

## تقييم ثبات تجمعات بعض الترب الصحراوية غرب العراق

### 2- علاقة معدل القطر الموزون ببعض صفات التربة

عصام خضير حمزة الحديشي  
أستاذ كلية الزراعة جامعة الأنبار

واثب شكري شاكر النعيمي \*  
مدرس كلية الزراعة جامعة الأنبار

### الخلاصة

جمعت نماذج الترب صيف 2011، من مناطق مختلفة من الصحراء الغربية ولترب غير مستعملة، أجريت تحاليل التربة على نماذج التربة المأخوذة من أفاق التربة لمقاطع التربة التشريرية التي تحقق عمق الحرارة المفترضة لعمق 30 سم، مررت النماذج خلال المنخلين 8 مم و4 مم على الترتيب، وبرطوبتها الطبيعية ثم جففت النماذج المنخولة هوائياً، أخذت تجمعات التربة المستقرة على المنخل 4 مم لغرض تقدير معدل القطر الموزون.

بينت النتائج عدم وجود علاقة إحصائية واضحة لكل صفة منفردة من صفات التربة مع معدل القطر الموزون، والذي تناقص معنوياً بزيادة نسبة الطين عند الترطيب بالغمر وبشكل أسّي بمعامل تحديد قدره 0.31، ولوغاريتمياً بمعامل تحديد بحدود 0.35 و0.18 عند الترطيب بالبخر وتحت شد 10 سم على الترتيب. كما زادت قيم معدل القطر الموزون بزيادة نسبة الجبس معنوياً وفق الدالة الأسية عند حبيبات التربة ذات القطر 0.25 - 0.5 بمعامل تحديد 0.51، ووفق دالة القوى بمعامل تحديد قدره 0.47 لحبيبات التربة الأقل من 2 مم.

زاد معدل القطر الموزون زيادة معنوية أسية بزيادة نسبة الجبس في الحبيبات الأقل من 0.25 مم بمعامل تحديد يصل إلى 0.51، يظهر التداخل إن قيم معامل التحديد ترتفع من 0.30 و0.27 و0.20 لمجموعة مفصولات التربة ومجموعة الصفات الفيزيائية والكيميائية على الترتيب إلى 0.65 عند تداخل مجاميع الصفات ذاتها وذلك كمعدل لطرائق الترطيب الثلاث، في حين أعطى تداخل مجاميع نسب الكلس والجبس والمادة العضوية وكذلك عند تداخل كل الصفات المدروسة معامل تحديد مساوٍ إلى 1.00. واتجهت دلائل التربة المتعلقة بمعدل القطر الموزون نفس اتجاه معدل القطر الموزون مع بعض الاختلافات في اتجاه الانحدار وقيم معامل التحديد.

## Evaluation of aggregate stability of some Iraqi western desert soils

### 2- Relationship between mean weight diameter and some soil properties

Wathib Sh. Sh. Alnuaymy

Isam K. H. Alhdithi

College of Agriculture Anbar University

## Abstract

Soil samples were collected during the season of summer of 2011, from different locations of unused soil, in the western Iraqi desert. Soil samples conducted analyzes of soil taken from the horizons of the soil to investigating the depth of 30 cm. Soil sample passed through 8 and 4 mm sieves respectively, with natural moisture then air dried, took the soil aggregate on the sieve of 4 mm for the purpose of estimate the mean weight diameter(MWD).

The results showed that the MWD Scattered with the soil characteristics, and shows the regression analysis that the characteristics of the soil in general do not give a significant correlation for each properties individually with MWD. The correlation is significant exponential decrease with the clay percentage when pre-wetting samples by flood with  $r^2$  equal 0.31, and logarithmic decrease with pre-wetting by steam and under 10 cm tension with  $r^2$  about 0.35 and 0, 18. Significant exponential increase to MWD with increasing the percentage of gypsum in soil sizes 0.25 – 0.5, but increase with power function with  $r^2$  0.47 for size less than 2 mm.

MWD was increased with increasing soil gypsum content, with exponential relations, for particles size less than 0.25 mm with  $r^2$  around 0.51. The overlap, shows that the values of the  $r^2$  increase with 0.30, 0.27 and 0.20 for group soil separate and groups the physical and chemical properties respectively, to 0.65 when overlapping groups properties as average for all pre-wetted method, and gave the groups overlap ratios of lime, gypsum and organic matter  $r^2$  equal to 1.00, as well as when overlapping each studied properties, with different input regression analysis.

## المقدمة

يعرف بناء التربة بأنه انتظام دقائق التربة الأولية (الرمل والغرين والطين) عن طريق ارتباطها مع بعضها البعض بواسطة المواد اللاصقة وبأشكال هندسية معينة مكونة دقائق أكبر تسمى تجمعات التربة Soil aggregate او المدرات Clods. أوجد (27) انموذجاً لتجمعات التربة ذات القطر الأكبر من 2 مم والمكونة من التجمعات الواقعة ضمن مدى الأقطار 0.02 – 0.25 مم و التثبيت بجذور النبات وكثافة هايفات الفطريات وطول مدة استعمال الأرض، فهذا المدى من الأقطار الأكثر تثبيتاً بالمواد العضوية و الأكاسيد البلورية وسليكات الألمنيوم، وان تجمعات التربة ذات الأحجام من 0.02 – 0.002 مم تثبت بالأواصر العضوية المستمرة والتي قد تتحد مع البكتريا السابقة الفعالة وهيفات الفطريات المنتجة، في حين إن تجمعات التربة الأقل من 0.002 مم بشكل عام تتجمع بواسطة قوى متشكلة من تفاعل دقائق الطين.

أكد (26) إن صفات التربة قد أثرت على معدل القطر الموزون وفق الترتيب الآتي: محتوى الطين < نسبة الصوديوم الممتز (SAR) < الايصالية الكهربائية لمحلول التربة < محتوى الغرين < السعة التبادلية الكتيونية < الرمل الناعم < المادة العضوية < درجة التفاعل < كربونات الكالسيوم إن نسبة تأثير هذه الصفات على معدل القطر الموزون كان في أعلاها بنسبة 51.1% و 32.8% و 22.8% لمحتوى الطين ونسبة الصوديوم الممتز والايصالية الكهربائية على الترتيب، بينما كانت أدنى نسبة تأثير في معدل القطر الموزون كان 13.8% و 13.5% لدرجة التفاعل وكربونات الكالسيوم على الترتيب. بينما كان معامل الارتباط للعلاقة بين نسبة كربونات الكالسيوم X ومعدل القطر الموزون 0.815 و 0.906 للترتيب السريع والبطيء على الترتيب وكما في المعادلتين أدناه (1).

$$MWD_{fast} = 0.811 + 0.02 X - 0.0088 X^2 \dots\dots\dots 1$$

$$MWD_{Slow} = 0.42 + 0.96 X - 0.002 X^2 \dots\dots\dots 2$$

أوجد (8) أنموذجاً رياضياً لحساب معدل القطر الموزون بدلالة محتوى الرمل الكلي (TS) ومحتوى الطين (CL)، وبمعامل ارتباط مقداره - 0.638 .

$$MWD = 0.99 - 0.64 (TS/CL) \dots\dots\dots 3$$

وأنموذج اخر اعتمد على كمية ثاني اوكسيد التيتانيوم  $TiO_2$  واوكسيد الحديد

$$MWD = 1.33(FeO) - 3.01(TiO_2) - 1.97 \dots\dots\dots 4$$

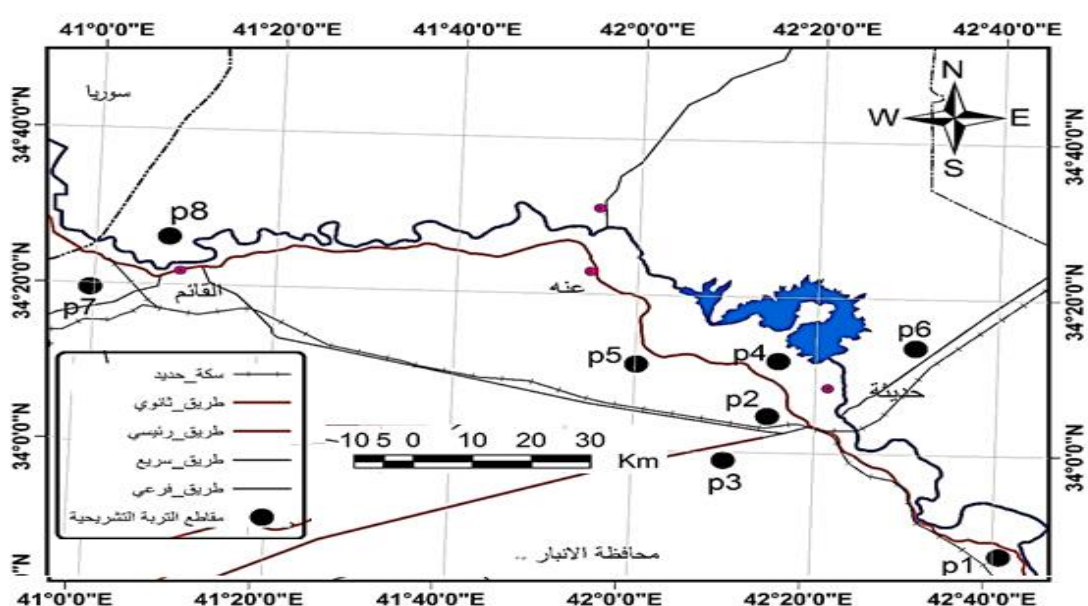
درس (9) تأثير إضافة بعض الأسمدة العضوية والمخلفات النباتية والتسميد بالنيتروجين في بعض صفات التربة ومنها معدل القطر الموزون وتوصل إلى علاقة موجبة بمعامل تحديد مقداره 0.78 بين معدل القطر الموزون ومحتوى النيتروجين الكلي ( $N_T$ ) (غم  $N$  كغم<sup>-1</sup> تربة)، وذلك للمعاملات التي تحتوي على تراكيز عالية من النيتروجين.

$$MWD = 0.41 N_T + 0.19 \dots\dots\dots 5$$

تهدف هذه الدراسة إلى إيجاد الترابط بين معدل القطر الموزون وبعض مكونات التربة

### المواد وطرائق العمل

جمعت نماذج الترب صيف 2011، من مناطق مختلفة من صحراء غرب العراق ولترب غير مستغلة الشريط الموازي لنهر الفرات، بهدف دراسة الترابط بين معدل القطر الموزون وبعض مكونات التربة. إذ حُفرت مقاطع تشريحية ووصفت مورفولوجياً وصنفت حسب تصنيف (25) وكما هو موضح في شكل 1، رمزت العينات بالحرف p والأرقام الثانوية من 1-8 للمقاطع التشريحية بينما اعطيت الأرقام الثانوية بعد الفارزة من 1-3 لدلالة على أفق النمذجة. قدر معدل القطر الموزون لنماذج تربة غير مثارة، بينما باقي التحاليل التربة الواردة في جدول 1 لنماذج مثارة أخذت من أفاق التربة للمقاطع التشريحية التي تحقق عمق الحراثة المفترضة لـ 30 سم، إذ وضعت حاوية بلاستيكية ذات جدار سميك وبقطر خارجي بحدود 10سم وبعمق الأفق ثم كبسها بمكبس هيدروليكي.

