

التأثير البيئي للمواد المستخدمة في التصميم الداخلي على جودة الهواء

في الفراغات المعمارية

د. منى عبد السلام الشامس أ. حامد شعبان القبلاوي أ. إيمان محمد فرج

كلية الفنون والإعلام/ جامعة طرابلس

ملخص البحث:

نتيجة للتطور العلمي المتبوع بالتطور التكنولوجي ظهرت العدد من المواد المستخدمة في الفراغات المعمارية سواء في أعمال التشطيب أو الأثاث، وقد أثبتت الدراسات الحديثة أن معظم هذه المواد ليست نظيفة وآمنة للإنسان على المدى الطويل وخاصة في الفراغات المغلقة، وقد كان لذلك نتائج وخيمة على صحة الإنسان والسبب في ظهور العديد من الأمراض الجديدة الناتجة عن استخدام مثل هذه المواد والتي تساعد أيضاً على خلل المنظومة البيئية وزيادة المؤثرات السلبية على الهواء الداخلي للفراغات المعمارية.

ومن خلال ذلك جاءت هذه الدراسة للتعريف بأهم الملوثات في البيئة المعمارية الداخلية المؤثرة على جودة الهواء في الفراغ الداخلي، ودراسة أهم تدابير السيطرة عليها من خلال التصميم الجيد للفراغ.

المقدمة:

﴿كَذَلِكَ يُبَيِّنُ اللَّهُ لَكُمْ آيَاتِهِ لَعَلَّكُمْ تَتَفَكَّرُونَ﴾ (البقرة، 266).

أمر الله سبحانه وتعالى الإنسان بالتفكير والتفكر، فالفكر هو أصل كل الماديات الكونية، والعامل المهم لقيام الحضارة والارتقاء بالمجتمع، والفكر التصميمي والمعماري هو مرآة العصر بكل أنواعه. يقول المعماري الياباني (تشيكاوا كينوا) في كتابه العمارة والتكنولوجيا: "إن الفنون الملموسة مثل الفنون الجميلة (العمارة والتصوير والنحت) والفنون الأدبية (الشعر والنثر والقصة) هما رؤيتان صادقتان عن الفكر المعاصر لهما"، والفكر المعماري ما انفك يبحث في كل المسائل التي تمس

الإنسان وتؤثر عليه في البيئة الداخلية، ومن هذه المسائل التأثير البيئي للمواد على جودة الهواء الداخلي للفراغات الداخلية موضع هذه الورقة البحثية.

وقد كان هذا الموضوع من أهم اهتمامات الدارسين والباحثين في كثير من الدول خلال السنوات الأخيرة، إلا أن جذور هذه المشكلة تمتد منذ انتهاء الحرب العالمية الثانية، الذي شهد بداية الاهتمام بالحفاظ على الطاقة وتوجهت معظم الاهتمامات إلى توفير استهلاك الطاقة في الفراغات الداخلية، وأخذ بعين الاعتبار في كل التصميمات التي كانت في هذه الفترة وحتى الآن تحويل الفراغات إلى أن تكون محكمة الغلق وشبه مغلقة بمواد عازلة، وطورت أنظمة التسخين والتبريد فاعتمدت بشكل أساسي على الهواء المعاد تدويره داخل الفراغات، وأصبحت الفراغات تتعرض بدرجة أقل للهواء الخارجي المتجدد.

وقد كان يعتقد إلى فترة زمنية قصيرة أن البيئة الداخلية تحمي الإنسان من الملوثات في البيئة الخارجية إلا أن الأمر اتضح بأن مشكلة التلوث لا تقتصر على البيئة الخارجية فحسب، بل تشمل أيضاً البيئة الداخلية، وأصبحت المشكلة أمراً هاماً بعد ظهور ما يسمى (المباني المريضة) التي أصبحت الشغل الشاغل لخبراء منظمة الصحة العالمية التي وصفتها بأنها مجموعة من الظواهر الصحية التي تتسبب في الشعور بكثير من الأعراض المرضية، كتهيج العين والأنف إلى الشعور بالتعب والصداع والغثيان، وارتبطت تلك الأعراض من الناحية الباثولوجية بالمباني والمسكن محكمة الغلق والنوافذ التي لا يمكن فتحها بجانب ارتفاع درجات الحرارة ومستويات الرطوبة النسبية والغبار والتدخين (محروس، 2001، 18-19).

يحدث التلوث للهواء الداخلي في الفراغات السكنية والمكاتب والمباني العامة في أغلب الأحيان نتيجة للأنشطة المستخدمة بداخل تلك الفراغات، واستخدام الأنواع المختلفة من الموقد والمنتجات المنزلية الكيميائية ومواد التنظيف والأجهزة الكهربائية، وانبعثت بعض أنواع الملوثات من مواد البناء والدهانات والأرضيات والأثاث المستخدم في الفراغات الداخلية نتيجة استخدام بعض المواد التي أثبتت الدراسات أنها غير آمنة بيئياً، ومن هنا ركزت الدراسات في الآونة الأخيرة للتوصل إلى خامات صديقة للبيئة، ليس لها أضرار على الإنسان لاستخدامها في جميع مجالات الحياة المختلفة،

وأهمها مجال التصميم الداخلي والأثاث في الفراغات الإنسانية التي تعتبر بمثابة الغلاف الخارجي للإنسان، مع الحفاظ على الهدف الرئيسي وهو بناء فراغات صحية متوافقة بيئياً (بجوح، 2005).

مشكلة الدراسة:

تنص الاتفاقيات الدولية ومنها المادة 53 من اتفاقية جنيف الرابعة الخاصة بحماية السكان المدنيين لعام 1949 على أن "الحق في السكن جزء أساسي في القانون الدولي لحقوق الإنسان، وهو المكان الذي يعطي لسكانه الفرصة للخلق والإبداع والمشاركة النشطة في الحياة الاجتماعية"، في حين ينص الملحق الثاني الخاص من المؤتمر الثاني للمستوطنات البشرية في تركيا 1996 على أن "المأوى الملائم يعني أكثر من سقف فوق رأس الإنسان، بل يعني أيضاً الخصوصية الملائمة، الحيز الملائم، الأمن، الحماية القانونية لسكانه، الصلابة والمتانة البنوية، الإضاءة الملائمة، التدفئة والتهوية، البنية التحتية الأساسية الملائمة مثل التزويد بالمياه، خدمات الصرف الصحي والتخلص من الفضلات، البيئة الملائمة والعوامل المرتبطة بالصحة، المنطقة الملائمة التي يمكن من خلالها الوصول خصوصاً للعمل والخدمات المختلفة، إن كل تلك النقاط يجب أن تتوفر وتتكلف متاحة، كما أن الملاءمة يجب أن تتقرر من السكان ذوي العلاقة" (طه، 2006، 17).

عليه ونتيجة للتطور العلمي المتبوع بالتطور التكنولوجي لوحظ ظهور العديد من المواد المصنعة المستخدمة في الفراغات الداخلية سواء في أعمال التشطيب أو الأثاث غير آمنة على الإنسان وتسبب العديد من الأمراض الجديدة حسب الدراسات العلمية (سيتم التعرض للبعض منها لاحقاً) كما تعمل على زيادة المؤثرات السلبية على الهواء الداخلي للفراغات، ومن هنا تمثلت مشكلة هذه الدراسة في النقاط الآتية:

- توعية المصمم والمستخدم بضرورة التقليل من استخدام المواد المصنعة في البيئات المغلقة.
- مراعاة المتطلبات البيئية في التصميم لخلق فراغات سكنية آمنة على الإنسان على المدى البعيد.

