الجمهورية اليمنية
جامعة عدن

مجلة جامعة عدن الالكترونية

العدد الأول مجلة علمية محكمة يونيو 2012م

جامعة عدن
University of Aden
JOURNAL
مجلة جامعة عدن الإلكترونية
University of Aden E-Journal

المحتويات

البحث	الصفحة
أبحاث العلوم الطبيعية والتطبيقية	
دراسة تحليلية لكارثة السيول ومقترح المعالجات لمدن وقرى وادي حضرموت أ.د. فيصل شمشير	22 – 1
صهاريج عدن أثار قديمة مازالت تؤدي وظيفتها د. احمد إبراهيم حنشور	49 – 23
تصميم خط الرقعة سلطان المعمري	70 – 51
دراسة الموت التراكمي لشغالات وجنود نوعي الأرضة (Amitermes lonnbergianus و Microcerotermes diversus) عند تعرضهما لبعض المبيدات الكيميائية ومستخلصات بعض النباتات في المختبر إلهام سالم باداهية العمودي أ. د. سعيد عبد الله باعنقود	87 - 71
المدى العائلي والتفضيل الغذائي لدودة البلح الصغرى (الحُمّيرة) B. amydraula Merck بموقعين مختلفين للنخيل في ساحل حضرموت – الجمهورية اليمنية عبدالباسط سعيد الغرابي أ. د.سعيد عبدالله باعنقود	97 - 89
أبحاث في العلوم الإنسانية	
العبارات المصكوكة في النصِّ الشعريّ آليَّات دمجها ومظاهر مقاومتها (شعر عبد العزيز المقالح أنموذجاً) د. سالم عبد الرب السلَّفي	120 - 101
الموقف القبلي من الوجود الأيوبي في حضرموت د. طه حسين عوض هُـديل	137 - 121
محمد بن هاشم: رائد الدعوة إلى التحديث في حضرموت أ.د. مسعود عمشوش	156 - 139
كيفية عزل الحاكم الظالم بالطرق السلمية في الشريعة الإسلامية (دراســـــة مقـــــارنة) د. الخضر حنشل	187 - 157

دراسة تحليلية لكارثة السيول ومقترح المعالجات لمدن وقرى وادي حضرموت

أ.د. فيصل شمشير
أستاذ الهندسة المدنية
كلية الهندسة – جامعة عدن – اليمن
Faisalshamsher@gmail.com

ملخص البحث

تستعرض هذه الورقة حجم أضرار الأمطار وفيضانات السيول في المباني السكنية من جراء العاصفة المدارية التي حدثت في 21-23 أكتوبر 2008 م على محافظتي حضرموت والمهرة باليمن. الدراسة تشمل المناطق الأكثر تضرراً في مديريات وادي حضرموت، دراسة تحليلية لتهدم المباني السكنية الطينية من خلال النزول الميداني إلى المدن والقرى المتضررة، وتوثيقها بالصور ودراستها. تشخيص العوامل التي ساعدت في انتشار وتوسع الأضرار والتي منها طبيعية، ويد الإنسان، وعوامل أخرى. وتقدم هذه الدراسة مقترح المعالجات الملائمة للبيئة والمناخ.

كلمات مفتاحيه: المباني الطينية، عاصفة مدارية، مدن وقرى وادي حضرموت، أضرار السيول.

An analytical study of the flood disaster and the proposed treatments to the cities and villages of Wadi Hadhramaut

Abstract

This paper reviews the size of the flooding damage in residential buildings as a result of tropical storm that occurred in 21 to 23 October 2008 on the governorates of Hadramout and Mahra in Yemen. The study includes in particular the most affected areas in the districts of Wadi Hadramout, The analytical study of the residential mud buildings demolished through field visits of the cities and villages affected and documented with pictures and study them. Diagnosis of the factors that helped in the proliferation and expansion of the damage, whether the natural factors, or human effects.

This study presents a proposal of appropriate treatments for the environment and climate.

Key Words: mud buildings, tropical storm, cities and villages of Wadi Hadramout, flooding damage.

1- المقدمة :

تميز البناء في مدن وقرى وادي حضرموت في اليمن، بتشييد المباني الطينية لبناء مساكن شخصية ومحلات تجارية ومساجد ... إلخ ، باستخدام الطوب الطيني النيئ والمقوى بالتبن ويعرف بالمدر، إضافة إلى استخدام أشجار العلب في البناء كجسور وعوارض وأغصانها كسقوف، وتستخدم أغصان وأوراق أشجار الأراك (المسواك) والأحجار والجير والجير المطفي، وهي مواد متوافرة في البيئة الطبيعية بوادي حضرموت. ويعتبر هذا النمط من البناء موروثًا تاريخيًّا وتراكمًا حضاريًّا تناقلته الأجيال [3].

تطور البناء التقليدي تدريجياً ؛ بحثاً عن المتانة وعن المساحات الواسعة للغرف، من خلال البحث عن بدائل للمواد التقليدية المتوافرة في البيئة الطبيعية عند الحاجة وندرتها. هذه المتطلبات

هي من المتطلبات اللازمة لتطوير عملية البناء من خلال استخدام المواد التقليدية، إضافة إلى مواد متاحة لتحقيق بعض الخصائص المتعلقة بالمتانة ؛ ولتحقيق المكانية المعمارية، ومنها الحصول على أبعاد (Span) توافر غرفًا واسعة ومريحة، أدى هذا الطلب إلى استخدام التكنولوجيا البسيطة والملائمة للبيئة المحلية[5] باستخدام مواسير المياه المجلفنة كعوارض (Joists) بمسافات متساوية فوق الجسور (Beams) الحديدية (Steel I-Section) بدلاً عن أشجار العلب وأغصانها والذي ربما يعرف بالإنشاء المركب (Composite Structure) ، وتستخدم الخلطة الإسمنتية (المونة) للربط بين الأحجار والبلاط (السيراميك) بدلاً عن المونة الجيرية. هذا النوع من البناء باستخدام المواد المتوافرة المذكورة سلفاً في السوق المحلية أحدث تغيراً مهماً في نمط البناء التقليدي وتغيراً ملحوظاً في ثقافة العمران، ويعتبر البناء السائد في المنطقة.

تناقش هذه الورقة حجم أضرار الأمطار والسيول وتأثيرها في تهدم المباني السكنية الطينية، من خلال النزول الميداني إلى المدن والقرى في مختلف مديريات محافظة حضرموت وتوثيقها ودراستها. وتناقش هذه الدراسة مقترح المعالجات الملائمة للبيئة والمناخ.

2 - البيئة الطبيعية والمناخية لليمن ومخاطر السيول :

1-2 البيئة الطبيعية :

