INTERNATIONAL JOURNAL OF
ARCHITECTURAL ENGINEERING AND URBAN
RESEARCH

ISSN: 2785-9673 VOLUME 4, ISSUE 2, 2021, 64 – 94. www.egyptfuture.org/ojs/

# Precautionary measures inside closed spaces in COVID-19 pandemic (Case study Ventilation inside educational spaces)

**Dr. Mostafa Abdeljalel Hossin**
Lecturer, Department of Architecture- OHI – Giza- Egypt

**Eng. Doaa A. Hossin**
Senior Architect, Research and Studies Department, General Authority for Educational Buildings, Head Office, Cairo, Egypt

## Abstract :

The research discusses the effects of the Corona pandemic (covid-19), in the field of ventilation and temperature control inside buildings in general, and the requirements for changing the air inside educational spaces in schools in particular, according to various international recommendations, the research is divided into two main parts, the first section deals with the presentation of recommendations And guidelines for naturally ventilating spaces through ASHRAE, which proposes some special requirements to protect users inside different spaces from the risk of transmission of the virus through the air, and to set some technical requirements for changing the air inside the spaces and controlling indoor air quality, using equipment for filtering and purifying air, especially in closed buildings .

INTERNATIONAL JOURNAL OF
ARCHITECTURAL ENGINEERING AND URBAN
RESEARCH
ISSN: 2785-9673 VOLUME 4, ISSUE 2, 2021, 64 – 94. www.egyptfuture.org/ojs/

While some international organizations, such as the CDC (Centers for Disease Control and Prevention), specify specific levels for dealing with the pandemic within the educational spaces, especially to limit the spread of the virus, in addition to the recommendations of the World Health Organization, some guidelines for preparing architectural spaces for that The research also mentions a study model that was carried out on a basic education school building in Spain, during which the air quality (natural and mechanical) was assessed in the classrooms.

In the second section of the study, the research presents an analysis of the impact of natural environmental factors on the design of educational buildings in the Arab Republic of Egypt, a case study of a basic education school (an existing model), identifying the strengths and weaknesses in the field of natural ventilation in the school, and finally some architectural design proposals for educational buildings, to improve the quality of Air and increase air change rates by natural means in schools, in light of previous data to comply with those requirements, which aim to reduce the spread of the virus within architectural spaces and workplaces, and the health and safety of users.

**Keywords:** (Coronavirus - air quality- natural ventilation - educational spaces)

**مقدمة:**

يعتبر القطاع التعليمي من أكثر القطاعات الخدمية تضررا من جائحة كورونا، حيث أثرت الجائحة على قطاع التعليم في مختلف ارجاء العالم ، مابين أيقاف للعلمية التعليمية أو ايقاف جزئي ، مما تسبب في تعطيل العملية التعليمية نظرا لعدم جاهزية المباني التعليمية لمواجهة هذا النوع من الأوبئة الحديثة ، وتوقفت الخدمات التعليمية بمصر فترة 4 أشهر عام 2020 من شهر مارس وحتى شهر أغسطس 2020 ، وتم الأكتفاء بالتعليم عن بعد، والذي لم يكن بنفس كفاءة التعليم بالحضور المباشر ، خاصة في المجالات التطبيقية وطلاب المراحل الأساسية في التعليم ، وأدى عدم وجود خطة مسبقة لمواجهة مثل هذه الحالات لحدوث فجوة تعليمية كبيرة بين الطلاب والمستهدف بالمقررات الدراسية.

INTERNATIONAL JOURNAL OF
ARCHITECTURAL ENGINEERING AND URBAN
RESEARCH
ISSN: 2785-9673 VOLUME 4, ISSUE 2, 2021, 64 – 94. www.egyptfuture.org/ojs/

تقوم الدراسة البحثية بجمع المعلومات والدراسات المتنوعة من الجهات الدولية المعتمدة ، والتجارب العالمية لتجاوز هذه الجائحة والعمل على تقليل الخسائر التي قد تحدث مستقبلا في حال ظهور أزمات مماثلة، كما يقدم البحث بعض الحلول التطبيقية بناء على هذه الدراسات لإعادة تشغيل المباني التعليمية بشكل آمن يضمن حسن سير العملية التعلمية بالمراحل المختلفة، هذا البحث يمثل الجزء الخاص فقط بعملية التهوية **ولا يتحقق** تفعيل هذا الجزء البحثي دون الأخذ بالإجراءات الإحترازية العامة مثل ( التعقيم والنظافة العامة ، إرتداء الكمامات وحماية الوجه، الإلتزام بالمسافات الامنه للتباعد الإجتماعي) وغيرها مما يستجد من توصيات منظمة الصحة العالمية والجهات المتخصصة بهذا المجال.

**أ- مشكلة البحث:**

- الحاجة لوضع قواعد لتشغيل المباني التعليمية بشكل آمن يضمن سلامة المستخدمين ، في ظروف الجائحة الحالية.
- التحقق من سلامة التهوية الطبيعية وجودتها بالمباني التعليمية القائمة.

**ج- هدف البحث:**

يهدف البحث لجمع الدراسات والتوصيات المختلفة للتهوية داخل الفراغات التعليمية وتطبيقها على المباني بجمهورية مصر العربية ، والخروج بتوصيات لإعادة التشغيل الآمن للمباني التعليمية بمصر.

**د- فرضيات البحث:**

تحقيق التكامل بين التهوية الطبيعية والميكانيكية بالمباني التعليمية بشكل يضمن جودة الهواء داخل الفراغات التعليمية، ويحقق سلامة المستخمين من الأمراض المنقولة عن طريق الهواء ، .

**هـ - أهمية البحث:**

ترجع أهمية البحث لضرورة عودة العملية التعليمية بنظام الحضور المباشر أو الهجين ، بشكل يتناسب مع المحتوي العلمي ، ويحقق البيئة التعليمية الآمنة للطلاب ، وتطوير الأنظمة الحالية في تكييف الفراغات بما يتناسب مع متطلبات مكافحة إنتشار العدوى .

**و- منهجية البحث:**

اتبع البحث عدة مناهج من مناهج البحث العلمي، أولا المنهج الوصفي عن طريق وصف لموضوع البحث وجوانبه الفنية المختلفة مدعما بالوثائق والأكواد المحلية والعالمية وتوصيات الجهات الدولية المشار اليها بالبحث (جمع البيانات من المصادر المختلفة)، ثانيا المنهج التحليلي تحليل البيانات الناتجة عن جمع المعلومات والملاحظات، الدراسة التطبيقية لنموذج فعلي قائم (دراسة الحالة)، للوصول لمنهجية تساعد على تحقيق هدف البحث.

INTERNATIONAL JOURNAL OF
ARCHITECTURAL ENGINEERING AND URBAN
RESEARCH
ISSN: 2785-9673 VOLUME 4, ISSUE 2, 2021, 64 – 94. www.egyptfuture.org/ojs/

**ز- هيكل البحث:**

## 1- مقدمة (جائحة كورونا):

(فيروس كورونا المستجد (COVID-19) هو فيروس جديد ضمن فصيلة كبيرة تسمى الفيروسات التاجية (كورونا) ، والتي تصيب الجهاز التنفسي وتتراوح حدتها من نزلات البرد الشائعة إلى الأمراض الأشد خطورة مثل (سارس) و (ميرس).[1] تسبب الأعراض المصاحبة للإصابة بالفايرس : الحمى ، السعال ، احتقان الأنف والحلق ، الإسهال، الشعور بالتعب، وفقدان حاسة الشم أو التذوق أو كليهما ، وبعض الأعراض المستجدة كالطفح الجلدي وضيق التنفس.

ظهرت أول بوادر تفشي المرض بمدينة ووهان بمنطقة شرق الصين في أوائل شهر ديمبر 2016 ، أعلنت منظمة الصحة العالمية رسمياً في 30 يناير تفشي الفيرس بشكل يمثل حالة طوارئ عامة تبعث على القلق الدولي ، وفي 11 مارس تحول الفايرس إلى جائحة عالمية حيث وصل عدد المصابين إلى أكثر من 194 مليون شخص في أكثر من 188 دولة مختلفة.[2]

[1]) مركز المعلومات ودعم اتخاذ القرار ، مجلس الوزراء بمصر، فيروس كورونا المستجد وانتشاره محليا وعالميا، التقرير الأسبوعي السنة 1 العدد 5 ، أغسطس 2021

[2] (https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/technical-guidance/naming-the-coronavirus-disease-(covid-2019)-and-the-virus-that-causes-it

INTERNATIONAL JOURNAL OF
ARCHITECTURAL ENGINEERING AND URBAN
RESEARCH
ISSN: 2785-9673 VOLUME 4, ISSUE 2, 2021, 64 – 94. www.egyptfuture.org/ojs/

**(1-1) إنتقال العدوى:**

ينتقل الفايرس في المقام الأول عبر الرذاذ الناتج من تنفس أو سعال الشخص المصاب ، وعادة ما تسقط القطيرات على الأرض دون أن تنتقل في الهواء لمسافات كبيرة ، وقد ينتقل نتيجة لملامسة القطيرات للعين أو الفم أو الأنف بعد ملامسة السطح الملوث بالفايرس ، تبلغ الإصابة ذروتها بعد
الإصابة خلال 3 أيام بعد ظهور الأعراض، مع إمكانية عدم ظهور أعراض أصابة للأشخاص المصابين بشكل مباشر. وهو من الفيروسات الأسهل أنتشارا أكثر من الإنفلونزا وأقل من الحصبة والتي تنتقل في حيز مكاني يبلغ حوالي 2 متر تقريبا من الشخص المصاب. فيما قد يطلق السعال دون تغطية الفم الرذاذ الناقل للفايرس لمسافة تبلغ 4.5 متر .[3] ويظل الفايرس معدي على الأسطح الملامسة مدة تتراوح من 3 ساعات في حالة الاسطح النحاسية إلى يوم واحد في حالة الورق المقوى أو 3 أيام على الاسطح من البلاستيك. هذا وتتزايد خطورة إنتقال الفايرس في التجمعات المكتظة بالاشخاص والتي يحتمل إصابة أحدهم بهذا المرض.[4]

**(2-1) التوصيات الخاصة بحماية بيئة العمل وأماكن التجمعات المغلقة:**

تعتمد نسبة كبيرة من المباني في مصر والعالم على تجهيزات التدفئة والتبريد الميكانيكية (HVAC) ، للتحكم في درجة حرارة الفراغات الداخلية داخل المباني والفراغات المغلقة. تحتوي بعض أنظمة التحكم في درجات الحرارة على منقيات (فلتر) ، والذي يكون عادة مخصص لترشيح الهواء من العوالق البسيطة مثل الأتربة والدخان ، بالعودة إلى مرجعية 40 دراسة معاصرة حول العلاقة بين أنظمة التهوية الميكانيكية وإنتقال العدوى ، وحيث أن جزيئات الفيرس تحتوي على بخار الماء فإن وزنها يكون ثقيل نسبيا فيكون نطاق انتقالها في الهواء 1-2 متر (شي وآخرون، 2007). ويحدد طبيعة المخاطر المحتملة والمرض طبيعة طريقة التكييف ونمط سرعة وتوزيع الهواء داخل الفراغات المغلقة.
وبالتالي فإن زيادة سرعة الهواء داخل الفراغات عن مستوى المستخدمين قد يزيد من فرصة تطاير جزيئات الفايرس لمسافات أكبر.

**(1-2-1) توصيات منظمة الصحة العالمية (WHO) إلى انه هناك بعض الخطوات والتجهيزات يمكن إتخاذها لتحسين التهوية في الأماكن المغلقة منها:**

1- إستخدام التهوية الطبيعية وفتح النوافذ كلما كان ذلك ممكنا ، خاصة في فترات تحسن درجات الحرارة والرطوبة الخارجية وعدم وجود ملوثات بالهواء.

