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

تحليل مقارن
لدرجات الحرارة السطحية:

"تأثير الخلايا الشمسية والغطاء النباتي والمواقع المفتوحة"

إعداد

1- علي بن أحمد حسن الكمزاري

2- إياد خالد حمدي تمام

من الصف التاسع

تحت إشراف: الأستاذ / مصطفى أحمد محمد أبوطالب

معلم الكيمياء ومشرف فريق GLOBE بالمدرسة

يناير 2024م

جدول المحتويات

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

الملخص

هدف هذا البحث هو مقارنة درجات الحرارة السطحية للتربة والهواء والرطوبة النسبية بين موقعين داخل المدرسة : أحدهما مظلل والآخر مشمس مفتوح ، وكذلك بين موقعين خارج المدرسة : (طريق عام مشمس ، وآخر مشجر)

وذلك للإجابة عن الأسئلة التالية:

1- هل تختلف درجة الحرارة السطحية للتربة تحت ألواح الخلايا الشمسية عنها في المكان المكشوف في ساحة المدرسة؟

2- هل تختلف درجة الحرارة السطحية في طريق مشجر عنها في طريق لا يوجد به أشجار في ولاية خصب؟

تم تطبيق هذا البحث في ولاية خصب كدراسة مقارنة بين درجات حرارة سطح التربة في موقعين داخل المدرسة ، حيث بينت النتائج : زيادة درجة حرارة سطح التربة في الموقع المشمس عنه في الموقع أسفل مظلات ألوح الطاقة الشمسية بمقدار 6 درجات مئوية في المتوسط ، كما بينت كذلك ارتفاع درجات حرارة الهواء بمقدار درجتين إلى ثلاثة في المتوسط ، بينما كانت الرطوبة النسبية أسفل ألواح الطاقة الشمسية أكبر منها في الموقع المشمس المفتوح بنسب متفاوتة.

بينت النتائج خارج المدرسة في الموقعين أحدهما الطريق العام الخالي من الأشجار والطريق المشجر بولاية خصب أن درجة حرارة سطح التربة كانت أكبر بمقدار 9 درجات في المتوسط عنها في الطريق العام المشجر ، وكذلك كانت درجة حرارة الهواء كانت مرتفعة بمقدار 7 درجات في الطريق الخالي من الأشجار ، بينما كانت الرطوبة النسبية مرتفعة بنسب متفاوتة في الطريق المشجر عنها في الطريق الخالي من الأشجار .
وكانت توصيات البحث كالتالي :

1- في المدرسة نوصي بضرورة إضافة ألواح الطاقة الشمسية على طول واجهة المبنى الخارجي للمدرسة ؛ لما لها من أهمية في توليد الطاقة الكهربائية النظيفة ، وكذلك لما له من تأثير على خفض درجة حرارة سطح التربة والهواء أسفل منها وكذلك يمكن استغلال المنطقة أسفل منها كمواقف مناسبة للسيارات.

2- خارج المدرسة نوصي بخطة عامة بولاية خصب لتشجير كل الطرق العامة في الولاية ، وكذلك تشجيع الأهالي على تشجير الطرق الفرعية والخاصة ؛ لما له من أثر في خفض درجة حرارة الهواء ودرجة حرارة سطح التربة .

المصطلحات الرئيسية

1 - التربة : هي الطبقة السطحية الهشة أو المفتتة التي تغطي سطح الأرض. تتكون التربة من مواد صخرية مفتتة خضعت من قبل للتغيير بسبب تعرضها للعوامل البيئية والبيولوجية والكيمائية،
ومن بينها عوامل التجوية وعوامل التعرية.

2- درجة الحرارة السطحية للتربة :

درجة الحرارة السطحية للتربة هي درجة حرارة الطبقة العليا من التربة، والتي تتراوح من 0 إلى 10 سم. تتعرض هذه الطبقة مباشرة للإشعاع الشمسي، وبالتالي فهي الأكثر تأثرًا بالتغيرات الحرارية

أسئلة البحث

سعى البحث للإجابة عن السؤالين التاليين

1- هل تختلف درجة الحرارة السطحية للتربة تحت ألواح الخلايا الشمسية عنها في المكان المكشوف في ساحة المدرسة؟

2- هل تختلف درجة الحرارة السطحية في طريق مشجر عنها في طريق لا يوجد به أشجار فيا ولاية خصب ؟

المقدمة ومراجعة الأدبيات:

درجة الحرارة هي أحد أهم العوامل المؤثرة على خواص التربة ونشاطاتها الحيوية.

تأثير التغيرات الحرارية على الحرارة السطحية للتربة

تؤدي التغيرات الحرارية إلى تغيرات في درجة حرارة التربة، سواء كانت هذه التغيرات طبيعية أو بشرية.

