الباب الثاني

الجزء النظري

2-1 تمهيد :

تستخدم الخزانات في مختلف المجالات المدنية والصناعية و الزراعة ، لكن الخزانات تستخدم بشكل أساسي في شبكات المياة العذبة و المالحة والمنشات الصناعية و كذلك في المشآت النفطية , وحسب استخدام الخزانات فانه يمكن اضافة متطلبات تتعلق بطبيعة استثمارها .

تعتبر الخزانات من حيث التقييم الانشائي منشآت خاصة ، فهي تتعرض لحالات اجهادية مختلفة قد لا تتعرض لها مقاطع المنشآت العادية من الخرسانة المسلحة و ذلك لكونها تخضع لشروط متفردة من حيث طرق التحميل والعمل الانشائي و الوظيفة الاستثمارية ، فقد تخضع مقاطع الخزانات في بعض الاحيان الي مختلف اشكال الاجهادات المحورية او لا محورية او انحناء بسيط او مركب .

ان اهم متطلبات استثمار هذه المنشآت هو انعدام التشققات في مقاطعها لكي لا تفقد هذه المقاطع عملها الانشائي ، اضافة الي وظيفتها الاستثمارية ، ولذلك فان تصميم الخزانات المائية من الخرسانة المسلحة يجب ان ياخذ في الاعتبار ، اضافة للمقاومة المطلوبة ، لتحقق المتانة اللازمة .

2-2 تعريف الخزانات :

الخزانات الخرسانية المسلحة هي منشآت تستخدم لتخزين المواد المختلفة و منها المواد السائلة كالمياه المالحة والصناعية او الزيوت و الكحول و النفط و غيرها .

تكون الخزانات موضوعة علي سطح او مغمورة جزئيا في التربة او مطمورة كليا فيها او قد تكون عالية عن سطح كالخزانات العالية ، و تكون فوق اسطحة الابنية .

3-2 تصنيف الخزانات :

تصنف الخزانات وفقا لاعتبارات مختلفة ومنها :

1-3-2 حسب موقع قاعدة الخزان :

أ / خزانات ارضية (مطمورة) .

ب/ خزانات فوق الارضية (سطحية) .

ج / خزانات مرفوعة عن سطح الارض (عالية) .

د/ خزانات نصف مطمورة .

ان تحديد موقع قاعدة الخزان (الارضي) بالنسبة الي سطح الارض تفرضها شروط الامان و امكانية حدوث انفجار .

2-3-2 حسب الاستخدام :

أ/ حفظ المياه النقية .

ب/ حفظ المنتجات النفطية .

ج/ احواض معالجة المياة .

د/ استخدامات اخري .

3-3-2 حسب الشكل :

أ/ خزانات مربعة .

ب/ خزانات مستطيلة .

ج/ خزانات اسطوانية .

د/خزانات ذات اشكال مختلفة .

4-3-2 حسب طريقة التنفيذ :

يمكن ان تكون الخزانات المسلحة مسبقة الصب ، او مصبوبة بالموقع او اجزاء مسبقة الصب و اخري مصبوبة بالموقع .

5-3-2 حسب شكل التسليح :

تسليح بشكل عادي ، او مسبق الاجهاد ، وكذلك يمكن ان تكون الخزانات مفتوحة (بدون سقف) او مغلقة (مغطاة) ، وذات حجرة واحدة او متعدد الحجرات .

4-2 المؤثرات المعتبرة (الاحمال) في دراسة الخزانات :

تخضع الخزانات للمؤثرات التالية :

1-4-2 الوزن الذاتي :

يؤخذ الوزن الذاتي للخرسانة المسلحة مساوية ($2500\ Kg/m^3$) وللخرسانة العادية ($2400\ Kg/m^3$) وللمونة الاسمنتية ($2000\ Kg/m^3$) وللسيراميك ($2500\ Kg/m^3$) .

2-4-2 الحمولات أو اوزان السوائل :

الجدول رقم (2-1) يوضح بعض الاوزان النوعية للسوائل :

السائل	الوزن النوعي (Kg/m^3)
مياة الشرب	1000
مياة البحر	1025
مياة مالحة	1075
النفط	755
الجازولين	703
القطران	1200
الحليب	1030
حمض الكبريت	1835
الامونيا	900
الكحول	825
البنزين	800 / 890

2-4-3 حمولات الأستثمار :

يمكن اعتبار الحمولات الأضافية التالية للأستثمار :

أ/ حمولات الأدراج : 150 كجم/ للدرجة الواحده

ب/ صالات التحكم وغيرها $250\ Kg/m^2$

ج/ صالات و ممرات فوق المنشآت المائية $400\ kg/m^2$

2-4-4 اثر تغيرات الحرارة و التقلص :

تؤثر تغيرات الحرارة و التقلص علي المنشآت المائية و الخزانات كما هو الحال في بقية المشآت والابنية ، خاصة عندما تكون الخزانات مرتفعة عن الارض ان اثر التغير الحراري و التقلص هو مهمل في هذه الحالات خاصة عندما تكون مليئه بالسوائل فان التقلص ينعدم ، بالعكس ينشأ بعض الانتفاخ الذي يقلل من اجهادات الشد في الخرسانة .

2-4-5 أثر السيلان (الزحف) :

يؤثر السيلان خاصة في العناصر المضغوطة بشكل دائم او شبة دائم والاجهادات المتولدة منه ليست مرتفعة ، لذلك يفضل اخذه بعين الاعتبار حسابات العناصر الحاملة للخزانات العالية وخاصة في الاعمدة ذات النحافة القليلة ، كما ان السيلان يخفف من قيمة عامل المرونة (E) وبالتالي يجب اخذ ذلك في حسابات تحنيب الاعمدة .

2-4-6 المؤثرات المناخية , الرياح و الثلج :

الرياح : لا يعتبر اثر حمولة الرياح إلأ في الخزانات العالية و بالتالي يهمل في الخزانات الارضية غير المرتفعة .

الثلج : ان احمال الثلج قليلة نسبة للاحمال الاخري ولا تطبق إلا علي سطوح الخزانات الافقية او المائلة .

2-4-7 الهزة الارضية :

عادة يكون اثر الهزة الارضية كبير جدا مقارنة مع دفع الرياح و بالتالي يتعذر اخذه بعين الاعتبار في الحسابات الانشائية للخزانات العالية للهدر الكبير في المواد و التكلفة , لذلك تعتبر الخزانات عادة غير مقاومة لهزات الأرض .

2-5 النظام الانشائي للخزانات :

مصطلح النظام الانشائي للخزان الارضي او العالي يعني به العناصر المكونة للخزانات و العناصر الحاملة و حالات الوصلات والعلاقات بين تلك العناصر .

اولا : عناصر الخزان الارضي :

يتكون الخزان الارضي من العناصر التالية :

أ/ حوائط الخزان : والتي تكون علي الاقل اربعة حوائط (للخزان المستطيل) , حائطين في اتجاه X-X و حائطين في اتجاه Y-Y ويشكلان معا شكل المستطيل أو المربع للخزان .

ب/ لبشة ارضية الخزان Floor Raft.

ج/ اذا كان الخزان مقفولا فيكون هنالك بلاطة سطحية Roof Slab وتعتبر العنصر الثالث للخزان الارضي .

ثانيا : عناصر الخزان العالي :

تتكون الخزانات العالية من مجموعة العناصر و هي :

أ/ حوائط الخزان .

ب/ بلاطة ارضية الخزان .

ج/ بلاطة سقف الخزان .

د / كمرات ارتكاز .

ه/ اعمدة ارتكاز .

و/ الكمرات الرابطة.

ز/ قواعد الاساسات .

6-2 التغطيات و الفواصل في الخزانات :

1-6-2 التغطية الخارجية للخزانات :

يمكن في بعض الحالات الخاصة للخزانات الاستغناء عن التغطية الخارجية لها , ومن هذه الحالات :

- خزانات معالجة المياه المالحة
- احواض السباحة المحمولة على اعمدة .
- خزانات الوقود و منتجات النفط .

