# المدارس صديقة البيئة في محافظة الفيوم
# دراسة في المناخ التطبيقي

د. دليا مصطفي علي(*)

• **مُلخص:**

يهدف هذا البحث إلي دراسة اهمية تطبيق المدارس الصديقة للبيئة في محافظة الفيوم من وجه نظر الجغرافيا المناخية من خلال دراسة الراحة الحرارية كأحد العوامل التي تساعد في نجاح المنظومة التعليمية حيث يقضي الطلاب داخل المدارس مالا يقل عن 7 إلي 8 ساعات يوميا لفترة تمتد حوالي ثمانية أشهر خلال العام، ويتناول البحث دراسة الراحة الحرارية والبصمة الكربونية في مدارس محافظة الفيوم في مصر، تم استخدام المنهج الوصفي الموضوعي في تناول أثر المناخ علي الراحة الحرارية في مدارس محافظة الفيوم ، كما تم الاستعانة ببعض المعادلات الرياضية لحساب القرائن المناخية مثل استخدام قرينة فاعلية الحرارة لجفني لدراسة الراحة الحرارية داخل الفصول الدراسية، وقرينة تبريد الرياح لبازل و سبيل لدراسة الراحة الحرارية في فناء المدرسة ، كما تم الإستعانة بالمرئيات الفضائية من خلال برنامج Google earth لرصد توزيع المدارس وتغير الحركة المرورية خلال فترة الدراسة وفترة الأجازة المدرسية، وبرنامج Microsoft- Excel لرسم الاشكال البيانية، كما تم تطبيق استبيان لقياس البصمة الكربونية لبعض المدارس للوقوف علي مدي مساهمتها في الانبعاثات الكربونية من خلال بعض الممارسات التي سيتم استبدالها في النموذج الصديق للبيئة، ثم الخروج ببعض التوصيات للاسترشاد بها من قبل متخذي القرار وقد توصلت الدراسة إلي ضرورة الدعوة لتطبيق المدارس الصديقة للبيئة لمواجهة قضايا تغير المناخ.

**الكلمات المفتاحية:** الراحة الحرارية، تبريد الرياح، التنمية المستدامة، البصمة الكربونية، تدوير المخلفات، أبراج التبريد.

(*) مدرس الجغرافيا المناخية – كلية الآداب – جامعة الفيوم

- **Abstract**

**Environmentally friendly schools in Fayoum Governorate A study in applied climatology**

This research aims to study the importance of applying environmentally friendly schools in Fayoum Governorate From the point of view of climatic geography, By studying thermal comfort as one of the factors that help in the success of the educational system Where students spend in schools at least 7 to 8 hours a day for a period of about eight months during the year, The research deals with the study of thermal comfort and the carbon footprint in schools in Fayoum Governorate in Egypt, The applied descriptive approach was used to address the impact of climate on thermal comfort in schools in Fayoum Governorate, Some mathematical equations have also been used to calculate climatic evidence Such as the use of the heat efficiency index of Gafni to study thermal comfort inside the classroom, and the wind cooling index of Basel and a way to study thermal comfort in the schoolyard Satellite images were also used through the Google Earth program to monitor the distribution of schools and the change of traffic change of traffic during the study period and the school vacation period, And Microsoft-Excel program to draw graphs, and a questionnaire was applied to measure the carbon footprint of some schools To determine the extent of its contribution to carbon emissions through some practices that will be replaced in the environmentally friendly model and Then come up with some recommendations for guidance by decision makers. The study reached some results and recommendations, which are: Advocating for the implementation of environmentally friendly schools as a global requirement to confront climate change issues.


**Keywords:** Thermal comfort, wind cooling, sustainable development, carbon footprint, waste recycling, cooling towers

- **مقدمة:**

وضعت أهداف التنمية المستدامة كوسيلة للحفاظ علي كوكب الأرض من التدهور ووضع حلول لبعض مشكلات العالم مثل مشكلات الفقر والجوع وفقدان التنوع البيولوجي واستنزاف الموارد الطبيعية ولكي تتحقق هذه الأهداف يجب تغيير أنماط الحياة وسلوكيات الشعوب، ولا يتحقق ذلك إلا من خلال تطوير التعليم، لهذا يجب تغيير المنظومة المدرسية لكي تصبح المدارس أكثر ملائمة لقضايا البيئة واستدامة الموارد الطبيعية.

انتبهت بعض الدول العربية (مصر، السعودية، الامارات، الاردن) لأهمية هذه القضية فقامت بتطبيق هذا النوع من المدارس بشكل تجريبي ، فعلي سبيل المثال أطلقت دولة الإمارات العربية المتحدة، "مبادرة المدارس المستدامة" عام 2019 م، التي نجحت في الوصول إلى كثير من أهدافها بتدريب الطلاب على كيفية اتباع الإجراءات المناسبة لتوفير استخدام المياه والطاقة. وعلى مدار 4 سنوات متتالية من تطبيق المبادرة، نجحت المدارس المشاركة فيها بخفض كميات النفايات إلى نحو 23%، وخفض معدل استهلاك المياه بنحو 54%، وزيادة أعداد الطلاب الذين يستخدمون الحافلات المدرسية، بدلاً من السيارات الخاصة إلى 19%، بهدف خفض كمية ثاني أكسيد الكربون المنبعثة من وسائل النقل. (https://www.alarabiya.net/qafilah/2019/11/04)

وفي مصر تضمنت استراتيجية التنمية المستدامة 2030 محور التعليم كمحور رئيسي (بالاضافة لاحدي عشر محورا آخر) ، علي ان يكون البعد البيئي محور هام لجميع القطاعات، كحل رئيسي لجميع مشكلات التنمية المستدامة، كما تضمن المشروع القومي المصري لتطوير التعليم تغيير الكتاب المدرسي واستراتيجيات التدريس ونظم التقويم والامتحانات ولم يتناول الجوانب البيئية والنفسية والجسدية للطالب، مما يجعل منظومة تطوير التعليم غير مكتملة الأركان، حيث يجب أن تكون البيئة المدرسية محفزة للابتكار والابداع، لذلك يجب تقييم الوضع الحالي للمدارس ووضع

تصور لتطوير وتحسين البيئة المدرسية بما يتناسب مع مكانة مصر، وانطلاقاً من هذا الهدف اعلنت وزارة التربية والتعليم في مصر مبادرة (مدارس صديقة للبيئة) في سبتمبر 2022 وتم إعلان احد مدارس محافظة مطروح كأول مدرسة من هذا النوع.

من ناحية أخري تعاني محافظات الصعيد ومن ضمنها محافظة الفيوم من انخفاض مؤشرات جودة الحياة بما يؤثر بالسلب علي التعليم والصحة وخلافه، ولذا يتناول البحث دراسة اهمية تطبيق المدارس الصديقة للبيئة في محافظة الفيوم من وجه نظر الجغرافيا المناخية من خلال دراسة الراحة الحرارية كأحد العوامل التي تساعد في نجاح المنظومة التعليمية ومكونات المدارس الصديقة للبيئة كاتجاه مستقبلي عالمي من خلال ثلاث مباحث المبحث الأول أثر العوامل المناخية علي البيئة المدرسية المبحث الثاني دراسة الراحة الحرارية التي يشعر بها الطالب داخل وخارج المبني المدرسي في محافظة الفيوم، المبحث الثالث يتناول مواصفات المدارس الخضراء أو الصديقة للبيئة من مبني وطرق توفير الماء والكهرباء في المدارس الصديقة للبيئة ، والتعامل مع النفايات المدرسية .... وغيرها من الاجراءات التي يجب أن تراعي عند تطبيق هذه المدارس، ثم دراسة البصمة الكربونية لبعض مدارس محافظة الفيوم لقياس أهم مسببات زيادة البصمة الكربونية، ومدي الحاجة إلي الاتجاه للمدارس الصديقة للبيئة كنموذج جديد للتعلم يتماشي مع قضايا التغيرات المناخية وأهداف التنمية المستدامة 2030.

**الموقع الفلكي والجغرافي لمنطقة الدراسة**

تقع محافظة الفيوم في الجنوب الغربي من محافظة القاهرة، وتبلغ مساحتها 170 ألف كم$^2$ ، وتقع بين دائرتي عرض 10$^{\prime}$ 29$^{\circ}$ و48$^{\prime}$ 29$^{\circ}$ شمالا ، وخطي طول 49$^{\prime}$ 29$^{\circ}$ و06$^{\prime}$ 31$^{\circ}$ شرقاً ويوضح شكل رقم (1) منطقة الدراسة.

**شكل رقم (1) منطقة الدراسة**

## أسباب اختيار الموضوع

- زيادة الاهتمام بقضايا البيئة علي المستوي العالمي والاتجاة نحو المدارس الخضراء أو الصديقة للبيئة وهي مدارس تراعي الاشتراطات البيئية وتحقق بصمة كربونية منخفضة.
- دراسة تأثير المناخ علي راحة الطالب اثناء الدراسة والتعليم.
- خفض البصمة الكربونية للمدارس ووضع حلول للتخفيف من تداعيات تغير المناخ عن طريق الاتجاه للمدارس الصديقة للبيئة.

## مشكلة الدراسة

يقضي الطلاب فترات طويلة داخل المدرسة، ويؤثر المناخ علي الراحة الفسيولوجية للطلاب داخل المدارس، كما يؤثر علي اداءهم في الاختبارات ، وتعاني مدارسنا من

قلة الوعي بقضايا البيئة وأهمية تقليل البصمة الكربونية لخفض درجات الحرارة وتحقيق الراحة الحرارية.

ويعد موضوع اخذ المناخ بعين الاعتبار عند التخطيط للتنمية في قطاع التعليم من الموضوعات الهامة التي يهتم بها علم المناخ التطبيقي، لما في ذلك من اثر كبير على راحة الإنسان وصحته الجسدية والنفسية.وتسعى هذه الدراسة إلى توضيح اثر المناخ علي الراحة الحرارية للطالب في محافظة الفيوم، والاعتبارات المناخية عند بناء مدرسة، ستحاول الدراسة الإجابة على الأسئلة التالية :

- هل هناك تأثير لعناصر المناخ في تحقيق الراحة الحرارية داخل المدرسة ؟
- ما هي المعالجات البيئية اللازمة لتخفيف البصمة الكربونية في المدارس ؟
- هل هناك اعتبارات مناخية في تحديد التصميم الأمثل للمبني المدرسي ؟

**أهداف الدراسة:**

تهدف هذه الدراسة إلى:

- تحديد أشهر الراحة الحرارية خلال العام الدراسي داخل مبني المدرسة وفي فناء المدرسة للمساعدة علي التخطيط السليم للعام الدراسي والانشطة الممارسة فيه
- وضع مقترحات لبعض المعالجات البيئية اللازمة لتخفيف البصمة الكربونية في المدرسة .
- إلقاء الضوء مفهوم المدارس الصديقة للبيئة كإتجاة ضروري لبناء جيل جديد قادر علي مواجهة مشكلات تغير المناخ.

**الدراسات السابقة**

يوجد العديد من الدراسات التي اهتمت بدراسة الراحة الحرارية للانسان في السكن والقيام بالسياحة، ولكن لم تتناول الدراسات تأثير المناخ علي راحة الطالب داخل

المدرسة وتأثير ذلك علي ادراكه واستيعابه للدروس.ومن هذه الدراسات دراسة (محمد توفيق ،2004) "المناخ وأثره على راحة الإنسان في السواحل المصرية، ودراسة (مسعد سلامة،2005) "أقاليم الراحة والإرهاق المناخي، "

**مناهج واساليب الدراسة**

لتحقيق الهدف من الدراسة تم استخدام المنهج الوصفي الموضوعي في تناول أثر المناخ علي الراحة الحرارية في مدارس محافظة الفيوم ، كمااعتمدت الدراسة على العديد من الأساليب منها التحليل الكمي والاسلوب الكارتوجرافي.

