

Research on the Possibility of Improving the Properties of Roads Aggregate and Local by Waste Materials (Nylon Bags and Plastic Bottles)

Dr. Rami Mikhael Hanna*

(Received 21 / 5 / 2022. Accepted 21 / 12 / 2022)

□ ABSTRACT □

Roads need large quantities of gravel to build, and the stones that meet the technical specifications are rare, and on the contrary, weak stones are spread geotechnics in abundance, which necessitates their use, but after improving their properties. In the works of the foundation layer and under the foundation) and improving local soils from the excavation product or located in the place of construction of transportation roads. In our research, different percentages of nylon (nylon bags and plastic bottles for filling fresh water) were added to the structurally weak pebbles (weak wear resistance) and we got a noticeable increase in the wear resistance (Los Angeles), so the wear value decreased to 32%, while before the addition it was no Less than 44%, which increases the durability of the stones and their resistance to loads and weather factors. When adding nylon and plastic scraps to the local soil, its bearing capacity increased by up to 100%, reaching a value of 46% when adding 3% by weight of nylon scraps and plastic package clippings.

Keywords: road gravel - plastic containers - nylon bags - wear resistance - C.B.R.-

* Assistant Professor, Department of Traffic and Transportation, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria .

البحث في امكانية تحسين خصائص الحصويات الطرقية والمواد المحلية بنفايات أكياس النايلون ونفايات عبوات المياه البلاستيكية

د. رامي مخائيل حنا*

(تاريخ الإيداع 21 / 5 / 2022. قُبِلَ للنشر في 21 / 12 / 2022)

□ ملخص □

تحتاج الطرق لكميات كبيرة من الحصويات لإنشائها وتعتبر الحصويات المحققة للمواصفات الفنية نادرة احيانا وعلى العكس تنتشر الحصويات الضعيفة جيوتكنيكيا بكثرة مما يحتم استخدامها ولكن بعد تحسين خواصها. تعتبر أكياس النايلون الصناعية والمنزلية على السواء وزجاجات البلاستيك بكافة أنواعها مصدرا مهما في تحسين خصائص الحصويات الطرقية (الحصويات المستخدمة في أعمال طبقة الأساس و ما تحت الأساس) وتحسين الترب المحلية من ناتج الحفر أو الموجودة بمكان إنشاء طرق المواصلات. في بحثنا هذا تم اضافة نسب مختلفة من النايلون(اكياس نايلون وزجاجات بلاستيكية لتعبئة الماء العذب) الى الحصويات الضعيفة بنيويا (مقاومة اهتراء ضعيفة) وحصلنا على تزايد ملحوظ في مقاومة الاهتراء (لوس أنجلوس) فانخفضت قيمة الاهتراء الى القيمة 32% بينما كانت قبل الاضافة لا تقل عن 44% مما يزيد من ديمومة الحصويات ومقاومتها للحمولات والعوامل الجوية . عند اضافة قصاصات النايلون والبلاستيك الى التربة المحلية زادت قدرة تحملها بنسبة وصلت الى 100% وبلغت قيمتها 46% عند اضافة نسبة 3% وزنا من قصاصات النايلون وقصاصات العبوات البلاستيكية.

الكلمات المفتاحية: حصويات طرقية -عبوات بلاستيكية - أكياس نايلون- مقاومة الاهتراء- ال C.B.R.-

*استاذ مساعد، كلية الهندسة المدنية، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.

