

الحصول على أفضل نسبة من الكبريت المضاف إلى مسحوق الإطارات المستهلكة عند تحويله إلى مطاط صلب أبونايت⁺

OBTAINING THE BEST ADDED SULPHUR RATIO TO EXHAUSTED TYRE MATERIAL RUBBER ABONATE

نسرين نافع يعقوب الخياط^{*}

المستخلص :

تم في هذا البحث حساب نسبة الكبريت غير المتفاعل عند معاملة مسحوق الإطارات المستهلكة بإضافة الكبريت إليها وتسخينها تحت ضغوط مختلفة .

أظهرت النتائج أن هناك نسبة من الكبريت لا تتفاعل عند إضافة الكبريت بتركيز عالية إلى حبيبات المطاط بالرغم من الزيادة الحاصلة في الصلادة، كما أن هذه النسبة تقل بزيادة الضغط حيث تم حساب كمية الهدر في مادة الكبريت المضاف وتم اقتراح طريقة عملية لزيادة نسبة التفاعل وتقليل الهدر في كمية الكبريت المضاف .

المقدمة :

لقد أصبح التطور العلمي والتكنولوجي من الظواهر البارزة التي تغطي على الصناعة في الدول المتقدمة ، إذ نلاحظ التسابق الواضح بين المنشآت الصناعية لاستخدام أحدث الأساليب التكنولوجية في الإنتاج من أجل تخفيض التكاليف وتحقيق أعظم الأرباح ، ومن الضروري إن تدرك إدارات المشاريع الصناعية في الدول النامية هذه الحقيقة حيث يترافق ازدياد النمو الحضاري و الصناعي في دول العالم المختلفة مع عملية التغيير في نمط الإنتاج فيها ، ويصاحبها نوع من التغيير الاقتصادي اثر ارتفاع المستوى المعاشي للفرد . إن الظروف الراهنة للقطر العراقي في الوقت الحالي تحتم إيجاد البدائل لكثير من المواد المستوردة ومنها المواد البلاستيكية وتصنيعها بأقل كلفة ممكنة . إن تكنولوجيا تحويل المطاط المستهلك كالإطارات والمنتجات المطاطية الأخرى إلى مطاط مسترجع أو مستخلص للاستفادة منه كمادة مألوفة في صناعة منتجات مطاطية جديدة كانت معروفة منذ مدة طويلة ، غير إن هناك وسائل وطرق أخرى يمكن فيها الاستفادة من المطاط المستهلك والإطارات القديمة مرة ثانية، ومنها إعادة استعمال الإطارات المستهلكة بعد أكسائها بطبقة جديدة من المطاط إما الإطارات التي لا يمكن أكسائها فبالإمكان الحصول على الطاقة الموجودة فيها للاستفادة من البخار الذي يمكن استعماله كمصدر حراري كما أن هناك طريقة جديدة للتخلص من الإطارات المستعملة والاستفادة منها في صناعة الأسمنت وكذلك استعمال المطاط المستهلك مع الإسفلت في تبليط

الطرق [1].

⁺ تاريخ استلام البحث ٢٠٠٣/٨/٢٠، تاريخ قبول النشر ٢٠٠٤/٤/٢٢ .

^{*} مدرس مساعد/ المعهد التقني / الموصل

كما أثبتت البحوث العملية إمكانية استغلال الإطارات المستهلكة في الصناعات المطاطية والمواد البلاستيكية بدلا من البوليمرات بعد طحن المطاط إلى مسحوق ذو حبيبات مختلفة الحجم ومعاملة مسحوق الإطارات بتسخينها تحت ضغوط مختلفة وكذلك بإضافة الكبريت إليها وتكون بديلة عن استخدام البوليمرات المستوردة من الخارج وبكلف باهظة، وعند إضافة الكبريت إلى مسحوق المطاط لوحظ بأن زيادة نسبة الكبريت تؤدي إلى زيادة الصلادة لكافة أنواع المساحيق وخصوصا للمسحوق الناعم غير إن هناك نسبة من الكبريت تبقى غير متفاعلة حيث تتصهر وتتجمع في قعر المكبس مسببا هدر في مادة الكبريت وكذلك عدم تجانس في صلادة العينة الناتجة [2] .

