دروستکردنی ریگای ئەسفەلتی و ئە نجامدانی پشکنینی تاقیگەیی بۆ هەلسەنگاندنی خاك، ئەگریگەیت و قیر

ئەندازیار: احمد وسوو حمد — Engneer: Ahmed Wsoo Hamad
زانکۆی صلاح الدین- اربیل / کۆلیژی ئەندازیاری — Salahaddin University-Erbil/ College of Engineering
بەکالۆریۆس لە بەشی ئەندازیاری شارستانی — Graduated in Department of Civil Engineering
زانکۆی (UTM) / کۆلیژی ئەندازیاری شارستانی — UTM-Faculty of Civil Engineering
ماستەر لە بەشی گواستنەوە و ریگاوبان — Master's degree in Civil- Transportation and Highway
E-mail: ir.eng_ahmed@yahoo.com

چینەکانی ڕیگای ئەسفلتی (Flexible Pavement layers)

پیشەکی (Introduction)

دەکرێت ریگای ئەسفەلتی وا پیناسە بکریت کە پیك دیت لە پینج چین بە شیوەیەکی گشتی و هەندیك جاریش لەوانەیە زیاد بکات بۆ شەش چین یان کەم بکات بۆ چوار چین. چینەکانی ریگای ئەسفلتی پیك دین لەم چینانەی لای خوارەوە:

١. چینی ئەرزی سروشتی یان سەبگرەید (Sub-Grade) چینی سەبگرەید واتە ئەو چینەی دەکەویتە ژیر چینی گرەید (Grade) کە مەبەست لیی ژیر چینی تیکەلەیە . ئەو مو‌ادەی لە چینی تیکەلە بەکاردەهینریت بە شیوەی گرەید پۆلین دەکرێت (Type A, Type B, Type C). چینی سەبگرەید ئەستوریەکەی تا قولی یەك مەتر هەژمار دەکرێت و پیویستە CBR ئەم چینە لە 5% کەمتر نەبیت.

٢. چینی تیکەلە (Sub-base) ئەم چینە دەکەویتە سەر چینی ئەرزی سروشتی یان ژیر چینی بەردی شکاو (Road base/Base-Course). تیکەڵە (Sub-base) واتە چینی ژیرەوەی چینی ئەساسی (Base-Course) . CBR=20%

٣. چینی ئەساس / چینی بەردی شکاو (Road-Base/Base-Course) واتە چینی ئەساسی ریگا یان چینی رئیسی. CBR=80%

٤. چینی لکینراو (Binder-Course) چینی لکینراو، واتە بەستنەوە و لکاندنی پیکهاتەی قیر لەگەل یەکتر. CBR=90-95%

٥. چینی دا پۆشین (Wearing-Course) واتە چینی دا پۆشینی چینەکانی تری ریگای قیری. CBR=100%

لە هەندی ریگادا بە تایبەتی هەندی شوینی ناو ناوچەی دانیشتوان پیویست بە فرشکردنی چینی پینجەم (واتە چینی wearing course) نیە و چینی کۆتایی بە چینی بایندەر کۆتایی دیّت.

بەلام لە هەندی شوینی تایبەت بە رووبەریکی دیاریکراو بۆ گلدانەوە و چۆرانەوەی ئاوی باران بە شیوەی فلتر چینی شەشەم فرش دەکریت (porous layer)

٦. Porous Asphalt/ porous layer ئەم چینە لە هەندی شوینی تایبەت بە رووبەریکی دیاریکراو بۆ گلدانەوەی ئاوی باران بە شیوەی فلتر بەکار دەهینریت . بۆ ئەم چینە قیری بەهیزتر لە چینەکانی (binder course & wearing course) بەکاردیت بۆ مەبەستی زیاتر پیکەوە نوساندنی ئەگریگەیتەکان چونکە ئەم چینە بە شیوەیەك دروست دەکریت کە ئاو هەلبمژیت بۆ ئەوەی لەکاتی باران باریندا ئاوی باران بە سەر رووی جادەکە کۆنەبیتەوە و بچیتە خوارەوەی چینەکە .

ریگای ئەسفلتی پیک دیت لە سێ چین کە دروست دەکرین لە سەر روویەکی ئامادەکراو لە خاکی سروشتی کە لە خوارەوە پیشان دراوە:

چینی تیکەلە (sub-base course): دابەشبونی لۆد، چۆرانەوەی ئاوی باران و بەردەوام دەروازەی ریگایە لە کاتی دروستکردن.

چینی بەردی شکاو (base course/ road base course):چینی سەرەکی بۆ دابەشبونی لۆد

چینی رووی سەرەوە/ پیکهاتەی ڤیری (surface layer) : پیک دیت لە دوو چینی بایندەر(binder course) لە ژیرەوە و چینی ویرینگ (wearing course) لە سەرەوە. پیویستە روویەکی سافی هەبیت بۆ لیخورین، نەهیشتنی هەلمژینی ئاو، بەرگری پیویست لە خلیسکان، بەردەوامی و دابەش بونی لۆدی هاتوچۆکردن بۆ چینەکانی ژیرەوە.

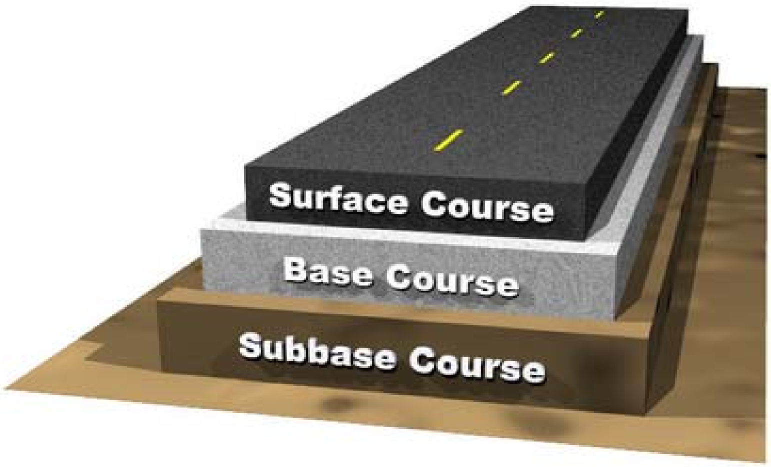


Figure 1 : Basic Flexible Pavement Structure

1. سەبگرەید (sub-grade)

سەبگرەید دەکریت بەشیك بێت لە پرکردنەوە یان خاکی سرووشتی بە قولی یەك مەتر لە خوارەوەی چینی کۆتایی سەبگرەید (کۆتایی ئاستی سەبگرەید). سەبگرەید ئەو چینەیە کە بەکاردەهێنریت بۆ راخستنی موادی چینەکانی دروستکردنی ریگا. ئەو موادانەی کە نەرم یان ناجیگیرن بە زۆر تەربون یان ووشك بوون کوتانەوە کاریان تینکات و نەگونجاون. ئەو گلەی بۆ سەبگرەید (sub-grade) بەکار دیت پیویستە هیزی بەرگەگرتنی گونجاو و جیگیر بیت بۆ هەلگرتنی لۆدی ترافیك و کارتیکردنی کەش و هەوا. ئە فاکتەرانەی کار دەکەنە سەر هیزی بەرگەگرتنی خاك.

- جۆرەکانی خاك- تیکەل لە گل و بەرد (Granular) و گلەچەو (Gravel soils) لە باشترین جۆر و موادی ئەندامی و کاربۆنی لە خراپترینی جۆری خاکن.
- ریژەی شێ- بەرزترین ریژەی شێ بە شیوەی ئاسایی دەست دەکەویت لەکاتی دروستکردندا.
- ریگە و هەولی کوتانەوە- جۆری کۆمپاکتەرەکان و ژمارەی دەورانەکان.

لەناو ئەو پشکنین و تیستانەی بۆ سەبگرەید ئە نجام دەدرێن

1. Loss on ignition (LOI):BS1377: part3:1990

2.Liquid Limit (LL) and Plastic Limit (PL): BS1377: part2:1990

3. Compaction: BS1377: Test 13:1975 (Part 4: 1990)

4. California Bearing Ratio (CBR): : BS1377: Test 16:1975 (Part 4: 1990)

California Bearing Ratio (CBR) Test

ئامانج : بۆ دۆزینەوەی (BC) ی خاك بۆ بەراوردكردنە لەگەڵ هێزی بەرگەگرتنی بەردی شكاوی ستاندارد.

ئەساسیات: پەیوەندیە لە نیوان بنیات نانی لۆد و ڕۆچون، لە كاتی پەستانی هێزەكە روچون دروست دەبێت . لۆدەكان لە ٢,٥ ملم و ٥ ملم دابەش دەبن بە پێی ستانداردی لۆد. بە پیی ئە نجامی شوینەكە ریژەی (CBR) دەزانریت.

هەنگاوەكانی تیستی CBR دوو قۆناغ دەگریتە خۆ :

١. **كوتانەوە بۆ دۆزینەوەی** maximum dry density (MDD) و optimum moisture content (OMC)

٢. **تیستی** CBR **بۆ دۆزینەوەی نرخی** CBR **لە** 95% **ی** MDD **یە.**

٢. تیكەلە (sub-base)

كاری چینی تیكەلە :

- **ڕادەخریت لە ژیر چینی بەردی شكاو و هاوكارە لە دابەش بونی لۆد.**
- **چینی چۆرانەوەی ئاو** (drainage layer)
- **ریكخستنی بەردەم ریگا لە ماوەی دروستكردن** (Temporary access road during construction)
- **پاراستنی سەبگرەید** (protection for sub-grade)
- **چینی جیاكەرەوە (بۆ ڕیگرتن لە تیكەڵ بونی موادی سەبگرەید لەگەڵ موادی بەردی شكاو)** (Separator layer)

بەكارهینانی موادی جۆراو جۆر لە تیكەلەدا :

- **گڵی دەوڵەمەند بە موادی ئاسن و ئەلەمنیۆم** – CBR>20%
- **چەوی شكاو : لە** (Well graded) **جۆری تیكهەلكیشی باش پتەو لە چۆنایەتی لەگەل خۆل بە قەبارەی ٧٥ ملم وە** CBR>30%
- **گڵیكی جیگیر و بەردەوام بەهێز كە** CBR>60%

- ئەو موادانەی کە لە تیکەڵە بەکاردەهینرین پیویستە ئە نجامی پشکنینەکانی (CBR, Liquid Limit, Plasticity Index, Ten Percent Fine value, Los Angeles Abrasion Value and Sieve Analysis) گونجاوبیت لەگەڵ مواصفات.

