

تقييم الصفات الهندسية لصخور وتربة جزء من المنطقة الجنوبية الغربية لمدينة الموصل

عز الدين صالح الجوادي	ضياء غاوي صالح	هدير غازي محمد أديب
مركز بحوث السدود	قسم علوم الارض	مركز بحوث السدود
والموارد المائية	كلية العلوم	والموارد المائية
جامعة الموصل	جامعة الموصل	جامعة الموصل

(تاريخ الاستلام 2014/1/7 ، تاريخ القبول 2014/3/23)

الملخص

يتضمن البحث دراسة وتوزيع الصفات الهندسية للتربة والصخور الهشة لجزء من المنطقة الجنوبية الغربية لمدينة الموصل وعلاقتها مع جيولوجية المنطقة، وأهميتها في التصاميم الأولية للمنشآت. استخدمت البيانات المحصلة من تقارير التحريات الجيولوجية الموقعية والفحوصات المخبرية الهندسية للقناة المقترحة الثالثة لمشروع ري الجزيرة الجنوبي. تغطي معظم أراضي المنطقة تربة سطحية يصل سمكها إلى ما يقارب 20 متراً، اخترقتها الآبار الاستكشافية إلى الصخور التحتية المتمثلة بصخور المتبخرات والصخور الكاربوناتية والصخور الفتاتية العائدة لتكويني الفتحة وإنجانة.

تمت معالجة البيانات وتقييمها من خلال استخدام 66 بئراً استكشافياً وإيجاد العلاقات البيانية فيما بينها. تم تقسيم منطقة الدراسة الى أربع مناطق ثانوية: شمالية وشرقية وجنوبية وغربية. اشتملت الفحوصات الهندسية المدروسة على الصفات الفيزيائية والميكانيكية والديناميكية والتي كانت متدنية على العموم في معظم مناطق الدراسة. إن توزيع معدلات الصفات في تعيين خواص التربة والصخور للمنطقة وعلاقتها مع جيولوجية المنطقة وضحت تحسن هذه الصفات كلما اقتربنا من الطيات المحدبة وهي طيات علان وحمّام العليل ونويكيط وقلبان والشورة وقصب وعداية. بينت الدراسة أن العلاقة بين حد السيولة ومعامل اللدونة كانت جيدة لكل البيانات. إن العلاقة بين محتوى الرطوبة والكثافة الجافة كانت جيدة أيضاً إلا أن العلاقة بين محتوى الرطوبة والنسبة بين الكثافة الجافة والمشبعة كانت أفضل، وذلك للعلاقة الوثيقة بين المسامية ومحتوى الرطوبة. بينت العلاقات بين الكثافة الإجمالية وسرعة الموجات الطولية انخفاضاً حاداً في قيم سرعة الموجات الطولية بانخفاض قيم الكثافة الإجمالية، ولكن العلاقة بين الكثافة الإجمالية وسرعة الموجات القصية كانت أفضل بسبب تأثر الموجات القصية بالمسامية أكثر من تأثر الموجات الطولية بها. ولتأكيد ذلك فقد تم استخراج العلاقة بين سرعة الموجات القصية ومحتوى الرطوبة والتي كانت أفضل منها مع سرعة

الموجات الطولية. وعموماً فإن العلاقات بين المعاملات الديناميكية مع محتوى الرطوبة كانت بمعامل ترابط أعلى مما هو عليه مع الكثافة. يبين توزيع معظم الصفات الهندسية تدني قيمها في المنطقتين الشرقية والغربية نسبة إلى المنطقتين الأخرتين.

الكلمات الدالة: تربة، صخور هشة، صفات هندسية، جنوب غربي الموصل.

Evaluation of Engineering Properties of Rocks and Soils of a Part of the Southwestern Area of Mosul City

Azealdeen S. Jawadi

*Dams and Water
Resources Center
University of Mosul*

Dhiaa G. Salih

*Department of Geology
College of Science
University of Mosul*

Hadeer GH. Adeb

*Dams and Water
Resources Center
University of Mosul*

ABSTRACT

The main task of this research is to study the distribution of the engineering properties of rocks and soils at the part of the area located in the south western Mosul City. The relationship of these aspects with the geology of the area and its importance of preliminary designs of structures has been studied as well. The data are collected from the reports on geological investigations and engineering laboratory testing of the proposed third canal of the South Jazirah Irrigation Project. Most of the land region is covered by the soil, that thickness ranges between 0 and nearly 20 meters and penetrated by boreholes reaching to the subsurface of evaporating, carbonate and clastic rocks of Fat'ha and Injana formations.

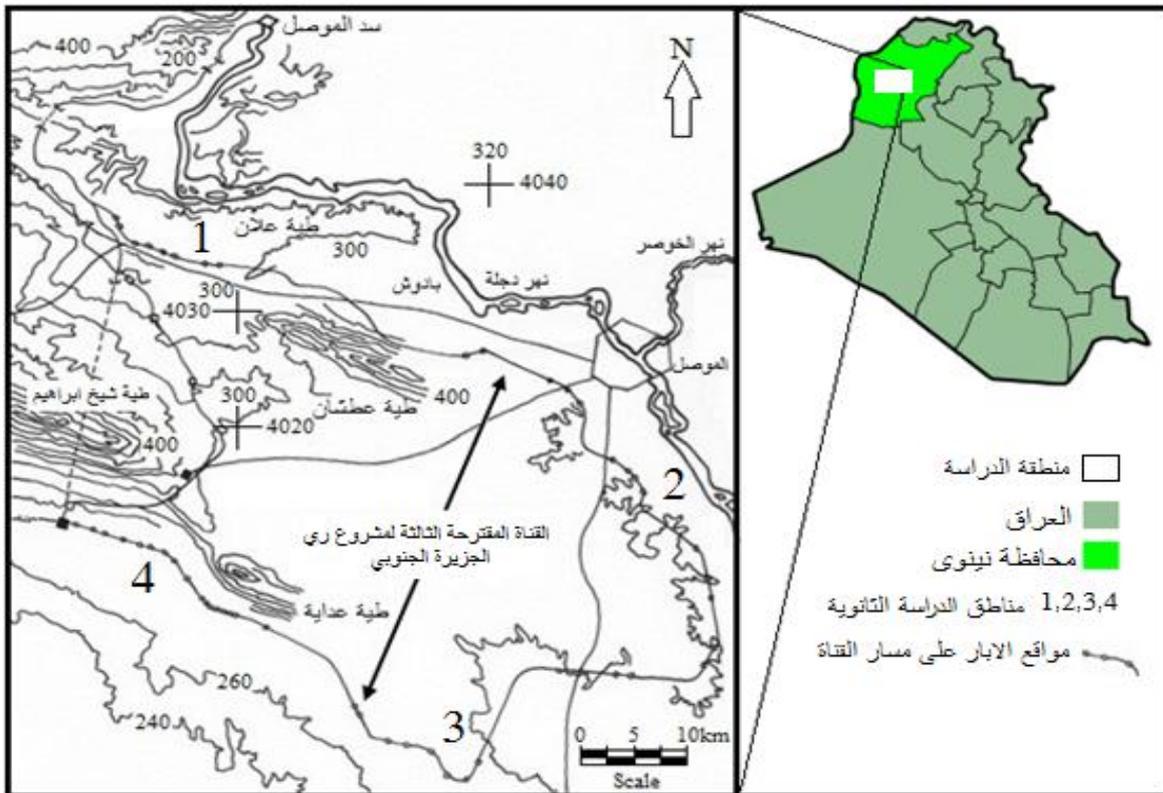
Data processing and evaluation of 66 boreholes are used to find the statistical relations among them. The studied area was divided into four secondary regions (northern, southern, western and eastern). The studied engineering tests have been included the physical, mechanical and dynamic properties, which have generally low values in most areas. The distribution of the means of all properties that used in the assessment of the properties of soil and rock with the relation of the geological area has shown good properties when approaching to the anticlines of Allan, Hamam Al-Aleel, Nwaigeet, Kaliyan, Al- Shorah, Kassab and Addayah. The study shows that the relationship between the liquid limit and plasticity index is good for all data. The relationship between moisture content and dry density is also good however, the relationship between moisture content and the ratio of dry and saturated density is better, because of the higher relationship between porosity and moisture content. The relationship between bulk density and the velocity of longitudinal waves reveals a sharp reduction of the velocity values of longitudinal waves with reducing of the bulk density values. While, the relationship between bulk density and shear wave velocity is better due to the effect of shear waves with

