إستخدام أساليب الجودة الإحصائية في قياس خصائص الجودة لمنتج الخرسانة الإسفلتية ذات الخلط الحار في مشاريع تبليط الطرق في محافظة بغداد

بيفيان اسماعيل عبدالوهاب

الجامعة التكنولوجية/قسم هندسة البناء والانشاءات/فرع البناء وادارة المشاريع

الخلاصة

ان إستخدام تقنيات وأدوات الجودة الإحصائية في مجال الصناعة يساعد الادارة في تشخيص مشاكل العمل اليومية بعد جمع المعلومات التي ستمكنهم من معرفة المصادر الأساسية للمشاكل المسببة في ايقاف عملياتهم بالشكل الذي يساعدهم على وضع الحلول الصحيحة وإتخاذ الإجراءات التصحيحية الملائمة ، كما تمكنهم من خفض نسبة العيوب الحاصلة في المنتوجات والتي تحمل المنظمة تكاليف عالية تؤثر في الأرباح التي تحققها .

تم إعتماد المدرجات التكرارية في عرض البيانات التي تم جمعها واستحصالها من أمانة بغداد والخاصة بفحوصات الخرسانة الإسفلتية المنتجة في معاملها ، كما استعملت لوحات الضبط لغرض تقييم تلك الفحوصات .

توصل البحث الى وجود انحرافات في نتائج فحوصات التحليل الميكانيكي للركام المستخلص و فحوصات نسبة الاسفلت في نماذج الخرسانة الاسفلتية ونتائج فحص نسبة الفراغات الهوائية لنماذج مارشال ، كما تبين ان ادارة المعامل لم تستفد من نتائج الفحوصات التي يجريها قسم السيطرة النوعية والتي يتم من خلالها تشخيص الانحرافات الحاصلة في المنتج ليتسنى اتخاذ الاجراءات التصحيحية اللازمة .

كلمات رئيسية.

معامل انتاج الخرسانةالاسفلتية، ضبط الجودة، اساليب الجودة الاحصائية، جودة الخرسانة الاسفلتيةالحارة، لوحات الضبط.

1. المقدمة.

يستخدم منتج الخرسانة الإسفلتية على نطاق واسع في إكساء الشوارع و المطارات و الساحات وذلك لتوفر مواده الأولية محلياً وديمومته الجيدة وسهولة وسرعة تنفيذ الأعمال عند استخدامه ، بالإضافة الى كلفته القليلة مقارنة ببدائله . تستعمل الخرسانة الإسفلتية في التبليط المرن والذي يستعمل بكثرة في العراق ، وان لنجاح خلطاتها وصولاً للمستوى الجيد يؤثر بشكل كبير في اداء مهامها في تبليط الطرق ، وهذا له مردودات اقتصادية كبيرة إذ يستوجب عمل صيانة إضافية مستمرة في حال فشلها ، لذا كان الهدف من

هذه الدراسة هو توظيف نوعين من التقنيات الإحصائية لغرض تحليل بيانات الفحوصات الخاصة بنماذج الخرسانة الاسفلتية المرسلة الى المختبر وذلك تحديد مقدار الانحراف الحاصل في انتاجها ولمعرفة مقدرة العملية الإنتاجية في المحافظة على حدود التفاوت .

2. هدف البحث.

قياس خصائص الجودة للخرسانة الاسفلتية باستخدام اساليب الجودة الاحصائية.

3. البحوث والدراسات السابقة.

1. ابتسام محمد علي 2004 ، تناول البحث شرح لانواع السيطرة او الضبط الاحصائي واتخذ فحص مقاومة الكسر للكاشي الموزاييك كحالة دراسية ،حيث تم رسم لوحتي السيطرة للمتوسط والمدى لنتائج فحص التحميل لوحدات الكاشي في احد المعامل.تم الاستنتاج الى ان هناك اسباب لا صدفية ادت الى خروج عدة نقاط خارج حدود السيطرة لكن لم يتطرق للاسباب الواقعية التي جعلت العملية الانتاجية ليست تحت الضبط كما لم يتم تعيين توصيات تعين ادارة المعمل للاستفادة منها مستقبلا في ضبط جودة العملية الانتاجية [1].

2. بهاء جورج كزير واخرون 2001 ، تضمن البحث التعرف على مقدار الانحراف المسموح في تدرج الركام المستخدم في الخلطات الاسفلتية عن حدود المواصفة لتأثيرها على الخواص النهائية للخلطات الاسفلتية مثل الزحف والثباتية والكثافة والفراغات الهوائية ، وهناك مشاكل تتعرض لها معامل الاسفلت تؤدي الى خسائر مادية وتاخير في انجاز اعمال الطرق بسبب وجود تدرجات من الركام غير مطابقة للتدرجات المطلوبة في المواصفة العالمية للطرق والجسور ASTM-D 3515 عملت خلطات اسفلتية بنسب مختلفة من الانحراف في تدرج الركام عن مركز المواصفة الامريكية المسموح به والخروج عن حدود المواصفة واجراء الفحوص الهندسية ومقارنة النتائج مع القيم القياسية.دلت النتائج الى ان نسبة الانحراف $\pm$4 % اعطت نتائج مقبولة ويمكن الاعتماد عليها في قبول الخلطات الاسفلتية لكونها تحقق ثباتا وزحفا ونسبة فراغات ضمن المواصفة العراقية المطلوبة [2] .

3. ابراهيم عبدالله عيدان 2001 ، تضمن البحث دراسة واقع حال التقييس والمواصفات وضبط الجودة في المشاريع الانشائية مع ابراز الاثار المترتبة على تطبيق الاساليب العلمية في تنفيذ ركائز الحفر في عدد من المشاريع المنفذة في العراق .استخدمت الطرائق الاحصائية ،الادوات السبع لضبط الجودة، في تحليل نتائج الفحوصات والتي ساعدت في اكتشاف المسببات المرجعية للانحرافات في عملية التنفيذ للركائز [3].

4 مكونات الخرسانة الإسفلتية.

تتكون الخرسانة الإسفلتية بشكل عام من مزيج الإسفلت مع الركام تتخللها المادة المالئة (الفلر) . وفيما يأتي موجز بأهم الخواص والمواصفات المتعلقة بتلك المواد :

4.1 الاسفلت السمنتي Cementing Asphalt.

وهو ما يهمنا في معامل إنتاج الخرسانة الإسفلتية الحارة وهو عبارة عن هيدروكاربونات شبه صلدة Semi – Solid تتبقى بعد إزالة زيوت التشحيم وزيت الوقود من النفط يصنف الإسفلت السمنتي إلى الأصناف الأتية بالنسبة لدرجة صلابته وهي (40 – 50) ، (60–70) ، (85 – 100) ، (120 – 150) وتشير الأرقام بأنها كلما زادت تعني قلة في صلابة الإسفلت وزيادة في ليونته . يتم في العراق إنتاج الأنواع الثلاثة الأولى المستخدمة في صناعة الخرسانة الإسفلتية (Asphaltic Concrete) لأعمال تبليط الطرق والمطارات والجسور،التي تعتبر من أرقى أنواع التبليط الإسفلتي[4] .

4.2 مواد الركام Aggregate .

ان الركام المستخدم في إنتاج الخرسانة الإسفلتية في معامل الخلط الحار المنتشرة في العراق فيتم الحصول عليه من الصخور الطبيعية لتوفرها بكثرة في المقالع المستغلة فعلا في انحاء العراق كافة . يكون الركام (90 – 95 %) من وزن خلطة الخرسانة الإسفلتية الحارة التدرج كثيف ، مما يجعل نوعية الركام المستعمل عاملا حرجا في تنفيذ التبليط ويجب أن يلائم الركام متطلبات الكلفة والكمية المتيسرة وينبغي أن يحمل خواصا معينة تجعله مناسبا لاستعماله في التبليط الإسفلتي ذي الخلط الحار[5] .

4.3 المادة المالئة Filler.

تتكون هذه المادة من غبار الحجر الجيري أو أي حجر آخر أو من سمنت البورتلاند او من أي مادة معدنية أخرى ومن مصادر مصادق عليها . تلعب المادة المالئة المعدنية دورا ثنائياً في خلطات التبليط ، الاول كونها جزءا من الركام المعدني حيث تملأ الفراغات البينية وتخلق نقاط اتصال بين أجزاء الركام الكبيرة) والثاني عندما تخلط مع الإسفلت لتكون مادة رابطة ذات قوام عالٍ تقوم بسمنتة اجزاء الركام الكبيرة معاً [6] .

5. خواص مزيج الخرسانة الإسفلتية المنتج.