٣. بەردی شکاو (Road base)

Road base چینی سەرەکیە بۆ هەلگرتنی بار

مواده بەکارهاتووەکانی لەمانەی خوارەوە پیك دین

- Dry Bound Macadam (DBM)
- Wet Mix Macadam (WMM)
- Bituminous Macadam Road-base (BMR)
- Cement Stabilized
- Composite (تیکەل لە پیکهاتەی جیگیر)

1. Dry Bound Macadam (DBM) – پیکهاتەیەکی پیکەوەنەنوساوە و هیزی بەرگەرتنەکەی بەندە بە شیوەی ئنتەرلۆکی تیکەلەکەی . بە دوو چین دروستدەکریت، چینی یەکەم چەوی درشتی قەبارە یەکسانە رادەخریت بە ئەستووری ٧٥-١٠٠ ملم دوای کوتانەوەی. چینی دووەم چەوی وورد پیوەردەکریت بە ئەستوری ٢٥-٥٠ ملم دوای کوتانەوەی لەگەڵ هزاز (Vibratorily) بۆ ریگەدانی لم بۆ پرکردنەوەی بۆشایی نیوان ئەگریگەتەکان. کەلکی ئەم جۆرە بەردی شکاوە کەمی سیگریگەیشن و نزمی نرخەکەی.

٢. Wet Mix Macadam (WMM) – بەردی شکاو لە جۆری لە (Well graded) جۆری تیکهەلکیشی باشو پتەو لە چۆنایەتی وە تیکەڵ کردنی ئاو لەکارگە بە ریژەی %5-2 و گواستنەوەی بۆ شوینی کار و راختستنی. کەلکی ئەم جۆرە بەردی شکاوە کەمی سیگریگەیشن لە ماوەی گواستنەوەی و راختستنی موادی شیدار وە ئاسانی پرۆسەی کوتانەوە. ئەم جۆرە بەردی شکاوە رادەخریت بە ئەستووری 300-200 ملم.

٣. Bituminous Macadam Road-base (BMR) – ئەم جۆرە بەردی شکاوە بەرهەم دەهینریت لە کارگەی بەرهەمهینانی قیر بە تیکەل کردنی چەو، فیلەر، ئەسفەلت بەریژەی (%5-4) . ئەم جۆرە بەردی شکاوە نرخەکەی زۆر بەرزە بەلام دەتوانریت لۆدی سەری باشتر دابەشبیت لە جۆری بەردی شکاوی پیکەوە نەنوساو. وە دەتوانریت بە گشتی ئەستوری چینی پکهاتەی قیری گەرم (Asphaltic concrete) کەم بکریتەوە.

٤. Cement Stabilised Base – بەردی شکاو بە تیکەلکردنی چیمەنتۆی ئاسایی بەریژەی %6-3 لەشوینی کار یان لە روبەریکی دیاریکراو. بۆ باشترکردنی توانای بەرگەگرتن (BC) بە نرخی گونجاو. چینی (Cement Stabilised Base) کوتراوەکە پیویستە ئاورشین بکریت پیش راختستن

٥. Composite- base بە دوو چین دەکریت، چینی ژیرەوە بە موادی پیکەوە نەنوساو دەکریت و چینی سەرەوەش بە موادی پیکەوەنوساو ی هەریەك لە Bituminous Macadam یان Cement Stabilized Base دەکریت.

پێویستە هەموو ماددەکان گونجاو بن لە گەڵ تیستی CBR, Plasticity Index, Aggregate Crashed Value, Flakiness Index, Durability, and Sieve Analysis

٤. چینی روی سەرەوە Surface Layer

چینی سەر زەوی پیك دیت لە دوو چین، ئەوانیش چینی بایندەر (Binder course) لە ژێرەوە و چینی سەرفەیس (Wearing Course) لە سەرەوە. ئەم چینە بە شیوەی چەماوەی قۆقز (camber) دروست دەکرێت بۆ نەمانەوەی ئاو لە سەری وە دروست دەکرێت لە ئەسفەلتیك کۆنکرێت یان تیکەلکردنی تیکەلەی قیری گەرم (HMA). ئەو موادانەی بۆی بەکار دەهێنرین بریتین لە چەو، فیلەرو بیتومین.

١. چینی بایندەر (Binder Course) : لۆدی سەری دابەش دەبیت بۆ سەر چینی بەردی شکاو وە ئامادە دە کرێت بۆ چینی سەرفەیس لە سەری . بەرزترین قەبارەی چەو ٢٨ ملم وە تیکەل دەکریت لە گەڵ بیتومین (bitumen) بە ریژەی 3.5-5.5% .

٢.چینی سەرفەیس (Wearing Course) – چینی کۆتایی ریگای ئەسفەلتی . ئامانج لە دروستکردنی ئەم چینە

١. بەرگری پیویست بۆ خلیسکان (Skid resistance surface)

٢. پاریزگاری لە چینەکانی ژێرەوەی (Protection for underneath layers)

٣. دابینکردنی لیخورینی (سواربونی) باش و سەلامەت (Provide good and safe riding)

٤. هەلگرتنی لۆدی هاتوچۆ (Support traffic loading)

٥. چۆرانەوەی ئاو (Drainage loading)

بەرزترین قەبارەی ئەگریگەیتی بەکار هاتوو ١٤ ملم و تیکەلکردنی لەگەل بیتومین (bitumen) بە ریژەی 4-7%.

پێویستە هەموو موادەکان دەربچن لەو پشکنینانەی پیویستن بۆ ئەگریگەیت, قیری شل و گیراوەی قیر (Mixture).

موادی ریگای ئەسفەلتی (Flexible Pavement Materials)

گیراوەی پیکهاتەی ئەسفەلتی پیکدیت لە تیکەلەی ئەگریگەیت لەگەل لکینەر (Binder) کە قیری شلە (Bitumen) و فیلەر (Filler) کە دەکریّت هەریەك لە چیمەنتۆی ئاسایی یان هایدرەیتید لایم (hydrated lime CA(OH)2) بن.

پیکهاتەی هەر موادیکیان لە خوارەوە رونکراوەتەوە:

١. ئەگریگەت (Aggregate) - پیکهاتەی سەرەکی ریگای ئەسفەلتیە و نزیکەی 93% گیراوەکە پیك دیّنیّت. هیزی بەرگەگرتنی لە تیکهەلکیشی نیوان ئەگریگەیتەکان ئە نجام دەگریّت و هاوکارە بۆ دابەشبونی لۆدەکان لە ترافیکەوە بۆ سەر جادەکە.

٢. قیری شل/ (Bitumen) – لکاندن بۆ پیکەوە نوسانی ئەگریگەیتەکان بەیەکەوە بۆ بارستەیەکی گیراوەی بەهیزتر.

٣. فیلەر (Filler) - پرکردنەوەی بۆشایی نیوان ئەگریگەتەکان و یارمەتی لکاندن و پتەوبون دەدات وە بۆ پەیداکردنی هیز و پتەوی زیاتری گیراوەکە کە دەتوانریت مانەوەی تەمەنی دریژبکات.

ئەگریگەیتەکان (Aggregates)

ئەگریگەیت پیك دیت لە لم، چەو و بەردی شکاوی موادی بنەرەتی لەوانە سروشتی یان دەستکرد. بە ریگەی تیکەکردنی پیکهاتەی قیری گەرم (HMA)، ئەگریگەیتەکان لەگەل بیتومین دەبەسترینەوە بەیەکەوە بە شیوەی موادی لکیندراو. ئەگریگەیت، بەگشتی 92-93% ی کیّشی (HMA) پیکدینیت و 30% نرخی گیراوەی پیکهاتەی قیری گەرم (HMA) پیکدینیت. وە هەروەها ئەگریگەیت خودی خۆی بەکاردەهینریت وەك پیکهاتەی سەرەکی بۆ چینی تیّکەڵە و چینی بەردی شکاو بەکاردەهینریت.

ئەگریگەتی سروشتی و بەرهەم هاتوو (Aggregate Origin and Production)

ئەگریگەیتەکان دەکریت سروشتی بن یان لە کارگە بەرهەم بین. ئەگریگەیتی سروشتی بەگشتی بە ریگەی شکان و ووردکردن لە بەردی گەورەتر دروستدەکریت لە کانەکاندا (Quarry). بەرد زیاتر بە ریگەی شکاندن و تەقینەوە لە کانەکاندا بە پیّی قەبارەی پیّویست و گونجاو

بەرهەم دەهیّنریّت. لە هەندی کانیش دەتوانریّت ئەگریگەیت بشۆریتەوە. بەردی بەرهەم هاتو لە کارگەکان جۆرەکەی پیك دیّت لە بەرهەمی پیشەسازی وەك Slag . (کە کارگەکانی ئاسن بە پرۆسەیك بەرهەم دەهیّنریّت لە پاشماوەی ئاسن، تەنەکە و مس) یان بەردی تایبەت کە بەرهەم دەهیّنریّت لە پارچەی بچوك کەکاریکتری فیزیاییان هەیە لە سرووشت دەست ناکەون (وەك ئەو ئەگریگەیتەی کە کەم کیشن وە چریان نزمە).

