المحاضرة رقم ١ د. أسيل الراوي

مقدمة في إنشاء المباني

إن إنشاء المباني هو الموضوع الهندسي الذي يبحث في طرق استعمال مواد البناء في بناء كافة أنواع المنشات بشكل يضمن لها القوة والأمان مع زيادة العمر الإنشائي لها وعلى أن تقاوم التغيرات الجوية وتحتوي على النواحي الفنية

إن القائم في إنشاء المباني يجب إن يكون عارفا في مواضيع أخرى يجمع بينها ليضمن كل ماهو مبين أعلاه فهو يحسب الأثقال ويحدد طريقة انتقالها من أعضاء المنشأ المختلفة إلى التربة وانتقاء المواد المنسابة للاستخدام بنوعياتها وكمياتها اعتمادا على العوامل التي تؤثر في انتخابها ثم انتخاب التربة الصالحة لتحمل الأثقال المسلطة عليها من المباني المزمع إقامتها عليها

متطلبات إنشاء المباني

أن إنشاء أي مبنى يتطلب في الناحية الأولى دراسة الأرض التي يقام عليها حيث يدرس تحمل التربة والذي من خلاله يتم تحديد العمق المناسب الذي تقام عليه أسس المبنى وفي هذه الحالة يحدد أيضا منسوب الماء الأرضي في التربة وملاحظة وقوع أسس المبنى بالنسبة له لكي توضع الحلول والمعالجات المناسبة في حالة وقوع أسس المبنى ضمن مجال الماء الأرضي وفي المنشات المائية هناك متطلبات أخرى تدرس في هذا المجال

العامل الثاني الذي يدرس عن إنشاء المبنى هو نوع المبنى ونوع الخدمة التي يقدمها والتي تحدد المتطلبات الأساسية له خلال مراحل الإنشاء

اعتمادا على معطيات ماورد في الفقرتين أعلاه يتم تحديد المواد الإنشائية التي تدخل في تنفيذ المنشأ مع كل ما يتعلق بها من مواصفات هندسية مطلوبة وما يرتبط بها من فحوصلات مختبريه لتحديد مدى مطابقة هذه المواد للمواصفات الهندسية المطلوبة

أنواع المباني

يمكن تقسيم الأبنية بصورة عامة اعتمادا على طريقة انتقال القوى خلال أعضائها الإنشائية إلى قسمين رئيسيين هما:-

١- أبنية خفيفة : وهي عبارة عن أبنية تقوم جدرانها بنقل وزنها إلى الأساس وتكون بطابق واحد أو طابقين

إن كل الأبنية القديمة كانت تشيد بهذه الطريقة ولم تتغير طريقة الانشاء وان استعمال الابنية الخفيفة لايزال سائدا وخصوصا في المنشات الصغيرة ذات الكلفة القليلة مثل الدور السكنية والمدارس وغيرها

٢- ابنية ثقيلة: وهي عبارة عن الابنية التي تنقل فيها اوزانها الى اعمدة بواسطة السقوف والروافد والحمالات ثم تنقل بالاهمدة من طابق الى اخر الذي تحته ةهكذا الى التربة من خلال الاسس حيث توزع الاثقال فيها ضمن حدود تحملهاان هذه الابنية هي التي تكون ما يسمى بالابنية الهيكلية والمتكونة من هياكل من الخرسانة المسلحة او الحديد او الخشب

ان اختيار نوع الهيكل يعتمد على نوع المبنى وارتفاعه وعوامل اخرى ياتي ذكرها لاحقا

ان الابنية الثقيلة او الهيكلية تقسم الى :

أ- ابنية هيكلية خرسانية: وهي عبارة عن ابنية مشيدة لنقل الاثقال بواسطة اعضاء مشيدة من الخرسانة المسلحة وهي اصلح مادة وجدت لحد الان لنقل القوى بطريقة رخيصة

ب- ابنية هيكلية حديدية: وهي عبارة عن ابنية مشيدة لنقل الاثقال بواسطة اعضاء مشيدة من اعضاء حديدية مختلفة كل حسب القوى التي ينقلها

ان انتخاب احدى هاتين الطريقتين لاي بناية غالبا ما يكون معتمدا على عدة عوامل اساسية اهمها:

١-توفر المقاطع الحديدية الملائمة للاستعمال بالنسبة للقوى التي تنقلها

٢-ارتفاع المبنى: اذ انه كلما كانت البناية بعدد طوابق اكثر كلما زادت مساحة الاعمدة في الطوابق السفلى مما يجعل في بعض الابنية هذه المساحة كبيرة نسبيا مقارنة بمساحة المنشا خصوصا عندما يزداد عدد الطوابق عن العشرين ففي مثل هذه الحالة يصبح اختيار الهياكل الحديدية للمبنى افضل

٣-قيمة الارض:اذا كانت الارض ثمينة فيصبح من الافضل اختيار مقاطع صغيرة للاعمدة بهدف الاستفادة من اكبر مساحة للمنشا ولهذا يفضل ان يكون المبنى بهيكل حديدي بدلا من الهيكل الخرساني

٤-سرعة العمل:ان الابنية ذات الهياكل الحديدية اسرع في التنفيذ من نظيرتها ذات الهياكل الخرسانية لما تتطلبه من اعمال القوالب ةالتسليح ثم صب الخرسانة اضافة الى مدة التفاعل التي تمنح للخرسان بعد صبها

٥-الكلفة:ان الكلفة يمكن ان تكون عاملا مهما في اختيار نوع الهياكل المستخدمة لانشاء المباني ففي الحالات غير الضرورية للهياكل الحديدية فان استعمال الهياكل الخرسانية يمكن ان يكون اقتصادي وان اكثر الباني بضمن عشرة طوابق يمكن ان تكون ارخص نسبيا عندما تنفذ بهياكل خرسانية

العوامل الاساسية في تنفيذ المباني:

لغرض الحصول على منشا جيد لابد من الالتزام بالعوامل الاساسية التالية:

١-التصميم: يمثل التصميم مجموعة من القواعد والاسس الهندسية والفنية التي توضع بموجبها فقرات المبنى

يصمم المبنى بمساحة اجزائه بحيث تكون متناسبة للغاية مع الشكل والحجم المراد انشاء المبنى لاجلهما ومتناسبة مع كل اجزائه المرتبطة اما من ناحية التنفيذ فيصمم المبنى بحيث يكون لكل جزء منه مساحة محسوبة ومقطع ملائم للقوى التي ينقلها اضافة الى العوامل الاخرى وبذلك يقسم التصميم بموجب ماورد اعلاه الى :

أ- التصميم المعماري: وهو الذي يعالج الناحية الفنية مع فكرة المبنى والغاية التي ينشا من اجلها

ب- التصميم الانشائي : وهو الذ يعالج الناحية الانشائية لاجزاء المبنى وطريقة ارتباطها مع بعضها من الناحية الانشائية والتنفيذية

ت- التصاميم الاخرى: وتشمل التصميم الميكانيكي والكهربائي وتصاميم الاعمال الصحية والمائية

٢-مواد البناء: يتم اختيار مواد البناء بموجب التصميم وما مثبت فيه من مواصفات فنية على ان تحقق المتطلبات التصميمية بجانبيها المعماري والانشائي

٣- اعمال البناء: يتم من خلالها استخدام مواد البناء وربطها وتشكيلها بحيث تعطي تماسك وربط اعتمادا على مفردات التصميم ككتلة كاملة متجانسة وطريقة انهائها لاظهار المبنى بالشكل المحدد لها فنيا

ان كلفة هذا العامل قد تبلغ بالنسبة للمنشات الاعتيادية خمس كلفة المنشا وقد ترتفع الى الربع او الثلث وفي بعض الاعمال الخاصة قد تصل الى النصف ومن هنا تظهر اهمية هذا العامل

ان العمل الجيد قد يظهر المبنى المنفذ بشكل مطابق لما مثبت في الخرائط التصميمية المعمارية والانشائية وبقية مفردات التصميم

الخرائط المعمارية والمقاطع:

ان الخرائط المعمارية هي التي توضح شكل وصورة المبنى من خلال اظهار المسقط الافقي والواجهات الامامية والخلفية لها اما التفاصيل الانشائية للمبنى فيتم من خلال المقاطع الطولية والعرضية التي تدرج فيها تفاصيل الاعضاء الانشائية بشكل واضح من خلال استخدام مقاييس رسم كبيرة تعطي توضيح كامل للتفاصيل الانشائية للمبنى

لتحقيق اي مشروع هندسي هناك عدد من الخطوات التي تحدد سير العملية ويمكن اجمالها كالاتي:

١-وضع فكرة المشروع واهدافه ومدى الحاجة اليه:لكل مشروع هدف كان يكون خدميا مثل المدارس والملاعب والدوائر وغيرها او تجاريا استثماريا كالمخازن والابنية التجارية او يكون لتلبية حاجة كالمشاريع السكنية الفردية او مشاريع الاسكان العام وهناك مشايع اخرى ذات طابع خاص مثل مشاريع الري والسدود والطرق

ان فكرة المشروع تستوجب تحديد الاهداف بكل وضوح مع تعيين موقع العمل في الغالب وكذلك الخدمات التكميلية اللازمة كالماء والكهرباء وغيرها ضمن امكانات المشروع

٢-تفصيل متطلبات المشروع: بعد اقرار الفكرة والاهداف يجب اعداد منهاج عام يتضمن فعاليات المشروع المختلفة وكذلك تهيئة كافة المعلومات والمعطيات الضرورية لوضع التصاميم الاولية والمواصفات العامة

تشمل هذه المعطيات بالاضافة الى الفعاليات الاساسية على معلومات تتعلق بالامكانات المتوفرة للمشروع وتشمل المبلغ المرصود للمشروع والزمن المتوفر للانشاء والمواد الانشائية المتوفرة وكذلك الاسلوب المعماري والانشائي المفضل من النواحي الاقتصادية والتنفيذية

٣-التصميم الهندسي: ويقصد به وضع كافة التفاصيل التصميمية كالتفاصيل المعمارية والمدنية والخدمية بشكل مخططات ومواصفات ووثائق تنفيذ العمل معتمدين على تحريات التربة لمعرفة تحملها ونوعية الاسس المناسبةوكذلك صيغ التعاقد وجداول الكميات والاسعار وغيرها

٤-التنفيذ:تنفذ الاعمال البنائية باسليب متعددة منها اسلوب المناقصات حيث يعهد العمل باكمله الى مناقص متخصص او اكثر او باسلوب التنفيذ المباشر حيث يقوم الكادر الفني لصاحب المشروع بتوفير كافة الامكانات التي يحتاجها لتنفيذ العمل من قبله مباشرة اي انه لايجزا العمل الكلي الى مجموعة مقاولات ثانوية كما في اسلوب التنفيذ امانة

يكون التنفيذ بخطوات تبدا بمجموعة الاجراءات الضرورية قبل المباشرة بالتشييد ومنها استحصال اجازة البناء وتسييج الموقع وتسويته وتوفير الخدمات العامة اللازمة طيلة مدة تنفيذ المشروع كالماء والكهرباء وبناء المسقفات الوقتية التي تستعمل كمخازن للمواد والمعدات وتشييد المكاتب اللازمة لادارة المشروع

يمكن تقسيم الابنية حسب طريقة التنفيذ الى :

١-انجاز موقعي : حيث تنفذ كافة فقرات الاعمال تقريبا في موقع العمل ويحتاج هذا الاسلوب في البناء الى ايدي عاملة كثيرة ومتعددة الاصناف ويستوجب تهيئة المواد الاولية في موقع العمل وتصنيفها في الموقع بصورة كلية او جزئية

ان مجال تصرف المهندس المصم في هذا النوع من الابنية واسع ويعطيه الحرية في اختيار الاشكال والمواد ومن سلبياته كون نسبة التلف في المواد الاولية عالية وسرعة انجازه بطيئة مقارنة مع بقية اساليب التنفيذ

ان هذا الاسلوب متبع حاليا في معظم دور السكن الشخصية والابنية العامة

٢-انجاز سابق ويسمى احيانا بالبناء الجاهز: حيث ينفذ البناء باستخدام وحدات انشائية جاهزة مصنعة في معامل متخصصة تكون خارج الموقع في معظم الحالات وتركب هذه الوحدات في موقع العمل

تتميز الابنية الجاهزة بسرعة التنفيذ والتحكم العالي في النوعية وقلة الايدي العاملة اللازمة للتصنيع والتركيب وخفة الوزن مقارنة بالابنية التقليدية ويكون التنفيذ وفق تصاميم محدودة مقيدة بموجب انتاج معامل التصنيع

يتميز الهيكل المعدني بسرعة التركيب والرفع عند الحاجة ويمكن الاستفادة منه ثانية عند رفعه

ان تحمل المعادن لاجهادات الشد والضغط بصورة عالية يجعل مساحة المقطع المطلوبة قليلة مقارنة مع المواد الاخرى الامر الذي يقلل من الاحمال المسلطة على الاسس ويوفر في المساحات التي تشغلها الاعمدة وفضاء راسي اكبر لذا فان المنشات المعدنية اصبحت مفضلة في الابنية متعددة الطوابق والابنية ذات الفضاءات الواسعة جدا مثل ابنية المصانع والمخازن والمعارض

تحتاج الهياكل المعدنية الى وقاية من الحريق وصيانة مستمرة لاحتمال تاثرها بالعوامل الجوية

ان وجوب التزام المصمم بالمقاطع القياسية المنتجة والمتوفرة يحد كثيرا من التصرف الهنسي في التصميم

تكون الهياكل الخرسانية المسلحة اما مصبوبة موقعيا او مسبقة الصب

تتميز الهياكل الخرسانية المسلحة بان جميع موادها الاولية ماعدا فولاذ التسليح مصنعة محليا وتتوفر لها الايدي العاملة

تعطي الخرسانة لمصمم حرية التصرف في انتاج الانماط البنائية وتتميز بمقازمتها الجيدة للحريق وكذلك بدوامها العالي وتعتبر هياكل ثقيلة الوزن ويستغرق انشاؤها زمنا اطول من الهياكل المعدنية وتحتاج الى سيطرة على نوعية الانتاج والتنفيذ

تكون هذه الهياكل دائمية لايمكن رفعها ونصبها في مكان اخر

الأعمال الترابية

Earth works

تعتبر الأعمال الترابية من الأعمال التي توجد في جميع مشاريع إنشاء الأبنية تقسم تلك الأعمال إلى نوعين هما:

١ - الحفريات الترابية excavations

٢ - الاملائيات الترابية earth fillings

أن الهدف من الأعمال الترابية هو لجعل التربة بالمنسوب المبين بالمخططات وذلك المنسوب يعتبر ضروريا لتنفيذ أعمال أخرى كما في حالة الأسس ، الأرضيات والمجاري وغيرها أو لغرض إعطاء شكل هندسي معين لإغراض تصميمية كالإعمال الترابية لما بين الأبنية أو لسداد وغيرها