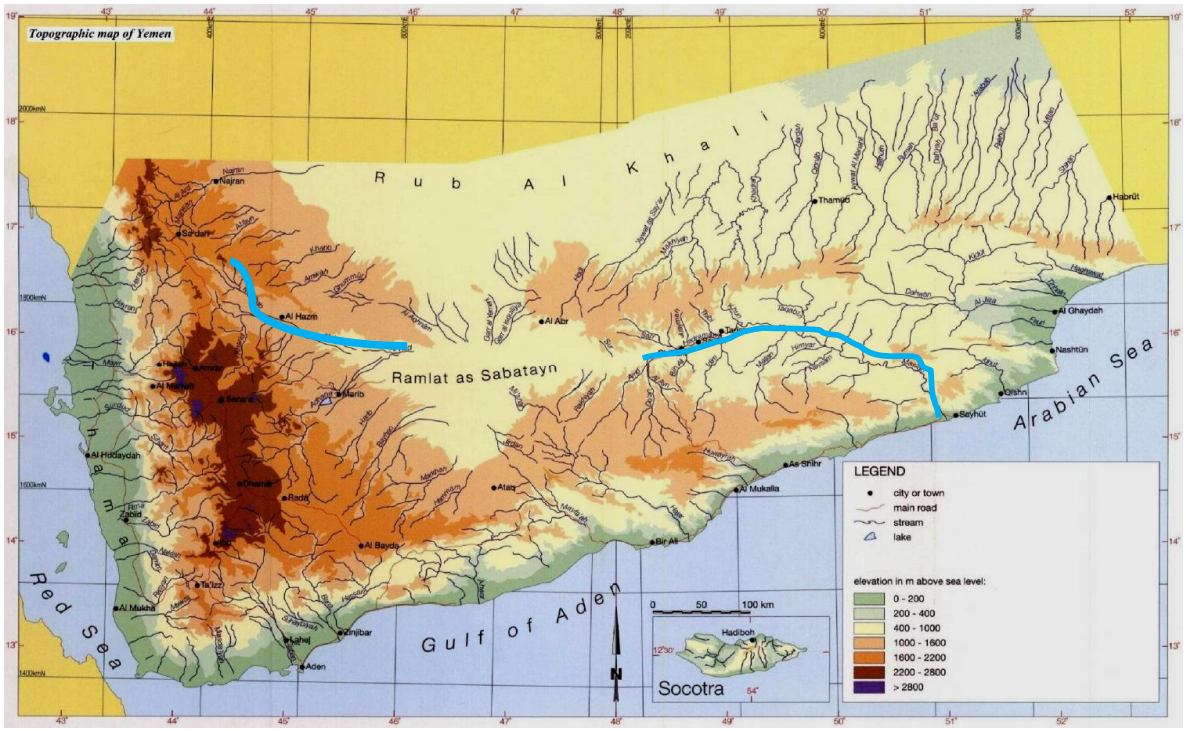
إن التكوين الجيولوجي لليمن بشكل عام هو عبارة عن صخور بلورية قديمة وصخور متحولة نارية وطفوح بركانية ورواسب بازلتية ظهرت بعد انفصال شبه الجزيرة العربية عن أفريقيا قبل أكثر من خمس عشرة مليون سنة، شهدت بعدها تطورات بيئية مختلفة [7].

وقد بينت قراءة صور الأقمار الاصطناعـية والصور الجوية أنه خلال المرحلة الرطبة (5500-8000 سنة قبل الميلاد)[7] ، كان واديا الجوف وحضرموت يؤلفان نهراً واحداً منبعه في الجبال الواقعة في الشمال الغربي ، يتغذى من مياه الأمطار التي تتجمع في أعالي الوديان حتى تصل إلى وادي الجوف، تمتلك من قوة الدفع ما يمكنها من اجتياز المنطقة الرملية المعروفة برملة السبعتين ومتابعة سيرها جنوبا وصولا إلى المحيط الهندي عبر بحر العرب شكل (1)، غير أنه بعد ذلك بدأ تدريجياً نحو الجفاف، فزادت مساحة الأراضي المتصحرة بعد أن جفت مياه الوديان فيها وتكونت الكتبان الرملية خصوصاً في أطراف الأجزاء الغربية للربع الخالي والمناطق الساحلية[2].

2-2- البيئة المناخية :

يسود اليمن المناخ الجاف إلى الشبه الجاف، وتسقط الأمطار في موسمين رئيسين، هما فصلا الربيع والصيف، وتكون درجات الحرارة مرتفعة في معظم المناطق ذات المنسوب المنخفض[4]، هذا يفسر في الأساس بأنه ناتج عن موقع اليمن بين خطي عرض 12 ^{o} و 19^{o} شمال خط الاستواء ؛ مما يتسبب في جعل الإشعاع الشمسي أكثر تركيزاً، وفي فصلي الربيع والصيف تكون المنطقة تحت تأثير نطاق المنخفض الجوي الإستوائي (ITCZ). إن المصادر الرئيسة للرطوبة المسببة للأمطار في اليمن تتضمن المحيط الهندي (بحر العرب وخليج عدن)، والبحر الأحمر، وإن وجود البحر الأحمر يتسبب في حدوث المنخفض الجوي المسمى بنطاق البحر الأحمر

(RSCZ). نظراً للتغيرات المناخية العالمية وما صاحبها من ارتفاع عالمي لدرجات حرارة كوكب الأرض، فذلك قد أسهم في حدوث تذبذب غير مألوف في المناخ، وتعد اليمن إحدى البلدان التي تأثرت وبشكل كبير من تأثيرات التذبذب في المناخ؛ حيث أصبحت البلد تواجه كوارث السيول والفيضانات والجفاف وبصورة متكررة. وقد أسهمت العوامل الجيومورفولوجية والطبوغرافية والديموغرافية للبلد في زيادة الخسائر الناجمة عن تلك الكوارث خصوصاً تلك الناتجة عن السيول والفيضانات في إحداث دمار كبير للممتلكات في أكثر من منطقة في اليمن.



شكل رقم (1) واديا الجوف وحضرموت

2-3- مخاطر السيول والفيضانات :

لقد أظهرت قاعدة المخاطر الدولية للفترة من 1980 م حتى 2000 م نقلا عن تقارير صادرة عن مكتب الولايات المتحدة لدعم الكوارث الخارجية (OFDA) ومركز بحوث أوبئة الكوارث (CRED) بأن المتوسط السنوي لحوادث الفيضانات في اليمن يبلغ حوالي 0,52 حادثة، تتسبب بوفاة 46,71 شخص في كل عام بواقع 3,65 حالة وفاة لكل مليون من السكان. وفي قاعدة البيانات نفسها تم إيراد معلومات أخرى مستنبطة من تقارير صادرة عن برنامج الأمم المتحدة الإنمائي (UNDP) ، هيئة منع ومعالجة الأزمات (BCBR) وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة (UNEP) أفادت بأن هناك حوالي 938,992 شخصاً في العالم يتعرضون لمخاطر الفيضانات والسيول، وفي اليمن يشكلون نسبة 7,33 % من إجمالي عدد السكان. وتبلغ الحالات التي تسببها الفيضانات والسيول حوالي 49,86 حالة لكل مليون معرض للخطر، كما أفادت تلك التقارير بأن هناك حوالي

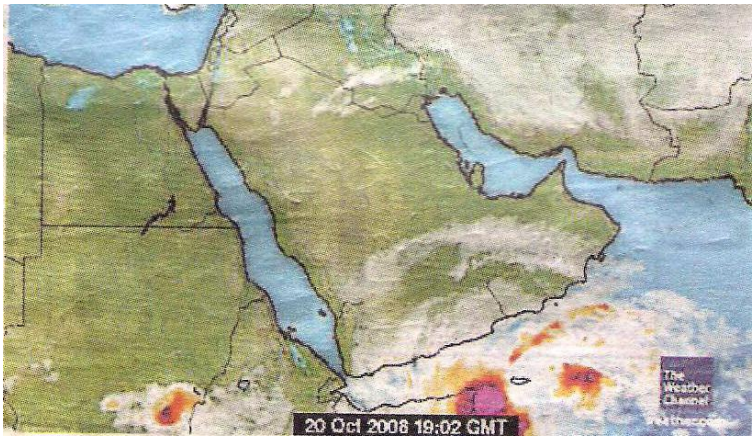
43,35 شخصًا في اليمن يتعرضون لمخاطر الفيضانات والسيول في كل عام بسبب استقرارهم في المساقط المائية ومجرى السيول المعرضة للخطر[4].

