

إيجاد شكل و مساحة التماس الفعالة لأساس مستطيل محمل لا مركزياً

ليث جواد عزيز

كلية الهندسة-جامعة الكوفة

الخلاصة

البحث الحالي يركز على تخمين تأثير التحميل اللامركزي على قابلية التحمل القصوى للتربة (Ultimate bearing capacity of soil)، من خلال تقليص أبعاد الأساس الحقيقية (B&L) إلى أبعاد فعالة هي (B'&L') تدخل في حساب قابلية تحمل التربة و من هذه الأبعاد الأخيرة نجد مساحة تماس الأساس بالتربة (المساحة الفعالة) (A').
اللامركزية تكون إما باتجاه واحد و هنا الأبعاد الفعالة (B'&L') للأساس المستطيل مساوية (إلى L'=L) (B'=B) أو باتجاهين و هنا الحالة تكون أكثر تعقيداً بسبب كون المصمم لا يستطيع معرفة شكل المساحة الفعالة، أما الأبعاد الفعالة للأساس في هذه الحالة فيتم إيجادها من فرض إن محصلة الحمل العمودي تمر ب مركز المساحة الفعالة.

العمل الحالي هيا أشكال تصميمية لإيجاد الأبعاد الفعالة بعد إعدادها و تقديمها في هذا البحث. الأشكال التصميمية تمكن المهندس من تصميم الأساس المستطيل المحمل بأحمال لا مركزية و بصورة سهلة و سريعة.

(1)-المقدمة

الأحمال اللامركزية (Eccentric loads) للأساس الضحلة (foundation shallow) تحدث نتيجة الأحمال العمودية (vertical loads) المسلطة خارج مركز الأساس أو عندما يكون هناك عزم مؤثر على الأساس (هذا العزم ناتج عن أحمال الرياح أو غيرها) إضافة إلى الحمل العمودي. قيمة المسافة اللامركزية (Eccentric distance) (e) من مركز الأساس إلى نقطة تسليط الحمل يمكن إيجادها من المعادلة (1).

$$e = \frac{M}{V} \quad (1)$$

(M):العزم المسلط على الأساس (V):القوة العمودية على الأساس

تأثير من قواعد الأساس المسجلة لا مركزياً لاجهادات غير منتظمة تتولد في سطح تماس التربة بالأساس ولتعديل هذه الاجهادات إلى اجهادات منتظمة، يتم تقليص أبعاد قاعدة الأساس (Footings base) بحيث نحصل على قاعدة مصغرة مركزها هو نقطة تأثير الحمل وكما نشاهد في الشكل (1)، مقدار النقصان يكون جزء من مساحة الأساس نتيجة قوة الشد الحاصلة في هذا الجزء، فتحدد شكل المساحة المتبقية من هذا الأساس يعتمد على قيمة اللامركزية (e) والتي قد تكون باتجاه واحد (One way eccentricity) أو باتجاهين (Two way eccentricity) ثم استخدام هذه المساحة المعروفة بمساحة التماس الفعالة (Effective footing contact area) في إيجاد الأبعاد الفعالة (Effective footing dimensions) لتلك الأساس (L' & B') بالاعتماد على المعادلة (2).

$$A' = L' \times B' \quad (2)$$

إن تعرض الفعالي للأساس مستطيل (Effective footing width, B') يؤثر بصورة كبيرة على قابلية تحمل التربة القصوى (Ultimate bearing capacity of soil) و يدخل في حسابها و كما مشاهد بالمعادلة (3). المعادلة (3) توضح أنه في حالة كون التربة طينية (Clay soil) أي زاوية الاحتكاك الداخلي (φ=0) و قيمة الثابت (N_γ=0) و إن الحد الثالث من هذه المعادلة يكون مساوياً الى الصفر و بذلك فإن عرض الأساس الفعال (B') لا يؤثر على قيمة قابلية

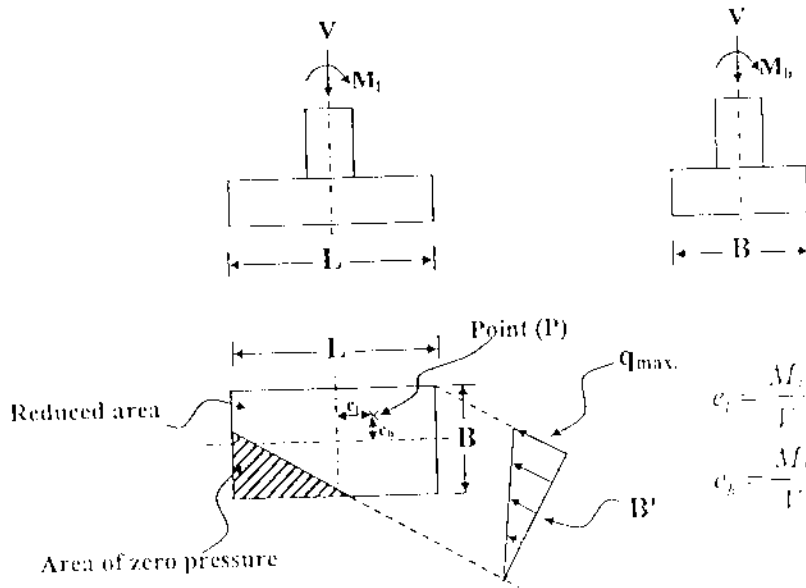
تحمل التربة و نستنتج من ذلك ان التربة الطينية تكون اقل تأثراً بالأبعاد الفعالة من التربة الرملية (Sandy soil). أما المساحة الفعالة فتدخل في حساب قوة تحمل التربة المسموح بها ($Q_{allowable}$) و كما موضح بالمعادلات (4) & (5).

$$q_{ult} = cN_c S_c d_c i_c g_c b_c + qN_q S_q d_q i_q g_q b_q + 0.5\gamma B' N_\gamma S_\gamma d_\gamma i_\gamma g_\gamma b_\gamma \text{------(3)}$$

$$q_{allowable} = \frac{q_{ult}}{F.S} \text{------(4)}$$

$$Q_{allowable} = q_{allowable} \times A' \text{------(5)}$$

حيث إن (F.S):معامل الأمان، (γ):كثافة التربة، (C):مقاومة تماسك التربة، (N_c, N_q, N_γ):ثوابت قابلية تحمل التربة للأسس المستمرة، (S_c, S_q, S_γ): ثوابت شكل الأسس الغير مستمرة، (d_c, d_q, d_γ):ثوابت عمق الأسس غير الموجودة على سطح التربة، (i_c, i_q, i_γ):ثوابت ميلان الحمل، (g_c, g_q, g_γ):ثوابت ميلان سطح التربة المجاورة لقاعدة الأسس، (b_c, b_q, b_γ):ثوابت ميلان قاعدة الأسس.



الشكل (١):توزيع الاجيادات على أساس منفصل (Spread footing) محمل بعزمين (M_1 & M_b) وقوة عمودية (V)

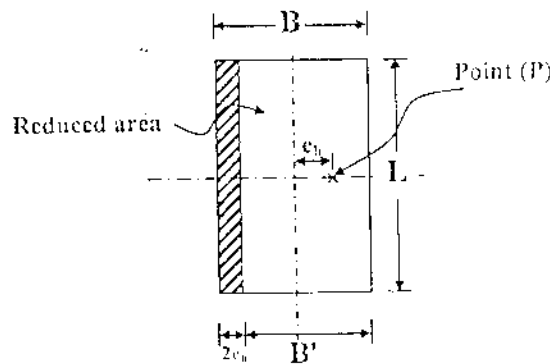
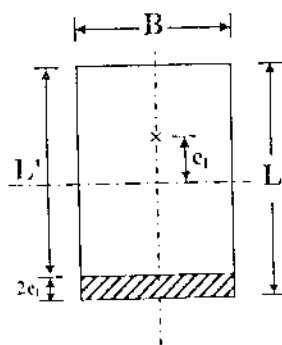
(٢)- إيجاد مساحة تماس قاعدة الأساس بالتربة (المساحة الفعالة)

(Determination of effective footing contact area) (A')

يعتمد إيجاد قيمة و شكل مساحة تماس قاعدة الأساس بالتربة على حالة تحميل الأساس ،فأحياناً تحمل الأسس بعزم انحناء (Bending moment) باتجاه واحد (طول أو عرض الأسس) و أحياناً أخرى تحمل بعزم باتجاهين طول و عرض الأساس و كما موضح بالشكل (١).

(i)-الأسس المحملة بعزم باتجاه واحد (One way eccentricity):

في هذا النوع من التحميل يتولد بُعْد فعال واحد هو (L' or B') و بالاعتماد على اتجاه العزم المسلط (اتجاه اللامركزية) على الأساس و كما نشاهد بالشكل (٢). في حالة كون اللامركزية أو العزم باتجاه عرض الأساس (الشكل A-2) فإن الأبعاد الفعالة ($L'=L$) & ($B'=B-2e_1$) ، أما حالة كون اللامركزية باتجاه طول الأساس (الشكل B-2) فإن الأبعاد الفعالة ($L'=L-2e_2$) & ($B'=B$). بعد إيجاد الأبعاد الفعالة (L' & B')، قيمة المساحة الفعالة يتم حسابها من المعادلة (٢).



(A) -اللامركزية باتجاه العرض ($L'=L$) & ($B'=B-2e_2$) (B) -اللامركزية باتجاه الطول ($L'=L-2e_1$) & ($B'=B$)

الشكل (٢): حالة تحميل لا مركزية باتجاه واحد

(ii) -الأسس المحملة بعزمين و باتجاهين مختلفين (Two way eccentricity):

في حالة وجود لا مركزية باتجاهين فهذه الحالة تكون أكثر تعقيداً من الحالة السابقة ، بسبب كون أن المصمم لا يستطيع تحديد شكل مساحة التماس الفعالة (A') و التي تعتمد على قيم اللامركزية (Eccentricity) (e_1 & e_2) distance: لذلك نفرض شكل هذه المساحة الفعالة و نشق معادلة عامة تربط بين قيم المسافة اللامركزية (e_1 & e_2) مع الأبعاد الفعالة . هذا الاشتقاق يبنى على عدة فرضيات (١) - أن مركز المساحة الفعالة المفروض ينطبق مع نقطة تأثير الحمل العمودي (Vertical loads) (٢) - الحمل العمودي يؤثر في الربع الأول (الشكل ١). هذه الفرضية لا تؤثر على قيم لمساحة الفعالة و ذلك لأن موضع الحمل العمودي في أي ربع من أرباع الأساس يعطي نفس النتيجة. (٣) - أن نفرض شكل المساحة الفعالة بكون لدينا أربع حالات أو احتمالات يتم عرضها كما يلي.

(A) - الحالة الأولى (Case one): نفرض شكل مساحة التماس الفعالة على هيئة مثلث موضح بالشكل (٣) و بعد تطبيق الفرضية الأولى و هي كون أن مركز المساحة الفعالة المفروضة (المثلث الشكل) ينطبق مع نقطة تأثير الحمل . مركز المساحة المثلثية نجده من $\frac{L}{3}$ & $\frac{B}{3}$ و نشق المعادلة التي تربط قيم المسافة اللامركزية و الأبعاد الفعالة و باتجاهين.

أو لا باتجاه طول الأساس

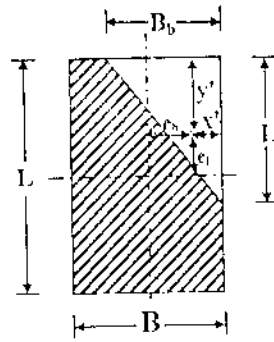
$$y' + e_1 = \frac{L}{2} \Rightarrow \frac{L}{3} + e_1 = \frac{L}{2} \Rightarrow L = 2e_1 + \frac{2}{3}L \Rightarrow$$

$$\frac{L}{L} = \frac{3}{2} \left(1 - 2 \frac{e_1}{L}\right) \text{----- (6)}$$

$$x' + e_2 = \frac{B}{2} \Rightarrow \frac{B}{3} + e_2 = \frac{B}{2}$$

شأنه باتجاه عرض الأساس

$$\frac{B}{B} = \frac{3}{2} \left(1 - 2 \frac{e_2}{B}\right) \text{----- (7)}$$



الشكل (٣): المساحة الفعالة المفروضة على شكل مثلث

من المعادلتين (٦)، (٧) نجد الأبعاد المشاهدة بالشكل (٣) و هي $(L_1 \& B_b)$ و منها نجد المساحة الفعالة $(A' = 0.5 \times L_1 \times B_b)$ و نعتبر أن أكبر قيمة بين $(L_1 \& B_b)$ هي (L') و أما (B') نجدّها من المعادلة (٢) . تم تحويل هذه المعادلة الى شكل رقم (٤) و الذي منه مباشرة يمكن إيجاد الأبعاد $(L_1 \& B_b)$ و قبل استخدام المعادلتين (٦) و (٧) يجب علينا معرفة حدود تلك المعادلتين التي نستخرجها كما يلي:
أولاً: باتجاه طول الأساس

