العدد 21A 2 تموز 2026
المجلة العراقية للبحوث الانسانية والاجتماعية والعلمية
NO.21A2 Jul.2026 Iraqi Journal of Humanitarian, Social and Scientific Research
Print ISSN 2710-0952 Electronic ISSN2790-1254

اثر بيئة الابنية المدرسية المتهالكة على جودة التعليم في مدينة الكوت

أ.م.د فراقد عبيد كاظم المسعودي
الكلية التربوية المفتوحة مركز واسط الدراسي
Farakid Ubaid Kazim Al-Masoudi bf428621@gmail.com P
College of Education, Wasit University, Department of Geography, Open Educational College, Wasit Study Center

المستخلص
تُعدّ البيئة المدرسية محفزًا رئيسيًا للطلاب في العملية التعليمية. فكلما كانت البيئة التعليمية ملائمة لمستوى الطالب الدراسي، كان استيعابه للمناهج والممارسات التعليمية أكثر فعالية، مقارنةً بسوء المناخ الداخلي في مدارس مدينة الكوت. اعتمد هذا البحث على العمل الميداني باستخدام معدات متخصصة. ووظّفت الدراسة منهجية لتحليل البيانات المُستقاة من العمل الميداني، وتوصلت إلى عدة استنتاجات، من بينها أن البيئة المدرسية، ولا سيما الظروف المناخية لمباني المدارس، تُعدّ ضارة. وقد استُخدمت مجموعة من التقنيات الحديثة لقياس عناصر المناخ الداخلي، وخاصة درجة الحرارة والرطوبة وسرعة الرياح وتدفقها داخل وحدات الابنية المدرسية الداخلية .
الكلمات الافتتاحية :المناخ الداخلي ، البيئة المدرسية ، الخصائص المناخية

Extract
The school environment is a key motivator for students in the educational process. The more suitable the learning environment is for the student's academic level, the more effectively they absorb the curriculum and educational practices, compared to the poor indoor climate in schools in Al-Kut city. This research relied on fieldwork using specialized equipment. The study employed a methodology for analyzing the data collected from the fieldwork and reached several conclusions, including that the school environment, particularly the climatic conditions of school buildings, is detrimental. A range of modern techniques were used to measure elements of the indoor climate, especially temperature, humidity, wind speed, and airflow within the interior units of school buildings.

المقدمة

نظراً لتزايد المشكلات الصحية والبيئية، حظيت جودة الهواء الداخلي باهتمام بحثي كبير فيما يتعلق بدمج تقنيات تنقية الهواء المتقدمة. وقد استُخدمت معالجات فيزيائية وكيميائية متنوعة للهواء لرصد ملوثات الهواء والتحكم بها وإدارتها، مثل أجهزة الرصد (أجهزة استشعار وبرامج استشعار الأشياء)، والامتصاص، والتطهير بالأشعة فوق البنفسجية، والمحفزات الضوئية فوق البنفسجية، وأنظمة تكييف الهواء، والتقنيات الخضراء (النباتات والطحالب).لذا تتطلب البيئة المدرسية الملوثة الناجمة عن تدهور المناخ الداخلي معالجات شاملة، ويمكن للجهات الفاعلة الدولية والمجتمعات الحد من ظاهرة التدهور البيئي لمناخ المدرسة الداخلي ،ومعالجتها والاستعداد لنتائجها. نتيجة تأثير الظروف البيئية الداخلية للمباني بصورة مباشرة على صحة الإنسان (1)(. Pluschke, 2018.) ووفقًا لمنظمة الصحة العالمية، قد يؤثر تلوث الهواء الداخلي على ما يقارب ٤-٥ ملايين شخص سنويًا (2)(. Amegah,. 2016, 94, 215) ويقضي معظم سكان المدن حوالي ٩٠٪ من وقتهم داخل المباني (Mendoza, 2022, 2, 82–97).3)

لذا، فإن تأثير بيئة الهواء الداخلي على صحة الإنسان واضح. تشمل المصادر الشائعة لتلوث الهواء الداخلي. وتشمل ملوثات الهواء الداخلي الضارة أكاسيد الكربون والنيتروجين والكبريت، والمواد المتطايرة، والجسيمات، والهباء الجوي، والملوثات البيولوجية، وغيرها الكثير (4)(.Kraft, 2021, , 181–193)

يمكن أن يؤدي تلوث الهواء الداخلي إلى مجموعة من الأمراض الجسدية، بما في ذلك أمراض القلب والجهاز التنفسي والجهاز العصبي، وحتى الأمراض المرتبطة بالسرطان (5) Keswani,
f air.) (6)Bain-Reguis, 2022, 2, 180–204.

ونتيجة لذلك، يُعتبر رصد جودة الهواء الداخلي والتحكم فيها وإدارتها أمرًا بالغ الأهمية للوقاية من المخاطر الصحية المحتملة المرتبطة بها .(7)(Mabilia, 2021, 9, 3.)

مشكلة الدراسة

تتحدد مشكلة الدراسة بالاتي1- هل يمكن تحديد نسبة التلوث في بيئة المدارس في منطقة الدراسة وتحديد المخاطر واثرها على جودة التعليم في منطقة الدراسة 2- هل هناك تباين مكاني بنسبة التلوث وحسب قدم المدارس وعدم صيانتها في المنطقة الدراسة.

فرضية الدراسة

تتمثل في :-1- ان الطرق الإحصائية توفر إمكانية استخدام معرفة نسب التلوث داخل الابنية المدرسية وإمكانية.2- بالإمكان استخدام تلك الطرق الاحصائية واجهزة قياس تلوث الهواء واثر ارتفاع درجات الحرارة ونسب الرطوبة لحساب التلوث وطرق معالجتها في منطقة الدراسة.

1-هدف الدراسة

تهدف الدراسة الى تطبيق الاساليب الاحصائية لمعرفة نسب التلوث البيئي واثر المناخ الداخلي على جودة التعليم للحصول على النتائج الدقيقة المعتمد في كثير من الدراسات الخاصة بموضوع التلوث .

2-منهجية الدراسة

استخدمت الدراسات المنهج التحليلي و الاحصائي للتوصل الى ادق النتائج في تحديد نسب التلوث واثره على جودة التعليم في منطقة الدراسة .

3-موقع منطقة الدراسة

مدينة الكوت هي المركز الإداري لمحافظة واسط في العراق، وتقع استراتيجياً على الضفة اليسرى لنهر دجلة، وتبعد حوالي (180كم) جنوب شرق العاصمة بغداد.

- **الإحداثيات الجغرافية :**تقع المدينة على خط طول (45-شرقاً وخط عرض32شمالا)

الموقع الفلكي والحدود

- **الموقع المكاني :**تحدها من الشمال مدينة بدرة ومن الجنوب مدينة الحي، وتمتاز بموقع جغرافي يربطها بست محافظات عراقية، فضلاً عن قربها من المنافذ الحدودية مع إيران.

