Republic of Iraq
Ministry of Higher Education & Scientific Research
Al-Mustaqbal University College
Department of Building & Construction Engineering

"ESTIMATION & SPECIFICATIONS & CONTRACTS" 4th Stage

((تثبيت طبقة التربة النهائية أو تحت الاساس بالإسفلت))

Prepared by Dr. Abdulhadi Meteab Hasan

4-10 تثبيت طبقة التربة النهائية أو تحت الاساس بالإسفلت

Bitumen Stabilised Sub grade or SUB –BASE

المواصفات العامة للطرق والجسور (SORB \R6G) وتعديلاتها لسنة 1999 و 2003

أولاً : المواد

يقتصر استعمال أسلوب المزج موقعياً فقط في الأماكن التي يتوفر فيها الرمل أو مزيج الرمل والحصى بصورة طبيعية ، أما بالنسبة لأسلوب المزج في الجهاز الثابت فيجب أن تكون المواد مطابقة للمواصفات كما يلي :

لا تزيد نسبة المواد العابرة من منخل (رقم 200) 0.075 مم على 30٪ .

لا يتجاوز حد السيولة (LL) 30٪ .

ج- لا يزيد دليل اللدونة (PI) على 15٪ .

يتكون العامل المثبت من الإسفلت المخفف (Cutback Bitumen) نوع RC70 أو RC250 أو RC800 مطابقاً لمواصفات (AASHTO M81-2004)أو الاسفلت المخفف نوع MC800،MC70 MC250 بموجب (AASHTO M82-2004) . كما يمكن استخدام المستحلب القيري من نوع Cationic SS مطابقاً لمواصفات (AASHTO M208-2005) ، يعتمد اختيار العامل المثبت على التجارب المختبرية مع الأخذ بنظر الاعتبار نوع التربة والأحوال المناخية للموقع .

ثانياً مكونات المزيج

يتم تعيين مكونات مزيج الإسفلت والتربة مختبرياً متبعين أسلوب تعيين مقاومة الانضغاط للمزيج الإسفلتي بموجب مواصفات (AASHTO T167- 2005) بهدف الحصول على المزيج المثالي للمكونات وتحديد النسبة المئوية للمادة المثبتة وكذلك درجة حرارتها يجب أن يكون الحد الأدنى لمقدار قيمة الانضغاط ومقدار ثبات مارشال بموجب الجدول الآتي وذلك بعد المعالجة لمدة 7 أيام .

الجدول رقم (94): خواص المزيج الإسفلتي

الخواص	التربة SUB - GRADE	تحت الأساس SUB- BASE
مقاومة الانضغاط في درجة حرارة 25م^0 Compressive Strength	1 نيوتن\مم^2	2 نيوتن\مم^2
قـوة ثبات مارشـــال فـي درجة حرارة 60م^0 Marshall stability	1 كيلو نيوتن	2 كيلو نيوتن

لا يقل دليل القوة المتبقية عن 70٪ عند الفحص بموجب (AASHTO T165-2005)

ثالثاً : الحدل

بعد أكمال فرش المزيج وإعطائه الشكل المقرر يباشر بالحدل باستعمال الحادلات المطاطية إلى أن يتم حدل الأساس بصورة منتظمة والحصول على مقاومة الانضغاط غير المحصور المطلوبة بموجب المواصفات لتتناسب مع الأثقال المرورية المتوقعة . يمكن إزالة اثر الإطارات من السطح النهائي باستخدام حالة حديدية مزدوجة (Tandem) .

رابعاً : المعالجة

تعتمد الحاجة إلى المعالجة على نوع المادة الرابطة الإسفلتية المستخدمة ، ففي حالة الإنشاء بأسلوب المزج الموقعي وبعد عملية المزج تترك التربة المثبتة بدون حدل لفترة محددة حتى يتم تبخر المواد المتطايرة ، ان هذه التهوية قبل الحدل تزيد من الثبات وتقلل من امتصاص الماء خاصة بالنسبة للرمل الناعم عندما تكون درجة الحرارة قليلة كما ان المعالجة بعد الحدل تساعد على تبخر المواد المتطايرة ويعتمد ذلك على نوع المادة الإسفلتية الرابطة المستخدمة ، يرش سطح الطبقة النهائية بمادة البرايم كوت (Prime Coat) للتحصين ضد الخدش قبل فرش طبقات المزيج الإسفلتي أو الاكساء .

خامساً : الفحوص

تؤخذ النماذج من جهاز المزج ومن موقع العمل لتدقيق مدى مطابقة المزيج لمتطلبات معادلة المزج وكذلك تدقيق درجات الحرارة .

أ- فحوص المواد الإسفلتية الرابطة : يتم فحص الإسفلت المخفف (Cut Back Bitumen) بموجب المواصفات الآتية :

أخذ النموذج	AASHTO T40-2002
التقطير	AASHTO T78-2005
درجة الاتقاد	AASHTO T79-2004
اللزوجة Saybolt –Furol	AASHTO T72-2001
اللزوجة Kinematic Viscosity	AASHTO T201-2003
اللزوجة المطلقة Absolute Viscosity	AASHTO T202-2003
المستحلب القيري نوع Cationic يفحص بموجب	AASHTO T59-2001

ب- النمذجة

ان تهيئة العينات الرئيسية لمزيج التربة المثبت بالإسفلت يتم بموجب المواصفات ASTM D4223 عند استخدام حبيبات التربة الناعمة والإسفلت المستحلب أو المخفف .

1- سيت واحد على الأقل مكون من ثلاث نماذج يجب أن تؤخذ لكل 2500م^2 مباشرة بعد انتهاء الحدل .