**مصادر الدراسة:**

**اعتمدت الدراسة علي عدد من المصادر من أهمها:**

1. بيانات العناصر المناخية وهي عناصر درجة الحرارة العظمي والصغري واليومية والرطوبة النسبية وسرعة الرياح ، وتم الحصول عليها من الهيئة العامة للأرصاد الجوية للفترة من (1990–2018 ).
2. تم الاعتماد علي مرئيات فضائية تم الحصول عليها من تطبيق Google earth .
3. الاستبيان وقد تم التطبيق علي نحو (110 طالب) في مدارس محافظة الفيوم (ملحق رقم 1).

**المبحث الأول: الخصائص المناخية المؤثرة علي الراحة الحرارية في المدارس:**

تعتبر الخصائص المناخية من أهم العوامل الطبيعية التي يجب مراعاتها لتحقيق الراحة الحرارية في المدارس ، كما يجب أخذها في الأعتبار عند اختيار موقع المدرسة وتتمثل هذه الخصائص في دراسة كل من الإشعاع الشمسي ، الحرارة، الرياح، الرطوبة النسبية ويوضح جدول رقم (1) المعدلات المناخية لعناصر المناخ الرئيسية في محافظة الفيوم.

ويتبين من دراسة الجدول رقم (1) النتائج التالية:

- بلغ معدل الإشعاع الشمسي 9.8 ساعة/يوم في حين كان معدل فصل الشتاء 7.6 ساعة/ يوم بأنخفاض عن المعدل السنوي 2.2ساعة/ يوم ، وكان معدل فصل الربيع 9.9 ساعة / يوم بزيادة 0.1 ساعة/يوم عن المعدل السنوي، إلا أن معدل ساعات السطوع خلال فصل الصيف بلغ 12.1 ساعة/ يوم بزيادة قدرها 2.3 ساعة/ يوم ، وأخيرا إنخفض معدل عدد ساعات سطوع الشمس خلال فصل الخريف بمقدار 0.1 ساعة/ يوم، أما أقل شهر لعدد ساعات سطوع الشمس فكان شهر ديسمبرحيث كان 7.5 ساعة/ يوم بإنخفاض عن المعدل السنوي قدره 2.3 ساعة/يوم ، وكان أعلي شهر لعدد ساعات سطوه الشمس شهر يونية حيث بلغعدد ساعات سطوع الشمس 12.2 ساعة /يوم بزيادة قدرها 2.4 ساعة / يوم عن المعدل السنوي للإشعاع الشمسي.

- بلغ المعدل السنوي لدرجة الحرارة 21.7 °م في حين كان معدل فصل الشتاء 14.1°م بإنخفاض عن المعدل السنوي قدره 7.6°م ، في حين كان معدل فصل الربيع 21.0°م بإنخفاض قدره 0.7 °م عن المعدل السنوي ، وكان معدل فصل الصيف 28.7°م بزيادة قدرها 7°م عن المعدل السنوي ، وأخيرا زاد فصل الخريف بمقدار 1.4°م عن المعدل السنوي حيث بلغ معدل فصل الخريف 23.1°م ، إلا أنه لوحظ أن أدني معدل شهري لدرجات الحرارة كان خلال شهر يناير حيث بلغ 14.2 °م بإنخفاض قدره 7.5 °م عن المعدل السنوي، في حين كان أعلي معدل لدرجة الحرارة الشهري خلال شهر يوليه حيث بلغ 29.3 °م بزيادة قدرها 7.6°م عن المعدل السنوي.

**جدول رقم (1) المعدلات المناخية لعناصر المناخ الرئيسية في محافظة الفيوم**

| الشهر | معدل درجة الحرارة العظمي م° | معدل درجة الحرارة الصغري م° | معدل درجة الحرارة الشهري م° | الرطوبة النسبية % | عدد ساعات سطوع الشمس (ساعة/ يوم) | سرعة الرياح م/ث |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ديسمبر | 21.6 | 7.5 | 14.6 | 71.6 | 7.5 | 3.9 |
| يناير | 21.2 | 7.2 | 14.2 | 71.0 | 7.6 | 4.2 |
| فبراير | 21.8 | 8.5 | 15.2 | 63.8 | 7.8 | 4.0 |
| معدل فصل الشتاء | 21.5 | 7.7 | 14.1 | 68.8 | 7.6 | 4.0 |
| مارس | 25.6 | 9.3 | 16.8 | 60.6 | 9.0 | 5.4 |
| أبريل | 30.4 | 13.0 | 21.4 | 52.2 | 10.2 | 5.0 |
| مايو | 34.2 | 16.9 | 24.9 | 47.5 | 10.5 | 5.4 |
| معدل فصل الربيع | 30.1 | 13.1 | 21.0 | 53.4 | 9.9 | 5.3 |
| يونيو | 36.2 | 19.8 | 28.0 | 38.2 | 12.2 | 5.4 |
| يوليو | 37.4 | 21.7 | 29.3 | 53.4 | 12.1 | 4.9 |
| أغسطس | 37.1 | 21.7 | 28.9 | 61.0 | 12.0 | 4.8 |
| معدل فصل الصيف | 36.9 | 21.1 | 28.7 | 50.9 | 12.1 | 5.0 |
| سبتمبر | 35.1 | 20.2 | 27.1 | 59.0 | 10.8 | 5.1 |
| أكتوبر | 31.6 | 17.3 | 23.5 | 61.6 | 9.9 | 4.5 |
| نوفمبر | 26.2 | 12.1 | 18.6 | 68.8 | 8.5 | 4.3 |
| معدل فصل الخريف | 31.0 | 16.5 | 23.1 | 63.1 | 9.7 | 4.6 |
| المعدل السنوي | 29.9 | 14.5 | 21.7 | 59.1 | 9.8 | 4.7 |

المصدر: بيانات غير مبوبة وغير منشورة الهيئة العامة للأرصاد الجوية ، محطة أرصاد الفيوم من عام 1980 – 2018

- بلـغ المعـدل السـنوي لدرجـة الحـرارة العظمـي29.9 °م وكـان معـدل فصـل الشـتاء 21.5°م بإنخفـاض عـن المعـدل السـنوي قـدره 8.4°م ، فـي حـين كـان معـدل فصـل الربيـع 30.1°م بإرتفـاع قـدره 0.2 °م عـن المعـدل السـنوي ، وكـان معـدل فصـل الصـيف 36.9°م بزيـادة قدرها 7°م عن المعدل السنوي ، وأخيرا زاد فصل الخريف بمقدار 1.1°م عن المعدل السنوي حيث بلغ معدل فصل الخريف 30.0°م ، إلا أنه لوحظ أن أدني معدل شهري لدرجات الحرارة العظمي كان خلال شهر يناير حيث بلغ 21.2 °م بإنخفاض قدره 8.7 °م عن المعدل السنوي، في حين كان أعلي معدل لدرجة الحرارة الشهري خلال شهر يوليه حيث بلغ 37.4 °م بزيادة قدرها 7.5°م عن المعدل السنوي.

- بلـغ المعـدل السـنوي لدرجـة الحـرارة الصـغري 14.5 °م فـي حـين كـان معـدل فصـل الشـتاء 7.7°م بإنخفـاض عـن المعـدل السـنوي قـدره 6.8°م ، فـي حـين كـان معـدل فصـل الربيـع 13.1°م بإنخفـاض قـدره 1.4 °م عـن المعـدل السـنوي ، وكـان معـدل فصل الصيف 21.1°م بزيادة قدرها 6.6°م عن المعدل السنوي ، وأخيرا زاد فصل الخريف بمقدار 2.0°م عن المعدل السنوي حيث بلغ معدل فصل الخريف 16.5°م ، إلا أنه لوحظ أن أدني معدل شهري لدرجات الحرارة كان خلال شهر يناير حيث بلغ 7.2 °م بإنخفاض قدره 7.3 °م عن المعدل السنوي، في حين كان أعلي معدل لدرجة الحرارة الشهري خلال شهري يوليه وأغسطس حيث بلغ 21.7 °م بزيادة قدرها 7.2°م عن المعدل السنوي.

- بلغ المعدل السنوي لرطوبة النسبية 59.1% حيث كان معدل فصل الشتاء 68.8% أعلي من المعدل السنوي بمقدار 9.7% ، في حين كان معدل فصل الربيع 53.4 % بإنخفاض قدره 5.7% عن المعدل السنوي ، وكان معدل فصل الصيف أقل الفصول في الرطوبة النسبية 50.9% بإنخفاض قدرها 8.2% عن المعدل السنوي ، وأخيرا زاد فصل الخريف بمقدار 4 % عن المعدل السنوي حيث بلغ معدل فصل الخريف 63.1%، إلا أنه لوحظ أن أدني معدل شهري للرطوبة النسبية كان خلال

شهر يونية حيث بلغ 38.2 بإنخفاض قدره 20.9 % عن المعدل السنوي، في حين كان أعلي معدل شهري للرطوبة النسبية خلال شهر ديسمبر حيث بلغ 71.6 % بزيادة قدرها 12.5 %عن المعدل السنوي.

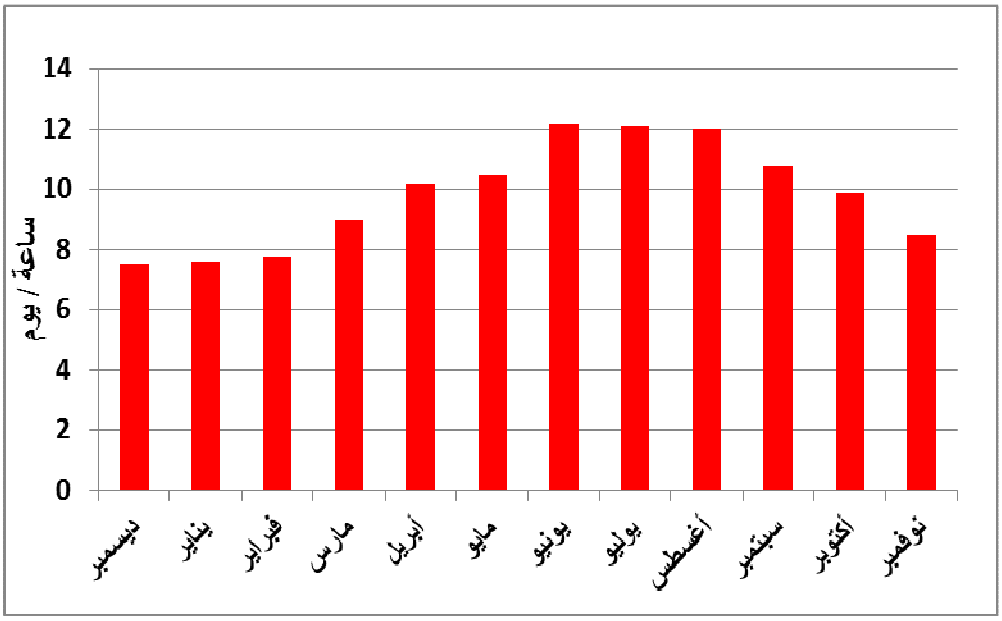
- بلغ المعدل السنوي لسرعة الرياح 4.7 م/ث في حين كان معدل فصل الشتاء 4.0 م/ث بإنخفاض عن المعدل السنوي قدره 0.7 م/ث ، في حين كان معدل فصل الربيع 5.3م/ث بإرتفاع قدره 0.6 م/ث عن المعدل السنوي ، وكان معدل فصل الصيف 5.0 م/ث بزيادة قدرها 0.3 م/ث عن المعدل السنوي ، وأخيرا بلغ معدل فصل الخريف 4.6 م/ث، إلا أنه لوحظ أن أدني معدل شهري لسرعة الرياح كان خلال شهر ديسمبر حيث بلغ 3.9 م/ث بإنخفاض قدره 0.8 م/ث عن المعدل السنوي، في حين كان أعلي معدل لسرعة الرياح الشهري خلال شهري أبريل ويونيه حيث بلغ 5.4 بزيادة قدرها 0.7 م/ث عن المعدل السنوي.

وسوف نتناول أثر عناصر المناخ علي الراحة الحرارية في المدارس وهي تشمل كل من الإشعاع الشمسي، الحرارة الرطوبة النسبية، والرياح.

