التكنولوجيا الملائمة

تطبيقات عمليّة

١٢

بناء خزّانات ماء بالاسمنت المقوّى

MECTAT
مركز الشرق الأوسط
للتكنولوجيا الملائمة

WWF
Across the Waters

الطبعة الأولى
بيروت ١٩٩٥
جميع الحقوق محفوظة
All Rights Reserved
MEEA / MECTAT

ABSTRACT

Ferrocement Water Storage Tanks

This booklet aims at maximizing household water resources in rural areas by introducing self-help techniques for the construction of ferrocement or reinforced cement-motar water storage tanks. These tanks are extremely practical because of their low cost, durability and easy construction and reparation on site by local unskilled labour.

The existence of a water storage facility improves personal hygiene and encourages planting trees and establishing domestic gardens . This booklet includes techniques for constructing water tanks of various sizes, ranging from 250 to 50,000 litres.

بناء خزانات ماء بالاسمنت المقوّى

المحتويات	الصفحة
١ ـ مقدمة	٥
٢ ـ خزانات ماء بالاسمنت المقوّى	٧
٢ ، ١ ـ مواصفات المواد والمعدات	٧
٢ ، ٢ ـ تصميم الخزان	١٠
٢ ، ٣ ـ اختيار الموقع	١١
٢ ، ٤ ـ بناء خزان بالاسمنت المقوّى سعة ١٢٠٠ ليتر	١١
٢ ، ٤ ، ١ ـ تهيئة الموقع	١١
٢ ، ٤ ، ٢ ـ تقوية القاعدة	١١
٢ ، ٤ ، ٣ ـ بناء القاعدة	١٢
٢ ، ٤ ، ٤ ـ بناء هيكل الجدار	١٢
٢ ، ٤ ، ٥ ـ تركيب تجهيزات الأنابيب	١٤
٢ ، ٤ ، ٦ ـ تطيين الجدران	١٤
٢ ، ٤ ، ٧ ـ بناء السقف	١٤
٢ ، ٤ ، ٨ ـ غطاء فتحة الدخول	١٥
٢ ، ٤ ، ٩ ـ بلّ الاسمنت وتجفيفه	١٥
٢ ، ٤ ، ١٠ ـ التجربة والاصلاح والطلاء	١٥
٢ ، ٤ ، ١١ ـ مواصفات خزانات الاسمنت المقوّى	١٦
٢ ، ٤ ، ١٢ ـ المواد المطلوبة لبناء خزان سعة ١٢٠٠ ليتر	١٦
٣ ـ خزانات ماء بملاط الاسمنت مقوّاة بأسلاك معدنية	١٧
٣ ، ١ ـ المواد المطلوبة	١٧
٣ ، ٢ ـ تحضير الموقع وصب القاعدة	١٧
٣ ، ٣ ـ بناء خزان ماء سعة ١٠م^3 مقوّى بشريط شبكي	١٨
٣ ، ٣ ، ١ ـ المواصفات	١٨
٣ ، ٣ ، ٢ ـ المواد المطلوبة	١٨
٣ ، ٣ ، ٣ ـ القالب	١٩
٣ ، ٣ ، ٤ ـ بناء القاعدة	١٩
٣ ، ٣ ، ٥ ـ تقوية الجدار	١٩
٣ ، ٣ ، ٦ ـ تطيين الجدار	٢٠
٣ ، ٣ ، ٧ ـ اكمال القاعدة	٢٠
٣ ، ٣ ، ٨ ـ بناء السقف	٢١
٣ ، ٣ ، ٩ ـ البلّ والتجفيف	٢٤
٤ ـ بناء خزان بالاسمنت المقوّى بأسلاك شائكة	٢٤
٤ ، ١ ـ مواصفات الخزان	٢٤
٤ ، ٢ ـ المواد المطلوبة	٢٤
٤ ، ٣ ـ الموقع	٢٥
٤ ، ٤ ـ الحفر	٢٥
٤ ، ٥ ـ التطيين والتقوية	٢٥
٤ ، ٦ ـ حفرتا الترسب	٢٧
٤ ، ٧ ـ السقف	٢٧
٤ ، ٨ ـ الميازيب	٢٨
٤ ، ٩ ـ التجفيف والتعبئة والاصلاح	٢٨
٥ ـ صنع جرار ماء مقواة بالخيزارن أو بدون تقوية	٢٨
٥ ، ١ ـ بناء جرار صغيرة سعة ٢٥٠ ليتراً	٢٨
٥ ، ٢ ـ بناء جرار مقواة بالخيزران	٢٩
٦ ـ الحفاظ على جودة المياه المخزونة	٣٠
المراجع	٣٠

مـركـز الشـرق الاوسط لـلتكنولـوجـيـا الملائمـة هو مـركـز دراسـات ومـعلومـات بيـئـيـة وانمائيـة ، ذو تمـويل خـاص ، هدفـه تـطوير وتعـمـيم التكنولوجيات الملائمة من أجل تنمية متكاملة ، خاصة في مناطق العالم العربي الريفية والفقيرة .

لقد تم تأسيس المركز عام ١٩٨٢ في بيروت ، بدعم وتمويل شركة «المهندسون الاستشاريون للشرق الأوسط» . ويقوم المركز بأعمال استشارية لمنظمات دولية ، كما يتولى دورات تدريبية في رعاية هذه المنظمات .

ويعمّم مركز الشرق الأوسط للتكنولوجيا الملائمة أساليب ناجحة وممكنة ومبسّطة ، لمساعدة المجتمعات الريفية على تحقيق قدر من الاعتماد على النفس والاكتفاء الذاتي في تأمين حاجاتها الأساسية ، مع المحافظة على البيئة المحلية وتنميتها . ويشمل عمل المركز مصادر الطاقة المتجددة ، والصحة ، والمياه ، والزراعة البديلة ، وحفظ الطعام ، والسكن ، والنشاطات النسائية .

وتشمل نشاطات المركز الأبحاث والتدريب ونشر المعلومات عبر الكتب والدوريات والمحاضرات والمعارض .

ومركز الشرق الأوسط للتكنولوجيا الملائمة عضو في كثير من الشبكات العلمية العالمية المهتمة بالتكنولوجيا والتنمية ، كما يتعاون مع أكثر من مئة مؤسسة دولية مختصة .

مركز الشرق الأوسط للتكنولوجيا الملائمة تابع لشركة :

المهندسون الاستشاريون للشرق الأوسط المحدودة .

الرئيس : **نجيب وليم صعب**

المنسق : **بوغوص غوكاسيان**

صندوق البريد : ٥٤٧٤ ـ ١١٣ ، بيروت ـ لبنان

هاتف : ٣٤١٣٢٣ ـ ١ ـ ٩٦١ ، فاكس : ٣٤٦٤٦٥ ـ ١ ـ ٩٦١

MIDDLE EAST CENTRE FOR THE TRANSFER OF APPROPRIATE TECHNOLOGY (MECTAT) is a private environmental resource centre promoting appropriate technologies (ATs) for sustainable development, particularly in the rural and disadvantaged areas of the Arab World.

Established in November 1982 at the premises of the Middle East Engineers and Architects (MEEA), a consulting firm on environmental design based in Beirut, MECTAT financially depends on consultancy services, which are rendered against fees, and sponsorships of its projects.

MECTAT disseminates proven affordable ATs into rural and disadvantaged areas, to enable the local communities to attain self-reliance in meeting their basic needs, and at the same time conserve their fragile ecosystems. In this regard, MECTAT promotes various ATs, such as renewable energy, health and sanitation, water supply, alternative agriculture, food processing and preservation, habitation and women's activities.

After research and field testing of AT concepts, they are transferred to beneficiaries through training and dissemination of technical information, which include **do-it-yourself** booklets, newsletter, lectures, interviews, exhibitions and other means.

MECTAT is a member of many international appropriate technology and environmental networks and cooperates with over 100 institutions worldwide

MIDDLE EAST CENTRE FOR THE TRANSFER OF APPROPRIATE TECHNOLOGY is affiliated to MIDDLE EAST ENGINEERS AND ARCHITECTS LTD.

P.O. Box 113 - 5474, Beirut, Lebanon

Tel: 961 - 1 - 341323, Fax: 961 - 1 - 346465

President: **Najib W. Saab**, Coordinator: **Boghos S. Ghougassian**

This publication was made possible by a grant from World Wide Fund for Nature (WWF) through its "ACROSS THE WATERS" Project.

١ ـ مقدمة

المياه العذبة هي من أهم موارد الأرض . وهي عنصر الحياة للكائنات . لكن مناطق كثيرة من العالم تواجه أزمات نقص حاد في المياه . وكم من نزاعات وحروب نشأت بسبب خلافات على اقتسام الثروات المائية .

ويعاني سكان الأرياف في البلدان النامية بشكل خاص من نقص المياه ، اذ لا يتيسَّر لمعظمهم الوصول الى المياه الصالحة ، كمياه الأنابيب ، علماً أن الغالبية العظمى من سكان الريف تعتمد على الزراعة في معيشتها . وغالباً ما يتعيّن على الأولاد والنساء أن يجلبوا الماء من أماكن بعيدة ويحملوه مسافات طويلة لتأمين الشرب والخدمة المنزلية . وتسبب قلة المياه الأمراض في حالات كثيرة نظراً الى تعذّر الاستحمام والتنظيف الكافيين .

لذلك يولى اختزان الماء اهتماماً كبيراً في الأرياف ، وخصوصاً في المناطق الجافة أو شبه الجافة . وتستخدم المياه المخزونة في العناية بالحدائق المنزلية وفي تشجير الغابات .

ان بناء التسهيلات الضرورية لخزن الماء هو الحل المثالي لسكان الريف . وتجدر الملاحظة أن المياه المخزونة تطهّر ذاتها تلقائياً ، مع الوقت ، من معظم الجراثيم الضارة ، عبر تفاعلات طبيعية . هذا اذا لم تتلوث أثناء خزنها .

تبنى خزانات الماء عادة بصفائح حديد مزأبقة (مكلفنة) ، أو بالاسمنت المسلّح ، أو بالزجاج الليفي (فيبرغلاس) ، أو بغير ذلك . لكن التكاليف الباهظة وعدم توافر المواد الضرورية تعيق استخدام هذه الخزانات في المناطق الفقيرة . كما لا تتوافر دائماً التقنية والخبرة لبناء خزانات معدنية أو فيبرغلاس في المناطق الريفية . والى ذلك ، فان اصلاح هذه الخزانات في مواقعها مهمة صعبة ان لم تكن مستحيلة .

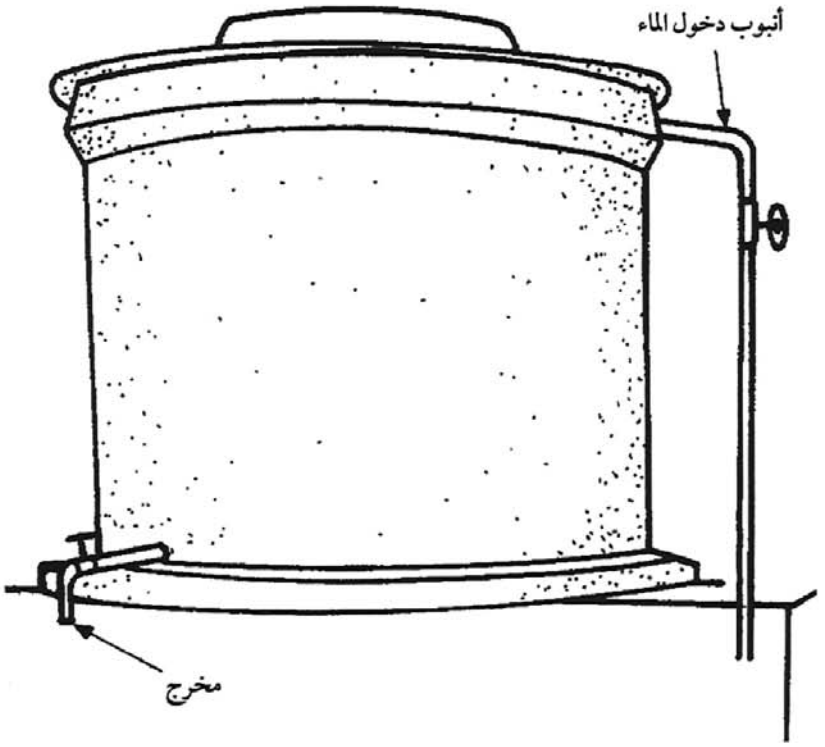
من ناحية أخرى ، فان خزانات الماء المبنية بالاسمنت المقوّى أو بملاط الاسمنت المقوّى تبدو هي الأكثر ملاءمة نظراً الى سهولة بنائها ومتانتها وكلفتها المنخفضة .

الاسمنت نوع من الملاط المطواع المقوّى بشريط شبكي مطيّن بطبقة من الرمل والاسمنت . وبالامكان ادخال قضبان حديد لزيادة التقوية .

ومن ميزات خزان الاسمنت المقوّى سهولة بنائه بأدوات يدوية . وهو أكثر متانة ويتطلب صيانة أقل من بعض الخزانات التقليدية .