2- يتم إجراء الفحوصات التالية لكل 5000 م^2 أو لكل يوم عمل :

أ- تفحص مكونات المزيج بطريقة الاستخراج (Extraction) بموجب المواصفة AASHTO T164-2004

ب- لغرض فحوص مقاومة الانضغاط وقوة ثبات مارشال ، تؤخذ النماذج قبل الحدل .

ج- تفحص الطبقة المثبتة بعد إكمال الحدل لتدقيق الكثافة الموقعية والسمك بموجب المواصفة AASHTO T 191-2002 ويجب أن لا تقل الكثافة الموقعية عن 95٪ من الكثافة الكلية (Bulk Density) المختبرية .

د- جميع الخصائص يجب أن تخضع للمتطلبات الواردة ضمن فقرة (ثانياً)(مكونات المزيج)

5-9 طبقة تحت الأساس من الرمل والحصى SUB –BASE Course

المواصفات العامة للطرق والجسور(SORB \R6) وتعديلاتها لسنة 1999 و 2003

أولاً : المواد

تكون المواد من مزيج الرمل والحصى المتدرج والمطابق لما يأتي:

1-1- المواد الخشنة (المتبقية على منخل رقم 10 (2مم)

أ- يجب أن تكون المواد الخشنة متكونة من جزيئات صلبة،متينة، خالية من المواد الغريبة

ب- لا تتجاوز نسبة التآكل 45٪ عند فحصها بموجب (AASHTO T96-2002) .

1-2- المواد الناعمة (العابرة من منخل 2مم)

أ- لا تزيد نسبة المواد العضوية على 2٪ عند فحصها بموجب فحص رقم 3 من المواصفة B.S.1377-1990 ولا تزيد نسبة الكتل الطينية على 0.25 ٪ بموجب AASHTO T112-2004

ب- يجب أن تحقق المواد العابرة من منخل رقم 40 (0.425 مم) عند تهيئتها بموجب AASHTO T146-2004المتطلبات الاتية :

الخاصية	طريقة الفحص	الحد الأعلى	للأكتاف (الحد الأعلى)
حد السيولةLL	AASHTO T89-2002	٪25	٪35
دليل اللدونةPI	AASHTO T90-2004	٪6	٪ (9-4)

ج - يجب أن لا تزيد نسبة العابر من منخل رقم 200 (0.075 مم) على 2\3 الجزء العابر من منخل رقم 40 (0.425 مم) .

1-3- الأملاح القابلة للذوبان : يجب أن لا تزيد نسبة الأملاح القابلة للذوبان على 10٪ .

1-4- الكبريتات : يجب أن لا تزيد نسبة الكبريتات (SO_3)عن 5٪ وزناً عند فحصها بموجب فحص رقم 5 من المواصفة B.S1377-1990 (أي ان محتوى الجبس يساوي 10.75 ٪)

1-5- التدرج : يكون تدرج المواد لما تحت الأساس بموجب الجدول (95) الاحق :

جدول (95) : تدرج مواد طبقة تحت الأساس

حجم المنخل الأمريكي		النسبة المئوية للمواد العابرة (وزناً)			
مم	أنج	النوع A	النوع B	النوع C	النوعD
75	3	100			
50	2	100-95	100		
25	1		95 – 75	100	100
9.5	8\3	65 -30	75 – 40	85 – 50	100 – 60
4.75	رقم 4	55 -25	60 – 30	65 – 35	85 – 50
2.36	رقم 8	42- 16	47 – 21	52 – 26	72 – 42
0.30	رقم 50	18 - 7	28 – 14	28 – 14	42 – 23
0.075	رقم200	8 - 2	15 - 5	15 -5	20 - 5

تدرج الركام المستخدم في العمل يجب ان لا يتراوح بين الحد الادنى لمنخل والحد الاعلى للمنخل المجاور بل يجب ان يكون بتدرج متناسق

1-6- نسبة التحمل الكالفورني:لا تقل نسبة التحمل الكاليفورني (CBR) عن 35٪ للنوع B و 30٪ للنوع C و 20٪ للنوع D عنـــد كثافة قدرها 95٪ مـــن الكثافة العظمى الجافـــة وبموجب الفحص ASTM D1883 والفحص AASHTO T180وASTM D 1557

ثانياً : الحدود المناخية

يجب أن لا تفرش المواد عندما تكون درجة الحرارة منخفضة إلى 3س5 أو أقل .

ثالثاً : الفرش

يجب أن لا يزيد سمك طبقة تحت الأساس على 20 سم وينشأ على طبقتين أو أكثر بسمك متساوي لكل طبقة واعتماداً على حجم الحادلة المتوفرة .

رابعاً : الحدل

يجب حدل كل طبقة بحيث لا تقل كثافتها عن 95٪ من الكثافة العظمى الجافة بموجب الفحص AASHTO T180-2004

خامساً : الانحراف في منسوب السطح

يجب أن يكون سطح كل طبقة من طبقات تحت الأساس صقيلاً ومنتظماً وموازياً للسطح النهائي للطريق .ولا يزيد الانحراف عن 2 سم عند الفحص بمسطرة طول 4 م .

6-10 طبقة الأساس من الحجر الجيري المكسر والحصى المكسر وحجر المكادام المحدول بالاهتزاز،المواصفات العامة للطرق والجسور(SORB \R7) وتعديلاتها لسنة 1999 و 2003

- **طبقة الأساس من الحجر الجيري المكسر والحصى المكسر**

أولاً : الركام

ان الركام المكون للطبقة يجب أن يكون

- سليماً وصلداً
- ذا ديمومة عالية
- خالياً من المواد الرقيقة والمستطيلة والرخوة والمتآكلة أو اية مواد اخرى غير مقبولة .