3- عاصفة مدارية بجنوب سقطرى :

استناداً إلى المصادر الإخبارية والإرصادية في حينه توقع خبراء الإرصاد في مراكز الإرصاد الأمريكية أن تتحول العاصفة المدارية التي توجد حالياً (يوم الثلاثاء 2008/10/21م) بجنوب سقطرى إلى إعصار مداري في غضون 12 – 24 ساعة اعتباراً من الساعة 7 مساء أمس بالتوقيت المحلي شكل (2)، ويتوقع الخبراء هطول أمطار غزيرة مصحوبة بعواصف رعدية على عموم اليمن في سقطرى وشمال الصومال من يوم الثلاثاء إلى يوم الخميس (21-23 أكتوبر 2008م). كما يتوقع أن تغمر الرطوبة المدارية إلى الشمال الغربي باتجاه جنوب الجزيرة العربية، والتي ستسبب الأمطار والعواصف الرعدية على اليمن وعمان حتى جنوب شرق المملكة العربية السعودية[13].

ووفقاً للرواية الشفوية وشبه الرسمية (لأنه لا يوجد لدى محافظة حضرموت مراكز رصد متخصصة ومتطورة وكادر متخصص قرب كل الأودية تقوم برصد المطر والسيل) فقد بدأ المنخفض الجوي 2008/10/21 م يتشكل بتكاثف السحب الرعدية والغيوم الكثيفة بشكل كثيف وملحوظ وغياب الشمس، أدى ذلك إلى هطول أمطار غزيرة جداً بدءاً من يوم الخميس 2008/10/23م، واستمر دون توقف لمدة أكثر من 30 ساعة، نتج عنه تجمع مياه الأمطار الغزيرة في الجبال والهضاب والسهول والأودية وتدفقها وسريانها من تلك الجبال والهضاب والمنحدرات والمساقط المائية إلى الوديان والمنعطفات وإلى مجرى الأودية الصغيرة وتجمعها في مجرى واحد هو مجرى وادي حضرموت (صورة 1).

مما يجدر إليه الإشارة أن حجم كمية مياه الأمطار المتجمعة، التي أخذت طريقها في الجريان بوادي حضرموت كبيرة جداً لم تشهدها حضرموت على مدى النصف الثاني من القرن الماضي، فقد شهد مجرى وادي حضرموت خلال سبعة عقود من الزمن وبالذات قرب المناطق (القرى والمدن) الآهلة بالسكان تضيقا لمجرى الوادي إن لم يكن البناء في مجرى الوادي أو القرب منه مثل الطرقات والمباني فكمية مياه السيول في مجرى الوادي وقوة تدفقه أدى إلى الأضرار التي لحقت بالقرى والمدن.



شكل (2) رصد العاصفة المدارية بجنوب سقطرى

صورة (1) هضاب ووديان وادي حضرموت

4- حجم الكارثة على المباني :

وفقاً للمصادر الحكومية فإن أضرار الأمطار والسيول في بيان صحفي أصدره مكتب المفوضية الأوربية في 2 / 12 / 2008 م مشيراً إلى أن أثر كارثة السيول التي تعرضت لها محافظتا حضرموت والمهرة في 23 / 10 / 2008 م راح ضحيتها 180 شخصاً، ونتج عنها تدمير 2350 منزلاً، بحسب ما صرحت به مصادر حكومية [14].

استناداً إلى تقرير نائب رئيس الوزراء للشئون الداخلية رئيس لجنة الإغاثة والإيواء والمقدم إلى مجلس الوزراء في اجتماعهم الأسبوعي 2 / 12 / 2008 م [15] ، الذي تضمن جملة الإجراءات والمهام التي أنجزتها اللجنة خلال الفترة الماضية وعلى وجه الخصوص في جانب حصر الخسائر البشرية والأضرار المادية الواقعة على المنشآت العامة والخاصة وكذا الأنشطة والأعمال العاجلة لإصلاح الخدمات وإعادة الجاهزية لمشاريع البنى التحتية إلى جانب أعمال الإيواء والإغاثة على مستوى المحافظتين، وذكر التقرير أن عدد المديريات المتضررة في محافظتي حضرموت والمهرة وصل إلى 23 مديرية كما هو موضح في جدول (1)، مبيناً

أن حجم الأضرار والخسائر في القطاعات الخدمية والبنى التحتية والممتلكات العامة وفقاً للتقديرات الأولية بلغت نحو 165 مليار ريال يمني.

كما اطلع المجلس على تقرير فريق البنك الدولي عن حجم الأضرار والخسائر المادية في مختلف القطاعات الاقتصادية والإنتاجية والخدمية والاجتماعية في محافظتي حضرموت والمهرة بمبلغ إجمالي يزيد عن 341 مليار ريال يمني، وهو ما يوازي 8 % من الإنتاج الإجمالي المحلي ... مشيراً إلى أن الأضرار توزعت بين المحافظتين بنسبة 93 % في حضرموت و 7 % في المهرة كما هو موضح في جدول (1).

جدول (1) عدد المديريات المتضررة في كل محافظة ونسبة الأضرار

المحافظة	عدد المديريات المتضررة	نسبة الأضرار
حضرموت	16	% 93
المهرة	7	% 7

وفقاً لمصدر صحيفة الثورة في عددها (16093) [15]، أن حجم الأضرار قد بلغ 506مليار ريال يمني وفق تقديرات لجنة الإغاثة والبنك الدولي، موضحاً التقرير أن إعادة الإعمار ستتجاوز هذا الرقم بكثير، موضحاً أن قطاعي الزراعة والأسماك والمنازل والطرق تتصدر قائمة الأضرار والخسائر.

أضرار المباني : بحسب تقرير لجنة الإغاثة، فقد بلغ إجمالي الخسائر والأضرار في المباني الخاصة في كلتا المحافظتين 6013 مسكن بمختلف الأضرار كما هو موضح في جدول(2).

جدول (2) حجم الأضرار في المباني الخاصة في محافظتي حضرموت والمهرة

نوع الضرر	عدد المباني
ضرر كلي	1478
ضرر جزئي	2922
ضرر بسيط	449
مساكن ضعيفة البناء (مبنية من سعف النخيل والسقوف مغطاة بالجواني والطين)	1164
الإجمالي	6013

5- تحليل تهدم المباني:

5-1 - المعاينة الميدانية :

من خلال النزول الميداني إلى مدن وقرى وادي حضرموت باعتبارها الأكثر تضرراً بحجم الخسائر في الممتلكات والأرواح، شمل النزول معاينة وتتبع مجرى السيول، وكذلك معاينة ارتداد مياه السيول ومداهمتها لمباني المواطنين، كما تمت معاينة ودراسة تهدم المباني والتعرف على نوعية التهدم وتوثيقها، من خلال ما تم دراسته ميدانياً ومكتبياً.

5-2 - العوامل الطبيعية :

1. سيادة المناخ الجاف في وادي حضرموت يؤدي إلى العواصف المطرية التي تتميز بسقوط الأمطار بمعدلات عالية تفوق قدرة امتصاص التربة لها، مما يؤدي إلى جريان مياه السيول ويكون سريعاً ومباغتاً.
2. ارتفاع هضبة حضرموت (700 متر) وتميز طبوغرافيتها وكثرة انحدارها في المساقط المائية يؤدي إلى زيادة سرعة مياه السيول (صورة 2).
3. تكاثر نمو أشجار المسكيت : (السيسبان) في الأودية الرئيسة وفي الأماكن الطبيعية لمرور السيول صورة 3 ، مما شكلت حاجزا منيعا لصد مياه السيول وارتدادها.
4. السماح للبناء والبناء العشوائي في مجرى السيول أدى إلى ارتداد مياه السيول. (صورة 4).
5. ارتداد مياه السيول وتراكم المياه عكسياً أدت إلى غمر مساحات واسعة من الأراضي وداهم المدن الصغيرة والقرى والأحياء السكنية (صورة 4).