**أثر الاشعاع الشمسي علي الراحة الحرارية داخل المدرسة**

تتأثر الراحة الحرارية داخل المدرسة بالاشعاع الشمسي بصورة كبيرة فسطح مباني المدرسة يتعرض السطح لأشعة الشمس المباشرة طوال ساعات النهار، لهذا من الضروري تغطية السطح العلوي للمبني بمادة عاكسة لأشعة الشمس ، كذلك جدران المباني تتعرض لكمية من أشعة الشمس خلال ساعات النهار، لذلك يفضل طلاء حوائط المدارس بألوان فاتحة تعكس اشعة الشمس. بالاضافة ألي ذلك يعد إحاطة المباني بمجموعات من الأشجار والنباتات يساعد كثيراً علي حماية المبنى من الأشعة الساقطة عليها (لورانس الطحان،2022، ص42) ويوضح شكل رقم (2) عدد ساعات سطوع الشمس في محافظة الفيوم ، ومن الشكل تلاحظ أن محافظة الفيوم تتمتع بعدد ساعات سطوع الشمس سنوي بمقدار 9.8 ساعة/يوم ، تصل إلي اقصاها في شهور فصل الصيف بمقدار 12.1 ساعة / يوم وتصل أدناها في شهور فصل الشتاء بمقدار

7.6 ساعة /يوم مما سبق يمكن استنتاج أن عدد ساعات سطوع الشمس في فصول الشتاء والربيع والخريف يلائم ممارسة الأنشطة المدرسية المختلفة.

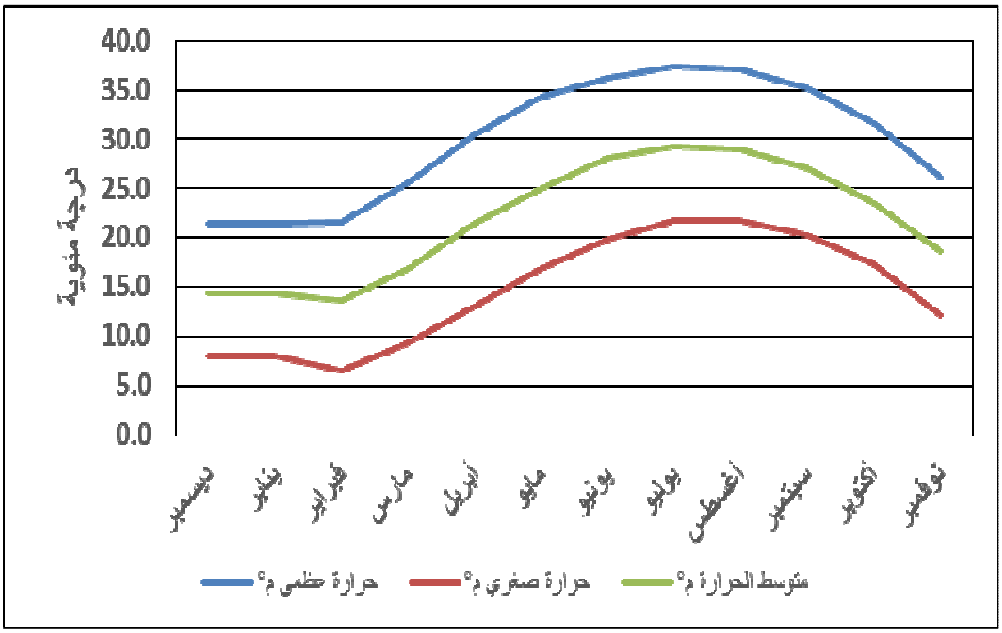



**المصدر من عمل الباحثة بناءا علي الجدول رقم (1)**

**شكل رقم (2) عدد ساعات سطوع الشمس في منطقة الدراسة**

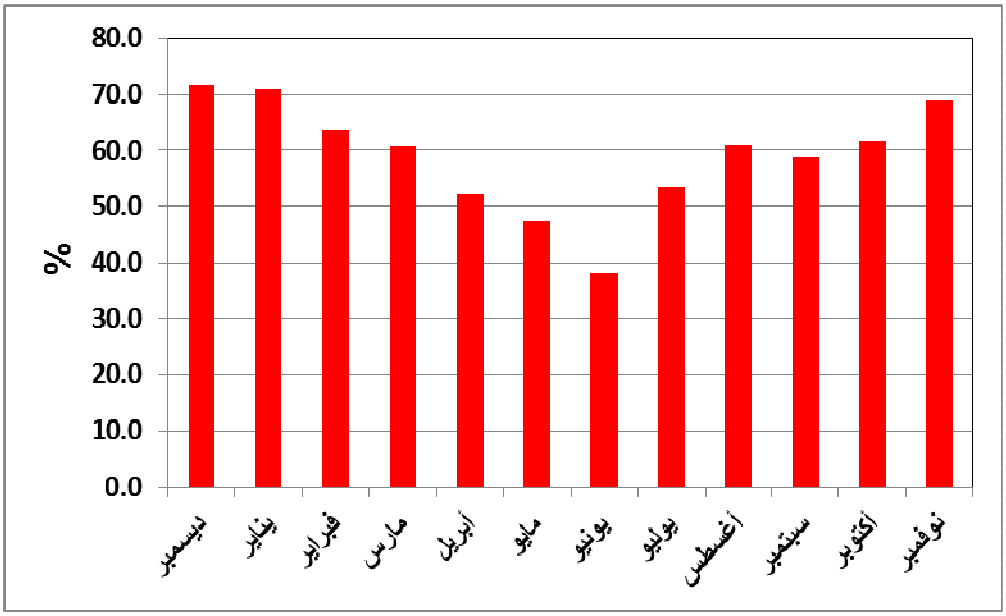
**اثر الحرارة والرطوبة النسبية علي الراحة الحرارية**

تعد الحرارة والرطوبة النسبية من المؤشرات المناخية الهامة التي تعبر عن راحة الانسان الفسيولوجية ، ويوضح شكل رقم (3) وشكل رقم (4) المعدلات الشهرية لدرجات الحرارة والرطوبة النسبية لمحافظة الفيوم علي الترتيب ، ومنهما نلاحظ أن فترات ارتفاع الحرارة هي تقريبا نفس فترات انخفاض الرطوبة النسبية وهي فترة فصل الصيف، حيث يتأثر التوازن الحراري للانسان بشكل مباشر بارتفاع الحرارة والرطوبة معاً مما يسبب الإرهاق الحراري ، من المعروف انه إذا قلت نسبه الرطوبة في الجو لمده طويلة فان ذلك يؤثر على الجلد الخارجي لجسم الإنسان، فإن توافر نسبة معقولة من الرطوبة الجوية في المناطق الحارة تتحقق الراحة الحرارية للطلاب ومن ثم تختفي المشكلات الصحية التي يمكن أن يسببها الجفاف.




المصدر من عمل الباحثة اعتمادا علي جدول رقم (1)

**شكل رقم (3) معدلات درجات الحرارة العظمي والصغري واليومية لمنطقة الدراسة**




المصدر من عمل الباحثة اعتمادا علي جدول رقم (1)

**شكل رقم (4) معدلات الرطوبة النسبية في منطقة الدراسة**

ويعد اختيار مواد البناء وطريقة الإنشاء المناسبة من أهم العوامل التي تساعد في تحقيق الراحة الحرارية داخل المبني المدرسي، حيث إن الدور الذي يلعبه التصميم الخارجي للمبني المدرسي في تحديد كمية الحرارة المنتقلة من وإلى المبنى تتوقف على اختيار مادة البناء طبقاً لخواصها الحرارية حيث تؤثر زيادة المقاومة الحرارية للمادة بتخفيض حدة الحرارة من الخارج للداخل وبالعكس ، كما يعد اختيار اللون الخارجي الفاتح لحوائط المبنى أحد عوامل زيادة مقاومه تدفق الحرارة بسبب قدرتها علي الانعكاس مما يقلل من نفاذ الحرارة خلاله، كما تعمل كثافة المادة المستخدمة في البناء على رفع مقاومته الحرارية، حيث يؤدي استخدام مواد ثقيلة ذات سعة حرارية كبيرة إلى المحافظة على درجات الحرارة ثابتة بالداخل (لورانس الطحان،ص7).

كذلك عند تصميم المبني المدرسي يراعي أن تكون نوافذ المبني توفر الراحة الحرارية، حيث تعتبر النوافذ والفتحات مصدراً رئيسياً لنفاذ الحرارة إلى داخل المبنى، وللتحكم في الحرارة والرطوبة داخل المبني المدرسي يمكن استخدام طريقتين طبيعيتين وهما:

1- طريقة تستخدم داخل المبنى لترطيب الهواء بواسطة "الملقف" أو ابراج التبريد.

2- طرق تستخدم خارج المبنى، ويتم الحصول فيها على درجه من الرطوبة بواسطة رش النباتات المحيطة بالمبنى واستخدام أحواض المياه ووضعها في مسار الرياح السائد حيث تزود الهواء بالرطوبة قبل دخوله إلى المبنى( لورانس الطحان، ص77).

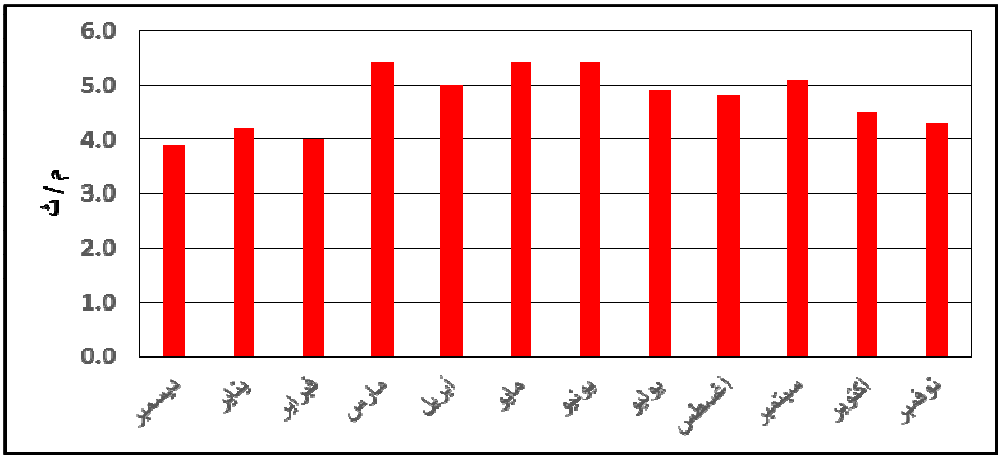
**ثالثاً: أثر الرياح**

تعد الرياح من عناصر المناخ االهامة المؤثرة في الراحة الحرارية داخل وخارج المبني المدرسي حيث تتأثر الراحة الحرارية داخل المبني المدرسي بمدي تدفق الهواء عبر النوافذ مما يوفر مستوي مناسب من التهوية يساعد علي الراحة الحرارية للطلاب داخل الفصل، ويوضح جدول رقم (2) النسب التكرارية لهبوب الرياح في محافظة الفيوم كما يوضح شكل رقم (5) المعدلات السنوية لسرعة الرياح وشكل رقم (6) اتجاهات الرياح السائدة في منطقة الدراسة.

**جدول رقم (2) النسب التكرارية لهبوب الرياح في محافظة الفيوم**

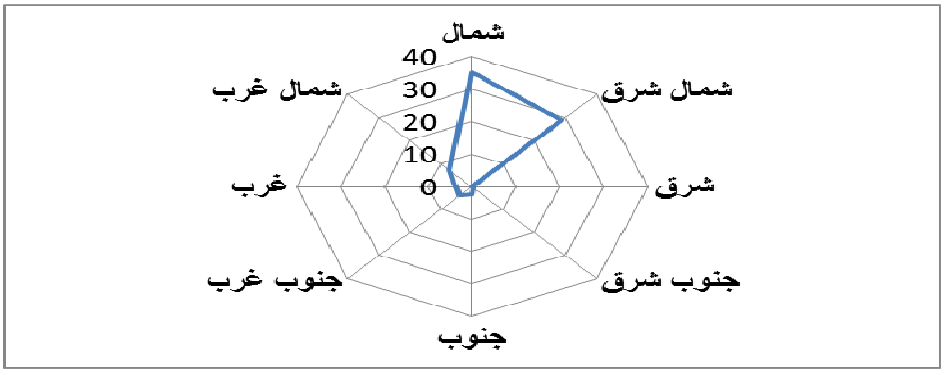
| الاتجاهات | شمال | شمال شرق | شرق | جنوب شرق | جنوب | جنوب غرب | غرب | شمال غرب | سكون |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الفيوم | 35.1 | 28.7 | 1 ،1 | 0.5 | 2.5 | 3.9 | 3.6 | 7.3 | 17.3 |

المصدر: بيانات غير مبوبة وغير منشورة الهيئة العامة للأرصاد الجوية ، محطة أرصاد الفيوم من عام 1980 – 2018 .