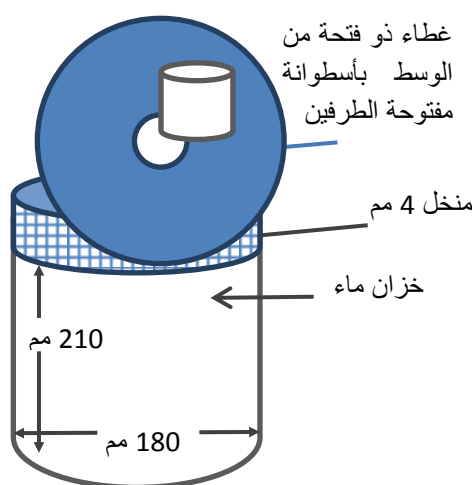


شكل 1 خريطة توضح المقاطع التشريحية

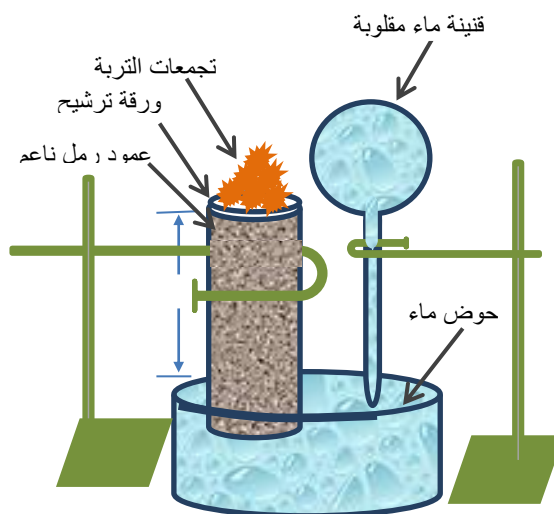
أُغلق طرفا الحاوية بغطاء صلب ولصق بمادة لاصقة ثم وضعت الحاويات في صندوق أكبر ومُلئت الفراغات بين الحاويات نفسها وبين جدار الصندوق بمادة الرغوة Foam، ونُقلت إلى المختبر لإجراء التحاليل اللازمة. مررت النماذج خلال المنخلين 8 مم و4 مم على الترتيب (15) بدفع هذه النماذج بعد رفع الغطاء على شاشة المنخل الأول وبرطوبتها الطبيعية، أخذت تجمعات التربة المستقرة على المنخل 4 مم ثم جففت النماذج المنخولة هوائياً لغرض تقدير معدل القطر الموزون حسب الطريقة المقترحة من قبل (30) والمعدلة من (29) باستخدام طريقة النخل الرطب الموصوفة في (19).

وزن 25 غم من تجمعات التربة والتي رطبت قبل إجراء عملية النخل بأسلوبين، الأول ترطيب سريع بالغمر f إذ توضع المناخل المغمورة بالماء في الجهاز ثم تدرج تجمعات التربة على المنخل الأول لمدة خمس دقائق، والأسلوب الثاني هو الترطيب البطيء وبأسلوبين أولهما الترطيب بالخاصية الشعرية c وعلى شد 10 سم بوضع تجمعات التربة على ورقة ترشيح موضوعة على عمود من الرمل الناعم جداً، يرتفع فوق سطح الماء 10 سم، وتم المحافظة على عمود ماء ثابت باستخدام قنينة مقلوبة كما موضحة شكل 2.

بينما تضمنت الطريقة الثانية تحويل الطريقة المقترحة من قبل (19)، وذلك بتعريض تجمعات التربة للبخار v بوضع منخل قطر فتحاته 4 مم على خزان مائي أسطواني ارتفاعه 210 مم وقطره 180 مم يملأ ثلثيه بالماء، بعدها يغطي المنخل بغطاء بنفس قطر المنخل يتوسطه فتحة بقطر 5 سم رُكب عليها أسطوانة ارتفاعها 5 سم لغرض إدراج تجمعات التربة فوق المنخل كما موضحة في شكل 3.



شكل 3 جهاز ترطيب عينات التربة بالبخار



شكل 2 الترطيب الشعري لعينة التربة

وضع الخزان على مصدر حراري يؤمن درجة الغليان لمدة 30 دقيقة وهي مدة تكفي لإيصال رطوبة تجمعات التربة إلى حدود السعة الحقلية ثم يعاد ملئ الخزان عند وصول الماء لحد الثلث، وعند اكتمال الترطيب يوضع المنخل اعلى طقم المناخل ثم يوضع في جهاز النخل الرطب. يشغل الجهاز لمدة عشر دقائق بعد اكتمال الترطيب بأي طريقة من الطرائق أعلاه، ثم يحسب معدل القطر الموزون MWD (مم) من المعادلة ادناه:

$$MWD = \sum_{i=1}^6 X_i W_i \quad \dots\dots\dots 6$$

حيث إن  $X_i$  معدل قطر مديا النخل و  $W_i$  وزن التربة المتبقية على كل منخل.

قدرت الإيصالية الكهربائية  $E_c$  ودرجة التفاعل pH ونسبة الصوديوم الممتز SAR لمستخلص عجينة التربة المشبعة حسب الطريقة الواردة (23) وتم حساب دليل اللدانة PI كما في المعادلة رقم 7 من تقدير حدي اللدانة الأعلى UPL والأدنى LPL الموصوف من قبل (13). قدرت قابلية التربة للاختراق Pe باستخدام جهاز المخراق الحقلي Spectrum. وحسبت الكثافة الظاهرية pb بطريقة المدرة Clod method الموصوفة من قبل (10) والمذكورة في (21)، ويوضح جدول 1 يعرض نتائج تحليل التربة.

$$PI = UPL - LPL$$

جدول 1 بعض صفات التربة لترب الدراسة

العينة	دليل اللدانة	الرمل %	الغرين %	الطين %	نسجة التربة	الكثافة الظاهرية ميكا غرام . م <sup>-3</sup>	الإيصالية الكهربائية دسي سيمنز . م <sup>-1</sup>	درجة التفاعل	SAR	قابلية التربة للاختراق، كغم . سم <sup>-2</sup>
P <sub>1,1</sub>	4.0	327	597	76	مزيجة غرينية	1.34	4.6	7.62	0.4	20.4
P <sub>1,2</sub>	9.8	417	557	25	مزيجة غرينية	1.34	10.2	8.04	4.0	11.2
P <sub>2,1</sub>	8.9	413	497	91	مزيجة	1.46	5.1	8.21	2.3	10.5
P <sub>2,2</sub>	1.7	728	159	113	مزيجة رملية	1.11	6.5	7.31	0.6	13.4
P <sub>3,1</sub>	2.5	379	391	229	مزيجة	1.27	3.7	7.94	0.4	17.9
P <sub>3,2</sub>	15.3	517	338	145	مزيجة رملية	1.29	5.3	7.71	1.0	22.5
P <sub>4,1</sub>	7.6	412	427	16	مزيجة	1.32	4.1	7.41	1.1	22.8
P <sub>4,2</sub>	2.8	607	284	109	مزيجة رملية	1.43	23.6	7.21	5.9	16.2
P <sub>5,1</sub>	7.2	391	489	121	مزيجة	1.37	6.5	7.91	2.6	24.6
P <sub>5,2</sub>	11.3	398	505	97	مزيجة غرينية	1.46	7.2	8.12	4.7	16.9
P <sub>6,1</sub>	2.7	344	557	99	مزيجة غرينية	1.39	15.1	7.95	10.5	17.2
P <sub>6,2</sub>	1.8	586	306	109	مزيجة رملية	1.33	15.4	7.93	22.1	27.4
P <sub>7,1</sub>	5.7	590	291	120	مزيجة رملية	1.31	3.7	7.97	1.0	32.0
P <sub>7,2</sub>	1.3	617	247	136	مزيجة غرينية	1.30	3.9	7.57	0.4	27.1
P <sub>7,3</sub>	6.6	646	220	134	مزيجة رملية	1.37	4.7	7.59	0.7	38.7
P <sub>8,1</sub>	5.2	474	387	139	مزيجة	1.55	4.1	7.44	0.9	16.5
P <sub>8,2</sub>	3.0	513	303	184	مزيجة رملية	1.71	15.9	7.51	22.6	14.1

قدرت نسبة الجبس G بطريقة الترسيب بالأسيتون المقترحة من قبل (11) والمذكورة في (2)، كذلك قدرت نسبة الكلس Ca بالطريقة الوزنية كما وردت في (3)، و قدرت المادة العضوية OM بطريقة إرجاع ثاني كرومات البوتاسيوم الواردة في (2).

قدرت نسب الجبس والكلس والمادة العضوية، المبينة نتائجها في جدول رقم 2، بعد تجزئة حبيبات التربة المجففة هوائياً بالنخل من 4 - 8 و 2 - 4 و 1 - 0.5 و 0.25 - 0.5 و أقل من 0.25 مم وكذلك للتربة المارة من منخل 2 مم وأعطيت الرموز F<sub>1</sub> و F<sub>2</sub> و F<sub>3</sub> و F<sub>4</sub> و F<sub>5</sub> و F<sub>6</sub> و F<sub>7</sub>، لأقطار النخل أعلاه على الترتيب.