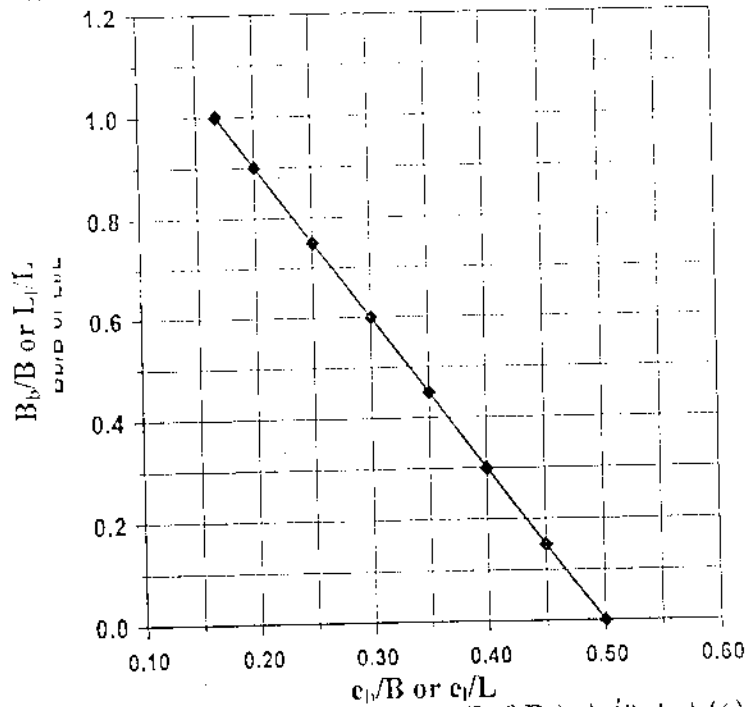
The limits of equation (6)&(7), when $L_1=L$ in eq.(6)

$$1 - 1.5 \left(1 - \frac{2e}{L} \right) > \frac{e}{L} \Rightarrow \frac{e}{L} = \frac{1}{6} \quad \text{ثانياً: باتجاه عرض الأساس } (B_b \cdot B)$$

$$\frac{e_h}{B} = \frac{1}{6}$$

شرط استخدام المعادلتين (٦) و (٧) أو الشكل (٤) هو:

$$\frac{e_h}{B} > \frac{1}{6} \quad \& \quad \frac{e_l}{L} > \frac{1}{6}$$

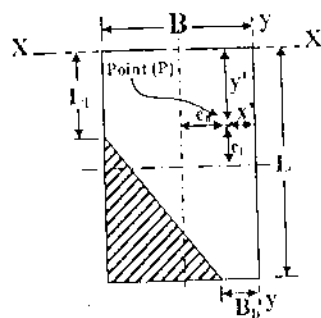


الشكل (٤): إيجاد الأبعاد $(L_1 \& B_b)$ عندما

(B) - الحالة الثانية (Case Two):

$$\frac{e_h}{B} \geq \frac{1}{6} \quad \& \quad \frac{e_l}{L} \geq \frac{1}{6}$$

نفرض المساحة المفقودة من الأساس المستطيل على شكل مثلث و المساحة المتبقية هي الفعالة (A') و كما ساعد في الشكل (5). الخطوة الأولى نستخرج مركز الجزء الغير مظلل (y' & x') وبعدها نجعل هذا المركز ينطبق مع نقطة تأثير التحمل العمودي (V) و نشق معادلة لإيجاد الأبعاد L_1 & B_1 و بالاتجاهين.



الشكل (5): المساحة الفعالة المفروضة في الحالة الثانية

أولاً: باتجاه طول الأساس

$$v'(LB_b + (B - B_b)L_1 + 0.5(B - B_b)(L - L_1)) = \frac{L^2 B_b}{2} + \frac{(B - B_b)L_1^2}{2} + \frac{1}{6}(B - B_b)(L - L_1)(L + 2L_1)$$

$$y' = \frac{B_b L^2 + BL_1^2 - B_b L_1^2 + 0.33(B - B_b)(L - L_1)(L + 2L_1)}{LB_b + L_1 B - B_b L_1 + BL} \quad (8)$$

$$e_1 + y' = \frac{L}{2} \quad (9)$$

Substituting Equation (8) into eq.(9), obtain :

$$\frac{e_1}{L} = \frac{1}{2} - \frac{B_b L^2 + BL_1^2 - B_b L_1^2 + 0.33(B - B_b)(L - L_1)(L + 2L_1)}{L(LB_b + L_1 B - B_b L_1 + BL)} \quad (10)$$

ثانياً: باتجاه عرض الأساس

$$x' = \frac{LB_b^2 + L_1(B - B_b)(B + B_b) + 0.33(L - L_1)(B - B_b)(B + 2B_b)}{LB_b + L_1 B - B_b L_1 + BL} \quad (11)$$

$$e_b + x' = \frac{B}{2} \quad (12)$$

Substituting Equation(11) into Equation(12), obtain :

$$\frac{e_b}{B} = \frac{1}{2} - \frac{LB_b^2 + L_1(B - B_b)(B + B_b) + 0.33(L - L_1)(B - B_b)(B + 2B_b)}{B(LB_b + L_1 B - B_b L_1 + BL)} \quad (13)$$

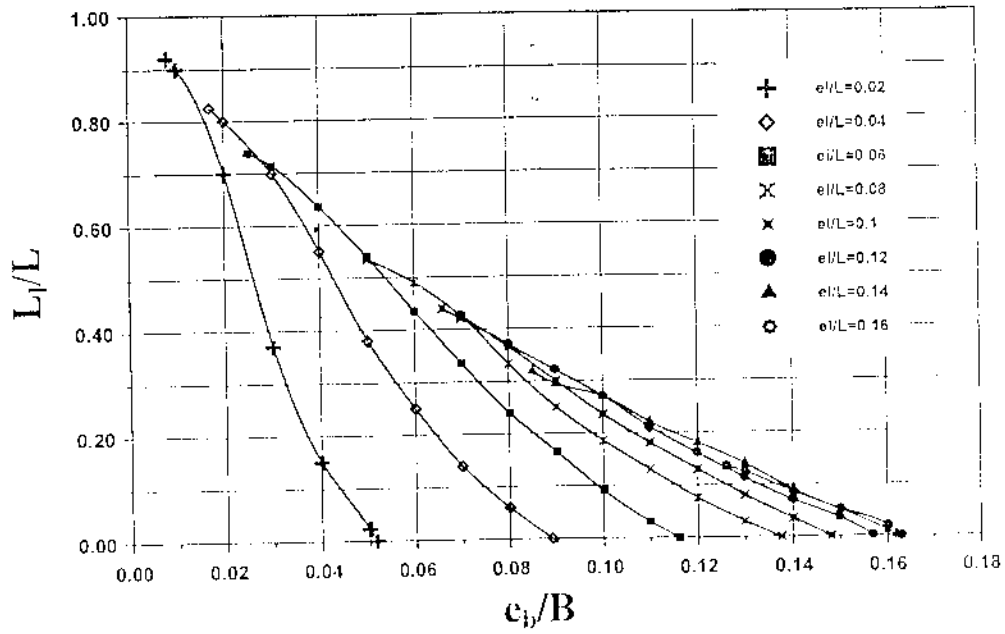
From Equation(13)

$$LB_b + L_1 B - B_b L_1 + BL = \frac{LB_b^2 + L_1(B - B_b)(B + B_b) + 0.33(L - L_1)(B - B_b)(B + 2B_b)}{B(\frac{1}{2} - \frac{e_b}{B})} \quad (13a)$$

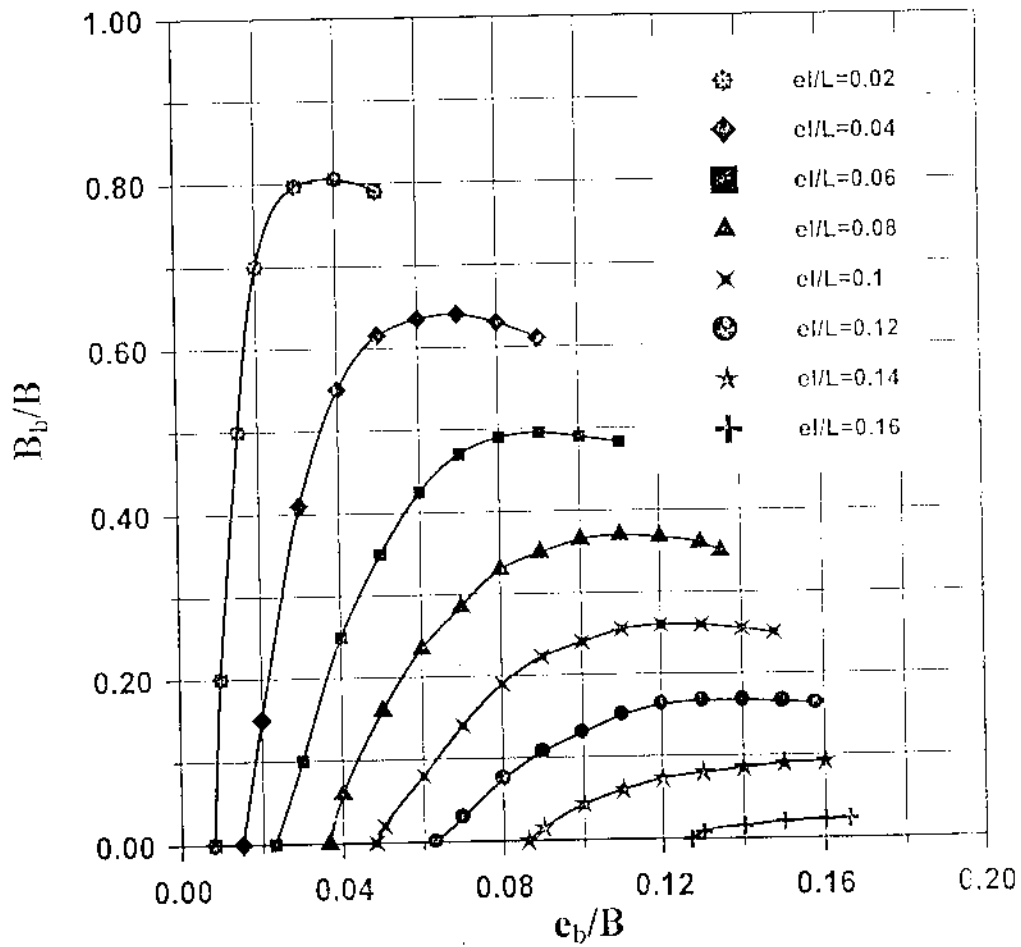
Substituting Equation(13a) into Equation(10), obtain

$$\frac{e_1}{L} = \frac{1}{2} - \frac{(B_b L^2 + BL_1^2 - B_b L_1^2 + 0.33(B - B_b)(L - L_1)(L + 2L_1))(B)(\frac{1}{2} - \frac{e_b}{B})}{L(LB_b^2 + L_1(B - B_b)(B + B_b) + 0.33(L - L_1)(B - B_b)(B + 2B_b))} \quad (14)$$

بعد تعويض قيم اللامركزية $\frac{e_l}{L}$ و $\frac{e_h}{B}$ و قيم أبعاد الأساس (L&B) بالمعادلة (١٤) و استخدام طريقة التجربة و الخطأ (Trial error) نجد الأبعاد $(L_1 \& B_1)$ و منها نجد المساحة الفعالة للأساس (A') و الموضحة بالشكل (٥) ،بعدها نفرض القيمة $(I_1=I)$ ،أما (B') نجدها من المعادلة (٢) و بذلك تم إيجاد الأبعاد الفعالة للأساس. من أجل تسهيل عملية إيجاد الأبعاد $(L_1 \& B_1)$ من المعادلة (١٤) و تجنب استخدام طريقة التجربة و الخطأ التي تحتاج إلى وقت ،تم تحويل هذه المعادلة إلى الشكلين (٦) و (٧) باستخدام برنامج بلغة بيسك (Basic programmed) ،يتم استخدام هذه المعادلة أو الشكلين المذكورة آنفاً عندما يتحقق الشرطين $\frac{e_l}{L} < \frac{1}{6}$ و $\frac{e_h}{B} < \frac{1}{6}$ وهما عكس الشرطين المستخدمين في الحالة الأولى بسبب كون المساحة الفعالة في هذه الحالة عكس المساحة الفعالة في الحالة الأولى.



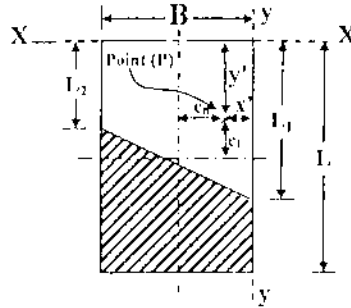
الشكل (٦): إيجاد البعد (L_i/L) ومنها نجد (L_i) للحالة الثانية $\frac{e_b}{B} < \frac{1}{6}$ & $\frac{e_t}{L} < \frac{1}{6}$



الشكل (٧): إيجاد البعد (B_b/B) ومنها نجد (B_b) للحالة الثانية $\frac{e_b}{B} < \frac{1}{6}$ & $\frac{e_t}{L} < \frac{1}{6}$

(C)-الحالة الثالثة (Case Three):

نفرض شكل مساحة الأساس الفعالة شبه منحرف (الجزء الغير مظلل) و كما مشاهد في الشكل (٨) و بنفس طريقة الاشتقاق الموضحة في الحالات السابقة نجد المعادلة لهذه الحالة.