إن إضافة الكبريت كمادة مقسية (مفلكنة) إلى المطاط يؤدي إلى خلق تراكيب شبكية تزيد من صلابته وثباته. حيث يتفاعل مع جزئتي مطاط كبيرتين في منطقة الأواصر المزوجة ليكون جسرا بينهما . وعندما يكون تركيز الكبريت (2-3% وزنا) فإن المطاط يكون ناعما ومرنا ولكن عندما تصل هذه النسبة إلى 32% فإن المركب الناتج يكون شديد الصلابة ويسمى الابونايت (ebonite) .

ومن المواد المفلكنة الأخرى هي السلينيوم والتريليوم والاكسجين ولكن يبقى الكبريت هو المادة المفضلة صناعيا لفلكنة المطاط المحضر من الايزوبرين والبيوتاديين والستايرين- بوتاديين والنتريل بوتيل [3].

إن أقدم طريقة للفلكنة ترجع إلى زمن العالم (Good year) سنة 1939 حيث استخدم عنصر الكبريت [3]. ولتحويل المطاط إلى أبونايت تضاف المركبات الكيماوية على شكل مساحيق حيث يضاف الكبريت لغرض الترابط العرضي ، احد المعجلات لزيادة سرعة التفاعل ، اوكسيد الزنك لتنشيط المعجلات ، حامض الستياريك لتنشيط اوكسيد الزنك ، مضادات للأكسدة [3]. غير إن عدم توفر بعض هذه المواد في الوقت الحاضر نظرا للظروف الراهنة التي يمر بها القطر كذلك ارتفاع أسعارها تجعل إضافتها غير اقتصادية ونظرا لخروج نسبة من الكبريت الغير متفاعل عند إضافته إلى مسحوق الإطارات بدون إضافة معجلات أو منشطات لذا يهدف البحث إلى :

1- حساب النسبة المئوية للكبريت غير المتفاعل عند إضافة نسب مختلفة من الكبريت وذلك للتقليل من الهدر الناتج في الكبريت.

2- دراسة تأثير الضغط على نسبة الكبريت غير المتفاعل .

3- الحصول على أفضل طريقة لتفاعل الكبريت لجعل العملية أكثر اقتصادية.

المواد والأجهزة المستخدمة :

- 1- مسحوق إطارات مستهلكة دون فصل ويشمل حبيبات مطاطية مختلفة الأحجام.
- 2- مسحوق إطارات مستهلكة متوسط الحجم ويمكن الحصول عليه باستخدام منخل هزاز (sieve shaker) (28 mesh).
- 3- مسحوق إطارات مستهلكة ناعم باستخدام منخل هزاز (32 mesh).
- 4- مادة الكبريت النقي.

5- جهاز كبس العينات (rapid imbedding press) من نوع (wpw8) يعمل الجهاز بواسطة الضغط الهيدروليكي ويصل اعلي حد للضغط ثمانية أطنان ويحوي الجهاز على مسخن كهربائي حيث يمكن رفع درجة الحرارة إلى

°C (250) يحوي جدار المكبس على أخاديد تساعد على تجمع المواد الزائدة ويتم تبريد العينة بواسطة الماء حين إن الجهاز مزود بنظام تبريد مائي
6- ميزان الكتروني حساس

خطوات العمل :