جدول 2 نسبة الجبس والكلس والمادة العضوية حسب أقطار النخل، غم. كغم<sup>-1</sup>

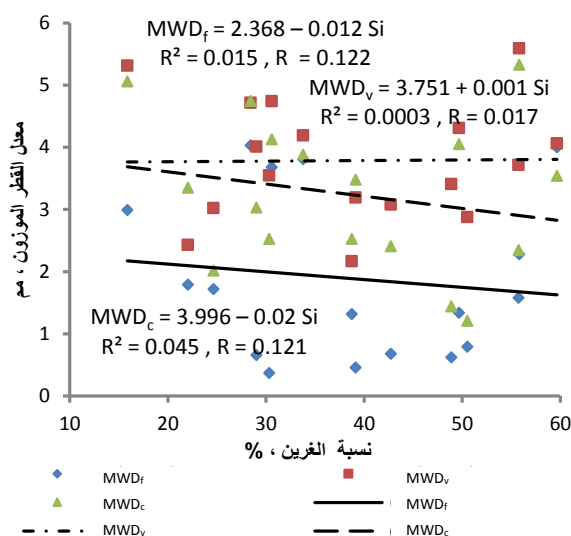
العينة	حبيبات التربة الأقل من 2 مم	حبيبات التربة 4 - 8 مم	حبيبات التربة 2 - 4 مم	حبيبات التربة 1 - 2 مم
--------	-----------------------------	------------------------	------------------------	------------------------

المادة العضوية	الكلس	الجبس	المادة العضوية	الكلس	الجبس	المادة العضوية	الكلس	الجبس	المادة العضوية	الكلس	الجبس	
5.5	393.2	34.4	7.2	236.7	173.2	8.3	164.1	278.1	10.7	299.3	214.6	P <sub>1,1</sub>
15.9	278.5	205.4	5.5	262.4	109.8	5.5	286.2	314.9	5.5	294.7	252.1	P <sub>1,2</sub>
9.0	583.9	10.9	2.6	573.1	6.9	2.1	589.4	18.4	0.3	542.1	17.8	P <sub>2,1</sub>
6.2	217.7	306.5	5.5	181.7	261.6	5.5	208.8	247.4	7.2	312.7	340.1	P <sub>2,2</sub>
10.7	505.6	14.6	6.1	605.3	2.4	6.6	570.3	330.4	7.6	464.3	160.9	P <sub>3,1</sub>
4.8	288.8	194.1	5.5	309.3	214.9	8.3	304.0	270.8	4.5	279.7	294.7	P <sub>3,2</sub>
8.3	743.8	18.0	3.5	854.9	0.0	2.8	924.1	40.6	7.2	655.3	27.6	P <sub>4,1</sub>
7.9	551.1	215.5	4.6	666.6	204.1	5.5	422.8	388.4	7.2	516.5	330.4	P <sub>4,2</sub>
7.6	620.4	6.6	4.2	668.9	4.9	3.8	645.0	16.1	3.8	507.9	1.8	P <sub>5,1</sub>
7.6	666.3	79.8	5.5	738.6	30.0	6.9	744.1	26.5	5.5	626.4	46.1	P <sub>5,2</sub>
10.7	232.2	318.2	8.5	224.8	334.9	9.0	238.4	591.2	4.5	154.9	568.4	P <sub>6,1</sub>
4.8	141.4	324.5	5.2	186.1	374.4	7.9	99.6	717.7	7.2	87.7	530.3	P <sub>6,2</sub>
2.1	645.1	8.4	5.1	674.6	0.2	6.2	459.5	41.4	3.8	369.4	12.3	P <sub>7,1</sub>
6.2	427.5	160.5	6.5	399.2	314.6	7.2	212.3	432.0	3.8	169.3	484.7	P <sub>7,2</sub>
12.4	374.3	145.4	5.5	435.7	460.5	5.5	162.9	243.6	3.8	111.6	408.5	P <sub>7,3</sub>
7.2	258.8	0.0	7.2	353.1	2.9	9.0	356.1	15.2	5.5	229.9	9.1	P <sub>8,1</sub>
10.7	321.7	0.9	5.5	441.7	5.9	6.2	330.9	240.3	2.1	271.3	13.7	P <sub>8,2</sub>
حبيبات التربة الأقل من 0.25 مم			حبيبات التربة 0.25-0.5 مم			حبيبات التربة 1 - 0.5 مم			العينة			
المادة العضوية	الكلس	الجبس	المادة العضوية	الكلس	الجبس	المادة العضوية	الكلس	الجبس	المادة العضوية	الكلس	الجبس	
3.8	388.3	241.4	6.6	391.0	176.5	6.9	343.7	21.8				P <sub>1,1</sub>
5.5	398.9	142.3	5.5	362.0	75.2	4.8	278.4	20.3				P <sub>1,2</sub>
2.1	484.4	38.5	3.8	466.5	149.6	5.5	565.6	43.8				P <sub>2,1</sub>
4.8	333.7	555.0	5.5	221.0	290.5	4.1	218.8	135.8				P <sub>2,2</sub>
2.1	421.3	95.6	4.8	499.7	80.3	6.2	521.9	0.0				P <sub>3,1</sub>
9.0	339.3	62.8	5.9	275.6	204.5	2.4	218.4	39.0				P <sub>3,2</sub>
3.4	673.5	37.5	3.1	859.2	0.0	5.9	803.1	0.0				P <sub>4,1</sub>
4.8	561.7	346.0	3.8	598.0	92.3	3.8	501.1	101.7				P <sub>4,2</sub>
7.6	458.2	48.6	3.8	559.7	0.0	4.8	575.8	0.0				P <sub>5,1</sub>
13.8	738.4	91.4	7.2	642.5	19.9	5.5	615.2	12.6				P <sub>5,2</sub>
3.1	145.0	498.4	2.1	244.2	258.5	3.4	126.4	106.7				P <sub>6,1</sub>
3.8	59.7	468.1	5.5	86.0	226.5	3.1	90.2	244.7				P <sub>6,2</sub>
3.8	353.0	64.2	2.8	356.5	0.0	4.8	366.3	0.0				P <sub>7,1</sub>
4.1	155.7	605.0	7.2	186.8	137.3	0.3	256.5	120.7				P <sub>7,2</sub>
4.8	106.3	490.9	5.5	136.2	171.5	6.9	173.0	156.4				P <sub>7,3</sub>
2.8	205.5	35.1	7.6	260.3	0.9	6.2	281.4	0.0				P <sub>8,1</sub>
5.5	281.2	45.2	6.9	303.2	2.1	6.9	313.8	16.0				P <sub>8,2</sub>

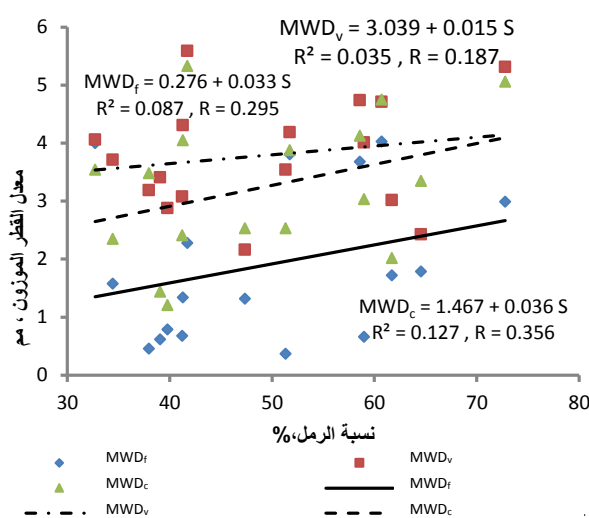
### النتائج والمناقشة

#### 1 - بعض صفات التربة ومكوناتها

تبين الأشكال من 4-12 علاقة معدل القطر الموزون ببعض صفات التربة ومكوناتها، إذ يلاحظ بشكل عام إن قيم معدل القطر الموزون منتشرة ولا تخضع إلى علاقة واضحة. بالرغم من ذلك فإنه يمكن ملاحظة أن قيم معدل القطر الموزون في شكل 4 تزداد بشكل غير معنوي بزيادة نسبة الرمل  $S$ ، كما يوضح جدول 3 إن ثباتية تجمعات التربة لا تعتمد على صفة محددة بقدر اعتمادها على مجموعة صفات تربة. الشكل 5 إن قيم معدل القطر الموزون منتشرة أيضاً ولم تخضع لعلاقة رياضية واضحة بمحتوى التربة من مفصول الغرين  $Si$ ، ولم ترتبط قيم معدل القطر الموزون معنوياً بنسبة الغرين وباي طريقة من طرائق الترطيب. إن وجود نسبة عالية من مفصول الغرين سيقلل من المساحة السطحية الكلية للتربة مما يقلل من عمليات التآثر والتجمع.



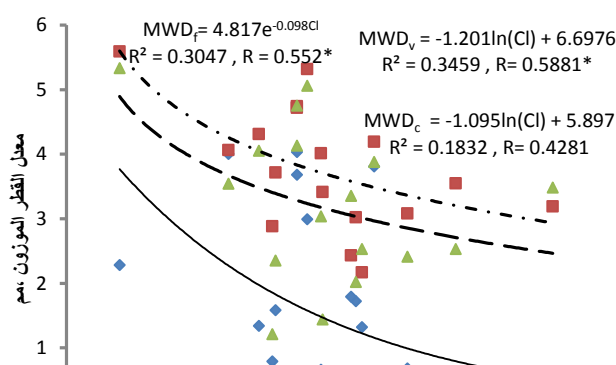
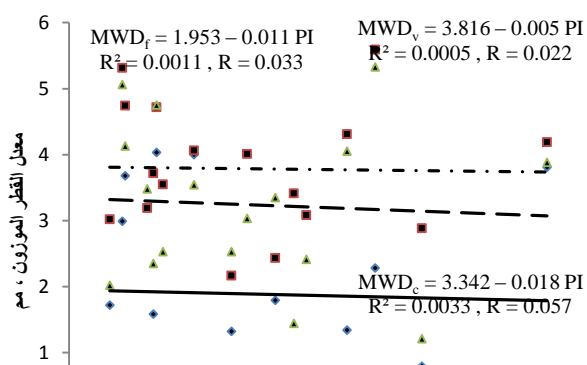
شكل 5 علاقة معدل القطر الموزون بنسبة الغرين



شكل 4 علاقة معدل القطر الموزون بنسبة الرمل

يشير الشكل 6 إلى اتجاه قيم معدل القطر الموزون المرطبة بالغمر والبخار للتناقص بزيادة نسبة الطين  $Cl$  ويتضح إن الارتباط كان معنوياً عند مستوى احتمالية 5%، في حين لم يكن الارتباط معنوياً عند الترطيب تحت شد 10 سم، كما إن البيانات مثلت بشكل أفضل أسياً بمعامل تحديد قدره 0.31 عند الترطيب غمراً، ولوغارتمياً بمعامل تحديد بحدود 0.35 و0.18 عند الترطيب بالبخار وتحت شد 10 سم على الترتيب.

إن التناقص يتفق مع ما وجدته (17) الذين عزوا السبب إلى التغير في قوى التماسك، وكذلك يتفق مع (26)، والذين عزوا السبب إلى التداخل في تأثير كاربونات الكالسيوم ودرجة تفاعل التربة والسعة التبادلية الكاتيونية مع محتوى الطين والذي قد يلغي أحدهم دور الآخر أو يعززه، وربما يكون سبب ذلك أيضاً هو وفرة الشحنة الموجبة بزيادة نسبة كاتيون الكالسيوم على حساب الشحنة السالبة لدقائق الطين مما يسبب التنافر بين دقائق التربة. لوحظ في الشكل 7 إن معدل القطر الموزون يتناقص بزيادة رقم اللدانه بشكل غير معنوي ولطرائق الترطيب جميعها ولم تتفق هذه النتيجة مع (8).