اما في الحالات العامة فمن الضروري تأمين الحماية الخارجية للخزانات وذلك حماية لسطوحها من العوامل الجوية ، و كذلك تأمين العزل الحراري للسوائل المخزنة فيها كمياه الشرب ، و نخص بالذكر خزانات المياه العذبة المستندة علي الارض مباشرة او الخزانات العالية فهي تتعرض لأرتفاع درجة الحرارة في الصيف ولانخفاضها في الشتاء او تشكل الجليد ، فهي بحاجة ماسة لعزلها خارجيا عزلا حراريا .

بعض انواع التغطيات الخارجية للجدران وتتلخص فيما يلي :

- جدار من الخرسانة المسلحة يفصلها عن الجدار طبقة هوائية.
- جدار من الطوب الحراري المفرغ يوضع داخل القالب قبل الصب.
- جدار من الطوب الحراري مفرغ او ملئ يبنى من الجهة الخارجية لجدار الخزان و يبعد عنه مسافة صغيرة لتأمين طبقة هوائية بين الجدارين.
- طبقة من مادة عازلة بولستيرين او خرسانة رغوية أو ستيريوبور توضع بين جدران رقيقة من الخرسانة المسلحة مسبقة الصب وجدران الخزان , تستخدم الجدران مسبقة الصب كوفراجا ايضا بحيث تستند على اعصاب خرسانية مسلحة مسبقة الصب ايضا.

2-6-2 التغطية الخارجية للسقف :

يمكن استخدام الردم الترابي المرصوص للعزل الحراري لسقوف الخزانات وتتراوح سماكته بين 60-30 سم ، الامر الذي يؤدي الى زيادة كبيرة لحمولات السقف ويجعله غير اقتصاديا ، لذلك يفضل في هذه الحالات استعمال مادة عازلة كطبقة من الطوب الحراري المفرغ او طبقة من السيريور او غيرها على ان يؤمن عدم تسرب مياه الامطار اليها لتغطيتها بمادة كتيمة كمونة اسمنتية عيار500كغ/ م3 فيها شبكة تسليح رفيعة ، وتمدت هذه الطبقة فوق ورق الكرافت (Kraft).

وفي بعض الحالات اذا كانت المادة العازلة الحرارية هي طبقة من الطوب الحراري ، يمكن وضعها تحت السقف وذلك ببناء هذه الطبقة فوق الكوفراج مباشرة بحيث يصب خرسانة السقف مباشرة عليها ، على ان يراعى صقل سطح الخرسانة المسلحة برش1,5 كغ اسمنت للمتر المربع وذلك لتأمين المتانة ضد تسرب مياه الامطار.

3-6-2 التغطية الداخلية للخزانات :

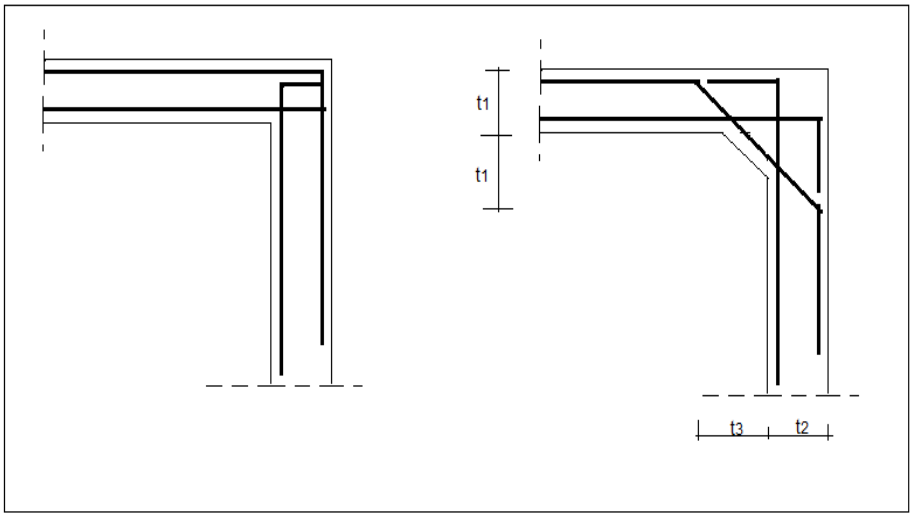
ان هدف التغطية الداخلية للخزانات هو تأمين متانة جيدة لمنع تسرب المياه الى الخرسانة المسلحة اضافة لمنع اي ضرر من تماس السائل المخزن مع الاوجة الداخلية للخزانات ، وتستعمل لهذه الغاية عدة طرق من اضافة بعض المركبات الكيميائية التي لا تنقص مقاومة الخرسانة المسلحة ولكن تزيد من متانة او مد الطبقة الاسمنتية يليها طبقة اخرى مصقولة او استعمال بعض الطلاءات البيتومينية (الاسفلتية) او غيرها والتي اصبحت تنتج بكثرة من قبل شركات متخصصة.

4-6-2 الفواصل :

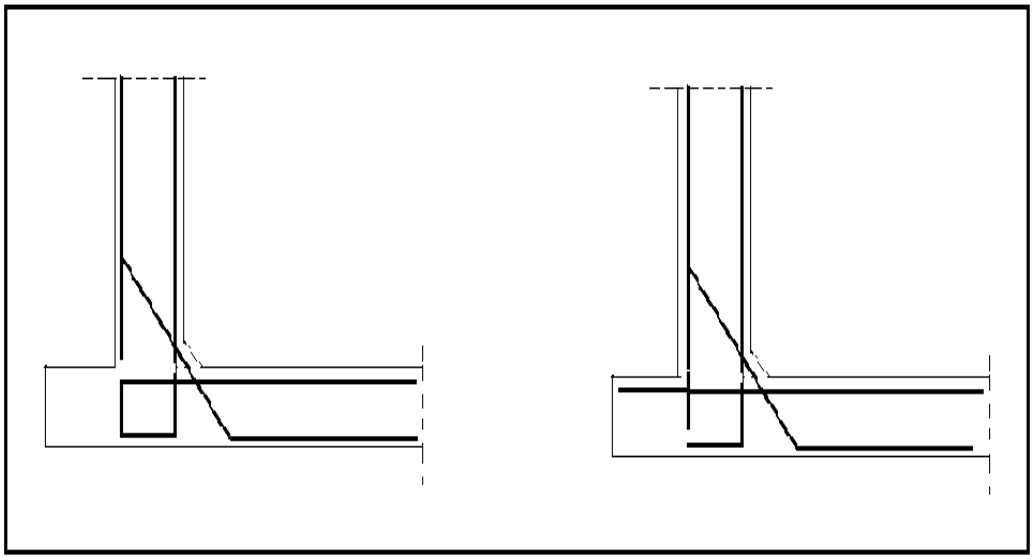
يراعى في الخزانات ما امكن الإقلال من استعمال الفواصل لكونها مكلفة وتسبب بعض الضرر في المقاومة والمتانة ، يمكن التفريق بين نوعين من الفواصل : الفواصل الانشائية التي تساعد المنشأ بالتكيف نتيجة للتشوهات او التغيرات الناتجة من التقلص أو هبوطات الاساسات ، وفواصل التمدد الحراري التي يسمح لعناصر الخزانات بالتمدد او التقلص نتيجة الحرارة بشكل مريح ودون تشكل تشققات نتيجة لذلك .

وتتباعد فواصل التقلص من بعضها بحدود 15-25 متر ، ويمكن ان تصل المسافة بين فواصل التمدد لحدود 40 متر ، اما ما يخص فواصل هبوطات الاساسات ففي الخزانات الكبيرة والمغطاة مثلا يستند السقف على اعمدة بدورها تستند على الارضية ، فإذا ما كانت تربة التأسيس قابلة للإنضغاط نسبيا ، فيجب عزل أساسات الاعمدة عن ارضية الخزان بفواصل تسمح لهذه الاساسات بالهبوطات بمعزل عن الارضية المجاورة لها ، الامر الذي يحميها من التشقق .