مقدمة:

في العقود الاخيرة وبعد الثورة الصناعية الكبرى ادى النمو السكاني والتصنيع والنزعة الاستهلاكية والتطور التكنولوجي الى تراكم النفايات بكميات كبيرة يصعب التحكم بها . في اغلب الاوقات . ويعتبر التخلص السليم من النفايات ذا أهمية كبيرة في المناطق الريفية والحضرية على حد سواء ، لأن النفايات بحد ذاتها تزيد من التلوث البيئي وتشغل حيزا مهما من مساحات الاراضي وخاصة حول المنشآت الصناعية ومكبات المدن . لا شك ان أحد الحلول للتخلص من تراكم النفايات هو اعادة تدويرها واستخدام نواتجها في مجالات متعددة مدنية وصناعية ومن اشهرها حاليا على مستوى العالم، في انشاء الطرق والرصف الطرقي [1.2.3.4,8]. في الزمن المعاصر وفي كل بلدان العالم يتم إنشاء الطرق باستخدام روابط البيتومين والاسمنت كل على حدة مع الحصويات وخلاتط الحصويات .حاليا تتجه معظم الهيئات المختصة بإنشاء الطرق الى اقتراح نوع آخر من الطرق، الطرق التي تدخل في تركيبه طبقاتها ومواد انشائها نفايات منتخبة ومتنوعة ومنها النفايات البلاستيكية، إذ يوفر هذا حلاً لمشكلة التخلص الفعال والطويل الامد من النفايات البلاستيكية وفي الوقت نفسه توفير مادة تزيد من مقاومة ومتانة الطريق وديمومة طبقات رصفه كون المواد البلاستيكية تبقى ثابتة وتحمي الحصويات من العوامل المؤثرة الميكانيكية والكيميائية عدا عن انها لا تتحول مع الزمن او تتحلل، كما وتعالج قضية السلامة البيئية والأهم مع كل ذلك جملة القضايا الاقتصادية المتعلقة بالصيانة وكلف الانشاء على المدى الطويل [1.2.3.5.7.9.10].

كما هو معلوم أنه في كل عام وفي كل بلد وفي سوريا خاصة ، يتم إنتاج ملايين وملايين العبوات البلاستيكية وآلاف الأطنان من أكياس النايلون للأغراض التجارية والصناعية ، وهذه الكميات الهائلة بعض منها يعاد تدويره في صناعات بلاستيكية وخاصة اكياس النايلون والبعض الاخر يرمى ويظمر في مطامر خاصة الا ان كثير من البلدان المتقدمة ومنها الولايات المتحدة وفرنسا والهند وكندا وغيرها من الدول بدأت منذ عقود عديدة باستخدام واعادة تدوير نفايات النايلون والعبوات البلاستيكية في اعمال انشاء الطرق ولاسيما في اعمال الرصف الطرقي ومنها اعمال تعديل الخلطات الاسفلتية وتدعيم الحصويات الضعيفة وتقويتها[1.2.3].

ففي بريطانيا والولايات المتحدة وروسيا ,الهند واستراليا وغيرها من البلدان الصناعية وضعت استراتيجيات هامة لادارة النفايات الناجمة عن العبوات البلاستيكية واكياس النايلون فقد ظهرت ابحاث دعمت استخدام النفايات في تحسين البيتومين وتحسين أداء الخلطات الإسفلتية والبعض في تحسين طبقات الرصف (مواد طبقة الأساس وطبقة ماتحت الأساس).أما في كندا فزادت في الآونة الأخيرة استخدام نفايات البلاستيك في الرصف وخاصة طبقات التغطية الاسفلتية [4,5,7,8].

وانطلاقاً من المبادئ السامية الرامية إلى استكمال مسيرة التطوير والتحديث وخصوصا في ظل الظروف الاستثنائية التي يعيشها بلدنا ومرحلة اعادة الأعمار القادمة فيجب ان نولي الاهتمام الكبير لتحسين مستوى الخدمات من خلال تطوير أساليب ترفع من سويتها خصوصا في قطاع النقل باعتبارها القطاع الأهم ضمن قطاعات أي بلد اذ تجدر الإشارة بأن 25% وأكثر من قيمة المشاريع الخدمية او الاستثمارية تتجسد في اجور النقل والتحضيرات، لذلك لا بد من التطرق لأساليب تزيد العمر التصميمي للمشروع واستغلال الفروق الاقتصادية في مشاريع اخرى.