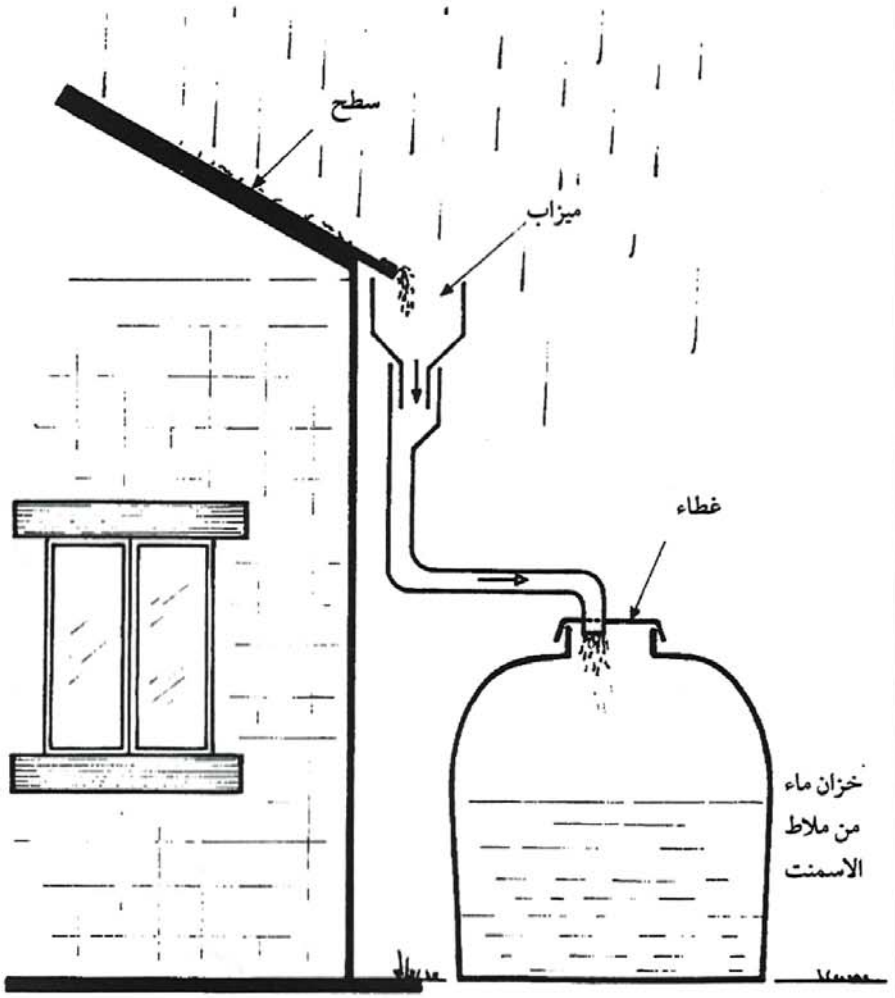
استخدمت تكنولوجيا الاسمنت المقوّى في بلدان كثيرة لأغراض متنوعة منها : خزانات ماء ، أهراء ، مراكب صيد وشحن ، أنابيب ، مواقد تدفئة ، سطوح وأرضيات ، مستوعبات غاز حيوي (بيوغاز) ، مساكن ، وكثير غيرها .

ويشيع استخدام الاسمنت المقوّى في بناء خزانات ماء للاستعمال المنزلي تصل سعتها الى حدود عشرة أمتار مكعبة (الشكل ١) ولكن هناك خزانات أكبر (تصل سعتها الى ١٥٠ متراً مكعباً) بنيت واستخدمت بنجاح في المجمّعات السكنية والمعامل والمزارع . هذه الخزانات الكبيرة تبنى غالباً من دون غطاء ، ولكن يمكن اضافة مواد عائمة ، مثل كريات الستيروفوم أو البلاستيك ، فتنتشر على سطح الماء وتكبح التبخر وتوالد البعوض .



الشكل ١ ـ خزان ماء نموذجي بالاسمنت المقوّى على سطح البيت .

تستخدم خزانات الاسمنت المقوّى في البلدان النامية لخزن ماء المطر الجاري من السطوح وفي مستجمعات الأمطار على الأرض (الشكلان ٢ و ٢١) . وبناء خزانات كبيرة يتيح غرس أشجار حرجية وانشاء حدائق منزلية لزرع الخضر والفاكهة ، مما يوفّر حطباً للوقود وغذاءً اضافياً للعائلة .



الشكل ٢ ـ ماء المطر ينصبّ من السطح الى خزان من ملاط الاسمنت المقوّى .

وهناك خزانات ماء صغيرة من الاسمنت غير المقوّى (تسمّى جِراراً) تبنى في أنحاء مختلفة من العالم ، وهي تصنع بتطيين القالب المعد لها بطبقة من ملاط الاسمنت (مزيج من الاسمنت والرمل والماء) . وقد صنعت جرار جيدة تبلغ سعتها ٤٠٠٠ ليتر ، وهي أقل كلفة من خزانات الاسمنت المقوّى لأنها لا تحتوي على شريط شبكي مقوٍّ ، لكنها أقل متانة . وفي تايلند تصنع جرار اسمنت تستوعب ٢٥٠ ليتراً من الماء ، بكلفة أقل من عُشر كلفة الجرار الخزفية التقليدية .

وفي كينيا وتايلند وبلدان أخرى تصنع جرار اسمنت عالية الجودة مقواة بشباك أو سلال خيزران .

وقد أظهرت التجارب أن تكنولوجيا الاسمنت المقوّى ، أو ملاط الاسمنت المقوّى بشريط معدني ، توفّر أفضل البدائل لبناء خزانات الماء .

ويجب التنبّه الى أن هناك فارقاً بين خزانات الاسمنت المقوّى وخزانات ملاط الاسمنت المقوّى بشريط معدني ، وهو أن الاسمنت المسلّح يحتوي على شبكة كثيفة من الشريط المحبوك أو الملحوم ، بحيث يتوافر حد أدنى من الشريط لكل وحدة حجم من المواد . أما كمية الشريط الفولاذي المستقيم التي تستخدم في خزانات ملاط الاسمنت المقوّى فهي دون هذا الحد الأدنى ، غير أنها قوية ومتينة لخزن الماء ، كما أنها أقلّ كلفة .

ان بناء خزانات ماء بملاط الاسمنت المقوّى هو مشروع مثالي للعمل الذاتي .

٢ ـ خزانات ماء بالاسمنت المقوّى

سنركّز في هذا القسم على تكنولوجيا الاسمنت المقوّى . وكما ذكرنا في المقدمة ، يقتضى للاسمنت المقوّى حد أدنى من الشريط الشبكي الكثيف لكل وحدة حجم من المواد . ويطلى ملاط الاسمنت على هذه الشبكة من الشريط المقوي .

هنا بعض الفوائد التي تجنى من بناء خزان بالاسمنت المقوّى :

ـ انه أمتن وصحي أكثر من الخزانات المعدنية ، ويتطلب مقداراً أقل من الصيانة .

ـ انه يتمتع بمقاومة عالية ضد التصدع ، حتى تحت تأثير ضغوط حرارية قاسية .

ـ يمكن صنعه محلياً بسهولة ومن دون حاجة إلى معدات ثقيلة .

ـ المواد التي يصنع منها متوافرة محلياً في معظم الأحيان .

ـ يمكن اصلاحه في موقعه .

٢ ، ١ ـ مواصفات المواد والمعدات

الاسمنت (الترابة) : لبناء خزانات الماء يستخدم اسمنت بورتلند العادي نوع أول . ويجب أن يكون الاسمنت حديث الصنع ، متماسكاً ، خالياً من الكتل ، وأن يحفظ دائماً في مكان جاف .

الرمل : يجب أن يكون نظيفاً ، قوياً ، خالياً من الأوساخ العضوية . وقد يكون رمل سيليكا الأفضل . والرمل الخشن قليلاً يقاوم التصدّع أكثر من النوع الناعم .

الماء : ان ماء الشفة يلائم مزج الاسمنت وسقي منشآت الاسمنت المقوّى . يجب أن يكون الماء خالياً من الطمي والمواد العضوية والكيميائيات المنحلة . كما ينبغي تجنب استخدام الماء المالح .

الشريط الشبكي : (شريط العينات الذي يستعمل لصنع أقفاص الدجاج) يجب أن يكون نظيفاً ، خالياً من الغبار والصدأ وطبقات الزيت والدهان والقشور التي قد تضعف التماسك بملاط الاسمنت . الشريط الشبكي يوزّع الثقل على كل البناء ، فيحول دون نشوء ضغوط في نقاط ضعيفة تؤدي الى اختلاله أو انهياره .

فولاذ الهيكل : تستخدم قضبان الفولاذ لبناء هيكل يوضع عليه الشريط الشبكي . وقضبان الحديد تؤمن كذلك قوة اضافية . تستخدم ، عادة ، قضبان من قياس ٦ أو ٨ أو ١٠ ملم وفقاً لحجم الخزان . ويجب ألا تكون القضبان مكسّوة بالأوساخ .

شريط الربط : لربط الشريط الشبكي بالهيكل تستخدم أسلاك مزأبقة قطرها نصف مليمتر أو مليمتر .

المواد الصخرية : (لقاعدة الخزان) يستخدم في الاسمنت حصى مكسَّر بقياس أقصاه ١٠ ملم ، على أن يكون قوياً ، غير مساميّ ، خالياً من الأوساخ .

الطلاء : يطلى الداخل عادة بطبقتين من الدهان الثابت المتين الخالي من المواد السامة . ولا حاجة إلى طلي السطح الخارجي الا لتجميل المنظر .

مزيج الملاط : لبناء منشآت الاسمنت المقوّى ينصح باستعمال النسب الوزنية الآتية :

(الملاط) اسمنت : رمل : ماء (١ : ٢ : ٤ ، ٠) .

(الباطون) اسمنت : رمل : حصى : ماء (١ : ٢ : ٣ : ٥ ، ٠) .

إن زيادة نسبة الاسمنت تزيد قوة الملاط ، لكنها تزيد أيضاً خطر التصدع ، فضلاً عن أنها تزيد الكلفة .

لدى بناء منشآت مائية مقواة بالأسلاك ، أثبتت التجارب الميدانية أن مزج الاسمنت مع الرمل بنسبة ١ : ٣ (أي جزء واحد بالحجم من الاسمنت وثلاثة أجزاء بالحجم من الرمل) طريقة صائبة لا تسبب التصدع وينصح باتباعها عموماً . وإذا كان الرمل من النوع الجيد فيفضّل زيادة الماء بنسبة ٠,٥ : ١ (أي نصف جزء بالوزن من الماء لجزء واحد بالوزن من الاسمنت) . ولمنشآت الباطون ينصح باستخدام نسبة ١ : ٢ : ٤ (اسمنت : رمل : حصى بالحجم) .

إن مزيج الملاط الجاف هو أقوى من المزيج الرطب اذا كانت نسبة الاسمنت والرمل ذاتها وجرى رصه جيداً . المزيج الرطب الرخو يسهل مده بالمالج ، ولكن متى جفّ الملاط يصبح أكثر تعرّضاً لاختراق الماء وتضعف قوته وتقصر مدة بقائه .

يمزج الاسمنت والرمل يدوياً (بالرفش) . ولا يستحسن استخدام الجبالات الآلية لأنها لا توفر مزجاً جافاً صالحاً فهي مصممة للمزج الرطب .

المعدات : يضم الجدول ١ أدناه قائمة بالأدوات الأساسية التي تصلح كعدة مكتملة لمشاريع بناء خزانات المياه :

الجدول ١

قائمة بالادوات والمعدات

العدد	الصنف
٤	لوح للملج (٧٥ سم × ٧٥ سم)
٢	فرشاة سلكية فولاذية
٢	فرشاة تزييت
١	فرشاة أو أداة لخربشة الملاط
٤	مالج من خشب أو فولاذ
٤	لوحة لحمل الطين (٣٠ سم × ٣٠ سم) بمسكة قطرها ٤ سم
١	منشار حديد مع شفرات احتياط
١	منشار خشب
١	طقم مفاتيح ربط (شقّ)
١	عتلة (مخل) بطول متر
١	مقص للشريط الشبكي (بنسة)
١	كماشة
٢	ازميل
٢	مطرقة ٢ كيلوغرام
١	مطرقة ثقيلة ٥ كيلوغرامات
١	صندوق لتعيير مزج الرمل والحصى والاسمنت (تركز)
١	غربال رمل بثقوب أوسعها ٥ ملم
٤	رفش
١	ميزان تسوية (زئبق)
١	شريط لقياس الطول ٥٠ متراً
١	خيط ميزان
١	فأس لقطع الخشب
٢	معول
٢	مشط لتمهيد الأرض
١	شدادة لشد الشريط
١	طقم قوالب
١	عربة يد (جَرّ)
٦	أوعية ماء (براميل ، دلاء)
—	خيش أو نايلون لبلّ الاسمنت وتجفيفه

٢ ، ٢ ـ تصميم الخزان

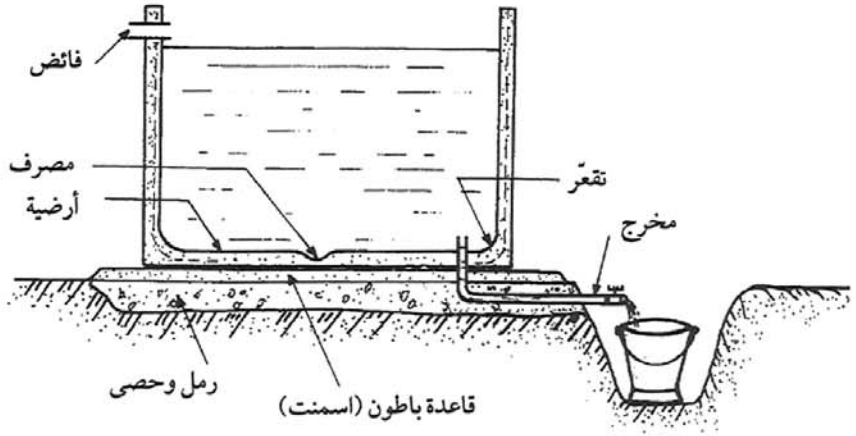
ان مطواعية الاسمنت المقوّى تتيح بناء أشكال مختلفة من الخزانات . لكن الخزانات الاسطوانية هي الأمتن والأكثر شيوعاً .