تصمم الفواصل الكتيمة باشكال مختلفة وفي اكثر الحالات يملأ الفاصل بمواد مرنة (حشوة)من الرمل والخرسانة أو الزفت وتستعمل اغشية مرنة تربط بين حافتي الفاصل .



شكل رقم (2-1) يوضح تسليح الحوائط مع السقف



شكل رقم (2.2) يوضح تسليح البلاطة الارضية مع الحائط

2-7 الخزانات الارضية :

تعريف : هي تلك الخزانات المحملة مباشرة على الارض او تحت الارض .

2-7-1 الاحمال على الخزانات الارضية :

1/ الاحمال الافقية على الخزانات الارضية :

يوجد ثلاثة انواع من الاحمال الافقية :

أ/ ضغط المياة (داخل الخزان).

ب/ ضغط التربة العرضي خارج الخزان .

ج/ ضغط المياة الارضية العرضي خارج اسطح الخزانات تحت الارضية .

ملحوظة : لقد اهملنا كل من ضغط الرياح و الزلازل لانه في حالة الخزانات الارضية فان تأثير كل من الرياح و الزلازل ضعيف للغاية .

2/ الاحمال الراسية المؤثرة على الخزانات الارضية :

أ/ حمل الماء (الوزن النوعي للمياه) .

ب/ أحمال الحوائط (الوزن الذاتي للحوائط الراسية) .

ج / الوزن الذاتي للبشة الارضية .

د / الوزن الذاتي لبلاطة السقف .

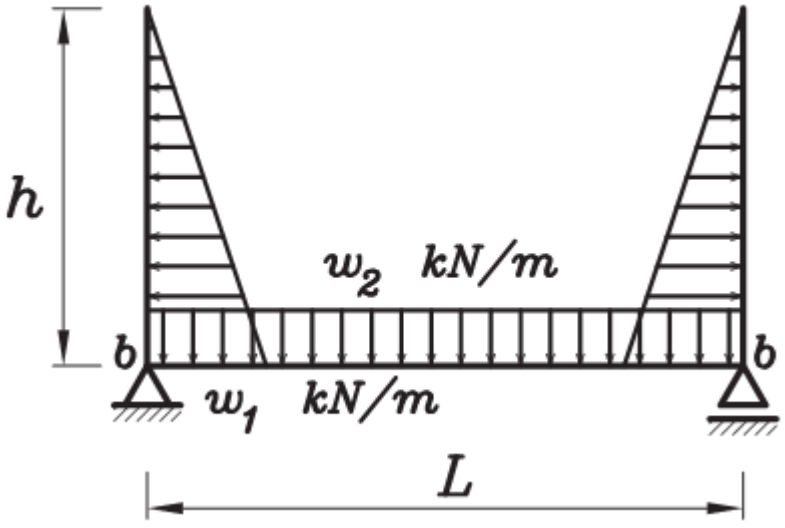
ه / الضغط الصافي الاعلي للتربة .

2-7-2 حالات التحميل :

في الخزانات الارضية فان المصمم سوف يحتاج الى ثلاثة حالات من التحميل :

1- حالة اختبار الخزان : Case of testing Tank

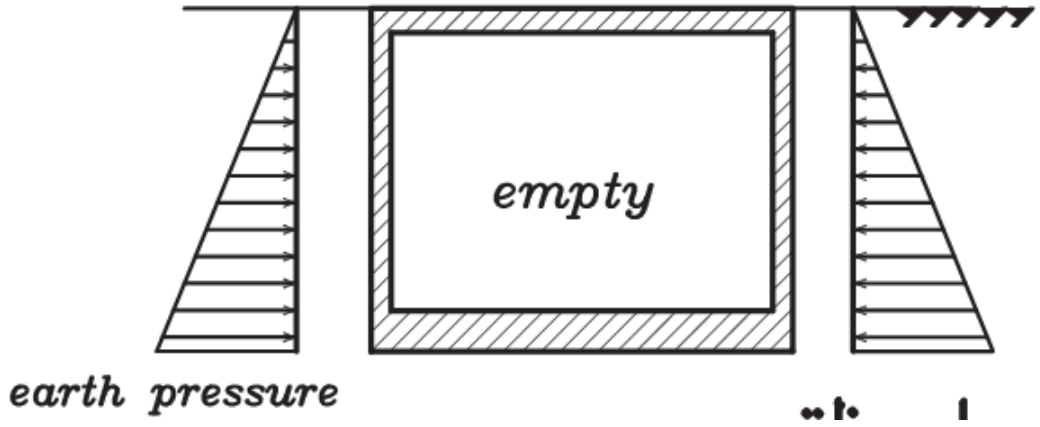
في هذه الحالة فان الخزان يكون ممتلا بالمياه و فارغا من كل ردم التربة المحيط به ، و ذلك لاختباره عما اذا كان هنالك تسريب من الحوائط ام لا ، و في هذه الحالة فان ضغط المياه يكون هو الحمل الحرج في التصميم .



شكل رقم (2-4) يوضح الاحمال في حالة الخزان ممتلئ بالماء

2- حالة الخزان الفارغ :

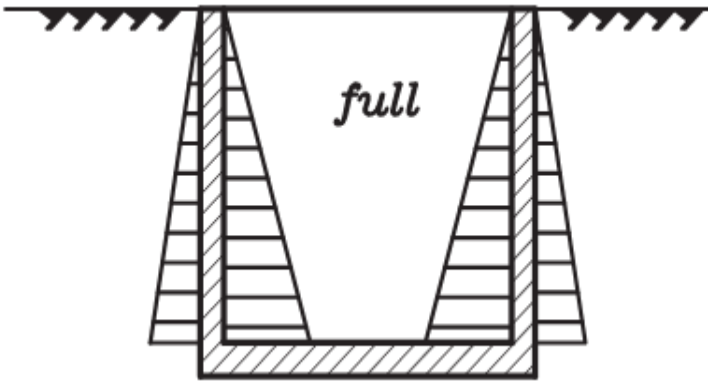
اثناء استخدام الخزان بعد الانشاء واحاطته بردم التربة يمكن ان يكون فارغا من المياه داخله حسب ظروف استخدامه ، وفي هذه الحالة فان ضغط التربة يكون حرجا في التصميم .



شكل رقم (2-5) يوضح الاحمال في حالة الخزان فارغ

3/ حالة التحميل الكلي Case of total loads

وهي الحالة المعتادة لاي خزان ارضي ملئ و محاطة بالتربة , حيث نجد ان الحالتين الاوليين هما الحالتان الحرجتان لتصميم القطاعات للخزان لمقاومة عزوم الانحناء وقوى القص و التحكم في الشقوق .



شكل رقم (2-6) يوضح الاحمال باندماج الحالتين

3-7-2 المتطلبات الاساسية للخزانات الارضية :

1/ الاتزان :

حتى نتجنب تعويم الخزان نتيجة تأثير رد الفعل الاعلى (uplift) للمياه الجوفية الارضية ، او نتيجة الهبوط الزائد نتيجة التحميل (او نتيجة طبيعة التربة المرتكز عليها الخزان) وظاهرة الطفؤ (التعويم) (uplift) تعطى بالعلاقة التالية .

$$U= \text{ʊ} A Y \qquad (1-1)$$

U= قوة الطفؤ (UP Lift) .