- لكبس العينات تم إجراء عدة خطوات كما مدرج أدناه
- أ - العينات من النوع الأول وتشمل مسحوق من خليط متعدد الأحجام حيث أجريت الخطوات التالية :-
- 1- وزن (20) غم من مسحوق المطاط (ويكون ثابت لجميع العينات) وإضافة 10% كبريت حيث تخلط وتوضع في جهاز كبس العينات ويتم تسليط ضغط (1.5) طن وتسخن العينة تدريجياً إلى درجة حرارة °C (155) وهي اعلي بقليل من درجة انصهار المطاط المستهلك [2]، وبعد وصول العينة إلى هذه الدرجة يتم توقيف عملية التسخين وتستغرق هذه العملية (15) دقيقة.
- 2- تبرد العينة حيث يمر الماء حول المكبس ويتم مراقبة الضغط والتأكيد على الاحتفاظ بالضغط ثابتاً أثناء التبريد ويستمر التبريد غالى أن تصل درجة الحرارة إلى °C (٤٠) حيث عند هذه الدرجة تأخذ العينة شكلها الثابت [3].
- 3- توقف عملية التبريد ويزال الضغط المسلط ثم تستخرج العينة ويتم تجميع الكبريت غير المتفاعل حيث يتجمع أسفل المكبس وفي الأخاديد الموجودة حول المكبس.
- 4- يوزن الكبريت الناتج باستخدام الضغوط 4 طن، 7 طن.
- 5- تعاد الخطوات (1-5) باستخدام نسب الكبريت (20%، 30%، 40%، 45%)
- ب- باستخدام مسحوق المطاط المتوسط الحجم تعاد الخطوات (1-6).
- ج- باستخدام مسحوق المطاط الناعم تعاد الخطوات (1-6).

النتائج والمناقشة:

تم في هذا البحث حساب كمية الكبريت الفعلية التي تدخل في التفاعل عند إضافة نسب مختلفة من الكبريت إلى مطاط الإطارات المستهلكة من خلال حساب نسبة الكبريت غير المتفاعل الناتج من كبس مجموعة من العينات تحت ضغوط مختلفة ويوضح الجدول (رقم 1) النسب المئوية للكبريت غير المتفاعل الناتج من كبس مجموعة من العينات تحت ضغوط مختلفة وبعد إضافة الكبريت بنسب متغيرة وقد أظهرت النتائج ما يلي :

يوضح جدول رقم (1) أن إضافة 10% من الكبريت يتفاعل تفاعلاً تاماً وعند جميع الضغوط ولأنواع الثلاثة من المساحيق وكذلك عند إضافة 20%

ويوضح الشكل (1) عند إضافة 30% كبريت للخليط متعدد الأحجام نلاحظ بان نسبة الكبريت غير المتفاعل يظهر في ضغط (1.5) طن ويقل كلما زاد الضغط المسلط وكذلك عند التراكيز 40% ، 45% وهذا ينطبق أيضاً على المسحوق متوسط الحجم شكل (2) والمسحوق الناعم شكل (3) .

إن أكبر نسبة من الكبريت غير المتفاعل تظهر في الخليط متعدد الأحجام عند ضغط (1.5) طن وذلك لاحتوائه على حبيبات كبيرة الحجم شكل (1) .

إن اقل نسبة من الكبريت غير المتفاعل تظهر في الخليط ذو الحجم الناعم وتحت ضغط (7) طن شكل (3) . عند إضافة الكبريت بنسبة تزيد عن 40% ترتفع كثيرا نسبة الكبريت غير المتفاعل لذا يجب الابتعاد عن التراكيز التي تزيد عن 40% كبريت .

عند مقارنة الجدول (رقم 2)² مع نتائج البحث في الجدول رقم (1) يمكن الحصول على كمية الكبريت اللازمة للحصول على صلادة معينة دون إن يبقى كبريت غير متفاعل فمثلا للحصول على صلادة قيمتها (145N/mm²) في المسحوق متعدد الأحجام يجب إضافة 26% كبريت بدلا من 30% وهذا ينطبق على جميع القيم الأخرى . جدول رقم (3) يوضح نسب الكبريت التي يجب إضافتها للحصول على صلادة معينة وبدون هدر في كمية الكبريت المضاف عند إضافة (30%) كبريت و جدول رقم (4) عند إضافة (40%) كبريت ولكافة المساحيق .

