مديرية التربية والتعليم بمحافظة مسندم
مدرسة أبوبكر الصديق للتعليم الأساسي للصفوف 5-9

"دراسة تأثير صبغ الطرق باللون الأزرق على : خفض درجة حرارة الطرق ، وتقليل الاحتباس الحراري، وتحسين السلامة المرورية، وزيادة العمر الافتراضي للطرق "

إعداد

الطالبان:

1- محمد بن صهيب بن محمد زيد الشحي

2- محمد مصطفى أحمد محمد

من الصفين الثامن والتاسع

تحت إشراف:

الأستاذ / مصطفى أحمد محمد أبوطالب

معلم الكيمياء ومشرف فريق GLOBE بالمدرسة

ديسمبر 2024م

جدول المحتويات

الموضوع	رقم الصفحة
الملخص	3
المصطلحات الرئيسية	4-3
أسئلة البحث	4
المقدمة ومراجعة الأدبيات	5- 4
طرق البحث 1- خطة البحث	6- 5
طرق البحث 2 – موقع الدراسة	7
خطة البحث 3 – جمع وتحليل البيانات	8- 7
النتائج	12 - 8
مناقشة النتائج	13 - 12
الخلاصة	14 - 13
الشكروالتقدير	15- 14
المراجع	15
الملحقات	16

الملخص

يهدف هذا البحث إلى دراسة تأثير طلاء الطرق باللون الأزرق على درجات الحرارة السطحية مقارنة بالإسفلت الأسود التقليدي.
تُعد ظاهرة "الجزيرة الحرارية الحضرية "من التحديات البيئية الرئيسة التي تواجه المدن الحديثة، حيث تمتص الأسطح الداكنة كالإسفلت كميات كبيرة من الإشعاع الشمسي، مما يؤدي إلى ارتفاع درجات الحرارة في المناطق الحضرية.

حيث سعى البحث للإجابة عن هذين السؤالين:

1-هل تختلف درجة الحرارة السطحية ، وكذلك درجة حرارة الهواء المحيط للطرق التقليدية ذات اللون الأسود بالمقارنة بالطرق المصبوغة باللون الأزرق؟

2- ما تأثير انخفاض درجة حرارة الطريق (باللون الأزرق) على تقليل الاحتباس الحراري وتحسين السلامة المرورية على الطريق وكذلك زيادة العمر الافتراضي للطريق؟

تمت الدراسة من خلال مقارنة درجات الحرارة السطحية بين طريقين: أحدهما مغطى بالإسفلت الأسود والآخر مطلي باللون الأزرق. تم تسجيل القياسات على مدى خمسة أيام متتالية باستخدام أجهزة قياس متطورة لضمان دقة البيانات.

أظهرت البيانات أن الطريق الأزرق سجل انخفاضًا ملحوظًا في درجات الحرارة السطحية مقارنة بالطريق الأسود، حيث تراوح الفرق بين4.5 إلى 5.7درجات مئوية .
كما أظهرت النتائج أن درجات حرارة الهواء فوق الطريق المصبوغ باللون الأزرق تقل عن درجات حرارة الهواء فوق الطريق التقليدي (الأسود) بمقداريتراوح بين 2.5 إلى 3.5 درجة مئوية

استمر هذا النمط خلال جميع أيام التجربة، مما يثبت فعالية الطلاء الأزرق في تقليل امتصاص الحرارة.

الطلاء الأزرق يقلل درجات الحرارة السطحية، وكذلك درجة حرارة الهواء المحيط ؛ مما يسهم في تحسين جودة الهواء وتقليل ظاهرة الجزيرة الحرارية.

خفض درجة حرارة الطرق يمكن أن يقلل استهلاك الطاقة المستخدمة في التبريد في المناطق الحضرية.

يوصَى باستخدام هذه التقنية في المدن ذات المناخ الحار، سواء كانت الطرق القديمة أو عند إنشاء الطرق الجديدة حيث تساهم هذه التقنية في تقليل الاحتباس الحراري، وتقليل تكلفة التبريد ، وتحسين السلامة المرورية على الطرق ، وتحسين الرؤية الليلية وإضافة لمسة جمالية للطرق والمدن ، وزيادة العمر الافتراضي للطرق.

المصطلحات الرئيسة:

1 الجزيرة الحرارية الحضرية (Urban Heat Island - UHI) :
هي ظاهرة تتمثل في ارتفاع درجة حرارة المناطق الحضرية مقارنة بالمناطق الريفية المحيطة بها؛ نتيجة للأنشطة البشرية والتغيرات في استخدام الأراضي.
تحدث هذه الظاهرة بسبب امتصاص وتخزين الإشعاع الشمسي في الأسطح العمر انية مثل الأسفلت.

2- درجة الحرارة السطحية:

درجة الحرارة السطحية (Surface Temperature)هي درجة حرارة سطح الأرض أو أي جسم آخر كما تُقاس مباشرة من خلال أجهزة الاستشعار الأرضية أو بواسطة الأقمار الصناعية.

تُعبّر هذه الدرجة عن الحرارة التي تشعها الأسطح نتيجة امتصاصها للطاقة الشمسية و انبعاثها مرة أخرى على شكل إشعاع حراري.

تختلف درجة الحرارة السطحية عن درجة حرارة الهواء، حيث تكون أعلى في النهار و أقل خلال الليل بسبب التأثيرات الإشعاعية.

3-الاحتباس الحراري، المعروف أيضًا بالاحترار العالمي :

هو الزيادة المستمرة في متوسط درجة حرارة الهواء السطحي للأرض نتيجة تراكم غازات الدفيئة في الغلاف الجوي، مثل ثاني أكسيد الكربون والميثان وبعض الغازات الأخرى. تعمل هذه الغازات على حبس الحرارة المنبعثة من سطح الأرض، مما يؤدي إلى ارتفاع درجات الحرارة العالمية .

أسئلة البحث

سعى البحث للإجابة عن السؤالين التاليين:

1-هل تختلف درجة الحرارة السطحية ، وكذلك درجة حرارة الهواء المحيط للطرق التقليدية ذات اللون الأسود بالمقارنة بالطرق المصبوغة باللون الأزرق؟

2- ما تأثير انخفاض درجة حرارة الطريق (باللون الأزرق) على تقليل الاحتباس الحراري وتحسين السلامة المرورية على الطريق وكذلك زيادة العمر الافتراضي للطريق ؟

المقدمة ومراجعة الأدبيات:

تعتبر الحرارة السطحية للطرق من العوامل الرئيسية التي تؤثر على البيئة الحضرية وراحة الأفراد. تعاني المدن الكبرى من ظاهرة تُعرف باسم 'الجزيرة الحرارية الحضرية'، حيث تمتص الأسطح الداكنة مثل الطرق الإسفلتية التقليدية كمية كبيرة من أشعة الشمس، مما يؤدي إلى ارتفاع درجة الحرارة المحيطة وزيادة استهلاك الطاقة المستخدمة في التبريد.