أهداف الدراسة:

تهدف الدراسة إلى النقاط الآتية :

- 1- الهدف الرئيسي للدراسة هو كيفية الحصول على فراغات مناسبة لحياة الإنسان بشكل صحي من خلال المواد المستخدمة في الفراغات الداخلية سواء كانت في التشطيب أو الأثاث.
 - 2- توعية المصمم الداخلي والمستخدم ببعض المواد سواء كانت طبيعية، أم مصنعة، أم طبيعية مطوّرة من خلال دراسة أخطارهم البيئية والصحية.
- أهمية الدراسة:

تتمثل أهمية الدراسة في الآتي:

- المساعدة في اختيار مواد مناسبة لتصميم فراغات داخلية آمنة على صحة الإنسان وذلك عن طريق الحد من تلوث الهواء الداخلي والمحافظة على جودته في الفراغات المغلقة.
- منهجية الدراسة:

تتبع الدراسة المنهج الوصفي التحليلي لتحديد مفهوم بعض المصطلحات ودراسة محددات المشكلة، من خلال الإجابة على التساؤلات الآتية:

- تحديد مفاهيم من أهمها الفراغ الداخلي / التصميم الداخلي / جودة الهواء / تلوث الهواء / مواد مصنعة.
- المتطلبات البيئية في تصميم الفراغات الداخلية؟
- مؤشرات تلوث الهواء في البيئة الداخلية؟
- مصادر التلوث البيئي للهواء في الفراغات المعمارية.
- التأثيرات الصحية لملوثات الهواء في الفراغات المعمارية الداخلية.
- أهم المواد الكيميائية المستخدمة في الفراغات الداخلية وعلاقتها بصحة الإنسان.
- وسائل التحكم في جودة الهواء بالفراغات الداخلية.

مصطلحات الدراسة:

البيئة:

البيئة هي الوسط المحيط بالإنسان، الذي يشمل كافة الجوانب المادية وغير المادية، فالبيئة تعني كل ما هو خارج عن كيان الإنسان، وكل ما يحيط به من موجودات (الصعيدي، 2006، 17).

البيئة في اللغة العربية يعود إلى (بوا) والفعل (باء) وتبوء أي نزل وأقام، والبيئة والمباءة بمعنى المنزل والنزل قال تعالى: ﴿وَالَّذِينَ آمَنُوا وَعَمِلُوا الصَّالِحَاتِ لَنُؤْتِيَنَّهُمْ مِّنَ الْجَنَّةِ غُرَفًا تَجْرِي مِن تَحْتِهَا الْأَنْهَارُ خَالِدِينَ فِيهَا نِعْمَ أَجْرُ الْعَامِلِينَ﴾ (العنكبوت، 58)، ومفهوم البيئة يشمل جميع الظروف والعوامل الخارجية التي تعيش فيها الكائنات الحية وتتوثر في العمليات التي تقوم بها، فالبيئة بالنسبة للإنسان: "الإطار الذي يعيش فيه والذي يحتوي على التربة والماء والهواء وما يتضمنه كل عنصر من هذه العناصر الثلاثة من مكونات جامدة، وكائنات تنبض بالحياة، وما يسود هذا الإطار من مظاهر شتى من طقس ومناخ ورياح وأمطار وجاذبية ومغناطيسية... إلخ، ومن علاقات متبادلة بين هذه العناصر" (الصعيدي، 2006، 17). والبيئة (Environment) في المعجم الإنجليزية تعني: مجموعة الظروف والمؤثرات الخارجية التي لها تأثير في حياة الإنسان والكائنات (الفتحي، 1993، 1)، كما تعرف في علم البيئة (Ecology) الحديث بأنها "الوسط أو المجال المكاني الذي يعيش فيه الإنسان يتأثر به ويؤثر فيه، سواء كان هذا الوسط من صنع الطبيعة أو من صنع الإنسان، وقد أكد إعلان (استوكهولم عام 1972م) على أن مفهوم البيئة يعني "كل شيء يحيط بالإنسان" (فجّال، 2002، 28).

تلوث الهواء:

يعرّف علماء البيئة التلوث بأنه وجود أي مادة أو طاقة في غير مكانها وزمانها وكميتها المناسبة (الفتحي، 1993، 28)، ومن هنا يأتي مفهوم التلوث البيئي الذي يتمثل في تغير صفات البيئة الأصلية وسماتها الفيزيائية أو الكيميائية أو البيولوجية، وتعرف أيضا هذه الظاهرة بأنها تغيير الوسط الطبيعي الناشئ بفعل الإنسان.

التصميم الداخلي:

يشير دليل جامعة برايتون إلى أن التصميم يمثل "حلقة وصل بين الأفكار التصويرية في التصميم الخاص وكل وسيلة نحو خامة حقيقية، فهو وصف لكيفية تغير الأماكن الحالية لتصبح أكثر فائدة للإنسان، حيث تمثل المواد والعناصر الشكل والمحتوى لها" (خلف، 2005، 21)، والتصميم عبارة عن عملية الغرض منها حل المشكلات المعمارية ومعالجة وإيجاد الحلول لكافة الصعوبات لجعل الجو الداخلي للفراغ هادئاً ومريحاً وصحياً.

الفراغ الداخلي:

هو حيز مغلق تفصله عن الفراغ الخارجي مجموعة عناصر ومحددات مادية تتمثل بالمحددات الأفقية والعمودية التي تعطي العمارة هيئتها، وتعرف جزءاً من الفضاء الممتد غير المتناهي وتتوسل تنسيقاً للحيز المغلق، وأن تلك العناصر المادية تحدد الصفات العامة الرئيسية للفضاء الداخلي كمساحته، وارتفاعه، وأسلوب انفتاحيته وغلظه (Ching، 1987، 161)، ويعرف على أنه الوحدة الأساسية في عملية التصميم الداخلي التي تعكس جملة من العلاقات المدركة والمجسدة تجسيداً فيزيائياً، لها شكل ومعنى محدد بأنظمة معبّرة عن أهداف وظيفية وجمالية ونفسية (علي، 2002، 4).

تلوث البيئة الداخلية للمباني:

يقصد به زيادة مستوى تركيز الملوثات في البيئة الداخلية للمباني، وذلك نتيجة عدم استخدام المواد الطبيعية أو الملائمة في التصميم الداخلي، إضافة إلى عدم وجود تهوية صحيحة للفراغ، واستنشاق الغازات والأبخرة والغبار وزيادة تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون والإشعاع وغير ذلك، الأمر الذي يشكّل خطورة كبيرة على صحة الإنسان (محروس، 2001، 25).

المتطلبات البيئية للفراغات المعمارية الداخلية:

إن ارتباط التصميم الداخلي بالعمارة يؤكد التكامل الذي يمثله كلاهما في تشكيل البيئة الملائمة للإنسان، لذا ينبغي أن نعمل على إحداث توازن فيما يقوم الإنسان بتشييده في الفراغات الداخلية

والخارجية وبين البيئة، حيث إن البيئة المبنية تحل محل جزء من النظام البيئي بوجودها في الحي الملموس، وفي الوقت نفسه فإن مكوناتها من الطاقة والمواد تقوم بتغيير النظام البيئي في المواد والطاقة، ويقصد بمتطلبات البيئة الداخلية عند التصميم دراسة التحكم في المميزات الداخلية للفراغ من حيث النقاط الآتية:

- جودة الهواء (Air Quality).
- درجة الحرارة (Temperature).
- التهوية (Ventilation).
- الإضاءة (Natural Lighting).
- الضوضاء (Noise).