لكي يحوز الخزان أعلى مقدار من القوة ، يجب أن تصمم جدرانه مقوسة كالصدفة (الشكل ٢٢) كي لا تكون هناك حافات ناتئة ، ويتوزّع الضغط بالتساوي على السطح المقوّس الذي يقاوم الضغط الشديد أفضل من السطح المسطّح . لكن بناء خزانات كبيرة بهذا الشكل صعب ومكلف . والخزانات المبينة في هذا الكتيب أسطوانية وذات أرضية مسطحة متواصلة مع الجدار ، وفي بعض الأحيان يدمج السقف أيضاً .

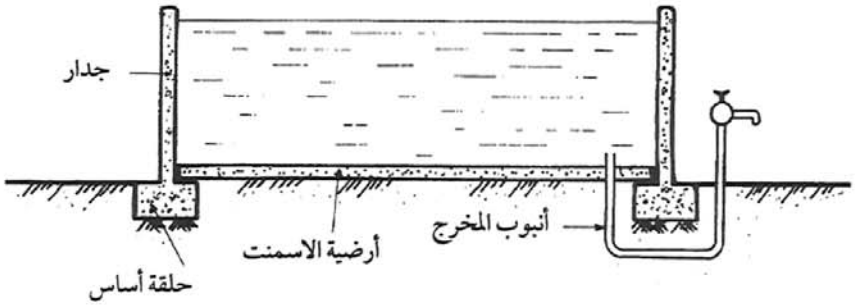
تحمل الأرضية ثقل الجدران والماء (الشكل ٣) . لكن الخزانات الكبيرة تتطلب أسساً دائرية منفصلة لحمل الجدران (الشكل ٤) فتحمل الأرضية في هذه الحال ثقل ماء الخزان فقط . تُصَبُّ أرضية الاسمنت في الخزانات الكبيرة قبل بناء الجدران ، لكي لا يضطر البناؤون الى نقل اسمنت الأرضية من فوق الجدران المبنية . واستخدام الشريط المقوّى في الأرضية يزيد مقاومتها للتصدع .

السقف يؤمن غطاءً جيداً ضد التلوّث والتبخر ، ويمنع توالد البعوض . ويبيّن الشكل ١٣ خزاناً سيركب له سقف مكمِّل بالاسمنت المقوّى تبلغ سماكته حوالى ٥ ,٢ سنتيمتر .

الثقل الاضافي الذي يفرضه السقف لن يكون كبيراً اذا وصل بالجدران في شكل مقوّس . أما الأطراف الحادة فتركز الضغوط وتولد التصدع .



الشكل ٣ ـ خزان ماء صغير (سعة ١٠م٣) مقوى بالأسلاك ومبني بواسطة قالب .



الشكل ٤ ـ خزان ماء كبير . الأرضية تحمل ثقل الماء والأساس يحمل ثقل الجدار .

٢ ، ٣ ـ اختيار الموقع

يجب بناء الخزان في موقع فوق أعلى مكان سيصب فيه ماءه ، مما ينفي الحاجة الى استخدام مضخات لرفع الماء . وتقام الخزانات الصغيرة فوق سطوح المنازل أو على أعمدة . ينظف مكان الخزان من الأعشاب عند اقامته على سطح الأرض ، وتمهّد الأرض لتخلو من التراب المتفتت والصخور الكبيرة التي قد تثقب قعر الخزان .

٢ ، ٤ ـ بناء خزان بالاسمنت المقوّى سعة ١٢٠٠ ليتر

الطريقة المثالية لبناء خزان ماء بالاسمنت المقوّى هي انشاء قفص فولاذي يلف حوله شريط شبكي ويطين بملاط الاسمنت . القفص يمد البناء بقوة عظيمة . لذلك نرى أن هذه الخزانات هي أكثر متانة وأطول خدمة من تلك التي تبنى بالقوالب (راجع القسم ٣ ، ٣) .

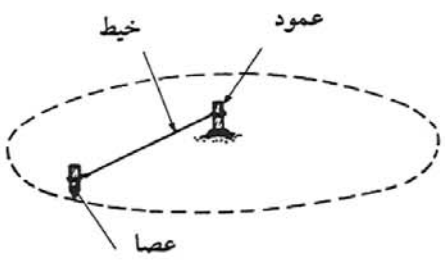
مواصفات خزان الاسمنت المقوّى مدرجة في القسم ٢ ، ٤ ، ١١ .

٢ ، ٤ ، ١ ـ تهيئة الموقع

ـ تمهد الأرض وتنظف من التراب المتراكم والحجارة والعشب .

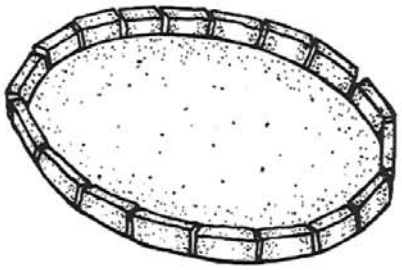
ـ ينصب عمود في الأرض يربط به خيط . تربط عصا بالطرف الآخر من الخيط ، وترسم بها دائرة بشعاع ١٢٥ سم (أنظر الشكل ٥) .

ـ تبنى دائرة من رقائق خشبية أو قرميدات رقيقة لتشكّل قاعدة للأرضية (الشكل ٦) . تفرش صحائف من الورق أو النايلون على الأرض داخل الدائرة لمنع التصاق الملاط بالأرض ولتسهيل النقل عند الحاجة .



الشكل ٥ ـ رسم قاعدة الخزان .

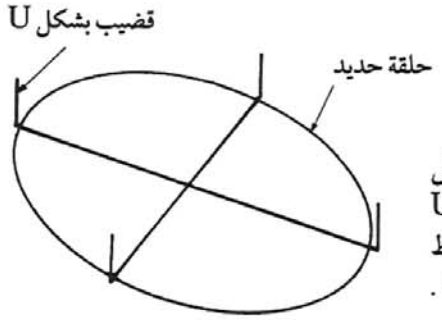
في بعض الأحيان ، تمد على الأرض طبقة من الرمل والحصى بسماكة ١٠ سم ، ثم تمدّ عليها صحيفة نايلون .



الشكل ٦ ـ قالب القاعدة .

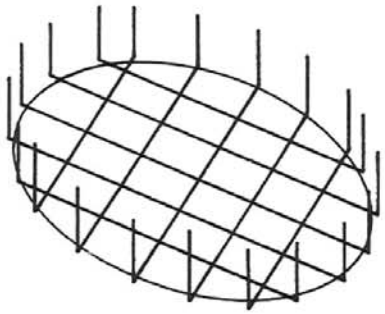
٢ ، ٤ ، ٢ ـ تقوية القاعدة

ـ يُلوى قضيبا حديد بشكل "U" ليلائما متوسط قطر خزان الماء (١٢٢,٥ سم) ويربطان بزاوية قائمة في الوسط . ومن ثم يربطان بحلقة حديدية يبلغ قطرها ١٢٢,٥ سم (الشكل ٧) . الأطراف الملوية من القضيبين تؤمن ثنيات متراكبة لضمان دمج قوي بجدار الخزان . ويتشابك طرفا الحلقة بمعدل ١٠ سم .



الشكل ٧ ـ الخطوة الأولى لاقامة هيكل القاعدة : قضيبا حديد ملويان بشكل U يربطان بزاوية قائمة في الوسط ومن ثم بالحلقة .

ـ تُقَصّ قضبان حديد أخرى وتلوى بشكل "U" وتربط بالحلقة . وتكون المسافة بين كل قضيبين حوالى ٢٥سم (الشكل ٨) .



الشكل ٨ـ هيكل متمّم للقاعدة .

ـ يفرش الشريط الشبكي على الأرض ، ويوضع عليه هيكل القاعدة ويربط به ، ثم توضع طبقة ثانية من الشريط الشبكي وتربط بداخل الهيكل (الشكل ٩) .

الشكل ٩ـ طبقتان من الشريط الشبكي مربوطتان بهيكل القاعدة .

٢ ، ٤ ، ٣ ـ بناء القاعدة

ـ تصب على صحيفة النايلون المفروشة على الأرض طبقة بسماكة ٢سم من الملاط (اسمنت : رمل : ماء بنسبة ١ : ٢ : ٤ ، ٠ وزناً) ويوضع عليها هيكل القاعدة ، فيخترق الملاط شريط الشبك ويشكّل فوقه طبقة سماكتها ٣ ـ ٥ ملم .

ـ تضاف إلى القاعدة طبقة ثانية من الملاط بسماكة ٢ سم وتمهد لتؤلف طبقة تبلغ سماكتها الاجمالية ٤ سم .

لبناء قاعدة أمتن ينصح بصب طبقة بسماكة ٢ ـ ٣سم من الباطون (اسمنت : رمل : حصى : ماء بنسبة ١ : ٢ : ٢ : ٥ ، ٠ وزناً) بدلاً من الملاط .

ـ تترك القاعدة يومين لتجف وتشتد مما يسمح ببناء الجدار ، وعندئذ تزال قاعدة القرميد .

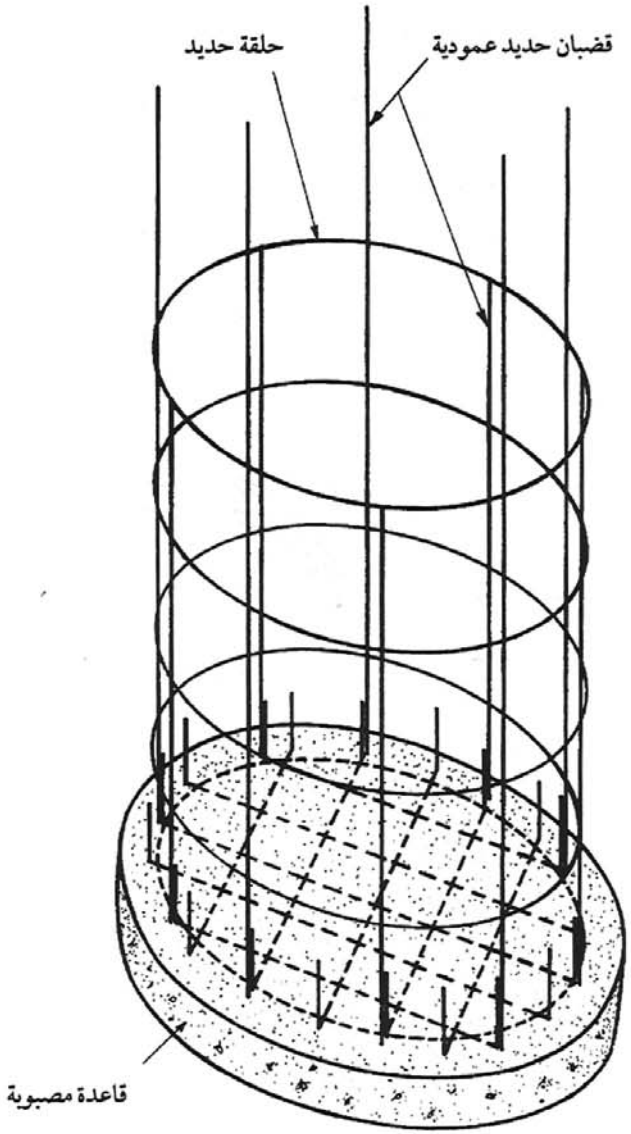
ـ تخدّش أطراف الملاط الذي صب أخيراً لتأمين رباط متماسك بين الجدار والقاعدة .

٢ ، ٤ ، ٤ ـ بناء هيكل الجدار

ـ يؤتى بعشرة قضبان حديد عمودية ، خمسة منها بعلو الجدار (١٠٦ سم) والخمسة الأخرى طولها ١٥٠سم ، وتربط بالتناوب الى ثنيات القضبان القصيرة الناتئة من هيكل القاعدة (في الشكل ٨ مثلاً ٢٠ قضيباً قصيراً) . واذا توافرت ثنيات لأطراف القضبان العمودية لتتراكب مع القاعدة فانها تزيد متانة البناء .

ـ تركب حلقات حديد حول القضبان العمودية وتربط اليها ، تفصلها عن بعضها مسافة حوالى ٢٥سم (الشكل ١٠) .