هذا التأثير يمكن أن يكون له عواقب سلبية على البيئة وصحة الإنسان، بما في ذلك زيادة تلوث الهواء، وارتفاع درجة حرارة الأرض، وزيادة معدل التبخر من التربة والمسطحات المائية.

في ظل هذه التحديات، بدأت بعض المدن في البحث عن حلول مبتكرة للحد من ظاهرة الجزيرة الحرارية، ومن بين هذه الحلول : استخدام الألوان الفاتحة في طلاء الطرق والأسطح العاكسة للحرارة.

يُعد الطلاء الأزرق للأسطح الإسفلتية أحد هذه الحلول التي يُعتقد أنها تساعد في تقليل امتصاص الأشعة الشمسية، وبالتالي خفض درجات الحرارة السطحية وتقليل التأثيرات البيئية السلبية.

يهدف هذا البحث إلى دراسة تأثير طلاء الطريق باللون الأزرق مقارنة بالطريق الأسود التقليدي من حيث درجة حرارته السطحية.

ستتم مقارنة درجات الحرارة على مدار عدة أيام باستخدام أجهزة قياس متطورة، وسيتم تحليل البيانات لمعرفة مدى تأثير اللون على امتصاص الحرارة و انعكاسها.

تشير العديد من الدراسات إلى أن لون السطح له تأثير مباشر على درجة الحرارة السطحية؛ فقد أظهرت الأبحاث أن الأسطح الداكنة تمتص نسبة أكبر من أشعة الشمس مقارنة بالأسطح الفاتحة، مما يؤدي إلى ارتفاع درجة حرارتها.

في دراسة أجرتها وكالة حماية البيئة الأمريكية (EPA)، تم التأكيد على أن استخدام الطلاء العاكس للحرارة يمكن أن يقلل

درجة حرارة الأسطح بمقدار 5-10 درجات مئوية، وهو ما يسهم بشكل كبير في خفض استهلاك الطاقة وتحسين المناخ الحضري.

كما وجدت دراسة أجريت في اليابان أن الطرق المطلية بألوان فاتحة كانت أكثر كفاءة في تقليل درجة الحرارة مقارنة بالطرق التقليدية.

وأظهرت التجارب أن الطرق المطلية بالألوان العاكسة قللت درجات الحرارة السطحية بحوالي 7-8 درجات مئوية مقارنة بالطرق غير المطلية، مما أدى إلى انخفاض كبير في حرارة الهواء القريب من سطح الطريق.

بالإضافة إلى ذلك، سلطت دراسات أخرى الضوء على فوائد استخدام الطلاء الفاتح، مثل: تحسين جودة الهواء وتقليل التمدد الحراري للطرق، مما قد يقلل من تكاليف الصيانة على المدى الطويل. يشير بعض الباحثين أيضًا إلى إمكانية تحسين السلامة المرورية باستخدام الألوان الفاتحة، حيث يمكن أن تعكس الضوء بشكل أفضل خلال الليل، مما يحسن الرؤية للسائقين.

بناءً على هذه الدراسات، يسعى هذا البحث إلى التحقق من صحة هذه الفرضيات من خلال مقارنة درجات حرارة الطريق الأسود والطريق الأزرق، وتحليل مدى فاعلية اللون الأزرق في تقليل درجة الحرارة السطحية للطرق.

طرق البحث

1- خطة البحث

- وضع الجدول الزمني لخطة البحث

الشهر	خطة العمل
نوفمبر 2024م	صياغة مشكلة البحث وتحديد الأدوات
ديسمبر 2024م	جمع البيانات
يناير 2025م	التوصل للاستنتاجات وكتابة البحث
فبراير 2025م	تقديم البحث

جدول (1) الجدول الزمني لخطة البحث

العمل	الطالبان المنفذان
صياغة مشكلة البحث	محمد صهيب ومحمد مصطفى
جمع البيانات وتطبيق البروتوكولات داخل المدرسة وخارجها وإدخال البيانات على الموقع.	محمد صهيب ومحمد مصطفى
التوصل للاستنتاجات وكتابة البحث	محمد صهيب ومحمد مصطفى

جدول (2) توزيع الأدوار على فريق البحث

تحديد ومراجعة بعض المصادر التي لها علاقة بموضوع البحث مثل المراجع أو شبكة المعلومات العالمية (الانترنت) بالإضافة إلى مذكرات بروتوكولات برنامج GLOBE.

- اختيار المو اقع المختلفة للدراسة تمهيدا لجمع البيانات وتطبيق البروتوكولات

الموقع	العمل
المدرسة	طلاء جزء من الطريق المواجه للمدرسة باللون الأزرق بطول 10 أمتار وتحديد 10 أمتار أخرى مجاوره باللون الأسود التقليدي ليكونا موقع للبحث
المدرسة	مقارنة درجة الحرارة السطحية للطريق الملون باللون الأزرق والآخر الأسود التقليدي على مدار أسبوع كامل باتباع خطوات بروتوكول درجة الحرارة السطحية

جدول (3) مو اقع تطبيق خطة البحث

- تحديد البروتوكولات المناسبة لجمع البيانات

العمل	البروتوكول المناسب
دراسة مقارنة درجة الحرارة السطحية للطريقين (الأزرق والأسود)	بروتوكول الحرارة السطحية للتربة
دراسة مقارنة درجة حرارة الهواء ونسبة الرطوبة	بروتوكول الغلاف الجوي

جدول (4) البروتوكولات المطبقة في البحث

- الأدوات المستخدمة في تطبيق البروتوكولات:

تحديد الموقع جهاز GPS- الشريط المتري طوله 50 متر- جهاز قياس نسبة الرطوبة ودرجة حرارة الهواء (الهيجرومتر) – جهاز الليزر لقياس درجة حرارة التربة السطحية.

- أخذ العينات من مو اقع العمل في الأوقات المناسبة وحسب مواصفات البروتوكولات المطبقة.

- جمع البيانات وتنظيمها في جداول كما سيأتي لاحقا .