ويهدف ذلك بالدرجة الأولى إلى راحة الإنسان، وإطالة عمر مواد البناء والتصميم المستخدم بالفراغ، حيث يلاحظ أن الاهتمام بالوقت الراهن ينصب حول الاتجاهات التي تدعم ترشيد استهلاك الطاقة هدفاً أساسياً للتصميم دون مراعاة لجودة الهواء الطبيعي بداخلها، وهذا ما أدى إلى ظهور ما يسمى بالمباني المريضة (SBS) (Sick Building - Syndrome)، حيث يتحول الفراغ الداخلي إلى قلعة محصنة لا يخترقه الهواء الخارجي إلا بصعوبة أو بشكل غير مجدٍ، نتيجة سوء تصميم مداخل ومخارج الهواء في الفراغ، كما أن لمستويات الرطوبة والحرارة في الفراغ تأثير مباشر على تزايد مستويات الأبخرة والجزيئات المتطايرة في الفراغ والتي تؤثر سلباً على جودة الهواء فيه، ولهذه المتطلبات تأثير مباشر على راحة المستخدم في الفراغ، وفي الجدول الآتي يتم تناول أهم عناصر البيئة لتصميم الفراغات المعمارية والتي لها ارتباط مباشر بموضوع هذه الدراسة:

جدول رقم (1)

يوضح عناصر البيئة الأساسية لتصميم الفراغات المعمارية الداخلية

عناصر البيئة الأساسية لتصميم الفراغات المعمارية الداخلية	
الرطوبة النسبية	عبارة عن تشبع الهواء ببخار الماء ولها أسباب عديدة من أهمها ارتفاع درجة الحرارة وتسرب المياه داخل الفراغات، والنسبة المقبولة للرطوبة داخل الفراغات الداخلية تتراوح ما بين (30% إلى 50%) ويمكن التحكم فيها عن طريق مراعاة التهوية داخل الفراغ، وعندما تكون أعلى من 70% تسبب نمو الأحياء الدقيقة، وعندما تقل عن 20% تسبب جفاف الغشاء المخاطي (كونيا، 2011، 9).
درجة الحرارة	هي مجموع الطاقة الكلية للجزيئات المتحركة في مادة ما، وتقاس بالتأثير الذي تنتجه، ويشعر به الإنسان من حوله، ومتوسط الراحة لدرجة الحرارة للفراغات الداخلية يتراوح ما بين (20-26) درجة مئوية وتعتمد درجات الحرارة الداخلية بشكل كبير على الأنشطة الداخلية التي تمارس داخل الفراغات والرطوبة النسبية وانبعاث الملوثات من المواد وبعض الأنشطة والآلات داخل الفراغات (كونيا، 2011، 6-7).
التهوية	تعرف التهوية بشكل عام على أنها عملية تبديل للهواء الفاسد الموجود داخل المبنى، وتهدف التهوية إلى إيجاد جو داخلي مريح للأشخاص الموجودين داخل حيز معين سواء كان منزل أم مكتب أم ورشة فنية، أما التهوية الطبيعية فهي التي تعتمد بشكل كلي على التغيرات في العناصر الطبيعية المحيطة بالمبنى كحركة الرياح والتضليل ودرجات الحرارة، وذلك من خلال توجيه المبنى واختيار المكان المناسب لفتحات التهوية فيه.
الإضاءة	يجب أن يراعى أثناء التصميم وجود فتحات لغرض التهوية والإضاءة الطبيعية؛ لأن الإضاءة الطبيعية تساعد على رؤية المواد والألوان داخل الفراغات كما يجب رؤيتها، كما أنها لا تسبب أي تلوث للبيئة الداخلية كما قد يحدث من الإضاءة الصناعية، أما في حال استخدام الإضاءة الصناعية فيجب أن يراعى أن تكون مريحة للعين وغير مولدة للحرارة أو الإشعاعات ويفضل استخدام الإضاءة غير المباشرة (وزير، 2003، 118-120).

(المصدر: تجميع البحوث).

جودة الهواء في الفراغات المعمارية الداخلية:

تم تعريف جودة الهواء الداخلي من قبل هيئة مهندسي التدفئة والتبريد والتكييف الأمريكية (ASHRAE) بشكل تتحقق من خلاله الصحة و الراحة لمستخدمي المبنى، فوفقاً لهذه الهيئة فإن جودة الهواء المقبولة هي تلك التي تتحقق فيها نسبة الرضا إلى 80% فأكثر من مستخدمي المبنى وكذلك عدم وجود أي ملوثات بتركيزات فوق الحد المضر بالصحة (American Society of Heating Refrigerating and Air Conditioning Engineers, 1989).

على المستوى العالمي لم تسلط الأضواء على التلوث داخل المباني إلا في نهاية السبعينات من القرن الماضي عندما بدأت الشكوى تتزايد في بعض الدول المتقدمة من أعراض مرضية مختلفة تحدث داخل المباني المكيفة والمحكمة الإغلاق خصوصاً أن الإنسان يقضي أكثر من 80% من يومه في بيئات مغلقة، كما أظهرت دراسة علمية أجريت في أمريكا أن 24% من إجمالي 600 عامل في المكاتب اشتكوا من مشاكل من نوعية الهواء في بيئة عملهم، وفي دراسة أخرى أجريت في بريطانيا على 4373 عاملاً في المكاتب في 46 مبنى وجد أن 29% من العمال اشتكوا من خمسة أعراض مرضية تشمل الدوخة والصداع وضيق التنفس، وأظهرت دراسة مماثلة في الدنمارك أجريت على 3757 عاملاً في المكاتب وجد أن 36% منهم اشتكوا من صداع وإجهاد غير طبيعي له علاقة بالمناخ الداخلي.

إن تلوث الهواء الداخلي يعتبر الأكثر خطورة على صحة الإنسان وتم تصنيفه على أنه يؤدي إلى مخاطر صحية عالمية، بالإضافة إلى تداعياته السلبية المتعلقة بالإنتاجية والتكاليف المصاحبة، فقد أشارت دراسة أمريكية إلى أن 25% من الأمريكيين يشعرون بأن أداءهم الوظيفي يتأثر سلباً مع تدني جودة الهواء الداخلي للبيئة التي يعملون بها، ومع هذا فإن مجرد وجود الملوثات في البيئة الداخلية لا يعني بالضرورة دق ناقوس الخطر، بل هذا يستدعي التعرف على تلك الملوثات وخصائصها وكذلك مقدار تركيزها والمدة التي يتعرض الإنسان خلالها لتلك الملوثات قبل الحكم على جودة الهواء الداخلي فيها، ولا بد من الأخذ في الاعتبار أنه حتى في حالة وجود ملوثات داخلية فإن التأثير بها يتباين من شخص لآخر بسبب التفاوت في قابلية التأثر والتي تحكمها عدة عوامل مثل السن والصحة العامة وطبيعة العمل وكذلك وجود أمراض مسبقة.

مصادر التلوث البيئي للهواء في الفراغات المعمارية:

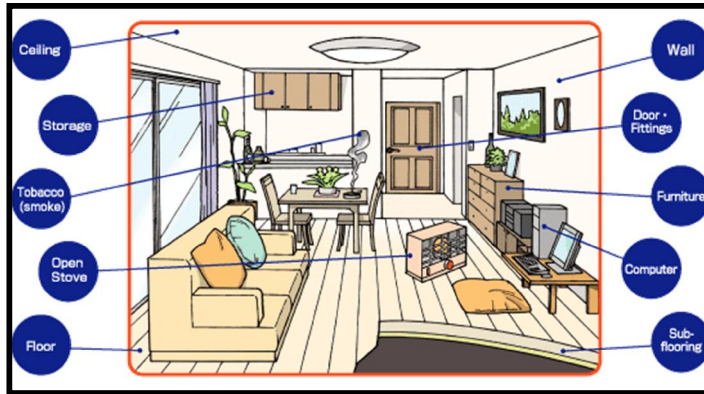
يحدث التلوث الهوائي عندما تطلق المصانع والمركبات كميات كبيرة من الغازات والعوادم الصلبة في الهواء، بشكل تعجز معه العمليات الطبيعية عن الحفاظ على توازن الغلاف الخارجي (أحمد، 2006، 20)، ويوجد نوعان رئيسيان من التلوث هما:

- تلوث الهواء الخارجي:

يحدث نتيجة احتراق وقود المركبات وتدفئة المباني، كما يصدر عن بعض العمليات الصناعية والتجارية، ومن أكثر هذه الملوثات شيوعاً الضباب الدخاني، وهو مزيج ضبابي من الغازات والهباتيات بني اللون، يتكون عندما تتفاعل غازات معينة نتيجة لاحتراق الوقود والمنتجات البترولية الأخرى مع أشعة الشمس في الغلاف الجوي، حيث ينتج عن هذا الضباب الدخاني والأمطار الحمضية (طاهر، 2008، 9).

- تلوث الهواء الداخلي:

من أهم مصادر التلوث الداخلي احتباس الملوثات داخل المباني التي تعاني أنظمة تهويتها من سوء التصميم، وأسبابه الرئيسية هي: دخان السجائر، والغازات المنبعثة من المواقد الأفران، والكيميائيات المنزلية، والأبخرة الخطرة المنبعثة من مواد البناء مثل العوازل والبويات والأصباغ (خليل، 2004، 55)، ويوضح الشكل رقم (1) أهم هذه الملوثات.