المصدر من عمل الباحثة اعتمادا علي جدول رقم (1)

**شكل رقم (5) معدل سرعة الرياح في محافظة الفيوم**




المصدر من عمل الباحثة اعتمادا علي جدول رقم (2)

**شكل رقم (6) اتجاهات الرياح السائدة في محافظة الفيوم**

ويتضح من الجدول والأشكال السابقة أن الرياح السائدة هي الرياح الشمالية بنسبة تكرار الهبوب 35.1 % تليها الشمالية الشرقية بنسبة تكرار الهبوب 28.7%، ثم الشمالية الغربية بنسبة تكرار الهبوب 7.3% أي ان الرياح الشمالية واتجاهاتها الفرعية هي السائدة في منطقة الدراسة بنسبة 66.1 % ، وقد أوصت الدراسات السابقة بأن تكون الفتحات في وضع مناسب لاتجاه الرياح وهو في هذه الدراسة الرياح الشمالية واتجاهاتها الفرعية حيث أن للتهوية تأثير على تصميم الفتحات، وقد أثبتت الدراسات التي أجريت لمعرفة أحسن وضع للفتحات بالنسبة لاتجاه الرياح لتحقيق التهوية المثلى ما يلي وهو ما يجب مراعاته عند عمل التصميم المعماري للمدارس:

- عند وجود فتحتين بحائطين متقابلين في غرفة، وإحدى هاتين الفتحتين عمودية على اتجاه الرياح فإن الهواء يتدفق مباشرة من هذه الفتحات إلى الفتحة المقابلة مكوناً تيار هوائي مسبباً نوعاً من الإزعاج، ويؤدي هذا الاختلاف إلى عدم تجانس التهوية في فراغ الغرفة.
- عندما تكون الفتحتان من نفس الوضع السابق أي متقابلتان، ولكن مائلة على اتجاه الرياح فإن معظم حجم الهواء يمر ويتحرك خلال فراغ الغرفة ويزيد تدفق الهواء من الجوانب والأركان محققاً بذلك تهوية أكثر تجانساً.
- يمكن الحصول على تهوية جيدة بوضع الفتحتين في حائطين متجاورين وبتعامد مع اتجاه الرياح.
- تكون فتحات النوافذ متسعة في الواجهة الشمالية وأقل إتساعا في الواجهة الجنوبية علي ألا تكون فتحات النوافذ متقابلة بل علي العكس لو أن فتحة النوافذ شمالية يمين الحائط تكون فتحات النوافذ الجنوبية يسار الحائط حتي تقوم بعمل دورة هوائية داخل الغرفة وتحقق مزيد من التهوية.
- تقوم النباتات والأشجار بعملية التنقية بنجاح كبير حيث تقوم بترشيح الجو وامتصاص الروائح مما يخفف من التلوث إلا انه ينبغي غسل هذه الاشجار يوميا خلال فصل الصيف حتي لا يدخل مع الهواء الغبار الذي يعلق بالاشجار ومن ثم يرفع درجات الحرارة وهو عكس الغرض المعمول من أجله.

- يؤثر في حركة الهواء علاقة كتل المباني ببعضها البعض، كذلك وضع النباتات والأشجار بالنسبة لها، فالمباني المتجاورة بطريقة منتظمة تكون مناطق السكون خلف المباني وبالتالي منع حركة الهواء لصفوف المباني الخلفية، إذ لم تترك بينها مسافة تساوي 6 مرات بمقدار ارتفاع المبنى على الأقل، وهنا تنتج سرعة هواء شديدة ملامسة لكتل المباني يمكن أن تستغل جيداً للتهوية، وذلك بدراسة الفتحات. ويؤثر شكل المبنى وكتلته ووضعه بالنسبة لاتجاه الريح في شكل انسياب الهواء من حوله وتحقق المباني المرصوصة وبانتظام أكبر في حركة الهواء وتقلل من السكون.

**المبحث الثاني: الراحة الحرارية في مدارس محافظة الفيوم**

تعرف الراحة الحرارية ( Thermal Comfort) بأنها تلك الحالة الذهنية التي تعبر عن ارتياح الإنسان فيها بدرجة الحرارة المحيط به ، وتصنف درجة الحرارة وجودة الهواء ضمن العناصر البيئية الأكثر أهمية في التأثير على التعلم والإنجاز ولا يتحقق ذلك إلا بمراعاة الراحة الحرارية للطالب داخل المدرسة، حيث اظهرت الدراسات العلمية الحديثة أن الموجات الحارة لها تأثير كبير على عمل الفرد وإنتاجه، كما أن الحرارة المرتفعة لا تؤثر على البالغين فقط، وإنما تؤثر على الأطفال أيضاً فهي تؤدي إلى فقدان التركيز وتشتت الانتباه وبطئ التفكير، ومع وجود احترار عالمي مصاحب للتغير المناخ وزيادة الموجات الحارة، سوف نواجه تحديات أكبر في الأداء المدرسي والتعلم بصفة عامة.

وقد اعتمد البحث في تقدير مؤشرات الراحة الحرارية علي عناصر مناخية اساسية مختلفة هي درجة الحرارة ، ، الضغط الجوي والرياح ، والرطوبة النسبية وتم استخدام معادلتين الأولي لقياس الراحة الحرارية داخل المباني والثانية لقياس الراحة خارج المباني.

**1. قياس الراحة الحرارية داخل المباني**

**قرينة درجة الحرارة الفاعلة Effective Temperature ( ET)**

تعتمد هذه النوعية من القرائن علي تأثير درجة الحرارة علي راحة الإنسان في حالة الهواء الساكن (معدل سرعة الرياح أقل من 2 م/ث) ومشبع ببخار الماء ، وقد وضع

العالم جفني في عام 1973 مقياسا لفاعلية الحرارة في بيئات داخلية (داخل المبني) لاشخاص يلبسون ثيابا عادية في وضع الجلوس وكانت حدوده التصنيفية كما في جدول رقم (3) الذي يوضح السلم التصنيفي لجفني ( علي موسي، 2002، ص37).

**جدول رقم (3) السلم التصنيفي لجفني**

| درجة الحرارة الفعالة | درجة شعور الإنسان بالراحة |
|---|---|
| أقل من 15 | عدم الراحة لبرودته |
| 15 -17 | مناخ عدم الراحة نوعا لبرودته |
| 17 - 25 | مناخ مريح |
| 25 -27 | مناخ عدم الراحة نوعا لحرارته |
| 27 - 28 | حار ( عدم الراحة ) |
| 28 فأكثر | حار جدا ( عدم الراحة شديد ) |

المصدر: علي موسي، 2002.

وقد تم في هذا البحث تطبيق هذا التصنيف علي مدارس محافظة الفيوم ويوضح جدول رقم (4) فاعلية الحرارة لجفني في مدارس محافظة الفيوم، ويتبين من الجدول رقم (4) أن:

- الاشهر المثالية للراحة الحرارية داخل المبني المدرسي هي أشهر أكتوبر ونوفمبر ومارس وابريل، الأقل راحة للطالب هي شهري سبتمبر و مايو.
- تعتبر أشهر الشتاء ديسمبر ويناير وفبراير أشهر عدم الراحة لبرودة هذه الاشهر.
- تعتبر أشهر الصيف يونية ويوليه وأغسطس أشهر عدم راحة شديد بسبب المناخ الحار جدا، هي لا تمثل عبئا علي الطلاب لوجود فترة الأجازة الصيفية.
- ولذلك يفضل أن يبدأ الفصل الدراسي الأول في محافظة الفيوم في شهر سبتمبر، ويبدأ الفصل الدراسي الثاني في شهر فبراير وينتهي بنهاية شهر مايو لتجنب أشهر عدم الراحة الباردة والحارة، وخفض استهلاك الطاقة المستخدمة في التدفئة أو التبريد.

## جدول رقم (4) فاعلية الحرارة لجفني في مدارس محافظة الفيوم

| الشهر | البيانات المدخلة لحساب فاعلية الحرارة لجفني | | | ضغط بخار الماء المشبع | ضغط بخار الماء الفعلى | فاعلية الحرارة | الراحة الحرارية |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | درجة الحرارة (ºم) | الضغط الجوى | الرطوبة النسبية % | | | | |
| يناير | 12.7 | 10205 | 60 | 14.7 | 8.8 | 12.7 | عدم الراحة لبرودته |
| فبراير | 14.2 | 10182 | 57 | 16.2 | 9.2 | 14.2 | عدم الراحة لبرودته |
| مارس | 17.2 | 10169 | 52 | 19.6 | 10.2 | 17.2 | مناخ مريح |
| ابريل | 21.4 | 10134 | 46 | 25.5 | 11.7 | 21.5 | مناخ مريح |
| مايو | 25.3 | 10117 | 47 | 32.2 | 15.2 | 25.4 | عدم الراحة نوعا لحرارته |
| يونيه | 28.3 | 10120 | 40 | 38.5 | 15.4 | 28.4 | حار جدا ( عدم الراحة شديد) |
| يوليه | 28.8 | 10077 | 49 | 39.6 | 19.4 | 28.9 | حار جدا (عدم الراحة شديد) |
| أغسطس | 28.6 | 10075 | 52 | 39.1 | 20.4 | 28.8 | حار جدا ( عدم الراحة شديد) |
| سبتمبر | 26.7 | 10108 | 57 | 35.0 | 20.0 | 26.8 | مناخ عدم الراحة نوعا لحرارته |
| أكتوبر | 23.8 | 10138 | 56 | 29.5 | 16.5 | 23.9 | مناخ مريح |
| نوفمبر | 18.8 | 10156 | 63 | 21.7 | 13.7 | 18.9 | مناخ مريح |
| ديسمبر | 14 | 10191 | 63 | 16.0 | 10.1 | 14.0 | عدم الراحة لبرودته |
| سنوي | 19.2 | 1015 | 52 | 22.2 | 11.6 | 19.8 | مناخ مريح |

المصدر: من حساب الباحثة اعتمادا علي معادلة قرينة فاعلية الحرارة لجفني.

### 2. قياس الراحة الحرارية خارج المباني

تختلف الراحة الحرارية داخل المبني عن الراحة خارج المبني حيث يمكن استخدام وسائل التدفئة أو التبريد داخل المبني وهو ما لا يمكن توفيره في فناء المدرسة حيث تمارس الانشطة البدنية داخل المدرسة، وتم اختيار مقياس يناسب دراسة الراحة الحرارية خارج المبني المدرسي وهو قرينة تبريد الرياح التي وضعها العالمان سبيل وباسل في عام 1945 تحت مسمي قرينة تبريد الرياح Wind- Chill Index، وهي تعبر عن مقياس لكمية الحرارة التي يستطيع الهواء امتصاصها خلال ساعة من سطح مكشوف مساحته متر مربع وهي محصلة العلاقة التالية:

$$K = \left[\left(10\sqrt{V}\right) - (10.45 + V) \times (33 - V)\right]$$

حيث:

K = قوة تبريد الهواء بالكيلومتر سعر / م$^2$ / ساعة

V = سرعة الرياح متر / ثانية

T = درجة الحرارة (° م)

وتعد قرينة تبريد الرياح لبازل وسبيل مقياس فعلي لقوة تبريد الرياح ودرجة الحرارة ، فكلما انخفضت درجة الحرارة الهواء المحيط بالجسم عن 33 °م زادت سرعة حركته وازداد الاحساس بالبروده الناتجة عن تلك الحركة (كما تعبر عنه العلاقة السابقة) وتتحدد درجة الاحساس بتبريد الرياح من خلال السلم التصنيفي والموضح في جدول رقم (5) بينما يوضح جدول رقم (6) نتائج تطبيق القرينة لفاعلية تبريد الرياح في محافظة الفيوم .