the porosity more than that of longitudinal waves. In order to confirm that, it has been found that the relationship between the shear waves velocity and moisture content is the best in contrast with a velocity of longitudinal waves. Generally, the relation between dynamic properties with moisture content has a higher correlation coefficient with that of the density. The distribution of most of the engineering properties has shown low values in eastern and western region in contrast with the northern and southern ones.

Keywords: soil, weak rocks, engineering properties, southwest of Mosul.

المقدمة

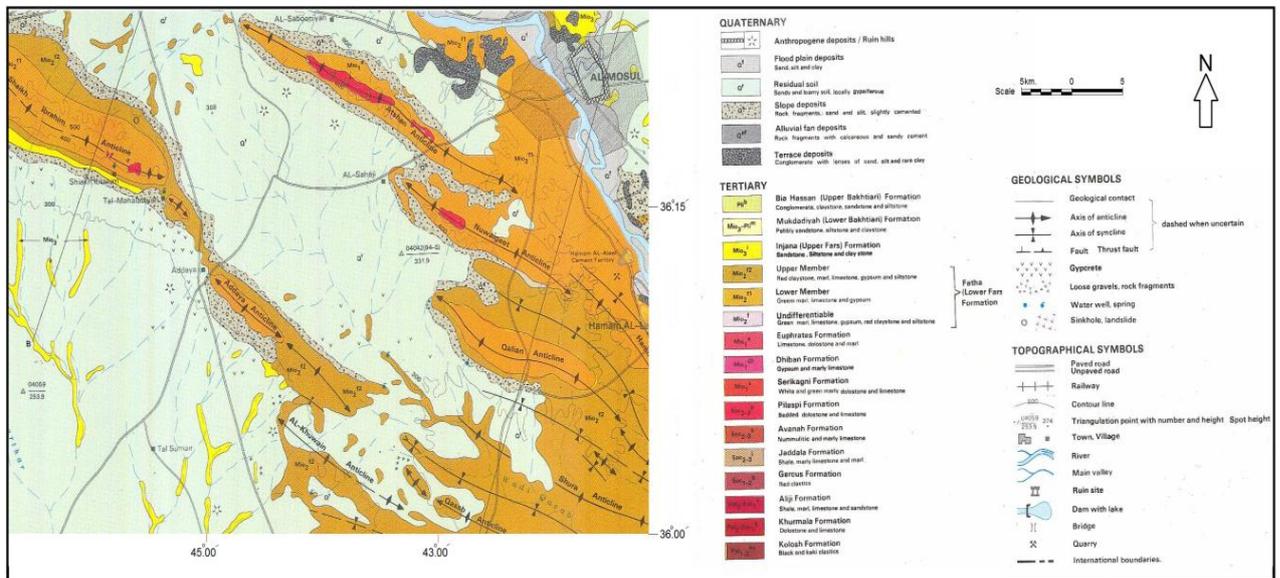
تقع منطقة الدراسة إلى الجنوب والجنوب الغربي من مدينة الموصل، وضمن مساحة تقدر بـ 4000 كيلومتر مربع تقريبا (الشكل 1). قام المركز القومي للمختبرات الإنشائية (NCCL, 1993) بإجراء الفحوصات المختبرية على طول القناة الثالثة المقترحة في مشروع ري الجزيرة الجنوبي. استخدمت نتائج هذه الفحوصات المعدة من قبل المركز في أعلاه للحفر الاستكشافية المنجزة على طول القناة المذكورة آنفا. إن قناة المشروع هي عبارة عن قناة مبطنة بطول 176 كم تقريبا تعمل بتأثير الجاذبية. إن الهدف من هذه الدراسة هو تصنيف صخور وتربة الموقع هندسيا وكذلك توضيح العلاقات البيانية بين الخصائص الهندسية المختلفة لاستخدامها في التصاميم الأولية للمنشآت الهندسية الصغيرة.



الشكل 1: خارطة طوبوغرافية لمنطقة الدراسة عن المركز القومي للمختبرات الإنشائية (NCCL, 1993).

جيولوجية منطقة الدراسة

تتكشف التعاقبات الرسوبية في منطقة الدراسة بعمر يتراوح ما بين الايوسين الأوسط إلى الترسبات الحديثة (Mohi Ad-Din , et al., 1977). يشكل تكوين الفتحة Fat'ha Formation (المايوسين الأوسط) والمتكون من الصخور الكربوناتيّة وصخور المتبخرات وكذلك الصخور الفتاتيّة، وإنجانة Injana Formation (المايوسين الأعلى) المتكون من الصخور الفتاتيّة مثل المارل، الصخور الطينيّة، الصخور الغرينيّة، والحجر الرملي صخور الأساس في منطقة الدراسة. تغطي ترسبات العصر الرباعي (البليستوسين-الهولوسين) معظم أراضي المشروع التي شملتها الدراسة الحاليّة، وهي عبارة عن ترسبات شبه فيضية للوديان Wadi semifluvial وترسبات المنحدرات Slope Sediments وترسبات الترب الجبسية Gypcrete. غالبا ما تمثّل مكونات ترسبات العصر الرباعي الطين والغرين وبعض الرمال والحصى الناتجة من تجوية الصخور الفتاتيّة لتكويني الفتحة وإنجانة (EETW, 1991: GEOSURV, 1995)، (الشكل 2).



