دراسة وتصميم الأساسات

بحث تكميلي لنيل درجة البكلاريوس مرتبة الشرف في

الهندسة المدنية

إعداد:

حذيفة مصطفى علي

عبد الماجد علي عبد القادر

نسيبة محمد بابكر محمد

كلية الهندسة

جامعة الشيخ عبد الله البدري

فبراير 2023م

الاستهلال

بسم الله الرحمن الرحيم

قال الله تعالى:

{ أَفَمَنْ أَسَّسَ بُنْيَانَهُ عَلَى تَقْوَى مِنَ اللَّهِ وَرِضْوَانٍ خَيْرٌ أَم مَّنْ أَسَّسَ بُنْيَانَهُ عَلَىَ شَفَا جُرُفٍ هَارٍ فَانْهَارَ بِهِ فِي نَارِ جَهَنَّمَ وَاللَّهُ لاَ يَهْدِي الْقَوْمَ الظَّالِمِينَ}

صدق الله العظيم

سورة التوبة الآية (109)

الإهـداء

إلـي من تحـت قدميـها جنـة الخلـد

إلـي من أفنـت زهـرة شبابهـا فـي سبيلـنا

إلـي نبع الحنـان والمـودة

أمهاتنا العزيزات

إلــي من ضحـى لأجلنـا بكـل ما يملك

إلـي الذي أنفق عمـره تعبـا واجتهادا لإيصـالنـا هذه الدرجـة

آبائنا الأعزاء

أطال الله أعمـاركم وأعانـني على برهم

إلـي الرحيـق الـذي ارتشفت منـه عصـارة جهـدي هذا

أساتذتنا الأجلاء

إلـي مـن شـاركوننـي همـوم المشـوار

زملائنا وزميلاتنا

إلي الصرح العلمـي الفتـي الجبـار

(**جامعـة الشيخ عبد الله البدري**)

إلـي كـل هؤلاء نهدي بحثنـا هذا

والـذي نتمنى أن يـكـون إضافـة حقيقيـة

إلـي بحور العـلم والمعـرفة

الشكر والتقدير

الـ شكـر أولاً وأ خيراً للّه ربِّ الـ عالمين أ حمدك الـ لهم حمداً يلـ يق بجلال وجـ هك وعظـ مة سلطانك، لك أحصي ثناء عليك أنت كما أثنيت على نفسك

وبعد

الشكر لجامعة الشيخ عبد اللّه البدري التي أتاحت لنا فرصة الدراسة.

والـ شكـر أجز له **للأ ستاذ/ محـ مد قـ مرا لدين** ا لذي أ مدنا بالنـ صح والإر شاد مـ شرفاً عـ لى بحث التـ خرج ، فـ قد كان لـ نا ذ عم الـ معين و كان لتوجيها ته وإر شاداته وملاحظا ته القيـ مة الأ ثر الـ كبير في إخراج هذا البحث فليجزه اللّه عنا خير الجزاء.

والشكر موصول لكل أساتذة قسم الهندسة المدنية.

والشكر لكل من أسهم معنا في أن يكتمل هذا البحث

فجزاهم اللّه عـــنا خـــير الجـــزاء

فهرس الرموز

الرمز	التعريف
A_s	مساحة حديد التسليح
M	عزم الإنحناء
D	العمق
H	عمق المقطع
$\sum$	محيط المقطع الحرج
F	الحمل التصميمي
D.L	الحمل الميت
L.L	الحمل الحي
F_y	المقاومة المميزة لحديد التسليح
F_{cu}	المقاومة المميزة للخرسانة
P_s	ضغط التربة
q_p	قوة التماسك
R	المحصلة
I_x	عزم القصور الذاتي حول محور X
I_y	عزم القصور الذاتي حول محور Y
d_p	القص الثاقب
d_{sh}	العزم المقاوم للقص
d_m	عمق الأساس المقاوم للعزم
$\frac{L}{2}$	نصف طول الأساس
Y	بعد وجه العمود عن حد الملكية
t	تخانة الأساس
B	عرض الأساس
$M_1 - M_2$	العزوم العرضية
P_T	حمل الحمود

Q_{all}	الاجهاد المسموح به للتربة
A_f	مساحة القاعدة
M_{max}	اقصى عزم انحناء
Q_{sh}	قوى القص
q_{sh}	قوى القص
K_1	معامل تؤخذ قيمته من الجداول الخاصة به
b	عرض العمود
P	حمل العمود
F_n	الجهد المحسوب تحت الأساس
A_c	مساحة قطاع العمود

فهرس الموضوعات

الرقم	المحتوى	الصفحة
	الاستهلال	I
	الإهداء	II
	الشكر والتقدير	III
	فهرس الرموز	IV
	فهرس المحتويات	VI
	فهرس الجداول	IX
	فهرس الأشكال	X
	المستخلص	XI
	Abstract	XII
الفصل الأول: المقدمة		
1-1	المقدمة	1
2-1	مشكلة البحث	2
3-1	أهداف البحث	2
4-1	منهجية البحث	2
5-1	هيكلة البحث	2
الفصل الثاني: الخلفية العلمية		
1-2	مقدمة	3
2-2	استكشاف التربة وأبحاث الموقع	4
1-2-2	برنامج استكشاف التربة	5
2-2-2	الخطوات التفصيلية لاستكشاف التربة	5
3-2-2	الأهداف الأساسية لفحص التربة	7
3-2	الأحمال على الأساسات	10
1-3-2	الأحمال الميتة	10
2-3-2	الأحمال الحية	10
3-3-2	أحمال الرياح	11
4-3-2	أحمال الزلازل	11

4-2	توزيع ضغط التلامس (التماس) تحت الأساسات السطحية	11
5-2	طرق تصميم القطاعات	11
1-5-2	التصميم بطريقة المرونة (اجهادات التشغيل)	11
2-5-2	التصميم بحالة حد المقاومة القصوى	12
6-2	الأساسات	15
7-2	أنواع الأساسات	15
1-7-2	الأساسات السطحية	16
2-7-2	الأساسات العميقة	17
8-2	الخوازيق	18
1-8-2	استخدامات الخوازيق	18
2-8-2	أنواع الخوازيق	19
9-2	قدرة تحمل التربة	21
10-2	الاختبارات الحقلية التي تجرى على التربة	22
1-10-2	اختبار الضغط الثلاثي	22
2-10-2	اختبار الاختراق القياسي	23
3-10-2	اختبار الاختراق المخروطي الثابت	23
11-2	الاختبارات المعملية التي تجري علي التربة	24
1-11-2	اختبار قوي قص التربة	24
2-11-2	اختبار الاندماج	24
3-11-2	تحديد معامل نفاذية التربة	25
4-11-2	اختبار القص بجهاز الضغط ذو الثلاثة محاور	26
الفصل الثالث : تصميم الأساسات السطحية والعميقة		
1-3	القواعد المفردة	32
2-3	القواعد المشتركة	34
3-3	أساسات شريطية أسفل مباني الحوائط الحاملة	44
4-3	أساسات الحصيرة أو اللبشة	46
1-4-3	حصيرة ذات سمك ثابت	47
2-4-3	حصيرة ذات سمك ثابت مع سقوط عند الأعمدة	47
3-4-3	حصيرة ذات سمك ثابت لكن بعارضات	47

3-5	الخوازيق	50
3-5-1	تصنيف الخوازيق	51
3-5-2	تصميم الخوازيق (الاوتاد) في التربة المنتفخة	52
3-5-3	نزول الاسس	55
3-5-4	حماية الأساسات	56
3-6	نتائج البحث	57
الفصل الرابع : الخلاصة والتوصيات		
4-1	الخلاصة	58
4-2	التوصيات	58
	المراجع	59
	الملاحق	60

فهرس الجداول

رقم الجداول	عنوان الجداول	رقم الصفحة
1-2	مقاومة التربة للقص ونوع الأساس للتربة الطينية	14
2-2	تحديد مقاومة التربة للأساسات السطحية على التربة الرميلة وحصوية على عمق 0.75m تحت منسوب الأرض	14
3-2	مقاومة التربة المسموح بها ونوع الأساسات عليها	15

فهرس الأشكال

رقم الشكل	عنوان الشكل	رقم الصفحة
1-2	الأساسات السطحية	16
2-2	الأساسات العميقة	17
3-2	جهاز اختبار قوة القص المباشر	24
4-2	جهاز اختبار الاندماج	25
5-2	جهاز اختبار النفاذية. المستوى الثابت	26
6-2	تأثير الإجهادات على عينة التربة في اختبار القص بجهاز الضغط ذو الثلاثة محاور	26
7-2	خلية جهاز القص ذو الضغط في الثلاثة محاور	28
1-3	القاعدة المفردة	32
2-3	قاعدة مشتركة	34
3-3	مشاكل التأسيس بالقواعد المنفصلة	35
4-3	أنواع القواعد المشتركة	37
5-3	القاعدة المشتركة المستطيلة	39
6-3	المقاطع الحرجة للقص وللقص الثاقب	40
7-3	الانهيار والتسليح الرئيسي	41
8-3	عرض الكمرات المدفونة عرضيا	42
9-3	أساس شريطي	43
10-3	عزم الإنحناء عند وجه العمود	44
11-3	قاعدة خرسانية مسلحة	46
12-3	الخازوق	50
13-3	اشكال مختلفة لنهايات الخوازيق	51

المستخلص:

تناولت هذه الدراسة عملية استكشاف الموقع وابحاث التربة وايضاً كيفية القيام باعمال الاستكشاف وطرق تنفيذ الجسات والاختبرات الحقلية والمعملية اللازمة لها، كذلك تم معرفة نوع الاحمال على الاساسات وقدرة تحمل التربة الامنة، ومنها اختيار نوع الأساس المناسب سواء كان سطحي أو عميق حيث تم التعرف على كل أنواع الاساسات السطحية والعميقة وكذلك طرق التصميم المختلفة لكل نوع ومنها التصميم بطريقة المرونة (اجهادات التشريح) والتصميم بحالة حد المقاومة القصوى وكل اعتبارات التصميم الخاصة بها.

واخيراً تم التعرف على أنواع نزول الأسس وكذلك حماية الاساسات حيث تعتبر المياه الجوفية أكبر مشاكل الاساسات.

Abstract:

This study dealt with the process of site exploration and soil research, as well as how to carry out exploration work, methods of carrying out the necessary field and laboratory investigations and tests, as well as knowing the type of loads on the foundations and the carrying capacity of the safe soil, including choosing the appropriate type of foundation, whether superficial or deep, where all types of foundations were identified. Surface and deep foundations, as well as different design methods for each type, including design by resilience method (anatomy stresses), and design in the state of the maximum resistance limit, and all its design considerations.

Finally, the types of foundation descent were identified, as well as foundation protection, as groundwater is considered the biggest foundation problem.

الفصل الأول

المقدمة

الفصل الاول

1- المقدمة

1-1 المقدمة:

يعتبر علم هندسة الأساسات من العلوم الهندسية الهامة حيث تقوم الأساسات باعتبارها العنصر الحامل الرئيسي الذي يتلقى كافة الحمولات الآتية من العناصر العلوية (الأعمدة، بلاطات الأسقف الابيام) للمنشآت ونقل تلك الحمولات للتربة التي تستند عليها كما تقوم بنشر هذه الحمولات وتوزيعها في التربة أسفل الأساس أو حوله. ويقصد بالتحرك الضار الحركة الجسمية المفاجئة الناتجة عن انهيارات قص مما ينجم عن ذلك انهيار تام أو جزئي أو تضاغط للتطبيقات أسفل الأساس مما يسبب هبوط للمنشأ أو بعض أجزاء منه بقيم تضر بالمنشأ أو استخدامه.

كما تعتبر دراسة الأساسات دراسة متكاملة للتربة بالإضافة للدراسات الانشائية والتصميمية نسبة للعلاقة الوثيقة بين طبيعة التربة وأنواع المنشأة من جهة وبين تصميم الأساسات، من جهة أخرى أن الهدف الأساسي لتصميم الأساسات هو تحقيق الأمان الكافي والمحقق للشروط الاقتصادية للمنشأة ويتم ذلك باختيار نوع الأساسات المناسبة وأبعادها وأعماق التأسيس، مما يتناسب مع طبيعة التربة ونوع المنشأة والحمولات المطبقة على الأساسات وغيرها، في هذا السياق نجد أن فن التصميم في هندسة الأساسات يلعب دوراً فعالاً في تحديد نوع الأساسات المختارة.

ولمحة تاريخية لتطور الأساسات نجد أن معظم أنواع الأساسات قديماً وحتي منتصف القرن التاسع عشر كانت تبنى من الحجارة مثل: أساسات حجرية ذات الجمع ولكن مع تطور البناء ووجود أبنية عالية مع الحمولات الكبيرة أدى إلى محاولة تكبير الأساسات والتي مرت بعدة مراحل حتي وصلت إلى ما هو عليه الآن حيث استخدم في بادئ الامر الدعامات الخشبية أسفل الأساسات الحجرية، أما المرحلة الثانية فكان

استخدام حديد السكك الحديدية وأخيراً في أوائل القرن العشرين استخدمت الخرسانة المسلحة وحلت محل جميع الأساسات السابقة وما زالت مستخدمة حتي الآن.

1-2 مشكلة البحث:

- عدم اختيار نوع الأساس المناسب وظهور بعض المشاكل مثل المياه الجوفية وكذلك الأخذ في الاعتبار قدرة تحمل التربة.

1-3 أهداف البحث:

1. التعرف على أنواع الأساسات المختلفة.
2. التعرف على طرق التصميم المختلفة للأساسات.

1-4 منهجية البحث:

تم اجراء الدراسة عن طريق جمع البيانات المتواجدة في:

1. الكتب والمراجع المتخصصة في ميكانيكا التربة وهندسة الأساسات.
2. البحوث والدراسات السابقة.
3. الاطلاع على مدونات التصميم.

1-5 هيكلة البحث:

يتكون هذا البحث من أربعة فصول وهي:

- الفصل الاول (مقدمة عامة، مشكلة البحث، أهداف ومنهجية وهيكلة البحث).
- الفصل الثاني (تعريفات، أنواع الأساسات، قدرة تحمل التربة).
- الفصل الثالث (أساسات سطحية، اعتبارات تصميم، أساسات عميقة).
- الفصل الرابع (الخلاصة والتوصيات).

الفصل الثاني

الخلفية العلمية

الفصل الثاني

2- الخلفية العلمية

2-1 مقدمة:

الأساسات هي حلقة الاتصال بين المنشأة والتربة التي تحمل هذه المنشأة والأساس مسؤول عن نقل أحمال المنشأة بطريقة امنة الي التربة بحيث لا ينتج عن هذه الأحمال تحرك ضار للتربة أسفل الأساس او حوله ، ويقصد بالتحرك الضار هنا الحركة الجسمية المفاجئة الناتجة عن انهيار القص من ما ينجم عنه انهيار تام او جزئي للمنشأة، او تضاغط للطبقات أسفل الأساس مما يسبب هبوط للمنشأة ابعض اجزائه بقيم تضر بالمنشأة او استخدامه . والأساس الجيد يجب ان يقاوم وزن المنشأة بالإضافة للأحمال الأخرى المعرض لها مثل الأحمال الحية او أحمال الرياح او أحمال الزلازل او أي أحمال خاصة اخري تبعا لنوع واستخدام المنشأة ، وتكون المقاومة هنا بتوفير ردود افعال موزعة في التربة يتزن مع أحمال المنشأة بما لا يسبب اجهادات في التربة اعلي من الاجهادات الامنة المسموح بها. كما ان الأساس الجيد يجب ان يحمي المنشأة من تسرب المياه الجوفية (ان وجدت) داخل المنشأة او ان توثر في استخداماته والأساس قد يكون قريبا من سطح الارض وفي هذه الحالة يسمي الأساس السطحي او يكون عميقا داخل التربة لنقل أحمال المنشأة التي تكون في العادة لذلك النوع من الأساسات الكبيرة الي طبقات التربة العميقة الأقوى او توزيعها علي الطبقات بطريقة تدريجية ويسمي ذلك الأساس بالعميق ، وعادة ما ينتهي الأساس تحت سطح الارض حيث يبدا المنشأة وان كانت بعض الأساسات تمتد الي اعلي سطح الارض لمسافات قد تصل الي عشرات الامتار مثل دعامات الكباري . وبرغم من ان وظيفة الأساس الرئيسية هي نقل وتوزيع أحمال المنشأة الي وخلال التربة الا انه احيانا يعمل كجزء رئيسي عام في المنشأة من حيث التشغيل مثل الأساسات الطافية حيث تمثل عدد من طوابق المبني أسفل سطح الارض وبالطبع لا يمكن ترك تلك الطوابق بدون استخدام لكونها أساس للمنشأة .

