



**Soil Mechanics-Theoretical  
Third Year- Lec. (2)**

**Dr. MAIASA MLHEM**

## TERZAGHI EQUATIONS

Strip foundation ( $B/L=0$ );  $q_u = c * N_c + \gamma * D_f * N_q + 0.5 * \gamma * B * N_\gamma$

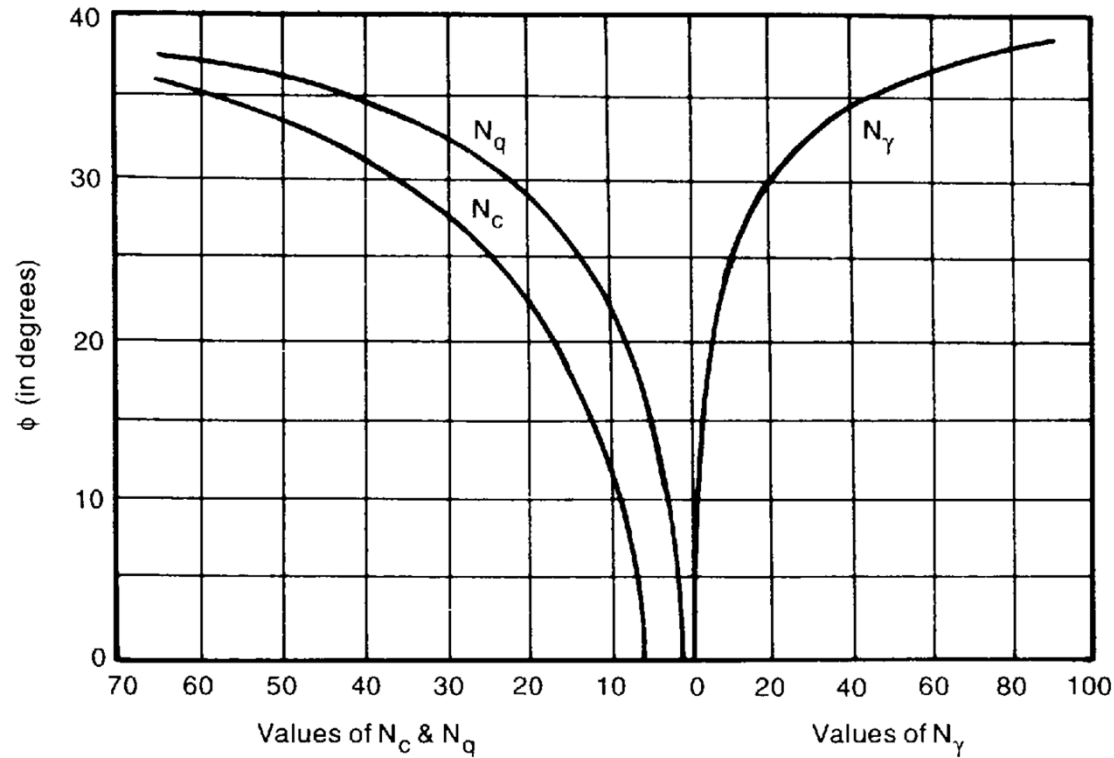
Square foundation  $q_u = 1.3 * c * N_c + \gamma * D_f * N_q + 0.4 * \gamma * B * N_\gamma$

Circular foundation  $q_u = 1.3 * c * N_c + \gamma * D_f * N_q + 0.3 * \gamma * B * N_\gamma$

$\phi > 36^\circ \Rightarrow$  *general shear failure*

$29^\circ < \phi < 36^\circ \Rightarrow$  *combined shear failure*

$\phi < 29^\circ \Rightarrow$  *local shear failure*  $\Rightarrow c' = \frac{2}{3}c, \phi' = \arctan(\frac{2}{3}\phi)$



$\phi$	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°
$N_c$	5.7	7.3	9.6	12.9	17.7	25.1	37.2	57.8	95.7	172
$N_q$	1.0	1.6	2.7	4.4	7.4	12.7	22.5	41.4	81.3	173
$N_\gamma$	0.0	0.5	1.2	2.5	5.0	9.7	19.7	42.4	100	298

## معادلات Meyerhof:

طور مايرهوف معادلات قدرة تحمل التربة كتوسيع لمفهوم ترزاعي للتربة التي فوق نعل الأساس للأساسات السطحية والعميقة.

