



جامعة تشرين
كلية الهندسة المدنية
قسم هندسة المواصلات والنقل

تدوير نواتج هدم الأبنية لاستخدامها في إنشاء الطرق المحلية في مدينة اللاذقية

Recycling of C & D Materials to Reuse in constructing local roads and streets
[case study : city of latakia]

رسالة علمية أعدت لنيل درجة الماجستير في الهندسة المدنية

اختصاص هندسة المواصلات والنقل

إعداد

المهندس فاطميا

بإشراف

الدكتور المهندس رامي حنا

العام الدراسي

2013-2012

قُدمت هذه الرسالة استكمالاً لمتطلبات نيل درجة الماجستير في قسم المواصلات والنقل من كلية الهندسة
المدنية في جامعة تشرين

This thesis has been submitted as a partial fulfillment of the requirement for the
degree of MASTER in ROADS at the Faculty of Civil Engineering, Tishreen
University.

تصريح

هذا البحث " تدوير نواتج هدم الأبنية لاستخدامها في إنشاء الطرق المحلية في مدينة اللاذقية
" لم يسبق أن قُبل للحصول على شهادة، ولا هو مُقدّم حالياً للحصول على شهادة أخرى.


فاطر علي ميا


تاريخ: ٢٠١٣/٠٢/١٣

DECLARATION

This is to declare that, this work "

Recycling of C & D Materials to Reuse in constructing local roads and streets [case study : city of lattakia] " has not been being submitted concurrently for any other degree.

FATER MAYA


Date: 13/02/2013

نوقشت هذه الرسالة بتاريخ ٢٠١٣/٠٢/١٣ وأجيزت.

لجنة الحكم:

الدكتور المهندس رامى حنا

أستاذ مساعد في قسم هندسة المواصلات والنقل - كلية الهندسة المدنية، جامعة تشرين



الدكتورة الهندسة صبا خيربك

مدرسة في قسم هندسة المواصلات والنقل - كلية الهندسة المدنية، جامعة تشرين



الدكتورة الهندسة رناء درويش احمد

مدرسة في قسم هندسة المواصلات والنقل - كلية الهندسة المدنية، جامعة تشرين



كلمة شكر

في ختام هذا البحث أتوجه لكل من ساهم في إنجاز هذا العمل، ولجامعة تشرين التي احتوت هذا العمل وكلية الهندسة المدنية وبالأخص قسم هندسة المواصلات والنقل وكادره التدريسي، وللجمهورية العربية السورية - وزارة التعليم العالي.

وأتخص بالشكر الدكتور المهندس رامي حنا الذي تفضل بالإشراف على هذا البحث.

م. فاطم علي ميا

شهادة

تشيد بأن هذا العمل الموصوف في هذه الرسالة " تدوير نواتج هدم الأبنية لاستخدامها في إنشاء الطرق المحلية في مدينة اللاذقية " هو نتيجة بحث علمي قام به المرشح السيد فاطر علي ميا بإشراف الدكتور المهندس رامي حنا (أستاذ مساعد في هندسة المواصلات والنقل، كلية الهندسة المدنية بجامعة تشرين، اللاذقية، سورية)، وإن أي مرجع ورد في هذه الرسالة موثق في النص.

بإشراف

المرشح

د.م. رامي حنا



د.م. فاطر علي ميا



تاريخ ٢٠١٣/٠٢/١٣

CERTIFICATION

It is hereby certified that, the work described in this thesis "

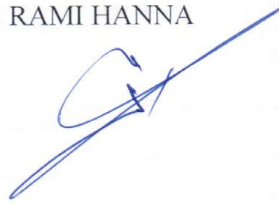
Recycling of C & D Materials to Reuse in constructing local roads and streets [case study : city of lattakia] of Mr. FATER MAYA own investigations under the supervision of **Dr. RAMI HANNA**(Associate Professor, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, SYRIA), and any reference of other researchers work has been duly acknowledged in the text.

Candidate

Supervisor

FATER MAYA

Dr. RAMI HANNA



الفهرس:

الرقم	العنوان	الصفحة
	عنوان البحث	1
	رسالة الماجستير	2
	جدول المحتويات	7
	قائمة بالاشكال	10
	قائمة بالجداول	14
المقدمة		
1	-المقدمة	18
1-1	إشكالية البحث	19
2-1	أهداف البحث	21
3-1	تنظيم البحث	23
الفصل الثاني		
2	مراجعة الابحاث وتجارب بعض البلدان في تدوير وإعادة استخدام المواد المدورة	27
1-2	تعريف نفايات الهدم والإنشاء c&d	27
2-2	آليات وتجهيزات ومعدات عمليات الهدم والتدوير	28
1-2-2	تقنيات الهدم وطرائقها	28
2-2-2	تدوير مواد البناء وأهميتها الاقتصادية والفنية البيئية	33
3-2-2	محطات نقل الحطام	38
4-2-2	تقنيات تدوير و معالجة الحطام (البيتوني والخفاني المنشأ)	40
1-4-2-2	تقنيات المعالجة	41
2-4-2-2	معدات محطات التدوير	42
=	الكسارات	43
=	محطات فصل وفرز المواد	46

49	استخلاص الحديد	=
52	الكسارات المتنقلة	=
53	المستودعات	3-4-2-2
56	تجارب بعض بلدان العالم في مجال إنتاج وتدوير الحصىيات من نفايات الهدم وانقاضها (C&D)	3-2
الفصل الثالث		
76	وصف مكبات ومصادر المواد الخام من نفايات أنقاض هدم الأبنية بمدينة اللاذقية	3
76	مكبات التجميع النظامية والعشوائية لنفايات وبقايا الهدم والبناء في مدينة اللاذقية و مواقع أخذ عينات الاختبار	1-3
80	الإجراءات المتبعة لإعداد كميات المواد الممكن إعادة تدويرها	2-3
80	النية التحطيم واعداد عينات التجريب المستخدمة في البحث	1-2-3
81	تحديد مصادر العينات	2-2-3
الفصل الرابع		
85	التجارب التوصيفية على المواد المدورة (المخبرية والحقلية) وتحليل النتائج	4
86	المواصفات الفنية المعتمدة محليا لمواد الرصف	1-4
86	مواصفات طبقة الأساس الحصوية	1-1-4
86	مواصفات طبقة ماتحت الأساس الحصوية	2-1-4
87	التجارب التوصيفية المخبرية المطبقة على المواد المدورة المستخدمة في البحث .	2-4
87	التجارب التوصيفية على مواد مدورة من مكب المدخل الشرقي لمدينة اللاذقية	1-2-4
99	التجارب التوصيفية على مواد مدورة من ورشة هدم لمبنى في حي الصليبية بمدينة اللاذقية	2-2-4
107	التجارب التوصيفية على مواد مدورة من ورشة هدم لمبنى في حي عين أم إبراهيم بمدينة اللاذقية	3-2-4
116	التجارب التوصيفية على عينات من خلانط مواد مدورة من البيتون والخفان	4-2-4
127	تحليل نتائج تجربة المكافئ الرملي للمواد المدور من مكب المدخل	5-2-4

	الشرقي ومن ورشة هدم بناء الصليبية وورشة هدم بناء عين أم إبراهيم باللاذقية	
128	تحليل نتائج تجربة الامتصاص للمواد الخام المحضرة من مكب المدخل الشرقي ومن ورشة هدم بناء الصليبية وورشة هدم بناء عين أم إبراهيم باللاذقية	6-2-4
129	تحليل نتائج تجربة الكثافة الحجمية للمواد الخام المحضرة من مكب المدخل الشرقي ومن ورشة هدم بناء الصليبية وورشة هدم بناء عين أم إبراهيم باللاذقية	7-2-4
129	الدراسة الحقلية التطبيقية لاختبار استخدام عينات من نواتج الهدم المدورة في تنفيذ تأسيس طريق زراعي (طريق مقبرة بسنادا باللاذقية)	3-4
الفصل الخامس		
139	النتائج - الاستنتاجات والتوصيات	
140	تحليل ومقارنة نتائج التجارب المنفذة على المواد المدورة من أنقاض الهدم (المدخل الشرقي وبناء الصليبية وبناء عين أم إبراهيم)	1-5
140	نتائج التحليل الحبي	1- 1-5
141	نتائج حدود التبرغ	2-1-5
141	نتائج بروكتور المعدلة	3-1-5
143	نتائج ال C.B.R.	4-1-5
144	نتائج لوس أنجلوس .	5-1-5
147	الاستنتاجات .	2-5
147	التوصيات .	3-5
149	ملخص	
151	المراجع	
155	الملاحق a-b-c	

فهرس الاشكال

الشرح	الصفحة	رقم الشكل
الفصل الأول		
مقطع نموذجي في طبقات الرصف للطرق المحلية في مدينة اللاذقية	21	1-1
مثال عن المكبات العشوائية في مدينة اللاذقية	22	2-1
مخطط هيكلية لمنهجية البحث	24	3-1
الفصل الثاني		
مراحل عملية الهدم اليدوي	29	1-2
طريقة الهدم اليدوي	30	2-2
الهدم بالباكر	30	3-2
الهدم بالكرة الحديدية	31	4-2
التمثيل البياني لطرق الهدم الميكانيكي	31	5-2
الهدم بالمتفجرات	33	6-2
مخطط بياني يمثل مستويات التخلص من النفايات	34	7-2
صورة تبين شكل الحجارة (الدبش) بعد التكسير و عزل الحديد و الشوائب	35	8-2
صورة تبين مقارنة الحصىيات الطبيعية و المدورة(قبل الطحن)	35	9-2
صورة تبين مقارنة الحصىيات الطبيعية و المدورة(بعد الطحن)	35	10-2
مخطط بياني نموذجي لمحطة طحن البيتون	41	11-2

مخطط هيكلية لمحطة تدوير نموذجية (تدرج حبي مغلق)	41	12-2
تعبئة الحطام في الكسوة	42	13-2
رسم تمثيلي لنماذج الكسارات المستخدمة	44	14-2
صورة محطة تدوير متكاملة ثابتة	45	15-2
صورة محطة تدوير متكاملة ثابتة	46	16-2
الغرابيل الهزازة	47	17-2
عملية الفصل الالكترومغناطيسية	50	18-2
عملية الفصل الرطب	51	19-2
محطة الغربلة	52	20-2
يوضح رسم تمثيلي عن كسارة متنقلة	52	21-2
التحميل في الكسارة الأولية	53	22-2
مستودعات تخزين الحصىيات	54	23-2
مخطط يمثل تدوير الحصىيات	54	24-2
صورة تمثل المستهلكين/ المتعهدين	56	25-2
شكل يمثل بنية الرصف الطرقي	59	26-2
مخططات معاملات المرونة (E) لطبقة الأساس لطريق في السويد	64	27-2
صورة ساحة تجميع مواد البيتون المكسرة كموايد لإنشاء الطرق	64	28-2
المنحنيات الحبية للبيتون المكسر (السويد)	65	29-2
حجوم المواد المدورة الناتجة سنويا في كندا	73	30-2
صورة تبين عملية تأسيس طريق من الحصىيات المدورة	74	31-2
صورة تبين طريق يستخدم البيتون المدور في إنشائه	74	32-2

الفصل الثالث		
صورة تبين واقع مكب المدخل الشرقي المؤقت للمدينة	78	1-3
صورة تمثل مكب دوار الشمس	78	2-3
صورة تمثل مكب شارع الحسين بعد الثانوية الصناعية	79	3-3
صورة تمثل مكب طريق معمل النسيج / قرب كازية الجامع	79	4-3
صورة مكب البصة الرئيسي	80	5-3
مصور / خارطة تمثل موقع مكب مدخل المدينة الشرقي المؤقت	82	6-3
مصور / خارطة تمثل موقع رخصة هدم بناء في حي الصليبية - شارع بغداد	82	7-3
مصور / خارطة تمثل موقع رخصة هدم بناء في حي عين أم إبراهيم	83	8-3
صورة تمت أكياس العينات من المواقع المختلفة	83	9-3
الفصل الرابع		
منحني التحليل الحبي تحت الأساس (للموقع الأول)	89	1-4
منحني التحليل الحبي لطبقة الأساس	89	2-4
منحنيات بروكتور للموقع الأول (المدخل الشرقي)	92	3-4
منحنيات cbr لعينات هدم الخفان + البيتون للموقع الأول	96	4-4
رسم بياني لقيم كثافات RBC للموقع الأول	97	5-4
منحنيات التحليل الحبي للموقع الثاني (ورشة الصليبية) طبقة ما تحت الأساس	101	6-4
منحنيات التحليل الحبي للموقع الثاني طبقة ما تحت الاساس	101	7-4
منحنيات بروكتور المعدلة للموقع الثاني	103	8-4

منحنيات cbr لعينات هدم الخفان + البيتون للموقع الثاني	104	9-4
منحنيات التحليل الحبي للموقع الثالث طبقة ما تحت الأساس	109	10-4
منحنيات التحليل الحبي للموقع الثالث طبقة الأساس	110	11-4
منحنيات بروكتور المعدلة للموقع الثالث	111	12-4
منحنيات cbr لعينات هدم الخفان + البيتون للموقع الثالث غير المصححة	113	13-4
مخططات تحليل حبي لخليط 70%بيتون+30%خفان من الموقع الأول	118	14-4
منحنيات بروكتور المعدلة لعينات مدورة من خليط مواد هدميات 30%خفان +70%بيتون من الموقع الأول	119	15-4
منحنيات cbr لعينات خليط 70%بيتون+30%خفان من هدميات للموقع الأول	121	16-4
منحنيات بروكتور المعدلة لعينات مدورة من خليط مواد هدميات خفان +بيتون من الموقع الأول(ثلاث نسب مختلفة)	123	17-4
منحنيات cbr لعينات خليط بيتون+خفان من هدميات للموقع الأول(ثلاث نسب مختلفة)	125	18-4
مقطع تصميمي نموذجي في طبقات الرصف لطريق مقبرة بسنادا صورة لطريق مقبرة بسنادا	132	19-4
مخطط علاقة(إجهاد-تشوه)تحت صفيحة التحميل -موقع أول	133	20-4
مخطط علاقة(إجهاد-تشوه)تحت صفيحة التحميل -موقع ثاني	134	21-4
مخطط علاقة(إجهاد-تشوه)تحت صفيحة التحميل -موقع ثالث	135	22-4
الخطوط البيانية الثلاثة لعلاقة الإجهاد-تشوه (لتجربة صفيحة التحميل)	137	23-4
صورة توضح الطريق الزراعي المنفذ في مقبرة بسنادا	138	24-4

فهرس الجداول

الشرح	الصفحة	رقم الجدول
جدول المواصفات الهولندية لمواد طبقة ما تحت الاساس	61	1-2
جدول عوامل مرونة البحص و الرمل الطبيعي، بالمقارنة مع البيتون المطحون في السويد	65	2-2
متطلبات النقاوة للبيتون / السويد	66	3-2
متطلبات معيار (لوس أنجلوس) للحصويات المدورة في السويد	67	4-2
الإجراءات المتعلقة بنفايات RBC من قبل اتفاقية التطوع لعام 1996 في ألمانيا	70	5-2
الفصل الثالث		
الكميات التقديرية لمكونات أنقاض الهدم في مكبات مدينة اللاذقية	77	1-3
الفصل الرابع		
متطلبات الجودة لمواد طبقة الأساس الحصوية	86	1-4
متطلبات الجودة لمواد طبقة ما تحت الأساس الحصوية	86	2-4
مواصفات مواد طبقة ما تحت الأساس الحصوية	87	3-4
نتائج التحليل الحبي لمادة الحصويات المدورة ،طبقة(ما تحت الأساس)،و(طبقة الأساس) معاً،المصدر:الموقع الأول(مكب المدخل الشرقي)	88	4-4
نتائج تجربة حدود أتربريغ لعينات الحصويات المدورة	90	5-4

،المصدر:الموقع الأول(مكب المدخل الشرقي)		
ملخص تجربة بروكتور(المصدر: الموقع الأول/مكب المدخل الشرقي)	91	6-4
ملخص نتائج بروكتور للموقع الأول (المدخل الشرقي) (رطوبة – كثافة جافة عظمى)	91	7-4
ملخص نتائج تجربة CBR(اختراق - إجهاد) للمواد المدورة (البيتون)،المصدر الموقع الأول (المدخل الشرقي)	95	8-4
ملخص نتائج تجربة CBR (اختراق - إجهاد) للمواد المدورة (الخفان)،المصدر الموقع الأول (المدخل الشرقي)	95	9-4
ملخص قيم CBR للموقع الأول(خفان+بيتون)	96	10-4
ملخص نتائج كثافات CBR للموقع الأول	96	11-4
نتائج اختبار لوس أنجلوس للموقع الأول	97	12-4
نتائج الكسر المكعبي للموقع الأول	98	13-4
نتائج التحليل الحبي للحصويات المدورة(خفان+بيتون) لطبقة ما تحت الأساس وطبقة الأساس، المصدر: الموقع الثاني/(ورشة الصليبية)	100	14-4
نتائج تجربة حدود اتربرغ لعينات الحصويات المدورة ،المصدر:الموقع الثاني/(ورشة الصليبية)	102	15-4
نتائج بروكتور للموقع الثاني	102	16-4
ملخص نتئج تجربة بروكتور للموقع الثاني	103	17-4
نتائج تجربة CBR اختراق- إجهاد للموقع الثاني	104	18-4
قيم CBR المصححة للموقع الثاني	105	19-4
نتائج لوس أنجلوس للموقع الثاني	105	20-4
نتائج الكسر المكعبي للموقع الثاني	106	21-4

نتائج التحليل الحبي للموقع الثالث/ورشة عين أم إبراهيم/ (بيتون+خفان) لمواد طبقة ما تحت الأساس وطبقة الأساس معاً	110	22-4
نتائج تجربة حدود أتربرغ لعينات الحصىيات المدورة ،المصدر:الموقع الثالث/ورشة عين أم إبراهيم	110	23-4
نتائج بروكتور للموقع الثالث	111	24-4
ملخص نتائج بروكتور للموقع الثالث	112	25-4
نتائج تجربة CBR اختراق-إجهاد للموقع الثالث	112	26-4
قيم CBR المصححة للموقع الثالث	113	27-4
قيم لوس أنجلوس للموقع الثالث	114	28-4
نتائج الكسر المكعبي للموقع الثالث	114	29-4
نتائج التحليل الحبي للخليط (70%بيتون+30%خفان) الموقع الأول	117	30-4
نتائج تجربة حدود أتربرغ لعينات الحصىيات المدورة(خليط: 30% خفان+70%بيتون) ،المصدر:الموقع الأول / مكب المدخل الشرقي	118	31-4
نتائج تجربة بروكتور المعدلة المجراة على عينات مواد مدورة(خليط خفان + بيتون).المصدر:مكب المدخل الشرقي	119	32-4
متخصص نتائج تجربة بروكتور المعدلة المجراة على عينات مواد مدورة(خليط 30%خفان +70%بيتون).المصدر:مكب المدخل الشرقي	120	33-4
نتائج تجربة CBR لخلائط بنسب مختلفة(30خفان +70%بيتون) من الموقع الأول	120	34-4
قيم CBR لخلائط بنسب مختلفة(30خفان +70%بيتون) من الموقع الأول	121	35-4

تحليل نتائج تجربة بروكتور المعدلة المجراة على عينات مواد مدورة(خليط خفان +بيتون) وبثلاث نسب مختلفة.المصدر من الموقع الأول	121	36-4
ملخص نتائج تجربة بروكتور المعدلة المجراة على عينات مواد مدورة(خليط خفان +بيتون) وبثلاث نسب مختلفة. المصدر من الموقع الأول	123	37-4
نتائج تجربة CBR(اختراق- إجهاد) لخلائط بثلاث نسب مختلفة (خفان +بيتون) من الموقع الأول	124	38-4
قيم CBR لخلائط لثلاث نسب مختلفة (خفان +بيتون) من الموقع الأول	125	39-4
قيم لوس أنجلوس للموقع الأول على عينات من الخلائط ولنسب مختلفة من المواد المدورة(خفان+بيتون)	126	40-4
نتائج تجربة المكافئ الرملي لهدميات البيتون والخفان للمواقع الثلاثة	127	41-4
قيم نتائج تجربة الإمتصاص للمواقع الثلاثة	128	42-4
قيم الكثافة الحجمية للمواقع الثلاثة على عينات البيتون والخفان	129	43-4
الإختبارات التوصيفية لمسار طريق مقبرة بسنادا	130	44-4
تصميم طبقات رصف طريق مقبرة بسنادا	131	45-4
نتائج تجربة التحميل للموقع الأول(صفحة التحميل)	133	46-4
نتائج تجربة التحميل للموقع الثاني(صفحة التحميل)	134	47-4
نتائج تجربة التحميل للموقع الثالث(صفحة التحميل)	135	48-4
الفصل الخامس		
ملخص تقييم نتائج التراكيب الحبية للمواد المدورة للمواقع الثلاثة	140	1-5
جدول مقارنة وتقييم نهائي لنتائج تجربة بروكتور للمواد	141	2-5

المدورة المستخدمة في هذا البحث ، للمواقع الثلاثة		
جدول مقارنة وتقييم نهائي لنتائج تجربة لوس أنجلوس للمواد المدورة المستخدمة في هذا البحث ، للمواقع الثلاثة	143	3-5

الفصل الاول

مقدمة

1-1 إشكالية البحث

2-1 أهداف البحث

3-1 تنظيم البحث

مقدمة Introduction:

إشكالية البحث :

تشكل مواد بناء الطرق حجر الأساس لتنفيذ كافة أعمال الطرق ومن الصعب تجاهل أرقامها (كمياتها) التي قد تصل إلى ملايين الأمتار المكعبة لعمل واحد فقط. فالكميات وما يتبعها من كلف اقتصادية تفقر بالمشروع الى مرحلة التقييم الجدي لتبيان اقتصادية المشروع أو عد اقتصاديته. كل ذلك تعتبر في بعض الاحيان سهلا أمام المعضلة الاساسية إلا وهي إمكانية توفر مواد البناء هذه بحيث تحقق الشروط الاقتصادية والمواصفات الفنية المطلوبة منها. ويكفي أن تصل أرقام الكلف الاقتصادية المتعلقة بمواد بناء طبقات الرصف الى 70% من كلفة الإنشاء الكلية [5] .

ومن المعلوم أن معظم مواد البناء الصالحة للإستخدام في أعمال المواصلات والتي تحقق المواصفات الفنية، هي إما صناعية المنشأ (من ناتج طحن الصخور الطبيعية) أو من ناتج المكامن الطبيعية (المصاطب الحصوية المتوضعة بشكل طبيعي من رسوبيات الجليديات الأولى أو رسوبيات الأنهار القديمة ومسيلاتها. إلا أن المواد من المصادر السابقة تخضع لمواصفات محددة لا يمكن استخدامها إلا في مواقع محددة من مقطع الطريق، وهذا كله مايعقد أحياناً الحصول على المواد المطلوبة بالكمية والنوعية المطلوبتين. فالمقالع الجبلية التي تصنع منها مواد البناء الطرقية (لأعمال الردم وأعمال طبقات الرصف) في مواقع محددة قد تكون خاضعة لقوانين بيئية لايمكن الإستمرار منها إلا بكميات قليلة أو حتى تصبح عرضة للإغلاق كما هو حاصل في محافظة اللاذقية، حيث أغلقت العديد من المقالع الطبيعية الجبلية لأسباب بيئية مثل مقلع رسيون ومقلع كفريه ومقلع البرج [5] .

وتعاني العديد من دول العالم من عدة مشاكل متعلقة بتأمين مواد البناء من مصادر طبيعية تؤمن المتطلبات والشروط الفنية اللازمة لتنفيذ الطرق والمواصلات، وهذه المشكلة أخذت أبعاد جديدة بعد الإهتمام الواسع بالبيئة المحيطة والحد من توسع المقالع الجبلية أوحتى الغائها ، فكان لابد للهيئات المختصة والمعنية بتأمين واستمرار مواد البناء من مصادر جبلية طبيعية بالبحث عن بدائل تغطي الحاجة الماسة لمواد البناء على اختلاف أنواعها ومواصفاتها، فظهرت في الأفق ملامح تدوير مواد البناء وإعادة استخدامها من مواد ونواتج هدم الأبنية مثلا ونواتج وبقايا المصانع (مصانع الصلب) بالإضافة لنواتج البناء وبقاياها الصلبة، والتي مواصفاتها ونوعيتها تؤهلها لإعادة التدوير وبالشكل المناسب لتفي بالمتطلبات الفنية للمادة المطلوبة بعد التدوير .

وفي الأعوام العشرين الأخيرة بدأ الإهتمام واضحاً ومركزاً على إعادة تدوير مواد البناء (نواتج هدم البناء - النفايات الصلبة بعد البناء - نفايات المصانع الصلبة وماشابهها من المواد الصلبة ..) لما لهذه المواد من تأثيرات سلبية على البيئة المحيطة، والتي تتسبب بتضخم هائل للمكبات وخلال زمن قصير يصعب أحياناً على الهيئات المختصة بإدارة نفايات المدن من ضبطها. كل ذلك ترافق مع أبحاث عديدة أكدت إمكانية تدوير مثل تلك النفايات لتصبح مادة جديدة صالحة لأعمال الرصف الطرقي وأعمال البناء، أضف على ذلك أصبحت هذه المادة الجديدة بديلاً ومنافساً للمواد من ناتج طحن الصخور الطبيعية والمواد من المقالع الجبلية .

إن المشاكل المتعلقة بتضخم مكبات المدن من نواتج الهدم أصبح مثلاً واقعياً في محافظة اللاذقية عدا عن توافر مواد البناء التقليدية للطرق والمواصلات وصل إلى طريق شبه مسدود خاصة في السنوات الأخيرة بعد إغلاق العديد من المقالع الطبيعية المنتجة لمواد البناء .

ونظراً لتوافر كميات لا بأس بها من المواد والنفايات الناتجة عن هدم الأبنية (خاصة من ناتج تجديد البناء أوعند إزالته كلياً في مدينة اللاذقية) ، و تتكون هذه المواد بشكل أساسي من (حطام مادة البيتون وحطام مادة البلوك والتي تقدر كمياتها بحوالي/ 55 ألف / متر مكعب سنوياً كرقم أولي للسنوات الثلاث(التي اعد فيها البحث) 2009-2010-2011 أما نسب تكوينها إحصائياً : 55 % بيتون إلى 45 % بلوك وذلك بالإستناد لسجلات رخص الهدم الممنوحة من قبل مجلس مدينة اللاذقية).

سجلات (شعبة الكنس الآلي، وهي الجهة الإدارية المتخصصة لدى مجلس مدينة اللاذقية بإحصاء كميات ومتابعة ومراقبة مكبات النفايات والأنقاض الموجودة في المدينة)، تواجد المكبات المؤقتة التالية في المدينة والتي تغطى بمخلفات ونواتج الهدم والبناء :

(1)-سوق الهال القديم مدخل المدينة/الكازية العسكرية.

(2)-مفرق مقصف دوار الشمس على طريق حلب .

(3)-خلف مساكن الجميزة .

(4)-شارع الحسيني/بعد الثانوية الصناعية.

5-الكورنيش الجنوبي /مبنى فرع الحزب الجديد.

(6)-طريق خط البترول /كرم الزيتون .

(7)-تجمع مدارس قنينص .

(8)-بستان الريحان ، بعد سكن الادخار .

(9)-الدكتور/طريق المزار .

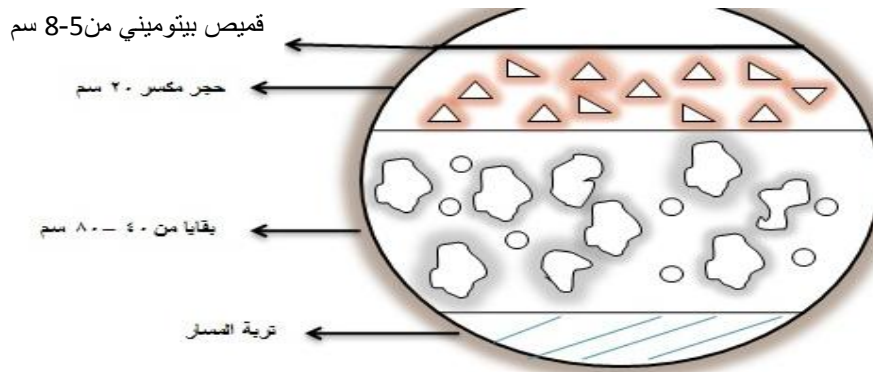
(10)-طريق معمل النسيج/قرب كازية الجامع .

(11)-مدخل المدينة الشمالي/مفرق فرن دمسرخو .

(12)-مكب البصة الرئيسي.

تجدر الإشارة إلى أن الجهة المتخصصة لدى مجلس المدينة تقوم بالترحيل المستمر من هذه المكبات المؤقتة العشوائية والثانوية يوميا بما لا يقل عن 70 مترا مكعبا (25000م³/سنويا) فضلاً عن ترحيل . الأنقاض من ورش الهدم الى اماكن الاستخدام مباشرة (أعمال ردم عشوائية غير منظمة أو مرتبطة بمواصفات فنية محددة وتبلغ حوالي 30000 م³/سنويا). فيكون المجموع أعلاه (55000م³/سنويا). ولكون تربة المسار لطرق وشوارع اللاذقية هي على الغالب عضارية رخوة ، فإنه من المجدي اقتصاديا إعادة استخدام هذه المواد في تحسينها (أو استخدامها في رصف طبقة ما تحت الأساس). إن المقطع العرضي لطبقات الرصف اللين المستخدم لاغلب الطرق والشوارع [بمدينة اللاذقية] ولفترة طويلة منذ أواسط السبعينيات يمكن وصفه بما يلي:

- 1- طبقة بقايا مقالع بأقطار حتى (3") تتوضع فوق تربة المسار، بسماكات تتراوح بين (40-80cm) وتشكل ما نسميه بطبقة ما تحت الأساس والتي يتركز عليها عملنا في هذا البحث .
 - 2- طبقة حجر مكسر بأقطار حتى (2") وتتوضع فوق طبقة البقايا الآنف الذكر وتشكل ما يسمى بطبقة الأساس وتوضع عادة بسماكة (20 cm) ويمكن أن تنفذ على طبقتين أيضا (كما في المدخل الشمالي لمدينة اللاذقية والطريق المحلق) .
 - 3- طبقة لاصقة (تشرب) من مادة MCO .
 - 4- طبقة مجبول بيتوميني حراري بسماكة (6-8 cm) حسب درجة الطريق .
- ونوضح على الشكل (1-1) مقطع نموذجي لطبقات الرصف المعتمد والمنفذ من قبل مجلس مدينة اللاذقية على معظم الشوارع والطرق في المدينة .



الشكل 1-1:مقطع نموذجي في طبقات الرصف لاغلب الطرقات المحلية بمدينة اللاذقية.

- أهداف البحث :

تعاني مدينة اللاذقية كغيرها من المدن السورية أو المدن على مستوى العالم من مشاكل مركبة تتعلق بندرة توافر مواد البناء الصالحة لأعمال الطرق، ومن توسع مكبات النفايات وازدحامها بمواد ونفايات الهدم نتيجة التوسع العمراني وأعمال إعادة البناء والترميم وغيرها. إذ يستحيل أحيانا التخلص من نواتج

الهدم والنفايات الصلبة (صخرية المنشأ أو متصلة بفعل عوامل محددة) كونها غير قابلة للتحلل أو التبديل مما يتسبب بمشاكل بيئية جمة يصعب التحكم بآثارها السلبية على الوسط المحيط .
وتتبع أهمية البحث في إمكانية إعادة تدوير نفايات الهدم استناداً إلى أسس علمية تؤدي بالنهاية لإنتاج مواد بناء صالحة لأعمال الطرق والمواصلات مع المساهمة في تقليص فرص توسع وامتداد مكبات المدينة على حساب الغطاء النباتي، فإذا تم التركيز على إعادة استخدام مواد هدم البيتون المدورة (C&D) بدلاً من طبقة بقايا المقالع المستخدمة في رصف الطرق المحلية بمدينة اللاذقية فيكون قد تم تحقيق هدفين :

- 1- توفير مادة بديلة مكان مادة بقايا المقالع الطبيعية ، تحقق المواصفات والمتطلبات الفنية لمواد طبقة ماتحت الأساس وإن أمكن لطبقة الأساس وما لذلك من آثار وانعكاسات اقتصادية .
- 2- تأمين طريقة آمنة للتخلص من (نواتج الهدم) باعتبارها مصدراً لتلوث البيئة ولاسيما أنها تحتاج منا لجهد كبير و مكان للتخلص منها . ويتبين أهمية كل ذلك برصد المواقع التي ترمى فيها وتكس هذه المواد بشكل عشوائي في بعض المناطق الخالية وغير المراقبة من المدينة حالياً، الشكل(1-2):



الشكل(1-2): المكبات العشوائية بمدينة اللاذقية، مواد نفايات مختلفة بما فيها مواد الهدم.

تجدر الإشارة إلى أن معظم نفايات الإنشاءات وهدم الأبنية (الأنقاض) في بلدنا، لا تعالج أو تدور بالشكل الكامل والآمن، أما التخلص منها على الغالب فيكون إما بطمرها أو بتكديسها بشكل عشوائي مع نفايات عضوية ولاعضوية المنشأ لإشغال مساحات واسعة من الأرض (ذات القيمة). بهذا الإتجاه فإن فوائد ومنافع تحطيم وتدوير نفايات الإنشاءات من جهة ، فضلاً عن التفعيل السليم للطرق المستخدمة للتخلص منها علمياً، تدفعنا إلى أن نجعل من تدوير النفايات وإعادة استخدامها مطلباً اقتصادياً وبيئياً هندسياً بآن معاً. فأحد المجالات المطروحة عالمياً لتدوير نفايات هدم الأبنية والإنشاءات وإعادة استخدامها هو مجال إنشاء طبقات رصف الطرق أو كمواد ردميات أو مواد الدريناج أيضاً .

تنظيم البحث methodology : نظم البحث في خمسة فصول :

مقدمة :

مقدمة عامة حول نفايات مواد هدم الأبنية والهدف من البحث، وإشكاليته، و أهداف البحث ومبرراته.

الفصل الأول 1:

يتضمن تعاريف بالمفاهيم البيئية والهندسية لعملية إدارة نفايات الهدم والإنشاء وكيفية تنفيذها، وتعريف بكافة المواد الناتجة عن عملية تدوير مواد الهدم، والتي يمكن إعادة استخدامها في أعمال الطرق والمواصلات، وذلك من خلال مراجعة الأبحاث السابقة المنشورة في هذا المجال. كما يتضمن الفصل مراجعة لتجارب بعض دول العالم في مجال (تدوير الحصىات).

الفصل الثاني 2:

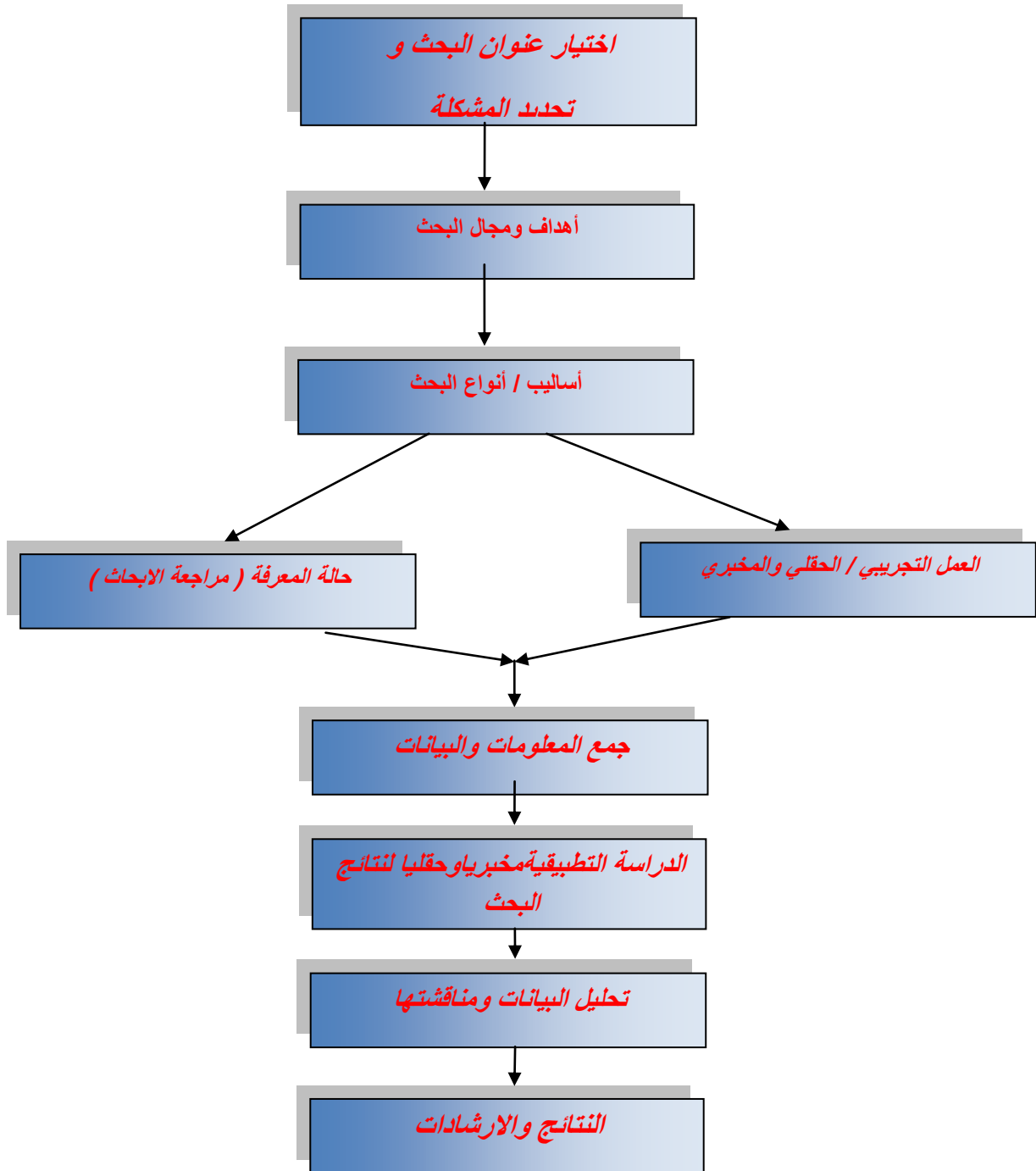
عملنا في هذا الفصل على تحديد عدد ومواقع مكبات نفايات الهدم في مدينة اللاذقية، وتحديد مصادر العينات التي طبقت عليها الاختبارات والتجارب وفق المواصفات الفنية الصادرة عن المؤسسة العامة للمواصلات الطرقيه دمشق 2002 .

-الفصل الثالث 3 :

ونبين فيه التجارب المخبرية التي قمنا بإجرائها في مخابر جامعة تشرين - كلية الهندسة المدنية، ومخبر مجلس المدينة ومخبر فرع الشركة العامة للطرق والجسور باللاذقية ، على عينات المواد الحصىة المدورة من نواتج الهدم ومن المصادر والمواقع الثلاثة المحددة وذلك بالاستناد الى المواصفات العالمية (ASTM,AASHTO) والمعتمدة ايضاً من قبل مجموعة الشروط والمواصفات الفنية في المؤسسة العامة للمواصلات -وزارة النقل في الجمهورية العربية السورية، عام 2002 والمستخدمه لتقييم الحصىات الطبيعية والتي قمنا بتدويرها (يدوياواليا) بشكل يحاكي (أعمال تدوير الحصىات وفق الأبحاث المشار إليها في الفصل الثاني من هذا البحث) وتحليل نتائجها ، فضلاً عن الدراسة التطبيقية لاستخدام نواتج الهدم في تنفيذ اساسات طريق زراعي ببسنادا بمحافظة اللاذقية وتقييم نتائج تجربة صفيحة التحميل الحقلية المطبقة في ثلاثة مواقع من هذا الطريق ايضاً .

-الفصل الرابع 4:

ويتضمن تقييم نتائج التجارب المنفذة والمبينة في (الفصل الرابع) ووضع الاستنتاجات والتوصيات النهائية حول إمكانيات استخدام الحصىات المدورة (من نواتج هدم الأبنية)، في إنشاء الطرق المحلية في (مدينة اللاذقية) لتحقيق الغاية من هذا البحث .



الشكل (3-1) مخطط هيكلي يوضح منهجية البحث

الفصل الثاني:مراجعة الأبحاث وتجارب بعض البلدان في مجال تدوير وإعادة استخدام المواد المدورة :

•Review and state of the art

1-2 تعريف نفايات الهدم والإنشاء C&D.

2-2 آليات وتجهيزات ومعدات عمليات الهدم والتدوير.

1-2-2مبررات التدويروالحصويات الطبيعية والمدورة.

- في بريطانيا.

- أهمية التدوير في الدانمارك.

2-2-2تقنيات الهدم وطرائقها.

أولاً : طرق الهدم اليدوي .

ثانياً : طرق الهدم الميكانيكي .

ثالثاً : الهدم باستخدام المتفجرات .

3-2-2 تدوير مواد البناء وأهميتها الإقتصادية والفنية البيئية.

1-3-2-2 تعريف التدوير.

2-3-2-2 إدارة التدوير.

4-2-2 أهمية التدوير كطريقة للتخلص من النفايات.

5-2-2 برامج التدوير .

6-2-2 معوقات التدوير.

7-2-2 معوقات وصعوبات أخرى .

8-2-2 محطات نقل الحطام .

9-2-2 تقنيات تدوير و معالجة الحطام (البيتوني والخفاني المنشأ).

أولاً : الآلات المستخدمة في تكسير أو تحطيم النفايات C & D.

ثانياً : الآلات المستخدمة في تفتيت وتمزيق نفايات C & D .

ثالثاً : المعدات التي تحول المادة إلى شرائح (رقائق) من خلال المشرحات .

رابعاً : الطحن والسحق .

خامساً: إشتراك أنواع مختلفة من تقنيات المعالجة في معالجة تدوير الحطام .

سادساً:الكسارات : Crushers .

1- كسارة Jaw (الكماشة) .

2- كسارة الصدم Impact crusher .

3- كسارة roller.

سابعاً:محطات / مرافق استرجاع(فصل وفرز) المواد material – recovery .

- ثامنا: الكسارات المتنقلة المستخدمة في محطات التدوير .
تاسعا: التجميع والتخزين / المستودعات stockpile .
3-2 حالة المعرفة الخاصة بالمعايير الفنية والإقتصادية State – of the-art and standard .
2-3-1 بريطانيا : لمحة عن إنتاج الحصويات في بريطانيا.
2-3-2 هولندا .
2-3-3 الدانمارك .
2-3-4 بلجيكا .
2-3-5 اليابان .
2-3-6 ألمانيا .
2-3-7 الولايات المتحدة الأمريكية .
2-3-8 كندا .

مراجعة لبعض الأبحاث حول التجارب المخبرية العالمية المنفذة على عينات من مواد هدميات البيتون
والخفان :

الفصل الثاني

مراجعة الأبحاث وتجارب بعض البلدان في تدوير وإعادة استخدام المواد المدورة :

إن تدوير وإعادة استخدام نواتج تدوير مواد البناء في أعمال الطرق والمواصلات والأعمال الهندسية الأخرى تعود إلى 50 عاماً خلت، ولم تكن الخطوات والمراحل العلمية في البداية موثقة بشكل علمي وإنما كانت تجارب إفرادية وأبحاث مسجلة وغير مسجلة إلى أن أصبحت المواد المدورة مشكلة بيئية ارتبطت تداعياتها بمشاكل اقتصادية. لاشك أن تجارب بعض البلدان كانت متميزة في مجال إعادة تدوير مواد البناء وتوصلت بالنهاية إلى مواصفات فنية وبرامج متميزة لتنظيم آلية تدوير مواد البناء، لكن هناك دول تطرقت إلى إعادة تدوير مواد البناء من زوايا تهمها اقتصادياً فقط وذلك نظراً لتوافر فائض من مواد البناء من ناتج طبيعي أو أن كلفة إعادة التدوير أكثر من تكلفة إنتاج مواد جديدة من ناتج طبيعي. ونستعرض فيما يلي بعض التعاريف المهمة والمصطلحات العلمية المرتبطة بالمواد المدورة، وتجارب بعض البلدان والأبحاث المسجلة حول إعادة تدوير مواد البناء واستخداماتها في إنشاء الطرق والمواصلات:

1-2 تعريف نفايات الهدم والإنشاء C&D:

نفايات أو حطام الهدم C&D: مصطلح يطلق على كافة المواد الناتجة عن هدم الأبنية التجارية أو السكنية أو أية مادة تنشأ من صيانة وإنشاء الطرق أو إعادة تأهيلها. **أولاً:** تشمل نفايات الأبنية السكنية والتجارية C&D، كافة المواد الناتجة عن الإنشاء؛ التجديد؛ الهدم لأبنية السكن؛ الشقق؛ أبنية المكاتب أو المنشآت المتشابهة. كما تشمل مواد التحزيم والتربيط والتغليف والمواد المؤثرة الأخرى التي لها علاقة بمشاريع إنشاء الأبنية. والمواد الأكثر شيوعاً في هذا الصنف هي: الخشب؛ البيتون؛ ألواح الكرتون المموج؛ جدران العزل؛ المعادن؛ و مواد الأسقف المستعارة.

ثانياً: نفايات إنشاء الطرق C&D والتي تنتج من إصلاح الطرق، تحديداً بعد إزالة الطبقات العليا من الرصف؛ أو الطبقات الداخلية من الرصف القديم؛ أو بعد إزالة الجسور المتصدعة والمنتهية صلاحيتها. وهذه المواد على الأغلب، تتألف من البيتون الإسفلتي Acc، والبيتون الإسمنتي البورتلاندي (pcc) العادي أو المسلح والذي يحتوي على قضبان التسليح الفولاذية (rebar) والبيتون الإسفلتي Acc يُشار إليه عادة (بالإسفلت) و يتألف من الحصى ومادة البيتومين (الإسفلت) والتي هي على الغالب ما تُستق من تقطير النفط الخام. والبيتون الإسمنتي البورتلاندي (pcc) وهو خليط من الإسمنت البورتلاندي (سيليكات ثلاثي الكالسيوم المائية) والماء وحصويات ناعمة وخشنة ؛ وحديد تسليح لمقاومة إجهادات الشد. [6].