2-2 استكشاف الموقع وأبحاث التربة:

اهمية أبحاث الموقع :

تنفيذ وتصميم أي مشروع مدني يستلزم دراسة تربة موقع هذا المشروع وفهم خصائصها وصفاتها الهندسية ويوثر حجم ونوع المشروع في حجم أبحاث الموقع . والمشروعات الضخمة والهامة تحتاج الي دراسة تربة دقيقة وشاملة.

والغرض من أبحاث التربة تحدده المواصفات البريطانية في النقاط آلاتية :

1/ لمعرفة مدي ملائمة الموقع للأعمال المقترح تنفيذها عليه.

2/ للتمكن من اعداد انسب تصميم اقتصادي للمشروع المقترح.

3/ لاختيار افضل الطرق للتنفيذ .

4/ لتحديد حالة المياه الجوفية ومناسيبها وتأثيرها علي الاعمال المقترحة.

5/ لاختيار انسب المواقع وانسب الاماكن في الموقع لتنفيذ المشروع المقترح عليه.

البيانات المطلوبة من أبحاث التربة :

كمية البيانات المطلوبة لأي مشروع تتوقف علي حجم ونوع هذا المشروع وعموما تكون اهمية البيانات المطلوبة من أبحاث التربة هي:

1/ بيانات لتحديد طبقات التربة في الموقع وصفات كل منها.

2/ بيانات لتحديد نوع وعمق الأساسات المطلوبة .

3/ بيانات لتحديد جهد تربة التأسيس.

4/ معلومات كافية لحساب القيمة المتوقعة للهبوط.

5/ موقع المياه الجوفية وتأثيراتها.

6/ معلومات لتحديد الاحتياطات اللازمة للتأسيس.

7/ تحديد مشاكل التربة للموقع.

8/ ظروف البيئة حول الأساسات والمبنى ومعالجتها.

2-2-1 برنامج استكشاف التربة:

يمر استكشاف التربة بعدة خطوات منتظمة تتمثل في :

- تجميع المعلومات الأساسية المتاحة حيث يتم الحصول علي كافة المعلومات المتاحة الخاصة بالبيانات التصميمية للمنشأة المراد تنفيذه

- استطلاع الموقع من الاهمية زيارة الموقع لاستطلاعه علي الطبيعة وتجميع كافة المعلومات الخاصة بالموقع .

- الأبحاث الاولية في هذه المرحلة يتم تنفيذ عدد قليل من الجسات وحفر الاختبار لتكوين فكرة عامة عن طبقات التربة وأنواعها وكذلك تحديد منسوب المياه الجوفية كما يجب عمل جسه واحدة علي الاقل للوصول للطبقات الصخرية .

-الأبحاث التفصيلية للمشروعات الكبيرة حيث تستكمل عملية تجميع البيانات والمعلومات الخاصة بتربة الموقع ويتم ذلك بتحديد اماكن الجسات وأعماقها بتفصيل لتغطي مواقع البناء تماما .كما يتم الحصول علي عينات متنوعة ومتتالية من هذه الجسات

2-2-2 الخطوات التفصيلية لاستكشاف التربة :

استكشاف التربة يتم تفصيلا بتنفيذ الخطوات آلاتية :

1/ تجميع المعلومات الأساسية المتاحة.

2/ استطلاع الموقع.

3/ الجسات ، طرق تنفيذها ، وعمقها ، توزيعها.

4/ العينات وأنواعها وطرق الحصول عليها .

5/ الاختبارات المعملية.

6/ المياه الجوفية.

7/ الاختبارات الموقعية.

8/ تحليل النتائج ودراستها.

9/ اعداد تقرير أبحاث التربة.

جسأت التربة :

الجسة هي ثقب رائسي ينفذ في موقع المنشأة المراد استكشافه بغرض الحصول علي عينات من التربة لدراستها او التعرف علي طبيعة طبقات التربة وسمكها وصفاتها .

– طرق تنفيذ الجسات يتم تنفيذ الجسات اما يدويا او ميكانيكيا:

1/ جسأت التثقيب بالبريمة : هي ابسط الطرق لعمل الجسات ويمكن الحصول علي عينات مقلقله بقطر في حدود 10 سم وتستخدم هذه الطريقة لعمق لا يزيد عن (3–5) متر وهذه الأعماق مناسبة لأعمال الطرق والمطارات والمنشآت الصغيرة . اما في الأعماق الاكبر التي قد تصل الي 60 مترا فيمكن استخدام المثقاب الميكانيكي حيث يتم دفعه ميكانيكيا مع اذالة التربة المعلقة بصفة دورية ويصل قطر الجسه في هذه الطريقة الي 25 سم كما ان المثقاب الميكانيكي يمكن ان يخترق التربة والصخر الناعم الي عمق 30 مترا في اقل من ساعة.

2/ جسأت التثقيب بالغسيل : في هذه الطريقة يتم دق ماسورة بطول (1.5–3) متر وبقطر من (5 –10) سم ثم تزال التربة من داخل القاسون بواسطة دفع الماء من خلال لقمة القطع والتي تركب في أسفل زراع التثقيب وتنزل داخل القاسون وتدفع المياه تحت ضغط وسرعة عالية خلال ثقب ضيق في لقمة القطع فتعمل علي تقطيع وتفتيت التربة داخل الماسورة وتنقل المياه فتات التربة عند اندفاعها الي اعلي.

الخواص الأساسية للتربة :

1/ انضغاطية التربة: تتلخص هذه الخاصية في قابلية التربة الي درجة كبيرة احيانا لتغير بنيتها تحت المؤثرات الخارجية الي بنية اكثر دموجا او تراصا علي حساب تقليل مساميتها ويرتبط بهذه الخاصية قانون مهم هو قانون الدمج او التراص.

2/ نفاذية التربة للماء: الخاصية الثانية للتربة هي خاصية نفاذية الماء ، أي قابلية ترشيح الماء والترشيح في التربة يعتمد علي درجة الدموج او التراص للتربة ، وفي الاطيان الشديدة اللدونة و شبه الصلبة يعتمد الترشيح علي وجود التدرج الابتدائي للضغط ، الذي تبدا حركة الماء عند التغلب عليه فقط ، ويرتبط بهذه الخاصية قانون الترشيح الطبقي .

3/ مقاومة التربة للقص او الزحزحة : تحت تأثير الحمل الخارجي، يمكن للضغوط الفعالة في بغض النقاط ان تتفوق علي الاربطة الداخلية بي دقائق التربة ، وتنشا انزلاقات (زحزحات) لبعض الدقائق ويمكن هنا ان يختل اتصال التربة في احدي المناطق أي يتم التغلب علي مقاومة التربة المقاومة الداخلية ، المعارضة او المانعة لإزاحة او زحزحة الدقائق الصلبة في الاجسام السائبة المثالية تكمن فقط في الاحتكاك الناشئ في نقاط تلامس او اتصال الدقائق . اما في الفترة المتماسكة المثالية مثل الاطيان اللزجة بمقاومة زحزحة الدقائق فيها الاربطة البنيوية الداخلية ولزوجة الغلفة الفروانية المائية للدقائق فقط وليس في الاحتكاك الناشئ في نقاط تلامس او اتصال الدقائق .

2-2-3 الأهداف الأساسية لفحص التربة :

ان فحص التربة في المختبر يهدف الي التعرف علي خصائصها الرئيسية من فيزيائية وكيميائية وميكانيكيا مما يعطي الفرصة لاعتبار هذه الخصائص عند تصميم المبني او المنشأة وأساساته علي وجه التحديد ويمكن تلخيص الأهداف الأساسية لفحص التربة كما في آلاتي :

1/ امكانية التصنيف الدقيق للتربة.

2/ التعرف علي الخصائص المتعلقة بثبات التربة تحت تأثير الأحمال وقوة تحملها للضغط.

3/ التنبؤ بمقدار الهبوط الذي يحصل في المبني للتأكد من عدم حصول الهبوط غير المتكافئ بين نقاط مختلفة.

4/ دراسة تأثير المياه الجوفية ان وجدت علي سلوك التربة والتعرف علي امكانية تغير منسوبها وارتفاعها وانخفاضها مع ربط هذا مع معامل الزمن.

5/ تحديد مدي احتواء التربة علي الكبريتات اوالكلوريدات او كليهما معا لتقرير ضرورة او عدم ضرورة استعمال الاسمنت المقاوم للكبريتات.

6/ دراسة مدي تأثير العوامل الجوية المحيطة (الثلوج ، مياه الامطار ، الحرارة ...) علي سلوك التربة تحت الأساس.

7/ التعرف علي اشكال خاصة من التربة تستلزم التعامل معها بحزر كتربة اللويس الهابطة او التربة المنتفخة او الممتدة وغيرها.

اشكال التأسيس:

هنالك علاقة بين منسوب التأسيس والطبقة الصالحة التي هي تحقق الشروط الاربعة وهي المتانة ، الاستقرار ، التوازن ،الثبات وهذه العلاقة تحدد شكل التأسيس التي تنقسم الي ثلاثة اقسام :

1/ التأسيس المباشر علي تربة صالحة : منسوب التأسيس اعلي من منسوب المياه الجوفية.

2/ التأسيس الغير مباشر علي التربة الصالحة : في هذه الحالة الأساسات تكون عميقة جدا وغالبا ما تكون في المنشأة البحرية مثل : كاسرات الامواج ، الارصفة الشاطئية وتكون الركيزة فوق تربة سطحية.

3/ التأسيس علي تربة غير صالحة : هناك اشكال خاصة في الاوتاد والركائز والتي تكون احيانا مسننة الجوانب وهي اشكال كبيرة تقاوم الحمولات .

معني تصميم الأساس:

تصميم الأساس يعني ايجاد المعلومات آلاتية :

1 – عمق ومنسوب التأسيس.

2 – مساحة الأساس وأبعاده من ناحية الطول والعرض.

3– سمك الأساس ومنها تحديد الغطاء الخرساني.

4– حديد التسليح اللازم للأساس وتوزيعه.

5– عمل التأكيدات اللازمة ليتحمل الأساس اجهادات القص والثقب والتماسك.

يجب علي مصمم الأساسات تحديد متطلبات واحتياطات التنفيذ علي النحو التالي :

1/ الحفر واحتياطاته وسند جوانبه.

2/ الاحتياطات الواجب تنفيذها لحماية المباني و الأساسات.

3/ احتياطات تربة التأسيس مثل الدمك او الاحلال او التحسين.

4/ طريقة وكيفية نزح المياه الجوفية.

5/ طريقة حماية الأساسات من الظروف المحيطة بها.

6/ مكونات خرسانة الأساسات ونوع الاسمنت المستخدم وطريقة التنفيذ.

7/ نوع حديد التسليح.

8/ بيان الكمرات الرابطة للأساسات وتفصيلاتها الانشائية.

9/ أي احتياطات اخري لتنفيذ الأساسات.

تحديد عمق التأسيس :

عند اختيار عمق او منسوب التأسيس يجب مراعاة ما يلي :

1/ ان يكون الأساس أسفل الطبقة السطحية.

2/ ان يكون الأساس أسفل خط التجمد في المناطق المعرضة للأجواء الباردة نظرا للتغيرات الحجمية المصاحبة.

3/ ان يكون الأساس أسفل مناطق التغير الحجمي الكبير حيث لا ينصح بالتأسيس علي الردم.

4/ تجنب التأسيس على الطبقات الضعيفة مثل التربة العضوية.

5/ موقع الطبقات الضعيفة والقوية.

6/ موقع منسوب المياه الارضية حيث يسمح بالتأسيس أسفل المنسوب الأدنى.

7/ التربة ذات المشاكل مثل التربة الانهيارية والتربة القابلة للانتفاخ.

8/ في حالة وجود فراغات صناعية في التربة تحت منسوب التأسيس مثل خطوط المجاري او الانفاق.

9/ موقع الأساسات المجاورة حيث يجب البعد بالأساسات الجديدة عنها بمسافة تحدد لتجنب تراكب وتداخل الاجهادات.

2-3 الأحمال على الأساسات:

الأساسات يجب ان تصمم علي الأحمال الميتة والأحمال الحية وأحمال الرياح والزلازل وغيرها

2-3-1 الأحمال الميتة :

الأحمال الميته هي مجموع الأحمال الثابتة و المستديمة سواء منها الاثقال الذاتية للعناصر الانشائية . ويدخل ضمن هذه الأحمال وزن الأتربة وقوة دفعها الجانبية وكذلك الارضيات و الحواط الحاملة والتركيبات.

2-3-2 الأحمال الحية :

هي الأحمال المتغيرة و المتحركة التي يتعرض لها أي جزء من المنشأ بما في ذلك الأحمال الموزعة والمركزة وأحمال الصدم والاهتزازات والقصور الذاتي وهي تشمل :

1/ اوزان الاشخاص مستعملي المنشأ.

2/ أحمال الماكينات واهتزازاتها.

3/ أحمال الاثاثات والاجهزة والآلات غير المثبتة ومواد التخزين.

2-3-3 أحمال الرياح :

يجب تصميم المباني العالية والعريضة لتقاوم أحمال الرياح وقد بينت الكودات للخرسانة والأحمال تفاصيل حساب القوى الناتجة عن الرياح . ويهمل تأثير أحمال الرياح للمباني ذات الارتفاع المساوي او اقل من عرضه.

2-3-4 أحمال الزلازل :

تصمم الأساسات لتقاوم الزلازل حسب المنطقة الزلزالية الواقعة بها . كما ان أحمال الرياح والزلازل لا تؤخذان معا في نفس الوقت وذلك لبعد احتمال تواجد أحمال الرياح في وجود الزلازل ولذا يؤخذ الاكبر منها .

2-4 توزيع ضغط التلامس (التماس) تحت الأساسات السطحية:

Pressure Distribution under Shallow Foundation (Contact Pressure)

توزيع ضغط التلامس بين الأساس وتربة التأسيس من المتطلبات الرئيسية لتصميم الأساسات السطحية حيث أنه بمعرفة الأحمال المؤثرة على الأساس وتوزيع ضغط التماس أسفله يمكن حساب القوى الداخلية من قص وعزوم باستخدام نظرية الإنشاءات ونظرا للحساسية الكبيرة في عزوم الانحناء نتيجة أي تغير بسيط في توزيع ضغط التلامس فإنه يجب اختيار توزيع ضغط.

2-5 طرق تصميم القطاعات :

2-5-1 التصميم بطريقة المرونة (اجهادات التشغيل):

طريقة المرونة ما زالت تستخدم في عدة بلاد نامية حيث الامكانيات المتواضعة وتكنلوجيا تنفيذ الخرسانة محدود وعند استخدام هذه الطريقة في التصميم يجب استيفاء شروط الامان بتحقيق الاتي:

– ان يتم استيفاء الشروط الخاصة بحالات حدود التشكيل والترخيم.

– ان لا تتعدي قيم الاجهادات في كل من الخرسانة وصلب التسليح تحت تأثير أحمال التشغيل قيم الاجهادات المسموح بها .

وتعرف أحمال التشغيل بانها الأحمال المنتظر حدوثها تحت ظروف التشغيل والتي تكون احتمالات الزيادة في قيمتها لا تتعدي ال 5% وتشمل كل الأحمال الحية والميتة وضغط الرياح والأحمال الديناميكية وتغيرات درجة الحرارة وتأثير الزلازل.

في حالة ما اذا كانت الأحمال الميتة تودي الي زيادة ثبات المنشأ او الي خفض قيمة الافعال القصوى في بعض القطاعات.

2-5-2 التصميم بحالة حد المقاومة القصوى :

لا يجوز استخدام هذه الطريقة للتصميم في حالة ما اذا كانت المقاومة المميزة للخرسانة بعد 28 يوم اقل من 200 كجم / سم 3 او اقل من 210 كجم /سم3 . وفي هذه الطريقة يتم استيفاء شروط استخدام معاملات امان كافية لأحمال وافعال التشغيل للحصول علي الأحمال والافعال القصوى التي يبلغ عندها المنشأ حد من حالات الحدود . ويؤخذ عند حساب هذه الحدود كافة العوامل التي توثر سلبيا علي مقدرة المنشأ في مقاومة الأحمال الناتجة عن عوامل تخفيض لمقاومات المواد و التفاوتات المقبولة سواء في التنفيذ او في الحسابات علي الا يتجاوز ذلك الحدود المسموح بها .