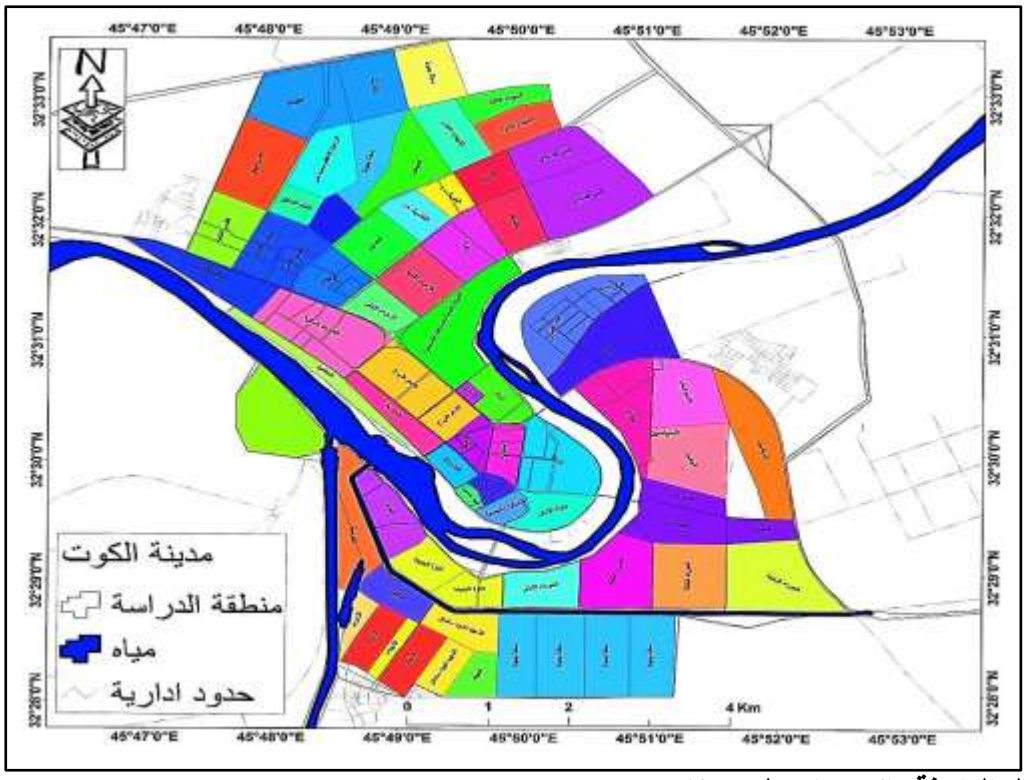
الطوبوغرافيا والتضاريس

- **شبه جزيرة :**تقع مدينة الكوت القديمة عند منعطف حاد جداً على شكل حرف "U" في مجرى نهر دجلة، مما يجعلها تشبه الجزيرة التي تحيط بها المياه من ثلاث جهات.
- **السهل الرسوبي :**تنتمي جغرافياً إلى منطقة السهل الرسوبي الذي يمثل دلتا نهري دجلة والفرات، حيث تتميز أراضيها بالاستواء والخصوبة العالية الصالحة للزراعة.

المناخ

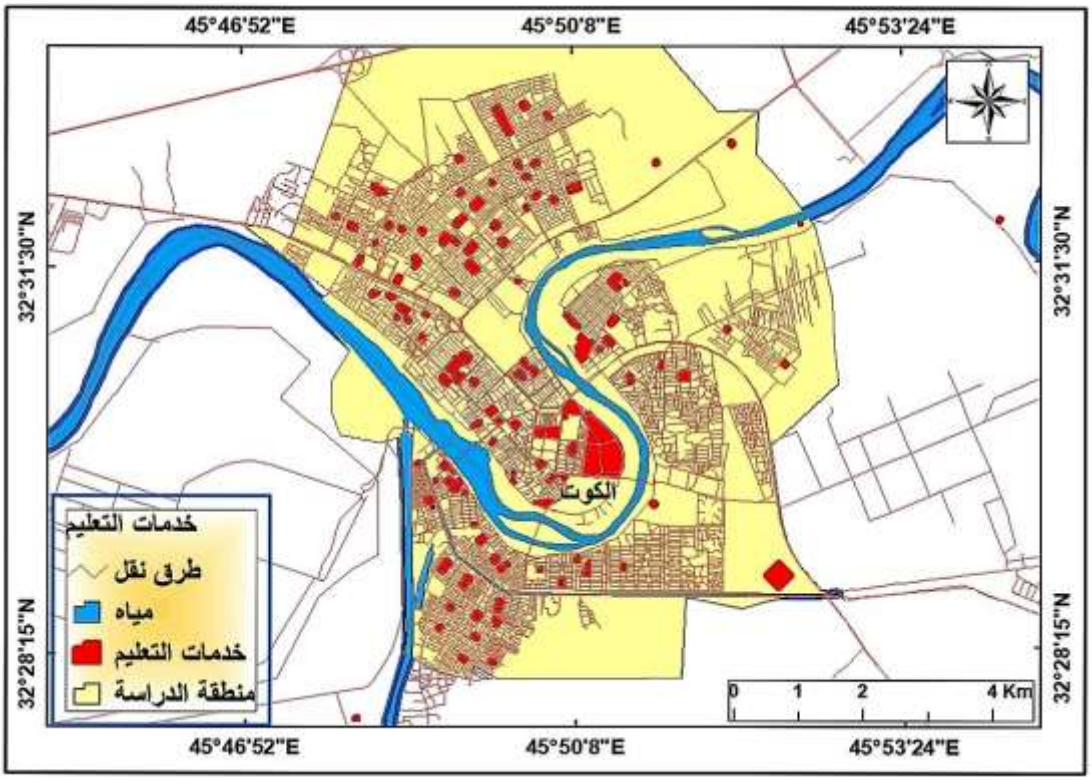
- **مناخ صحراوي حار :**تتميز المدينة بمناخها الصحراوي الجاف والحار صيفاً والمعتدل إلى بارد شتاءً وفقاً لتصنيف كوبن-جيجر.(BWh)
- **درجات الحرارة والأمطار :**يبلغ متوسط درجات الحرارة السنوية نحو 23.4، بينما تشهد المنطقة معدلات هطول أمطار منخفضة تصل سنوياً إلى حوالي 138ملم ينظر خريطة (1),(2)

خريطة(1)منطقة الدراسة



المصدر/من عمل الباحثة بالاعتماد على برنامج GIS

خريطة (2)الخدمات التعليمية في مدينة الكوت



المصدر/من عمل الباحثة بالاعتماد على برنامج GIS

4-البيئة المدرسية:

هي مجموعة العوامل الفيزيقية والمادية كالمبنى المدرسي وتهويته وإضاءته والأثاث والحديقة والملعب، وكذلك البشرية من هيئة التدريس والتلاميذ وإدارة والظروف المتولدة تفاعلها مع مناخ عام محيط بالتلميذ داخل نظام المدرسة(8) (.إبراهيم.1997،ص11) ينظر صورة (1),(2)تصميم الابنية المدرسية في قضاء الكوت.