سیفاتی فیزیایی ئەگریگەیت (Aggregate Physical Properties)

ئەگریگەیتەکان دەکریت پۆلین بکریت بە پیی بنەرەتیان، رەوشی فیزیایی و کیمیایی . بەرهەمی ئەسفەلتی بەندە لەسەر رەوشی فیزیایی بۆ چۆنیەتی ئە نجامدانی. رەوشی فیزیایی ئەگریگەیت راستەوخۆ لە ئە نجامی رەوشی بنەرەتی و کیمیاییی خۆیەتی.

گرنگترین سیفاتی ئەگریگەیت: Important properties of aggregates

- هیزی بەرگەگرتن/ مقاومة (Strength) - بۆ بەرگری لە شکان، لەت بوون بە لیدان/ تصادم (Impact)، لەماوەی دروستکردن و لۆدی هاتوچۆ
- مانەوە / متانة (Durability) - بەرگریکردن لە ووردبون و جیاکردنەوە لە یەکتر لە ژێر کاریگەری ئاوو هەوا .
- شیوە و رووی پیکهاتەی (Shape & surface texture) یارمەتیدەرە بۆ چونە پال یەکتر، بەرگری لە لووس بوون و خلیسکان، کاریگەری هیزی بەرگەگرتن.
- گونجاوی (Affinity) باش دا پۆشین بە بایندەر
- پەیوەندی چری و هەلمژین (Relative Density & absorption)- روتانەوە و داخوران، کاتی ووشکی، دیزاینی گیراوەی پکهاتەی قیر.
- بەرگری بۆ دا پۆشین (Resistance to wear/ Hardness) - لووس بون لە ژیر هاتوچۆدا، بەرگری لە خلیسکان
- تدرج (Gradation) - جۆرایەتی و هیزی بەرگەگرتنی پیکهاتەی قیری.

بەرزترین قەبارە (Maximum Size)

لانی بەرزی قەبارەی ئەگریگەیت دەتوانێت کاربکاتە سەر HMA و چینی (base/ sub-base) لە ریگای جۆراوجۆر. ناجیگیری لە HMA دا، دەکریت لە ئە نجامی هۆکاری کەمی بەرزترین قەبارەکان بیت، وە لاوازی عملیەی کار و یان سیگریگەیشن (Segregation) دەکرێت لە ئە نجامی هۆکاری زۆری بەرزترین قەبارەکان.

- گەورەترین قەبارە لە چەوی زۆر وورد

گەورەترین قەبارەی بیژنگ هەندێ ئەگریگەیتی تیادا دەمێنێتەوە، بەلأم 10% زیاتر نابیت.

- گەورەترین قەبارەی چەو

بچوکترین قەبارەی بیژنگ کە لە 100% ئەگریگەیتەکە تێدە پەریت.

ئەوە گرنگە بۆ جیاکردنەوەی سەرچاوەی بەرزترین قەبارە یان بەرزترین قەبارەی زۆر بچوك

لە موادی دروستکردنی ریگادا، هەندی زاراوەی تر بۆ ئەگریگەیت بەکاردەهێنرین

- چەوی درشت (Coarse aggregate)- (>2.36mm) ئەگریگەیتی شکاو
- لم (Fine aggregate) - (2.36-75 micron) ئەگریگەیتی شکاوی وورد، لم (رووبار ، کان)
- فیلەری بنەرەتی (Mineral Filler) - (< 75 micron) موادی وورد وەك چیمەنتۆ، ئۆکسیدی کالیسیۆم، و خۆلی ئەگریگەیتی شکاو

پۆلێنکردنی ئەگریگەیت (Aggregate Gradation)

دابەشبون، یان پۆلینکردنی قەبارەی پارچەی ئەگریگەیتەکان ، یەکیکە لە زۆرترین کارەکتەرە بەهیزەکان. لە (HMA) دا، بیژنگکردن یارمەتی دەرە بۆ دۆزینەوەی زۆرترینی لایەنە گرنگەکانی ئەگریگەیت کە بریتین لە پتەوی وتوندی/صلابة (Stiffness)، جیگیری/ثبات (Stability)، مانەوە / متانة (Durability)، کارئاسانی/قابلية التنفيذ (Workability)، نفاذية (permeability)، بەرگریی کردن لە هیلاکبون (Fatigue resistance)، بەرگری لیکخشاندن (frictional resistance) و بەرگریکردن لە زیانەکانی شێ (resistance to moisture damage).

Figure 2 : Aggregate Production Equipment (Stone Crusher)

جۆرەکانی پۆلینکردن (Typical Gradation)

Dense or well-graded

بە پێی تدرجیەکەی نزیکە لە بەرزترین چری.

زۆرترین دیزاینی ریگای ئەسفلتی لە وولاتی ئەمریکا (US) لەم جۆرە چەوە بەکاردەهێریت.

Gap graded

بە پیی تدرجیەکەی، تەنها ریژەیەکی بچوك پارچە ئەگریگەیتی (mid-size range) تیدایە. کرڤی ئەم جۆرە نزیکە لە ئاسۆیی لە گەڵ (mid-size range) ئەم تیکەلانە هاوکارە بۆ دروستبونی سیگریگەشن لە ماوەی راخستن دا.

Open graded

بە پیی تدرجیەکەی تەنها ریژەیەکی بچوك ئەگریگەیتی ووردی تیدایە. ئەم ئە نجامە لە بونی بۆشایی هەواییە چونکە لەوێ دا پارچەی بچوکی پێویست نیە بۆ پرکردنەوەی بۆشایی نیوان پارچە گەورەکان. کرڤی ئەم جۆرە نزیکە لە ئاسۆیی و نزیکە لە سفر لە (Small-size range)

Uniformly graded

بە پیی تدرجیەکەی پیك دیت لە زۆرترین پارچەی قەبارەی مەودا زۆر سنووردار. هەموو پارچەکانی هەمان قەبارەن. کیرڤەکەی لیژ و پرە لە قەبارەی مەودا سنووردار .

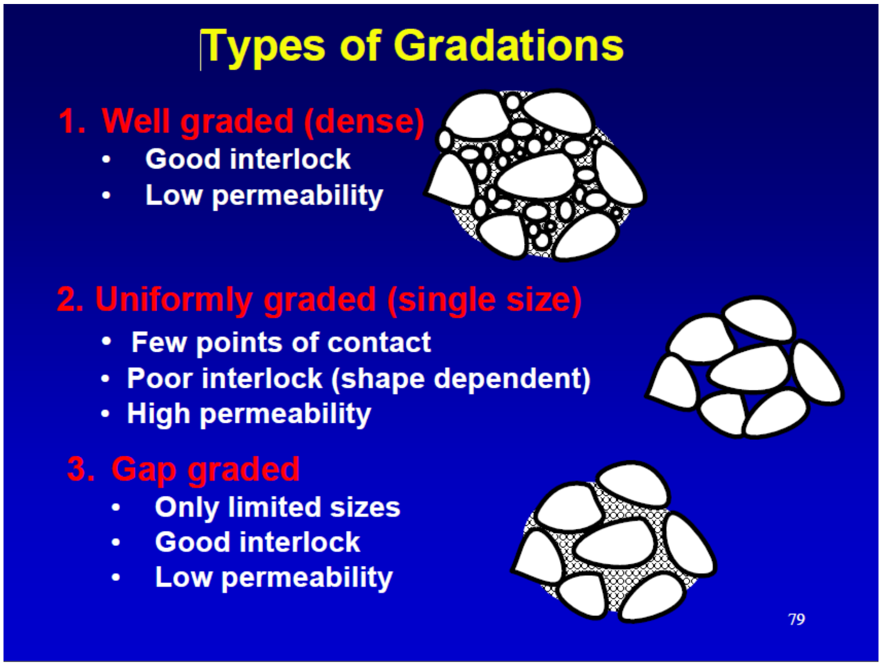


Figure 3 : Types of aggregate gradations

پەیوەندی بەردی شکاو (Road-base) لە گەل چری و ئاستی شێ (Road base Density/Moisture Relationship)

بریتیە لە گۆرانی شیوەی پارچەی درشت و وورد کە لکاندنی موادەکانی چینی بەردی شکاو لەدوای راختن و کوتانەوە بەیەکەوە دەردەخات. موادەکانی چینی بەردی شکاو(Road-base) ، بەیەکەوە دەلکێندرین بە تیکەلکردنی چەوی گونجاو لەگەل موادی وورد هەویری (plasticity **). خاسیەتی ئەم لکاندنە زۆر گرنگە بۆ ئە نجامدانی چینی بەردی شکاو (** Road-base **) وە ئە نجامدانی ئەم کارە پێی دەوترێت بەرزترین پیکهاتەی ئاستی شێ (** Optimum Moisture Content-OMC **) لە موادەکانی چینی بەردی شکاو (** Road-base **).** OMC **بۆ چینی بەردی شکاو بری ئەم شێ یە لە ناو موادەکە، لە هەولی جێبەجیکردنی کوتانەوەی ستاندارد، بەدەستهینانی** MDD **ی موادەکە دەتوانریت ئە نجام بدریت.**

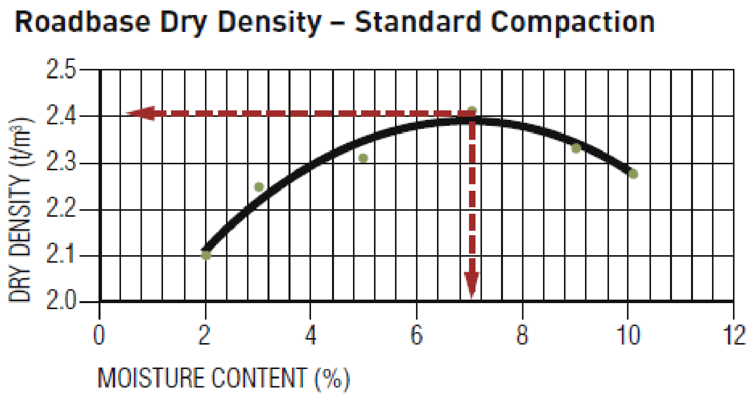


Figure 4 : Max Dry Density (MDD) and Optimum Moisture Content (OMC)