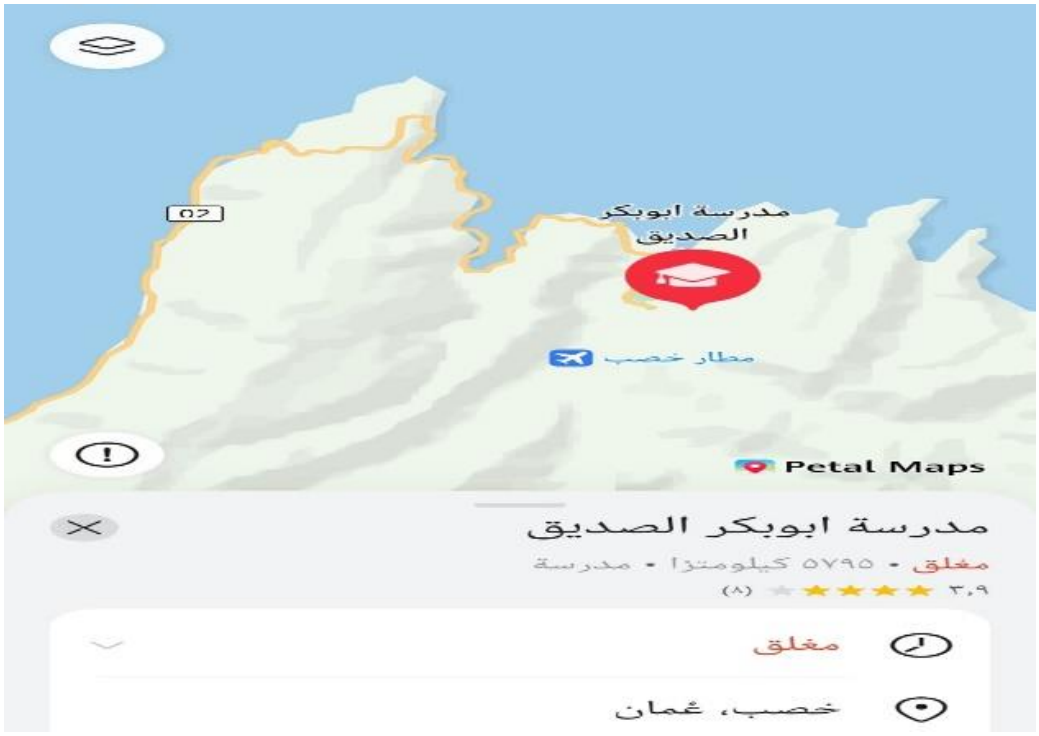
- إدخال البيانات في موقع البرنامج (www.GLOBE.gov)

- تحليل البيانات وتمثيلها بيانيا.

- تنسيق زيارة لبلدية خصب وكذلك معهد السلامة المرورية بمحافظة مسندم لعرض البيانات التي تم جمعها وللإجابة على استفسارات فريق البحث.

- التوصل للنتائج والتوصيات.

2- موقع الدراسة



تم تنفيذ خطة هذا البحث في ولاية خصب – محافظة مسندم – سلطنة عمان في هذا الموقع :

إحداثيات موقع البحث :

شمال : 26.1035 شرق : 56.1448 الارتفاع : 15m

مدرسة أبوبكر الصديق للتعليم الأساسي (9-5)

الطريق المواجه لمبنى المدرسة

3- جمع وتحليل البيانات

تم جمع البيانات للإجابة عن السؤال الأول في موقع المدرسة، (الطريق المواجه للمدرسة) حيث تم قياس درجة الحرارة السطحية وكذلك درجة حرارة الهواء والرطوبة النسبية في موقعين متجاورين بالطريق أحدهما مصبوغ باللون الأزرق بطول عشرة أمتار والموقع الآخر الملاصق له بطول عشرة أمتار باللون الأسود التقليدي

صور (2) و(3) تطبيق بروتوكولي الغلاف الجوي و درجة الحرارة السطحية للمقارنة بين موقعي الطريق باللون الأسود واللون الأزرق وكذلك قياس درجة حرارة الهواء والرطوبة النسبية في الموقعين

(لقاء مع المهندسة نوره بنت عبدالله الشحية) رئيسة قسم صون البيئة بهيئة البيئة بمسندم

(مهندس عادل مال الله الشحي مهندس مدني ببلدية خصب ومتابعة لتسجيل البيانات من موقع البحث)

النتائج

1 - تم التوصل للبيانات التالية عن درجات الحرارة السطحية للطريق المواجه للمدرسة في موقعين متلاصقين أحدهما طريق تقليدي باللون الأسود والآخر مصبوغ باللون الأزرق، حيث وحسب نظام تطبيق البروتوكول يتم اختيار مربع طول ضلعه 10 مترويتم تسجيل تسع قراءات لدرجة الحرارة داخل هذا المربع بشكل عشو ائي.

2024 /12/ 8	قراءة 1	قراءة2	قراءة3	قراءة4	قراءة5	قراءة6	قراءة7	قراءة8	قراءة9	متوسط
اللون الأسود	43.2	42.2	42.5	43	42.9	43.1	43	41.2	41	42.4
اللون الأزرق	37.9	38	38	38	37.8	38.1	37.8	37.8	37.6	37.8

(جدول 5 درجات الحرارة السطحية في الموقعين يوم 2024/12/8م)

2024 /12/ 9	قراءة 1	قراءة2	قراءة3	قراءة4	قراءة5	قراءة6	قراءة7	قراءة8	قراءة9	متوسط
اللون الأسود	43.5	44	43.9	43.9	43.9	43.7	43.7	43.7	43.3	43.7
اللون الأزرق	38.1	38.1	38.2	38.4	38.4	39.5	39.5	39.5	37.9	38.6

(جدول 6 درجات الحرارة السطحية في الموقعين يوم 2024/12/9م)

2024 /12/ 10	قراءة 1	قراءة2	قراءة3	قراءة4	قراءة5	قراءة6	قراءة7	قراءة8	قراءة9	متوسط
اللون الأسود	43.6	43.3	43.4	43.6	43.8	43.8	42.8	43.2	43.1	43.7
اللون الأزرق	38.1	38.3	38.7	38.4	38.1	.383	.573	4.73	38	38

(جدول 7 درجات الحرارة السطحية في الموقعين يوم 2024/12/10م)

2024 /12/ 11	قراءة 1	قراءة2	قراءة3	قراءة4	قراءة5	قراءة6	قراءة7	قراءة8	قراءة9	متوسط
اللون الأسود	44.4	44.6	44.8	45.1	45.4	45.5	45.6	45.5	45.2	45.1
اللون الأزرق	39.5	39.6	39.8	39.5	39.6	39.6	39.2	39.5	39.5	39.5

