تأثير تغير تماسك التربة المشبعة على قدرة تحمل التربة الحاملة لأشكال مختلفة من الأساسات السطحية المعرضة لحمولات محورية شاقولية

د.م. كنان زين العابدين
عضو هيئة تدريسية في قسم الهندسة الجيوتكنيكية– كلية الهندسة المدنية– جامعة حماة.

ملخص البحث

في هذا البحث، تم توظيف طريقة ترزاكي (1943) لحساب قدرة التحمل الحدية للترب المتماسكة المشبعة، وتم أيضاً استخدام الطريقة العامة التي قدمها مايرهوف (1963) وهانزن (1970) وآخرون.
لقد تمت مقارنة نتائج هذه الطرق المختلفة عند حساب قدرة التحمل الحدية للتربة، تحت أشكال مختلفة لأساسات سطحية معرضة لحمولات محورية شاقولية، وذلك في حالة التربة المتماسكة المشبعة.
وقد ركز هذا البحث على تأثير تغير التماسك وشكل الأساس وأبعاد الأساس على قدرة تحمل التربة.
تم استنتاج أن قدرة التحمل الحدية للتربة المتماسكة تزداد مع ازدياد التماسك في كل الحالات مهما كان شكل الأساس، وذلك عن الحساب بطريقة ترزاكي والطريقة العامة، مع توضيح أسباب الاختلاف بالنتائج بين الطرق المختلفة.

كلمات مفتاحية: قدرة التحمل – التربة المتماسكة المشبعة– الأساسات السطحية.

The Effect of Cohesion Changing of Saturated Soils on the Bearing Capacity of Soils Carrying Different Shapes of Shallow Foundations Subjected to Vertical Axial Loads

Dr. Kinan Zain Alabideen Department of Geotechnical Engineering – Faculty of Civil Engineering – Hama University

Abstract

In this research, Terzaghi's method (1943) was adopted to calculate the ultimate bearing capacity of saturated cohesive soils. Also, the general method presented by Meyerhof (1963), Hansen (1970) and others was used.

The results of these different methods were compared when calculating the ultimate bearing capacity of soils under various shallow foundation shapes subjected to vertical axial loads, for saturated cohesive soils.

Emphasis was placed on the effect of the changing of cohesion, foundation shape and dimensions of foundation on bearing capacity of soils.

It was concluded that the ultimate bearing capacity of cohesive soil increases with increasing cohesion in all cases, regardless of the foundation shape, when calculated using Terzaghi's method and the general method, with an explanation of the reasons for the difference in results between the different methods.

Key Words: Bearing Capacity, Saturated Cohesive Soil, Shallow Foundation.

تأثير تغير تماسك التربة المشبعة على قدرة تحمل التربة الحاملة لأشكال مختلفة من الأساسات السطحية المعرضة لحمولات محورية شاقولية

1- مقدمة:

لقد قام كل من Terzaghi (1943), Meyerhof (1963), Hansen (1970), Chen (1975) وآخرون بتطوير طرق حساب قدرة تحمل التربة للأساسات مختلفة الأشكال.

تم الانطلاق في هذا البحث من طريقة ترزاكي (1943) لحساب قدرة التحمل الحدية للأساسات السطحية، وقد تم أيضاً استخدام طريقة مايرهوف (1963) وهانزن (1970) وطريقة مختلطة معدلة عن طريقة هانزن من قبل فيسيك (1975)، لأن هذه الطرق هي الأكثر شهرةً والأكثر استخداماً.

2- حساب قدرة تحمل التربة بطريقة ترزاكي:

لقد قدم ترزاكي، 1943 المعادلة الآتية لحساب قدرة التحمل الحدية للأساس المستمر:

$$q_u = cN_c + qN_q + 0.5\gamma BN_\gamma \quad \ldots\ldots (1)$$

حيث:

- q_u $[kPa]$ قدرة التحمل الحدية الكلية لتربة التأسيس.
- (N_C, N_q , N_γ) عوامل قدرة تحمل التربة.
- q $[kPa]$ قيمة الضغط الذي تطبقه الردميات عند منسوب التأسيس.
- c $[kPa]$ تماسك التربة.
- B [m] عرض قاعدة الأساس.
- γ [kN/m^3] الوزن الحجمي لتربة التأسيس.
- يسمى الحد الأول c N_c بحد التماسك، والحد الثاني بحد العمق، والحد الثالث بحد السطح.

إن المعادلة (1) صالحة من أجل الأساسات المستمرة(الشريطية) والتي تتعرض لحمولات مركزية شاقولية.

ولتعيين قدرة التحمل للأشكال الأخرى تستخدم العلاقات الآتية:

1) الأساس المستطيل:

$$q_u = \left(1 + 0.3\frac{B}{L}\right)cN_c + qN_q + 0.5\left(1 - 0.2\frac{B}{L}\right)\gamma BN_\gamma \quad \ldots\ldots (2)$$

2) الأساس المربع:

$$q_u = 1.3\, cN_c + qN_q + 0.4\gamma BN_\gamma \quad \ldots\ldots (3)$$

3) الأساس الدائري:

$$q_u = 1.3\, cN_c + qN_q + 0.3\,\gamma BN_\gamma \quad \ldots\ldots (4)$$

عوامل قدرة التحمل:

إن الاختلاف في قيم Nc و Nq بالدراسات كان ضئيلاً بينما الفروقات في قيم العامل N_γ كانت كبيرة

$$N_q = e^{\pi \tan \emptyset}\ \tan^2(45 + 0.5\emptyset) \quad \ldots\ldots (5)$$

$$N_c = \cot \emptyset \left(N_q - 1\right) \quad \ldots\ldots (6)$$

إن N_γ يوجد اختلاف في قيمتها باختلاف العلاقة التي اعتمدها كل باحث:

مايرهوف1963، $N\gamma = (Nq - 1)tan(1.4\emptyset)$ ..... (7)

هانزن1970، $N\gamma = 1.5(Nq - 1)\tan(\emptyset)$ ..... (8)

فيسيك1975، $N\gamma = 2(Nq + 1)\tan(\emptyset)$ ..... (9)

شين1975، $N\gamma = 2\left(1 + N_q\right)tan\emptyset\ tan\ (45 + 0.2\emptyset)$ ..... (10)

3- العلاقة العامة لحساب قدرة التحمل:

لقد تناول الكثير من الباحثين صيغاً جديدة لقدرة التحمل تأخذ بعين الاعتبار المتغيرات التي غابت في علاقة ترزاكي.