شكل رقم (1) المصدر: www.google.com.ly/img/ghp

وبالتالي تعتمد مصادر التلوث الداخلي بشكل كبير على تصميم المبنى، بجانب مصادر التلوث الخارجية، وكذلك الأنشطة التي تمارس داخل الفراغ.

ويمكن أن نصنف أهم مصادر التلوث في البيئة الداخلية (بصير، 2000)، حسب الجدول الآتي

نوع المادة	الملوثات المنبعثة	
نواتج الاحتراق Combustion Products	أول وثاني أكسيد الكربون - ثاني أكسيد النيتروجين - ثاني أكسيد الكبريت - المركبات الهيدروكربونية الحلقية - مكونات نواتج تدخين التبغ.	الملوثات العامة للهواء الداخلي
المركبات العضوية المتطايرة Volatile Organic Compounds (VOCs)	مكونات المبيدات الحشرية - الكحوليات - الالدهيدات - المواد الأليفاتية - والمركبات الهيدروكربونية الحلقية.	
المواد اللاصقة Adhesives	الكحوليات - الأمينات - البنزين - ديكان - فورمالدهيد - داي ميثيل بنزين - مركبات أخرى متطايرة.	الملوثات المنبعثة من أنواع مختلفة من مواد البناء والاثاث
مركبات المساج (المعجون) Caulking Compounds	الألكين - ن بروبييل البنزين - الزيولينات - ميثيل ايثيل كيتون - مواد منبعثة من المواد اللاصقة.	
مواد تصنيع السجاد Carpeting	ن دوديكان - 2ايثيل هكسون - 1،2،3 تراي ميثيل بنزين - VOCs - فورمالدهيد.	
بلاطات الأسقف المعلقة Ceiling Tiles	فورمالدهيد	
أغطية الأسطح (بلاطات - رقائق خشبية)	الأمينات - كارين - 3-فورمالدهيد - ن- هيكسان - بنتانول - بروبانول - تلوين - بروبييل بنزين -	

بروبانول.	Chipboard / Particle Board	
أهمهما مواد عضوية متطايرة - فورمالدهيد - زيلين .	الملابس الجاهزة Drapery	
كل ما سبق مع ايثيل اسيتات - ميثيل استرين.	أغطية الأرضيات والحوائط Floor and Wall Coverings	

الملوثات المنبعثة	نوع المادة	الملوثات المنبعثة من أنواع مختلفة من مواد البناء والاثاث
تولين - ن- بروبييل بنزين - ليمونين - ايسو بروبييل بنزين- 2- ايثو ايثانول c4 بنزين.	الأصباغ Paints	
أهمها ديكان - دوديكان - فورمالدهايد.	طلاء الصباغة والورنيشات Stains And Varnishes	
فورمالدهيد	مواد التجديد Upholstery	
الأمنيات - ن- ديكان - فورمالدهايد - 1-2-3 تراي ميثيل بنزين - الزيلين.	ورق الحائط المغطى بالفنيل Vinyl-Coated Wallpaper	

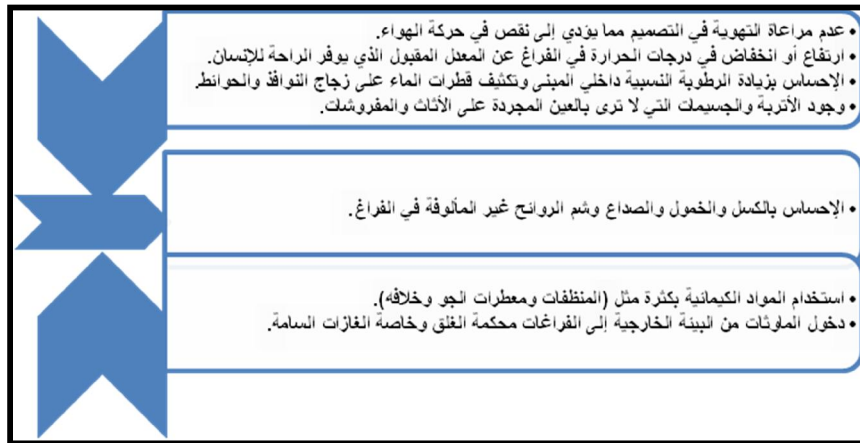
مصادر تلوث الهواء الداخلي للفراغات

المصدر: (ريتشارد، 2000، 33-41).

مؤشرات تلوث البيئة في الفراغات المعمارية الداخلية:

يقضي الإنسان ما بين 80% إلى 90% من وقته داخل فراغات مغلقة، منها حوالي 65% داخل الفراغات السكنية، ومن هنا كان الاهتمام بجودة الهواء الداخلي للفراغات السكنية من أهم متطلبات جودة التصميم الداخلي لهذه الفراغات، وقد أوضحت نتائج الدراسات التي أجرتها وكالة

حماية البيئة الأمريكية (EPA) United-States Enviromental Protection Agency ومركز الصحة البيئي (EHS) مؤخراً أن معظم أسباب تلوث الهواء الداخلي يأتي من داخل المباني وليس من خارجها كما كان سائداً، حيث تصل نسبة التلوث في الداخل إلى ما بين الضعف و الخمس أضعاف عن نسبته في الخارج طبقاً للظروف العادية، أما في حالة ممارسة بعض الأنشطة الخاصة داخل الفراغات الداخلية مثل أعمال الصباغة أو استخدام المواد الكيميائية لغرض ما أو استخدام مواد بها جزئيات متطايرة فإن زيادة التلوث في الهواء الداخلي قد تزداد بنسبة تفوق المائة مرة عن الخارج(ترافسو، 1997، 343)، ويوضح الشكل رقم (2) أهم المؤشرات التي تساعد على معرفة نسبة التلوث داخل



الفراغات.

شكل رقم (2)

أهم مؤشرات تلوث البيئة في الفراغات الداخلة

(المصدر: تصميم البعثة).

أهم المواد الكيميائية المستخدمة بالفراغات الداخلية وعلاقتها بالإنسان:

تعتبر مواد البناء والأثاث الداخلي مصادر رئيسة للمركبات العضوية المتطايرة مثل الكحوليات والبنزين والفورمالديهايد، ويبلغ معدل انبعاثها ذروته في المباني الجديدة أو المحسنة حديثاً ويبدأ في الانحسار مع مرور الوقت، ومع ذلك فقد يستمر انبعاث هذه الملوثات شهوراً أو

سنتين متتابعة، ومن أهم مصادرها الدهانات الداخلية والمواد اللاصقة والسجاد والعوازل والمواد المستخدمة في سد الشقوق وكذلك المنظفات المستخدمة بكثرة (آل حمود، بديوي، بحث منشور على الإنترنت)، وبالإضافة إلى المركبات العضوية فإن مواد البناء قد تكون مصادر مهمة للألياف والغازات المشعة كما أنها قد تهيئ الظروف اللازمة لنمو الكائنات الحية الدقيقة والفطريات، ومن المواد الكيميائية المهمة التي تدخل في تركيب مواد البناء والأثاث الداخلي وتستخدم في الفراغات الداخلية ولها معدلات خطر على الإنسان ما يأتي:

معدل الخطر	التأثير على صحة الإنسان	الاستخدامات	المادة الكيميائية
3	متوسط السمية عند الاستنشاق أو البلع	مزيل للبيوت والورنيش ومنيب	اسيتون ACETONE
3	السرطان وتلف أنسجة الرئة	العزل وتكسيات الأسقف	اسبستوس ASBESTOS
3	السرطان وتهيج العين	إنتاج البلاستيك وعزل الأرضيات من الرطوبة	بيوتادين BUTADIENE
3	متوسط السمية يسبب تهيج العين	الكيمواويات العضوية والبلاستيك	كلور CHLOINE
3	السرطان والتهاب الجلد	البيوت والورنيش والسيراميك	كوبالت COBALT
3	السرطان - سام عند البلع	الخشب الحبيبي والابلاكاج	فورمالدهيد FPRMALDEHYDE
	سام	البيوت والأصباغ والمذيبات	فينول PHENOL

