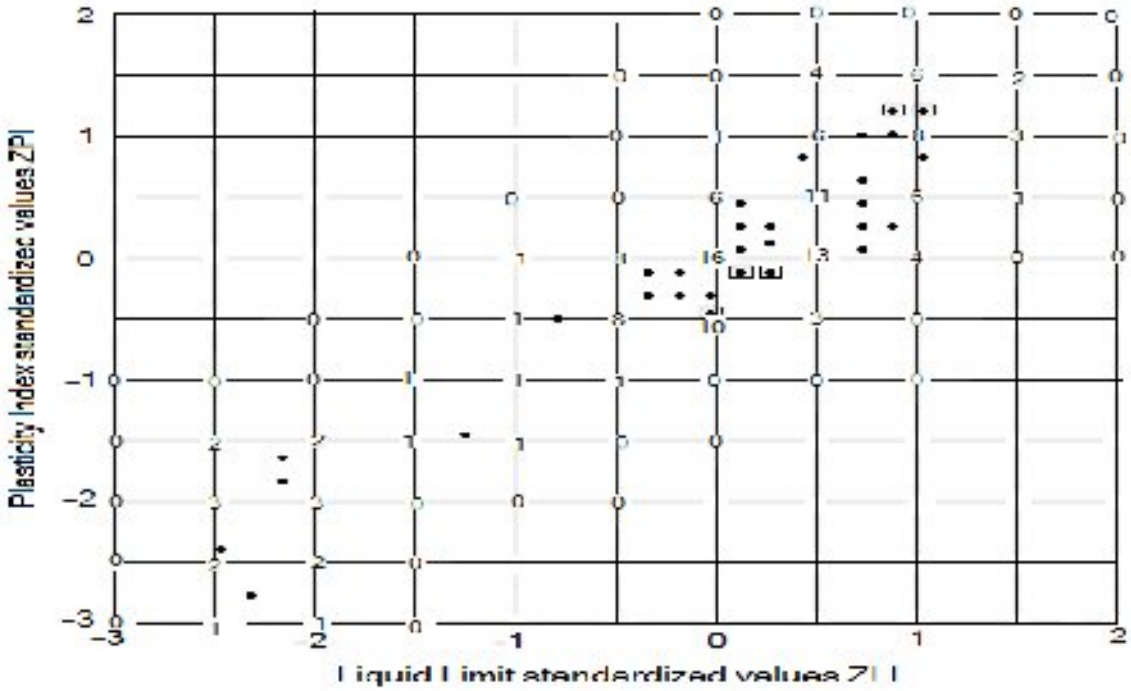
			Clay %	Silt %
11	22	49	-0.19	+1.07
14	18	59	-0.42	+1.84
15	15	37	-0.60	+0.14
17	31	36	+0.33	+0.06
110	43	47	+1.03	+0.91
111	13	45	-0.71	+0.76
118	69	19	+2.54	-1.25
21	34	41	+0.51	+0.45
23	19	26	-0.37	-0.71
25	22	32	-0.19	-0.25
27	15	44	-0.60	+0.68
210	10	54	-0.89	+1.46
214	57	38	+1.84	+0.22
217	26	31	+0.04	-0.32
32	12	15	-0.77	-1.56
33	9	10	-0.95	-1.95
41	25	30	-0.02	-0.40
43	22	27	-0.19	-0.63
46	0	42	-1.47	+0.53
49	52	39	+1.55	+0.29
413	17	18	-0.48	-1.33
Mean	25.2857	35.1905	0	0
Standard deviation	17.2109	12.9175	1.0	1.0