**جدول رقم (5) السلم التصنيفى لبازل وسبيل للحرارة الحسية**

| قوة التبريد | الإحساس بالراحة | قوة التبريد | الإحساس بالراحة |
|---|---|---|---|
| أقل من صفر | مرهق لشدة حرارته | - 300 | أميل للبرودة |
| صفر - | مزعج لحرارته | - 400 | مزعج لبرودته |
| - 50 | مريح نوعا | - 500 | مرهق لشدة برودته |
| - 100 | مريح | أكثر من 600 | قارس البرودة |
| - 200 | مائل للبرودة | | |

المصدر : ياسر السيد ،2022

ويتبين من جدول رقم (6) لنتائج تطبيق قرينة تبريد الرياح لبازل وسبيل الملاحظات التالية:

- تعتبر الاشهر ديسمبر ويناير وفبراير هي أشهر الراحة بالنسبة للنشاط خارج الفصول في الفناء المدرسي.
- تعد الفترة من شهر اكتوبر ونوفمبر ، ابريل ومايو أقل راحة نسبياً لممارسة الانشطة المدرسية في فناء المدرسة ولكنها محتملة ويمكن خلالها أيضا ممارسة الانشطة المدرسية .
- تعد الفترة من شهر يونية حتي شهر سبتمبر أشهر مزعجه مناخيا بسبب الحرارة الشديدة لذلك يفضل عدم ممارسة انشطة مدرسية خارجية خلال هذه الأشهر.

وفيما يلي نعرض فكرة المدارس الصديقة للبيئة ومشكلات تلوث الهواء وارتفاع البصمة الكربونية التي تؤكد الحاجة لهذا النموذج الجديد من المدارس.

**جدول رقم (6) فاعلية تبريد الرياح في محافظة الفيوم لبازل وسبيل**

| الشهر | البيانات المدخلة لحساب قرينة الراحة الحرارية لبازل وسبيل | | حالة المناخ الحسى ( لبازل وسبيل) | |
|---|---|---|---|---|
| | درجة الحرارة | سرعة الرياح | قرينة الراحة | الحالة الحسية |
| يناير | 12.7 | 4.2 | 109.3 | مريح |
| فبراير | 14.2 | 4 | 107.7 | مريح |
| مارس | 17.2 | 5.4 | 119.7 | مريح |
| ابريل | 21.4 | 5 | 80.2 | مريح نوعا |
| مايو | 25.3 | 5.4 | 59.8 | مريح نوعا |
| يونيه | 28.3 | 5.4 | 36.9 | مزعج لحرارته |
| يوليه | 28.8 | 4.9 | 25.1 | مزعج لحرارته |
| أغسطس | 28.6 | 4.8 | 27.3 | مزعج لحرارته |
| سبتمبر | 26.7 | 5.1 | 41.5 | مزعج لحرارته |
| أكتوبر | 23.8 | 4.5 | 59.5 | مريح نوعا |
| نوفمبر | 18.8 | 4.3 | 86.2 | مريح نوعا |
| ديسمبر | 14 | 3.9 | 101.0 | مريح |
| سنوي | 21.6 | 6.7 | 75.7 | مريح نوعا |

المصدر: من حساب الباحثة اعتمادا علي معادلة قرينة تبريد الرياح لبازل وسبيل

**المبحث الثالث: المدارس الصديقة للبيئة كاتجاه لتحقيق الراحة الحرارية**

ظهرت فكرة المدارس صديقة البيئة في العالم كإتجاة جديد يطبق الاستدامة ويحقق التكيف مع تغير المناخ وهذه المدارس تهدف إلي خلق نموذج تعلم ذكي وصديق للبيئة عن طريق تحويل البيئة المدرسية إلي بيئة مستدامة من خلال استخدام وتوظيف مكونات هذه البيئة بطريقة تسمح بالمحافظة عليها، وتعتمد فلسفة المدارس البيئية علي بناء عالم صحي وآمن ومستدام يتعلم فيه الطلاب وبمشاركة المعلمين العمل من أجل الحفاظ علي البيئة الطبيعية، (محمد عبد العظيم ،2022، ص283)

وتتضمن منظومة المدارس الصديقة للبيئة وجود مبني مدرسي صديق للبيئة يقلل من استهلاك الطاقة ويضمن هواء نظيف وراحة حرارية للطلاب تساعدهم علي التركيز والنشاط، ولابد للمبني الدراسي الصديق للبيئة أن يحقق مجموعة من المعايير أو الشروط في التصميم منها ما يتعلق بإستخدام مواد بناء صديقة للبيئة بجودة الهواء داخل المباني واساليب الحفاظ علي المياه داخل المباني ، الاضاءة واستعمال الألوان بالإضافة للتصميم الصوتي وتجنب الضوضاء والأمان والطابع المعماري المتوافق مع البيئة ضرورة الأهتمام بالحديقة بالأشجار والنباتات خارج المبني(يحيي وزيري ،2003، صص 99– 135)، لذا تعد المدارس الصديقة للبيئة توجه حتمي في ظل مشكلات تغير المناخ ، فإذا نجح المبني المدرسي في تحقيق الراحة الحرارية للطلاب داخل المبني يطلق عليه مبني متوازن مناخيا، وفيما يلي نعرض لبعض مشكلات التحول للمدارس الصديقة للبيئة داخل محافظة الفيوم من خلال دراسة مشكلة تلوث الهواء والبصمة الكربونية.

**1. تلوث الهواء في منطقة الدراسة**

لكل طفل الحق في النمو والعيش في بيئة صحية لكي يتعلم ويلعب في أماكن صحية، ويعتبر الهواء الملوث من العوامل البيئية الرئيسية المسببة للمشاكل الصحية التي تؤثر على صحة الأطفال، ولذلك يجب الابتعاد عن انشاء المدارس في المناطق التي يرتفع بها تلوث الهواء مثل مناطق الوسط بمدينة الفيوم حيث تتركز معظم الابنية

الحكومية وكذلك المدارس كما يظهر من المرئية الفضائية في الشكل رقم (7) ) تكدس المدارس في منطقة وسط المدينة داخل مدينة الفيوم مما يعرض صحة الطلاب لخطر التعرض لتركيزات عالية من الملوثات ، كما يوضح الجدول رقم (7) متوسط التركيز الشهري في محافظة الفيوم لغاز ثاني اكسيد الكبريت So2 وغاز ثاني اكسيد النيتروجين No2 والجسيمات الصدرية (PM10).

المصدر: من عمل الباحثة اعتمادا علي برنامج Google earth

**شكل رقم (7) تكدس المدارس في منطقة وسط المدينة داخل مدينة الفيوم**

**جدول (7): متوسط التركيز الشهري لثاني اكسيد الكبريت وثاني اكسيد النيتروجين والجسيمات الصدرية ذات القطر 10 (بالميكروجرام/م$^3$) لمحافظة الفيوم عام 2020**

| الملوث الهوائي / الشهر | ثاني أكسيد الكبريت | ثاني أكسيد النيتروجين | الجسيمات الصدرية |
|---|---|---|---|
| يناير | --- | --- | --- |
| فبراير | --- | --- | --- |
| مارس | --- | --- | 300 |
| أبريل | --- | --- | 264 |
| مايو | 11 | 11 | 254 |
| يونيه | 12 | 14 | 223 |
| يوليو | 7 | 26 | 165 |
| أغسطس | 6 | 28 | 165 |
| سبتمبر | 6 | 37 | 176 |
| أكتوبر | 7 | 22 | 143 |
| نوفمبر | 12 | 15 | 88 |
| ديسمبر | -- | 29 | 186 |

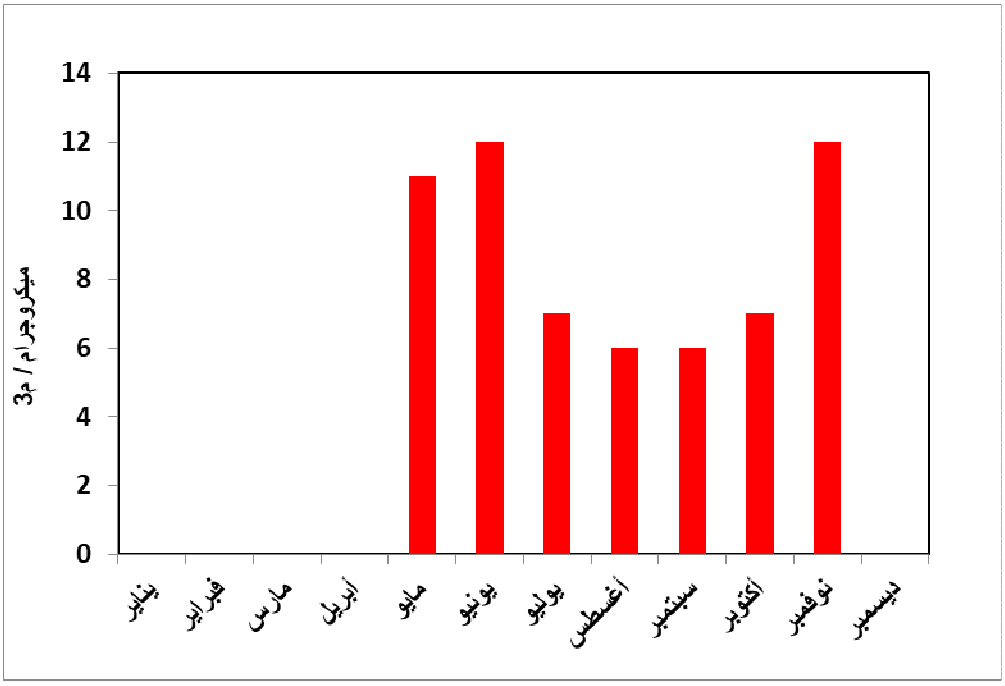
المصدر: النشرة السنوية لاحصاءات البيئة جزء2 الجودة البيئية والطاقة صص 11،12،13.

وفيما يلي نعرض أهم ملوثات الهواء داخل محافظة الفيوم مع التركيز علي مدينة الفيوم كأكبر مدن المحافظة وأكثرها ازدحاماً بالسكان ووسائل النقل.

**أولا: التلوث بثاني أكسيد الكبريت So2**

تحتاج النباتات والحيوانات إلي الكبريت كي تقوم بتركيب الأحماض الأمينية والبروتينات ، أما غاز ثاني أكسيد الكبريت فهو غاز ذو طعم لاذع غير مرغوب وهو غاز قابل للاشتعال وعديم اللون وينتج من احتراق الوقود وصناعة الطوب (العتبة الحدية لتركيزه 5 جزء في المليون) ويؤدي زيادة تركيزات غاز ثاني أكسيد الكبريت (36 جزء من المليون) زيادة الأمراض التنفسية مثل التهاب البلعوم الأنفي ، السعال ، ضيق التنفس، وبسبب زيادة تركيز هذا الغاز في المدن عن الريف يساعد كثرة انتشاره في المدن علي انتشار امراض الجهاز التنفسي وتشنج الأحبال الصوتية والاختناق

والموت ( علي موسي، 2000،ص 194)، ويوضح شكل رقم (8) معدلات التركيز الشهرية لغاز ثاني أكسيد الكبريت في محافظة الفيوم عام 2020 بالميكروجرام/م$^3$.