– حالة حد المقاومة القصوى هو الحد الذي يضمن حدوث انهيار للمنشأ او لا جزائه والناتج عن وصول القطاع الي حد المقاومة القصوى له وهذا الحد يتحكم في طبيعة انهيار أجزاء المنشأ .

– حالة حد الاتزان هو الحد الذي يضمن عدم حدوث انهيارات ناتجة عن الانبعاج او الانقلاب او الطفو او الانزلاق للمنشأ .

– حالات حدوث التشغيل وهي الحدود التي يؤثر تجاوزها سلبيا علي استخدام المنشأ و متانته وهي تضم حالات حدود التشكيل والترخيم وهي الحالات التي تضمن عدم حدوث تشكلات او ترخيم يتجاوز الحدود المسموح بها .

كما تضم حالات حد الشروخ وهي الحالة التي تضمن عدم حدوث شروخ باتساع يؤثر سلبيا علي كفاءة المنشأ .

وفي هذه الطريقة تحسب الأحمال والافعال القصوى علي عناصر المنشأ المختلفة بضرب أحمال التشغيل في معاملات زيادة الأحمال .

تودي الأساسات عدة وظائف اهمها :

1/ توزيع أحمال المبني علي مساحة اكبر من سطح التربة الصالحة للتأسيس.

2/ منع الهبوط المتفاوت لأجزاء المبني المختلفة.

3/ تحقيق الاستقرار للمبني من أي تأثيرات خارجية.

4/ تحمل وزن المنشأة بأمان.

5/ مقاومة تأثير المياه الجوفية المحيطة بالمبني.

كما تودي الأساسات دورين مهمين هما دور الحمل (التحمل) ودور التوزيع. يتمثل دور الحمل في استقبال مجموعة الحمولات الذاتية والخارجية التي تأتي من القسم العلوي للمبني وكذلك الحمولات العمودية والافقية الثابتة والمنفردة الطبيعية كالرياح والثلوج ، والزلازل ...الخ.

يتمثل دور التوزيع في ايصال الحمولات المختلفة الي طبقة التأسيس وتوزيعها بطريقة ملائمة ومقاومة بحيث لا يتجاوز الاجهاد الناتج من الحمولات قدرة تحمل التربة المسموح بها .

يتم اختيار الأساس المناسب للمبني وفقا لكل من نوع البناية والأحمال الواقعة عليها ، اسلوب التصميم ، قدرة تحمل التربة ، متطلبات التنفيذ ، النواحي الاقتصادية .

جداول لتحديد قيمة مقاومة التربة حسب نوعية التربة والأساسات:

جدول (2–1) يوضح مقاومة التربة للقص ونوع الأساس للتربة الطينية:

Term of Property	الخاصية	Type of foundation	Shear strength KN/m^2
1. Very soft	ناعمة جداً	Deep	Less than 20
2. Soft	ناعمة	Deep	20 – 40
3. Soft to firm	ناعمة وجيدة	Deep	40 – 50
4. Firm	جيدة	Deep	50 – 75
5. Firm to stiff	جيدة ومتماسكة	Shallow	75 – 100
6. Stiff	قوة متماسكة	Shallow	100 – 150
7. Very stiff or hard	قوية وصلبة	Shallow	Greater than 150

جدول (2–2) تحديد مقاومة التربة للأساسات السطحية على التربة الرميلة وحصوية على عمق 0.75m تحت منسوب الأرض:

Foundation in sands and gravels at min. depth 0.75m below G. level:

Descriptive of soil	الخاصية	N-value in SPT	Bearing values KN/m^2
1. Very dense sands and gravels	تربة رملية وحصوية كثيفة جداً	50	600
2. Dense sand and gravels	تربة رملية وحصوية	30 – 50	400 – 600
3. Med win dense sands and gravels	تربة حصوية متوسطة	10 – 30	100 – 400
4. Loose sands and gravels	تربة مفككة رملية أو حصوية	5 – 10	50 – 100

جدول (2–3) مقاومة التربة المسموح بها ونوع الأساسات عليها:

Typical allowable bearing values and types of foundation:

Term of soils	الخاصية	Type of foundation	Typical bearing value
1. Massive isneous bed rock	طبقات صخور كتل نارية	Shallow	1000
2. Sand stone	تربة حجر رملي	Shallow	2600 – 4000
3. Shales and mud stone	طبقات طمي طينية متحجرة	Shallow	2000 – 600
4. Gravel sand and gravel compact	تربة حصوية أو حصوية رملية أو تربة مدموكة طبيعياً	Shallow	600
5. Medwin dens sand	تربة رملية كثيفة متوسطة التماسك	Shallow	100 – 300
6. Hard clay	تربة طينية صلبة	Shallow	300 – 600
7. Medwin clay	تربة طينية متوسطة	Shallow	100 – 300
8. Loose fine sand	تربة رملية ناعمة متفككة	Deep	Less than 100
9. Soft clay	تربة ناعمة	Deep	Less than 75 – 80

2–6 الأساسات:

يقصد بأساس المبني هو الجزء السفلي منه وهي القاعدة التي يرتكز بها المبني علي الارض .

ولابد لوضع أي منشأة علي الارض بطريقة امنة ان نختار النوع المناسب من الأساسات بحيث تمنحه الاستقرار و الاستمرار اطول مده ممكنة في حالة استخدامه الاستخدام العادي او حتى في ظروف الهزات الارضية –الزلازل .

2–7 أنواع الأساسات:

تنقسم الأساسات بصفة عامة الى نوعين :

الأساسات السطحية .

الأساسات العميقة .

2-7-1 الأساسات السطحية:

الأساسات السطحية هي الأساسات التي لا يزيد عمق التأسيس فيها عن عرض الأساس .

أنواع الأساسات السطحية:

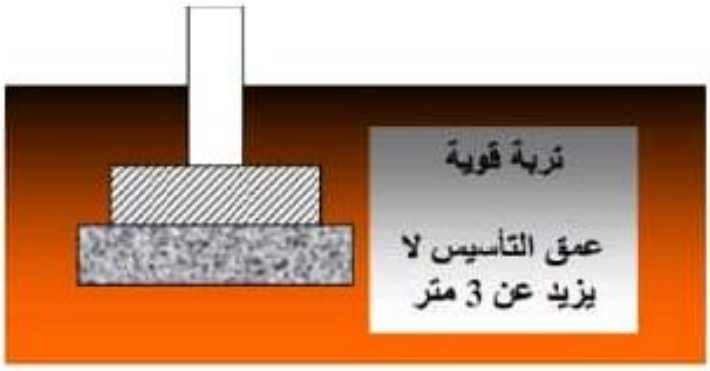
يمكن تقسيم الأساسات السطحية الي الأنواع التالية:

1/ الأساسات الشريطية وتستخدم كأساس للحواط بكافة أنواعها وللأعمدة المتقاربة الواقعة علي صف واحد.

2/ الأساسات المنفصلة وتستخدم كأساس للأعمدة الخرسانية والمعدنية وغالبا م تكون مربعة او مستطيلة الشكل في المسقط الافقي.

3/ الأساسات المشتركة : وهي أساسات لعمودين او اكثر لغرض معين كمقاومة عدم المركزية لعمود او لتقارب عمودين مما يسبب تداخل قواعد الاعمدة او لأسباب اخرى.

4/ الأساسات اللبشة : وتستخدم لأغراض عديدة وهو أساس مستمر في المنشأ كله او جزء من المنشأة حيث تنتقل الية أحمال الاعمدة والحواط لتوزيعها توزيعا منتظما علي التربة.



شكل (2-1) الأساسات السطحية

2-7-2 الأساسات العميقة :

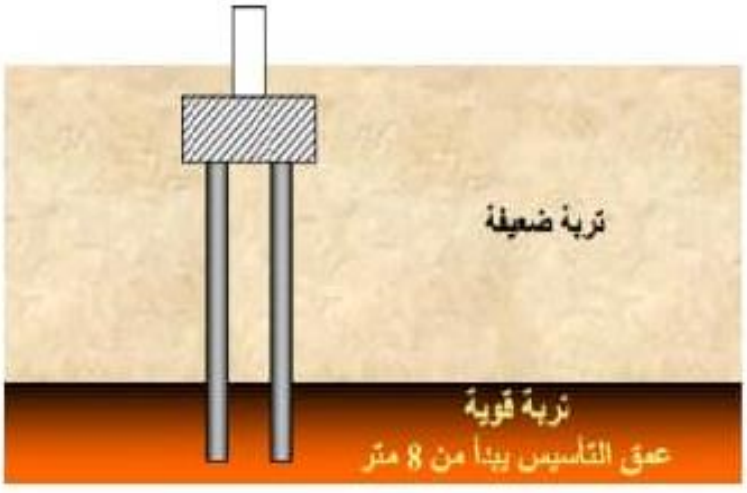
في حالة وجود منشأة ذو أحمال عالية وعدم قدرة الطبقات السطحية من التربة علي حملها فلا بد من اللجوء الي الأساسات العميقة حيث يتم نقل أحمال المنشأة الي طبقة عميقة من التربة ذات قدر اكبر علي تحمل الأحمال .

تستخدم الأساسات العميقة في الحالات آلاتية :

- حينما تكون الطبقات السطحية من التربة ضعيفة لدرجة لا تسمح لها بتحمل الاجهادات المنقولة اليها من الأساسات.

- حينما يكون تنفيذ الأساسات السطحية صعب مثل التنفيذ في قاع البحر او الانهار.

- حينما تكون أحمال المنشأ كبيرة مؤثرة علي المنشأ من ما يستلزم تنفيذ نظام انشائي للأساسات يتحمل المركبات الافقية المنقولة للأساسات.



شكل (2-2) الأساسات العميقة

أنواع الأساسات العميقة :

1/ ابار اسكندراني.

2/ الخوازيق.

3/ القيسونات.

الابار الاسكندراني:

عبارة عن قواعد من الخرسانة العادية وذات ارتفاع كبير تصب داخل بئر يتم حفره ليصل الي طبقة التربة الصالحة للتأسيس ثم يتم وضع القواعد المسلحة للمنشأ فوق تلك القواعد العادية

2-8 الخوازيق :

هي أعمدة تدق في الارض أسفل القواعد المسلحة للمنشأ لتنقل حملها الي طبقة من التربة علي عمق كبير ذات قدرة علي حمل أحمال المنشأ.

2-8-1 استخدامات الخوازيق:

تستخدم الخوازيق في نقل أحمال المنشأ الي عمق كبير من التربة في حالة عدم وجود طبقة سطحية صالحة للتأسيس.

- عندما تكون التربة ضعيفة لا تقاوم الأحمال الموزعة عليها خلال أنواع الاسس الاخرى.

- عندما تكون التربة طينية ذات خاصية انكماش وانتفاخ موسمي بسبب تغير نسبة رطوبة التربة وحركة المياه الجوفية في طبقاتها .

- عندما يكون المنشأ فوق سطح الماء كأرصفة الموانئ و مأخذ المياه .

- عندما لا يمكن حفر الاسس من الأنواع الاخرى عميقا لوجود أبنية مجاورة ذات اسس قريبة من سطح الارض بحيث لو تم حفر الأساس الجديد لتعرض البناء المجاور الي التصدع والنزول او الانهيار . في هذه الحالة تفضل أنواع الخوازيق ذات الاهتزازات القليلة عند الانشاء .

– في المناطق التي يكثر فيها الزلازل والاهتزازات الارضية حيث تكون الركائز اكثر مقاومة من غيرها و توزع بمجموعات تتصل مع بعضها برباطات تقوية باتجاه واحد او اتجاهين.

2-8-2 أنواع الخوازيق :

تنقسم الخوازيق من حيث مادتها الي :

1/ خوازيق خشبية.

2/ خوازيق معدنية.

3/ خوازيق خرسانية.

القيسونات:

هي عبارة عن أساسات عميقة ضخمة ذات اشكال وأبعاد مختلفة قد تكون جاهزة (سابقة الصب) او انها تصب في موقعها وهي عدة أنواع :

1/ القيسونات ذات النهاية المفتوحة.

2/ القيسونات الصندوقية.

3/ قيسونات ضغط الهواء.

العوامل التي تتحكم في تصميم أساسات المنشآت :

يقصد بتصميم الأساسات تحديد نوعيتها وأبعادها وكذلك تسليحها.

العوامل التي تتحكم في تصميم الأساسات هي :

1/ قيمة الأحمال التي ينقلها الأساس الي التربة.

2/ مقدار تحمل التربة للأحمال.

3/ مواصفات حديد التسليح والخرسانة المستخدمة.

العوامل التي تتحكم في اختيار نوع الأساس المناسب للمبني :

1/ ارتفاع المبني : كلما ذاد ارتفاع المبني ذاد تركيز الأحمال علي التربة فمن المنطقي ان نوعية الأساسات المناسبة للمبني ذات الارتفاعات المنخفضة تكون غير مناسبة للمباني ذات الارتفاعات العالية.

2/ استخدام المبني (سكني ، اداري ، مستودعات): استخدام المبني يحدد مقدار الأحمال فيه وبالتالي الأحمال المنقولة منه للأساسات . فمثلا مباني المستودعات ومواقف السيارات متعددة الطوابق تعتبر ذات أحمال اكبر من المباني الادارية والتي هي بدورها تعتبر أحمالها اكبر من أحمال المباني السكنية.

3/ نوع التربة : هنالك أنواع من التربة تتحمل اجهادات عالية مثل التربة الحجرية او الصخرية وأنواع اخري تتحمل اجهادات اقل مثل التربة الرملية او الطينية ويختلف الأساس المناسب للمبني باختلاف نوعية التربة في الموقع .

الوظائف الرئيسية للأساسات :

- توزيع الأحمال.
- الثبات ضد قوي الانزلاق و الانقلاب.
- تقليل الهبوط التفاضلي.
- الامان ضد الانهيار.
- تحديد منسوب السطح.
- تقليل التأثير بسبب حركات التربة.

الفرق بين القاعدة والأساس:

تعتبر القاعدة جزء من الأساس الذي يتم بناؤه باستخدام الخرسانة او الطوب وتعمل كقاعدة ارتكاز لأعمدة المبني او جدران المبني . الوظيفة الرئيسية للقاعدة هي نقل الأحمال العمودية مباشرة الي التربة . يستخدم مصطلح القاعدة او القواعد بشكل شائع للتعبير عن الأساس الضحل .

متي يستخدم الأساس الضحل ومتي يستخدم الأساس العميق ؟

تكون الأساسات ضحلة او عميقة اعتمادا علي الحمل ونوع تربة التأسيس . اذا كانت الأحمال كبيرة جدا وكانت التربة ذات قدرة تحمل منخفض او ذات طبيعة انهيارية يتم استخدام أساسات عميقة . اما اذا كانت التربة لديها قدرة تحمل كافية علي عمق معقول يتم استخدام أساسات ضحلة او سطحية.

2-9 قدرة تحمل التربة Bearing capacity:

وهي قدرة تحمل التربة أي انها اقصي اجهاد يمكن ان تتحمله التربة.

والناتج من حمل المبني الأحمال تنتقل من السقف الي الاعمدة ومن الاعمدة تنتقل الي الأساسات وتقوم الأحمال بالتوزيع غلي سطح القواعد لينتج اجهاد (قدرة تحمل التربة) أسفل سطح الأساسات هذا الاجهاد لابد ان لا يتعدى القيمة المسموح بها .