تم أخذ بعين الاعتبار شكل الأساس، ميلان الحمولة المطبقة وعمق التأسيس ضمن عوامل  $s, i, d$ .

لأساس مستطيل حيث  $L > B$  وحمولة مائلة:

$$q_u = c'N_c s_c i_c d_c + \gamma * D * N_q * s_q * i_q * d_q + 0.5 * B * \gamma * N_\gamma * s_\gamma * i_\gamma * d_\gamma$$

للحمولة الشاقولية:  $i_c = i_q = i_\gamma = 1$  يكون

$$q_u = c'N_c s_c d_c + \gamma * D * N_q * s_q * d_q + 0.5 * B * \gamma * N_\gamma * s_\gamma * d_\gamma$$

$$s_c = 1 + 0.2 * (B / L) \tan^2(45^\circ + \phi' / 2), \quad s_q = s_\gamma = 1 + 0.1 * (B / L) \tan^2(45 + \phi' / 2)$$

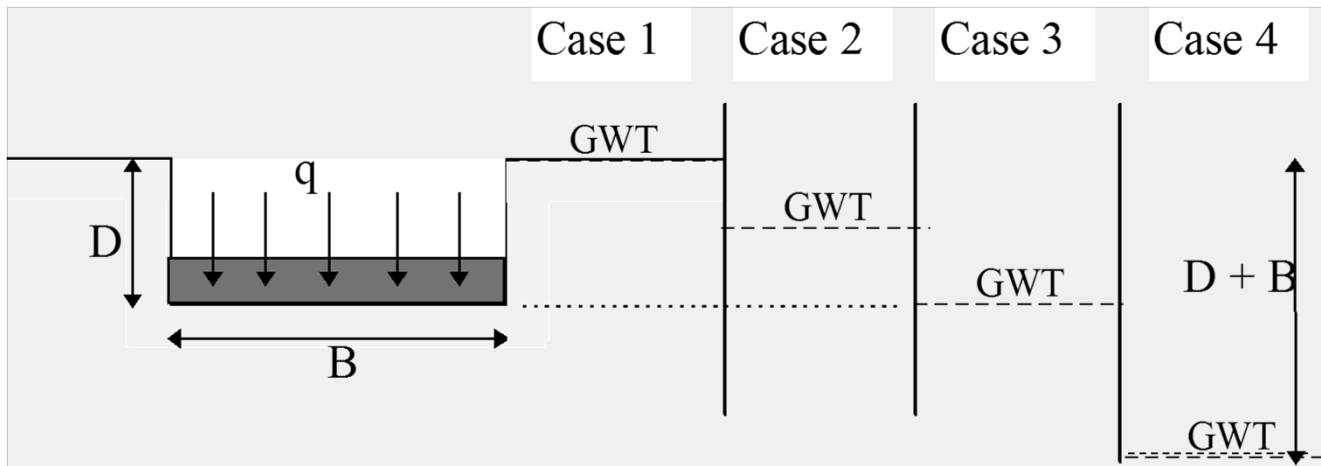
للتربة  $c_u$ ،  $\Phi_u = 0$  يكون  $s_q = s_\gamma = 1$ .

$$i_c = i_q = (1 - \alpha^\circ / 90^\circ), \quad i_\gamma = (1 - \alpha / \phi')^2$$

للتربة  $c_u$ ،  $\Phi_u = 0$  يكون  $i_\gamma = 1$

$$d_c = 1 + 0.2 * (D / B) \tan(45^\circ + \phi' / 2), \quad d_q = d_\gamma = 1 + 0.1 * (D / B) \tan(45 + \phi' / 2)$$

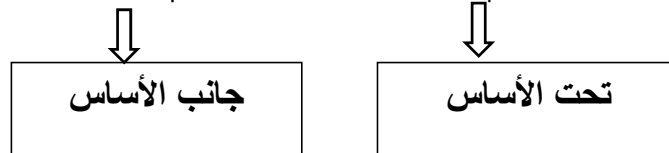
للتربة  $c_u$ ،  $\Phi_u = 0$  يكون  $d_q = d_\gamma = 1$