صورة (2) انحدار المساقط المائية وارتفاعها بوادي حضرموت

صورة (3) أشجار المسكيت (السيسبان)

صورة (4) ارتداد مياه السيول ومداهمة القرى والمدن

5- 3 - العوامل الفيزيائية :

1. زيادة حجم مياه السيول تجاوز منسوب الأرض الطبيعية ومنسوب المباني، مما أدى إلى تدفقها داخل المباني.
2. سرعة تدفق مياه السيول أدت إلى نخر التربة (pipping) أسفل الأساسات (المباني)، مما أدت إلى إضعاف ثبات واستقرار التربة (أسفل الأساسات)، مما نتج عنه تهدم الأساس وحدوث التشقق الرأسي للجدران وسقوط بعض منه، (صورة 5). وفي بعض الأحيان التشقق وعدم السقوط، (صورة 6). تهدم الجدران الحاملة وسقوطها على الجدران السليمة الأخرى،ومن ثم أدت إلى تهدم المبنى بالكامل، (صورة 7).

3. قوة وشدة ارتفاع مياه السيول في الأماكن الضيقة لمرور مياه السيول أدى إلى تجاوز الدور الأرضي ودخوله إلى الدور الأول عبر النوافذ والأبواب (منطقة ساه) وأوقع خسائر في الأرواح والممتلكات وكذا تهدم المباني (صورة 8).
4. استمرار هطول الأمطار لمدة أكثر من 30 ساعة أدى إلى تشبع الجدران بالماء بالذات غير المليسة (Unplastered)؛ مما زاد من وزن الجدار مما أدى إلى تهدمه وسقوطه على الجدران الأخرى، (صورة 9).

صورة (5) تهدم الأساسات وسقوط المبنى

صورة (6) تشقق الجدران وعدم السقوط

صورة (**7**) تهدم الجدران الحاملة ومن تم تهدم المبنى

صورة (**8**) مرور مياه السيل إلى الدور الأول وتهدم جزئي للمبنى

صورة (9) تهدم جزئي

5- 4 - العوامل الفنية :

1. بعض الجدران المتشققة ، التي لم تسقط في بعض المباني والمصنفة بتهدم جزئي، لابد من دراسة حجم التشقق، فإذا ظهر بوضوح بين واجهتي الجدار فإن هذا يعتبر تشققًا خطيرًا ولابد من إزالة أو هدم الجدار، لأن هذه الجدران تظل ضعيفة حتى لو تم ترميمها. والسؤال ما هو نوع الترميم المطلوب في الجدران الطينية ؟ يستحسن هدم الجدار، لماذا؟ لأن المادة الرابطة (Bounding) بين الطين والمدر والتبن وبين المونة الرابطة بشكل عام الرابط في مادة الطين بعد مرحلة التشبع والجفاف لمرتين تكون ضعيفة. (صورة 9).
2. لوحظ في أكثر من موقع عندما يتم نخر مياه السيول للجدران من أسفلها (الأساسات) وبالذات النخر الطولي يحدث إزاحة وتشقق أفقي، وفي أماكن كثيرة تشقق رأسي للجدران، (صورة 10).
3. غياب صيانة المباني ساعد في تهدم بعضها، كما لوحظ في بعض المباني المتهدمة كليا أنها مباني طينية قديمة (خربات) لم تمسها الصيانة منذ أمد بعيد، وهذا يدعو إلى التساؤل وإعادة النظر في العمر الافتراضي للمباني الطينية ، حيث يتطلب بأن يكون هناك دور لصيانة المباني الطينية مع تحديد الفترة الزمنية للصيانة الدورية، (صورة 11).
4. المباني الطينية والمستندة على جدار حجر (كرسي حجر) بارتفاع أكثر من متر من مستوى الأرض لم تضرر، (صورة 12).
5. دعائم البوابات الكبيرة والمبنية من الأعمدة والجسور الخرسانية المسلحة لم تتهدم، (صورة 13).
6. الأساسات الحجرية والمبنية بمونة الإسمنت، وكذلك الأساسات الخرسانية المسلحة لم تتهدم من جراء السيول، (صورة 14).
7. تهدم الجدران الداخلية القواطع (Partition Walls) مرده إلى أن هذه الجدران لم تبنَ فوق أساس حجري، بل بنيت فوق تربة مدكوكة تعرضت للنخر، مما أدى إلى تهدمها، (صورة7).

صورة (10) تشقق راسي

صورة (11) مباني قديمة آيلة للسقوط

صورة (12) كرسي حجر

صورة (13) دعائم وجسور خرسانية لم تتهدم

صورة (14) المبانى الحديثة (مدرسة) لم تتهدم

5-5 - العوامل النظرية :

1. أوضح (Terzaghi and Peck ، 1967) [12] أن المتطلبات الأولية والأساسية بأن تكون قاعدة الأساس متموضعة أسفل التربة تحت عمق معين، لأن حجم التربة يتغير موسمياً وينتج عنه تعاقب الجفاف والبلل، وألا ينقص العمق عن 4 أقدام (1,2 متر).
وفي الأساسات السطحية (Shallow Footings) عرض الأساس لا يقل عن متر واحد، وأن يكون عمق الأساس مساويًا أو أقل من عرض قاعدة الأساس في الأساسات الشريطية والمنفصلة والمشتركة.

2. احتساب قدرة تحمل التربة القصوى للأساسات الشريطية في نظرية (Terzaghi،1956)[11] مبنية على ثلاثة عناصر للاجهادات، هي : جهد التصاق التربة الطينية (Cohesion) + الجهد الناتج من قاعدة الأساس (Width) + جهد الحمل الإضافي الجانبي للتربة (Surcharge Load) ويوضح في المعادلة كالتالي :

$$q_{ult} = cN_c + 0.5\gamma BN\gamma + \gamma DNq \quad \ldots\ldots(1)$$

cohesion width Surcharge

حيث،

q_{ult} = قدرة تحمل التربة القصوى (KN/m^2).
c = قوة القص للتربة الطينية (KN/m^2).
γ = كثافة التربة (KN/m^3).
B = عرض قاعدة الأساس (m).
D = عمق الأساس (m).
N_c , $N\gamma$, N q = معامل قدرة تحمل التربة القصوى.

عند احتساب قوة تحمل التربة القصوى يأخذ في الحسبان :

- إذا كانت تربة التأسيس رملية (Ø) فالحد الأول غير موجود = صفر.
- إذا كانت تربة التأسيس طين / غرين (**c**) فالحد الثاني = صفر.
- إذا كانت تربة التأسيس رملية طينية (**c** & Ø) الحدود الثالثة موجودة.

3. احتساب مقاومة التربة الطينية القصوى عند (Skempton 1951) (11) للأساسات الشريطية :

$$q_{ult} = \mathbf{c}N_{\mathbf{c}} + \gamma D \quad \ldots\ldots \quad (2)$$

$$N_{\mathbf{c}} = \mathbf{5(\ 1 + 0.2\ D / B\ )\ < 7.5}$$

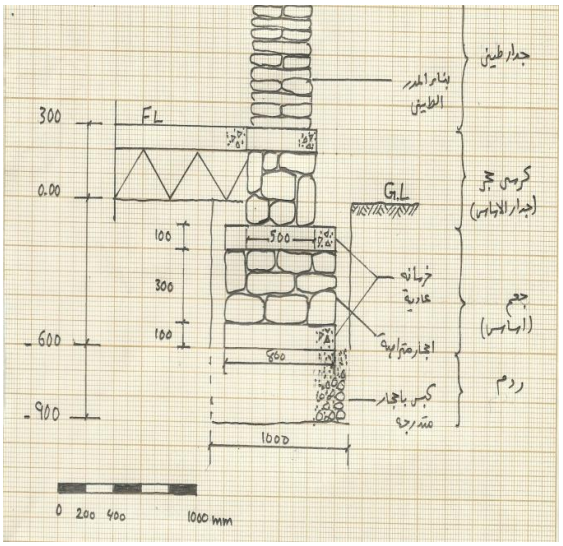
- الرموز موضحة بالمعادلة الأولى هي نفسها.