3	السرطان وأورام الكبد وتهيج كلا من الجلد والعين.	إنتاج البولي فينيل كلوريد (PVC) والمواد اللاصقة	كلوريد الفينيل VINYL CHLORIDE
3	سامة عند الاستنشاق قد تسبب تهيج العين والأجهزة التنفسية.	الألياف الصناعية والصبغات	أمونيا AMMONIA
2	تليف الرئة	البويات والسيراميك	باريوم BARIUM
3	قليل السمية بالاستنشاق والبلع ويسبب تهيج العين والجلد.	البويات وورنيش التلميع والمواد اللاصقة.	طولوين TOLUENE

معدل الخطر	التأثير على صحة الإنسان	الاستخدامات	المادة الكيميائية
3	متوسط السمية بالبلع يسبب تهيج العين والجلد وقد يتلف الكبد عن التعرض المزمن.	مذيب ويستخدم في المواد اللاصقة ومعالجة المنسوجات والتنظيف الجاف.	ثلاثي الكلور TRICHLORO ايثلين ETHLENE
<p>تشير الأرقام (1-2-3) مستوى السمية أو الخطورة حسب المستويات الآتية:</p> <ul style="list-style-type: none"> - قليل الخطورة (1). - متوسط الخطورة (2). - شديد الخطورة (3). <p>وذلك بناءً على اختبارات السمية وخطر إشعال الحرائق وخطر الانفجار أو الخطر الإشعاعي.</p>			

أهم المواد الكيميائية المستخدمة في الفراغات الداخلية وعلاقتها بالإنسان

المصدر: (Brock، 2006).

العوامل التي تساعد على تلوث الهواء في الفراغات الداخلية (مقبلي، 2002، 55-58) :

يوجد العديد من العوامل التي تساعد على تلوث الهواء في الفراغات الداخلية أو زيادتها وأهمها ما يأتي:

- موقع المبني بالنسبة لوردة الرياح التابع لها الموقع بحيث يتم توجيه المبني بطريقة تساعد على تجدد الهواء المرغوب فيه وإبعاد الهواء غير المرغوب فيه وعدم اتباع ذلك يؤدي إلي عدم وجود هواء متجدد داخل الفراغات المعمارية، مما يساعد على التلوث للهواء الداخلي وأيضاً على تراكم الرطوبة التي يتكاثر فيها العفن والفطريات بحيث يصبح الهواء مشبعاً بالروائح الكريهة.
- ارتفاع درجات الحرارة أو انخفاضها عن حدود الراحة للإنسان.
- استخدام المواد الكيميائية بكثرة كالمنظفات والمبيدات الحشرية، وسوء استخدام مواد البناء والتشطيب الحديثة في البيئة الداخلية للمباني جعل منها مصدراً دائماً للملوثات، فمع التطور السريع والكبير في تقنية صناعة المواد المستعملة في التصميم والبناء وعدم وجود الوقت الكافي لتقييم أدائها من جميع النواحي وخصوصاً الصحية منها أصبحت مئات المواد تستخدم داخلياً دون الاكتراث بما ينبعث منها من ملوثات قد تضر بصحة الإنسان.
- التفاعل الكيميائي أو الفيزيائي بين الملوثات المنبعثة، وهذا يعد أخطر أنواع التلوث وينتج عنه أمراض معقدة يصعب اكتشافها بسهولة، لأنه غالباً ما يصعب تحديدها نظراً لتداخل الأعراض مع بعضها.
- التوجه الحديث تجاه تحسين الأداء الحراري للمباني والتقليل من استهلاك الطاقة فيها عن طريق تقليل معدل تسرب الهواء الخارجي عبر الفتحات والشقوق في الحوائط الخارجية، وذلك بإحكام منافذ الهواء وكذلك تقليل النوافذ القابلة للفتح مما يقلل من إمكانية الاستفادة من التهوية الطبيعية عند الحاجة إليها.
- الاعتماد الكلي على الأنظمة الميكانيكية في تكييف وتهوية المباني، حيث نجد أنها تمثل الوسيلة الوحيدة للتخلص من الملوثات وتنقية الهواء الداخلي في معظم المباني الحديثة، ورغم اعتبارها الرئة الصناعية للمبنى التي يتنفس من خلالها بطرد أو تنقية الهواء الملوث، إلا أن أنظمة التكييف والتهوية الميكانيكية قد لا تؤدي وظيفتها المنوطة بها بسبب سوء التصميم أو التشغيل كما أنها قد تكون مصدراً لتوزيع الملوثات في أجزاء المبني المختلفة إذا لم تلقَ القدر الكافي من الصيانة والتنظيف الدوري لعناصرها المختلفة المعرضة للهواء.

- التطور التقني الكبير الذي رافقه استخدام العديد من الأجهزة الحديثة داخل المباني مثل أجهزة التصوير وأجهزة الطباعة التي قد تكون مصادر رئيسة لملوثات الهواء الداخلي، هذا بالإضافة إلى العمليات الأخرى التي تقتضي استخدام مواد كيميائية بشكل مكثف.
- انخفاض جودة الهواء الخارجي بسبب الزيادة في التصنيع وما صاحبه من ضخ آلاف الأطنان من الملوثات المختلفة إلى الجو، هذا قلل بدوره من الاعتماد المباشر على الهواء الخارجي في تهوية المباني، وفي حال استخدامه من الضروري العمل على تنقيته حتى لا يساعد على دخول كميات إضافية من الملوثات الخارجية إلى داخل المبنى.

التأثيرات الصحية لملوثات الهواء في الفراغات المعمارية الداخلية:

تعتبر التأثيرات الصحية والبيئية للملوثات الداخلية أكثر تأثيراً وتعداداً من ملوثات البيئة الخارجية، إلا أن معظم التأثيرات تتوقف على مستويات وزمن التعرض للملوثات المختلفة، حيث يظل الشعور بها إلى أن يعالج المبنى بتحسين جودة هوائه الداخلي، ويلاحظ أن الشعور بالأعراض المرضية المختلفة ترتبط بالمباني السكنية محكمة الغلق، والفراغات ذات النوافذ التي لا يمكن فتحها، وتلك المظلمة قليلة الإضاءة والتي ترتفع فيها درجات الحرارة ، بالإضافة إلى الضوضاء وارتفاع مستويات الغبار والتدخين... الخ، ومن أشهر هذه الأعراض التي سببت القلق للعديد من الجهات المختصة:

- جفاف الأغشية المخاطية.
- تهيج العين والأنف والحنجرة والعطس.
- الشعور بالتعب الذهني والصداع والغثيان والدوار.
- التهابات الشعب الهوائية والسرطان الرئوي وأمراض القلب، وذلك بسبب استنشاق الملوثات التي تكون عبارة عن جسيمات ناعمة وغازات وأبخرة وغيرها.



شكل رقم (3)

البعض من التأثيرات الصحية لملوثات الهواء في الفراغات الداخلية

المصدر: www.google.com.ly/img/ghp

المعالجات التي قد تساعد في المحافظة على جودة الهواء الداخلي في الفراغات المعمارية:

- إعداد دراسات بيئية تحليلية للموقع بهدف التعرف على العوامل المناخية خاصة درجة الحرارة وحركة الرياح وأشعة الشمس، وتعتبر التهوية الجيدة للمبنى أحد العوامل للتغلب على تركيز الملوثات بها، وهنا يظهر أهمية توجيه فتحات المبنى إلى اتجاه الرياح السائدة بكل منطوق، مع الحرص على وجود أكثر من فتحة بكل غرفة لخلق تيار هوائي مناسب بها، وفي حالة الغرف غير المواجهة للرياح السائدة فيمكن الاستعانة بملاقف الهواء، كما كان يحدث في المباني التقليدية القديمة (وزير، 2003، 115-117).
- تجنب المباني ذات المواصفات والأشكال الهندسية محكمة الغلق التي تتعدم فيها معدلات التهوية، ففي الأماكن المغلقة تعتبر التهوية الجيدة من أكثر الوسائل المستخدمة لضبط جودة الهواء الداخلي، والجدول الآتي يلخص النقاط الأساسية التي ينبغي أخذها بعين الاعتبار في تصميم نظام التهوية من أجل الجودة في الفراغات الداخلية:

عناصر بواسطة الهواء الخارجي	المطلوب
التمديد بواسطة	أن يكون الهدف تجديد حجم الهواء الداخلي لأقل عدد من المرات في الساعة.