ينبغي ان تتمتع خلطات الخرسانة الإسفلتية بخصائص مرغوبة كالثبات ، أي امتلاكها مقاومة كافية للقسوة وذات تحملية (خاصيتها في مقاومة البري) و ان تتمتع بالمرونة التي تعطي قابلية لسطح التبليط على الانثناء والانحناء دون حدوث قص (Shear) او تشقق . إضافة الى مقاومة الانزلاق والمعتمدة أساسا على تركيبة (Texture) سطح أجزاء الركام وعلى المحتوى الإسفلتي. نصت المواصفات العامة للطرق والجسورلسنة 2003 المعدلة [7] ان تكون مواصفات مزيج الخرسانة الإسفلتية حسب ما يشير اليه الجدول رقم (1) . ان البحث استند الى المواصفة المبينة في الجدول رقم (2) الخاصة بالتدرج المطلوب لكل الغرابيل وحسب نوع طبقة التبليط بحيث تكون معادلة الخلط ضمن حدود هذه التدرجات .

6. تقنيات الجودة الإحصائية.

يساعد استعمال التقنيات الإحصائية على فهم التغييرات التي يمكن ملاحظتها في اسلوب ومخرجات العديد من النشاطات حتى في الحالات التي تبدو كأنها مستقرة ظاهريا . تساعد العمليات الاحصائية في قياس ووصف وتحليل وتفسير واعداد المخططات للتغيرات ، حتى في الحالات التي يكون فيها عدد البيانات محدد نسبيا. وان التحليل الاحصائي للبيانات يساهم في فهم افضل لطبيعة واسباب ومدى التغيرات ، وذلك يساعد في حل وربما منع حدوث المشاكل التي من المحتمل ان تحصل بسبب هذه التغيرات ويرفع مستوى التحسن المستمر [8] . ومن التقنيات الاحصائية الشائعة الاستخدام : المدرج التكراري ، لوحات الضبط ، مخطط السبب والنتيجة ، المخططات الانسيابية ، مخطط باريتو ، مخطط الترابط ، قوائم المراجعة .

6.1. المدرج التكراري Histogram.

تعتبر المدرجات التكرارية وسيلة عرض بيانية للتوزيعات التكرارية ، فمن خلال رسم البيانات بصيغة مدرج التكرار يتضح منه بسهولة شكل التوزيع والتشتت للبيانات المجمعة. كذلك يعد من المخططات المهمة التي يمكن عن طريقها معرفة مقدرة العملية في المحافظة على حدود التفاوت عن طريق مقارنة المدرج مع حدود التفاوت المسموح بها وخطوات رسم المدرج التكراري على النحو الاتي [9]:

1- حساب المدى لجميع البيانات على وفق المعادلة :

$$R=XL-Xs$$

حيث ان :

R= المدى للبيانات كافة

XL= اكبر رقم في البيانات

XS= اصغر رقم في البيانات

2- تحديد الفئات (K) بالعلاقة مع عدد البيانات والتي تتراوح بين (5-20) وطبقا لمعلومات الجدول رقم (3) ومن ثم حساب طول الفئة (h) وفقا للمعادلة التالية : h=R/K

3- توزيع البيانات الاصلية الى فئات وحساب مركز كل فئة من خلال تقسيم مجموع حديها على (2) ومن ثم تحديد قيمة التكرار والتكرار المطلق لكل فئة .

4- رسم مدرج التكرار بحيث يمثل المحور السيني مراكز الفئات والصادي التكرار المطلق على ان يتناسب ارتفاع كل فئة مع تكرارها وجعل المستطيلات بنفس طول القاعدة الذي يساوي طول الفئة (h) وبهذا يتناسب ارتفاع ومساحة كل مستطيل طرديا مع تكرار الفئة .

6.2. لوحات الضبط Control Charts.

تعرف لوحات الضبط بأنها عبارة عن خارطة بيانية تستخدم كوسيلة لاتخاذ القرار المناسب بشان سير العملية الانتاجية في مرحلة انتاج معينة وفق المسار المحدد لها وهي ذات تصاميم احصائية تستخدم لدراسة وتحليل ضبط العملية سواء في الانتاج ام الجودة . تصنف لوحات الضبط الى نوعين ، لوحة الضبط للصفات المميزة وتستخدم عند عدم وجود إمكانية قياس المتغير الذي يعبر عن خاصية الجودة ويتم الحكم طبقا لهذه اللوحات بمبدأ مقبول أو مرفوض . اما لوحة الضبط للمتغيرات فتستعمل في حالة وجود إمكانية قياس المتغير الذي يعبر عن أي خاصية نوعية بوحدات كمية . تضم اللوحة ثلاث خطوط افقية شكل (1) تحدد ما يجب ان تكون عليه المؤشرات الاحصائية للعملية الانتاجية او المستوى المطلوب تحقيقه للخاصية المعنية [10] ، يمثل الخط الاعلى (الحد الاقصى) UCL المسموح به والثاني يمثل (الحد الادنى) LCL والخط الوسطي يطلق عليه متوسط المتوسطات ($\bar{\bar{x}}$).

يدل وقوع غالبية النقط بين حدي الضبط وتوزيعها بينها بالطريقة التي تتفق مع القوانين المعروفة لعلم الاحصاء على ان العملية الانتاجية مضبوطة احصائيا . اما عند خروج بعض النقط عن حدي الضبط فان هذا دليلا على ظهور مسببات ادت الى خروج العملية الانتاجية من حالة الضبط الاحصائي والتي يجب معرفتها واكتشافها ومعالجتها [10] .

تم الاعتماد على لوحات السيطرة نوع (control chart) $\bar{x}$ و تستخدم هذه اللوحة لضبط القيم ذات الخاصية المتغيرة بهدف تحديد حدود السيطرة المطلوبة تعتمد على المعادلات الآتية [9] :

$$\bar{\bar{x}} = \frac{\sum \bar{x}}{N} \qquad (1)$$

حيث ان :

$\bar{\bar{x}}$ الخط الوسطي للوحة السيطرة

$\sum \bar{x}$ مجموع قيم متوسط فحوصات العينة

N حجم العينة

$$U.C.L = \bar{x} + A_2 \bar{R} \quad (2)$$

$$L.C.L = \bar{x} - A_2 \bar{R} \quad (3)$$

حيث ان :

A_2 قيم المعامل المعتمد لحساب حدود السيطرة تؤخذ من جداول خاصة

$\bar{R}$ متوسط المديات

7. التحليل الاحصائي لفحوصات نماذج الخرسانة الاسفلتية.

هو التحليل الاحصائي للفحوصات الخاصة بالخرسانة الاسفلتية غير مرصوصة في المختبر للطبقة السطحية ويشمل فحص الاستخلاص الكمي للاسفلت والتحليل الميكانيكي للركام المستخلص والذي يتم خلاله ايجاد نسبة الركام المكسر في الخلطة . يبين الجدول رقم (4) حدود معادلة الخلط المستعملة.
تم اعتماد المدرجات التكرارية فقط وليس لوحات الضبط (وذلك لكون قيم تلك الفحوصات فردية وعدم وجود قيم للمدى لتلك الفحوصات لاستخدام لوحات الضبط) في عرض البيانات التي استحصلت من أمانة بغداد .

7.1. تحليل فحوصات نسبة الاسفلت في نماذج الخرسانة الاسفلتية .

تبين من خلال رسم مدرج التكرار الخاص بقيم نسبة الاسفلت لنماذج الخرسانة الاسفلتية القادمة من معامل تابعة لامانة بغداد ، والتي يتم اخذها في مواقع التبليط من قادوس الفارشة حيث يجري عليها فحص الاستخلاص الكمي للاسفلت شكل رقم (2) ان اغلب القيم تقع خارج حدي التفاوت لمعادلة الخلط والبالغة (4.7-5.3) حيث ان هناك (14) قيمة اقل من الحد الادنى للتفاوت و(17) قيمة تقع اعلى من الحد الاعلى للتفاوت .

7.2. تحليل نسب المواد العابرة من الغرابيل (التحليل الميكانيكي للركام المستخلص) في نماذج الخرسانة الاسفلتية.

تم اجراء تحليل لنسب المواد العابرة من الغرابيل وتمت مقارنة النتائج مع حدود معادلة الخلط لطبقة التبليط السطحية والمستخدمة خلال تلك الفترة .

1- غربيل حجم (1/2) انج (12.5) ملم

بعد رسم مدرج التكرار شكل (3) الخاص بنسب المواد العابرة من منخل حجم (1/2) انج (ويشمل الحصى المكسر) ، يتضح ان اغلب البيانات تقع ضمن حدود معادلة الخلط والبالغة (91–100) حيث هناك 10 عينات من مجموع 43 تقع خارج الحد الادنى والبالغ 91% .

2– غربيل حجم (3/8) انج (9.5) ملم

يتبين من مدرج التكرار في الشكل (4) وجود كثير من البيانات تقع خارج مدى التفاوت المسموح لمعادلة الخلط والبالغ (89-77) فهناك 9 قيم اقل من الحد الادنى و14 قيمة اكبر من الحد الاعلى مما يدل ان تشتت العملية كبير وهو ادى الى خروج هذه النسبة من البيانات خارج حدود التفاوت .