صورة(1)تصميم الابنية المدرسية في مدينة الكوت

المصدر من عمل الباحثة بالاعتماد على برنامج GIS

صورة(2)الابنية المدرسية

المصدر /من عمل الباحثة بالاعتماد على برنامجGIS

5-مواصفات الابنية المدرسية (دراسة ميدانية)

- **موقع الابنية**

موقع الابنية لا ينسجم والموقع المناخي

- **المساحة**

حدد المعيار المحلي المساحة المناسبة لكل مدرسة 5000-6000م2مقدار الحاجة 906000م2

- **الصفوف**

تتوزع الصفوف لكل مدرسة بنظام يختلف لكل مدرسة وتصميم المدارس لا يتلاءم مع عدد الطلبة

- **ملحقات الابنية**

في بعض المدارس لا توجد ملحقات وتصميم المباني مخالف للظروف المناخية

- **المناطق الخضراء**

يلاحظ اهمال في الجانب الاخضر الحرائق والزراعة داخل المدرسة وتخلف هذا الجانب شدد من تأثير الحرارة وقلت نسبة الاوكسجين فضلا عن دخول الغبار المنقول عن طريق الرياح مما يتسبب في مشاكل صحية

6-الوصف داخل المدرسة

قد تتوزع الصفوف في اغلب الابنية المدرسية في مدينة الكوت على صورة عمودية تتكون من عدة طوابق وهي لا تتناسب مع عدد الطلبة

7-التأثير على الطلبة

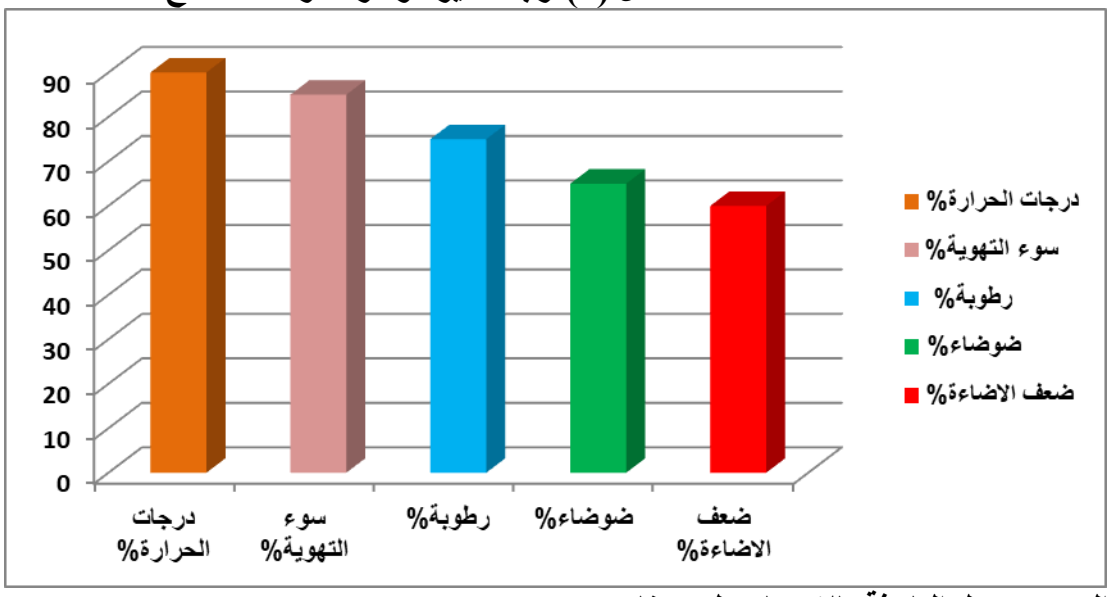
انتشار الامراض الخمول والكسل تشتت الانتباه الاختناق توفر بيئة ملائمة لانتشار الامراض بسبب ردائه التهوية فان ارتفاع درجة الحرارة في الصفوف وضعف التهوية يتسبب تعب وضعف التركيز كذلك الرطوبة العالية تنتشر على جدران يتسبب في روائح وصعوبة التنفس وانتشار الحساسية كذلك ضعف الإضاءة بسبب ان نوافذ تالفة وإضاءة قليلة يساهم في إجهاد العين والنعاس بينما يتسبب سوء التهوية بسبب انخفاض دخول الهواء النقي يؤدي الى زيادة الاختناق والصداع بينما تساهم الضوضاء لقرب بعض الابنية المدرسية من مصادر أصوات خارجية وداخلية مرتفعة تؤدي الى تشتت الانتباه ويساعد تراكم الغبار وانتشاره على الاثاث قديم وأرضيات متضررة يتسبب في أمراض تنفسية وحساسية ويعود ذلك الى تدهور البنية التحتية وتشققات وتسربات في شعور عدم الراحة النفسية. (9) pollution and linkages (with climate change. NEJM Evid. 2022, ينظر جدول (1) وشكل (1)

جدول(1)درجة التأثير والنسب المئوية لمؤشرات رداءة المناخ الداخلي

درجات الحرارة%	سوء التهوية%	رطوبة%	ضوضاء%	ضعف الاضاءة%
90	85	75	65	60

المصدر دراسة ميدانية

شكل (1)درجة تاثير مؤشرات رداءة المناخ



المصدر/عمل الباحثة بالاعتماد على برنامجGIS

جدول بيانات افتراضي عن الرطوبة وسرعة الرياح داخل الأبنية المدرسية المتهالكة
القاعة الدراسية
الرطوبة النسبية %
سرعة الرياح داخل القاعة (م/ثا)
الحالة المناخية الداخلية

