التعريف بالباحث

الاسم : منى محمد رضا إبراهيم عزوز

تاريخ الميلاد : ٣ أكتوبر سنة ١٩٧٠

جهة الميلاد : القاهرة

الوظيفة : المدرس المساعد بالمركز القومى لبحوث الإسكان والبناء

المؤهلات الدراسية

- ماجستير الهندسة المعمارية كلية الهندسة – جامعة عين شمس - يوليو ٢٠٠٣ بعنوان "المعايير التصميمية البيئة لتعمير المناطق السكنية فى صحراء مصر – دراسة تطبيقية على جنوب الوادى "
- بكالوريوس الهندسة المعمارية كلية الهندسة – جامعة عين شمس يونيو ١٩٩٣

التقدير العام عند التخرج : جيد جدا مع مرتبة الشرف الأولى – الثالثة على الدفعة

تقدير مشروع التخرج : ممتاز

شكر و تقدير

أشكر الله سبحانه وتعالى أن يسر لى إتمام هذا البحث راجيه منه أن ييسر لى العلم النافع دومًا. وإنه لدين واجب الأداء أن أتوجه بخالص الشكر والعرفان إلى الأساتذة الأفاضل أعضاء هيئة الإشراف :

أ.د. سوزيت ميشيل عزيز :أستاذ ومدير معهد الإسكان والعمارة - بالمركز القومى لبحوث الإسكان و البناء .

أ.م.د. ضياء الدين إبراهيم : أستاذ مساعد بقسم الهندسة المعمارية بكلية الهندسة- جامعة عين شمس .

أ.م.د. روبى إلياس مرقص: أستاذ مساعد بقسم الهندسة المعمارية بكلية الهندسة- جامعة عين شمس .

وذلك لما قدموه لى من يد العون و المساعدة و التشجيع وعلى ما أولوه لى من متابعة ومساندة فى كل مرحلة من مراحل هذا البحث إلى أن وصل إلى صورته النهائية.

كما لا يسعنى إلا أن أتوجه بالشكر و التقدير للسادة الأساتذة أعضاء لجنة الحكم على الرسالة:

أ.د. أيمن مسلم : أستاذ العمارة هندسة البيئة والهندسة المدنية - جامعة كاليفورانيا .

أ.د. سيد مدبولى على : أستاذ العمارة بقسم الهندسة المعمارية بكلية الهندسة - جامعة عين شمس .

أ.د.سوزيت ميشيل عزيز : أستاذ ومدير معهد الإسكان والعمارة - بالمركز القومى لبحوث الإسكان و البناء .

أ.م.د. ضياء الدين إبراهيم : أستاذ مساعد بقسم الهندسة المعمارية بكلية الهندسة - جامعة عين شمس .

كما أدين بالولاء والعرفان إلى الأساتذة المحاضرين فى الدورة التدريبية فى مجال " حماية البيئة من الملوثات الكيميائية والإشعاعية "فى الفترة من ٢٠٠٨/٣/٩ إلى ٢٠٠٨/٣/١٣, بهيئة الطاقة الذرية المصرية , وهيئة الأمان النووى بالقاهرة . الذين ساهموا فى فتح بابًا جديدًا من أبواب العلم يربط بين العمارة والإشعاع .

كما أشكر كل من وقف بجانبى وآذرنى بالعون أو بالدعاء . وأرجو من الله أن يفتح على بالمزيد من العلم النافع .

مستخلص

أسم الباحث : منى محمد رضا إبراهيم عزوز

رسالة دكتوراه بعنوان : **مدخل للمحافظة على صحة الإنسان داخل الوحدات السكنية من خلال تحسين الأداء البيئى للبيئة المشيدة**

جهة البحث : قسم الهندسة المعمارية – كلية الهندسة – جامعة عين شمس.

يهدف البحث إلى الوصول إلى مقترح يساعد المعمارى على التصميم و الإختيار بين البدائل المختلفة لمواد ومنتجات البناء و التشطيب الداخلية فى كل عنصر من عناصر الوحدات السكنية وذلك للحد من تلوث الهواء و للمحافظة على صحة الإنسان , مع محاولة طرح أداة تساعد المعمارى فى إختيار مواد التشطيب المختلفة فى كل عنصر من العناصر .

كما أن هذا البحث يتوجه إلى القائمين على أعمال صناعة مواد البناء والتشطيبات للعمل على تطوير هذه الصناعة فى مصر وذلك للحفاظ على صحة الإنسان الذى هو محور التنمية .