[3] (https://www.ecdc.europa.eu/en/covid-19/questions-answers

[4]) منظمة الصحة العالمية ،إنتقال فيروس كورونا المسبب للمتلازمة التنفسية الحادة الوخيمة-2: الآثار المترتبة على احتياطات الوقاية من العدوى. جنيف 2020

INTERNATIONAL JOURNAL OF
ARCHITECTURAL ENGINEERING AND URBAN
RESEARCH
ISSN: 2785-9673 VOLUME 4, ISSUE 2, 2021, 64 – 94. www.egyptfuture.org/ojs/

2- إعتماد أنظمة نقل وتداول البيانات بشكل إليكتروني دون الحاجة بنقل المستندات أو تحرك المستخدمين داخل اكثر من فراغ ، يقلل من إحتمالية انتقال العدوى بشكل كبير.
3- بالنسبة للأنظمة الميكانيكية يفضل زيادة كمية الهواء الخارجي النقي بشكل كبير بنسبة قد تصل إلى 100% وهي ما يسمى (Total Fresh Air) ، (هذا يزيد من إستهلاك الطاقة لمعدات التحكم بدرجات الحرارة).
4- يجب تشغيل أنظمة التحكم في درجات درجات الحرارة (HVAC) ، قبل وبعد إستعمال الفراغات بفترة ساعتين، (هذا يزيد من إستهلاك الطاقة لمعدات التحكم بدرجات الحرارة).
5- تعطيل عناصر التحكم في التهوية التي تعمل على تقليل الهواء ، والتي تعمل وتتوقف تلقائيا.
6- مراقبة وصيانة أجهزة تنقية وترشيح الهواء بشكل دوري على فترات قصيرة ، وإستبدال الفلاتر على فترات متقاربة بطريقة آمنة ، (هذا يزيد من تكاليف تشغيل المباني)[5]. (على رضا وآخرون، 2021)

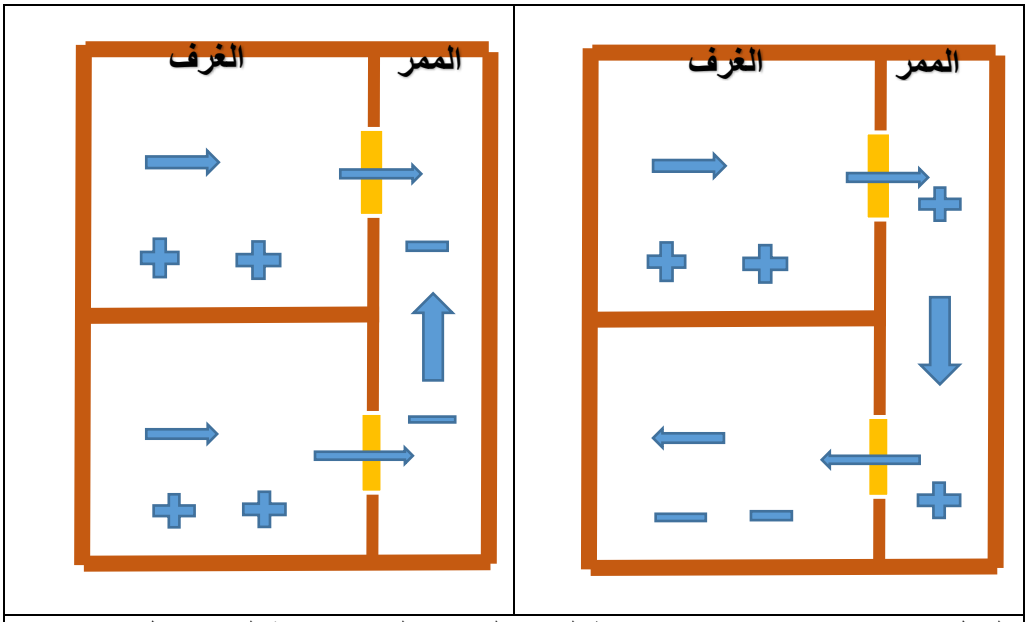
**(2-2-1) يوصي مركز ( Centers for Disease Control and Prevention)(CDC)، بالتالي :**

1- زيادة التهوية الخارجية الطبيعية بحذر خاصة في المناطق شديدة التلوث.
2- زيادة الهواء الطلق النقي عندما تسمح الظروف الجوية بشكل لايشكل خطراً على السلامة أو الصحة للمستخدمين داخل المبنى .
3- إستخدام وسائل تحريك الهواء مثل المراوح، لزيادة فعالية النوافذ المفتوحة، وبسرعات منخفضة تمنع حركة الهواء من شخص لآخر، والتحقق من أن حركة الفراغ تتم بشكل مناسب حتى الخروج من المبنى.
4- تقليل الكثافات الإجتماعية داخل الفراغات التي لا تحتوي على وسائل التهوية الطبيعية.
5- صيانة أجهزة التهوية والتحقق من عملها بشكل جيد ومناسب لحجم الفراغ .
6- زيادة معدلات تغيير الهواء في الاماكن التي تحتوي على تجمعات داخل المبنى.
7- إستخدام الأشعة فوق البنفسجية القاتلة للجراثيم (UVGI) ، كمكمل للمساعدة في تقليل الجراثيم والملوثات داخل الفراغات، والتي يمكن أن تكون مثبته على مسارات التكييف (تغذية)، او متنقلة.
8- لتجنب إنتقال الهواء المحتمل أن يكون ملوثاً يمكن عمل غرف فرق ضغط (إعادة تصميم الفراغات الداخلية بشكل يحقق ذلك).

[5]) رضا أفشاري،علي وآخرون، تصميم نظام التهوية وفيرس كورونا (COVID-19)، بحث منشور قسم الهندسة البيئية المبنية جامعة البورك ، كوبنهاغن الدنمارك ، أبريل 2021

INTERNATIONAL JOURNAL OF
ARCHITECTURAL ENGINEERING AND URBAN
RESEARCH

ISSN: 2785-9673 VOLUME 4, ISSUE 2, 2021, 64 – 94. www.egyptfuture.org/ojs/




الشكل (1-1) : مقترح إعادة توزيع ضغط الهواء بالفراغات لضمان حركة الهواء بشكل جيد (اعداد الباحث)

تتركز نسبة كبيرة من الأبحاث المقدمة في هذا المجال على الفراغات المغلقة العامة وليس السكنية ، وذلك لإختلاف تجانس المتعاملين في تلك الفراغات عن المتعاملين في الفراغات السكنية.

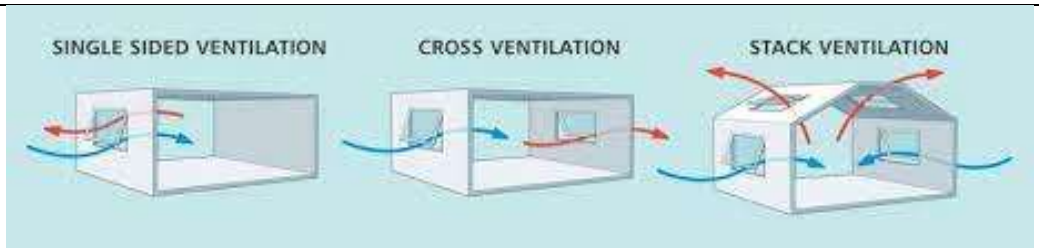
### (1-2-3) قائمة المقترحات الخاصة بمراجعة جودة التهوية (الطبيعية) داخل الفراغات المغلقة للفراغات القائمة[6]:

تم إعداد هذه القائمة للتوصيات الفنية لحماية المستخدمين داخل الفراغات المغلقة، والتي تمت بمشاركة مجموعة كبيرة من المتخصصين في مجال التهوية الطبيعية والطب والهندسة، وتحت إشراف واعتماد منظمة الصحة العالمية (WHO) ، ومن أهم بنودها:

1- دراسة جميع الفراغات المعنية بهذه التوصيات من ناحية حركة الهواء وجودة وكفاءة التهوية، يجب على المصمم دراسة وتقييم مواقع الفتحات والنوافذ ومخارج التهوية الموجودة بالفراغ، وعمل المحاكاة المناسبة للتعرف على طبيعة حركة الهواء، وإمكانية زيادة أو غلق جزئياً أو كلياً لبعض الفتحات، أو تعديل وضعية النوافذ والأبواب بداخل الفراغ.

[6] (Roadmap to improve and good indoor ventilation in the context of COVID-19 ,World Health Organization, 2021

INTERNATIONAL JOURNAL OF
ARCHITECTURAL ENGINEERING AND URBAN
RESEARCH
ISSN: 2785-9673 VOLUME 4, ISSUE 2, 2021, 64 – 94. www.egyptfuture.org/ojs/




الشكل (1-2): التهوية أحادية الإتجاه والمتقاطعة
المصدر: Back to Basics: Natural Ventilation and its Use in Different Contexts,2018

2- يأخذ في الإعتبار أن التهوية العابرة (Cross Ventilation) أفضل من التهوية من جانب واحد.
3- يمكن استخدام مروحة بالقرب من النافذة المفتوحة لزيادة كمية الهواء داخل الفراغات.
4- تركيب شفاطات هواء أو عناصر لسحب الهواء من داخل الفراغ لطردها بشكل مستمر.
5- إذا لم يكن من الممكن إستخدام استراتيجية حركة الهواء الطبيعية داخل الفراغ (الأماكن التي تعتمد على التهوية والتكييف الميكانيكي) أو تعذر فتح النوافذ لطبيعة الجو الخارجية أو طبيعة استخدام الفراغ، يفضل إستعمال منقي هواء 70-80% ، والذي يجب وضعها في المناطق التي بها تجمعات لعدة أشخاص، على أن تغطي سعة منقي الهواء الحد الأدنى من المتطلبات والتهوية المقاسة مع معدل تهوية الغرفة القياسية المعدلة.[7]
6- يتم فتح النوافذ للسماح بالتهوية الطبيعية لمدة 15 دقيقة تقريبا عند دخول أشخاص من خارج الفراغات إليها .
7- يجب اعتماد نظام للمتابعة والصيانة لتنظيف وحدات تنقية الهواء واستبدال الفلاتر بالتعاون مع متخصصين وفنيين في هذا المجال.
8- تقسيم الفراغات في حالة عدم تحقيق الفتحات لمعدل التهوية الطبيعية المطلوبة للفرد 160-60 لتر/ثانية لكل شخص، أو تقليل الإشغالات داخل الفراغات.

[7] (ASHRAE. Technical Resources For Residential Settings. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers; 2020.

INTERNATIONAL JOURNAL OF
ARCHITECTURAL ENGINEERING AND URBAN
RESEARCH
ISSN: 2785-9673 VOLUME 4, ISSUE 2, 2021, 64 – 94. www.egyptfuture.org/ojs/

**(1-2-4) قائمة المقترحات الخاصة بمراجعة جودة التهوية (الميكانيكية) داخل الفراغات المغلقة للفراغات القائمة:**

1- بعد الرجوع لمهندسي (HVAC) يجب تقييم أداء أنظمة التهوية والتكييف الميكانيكية، والتي قد تتطلب زيادة كفاءة حركة الهواء أو إعتماد أنظمة لزيادة تدفق الهواء النقي داخل الفراغات (والذي يتطلب عادة زيادة في قدرة الأجهزة وزيادة أحمال الكهرباء الخاصة بالتشغيل)، حيث أنه قد لا تفي قدرة الأجهزة الحالية بتلبية متطلبات التهوية وتوصيات منظمة الصحة العالمية .

2- يجب تقليل أعداد مستخدمي الفراغ ليحقق المتطلبات الخاصة بتجديد الهواء ، في حالة ان النظام الحالي لا يفي بمتطلبات التهوية الموصى بها.

3- إستعمال الوحدات الخاصة بتنقية الهواء 70-80% لترشيح الهواء داخل الفراغات.

4- يجب تشغيل وحدات التبريد بأقصى تدفق للهواء الخارجي قبل وبعد إستخدام الفراغ بمعدل ساعتين تقريباً.