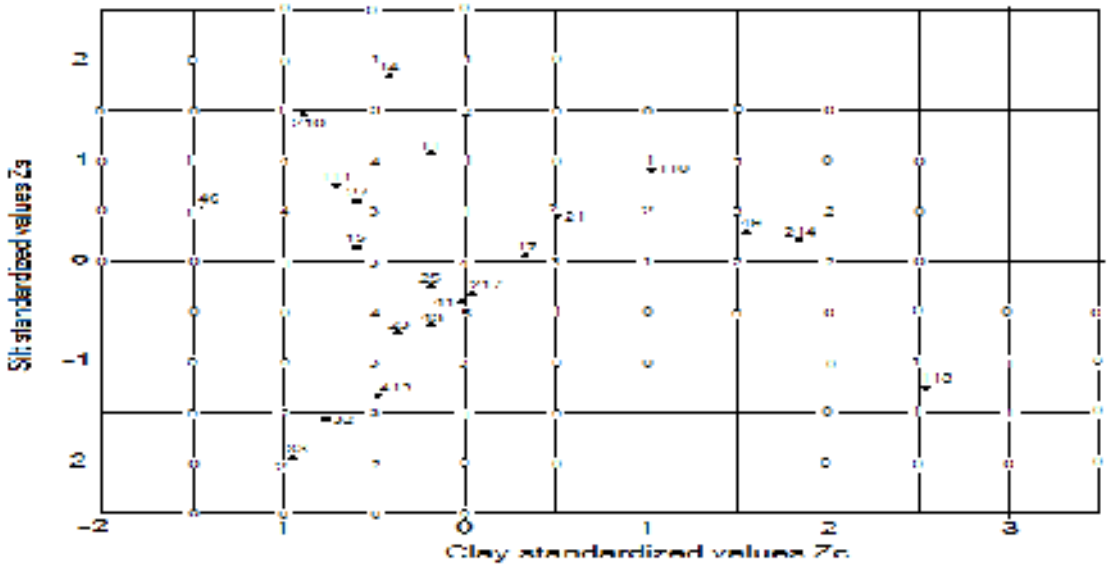
الشكل 3 : مواقع النماذج (34) أعتمادا على القيم القياسية لخواص اللدونة المتممة للتربة.



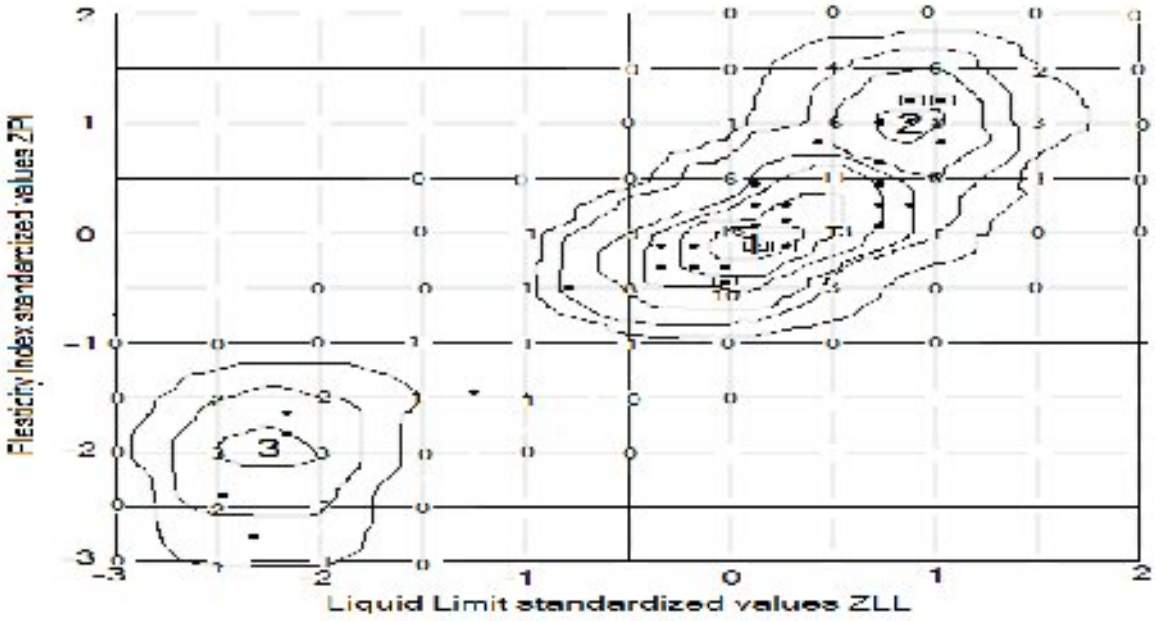
الشكل 4 : مواقع النماذج (21) أعتمادا على القيم القياسية للخواص الحجمية المتممة للتربة.