ریگای ئەسفەلتی (Asphalt Pavement)

ریگای ئەسفەلتی واتە فرشکردنی ئەسفەلت کۆنکریت بۆ ریگا. پیکهاتەی قیری کولاّو پیك هاتووە بە نزیکەی 95% ی بەرد، لم یان چەو کە قیری شل (Asphalt Cement-AC) بەیەکیانەوە دەبەستیّتەوە، قیری شل لە نەوتی خاو بەرهەم دیّت. قیری شل (AC) و چەو گەرم دەکرین لیکدەدرین و تیکەل دەبن (Hot Mix Asphalt-HMA) دروست دەبیت. لە ئەنجامدا HMA لە گەلابە باردەکریت و دەگوازریتەوە شوینی راخستن. گەلابەکان HMA رۆدەکەنە ناو هۆپەری ئامیری فاریشە کە دەکەویّتە بەشی پیشەوەی. ئەسفەلت کۆنکریتەکە رادەخریت، پاشان دەکوتەریتەوە بە کارهیّنانی رۆلەری گەورە، کە لەسەر جادەکە لیدەخورریت. بەگشتی دوای ساردبونەوەی جادەکە هاتو چۆی سەیارە ریپیّدراوە.

پیوانەکردن (Measurement)

تەدەرج هەمیشە بە بیژنگ پیوانە دەکریت . لە ئامیری بیژنگ دا، نمونەیەك لە ئەگریگەیتی وشك کە کیشەکەی زانراوە دەخریتە ناو ژمارەیەك بیژنگی تایەت لە گەورەوە بۆ بچوك. لە جیاکردنەوەکەدا، کیشی ئەگریگەیتی ماوە لە هەر بیژنگیك دا کیش دەکریّت. وە بەراورد دەکریّت لەگەل کۆی کیشی ئەگریگەیتە بەکار هاتووەکە. هەر قەبارەیەك لە ئەگریگەیتەکە دابەشی کۆی گشتی دەکریّت بۆ زانینی ریژەی سەدی هەر قەبارەیەك لە ئەگریگەیتەکە بۆ بەراوردکردنی لەگەل مەودای دیاری کراو بە پیی ستانداردی AASHTO ئەنجامەکان دەریدەخەن کە ئەگریگەیتی دابیژراو گونجاوە بۆ بەکار هیّنان یان نا . ئەگەر کیرڤی ئەگریگەتە بەکار هاتووە کە کەوتە ناو هەردوو کیرڤی لانی بەرزی و لانی نزمی، بە پیی مواصفاتی AASHTO دیاریکراوە ، نیشانەی گونجانی چەووکە دەبیت بۆ بەکار هیّنانی لە کارەکەدا.

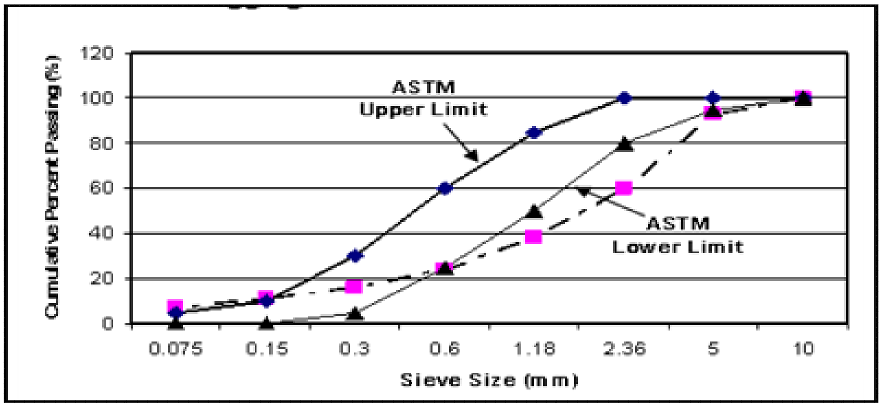


Figure 5 : Relationship between cumulative percent passing of aggregate and Sieve analysis(mm) to find out the target gradation of aggregates

Table 1 : *Standard U.S. sieves,* meeting the requirements of Tex-907-K in the following sizes:

■ 300 ▪ m (No. 50)	■ 600 ▪ m (No. 30	■ 1.18 mm (No. 16)	■ 2.36 mm (No. 8)
■ 4.00 mm (No. 5)	■ 4.75 mm (No. 4)	■ 6.3 mm (1/4 in.)	■ 8.0 mm (5/16 in.)
■ 9.5 mm (3/8 in.)	■ 12.5 mm (1/2 in.)	■ 16.0 mm (5/8 in.)	■ 19.0 mm (3/4 in.)
■ 25.0 mm (1 in.)	■ 31.5 mm (1-1/4 in.)	■ 37.5 mm (1-1/2 in.)	■ 50.0 mm (2 in.)
■ 63.0 mm (2-1/2 in.)			

Test on Aggregate Properties - پشکنین لە سەر سیفەتەکانی ئەگریگەیت

ئاما نجی سەرەکی لە سیفاتی میکانیکی ئەگریگەیت پیویستە

- **زانینی هیزی بەرگەگرتنی ئەگریگەیت لەکاتی رۆیشتن بەسەریدا لە ماوەی کارکردندا**
- **بەرگری پیویست و گونجاو بۆ داخورانی سەر ڕووی ئەگریگەیتەکە لەژێر لۆدی هاتوو چۆدا**

ئەگریگەیت لە دروستکردنی ریگا بەکار دیت. پیویستە هیزی پیویستی هەبیت لە بەرگری شکان لەژێر هاتوچوی لۆدی سەیارەدا. ئەگەر ئەگریگەیتەکان لاواز بن، کاردەکاتە سەر ناجیگیربوونی پیکهاتەی جادەی قیری.

پشکنین بۆ هەلسەنگاندنی سیفەتەکانی ئەگریگەیت (Tests to evaluate aggregate properties)

1. Aggregate Crushing Value (ACV) and Ten Percent Fine Value (TFV)

2. Aggregate Impact Value (AIV)

3. Los Angeles Abrasion Value (LAAV)

4. Soundness

5. Flakiness and Elongation Index

6. Specific Gravity and Water Absorption

7. Coating and Stripping

8. Polishing Stone Value (PSV)

9. Sieve Analysis

١. ACV (BS 812: part 110: 1990)

- **بۆ دۆزینەوەی ریژەی سەدی ئەگریگەیتی**(Aggregate)**ی شکاو به روودانی پەستانی قورسایی** (compressive load)
- **بەکار هێنانی قەبارەی پێوانەیی ئەگریگەیتی بۆ تیپەراندن لە بیژنگی ١٤ملم وە مانەوەی لە بیژنگی قەبارە ١٠ملم. نزیکەی** 3kg **ئەگریگەیت دەکریتە قالبیك** (mould) **بە سیٚ چین و کوتاندنەوەی بە شیشی تایبەت** (rod) **لیٚدانی ٢٥ رۆدە بۆ هەر چینیك. بەکارهێنانی ئامیری کۆمپرێسەر بۆ کوتانەوەی ئەگریگەیت بۆ ماوەی ١٠ خولوك. لەگەڵ زیادکردنی لۆد بە هێواشی لە** 0kg-400kg **. دەرهێنانی ئەگریگەیتەکە لە سیڤی ٢,٣٦ ملم و دۆزینەوەی کیش ئەگریگەیتەکە دابیژراوەکە و هەژمارکردنی** ACV .

$$y = ACV = (\frac{Weight\ pass\ sieve\ 2.36mm}{weight\ original}) \times 100\%$$

٢. TFV (BS 812: part 111: 1990)

- **دۆزینەوەی لۆدی پێویست بۆ شکاندنی ئەگریگەیت بە ریژەی** 10% (10 percent fine)
- **نمونەکە لە سەر شیوەی** ACV **ئامادە دەکرێت، پاشان بە لۆدی پیشبینی کراوەکە دەتوانریت** (ten percent fine) **دەستبکەویت. هەژمارکردنی ریژەی سەدی** fine **ی داواکراو و هەژمارکردنی لۆدی داواکراو. بەکارهێنانی ئەم هاوکیشەیەی خوارەوە بۆ بەدەستهێنانی** fine **لە مەودای ٧,٥-١٢,٥%**

$$TFV = \frac{14\,f}{4+y}$$

کاتیك

f = **لۆدی پیویست**

y = **ریژەی سەدی شکاوەکە**

ACV Apparatus with Metal Measures and Tamping Rods

Figure 6 : Aggregate Crushing Value (ACV) and Ten Percent Fines Value (TFV) BS 812: 110, 111

٣. AIV (BS 812: part 112:1990)

- بۆ دۆزینەوەی ڕێژەی سەدی شکاندن به لۆدی داکوتان (Impact Load)
- ئەگریگەیتێك بەکار دەهێنرێت کە لە بێژنگی ١٤,٥ ملم تێپەڕێت و لە بێژنگە ١٠ملم بمێنێتەوە. ئەگریگەیتەکە لە کۆنتەینەرێك دادەنرێت و بە شیشی تایبەت (rod) ٢٥ جار دەکوترێت. پاشان، ئەگریگەیتەکە ١٥ جار دەکەوێتە ژێر باری لێدان (Impact load)، بەکارهێنی بێژنگی ٢,٣٦ ملم بۆ هەژمارکردنی کێشی شکاویەکە و دۆزینەوەی AIV :

$$y = ACV = \left(\frac{Weight\ pass\ sieve\ 2.36mm}{weight\ original}\right) \times 100\%$$