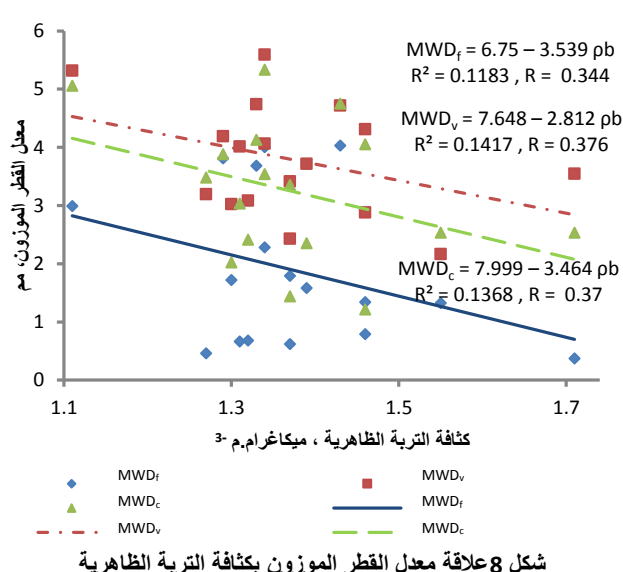
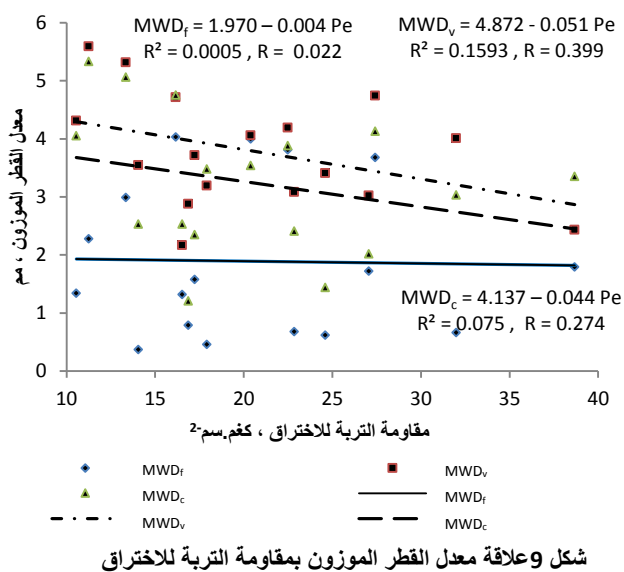
MWD<sub>f</sub>  
MWD<sub>c</sub>  
MWD<sub>v</sub>

MWD<sub>v</sub>  
MWD<sub>f</sub>  
MWD<sub>c</sub>

MWD<sub>f</sub>  
MWD<sub>c</sub>  
MWD<sub>v</sub>

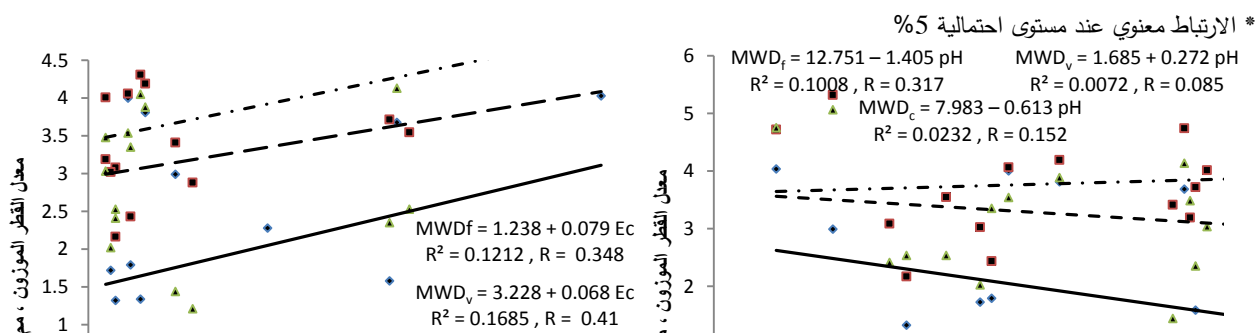
MWD<sub>v</sub>  
MWD<sub>f</sub>  
MWD<sub>c</sub>

يوضح الشكل 8 إن معدل القطر الموزون ينخفض بزيادة كثافة التربة الظاهرية بشكل غير معنوي وهو يتفق مع (24). اتجهت نتائج معدل القطر الموزون إلى التناقص مع مقاومة التربة للاختراق المعروضة في الشكل 9 بزيادة مقاومة التربة للاختراق ولم يكن الارتباط بين المؤشرين معنوياً ولطرائق الترطيب جميعها. يتبين من الشكل 10 إن معدل القطر الموزون لا يرتبط معنوياً بدرجة تفاعل التربة وذلك لكل طرائق الترطيب، كذلك يلاحظ في الشكل 11 إن معدل القطر الموزون لم يتأثر بشكل معنوي بزيادة التوصيل الكهربائي لمحلول التربة. كما يبين الشكل 12 إن غالبية قيم معدل القطر الموزون قد تركزت عند قيم للصوديوم الممتز الأقل من 3 ولا تمتلك القيم اتجاهًا واضحاً مع قيم الصوديوم الممتز، ولم تتفق النتائج مع ما توصل إليه (26) فيما يخص المؤشرات الثلاث الأخيرة.



## 2- نسب الجبس حسب أحجام حبيبات التربة

يوضح الشكلين 13 و 15 طبيعة انتشار قيم معدل القطر الموزون مع نسب الجبس عند تجزئها إلى حبيبات مختلفة الحجم. ويلاحظ إن قيم معدل القطر الموزون تزداد بزيادة نسبة الجبس ولجميع أحجام حبيبات





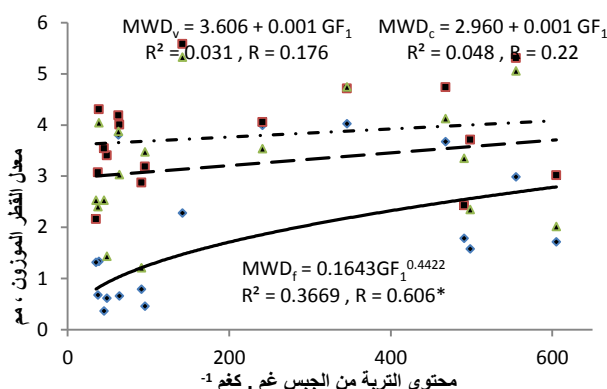
MWD<sub>f</sub>  
MWD<sub>c</sub>  
MWD<sub>v</sub>

MWD<sub>v</sub>  
MWD<sub>f</sub>  
MWD<sub>c</sub>

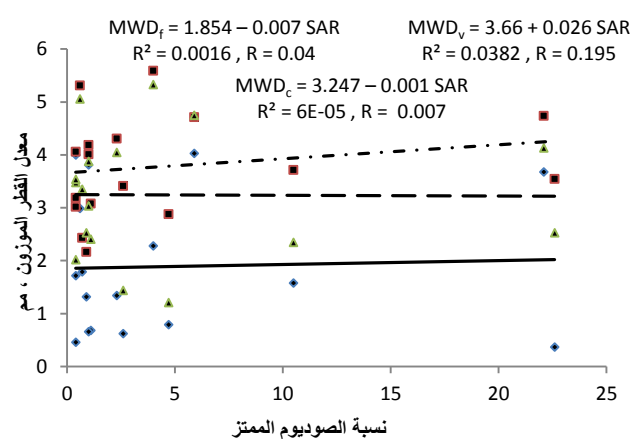
MWD<sub>f</sub>  
MWD<sub>c</sub>  
MWD<sub>v</sub>

MWD<sub>v</sub>  
MWD<sub>f</sub>  
MWD<sub>c</sub>

التربة ولكافة طرق الترطيب قبل النخل، إن هذه الزيادة لم تكن معنوية سوى عند الترطيب بالغمر، والتي مثلت بياناتها معادلة القوى بشكل أفضل من المعادلة الخطية وبمعامل تحديد بحدود 0.4 بالنسبة لحبيبات التربة ذات القطر الأقل من 0.25 مم، وأسياً لحبيبات التربة 0.5 – 1 مم بمعامل تحديد قدره 0.47.



شكل 13 علاقة معدل القطر الموزون بنسبة الحبيبات في حبيبات التربة ذات القطر الأقل من 0.25 مم

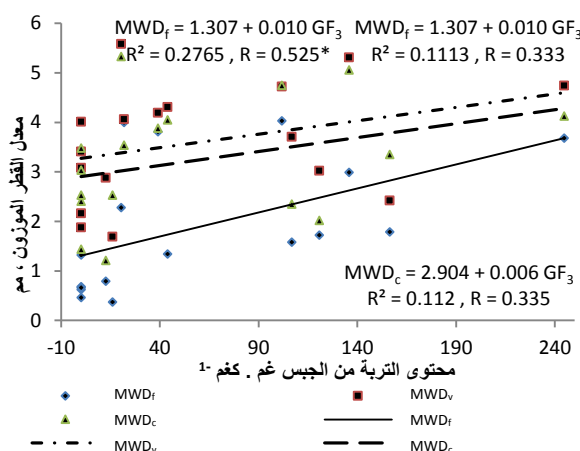


شكل 12 علاقة معدل القطر الموزون بنسبة الصوديوم الممتز

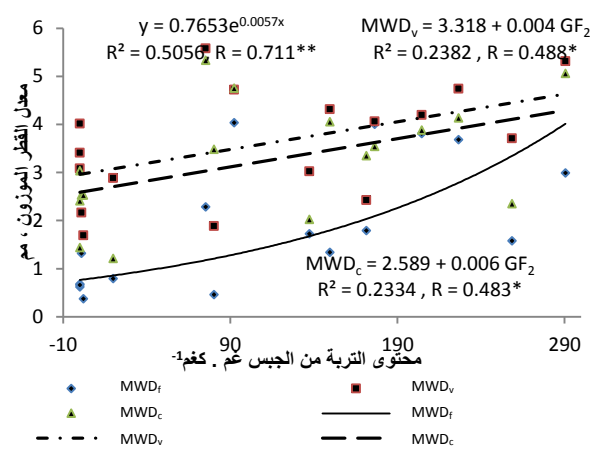
يبين الشكلين 14 و 16 زيادة معدل القطر الموزون بزيادة نسبة الجبس وبشكل معنوي عند مستوى احتمالية 1% وبشكل أسي بمعامل تحديد قدره 0.51 و 0.47 لحبيبات التربة ذات القطر 0.25 – 0.5 و 2 – 1 مم على الترتيب عند ترطيب العينات قبل النخل بالغمر، في حين إنها أصبحت معنوية عند مستوى احتمالية 5% لحبيبات التربة ذات القطر 0.25 – 0.5 مم وعند مستوى احتمالية 1% لحبيبات التربة ذات القطر 1 – 2 مم، بينما كانت الزيادة معنوية عند مستوى احتمالية 5% عند الترطيب بالبخر وتحت شد 10 سم.