تعطى المعادلة العامة لقدرة التحمل الحدبة للتربة بالعلاقة الآتية:

$$q_u = \mathrm{c}N_c s_c d_c i_c + qN_q s_q d_q i_q + 0.5\gamma BN_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma \quad \ldots\ldots (11)$$

حيث:

- s , d , i : هي عوامل شكل الأساس وعمق الأساس وميل الحمولة (على التوالي). ولن نتطرق في هذا البحث لعوامل الميل، لأن البحث يدرس حالة حمولة شاقولية مركزية فقط.

3-1 عوامل العمق والشكل وفق مايرهوف:

من أجل($D_F = D < B$) تكون عوامل العمق:

$$d_c = 1 + 0.2\sqrt{N_\emptyset}\,\frac{D}{B}$$

$$d_q = d_\gamma = 1 \qquad (\emptyset = 0)$$

$$d_q = d_\gamma = 1 + 0.1\sqrt{N_\emptyset}\frac{D}{B} \qquad (\emptyset > 10°)$$

$$N_\emptyset = tan^2(45 + 0.5\emptyset)$$ حيث:

وتكون عوامل الشكل:

$$s_c = 1 + 0.2N_\emptyset \frac{B}{L}$$

$$s_q = s_\gamma = 1 \qquad (\emptyset = 0°)$$

$$s_q = s_\gamma = 1 + 0.1N_\emptyset \frac{B}{L} \qquad (\emptyset > 10°) \qquad \dots\dots\dots\dots (12)$$

3-2 عوامل العمق والشكل وفق هانزن:

من أجل $(D_F = \mathrm{D} < B)$ تكون عوامل العمق:

$$d_c = 1 + 0.4\frac{D}{B} \qquad (\emptyset = 0°)$$

$$d_c = d_q - \frac{1 - d_q}{N_c \tan\emptyset} \qquad (\emptyset > 0°)$$

$$d_q = 1 + 2\tan\emptyset\,(1 - \sin\emptyset)^2\frac{D}{B}$$

$$d_\gamma = 1$$

عوامل الشكل:

$$s_c = 1 + \frac{B}{L}\frac{N_q}{N_c}$$

$$s_q = 1 + \frac{B}{L}\tan\emptyset$$

$$s_\gamma = 1 - 0.4\frac{B}{L} \qquad \dots\dots\dots\dots\dots\dots (13)$$

بحيث يؤخذ الحد(B/L) مساوياً للواحد إذا كان الأساس دائرياً أو مربعاً.

3-3عوامل قدرة تحمل التربة وعوامل العمق والشكل وفق الطريقة العامة المختلطة الناتجة عن تعديلات على طريقة هانزن:

عوامل قدرة التحمل:

$$N_q = e^{\pi\tan\emptyset}\,\tan^2(45 + 0.5\emptyset)$$

$$N_c = \cot\emptyset\,(N_q - 1)$$

$$N\gamma = 2(Nq - 1)\tan\emptyset$$

عوامل العمق:

$$d_c = dq = 1 + 0.35\frac{D}{B}$$
$$d_\gamma = 1$$

عوامل الشكل:

$$s_c = \frac{s_q * N_q - 1}{N_q - 1}$$
$$s_q = 1 + \frac{B}{L} sin\,\phi$$
$$s_\gamma = 1 - 0.3\frac{B}{L} \quad \dots\dots\dots\dots (14)$$

4- توصيف حالة الدراسة:

تمت دراسة حالة الأساسات السطحية المعرضة لحمولات شاقولية محورية المستندة على تربة متماسكة مشبعة.

تم حساب قدرة التحمل ورسم مخططات للقيم الناتجة لملاحظة تغيرات قدرة التحمل عند تغيير العوامل المؤثرة عليها. مواصفات التربة المدروسة: الوزن الحجمي لتربة التأسيس $\gamma = 19.5\ kN/m^3$ وزاوية احتكاك التربة $\phi = 0°$ ، والتماسك $c = 18\ kN/m^2$

عمق التأسيس D=1m، الوزن الحجمي لتربة الردم $\gamma_1 = 18\ kN/m^3$

5- حساب قدرة تحمل التربة مع تغيير عرض الأساس:

5-1 قدرة تحمل التربة وفق علاقة ترزاكي:

تم استخدام العلاقات من (5) إلى (10) لتحديد عوامل قدرة تحمل التربة فكانت القيم كما في الجدول (1)

الجدول (1): عوامل قدرة التحمل

Nc	Nq	Nɣm	Nɣh	Nɣv	Nɣchen
5.70	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00

5-1-1- **حالة أساس مستمر**: تم حساب قدرة التحمل من المعادلة(1) ومقارنة قيم قدرة التحمل مع تغير عرض الأساس، فكانت النتائج كما في الشكل (1).

الشكل(1): قدرة التحمل الحدية الكلية $q_u\ [kN/m^2]$ في حالة أساس مستمر

5-1-2- **حالة أساس مربع**: تم حساب قدرة التحمل من المعادلة(3) ومقارنة قيم قدرة التحمل مع تغير عرض الأساس، فكانت النتائج كما في الشكل (2).