ثانياً : التدرج

الفحص بموجب المواصفة AASHTO T27 -2006 الجدول رقم (96) الاحق

فتحة المنخل (مم)	Imperial	النسبة المئوية العابرة وزناً
37.5	1.5	100
25	1	100 – 80
12.5	0.5	80 - 50

4.75	رقم 4	60 - 30
0.425	رقم 40	30 – 10
0.075	رقم 200	15 - 5*

* (1) يجب أن لا يتجاوز الجزء العابر من منخل فتحته 0.075 مم أكثر من 60٪ من الجزء العابر من منخل فتحته 0.425 مم .

* (2) عند استخدام حصى مكسر يجب أن تكون حدود العابر من المنخل فتحته 0.075 مم (5-12) ٪.

ثالثاً : نسبة التكسير

يجب أن تحتوي المواد المتبقية على منخل فتحته 4.75 مم على نسبة من الركام المكسر لأكثر من وجه واحد وبنسبة لا تقل عن 75٪ وزناً .

رابعاً : نسبة التآكل الميكانيكي

الفحص يتم بموجب AASHTO T96-2002 يجب أن لا تتجاوز 45٪

خامساً : المواد الناعمة

- المواد العابرة من منخل فتحته 2 مم يجب أن تكون من الحجر الجيري أو الحصى المكسر وخالية من المواد الطينية أو المواد الغريبة أو العضوية .
- المواد العابرة من منخل فتحته 0.425 مم والتي يتم تهيئتها بموجب المواصفة AASHTO T146-2004 وفحصها حسب ما هو ملائم أدناه يجب أن توافق الجدول رقم (97) وحسب ما يلي:

الفحص	مواصفة الفحصAASHTO	الحد الأعلى
حد السيولة	T89-2002	25٪
دليل اللدونة	T90-2004	4٪

سادساً : محتوى الجبس

الفحص يتم بموجب المواصفة B.S 1377 Test No.9 ويجب أن لا يزيد محتوى الجبس في الحصى المكسر بدلالة SO3 عن 5٪ وزناً .

سابعاً : نسبة التحمل الكاليفورني CBR

الفحص يتم بموجب المواصفة ASTM D1883- 2005 لنسبة 95٪ من الحدل المعدل Modified Proctor يجب أن لا تقل قيمة المعامل عن 80٪ .

ثامناً فحص الثبات Soundness Tests

الفحص يتم بموجب المواصفة AASHTO T104-2003 يجب أن لا يكون مقدار الفقدان وزناً أكثر من 12٪ عندما يتم تعريض الركام إلى 5 دورات مع محلول كبريتات الصوديوم ولايزيد مقدار الفقدان أيضا عن 18٪ عندما يتم تعريض الركام إلى 5 دورات مع محلول كبريتات المغنيسيوم .

- **طبقة الأساس من حجر مكادام المحدول بالاهتزاز**

المتطلبات لحجر مكادام هي نفس المتطلبات للحجر والحصى المكسر مع الاختلافات المدرجة لاحقاً :

- **الركام المكون لحجر مكادام**

المواد المكونة لحجر مكادام يجب أن تشمل ما يلي :

أ- ركام خشن : ويتكون من الحجر الجيري المكسر أو الحصى المكسر أو أي نوع من الركام المكسر بحيث يكون هذا الركام :

1- نظيفاً
2- خشن الملمس
3- ذا ديمومة عالية
4- خالياً من قطع الركام المستطيلة والنحيفة والرخوة والمتآكلة
5- خالياً من المواد العضوية
6- أذا تم استخدام حصى مكسر فيجب أن لا تقل نسبة التكسير فيه عن 75٪

ب- ركام ناعم : ويتكون من المواد الناتجة عن تكسير الحجر الجيري

يكون هذا الركام :

1- نظيفاً
2- خشن الملمس
3- ذا ديمومة عالية
4- خالياً من الاوساخ والمواد الغريبة

- الركام الخشن والناعم يجب أن يحقق المتطلبات التالية :

أولاً : التدرج

الفحص يتم بموجب المواصفة AASHTO T27-2006 ومطابقاً لمتطلبات الجدول رقم (98) لاحقاً :

حجم المنخل (مم)	النسبة المئوية العابرة وزناً	
	الركام الناعم	الركام الخشن
63		100
50		100 – 90
37.5		70 – 35
25		صفر – 15
12.5		صفر - 5
9.5	100	
4.75	100 – 85	
0.15	30 – 10	

ثانياً : فحص التآكل الميكانيكي

الفحص يتم بموجب المواصفة AASHTO T96-2002 والتآكل يجب أن لا يزيد عن 45٪

ثالثاً : فحص الثبات (Soundness Test)

الفحص يتم بموجب المواصفة AASHTO T104-2003 يجب أن لا يكون مقدار الفقدان وزناً أكثر من 12٪ عندما يتم تعريض الركام إلى 5 دورات مع محلول كبريتات الصوديوم . ولا يزيد

مقدار الفقدان أيضا عن 18٪ عندما يتم تعريض الركام إلى 5 دورات مع محلول كبريتات المغنيسيوم .