كذلك لوحظ عند إضافة الكبريت بتراكيز عالية إلى المساحيق المختلفة وإدخالها مباشرة إلى المكبس يهبط الكبريت إلى الأسفل وذلك لصغر حجم حبيباته مقارنة بحبيبات المطاط وعند التسخين ينصهر الكبريت في درجة حرارة °C(110-120) بينما ينصهر مطاط الإطارات المستهلكة في درجة حرارة °C(155)² إن انصهار الكبريت قبل المطاط وتركزه في أسفل المكبس يمنع أو يقلل من عملية استمرار تفاعل النسبة المضافة بكاملها من الكبريت مما يؤدي إلى عدم تجانس في صلادة العينة الواحدة ولذا يتحتم عند تصنيع مواد بلاستيكية من مسحوق الإطارات المستهلكة وعند تحويلها إلى ابونايت يجب أن يسخن المطاط أولا وبعد تحول المطاط إلى حالة الليونة تضاف إليه النسبة المئوية المطلوبة من الكبريت المنصهر ويتم بعد ذلك عملية خلط للمطاط والكبريت المنصهرين .

ويمكن ان يتم مضغ المطاط في عجانات خاصة ويتحقق ذلك في درجات حرارة منخفضة أو درجات حرارة مرتفعة ، إنما يحصل في عملية المضغ هو أن التحطيم الميكانيكي للسلاسل البوليمرية أثناء عملية المضغ يسبب تكوين جذور حرة ، هذه الجذور الحرة غير مستقرة وسرعان ما ترتبط هذه السلاسل ثنائية أو ترتبط الجذور الحرة بسلاسل بوليمرية أخرى مسببة تفرعها (Branching) أو ارتباطها العرضي (Cross Linking) [7]. وبعد تحقيق عملية المضغ يضاف الكبريت المنصهر حيث تتكون عجينة من المطاط والكبريت وتدفع العجينة إلى قوالب حيث يتم كبسها حسب الشكل المطلوب حيث أن هذه العملية تقلل من الهدر الحاصل للكبريت المستخدم في عملية الفلكنة . ومن الممكن أيضا أن تستعمل المعجلات عند الفلكنة بالكبريت إذ تساعد على زيادة سرعة تفاعل الفلكنة ويمكن بواسطتها السيطرة على ظروف الفلكنة وبالتالي السيطرة على خواص المطاط الناتج أكثر مما لو تمت الفلكنة بغياها وهناك على الأقل خمسون من المركبات المستعملة تجاريا وأكثرها أهمية تلك المشتقة من البنزوثاي أزل [8]. وهذه ستساعد على تفاعل الكبريت غير المتفاعل وتقلل أيضا من الهدر الحاصل في الكبريت .

المصادر:

- 1- نبيل عبد الأحد (الإطارات والمنتجات المطاطية المستهلكة وكيفية الاستفادة منها) بعد مجلة الصناعة 1979
- 2- د . عزام عبد العزيز ، نسرين نافع ، علاء نذير (استخدام الإطارات المستهلكة في التصنيع) نشر في المؤتمر الثاني لهيئة المعاهد التقنية 1990
- 3 - أنا أ . تاكر ترجمة د . أكرم عزيز محمد (الكيمياء الفيزيائية للبوليمرات) ، 1984 .
- 4 - د . كوركيس عبد آل آدم ، د . حسين علي (تكنولوجيا وكيمياء البوليمرات) ، 1983 . جامعة البصرة .
- 5 - Malcom p.Stfvns (Polymer chemistry), 1984
- 6 - CRAIG.A.S.(RUBBER TECHNOLOGY & BOYEL) LTD, 1993.
- 7 - Pike M, & Watson W.F. (J.POLYMER), 1952.SCI,14,181.