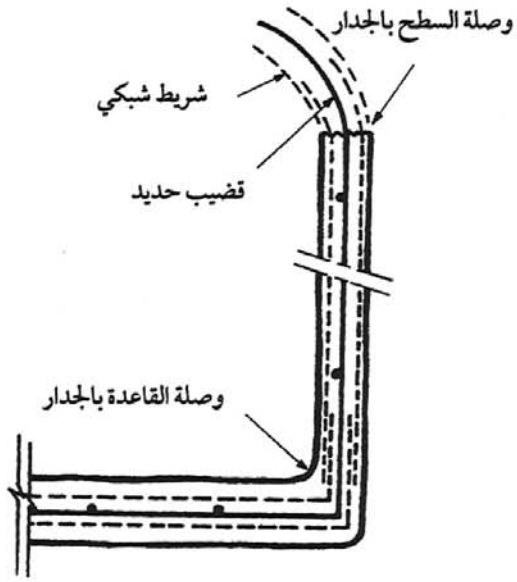
ـ تمد على هيكل الجدار طبقتان من الشريط الشبكي ، واحدة من الداخل وواحدة من الخارج ، وتربطان الى الهيكل عمودياً وعلى مدار المحيط .



الشكل ١٠ ـ هيكل الجدار

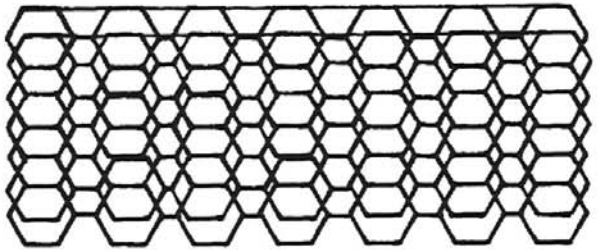
ويتراكب شبك الجدار مع الشبك الناتىء من القاعدة (الشكل ١١) .

ـ يجب أن يعلو الشريط الشبكي ١٠سم على الأقل فوق الحلقة العليا التي تطوق سقف الجدار ، والهدف هو أن تتراكب هذه مع الشريط الشبكي في سقف الخزان .



الشكل ١١ ـ وصلات القاعدة بالجدار ، والسطح بالجدار ، حيث تتراكب طبقات الشريط الشبكي عشرة سنتيمترات .

ـ يجب أن يخالَف مد طبقتي الشريط الشبكي ، الداخلية والخارجية ، بحيث تتقلّص فتحة الشبك الى نصف حجمها الأساسي (الشكل ١٢) . وذلك يتيح توزعاً أفضل للضغط .



الشكل ١٢ ـ طريقة صحيحة لمد طبقتين من الشريط الشبكي .

٢ ، ٤ ، ٥ ـ تركيب تجهيزات الأنابيب

ـ تركب أنابيب مدخل الماء والمخرج والفائض بربطها الى هيكل الجدار قبل التطيين .

ـ تلحم التجهيزات الى الهيكل اذا أمكن ، مما يوفّر ترابطاً أقوى وأبقى بين الملاط والأنابيب .

٢ ، ٤ ، ٦ ـ تطيين (توريق) الجدران

ـ يدخل البنّاء هيكل الخزان . (يستخدم سلم للدخول ، والشكل ١٧ يبيّن طريقة نموذجية لذلك) . ويطين الداخل بالملاط (اسمنت : رمل : ماء بنسبة ١ : ٢ : ٤ ,٠ وزناً) بمصقلة فولاذية أو بمالج . يقف أحد المساعدين في الخارج ويسند الموضع الذي يجري تطيينه بلوح خشبي أو معدني لتأمين التزاز أقوى . ويقترح مد طبقة من الملاط بسماكة ٣ ,٠سم (في الداخل والخارج) .

ـ يتم التطيين من أسفل الى أعلى في مقاطع دائرية متساوية ارتفاعاً . وينتهي التطيين بعد أن يشمل الحلقة العليا . بهذا يكتمل بناء الجدار .

ـ من المستحسن أن تمد طبقة من الاسمنت الخفيف (جزء اسمنت وجزء ماء) على نقطة اتصال الجدار بالقاعدة قبل التطيين لتأمين تماسك أقوى .

ـ في امكان عامل واحد أن يقوم بالتطيين اذا لفّ الهيكل من الخارج بصفحات نايلون أو خيش بشكل قالب ، وجرى التطيين من الداخل . ومن الممكن استخدام ألواح معدنية بدل النايلون فتربط بالهيكل .

ـ في الحالتين يترك الملاط يوماً واحداً ليجف . ثم تمد طبقة الصقل الأخيرة فوق الطبقة الخشنة داخل الخزان وخارجه وتنعّم بمالج خشبي .

ـ بعد يوم واحد يطلى داخل الخزان بطبقة من الاسمنت الخفيف لجعله أكثر احكاماً للماء .

ـ بذلك تصبح سماكة الجدار النهائية حوالى ٢٥ ـ ٣٠ملم .

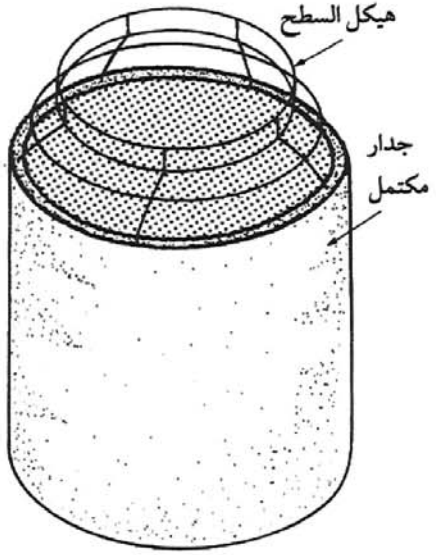
٢ ، ٤ ، ٧ ـ بناء السقف

ـ يترك الجدار يومين كي يجف ويشتد قبل أن يبدأ العمل بالسقف .

ـ تلوى خمسة قضبان حديد عمودية ناتئة من أعلى الجدار الى داخل الخزان لبناء قبة عليها وترك فتحة دائرية للدخول الى الخزان .

ـ تربط الى القضبان الملوية أربع حلقات حديدية ، لكل منها قطر مختلف (الشكل ١٣) .

ـ تمد طبقة من الشريط الشبكي



الشكل ١٣ ـ سقف متكامل من الاسمنت المقوّى ، صدفي الشكل لخزان ماء مبني بالاسمنت المقوّى .

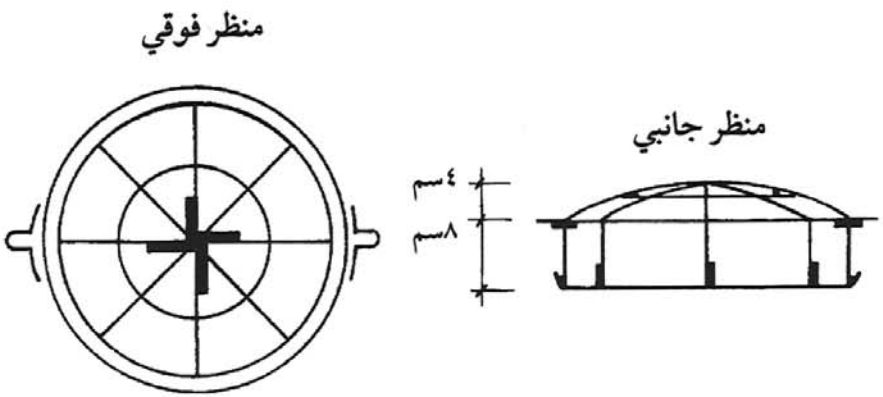
فوق هيكل السقف وتربط بالشريط الشبكي الناتىء من الجدار .

ـ تربط طبقة أخرى من الشبك بالسطح الداخلي لهيكل السقف وفوق الشريط الشبكي الناتىء من داخل الجدار (الشكل ١١ يبيّن وصلة الجدار بالسقف) .

ـ الآن أصبح السقف جاهزاً للتطيين بالملاط من الخارج ، مع سنده من الداخل بلوحة كما ذكر سابقاً .

٢ ، ٤ ، ٨ ـ غطاء فتحة الدخول

يبنى غطاء الفتحة بمعزل عن بقية الخزان . يجهز أولاً هيكل تقوية (الشكل ١٤) يتطابق مع حجم الفتحة ، بالطريقة ذاتها التي جهز بها قفص الجدار . ثم تطين الفتحة بملاط الاسمنت .



الشكل ١٤ ـ هيكل تقوية لغطاء الفتحة .

٢ ، ٤ ، ٩ ـ بلّ الاسمنت وتجفيفه

يجب أن يترك خزان الاسمنت المقوّى ليجف على مهل لبلوغ أقصى درجة من المتانة . ويتم ذلك خلال يوم واحد بعد مد طبقة الصقل النهائية . ثم يغطى الخزان بصحائف نايلون أو أكياس خيش مبللة لتحول دون جفافه بسرعة خوفاً من التشقق . ومن الأفضل بناء الخزان في مكان ظليل لحفظه من أشعة الشمس المباشرة .

٢ ، ٤ ، ١٠ ـ التجربة ، والاصلاح ، والطلاء

ـ يجب تجربة الخزان الجديد لفحصه ضد تسرب الماء قبل وضعه في الخدمة . تختم أنابيب دخول الماء وخروجه والفائض منه ، ثم يملأ الخزان تدريجياً . الاسمنت يمتص الماء عندما يكون جافاً ، لذا يجب أن يتاح الوقت الكافي للخزان كي يتمدد لدى امتصاصه الماء ، فعدم أخذ هذا العامل بعين الاعتبار ، وملء الخزان دفعة واحدة للمرة الأولى ، يؤدي الى تشققه . ويتحتم اصلاح أي ثقب يتسرب منه الماء .

ـ من الممكن اصلاح خزانات الاسمنت المقوّى بواسطة عمال عاديين . فالثقوب والشقوق الصغيرة يمكن معالجتها بتخشين رقعتها وملئها بطبقة غنية من الاسمنت والماء ، ثم تترك لتجف . ولكن لا يمكن معالجة الشقوق الكبيرة بهذه الطريقة ، فهي تستلزم كشف الأجزاء المقوية داخل الرقعة المتضررة وحولها . وهذا يعني ثقب الجدار دون المسّ بشبكة التقوية . ويتم ذلك باستخدام ازميل رفيع مستدير ومطرقة . ثم تطلى الرقعة المكشوفة

بطبقة غنية بالاسمنت ، ويطين الثقب كالسابق . وتطبّق الطريقة ذاتها على خزانات الاسمنت غير المقوّى . تترك الرقعة التي جرى تطيينها ثلاثة أيام أو أربعة لتجفّ قبل اعادة تجربة الخزان .

ـ يطلى الداخل بطبقتين من الدهان المانع للماء وغير السام . أما طلاء الخارج فيتمّ لمجرّد تحسين المظهر .

٢ ، ٤ ، ١١ ـ مواصفات خزانات الاسمنت المقوّى

في ما يأتي مواصفات خزان ماء من الاسمنت المقوّى سعة ١٢٠٠ ليتر .

مواصفات خزان سعة ١٢٠٠ ليتر :

القطر الداخلي	١٢٠ سم	سماكة القاعدة	٤ سم
القطر الخارجي	١٢٥ سم	سماكة الجدار	٢,٥ سم
ارتفاع الجدار	١٠٦ سم	سماكة السقف	٢,٥ سم
ارتفاع القبة	٢٥ سم	عدد طبقات الشريط الشبكي	٢ سم
ارتفاع الغطاء	١٢ سم	قطر قضبان الحديد	٦ ملم

الجدول ٢ يلخّص المواصفات العامة لخزانات مختلفة الأحجام .

الجدول ٢

مواصفات خزانات مختلفة الأحجام

السعة (ليتر)	القطر (سم)		ارتفاع الجدار (سم)	سماكة القاعدة (سم)	سماكة الجدار (سم)	سماكة السقف (سم)	قطر التقوية (ملم)
	داخلي	خارجي					
٢٠٠٠	١٢٠	١٢٥	١٨٠	٤،٠	٢،٥	٢،٥	٦
٥٠٠٠	١٧٠	١٧٧	٢٢٠	٤،٥	٣،٥	٢،٥	٦
١٠٠٠٠	٢٢٠	٢٢٧	٢٦٣	٥،٠	٣،٥	٣،٠	٨

٢ ، ٤ ، ١٢ ـ المواد المطلوبة لبناء خزان سعة ١٢٠٠ ليتر

الجدول التالي يلخّص المواد المطلوبة لخزان من الاسمنت المقوّى سعة ١٢٠٠ ليتر .

الجدول ٣

المواد المطلوبة لبناء خزان سعة ١٢٠٠ ليتر

الصنف	الكمية
المواد :	
شريط شبكي (فتحة ٢٠ ملم)	١٥ م٢
قضبان فولاذ (٦ ملم)	٢٠ كلغ
أنابيب حديد (٢٠ ملم)	٠,٥ م
رمل	٤٣٠ كلغ
اسمنت	٢١٥ كلغ
طلاء لداخل الخزان	٢ ليتر
طلاء لخارج الخزان	١,٥ ليتر
سلك للربط	ـ
اليد العاملة	
عامل ماهر	١٦ ساعة
عامل عادي	٦٤ ساعة

ملاحظات :

ـ المواد المطلوبة لخزانات من أحجام أخرى يمكن الحصول عليها من الجدول ٢ .

ـ ينصح بتأمين مواد إضافية احتياطاً .