الشكل 2: الخارطة الجيولوجية لمنطقة الدراسة عن (GEOSURV, 1995).

تحليل البيانات

تم تحليل بيانات 66 بئراً استكشافياً منجزاً من قبل المركز القومي للمختبرات الإنشائية تخص مشروع ري الجزيرة الجنوبي (القناة المغذية المقترحة الثالثة). قسمت المنطقة لأغراض هذه الدراسة إلى أربع مناطق ثانوية: شمالية وشرقية وجنوبية وغربية. تشتمل المنطقة الشمالية 1 على الآبار من FC3-03A إلى FC3-08 والمنطقة الشرقية 2 على الآبار من FC3-09 إلى OPC-6 والمنطقة الجنوبية 3 على الآبار من FC3-49

إلى FC3-78 والمنطقة الغربية 4 على الآبار من FC3-85 إلى FC3-99B (الجدول 1). يبين هذا الجدول صفات التربة المتمثلة بمحتوى الرطوبة والصفات الدالة وهي حد السيولة، ومعامل اللدونة، والكثافة الجافة والمشبعة، والتي تعد من أهم الصفات التي تؤثر على عمليات التربة والنباتات (Ngailo and Vieira, 2012). أما صفات الصخور فهي صفات حقلية تتمثل بنسبة اللباب المستخرج ودالة نوعية الصخرة، وصفات مختبرية تتمثل بمحتوى الرطوبة والكثافة بنوعيتها ومقاومة الانضغاط وسرعة الموجات الصوتية ومعامل يونك الاستاتيكي. وقد تم تصنيف تربة الموقع حسب نظام تصنيف التربة الموحد Unified Soil Classification System واعتمادا على قيم معامل اللدونة وحد السيولة، ومن خلال توزيعها على مخطط اللدونة (الشكل 3)، (Casagrande, 1948). إن معظم تربة الموقع صنفت على أنها تربة طينية واطئة السيولة Lean clay حسب تصنيف الفحوصات القياسية الأمريكية (ASTM, 2006)، والتي تشمل تربة المناطق الشمالية 1 والجنوبية 3 والغربية 4. بينما صنف الجزء الآخر والذي يتمثل بالمنطقة الشرقية 2 والقريبة من نهر دجلة، على أنها تربة طينية عالية السيولة Fat clay (الشكل 1). تبين من ملاحظة بيانات ومعدل حد السيولة ومعامل اللدونة في الجدول 1 أن تربة المناطق 1 و3 و4 وتصنف على أنها متوسطة الانتفاخ اعتمادا على تصنيفي المواصفات القياسية الهندية وجين (Chen, 1975: IS 1498, 1970)، (الجدول 3). بينما تصنف تربة الموقع 2 على أنها ذات جهد انتفاخي عال استنادا إلى التصنيفين المذكورين في أعلاه. من الجدير ذكره انه يمكن تصنيف تربة الموقع على أساس الكثافة بسبب كون المشروع إروائي للأغراض الزراعية، فقد تم تصنيف التربة استنادا إلى قسم الزراعة الأمريكية (USDA, 2008) (الجدول 2) على أنها لا تصلح لنمو الجذور لان اقل معدل كثافة فيها يصل إلى 1.68 غم/سم³. تعد صخور المنطقة ضعيفة نسبيا إذ تصنف مقاومة انضغاط الصخور في الموقع على أنها واطئة، فهي لا تتجاوز 13.31 ميكا باسكال، وما يؤكد ذلك هو الكثافة القليلة وسرعة الموجات الصوتية الواطئة باستثناء المنطقة 1 (الجدول 1).

الجدول 1: الخصائص الهندسية المعتمدة في الدراسة والمعدة من قبل المركز القومي للمختبرات الإنشائية.

ت	رقم البئر	اللباب الكلي %	دالة نوعية الصخرة %	محتوى الرطوبة %	حد السيولة %	معامل اللدونة %	كثافة رطبة غم/سم ³	كثافة جافة غم/سم ³	مقاومة انضغاط ميكاباسكال	يونك الاستاتيكي ميكاباسكال	موجات قصية م/ثانية	موجات طولية م/ثانية	المنطقة
1	fc3-o3a	69.28	39.42	3.53	31.78	10.48	2.18	2.07	13.31	0.94	2116.5	4760.2	1
2	fc3-o3b	63.06	38		43.25	25.20	2.16	2.12	10.92	0.79			2
3	fc3-o4	36.67	18.29	1.06	30.94	13.38	2.23	2.21	3.54	0.25	2019.1	4486.5	3
4	FC3 - 06	79.38	58.58	1.52	51.71	26.88	2.26	2.26	7.95	0.75	2235.1	5283.8	4
5	FC3 - 07A	67.25	51.25	0.05	61.23	33.76	2.24	2.24	3.82		2728.7	5437.7	5
6	FC3 - 07B	30.33		0.19	59.47	29.01	2.40	2.39	4.73	0.32	2479.5	5524.5	6
7	FC3 - 08	18.07		20.02	45.91	23.43	2.20	1.69					7
	Average	52.01	41.11	4.4	46.33	23.16	2.24	2.14	7.38	0.61	2315.8	5098.6	