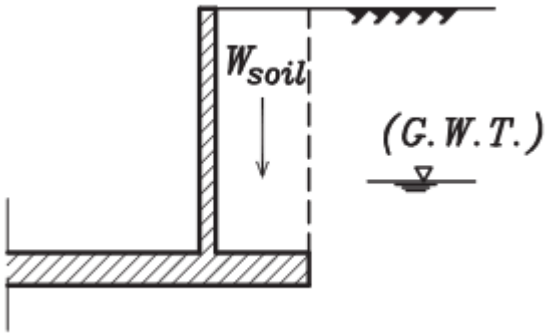
ʊ= كثافة الماء .

A = المساحة السطحية لارضية الخزان .

Y= ارتفاع مستوى الماء الارضي .

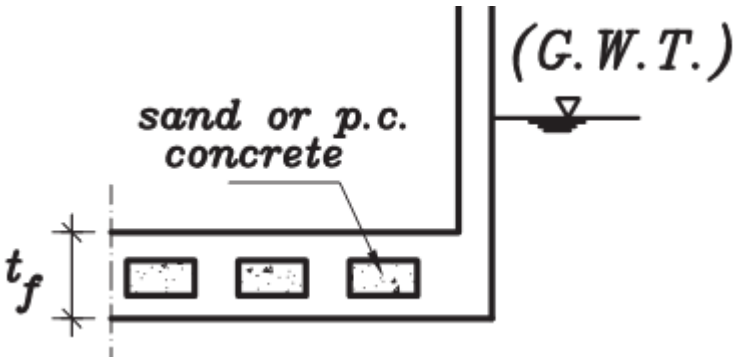
اذا كان معامل الامان ضد ظاهرة التعويم اقل من (1.5) اذا يجب علينا زيادة وزن الخزان الذاتي بواسطة الطرق الاتية :

- زيادة سمك حوائط و ابعاد ارضية الخزان .



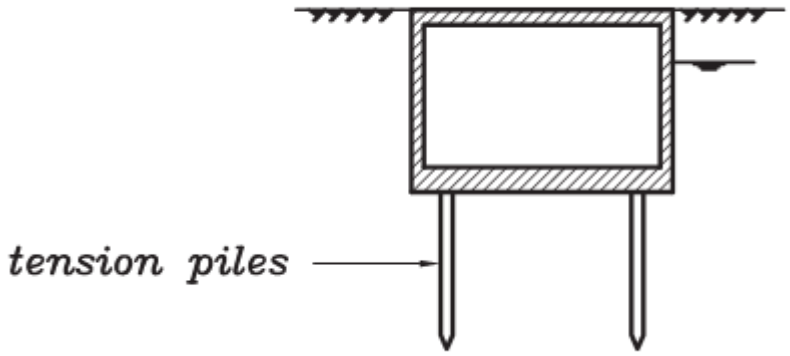
شكل رقم (2-7) يوضح زيادة سمك الحائط وابعاد ارضية الخزان .

- زيادة وزن المحملة على الخزان او استخدام قطاع صندوقي ملئ بالرمال او الخرسانة .



شكل رقم (2-8) يوضح قطاع صندوقي ملئ بالرمال او الخرسانة .

- او استخدام خوازيق علي مسافات كافية و متساوية .



شكل رقم (2-9) يوضح الخوازيق

2/ القوى الداخلية :

يجب علينا نستوفى عاملين مهمين جدا في تصميم الخزان ، وهذان العاملان هما كالاتي :

1/ الاجهاد تحت ارضية الخزان يجب ان يكون اقل من اجهاد التربة المسموح به على التربة اسفل الخزان .

2/ توزيع الاجهادات يجب ان لا يعطينا هبوط زائد (غير متلف) غير مسموح به اسفل قاعدة الخزان هذان العاملان السابقان يعتمدان على الاتي :

أ/ توزيع الاجهاد على التربة .

ب/ فحص التربة .

ج/ ميكانيكا التربة لتحديد كل خواص التربة الضرورية لتصميم الخزان .

ان القوى الداخلية في الحوائط الخزان وارضية تعتمد على التربة التي سوف يرتكز عليها الخزان و طبقا لهذا الشرط يجب دراسة قواعد الخزانات الارضية .

2-7-4 قواعد الخزانات الارضية :

عند بناء الخزانات الارضية نميز بين ثلاث حالات :

2-7-4-1 الخزانات على تربة ضعيفة :

تساوي الاجهادات علي التربة الناتجة عن وزن الخزان و الماء تقريبا $0.6\ Kg/cm^2$ من اجل عمق $5m$ ، ولكن بالرغم من هذه القيمة المنخفضة لاجهادات التربة فانة لا ينصح بانشاء الخزانات مباشرة على تربة مشبعة غير متماسكة ، لانه في هذه الحالة يمكن ان تتعرض الخزانات الى هبوطات تفاضلية ناتجة عن التركيب غير المتجانس للتربة ، اضافة لذلك يمكن ان تحدث في طبقات التربة الضعيفة تشوهات كبيرة حتى عند تأثير اجهادات صغيرة .

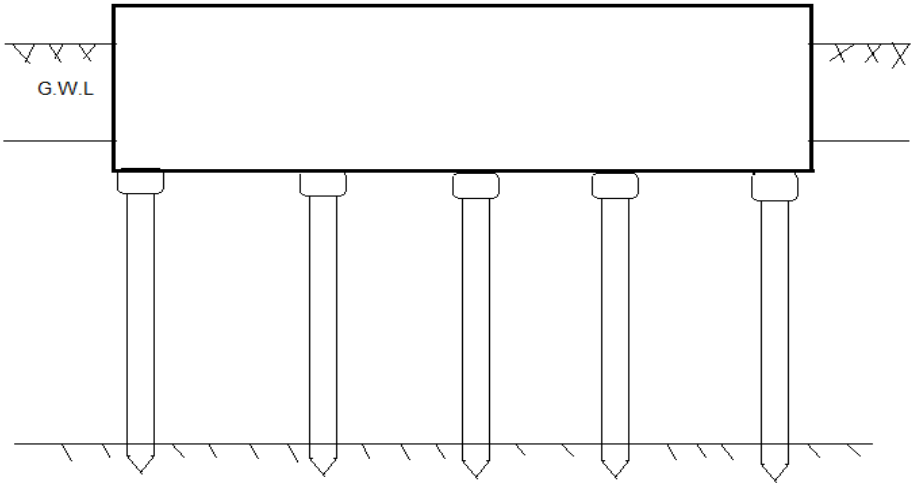
ينصح فى مثل هذه الحالات أن يستند الخزان على أعمدة مع قواعد منعزلة او مستمرة اذا كانت طبقة التربة الصلبة علي عمق قريب من سطح الارض ولا يحتمل وجود صعوبات كبيرة في ضخ ماء التربة .

تعمل ارضية الخزان في هذه الحالة كبلاطة مستوية تستند علي اعمدة و اساسات منفردة مبنية علي تربة صلبة .

كذلك يمكن انشاء قاعدة الخزان دون اللجوء الى انشاء اساسات و ذلك بتصميم قاعدة ذات حواجز متعامدة و متقاطعة تحت الاعمدة الحاملة لسقف الخزان في حالة وجوده .

في حالة التربة المتوسطة المقاومة عند التاسيس ، يمكن في هذه الحالة تحميل قاعدة الخزان على اعمدة تستند على حصيرة فى كامل المساحة ، وتعتبر ارضية الخزان و القاعدة السفلية كبلاطات مستوية .