3– غربيل رقم (4) حجم (4.75) ملم

بعد رسم مدرج التكرار شكل (5) الخاص بقيم نسب المواد العابرة من غربيل رقم (4) ويشمل الرمل النهري ورمل الكسارة (وهو الفتات الناعم مثل الرمل ويتواجد قرب الكسارات) ، يتضح خروج نسبة كبيرة من الانتاج خارج حدود التفاوت لمعادلة الخلط والبالغة (60–72) حيث توجد 9 قيم اكبر من حد التفاوت الاعلى و 16 قيمة اصغر من حد التفاوت الادنى المسموح به .

4– غربيل رقم (8) حجم 2.36 ملم

يوضح مدرج التكرار شكل (6) ان العملية الانتاجية للحصول على الرمل النهري ورمل كسارة ذات تشتت كبير جدا بحيث ان نسبة قليلة تحت حدي التفاوت المسموح بها وهذا نتيجة عدم السيطرة على العمليات السابقة لها .

5– غربيل رقم (50) حجم (0.3) ملم

يوضح مدرج التكرار شكل (7) التشتت الكبير جدا للعملية الانتاجية للحصول على المواد الناعمة ادى الى خروج نسبة كبيرة من البيانات (36) قيمة خارج حد التفاوت الاعلى

غربيل رقم (200) حجم (0.075) ملم

يبين مدرج التكرار شكل (8) ان اغلب القيم تقع ضمن حدود التفاوت المسموح بها البالغة (7-4) حيث ان العملية الانتاجية لسحب مادة الفلر من الخزان الخاص بها ذات تشتت مقبول رغم ان متوسطها مزاح قليلا باتجاه الحد الاعلى للتفاوت .

7-3 تحليل فحوصات نسبة الركام المكسر في نماذج الخرسانة الاسفلتية.

يتضح من مدرج التكرار شكل (9) الخاص بنسبة المواد المكسرة في نماذج الخرسانة الاسفلتية ، انه لا توجد بيانات تقع خارج الحد الادنى للمواصفة والبالغة 90% مما يدل ان عملية انتاج ركام مكسر غير مسطح تسير بصورة صحيحة في مقالع الحصو حيث تتواجد الكسارات بأنواع مختلفة .

7-4التحليل الإحصائي لفحوصات نماذج مارشال بإستعمال المدرجات التكرارية ولوحات الضبط.

وهي الفحوصات التي تجري بعد تحضير نماذج مارشال من خلطات الخرسانة الإسفلتية المرسلة الى المختبر ، حيث يتم عمل قالبين إسطوانيين (بدل ثلاثة بسبب عطل عمل المطارق الكهربائية) في مختبرات السيطرة النوعية .

لقد تم إعتماد المدرجات التكرارية في عرض البيانات كما استعملت لوحات المتوسط ($\bar{x}$-control chart) لغرض تقييم فحوصات كل من خاصية الثبات والزحف لنماذج مارشال . اما بالنسبة لفحوصات نسبة الفراغات الهوائية فقد تم استعمال المدرجات التكرارية لوجود قيم المعدلات فقط وعدم وجود قيم للمدى لتلك الفحوصات .

7-4-1 تحليل قوة ثبات مارشال.

يعرف الثبات بأنه قابلية التبليط الاسفلتي لمقاومة الدفع وتكون الأخاديد تحت احمال حركة المرور، ان التبليط الثابت يحتفظ بشكله واستواءه تحت الاحمال المتكررة . يتضح من الجدول (5) قيم فحوصات قوة ثبات مارشال مع معدلاتها (المتوسطات) . يتم حساب خط المركز وحدود الضبط للوحة المتوسط وبموجب المعادلة المذكورة انفا وان قيمة A_2 قيمة ثابتة وتساوي (1.88) لحجم عينات تتكون من مفردتين ، اذن يجب اولا حساب قيمة $\bar{R}$ وهو متوسط المديات

$$\bar{R} = \frac{R1+R2+--+R43}{n} = \frac{41.52}{43} = 0.97$$

$$C.L = \bar{\bar{x}} = \frac{\sum \bar{x}}{N} = \frac{532.72}{43} = 12.4$$

اما حدود الضبط فتكون :

$U.C.L = 12.4 + 1.88 \times 0.97 = 14.2$

$L.C.L = 12.4 - 1.88 \times 0.97 = 10.6$

بعد رسم لوحة السيطرة والمبينة في الشكل رقم (10) نجد ان هناك (11) قيمة تقع خارج حد السيطرة الاعلى بينما هناك (9) قيم تقع خارج حد السيطرة الادنى مما يدل ان العملية الانتاجية ليست تحت السيطرة الاحصائية . ويتضح من مدرج التكرار في الشكل (11) ان جميع النقاط هي أعلى من الحد الأدنى للمواصفة والبالغ (8 كيلو نيوتن) ما عدا قيم واحدة فقط من اصل (86) قيمة حيث تبلغ (7.87 كن) مما يدل على ان العملية الانتاجية مقتدرة في المحافظة على حدود المواصفة وان فحوصات قوة الثبات هي ضمن المواصفات المطلوبة .

7-4-2 فحص قيمة الدفق (الزحف).

يظهر الجدول رقم (5) قيمة فحوصات خاصية الزحف لنماذج مارشال المهيأة في المختبر من خلطات الخرسانة الإسفلتية المرسلة من المواقع مع معدلاتها (المتوسطات) حيث ان قيمة A_2 تساوي 1.88 وكانت قيمة $\overline{R}$ كالاتي :

$$\overline{R} = \frac{11.6}{43} = 0.27$$

$$C.L = \bar{\bar{x}} = \frac{146.6}{43} = 3.4$$

$$U.C.L = 3.4 + 1.88 \times 0.27 = 3.9$$

$$L.C.L = 3.4 + 1.88 \times 0.27 = 2.9$$

وبعد رسم لوحة السيطرة للمتوسط لتلك القيم الشكل (12) نجد ان اربع قيم فقط تقع خارج حدود اللوحة و البالغة (2.9 و 3.9) ويتضح من مدرج التكرار في الشكل (13) ان جميع النقاط تقع بين حدي المواصفة الاعلى والادنى البالغ (2–4) مما يدل على ان العملية مقتدرة في المحافظة على حدود المواصفة المطلوبة .

7-4-3 فحص نسبة الفراغات الهوائية في نماذج مارشال.

يتضح من الجدول (5) قيم لنسب الفراغات الهوائية في نماذج مارشال حيث تؤخذ نسبة الفراغات لكلا قالبي مارشال كمعدل . من ملاحظة مدرج التكرار في الشكل (14) نجد ان عدد قليل من القيم تقع بين حدي المواصفة الادنى والاعلى والبالغين (3و5) حسب المواصفات الفنية والمعطاة في جدول رقم (1) فهناك (3) قيم اقل من الحد الادنى للمواصفة و(36) قيمة اكبر من الحد الاعلى لها

8. مناقشة النتائج والاستنتاجات.

ادناه مجمل الاستنتاجات المستنبطة من خلال البحث:

1– تم التوصل الى عدد من الاستنتاجات من خلال تحليل نتائج الفحوصات احصائيا تتمثل بالتالي :

أ– وجود تفاوت في نسبة الاسفلت للخلطات الاسفلتية اكثر او اقل من حدود معادلة الخلط يكون ناتج من عدة اسباب من ضمنها وجود خلل في عمل الميزان الخاص بمادة الاسفلت او ان يكون مقياس الاسفلت خارج الضبط او ان هناك توزيع مختل للاسفلت على الركام في الخلاطة او قد ينتج من عدم أخذ النماذج بصورة صحيحة .ان زيادة المحتوى الاسفلتي يؤدي الى الحصول على تبليط غير ثابت ذات أخاديد وتشوهات وادماء اما نقصانه عن الحدود المسموحة فيؤدي الى تبليط ذات تحملية ضعيفة والذي يؤدي الى حصول انتسال وجفاف للتبليط وتقشر الركام عن سطح التبليط.

ب– لوحظ من خلال نتائج فحوصات التحليل الميكانيكي للركام المستخلص من نماذج الخرسانة الاسفلتية الاتي :

- ان نسبة المواد العابرة من غربيل حجم 3/8 ذات نسبة اكثر من النسبة المطلوبة في حدود معادلة الخلط المقترحة وممكن ان تشمل هذه النسبة المارة حصى مكسر بحجم 3/8 او رمل نهري او رمل كسارة . ومن خلال تحليل نسبة المواد العابرة من غربيل رقم 4 والتي يشمل رمل نهري ورمل كسارة والذي يكون ذات حجم اقل من غربيل 3/8 ، نجد ان نسبة المواد العابرة اقل مما هو مطلوب في الحد الادنى لمعادلة الخلط هو تابع لغربيل حجم 3/8.
- وجد ان نسبة المواد العابرة من غربيل رقم 8 هي اكبر مما هو مطلوب في حد التفاوت الاعلى لمعادلة الخلط مما يدل ان كمية الرمل النهري ورمل الكسارة الانعم من هذا الغربيل كبيرة اكثر من المطلوب .
- يتضح ان نسبة المواد العابرة من غربيل رقم 50 ولغالبية البيانات اكثر من المطلوب سواء كان رمل نهري او رمل كسارة ناعم جدا او مادة مالئة مما يدل على وجود نسبة كبيرة من المواد الناعمة اكثر من المطلوب في خلطات التبليط الاسفلتية .