2					1.69	1.95	27.68	53.46	15.71			FC3 – 09	8	
							32.03	58.86				FC3 – 11	9	
					1.75	2.00	37.14	73.81	22.33			FC3 –12A	10	
					1.52	1.91	37.38	73.00	22.14			FC3 – 12B	11	
					1.72	1.99	26.24	53.02	15.96			opc 1	12	
					1.79	2.07	17.57	40.17	15.60			FC3 – 27	13	
					1.79	2.00	29.20	54.51	11.83			opc 2a	14	
					1.57	1.97	31.36	58.79	24.25			opc 2b	15	
					1.63	1.93	18.94	40.28	18.59			opc 3a	16	
		571.00	192.50			1.69	2.00	24.44	46.71	15.24			opc 3b	17
						1.53	1.86	22.96	49.71	18.13			opc 4	18
						1.72	1.99	17.60	36.99	15.53			opc 5a	19
						1.75	1.99	26.67	47.99	12.85			opc 5b	20
						1.66	1.93	29.30	56.63	16.83			aFC3–42A	21
						1.82	2.09	28.55	56.76	15.60			bFC3–42B	22
						1.80	1.98	29.10	57.50	9.98			cFC3–42C	23
								22.27	38.50				dFC3–42D	24
					1.55	1.88	33.81	62.35	21.80			opc 6	25	
	571.00	192.50			1.69	1.97	27.35	53.28	17.02			Average		
3	6591.0	2059.0			1.76	2.05	28.74	47.03	18.72			FC3 – 49	26	
					1.68	2.01	24.53	46.86	19.33			FC3 – 51	27	
							20.22	40.18				opc 7a	28	
	983.00	251.00			1.55	1.93	15.50	34.40	24.34			opc 7b	29	
							8.73	25.27				FC3 – 55	30	
					1.84	2.08	20.36	45.86	13.12			FC3 – 56	31	
					1.39	1.75	32.29	62.48	26.83			FC3 – 61B	32	
					1.97	2.28	40.40	70.99	16.10			FC3 – 61A	33	
	4527.0	1826.2	0.46	7.60	2.13	2.17	19.81	38.05	2.27	36.83	78	opc 8	34	
					1.73	2.07	23.09	44.26	19.58			FC3 – 68	35	
	778.00	477.00			1.96	2.46	20.88	39.05	13.53			FC3 – 69	36	
					1.56	2.00	24.64	45.00	31.17			FC3 – 70	37	
	4494.6	1782.6	0.81	4.57	2.03	2.13	23.86	42.00	6.15	53.07	73.47	FC3 – 71	38	
					1.61	1.95	21.57	37.54	21.47			FC3 – 72	39	
					1.71	1.95	29.64	52.26	14.14			FC3 – 73	40	
					1.66	1.90	18.84	40.00	16.18			FC3 – 74	41	
	390.00	216.00			2.01	2.36	24.69	49.22	14.00			FC3 – 77	42	
				1.69	1.92	13.44	31.22	13.93			FC3 – 78	43		
	2960.6	1102.0	0.64	6.09	1.77	2.06	22.85	43.98	16.93	44.95	75.73	Average		
4					1.46	1.85	32.81	58.33	27.15			FC3 – 85	44	
	1500.0	388.00			1.61	1.89	24.47	46.80	13.52			FC3 – 86	45	
	2519.4	1084.8	0.26	7.28	1.82	2.02	22.06	47.77	11.48	92.12		opc 9a	46	
	2315.8	737.29	0.17	5.27	1.77	2.03	17.56	39.55	15.70	42.23	61.69	opc9b	47	
					1.61	1.88	22.89	44.41	18.00			FC3 –87A	48	
					1.57	1.88	25.94	45.95	24.99			FC3 –87B	49	
					1.67	1.98	34.91	53.64	24.72			FC3 –88	50	
	1330.0	287.00			1.61	1.94	24.83	44.67	21.54			FC3 –89	51	
	596.00	267.00			1.87		29.75	55.64	26.08			FC3 –90A	52	
	384.00	170.00			1.45	1.76	28.05	53.43	21.47			FC3 –90B	53	
	384.00	196.50			1.63	1.98	32.09	49.78	24.00			FC3 –90C	54	
	435.00	240.00			1.94		26.42	53.61	22.11			FC3 –90D	55	
	946.00	334.00			1.76	2.02	17.12	37.74	14.64			FC3 –91	56	

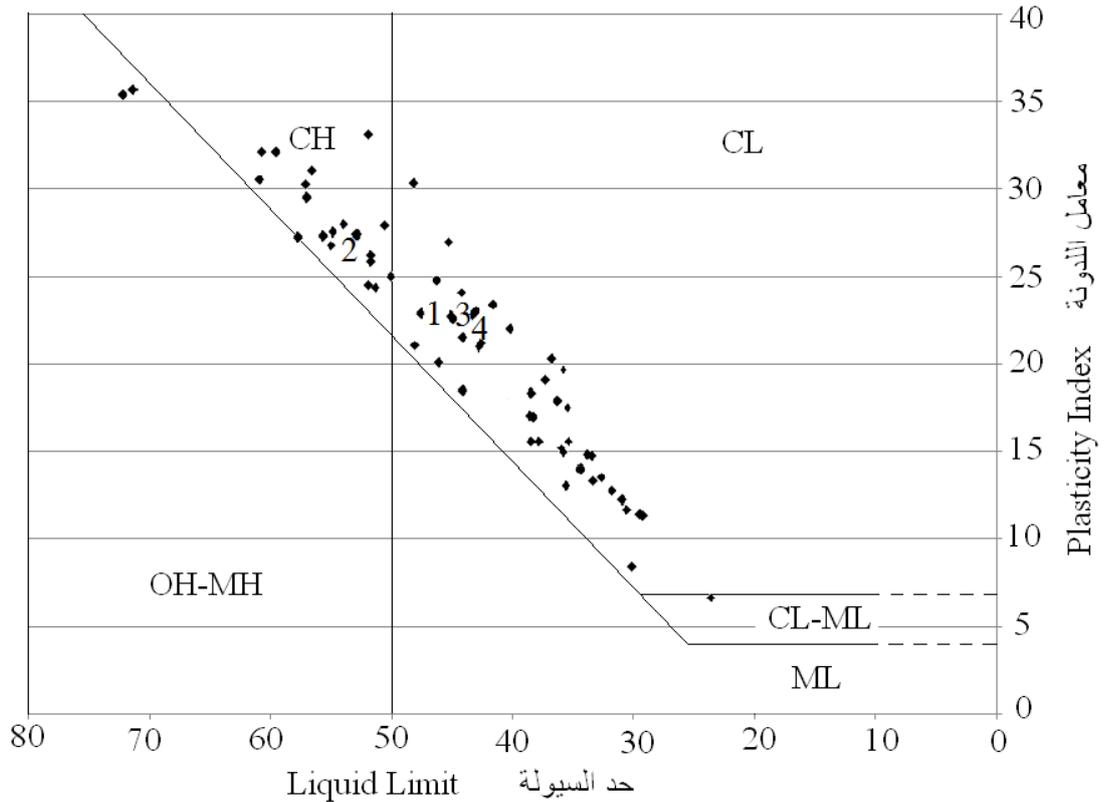
				1.68	2.01	14.72	33.46	18.65			FC3 -92	57
583.50	285.00			1.75	2.07	16.83	37.56	18.86			FC3 -93	58
				1.56	1.91	19.43	37.12	22.40			FC3 -94A	59
				1.67	1.92	15.01	37.31	14.99			FC3 -94B	60
867.00	344.00			1.66	1.92	16.62	35.19	12.91			FC3 -95	61
				1.84	1.98	14.26	32.57	14.74			FC3 -96	62
				1.71	1.87	15.26	35.11	15.42			FC3 -97	63
				1.68	1.94	15.94	36.07	15.16			FC3 -98	64
				1.72	1.98	16.69	35.52	15.62			FC3 -99A	65
				1.68	1.97	13.74	32.27	17.79			FC3 -99B	66
2960.6	1101.96	0.64	6.09	1.68	1.94	21.63	42.76	18.78	67.18	61.69	Average	
2421.2	987.69	0.53	6.90	1.76	2.02	23.68	46.34	16.42	47.76	57.72	mean	
384.00	170.00	0.17	3.54	1.39	1.75	8.73	25.27	0.05	18.29	18.07	min	
6591.0	2728.7	0.94	13.31	2.39	2.46	40.4	73.81	31.17	92.12	79.38	max	
2139.5	911.95	0.30	3.21	0.21	0.15	7.05	10.73	6.82	20.34	21.50	std	

الجدول 2: العلاقة العامة بين الكثافة الكلية للتربة ونمو النبات اعتمادا على نسيج التربة (USDA, 2008).