تأثير المياه الجوفية

طريقة 1

**Case 1:** use  $\gamma'$  for the  $\gamma DN_q$  and  $\frac{1}{2}B\gamma N_y$  terms



**Case 2:** for the  $\gamma DN_q = \sigma' N_q$  term

calculate the effective stress at the depth of the footing

$$\sigma' = \sigma - u = \gamma D - \gamma_w h_w$$

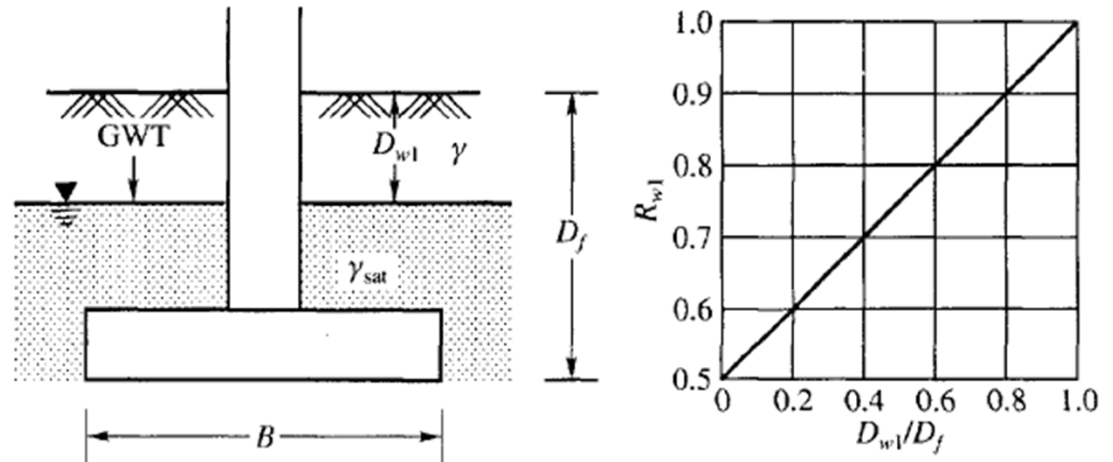
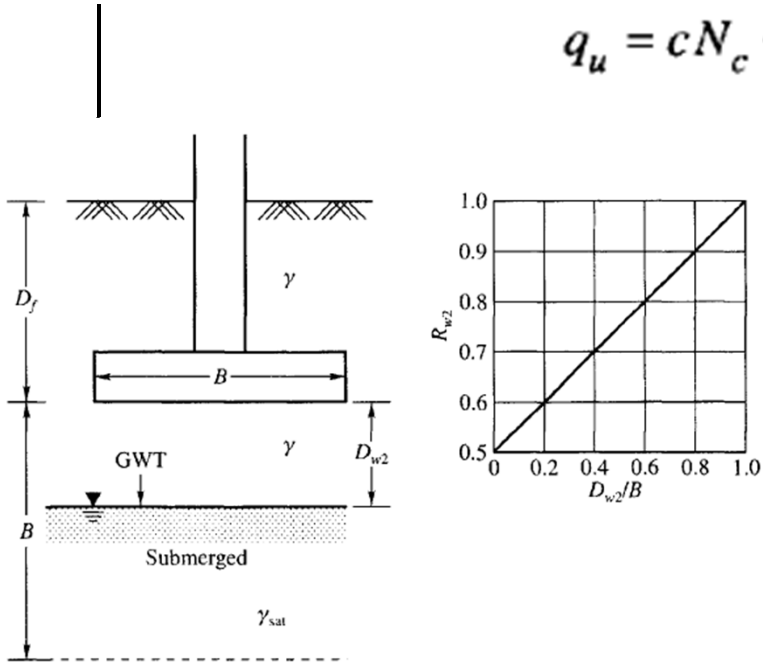
and for the  $\frac{1}{2} \gamma B N_y$  use  $\gamma'$ .