الشكل (٨):المساحة الفعالة المفروضة شكل شبه منحرف في الحالة الثالثة

أولاً:باتجاه طول الأساس

$$x_1 = \frac{0.33(L_1^2 + L_2L_1 + L_2^2)}{L_1 + L_2} \quad (15)$$

$$e_1 + x_1 = \frac{L}{2} \quad (16)$$

Equation(15)in.Equation(16),obtain

$$e_1 = \frac{1}{L} \left[\frac{L_1^2 + L_2L_1 + L_2^2}{3(L_1 + L_2)} \right] \quad (17)$$

ثانياً:باتجاه عرض الأساس

$$x_2 = \frac{B(L_2 + 2L_1)}{3(L_1 + L_2)} \quad (18)$$

$$e_2 + x_2 = \frac{B}{2} \quad (19)$$

Equation(18)in.Equation(19),obtain :

$$e_2 = \frac{1}{B} \left(\frac{L_1 - L_2}{6} \right) \quad (20)$$

From.equation(20)

$$L_1 + L_2 = \frac{L_1 - L_2}{6 \frac{e_2}{B}} \quad (21)$$

Equation(21)in.equation(17),obtain :

$$\frac{e_1}{L} = \frac{1}{2} - \frac{2 \frac{e_2}{B} (L_1^2 + L_2L_1 + L_2^2)}{L(L_1 - L_2)} \quad (22)$$

من معرفة القيم $\frac{e_l}{L}$ و $\frac{e_b}{B}$ و قيم (L & B) و تعويضها بالمعادلة (٢٢) و بطريقة التجربة و الخطأ نستخرج

الأبعاد (L_1 & L_2) و منها نستخرج مساحة التماس الفعالة (A') و نعتبر إن اكبر قيمة من (L_1 & L_2) هي L' أما B' فاجدها من المعادلة (٢) و من أجل تسهيل إيجاد الأبعاد (L_1 & L_2) و بالاعتماد على برنامج بلغة البيسك تم تحويل المعادلة السابقة الذكر إلى الشكلين (٩) و (١٠).

أما حدود هذه المعادلة نجدها كما يلي:

أولاً: باتجاه طول الأساس

عندما $\frac{e_l}{L} = 0.5$ و تعويضها بالمعادلة (١٧) نحصل على

$$\frac{L_1^2 + L_2 L_1 + L_2^2}{3(L_1 + L_2)} = \frac{L}{2} - \frac{L}{2} = 0$$

ثانياً: باتجاه عرض الأساس

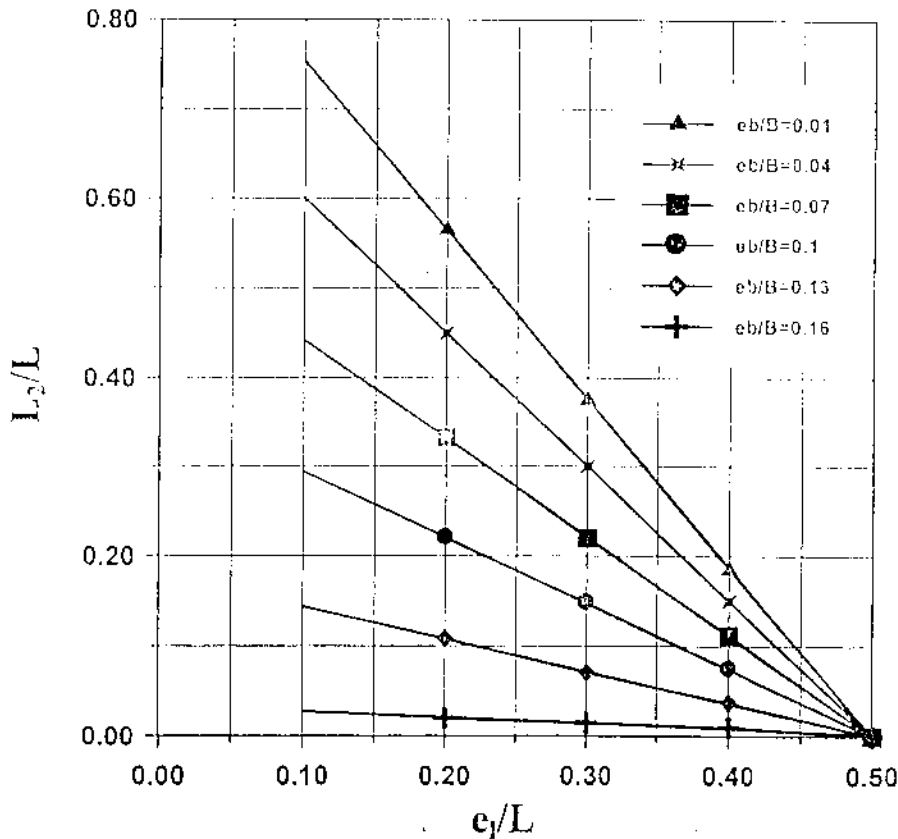
عندما $\frac{e_b}{B} = \frac{1}{6}$ و تعويضها بالمعادلة (٢٠) نحصل على

$$\frac{1}{6} = \frac{1}{6} \left(\frac{L_1 - L_2}{L_1 + L_2} \right) \Rightarrow$$

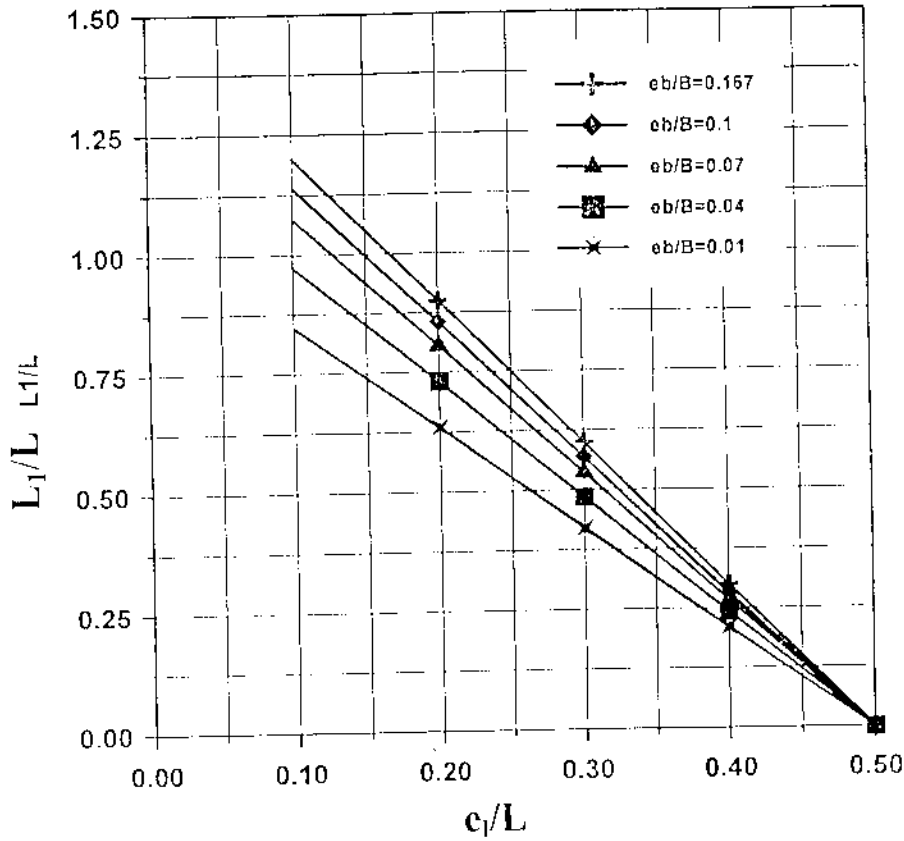
$$L_1 + L_2 - L_1 - L_2 = 0 \Rightarrow L_2 = 0$$

يقر استخدام الشكلين (٩) و (١٠) أو المعادلة (٢٢) بعد تحقق الشرطين

$$\frac{e_b}{B} < \frac{1}{6} \text{ \& } 0 < \frac{e_l}{L} < 0.5$$



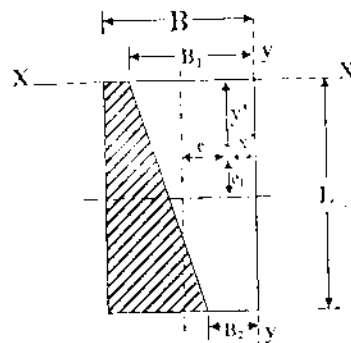
الشكل (٩): إيجاد البعد (L_2/L) ومنها نجد (L_2) للحالة الثالثة $0 < \frac{e_l}{L} < 0.5$ و $\frac{e_b}{B} < \frac{1}{6}$



الشكل (٩): إيجاد البعد (L_2/L) ومنها نجد (L_2) للحالة الفائلة $0 < \frac{c_1}{L} < 0.5$ و $\frac{c_2}{B} < \frac{1}{6}$

الحالة الرابعة (Case four):

نفرض شكل مساحة الأساس الفعالة شبه منحرف و كما مشاهد في الشكل (١١) و هذه الحالة مشابه تماماً الى الحالة السابقة و نكن شبه المنحرف باتجاه طول الأساس.



الشكل (11): الم مساحة الفعالة المفروضة شكل شبه منحرف في الحالة الرابعة

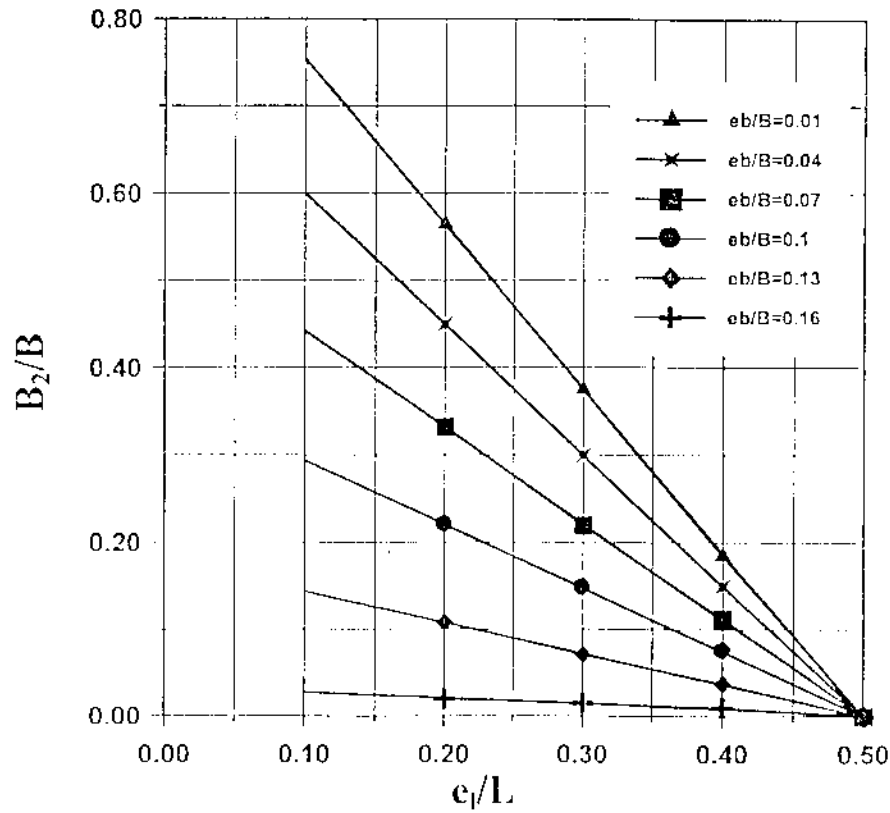
$$\frac{e_l}{L} = \frac{1}{6} \left(\frac{B_1 - B_2}{B_1 + B_2} \right) \quad (23)$$

$$\frac{e_h}{B} = \frac{1}{2} \frac{B_1^2 + B_2 B_1 + B_2^2}{3B(B_1 + B_2)} \quad (24)$$

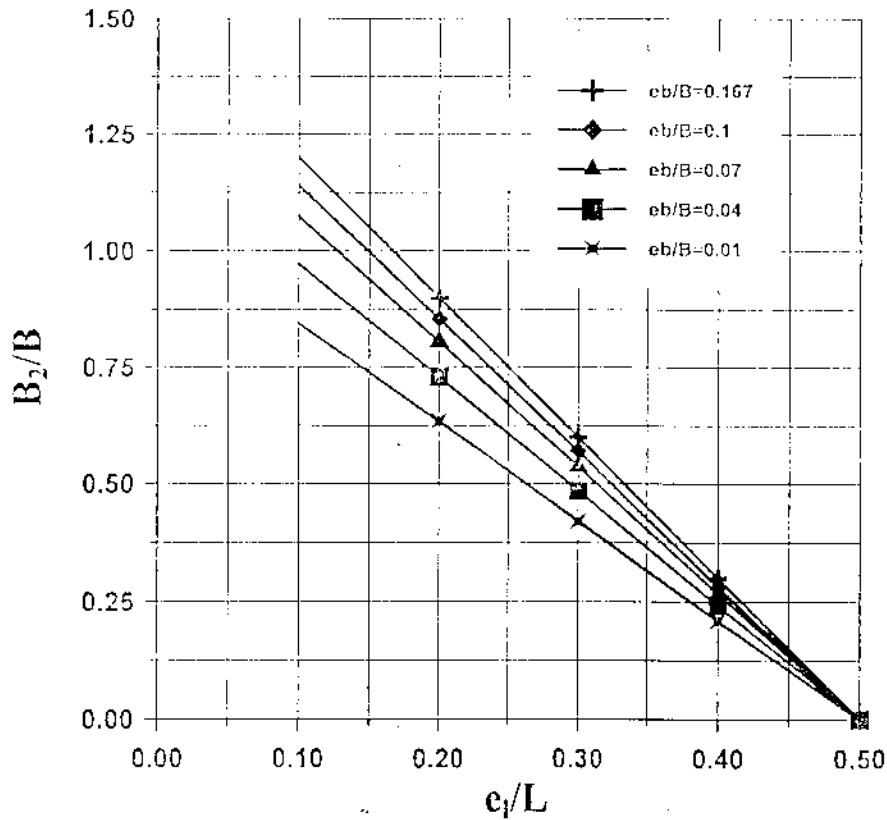
$$\frac{e_h}{B} = \frac{1}{2} \frac{2 \frac{e_l}{L} (B_1^2 + B_2 B_1 + B_2^2)}{B(B_1 - B_2)} \quad (25)$$