نسيج التربة	الكثافة الكلية المثالية لنمو النبات غم/سم ³	الكثافة الكلية غير الملائمة لنمو جذور النبات غم/سم ³
رملية	< 1.60	> 1.80
غرينية	< 1.40	> 1.65
طينية	< 1.10	> 1.47

الجدول 3: جهد الانتفاخ المعتمد على حد السيولة ومعامل اللدونة.

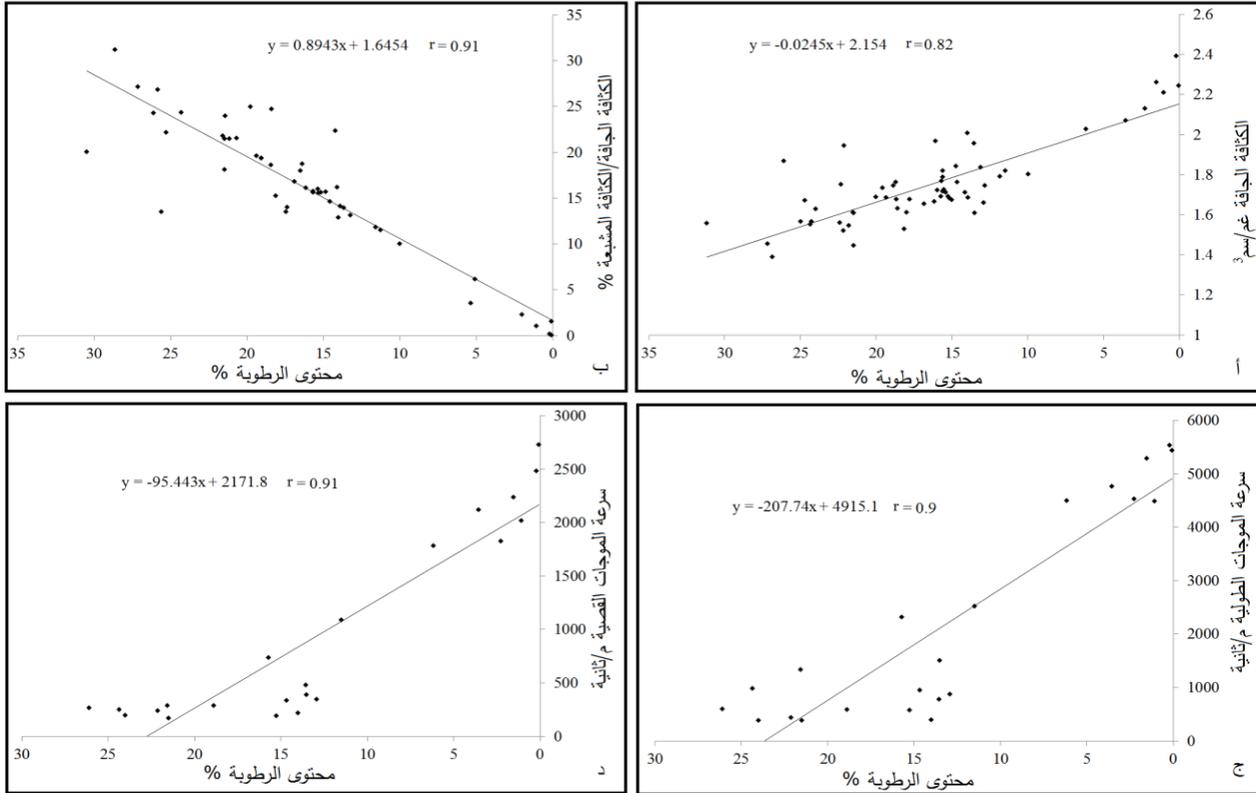
معامل اللدونة %		حد السيولة %		جهد الانتفاخ
IS 1498, 1970	Chen, 1975	IS 1498, 1970	Chen, 1975	
<12	0-15	20-35	<30	قليل
12-23	10-35	35-50	30-40	متوسط
23-32	20-55	50-70	40-60	عالٍ
>32	>35	70-90	>60	عالٍ جدا



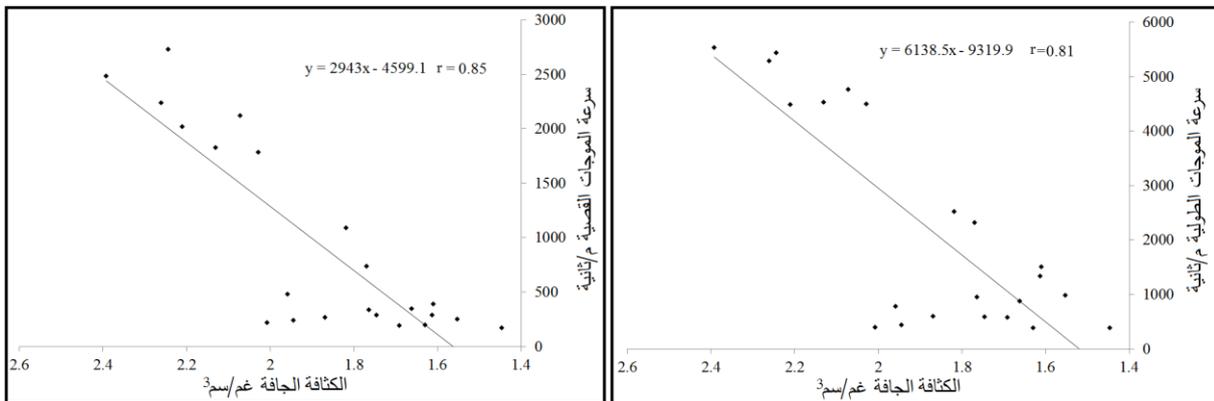
الشكل 3: تصنيف تربة الموقع استنادا إلى نظام تصنيف التربة الموحد USCS.