٤. LAAV (ASTM C: 131-81)

- بۆ دۆزینەوەی ڕێژەی سەدی شکان یان کەمکردنەوە بە هۆی داخوران، هارین، لێدان، و ووردبوون بەهۆی تێکلەل کردن.
- بارستایی (بڕی) (5kg) چەو دەخرێتە ناو عەمبارێکی ئاسنین لەگەل ژمارەیەکی دیاریکراو لە تۆپی ئاسن. ئامێری عەمبارەکە دەخولێنرێتەوە بە خێرایی ٣٣ دەوران لەیەك خولەك دا (33rpm). پاشان، ئەگریگەیتەکە لە بێژنگ دەدرێت(دادەبێژرێت) بە بێژنگی قەبارە ١,٧ ملم و هەژمارکردنی بەم هاوکێشەیەی خوارەوە

$$LAAV = \left(\frac{Weight\ pass\ sieve\ 1.7mm}{weight\ origin}\right) \times 100\%$$

Figure 7: Aggregate Impact Value (AIV)

Figure 8 : Los Angeles Abrasion Value Testing Equipment (LAAV)

٥. Soundness (AASHTO T104)

- **بۆ دۆزینەی بەرگری لە شکان و بچوکبونەوە لە دەوران (گۆڕان) ی کەش هەوا لە شێ وە بۆ ووشکی، گەرم بون، و ساردبونەوە.**
- **ئەگریگەیتەکان بەتەواوی بارگاوی دەبن بەئاویتەبونی سۆدیۆم، سۆلفاتی مەگنیسیۆم بۆ ماوە ١٦-١٨ سەعات. بردنی نمونەیەك و دانانی لە ناو کوورە (Oven) بە پلەی گەرمی 105 °C بۆ ماوەی ١٦-١٨ سەعات. هەمان پرۆسیس دووبارە بکەوە بۆ ٥ دەوران. پاشان نمونەکە بشۆوە و ووشکی بکەوە. نمونەکە دابیبژە و هەژماری بکە بە هاوکیشەیەی خوارەوە :**

FI (BS 812: Section 105.1: 1989) .٦

- بۆ دۆزینەوەی ڕێژەی سەدی ئەگریگەیتەکە ناریکەکان. ئەگریگەیتەکە ناریکەکان پیوانە دەکرین کاتیك ئەستوریان کەمتر بیتە لە ٠,٦ جارانی تیکرای دوریەکانی. ئەو ئەگریگەیتانەی کە پیوانەیان لە نیوان ٦,٣ملم- ٦٣ ملم پیویستە تیست بکرین.
- ئەو ئەگریگەیتانەی کە قەبارە و کیشیان وەك یەکە تۆماردەکرین. هەر ئەگریگەیتیك لە سەر کونیکی دیاری کراو دادەنریت تیدە پەریت، کیشەکەی تۆمار دەکریت ئەو ئەگریگەیتانەی کە بەکونەکەدا تیدە پەرن، بە ئەگریگەیتی ناریك هەژماردەکرین.

EI (BS 812: part 1: 1975) .٧

- بۆ دۆزینەوەی ڕێژەی سەدی ئەگریگەتە دریژکۆلەکان.
- هەر ئەگریگەیتیك دریژیەکەی دەپیوریت، کاتیك ئەستوریەکەی زیاتر بو لە ١,٨ ملم جارانی تیکرای دووریەکانی، ئەو ئەگریگەیتەی کە پیوانەی لە نیوان ٦,٣ ملم- ٦٣ ملم پیویستە تیست بکریت.
- ئەو ئەگریگەیتەی کە قەبارە و کیشیان وەك یەکە تۆماردەکرین. هەر ئەگریگەیتیك لە سەر کونیکی دیاری کراو دادەنریت و کیشی ئەو ئەگریگەیتە تۆمار دەکریت کە بەکونەکەدا تینا پەرن (دەمیننەوە) .ئەگریگەیتە ماوەکە لە کونەکە بە دریژکۆلە هەژمار دەکریت.

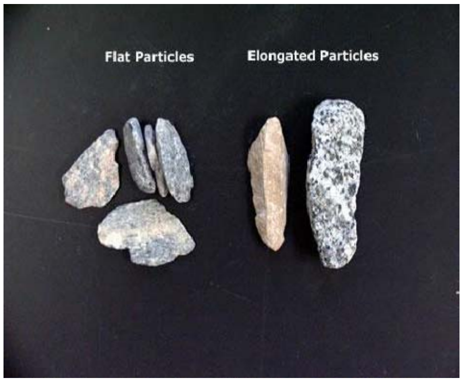


Figure : Flat and Elongated Particles of Aggregate

Figure : Flat , Elongated, and cubic Particles of Aggregate

٨. SG and WA (BS 812: part 2 :1975)

- دەتوانریت بەکار بهینریت بۆ دیاریکردنی هیزی بەرگەگرتن   پۆرۆسیتی چەوەکە. بەرزی سپیسیفیك گرافیتی لە ئەگریگەیت واتە بەرزی هیزی بەرگەگرتن. بەرزی رادەی هەلمژینی ئاو، پیشبینی دەکریت ئەگریگەتەکە پیویستی بەکاتی زۆر دەبیت بۆ ووشك بونەوە بەدریژایی پرۆسەی تیکدان وە دەتوانیت ریژەیەکی زۆر ئەسفلت هەلبمژیت کە لە ئە نجامدا نرخی بەرهەم هێن بەرزتر دەبیت.
- ئەگریگەتەکە بۆ ماوەی ٢٤ کاژیر لە ئاودابیت، وە پردەبیت لە دلۆپەی ئاو. کیشانی و تۆمارکردنی(C) . دەرهێنان ووشککردنەوەی ئەگریگەتەکە بە خاولیەکی شیدار وە کیشکردنی (B). پاشان ئەگریگەتە کە بخریتە ناو فرن (Oven) بۆ ماوەی ٢٤ کاژیر بۆ ووشکبونەوەی و کیشکردنەوەی (A).

$$SG_{bulk} = \left(\frac{A}{B-C}\right)$$

A = کیشی ئەگریگەیتەکە بە وشکی

B = کیشی ئەگریگەیتەکە بە تەری

C = کیشی ئاوەکە

WA = ریژەی هەلمژینی ئاو (Water Absorption-WA)

SG_{bulk} = چری (Specific Gravity)

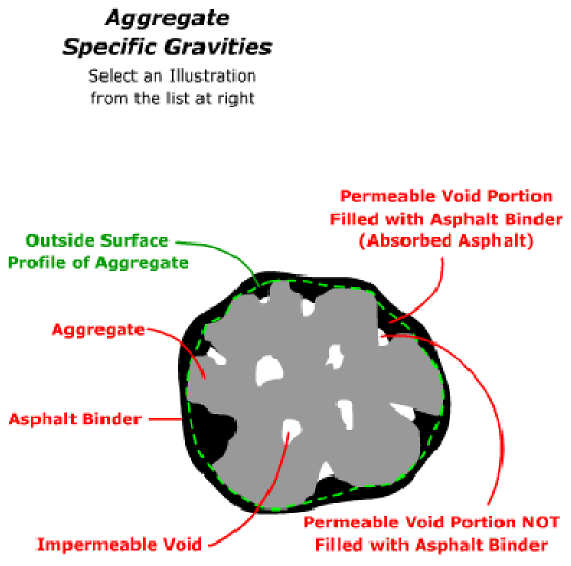


Figure 9 : Aggregate Specific Gravity

Coating and Stripping (AASHTO T: 182) .٩

- بۆ دۆزینەوەی رادەی پێکەوە نوسانی ئەسفلت (bitumen) و ئەگریگەیت (Aggregateبە کارتیکردنی ئاو
- لیرەدا دوو جۆر ئەگریگەت هەیە (Hydrophilic and Hydrophobic). ئەگریگەتی Hydrophilic زەحمەتترە بۆ دا پۆشین بە بەراورد لەگەل ئەگریگەتی Hydrophobic.

  [Hydrophilic: having an affinity for water
  Hydrophobic: lacking attraction for water]
- ئەگریگەیت و بیتومین گەرم دەکرین و لیکدەدرین. ئەگریگەیتی دا پۆشراو بە ئاو بۆ ماوەی ١٦-١٨ کاژیر پردەبیت لە دلۆپی ئاو. دۆزینەوەی رووبەری رووی دا پۆشراو بە ئاو ئەگەر زیاتر یان کەمتر بیت لە 95%.

PSV (BS 812: Part 114: 1989) .١٠

- ئەم پشکنینە (Test) تەنها بۆ ئەو ئەگریگەتە دەکریت کە لە چینی سەرفەیس (Wearing Course) بەکار دێت. PSV بەرگریکردنی ئەگریگەیت لە لووس بوون نیشان دەدات لە ژێر کاری هاتوچۆ . لووسبونی ئەگریگەیت کاردەکاتە سەر بەرگریکردن لە خلیسکان لەسەر رووی ریگای ئەسفەلتی
  ئەم تیستە بە سێ قۆناغ دەکریت:

١. ئامادەکردنی نمونە (Sample Preparation)
سێ سێت نمونە دەبیت ئامادەبکرین هەر سێتیك لە چوار نمونە پیك دین. هەر نمونەیەك پیویستە ٣٥ بۆ ٥٠ ئەگریگەیت بیت بە قەبارەی ١٠ملم. گیراوەی چیمەنتۆ و لم (cement mortar) بەکار دیت بۆ لکاندنی ئەگریگەیتەکان بەیەکەوە. دوو نمونەی تایبەت بەکاردەهینریت لە ئەگریگەیتی (Criggion Quarry). نمونەکان پیویستە ئاوبدرین پیش ئەنجامدانی تیستەکە.