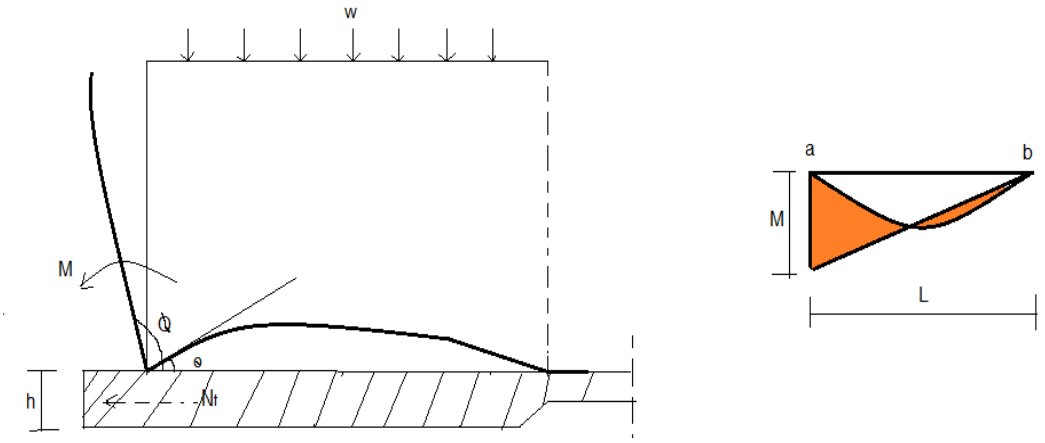
اذا كانت طبقات التربة غير قابلة للانضغاط عميقة او منسوب المياه مرتفع فيمكن ان يستند الخزان على خوازيق ، ينصح بدق الخوازيق حتى الوصول الى الطبقات غير القابلة للانضغاط و تتراوح سماكة قاعدة الخزان بين (20-25 cm) ، يعمل راس الخازوق كتيجان للأعمدة في البلاطات الأرضية كما في الشكل (2-10) و في هذا المثال التربة السطحية رخوة و قابلة للانضغاط ، والتي تستند عليها الاوتاد .



شكل رقم (2-10) يوضح قواعد الخزانات الأرضية (الخوازيق)

2-4-7-2 قواعد الخزانات المستندة على تربة صلبة :

بفرض أن الخزان يستند على تربة صلبة ، عندئذ رد الفعل الرأسي للجدار سيقاوم بالمساحة الواقعة تحته ، بينما سيؤدي عزم الانحناء (M) الى تشوه الارضية على طول (L) , اما جزء الارضية الابعد من (L) في الوسط فلن تحدث فيه اية تشوهات ، ان التشوهات الناتجة عن (M) تكون محصورة في المجال القريب من الجدار و الحمولة المؤثرة علي هذا المجال هي وزن السائل و الارضية (W) ، اضافة للعزم (M) .



شكل رقم (2-11) يوضح مخطط العزوم للقواعد المستندة على تربة صلبة

- من الشكل (2-11) نجد ان :

عند الساند (b)

$$Mb=0 \quad , \quad \theta=0$$

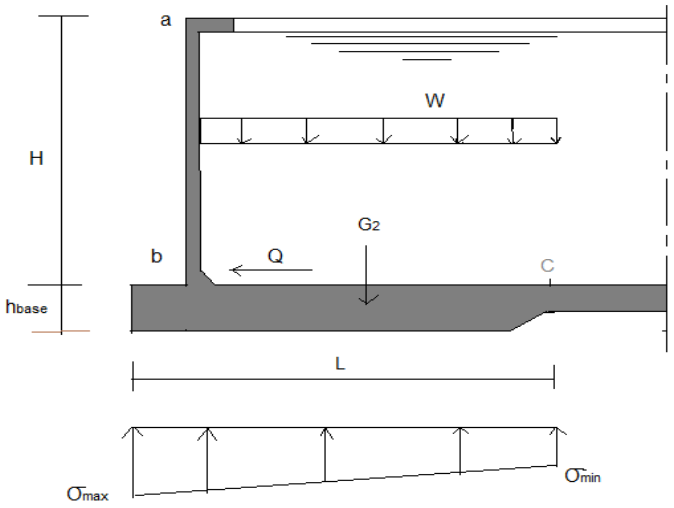
$$\theta=(wl*3/24EI)-(ML/6EI)=0 \quad (2\text{-}2)$$

$$L = 2\sqrt{\frac{M}{w}} \qquad (3\text{-}2)$$

ينصح ان لا تقل (L) عن (H/3) حيث (H) ارتفاع التخزين , و يصمم الجزء (L) من بلاطة الارضية على عزوم (M) اضافية الي قوة شد محوية (N_t)تساوي قوة القص في الجدر (Q) ، ويصمم الجزء الاوسط من الارضية على قوة الشد (N_t) مع اعتبار سماكة صغرى تتراوح بين (15-20cm) بحيث تحقق المقاومة اللازمة .

2-4-7-3 قواعد الخزانات المستندة على تربة قابلة للانضغاط :

تحسب ارضيات الخزانات المستندة على تربة طينية او رملية وذلك بافتراض ان القوى الداخلية المنقولة من الجدار الي الارض عند (b) تكون موزعة على التربة على طول الجزء b من القاعدة . $c = L$



شكل (2-12) يوضح الاجهادات في قاعدة الخزان وعلاقتها بالطول والارتفاع

- من الشكل (2-12) نجد ان :

$$L = (0.4- 0.6)\ H \qquad (4\text{-}2)$$

عند تحديد الطول L يجب تحديد شرطين :

الاول : يجب ان لا تتجاوز الاجهادات العظمي اجهاد التربة المسموح به اي :

$$\sigma_{max} < \sigma_{all}$$

الثاني :

$$\sigma_{min} < \sigma_{max\,/2} \qquad (\text{تربة طينية})$$

$$\sigma_{min} > 0 \qquad (\text{تربة رملية})$$

ان الغاية من الشرطيين السابقين هو منع حدوث دورانات كبيرة للقاعدة عند النقطة b .

- الحمولات الموثرة على طول الجزء L هي :

- وزن الجدار و السقف (ان وجد)

- وزن القاعدة (b , c) .
- وزن الماء على الطول (b , c).

بالاضافة الي عزم الانحناء (M) وقوة القص (Q) عند قدم الجدار و اجهادات التربة (σ) , اما الجزء الداخلي للقاعدة فى هذه الجزء بين (20-15) ويسلح بشبكتين .

2-7-5 اشترطات عامة للخزانات الارضية :

2-7-5-1 اشتراطات الموقع :

- ان تكون بعيدة ما امكن عن جميع مصادر التلوث ، بحيث لا يقل البعد عن 10m من اي مصدر من مصادر التلوث مثل خزانات التحليل و التجميع والصرف الصحي او غرف التفتيش .
- ان يكون موقع الخزان غير منخفض حتى لا تغمرة مياة الامطار المحملة بالاتربة والاوساخ وتؤدي الى تلوث المياه بداخله ، ويجب ان يكون منسوب خزان المياه الارضي اعلى من منسوب مصادر التلوث ان وجدت بما لا يقل عن حوالي 50 cm .
- يراعى عند انشاء الخزانات الارضية للمياه ان تكون مجاوره ما امكن لسور المدخل ، وفي حالة انشاء الخزانات الارضية داخل بناء العمارات السكنية ، يراعى ان تكون اقرب ما يمكن لمدخل العمارة لسهولة ملئها و عمل صيانة خارجية لها .

2-7-5-2 اشتراطات العزل :

1- حماية الخزانات من الرشح : عند تصميم الخزانات الخرسانية المسلحة يجب الانتباة بشكل خاص لمنع تسرب المنتجات المخزنة و حماية الخزان من تأثير المواد فيه ، وكذلك الحفاظ على الصفات الفيزيائية و الكيميائية للمخزون خلال مدة طويلة .

بالنسبة للخزانات المصممة لتخزين المياه النقية ، يجب ان تكون عناصرها مقاومة للتشققات و مانعة لتسرب الماء ويمكن ضمان هذا باستخدام خرسانة ذات كثافة عالية او مسبق الاجهاد ، لا تؤثر المياه النقية بشكل ضار على الخرسانة ، كذلك النفط الخام و المنتجات النفطية السوداء عمليا ليس لها تأثير كيميائي على الخرسانة بشكل كبير .