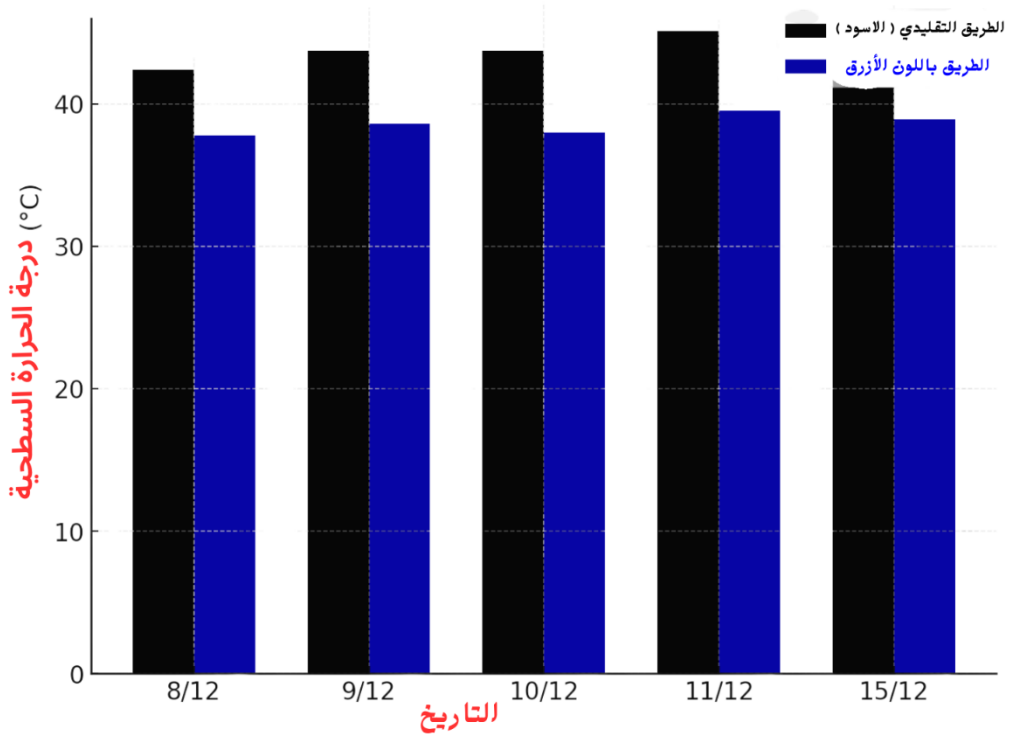
(جدول8 درجات الحرارة السطحية في الموقعين يوم 2024/12/11م)

2024 /12/ 15	قراءة 1	قراءة2	قراءة3	قراءة4	قراءة5	قراءة6	قراءة7	قراءة8	قراءة9	متوسط
اللون الأسود	44.1	44.2	44.4	44.3	44.2	44.1	44	44.1	44.1	44.1
اللون الأزرق	938.	39	.738	38.8	38.9	.783	38.9	39.2	39.3	38.9

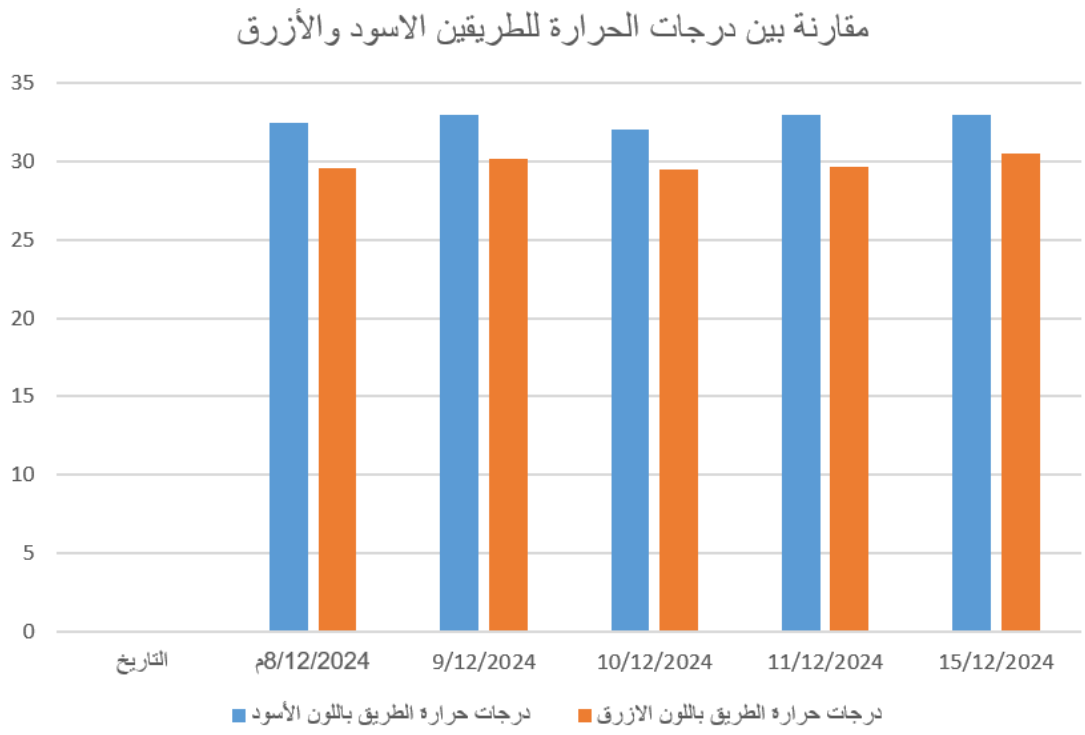
(جدول 9 درجات الحرارة السطحية في الموقعين يوم 2024/12/15م)

درجة الحرارة (درجة مئوية)	2024/12/8م	2024/12/9م	2024/12/10م	2024/12/11م	2024/12/15م
متوسط درجة الحرارة السطحية للون الأسود	42.4	43.7	43.7	45.1	44.1
متوسط درجة الحرارة السطحية للون الأزرق	37.8	38.6	38	39.5	38.9
الفرق بين متوسط درجة حرارة اللونين	4.6	5.1	5.7	5.6	5.2
درجة حرارة الهواء للون الأسود	32.5	33	32	33	33
درجة حرارة الهواء (درجة مئوية) للون الأزرق	29.6	30.5	29.3	29.5	30.5
الفرق بين درجات حرارة الهواء للطريقين باللون الأسود والأزرق	2.9	2.5	2.7	3.5	2.5
الرطوبة النسبية للطريقين الأسود والأزرق	% 20	%19	%20	%19	%20

(جدول 10متوسط الفرق بين درجات حرارة الموقعين ودرجات حرارة الهواء والرطوبة النسبية)



مخطط بياني (1) مقارنة بين درجات الحرارة السطحية في الموقعين (الطريق باللون الأسود واللون الأزرق)



مخطط بياني (2) مقارنة درجات حرارة الهواء للطريقين باللون الأسود والأزرق

الصور(3) و(4) نماذج من رفع البيانات

www.GLOBBE.gov حيث تم إضافة مو اقع جديدة وإدخال البيانات التي تم تجميعها من مو اقع البحث

مناقشة النتائج:

تعكس النتائج المسجلة في هذا البحث تباين درجات الحرارة السطحية للونين الأسود والأزرق عبر عدة أيام، مما يوفر رؤية واضحة حول تأثير اللون على امتصاص الحرارة. يمكن تحليل البيانات من عدة زو ايا تشمل متوسط درجات الحرارة السطحية، الفروق بين اللونين، وتأثير العوامل البيئية مثل درجة حرارة الهواء والرطوبة النسبية.

