

الفصل الثاني

٢-١ معادلات قدرة تحمل الوتد:

تعطى قدرة تحمل الحمولة الحديدية للوتد بمعادلة بسيطة. الحمولة الحديدية هي مجموع الحمولة المطبقة عند رأس الوتد بالإضافة إلى مقاومة الاحتكاك السطحي الناشئة من تماس الوتد والترية

$$Q_U = Q_P + Q_S \quad (٦)$$

Q_P : الحمولة التي يتحملها رأس الوتد

Q_S : الحمولة التي يتحملها الاحتكاك الناتج على جوانب الوتد

تعطى قدرة التحمل الحديدية للأساسات السطحية اعتماداً على معادلات ترزاكي:

$$q_u = 1.3cN_c + qN_q + 0.4\gamma BN_\gamma \quad (٧)$$

$$q_u = 1.3cN_c + qN_q + 0.3\gamma BN_\gamma \quad (٨)$$

وبشكل مشابه فان معادلة قدرة التحمل العامة من أجل أساسات سطحية ومن أجل حمولة شاقولية

هي كالتالي:

$$q_u = 1.3cN_c F_{cs} F_{cd} + qN_q F_{qs} F_{qd} + 0.5\gamma BN_\gamma F_{qd} F_{\gamma s} \quad (٩)$$

من أجل أساسات مربعة سطحية، لذلك وبشكل عام فإن قدرة تحمل الحمولة الحديدية يمكن أن يعبر عنها بالشكل:

$$q_u = 1.3cN_c^* + qN_q^* + \gamma BN_\gamma^* \quad (١٠)$$

وذلك من أجل أساسات مربعة سطحية

حيث N_c^* ، N_q^* ، N_γ^* هي عوامل قدرة التحمل التي تتضمن عوامل العمق والشكل الضرورية باعتبار

أساسات الوتد هي أساسات عميقة، فإنه يمكن التعبير عن المقاومة الحديدية بوحدة المساحة

$$q_u = q_P = cN_c^* + qN_q^* + \gamma BN_\gamma^* \quad (١١)$$

يمكن إهمال الحد الأخير مقارنة مع الحديد الأول والثاني بسبب كون القطر D للوتد صغير نسبياً بدون أن يشكل ذلك خطأ كبير.

$$q_u = q_P = cN_c^* + q'N_q^* \quad (١٢)$$

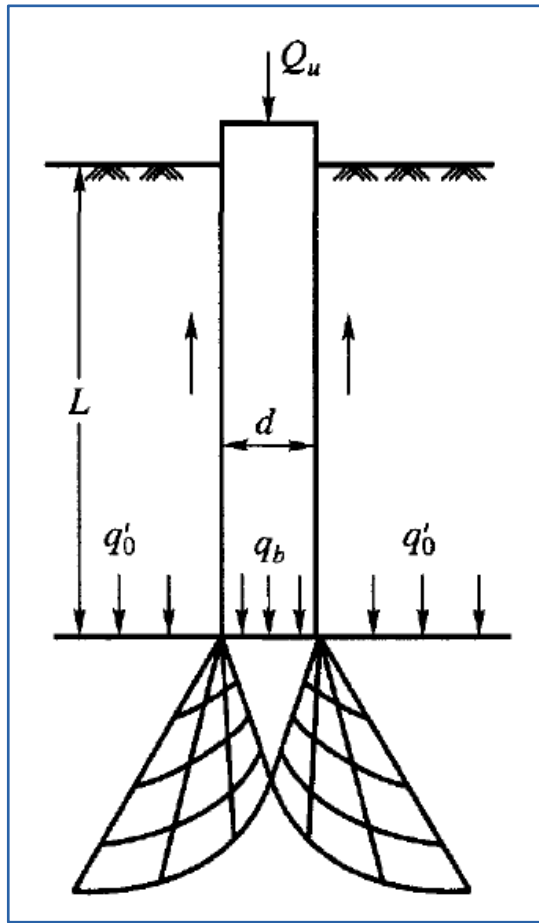
ويمكن تبديل الرمز q بالرمز q' لتمييز الإجهاد الشاقولي الفعال، لذلك فان قدرة تحمل الرأس للوتد

٢-٣-١ قدرة تحمل الوتد الحديدية على الارتكاز:

يتم حسابها بثلاثة طرق مختلفة:

٢-٣-١-١ طريقه فيسك:

اقترح العالم فيسك عام ١٩٧٧ طريقة مطورة لحساب قدرة تحمل الوتد الحديدية على الارتكاز بفرض أن ميكانيكية الانهيار تحدث بتشكيل نواة متراسة تحت رأس الوتد تقوم بدفع الوتد للأسفل



الشكل: (2-2) قدرة تحمل الوتد حسب فيسك

$$Q_p = A_p * q_p \quad (15)$$

q_p : مقاومة الارتكاز للوتد في وحده المساحة

A_p : مساحه مقطع الوتد

$$q_p = C \times N * c + q' \times N * q \quad (16)$$

$$I_r = \frac{E_s}{2(1+\mu_s)(C+0.1q'\tan(\varphi))} \quad (17)$$

C: تماسك طبقة الارتكاز للوتد

q': الإجهاد الشاقولي الفعال

I_r: دليل الصلابة

μ_s: نسبه بواسون للتربة عند رأس الوتد

E_s: معامل يونغ للتربة عند رأس الوتد

$$q' = \gamma_1 h_1 + \gamma_2 h_2 + \gamma_3 h_3 + \dots \quad (18)$$

γ₁ γ₂ γ₃ الوزن الحجمي للتربة

h₁ h₂ h₃ سماكه طبقات التربة

$$I_{rr} = \frac{I_r}{1+I_r \Delta} \quad (19)$$

I_{rr} دليل الصلابة المخفض

φ زاوية الاحتكاك الداخلي للتربة

$$\Delta = 0 \rightarrow I_r = I_{rr} \quad (20)$$

$$N^*_\sigma = \alpha_1 N_\varphi I_{rr}^{\alpha_3} e^{\alpha_2} \quad (21)$$

$$N_\varphi = \tan^2 \left(45 + \frac{\varphi}{2} \right) \quad (22)$$

$$\alpha_1 = \frac{3}{3 - \sin(\varphi)} \quad (23)$$

$$\alpha_2 = (\pi/2 - \varphi) \tan(\varphi) \quad (24)$$

$$N^*_c = (N^*_q - 1) \cot(\varphi) \quad (25)$$

$$\alpha_3 = \frac{1.33 \sin(\varphi)}{1 + \sin(\varphi)} \quad (26)$$

$$N^*_q = N^*_\sigma \frac{(1+2k_0)}{3} \quad (27)$$

معامل الدفع الجانبي للتربة عند الراحة حيث K_0

$$k_0 = 1 - \sin(\varphi) \quad (28)$$

$$\sigma'_o = \frac{(1+2k_0)q'}{3} \quad (29)$$

عوامل قدره التحمل N^*_q, N^*_σ, N^*_c

$$q_p = C \times N^*_c + \sigma'_o \times N^*_\sigma \quad (30)$$

معادلة حمولة الارتكاز الحدية الواحدة حسب فيسك

$$A_p = \pi(D)^2/4 \quad (31)$$

$$Q_p = A_p * q_p \quad (32)$$

٢-٣-١-٢ طريقه مير هوف:

$$Q_p = A_p (C N^*_c + q' N^*_q) \quad (33)$$

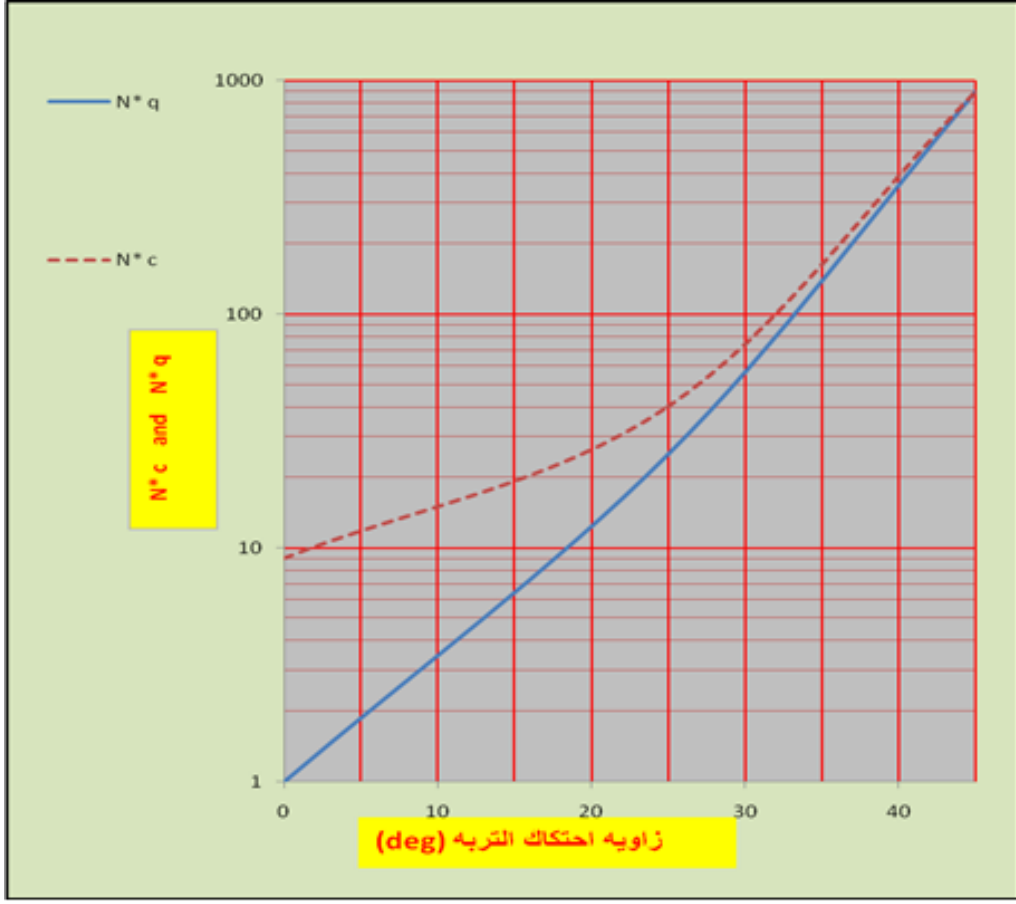
C: تماسك طبقه الارتكاز للوتد q' : الإجهاد الشاقولي الفعال

$$q' = \gamma_1 h_1 + \gamma_2 h_2 + \gamma_3 h_3 + \dots \quad (34)$$

$\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3$ الوزن الحجمي للتربة

$h_1, h_2, h_3 \dots$ سماكة طبقات التربة

نحدد N^*_q, N^*_c من الشكل (٣-٢)