تتمتع المنتجات النفطية البيضاء بدرجة عالية للتغلغل عبر الخرسانة ، لذلك عند تخزين هذه المواد في الخزانات من الخرسانة المسلحة يجب وضع طبقة عازلة بينها وبين الخرسانة .

ان افضل وسائل حماية الخزانات من الرشح (التسرب) ، وكذلك من التاثيرات الضارة يعتبر إنشاء غطاء او طبقة تفصل بين الخرسانة و المواد المخزنة ، يجب ان تتمتع هذه الطبقة بالمواصفات التالية :

- المقاومة الجيدة .
- المرونة .
- الثبات عند التغيرات الحرارية .
- التأثير غير الضار على المواد المخزنة .
- استمرار هذه الخواص خلال مده طويلة مع الزمن .

هنالك عده طرق لحماية الخزانات من التسرب ومن التأثيرات الضارة للمواد المخزنة من اكثر الطرق انتشارا في الولايات المتحده و فرنسا هي انشاء غطاء من الكتان البلوري او طبقة من الدهان ، في روسيا يطلى الخزان بطبقة ذات سمك (0.6-0.4cm) من مادة الاباكسيد ممزوجة بالاسمنت ذو تصلب سريع ، و في الوقت الحاضر في روسيا و دول اخري يستخدم ما يعرف ببلاست بيتون المانع للتسرب الذي يمكن الحصول عليه باضافة كلوريدات الكالسيوم و النترات الي الاسمنت البورتلاندي و يشكل الاباكسيد المادة الرابطة في هذا الخليط و بالنتيجة نحصل على (plast concrete) .

2- العزل من تبخر المواد المخزنة :

ان مسألة ضياع المنتجات المخزنة في الخزانات عن طريق التبخر وكذلك منع تسرب الغازات ، تعتبر من المشاكل الهامة التي ما تزال قيد البحث و الدراسة ، ومن بين الوسائل المتبعة لمقاومة الفقودات بالبخر من الخزانات اقامة نظام حراري ثابت في الخزان .

2-8 الشروخ (الشقوق) في الكودات المختلفة :

تحت تأثر احمال التشغيل (Working Load) فان المنشأة بكل عناصرها يجب ان تمتلك اقل عدد ممكن من الشقوق الشعرية الغير مرئية ، و بمساعدة الرطوبة و التبادل بين حالة الرطوبة وحالة الجفاف و الهواء و عملية السخونة و التجميد (البرودة) فان الشقوق الواسعة سوف تؤدي الى صدا حديد التسليح ، والى تلف الخرسانة و فقدان في الماء المخزون و بالتالي الى فقدان الأمان الانشائي .

ان التشقق هي ظاهرة شبة عشوائية و تقدير قيمة معينة لعرض الشق لا يمكن تخمينها ، ولكن باتباع متطلبات الكود لكل من الغطاء الخرساني لحديد التسليح وتوزيع حديد التسليح ووصلات الحركة داخل المنشأ يمكن ان تزيد من الأمان ضد التشقق الزائد ، وايضا تزيد باستخدام الصيغ المذكورة في الكودات والتى تحدد عرض الشرخ (الشق) و توضح لنا اذا كان هذا العرض في نطاق الحدود المسموح بها ام لا .

1-8-2 متطلبات الكودات للتحكم في الشقوق :

للتحكم في عرض و عدد الشقوق فان الكودات العالمية يوجد بها متطلبات وحالات تحدد لكل من العوامل التالية :

1- الغطاء الخرساني لحديد التسليح .

2- ترتيب حديد التسليح و حجمه و الاجهادات المسموحة به .

3- وصلات الحركة (movement Joint) .

1-1-8-2 الغطاء الخرساني لحديد التسليح :

الغطاء الخرساني هو الحماية الخرسانية لحديد التسليح و هو يزيد من أمان حديد التسليح ضد العوامل البئية المحيطة او هجمات المواد الصناعية (مثل الكلوريدات و الحرائق) .

كذلك فان الغطاء الخرساني يعتبر دالة في حالات التعرض ونوع العنصر الانشائي (كمره ، بلاطه ، عمود ، و خلافه) وقطر حديد التسليح المستخدم و المقاس الاعتباري الاكبر للركام المستخدم و طريقة التنفيذ .

وعلى اساس الخطوات التالية سوف نقوم بتوضيح و شرح كيف تعمل بعض الكودات العالمية شروطها و تصنع متطلباتها بخصوص الغطاء الخرساني :

اولا : الكود الامريكي (ACI) :

الغطاء الخرساني دالة في نوع ظروف التعرض للعنصر الانشائي وطريقة التصنيع ، اى انه بالنسبة لبلاطة سابقة الصب مرتكزة علي الارض فان اقل غطاء خرساني مسموح به هو (30 mm) لمقاس 4.5 mm واسياخ 5.5 mm ، بالنسبة لظروف التعرض الشديدة فان مقدار الخرسانة المطلوبة لحماية حديد التسليح سوف تزيد و تكثف لاعطاء حماية كافية لحديد التسليح .

ثانيا : المواصفات الاسترالية (SAA) :

ان الغطاء الخرساني دالة في نوع التعرض الخرساني و الظروف المحيطة به والتي تنقسم الى اربعة اقسام ، ان اقل غطاء الخرساني يجب ان لا يكون اقل من قطر السيخ او (1.25) مره وربع من الحجم الاسمي للركام ، وللظروف الشديدة في التعرض فان الغطاء الكافئ يكون 65mm و يتطلب الأمر دهان لحماية السطح الخرساني إضافة الى الغطاء الخرساني ايضا .

ثالثا : المواصفات السويدية (BBK) :

الغطاء الخرساني دالة في صنف البيئة المحيطة و درجة حساسية التسليح ضد الصدا ، اي انه في حالة بيئة معتدلة التأثير علي حديد التسليح فان الحد الادني للغطاء الخرساني 35mm .

رابعا : المواصفات البريطانية (BS8110):

الغطاء الخرساني يتم اختياره حسب اقل درجة من الخرسانة المستخدمة و حالات التعرض البيئي , حالات التعرض البيئي تنقسم الى خمسة اقسام :(قليلة ، شديدة ، متوسطة ، و عالية الشدة و خطيرة) .

ان الغطاء الاسمي لكل الحديد يجب الا يقل عن قطر السيخ او اكبر مقاس اعتباري للركام ، اما القيم الاخري المجدولة للغطاء الخرساني فتكون مطلوبة لاستيفاء احتياجات الفترات الزمنية المحددة لمقاومة الحرائق ، ان هذه القيم تتغير حسب نوع العنصر الانشائي و النظام الانشائي ،

اي انه بالنسبة للكمرات المستمرة ذات المستوي الثالث لمقاومة الحرائق فان الغطاء الخرساني الاسمي المطلوب 30 mm .

إن الغطاء الخرساني الحقيقي يجب الأ يقل ابتدا عن الغطاء الأسمي بأكثر من 5 mm ايضا فان الكود يحتاج أبعاد ادني لمختلف العناصر الانشائية المعرضة للحرائق .

خامسا : الكود الهندي (IS456-2000) :

إن أقل غطاء خرساني يفئ بمتطلبات حديد التسليح و الكانات يتم إستخراجه من الجدول رقم 16 من الكود و الموضح ادناه

Nominal Cover to meet Durability Requierment :

جدول (2-2) يوضح اقل غطاء خرساني .

Expesure	Nominal Concrete Cover not less than (mm)
Mild	20
Moderate	30
Severe	45
Very Severe	50
Extreme	75

2-1-8-2 متطلبات حديد التسليح :

يجب على المصمم تحديد درجة ونوع حديد التسليح كما يجب عليه تحديد المسافات البينية و مواقع حديد التسليح بحيث تكون هذه الموصفات متوافقة مع متطلبات الكود المعمول به في بلد المنشأ .