يوضح الشكلين 17 و 18 زيادة معدل القطر الموزون بزيادة نسبة الجبس معنوياً عند مستوى احتمالية 1% وبشكل أسي بمعامل تحديد قدره 0.45 و 0.47 في حبيبات التربة ذات القطر 2 – 4 مم و الأقل من 2 مم على الترتيب. إن الاختلاف بمعنوية الارتباط في الأشكال المشار إليها أعلاه يدل على إن للجبس أهمية في مقاومة قوى التحطيم العالية (بما في ذلك ظروف النخل الرطب، وإن مدة الترطيب قبل النخل ومدة النخل لا \* الارتباط معنوي عند مستوى احتمالية 5% رة روابط الجبس خصوصاً إن ظروف الترب المدروسة هي ظروف درجات حرارة عالية ورطوبة واطئة، فضلاً عن إن قلة حركة الماء (بسبب ندرة الهطول) يقلل من الأغشية المائية

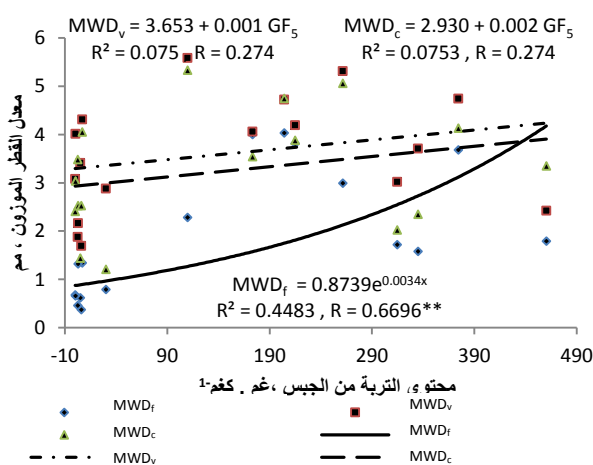
التي تحيط بالجبس وكذلك تقلل من وقت تماس وحدة حجم الماء بسطوح دقائق الجبس وتقلل كذلك من إحلال الصوديوم محل الكالسيوم على سطوح التبادل (6) .



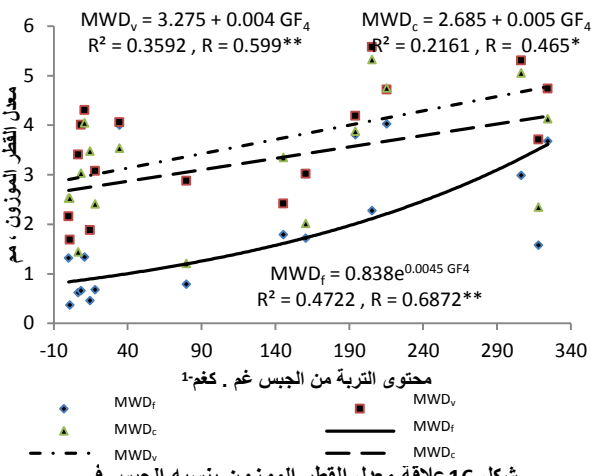
شكل 15 علاقة معدل القطر الموزون بنسبة الجبس في حبيبات التربة ذات القطر 0.5 - 1 مم



شكل 14 علاقة معدل القطر الموزون بنسبة الجبس في حبيبات التربة ذات القطر 0.25 - 0.5 مم



شكل 17 علاقة معدل القطر الموزون بنسبة الجبس في حبيبات التربة ذات القطر 2-4 مم



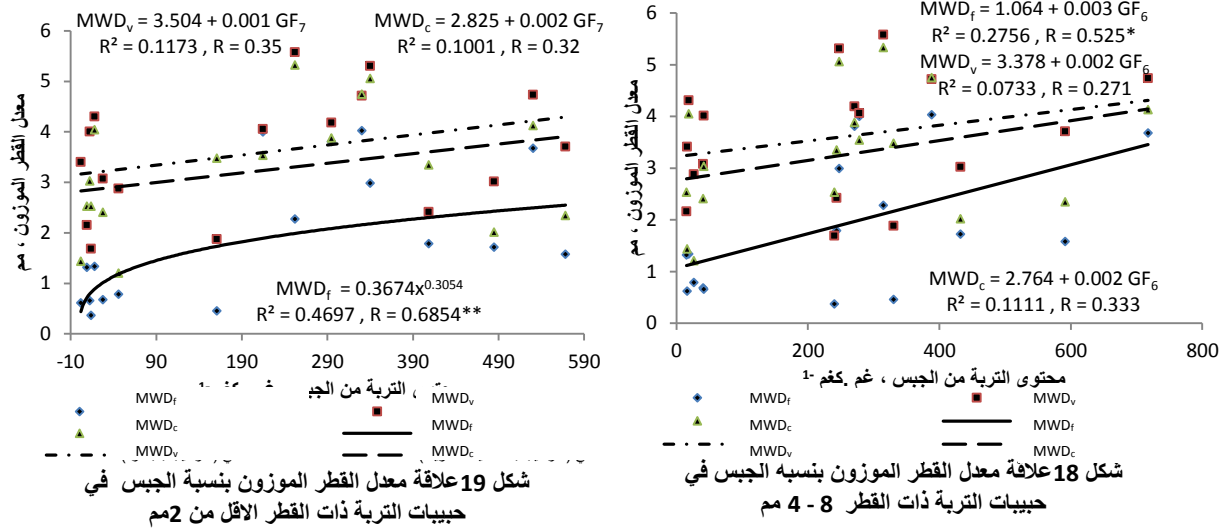
شكل 16 علاقة معدل القطر الموزون بنسبة الجبس في حبيبات التربة ذات القطر 1-2 مم

يلاحظ من الأشكال 13-19 أن أعلى القيم تنحصر بين نسبتي جبس 150-500 غم. 1- كغم عند حبيبات التربة الأقل من 0.25 مم (بشكل قطع زائد تقريباً، إذ أن نسبة الجبس تحسب ضمن ذلك الجزء من التربة)، وبما أن الجبس أحد مصادر الكالسيوم فإن هذه النتيجة تتفق مع ما توصل إليه (1) بأن معدل القطر الموزون يتخذ شكل قطع زائد مع نسبة الكالسيوم المتبادل، وما أشار إليه (4) إلى أن نسب الجبس فوق 500 غم. 1- كغم لها تأثيراً سلبياً على بناء التربة لضعف قوى التماسك. في حين اختلفت نتائج معدل القطر الموزون واتجاهاتها بين أحجام حبيبات التربة ويرجع السبب إلى اختلاف شكل وقوة بلورات الجبس (16) وإلى طبيعة وراثية الجبس وعمر وعوامل تكوينه (28). كما لوحظ أيضاً أن القيم الواطنة لمعدل القطر الموزون عند الترطيب بالغمر كانت ضمن نسب جبس أقل من 100 غم. 1- كغم ولجميع أحجام حبيبات التربة فيما عدا حجم حبيبات التربة 4 - 8 مم إذ أن القيم المنخفضة كانت عند أقل من 220 غم. 1- كغم.

\* الارتباط معنوي عند مستوى احتمالية 5%

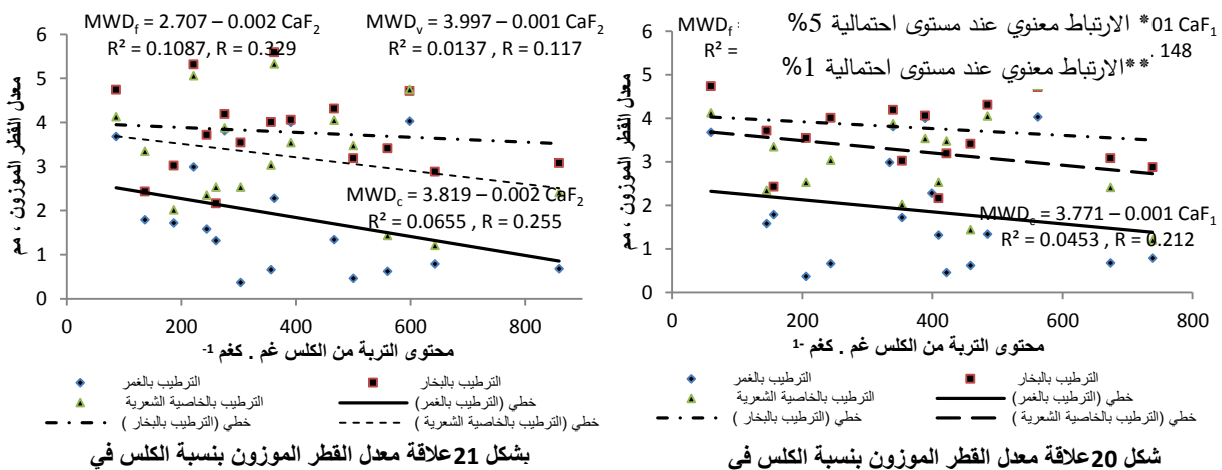
\*\* الارتباط معنوي عند مستوى احتمالية 1%

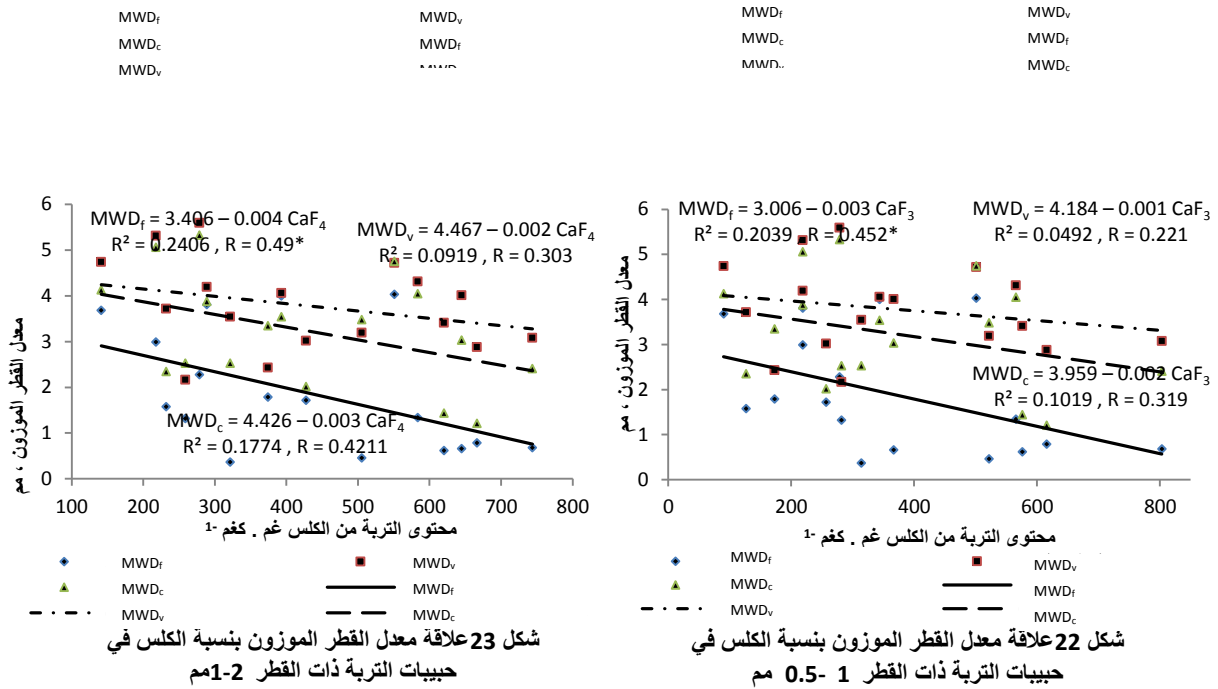
يتضح من الأشكال 15 و 17 و 19 عدم وجود قيم لمعدل القطر الموزون بين 50 - 120 غم. كغم<sup>-1</sup> تقريباً، بينما الأشكال 14 و 16 تبين عدم وجود قيم لمعدل القطر الموزون بين نسبة جبس 40 - 80 غم. كغم<sup>-1</sup> تقريباً وبين 50 - 250 غم. كغم<sup>-1</sup> في الشكل 18، وربما يعود سبب ذلك الى ان عوامل تكوين التربة في المناطق المدروسة قد لا تساعد على تكوين الجبس بتلك النسب ضمن مديات اقطار حبيبات التربة تلك. ومما تجدر الإشارة اليه ان قيم معدل القطر الموزون الاكبر من 5 مم عند الترطيب البطيء وقعت ضمن نسبة جبس بين 225 - 350 غم. كغم<sup>-1</sup> للمديات الاقطار الاقل من 2 مم و 1 - 2 مم و 4 - 8 مم.