5- زيادة نسبة الاعتماد على الهواء الخارجي المنقى بنسبة 100% ، وذلك في حالة قدرة النظام على تحقيق متطلبات التهوية الموصى بها من قبل منظمة الصحة العالمية.

6- إستخدام المرشحات والمنقيات المنفصلة الثابتة أو المتنقلة عند مناطق التي تحتوي على تجمعات لعدة اشخاص .

7- يجب التحقق من أن جميع مسارات الهواء محكمة ولا تحتوي على تسريب يؤدي إلى اختلاط الهواء المنقى مع الهواء داخل الفراغات.

8- يجب مراجعة جميع المرشحات بشكل دوري وتنظيفها واستبدالها بالاستعانة بمتخصصين في هذا المجال.

9- الوحدات المنفصلة تعتبر الأفضل في تكييف الفراغات حيث تقلل من أحتمالية انتقال الهواء بين الفراغات المختلفة وبالتالي تقليل فرص إنتقال العدوى.

**(1-3) تقييم التهوية :**

أ- **معدل التهوية** ويقاس بإستخدام الوسائل الميكانيكية ( قمع الهواء ) لقياس كمية الهواء التي يتم تغذيتها داخل الفراغ وعمل جداول.

ب- **تقدير نسبة الهواء** ومعامل الحد الأدنى للتهوية من خلال التهوية الطبيعية:

سرعة الرياح (م/ث) * أصغر مساحة فتحة (متر مربع) * 1000 (لتر/ متر مكعب) * k = (ل/ث) معدل التهوية

حيث K = 0.05 في حالة التهوية من جانب واحد

حيث K = 0.65 في حالة التهوية المتقاطعة

سرعة الرياح مقاسة من القيمة الموجودة على ارتفاع المبنى في منطقة مفتوحة

ت- **اتجاه حركة الهواء** حيث يتم تحديدها بإستخدام اختبار الغاز .

INTERNATIONAL JOURNAL OF
ARCHITECTURAL ENGINEERING AND URBAN
RESEARCH
ISSN: 2785-9673 VOLUME 4, ISSUE 2, 2021, 64 – 94. www.egyptfuture.org/ojs/

**الجدول (1-1) : معدلات التهوية القياسية لبعض المباني العامة (ASHRAE-2018)**

| نوع الإستخدام | معدل التهوية (قدم مكعب/الدقيقة) | | معدل تغيير الهواء بالفراغ مرة/ساعة |
|---|---|---|---|
| | مدخنين | غير مدخنين | |
| المطاعم | 35 | 10 | 12-8 |
| قاعات الإحتفالات | 50 | 10 | 6-4 |
| الغرف الفندقية | 30 | 15 | 6-4 |
| ممرات الفنادق | 15 | 5 | 6-4 |
| المكاتب | 20 | 5 | 10-6 |
| المحلات التجارية | 25 | 5 | 20-15 |
| المسارح والسينمات | 35 | 7 | 15-8 |
| حجرات الدراسة والفصول | 25 | 5 | 12-6 |

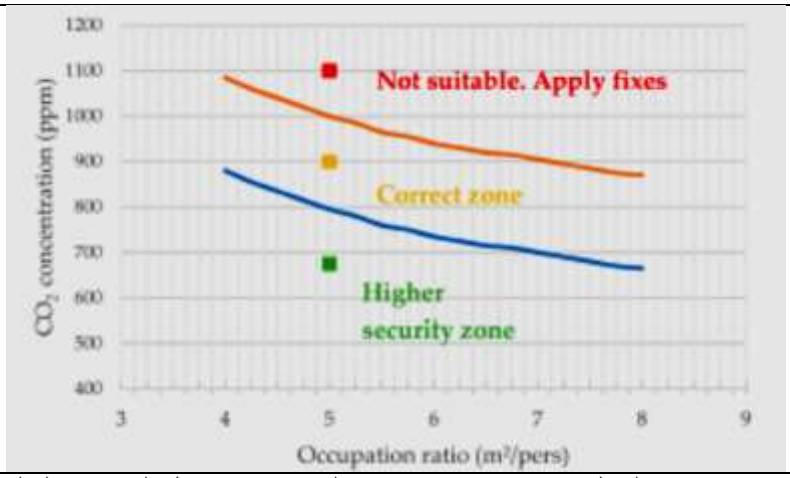
**(4-1)معدلات التهوية الموصى بها داخل الفراغات التعليمية (مع إمكانية استخدام التهوية الطبيعية):**

تم إعتماد المعايير الواردة بإصدار ASHRAE 180-2018 الممارسة القياسية بهذه الدراسة البحثية كمرجعية، وتوصيات الدراسة الخاصة [8]، والتي تمت على المدارس بمنطقة البحر الأبيض المتوسط بكل من اسبانيا وإيطاليا، والتي حددت بعض التدابير الإحترازية مثل المسافة الآمنة بين الأشخاص لاتقل عن 2 متر وإرتداء الأقنعة الواقية للوجه، النظافة المتكررة ، تحسين التهوية الطبيعية والصناعية داخل الفراغات، وحيث أن النسب القياسية لتجديد الهواء داخل الفراغات 6-4 مرات فإن هذه النسبة غير مقبولة في ظروف الجائحة الحالية ، والتي تطلب زيادة معدل التهوية الهجينة (طبيعية – ميكانيكية) ، معدل التهوية المطلوب لكل فرد 0.0125 متر مكعب/ثانية/ فرد.

[8] Effects of the COVID-19 Pandemic on Indoor Air Quality and Thermal Comfort of Primary Schools in Winter in a Mediterranean Climate, MDPI, 2021

INTERNATIONAL JOURNAL OF
ARCHITECTURAL ENGINEERING AND URBAN
RESEARCH

ISSN: 2785-9673 VOLUME 4, ISSUE 2, 2021, 64 – 94. www.egyptfuture.org/ojs/




الشكل (1-4): معدلات CO2 المسموح بها داخل الفراغات التعليمية

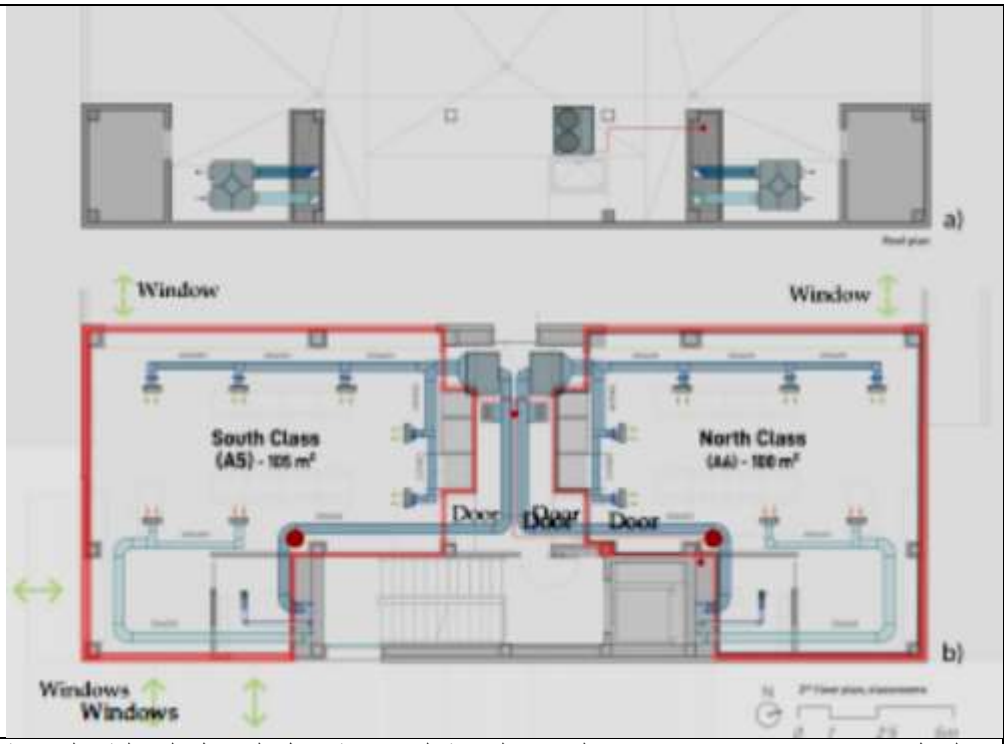
المصدر: Sustainability 2021, 13, 2699. https://doi.org/10.3390/su13052699

تم عمل الدراسة في محددات بيئية تتضمن أن يكون الحد الأدنى لدرجة الحرارة داخل الفراغات التعليمية هو 22 درجة والحد الأقصى 26 درجة مئوية، توفر الفصول المختارة بهذه الدراسة نمطاً هجيناً من التهوية الطبيعية والميكانيكية. ذكرت الدراسة أنه من الصعوبة الإعتماد على التهوية الطبيعية فقط بشكل رئيسي، لتهوية الفراغات التعليمية والتي تتحدد فترات عملها بفترة صباحية وفصول محددة (خريف – شتاء- ربيع) ، نظراً لإختلاف درجات الحرارة على مدار اليوم وإختلاف سرعة وإتجاه الرياح وكذلك حالة السماء (معدل الإشعاع الشمسي ) ، والذي يجعل من الصعوبة تثبيت معدلات التهوية وكذلك درجات الحرارة داخل الفصول الدراسية خلال اليوم الدراسي، وعليه فإنه من الضروري إستخدام النظام الهجين في التهوية والتكيف (طبيعي- ميكانيكي) وعدم الإعتماد على نظام واحد فقط للتهوية ، في المباني التعليمية لتحقيق الراحة الحرارية للمستخدمين لإقليم البحر المتوسط.

الشكل (1-5): الفصول الدراسية للنموذج الدراسة بأحد المدارس بأسبانيا

المصدر: Sustainability 2021, 13, 2699. https://doi.org/10.3390/su13052699

INTERNATIONAL JOURNAL OF
ARCHITECTURAL ENGINEERING AND URBAN
RESEARCH
ISSN: 2785-9673 VOLUME 4, ISSUE 2, 2021, 64 – 94. www.egyptfuture.org/ojs/



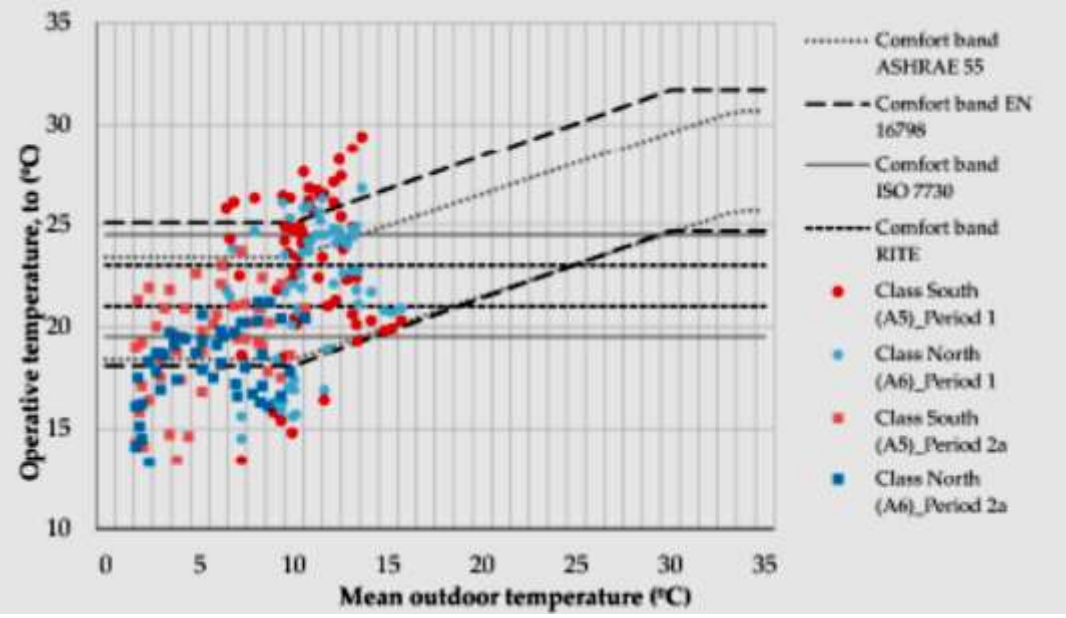

الشكل (1-6) : توزيع وحدات تكييف الهواء والتهوية الميكانيكية داخل الفصول الشمالية والجنوبية للنموذج باسبانيا

المصدر: Sustainability 2021, 13, 2699. https://doi.org/10.3390/su13052699

**رفع درجة حرارة الهواء الداخل للفصل الدراسي خاصة في فصل الشتاء وإعتماد انتقال الاشعاع الشمسي خاصة في الواجهات الجنوبية بشكل يحقق رفع درجة الحرارة بشكل طبيعي داخل الفصول ، بينما لا تحقق الواجهات الشمالية معدلات درجة الحرارة المريحة للطلاب داخل الفصول نظرا لعدم وجود تاثير للإشعاع الشمسي وتعذر إستخدام النوافذ لتغيير الهواء بشكل طبيعي ، يمكن للفصول الجنوبية الإعتماد على التهوية الطبيعية في حالة خلق فرق ضغط سالب داخل الفصول يمكن حركة الهواء الطبيعي من الدخول للفصل عبر نوافذ شمالية على الممرات وخروج الهواء عبر النوافذ الجنوبية بفعل فرق الضغط ( يتطلب هذه التقنية توفير أجهزة لتدفئة الهواء الداخل للفصل ومعالجته لضمان تحقيق الراحة الحرارية للطلاب.