أظهرت البيانات أن اللون الأسود سجل درجات حرارة سطحية أعلى من اللون الأزرق في جميع الأيام التي تم فيها القياس. ويعود ذلك إلى قدرة اللون الأسود على امتصاص كميات أكبر من الأشعة الشمسية مقارنةً باللون الأزرق، مما يؤدي إلى ارتفاع حرارته بشكل واضح. في اليوم الأول (8 ديسمبر)، كانت درجة الحرارة السطحية للون الأسود .42.4°C

شهدت الأيام التالية تذبذبًا طفيفًا، حيث ارتفعت إلى 45.1°Cفي اليوم الر ابع (11 ديسمبر)، وهو أعلى متوسط مسجل.

في اليوم الخامس (15 ديسمبر)، انخفضت درجة الحرارة قليلاً إلى 44.1°C، مما يشير إلى تأثيرات أخرى مثل الظروف الجوية المتغيرة.

على الرغم من تعرض اللون الأزرق لنفس الظروف البيئية، إلا أن متوسط درجة حرارته كان أقل من اللون الأسود في جميع الأيام. ويرجع ذلك إلى انعكاسه نسبة أكبر من الأشعة الشمسية، مما يقلل من امتصاصه للحرارة.

تراوحت درجات الحرارة للون الأزرق بين 37.8°C(اليوم الأول) و 39.5°C(اليوم الر ابع)، مما يعكس استقرارًا نسبيًا.

كان اليوم الر ابع أيضًا هو الأعلى في درجة الحرارة للون الأزرق، ما يشير إلى تأثير الظروف البيئية العامة على ارتفاع درجات الحرارة.

يظهر الفرق بين متوسط درجات حرارة اللونين بوضوح، إذ يتراوح بين 4.6°C و5.7 .°Cوكان أكبر فرق في اليوم الثالث، حيث بلغ 5.7°C، مما يدل على أن قدرة اللون الأسود على امتصاص الحرارة تظل ثابتة حتى مع تغير الظروف الجوية.

بالنسبة لدرجات حرارة الهواء الملامس للطريقين التقليدي باللون الأسود والمطلي باللون الأزرق فقد كان هناك اختلافا واضحا حيث قلت درجة حرارة الهواء فوق الطريق المصبوغ باللون الأزرق عن الطريق الأسود التقليدي فيما (2.5 – 3.5 درجة مئوية) وهذا يشير إلى

تحسن درجة حرارة الجزيرة الحرارية الحضرية وخفض تكلفة التبريد في المباني المحيطة بالطريق المصبوغ باللون الأزرق وكذلك المساهمة بشكل كبير في تقليل ظاهرة الاحتباس الحراري وخفض درجة حرارة المدن الحضرية.

الرطوبة النسبية لم تشهد تغيرات كبيرة، حيث كانت بين 19%و20%، مما يعني أن تأثيرها على الامتصاص الحراري كان محدودًا.

يؤكد البحث أن اللون الأسود يمتص حرارة أكثر مقارنة باللون الأزرق، ما يجعله خيارًا غير ملائم للأسطح الخارجية في البيئات الحارة.

للإجابة عن السؤال الثاني :

تواصلنا مع الجهات المختصة مثل بلدية خصب وهيئة البيئة بمسندم وكذلك معهد السلامة المرورية بمسندم وإدارة الطرق بمسندم (الملحقات تتضمن المراسلات الرسمية مع الجهات سالفة الذكر) ووجهنا لها أسئلة محددة وواضحة .

وكان رد هيئة البيئة على سؤالنا حول تأثير انخفاض درجة حرارة الطريق باللون الأزرق والهواء المحيط في تقليل ظاهرة الاحتباس الحراري في المدن الحضرية بأن ذلك الإجراء يساهم فعلا في التقليل من ظاهرة الاحتباس الحراري وكذلك تقليل تكلفة التبريد في المباني المجاورة .

وكان لبلدية خصب دوربارز في التحقق من نتائج البحث حيث قام المختصون بقياس درجات الحرارة السطحية للطريقين وكتبوا تقريرا فنيا بذلك بالتعاون مع الشركة الأولى العالمية المنفذة لأنشاء الطرق بولاية خصب وبحضور مسؤوليها .

وتوجهنا بسؤالين محددين لإدارة الطرق بمسندم عن تأثير انخفاض درجة حرارة الطريق على زيادة عمره الافتراضي وكان ردهم بأنه إذا كان الانخفاض معقولا في درجة حرارة الطريق فإن ذلك سوف يؤدي إلى زيادة العمر الافتراضي له وبما ان الانخفاض يتراوح ما بين (4.5 و5.7) درجة مئوية فإن ذلك المدى من الانخفاض سيؤدي إلى زيادة العمر الافتراضي للطريق .

وبسؤالهم عن إمكانية إضافة الصبغة الزرقاء إلى الخلطة المستخدمة في إنشاء الطرق الجديدة مباشرة بدلا من طلائه بعد إنشاء الطريق كان ردهم ان ذلك ممكن لكن تكلفته ستكون مرتفعة ولكن بمقارنة التكلفة بزيادة العمر الافتراضي للطريق فإن التكلفة ستكون أقل بكثير من الطرق التقليدية باللون الأسود .

وكان لقاؤنا مع مسؤولي معهد السلامة المرورية بمسندم للاستفسار عن أثر انخفاض درجة حرارة الطريق على سلامة إطارات المركبات وبالتالي تحسين السلامة المرورية على الطريق وكذلك تأثير طلاء الطريق باللون الأزرق على تحسين الرؤية الليلية . فكان ردهم بأن انخفاض درجة حرارة الطريق يقلل من فرص حدوث انفجار لإطارات المركبات وبالتالي يقلل من فرص حدوث الحوادث المرورية المترتبة على ذلك .

وعن تأثير الطلاء باللون الأزرق في تحسين الرؤية الليلة بسبب أن اللون الأزرق يعكس الضوء بعكس اللون الأسود التقليدي أكد مسؤولي معهد السلامة المرورية أن مدى الرؤية الليلية لقائدي المركبات على الطرق باللون الأزرق سيكون أكبر من مدى الرؤية الليلة على الطرق التقليدية العادية .

الخلاصة:

هدف هذا البحث إلى تقييم تأثير طلاء الطرق باللون الأزرق كبديل مبتكر للإسفلت الأسود التقليدي، حيث تقلل هذه التقنية الحديثة من الحرارة السطحية، والمساهمة في الحد من ظاهرة "الجزيرة الحرارية".

وتتمثل هذه الظاهرة في امتصاص الأسطح الداكنة مثل الأسفلت الأسود، لكميات كبيرة من الإشعاعات الشمسية. مما يؤدي إلى التقليل من تأثير ظاهرة الاحتباس الحراري وخفض تكلفة التبريد .تمت الدراسة من خلال التجربة العملية حيث قورنت الحرارة السطحية بين طريقين متجاورين: الطريق بالإسفلت الأسود التقليدي، وآخر المطلي باللون الأزرق. تم تسجيل القياسات على مدى خمسة أيام متتالية في ديسمبر 2024، بأجهزة قياس متطورة مثل جهاز الليزر.