كما عرف Vivian W.Y. Tam ,C.M. Ta وغيرهم النفايات: بأنها مادة (ناتج تصنيع ثانوي) تنتج عن النشاط الصناعي أو البشري والتي ليس لها أية قيمة متبقية [7]، كما عرف حطام الهدم والإنشاء C&D بأنه: عبارة عن نفايات وحطام ناتجة إما من الإنشاء أو بعد التعديلات والإصلاح في الأبنية، أو من عمليات إزالة الرصف الطرقي القديم، أو من هدم الأبنية و هدم المنشآت الأخرى ، علماً أن كمياتها ونوعيتها تتنوع من المواد التالية :

الخشب؛ القرميد والبلوك (حصويات)؛ الخشب المعالج (أو المدهون)؛ ألواح الجبصين؛ الخشب مصنوع؛ الكرتون؛ حصويات الإسفلت؛ المعادن؛ بلاستيك؛ الحطام الناتج عن تنظيف موقع العمل وقشطه؛ البيتون (مع حديد التسليح أو بدونه)؛ إضافة الى المواد التي تم إنقاذها من موقع الهدم . [8]

أما حطام الطرق: ينتج من إنشاء أو صيانة أو إصلاح أو هدم منشآت الطرق العامة والخاصة Road systems (الجسور ومواقف السيارات، مسارات المرور). يتألف الحطام من هذه المنشآت من المقشوط الإسفلتي والبيتون، بما في ذلك الحطام الناتج عن تنظيف الأرصفة بعد الإنشاء وكافة المعادن وحصويات مختلفة . ومما تجدر الإشارة اليه ان مجلس مدينة اللاذقية قد قام بتنظيم اعمال هدم الابنية القائمة في احياء المدينة والمراد هدمها بغاية تجديدها ولاسباب اقتصادية او فنية وذلك من خلال تدابير واجراءات منح (رخصة الهدم) ، بالقرار 191 تاريخ 1994/8/7، و المبينة في الملحق (B)، وهذا ما يتفق مع اجراءات مشابهة في مدن اخرى من بلدان العالم . [8] .

2-2 آليات وتجهيزات ومعدات عمليات الهدم والتدوير:

2-2-1-تقنيات الهدم وطرائقها :

تم تطوير معظم تقنيات الهدم بحيث تكون عملية الهدم سريعة وفاعلة .فمعالجة النفايات ونواتج الهدم بأي مقدار من المعالجة وبأي شكل كان ،مثل الطحن أو التفتيت ، يجب أن يكون هدفه تقليص كلفة النقل وذلك بإنقاص حجمها. فعند هدم البناء ،هذا يعني أن جميع مواد البناء تتهدم معه في الوقت نفسه ، وينتج عن ذلك أكاداس من الركام ، أو ركام يحوي كافة مواد البناء الذي يتكون منها جميعاً أصلاً ، في هذه الحالة أي فرز للركام، سوف يتضمن على الأغلب استرجاع واستخلاص المواد المعدنية (السكراب SKRAP) ، كما أن إزالة أي مادة هنا سيزيد فعلياً في كلفة التخلص النهائي من النفايات بسبب عمليات العزل أو الفصل للمواد الخطرة من الخليط الكلي .

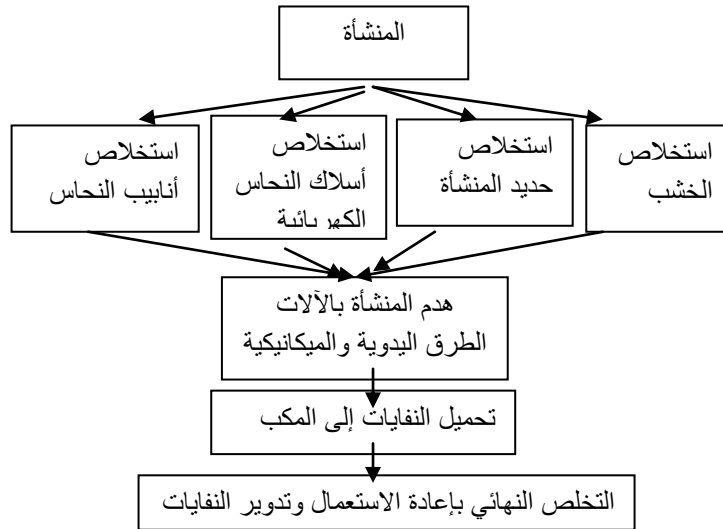
من ذلك نستنتج أن عملية الهدم يجب أن تكون ممنهجة ونظامية وتترافق بخطوات عملية وباستخدام تقنيات خاصة للحصول على مواد يمكن تدويرها وفقاً لصلاحية استخدامها في المكان والزمان المناسبين للمنشأة[10]. وعموماً فهناك ثلاث تقنيات وآليات لهدم الأبنية :

1-التحطيم أو الهدم اليدوي . 2- الهدم الآلي . 3- الهدم بالتفجير .

أولاً : طرق الهدم اليدوي : يعرف الهدم اليدوي عموماً بأنه الطريقة المتبعة من قبل متعهدي هدم البناء والتي تنفذ بمعدات يدوية آلية بسيطة دون الاستعانة بالآلات الثقيلة، والمعتمدة اصلاً على العمال والافراد

المتخصصين بهذا المجال. وبشكل عام يستخدم هذا النوع من أنواع الهدم في كل المشاريع الصغيرة، حيث لا يمكن إعطاء موافقات أو رخص للمتعهدين (أو المقاولين) باستخدام آليات ثقيلة مثل البلدوزر أو شاحنات ضخمة خاصة في مناطق الكثافة السكانية العالية أو في المناطق الصناعية الحساسة كما يمكن أن تستخدم في مشاريع الهدم الجزئي (مثل التعديلات الداخلية في الأبنية). عرف كل من Murthy and Chatterjee (الهدم اليدوي)، بأنه الإزالة اليدوية النظامية لمواد البناء من منشأة ما معطاة، بشكل يؤدي إلى عزل المواد المتشابهة الخواص والمنشأ عن بعضها بعضاً [10]. لكن من الطبيعي أن يتطلب الهدم اليدوي أعداداً كبيرة من الأيدي العاملة، طالما أن الأعمال في هذا النوع من الهدم تتطلب القطع، الإصلاح، استخدام المعدات اليدوية، الكسر، العزل.. الخ. إلا أنه من محاسن الهدم اليدوي، أنه قد ينتج عنه مواد بناء وتجهيزات بناء سليمة بنسبة أعلى (يمكن إعادة استخدامها كلها على الغالب)، كما أن المعدات اليدوية المستخدمة بالهدم مثل، ضاغط ومطارق وعدد فنية وغيرها يمكن فكها ونقلها بشكل سهل ومنظم من مكان لآخر.

وبالرغم من أن الهدم التحطيم اليدوي هذا يعتبر عملية مكلفة واستغلال الوقت فيها مكثف فإن ذلك يمكن تعويضه عن طريق بيع المزيد من (مواد البناء السليمة) الناتجة عنه. نبين على المخطط النهجي رقم (1-2) مراحل هدم بناء أو منشأة صغيرة:



شكل 1-2 - مراحل عملية الهدم اليدوي

بالطبع إذا كان الوقت ضيقاً وكلفة الاسترداد كبيرة توضع أولويات وأولويات لذلك. نبين بالصور التالية في الشكل (رقم 2-2) أشكال العزل لبعض عناصر التسليح يدوياً وأعمال الهدم اليدوي لبناء منزل في مدينة اللاذقية:





شكل رقم 2-2 يبين أعمال هدم وعزل عناصر الهدم لبناء منعزل يدوياً

ثانياً : طرق الهدم الميكانيكي :

الهدم الميكانيكي، هي الطريقة الأكثر شيوعاً في إزالة الأبنية، والأكثر فعالية من الهدم اليدوي، ولكنه بالمقارنة أكثر كلفة منه، وهناك عدة أنواع مختلفة من تجهيزات وتقنيات تنفيذ الهدم الميكانيكي:

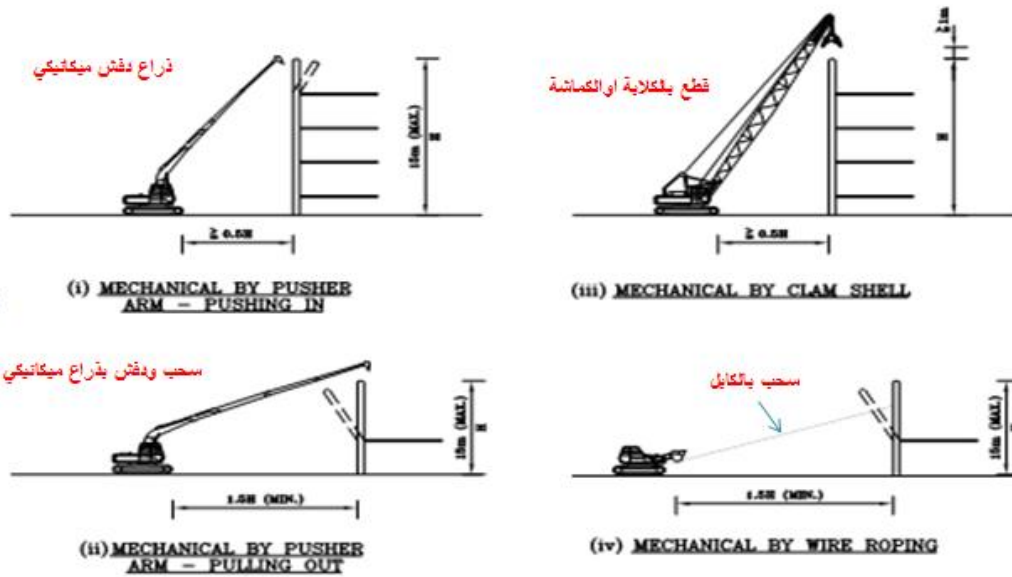
- المعدات الثقيلة (طرق التأثير الثقالي):
 - 1- الكرة - الرافعة .
 - 2- الأسطوانة الثقيلة المتدلاة والوزن الساقط .
 - 3- الصدم (بالسهم) الساقط .
- طريقة الرافعة والجيب (الصدفي) :التحكم بالجيب من خلال كابل معدني مقوى .



شكل رقم 2-4: الهدم باستخدام الكرة الحديدية.

• طريقة التأثير الهيدروليكي والهواء المضغوط (كومبرسور) :

- 1- القاضم (مقدار صغير) Nibbler .
- 2- أحداث شقوق ، أو صدوع ، هيدروليكي Hydraulic Splitters .
- 3- القطع بالإشتعال (القوس الغازي) : Flame cutting .
- 4- طريقة الجرف : Drag through .



شكل رقم (2-5): التمثيل البياني لآليات الهدم الميكانيكي .

أما استخدام أية طريقة من الأنواع السابقة فيعتمد على نوع المنشأة ، كلفتها، وعلى قضايا تتعلق بالصحة والأمان، فضلاً عن اشتراطات وقيود السلطات المحلية . بالطبع عند استخدام الهدم الميكانيكي، ستتخفف كمية مواد البناء السليمة الممكن إنقاذها عند هدم المنشأة. فاستخدام البلدوزر مثلاً سيحطم مواد وعناصر البناء ويمزجها ويخلطها بشكل كبير حيث يمكن أن يقضي على أي أمل أو إمكانية لإنقاذ المواد المحافظة على حالتها الأصلية السليمة. تعتمد قابلية المواد الناتجة من أعمال الهدم للتدوير، على حالة المواد بعد الهدم ومدى قابليتها للاستعمال فضلاً عن الكمية التي يمكن فصلها بعد إنهاء عملية التحطيم . اقترح كل من [مورثي وشاطرجي 1976 Murthy and chatergee] استراتيجيات وطرائق لتطوير

فرز أو فصل نواتج الهدم goods ، وذلك باستخدام آلات ومعدات مثل (الجيب الخطاف - grab puckets) ، أو المخلب الميكانيكي المشقوق (clam) ، والتي تكون قادرة على القيام ببعض أنواع الفرز للمواد من المنشأة (شكل رقم 5-2). وبأسلوب مشابه ، وباستخدام بعض التقنيات مثل (التمزيق الهيدروليكي للبيتون أو القطع بالاشتعال للحديد)، يمكن أن تكون وسائط فعالة ومؤثرة لفصل المواد وذلك قبل هدم المبنى بالكامل وتحطيمه [10] .

ثالثاً : الهدم باستخدام المتفجرات :

يعتبر الهدم باستخدام المتفجرات من الأساليب الناجحة في هدم وإزالة المنشآت الضخمة، حيث تعتمد هذه الطريقة معظم البلدان المتقدمة، كون أن العوائق البيئية والأمنية والعوائق المتمثلة بوجود الأبنية المستثمرة المجاورة للمبنى قيد الهدم، تحت السيطرة، نظراً للوجائب الضخمة والواسعة بين المنشآت المتجاورة بالإضافة للشوارع الواسعة. أما طريقة التفجير فتعتمد على نوع المبنى والمواد المشكلة له . فضلاً عن الكمية التي يحتاجها المبنى من المتفجرات حتى يقع وينهار بشكل كامل بدون أية أضرار على الأبنية والمنشآت المجاورة والطواقم البشرية المنفذة لعملية التفجير. نبين على الشكل (2-6) الهدم بالتفجير لأحد المباني في ولاية لاسفيجاس .

إلا أنه يمكن أن نلخص ماسبق بما يلي: يعتمد اختيار التقنية والوسيلة المناسبة للهدم والتي يمكن أن تقود في النهاية الى نجاح واكتمال عملية تدوير المواد على عاملين اثنين:

- 1- كمية المواد أو التراكيب والأنظمة التي يمكن إنقاذها سليمة من البناء قبل هدمه .
 - 2- حجم المواد التي يمكن فصلها أو عزلها بشكل أولي بعد الهدم؛ أو بعبارة أخرى على إمكانية جعل فصل المواد الية سهلة بعد الانتهاء من أعمال الهدم .
- إلا أنه تجدر الإشارة ، كي نستنتج ونتخذ القرار المناسب لاختيار الطريقة المناسبة لإنجاز وتنفيذ الهدم لابد من وضع العاملين المذكورين مقابل جملة من القضايا الأخرى التي لها علاقة باختيار نوع تقنيات الهدم مثل : الكلفة؛ المعدات والتجهيزات المتاحة؛ الخبرة؛ السلامة والأمان؛ الآلات؛ وشروط زمن التنفيذ وذلك لوضع (الموازنة) اللازمة .



شكل رقم 2-6 الهدم بالتفجير لأحد الفنادق في لاس فيجاس الولايات المتحدة الأمريكية .

2-2-2 تدوير مواد البناء وأهميتها الاقتصادية والفنية البيئية: إن عزل المواد من (سيل النفايات ناتج هدم أي بناء) لايعتبر تدويراً بحد ذاته :

2-2-2-1 تعريف عملية التدوير : هي إدارة ومعالجة المواد المستخلصة من الهدم وتحويلها إلى مادة أو مواد جديدة قابلة للاستعمال من جديد ولأغراض محددة. وهناك تعريف آخر، هي إدارة ومعالجة المواد التي أهملت وأعيد استعمالها بعد إخضاعها لمعالجة فيزيائية أو كيميائية . [10].

2-2-2-2 ادارة التدوير : من وجهة نظر (أعمال التدوير والتنفيذ السليم له) ، ولإكمال عملية التدوير بالشكل المثالي، فإن مواد كثيرة يمكن إعادة استعمالها أثناءها ومواد أخرى يتم استهلاكها ؛ فعمليات التدوير تحتاج إلى كمية من الموارد تتمثل: بالآلات والمعدات و رأس مال . نضع عملية التدوير بالتسلسل، بحيث يتحقق :

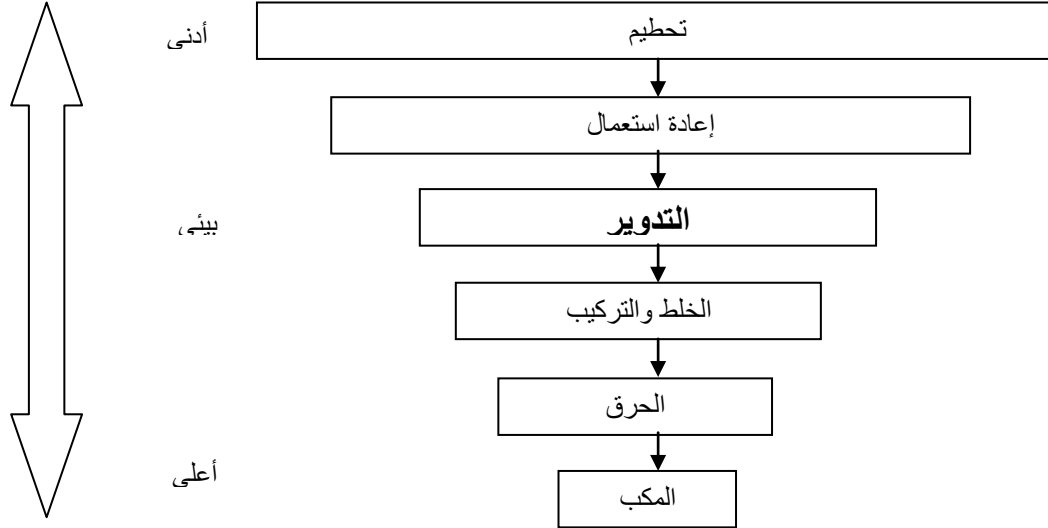
- إنجاز التدوير في الموقع لتخفيض نفقات النقل والمعالجة ما أمكن.

- إنجاز التدوير في محطات محلية (خارج الموقع) بالفصل والمعالجة الصغيرة .

فوكالة حماية البيئة الأمريكية (عام 2001،US.EPA) تدير عملية التدوير وفق سلسلة من الأنشطة والتي تشمل جمع المواد القابلة للتدوير والتي تعتبر بشكل ما نوعاً من أنواع النفايات، ثم تقوم بفرز وغرلة ومعالجة المواد القابلة للتدوير إلى مواد خام، على سبيل المثال الألياف(الفيبر)، ومن ثم تصنع المواد بالنهاية على شكل منتجات جديدة . [12].

أما في هونغ كونج، فيأتي التدوير في المستوى التراتبي الثالث (ضمن تسلسل أعمال التخلص من النفايات). حيث صنفت الأثار البيئية لعملية التخلص من النفايات هناك، إلى ستة مستويات من الأسفل

إلى الأعلى؛ كما يلي: التحطيم؛ إعادة الاستعمال؛ التدوير؛ الخلط؛ الحرق؛ الطمر وذلك كما هو موضح على الشكل (2-7). فإدارة النفايات وضعت ضمن ثلاث استراتيجيات رئيسية لتصغير حجوم النفايات (إعادة الإستعمال- التدوير - التحطيم) بغية التقليل من نفايات الإنشاء الناتجة في الموقع(ورشة هدم اوورشة بناء). [7].



الشكل(2-7)مستويات التخلص من النفايات في هونغ كونغ .

3-2-2-2 أهمية التدوير كطريقة للتخلص من النفايات:

برزت أهمية عملية التدوير ، كواحدة من الطرائق الثلاث التي تقود إلى التخلص من النفايات الصلبة والناتجة عن النشاط البشري على الأرض وهي (1-الطمر، 2- الحرق، 3 -التدوير)، أو التي تساعد على الأقل في التقليل من كميتها وخطورها، وتجدر الإشارة إلى أن عملية إنشاء الحراقات للتخلص من النفايات تتسبب بتلويث للبيئة، فضلاً عن كلفتها العالية، أما إنشاء المطامر فينعكس بكلف مرتفعة لحجز الأراضي اللازمة لذلك، من هنا برزت عملية (تدوير النفايات الصلبة) كواحد من أفضل الحلول المقبولة للتخلص من النفايات الصلبة. ومما مازاد من الجاذبية نحو التدوير عوامل أخرى نذكر منها :

- 1- ارتفاع كلفة المواد الخام (استخلاصها ،نقلها ،فضلاً عن ندرتها في المناطق العمرانية المطلوبة).
 - 2- تكافؤ مواصفات مواد التدوير مع مواصفات المواد من ناتج طبيعي أو صناعي . [12].
- توضح لنا الصور التالية، بالاشكال (2-8) و(2-9) و(2-10) نماذج من كتل الحجارة المدورة (الدبش) والحصى الطبيعية والحصىيات من ناتج تدوير وتصنيع وطن(الدبش) الناتج .



الشكل (2-8): صورة تبيّن شكل كتل الحجارة (الدبش Rubble) بعد التكسير وعزل الحديد والشوائب

والصورتان التاليتان تبينان مقارنة بين مواد الحصىات الطبيعية والمدورة:



شكل رقم (2-9) حصىات من ناتج طحن الصخور الطبيعية.



شكل رقم (2-10) يمثّل حصىات مدورة من الدبش بعد طحنه وغربلته.

4-2-2-2 برامج التدوير :

بشكل عام تركز برامج إدارة النفايات في الولايات المتحدة الأمريكية [10]، على تقليل حجم النفايات من الفعاليات الاقتصادية والبشرية والصناعية بكافة أنواعها كما تركز على تشجيع تدوير المواد، بدلاً من إرسالها إلى المكبات أو المحارق. من المفيد عند إدارة عملية التدوير أن يصنف (حطام الهدم) وفقاً لإمكانية تدويره وبالتسلسل التالي:

- التدوير في الموقع لتقليل تكاليف النقل والمعالجة.
 - التدوير محلياً، خارج الموقع عن طريق الفصل والمعالجة الصغيرة الحجم .
 - التدوير في محطة مركزية.
 - التدوير في محطة ذات مسافات بعيدة (200 ميل إضافي عن المحطات المركزية).
- إن تصنيف الحطام وفقاً لإمكانية تدويره، في الموقع المناسب (حسب ماسلسل سابقاً) هو شيء مفيد جداً، كونه مبرر اقتصادياً وفتحياً، ويتفق مع الأهداف والبرامج والصيغ الموضوعية لتنفيذ التدوير [10] . أظهرت خطة وهدف قسم الدفاع DOD (في الولايات المتحدة) أنه تم مع نهاية عام 2005 تدوير ما نسبته 40% من النفايات الصلبة مع إعادة استعمالها بدلاً من إرسالها إلى المكبات والمحارق .
- 2-2- 5 معوقات التدوير:**

التدوير عملية ليست بالسهلة محلياً ودولياً، حيث بين تجارب بعض البلدان (سنذكرها لاحقاً في الفقرات التالية) أن عملية التدوير اصطدمت بعوائق عديدة نلخص أهمها :

1- "أهم معوقات التدوير لنفايات C&D ، هو عدم توافر الكميات الكافية وبنوعية ثابتة لتزويد محطة التدوير .

- 2- "إن تحويل وإدارة التدوير إلى مشروع ناجح، هو الذي يدفع بالمقاولين (المعالجين والمدورين) للمغامرة بتوظيف رساميل كبيرة في هذا المجال، وهذا يتحقق بضمان وجود تزويد ومخزون ثابتين وكافيين من النفايات الخام (من مواد C&D) ومن نوعية ثابتة .
- 3- "عدم ثبات تركيب ونوعية C&D من النفايات الخام.
- 4- "المجال الواسع لأعمال C&D الاستفاد من النفايات الخام.
- 5- "اختلاف قواعد وأنظمة إدارة نفايات C&D .
- 6- "خيارات التخلص من نفايات C&D ما زالت تتلازم مع إمكانية التخلص المخالف (غير القانوني من الأنقاض ناتج الهدم) .
- 7- "اختلاف في كلف التخلص التقليدي (الطمر في المكبات مثلاً) .

وهكذا فإن طبيعة وجودة ونوعية (النفايات المخزنة) ستختلف بشكل كبير ويمكن أن تشمل نفايات C&D، ستة عشر صنفاً مختلفاً من المواد / الزفت، الناتج عن: الطرق وخلافها-القرميد، الناتج عن: هدم الأبنية-السيراميك-البيتون، الناتج عن:هدميات الطرق والأبنية، من منشآت البيتون المسلح وغيرها من

المواد الملوثة مثل: الدهانات، الأسبستوس، الزيوت المعدنية..الخ- مواد الفيبراو الألياف:مثل الأسقف المستعارة..الخ- الزجاج- الجيبس والبلاستر، المستعمل للجدران وأعمال الديكور في الأبنية- الحديد والمعادن، مثل: حديد التسليح في الأبنية والمنشآت، قساطل تمديدات المياه المالحة والحلوة...الخ- الألمنيوم وخلافه- الكرتون والورق- البلاستيك، المستعمل في إكساء الأبنية- التراب، الناتج عن أعمال تسوية الموقع- المواد الخشبية المختلفة، معالجة- وغير معالجة/ . والتي تنتج من هدم المباني السكنية أو التجارية أو الإدارية.

إن التركيب الفيزيائي لبعض مواد البناء يمكن أن يتغير بشكل جذري تبعاً لعدة عوامل :

- عمر المشروع ووضعه (في حالتي التجديد أو الهدم).
- المواد المتوافرة .
- التطبيقات العملية السليمة لأعمال الهدم والبناء .
- درجة التلوث: والذي يحذر منه دائماً ،ويمكن أن تكون مشكلة كبيرة أحياناً، حيث نضطر لاستعمال أكثر من حاوية منفردة لجمع النفايات في موقع الإنشاء وفقاً لمنشئها ونوعيتها .
- الفرز: من الصعب فرز أو فصل النفايات الممزوجة أو المخلوطة إذا لم يستخدم الفرز اليدوي أو آلات خاصة .
- بعض المواد الملوثة { نفايات خطرة : مثل الأستباو المواد التي استخدم فيها دهان حاوٍ على مادة الرصاص ؛ أو خشب معالج بمواد كيميائية خاصةالخ } تُسبب إلى مخزون كامل من نفايات C&D ويضطرنا لاستبعاده ومعاملته كنفايات خطرة لصعوبة عزلها عن مجموع (سيل النفايات) .
- تباعد وتوزع أو تناثر مواقع المشاريع، حيث تُعتبر أحد العوامل التي تؤثر في جدوى تدوير نفايات c&D في محطة مركزية .
- فإن كان اقتصاد التدوير يعتمد على خفض تكلفة النقل / خُفض تكلفة المخزون ؛ فإن ازدياد كلفة النقل ربما تحد من التدوير. للمتعهد المستقل { حسب الأنظمة البلدية } فسيؤثر ذلك في التدوير المركزي
- كذلك إعطاء رخص للتخلص من النفايات في الموقع واستخدامها في أعمال الردم تؤثر في المخزون أيضاً .
- **معوقات وصعوبات أخرى :** هناك عوائق ذات طابع خاص ليس لها علاقة بنوعية المادة وأصلها وطريقة تدويرها نذكر أهمها :

-درجة ثقافة (المتعهدين الرئيسيين والثانويين) العاملين في مجال تدوير مواد النفايات والصعوبات التي يمكن أن تظهر عند التنسيق فيما بينهم .

- **الأنظمة الحكومية:** التي تقيد أو تشرط استعمال المواد المدورة. على سبيل المثال وفق تقرير الإدارة الفيدرالية للطرق العامة FHWA/ 1996 ، وجد أن 26 قسماً فقط من 45 أقسام النقل

في الولايات المتحدة تسمح باستخدام الإسفلت المدور / RAP / والبيتون المدور، في أعمال الرصف وأعمال الحصىيات البديلة ؛ أي أنه يستخدم فقط في إنتاج الخلطات الساخنة HMA نسبة 33% من كامل الرصف المقشوط في الولايات المتحدة. [10].

- **النقص في وسائل التدوير (معدات وخلافها):** تمثل عائقاً آخر في وجه التدوير ؛ هذا يعني أن المقاولين أو المتعهدين حتى لو أرادوا أو رغبوا في التدوير فلن يتمكنوا من ذلك . وهذا صحيح خاصة بالنسبة لمشاريع C&D الصغيرة الحجم مثل البنايات الصغيرة { السكنية أو الإدارية } ربما الكميات الناتجة عنها ليست كبيرة ولكنها مهمة جداً فيما يتعلق بالأنشطة الخاصة بإنتاج الحصىيات المدورة .

- **الزيادة المضطربة لكميات النفايات المدورة من نواتج C&D في المكبات:** هذه ستفرض واقعاً مهماً في طرائق ووسائل التدوير. إنه سهل جداً على المتعهدين الإستمرار بالعمل بالطرق الحالية على أساس كميات محدودة تمثل استطاعة آلياتهم وطواقمهم، وهناك بالمقابل مقاولون كبار في صناعة الإنشاءات ممن يعرفون مسؤولياتهم القانونية و يعرفون بأن هناك عواقب كبيرة ترتكب في حال عدم تدوير هذه النفايات وعدم إعادة استعمالها .

- **من المعوقات المؤسسية الأهم أيضاً في وجه تدوير نفايات الهدميات وبقايا الإنشاءات هو احتمال عدم قدرة مدراء المشاريع الإنشائية أو سلطات مشروع النفايات الصلبة على تحديد أسواق الهدميات .**

- **من الصعوبات الفنية أيضاً:** الصعوبة في التوصيف الدقيق لنفايات C&D وهذا ما يشكل عائقاً هو الآخر في تدوير هذه النفايات بسبب اختلافها وتنوعها الكبير والعائد لاختلاف طبيعتها . [10] .

2-2-3- محطات نقل الحطام :

تعرف محطات النقل بأنها: مرحلة وسيطة تستعمل كمحطة تجميع ثانوية للنفايات الصلبة المحطمة قبل وصولها إلى المستودعات أو محطات المعالجة النهائية. وتعتبر محطات النقل ضرورية عندما يخطط لها للتخلص من النفايات الصلبة بشكل نموذجي متكامل :

1- خاصة عندما يكون الموقع النهائي للتخلص أو التدوير على مسافة كبيرة من مكان إنتاج النفايات
2- الموقع المتوسط لمحطة النقل يمكن له تجميع كميات كافية من مواد النفايات، من خلال ترحيلها بشكل اقتصادي إلى موقع التخلص النهائي .

3- قد يكون هناك إمكانية لتنفيذ شكل أولي من أشكال المعالجة مثل التمزيق أو التفتيت في الموقع الانتقالي، بغرض تقليص حجوم مواد النفايات او إنقاص كلفة نقلها. وفقا لذلك يمكن أن تشحن

إلى محطة التدوير مواد مثل النفايات بمواقع مكبات البلديات MSW (والنفايات المضغوطة كالبالات bale) .

4- إذا كانت المحطة الانتقالية هذه : ستستعمل لتنفيذ بعض المعالجات الأولية مثل (فرز النفايات)

فقد يجعل ذلك من مهمة منتج النفايات أسهل وقد تشجعه على الاشتراك بكميات أكبر منها .

5- تحويل المحطة الانتقالية من بسيطة إلى مستوى أكثر تعقيداً مثل (موقع مركزي) للتحميل والتفريغ

(الدوكما dock) لسيارات جمع القمامة مع مرافق وتجهيزات معقدة تستلزم استثمار رأس مال

كبير مثل آلات الفرز والتفريغ .

بهذا الشكل فإن المواقع الانتقالية لنفايات الإنشاءات والهدم الصلبة (c&d) يمكنها أن تشكل

دورين: دور إنشاءات مؤقتة وأخرى دائمة ويعتمد ذلك على عمر المشروع .

6- إن استخدام المحطة الانتقالية كمركز لتدوير نفايات C&D ربما تعتمد على: A- عمر المشروع

الخاص بالإنشاءات والهدم؛ B - أو حجم هذا المشروع ومقياسه؛ C- كثافة المشروع ؛ D -

موقعه من الأسواق النهائية أو المعالجة النهائية .

7- يقدر للمشاريع الإنشاءات الطويلة الأمد / فوق ثلاث سنوات / أن يكون لها عمر أطول وأن تنتج

كمية كافية من النفايات لتبرير نفقات رأس المال التي ستصرف على إنشاء المحطة الانتقالية .

8- يعتبر الموقع الانتقالي: ضرورياً للتخزين حيث لا يوجد في موقع إنتاج نفايات c&d مكان

لتخزينها أو فصلها أو عزلها، { حالة مشروع هدم في منطقة سكنية كثيفة مثلاً } .

9- بالرغم من أن المحطات الانتقالية لتنسيق أعمال التجميع والتدوير لنفايات الهدم والإنشاءات

C&D يمكن أن تكون ضمن مجال عمل عدة أقسام إنشائية /DA/ أو مشاريع هدم، إلا أنه

يمكن أن يترافق ذلك مع عدة عوامل يمكن أن تؤثر في جدوى استعمالها [12] منها :

- توافر الكمية الكبيرة من النفايات؛ قابلية الموقع لأن يكون انتقالياً؛ المكان النهائي للتجميع؛ طريقة

التخلص النهائي من النفايات؛ إتاحة التجمع وتوافر التجهيزات الناقلة غير الثابتة .

10- إن تطوير المحطة الانتقالية يتطلب أموالاً إضافية [10]؛ ومن بين القضايا الاقتصادية التي

يجب أخذها بالحسبان ما يلي : التجهيزات؛ الموقع؛ المعدات وآلات؛ النفقات الاستثمارية

بما فيها التمويل .

- كما أن المحطة الانتقالية لها متطلبات وتستهلك بعض النفقات الأخرى الخاصة بالتشغيل، مثل :

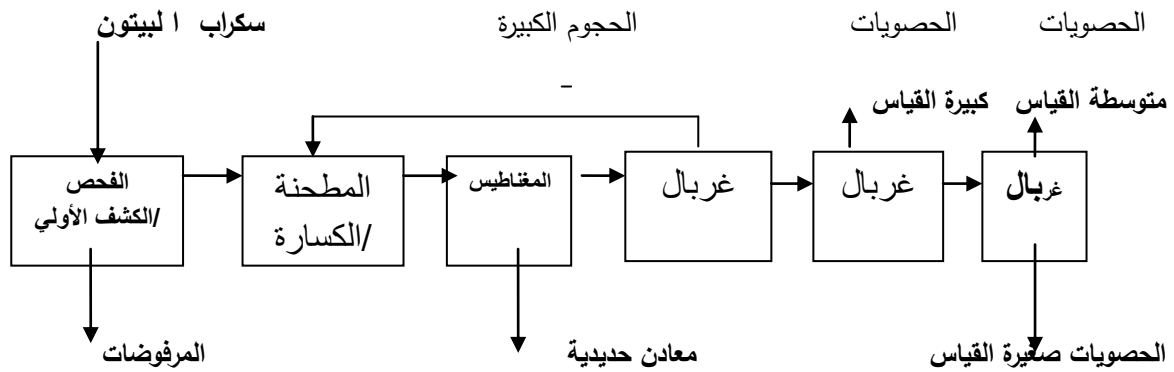
التزويد بالمواد؛ نفقات العمال؛ استئجار المعدات؛ كلفة الملحقات أو المرافق؛ الصيانة والإصلاح

؛ نفقات الترخيص والإغلاق (الإيقاف)؛ أيضاً هناك نفقات إضافية للتشغيل مثل نفقات الإشراف [10] .

2-2-4 تقنيات تدوير و معالجة الحطام (البيتوني والخفاني المنشأ):

مهما كان مصدر نفايات البيتون؛ فإن هدف التدوير هو فصل البيتون إلى أجزائه واعادته الى مركباته الاصلية : حصويات؛ حديد تسليح، مع الاشارة الى ان هناك أيضاً استعمالات للقطع الأكبر من البيتون المحطم وقد أدى الاهتمام الزائد بأعمال تدوير بيتون الرصف الطرقي وبيتون الهدم والإنشاء (C&D) ؛ إلى تطوير التكنولوجيا والآلات المستخدمة في أعمال التدوير؛ مما نتج عنه تخفيض إجمالي في التكلفة عند استخدام المواد المدوّرة الناتجة . فمعظم الآلات الثقيلة المستخدمة في عملية التدوير هي نفسها التي تستخدم في أعمال الإنشاءات واستخلاص وتحضير المواد الأولية وأعمال التكسير.

ومحطات التدوير مهما كانت مهمتها فهي تحتوي، على الأقل كسارات أولية ثم كسارات ثانوية (نهائية) ؛ وبعضها فقط فيها كسارات من مرحلة واحدة أي أولية فقط . ففي الولايات المتحدة U.S.A : هناك حوالي 61% من محطات التدوير تستخدم كسارات على شكل كماشة (رافعة jaw) كون أدائها أسهل و أسرع في تكسير الكتل الكبيرة الحجم [13]. حيث ينتج من تنفيذ المعالجة الأولية استخلاص الحديد وتكسير الكتل البيتونية إلى (دبش rubble) ؛ ثم في المعالجة النهائية (الثانية) تكسير الأجزاء (الدبش) إلى أقطار أعظمية تعتمد على المواصفات المطلوبة من الحصويات الناتجة عن التدوير (وفق الحاجة) . [13] . أما التكسير فيتم على مرحلتين : **التحطيم الأولي** : لتخفيض حجم قطع الحطام (الدبش) الكبيرة الأقطار الداخلة إلى الكسارة و**التكسير الثاني** : لتقريب المادة من الأقطار المطلوبة للحصويات. أما بالنسبة لعملية مغنطة الحديد فيمكن ان تحصل بعد **مرحلتي التكسير** . نبين على المخطط بالشكل رقم (2-11) مراحل عمل محطة طحن وتكسير البيتون حسب مقترح دونغان ستيفن كوسبر واخرون 1991 [6] :

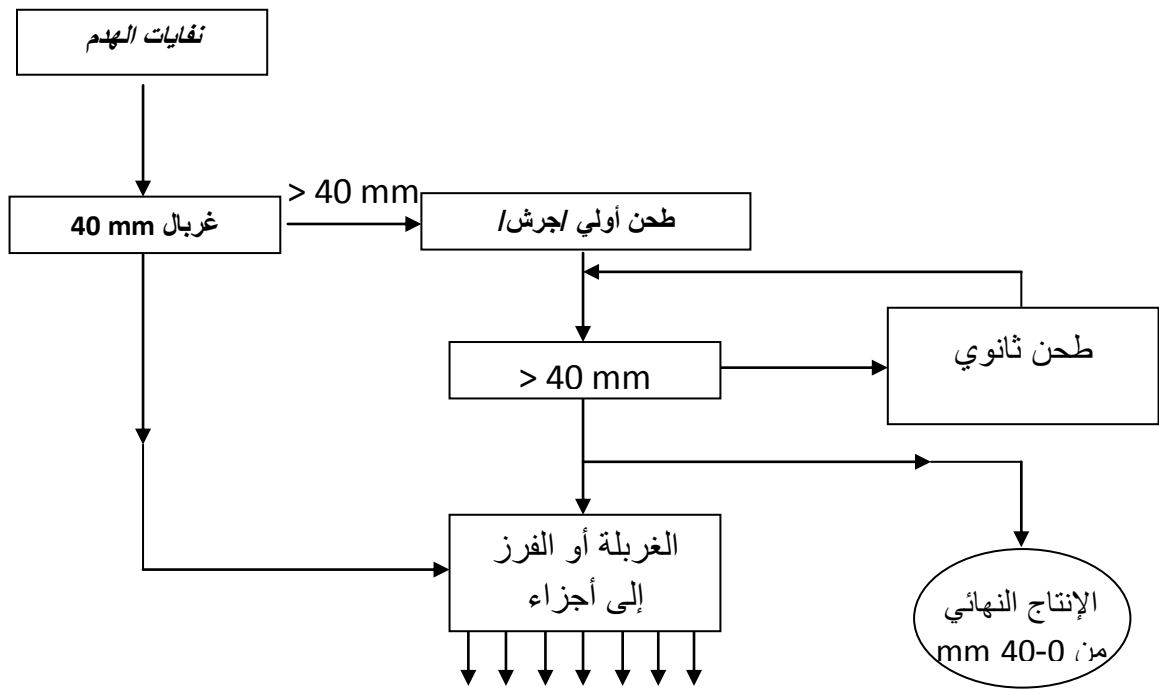


شكل (2-11) مخطط بياني لمحطة طحن وتكسير البيتون.

2-2-4-1 تقنيات المعالجة في محطات التدوير :

يمكن تقسيم تقنيات معالجة الحطام الى صنفين: الصنف الأول في الموقع ؛ والصنف الثاني خارج الموقع. أما حسنات المعالجة في الموقع ؛ هي تقليل كلفة نقل المواد إلى مكان التخلص النهائي من النفايات، وأنقاص الكثافة النسبية للنفايات و تخفيض الكمية الواجب التخلص منها أثناء مرحلة التدوير وبعدها.

أما طرق المعالجة في الموقع، والممكن استعمالها لمعالجة النفايات من مواد الهدم والإنشاءات c&d فهي:
1- التحطيم؛ 2 - التفتيت والتمزيق ؛ 3- التشريح إلى شرائح (شيبس) ؛ 4- الطحن ؛ السحق .
ويبين الشكل (2-12) المخطط الهيكلي لمحطة تدوير نموذجية لإنتاج حصويات بتدرج حبي (مغلق) و(مفتوح). [9]



الشكل (2-12) المخطط الهيكلي لمحطة تدوير نموذجية خاصة بإنتاج تدرج حبي من 0 - 40 مم

2-2-4-2 معدات محطات التدوير :

أولاً - الآلات المستخدمة في تكسير أو تحطيم النفايات C&D: ك نماذج يمكن أن نذكر منها بعض أنواع آلات التحميل والنقل مثل: الباكر (المزود بدلو)؛ الكلاب أو خطاف بمخلف / ظفر؛ حزام ناقل ؛ كسارة؛ الشكل (2-13) يظهر لنا نفايات الحطام توضع في ضاغط الكسارة .



الشكل (13-2) تعبئة الحطام في كسارة الكومباكتور

ثانياً - الآلات المستخدمة في تفتيت وتمزيق نفايات C & D :

- على الأغلب هي آليات متنقلة، ومنظومات الجمع ، و التمزيق والتفتيت، مع حوض طحن (مطحنة)، مطرقة للطحن، كما يمكن أن نستخدم آليات أخرى:
- إذا كانت النفايات (مخلوطة أو ممزوجة مع مواد أخرى دخيلة) فمن الممكن أيضاً استخدام نوع من أنظمة العزل أو الفصل لمنع شرائح وقطع الحديد (مثل حديد التسليح في البيتون المسلح) أو المواد القاسية من إعاقة التمزيق والتفتيت للقطع البيتونية الكبيرة الحجم.
 - آليات التمزيق والتفتيت : مطارق دوارة ، أو حوافر حفارات بقطع متعاقبة دوارة ، لنتمكن من تمزيق النفايات إلى قطع صغيرة، إرباً، إرباً .
 - آليات التمزيق لتقليص حجوم مواد النفايات C & D الجافة مثل الخشب .

ثالثاً - المعدات التي تحول المادة إلى شرائح (شبيس) والتي تدعى بالمشرحات :

- وهي المطاحن التي تحول المادة إلى ما يشبه قطع على شكل بلوكات ، حيث إن المادة الخام تخفض إلى أجزاء وقطع صغيرة وتستخدم هذه المشرحة المطحنة نماذج من أجهزة دوارة كالدواليب تركيب عليها مطارق، وذلك لتخفيض حجوم النفايات. أما المواد الأكثر ملائمة لمعالجتها في المطحنة الكسارة grinder هي مواد الدبش (من هدم البيتون أو من نواتج حطام وهدم الأبنية) .

رابعاً : الطحن والسحق :

- تقوم المسحقة(المطحنة) بطحن أو تكسير المواد إلى أجزاء صغيرة، وبادوات مثل المطارق الطاحنة تقوم بصدم وضرب مواد النفايات لتكسيروها إلى أجزاء بالحجم المطلوب. وبالرغم من أنه يمكن استخدام / المسحقة / لضغط وسحق أية نفايات جافة إلا أن استخدامها الأساسي هو من أجل تكسير كتل البيتون (الدبش Rubble).

خامساً: اشتراك أنواع مختلفة من تقنيات المعالجة في معالجة تدوير الحطام :

إن معالجة بعض المواد قد يتطلب إشتراك أنواع مختلفة من تقنيات المعالجة؛ فعلى سبيل المثال معالجة الإسفلت (المقشوط):

- 1- قد يحتاج إلى طحن أولي لتخفيض حجم القطع الكبيرة من الإسفلت المقشوط
- 2- بعد الطحن الأولي قد يُعاد طحن الإسفلت ثانية مع طحن متصل : لتخفيض حجم كل الأجزاء إلى الحجم المناسب أو أن يتم خلط الإسفلت بمواد أخرى .
- قد يكون هناك أيضا أشكال أخرى من تجهيزات ثابتة تلزم لتجهيزات معالجة المواد مثل : أجهزة الفصل المغناطيسي (للحديد) ؛ الغرابيل ؛ الناخبات/ المصنفات / ؛ السيور الناقلة .

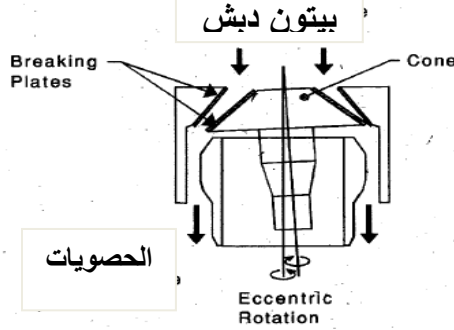
سادساً:الكسارات Crushers :

اعتادت الشركات المنتجة للحصويات من أنقاض الهدم استخدام ثلاثة أنواع رئيسية من الكسارات وهي :كسارات فكي الكماشة jaw - والكسارات التي تعمل بالصدمة impact - والكسارات الأسطوانية Roller، واستخدمت الكسارات الثلاث بالموصفات المتوفرة حالياً ، والمستعملة حتى الوقت الحاضر [8] لتدوير دبش الهدميات ، و لم يتم تصميم واستخدام كسارات خاصة لأعمال التدوير ، بل إنه في الأصل تم تصميمها للإستخدام في مقالع الفحم أو المعادن الخام ، أو في محطات تكسير وطحن الحجارة الطبيعية [5,7,12] :

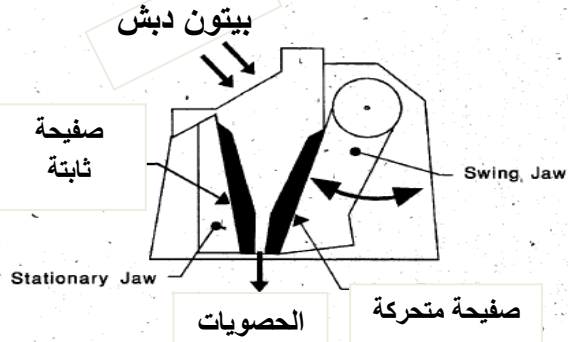
1- كسارة Jaw (فكي الكماشة) : تتألف من صفيحتين (Plates) تثبتان بزاوية معينة ، لكن إحدى هاتين الصفيحتين تبقى ثابتة، بينما الأخرى متحركة للأمام والخلف بالنسبة للأولى، وبهذه الحركة يتم تحطيم المواد التي تمر بين الصفيحتين، شكل (2-14-a).

إن التدرج الحبي النهائي بعد إمرار أنقاض الهدم على الكسارة ، يعتمد على حجم أو مقاس الفتحة الكائنة على صفيحتي الكسارة الثابتة والمتحركة(الكبرى والصغرى) [10]. وتعتبر كسارات jaw الأكثر ملاءمة للتقليص السريع ولتفتيت وتكسير قطع الحطام الشاذة الشكل حتى الكبيرة المجمععة من ورش الهدم و مشاريع C&D، إلى الحجم المطلوبة للإستخدام الأمثل بعد التدوير؛ (أي إنتاج حصويات أقطارها أقل من 15cm). [6].