٨- بيتر وايزمان ز. ترجمة د. كوركيس عبد آل آدم ، سمير سليم ، مصطفى محمد رضا (الكيمياء العضوية

الصناعية) 1984

جدول رقم (١) يوضح نسب الكبريت غير المتفاعلة للأصناف الثلاثة من المسحوق عند إضافة نسب مختلفة من الكبريت وتحت ضغوط مختلفة

نسبة الكبريت غير المتفاعل في الحجم الناعم عند ضغط			نسبة الكبريت غير المتفاعل في المطاط متوسط الحجم عند ضغط			نسبة الكبريت غير المتفاعل في الخليط متعدد الأحجام عند ضغط			النسبة المئوية للكبريت في المطاط %S
٧ طن	٤ طن	١,٥ طن	٧ طن	٤ طن	١,٥ طن	٧ طن	٤ طن	١,٥ طن	
٠,٠	٠,٠	٠,٠	٠,٠	٠,٠	٠,٠	٠,٠	٠,٠	٠,٠	%١٠
٠,٠	٠,٠	٠,٠	٠,٠	٠,٠	٠,٠	٠,٠	٠,٠	٠,٠	%٢٠
%٠,٨	%١,٥	%٢	%١	%١,٥	%٢,٥	%١,٦	%٣	%٤	%٣٠
%٢	%٣	%٥	%٣,٢	%٤	%٦,٨	%٤,٦	%٥,٨	%٩	%٤٠
%٤	%٦	%٧,٣	%٦,٥	%٦,٥	%٩	%٦	%٨	%١٠	%٤٥

جدول رقم (٢) يبين الصلابة لعينات المطاط بعد إضافة الكبريت بنسب مختلفة وتحت ضغوط مختلفة للأصناف الثلاثة من مساحيق المطاط (٢)

عينات المطاط بعد إضافة ٤٠% كبريت			عينات المطاط بعد إضافة ٣٠% كبريت			عينات المطاط بعد إضافة ٢٠% كبريت			عينات المطاط بعد إضافة ١٠% كبريت			الضغط المسلط طن	رقم العينة
الصلابة لحجم ناعم N/m ²	الصلابة لحجم متوسط N/m ²	الصلابة لخليط المطاط N/m ²	الصلابة لحجم ناعم N/m ²	الصلابة لحجم متوسط N/m ²	الصلابة لخليط المطاط N/m ²	الصلابة لحجم ناعم N/m ²	الصلابة لحجم متوسط N/m ²	الصلابة لخليط المطاط N/m ²	الصلابة لحجم ناعم shore A	الصلابة لحجم متوسط shore A	الصلابة لخليط المطاط shore A		
١٩١	١٧٠	١٥٦	١٥٦	١٧٩	١٤٥	١٥٢	١٣٠	١٠٩	٨٥	٨٠	٧٤	١,٥	١
١٩١	١٧٤	١٥٧	١٦٣	١٧٩	١٤٨	١٥٨	١٣٨	١١١	٩٠	٧٨	٧٧	٤	٢
١٩١	١٧٨	١٥٩	١٦٦	١٧٩	١٥٣	١٦٥	١٤٥	١١٣	٩١	٧٩	٧٩	٧	٣

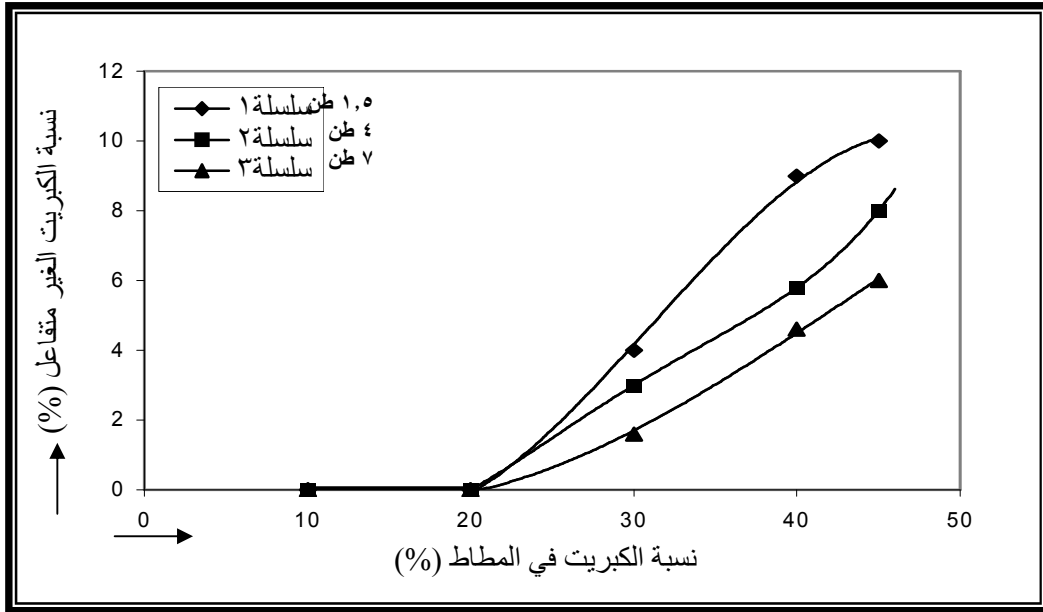
جدول رقم (٣) يوضح نسب الكبريت التي يجب إضافتها للحصول على الصلابة المطلوبة عند إضافة ٣٠% كبريت لكافة المساحيق وتحت