الحفريات الترابية

تشمل أعمال حفريات الأسس بأنواعها بما فيها السراديب وكذلك حفريات القنوات ومجاري الخدمات المختلفة وأعمال الحفريات اللازمة لمواقع العمل بين الأبنية والطرق والساحات

تنجز أعمال الحفريات أما بالحفر اليدوي أو بواسطة المعدات الميكانيكية أو بكليهما

إن العوامل المحددة لأسلوب الحفر الواجب إتباعه هي طبيعة التربة وشكل المقطع المطلوب ووجود المياه الجوفية والزمن اللازم لانجاز العمل وكذلك كلفة العمل

أ - الحفر اليدوي : يكون الحفر اليدوي باستعمال معدات بسيطة

يتبع أسلوب الحفر اليدوي في الأعمال الصغيرة مثل أسس الجدران المستمرة ، أسس الأعمدة المنفردة ،قنوات المجاري التي تكون أطوالها قليلة والأسس المزدوجة التي تتميز بضحالتها وكذلك إكمال أسفل الحفريات التي تنفذ بواسطة المعدات الميكانيكية إلى المنسوب المطلوب

أن الحفر اليدوي لايستعمل في التربة ذات الصلادة العالية مثل التربة الصخرية

تعمل حافات الحفر شاقولية عادة وترمى الأتربة الناتجة عن الحفر إلى جانب الحفر وتكوم بصورة موازية إلى الحفر مع ترك مسافة عن حافة الحفر كافية لسير وسائط نقل الخرسانة والمواد الأخرى اللازمة لتنفيذ الأسس أو المجاري وتكون هذه المسافة ٧٠-١٠٠ سم ويستوجب ترك أكثر من ذلك إذا كانت المواد تنقل بواسطة القلابة الآلية dumper

إن تساقط الأتربة داخل حفر الأسس يلحق أضرار بالخرسانة وبإعمال بناء الأسس عن تنفيذها

من الممكن أحيانا تنفيذ الحفر بنفس عرض الأساس وفي هذه الحالة لاحاجة إلى استعمال القوالب في أعمال خرسانة الأسس

يعاد إملاء التربة الصالحة للدفن بعد إكمال أعمال الأسس

ترفع الأتربة الزائدة عن الحاجة أو غير الصالحة لإعمال الدفن خارج ساحة العمل وتستعمل لذلك العربات اليدوية أو القلابات الآلية وإذا كانت كميات الأتربة كبيرة ومسافة النقل بعيدة فإنها تنقل بواسطة السيارات القلابة

تكون أرضيات الحفر مستوية ومنهاة لحد المناسيب والأشكال المبينة في المخططات وفي حالة تجاوز الحفر المناسيب المحددة في المخططات فلا يجوز إعادة الدفن بالتراب بل تملا بالخرسانة الضعيفة (١:٤:٨) (سمنت:رمل:حصى) وذلك لكون التربة المعادة دفنها ذات خصائص هندسية مغايرة للتربة الأصلية وهي اضعف وأكثر انكباسا مما يؤدي إلى مشاكل إنشائية في أجزاء الأبنية المشيدة فوق تلك المحلات

إن سلامة جوانب الحفر من الانهيار مهمة لسلامة العاملين داخل الحفر ولسلامة الأعمال المنفذة

يعتمد ثبات جوانب الحفر على:

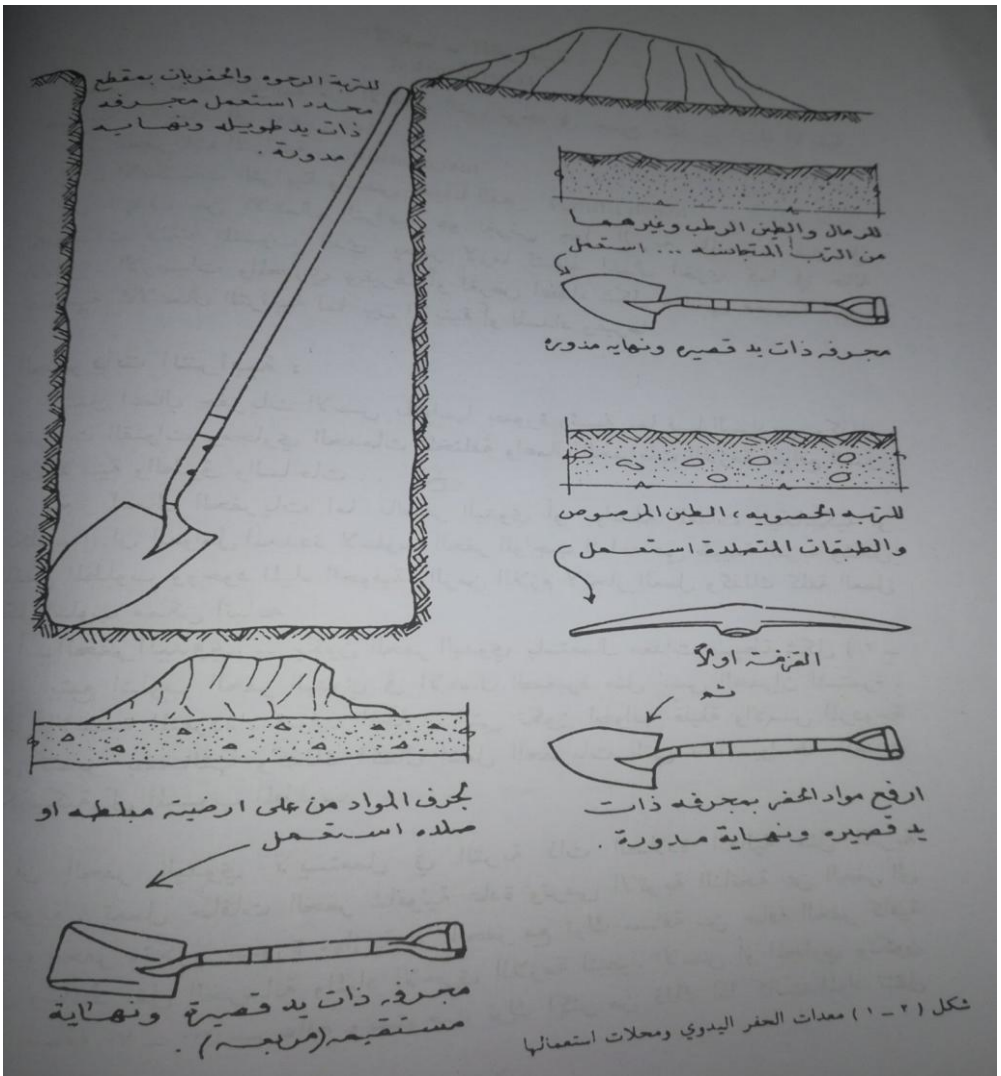
١ - طبيعة التربة وخواصها الهندسية
٢ - محتوى الرطوبة وحركة المياه الجوفي
٣ - عمق الحفر
٤ - الأحمال الجانبية المجاورة وطبيعتها (ساكنة ، متحركة أو اهتزازية)

تستعمل المساند الوقتية لتامين جوانب الحفريات المعرضة للانهيار وتكون هذه المساند أما من الأخشاب أو الصفائح الحديدية أو الركائز الصفيحية

إن أعمال الحفريات العميقة جدا تستوجب تصميم المساند بصورة أكثر دقة ووفق متطلبات العمل الفعلية

تحتاج القنوات الضحلة أحيانا إلى إسناد فيمكن استعمال أزواج متقابلة من الألواح الخشبية بمقطع ١٧٥*٣٨ ملم بصورة عمودية وتسند بمسند عرضي من الخشب بمقطع ١٠٠*١٠٠ ملم وتكون المسافة بين مجموعة اسنادواخرى حوالي ١,٨٠ متر إذا كانت التربة متماسكة

يمكن استعمال الصفائح الفولاذية المضلعة والمساند العرضية الفولاذية ذات المقطع الدائري وبطول يمكن تنظيمه وفي حالة تساوي الكلفة فإنها تعتبر أفضل من المساند الخشبية لسرعة التركيب والرفع وقلة التلف الحاصل



شكل (٢ - ١) معدات الحفر اليدوي ومجالات استعمالها

شكل رقم ١ : معدات الحفر اليدوي ومجالات استعمالها

يستعمل الخشب الرخو بأنواعه في عمل المساند وأجزاؤها فستعمل ألواح الصنوبر الأصفر او الأحمر

تشمل أنظمة السند الخشبية الأجزاء الآتية:

ألواح أعمدة : poling boards : وتكون بطول ١-١,٥ متر تبعا لعمق الحفر وبمقطع يتراوح بين ١٧٥*٣٨ ملم و ٢٢٥*٥٠ ملم

توضع هذه الألواح عموديا وتتاخم التربة في جانبي الحفر

الإضلاع الرابطة wallings : وهي أجزاء تمتد أفقيا باتجاه الحفر وتقوم بإسناد وربط ألواح الأعمدة

يتراوح مقطعها بين ١٧٥*٥٠ ملم و ٢٢٥*٥٠ ملم على الأغلب

المساند العرضية struts : وهي من الخشب وبمقطع ١٠٠*١٠٠ ملم أو ١٥٠*١٥٠ ملم وتستخدم لسند الأضلاع الرابطة بين جهتي الحفر

تكون المسافة بين المساند العرضية بحدود ١,٨٠ متر كي توفر مجال عمل داخل الحفر

ألواح السند sheeting : تتكون من ألواح أفقية متاخمة الواحدة مع الأخرى بحيث تشكل حاجزا مستمرا يسند التربة وذلك في حالة كون التربة رخوة والإسناد بهذه الطريقة يكون بأبعاد وشكل الحفر نفسه ومن المقاطع المألوفة الاستخدام هي الأخشاب بمقطع ١٧٥*٥٠ ملم

المساند المغروسة runners: تكون من نوع ألواح أعمدة إلا إنها ترصف بصورة متصلة وتغرس في التربة وتكون ذات نهاية مستدقة لتسهيل غرسها

قد تكسى هذه النهاية بصفيح معدني لزيادة مقاومتها

من الممكن عمل هذه المساند بأبعاد ٢٢٥*٥٠ ملم

تستعمل هذه المساند في سند التربة الرخوة عند تواجد المياه بكميات كبيرة حيث أن التربة تكون غير ثابتة بدون سند جيد

يمكن استعمال نظام الإسناد المفتوح في التربة المعتدلة التماسك وذلك باستعمال ألواح أعمدة وبمسافة ٦٠٠ ملم الواحدة عن الأخرى وتربط بواسطة إضلاع رابطة ومساند عرضية وفي حالة الحفر الضحل يمكن زيادة المسافة بين ألواح الأعمدة لحد ١,٨٠ متر ولاحاجة في هذه الحالة إلى إضلاع رابطة وتستعمل المساند العرضية فقط

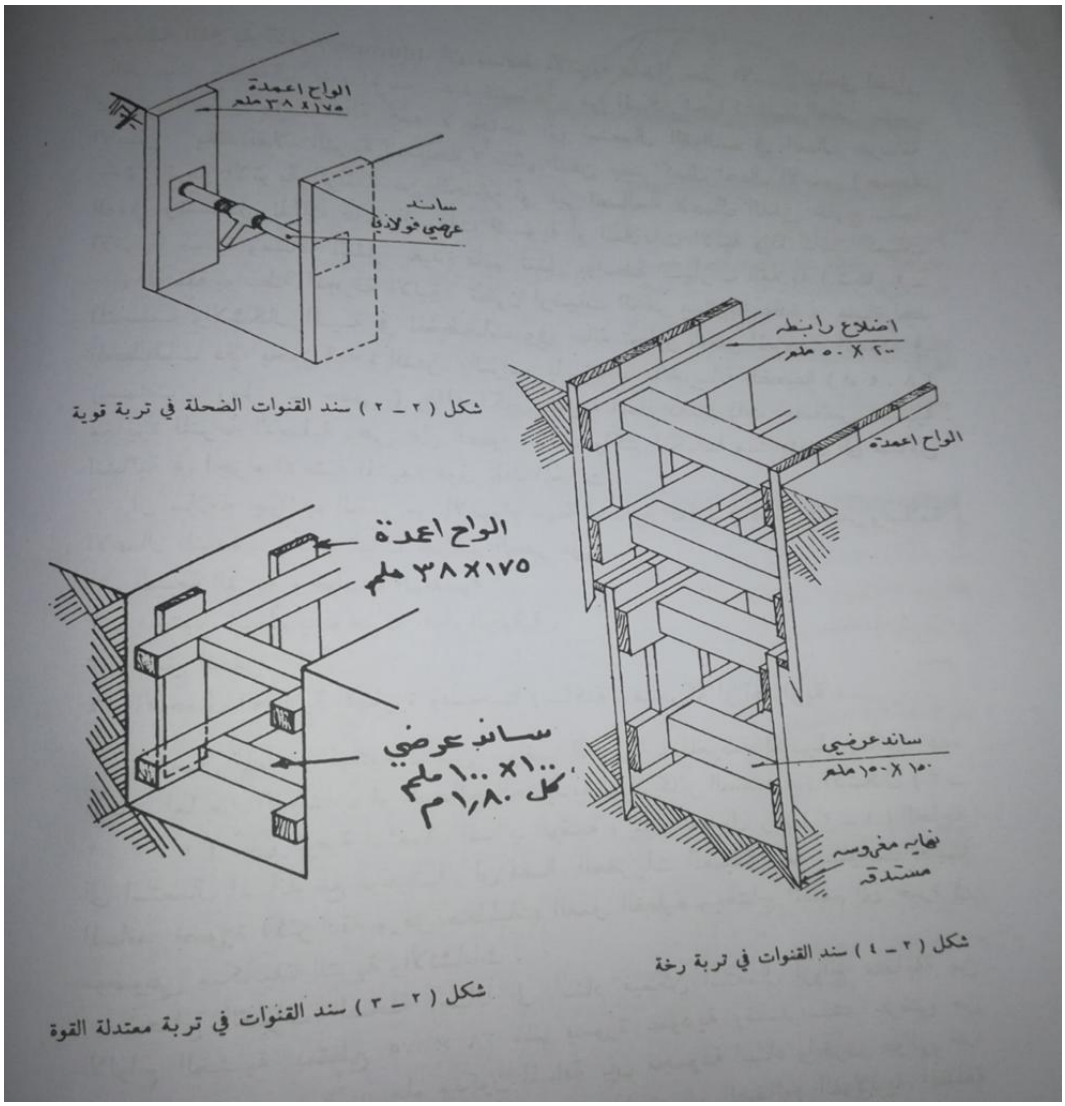
في حالة التربة الرخوة يكون الإسناد بإتباع إحدى طريقتين الأولى باستعمال ألواح أفقية مستمرة باتجاه الحفر وتسند بواسطة أزواج متقابلة من ألواح أعمدة وهذه تكون مثبته بواسطة مساند عرضية وتكون المسافة بين مجموعة وأخرى من أزواج ألواح الأعمدة حوالي١,٨٠ متر والثانية باستعمال ألواح أعمدة أو مساند مغروسة بارتفاع الحفر نفسه وتسند بواسطة إضلاع رابطة ومساند عرضية وفي حالة زيادة عمق الحفر عن ١,٥ متر فيفضل إن يكون السند على مرحلتين أو أكثر بحيث تكون مجموعة سند المرحلة السفلة متراكبة داخل مجموعة المرحلة العليا ولمسافة لاتقل عن ١٥ سم وهذا يعني إن عرض الحفر في الأعلى هو اكبر من عرض الحفر في الأسفل

يمكن استعمال قطع عمودية صغيرة بين الأضلاع الرابطة فوق ألواح الأعمدة أو المساند المغروسة للتقوية

إن عامل الاقتصاد في الكلفة والزمن اللازم لإقامة المساند ورفعها من العوامل التي يجب إن تؤخذ بنظر الاعتبار

أن ارتفاع كلفة الخشب في العراق وكثرة تلفه وصعوبة صيانته تجعل من الصفائح الفولاذية المضلعة الخاصة مادة مفضلة أحيانا وذلك لاستعمالها بدل ألواح الأعمدة أو المساند المغروسة

ينفذ السند بالطرق السابقة في الحفريات والقنوات الضيقة ولا تستعمل في سند الحفريات الواسعة لكونها غير اقتصادية وغير عملية بل يستعمل في هذه الحالة أسلوب الحفر المفتوح open cut أي بعمل الحافات مائلة بزاوية تعتمد على طبيعة التربة وعمق الحفر وهذا النوع يحتاج إلى مساحة كبيرة ويشمل حفر وإعادة دفن كميات أكثر من الحفر الشاقولي الجوانب .