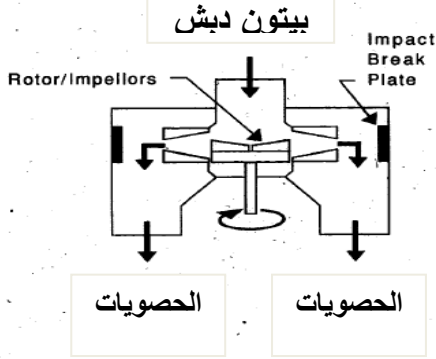
ب- الكسارة المخروطية الاسطوانية



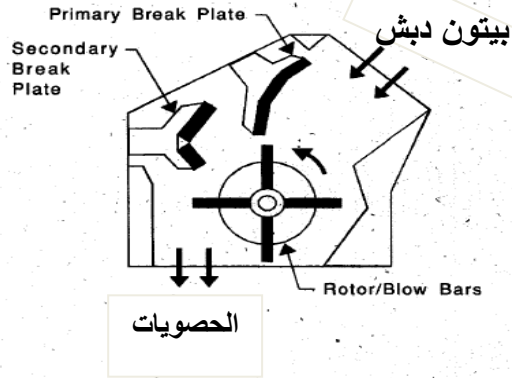
ا- الكسارة الكماشة



ج- الكسارة التي تعمل بالصدم



الكسارة التي تعمل بالصدم - الوضع الافقي



الشكل (2-14) رسم تمثيلي للكسارات (Jaw الكماشة ، الصدم Impact ، المخروطية Cone eccentric).

2- كسارة الصدم Impact crusher :

تقوم بتكسير المواد بضربها بصدام دوار، يدور بسرعة عالية، يتعرض خلالها الدبش الداخل إلى الكسارة إلى قوة قص، شكل رقم (2-14-ب). والكسارات الصادمة impact عالية السرعة، تستعمل طاقة كبيرة وأمنة من أخطار الحطام المتطاير. وعلى أية حال ؛ فإن كسارة impact يمكن أن تتفوق على الكسارة jaw في تحرير أسلاك التبريط (rebar) المتداخلة مع الدبش [6] .

- تجدر الإشارة أن معظم محطات التدوير في بريطانيا تستخدم وتحتوي (كسارات الرافعة) ، بينما محطات التدوير في أوروبا عادة ما تستخدم كسارات الصدم [9] .
- أما توزيع التدرج الحبي، وتوزيع حجوم الجزئيات في الخليط الناتج من كسارة الصدم ، يدلان على أن هناك عامل تخفيض كبير نتيجة التدوير، ويعرف عامل التخفيض بأنه: حجم الجزئيات الداخلة إلى الكسارة مقسوم على حجم الجزئيات الخارجة [9] .

- إحدى الحسّنات الأخرى لكسّارة الصدم هي فعاليتها العالية ولكن بالمقابل فإن حساسيتها تجاه الملوثات أو الشوائب غير القابلة للتكسير مثل مواد الحديد ضعيفة ولذلك فإن كسّارات الصدم عموماً تعاني بشكل كبير وبنسبة عالية من التلف وعرضة للبلى وتحتاج إلى كلف أعلى للإصلاح والصيانة. [10]

3- الكسّارة المخروطية الاسطوانية roller:

تتألف من جزئين دورانيين أسطوانيين مفصولين (قابلين للتباعد والاقتراب) وتستخدم عادة لأعمال التدوير والتحطيم الثانوي للأقطار الكبيرة إلى أقطار جزئية أصغر تحقق التركيب والخليط الحبي المطلوب . عملياً محطات التدوير الأخرى تتميز بأنها تولد غباراً مصحوباً بضجيج كبير من الصعب التحكم بهما خاصة عند وقوع محطات التدوير بالقرب من المناطق المسكونة أو الحساسة، وخاصة عندما تستخدم في المحطات الكسّارة الكماشة بينما الكسّارة المخروطية الأسطوانية تبقى أقل ضجيجاً وأقل تلويثاً للوسط المحيط بالغبار. [6] ، الصورة التالية، بالأشكال (2-15)، (2-16) تبيّن محطات تدوير متكاملة ثابتة:



الشكل (2-15): صورة عن محطة تدوير متكاملة ثابتة.



الشكل (2-16) محطة تدوير متكاملة ثابتة.

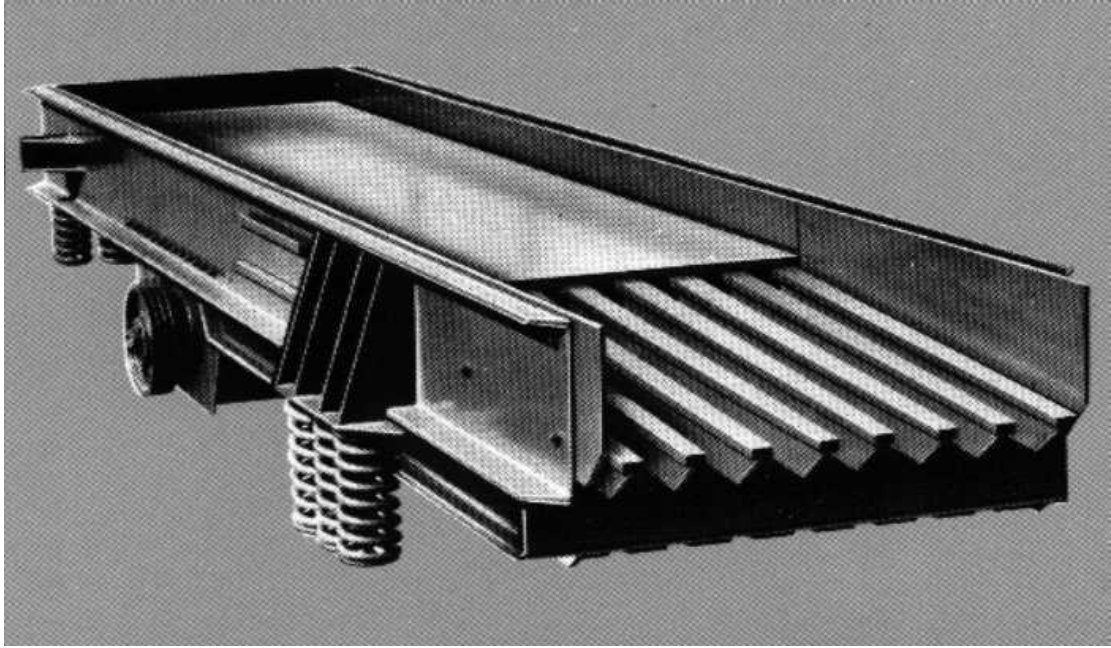
سابعا:محطات استرجاع المواد بواسطة(الفصل والفرز) MRFS- material – recovery :

بالرغم من محاسن معالجة المواد في الموقع إلا أنه قد يكون ذلك غير عملي :

- 1- بسبب الحاجة لعدد كبير من الأيدي العاملة في الموقع .
 - 2- محدودية الفراغ وضيق مساحة موقع العمل .
 - 3- ضعف إمكانية تحريك أكوام نفايات C&D المخلوطة ببعضها وضرورة فصلها .
- ولذلك يجب نقل هذه النفايات C&D خارج الموقع إلى محطات الاسترجاع و استصلاح المواد (MRFS) ،حيث يمكن فصلها عن بعضها وتدويرها ومعالجتها إذا كان هناك سوق مناسبة لها . [10] .

- تقنيات وتجهيزات محطات الاسترجاع MRFS (فصل وفرز النفايات):
تختلف تقنيات و تجهيزات MRFS من محطة إلى أخرى، حيث من الممكن ألا تحتوي إحداها على أي نوع من تجهيزات الفصل الأتوماتيكي؛ إذ يتم الفصل فيها باستخدام الأيدي العاملة ، وتستعمل كل من التراكس والبوكات لتحريك أكوام المواد. ويمكن أن تحتوي محطات MRFS في هذه الحالة على سيور ناقلة حيث يقف على كل سير ناقل شخص في كل مهمته التقاط وعزل المواد المطلوبة .

- تقتصر المواد المعزولة والمفصولة في هذا النوع من المحطات على : الكرتون ؛ الخشب ؛ والمعادن .
- بعض محطات MRFs تُستعمل تقنيات مركبة يدوية وميكانيكية لمعالجة مواد نفايات C&D؛ من الممكن استخدام آلة الخطاف أو الكلابة لتحريك القطع الكبيرة الحجم ؛ مثل ذلك القطع الكبيرة من الطحن ولعزلها خارج الحمولات المختلطة .
- والمادة المتبقية يتم تحطيمها وتكسيدها وتوضع على السيور الناقلية ؛ وفي نهاية هذه السيور الناقلية يوجد حمالة هذه (الحمالة) تنقلها إلى (غرابيل هزازة)، الشكل (2-17)، حيث يتم فصل الحجارة الصغيرة عن البحص الكبير ؛ ثم تترك بعدها للمرور على مغناطيس لالتقاط قطع المعادن الحديدية .



الشكل (2-17):الغرابيل الهزازة.(في محطة التدوير).

- محطات MRF5 الأكبر قياساً : تستعمل عادة تجهيزات أكثر ميكانيكية وتطوراً لفصل النفايات الداخلة إليها وذلك اعتماداً على : حجوم المواد ؛ كثافتها ؛ خواص فيزيائية أخرى .
- كما أنه قد يكون فيها تقنيات لمعالجة المواد المفصولة حسب متطلبات السوق أيضاً .
- هناك جهاز يقوم بأعمال الفصل بواسطة التعويم حيث يتم فصل الأوساخ والأخشاب عن الحجارة
- هناك نظام تحكم بالغبار .
- كما أنه هناك نظام طرد مركزي بالدوران (سيلكون) يقوم بطرد المواد الخفيفة مثل الورق ؛ والبلاستيك أيضا . [10].

فرز واستخلاص حديد التسليح :

لقد حصلت تطورات كثيرة في السنوات الأخيرة ؛ جعلت من عملية التدوير ذات جدوى اقتصادية أكثر لكل أنواع البيتون بما فيها الآلات والتجهيزات التي تسهل استرجاع وفصل حديد التسليح والتي تجعل دور اليد العاملة محدوداً وصغيراً [7,10,12].

- كل حديد التسليح المتواجد في أغلب أنواع البيتون يجب استخلائه من كتل البيتون خلال عملية التكسير أو قبلها (الشكل 2-18) ويجب استبعاد أية كتل تحتوي على حديد التسليح ليتم فصله واستخلائه مسبقاً { قبل استكمال أعمال تدوير البيتون } .

- بعد التكسير الأولي { للدبش البيتوني } فإن قطع حديد التسليح يتم استبعادها بواسطة المغناطيس الكهربائي المعلق فوق { السير الناقل للحطام } أو عن طريق اليد العاملة / الواقعة فوق السير الناقل / مباشرة ومن ثم يمكن بيع هذا الحديد لتجار الخرقة .

- بسبب كون أنه هناك طلب كبير على حديد الخرقة فإنه لا يبقى أصلاً إلا كميات قليلة جداً في المكبات/ المطامر .

- يستخدم حديد الخرقة الناتج في إعادة إنتاج قضبان حديد التسليح مرة أخرى .

- معهد تدوير الحديد ؛ يقدر أنه أكثر من 46% من قضبان حديد التسليح حالياً هي مدورة أصلاً؛ وتقدر بحوالي (7ملايين طن سنوياً) [9]

- تقنيات فرز , فصل النفايات sorting :

- هناك عدة طرق لإزالة الشوائب أو الملوثات من نفايات الهدم التي ستدخل إلى الكسارات يمكن أن نقسمها إلى مجموعتين :

(i) العزل قبل التكسير .

(ii) العزل بعد التكسير .

(i) : العزل ما قبل التكسير :

حيث بإمكاننا فرز وفصل مواد الحطام عند هدم المنشأة ولكن هذا النوع من الفرز سيكون مكلفاً مادياً وسيأخذ وقتاً طويلاً ، ولذلك ليس من الطبيعي أو المعتاد اتباع هذه الطريقة ما لم يكن هناك ضرورة أو حافز ملح لذلك ربما يفرضه موقع الهدم .

- معظم أعمال الفرز (الفصل) تبدأ عند وصول الركام Rubble {الدبش} إلى محطة التدوير عندما :

- 1- تنقل النفايات و تجمع في كومة تبعاً لتركيبها الرئيسي أو لكمية الشوائب والملوثات الحالية الحديثة .

- 2- يمكن لمستثمر محطة التدوير تبعاً لذلك التعامل مع (كومة) أي : كمية كبيرة من النفايات / وبالمقابل أيضا مع كمية المواد غير المرغوبة أو الشوائب بشكل منفصل عن بعضها [9]
- هذا الفرز الأولي ما قبل التكسير : يمكن أن يساعد في تحديد الوقت أو الموعد الأفضل للطحن أو التكسير { أي الإدخال إلى الكسارة } ، مثال على ذلك تحضير النفايات في كومة كبيرة من (الركام) يمكننا من طحنها وتكسيدها في كسارة مفردة تعمل بشكل مستمر .
 - في معظم منشآت التدوير : يتم إجراء غربلة أولية للنفايات الخام وذلك بإمرار ركام نفايات الإنشاءات C&D فوق غربيل قبل وصولها إلى الكسارة

ولذلك فإن المواد التي هي بالحجم المطلوب ولا تحتاج من ثم إلى طحن إضافي تمر بشكل جانبي في محطة التكسير الأولى ولا داعي لدخولها إلى الكسارة . ويتم غربلة هذا القسم من حجوم النفايات بعد ذلك لاستبعاد التربة والشوائب والملوثات الناعمة الأخرى ؛ كما تُعاد المواد المتبقية في مرحلة لا حقة إلى عملية التدوير مرة أخرى .

(ii) الفصل والعزل بعد التكسير :

لاستكمال إزالة الملوثات أو الشوائب من ناتج التكسير الأولي للركام ؛ يمكن تطبيق عدد من الطرق أو التقنيات ؛

- 1- **وأبسط هذه الطرق :** هي طريقة العزل اليدوي ، حيث يتم فرز وعزل الشوائب مباشرة عن السيور الحاملة باليد العاملة ، أما فعالية هذا النظام فتتعلق بضبط سرعة السير الحامل أو الناقل الذي يمر أمام العامل الذي يقوم بالنقاط الشوائب من سيل المواد المطحونة المنقولة بهذا السير الناقل .
- طبعاً الميزة الأساسية لهذه الطريقة تعتمد على مقدرة العين البشرية على تمييز الشوائب أو الملوثات التي ربما من الصعب إزالتها بالوسائل الميكانيكية . مثل الزجاج .
- **أما الطرق الآلية- الأوتوماتيكية لإزالة وفصل الشوائب والملوثات فتتضمن ما يلي :**

2-الإزالة الكهرومغناطيسية للحديد :

والتي تستخدم بشكل شائع جداً في محطات التدوير لفصل مواد الحديد واستخلاصها من خليط النفايات ؛ حيث عادة ما يوضع المغناطيس الكهربائي عبر السيور الناقل بين الكسارات الأولية والثانوية . وإن فعالية المغناطيس تعتمد على: 1- مقدار المسافة بين المغناطيس والسير الناقل 2- وكذلك سرعة السير الناقل 3- وكثافة مواد الهدم المكسرة المتدفقة على السير الناقل 4- والزوايا التي يميل بها المغناطيس على السير الناقل .

والحقيقة فإن العملية المغناطيسية تتحقق فعاليتها بالشروط التالية :

- عندما يُوضع المغناطيس مباشرة فوق وبموازاة السير الناقل .
- عندما تكون حركة السير الناقل بطيئة وخفيفة ومن ثم الكثافة عليه قليلة [10]. ويبين الشكل (2-18) عملية الفصل الإلكترومغناطيسية.



الشكل (2-18): عملية الفصل الإلكترومغناطيسية

3-الغريلة الجافة :

تستعمل الغريلة الجافة لفصل المواد إلى جزئيات يمكن إعادة تركيبها فيما بعد إن لزم الأمر وذلك بغرض الحصول على حصويات جيدة التدرج (حزمة مناسبة) . لكن تتميز هذه الطريقة بسلبية أساسية هي أنه ينتج عنها كميات كبيرة من الغبار .

- ووفقاً لجمعية متعهدي البناء في اليابان 1981 : فإن المواد الخشنة : يمكن فصلها بفعالية أكبر باستخدام غرابيل مائلة (تهتز بتواتر منخفض وبمطال اهتزاز واسع) في حين أن الغرابيل الأفقية تهتز بتواتر سريع / ولكن بمطال قصير / حيث تكون مناسبة أكثر لفصل المواد الناعمة [6] .

4-الفصل الرطب للمواد : يمكن عزل وفصل الشوائب و الملوثات ذات الكثافة المنخفضة من بين حطام الهدميات باستخدام الطريقة المائية [10] .

يتم الفصل والعزل وفق هذه الطريقة عن طريق الوضع السريع للمواد في خزان ملئ بالماء ويطبق تيار مائي عن طريق نفاثات سهل التجكم بها. مما يؤدي إلى تعويم الخشب والشوائب الأخرى والخفيفة على سطح الماء ؛ يتم إزالتها عادة بأمشاط تتحرك من طرف الخزان إلى طرفه الآخر .

طبعاً يقتصر تطبيق هذه الطريقة في التنظيف أو الفصل والعزل ،على المواد التي مقاس جزئياتها أكبر من 10mm ، لأن الجزئيات الأصغر تُضاف للحمأة التي تترسب في أسفل الخزان .يبين

الشكل(2-19):عملية الفصل والعزل بالطريقة الرطبة.



الشكل(2-19):عملية الفصل والعزل الرطب(الطريقة الرطبة).

5- محطة الغريلة والغسيل:

الغريلة: هي العملية التي يتم من خلالها فصل الحجوم المختلفة من الحبوب المدورة. تتشكل محطة الغريلة من سلسلة من الغرايل أو المناخل sieves الضخمة تقوم بفصل المواد إلى القياس المطلوب.

- يشترط عند تدوير المواد من ناتج البيتون الإسمنتي البورتلاندي، أن تكون فتحة الغريال المستخدم لفصل الحبوب الخشنة عن الحبوب المدورة الناعمة (8 / 3 إنش أو 9mm) .
- أما مقاس الغريال المستخدم لفصل الحبوب المدورة الخشنة إلى مجموعات حول الفتحة (3/4 إنش أو 19mm) ، كما اشترط أن يستعمل غريال إضافي لفصل تلك الأجزاء الأكبر من المقاس الذي يتم انتقاؤه لأغراض خاصة .

- بعد الانتهاء من عملية الغريلة ، يرسل بعدئذ الناتج المدور إلى محطة الغسيل، واستناد إلى ذلك فمواصفات المواد الحبيبية (غير المحددة) لأغراض الرصف الطرقي تشترط أن تكون الحبوب المدورة وفق هذه الطريقة، نظيفة جداً استناداً إلى استخدامها وفق حالة المنتج عالي الجودة .يوضح الشكل (2-20) محطة الغريلة، ومحطة الغسل. [13]



الشكل (20-2) : محطة الغريلة

ثامنا-الكسارات المتنقلة المستخدمة في محطات التدوير :

من الممكن أيضا استخدام محطات التدوير والكسارات المتنقلة أيضا ؛ حيث إن حجمها الصغيرة يجعلها سهلة التنقل والحركة ومضبوطة ومناسبة جداً للفراغات لمواقع العمل الضيقة .

وتجهز الوحدة النموذجية من هذه المحطات النقالة عادةً بما يلي :

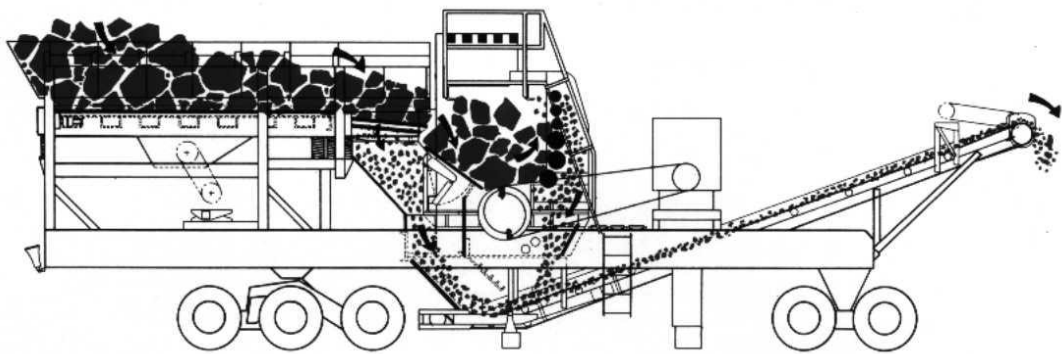
1- سير ناقل (للتغذية) للتزويد بالمواد غرابيل هزازة ؛ كسارات ؛ بواكر ؛ مزاقات ؛ مغذيات /

طاردة/

2- محرك ديزل ؛ طاقة هيدروليكية . [10]

وتبنى هذه المحطات بالتوافق مع المقطورات المتخفصنة والشاحنات ذات التحميل الذاتي . الشكل (20-2)

(يوضح رسم تمثيلي ، عن كسارة متنقلة .



الشكل (21-2) رسم تمثيلي ، عن كسارة متنقلة .

معايير اختيار تجهيزات المعالجة والتدوير :

عند تصميم التجهيزات اللازمة للمعالجة والتدوير داخل وخارج الموقع / سوانا 1993 / Swana / ، هناك

عدة عوامل يجب أن يلتزم بها كل من مهندس التنفيذ ؛ مدير المشروع ؛ والمتعهد :

أ- مكونات النفايات (كميتها وتركيبها) .

ب- خواص المغنطة .

ت- الحجوم الفيزيائية للمواد الداخلة إلى المحطة .

ث- متطلبات السوق لمستهلكي المواد (المتعهدون المحتملون) .

ج- الكثافة الوسطية واحتمالات الاختلاف. [10]

3- ومن ثم يتم التفسير بأحد أنواع الكسارات المذكورة أعلاه، حيث يبين الشكل (2-22):التحميل في

الكسارة الأولية:



الشكل (2-22):التحميل في الكسارة الأولية

2-2-4-3: مستودعات التجميع والتخزين stockpile:

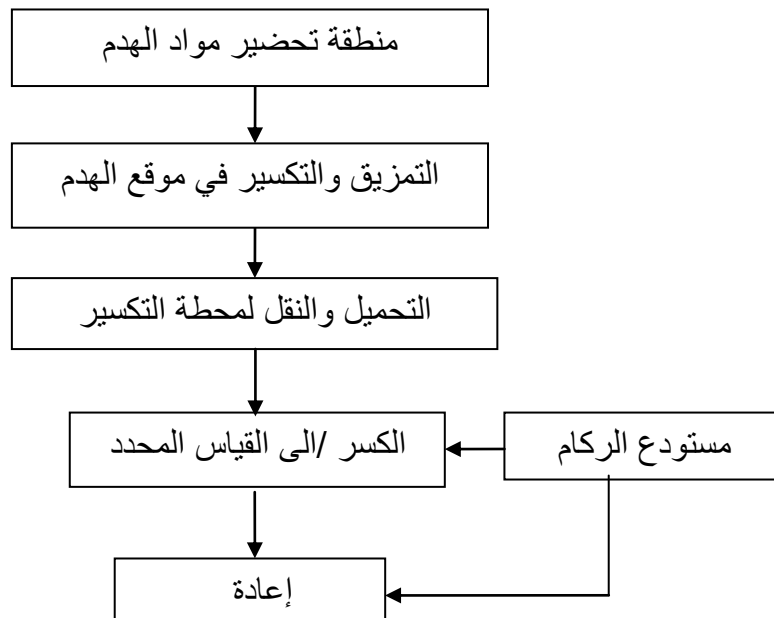
بعد كل عملية التدوير / يتم تخزين الحصىات المدورة على شكل ركام أو تلال (في مستودعات) جاهزة للاستعمال ، يتم تخزين كامل الحصىات المدورة وفقاً لقياساتها المختلفة على أن يحمي الركام من التلوث بمواد غريبة . كما أن العربات المستعملة في نقل الركام (الكومة) يجب عليها أن تكون نظيفة بشكل

دائم من أية مواد غريبة [13]، ويبين الشكل (2-23) مستودعات التخزين على شكل ركام للحصويات المدورة الناتجة .



الشكل (2-23): مستودعات تخزين الحصويات المدورة على شكل ركام

4- كما يمكن تلخيص عملية تدوير الحصويات الناتجة عن تكسير العناصر الإنشائية البيتونية للمراحل المذكورة أعلاه بالشكل (2-24):



الشكل (2-24): مخطط يمثل تدوير الحصويات الناتجة عن تكسير العناصر الإنشائية البيتونية.

تجدر الإشارة إلى أن السوق الرئيسي لبيتون الهدم و الحصىات الجديدة المدورة منه ، هو طبقة اساس الرصف الطرقي و البيتون الإسفلتي ؛ وكذلك مواد ردم .

- كل البيتون الذي تم قشطه، خلال عملية إعادة إنشاء الطريق السريع كيندي - شيكاغو في الولايات المتحدة، تم تدويره وأعيد استعماله في (طبقة الأساس) وذلك بين عامي 1989 و 1991 [9] . بينما قام قسم المرور في الينوي (IL Dot) باستهلاك كمية 594.000 tons من البيتون المدور لإعادة استخدامها كطبقات حصىات (دريناج وحصىات للأساسات [6] .
يسمح قسم المرور في الينوي (IL Dot) باستعمال الحصىات المستصلحة (المدورة) في الرصف البيتوني الجديد ؛ طالما أنها توافق المواصفات المطبقة على المواد(الحصىات) الطبيعية، لكن تبين أن معظم الطرقات البيتونية التي نفذتها ولاية الينوي من الحصىات المدورة كانت من النوع الذي يتحطم بفعل دورة (التجمد - الذوبان) لذلك فإنها غير مناسبة لإنتاج بيتون جديد للطرقات العامة. [6].

- وهكذا فإن تدوير مواد نفايات الهدم والإنشاء (C&D) يتطلب بعض أشكال المعالجة لمخزون النفايات الخام، وذلك حتى تحقق هذه الحصىات الجديدة المواصفات الفنية المطبقة محليا أو دوليا. وحتى تحقق (النفايات C&D) المواصفات اللازمة ، فيجب أن يطبق عليها معالجات إضافية، فالهدف من معالجة النفايات هو تحقيق القيمة العظمى المضافة الممكنة على كامل سيل نفايات، وبشكل عام؛ فإن معظم مواد النفايات تحتاج إلى معالجة بهدف انقاص حجمها ، أو بهدف تحقيق مواصفات الإنتاج المطلوبة ومتطلبات الأسواق . [10].

ضبط ومراقبة الجودة : إن المفتاح المهم والأساس في إنتاج واستخلاص منتج جيد من النفايات الخام (C&D) هو مراقبة الجودة واستمراريتها. إذا كنا بصدد استبدال المواد من مصادر خام طبيعية بالمواد المدورة، فمعنى ذلك أن المواد المدورة يمكن أن تتنافس المواد من المصدر الخام الطبيعي، في هذه الحالة يجب على الشركات وكافة المنتجين للحصىات المدورة ان يقدموا حصىات عالية الجودة، بحيث تتوافق مع المواصفات الفنية المطلوبة في أسواق الاستهلاك ، الشكل (2-25) يبين صورة تمثيلية لهؤلاء المستهلكين.



الشكل (2-25): صورة تمثل المستهلكين، متعهدي إنشاء الطرق بانتظار الحصىيات المدورة.

2-3- تجارب بعض بلدان العالم في مجال إنتاج وتدوير الحصىيات من أنقاض الهدم (C&D):
 منذ سنوات عديدة ومراكز الأبحاث في العديد من بلدان العالم تركز جهودها للبحث عن الإستخدام الأمثل لنواتج الهدم، لإعادة تدويرها في قطاع الإنشاءات والبناء فمنها ما وجد في المواد المدورة مصدراً مهماً لدعم وتوفير مواد لإنشاء الطرق ومنها من وجد فيها مصدراً مهماً لأعمال البناء نذكر هنا تجارب بعض بلدان العالم التي توصل فيها الباحثون إلى وضع معايير ومواصفات خاصة ب مواد البناء والحصىيات المدورة المستخدمة في أعمال الإنشاء ومنها :

2-3-1 بريطانيا :

بغاية زيادة معدل استخدام الحصىيات المدورة في الإنشاءات ، فإن المعايير والمواصفات الحالية في بريطانيا كان من المتوقع أن تعدل إلى حد ، تقدم فيها المعايير الجديدة المساعدة في دعم و تشجيع استعمال الحصىيات المدورة . في عام 1992 وضعت ما يشبه المعايير الأوروبية العامة للمواد المدورة ولكن حالياً بعض البلدان الأوروبية تعتبر أكثر تقدماً من الأخرى في تقديرها لعملية التدوير.

2-2-1-1 لمحة عن إنتاج الحصويات في بريطانيا:

كانت كمية الحصويات المستعملة في الإنشاء في (انكلترا وويلز) والمستخرجة من الصخر المطحون في عام 1985 حوالي (191 مليون طن / متري) . وازداد استهلاك الحصويات إلى حوالي (202 مليون طن متري) عام 1986 ووصلت إلى 245 مليون طن متري عام 2005 [9] . استنادا إلى تزايد الطلب على المواد الحصوية ، عينت الحكومة البريطانية عام 1972 ، لجنة استشارية مختصة بموضوع الحصويات [لجنة فيرني / 1972 verna] ، مهمتها دراسة موضوع التزود المستقبلي بالحصويات اللازمة لصناعة الإنشاءات بشكل عام ، وخلصت هذه اللجنة إلى ضرورة تأمين تزويد ثابت من المواد الحصوية لتلبية احتياجات صناعة الإنشاءات بأقل تمويل وأقل تكلفة اجتماعية [تقرير فيرني عام 1976 Verny] ، وتحققت اللجنة من أن الإضرار بالصحة البيئية الناتجة عن إنتاج الحصويات وتوزيعها لا يمكن منعها بالكامل ولكنه اقترح بذل أي جهد لأجل الاحتفاظ بأي ضرر محتمل على البيئة عند حده الأدنى .

أما تقرير (MpG6 / عام 1989) فبين أن استعمال (نفايات) المواد الثانوية مثل الخبث الناتج عن أفران الطاقة أو الحصويات الناتجة عن صناعة الإنشاءات وهدم المباني (البيتون المطحون) يجب تشجيعه لأن ذلك سيؤدي إلى تناقص الطلب على الحصويات الطبيعية التقليدية، وتجدر الإشارة إلى أن أكثر منطقتين تدعمان التدوير في بريطانيا هما (لندن و المنطقة الجنوبية الشرقية في انكلترا) أما ويلز واسكتلندا عملياً لم تقوما بأي عملية تدوير ، لكن يجدر بنا الإشارة أنه في انكلترا وفي عام 1988 تم إنتاج ما نسبته 70% طن من الحصويات من نفايات الهدم [مولهيرون، 1988 / Mulheron] . وقد استعملت المواد المدورة في بريطانيا على الأغلب كرميات وكنواة صلبة لأعمال الرصف ولم تستعمل في حقول أخرى من الإنشاءات كأعمال البناء والأعمال البيتونية [9] .

توصلت كل من الباحثتين إميلييا كراي وجين باول بموجب البحث المقدم الى مركز الأبحاث الإقتصادية للبيئة العالمية بجامعة شرق انجوليا وجامعة لندن [14] إلى ما يلي :

تتسبب صناعة الإنشاءات بزيادة الأخطار الإجتماعية والبيئية من خلال عمليات المقالع والإنشاء والهدم والتخلص النهائي من نفايات البناء وهذا يؤكد الرغبة العامة لعمل شئ ما لمكافحة الأخطار وجعل صناعة الإنشاءات تتخذ منحى أكثر استدامة .

باستخدام تقنيات برمجية (LAC دورة الحياة) فإن مساعدة أصحاب القرار المسؤولين عن صناعة الإنشاءات لاتخاذ القرارات اللازمة ووضع الخطط والاستراتيجيات اللازمة لإدارة النفايات التي يمكن استخدامها ضمن الشروط الاجتماعية والاقتصادية والبيئية .

باستخدام طريقة ال (دورة الحياة للمادة) المطورة بقاعدة بيانات للحالة المدروسة والتقييم الإقتصادي وتقييم المعايير المستخدمة للحالات المشابهة أظهر ذلك أنه بقدر ما يتم استبدال المواد فيكون لإعادة

استخدام نواتج الهدم أقل ما يمكن من الأضرار الاجتماعية والبيئية بالتكامل مع الطرق الأخرى للتدوير والطمر الصحي للفضلات غير المفيدة .

ان عملية التدوير الخاصة بنفايات مواد البناء في بريطانيا لم تاخذ الأهمية الفعلية حتى الآن ، وتزداد أهميتها بشكل بطيء ، من ثم فإن استبدال المواد الأولية الطبيعية والاستعاضة عنها ما زال محدودا .

ان تدوير نفايات مواد البناء وإعادة استعمالها بدلاً من المواد الأولية يقلل الآثار الضارة والأخطار الناتجة عن التخلص من النفايات إلى حدودها الدنيا بالمقارنة مع الطمر في المكبات، وهذا ما تبين من خلال المقارنة وتقييم الآثار المالية والاجتماعية والبيئية للطرف المختلفة لإدارة نفايات الهدم والانشاء ، من خلال هذه الدراسة . وقد تم تطوير نموذج البرنامج النظري ليمح بتغيير مدخلات قاعدة البيانات لتتناسب مع الشروط المحلية مثل : نموذج النقل والمسافات ، الطاقة المستعملة ودورها . [9]

2-2-1-2 استخدام الحصويات المدورة من أنقاض الهدم في بريطانيا:

المواصفات الخاصة بأشغال الطرق العامة في بريطانيا تسمح باستعمال البيتون المكسر لعدة أغراض في الهندسة المدنية ويمكن اعتماده لأغراض إضافية تعتمد على الخصائص المهمة للمنتج المدور من البيتون المكسر، حيث سمحت باستعماله في التطبيقات التالية :

A - أعمال الدريناج و التصريف : أعمال تغليف و طمر الأنابيب أو القساطل ؛ ردميات ؛ خنادق الحماية؛ و فلتر الدريناج وفي التصريف ، ردميات فراغات القساطل ، إعادة الوضع إلى ما كان عليه بعد إقامة المنشآت .

B-الأعمال الترابية : ردميات المنشآت - الردميات فوق أساسات المنشآت البيتونية ؛ مواد التغطية.

C -الإنشاءات الطرقية : في عام 1986 تم في بريطانيا تعريف استخدام المواد المدورة من قبل مواصفات أشغال الطرق العامة البريطانية ولاسيما في إنشاء طبقة ما تحت الأساس في الطرق و في مواد الملاط الإسمنتي وفق الدرجة (المطلوبة حسب مكان الاستخدام).

كما أن أحد الاستخدامات للحصويات المدورة ، هو كطبقة حصويات غير مقيدة في رصف الطرق اللين و نعني بذلك كطبقة ما تحت الأساس (تقع بين طبقة الأساس وتربة المسار) كما هو موضح على الشكل (2-26) . والتي تقوم بثلاث وظائف وهي :

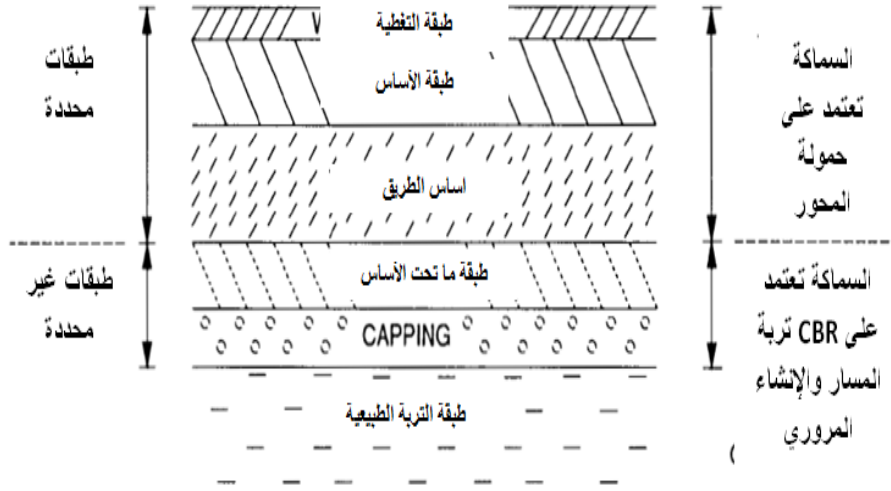
1- تعمل كعنصر إنشائي في الرصف

2- عازل غير حساس للتجمد حيث يعزل تربة الأساس عن التجمد.

3- يؤمن أرضية لتحمل أحمال المرور وتوزيعها مع العمق بشكل جيد ، حيث إن الإجهادات المتولدة في الرصف الطرقي من المرور تتناقص بسرعة مع العمق ، حيث إن الإجهادات المتولدة في طبقة ما تحت الأساس هي فقط أكبر بقليل من تلك الإجهادات المتولدة على سطح تربة المسار .

4- فإذا تم تصميم طبقة ما تحت الأساس فوق هذا الأساس فإن المادة المستعملة ربما يلزمها فقط أن تكون أقوى بقليل من تربة المسار .

وعلى كل حال فإن الوظيفة الثالثة من هذه الوظائف الملخصة أعلاه تسهم بتصميم القوة الأصغرية لطبقة ما تحت الأساس أكثر من الوظيفة الأولى لأن طبقة ما تحت الأساس بعد الرص (الدحي) ، يجب أن تكون قادرة على تحمل الحمولات المرورية الإنشائية إذا ما تعبت طبقة الأساس أو (تعرضت) إلى تشوهات كثيرة ، وخلال هذا الوقت من الممكن أن يكون مستحيلاً أو غير مقبولٍ وضع طبقات رصف إضافية فوقها أو أن الضرر المؤقت من الممكن أن تتحمله تربة المسار .



الشكل (2-26) :ويبين بنية الرصف الطريقي (بييسيسكو-1989)، المرجع [9] .

أشار جونز 1989 [5] إلى أن قوة وصلابة الرصف- تتحسن و تزداد ، إذا ما تبدد الضغط البسيط المتولد من التحميل السريع له ، كما ان التصريف الجيد يمكن أن يساعد في ذلك ، فضلاً عن ذلك إن المخاطر والضرر من ظاهرة التجمد يمكن أن تتناقص أيضاً . يظهر من العمل المنفذ من قبل sweere [9] 1989 بأن الحصويات المدورة من الممكن ان تؤمن طبقة أكثر صلابة من الحصويات التقليدية لأنها تمتلك خاصية (السمتنة الذاتية) والتي يمكن أن تظهر في غضون (بضعة) أسابيع بعد وضعها في طبقات الرصف .

- جونز وبييسيسكو [9] 1989 ناقشا التناقض في وظائف طبقة ما تحت الأساس . إذ يجب أن ترص المواد فيها لتكون أكثر كثافة لتنتج منها طبقة صلبة و في الوقت نفسه الذي يطلب من طبقة ما تحت الأساس أن تكون (طبقة دريناج او تصريف) ذات نفاذية عالية . من فوائد طبقة التصريف هو المساعدة في إنخفاض الإرتفاع الشعري ومن ثم إنقاص مخاطر التجمد وارتفاعه نحو الأعلى (جونز ، 1989) . إن حل التناقض الظاهر لطبقة ما تحت الأساس هو بتأمين استعمال أكبر للطبقة المحسنة .
- المرصوصة المفتوحة كطبقة دريناج جيدة وبتأمين إنشاء طبقة ما تحت الأساس كطبقة صلبة وذات كثافة عالية .

طورت في بريطانيا عملية تدوير بيتون الرصف في الموقع مع إعادة استعمال نفايات الإنشاءات بطريقة مفيدة ؛ وتم إدراج ذلك في مواصفات أشغال الطرق العامة البريطانية (1986) [9] وتشمل هذه العملية تكسير بيتون الرصف المهترئ (المقرر استبداله) باستخدام آلة مصممة خصيصاً والتي تسحق بلاطات التغطية البيتونية أثناء دخولها على طول الرصيف (في الآلة) ، ثم ينشر الإسمنت عندئذٍ على المادة المطحونة يتبعه (رش) الماء الذي يصل عن طريق (سكر رش) موصول إلى خزان ماء و تخلط المواد وترص المواد بعدها لتشكيل طبقة سطحية جديدة.

و المواد المدورة في بريطانيا يمكن تحسين وتطوير مجالات استخدامها ، إذا ما تم وضع معايير لتحديد المواصفة والجودة المطلوبة لكل من بيتون الرصف المكسر والمواد الأخرى المدورة المشابهة ، مثل **حطام هدم الأبنية** وغيره . ذلك يشجع استعمال المنتجات الصناعية الثانوية و مواد النفايات في الأبنية والهندسة المدنية ؛ مع وجود بعض الملاحظات على إعادة استعمال مواد النفايات في كل من أعمال إنشاء الطرق وأعمال انشاء الأبنية ، حيث يستعمل البيتون المكسر المدور في أعمال إنشاء طبقة ما تحت الأساس وطبقة الأساس في الرصف الطرقي .

- أظهرت الأبحاث المنفذة في بريطانيا و قدمت العديد من البراهين والأدلة ، على إمكانية استعمال بيتون الرصف المكسر والمدور النظيف وحطام الهدم ، كحصىات لصناعة البيتون (المجدول البيتوني) ذي المقاوامات الضعيفة . [9] .

إلا أنه مما تجدرالإشارة اليه ، هو عدم وجود معايير كافية لتعريف وتوصيف المواد المدورة: (بيتون الرصف المكسر ؛ حطام الهدم ؛ و المواد الأخرى المدورة) في بريطانيا، حيث ان كل مواد نفايات هدم الابنية تقريباً تحتوي على مركبات مختلفة اضافة الى مادتي البيتون والقرميد الذين هما مصدر الحصىات المدورة. كما ان نواتج كسر الرصف البيتوني (الرصف الصلب) التي يتم ازلتها ، يسمح باعادة استخدامها كمادة لطبقة ما تحت الأساس في الرصف الطرقي ، وحتى يكون هناك شروط تتعلق بدرجة التلوث والكمية الدنيا للبيتون المكسر ،التي يجب تقديمها .

3-1-2 هولندا :

لدى هولندا نسبية احتياطي فقير من الحصىات الطبيعية ، ومن ثم أصبحت أكثر اعتماداً على المواد المدورة لاستخدامها كحصىات لطبقات رصف الطرق غير المحددة .

يمول التدوير في هولندا بمعظمه من قبل الدولة ومن ثم فإن المواد المحددة الخواص قد أصبحت مصدراً مهماً للحصىات المستخدمة في صناعة الإنشاءات هناك، إذ تم في السنوات العشرين الماضية إنشاء عددٍ من الطرق استخدمت في أساساتها (غير المفيدة)، المواد المدورة.

في عام 1983 بدأت الابحاث كمجازفة مشتركة بين جامعة **ديلفت للتقانة** وقسم هندسة الطرق والهيدروليك في **ريجيك سواتر شتات**، حيث تم اختبار ومقارنة خواص الحصىات المدورة وخواص

الخصائص التقليدية . تالف البرنامج البحثي من اختبارات حقلية ومخبرية ، لقد وجد بأن التحقيق البصري لتكوين المواد قبل التدوير ودرجة نظافتها، كان هاماً بسبب تأثير مقاومة الخصائص وصلابتها في سلوك طبقات ما تحت الأساس غير المقيدة . و استناداً الى نتائج هذا المشروع البحثي الذي تم وصفه من Penning عام 1989 [9]؛ انطلاقاً مما صدر عن Centre Row عام 1988 فيما يتعلق بالموصفات الإضافية للمواد الثانوية المدورة و التي شملت: البيتون المحطم ؛ مقشوط البيتون الاسفلتي وحطام الهدميات المتنوعة المصادر ، بين فيه ، ان بعض المتطلبات الرئيسية لمواصفات البيتون المحطم وحطام الهدم تم تلخيصها في الجدول (1-2) .

كما أشار تقرير المشروع البحثي، الى أنه يجب التقيد بهذه المتطلبات عندما تستعمل المواد المدورة كخصائص لطبقة ما تحت الأساس ؛ ويجب أن تتوافق أيضاً مع اختبارات الكسر والصلابة التي تنص عليها المواصفات الهولندية(فيما يخص تجربة اهتراء الخصائص/ لوس انجلوس/))، وحدود التدرج الحبي الواردة في المواصفات الهولندية للخصائص التقليدية لطبقة ما تحت الأساس (ريجيك سواتر شتات [9] (1978)

الجدول (1-2) المواصفات الهولندية لمواد طبقة ما تحت الأساس المدورة، (Centre Row عام 1988)

نوع المادة	البيتون المحطم او المواد ذات الوزن النوعي المماثل	المجبول البيتوني المحطم	الجبصين البلاستيك المطاط	اسفلت	مواد عضوية مثل الخشب أو الشجر
بيتون محطم	ليس اقل من 90% بالكتلة وزناً		ليس أكثر من 1% وزناً وحجماً	ليس أكثر من 5% وزناً	ليس أكثر من 5.1% وزناً
رخام محطم	ليس أقل من 5% وزناً	ليس أكثر من 50% وزناً	ليس أكثر من 1% وزناً	ليس أكثر من 5% وزناً	ليس أكثر من 5.1 وزناً

كذلك في هولندا عام 1986، وفي معهد CUR تم تطوير مواصفات و معايير أخرى تتعلق باستخدام المواد المدورة كخصائص من ناتج البيتون المطحون ، نصت أن الا تقل قيم الوزن النوعي للخصائص المدورة عن 2.1، أما المواد المدورة، وبشكل عام فيجب أن تحتوي على ما لا يقل عن 95% من مادة البيتون وذلك كنسبة وزنية، أما النسبة المتبقية (5%) فيمكن أن تكون حجارة طبيعية؛ بيتون خفيف

الوزن ؛ مادة السيراميك ؛ قرميد أو مونة إسمنتية مع نسبة لا تقل عن 1% وزناً من مادة البيتومين . [9]. كما نصت المواصفات عام 1986، يجب التحقق من عدم تلوث الحصىات ، وذلك عن طريق الوزن أو قياس الحجم للمكونات المشكلة للخليط، فبالنسبة للجزيئات التي أقطارها أكبر من 8mm > يشترط أن تكون كمية الكبريت في المادة أقل من 1%، أما كمية الخشب فهي أقل من 5% وزناً في الجزيئات التي أقطارها تتراوح بين 0mm- 4mm أما في الجزيئات التي أقطارها أكبر من 4mm فنسبة الخشب يجب أن لا تزيد عن 0.1% .

3-1-3 الدانمارك :

تختلف الدانيمارك عن مثيلاتها من الدول الأخرى حيث ان الاهتمام بالمواد المدورة أقل وذلك نظراً هناك لكون الحصىات الطبيعية رخيصة التكلفة ويمكن الحصول عليها بسهولة بالإضافة لكون التخلص من مواد النفايات ليس مكلفاً وغير مقيداً (جاكوبسون-الي- لوريتزن) 1988 . لقد اعتبرت المواد المدورة المنتجة في الدانمارك بواسطة متعهدي الهدم ، غير مناسبة لعدة استعمالات بسبب كون عمليات الهدم والتدوير لم تصمم بشكل صحيح لإنتاج مواد عالية الجودة (جاكوبسون-الي- لوريتزن) 1988. وعلى كل حال / النصائح لاستعمال الحصىات المدورة للبيتون أي الصنف السلبي بيئياً / قد تم إنجازها عن طريق جمعية البيتون الدانماركية 1989 ، هذه النصائح اقترحت بأن تصميم وصناعة بيتون الحصىات المدورة من الممكن أن يكون مشابهاً لذلك المستعمل في (بيتون الحصىات التقليدية) ولكنه تم النص بأن الاختبارات المعيارية يجب أن تنفذ بشكل أكثر تعاقباً بسبب الاختلاف والتنوع في محتوى الحصىات المدورة .