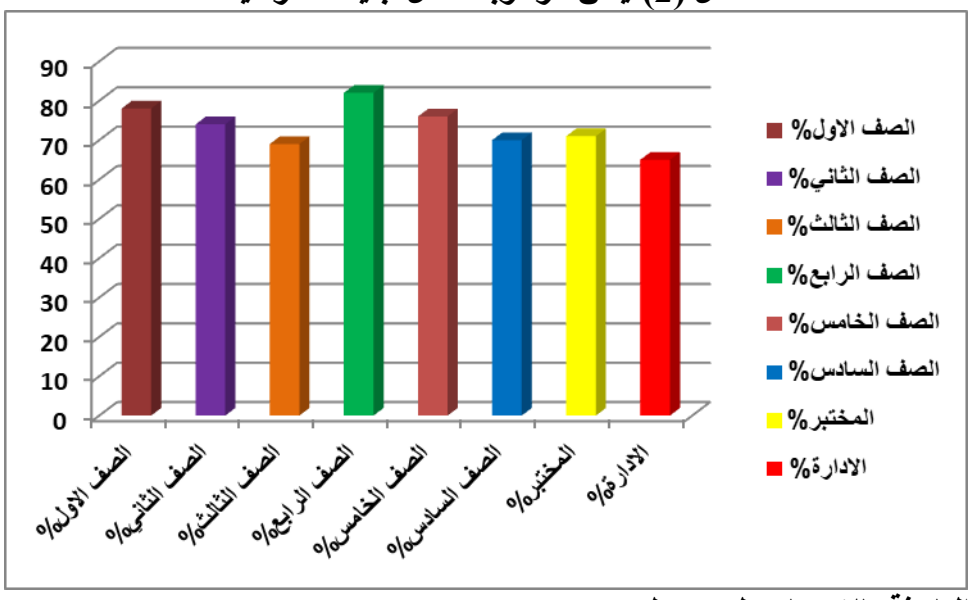
ترتفع الرطوبة لتصل نسبتها الى اكثر من 70% وتساهم التهوية ضعيفة الى حدوث جو خانق وضعف حركة الهواء بنسبة 69% ,وتؤدي الرطوبة شديدة الى شعور عدم راحة بينما تمتاز الممرات الى حركة هواء أفضل .ينظر جدول (2) وشكل (2)

جدول (2) قياس الرطوبة النسبية % في بعض الصفوف للبيئة المدرسية المدروسة

الصف الاول%	الصف الثاني%	الصف الثالث%	الصف الرابع%	الصف الخامس%	الصف السادس%	المختبر%	الادارة%
78	74	69	82	76	70	71	65

بالاعتماد على الدراسة الميدانية

شكل (2)قياس الرطوبة داخل ابنية المدرسية



المصدر من عمل الباحثة بالاعتماد على جدول (2)

8-الأجهزة المستخدمة لقياس عناصر المناخ الداخلي داخل الأبنية المدرسية

استخدمت في الدراسة مجموعة اجهزة لقياس تلوث البيئات المدرسية.

جهاز درجة الحرارةThermometer وجهاز قياس درجة حرارة الهواء داخل الصفوف.

الرطوبة النسبيةHygrometer وجهاز قياس نسبة الرطوبة في الهواء الحرارة والرطوبة معاً.

Thermo-Hygrometer قياس الحرارة والرطوبة في وقت واحد وجهاز قياس سرعة التهوية وحركة الهواءAnemometer قياس سرعة حركة الهواء داخل الأبنية جهاز قياس جودة الهواء الداخلي Air Quality Monitorلقياس الملوثات وثاني أوكسيد الكربون.

وجهاز شدة الإضاءةLux Meter لقياس مستوى الإضاءة داخل الصف وجهاز قياس شدة الضوضاءSound Level Meter لقياس مستوى الأصوات داخل المدرسة.

وتُستخدم هذه الأجهزة في الدراسات الجغرافية والبيئية لتقييم كفاءة البيئة المدرسية ومدى ملاءمتها صحياً وتعليمياً للطلبة.اما أكثر الأجهزة استخداماً في الدراسات المدرسية فهي (10).(Zeng, 2022, 2, 98–134)

Thermo-Hygrometer

Anemometer

Air Quality Monitor ينظر صورة (3)و(4)

صورة (3)جهاز قياس مراقبة التلوث

مقياس جودة الهواء الداخلي، جهاز مراقبة تلوث الهواء، كاشف الغبار الدقيق، محلل ثاني اكسيد الكربون، مستشعر درجة الحرارة والرطوبة لثاني اكسيد الكربون بي ام 2.5 تي في او سي ايه كيو اي ودرجة الحرارة والطنين

صورة(4)جهاز قياس تدهور البيئات الداخلية

9-جهاز مراقبة جودة **الهواء-:**

يستخدم للكشف عن تلوث الهواء في (المنزل ، المصنع ، المختبر ، موقع العمل) يقيس نسبة

١ .ثاني اكسيد الكربون. Co2

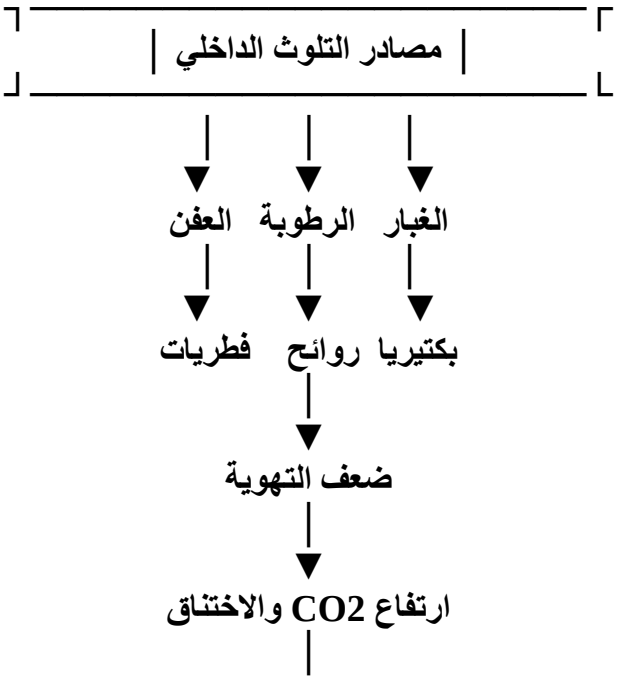
٢ .الفرمالديهايد . HCHO

٣ .اجمالي المركبات العضوية المتطايرة. TVOC

٤ .درجة الحرارة, والرطوبة.