شكل (٢ ـ ٢) سند القنوات الضحلة في تربة قوية

شكل (٢ ـ ٤) سند القنوات في تربة رخة

شكل (٢ ـ ٣) سند القنوات في تربة معتدلة القوة

جدول رقم (٢ ـ ١) متطلبات سند الحفريات لمختلف انواع التربة * *

نوع التربـــة	عمق الحفر: لحد ١.٥ م (ضحل)	١.٥ ـ ٤.٥ م (متوسط)	اكثر من ٤.٥ م (عميق)
عضوية متفحمة ضعيفة (soft peat)	جـ	جـ	جـ
عضوية متفحمة متماسكة (firm peat)	أ	جـ	جـ
طينية ضعيفة (soft clay) أو غرينية (silt)	جـ	جـ	جـ
طينية متماسكة وقوية	أ *	أ *	جـ
حصوية هشة أو رملية .	جـ	جـ	جـ
حصوية مرصوصة أو رملية مرصوصة مع أو بدون رابط طيني .	أ	ب	جـ
حصوية او رملية تحت مستوى المياه الجوفية .	جـ	جـ	جـ
صخرية متشققة	أ *	أ *	ب
صخرية سليمة .	أ	أ	أ

أ ـ لا تحتاج الى اسناد .

ب ـ اسناد مفتوح (جزئي) . شكل (٢ ـ ٣) مثلاً .

جـ ـ اسناد كامل مستمر تكون الواح أعمدة المتجاورة أو الواح السند متماسة . شكل (٢ ـ ٤) مثلاً أو تستعمل ركائز صفيحية (الفصل الرابع) في المناطق المتوسطة العمق والعميقة .

* ـ قد تحتاج الى اسناد مفتوح أو كامل اذا كانت ظروف الموقع غير ملائمة .

** المصدر ، مدونة الممارسة البريطانية رقم ٢٠٠٣ (الاعمال الترابية) .

الأقواس ARCHES

القوس عبارة عن بناء ذو انحناء منتظم وبأنواع مختلفة ويتم عمل القوس من الحجر أو الطابوق أو الخرسانة المسلحة أو المعدن وبموجب تفاصيل وقياسات خاصة حسب فضاء وشكل القوس والغاية من إنشائه

الأقواس الحجرية أو الطابوقية

إن أشكال الأقواس الحجرية والطابوقية متقاربة وإنها تستعمل في الأبنية لإعطاء الطابع المعماري المتميز للواجهات كما إنها تعمل كأعتاب تحمل الأثقال فوق فضاءات الفتحات في مختلف المباني

إن تصميم الأقواس يتطلب إعطائها الانحناء المناسب الذي يضمن جعل محصلة جميع القوى المؤثرة على جميع قطع القوس ضمن الثلث الأوسط لتلك القطع وذلك لتجنب قوى الشد كما يجب أن تكون هذه القطع ذات مساحة بناء كافية لتحمل اجهادات الضغط المسلطة عليها

المصطلحات المستعملة في الأقواس

هناك عدد من المصطلحات تستعمل في الأقواس منها

١- حجارة القوس : وهي عبارة عن قطع من الحجارة أو الطابوق تكون اسفينية الشكل توضع في واجهة القوس وبفواصل ذات سمك ثابت وعمودية على مماس منحني القوس عند نقاط التقاءها بالقوس كما يمكن استعمال حجارة غير اسفينية الشكل وذات مقطع ثابت وفي هذه الحالة تكون مفاصل البناء بين القطع ذات سمك متباين حيث يكون عريض في القسم العلوي وضيق في القسم السفلي من القوس

تسمى الحجارة التي توضع في أعلى القوس بحجارة المفتاح وتتميز بنقوش خاصة وتكون بأبعاد تختلف قليلا عن مثيلاتها في القوس كما تسمى الحجارة عند مسندي القوس بحجارة الكعب ويكون ارتفاعها على المسندين أفقيا كما موضح في الشكل أدناه

نموذج قوس حجري

٢- بطن القوس : ويمثل الجزء الداخلي من القوس ويكون مقعرا

٣- ظهر القوس : ويمثل الجزء الخارجي من القوس ويكون محدبا

٤- السمك : ويمثل المسافة بين بطن القوس وظهره

٥- الفضاء : ويمثل المسافة الأفقية بين كعبي القوس من الداخل

٦- الارتفاع : ويمثل المسافة العمودية بين مستوى مسندي القوس وأعلى نقطة في بطن القوس

٧- المساند : وهي الأجزاء الإنشائية التي تسند كعبي القوس والتي يجب أن تقاوم الأحمال العمودية بالإضافة إلى القوى الجانبية

٨- المثلث : ويمثل البناء المثلثي المحصور بين قوسين متجاوريين

٩- خط المباشرة: ويمثل الخط الواصل بين المسندين ومنه يتم قياس ارتفاع القوس وفضاءه

أشكال الأقواس الحجرية والطابوقية

يتم عمل الأقواس الحجرية والطابوقية بعدة أشكال منها :

١- أقواس أحادية المركز : وتسمى أيضا بالأقواس الدائرية ومنها الأنواع آلاتية :

أ- القوس نصف الدائري

ب- قوس القطاع

ت- قوس حدوة الحصان

ث- القوس المتدلي

أنواع الأقواس أحادية المركز

٢- أقواس ثنائية المركز : وتسمى أيضا بأقواس الزاوية أو المدببة

تكون هذه الأقواس بزاوية رأس حادة أو معتدلة أو مفلطحة وحسب الفضاء والارتفاع والشكل المعماري المطلوب وحسب ما مبين بالشكل

أنواع الأقواس ثنائية المركز

٣- أقواس ثلاثية المركز : وتكون أما برأس زاوية أو بشكل بيضوي وحسب ما مبين في الشكل أدناه

أنواع الأقواس ثلاثية المركز

٤- أقواس رباعية المركز : وتكون برأس زاوية وبشكل مقارب إلى المفلطح وكما مبين في الشكل أدناه

قوس رباعي المركز

٥- أقواس ذات أشكال خاصة : وتكون أما منبسطة وتستعمل عند الفضاءات القصيرة بحدود ١,٥ م إذ يعطى لبطن القوس بعض التقوس القليل أما النوع الثاني فهو القوس المتدرج ذو شرفة وانحنائيين والنوع الثالث يسمى قوس رفوف إذ يكون رأسه مدبب وتنظم حجارة القوس بشكل صفوف والشكل أدناه يوضح هذه الأنواع

أنواع من الأقواس ذات الأشكال الخاصة

٦- الأقواس الخرسانية والمعدنية: تستعمل الأقواس الخرسانية المسلحة وكذلك المعدنية للفضاءات الكبيرة . إذ تكون الخرسانية منها بمقطع مصمت أما المعدنية فتكون أما بمقطع مصمت أو مشبك وحسب ما مبين في الشكل أدناه

نوعي الأقواس الخرسانية أو المعدنية

يتطلب من الناحية الإنشائية أن تكون لهذه الأقواس مفاصل في المسندين ووسط القوس أو في المسندين فقط وتكون المفاصل ثابتة أو محورية والشكل أدناه يوضح أنواع من هذه المفاصل

أنواع المفاصل في الأقواس

تؤثر على القوس قوى جانبية تعمل على بسط القوس في منطقة المساند مما يتطلب تقوية المساند أو تثبيتها برباط مخفي أو بارز حسب موقع القوس والهدف من استخدامه وكما موضح في الشكل أدناه

حالات ربط وتقوية مساند الأقواس

عندما ينشا القوس لغرض حمل طريق أو جسر فيتم تقوية القوس من خلال إملاء الحيز المحصور بين أرضية الطريق والقوس أو عمل هيكل إضافي لحمل أرضية الطريق والذي يقوم بدوره بنقل الأحمال إلى القوس كما موضح في الشكل

الأقواس التي تحمل أرضية طريق أو جسر

الانشاءات الخاصة للمجمعات الهيدروليكية

ان الغرض من الانشاءات الهيدروليكية الخاصة هو انجاز بعض الوظائف الاقتصادية المعينة التي تم انشاء المنشا الهيدروليكي من اجلها ومن ضمنها انشاءات النقل المائي النهري ، انشاءات توليد القدرة الهيدروليكية ، انشاءات توليد الطاقة الكهربائية ، انشاءات تمرير الاسماك في الماء ، انشاءات ماخذ المياه وغيرها

١- انشاءات النقل المائي :

تعتبر الانشاءات الملاحية النهرية من المنشات المهمة ضمن المجمعات الهيدروليكية حيث يتم خلالها مرور السفن عبر هذه المجمعات التي تحتجز الماء النهري دون التاثير على الماء المحجوز خلفها

ان منشات مرور السفن تستخدم قنوات (هويسات) للملاحة اضافة الى الرافعات الهويسية

ان قنوات او هويسات الملاحة عبارة عن منشات هيدروليكية تساعد على عبور السفن من حيز مائي الى اخر وتتالف القناة الملاحية من حجرة القناة التي تتوقف فيها السفينة اثناء عبورها القناة ومن طرفي القناة او الهويس اللذان يقعان في مقدم ومؤخر التيار المائي

ان حجرة القناة الملاحية تكون محصورة بين جدارين طوليين وبوابتين في مقدم ومؤخر القناة تفتحان وتغلقان عند دخول وخروج السفن

ان عملية امرار السفن عبر القنوات الملاحية تتم بعدة مراحل متتالية فعندما يراد امرار سفينة من الحيز ذو المنسوب الواطى الى الحيز ذو المنسوب العالي بشرط ان يتساوى منسوب الماء في كل من الحيز السفلي والقناة الملاحية يتم اجراء الخطوات الاتية :

١- تفتح بوابة القناة الملاحية الواقعة في مؤخرها لدخول السفينة الى القناة

٢- تغلق بوابة القناة المشار اليها في النقطة السابقة اعلاه بعد دخول السفينة

٣- تملا حجرة القناة الملاحية بالماء من الحيز العلوي عن طريق منشات ايصال الماء حتى يتساوى منسوب الماء في القناة مع منسوب الحيز العلوي

٤- تفتح بوابة القناة الملاحية الواقعة في مقدمتها لغرض تمرير السفينة الى قناة الاقتراب العليا

٥- تغلق بوابة القناة الملاحية الواقعة في مقدمتها بعد امرار السفينة

٦- ينزح الماء من حجرة القناة الملاحية عن طريق فتحات التصريف الواقعة في مؤخرها ليصبح بمستوى منسوب الماء في مؤخرها لتصبح جاهزة لامرار سفن اخرى

عندما يراد امرار السفن المتجهة من الحيز ذو المنسوب العالي الى الحيز ذو المنسوب الواطى فان الخطوات المشار اليها اعلاه تنفذ بشكل معكوس

حيث يرفع منسوب الماء في الحجرة لكي تدخل السفينة ثم يخفض منسوب الماء ليكون بمستوى المنسوب في مؤخر القناة لكي يتم اخراج السفينة من القناة وهكذا

ان الزمن اللازم لعبور السفينة القناة الملاحية ذات الحجرة الواحدة يتراوح بين (٢٠-٤٠) دقيقة

تحدد الابعاد الرئيسية ببقناة الملاحية استنادا الى نوع المنشا الهيدروليكي والممرات المائية الرئيسية ويتراوح الطول الفعال لحجرات القنوات الملاحية بين (٥٠-٢٩٠) م

٢- انشاءات توليد الطاقة الكهربائية

ان المحطات الكهرومائية الداخلة ضمن المجمعات الهيدروليكية النهرية العاملة في الماء المحجوز تكون على نوعين هما:

١- المحطات التي تنشا في مجرى النهر وتكون اما في السهل الفيضي للنهر او في شاطئه كما مبين في الشكلين ادناه

٢- المحطات التي تنشا ضمن مبنى السد

ان المحطات المنشاة في مجرى النهر تعتبر قسما من جبهة الضغط وتكون معرضة مباشرة لتاثير ضغط الماء المحجوز امام السد

ان الماء الذي يقوم بتحريك التوربينات يصل اليها بواسطة قنوات ضغطية خاصة في جسم السد الترابي او الخرساني كما موضح في الشكل ادناه

ان محطات توليد الطاقة الكهرومائية العاملة بضخ الخزين المائي تعتبر بمثابة نوع متميز من المنشات الهيدروليكية والانواع الرئيسية منها والمنتشرة عمليا هي

١- المحطات المقامة في مجرى النهر : يعتبر هذا النوع من اكثر الانواع انتشارا في احواض الانهار ذات الانحدارات القليلة وفي المجمعات الهيدروليكية ذات مناسيب المياه المنخفضة والمتوسطة