المصدر : من عمل الباحثة أعتمادا علي بيانات جدول رقم (7)

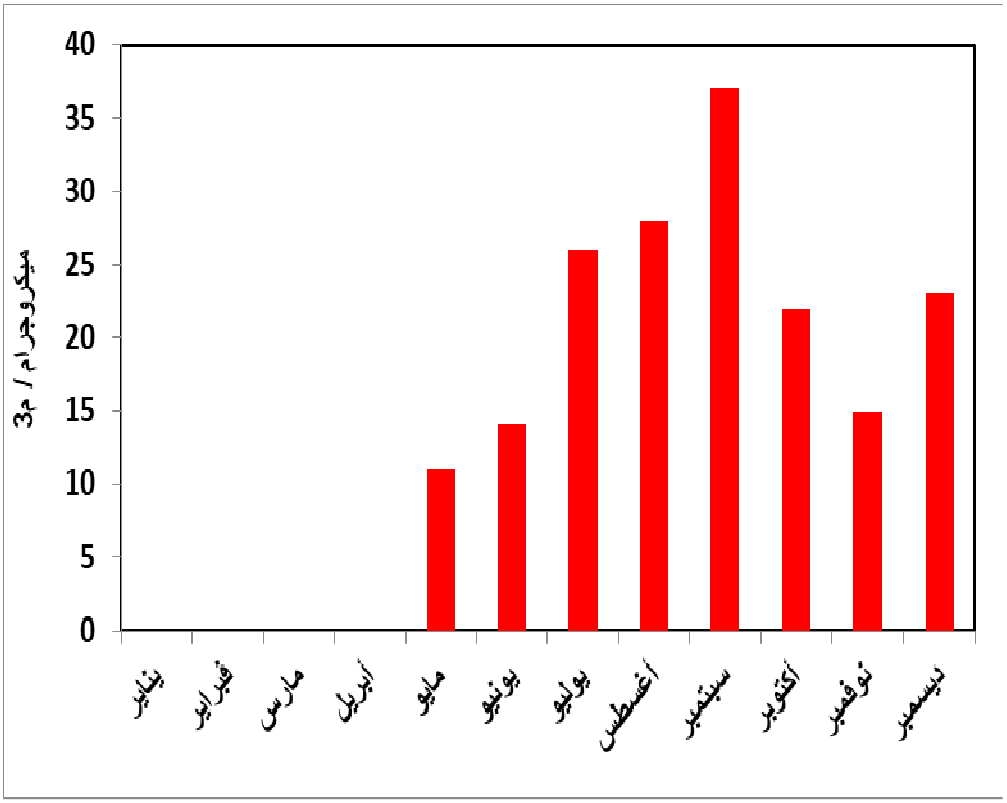
**شكل رقم (8) متوسط التركيز الشهري لغاز ثاني اكسيد الكبريت في محافظة الفيوم عام 2020**

وبدراسة الجدول والشكل السابق يتبين الاتي:

- تتراوح متوسط إجمالي تركيزات غاز ثاني أكسيد الكبريت في الفيوم بين 6 – 12 جزء في المليون وهي تزداد في مناطق المدن عن الريف وتعد هذه النسب أعلي من العتبة الحدية ولكن لا تزال أقل كثيرا عن تركيزات هذا الغاز في المدن الكبري.
- تقل تركيزات هذا الغاز في الأشهر من ديسمبر حتي أبريل وهي معظم فترة العام الدراسي مما يقلل من تعرض الطلاب لهذا الملوث ، بينما تزداد تركيزاته في شهر نوفمبر وأكتوبر ومايو من العام الدراسي.

**ثانيا:الثلوث بثاني أكسيد النيتروجين ($NO_2$)**

وجود النتروجين في الغلاف الجوي ضرورة لاستمرار الحياة علي سطح الأرض بسبب كونه عنصر اساسي في بناء المادة الحية ويدخل في تركيب البروتينات ، أما غاز ثاني أكسيد النيتروجين ($NO_2$) فله تأثيرات كبيرة علي صحة الإنسان وراحته (العتبة الحدية لتركيزه 5 جزء في المليون ) ، فعندما يتم استنشاقه تتشكل أحماض النيتروز والنيتريك التي تهاجم الغشاء المخاطي للرئتين مما يؤدي إلي تلف الرئة ويحدث للعمال الذين يتعرضوا لتركيزات عالية من الغاز (10– 40 جزء من المليون)، ويوضح الشكل رقم (9) متوسط التركيز الشهري في محافظة الفيوم لغاز ثاني اكسيد النيتروجين $No_2$ .



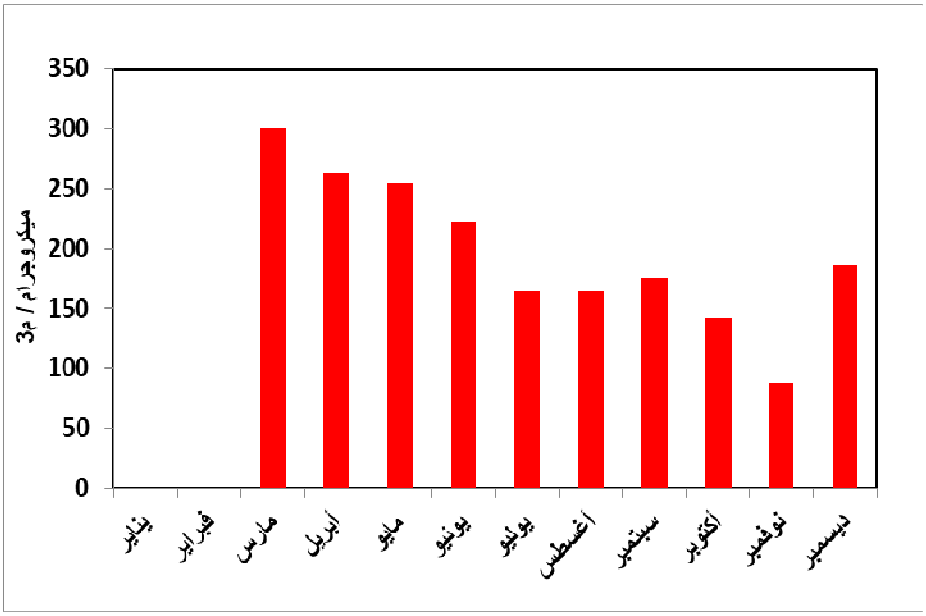

**شكل رقم (9) متوسط التركيز الشهري لغاز ثاني اكسيد النيتروجين في محافظة الفيوم عام 2020**

ومن خلال الجدول رقم (7) السابق وشكل رقم (9) يتضح الأتي:

- تتراوح متوسط إجمالي تركيزات غاز ثاني أكسيد النيتروجين في محافظة الفيوم بين 11– 37 جزء في المليون وهي تزداد في مناطق المدن عن الريف وتعد هذه النسب أعلي بكثير من العتبة الحدية وتقترب كثيرا من التركيزات العالية الضارة بالصحة لهذا الغاز مما يعرض صحة الأطفال لخطر الاصابة بهذه الأمراض اذا تواجدوا في مناطق وسط المدينة حيث تتركز حركة وسائل النقل.
- تقل تركيزات الغازعن النسب الضارة خلال الفترة شهور يناير وفبراير ومارس وابريل من العام الدراسي، بينما تزيد في شهور أكتوبر ونوفمبر وديسمبر ومايو من العام الدراسي (من11– 23 جزء من المليون)، مما يعرض الطلاب لخطر الاصابة بالأمراض التي يسببها هذا الغاز خلال هذه الفترة خاصة في المدارس الواقعة وسط مدينة الفيوم.

**ثالثا: التلوث بالجسيمات الصدرية $PM_{10}$**

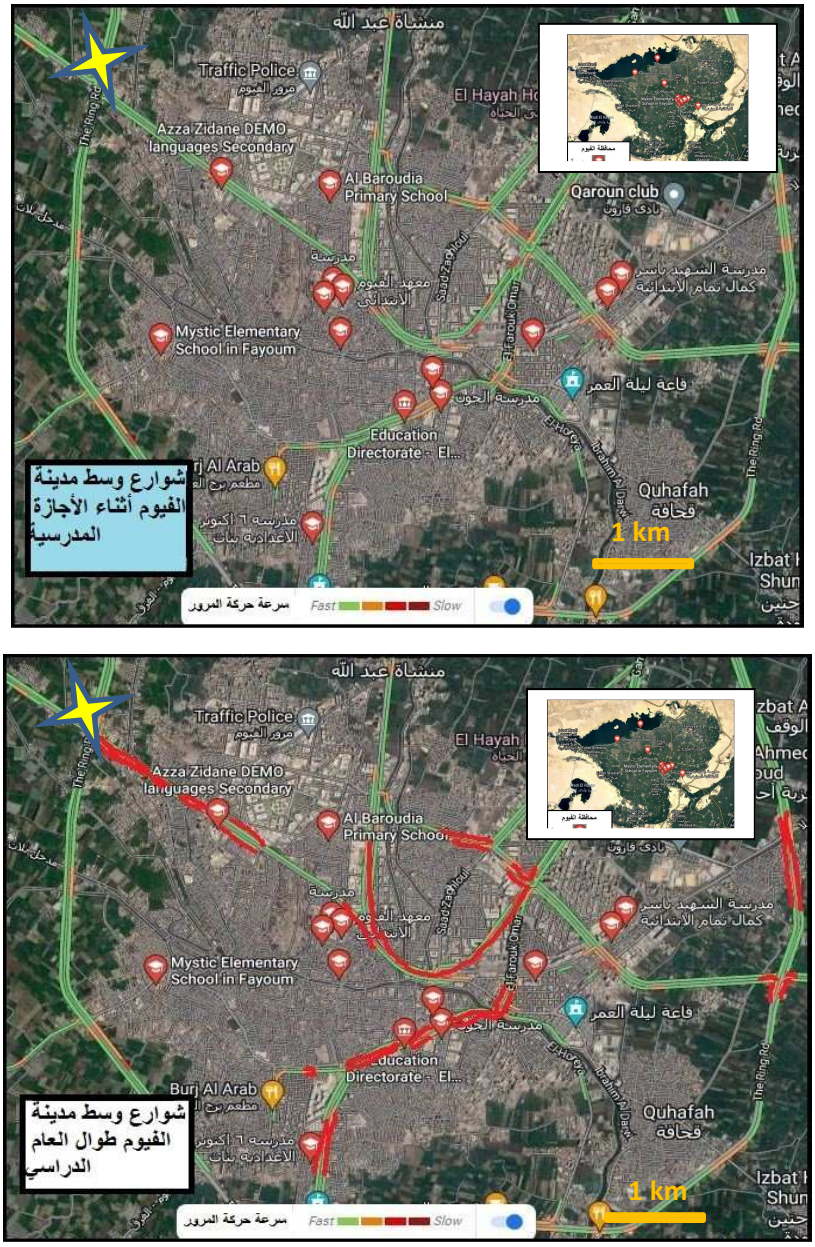
وهي عبارة عن جسيمات صلبة وسائلة تتألف من مزيج معقد من المواد العضوية تسبح في الهواء ومختلفة الأقطار والأحجام ، وتصنف تلك الجسيمات إلى نوعين من الجسيمات المستنشقة و هي حسب قطرها، الأولى PM10 (جسيمات ذات قطر أقل من 10 ميكروجرام) والثانية PM2.5 (جسيمات ذات قطر أقل من 2.5 ميكروجرام) ولها تأثير ضار علي صحة الأنسان **وتعتبر** المؤشر الرئيسي لتلوث الهواء بمصر التي جاءت في الترتيب التاسع عالميا في كمية انبعاثات الجسيمات $PM_{10}$ ، ( تقرير حالة البيئة في مصر، 2020 ص 31)، ويوضح شكل رقم (10) المعدلات الشهرية لتركيز الجسيمات الصدرية بمحافظة الفيوم ومن تحليل جدول رقم (7) والشكل رقم (10) يتضح أن معظم أشهر العام الدراسي تتزايد تركيزات الجسيمات الصدرية 10 ما عدا شهري يناير وفبراير مما يعرض صحة الطلاب لخطر الأصابة بالأمراض خاصة في المناطق المزدحمة بوسائل النقل وعوادم السيارات.