ان الكودات أوصت و حددت متطلبات مماثلة للنقاط التالية مع فروغات بسيطة لكل كود :

أ- حالة السطح : ان حالة السطح يجب ان يكون خاليا من التراب و الطمي و الزيت و الدهون و المواد الاخري من الدهانات غير المعدنية ، وكذلك الصدأ والتي تؤدي لإنقاص التماسك بين الخرسانة و حديد التسليح .

ب- قوة مقاومة حديد التسليح : حديد التسليح يجب ان يمتلك قوة مقاومة كافية و متانة و مقاومة للإنكسار القصفي و التماسك وذلك طبقا لمتطلبات استخدامة .

ج- الحد الأدنى للمسافات الخالصة بين الأسياخ : إن المسافات الخالصة بين الأسياخ يجب ان تساوي إما الحجم الإعتباري الاكبر للركام الكبير او قطر اكبر سيخ مجاور ، ان هذه المسافات بين طبقات الاسياخ في الكمرات يجب ان تكون (اولا تقل عن) قطر السيخ أو 2.5 cm أو اكبر مقاس اعتباري للركام ما عدا الكود الالماني الذي يسمح بقيمة 2cm فقط علي انها اقل مسافة خالصة في المسافات البينية الافقية او المسافات البينية بين الطبقات الراسية لحديد التسليح .

د- وضع حديد التسليح : إن حديد التسليح يجب وضعه في أماكنه الصحيحة ويتم تحميله بكفاءة و يجب تأمين حديد التسليح ضد الازاحة بحيث تكون الازحة في الحدود المسموح بها ، اي ان الكود الامريكي لعمق اقل او يساوي 20 cm يسمح بازحة 10 cm ، وفي الكود البريطاني (BSI) فان الغطاء الخرساني الحقيقي يجب الا يقل عن الغطاء الخرساني المطلوب اكثر من 5 cm .

والمواصفات البريطانية تنص على انه اقصي مسافة بينية تساوي 1 m بين قطع حديد التواصل (space) ، كما يجب العناية والتاكد من وجود ارتكازات كافية لحديد التسليح .

اقصي مسافات بينية بين الاسياخ كما موضح في جدول ادناه :

جدول (2-3) يوضح اقصى مسافات بينية بين حديد التسليح .

الكود	المسافات البينية
البريطاني (BSI)	للكمرات اقل من أو تساوي 50 cm اقل من أو تساوي ($4700/f_s$) و اقل من اقل من أو تساوي و اقل من 300 cm (في الشد).
الامريكي (ACI)	المسافات البينية القصوي 3d , 500mm
كود AS	يعتمد علي نوع العنصر الانشائي واذا كان الحديد تسليح رئيسي , اي ان في البلاطات و للتسليح الرئيسي فيها المسافات البينية القصوي 600mm أو 3d.
الكود الهندي (IS3370)	يعتمد علي نوع العنصر الانشائي واذا كان الحديد تسليح رئيسي , اي ان في البلاطات و للتسليح الرئيسي فيها المسافات البينية القصوي 3d للبلاطات ذات الأبيام اما البلاطات المسطحة فان اقصى مسافة 300 mm . و اقصي مسافة بين حديد تسليح الانكماش و الحرارة يجب ان لا تتعدى 4d أو 450mm ايهما أقل .
كود SIA	يتم التحكم في حدوده عن طريق توصيف إجهادات التشغيل في الحديد

هـ - مساحات حديد التسليح :

1- أقل مساحات لحديد التسليح في العناصر الانشائية :

اولا : الكود البريطاني (BSI) :

إن تقدير أقل حديد تسليح للمقاومة سواء في الضغط او الشد يعتمد على قوة مقاومة الخضوع للحديد و نوع العنصر الانشائي وحالات التحميل ، اي انه للكمرة ذات الشفة والعصب في الشد و القاع معرض للانحناء و الحديد ذو اجهاد خضوع (F_Y).

$$b_w/b < 0.4$$

$$A_S/b_wh = 0.32\ \%$$

ثانيا : الكود الامريكي (ACI) :

إن اقل نسبة تسليح (ρ) يجب الا تقل عن ($1.4/F_Y$) وفي العارضات علي شكل (T) تحسب النسبة على اساس استخدام عرض العصب .

ثالثا : الكود الهندي (IS456-2000) :

أقل مساحة حديد تسليح للعارضات يسمح بها في حديد الشد يجب الأ تقل عن عن الاتي :

$$A_S/bd = 0.85/Fy$$

2- أقصى مساحة لحديد التسليح في العناصر الانشائية :

في الكود البريطاني (BSI8110) وللعارضات غير مسموح لكل من مساحة حديد الشد ولا مساحة حديد الضغط بان تزيد عن (4.6%) من المساحة الكلية للقطاع العرضي للخرسانة ، وبالنسبة للعناصر الانشائية الاخري فقد تم النص عليها في الكود .

اما الكود الامريكي (ACI) فان أقصي مساحة يجب الا تزيد عن (0.75ρb) حتي نحصل علي سلوك مطيلي في العناصر المعرضة للإنحناء .

في الكود الهندي (IS456) اقصي مساحة حديد تسليح رئيسي 0.04bD و اقصى مساحة لحديد القص لا تتعدى 0.75d .

3- حديد تسليح الانكماش ومقاومة الحرارة :

في الكود البربطاني (BSI) فإن الأسياخ يجب توزيعها علي مسافات لا تزيد عن 250mm بالقرب من الاوجة الجانبية للعارضات التي لا يزيد عمقها عن 150mm.

إن حديد التسليح يجب الأ يقل عن 0.25% عن القطاع العرضي الخرساني لحديد التسليح من درجة 460 ولا تقل عن 0.36% لحديد التسليح من درجة 250 ، وفي الكود الأمريكي (ACI) في الكمرات ذات العمق للعصب يزيد عن 900mm فان حديد التسليح الطولي المقاوم للإنكماش والحرارة يجب ان يكون ذو مساحة لا تقل عن 6% من حديد تسليح شد الإنحناء الرئيسي ويتم وضعه (حديد الانكماش) بالقرب من اوجه السطح الجانبي للعصب ويتم توزيعه بمسافات لاتزيد عن 30cm وفي الكود الامريكي فان حديد تسليح الانكماش والحراره الموزع في البلاطات يجب الا تزيد عن الاقل 500mm أو 5 مرات سمك البلاطه .

و اقصي مسافة بين حديد تسليح الانكماش و الحرارة في الكود الهندي (IS456) يجب ان لا تتعدى 4d أو 450mm ايهما أقل .

إن مساحة حديد التسليح لمقاومة الإنكماش والحرارة يعتمد علي درجة ونوع حديد التسليح ولكن يجب ان لا يقل عن 0.14% من المساحة الكلية .

3-1-8-2 وصلات الحركة :

إن الحديد من العوامل التي تؤثر علي قابلية الخرسانة للتشقق ايضا تتأثر بالعديد من العوامل وأهم إحتياط غالب الاحتمال يمدنا بالأمان الكافئ هو اتباع متطلبات الكود بالنسبة لحديد التسليح ، وعلي كل حال فان هنالك حالات يصبح فيها الحل الأمثل الذي يتحكم في عملية التشقق في الخرسانة هو عمل وصلة حركة .

إذا تم تقيد التمددات والإنكماشات في العنصر الانشائي فإن الإجهادات سوف تحدث وهي من الممكن ان تكون ذات مقدار كافئ لإحداث شق فوري .

- وصلات الحركة يمكن ان تكون من الأنواع التالية :

1- وصلات تقلصات .

2- وصلات تمدد .

3- وصلات إنزلاق .

4- وصلات مفصلية .

5- وصلات هبوط .

إن وصلات الحركة تعتبر ضمان لتقليل التشقق لانها تنخفض من القيود علي الحركة الحرة للمنشأة ، إن التحكم في التشقق عادة يحتاج الي تقسيم المنشأة الي اطوال مناسبة منفصلة بواسطة وصلات حركة كافية وتأثير وصلات الحركة هو في التحكم في عملية التشقق في المنشأة وهي ايضا تعتمد علي مدى مناسبة مكان الوصلة وهذا يحتاج الي خبره للتكهن بالمكان الذي سوف تحدث فيه التشقق غالب وباحتمال كبير .