7-9 طبقة البرايم كوت القيرية Bituminous Prime Coat

المواصفات العامة للطرق والجسور (SORB \R8A) وتعديلاتها لسنة 1999 و 2003

أولاً : المواد الرابطة القيرية Bituminous binder

تكون مما يأتي :

- قير مخفف متوسط الإنضاج نوع MC 30
- قير مخفف متوسط الإنضاج نوع MC 70
- قير مخفف متوسط الإنضاج نوع MC 250

وفق المواصفة AASHTO M82-2004 ، يتم انتاج المواد أعلاه بمزج قير من صنف 85\100 مع نفط كورا (GORA Kerosene)

ثانياً : خواص المواد الرابطة القيرية

1- خالية من الماء
2- عدم حصول انفصال في المكونات قبل الاستعمال

ثالثاً : تجري الفحوص بموجب مواصفات AASHTO القياسية وكما يلي :

1- النمذجة	T40-2002
2- محتوى الماء	T55-2002
3- اللزوجة(سايبولت)	T72-2001
4- التقطير	T78-2005
5- نقطة الوميض	T79-2004
6- الفحوصات على المتبقي بعد التقطير	
النفاذية	T49-2006
السحب	T51-2006

الذوبان	T44-2003
7- اللزوجة الكينماتية	T201-2003
8- التبقع	T102-2004

رابعاً : نسب المزج

إن المكونات التقريبية للقير المخفف هي جزء واحد من النفط الأبيض إلى واحد ونصف من الاسمنت الإسفلتي مقاسة بالحجم . كما يمكن أن تكون المواد الرابطة القيرية من المستحلب القيري موجب الشحنة Cationic Bituminous Emulsion بموجب المواصفة AASHTO M208-2005 ومن صنف CSS-I أو CSS-1h والمعروضة في الجدول رقم (3) من الملحق .

خامساً : النمذجة والفحوص للمستحلب القيري

يتم أخذ النماذج للمستحلب القيري بموجب المواصفة AASHTO T40-2002 وتجري الفحوص وفق المواصفة AASHTO T59-2001 وكذلك AASHTO M208-2005

سادساً : الكميات المستعملة

كمية المواد المستعملة يجب أن ترش بمعدل لا يقل عن 0.5 لتر\م^2 ولا تزيد على 1.2 لتر\م^2 من طبقة الأساس ، ان الكميات الحقيقية المستعملة يمكن ان تتغير لتناسب حالات الموقع ويجري إقرار ذلك من قبل ممثل المهندس المقيم ، ان المستحلب القيري موجب الشحنة يجب أن يستعمل بحيث يؤمن وجود قير فوق سطح طبقة الأساس بما لا يقل عن 0.60 لتر\م^2 ولا يزيد عن 1.20 لتر \ م^2 .

سابعاً : محددات الطقس

عند فرش طبقة البرايم يجب أن يؤخذ بنظر الاعتبار ما يلي :

1- لا يمكن وضع طبقة البرايم القيرية الاعندما يكون السطح جافاً أو يحتوي على رطوبة قليلة بحيث يضمن توزيع منتظم واختراق (تغلغل) داخل الطبقة .
2- لا يمكن وضع طبقة البرايم أذا كانت درجة حرارة الجو أقل من 15م^0

ثامناً : تهيئة السطح

1- يتم إزالة كافة الأوساخ والمواد العالقة والغبار من على السطح قبل وضع طبقة البرايم باستخدام الهواء المضغوط والمكانس التي تعمل بطاقة المكائن واليدوية أيضا .
2- أذا كان السطح جافاً بشكل كبير أو يحمل غباراً فيجب رش كمية قليلة من الماء على السطح ثم يمكن بعد ذلك وضع الطبقة القيرية ولكن ليس قبل اختفاء (تبخر) هذا الماء من على السطح .

تاسعاً : وضع المواد الرابطة القيرية

1- بعد فرش طبقة البرايم القيرية يتم ترك السطح بدون تأثيرات خارجية لفترة من الزمن لغرض الإنضاج لا تقل عن 24 ساعة .
2- يمكن زيادة هذه الفترة لضمان الاختراق داخل طبقة الأساس وتهوية المواد المتطايرة من طبقة البرايم .
3- في المناطق التي وضع عليها مواد رابطة قيرية فائضة عن الحاجة ، يتم فرش رمل نظيف على تلك البقع لغرض تنشيف السطح .

عاشراً : صيانة السطح المفروش

يتم صيانة السطح الذي وضـــع عليــه طبقة البرايم قبل وضع طبقة الخرسانة الإسفلتية التالية فوقه.

8-9 طبقة التاك القيرية Bituminous Tack Coat

المواصفات العامة للطرق والجسور (SORB \R8B) وتعديلاتها لسنة 1999 و 2003

أولاً : المواد الرابطة القيرية

تتكون المواد الربطة القيرية مما يأتي :

- قير مخفف سريع الإنضاج نوع RC70
- قير مخفف سريع الإنضاج نوع RC250

ووفق المواصفة (AASHTO M81-2004) ويتم إنتاج المواد أعلاه بمزج قير من صنف 100\85 مع البنزين Cora Standard –Motor Spirit

ثانياً : خواص المواد الرابطة القيرية

1- خالية من الماء

2- عدم حصول انفصال في المكونات قبل الاستعمال

ثالثاً : الفحوص

تجري الفحوص بموجب مواصفات AASHTO القياسية وكما يلي :

1 - النمذجة	T40-2002
2- محتوى الماء	T55-2002
3- اللزوجة(سايبولت)	T72-2001
4- التقطير	T78-2005
5- نقطة الوميض	T79-2004
6- الفحوصات على المتبقي بعد التقطير	
النفاذية	T49-2006
السحب	T51-2006
الذوبان	T44-2003
7- اللزوجة الكينماتية	T201-2003
8- فحص التبقع	T102-2004

رابعاً : نسبة المزج

ان المكونات التقريبية للقير المخفف هي جزء واحد من البنزين إلى جزئين من الاسمنت الإسفلتي مقاسة بالحجم . كما يمكن ان تكون المواد الرابطة القيرية من المستحلب القيري موجب الشحنة Cationic Bituminous Emulsion وبموجب المواصفة AASHTO M208-2005 ومن صنف CSS-1h أو CSS-1 .