في المخططات الهندسية يتم ترتيب موقع المحطات الكهرومائية في اغلب الاحيان ضمن الموقع الهيدروليكي وعلى امتداد السد كما مبين في الشكل ادناه

ان المحطات الكهرومائية تحتوي على عدة مكائن موحدة النوع تقريبا (التوربين ، المحولة) وان عرض مبنى المحطة يصل الى ما يقارب ($D-3.2D^{٢,٨}$) حيث ان D قطر دولاب التوربين الفعال بالامتار

٢- المحطات الموحدة مع مصارف الماء الفائض : تقام هذه المحطات في حالة وجود عرض محدد لمجرى النهر وكذلك لغرض تقليص طول جبهة التصريف المائي وبالتالي الاقتصاد في كمية الخرسانة المستخدمة في الانشاء

حيث اشارت التجارب الى ان هذه الطريقة تساعد في تخفيض الكلف الاجمالية لبناء المحطة والسد المصرف للماء الفائض بنسبة تتراوح بين (٥-١٠)%

٣- المحطات العاملة بالماء المخزون بالضخ : ازداد في السنوات الاخيرة وفي كافة انحاء العالم بناء المحطات الكهرومائية العاملة بالماء المخزون بالضخ

اذ تستخدم هذه المحطات لتوفير احتياطي الطاقة الكهربائية الفائضة في فترات الاستهلاك المنخفض للطاقة الكهربائية والذي يستخدم لضخ الماء الى الخزان ثم يستخدم فيما بعد لتوليد الطاقة الكهربائية في ساعات الاستهلاك الاقصى

هناك عدة انوتع من هذه المحطات منها :

أ- مجموعة المحطات التحويلية العاملة بالماء المخزون بالضخ والتي تستخدم الفرق في منسوب المياه في الحوضين المتصلين مع بعضهما بواسطة قنوات توصيل

ب- مجموعة المحطات العاملة بالماء المخزون بالضخ والتي تشيد في مجرى النهر وضمن جسم السد

ان ابسط تصاميم المحطات الكهرومائية العاملة بالماء المخزون بالضخ تضم الانواع الاتية من المنشات الهيدروليكية :

الحوض المائي في المقدم ، ماخذ الماء ، انابيب الماء الضغطية ، مبنى المحطة الكهرومائية ، التوربينات والمضخات المائية والحوض المائي في المؤخر

٣-معابر الاسماك:

ان الوسط المائي المحيط بالمنشات الهيدروليكية ياوي عادة الاسماك الا انه وبشكل عام هذه المنشات تؤثر في تربية الاسماك من خلال ما ياتي :

١- نتيجة تنظيم مجرى النهر تتغير تبعا لذلك الانظمة الهيدرولوجية والكيميائية والبايولوجيه له حيث تتغير اعماق المياه ، سرع الجريان ، درجات الحرارة ، التركيب المعدني اضافة الى تركيب العناصر العضوية

٢- غلق الطرق امام الاسماك المهاجرة

٣- يؤدي انشاء خزانات المياه الشاسعة الى تقليص الاماكن التي تضع فيها الاسماك المهاجرة بيوضها اذ انها تضع بيوضها عادة في المياه الجارية ذات العمق المتوسط

٤- تسوء ظروف تكاثر الاسماك في الحوض المائي في مؤخر المتشا الهيدروليكي

٥- تتكون اسفل السد اسراب كبيرة من الاسماك الثمينة المعدة للصيد واسراب من الحيوانات المائية التي تفترس هذه الاسماك مما يؤدي الى الاخلال بالنظام الطبيعي

ان من انواع معابر الاسماك ممرات الاسماك التي فيها تتحرك الاسماك ذاتيا نحو الحيز العلوي بعكس تيار الماء

اذ يتم انشاء ممرات الاسماك ضمن السد في القسم الراسي وضمن المحطة الكهرومائية وكما موضح في الشكل ادناه

اذ تنفذ هذه الحالة عندما يكون هناك تحويل لا ضغطي مكشوف مع تشغيل مصرف الماء اثناء فترة هجرة الاسماك

اما في حالة تحويل الماء في قنوات لا ضغطية مغلقة فيتم انشاء معبر الاسماك عند السد فقط كما موضح في الشكل ادناه

توجد ثلاث انواع من ممرات الاسماك هي :

١- ممرات المجرى المائل : وتعتبر من ابسط انواع معابر الاسماك وهي عبارة عن مجرى مائل ذات مقطع عرضي مستطيل وقاع مائل يتناسب ميله مع سرعة التيار الذي تجتازه الاسماك ولهذا السبب يستخدم هذا النوع في المجمعات الهيدروليكية الصغيرة نسبيا والتي يتراوح الضغط فيها بين (٢-٣)م

تستخدم في هذا النوع حواجز معترضة غير كاملة لاطالة طريق الاسماك وبالتالي لتقليل سرعة جريان الماء الى حد يتراوح بين (٠,٨-٢) م/ثانية وبين الشكل ادناه بعض حواجز المياه المعترضة

٢- الممرات البركية : وهي عبارة عن عدد من الاحواض المتصلة مع بعضها البعض بواسطة قنوات قصيرة ذات ميول حادة والشكل ادناه يوضح هذا النوع

تنشا الممرات البركية على الشاطى وفي التربة مباشرة بدون استخدام مواد البناء الصناعية الامر الذي يخلق الظروف المعتادة من قبل الاسماك ويوفر لها الوقت الكافي للراحة في البرك او الاحواض المذكوره

٣- الممرات الدرجية : وهي عبارة عن مجرى مائل قاعه متدرج وفيه حواجز معترضة تشكل معا عددا من الاحواض

ان مستويات الماء في الاحواض تتحدد بوجود الحواجز المعترضة والدرجات ولاجل عبور الاسماك تستحدث في الحواجز المعترضة فتحات لدخول الاسماك العائمة والشكل ادناه يوضح هذا النوع

ماخذ المياه :

يمكن ان تقسم ماخذ المياه الى مجموعتين هما :

١- مجموعة الماخذ الواقعة خارج منشات السدود : وتتميز بوصول المياه اليها من النهر مباشرة وهي على نوعين (سطحية وغاطسة)

يستخدم النوع الاول السطحية عندما يراد سحب المياه من الطبقات العليا من النهر او البحيرة بواسطة القنوات المفتوحة

اما النوع الثاني الغاطسة فسيتخدم عندما يراد سحب المياه من اعماق معينة للنهر او البحيرة وباستخدام المجاري المغلقة

تقسم ماخذ المياه السطحية الى ثلاثة انواع هي :

أ- ماخذ المياه الشاطئية

ب- ماخذ المياه الجبهية

ت- ماخذ المياه الاغترافية

٣ - مجموعة الماخذ الواقعة ضمن منشات السدود : ان هذا النوع من الماخذ يكون مخصصا لسحب المياه من الاحواض المائية للاغراض الاقتصادية او الاستثمارية مثل توليد الطاقة الكهربائية في المحطات الكهرومائية ، ري الاراضي الزراعية ، الامدادات المائية للمناطق السكنية والمشاريع الصناعية وغيرها

البرابخ culverts

البربخ عبارة عن منشأ هيدروليكي يقوم بنقل الماء من جانب إلى آخر مثلا أسفل طريق أو أسفل طريق قطار أو سدة ترابية أو تقاطع مبزل

مكونات البرابخ :-

١- جسم المنشأ أسفل الدفن

٢- المدخل والأجنحة

٣- المخرج (الجدران النهائية)

٤- محطم الطاقة الذي يمنع تآكل الأرضية

٥- مشبكات حديدية لحماية البربخ من الانغلاق

على ماذا يعتمد اختيار نوع البربخ ؟

١- يعتمد على التصميم الهيدروليكي

٢- المواد الإنشائية المتوفرة في الموقع

٣- الأحمال المسلطة على البربخ حيث نختار النوع العقدي في حالة الأحمال العالية والنوع الأنبوبي في حالة الأحمال القليلة وللتصريف العالي نستخدم النوع الصندوقي أو الدائري

٤- الكلفة

موقع تخطيط البربخ:-

١- يكون عموديا على مركز الطريق أو السكة أو السد الذي يمر أسفله

٢- محوره يتقاطع مع محور الطريق بزاوية

أنواع البرابخ وفقا لإشكال المقطع :-

١- الأنبوبية

٢- الصندوقية

٣- الأنبوبية العقدية

٤- الاهلجة

٥- العقدية

٦- الجسرية

أنواع البرابخ وفقا للمواد الإنشائية :-

١- المعدنية

٢- الخرسانية

٣- الخرسانية المسلحة

٤- الخرسانية المسلحة مسبقة الصب

٥- الطابوقية أو الحجرية

ماهو الهدف من تقليل المناطق الانتقالية في البرابخ ؟

١- التقليل من تأكل القناة

٢- المساعدة في زيادة الرشح لمنع انجراف الأكتاف

٣- لإسناد الردم الترابي عند مداخل البرابخ ومخارجها

ماهو الهدف من مدخل البربخ ؟

الحفاظ على الأكتاف من التآكل

أهم أنواع المداخل :-

١- مدخل ذو جدار مستقيم

٢- مدخل على شكل حرف L

٣- مدخل على شكل حرف U

٤- مدخل على شكل حرف V

٥- المدخل المفتوح والمائل على محور الجريان بزاوية

ماهي وظائف المخارج في البربخ ؟

١- منع التآكل في الانحدار الخلفي بعد المخرج

٢- منع التآكل بأسفل البربخ نفسه

لماذا يتم إنشاء البربخ من مواد حديدية متعرجة أو سطح خشن ؟

لتقليل سرعة الجريان وتلافي التآكل

لماذا يتم إنشاء أرضية منحدرة في مؤخرة البربخ؟

لتوليد قفزة هيدروليكية وتقليل السرعة العالية التي قد تسبب التآكل لأرضية المؤخرة

الجدار الساند **Retaining wall**

هو المنشأ الذي يتم إنشاؤه لغرض سند الضغط الأفقي والعمودي والضغط الأفقي قد يكون بفعل الأتربة والمياه ويستخدم الجدار الساند لسند جوانب الطرق والسكك الحديدية وأعمال الري

تقسم الجدران الساندة من حيث مواد إنشاؤها إلى :-

١- الجدران الساندة الحجرية

٢- الجدران الساندة الطابوقية

٣- الجدران الساندة الخرسانية

٤- الجدران الساندة الخرسانية المسلحة

١- الجدران الساندة الحجرية:-

تنشا من الحجر والمونة للارتفاعات القليلة ويستخدم في المناطق الجبلية

٢- الجدران الساندة الطابوقية:-

تكون ذات وجه عمودي وأخر متدرج

تدرج العمودي ٥٠ سم وعرض طابوقة + ١ سم = ١٣ سم

الجدار الساند يستند على خرسانة عادية تبرز بمقدار ٠,٣ م من كافة الجوانب ويكون سمكها ٥٠ سم عند قاعدته لارتفاع اقل من ٣ م

سمك الجدار عند قاعدته = ٠,٤ * ارتفاع الجدار (إذا زاد الارتفاع عن ٣ م تضرب في * ٠,٤٥)

عدد البروزات = ارتفاع الجدار لأقرب نصف متر – (٠,٥) / ٠,٥

يمكن الاكتفاء بالمسقط الأفقي وتكتب المناسيب على سطح الجدار والقاعدة ومن فرق المناسيب نحسب الارتفاع وعدد الدرجات من الرسم يحسب عرض الجدار

٣- الجدران الساندة الخرسانية :-

الجدار الساند الثقال : إذ يتم إنشاؤه من الخرسانة العادية ولاينتج أي شد في أي جزء منه وهذا يعني إن محصلة القوى تقع في الثلث الأوسط من القاعدة

سمك القمة d0

if $h \leq 2$ ► d0 = 0.3-0.5 m

if $h \geq 2$ ► do = 0.5 – 1 m

سمك الجدار d

أ- الأراضي الرطبة :-

$d = 0.4\ t + 0.015\ t2\ m$

ب – الأراضي الجافة :-

$d = 0.3\ t + 0.01\ t2$

٤- الجدران الساندة الخرسانية المسلحة :-

أ- الجدار الساند الحديدي

يكون على شكل حرف T مقلوب

نسبة القاعدة إلى الارتفاع (٠,٤٦ – ٠٧)

تتكون القاعدة من جانبين

الجانب الحر بطول ٣/١ من طول القاعدة والجانب الثاني جانب الردم ٣/٢ من القاعدة

يتراوح ارتفاع الجدار بحدود (٤,٥- ٨)م ويتغير سمك الجدار العمودي حتى يتناسب مع تغير الضغط الترابي اقل سمك عند الأعلى هو ٠,٢ م

اقل سمك للقاعدة عند أطرافها ٠,٢٥ م ويضاف لها نتوء بارز لمقاومة الزحف

هناك نوع أخر يكون على شكل حرف L أو معكوسه تكون فيه نسبة القاعدة إلى الارتفاع (٠,٦٥ – ٠,٨)

ب – الجدران الساندة ذات الاسناد المقابل :

تستعمل عندما يزيد الارتفاع عن ٦ م وهو عبارة عن جدار عمودي وقاعدة أفقية ويستندان على بعضهما بواسطة دعامات بحيث تتكرر لكل (٢ – ٣) م

سمك الدعام (٠,٢٥ – ٠,٣) والجسور الأفقية من (٠,١٥ – ٠,٢)

المفاصل في الجدران الساندة :

أ- المفاصل الإنشائية :

هي عبارة عن مفاصل شاقولية وأفقية بين الخرسانة وتكون ضرورية بين سطح القاعدة والجزء العلوي وإما للجدران الساندة المرتفعة فهناك مفصل واحد أو مفصلان إنشائيان عند منتصف الارتفاع يتحمل قوى القص الناتجة من الضغط الأرضي فوق المفصل

ب – المفاصل الانكماشية :

هي عبارة عن مفاصل تمتد من القاعدة إلى قمة الجدار وذلك للسماح بالانكماش خلال التصلب بدون حدوث تشقق وتنشا على مسافات تتراوح بين ٦ إلى ١٠ م

ج- المفاصل التمددية :

هي عبارة عن مفاصل شاقولية تمتد من القاعدة إلى قمة الجدار وذلك لحماية الجدار مت تغير درجة الحرارة وتنشا على مسافات ١٣ إلى ٣٠ م وتسمح هذه المفاصل بحركة معينة للجدار لكل جانب

بزل الردم :

١- وضع ثقوب في الجدار لغرض البزل من التربة المسامية

٢- وضع أنبوب ترشيح مثقب يتم الترشيح من خلاله

٤ - إنشاء فلتر من مواد طبقة مرشحة ملامسة للجدار لتصريف المياه عن طريق الثقوب أو الأنبوب