ضغوط مختلفة

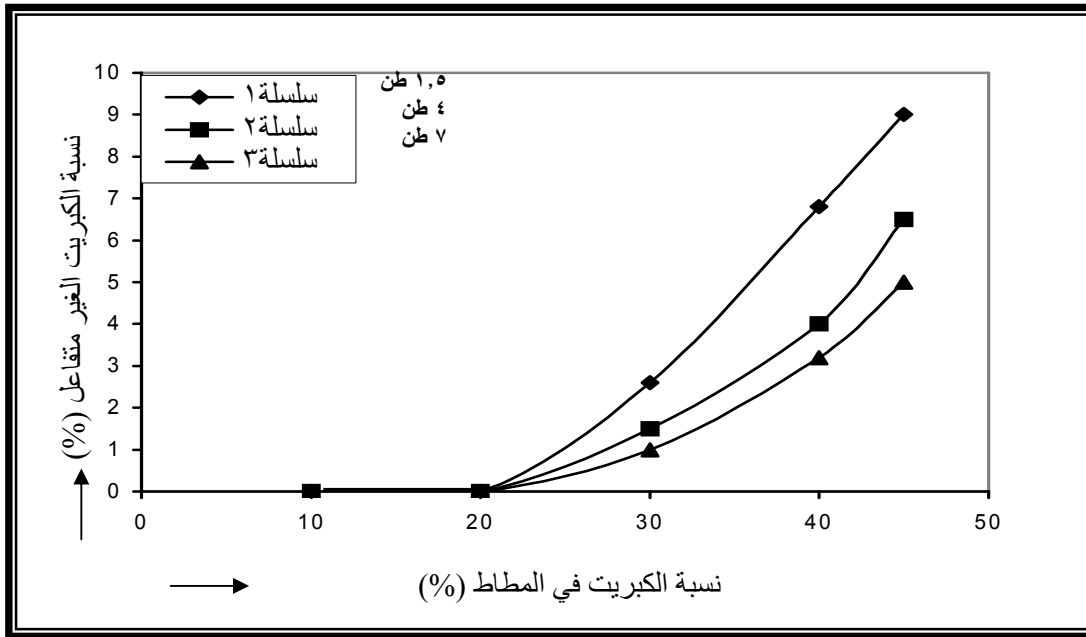
نسبة الكبريت التي يجب إضافتها %S	نسبة الكبريت غير المتفاعل %S	الصلابة لحجم ناعم N/mm ²	نسبة الكبريت التي يجب إضافتها %S	نسبة الكبريت غير المتفاعل %S	الصلابة لحجم متوسط N/mm ²	نسبة الكبريت التي يجب إضافتها %S	نسبة الكبريت غير المتفاعل %S	الصلابة لحجم ناعم N/mm ²	الضغط طن
٢٨	٢	١٥٦	٢٧,٥	٢,٥	١٧٩	٢٦	٤	١٤٥	١,٥
٢٨,٥	١,٥	١٦٣	٢٨,٥	١,٥	١٧٩	٢٧	٣	١٤٨	٤
٢٩,٢	٠,٨	١٦٦	٢٩	١	١٧٩	٢٨,٤	١,٦	١٥٣	٧