INTERNATIONAL JOURNAL OF
ARCHITECTURAL ENGINEERING AND URBAN
RESEARCH

ISSN: 2785-9673 VOLUME 4, ISSUE 2, 2021, 64 – 94. www.egyptfuture.org/ojs/




الشكل (1-7) : العلاقة بين درجات الحرارة الخارجية والداخلية للفصول الشمالية والجنوبية مقارنة بمعدلات الراحة الحرارية لنموذج المدرسة التي تمت الدراسة عليها بأسبانيا

المصدر : Sustainability 2021, 13, 2699. https://doi.org/10.3390/su13052699

يجب مراقبة درجات الحرارة داخل الفصل الدراسي بشكل مستمر ، وتحديد درجة الحرارة المناسبة طبقا لمتطلبات الراحة الراحة الحرارية والتي قد لا تتحقق خاصة في فترات الشتاء داخل الفصول ، وتزيد المشكلة في فترات الصيف بالفصول في الجهة الجنوبية حيث يمثل متطلبات التبريد اهمية قصوى وبالتالي فأن نظام التهوية الطبيعي (السالب) يحتاج لتعديل يضمن تبريد الهواء الطبيعي الداخل للفصل مع معدل تغيير هواء أعلى من 10 مرات بالساعة .

في كل الأحوال فإن المدارس التي تعتمد على نظام التهوية الطبيعية يجب أن تحدد فترات عمل مناسبة من خلال تقييم درجات الحرارة على مدار السنة ، وتحديد فترات الراحة الحرارية التي يمكن من خلالها الأعتماد فقط على التهوية الطبيعية ، يجب ان تشمل الإجراءات أيضا إعتماد عمل تهوية متقاطعة تضمن حركة الهواء وتغييره بشكل مناسب ، بإستخدام المعالجات الطبيعية لسحب الهواء .[9]

[9] (The impact of mechanical ventilation operation strategies on indoor $CO_2$ concentration and air exchange rates in residential buildings, SAGE journals, October 2020,

INTERNATIONAL JOURNAL OF
ARCHITECTURAL ENGINEERING AND URBAN
RESEARCH
ISSN: 2785-9673 VOLUME 4, ISSUE 2, 2021, 64 – 94. www.egyptfuture.org/ojs/

**(1-5) التوصيات الخاصة بالفراغات التعليمية المغلقة المعتمدة على (التهوية الميكانيكية فقط):**[10]

عند وجود فراغات تعليمية غير مجهزة بإمكانية فتح نوافذ ، أو اعتبار التهوية الميكانيكية هي الوسيلة الوحيدة لتهوية الفراغات التعليمية المغلقة ، فانه يجب اتباع الخطوات والتدابير لتحسين جودة الهواء داخل الفراغات المغلقة والمتمثلة في التالي:

1- فحص وصيانة أنظمة التدفئة والتهوية وتكييف الهواء ، وصيانتها وتنظيفها بشكل مكثف والتاكد من معدلات تدفق الهواء بها.

2- فحص جميع مسارات الهواء الراجع والتاكد من عدم وجود أي تسريبات .

3- العمل على تفعيل نظام مراقبة حالة المرشحات والمراوح بإستخدام حساسات متصلة بنظام مراقبة إليكتروني BMS .

4- تدريب العمالة الخاصة بالصيانة على الطرق الآمنة لتنظيف المرشحات والتعامل مع المشاكل الفنية واختبارات مجاري الهواء.

5- رفع منسوب مراوح السحب الخاصة بانظمة التكييف مسافة لا تقل عن 2 متر من أرضية سطح المبنى المثبته عليه وحظر صعود غير المختصين لتلك الأسطح وإستخدام التدابير اللازمة لحماية فريق الصيانة من إنتقال العدوى.

6- زيادة تدفق الهواء للوحدات الموجودة بما يحقق معدلات تغيير الهواء المنصوص عليها في الفقرة السابقة (1-7) ، وحيث أنه قد لا يمكن تحقيق هذه المعدلات نظرا للتصميم الأصلي لها ، فأنه ينصح بزيادة وحدات التكييف المستخدمة لتحقيق تلك المعدلات.

7- زيادة التغذية من الهواء النقي (Total Fresh Air) إلى 100% .

8- تعطيل أجهزة التحكم في سرعة المراوح الداخلية في الفراغات المغلقة، والإعتماد على تدفق الهواء المعياري في الفراغات.

9- تجنب إعادة تدوير الهواء داخل الفراغ أو إنتقال الهواء من فراغ لآخر ، والذي قد يستلزم تعديل في توزيع فتحات التغذية وسحب الهواء داخل الفراغات.

10- التاكد من سلامة وحدات سحب الهواء بالحمامات وأن تعمل بكامل طاقتها طوال فترة إشغال المبنى.

11- يراعى ان تتم مراجعة تصميم جميع الفراغات المغلقة للتحقق من مدى إمكانية أضافة نوافذ تسمح بدخول نسبة من الهواء النقي لتقليل أحمال التكييف، خاصة في فترات أعتدال درجات الحرارة.

[10] (https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/global-covid-19/schools.html

INTERNATIONAL JOURNAL OF
ARCHITECTURAL ENGINEERING AND URBAN
RESEARCH
ISSN: 2785-9673 VOLUME 4, ISSUE 2, 2021, 64 – 94. www.egyptfuture.org/ojs/

12- يفضل أعتماد نظام التكييف المنفصل لكل فراغ إن أمكن.
13- يراعى رصد مستويات ثاني أكسيد الكربون Co2 في الفراغات التعليمية بشكل منتظم ، يعطي نسبة CO2 مؤشرا لجودة التهوية خاصة في الفصول الدراسية.
14- في حالة ظهور حالة مرضية يجب عزل الفراغ الذي تواجد به الشخص المصاب تماماً ، ومنع أي وسائل تكييف داخل الفراغ وتعقيمه بالكامل ، لفترة لا تقل عن 3 أيام ، عند ظهور أكثر من حالة مرضية (من 3 -9 حالات) ، أو اعراض إشتباه يتم عزل الجزء الذي ظهرت به الحالات المرضية عن أنظمة التكييف الحالية لمدة 3 أيام، ومنع تواجد أي شخص بهذا الجزء حتى يتم تعقيمه تماماً ، في حالة تفشي المرض أو أعراض الإشتباه (أكثر من 10 أشخاص)، يوصى بغلق المنشأة إحترازياً لحين تمام شفاء جميع المصابين وتعقيم المكان بالكامل خلال فترة (7-10 أيام).

### (6-1) مقارنة بين أوجه التشابه والإختلاف في التوصيات الصادرة عن المنظمات العالمية:

| | نقاط المقارنة | المنظمات المرجعية | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | WHO | ASHRAE | CDC | MDPI |
| 1 | **التهوية الطبيعية:** | | | | |
| 1-1 | أعتماد نظام التهوية الطبيعية كنظام أساسي | ● | ○ | ○ | ○ |
| 2-1 | التهوية الطبيعية المتقاطع | ● | ○ | ○ | ○ |
| 3-1 | تعديل مواعيد الدراسة بما يحقق ملائمة التهوية الطبيعية | ◌ | ◌ | ○ | ● |
| 4-1 | إستخدام الفصول الجنوبية شتاء | ◌ | ◌ | ● | ● |
| 5-1 | إستخدام الفصول الشمالية خلال فترات اعتدال الطقس | ◌ | ◌ | ● | ● |
| 6-1 | إضافة عناصر ميكانيكية لزيادة معدل تدفق الهواء | ● | ● | ● | ● |
| 7-1 | تدفئة الهواء الطبيعي في الشتاء | ● | ● | ● | ● |
| 8-1 | إضافة مرشحات للهواء الطبيعي | ● | ● | ● | ○ |
| 9-1 | عمل المعالجات المعمارية اللازمة لضمان تدفق الهواء | ◌ | ◌ | ● | ● |
| 2 | **التهوية الميكانيكية:** | | | | |
| 1-2 | صيانة الأجهزة الحالية بشكل منتظم ومكثف | ● | ● | ● | ● |
| 2-2 | استخدام وحدات التكييف المنفصل | ● | ● | ○ | ○ |
| 3-2 | فصل الفراغات وتقسيمها لتحقيق فرق الضغط | ● | ● | ○ | ○ |
| 4-2 | رفع قدرة الأجهزة الحالية | ● | ● | ● | ● |
| 5-2 | تركيب مراوح سحب لزيادة معدل التدفق | ● | ● | ● | ● |
| 6-2 | تركيب وحدات UV لتعقيم الهواء | ○ | ● | ◌ | ◌ |

INTERNATIONAL JOURNAL OF
ARCHITECTURAL ENGINEERING AND URBAN
RESEARCH
ISSN: 2785-9673 VOLUME 4, ISSUE 2, 2021, 64 – 94. www.egyptfuture.org/ojs/

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 7-2 | رصد مستويات CO2 داخل الفراغات المغلقة | • | • | • | • |
| 8-2 | التكييف بإستخدام أجهزة ( Total Fresh Air) | • | • | • | • |

المصدر : إعداد الباحث

**(7-1) الدراسة التطبيقية ( نموذج لأحد المدارس الحكومية العامة بجمهورية مصر العربية):**

قام البحث بدراسة احد النماذج العامة لتصميم المدارس الحكومية بجمهورية مصر العربية ، لتحليل مدى توافق انظمة التهوية الطبيعية المطبقة بالمدارس العامة لتوصيات الاجراءات الإحترازية للوقاية من أنتشار فايرس كورونا، وقد تم تقسيم الدراسة على النحو التالي:

أ- تحليل الموقع العام وتوجيه الفصول.

ب- دراسة العوامل الطبيعية المؤثرة على التهوية الطبيعية داخل الفراغات التعليمية بمنطقة القاهرة.

ت- مدى مطابقة الفصول الدراسية لمعايير التهوية الطبيعية والمتطلبات الخاصة بالاجراءات الإحترازية على النموذج.

ث- المقترحات الخاصة برفع كفاءة التهوية الطبيعية داخل الفراغات التعليمية بالنموذج.

ج- التوصيات العامة.