التغيرات الحرارية الطبيعية

تؤدي التغيرات الحرارية الطبيعية، مثل التغيرات الموسمية وتغيرات المناخ، إلى تغيرات في درجة حرارة التربة. ترتفع درجة حرارة التربة خلال فصل الصيف وتنخفض خلال فصل الشتاء. كما أن تغيرات المناخ، مثل الاحتباس الحراري، تؤدي إلى ارتفاع متوسط درجة حرارة الأرض، وبالتالي ارتفاع درجة حرارة التربة.

التغيرات الحرارية البشرية

تؤدي بعض الأنشطة البشرية، مثل إزالة الغابات واستخدام الأراضي، إلى تغيرات في درجة حرارة التربة. تؤدي إزالة الغابات إلى زيادة تعرض التربة للإشعاع الشمسي، وبالتالي ارتفاع درجة حرارتها. كما أن استخدام الأراضي، مثل الزراعة وبناء المدن، يؤثر على درجة حرارة التربة.

آثار التغيرات الحرارية على الحرارة السطحية للتربة

تؤدي التغيرات الحرارية إلى آثار عديدة على الحرارة السطحية للتربة، منها:

- زيادة التبخر :يؤدي ارتفاع درجة حرارة التربة إلى زيادة التبخر، مما يؤدي إلى انخفاض رطوبة التربة.
- زيادة النشاطات الحيوية :يؤدي ارتفاع درجة حرارة التربة إلى زيادة النشاطات الحيوية للكائنات الحية الدقيقة، مما يؤدي إلى زيادة التحلل الكيميائي والبيولوجي.

طرق البحث

1- خطة البحث

- وضع الجدول الزمني لخطة البحث

الشهر	خطة العمل
نوفمبر 2023	صياغة مشكلة البحث وتحديد الأدوات
ديسمبر 2023و يناير2024	جمع البيانات
يناير 2024م	التوصل للاستنتاجات وكتابة البحث
فبراير 2024م	تقديم البحث

جدول (1) الجدول الزمني لخطة البحث

- توزيع أدوار العمل على فريق البحث

العمل	الطالبان المنفذان
صياغة مشكلة البحث	علي وإياد
جمع البيانات وتطبيق البروتوكولات داخل المدرسة وخارجها وإدخال البيانات على الموقع .	علي وإياد
التوصل للاستنتاجات وكتابة البحث	علي وإياد

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 المواقع المختلفة للدراسة تمهيدا لجمع البيانات وتطبيق البروتوكولات

الموقع	العمل
المدرسة	مقارنة درجة الحرارة السطحية للتربة أسفل ألواح الخلايا الشمسية وخارجها .
خارج المدرسة (طريقين في ولاية خصب)	مقارنة درجة الحرارة السطحية للتربة في الطريق المشجر والطريق الخالي من الأشجار .

جدول (3) مواقع تطبيق خطة البحث

- تحديد البروتوكولات المناسبة لجمع البيانات

العمل	البروتوكول المناسب
دراسة مقارنة درجة الحرارة السطحية للتربة	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 مواقع 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 لإدارة شؤون البيئة بمحافظة مسندم لعرض البيانات التي تم جمعها وللإجابة على استفسارات فريق البحث.

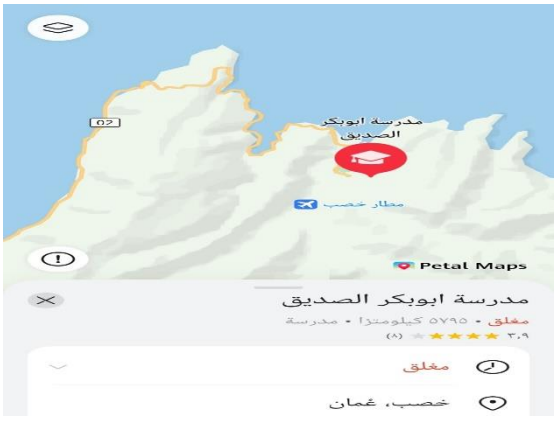
- التوصل للنتائج والتوصيات.

2- موقع الدراسة

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

1- مدرسة أبوبكر الصديق للتعليم الأساسي (5-9)

2- طريقين رئيسيين من طرق ولاية خصب



صورة (2)

صورة (1) و (2) المواقع الجغرافية لتطبيق البحث

3- جمع وتحليل البيانات

تم جمع البيانات للإجابة عن السؤال الأول في موقع المدرسة ، حيث تم قياس درجة الحرارة السطحية في موقعين مختلفين في المدرسة :

الموقع الأول : أسفل ألواح الخلايا الشمسية لتوليد الطاقة الكهربية .