المعادلة (٢٥) تم تحويلها إلى الشكلين (١٢) و (١٣) وذلك لسهولة إيجاد (B_1) و (B_2) من معلومية هذين البعدين نجد المساحة الفعالة (A') و هنا نفرض (L, L') و أما (B') نجدها من المعادلة (٢). حدود هذه المعادلة عكس حدود معادلة الحالة السابقة

$$\frac{e_l}{L} < \frac{1}{6} \text{ \& } 0 < \frac{e_h}{B} < 0.5$$



الشكل (١٢): إيجاد البعد (B_2/B) ومنها نجد (B_2) للحالة الرابعة $0 < \frac{e_b}{B} < 0.5$ و $0 < \frac{e_1}{L} < \frac{1}{6}$

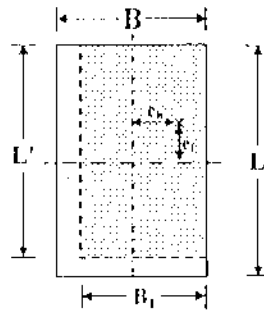


الشكل (١٣): إيجاد البعد (B_1/B) ومنها نجد (B_1) للحالة الرابعة $0 < \frac{e_b}{B} < 0.5$ و $0 < \frac{e_1}{L} < \frac{1}{6}$

(٣)-مقارنة الأبعاد الفعالة المستخرجة من البحث الحالي مع طريقة مايرهوف و

هالنسن (Meyerhof(1953)&Hansen(1970))

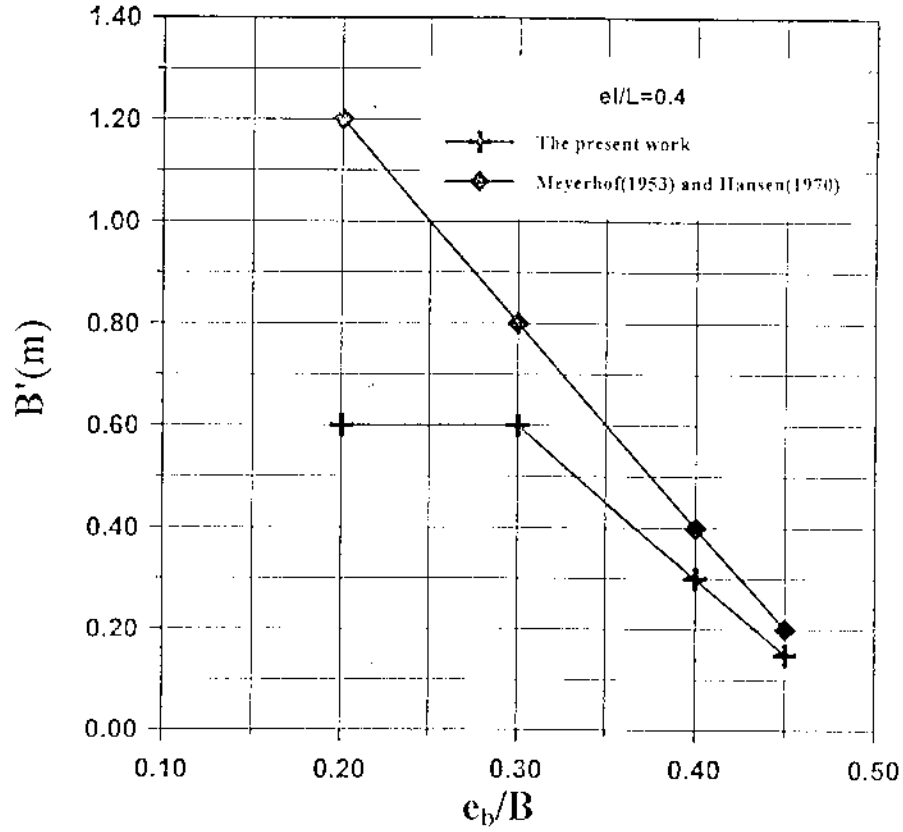
أوضح Meyerhof(1953)&Hansen(1970) المعادلتين (٢٦) و (٢٧) لإيجاد الأبعاد الفعالة للأساس مستطيل مدمل لا مركزياً وبصورة مبسطة و لكن تلك الأبعاد تختلف قليلاً عن الأبعاد المستخرجة من البحث بسبب كون إن الطريقة الأولى هي طريقة تقريبية و لا تعطي شكل المساحة الفعالة الحقيقية كما مشاهد بالشكل (١٤). قيم مساحة الأساس للطريقتين تكون متقاربة جداً كما مشاهد بالأشكال من (١٥) إلى (١٨)، من هذه الأشكال نلاحظ إن قيم المساحات الفعالة في طريقة العمل الحالي أكبر من القيم في طريقة Meyerhof(1953)&Hansen(1970)، أما بالنسبة لقيم العرض الفعال المستخرج من العمل الحالي تكون أقل من القيم المستخرجة من طريقة Meyerhof(1953)&Hansen(1970) و في الحالات الأولى والثالثة والرابعة عدا الحالة الثانية فيكون العكس كما مشاهد بالأشكال من (١٥) إلى (١٨).



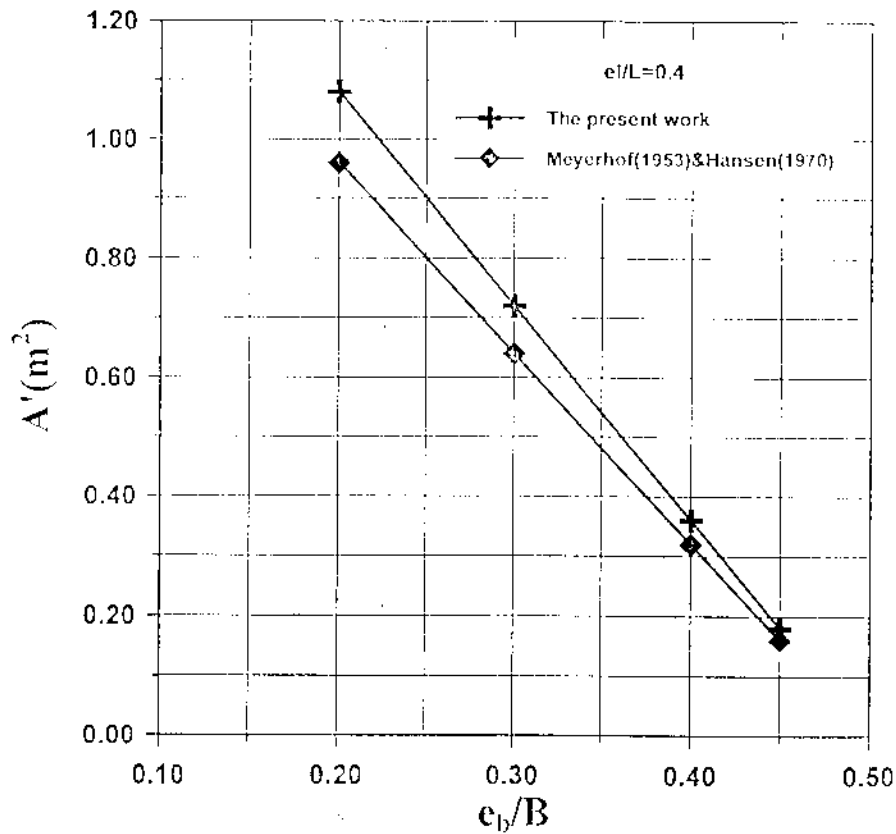
الشكل (14):المساحة الفعالة التقريبية المستخرجة بواسطة Meyerhof(1953)&Hansen(1970)

$$L' = L - 2e_f \quad (26)$$

$$B' = B - 2e_b \quad (27)$$

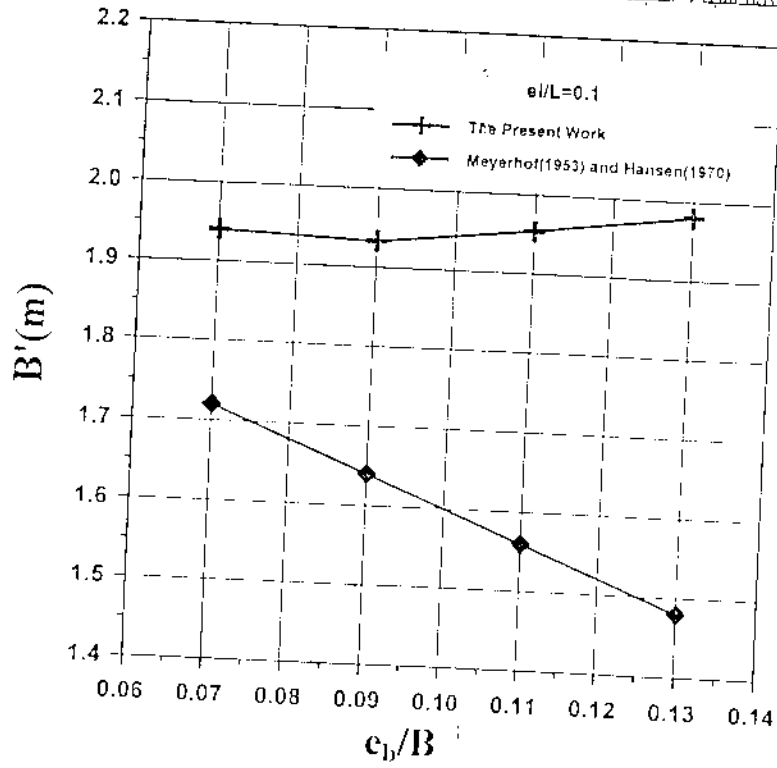


الشكل (15A): مقارنة العرض الفعال بطريقة البحث مع طريقة Meyerhof(1953)&Hansen(1970)

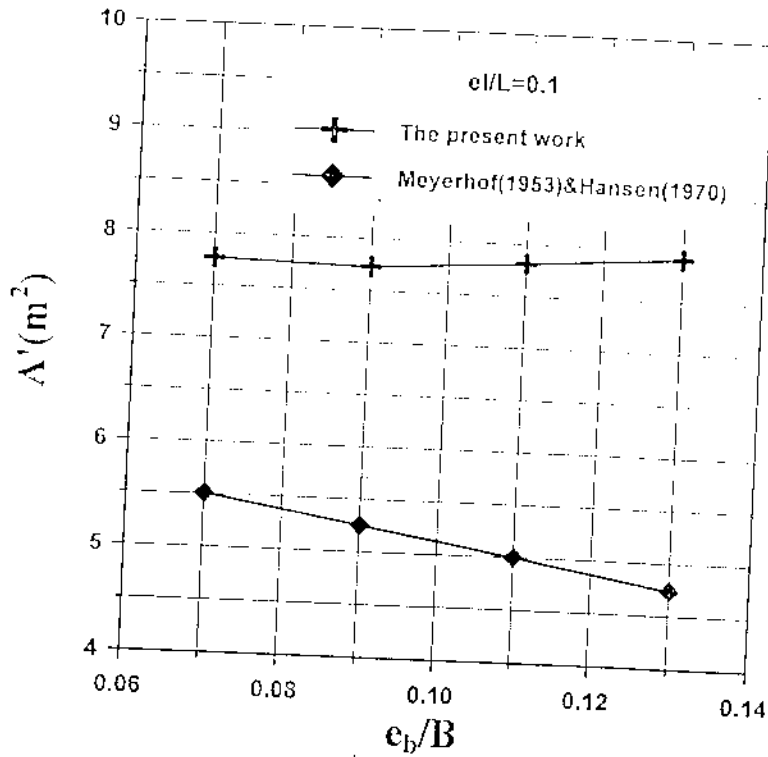


الشكل (15B): مقارنة المساحة الفعالة بطريقة البحث مع طريقة Meyerhof(1953)&Hansen(1970)

الشكل (15): مقارنة العرض و المساحة الفعالة للحالة الأولى $\frac{e_b}{B} \geq \frac{1}{6}$ & $\frac{e_l}{L} \geq \frac{1}{6}$

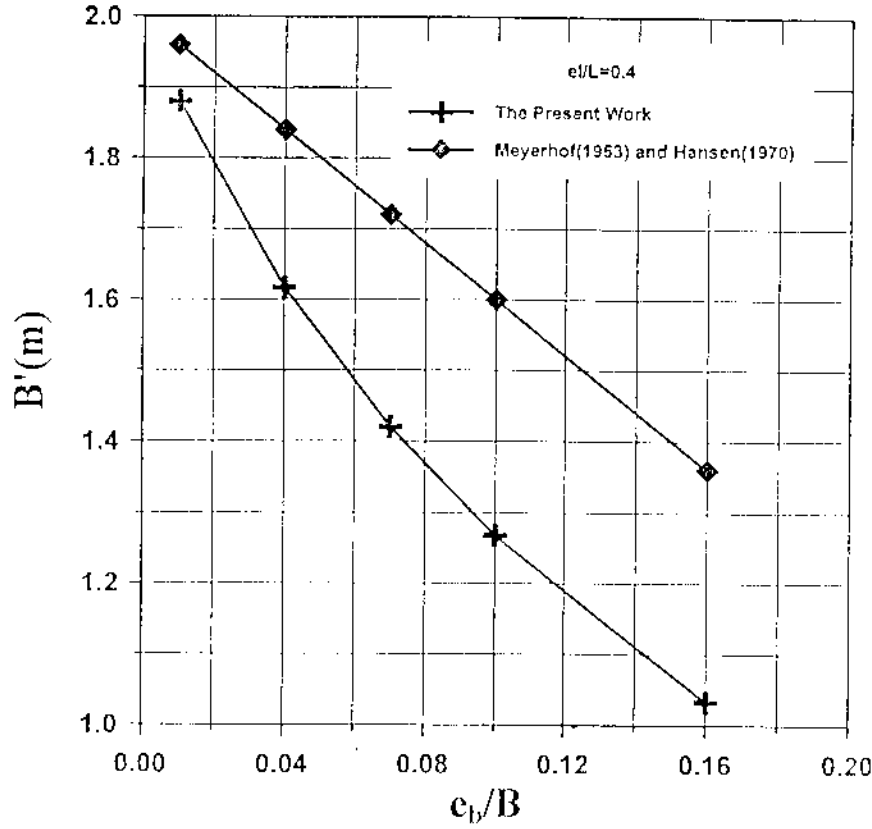


الشكل (16A): مقارنة العرض الفعال بطريقة البحث مع طريقة Meyerhof(1953)&Hansen(1970)