٢. (Sample Polishing)

٣. پیوانەکردنی بەرگریکردن لە خلیسکان (Measuring skidding resistance)
ئامیری (British Pendulum Tester) بەکاردیت بۆ دۆزینەوەی بەرگریکردن لە خلیسکانی ئەگریگەیت. سلایدی پلاستیکی و سەررووی نمونەکە پیویستە پیش پشکنین تەربکرین. پاندۆلەکە ئازادانە دەجوڵیت و بەرگری خلیسکان تۆمار دەکات. پینج جار دووبارەی دەکەینەوە و تیکرای خوێندنەوەی سێ جاری کۆتایی وەردەگرین. تیستی PSV نرخی گۆراوی خلیسکان دەدۆزێتەوە.

Figure 10 : Modified British Pendulum skid resistance tester.

١١. بیژنگی تاقیکردنەوەی پۆلینکردن Sieve Analysis (BS 1377: Part 2: 1990)

لەناو بیژنگی تاقیکردنەوەدا، نمونەیەك لە ئەگریگەیت كە كیشەكەی زانراوە جیادەبنەوە لەناو كۆمەلیك بیژنگدا بۆ ناوبیژنگی كون بچوكتر. كە جیاكرانەوە ئەگریگەیتە ماوەكان لەناو هەر بیژنگیكدا كیش دەكریت وە بەراورد دەكریت لەگەل كۆی كیشی گشتی نمونەكە. هەر قەبارەیەك دابەشدەكریت. پاشان ریژەی سەدی كیشی ماوەی ئەگریگەتەكە لە هەر بیژنگیك دا دەردەكەوێت. ئە نجامەكە بەشیوەی گراف یان خشتە پیشان دەدریت.

Figure 11 : The standard gradation and sieve analysis test
(Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates)

Figure 12 : Set of Sieves

قیری شل (Bitumen/Asphalt)

ئەسفلت یان بیتومین قاوەییەكی تۆخی مەیلە و رەشە، ئاستی پیكەوەنوسانی بەرزە، هایدرۆكاربۆنی بەرهەم هاتوو لە پیكهاتەی نەوتی بەسەریەكدانیشتوو. ئەم پیكهاتەیە دەكریت بە شیوەی سروشتی پەیدا بیت لە ئە نجامی قیری دەریاچەكان ، یان پەیدابیت

لە نەوتی بالاوتەکان لە بەکارهێنانی نەوتی خاو. 85% ی کۆی گشتی ریگا و شارێ کان بە جادەی ئەسفەلتی دروست دەکرێن. لە گیراوەی قیری کولینراو (Hot Mix Asphalt-HMA)، سیفەتی قیری شل وەك هەلنەمژینی ئاو(Waterproof)، بەگەرمکردن شلدەبیت و بەساردکردنەوە توندد‌ەبیت (Thermoplastic)، لاستیکی و پیکەوەلکان (Viscoelastic adhesive). بە پێی کیش، قیری شل بە گشتی بەریژەی 4-8% ی کیشی گیراوەی قیری کولیندراو (HMA) هەژمار دەکرێت. وە 25-30% ی کۆی نرخی (HMA) هیکلی جادەیە کە بەندە بە جۆر و بری هیکلی جادەی قیرەکە. هەروەها، لە کارگەی موادی قیری دا asphalt emulsions، asphalt cutbacks و foamed asphalt بەکاردەهینرین.

ئەسفلت سێمێنت/ قیری شل (asphalt cement) بەکاردیت بۆ ئامادەکردنی HMA وە کاری فرشکردن. وە هەروەها دەتوانین زاراوەی (Asphalt binder) بەکاربینین. مادەی سەرەکی لکاندنی HMA چونکە (Asphalt binder) پیکدیت لە قیری شل (asphalt cement) وەهەروەها زیادکردنی هەر مادەیەك بۆ بەهیزکردنی سیفاتی قیری شلی بنەرەتی (original asphalt cement properties).

سیفاتی فیزیایی قیری شل (Asphalt physical properties)

دەتوانین ئەسفلت پۆلین بکەین بە پێی پیکهاتەی کیمیایی و سیفاتی فیزیایی. سیفاتی فیزیایی ئەسفلت راستەو خۆ لە ئە نجامی پیکهاتەی کیمیاییەکەیەتی.

Table 2: Chemical Composition of the Bitumen

Composition	Content%
Carbon	80-85%
Hydrogen	10%
Sulphur	1-5%
Nitrogen	1%
Oxygen	<1%

گرنگترین سیفەتە فیزیایەکانی قیری شل

١. مانەوە (Durability) / مانەوە بریتیە لە پیوانەکردنی گۆرانی سیفاتی فیزیایی قیری شل لەگەل بەسالاچون. بە گشتی، بە پیی تیپەربونی کات قیری شل رادەی پیکەوەنوسانی زیادەکات وە هەروەها رەقتر وە ریژەی شکانی زیاد دەکات بەبێ ئەوەی بکشیت.

٢. Rheology / ریۆلۆجی بریتیە لە لیکۆلینەوە لە گۆرینی شیوە و جۆلەی بیتومین بە هۆی کارتیکردنەوە. گۆرینی شیوەی جۆلەی بیتومین لە پیکهاتەی قیری گەرمکراودا (HMA) زۆرگرنگە لە کاری راخستنی (HMA). شیوە و جولە لە راخستنی (HMA) زۆر زۆر دەکریت هەستیار بیت بۆ دروستبونی (Rutting and bleeding) وە هەروەها زۆر رەقبونی دەکریت هەستیار بیت بۆ (Fatigue cracking).

٣. **سەلامەتی** (Safety)

قیری شل وەك زۆرترین مادەکانی تر، دەبێت بەهەلم کاتێك گەرم دەبێت. لە پلەی گەرمی زۆربەرزدا ( ) قیری شل دەتوانێت ئازادانە هەڵی پێویست زیادبکات. هەڵەکە یەکسەر لە سەروی قیری شلەکە بۆ خالی گرگرتن دروست دەبێت کاتێك گری ئاگرەکە کلپەدەگرێت. ئەمەش پێی دەگوترێت خالی گرگرتن (Flash point) . **بۆ هۆکارەکانی سەلامەتی، خالی گرگرتنی قیری شل تێستی بۆ دەکرێت و کۆنترۆل دەکرێت.**

٤. **خاوێنی** (Purity)

قیری شل، کە بەرکاردێت لە راخستنی پێکهاتەی قیری گەرم (HMA) **پێویستە پێکبێت لە زۆرترین قیری ساف و پاك. قیری شلی پیس چالاك نیە بۆ پێکەوە نوسانی پێکهاتەکان و دەکرێ زیان بە دروستکردنی ئەسفلت بگەیەنێت.**

سیستمی پۆلێنکردن (Grading systems)

قیری شل بە پێی جۆرەکانی پۆلێن دەکرێت بۆ یەك یان زۆرتر لە سیستمی پۆلێنکردن بە پێی کاراکتەری فیزیاییان. مەودای ئەم سیستمانە لە سادەوە بۆ ئالۆزترە و هیمایەکەلە گەشەکردنی توانای کاراکتەری قیری شل. لە جیهاندا (Penetration Grade, Viscosity Grade, and Performance Grade PG) **بەکاردێت. ئەمرۆ لە زۆرترین شوێن (زۆربەی ولاتان) پلانیان هەیە بۆ بەکارهێنانی** (Super pave PG system).

Penetration Grade .١

ئەم گرەیدە سەرچاوەدەگرێت لە بەکارهێنانی یەك نیدلی ستاندارد (a standard needle) **بە کێشی** 100g **لە ماوەی ٥ چرکەدا لە پلەی گەرمی** 25°C **کە بە قیری شلدا رۆدەچێت کاتێك دەخرێتە سەر قیرەکە لەناو یەك کۆنتێنەری تایبەت. ئەم تێستە سادە و ئاسانە بۆ ئە نجامدان. هەلبژاردنی گرەیدی قیری شل بۆ بەکار هێنان ، بەندە لەسەر پلەی گەرمی هەر ناوچەیەك. بۆ ئەو شوێنانەی پلەگەرمیان نزمە واتە ساردن، گرەیدی بەرزتر واتا قیری نەرمتر بەکاردێت. وە بۆ ئەو شوێنانەی کە گەرمن، گرەیدی نزم واتا قیری پتەو بەکار دێت. مەودای نرخی رۆچونی نیدل** Penetration Grade **لە** 40-300 pen **کە مەوداکەی بە ملیمەتر دەکاتە ٤-٣٠ ملم. کە بەگشتی دابەش دەبێت بەسەر پێنج جۆر گرەید** (40/50, 60/70, 80/100,120/150, 200/300)

Viscosity Grade .٢

قیری شل وەك (penetration Grade) **پیوانە دەكرێت بەلام لە پلەی گەرمی** (60°C = 140°F-135°C=275°F).