الموقع الثاني : في المكان الدائم المستخدم لقياس درجة الحرارة السطحية بجوار (الشلتر) الذي يحتوي على أدوات قياس بروتوكول الغلاف الجوي .(مكان مفتوح مشمس غير مظلل) .

صورة (3) و(4) تطبيق بروتوكول درجة الحرارة السطحية للتربة
للمقارنة بين موقعي اسفل ألواح الخلايا الشمسية وبين الموقع المفتوح المشمس (الموقعان داخل المدرسة)

صورة (5) - لقاء مع المهندسة نورة الشحية من إدارة البيئة والشؤون المناخية بمحافظة مسندم لعرض البيانات والبحث عن إجابات لبعض الاستفسارات تخص مشروع البحث

صور (6) و (7) تطبيق بروتوكول درجة الحرارة السطحية للتربة للمقارنة بين موقعي الطريق المشجر وبين الطريق العام الخالي من الأشجار (الموقعان خارج المدرسة)

النتائج

1 - تم التوصل للبيانات التالية عن درجات حرارة سطح التربة في موقعين داخل المدرسة : أحدهما أسفل ألواح الخلايا الشمسية لتوليد الطاقة الكهربائية ، والآخر في الموقع المعتاد للتطبيق اليومي لبروتوكول درجة حرارة سطح التربة ، حيث وحسب نظام تطبيق البروتوكول يتم اختيار مربع طول ضلعه 10 متر ويتم تسجيل تسعة قراءات لدرجة الحرارة داخل هذا المربع بشكل عشوائي .

التاريخ 24ديسمبر2023	درجة حرارة سطح التربة في الموقع (أسفل ألواح الخلايا الشمسية)	درجة حرارة سطح التربة في الموقع المفتوح المشمس
القراءة 1	درجة مئوية 326.	درجة مئوية 32
القراءة 2	درجة مئوية 25.8	درجة مئوية 32.1
القراءة 3	درجة مئوية 26.9	درجة مئوية 32.1
القراءة 4	درجة مئوية 26.5	درجة مئوية 32.1
القراءة 5	درجة مئوية 26.4	درجة مئوية 32.3
القراءة 6	درجة مئوية 25.9	درجة مئوية 32.8
القراءة 7	درجة مئوية 26.5	درجة مئوية 32.2
القراءة 8	درجة مئوية 25.6	درجة مئوية 32.2
القراءة 9	درجة مئوية 25.9	درجة مئوية 32.2
المتوسط الحسابي	درجة مئوية 26.1	درجة مئوية 32.2

جدول (5) درجات الحرارة السطحية للتربة في موقعي المدرسة لليوم الأول

التاريخ 25ديسمبر2023	درجة حرارة سطح التربة في الموقع (أسفل ألواح الخلايا الشمسية)	درجة حرارة سطح التربة في الموقع المفتوح المشمس
القراءة 1	درجة مئوية .725	درجة مئوية 31
القراءة 2	درجة مئوية 25.3	درجة مئوية 31.5
القراءة 3	درجة مئوية 25.4	درجة مئوية 30.9
القراءة 4	درجة مئوية 26.4	درجة مئوية 30.6
القراءة 5	درجة مئوية 25.4	درجة مئوية 31.1
القراءة 6	درجة مئوية 25.7	درجة مئوية 30.5
القراءة 7	درجة مئوية 26.3	درجة مئوية 32.2
القراءة 8	درجة مئوية 25.3	درجة مئوية 30.8
القراءة 9	درجة مئوية 26.3	درجة مئوية 31.1
المتوسط الحسابي	درجة مئوية 25.6	درجة مئوية 30.8