**1-2 إشتراطات هيئة الأبنية التعليمية لمدارس التعليم الأساسي:**

تنص إشتراطات الهيئة العامة للمباني التعليمية بمصر في ما يختص بمدارس التعليم الأساسي على أن :

1- أقل مساحة لأرض لبناء مدرسة تعليم أساسي 1200 متر مربع

2- نصيب الطالب من مساحة الموقع المحدد للمدرسة 4 متر مربع

3- لايقل نصيب الطالب عن 2.5 متر مربع من مساحة المناطق المفتوحة والملاعب

4- لايزيد عدد الطلاب بمرحلة رياض الاطفال عن 36 تلميذ/فصل

5- يشترط توجيه مبنى المدرسة والفصول إلى الإتجاه الشمالي ويمكن الإنحراف 25 درجة إلى الشرق أو الغرب من الشمال.

6- يشترط لكل فراغ من المبنى توفير فتحة أو أكثر للتهوية الطبيعية والإضاءة الطبيعية تطل على الواجهة الرئيسية أو أفنية مستوفية للإشتراطات بحيث : لايقل مسطح الفتحة عن 5 مترمربع للفراغات التعليمية ، ولا يقل عن 1 مترمربع للفراغات الإدارية، ولايقل عن 0.5 متر مربع للخدمات، وأن لايقل مسطح الفتحة عن 18% من مسطح الفراغ التعليمي موزعة على الجانبين.

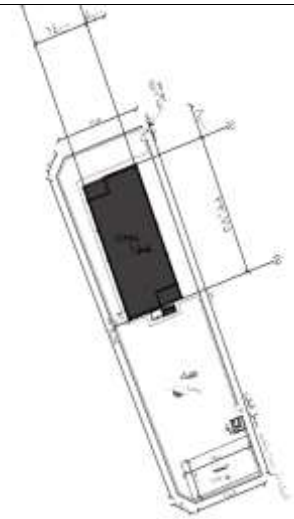
INTERNATIONAL JOURNAL OF
ARCHITECTURAL ENGINEERING AND URBAN
RESEARCH
ISSN: 2785-9673 VOLUME 4, ISSUE 2, 2021, 64 – 94. www.egyptfuture.org/ojs/

7- لا يقل إرتفاع الدور عن 3 متر لجميع الفراغات.
8- جميع الحوائط الخارجية بسمك لايقل عن 25 سم لايشمل التشطيب أو الكسوات الخارجية بجميع انواعها.
9- لايقل عرض باب الفصل عن 1 متر ولاتقل جلسة الشباك عن 1.1 متر. [11]

**1-2-2 وصف النموذج:**

النموذج لمدرسة تعليم أساسي تجريبي مكونة من مبنى واحد بإرتفاع 5 طوابق (أرضي + 4 متكرر) ، نوع المدرسة نموذج منخفض التكلفة، تبلغ المساحة الإجمالية للمبنى 480 متر مربع ، وتحتوي على عدد 28 فصل دراسي ، 4 رياض أطفال و24 فصل دراسي التوجيه العام للمدرسة شمالي جنوبي ، طول الواجهة الشمالية و الجنوبية 33.5 متر ، الواجهة الشرقية والغربية بطول 14.25 متر، متوسط الإرتفاع الصافي للدور 3.10 متر، الحد الأدنى لمساحة الفصل الدراسي الصافية 38م$^2$.

الشكل (2-1) صورة لمبنى المدرسة الواجهة الجنوبية الغربية



الشكل (2-2) :الموقع العام للمدرسة

[11]) معايير وإشتراطات صلاحية المواقع والمباني المدرسية مدارس التعليم الاساسي والثانوي العام (بالمدن والقرى القائمة)، الهيئة العامة للأبنية التعليمية، جمهورية مصر العربية ، 2020

INTERNATIONAL JOURNAL OF
ARCHITECTURAL ENGINEERING AND URBAN
RESEARCH
ISSN: 2785-9673 VOLUME 4, ISSUE 2, 2021, 64 – 94. www.egyptfuture.org/ojs/

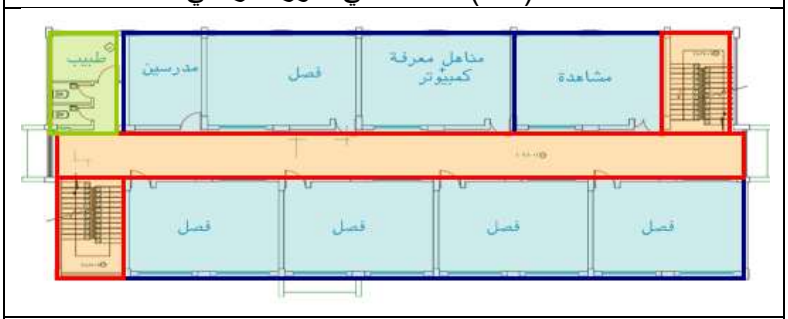
### 2-2-2 البرنامج المعماري للمشروع:

الجدول (2-1): التوزيع الفراغي للمبنى

| التوزيع الداخلي للمبنى | | التوزيع الخارجي | |
|---|---|---|---|
| الفراغ | النسبة | الوصف | النسبة |
| استقبال عام للجمهور | غير متاح | علامات بصرية توجيهية | غير متاح |
| صالة توزيع وانتظار | غير متاح | الصورة الذهنية المميزة | غير متاح |
| الفصول الدراسية (28 فصل) | %74.45 | حدائق مزروعة | غير متاح |
| الخدمات (حمامات ، 2 سلم ، ممرات) | %10 | سكن داخلي | غير متاح |
| مكاتب إدارية | %13.55 | فناء وساحة ملعب | %33.15 |
| مطعم | غير متاح | انتظار سيارات | غير متاح |
| تجهيزات اليكتروميكانيكية | غير متاح | عناصر تنسيق موقع متنوعة | غير متاح |
| شبكات | %2 | مسارات للمشاه والسيارات | غير متاح |

المصدر: إعداد الباحث

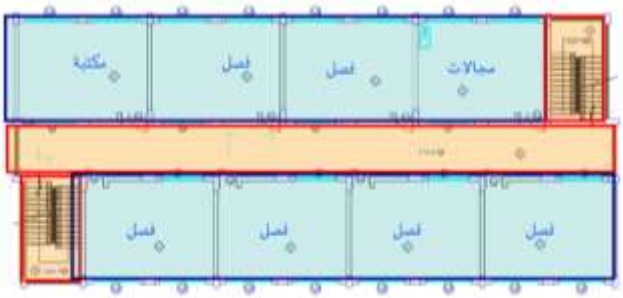
الشكل (2-3): مسقط أفقي للدور الأرضي



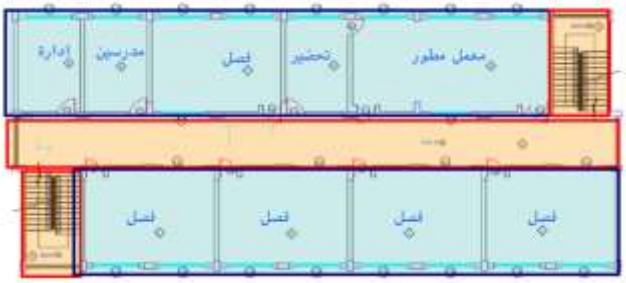

الشكل (2-4): مسقط أفقي للدور الأول

INTERNATIONAL JOURNAL OF
ARCHITECTURAL ENGINEERING AND URBAN
RESEARCH

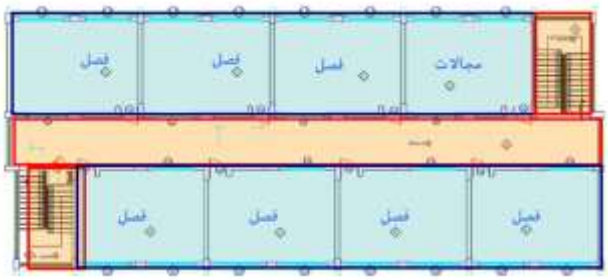
ISSN: 2785-9673 VOLUME 4, ISSUE 2, 2021, 64 – 94. www.egyptfuture.org/ojs/




الشكل (2-5): مسقط أفقي للدور الثاني




الشكل (2-6): مسقط أفقي للدور الثالث

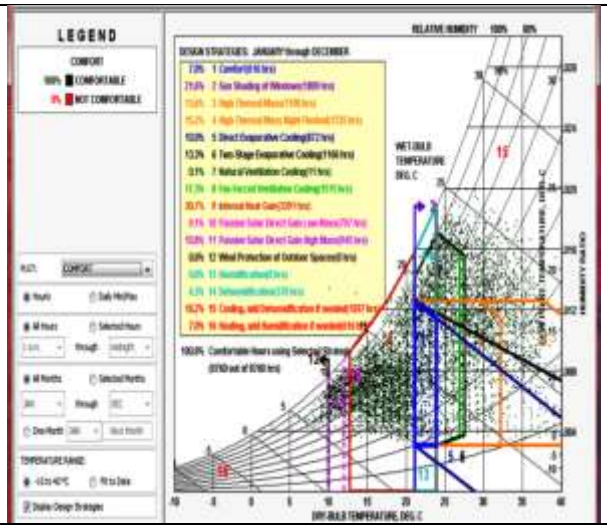



الشكل (2-7): مسقط أفقي للدور الرابع

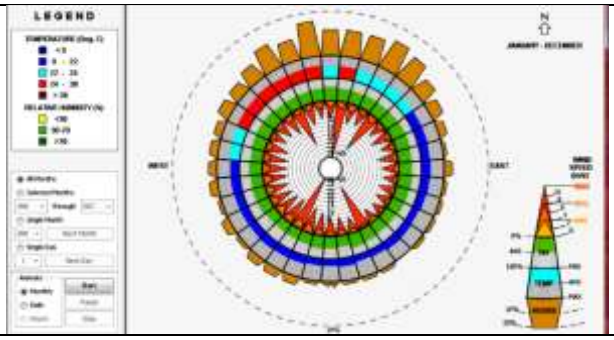
| | | | |
|---|---|---|---|
| فصول | | ممرات | |
| خدمات | | الشمال | |

INTERNATIONAL JOURNAL OF
ARCHITECTURAL ENGINEERING AND URBAN
RESEARCH

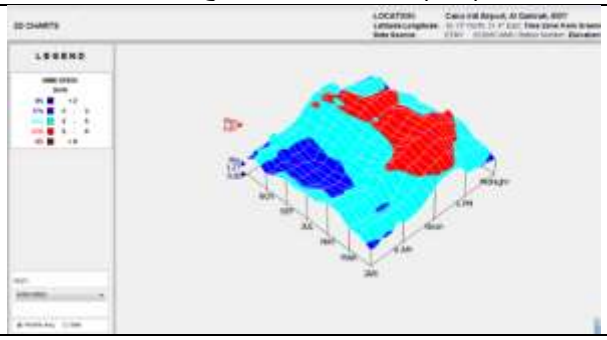
ISSN: 2785-9673 VOLUME 4, ISSUE 2, 2021, 64 – 94. www.egyptfuture.org/ojs/