ئیستەكە، دەتوانریت ئە نجام بدریت لە سەر قیری نوێ (AC) **كە مەوداكەی** (2.5-40) **یان لەسەر قیری بە تەمەن** (AR). **كە مەوداكەی** (1000-16000) **بە پیی ستانداردی** ASTM **ڤیسكۆسیتی بە پۆیس** (poises(cm-g-s=dyne-second/cm^2) **پیوانەدەكریت یان** (poises/10) . **گرەیدی ڤیسكۆسیتی بریتیە لە**

Table 3 : AASHTO M 226 and ASTM D 3381 Viscosity Grades

Standard	Grading based on Original Asphalt (AC)						Grading based on Aged Residue t (AR)				
AASHTO	AC-2-5	AC-5	AC-10	AC-20	AC-30	AC-40	AR-10	AR-20	AR-40	AR-80	AR-160
ASTM	AC-2-5	AC-5	AC-10	AC-20	AC-30	AC-40	AR-1000	AR 2000	AR 4000	AR 8000	AR 16000

Note: AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials)
ASTM (American Society for Testing and Materials)

ئەم گرەیدەی قیری شل باشترە بەلام لە پلەی گەرمی نزمدا تیستی بۆ ناكریت (چونكە لە پلەی گەرمی نزم دا ئتوانریت سپیندلە بچیە ناو قیرەكە و بسوریتەوە لەناوی دا بە خیرایی 20rpm **بەلام لەگەل بەرزبونەوەی پلەی گەرمی سبیندلی ئامیرەكە دەس بە سوراندنەوە دەكات و تا پلەی گەرمی زیاد بكات نرخی ڤیسكۆسیتی كەم دەكات بە یەكەی پۆیس** (P) **یان سەنتی پۆیس** (CP))

Super pave Performance Grading (PG) System .٣

Super pave Performance Grading (PG) System **ئەم گرەیدەی قیر بەشیك وە گرەیدیكی نوێیە لە قیر شل. لەسەر ئەو بۆچونە بناغە دەگریت كە سیفاتی قیری شل لە پیكهاتەی قیری گەرم پیویستە پەیوەست بیت و بكەویتە ژیرئەو حالەتەی كە بەكاردەهینریت. بۆئەم گرەیدەی قیری شل حالەتەكانی كەش و هەوا رەچاودەكریت و هەروەها بە باشی لە تەمەنی دا بەدیدەكریت. لەبەرئەوە،** (PG) System **بەكاردیت لە وەرگرتنی چەندین تیست. (وەك** **Penetration Grade, and Viscosity Grade system**) **بەلام بە دیاریكراوی ئەو بەشەی قیری شل پیویستە لەو تیستانە دەربچیت كە بەندن لەسەر پلەی گەرما و كەش و هەوای ئەو شوینەی كە تیایدا بەكار دەهینریت. لەبەرئەوە، ئەو قیرە شلەی كە لە هاوای (ستەیتیكە لە ئەمریكا) بەكار دیت جیاوازە لەگەل ئەو قیرە شلەی كە لە بەكاردیت لە ئالاسكا.**

لە Super pave Performance Grading (PG) System **دوو ژمارەی پلەی گەرمی بەكاردین، یەكەمیان لە تیكرای حەوت رۆژ بەرزترین پلەی گەرمی ریگای قیری بە پلەی سەدی و دووەمیان دەبیت لە نزمترین پلەی گەرمی ریگای قیری بە پلە سەدی دەبیت. بۆ نمونە** (PG 64-16) **تیكرای حەوت رۆژ بەرزترین پلەی گەرمی** 64°C **وە نزمترین پلەی گەرمی چاوەروانكراوی ریگای قیری** -16°C **دەبیت. ئەم دوو پلەی گەرمیە هی جادە قیریەكەیە نەك ئاو و هەوای شوینەكە. واتە ئەم گرەیدەی قیری شل لە** (PG) System **دەتوانیت تا پلەی گەرمی** 64°C **بەرگری لە دروستبونی رۆچون** (Rutting) **لە ژیر لۆدی تایەی سەیارە بكات كە بەهۆی**

بەرزبونەوەی پلەی گەرما دروست دەبێت وە تا پلەی گەرمی ‎-16°C‎ ژێری سفر بەرگری لە دروست بونی درزی هیلاکی (Fatigue Cracking) بکات کە بەهۆی تەمەنی جادەی قیری لە پلەی گەرمی نزم دا روودەدات. وە جیاوازی هەر گرەیدیك 6°C (بۆ نمونە 64, 70, 76, 82°C) کە تائیستا بەرزترین گرید 82°C وە هەمیشە لە ناوچەیەکی گەرم پلەی گەرمی قیرەکە زیاترە لە پلەی گەرمی ئاوو هاواکەی ئەو شوینە. بە پیچەوانەوە، هەمیشە لە ناوچەیەکی سارد پلەی گەرمی قیرەکە کەمترە لە پلەی گەرمی ئاوو هەوای ئەو شوینە.

پشکنین لەسەر سیفاتی قیری شل

هەر گرەیدیك لە قیری شل(Bitumen) سیفاتی تایبەت بە خۆی هەیە بۆ دۆزینەوەی سیفاتی قیرە شلەکە.

١. Penetration Grade

ئەو تیستانەی لە Penetration Grade بەکاردێن

- Penetration Test
- Softening Point Test
- Ductility Test
- Flash and Fire Point Test
- Thin Film Oven Test
- Viscosity Test
- Loss on Heating
- Specific Gravity
- Solubility Test

١. Penetration Test (AASHTO T 49-84)

ئەم تیستە لە سەر یەك نیدلی ستاندار بناغە دەگریت کە بە نمونەی قیرەکەدا رۆدەچیت کاتیك بە کیشی ١٠٠غم لۆد دەخریتە سەری لەماوەی ٥ چرکەدا، لە پلەی گەرمی ٢٥ پلەی سەدیدا. (یەك یەکەی پینیترەیشن یەکسانە بە ٠,١ملم رۆچوون بە قیرەکەدا بە هەمان نیدل). بۆ ئەو ناوچانەی کە ساردن، قیری نەرمتر بەکاردیت. وە بۆ ئەو شوینانەی کە گەرمن، قیری پتەو(رەقتر) بەکار دیت بۆ دروستکردنی ریگای قیری.

Figure 13 : Penetration test **Figure 14:** Penetration test

٢. Softening Point Test (AASHTO T 53-84)

ئەم تیستە بەکار دەهینریت بۆ زانیی نزمترین پلەی گەرمی کە پیویستە بۆ نەرمبونەی قیرەکەو لیکەوتنی بە پلیتی ژیرەوە. نزیکەی ٥ غم قیر دەخریتە ناو دوو حەلقەوە و پاش کاتیکی دیاری کراو دادەنرین لەناو *قاعیدەیەکی تایبەتی* ئاسن و دەخرینە ناو کەمولەیەکی شووشە کە ئاوی ساردی (5°C) تیدایە بۆ ماوەیەکی دیاریکراو دادەنریت. یەك گەرمی پیو پیویستە لە ناو کەمولەکە دابنریت بۆ پیوانەکردنی پلەی گەرمیەکە. ئینجا کەمولە شوشەییەکە دەخریتەسەر هیتەریکی ئەلیکترۆنی و ماوە ماوە پلەی گەرمی زیاد دەکریت . ئاوی ناوکەمولەکە کەم کەم گەرمتر دەبیت . وە دەبینریت قیری ناو رینگەکان دەست بە جولە دەکات بۆ خوارەوە و تۆل دەکات. کاتیك قیرەکە بەر پلیتی قاعیدە ئاسنەکە کەوت ، یەکسەر پلەی سەدی گەرمی پیوەکە تۆماردەکەین بۆ هەردوو نمونەی قیرەکە و کارەکە دەوەستینین.

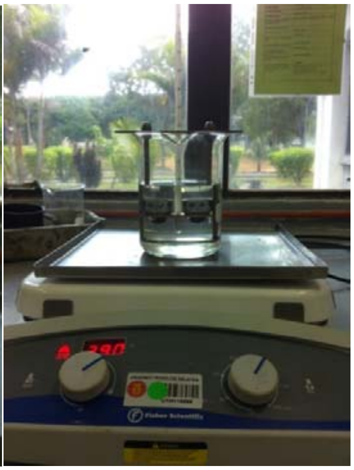


Figure 15: Softening point test **Figure 16 :** Softening point test

٣. Ductility Test (AASHTO T 51-86)

ئەم تیستە بەکار دیت بۆ دۆزینەوەی رادەی کشان ی قیری شل. نمونەی پیری شل رادەکیشریت بەخیرایی (ریژەی ٥ سم/ خولوك (5cm/min.) لە ناو ئاودا بە پلەی گەرمی ٢٥ پلەی سەدی. کاتیك لەراکیشاندا قیرەکە دەپچریت دریژییەکەی تۆمار دەکریت . بەم تیستە دەتوانریت پیشبینی توانایی قیرەکە بکریت بۆ دروستبونی درز.

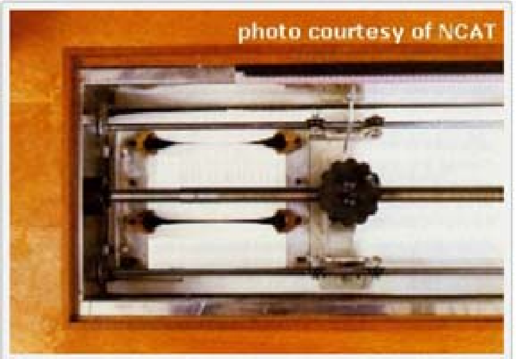


Figure 17: Ductility test

Figure 18: Ductility Samples

٤. Flash and Fire Point Test (AASHTO T 48-84)

ئەم تیستە دەکریت بۆ ئەوەی بزانریت لە چ پلەیەکی گەرمی، قیری شل دەست دەکات بە تیشك و گرگرتن. ئەمە بە ئاراستەی سەلامەتی زیاترە لە کارگەدا. کارەکە بە گەرمکردنی گەرمی پیوی ناو قیری شل(bitumen)ەکە بەکار هینانی ئاگریك کە لە دەوری گەرمی پیوەکە جولەی پیدەکریت. کاتیك بینرا کە قیرە شلەکە ئاگر دەگریت یەکسەر پلەی گەرمی ناو گەرمی پیوەکە تۆمار دەکەین و دەبیت بە خالی گرگرتن. نزمترین نرخی خالی گرگرتن (Flash point) بە pensky mortens method ١٧٥ پلەی سەدیی بۆ هەموو گرەیدەکانی قیری شل

Figure 19 : Flash point test

Figure 20 : Flash point test when bitumen start to flash

Thin Film Oven Test (AASHTO T 179-83) .٥

- بۆ هەلسەنگاندنی تەمەنی بەسەر چووی قیر لە ماوەی تیکەلکردنی لە کارگە
- ئە نجامدەدریت بە ٥٠ غم نمونەیەك لە قیری شل وە دادەنریت لە ناو بۆریەکی (بوتل) لوولەی بنکە تەخت. قولی قیری ناو پان (بوتل) مکە نزیکەی ٣ ملم دەبیت.   پانەکە بە قیرەوە دەگوازریتەوە بۆ قاعیدەیەك (shelf) لە ناو فرن بە پلەی گەرمی ١٦٣ پلەی سەدی (163°C). شیلفەکە دەسورینریتەوە بە ٥-٦ خول لە یەك خولەك دا و نمونەکە لەناو فرنەکە دەمێنیتەوە بۆ ماوەی پینج کاژیر.
- پاشان قیرەکە لە فرنەکە دەردەهێنریت و دەخریتە ناو کۆنتەینەریکەوە بۆ پیوانەکردنی (penetration or viscosity) ی قیرە تەمەن بەسەر چووەکە.