صورة (5)جهاز قياس تدهور البيئة المدرسية

مخطط (1)لبيان اسباب تدهور البيئة المدرسية



▼

مشكلات صحية للطلبة
(صداع ـ حساسية ـ ضعف تركيز)

جدول (3)أهم الملوثات داخل الأبنية المدرسية القديمة

الملوث	المصدر	التاثير
الغبار والتربة	تشقق الجدران والأرضيات	الحساسية وأمراض التنفس
الرطوبة	تسرب المياه وضعف الصيانة	نمو العفن والفطريات
العفن	الجدران الرطبة	روائح ومشكلات صحية
ثاني أوكسيد الكربون	ضعف التهوية وكثرة عدد الطلبة	صداع وخمول
روائح كريحة	دورات المياه وشبكات الصرف	انتشار الامراض والحشرات وعدم الراحة النفسية
الضوضاء	نوافذ تالفة وزحام	تشتت الانتباه

المصدر/من عمل الباحثة بالاعتماد على برنامج GIS

10-العوامل المناخية المؤثرة على زيادة الملوثات في صفوف البناية

درجة الحرارة: تُعد درجة حرارة العناصر الدافئة من الظواهر المهمة التي تؤثر بشكل كبير على البيئة، وذلك من خلال التسخين الشديد لدرجة حرارة الأرض نهارًا وما يصاحبه من تسخين للهواء والرياح، مما يؤدي إلى حركة تصاعدية نشطة تُسهم في انتشار الملوثات عموديًا. ويؤدي ذلك إلى تركيز معظم ملوثات الهواء بالقرب من سطح الأرض، مما يزيد من كثافة الملوثات(11) (Effect of temperature
2616 - 7808 ISSN (P): 2414 – 7419.
(12) www.kutcollegejournal.alkutcollege.edu.iq, Researches of the 6th for 16 -17 April 2025(13)

11-المعايير التخطيط والصحية المعتمدة في وزارة التربية

اولا: الموقع قرب الخدمات (الصحية ، الترفيهية) وان تكون المناظر المحيطة صحية وغير مسببة للتلوث البصري قدر الإمكان.
ثانيا: طلقة الهواء لتساعد على التهوية الداخلية للمدرسة.
ثالثا: اتجاه المبنى–يوجه بناء المدرسة طبقا لتعرضه للشمس واتجاه الرياح بحيث تدخل الشمس من جميع أركان المبنى مع الاستفادة من الرياح في تهوية المبنى وتلطيف درجة الحرارة .
رابعا: التهوية تكون بطريقة اصطناعية التكيف والمراوح مع وضع الاسلاك على النوافذ. بالطريقة الطبيعية باستخدام النوافذ متقابلة على الضلعين المتقابلين جهة تفتح على الممر وجهة تفتح على ساحة المدرسة ،حتى تتعرض لتيارات الهوائية بشكل مستمر.
خامسا: تتم الإضاءة بالطريقة الطبيعية باستخدام النوافذ او باستخدام المصابيح الكهربائية في الظلمة . تكون النوافذ جانبيا (لا خلف ولا أمام الطلبة) حتى لا تبهر عيونهم أو تسبب لمعان السبورة .(-: :الكتب الرسمية ً اولا) في 22004 . كتاب المديرية العامة التخطيط التربوي/ قسم التخطيط ذي العدد (2015/5/10 . , كتاب قسم ضمان الجودة في وزارة التربية 4/4/2016)في 1/4/5869 . كتاب وزارة الصحة ذي العدد(د.ص.ع . 15/6/2016) في 1/3/30591)

12-معدلات الاوكسجين والتهوية في الوحدات الدراسية

تُعد النسبة الآمنة للأكسجين في الأماكن المغلقة بين (19.5%) و (23.5%) من حجم الهواء. أي انخفاض دون هذه النسبة يُصنف كجو يعاني من نقص الأكسجين (Oxygen Deficiency)، والذي ينتج غالباً عن استهلاكه في عمليات الاحتراق، أو إزاحته بواسطة غازات أخرى كغاز أول أكسيد الكربون، أو الصدأ، أو التخمر .تنقسم نسب الأكسجين في البيئات المغلقة وتأثيرها المباشر على صحة الإنسان إلى المستويات التالية: (20.8%) إلى (21%): المعدل الطبيعي

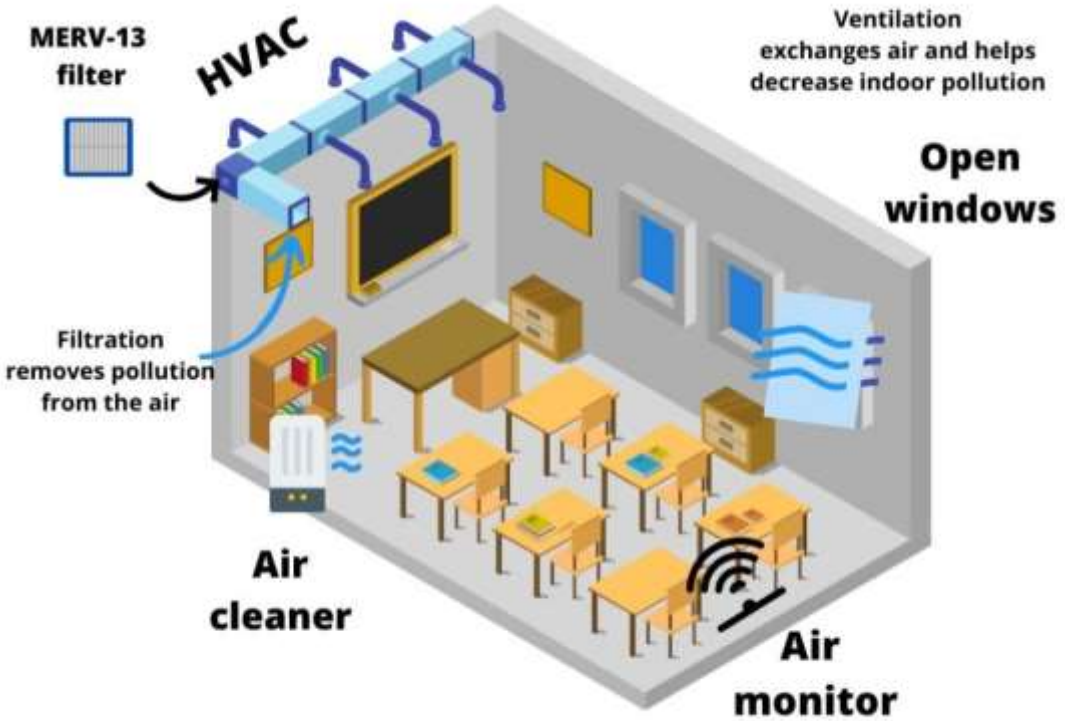
والمثالي. (19.5%): الحد الأدنى الآمن والمقبول للعمل.\(15\%\) إلى (19.5%): يبدأ الجسم في استهلاك كميات أكبر من الأكسجين، مع زيادة في معدل التنفس وتسارع ضربات القلب وضعف في القدرات الإدراكية والتنسيق الحركي. (10%) إلى (14%)ز يشعر الشخص بالتعب الشديد، الغثيان، والقيء، مع ضعف ملحوظ في التركيز والقدرة على إصدار أحكام صحيحة. أقل من (10%): تشكل خطراً مميتاً، وتؤدي سريعاً إلى الخمول، فقدان الوعي، وقد تسبب فشلاً في المخ والوفاة في غضون ثوانٍ أو دقائق قليلة. لضمان بيئة عمل آمنة؛ يجب دائماً فحص مستويات الغازات في الأماكن المحصورة باستخدام أجهزة قياس الغاز المعتمدة قبل الدخول إليها. للمزيد من التفاصيل حول معايير السلامة المهنية المعتمدة، العمل داخل الأماكن المغلقة(14)و(https://sites.google.com/view/oshahandbook)ينظر صورة (4)(https://www.co2meter.com/blogs/news/oxygen-deficient-atmosphere-hazards)