في بحثنا هذا نستعرض نتائج متواضعة لتحسين خواص الحصويات الطرقية الضعيفة ، حيث تم وضع منهجية بسيطة لمعالجة الحصويات الضعيفة من خلال إضافة نسب متزايدة من نفايات النايلون والزجاجات البلاستيكية البالية تراوحت بين 1-3% من وزن الحصويات الجافة.اظهرت النتائج تحسن مستويات الصلابة للحصويات وقدرة تحمل المزيج

الاجمالي للحصويات (الC.B.R). تعتبر النتائج التي توصلنا اليها متطابقة مع الابحاث المرجعية [1,2,3,6,8]. تجدر الاشارة الى ان تحسين الحصويات يقود الى تسليط الضوء نحو استخدام الحصويات المعالجة في انتاج المجبول الاسفلتي بكافة انواعه.

أهمية البحث وأهدافه:

تأتي أهمية البحث كونه يدرس تقوية خلأط حصوية مستخدمة في الرصف ضعيفة جيوتكنيكا وهندسيا وذلك باضافة نفايات النايلون والزجاجات البلاستيكية البالية وكل ذلك من خلال منهجية سليمة وبسيطة قابلة للتطبيق الحقل، ولاتقل اهمية البحث من الناحية البيئية عن الناحيتين الاقتصادية والفنية .

إشكالية البحث:

الخلأط الحصوية الصالحة لأعمال الرصف التقليدي تعتبر قليلة ونادرة احيانا اما الحصويات الضعيفة تعاني من ضعف مقاومتها للحمولات الديناميكية وحمولات قوافل السيارات، عدا عن ان الحصويات ذات المواصفات الفنية الجيدة تعتبر باهظة التكلفة وخاصة عندما تكون بعيدة عن مكان الانشاء. كما انه محليا لا توجد تطبيقات حقيقية لتحسين المواد المحلية بالنفايات ولا توجد استراتيجيات قريبة او بعيدة المدى لتوفير بدائل للمواد الطرقية المرتفعة التكلفة. فبحثنا هذا يوفر مثالا للحد من استجرار المواد من مكامن مرتفعة التكلفة والحد من تراكم النفايات الغير نافعة اقتصاديا في إعادة التدوير لأغراض هندسية .

أهداف البحث:

يقع هذا البحث في مجال هندسة المواصلات والنقل ويتخصص في تحسين خواص الحصويات المحلية الضعيفة جيوتكنيكا وهندسيا، ويهدف هذا البحث إلى:

1. التحقق من إمكانية استخدام نفايات النايلون والبلاستيك في تحسين خواص الحصويات الضعيفة.
2. زيادة ديمومة الخلأط الحصوية لتأثير العوامل الخارجية.
3. وضع منهجية بسيطة لخلأط نفايات النايلون والبلاستيك مع الحصويات والتوصل الى نسب خلأط مثالية تلبي متطلبات هندسية لمواد بناء طبقات الرصف .

طرائق البحث ومواده:

1. منهجية الدراسة

1-1 - دراسة وتقييم الخلأط الحصوية الضعيفة جيوتكنيكا وهندسيا من خلال :

تم إجراء جملة من التجارب التوصيفية للمواد الحصوية المحلية، منها التركيب الحبي وحدود اتربرغ واهتراء لوس انجلوس وقدرة التحمل النسبية ال C.B.R (بدون اضافة نفايات النايلون والبلاستيك)، مع العلم أن نتائج التجارب تم توثيقها إحصائياً، بعد تكرارها ثلاث مرات، وكل تجربة، حتى نتثبت من التوصيف السليم للمواد.

1-2 - دراسة وتقييم الخلأط الحصوية (المواد الضعيفة جيوتكنيكا وهندسيا +نسب 1% و2% و3 % نايلون

وبلاستيك) بالطريقتين الرطبة والجافة من خلال :

اهتراء لوس انجلوس وقدرة التحمل النسبية ال C.B.R.