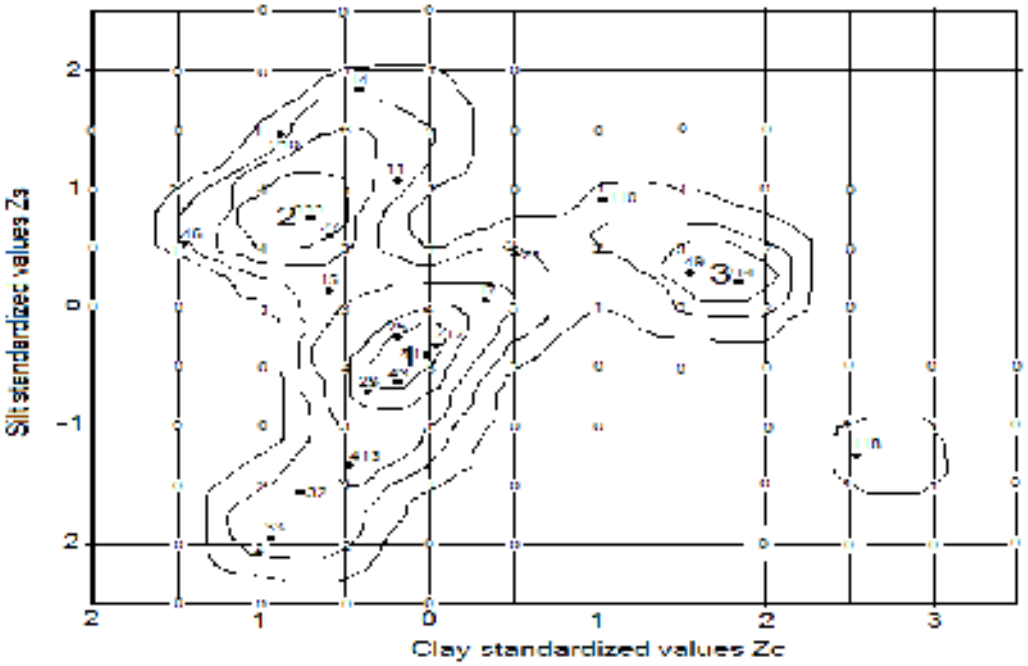
الشكل 5 : يوضح عدد النقاط في مراكز المربعات القياسية للخواص الدالة للتربة.



الشكل 6 : يوضح عدد النقاط في مراكز المربعات القياسية للخواص الحجمية للتربة.



الشكل 7 : الخطوط الكنتورية لأعداد النماذج متساوية الخواص الدالة للتربة.



الشكل 8 : الخطوط الكنتورية لأعداد النماذج متساوية الخواص الحجمية للتربة.

الجدول 4 : القيم القياسية والحقيقية والتصنيف للخواص الفيزيائية الدالة للتربة.

Groups	Standardized L. L. %	Standardized P.I. %	Liquid Limit %	Plasticity Index %	Plastic Limit %
1	+0.12	-0.11	44	21	23
2	+0.88	+1.00	50	27	23
3	-2.25	-2.00	28	11	17

Groups	Index Properties Classification
1	Medium CL Plasticity
2	High CL Plasticity
3	Low CL Plasticity