الشكل(2): قدرة التحمل الحدية الكلية $q_u\ [kN/m^2]$ في حالة أساس مربع

5-1-3- **حالة أساس دائري:** تم حساب قدرة التحمل من المعادلة(4) ومقارنة قيم قدرة التحمل مع تغير عرض الأساس، فكانت النتائج كما في الشكل (2).

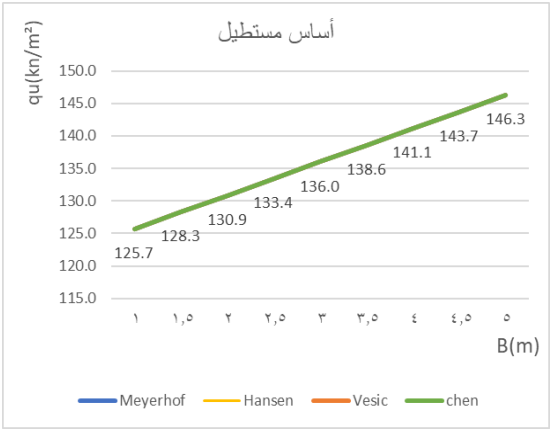
5-1-4- **أساس مستطيل:** تم حساب قدرة التحمل من المعادلة(2) ومقارنة قيم قدرة التحمل مع تغير عرض الأساس، حيث تم الحساب بتثبيت قيمة L، أولاً كقيمة ثابتة في كل الحالات، ثم كقيمة تتغير بنسبة محددة مع تغير عرض الأساس فكانت النتائج كما في الشكل (3).

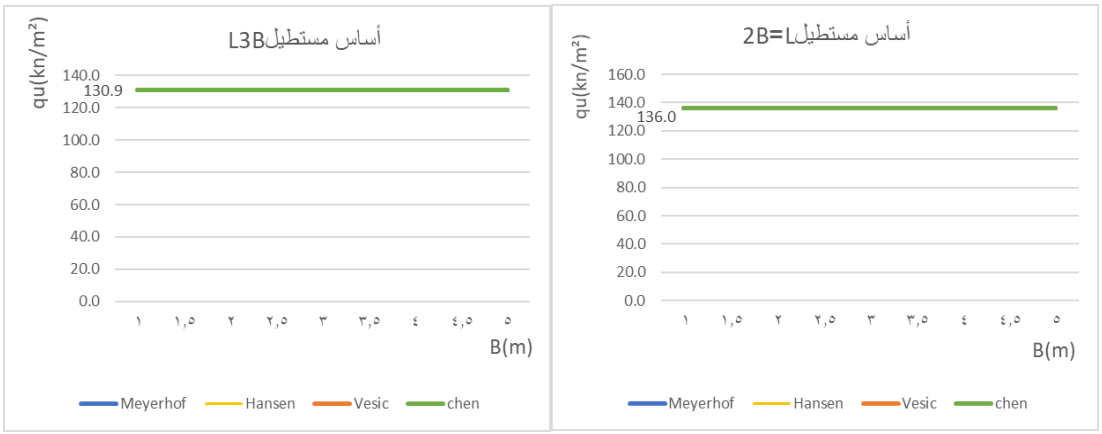
5-1-5 ملاحظات:

1) عندما تكون التربة المتماسكة مشبعة تكون زاوية احتكاكها معدومة ولذلك عند حساب عوامل قدرة تحمل التربة نجد أن $N_\gamma = 0$ ، وبالنتيجة يكون الحد الثالث (حد السطح) من معادلة ترزاكي لحساب قدرة التحمل معدوماً أي تكون قيمة قدرة التحمل ثابتة وفق العلاقات الأربع لحساب N_γ (مايرهوف، هانزن، فيزك، شين)

2) نلاحظ أن قدرة تحمل التربة لأساس مستطيل (L=6m) ازدادت مع ازدياد عرض الأساس لأن النسبة B/L ازدادت، أما في الحالة التي يتعلق فيها طول الأساس بالعرض بنسبة ثابتة (L=2B ; L=3B) فقد بقيت قدرة التحمل ثابتة.

L=Const=6m ❖





الشكل(3): قدرة التحمل الحدية الكلية $q_u\ [kN/m^2]$ في حالة أساس مستطيل

5-2 قدرة تحمل التربة وفق العلاقة العامة:

تم استخدام العلاقات من (5) إلى (8) وعلاقة مختلطة N_γ المذكورة في مجموعة العلاقات (14) لتحديد عوامل قدرة تحمل التربة فكانت القيم كما في الجدول (2).

الجدول (2): عوامل قدرة التحمل

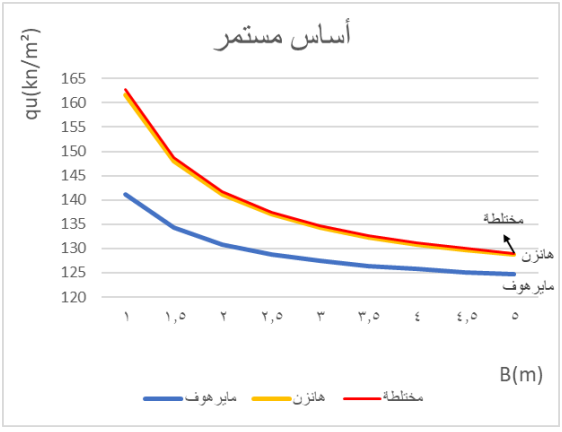
Nc	Nq	Nɣm	Nɣh	Nɣمختلطة
5.70	1.00	0.00	0.00	0.00

كما تم استخدام مجموعة العلاقات (12) بطريقة مايرهوف، ومجموعة العلاقات (13) بطريقة هانزن، ومجموعة العلاقات (14) بالطريقة المختلطة، وذلك لإيجاد عوامل العمق وعوامل الشكل.