### 3 - نسب الكلس حسب أحجام حبيبات التربة

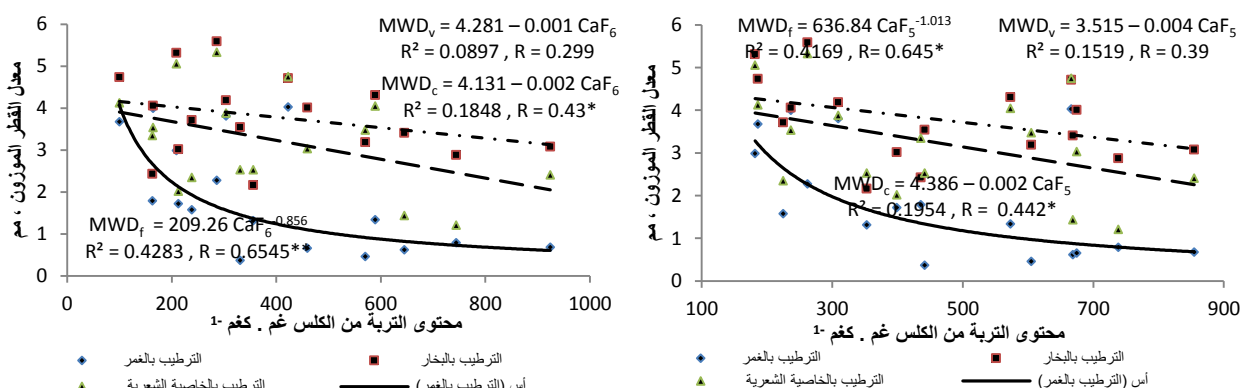
تبين الأشكال 20 و 21 و 26 علاقة معدل القطر الموزون عند الترطيب بالغمر والبخار وتحت شد 10 سم مع نسب الكلس لحبيبات التربة ذات القطر الأقل من 0.25 مم وذات القطر بين 0.25 - 0.5 مم والأقل من 2 مم، ويلاحظ أن قيم معدل القطر الموزون منتشرة ولا تخضع لمعادلة رياضية واضحة، وان قيم معدل القطر الموزون عند الترطيب بطرائق الترطيب الثلاث تقل بزيادة محتوى الكلس بشكل غير معنوي. يتضح من الشكلين 22 و 23 إن نسب الكلس ضمن حبيبات التربة ذات الأقطار 0.5 - 1 مم و 1 - 2 مم ارتبطت خطياً وبشكل معنوي عند مستوى احتمالية 5% مع معدل القطر الموزون عند الترطيب السريع، إذ تقل قيم معدل القطر الموزون بزيادة نسبة الكلس وبمعامل ارتباط قدرة 0.45 و 0.49 لحجمي التربة أعلاه على الترتيب. يوضح الشكلين 24 و 25 إن قيم معدل القطر الموزون انخفضت وفق دالة القوى مع نسب الكلس ضمن حبيبات التربة ذات الأقطار 2 - 4 مم و 4 - 8 مم، وبشكل معنوي عند مستوى احتمالية 1% عند ترطيب العينات بالغمر، وبمعامل تحديد قدره 0.42 و 0.43 لحجمي التربة أعلاه على الترتيب.





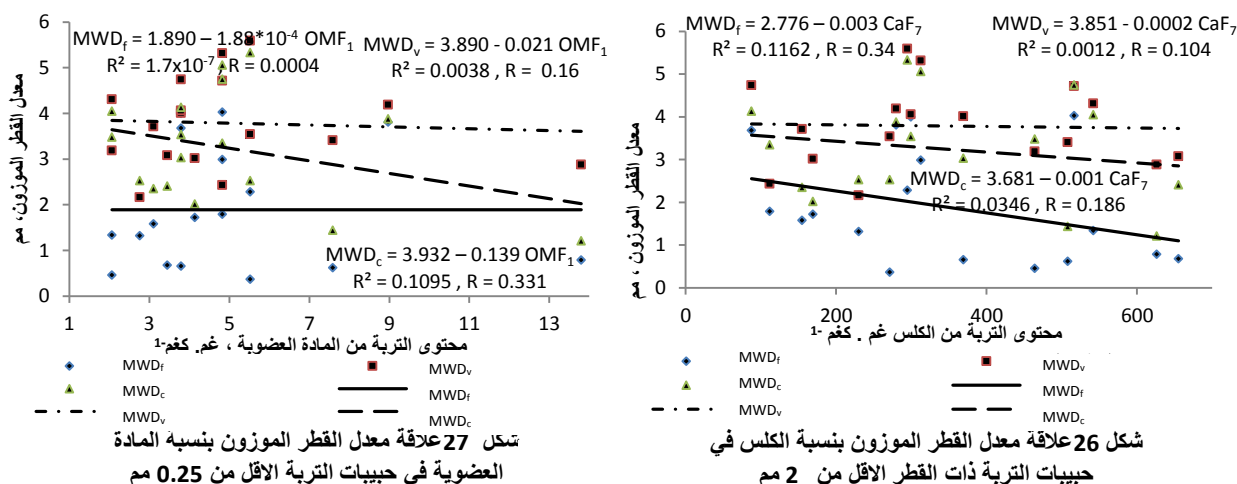
انخفض معدل القطر الموزون خطياً مع زيادة نسبة الكلس عند الترطيب تحت شد 10 سم معنوياً عند مستوى احتمالية 5%. في الوقت ذاته لم يكن الارتباط معنوياً عند ترطيب العينات بالبخار مع نسب الكلس لجميع أحجام حبيبات التربة، وهذا يدل على أن نسب الكلس مهمة في مقاومة ظروف التحطيم القوية لتجمعات التربة فقد أكد (12) أن ترب المناطق الجافة Aridisols تعطي ثباتية تجمعات عالية بوجود الكربونات. إن نتائج الأشكال 20 إلى 26 توضح أن الاتجاه الخطي لعلاقة كربونات الكالسيوم وكبريتات الكالسيوم مع معدل القطر الموزون متعكسة، مما يجعل من تأثيرها في معدل القطر الموزون متضاد، وربما يرجع السبب إلى تكوين الأيون المشترك، كما أن كربونات الكالسيوم تصبح أكثر تأثيراً مع زيادة قطر حبيبات التربة.

إن تناقص معدل القطر الموزون عند الترطيب بالغمر بشكل أكثر انتظاماً من طريقتي الترطيب بالبخار وتحت شد 10 سم يعود إلى تقارب قيم كثافة التربة الظاهرية جدول 1، إن هذا التقارب سينتج منه تقارب في قيم مسامية التربة وبالتالي فإن حجم الهواء في هذه العينات متقارب وهذا يجعل الضغط الناتج عن الهواء المحصور ضد قوى التماسك والتلاصق لتجمعات التربة متجانس، بينما عند الترطيب بالبخار قد تعمل حرارة البخار على تقسية أو تحطيم بعض روابط التربة أو الأمرين معاً لتجمع تربة واحد يحتوي على أكثر من نوع من الروابط فضلاً عن تأثير التوائية التربة على خروج الهواء. ومما تجدر الإشارة إليه هو أن أغلب قيم معدل القطر الموزون تقع في الجزء الأقل من 400 غم. كغم<sup>-1</sup> لجميع أحجام التربة وهذا قد يكون بسبب ضعف قابلية الكلس على الارتباط معنوياً عند مستوى احتمالية 5% هذه الأحجام.



#### 4 - نسب المادة العضوية حسب أحجام حبيبات التربة

يلاحظ في الشكل 33 إن ارتفاع معدل القطر الموزون مع ارتفاع نسبة المادة العضوية يعزى إلى تكوين معقدات الهيومك - طين والتي تحفظ التربة من التحطم، تشكل المجاميع الكربوكسيلية في المادة العضوية مع الكاتيونات متعددة الشحنة جسور من معقدات عضوية - معادن - طين. وكذلك الأنيونات الهيومية بين الأوجه الموجبة الشحنة من الطين (18)، فضلاً عن إن بعض المركبات العضوية مواد كارهة للماء تقلل من سرعة دخول الماء إلى تجمعات التربة مما يسمح للهواء المحصور بالخروج بشكل تدريجي (1) مما يسمح للهواء بالخروج التدريجي (9).