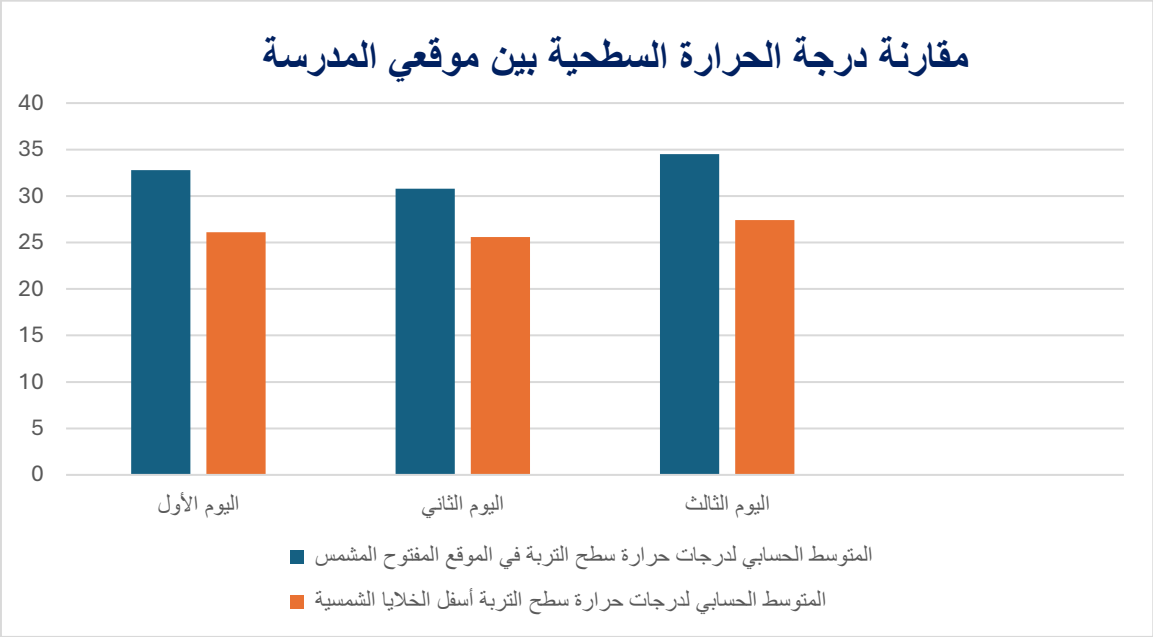
جدول (6) درجات الحرارة السطحية للتربة في موقعي المدرسة لليوم الثاني

التاريخ 26ديسمبر2023	درجة حرارة سطح التربة في الموقع (أسفل ألواح الخلايا الشمسية)	درجة حرارة سطح التربة في الموقع المفتوح المشمس
القراءة 1	درجة مئوية 26.8	درجة مئوية 35
القراءة 2	درجة مئوية 28	درجة مئوية 34.8
القراءة 3	درجة مئوية 26.6	درجة مئوية 34.1
القراءة 4	درجة مئوية 27.6	درجة مئوية 34.1
القراءة 5	درجة مئوية 28.1	درجة مئوية 35.3
القراءة 6	درجة مئوية 27.2	درجة مئوية 34.8
القراءة 7	درجة مئوية 27	درجة مئوية 34.2
القراءة 8	درجة مئوية 28.5	درجة مئوية 34.2
القراءة 9	درجة مئوية 27.9	درجة مئوية 34.2
المتوسط الحسابي	درجة مئوية 27.4	درجة مئوية 34.5

جدول (7) درجات الحرارة السطحية للتربة في موقعي المدرسة لليوم الثالث

اليوم	المتوسط الحسابي لدرجات حرارة سطح التربة أسفل الخلايا الشمسية	المتوسط الحسابي لدرجات حرارة سطح التربة في الموقع المشمس	الفرق في درجات الحرارة بين الموقعين	درجة حرارة الهواء أسفل الخلايا الشمسية	الرطوبة النسبية أسفل الخلايا الشمسية	درجة حرارة الهواء في الموقع المفتوح المشمس	الرطوبة النسبية في الموقع المفتوح المشمس
الأول	.126	32.8	6.1	.826	%28	28.4	%25
الثاني	25.6	30.8	5.2	26.7	%33	28.5	%26
الثالث	27.4	34.5	7.1	27.5	32%	27.7	%28

جدول (8) المتوسط الحسابي لدرجات حرارة السطح في الموقعين داخل المدرسة والفرق بينهما



مخطط بياني (1) مقارنة بين درجات الحرارة السطحية في الموقعين (داخل المدرسة)

2 - تم التوصل للبيانات التالية عن درجات حرارة سطح التربة في موقعين خارج المدرسة : أحدهما طريق عام بولاية خصب مفتوح مشمس لا يوجد به أية أشجار ، والآخر طريق عام بولاية خصب به أشجار على جانب الطريق ، حيث وحسب نظام تطبيق البروتوكول يتم اختيار مربع طول ضلعه 10 متر ويتم تسجيل تسعة قراءات لدرجة الحرارة داخل هذا المربع بشكل عشوائي

ملاحظة مهمة: نوع سطح التربة واحد في الموقعين مغطى بطابوق (الانترلوك) وكذلك جزء من الطريق المرصوف في كلا الموقعين لضمان أن المقارنة عادلة.