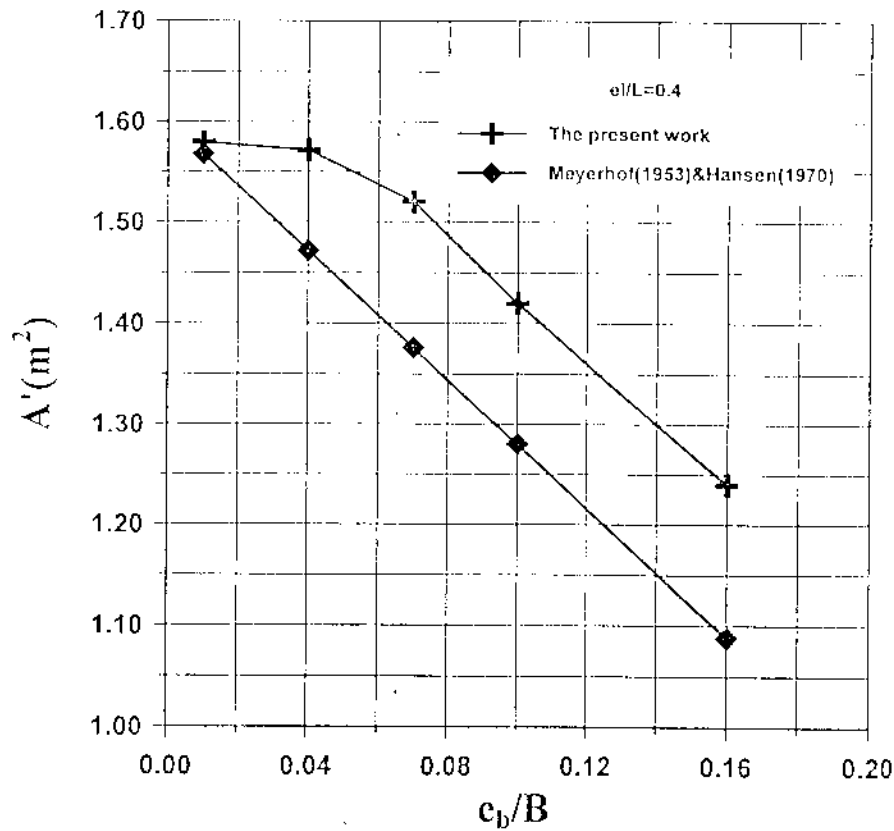


الشكل (16B): مقارنة المساحة الفعالة بطريقة البحث مع طريقة Meyerhof(1953)&Hansen(1970)

الشكل (16): مقارنة العرض و المساحة الفعالة للحالة الثانية $\frac{e_b}{B} < \frac{1}{6}$ & $\frac{e_l}{L} < \frac{1}{6}$

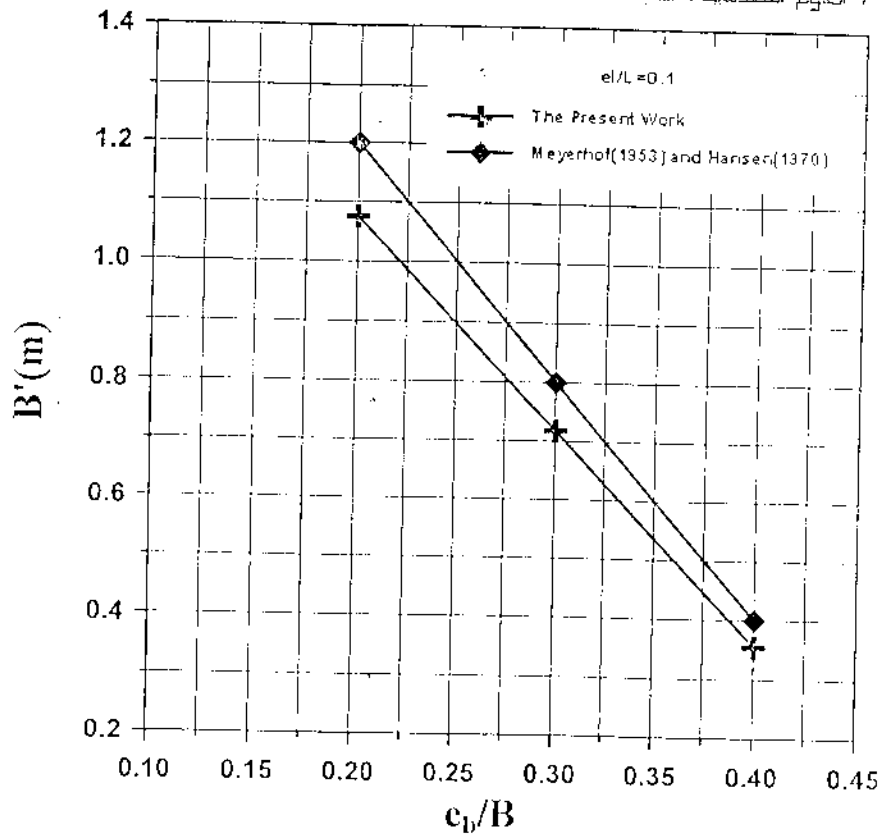


الشكل (17A): مقارنة العرض الفعال بطريقة البحث مع طريقة Meyerhof(1953)&Hansen(1970)

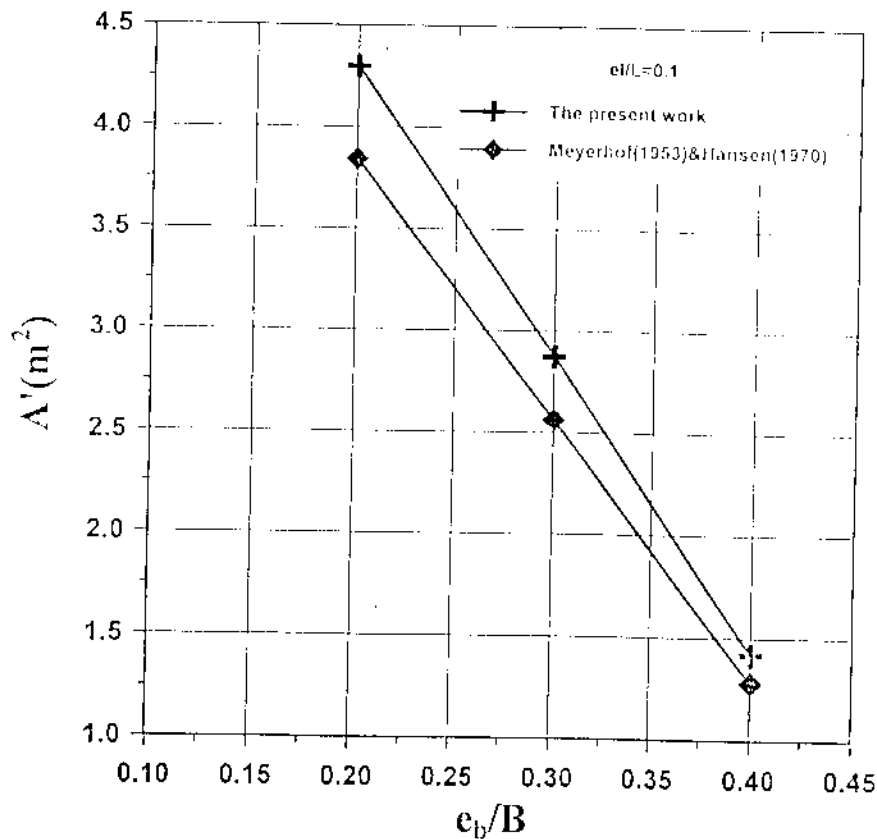


الشكل (17B): مقارنة المساحة الفعالة بطريقة البحث مع طريقة Meyerhof(1953)&Hansen(1970)

الشكل (17): مقارنة العرض و المساحة الفعالة للحالة الثالثة $0 < \frac{e_b}{L} < 0.5$ و $\frac{e_b}{B} < \frac{1}{6}$



الشكل (18.أ): مقارنة العرض الفعال بطريقة البحث مع طريقة Meyerhof(1953)&Hansen(1970)



الشكل (18B): مقارنة المساحة الفعالة بطريقة البحث مع طريقة Meyerhof(1953)&Hansen(1970)

الشكل (18): مقارنة العرض و المساحة الفعالة للحالة الأولى $0 < \frac{e_b}{B} < 0.5$ & $\frac{e_l}{L} < \frac{1}{6}$

(4)- الاستنتاجات

- (1)- العمل الحالي يوفر أشكال تصميمية (Design Charts) لإيجاد شكل و قيم مساحة التماس (A') الفعالة للأساس مستطيل محدد لا مركزياً (Effective footing contact area).
- (2)- قيم مساحة التماس الفعالة للطريقتين تكون متقاربة جداً كما مشاهد بالأشكال من (15) إلى (18)، من هذه الأشكال نلاحظ أن قيم المساحات الفعالة في طريقة العمل الحالي أكبر من القيم المستخرجة من العمل (5) المعادلة (5) المستخرجة من العمل الحالي تكون أكبر من القيمة المستخرجة من قبل Meyerhof(1953)&Hansen(1970) مما يدل على أن (Allowable) من المعادلة (5) المستخرجة من العمل العرض الفعال المستخرج من العمل الحالي تكون أقل من القيم المستخرجة من طريقة Meyerhof(1953)&Hansen(1970) في الحالات الأولى و الثالثة و الرابعة عدا الحالة الثانية فيكون العكس، نستنتج من ذلك أن الحالات الثلاث السابقة الذكر توفر قيم لقابلية التحمل القصوى للتربة (Ultimate) أقل من (Ultimate) المستخرجة من Meyerhof(1953)&Hansen(1970).

(5)- المصادر

- (1)- Abdrabbo, F.,(1982),"Soil Mechanics and Foundation Engineering",Vol.2,Alexandria University ,Egypt.
- (2)-Bowles,J.F.,(1996),"Foundation Analysis and Design",International Student Edition.
- (3)-Jarquio, R., and Jarquio,V.,(1983),"Design Footing Area with Biaxial Bending ",Journal of Geotechnical Engineering ,ASCE,Vol.109,No.10,pp.1337-1341.
- (4)-McCarthy,D.F.,(1998),"Essentials of Soil Mechanics and Foundation", U.S.A.
- (5)-Peck,R.B., Hanson,W.B. and Thornburn,T.H.,(1973),"Foundation Engineering ",University of Illinois at Urbana -Champaign,U.S.A,pp.390-391.

Abstract

The present work is focused towards investigating the effect of eccentric loading on the bearing capacity of soil by reducing the footing dimensions ($B \times L$) to effective footing dimensions ($B' \times L'$), from these effective footing dimensions, the effective footing contact area (A') can be determined.

If the eccentricity is one way , then the effective footing dimensions are ($B' = B - 2e_b$ & $L' = L$) or ($L' = L - 2e_l$ & $B' = B$). When the eccentricity is in two way ,the problem is more complicated because the designer does not know the shape of the effective area ,the effective footing dimensions are determined so that the resultant load is located at the centroid of the effective area.

The present work provided normalized design charts for determining effective rectangular footing dimensions ($B' \times L'$). The design charts will enable the engineer to design rectangular footing subjected to eccentric loads much more easily and faster.

الخرائط الجيوتكنيكية لبعض خواص الصخور في منطقة سد العظيم

خالد وليد هادي

كلية العلوم-جامعة القادسية

الخلاصة

تم في هذا البحث رسم خرائط جيوتكنيكية (كنتورية) تمثل نمط توزيع بعض خواص الصخور الفيزيائية والهندسية في منطقة سد العظيم وباستخدام الحاسبة الإلكترونية من خلال الاستعانة ببعض نتائج الفحوصات الخاصة بهذه الخواص المدروسة والتي شملت خواص الكثافة والمسامية وعناصر المقاومة القصية التماسك (C) وزاوية الاحتكاك الداخلي (O). ورسمت الخرائط على عمقين هما (٦,٥) م و (١٣) م لوضع تصور عام عن توزيع هذه الخواص ضمن الموقع وقد وجد عدم تجانس في توزيع خاصية الكثافة ضمن الموقع بينما وجد تجانس في توزيع خاصية المسامية. وبالنسبة لعناصر المقاومة القصية وجد تجانس في توزيع قيم التماسك (C) بينما كان هناك تباين واضح في قيم وتوزيع زاوية الاحتكاك الداخلي وعلى أعماق مختلفة ضمن الموقع.