خامساً : النمذجة والفحوص للمستحلب القيري

يتم أخذ النماذج للمستحلب القيري بموجب المواصفةAASHTO T40-2002 وتجري الفحوص وفق المواصفة AASHTO M208-2005 و AASHTO T59-2001

سادساً : الكميات المستعملة

كمية المواد المستعملة يجب أن ترش بمعدل لا يقل عن 0.15 لتر\م^2 ولا يزيد عن 0.5 لتر\م^2 من السطح ويمكن ان تتغير الكميات المستعملة لتناسب حالة الموقع ،ان المستحلب القيري موجب الشحنة يجب أن يستعمل بحيث يؤمن وجود قير فوق سطح الطبقة بما لا يقل عن 0.1 لتر\م^2 ولا يزيد عن 0.35 لتر\م^2 .

سابعاً :محددات الطقس

عند فرش طبقة التاك يجب الأخذ بنظر الاعتبار ما يلي :-

1- لا يمكن وضع طبقة التاك القيرية على سطح الطبقة الرابطة أو الأساس إلا إذا كان السطح جافاً وخالياً من الغبار .
2- لا يمكن وضع طبقة التاك أذا كانت درجة حرارة الجو أقل من 15م^0 .

ثامناً : تهيئة السطح

يجب إزالة كافة الأوساخ والمواد العالقة والغبار من على السطح قبل وضع طبقة التاك باستخدام المنافخ والمكانس التي تعمل بطاقة المكائن واليدوية أيضا .

تاسعاً : وضع المواد الرابطة القيرية

1- مباشرة بعد تهيئة السطح يتم وضع طبقة المواد الرابطة القيرية باستخدام المرشات اليدوية بدرجة حرارة 65-85 م^0 وبالضغط والكمية المناسبة بحيث يضمن توزيع المواد الرابطة على السطح بشكل منتظم ومتجانس .
2- يجب وضع طبقة التاك على مسافات صغيرة على الطبقة الرابطة أو السطحية بفترة لا تزيد عن ساعتين قبل فرش الخرسانة الإسفلتية .
3- يجب التأكد من تبخر المادة المذيبة قبل فرش طبقة الخرسانة الإسفلتية فوق المادة اللاصقة
4- المحافظة على السطح المعامل بطبقة التاك في حالة جيدة لحين وضع طبقة الخرسانة الإسفلتية وعدم السماح بحركة مرور وسائط النقل عليه قبل فرش طبقة الخرسانة الإسفلتية

9-9 التبليط بالخرسانة الإسفلتية الساخنة Hot Mix Asphaltic Concrete Pavement

المواصفات العامة للطرق والجسور (SORB \R9) وتعديلاتها لسنة 1999 و 2003

أولاً المواد

1-1- الركام : يكون الركام من نوعية متجانسة مكسر الى الحجم المطلوب وتكون مواده بالخواص التالية :

(1) سليمة ، (2) صلبة ، (3) ذا ديمومة ، (4) نظيفة ، (5) خالية من كرات طينية ومن مواد الركام المغلف بالطين والجبسم ، (6) خالية من المواد العضوية ومن اية مواد ضارة أخرى، وتخضع للمتطلبات الواردة في الجدول (99) .

جدول (99) : متطلبات الركام

النسبة المئوية للتآكل الميكانيكي للركام ذو مقاس الأكبر من 2.36 ملم	**الفحص حسب المواصفة AASHTO T96-2002** **للطبقة السطحية 30 حد أعلى** **للطبقة الرابطة 35 حد أعلى** **لطبقة الأساس 40 حد أعلى**
معامل اللدونة	**الفحص حسب المواصفة AASHTO T90-2004 و AASHTO T89-2002 ومهيأ بموجب AASHTO T146-2004** **4 حد أعلى**
المواد الضارة	**الفحص بموجب AASHTO T112 لا تزيد على 3٪ وزناً**

2-1- الركام الخشن : هو الركام المتبقي على منخل حجم 4.75 مم ويتكون من الحجر أو الحصى المكسر ويستخدم للطبقة الرابطة أو السطحية أو من الحجر أو الحصى الغير المكسر أو المركب من الاثنين معاً للطبقة الأساس وبتدرج معين بحيث عندما تمزج مع أجزاء الركام المطلوبة الأخرى والمادة المالئة بنسب ملائمة ينتج مزيج مطابق للتدرج المحدد في الجدول رقم (5) ويخضع للمتطلبات الواردة في الجدول رقم (100) .