من خلال عرض الجانب النظري يؤكد ضرورة بأن تكون أبعاد قاعدة الأساس وعمق الأساس كبيرة كفاية لاستيعاب إجهادات التربة.

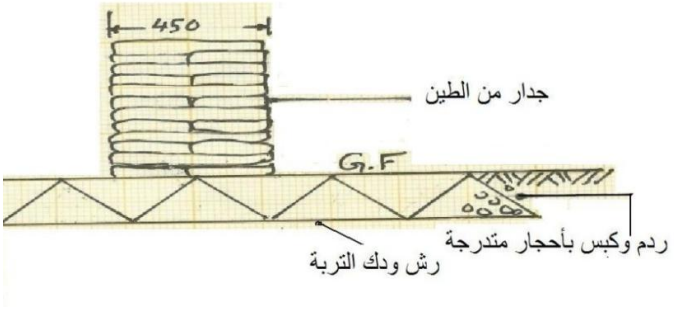
4. عند بناء الأساسات الشريطية للجدران الحاملة للمباني الطينية التقليدية في مدن وقرى وادي حضرموت لم يتم زيادة عرض قاعدة الأساس فظل مساويًا أو أكبر بقليل من سمك الجدار الحجر ومن بعده الجدار الطيني، كما هو موضح في شكل (3).
5. عمق أساس الجدران الحاملة للمباني الطينية محدود جداً (60 سم) أو أكثر بقليل في بعض الأحيان ، فهذا يجعل احتساب القوة الجانبية (Surcharge Load) كأنها لم تكن موجودة في هذا النوع من الأساسات ، مما يضعف مقاومة جهد القص الجانبية للأساسات في الأساسات التقليدية للمباني الطينية (شكل 3 و 4).
6. عند مداهمة مياه السيول المباني الطينية في مدن وقرى وادي حضرموت، دوهمت تربة الأساس الجانبية (التي هي محدودة جداً) وبمساعدة سرعة مياه السيول تمت عملية نخر التربة وأدى ذلك إلى انهيارها أولا من الجوانب وبعدها من أسفل الأساس بسهولة، وثانياً لأن مقاومة التربة لإجهاد القص محدود المساحة (القاعدة) التي يرتكز عليها الأساس، وهي غير كافية للمقاومة؛ فتهدمت من قاعدة الأساس؛ لأن استقرارها على التربة - أيضا - مهدم ، فنتج التشقق الرأسي، وفي بعض الحالات الانزلاق للجدار ومن ثم سقوط الجدار بالكامل.
7. تهدم الجدران الداخلية القواطع (Partitions) والمبنية من المدر الطيني وسمكها 45 سم بالطريقة التقليدية، فإن الجدران مبنية مباشرة فوق التربة المدكوكة (شكل 4)، بدون قاعدة أساس ولا عمق تأسيس، فعند دخول مياه السيول هذه الجدران من الطبيعي تم نخر تربة الأرضيات وبعدها أدى ذلك إلى سقوط الجدران.
8. أخطاء المشرع (المصمم للأساسات في المباني الطينية) في إهماله جهد التربة الجانبية وقام بتصغير عمق الأساس ، واستخدام عرض قاعدة أساس محدودة جداً. هل استند على شيء في ذلك؟ بالرجوع إلى شكل 3 و 4 بالطريقة التي بنيت بها الأساسات التقليدية للمباني الطينية بوادي حضرموت يعني لا وجود للحد الثالث في هذه المعادلة (Terzaghi, 1956) أم استند في ذلك على ما هو متوارث ولم يطور الموروث؟ بحيث اعتمد على قاعدة

أساس أقل من متر وعمق التأسيس 60 سم ليحمل عليها دورين وسطح، كان الأجدر بأن يقوم بمراجعة وبعملية حسابية يستخدم النظريات الهندسية في مجال تصميم الأساسات وبالذات للجدران الحاملة وغير الحاملة، لأن هذا الإهمال ساعد في تفاقم الكارثة. إن إهمال خصائص ومواصفات تربة التأسيس وعدم التنبه إلى تحديد عمق معقول، واحتساب قاعدة الأساس صحيحة واختيار نوعية موادها يؤدي حتماً إلى تأثر تلك المباني من الكارثة.

9. يجب وضع لائحة تحدد القضايا النظرية العلمية الواجب اتباعها بعد عملية التشخيص العلمي لتربة التأسيس وقاعدة الأساس، فإذا لم يعيروا أجدادنا اهتماماً لذلك فعلى الجيل الجديد من المهندسين وضع المعايير والأسس الكفيلة للاستفادة من القوانين العلمية المثبتة وأساسيات مبادئ التنفيذ لأساسات المباني وخاصة الطينية منها.
10. إن الهدف من وضع هذه القوانين في هذا البحث هو التذكير والتنبيه إلى ضرورة أخذها بعين الاعتبار عند إعداد التصاميم الإنشائية للمباني الطينية لأهميتها في حماية المنشأة، كما تفسر أيضا الحالة التي وصلت المباني التقليدية من جراء الكارثة والتنبيه إلى ضرورة استيعاب تلك القوانين العلمية والعمل بها.



شكل (3) أساسات الجدران الحاملة للمباني الطينية



شكل (4) أساسات جدران القواطع للمباني الطينية

6- المعالجات :

تم تتبع نوعية بناء أساسات المباني في مدن وقرى الوادي، كما تمت دراسة المباني المتهدمة من آثار السيول، دراسة ميدانية فاحصة مع أخذ الصور، كذلك دراسة مكتبية للصور (من خلال الكمبيوتر تكبير، تصغير، وتفحص دقيق) استعراض طريقة البناء التقليدية في الوادي والتركيز على الأساسات في سياق هذا البحث، كما تمت دراسة تاريخ البناء في وادي حضرموت[1] وتم التحليل الدقيق لتهدم المباني وبشكل شامل. فعند تصميم مقترح الأساسات من الحجر وآخر من الخرسانة المسلحة، ثم معه الأخذ بالحسبان تصميم جدار واقٍ / حماية من مياه السيول وبارتفاع

مترين من مستوى الأرض وفقاً للمعطيات الواردة في هذا البحث، تم احتساب أحمال المبنى ، الذي هو دوران وسطح للجدران الحاملة والجدران غير الحاملة، وتصميم أساسات شريطية وفقاً لما هو معمول به في المنطقة حيث تحتسب قدرة تحمل التربة المأمونة (Allawable bearing capacity – q_{all}) افتراضياً في معظم مدن وقرى وادي حضرموت ب (100 KN/m^2) كيلونيوتن على المتر المربع، وتعتبر أقل تقديرًا، باعتبار أن تربة التأسيس طين قليل الصلابة مستقر (Clay, Soft)[6]. تم تصميم الأساسات المقترحة في هذه الدراسة وفقاً لقانون (Terzaghi, 1956)[11] واحتسبت قدرة تحمل التربة القصوى (Ultimate Bearing Capacity-q_{ult}) وفقاً للمعطيات الآتية :

- عرض قاعدة الأساس (B) = (1,2) (1,4) (1,6) (1,8) متر.
- عمق الأساس (D) = 1,2 متر للجدران الحاملة، 0,6 – 0,8 متر للجدران غير الحاملة.
- قوة القص للطين غير المسند Un confined compressive strenght (q_a) = 100 KN/m^2

قوة القص للتربة الطينية $c = q_a/2 = 50$ KN/m^2 [8]

تم التأكد من معامل الأمان Factor of safetly (F.S) وفقاً[8و10]

$$q_{safe} - net = \frac{q_{ult} - net}{F.S} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

$$q_{ult} - net = q_{ult} - q = q_{ult} - \gamma D \quad . \quad .$$

q_{safe} : الأحمال الراسية على قاعدة الأساسات الحاملة لدورين وسطح. γ = الكثافة و D عمق الأساس.