**شكل رقم (10) متوسط التركيز الشهري للجسيمات الصدرية $PM_{10}$ في محافظة الفيوم عام 2020**

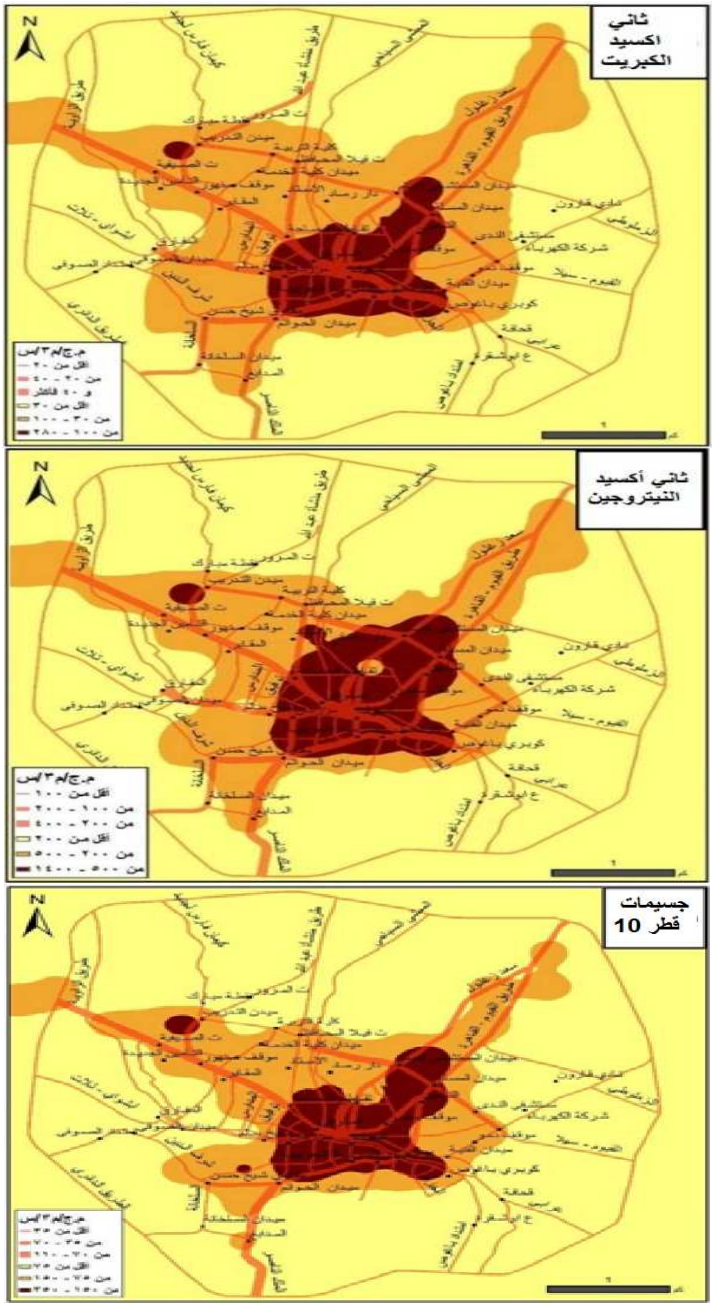
**أهمية تخفيض البصمة الكربونية في المدارس الصديقة للبيئة**

تُعرّف البصمة الكربونية بأنها "المجموعة الإجمالية لانبعاثات غازات الدفيئة الناتجة بشكل مباشر وغير مباشر عن فرد أو حدث أو منظمة أو منتج يتم التعبير عنه على أنه انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، وللوقوف علي البصمة الكربونية لبعض المدارس في محافظة الفيوم بهدف تطبيق نموذج المدارس الصديقة للبيئة تم عمل استبيان لمعرفة كم الممارسات الايجابية والسلبية تجاه البيئة ثم وضع مقترحات لكيفية تخفيض البصمة الكربونية للمدارس، حتي تتفق مع التوجهات العالمية بشأن التخفيف من تداعيات التغيرات المناخية، ومن الطبيعي أن تزداد الانبعاثات أثناء الازدحام المروري خلال فترة الدراسة عن فترة الاجازة المدرسية ، ويوضح شكل رقم (11) مقارنة بين التكدس المروري لشوارع وسط مدينة الفيوم أثناء العام الدراسي واثناء الأجازة المدرسية بينما يوضح شكل رقم (12) **زيادة تركز الملوثات بالقرب من منطقة وسط مدينة الفيوم حيث يقع عدد كبير من المدارس.**




المصدر: من عمل الباحثة اعتمادا علي برنامج Google earth

**شكل رقم (11) ازدحام شوراع وسط مدينة الفيوم خلال فترة العام الدراسي عن فترة الأجازة المدرسية**




المصدر: أحمد يونس ،2019، ص218 ( بتصرف)

**شكل رقم (12) زيادة تركز الملوثات بالقرب من منطقة وسط مدينة الفيوم حيث يقع عدد كبير من المدارس**

**قياس البصمة الكربونية لمدارس محافظة الفيوم**

لمعرفة مدي الحاجة للمدارس الصديقة للبيئة تم عمل استبيان قياس البصمة الكربونية للمدارس التقليدية الموجودة داخل محافظة الفيوم وتم التطبيق علي عدد من المدارس بإدارات الفيوم التعليمية وإدارة سنورس التعليمية ، ويوضح جدول رقم (8) نتائج الاستبيان، وتبين من تحليل نتائج الاستبيان بعض الحقائق نتناول عرضها بالتفصيل كالتالي:

1. **بالنسبة لمبني المدرسة:**

- أغلبية المدارس تضم فناء (ملعب) بنسبة 93%، وهو مؤشر ايجابي للبصمة الكربونية.
- كل المدارس يتم طلاء واجهاتها بألوان فاتحة وهو مؤشر ايجابي للبصمة الكربونية.
- كل المدارس بها أشجار و50% منها اشجار كبيرة وهذا مؤشر ايجابي للبصمة الكربونية.
- معظم المباني ذات ادوار أكثر من 3 أدوار

2. **خفض استهلاك الطاقة:**

- 20% من الطلاب يقوموا باستخدام السيارة في رحلة الذهاب للمدرسة، و20% باستخدام الاتوبيس و60% يذهبوا سيرا علي الأقدام، ومن ثم يجب التحول لاستخدام وسيلة صديقة للبيئة مثل الدراجة.
- 40% من الفصول يتم استخدام الاضاءة الصناعية طوال اليوم الدراسي، 30% لا يحتاج استخدامها، 15% خلال الحصص الأولي، 15% خلال الحصص الأخيرة.
- 10% من المدارس لها نموذج لخلايا شمسية.

جدول رقم (8) نتائج استبيان البصمة الكربونية لمدارس محافظة الفيوم

| البنود | أسئلة الاستبيان | ايجابي | سلبي | محايد |
|---|---|---|---|---|
| المبني المدرسة | محيط المدرسة | | | |
| | المدرسة بها ملعب | | | |
| | لون واجهة مباني المدرسة | | | |
| | المدرسة بها اشجار | | | |
| خفض استهلاك الطاقة | كم عدد اجهزة الكمبيوتر بمدرستك | | | |
| | كيف تذهب إلي المدرسة | | | |
| | عدد المراوح داخل الفصل | | | |
| | هل تحتاج للإضاءة الصناعية اثناء اليوم الدرسي | | | |
| | هل يوجد بالمدرسة خلايا شمسية لتوليد الكهرياء | | | |
| المناخ والتهوية | عدد الطلاب داخل فصلي | | | |
| | عدد الطلاب علي كل مكتب | | | |
| | عدد النوافذ داخل الفصل | | | |
| | حجم نوافذ الفصل | | | |
| | يدخل عند فتح النوافذ الهواء والشمس | | | |
| | اثناء فتح النوافذ هل تشعر بمرور الهواء داخل الفصل | | | |
| | هل يوجد مروحة داخل الفصل | | | |
| | ما هي الشهور التي يتم تشغيل المروحة بها | | | |
| | متي يتم تشغيل المروحة اثناء اليوم الدراسي | | | |
| | في فترة الامتحانات تحتاج تشغيل المروحة | | | |
| الغذاء المنخفض الكربون | الأطعمة التي تباع في كانتين المدرسة | | | |
| | هل تتناول في المدرسة طعام تأخذه معك من المنزل | | | |
| التخلص من المخلفات واعادة التدوير | هل مارست نشاط اعادة تدوير داخل المدرسة | | | |
| | هل يتم التخلص من القمامة بالحرق | | | |
| | هل يتم جمع المخلفات بشكل منفصل داخل مدرستك | | | |
| | هل قمت مع المدرسة بعمل زيارة لمصانع تدوير المخلفات | | | |
| | يعقد عدد من الاختبارات المدرسية الكترونيا | | | |
| | هل يتم استخدام الورق اكثر من مرة داخل المدرسة | | | |
| الأنشطة الخضراء | هل اشتركت في مسابقات لموضوعات المحافظة علي البيئة | | | |
| | هل قمت بنشاط زراعة شجرة بالمدرسة | | | |

المصدر : من اعداد الباحثة اعتمادا علي نتائج الاستبيان

**3. المناخ والتهوية**

- 60% من المدارس يجلس عدد 2 طلاب في كل مكتب ، 20% 3 طلاب ، 20% طالب واحد وهو ما يعني ارتفاع كثافة الطلاب داخل الفصول.
- نسبة 30% تحتوي الفصول علي أكثر من 5 نوافذ ،55% علي 4 نوافذ، 15% علي نافذتين.
- تسمح النوافذ بدخول الهواء والشمس في كل الفصول ، 30 يدخل هواء قوي و70% هواء متوسط.
- كل المدارس بها أكثر من مروحة بالفصل، 30% يتم لا تعمل أو لا يتم تشغيلها، 50% يتم تشغيلها في الحصص الأخيرة، 20% يتم تشغيلها طوال اليوم الدراسي.
- 70% يتم استخدام المروحة داخل الفصل في شهور أكتوبر ومارس وابريل ومايو.
- في فترة الامتحانات يتم تشغيل المروحة في امتحانات التيرم الثاني فقط.

**4. الغذاء المنخفض الكربون**

- 100% من المدارس يباع في( كانتين المدرسة ) مشروبات غازية وحلوي وشيبسي.
- 90% من الطلاب يحضروا اطعمة من المنزل.

**5. التخلص من المخلفات واعادة التدوير**

- 40 % من الطلاب مارسوا انشطة اعادة التدوير 60% لم يمارسوا هذه الانشطة

**المعالجات البيئية اللازمة لتخفيف البصمة الكربونية وتحقيق الراحة الحرارية في المدارس**

علي الرغم من هذه الاهمية الكبيرة للاتجاه نحو تطبيق المدارس الصديقة للبيئة ألا انه توجد مشكلة عدم الحماس المجتمعي لتطبيقها بسبب قصور اعداد معلمين علي وعي كامل بقضايا المناخ، ونقص الوعي لدي الاباء والمجتمع بصفة عامة بأهمية ترشيد استهلاك المياه والطاقة والتعامل مع النفايات (محمد أحمد عبد العظيم،2022 ، ص 490).

ولكي يتحقق التخفيف من البصمة الكربونية يمكن أن يقوم الطلاب بالعديد من الانشطة على سبيل المثال: المشاركة في تطبيق مفهوم"إعادة تدوير المخلفات"، حيث تقوم إدارة المدرسة بتخصيص مكان يجمع فيه الطلاب ويقوموا بتصنيف المخلفات الصالحة لإعادة التدوير، مثل البلاستيك، والزجاج، الألومنيوم، والورق، ولنا أن نتخيل الإسهام الكبير الذي يمكن أن يحققه تدوير الورق في الحفاظ علي البيئة وحماية الأشجار.

ومن الأنشطة المهمة في المدارس الصديقة للبيئة توجيه الطلاب بشكل عملي نحو ترشيد استخدام الطاقة والمياه فعلي سبيل المثال يتم استخدام الخلايا الشمسية في توليد الكهرباء داخل المدارس (مدرسة يوتوبيا مدينة الفيوم) كما في شكل رقم (13) ، أيضا الرحلات البيئية الميدانية نشاط مهم من الأنشطة الطلابية كما في شكل رقم (14) الذي يوضح انشطة صديقة للبيئة في مدرسة جردو (مركز الفيوم) ، ويمكنها أن تستمر حتى خلال العطلات الصيفية، بالانضمام إلى أعمال الكشافة ومعسكرات التخييم التي تزيد من ارتباط الطالب بالبيئة وترقى بمستوى احترامه لها.