جدول (100) : متطلبات الركام الخشن

درجة التكسير	**يجب أن يكون 90٪ على الأقل من المواد المتبقية على المنخل حجم 4.75 مم من النوع المكسر بحيث ان كل قطعة ركام تحتوي على وجه واحد مكسر على الاقل .**
معامل الاستطالة والتسطح	**الفحص حسب المواصفة ASTM D4791-2005 يجب أن لا تزيد نسبة الجزيئات المسطحة والمستطالة عن 10٪ بنسبة (5) إلى (1) للبعد الكبير الى البعد الصغير**
تأكل كيمياوي Soundness test	**الفحص بموجب المواصفة ASTM C88-1999 الركام الخشن عندما يخضع الى (5) دورات في فحص (التآكل الكيمياوي) يجب أن لايكون الوزن المفقود أكثر من 12٪ عند استخدام كبريتات الصوديوم أو 18٪ عند استخدام كبريتات المغنيسيوم**
التغطية والتقشير	**الفحص حسب المواصفة AASHTO T 182-2002 أو المواصفة ASTM D1664 تكون القيمة أكبر من 95٪**

الركام الناعم : هو الجزء العابر من منخل حجم (4.75مم)ويجب أن يكون :

(1) نظيفاً ، (2) خشن الملمس ، (3) ذا أركان حادة ،(4) ذا ديمومة،(5) صلباً (6) خالياً من المواد العضوية أو المواد الغريبة الضارة ،(7) عندما يفحص بموجب AASHTO T176 يجب أن يكون مكافئ الرمل لا يقل عن (45٪) ، (8) في الطبقة السطحية والرابطة يجب أن لا يزيد الرمل الطبيعي المستخدم عن 25٪ من الأجزاء الناعمة المارة من منخل (2.36ملم) .

4-1- المادة المالئة : تتكون من أية مادة من المواد التالية

(1) الحجر الجيري أو أي غبار حجر

(2) سمنت بورتلاند

(3) نورة مطفأة أو أية مادة خاملة

الخواص(1) نظيفة ، (2) خالية من تكتل للأجزاء الناعمة ، (3) جافة وتخضع لمتطلبات التدرج في جدول (3) ، (4) كمية المادة المالئة يجب أن تكون الكمية الضرورية لتكملة متطلبات التدرج في الخلطة المفترضة .

جدول (101) : متطلبات المادة المالئة

معامل اللدونة	4 حد أعلى ، الفحص حسب المواصفة AASHTO T90-2004	
التدرج	حجم المنخل مم	النسبة المئوية العابرة وزناً
	0.600	100
	0.300	100 – 95
	0.075	100 - 70

5-1- السمنت الإسفلتي : يجب أن يكون متجانساً ، خالياً من الماء ، لا يرغو عنـــد التســـخين بدرجة حرارة 180 م^0 مطابقاً للجـــداول (4 ،5) ويكون ناتج من تكرير النفط الخام

جدول رقم (102) متطلبات الإسفلت السمنتي المصنف حسب اللزوجة

الخاصية	صنف اللزوجة		
	AC-40	AC-30	AC-20
اللزوجة في 60 م^0 (بويز)	800±4000	600±3000	400±2000
- اللزوجة في 135 م^0 ،سنتي ستوك (حد أدنى) - الاختراق(10\1)ملم عند 25س100،5غم ،5ثا(حد أدنى) - درجة الاتقاد ، COC ، م^0 (حد أدنى) - الذوبان في محلول تراي كلورو أثليين ٪ (حد أدنى)	400 40 232 99	350 50 232 99	300 60 232 99
الفحص على المتبقي من فحص الصفيحة الرقيقة (بالفرن) - اللزوجة في 60 م^0 ، بويز (حد أعلى) - الاستطالة (سم) عند 25 م^0 ، 5سم \ دقيقة (حد أدنى)	2000 25	15000 40	10000 50

جدول رقم (103) متطلبات الإسفلت السمنتي المصنف حسب الاختراق

الخاصية	صنف الاختراق		
	50-40	60-50	70-60
1- الاختراق (10\1)ملم عند 25 م^0 ،100غم ،5ثا	50-40	60-50	70-60
2- الاستطالة في درجة 25 م^0 ، 5سم \دقيقة(سم)	100<	100<	100<
3- درجة الاتقاد ، م^0	232<	232<	232<
4- الذوبان في محلول ترايكلوروأثيلين(٪)	99<	99<	99<
5- المتبقي من فحص الصفيحة الرقيقة في الفرن			
- الاختراق المتبقي (٪ من الأصل)	55<	53<	55<
- الاستطالة في درجة 25 م^0 ، 5 سم\دقيقة(سم)	25<	40<	50<

6-1- المضافات : يمكن استعمال النورة المطفأة أو أية مواد كيمياوية مضافـــة (مثبتة علمياً) كمواد مانعة للتقشر

النورة المطفأة : يجب أن تكون مطابقة للمواصفة AASHTO M 216-2005

الاستعمال :

1- تضاف بشكل جاف بنسبة 1.5 ٪ من وزن الركام
2- النظام الذي يضيف النورة المطفأة الى الركام في معمل الإسفلت يجب أن يضمن حصول خبط متجانس بحيث لا تضاف كميات كبيرة أو متقطعة.

ثانياً : تركيب المزيج

2-1- مكونات المزيج : يتكون المزيج من (الركام الخشن– الركام الناعم– المادة المالئة – الاسمنت الإسفلتي – المواد المضافة).

2-2- التدرج : يكون المزيج مطابقاً للجدول لاحقاً بحيث لا يتذبذب تدرج الركام على الحد الأدنى لمنخل معين وعلى الحد الاعلى للمنخل التالي.