كل المعطيات والقيم في حالة الأساسات المقترحة الحاملة من الحجر أو الأساسات الحاملة من الخرسانة وأساسات الجدران (القواطع) حجر أو خرسانة موضحة في جدول (3).

جدول (3) ، نتائج : مقاومة التربة القصوى ومقاومة التربة المأمونة واحتساب معامل الأمان

عرض قاعدة الأساس (B)متر	عمق الأساس (D)متر	مقاومة التربة القصوى (q_{ult}) KN/m^2	مقاومة التربة المأمونة (q_{all}) KN/m^2	احتساب معامل الأمان (F.S)
قاعدة خرسانية للجدران الحاملة				
1,8	1,2	304	100	4,8
1,6	1,2	304	100	4,1
1,4	1,2	304	100	3,5
1,2	1,2	304	100	2,9
قاعدة من الحجر للجدران الحاملة				
1,6	1,2	304	100	4,0
1,4	1,2	304	100	3,5
1,2	1,2	304	100	2,9
قاعدة خرسانية للجدران غير الحاملة (القواطع)				
1,2	0,6	295	100	4,0
قاعدة حجر للجدران غير الحاملة (القواطع)				
1,2	0,8	298	100	4,5

نوجز مقترح تصميم أساسات للجدران الحاملة من الخرسانة المسلحة وآخر من الحجر وكذلك مقترح أساسات للجدران الداخلية (Partition Walls) من الخرسانة المسلحة وآخر من الحجر موضحة ومكتوبة بطريقة المواصفات التنفيذية المتبعة في المنطقة كالآتي :

1-6- أساسات الجدران الحاملة من الخرسانة المسلحة (شكل 5):

1. الحفر للساس (الأساس): الحفر في التربة بالمقاسات والأبعاد الآتية 1,3 – 1,9 متر (بزيادة 20 سم بالتتالي) وبعمق 1,2 متر ثابت، يشمل عمل التسنيد لجوانب الحفر وشفط المياه إن وجد (نوعية الأساسات شريطية)، زيادة العمق 20 - 40 سم وفقاً لعدد الأدوار وحسب ما يراه المصمم (بحيث يبدأ عرض الأساس من 1,2 وبزيادة مستمرة كل 20 سم إلى أن يصل إلى 1,8 م تضاف 10 سم في الجوانب الأيمن والأيسر لجوانب جدار الحفر.
2. الردم : الردم داخل حفرة الساس (الأساسات) وذلك بتوريد ردم جبلي (أحجار متدرجة) يحتوي على حصلة والردم مع الرش والدك وبسمك 30 – 50 سم أسفل قاعدة الأساس وبإشراف المهندس.
3. صب خرسانة النظافة مباشرة بعد الطبقة المدكوكة للتربة بسمك 10 سم، وبنسب خلط 6:3:1 وبعرض الأساس وترش بالماء لفترة 3 أيام، أو وفقاً لتوجيهات المهندس.
4. أعمال الفرمات (الخشب) : عمل فرمات (تخشيبة) لخرسانة الأساس وفقاً للرسومات والمخططات الهندسية وبإشراف المهندس.
5. أعمال الحديد : توريد حديد مبروم بالأقطار الموضحة بالرسومات وعلى الحداد تركيب حديد التسليح في الفرمات وبالمسافات الواردة في الرسومات وبإشراف المهندس.

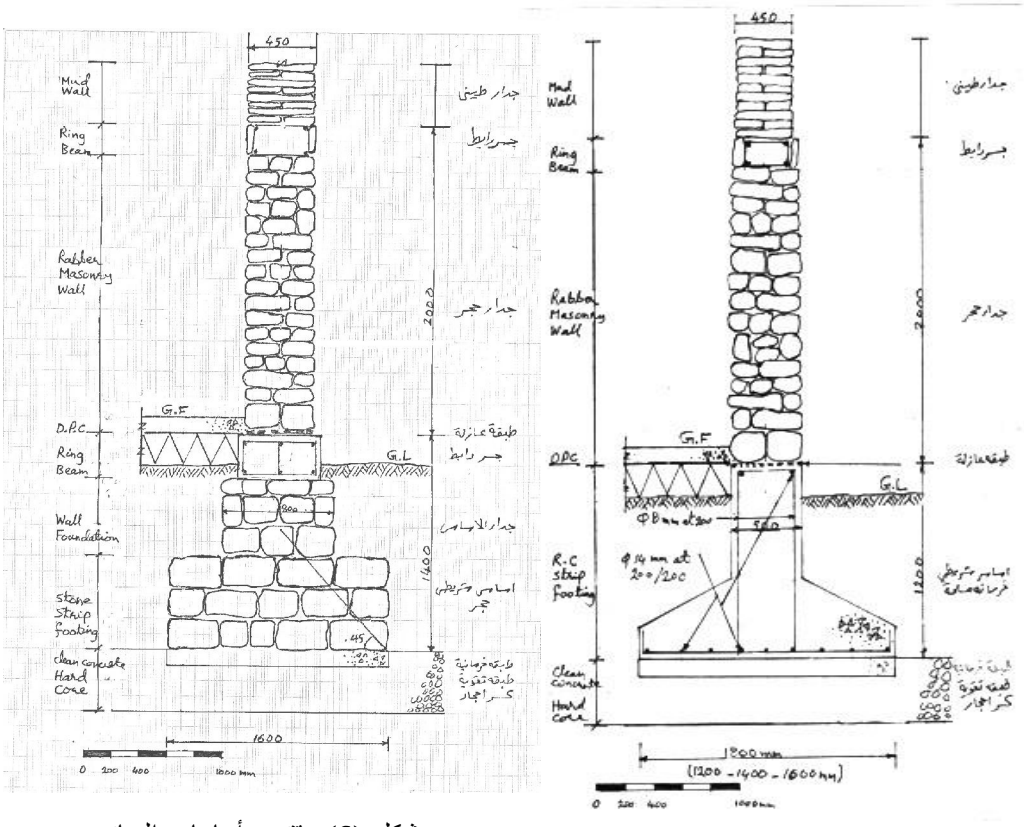
6. أعمال الصب : يتم توريد كري (حصى) ذي نوعية ممتازة ومتدرج ورمل جيد خاص بأعمال الصب، وتتم عملية خلط الخرسانة بماكينة خلط (أو خرسانة جاهزة من المصنع) وبنسب الخلط (1: 2: 4) مع استخدام الهزاز، إلى أن تنتهي أعمال صب الخرسانة كلها وفي يوم واحد ودون انقطاع.
7. أعمال الرش بالماء : تتم عملية رش الأساسات بالماء مع وضع الجواني (الخيش على الأساسات) ولمدة لا تقل عن أسبوع وبإشراف المهندس.
8. طلاء الأساسات بطبقة عازلة من الإسفلت (الدامر) طبقتين.
9. توريد طبقة عازلة من الفلت وتوضع فوق الأساس الخراساني طبقتان بينهما (دامر) أسفلت بعرض الأساس وبسمك 10 مم.
10. جدار حجر : يبنى جدار حجر فوق الطبقة العازلة مباشرة يتم بناء الجدار الحجر باستخدام أحجار ذي نوعية ممتازة مقاوم للرطوبة والأملاح ، يبنى الجدار بارتفاع مترين بطريقة الرص المنتظم مع عمل توجيه وتربيع الحجر (تداخل الأحجار) وبسمك 50 سم وفقاً للرسومات الهندسية، يتم الربط الرأسي والأفقي بين الظهارة والبطانة، باستخدام مونة إسمنتية رابطة بنسبة خلط (1: 3) مع عمل تكحيلة بارزة بالإسمنت (إذا كانت مطلوبة) وبحسب تعليمات المهندس المشرف (شكل 5).
11. جسر خرساني رابط (حزام خرساني) : يبنى الجدار الحجر إلى ارتفاع مترين وبعد هذه المرحلة ترص أحجار على جانبي الجدار بسمك 10 سم وبارتفاع 20 سم وبمساحة الفراغ يوضع حديد التسليح 4 أسياخ بقطر 14 مم وبطول الجدار . تصب الخرســـانة وبنسب (1: 2: 4) ويترك ليجف وبعدها يرش بالماء بشكل دوري بحسب توجيهات المهندس المشرف.
12. الأعتاب : يعتبر الجسر الخراساني بمنزلة أعتاب الأبواب والنوافذ وأي فتحات أخرى، فيتم تحديد الفتحات وفقاً للرسومات وبإشراف المهندس.
13. أعمال البناء بالمدر والطين : يتم بناء الجدار الطيني من الطوب (المدر) ويثبت بمونة (الطين + التبن + الماء) حسب الطريقة المعمولة بها في المنطقة وبسمك 45 سم. يتم توريد مدر بالمقاييس 45 x 30 x 5 سم من النوعية الممتازة وعلى أن يكون المدر مصنوعاً من الطين الجيد مع الأخذ بعين الاعتبار فترة اليباس (الجفاف) الكافية (شكل 5) ويستمر بناء الجدار حتى نهاية ارتفاع الدور الأرضي يستكمل البناء بالطريقة التقليدية المتعارف عليها بوادي حضرموت (العمارة الطينية السائدة).