الهواء الخارجي	زيادة حجم الهواء الخارجي حسب شدة مصادر التلوث. ضمان الإخراج المباشر للخارج بالنسبة للفراغات التي قد تحدث فيها نشاطات ملوثة.
مسارب الهواء	تجنب وضع مسارب الهواء قرب المصادر المعروفة للتلوث. تجنب المناطق القريبة من المياه الراكدة والدخان الذي يصدر من أبراج التبريد. الوقاية من دخول الحيوانات وتعشيش الطيور قرب مسارب الهواء.
فتحات إخراج الهواء	أن توضع فتحات الإخراج بعيدة قدر الإمكان عن مسارب الهواء. كما ينبغي أن تكون جهة فتحات التصريف معاكسة لمسارب الهواء.
الترشيح والتنظيف	استخدام المراشح الميكانيكية والكهربائية. تركيب نظام تنقية من أجل التخلص الكيميائي من الملوثات.
الضبط الحيوي	تجنب وضع أية مواد مسامية بتماس مباشر مع تيارات الهواء بما فيها تلك الموجودة في قنوات التوزيع. تجنب جميع المياه الراكدة في الأماكن التي يحدث فيها التكاثر في وحدات تكييف الهواء. وضع برنامج صيانة وتنظيف دوري لأبراج التبريد والمرطبات.
توزيع الهواء	التخلص من الأماكن الميتة حيث لا تتوافر التهوية. ضبط أنظمة دفع وإخراج الهواء للحفاظ على التوازن بينها. الحفاظ على ضغوط كافية في جميع الفراغات حسب النشاطات التي تجرى فيها. العمل على ترك الأبواب بين الغرف مفتوحة ليساعد على حركة الهواء.

المتطلبات الأساسية لنظام التهوية في الفراغات الداخلية (موسوعة الصحة والسلامة المهنية، 1998، 22-23)

- عند محاولة الوقاية من مشاكل التلوث الممكنة في المبنى يستحسن الانتباه إلى خصائص المواد المستخدمة للبناء والديكور، وإلى الأثاث وفعاليات العمل الطبيعية التي سيتم إنجازها، وطريقة تنظيف البناء وتطهيره وطريقة ضبط الحشرات وغيرها من الأوبئة، ومن الممكن أيضاً تخفيف مستويات المركبات العضوية الطيارة (VOCs) على سبيل المثال من خلال الاهتمام بالأثاث والمواد التي تمتلك معدلات معروفة من الانبعاثات لهذه المركبات وانتقاء الأثاث والمواد التي تمتلك مستويات قليلة من هذه الانبعاثات (موسوعة الصحة والسلامة المهنية، 1998، 22-23).

وفيما يأتي موجز عن بعض الاعتبارات التي يجب مراعاتها عند انتقاء المنتجات والمواد الأكثر ملاءمة في الفراغات الداخلية التي تعيد المصمم (موسوعة الصحة والسلامة المهنية، 1998، 19-20):

- توفير المعلومات حول التركيب الكيميائي للمنتج ومعدلات انبعاث كافة الملوثات، بالإضافة إلى كافة المعلومات التي تخص صحة وسلامة وراحة الشاغلين المعرضين لها.
- انتقاء المنتجات التي تمتلك أدنى معدلات الانبعاث الممكنة لأي ملوثات، مع إيلاء اهتمام خاص لوجود المركبات المسرطنة والمشوهة، والمخرشات، والسموم، والمركبات العطرية، كما يجب تجنب استخدام اللواصق والمواد التي تبدي سطوح امتصاص أو انبعاث كبيرة، كالمواد المسامية والأنسجة والألياف غير المغلفة وما شابه.
- اختيار المواد الطبيعية والبعد عن المواد التي تحتاج إلى مذيبات عضوية، وذلك لأنه ينتج عنها ملوثات للهواء تسبب أمراضاً خطيرة.
- أحد التدابير الموصى بها للتقليل من التعرض لانبعاثات المواد الجديدة أثناء مراحل التركيب والإنهاء، وأيضاً أثناء الأعمال الأولية للبناء تهوية البناء لمدة 24 ساعة بالهواء الخارجي بنسبة 100%، حيث إن التخلص من المركبات العضوية بواسطة استخدام هذه التقنية يقي من احتباس هذه المركبات في المواد المسامية، إذ إن هذه المواد قد تعمل خزانات ومصادر متأخرة للتلوث عند تحرر المركبات المخزنة في البيئة.
- هناك تدبير خاص يعرف بالتحميمص (Bake out) تم استخدامه في بعض الأبنية لتنقية المواد الجديدة، ويتضمن هذا التدبير رفع درجة حرارة البناء لمدة 48 ساعة أو أكثر، مع الحفاظ على تدفق الهواء في حده الأدنى، حيث تسهل درجات الحرارة العالية انبعاث المركبات العضوية الطيارة وعندئذ يتم تهوية البناء، وبالتالي ينخفض عبء التلوث فيها، وتظهر النتائج المستخلصة حتى الآن بأن هذا الإجراء يمكن أن يكون فاعلاً في بعض الحالات.
- من الاستراتيجيات المهمة التي يجب الاهتمام بها في الفراغات الداخلية للمساعدة في تنقية وجودة الهواء الداخلي استخدام النباتات، وفيما يأتي سيتم توضيح دور النباتات في التقليل من مستويات التلوث في الفراغات المعمارية، وأهم النباتات الداخلية التي تساعد على ذلك:

دور النباتات الداخلية في التقليل من مستويات التلوث في الفراغات المعمارية:

تشير معظم الدراسات إلى أن البيئة الداخلية أكثر تلوثاً من الخارج المصدر:

[http://www.container-\(gardening-for-you.com/indoor-gardens.html](http://www.container-(gardening-for-you.com/indoor-gardens.html)

بسبب تجمع المواد الكيميائية المنبعثة من دخان التبغ وأجهزة التدفئة والطبخ ومواد التنظيف والتجهيزات الكهربائية وأبخرة مواد البناء والدهانات والأثاث والديكورات الداخلية، خاصة إذا كانت الرطوبة مرتفعة. وقد أجرى علماء الجمعية الوطنية للملاحة الجوية والفضاء (ناسا) الأمريكية عدة أبحاث حول كيفية التقليل من نسبة التلوث في البيئة الداخلية باستخدام النباتات استمرت لمدة عامين، فوضعوا أكثر من اثني عشر نوعاً من النباتات الداخلية في غرف زجاجية مختومة تحتوي على الفورمالديهايد (وهي مادة كيميائية سامة) لمدة 24 ساعة، فوجدوا إن هذه النباتات استطاعت أن تزيل حوالي 80% من جزيئات الفورمالديهايد في الغرفة. كما وجدوا أن لديها القدرة على إزالة مركبات مثل البنزين والهكسان في مجموعة من 50% إلى 75% من مجموع المركبات العضوية المتطايرة

[.http://www.anythingown.com/forum/showthread.php?t=1022](http://www.anythingown.com/forum/showthread.php?t=1022)

لذا خلصت ناسا إلى إن النباتات الداخلية الخضراء تتمتع بدرجة عالية من الكفاءة في امتصاص الملوثات من الهواء، وفي مقدمتها النباتات المزهرة مثل الأقحوان والزنبق، وصرحت بأنها ستقوم بإطلاقها إلى الفضاء لتكون جزءاً من نظام دعم الحياة البيولوجية على متن المحطات الفضائية.