في احد مشاريع الأبحاث المنفذة عن طريق Jacobsen .Elle and lauritzen (1988) جاكوبسون ، ايل، لوريتزن ، وجد بأنه عندما يتم تنفيذ أو استخدام التدوير بدلاً من استعمال الحصىات الطبيعية التي تنقل (الي أو من) الموقع ، كان مستوى الضجة الناتج عن التحطيم في (عملية التدوير) أعلى من المعدل المسموح ، ولكن لم يكن هناك شكاوي أو تضرر من الجوار. كما ان الغبار ؛ في موقع التحطيم ؛ تم تجميعه في (مكثف أو حوض ترسيب) الذي تم وصله إلى الكسارة و تم رش كومة الحصىات المدورة بالماء. (جاكوبسون-الي- لوريتزن، 1988) و استخلصوا بأن الحصيلة المتوقعة لحوالي 20 ألف طن من المواد من الممكن ان يلزمها رخصة لكي يتم تركيب محطة تدوير متنقلة لمعالجتها [9]. في كل الاحوال وبالمقارنة مع المصادر الطبيعية فإن البيتون المطحون / المكسر / يمكن اعتباره مادة انشاء طرية جيدة وحتى عالية المواصفة أكثر من المواد الطبيعية [9] .

-وحتى العام 2002 تم في الدانمارك استعمال مادة البيتون المحطم / المطحون او المدور/ كمادة أساس (لرصف الطرق) ولسنوات عديدة ، بدون وجود مواصفات وطنية خاصة بها . (كما تم استعمال وتطبيق الفقرات الخاصة بالمواصفات المتعلقة بالمواد الطبيعية على المواد المدورة)، علماً أن المشروع

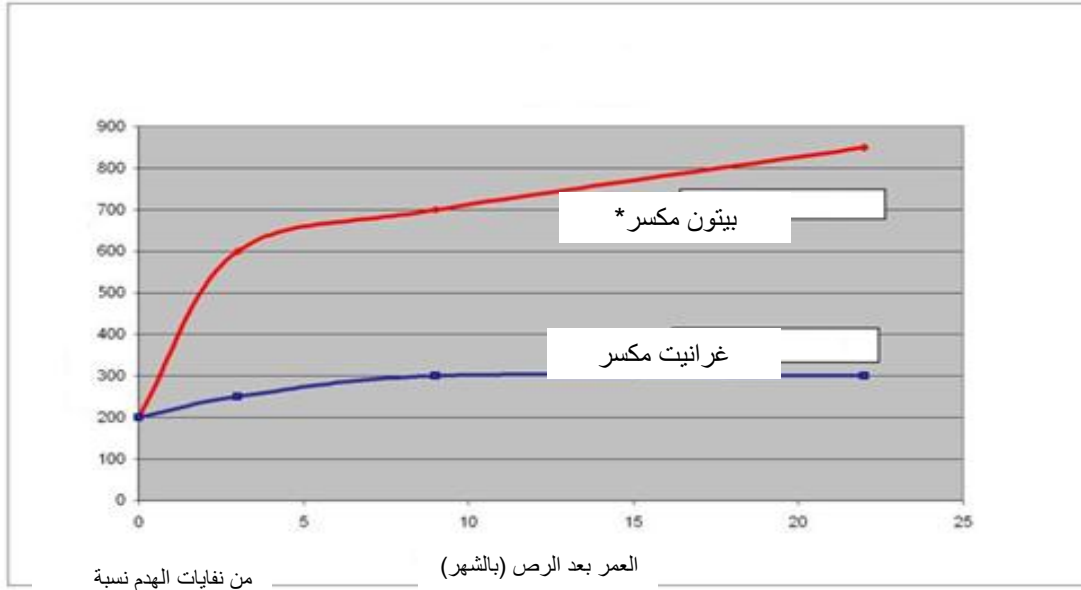
الأوربي (المواد البديلة عن الطبيعية المنشأ ALT- MAT) ، قرر الاستعانة بخبرات عدد من الدول الأوربية من بينها الدانمارك . [11] .

- بالنسبة للمواصفات الوطنية الجديدة المتعلقة بخواص البيتون المحطم كأسس غير مقيدة فقد تم طباعتها من قبل معهد الطرق في الدانمارك في عام 2002 وقد تم الاعتماد في هذه المواصفات على الخبرات الوطنية والعالمية . وبناءا عليه فالمواصفات الدانمركية قد صنفت الحصىات من ناتج البيتون المطحون في ثلاث أصناف جديدة [A, B ,C] وقد استند هذا التصنيف بشكل أساسي على نقاوة المواد وأيضاً على خصائص (المقاومة والاهتراء فالاقسى والافضل هو الصنف A) المستندة الى (نتيجة تجربة لوس انجلوس). وضحت المواصفات أنه يمكن استخدام الصنفين (B, A) في كل أنواع الطرق . أما الصنف C فهو محدود الاستخدام استنادا الى خصائص ومتطلبات خاصة كأعمال الردم والطرر والتصريف [11] .

-على الأغلب فإن حصىات البيتون /المطحون / المدورة لها مواصفات قساوة وثبات اكثر من المواد التقليدية (أي مواد الأساس الحبيبية المستخرجة من مصادر طبيعية) ، وتعود جودة المواصفة هذه، بالدرجة الأولى إلى المواصفات الاصلية للرمل والبصص وإلى نقاوة المواد التي صنع منها البيتون (الذي يتم إعادة استخدامه) اضافة الى أن قدرأ لا بأس به من العناية قد تم صرفه على عملية (الفرز والعزل) عند عملية هدم المباني للمنتجات الثانوية من الهدم مثل / الزجاج - القرميد - الحديد - الخشب - البلاستيك / . اضافة لذلك فإن هناك امكانية لنشوء رابط أو ملاط داخلي مع استعمال (مادة البيتون المطحون)، وذلك نظراً لمحتوى المادة الاصلية من الاسمنت اصف لذلك تنتشيط ظاهرة (الكرينة) بعد التحطيم وأثناء الدحي والرصف الجديد(الانشاء) .

من البراهين المقدمة على جودة المواد المدورة كبديل لمادة الحصىات الناتجة من طحن الصخور الطبيعية ما يبينه الشكل (2-27) والذي يظهر فيه معامل المرونة لمواد طبقة الأساس في الطريق 579 في السويد [11] ،حيث لوحظ نموا هاماً لعوامل مرونة المواد في بعض الطبقات المنفذة من البيتون المطحون بشكل أكبر من نمو القوة في الغرانيت التقليدي (الناتج من طحن الصخر الطبيعي) وذلك بسبب السمنتة الطبيعية التي يقوم بها البيتون المطحون المرصوص في الطبقة المنفذ منها .

معاملات
المرونة
(Mpa)



الشكل 27-2: معاملات المرونة E لطبقة الأساس للطريق 597 في السويد (ALT-MAT).

واستناداً الى ذلك، فان مراقبة طبقات الأساس المنفذة من مادة حصويات البيتون المطحون المدورة ومن تدرج غير محدد يشير إلى أن المادة تنحو في بعض الحالات و مع الزمن لزيادة وتطور مقاومتها. و يعتقد بأن هذا يحدث بفعل الكمية المتبقية من الاسمنت الفعال والتي تتحرر عند (تحطيم البيتون) وتكسيهه وطحنه فجزئيات الاسمنت هذه يعتقد بأنها ستفاعل وتتشنط خلال فترة زمنية وتتحول إلى رابط في طبقة الأساس . و سيبدو حطام البيتون أن لديه على الغالب صلابة أفضل وخصائص ثبات أفضل من المواد الحصوية التقليدية المستخدمة في طبقات الأساس ذات المصدر الطبيعي .

- تتعلق مبدئياً هذه المواصفة الأفضل بمواصفات البحص والرمل وبقاء المواد التي تم صناعة البيتون الاصلي منها وأصلاً ترتبط بالعناية الفائقة أثناء عمليات العزل والفرز عند هدم الأبنية وتحطيم البيتون خاصة عزل المواد الأخرى مثل الزجاج والبلاستيك والقرميد وغيره .



الشكل (28-2) : مواد البيتون المكسرة كمواد لإنشاء الطرق.

نصت المواصفات الدانيماركية أنه فيما يتعلق بالبيتون المطحون فإنه ينصح عند اجراء تصاميم للرصيف الطرقي استنادا الى نظرية المرونة باستخدام عوامل المرونة الموضحة في الجدول رقم / 2-2 ، نستنتج بان قيمة عامل مرونة البحص والرمل الطبيعي E- moduls تقدر وسطيا ب: 300 MPa .

الجدول رقم / 2-2 عامل مرونة للبحص والرمل الطبيعي، بالمقارنة مع البيتون المطحون.

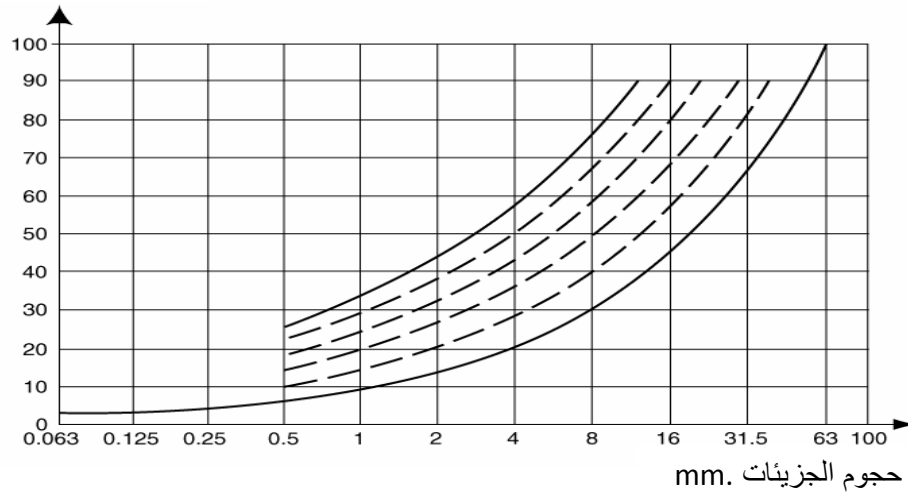
بيتون مكسر ، تصنيف المواد

المعاملات		Crushed concrete, class for materials		
		A	B	C
E-Modules	MPa	400	300	200

مواصفات اخرى للمواد :

- التدرج الحبي: ان منحنى التحليل الحبي يجب أن يكون ضمن حزمة خطوط التحليل المستمر للشكل (29-2)

النسبة المئوية المارة



الشكل (29-2) حدود منحنيات التحليل الحبي للبيتون المكسر

- **النقاوة:** عموما الركام الحصى (الحبي) يجب الا يحتوي على مواد ضارة مثل ، بقايا النباتات . التراب ، الطين أو الغضار . لا يمكن تجنب أن تدخل المواد الأخرى داخل حطام البيتون وهناك متطلبات تعتمد على التصنيف المطلوب أو النوعية المطلوبة لمحتوى هذه المواد الدخيلة والأكثر حرماً مثل: مادة الخشب ، الورق ، أما محتوى المواد الطبيعية الاخرى مثل: الزجاج ، البورسلان فلا تعتبر مرجحة الى حد ما . يبين الجدول (2-3) متطلبات النقاوة للبيتون المطحون. [11]

الجدول (2-3) : متطلبات النقاوة للبيتون المطحون .

أقطار الحبات مم	المجموعات		المحتوى % وزنا		
	المجموعة	أجزاء العناصر	الصف A	الصف B	الصف C
>4	البيتون	البيتون والحصىات الطبيعية	≥98	≥95	≥80
	صناعة البناء	الصناعية ،البيتون الخفيف الوزن ، الملاط ، الغضار .	≤2.0	≤5.0	≤20.0
	الاعمال الاسفلتية	الاسفلت المطحون	≤2.0	≤2.0	≤2.0
	المواد الأخرى وغير الضارة	الانوية الخزفية و البلاستيك القاسي، الحديد والمواد المعدنية الأخرى	≤2.0	≤5.0	≤20.0
		الخشب، الورق ، المواد غير المنحلة ، البلاستيك الخفيف ، الرماد وغيره	≤0.5	≤1.0	≤2.0
	المواد الاخرى الضارة	المواد غير المنحلة الخفيفة ،الستريوبور - البوليسثير وغيرها	≤0.02	≤0.02	≤0.02

- المتانة / الصلابة :

متطلبات المقاومة (التشطي، أو الكسر) من نتائج تجربة لوس انجلوس كما في الجدول(2-4) التالي:

جدول رقم (2-4) : متطلبات لوس انجلوس للحصويات من نواتج طحن البيتون

الصنف	الصنف A	الصنف B	الصنف C
عامل لوس انجلوس	$\leq 35\%$	$\leq 40\%$	لا يوجد

3-1-4 بلجيكا :

في بلجيكا تم تنفيذ مشروعى أبحاث كبيرين رئيسيين في مجال تدوير نفايات الإنشاءات وذلك عند توسيع مرافق انتويرب ؛ عندما اخذ قرار بإنشاء (قناة جديدة) لرفع السفن عام 1988 [9] . هدمت القناة القديمة باستخدام المتفجرات ، ونتاج عنها 80.000m^3 من نفايات الهدم ، أما كمية البيتون الجديدة اللازمة لاعادة الانشاء فكانت 650.000m^3 . ولاعتبارات اقتصادية وبيئية ، تم اتخاذ قرار بتدوير واعادة استعمال نفايات الهدم كحصويات للبيتون الجديد . (فينك - فينستمانس - مورليون ، 1988) . أظهرت نتائج التجارب على مكعبات بيتونية مقطعة من البيتون القديم وباستخدام مطرقة شميدت أن المقاومة الوسطية على الضغط البسيط بلغت قيمة ($P_c=30\text{N/mm}^2$) مع انحراف معياري مقداره 6 N/mm^2 .

في أعمال التنفيذ المذكورة تم استخدام الحصويات التي أقطارها تتراوح بين ($4\text{mm} - 28\text{mm}$) والنااتجة عن البيتون المحطم ، كحصويات خشنة في البيتون الجديد ممزوجا مع الرمل الطبيعي كنوعم . ان حصيلة هذا المشروع البحثي كانت معقولة ومنطقية ، ذلك لان البيتون الجديد وصلت مقاومته الوسطية على الضغط البسيط ($P_c=35\text{N/mm}^2$) ولم يسجل المشروع أي تشوه غير مقبول أو تصدعات وشقوق من أي نوع كانت [9]. الا أن البحث سجل مايلي:

- 1- المعدل الوسطي لكثافة البيتون المصنع من حصويات نواتج البيتون المطحون كانت اقل بكثير مما هي عليه لدى الحصويات التقليدية ($2,24\text{t/m}^3$) .
- 2- بتطبيق تجارب صفيحة التحميل فورا وبعد الانشاء فقد وجد بان معاملات المرونة لطبقة البيتون المطحون كانت اقل مما لدى الطبقة التي تم انشاؤها باستخدام الحصويات التقليدية . ولكن بعد عدة أسابيع فإن معاملات المرونة لطبقة البيتون من الحصويات المدورة زادت وارتفعت قيمها بينما لم يحدث أي تغيير لها في طبقة البيتون من الحصويات التقليدية .
- 3- انخفضت كلفة الحصويات المدورة بنسبة 70% من الكلفة الإجمالية لها عند انشاء الطرق، وذلك بسبب انخفاض تكلفة النقل ، و كان هناك توفير حتى 20% من الكلف الإجمالية للمشروع بسبب

انخفاض قيمة المواد المدورة ، و10% المتبقية والتي تم توفيرها كانت بسبب تقليص كلفة الطمر في المكبات (للنفايات) . [9] .

3-1-5 اليابان :

حيث يتم استخدام الأرض بفعالية كبيرة، فهناك شكاوي على الدوام من ضيق مساحة الارض المتوفرة في اليابان، ولتجنب استخدام مطامر متعددة قام اليابانيون باختبار إمكانية استخدام نفايات الهدم المدورة كمواد لطبقة الأساس في انشاء الطرق. في عام 1976 ؛ تم تركيب محطة تدوير في ضواحي مدينة ناجويا. وكنتيجة لنجاح محطة التدوير دون تقرير فني وثق النتائج / الدليل التقني/ حول امكانية اعادة استخدام النفايات بعد تدويرها في اعمال الرصف الطرقي . صدر التقرير عن طريق هيئة الطرق اليابانية 1984 [9]، وفي ذلك الوقت قدرت كمية الهدميات المنتجة في اليابان بحوالي 10 million ton/year ، أما كمية (حصويات البيتون من طحن الدبش) المعاد استعماله في إنشاء أساسات الطرق على نطاق البلاد فقد قدرت بحوالي 100000ton/year.

أما فيما يتعلق بالمتطلبات والاشتراطات المجدولة في تقرير (هيئة الطرق اليابانية) 1984 فكانت مشابهة لتلك الاشتراطات والمتطلبات من الحصويات من ناتج طحن الصخور الطبيعية في اليابان . وذكر في التقرير أنه من المفضل الحصول على الحصويات المدورة من بيتون الرصف الطرقي القديم لانه نسبياً أكثر نظافة من غيره (بيتون الابنية والمنشآت المدنية الاخرى). كذلك أظهرت نتائج الابحاث التي قام بها كل من يوشيكاني.كاوامورا،توريي1988والتي تضمنها التقرير المذكور ، أن مقاومة طبقة الأساس تزداد مع الزمن عند إنشائها باستخدام البيتون المدور، [9] . الا أنه لازالت اليابان مستمرة في مجال استثمار أبحاث التدوير وتطبيقاتها، حيث نفذت أعداد كبيرة من الأبحاث في مجال إعادة استعمال نفايات الإنشاءات كحصويات للبيتون الجديد وحصويات انشاء الطرق فالعديد من المشاريع الانشائية تضمنت اختبارا وتجريبا، تمثل بالاستبدال الكامل للحصويات الطبيعية التقليدية، بأخرى حصويات مدورة خشنة الحبات لانتاج بيتون جديد او لتنفيذ الرصف الطرقي .

3-1-6 ألمانيا :

في المانيا الغربية وبعد الحرب العالمية الثانية تم تدوير ما بين(4و5) مليون م3 من القرميد، واستخدمت كحصويات لصناعة البيتون / سكولز 1988/. أما في عام 1951؛ فقد وضعت معايير للبيتون المصنع من الحصويات المدورة ،ولكن انحسرت بعد ذلك ، مؤخراً أعيد إصدار معايير للحصويات خفيفة الوزن ، لان كمية الحصويات الممكن تدويرها أخذت بالتناقص .وهذه المعايير في صيغتها الحالية معرفة بالموصفة الالمانية DIN4226 (1983عام) . **حاليا لايمكن** إعادة استعمال الحصويات المدورة في أعمال المنشآت الخاصة بدون رخصة من سلطات البناء [9] ، و إذا تم الحصول

على الرخصة فإن الحصويات المدورة يجب أن تتوافق أو تطابق مع المواصفات الألمانية DIN 4226 ؛
(1986 - standard CUR - dutch) [9] .

اشتراطت المواصفات الألمانية بعدم احتواء الحصويات المدورة على مواد ناعمة ، لأن هذه الجزئيات من
المحتمل أن تحوي على نسبة من مستويات التلوث الغير مسموح بها.

أظهرت الابحاث التي قام بها كل من/ ستروب- بيكداهل - جيرلاش / 1989 [9] ، أنه عند استعمال
الحصويات المدورة في طبقات رصف الطرق (بتراكيب حبية مفتوحة وغير مقيدة) ، أن التشوهات كانت
أعلى من ذلك الذي تم ملاحظته في طبقات الرصف المنفذة باستخدام الحصويات التقليدية ، الا أن هذه
النتائج تناقضت مع نتائج (سوير 1989)، الذي وجد بأن صلابة طويلة الأمد للطبقة المرصوفة من
الحصويات المدورة ، قد تطورت عند استعمال الحصويات المدورة.وأضافت نتائج / ستروب- بيكداهل
- جيرلاش / أن الحصويات المدورة يجب أن تستخدم فقط في إنشاء طرق بحمولات مرورية خفيفة .
ان تطور عملية تدوير المواد قد تعرقل مرات عديدة وذلك لأنه تبقى هناك معارضة قوية ضد استعمال
المواد المدورة ، بسبب الخوف من المستويات العالية للتلوث على الرغم من تثبيت ووضع مواصفات
المواد المدورة في عام 1989 [9] .

بينت الاحصاءات ان كمية مواد البناء الخام والحصويات المطلوبة لصناعة الإنشاءات سنوياً في
ألمانيا أكبر بكثير من كمية المواد المدورة الناتجة من تدوير نفايات C & D اي أنه يمكن امتصاص
كافة هذه المواد المدورة وإعادة استعمالها في مجال صناعة الانشاءات لوحدها فقط. ورغم ذلك فإن
القضية الأساسية التي تعيق هذه (الفرضية) حتى الآن هي في مدى اقتناع وثقة المهندسين الالمان في
تكافؤ خواص المادتين الخام والمدورة . وعلى اية حال فقد تم انجاز تطور كبير في مجال إعادة استعمال
المواد المدورة من نفايات C&D خاصة في مجال وضع معايير ومواصفات خاصة بمواد البناء الهندسية
المدورة بشكل عام. و فيما يخص استعمال هذه المواد المدورة والناتجة تحديداً عن (حطام البيتون
والقرميد) فقد كانت تجارب إعادة استعمال هذه المواد أكثر فعالية وأقل كلفة والجدول رقم (2-5) يقدم
مثالاً كدليل لاستخدام المواد المدورة وإعادة استخدامها في ألمانيا [15] .

نوع الاستعمال	النظام/التشريع	التطبيق/الاستعمال
الاستعمال العام للتدوير المعدني للمواد.	المواصفات الفنية لاعادة استخدام الحصىيات المدورة LAGA	مستلزمات تدوير النفايات المعدنية
انشاء الطرق باستخدام المواد المدورة.	النشرات الفنية : RAL-RG501/1 TL Min-StB 2000 TL RC ToB-StB 1995	تقييم الجودة للمواد المدورة في مجال انشاء الطرق. شروط الاستلام الفني للمواد المعدنية في مجال انشاء الطرق. تامين الشروط الفنية للاستلام للمواد المعدنية المدورة في مجال انشاء الطرق.
البيتون المصنع من الحصىيات المدورة	البورد الالمانى للفولاذ والكود الالمانى للبيتون المصنوع من الحصىيات المدورة.بالنشرات: DIN 4226-100 DIN 4226 DIN 1045	دليل صناعة البيتون من الحصىيات المدورة 1998. 1-الحصىيات المدورة لاعمال للبيتون.والمونة. 2-حصىيات البيتون. 3-المقاسات الخاصة بالبيتون والبيتون المسلح.

3-1-7 الولايات المتحدة الأمريكية :

في الولايات المتحدة الامريكية وكنتيجة لتزايد الوعي بأن مكامن الحصىيات الطبيعية قد أشرفت على النفاذ ، في بعض المناطق ، او أنها أصبحت أكثر كلفة، ما ادى الى تزايد الاهتمام في البيتون الانشائي وتدويره، لإعادة استعماله كحصىيات في الإنشاءات الجديدة وأعمال الطرق والاعمال الهندسية، في عام 1973 كتب سادلر [12]، تقريراً عن التدوير في ولاية مينوسوتا ،وضح فيه انه وبالرغم من أن ما دخل الى محطة التدوير كان خليطاً عشوائياً من نفايات الحطام ؛ فان الحصىيات المدورة التي تم إنتاجها ؛ تمتلك درجة عالية من التجانس و الاندماج ومناسبة للاستعمال كمادة للأساس في الرصف الطرقي ، فعندما تم رص الحصىيات في وضع رطب فإن الاسمنت الموجود في الحصىيات ساهم في ربط ولحم الجزئيات الحادة الزاوية والخشنة مع بعضها البعض، وقد أظهر تقرير سادلر ،عام 1971 فيما يتعلق

بالجانب العملي والتطبيقي لاستخدام المواد المدورة بالولايات المتحدة أن الدبش المدور، قد استعمل في مشروع بكاليفورنيا بقيمة 9.4 مليون دولار لإنشاء طبقة ما تحت الأساس من الحصىات (الطحن يحول الدبش إلى حصىات لطبقة ما تحت الأساس) .

- كما اقترح كل من (ميلر؛ كولينز، عام 1976) بأن متطلبات المواصفات الموجودة والمتوفرة للحصىات يجب مراجعتها بعمق، وان تحلل مع النظر إلى امكانية التساهل في الاشتراطات (وضع شروط خاصة) خاصة في المناطق التي يوجد فيها نقص في الحصىات التقليدية . وتم الإستنتاج بأنه يجب إعطاء عناية لاعتماد مواصفات الاستخدام و الكفاءة ؛ ليسمح باختيار مواد انشاء الطرق العامة على نطاق واسع .

- وأوضح كل من (Mather/1980). (Marek/1972/)، إمكانية تطوير صناعة المواد المضافة الجديدة المدورة إلى مواد الحصىات اللازمة للإنشاءات. [12]

عرض مشروع إيدنز / 1980 / حالة تطبيق التدوير المنهجي ولخصه بعملية تتضمنت استعمال تقنيات التدوير في اصلاح طريق (استبدال مواد الطبقات المنتهية صلاحيتها المنفذة من مواد من مصدر طبيعي ،بمواد مدورة من البيتون المطحون والمقشوط الاسفلتي) بطول خمسة عشر ميل، في ولاية شيكاغو. تم الحصول على منتجين من مخارج الكسارة ، وهما دبش/ بقطر 75mm - 25mm / وقد استعمل فيما بعد كحصىات مستعارة للردم ومادة أخرى بقطر (0, 0mm- 25mm) استعملت كطبقة تغطية وكذلك كمادة في المنشآت الجديدة [8]، وتجدر الإشارة الى ان بعض أقسام (مديريات) الطرق العامة في الولايات بتطوير مواصفاتها المتعلقة بحصىات البيتون المدورة لأعمال الرصف، (بيتون الرصف الصلب) ، تضمنت تعريف الحصىات الناتجة عن تدويرالبيتون بالحصىات الخشنة الحبات .

- ومما يشار اليه بان التدوير في الولايات المتحدة قد برزكاولوية وطنية في مجال ادارة النفايات الصلبة، فعلى سبيل المثال تمكنت اعمال التدوير وفي عام 1999 من منع حوالي 64 مليون طن من من المواد من ان تذهب الى المكبات و الحراقات . ويدور هذا البلد اليوم مانسبته 28% من نفاياته . كما أظهرت الدراسات أنه بحلول عام 1998 كان هناك اكثر من 9000 برنامج للتدوير، وحوالي 12000 مركز تدوير تنتشر عبر الولايات المتحدة.(U.S EPA,2001). [12]. وتنبع أهمية تدوير مواد النفايات في الولايات المتحدة الامريكية ، من خلال أنه تم إقراره في مجلس الكونغرس بالولايات المتحدة عام 1965 بعد مناقشته لقانون التخلص من النفايات الصلبة (SWDA)،والذي تم تعديله في عام 1970 كي يلبي احتياجات الإنتاج من محتوى المواد المدورة وتخفيف الاعتماد فقط على المواد الخام في العملية الإنتاجية . ثلاث أجزاء من التشريعات الفيدرالية صدرت بين عامي 1960 -1969 نتجت عن تغيرات أساسية في إدارة النفايات ومواد الإنتاج الثانوية في الولايات المتحدة (FHWA 1998) وهي:

- قانون إستراتيجية السياسة البيئية الوطنية (NEPA) لعام 1969.

- قانون الحفاظ على الموارد وصيانتها (RCRA) لعام 1976.

- قانون الاستجابة البيئية الشاملة ؛ التعويض ؛ المسؤولية (CERCLA) لعام 1980 .

ان القوانين الفيدرالية لم تنكب مباشرة على استعمال النفايات أو مواد المنتجات الثانوية المتعلقة بتطبيقات إنشاءات الرصف. ولكنها أمنت الهيكلية المستخدمة من قبل وكالات البيئة الإقليمية في (الولايات) كجزء من الإستراتيجية التشريعية الشاملة.

- استعمال المواد الحصوية من ناتج طحن البيتون (R C A) في أعمال الطرق في الولايات المتحدة:

قامت وكالة الطرق العامة الفيدرالية FHWA بالاشتراك مع (جمعية تدوير المواد الانشائية) بإجراء مراجعة على مستوى الولايات المتحدة حول الحصويات المدورة من البيتون الطحون (RCA) بإعتبار أن إدارة وتنظيم استعمال المواد المدورة في مجال الطرق العامة هو من مسؤولية أقسام النقل والمواصلات في الولايات DOT ووكالاتها المتخصصة بحماية البيئة EPA والتي تعمل معاً لتطوير مرجعية موحدة لاستعمال RCA. والغاية من إجراء هذه المراجعة الشاملة هي نشر وتعميم تقنيات استعمال مادة RCA المتطورة والمتقدمة ونقل الخبرة والمعرفة لكافة الولايات. وشمل ذلك :

- 1- تحديد استعمالات وتطبيقات نوعية مع بيان السلبيات والايجابيات .
- 2- توثيق ونشر المواصفات والتطبيقات الانشائية العملية والصعوبات المتعلقة بها ، من خلال (دليل فني ، دليل مواصفات ، دورات تدريبية) .

وتلخصت سياسة FHWA في هذا المجال (استخدام RCA) بما يلي:

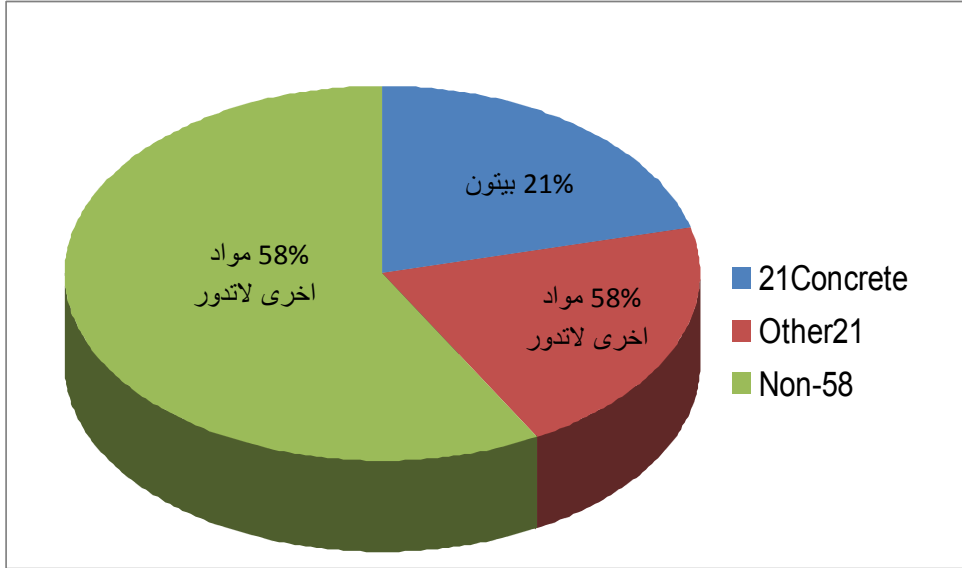
- 1- هناك فوائد هندسية وبيئية واقتصادية من إعادة استخدام مادة RCA .
- 2- يجب أن تلقى المواد المدورة الأهمية أولاً كمواضع بناء .
- 3- ان تعميم استعمال المواد المدورة يجب أن يتضمن التأكد من ملاءمتها وقبولها من الناحية البيئية والهندسية .
- 4- يجب أن يتبع عملية الاختبار تقييماً للمردود الاقتصادي .

الضوابط التي تمنع استعمال المواد المدورة بدون أسس فنية يجب إلغاؤها من المواصفات .
- استعملت مادة R C A في الولايات المتحدة في البداية كرميات في طبقات ما تحت الأساس [لأعمال الطرق] وبشكل أقل كحصويات في طبقات الرصف الجديدة [الشكل

3-1-8 - في كندا:

لم يكن هناك حافز قبل عام 1993 لاستخدام المواد المدورة من البيتون كمواضع بديلة عن المواد طبيعية المنشأ ، فالمواد المحلية الطبيعية متوفرة ورخيصة وسهلة المنال ، الا أنه بعد عام 1993 اصبحت المواد المدورة من البيتون ضمن المواصفات الفنية لمدينة اونتااريو الإقليمية :

نوضح فيما يلي على الشكل (رقم 2-30) حجوم المواد المدورة في كندا ، مع العلم أن حجوم المواد (النفايات) التي تنتج سنوياً تقدر بـ احد عشر مليون طن:



شكل رقم 2-30: مخطط توزيع النفايات المدورة في كندا

استعمال المواد المدورة في انشاء الطرق بكندا :

ان اغلبية الابحاث المنفذة على الحصويات المدورة من مادة البيتون RCM ، مبنية على اساس استعمالها كحصويات لصناعة بيتون جديد ، وبشكل خاص فان RCM قد استعمل بنجاح في اعادة انشاء الرصف البيتوني الصلب PCC، على اية حال هناك بضعة مؤلفات فقط قد تعرضت لاستعمال RCM كمادة لرصف الاساسات ، حيث اورد يرجانسون Yrjanson استعمال RCM في عدد من انشاءات الرصف (كمادة PCC) بين عامي 1975-1986 وذلك على شكلين:

-الاول: كحصويات خشنة للاستخدام في صناعة بيتون جديد ، والثاني: كمعالجة بالاسمنت لطبقة الاساس وما تحت الاساس. [16]



شكل 2-31: صورة توضح تاسيس طريق من حصويات مدورة C&D في كندا.



الشكل (2-32): اعادة استخدام البيتون المدور في انشاء الطرق بكندا .

الفصل الثالث

وصف مكبات ومصادر المواد الخام من نفايات أنقاض هدم الابنية المتوفرة في مدينة اللاذقية.

3-1 مكبات التجميع النظامية والعشوائية لنفايات وبقايا الهدم والبناء في

مدينة اللاذقية و مواقع أخذ عينات الاختبار

3-1-1 : وصف المكبات واماكن تجميع نواتج الهدم اونواتج الترميم والتأهيل

للمباني في محافظة اللاذقية (C&D) وحجومها التقديرية

3-1-2 الاجراءات المتبعة لإعداد كميات المواد الممكن اعادة تدويرها

الفصل الثالث

وصف مكبات ومصادرالمواد الخام من نفايات أنقاض هدم الأبنية المتوافرة في مدينةاللاذقية

قبل البدء بتنفيذ الدراسة التحليلية والتوصيفية للمواد اتي يمكن تدويرها من أنقاض الهدم (البيتون والخفان) كان لابد من تقدير الواقع الحالي للمكبات في محافظة اللاذقية . تبين بالاستطلاع الحقلي أنها تغص بمخلفات الهدم وأنقاض البناء المتراكمة من 50 عاماً تقريباً (المكبات النظامية المرخصة)، أما المكبات العشوائية فهي منتشرة بمناطق التوسع العمراني ضمن دائرة مدينة اللاذقية وحولها ، أما كميات الانقاض التي يمكن تدويرها فهي ليست بالقليلة ، يمكن أن يتحقق منها كميات لا بأس بها لإنتاج حصويات لأعمال بناء الطرق في مدينة اللاذقية . أما التجارب التوصيفية على موادمدورة من أنقاض

الهدم فتلخصت بمجموعة من التجارب هي نفس التجارب التوصيفية للمواد المستخدمة في إنشاء الطرق (المواد الطبيعية المنشأ والمواد الصناعية من ناتج طحن الصخور القاسية) مع الحرص على إعادة التجارب وتدقيق نتائجها وتوثيقها بشكل تم فيه استبعاد كل النتائج الشاذة .

3-1- وصف المكبات وأماكن تجميع نواتج الهدم ونواتج الترميم والتأهيل للمباني في محافظة اللاذقية (C&D) والحجوم التقديرية :

من خلال المعلومات المتوافرة لدى (شعبة الكنس الآلي في مجلس مدينة اللاذقية)،وهي الجهة المتخصصة لدى مجلس المدينة بتتبع واقع مكبات النفايات ، ومن خلال الجولات الميدانية التي قمنا بها في محافظة اللاذقية تم التعرف على المكبات التالية التي تحوي كميات لابأس بها من أنقاض الهدم وأنقاض إعادة البناء أو أنقاض الإكساء ألا وهي :

1- مكب مدخل المدينة/قرب الكازية العسكرية(سوق الهال القديم):

2- مكب مفرق مقصف دوار الشمس/طريق حلب :

3- مكب خلف مساكن الجميزة:

4- مكب شارع الحسيني/بعد الثانوية الصناعية :

5- مكب الكورنيش الجنوبي مبنى فرع الحزب الجديد:

6- مكب مكب طريق خط البترول /كرم الزيتون:

7- مكب تجمع مدارس قنينص:

8- مكب بستان الريحان /بعد سكن الادخار:

9- الدعتور/طريق المزار :

10- مكب طريق معمل النسيج/قرب كازية الجامع:

11-مدخل المدينة الشمالي/مفرق فرن دمسخو:

12- مكب البصة الرئيسي:

تعتبر المكبات المذكورة أعلاه حديثة العهد ومعظمها غير مرخص أو مخصص من قبل مجلس المدينة لتجميع الأنقاض أو النفايات أي كان مصدرها باستثناء مكب البصة، وإنما أحدثته الأيدي العابثة مع غياب للمتابعة من قبل الجهات المختصة بشؤون المكبات والمخالفات المرتبطة بها ، ويمكن أن نجزم أن هذه المكبات تضخمت واتسعت أرضيتها خلال عدة أعوام . استطعنا من خلال متابعة أعمال الترحيل والتنظيف لمكبات غير مرخص لها وعشوائية مثل مكب مدخل المدينة ، أن نقدر كميات الأنقاض وأنواعها بالجدول رقم 3-1 :

جدول رقم (3-1) يمثل احتياطي مكبات محافظة اللاذقية من المواد وأنقاض الهدم

نوع المادة وكميتها م3	
-----------------------	--

اسم المكب	نحاته ومواد بلاط	بيتونية	خفانية	خشبية	معدنية متنوعة
مكب مدخل المدينة	-	12000	8700	23	12
مفرق مقصف دوار الشمس/طريق حلب	35000	1800	1200	65	لا يوجد
خلف مساكن الجميزة	10000	600	400	لا يوجد	لا يوجد
شارع الحسيني/بعد الثانوية الصناعية	20000	1300	900	30	50
الكورنيش الجنوبي مبنى فرع الحزب الجديد	لا يوجد	130	120	لا يوجد	لا يوجد
مكب طريق خط البترول /كرم الزيتون	لا يوجد	190	110	لا يوجد	لا يوجد
مكب تجمع مدارس قنينص	لا يوجد	90	90	لا يوجد	يوجد
مكب بستان الريحان /بعد سكن الادخار	لا يوجد	130	100	لا يوجد	يوجد
طريق المزار	لا يوجد	130	100	لا يوجد	يوجد
مكب طريق معمل النسيج/قرب كازية الجامع	لا يوجد	430	170	لا يوجد	يوجد
مدخل المدينة الشمالي/مفرق فرن دمسرخو	لا يوجد	200	110	لا يوجد	يوجد
مكب البصة الرئيسي	لا يوجد	31000	22000	لا يوجد	لا يوجد
المجموع	650000	48000	34000	118	62

نوضح بالصور التالية شكل رقم (1-3) والشكل رقم (2-3) والشكل رقم (3-3) والشكل رقم (3-4)



شكل رقم (1-3) صورة لمواد وأنقاض بناء وهدم لمكب مدخل المدينة -شارع الحسيني



شكل رقم (2-3) صورة لمواد وأنقاض بناء وهدم لمكب دوار الشمس طريق اللاذقية حلب



شكل رقم (3-3) صورة لمواد وأنقاض بناء وهدم لمكب مدخل المدينة -شارع الحسيني



شكل رقم (4-3) صورة لمواد وأنقاض بناء وهدم لمكب طريق معمل النسيج قرب كازية الجامع



الشكل (3-5): صورة لجانب من مكب البصة

تجدر الإشارة إلى أن مكب البصة (المكب الرئيس المرخص له في محافظة اللاذقية) يحوي نفايات عضوية المنشأ. مواد هذا المكب البيتونية المنشأ تبدو أغلبها ناتج هدم الأبنية القديمة وتوجد تجمعات منها تحوي على حديد التسليح مثل (الأعمدة والبلاطات والجوائز). وتقوم الجهة المتخصصة لدى مجلس المدينة بالترحيل المستمر من هذه المكبات المؤقتة العشوائية والثانوية يومياً بما لا يقل عن 70 متراً مكعباً (25000م³/سنويا). فضلاً عن ترحيل الأنقاض من ورش الهدم إلى أماكن الاستخدام مباشرة (حوالي 30000م³/سنويا). فيكون المجموع كما ورد في المقدمة (55000م³/سنويا).

3-2 - الإجراءات المتبعة لإعداد كميات المواد الممكن إعادة تدويرها :

إن المواد البيتونية والخفانية المتواجدة في المكبات الرئيسية المذكورة سابقاً تبدو للوهلة الأولى صعبة المعالجة وإن المواد التي يمكن أن تنتج منها صعبة المنال ونظراً لقلة الخبرة في مجال التعامل مع أنقاض البناء والنفايات الناتجة عن هدم الأبنية فقد طبقنا طرقتاً تقليدية في تحطيم المواد هذه ونأمل مستقبلاً أن تتحول عملية تصنيع وتدوير هذه المواد آلياً بمحطات ثابتة بموقع المكبات أو أن تخصص لها الهيئات المختصة مجمعات لتصنيع المواد بعد تجميعها بأسس صحيحة.

3-2-1 آلية التحطيم واعداد عينات التجريب المستخدمة في البحث :

نبين فيما يلي تسلسل عملية إعداد العينات من أنقاض البناء (بيتونية وخفانية المنشأ) :

أ- تم، أولاً، تحطيم الكتل البيتونية (من العناصر الإنشائية) باستخدام الباغر النقار أو النقار (الكومبريسا) اليدوية إلى كتل بحجوم حتى 5-10 كغ .

ب- تحطيم الكتل البيتونية الضخمة يدوياً أو باستخدام الكومبريسا بعد وأثناء نزع مادة التسليح إن وجدت منها إلى حجوم من مقاس 30-50سم(دبش) تسهل دخولها الى الكسارات النظامية وينطبق الكلام على الانقاض الخفانية المنشأ .

ج- تكسير وطحن الكتل البيتونية والخفانية بحجوم 30-50 سم المذكورة أعلاه وتوجيه الكسارات للحصول على أقطار حصويات تكافئ أقطار الحصويات المستخدمة في الإنشاء الطرقي(طبقة ما تحت الأساس 0,074-75 مم مغلق محدد وغير محدد و 0,074-50 مم) وإن أمكن الاحتفاظ بمواقع تكسير الكتل البيتونية ليصار بعدها إلى تصنيفها وفق الإختبارات المعملية التي ستطبق عليها . واستخدمنا لطحن الكتل الكسارة الموجودة في مخبر ميكانيك التربة بكلية الهندسة المدنية بجامعة تشرين .

د- فرز العينات باستخدام الفرازات اليدوية الآلية وتوجيه الكميات المطلوبة للاختبار والتجريب بحسب حجوم الحبات الناتجة عن الطحن .

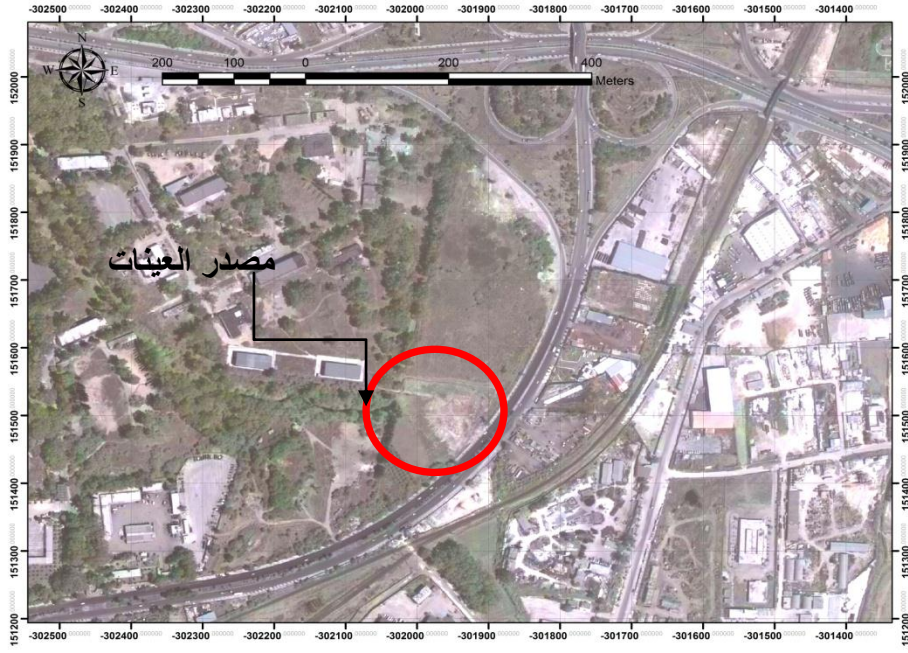
هـ - أثناء إعداد العينات تحضير مكعبات 10 x 10 x 10 سم وذلك لاستنتاج المقاومة المكعبية الوسطية للبيتون ناتج الهدم أو من الأنقاض الموجودة في المكبات ، هذه القيم قادتنا لاستنتاج مجالات استخدام هذه المواد بحسب المقاومة وبحسب اهتراء لوس أنجلوس .

3-2-2- تحديد مصادر العينات :

نظرا للتنوع الكبير في حجوم ونوعية نواتج الهدم وأنقاض البناء الموجودة في مكبات حافظة اللاذقية كان لابد بعد الاستطلاع والتوجه إلى استخدام أنواع من نواتج الهدم متقاربة الخواص نستطيع من نتائج التجارب توصيف المواد المدورة منها ، كما توجهنا الى انتقاء نواتج هدم لأحد الأبنية في مدينة اللاذقية(ورشة هدم بالصليبية) وذلك لربط النتائج للمواد حديثة العهد مع المواد المكدسة منذ مدة معروفة أوغير معروفة ونبين فيما يلي المكبات وأماكن استحضار عينات البحث ألا وهي :

1- مواد من مكب مدخل المدينة المؤقت و حصلنا منه على 2 م3 من البيتون و 2 م3 من الخفان ، أما أقطار حطام المواد قبل الطحن تراوحت بين 40 - 50 سم وأوزانها 20-30 كغ والمواد تلك مجمعة من زمن غير معروف لكن يشير اللون إلى أنقاض بناء أعمال الهدم حديثة.

نبين على الشكل رقم (3-6) صورة لموقع أخذ عينات من مكب مدخل المدينة الشرقي المؤقت :



شكل رقم (3-6) مصدر العينات من مكب مدخل مدينة اللاذقية الشرقية

2- مواد من موقع هدم بناء في حي الصليبية حصلنا منها على 2م3 من البيتون و 2م3 من الخفان
أقطار حطام المواد تراوحت بين 40 - 50 سم أوزانها 30-40 كغ.