Figure 21: Thin Film Oven

Viscosity Test (AASHTO T 202-84) .٦

بۆ دۆزینەوەی بەرگریکردنی لە جولانی قیرەکە بە هۆی شل بوون.

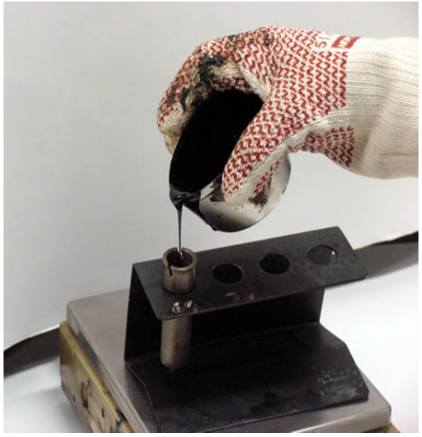


Figure 22 : Pouring a RV sample into the sample chamber.

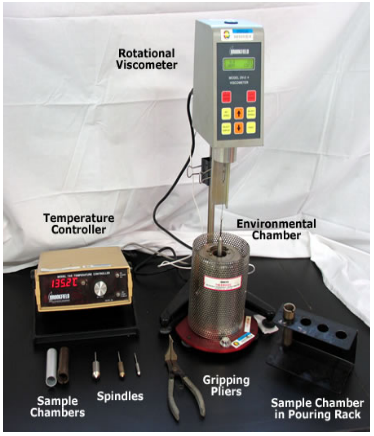


Figure 23: Major RV equipment.

٧. Loss on Heating (AASHTO T 47-83)

بۆ دۆزینەوەی کیشی وون بووی قیرەکە بەهۆی گەرم کردنەوە. نموونەکە دەخریتە فرنەوە لە پلەی گەرمی ١٦٣ پلەی سەدی و دەخولینریتەوە بۆ ماوەی پینج سەعات. کیشی ونبوو دوای تیستەکە دەدۆزریتەوە.

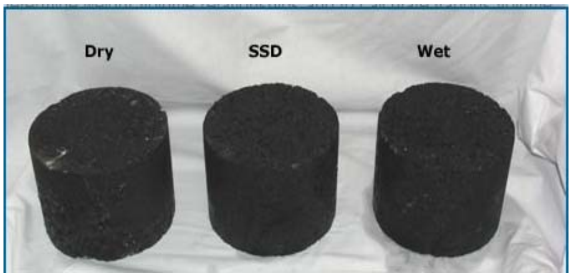
A = کیشی بوتلەکە بە بەتالی   B = کیشی بوتلەکە بە فیرەوە پیش تیست کردنی
C = کیشی بوتلەکە بە فیرەوە دوای تیست کردنی

$$L = \frac{C-A}{B-A} \times 100\%$$

Figure 24: Loss on Heating

٨. Specific Gravity (AASHTO T 228-85)

- بریتیە لە بارستایی قیرەکە لە پلەیەکی گەرمی زانراودا بۆ بارستایی یەکسانی قەبارەی ئاو لە هەمان پلەی گەرمی دا
- بەکارهێنانی ریگای پیکنۆمیتەربۆ دۆزینەوەی (SG) ی قیری شل



Figurer 26: HMA samples in three conditions

Figure 27: SSD Method

Solubility Test (AASHTO T 44-85) .٩

- بۆ دۆزینەوەی پاکی و بێ خەوشی قیری شل
- نمونەیەك لە قیری شل بە کیشی زانراو تواوە لە ناو trichloroethylene (chemical compound) وە بپالیوریت لە ناو پارچەیەك فایبر گلاسی نەرم دا. (a glass fiber pad)
- مادده نەتواوەکە دەمینیتەوە لەسەر پارچە نەرمەکە دەشوریت، ووشك دەکریتەوە و کیش دەکریت. مادده نەتواوەکە پیسی لە ناو نمونەی قیرەکەدا دروست دەکات.

بەهیز کردنی قیری شل (Asphalt Binder Modifiers)

هەندێ گرەید لە قیری شل پێویست بە بە هیزکردن هەیە بۆ ئەوەی بگاتە رەوشی ئەندازیاری. کارکردن لەسەر بەهیزکردنی قیری شل چەندین سال لەمەو پیش ئە نجام دراوە. ئەمرۆ لە بازاردا ژمارەیەکی زۆر لەو ماددانە دەست دەکەویت کە بۆ بەهیزکردنی قیری شل بە پێویستن. سودەکانی بەهیزکردنی قیری شل دەتوانیت تەنها تیگەیشتنە بۆ ئاگاداربون لەسەر هەلبژاردنی مادده بەهیزکەرەکە، هەموو مادە بەهیزکەرەکان گونجاونین بۆ بەکارهێنان. بەگشتی، قیری شل پیویستی بە بەهیزکردن هەیە بۆ بەدەستهێنانی چەند جۆریکی باشتر

- زیادکردنی سیفەتی لاستیکی لە ناو پلەی گەرمی نزم دا
- باشتر بەرگریکردن لە خزین لە ناو پلەی گەرمی بەرزدا
- باشتر بەرگریکردن لە گۆرینی شێوە لە ناو پلەی گەرمی بەرزدا
- باشتر بونی حالەتی پیکەوە نوسان لەگەل ئەگریگەیت
- زیادکردنی خاسیەتی توندبوون لە ناو پلەی گەرمی بەرزدا
- زیادکردنی هیزی بەرگەگرتنی کشان و دریژبون
- سیفاتی هەلنەمژینی ئاوی نایابە

دەتوانریت مادە بەهیزکەرەکانی قیری شل پۆلین بکەین بۆ ١٠ جۆر.

filler, extender, rubber, plastic, combination, fiber, oxidant, antioxidant, hydrocarbon, anti-stripping.

شیوەکانی تری قیری شل کە بۆ راخستن بەکار دەهینرین

- Emulsified Asphalt
- Cutback Asphalt
- Faomed Asphalt

Emulsified Asphalt

Emulsified Asphalt بریتیەلە دلۆپی بچوکی قیری شل لە ناو ئاودا دەميننەوە. وە ریژەی پیوەنوسانی کەمترە لە قیری شل و دەتوانریت لە پلەی گەرمی نزمتر دا بەکار بهینریت. دوای عملیەی (emulsion) ، ئاوەکە دەبیت بە هەلم و قیرە شلەکە دەمینیتەوە. Emulsions زۆرجار بەکار دەهینریت بۆ پرایم کۆت (prim coat) و تاك کۆت (tack coat). Emulsions دەتوانریت پۆلین بکریت بۆ سێ جۆر بە ناوی (Rapid Set - RS) ئەمە بەکار دەهینریت بە شیوەی تاك کۆت (tack coat). (medium set-MS, slow set- SS) هەردوکیان بەکار دەهینرین بە شیوەی پرایکم کۆت (prim coat)

Cutback Asphalt

بریتیە لە تیکەلبونی قیری شل و پەترۆلی توینەرەوە. وەك (emulsions, cutbacks) بەکاردین چونکە ریژەی پیکەوەنوسانیان نزمترە لە قیری شل وە دەتوانریت لە پلەی گەرمی نزمتر بەکار بهینرین. لەدوای عملیەکە توینەرەوەکە دەبیتە هەلم و قیرە شلەکە دەمینیتەوە. Cutbacks، ئەمرۆ زۆر کەمە چونکە پەترۆلی توینەرەوە زۆر گرانبەها دەستدەکەویت بە بەراورد لەگەل ئاو وە دەتوانیت کار لە ژینگەش بکات. Cutbacks بەکار دەهینرین بۆ پرایم کۆت و تاك کۆت. Cutbacks دەتوانریت پۆلین بکریت بۆ سێ جۆر بە ناوی (rapid curing - RC) ئەمە بەکار دەهینریت بۆ تاك کۆت (tack coat). (medium curing-MC, slow curing- SC) هەردوکیان بەکار دەهینرین بۆ پرایکم کۆت (prim coat)

References/سەرچاوەکان

1. Roberts, F. L., Kandhal, P. S., Brown, E. R., Lee, D. Y., & Kennedy, T. W. (1996). *Hot mix asphalt materials, mixture design and* construction.

2. Hainin, M. R., Yaacob, H., Ismail, C.,(2012) *Highway Engineering* lecture Notes Faculty of Civil Engineering, University Technology Malaysia (UTM) Edition 2012/13

3. http://www.pavementinteractive.org/category/testing, Pavement, Materials, and HMA Pavement

4. American Society for Testing and Material, ASTM D5 / D5M - 13 (2013) Standard *Test Method for Penetration of Bituminous Materials*. Philadelphia, USA.

5. American Society for Testing and Material, ASTM D36 / D36M - 12 (2012).Standard Test Method for Softening Point of Bitumen (Ring-and-Ball Apparatus). Philadelphia, USA.

6. MS, BS, ASTM, AASHTO