التاريخ 10 يناير 2024م	درجة حرارة سطح التربة في الموقع (الطريق المشجر)	درجة حرارة سطح التربة في الطريق المفتوح المشمس
القراءة 1	درجة مئوية 8.12	درجة مئوية 34
القراءة 2	درجة مئوية 28.8	درجة مئوية 37.2
القراءة 3	درجة مئوية 26.5	درجة مئوية 35.1
القراءة 4	درجة مئوية 26.3	درجة مئوية 35.1
القراءة 5	درجة مئوية 26.4	درجة مئوية 34.3
القراءة 6	درجة مئوية 25.9	درجة مئوية 34.8
القراءة 7	درجة مئوية 26.5	درجة مئوية 35.2
القراءة 8	درجة مئوية 26.5	درجة مئوية 36.2
القراءة 9	درجة مئوية 26.9	درجة مئوية 37.2
المتوسط الحسابي	درجة مئوية 8 26.	درجة مئوية 35.4

جدول (9) مقارنة درجة الحرارة السطحية في موقعين خارج المدرس (طريق مفتوح مشمس والآخر به أشجار بولاية خصب) اليوم الأول

التاريخ 13 يناير 2024م	درجة حرارة سطح التربة في الموقع (الطريق المشجر)	درجة حرارة سطح التربة في الطريق المفتوح المشمس
القراءة 1	درجة مئوية 6.22	درجة مئوية 31.8
القراءة 2	درجة مئوية .120	درجة مئوية 30
القراءة 3	درجة مئوية 19.7	درجة مئوية 30.6
القراءة 4	درجة مئوية 21.9	درجة مئوية 30.8
القراءة 5	درجة مئوية 22.8	درجة مئوية 30.9
القراءة 6	درجة مئوية 19.3	درجة مئوية 31.2
القراءة 7	درجة مئوية 19.9	درجة مئوية 30.2
القراءة 8	درجة مئوية 26.6	درجة مئوية 30.2
القراءة 9	درجة مئوية 22.4	درجة مئوية 30.8
المتوسط الحسابي	درجة مئوية 21.6	درجة مئوية 30.7

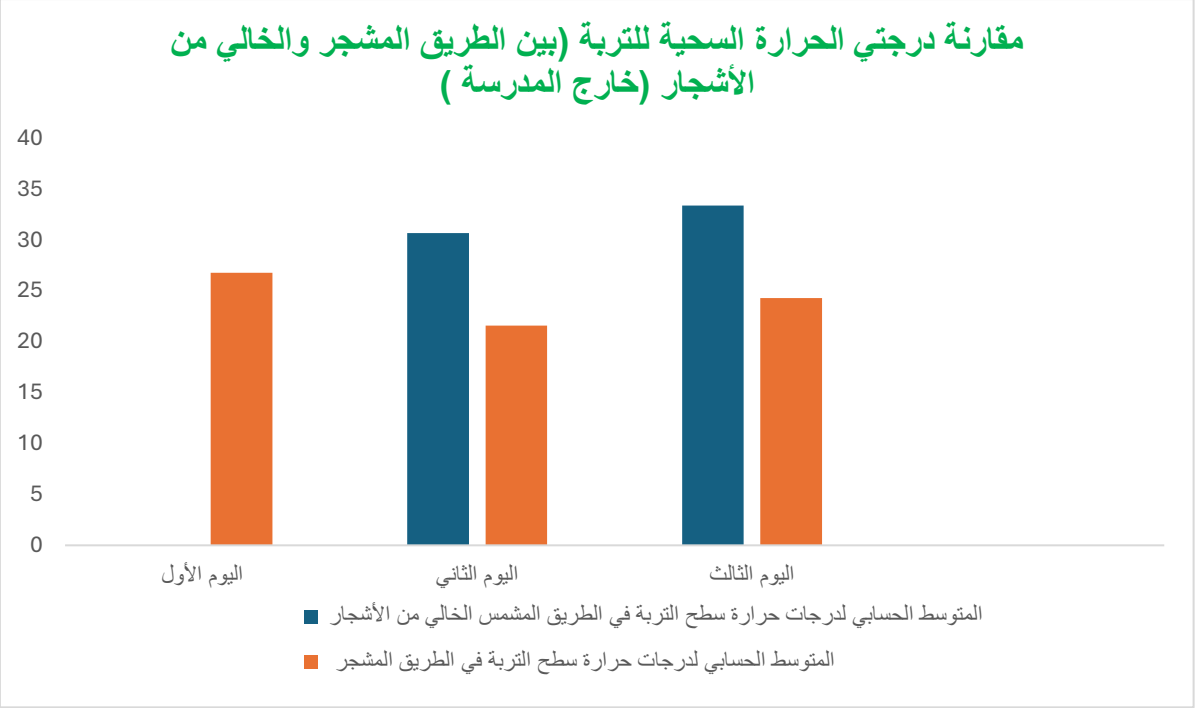
جدول (10) مقارنة درجة الحرارة السطحية في موقعين خارج المدرس (طريق مفتوح مشمس والآخر به أشجار بولاية خصب) اليوم الثاني