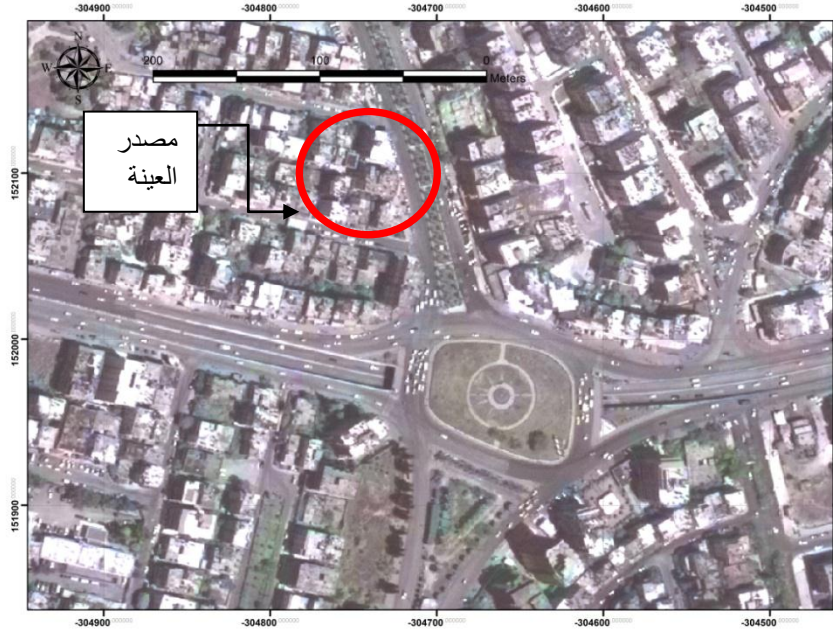
نبين على الشكل رقم (3-7) صورة لموقع أخذ عينات من ورشة هدم بناء في الصليبية



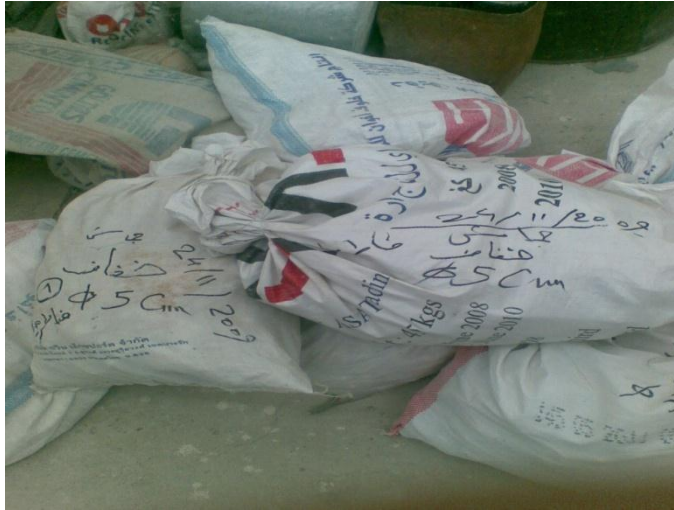
الشكل رقم (3-7) صورة لموقع أخذ عينات من مكان هدم بناء في الصليبية

3- مواد من موقع هدم بناء في حي عين إم إبراهيم حصلنا منها على 2م3 من البيتون و 2م3 من
الخفان حجوم المواد تراوحت بين 40 - 50 سم أوزانها 30-40 كغ.

نبين على الشكل رقم (3-8) صورة لموقع أخذ عينات من موقع هدم بناء في حي عين إم إبراهيم باللاذقية.



شكل رقم (3-8) صورة لموقع أخذ عينات من موقع هدم بناء بحي عين إم إبراهيم
ويمثل الشكل رقم 3-9 العينات المغلفة -موقع أخذها - ترقيمها - أقطارها بعد التدوير ،



شكل رقم 3-9 العينات المغلفة -موقعها - ترقيمها أقطارها المدورة .

الفصل الرابع

التجارب التوصيفية على المواد المدورة (المخبرية والحقلية) وتحليل النتائج	4
المواصفات الفنية المعتمدة محليا لمواد الرصف	1-4
مواصفات طبقة الأساس الحصوية	1-1-4
مواصفات طبقة ماتحت الأساس الحصوية	2-1-4
التجارب التوصيفية المخبرية المطبقة على المواد المدورة المستخدمة في البحث	2-4
التجارب التوصيفية على مواد مدورة من مكب المدخل الشرقي لمدينة اللاذقية	1-2-4
التجارب التوصيفية على مواد مدورة من ورشة هدم لمبنى في حي الصليبية بمدينة اللاذقية	2-2-4
التجارب التوصيفية على مواد مدورة من ورشة هدم لمبنى في حي عين إم إبراهيم بمدينة اللاذقية	3-2-4
التجارب التوصيفية على عينات من خلاط مواد مدورة من البيتون والخفان	4-2-4
5-2-4 تحليل نتائج تجربة المكافئ الرملي للمواد المدور من مكب المدخل الشرقي ومن ورشة هدم بناء الصليبية وورشة هدم بناء عين إم إبراهيم باللاذقية	5-2-4
6-2-4 تحليل نتائج تجربة الامتصاص للمواد الخام المحضرة من مكب المدخل الشرقي ومن ورشة هدم بناء الصليبية وورشة هدم بناء عين إم إبراهيم باللاذقية	6-2-4
7-2-4 تحليل نتائج تجربة الكثافة الحجمية للمواد الخام المحضرة من مكب المدخل الشرقي ومن ورشة هدم بناء الصليبية وورشة هدم بناء عين إم إبراهيم باللاذقية	7-2-4
3-4 الدراسة الحقلية التطبيقية لاختبار استخدام عينات من نواتج الهدم المدورة في تنفيذ تأسيس طريق زراعي (طريق مقبرة بسنادا باللاذقية)	3-4

الفصل الرابع

التجارب التوصيفية للمواد المدورة (المخبرية والحقلية) وتحليل النتائج :

قمنا بمقارنة نتائج الاختبارات بالمواصفات الفنية المعتمدة محليا لمواد الرصف (طبقة الأساس وطبقة ماتحت الأساس في منظومة الرصف اللين)، والموصوفة بالتجارب المحددة في كل من (AASHTO)، و (ASTM)، والمستندة في هذا البحث علم مجموعة الشروط والمواصفات الفنية العامة لاعمال الطرق والجسور في الجمهورية العربية السورية [4]، [3] كما سيتبين لاحقاً.

4-1- المواصفات الفنية المعتمدة محليا لمواد الرصف :

حظيت المواصفات الفنية لمواد الرصف باهتمام كبير وخاصة بعد الحرب العالمية الثانية وتراوحت بداية الخمسينيات من القرن الماضي من المتساهلة فيما يخص قساوة الحصويات وخواص اللدونة إلى المتشددة في التركيب الحبي (المواصفات الفنية لمواد البناء AASHO-1954 ثم AASHTO-1972) أما في سبعينيات القرن الماضي عدلت المواصفات الفنية لتصبح أكثر تشددا فيما يخص كل من خواص اللدونة والقساوة بالإضافة للتركيب الحبي وظهرت تصانيف عديدة عالميا كتصنيف ال AASHO ثم ال AASHTO ثم التصنيف الموحد USCC (ال ASTM) وتصنيف منظمة الطيران الأمريكية وغيرها من التصانيف .

في سوريا اعتمدنا على تصنيف AASHTO-1993 وتصنيف ال ASTM في توصيف واختبار واعتماد مواد البناء، إلى أن صدر عن المؤسسة العامة للمواصلات الطرقية دمشق عام 2002 [4]، تضمنت مواصفات فنية للمواد الطرقية، تتضمن مواصفات مواد بناء طبقات الرصف (تجريبها - استخداماتها - الاشتراطات والمواصفات الفنية - طرائق تنفيذها واختبارها أثناء وبعد التنفيذ)، نبين فيما يلي أهم الاشتراطات التي تضمنتها المواصفات الفنية لمواد طبقتي ماتحت الأساس والأساس :

4-1-1- مواصفات طبقة الاساس الحصوية : [4]

أ- المواصفات العامة ومتطلبات الجودة وفق الجدول رقم 4-1 :

جدول رقم 4-1 يمثل متطلبات الجودة لمواد طبقة الأساس الحصوية

12 كحد أقصى	محتوى كبريتات الصوديوم (77 - T104 من AASHTO)
45 كحد أقصى	النقص بسبب الاهتراء (77 - T96 من AASHTO أو الاختبار رقم 11.1 من هذه المواصفات).
45 كحد أدنى	المكافئ الرملي (73 - T176 من AASHTO أو الاختبار رقم 10.1 من هذه المواصفات).
25 كحد أقصى	حد السيولة (80 - T89 من AASHTO أو الاختبار رقم 6.1 من هذه المواصفات).
6 كحد أقصى	قربنة اللدونة (80 - T90 من AASHTO).
100 كحد أدنى	نسبة كاليفورنيا للتحميل (D1883 من AASHTO)، تدرج 1
80 كحد أدنى	نسبة كاليفورنيا للتحميل (D1883 من AASHTO)، تدرج 2
65 كحد أدنى	نسبة كاليفورنيا للتحميل (D1883 من AASHTO)، تدرج 3

ب- التراكيب الحبية وفق الجدول رقم 4-2 :

جدول رقم 4-2 يمثل متطلبات التدرج الحبي لمواد طبقة الأساس الحصوية

النسبة المئوية للمار من المنخل			مقاس المنخل
التدرج (3)	التدرج (2)	التدرج (1)	
-	-	100	50 مم (2) إنش
-	100	-	37.5 مم (1.5) إنش
100	95 - 70	85 - 55	25 مم (1) إنش
100 - 70	85 - 55	80 - 50	19 مم (0.75) إنش
65 - 35	60 - 30	60 - 30	4.75 مم (رقم 4)
25 - 15	25 - 10	25 - 10	0.425 مم (رقم 40)
10 - 3	10 - 3	10 - 3	0.075 مم (رقم 200)
يجب أن لا يزيد الجزء المار من المنخل رقم 200 عن $\frac{1}{2}$ الجزء المار من المنخل 0.425 مم (رقم 40).			

4-1-2- مواصفات طبقة ماتحت الأساس الحصوية: [4]

نبين في الجدول رقم 4-3 متطلبات التدرج والجودة لمواد طبقة ما تحت الأساس :

الجدول رقم 4-3 متطلبات التدرج والجودة لمواد طبقة ما تحت الأساس

النسب المارة		مقاس المنخل
التدرج (٢)	التدرج (١)	
-	١٠٠	٦٢,٥ مم (٢,٥) إنش
١٠٠	١٠٠ - ٩٠	٥٠,٠ مم (٢) إنش
١٠٠ - ٩٠	-	٢٧,٥ مم (١,٥) إنش
٨٥ - ٥٥	-	٢٥ مم (١) إنش
٨٠ - ٥٠	-	١٩ مم ($\frac{3}{4}$) إنش
٧٠ - ٤٠	-	٩,٥ مم ($\frac{3}{8}$) إنش
٦٠ - ٢٠	٧٠ - ٢٥	٤,٧٥ مم (رقم ٤)
٥٠ - ٢٠	-	٢,٥٤ مم (رقم ١٠)
٢٠ - ١٠	-	٠,٤٢٥ مم (رقم ٤٠)
١٥ - ٠	١٥ - ٠	٠,٠٧٥ مم (رقم ٢٠٠)
متطلبات الجودة		
٢٥ حد أدنى	المكافئ الرملي (الاختبار ٧٣ - ١٧٦ من AASHTO أو الاختبار 10.1 من هذه المواصفات).	
٦ حد أعلى	قرينة اللدونة (الاختبار ٨٠ - T 90 من AASHTO).	
٥٠ حد أعلى	النقص بسبب الاهتراء (الاختبار ٧٧ - T 96 من AASHTO) أو الاختبار 11.1 من هذه المواصفات).	
٥٠ حد أدنى	نسبة كاليفورنيا للتحميل (الاختبار D1883 من ASTM).	

4-2- التجارب التوصيفية المخبرية المطبقة على المواد المدورة المستخدمة في البحث :

اجريت كل من التجارب المخبرية التوصيفية التالية على المواد المدورة من نواتج كسر البيتون والخفان المحضرة من مكب المدخل الشرقي لمدينة اللاذقية وورش هدم أبنية في الصليبية وعين إم إبراهيم:

1- تجارب التحليل الحبي AASHTO T27-74 .

2- حدود أتريرغ (AASHTO-T89-80) و (AASHTO-T90-80) .

3- المكافئ الرملي، والامتصاص والكثافة.

4- بروكتور (AASHTO-T90-80).

5- الـ CBR (AASHTO D1883) .

6- لوس أنجلوس LA (AASHTO-T96-77).

7- المقاومة المعكبية لمواد بيتون الهدم.

4-2-1- التجارب التوصيفية على مواد مدورة من مكب المدخل الشرقي لمدينة اللاذقية:

أعدت العينات وفق ما ورد في الفقرة (3-2) - الإجراءات المتبعة لإعداد كميات المواد الممكن إعادة تدويرها- ج) وأجريت التجارب التوصيفية في مخابر كلية الهندسة المدنية بجامعة تشرين نبين فيما يلي نتائجها:

1- نتائج التحليل الحبي:

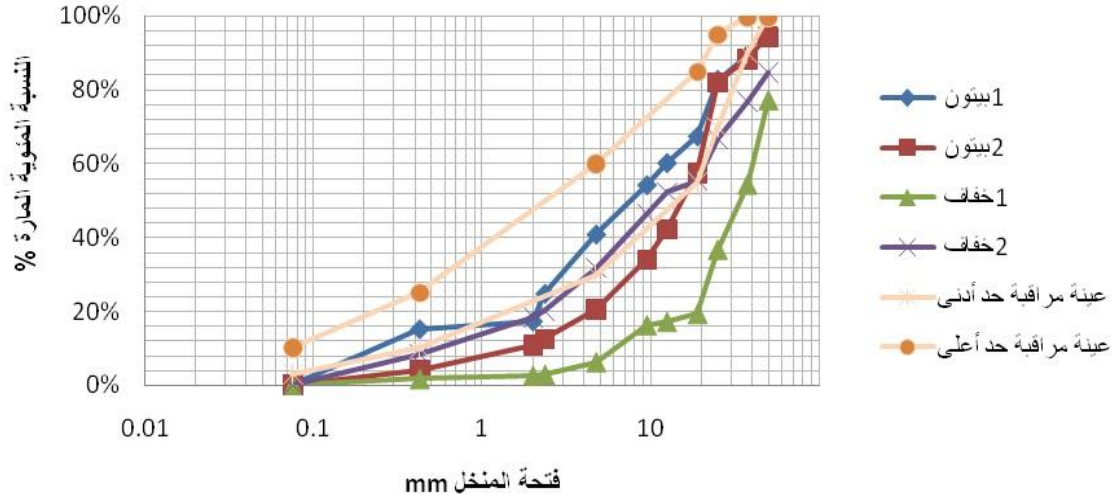
أجريت تجارب التحليل الحبي وفق المواصفة AASHTO T27-74 ،

نلخص النتائج في الجدول التالي رقم (4-4) نتائج التحليل الحبي لعينات مدورة من أنقاض الهدم (بيتون وخفان) ومقارنة نتائجها مع حزم تقترحها المواصفات الفنية [4] لمواد طبقة ماتحت الأساس وطبقة الأساس الحصوية لمنظومة الرصف اللين . كما نبين على الشكلين رقم (1-4) و (2-4) المنحنيات الحبية الناتجة من اختبار عينات مدورة من البيتون والخفان من موقع مكب المدخل الشرقية ومواقعها من الحزم المقترحة لكل من طبقتي ماتحت الأساس والأساس .

جدول رقم (4-4) يمثل نتائج التحليل الحبي لعينات مدورة من أنقاض الهدم (بيتون وخفان) من موقع المكب المدخل الشرقي لمدينة اللاذقية ومقارنة نتائجها مع حزم تقترحها المواصفات الفنية [19] لمواد طبقة ماتحت الأساس والأساس

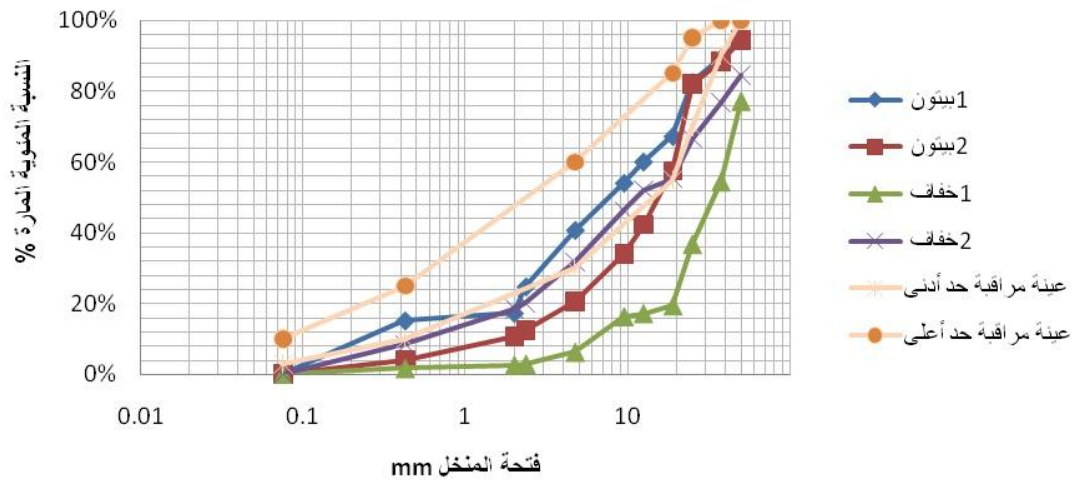
حزمة مواد حصوية لطبقة ماتحت الأساس	حزمة مواد حصوية لطبقة الأساس	خفان 2	خفان 1	بيتون 2	بيتون 1	فتحة المنخل mm
النسبة المئوية المارة %						
100	100	84.62	77.15	94.58	95	50
90-10	90-100	76.69	54.34	88.45	89.36	37.5
70-95	55-85	66.64	36.69	82.04	82.59	25
55-85	50.-80	55.33	19.34	57.60	67.29	19
		52.19	17.16	42.27	60.09	12.5
	40.-70	46.24	16.25	33.96	54.08	9.5
30-60	30-60	31.70	6.25	20.54	40.75	4.75
	20-50	20.02	2.88	12.47	24.74	2.36
		18.40	2.58	10.77	17.24	2
10-25	10-30	8.41	1.66	4.04	15.11	0.425
3-10	0-15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.075

منحنيات التحليل الحبي لعينات من مواد مدورة من البيتون والخفان مع
مقارنتها بحزمة مواد بقايا



الشكل 4-1 منحنيات التحليل الحبي لعينات اختبار مدورة من البيتون والخفان من موقع مكب المدخل الشرقي وموقعها من الحزمة المقترحة لطبقة ماتحت الأساس

منحنيات التحليل الحبي لعينات من مواد مدورة من البيتون والخفان مع
مقارنتها بحزمة مواد حجر مكسر



الشكل 4-2 : منحنيات التحليل الحبي لعينات اختبار مدورة من البيتون والخفان من موقع مكب المدخل الشرقي وموقعها من الحزمة المقترحة لطبقة الأساس

2- نتائج تجارب حدود أتريغ :

أجريت تجارب حد السيولة وفق المواصفة AASHTO T89-76 ، أما تجارب حد اللدونة فوفق المواصفة AASHTO T89-70
أشارت نتائج التجارب المنفذة على عينات مدورة من أنقاض هدم البيتون والخفان أن المواد كلها غير لدنة. نبين بالجدول رقم (4-5) نتائج التجارب على عينات من مكب المدخل الشرقي :

جدول (4-5) نتائج حدود أتريغ لعينات مدورة من الخفان والبيتون-موقع مكب المدخل الشرقي

المادة	رقم العينة	LL%	PL%	PI
مدورة من البيتون	1	NLL%	NPL%	NPI
	2	NLL%	NPL%	NPI
	3	NLL%	NPL%	NPI
مدورة من الخفان	1	NLL%	NPL%	NPI
	2	NLL%	NPL%	NPI
	3	NLL%	NPL%	NPI

ملاحظة: أجريت تجارب حدود أتريغ على المواد المارة من المنخل رقم No40 لكل عينة من المواد المدورة من أنقاض البيتون وأنقاض الخفان .

3- نتائج بروكتور المعدلة:

أجريت تجارب بروكتور المعدلة وفق المواصفة AASHTO T180-74
نورد فيما يلي بالجدول رقم (4-6) ملخصاً لنتائج تجارب (بروكتور المعدلة) المجراة على مجموعة عينات مدورة من أنقاض البيتون والخفان المأخوذة من المكب المؤقت في المدخل الشرقي لمدينة اللاذقية.

الجدول (4-6) : ملخص نتائج تجربة بروكتور المعدلة على عينات مدورة من أنقاض البيتون والخفان (المكب المؤقت في المدخل الشرقي لمدينة اللاذقية)

عينة بيتون أولى					المادة
14	12	9	6	3	الرطوبة % W
1.69	1.75	1.81	1.78	1.75	γ_{dmax} gr/cm3 الكثافة الجافة
بيتون ثانية					المادة
13	11	9	6	3	الرطوبة % W
1.77	1.84	1.87	1.76	1.7	γ_{dmax} gr/cm3 الكثافة الجافة
عينة بيتون 3					المادة
14	12	9	6	3	الرطوبة % W
1.59	1.82	1.94	1.78	1.77	γ_{dmax} gr/cm3 الكثافة الجافة
عينة خفان 1					المادة
15	12	9	6	3	الرطوبة % W
1.8	1.91	1.81	1.78	1.77	γ_{dmax} gr/cm3 الكثافة الجافة
عينة خفان 2					المادة
14	12	9	6	3	الرطوبة % W
1.86	1.91	1.91	1.81	1.73	γ_{dmax} gr/cm3 الكثافة الجافة
عينة خفان 3					المادة
14	12	9	6	3	الرطوبة % W
1.79	1.92	1.82	1.8	1.78	γ_{dmax} gr/cm3 الكثافة الجافة

أما قيم الكثافة الجافة العظمى γ_{dmax} والرطوبة الأصولية % w_o تمثلها بالجدول رقم (3-8)

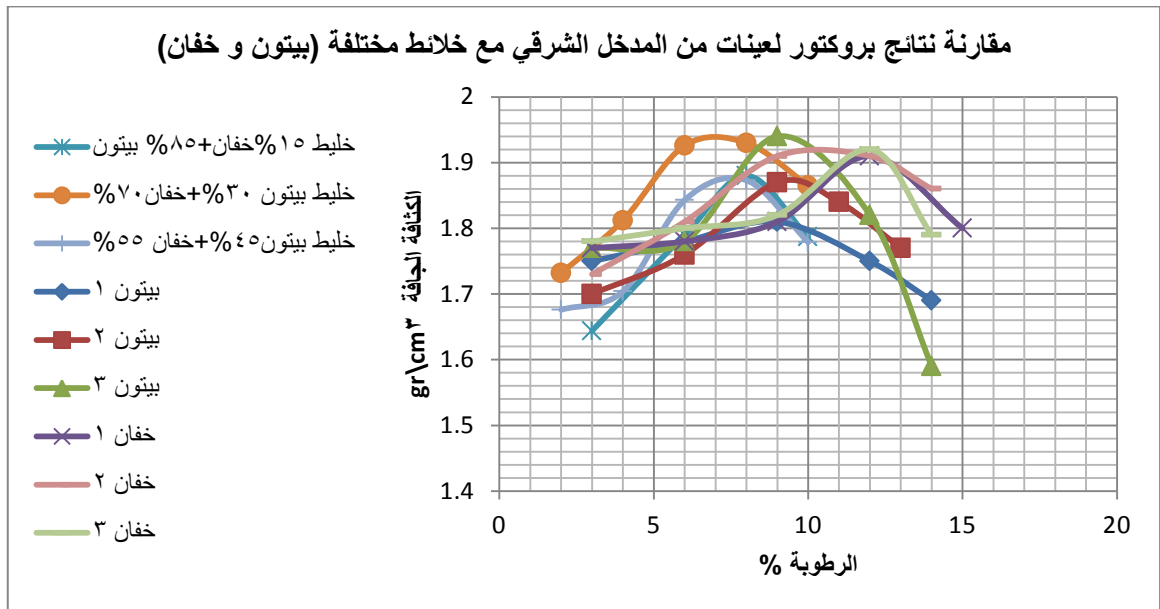
الجدول (4-7) : ملخص نتائج بروكتور لعينات مدورة من المكب المؤقت في المدخل الشرقي

المادة	الرطوبة النسبية % W	الكثافة الجافة العظمى γ_{dmax} g/cm3
حطام خفاف القطر الأعظمي (7,5 cm)	12	1.92
حطام خفاف القطر الأعظمي (5,0 cm)	12	1.91
حطام بيتون القطر الأعظمي (5,0 cm)	9	1.81
حطام بيتون القطر الأعظمي (7,5 cm)	9	1.94

أما التمثيل البياني لنتائج تجارب بروكتور المعدلة للمواد المدورة من البيتون والخفان ، نعبر عنه بحزمة منحنيات العلاقة بين الكثافة الجافة والرطوبة على جملة إحداثية واحدة، كما يبين ذلك الشكل (3-4) :



شكل (3-4) يمثل منحنيات بروكتور المعدلة لعينات مدورة من أنقاض الهدم (بيتون وخفان)



شكل (3-4) يمثل منحنيات بروكتور المعدلة لعينات مدورة من أنقاض الهدم (بيتون وخفان)، مع الخلط

4- نتائج الـ CBR (AASHTO D1883) المكب المؤقت - مدخل المدينة الشرقي:

وفقاً لنتائج بروكتور المعدلة المتمثلة بالجدول رقم (4-8)، تم تحضير عينات لتحديد قيم الـ C.B.R للمواد المدورة من نواتج هدم البيتون و الخفان. ونبين في الجداول الفرعية التالية النتائج التفصيلية لقيم (الإجهاد- تشوه)، لتجربة التحمل الكاليفورنية (CBR)، المجرى على عينات عشوائية من مادتي هدميات البيتون والخفان من الموقع الأول في هذا البحث (المكب المؤقت - مدخل المدينة الشرقي) بمدينة اللاذقية، وقد روعي بيان القيمة المصححة للإجهاد أو الحمولة (kg/cm^2)، وذلك للتجارب التي احتاجت لذلك بعد رسم المنحنيات البيانية .

عينة البيتون الاولى

الإختراق(mm)	قراءة مؤشر الحمولة(kn)	الإجهاد(kg/cm ²)	القيمة المصححة للإجهاد	ال CBR
1,25	0,45	2.325		
2,5	1,21	6.252	34	48.36
3,75	3,02	15.603		
5	5,54	28.623	58	55

عينة البيتون الثانية

الإختراق(mm)	قراءة مؤشر الحمولة(kn)	الإجهاد(kg/cm ²)	ال CBR
1,25	2.78	14.363	
2,5	5.92	30.586	43.5
3,75	8.65	44.691	
5	10.16	52.493	49.77

عينة البيتون الثالثة

الإختراق(mm)	قراءة مؤشر الحمولة(kn)	الإجهاد(kg/cm ²)	ال CBR
1,25	3.43	17.722	
2,5	7.67	39.628	56.36
3,75	11.8	60.966	
5	13.73	70.938	67.17

عينة الخفان الاولى

الإختراق(mm)	قراءة مؤشر الحمولة(kn)	الإجهاد(kg/cm ²)	القيمة المصححة للإجهاد	ال (CBR)
1,25	0,25	1,292		
2,5	2,43	12,555	49	69.69
3,75	6,52	32,291		
5	10,97	56,678	90	85.34

عينة الخفان الثانية

الإختراق(mm)	قراءة مؤشر الحمولة(kn)	الإجهاد(kg/cm ²)	ال (CBR)
1,25	4,18	21.596	
2,5	8,04	41.540	59.1
3,75	11,45	59.158	
5	14,58	75.329	71.43

عينة الخفان الثالثة

الإختراق(mm)	قراءة مؤشر الحمولة(kn)	الإجهاد(kg/cm ²)	القيمة المصححة للإجهاد	ال (CBR)
1,25	2.2	11.367		
2,5	3.9	20.150	47.2	67.13
3,75	6.67	34.461		
5	8.82	45.570	79	74.9

نلخص بالجدول رقم (4-8) نتائج تجارب ال C.B.R لعينات محضرة من مواد مدورة من أنقاض البيتون أما في الجدول رقم (4-9) لعينات مدورة من أنقاض الخفان :

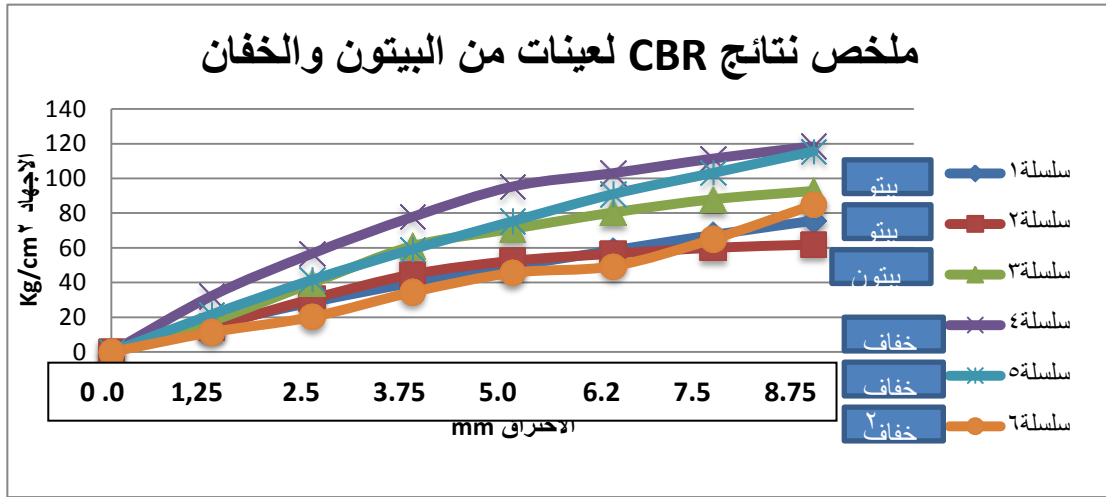
جدول رقم (4-8) يمثل نتائج تجارب ال C.B.R لعينات محضرة من مواد مدورة من أنقاض البيتون

بيتون 3		بيتون 2		بيتون 1		
الإجهاد Kg/cm2	الإختراق mm	الإجهاد Kg/cm2	الإختراق mm	الإجهاد المصحح	الإجهاد Kg/cm2	الإختراق mm
17.72	1,25	14.36	1,25		2.32	1,25
39.63	2,5	30.58	2,5	34	6.25	2,5
60.97	3,75	44.69	3,75		15.63	3,75
70.94	5	52.493	5	58	28.63	5
80.34	6,25	56.57	6,25		39.88	6,25
87.99	7,5	60.03	7,5		49.39	7,5
92.79	8,75	61.84	8,75		58.48	8,75

جدول رقم (4-9) يمثل نتائج تجارب ال C.B.R لعينات محضرة من مواد مدورة من أنقاض الخفان

خفان 3			خفان 2		خفان 1		
الإجهاد المصحح	الإجهاد Kg/cm ²	الإختراق mm	الإجهاد Kg/cm ²	الإختراق mm	الإجهاد المصحح	الإجهاد Kg/cm ²	الإختراق mm
	11.37	1,25	21.59	1,25		12.92	1,25
47.2	20.15	2,5	41.54	2,5	49	12.55	2,5
	34.46	3,75	59.18	3,75		32.29	3,75
79	45.57	5	75.39	5	90	56.68	5
	49.45	6,25	90.93	6,25		77.78	6,25
	65.1	7,5	103.17	7,5		95.34	7,5
	84.73	8,75	115.629	8,75		103.022	8,75

نبين على الشكل رقم 4-4 منحنيات ال C.B.R. للمواد المدورة من ناتج هدم الخفان والبيتون



شكل رقم 4-4 منحنيات ال C.B.R. للمواد المدورة من ناتج هدم الخفان والبيتون - المدخل الشرقي.

أما القيم المستنتجة لل C.B.R، بعد الحساب (مقابل اختراق 5mm)، ومن الشكل رقم (4-4) فنلخصها في ما يلي بالجدول رقم (4-10):

جدول رقم (4-10) يمثل قيم ال C.B.R للمواد المدورة من أنقاض البيتون والخفان - المدخل الشرقي لمدينة اللاذقية (عند اختراق 5mm)

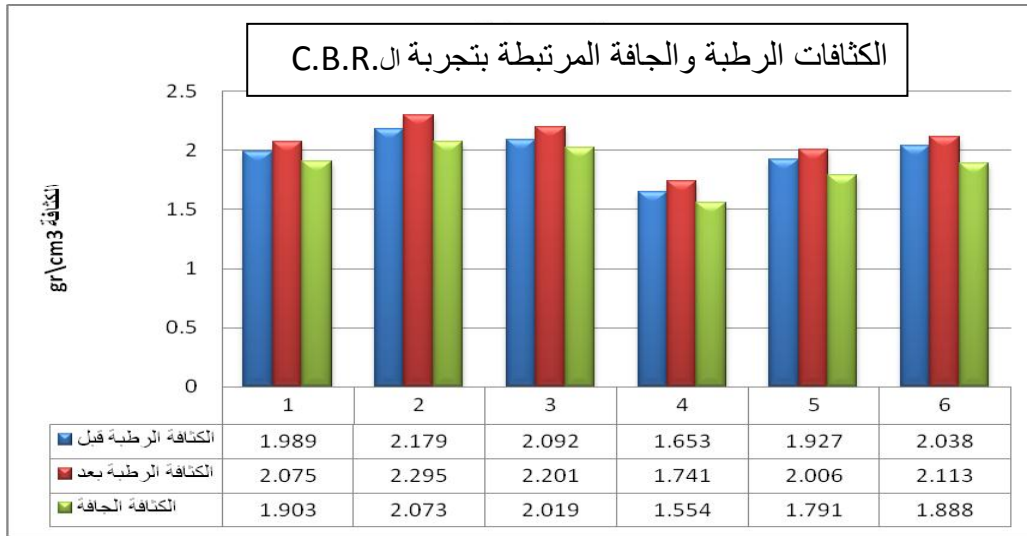
العينة	بيتون 1	بيتون 2	بيتون 3	خفان 1	خفان 2	خفان 3
CBR%	55	49.8	67.3	85.3	71.4	74.9

أما ملخص نتائج الكثافات الجافة والرطوبة المسجلة لقوالب العينات أثناء تحضير واختبار ال CBR للمواد المدورة من أنقاض البيتون والخفاف المأخوذة من موقع مدخل المدينة الشرقية مثلها بالجدول رقم (4-11):

جدول رقم (4-11) يمثل ملخص نتائج الكثافات الجافة والرطوبة المسجلة لقوالب العينات أثناء تحضير واختبار ال CBR

الرقم	المادة	الكثافة الرطبة قبل الغمر gr/cm3	الكثافة الرطبة بعد الغمر gr/cm3	الكثافة الجافة gr/cm3
1	بيتون 1	1.989	2.075	1.903
2	بيتون 2	2.179	2.295	2.073
3	بيتون 3	2.092	2.201	2.019
4	خفان 1	1.653	1.741	1.554
5	خفان 2	1.927	2.006	1.791
6	خفان 3	2.038	2.113	1.888

نمثل على الشكل رقم (4-5) نتائج التجارب السابقة



شكل رقم (4-5) ملخص نتائج الكثافات الرطبة والجافة المرتبطة بإعداد وإخراج تجربة الـ C.B.R.

5- نتائج لوس أنجلوس موقع المكب المؤقت في مدخل المدينة (LA (AASHTO-T96-77):
أخضعت عينات اختبار من بلوك الهدم والبيتون مختلفة الأقطار لتجارب لوس أنجلوس وكان ملخص التجارب لثلاث عينات ولكل قطر على حدة كما يلي بالجدول رقم 4-12 :

جدول 4- 12 : قيم لوس أنجلوس لمواد مدورة من الخفان والبيتون - المدخل الشرقي

نسبة الاهتراء % LA	وصف المادة/العينة، المختبرة
63.6	هدميات بلوك، قطر أعظمي 5cm
62.45	هدميات بلوك، قطر أعظمي 7.5cm
42.8	هدميات بيتون، قطر أعظمي 5cm
43.4	هدميات بيتون، قطر أعظمي 7,5cm

6- المقاومة المكعبية لمواد بيتون الهدم - المكب المؤقت في مدخل المدينة:
بغية معرفة المقاومة الفعلية للبيتون من ناتج هدم الأبنية، تم اقتطاع مكعبات من العناصر الإنشائية وتم اختبارها نبيين على الجدول رقم (4-13) :

جدول (4-13) نتائج المقاومة المكعبية لعينات مقطعة من بيتون الهدم - المدخل الشرقي

رقم العينة /المكعب/	وزن المكعب kg	الأبعاد cm	مساحة الضغط cm ²	إجهاد الكسر kg/cm ²	القوة ton
1	2733	11.2*10.8*10.8	121	227	27
2	1880	9.8*9.8*9.8	96	212	20
3	1952	9.8*9.8*9.7	96	87	8.3
4	2145	10.4*10.2*10	106	159	16.9
5	2083	9.8*10*10	98	184	18
6	2090	9*10*9.8	89.1	155	13.8
7	1996	9.7*9.8*9.9	97	93	9

مناقشة نتائج التجارب على المواد المدورة من مكب المدخل الشرقي :

1- " فيما يخص التركيب الحبي فإن نتائج التحليل الحبي لعينات مدورة من البيتون والخفان تشير إلى أن بعض العينات مثل بيتون 1 وخفان 2 (شكل 4-1 وشكل 4-2) تنطبق مع الحزم المعتمدة للمواد المستخدمة في إنشاء طبقات ماتحت الأساس والأساس، أما بقية العينات فهي خارج الحزم يمكن تحسين وقوعها ضمن الحزم من خلال تعديل التركيب الحبي لها إما بإضافة مواد جديدة أو بتعديل فتحات مناخل الكسارات وسرائدها حتى تنطبق مع ما هو مطلوب من تراكيب حبية. [4]

2- " إن خواص اللدونة (جدول 4-5) يشير إلى أن كافة المواد المدورة من أنقاض البيتون والخفان هي غير لدنة وهي من ثم تحقق المواصفات الفنية المطلوبة من مواد طبقتي ماتحت الأساس والأساس .

3- " أظهرت نتائج تجربة بروتكتور المعدلة على أن المواد إمكانية تشكيل عينات تقترب كثافتها الجافة العظمى من 2 غ/سم³ (جدول 4-6 وجدول 4-7 وشكل 4-3)، علماً أن الكثافة الجافة العظيمة لمواد مدورة من الخفان كانت أكبر منها للمواد المدورة من البيتون، وذلك بسبب إمكانية تشكل تركيب حبي أكثر إغلاقاً وخاصة أثناء الرص (مواد خفيفة هشة نوعاً ما تتحطم وتتحول أثناء الرص إلى مواد ناعمة تملأ الفراغات أكثر مما هو عليه في المواد المدورة من البيتون). لكن يمكننا زيادة الكثافة الجافة العظمى للحصويات المدورة من هدم البيتون γ_{dmax} من خلال إنتاج تراكيب حبية أكثر إغلاقاً تتوزع فيه الحصويات الناعمة بشكل يملأ فيه الفراغات الهوائية بشكل أفضل). [4]

4- " أما قدرة التحمل النسبية الـ C.B.R. للمواد المدورة من أنقاض هدم البيتون والخفان فتشير إلى إمكانية استخدام المواد المدورة من أنقاض هدم البيتون على الأقل في إنشاء طبقة ماتحت أساس كون القيمة الأصغرية للتحمل النسبي أكبر من 50% (جدول رقم 4-10) وتراوح بين (50-70%) أما المواد المدورة من أنقاض الخفان فهي أكبر من البيتون تراوحت بين (70-85%) لسبب أن مادة الخفان أعطت كثافة جافة عظمى أكبر من الكثافة العظمى للمواد من ناتج بيتوني لكن بكافة الأحوال لا يمكن استخدام نواتج هدم الخفان في طبقة الأساس لأن قيم لوس أنجلوس تزيد عن القيم العظمى المسموح بها ألا وهي 50%، لكن يمكن استخدامها في أعمال العزل وأعمال الردم وأعمال التسوية [4].

5- أشارت نتائج تجارب لوس أنجلوس ألا أن نتائج كافة العينات للمواد المدورة من ناتج هدم البيتون هي أفضل من نتائج هدم الخفان ($LA > 50\%$)، وهذا بديهي لأن الوزن النوعي لحصويات البيتون أكبر من الوزن النوعي للحصويات المشكلة للخفان عدا عن أن الوزن النوعي للبيتون قبل تدويره أعلى من الوزن النوعي للخفان (جدول 4-12) . بالنتيجة تصلح المواد المدورة من البيتون لأعمال طبقة ماتحت الأساس [4] .

6- بينت نتائج الكسر المكعبي لعينات مقتطعة من بيتون الهدم ، مقاومة جيدة للبيتون القديم على الرغم من أن البيتون كما نعلم خضع لأعمال تشويه من الهدم والنقل والتجميع بشكل عشوائي إلى التعب الذي لحق به بسبب العمر (جدول 4-13) تراوحت المقاومة المكعبية من 90-230 كغ/سم² . لكن نلاحظ أنه بالرغم من انخفاض المقاومة المكعبية 93 كغ/سم² لبعض المكعبات إلا أن قيمة لوس أنجلوس ظلت جيدة (نواتج هدم البيتون) بسبب قساوة الحصويات المشكلة للبيتون وإن كان ضعيفا بنيوياً .

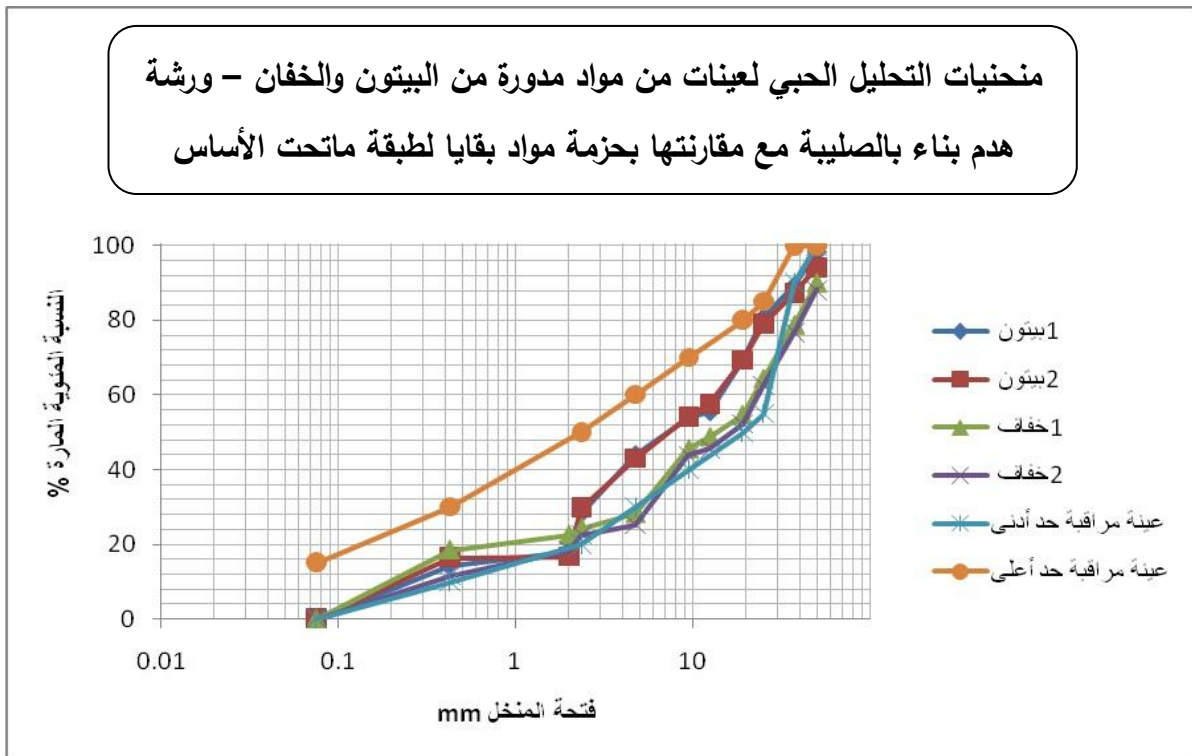
4-2-2- التجارب التوصيفية على مواد مدورة من ورشة رخصة هدم العقار رقم / 1456 / بالصليبية (شارع بغداد-مقابل المشفى الوطني) بمدينة اللادقية:

1- نتائج التحليل الحبي:

أجريت تجارب التحليل الحبي وفق المواصفة AASHTO T27-74 ونلخص نتائج التحليل الحبي في الجدول التالي رقم (4-14) وذلك لعينات مدورة من أنقاض الهدم (بيتون وخفان) ومقارنة نتائجها مع حزم تقترحها المواصفات الفنية [19] لمواد طبقة ماتحت الأساس وطبقة الأساس الحصوية لمنظومة الرصف اللين . كما نبين على الشكلين رقم (4-6) و (4-7) المنحنيات الحبية الناتجة من اختبار عينات مدورة من البيتون والخفان من موقع ورشة رخصة هدم العقار رقم / 1456 / الصليبية ، ومواقعها من الحزم المقترحة لكل من طبقتي الأساس والأساس .