ان هذا الانحراف الحاصل في نسب المواد العابرة من خلال الغرابيل ووجود نسبة كبيرة من المواد الناعمة يعود الى الاسباب الاتية:

- وجود خلل في عمل الموازين حيث تكون خارج الضبط .
- حدوث الانعزال في الركام الموجود في المخازن الحارة يؤدي الى ان يكون تدرج الركام غير مطابق لمعادلة الخلط والى وجود مواد ناعمة.
- بسبب قصور في عمل الغرابيل الخاصة بالمعمل والذي يكون سببه زيادة في سحب المواد من هوبرات التغذية الباردة.
- تسرب الركام من الخزانات الحارة يسبب وجود مواد ناعمة كثيرة في الخلطة مما يؤدي الى عدم مطابقة تدرجات الركام لمعادلة الخلط .
- حدوث انسداد في انابيب الطفح الخاصة بكل خزان حار سوف يسبب في حدوث اختلاط في مواد الخزانات مما يؤثر في ضبط تدرجات المواد .

هذا المحتوى العالي للمادة المالئة سوف يؤثر على تشغيلية خلطات التبليط حيث الخلطة تكون جافة او صمغية صعبة الرص وذات تحمل ضعيف ، وان الزيادة الكبيرة في الرمل يجعل الخلطة تنزاح تحت الحادلة اثناء عملية الحدل فتكون غير ثابتة للفرش والرص .

مما سبق نستنتج انه لم يكن هناك تعديل او تغيير لمعادلة الخلط المستخدمة رغم ظهور وحصول الانحرافات عن حدودها المسموحة

ج- هناك ضعف في العلاقة بين المختبرات وادارة المعامل لابلاغهم بنوع الانحرافات الموجودة لتقوم ادارة المعمل بمعرفة الاسباب واتخاذ الاجراءات التصحيحية الملائمة .

2- خلطات الخرسانة الاسفلتية تحوي على نسب من المواد المكسرة للطبقة السطحية بما يتلائم مع متطلبات المواصفات مما يجعل النسج السطحي خشنا والخلطة ذات ثبات عالي يمنع اجزاء الركام من ان تتزعزع تحت تأثير ضغوط حركة المرور لوجود درجة مناسبة لكل من الاحتكاك الداخلي والتماسك.

3- وجد ان اغلبية الخلطات الاسفلتية ذات قيم لنسبة الفراغات اكبر من حد المواصفة الاعلى وان وجود هذه النسبة العالية من الفراغات الهوائية اعلى من الحد المسموح به بموجب المواصفات سوف يسمح بوجود ممرات خلال الخلطة للدخول المضر للهواء والماء مسببين التاكسد والتفكك ، كما ان المحتوى الفراغي العالي يسبب تصلب مبكر للاسفلت متبوعا بالتشقق والتفكك ، ولكون ثبات الخلطات مناسبا (حسب نتائج فحص ثبات مارشال) رغم وجود نسبة عالية من الفراغات مما يدل ان نسبة المواد الناعمة ليست بسبب زيادة المادة المالئة لانها تعمل على اختزال زيادة المحتوى الفراغي وانما بسبب زيادة مادة الرمل النهري ورمل الكسارة الناعم او بسبب عدم ضبط تدرج الركام .

4- عدم وجود ادراك كافي لاهمية اساليب الجودة الاحصائية لغرض تعلمها واستخدامها من قبل ملاكات قسم السيطرة النوعية .

9. التوصيات.

أدناه التوصيات التي يتطلب الأخذ بها للاستفادة من النتائج والاستنتاجات التي توصل لها البحث :

1- من خلال النتائج تبين لنا خروج كثير من البيانات في فحص التحليل الميكانيكي للركام ولنسبة الاسفلت لنماذج الخرسانة الاسفلتية خارج حدود معادلة الخلط لذا يجب الاهتمام بما يلي :

أ- على الجهة المستفيدة او المتعاقدة مع المعمل لتجهيز منتج الخرسانة الاسفلتية ان يطلب بعد اكمال معادلة الخلط انتاج دفعة تجريبية في المعمل ، حيث يتم اخذ نموذجين اثنين لاجراء فحص الاستخلاص الكمي للزفت مع التدرج بموجب المعادلة وبذلك سوف تستفيد الجهة المنتجة (المالك) من المخاطرة بتزويد منتج غير مقبول ويولد الثقة لدى المشتري (المقاول) للمنتج ليؤكد لنفسه انه يتلقى المنتج الذي يدفع له وعدم رفضه من قبل الجهات المشرفة على العمل .

وفي حالة وجود انحرافات في تدرجات الركام يجب ان تؤخذ نماذج من كل خزان حار بشكل منفصل ويتم عمل فحص التحليل المنخلي عليها ونرى نسبة المار من كل غربيل وهل تتوافق مع سموحات معادلة الخلط الموجودة وبالمحاولة والخطأ يتم عمل نسب ضمن حدود المعادلة لكي يتم التعرف على كمية المواد الواجب سحبها من كل خزان ، وان يقوم المختبر بدراسة النتائج لكي تتمكن ادارة المعمل من الوقوف على الاسباب الحقيقة ومن ثم تقويم الانحرافات واجراء التعديلات اللازمة ، ثم يتم تجريب المعادلة ثانية الى ان نحصل على نتائج للفحوصات ضمن حدود معادلة الخلط الموصوفة .

ب- يجب ان يعاد تصميم معادلة الخلط عند حصول اي تغيير او تبديل في واحدة او اكثر من المواد المستعملة او الداخلة في معادلة الخلط ، كما ينبغي القيام باعادة تصميم المعادلة مرة كل اربعة اشهر ايضا وحتى ان لم يحصل اي تغيير او تبديل في المواد المستعملة .

ج- عمل معايرة دورية لموازين الركام والاسفلت والفلر واجراء التفتيش الصيانة النموذجية لكل اجزاء المعمل التي تؤثر على اداء الخلطة كالمغذيات الباردة ، صمامات وفتحات توزيع الاسفلت

د- بالرغم من ان ثبات الخلطة مناسبا ولكون نسبة الفراغات الهوائية اكثر من حدود المواصفات فينبغي اختزال الزيادة في المحتوى الفراغي للخلطة اما بزيادة المادة المالئة للخلطة او من خلال ضبط تدرج الركام لزيادة الكثافة .

2- يجب ان تستفاد ادارة المعامل من المعلومات التي تحصل عليها المختبرات من خلال نتائج الفحوصات التي تجرى باستمرار على خلطات الخرسانة الاسفلتية الخارجة من المعمل والتي يتم من خلالها تشخيص الانحرافات الحاصلة في المنتج ليتسنى لادارة المعمل تتبع الاسباب التي ادت الى ظهورها ليتسنى اتخاذ الاجراءات المناسبة لتصحيحها .

3- إعطاء الاهتمام الكافي و التوعية اللازمة بأهمية إستخدام أساليب الجودة الإحصائية لكافة العاملين في قسم السيطرة النوعية واشراكهم في دورات تدريبية خاصة لتعريفهم باساليب استعمالها لغرض الاستفادة منها في معرفة مدى تكرار الانحرافات واسبابها .

10. المصادر.

[1] علي ، ابتسام محمد ، "ضبط جودة العملية الانتاجية بأستخدام لوحتي السيطرة للمتوسط والمدى"،مجلة الهندسة والتكنولوجيا ،المجلد 23، العدد 2004 .

[2] كزير ، بهاء جورج وجبار ، احمد ونهاد عماد ،" تاثير انحراف تدرج الركام على خواص الخلطات الإسفلتية ، المجلة العراقية للهندسة المدنية ، تصدرها كلية الهندسة – جامعة الأنبار ، العدد خاص 1 ، السنة الأولى 2001.

[3] عيدان ،ابراهيم عبدالله ، "مقترح نظام سيطرة نوعية لتنفيذ ركائز حفر ذات الاقطار الكبيرة باستخدام البنتونايت العراقي ،رسالة دكتوراه – الجامعة التكنولوجية ، قسم هندسة البناء والانشاءات 2001 .

[4] زكريا ، عبد الستار حسين ، " المواد القيرية المختلفة ومجالات انتاجها في العراق واستعمالاتها في تبليط وصيانة الطرق " ، ندوة الطرق ، وزارة الاسكان والتعمير ، بغداد ، 1988 .