ـ اذا تمّ البناء بالعمل الذاتي قلّت تكاليف العمل .

٣ ـ خزانات ماء بملاط الاسمنت مقوّاة بأسلاك معدنية

الخزانات المقوّاة بأسلاك معدنية هي مثالية لمشاريع العمل الذاتي . فبناؤها أسهل من بناء خزانات الاسمنت المقوّى وأقل كلفة . وهي أقل متانة ، الا أن استخدامها ميدانياً أثبت أنها متينة كفاية لخزن الماء .

لدى بناء خزانات مقوّاة بالأسلاك ، يستخدم سلك فولاذي (٥ ,٢ ملم) بدلاً من قضبان الحديد ، وتمد طبقة واحدة بدل اثنتين من الشريط الشبكي . ويستخدم الاسمنت والرمل بنسبة ١ :٣ (حجماً) . ويتطلب بناء مثل هذه الخزانات صنع قالب .

٣ ، ١ ـ المواد المطلوبة

ـ اسمنت ، رمل ، حصى ، ماء :

المواصفات المطلوبة لهذه المواد بحثت في القسم ٥ ,١ .

ـ مزيج الملاط (الجبلة) :

لملاط التطيين يستخدم عادة اسمنت ورمل بنسبة ١ :٣ (حجماً)

ولجبلة القاعدة يستخدم اسمنت ورمل وحصى بنسبة ١ :٢ :٤ (حجماً) .

أما نسبة الماء الى الاسمنت في المزيج فتكون عادة ٥ ,٠ :١ (وزناً) . يضاف الماء إلى مزيج الاسمنت والرمل الجاف بحسب رطوبة الرمل التي تختلف كثيراً ، فتضاف كمية أقل من الماء عندما يكون الرمل أكثر رطوبة .

من الصعب قياس الأحجام بدقة بواسطة الرفش . لذلك يجب استخدام صندوق لتعيير الرمل والحصى (تركز) . ويفي صندوق ٥٠سم × ٥٠سم × ٤٠سم بالمطلوب . فللحصول على مزيج ملاط بنسبة ١ :٣ (حجماً) يستخدم ملء صندوق رمل ومحتوى كيس اسمنت (ترابة) من ٥٠ كيلوغراماً .

ـ التقوية :

يستخدم للتقوية سلك مستقيم ملتف ، وهو أقل كلفة من شريط الشبك الملحّم وقضبان الحديد . ويستحسن استخدام شريط مزأبق لأنه لا يصدأ أثناء الخزن . واستخدام شريط شبكي بسماكة مليمتر واحد وفتحات من خمسة سنتيمترات ملائم أيضاً .

ـ القالب :

يصنع القالب من صفائح حديد قياسية مزأبقة ومموجة كتلك المستعملة للسقوف . في القسم ٣ ، ٣ ، ٣ شرح تركيب القالب .

ملاحظة : يجب تجميع كل المواد والمعدات في موقع البناء قبل مباشرة بناء الخزان .

٣ ، ٢ ـ تحضير الموقع وصب القاعدة

تحفر مساحة مستديرة في المكان المعد للخزان . وقد بحث تنظيف الموقع في القسم ٢ ، ٤ ، ١ . للخزانات الصغيرة التي يقلّ قطرها عن ٥ أمتار تمد طبقة من الرمل والحصى على الأرض المحفورة وتمد فوقها طبقة بسماكة

٥ ,٧سم من الباطون (اسمنت : رمل : حصى بنسبة ١ :٢ :٤ حجماً) . وتؤلّف هذه بلاطة القاعدة تحت الخزان (الشكل ٣) .

للخزانات المتوسطة التي يراوح قطرها بين ٥ و١٠ أمتار ، يحفر خندق دائري كحلقة حول محيط بلاطة القاعدة بعد صبها ويملأ بالاسمنت (الباطون) . وهذه الحلقة تحمل ثقل الجدار بينما تحمل القاعدة ثقل الماء فقط (الشكل ٤) .

للخزانات التي يزيد قطرها على ١٠ أمتار تصب القاعدة كتلاً متلاصقة تتيح للاسمنت مفاصل للتكيف مع التقلص وتقلب الحرارة والاستقرار . ولا يصار عادة الى تقوية القاعدة ، انما تترك أسبوعاً ليجف الاسمنت ويشتد .

في ما يلي الطريقة التقنية لبناء الأجزاء الأخرى من الخزان .

٣ ، ٣ ـ بناء خزان ماء سعة ١٠م٣ مقوّى بشريط شبكي

٣ ، ٣ ، ١ ـ المواصفات

الشكل	أسطواني
القطر الخارجي	٢٥٠ سم
القطر الداخلي	٢٤٢ سم
ارتفاع الجدار	٢٠٠ سم
سماكة القاعدة (٥ ,٧ سم + ٥ سم)	١٢ ,٥ سم
سماكة الجدار	٤ سم
عدد طبقات الشريط الشبكي	١
قطر الشريط المستقيم	٢ ,٥ سم

٣ ، ٣ ، ٢ ـ المواد المطلوبة

الجدول ٤ يلخص المواد المطلوبة لبناء خزان ماء مقوى بالأسلاك .

الجدول ٤

المواد المطلوبة لبناء خزان سعة ١٠م٣

الصنف	الكمية
كيس اسمنت (٥٠كلغ)	١٢
شريط عادي ٥ ,٢ ملم	٨ كلغ
شريط شبكي (عرض متر ، فتحة ٢سم)	١٦م
أنبوب ماء قطره ٢٠ ملم	١ م
صنبور (حنفية)	١
رمل	١ م٣
حصى	٥ ,٠م٣
اليد العاملة	
عامل ماهر	٣ أيام
عامل عادي	١٥ يوماً

ملاحظة :

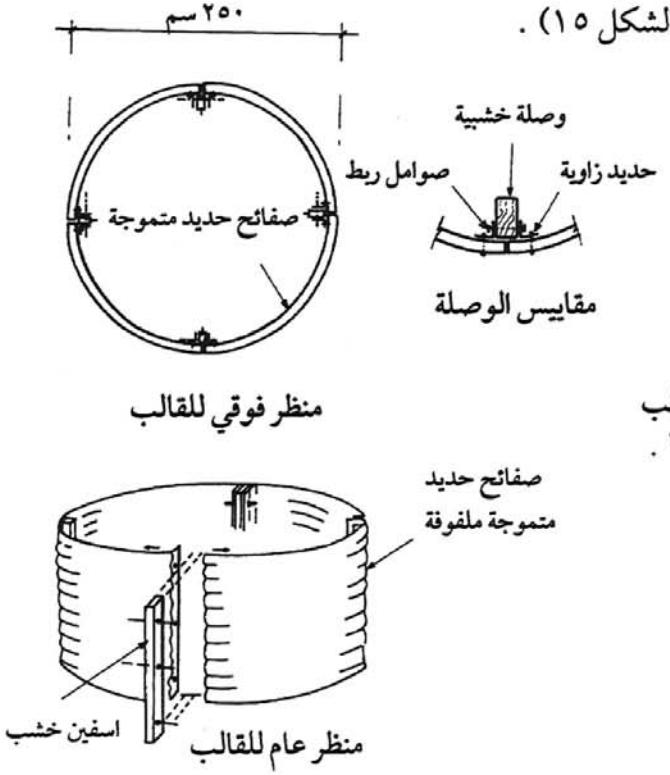
ـ توفر كلفة اليد العاملة اذا تم البناء بالعمل الذاتي .

ـ لا يشمل الجدول مواد القالب .

٣ ، ٣ ، ٣ ـ القالب

يبلغ ارتفاع القالب مترين ويصنع من ١٦ صفيحة حديد عادية مزأبقة كالتي تستعمل للسقوف (طول ١٩٦سم ، عرض ٦٦سم ، سماكة ٦ ,٠ملم ، تمّوجات ٥ ,٧سم) . يستخدم القالب ذاته لبناء خزانات عديدة وليس لخزان واحد فقط .

تثبّت قطع حديد زاوية (٤٠ملم × ٤٠ ملم× ٥ملم) عمودياً بصوامل (براغي) من جهتها الداخلية الى أطراف كل طقم من أربع صفائح . تلف المجموعات الأربع من الصفائح المعدنية لتشكل أسطوانة بشعاع ٢٥ ,١ متر بعد صوملتها . يركّب اسفين بين أطراف كل مجموعة ، فيمكن نزعه لاحقاً لتفكيك القالب (الشكل ١٥) .



الشكل ١٥ ـ تجميع قالب لبناء خزان سعة ١٠م٣ .

خلال بناء كل خزان ينظف القالب من الاسمنت والأوساخ ويزيّت بسائل لتفادي التصاق ملاط الاسمنت . ويمكن استخدام زيت السيارات المستعمل لهذه الغاية .

عندما لا يتوافر العدد الكافي من الصفائح يصنع قالب بديل موقت . في هذه الحالة تستخدم أربع صفائح لصنع قالب حلقة واحدة . وبعد تطيين أول حلقة ينزع القالب ويرفع الى أعلى لتطيين حلقة أخرى . وهكذا دواليك الى أن يتم تطيين الجدار كاملاً . ان البديل الموقت هو أقل كلفة ، لكن العمل باستخدام قالب كامل يتم بسهولة أكثر .

٣ ، ٣ ، ٤ ـ بناء القاعدة

ترسم دائرة على الأرض بشعاع ١٤٠ سم (أنظر الشكل ٥) فتنظف ثم تحفر (كما جرى الشرح بالتفصيل في القسم ٢ ، ٤ ، ١) . وتمدّ طبقة بسماكة ١٠سم من الرمل والحصى ، ثم طبقة فوقها بسماكة ٥ ,٧ سم من الباطون بنسبة ١ :٢ :٤ (اسمنت : رمل : حصى بالحجم) .

يركّب في هذه القاعدة أنبوب فولاذ طوله متر وقطره ٢٠ملم وفي طرفه الخارجي صنبور (الشكل ٣) . يترك الباطون مدة أسبوع ليجف .

٣ ، ٣ ، ٥ ـ تقوية الجدار

ـ يركز قالب الخزان على قاعدة الاسمنت الجافة .

ـ تلف طبقة واحدة من الشريط الشبكي حول القالب . ويجب أن يلتف

الشريط على ذاته عشرة سنتيمترات على الأقل ، وتبرز عشرة سنتيمترات من أعلى القالب لتلف مع الشريط الشبكي في السقف .

ـ يلف الشريط الحديدي المستقيم المزأبق (٥ ,٢ملم) بمتانة حول القالب (أي على طبقة الشريط الشبكي) ابتداء من القاعدة صعوداً وبالفسحات الآتية :

ـ شريطان في كل من التموجات الثمانية الأول .

ـ شريط واحد في كل من التموجات التالية صعوداً الى أعلى القالب .

ـ شريطان في التموج الأعلى .

ـ يوفر شريط الشبك دعماً عمودياً كما يبعد شريط الحديد عن التموجات .

٣ ، ٣ ، ٦ـ تطيين الجدار

ـ تلصق على القالب أربع طبقات من ملاط الاسمنت سماكة كل منها سنتيمتر واحد ، اثنتان من الداخل واثنتان من الخارج .

ـ يلصق ملاط الاسمنت من الخارج باليد بواسطة مالج فولاذي ، بسماكة لا تزيد على سنتيمتر واحد ، لأن الطبقات التي تزيد سماكتها على ذلك يحتمل أن تسقط .

ـ يرفع الملاط عن لوحة الطين (لوح مربّع ٣٠سم × ٣٠سم في وسط أحد جوانبه مسكة قطرها ٤سم) بواسطة مالج .

ـ يبدأ التطين (التوريق) من قاعدة القالب صعوداً ، فيملأ التموجات ويغطي السلك المقوي ويستمر في مقاطع أفقية حول الخزان . ويستحسن تطيين الطبقة الكاملة في النهار ذاته .

ـ بعد ساعات قليلة ، حين تجف الطبقة الأولى من الملاط جيداً ، يخدّش سطحها تهيئة لوضع الطبقة الثانية . تلصق الطبقة الثانية ثم ينعّم سطحها بمالج خشبي .

ـ يفكك القالب في اليوم التالي بنزع الصوامل (البراغي) والأسافين .

ـ يركب في أعلى الجدار أنبوب لفائض المياه طوله ٢٠سم وقطره ٨سم ، وتركب اللوازم الضرورية للأنبوب ثم تطيّن الرقعة حولها .

ـ تلصق طبقة من ملاط الاسمنت على الجدار الداخلي لملء التموجات وتغطية الأسلاك البارزة . وعندما تجف هذه الطبقة جيداً تمدّ الطبقة الثانية والأخيرة وتنعّم بالمالج ، فتبلغ سماكة الجدار الكاملة ٤سم .

ـ بعد مضي أربع ساعات يدهن اسمنت خفيف على الملاط من الداخل لزيادة المناعة ضد تسرب الماء .

ملاحظة : من الضروري لصق الملاط خلال أقل من ساعة بعد مزجه ، لأنه يجف بسرعة ولا يعود صالحاً .

٣ ، ٣ ، ٧ـ اكمال القاعدة

تمد على قاعدة الخزان طبقة من الملاط أو الاسمنت سماكتها ٥سم . وتستكمل الوصلة بين القاعدة والجدار بشكل مقعّر متماسك .