جدول (4)نسبة التلوث داخل الصفوف مختارة

(درجة الحرارة الفعالة °م الرطوبة النسبية (حرارة الصفوف)°م (سرعة الهواء (م/ث				نسبة الاوكسجين%
34.2 - 38.2	57%	37	0	15.5
37.2 - 45.0	76%	38	0	17.4
33.2 - 35.5	59%	39	0.50	16.9
28.2 - 27.8	54%	35	1.016	18.6
25.4 - 26.1	58%	37	1.524	15.9
26.7 - 25.5	59%	35	2.032	16.5
26.1 - 23.3	53%	34	2.54	15.6

المصدر/من عمل الباحثة بالاعتماد على المحطة المناخية في مدينة الكوت

صورة (4)توضح التصاميم صديقة البيئة



14-نمذجة تلوث الهواء الداخلي-

يتم قياس أو تقدير التلوث الداخلي عن طريق التقنيات والأجهزة المستخدمة لقياس تلوث الهواء الخارجي لتناسب البيئات الداخلية. تُعتبر أجهزة الرصد الشخصية أدوات علمية فعّالة بشكل متزايد لتحديد مدى تعرض الأفراد والمجتمعات لملوثات الهواء. يمكن تقدير مدى تلوث الهواء الداخلي باستخدام النماذج العددية؛ حيث تُستخدم معادلات توازن الكتلة لتقدير تركيزات الملوثات الداخلية كنسبة من تركيزاتها الخارجية، ولتقدير معدلات التسرب، وقوة مصادر التلوث الداخلية، ومعدلات اضمحلال الملوثات، وعوامل المزج. وقد طُوّرت عدة نماذج.

عند تقدير إجمالي تعرض الإنسان للملوثات (التعرض للملوثات الموجودة في الأماكن المغلقة ، في ابنية المدارس)، من الضروري معرفة ليس فقط تركيزات الملوثات، ((15)National Research Council (US) Committee on Indoor Pollutants. Washington (DC): ; 1981.ISBN-10: 0-309-03188-5 , https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK234058/)

15-أخذ العينات والمراقبة في المحطات الثابتة

تختلف خصائص جودة الهواء الداخلي في المباني وغيرها من المواقع الداخلية اختلافًا كبيرًا عن تلك الموجودة في البيئات الخارجية والصناعية الثقيلة. ومن ثم، تبرز عدة مشكلات خاصة: تتأثر جودة الهواء الداخلي بمجموعة واسعة من الملوثات من مصادر خارجية وداخلية على حد سواء؛ وقد تتطلب قياسات تركيزات الهواء الداخلي أدوات أخذ عينات تختلف اختلافًا كبيرًا عن تلك المستخدمة في البيئة الخارجية أو الصناعية؛ كما أن حجم الهواء داخل المبنى محدود، وقد يكون معدل تبادل الهواء (خاصة في الوحدات السكنية) منخفضًا جدًا، (16)Ciccioli, C.; Svaldi, P.; Ciccioli, P.

نظراً لتأثيرات الحرارة ونسبة الرطوبة والضوضاء الناتجة عن بيئة العمل تم قياس التلوث البيئي عبر أجهزة رصد دقيقة تحلل جودة الهواء حيث تؤثر الحرارة والرطوبة بشكل مباشر على تركيز الملوثات وسلوكها. الرطوبة العالية تزيد من حجم الجسيمات العالقة مما يغير ترسبها، بينما تؤثر درجات الحرارة المرتفعة على التفاعلات الكيميائية للملوثات، مما يجعل قياس هذه العوامل ضرورياً لتحديد دقة جودة الهواء. The effect of (17)temperature and humidity of air on the concentration of particulate matter - PM2.5 and PM10)

(18)panelE. Zender-Świercz [a], B. Galiszewska [a], M. Telejko [a b], M. Starzomska [a]

[(19)]Kielce University of Technology Faculty of Environmental Engineering, Geomatics Poland21 October 2024, https://www.sciencedirect.com/science/article/

ويتم أخذ العينات مأخوذة على فترات زمنية محددة؛ عن طريق بعض الأجهزة بأخذ عينات من الملوثات وقياسها مباشرةً، وتستخدم أجهزة القراءة المباشرة، اللازمة للرصد المستمر، أنواعًا مختلفة من الكواشف الفيزيائية والكيميائية التي تقيس تركيزات الملوثات عن طريق برامج تتضمن مستشعرات تراكيز مناسبة.

تخضع جودة الهواء الداخلي لتغيرات زمنية ومكانية، وتُعدّ البيانات المتعلقة بهذه التغيرات ضرورية لتحديد تركيزات الملوثات التي يتعرض لها شاغلو المباني أو لنمذجة تلوث الهواء الداخلي. يجب أن يتوافق اختيار أساليب الرصد مع أنواع المعلومات المطلوبة والموارد والقوى العاملة المتاحة.

. ويعتمد القياس على عوامل عديدة، منها الخصائص الكيميائية للملوث ونطاق التركيزات المراد قياسها. لرصد الملوثات الغازية المصنفة كملوثات "معيارية" من قبل وكالة حماية البيئة الأمريكية(EPA) ، وهي: أول أكسيد الكربون، وثاني أكسيد الكبريت، وثاني أكسيد النيتروجين، والأوزون، ومجموع الهيدروكربونات غير الميثانية. وقد حددت وكالة حماية البيئة معايير وتصنف حسب المواصفات على أنها "معتمدة من وكالة حماية البيئة."ويجب إيلاء اهتمام خاص للتدهور والامتصاص والتلوث والتحول، واحتمالية تكوّن ملوثات اصطناعية. مع مراعاة الوقت ودرجة الحرارة (لجنة مشتركة بين الجمعيات .طرق أخذ عينات الهواء وتحليلها ، الصفحات 117-129. واشنطن العاصمة: الجمعية الأمريكية للصحة العامة، 1972.