الارتباط معنوي عند مستوى احتمالية 1%<sup>\*\*</sup> نظر الموزون في الأشكال 27 و 28 و 29 و 31 و 32 تزيد بزيادة نسبة كغم<sup>1</sup> ثم تقل بعد ذلك مع زيادة نسبة المادة العضوية. إن الانخفاض

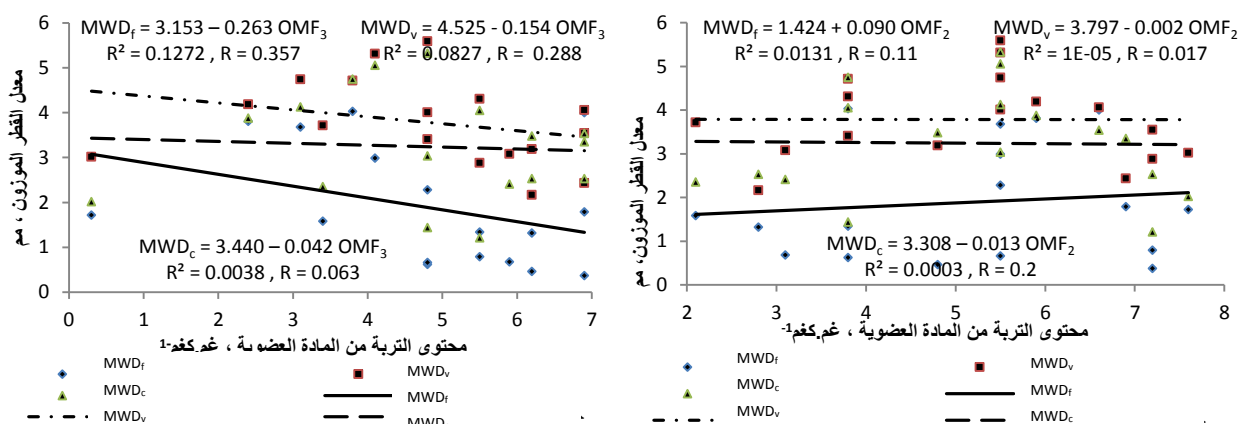
يبقى معدل القطر الموزون بعد نسبة 5.5 غم. كغم<sup>-1</sup> من المادة العضوية يرجع ، إلى تأثير عمق التربة حيث أشار و (20) و (22) إلى أن تجمع التربة يقل مع زيادة عمق التربة، إذ يلاحظ من مراجعة جدول 2 إن نسب المادة العضوية بالأفق تحت السطحي اعلى من الأفق السطحي، وكذلك إلى تحطم المادة العضوية في العمق تحت السطحي (22)، وربما يعود سبب تراجع معدل القطر الموزون مع وفرة المادة العضوية أيضاً إلى نقص

التهوية مع العمق وبالتالي التقليل من تكون التجمعات اثر العمليات الحيوية والتفاعلات الكيميائية بشكل عام. فضلاً عن اختلاف نسب المادة العضوية باختلاف أحجام حبيبات التربة جدول 2 والتي تؤدي عند تكسر التجمعات الأكبر إلى بقاء التجمعات الاصغر ثابتة والتي تعطي عند القياس قيماً أوطأ.

### 5 - تداخل تأثير الصفات المدروسة في معدل القطر الموزون

يشير الجدول 3 الى تداخل تأثير الصفات المدروسة في معدل القطر الموزون عن طريق تحليل الانحدار المتعدد، اذ يلاحظ من تحليل الانحدار المتعدد لمجموعة مفصولات التربة (رمل، غرين، طين) انها تعطي معامل تحديد واطئ نسبياً كمعدل لطرائق الترتيب الثلاث بحدود 0.298. في حين إن مفصولات التربة ومجموعة صفات التربة الفيزيائية (رقم اللدانة، الكثافة الظاهرية، مقاومة التربة للاختراق) تعطي معامل تحديد اعلى من مجموعتي الصفات منفصلة بنسبة زيادة تصل إلى 40 و 46% قياساً بمجموعة مفصولات التربة ومجموعة صفات التربة الفيزيائية على الترتيب.

تأثير مجموعة الصفات الكيميائية (ملوحة التربة، درجة تفاعل، نسبة الصوديوم الممتز) أوطئ بنسبة 25% لمعامل تحديدها قياساً بمعامل تحديد مجموعة الصفات الفيزيائية، ويصبح التأثير اعلى عندما يتداخل تأثير النسجة مع مجموعة الصفات الفيزيائية مقارنة بتداخل تأثير نسجة التربة بمجموعة الصفات الكيميائية بنسب زيادة في معامل التحديد بحدود 20%. تصبح قيمة معامل التحديد بحدود 0.650 عندما تتداخل مجموعة الصفات الفيزيائية والكيميائية ومفصولات التربة، يزداد تأثير تداخل الصفات السالفة بنسبة 18% عند اضافة كل من نسبة الجبس والكلس والمادة العضوية في التربة ولم يكن للغرين تأثير في معدل القطر الموزون.



شكل 29 علاقة معدل القطر الموزون بنسبة المادة العضوية

في حبيبات التربة ذات القطر 1 - 0.5 مم

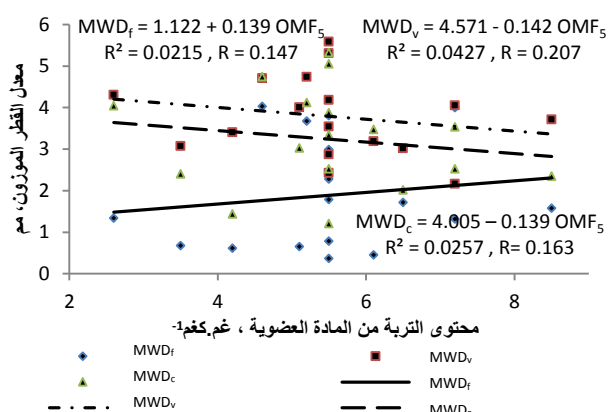
يعزى سبب زياده تاثير مجموعه الصفات الفيزيائية إلى ان اغلب قيم حناقه التربة الظاهرية ضمن قيمها

شكل 28 علاقة معدل القطر الموزون بنسبة المادة العضوية

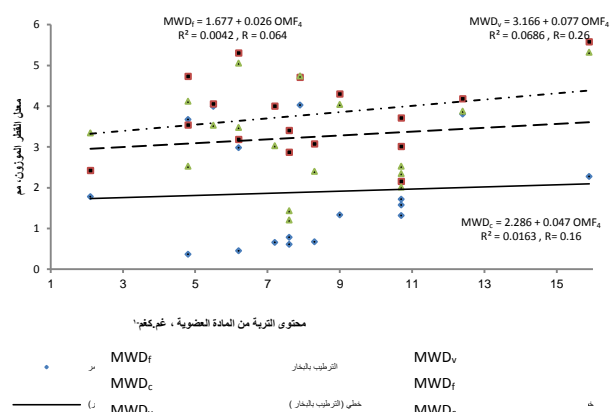
في حبيبات التربة ذات القطر 0.5 - 0.25 مم

المثلى مما يعني إنها ذات تهوية جيدة وبالتالي فان فعالية الأحياء المجهرية والتفاعلات الكيميائية ستكون لصالح بناء التربة، فضلاً عن المركبات التي تعمل على تثبيت التربة كالصوديوم، ومن جهة أخرى قد تعمل زيادة درجة تفاعل التربة على تشتت التربة (6). عند مقارنة تأثير كل من نسبة الجبس والكلس والمادة العضوية حسب التوزيع الحجمي لحبيبات التربة في معدل القطر الموزون، يلاحظ أن نسبة الكلس أعطت اعلى معامل تحديد بنسبة قدرها 24 و 31% قياساً بنسبة الجبس والمادة العضوية ثم تليها نسبة الجبس بمعامل تحديد قدره 0.451 ونسبة 9% قياساً بنسبة المادة العضوية. إن تأثير الكلس في ثباتية التجمعات يعتمد على التوزيع الحجمي للكلس، بينما تمتلك دقائق الكلس الدقيقة جداً طاقة حرة سطحية عالية تجعل نظرياً قيم تبلور الكلس عالية (6).

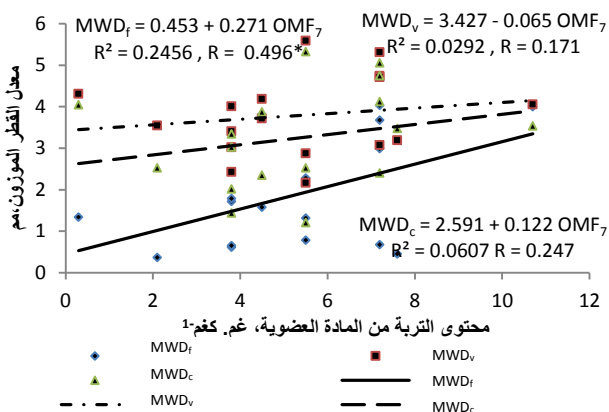
إما سبب تخلف مجموعة نسب المادة العضوية قياساً بمجموعتي نسب الكلس والجبس ربما يعود إلى مركبات المادة العضوية الأنيونية التي تعمل على تشتت الطين (6).



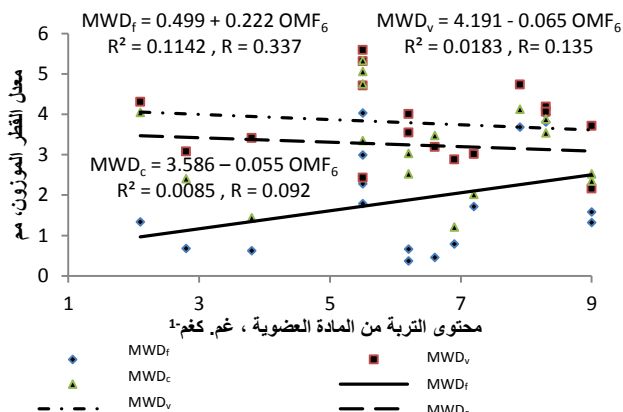
شكل 31 علاقة معدل القطر الموزون بنسبة المادة العضوية في حبيبات التربة ذات القطر 2 - 4 مم



شكل 30 علاقة معدل القطر الموزون بنسبة المادة العضوية في حبيبات التربة ذات القطر 2 - 1 مم



شكل 33 علاقة معدل القطر الموزون بنسبة المادة العضوية في حبيبات التربة ذات القطر الأقل من 2 مم



شكل 32 علاقة معدل القطر الموزون بنسبة المادة العضوية في حبيبات التربة ذات القطر 4 - 8 مم

تعمل كل من مجموعة نسب الجبس ومجموعة نسب الكلس مجتمعة على رفع قيمة معامل التحديد لحدود 0.906، في حين إن معامل تحديد مجموعة نسب الكلس والمادة العضوية اعلى من مجموعة نسب الجبس والمادة العضوية بحوالي 4%، كما تعمل مجاميع الصفات ثلاثتها دوراً مهماً في التأثير في معدل القطر الموزون ليصبح معامل تحديدها 1.00. إن وجود كربونات الكالسيوم سيزيد من نسبة الكربون العضوي نتيجة لتفاعل الكربونات المتواجدة في الكلس مع المركبات العضوية مما يعمل على زيادة روابط الكربون العضوي (15)، بينما قد تعمل الكبريتات المتواجدة في الجبس على تغيير درجة تفاعل التربة مما يغير من فعالية الاحياء المجهرية وذلك في فترات ارتفاع رطوبة التربة (عند سقوط الامطار) وبالتالي تكون مركبات Clay-Ca-OM.