1 - دراسة وتقييم الخلأط الحصوية الضعيفة جيوتكنيكا:

نبين فيما يلي بالجدول رقم 1 نتائج الاختبارات وتوصيف المواد الضعيفة جيوتكنيكيا هندسيا بالجدول التالي:

جدول رقم (1) نتائج الاختبارات وتوصيف المواد الضعيفة جيوتكنيكيا هندسيا بدون اضافات

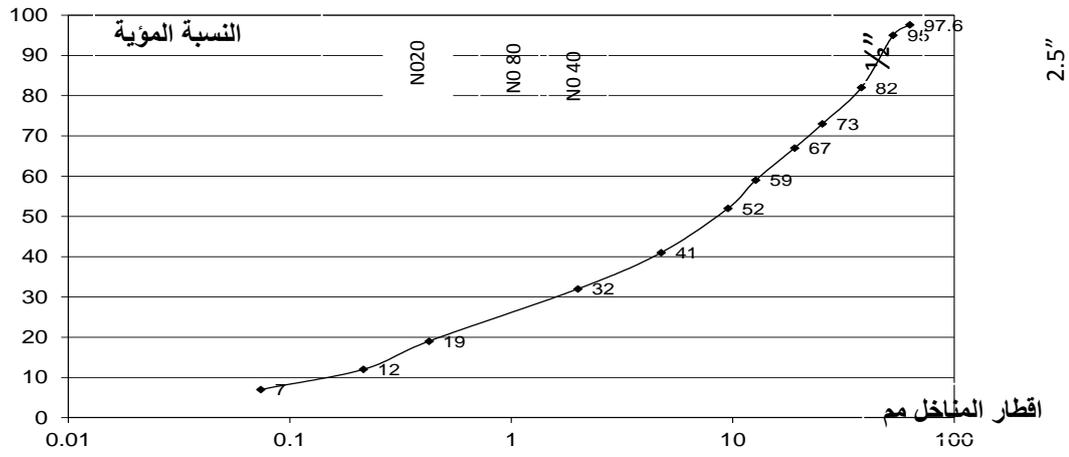
3	2	1	رقم العينة	
2.50	2.52	2.48	الوزن النوعي	
27	28	27	LL%	حدود اتريغ
20	19	20	PL%	
7	9	7	PI	
28.9	31.7	35.7	>4,75mm	التحليل الحبي المنخلي %
57.6	58.1	51.5	4,75-0,074mm	
13.5	10.2	12.8	<0,074mm	
10.3	9.82	9.12	الرطوبة المثالية W%	بروكتور
1.982	1.972	1.965	الكثافة الجافة العظمى $\gamma_d \text{ gr/cm}^3$	
42	46	47	لوس انجلوس %	
32	38	36	قدرة التحمل النسبية ال % C.B.R	

2-1 - 1 دراسة وتقييم الخلائط الحصوية (المواد الضعيفة جيوتكنيكيا وهندسيا + نسب 1% و2% و3 % نايلون وبلاستيك) بالطريقة الرطبة:

نقصد بالطريقة الرطبة ان الحصويات يتم تسخينها قبل اضافة نفايات النايلون والنفايات البلاستيكية. قبل استعراض نتائج الاختبارات على الخلائط الحصوية المعدلة بالنفايات لابد من استعراض لمحة عن تحضير خلائط العينات (مواد حصوية ضعيفة + نسبة وزنية من النفايات البلاستيكية والنايلون. أ- تحضير عينات الحصويات الضعيفة جيوتكنيكيا وهندسيا من خلال تحضير مزيج وسطي من الثلاث عينات المختبرة وكان التركيب الحبي الوسطي كما يلي بالجدول رقم (2) والممثل بالشكل رقم(1):

جدول رقم (2) : تجربة التحليل الحبي لعينة الحجر المكسر

فتحة المنخل	المحجوز gr	نسبة المحجوز %	نسبة المار %
2,5Inch	312	2.4	97.6
2 Inch	338	2.6	95
1,5 Inch	1690	13	82
1 Inch	1170	9	73
3/4 Inch	780	6	67
1/2 Inch	1040	8	59
3/8 Inch	910	7	52
No 4	1430	11	1
No10	1170	9	32
No40	1690	13	19
No200	910	7	12
Pass200	1560	12	
total	13000	100	