العلاقات البيانية

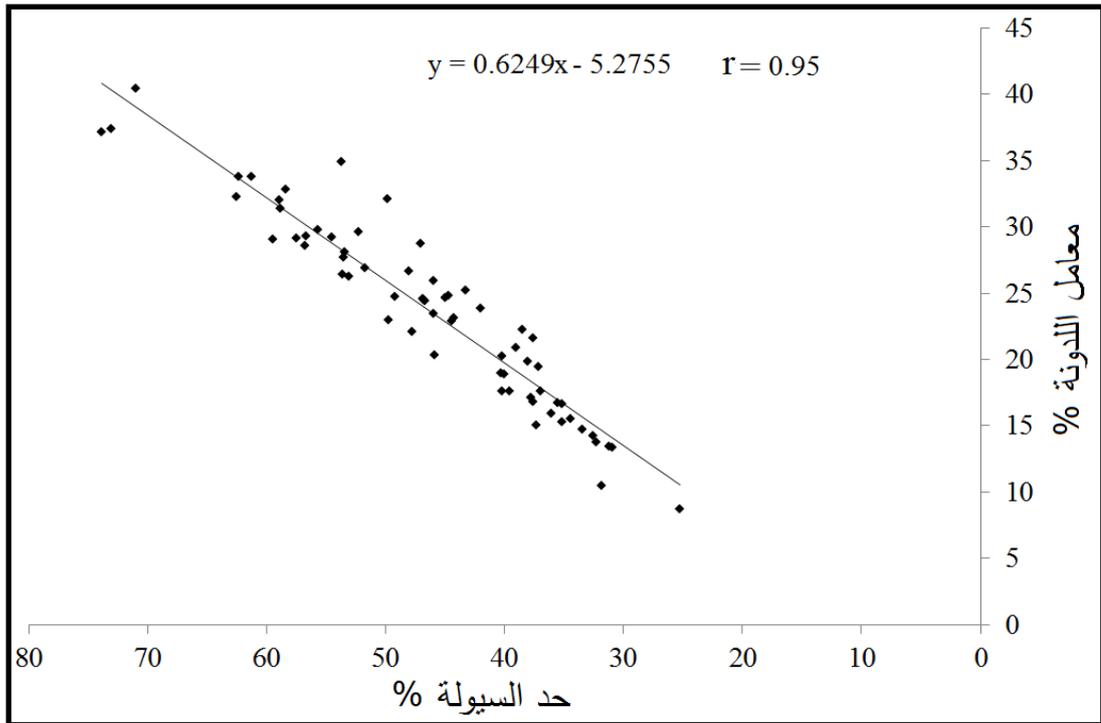
تستخدم العلاقات البيانية بين الخصائص الهندسية المختلفة للتربة والصخور لغرض تغطية منطقة واسعة بعدد اقل من الفحوصات الحقلية والمختبرية وخصوصا في المشاريع ذات التمويل القليل والوقت الضيق (Sabatini, et al., 2002). بينت علاقة محتوى الرطوبة تناسبيا عكسيا مع بقية الصفات الهندسية كالكتافة وسرعة الموجات الصوتية، ويبين (الشكل 4) معامل ترابط ممتاز بين محتوى الرطوبة وسرعة الموجات الصوتية. إن العلاقة بين محتوى الرطوبة والكتافة الجافة كانت جيدة ولكنها صارت بمستوى أفضل بين محتوى الرطوبة والنسبة بين الكتافة المشبعة والجافة، وقد يعزى سبب ذلك لازدياد محتوى الرطوبة مع زيادة نسبة المسامات الموجودة والتي تنتشع بالماء. إن تأثير هذه المسامات يتوضح من قوة الترابط بين سرعة الموجات القصية التي تتأثر بالمسامية والذي يكون أفضل من ترابط الكتافة الجافة مع سرعة الموجات الطولية وكما مبينة (الشكل 5). تعد زيادة درجة التجوية احد أهم أسباب زيادة مسامية الصخور وانحدار صفاتها الهندسية (Farah, 2011)، فضلا عن أن المسامية تزداد في التربة نتيجة قلة تماسكها والتي تعطي أيضا صفات هندسية واطئة (USDA, 2008). إن العلاقة بين حد السيولة ومعامل اللدونة كانت ممتازة لكافة نماذج تربة الموقع وقد يعزى سبب ذلك إلى أن اصل هذه التربة هو من تكوينات جيولوجية منتشرة في المنطقة وتكون متقاربة من الناحية الصخرية (الشكل 6).



الشكل 4: العلاقات البيانية بين محتوى الرطوبة وكل من الكثافة الجافة والنسبة بين الكثافة الجافة والمشبعة وسرعة الموجات الطولية وسرعة الموجات القصية.



الشكل 5: العلاقات البيانية بين الكثافة الجافة وكل من سرعة الموجات الطولية وسرعة الموجات القصية.

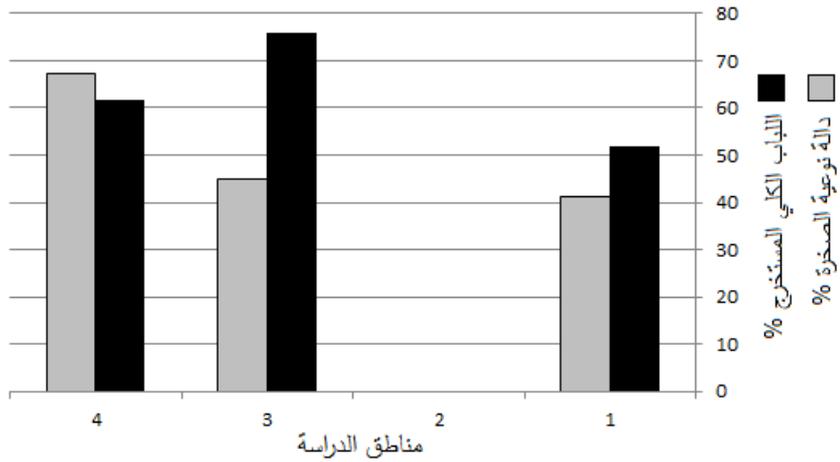


الشكل 6: العلاقة البيانية بين حد السيولة ومعامل اللدونة.