جدول (104) : متطلبات تدرج مزيج الركام

صنف الخرسانة الإسفلتية	I	II	IIIA	IIIB
استعمال الخلطة	طبقة الأساس	الطبقة الرابطة	الطبقة السطحية	
حجم المنخل مم / أنج	٪ نسبة العابر بالنسبة للوزن الكلي للركام + المادة المالئة			
37.5 / 1.5	100			
25 / 1	100-90	100		
19 / 4\3	90-76	100-90	100	
12.5 / 2\1	80-56	90-70	100-90	100
9.5 / 8\3	74-48	80-56	90-76	100-90
4.75 / رقم 4	59-29	65-35	74-44	85-55
2.36 / رقم 8	45-19	49-23	58-28	67-32
0.3 / رقم 50	17-5	19-5	21-5	23-7
0.075 / رقم 200	8-2	9-3	10-4	10-4
الاسمنت الإسفلتي ٪ (من الوزن الكلي)	5.5-3	6-4	6-4	6-4

ثالثاً : معادلة المزج(Job Mix Formula(J.M.F

3-1-التغايرات المسموحة في المعادلة:التغايرات المسموحة في المعادلة تكون حسب الجدول(7):

جدول (105) : التغايرات المسموحة في معادلة المزج

حجم الركام أو مكونات الخليط	التغايرات٪
الركام العابر من منخل 4.75 مم أو أكبر	٪6 ±
الركام العابر من منخل 2.36ملم-0.3 ملم	٪4 ±
المادة المالئة العابرة من منخل 0.075 ملم (رقم 200)	٪2 ±
نسبة الإسفلت	٪0.3 ±
درجة حرارة المزج	^{0}م 15 ±

2-3- فحص الخبطة الإسفلتية بموجب معادلة المزج : الخلطة الإســـفلتية يجب أن تطابق الخصائص الموجودة في الجدول (106) عندما يتم رصها بـ75 ضربة على كل وجه باستخدام مطرقة مارشال القياسية .

جدول (106) : خصائص الخلطة الإسفلتية

الخاصية	طبقة الأساس	الطبقة الرابطة	الطبقة السطحية
المقاومة ضد الزحف اللدن(ASTM D1559) 75 ضربة لكل وجه			
- قوة ثبات مارشال(KN) (حد أدنى)	5	7	8
- زحف مارشال (مم)	4-2	4-2	4-2
نسبة الفراغات في نماذج مارشال ٪	6-3	5-3	5-3
نسبة الفراغات في الركام المعدني ٪ (حد أدنى)	12	13	14
الضغط في حالة الغمر في الماء بموجب (ASTM D 1075 \2000)			
- دليل القوة المتبقية٪ (حد أدنى)	70	70	70

رابعاً : المعدات المستخدمة

4-1- المعدات بشــكل عام : يجب أن تكون كافة المعدات والمكائن المستخدمة في انجاز العمل أما جديدة أو مستعملة وبحالة جيدة .

4-2- معمـــل مزج الإسفلت Asphalt Mixing Plant : يجب أن يطابق معمل المزج للمواصفتين ASTM D995,ASTM D290 وينتج مزيــج إسفلتي ضمن معادلــة المزج ويكون إما من النوع الوزني أو من النوع الحجمي ذي المزج المستمر .

4-3- معدات الحدل Compaction Equipment : يتم استخدام الحالات التالية :

1- حادلات ذات الإطارات الفولاذيــة الملســاء (Smooth- Steel Wheeled Rollers)

2- الحادلات ذات الإطارات المطاطية المزدوجة

(Multi-Wheeled Pneumatic Tyred Rollers)

3- الحادلات الهزازة Vibrating Rollers

خامساً – تهيئة سطح التبليط

5-1- التهيئة : قبل وضع طبقة الإسفلت على السطح المراد تبليطه يجب أن يكون استوائه عند فحصه بمسطرة بطول 4 م يطابق الجدول رقم (107) لاحقاً :

الطبقة	أقصى فرق في الاستواء
السطحية	6 ملم
الرابطة	10 ملم

5-2- حالات أخرى : في حالة وجود مناطق موضعية غير منتظمة (مستوية) بفرق استواء أكثر من 20 ملم يتم وضع مزيج من الخرسانة الإسفلتية في تلك المناطق وبعـــد الحدل يتم فحص السطح بواســـطة المسطرة (4 م) بحيث يطابق الجدول السابق الذكر .

5-3- السطوح الخرسانية : عنـــــد أكســاء سطح خرساني يتم ملئ مفاصل التمدد والشقوق فيه باستخدام مركب إسفلتي خاص بمليء المفاصل . والذي يجب أن يطابق المواصفة B.S.2499 Class A , Grade I and II

سادساً : الفرش والإنهاء

درجة حرارة المزيج الإسفلتي : درجة حرارة المزيج الإسفلتي عند وضعه في الفارشة يجب أن تكون وفق الجدول رقم (108) لاحقاً

الطبقة	درجة الحرارة
السطحية	130 م^0 (حد أدنى)
الرابطة والأساس	120 م^0 (حد أدنى)

سابعاً – الحدل الموقعي

7-1- نوع الحادلة : يتم حدل كل من الرابطة والسطحية باستخدام حادلات من النوع الموجود في الجدول رقم (109) لاحقاً :

الوزن	نوع الحادلة	عرض الاسطوانة
10000-8000 كغم	حادلات فولاذية Smooth Steel Wheeled Roller	لا يقل عن 45 سم
10000-8000 كغم	Multi- Wheeled Pneumatic-Tyred Roller	-
على أن يتم حدل الوجه النهائي للتبليط بواسطة حادلات فولاذية Smooth Steel Wheeled Roller		

7-2- درجة الحرارة : لا يسمح للحادلة بالتوقف أو المرور على سطح التبليط التي درجة حرارته ما زالت أكثر عن 70 م^0

7-3- فحص نسبة الحدل : يتم قياس كثافة التبليط الإسفلتي بواسطة :

1- قياس كثافة اللباب المأخوذ من الخرسانة الإسفلتية للتبليط وحسب المواصفة AASHTO T166-2005