التاريخ 15 يناير 2024م	درجة حرارة سطح التربة في الموقع (الطريق المشجر)	درجة حرارة سطح التربة في الطريق المفتوح المشمس
القراءة 1	درجة مئوية 6.26	درجة مئوية 33.8
القراءة 2	درجة مئوية .126	مئوية درجة34.3
القراءة 3	درجة مئوية 23	درجة مئوية 3 3.5
القراءة 4	درجة مئوية 3.92	درجة مئوية 3 5.3
القراءة 5	درجة مئوية 22.8	درجة مئوية 3 7.3
القراءة 6	درجة مئوية 23.3	درجة مئوية 3 .23
القراءة 7	درجة مئوية 22.9	درجة مئوية 3 .22
القراءة 8	درجة مئوية 24.6	درجة مئوية 3 6.2
القراءة 9	درجة مئوية 26.1	درجة مئوية 3 .82
المتوسط الحسابي	درجة مئوية 24.3	درجة مئوية 3 4.3

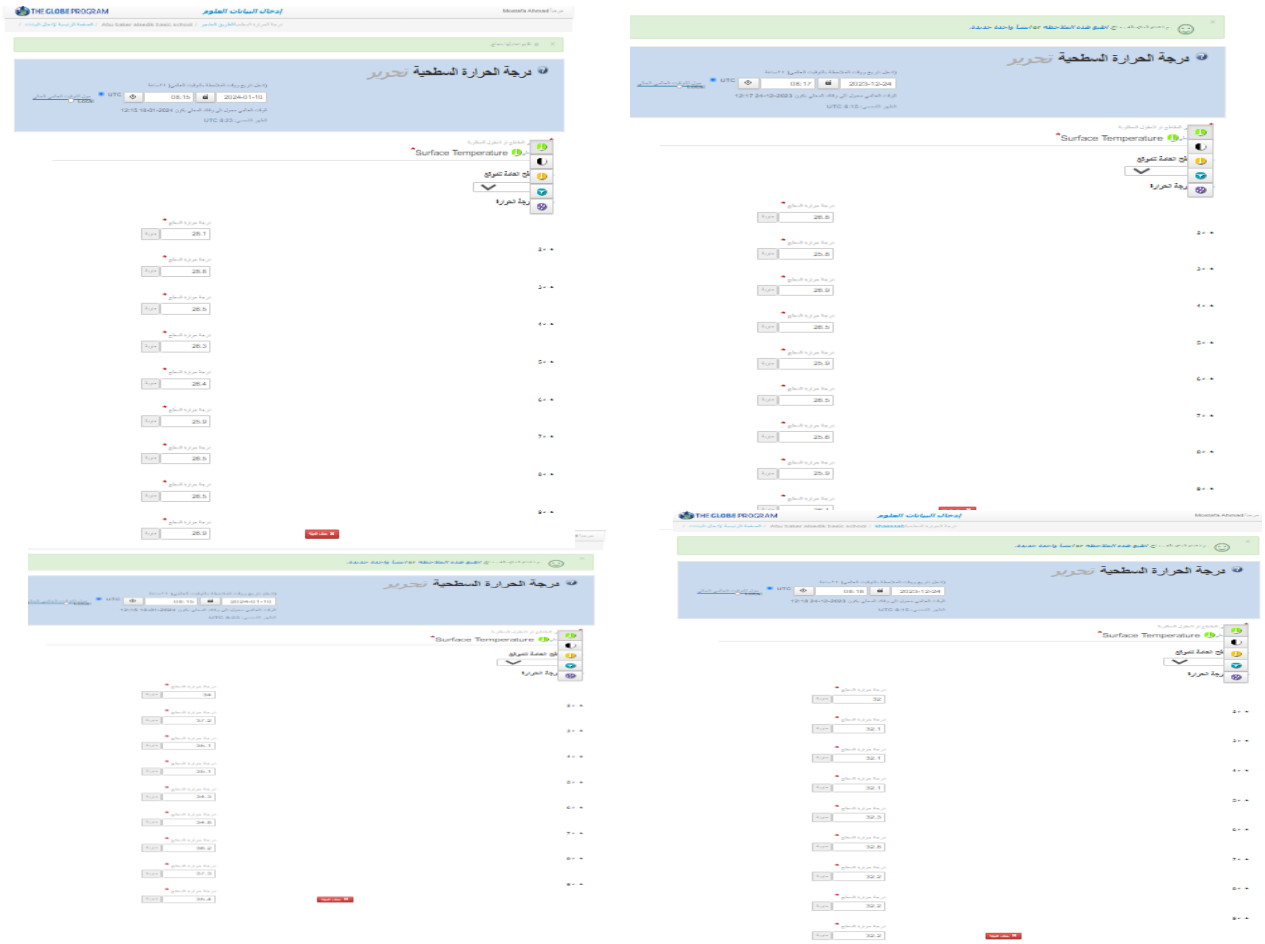
جدول (11) مقارنة درجة الحرارة السطحية في موقعين خارج المدرس (طريق مفتوح مشمس والآخر به أشجار بولاية خصب) اليوم الثالث