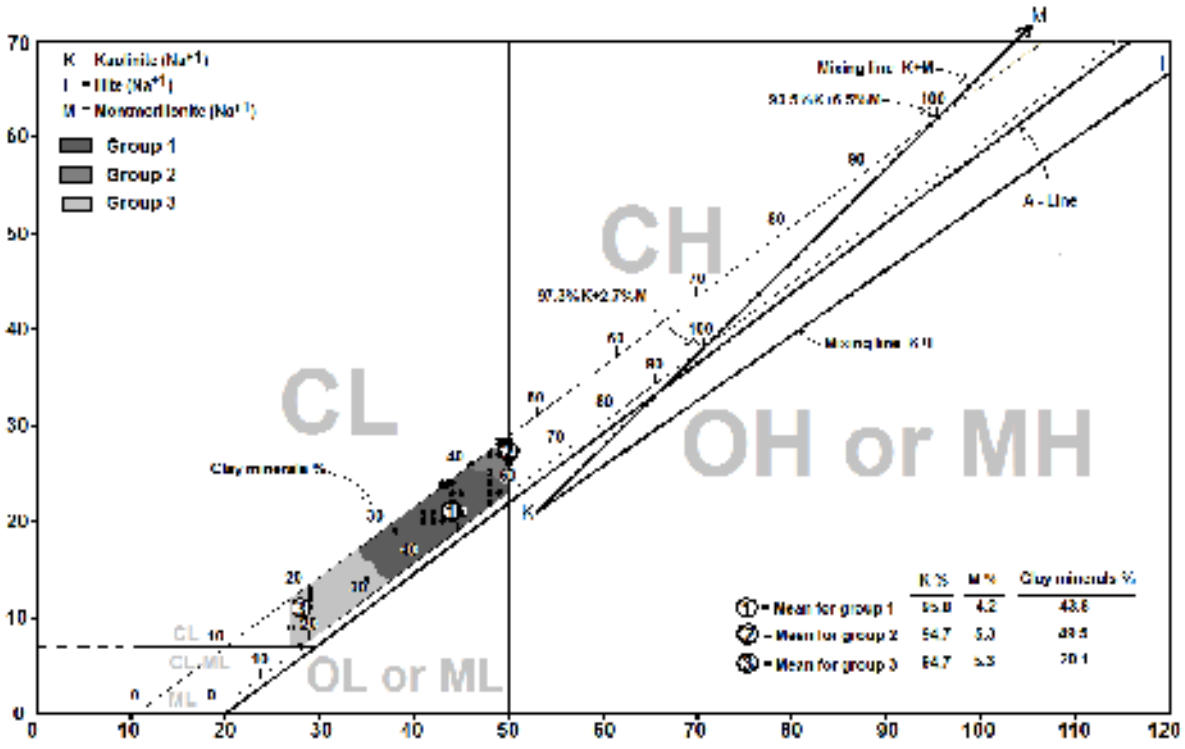
الجدول 5 : القيم القياسية والحقيقية والتصنيف للخواص الفيزيائية الحجمية للتربة.

Groups	Standardized Clay %	Standardized Silt %	Clay %	Silt %	Sand %
1	-0.12	-0.42	23	30	47
2	-0.75	+0.75	12	45	43
3	+1.75	+0.30	55	39	6

Groups	Size Classification
1	Silty sand
2	Silt – Sand
3	Silty clay

الجدول 6 : العلاقة ما بين لدونة التربة و طبيعة التمدد GE 441 (2004).

Mineral	Exchangeable Ion	LL %	Pl %	PI %	SL %	Activity
Montmorillonite	Na^{+1}	710	54	656	9.9	7.2
	K^{+1}	660	98	562	9.3	-
	Ca^{+2}	510	81	429	10.5	1.5
Illite	Na^{+1}	120	53	67	15.4	0.9
	K^{+1}	120	60	42	17.5	-
	Ca^{+2}	100	45	55	16.8	-
Kaolinite	Na^{+1}	53	32	21	26.8	0.33-0.46
	K^{+1}	49	29	20	-	-
	Ca^{+2}	38	27	11	24.5	-



الشكل 9: مقارنة مواقع النماذج (34) والمجاميع الثلاثة ومعدلاتها مع خواص اللدونة للمعادن الطينية الرئيسية المأخوذة من (GE 441, 2004).

الجدول 7: تصنيف الترب المنتفخة حسب Austroads (2004).

Expansive Nature	Liquid Limit (%)	Plasticity Index	PI x % < 0.425	Potential Swell %
Very High	>70	>45	>3200	>5.0
High	>70	>45	2200-3200	2.5-5.0
Moderate	50-70	25-45	1200-2200	0.5-2.5
Low	<50	<25	<1200	<0.5

الأستنتاجات والتوصيات

تعد هذه المعالجة الأحصائية طريقة سهلة وبسيطة في تحويل قيم الخواص الفيزيائية المتتمة للترب الى قيم قياسية ومن ثم حساب عدد النماذج المتمركزة ضمن المربع القياسي الموحد للحصول على التجمعات الكنتورية للنماذج المتقاربة في الخواص الفيزيائية.