قدرة تحمل التربة الامنة ($KN\backslash m^2$):

تربة متماسكة :

- صخر طيني ، طين صلب او قوي ، حالة جافة = 440
- طين متوسط = 245
- الطين الرطب ومزيج الطين الرملي = 150
- تربة طينية سودا ، طين
- الطين الناعم او الطري = 100

- طين طري للغاية = 50

تربة غير متماسكة :

- خليط مدموك او مدمج من الحصي والرمل = 440

- الرمال الخشنة المدموكة والجافة = 440

- رمل متوسط مدموك وجاف = 245

- خليط من الحصي السائب او الحصي الرملي = 245

- الرمل الناعم مع الطمي = 150

- الرمل الناعم السائب والجاف = 100

الصخور :

- الصخور الصلبة مثل الجرنيت والديوريت = 3240

- صخور مغلقة مثل الحجر الرملي والجيري = 1620

- الترسيبات المتبقية من صخور الأساس المحطمة والمواد الاسمنتية = 880

- الصخور الناعمة = 440

2-10 الاختبارات الحقلية التي تجرى على التربة :

2-10-1 اختبار الضغط الثلاثي:

اختبار الضغط الثلاثي هو اكثر اختبارات القص استخداما لانه مناسب لكل أنواع التربة ولكل الحالات المختلفة للتجارب، وينفذ هذا الاختبار على عينات اسطوانية من التربة بارتفاع ضعف القطر . على ان الأبعاد المعتادة هي 76×38 و100×50 .

2-10-2 اختبار الاختراق القياسي :

بسبب صعوبة الحصول علي عينات غير مقلقلة من التربة الرملية ولذلك يكون من الصعب معرفة الخواص الفعلية لها ولذا يستخدم هذا الجهاز بالوصول به الي الطبقة الرملية وبمواصفات معينة يمكننا الحصول علي خواص التربة الرملية الفعلية .

تركيب الجهاز :

- معلقة بارتفاع 45 سم وبقطر 5.08 سم .
- مطرقة وزنها 65 كجم وارتفاع سقوطها 75 سم .

طريقة الاختبار :

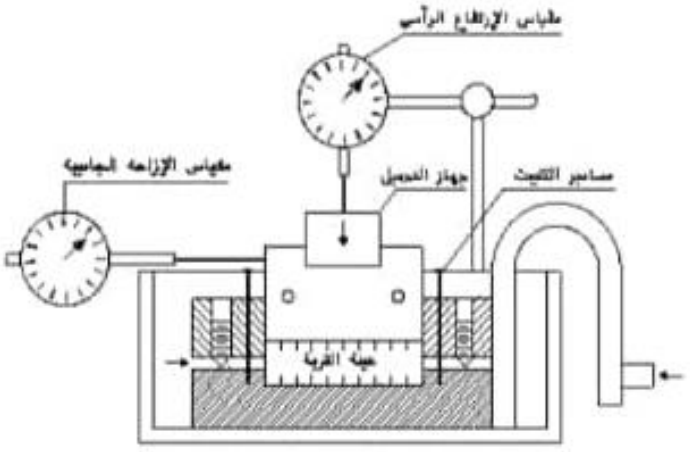
- توضع المعلقة علي سطح التربة الرملية المراد معرفة خواصها.
- تدق الملعقة لمسافة 15 سم داخل التربة .
- تدق ال 30 سم الباقية من المعلقة وتسجل عدد الضربات اللازمة لاختراق المعلقة ال 30 سم باستخدام مطرقة 65 كجم وارتفاع السقوط 75 سم وتسمي عدد الضربات (N). بعدد الضربات القياسية .
- توجد علاقة تربط بين عدد الضربات (N) . والكثافة النسبية للتربة وكذلك زاوية الاحتكاك لها ومقاومتها للأحمال وقدرة تحملها.

2-10-3 اختبار الاختراق المخروطي الثابت :

يتم اجراء هذا الاختبار لتحديد التماسك للتربة الناعمة المتماسكة وللتحقق من نتيجة اختبار الاختراق القياسي للرمال الدقيقة الي المتوسطة. ومن ثم بالنسبة للطبقات التي تواجه تربة اقل تماسكا يلزم اجراء اختبارات الاختراق القياسي والاختراق المخروطي الثابت .

2-11 الاختبارات المعملية التي تجري علي التربة :

2-11-1 اختبار قوي قص التربة:



شكل (2-3) جهاز اختبار قوة القص المباشر

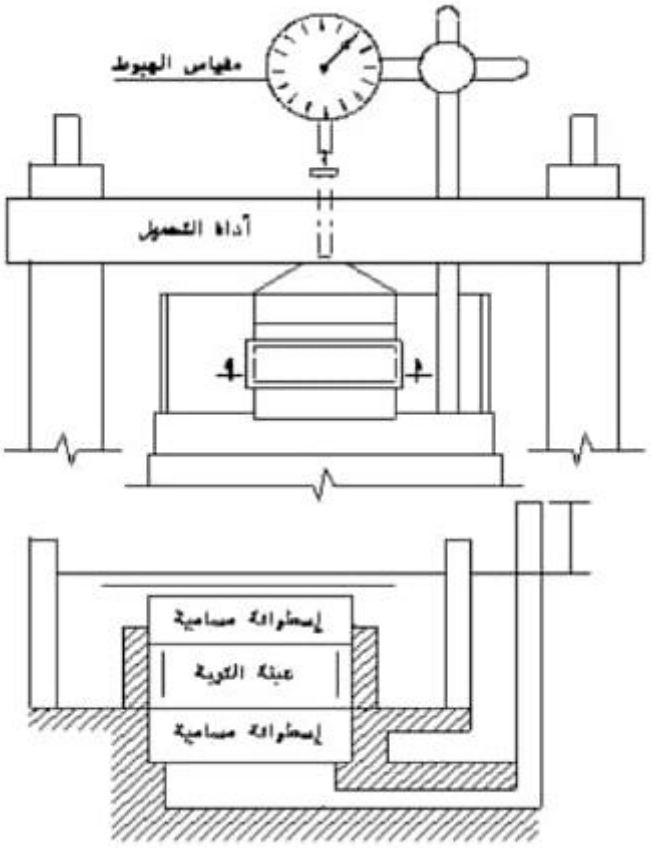
- اختبار قوى القص المباشر :

يستخدم هذا الاختبار غالبا في التربة الرملية ويحتوي الجهاز علي صندوق القص المقسوم الي قسمين علوى وسفلى لوضع عينة التربة فيه و اداة قياس الأحمال الافقية واداة اخري لقياس مقدار الازاحة ، ويوضح الشكل رقم (2-3) الجهاز المستخدم في ذلك . ويتم الاختبار بزيادة الأحمال وتسجيل مقدار الازاحة ومن خلال هذه المعلومات يتم حساب مقدار قوى القص وزاوية الاحتكاك والتماسك.

2-11-2 اختبار الاندماج :

يتم في اختبار الاندماج تحديد مقدار الهبوط و الوقت الذي يستغرقه لذلك توضع عينة التربة في خلقة معدنية ووضع اسطوانة مسامية الي اعلي وأسفل الحلقة لتسمح بمرور المياه من خلالها ثم توضع في جهاز الاختبار الموضح بالشكل رقم (2-4) ويتم تحميل العينة وتسجيل مقدار الضغط و الوقت حتي يتوقف الهبوط ومن ذلك في خلال (24) ساعة من بداية الاختبار ، ويتم رسم ذلك بيانيا وتكرر العملية بمضاعفة الضغط حتي يصل الضغط الي ضغط اعلي من الضغط الذي سينتج عن تحميل التربة من

المباني ومن الرسم يتم تحديد معامل الاندماج الذي يستخدم في تحديد مقدار الهبوط و الوقت اللازم للحصول عليه باستخدام معادلات تحديد الهبوط .



شكل (2-4) جهاز اختبار الإندماج

2-11-3 تحديد معامل نفاذية التربة :

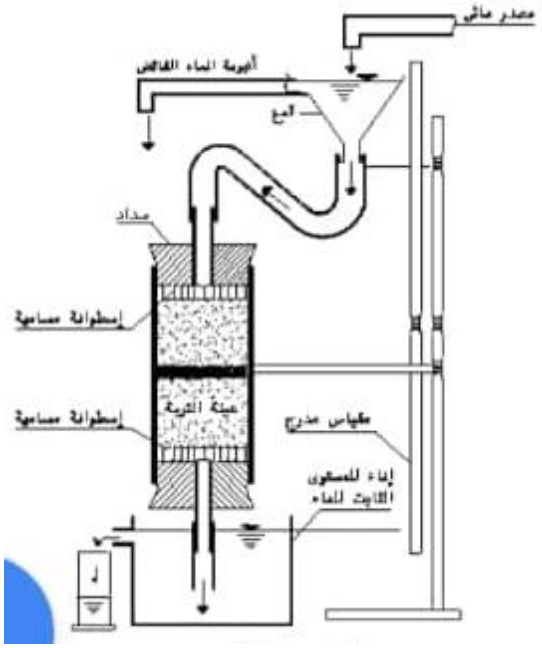
ويستخدم في ذلك جهاز النفاذية عن طريق اختبارين هما :

- اختبار المستوي الثابت .

- اختبار المستوي المتغير .

ومن خلال هذين الاختبارين يتم تحديد معامل النفاذية ، ويمكن استخدام جهاز الاندماج او جهاز الضغط ثلاثي المحاور لتحديد هذا المعامل ايضا ولابد من توخي الحرص الشديد عند اجراء هذا الاختبار حيث ان هنالك عوامل كثيرة تؤثر غلي تحديد قيمة المعامل من بينهما تقلب درجة الحرارة ودرجة تشبع التربة

بالماء والتي ينبغي ان تكون 100% ويمكن التأكد من صحة معاملات النفاذية المستخرجة بمقارنتها بالقيم المتعارف عليها لأنواع التربة المختلفة.

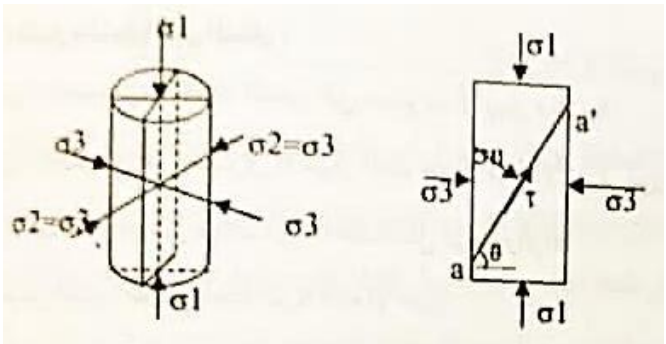


شكل (2–5) جهاز اختبار النفاذية. المستوى الثابت

2–11–4 اختبار القص بجهاز الضغط ذو الثلاثة محاور:

اختبار القص بجهاز الضغط ذو الثلاثة محاور Triaxial Compression test

يسمى هذا الاختيار بجهاز الضغط ذو الثلاثة محاور حيث يتم الضغط على عينة التربة في الثلاث اتجاهات الرأسي (σ_1) والأفقي بالاتجاهين المتعامدين $(\sigma_{2,}\sigma_3)$ ويكون الضغط في الثلاث اتجاهات وتكون شكل العينة إسطواني كما هو موضح بالشكل (2–6).



شكل (2–6) تأثير الإجهادات على عينة التربة في اختبار القص بجهاز الضغط ذو الثلاثة محاور

يكون الضغط على عينة التربة في الاتجاه الأفقي $(\sigma_{2,}\sigma_3)$ المتعامدين متساويان أي أن $(\sigma_{2,}\sigma_3)$ وهذا يماثل الطبيعة حيث أنه أي عنصر في داخل التربة على أي عمق من سطح التربة يكون عليه الضغوط الأفقية متساوية من كل جانب.

يتم الضغط على العينة بضغط ثابت موزع على العينة (σ_3).

يتم الضغط على عينة التربة بعد ذلك بضغط محوري حتى حدوث الانهيار.

***الغرض من اختبار القص بجهاز الضغط ذو الثلاثة محاور:**

تعيين زاوية الاحتكاك الداخلي للتربة (ϕ).

تعيين معامل تماسك التربة (c).

تعيين مقاومة التربة للقص (τ)

تعيين معامل المرونة للتربة (E).

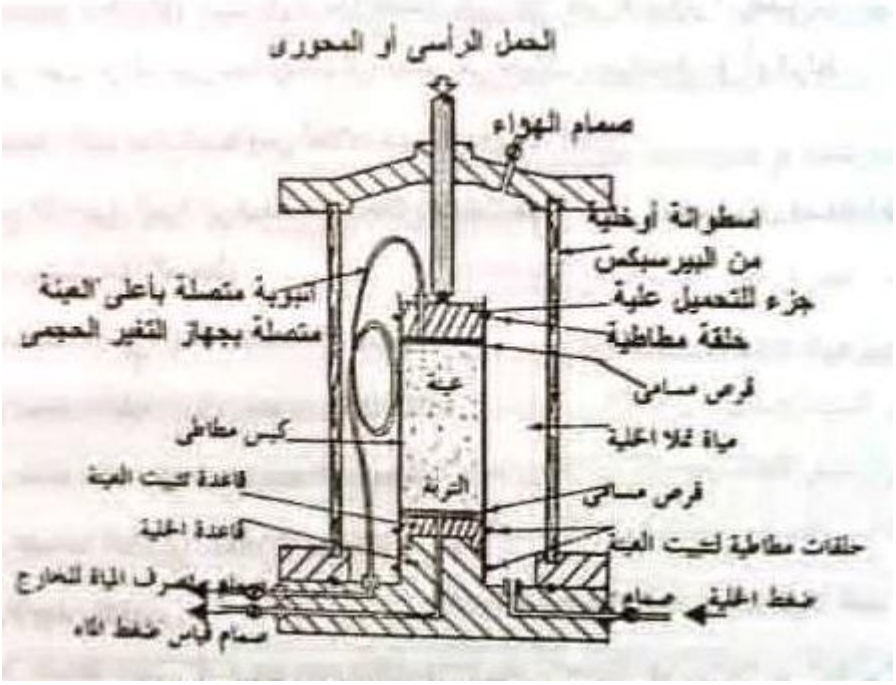
تعيين ضغط المياه في التربة (U).

من النتائج السابقة من الجهاز المذكور يمكننا حساب:

- قدرة تحمل التربة للأحمال Bearing capacity of soil
- اتزان الميول للحوائط الساندة والأعمال الترابية Stability of slopes
- علاقة الإجهاد بالانفعال في التربة.
- الهبوط تحت تأثير الأحمال.

مكونات الجهاز:

يتكون الجهاز كما هو مبين بالشكل (2-7)



شكل (2–7) خلية جهاز القص ذو الضغط في الثلاثة محاور

شكل وحجم عينة الاختبار:

– يكون شكل العينة المستخدمة في هذا الاختبار اسطوانة ذو ارتفاع (H) وقطر (D) حيث يكون دائما (ارتفاع العينة/ قطر العينة) كنسبة 1:2 أي يكون ارتفاع العينة = 2 القطر وعادة ما يكون ارتفاع العينة 7.6 سم وقطرها 3.8 سم أو ارتفاعها 10 سم وقطرها 5 سم وفي بعض الاختبارات للتربة الخشنة قد يصل طول العينة 20 سم وقطرها 10 سم.

ضغط الخلية:

تصنع الخلية التي توضع بها العينة من البيرسبكس الشفاف لتحمل الضغوط الداخلية كما هو مبين بالشكل.

يتم ضغط العينة في جميع الإتجاهات الدائرية حولها وذلك باستخدام ضغط المياه ولضمان عدم تغيير محتوى رطوبة العينة أثناء ضغط المياه حولها فإنها توضع في كيس مطاطي غير منفذ للمياه (Rubber

membrane) حيث يكون هذا الغشاء رقيق جدا حتى لا يؤثر أو يقلل من ضغط الخلية على العينة كما أنه متين جدا ليقاوم أي خدش من حواف حبيبات الرمل أو الزلط.

يكون ضغط الخلية حول العينة ومن أعلاها متساوي وقيمته (σ_3).

يتم وضع الماء حول العينة ثم ضغطه باستخدام ضاغط للهواء حتى الوصول إلى ضغط الخلية المطلوب

ويسمى هذا الضغط:

الضغط الجانبي Lateral Pressure (σ_3)

أو ضغط الخلية : Cell Pressure (σ_3)

أو ضغط الماء : Water Pressure (σ_3)

أو الضغط الثانوي: Minor Stress

قياس الإجهاد بالاختبار:

يتم قياس الضغط الجانبي أو ضغط الخلية (σ) باستخدام مانوميتر أو مقياس ضغط خاص بذلك.

الضغط الرأسي أو المحوري على العينة يمكن قياسه باستخدام حلقة قياس للحمل.

حيث أن العينة تكون مضغوطة بضغط المياه أو الخلية (σ_3) بالإضافة إلى الضغط الرأسي المحوري والذي يتم باستخدام ضاغط رأسي ومقداره (σ_d) ويسمى الضغط المحوري

(Deviator stress (σ_d)) ويكون الضغط الكلي أو الرئيسي (σ) هو محصلة القوتين.