يلاحظ من جدول 3 إن قيم نسبة الجبس في حبيبات التربة الأقل من 0.25 مم و التربة المارة من منخل 2 مم و نسبة الكلس في حبيبات التربة ذات الحجم من 0.5 - 1 و 2 - 4 مم والتربة المنخولة من

منخل 2 مم، لم تكن ذات تأثير مهم في معدل القطر الموزون،

\* الارتباط معنوي عند مستوى احتمالية 5%

جدول 3 تحليل الانحدار لسائر بداخل بعض صفات التربة في معدل القطر الموزون

مجاميع صفات التربة	معامل التحديد	الصفات المستبعدة من تحليل
--------------------	---------------	---------------------------



الانحدار	المعدل	الترطيب بالخاصية الشعرية	الترطيب بالبخار	الترطيب بالغمر	
Si	0.298	0.255	0.346	0.294	نسجة التربة (ن ت)
-	0.268	0.279	0.396	0.130	مجموعة الصفات الفيزيائية (م ص ف)
Si	0.493	0.493	0.635	0.351	(ن ت) + (م ص ف)
-	0.202	0.143	0.231	0.233	مجموعة الصفات الكيميائية (م ص ك)
Si	0.396	0.311	0.445	0.432	(ن ت) + (م ص ك)
-	0.535	0.421	0.705	0.480	(م ص ف) + (م ص ك)
Si	0.650	0.532	0.815	0.604	(ن ت) + (م ص ف) + (م ص ك)
Si	0.792	0.802	0.930	0.645	(ن ت) + (م ص ف) + (م ص ك) + نسبة الجبس و نسبة الكلس و نسبة المادة العضوية*
-	0.451	0.377	0.621	0.356	مجموعة نسب الجبس (م ن ج)
-	0.593	0.575	0.484	0.720	مجموعة نسب الكلس (م ن ك)
-	0.412	0.400	0.319	0.518	مجموعة نسب المادة العضوية (م ن م ع)
-	0.906	0.844	0.919	0.954	(م ن ج) + (م ن ك)
-	0.936	0.920	0.905	0.982	(م ن ج) + (م ن م ع)
-	0.974	0.975	0.969	0.979	(م ن ك) + (م ن م ع)
GF <sub>1</sub> , GF <sub>7</sub> , CaF <sub>3</sub> , CaF <sub>5</sub> , CaF <sub>7</sub>	1.000	1.000	1.000	1.000	(م ن ج) + (م ن ك) + (م ن م ع)
Si , GF <sub>3</sub> , GF <sub>4</sub> , GF <sub>5</sub> , GF <sub>6</sub> , GF <sub>7</sub> , CaF <sub>1</sub> , CaF <sub>2</sub> , CaF <sub>3</sub> , CaF <sub>5</sub> , CaF <sub>6</sub> , CaF <sub>7</sub> , OMF <sub>4</sub> , OMF <sub>6</sub>	1.000	1.000	1.000	1.000	جميع صفات التربة المدروسة

\* نسبة الجبس والكلس والمادة العضوية في التربة تحسب من تربة مررت من منخل 200 مايكرون

إن ذلك يدل على عدم أهمية نسب الجبس والكلس في هذه الأحجام عندما يتداخل تأثير مجاميع صفات الجبس والكلس والمادة العضوية بينما كانت نسب المادة العضوية في جميع أحجام التربة ذات تأثير مهم بالرغم من كون نسب المادة العضوية منخفضة قياساً بنسب الكلس والجبس.

تعمل كل الصفات المدروسة في جعل قيمة معامل التحديد بحدود 1.00 كما في نسب الجبس والكلس والمادة العضوية إلا إنها اختلفت بنوع الصفات التي اعتمد عليها في تحليل الانحدار، وقد أشار (7) إن ثباتية التجمعات تعتمد على تداخل التأثير بين مختلف العوامل بيئية كانت أو إدارية أو الاثنين معاً. لم تكن كل من قيم الغرين و نسب الجبس في حبيبات التربة ذات الحجم 0.5 - 1 مم و 2 - 4 مم و 4 - 8 مم و الحبيبات الأقل من 2 مم، وكذلك قيم الكلس في جميع أحجام حبيبات التربة ما عدا الحجم المحصور بين 1 - 2 مم ذات تأثير مهم، وكذلك الحال بالنسبة لقيم نسبة المادة العضوية في أحجام التربة من 2 - 4 مم و 4 - 8 مم.

إن عدم أهمية أغلب نسب الكلس المحسوبة في جميع أحجام حبيبات التربة ربما يعود الى تأثير الايون المشترك أو التضاد الأنيوني لأنيوني الكبريتات والكربونات أو إلى الاثنين معاً، بينما قد يفسر عدم تأثير المادة العضوية في أحجام التربة الكبيرة الى عمر المادة العضوية اذ ان المادة العضوية في هذين الحجمين لاتزال في مراحل التحلل البيولوجي والكيميائي الأولية فأغلبها قطع النباتات الصحراوية الميتة حديثاً. إن سبب عدم تأثير الغرين عند تحليل الانحدار بأي صيغة من الصيغ السابقة ربما يعود إلى أن زيادة نسبة الغرين تؤدي إلى porosity lacunar والتي بدورها تجعل من التربة ضعيفة المقاومة ضد التحطيم الميكانيكي (5).

## المصادر

1. الكبيسي، وليد محمود عبد خليل. 1982. الترابط بين العوامل المؤثرة على ثبات مجاميع التربة وسرعة ترطيبها. رسالة ماجستير. كلية الزراعة - جامعة بغداد.
2. راين، جون وجورج اسطفان وعبد الرشيد. 2003. دليل مختبري لتحليل التربة والنبات، المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة (ايكاردا) والمؤسسة الوطنية للبحوث الزراعية، الاصدار العربي، حلب ، سوريا.
3. راهي، حمد الله سليمان، وإسماعيل إبراهيم خضير ومحمد علي جمال العبيدي. 1990. التحليل الكيميائي للتربة. جامعة صلاح الدين -وزارة التعليم العالي والبحث العلمي -العراق.
4. شهاب، رمزي محمد. 1997. اثر إضاقه زيت الوقود والبنتيونايت في بعض الخصائص الفيزيائية وانتقال الماء والمذاب في تربة جبسية. أطروحة دكتوراه - كلية الزراعة - جامعة بغداد.
5. Alvarez C. R., M. A. Taboada, F. H. G. Boem, A. Bono, and P. L. F. P. Prystupa, 2009. Topsoil properties as affected by tillage systems in the rolling pampa region of Argentina. Soil Sci. Soc. Am. J. 73:1242-1250.
6. Amézketa E.1999. Soil Aggregate Stability: A Review. Journal of Sustainable Agriculture, Vol. 14(2/3).83 -151.
7. Ayoubi S., F. Khormali & K. L. Sahrawat, 2009. Relationships of barley biomass and grain yields to soil properties within a field in the arid region: Use of factor analysis. Acta Agriculturae Scandinavica Section B - Soil and Plant Science, 59: 107- 117.
8. Bazzoffi P., J.S.C. Mbagwu, and W.I.E. Chukwu. 1995. Statical models for predicting aggregate stability from intrinsic soil components. Int.9:1-9.
9. Blair N., R.D. Faulkner, A.R. Till, P.R. Poulton , 2006. Long-term management impacts on soil C, N and physical fertility Part I: Broadbalk experiment. Soil & Tillage Research 91 : 30-38.
10. Blake, G.R. 1965. Bulk density. In C.A. Blak et al. (eds) Methods of Soil Analysis, Part 1. Agron. 9:374-390. ASA, Madison, WI.USA
11. Brady, N. C., and R.R.Well. 1999. The nature and properties of soil. 12<sup>th</sup> ed Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, USA.
12. Bronick C.J., R. Lal .2005. Soil structure and management: a review. Geoderma 124: 3 -22.
13. Casagrande A. 1948. Classification and indentification of soil. Trans. Am. Soc. Civil. Eng. 113: 901 - 930.
14. Chan K. Y. and D. P. Heenan, 1998 . Effect of lime (CaCO<sub>3</sub>) application on soil structural stability of red earth. Aust. J. Soil Res., 36: 73 - 86.
15. Duiker S. W., F. E. Rhoton, J. Torrent, N. E. Smeck, and R. Lal.2003. Iron (hydr)oxide crystallinity effects on soil aggregation. Soil Sci. Soc. Am. J. 67:606-611.
16. FAO, 1990. Management of Gypsiferous Soils. Soils Bulletin 62. FAO. Rome. Italy.
17. Fox,D.M. and Y. Le Bissonnais, 1998. Process-based analysis of aggregate stability effects on sealing, infiltration, and in terrill erosion, Soil Sci. Soc. Am. J.62:717 - 724.

18. Imbue A.U., A. F. Patti, D. Burrow, A. Surapaneni, W. R. Jackson, A. D. Milner. 2005. Effects of potassium humate on aggregate stability of two soils from Victoria, Australia. *Geoderma* 125 : 321–330.
19. Kemper W. D. and R. C. Rosenau, 1986. Aggregate stability and size distribution. American Society of Agronomy-Soil Science Society of America, 677 . South Segoe Road, Madison, WI 53711, USA. *Methods of Soil Analysis. Part 1. Physical and Mineralogical Methods-Agronomy Monograph no. 9* (2nd Edition).
20. Li X., F. Li b, R. Zed , Z.Zhan , B.Singh, 2007 Soil physical properties and their relations to organic carbon pools as affected by land use in an alpine pastureland. *Geoderma* 139 : 98–105.
21. Page A L. 1982. *Methods of soils analysis. Parts I and II.* American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA.
22. Pinheiro E.F.M., M.G. Pereira and L.H.C. Anjos.2004. Aggregate distribution and soil organic matter under different tillage systems for vegetable crops in a Red Latosol from Brazil. *Soil & Tillage Research* 77 : 79–84.
23. Richards, L. A.1954. *Diagnosis and Improvement of saline and alkali soils.* U.S.Dept. Agric. Hand book No. 60.
24. Sharma K. L., J. K. Grace, U. K. Mandal, P. N. Gajbhiye, K. Srinivas,G. R. Korwar, V. H. BinduA, V. Ramesh, K. Ramachandran, and S. K. Yadav.2008. Evaluation of long-term soil management practices using key indicators and soil quality indices in a semi-arid tropical Alfisol . *Australian Journal of Soil Research*, 46, 368–377.
25. Soil Survey Staff, 2011.*Keys to Soil Taxonomy.* 10th ed. (NRCS: Washington DC).
26. Tayel M.Y., M. Abd El-Hady and E.I. Eldardiry, 2010. Soil structure affected by some soil characteristics. *American-Eurasian J. Agric. And Environ. Sci.*7(6):705 – 712.
27. Tisdall, J. M. and J. M. Oades. 1982. Organic matter and water-stable aggregates in soils. *J.Soil Sci.* 32:521-541.
28. Toomanian N., A. Jalalian, M.K. Eghbal, 2001. Genesis of gypsum enriched soils in north – west Isfahan, Iran. *Geoderma* 99: 199 – 224.
29. Van Bavel, C.H.M. (1949). Mean weight diameter of soil aggregates as a statistical index of aggregation. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 14:20-23.
30. Yoder, R.E., 1936. A direct method of aggregate analysis of soils and a study of the physical nature of erosion losses. *J. Am. Soc. Agron.* 28 (5), 337–351.