كما ذكر في دراسة نشرتها مؤسسة (GPGB) Green Plants for Green Buildings النقاط التالية:

1- أجزاء النباتات الداخلية (الأوراق، الأغصان، الجذور والكائنات الدقيقة التي تعيش على الجذور) تعمل منقيات لجو الغرفة من بعض المواد الكيميائية، كالبنزين، والفورمالدهيد، وأول أكسيد الكربون، وأكسيد النيتروجين، وإن كانت بتركيز منخفض، ولكنها تحتاج لمدة 14 يوماً حتى تتأقلم مع البيئة، وتبدأ عملها منقياً لجو الغرفة المغلقة، ويؤثر هذا بدوره إيجابياً على حياة الإنسان.

2- يزيد النبات الداخلي من نسبة الرطوبة بنسبة 15% في الغرف المغلقة، و3-5% في الغرف ذات التهوية، وتعتمد هذه النسبة على نوع النبات وعدده في الغرفة، كما أن وجود الرطوبة في جو الغرفة يحد من تأثير الأعباء المختلفة الموجودة في جو الغرفة، والتي تؤثر سلبياً على العين والجهاز التنفسي لدى الإنسان.

2- عندما يوضع النبات على مقربة من جهاز الحاسب الآلي -حيث تكثر جزيئات الغبار والكهرباء الساكنة- يقلل من تأثير الجزيئات المتأينة على الجهاز التنفسي للإنسان، ولقد أثبتت الدراسات أنّ الموظفين الذين يقضون أكثر من أربع ساعات عمل وقد وضعت بعض النباتات بجانب جهاز الحاسب الآلي الخاص بهم يكونون أكثر إنتاجاً وأفضل صحة من الموظفين الذين لا توجد نباتات بجانب أجهزتهم، كما أثبتت الدراسات أهمية النبات وتأثيره على الصحة السيكلوجية (النفسية) للإنسان، التي بدورها تؤثر على الصحة الفسيولوجية (الجسدية) له، فإذا كانت البيئة من حوله مريحة فإنه بالتالي سيعيش بشكل أفضل، ويتعامل معها براحة أكثر، وبشكل أقل توتراً وأكثر بهجة، قال سبحانه وتعالى: ﴿أَمْنَ خَلَقَ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ وَأَنْزَلَ لَكُمْ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَنْبَتْنَا بِهِ حَدَائِقَ بَهْجَةٍ مَا كَانَ لَكُمْ أَنْ تُنْبِتُوا شَجَرَهَا أَلَيْسَ مَعَ اللَّهِ بَلٌ هُمْ قَوْمٌ يَعْدِلُونَ﴾ (النمل، 60).

لذلك، يمكن تلخيص فوائد النباتات الداخلية بما يأتي:

- امتصاص انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون وإطلاق الأكسجين في الهواء.
 - تنقية الهواء من الملوثات السامة، وتحسين ظروف التنفس.
 - التحكم بنسبة الرطوبة إلى المستويات المثلى لصحة الإنسان.
 - سرعة الشفاء من التعب النفسي.
 - تحسين مستويات التفكير والتركيز، مما يؤدي إلى تحسين الإنتاجية وخاصة مع أولئك الذين يعملون مع أجهزة الكمبيوتر
- <http://www.healthygreenatwork.org/index.cfm>
- خفض مستويات الإجهاد.
 - تصفية الهواء من الغبار، وإضفاء جوٍ من الانتعاش والبرودة.
 - التأثير على إيجابية المزاج وتقليل الإحساس بالقلق والغضب والحزن.
 - خفض مستويات الصوت.
 - تحسين المنظر الداخلي وتزيينه.

النتائج:

تتلخص نتائج هذه الدراسة في النقاط الآتية:

- تلوث الهواء في الفراغات المعمارية الداخلية مؤثر أساسي على تلوث البيئة العامة، وبالتالي من الضروري مراعاة ذلك أثناء العملية التصميمية.
- إن عناصر ومحددات بيئة العمارة الداخلية هي جزء لا يتجزأ من مكونات الكون (التدرج الهرمي للنظم البيئية) وتؤثر على البيئة بالسلب أو الإيجاب.
- عدم مراعاة كل من التهوية -درجة الحرارة- الرطوبة النسبية بالمعدل المطلوب داخل الفراغات الداخلية قد يتسبب بوجود خلل في البيئة الداخلية وتلوث الهواء الخارجي.
- ملوثات الهواء الداخلي هي (عوادم الاحتراق - الغازات الناتجة عن استخدام بعض المواد في التشطيبات والأثاث الداخلي واللواصق ومواد البناء وغير ذلك - الأحياء الميكروبيولوجية - الإشعاعات الناتجة عن الأجهزة الكهربائية والالكترونية).
- يحتاج الإنسان إلى الشعور بالراحة والأمان داخل الفراغات الداخلية وهذا مرتبط بجودة الهواء الداخلي؛ لأنه يعطي المستخدم إحساساً بالراحة النفسية وعدم الأرق.
- تلاشي المواد التي تحتوي على مواد كيميائية (شديدة الخطورة أو متوسطة الخطورة) والمحاولة إن أمكن باستبدالها بمواد أخرى لا تحتوي على مواد سامة أو مواد متطايرة تسبب في ضرر المستخدم.
- ليست كل نواتج التكنولوجيا جيدة، وبالتالي يجب دراسة المواد الناتجة عنها جيداً قبل استخدامها في الفراغات المغلقة.
- يمكن الاستفادة من النباتات الطبيعية بشكل جيد في تنقية الهواء الداخلي عن طريق امتصاص الملوثات وزيادة نسبة الأكسجين في الفراغ بالإضافة إلى المظهر الجمالي.

توصيات الدراسة:

في ضوء النتائج التي أسفرت عنها الدراسة يمكن تقديم التوصيات الآتية:

- 1- إنشاء مركز للتربية العلمية وتدريب العلوم، يهتم بتطوير مناهج العلوم في ضوء الاتجاهات الحديثة لمناهج وتدريب العلوم، متطلبات التنور العلمي، ومواصفات إنسان القرن الواحد والعشرين ويقوم بالإشراف على تدريب المعلمين أثناء الخدمة لتطوير أساليبهم التدريسية، وتنمية قدراتهم واتجاهاتهم العلمية.

- 2- إعادة النظر في برامج إعداد معلمي العلوم بما يتفق والاتجاهات الحديثة في تطوير مناهج العلوم، والتي تركز في أهدافها على أهمية اكتساب الطلبة لمهارات التفكير العلمي، وتنمية فهمهم لطبيعة العلم، والتفاعل بين العلم والتقنية والمجتمع.
- 3- التركيز على القضايا التي تزيد من فهم الطلبة لطبيعة العلم، وإعطاء هذه القضايا وقتاً وجهداً أكبر سواء في المدرسة أو الجامعة من أجل النهوض بعملية تدريس العلوم، وتمكين الطلبة من فهم العلم الذي يدرسونه، تمشياً مع التوجهات العالمية المعاصرة في هذا المجال.
- 4- العمل على تدريس طلبة الأقسام العلمية بكليات التربية مساقاً أو أكثر في أساليب تدريس العلوم، تعطي اهتماماً خاصاً بطبيعة العلم، والتفاعل بين العلم والتقنية والمجتمع؛ لأن دراسة المواد العلمية النظرية فقط غير كاف لهذا الغرض.
- 5- التركيز في مقررات طرائق تدريس العلوم بكليات التربية على الجوانب الأساسية لفهم طبيعة العلم؛ والتفاعل بين العلم والتقنية والمجتمع؛ نظراً لأهميتها بوصفها بعداً من أبعاد التنور العلمي لدى معلمي العلوم؛ ولارتباطها بأداء المعلمين في المهارات التدريسية.
- 6- تدريب طلاب شعب العلوم بكليات التربية على إجراء التجارب والتدريبات العملية، وخاصة التي سوف يقومون بإجرائها أمام تلاميذهم بمدارس التدريب أثناء التربية العملية، مما ينمي مهارات البحث العلمي لدى هؤلاء الطلاب المعلمين، وبالتالي ينمي لديهم فهماً أعمق لطبيعة العلم، والتفاعل بين العلم والتقنية والمجتمع، ويتطلب ذلك تخصيص الوقت المناسب لهذه المعامل في الخطط الدراسية لكليات التربية، وتزويد هذه المعامل بالإمكانات والتجهيزات اللازمة لهذا التدريب.
- 7- تطوير طرائق التدريس التقليدية في كليات التربية والتي تعتمد على طريقة المحاضرة، والعمل على استخدام الطريقة المعملية، وأساليب تفريد التعليم وغيرها؛ مما قد يساهم في تحقيق فهم أكثر لطبيعة العلم، والتفاعل بين العلم والتقنية والمجتمع لدى الطلاب المعلمين تخصص علوم.
- 8- الاهتمام بالأنشطة التعليمية من جمعيات علمية ومجلات علمية، ونوادي للعلوم، وأنشطة فنية عن حياة العلماء واكتشافاتهم العلمية، وذلك في كليات التربية، وفي مدارس التعليم العام، مما يساهم في تنمية فهم معلمي العلوم وتلاميذهم لطبيعة العلم، والتفاعل بين العلم والتقنية والمجتمع.