الضغط الرئيسي على العينة (σ) = الضغط المحوري (σ_d) + ضغط الخلية (σ_3)

$$\sigma = \sigma_3 + \sigma_d$$

ويسمى σ = Major stress

ويسمى الضغط الرئيسي (σ) والضغط الثانوي (σ_3) بالإجهادات الأساسية أو الرئيسية.

قياس ضغط الماء والتغيير الحجمي بالعينة أثناء إجراء الاختبار:

يتم قياس ضغط الماء (u) وكذلك التغيير الحجمي داخل العينة المشبعة بالمياه أثناء إجراء الاختبار باستخدام أجهزة قياسية خاصة بذلك يتم اتصالها بالعينة (في المدخل والمخرج) كما هو موضح بالشكل (2-7).

وفي حال التربة الغير مشبعة أو المشبعة جزئيا فإنه يمكن حساب التغير في حجم العينة بالتغير في طول العينة والتغير في قطرها أثناء الاختبار.

قياس التغير في طول العينة أثناء إجراء الاختبار:

ويتم ذلك باستخدام مقياس خاص (Dial gauge) يوضع في مكان خاص بحيث يمكن قياس مقدار التغير في طول العينة أثناء إجراء الاختبار.

تجهيز عينة التربة المتماسكة للاختبار:

تجهيز العينة للاختبار سواء أكانت عينة غير مقلقلة (بحالتها الطبيعية) (Undisturbed) أو عينة مجهزة معمليا (Remouled) ولتتناسب العينة مع هذا الجهاز فأنه يتم الآتي:

أ. عينة التربة الغير مقلقلة (Undisturbed):

تؤخذ العينة من طبقة التربة المتماسكة على العمق المطلوب وذلك باستخدام اسطوانة مفرغة ذو حافة قاطعة ذات سمك بسيط جدا حتى لا يشوه العينة. يكون قطر الاسطوانة هو نفس قطر العينة المستخدمة للاختبار وطولها حوالي 50 سم.

بعد استخراج العينة من التربة من على العمق المطلوب يتم تشميعها جيداً حتى تحتفظ بنسبة رطوبتها ثم تؤخذ إلى المعمل ويزال الشمع ويقطع طول العينة كما هو مطلوب بالاختبار. مع مراعاة أن تتم هذه الأعمال بدقة وبعناية شديدة.

ب. عينة التربة المقلقلة والتي تجهز معمليا (Remouldest Sample):

تجهز العينة بالمعمل حتى يكون لها خواص مقاربة لخواصها بالطبيعة كما سبق شرحه وذلك في قالب كبير ذات قطر 20 سم.

يتم غرز أسطوانة مفرغة ذات حد قاطع وسمكها رفيع جدا حتى لا يشوه العينة ويكون قطرها مساوياً لقطر العينة المراد اختبارها.

الفصل الثالث

تصميم الأساسات السطحية والعميقة

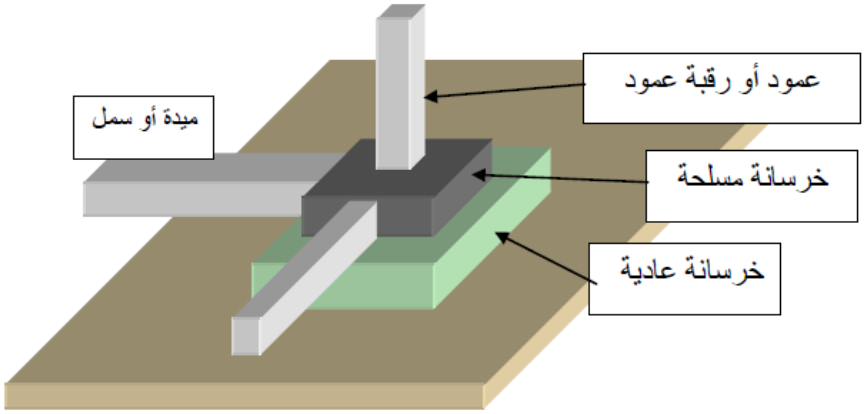
الباب الثالث

3- تصميم الأساسات السطحية والعميقة

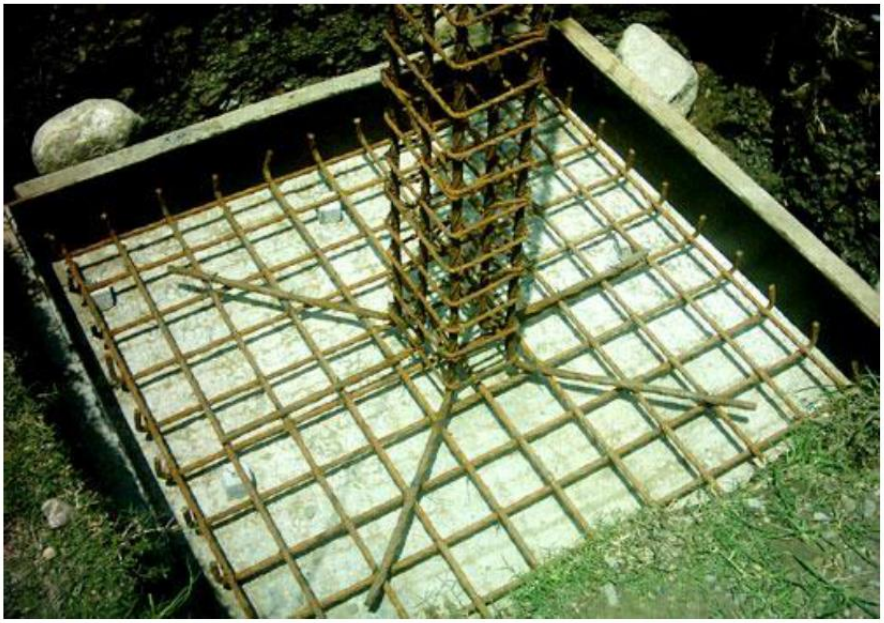
3-1 القواعد المفردة (Isolated Footings):

وهي مربعة أو مستطيلة وتتكون من جزئين:

- الجزء العلوي من الخرسانة المسلحة.
- الجزء السفلي من الخرسانة العادية.



شكل (3-1) القاعدة المفردة



شكل (3-2) تسليح العمود داخل القاعدة

سبب استخدام الخرسانة العادية Reason for using plain concrete

1) للحصول على توزيع منتظم للإجهادات على التربة أسفل قاعدة العمود.

2) توفير حجم الخرسانة المسلحة المطلوبة.

3) إعطاء جساءة كافية للقاعدة لضمان توزيع الأحمال بانتظام على التربة.

خطوات تصميم القاعدة المفردة:

1. حساب مساحة القاعدة (A_f).

2. حساب سمك القاعدة الفعال (d) نتيجة:

أ. مقاومة قوى عزم الإنحناء (d_m).

ب. مقاومة قوى القص (d_{sh}).

ج. مقاومة اختراق العمود للقاعدة (d_p).

ونأخذ أيهما اكبر ليكون سمك القاعدة الفعال (d).

3. يكون سمك القاعدة الكلي $t = d + (5\text{-}7.5)cm$

4. حساب مساحة حديد التسليح لقطاع القاعدة الخرساني (A_s).

5. عمل تحقيق على:

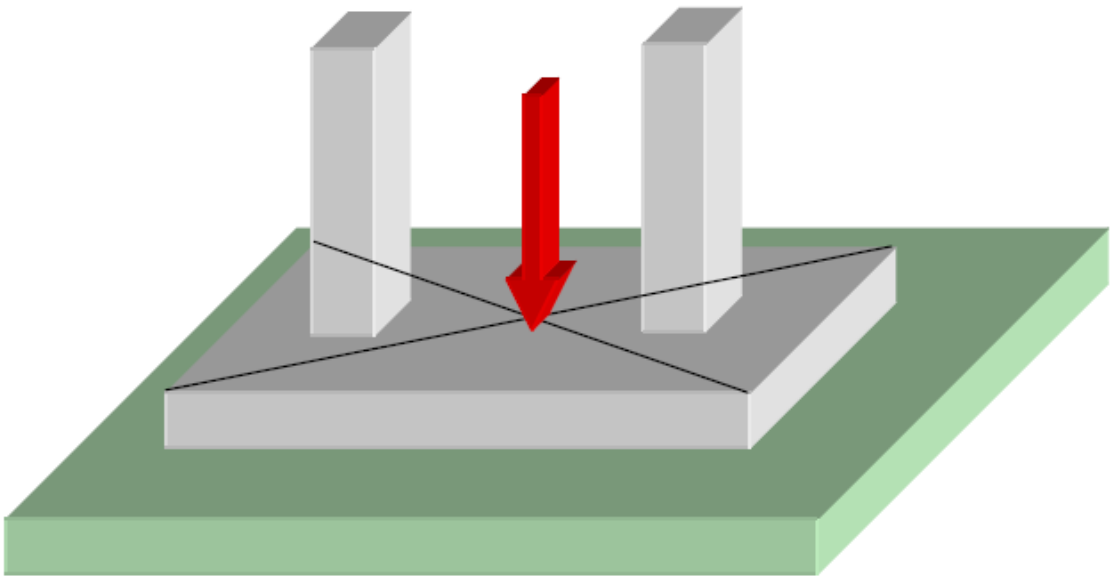
أ. قوة التماسك (q_p) بحيث أن $q_p > 10kg/cm^2$

ب. قوة الأشاير الرابطة بين القاعدة والعمود (d_p) ولا يزيد سمك القاعدة $d_p \leq d$

2-3 القواعد المشتركة (Combined Footings)

نلجأ للقواعد المشتركة عندما يحدث تداخل بين القواعد المنفصلة حيث يكون الإجهاد في منطقة التداخل إجهاد مضاعف.

- القواعد المشتركة عبارة عن قاعدة تضم عمودين أو اكبر ونقطة عمل محصلة العمودين تنطبق على مركز مساحة القاعدة مما يعطى إجهادا منتظماً على التربة (نستخدمها بدلاً من القواعد المتداخلة).
- عندما تقع محصلة الأحمال على مركز المستطيل فإننا نضمن توزيع منتظم للإجهادات والأحمال على التربة.



شكل (3-2) قاعدة مشتركة

الغرض من القاعدة المشتركة :Function of combined footings

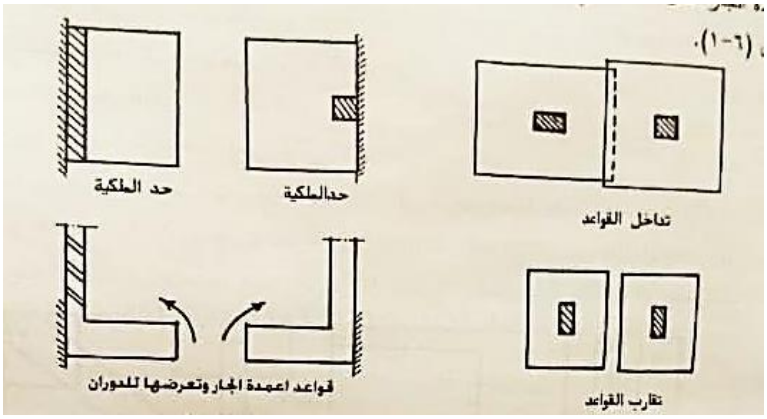
1. الحفاظ على قوة تحمل التربة.

2. جعل المحصلة تقع على مركز المستطيل.

3. قد تكون القاعدة المشتركة على شكل شبه منحرف Trapezoidal ونلجأ إليها عندما يكون الطول L محدد وفى حالة احتمال تداخل القواعد ببعضها.

خطوات التصميم:

عند التأسيس باستخدام القواعد المنفصلة تظهر بعض المشاكل التي تحول دون استخدام أسلوب القواعد المنفصلة مثل تداخل قاعدتين معا، أو تقارب قاعدتين لبعضهما. كما أن قواعد أعمدة الجار تمثل مشكلة في حد ذاتها حيث أنها معرضة للدوران لو تم تنفيذها كقواعد منفصلة شكل (3-3).



شكل (3-3) مشاكل التأسيس بالقواعد المنفصلة

ويمكن التغلب على هذه المشاكل باستخدام نظام التأسيس بالقواعد المشتركة. والقواعد المشتركة يمكن تعريفها بأنها قاعدة أو أساس واحد تحمل أكثر من عمود على نفس الخط.

وتأخذ القواعد المشتركة أشكالاً متعددة وأكثر أشكالها استخداما هي:

1- قواعد مشتركة مستطيلة الشكل Rectangular combined footing.

2- قواعد مشتركة شبه منحرف الشكل Trapezoidal combined footing.

3- قواعد مشتركة كابولية Cantilever combined footing (strap footing).

4- قاعدة مشتركة مستطيلة داخلية.

5- قاعدة حائط جار مشتركة مع عمود.

6- قاعدة جار مشتركة مستطيلة.

7- قاعدة مشتركة بـ T مقبولة (أو عمود مشتركة بكمرة).

8- قاعدة مشتركة غير منتظمة.

9- قاعدة مشتركة شبه منحرف.

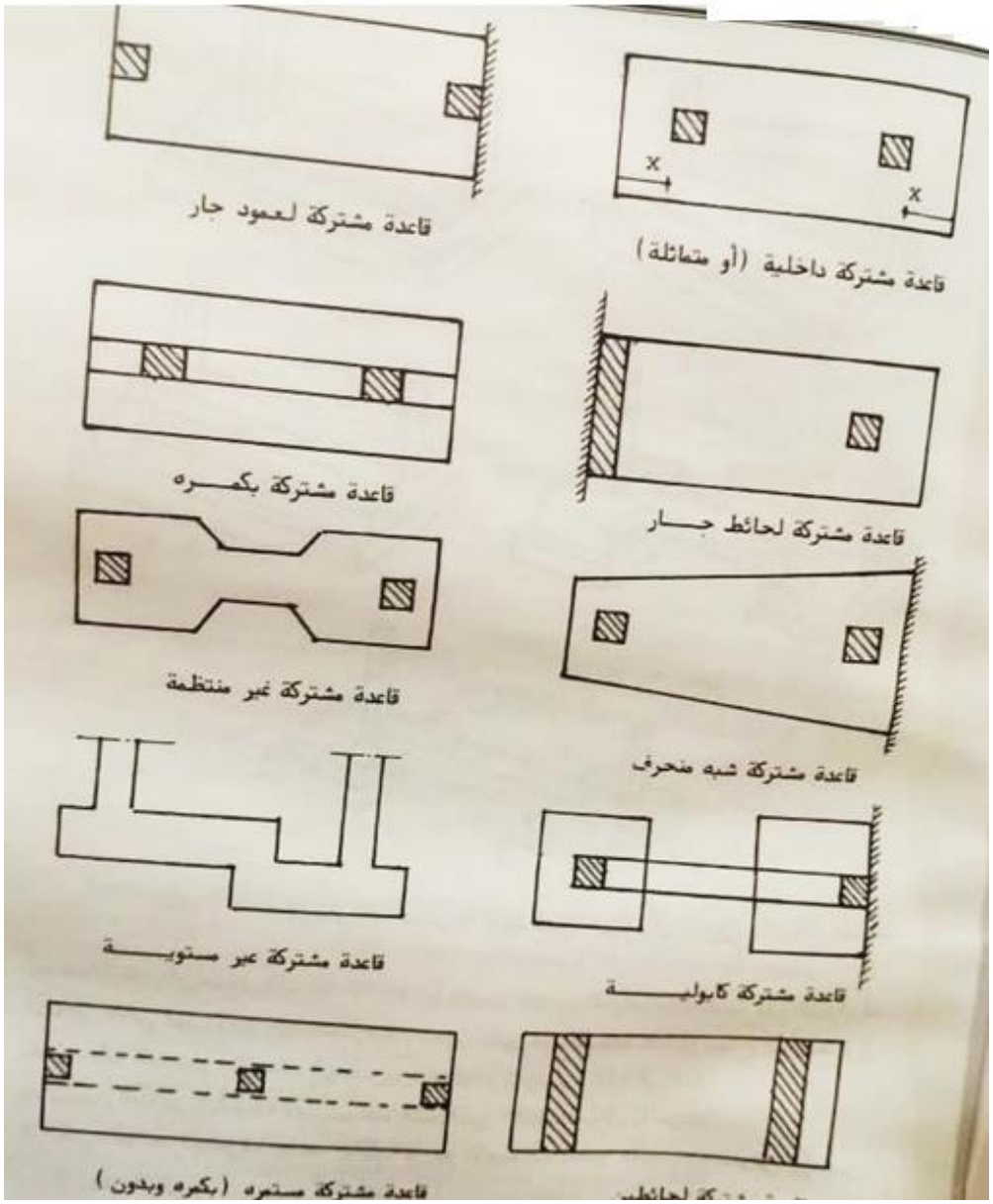
10- قاعدة مشتركة كابولية.