16-مراقبة معدل التهوية

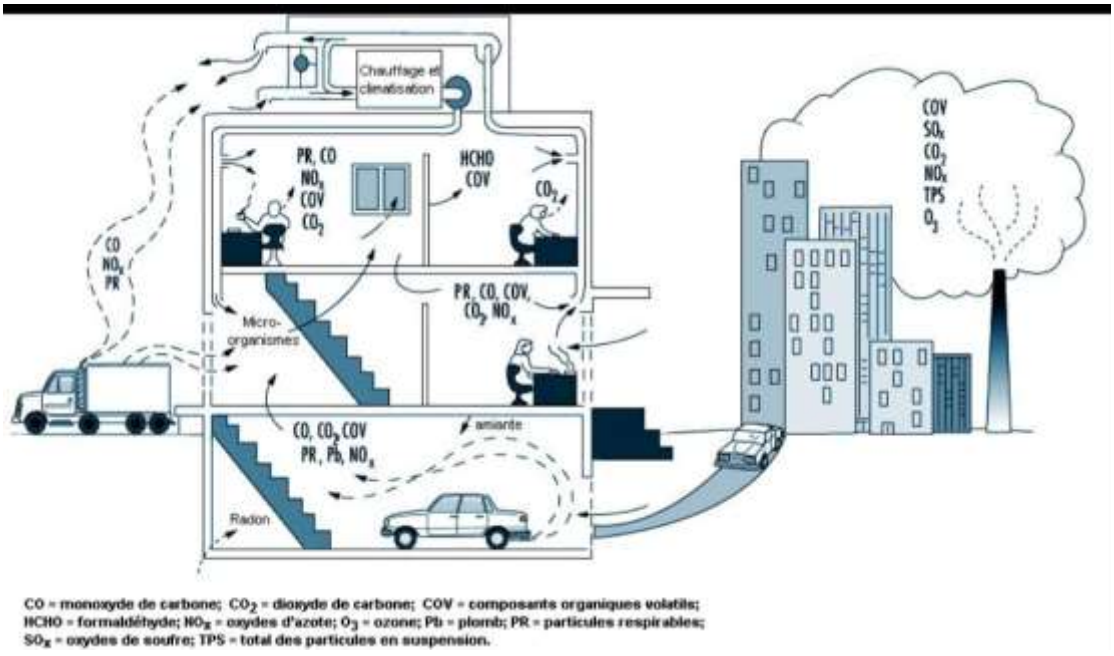
تتأثر جودة الهواء الداخلي بشكل مباشر بمعدل دخول الهواء الخارجي إلى المبنى. ويمكن استخدام التهوية للحفاظ على تركيزات منخفضة من الملوثات المتولدة داخل المبنى. وبدورها، تُعدّ ظروف راحة الإنسان، كدرجة الحرارة والرطوبة النسبية، من العوامل الحاسمة في تحديد معدلات التهوية. ويمكن أن يكون قياس معدل تسرب الهواء، والعوامل الجوية المؤثرة عليه (درجة الحرارة الخارجية، وسرعة الرياح، واتجاهها)، وعوامل الراحة (درجة الحرارة والرطوبة النسبية) جزءًا لا يتجزأ من المراقبة الميدانية الثابتة. أن الهواء الداخل الى الابنية المدرسية لا يُزيح الهواء القديم أو يُحل محله عند دخوله؛ بل يُفترض حدوث اختلاط تام. ويتم القياس عن طريق.

ومقاييس التدفق الحرارية، ومقاييس التدفق الحرارية المزدوجة)، ومؤشرات تدفق الغاز الميكانيكية (مثل مقاييس سرعة الرياح الدوارة ومقاييس سرعة الرياح ذات الريش المنحرف)، وتقنيات موازنة الحرارة يجب الحرص على التمييز بين المعدل الإجمالي لدخول الهواء إلى منطقة معينة ومعدل دخول الهواء الخارجي إلى تلك المنطقة.

كذلك يمكن قياس الرطوبة النسبية باستخدام مجسات من نوع "شعرة الإنسان"، التي تتمدد وتنكمش مع تغيرات الرطوبة، أو باستخدام أجهزة قياس نقطة الندى. وتُعدّ مقاييس الرطوبة بنقطة الندى

، توفرت مجموعة متنوعة من أجهزة أخذ العينات التي تتحكم فيها عمليات الانتشار والنفاذية. هذه الأجهزة "السلبية" مخصصة فقط لأخذ عينات الغازات والأبخرة، وهي صغيرة الحجم وخفيفة الوزن للغاية. وتعتمد جميعها على أساليب تحليل كيميائية أو فيزيائية حساسة.ينظر صورة (5)

صورة (5)الابنية الملائمة للمناخ



CO = monoxyde de carbone; CO_2 = dioxyde de carbone; COV = composants organiques volatils; HCHO = formaldéhyde; NO_2 = oxydes d'azote; O_3 = ozone; Pb = plomb; PR = particules respirables; SO_2 = oxydes de soufre; TPS = total des particules en suspension.

17-0نمذجة الهواء الداخلي

في الدراسات الوبائية، من المهم مراعاة جودة الهواء الذي يتعرض له الأفراد فعليًا؛ في كثير من الحالات، لا ينبغي اعتبار جودة الهواء المرتبطة بالمنزل ووسيلة النقل ومكان العمل هي نفسها المرتبطة بالهواء الخارجي.

قد يكون تلوث الهواء داخل المباني ناتجًا عن مصادر خارجية أو داخلية. قد تدخل الملوثات الخارجية إلى المبنى عبر التسرب أو التهوية. أما الملوثات الداخلية فقد تنشأ من مصادر محددة أو منتشرة. وبغض النظر عن مصدرها، يمكن نقل ملوثات الهواء وتشتيتها في مختلف أنحاء المبنى. يمكن إزالة بعض الملوثات بواسطة مرشحات يمر عبرها هواء التعويض أو الهواء المعاد تدويره، أو عن طريق التسرب أو التهوية إلى الخارج

يُقاس التلوث البيئي الداخلي (الهواء الداخلي) عبر مؤشر جودة الهواء (AQI) الذي يحدد مستويات الملوثات مثل الجسيمات الدقيقة(PM10,PM2.5) ، الغازات(NO2 ,CO2)، ، والميكروبات. يعتبر الهواء جيداً إذا كان تركيز المكروبات أقل من 12، بينما يشير مؤشر فوق 100 إلى هواء غير صحي للمجموعات الحساسة3+ Encyclopedia.pub .ينظر جدول (5)

جدول (5)تصنيف جودة الهواء الداخلي:(AQI)

التأثير الصحي	مستوى التلوث	مؤشر جودة الهواء(AQI)
لا توجد مخاطر صحية	**متوسط**	**0 - 50**
مقبول، لكن يفضل تقليل الأنشطة المكثفة	**معتدل**	**51 - 100**
أعراض مرضية لدى الأشخاص المصابين بالحساسية أو الربو	**غير صحي للمجموعات الحساسة**	**101 - 150**
تزايد الأعراض لدى المجموعات الحساسة، احتمال ظهور أعراض لدى الأصحاء	**غير صحي**	**151 - 200**
تفاقم الأمراض، انخفاض القدرة على التحمل لدى الأصحاء	**خطر**	**201 - 300**
مخاطر عالية، ينصح بالبقاء في المنازل	**خطر جداً**	**301 - 500**

(20)Control and Upgradation of Indoor Air Quality Subjects: Nuclear Science &) Technology | Physics, Applied | Physics, Condensed Matter Contributor: Ayesha Kausar , Ishaq Ahmad , Tianle Zhu , Hassan Shahzad , M. H. Eisa, (https://encyclopedia.pub/entry/41602)

18-معايير تركيز ثاني أكسيد الكربون :يجب أن يظل منخفضاً، حيث يشير ارتفاعه إلى سوء التهوية.