لا حاجة عموماً لتقوية الأرضية . ولكن إذا أدخلت طبقة من الشريط الشبكي فيجب أن تمد قبل تركيب القالب على بلاطة القاعدة ، وتتراكب مع الشريط الشبكي في الجدار ١٠سم على الأقل .

٣ ، ٣ ، ٨ ـ بناء السقف

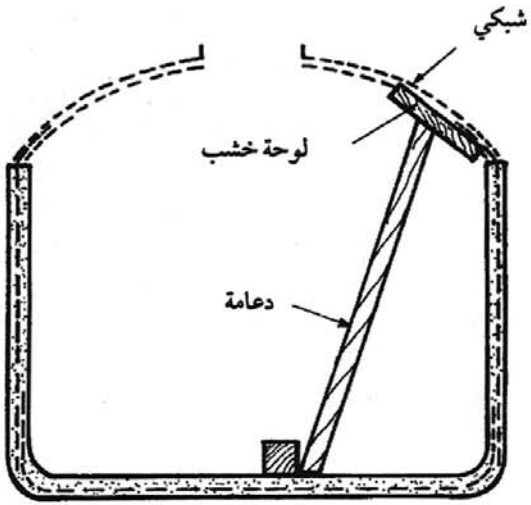
يبنى السقف أخيراً بمد طبقة من ملاط الاسمنت سماكتها ٣سم على القالب المدعوم من تحت . وقبل مدها تفرش طبقتان من الشريط الشبكي على القالب وتربط أطرافهما بالشبكة البارزة من الجدار . وهناك طريقة بديلة لبناء السقف شرحت في القسم ٢ ، ٤ ، ٧ .

يصار أحياناً الى وضع لوحة خشبية أو معدنية كدعامة مقابل الشريط الشبكي من الداخل بشكل قالب جزئي (الشكل ١٦) . ويفرش الملاط على اللوحة ويترك مدة يومين لكي يجف . ثم تنقل الدعامة الى قسم آخر الى أن يتم صب السقف كله . ويجب تأمين فتحة للدخول في السقف وصنع غطاء مستقل لها . أما الدخول الى الخزان والخروج منه فيتمّان بواسطة سلم أو بوسيلة أخرى (الشكل ١٧) .

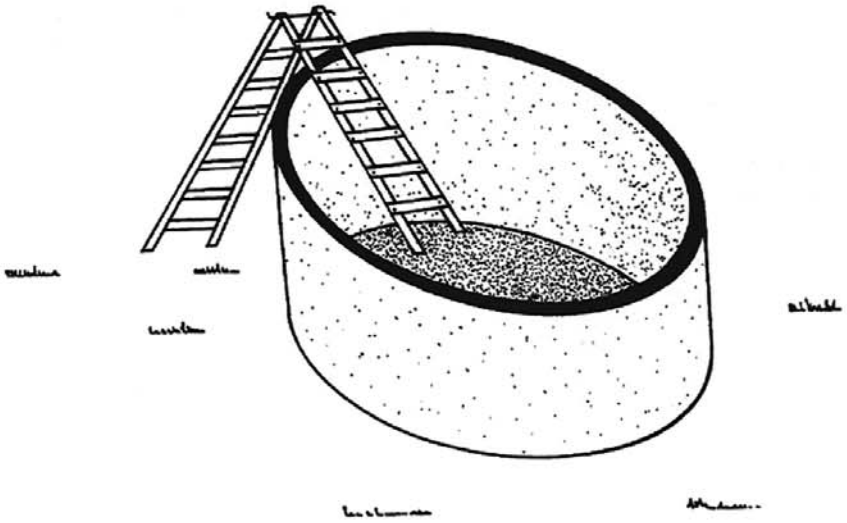
بعد أن يجف الملاط الذي يستغرق يومين أو ثلاثة أيام ، تمد طبقة أخيرة من الملاط على داخل سقف الخزان .

يطلى الخزان من الداخل بمزيج من الاسمنت والماء . ويملأ قعره بكمية قليلة من الماء تترك فيه .

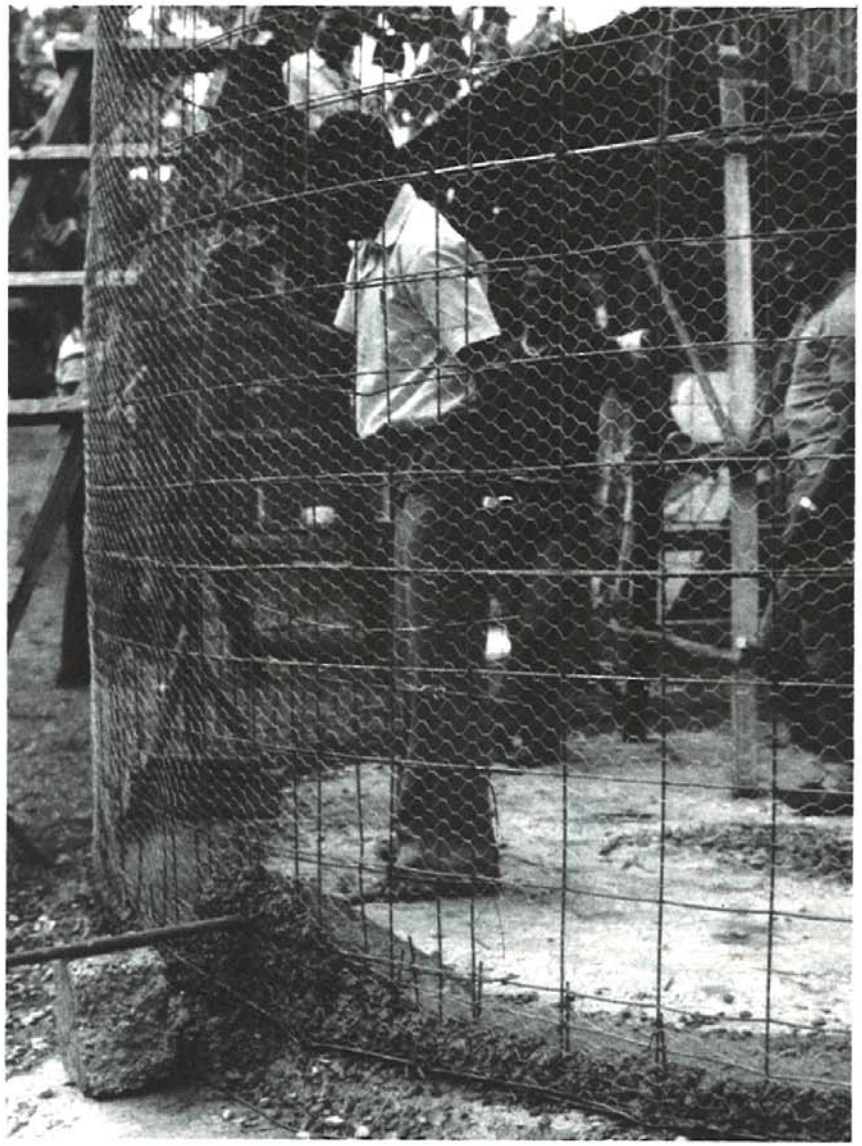
الخزانات الكبيرة تترك مفتوحة في العادة ، لكنها تغطى بطبقة عائمة من كريات الستيروفوم لكبح التبخر ومنع توالد البعوض .



الشكل ١٦ ـ بناء السقف بتنقيل قالب (لوحة خشب أو معدن) .



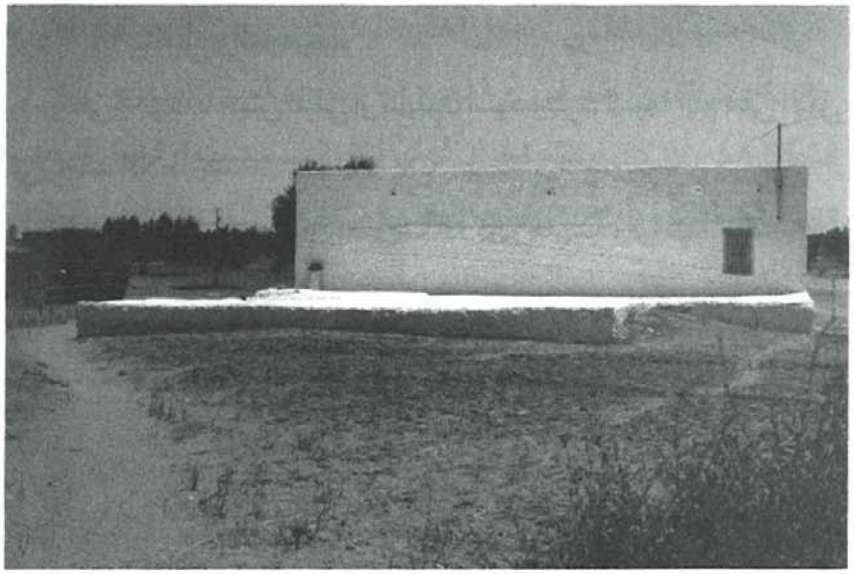
الشكل ١٧ ـ ترتيب السلّم للدخول والخروج أثناء البناء .



هيكل لخزان ماء من الاسمنت المقوّى سعته ٢٠م٣ (قيد البناء) ،في
«وحدة التكنولوجيا الريفية» . كارن ، كينيا .

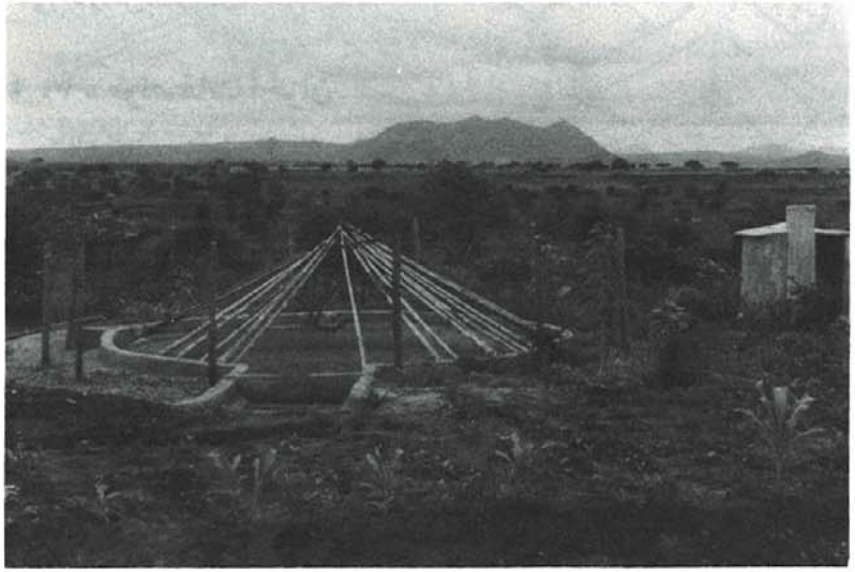
خزان ماء من الاسمنت المقوّى سعته ٢٥٠٠ ليتر . عنجر ، لبنان .

«جرة» من الاسمنت المقوى بالخيزران لحفظ ماء المطر . كاراي ، كينيا .



تجميع ماء المطر وخزنه . زرزيس ، تونس .

سلال الخيزران هذه تستخدم للتقوية في بناء جرار الماء . كاراي ، كينيا .



مستجمع ماء من الاسمنت المقوّى . ياتا ، كينيا .

٣ ، ٣ ، ٩ ـ البلّ والتجفيف

يغطى الخزان بالخيش المبلل أو بنايلون أسود ويترك لسبعة أيام على الأقل كي يجف الملاط جيداً .

اذا كان الخزان فارغاً ، وخصوصاً اذا كان جديداً ، فيجب تعبئته على مهل لاتاحة وقت كاف للتمدد .

٤ ـ بناء خزان بالاسمنت المقوّى بأسلاك شائكة للمياه الجارية على سطح الأرض

في بعض المناطق حيث يستخدم ماء المطر الجاري ، ليس عملياً نشل الماء عن سطح الأرض وتعبئته في خزانات من الاسمنت المسلح مبنية فوق الأرض . في هذه الأحوال يستحسن بناء خزانات لاستيعاب المياه الجارية على الأرض .

٤ ، ١ ـ مواصفات الخزان

ـ الشكل : نصف كروي ، يحفر في الارض .

ـ الشعاع : ٣ أمتار .

ـ سماكة الجدران : ٤ سنتيمترات .

في ما يأتي شعاعات الخزانات النصف الكروية بحسب سعتها :

السعة (م٣)	٥	١٠	٢٥	٥٠	١٠٠
الشعاع (م)	١,٤	١,٧	٢,٣	٣	٣,٦٥

٤ ، ٢ ـ المواد المطلوبة

الجدول ٥ يلخص المواد المطلوبة لبناء خزانات سعة ٥٠ و١٠ و٥ م٣ .