11- قواعد مشتركة كابولية معا.

لبشة:

القواعد المشتركة تستخدم حينما لا تسمح المسافة بين عمودين باستخدام قواعد منفصلة، أو حينما يوجد عمود خارجي على حد الملكية لا يصلح معه تنفيذ أساس منفصل فيتم ربط هذا العمود الخارجي بأخر أو بأي نظام من أنظمة القواعد المشتركة حيث يمكن التغلب على اللامركزية في الأساس المنفصل الخارجي التي قد تسبب دوران أو هبوط متفاوت كبير أو زيادة كبيرة في الاجهادات المنقولة إلى التربة قد تفوق قدرة تحملها شكل (3-3) يبين أنواع القواعد المستخدمة في ربط عمود الجار بعمود آخر داخلي.

وعادة ما تصمم القواعد المشتركة على اعتبار أن القاعدة نفسها عالية الجساءة Rigid أو على اعتبار القاعدة تمثل كمرة على وسط مرن Beam on an elastic media والاعتبار الأول يمثل الطريقة التقليدية في التصميم حيث يفترض أن محصلة الأحمال الواصلة من الأعمدة للقاعدة.



شكل (3-4) أنواع القواعد المشتركة

تصميم القواعد المشتركة المستطيلة Rectangular Combined Footings

تستخدم القواعد المشتركة المستطيلة في الحالات آلاتية:

1- حينما يحد العمود الخارجي حد ملكية أو جار أو خطوط مياه أو صرف أو أي عمل هندسي آخر يمثل عائقا لامتداد أساسه المنفصل إذا نفذ له.

2- حينما تكون المسافة بين عمودين داخليين لا تسمح بتنفيذ أساس منفصل لكل منهما. ويبين شكل (3-4) خطوات تصميم القواعد المشتركة المستطيلة باستخدام اجهادات التشغيل والتي تتمثل في الخطوات آلاتية:

١- تعين محصلة أحمال الأعمدة R وكذلك نقطة تأثيرها $\overline{X}$

$$R = P_1 + P_2$$
$$\bar{X} = P_2 S/R$$

ويمكن تحديد نصف طول الأساس L/2 من :

$$L/2 = \bar{X} + Y_1$$
$$L = 2(\bar{X} + Y_1)$$

ويجب مراعاة أن قيمة Y_1 ولا معلومة من:

$$Y1 = y + (a_1/2)$$

حيث y هي بعد وجه العمود عن حد الملكية وهذه القيمة تساوى صفرا لو أن وجه العمود الخارجي يقع على حد الملكية تماما. كما يجب ملاحظة عدم المبالغة في تقريب الطول L تجنبا لحدوث اجهادات غير منتظمة التوزيع أسفل الأساس ولذلك فيكفى التقريب لأقرب ٥ سم أو 10 سم.

2- تحديد عرض الأساس من:

$$P = \frac{R_T}{q_s L}$$

وتقرب B لأقرب ٥ سم .

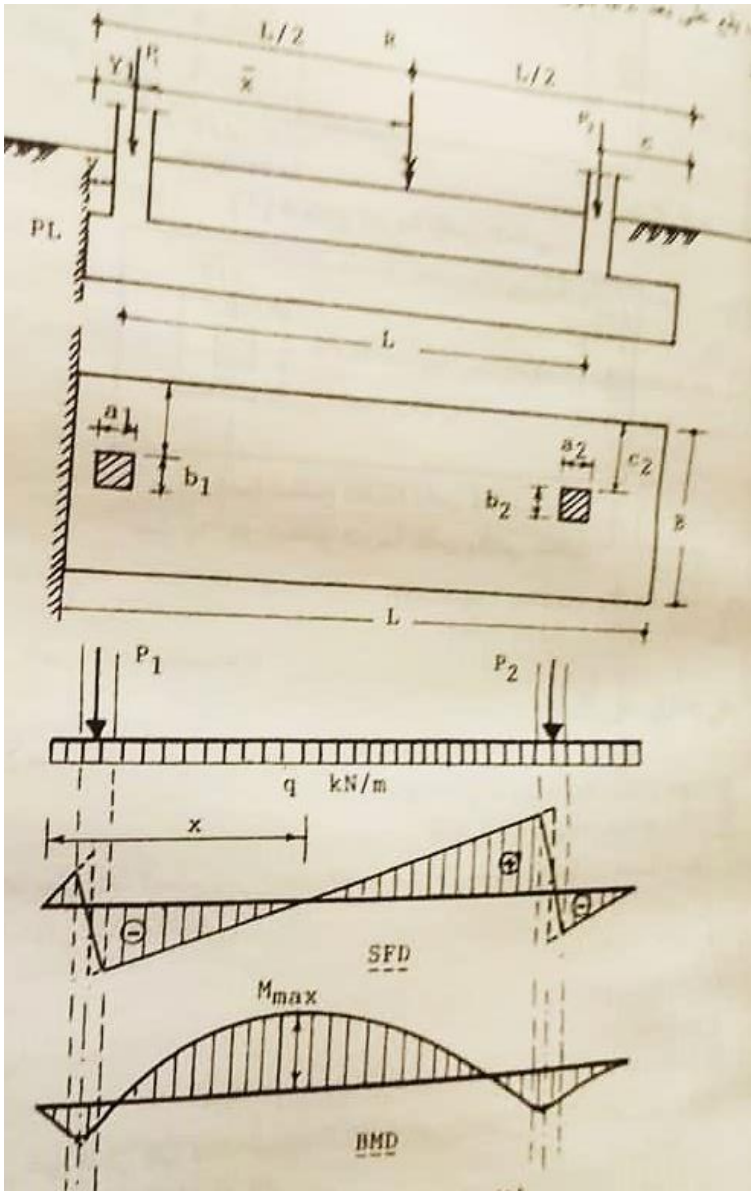
3- يعين جهد التصميم من:

$$q\text{-}R/LB$$

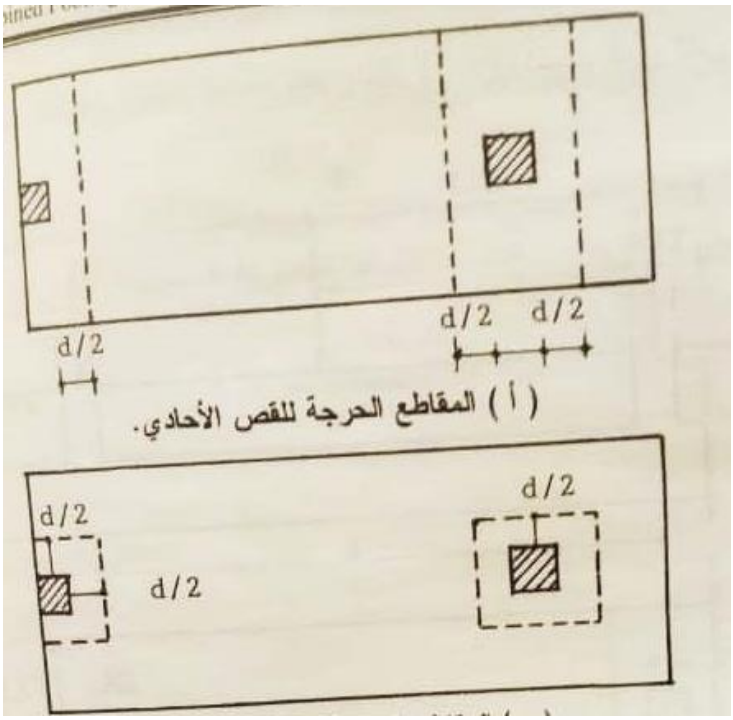
4- تعتبر القاعدة المشتركة محددة استاتيكيا ولذا يمكن رسم مخطط قوى القص ثم يعين مكان القص المساو للصفر Zero shear

5- يرسم مخطط عزم لانحناء ويعين أقصى انحناء المقابل للقص الصغرى.

6- يحدد عمق الأساس المقاوم للعزم d_m وكذلك المقاوم للقص d_{sh} بدون تسليح للقص. ويحدد العمق المقاوم للعزم باستخدام العزم الأقصى M_{max} كما أن المقطع الحرج للقص يكون على مسافة d/2 من وجه العمود الذي له قص اكبر (العمود ذو الحمل الأكبر أي الداخلي)، شكل () كما يجب تحديد عمق الأساس المقاوم للقص الثاقب d_p علما بأن المقطع الحرج للقص يقع على بعد d/2 حول العمود كما هو مبين بالشكل (3-5) وتحسب قوى القص الثاقب كما يأتي:



شكل (3-5) القاعدة المشتركة المستطيلة



شكل (3-6) المقاطع الحرجة للقص وللقص الثاقب

$$Q_{p1} = P_1 - q(b_1 - d_p)(a_1 + d_p/2 + y)$$

$$Q_{p2} = P_2 - q(b_2 - d_p)(a_2 + d_p)$$

وأما عمق القص الثاقب فيحسب من:

$$d_p = Q_P/q_P.\sum$$

حيث $\sum$ هو محيط المقطع الحرج وهو في هذه الحالة:

$$\sum 1 = P_1 - q(b_1 - d_p)(a_1 + d_p/2 + y)$$

$$\sum 2 = P_2 - q(b_2 - d_p)(a_2 + d_p)$$

كما يمكن أخذ المقطع الحرج حول العمود مباشرة مع زيادة الإجهادات المسموح بها للقص الثاقب وفي هذه الحالة يكون:

$$Q_{p1} = P_1 - qb_1a_1$$

$$Q_{p2} = P_2 - qb_2a_2$$

$$\sum 1 = 2P_1 + (a_1 + y)$$

$$\sum \quad 2 = 2(b_1 + a_2)$$

ويختار أكبر عمق d من القيم الثلاثة للسمك المعينة من العزم والقص والقص الثاقب. كما يمكن حساب العمق من أحدهم والتحقق من الأخرين.

$$d_m = k_1 \sqrt{\frac{M_{max}}{B}}$$

$$d_{sh} = \frac{Q_{sh}}{B.q_{sh}}$$

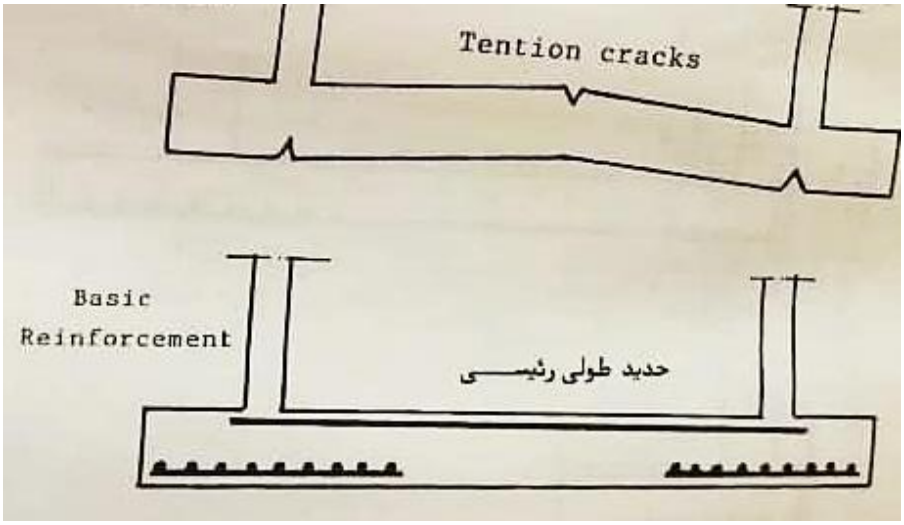
$$d_p = Q_P/q_p.\sum$$

تم تعيين تخانه الأساس t من:

$$t = d + (5 \text{ to } 7cm)$$

7- يحسب الحديد الطولي الرئيسي وهو يغطى المناطق المحتمل حدوث شروخ بها شكل (3-6).

ويهمل هنا حساب قوى التماسك وبالتالي اجهادات التماسك حيث تكون القيم العظمى للعزوم متواجدة مع القطاع الخالي من قوى القص وهي نفسها تكون قوى التماسك.



الشكل (3-7) الانهيار والتسليح الرئيسي

8- التصميم في الاتجاه العرضي Transverse Direction

تصمم القاعدة المشتركة في الاتجاه العرضي كقاعدة منفصلة لكل عمود على حدة وذلك لأن أحمال الأعمدة توزع في الاتجاه العرضي أيضا تحت الأعمدة وتعمل المنطقة تحت الأعمدة عرضيا كامرات مدفونة ويؤخذ عرض هذه الكمرات العرضية المدفونة اقل قيمة من:

أ- عرض القاعدة المشتركة B.

ب- نصف بحر العمودين المتجاورين.

ج- العرض المحدد بمسافة d من وجهي كل عمود بما فيها عرض العمود نفسه لكل شكل (3-7)

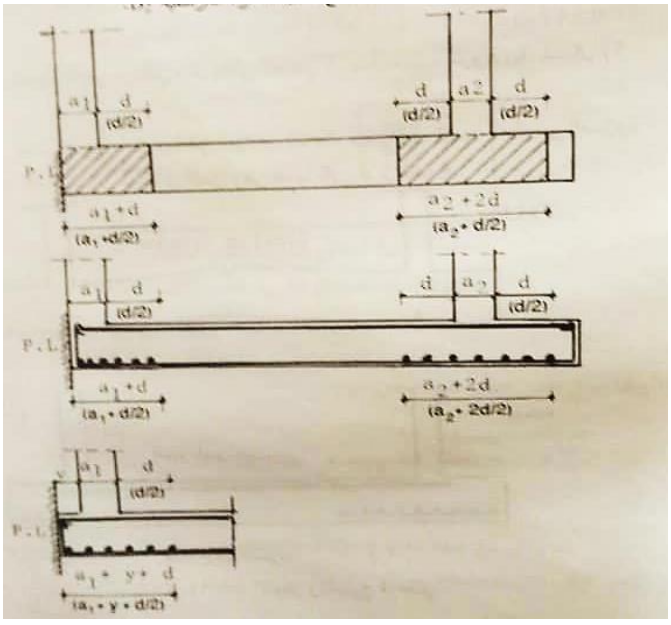
يمكن هنا أخذ d/2 بدلا من d كما جاء بكود (ACI)

وتحسب العزوم العرضية من:

$$M_1 = b_1 C_1^2 / 2B$$

$$M_2 = b_2 C_2^2 / 2B$$

ويحسب حديد التسليح اللازم للعزم M_1 ويوضع أسفل الكمرة العرضية B_1 ويحسب حديد التسليح اللازم للعزوم M_2 ويوضع أسفل الكمرة العرضية B_2.



شكل (3-8) عرض الكمرات المدفونة عرضيا

إما الحديد العرضي العلوي والسفلي وكذلك الحديد الطولي في المقاطع الأخرى الغير محسوبة فيوضع بالنسبة الأدنى التي تحقق وجود حديد بقيمة لا تقل عن 0.0015 من مساحة أي مقطع.

9- توقع جميع الأبعاد الخرسانية وتفاصيل حديد التسليح على رسومات هندسية تفصيلية مرسومة بمقياس رسم مناسب.

تصميم القاعدة المشتركة بالنظرية الحدية:

1. مساحة القاعدة A ونفرض وزن ذاتي للقاعدة Self-weight.

2. نوجد محصلة الأحمال في حالة الاستخدام ونوجد مركز المحصلة.

3. يتم تحديد أبعاد القاعدة.