الشكل (2-8):خريطة الراحة السيكوميترية لمدينة القاهرة



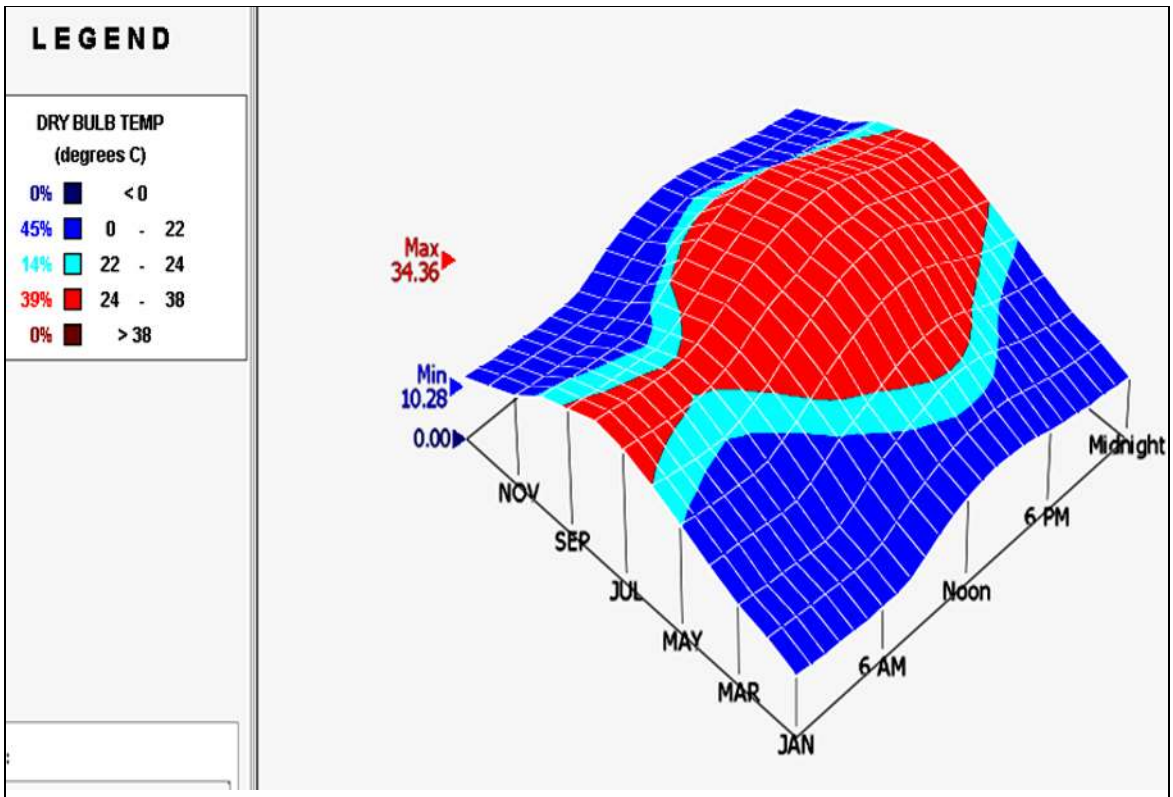

الشكل (2-9): خريطة وردة الرياح لمدينة القاهرة



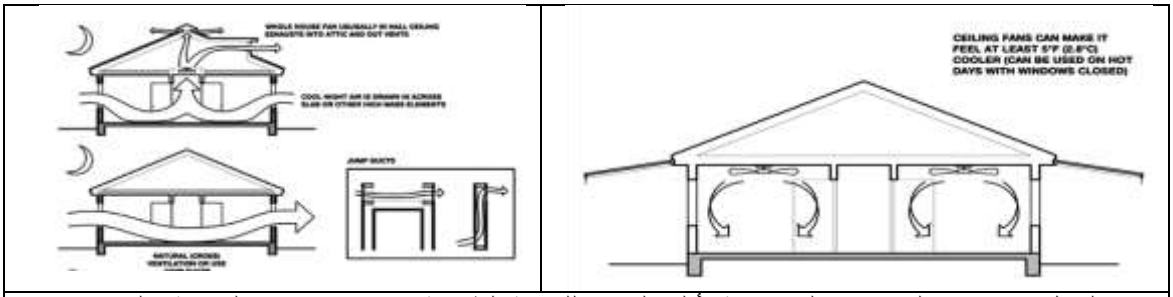

الشكل (2-10): سرعة الرياح لمنطقة القاهرة

INTERNATIONAL JOURNAL OF
ARCHITECTURAL ENGINEERING AND URBAN
RESEARCH

ISSN: 2785-9673 VOLUME 4, ISSUE 2, 2021, 64 – 94. www.egyptfuture.org/ojs/




الشكل (2-11): المنحنى المناخي لدرجات الحرارة لمدينة القاهرة بإستخدام برنامج النمذجة والمحاكاة
(weather data visualization software-CLIMATE CONSULTANT)

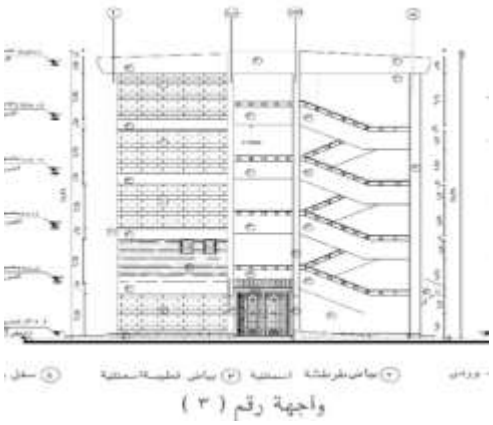



الشكل (2-12) : التوصيات التصميمية لأقليم القاهرة للتهوية الطبيعية بإستخدام برنامج النمذجة والمحاكاة
(weather data visualization software-CLIMATE CONSULTANT)

INTERNATIONAL JOURNAL OF
ARCHITECTURAL ENGINEERING AND URBAN
RESEARCH

ISSN: 2785-9673 VOLUME 4, ISSUE 2, 2021, 64 – 94. www.egyptfuture.org/ojs/

الشكل (2-13): القطاع الرأسي بالمبنى




الشكل (2-14): الواجهة الجنوبية الشرقية للمبنى

الشكل (2-15): الواجهة الجنوبية الغربية للمبنى

INTERNATIONAL JOURNAL OF
ARCHITECTURAL ENGINEERING AND URBAN
RESEARCH
ISSN: 2785-9673 VOLUME 4, ISSUE 2, 2021, 64 – 94. www.egyptfuture.org/ojs/

### 3-2-2 تحليل البيانات المناخية لمدينة القاهرة :

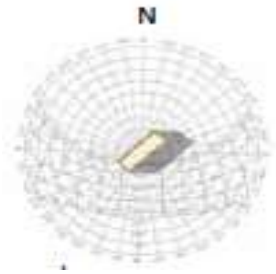
| درجات الحرارة مناخ (حار رطب) درجة مئوية | |
|---|---|
| المتوسط العام | 21.9 |
| أقصى درجة | 43 |
| اقل درجة | 8.1 |
| التراوح اليومي | 12.1 |

| | |
|---|---|
| كمية الإشعاع الشمسي kwh/m2 | 1900-2000 |
| الرطوبة النسبية | 58 |
| اتجاه الرياح السائد | شمالي-جنوب غربي |
| كمية الأمطار mm/year | 31.2 |
| سرعة الرياح السائدة m/s | 2-8 |

المصدر: Energy Efficient Building Guideline for MENA Region ,2013

### 4-2-2 الأداء الحراري للواجهات:

توجيه المبنى:




التوجيه الرئيسي للمبنى في الإتجاه الشمالي الغربي والجنوبي الشرقي ، تتمع الفصول الشمالية الغربية إظلال مستمر خلال فترات النهار وحتى الساعة 12 ظهرا ، فيما تتعرض الواجهة الجنوبية الشرقية بإشعاع شمسي من شروق الشمس وحتى الساعة 12 ظهرا ، تتحول الواجهة الشمالية الغربية الى واجهة معرضة لأشعة الشمس من الساعة 12 ظهرا وحتى نهاية اليوم الدراسي. مسطح الفتحات المطلة على الواجة 2.86 * 2 شباك إجمالي (5.72 متر مربع)، مسطح الفتحات على الممر3.432 متر مربع + مساحة الباب 2.1 متر مربع، إجمالي (5.532 مترمربع)، نسبة الفتحات لمسطح الفصل (29.6%) .

الجدول (2-2): نسبة الفتحات بالمبنى

| نسبة الفتحات إلى الجزء المصمت من الواجهات | | | | |
|---|---|---|---|---|
| الواجهة | التوجيه | مساحة الواجهة م$^2$ | مساحة الفتحات م$^2$ | نسبة الفتحات % |
| 1 | الشمالية الشرقية | 597.9097 | 199.0914 | % 33 |
| 2 | الجنوبية الغربية | 252.34 | 50.502 | % 32 |
| 3 | الجنوبية الشرقية | 596.078 | 186.782 | % 31 |
| 4 | الشمالية الغربية | 252.34 | 79.422 | % 31 |
| الإجمالي | | 1698.6677 | 545.7974 | % 31.75 |

المصدر: إعداد الباحث

INTERNATIONAL JOURNAL OF
ARCHITECTURAL ENGINEERING AND URBAN
RESEARCH

ISSN: 2785-9673 VOLUME 4, ISSUE 2, 2021, 64 – 94. www.egyptfuture.org/ojs/

معامل الإظلال للزجاج المظلل بإستخدام كاسرات الشمس الأفقية (Shaded Glass Ratio ((SGR))

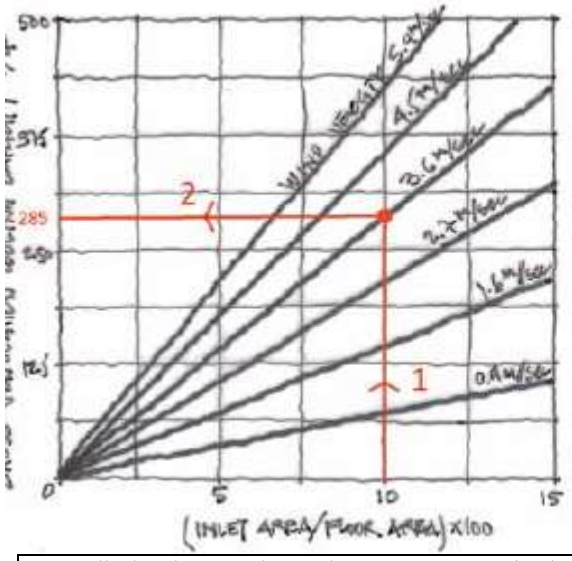
| الجنوبية الغربية | الجنوبية الشرقية | PT |
|---|---|---|
| 0.23 | 0.3 | 0.2 |

معدل الاكتساب الحراري الشمسي: (Solar Heat Gain Coefficient (SHGC)) للزجاج المستخدم من نوع الشفاف سمك 6 مم هو 0.71

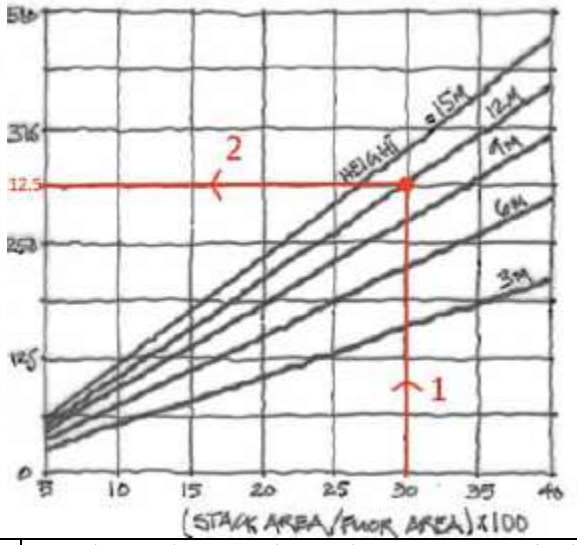
الجدول (2-3): حساب معامل الإظلال للنوافذ بالواجهات المختلفة

| Orientation | | Opaque | | calculated | Fenestration WWR% | | | | Calculated |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Surface Color | Min Required R values (m2 c/w) | | | | | | |
| | | | Mass | | W.W.R | Min. R Value | Max SHGC | Min. SGR | |
| Roof | | Dark | 2.2 | 2.79 | | | | | |
| Walls | NE | Bright | 0.7 | 1.62 | 33% | NR | 0.6 | 70% | SHGC= 0.71 |
| | NW | | | 1.62 | 32% | | | | SHGC= 0.71 |
| | SE | Bright | 0.8 | 1.62 | 31% | NR | NR | NR | SGR= 0.3 |
| | SW | | | 1.62 | 31% | | | | SGR=0.23 |

INTERNATIONAL JOURNAL OF
ARCHITECTURAL ENGINEERING AND URBAN
RESEARCH
ISSN: 2785-9673 VOLUME 4, ISSUE 2, 2021, 64 – 94. www.egyptfuture.org/ojs/




الشكل (2-16): قدرة التهوية المختزنة بالفراغ بالنسبة بين مساحة النافذة وسرعة الرياح




الشكل (2-17): كمية الهواء الطبيعي الداخلة للفراغ بالنسبة لمساحة النافذة وسرعة الرياح.