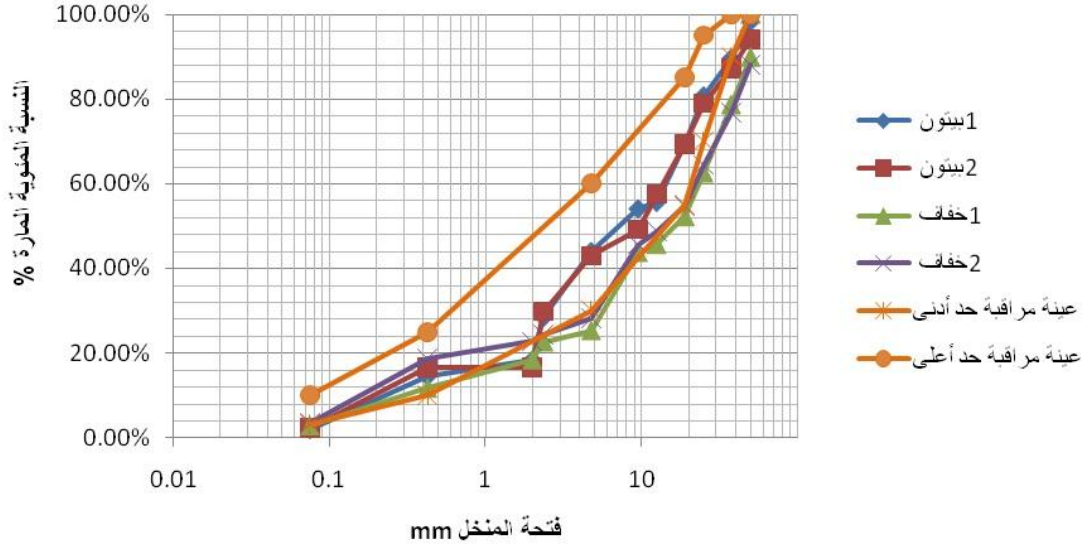
جدول رقم (4-14) يمثل نتائج التحليل الحبي لعينات مدورة من أنقاض الهدم (بيتون وخفان) من موقع (ورشة رخصة هدم العقار / 1456/ الصليبية بمدينة اللانقية) ومقارنة نتائجها مع حزم تقترحها المواصفات الفنية [19] لمواد طبقة ماتحت الأساس والأساس

فتحة المنخل (mm)	مواد مدورة من بيتون قطر أعظمي للحصويات 7,5cm النسبة المئوية المارة %	مواد مدورة من بيتون قطر أعظمي للحصويات 5cm النسبة المئوية المارة %	مواد مدورة من خفان قطر أعظمي للحصويات 7,5cm النسبة المئوية المارة %	مواد مدورة من خفان قطر أعظمي للحصويات 5cm النسبة المئوية المارة %	الحزمة النظامية لطبقة ماتحت الأساس %	الحزمة النظامية لطبقة الأساس %
50	98.36	94.22	90.03	88.14	100	100
37.5	89.63	87.30	78.77	76.68	90-100	90-100
25	80.8	79.1	64.35	62,6	55-85	70-95
19	69.36	69.42	54.7	52.22	50-80	55-85
12.5	55.56	57.57	48.74	45.65		
9.5	54.04	54.17	45.54	43.77	40-70	
4.75	43.69	43	28.21	25.27	30-60	30-60
2.36	28.36	29.8	24.35	22.57	20-50	
2.00	18.27	16.6	22.61	18.37		
0.425	14.14	16.5	18.53	11.6	10-30	10-25
0.075	1.8	2.17	2.7	3.34	0-15	3-10



الشكل (4-6) منحنيات التحليل الحبي لعينات اختبار مدورة من البيتون والخفان من موقع ورشة رخصة هدم بناء بالصليبية وموقعها من الحزمة المقترحة لطبقة ماتحت الأساس

منحنيات التحليل الحبي لعينات من مواد مدورة من البيتون والخفان -
ورشة هدم بناء بالصليبية مع مقارنتها بحزمة مواد حجر مكسر للاساس



الشكل (4-7) منحنيات التحليل الحبي لعينات اختبار مدورة من البيتون والخفان من موقع ورشة رخصة هدم بناء بالصليبية وموقعها من الحزمة المقترحة لطبقة الأساس

2- نتائج تجارب حدود أتبرغ : أجريت تجارب حد السيولة وفق المواصفة AASHTO T89-76 ،
أما تجارب حد اللدونة فوفق المواصفة AASHTO T89-70
أشارت نتائج التجارب المنفذة على عينات مدورة من أنقاض هدم البيتون والخفان أن المواد كلها غير
لدنة نبيين بالجدول رقم (4-15) نتائج التجارب على عينات من مكب المدخل الشرقي :

جدول (4-15) نتائج حدود أتبرغ لعينات مدورة من الخفان والبيتون-موقع ورشة هدم بناء بالصليبية

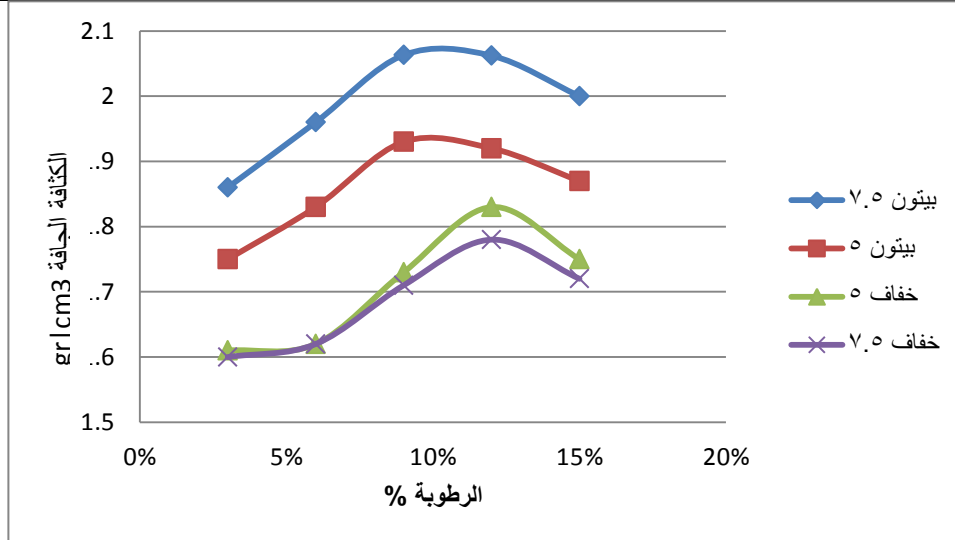
المادة	رقم العينة	LL%	PL%	PI
مدورة من البيتون	1 قطر أعظمي للحصويات 5سم	NLL%	NPL%	NPI
	2 قطر أعظمي للحصويات 7.5سم	NLL%	NPL%	NPI
مدورة من الخفان	1 قطر أعظمي للحصويات 5سم	NLL%	NPL%	NPI
	2 قطر أعظمي للحصويات 7.5سم	NLL%	NPL%	NPI

3- نتائج بروكتور المعدلة: AASHTO T180-74 ، لموقع ورشة هدم البناء في حي الصليبية:

نورد فيما يلي بالجدول رقم (4-16) ملخصاً لنتائج تجارب (بروكتور المعدلة) المجراة على مجموعة عينات مدورة من أنقاض البيتون والخفان المأخوذة من موقع رخصة هدم مبنى بالصليبية العقار 1456 - اللاذقية. وعلى الشكل 4-8 منحنيات بروكتور

جدول رقم (4-16) ملخصاً لنتائج تجارب (بروكتور المعدلة) المجراة على مجموعة عينات مدورة من أنقاض البيتون والخفان المأخوذة من موقع رخصة هدم مبنى بالصليبية - اللاذقية

بيتون قطر أعظمي للحصويات 7.5 سم					المادة
15	12	9	6	3	الرطوبة % W
2.0	2.062	2.063	1,96	1,86	الكثافة الجافة γ_{dmax} gr/cm3
بيتون قطر أعظمي للحصويات 5 سم					المادة
15	12	9	6	3	الرطوبة % W
1.87	1.92	1.93	1.83	1.75	الكثافة الجافة γ_{dmax} gr/cm3
خفاف قطر أعظمي للحصويات 5 سم					المادة
15	12	9	6	3	الرطوبة % W
1.75	1.83	1.73	1.62	1.61	الكثافة الجافة γ_{dmax} gr/cm3
خفاف قطر أعظمي للحصويات 7.5 سم					المادة
15%	12	9	6	3	الرطوبة % W
1.72	1.78	1.71	1.62	1.6	الكثافة الجافة γ_{dmax} gr/cm3



شكل (4-8) يمثل منحنيات بروكتور المعدلة لعينات مدورة من أنقاض الهدم (بيتون وخفان) رخصة هدم بناء بالصليبية

أما قيم الكثافة الجافة العظمى γ_{dmax} والرطوبة الأصولية $W_0\%$ نمثلها بالجدول رقم (4-17):

الجدول(4-17) : ملخص نتائج بروكتور لعينات مدورة من مبنى الصلبة

المادة	الرطوبة النسبية المثالية W %	الكثافة الجافة العظمى γ_{dmax} g/cm ³
مواد مدورة من حطام خفاف القطر الأعظمي (7,5 cm)	12	1,78
مواد مدورة من حطام خفاف القطر الأعظمي (5,0 cm)	12	1,83
مواد مدورة من حطام بيتون القطر الأعظمي (5,0 cm)	10	1,94
مواد مدورة من حطام بيتون القطر الأعظمي (7,5 cm)	10	2,06

4- نتائج الـ CBR (AASHTO D1883) ورشة هدم بناء بالصلبة:

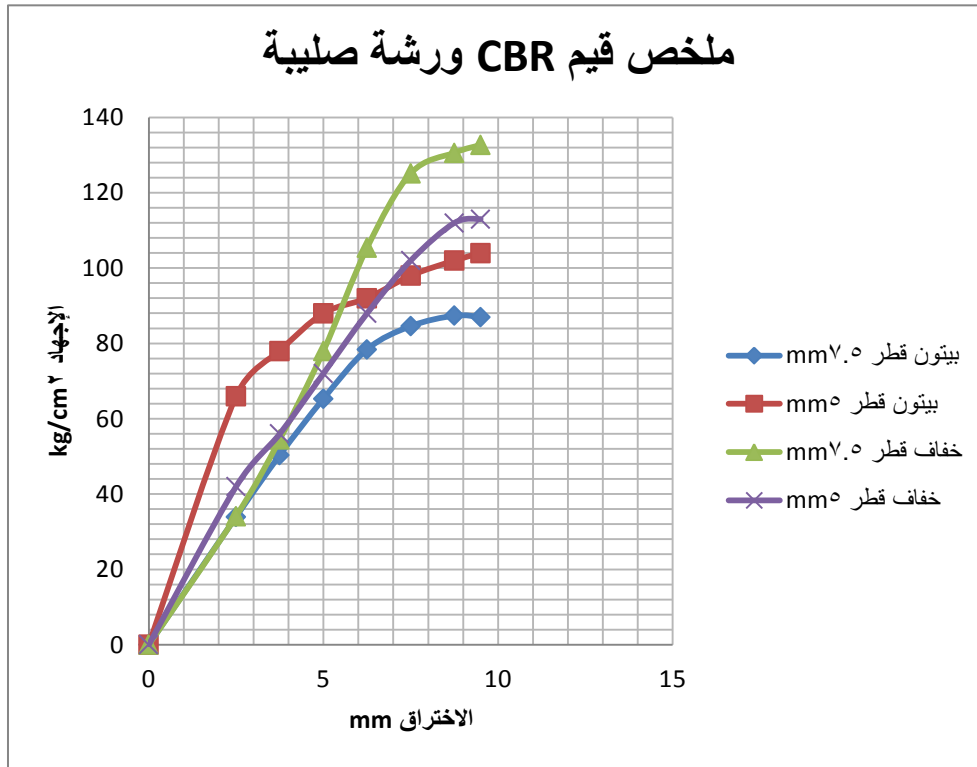
وفقا لنتائج بروكتور المعدلة المتمثلة بالجدول رقم (4-17) ، تم تحضير عينات لتحديد قيم الـ C.B.R للمواد المدورة من نواتج هدم البيتون و الخفان .

نلخص بالجدول رقم (4-18) نتائج تجارب الـ C.B.R لعينات محضرة من مواد مدورة من أنقاض البيتون و الخفان :

جدول رقم (4-18) يمثل نتائج تجارب الـ C.B.R لعينات محضرة من مواد مدورة من أنقاض البيتون والخفان ورشة الصلبة

خفانية- القطر الأعظمي cm		بيتونية - القطر الأعظمي cm		المادة الاختراق mm
5,0	7,5	5,0	7,5	
الإجهاد Kg/cm ²	الإجهاد Kg/cm ²	الإجهاد Kg/cm ²	الإجهاد Kg/cm ²	
0	0	0	0	0
42	34.15	66	20	1,25
42	34.15	66	33.98	2.5
56	54.51	78	50.35	3.75
72	78	88	65.32	5
88	105.43	92	78.42	6.25
102	125.16	98	84.59	7.5
112	130.62	102	87.36	8.75
113	132.67	104	87	9.5

نبين على الشكل رقم 4-9 منحنيات ال C.B.R. للمواد المدورة من ناتج هدم الخفان والبيتون (بعد التصحيح)



شكل رقم 4-9 منحنيات ال C.B.R. للمواد المدورة من ناتج هدم الخفان والبيتون ورشة هدم بناء بالصليبية - اللاذقية

أما قيم ال C.B.R. المستنتجة من الشكل رقم 3-19 فنمثلها على الجدول رقم (3-20)

جدول رقم (4-19) يمثل قيم ال C.B.R. لعينات من موادمدورة من حطام البيتون والخفان /ورشة الصليبية - اللاذقية/

المادة	الحمولة المصححة Kg/cm2	CBR%
حطام بيتون القطر الأعظمي (7,5 cm)	65.3	62
حطام بيتون القطر الأعظمي (5,0 cm)	88	83.4
حطام خفاف القطر الأعظمي (7.5 cm)	78	74
حطام خفاف القطر الأعظمي (5 cm)	72	68.3

5- نتائج لوس أنجلوس لمواد مدورة من ورشة هدم بناء بالصليبية (LA (AASHTO-T96-77):
أخضعت عينات اختبار من بلوك الهدم والبيتون مختلفة الأقطار لتجارب لوس أنجلوس وكان ملخص التجارب لثلاث عينات ولكل قطر على حدة كما يلي بالجدول رقم 4-20 :

جدول 4-20 قيم لوس أنجلوس لمواد مدورة من الخفان والبيتون - ورشة هدم بناء بالصليبية

العينة	وزن العينة المختبرة (kg)	وزن العينة المحجوزة على المهزة B(2.0mm) (kg)	نسبة الاهتراء LA %
مواد مدورة من البيتون قطر أعظمي 5cm	10	5.935	40.65
مواد مدورة من البيتون قطر أعظمي 7.5 cm	10	6.022	40
مواد مدورة من الخفان قطر أعظمي 5 cm	10	3.647	63.6
مواد مدورة من الخفان قطر أعظمي 7.5cm	10	3.755	62.45

من الجدول (4-20) اعلاه نستنتج ما يلي:

وسطي قيم معامل لوس أنجلوس LA للمواد المدورة من هدميات البلوك 62.68% ، و لهدميات البيتون 40.08% .

6"- المقاومة المكعبية لمواد بيتون الهدم - ورشة هدم بناء بالصليبية :

بغية معرفة المقاومة الفعلية للبيتون من ناتج هدم الأبنية ، تم اقتطاع مكعبات من العناصر الإنشائية

التي كانت مشكلة لمبنى الصليبية ، وتم اختبارها نيين على الجدول رقم (4-21) :

جدول (4-21) نتائج المقاومة المكعبية لعينات مقتطعة من بيتون الهدم - المدخل الشرقي

الرقم	الأبعاد cm	الوزن gr	الحجم Cm3	إجهاد الكسر kg/cm ²	القوة ton
1	10.2*10.7*10.7	2375	1100	231	25
2	10*9.9*9.8	2285	1000	224	24
3	10.7*10.8*11	2836	1150	204	23
4	10*10*9.9	2045	990	222	22
5	10*10*10	2300	1000	166	16.5
6	10.5*10.7*10.7	2416	1120	195	20.9

مناقشة نتائج التجارب على المواد المدورة من ورشة رخصة هدم بناء بالصليبية :

1"- فيما يخص التركيب الحبي فإن نتائج التحليل الحبي لعينات مدورة من البيتون والخفان تشير إلى (شكل 4-7 وشكل 4-6) تطابقها مع الحزم المعتمدة للمواد المستخدمة في إنشاء طبقات ماتحت الأساس

والأساس ، وخروجها البسيط عن الحزم يمكن تحسين موقعه ليكون ضمنها من خلال تعديل التركيب الحبي لها إما بإضافة مواد جديدة أوبتعديل فتحات مناخل الكسارات وسراؤها حتى تتطبق مع ما هو مطلوب من تراكيب حبية . [4]

2- إن خواص اللدونة (جدول 4-15) يشير إلى أن كافة المواد المدورة من أنقاض البيتون والخفان هي غير لدنة وهي بالتالي تحقق المواصفات الفنية المطلوبة منمواد طبقتي ماتحت الأساس والأساس .
3- أعطت نتائج تجربة بروكتور المعدلة للمواد المدورة من البيتون قيما للكثافة الجافة العظمى من 1.94 - 2.06 غ/سم³ (جدول 4-17 والشكل 4-8) بينما الكثافة الجافة العظمة لمواد مدورة من الخفان أظهرت أقل من الكثافة الجافة العظمى للمواد المدورة من البيتون ($\gamma_{dmax}=1,78-1,85\text{gr/cm}^3$) وتعليل ذلك التركيب الحبي السيئ للخفان الأصل عدا عن مواده خفيفة وعلى الأغلب من النحاته . بالنتيجة يمكن استخدام هدم البيتون في تنفيذ طبقة ماتحت الأساس وحتى الأساس كون كثافة المواد المدورة منه جيدة بعد الرص . [4]

4- أما قدرة التحمل النسبية الـ C.B.R. للمواد المدورة من أنقاض هدم البيتون والخفان فتشير إلى امكانية استخدام المواد المدورة من أنقاض هدم البيتون على الأقل في إنشاء طبقة ماتحت الأساس كون القيمة الأصغرية للتحمل النسبي أكبر من 50% (جدول رقم 4-19) وتراوحت بين (62-83.4%) أما المواد المدورة من أنقاض الخفان فهي أقل وسطياً من البيتون تراوحت بين (68-74%) لسبب أن مادة الخفان أعطت كثافة جافة عظمى أقل من الكثافة العظمى للمواد من ناتج بيتوني لكن بكافة الأحوال لا يمكن استخدام نواتج هدم الخفان في طبقة الأساس لان قيم لوس أنجلوس تزيد عن القيم العظمى المسموح بها الا وهي 50% ، لكن يمكن استخدامها في أعمال العزل وأعمال الردم وأعمال التسوية [4] .

5- أشارت نتائج تجارب لوس أنجلوس إلى أن نتائج كافة العينات للمواد المدورة من ناتج هدم البيتون هي أفضل من نتائج هدم الخفان ($LA>50\%$) ، وسطي قيم معامل لوس أنجلوس LA للمواد المدورة من هدميات البلوك 62.68% ، و لهدميات البيتون 40.08% .

وهذا بديهي لأن الوزن النوعي لخصويات البيتون أكبر من الوزن النوعي للخصويات المشكلة للخفان عدا عن أن الوزن النوعي للبيتون قبل تدويره أعلى من الوزن النوعي للخفان (جدول 4-20) . بالنتيجة تصلح المواد المدورة من البيتون لأعمال طبقة ماتحت الاساس [4] .

6- بينت نتائج الكسر المكعبي لعينات مقطعة من بيتون الهدم ، مقاومة جيدة للبيتون القديم على الرغم من أن البيتون كما نعلم خضع لأعمال تشويه من الهدم والنقل والتجميع بشكل عشوائي إلى التعب الذي لحق به بسبب العمر (جدول 4-21) تراوحت المقاومة المكعبية من 166-231 كغ/سم² .

لكن نلاحظ أنه على الرغم من انخفاض المقاومة المكعبية 93كغ/سم³ لبعض المكعبات إلا أن قيمة لوس أنجلوس ظلت جيدة (نواتج هدم البيتون) بسبب قساوة الخصويات المشكلة للبيتون وإن كان ضعيفاً بنيوياً .

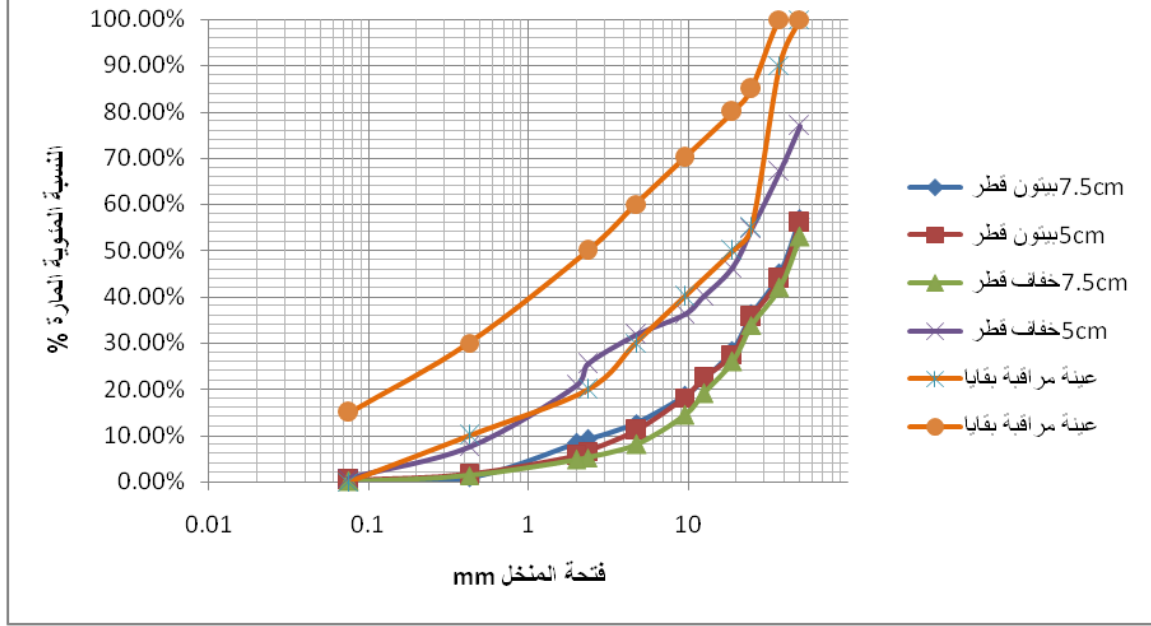
4-2-3- التجارب التوصيفية على مواد مدورة من ورشة رخصة هدم بناء على العقار رقم / 2117 / بمنطقة عين أم إبراهيم بمدينة اللاذقية:

تم أخذ المادة الأولية ورشة هدم لبناء سكني قديم والواقع على العقار 2117/من منطقة طوق البلد، حي عين أم إبراهيم، جهة شارع الجمهورية، والتي هدمت في عام 2011. تجربة التحليل الحبي وفق المواصفة AASHTO T27-74: نلخص نتائج التحليل الحبي في الجدول التالي رقم (4-22) وذلك لعينات مدورة من أنقاض الهدم (بيتون وخفان) ومقارنة نتائجها مع حزم تقترحها المواصفات الفنية [4] لمواد طبقة ماتحت الأساس وطبقة الأساس الحصوية لمنظومة الرصف اللين . كما نبين على الشكلين رقم (4-10) و(4-11) المنحنيات الحبية الناتجة لعينات مدورة من البيتون والخفان من موقع ورشة رخصة هدم العقار رقم / 2117 / عين أم إبراهيم ، ومواقعها من الحزم المقترحة لكل من طبقتي ماتحت الأساس والأساس .

جدول رقم (4-22) يمثل نتائج التحليل الحبي لعينات مدورة من أنقاض الهدم (بيتون وخفان) من موقع (ورشة رخصة هدم العقار / 2117 / عين أم إبراهيم بمدينة اللاذقية) ومقارنة نتائجها مع حزم تقترحها المواصفات الفنية [19] لمواد طبقة ماتحت الأساس والأساس

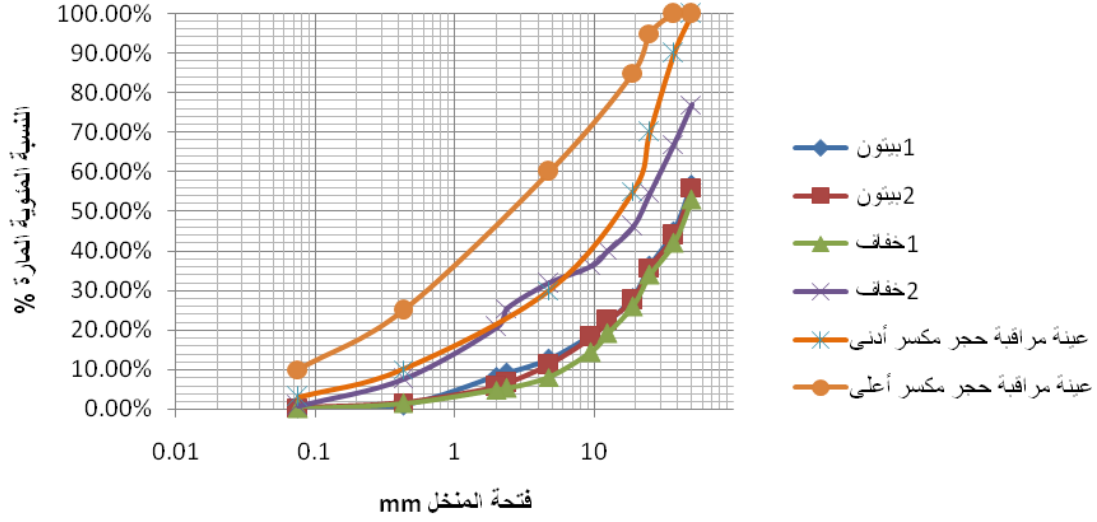
فتحة المنخل (mm)	مواد مدورة من بيتون قطر أعظمي للحصويات 7,5cm المارة %	مواد مدورة من بيتون قطر أعظمي للحصويات 5cm النسبة المئوية المارة %	مواد مدورة من خفان قطر أعظمي للحصويات 7,5cm النسبة المئوية المارة %	مواد مدورة من خفان قطر أعظمي للحصويات 5cm المارة %	الحزمة النظامية لطبقة الأساس %	الحزمة النظامية لطبقة ماتحت الأساس %
50	57.3	56.4	53.72	77.9	100	100
37.5	45.4	44.8	42.68	67.6	90-100	90-100
25	36.2	35.7	33.9	54.6	70-95	55-85
19	28.3	27.6	26	46.2	55-85	50-80
12.5	22.1	22.4	19.1	40.1		
9.5	18.6	18.6	14.4	36.2		40-70
4.75	12.7	11.2	8.1	31.8	30-60	30-60
2.36	9.2	6.6	5.3	25.5		20-50
2.00	8.4	5.7	4.8	20.80		
0.425	0.9	1.6	1.4	7.6	10-25	10-30
0.075	0.19	0.39	0.2	0.8	3-10	0-15

منحنيات التحليل الحبي لعينات من مواد مدورة من البيتون والخفان ورشة هدم بناء بعين أم إبراهيم مع مقارنتها بحزمة مواد بقايا لطبقة ماتحت الأساس



الشكل (4-10) منحنيات التحليل الحبي لعينات اختبار مدورة من البيتون والخفان من موقع ورشة رخصة هدم بناء بعين أم إبراهيم وموقعها من الحزمة المقرحة لطبقة ماتحت الأساس

منحنيات التحليل الحبي لعينات من مواد مدورة من البيتون والخفان -ورشة هدم بناء بعين ام ابراهيم مع مقارنتها بحزمة مواد لطبقة الاساس



الشكل (4-11) منحنيات التحليل الحبي لعينات اختبار مدورة من البيتون والخفان من موقع ورشة رخصة هدم بناء بعين أم إبراهيم وموقعها من الحزمة المقرحة لطبقة الأساس

2- نتائج تجارب حدود اتربرغ : أجريت تجارب حد السيولة وفق المواصفة AASHTO T89-76 ، أما تجارب حد اللدونة فوفق المواصفة AASHTO T89-70

أشارت نتائج التجارب المنفذة على عينات مدورة من أنقاض هدم البيتون والخفان أن المواد كلها غير لدنة ، نبين بالجدول رقم (4-23) نتائج التجارب على عينات من مكب المدخل الشرقي :

جدول (4-23) نتائج حدود أتربرغ لعينات مدورة من الخفان والبيتون -موقع مكب المدخل الشرقي

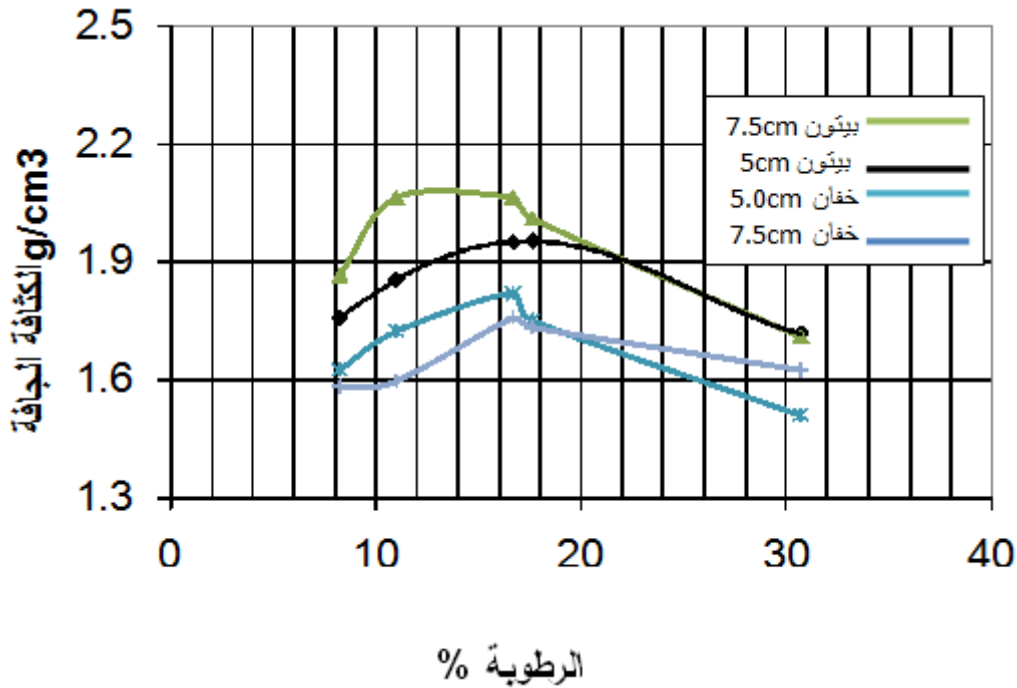
المادة	رقم العينة	LL%	PL%	PI
مدورة من البيتون	1	NLL%	NPL%	NPI
	2	NLL%	NPL%	NPI
	3	NLL%	NPL%	NPI
مدورة من الخفان	1	NLL%	NPL%	NPI
	2	NLL%	NPL%	NPI
	3	NLL%	NPL%	NPI

3- نتائج بروكتور المعدلة: AASHTO T180-74 ،

نورد فيما يلي بالجدول رقم (4-24) ملخصاً لنتائج تجارب (بروكتور المعدلة) المجراة على مجموعة عينات مدورة من أنقاض البيتون والخفان المأخوذة من موقع رخصة هدم مبنى بعين أم إبراهيم - اللاذقية. وعلى الشكل 4-12 منحنيات بروكتور.

جدول رقم (4-24) ملخصاً لنتائج تجارب (بروكتور المعدلة) المجراة على مجموعة عينات مدورة من أنقاض البيتون والخفان المأخوذة من موقع رخصة هدم مبنى بعين أم إبراهيم - اللاذقية

1- مدورة من بيتون قطر أعظمي 5سم					المادة
30.7	17.6	16.7	11	8.2	الرطوبة % W
1.718	1.952	1.951	1.854	1.756	الكثافة الجافة γ_{dmax} gr/cm3
2- مدورة من بيتون قطر أعظمي 7.5 سم					المادة
	15.4	15.7	11.6	6.2	الرطوبة % W
	2.009	2.062	2.063	1.867	الكثافة الجافة γ_{dmax} gr/cm3
1-مدورة من خفان قطر أعظمي 5سم					المادة
	0.157	0.123	0.099	0.085	الرطوبة % W
	1.75	1.819	1.737	1.624	الكثافة الجافة γ_{dmax} gr/cm3
2-مدورة من خفان قطر أعظمي 7.5سم					المادة
0.183	0.164	0.132	0.0742	0.0395	الرطوبة % W
1.623	1.733	1.757	1.597	1.581	الكثافة الجافة γ_{dmax} gr/cm3



شكل (4-12) يمثل منحنيات بروكتور المعدلة لعينات مدورة من أنقاض الهدم (بيتون وخفان) رخصة هدم بناء -ورشة هدم بناء بعين أم إبراهيم

من الشكل (4-12) نستنتج قيم الكثافة الجافة العظمى γ_{dmax} والرطوبة الأصلوية $w_0\%$ ونمثلها بالجدول رقم (4-25):

الجدول (4-25) : ملخص نتائج بروكتور لعينات مدورة من ورشة هدم مبنى بعين أم إبراهيم

الكثافة الجافة العظمى γ_{dmax} g/cm ³	الرطوبة النسبية W %	المادة
1.757	13.2	حطام خفاف قطر أعظمي للحصويات (7,5 cm)
1.819	12.3	حطام خفاف قطر أعظمي للحصويات (5 cm)
1.952	17.6	حطام بيتون قطر أعظمي للحصويات (5cm 5)
2,063	11.6	حطام بيتون قطر أعظمي للحصويات (7,5 cm)

4- نتائج الـ CBR (AASHTO D1883) ورشة هدم بناء بعين أم إبراهيم:

وفقاً لنتائج بروكتور المعدلة المتمثلة بالجدول رقم (4-25) ، تم تحضير عينات لتحديد قيم الـ

C.B.R للمواد المدورة من نواتج هدم البيتون و الخفان .

نلخص بالجدول رقم (4-26) نتائج تجارب الـ C.B.R لعينات محضرة من مواد مدورة من أنقاض

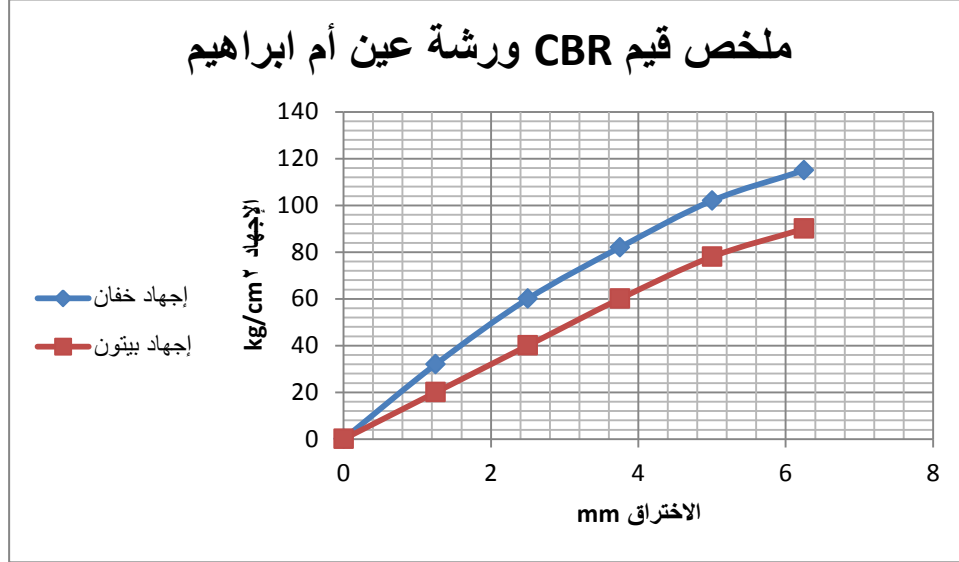
البيتون و الخفان :

جدول رقم (4-26) يمثل نتائج تجارب الـ C.B.R لعينات محضرة من مواد مدورة

من أنقاض البيتون والخفان ورشة عين أم إبراهيم

حطام خفان قطر أعظمي للحصويات 7.5سم		حطام بيتون قطر أعظمي للحصويات 7.5سم	
الإجهاد kg/cm ²	الاختراق mm	الإجهاد kg/cm ²	الاختراق mm
5.1	1.25	5.1	1.25
18.2	2,5	17.8	2,5
39.7	3,75	38.5	3,75
66.8	5	58.3	5
94.7	6. 25	79.5	6. 25
124.3	7.5	98.1	7.5
148.4	8,75	117.5	8,75

نبين على الشكل رقم (4-13) منحنيات ال C.B.R. للمواد المدورة من ناتج هدم الخفان والبيتون



شكل (4-13) منحنيات ال C.B.R. لعينات مدورة من أنقاض الخفان والبيتون التابعة لورشة هدم بناء في عين أم ابراهيم من الشكل رقم (4-13) نستنتج قيم ال C.B.R. النهائية نتمثلها بالجدول رقم(4-27):

الجدول(4-27): قيم CBR لمواد مدورة من حطام البيتون والخفان - ورشة عين أم ابراهيم

المادة	C.B.R. % اختراق 2.5 mm	C.B.R. % اختراق 5 mm
حطام خفان قطر أعظمي للحصويات 7.5 سم	85	96
حطام بيتون قطر أعظمي للحصويات 7.5 سم	57	74

5- نتائج لوس أنجلوس (LA (AASHTO-T96-77):

أخضعت عينات اختبار من بلوك الهدم والبيتون مختلفة الأقطار لتجارب لوس أنجلوس وكان ملخص التجارب لثلاث عينات ولكل قطر على حدة كما يلي بالجدول رقم 4-28 :

جدول 4-28 قيم لوس أنجلوس لمواد مدورة من الخفان والبيتون ورشة هدم بناء بعين أم إبراهيم

نسبة الاهتراء LA %	وزن العينة المحجوزة على المهزة B(2.0mm) (kg)	وزن العينة المختبرة (kg)	العينة
39.6	6.04	10	مواد مدورة من البيتون قطر أعظمي 5cm
38.9	6.108	10	مواد مدورة من البيتون قطر أعظمي 7.5 cm
62.0	3.800	10	مواد مدورة من الخفان قطر أعظمي 5 cm
61.6	3.840	10	مواد مدورة من الخفان قطر أعظمي 7.5cm

6- نتائج الكسر المكعب/ورشة عين أم إبراهيم:

بغية معرفة المقاومة الفعلية للبيتون من ناتج هدم بناء بعين أم إبراهيم ، تم اقتطاع مكعبات من العناصر الإنشائية وتم اختبارها على الضغط البسيط في مخابر كلية الهندسة المدنية بجامعة تشرين (مخبر تجريب مواد البناء) نبين على الجدول رقم (4-29)

الجدول (4-29): الكسر مكعبي لمكعبات مصنوعة من مادة هدميات البيتون

الرقم	الأبعاد cm	الحجم Cm ³	الوزن kg	إجهاد الكسر kg/cm ²	القوة ton
1	9.9*10*9.9	980.1	2.05	120	12.0
2	10*10*10.3	1030	2.11	130	13
3	9.6*9.8*10	940.8	1.92	182	12.8
4	10.2*10.1*10.1	1040.5	2.19	135	135
5	10*10.08*9.9	997.92	2.065	100	10.0
6	10.2*10*10.25	1045.5	2.2	135	13.5
7	10*10*9.9	990	2.11	105	10.5
8	10.22*10.2*9.98	1040.36	2.15	160	16.0

مناقشة نتائج التجارب على المواد المدورة من ورشة رخصة هدم بناء بعين أم إبراهيم :

1- " فيما يخص التركيب الحبي فإن نتائج التحليل الحبي (شكل 4-10 وشكل 4-11) لعينات مدورة من البيتون والخفان تشير إلى عدم تطابقها مع الحزم المعتمدة للمواد المستخدمة في إنشاء طبقات ماتحت الأساس والأساس ، وخرجها عنها باستثناء عينة من مصدر خفاني قطر أعظمي للحبات 5سم ، و يمكن تحسين موقع التراكيب الحبية المدورة لتكون ضمن الحزم المعتمدة ، من خلال تعديل التركيب الحبي لها إما بإضافة مواد جديدة أو بتعديل فتحات مناخل الكسارات وسرائدها حتى تنطبق مع ما هو مطلوب من تراكيب حبية . [4]

2- " إن خواص اللدونة (جدول 4-23) يشير إلى أن كافة المواد المدورة من أنقاض البيتون والخفان هي غير لدنة وهي من ثم تحقق المواصفات الفنية المطلوبة من مواد طبقتي ماتحت الأساس والأساس .

3- " أعطت نتائج تجربة بروكتور المعدلة للمواد المدورة من البيتون قيما للكثافة الجافة العظمى من 1.95 - 2.063 غ/سم³ (جدول 4-25) بينما الكثافة الجافة العظمة لمواد مدورة من الخفان أظهرت أقل من الكثافة الجافة العظمى للمواد المدورة من البيتون ($\gamma_{dmax}=1,75-1,81\text{gr/cm}^3$) وتعليل ذلك التركيب الحبي السيئ للخفان الاصل عدا عن أن مواده خفيفة وعلى الأغلب من النحاته . بالنتيجة يمكن استخدام هدم البيتون في تنفيذ طبقة ماتحت الأساس وحتى الأساس كون كثافة المواد المدورة منه جيدة بعد الرص أما المواد المدورة من الخفان فيمكن استخدامها في أعمال الردم والعزل الطريقي . [4]

4- " أما قدرة التحمل النسبية الـ **C.B.R.** للمواد المدورة من أنقاض هدم البيتون والخفان فتشير إلى إمكانية استخدام المواد المدورة من أنقاض هدم البيتون على الأقل في إنشاء طبقة الأساس وماتحت الأساس كون القيمة الأصغر للتحمل النسبي أكبر من 50% (جدول رقم 4-27) وتراوح بين (57-74%) أما المواد المدورة من أنقاض الخفان فهي أعلى قليلاً من المواد ذات المصدر البيتوني وبلغت وسطياً بين (85-96%) وذلك بسبب أن مادة الخفان تعطي توزعاً جزيئياً جديداً للحبات أثناء الرص (مواد هشة تتحطم بسهولة وتتحول إلى مواد مائنة أو ناعمة) ، لكن بكافة الأحوال لا يمكن استخدام نواتج هدم الخفان في طبقة الأساس لأن قيم لوس أنجلوس تزيد عن القيم العظمى المسموح بها الا وهي 50% ، لكن يمكن استخدامها في أعمال العزل وأعمال الردم وأعمال التسوية [4] .

5- " أشارت نتائج تجارب لوس أنجلوس أن قيمه المرتبطة بالمواد المدورة من ناتج هدم البيتون ، هي أفضل من نتائج هدم الخفان ($LA > 50\%$) ، فوسطا قيم معامل لوس أنجلوس LA للمواد المدورة من هدميات البلوك 61.5% ، و لهدميات البيتون 39.25% .

وهذا بديهي لأن الوزن النوعي لحصويات البيتون أكبر من الوزن النوعي للحصويات المشكلة للخفان عدا عن أن الوزن النوعي للبيتون قبل تدويره أعلى من الوزن النوعي للخفان (جدول 4-28) . بالنتيجة تصلح المواد المدورة من البيتون لأعمال طبقة ماتحت الأساس وحتى الأساس إذا ما تحققت الشروط المتبقية بالتحليل الحبي (ضمن الحزم المطلوبة) [4] .

6- بينت نتائج الكسر المكعبي لعينات مقطوعة من بيتون الهدم ، مقاومة جيدة للبيتون القديم على الرغم من أن البيتون كما نعلم تعرض لأعمال تشويه بنتيجة الهدم والنقل والتجميع بشكل عشوائي بالإضافة للتعب الذي لحق به بسبب العمر (جدول 4-29) تراوحت المقاومة المكعبية من 120-182 كغ/سم² .

لكن نلاحظ أنه على الرغم من انخفاض المقاومة المكعبية 120 كغ/سم³ لبعض المكعبات إلا أن قيمة لوس أنجلوس ظلت جيدة (نواتج هدم البيتون) بسبب قساوة الحصويات المشكلة للبيتون وإن كان ضعيفاً بنوياً.

4-2-4- التجارب التوصيفية على عينات من خلائط مواد مدورة من البيتون والخفان :

إن النتائج السابقة على عينات مدورة من البيتون والخفاف محضرة من المواقع الثلاثة المدخل الشرقي وورشة هدم بناء بالصليبية وورشة هدم بناء بعين أم إبراهيم والمذكورة آنفاً قادتنا للتفكير والبحث في إمكانية وجدوى خلط نسب مختلفة من البيتون المدور والخفان المدور مع بعضها بعض، وذلك بغرض تعديل التحليل الحبي لكل من مادتي البيتون والخفاف كل على حدة ولغايات تتعلق بتحسين قيم لوس أنجلوس المنخفضة لمادة الخفاف ، فضلاً عن تحسين قيم التحمل النسبي للمواد المدورة من البيتون (C.B.R.) .

اعتمدنا نسب الخلط التالية من مواد التدوير (70% بيتون مع 30% خفان) وتم إعادة التجارب كلها على خلائط تحقق النسب المذكورة هذه :

أولاً- خلائط 70% بيتون مدور + 30% خفاف مدور المدخل الشرقي:

أ- عينات خلط 70% بيتون مدور + 30% خفاف مدور المدخل الشرقي :

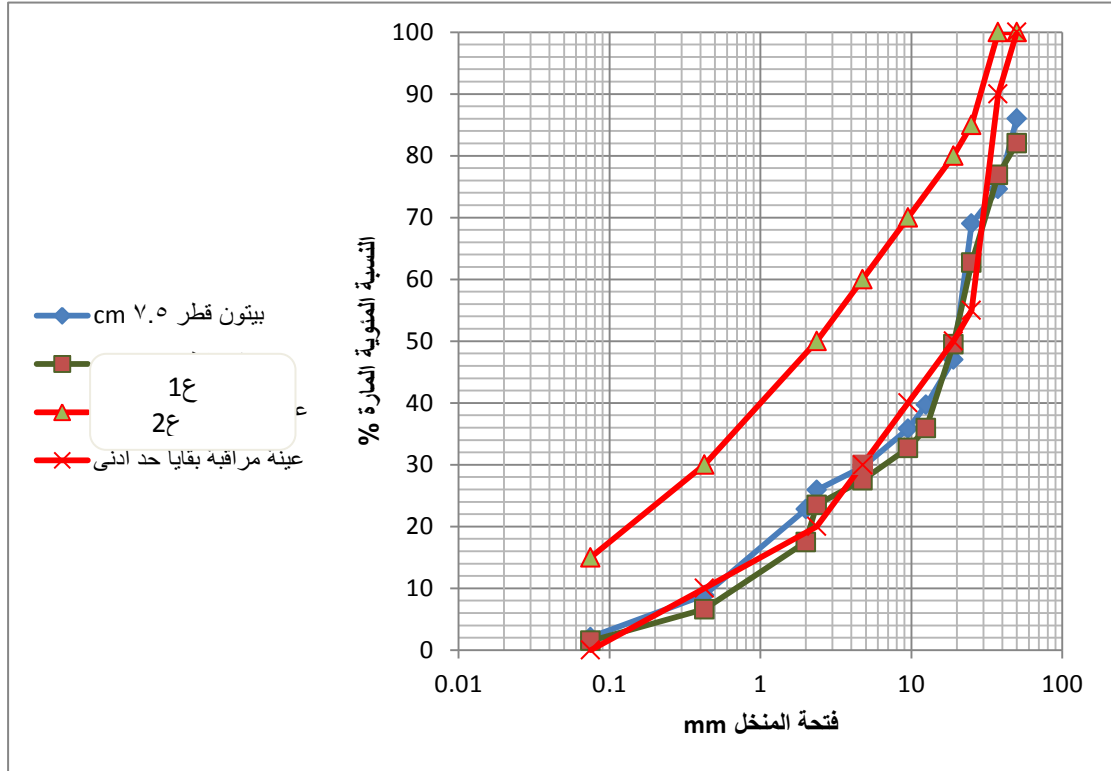
1- نبين على الجدول 4-30 نتائج التحليل الحبي لعينتين مركبتين بنسب (70% بيتون +30%

خفان) مدورتين من موقع مكب المدخل الشرقي ومقارنتهما مع حزمة بقايا :

جدول رقم (4-30) يمثل نتائج تجارب التحليل الحبي لعينات من نواتج هدم المدخل الشرقي (بيتون 70%+30% خفاف) والمقارنة مع حزمة بقايا مقالع.