4. تصعيد أحمال التصميم وإيجاد ضغط التربة.

$$N_{ult} = 1.4 * Gk + 1.6\ Qk$$

$$Ps = \frac{N_{uLt}}{A}$$

5. نختار سماكة القاعدة h

$$D = h - C.C - \phi/2$$

6. تحقيق القص في وجه العمود.

$$V = \frac{N}{col.Perimeter * d}$$

7. تصميم التسليح (إيجاد عزوم الانحناء وقوى القص)

$$W\ (Total\ load/m) = Ps * B$$

بالنسبة لتحقيق القص في المقطع الحرج على مسافة 1d من وجه العمود:

$$V = Shear\ force - Ps * B\ (d + \frac{c}{2})$$

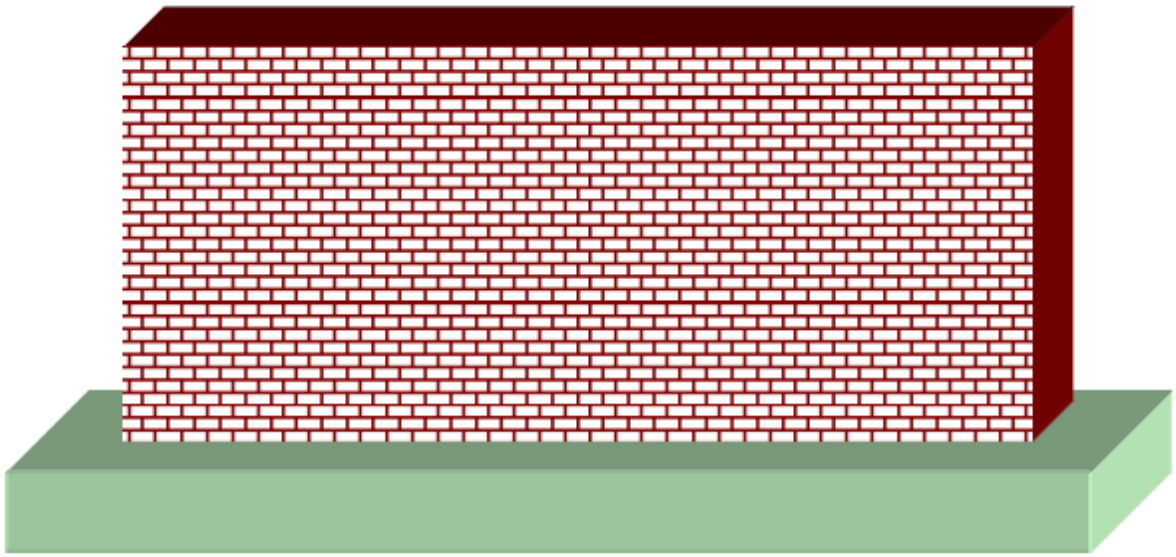
اجهاد القص:

$$V = \frac{V}{b\ d}$$

$$As = \frac{M}{0.95\, fy * z}$$

3-3 أساسات شريطية أسفل مباني الحوائط الحاملة : Strip footing under LBM walls

- نلاحظ أن الزاوية = 60 أو 2 : 1 ونلاحظ كذلك أن الأساس مدرج والجزء داخل الهرم الجزء الفعال من الأساس.
- نلاحظ وجود طبقة 15سم من الخرسانة العادية أسفل بعض الأساسات الشريطية وهي بهدف النظافة ولتفادي اختلاط حديد التسليح بالتراب والرمال.
- الأشرطة أسفل مباني الحوائط الحاملة يتم فيها التصميم على حسب قواعد الخرسانة المسلحة.



شكل (3-9) أساس شريطي

خطوات التصميم:

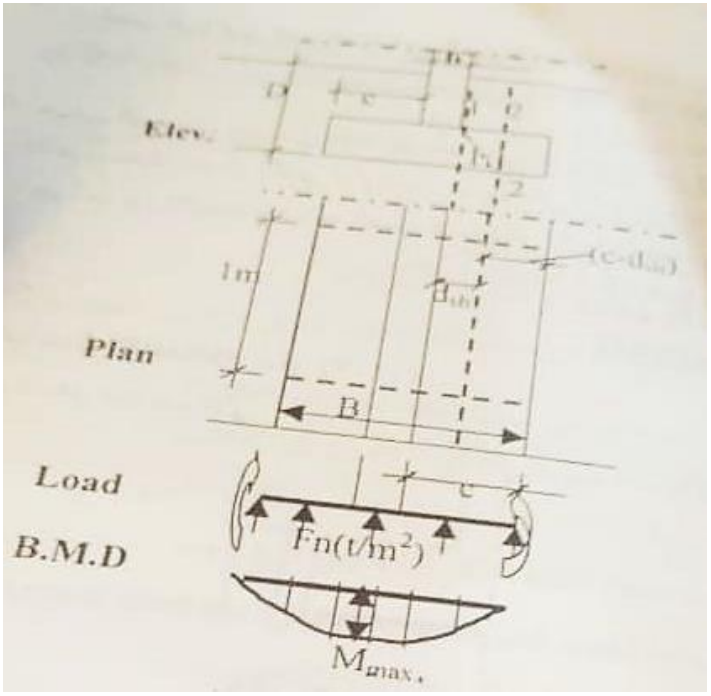
1. مساحة القاعدة = $\frac{\text{حمل العمود}}{\text{الإجهاد الصافي المسموح به للتربة}}$

$$A_f = P/(q_{all} - \gamma.D)$$

أو

$$\frac{\text{الحمل الكلي للعمود}}{\text{الإجهاد المسموح به للتربة}}$$

$$A_f = P_T/q_{all}$$



شكل (3–10) عزم الإنحناء عند وجه العمود

حيث B عرض القاعدة ، 1 متر طول الشريحة

ومنها يمكن استنتاج عرض القاعدة B

2. نحسب قدرة تحمل التربة الصافية (F_{net}) ويرمز لها F_n

$$F_n = P/A_f$$

3. حساب أقصى عزم إنحناء في حالة القواعد الشريطية يتبع ما جاء في الاعتبارات المأخوذة للقطاع الممثل لأقصى عزم إنحناء.

$$M_{max} = F_n \times C \times 1 \times C/2$$

$$= F_n \times C^2/2$$

$$C = (B - b)/2$$

4. حساب سمك القاعدة (t):

ولسهولة الحل نتبع آلاتي:

أ. سمك القاعدة الفعال الناتج من عزم الإنحناء (d_m)

$$d_m = K_1\sqrt{M_{max}/b} = 0.36\sqrt{M_{max}/100}$$

100 هو طول الشريحة (1 م).

ب. سمك القاعدة الفعال المقاوم لقوى القص (d_{sh})

حيث أن القطاع الآمن ضد قوى القص هو القطاع الواقع داخل الميل 1:1 من نهاية العمود وحتى أسفل القاعدة لذا يتم عمل تحقيق للقطاع خارج حدود هذا الميل أو نستنتج سمك القاعدة باستخدام قوى القص المسموح بها.

$$d_{sh} = \frac{Q_{sh}}{0.87 \times 1 \times q_{sh}}$$

3-4 أساسات الحصيرة أو اللبشة:

عبارة عن قاعدة مشتركة كبيرة تضم جميع أعمدة وتصمم بحيث ترتكز نقطة عمل محصلة جميع الأعمدة على مركز مساحة اللبشة (الفرشة الخرسانية) ونلجأ لاستعمال هذه الفرشات عندما تزيد مجموع مساحات القواعد المنفصلة والمشتركة عن 60% من مساحة المنشأ.

أنواع الفرشات:

(أ) قواعد خرسانة مسلحة منفصلة على فرشة خرسانية عادية:

Isolated RC footings on PC raft

تحتوى على ميدات تساعد في عملية توزيع الأحمال على القواعد.

شكل (3-11) قاعدة خرسانية مسلحة

توجد عدة أنواع لأساسات الحصيرة وفقاً للتصميم الإنشائي:

3-4-1 حصيرة ذات سمك ثابت Raft of uniform thickness

أبسط الأنواع من حيث التنفيذ ويفضل استخدام هذا النوع في حالة أعمدة المنشأة ذات أحمال صغيرة إلى متوسطة وتباعدات صغيرة بين الأعمدة وتشبه في سلوكها الإنشائي البلاطات المسطحة لكن بشكل مقلوب.

3-4-2 حصيرة ذات سمك ثابت مع سقوط عند الأعمدة

Raft of uniform thickness and pedestal

يفضل استخدامها عندما تكون أحمال الأعمدة كبيرة تؤدي إلى زيادة سمك الأساس الثابت بشكل كبير وذلك لتحقيق مقاومة قص الاحتراق وعمل السقوط لتقليل العزوم أسفل الأعمدة أيضاً تشبه في سلوكها الإنشائي البلاطات السطحية بسقوط ولكن بشكل مقلوب.

3-4-3 حصيرة ذات سمك ثابت لكن بعارضات Raft of uniform thickness and beams

يفضل استخدام هذا النوع في حالة البحور الكبيرة مما يعطي عزوم كبيرة بين الأعمدة وهذا يقتضي عمل عارضات تربط بين الأعمدة وقد تكون العارضات أعلى الأساس أو من الأسفل لكن بشكل شبه منحرف

(العرض أصغر من الأسفل) وتشبه في سلوكها الإنشائي البلاطات المصممة العاملة في الاتجاهين ولكن بشكل مقلوب.

طرق التصميم أساسات الحصيرة:

توجد طريقتين أساسيتين لتصميم أساسات الحصيرة هي:

1. الطريقة الصلبة Rigid method

هذه الطريقة تبسط تصميم أساسات الحصيرة يدوياً عندما تكون الأعمدة منتظمة في المستوى الأفقي وذلك من خلال الافتراضات التالية:

- تعتبر الحصيرة جسماً على الصلابة بالنسبة للتربة التي تستند عليها مما ينتج عن هذه الفرضية أن توزيع الإجهادات في التربة لا يتأثر بمرونة الحصيرة.
- يتم توزيع إجهادات التربة بشكل منتظم عندما يتطابق مركز محصلة الأحمال مع مركز الحصيرة أو توزيع خطي في حالة عدم تطابقها.

2. الطريقة المرنة Flexible method

نفترض أن الحصيرة تتفاعل استاتيكياً مع التربة المستندة عليها والحل في هذه الطريقة يلزم استخدام طرق حسابية رقمية متطورة مثل طريقة العناصر المحدودة Finite elements Method

تصميم اللبشة بالطريقة التقليدية Conventional Method:

تتلخص طريقة تصميم اللبشة بهذه الطريقة في الخطوات الآتية:

1- تعيين محصلة أحمال الأعمدة .

$$R = P_1 + P_2 + P_3 + \cdots$$

2- نختار مساحة اللبشة بحيث تغطي الأعمدة كلها أو المساحة كلها.

3- حدد موقع المحصلة R ومنها تحديد الإزاحات e_x, e_y

4- تحديد خصائص اللبشة A وهي المساحة مركزها وعزوم القصور الذاتي I_x, I_y

5- تحسب عزوم أحمال الأعمدة حول محوري x, y ليعين الـ M_x, M_y

6- يحسب توزيع الجهد على التربة أسفل اللبشة عند نقطة تأثير الأعمدة باستخدام المعادلة:

$$q = \frac{R}{A} \pm \frac{M_x}{I_x} \pm \frac{M_y}{I_y} x$$

ويراعى عند أي نقطة تحقيق ما يلي:

$$q \text{ at any point} \leq q_{net} \text{ allowable}$$

7- تقسيم اللبشة إلى شرائح في الاتجاهين بمنتصف المسافة بين محاور الأعمدة.

8- تصميم كل شريحة على اقصى إجهاد واقع عليها ويعتبر هذا الإجهاد الأقصى منتظم التوزيع على الشريحة ويحسب عزم الإنحناء من:

$$M = qL^2/10$$

إذا كانت الشريحة تحمل أكثر من 3 أعمدة

$$M = qL^2/8$$

إذا كانت الشريحة تحمل 3 أعمدة أو عمودين.

ويشترط لحساب العزوم بالطريقة المذكورة ألا يزيد أي بحر للأعمدة عن 20% عن البحر المجاور. وإذا لم يتحقق هذا الشرط يحسب عزم الإنحناء بأحد الطرق المعروفة في حساب الإنشاءات. وبطريقة أخرى أكثر عمومية يمكن تعيين العزوم والقص بالخطوات آلاتية:

أ. يؤخذ لكل شريحة جهد التربة المتوسط عليها q_{av} وهو نصف مجموع أقصى وأقل جهد على طول الشريحة.

ب. حيث أن محصلة جهد التربة على الشريحة لا تساوي مجموع أحمال الأعمدة عليها فإنه يجب ضبط أحمال الأعمدة في كل شريحة بإيجاد معامل تعديل الأعمدة:

$$\text{Average load} = 1/2[q_{av}.B_1L + (P_1 + P_4 + P_7 + P_{11})]$$

$$Q_{av}(\text{modified}) = q_{av}(\text{Average load}/q_{av}B_1L)$$

وبذلك يكون معامل تعديل الأعمدة:

$$F = \text{Average load}/(P_1 + P_4 + P_7 + P_{11})$$

وفي هذه الشريحة تؤخذ أحمال الأعمدة $(FP_1 + FP_4 + FP_7 + FP_{11})$ ثم يوجد العزم والقص بعد ذلك. وتكرر الخطوات بكل شريحة.

ج- يؤخذ أقصى عزم موجب وسالب لكل شريحة في نفس الاتجاه ويصمم المقطع من حيث السمك والحديد في الاتجاهين.

9- يجب ملاحظة أن سمك اللبشة يحسب بحيث يقاوم القص الثاقب.

10- ترسم المساقط المختلفة لبيان تفاصيل التصميم.

3-5 الخوازيق:

هي ذلك الجزء من المنشأ الذي يكون عادة تحت مستوى سطح الارض substructure ويقوم بعمل او اكثر من الاعمال الاساسية التالية:

1. نقل ثقل المنشأ الى طبقات التربة وتعتبر اساسا له.
2. اسناد طبقات التربة المعرضة الى قوى دفع جانبية.
3. تثبيت التربة ورصها.

شكل (3-12) يوضح الخازوق

3-5-1 تصنيف الخوازيق:

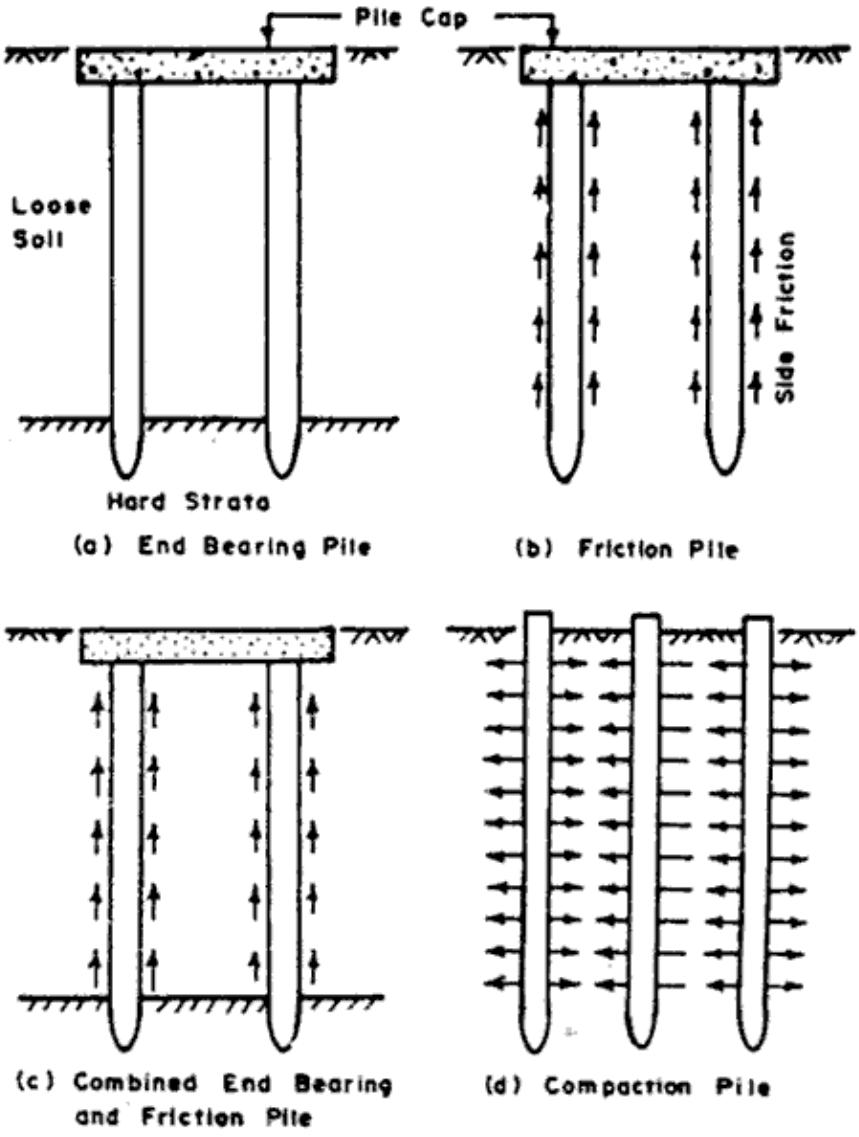
بنوعيات عديدة حسب العوامل التالية:

1.الخوازيق حسب طريقة نقل الأحمال الى التربة وهي على ثلاثة انواع اساسية:

ج. خوازيق الاحتكاك : friction pile وهي الركيزة التي تنقل حملها الى التربة بواسطة الاحتكاك بين سطوحها الجانبية والتربة الملاصقة لها.