جدول رقم (٤) يوضح نسب الكبريت التي يجب إضافتها للحصول على الصلادة المطلوبة عند إضافة ٤٠% كبريت لكافة المساحيق وتحت ضغط مختلفة

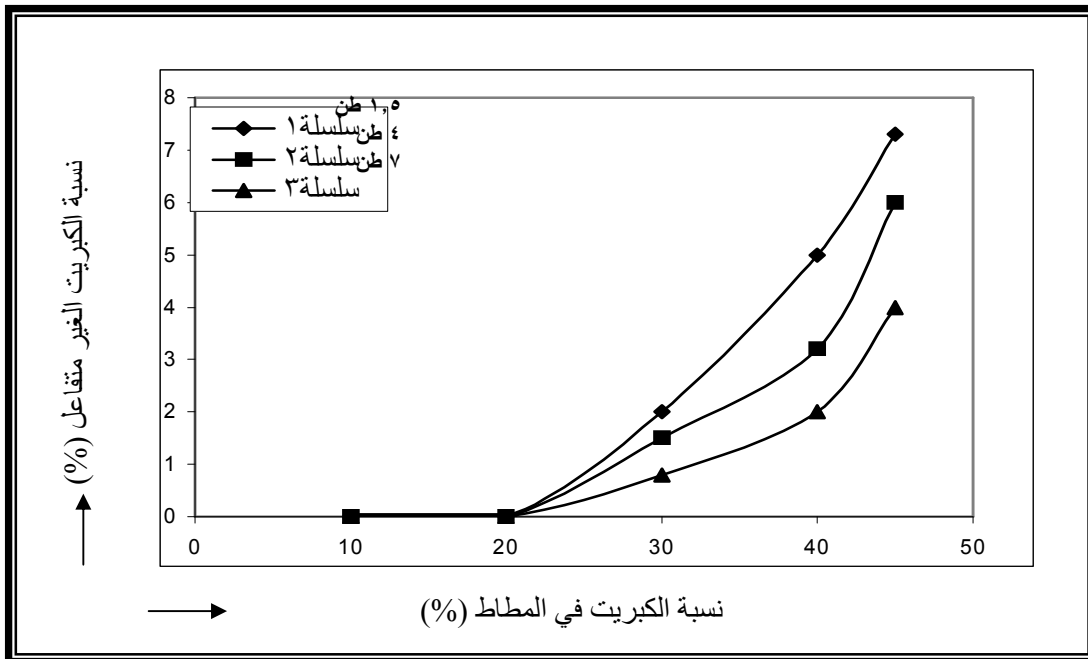
الصلادة لخلايط المطاط N/mm ²	نسبة الكبريت غير المتفاعل %S	نسبة الكبريت التي يجب إضافتها %S	الصلادة لحجم متوسط N/mm ²	نسبة الكبريت غير المتفاعل %S	نسبة الكبريت التي يجب إضافتها %S	الصلادة لخلايط المطاط N/mm ²	نسبة الكبريت غير المتفاعل %S	نسبة الكبريت التي يجب إضافتها %S	الصلادة لخلايط المطاط N/mm ²	الضغط طن
١٥٦	٩	٣١	١٧٠	٦,٨	٣٣,٢	١٥٦	٩	٣١	١٥٦	١,٥
١٥٧	٥,٨	٣٤,٢	١٧٤	٤	٣٦	١٥٧	٥,٨	٣٤,٢	١٥٧	٤
١٥٩	٤,٦	٣٥,٤	١٧٨	٣,٢	٣٦,٨	١٥٩	٤,٦	٣٥,٤	١٥٩	٧



شكل رقم (١)



شكل رقم (٢)



شكل رقم (٣)