الجدول ٥

المواد المطلوبة لبناء خزانات سعة ٥٠و١٠و٥ م٣

الصنف	الكمية		
	٥٠م٣	١٠م٣	٥م٣
المواد			
كيس اسمنت (٥٠كلغ)	٣٠	١٢	٨
شريط شائك	لفتان	لفّة	١/٢ لفة
شريط شبك (فتحة ١٢ ملم)	٩٠م	٣٠م	١٦م
صفائح بلاستيك	١٧٥م٢	٦٠م٢	٣٥م٢
رمل خشن	٣ م٣	٢ م٣	١,٥ م٣
حجارة	١ م٣	١ م٣	١م٣
مسامير (٦سم)	٢كلغ	١كلغ	١كلغ
مسامير U ملوية (٥سم)	٤كلغ	٢كلغ	١كلغ
حجارة باطون	١٠٠	٥٠	٢٥
حبل ، خشب الخ .	—	—	—
اليد العاملة (بعد الحفر)			
عمال مهرة	٢٧ يوم عمل	١٠ أيام عمل	٤ أيام عمل
عمال عاديون	٣٦ يوم عمل	١٥ يوم عمل	١٢ يوم عمل

ملاحظة : تحذف نفقات العمل اذا تم البناء بالعمل الذاتي .

٤ ، ٣ ـ الموقع

يقام الخزان في الجزء الأدنى من مستجمع الماء ، بشرط ألا يقام في حوض أو قاع نهر . ويجب ألا تكون هناك أشجار قريبة فتلحق جذورها ضرراً بالخزان . واذا كانت الغاية هي الري ، فالأفضل اقامة الخزان مرتفعاً عن البستان ليتسنى ري المحاصيل بقوة الجاذبية من دون حاجة الى مضخة .

والمكان الأصلح لاقامة الخزان هو حيث تحتوي التربة على كمية من الصلصال . فالأرض الصخرية تشكل قاعدة متينة ، لكنها صعبة الحفر . والأرض الرملية الناعمة تحتاج الى تقوية بتبطين قاعدة الخزان بآجرّ (قرميد) مطيّن أو باضافة الحصى الى الاسمنت أو باستخدام شريط اضافي .

ان أفضل مستجمعات للماء هي التي يراوح انحدارها بين واحد وخمسة في المئة ، اذ تنتفي فيها مشاكل انجراف التربة .

٤ ، ٤ ـ الحفر

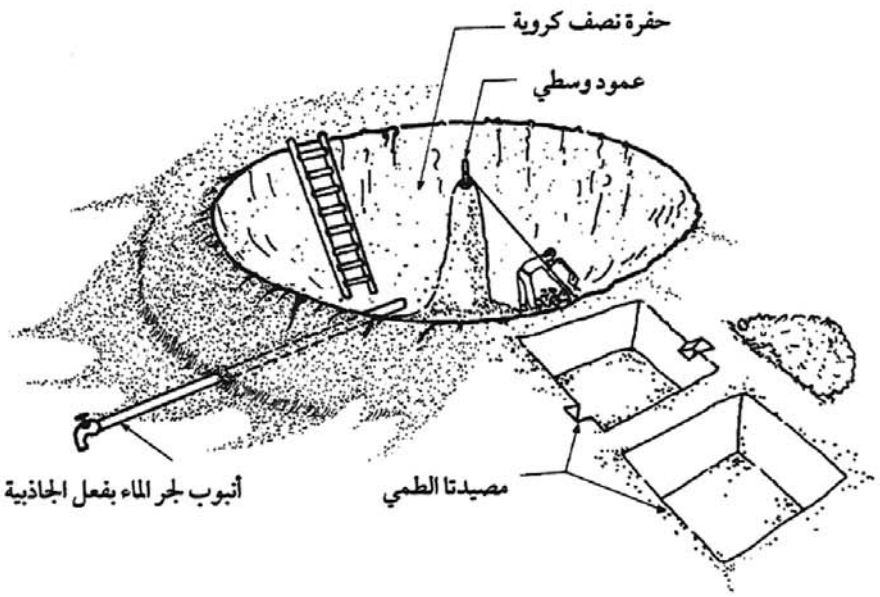
ـ اغرز عموداً قوياً في الأرض حيث سيبنى الخزان .

ـ اربط خيطاً بطول ٣ أمتار الى العمود ، وبطرف الخيط اربط عصا ، ثم ارسم على التراب دائرة شعاعها ٣ أمتار (الشكل ٥) .

ـ احفر ضمن الدائرة حفرة نصف كروية مستخدماً الخيط لقياس شعاع ٣ أمتار (الشكل ١٨) . في المرحلة الأخيرة ، انزع العمود في الوسط والتراب الذي تحته . ويسهل نزع طبقة من الصخر باشعال النار فوقها ثم رشها بالماء .

ـ عند مدخل الماء الى الخزان احفر حفرتين ، حوالى ١م × ١م × ١م ، تكونان مصيدتين للطمي . تعمل الحفرتان كبركة للترسب ومصفاة للماء .

ـ احفر ثلمين بقياس ١٠سم × ١٠سم × ٢٠سم كما هو مبين في الشكل ١٨ . اذا كان ارتفاع الخزان مؤاتياً لري البساتين بفعل الجاذبية ، فمن الضروري تجهيزه بأنبوب مخرج للماء مع صنبور (الشكل ١٨) .



الشكل ١٨ ـ الحفر لخزان مستجمع ماء من الاسمنت المقوّى .

٤ ، ٥ ـ التطيين والتقوية

ـ تطيّن «مصيدتا الطمي» أولاً بملاط الاسمنت (اسمنت : رمل بنسبة ١ :٣ حجماً) . بعد مرور أربع أو خمس ساعات يمكن ملؤهما بماء نقي يستخدم في بناء الخزان .

ـ تغلف جدران الحفرة النصف الكروية بمزيج رقيق من الاسمنت والماء بكميات متساوية (بنسبة ١ :١ حجماً) . يصب المزيج أو يدهن بالفرشاة على الجدران .

تتم هذه الخطوة في يوم واحد ويبقى السطح رطباً .

ـ في اليوم التالي تطيّن الجدران بطبقة سماكتها ٢ سم من ملاط الاسمنت الجاف (جزء اسمنت وثلاثة أجزاء رمل) ، ويترك سطحها خشناً . نذكّر بأن ملاط الاسمنت الرطب حين يجف يصبح أضعف وأكثر تعرضاً لاختراق الماء .

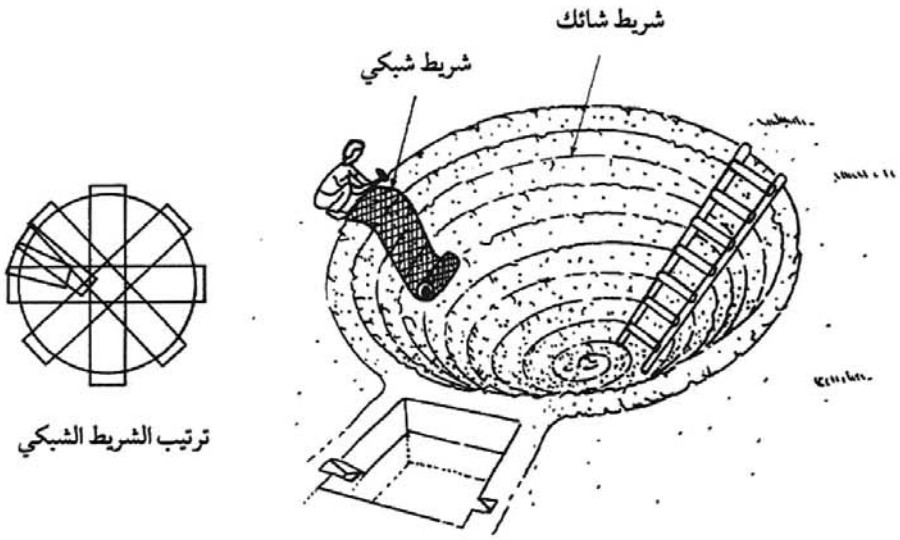
يجب اتمام هذه الطبقة في يوم واحد وابقاؤها رطبة . بعد مرور أربع ساعات على التطيين ، يرش الماء على الملاط أو يغطى بأكياس مبللة أو بصحائف نايلون سوداء .

ـ بعد حوالى يوم واحد يفرش الشريط الشائك ويسمّر الى الجدران .

تبدأ العملية من الحافة العليا للخزان حيث تسمّر لفّتان من الشريط . ثم يمد الشريط حول الجدار ويسمَّر في شكل لولبي مع فسحات من ٣٠ سم . ويجب ابقاء الملاط رطباً برشه بالماء .

ـ بعد ذلك يثبت شريط الشبك نزولاً بمسامير «U» فوق طبقة الشريط الشائك . تتقاطع أربع قطع كاملة من شريط الشبك في وسط الخزان ، وتتراكب بينها قطعتان أقصر منها (١٠ ـ ١٥سم) (الشكل ١٩) .

ـ تمد طبقة أخرى من ملاط الاسمنت لتغطي شبكة التقوية بعمق ١٠ ملم على الأقل ، وتصقل بمالج يدوي .



الشكل ١٩ـ وضع الشريط الشائك والشريط الشبكي على جدار الخزان .

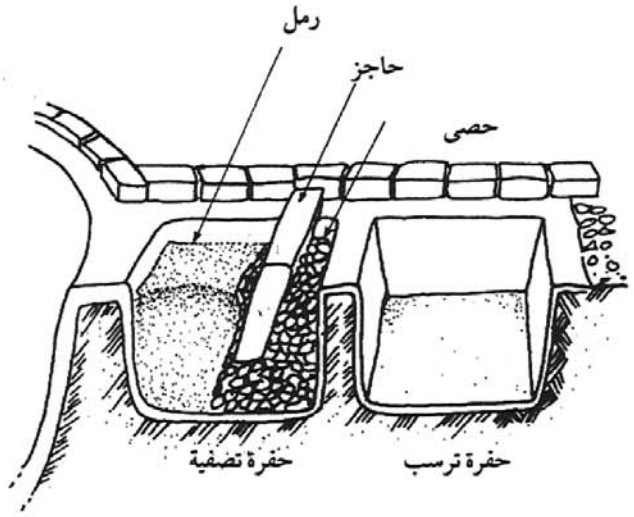
ـ ترش الطبقة الأخيرة (جزء اسمنت وجزء ماء) بواسطة فرشاة لجعل الخزان أكثر مناعة ضد تسرب الماء .

ـ يغطى الخزان بالأكياس المبلّلة أو صحائف النايلون لابقاء الملاط رطباً .

ـ تبنى حلقة باطون (اسمنت) حول دائرة الخزان زيادة في الحماية من انزلاق التربة . ويوضع صفان من القرميد على حلقة الباطون لتجنب دخول الماء العكر والمواد الجامدة الى الخزان . تبقى المسافة بين مصيدتي الطمي والخزان حرة وتترك أيضاً فتحة الى الجهة المقابلة لتسريب الماء الفائض .

٤ ، ٦ ـ حفرتا الترسّب (مصيدتا الطمي)

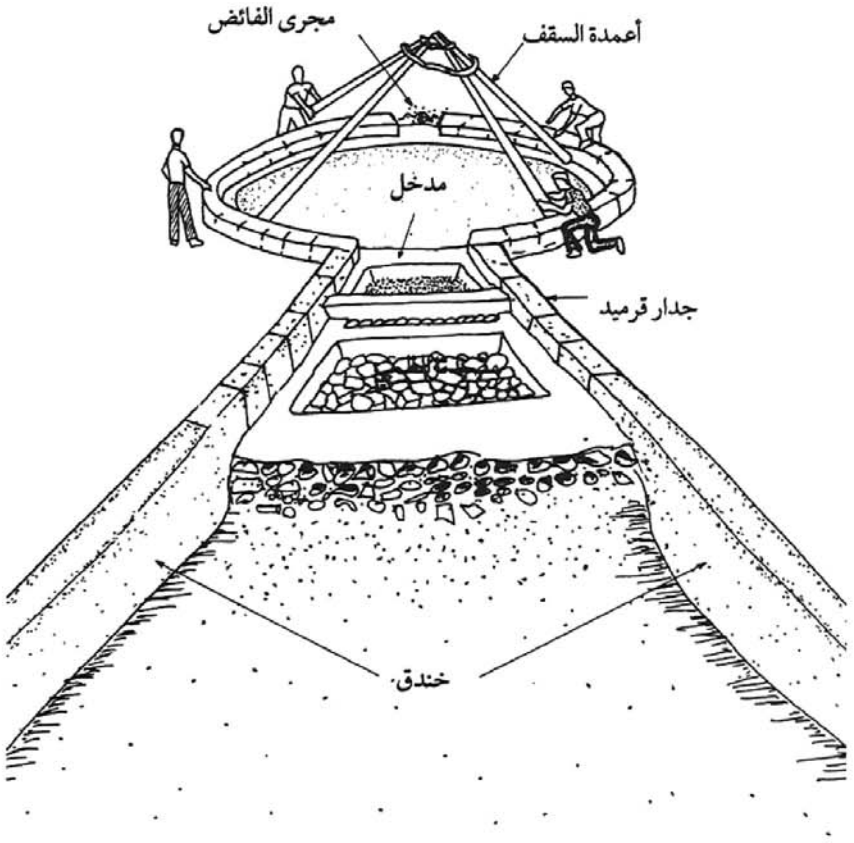
تترك أول حفرة للترسب فارغة أو تملأ بحجارة قطرها ٥ ـ ١٥ سم ، ولكن اذا تركت فارغة يسهل تنظيف الترسبات الجامدة . أما الحفرة الثانية فتقوم مقام المصفاة : تقسم قسمين بواسطة فاصل اسمنت يرتكز في الثلمين اللذين جرى حفرهما . يملأ القسم الأول بالحصى والثاني بالرمل (الشكل ٢٠) . يقام على جانبي حفرتي الترسب جدار قرميد يرتفع قليلاً عن الفاصل .