**Case 3:** use  $\gamma$  for the  $\gamma DN_q$  term, and use  $\gamma'$  for the  $\frac{1}{2} \gamma B N_y$  term.

**Case 4:** use  $\gamma$  for the  $\gamma DN_q$  and  $\frac{1}{2}B \gamma N_y$  terms.

طريقة 2 لحساب تأثير المياه الجوفية

$$q_u = cN_c + \gamma D_f N_q R_{w1} + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma R_{w2}$$



منسوب المياه الجوفية تحت الأساس  
ولكن ضمن عمق يساوي عرض  
الأساس

منسوب المياه الجوفية أعلى من الأساس

### طريقة 3 لحساب تأثير المياه الجوفية

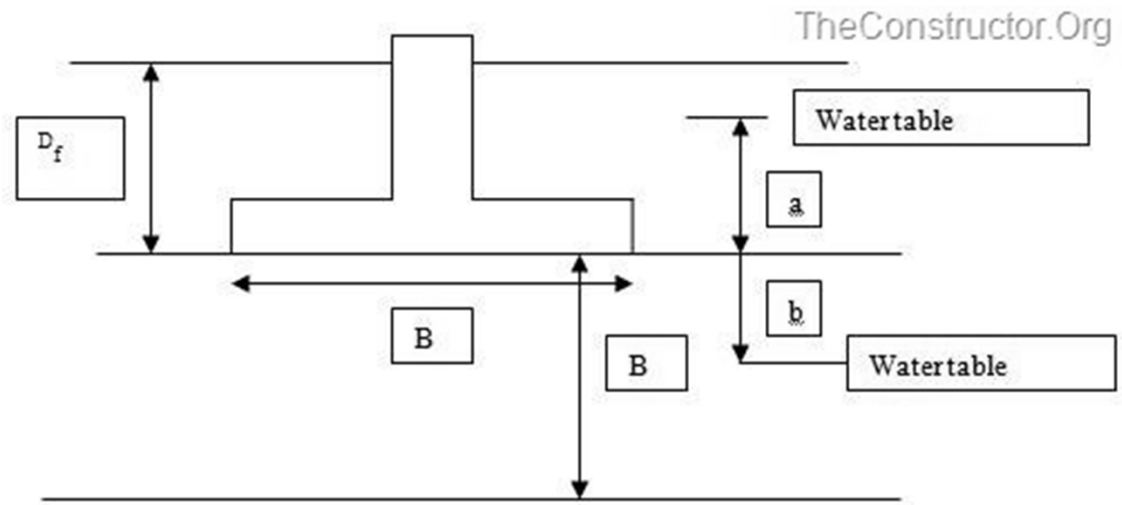
$$q_u = c * N_c + \gamma * D_f * N_q * R_{w1} + 0.5 * B * \gamma * N_\gamma * R_{w2}$$