### 5-2-2 حساب معدلات التهوية للفراغات القائمة:

يحدد قانون البيئة المصري[12] المعدلات التالية :

| نوع المكان والنشاط | كثافة الإشغال | | الحد الأدنى لمعدل تجديد الهواء الخارجي (لتر/ث/شخص) |
|---|---|---|---|
| | شخص/100م$^2$ | شخص/38م$^2$ | |
| غرفة محاضرات صغيرة | 65 | 24.7 | 4.3 |
| مدرج محاضرات | 150 | - | 4.2 |
| معمل علوم | 25 | 9.5 | 8.6 |
| ورش النجارة والحدادة | 20 | 7.6 | 9.5 |

الجدول(2-4): الحد الأدنى لمعدل تجديد الهواء الخارجي اللازم لتهوية الأماكن العامة والمغلقة
المصدر : قانون البيئة وإعداد الباحث

مطلوب حساب معدل تجديد الهواء (هـ) اللازم لتهوية الفصول:

- حجم الهواء بالفراغ = مساحة الفراغ * الإرتفاع الصافي للدور

حجم الهواء = 38 * 3.1 = 117.8 م$^3$

الحد الأدنى لمعدل تجديد الهواء الخارجي (د)=

كثافة الإشغال= 65/ 100م$^2$

الحد الأدنى لمعدل تجديد الهواء الخارجي = 4.3 لتر/ث/شخص

عدد الأشخاص المتوقع بالفصل = المساحة * الإشغال /100م$^2$

=38 * 100/65 = 24.7 شخص

الحد الأدنى لمعدل تجدد الهواء اللازم للتهوية

=24.7 *4.3 =106.21 لتر / ثانية

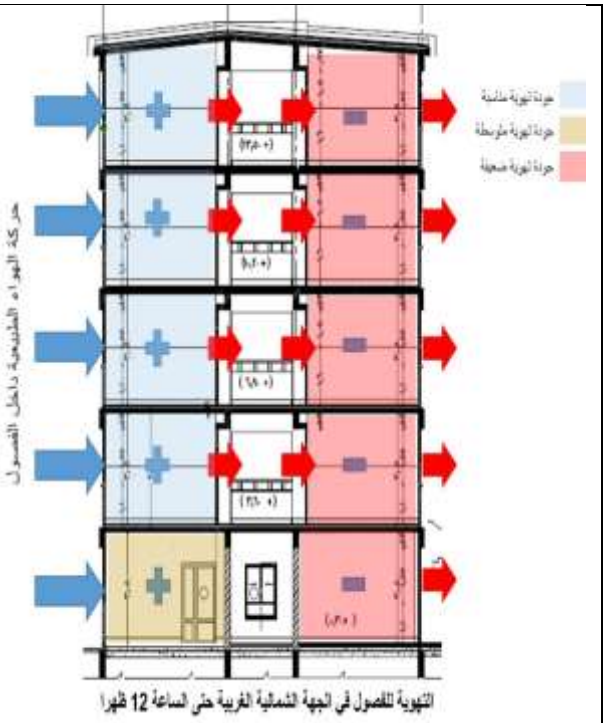
[12] ) قانون البيئة القانون رقم 4 لسنة 1994 ولائحته التنفيذية الصادرة بقرار رئيس مجلس الوزراء رقم 338 لسنة 1995، والمعدلة بالقرار رقم 1741 لسنة 205، الطبعة التاسعة عشر 2020

INTERNATIONAL JOURNAL OF
ARCHITECTURAL ENGINEERING AND URBAN
RESEARCH

ISSN: 2785-9673 VOLUME 4, ISSUE 2, 2021, 64 – 94. www.egyptfuture.org/ojs/

- حجم الهواء بالفراغ = مساحة الفراغ * الإرتفاع الصافي للدور
حجم الهواء = 38 * 3.1 = 117.8 م$^3$
- متوسط إستهلاك الفرد للهواء داخل الفراغ (إستهلاك متوسط 40 م$^3$/ساعة)، عدد الأفراد داخل الفراغ (مستوسط التزاحم داخل الفصول طبقا لتوصيات هيئة الأبنية التعليمية بمصر هو 38 طالب بالفصل)
استهلاك الطلاب للهواء داخل الفصل / ساعة
= 39 * 40 = 1560 م$^3$/ساعة
- القيمة المتوسطة الموصى بها من قبل منظمة الصحة العالمية لتجديد الهواء داخل الفراغ 6-12 مرة ناخذ القيمة 10 مرات.
حجم الهواء المطلوب تغييره داخل الفراغ / الساعة
=10* 1560= 15600 م$^3$/ساعة
حجم الهواء المطلوب تغييره داخل الفراغ / ثانية =
60/60/15600 = 4.33 م$^3$/ثانية
كمية تدفق الهواء بالفراغ = حجم الهواء المطلوب تغييره (ثانية) * حجم الفراغ = 4.33 * 117.8 = 510.074 م$^3$/ ثانية
- متوسط سرعة الرياح القادمة للفصل الدراسي التوجيه شمالي غربي (من دراسة سرعة الرياح 8-4 م/ثانية) = 4 م/ث
- يكافئ سرعة الرياح 4م/ث ، ضغط جوي مقداره 5 وتاخذ قيمة متوسطة 5 كجم/م2 عند درجة حرارة متوسطة 31.2 C°
- كمية الهواء الداخلة للفراغ عن طريق النوافذ الشمالية الغربية
= 4 م/ث * 5.72 م$^2$ = 22.88 م$^3$/ثانية
= 22.88 *60 * 60 = 82368 م$^3$/الساعة
- عدد مرات تغيير الهواء الحالي = 11.65 مرة /الساعة

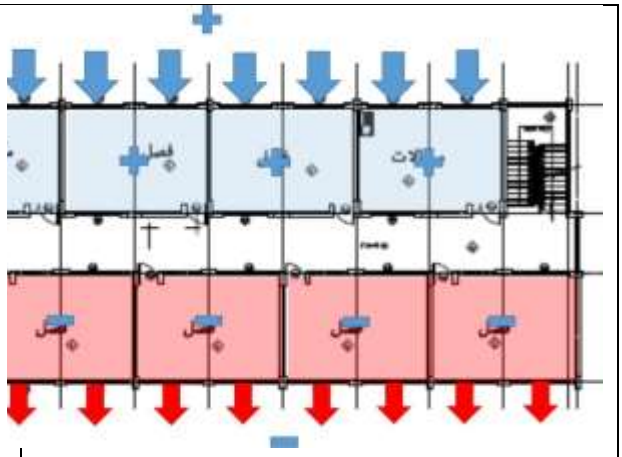
***وهذا المعدل يحقق متطلبات التهوية الطبيعية للفراغ***



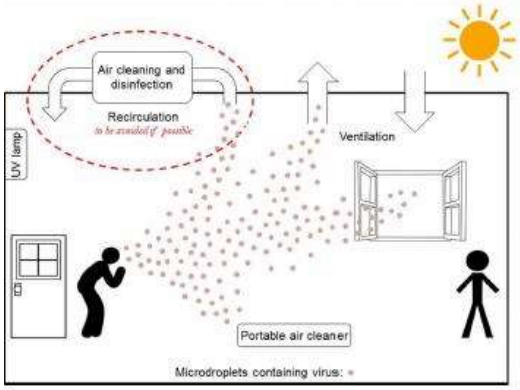

الشكل (2-18): دراسة التهوية للفصول قطاع راسي (الوضع القائم)
المصدر : إعداد الباحث

INTERNATIONAL JOURNAL OF
ARCHITECTURAL ENGINEERING AND URBAN
RESEARCH

ISSN: 2785-9673 VOLUME 4, ISSUE 2, 2021, 64 – 94. www.egyptfuture.org/ojs/



الشكل (2-19): دراسة التهوية للفصول المسقط الأفقي (الوضع القائم)
المصدر : إعداد الباحث




الشكل (2-20): الاستراتيجيات العامة لتهوية الفصول لمنع انتشار فيروس كورونا المصدر:
https://covid.ri.gov/ , 22/9/2021

**مع الأخذ في الإعتبار:**

1- تتحقق جودة التهوية للفصول الدراسية في نفس الظروف الإفتراضية التي تم عمل الحسابات الهندسية عليها والتي قد تقل أو تزيد هذه القيم نتيجة لإختلاف العوامل الجوية.
2- تتوقف جودة الهواء على معاملات التلوث الخارجي وإستمرارية التدفق بشكل منتظم
3- سرعة الهواء ومعدلات تغيير الهواء لاتعني التحكم في درجات الحرارة للهواء داخل الفراغ

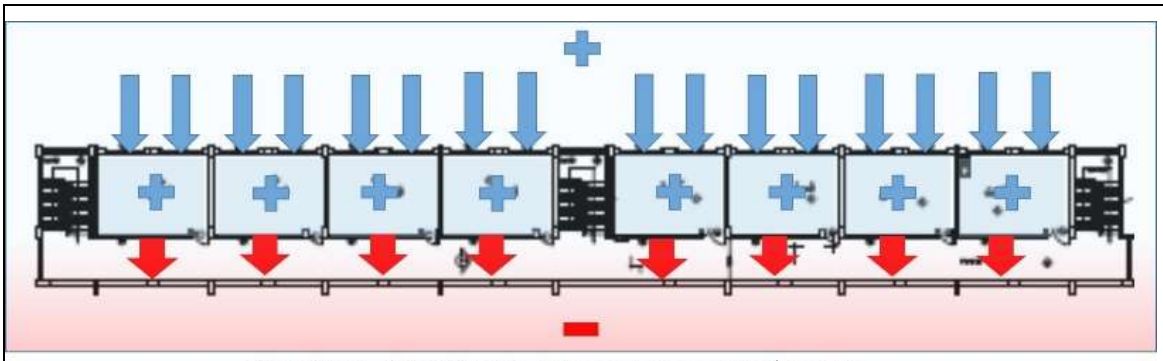
وبناء عليه فإن سياسات التحكم في جودة الهواء للحفاظ على هذه المعدلات تتطلب وجود أنظمة مساعدة للعمل على ضمان إستمرار تدفق الهواء الطبيعي بنسب آمنة، وهو ما يتطلب أتخاذ اجراءات تصميمية مناسبة يجب وضعها في الإعتبار أثناء تصميم الفراغات التعليمية ، تفعيل أكثر من أستراتيجية لذلك منها إستخدام وسائل التهوية الميكانيكية (المراوح الداخلية ، ومراوح سحب الهواء) ، والوسائل الطبيعية منها : إعادة النظر في تصميم المباني التعليمية ذات التحميل المزدوج (المطلة على واجهتي المبنى ) بحيث تكون جميع الفصول الدراسية في توجيه شمالي – شمالي غربي ، وكذالك إعتماد نظام الأفنية الداخلية في حالة تعذر وضع جميع الفصول في التوجيه الشمالي حيث يعمل الفناء الداخلي على سحب الهواء من داخل الفراغات خاصة في حالة أن يكون هذا الفناء مغطى (فكرة عمل الشخشيخة) وإضافة عنصر مائي لترطيب الهواء في فترات إرتفاع درجة الحرارة الجافة.