5-2-1-حالة أساس مستمر:

تم حساب قدرة التحمل من المعادلة (11) ومقارنة قيم قدرة التحمل مع تغير عرض الأساس، فكانت النتائج كما في الشكل(4).

B	مايرهوف				هانسن				طريقة مختلطة			
	عوامل العمق			qu	عوامل العمق			qu	عوامل العمق			qu
	dc	dq	dγ		dc	dq	dγ		dc	dq	dγ	
1	1.20	1.00	1.00	141.1	1.40	1.00	1.00	161.6	1.35	1.35	1.00	162.8
1.5	1.13	1.00	1.00	134.3	1.27	1.00	1.00	148.0	1.23	1.23	1.00	148.7
2	1.10	1.00	1.00	130.9	1.20	1.00	1.00	141.1	1.18	1.18	1.00	141.7
2.5	1.08	1.00	1.00	128.8	1.16	1.00	1.00	137.0	1.14	1.14	1.00	137.5
3	1.07	1.00	1.00	127.4	1.13	1.00	1.00	134.3	1.12	1.12	1.00	134.7
3.5	1.06	1.00	1.00	126.5	1.11	1.00	1.00	132.3	1.10	1.10	1.00	132.7
4	1.05	1.00	1.00	125.7	1.10	1.00	1.00	130.9	1.09	1.09	1.00	131.2
4.5	1.04	1.00	1.00	125.2	1.09	1.00	1.00	129.7	1.08	1.08	1.00	130.0
5	1.04	1.00	1.00	124.7	1.08	1.00	1.00	128.8	1.07	1.07	1.00	129.0



الشكل(4) : قدرة التحمل الحدية الكلية $q_u\ [kN/m^2]$ في حالة أساس مستمر

5-2-2- حالة أساس مربع:

بما أن الأساس مربع وبالتالي النسبة بين الطول والعرض ثابتة وتساوي الواحد (B/L=1) ، فإن عوامل الشكل S تبقى ثابتة مع تغير عرض الأساس، وهي مبينة في الجدول (3).

الجدول(3): عوامل الشكل

مختلطة	
Sc	1.00
Sq	1.00
Sγ	0.70

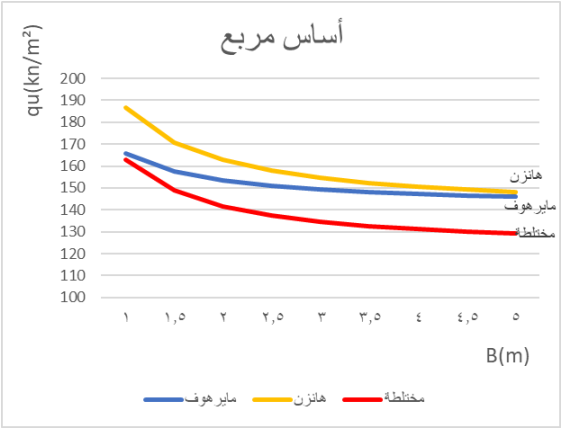
هانسن	
Sc	1.18
Sq	1.00
Sγ	0.6

مايرهوف	
Sc	1.20
Sq=Sγ	1.00

B	مايرهوف				هاتون				طريقة مختلطة			
	عوامل العمق			qu	عوامل العمق			qu	عوامل العمق			qu
	dc	dq	dγ		dc	dq	dγ		dc	dq	dγ	
1	1.20	1.00	1.00	165.7	1.40	1.00	1.00	186.8	1.35	1.35	1.00	162.8
1.5	1.13	1.00	1.00	157.5	1.27	1.00	1.00	170.8	1.23	1.23	1.00	148.7
2	1.10	1.00	1.00	153.4	1.20	1.00	1.00	162.7	1.18	1.18	1.00	141.7
2.5	1.08	1.00	1.00	151.0	1.16	1.00	1.00	157.9	1.14	1.14	1.00	137.5
3	1.07	1.00	1.00	149.3	1.13	1.00	1.00	154.7	1.12	1.12	1.00	134.7
3.5	1.06	1.00	1.00	148.2	1.11	1.00	1.00	152.4	1.10	1.10	1.00	132.7
4	1.05	1.00	1.00	147.3	1.10	1.00	1.00	150.7	1.09	1.09	1.00	131.2
4.5	1.04	1.00	1.00	146.6	1.09	1.00	1.00	149.3	1.08	1.08	1.00	130.0
5	1.04	1.00	1.00	146.0	1.08	1.00	1.00	148.2	1.07	1.07	1.00	129.0

تم حساب قدرة التحمل من المعادلة (11) ومقارنة قيم قدرة التحمل مع تغير عرض الأساس، كما هو مبين في الشكل (5).

الشكل(5): قدرة التحمل الحدية الكلية $q_u\ [kN/m^2]$ في حالة أساس مربع



5-2-3- حالة أساس دائري:

تكون قيم قدرة التحمل هي نفسها كما في حالة الأساس المربع (وفق العلاقة العامة)، وإن سبب عدم تغير النتائج هو عدم تغير قيم عوامل الشكل والعمق في الحالتين، لأن (B/L=1) في كلا الحالتين.

5-3-4- حالة أساس مستطيل:

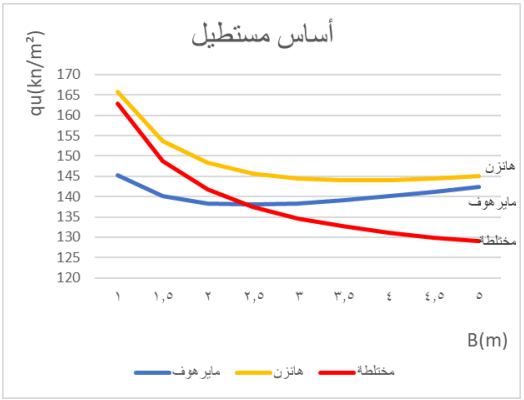
تم حساب قدرة التحمل من المعادلة(11) ومقارنة قيم قدرة التحمل مع تغير عرض الأساس، كما هو مبين في الشكل (6).