عندما تكون المياه الجوفية تحت نعل الأساس

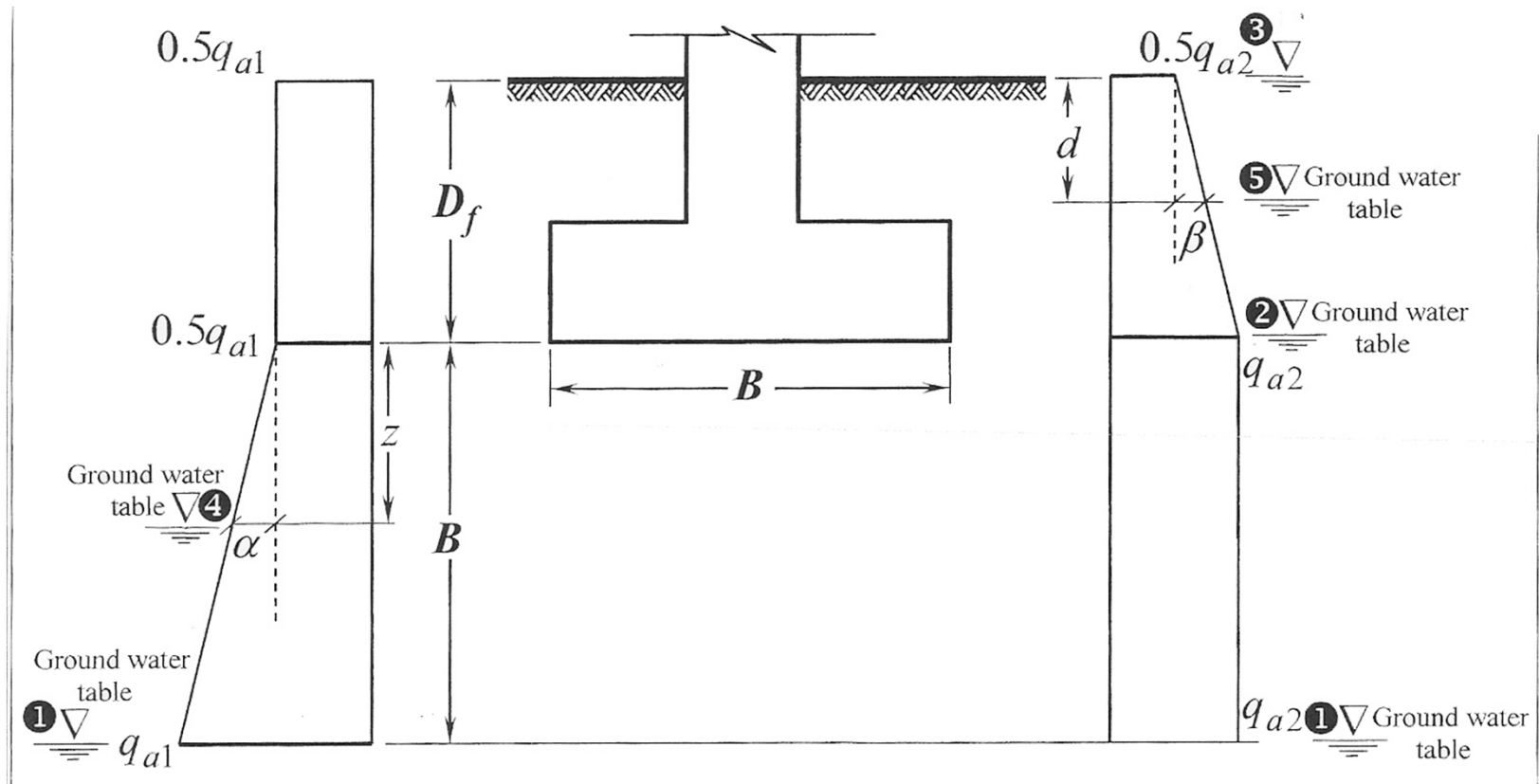
$$R_{w2} = 0.5 + 0.5 \left( \frac{b}{B} \right) \leq 1$$

عندما تكون المياه الجوفية فوق نعل الأساس

$$R_{w1} = 1 - 0.5 \left( \frac{a}{D_f} \right) \leq 1$$



طريقة 4 لحساب تأثير المياه الجوفية





## الأساس:

الأساس هو جزء من المنشأة التي تنقل الوزن من المنشأ إلى التربة.  
وبالتالي فإن الأساسات هي الرابط بين المنشأ والتربة.

إن كلمة أساس هي ناتجة من fundare وتعني تموضع فوق شيء صلب. وظيفة الأساس توزيع الحمولات على مساحة كبيرة.

تصمم الأساسات:

بحيث أن (1) التربة لا تنهار بالقص وأن (2) الهبوط ضمن الحدود الآمنة.

الضغط الذي يمكن للتربة أن تتحمله بأمان يعرف بأنه ضغط التحمل المسموح allowable bearing pressure.

سوف نقوم بتحديد هذا الضغط.

## المصطلحات

قدرة التحمل الحدية Ultimate Bearing Capacity ( $q_u$ ):

هو الضغط الكلي عند نعل الأساس حيث التربة تنهار بالقص.

قدرة التحمل الصافية Net Ultimate Bearing Capacity ( $q_{nu}$ ):

هي الزيادة الصافية في الضغط عند نعل الأساس التي تسبب انهيار القص للتربة.