الحفر بواسطة المعدات الميكانيكية:

تستعمل المعدات الميكانيكية في الحفريات الكبيرة والواسعة وكذلك الحفريات التي تنقل تربتها إلى الخارج أو الحفريات التي يتوجب إنهاؤها بسرعة حيث إن المعدات الميكانيكية تتميز بإنتاجية عالية وخاصة في الأعمال الكبيرة وبإمكان تلك المعدات حفر ورفع الأتربة خارج الحفرة وحتى تحميلها على الناقلات مباشرة لبعض أنواعها أو أنها نفسها تقوم بعملية النقل في البعض الآخر

من الأنواع الشائعة على سبيل المثال:-

المجرفة الآلية power shovel

وهي من أنواع المعدات ذات الأبراج وتستعمل لحفر وتحميل التربة بكميات كبيرة وعندما يكون عمق الحفر كبيرا أو عندما تكون التربة حصوية متصلدة cemented gravel أو طينية مرصوصة لايمكن حفرها بسهولة بأنواع أخرى من المعدات وكذلك في حالات التربة التي تبقى جوانبها سليمة بدون انهيار

أن سرعة تحميل الأتربة بواسطة الماكنة أعلى من بقية المعدات ويمكن التحكم فيها بدقة اكبر

لاتستعمل هذه الماكنة في حفر وتحميل التربة غير المتماسكة non-cohesive والتي ليس بإمكان جوانب حفرياتها الثبات بدون انهيار لأنها تحفر من الأسفل إلى أعلى الحفريات ويجب إن تكون التربة ثابتة أمام دلو الآلة

المجرفة الآلية

المجرفة الخلفية back hoe :

وهي آلة تشبه المجرفة الآلية إلا أن اتجاه الدلو فيها يكون عكسيا وتطلق عليها تسميات أخرى مثل المجرفة hoe أو مجرفة سحب pull shovel

أكثر ما تستعمل في الحفريات الضيقة مثل الاسس الجدارية المستمرة طويلا وحفريات القنوات عمودية الجوانب والمجاري بصورة خاصة

لهذه الماكنة بعض الخصائص المشتركة بين الحفارة الاعتيادية dragline والمجرفة الآلية فهي تشبه الحفارة من حيث أن تعمل في الحفر بمستويات اوطا من مستوى تحركها وكالمجرفة الآلية حيث أنها ترغم التربة المحفورة على الانحباس داخل دلوها وتتميز عن الحفارة بإمكانية التحكم الجيد في توجيه الدلو إلى محل الحفر وفي تحديد شكل مقطع الحفر

إن هذه الآلة لاتستطيع تحميل الناقلات بالأتربة بالسهولة التي تقوم بها المجرفة الآلية

المجرفة الخلفية

الحفارة dragline

وهي من المعدات ذات الأبراج أيضا وتستعمل في حفر وتحميل التربة الرخوة او المغمورة بالمياه الجوفية

تعتمد هذه الماكنة في الحفر والتحميل على إسقاط الدلو فوق المنطقة المراد حفرها فينغرس إلى مسافة معينة تحت تأثير ثقله ثم يسحب بواسطة السلك الفولاذي steel cable باتجاه الماكنة حيث يجرف كمية من التربة يتم تكديسها إلى جانب الحفر أو تحميلها على الناقلة مباشرة ولا علاقة لقوة المحرك بعملية الحفر

إن قابلية هذه الآلة لتحميل الناقلات جيدة ولكنها اقل كفاءة من المجرفة

تحتاج الحفارة في عملها إلى مجال واسع وخاصة عند الدوران وكذلك لايمكن استعمالها في المحلات الضيقة داخل المدن

أن أكثر ما تستعمل هذه الماكنة في العراق لإغراض حفر المبازل وكري الأنهر والمبازل وتطهيرها وكذلك عمل السداد الجانبية لها

قد تستعمل في حفر السراديب للأبنية ذات المساحات الواسعة وغيرها من الحفريات المفتوحة في المنشات كما في محطات الضخ وغيرها إذا كانت طبيعة التربة مناسبة وهنالك مجال لحركة الآلة

لاتستعمل هذه الآلة في الحفريات التي تخترقها مسارات الخدمة العامة كمجاري المياه ومغذيات الكهرباء والهاتف وغيرها بصورة كثيفة لأنها تؤدي إلى إتلافها

تستعمل الحفارة عندما يكون مستوى الحفر اوطا من مستوى سير الآلة

لايفضل استعمال هذه الآلة لحفر القنوات الضيقة أو أسس الجدران

الحفارة

الدلو المحاري clamshell

وهو من المعدات ذات الأبراج ويستعمل غالبا في رفع التربة من داخل الحفريات بصورة عمودية عندما تكون جدران الحفريات مسندة والتربة رخوة ورطبة أي إنها مفضلة الاستخدام في الحفريات في المناطق المحددة وعندما ترفع التربة عموديا

أكثر ما تستعمل هذه الآلة كآلة مساعدة لحفارات أخرى أكثر إنتاجية وذلك لرفع المخلفات التي تتركها تلك الحفارات حيث إن إنتاجية الدلو المحاري منخفضة نوعا ما

إن هذه الآلة مفضلة على الحفارة في حفر المناطق التي تحتوي على خدمات تحت الأرض بصورة مكثفة مثل الحفريات في شوارع المدن حيث لايهم كثيرا مقدار الإنتاجية في هذه الحالة وكذلك في حفريات القنوات والأسس والسراديب إذا كانت ظروف التربة ملائمة وفي تحميل التربة

يتكون جهاز الحفر في الآلة من الدلو الذي يتدلى من برج الرافعة ويتألف الدلو من نصفين يكونان في وضع الفتح عند إسقاط الدلو على التربة المراد حفرها أو نقلها ثم يغلق الدلو بواسطة السلك الفولاذي حاصرا كمية من المواد بداخله ثم يرفع الدلو إلى خارج الحفر حيث يتم تفريغه أو تحميله على ناقلة

تعمل الآلة عادة بمنسوب أعلى من منطقة الحفر ويمكن استعمالها بخلاف ذلك أيضا وخاصة عند استعمالها لتحميل المواد على الناقلات القلابة

الدلو المحاري

مجرفة جرار tractor shovel :-

وهي من المعدات الشائعة في البلاد وتستعمل لأعمال الحفريات الصغيرة ولتحميل التربة

الآلة هي محرك جرار مركب على إطارات أو مجنزر ومركب في واجهته الأمامية وعاء الحفر والتحميل (الدلو) الذي يعمل بواسطة مكابس هيدروليكية وعتلات

ان قدرة المحرك هي عامل مهم في تحديد حمولة الوعاء وحجمه الأقصى وكذلك فان لنوعية التربة تأثير في كفاءة أداء الآلة

قد تزود مقدمة الدلو بأسنان فولاذية عند حفر التربة القوية ولاداعي لتلك الأسنان في حفر ونقل المواد الرخوة حيث إنها تقلل من كفاءة الآلة

عند الحفر تغرز مقدمة الدلو بقوة دفع المحرك في التربة إلى الحد المناسب ثم يدار نحو الأعلى قاطعا كمية من التربة التي سوف تدخل الدلو ثم يرفع الدلو نحو الأعلى ويتجه بعدها الجرار إلى محل التحميل أو التفريغ للتخلص من التربة حيث يدار الدلو نحو الأسفل فيفرغ حمولته

إن الحفر بهذه الآلة مشابه على العموم لأسلوب الحفر بالمجرفة الآلية إلا إن المجرفة الجرار تستعمل عادة لأعمال اصغر واقل عمقا أي إنها لاتستعمل لأعمال عميقة جدا وخاصة عند وجود مياه جوفية حيث لاتستطيع الآلة أن تعمل أو إنها تعمل بكفاءة قليلة

إن الآلة تعمل على حفر الجوانب المواجهة لها والتي هي أعلى من الأرض التي تعمل عليها

بإمكان الآلة وخاصة المجنزرة منها التنقل والعمل فوق ارض منحدرة ولعل هذا من أسباب انتشار استعمالها حيث يمكنها ذلك من الدخول في مواقع الأعمال المنحدرة والضيقة كما وان المجال الذي تحتاجه الآلة للعمل هو قليل قياسا إلى معدات الحفر الأخرى

مجرفة جرار

إن المعدات التي ذكرت أعلاه تستعمل في الحفريات المحدودة وفي حفريات الأبنية والقنوات وغيرها وهناك معدات أخرى للأعمال الترابية تستعمل في أعمال تسوية المواقع الكبيرة وفي أعمال الطرق والمطارات ومنها :

آلة التسوية (المدرجة) motor grader

آلة تستعمل في فرش التراب أو الحجر المكسر وكذلك في تسوية السطوح وتشكيلها وفق مناسيب معينة ويكن ذلك بواسطة نصل متحرك أفقيا وعموديا بين محوري عجلات الآلة

بإمكان الآلة قشط التربة الرخوة لأعماق بسيطة

لاتستعمل هذه الآلة في الحفر أو في دفع التربة لمسافات طويلة بل تستعمل في إنهاء السطوح

آلة التسوية

البلدوزر bulldozer

آلة كثيرة الاستعمال في الأعمال الترابية الكبيرة المختلفة فهي بالإضافة إلى مهام الحفر تكون بمهام جرار دفع الآلة القاشطة وكذلك كآلية تسوية في الأعمال الترابية كما وتقوم بدفع ونشر وتوزيع التربة من محلات قطعها إلى محلات أخرى وبخلاف ذلك فإنها تستعمل عند تهديم الأبنية القديمة وتكديس أنقاضها وكذلك عند عمل سداد الأنهار والمبازل وغيرها حيث يستفاد منها كآلية دفع الأتربة ثم كآلية ضغط وتسوية التربة

إن البلدوزر هي جرار بمحرك وضخامة معينة وهناك أنواع متعددة حسب حجم المحرك مركب في مقدمتها نصل فولاذي steel blade بعرض معين ومقوس في الاتجاه العمودي

يكون اتصال النصل بواسطة اذرع فولاذية إلى مفصل أو محور قرب المركز الأفقي لجسم الجرار

يمكن رفع أو خفض أو إمالة النصل بمستوى عمودي بواسطة حبال فولاذية أو مكابس هيدروليكية

إن تركيب البلدوزر هذا وبوجود بعض الملحقات الأخرى يمكن البلدوزر من العمل أيضا في أعمال قشط وإزالة التربة وتمهيد المواقع الكبيرة للأعمال كالطرق والمطارات وغيرها وكذلك في قلع الأشجار وفتح الطرق الوقتية للأعمال وخاصة في المناطق غير المستوية أو الوعرة

لايفضل استعمال هذه الآلة في الحالات التي يستوجب فيها دفع التربة لأكثر من حوالي ١٠٠ متر

لايمكن استعمال هذه الآلة في تحميل الناقلات

البلدوزر

هناك نوع مشابه لهذه الآلية ويسمى أنكل دوزر angel dozer وهي بلدوزر ذات نصل يمكن تدويره بمستوى أفقي بالنسبة لمسار الآلية حيث يدار النصل بمكابس هيدروليكية

تتميز هذه الآلية بقابلية نشر التربة إلى احد جهتي النصل أثناء حركتها

تستعمل في بعض أعمال الطرق

إن انتشار هذه الآلة محدود

من الملحقات التي قد تحتويها البلدوزر هي الأسنان الخلفية المتحركة التي تعمل في نبش التربة القوية تمهيدا لحفرها

القاشطة scraper :-

آلية تستعمل في قشط ونقل وتوزيع أنواع التربة عدا الصخرية منها

تستعمل في الأعمال الواسعة كالطرق والمطارات وغيرها تتكون من وعاء بشكل طاس كبير bowel محمول على هيكل فولاذي مستند على إطارين مطاطيين ويكون هذا الوعاء قابل للحركة العمودية ومفتوح من الأسفل

تسلح حافة الفوهة السفلى الملامسة للتربة بسطح معدني حاد قاطع للتربة ويمكن سد الفتحة بغطاء متحرك apron

تدار الآلية بواسطة محرك جرار بإطاريين مطاطيين يكون جزء دائمي من الآلية أو يكون منفصلا عنها وفي هذه الحالة يرتكز الوعاء على أربعة إطارات وكذلك الجرار وقد يكون الوعاء بإطارين فقط

لتحميل الآلية يتم تدوير الوعاء نحو الأسفل بحيث تغرز حافة الوعاء القاطعة بمقدار حوالي ١٥ سم في التربة وعند سير الآلية تغرف التربة داخل الوعاء وتتكدس فيه إلى أن يمتلئ حينذاك يتم رفع الوعاء وغلق الفوهة بواسطة الغطاء المعدني الخاص وتنقل التربة إلى المحل المراد فرشها فيه حيث يرفع الوعاء ويفتح الغطاء مما يؤدي إلى تفريغ وفرش التربة يساعدها في ذلك قاذف خاص مركب داخل الوعاء الى ان يتم إفراغ الوعاء

تعتبر القاشطة من المعدات الكبيرة الضرورية في الأعمال الترابية للطرق والمطارات حيث إنها تقوم بالإضافة إلى حفر ونشر التربة بالرص الأولي عند سيرها فوق طبقات من التربة التي تم نشرها سابقا

القاشطة

بالإضافة إلى معدات الحفر المحدود والحفر الواسع التي تم ذكرها هناك معدات كثيرة أخرى تستعمل في أعمال الحفريات مثل معدات حفر القنوات trenchers بأنواعها ذات الدلو الواحد أو ذات الدلاء المتعددة السلسلة أو ذات العجلات وغيرها

إن مكائن الحفر تكون عادة أما محملة على إطارات أو مجنزرة أو كليهما

تتميز المكائن المحمولة على إطارات بأنها سريعة الحركة وسهلة الحركة بينما تتميز المجنزرة بأنها أكثر ثباتا وكفاءة في الظروف القاسية

يتم اختيار المكائن حسب طبيعة الموقع وظروف العمل ونوعية التربة وتوفر المعدات وكلفة الحفر الناتج والزمن اللازم لانجاز العمل

تعتبر كلفة نقل المكائن إلى ساحة العمل وإعادتها بعد الانتهاء من العمل عاملا مهما

تنقل المكائن ذات الإطارات سياقه إلى موقع العمل القريبة وتنقل محمولة على ناقلات خاصة للاماكن البعيدة بينما تنقل المكائن المجنزرة بواسطة الناقلات دائما حيث لايسمح لها بالسير فوق الطرق المبلطة