الشكل: (3-2) قدرة تحمل الوتد حسب ميرهوف

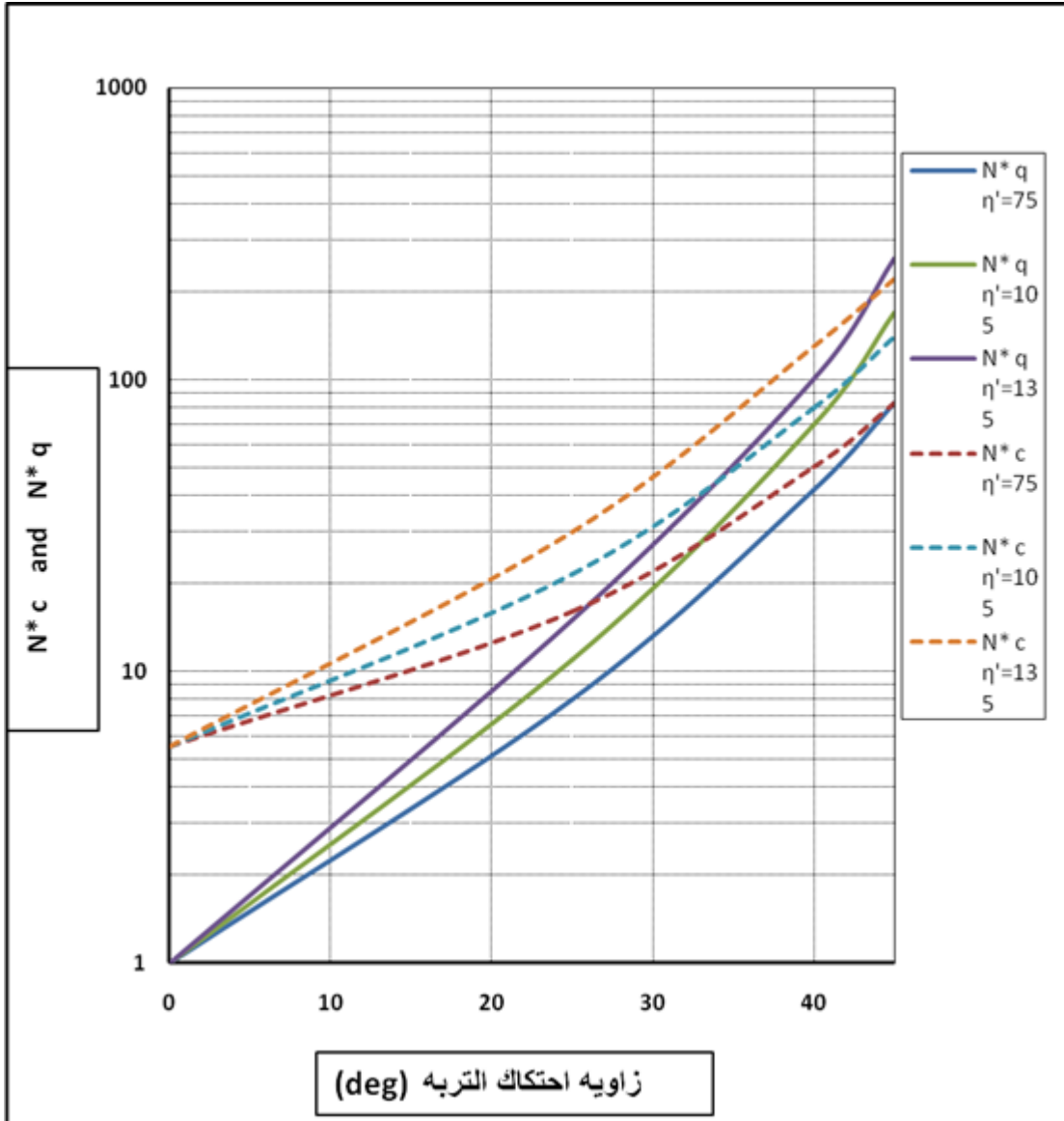
٣-١-٣-٢ طريقه جانبو:

$$Q_p = A_p (C N^*c + q' N^*q) \quad (35)$$

$$N_q^* = e^{2\eta' \tan(\phi)} \left(\tan \phi + \sqrt{1 + \tan^2 \phi} \right)^2 \quad (36)$$

عامل يتراوح من ٧٠ للتربة الغضارية الطرية حتى ١٣٥ للتربة الرملية الكثيفة

من الشكل رقم (4-2) نحدد قيمه η' بحسب N_q^* , N_c^*



الشكل: (4-2) قدرة تحمل الوتد حسب جانبو

٢-٣-٢ حساب قدره تحمل الوتد الحديدية على الاحتكاك Q_s :