L=Const=6m

B	L	مايرهوف						
		عوامل العمق			عوامل الشكل			qu
		dc	dq	dγ	Sc	Sq	Sγ	
1	6	1.20	1.00	1.00	1.03	1.00	1.00	145.2
1.5	6	1.13	1.00	1.00	1.05	1.00	1.00	140.1
2	6	1.10	1.00	1.00	1.07	1.00	1.00	138.4
2.5	6	1.08	1.00	1.00	1.08	1.00	1.00	138.0
3	6	1.07	1.00	1.00	1.10	1.00	1.00	138.4
3.5	6	1.06	1.00	1.00	1.12	1.00	1.00	139.1
4	6	1.05	1.00	1.00	1.13	1.00	1.00	140.1
4.5	6	1.04	1.00	1.00	1.15	1.00	1.00	141.2
5	6	1.04	1.00	1.00	1.17	1.00	1.00	142.5

B	L	هانسن						
		عوامل العمق			عوامل الشكل			qu
		dc	dq	dγ	Sc	Sq	Sγ	
1	6	1.40	1.00	1.00	1.03	1.00	0.93	165.8
1.5	6	1.27	1.00	1.00	1.04	1.00	0.90	153.7
2	6	1.20	1.00	1.00	1.06	1.00	0.87	148.3
2.5	6	1.16	1.00	1.00	1.07	1.00	0.83	145.7
3	6	1.13	1.00	1.00	1.09	1.00	0.80	144.5
3.5	6	1.11	1.00	1.00	1.10	1.00	0.77	144.0
4	6	1.10	1.00	1.00	1.12	1.00	0.73	144.1
4.5	6	1.09	1.00	1.00	1.13	1.00	0.70	144.4
5	6	1.08	1.00	1.00	1.15	1.00	0.67	145.0

B	L	طريقة مختلطة						
		عوامل العمق			عوامل الشكل			qu
		dc	dq	dɣ	Sc	Sq	Sɣ	
1	6	1.35	1.35	1.00	1.00	1.00	0.95	162.8
1.5	6	1.23	1.23	1.00	1.00	1.00	0.93	148.7
2	6	1.18	1.18	1.00	1.00	1.00	0.90	141.7
2.5	6	1.14	1.14	1.00	1.00	1.00	0.88	137.5
3	6	1.12	1.12	1.00	1.00	1.00	0.85	134.7
3.5	6	1.10	1.10	1.00	1.00	1.00	0.83	132.7
4	6	1.09	1.09	1.00	1.00	1.00	0.80	131.2
4.5	6	1.08	1.08	1.00	1.00	1.00	0.78	130.0
5	6	1.07	1.07	1.00	1.00	1.00	0.75	129.0



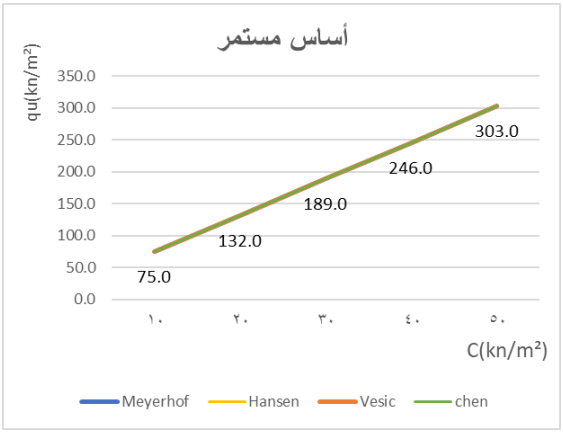
الشكل(6) : قدرة التحمل الحدية الكلية $q_u\ [kN/m^2]$ في حالة أساس مستطيل

6- حساب قدرة تحمل التربة مع تغيير تماسك التربة:

6-1 قدرة تحمل التربة وفق علاقة ترزاكي:

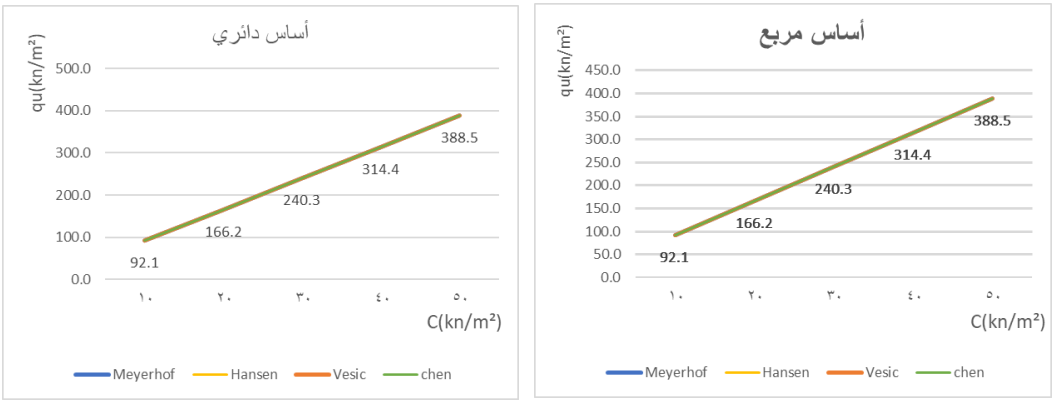
حيث تم اعتماد عرض الأساس 2m، وعوامل قدرة التحمل كما في الجدول (2).