عينة مراقبة بقايا مقالع	ع 2 قطر أعظمي 7,5 cm النسب المئوية المارة %	ع 1 قطر أعظمي 7,5cm النسب المئوية المارة %	فتحة المنخل mm
100	82	86	50
100-90	76.9	74.6	37.5
85.00-55	62.7	69	25
80. - 50	49.5	47	19
	35.9	39.7	12.5
70.0 -40	32.7	35.8	9.5
60.0 -30.0	27.5	29.6	4.75
50.0 -20,0	23.5	25.9	2.36
	17.5	22.8	2.00
30.0 -10.0	6.6	8.9	0.425
15.0 -0	1.5	2.1	0.075

نمثل على الشكل (4-14) منحنيات التحليل الحبي للعينتين وموقعها من حزمة بقايا معتمدة لطبقة ماتحت الأساس.



شكل (4-14) يمثل نتائج التحليل الحبي لخلائط ع1(70%بيتون +30%خفاف) ، ع2(70%بيتون+30%خفاف)من المدخل الشرقي.

2- نتائج تجارب حدود اتريرغ :

أجريت تجارب حد السيولة وفق المواصفة AASHTO T89-76 ، أما تجارب حد اللدونة فوق المواصفة AASHTO T89-70 أشارت نتائج التجارب المنفذة أن المواد كلها غير لدنة ، نبين بالجدول رقم (4-31) نتائج التجارب على عينات من مكب المدخل الشرقي :

جدول (4-31) نتائج حدود اتريرغ لعينات مدورة من الخفاف والبيتون-موقع مكب المدخل الشرقي(30% خفاف+70% بيتون)

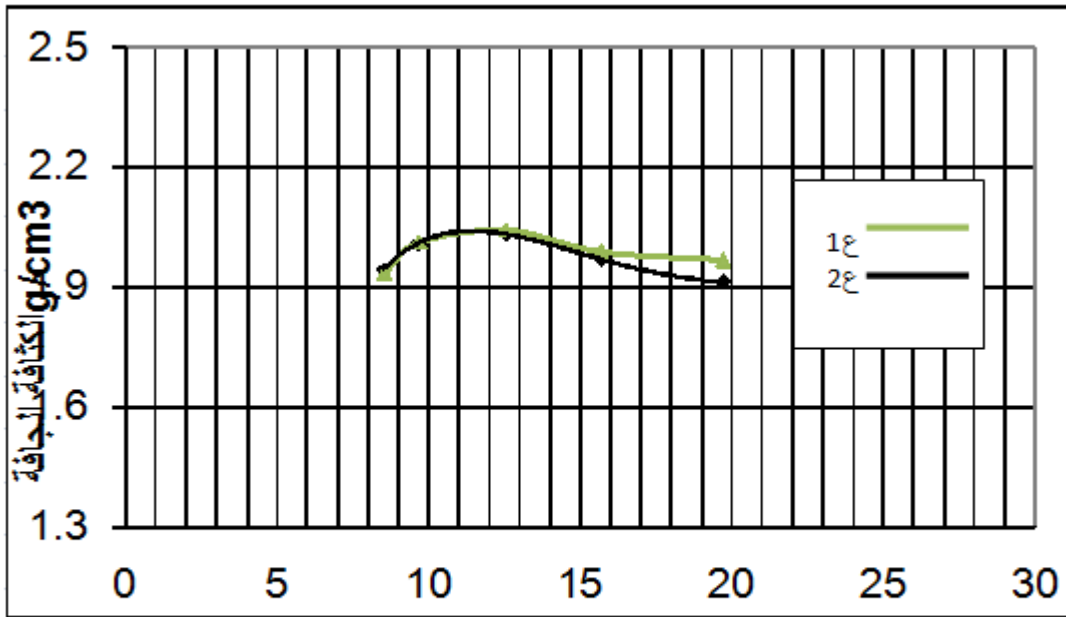
المادة	رقم العينة	LL%	PL%	PI
مدورة من البيتون 70%+30%خفاف	1	NLL%	NPL%	NPI
	2	NLL%	NPL%	NPI
	3	NLL%	NPL%	NPI

3- نتائج بروكتور المعدلة: AASHTO T180-74 :

نورد فيما يلي بالجدول رقم (4-32) ملخصاً لنتائج تجارب (بروكتور المعدلة) المجراة على خلائط لمجموعة عينات مدورة من أنقاض البيتون والخفاف المأخوذة من موقع المكب المؤقت الشرقي-بمدينة اللاذقية. وعلى الشكل 4-15 منحنيات بروكتور

جدول رقم (4-32) ملخصاً لنتائج تجارب (بروكتور المعدلة) المجراة على مجموعة عينات مدورة من أنقاض البيتون والخفان المأخوذة من موقع مكب المدخل الشرقي - اللاذقية

ع1					المادة 70% بيتون +30% خفان
19.71	15.69	12.57	9.7	6.53	الرطوبة % W
1.912	1.97	2.032	2.01	1.945	الكثافة الجافة γ_{dmax} gr/cm3
ع2					المادة 70% بيتون +30% خفان
22.12	17.65	14.09	11.87	8.54	الرطوبة % W
1.962	1.987	2.043	2.012	1.934	الكثافة الجافة γ_{dmax} gr/cm3



الرطوبة %

شكل (4-15) يمثل منحنيات بروكتور المعدلة لعينات مدورة من أنقاض الهدم ع1- (بيتون 70%+30% خفان) ، ع2- (بيتون 70%+30% خفان) مكب المدخل الشرقي

من الشكل (4-15) نستنتج قيم الكثافة الجافة العظمى γ_{dmax} والرطوبة الأصولية % W_0 ونمثلها بالجدول رقم (4-33):

الجدول (33-4) : ملخص نتائج بروكتور لعينات مدورة ع1، ع2 (خلائط 70% بيتون+30% خفان) مكب المدخل الشرقي

المادة	الرطوبة النسبية W%	الكثافة الجافة العظمى γ_{dmax} g/cm ³
1ع	11.5	2.02
2ع	11.3	2.01

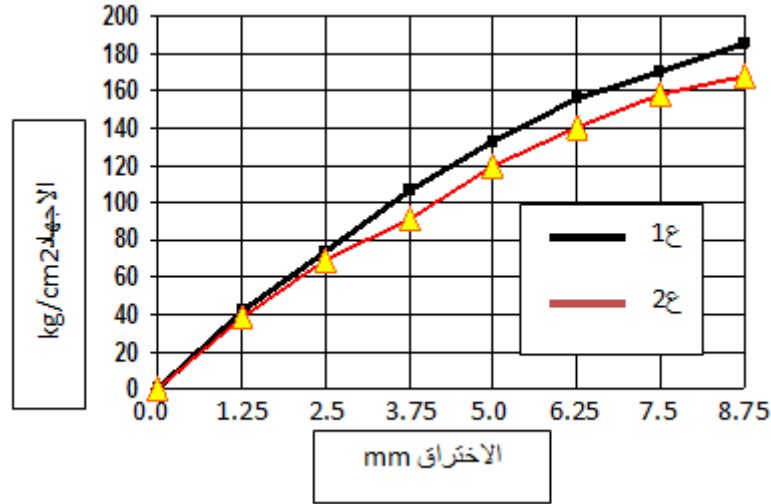
3- نتائج تجارب ال C.B.R. على خلائط مدورة من كسر بيتون، ع1 (70 % + كسر خفاف 30%) وع2 (70% بيتون+30%خفان):

وفقا لنتائج بروكتور المعدلة المتمثلة بالجدول رقم (4-33) ، تم تحضير عينات اختبار لتحديد قيم ال C.B.R للمواد المدورة من نواتج هدم البيتون 70% + الخفان 30% .
نلخص بالجدول رقم (4-34) نتائج تجارب ال C.B.R للمواد المدورة من أنقاض البيتون و الخفان :

جدول رقم (4 - 34) يمثل نتائج تجارب ال C.B.R لخلائط مدورة من نسب خلط ع1 (70% بيتون +30% خفان)، ع2 (70% بيتون+30%خفان)

بيتون 70% + خفان 30% ع2		بيتون 70% + خفان 30% ع1	
إجهاد kg/cm ²	اختراق mm	إجهاد kg/cm ²	اختراق mm
38.8	1,25	42.2	1,25
68.8	2,5	73.2	2,5
91.1	3,75	106.5	3,75
120	5	132.5	5
140.7	6,25	156	6,25
157.7	7,5	169.9	7,5
168	8,75	186.2	8,75

من الجدول رقم (4 - 34) تمثل نتائج تجربة ال C.B.R. على الشكل رقم (4 - 16)



شكل (4-16) يمثل منحنيات ال C.B.R لخلائط مواد 1ع(70% بيتون + 30% خفان)، 2ع(بيتون 70%+خفان 30%)

من الشكل (4-16) منحنيات ال C.B.R لخلائط مواد (70% بيتون + 30% خفان) نستنتج أن قيم ال C.B.R للعينات يمكن تدوينها بالجدول رقم(3-36)

جدول رقم(4-35) قيم ال C.B.R لخلائط مواد :1ع(70% بيتون + 30% خفان)، 2ع(70%بيتون+30%خفان)

رقم العينة	1ع	2ع
C.B.R. % مقابل اختراق 5mm	125.6	113.8

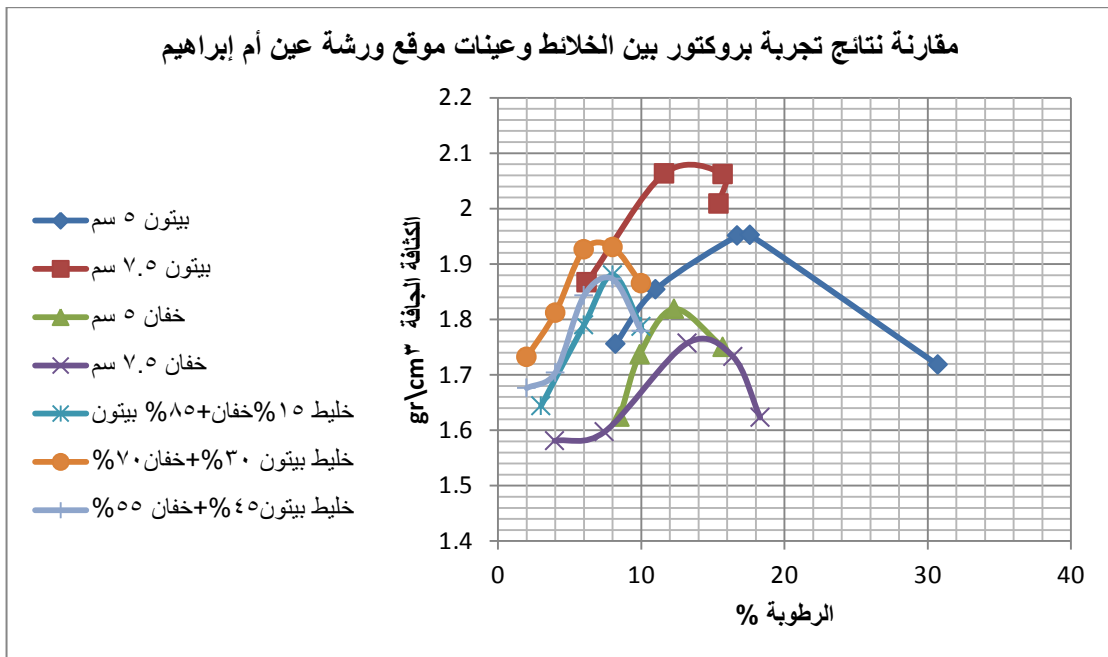
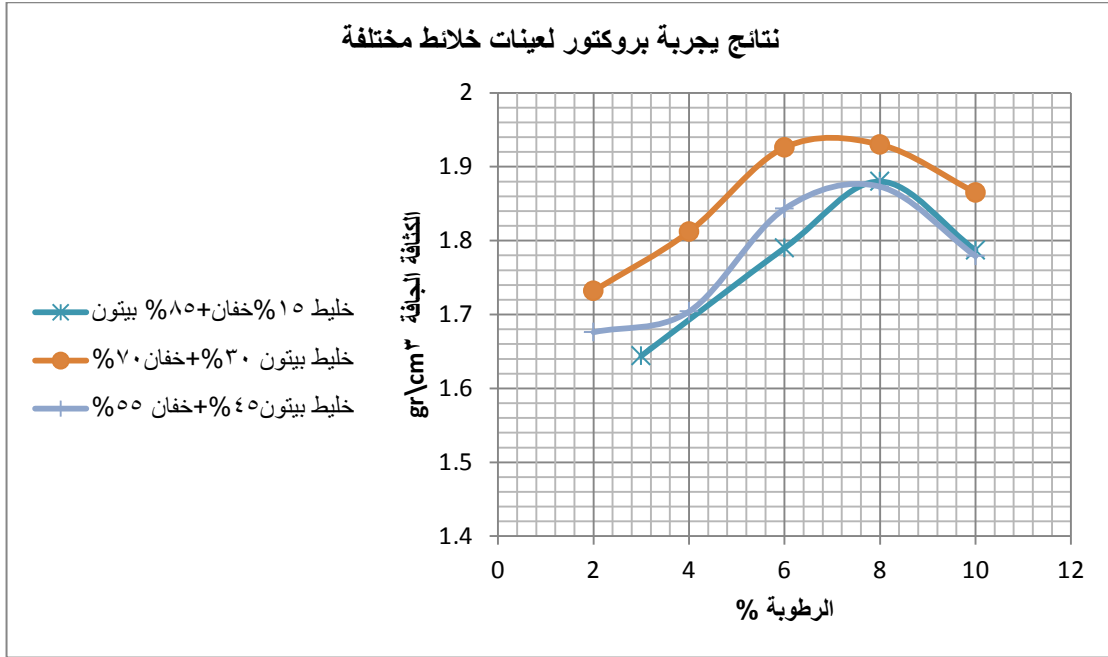
ثانيا - تجريب خلائط (70% بيتون مدور + 30% خفاف مدور) وخلائط (85%بيتون+15%خفان وخلائط 55%بيتون و 45% خفان) المدخل الشرقي:

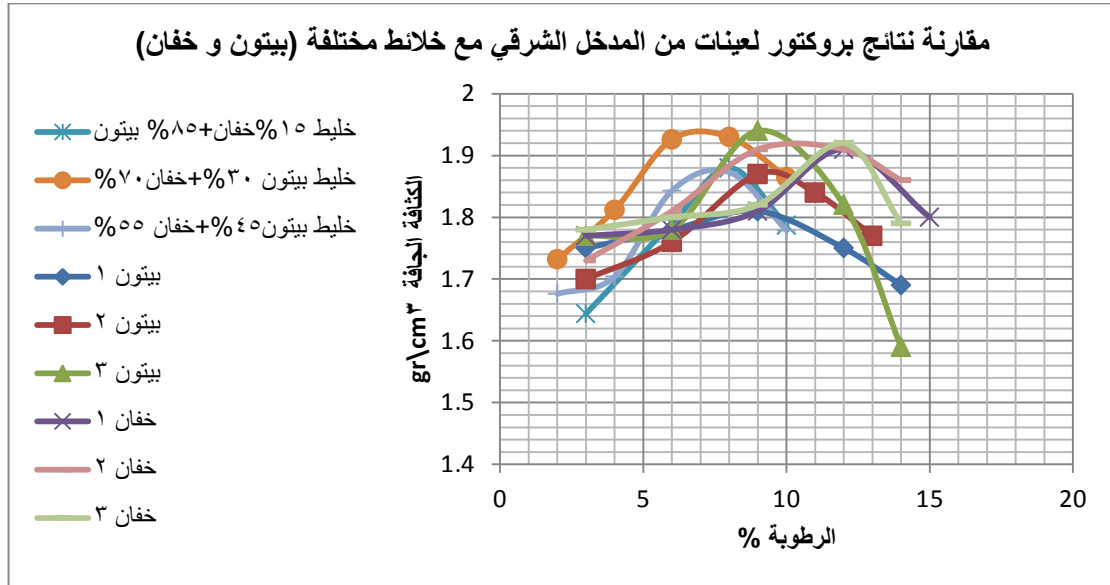
أ- تجربة بروكتور المعدلة : تم استخدام الخلائط المتنوعة بغية تحديد النسبة المثالية من الخلائط وكان ملخص التجارب كما هو في الجدول رقم (4- 36) :

جدول رقم (4-36)تحليل نتائج اختبارات (بروكتور) لخلائط مدورة من نسب خلط (15%خفان +85% بيتون) و (70% بيتون +30% خفان) و (55% بيتون +45%خفان)عينات ممزوجة (بيتون + خفان) مكب المدخل الشرقي

(15%خفان +85% بيتون)					المادة
10	8	6	3		الرطوبة % W
1.787	1.88	1.79	1.644		الكثافة الجافة Kg/cm ³ γ_{dmax}
70% بيتون +30% خفان					المادة
10	8	6	4	2	الرطوبة % W
1.865	1.93	1.926	1.812	1.732	الكثافة الجافة Kg/cm ³ γ_{dmax}
(55% بيتون +45% خفان)					المادة
10	8	6	4	2	الرطوبة % W
1.779	1.873	1.843	1.704	1.676	الكثافة الجافة Kg/cm ³ γ_{dmax}

نبين على الشكل رقم (4- 17) منحنيات بروكتور لكل من الخلطات المذكورة سابقا





شكل رقم (4-17) يمثل منحنيات بروكتور المعدلة لخلطات مدورة من نسب خلط (15% خفان + 85% بيتون) و (70% بيتون + 30% خفان) و (55% بيتون + 45% خفان) مكب المدخل الشرقي

من الشكل (4-17) نستنتج قيم الكثافة الجافة العظمى γ_{dmax} والرطوبة الأصولية $W_o\%$ ونمثلها بالجدول رقم (4-37):

الجدول (4-37) : ملخص نتائج بروكتور لعينات مدورة من المكب الشرقي بنسب مختلفة

الكثافة الجافة العظمى γ_{dmax} g/cm ³	الرطوبة النسبية W %	المادة
1.88	8.2	خلائط مواد مدورة من (15% خفان + 85% بيتون)
1.95	7.0	خلائط مواد مدورة من (30% خفان + 70% بيتون)
1.87	7.6	خلائط مواد مدورة من (45% خفان + 55% بيتون)

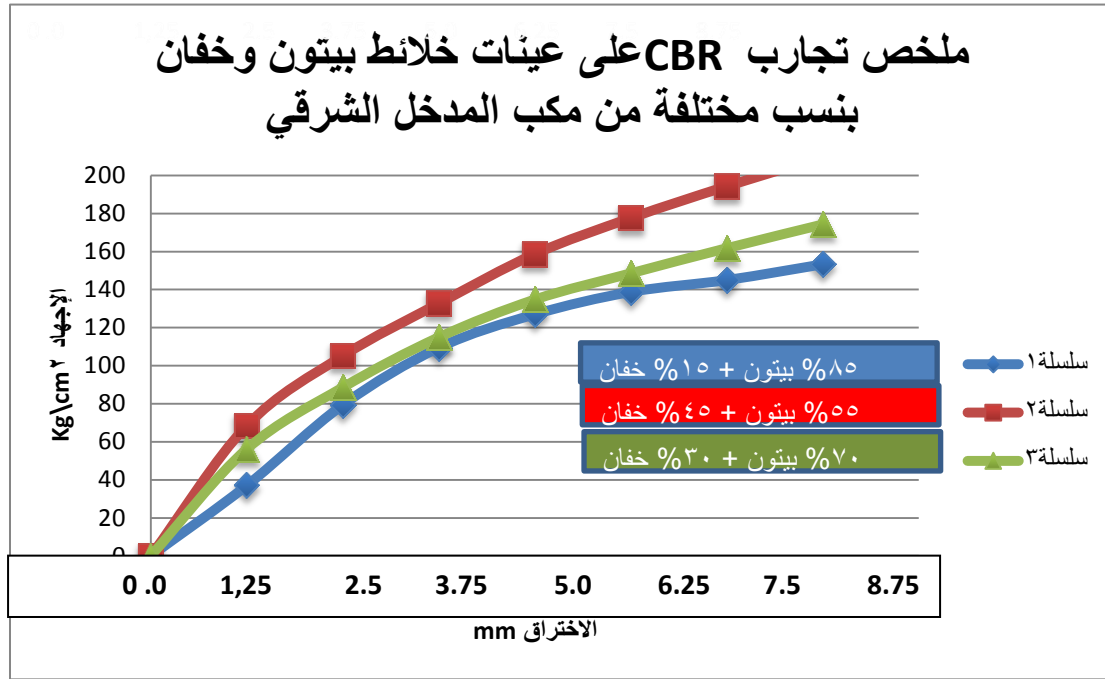
3- نتائج الـ CBR (AASHTO D1883) :

وفقا لنتائج بروكتور المعدلة المتمثلة بالجدول رقم (4-37) ، تم تحضير عينات من الخلطات السابقة لتحديد قيم الـ C.B.R لها.
نلخص بالجدول رقم (4-38) نتائج تجارب الـ C.B.R لعينات محضرة من مواد مدورة من أنقاض البيتون و الخفان بالنسب الواردة أعلاه :

جدول رقم (4-38) يمثل نتائج تجارب ال C.B.R لخلانط مدورة من نسب خلط (15%خفان +85% بيتون) و (70% بيتون +30% خفان) و (55% بيتون +45% خفان)

بيتون 55% + خفان 45%		بيتون 70% + خفان 30%		بيتون 85% + خفان 15%	
إجهاد	اختراق	إجهاد	اختراق	إجهاد	اختراق
1.085	1,25	5.528	1,25	2.222	1,25
18.135	2,5	16.275	2,5	14.622	2,5
56.161	3,75	68.458	3,75	36.993	3,75
88.556	5	105.141	5	79.359	5
114.906	6,25	132.679	6,25	109.429	6,25
134.746	7,5	158.667	7,5	126.996	7,5
148.54	8,75	177.629	8,75	133.764	8,75

من الجدول رقم (4-38) نمثل نتائج تجرية ال C.B.R على الشكل رقم (4-18)



شكل رقم (4-18) يمثل نتائج منحنيات ال C.B.R لخلائط مدورة من نسب خلط (15%خفان +85% بيتون) و (70% بيتون +30% خفان) و(55% بيتون +45% خفان) المكب الشرقي

من الشكل رقم (4-18) نستنتج قيم ال C.B.R للمواد المحضرة من خلائط البيتون والخفان ونمثلها بالجدول رقم (4-39)

جدول رقم (4-39) يمثل قيم ال C.B.R لخلائط مدورة من نسب خلط (15%خفان +85% بيتون) و (70% بيتون +30% خفان) و(55% بيتون +45% خفان)

العينة	٨٥% بيتون + ١٥% خفان	٥٥% بيتون + ٤٥% خفان	٧٠% بيتون + ٣٠% خفان
CBR%	120	150	130

5- نتائج لوس أنجلوس (AASHTO-T96-77) LA:

أخضعت عينات اختبار المشكل من خلائط من هدم البلوك وهدم البيتون (15%خفان +85% بيتون) و (70% بيتون +30% خفان) و (55% بيتون +45% خفان) لتجارب لوس أنجلوس وكان ملخص التجارب لثلاث عينات ولكل قطر على حدة كما يلي بالجدول رقم 4-40 :

جدول (4-40) قيم لوس أنجلوس لمواد مدورة من الخفان والبيتون (15% خفان + 85% بيتون) و (70% بيتون + 30% خفان) و (55% بيتون + 45% خفان) مكب المدخل الشرقي

وزن العينة المحجوزة على المهزة B(2.0mm) (kg)	وزن العينة المختبرة (kg)	العينة	نسبة الاهتراء LA %
5.078	10	(15% خفان + 85% بيتون)	49.22
4.867	10	(70% بيتون + 30% خفان)	51.33
4.965	10	(55% بيتون + 45% خفان)	50.35

- مناقشة نتائج التجارب على المواد المدورة من مكب المدخل الشرقي بنسب خلط (70% بيتون + 30% خفان) :

1- فيما يخص التركيب الحبي فإن نتائج التحليل الحبي لعينات مدورة من البيتون والخفان (70% بيتون + 30% خفان) تشير الى (شكل 4-14) تطابقها مع الحزم المعتمدة للمواد المستخدمة في إنشاء طبقات ماتحت الأساس والأساس ، ويمكن اعتبار أن المواد الخليط أفضل من حيث التركيب الحبي من المواد المشكل من البيتون بمفرده .

2- بقيت خواص اللدونة نفسها ولم تتبدل .

3- أعطت نتائج تجربة بروكتور المعدلة للمواد المدورة من (70% البيتون + 30% خفان) قيما للكثافة الجافة العظمى تراوحت بين (1.90 - 2.02 غ/سم³) (جدول 4-33 و جدول 4-37) بينما الكثافة الجافة العظمة لمواد مدورة من البيتون فقط ($\gamma_{dmax}=1,8-1,94\text{gr/cm}^3$) وتعليل ذلك التركيب الحبي لمادة البيتون قد تعدل بوجود الخفان .

4- أما قدرة التحمل النسبية الـ C.B.R. للمواد المدورة من أنقاض هدم البيتون والخفان (70% بيتون + 30% خفان) فتشير إلى إمكانية استخدام المواد المدورة من أنقاض هدم البيتون على الأقل في إنشاء طبقة ماتحت الأساس وحتى الأساس كون القيمة الأصغرية للتحمل النسبي أكبر من 80% (جدول رقم) و جدول 4-39 وتراوحت بين (102-130%) .

أما المواد المدورة من أنقاض البيتون وحده فهي أقل فكانت بين (50-70%) (جدول 4-10) و لمادة الخفان لم تتجاوز الـ 75% .

الزيادة في قدرة التحمل فقط باستخدام (70% بيتون + 30% خفان) وصلت إلى 42% .

وعند استخدام خلائط (85%بيتون +15% خفان) و(55% بيتون +45% خفان) تبين أن كزيادة ملحوظة بالمقاومة النسبية حيث بلغت 150% لخلائط (55% بيتون +45% خفان) بزيادة وصلت الى 114% .

5- أشارت نتائج تجارب لوس أنجلوس إلى أن نتائج العينات كافةً للمواد المدورة من ناتج هدم البيتون والخفان (85%بيتون +15% خفان) و(55% بيتون +45% خفان) (70% بيتون+30% خفان) (LA≤50%)، اذا هناك ارتفاع في قيمة لوس أنجلوس مقارنة بالمواد المدورة من البيتون فقط التي كانت بحدود 40% لكن تبقى ضمن المجال المسموح بها للمواد المستخدمة في طبقة ماتحت الأساس [4] .

4-2-5 تحليل نتائج تجربة المكافئ الرملي للمواد المدور من مكب المدخل الشرقي ومن ورشة هد بناء الصليبية وورشة هدم بناء عين أم إبراهيم باللاذقية:

قمنا بإجراء تجربة المكافئ الرملي على ثلاث عينات عشوائية، من المواقع الثلاثة المذكورة أعلاه، من مادة هدميات البيتون ،وعلى ثلاث عينات عشوائية من مادة هدميات الخفاف ايضاً، وذلك وفق المراحل المذكورة في المواصفات (AASHTO-T176-73)، ، وقد تم تلخيص النتائج في الجدول التالي 4-41 :

الجدول 4-41: خلاصة نتائج تجربة المكافئ الرملي لمواد هدميات الخفاف والبيتون، مع مواد المقارنة.

الوسطي %	المكافئ الرملي $SE=h_2/h_1 * 100$	ارتفاع العوايق/النواعم h1cm	ارتفاع الراسب/الرمل h2cm	العينة	
81.6	80	11.0	8.8	المكب الشرقي	هدميات بيتون
	82	11.2	9.0	ورشة الصليبية	
	83	10.8	9.0	ورشة عين أم إبراهيم	
70.3	72	13.0	9.4	المكب الشرقي	هدميات خفاف
	72	13.4	9.6	ورشة الصليبية	
	67	13.4	9.0	ورشة عين أم إبراهيم	
Min45	طبقة الأساس الحصوي/من مادة الحجر المكسر				
Min30	طبقة ماتحت الأساس الحصوي/من مادة بقايا المقالع				

من الجدول أعلاه نستنتج بأن : وسطي المكافئ الرملي لهدميات البيتون SE=81.6، وسطي المكافئ الرملي لهدميات الخفاف SE=70.3، وبالمقارنة مع القيم المرجعية للمكافئ الرملي المطلوبة ،لكل من طبقتي الأساس وما تحت الأساس وكما في الجدول أعلاه، نجد أن المادتين تحققان شروط الاستخدام كحصويات بديلة.

4-2-6 : تحليل نتائج تجربة الامتصاص للمواد الخام المحضرة من مكب المدخل الشرقي ومن ورشة هد بناء الصليبية وورشة هدم بناء عين أم إبراهيم باللاذقية:

كان الغرض من تجربة الامتصاص او التشرب Water absorption (ويحسب كنسبة مئوية%)=(الوزن المشبع لمدة 24 ساعة-الوزن الجاف بالفرن لمدة 24 ساعة)/الوزن الجاف *100) هو تحديد مدى تأثر أنقاض البيتون والخفان قبل تدويرها بالماء وذلك لمقارنتها بالموصفات الفنية للمواد الصخرية الطبيعية التي تصنع منها الحصويات. نلخص في الجدول رقم (4-42) قيم نسبة الامتصاص للمواد الخام من المواقع الثلاثة:

الجدول(4-42):قيم تجربة نسبة الامتصاص في المواقع الثلاثة(مكب المخل الشرقي،ورشة بناء الصليبية،ورشة بناء عين أم إبراهيم) لمواد هدميات الخفاف والبيتون:

المادة	هدميات بيتون	هدميات بلوك
موقع مكب المدخل الشرقي 1	6.6	8.5
موقع ورشة الصليبية 2	7.4	9
موقع ورشة عين أم إبراهيم 3	7.3	8.9

ونلاحظ بأن قيم الإمتصاص التي تم الحصول عليها في هذا البحث بالنسبة لنواتج هدم البيتون جيدة أما بالنسبة لنواتج هدم الخفان فهي عالية نسبيا (أكبر من 6%) . لكن بالنتيجة إن قيم الإمتصاص هي عالية نسبيا حيث تشترط المواصفات الفنية أن لا تزيد عن 6% [20] لكن يمكن أن نقول إن هذه النسبة العالية من الامتصاص للماء مرتبطة بدرجة هشاشة المادة الخام (البيتون كان أم الخفان) بنتيجة الهدم والنقل والتعرض للوسائل الميكانيكية وغيرها لكن ما يهمنا هو النتيجة النهائية (الحصويات المدورة) سلوكها قدرة تحملها تركيبها الحبي وخواص اللدونة .

4-2-7: تحليل نتائج تجربة الكثافة الحجمية للمواد الخام المحضرة من مكب المدخل الشرقي ومن ورشة هد بناء الصليبية وورشة هدم بناء عين أم إبراهيم باللاذقية:

يمثل الوزن النوعي الظاهري قيمة أكبر من الوزن النوعي الحجمي (bulk)، في خلائط البيتون وكان الغرض من هذه التجربة تحديد الأوزان الحجمية للمواد الخام قبل البدء بتدويرها بغية تحديد هذه الخاصية وعلاقتها بالحجوم والأوزان النهائية للمواد بعد التدوير خاصة المدورة من البيتون كون مؤدها - على الأغلب - صالحة لأعمال الرصف الطرقي .
 نبين فيما يلي نتائج الكثافة الحجمية في الجدول التالي رقم (4-43) :
 الجدول رقم (4-43) : خلاصة نتائج تجربة الكثافة الحجمية لمواد هدميات البيتون والخفاف.

الموقع	العينة	الكثافة الحجمية
المدخل الشرقي	هدميات بيتون 1	2.23
ورشة الصليبية	هدميات بيتون 2	2.30
ورشة عين أم إبراهيم	هدميات بيتون 3	2.25
	الوسطي	2.26
المدخل الشرقي	هدميات خفاف 1	1.95
ورشة الصليبية	هدميات خفاف 2	2.02
ورشة عين أم إبراهيم	هدميات خفاف 3	1.96
	الوسطي	1.98

نلاحظ مما سبق أن الكثافة هي دوماً أقل من (2.4 غ/سم³) لمواد البيتون العادي المصنع حديثاً ويمكن أن يكون هناك عيب في البيتون القديم من لحظة تنفيذه أو ان هناك خلا ما نتج عن الهدم والكسر للعناصر البيتونية التي كانت مشكلة للمبنى .

لكن بكافة الأحوال هذا ليس عيباً إنما ما يهمننا الناتج النهائي الحصويات المدورة .

4-3- الدراسة الحقلية التطبيقية لاختبار استخدام عينات من نواتج الهدم المدورة في تنفيذ تأسيس طريق زراعي (طريق مقبرة بسنادا باللاذقية) :

4-3-1 مقدمة: بغية التحقق من الفائدة الحقيقية لنواتج الهدم عند استخدامها في الأساسات

الطرقية قمنا باختيار أحد الأعمال الطرقية الزراعية المعتمدة في خطة مجلس مدينة اللاذقية .

بناء على ذلك قمنا باستخدام مواد الهدميات (بيتون وبلوك) في تنفيذ طريق زراعي يؤدي إلى (مقبرة بسنادا) وذلك بموجب عقد موقع بين مجلس مدينة اللاذقية وفرع شركة (قاسيون) في عام

2010 حيث تم استخدام هذه المواد في طبقة ماتحت الأساس ودعم وتحسن مقاومة تربة المسار الطبيعية.

بالقرب من موقع الطريق تواجدت بقايا أنقاض الهدم والبناء (عبارة عن مواد بيتونية المنشأ وخفانية وبلاط) تم انتقاء المواد البيتونية والخفانية لاستخدامها في هذا الطريق الزراعي كطبقة ماتحت الأساس ، حيث تبلغ شدة الكثافات المرورية حوالي 200 سيارة باليوم ، أما الأبعاد الهندسية للطريق فكانت كمايلي :

الطول 300 م - العرض الكلي مع الأكتاف وردم الجوانب 6 أمتار (عرض الشوصة 4م)

4-3-2 مراحل العمل :

أ-الدراسة المخبرية : بغية تصميم طبقات الرصف للطريق المذكور قمنا بأخذ عينتي اختبار من منسوب تأسيس طبقات الرصف وأجرينا عليها الاختبارات التوصيفية التالية نوضح نتائجها بالجدول رقم (4-4) :

جدول رقم (4-4) تجارب توصيفة لتربة المسار لطريق بسنادا الزراعي

حدود اتربرغ		قدرة التحمل النسبية C.B.R.%	الرطوبة الاصولية w%	الكثافة الجافة العظيمة γ_{Dmax}	الرطوبة الطبيعية w%	العينة
PI	LL%					
17	43	3.4	19.56	1.723	16	1
18	48	3.7	21.8	1.763	18.2	2

ب-الدراسة الإنشائية وتصميم طبقات الرصف بوجود طبقة ماتحت الأساس من نواتج الهدم :

قمنا بتصميم طبقات الرصف وفق طريقة ال AASHTO

تصميم طبقات الرصف : تم تصميم الطبقات على تربة المسار باستخدام طريقة

الاشتو AASHTO M-93 :

المعطيات التصميمية :

- السرعة التصميمية 60 كم/سا.
- الحمولة المحورية التصميمية 13 طن او مايعادل 28,7 kips .
- عدد الحمولات المحورية التصميمية اليومي على الحارة الواحدة $W_{13}=200$ تكافئ $W_{18kip}=1000$.
- ضغط التماس 28,7 kips
- قرينة التحمل التصميمية بالحالة المشبعة لتربة المسار C.B.R=3%

- مواد طبقة ما تحت الأساس بقايا منتخبة C.B.R.= 50%

- مواد طبقة ماتحت الأساس حجر مكسر C.B.R.=80%

- طبقة التغطية الإسفلتية $E1 = 4,5 \times 10^5 \text{ PSI}$:

الاعتبارات التصميمية :

_ نختار مستوى نهاية الخدمة باتخاذ دليل الخدمة $pt = 2,5$

- بحسب موقع مدينة اللاذقية وطبيعة التربة قيمة عامل تربة المسار من المخططات $s=3$

- $R=1,0$ عامل الموقع ،- من المنحنيات $SN= 4,7$ ،

- تعطى علاقة سماكات الرصف كما يلي بإدخال مواصفات المواد للطبقات كل على حدة :

$$a_1 D_1 + a_2 D_2 + a_3 D_3 = 5,9$$

نشكل الجدول التالي رقم 4-45 :

الجدول 4-45: تصميم سماكات الرصف

رقم المحاولة	المواد	السماكة in	عوامل الطبقات	$A_i D_i$
1	طبقة تغطية اسفلتية حجر مكسر ما تحت أساس	$D1=2.5$	0,40	1,0
		$D2=8$	0,14	1,12
		$D3=24$	0,11	2,64
				$SN=4,76$

من الجدول السابق نستنتج طبقات الرصف :

1- نجد أن السماكة الكلية للطبقات فوق طبقة تربة المسار :

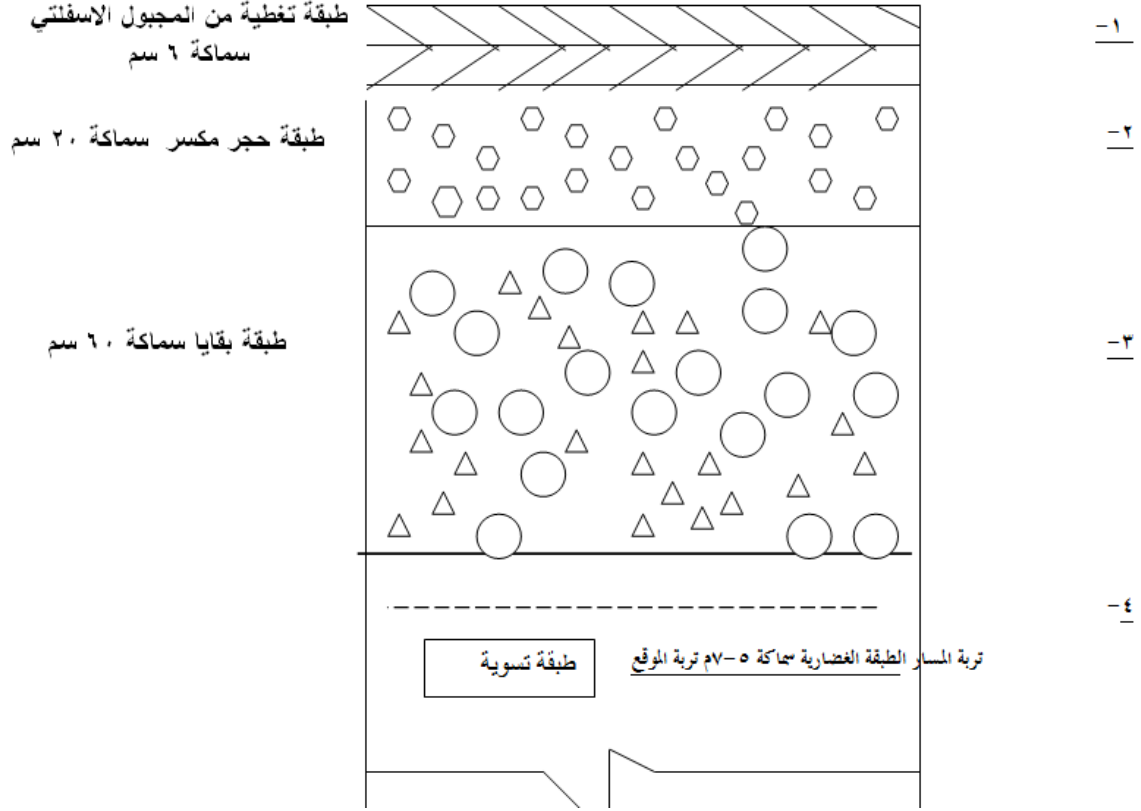
$$Ht0t = 86 \text{ cm} \text{ أي مايعادل } 34,5 \text{ انش.}$$

2- سماكة طبقة ما تحت الاساس فوق تربة المسار :

باعتبار قرينة التحمل لتربة ما تحت الأساس C.B.R.= 50% ، وبالتالي سماكة طبقة ما تحت

الأساس $h1=60 \text{ cm}$ ، سماكة طبقة الأساس من الحجر المكسر $h2= 20 \text{ cm}$ ، سماكة

طبقة التغطية من المبول الإسفلتي 6سم طبقة اهتراء) $h3= 6 \text{ cm}$:



الشكل 4-19: تصميم طبقات الرصف لطريق مقبرة بسنادا.

ج-الدراسة التنفيذية: كانت مراحل التنفيذ وفق الآتي :

1- "التسوية والحفر :

بغية تنفيذ الطبقة الأولى من طبقات الرصف كان تنفيذ الحفر حتى منسوب إنشاء طبقة ماتحت الأساس من نواتج الهدم .

2- "تنفيذ طبقة ماتحت الأساس من مواد الهدم :

تم نقل وتجميع نواتج الهدم من مكب (المدخل الشرقي المؤقت) في المدينة ومن موقع الطريق إلى الموقع ، وبعد فرش نواتج الهدم قام تراكس جنزير ثقيل بالمرور على المواد لتكسيروها وتحطيمها إلى جزيئات دبش بقطر 1- 75 مم ، بما يحاكي مادة بقايا المقالع الطبيعية المنشأ (علما أننا قد اختبرنا المواد الناتجة سابقا في الفصل الثالث). بعد التأكد من تحطيم المواد تم خلطها جيدا مع نسبة ماء مثالية 10% (راجع جدول 3-8 من الفصل الثالث) . رصت المواد على طبقتين ،بلغ عدد الاشواط المنفذة على كل طبقة من مدحلة وزن 18 طناً ، 13 شوطاً . تم التحقق من الكثافة الحقلية وكانت درجات الرص بحدود 98-100% .

3- "تنفيذ طبقة الأساس الحصوية من الحجر المكسر الطبيعية سماكة 20 سم :

4- "تنفيذ طبقة التغطية من مادة المجدول البيتوميني سماكة 6 سم :

د- التحقق من قدرة تحمل طبقات الرصف باستخدام صفيحة التحميل الحقلية .

بعد الانتهاء من تنفيذ طبقات الرصف وفق المراحل السابقة تم اختبارها على كامل السماكات المنفذة باستخدام صفيحة التحميل الحقلية وفق المواصفة AASHTO T235-74 [18] في ثلاثة مقاطع من مسار الطريق نبين فيما يلي نتائجها :

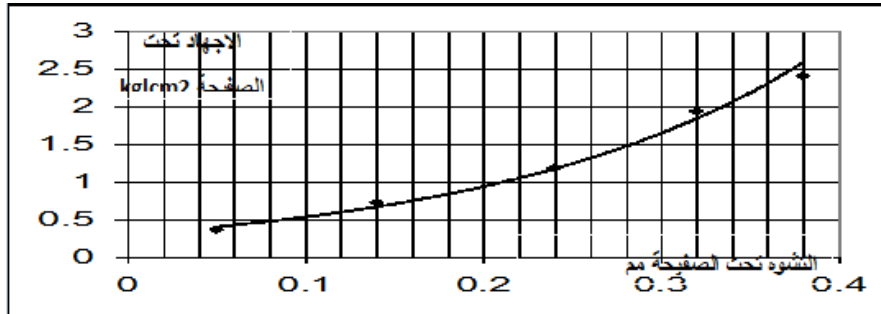
1- اختبار صفيحة التحميل الموقع الأول:

نبين في الجدول رقم (4-46) يمثل نتائج تجربة التحميل للموقع الاول :

جدول رقم (4-46) يمثل نتائج تجربة صفيحة التحميل على المقطع رقم 1

رقم المقطع	الاجهاد تحت الصفيحة Kg/cm2	التشوه الحاصل تحت الصفيحة مم	عامل رد فعل التربة K kg/cm3	عامل التصحيح β	عامل رد فعل التربة المصحح $K^*=K \cdot \beta$	تقييم الطريق وفق ال AASHTO
-	0.37	0.05	52.14	1.0	52.14	جيد جدا
	0.73	0.14				
	1.19	0.24				
	1.94	0.32				
	2.41	0.38				

نمثل على الشكل رقم (4-20) مخطط تجربة صفيحة التحميل للموقع الاول.



شكل رقم (4-20) مخطط تجربة صفيحة التحميل للموقع رقم 1 يمثل العلاقة بين الإجهاد والتشوه تحت الصفيحة

2- اختبار صفيحة التحميل الموقع الثاني

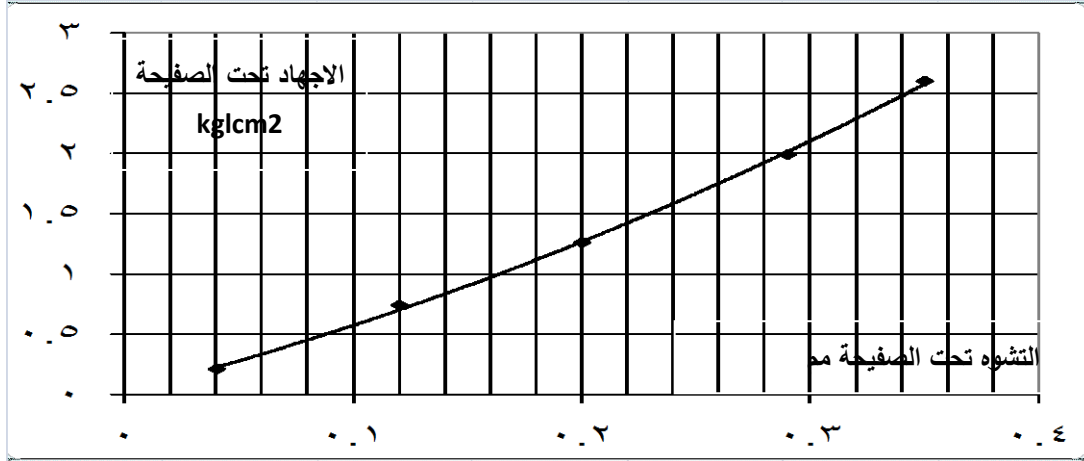
جدول رقم (4-47) يمثل نتائج تجربة التحميل :

جدول رقم (4-47) يمثل نتائج تجربة صفيحة التحميل للمقطع الثاني من طريق بسنادا

رقم المقطع	الإجهاد تحت الصفيحة Kg/cm2	التشوه الحاصل مم	عامل رد فعل التربة K kg/cm3	عامل التصحيح β	عامل رد فعل التربة المصحح $K^*=K \cdot \beta$	تقييم الطريق وفق ال AASHTO
------------	----------------------------	------------------	-----------------------------	----------------------	---	----------------------------

جيد جدا				0.04	0.21	2
عامل رد	58.0	1.00	58.0	0.12	0.72	
الفعل يزيد				0.2	1.26	
عن 50				0.29	1.99	
				0.35	2.6	

نمّثل على الشكل رقم (4-21) مخطط تجربة صفيحة التّحميل في الموقع الثاني.