١- مقدمة

أن تقييم الخواص الجيوتكنيكية للصخور والتربة لمشروع معين يعد من العوامل المهمة التي تحدد نجاح المشروع وعمره. ويعد سد العظيم واحد من المشاريع المهمة في العراق والذي أجريت في موقعه العديد من الدراسات الجيولوجية والهندسية لصخور أساس السد وخزانه، وقد كان الغرض من هذا البحث توضيح بعض الخواص الجيوتكنيكية للصخور في الموقع ورسمها بشكل خرائط جيوتكنيكية تمثل توزيع قيم الخواص المدروسة في الموقع وعلى أعماق مختلفة بغية وضع تصور عام لتوزيع هذه الخواص في الموقع.

٢- جيولوجية موقع السد

يقع سد العظيم على الجناح الشمالي الشرقي لطية حميرين الشمالي وضمن تكوين المقدادية والمتألف من تعاقب طبقات من الحجر الطيني والغريني والحجر الرملي الحصوي التي تميل باتجاه أعلى النهر بمعدل زاوية ميل (20-22°). الشكل (١) والذي يوضح خريطة جيولوجية لموقع السد تحتوي على ثلاث مقاطع مرصدة في الشكل (٢) والتي تبين تعاقب طبقات تكوين المقدادية التي يكون امتداد خط مضربها هو باتجاه شمال غرب جنوب شرق.

أما أهمية لخصائص الوحدات الصخرية ضمن الموقع فهي :

أ- الصخور الطينية :

تتكون الصخور الطينية من معادن طينية متداخلة مع مواد كاربوناتية ($CaCO_3$) واطلقت تسميات مختلفة على هذه الصخور بالاعتماد على نسبة المواد الكاربوناتية مثل المارل والمارل الطيني، الطين والصخور الطينية، كما جاء في (Binnie & Partner, 1989; Phases 1-4; Binnie & Partner, 1988).

ب- الصخور الرملية :

يتدرج هذا النوع بين الصخور الرملية الخشنة (٠,٦ ملم-٢ملم) والصخور الرملية الناعمة (٠,٠٦-٠,٦ ملم) والتركيب المعدني لها سليكية عادة. وهذا النوع من الصخور يشكل ما نسبته حوالي (٤٠%) من حجم الوحدات الصخرية في أكثر المقاطع الجيولوجية ويتراوح سمكها بين (٠,٥) م إلى (٢٠) م.

ج- المدملكات :

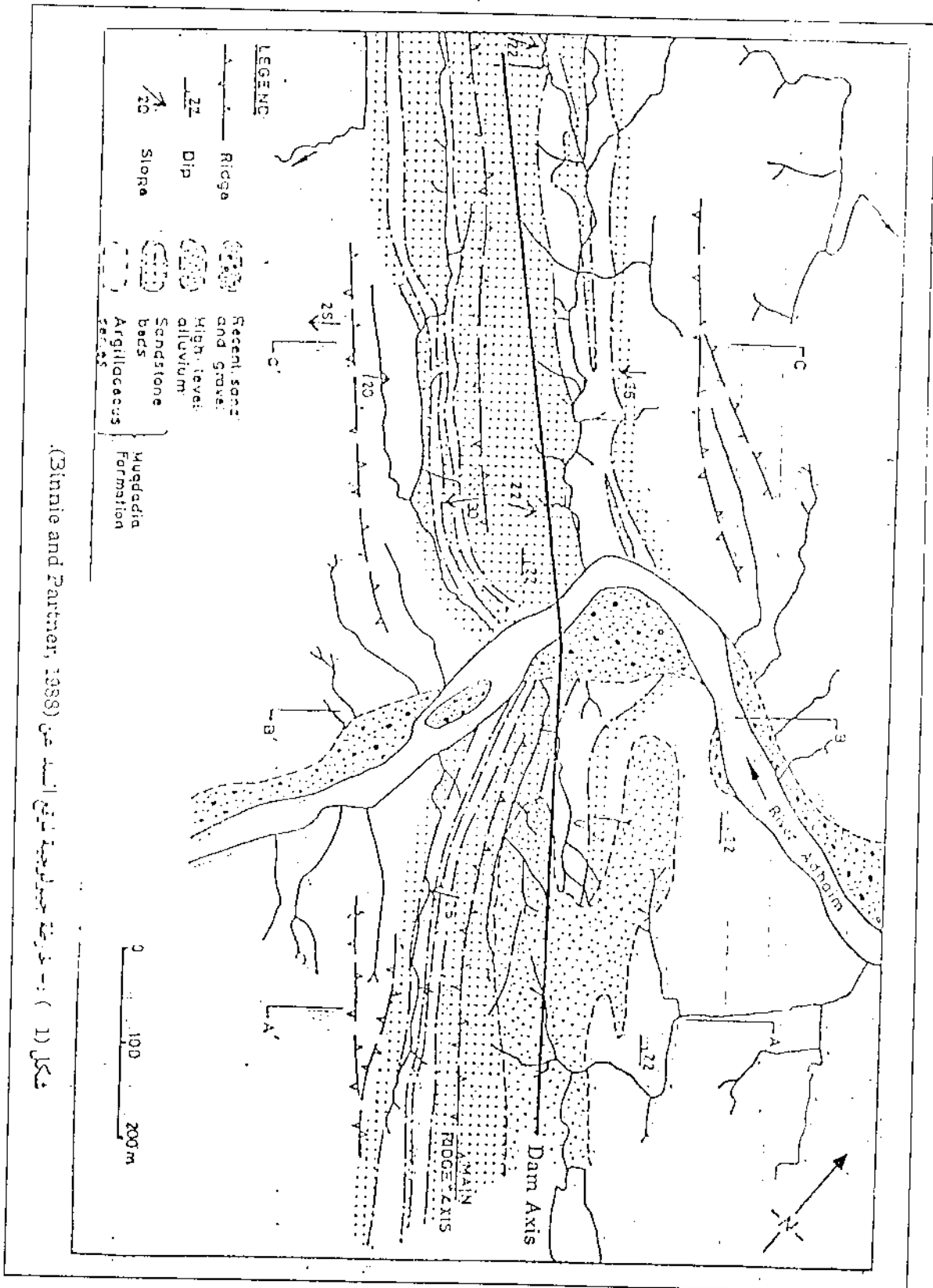
تكون نسبتها قليلة في الموقع وتظهر في بعض نماذج الابار المحفورة .

د- الترسبات النهرية القديمة :

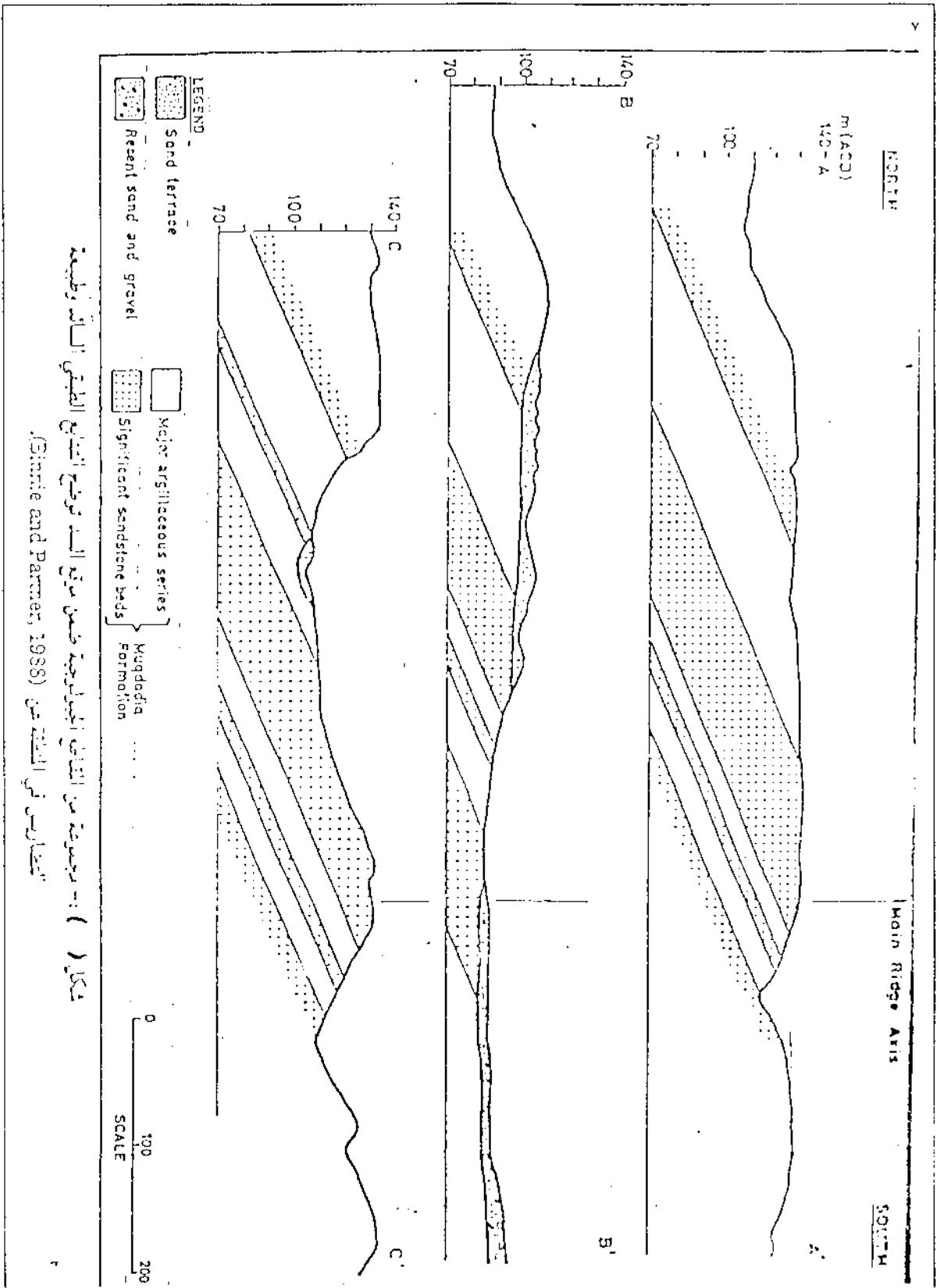
وهي ترسبات قديمة من الحصى والغرين والرمل مع عدسات من الغرين الدليني. ويكون سمكها متغير من منطقة لأخرى.

٣- توزيع الخصائص الفيزيائية والهندسية المدروسة لصخور موقع السد

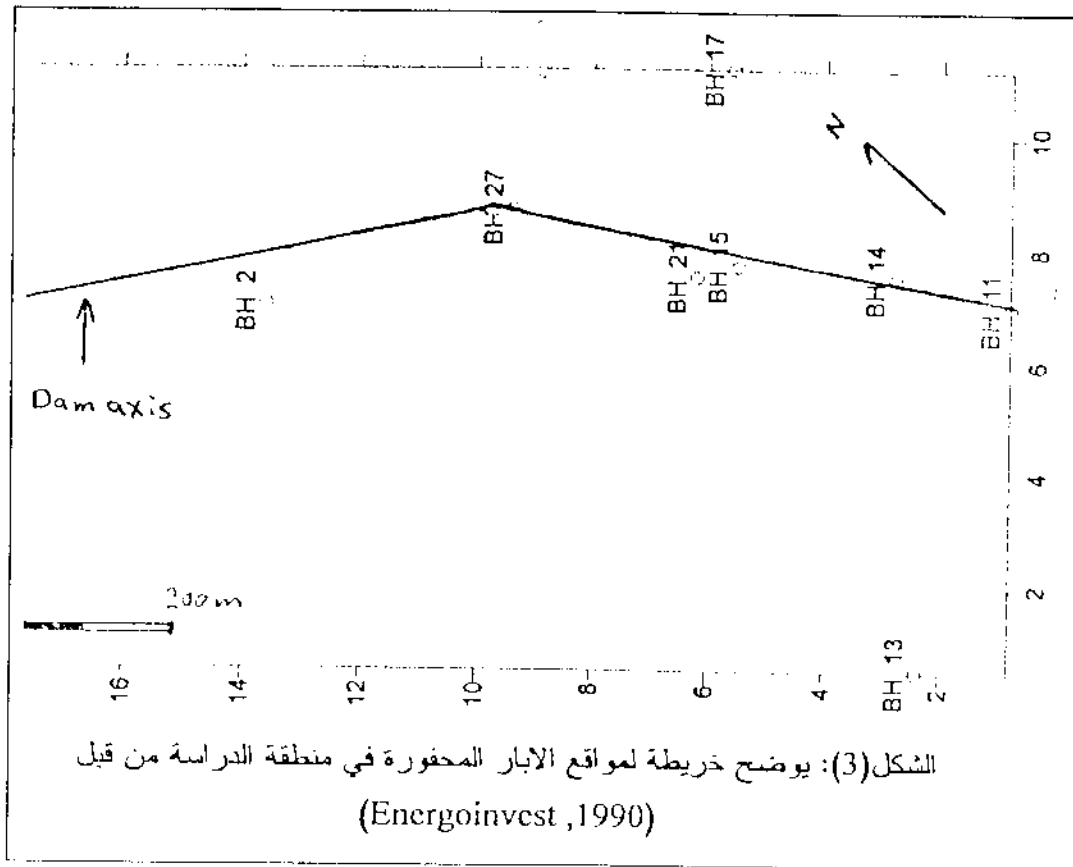
تم في هذا البحث الاعتماد على نتائج الفحوصات المختبرية للخواص الفيزيائية والهندسية التي أجريت على النماذج الصخرية المستخرجة من الابار المحفورة على طول محور السد من قبل (Energoinvest 1990) ومواقع هذه الابار موضحة في الشكل (٣) وقد تم اختيار عمقين من هذه الابار هي (٦,٥) م و (١٣) م وتم رسم توزيع قيم كل خاصية من الخواص المدروسة وعند كل عمق باستخدام برنامج (Surfer, 7) . وقد شملت الدراسة بعض من هذه الخواص هي :



شكل (١) :- خريطة جيولوجية لموقع السد عن (Binnie and Partner, 1988).