ركز البحث على الإجابة عن السؤال الرئيسيين: هل يوجد فرق في درجة الحرارة السطحية بين الطرق التقليدي باللون الأسود والمطلية الزرقاء؟ وكيف يمكن للألوان الفاتحة، مثل الأزرق، أن تقلل من ظاهرة الاختباس الحراري وتحسين من السلامة المرورية على الطرق وتزيد من العمر الافتراضي للطريق .

كانت هناك نتائج ملحوظة للمقارنة بين درجات الحرارة السطحية للطريقين الأسود التقليدي والطريق المطلي باللون الأزرق حيث انخفضت درجات الحرارة السطحية للون الأزرق بمقداريتراوح بين (4.6 – 5.7 درجة مئوية) .
وكذلك انخفضت درجات حرارة الهواء فوق الطريق المطلي باللون الأزرق مقارنة بالطريق الأسود بمقداريتراوح ما بين (2.5 – 3.5 درجة مئوية)

ومن خلال البحوث والدراسات السابقة وكذلك من خلال التواصل مع المؤسسات المتخصصة توصلنا إلى أن هذه التقنية تؤدي إلى التقليل من تأثيرات ظاهرة الاحتباس الحراري وكذلك تحسن السلامة المرورية على الطريق وتحسن الرؤية الليلية وتذيد من العمر الافتراضي للطريق.

وكانت أهم التوصيات بعد البحث والدراسة:

1- طلاء الطرق الجديدة وخاصة في المدن الجديدة الصديقة للبيئة باللون الأزرق.

2- استمرارتسجيل النتائج للبحث في الفترات شديدة الحرارة حيث نتوقع ارتفاع الفرق بين الطريقين إلى ما بين 10 و12 درجة صيفا.
3- يمكن كذلك استخدام الألوان الفاتحة مع اللون الأزرق مثل الأخضروالأصفرلطلاء الطرق بما يتماشى مع تعليمات السلامة المرورية مثل تحديد فواصل حارات الرق وغيرها.
4- توصية لبلدية مسندم بطلاء الطرق باللون الأزرق للتقليل من ظاهرة الاحتباس الحراري وإضفاء لمسة جمالية على ولاية خصب وكذلك لتحقيق أكبرقدرمن السلامة المرورية على طرق الولاية .

الشكر والتقدير :

نتقدم بعظيم الشكروالامتنان لكل من ساهم في إجراء هذا البحث، سواء بالنصح والتوجيه والدعم ، ، وكذلك نخص بخالص الشكر والتقدير الفاضل / محمد بن عبدالله سيود الشحي مدير المدرسة على دعمه المتواصل وتيسيرتواصلنا مع المؤسسات الحكومية ، كما نخص بخالص الشكروالتقدير الفاضلة / دكتورة عذاري بنت مسعود الشحية رئيس قسم الابتكاروالأولمبياد العلمي بتعليمية مسندم ومشرفة فريق GLOBE بالمحافظة على دعمها وخبرتها التي منحتها لنا طوال مراحل البحث .

كما نخص بالشكرالمهندس / عادل بن مال الله بن أحمد الشحي (مهندس مدني ببلدية مسندم) على الدعم لفني لإجراء البحث وإمدادنا بتقريرفني ميداني عن نتائج البحث.
وكذلك تواصله المستمرمع الشركة العالمية المنفذة لمشاريع الطرق بمسندم.
وكذلك نخص بموفورالشكروالتقديرللفاضل / حسن بن أحمد أسود الشحي (رئيس مجلس أولياء الأمور بالمدرسة) على دعمه الكامل لنا في جميع خطوات إجراء البحث .

كما نشكرالمسؤولين بإدارة البيئة والشؤون المناخية بمحافظة مسندم وعلى رأسهم المهندسة نورة بنت عبدالله الشحية رئيسة قسم صون البيئة بهيئة البيئة بمسندم على البيانات والتوضيحات التي قدمتها لنا وكذلك الإجابات المحددة عن أسئلتنا حول إجزاء البحث .

وكذلك كل الشكروالتقديرللفاضل / بدربن أحمد بن علي الشحي مديردائرة الطرق بمحافظة مسندم على الإجابات الكافية

والو افية عن أسئلتنا التي وجهناها لدائرة الطرق بمسندم .
وكذلك كل الشكروالتقدير للفاضل بن عبدالله الخزيمي ضابط معهد السلامة المرورية بمسندم على كل الدعم اذي قدمه لنا والإجابات على كل استفساراتنا حول أجزاء البحث .

والشكروالتقدير لكل من ساهم ودعم تنفيذ هذا البحث ممن لم يسعنا ذكرهم بالتفصيل.

المراجع:

1- كتاب العلوم للصف السابع. وزارة التربية والتعليم. سلطنة عمان .طبعة 2021م

2 - درجة الحرارة السطحية للتربة: تأثير التغيرات المناخية والبشرية، د. عاطف عبد الحميد حسن، مجلة كلية الزراعة بجامعة الزقازيق، المجلد 49، العدد 2، 2022.

3- سانتاموريس، م. (2013). استخدام الأرصفة الباردة كإستراتيجية لتخفيف الجزر الحرارية الحضرية – مراجعة للتطورات الحالية .*مراجعات الطاقة المتجددة والمستدامة*، 26، 224-240.

4- وكالة حماية البيئة الأمريكية .(2020) (EPA). *3 - الحد من جزر الحرارة الحضرية: خلاصة و افية للاستراتيجيات - الأرصفة الباردة* .وكالة حماية البيئة الأمريكية https://www.epa.gov/heatislands/heat-island-compendium .

5- تاناكا، ك.، ياماموتو، س.، وتاكاهاشي، هـ .(2021) .4- تأثير الطلاءات العاكسة على خفض درجة حرارة السطح في المناطق الحضرية .*مجلة التكنولوجيا الحضرية، 28* (3)، 45-60 .