[5] احمد ، نامق حويز ، ورسول ، محمد حسين ، " هندسة التبليط الاسفلتي " ، الهيئة العامة للطرق والجسور ، قسم ال دراسات ، بغداد ، 1986 .

[6] احمد ، نامق حويز ، ورسول ، محمد حسين ، " هندسة التبليط الاسفلتي " ، الجزء الاول ، الطبعة الثانية ، دار الكتب والوثائق ببغداد ، 1990 .

[7] وزارة الاسكان والتعمير ، الهيئة العامة للطرق والجسور ، " المواصفات العامة للطرق والجسور – الفصل R9 – التبليط بالخرسانة الاسفلتية الساخنة " ، قسم التخطيط والتصاميم ، الدراسات ، 2003 .

[8] الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية ،" انظمة ادارة الجودة – المبادئ والمصطلحات " ، دليل استرشادي مرجعي رقم (1000) ، مجلس الوزراء ، 2002 .

[9] القزاز ، اسماعيل ابراهيم وعادل عبد الملك ، " ضبط الجودة – النظرية والتطبيق " ، مكتبة طرابلس العلمية العالمية – طرابلس والمعهد العالي للصناعة – مصراتة ،الطبعة الاولى،1997 .

[10] العلي ، عبد الستار وبسمان فيصل ، " التقييس والسيطرة النوعية ، المنشآت الصناعية " ، جامعة الموصل ، 1990 .

جدول رقم (1) الخواص الفيزيائية لتحديد صلاحية الخرسانة الإسفلتية المستعملة في طبقات التبليط المختلفة وكذلك عند تهيئة معادلة المزج [7]

الخاصية المطلوبة	طريقة الفحص القياسية	الحد المسموح		
		طبقة الأساس	الطبقة الرابطة	الطبقة السطحية
– قوة ثبات مارشال، 75طرقة/نهاية. (كيلونيوتن) كحد ادنى	ASTM D1559	5	7	8
– زحف مارشال (ملم)	ASTM D 1559	4 –2	4 – 2	4 – 2
– الفراغات الهوائية في نموذج مارشال (%)	ASTM D 3203	6–3	5–3	5 – 3
– معامل القوة المتبقية بعد الغمر(%) ، كحد ادنى	ASTM D1075	70	70	70

جدول رقم (2) تدرج خليط الركام والفلر (النسبة المئوية العابرة بالوزن) حسب المواصفة الخاصة لامانة بغداد

تدرج خليط الركام والفلر (النسبة المئوية العابرة وزنا)			
المنخل ملم	**طبقة الاساس**	**الطبقة الرابطة**	**الطبقة السطحية**

1.5انج 37.5	100	-	–
1 انج 25	100 −90	100	–
0.75انج 19	91−75	100 −90	100
0.5 انج 12.5	80 −56	100 −70	100 −90
0.375انج 9.5	74 −50	80 −56	93 −77
رقم4 4.75	59 −29	65 −35	74 −44
رقم8 2.36	45 −19	49 −23	58 −28
رقم50 0.3	17 −5	19 −5	21 −5
رقم200 .075	8−2	10 −3	10 −3
النسبة المئوية للاسفلت نوع (50−40)	5.5- 3	6 −3.5	6 −4

جدول رقم (3) العلاقة بين عدد البيانات وعدد الفئات [9]

عدد البيانات (N)	عدد الفئات (k)
اقل من 50	7−5
100−50	10−6
250−101	12−7
251− فأكثر	20−10

جدول رقم (4) حدود معادلة الخلط لطبقة التبليط السطحية

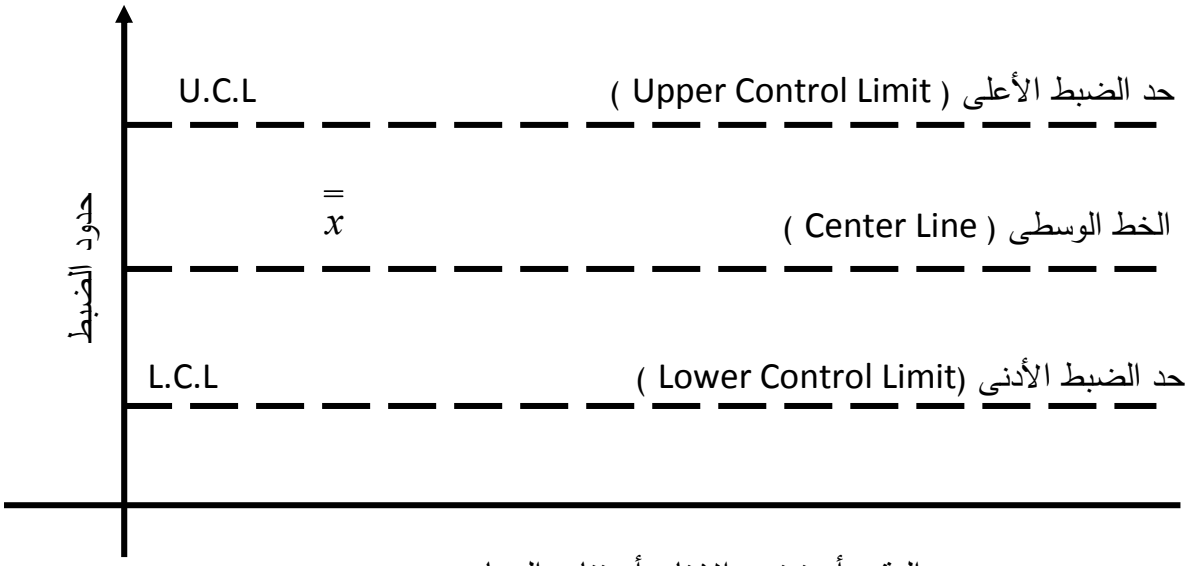
تدرج خليط الركام والفلر (النسبة المئوية العابرة وزنا) حسب حدود معادلة الخلط

المنخل	ملم	J.M.F.T
0.75انج	19	100
0.5 انج	12.5	91-100
0.375انج	9.5	77-89
رقم4	4.75	60-72
رقم8	2.36	37-45
رقم50	0.3	12-21
رقم200	.075	4-7
النسبة المئوية للاسفلت نوع (40–50)		4.7-5.3

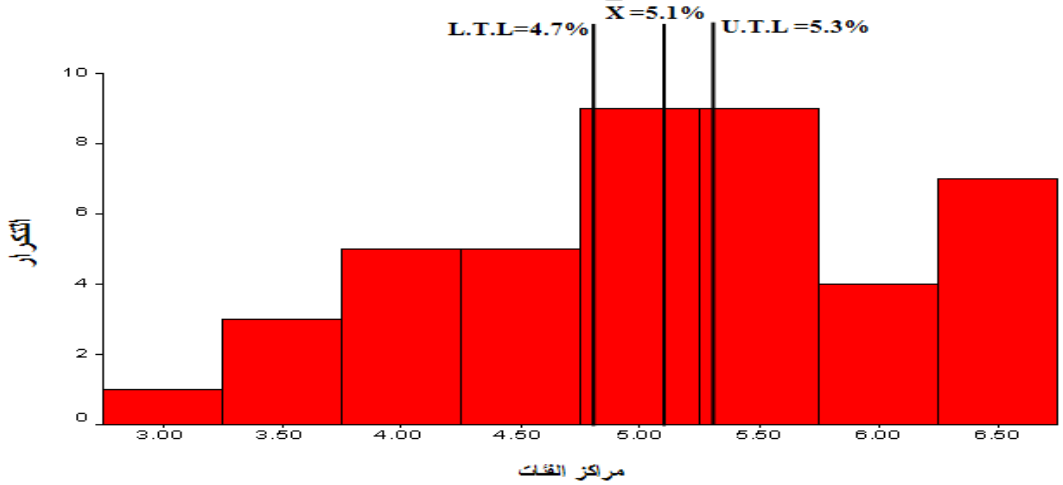
جدول رقم (5) نتائج فحوصات نماذج مارشال للخرسانة الإسفلتية