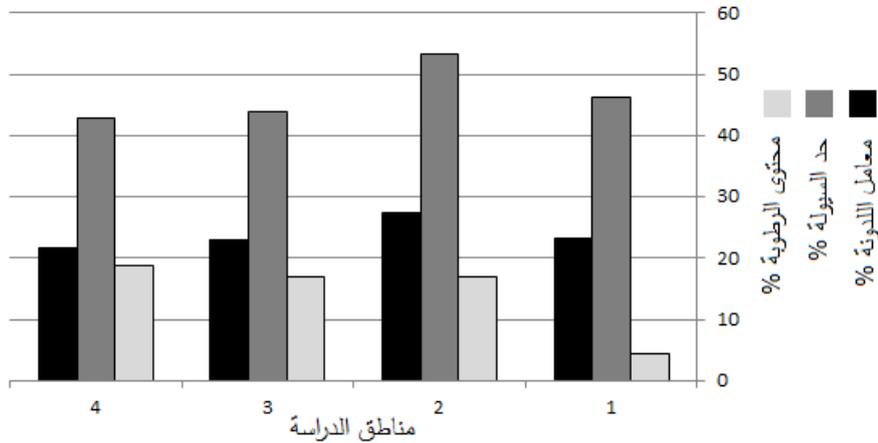
توزيع الصفات الهندسية

تم توزيع معدل الصفات الهندسية الحقلية والمختبرية لصخور وترية الموقع والموضحة في (الجدول 1) وللمناطق الأربعة بشكل أعمدة Bar diagram وذلك لمقارنة هذه الصفات في كل منطقة مع المناطق الأخرى. وزعت صفات الصخور الحقلية والمبينة في (الجدول 1) وهي نسبة اللباب المستخرج ودالة نوعية الصخرة وبينت أن المنطقة 2 لم يتم الحصول فيها على أي بيانات وذلك لأن صخور هذه المنطقة تمتلك درجة تجوٍ عالية. وبيّن توزيع هذين العاملين أن المنطقة 3 تمتلك نسبة لباب مستخرج أعلى بكثير من دالة نوعية الصخرة مما يدل على توصيف صخور المنطقة بأنها تمتلك مسافة بينية قليلة أي عالية التكرس. ويتماثل توزيع هذين العاملين في المنطقة 4 وبنسبة جيدة مما يدل على أن صخور هذه المنطقة تكون قليلة التكرس (الشكل 7). تمتاز المنطقة 1 بأن صخورها وتريتها تمتلك محتوى رطوبة قليل نسبياً مقارنة مع بقية المناطق (الشكل 8). تصنف تربة المنطقة 2 بأنها تربة ذات حد سيولة عال بينما بقية المناطق تمتاز بحد سيولة واطئ، أما معامل اللدونة فأن جميع مناطق الدراسة تمتاز بمعامل متوسط بين 20-30 % (الشكل 8). يعد تصنيف الكثافة حسب نظام تصنيف الصخور الموحد لوليمسون (Williamson, 1984) مناسباً لبيانات هذا الموقع وأن المنطقة 1 تمتاز بكثافة واطئة بينما بقية المناطق فتكون صخورها ذات كثافة واطئة جداً (الشكل 9). وكذلك يبين الجدول 1 بأن أعلى قيمة للكثافة الجافة هي

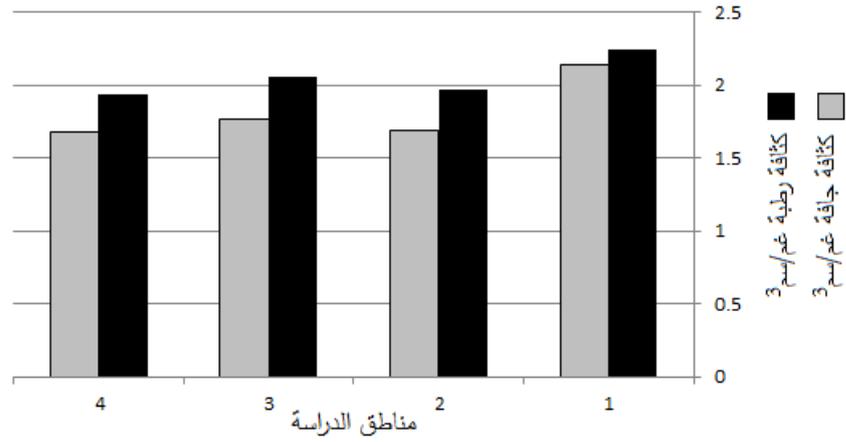
2.39 غم/سم³ وهي كثافة متوسطة حسب نظام تصنيف الصخور الموحد، إذ يعد هذا مؤشرا واضحا على ضعف صخور منطقة الدراسة. تمتاز الصخور السليمة Intact rocks في كافة المناطق بأنها ضعيفة لأن مقاومة الانضغاط ومعامل يونك الاستاتيكي لها كانت واطئة حسب معظم التصنيفات العالمية ومنها تصنيف الجمعية العالمية لميكانيك الصخور (ISRM, 1979). ومن الجدير ذكره أنه لم يتم الحصول على نماذج لغرض قياس مقاومة الانضغاط في المنطقة 2 (الشكل 10 و11).



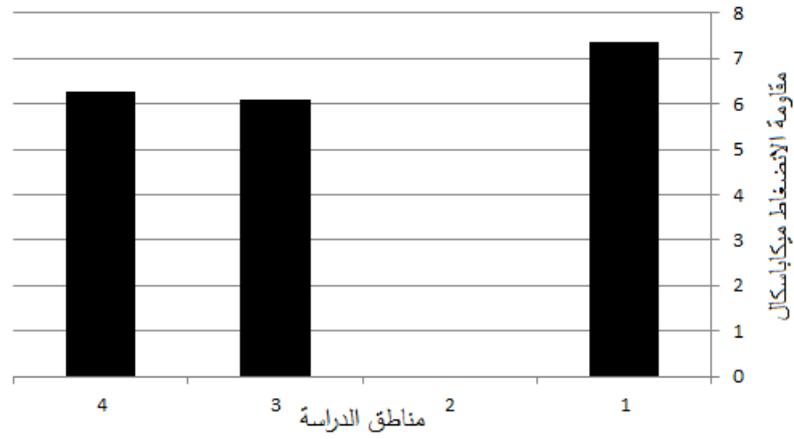
الشكل 7: توزيع الصفات الحقلية في مناطق الدراسة.



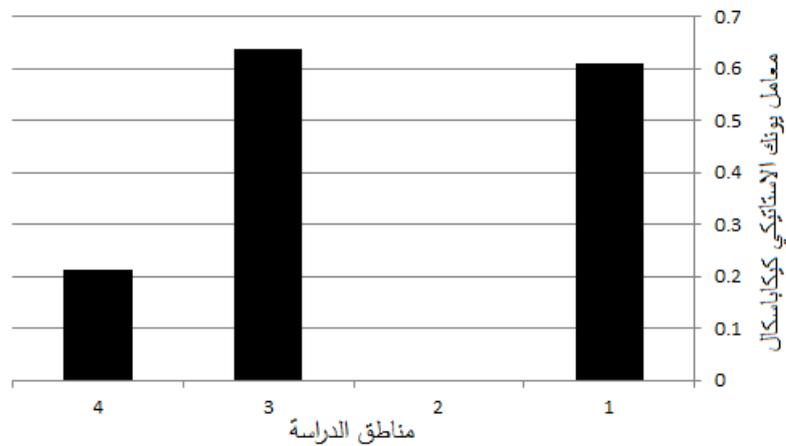
الشكل 8: توزيع محتوى الرطوبة وحد السيولة ومعامل اللدونة في مناطق الدراسة.