6- ويكيبديا استرجعت بتاريخ 25 يناير 2024 -6 https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%AA%D8%B1%D8%A8%D8%A9

7- Oke, T. R. (1982). The energetic basis of the urban heat island. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 108(455), 1-24

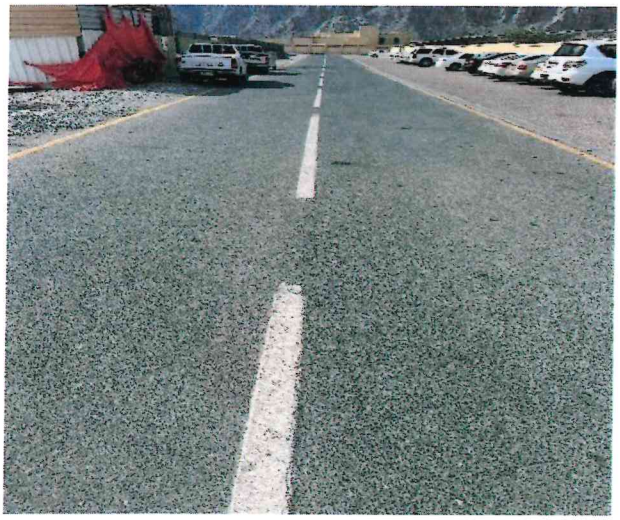
8 - Wan, Z. (2008). New refinements and validation of the MODIS Land-Surface Temperature/Emissivity products. *Remote*

تقرير فني

الموضوع	الموقع	إحداثيات الموقع
دراسة درجة حرارة الاسفلت	مدرسة أبوبكر الصديق	—

الوصف والرأي الفني:

بعد الزيارة الميدانية للموقع المذكور أعلاه ومن خلال دراسة درجة حرارة الاسفلت مع طلبة المدرسة تبين لنا إختلاف درجة الحرارة الاسفلت حسب درجة الألوان.
مرفق لكم صورة توضيحية لدرجة حرارة الاسفلت



صورة توضيحية لدرجة حرارة الاسفلت قبل الصبغ

صورة توضيحية لدرجة حرارة الاسفلت بعد الصبغ

الرأي الفني:

نرى من الناحية الفنية وجود إنخفاض درجة حرارة الاسفلت الملون مما يساهم في إنخفاض حرارة الجو .

عادل مال الله أحمد الشحي
مهندس مدني

محافظة مسندم
دائرة البلدية خصب
بلدية مسندم

مدرسة أبوبكر الصديق للتعليم الأساسي 5-9 **التاريخ : 2025/2/18م**

الفاضل / مسلم بن مبارك بن الرضه المهري المحترم

مدير إدارة البيئة بمحافظة مسندم

الموضوع / مشروع بحثي طلابي

كل الشكر والتقدير لكم وإلى كافة الجهود المبذولة على مستوى العمل المؤسسي التي تقدمها مؤسستكم خدمة لكافة المؤسسات الحكومية والقطاع الخاص والمجتمع، وإلى التعاون المستمر والمثمر خدمة لأبنائنا الطلبة وللعملية التعليمية والأنشطة التعليمية التي لها شأن في صقل مواهبهم وتنمية قدراتهم البحثية

وتود إدارة المدرسة الإفادة بأن البحوث الإجرائية تلعب دور في تحسين الممارسات التربوية داخل الصف أو خارجه إذا تمكن الممارس التربوي من فكرة البحوث الإجرائية، وامتلاك المهارات البحثية اللازمة لإجرائها، للوصول لأهداف وغايات التربية..

ويسعى البحث الإجرائي لتحقيق عدة أهداف منها تمكين المعلم من تحسين ممارساته التعليمية، تطبيق المنهاج الدراسي والتوافق بين الجانب النظري مع التطبيقي ، والمشاركة في المسابقات التربوية على مستوى الوزارة ، حيث لا يخفى عليكم بأن فريق من أبنائنا الطلبة في صدد القيام بتقديم بحث ضمن برنامج GLOBE البيئي العالمي بمدرسة أبوبكر الصديق للتعليم الأساسي (5-9) بغرض المشاركة في مسابقة البحوث المحلية والدولية ببرنامج GLOBE للعام الدراسي 2024- 2025 م

الأسئلة التي نود توجيهها للسادة المسؤولين بإدارة البيئة بمحافظة مسندم :-

1- هل يؤثر انخفاض درجة حرارة الطرق على تقليل من الاحتباس الحراري في المدن الحضرية ؟

وتقبلوا بقبول فائق التقدير والاحترام

للتواصل / مصطفى أحمد محمد **مدير مدرسة**

91723063 **محمد بن عبدالله بن أحمد سيود الشحي**

التصنيف : غير مصنف
الرقم : 17-1181/53/2023
التاريخ : 23/02/2025 11:14 AM

الفاضل/ محمد بن عبدالله بن أحمد سيود الشحي المحترم
مدير المدرسة
مدرسة أبو بكر الصديق للتعليم الأساسي (5-9)

تحية طيبة وبعد ،،،

الموضوع/ مشروع بحثي طلابي

بالإشارة إلى خطابكم المؤرخ في 18 فبراير 2025 بشأن الموضوع أعلاه وبعد المناقشة التي دارت فيما بيننا في مقر الإدارة لذات الشأن ومن مبدأ الشراكة مع المجتمع والجهات العلمية والأكاديمية .

يسرني إفادتكم بالردود التالية حيال الإستفسار المذكور:
مما لاشك فيه بأن المدن الحضرية تعاني من زيادة عدد السكان والمساكن وبالتالي الإستهلاك الزائد للأجهزة والمواد التي تتسبب في زيادة الإحتباس الحراري من إنبعاثات الغازات الدفيئة مما يعني وجود إليات لخفض دراجات الحرارة ستسهم في تقليل الإحتباس الحراري في المدن الحضرية.
للتكرم بالعلم و توجيه المختصين لديكم لإتخاذ اللازم.
وتفضلوا بقبول فائق الإحترام والتقدير...

مسلم المهري

مسلم بن مبارك بن الرضه المهري
مدير إدارة البيئة بمحافظة مسندم
إدارة البيئة بمحافظة مسندم

سلطنة عمان
هيئة البيئة

@eaoman /eaoman @ea_oman ea.gov.om mail@ea.gov.om
Tel: +968 24 404500 | Fax: +968 24 404581
PO.Box 323, Muscat, P.C:100, Sultanate of Oman
هاتف: ٢٤٠٤٠٤٥٠٠ ٩٦٨+ | فاكس: ٢٤٠٤٠٤٥٨١ ٩٦٨+
ص.ب: ٣٢٣، مسقط، الرمز: ١٠٠، سلطنة عمان

مدرسة أبوبكر الصديق للتعليم الأساسي 5-9 **التاريخ : 2025/2/18م**

الفاضل / بدر بن أحمد بن علي الشريف الشحي المحترم

مـــــدير دائـــرة الطـــــرق بمحافظـــة مسنـــــدم

الموضوع / مشروع بحثي طلابي

كل الشكر والتقدير لكم وإلى كافة الجهود المبذولة على مستوى العمل المؤسسي التي تقدمها مؤسستكم خدمة لكافة المؤسسات الحكومية والقطاع الخاص والمجتمع، وإلى التعاون المستمر والمثمر خدمة لأبنائنا الطلبة وللعملية التعليمية والأنشطة التعليمية التي لها شأن في صقل مواهبهم وتنمية قدراتهم البحثية

وتود إدارة المدرسة الإفادة بأن البحوث الإجرائية تلعب دور في تحسين الممارسات التربوية داخل الصف أو خارجه إذا تمكن الممارس التربوي من فكرة البحوث الإجرائية، وامتلاك المهارات البحثية اللازمة لإجرائها، للوصول لأهداف وغايات التربية..