2-6 - أساسات الجدران الحاملة من الحجر (شكل 6) :

1. الحفر في التربة بالمقاسات والأبعاد الآتية 1,3 – 1,7 متراً (بزيادة 20 سم بالتتالي وبعمق 1,2 متر ثابت، يشمل عمل التسنيد لجوانب الحفر وشفط المياه إن وجد (نوعية الأساسات شريطية) زيادة العمق 20 – 40 سم وفقاً لعدد الأدوار وحسب ما يراه المصمم.
2. الردم : الردم داخل حفرة الساس (الأساسات) وذلك بتوريد ردم جبلي (أحجار متدرجة) يحتوي على حصلة والردم مع الرش والدك وبسمك 20 – 40 سم أسفل قاعدة الأساس وبإشراف المهندس.

3. صب خرسانة النظافة مباشرة بعد الطبقة المدكوكة للتربة بسمك 10 سم وبنسب خلط 1: 3: 6 وبعرض الأساس وترش بالماء لفترة 3 أيام، أو وفقاً لتوجيهات المهندس.
4. أعمال بناء الأساس الحجر : يتم بناء أساس حجر يبدأ بمقاس عرض 120 سم وبزيادة 20سم أي (1,2 – 1,6 متر) وبارتفاع 60 سم يتم بناء قاعدة الحجر باستخدام أحجار ذي نوعية ممتازة مقاوم للرطوبة والأملاح، يبنى بطريقة الرص المنتظم ، ويتم الربط الرأسي والأفقي بين الظهارة والبطانة وباستخدام مونة إسمنتية رابطة بنسبة خلط (1: 3) وبعدها يبنى جدار آخر بسمك 80 سم وبارتفاع 50 سم و بالنمط نفسه.
5. أعمال الفرمات (الخشب) : عمل فرمات (تخشيبة) للجسر الرابط (الميدة) بين القواعد الأساسات الجدران الحاملة وأساسات الجدران الداخلية (القواطع) (Partitions).
6. حديد التسليح: وضع حديد التسليح 6 أسياخ بقطر 12 مم بمسافات 200 مم أو حسب ما يراه المصمم والمهندس المشرف.
7. أعمال الصب : توريد حصى جيد ومتدرج ورمل خاص بأعمال الصب، وتتم عملية الخلط وصب الخرسانة آلياً وبنسب خلط (1: 2: 4) مع استخدام الهزاز وبإشراف المهندس.

عمليات البناء متساوية مع أساسات الجدران الحاملة من الخرسانة المسلحة بدءاً من 7 إلى 13 الفقرة (6-1).



شكل (5) مقترح أساسات المباني للجدران الحاملة من الخرسانة

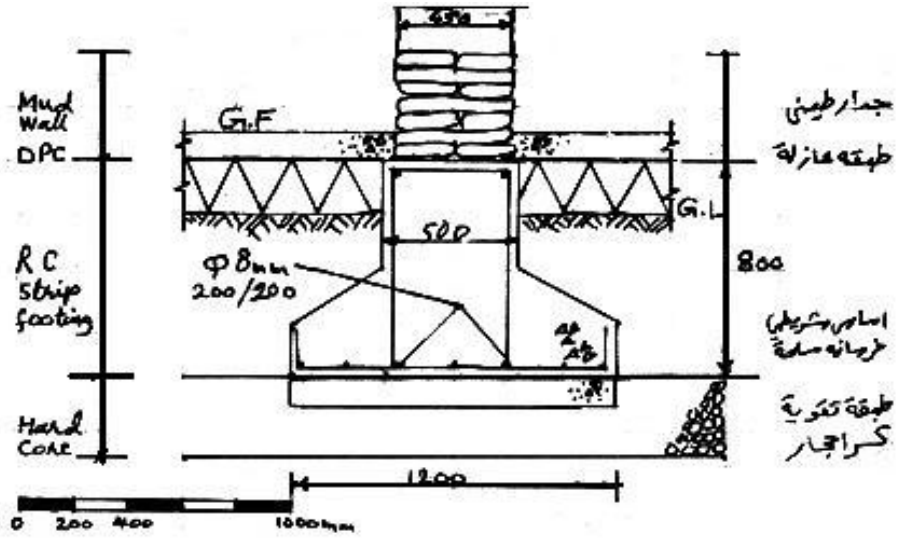
شكل (6) مقترح أساسات المباني الجدران الحاملة أساس حجر

3-6 - أساس الجدران الداخلية الخرسانية شكل (7) :