اليوم	المتوسط الحسابي لدرجات حرارة سطح التربة في الطريق المشجر	المتوسط الحسابي لدرجات حرارة سطح التربة في الطريق المشمس الخالي من الأشجار	الفرق في درجات الحرارة بين الموقعين	درجة حرارة الهواء الطريق المشجر	الرطوبة النسبية الطريق المشجر	درجة حرارة الهواء الطريق الخالي من الاشجار	الرطوبة النسبية الطريق الخالي من الأشجار
الأول	8.26	4.53	.68	24.3	%35	33.5	%25
الثاني	.612	730.	9.1	23.5	%30	31.6	%27
الثالث	3.42	4.33	9.1	23.9	%28	32.8	%19

جدول (12) المتوسط الحسابي لدرجات حرارة السطح في الموقعين خارج المدرسة (الطريق المشمس الخالي من الأشجار والطريق المشجر) والفرق بينهما



مخطط بياني (2) مقارنة بين درجات الحرارة السطحية في الموقعين (خارج المدرسة)



الصور (8) و(9) و(10) و (11) نماذج من إدخال البيانات وإرسالها على موقع

حيث تم إضافة مواقع جديدة وإدخال البيانات التي تم تجميعها من مواقع البحثwww.GLOBBE.gov

مناقشة النتائج:

للإجابة عن السؤال الأول في البحث:

يوضح المخطط البياني (1) أن هناك فرقا بين درجتي الحرارة السطحية في الموقع أسفل ألواح خلايا الطاقة الشمسية ودرجات الحرارة في الموقع المشمس المفتوح الغير مغطى بمظلات ألواح الطاقة الشمسية ويبين الجدول رقم (8) أن هذا الفرق تقريبا حوالي 6 درجات مئوية في المتوسط .

كما يبين الجدول رقم (8) أيضا أن درجة حرارة الهواء المحيط في الموقع أسفل ألواح الطاقة الشمسية يكون أقل من الموقع المشمس المفتوح بحوالي 4 درجات مئوية في المتوسط .

وأما الرطوبة النسبية فإنها في الغالب تكون مرتفعة بنسب متفاوتة في الموقع أسفل ألواح الخلايا الشمسية عنه في الموقع المشمس المفتوح.

وبعد تطبيق الدراسة للمقارنة بين موقعي المدرسة المظلل بألواح الطاقة الشمسية والموقع الآخر المفتوح خطر لنا تساؤل آخر ماذا لو تمت الدراسة خارج المدرسة في موقعين للمقارنة بينهما من حيث وجود الأشجار في أحد الطرق العامة في ولاية خصب وعدم وجودها في طريق عام آخر لبحث تأثير وجود الأشجار على درجة حرارة سطح التربة ودرجة حرارة الهواء وكذلك الرطوبة النسبية.

- وللإجابة عن السؤال الثاني من أسئلة البحث:

يوضح المخطط البياني رقم (2) أن هناك فرقا في درجات الحرارة السطحية بين الطريق العام المشمس الخالي من الأشجار وبين الطريق المشجر بحوالي 9 درجات في المتوسط حيث كان الارتفاع في درجات حرارة سطح التربة لصالح الطريق العام الخالي من الأشجار.

كما نلاحظ من الجدول رقم (12) أن درجة حرارة الهواء في الطريق المشمس المفتوح تزيد عن الطريق المشجر بحوالي 8 درجات في المتوسط .

بينما ترتفع الرطوبة النسبية في الطريق العام المشجر عنها في الطريق المفتوح المشمس بنسب متفاوتة.