ويسعى البحث الإجرائي لتحقيق عدة أهداف منها تمكين المعلم من تحسين ممارساته التعليمية، تطبيق المنهاج الدراسي والتوافق بين الجانب النظري مع التطبيقي ، والمشاركة في المسابقات التربوية على مستوى الوزارة ، حيث لا يخفى عليكم بأن فريق من أبنائنا الطلبة في صدد القيام بتقديم بحث ضمن برنامج GLOBE البيئي العالمي بمدرسة أبوبكر الصديق للتعليم الأساسي (5-9) بغرض المشاركة في مسابقة البحوث المحلية والدولية ببرنامج GLOBE للعام الدراسي 2024- 2025 م

الأسئلة التي نود توجيهها للسادة المسؤولين بدائرة الطرق بمحافظة مسندم :-

1- **هل يؤثر انخفاض درجة حرارة الطريق على العمر الافتراضي للطريق ؟**
2- **هل يمكن إضافة الصبغة (اللون الأزرق) إلى الخلطة المستخدمة في إنشاء الطرق الجديدة بدلا من صبغ الطريق بعد إنشائه ؟**

وتقبلوا بقبول فائق التقدير والاحترام

للتواصل / مصطفى أحمد محمد 91723063

مدير مدرسة

محمد بن عبدالله بن أحمد سيود الشحي

بسم الله الرحمن الرحيم

Sultanate of Oman
Ministry of Transport, Communications & Information Technology
Department of Roads - Musandam Governorate

سلطنة عمان
وزارة النقل والاتصالات وتقنية المعلومات
دائرة الطرق بمحافظة مسندم

الرقم:م ع ط/ د ط م م/ ٢٢ / 2025

التاريخ: ٥ / شعبان /1446هـ

الموافق: ٢٤/ ٢ / 2025م

الفاضل/ محمد بن عبدالله بن أحمد سيود الشحي المحترم

مدير مدرسة أبوبكر الصديق للتعليم الأساسي(5-9)

السلام عليكم ورحمة الله وبركاته..وبعد

الموضوع/ مشروع بحثي طلابي

بناء على رسالتكم الواردة إلينا والمؤرخة بتاريخ: 18/ 2/ 2025 حول الموضوع سابق الذكر، أود إحاطتكم علماً فيما يخص الإجابة على السؤالين المطروحين في رسالتكم سابقة الذكر كالتالي:

الجواب للسؤال الأول: نعم يؤثر على العمر الافتراضي للطريق، فإذا كان الانخفاض معقولاً أي ضمن المدى الطبيعي فإن ذلك يؤثر إيجاباً على عمر الطريق أما إذا كان الانخفاض حاداً فإن ذلك يؤثر سلباً على خواص الإسفلت الفيزيائية وبالتالي يتأثر عمر الطريق تبعاً لذلك، حيث من المعلوم أن مادة البيتومين وهي المادة الرابطة الأساسية في الخلطة الإسفلتية لها عدة تصانيف تعتمد بالأساس على نطاقات حرارية محددة تكون مناسبة لبيئة بعينها دون غيرها.

الجواب للسؤال الثاني: من حيث المبدأ فالجواب نعم بشكل عام دون تحديد لون بعينه ولكنها عملية معقدة ومكلفة وغير مجدية ولا تستعمل إلا في نطاقات محددة وخاصة جداً، حيث يلزم اختيار أنواع من الأصباغ الخاصة التي لا تؤثر على جودة الإسفلت من ناحية والتي لا تتأثر بدرجات الحرارة العالية للإسفلت من ناحية أخرى.

هذا ما لزم إيضاحه لكم..

وتفضلوا بقبول فائق الاحترام

والسلام عليكم ورحمة الله وبركاته

المهندس/ بدر بن أحمد بن علي الشحي

مدير دائرة الطرق بمحافظة مسندم

Tel : 26730599

هاتف: ٢٦٧٣٠٥٩٩

الممسوحه ضوئيا بـ CamScanner

مدرسة أبوبكر الصديق للتعليم الأساسي 5-9 **التاريخ : 2025/2/18م**

الفاضل / عبـــــد الله بن محمـــــد الخريمـــــي المحترم

ضابط معهد السلامة المرورية بمحافظة مسندم

الموضوع / مشروع بحثي طلابي

كل الشكر والتقدير لكم وإلى كافة الجهود المبذولة على مستوى العمل المؤسسي التي تقدمها مؤسستكم خدمة لكافة المؤسسات الحكومية والقطاع الخاص والمجتمع، وإلى التعاون المستمر والمثمر خدمة لأبنائنا الطلبة وللعملية التعليمية والأنشطة التعليمية التي لها شأن في صقل مواهبهم وتنمية قدراتهم البحثية

وتود إدارة المدرسة الإفادة بأن البحوث الإجرائية تلعب دور في تحسين الممارسات التربوية داخل الصف أو خارجه إذا تمكن الممارس التربوي من فكرة البحوث الإجرائية، وامتلاك المهارات البحثية اللازمة لإجرائها، للوصول لأهداف وغايات التربية..

ويسعى البحث الإجرائي لتحقيق عدة أهداف منها تمكين المعلم من تحسين ممارساته التعليمية، تطبيق المنهاج الدراسي والتوافق بين الجانب النظري مع التطبيقي ، والمشاركة في المسابقات التربوية على مستوى الوزارة ، حيث لا يخفى عليكم بأن فريق من أبنائنا الطلبة في صدد القيام بتقديم بحث ضمن برنامج GLOBE البيئي العالمي بمدرسة أبوبكر الصديق للتعليم الأساسي (5-9) بغرض المشاركة في مسابقة البحوث المحلية والدولية ببرنامج GLOBE للعام الدراسي 2024- 2025 م

الأسئلة التي نود توجيهها للسادة المسؤولين بمعهد السلامة المرورية بمسندم:

1- ما مدى مساهمة او تأثير انخفاض درجة حرارة الطريق على سلامة إطارات السيارات وكذلك على السلامة المرورية للمركبات ؟

2- هل يحسن طلاء الطرق باللون الأزرق الرؤية الليلية على الطريق ؟

3 – كيف يساهم طلاء الطرق باللون الأزرق في إضافة لمسة جمالية للطرق والمدن الحضرية ؟

4 – هل يؤثر انخفاض درجة حرارة الطريق على سلامة الطرق وعدم وجود انخفاضات أو حفر في الطريق الأسفلتي وبالتالي يقلل ذلك من الحوادث المرورية ؟

5 – كيف يؤثر طلاء الطرق بألوان مختلفة على لفت انتباه سائقي المركبات والتزامهم بقواعد السلامة المرورية ؟.

وتقبلوا بقبول فائق التقدير والاحترام

للتواصل / مصطفى أحمد محمد **مدير مدرسة**

91723063 **محمد بن عبدالله بن أحمد سيود الشحي**