وتساوي الضغط الكلي gross مطروحا منه الضغط المطبق أي يساوي:

$$q_{nu} = q_u - \gamma * D_f$$

حيث:

$q_u$  قدرة التحمل الحدية (gross)،  $\gamma$  الوزن الحجمي للتربة،  $D_f$  عمق التأسيس

ويجب ملاحظة أن الضغط المسبق يكون موجودا قبل تنفيذ الأساس

## قدرة التحمل الآمنة الصافية ( $q_{ns}$ ) Net Safe Bearing Capacity

هي ضغط التربة الصافي الذي يمكن تطبيقه بشكل آمن على التربة باعتبار انهيار القص فقط. ويحسب من العلاقة:

$$q_{ns} = q_{nu} / F.S.$$

## قدرة التحمل الآمنة الكلية ( $q_s$ ) Gross Safe Bearing Capacity

هي الضغط الأعظمي الكلي الذي يمكن أن تتحمله التربة بأمان بدون حدوث انهيار القص. ويحسب من العلاقة:

$$q_s = q_{ns} + \gamma * D_f$$

أو

$$q_s = (q_{nu} / F.S.) + \gamma * D_f \quad (*)$$

$$q_s = q_u / F.S. = (q_{nu} + \gamma * D_f) / F.S. = q_{nu} / F.S. + \gamma * D_f / F.S.$$

بما أن قيمة مضافة كلياً فليس من المنطق أن نقسمها على عامل أمان ولذلك نتبع المعادلة (\*) لحساب الضغط الأمان الكلي  $q_s$ .

ضغط الهبوط الأمان الصافي ( $q_{np}$ ): Net Safe Settlement Pressure

وهو الضغط الصافي الذي يمكن أن تتحمله التربة بدون أن يحدث هبوطاً يزيد عن الهبوط المسموح. يتراوح الهبوط المسموح من 25mm إلى 40mm للأساسات المنفردة.

ضغط التحمل المسموح الصافي ( $q_{na}$ ): Net Allowable Bearing Pressure

هو ضغط التحمل الصافي الذي يمكن أن نستخدمه لتصميم الأساسات. وفقاً لمتطلبات التصميم يجب أن لا يحدث انهيار قص وأن يكون الهبوط ضمن الحدود المسموحة، وبالتالي ضغط التحمل المسموح هو الأصغر من قيمتي قدرة التحمل الأمانة الصافية  $q_{ns}$  و ضغط الهبوط الأمان الصافي  $q_{np}$  أي:

$$q_{na} = q_{ns} \quad \text{if} \quad q_{np} > q_{ns}$$

$$q_{na} = q_{np} \quad \text{if} \quad q_{ns} > q_{np}$$

ضغط التحمل المسموح الصافي يعرف بأنه ضغط التربة المسموح أو ضغط التحمل المسموح أو قدرة التحمل المسموحة.

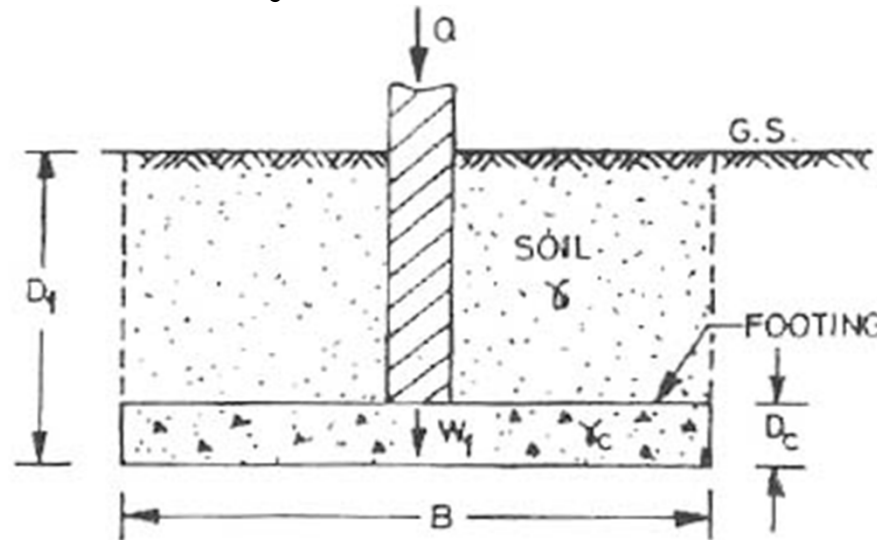
الضغط الكلي والصابي للأساس :Gross & Net Footing Pressures

يحسب كما يلي:

### الأساس مردوم:

يبين الشكل 1، إذا تعرض الأساس لحمولة  $Q$ . وكان وزن الأساس والترربة التي فوقه  $W_f$  فإن الضغط الكلي للأساس يعطى بالعلاقة:

$$q_g = (Q + W_f) / A \quad (2)$$



حيث A مساحة الأساس.

$$q_g = \frac{Q}{A} + \frac{(D_c \gamma_c)A}{A} + \frac{(D_f - D_c) \gamma A}{A} \quad (3)$$

يمكن ان نكتب المعادلة 2 كما يلي:

حيث  $\gamma_c$  الوزن الحجمي للبيتون ،  $D_c$  سماكة الأساس ،  $\gamma$  الوزن الحجمي للتربة ، Q الحمولة المطبقة.