الخلاصة:

تتفق هذه النتائج في المجمل مع البحوث السابقة في هذا المجال (مقالة في جريدة القبس الكويتية بتاريخ 15 2023
أن الطرق المشجرة تنخفض بها درجة حرارة الهواء وكذلك درجة حرارة سطح التربة عن الطرق الخالية من الأشجار .
سعينا من خلال هذا البحث للمقارنة بين موقعين داخل المدرسة أحدهما مظلل بألواح الطاقة الشمسية لتوليد الطاقة الكهربية والآخر موقع مشمس مفتوح غير مظلل مع ملاحظة أن سطح التربة في الموقعين مغطى بنفس نوع التربة (طابوق الانترلوك) وتبين من خلال البيانات أن درجة حرارة الهواء ودرجة حرارة سطح التربة تقل بشكل ملحوظ في الموقع أسفل ألواح الطاقة الشمسية عنها في الموقع المشمس المفتوح (الموقع الأساسي لأخذ القياسات اليومية لبروتوكول درجة حرارة السطح) بينما الرطوبة النسبية تكون مرتفعة قليلا في الموقع أسفل ألوح الطاقة الشمسية عنها في الموقع المشمس المفتوح .

نفس الحال عندما نقلنا البحث في موقعين خارج المدرسة وهما طريق عام مظلل بالأشجار وطريق آخر مشمس غير مشجر وهما طريقان قريبان من بعضهما في نفس الولاية ، حيث تبين أن درجات حرارة الهواء ودرجة حرارة سطح التربة في الطريق العام

المفتوح الغير مشجر كانت مرتفعة بشكل ملحوظ عنها في الطريق العام المشجر ، بينما كانت الرطوبة النسبية أكبر قليلا في الطريق العام المشجر عنها في الطريق المشمس الخالي من الأشجار .
ربما نحتاج في الدراسات المستقبلية إلى دراسة العوامل الأخرى في الموقعين داخل المدرسة وخارجها لنحصل على مقارنة شاملة ووافية عن تأثير ألواح الطاقة الشمسية و الأشجار في عوامل الطقس الجوية من حرارة ورطوبة وضغط جوي وغيرها .

وكانت أهم التوصيات بعد البحث والدراسة:

1- في المدرسة نوصي بتصميم ألواح الطاقة الشمسية في الواجهة الأمامية للمدرسة والتي تمتد لحوالي 500 متر حيث ستساهم في توفير الطاقة الكهربائية النظيفة للمدرسة وكذلك يمكن استغلالها كمواقف للسيارات وبالطبع ستكون درجة حرارة الهواء وسطح التربة أسفل منها مناسبة ومنخفضة عن ترك كل هذه المساحة مكشوفة بدون استغلالها.

2- خارج المدرسة نوصي بخطة عامة من المحافظة والبلدية بولاية خصب لتشجير الطرق العامة في الولاية، وتشجيع الأهالي على تشجير الطرق الفرعية والخاصة ؛ لما له من أثر في خفض درجة حرارة الهواء و سطح التربة ، وكذلك لما للأشجار من أثر في خفض نسبة ثاني أكسيد الكربون وتقليل التلوث وزيادة جودة الهواء ويمكن أن يكون ذلك باختيار أنواع الأشجار التي تتماشى مع طبيعة الولاية الحارة وإضفاء لمسة جمالية بديعة على طرق الولاية.

الشكر والتقدير:

نتقدم بعظيم الشكر والامتنان لكل من ساهم في إجراء هذا البحث ، سواء بالنصح والتوجيه والدعم ، ونخص بالشكر الأستاذ / مصطفى أحمد أبوطالب مشرف الفريق الذي لازمنا في كل خطوات تنفيذ البحث ، وكذلك نخص بخالص الشكر والتقدير للفاضل / محمد بن عبدالله سيود الشحي مدير المدرسة على دعمه المتواصل وتيسير تواصلنا مع المؤسسات الحكومية ، كما نخص بخالص الشكر والتقدير للفاضلة / دكتورة عذاري بنت مسعود الشحية رئيس قسم الابتكار والأولمبياد العلمي بتعليمية مسندم ومشرفة فريق GLOBE بالمحافظة على دعمها وخبرتها التي منحتها لنا طوال مراحل البحث .

كما نشكر المسؤولين بإدارة البيئة والشؤون المناخية بمحافظة مسندم وعلى رأسهم المهندسة نورة الشحية على البيانات والتوضيحات التي قدمتها لنا طوال مراحل البحث.

المراجع :

1- كتاب العلوم للصف السابع . وزارة التربية والتعليم . طبعة 2018/2017

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- قياس درجة الحرارة السطحية للتربة باستخدام أجهزة الاستشعار عن بعد، د. محمد عبد المجيد عبد الغني، مجلة علوم البيئة، المجلد 22، العدد 1، 2019.

4 - تأثير التغيرات المناخية على درجة حرارة سطح التربة، تأليف: كمال محمد أبو عيشة، دار وائل للطباعة والنشر، الأردن، 2010

- الأشجار رئة الحياة الخضراء لتلطيف جو الكويت . أحمد الحطاب . جريدة القبس الكويتية . 15 يونيو 2023.

من شبكة المعلومات العالمية (الانترنت)

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