6-1-1- **حالة أساس مستمر**: تم حساب قدرة التحمل من المعادلة(1) ومقارنة قيم قدرة التحمل مع تغير التماسك، فكانت النتائج كما في الشكل (7).



الشكل (7): قدرة التحمل الحدية الكلية $q_u\ [kN/m^2]$ في حالة أساس مستمر

6-1-2- **حالة أساس مربع:** تم حساب قدرة التحمل من المعادلة(3) ومقارنة قيم قدرة التحمل مع تغير التماسك، فكانت النتائج كما في الشكل (8).

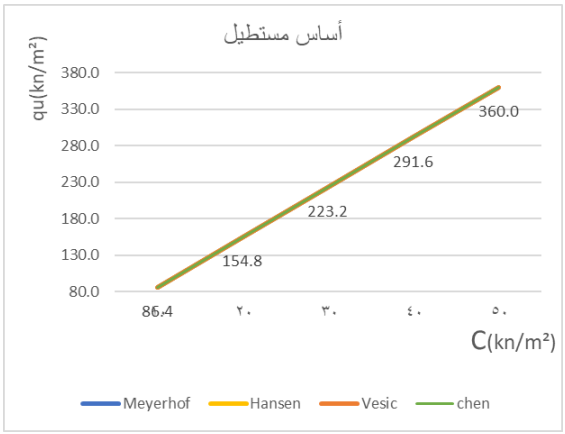


الشكل (8): قدرة التحمل الحدية الكلية $q_u\ [kN/m^2]$ في حالة أساس مستمر مربع

6-1-3- **حالة أساس دائري:** تم حساب قدرة التحمل من المعادلة(4) ومقارنة قيم قدرة التحمل مع تغير التماسك، فكانت النتائج كما في الشكل (8).

لم تختلف النتائج في حالة الأساس الدائري عن النتائج في حالة الأساس المربع لأن العلاقتين (3) و (4) تتطابقان في حدي التماسك والعمق، وتختلفان في حد السطح؛ وهو هنا معدوم في الحالتين لأن $N_\gamma = 0$.

6-1-4- **حالة أساس مستطيل:** تم حساب قدرة التحمل من المعادلة(2) ومقارنة قيم قدرة التحمل مع تغير التماسك، فكانت النتائج كما في الشكل (9).



الشكل(9): قدرة التحمل الحدية الكلية $q_u\ [kN/m^2]$ في حالة أساس مستطيل

6-1-5 ملاحظات:

- تزداد قدرة تحمل التربة مع ازدياد تماسك تربة التأسيس

- قيمة قدرة التحمل ثابتة وفق علاقات N_γ الأربع (مايرهوف، هانزن، فيزك، شين) لأن $N_\gamma = 0$

6-2 قدرة تحمل التربة وفق العلاقة العامة:

عوامل العمق ثابتة لجميع الأساسات لأن المتغير هو التماسك ، وهي مبينة في الجدول (4).

الجدول (4): عوامل العمق

مختلطة	
dc	1.18
dq	1.18
dγ	1.0

هانسن	
dc	1.20
dq	1.00
dγ	1.0

مايرهوف	
dc	1.10
dq	1.00
dγ	1.00

6-2-1- **حالة أساس مستمر:** تم حساب قدرة التحمل من المعادلة(11) ومقارنة قيم قدرة التحمل مع تغير التماسك، فكانت النتائج كما في الشكل (10).

أساس مستمر			
C	مايرهوف	هانزن	مختلطة
10	80.7	86.4	88.1
20	143.4	154.8	155.1
30	206.1	223.2	222.1
40	268.8	291.6	289.1
50	331.5	360.0	356.0



الشكل(10): قدرة التحمل الحدية الكلية $q_u\ [kN/m^2]$ في حالة أساس مستمر

6-2-2- **حالة أساس مربع:** تم حساب قدرة التحمل من المعادلة(11) ومقارنة قيم قدرة التحمل مع تغير التماسك، فكانت النتائج كما في الشكل (11).

مختلطة	
Sc	1.00
Sq	1.00
Sɣ	0.70

هانسن	
Sc	1.18
Sq	1.00
Sɣ	0.6

مايرهوف	
Sc	1.20
Sq=Sɣ	1.00

أساس مربع			
C	مايرهوف	هانزن	مختلطة
10	93.2	98.4	88.1
20	168.5	178.8	155.1
30	243.7	259.2	222.1
40	319.0	339.6	289.1
50	394.2	420.0	356.0



الشكل(11): قدرة التحمل الحدية الكلية $q_u\ [kN/m^2]$ في حالة أساس مربع

6-2-3- **حالة أساس دائري:** قيم قدرة التحمل هي نفسها للأساس المربع (وفق العلاقة العامة)

6-2-4- **حالة أساس مستطيل 2 m ×3:** تم حساب قدرة التحمل من المعادلة(11) ومقارنة قيم قدرة التحمل مع تغير التماسك، فكانت النتائج كما في الشكل (12).