السدود

تصنف السدود إلى:-

١- حسب الهدف من الإنشاء:-

أ- تخزينية

ب- لرفع المنسوب

٢- حسب مواد البناء:-

أ- كونكريتية

ب- كونكريت مسلح

ت- ركامية

ث- خشبية

ج- ترابية

ح- معدنية

٣- حسب التصميم :-

أ- ثقيلة

ب- دعامي

ت- قوسي

السدود الترابية:

وهي أكثر وأقدم السدود في العالم تشكل ٩٠% من السدود والسد أما أن يكون كله ترابي أو أن يكون ترابي وجزء منه جدار كونكريتي

يجب أن تكون كلفة هذه المنشات اقل مايمكن لذلك نفكر ببناء هذه المنشات من مواد محلية

من المخاطر التي تعرض لها السد الترابي انزلاق السفوح وحتى لاينزلق سفح السد يجب أن تكون زاوية ميل السفح اصغر من زاوية الاحتكاك الداخلي للتربة ويمكن للمياه أن تتسرب عبر جسم السد ويؤدي ذلك إلى تفريغ البحيرة والى جرف الذرات الناعمة من التربة في جسم السد ولمنع ذلك نضع مايسمى بالنواة الكتيمة

لايمكن لهذا السد أن ينزلق تحت تأثير المياه لان وزن السد كبير جدا

تصنيف السدود الترابية:-

تصنف السدود الترابية وفقا لعدة معايير :-

١- حسب الارتفاع :-

أ- سدود منخفضة الارتفاع H< 15 m

ب- سدود متوسطة الارتفاع H>15 m < 50 m

ت- سدود مرتفعة H > 50 m

٢- حسب التصميم :-

أ- سدود ترابية متجانسة أي السد مؤلف من مادة واحدة متجانسة وكتيمة (غضار رملي)

ب- سدود غير متجانسة (المادة الأكثر كثافة نضعها في وسط السد والأكثر نفاذية على الطرفين والخشنة في المناطق الخارجية أو نضع انعم المواد على الوجه الأمامي لجسم السد والمواد الخشنة خلفها وهنا أصبحت الكتلة الجافة اكبر في مثل هذه الحالة

يجب أن نقوم بحماية الطبقة الكتمية من تأثير الأمواج على الوجه الأمامي للسد وذلك بوضع طبقة حماية

ث- سد ترابي بنواة مركزية

في حال كون النفاذية في التربة المتوفرة كبيرة نلجأ إلى جلب تربة كتيمة جدا من موقع آخر ونضعها كنواة لجسم السد ثم نضع التربة المتوفرة خلفها أو أمامها أو نقوم ببناء جدار كونكريتي في منتصف السد يمنع التسرب عبر جسم السد ويتم وضع هذا الجدار على وسادة ويتم تكتيمها حتى لا تتشقق هذه المنطقة نتيجة انزلاق الجدار الكونكريتي وكذلك وضع فواصل في الجدار

خ- سد بستارة أمامية

نضع الطبقة الكتيمة على الوجه الأمامي للسد ونطلق عليها اسم الستارة وعادة نضعها طبقة غضارية ويجب حماية هذه الطبقة بطبقة ثانية من بلاطات كونكريتية أو صخور لحمايتها من تأثير الأمواج أو نضع البلاطات الكونكريتية في الوجه الأمامي وفي حال حدوث تشقق يتم الإصلاح بوضع طبقة غضارية فوق الكونكريت أو نضع طبقة حماية فوق الغضار

السد (الترابي + الركامي)

تنشا مثل هذه السدود في المناطق القريبة من الجبال حيث إن الصخور متوفرة وكميات التربة قليلة ودائما السدود الترابية اقل كلفة من السدود الركامية لذلك تستخدم السدود الركامية فقط في حالة عدم توفر التربة

٣- حسب طريقة تنفيذ الأعمال

١- سدود ردمية

نفرش التربة في جسم السد ونحدلها على شكل طبقات

٢- سدود توصيفية (التجريف الهيدروليكي) الطريقة المائية

نقوم بحفر التربة ونقلها وردمها بواسطة المياه ويتم ذلك كما يلي :-

سفينة عائمة تحوي مضخة ومحرك يحرك ذراع على رأسه فرشاة تقوم بأخذ التربة بعد خلخلتها بنسبة ١٥/١ فتصبح التربة في منطقة جسم السد حاجز بسيط يوزع الأنبوب الذي يحمل التربة وعند خروج التربة والمياه من الأنبوب تبدأ السرعة بالانخفاض وهذا يعني وضع ذرات التربة الأكبر في الخارج فالأنعم والأنعم باتجاه الداخل وهذه الذرات الناعمة سوف تشكل النواة

٣- سدود نصف ردمية

جزء من السد يردم بشكل عادي والنصف الأخر بواسطة المياه (توصيفي)

إتمام السد مع القاعدة :

١- سد على قاعدة صخرية : عندما تكون طبقة القاعدة متشققة تقوم بحصر التربة أو تشكيل سن كونكريتي لمنع التسرب من القاعدة

٢- سد على طبقة ذات نفاذية والطبقة الكتيمة على عمق معقول : الطبقة الكتيمة أما صخر أو غضار . نقوم بالحفر والحقن وتشكيل سن حتى نصل إلى الطبقة الكتيمة . في حال كانت الطبقة الكتيمة صخرية فان المياه المتسربة لن تستطيع جرف الذرات الناعمة من التربة وذلك نتيجة عمق الطبقة الكتيمة

٣- سد على طبقة ذات نفاذية والطبقة الكتيمة عميقة جدا : نشكل ستارة معلقة ونختار عمقها بحيث تخفض كمية المياه المتسربة إلى الحدود المسموحة وهنا لدينا حالتين :

أ- حالة سد بستارة أمامية

في هذه الحالة نقوم بردم مصطبة أمام السد ونقوم بتمديدها حتى تخفض كمية المياه المتسربة إلى الحدود المسموح بها عن طريق زيادة طول طريق المياه المتسربة

ب- حالة سد بنواة مركزية

في هذه الحالة لايمكن تحديد الطبقة الغضارية وبناء مصطبة لان الكتلة الأمامية من السد سوف توضع عندها على طبقة ذات زاوية احتكاك صغيرة (غضارية) وبالتالي سوف تنزلق وفي كلتا الحالتين نقوم بتعميق الستارة 1 – 0.5) H)

اثر السدود الصغيرة في تنمية الصحراء الغربية

يعتبر الماء العنصر الأساسي للحياة في المناطق الصحراوية وفي المنطقة الغربية يتم توفير المياه بصورة رئيسية عن طريق الآبار والتي يصل عمقها في بعض المناطق إلى أكثر من ٢٥٠ م أو عن طريق نقله بالصهاريج من محطات الضخ لمشروع إرواء الصحراء الغربية وهي عملية مكلفة وغير مضمونة ولاتسد في اغلب الأحيان حتى الاستخدامات البشرية لذلك بدأت السدود الصغيرة بلعب دور أساسي في توفير الموارد المائية من مياه السيول في الوديان واستغلالها بصورة جيدة ويمكن إجمال هذا الدور بما يلي :

١- تعتبر الصحراء الغربية من اكبر مناطق الرعي في العراق والدول المجاورة لما تمتاز به من ظروف طبيعية ومناخية ملائمة لذلك وتساهم السدود الصغيرة المنتشرة في هذه المنطقة في توفير مياه الشرب للماشية وللاستعمالات اليومية الأخرى للرعاة والبدو الرحل وقد ساهمت في توطين الكثير منهم حول هذه السدود

٢- تستخدم مياه السدود في الزراعة ولو بشكل محدود ولكن يمكن التوسع بها في المستقبل عن طريق استغلال المياه بصورة عصرية واستخدام الطرق الحديثة في الري والتي ترشد من استهلاك المياه

٣- تساعد السدود الصغيرة في رفع مستوى المياه الجوفية في المناطق المجاورة لخزانات السدود

٤- تربية الأسماك والطيور المائية في بحيرات السدود وتوفيرها للاستهلاك البشري فمعظم سدود المنطقة الغربية تحتوي على كميات كبيرة من الأسماك وبنوعية جيدة كونها بعيدة عن مصادر التلوث

٥- توفير المياه للحيوانات البرية مما يساعد في المحافظة عليها خصوصا بعض الأنواع النادرة مثل الصقر الذي يستخدم في الصيد والمسمى بالطير الحر وبذلك تحفظ الصحراء الغربية على مكانتها كأحد المناطق الشهيرة لممارسة هواية الصيد مما ينمي الجانب السياحي للمنطقة

٦- إن توفير المياه للاستخدامات البشرية والصناعية في الصحراء الغربية يساعد على الاستثمار الأمثل للثروات الطبيعية والمواد الأولية الهائلة التي تزخر بها المنطقة كالمعادن والاكاسيد والفوسفات والرمل الزجاجي والمواد الإنشائية

ولتسليط الضوء أكثر على اثر السدود الصغيرة في تمنية الصحراء نأخذ مثالا على ذلك سد الرطبة والذي يقع على مسافة ٣٠ كم جنوب عرب مدينة الرطبة وتبلغ سعته الخزنية ٣٢ مليون متر مكعب وهي طاقة خزنية كبيرة مقارنة مع السدود الصغيرة الأخرى في العالم وقد استمر الخزن فيه منذ إنشائه عام ١٩٨١ ولحد الآن وقد وصل إلى سعته الخزنية القصوى عدة مرات دون أن تظهر عليه إلا بعض المشاكل الفنية البسيطة إلي تمت معالجتها ويوفر السد المياه لرعاة الأغنام على مدار السنة وقد استوطن قسم منهم في منطقة السد وقاموا باستغلال مياه السد في زراعة بعض المحاصيل التي تلائم ظروف المنطقة

المميزات العامة للسدود الصغيرة

تتطلب أعمال السدود الصغيرة موقع ملائم ، تصميم وإنشاء جيد وتوفير الصيانة عند حدوث المشاكل الفنية وتتميز السدود الصغيرة بكونها ذات تصاميم اعتيادية وغير معقدة أو ذات تحفظ دقيق كما في السدود الكبيرة لذا فان كلف إنشائها وصيانتها تكون قليلة نسبيا وتوجد عدة أنواع من السدود الصغيرة يعتمد اختيار أي نوع منها على المواد الإنشائية المتوفرة وعلى طبيعة تربة أساس السد بالإضافة إلى الطبيعة الطبوغرافية والجيولوجية للمنطقة وأكثر الأنواع شيوعا هي السدود الترابية أو الحجرية ذات اللب الطيني المحدول لتوفر موادها الأولية بكثرة وسهولة تنفيذها كما في الشكل المرفق

ويتم تصريف الماء الزائد عن طاقة خزن السد إلى مؤخر مجرى الوادي Down stream بصورة تلقائية عن طريق المسيل المائي Spillway وهو عبارة عن قناة تبطن عادة بالكونكريت تنشا إلى جانب السد تحتوي على عتبة كونكريتية تسمى بالهدارة Wear منسوبها اقل من منسوب قمة السد الترابي لينساب الماء من فوقها دون أن تتضرر املائيات السد كما يتم تزويد السد بأنبوب يسمى المنفذ السفلي Bottom outlet لأغراض الري أو لتفريغ الخزان لأجل صيانة السد أو الخزان ويصمم المنفذ السفلي بحيث يستطيع تفريغ أكثر من ٩٠% من كمية المياه المخزونة ويجب أن يتم اختيار موقع السد على وادي ذو تصريف جيد بحيث يستطيع الاحتفاظ بكمية كافية من المياه تستمر خلال فترة الجفاف وان ينشا على أساس صخري غير متشقق أو طبقة طينية بحيث تقلل ضائعات التسرب إلى اقل حد ممكن

الأبعاد التصميمية للسدود الترابية

١- المحرم العمودي : هو المسافة العمودية بين قمة السد والمنسوب الأعظم للخزان أمام السد وهذا الارتفاع هو الذي يحمي السد الترابي من الانهيار بسبب الفيضان فوقه لو لم يترك هذا الارتفاع

وفق مسودة الإصلاح الأراضي الأميركية

ارتفاع السد (م)	اقل محرم عمودي فوق المنسوب الأعظم	نوعية المطفح
لأي ارتفاع	من ٢ – ٣ م	المطفح الحر
لارتفاع اقل من ٦٠ م	٢,٥ فوق قمة البوابة	المطفح المبوب
لارتفاع أكثر من ٦٠ م	٣ م فوق قمة البوابة	المطفح المبوب

أي بمعنى أن يكون الارتفاع بين ٢-٣ م كفكرة أولية

٢- عرض القمة :

إن عرض السد في قمته يؤثر على الأبعاد الأخرى للسد وتأثيرها على خط الرشح وعلى ثبوتية السد الترابي ويكون على الأقل مساويا إلى ٣ م من اجل المرور عليه ويتم حساب عرض قمة السد بدلالة ارتفاع السد بدلالة ارتفاع السد H بالمتر

للسدود الواطئة الارتفاع	$B = H/5$
الارتفاع اقل من ٣٠ م	$B = 0.55\sqrt{H} + 0.2\ H$
الارتفاع أكثر من ٣٠ م	$B = 1.66\ (H+1.5)*1/3$

الانحدار المائي والهوائي

يعتمد على :

١- ارتفاع السد

٢- طبيعة السد

٣- أرضية السد

٤- طريقة الإنشاء

وعلى ضوء هذا فان الانحدارات وفقا لبحوث العالم ترازكي:

نوعية المواد الإنشائية	الانحدار المائي V/H	الانحدار الهوائي V/H
مادة متدرجة متجانسة	١:٢,٥	١:٢
مادة خشنة مزيجيه متجانسة	١:٣	١:٢,٥
مادة طينية مزيجيه متجانسة		
سد ارتفاع اقل من ١٥ م	١:٢,٥	١:٢
مادة طينية مزيجيه متجانسة		
سد ارتفاع أكثر من ١٥ م	١:٣	١:٢,٥
رمل أو رمل مع حصو مع لب طيني	١:٣	١:٢,٥
رمل أو رمل مع حصو مع لب خرساني	١:٢,٥	١:٢

النواظم Regulators

ينشا الناظم معترضا سير المياه عموديا على الأنهار والقنوات المائية

الغرض منه : رفع منسوب المياه أمام هذه النواظم لأغراض الري مثل ناظم الهندية وناظم الكوت وناظم الثرثار وناظم الرمادي

النواظم وأنواعها :-

١- الناظم الكبير : يتم أقامته على النهر المغذي لغرض رفع منسوب المياه عند الموقع الذي تحصل منه القناة الرئيسية على مياهها من النهر

٢- ناظم صدر القناة : للتحكم في تصريف المياه الداخلة للقناة

٣- ناظم وسطي : يتم اختياره وفقا للتصاميم على المجرى المائي

٤- ناظم نهاية القناة (ناظم الذنب) : ينشا في نهاية القنوات الرئيسية

يتكون الناظم من :