**يجب إعادة النظر في كثافات الفصول الحالية لتقليل كمية $CO_2$ داخل الفراغ وضمان تحقيق معدلات التهوية المناسبة.**

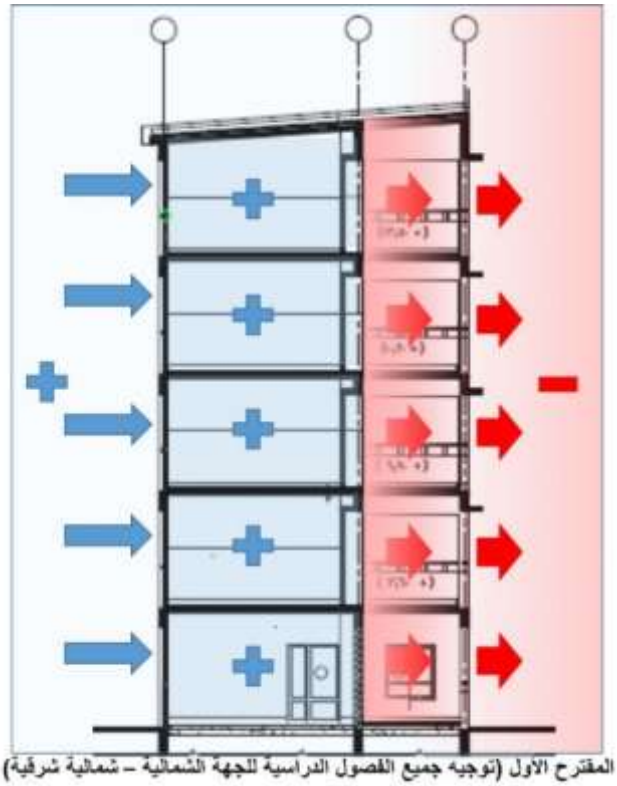
INTERNATIONAL JOURNAL OF
ARCHITECTURAL ENGINEERING AND URBAN
RESEARCH

ISSN: 2785-9673 VOLUME 4, ISSUE 2, 2021, 64 – 94. www.egyptfuture.org/ojs/

## 3-2 المقترحات التصميمية لتحقيق جودة التهوية داخل الفراغات التعليمية:



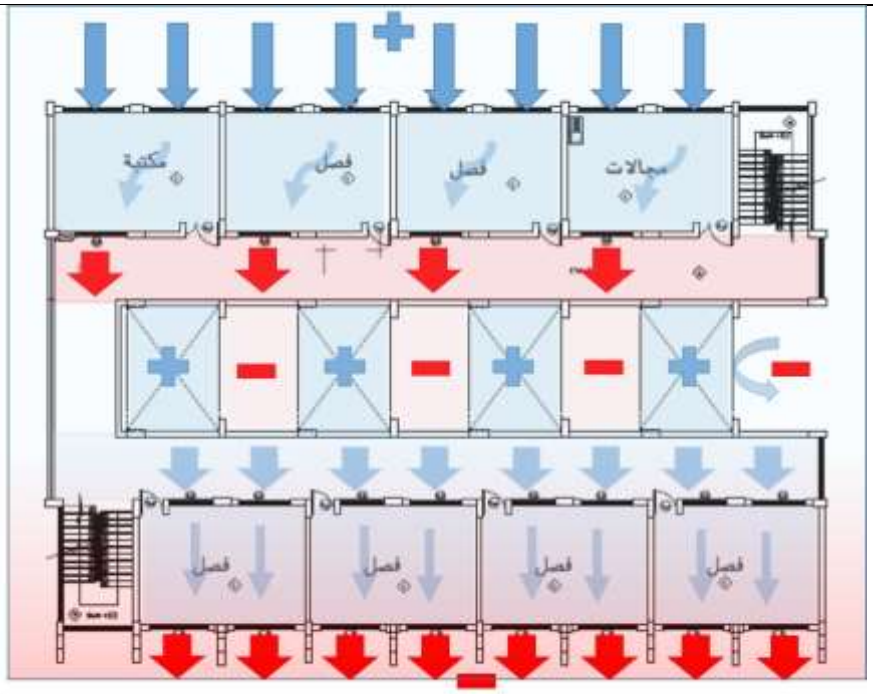

الشكل (2-21): المقترح الأول التوجيه فقط، دراسة التهوية للفصول مسقط أفقي
المصدر : إعداد الباحث



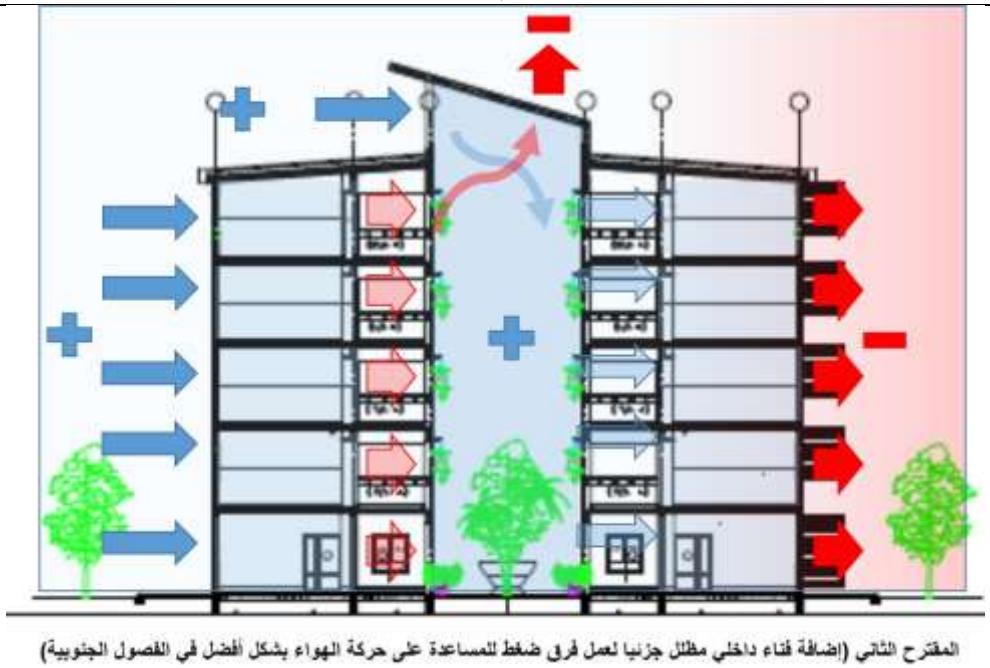

الشكل (2-22): المقترح الأول التوجيه فقط، دراسة التهوية للفصول قطاع رأسي
المصدر : إعداد الباحث

INTERNATIONAL JOURNAL OF
ARCHITECTURAL ENGINEERING AND URBAN
RESEARCH

ISSN: 2785-9673 VOLUME 4, ISSUE 2, 2021, 64 – 94. www.egyptfuture.org/ojs/




الشكل (2-23): المقترح الثاني التوجيه وإضافة فناء داخلي، دراسة التهوية للفصول مسقط أفقي
المصدر : إعداد الباحث




الشكل (2-24): المقترح الثاني التوجيه وإضافة فناء داخلي، دراسة التهوية للفصول، قطاع رأسي
المصدر : إعداد الباحث

INTERNATIONAL JOURNAL OF
ARCHITECTURAL ENGINEERING AND URBAN
RESEARCH
ISSN: 2785-9673 VOLUME 4, ISSUE 2, 2021, 64 – 94. www.egyptfuture.org/ojs/

## 4- النتائج:

- أن التهوية الطبيعية تعتبر من العوامل الهامة لضمان جودة التهوية والتخلص من الغازات الضارة داخل الفراغات المغلقة، خاصة في ظل جائحة كورونا.
- لا تكفي التهوية الطبيعية فقط لضمان جودة التهوية ، نظرا لوجود عوامل أخرى تؤثر على حجم وسرعة الهواء داخل الفراغ، ويتطلب الإعتماد على التهوية الطبيعية أضافة بعض التجهيزات الميكانيكية (المراوح – الشفاطات – الفلاتر) ، للتحكم في كمية ومسار الهواء ومعدلات تغيير الهواء داخل الفراغ.
- تحتم ظروف جائحة كورونا ومايتبعها من موجات ، وجود إجراءات إحترازية تصميمية لضمان سلامة المستخدمين داخل الفراغات المغلقة وخاصة المدارس، تشمل إستعمال النظام الهجين للتهوية ، وإضافة العناصر المعمارية المختلفة لضمان جودة التهوية.
- يؤدي التوجيه المناسب (الشمالي – الشمالي الغربي) ، للحصول على أفضل تدفق للهواء داخل الفراغات المطلة على الواجهات.

## 5- التوصيات:

1- يجب على وزارة الصحة بجمهورية مصر العربية تحديث النشرات والدوريات المتعلقة بالإجراءات الإحترازية ، خاصة ما يتعلق بالفراغات المغلقة والتي يتم تقديم العديد من البحوث الدولية والتوصيات من قبل المنظمات المتخصصة والهيئات ذات الصلة ، والإشراف على تطبيق تلك الإجراءات.

2- يوصي البحث ان تقوم هيئة الأبنية التعليمية بمصر ، بتكثيف الدراسات للنماذج القائمة للمدارس بجميع الأقاليم المناخية لتحديد أولويات عمليات التطوير، بما يواكب الإجراءات الإحترازية المنصوص عليها من قبل منظمة الصحة العالمية ، ويحقق جودة التهوية داخل الفراغات التعليمية لضمان سلامة الطلاب.

3- يوصي البحث بمراجعة كثافة الفصول الحالية، وتقليل الكثافات والحفاظ على مسافات التباعد الإجتماعي بين الطلاب داخل الفصول الدراسية القائمة.

4- يوصي البحث بإستخدام النظام الهجين للتهوية (طبيعي-ميكانيكي)، للمدارس الحكومية، وإتخاذ التدابير اللازمة للحفاظ على جودة التهوية (للمدارس التي تستخدم النظام الميكانيكي فقط للتهوية والتكييف).

5- يجب على هيئة الأبنية التعليمية المتابعة الدورية التحقق من جودة الهواء وإجراء القياسات المعملية المناسبة للتاكد من ذلك .

## 6- المراجع:

1- مركز المعلومات ودعم اتخاذ القرار ، مجلس الوزراء بمصر، فيروس كورونا المستجد وانتشاره محليا وعالميا، التقرير الأسبوعي السنة 1 العدد 5 ، أغسطس 2021
2- منظمة الصحة العالمية ،إنتقال فيروس كورونا المسبب للمتلازمة التنفسية الحادة الوخيمة-2: الآثار المترتبة على احتياطات الوقاية من العدوى. جنيف 2020
3- رضا أفشاري،علي وآخرون، تصميم نظام التهوية وفيرس كورونا (COVID-19)، بحث منشور قسم الهندسة البيئية المبنية جامعة البورك ، كوبنهاغن الدنمارك ، أبريل 2021
4- معايير وإشتراطات صلاحية المواقع والمباني المدرسية مدارس التعليم الاساسي والثانوي العام (بالمدن والقرى القائمة)، الهيئة العامة للأبنية التعليمية، جمهورية مصر العربية ، 2020
5- قانون البيئة القانون رقم 4 لسنة 1994 ولائحته التنفيذية الصادرة بقرار رئيس مجلس الوزراء رقم 338 لسنة 1995، والمعدلة بالقرار رقم 1741 لسنة 205، الطبعة التاسعة عشر 2020

ISSN: 2785-9673 VOLUME 4, ISSUE 2, 2021, 64 – 94. www.egyptfuture.org/ojs/

6- Roadmap to improve and good indoor ventilation in the context of COVID-19 ,World Health Organization, 2021
7- ASHRAE. Technical resources for residential settings. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers; 2020
8- The impact of mechanical ventilation operation strategies on indoor $CO_2$ concentration and air exchange rates in residential buildings, SAGE journals, October 2020
9- Effects of the COVID-19 Pandemic on Indoor Air Quality and Thermal Comfort of Primary Schools in Winter in a Mediterranean Climate, MDPI, 2021
10- Energy Efficient Building Guideline for MENA Region, 2013
11- https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/technical-guidance/naming-the-coronavirus-disease-(covid-2019)-and-the-virus-that-causes-it
12- https://www.ecdc.europa.eu/en/covid-19/questions-answers
13- https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/global-covid-19/schools.html