ضغط الأساس الصافي يساوي ضغط الأساس الكلي مطروحا منه الضغط المطبق ومنه:

$$q_n = \frac{Q}{A} + \frac{(D_c \gamma_c)A}{A} + \frac{(D_f - D_c) \gamma A}{A} - \gamma D_f$$

$$q_n = \frac{Q}{A} + (\gamma_c - \gamma) D_c \quad (5)$$

بتعويض قيمة  $q_g$  من المعادلة 3 يكون لدينا:

إذا أهملنا الفرق بين الوزن الحجمي للبيتون (الذي تقريبا هو  $24 \text{ kN/m}^3$ ) والوزن الحجمي للتربة (الذي هو تقريبا  $20 \text{ kN/m}^3$ ) فتصبح المعادلة 5 كما يلي:

$$q_n = Q/A \quad (6)$$

وبالتالي يكون ضغط الأساس الصافي  $q_n$  مساويا للحمولة مقسمة على المساحة A.

للتصميم الآمن، ضغط الأساس الصافي  $q_n$  يجب أن يكون مساويا أو أقل من ضغط التحمل المسموح الصافي أي:

$$q_n \leq q_{na} \quad \text{أو}$$

$$Q/A \leq q_{na} \quad (7)$$

## ( 2 ) الأساس غير مردوم:

إذا كان الأساس تحت قبو كما في الشكل 2 فهو غير مردوم  
لهذه الأساسات يعطى الضغط الكلي كما يلي:

$$q_g = \frac{Q}{A} + D_c \gamma_c + t_f \gamma_c \quad (8)$$

حيث  $t_f$  سماكة أرضية القبو  
ويكون ضغط الأساس الصافي

$$q_n = q_g - \gamma D_f$$

أو

$$q_n = \left[ \frac{Q}{A} + D_c \gamma_c + t_f \gamma_c \right] - \gamma D_f \quad (9)$$

بما أن  $D_c$  و  $t_f$  صغيرة مقارنة بعمق التأسيس  $D_f$  يمكن إهمال الحد الثاني والثالث في المعادلة 9 وتصبح :

$$q_n = \frac{Q}{A} - \gamma D_f \quad (10)$$

للتصميم الآمن، يجب أن يكون ضغط الأساس الصافي مساويا أو أقل من ضغط التحمل المسموح الصافي أي:

$$q_n \leq q_{na} \text{ أو بتعبير آخر}$$

$$\frac{Q}{A} - \gamma D_f \leq q_{na} \quad (11)$$

$$\frac{Q}{A} \leq q_{na} + \gamma D_f \quad (12)$$

بمقارنة المعادلة (7) مع المعادلة (12) ، يلاحظ أن قدرة تحمل الأساس للحمولة تتزايد إذا لم يكن الأساس مردوم. ضغط الأساس الصافي سيتناقص للصفر إذا أصبحت المعادلة (10) كما يلي:

$$\frac{Q}{A} = \gamma D_f \quad (13)$$



هذا هو المبدأ بالحصيرة حيث يكون الضغط المطبق يساوي رد فعل التربة.

يجب التفريق بين  $q_n$  وضغط التحمل المسموح  $q_{na}$ .

ضغط الأساس يعتمد على الحمولة  $Q$  المطبقة على الأساس، بينما ضغط التحمل المسموح يعتمد على قدرة تحمل الأساس والهبوط المسموح.

ضغط التحمل المسموح هو تابع لنوع التربة والأساس.

تستخدم المعادلة (7) في تحديد مساحة الأساس إذا كان مردوما والمعادلة (12) إذا لم تكن مردومة.