ت	قوة الثبات (طن)				الزحف (ملم)				معدل نسبة الفراغات الهوائية للنماذج %
	النموذج الأول	النموذج الثاني	المعدل	R	النموذج الأول	النموذج الثاني	المعدل	R	
1	11.47	10.31	10.89	1.16	3	3	3	0	9.4
2	9.79	10.09	9.94	0.3	3	3.6	3.3	0.3	5.1
3	12.33	12.20	12.26	0.13	3.6	3.6	3.6	0	7.2
4	11.39	12.09	11.74	0.7	3.3	3.5	3.4	0.2	9.5
5	10.04	11.25	10.64	1.21	3.6	3.6	3.6	0	7.1
6	10.52	11.12	10.82	0.6	3.3	3.3	3.3	0	7.4
7	15.35	17.20	16.27	1.85	2.5	3.5	3	1	8.5
8	10.40	11.51	10.95	1.11	3	3	3	0	8.1
9	10.78	10.52	10.65	0.26	3	3	3	0	7.5
10	11.34	10.69	11.01	0.65	3.5	3.3	3.4	0.2	7.4
11	17.74	11.66	17.70	6.08	3.8	3.3	3.6	0.5	10.5
12	16.5	16.96	16.78	0.46	3.3	3.8	3.6	0.5	14.7
13	18.69	18.97	18.83	0.28	3.8	3.5	3.7	0.3	4.8
14	10.11	9.61	9.86	0.5	3.6	3.6	3.6	0	6.2
15	10.78	11.47	11.12	0.69	3.6	3.6	3.6	0	6.1
16	9.61	8.99	9.3	0.62	3.3	3.3	3.3	0	11.5
17	10.17	10.36	10.26	0.19	3.3	3.5	3.4	0.2	6.1
18	11.13	10.81	10.97	0.32	3.6	3.6	3.6	0	3.8
19	14.44	14.36	14.40	0.08	3.3	3.3	3.3	0	9.3
20	10.99	9.05	10.02	1.94	3.8	2.8	3.3	1	8.8
21	13.61	14.85	14.23	1.24	3.3	3.3	3.3	0	8.2
22	11.76	12.42	12.09	0.66	3.8	3.8	3.8	0	8.4
23	11.25	11.49	11.37	0.24	3.5	3.3	3.4	0.2	6.8
24	14.61	12.01	13.31	2.6	4	4	4	0	9.3
25	12.33	12.59	12.46	0.26	3.8	3.8	3.8	0	2.5
26	17.74	13.78	15.76	3.96	4.2	3.8	4	0.4	6.3
27	10.13	11.34	10.82	1.21	3.6	3.6	3.6	0	6.3
28	10.52	12.03	11.27	1.51	3.3	3.8	3.6	0.5	6.1
29	11.68	11.10	11.39	0.58	3.6	3.6	3.6	0	7.9
30	15.10	15.64	15.37	0.54	3.6	3.6	3.6	0	7.6
31	14.65	15.68	15.16	1.03	3.5	3.7	3.6	0.2	7.3
32	10.44	11.02	10.73	0.58	3.6	3.6	3.6	0	12

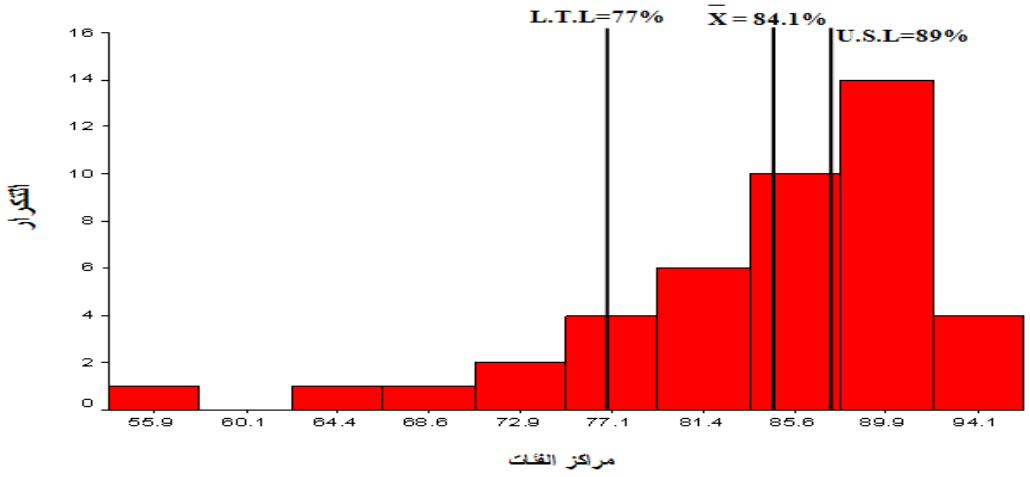
10.7	1.1	3	3.6	2.5	0.62	10.38	10.69	10.07	33
10.6	0.6	3.3	3.6	3	0.67	10.54	10.88	10.21	34
7.6	0	3.3	3.3	3.3	0.22	10.88	10.77	10.99	35
9.9	0	3.6	3.6	3.6	0.21	11.07	11.18	10.97	36
9.9	0.8	3.4	3.8	3	0.32	13	13.16	12.84	37
8.9	1.2	3.1	3.7	2.5	1	9.87	10.37	9.37	38
7.8	0	3.6	3.6	3.6	0.3	7.87	7.72	8.02	39
4.7	0	2.5	2.5	2.5	0.58	14.04	13.75	14.33	40
1.5	1.3	3.2	3.8	2.5	2.22	14.91	13.80	16.02	41
3	0.6	3	3.3	2.7	0.03	15.96	15.98	15.95	42
2.6	0.5	2.8	3	2.5	1.81	15.83	16.74	14.93	43



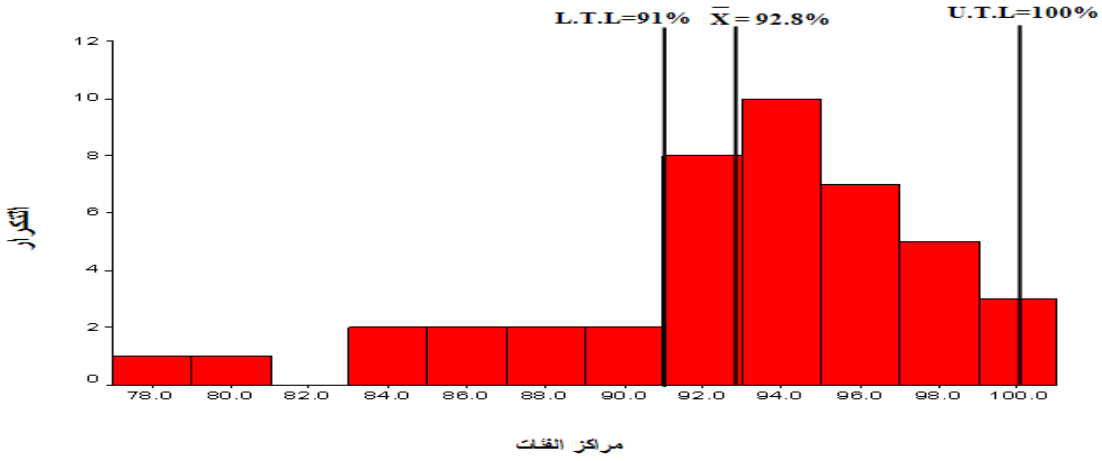
الشكل (1) تركيب لوحة السيطرة



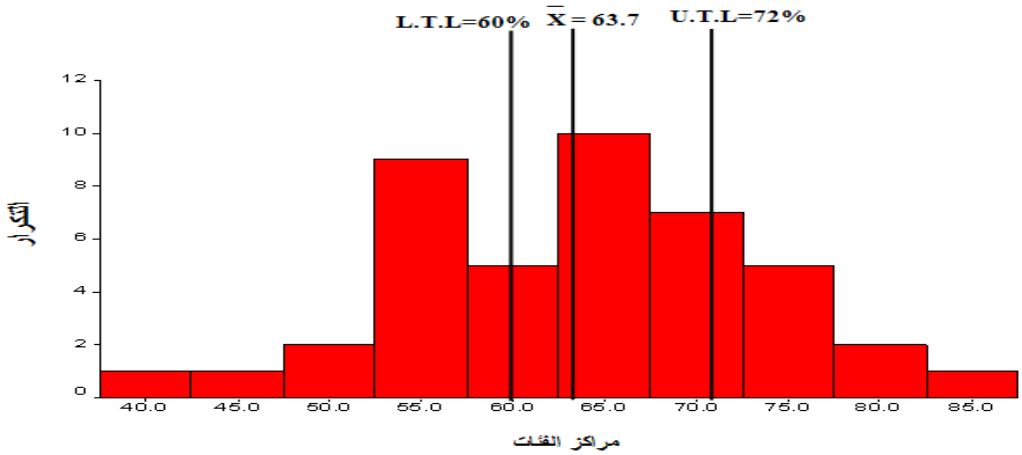
شكل رقم (2) مدرج التكرار لنتائج فحوصات نسبة الاسفلت في نماذج الخرسانة الاسفلتية المنتجة