شكل رقم (1) مخطط التحليل الحبي المنخلي لوسطي ثلاث عينات مختارة

ب- تحضير مواد النفايات البلاستيكية والنايلون:

تم احضار اكياس نايلون وعبوات بلاستيكية من أحد مكبات القمامة وتم فرزها الى جزئين متماثلين من حيث الوزن. ثم تم تقطيع الاكياس والعبوات البلاستيكية الى قطع اقطارها 0.5-2سم.

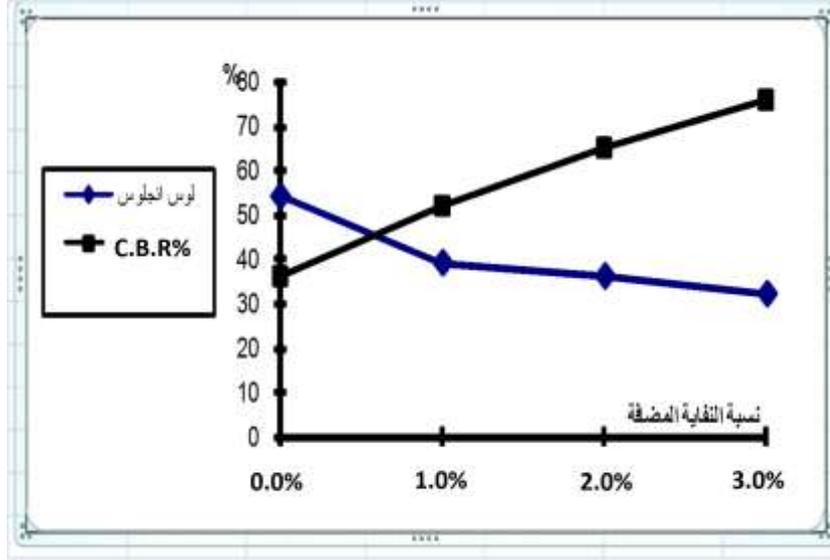
ت- تسخين الحصويات الى درجة 100 مئوية حتى ثبات الوزن

ج- تمزج نسب من النفاية (1% و2% و3%) مع الحصويات كل نسبة على حده مع التحريك المستمر .
ونبين في الجدول رقم 3 نتائج الاختبارات المنفذة على الخلائط الحصوية والنفاية:

جدول رقم (3) نتائج الاختبارات وتوصيف المواد الضعيفة جيوتكنيكا هندسيا مع إضافة نسب من النفاية

رقم العينة	حصويات+1% نفاية	حصويات+2% نفاية	حصويات+3% نفاية
بروكتور	الرطوبة المتألية %W	8.8	7.9
	الكثافة الجافة العظمى gr/cm ³ γd	1.97	1.962
	لوس انجلوس %	39	36
	قدرة التحمل النسبية الـ % C.B.R	52	65
			76

نمثل بيانيا تطور خواص المقاومات للخلائط بتبديل نسب الاضافات من النفاية للحصويات بالشكل رقم (2).



شكل رقم (2) يمثل نتائج اختبار الخلانط (حصويات+نسبة نفاية) بالحالة الرطبة

ملاحظة: يرجى تصحيح C.B.R في الشكل بدلاً من C.B

2-1-2 دراسة وتقييم الخلانط الحصوية (المواد الضعيفة جيوتكنيكا وهندسيا +نسب 1% و2% و3% نايلون وپلاستيك) بالطريقة الجافة:

نقصد بالطريقة الجافة ان يتم خلط الحصويات بدون تسخين مباشرة مع نفايات النايلون والنفايات البلاستيكية حتى يتجانس توزع النفايات بين الحصويات.