- 9- تطوير أساليب التقويم في كليات التربية، وفي مدارس التعليم العام، بحيث تتعدى قياس حفظ المعلومات واسترجاعها إلى قياس فهم طبيعة العلم، والتفاعل بين العلم والتقنية والمجتمع، ليتكون فهم أعمق لمتطلبات التنور العلمي لدى معلمي العلوم وتلاميذهم.
- 10- الاهتمام في برامج الدورات التدريبية التي تعقد للمعلمين أثناء الخدمة، بتزويدهم بالتطورات والاكتشافات العلمية الحديثة وتطبيقاتها في مجالات الحياة المختلفة، وتدريبهم على الأنشطة التعليمية والتجارب، ما ينمي فهمهم لطبيعة العلم، والتفاعل بين العلم والتقنية والمجتمع.
- 11- إعادة النظر في مناهج العلوم في المرحلة الثانوية بحيث يتم التركيز على إبراز العلم مادةً وطريقة للبحث، والتفكير العلمي، والتأكيد على فهم التفاعل بين العلم والتقنية والمجتمع، وتشكيل الاتجاهات العلمية.
- 12- إدخال وحدات تدريسية تتعلق بطبيعة العلم وجوانبه المختلفة، والتفاعل بين العلم والتقنية والمجتمع، في برامج التأهيل والتدريب التربوي، أو في الدورات التدريبية (التنشيطية) الصيفية التي تعقد لمعلمي العلوم أثناء الخدمة على اختلاف تخصصاتهم ومستوياتهم المهنية.

المقترحات:

- 1- إجراء دراسة مشابهة لهذه الدراسة تستهدف طلاب الأقسام العلمية بكليات التربية.
- 2- إجراء دراسات تقيس مستويات التنور العلمي العام بمراحل التعليم العام المختلفة.
- 3- إجراء دراسات تتعلق بتحليل محتوى مناهج العلوم في ضوء متطلبات التنور العلمي.
- 4- إجراء دراسة للتعرف على مدى تضمين القضايا العالمية ذات العلاقة بالعلم والتقنية والمجتمع في مناهج العلوم بالتعليم العام.
- 5- إجراء دراسات تتعلق بتحليل محتوى مناهج العلوم في ضوء أبعاد عمليات العلم.
- 6- فعالية برنامج مقترح لإكساب طلبة الأقسام العلمية بكليات التربية مفاهيم التنور العلمي.

قائمة المصادر والمراجع:

- 1- آل حمود، محمد بن سعود وبديوي، إسماعيل بن محمد، ظاهرة المبني العليل: أسبابها ووسائل علاجها، بحث منشور على الإنترنت، قسم الهندسة المعمارية، جامعة الملك فهد للبترول والمعادن.
- 2- اجنر، ترافسو، ت. محمد صابر، (1997)، البيئة من حولنا- دليل فهم التلوث وآثاره، القاهرة، دار النشر العربية.
- 3- أحمد، سيد عاشور، (2006)، التلوث البيئي في الوطن العربي واقعه وحلول معالجته، ط1، القاهرة، قسم الهندسة المعمارية، جامعة القاهرة.
- 4- بحبوح، كنان، (2005)، الأبنية المستدامة-الأبنية الخضراء، مقال في مؤتمر نظم وأنماط البناء منخفضة التكاليف في المستقرات الحضرية، الأردن.
- 5- بصير، ناديا محمد، (2000)، أسس اختيار مواد البناء البيئية، بحث منشور في مؤتمر مواد البناء العربية والتحديات الاقتصادية، المجلد الثالث، الرياض، المملكة العربية السعودية.
- 6- خلف، ندير قاسم، (2005)، ألف باء التصميم الداخلي، ط1، العراق، جامعة ديالى، نسخة الكترونية pdf.
- 7- خليل، محمد أحمد السيد، (2004)، كيمياء المجال البيئي وتلوث الهواء، الدار الثقافية للنشر.
- 8- ريتشارد، و. جراهام، ت. هاشم احمد محمد- السيد عطا، (2000)، أسرار الكيمياء، القاهرة، الهيئة المصرية العامة للكتاب.
- 9- الصعيدي، عبد الحكيم عبد اللطيف، (2006)، الإنسان وتلوث البيئة، ط6، الدار المصرية اللبنانية.
- 10- طاهر، رشا محمد، (2008)، الاستفادة من الطاقات المتجددة في التصميم العمراني لمباني الجامعات المصرية، رسالة ماجستير، قسم الهندسة المعمارية، جامعة عين شمس.
- 11- طه، رانية محمد علي، (2010)، التأثير المتبادل بين الواقع العمراني للمساكن والهوية الثقافية الاجتماعية لسكان حالة دراسية: البلدة القديمة بنابلس، نابلس/فلسطين، رسالة ماجستير في الهندسة المعمارية جامعة النجاح.
- 12- علي، روناك هاشم، (2002)، مقومات تصميم الفضاءات الداخلية العامة لدور الدولة للأيتام (دراسة تحليلية)، رسالة ماجستير، بغداد، كلية الفنون الجميلة، قسم التصميم، جامعة بغداد.

- 13- فجال، أحمد عاطف الدسوقي، (2002)، العلاقة التكاملية بين مصادر الطاقة الطبيعية والتوافق البيئي في المنتجعات السياحية، رسالة ماجستير، قسم الهندسة المعمارية، جامعة عين شمس.
- 14- الفقي، محمد عبد القادر، (1993)، البيئة-مشاكلها وقضاياها وحمايتها من التلوث، القاهرة، مكتبة ابن سينا.
- 15- كونيا، كولن، ت: أحمد الخطيب، (2011)، أسس التصميم بالمناطق الحارة، القاهرة، مكتبة الأنجلو المصرية.
- 16- محروس، فرحات، (2001)، ملوثات البيئة الداخلية للمباني وأعراض المباني المريضة، ط1، الكويت، مؤسسة الكويت للتقدم العلمي إدارة التأليف والترجمة والنشر.
- 17- مقبلي، محمد عبد، (2002)، التلوث البيئي، جدة، المملكة العربية السعودية، دار الحمد للطباعة.
- 18- موسوعة الصحة والسلامة المهنية، (2015)، المجلد الثاني، الفصل (45) السيطرة على البيئة الداخلية، دمشق، مكتب العمل الدولي- جنيف -1998، ت: منظمة العمل العربية، المعهد العربي للصحة والسلامة المهنية.
- 19- وزير، يحيى، (2003)، التصميم المعماري الصديق للبيئة نحو عمارة خضراء، القاهرة، مكتبة مدبولي.
- 20- Ching, F.D., (1987), "Interior Design Illustrated", Van Nostrand Reinhold Company, New York, p161.
- 21- American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, Inc., ASHRAE Standard 62 - 1989 - Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality, Atlanta, GA., USA, (1989).
- 22- W. Brock Neelyand, (2006), Environmental Exposure From Chemicals, Scientific Research, Cambridge university, England, (www. cam.ac.uk).
- 23- <https://www.google.com.ly/img?hl=ar&tab=wi>.
- 24- <http://www.container-gardening-for-you.com/indoor-gardens.html>

25- <http://www.anythingown.com/forum/showthread.php?t=1022>.

26- <http://www.healthygreenatwork.org/index.cfm>.

. <http://www.jordanholylandexplorer.com/27->