2- الطريقة النووية وحسب ASTM D2950-2005

ويتم مقارنة هذه الكثافة مع الكثافة المختبرية لنماذج مارشال محضرة بواسطة دق كل وجه من قالب مارشال 75 طرقة وحسب الجدول رقم (110) مايلي :

نوع العمل	نسبة الحدل
1- للطرق الاعتيادية	> 97 ٪
2- لطرق المرور السريع والجسور ومقترباتهم على مسافة 200 م من كل جهة	> 98 ٪

ثامناً – محددات الطقس Weather Limitations

حالة السطح ودرجة حرارة الهواء :

أ – يتم توقف فرش طبقات التبليط بالخرسانة الإسفلتية في الحالات التالية :-

1- وجود مياه متجمعة فوق السطح

2- السطح متجمد

3- السطح مغطى بالجليد او الثلج

4- درجة حرارة الهواء (5 م^0) وتميل الى الانخفاض

5- يكون الجو رطباً ويهدد بالاستمرار بذلك لفترة طويلة

ب – يتم الاستمرار بفرش طبقات التبليط بالخرسانة الإسفلتية عندما تكون درجة حرارة الهواء (5 م^0) وتميل الى الصعود.

ج- عند هبوط درجة حرارة الهواء عن (15 م^0) يجب اتخاذ إجراءات مناسبة للحفاظ على درجة حرارة مزيج الخرسانة الإسفلتية ابتداءاً من نقلها من معمل الإسفلت ولحين فرشها على سطح الطريق بحيث تكون درجة حرارة المزيج الإسفلتي تلائم عملية الحدل.

تاسعاً – نعومة سطح التبليط .

بعد إكمال الحدل النهائي للتبليط يجب أن يكون سطح التبليط ناعماً وان أية تغايرات في السطح تزيد عن الحدود المسموح بها وتؤدي إلى تجمع المياه يجب أن تزال وتفرش طبقة تبليط جديدة محلها على حساب المقاول الحد الأعلى المسموح به لتغاير المقطع العرض (0.4 ±) ٪

عاشراً – سمك طبقات التبليط

يجب اتخاذ الإجراءات التالية في حالة وجود نقص في سمك التبليط وكالتالي :

الجدول رقم (111): نقص في سمك التبليط

النقص في السمك	الإجراءات
أقل من 3 مم	مقبول
أكثر من 3 مم	غير مقبول (بشكل عام)
3- 10 مم	يمكن قبوله مع خصم سعر
أكثر من 10 مم	يتم استبدال الطبقة

حادي عشر – حالة سطح التبليط

يجب أن يتصف سطح التبليط بالخصائص التالية :-

1- متجانس وخشن الملمس
2- غير منفذ للماء
3- المفاصل محدولة بشكل جيد واتصالها بالتبليط القديم يجب أن يكون بشكل جيد أيضا
4- لا يحوي السطح على نزف إسفلتي
5- سطح التبليط يكون مستقراً وخالياً من الأخاديد والفطور والتفتت

ثاني عشر – استوائية سطح التبليط

عمق التبليط : العمق العمودي للتبليط بين أي سطحين للتبليط يجب أن يخضع للجدول رقم (112) التالي :

الطبقة	التفاوت المسموح به
السطحية	± 4 مم
الرابطة	± 6 مم
الأساس	+ 8-20 مم
تحت الأساس	+ 10-20 مم

ثالث عشر : انتظام سطح التبليط

13-1- أن انتظام سطح التبليط بالاتجاه الطولي للطبقة السطحية والرابطة يجب أن يكون خاضعاً للجدول رقم (113) التالي ولمسافة 300م

الانتظامية* / الطبقة	4-5.9 ملم	6-10 ملم
الطبقة السطحية	20	2
الطبقة الرابطة والأساس	40	3

* المقصود بعدم الانتظامية هو التغاير في مستوى سطح التبليط مقاساً بواسطة مسطرة مستقيمة الحافة والمتدحرجة على عجلات. أن عدم الانتظامية التي تزيد عن 10 مم لا يسمح بها.

انتظام تناسق السطح بالاتجاه العرضي : يقاس انتظام السطح بالاتجاه العرضي بواسطة مسطرة بطول 4 م بشكل عمودي على الخط الوسطي للطريق.ويجب أن لا يزيد أقصى تغاير لسطح التبليط تحت حافة المسطرة على 3 مم.

رابع عشر – النمذجة الجدول رقم (114) الاحق

الفقرة	المواصفة
النمذجة في المعمل	وتكون حسب المواصفة AASHTO T168-2003 بحيث تطابق النتائج معادلة المزج
العدد	عدد النماذج تكون نموذج واحد من المعمل الواحد في اليوم الواحد كحد أدنى
النمذجة في الطريق	ويكون حسب المواصفة AASHTO T168-2003
العدد والحجم	عدد النماذج هو اثنان لكل يوم عمل كحد أدنى. حجم كل نموذج يكون محدداً بمساحة 30سم ×30سم أي (900 سم ^{2}) كحد أدنى ويؤخذ بعد الفارشة. أما في حالة أخذ لباب اسطواني فيجب أن يكون طول القطر الأدنى هو 10سم ويجب أن لا يقل عدد اللباب عن اثنين للكيلومتر الواحد من الطريق ويؤخذ معدل السمك للكيلومتر الواحد لغرض قياس سمك التبليط
العمر	يجب عدم تأخير فحص النماذج وذلك لتأثير خواص المزيج الإسفلتي لدى حفظه لفترة طويلة