أ- تحضير مواد النفايات البلاستيكية والنايلون:

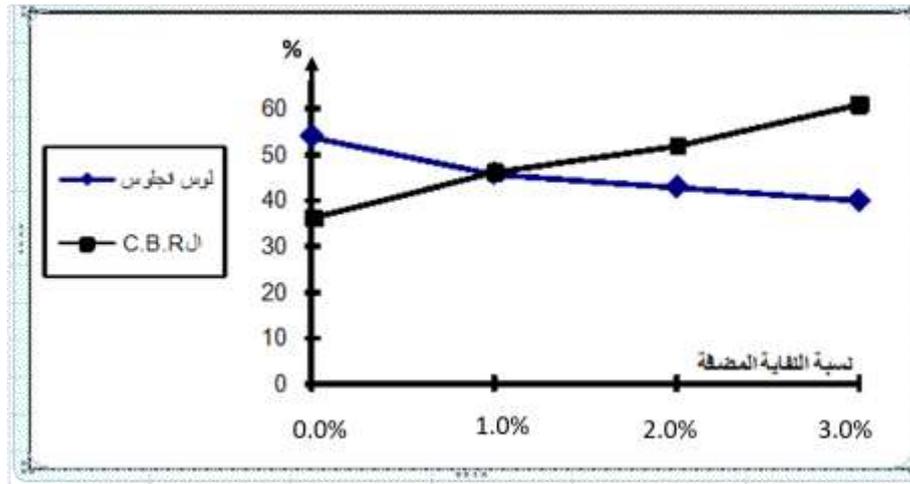
تم احضار اكياس نايلون وعبوات بلاستيكية من احد مكبات القمامة وتم فرزها الى جزئين متماثلين من حيث الوزن. ثم تم تقطيع الاكياس والعبوات البلاستيكية الى قطع اقطارها 0.5-2سم.

ب- خلط النسب 1% و2% و3% نايلون وپلاستيك مع الحصويات كل على حده ونبين في الجدول رقم 4 نتائج الاختبارات المنفذة على الخلانط الحصوية والنفاية:

جدول رقم (4) نتائج الاختبارات وتوصيف المواد الضعيفة جيوتكنيكا هندسيا مع اضافة نسب من النفاية

رقم العينة	حصويات+1% نفاية	حصويات+2% نفاية	حصويات+3% نفاية
بروكتور	الرطوبة المثالية %W	8.9	8.2
	الكثافة الجافة العظمى γ_d gr/cm ³	1.954	1.935
لوس انجلوس %	46	43	40
قدرة التحمل النسبية الـ C.B.R %	46	52	61

نمثل بيانيا بالسكر رقم (3) تطور خواص المقاومات للخلانط بتبدل نسب الاضافات من النفاية للحصويات .



شكل رقم (3) يمثل نتائج اختبار الخلائط (حصويات + نسبة نفاية) بالحالة الجافة

يمكن أن نقول إن دور النفاية يكمن في تغليف الحصويات، والعمل كمخدمات صدمة على الحصويات، ولكن بنسب أقل مما هي عليه في الحالة الرطبة، لكن الزيادة في المقاومة تؤهل المواد لاستخدامها في إنشاء طبقة ما تحت الأساس في الرصف الطرقي المرن.

الاستنتاجات والتوصيات:

- 1- يمكن تحسين الخواص الجيوتكنيكية الهندسية للحصويات بإضافة نفايات النايلون والبلاستيك ان كان بالطريقة الرطبة او بالطريقة الجافة.
 - 2- تعتبر بالطريقة الرطبة افضل من الطريقة الجافة في تحسين خواص الحصويات لكنها اكثر كلفة وتحتاج لمجايل شبيهة بمجايل البيتون الإسفلتي .
 - 3- ان تحسن خواص لوس لجرس للخلائط الحصوية مع النفاية كان كما يلي:
 - أ- في الحالة الرطبة: انخفضت بنسبة 27.8% عند اضافة 1% نفاية النايلون والبلاستيك. لكن الانخفاض وصل الى 33.4% عند اضافة 2% نفاية النايلون والبلاستيك. ليصل الانخفاض الى 41% عند اضافة 3% نفاية.
 - ب- في الحالة الجافة : انخفضت بنسبة 14.8% عند اضافة 1% نفاية النايلون والبلاستيك. لكن الانخفاض وصل الى 20.4% عند اضافة 2% نفاية النايلون والبلاستيك. ليصل الانخفاض الى 26% عند اضافة 3% نفاية.
 - 4- ان تطور خواص قدرة التحمل النسبية الـ C.B.R للخلائط الحصوية مع النفاية كانت كما يلي :
 - أ- في الحالة الرطبة :ارتفعت بنسبة 45% عند اضافة 1% نفاية النايلون والبلاستيك. لكن الزيادة وصلت الى 81.0% عند اضافة 2% نفاية النايلون والبلاستيك. ليصل الانخفاض الى 111% عن 3 اضافة 3% نفاية.
 - ب- في الحالة الجافة: ارتفعت بنسبة 28% عند اضافة 1% نفاية النايلون والبلاستيك. لكن الزيادة وصلت الى 45.0% عند اضافة 2% نفاية النايلون والبلاستيك. ليصل الانخفاض الى 69% عن 3 اضافة 3% نفاية.
- نقترح بالنهاية اضافة النفاية النايلون المذاب بطريقة التلئين والتميع الغير مباشر واضافته للحصويات بطريقة الرزاز كيف تتوزع المادة المضافة للحصويات بشكل متجانس.

References:

- [1] Al-Hadidy A.I., Yi-qiu Tan (2009), "Effect of polyethylene on life of flexible pavements", Construction and Building Materials, Vol. 23.
- [2] Annette R. Hill, Andrew R. Dawson, Michael Mundy.,(2001), "Utilisation of aggregate materials in road construction and bulk fill", Resources, Conservation and Recycling, Vol. 32,
- [3] Dhodapkar A N., (Dec. 2008), "Use of waste plastic in road construction", Indian Highways, Technical paper, journal, P No.31-32.
- [4] I.Vegas, J.A. Ibañez, J.T. San Jose', A. Urzelai.,(2008), "Construction demolition wastes, Waelz slag and MSWI bottom ash: A comparative technical analysis as material for road construction", Waste Management, Vol. 28, pp 565–574.
- [5] Khan Amjad, Gangadhar, Murali Mohan Murali and Raykar Vinay,(1999) "Effective Utilization of Waste Plastics in Asphaltting of Roads", R.V. College Of Engineering, Bangalore.
- [6] S.E. Zoorob, L.B. Suparma.,(2000), "Laboratory design and investigation of the properties of continuously graded Asphaltic concrete containing recycled plastics aggregate replacement (Plastiphalt)", Cement & Concrete .Composites Vol. 22, School of Civil Engineering, (CEMU), The University of Leeds,
- [7] Yue Huang, Roger N. Bird, Oliver Heidrich 2.,(2007), "A review of the use of recycled solid waste materials in asphalt pavements", Resources, Conservation and Recycling, Vol.52, School of Civil Engineering and Geosciences, Newcastle University, UK, pp 58-73.
- [8] R. Chhabra, S. Marik ,(2014) "A Review Literature On The Use Of Waste Plastics And Waste Rubber Tyres In Pavement." International Journal of Core Engineering & Management (IJCEM) VOL. 1, Issue 1, April 2014.
- [9]Aditya Raut¹, Prof. Sagar W. Dhengare², Prof. Ajay L. Dandge³, Prof. Harshal R. Nikhade⁴ Utilization of Waste Plastic Materials in Road Construction Journal of Advance Research in Mechanical and Civil Engineering Volume-3 | Issue-3 | March,2016 | Paper-1
- [10] V. Patel, (2014) "Utilization of Plastic Waste in Construction of Roads." International journal of scientific research ISSN No 2277 – 8179 Vol: 3,Issue: 4 April 2014.