شكل () :- مجموعة من المقاطع الجيولوجية ضمن موقع المد توضح التتابع الطبقي الثالث وطبيعة التضاريس في المنطقة بين (Sinnie and Partner, 1988).



١- الكثافة (Density)

تتغير من الخواص الفيزيائية المهمة للصخور والتي تعبر عن طبيعة التركيب المعدني للنماذج المدروسة ويمكن تعريفها بأنها عبارة عن وزن وحدة حجم المادة الصخرية (علي وآخرون، ١٩٩٠) والتي تم حسابها من خلال العلاقة (١).

$$\gamma = Ws + Ww / Vt \dots (1)$$

حيث ان:

γ : الكثافة غم/سم^٣

Ws : وزن الحبيبات الصلبة

Ww : وزن الماء داخل الفجوات والفراغات الصخرية

Vt : الحجم الكلي للنموذج الصخري

ومن دراسة الشكلين (٤) و (٥) والتي توضح خرائط توزيع قيم الكثافات للصخور على عمقي (٦,٥) م و (١٣) م على التوالي يمكن ملاحظة ان قيم الكثافة على عمق (٦,٥) م تراوحت بين (٢,٣٨-٢,٠٢) غم/سم^٣ وتكون ذات كثافة عالية بالقرب من الجزء الوسطي من المعدل أقل في الجزء الغربي منه باتجاه البئر رقم (٦) على عمق (١٣) م فقد تراوحت قيم الكثافة بين (٢,٠٤-١,٩٢) غم/سم^٣ ويلاحظ تناقص في قيم الكثافة في الجزء الشرقي من الموقع قريباً من محور السد ويكون معدل انحدار القيم كبير باتجاه الشمال بينما يكون صغيراً باتجاه الجنوب والشرق .

٢- المسامية (Porosity)

هي خاصية فيزيائية تعبر عن النسبة المئوية لحجم الفراغات الى الحجم الكلي لنموذج الصخرة

(Derringh, 1998) ويعبر عنها بالعلاقة (٢) .

$$P = (V_v/V_t) * 100 \quad (2)$$

حيث ان :

n: المسامية

Vv: حجم الفراغات

Vt: حجم النموذج الكلي

وتعتمد المسامية بصورة مباشرة على حجم وشكل الحبيبات او بلورات المعادن المكونة للصخرة وعلى درجة تدرجها (Grading) وعلى ترتيب هذه الحبيبات وطبيعة تركيبها وكذلك على طبيعة المادة الرابطة (علي وآخرون، ١٩٩٠)، ومن دراسة الشكلين (٦) و (٧) نلاحظ ان قيم المسامية للنماذج المدروسة وعلى عمق (٦,٥) م تراوحت بين (٤٢-٦٢ %) وتتركز قيم المسامية العالية قريباً من محور السد في الجزء الغربي من المنطقة ويكون الانحدار في القيم عالياً في هذا الجزء من المنطقة بينما يكون معتدلاً في الجزء الشرقي منها .

وعلى عمق (١٣) م نلاحظ ان القيم تراوحت بين (٣٨-٦٤ %) وكان توزيع القيم مشابهاً لما هو موجود في العمق (٦,٥) م بحيث يكون أعلى تركيز لقيم المسامية في الجزء الغربي القريب من وسط الخريطة ويكون انحدار القيم معتدلاً لجميع أجزاء الخريطة .

٣- عناصر المقاومة القصية للصخور

ان المقاومة القصية هي تعبير عن المقاومة التي يبديها الجسم الصخري عند تعرضه الى قوى خارجية تكون مركبة القوى فيها موازية للسطح المراد حساب مقاومته للنقص او الانزلاق . وتشمل هذه المستويات عادة مستويات الصدوع الكبيرة والصغيرة ومستويات الفواصل ومستويات التعليق والتي تعتبر مناطق ضعف في الصخور، (فتوحى وآخرون، ١٩٩٠).

وتشمل دراسة خصائص المقاومة القصية للصخور التعرف على قيم عناصرها وهي التماسك (c) وزاوية الاحتكاك الداخلي (O) للنماذج الصخرية المختلفة وتم أستخراج قيمها استناداً الى فحوصات القص المباشر (Direct shear tests) والتي اجريت من قبل (Inergoinvest, 1990) .

ومن دراسة الشكلين (٨) و (٩) نلاحظ ان قيم التماسك (c) تراوحت بين (٢٥-٣٤) kN/m² ويكون تركيز القيم العالية والانحدار العالي في القيم ضمن الجزء الشرقي من المنطقة بينما يكون معدل انحدار القيم في بقية أجزاء المنطقة معتدلاً .

اما بالنسبة لزاوية الاحتكاك الداخلي (O) فمن مراجعة الشكلين (١٠) و (١١) نلاحظ ان قيمها وعلى عمق (٦,٥) م تراوحت بين (٢٨° - ٤٢°) وكان تركيز القيم العالية وكذلك الانحدار العالي في القيم ضمن الجزء الشرقي من المنطقة . بينما على عمق ١٣ م فقد تراوحت القيم بين (٢٦° - ٣٣°) ويلاحظ في الجزء الشرقي من الموقع وجود منطقتين لتركيز القيم الاول في اقصى الشرق ويعكس تركيز للقيم العالية نحو المركز وقرباً منه وباتجاه الغرب يوجد تركيز للقيم المنخفضة نحو المركز ايضاً ليصل أدنى مستوياته عند الخط الكنتوري ذي القيمة (٢٦°) . وبعدها تبدأ القيم بالتصاعد تدريجياً باتجاه الغرب وبمعدل انحدار متساوي تقريباً .

٤ - الاستنتاجات

من خلال دراسة الخرائط الجيوتكنيكية المرسومة للخواص المدروسة لصخور موقع سد العنليم يمكن استنتاج مايلي:

١- ان توزيع قيم الكثافات الصخرية ضمن العمقين المختارين يكون مختلف ولكن معدل قيم الكثافات يكون متقارب .

٢- قمة تركيز قيم المسامية تكون متماثلة في كلا العمقين وتكون ضمن الجزء الشرقي القريب من مركز الخريطة ، كما ان توزيع القيم يكون متماثل . ومتشابه تقريبا مما يعكس تجانس وتمائل توزيع المسامية في صخور الموقع والمتمثل بتوزيعه على الخرائط المرسومة .

٣- قمة تركيز قيم التماسك تكون متقاربة في مواقعها في كلا الخريطين المرسومين كما ان توزيع وتدرج القيم ضمن الخريطين يكون متشابه ايضا مع اختلاف في مقدار القيم لهذه الخاصية في كلا الخريطين .

٤- كانت قيم زاوية الاحتكاك الداخلي متباينة ما بين العمقين إضافة إلى أن طبيعة توزيع وتدرج القيم متباين أيضاً مما يعكس تباين في توزيع زاوية الاحتكاك الداخلي ضمن المنطقة المدروسة وللأعماق المختلفة .

المصادر

علي، مقداد حسين، حجاب، باسم رشدي، الجسار، سنان هاشم، ١٩٩١، الجيولوجيا الهندسية، دار الكتب للطباعة والنشر - جامعة الموصل، ٥٧٦ ص.

نذري، زهير رمو، الجسار، سنان هاشم، كنانة محمد، مشكور مصطفى، ١٩٩٠، الجيولوجيا الهندسية والانهاري الموقعي، جامعة الموصل، مديرية دار الكتب للطباعة والنشر، الموصل، ٢٥٢ ص.

Binnie and Partners (Over Seas) Ltd (1988 a) Ali- Jambur and Main Adhaim Dams . main Udham Dam . Phase 1.

Binnie and Partners (Over Seas) Ltd (1988 b) Ali- Jambur and Main Adhaim Dams . main Udham Dam . Phase 2.

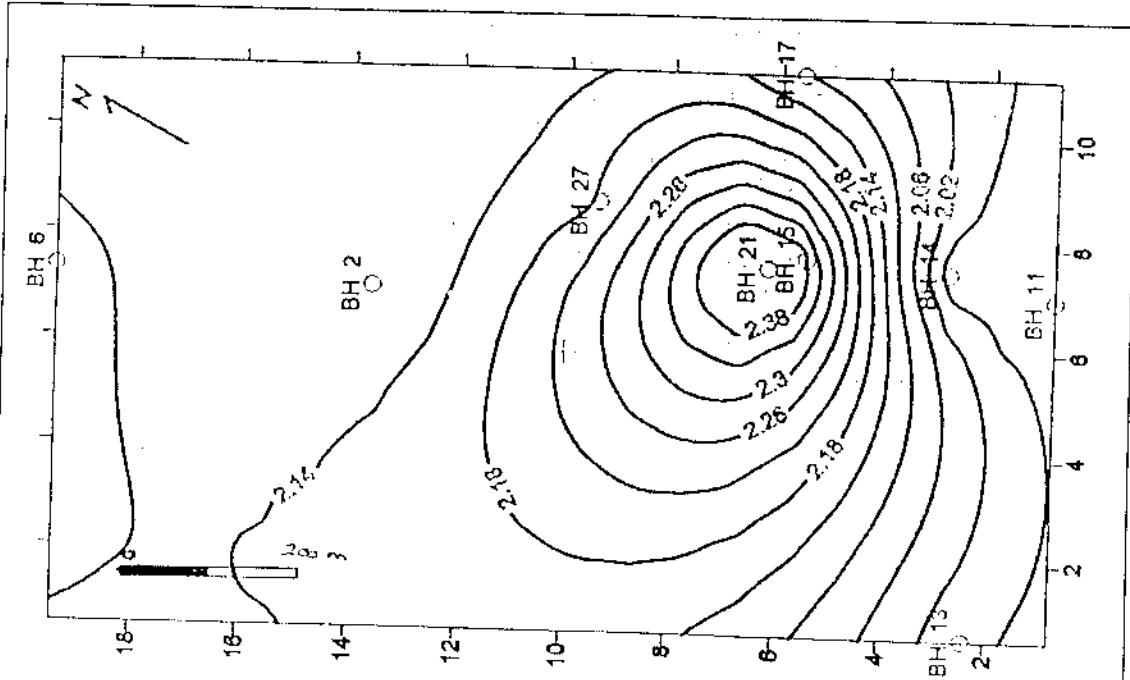
Binnie and Partners (Over Seas) Ltd (1988 c) Ali- Jambur and Main Adhaim Dams . main Udham Dam . Phase 3.

Binnie and Partners (Over Seas) Ltd (1988 d) Ali- Jambur and Main Adhaim Dams . main Udham Dam . Phase 4.

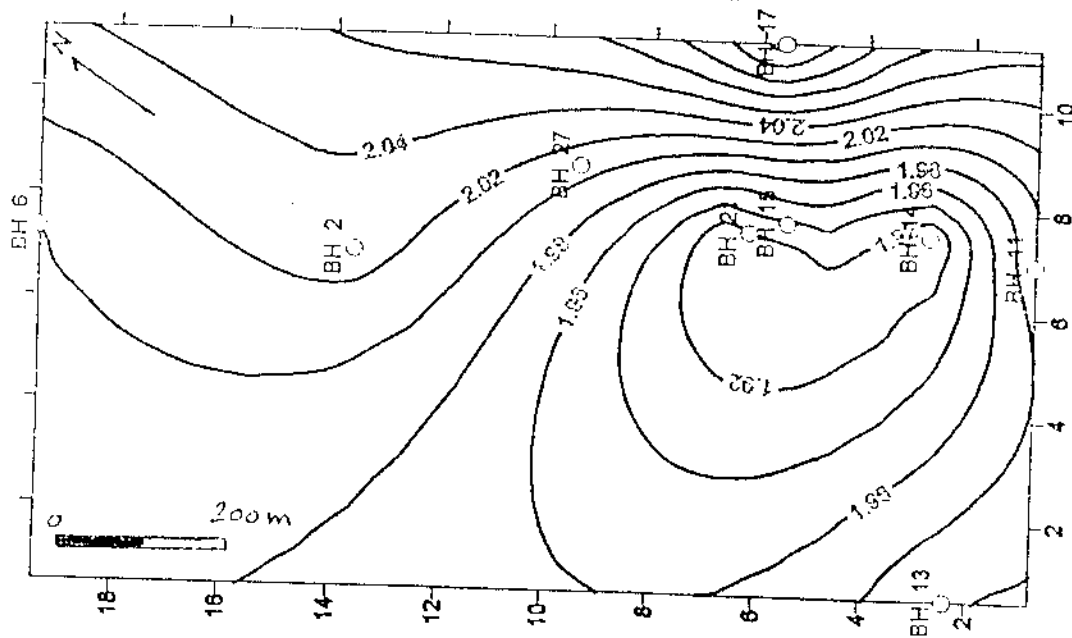
Binnie and Partners (Over Seas) Ltd (1989) Geological Plane of Udham Dam Site.

Derrinigh ,E.,1998 , Computational Engineering Geology, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey,322 p.