الميكروبات والبكتيريا :يجب ألا تتجاوز الحدود الميكروبية الموصى بها في المباني .

الآثار الصحية على طلبة المدارس –

قد تُسبب ملوثات الهواء الداخلي آثارًا صحية. فقد يشمل التعرض المتطايرة، وأكاسيد النيتروجين، وأكاسيد الكربون، وغيرها، آثارًا صحية خطيرة [.Atmos. 2017, 10, 1207–1220,.Błaszczyk(21)

. في بعض الحالات، قد يُسبب التعرض قصير الأمد للملوثات الداخلية الصداع. على وجه الخصوص، وُجد أن مستوى أكاسيد النيتروجين 28.97 ميكروغرام/م³، وتركيز الجسيمات الدقيقة 21.51 PM2.5 ميكروغرام/م³، ومستوى الجسيمات الدقيقة 37.79 PM10 ميكروغرام/م³، وتركيز أكاسيد الكربون 1.15 جزء في المليون تُسبب الصداع لدى سكان الأماكن المغلقة [21].1066–1057, 170, 2009; ;Dales, R.E.

. تشمل الآثار المهمة الأخرى متلازمة المباني المريضة(22) [;Sarkhosh, M.

1. with sick building

19-النتائج والتوصيات

1- يتجلى سبب انخفاض المستوى الدراسي في القاعات المدرسية بسبب الظروف البيئية الداخلية لذلك يجب تخفيف من حدة التلوث الداخلي عن طريق تشجير المدرسة واضافة نباتات ظليه داخل اروقة المدرسة.
2- تشجير الحدائق لزيادة معدلات استهلاك ثاني اوكسيد الكاربون واضافة نسب اوكسجين ملائمة.
3- زيادة حدة التلوث لذلك يجب اضافة الخلاطات ذات الحجم الكبير المناسب وحسب ابعاد القاعات الدراسية.
4- مكافحة العثة عن طريق تخفيض نسب الرطوبة داخل المباني المدرسية.
5- زيادة مساحة المباني المدرسة وحسب المعايير العالمية.
6- البنا ء المدرسية يتكون ملائم للمناخ في منطقة الدراسة مع مراعاة زيادة التهوية والاضاءة في الوحدات المدرسية.

المصادر الانكليزية والعربية/

1. 1 syndrome: An application of decision tree technology. Build. Environ. 2021, 188, 107446.
2. Hou, J.; Sun, Y.; Dai, X.; Liu, J.; Shen, X.; Tan, H.; Yin, H.; Huang, K.; Gao, Y.; Lai, D. Associations of indoor carbon dioxide concentrations, air temperature, and humidity with perceived air quality and sick building syndrome symptoms in Chinese homes. Indoor Air 2021, 31, 1018–1028.
3. Fan, L.; Ding, Y. Research on risk scorecard of sick building syndrome based on machine learning. Build. Environ. 2022, 211, 108710.
4. Kalender-Smajlović, S.; Kukec, A.; Dovjak, M. The problem of indoor environmental quality at a general Slovenian hospital and its contribution to sick building syndrome. Build. Environ. 2022, 214, 108908.
5. Hansel, N.N.; Putcha, N.; Woo, H.; Peng, R.; Diette, G.B.; Fawzy, A.; Wise, R.A.; Romero, K.; Davis, M.F.; Rule, A.M. Randomized clinical trial of air cleaners to improve indoor air quality and chronic obstructive pulmonary disease health: Results of the CLEAN AIR study. Am. J. Respir. Crit. Care Med. 2022, 205, 421–430.
6. Kamal, R.; Srivastava, A.K.; Kesavachandran, C.N.; Bihari, V.; Singh, A. Chronic obstructive pulmonary disease (COPD) in women due to indoor biomass burning: A meta analysis. Int. J. Environ. Health Res. 2022, 32, 1403–1417.
7. Mannucci, P.M. An ecological alliance against air pollution and cardiovascular disease. Bleeding Thromb. Vasc. Biol. 2022, 1, 21.
8. Münzel, T.; Sørensen, M.; Daiber, A. Transportation noise pollution and cardiovascular disease. Nat. Rev. Cardiol. 2021, 18, 619–636.
9. Zheng, C.; Tang, H.; Wang, X.; Chen, Z.; Zhang, L.; Kang, Y.; Yang, Y.; Chen, L.; Zhou, H.; Cai, J. Left ventricular diastolic dysfunction and cardiovascular disease in different ambient air pollution conditions: A prospective cohort study. Sci. Total Environ. 2022, 831, 154872.
10. Al-Jumaili, Riyadh Kazem Salman, 2007, Efficiency of Spatial Distribution of Community Services in the City of Karbala, PhD thesis (unpublished) submitted to the Geography Department, Ibn Rushd College of Education, University of Baghdad.
11. Bin Ghadban, Fuad, 2017, Services Activities and their Urban Management, Concepts and Foundations, 1st Edition, Dar Safa for Publishing and Distribution, Amman, Jordan.
12. Directorate of Al Kut Municipality, basic design map for the city of Kut, scale 1: 500000, 2018.

13. General Directorate of Education in Wasit Governorate, Department of Educational Planning, Division of Statistics, unpublished data for the academic year 2018-2019. *The study was limited to the urban schools in Kut, which numbered 151 out of 238 schools for the 2018-2019 academic year, while the remaining 87 schools represent the countryside.
14. Hassan, Amin Ali Mohsen, 1995, The development of educational services in the city of Aden, an MA (unpublished) thesis submitted to the Geography Department, Ibn Rushd College of Education, University of Baghdad.
15. Lagrab & Aknin, Aknin,Noure, 2017 ,Asuitability Analysis of Elementary Schools Based Geographic in Formation System (GIS) acase study of Mukalla Districts in yemen ,journal of theoretical and Applied Information Technology ,vol .95.No4 .
16. Ministry of Planning, Regional Planning Commission, Principles and Standards for Primary Education Services, p. 56.
17. Ministry of Planning, Regional Planning Commission, Principles and Standards for Public Service Buildings, 1977, p. 37.