مختلطة	
Sc	1.00
Sq	1.00
Sɣ	0.80

هانسن	
Sc	1.12
Sq	1.00
Sɣ	0.7

مايرهوف	
Sc	1.13
Sq=Sɣ	1.00

أساس مستطيل			
C	مايرهوف	هانزن	مختلطة
10	89.1	94.4	88.1
20	160.1	170.8	155.1
30	231.2	247.2	222.1
40	302.2	323.6	289.1
50	373.3	400.0	356.0

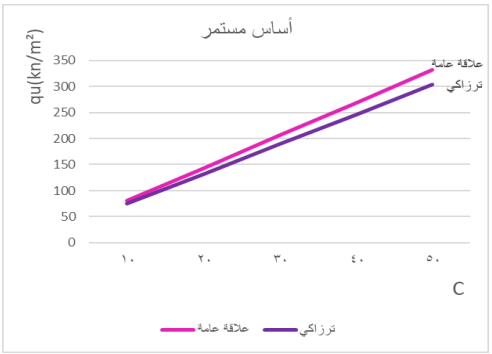


الشكل(12): قدرة التحمل الحدية الكلية $q_u\ [kN/m^2]$ في حالة أساس مستطيل

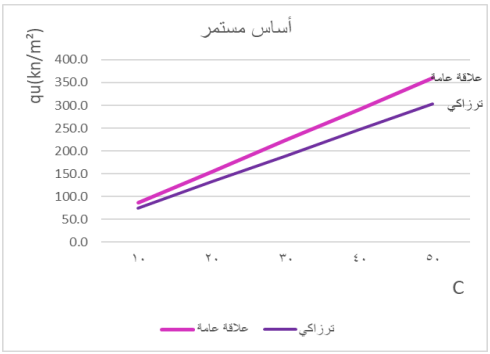
6-3 مقارنة بين قدرة تحمل التربة وفق ترزاكي والعلاقة العامة مع تغير التماسك:

6-3-1-حالة الأساس المستمر:

أساس مستمر(مايرهوف)		
C	علاقة عامة	ترزاكي
10	80.7	75.0
20	143.4	132.0
30	206.1	189.0
40	268.8	246.0
50	331.5	303.0



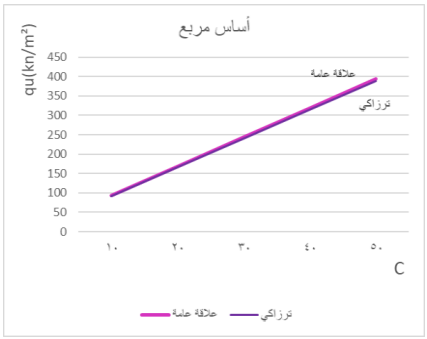
أساس مستمر(هانزن)		
C	علاقة عامة	ترزاكي
10	86.4	75.0
20	154.8	132.0
30	223.2	189.0
40	291.6	246.0
50	360.0	303.0



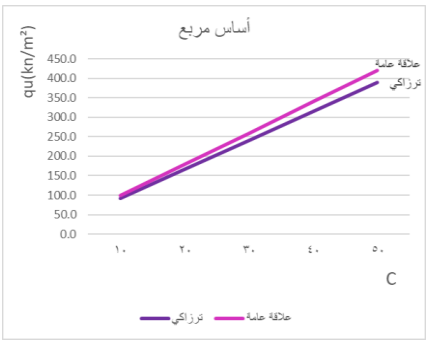
الشكل(13): قدرة التحمل الحدية الكلية $q_u\ [kN/m^2]$ في حالة أساس مستمر

6-3-2-حالة الأساس المربع:

أساس مربع(مايرهوف)		
C	علاقة عامة	ترزاكي
10	93.2	92.1
20	168.5	166.2
30	243.7	240.3
40	319.0	314.4
50	394.2	388.5



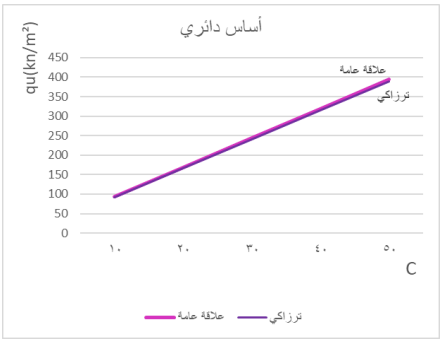
أساس مربع(هانزن)		
C	علاقة عامة	ترزاكي
10	98.4	92.1
20	178.8	166.2
30	259.2	240.3
40	339.6	314.4
50	420.0	388.5



الشكل(14): قدرة التحمل الحدية الكلية $q_u\ [kN/m^2]$ في حالة أساس مربع

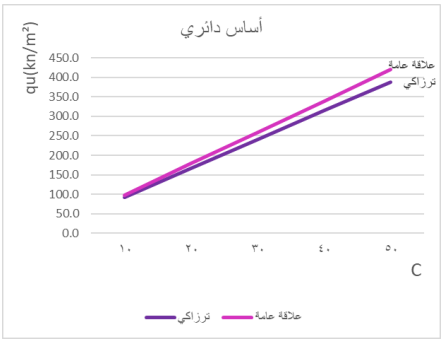
6-3-3-حالة الأساس الدائري:

أساس دائري(مايرهوف)		
C	علاقة عامة	ترزاكي
10	93.2	92.1
20	168.5	166.2
30	243.7	240.3
40	319.0	314.4
50	394.2	388.5



الشكل(15): قدرة التحمل الحدية الكلية $q_u\ [kN/m^2]$ في حالة أساس دائري بطريقة مايرهوف

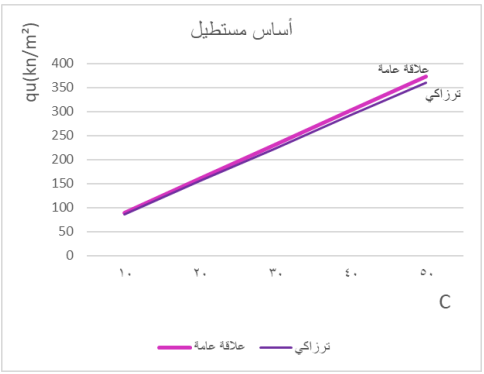
أساس دائري(هانزن)		
C	علاقة عامة	ترزاكي
10	98.4	92.1
20	178.8	166.2
30	259.2	240.3
40	339.6	314.4
50	420.0	388.5