لمصدر: عمل الباحثة اعتمادا علي موقع Google earth

**شكل رقم (13) استخدام الخلايا الشمسية في توليد الكهرباء داخل المدارس (مدرسة يوتوبيا مدينة الفيوم)**

**شكل رقم (14) انشطة صديقة للبيئة مدرسة جردو (مركز الفيوم)**

- **النتائج والتوصيات**

- **أظهرت نتائج البحث أن** أشهر أكتوبر ونوفمبر ومارس وابريل هي الاشهر المثالية للراحة الحرارية داخل المبني المدرسي في محافظة الفيوم.
- تبين أن أشهر الشتاء ديسمبر ويناير وفبراير أشهر عدم الراحة للبرودة خاصة مع المباني الأسمنتية المنتشرة في المدارس حاليا بسبب التسرب الحراري المكتسب في النهار أثناء فترة ليل الشتاء الطويل.
- تعتبر الاشهر ديسمبر ويناير وفبراير هي أشهر الراحة في محافظة الفيوم (بالنسبة للنشاط خارج الفصول في الفناء المدرسي)، بينما تعد الفترة من شهر اكتوبر ونوفمبر وابريل ومايو أقل راحة نسبياً لممارسة الانشطة المدرسية في فناء المدرسة ولكنها محتملة ويمكن خلالها أيضا ممارسة الانشطة المدرسية .
- يوصي أن يبدأ العام الدراسي في محافظة الفيوم في أول شهر سبتمبر وينتهي الفصل الدراسي الأول في شهر ديسمبر ثم يبدأ الفصل الدراسي الثاني من بداية شهر فبراير وينتهي بنهاية شهر مايو لتجنب أشهر عدم الراحة الباردة والحارة، وخفض استهلاك الطاقة المستخدمة في لتعديل المناخ(مراوح أو تكييفات).
- يوصي بتخصيص اشهر فصل الشتاء لممارسة ساعات أكثر من الانشطة التعليمية خارج الفصل الدراسي لملائمة المناخ خلال هذه الأشهر للأنشطة خارج المبني عن باقي شهور السنة.
- تقل تركيزات الغاز ثاني اكسيد الكبريت في الفترة من ديسمبر حتي أبريل وهي معظم فترة العام الدراسي مما يقلل من تعرض الطلاب لهذا الملوث ، بينما تزداد تركيزاته في شهر نوفمبر وأكتوبر ومايو من العام الدراسي.
- تزيد تركيزات غاز ثاني أكسيد النيتروجين في شهور أكتوبر ونوفمبر وديسمبر ومايو من العام الدراسي( من11– 23 جزء من المليون)، مما يعرض الطلاب لخطر الاصابة بالأمراض التي يسببها هذا الغاز خلال هذه الفترة خاصة في المدارس الواقعة وسط مدينة الفيوم ، بينما تقل عن النسب الضارة خلال الفترة شهور يناير وفبراير ومارس وابريل من العام الدراسي.

- يوصي بالابتعاد عن بناء مدارس جديدة في مناطق الزحام المروري وسط المدينة لزيادة تركيزات الغازات الملوثة في هذه المناطق ويفضل بناء المدارس في أطراف المدينة.
- تعاني مدارس محافظة الفيوم من وجود ممارسات تؤدي إلي ارتفاع البصمة الكربونية من أهمها الحاجة لخفض استهلاك الطاقة حيث يتم استخدام الاضاءة الصناعية والتهوية الصناعية معظم شهور الدراسة، بيع أطعمة مرتفعة الكربون داخل المدرسة ( حلوي، مشروبات غازية....الخ)، ادارة عملية التخلص من النفايات تتم بطريقة عشوائية بالاضافة لانعدام مفهوم اعادة تدوير النفايات، قلة تدريب الطلاب علي الانشطة الخضراء والتوعية بمشكلات البيئة.
- مراعاة بناء المدارس بطرق انشاء صديقة للبيئة ( المباني الخضراء) بدأ من التصميم المعماري الذي يراعي الراحة الحرارية للطلاب ، استخدام مواد بناء صديقة للبيئة، التخلص من مخلفات البناء بطريقة صحيحة لا تلوث البيئة.
- الأهتمام بتشجير المدارس والنطاق المحيط بها لتوفير مناخ جيد للطلاب يحقق الراحة الحرارية وتعلم مثالي.
- التوصية بنشر الوعي بكيفية خفض البصمة الكربونية في المدارس ومنها ينقل الطلاب هذه المفاهيم لأسرهم ومنازلهم.
- استخدام الطاقة الشمسية كمصدر للطاقة داخل المدارس لتقليل التلوث وخفض البصمة الكربونية مثل (مدرسة يوتوبيا) وتوعية للطلاب بأهمية استخدام الطاقة النظيفة.
- عمل منظومة آمنة وصحية للتخلص من النفايات وفصل الأنواع المختلفة وتدريب الطلاب علي ممارسة هذا النشاط.
- تدريب الطلاب علي عمل وجبات مدرسية منخفضة الكربون وبيعها داخل المدرسة والابتعاد عن الأطعمة الضارة بالصحة والبيئة.

- **الملاحق**

## ملحق رقم (1)

## استبيان البصمة الكربونية في مدارس محافظة الفيوم

استبيان البصمة الكربونية في مدارس محافظة الفيوم

| |
|---|
| يوجد محيط المدرسة أراضي زراعية وسط مباني |
| المدرسة بها ملعب نعم لا |
| لون واجهة مباني المدرسة |
| المدرسة بها اشجار |
| كم عدد اجهزة الكمبيوتر بمدرستك |
| كيف تذهب إلي المدرسة |
| عدد المراوح داخل الفصل |
| هل تحتاج للإضاءة الصناعية اثناء اليوم الدرسي |
| هل يوجد بالمدرسة خلايا شمسية لتوليد الكهرباء |
| عدد الطلاب داخل فصلي |
| عدد الطلاب على كل مكتب |
| عدد النوافذ داخل الفصل |
| حجم نوافذ الفصل |
| يدخل عند فتح النوافذ الهواء والشمس |
| اثناء فتح النوافذ هل تشعر بمرور الهواء داخل الفصل |
| هل يوجد مروحة داخل الفصل |
| ما هي الشهور التي يتم تشغيل المروحة بها |
| متي يتم تشغيل المروحة اثناء اليوم الدراسي |
| في فترة الامتحانات تحتاج تشغيل المروحة |
| الأطعمة التي تباع في كانتين المدرسة |
| هل تتناول في المدرسة طعام تأخذه معك من المنزل |
| هل مارست نشاط اعادة تدوير داخل المدرسة |
| هل يتم التخلص من القمامة بالحرق |
| هل يتم جمع المخلفات بشكل منفصل داخل مدرستك |
| هل قمت مع المدرسة بعمل زيارة لمصانع تدوير المخلفات |
| يعقد عدد من الاختبارات المدرسية الكترونيا |
| هل يتم استخدام الورق اكثر من مرة داخل المدرسة |
| هل اشتركت في مسابقات لموضوعات المحافظة علي البيئة |
| هل قمت بنشاط زراعة شجرة بالمدرسة |

- **قائمة المراجع والمصادر**

**أولا: المراجع العربية**


1. ابرار ناصر علي حمدي، حاتم محمد الشافعي(2022): تحسين بيئة العمل في المباني الإدارية القائمة من خلال تطبيق معايير الإستدامة وفق اشتراطات LEED،( حالة دراسية– مبني إداري في مدينة جازان) ، المجلة الإلكترونية الشاملة متعددة التخصصات ، العدد الثامن والأربعون.
2. أحمد يونس(2019): النقل وآثاره البيئية في مدينة الفيوم دراسة تطبيقية في جغرافية النقل، رسالة دكتوراه غير منشورة ، كلية الآداب جامعة الفيوم.
3. اسلام سعود عبد الله أبو عيشه( 2022) : أثر البيئة المحيطة علي التحصيل الدراسي لدي طلبة المرحلة الابتدائية في محافظة مأدبا،إدارة البحوث والنشر العلمي( المجلة العلمية) كلية التربية جامعة أسيوط، المجلد الثامن والثلاثون، العدد التاسع، جزء ثاني.
4. رمضان محمد محمد السعودي(2021): برنامج المدرسة البيئية وتحقيق متطلبات التنمية المستدامة دراسة مقارنة بين كندا وجنوب افريقيا وإمكانية الإفادة منها في مصر، مجلة كلية التربية جامعة عين شمس ، العدد الخامس والاربعون.
5. ريهان محمد عطية(2014): دراسة البصمة البيئية كجزء من مؤشرات التنمية المستدامة في مصر، Alex.J. Agric. Res., vol59, pp357-378 .
6. سامية علي مبروك(2022) : التقييم المناخي للتصميم العمراني ومعالجته بمدينة دمياط الجديدة "دراسة في المناخ التطبيقي"، مجلة كلية الآداب جامعة الفيوم( الانسانيات والعلوم الاجتماعية) ، مجلد14، ع2.
7. علي موسي (2000): التلوث البيئي، دارالفكر، مكتبة الأسد، دمشق، سوريا.
8. علي موسي (2002): المناخ الحيوي، دار نينوي للنشر ، دمشق، سوريا.

9. لورانس الطحان( 2015) : تطبيق معايير العمارة الخضراء علي الابنية القائمة، رسالة ماجستير ، كلية الهندسة المعمارية قسم علوم البناء والتنفيذ، جامعة دمشق ، سوريا.

10. محمد أحمد عبد العظيم (2022): المدارس البيئية ECO-Schools للتعليم من أجل التنمية المستدامة: دراسة مقارنة بين تركيا وجنوب إفريقيا وإمكانية الإفادة منها في مصر،مجلة كلية التربية ، جامعة بني سويف ، الجزء الثاني، عدد يناير.

11. محمد حسن الأمام، أحمد محمد عبد الرازق، انس محمد رشيد (2022): آليات قياس جودة الهواء الداخلي في الفصول الدراسية ، مجلة العمارة والفنون والعلوم الإنسانية، المجلد السابع، العدد الحادي والثلاثون.

12. ياسر أحمد السيد (2022) : المناخ التطبيقي، مكتبة أم القري ، دمنهور.

13. يحيي وزيري(2003): التصميم المعماري الصديق للبيئة نحو عمارة خضراء، مكتبة مدبولي، القاهرة.

14. ------- 2020): محددات تصميم أبراج التبريد الطبيعي دراسة باستخدام المعادلات الحسابية والقياسات الحقلية، مؤتمر النقنية والاستدامة في العمران، كلية العمارة والتخطيط ، جامعة الملك سعود.

**ثانيا: المراجع الاجنبية**

1. Ashrakat Sayed.Gehan Nagy(2020) : Design strategies for integrating Biophilic design to enhance the students, perfprmancein existing primary schools in Egypt,Journal of Engineering, fayoum university, faculty of engineering, vol.3,no 2.
2. Alyaa, E. H,Morgham, Samar S.N.Ibrahim(2022): The Role of Classrooms Interior Desgin in Creating a Creativity Suppotive Environoment in the Shade of New Education Philosophy, مجلة العمارة والفنون والعلوم الإنسانية، المجلد السابع، العدد الحادي والثلاثون

3. Kanaku, N.Kusanagi(2019): Education for sustainable development and the implementation of “Tokkatsu” in Indonesia, Advanced of social science, Education and humanities research ,vol. 404.
4. Samar Bakr, Gehan Nagy(2020): Enhancing users ’ comfort in existing university libraries in Egypt through daylight strategies, Journal of Engineering, fayoum university, faculty of engineering, vol.3,no 2.
5. Manal,M.Moselhy,Doaa G.Ghareeb, Engy,Abdelelrahman(2022): Carbon Footprint, Knowledge and Calculation among N ursing Students, Egyptian Journal of Nursing &Health Sciences, vol 3,N 1.
6. https://www.alarabiya.net/qafilah/2019/11/04