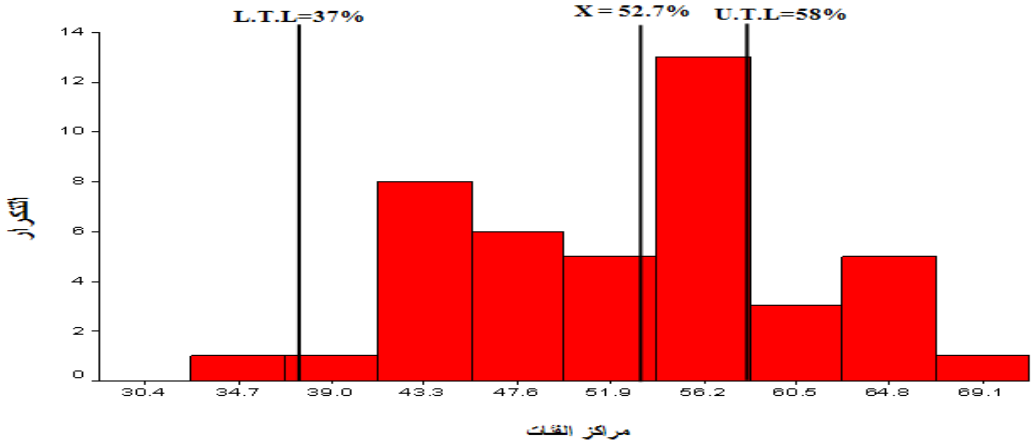
شكل رقم (4) مدرج التكرار لنتائج تحليل نسب المواد العابرة من غربيل حجم (8/3 انج)في نماذج الخرسانة الاسفلتية



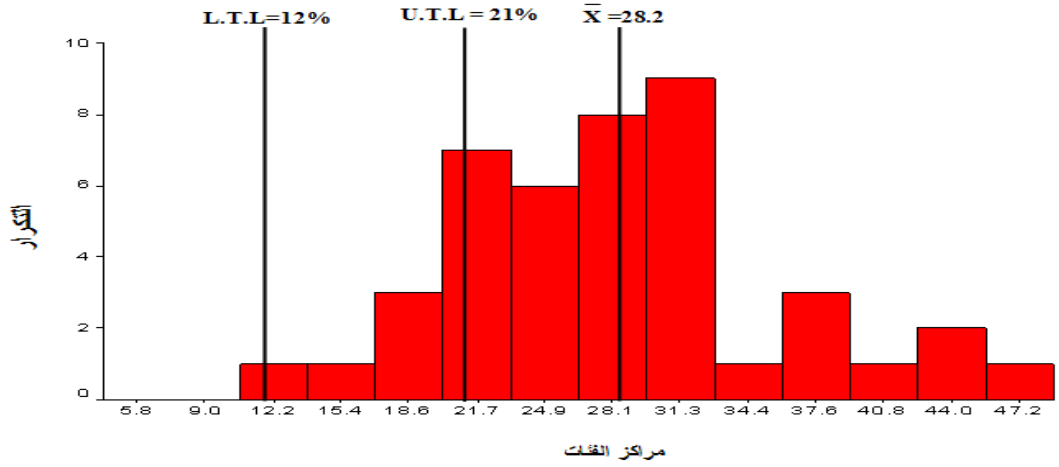
شكل رقم (3) مدرج التكرار لنتائج تحليل نسب المواد العابرة من غربيل حجم (2/1 انج)في نماذج الخرسانة الاسفلتية



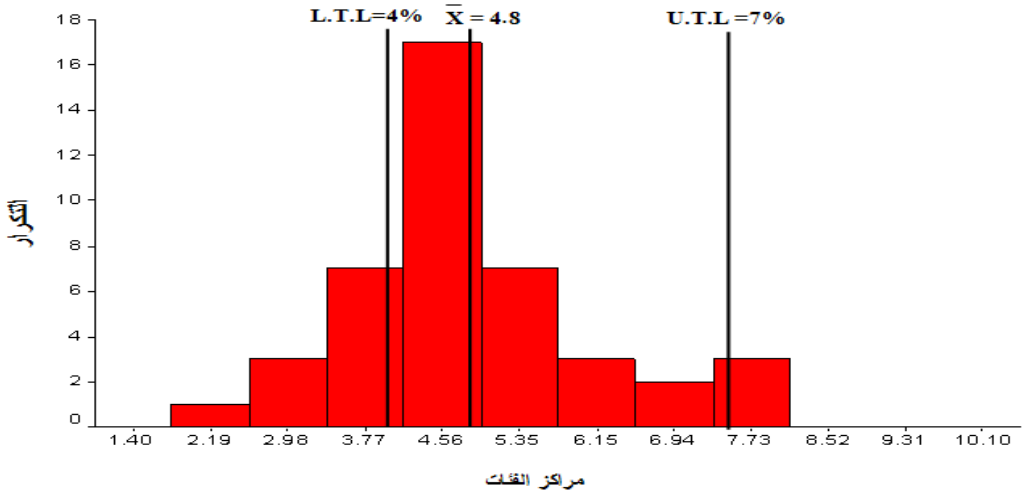
شكل رقم (5) مدرج التكرار لنتائج تحليل نسب المواد العابرة من غربيل رقم 4 حجم (4.75 ملم) في نماذج الخرسانة الاسفلتية



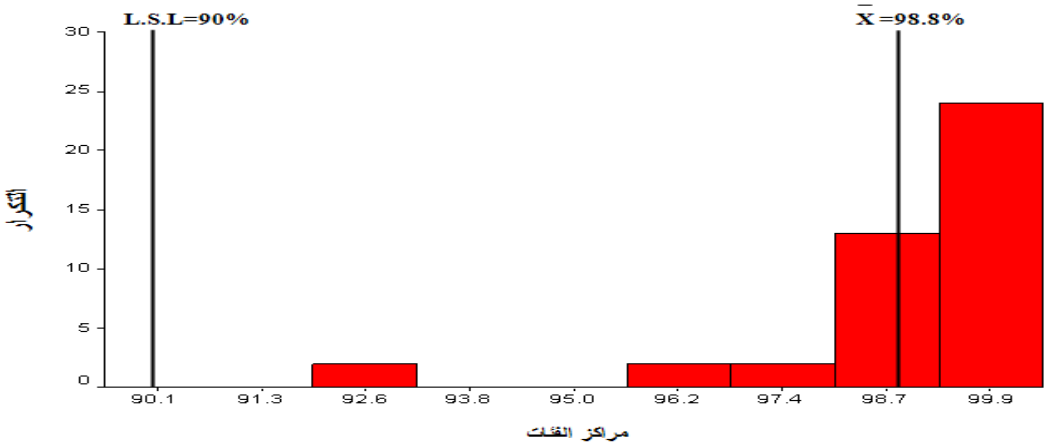
شكل رقم (6) مدرج التكرار لنتائج تحليل نسب المواد العابرة من غربيل رقم 8 حجم (2.36 ملم) في نماذج الخرسانة الاسفلتية



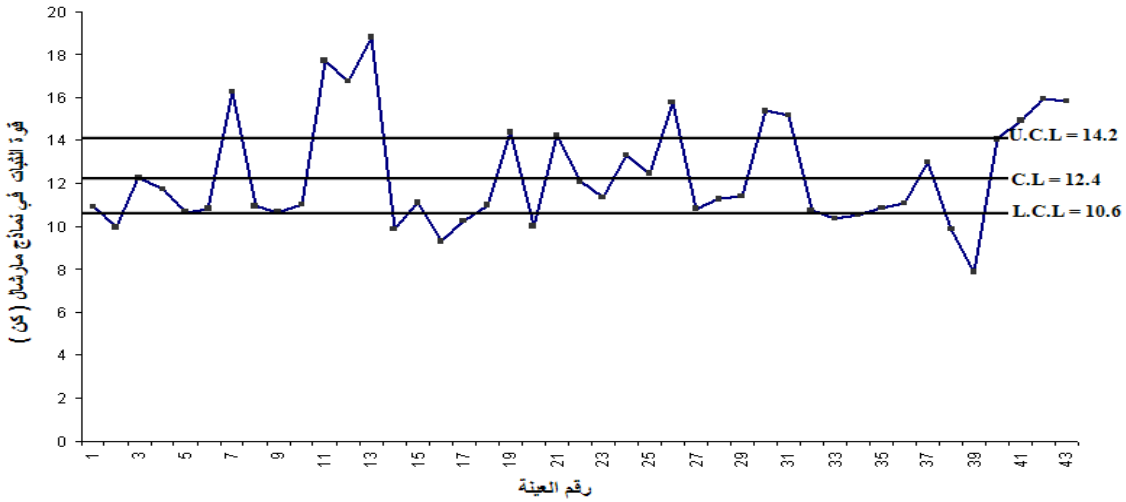
شكل رقم (7) مدرج التكرار لنتائج تحليل نسب المواد العابرة من غربيل رقم 50 (0.3 ملم) في نماذج الخرسانة الاسفلتية