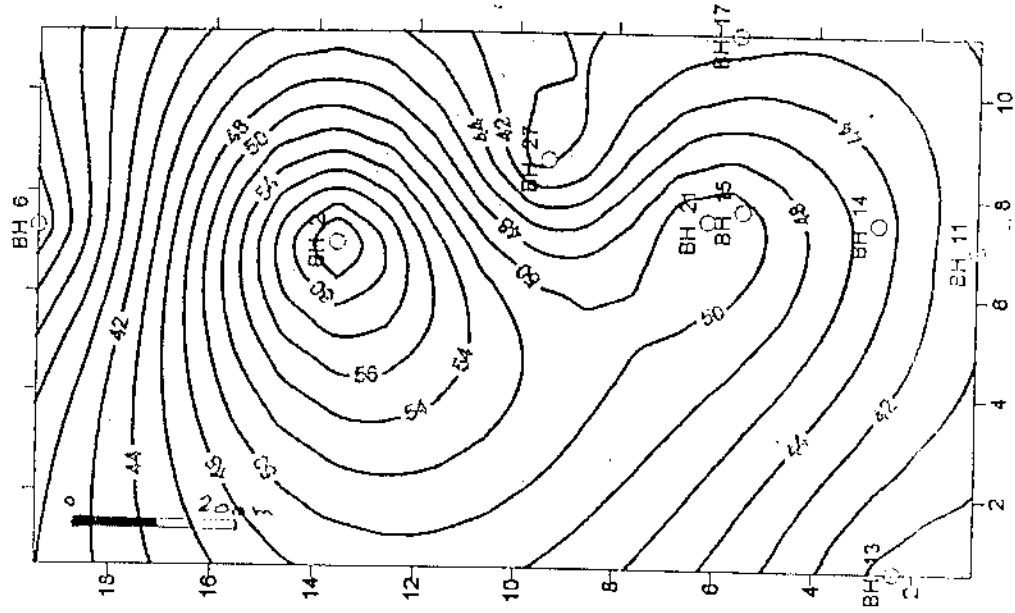
Energoinvest and Engineering Testing and Works, 1990, Laboratory Testing for Udham Dam. V.1,2,3,4.



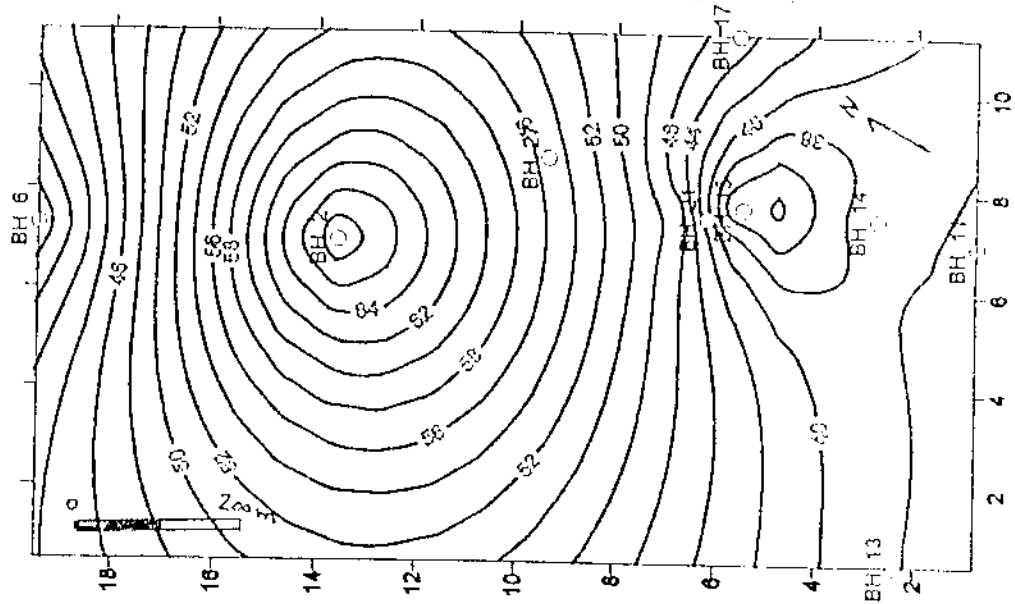
الشكل (4): يوضح خريطة جيوتكنيكية لكثافة الصخور ضمن منطقة الدراسة وعلى عمق (6.5) متر



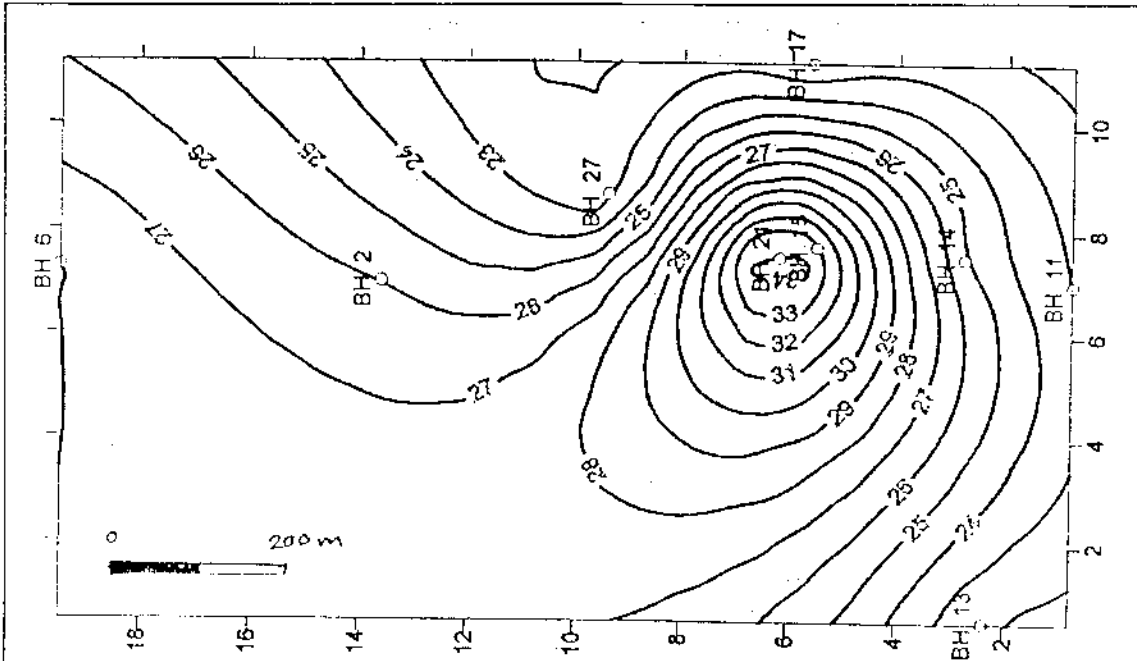
الشكل (5): يوضح خريطة جيوتكنيكية لكثافة الصخور ضمن منطقة الدراسة وعلى عمق (13) متر



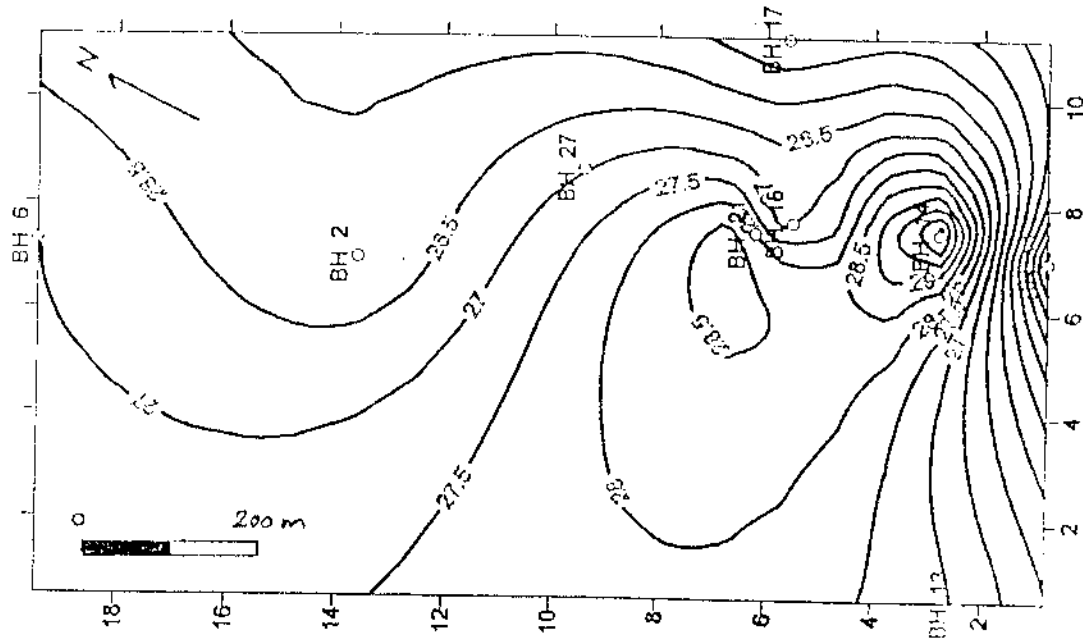
الشكل (6): يوضح خريطة جيوتكنيكية لقيم مسامية الصخور ضمن منطقة الدراسة وعلى عمق (6.5) متر



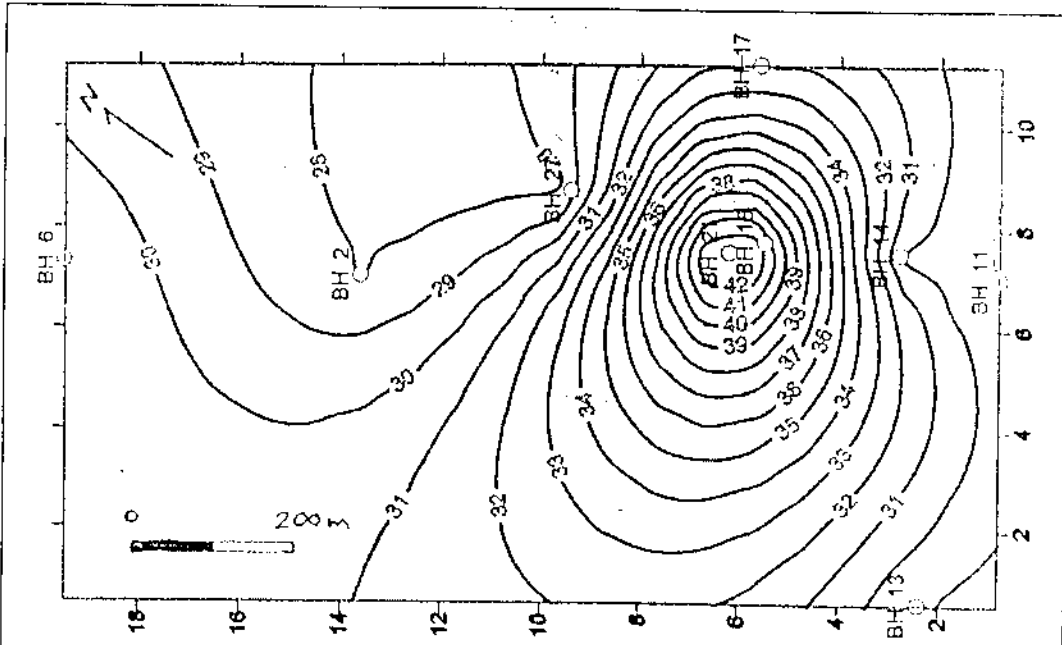
الشكل (7): يوضح خريطة جيوتكنيكية لقيم مسامية الصخور ضمن منطقة الدراسة وعلى عمق (13) متر



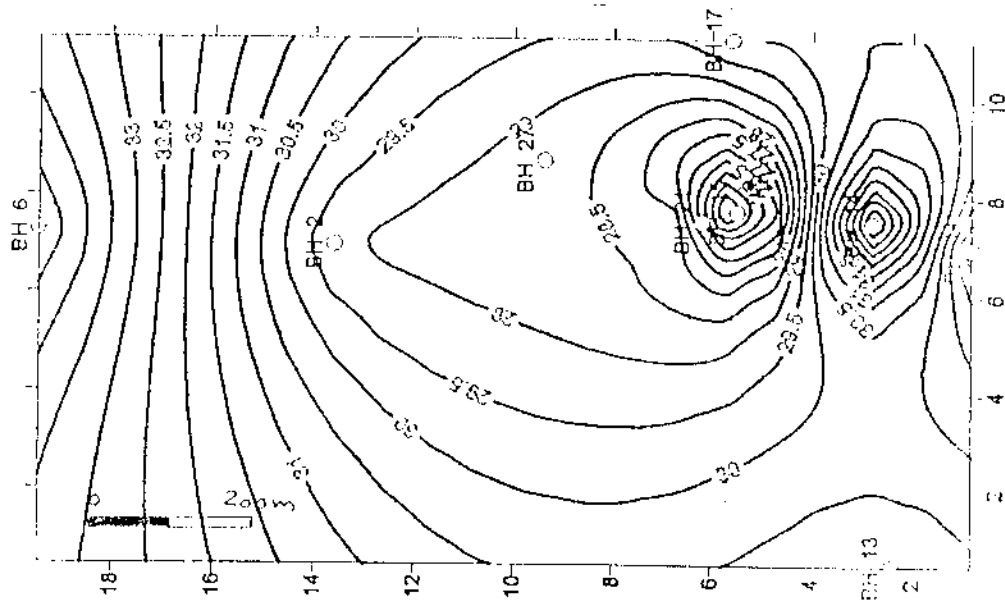
الشكل (8): يوضح خريطة جيوتكنيكية لقيم التماسك للصخور ضمن منطقة الدراسة وعلى عمق (6.5) متر



الشكل (9): يوضح خريطة جيوتكنيكية لقيم التماسك للصخور ضمن منطقة الدراسة وعلى عمق (13) متر



الشكل (10): بوضوح خريطة جيوتكنيكية لقيم زاوية الاحتكاك الداخلي (ϕ) ضمن منطقة الدراسة وعلى عمق (6.5) متر



الشكل (11): بوضوح خريطة جيوتكنيكية لقيم زاوية الاحتكاك الداخلي (ϕ) ضمن منطقة الدراسة وعلى عمق (13) متر