الشكل(16): قدرة التحمل الحدية الكلية $q_u\ [kN/m^2]$ في حالة أساس دائري بطريقة هانزن

6-3-4-حالة أساس مستطيل (2*3m):

أساس مستطيل(مايرهوف)		
C	علاقة عامة	ترزاكي
10	89.1	86.4
20	160.1	154.8
30	231.2	223.2
40	302.2	291.6
50	373.3	360.0



أساس مستطيل(هانزن)		
C	علاقة عامة	ترزاكي
10	94.4	86.4
20	170.8	154.8
30	247.2	223.2
40	323.6	291.6
50	400.0	360.0



الشكل(17): قدرة التحمل الحدية الكلية $q_u\ [kN/m^2]$ في حالة أساس مستطيل

7- النتائج النهائية للبحث:

1- عند حساب قدرة التحمل في حالة التربة المتماسكة المشبعة بطريقة ترزاكي تكون قيمة قدرة تحمل التربة مستقلة عن عرض الأساس، ويكون حد السطح في العلاقة المذكورة معدوماً، لأن زاوية الاحتكاك الداخلي تكون معدومة، وقيمة العامل Nγ تكون معدومة، ولا يوجد اختلاف بين قيم Nγ المحسوبة حسب مايرهوف وهانزن وشين وفيسيك. وينطبق هذا الكلام على الأساس المستمر والأساس المربع والأساس الدائري، أما بالنسبة للأساس المستطيل فتختلف قدرة تحمل التربة باختلاف عرض الأساس إذا اختلفت النسبة B/L لوجود هذه النسبة في حد التماسك.

2- عند حساب قدرة التحمل في حالة التربة المتماسكة المشبعة بالطريقة العامة تكون قيمة قدرة تحمل التربة متعلقة بعرض الأساس، ويختلف تأثير تغير عرض الأساس على قيمة قدرة تحمل التربة زيادة أو نقصاناً حسب الحالة، كما هو واضح في النتائج ضمن الأشكال المعروضة في هذا البحث، لأن عوامل العمق تتعلق بالنسبة $\frac{D_F}{B}$ ، أي تنقص بازدياد B، أما عوامل الشكل فتتعلق بالنسبة $\frac{B}{L}$ ، أي تزداد بازدياد B.

3- بإجراء المقارنة في الحالات المختلفة لشكل الأساس نجد أن قيمة قدرة التحمل المحسوبة بالعلاقة العامة أكبر بقليل من القيمة المحسوبة بعلاقة ترزاكي وأحياناً مطابقة لها تقريباً. ويفسر ذلك بأن الاختلاف بين الطريقتين هو في علاقات N_γ التجريبية للباحثين المختلفين، أما من ناحية قيم N_c و N_q فلا يوجد اختلاف، وفي الحالة المدروسة $N_\gamma = 0$.

4- تزداد قدرة تحمل الحدية للتربة المتماسكة مع ازدياد التماسك في كل الحالات مهما كان شكل الأساس، وذلك بطريقة ترزاكي والطريقة العامة.

5- عند تغير قيم تماسك التربة؛ كانت قيم قدرة التحمل الحدية للتربة المتماسكة المشبعة نفسها في حالتي الأساس المربع والأساس الدائري بطريقة ترزاكي، وتفسير ذلك أن العلاقتين (3) و (4) تتطابقان في حدي التماسك والعمق، وتختلفان في حد السطح؛ وهو هنا معدوم في الحالتين لأن $N_\gamma = 0$.

6- عند تغير قيم تماسك التربة؛ كانت قيم قدرة التحمل الحدية للتربة المشبعة نفسها في حالتي الأساس المربع والأساس الدائري بالطريقة العامة بمختلف أشكالها، وإن سبب عدم تغير النتائج هو عدم تغير قيم عوامل الشكل والعمق في الحالتين، لأن (B/L=1) في كلا الحالتين؛ بالإضافة إلى أن $N_\gamma = 0$.

8- المراجع المستخدمة:

1- Brown, JD, and Meyerhof, GG (1969). "Experimental Study of Bearing Capacity in Layered Clays", 7th ICSFME, Vol. 2.

2- Chen, FH (1988). "Foundations on Expansive Soils". Elsevier Science Publishing Company Inc., New York.

3- Hansen, JB (1970). "A Revised and Extended Formula for Bearing Capacity", Danish Geotechnical Institute Bul. No. 28, Copenhagen.

4- Meyerhof, GG (1951). "The Ultimate Bearing Capacity of Foundations", Geotechnique, Vol. 2, No. 4.

5- Meyerhof, GG (1963). "Some Recent Research on Bearing Capacity of Foundations", CGJ Ottawa, Vol. 1.

6- Meyerhof, GG (1965). "Shallow Foundations", JSMFD, ASCE, Vol. 91, SM 2.

7- Terzaghi, K (1943). "Theoretical Soil Mechanics", Wiley and Sons, New York.

8- Terzaghi, K (1951). "The Influence of Modern Soil Studies on the Design and Construction of Foundations" Bldg. Research Congr., London, 1951, Div 1, Part III.

9- Terzaghi, k, and Peak, RB (1948). "Soil Mechanics in Engineering Practice", Wiley, New York.

10- Terzaghi, k, and Peak, RB (1967). "Soil Mechanics in Engineering Practice", John Wiley and Sons, NY.

11- Terzaghi, k, Peak, RB, and Mesri, G (1996). "Soil Mechanics in Engineering Practice", John Wiley and Sons, Inc., Third Ed., New York.

12- Vesic, AS (1973). "Analysis of Ultimate Loads of Shallow Foundations", JSMFD, ASCE, Voi. 99, SM 1.

13- Vesic, AS (1975). "Bearing Capacity of Shallow Foundations", Foundation Engineering Handbook, Van Nostrand Reinhold Book Co., NY.