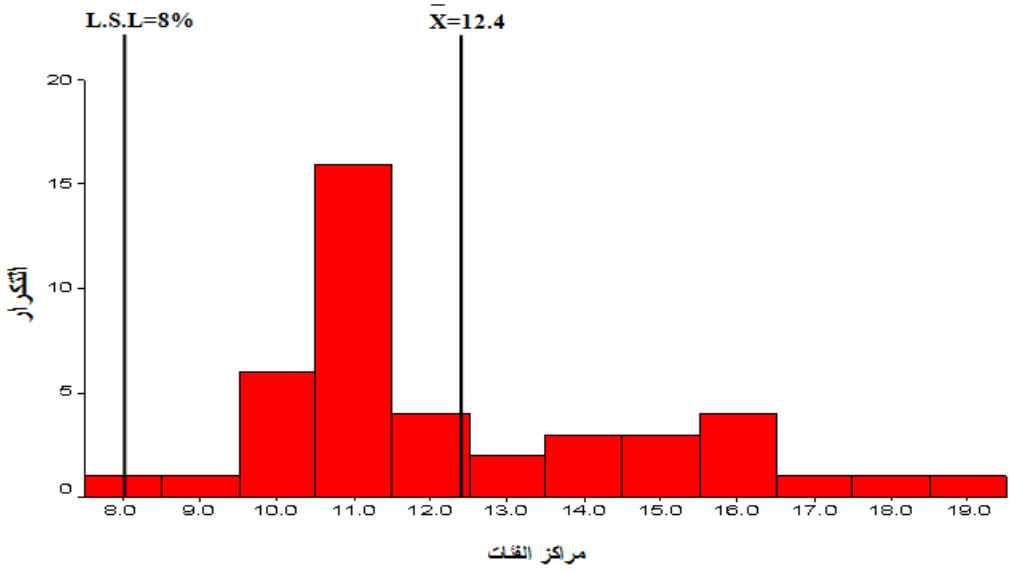
شكل رقم (8) مدرج التكرار لنتائج تحليل نسب المواد العابرة من غربيل رقم 200 (0.075 ملم) في نماذج الخرسانة الاسفلتية



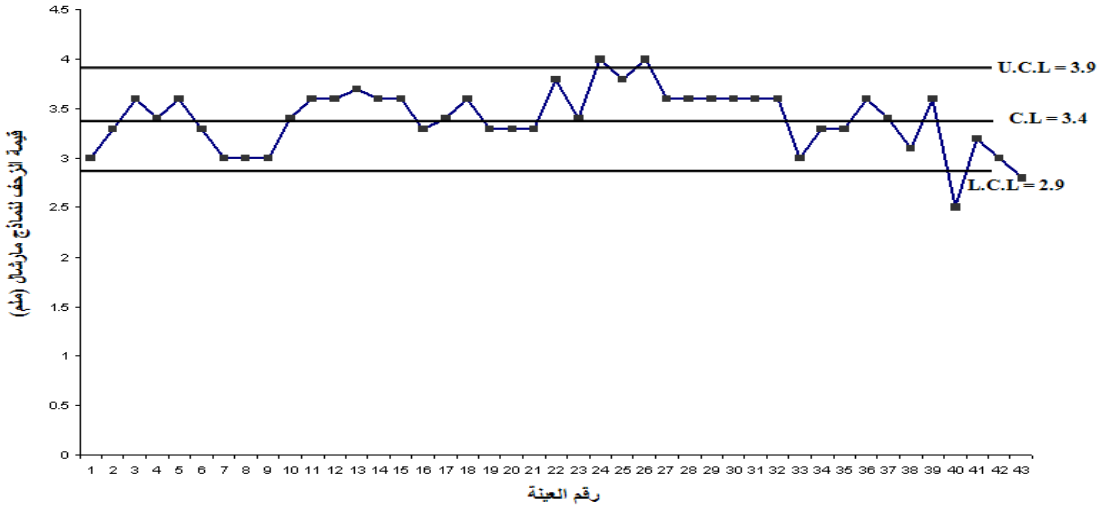
شكل رقم (9) مدرج التكرار لنتائج فحوصات نسبة الركام المكسر في نماذج الخرسانة الاسفلتية المنتجة



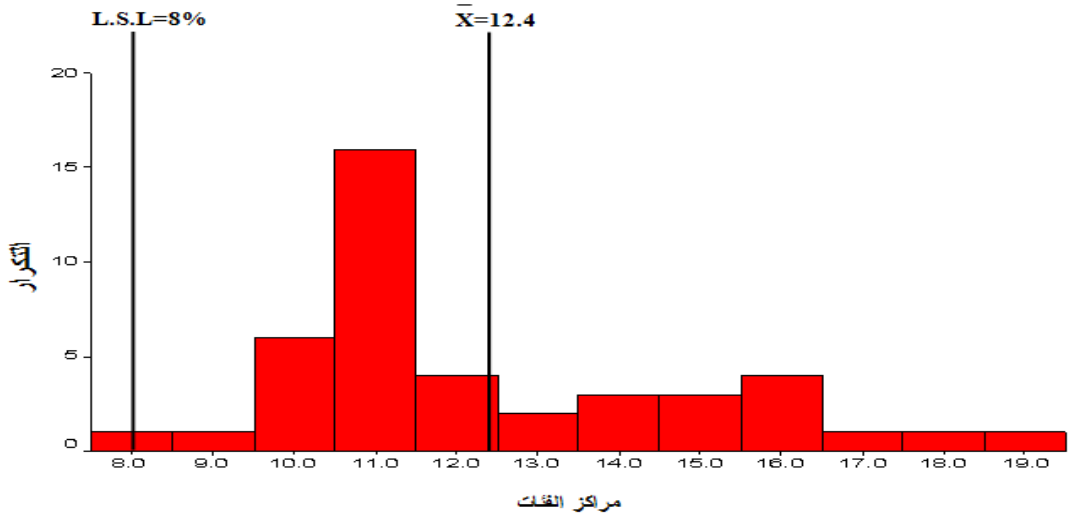
شكل رقم (10) لوحة السيطرة للمتوسط لفحوصات خاصية الثبات في نماذج مارشال



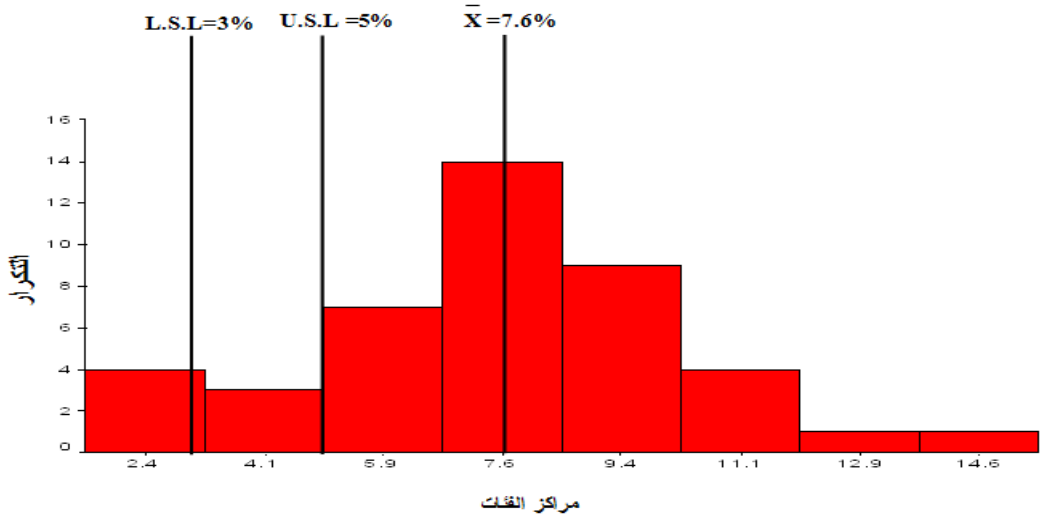
شكل رقم (11) مدرج التكرار لنتائج فحوصات قوة الثبات لنماذج مارشال في نماذج الخرسانة الاسفلتية



شكل رقم (12) لوحة السيطرة للمتوسط لفحوصات خاصية الزحف في نماذج مارشال



شكل رقم (13) مدرج التكرار لنتائج فحوصات قوة الثبات لنماذج مارشال في نماذج الخرسانة الاسفلتية



شكل رقم (14) مدرج التكرار لنتائج فحوصات نسبة الفراغات الهوائية لنماذج مارشال في نماذج الخرسانة الاسفلتية

Using Quality Statistical Tools in Measuring Quality Properties of Hot Mix Asphaltic Concrete Product for Road Pavement Projects in Baghdad

Bevian Ismail Abdul-Wahab
Building & Construction Engineering Department
University of Technology,Iraq

Abstruct.

Using statistical tools of quality help in identifying the daily production problems.Collecting data will enable the management to diagnose problems affecting the work and correcting the defects in the products and reduce its percentage; such defects cost the organization too much and influence its profits.

Histograms were used in presenting the collected data from Amanat Baghdad. The data related to asphaltic concrete produced by its plants . Control charts were used to evaluate these tests.

The research indicates differences in the results of mechanical analysis tests also in the asphalt percentage in the asphaltic concrete samples and air voids ratio as in Marshall samples. The results indicated that management of plants has no benefits gained from results tests carried out by the quality control department which indicate and diagnose the variances of the product and recommend the required corrections.