تم بهذه الطريقة تقسيم نماذج الترب (34) من حيث خواص اللدونة الى ثلاثة مجاميع رئيسية المجموعة الأولى تمتلك حد سيولة (44) وحد لدونة (23) ودالة لدونة (21). والمجموعة الثانية تمتلك حد سيولة (50) وحد لدونة (23) ودالة لدونة (27). والمجموعة الثالثة تمتلك حد سيولة (28) وحد لدونة (17) ودالة لدونة (11). هذه المجاميع الثلاثة يتوقع انها تتكون من الكاؤولينايت بنسبة (95%) والمتبقي من المونتموريلونايت بنسبة (5%) وتعد من الترب واطئة الى متوسطة الأنتفاخ .

كذلك فقد تم تقسيم نماذج الترب (21) من حيث النسب الحجمية الى ثلاثة مجاميع رئيسية المجموعة الأولى هي من نوع الرمل الغريني والمجموعة الثانية عبارة عن رمل وغرين بنسب متقاربة تقريبا والمجموعة الثالثة عبارة عن طين غريني.

هذه الطريقة في المعالجة الأحصائية تعطي نتائج أدق وأفضل من طرق أحصائية أخرى وخصوصا في حالة الخواص المتممة. الا أن هذا لا يعني أن هذه المعالجة تخص فقط الخواص المتممة بل يمكن تطبيقها على أية خواص متعددة أخرى بعد أختزالها بطرق أحصائية معروفة. كذلك يمكن تحويل هذه المعالجة الأحصائية الحالية الى برنامج وبأية لغة برمجية لزيادة الدقة واختصار الوقت.

REFERENCES

Austroads, 2004.“ A guide to the Structural Design of Road Pavements”. The Standards Association / Austroads Publication, Guidelines 16, City of Whittle sea, Page 1 of 4 .

Cerato A. B., 2001. Influence of Specific Surface Aarea on Geotechnical Characteristics of Fine-Grained Soils . Master of Science in Civil Engineering. Department of Civil and Environmental Engineering, University of Massachusetts, Amherst, MA 01003. 298p.

Churchman G. J. and Burke C. M. ,1991 . Properties of Subsoils in Relation to Various Measures of Surface Aarea and Water Content. Journal of Soil Science, Vol. 42, pp. 463 - 478.

GE 441 Advanced Engineering Geology and Geotechnics Spring 2004. Expansive Soils Relative to Geoengineering practice .

Kuzukami H., Ozaki E. and Nakaya M., 1971. Relationships between Specific Surface and Liquid Llimit. Transactions of the Japanese Society of Irrigation, Drainage and Reclamation Engineering , Vol. 37, pp. 61 - 67 .

Locat J., Lefebvre G., and Ballivy G., 1984. Mineralogy, Chemistry, and Physical Property Interrelationships of Some Sensitive Clays from Eastern Canada. Canadian Geotechnical Journal, Vol. 21, pp. 530 - 540 .

Morin P. and Dawe C. R., 1986. Geotechnical Properties Of Two Deep Sea Marine Soils From Labrador Sea Area. Proceedings of the 3rd Canadian Conference on Marine Geotechnical Engineering. Vol. 1, pp. 117 – 134 .

Naderi Nia and Naeini S. A., 2009. The influence of Polymer Inclusion and Plasticity Index on the Unconfined Compression Strength of Clays. 2nd International Conference on New Developments in Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, 28-30 May 2009, Near East University, Nicosia, North Cyprus .

NCCL Report No. 38, 1993. "Soil Investigation Report". Two Bridges Project, Tulool Al-Batch/Shirqat Road. National Center for Construction Labs NCCL. Baghdad / Iraq .

Ohtsubo M., Takayama M., and Egashira K., 1983. Relationships of Consistency Limits and Activity to Some Physical and Chemical Properties of Ariake Marine Clays. Soils and Foundations, Vol. 23, No. 1,pp. 38 - 46.

Skempton A. W., 1953 . The Colloidal "Activity" of Clays Proceedings of the 3rd International Conference of Soil Mechanics and Foundation Engineering. Vol. 1, pp. 57- 60.

Smith C. W., Hadas A., Dan J., and Koyumdjisky H., 1985. Shrinkage and Atterberg Limits Relation to Other Properties of Principle Soil Types in Israel. Geoderma, Vol. 35, pp. 47 - 65.

Youventharan Duraisamy, Bujang B. K., and Azlan A. Aziz, 2007. Engineering Properties and Compressibility Behavior of Tropical Peat Soil. American Journal of Applied Sciences Vol. 4, No. 10, pp. 768 - 773. ISSN 1546 - 9239.