شكل رقم (4-21) مخطط تجربة صفيحة التّحميل للموقع رقم 2 يمثّل العلاقة بين الإجهاد والتشوه تحت الصفيحة

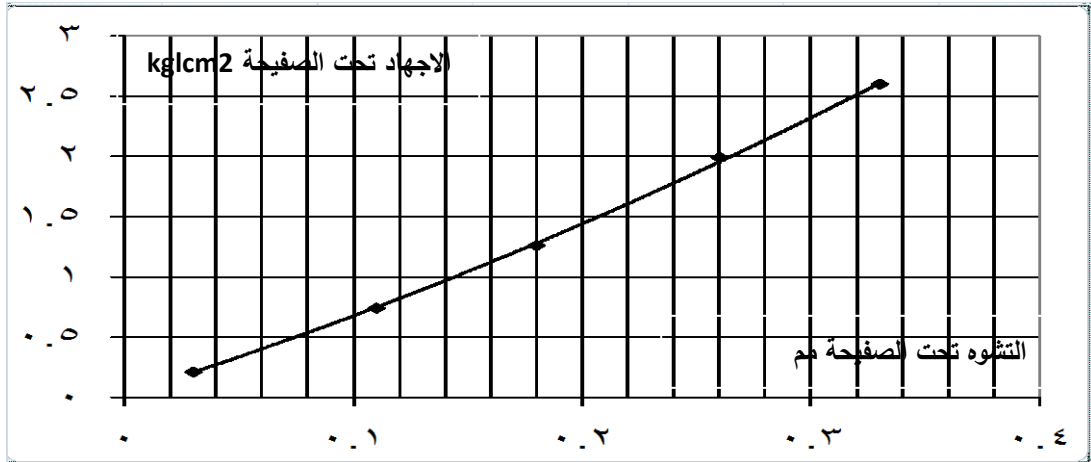
3- اختبار صفيحة التّحميل الموقع الثالث:

نبيّن في الجدول رقم (4-48) نتائج تجربة التّحميل للمقطع الثالث من طريق بسنادا الزراعي

جدول رقم (4-48) يمثّل نتائج تجربة صفيحة التّحميل للمقطع الثاني من طريق بسنادا

رقم المقطع	الاجهاد تحت الصفيحة Kg/cm2	التشوه الحاصل مم	عامل رد فعل التربة K kg/cm3	عامل التصحيح β	عامل رد فعل التربة المصحح $K^=K \cdot \beta$
3	0.21	0.03	64.5	1.0	64.5
	0.71	0.11			
	1.26	0.18			
	1.99	0.27			
	2.6	0.33			

نمثل على الشكل رقم (4-22) مخطط تجربة صفيحة التحميل (العلاقة بين الإجهاد والتشوه تحت الصفيحة) للموقع الثالث، شكل رقم (4-22)

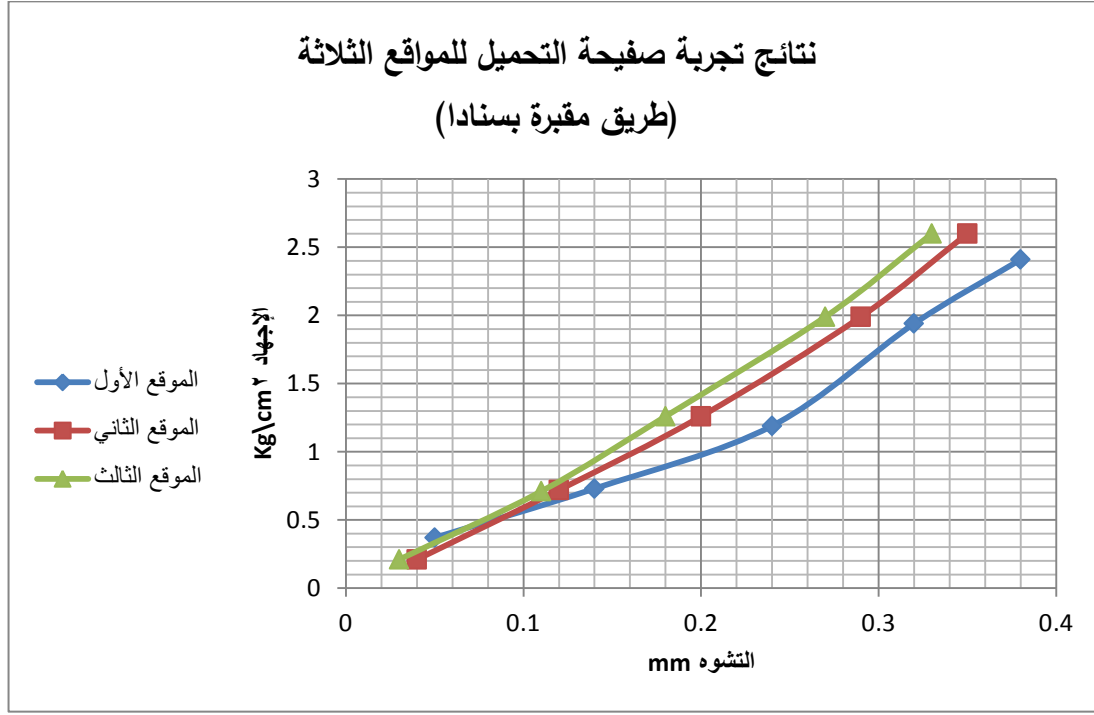


شكل رقم (4-22) مخطط تجربة صفيحة التحميل للموقع رقم 3 يمثل العلاقة بين الإجهاد والتشوه تحت الصفيحة

ونلخص النتائج بالجدول التالي:

نتائج تجربة صفيحة التحميل في المواقع الثلاثة {طريق مقبرة بسنادا}					
الموقع رقم 3		الموقع رقم 2		الموقع رقم 1	
التشوه الحاصل مم	الاجهاد تحت الصفيحة	التشوه الحاصل مم	الاجهاد تحت الصفيحة	التشوه الحاصل مم	الإجهاد تحت الصفيحة
	Kg/cm2		Kg/cm2		Kg/cm2
0.03	0.21	0.04	0.21	0.05	0.37
0.11	0.71	0.12	0.72	0.14	0.73
0.18	1.26	0.2	1.26	0,24	1.19
0.27	1.99	0.29	1.99	0,32	1.94
0.33	2.6	0.35	2.6	0,38	2.41

كما يبين الشكل (4-23) المنحنيات الثلاثة لتجربة صفيحة التحميل:



الشكل 4-23: الخطوط البيانية الثلاثة لعلاقة التشوه - الإجهاد بنتيجة صفيحة التحميل .

3-4-3- تقييم الطريق :

بعد اختبار الطريق باستخدام صفيحة التحميل الحقلية وبعد المراقبة الحقلية يمكن أن نستنتج

ما يلي :

1- "إن نتائج صفيحة التحميل الحقلية كلها في المقاطع الثلاث أشارت إلى حسن أداء طبقات

رصفه حيث كل القيم لعامل رد فعل الترب تزيد عن 50Kg/cm^3 : $K \geq 50 \text{Kg/cm}^3$

2- "من خلال المراقبة الحقلية تبين لنا أن الطريق بحالة جيدة و توضح الصورة على الشكل

(4-4) الحديثة المأخوذة نهاية شهر حزيران الماضي (شهر 6 / 2012) أن الطريق بحالة جيدة



شكل رقم 4- 24: صورة توضح الطريق الزراعي الذي تم تنفيذه في (مقبرة بسنادا) باستخدام بقايا مواد هدم أبنية بيتونية المنشأ .

الفصل الخامس: الاستنتاجات والتوصيات :

1-5 تحليل ومقارنة نتائج التجارب المنفذة على المواد المدورة من أنقاض الهدم (المدخل الشرقي وبناء الصليبية وبناء عين أم إبراهيم):

1-5-1 نتائج التحليل الحبي

1-5-2 نتائج حدود أتبرغ

1-5-3 نتائج بروكتور المعدلة

1-5-4 نتائج ال C.B.R.

1-5-5 نتائج لوس أنجلوس .

2-5 - الاستنتاجات .

3-5 - التوصيات .

5-1 تحليل ومقارنة نتائج التجارب المنفذة على المواد المدورة من أنقاض الهدم (المدخل الشرقي وبناء الصليبية وبناء عين أم إبراهيم):

5-1-1 نتائج التحليل الحبي :

نورد فيما يلي على الجدول (5-1) ملخصاً لتقييم نتائج تجربة التحليل الحبي على عينات مدورة من المواقع الثلاثة: المكب المؤقت - المدخل الشرقي، ورشة الصليبية، ورشة عين أم إبراهيم:

جدول (5-1) ملخص تقييم التراكيب الحبية للمواد المدورة من المواقع الثلاثة: المكب المؤقت - المدخل الشرقي، ورشة الصليبية، ورشة عين أم إبراهيم:

الموقع	المادة المدورة	رقم العينة	وقوع التحليل الحبي ضمن حزمة نظامية لطبقة ماتحت الأساس	وقوع التحليل الحبي ضمن حزمة نظامية لطبقة الأساس
مكب المدخل الشرقي	بيتون	1 حصويات 7.5 سم	نعم	نعم
	بيتون	2 حصويات 5 سم	جزئياً	لا
	خفان	3 حصويات 7.5 سم	لا	لا
	خفان	4 حصويات 5 سم	جزئياً	نعم
ورشة هدم الصليبية	بيتون	1 حصويات 7.5 سم	نعم	نعم
	بيتون	2 حصويات 5 سم	نعم	نعم
	خفان	3 حصويات 7.5 سم	نعم	نعم
	خفان	4 حصويات 5 سم	نعم	نعم
ورشة عين أم إبراهيم	بيتون	1 حصويات 7.5 سم	لا	لا
	بيتون	2 حصويات 5 سم	لا	لا
	خفان	3 حصويات 7.5 سم	لا	لا
	خفان	4 حصويات 5 سم	نعم	نعم
مكب المدخل الشرقي	بيتون وخفان	ع1 (70% بيتون +30% خفان)	نعم	نعم
	بيتون وخفان	ع2 (70% بيتون +30% خفان)	نعم	نعم

من الجدول (5-1) نستنتج إمكانية تصنيع مواد مدورة من أنقاض الهدم تحقق اشتراطات التحليل الحبي و أفضلها المواد المدورة من ورشة هدم الصليبية و من مكب المدخل الشرقي المؤقت وذلك بعد خلط نسب (70% بيتون +30% خفان). أما بقية العينات فيمكن تحسين شروط تراكيبها الحبية بعد مزجها بخلائط اضافية من المادة نفسها أو بإضافة مواد جديدة .

5-1-2- نتائج حدود التبرغ : اظهرت نتائج التجارب المنفذة على كل العينات المدورة من أنقاض الهدم البيتونية والخفانية ومن المصادر الثلاثة المدخل الشرقي،ورشة الصليبية،ورشة عين أم إبراهيم. أن المواد غير لدنة وهي بذلك تحقق الاشتراطات المتعلقة بمواصفات المواد الحصوية المستخدمة في أعمال الرصف الطرقي وأعمال الردم .

5-1-3- نتائج بروكتور المعدلة: نلخص بالجدول رقم(5-2) فيما يلي نتائج تجربة بروكتور المعدلة على عينات مدورة من المواقع الثلاثة: المكب المؤقت - المدخل الشرقي،ورشة الصليبية،ورشة عين ام ابراهيم:

جدول (5-2) ملخص تقييم نتائج بروكتور للمواد المدورة من المواقع الثلاثة المكب المؤقت - المدخل الشرقي،ورشة الصليبية،ورشة عين أم إبراهيم:

الموقع	المادة	رقم العينة	الرطوبة النسبية W %	الكثافة الجافة العظمى γ_{dmax} g/cm ³	درجة القبول حسب [4] و [18]
مكب المدخل الشرقي	حطام خفاف القطر الأعظمي (7,5 cm)	1	12	1.92	≤ 2 gr/cm ³
	حطام خفاف القطر الأعظمي (5,0 cm)	2	12	1.91	≤ 2 gr/cm ³
	حطام بيتون القطر الأعظمي (5,0 cm)	3	9	1.81	< 2 gr/cm ³
	حطام بيتون القطر الأعظمي (7,5 cm)	4	9	1.94	≤ 2 gr/cm ³
ورشة هدم مبنى الصليبية	مواد مدورة من حطام خفاف القطر الأعظمي (7,5 cm)	1	12	1,78	< 2 gr/cm ³
	مواد مدورة من حطام خفاف القطر الأعظمي (5,0 cm)	2	12	1,83	< 2 gr/cm ³
	مواد مدورة من حطام بيتون القطر الأعظمي (5,0 cm)	3	10	1,94	≤ 2 gr/cm ³
	مواد مدورة من حطام بيتون القطر الأعظمي (7,5 cm)	4	10	2,06	> 2 gr/cm ³

تابع الجدول رقم(5-2)

الموقع	المادة	رقم العينة	الرطوبة النسبية W %	الكثافة الجافة العظمى γ_{dmax} g/cm ³	درجة القبول حسب [4] و [18]
ورشة هدم مبنى بعين أم إبراهيم	حطام خفاف قطر أعظمي للحصويات (7,5 cm)	1	13.2	1.757	$<2\text{gr/cm}^3$
	حطام خفاف قطر أعظمي للحصويات (5 cm)	2	12.3	1.819	$<2\text{gr/cm}^3$
	حطام بيتون قطر أعظمي للحصويات (5cm 5)	3	17.6	1.952	$\leq 2\text{gr/cm}^3$
	حطام بيتون قطر أعظمي للحصويات (7,5 cm)	4	11.6	2,063	$>2\text{gr/cm}^3$
مكب المدخل الشرقي	مواد مدورة 70% بيتون +30% خفان	1	11.5	2.02	$>2\text{gr/cm}^3$
	مواد مدورة 70% بيتون +30% خفان	2	11.3	2.01	$>2\text{gr/cm}^3$
	خلائط مواد مدورة من(15%خفان +85% بيتون)	3	8.2	1.88	$<2\text{gr/cm}^3$
	خلائط مواد مدورة من(30%خفان +70% بيتون)	4	7.0	1.95	$\leq 2\text{gr/cm}^3$
	خلائط مواد مدورة من(45%خفان +55% بيتون)	5	7.6	1.87	$<2\text{gr/cm}^3$

من الجدول (2-5) نلاحظ أن قيم الكثافات الجافة العظمى للمواد المدورة $\gamma_{dmax} \leq 2\text{gr/cm}^3$ تشكل بنسبة 35.3% من مجموع العينات للمواقع الثلاثة ، بينما القيم $\gamma_{dmax} < 2\text{gr/cm}^3$ تشكل كذلك نسبة 35.3% .

أما قيم الكثافات الجافة العظمى التي تزيد عن $\gamma_{dmax} > 2\text{gr/cm}^3$ فتشكل 30% تقريبا . من ذلك نستنتج أنه يمكن تشكيل مواد جيدة الكثافة تتطبق مع المواصفات الفنية $\gamma_{dmax} > 2\text{gr/cm}^3$ [4],[18] .

نلخص بالجدول رقم (3-5) فيما يلي نتائج تجربة ال C.B.R. على عينات مدورة من المواقع

الثلاثة: المكب المؤقت - المدخل الشرقي، ورشة الصليبية، ورشة عين أم إبراهيم:

جدول (3-5) ملخص تقييم نتائج ال C.B.R. للمواد المدورة من المواقع الثلاثة المكب المؤقت - المدخل الشرقي، ورشة الصليبية، ورشة عين أم إبراهيم. حسب [4] و [18]:

الموقع	المادة	رقم العينة	C.B.R.%	C.B.R.% لطبقة ماتحت الأساس	C.B.R.% لطبقة ماتحت الأساس
مكب المدخل الشرقي	مواد مدورة من البيتون	1	50	>50	<80
	مواد مدورة من البيتون	2	70	>50	<80
	مواد مدورة من البيتون	3	70	>50	<80
	مواد مدورة من الخفان	1	75	>50	<80
	مواد مدورة من الخفان	2	75	>50	<80
	مواد مدورة من الخفان	3	40	>50	<80
بناء الصليبية	حطام بيتون القطر الأعظمي (7,5 cm)	1	62	>50	<80
	حطام بيتون القطر الأعظمي (5,0 cm)	2	83.4	>50	>80
	حطام خفان القطر الأعظمي (5,0 cm)	1	74	>50	<80
	حطام خفان القطر الأعظمي (7,5 cm)	2	68.3	>50	<80
بناء عين ام ابراهيم	حطام خفان القطر الأعظمي (7,5 cm)	1	135.6	>50	>80
	حطام بيتون القطر الأعظمي (7,5 cm)	1	104.3	>50	>80
خلاط لمواد مدورة من مكب المدخل الشرقي	70% بيتون + 3% خفان		113	>50	>80
	70% بيتون + 30% خفان		102	>50	>80
	85% بيتون + 15% خفان		120	>50	>80
	55% بيتون + 45% خفان		150	>50	>80
	70% بيتون + 30% خفان		130	>50	>80

ملاحظة: تشترط المواصفات [18],[4] أن تكون قيمة ال $C.B.R. \geq 50\%$ للمواد المستخدمة في طبقة ماتحت الأساس وأن تكون قيمة ال $C.B.R. \geq 80\%$ للمواد المستخدمة في طبقة الأساس .

بذلك نستنتج أن كافة المواد تصلح للاستخدام في طبقة ماتحت الأساس على الأقل ما عدا المواد التي لا تحقق شرط لوسس أنجلوس (المواد الخفانية المنشأ التي لوس أنجلوس يزيد عن 50% . أما خلائط البيتون والخفان فكلها تصلح حتى في طبقة الأساس كون قيم ال $C.B.R. \geq 80\%$ كلها . إلا أن هناك مواد بيتونية المنشأ أعطت قيماً لل $C.B.R. \geq 80\%$ بدون إضافة الخفان (بناء الصليبية ع2 وبناء عين أم إبراهيم بيتون ع1). أما كافة المواد البيتونية المنشأ من موقع المدخل الشرقي لاتصل مواد لطبقة الأساس كون قيم ال $C.B.R. \leq 80\%$. بكافة الأحوال يجب مراعاة شروط التركيب الحبي وال $C.B.R.$ ولوس أنجلوس [18],[4].

5-1-5- نتائج لوس أنجلوس :

نلخص بالجدول رقم (4-5) فيما يلي نتائج تجربة لوس أنجلوس على عينات مدورة من المواقع الثلاثة: المكب المؤقت - المدخل الشرقي، ورشة الصليبية، ورشة عين أم إبراهيم:

الموقع التجربة	مواد مدورة من المكب الشرقي	مواد مدورة من ورشة هدم الصليبية	مواد مدورة من ورشة عين أم إبراهيم	ن+30	ن+15	ن+45

جدول (4-5) ملخص تقييم نتائج لوس أنجلوس للمواد المدورة من المواقع الثلاثة المكب المؤقت - المدخل الشرقي، ورشة الصليبية، ورشة عين أم إبراهيم:

الموقع	رقم العينة	الوصف	لوس أنجلوس %	لوس أنجلوس كحد أقصى %50 حسب [4] و[18]	لوس أنجلوس كحد أقصى %45 حسب [4] و[18]
مكب المدخل الشرقي	1ع	هدميات بلوك، قطر أعظمي 5cm	63.6	غير محقق	غير محقق
	2ع	هدميات بلوك، قطر أعظمي 7.5cm	62.45	غير محقق	غير محقق
	1ع	هدميات بيتون، قطر أعظمي 5cm	42.8	محقق	محقق
	2ع	هدميات بيتون، قطر أعظمي 7,5cm	43.4	محقق	محقق
مبنى الصليبية	1ع	مواد مدورة من البيتون قطر أعظمي 5cm	40.65	محقق	محقق
	2ع	مواد مدورة من البيتون قطر أعظمي 7.5 cm	40	محقق	محقق
	1ع	مواد مدورة من الخفان قطر أعظمي 5 cm	63.6	غير محقق	غير محقق
	2ع	مواد مدورة من الخفان قطر أعظمي 7.5cm	62.45	غير محقق	غير محقق
ورشة عين أم إبراهيم	1ع	مواد مدورة من البيتون قطر أعظمي 5cm	39.6	محقق	محقق
	2ع	مواد مدورة من البيتون قطر أعظمي 7.5 cm	38.9	محقق	محقق
	1ع	مواد مدورة من الخفان قطر أعظمي 5 cm	62.0	غير محقق	غير محقق
	2ع	مواد مدورة من الخفان قطر أعظمي 7.5cm	61.6	غير محقق	غير محقق
مكب المدخل الشرقي	1ع	(15% خفان + 85% بيتون)	49.22	محقق	غير محقق
	2ع	(70% بيتون + 30% خفان)	51.33	محقق	غير محقق
	3ع	(55% بيتون + 45% خفان)	50.35	محقق	غير محقق

- ملخص التقييم لكافة التجارب :

التقييم النهائي	لوس انجلوس		المكافئ الرملي		C.B.R. %		بروكتور		حدود التبرغ	التحليل الحبي		
	أساس	تحت أساس	أساس	تحت أساس	أساس	تحت أساس	أساس	تحت أساس		أساس	تحت أساس	
يحتاج تعديل	محقق	محقق	محقق	محقق	محقق	محقق	محقق	محقق	محقق	محقق	محقق	ع1ب
يحتاج تعديل	محقق	محقق	محقق	محقق	محقق	محقق	محقق	محقق	محقق	محقق	غير محقق	ع2ب
	محقق	محقق	محقق	محقق	محقق	محقق	غير محقق	غير محقق	محقق	محقق	غير محقق	ع1خ
	محقق	محقق	محقق	محقق	محقق	محقق	غير محقق	غير محقق	محقق	محقق	جزئيا محقق	ع1خ
	لا	محقق	محقق	محقق	محقق	محقق	غير محقق	محقق	محقق	محقق	محقق	ع1ب
	لا	محقق	محقق	محقق	محقق	محقق	محقق	محقق	محقق	محقق	محقق	ع2ب
	محقق	لا	لا	محقق	محقق	محقق	غير محقق	لا	محقق	محقق	محقق	ع1خ
	محقق	لا	لا	محقق	محقق	محقق	غير محقق	لا	محقق	محقق	محقق	ع1خ
	لا	محقق	محقق	محقق	محقق	محقق	محقق	محقق	محقق	محقق	محقق	ع1ب
	لا	محقق	محقق	محقق	محقق	محقق	محقق	محقق	محقق	محقق	محقق	ع2ب
	محقق	لا	لا	محقق	محقق	محقق	محقق	لا	محقق	محقق	غير محقق	ع1خ
	محقق	لا	لا	محقق	محقق	محقق	محقق	لا	محقق	محقق	غير محقق	ع1خ
	محقق	لا	لا	محقق	محقق	محقق	محقق	محقق	محقق	محقق	محقق	
لا	محقق	لا	لا	محقق	محقق	محقق	محقق	غير محقق	محقق	محقق	محقق	
لا	محقق	لا	لا	محقق	محقق	محقق	محقق	غير محقق	محقق	محقق	محقق	

5-3- الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

1- تبين بالتجريب أن نواتج الهدم بأنواعها البيتونية المنشأ أو الخفاني تصلح لأعمال المواصلات .

2- إن نواتج تكسير البيتون تصلح كحد أدنى لأعمال إنشاء طبقة ماتحت الأساس في الرصف الطرقي حيث بلغت قيم التحمل النسبي الـ **CBR**، مقداراً أكبر من **50%**، ويمكن أن تصبح صالحة لأعمال طبقة ماتحت الأساس إذا ما تم تحسين التركيب الحبي وإنتاج حصويات مدورة تقع ضمن حزم مواد طبقة الأساس في الرصف اللين.

3 - إن نواتج الهدم من الخفان أعطت قيمة جيدة للتحمل النسبي الـ **CBR** ، حيث بلغت قيمتها الوسطية : **62%**، لكن لا يمكن استخدامها في أعمال الرصف الطرقي لأن اهترائها يزيد عن **50%**.

4- في حين أن صلابة الحصويات الناتجة عن هدم البيتون وتدويره جيدة وبالتالي يمكن استخدامها في الرصف الطرقي حيث انها اهترؤها أقل من **45%**.

5 - يمكن استخدام خلائط مدورة من انقاض البيتون وانقاض الخفان وكانت النسبة **55%** بيتون **+45%** خفان أفضل النسب، لكن بكافة الأحوال لا يمكن استخدامها هذه المواد إلا في طبقة ماتحت الأساس كون قيم الإهترء كانت **50%** ومادون .

التوصيات:

6 - إن حصويات المواد المدورة من نفايات الهدم ذات قيمة اقتصادية ،ومشروع الهدم بالتأكد يعطي لصناعة التدوير الفرصة لإثبات مقدرتها على إنتاج منتج جديد بجودة ثابتة، باعتبار ان المادة الخام بالأصل نفاية تتجه الأنظار للتخلص منها بأقل التكاليف .

7 - بما ان الهدف الأصلي من هذا البحث هو دراسة إمكانية استبدال مادة الحجر الكلسي المكسر المستخدم في طبقة الأساس، او مادة بقايا المقالع الكلسية المستخدمة في طبقة ما تحت الأساس ، ذات المصدر الطبيعي بالمواد المدورة من أنقاض الهدم وقد تحققنا من ذلك بالتجريب المخبري وبالتطبيق العملي من خلال رصف طريق زراعي باستخدام المواد المدورة أيضاً، وباعتبار ان النتائج مشجعة فاننا نأمل أن يستفاد من هذا البحث في إنشاء طرق أخرى في مناطق مختلفة من القطر .

- 8 - حالياً تستخدم المواد الناتجة عن الهدم في مدينة اللاذقية من قبل متعهدي الهدميات وبشكل عشوائي وغير منظم (جزئياً) أي أن هناك كميات كبيرة من المواد مرمية بالمكبات، ويقتضي الأمر إيجاد الطريقة المناسبة لتنظيم عملية الهدم وتنظيم آلية عمل المتعهدين ووضع المواصفات والمعايير المناسبة، ولذلك فاننا ننصح باتخاذ هذه الاجراءات.
- 9 - إن أية مادة جديدة يمكن تدويرها الى حصويات من نفاية صالحة للتدوير ، يجب أن تدعم باختبارات شاملة ومراقبة مستمرة لأدائها في الرصف ، خاصة ما يتعلق بالديمومة ، مع ضرورة نشر التجارب الناجحة والترويج لها وتشجيعها،ومما لاشك فيه فإن ذلك سيشجع الآخرين ليينوا عليها، امال الإنتاج والاستخدام الأمثل.
- 10 - ضرورة وضع منهجية واقعية لإدارة المواد المدورة من البيتون والخفان لتسهيل عملية استخدامها بشكل أفضل في الإنشاء الطرقي .
- 11 - إن التراكيب الحبيبة الناتجة عن هدم وتدوير نفايات هدم الأبنية(من مادتي البيتون والخفان) يمكن أن تصبح مطابقة للمواصفات الفنية من خلال تعديلها من خلال خلطها بحصويات طبيعية مع اتخاذ إجراءات لضبط عملية تكسير وتدوير نواتج الهدم باستخدام تقنيات متتالية للفرز والغرلة وفي محطات متخصصة ومتكاملة ونترك ذلك للابحاث القادمة.

ملخص

تدوير نواتج هدم الأبنية لاستخدامها في إنشاء الطرق المحلية في مدينة اللاذقية

نظراً لتوافر كميات لا بأس بها من مواد نفايات هدم الأبنية في المدن من حطام مادتي الببتون والبلوك، ولأسباب فنية واقتصادية وبيئية/مثال: مدينة اللاذقية/، فإن تدويرها ومعالجتها، وتكسيورها لإنتاج حصويات بتدرج حبي مناسب لتستخدم في النهاية في رصف الطرقات والشوارع المحلية (طبقتا الأساس وما تحت الأساس) أو بغرض استعمالها كرميات عادية أولتحسين وتقوية تربة المسار. أظهرت الأبحاث في معظم دول العالم الجدوى الاقتصادية والبيئية من عملية التدوير الذي تركز بحثنا عليه بغرض وضع اسس عملية علمية لإنتاج الحصويات المناسبة لأعمال الطرق كافة .

أظهر المخطط التجريبي على نواتج هدم عدة أبنية في محافظة اللاذقية ، صلاحية استخدامها الأولي بأعمال الردم وطبقات الرصف(ما تحت الأساس) ، زد على ذلك أن المواد الناتجة من طحن بقايا الببتون والبلوك تؤمن بديل عن مواد الرصف الطبيعية المنشأ أو الصناعية ، من بقايا مقالع وحجر كلسي مكسر (جماش).

توفر دراستنا آلية جديدة في توفير المساحات المهمة من الأرض التي كانت معدة للتخلص من النفايات الضخمة (كمكبات نهائية) وخففت من آثارها السلبية ومنعكساتها البيئية السيئة على المدن.

تندرج هذه الدراسة ضمن إطار الأبحاث الجارية حالياً في العديد من بلدان العالم لمحاولة بيان الخصائص المحلية للحصويات المدورة ووضع المواصفات اللازمة لاستخداماتها الإنشائية المختلفة.

الكلمات المفتاح :

الحصويات المدورة ، نواتج هدم الأبنية، طبقات الرصف ، طبقة الأساس ، طبقة ما تحت الأساس ،إنشاء الطرق.

ABSTRACT

Recycling of C & D Materials to Reuse in constructing local roads and streets [case study : city of latakia]

Because of the large quantities of the buildings demolition wastes materials (bdwm) i.e.(concrete materials) that produced from buildings demolition conducted in the city of technical and economical problems (city of latakia ,for example) in order to reuse the (bdwm) in road construction pavements (base and sub-base layers) ,backfill, sub grad developing and enhancing materials ,a necessary recycling process are need to get of .

This recycling process may be considered a very economical environmental visibility project ,because it may be an alternative material instead of the natural local roads in our country ,and this what can help to save wide area of very good land, that we need to get of large quantities of demolition wastes , and its damage on the environment in the city.

This study is one of many researches run around the world trying to investigating the local properties and to put a suitable characteristics of this new recycled aggregates to reuse it in constructing the local roads .

المراجع العلمية

References

المراجع العربية:

- 1- قرار مجلس مدينة اللاذقية رقم /191/ تاريخ 1994/8/7 المتضمن تنظيم منح رخصة الهدم للعقارات ضمن نطاق مدينة اللاذقية بقصد إعادة بناءها، وتجديدها.
- 2- د. الحلبي ، عبد الكريم . الطرق –الجزء الثاني، منشورات : جامعة حلب/1974، صفحة245.
- 3-م.طه، مصطفى. د.م.عاصي، مروان. م. منلا، علي. الأسس العلمية لإنشاء الطرق، دار عبد المنعم، حلب، كانون الثاني، 2001، 281 صفحة.
- 4- الشروط والمواصفات الفنية العامة لأعمال الطرق والجسور في الجمهورية العربية السورية- وزارة المواصلات، دمشق، 2002، صفحة924.

المراجع الأجنبية:

5- Sunil. K . Sirigiripet.

Experimental and Field Studies on Recycled Materials As

Pavement Bases.

Degree of Master of Science in Civil Engineering .

The University of Texas At Arlington .

August 2007. Available from:

<<http://gateway.proquest.com>>

<http://gradworks.umi.com/14/47/1447276.html>

6- Stephen D. cosper, William H. Hallenbeck, Gary R. Brenniman.

Construction and demolition waste.

Construction ,regulation , practices ,processing ,and policies

Oswm-12/January/ 1993 UIC, Public service report. Available from.

Accessed November8,2011.101P.

7- Vivian W.Y. Tam ,C.M. Tam.

A review on the viable technology for construction waste recycling

-School of Engineering Gold Coast Campus, Griffith University
PMB50 Gold Coast Mail Center, Qld 9726, Australia

Department of building & Construction, City University of Hong
Kong, 83 Tat Chee Avenue, Kowloon, Hong Kong

Received 31 July 2005; received in revised form 15 November
2005; accepted 10. Available from:.

<www.elsevier.com/locate/resconrec>

8- Construction&Demolition, commodity profile
North Carolina

Department of Environmental Natural Resources

Division of pollution prevention And Environmental Assistance- 1998.

Recycling of materials in civil engineering. Available from.

— <www.infohouse.p2ric.org/ref/02/0162205.pdf>

Accessed November 8, 2011. 19P.

9- Margaret Mary O'Mahony.

A thesis submitted to the University of Oxford for the Degree of
Doctor of philosophy

New College, Trinity term 1990. Available from.

< www.civil.eng.ox.ac.uk/publications/theses/o_mahony.pdf>

10- Patrick J. Dolan, Richard G. Lampo, and Jacqueline C. Dearborn.
Concepts for Reuse and Recycling of Construction and Demolition
Waste.

US Army Corps of Engineers. Construction Engineering Research
Laboratories, USACERL Technical Report 99-58, June 1999. S1298.
. Available from

< /Tech Reports/iamrrel/Lamreve.flm.post.pdf www.cecr.Army.mil>

Accessed November 8, 2011. 137P.

11-knud A .Pihl, Ole Milvang-Jensen, Flemming Berg .

Crushed concrete from building demolition.

Danish road institute report 129 /year 2003

Road directorate /ministry of transport –Denmark ,17 page.

Available from.

e- mail Schultz@Schultz.dk

< roads.org/conference25/files/pihl-k.pdfwww.baltic>

Accessed November8,2011.

12-A.S.M.Ashek Rana,B.S.C.E,M.S.C.E.

Evaluation of Recycled Material Performance in Highway

Applications and Optimization of Their USE.

The Degree of Doctor of Philosophy

University of Texas Tech.

May ,2004.Available from.

<www.repositories.tdl.org/ttu-ir/handle/2346/9204 >

Accessed November8,2011.212P.

13-Reuse Of Concrete Material From Building Demolition. Public Works
Technical Bulletin 200-1-27,14Septemper 2004 By The U.S.Army Corps
Of Engineers, Washington ,DC. .Available from

< pdfWWW.Wbdg.org/ccb/Army COE/PWTB/PWtb_200_1_27>

Accessed November8,2011.37P.

14- Amelia Craig hill and Jane C.powell, Swindon Contractors.

A lifecycle Assessment And Evaluation Of Construction And
Demolition Waste.

Great Western Way, Swindon ,and, Centre for Social and Economic
Research on the Global Environment

University of East Anglia, And ,University College London.

.Available from.

<www.cserge.ac.uk/sites/default/files/wm_1999_03.pdf. >

Accessed November8,2011.

15- Study Construction And Demolition Waste Management In
Germany.(COWAM).

Simona Weisleder, David Nasser, Grosse Eibstr.146

22767 Hamburg ,Germany .Available from.

<www.cowam-project.org/cms/content/download/Germany-CD_Waste.pdf. >Accessed November8,2011.81P.

16- Cement Association of Canada .Available from.

< www.cement.ca>

Aggregate Producers Association of Ontario

<www.apao.com > . Accessed November8,2011.

17- Brandon James Blankenagel.

Characterization of Recycled Concrete for use as pavement base
arterial

A thesis submitted to the faculty of Brigham Young University for the
Degree of Master of Science Department of civil and Environmental
engineering

December 2005. .Available from

<http://contentdm.lib.byu.edu/ETD/image/et001.pdf> .Accessed
November8,2011. 66P.

18-Standard Specifications for Transportation Materials and Method of
Sampling and Testing part II -1992

Metric Conversion Factors

The following metric conversion factors are provided for standard units of measure

used throughout this report:

$$1 \text{ in.} = 25.4 \text{ mm}$$

$$1 \text{ ft} = 0.305 \text{ m}$$

$$1 \text{ sq ft} = 0.093 \text{ m}^2$$

$$1 \text{ cu ft} = 0.028 \text{ m}^3$$

$$1 \text{ cu yd} = 0.7645 \text{ m}^3$$

$$1 \text{ lb} = 0.453 \text{ kg}$$

$$1 \text{ gal} = 3.78 \text{ L}$$

$$1 \text{ psi} = 6.89 \text{ kPa}$$

$$1 \text{ ton} = 0.907 \text{ metric ton}$$

$$1 \text{ ton} = 2.2 \text{ kips}$$

ملحق B - تعليمات رخصة الهدم في مجلس مدينة اللاذقية:

إلى مديرية الشؤون المالية-الشؤون الفنية:

بعد أن تم إصدار النموذج الخاص برخصة الهدم نوضح لكم التعليمات التالية:
أولاً: يسجل طلب الترخيص (بالهدم) لدى مكتب البناء في مديرية الشؤون الفنية بشكل عام.
ثانياً: لا تقبل المصورات المقدمة إلا بعد مشاهدتها وتصديقها من نقابة المهندسين.
ثالثاً: يتوجب تقديم التقرير الفني المتضمن سلامة الأعمال موقعاً حكماً من قبل المهندس المشرف ومالك العقار أو من يقوم بالعمل.

رابعاً: أ- إن مدة الرخصة : تحدد بشهر واحد عن كل طابق مبني يراد هدمه ومن ثم فإن المعيار لتمديد مدة الترخيص يكون عدد الطوابق الموجودة بشكل فعلي دون النظر إلى مساحة البناء القائم ومن ثم فإن لكل رخصة مدتها الخاصة بها.

ب- يمكن تمديد الترخيص بناء على طلب صاحب العلاقة إذا حصلت ظروف قاهرة وخارجة عن إرادته دون إتمام عملية الهدم في وقتها المحدد ويشترط لذلك أن يتقدم المرخص له بكتاب رسمي يعلم فيه رئاسة مجلس المدينة عن توقفه.
وحين زوال أسباب ذلك يتقدم بطلب التمديد وفقاً لعدد الطوابق المتبقية .

خامساً : الرسوم المتوجبة:

أ- يستوفى من طالب الترخيص الرسوم التالية استناداً لنص المادة 11 من القانون 1 لعام 1994.

1- رسم تسجيل مقطوع مقداره -200- ل.س مائتي ليرة سورية .

2- رسم نفقات تخطيط وكشف مقطوع قدره 100 ل.س مائة ليرة سورية

ب- أمانات نظافة بمعدل 300 ل.س/م ضمن واجهة البناء على الشارع استناداً إلى قرار المكتب التنفيذي رقم 191/ لعام 1994 ويعتمد مخطط أمانة المساحة في أخذ هذا القياس الذي تجريه اللجنة التي قامت بالكشف .

ج- رسم أشغال الملك العام وفقاً لأحكام المادة 14 من القانون رقم 1/ لعام 1994 ويستوفى وفقاً لقرار مجلس المدينة رقم 30 تاريخ 1994/5/29 عن كل متر مربع يشغله المرخص له، من الملك العام ، في اليوم .

ولذلك فإنه تعتبر مدة الترخيص الممنوح للهدم الأساس الذي نحسب عليه هذه الرسوم التي تستوفى مقدماً عن ثلاثة أشهر أو مدة الرخصة أيهما أقل وتستوفى بشكل مستقل عن الرسمين السابقين

سادساً: تمنح رخصة أشغال الملك العام بشكل مستقل عن رخصة الهدم . ولا يمكن استعمال رخصة الهدم بشكل مستقل إلا إذا اقترنت برخصة أشغال الملك العام التي تعتبر السبيل المشروع لبدء العمل بالهدم .

سابعاً : يعتبر مهندسو ومراقبو البناء المكلفون بحكم وظيفتهم الأبنية مسؤولين مباشرة عن كل بناء يهدم دون ترخيص وتحت طائلة المسؤولية .

وعليهم عدا عن توقيف العمل ومصادرة الأدوات تقديم تقرير بأية أعمال هدم تجري في عقار ما دون ترخيص ليصار إلى اتخاذ الإجراءات القانونية بحق المخالف . هذا ويعتبر مخالفاً من قام بأية أعمال هدم ولو تقدم بطلب طالما أن الترخيص لم يصدر بشكل نهائي .

اللاذقية في / /

رئيس مجلس مدينة اللاذقية

رئيس الدائرة القانونية

نموذج رخصة هدم في مجلس مدينة اللاذقية:

الجمهورية العربية السورية

وزارة الإدارة المحلية

مدينة اللاذقية

رخصة هدم رقم / / مدتها----- تاريخها: / / 2010

إن رئيس مجلس مدينة اللاذقية

استناداً إلى أحكام قانون الإدارة المحلية رقم 15 لعام 1971 ولاسيما المادتين 37,41 .

وعلى نظام ضابطة البناء رقم 791 لعام 1964 الخاص بمدينة اللاذقية.

وعلى قرار المكتب التنفيذي لمجلس مدينة اللاذقية رقم 191 تاريخ 7-8-1994 المتضمن

تنظيم منح رخص الهدم ضمن نطاق مدينة اللاذقية بقصد إعادة البناء.

وعلى طلب الترخيص رقم تاريخ - - 2008 الذي تقدم به مالكو العقار .

وعلى محضر لجنة التوهن-أو-حماية المدينة القديمة رقم -

تاريخ - - 2008

وعلى موافقة المكتب التنفيذي لمجلس مدينة اللاذقية بالمحضر رقم----- تاريخ-

يقرر مايلي:

مادة 1-يمنح السيد/----- رخصة هدم على

العقار-----من منطقة-----والمؤلف من

الطوابق:أرضي-أول-----

مادة 2-لاتصلح هذه الرخصة مستنداً لإخلاء الشاغلين ولامستندا لإقامة دعاوي بالإخلاء

أمام القضاء ويتوجب الحصول على رخصة بناء استناداً لأحكام القانون

111 لعام 1952، وتعديلاته -الفقرة ز-من المادة الخامسة منه.

مادة 3-تمنع المباشرة بأية أعمال هدم قبل تأمين تدابير الوقاية للسلامة العامة.

صدر في اللاذقية،-----، 2008،

رئيس مجلس مدينة اللاذقية

ملحق C – المصطلحات:

المصطلحات انكليزي	تفاصيل	المصطلحات عربي
AASHO	American Association of State Highway Organesation "Specifications"	مواصفات منظمة الطرق الأمريكية السريعة
AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Organesation "Specifications"	مواصفات منظمة الطرق الأمريكية السريعة ومكاتب النقل
ASTM American Society for Testing and Materials	المواصفات القياسية Standards and Specifications	الجمعية الأمريكية للتجارب والمواد
CBR %		تجربة نسبة تحميل كاليفورنيا
CC	Crushed Concreat	البيتون المطحون
CERCLA	الولايات المتحدة الامريكية	قانون الاستجابة البيئية الشاملة لعام 1980
C&D	حطام الهدم Construction and Demolition	نفايات هدم الأبنية والمنشآت
Clam	باستخدام تقنيات هيدروليكية وتقنيات الهواء المضغوط	الهدم باستخدام آلة المخلب الأوتوماتيكي
Crusher		كسارة
DA	الولايات المتحدة Department of the Army	أقسام العمل الخاصة بالانشاءات الخاصة بالجيش
DIN 4226		المواصفة الألمانية الخاصة بالحصويات خفيفة الوزن
Dock		حمولة إحضارات الحصويات الدوكما

DOD	Department of Defence	قسم الدفاع في الولايات المتحدة
DOT		أقسام النقل في الولايات المتحدة
Drag Through	باستخدام تقنيات هيدروليكية وتقنيات الهواء المضغوط	الهدم بطريقة الجرف
Duck		الهدم اليدوي
E-Moduls		عامل مرونة البحص والرمل الطبيعي
FHWA	Federal Highway Admenstration	الإدارة الفيدرالية للطرق العامة في الولايات المتحدة
Flame Cutting	باستخدام تقنيات هيدروليكية وتقنيات الهواء المضغوط	الهدم عن طريق القطع بالاشتعال
HMA	Hot-mix Asphalt	خطات الزفت الساخنة
Hydraulic Splitting	باستخدام تقنيات هيدروليكية وتقنيات الهواء المضغوط	الهدم بإحداث شقوق
Grab Pockets	باستخدام تقنيات هيدروليكية وتقنيات الهواء المضغوط	الهدم باستخدام آلة الحبيب الخفاف
Grinder		مطحنة الكسارة
Jaw Crusher		كسارة الكماشة
IL-DOTS	الولايات المتحدة Illinois Department of Transportation	قسم المرور في ولاية إلينوي
Impact Crusher		كسارة الصدم
LA %		تجربة اهتراء لوس أنجلوس
LL %	حدود التبرغ	حد السيولة
Roller Crusher		كسارة الهرس
Material-Recovery	من الحطام	محطات استرجاع المواد

MDD %	تجربة بروكتور المعدلة	الكثافة الجافة العظمى
MPG6\1989		تقرير فريق عمل بخصوص واقع حصويات الإنشاءات في بريطانيا وويلز
MRFs	Materials Recovery Facility	محطات استرجاع واستصلاح الإحضارات المواد
MSW	Municipal Solid Waste	مواقع مكبات النفايات البلدية
NEPA	الولايات المتحدة National Environmental Policy Act	استراتيجية السياسة البيئية الوطنية لعام 1969
Nibbler	باستخدام تقنيات هيدروليكية وتقنيات الهواء المضغوط	الهدم بالقاضم
OMC %	تجربة بروكتور المعدلة	الرطوبة المثالية
PCC		البيتون الإسمنتي البورتلاندي
PC N\MM2		الضغط البسيط
Plate bearing Test	الحقلية	تجربة صفيحة التحميل
PL %	حدود أتربرخ	حد اللدونة
RAP	Recycled Asphalt Pavement	الزفت المدور
RCA		الحصويات المدورة من البيتون المطحون
PCC		الرصيف البيتوني الصلب
RCM		مادة البيتون المدور
RCRA	الولايات المتحدة الأمريكية	قانون الحفاظ على الموارد وصيانتها لعام 1976
Rebar		قضبان التسليح الفولاذي

Removed		البيتون والزفت المقشوط
Road Systems		منشآت الطرق
Rubble	الحجارة قطر 20-30cm	الدبش
Scrap		الخردة المعدنية
Sieves		الغرايل
Sorting		فصل النفايات
Stockpile	أماكن تجميع الإحضارات من حصويات مدورة أو حطام نفايات الهدم	المستودعات المفتوحة
State-of-the-Art and Standard		حالة المعايير الفنية والاقتصادية
US.EPA	US.Environmental Protection Agency	وكالة حماية البيئة الأمريكية
USCS	Unified Soil Classification System	نظام تصنيف الموحد للتربة

ملاحظة: البلوك، الخفان (المستخدم في هذا البحث): هو مادة اللبن الاسمنتي .

جامعة تشرين
كلية الآداب والعلوم الإنسانية
قسم اللغة العربية

السيد الدكتور عميد كلية الطب
بجامعة تشرين

بناء على قرار مجلس الجامعة رقم/٢٩٤/تاريخ ٢٧/١٠/٢٠١٩ المتضمن الموافقة على
تدقيق الرسائل العلمية (ماجستير - دكتوراه) لغويا بعد مناقشتها أصولا .
نفيدكم علما أنه قد تم تسمية السيد د. المرحوم صه
رسالة ماجستير للطالب فأهرو
مدققا لغويا لأطروحة

وتفضلوا بقبول الاحترام



رئيس قسم اللغة العربية
الدكتور عدنان احمد

Univercity OF Tishreen
Faculty Of Civil Engineering
Department Of Transporttation Engineering



**Recycling of C & D Materials to Reuse in constructing local roads
and streets [case study : city of lattakia]**

A Thisis Submitted to the Faculty of Civivl Engineering at Tishreen
Univercity For The Degree of Master of Science in Civil Engineering

Prepared by

Eng.Fater Ali Maya

Supervised by

Dr.Eng. Rami Hanna

2013