١-٢-٣-٢ حساب قدره تحمل الوتد الحديدية على الاحتكاك Q_s حسب طريقة λ

$$Q_s = p L f_{av} \quad (37)$$

L: طول الوتد

P محيط الوتد: $p = \pi D$

$$f_{av} = \lambda(\sigma'_v + 2C_u) \quad (38)$$

σ'_v : الإجهاد الوسطي الشاقولي الفعال

C_u : القيمة الوسطية لمعامل التماسك غير المصروف لكل الطبقات

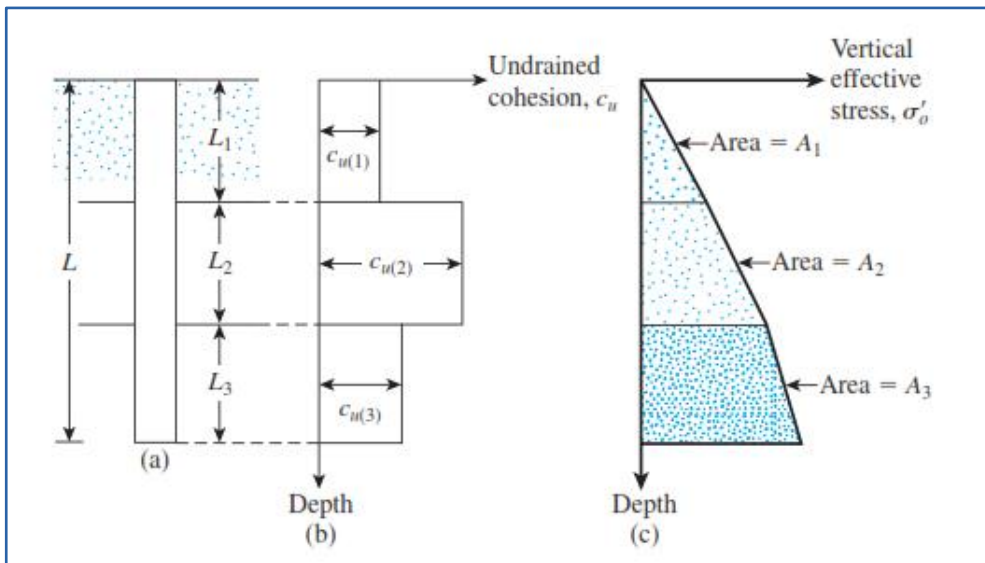
تؤخذ قيمة λ من الشكل (١٨-٢)

$$C_u = \frac{C_{u1}L_1 + C_{u2}L_2 + C_{u3}L_3 + \dots}{L} \quad (39)$$

L: الطول الكلي للوتد و L_1, L_2 : سماكه كل طبقة

$$\sigma'_v = \frac{A_1 + A_2 + A_3 + \dots}{9L} \quad (40)$$

A_1, A_2, A_3 : المساحة لمخطط الإجهاد الشاقولي الفعال لكل طبقة.



الشكل (٥-٢) حساب قدره تحمل الوتد الحديدية على الاحتكاك Q_s حسب طريقة λ

٢-٢-٣-٢ حساب قدره تحمل الوتد الحديدية على الاحتكاك Q_S حسب طريقة β :

عندما تدق الأوتاد في التربة الغضارية المشبعة، يزداد ضغط الماء المسامي في التربة حول الوتد، من ناحية أخرى فإنه خلال شهر تقريباً يختفي هذا الضغط تدريجياً حيث أن المقاومة الاحتكاكية الواحديية يمكن أن تحدد عندئذ على أساس ثوابت الإجهاد الفعال للغضار:

المقاومة الاحتكاكية الواحديية.

$$f = \sigma'_v \times \beta \quad (٤١)$$

$$\beta = k \times \tan \phi'_R$$

σ'_v : الإجهاد الشاقولي الفعال عند عمق معين.

ϕ'_R : زاوية الاحتكاك المصرفة للغضار المعاد التشكيل.

K : معامل الدفع الجانبي للتربة عند الراحة $K = 1 - \sin \phi_R$ من أجل غضار مرصوص طبيعياً.

$$f = (1 - \sin \phi_R) \tan \phi_R \sigma'_v \quad (٤٢)$$

بعد أن نحدد المقاومة الواحديية f نحسب المقاومة الاحتكاك الكلية Q

$$Q_S = \sum f p \Delta L$$

٢-٢-٣-٣ حساب قدره تحمل الوتد الحديدية على الاحتكاك Q_S حسب طريقة α :

بالاعتماد على طريقة α

فإن المقاومة الواحديية السطحية في التربة الغضارية تعطى بالمعادلة التالية:

$$f = \alpha C_u$$

α : عامل التلاصق التجريبي.

$$Q_S = \sum f p \Delta L = \sum \alpha C_u p \Delta L \quad (٤٣)$$

٢-٣-٣ حساب قدره تحمل الوتد المسموحة:

قدرة تحمل الحمولة الأعظمية (الحديية) للوتد بجمع قدرة التحمل للرأس مع مقاومة الاحتكاك

السطحية، فإنه يجب استخدام عامل أمان مناسب للحصول على الحمولة المسموحة الكلية.

$$Q_{\text{all}} = \frac{Q_u}{F_s} \quad (٤٥)$$

F_s : عامل الأمان يتراوح في المجال (٤-٢.٥)

Q_{all} : قدرة التحمل الحمولة المسموحة للوتد

F_s : عامل الأمان على الارتكاز يتراوح في المجال (٤-٣),

F_s : عامل الأمان على الاحتكاك يتراوح في المجال (٣-٢),