2-8-2 تحديد الشقوق :

إن عملية تحديد الشقوق يمكن عملها إذا اتبعنا متطلبات وشروط الكودات ومنها :

1- إستخدام حديد التسليح بالنسب المسموحه القصوى والدنيا في الحدود المنصوص عليها في الكودات المعترف بها .

2- التأكد من ان إجهاد الحديد لم يزداد زيادة شديدة بواسطة الحسابات او بإتباع متطلبات الكودات بالنسبة لعملية توزيع حديد التسليح .

3- إتباع متطلبات الكودات بالنسبة للغطاء الخرساني لحديد التسليح وبالنسبة لفواصل الحركة والتمدد.

2-9 لغة البرمجة فيجوال بيسك (Visual Basic) :

منذ بداية اكتشاف الحاسب الآلي وحتى الآن فإن لغات البرمجة تعتبر الشغل الشاغل لكل من ارد الاستفادة من الحاسب بأكبر قدر ممكن ، فلقد كان الهاجس الأكبر لعلماء الكمبيوتر بعد اختارعه هو كيفية تبسيط التعامل معه والاستفادة منه بأكبر وأسهل وايسر وسيلة ممكنة ، ولا يتم ذلك إلا بواسطة طريقة واحدة ألا وهي لغات البرمجة، حيث أن هذه اللغات هي التي تجعل الحاسب يقوم بالعمليات التي نريدها منه، فبدون هذه اللغات يصبح الحاسب كتلة هامدة من المعدن .

وتنقسم لغات البرمجة إلى قسمين :

2-9-1 لغات برمجة منخفضة المستوى (Low-Level Languages)

ومن هذه اللغات لغة الآلة (Machine Language)

ولغة الاسمبلي (Assembely Language)

2-9-2 لغات البرمجة عالية المستوى (High-Level Languages) :

ومن هذه اللغات لغة الفورتران (Fortran Language)

ولغة الكوبول (Cobol Language)

ولغة البيسيك (Basic) بأنواعها المختلفة.

ومع التطور والتقدم في مجال الكومبيوتر، والقفازت الهائلة في علم الحواسيب , ظهرت لغة برمجة جديدة تعتبر امتداداً للغة البيسيك ألا وهي الفيجوال بيسك، وأصبحت هذه اللغة ذات إمكانيات مذهلة، ومن أهم خصائص هذه اللغة أنها قادرة على التعامل مع قواعد البيانات بسهولة مدهشة، وأن طريقتها في التعامل مع البيانات مميزة.

إن جميع لغات البرمجة تحتوي على أوامر يستخدمها المبرمجون في بناء برامجهم ، فالمبرمج يقوم بتسخير هذه الأوامر لخدمته ويوظفها بطريقة معينه لكي يستفيد منها باكبر قدر ممكن ، ولكل لغة من لغات البرمجة قد ا رت خاصة وم ا زيا معينة تميزها عن غيرها من اللغات .

كلمة البيسك بشكل عام تعني ترميز التعليمات لأغراض المبتدئين كافة ، تمتاز لغة البيسك بأنها سهلة الاستخدام وسهلة التعلم .وتستعمل البيسك في المجالات العلمية و الهندسية والتجارية و مجالات اخري .

أصل لغة فجوال بيسك هي لغة بيسك التي ظهرت في كلية دارتماوث Dartmaouth علي يد جون كيمني John Kemeny وتوماس كيرتز Thomas Kurtz عام 1963 م و قد

أصبحت بسرعة فائقة من أشهر و أسهل لغات البرمجة بل لم تقف عند هذا فحسب فأصبحت كلغة تعليمية تدرٌس في المعاهد و الكليات و الجامعات و بدأ انتشارها في السبعينات ثم أخذت هذه اللغة في التطور الدائم مع المحافظة علي سهولة استخدامها و بساطتها و كان الإصدار الأول لهذه اللغة عام 1991م ثم كان الإصدار الثاني منها عام 1992 ثم كان الإصدار الثالث عام1993 و من ذلك الوقت تعاقبت إصدا ا رت كثيرة منها.

وتختلف وجهات النظر بين المبرمجين حول تعريف أو تصنيف Visual Basic هل Visual Basic لغة برمجة أم هي برنامج تصميم نوافذ أم منتج متكامل ؟

تقنيا Visual Basic عبارة عن مكتبة من المكتبات توفر عدة أوامر برمجية متكاملة وبرامج تصميم نوافذ ومكتبات تشغيلية، أي باختصار هو منتج متكامل.

ولقد بذلت شركة مايكروسوفت أقصى ما بوسعها لتزيد من قوة هذه اللغة وطورتها طبقاً للتطور الحادث في مجال الكومبيوتر وطبقاً لرغبات المبرمجين ومستخدمي البرامج إلى أن ظهر منها الإصدار السادس (Microsoft Visual Basic 6.0) الذي يعتبر آخر إصدارت الفيجوال بيسيك، ويعتبر هذا الإصدار أقوى إصدارت هذه اللغة في التعامل مع البيانات حتى أنه تفوق على بعض لغات البرمجة الأخرى.

ومن مميزاتها:

- أصبح بمقدور المبرمجين أن يصمموا واجهات تطبيق جميلة حيث توفر لهم لغة الفيجوال بيسيك كائنات (Objects) وأدوات تستخدم في نظام التشغيل نفسه.
- وجاءت الميزة الأخ رى والدعم الآخر الذي تلقته لغة الفيجوال بيسيك هو أيضاً من شركة مايكروسوفت حيث تم إضافة إمكانية استدعاء الكثير من الوظائف الموجودة في نظام التشغيل وإمكانية الاستفادة من بعض البرامج التي تعمل تحت بيئة نظام النوافذ (Windows) .

ومع كل هذا التطور بقيت الفيجوال بيسيك ضعيفة في معالجة قواعد البيانات وفي إنشاء برامج وتطبيقات دعم الإنترنت مما دفع الشركات الأخرى لأن تستفيد من هذه السلبيات الموجودة في لغة الفيجوال بيسيك وتطور لغات برمجية منافسة مثل شركة (Borland) التي طرحت عدة

إصدا ا رت من لغتها البرمجية (ديلفي) والتي تتمتع بمحرك قواعد بيانات قوي ، وقد دخلت شركة مايكروسوفت في منافسة قوية مع هذه الشركة جعلت شركة مايكروسوفت تقوم بتطوير لغة الفيجوال بيسيك ، فجاء الإصدار الخامس الذي يعتبر قوياً في معالجة البيانات وجاء بعده الإصدار السادس كما ذكرنا الذي يملك إمكانيات هائلة في التعامل مع قواعد البيانات.

10-2 برنامج ساب Sap 2000 :

Sap 2000 و هو اختصار ل (Structural Analysis Program) هو برنامج هندسي للتحليل و التصميم الانشائي من انتاج (Computer and Sturcural Inc) و المعروفة اختصارا ب (CSI) .

يعتمد البرنامج في التحليل علي نظرية العناصر المحدودة ، يمكن عن طريق البرنامج تحليل وتصميم جميع انواع المنشأت الهندسية البسيطة منها وذات الاحمال الهندسية الفراغية المعقدة من الابنية الطابقية و الادراج و الخزانات بانواعها و القشريات واي نظام انشائي عموما .

يعتبر من ارقى البرامج المستخدمة في هذا المجال من حيث التعامل مع المدخلات و المخرجات في بيئة رسوبية سهلة وامرار الهيكل الانشائي من برنامج الرسم (AutoCad) وامرار النتائج لبرنامج (Excel) وغيره من برامج قواعد البيانات .