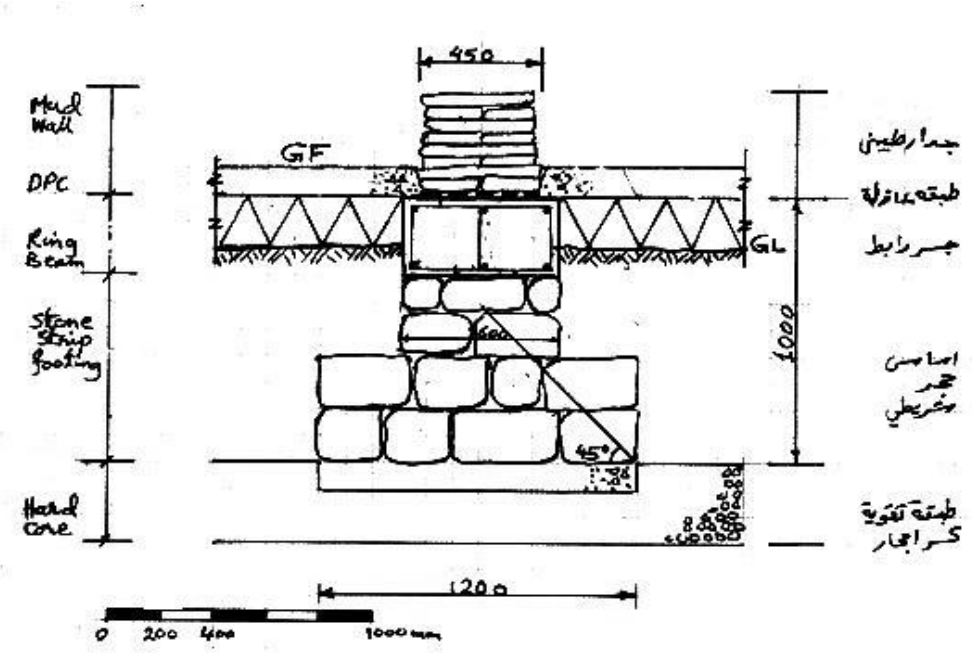
1. الحفر : وفقاً للرسومات يتم تحديد موقع الجدران الداخلية (Partition Walls)، بعدها يتم حفر التربة بالمقاسات والأبعاد الآتية : عرض 1,3 متر وبعمق 0.8 متر، ويشمل التسنيد لجوانب الحفر وشفط المياه إن وجد.
2. الردم : الردم داخل حفر الأساس، وذلك بتوريد ردم جبلي (أحجار متدرجة) يحتوي على حصله والردم مع الرش وبسمك 20 – 40 سم أسفل قاعدة الأساس وبإشراف المهندس.
3. صب خرسانة النظافة مباشرة بعد الطبقة المدكوكة للتربة 10 سم وبنسب خلط 1: 3: 6 وبعرض الأساس وترش بالماء لفترة 3 أيام ، وفقاً لتوجيهات المهندس.
4. أعمال الفرمات (الخشب) : عمل فرمات (تخشيبة) لخرسانة الأساس وفقاً للرسومات الهندسية وبإشراف المهندس.
5. أعمال الحديد : توريد حديد عادي بقطر 8 – 12 مم وفقاً للرسومات وعلى الحداد تركيب ذلك في الفرمات (التخشيبة) بالمسافات الواردة على أن يتم ربط حديد التسليح للجدران الحاملة مع حديد التسليح للجدران القواطع كما هو موضح بالرسومات بإشراف المهندس.
6. أعمال الصب :
7. أعمال الرش بالماء :
8. طلاء الأساسات بطبقة عازلة : — وفقاً للفقرة (6-1) بند 6 إلى 9
9. توريد طبقة عازلة من الفلت :
10. أعمال البناء بالمدر والطين : يتم بناء الجدار الطيني من الطوب (المدر) فوق الطبقة العازلة (بعد وضع طبقة من المونة الطينية) مباشرة، ويبنى الطوب بمونة (الطين + التبن + الماء) حسب الطريقة المعمول بها في المنطقة وبسمك 45 سم. يتم توريد مدر بالمقاييس 45 x 30 x 5 سم من النوعية الممتازة (شكل 7) ويستمر البناء إلى ارتفاع الأعتاب.

4-6 - أساس الجدران الداخلية من الحجر شكل (8) :

1. الحفر : وفقاً للرسومات يتم تحديد موقع الجدران الداخلية (Partition Walls)، بعدها يتم حفر التربة بالمقاسات والأبعاد الآتية : عرض 1,3 متر وبعمق 1,0 متر، ويشمل التسنيد لجوانب الحفر وشفط المياه إن وجد.
2. الردم : — وفقاً للفقرة (6-3) بند 2 - 3
3. صب خرسانة النظافة :
4. بناء أساس من الحجر وبعرض 120 سم وارتفاع 40 سم وفوقه يتم بناء جدار بعرض 60 سم وارتفاع 40 سم.
5. أعمال الفرمات (الخشب) :
6. حديد التسليح : — وفقاً للفقرة (6-2) بند 5 - 7
7. أعمال الصب :
8. أعمال البناء بالمدر والطين : — وفقاً للفقرة (6-3) بند 10 شكل (8)



شكل (7) مقترح أساس الجدران الداخلية (خرسانية)



شكل (8) مقترح أساس للجدران الداخلية (أساس حجر)

التوصيات :

1. إنشاء محطات إرصاد فرعية تخصصية قرب الأودية ومحطات رئيسة في بعض المديريات وتكون مجهزة بأحدث التكنولوجيا وربطها بشبكة معلومات حديثة ومسموحة ومتوافرة للمتخصصين ورفدها بالكوادر المدربة والمتخصصة.
2. ضرورة وجود هيئة وطنية لإدارة الكوارث في اليمن لها كافة الصلاحيات التي تمكنها من اتخاذ القرارات اللازمة لمعالجة أي كارثة تطرأ في القطر، وتكون مرتبطة برئيس مجلس الوزراء، وتكون هذه الهيئة نواة لاستحداث هيئة عليا لإدارة الكوارث تابعة لجامعة الدول العربية، وتكون من مهماتها جلب المساعدة اللازمة بشكل عاجل لأي دولة عربية قد تتعرض لأي كارثة لا سمح الله. (من توصيات ندوة إدارة الكوارث وسلامة المباني في الدول العربية) المنعقدة في الرياض - السعودية الفترة 29 مارس – 1 أبريل 2008 م.
3. إزالة كل الحواجز مهما كان نوعها من أماكن مرور وجريان السيول في الأودية الطبيعية، والعمل على توسعتها بشكل دوري وذلك من خلال إنشاء هيئة / قسم تقوم بهذه الأعمال مع رصد ميزانية تشغيلية.
4. ترميم المباني الطينية القديمة وإعادة تأهيلها بحيث تكون ملائمة للسكن وإعادة النظر في العمر الافتراضي للمباني الطينية في حالة إذا لزم الأمر بإزالتها.
5. إعادة النظر في تصميم وبناء أساسات المباني الطينية والأخذ بما يتلاءم مع الواقع والعلم والهندسة وذوي الخبرة.

المراجع :

1. بريتون، أودوان، ليلي بدر وسيني (1985) " وادي حضرموت- تقنيات" المركز اليمني للأبحاث الثقافية والآثار والمتاحف – عدن – اليمن – تم التنقيب بواسطة البعثة الأثرية الفرنسية (78 – 1979) باريس (Centre culturel et de recherches archéologiques, Aden).
2. حنشور ، أحمد إبراهيم (2005) " نشوء العمارة اليمنية القديمة وتطورها" رسالة ماجستير مقدمة إلى كلية الادآب – جامعة عدن – اليمن (غير منشورة).
3. شمشير و حنشور (2007): "مميزات التصميم المعماري وتكنولوجيا البناء لمدينة شبام – الموروث والمعاصرة " مجلة تقنية البناء تصدر عن وزارة الشئون البلدية والقروية، العدد (11) ص48- 61 السعودية.
4. غانم، عبدا لنور علي جازم (2008) " دراسة، أسباب الفيضانات في المناطق الجافة وشبه الجافة وأساليب السيطرة عليها- دراسة حالة فيضانات مدينة معبر في اليمن"، مجلة تقنية البناء، تصدر عن وزارة الشئون البلدية والقروية، العدد الخامس عشر ص 30- 37، السعودية.
5. فتحي، حسن (1996) " العمارة والبيئة" سلسلة كتابك، دار المعارف - القاهرة.

6. Bowles, J.E (1997) "Foundation Analysis and Design" McGraw- Hill companies - Printed in Singapore P-274.
7. Fedele, F.G., (1987) “North Yemen: The Neolithic, Yemen 3000 Years of Art Civilization in Arabic Felix, Staatliches Museum Fuer Voelkerkunde Muenchen, P36. Rome.
8. Kaniraj, S.R (1998) "Design Aids in Soil Mechanics and Foundation Engineering" Tata McGraw-Hill Publishing company Limited - New Delhi.p-224.
9. Skempton A.W, (1951) “The Bearing Capacity of Clays” Building Research Congress, the Institution of Civil Engineers, Div.1 London.
10. Spangler, M.G and Handy, R.L (1982) "Soil Engineering" Harper and Row, Publishers, In New York p-605.
11. Terzaghi, K. (1956) “Theoretical Soil Mechanics”, John Wiley and Son 1956, Chap VIII.
12. Terzaghi, K.and Peck.R.B: (1967) “Soil Mechanics in Engineering Practices”, John Wiley and Sons.Inc.
13. www.AL-AYYAM.INFO.IusseNo.5536Yemen.
14. www.AL-AYYAM.INFO.IusseNo.5572Yemen.
15. www.AL-THAWRA.NET(Issue,No.16093)Yemen.