ب .خوازيق عمود: bearing pile وهي الخوازيق التي تنقل حملها الى التربة في قاعدتها وتعمل كعمود يستند على طبقة صخرية او تربة قوية.

ج .خوازيق ذات العمل المشترك : COMBINED ACTION PILE حيث تنقل الخوازيق حملها الى التربة بواسطة الاحتكاك السطحي والاسناد العمودي وبنسب متفاوتة تعتمد على طبيعة تكوين التربة وخواصها علما بأن اكثر الخوازيق المستعملة هي من هذا النوع.



شكل (3–13) اشكال مختلفة لنهايات الخوازيق

3–5–2 تصميم الخوازيق (الاوتاد) في التربة المنتفخة:

متطلبات التصميم :

1 – يجب أن يكون للخازوق قدرة تحمل كافية لحمل المنشأ بأمان لجميع حالات محتوى الرطوبة.

2 – يجب ان يكون للخازوق قوة مقاومة كافية لمقاومة قوة رفع التربة لأعلى.

3– يجب ان تكون حركة الخازوق نتيجة تأثير القوة الرافعة uplift force لأحمال المنشأ أقل من الحد المفترض.

النوع الاول الخازوق بقاعدة عريضة (الجرسى) هو الاكثر استخداما وذلك لتقليل القوى الرافعة المسببة من انتفاخ التربة.

والقاعدة العريضة توضع في المنطقة المستقرة Stable zone من طبقة التربة الفوارة Swelling Zone حيث لا يوجد تأثير للتغير في المحتوى الرطوبي . وعليه فإن عمق الخازوق في المنطقة المستقرة يجب أن يكون كافيا لمقاومة القوى الرافعة uplift Force والمؤثرة على جسم الخازوق في المنطقة النشطة للانتفاخ الى اعلى. ومن الشكل (3−13) نجد أن القوى المؤثرة على الخازوق ذو القاعدة العريضة كما يلى:

N = الحمل الميت والحمل الحى المسلط من المنشأ على الخازوق.

Z = عمق او طول جسم الخازوق فى المنطقة النشطة active zoon

L_1 = عمق أو طول جسم الخازوق في المنطقة المستقرة Stable zone

L_2 = عمق او ارتفاع القاعدة العريضة

D_s: قطر الشافت

D_b = قطر القاعدة العريضة (الجرسية)

ومن ناحية تحليلية عندما تتسرب المياه (فى موسم الامطار) في المنطقة النشطة للانتفاخ نجد انها ترتفع او تتمدد بطول سطح جسم الخازوق بمسافة L_1 (الشكل) وبالتالي تتولد قوة إلى أعلى بطول سطح جسم الخازوق تؤدى الى رفع الخازوق من وضعه الى الخارج ويمكن مقاومة هذه القوى بالطرق التالية:

1 بالحمل الميت وتأثيره في الاتجاه الى اسفل عند أعلى الخازوق.

2 مقومة القوى الناتجة من الاحتكاك بطول سطح جسم الخازوق بمسافة والقاعدة العريضة بقطر D_b في المنطقة المستقرة Stable Zone

وبناءاً على ما تقدم توجد حالتان لتحليل القوى المؤثرة كما يلى:

1/ اتزان او استقرار الخازوق عندما لا يكون هناك حمل ميت D.L على الخازوق تؤثر في الاتجاه الى اسفل ويستخدم لهذه الحالة معامل امان F.o.s 1.0 → 2.0

2/ اتزان او استقرار الخازوق عندما يكون هناك حمل ميت DL أعلى الخازوق يؤثر في الاتجاه الى اسفل وتستخدم لهذه الحالة // معامل امان FOS 2.0

كما يمكن حساب القوة الرافعة uplift Force للخازوق في التربة المنتفخة من العلاقة

$$U = \pi D_s Z Ca \qquad (1)$$

حيث D_s = قطر الخازوق في المنطقة النشطة

Ca = قوة الالتصاق بين جسم الخازوق والتربة المحيطة به

Z = طول جسم الخازوق في المنطقة النشطة (الشكل 2)

وقيمة قوى الالتصاق يمكن اخذها مساوية لقوة القص Shear force في التربة الطينية اذا كان جسم الخازوق خشن .

ويمكن حساب قوة المقاومة ضد الرفع Q_R وهى عبارة عن مجموع قوى المقاومة :

OR_I الناتجة من احتكاك جسم الخازوق مع التربة المحيطة به لمسافة

و OR_2 الناتجة من رد فعل التربة المنتفخة D_b - D_s كما في المعادلات التالية :

$$QR_1 = \pi D_s Z Ca \qquad (2)$$

$$QR_1 = \frac{\pi}{4}(D_b^2 - D_s^2) q_n \qquad (3)$$

حيث q_n هي قدرة تحمل التربة فوق القاعدة العريضة (الجرس) وتساوي:

$$q_n = Nc + \delta L_2 N_q$$

$N_q Nc$ معاملات قدرة تحمل التربة وعندما تكون:

$$\emptyset = 0 \rightarrow Nc = 6$$

$$N_q = 1$$

الأغراض التطبيقية في التصميم:

و Cu قوة تماسك التربة Cohesion فوق القاعدة العريضة (الجرس) للخازوق (في المنطقة المستقرة)

وعليه يمكن استنتاج حالات آلاتزان بالمعادلات التالية :

1/ القوة الرافعة (uplift Force) بدون الأحمال من المنشأ على الخازوق N واستخدام معامل امان F.O.S=1.2

$$U = \frac{1}{1.2}(QR_1 + QR_2) \qquad (4)$$

2/ القوة الرافعة (uplift force) بوجود الأحمال من المنشا على الخازوق مع استخدام معامل امان F.O.S=2.0

$$U = \frac{1}{2}(QR_1 + QR_2) \qquad (5)$$

وبشكل عام يمكن استخدام معامل امان مناسب (F.O.S = 2.0 → 3.0) للحكم على استقرار الخازوق في التربة المنتفخة ويمكن كتابة معادلة آلاتزان كما يلى:

$$F.O.S = \frac{(QR_1 + QR_2)}{(U - N)} \geq 2 \qquad (6)$$

ومنها يمكن استنتاج الآتي :

عندما يكون F.O.S > 2.0 الخازوق آمن ومستقر

عندما يكون F.O.S = 2.0 الخازوق في وضع حرج

عندما يكون F.O.S < 2.0 الخازوق غير آمن وغير مستقر

3-5-3 نزول الاسس (Settlement of foundations):

ان نزول الاسس حقيقة هندسية ومتوقعة بالنسبة الى معظم انواع التربة وذات اهمية بالنسبة الى سلامة المنشأ وخلوه من التصدعات او الميلان او الانهيار التدريجي او المفاجئ.

- يتم دراسة النزول حسب نوعية الاسس والتربة وتركيب المنشأ ان كان هيكليا او ذو جدران حاملة.
- يتأثر النزول كثيرا بالماء الجوفي ولا سيما عندما يكون مستواه غير ثابت خلال مواسم.

السنة مسببا حركة في جسيمات التربة واختلاف مسامياتها ومقاومتها للانضغاط.

يصنف النزول حسب توزيعه الى نوعين هما:

1.النزول المنتظم (uniform settlement) :

وهو النزول الذي يحدث في جميع اقسام الاساس وبنفس المقدار ولا يسبب هذا النزول ضررا على سلامة المنشأ ان كان مقداره ضمن حدود مقبولة.

2.النزول التفاضلي (differential settlement) :

هو النزول الذي لا يكون متساويا في جميع اقسام الاساس وعندما يكون مقداره كبيرا فقد يسبب اضرارا في المنشأ منها حدوث تصدعات او ميلان بعض اجزاء المنشأ او تلف بعض التراكيب كالأبواب والأنابيب وغيرها . يجب اخذ تأثير النزول التفاضلي الذي يتجاوز الحدود المسموحة عند التصميم.

3-5-4 حماية الأساسات :

تعتبر المياه الجوفية هي أكبر مشاكل الأساسات وهذا عندما تحتوي على مواد كيميائية تؤثر على فولاذ الخرسانة مع جريانها بانجراف التربة من تحت الأساس، ولذا نستعمل خرسانة خاصة لمقاومة التأثيرات. يمكن حماية الأساس بصفائح معدنية أو ترصيف الصخور حول كتلة التأسيس وفي حالة الأساسات العميقة توضع مواد عازلة لمنع التسرب في حالة المنشآت ذات الأساسات العميقة والمنشآت على المنحدرات التي يمكن مع مرور الوقت أن تحدث تعرية للأساس يسبب جريان الماء، يقام جدار الإستناد من الخرسانة المسلحة في المناطق شديدة البرودة يتجمد الماء في التربة الرطبة التي تميعها عند إرتفاع في درجة الحرارة إلى حدوث تغيرات كبيرة في إستقرار التربة ويمكن حماية الأساس بواسطة وضع الملاط الإسمنتي في معظم الأحيان .

3-6 نتائج البحث:

أولاً: يتم استخدام الأساسات السطحية على النحو التالي:

1- يتم قسمة الاحمال كاملة على اجهاد التربة ومقارنة المساحة المطلوبة مع مساحة ارض المشروع في حال كانت النتيجة:

المساحة المطلوبة > 75% فإن نظام القواعد المنفصلة هو النظام الملائم.

2- قد يحدث تداخل قاعدتي عمود أو تقارب قاعدتين لبعضهما فيتم عمل قاعدة مشتركة.

3- يتم استخدام الأساسات الشريطية إذا تعذر استخدام القواعد المشتركة أي عندما تكون أحمال الأعمدة متقاربة والبحور بينها متقاربة حيث يتم توزيع أحمال الحوائط أو الأعمدة المنقولة إلى التربة بحيث لا تتعدى الإجهادات المنقولة إلى منسوب التأسيس قدرة تحمل التربة المسموح بها.

4- وأخيراً إذا لم تفي الأساسات الشريطية بالغرض يتم اللجوء إلى أساسات الحصيرة أو اللبشة حيث تكون قدرة تحمل التربة صغيرة وأحمال الأعمدة كبيرة كذلك في حالة التربة الغير متجانسة الخواص على مساحة موقع المبنى مما يخشى معه حدوث الهبوط المتباين.

وأخيراًُ في حالة التربة القابلة للانضغاط.

ثانياً: يتم اللجوء إلى الأساسات العميقة في الحالات الآتية:

يتم استخدام الأساسات العميقة بعد عمل دراسة شاملة للتأكد من أنه لا يمكن استخدام أي من الأساسات السطحية وذلك لأن تكاليف تنفيذ الأساسات العميقة تزيد عن تكاليف الأساسات السطحية.

حيث تكون طبقات التربة ضعيفة وكذلك عند التنفيذ في قاع البحار والأنهار وأهم ما يؤخذ في الاعتبار هو قيمة قدرة تحمل التربة (Bearing capacity)

الفصل الرابع

الخلاصة والتوصيات

الفصل الرابع

4- الخلاصة والتوصيات

4-1 الخلاصة:

- من خلال الدراسة تم التعرف على نوع الاساسات بصورة عامة.

- تم التعرف على كيفية اخذ عينات التربة واجراء الاختبارات اللازمة لها.

- تم التعرف على اختيار نوع الأساس المناسب اعتماداً على تقرير التربة من مهندس التربة.

- يمكن أن يكون المشروع بارتفاعات متفاوتة فتنتج احمال مختلفة قد تتطلب عمل أكثر من نظام اساسات في نفس المشروع وهذا يجب أن يؤخذ بالاعتبار لتقليل التكاليف.

- كذلك يتم استخدام الخوازيق في حالة تربة ضعيفة أو بها مياه جوفية وكذلك تربة مفككة وناتجة عن ردميات أو تربة بها مواد عضوية أو تربة منتفخة.

4-2 التوصيات:

1. دراسة مباني حدثت بها مشاكل وذلك لعدم اختيار نوع الأساس المناسب.
2. عمل استكشاف الموقع وأبحاث التربة وبالرغم من أنها لا تمثل نسبة عالية من تكاليف المشروع إلا أنه يتم إهمالها.
3. كذلك عند ظهور مياه جوفية يجب استخدام أساسات بديلة.

المراجع:

1. هندسة الأساسات – تصميم وتنفيذ الأساسات العميقة والخاصة – دكتور مهندس/ السيد عبد الفتاح القصبي، الطبعة الأولى، مكان النشر: القاهرة، دار الكتب العملية للنشر والتوزيع 2002م.

2.تصميم الأساسات – مهندس استشاري إنشائي/ خليل إبراهيم واكد – الطبعة الأولى – دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع – مكان النشر: القاهرة – 2012م.

3. ميكانيكا التربة والأساسات – أستاذ دكتور/ الشريف محمد عبد العزيز – الطبعة الأولى – دار الكتب العامة للنشر والتوزيع – القاهرة – 2007م.

4. Foundation Design and Construction ، seventh Edition, M.J Tomlinson Eng. FICE FIStructe

الملاحق

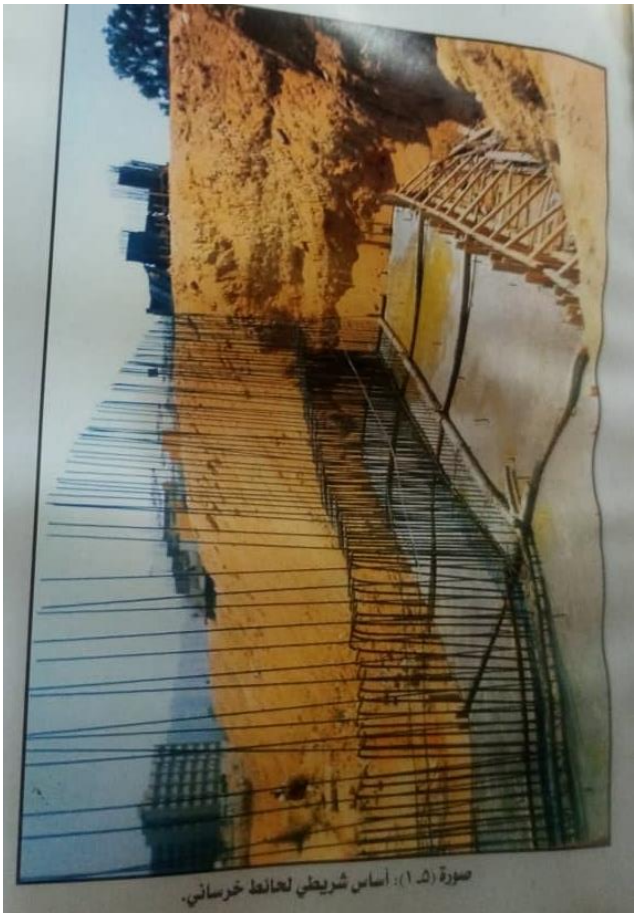
صورة (٤.١١): تسليح القواعد المنفصلة والميد.

شكل (٢.٦): تسليح قاعدة لأساس مشترك.

صورة (٥ـ ٢): أساس شريطي لب خرساني.

صورة (٧ـ ١): تنفيذ لبشة من الخرسانة العادية.

صورة (٧ـ ٢): تسليح لبشة منبسطة من الخرسانة المسلحة.



صورة (٥- ١): أساس شريطي لحائط خرساني.

صورة (١- ١٠): تسليح الخوازيق سابقة التجهيز.

صورة (١- ١١): تسليح الخوازيق سابقة التجهيز.