الشكل 9: توزيع الكثافة الجافة والمشبعة في مناطق الدراسة.

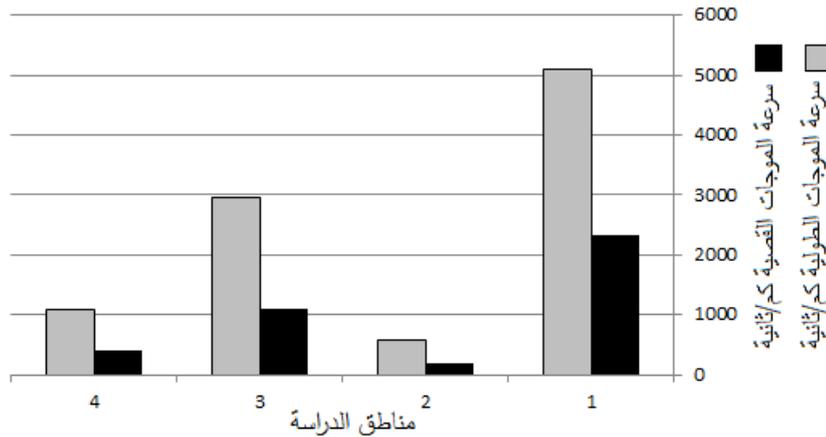


الشكل 10: توزيع مقاومة الانضغاط في مناطق الدراسة.



الشكل 11: توزيع معامل يونك الاستاتيكي في مناطق الدراسة.

تعتبر الصفات الديناميكية مؤشرا جيدا على نوعية الصفات الهندسية للصخور والتي تستخدم بشكل واسع في تعيين الصفات الميكانيكية بكلف ووقت اقل (Sharma and Singh, 2008). وأن الصفات الديناميكية لها علاقات واسعة مع مقاومة الانضغاط والمسامية (Entwisle, 2005). يبين (الشكل 12) أن المنطقة 1 تمتلك صخورها سرعة موجات قصية وطولية عالية مقارنة مع بقية المناطق، وأن المنطقة 3 تمتاز بصفات ديناميكية متوسطة، أما المنطقتان الأخريان فتكون صفاتهما واطئة.



الشكل 12: توزيع سرع الموجات الصوتية الطولية والقصية في مناطق الدراسة.

الاستنتاجات

أظهر تحليل النتائج إلى أن صخور وترية منطقة الدراسة تمتاز بصفات هندسية حقلية ومختبرية واطئة على وجه العموم. صنفت تربة المنطقة 2 القريبة من نهر دجلة على أنها تربة عالية السيولة وذات جهد انتفاخي عال، بينما امتازت تربة المناطق 1 و3 و4 على أنها واطئة السيولة وذات جهد انتفاخي متوسط. كانت الصفات الهندسية للصخور والمتمثلة بمقاومة الانضغاط وسرعة الموجات الصوتية والكثافة جيدة في المنطقة 1 وضعيفة في بقية المناطق. صنفت صخور المنطقة حقليا على أنها ضعيفة استنادا إلى نسبة اللباب المستخرج ودالة نوعية الصخرة. يمكن الخروج باستنتاج عام من خلال هذه الدراسة وهو أن صفات تربة وصخور المنطقة 1 كانت أفضل من بقية المناطق التي امتازت بصفات متدنية على العموم.

المصادر الاجنبية

- ASTM, 2006. D 2487 - 06, Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System), pp. 1 - 12.
- Casagrande, A., 1948. Classification and Identification of Soils, Transactions, ASCE, 901 p.
- Chen F.H., 1975. Foundations on Expansive Soils. Elsevier, Amsterdam.
- EETW, 1991. Final Field Report, Book 1- 4, Energoinvest and Engineering Testing and Works.
- Entwisle, D.C., Hobbs, P. R. N., Jones, L.D., Gunn, D. and Raines, M.G., 2005. The Relationships Between Effective Porosity, Uniaxial Compressive Strength and Sonic Velocity of Intact Borrowdale Volcanic Group Core Samples from Sellafeld, Geotechnical and Geological Engineering, Vol. 23, pp. 793 - 809.
- Farah, R., 2011. Correlations Between Index Properties and Unconfined Compressive Strength of Weathered Ocala Limestone, UNF Theses and Dissertations, MSc. Thesis, University of North Florida, 142 P.
- GEOSURV, 1995. Geological Map of Al-Mosul Quadrangle, Sheet NJ - 38 -13, National Library Legal Deposit, No. 62 - 1995, Baghdad, Iraq.
- IS 1498, 1970. Indian Standard Classification and Identification of Soils for General Engineering Purposes. Bureau of Indian Standards, BIS, New Delhi.
- ISRM, 1979. Suggested Methods for Determining the Uniaxial Compressive Strength and Deformability of Rock Materials, pp. 137-140, edited by: Ulusay, R. and Hudson, J.A., ISRM Turkish National Group, Ankara, Turkey, 628 p.
- Mohi Ad - Din, R.M., Sissakian, V. K., Yousif, N.S., Amin, R.M. and Rofa, S.H., 1977 The Regional Geological Mapping of Mosul-Tel Afar Area, Part II, SOM, Baghdad, Iraq, 111 P.
- NCCL, 1993. South Jazira Irrigation Project-Feeding Channel 3rd Alternative, Report, No. 131, National Center for Construction Labs, Ministry of Housing and Construction.
- Ngailo, J.A. and Vieira, S.R., 2012. Spatial Patterns and Correlation of Soil Properties of a Lowland Soil, Journal of Soil Science and Environmental Management, Vol. 3, No. 12, pp. 287 - 296.
- Sabatini, P.J., Bachus, R.C., Mayne, P.W., Schneider, J.A. and Zettler, T.E., 2002. Geotechnical Engineering Circular NO.5, Evaluation of Soil and Rock Properties, Technical Manual, FHWA -I F- 02 - 034, 386 p.
- Sharma, P.K. and Singh, T.N., 2008. A Correlation Between P-Wave Velocity, Impact Strength Index, Slake Durability Index and Uniaxial Compressive Strength, Bull. Eng. Geol. Environ. Vol. 67, pp.17 - 22.
- USDA, 2008. Soil Quality Indicators, Natural Resources Conservation Service, 2 p.
- Williamson, D.A., 1984. Unified Rock Classification System, Bulletin Association of Engineering Geologists, Vol. 21, No. 3, pp. 345 - 354.