١- فتحات أو فتحة واحدة لمرور المياه

٢- سقف خرساني محمول على جدران ساندة جانبية

٣- دعامات وسطية

٤- بوابات خشبية أو معدنية تتحرك نحو الأعلى والأسفل داخل أخاديد معدة لهذا الغرض ويتم تحريكها هيدروليكيا ومن خلالها يتم التحكم والسيطرة على المناسيب والتصاريف المارة خلال المجاري المائية

هناك ثلاث حالات لإنشاء النواظم :-

١- الناظم بصورة مستقلة مثل ناظم الثرثار

٢- الناظم مع عبارة سفن (ممر ملاحي) أو هويس وممر للأسماك مثل ناظم الرمادي

٣- ناظم مع ممر ملاحي + ممر للأسماك + محطة كهربائية مثل ناظم الهندية الجديد

تصريف المياه الجوفية وتجفيف ساحة العمل والحفريات

لتنفيذ أعمال الحفر والأسس يجب تصريف المياه الجوفية إن وجدت من داخل الحفر ومن الطرق المتبعة هي :-

أ- التصريف المباشر

ب- التصريف بالضخ

ت- التصريف باستعمال نظام نقاط البئر WellPoint system

ث- طرق أخرى

التصريف المباشر:-

وهي من ارخص الطرق وتعتمد على حفر سواقي في أسفل الحفر ومن الجوانب ويتم تصريف المياه المتجمعة بواسطة انحدارات السواقي خارج منطقة الحفر

ان هذا النوع من التصريف يكون ممكنا في أحوال قليلة جدا حيث إن قعر الحفر غالبا يكون اوطا من بقية الموقع حيث لايمكن تصريف المياه انسيابيا

التصريف بالضخ:-

وهو مشابه إلى التصريف المباشر إلا إن السواقي تتجمع في نقطة واحدة أو أكثر في اوطا منسوب وتعمل حفرة بأبعاد مناسبة يضخ منها الماء الى الخارج

يحذر من ضخ المواد الناعمة من التربة لأنها تسبب زيادة في انكباس التربة عند تحميلها ولهذا تملا السواقي بمرشح من الحصى المدرج لمنع ضخ المواد الناعمة

قد تكون مساحة الحفر واسعة بحيث إن السواقي الجانبية لاتكفي لتصريف المياه فيمكن عمل سواقي وسطية عرضية تتصل بالسواقي الجانبية وتصب مياهها فيها وفي هذه الحالة تملا السواقي بالحصى المدرج المرصوص ويغطى سطحها في مستوى أرضية الحفر ببلاطات خرسانية وتبقى هذه السواقي تحت الاسس

تتتبع هذه الطريقة بصورة خاصة تحت أرضيات سراديب الأبنية عندما يكون ضغط المياه الجوفية وكمية المياه المتجمعة معتدلين حيث إن هذه الطريقة لاتضمن جفاف أرضية الحفر إذا كان واسعا بل تكون فعالة في سحب المياه السطحية فقط

التصريف باستعمال نظام نقاط البئر:

يتكون نظام التصريف من مجموعة أنابيب معدنية حول ساحة العمل بقطر ٤٠ مم تقريبا وبطول ٤,٥ متر تقريبا مثبت في نهايتها السفلى جزء ملحق مخرم من الجوانب ومزود بنهاية مدببة ذات صمام خاص في نهايته لغرض توجيه المياه ويكون الجزء المخرم محاط بمشبك ناعم وغلاف معدني لمنع سحب المواد الناعمة من التربة ولمنع غلق ثقوب المص في الأنبوب

تغرز هذه الأنابيب بصورة عمودية في التربة إلى العمق المطلوب ويكون بطريقة نفث الماء من الخارج إلى داخل التربة خلال الأنبوب ويساعد في ذلك الصمام الموجود في نهاية الأنبوب حيث يؤدي إلى دفع الماء خارج جدران الأنبوب مما يسبب دفع التربة المجاورة إلى الجوانب والأعلى مسهلا اختراق الأنبوب

تربط الأنابيب بعد غرزها بمجمع أفقي (أنبوب معدني) وهذا بدوره يربط بمضخة ماصة تعمل على سحب المياه داخل المنظومة ثم يتم تصريفها إلى خارج ساحة العمل

يتميز هذا النظام ب :-

١- إمكانية استخدام أكثر من حلقة واحدة من أنابيب السحب حول موقع الحفر للسيطرة على كمية المياه المسحوبة وتكون كل حلقة بمنسوب يختلف عن الأخرى

٢- إمكانية تحديد المسافة بين أنبوب وأخر وتحديد عمق الغرز تبعا لكمية المياه المطلوب ضخها

٣- إمكانية خفض مستوى المياه الجوفية إلى ما تحت مستوى أرضية الحفر في ساحة العمل في الحفريات الواسعة

٤- كلفة النظام مرتفعة

إن نفاذية التربة والفرق بين مستوى المياه الجوفية وأسفل الحفر عامل مهم في تحديد كمية التصريف الممكنة

لا يفضل استخدام هذا النظام في الأراضي الصخرية أو إذا كانت من الجلمود boulder بينما يعتبر مثاليا للتربة الرملية

نظام نقاط البئر

طرق أخرى :

هناك العديد من الطرق الأخرى التي يمكن إتباعها إلا أنها أكثر كلفة واقل استعمالا ومنها إتباع نظام المبازل الاعتيادية drain حول ساحة العمل أو طريقة التناضح الكهربائي electro – osmosis حيث يتم استخلاص المياه من التربة ذات النفاذية القليلة عن طريق غرز أنابيب فولاذية تعمل كأقطاب سالبة cathode وأنابيب أخرى اصغر منها قطرا تعمل كأقطاب موجبة anode وعند توجيه فرق جهد ٤٠-١٨٠ فولت فان المياه الجوفية تسري باتجاه القطب السالب حيث يتم سحبها

الاملائيات الترابية ورص التربة:

تحتاج جميع الأبنية إلى أعمال املائيات ترابية وذلك لإعادة ردم جوانب الاسس بعد تنفيذها أو إعادة ردم قنوات المجاري والخدمات أو في أعمال الأرضيات لغرض رفع منسوب الأرضية إلى مستوى معين وفي هذه الحالة يتوجب قشط التربة السطحية topsoil بسمك حوالي ١٥ سم أولا لإزالة اثأر النباتات والمواد العضوية وللوصول إلى طبقة من التربة ذات تحمل جيد حيث إن التربة الفوقية تكون مشوهة disturbed

تكون التربة المستعملة في إعمال الاملائيات الترابية خالية من المواد العضوية وجذور النباتات والأنقاض وذات خواص هندسية مناسبة وتعتب التربة الطينية الممزوجة مع نسبة قليلة من الرمل وكذلك مزيج الرمل والحصى الطبيعي من الترب الصالحة لهذا الغرض

ان ارخص تربة يمكن استعمالها هي التربة الناتجة من حفريات نفس الموقع إذا كانت صالحة للاستعمال ولهذا يفضل إن تقشط التربة بسمك حوالي ١٥ سم عند حفر الاسس وغيرها وترمى الأتربة الناتجة خارج ساحة العمل ثم تحفر الاسس وتكدس تربتها لإعادة استعمالها من دون إن تتلوث بتربة غير صالحة

إن الهدف من رص التربة compaction هو لإكسابها قوة معينة وجعلها قابلة لمقاومة الأحمال المسلطة عليها بمقدار مقبول من الانكباس وذلك يستوجب إن تكون التربة بنوعية صالحة وبرطوبة معينة تقارب الرطوبة المثلى optimum moisture content ومرصوصة لحد الحصول على الكثافة المطلوبة والتي تقاس بالكثافة الجافة dry density ويستوجب الحصول في موقع العمل على ٩٠-١٠٠% من الكثافة العظمى الجافة حسب نوع المنشأ وأهميته

تتم عملية الردم بفرش طبقات من التربة ذات محتوى الرطوبة المحدد بسمك لا يتجاوز ٢٥ سم بعد الرص وتدق التربة أما بواسطة مدقات يدوية وهي عبارة عن إثقال حديدية ذات قاعدة مسطحة متصلة بيد طويلة قد تكون خشبية أو معدنية أو بواسطة معدات آلية صغيرة تسمى المدقات الآلية compactors or rammers وهي أجهزة ذات محرك خاص أو تعمل بالهواء المضغوط المجهز ذاتيا أو من آلة أخرى وتكون ذات قاعدة منبسطة وعند تشغيل الآلة تتولد فيها حركة ذات ضربات متتابعة بحيث تسلط تلك الضربات على شكل أحمال ديناميكية على التربة مسببة رصها

من الممكن رص التربة وحدلها بواسطة الحادلات الكبيرة إلا إن هذه لاتستعمل في الأبنية لصعوبة عملها داخل الأبنية والمنشات بل تستخدم في الأعمال الواسعة كالساحات والمطارات والطرق وغيرها

عندما تكون الرطوبة في موقع معين عالية ويحتمل أن تؤثر في الأرضيات تكون مادة الدفن المستعملة من الركام الحبيبي الخشن كالحصى أو الحجر المكسر أو الرمل الخشن بحيث لا تناقل الرطوبة بالخاصية الشعرية إلى أعلى منطقة الدفن

البناء بالحجر

ويشمل الفن في تنظيم الحجر في البناء إذ ينظم عادة وجه البناء بشكل مربعات أو مستطيلات من الحجر المنقور أو المصقول

أما داخل الجدار فيملا بحجر ذو حجم اصغر يوضع بدون تنظيم

يتميز البناء بالحجر عن البناء بالطابوق بان الأخير يبنى بقطع متساوية في الحجم والشكل وبذلك يتبع نظام خاص لوضعها في البناء أما الحجر فيكون ذو أحجام وأشكال مختلفة وبذلك يكون من الصعب العمل به عندما يتطلب الإتقان والربط في العمل ونتيجة لذلك يكون الجدار المبني بالحجر أكثر سمكا من الجدار المبني بالطابوق في حال تساوي الحمل والارتفاع

عند استخدام الحجر في البناء يجب مراعاة النقاط التالية:-

١- أن يقاوم قوى الدفع فقط

٢- أن يكون مستوى الطبقات عمودي على قوى الدفع

٣- في حالة وجود قوى دفع جانبي يجب أن تكون محصلة جميع القوى في البناء واقعة في الثلث الأوسط من أي مقطع في الجدار

٤- يجب أن تكون محصلة القوى المؤثرة بشكل عمودي ولامركزي على الجدار في الثلث الأوسط من المقطع العرضي له

إن البناء بالحجر يقسم إلى قسمين هما:-

١- عمل البناء: ويشمل وضع وتنظيم الحجر في البناء

٢- تهيئة الحجر : ويشمل تحضير الحجر وقصه ونحته ثم صقله بحيث يكون جاهز للبناء والشكل الأتي يوضح الأنواع المختلفة للإنهاء

تصنيف الجدران المبنية بالحجر

تصنف الجدران نسبة إلى نوع الحجر المستخدم إلى:

١- بناء لاش : وهو المبني باستخدام الحجر بحالته الطبيعية من غير أي تعديل فيها إذ يكون وجه الجدار خشن وغير منتظم

إن الحجر المستخدم في هذا النوع يكون بأحجام وأشكال مختلفة ومما يجب الانتباه إليه هو توزيع الحجر ذو الحجم الكبير في جميع أقسام الجدار بقدر الإمكان بصورة منتظمة على أن يتم ربطها بشكل جيد مع استعمال مونه قوية كما في الشكل الأتي

٢- بناء قطع بشكل سوف : إن بعض الحجر من النوع الجيد الذي لايصلح أن يستعمل للعتبات والنقوش وغيرها وذلك لصغر حجمه قد يستعمل في هذا النوع من البناء ويستعمل أيضا في المواقع التي تتطلب فيها القوة في التركيب البنائي إذ يستعمل هذا النوع بشكل واسع في بناء جدران الموانئ البحرية والسداد والجسور الحجرية والشكل الأتي يوضح هذا النوع من البناء

٣- البناء الصقيل : وهو نوع من البناء يستعمل فيه الحجر المصقول مع مفاصل منتظمة في البناء على أن لايقل سمك الحجر عن ٣٠ سم ولايزيد سمك المفصل عن ٣ ملم ويستعمل هذا النوع من البناء في الواجهات وذلك لكلفته العالية

المفاصل والربط في بناء الحجر

عند تغليف واجهات المباني بالحجر بموجب التصاميم التي تعد لهذا الغرض والتي تتضمن طريقة وشكل وضع الحجر والمفاصل التي تستخدم لذلك . تلاحظ المبادئ العامة الخاصة بالمفاصل والمبينة أدناه:

١- جميع المفاصل الأفقية يجب أن تكون عمودية على قوى الدفع في الجدار وذلك لمنع حدوث الانزلاق بين الحجر

٢- يجب أن تنظم المفاصل بحيث لاتكون أجزاء البناء كالعتبات مثلا معرضة إلى قوى القص أو الشد

٣- يجب تنظيم المفاصل بحيث لاتترك أي زاوية حادة في أي قطعة متصلة بفاصل

تصنف المفاصل والربط بين قطع الحجر إلى :

١- مفصل زبانة : ويشمل عدة أنواع هي:

أ- الزبانة: وهي عبارة عن طريقة لربط قطعتين من الحجر من خلال قطع قسم من وجه الحجر في وجه الربط بحيث يبرز منه بشكل منتظم وتعمل حفرة في الوجه المقابل من القطعة الثانية تماثل البروز ويستعمل هذا النوع في المواقع التي يتطلب فيها ضبط قطع الحجر مع بعضها دون حركة أي قسم منها كما في الشكل الأتي:

ب- مفصل طبق: وهو عبارة عن زبانة يتم عملها في قطع الحجر التي تربط بشكل عمودي فوق بعضها وذلك لمنع الحركة الجانبية للحجر ويستعمل هذا النوع من الربط في السدود والشكل الأتي يوضح ذلك:

٢- مفصل محافظ : ويشمل هذا النوع جميع المفاصل والاحتياطات التي تعمل للمحافظة على البناء من الرطوبة وماء المطر ويشمل النوعيين الآتيين:-

أ- مفصل مائي : يتم عمل هذا النوع في الجزء الأسفل من البروزات في جدران وسقوف المبنى لغرض المحافظة عليه من الماء كما موضح في الشكل الأتي:

ب- مفصل منكسر : ويتم عمله للسطوح المستوية وغير المستوية حيث تعمل نهايتي الحجر بشكل منكسر للنوع الأول والأخرى ذات مقطع مستقيم للنوع الثاني كما موضح في الشكلين الآتيين:

خزانات المياه

الخزانات بشكل عام تكون اسطوانية أو موشورية الشكل ذات مقطع مستطيل وتكون مطمورة في الأرض أو مقامة على السطح وهي أما مكشوفة أو مغطاة وان السعة المطلوبة لخزانات المياه تحدد بواسطة الحسابات التكنولوجية الخاصة في أنظمة الإرواء بالماء من شبكة تصريف المياه وأنظمة العمليات الصناعية وغير ذلك

أما شكل وأبعاد الخزانات الإجمالية فإنها تحدد بواسطة التحليل الهندسي والاقتصادي للتصاميم الإنشائية المختلفة التطبيق

بعض المواصفات والمتطلبات في تصميم وتنفيذ الخزانات

إن شروط ومواصفات تنفيذ الخزانات تتبع الحالات العامة لمنشات الكونكريت المسلح بالإضافة إلى وجوب زيادة في الاعتناء بتطبيق هذه الشروط من حيث طرق الصب والمعالجة ودقة تنفيذ كافة العناصر بغية تحقيق شروط المتانة وعدم ظهور التشققات وبالتالي الكثافة التامة والديمومة ويعتبر تحقيق الكثافة شرطا أساسيا وهاما في مرحلتي التنفيذ والاستثمار ومن هنا وجب المحافظة على مواصفات الكونكريت المطلوبة في التنفيذ بشكل دقيق وكذلك مواصفات التسليح ومن ثم إكمال الاكساءات هذا ويجب تنفيذ الفواصل بدقة عالية لتحقق الغاية المرجوة منها على الوجه الأمثل ومما يجب مراعاته أثناء التنفيذ هو معالجة الكونكريت بشكل جيد بعد صبه بعدة ساعات حتى ١٥ يوم من الصب وذلك برشه بالماء بشكل منتظم وكافي ويكون الاهتمام بهذه المعالجة بالنسبة للخزانات أكثر من غيرها من المنشات وذلك لكون التقلص يلعب دورا أساسيا في حصول التشققات

من أهم المتطلبات هي :-

١- تحقيق المتانة والكثافة

٢- تنفيذ اكساءات الخزانات

تحقيق المتانة والكثافة :-

إن ضمان متانة منشات الخزانات وتقليل النفاذية إلى الأقل منعا للتسرب يمنح هذه العناصر الديمومة مع الزمن طيلة فترة استثماره ويتم الوصول إلى الهدف المرجو من ذلك عبر ثلاث مراحل هي :-

أ- تنفيذ هيكل المنشأ بدقة اعتمادا على ما تمليه الشروط والمواصفات وتعليمات المخطط

ب- تنفيذ اكساءات الخزانات بصورة تضمن استثمار المواد المستخدمة في التنفيذ بشكلها الأمثل

ت- صيانة الخزانات الدورية في مرحلة الاستثمار

تنفيذ الهيكل في الخزانات

تبدأ عملية تنفيذ الهيكل بإنشاء الحفرية للخزان الأرضي

أ- الحفريات لأساسات الخزانات المرفوعة وتتضمن معظم الشروط والمواصفات في هذه العملية على ما يأتي :-

١- يتم الحفر آليا أو يدويا وذلك وفقا للأعمال والكميات المطلوبة ويحضر استخدام التفجير في الحفر لان ذلك يسبب تخلخلا في الطبقات السفلى للتربة قد تؤدي إلى هبوط كبير لم يؤخذ بالحسبان أثناء إجراء الدراسة

٢- يجب التحقق من عمق الحفر ومن منسوب التأسيس بدقة

٣- يعطى قاع الحفر الميول المطلوبة في الخزانات الأرضية حسب المخططات ويوصى بإزالة الطبقة المخلخلة يدويا إذ لايسمح في هذا العمل باستعمال الآليات وخاصة الثقيلة كما لايسمح باستخدام الضواغط (الكمبروسورات) والآلات الرجاجة الأخرى فوق التربة إلا في الحدود التي لاتحدث تصدعا في الطبقة المقررة للتأسيس

٤- إذا كانت الحفريات المطلوبة فردية فيجب توقيع أو إسقاط مكانها بشكل صحيح إذ لايفضل حفر مناطق إضافية ليست مقررة للتأسيس

٥- يتم فور الانتهاء من عمليات الحفر رصف الحجر المكسر وصب طبقة النظافة بكميات من الاسمنت تتراوح بين ١٥٠-٢٥٠ كغم /م٣ وذلك حسبما تحدده المواصفات ولا ينصح بترك الحفر معرض للعوامل الجوية أكثر من يومين كحد أقصى لان ذلك قد يغير من طبقة ومواصفات التربة المعدة للتأسيس

ب – الكونكريت :-

في أعمال الكونكريت للخزان يوصى بان لاتقل كمية الكونكريت لعناصر الخزان عن ٣٥٠ كغم / م٣ إذا كانت عناصر الخزان من الكونكريت المسلح ولاشك دوما من التأكيد على مطابقة مواصفات المواد الداخلة في الكونكريت المسلح من اسمنت وحديد ومواصفات ماء مع الشروط العامة التي يجب أن تتحقق في هذه المواد حيث تجرى تجارب مقاومة الكونكريت ومقاومة التسليح والتحليل المنخلي للمواد والتأكد من صلاحية الماء المستخدم للخلط أو ما شابه ذلك في تجارب قبل البدء بالتنفيذ ومن البديهي أثناء التنفيذ التحقق من مواقع فولاذ التسليح والاعتناء بالرج ويمكن تقسيم أعمال الكونكريت إلى البنود التالية :-

١- القالب:-

بالنسبة للقالب يجب التأكد أولا من صحة الأبعاد بالمسافات والزوايا والمنحنيات إضافة لدقة المستويات الأفقية والشاقولية والمائلة كما يجب أن تحقق القوالب في الخزانات عدم تسرب المونة الإسمنتية أثناء الصب

٢- السقائل والدعامات:-

تنص معظم الشروط والمواصفات بان تكون السقائل والدعامات صلبة بصورة كافية كي تؤدي مهامها دون هبوطات أو تشوهات خطرة ويجب أن تتحمل الحمولات التي تتعرض لها أثناء التنفيذ

٣- رج الكونكريت وتنفيذ الفواصل :-

يجب أن يقوم بهذه العملية شخص لديه خبرة مسبقة لان هذه العملية تضمن بعض الكثافة الكونكريتية للخزان ويساعد في تجانسه والذي يلعب دورا مهما في اكتساب المقاومة المطلوبة ويفضل عدم استخدام الإبر الزجاجية التي يزيد قطرها عن ٤٢ ملم أو ٧% من سمك العنصر المرجوج ويمنع نهائيا الرج بعد بدء التصلب وفي الحالات التي تتطلب أحداث فواصل في الصب في منطقة معينة من الخزان ا والى وصل الكونكريت القديم بالكونكريت الجديد فيجب عندها تنظيف الكونكريت القديم من المواد الغريبة وسقايته بالماء ومن ثم يتم تحضير خلطة الكونكريت بكمية من الاسمنت لاتقل عن ١٣٠% من العيار المستخدم في الكونكريت القديم ويجري صب هذه الخلطة فوق الكونكريت المتصلب مع إجراء الرج لمدة تزيد عن المدة العادية بمقدار ٥٠% ويجوز في هذه الحالة استخدام المونة الإسمنتية في عمليات الوصل

٤- التسليح:-

يجب التأكد من مقاومة التسليح المطلوبة بإجراء تجربة الشد على الأقطار والأنواع المختلفة ويتم تفصيل القضبان حسب المخططات

٥- المعالجة:-

تعني المعالجة الحفاظ على الكونكريت في حالة مشبعة أو قريبة منها حتى يتم إملاء الفراغ الذي يشغله الماء الموجود أصلا في خلطة الكونكريت الطازجة إلى الدرجة المطلوبة بالمادة المتكونة نتيجة اماهة الاسمنت

٦- المواد المضافة:-

إن المواد المضافة مختلفة الأشكال قد تكون سائلة أو بشكل مساحيق وتضاف بنسبة معينة تحددها نشرات الشركة المصنفة وعند ضرورة استخدامها يجب إجراء تجارب توضح لنا تأثيرها على مقاومة الكونكريت وعلى خواصه الأخرى إذ إن معظمها يؤدي إجمالا إلى تخفيض المقاومة وخاصة إذا كانت كمية الاسمنت في الكونكريت قليلة نسبيا وكقاعدة عامة يمكن الاستغناء عن هذه المواد إذا سمحت الظروف الاقتصادية وذلك بزيادة نسبة الاسمنت في الخلطة ويمكن الاستعاضة عن هذه المواد المضافة أثناء الخلط والمانعة للرشح بمواد يغطى بها سطح الكونكريت الملامس للماء من اجل منع الترشيح وتخفيف النفاذية ومن هذه المواد:-

١- أنسجة تلصق بالسطح الكونكريتي بواسطة إسفلت ساخن

٢- محاليل إسفلتية

٣- بارا فين مذاب بمحاليل متطايرة

يعتبر الاولين الأكثر استخداما إلا انه يعطي لونا اسود قد يكون غير مرغوب ويشترط الكود العربي في الإضافات المستخدمة أن لايكون لها تأثيرا ضارا في الكونكريت المسلح بحيث لاتقل مقاومة الضغط والتماسك مع التسليح عن ٨٥% من القيم المناظرة في الكونكريت العادي النظيف كما يجب التأكد من خلو هذه المواد من التأثير الكيميائي على الكونكريت

ث- الفواصل :-

يجب التمييز بين الفواصل الإنشائية التي تبقى مفتوحة خلال الفترة الأولى من مرحلة الاستثمار للمنشأ والتي تعطي حرية الحركة نتيجة لعمليات الانكماش في الكونكريت والهبوطات التفاضلية في الأساسات التي تولد اجهادات مرنة في المنشأ وبين فواصل التمدد والتقلص حيث يستمر التسليح في هذه الفواصل التنفيذية التي لايقطع فيها الكونكريت بطبقات مطاطية أو ما شابهها وكذلك بين الفواصل التنفيذية التي لايقطع فيها الكونكريت إنما يتم عندها الصب على أجزاء عندما تكون الكميات كبيرة

يتم تنفيذ الفواصل من المواد التي تتميز بالكثافة والمرونة مثل الصفائح النحاسية أو الرصاصية التي تحاط بمواد إسفلتية أو من المواد المطاطية أو البلاستيكية ولا يفضل هنا استخدام الصفائح المغلفة من الخشب أو الأقمشة المشربة بالمواد الإسفلتية لان التجربة أثبتت أنها لاتعطي نتائج مرضية

٢-تنفيذ اكساءات الخزانات:-

تفرض شروط التخزين واستثمار هذه المنشات وكذلك الظروف المناخية إجراءات خاصة لإعمال الاكساء داخل الخزان وخارجه وذلك للحفاظ على منع التسرب والرشح وبالمعدل الحراري المطلوب بالإضافة إلى المظهر الخارجي المطلوب للخزان إذا كان الخزان ظاهرا وسوف نستعرض العزل الحراري والعزل لمنع الرشح

أ- العزل الحراري:-

يعتبر ارتفاع الحرارة صيفا وانخفاضها إلى درجة التجمد شتاء من الأمور الهامة التي تؤثر على سلامة المنشأ واستثماره وقد دلت التجارب على إن العزل الحراري في الخزانات الكبيرة والتي تزيد سعتها على ألف متر مكعب غير ضروري إلا في أغطية هذه الخزانات فقط

أما في الخزانات الصغيرة فيلزم إتباع تفصيلات خاصة لعزل كل من الأرضيات والجدران والأسس

١- عزل الأرضيات:

جرت العادة أن يتم عزل ارضيات الخزانات بفرش طبقة من الرمل فوق أرضية الخزان تعلوها طبقة من الكونكريت العادي مغطاة بطبقة من المونة الأسمنتية المخلوطة بمواد مانعة للرشح وقد وجد أن بلاط السيراميك المنفذ بشكل متقن يحقق الغرض نفسه وجميع هذه التفصيلات تعتبر ذات كلفة مرتفعة لذا يكتفي في الخزانات الصغيرة بتنفيذ طبقة من اللبخ الداخلية بنسبة عالية من الاسمنت ٤٥٠ كغم /م٣وتصقل بفرش الاسمنت الناشف بمعدل ١,٥ كغم/م٣

٢- عزل الجدران :-

يؤمن العزل الحراري للجدران بطرق عديدة اقلها كلفة هو بناء جدار من البلوك المفرغ بسمك ١٠ سم داخل جدران الخزان أو خارجها تكسى بلبخ كمية الاسمنت فيه ٤٥٠ كغم /م٣ بحيث يؤمن المهندس طريقة تثبيته كما يمكن تامين العزل الحراري ببناء جدار خارجي من الكونكريت المسلح يفصل بينه وبين جدار الخزان الأصلي طبقة من المواد العازلة كالبولستر ين أو الصفائح المرنة أو من نشارة الخشب المشكلة بشكل ألواح أو يمكن ترك فراغ هوائي بين الجدارين كما يمكن استخدام جدران الآجر المفرغ بدلا من جدران الكونكريت المسلح

٣- عزل الأسقف :-

لاشك إن السقف هو من أهم عناصر الخزانات في عملية التبادل الحراري داخل الخزان وخارجه ولذلك يجب تنفيذ عملية العزل في كافة الظروف المناخية حتى التي لم يطلب فيها عزل الجدران والأرضيات ولقد جرى العادة على تنفيذ عمليات عزل الأسقف كما في الأرضيات تماما

ب- العزل لمنع الرشح :-

للوصول إلى الكثافة التامة للخزانات لابد من إتباع الشروط المذكورة في تنفيذ هيكل الخزانات وبعد ذلك يلجا إلى تنفيذ تكسية من اللبخ للوجوه الداخلية لكل من ارضيات وجدران الخزانات بكمية من الاسمنت لا تقل عن ٥٠٠ كغم/م٣

في كافة الأحوال يكون الاهتمام بموضوع التكسية الداخلية امرا أساسيا يجب أن يولى الاهتمام الكافي بحيث يخدم أغراض العزل الحراري والكثافة معا

يلجا البعض أحيانا إلى تنفيذ تكسية من بلاط السيراميك أو البورسليين فوق طبقة اللبخ للخزانات وغالبا ما تستخدم هذه الطريقة في خزانات مياه الشرب ذات الحجوم الصغيرة أو في أحواض السباحة

يستخدم البعض المواد المانعة للرشح في خلطة اللبخ وقد أعطت نتائج جيدة عموما إذا استخدمت بالنسب النظامية وينصح دائما بإجراء تجارب على مواد اللبخ لدراسة تأثير تلك المواد عليها قبل البدء باستخدامها