الشكل ٢٠ ـ تفاصيل مصيدتي الطمي .

٤ ، ٧ ـ السقف

يمكن وضع سقف من القش المجدول في أعلى الخزان لمنع التبخر والحد من تلوث الماء . ويمكن اقامة السقف على أعمدة خشبية . (الشكل ٢١ يبين طريقة نموذجية لاقامة الأعمدة) . يمكن أيضاً غرس نبات معترش ،



الشكل ٢١ ـ منظر عام لخزان مستجمع ماء المطر الجاري ، مبني بالاسمنت المقوّى .

كالكرمة ، في الموقع فيلتف حول الأعمدة ويوفر الظلّ للماء . ومن الممكن اقامة سياج لحماية الخزان من التخريب المتعمّد .

٤ ، ٨ ـ الميازيب

بعد الانتهاء من بناء الخزان تحفر ميازيب (خنادق بعرض ٧٥ سم وعمق ١٥سم وطول ١٠٠ متر) لتسريب المياه الجارية من المستجمع الى الخزان من خلال مصيدة الطمي . وكما ذكر سابقاً ، يجب أن يكون معدل انحدار المستجمع ١ ـ ٥ في المئة ، أي بارتفاع ١ ـ ٥ سم في كل متر واحد .

٤ ، ٩ ـ التجفيف والتعبئة والاصلاح

ـ يجب أن يترك الخزان أسبوعين على الأقل ليجف . والأفضل أن يتم التجفيف في أربعة أسابيع .

ـ تعبئة الماء في الخزان يجب أن تتم تدريجياً ليتاح الوقت الكافي لتمدد طبقة الملاط .

ـ اذا كان الماء المخزون سيستخدم للشرب فيجب تركيب مصفاة ماء .

ـ يجري رأب الشقوق الكبيرة بموجب الارشادات المتعلقة بخزانات الاسمنت المسلح والموضحة في القسم ٢ ، ٤ ، ١٠ .

٥ ـ صنع جرار ماء مقوّاة بالخيزران أو بدون تقوية

تصنع جرار الماء بدون تقوية على نطاق واسع في بعض مناطق العالم ، وتستخدم لحفظ ماء الشرب في المنازل . انها متينة ، وقليلة الكلفة (أرخص من الاسمنت المسلح) وسهلة الصنع .

في تايلند ، تبلغ كلفة صنع جرة اسمنت سعة ٢٥٠ ليتراً أقل من عُشر كلفة جرة الخزف (الفخار) التقليدية . وقد صنعت جرار سعتها حوالى ٤٠٠٠ ليتر بالاسمنت غير المقوى .

٥ ، ١ ـ بناء جرار صغيرة سعة ٢٥٠ ليتراً

ـ ابدأ بخياطة قطعتين من الخيش (١٢٥سم × ١٠٠سم) معاً بشكل مقوس ، واترك الأعلى (١٢٠سم) والأسفل (٨٠سم) مفتوحين .

ـ اقلب داخل القطعتين الى الخارج .

ـ صب قاعدة للجرة (قطر ٦٠سم وسماكة ٥ ، ١سم) من الملاط الجاف (الاسمنت والرمل بنسبة ١ :٢ حجماً مع أقل مقدار ممكن من الماء) .

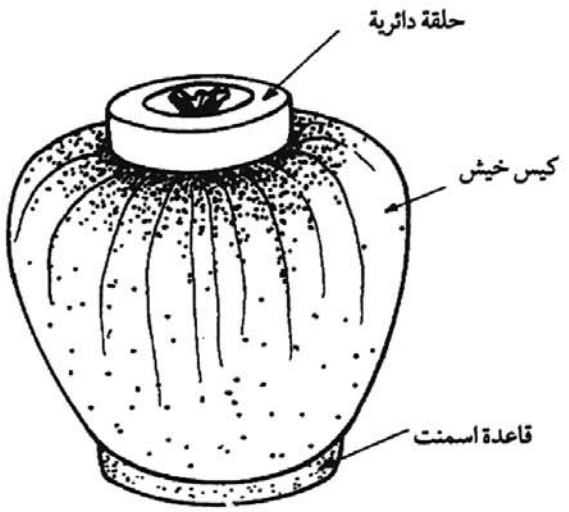
ـ بعد يوم واحد ، عندما تجف القاعدة ، ضع كيس الخيش عليها واملأه بالرمل أو القش . يأخذ أسفل الكيس (٨٠سم) شكلاً دائرياً يتطابق مع القاعدة التي يجب أن تكون بارزة قليلاً عن الخيش .

ـ من ثم اطو واربط أعلى الكيس . واضرب الكيس بخشبة كي يتخذ شكلاً ناعماً (الشكل ٢٢) .

ـ شد أعلى الكيس بحلقة كما هو مبين في الشكل ٢٢ ، ورش القالب كله بالماء .

ـ طيّن الخيش بطبقة من ملاط الاسمنت بسماكة نصف سنتيمتر .

ـ مد طبقة ثانية من الملاط بالسماكة ذاتها لتشكل سطحاً مصقولاً .



الشكل ٢٢ ـ تصميم صدفي لجرة ماء من الاسمنت في تايلند .

ـ تترك الجرة لأربع وعشرين ساعة كي تجف قبل افراغ الكيس من محتوياته . ثم يطلى داخلها بطبقة غنية من الاسمنت الرقيق (مزيج من الاسمنت والماء) .

ـ تترك الجرة بعد ذلك لاسبوعين مغطاة بأقمشة مبللة أو بصحيفة نايلون .

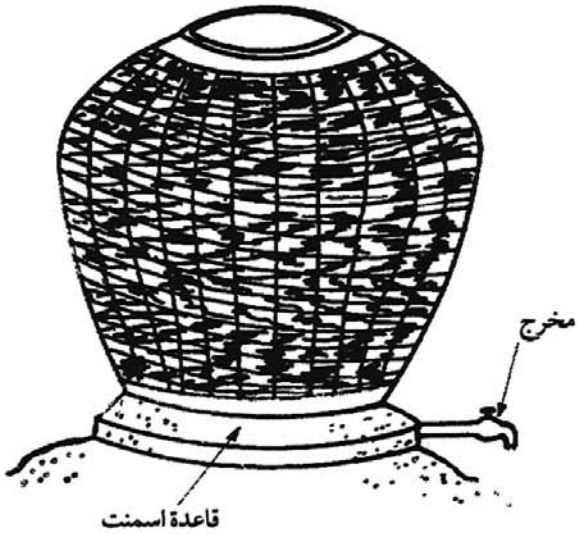
٥ ، ٢ ـ بناء جرار مقوّاة بالخيزران

الطريقة التقنية لبناء هذه الجرار تشبه الى حد ما طريقة بناء خزان ماء بالاسمنت المسلح ، انما لا يستخدم فيها شريط شبكي ، ويصنع الهيكل بالخيزران بدلاً من قضبان الحديد .

يأتي صب القاعدة في المرحلة الاولى من عملية البناء . ويجب أن تكون القاعدة أوسع قليلاً من أسفل الهيكل أو السلة .

بعد وضع السلة على القاعدة الجامدة تصب طبقة من ملاط الاسمنت بسماكة ٣ـ٤ سم على القاعدة من الداخل ، لتربط بين أطراف هيكل الخيزران . وتترك لمدة أربع وعشرين ساعة لكي تجف قبل تطيين الجدار .

يطين داخل الجدار أولاً بطبقتين من الملاط (الاسمنت والرمل بنسبة ١ :٢ حجماً) سماكة كل طبقة سنتيمتر واحد . تصقل الطبقة الثانية بمالج خشبي . تتبع الطريقة ذاتها لتطيين خارج الجرة . إنما لا حاجة إلى تطيين الجرار الصغيرة (أنظر الشكل ٢٣) .



الشكل ٢٣ ـ جرة ماء من كينيا صنعت بتطيين طبقة من ملاط الاسمنت بسماكة ٢سم على داخل سلة خيزران .

في كينيا (اقليم كاراي) استخدمت سلال محبوكة محلياً لصنع جرار سعة ٢٠٠٠ ليتر . وقد استخدمت هذه الجرار لخزن مياه المطر الجارية . وفي تايلند استخدمت هياكل خيزران للتقوية في صنع جرار سعة ٩م^{٣} .

٦ـ الحفاظ على جودة المياه المخزونة

عندما تستخدم المياه للشرب يجب الاهتمام بنظافتها .

ان خزن الماء هو جزء مهم من معالجته الطبيعية ، وهو يأخذ منحى أكثر فاعلية في المناطق الحارة . فاذا لم يكن الخزان معرضاً لتلوث اضافي ، فان الماء المخزون يطهِّر ذاته من معظم الجراثيم من خلال تفاعلات طبيعية .

فمعظم البكتيريا التي تسبب الاسهال للأولاد لا تبقى حية في الماء المخزون أكثر من أسبوع ، والقلة التي تبقى حية تموت خلال ما يقارب الشهر الواحد . لذلك يصبح الماء بعد أربعة أسابيع من خزنه خالياً من الضرر وصالحاً للشرب .

للحفاظ على جودة الماء في الخزانات يجدر اتباع الارشادات الآتية :

ـ تأمين غطاء لكل خزان يقيه من أسباب التلوث ، كالغبار وتوالد الحشرات .

ـ تركيب أنابيب لدخول الماء وخروجه وتسريب الفائض منه لتفادي ملامسة البشر والحيوان للماء ، فيبقى أكثر أماناً .

ـ وضع حاجز (منخل) حيث أنبوب تسريب فائض الماء لمنع الحشرات من دخول الخزان والتوالد فيه .

ـ تنظيف الخزان بانتظام لازالة جميع الأوساخ التي تدخل مع الماء .

REFERENCES

- Arnott, Michael. **The Biogas/Biofertilizer Business Handbook.** Peace Corps. Washington, 1982.
- Sharma, P.C. and Gopalaratnam, V.S. **Ferrocement Water Tank.** (Do-It-Yourself series. Booklet No.2). IFIC, Bangkok, 1980.
- Sharma, P.C. and Gopalaratnam, V.S. **Ferrocement Biogas Holder** (Do-It-Yourself series. Booklet No.3). IFIC, Bangkok, 1980.
- Sharma, P.C. and Gopalaratnam, V.S. **Ferrocement Canoe.** (Do-It-Yourself series. Booklet No. 4). IFIC, Bangkok, 1980.
- Watt, S.B. **Ferrocement Water Tanks and Their Construction.** Intermediate Technology Publications Ltd. London, 1978.
- "The Bamboo Reinforced Water Tank" (do-it-yourself leaflet), UNICEF, Eastern and Southern Africa Regional Office. Nairobi, Kenya, 1985.
- "Rural Water Technology", **World Water**. London, July, 1983.
- GATE. "Ferrocement Gas Holder for Two 60m3 Digesters". International Conference on **State of the Art on Biogas Technology, Transfer and Diffusion,** Cairo, November 17-24, 1984.

رئيس فريق البحث : **بوغوص غوكاسيان**

تصـــميم واخـــراج : **عجاج العراوي**

Published in this Series:

Appropriate Technology

HOW-TO SERIES

- **Instruction Manuals:**
  1 - Biogas Production
  2 - Solar Cabinet Dryer
  3 - Latrines and Domestic Wastewater Management
  4 - Solar Water Heating
  5 - Solar Cooking
  6 - Domestic Greenhouses and Food Processing
  7 - Tree Planting
  8 - Wood Conserving Bread Ovens and Mud Stoves
  9 - Wells Construction with Hand Tools
  10 - Domestic Gardens and Composting of Organic Residues
  11 - Alternative Pest Management: An Action Guide
  12 - Ferrocement Water Storage Tanks

- **Audio Visuals (Slides and Text):**
  1 - What Is Appropriate Technology?
  2 - Latrines and Domestic Wastewater Management
  3 - Solar Cooking
  4 - State of Environment in West Asia

صدر في هذه السلسلة :

التكنولوجيا الملائمة

تطبيقات عملية

- **كتيّبات :**
  ١ ـ مصنع الغاز الحيوي
  ٢ ـ المجففة الشمسية
  ٣ ـ المراحيض الصحية وتصريف المياه
  ٤ ـ سخانة الماء الشمسية
  ٥ ـ الطباخ الشمسي
  ٦ ـ البيوت الزجاجية المنزلية وإنتاج الغذاء
  ٧ ـ غرس الأشجار
  ٨ ـ مخابز ومواقد توفّر استهلاك الحطب
  ٩ ـ انشاء الآبار بمعدات يدوية
  ١٠ ـ الحدائق المنزلية وتسبيخ الفضلات العضوية
  ١١ ـ تقنيات بديلة لمكافحة الآفات الزراعية
  ١٢ ـ بناء خزانات ماء بالاسمنت المسلح

- **صوت وصورة (شرائح / سلايدز مع نص) :**
  ١ ـ ما هي التكنولوجيا الملائمة (٦٠ شريحة)
  ٢ ـ المراحيض الصحية والمياه المستعملة (٦٠ شريحة)
  ٣ ـ الطباخ الشمسي (٤٠ شريحة)
  ٤ ـ وضع البيئة في غرب آسيا (٨٠ شريحة)