Key Words	**الكلمات المفتاحية**
Radiation from building materials	الإشعاع الناتج من مواد البناء
Radon	الرادون
Indoor air pollution	تلوث الهواء الداخلى
Building Materials	مواد البناء
Finishing Materials and Products	مواد ومنتجات التشطيب

قائمة المحتويات

موافقة لجنة الممتحنيين .....أ
مستخلص البحث أ١
قائمة المصطلحات المستخدمة فى البحث أ١
التعريف بالباحث أ٢
شكر و تقدير أ٣
إهداء أ٤
قائمة المحتويات ب١
قائمة الأشكال ب٧
قائمة الجداول ب٢٩
ملخص البحث.....ج١
المشكلة البحثية :.....ج١
هدف البحث.....ج٢
فرضية البحث.....ج٢
منهج البحث ج٢
تمهيد.....١

١-الفصل الأول : العوامل التى تؤثر على جودة الهواء داخل الوحدات السكنية:

١-١- مصادر ملوثات الهواء داخل الوحدات السكنية :

١-١-١- الملوثات من البيئة الخارجية.....١٨
١-١-١-١- طرق إنتقال الملوثات من البيئة الخارجية إلى البيئة الداخلية.....١٨
١-١-١-٢- تصنيف للملوثات التى تنتقل من البيئة الخارجية إلى البيئة الداخلية ١٩
أولاً : الإشعاع.....٢٠
أ- الخلفية الإشعاعية وظاهرة النشاط الإشعاعى.....٢٠
ب-الإشعاع الأرضى وإنبعاث غاز الرادون من التربة (عنصر الرادون والعناصر المشعة الأخرى التى تتواجد فى التربة).....٣٦
ثانياً : ملوثات تنتقل بواسطة الهواء من الهواء الخارجى إلى الهواء الداخلى.....٤٧
أ- تصنيف ملوثات الهواء فى البيئة الخارجية ٤٧
ب- نوعية الهواء بالقاهرة الكبرى.....٤٧
ثالثاً :ملوثات تنتقل بواسطة الإنسان من التربة المحيطة إلى الهواء الداخلى.....٦٢
١-١-١-٣- العوامل التى تؤثر على إنتقال الملوثات من البيئة الخارجية إلى البيئة الداخلية.٦٣

١-١-٢-الملوثات من البيئة الداخلية :.....٦٤

١-١-٢-١- الملوثات الناتجة من العناصر الداخلية للوحدة السكنية.....٦٤
١-١-٢-٢- الملوثات الناتجة عن النشاط الإنسانى والتمثيل الغذائى.....٦٥

١-٢- تصنيف ملوثات الهواء الداخلى :

١-٢-١- الغازات.....٦٦
١-٢-١-١- الرادون.....٦٦
١-٢-١-٢- المركبات العضوية المتطايرة.....٧٥
١-٢-١-٣- نواتج الإحتراق.....٨٦
١-٢-١-٤- ثانى أكسيد الكربون.....٨٧
١-٢-١-٥- المبيدات الحشرية.....٨٨

١-٢-٢- الجسيمات العالقة فى الهواء.....٨٩

١-٢-٣- الأبخرة ٩٩

١-٣- العوامل التى تؤثر على تركيز الملوثات فى الوحدة السكنية ١٠٠

خلاصة الفصل الأول.....١٠٤

٢- الفصل الثانى : تلوث الهواء الداخلى الناتج عن مواد ومنتجات البناء داخل الوحدات السكنية

٢-١- ملوثات الهواء الناتجة من مواد ومنتجات البناء والتشطيب ومصادرها :

٢-١-١- الإشعاع الناتج من مواد البناء والتشطيب ١٠٧
٢-١-١-١- الإشعاع الناتج من مواد البناء والتشطيب الطبيعية ١١٢
٢-١-١-٢- الإشعاع الناتج من مواد البناء والتشطيبات المصنعة.....١١٨
٢-١-١-٣- الإشعاع الناتج من مواد البناء التى يتم تصنيعها من المخلفات المختلفة(مواد البناءالخضراء).....١٢٣
٢-١-١-٤- الإشعاع الناتج من مواد البناء والتشطيبات المختلفة بإقليم القاهرة الكبرى....١٢٥

٢-١-٢- المركبات العضوية المتطايرة.....١٣١
٢-١-٢-١- الفورمالديهيد.....١٣٣
٢-١-٢-٢- الملوثات الناتجة من مادة البولى فنيل كلوريد PVC.....١٣٦
٢-١-٣- الرصاص.....١٣٩
٢-١-٤- الأسبستوس ١٤٠

٢-١-٥- الألياف الزجاجية ١٤٢

٢-٢- العوامل التى تؤثر على كمية ومعدل إنبعاث الملوثات من مواد ومنتجات البناء والتشطيب.....١٤٣

٢-٣- تصنيف لمواد و منتجات التشطيب الداخلى للوحدات السكنية التى تشكل خطرًا على صحة الإنسان :
٢-٣-١- تشطيبات الأرضيات.....١٤٣
٢-٣-٢- تشطيبات الحوائط والأسقف.....١٥١
٢-٣-٣- أعمال الديكور.....١٥٨
٢-٣-٤- النوافذ.....١٦٦
٢-٣- ٥- الغراء و المواد اللاصقة.....١٦٦

٢-٤- تقييم لمكامن الأخطار فى كل عنصرمن عناصر الوحدة السكنية ١٦٧

خلاصة الفصل الثانى ١٧٣

٣- الفصل الثالث :دراسة المبادئ التى ترتكز عليها المساكن الصحية من حيث جودة الهواء الداخلى وبعض الأمثلة والتجارب العالمية :

٣-١- المبادئ الأساسية المساكن الصحية للتحكم فى جودة الهواء الداخلى (تحسين نوعية الهواء):

٣-١-١- القضاء وإستبعاد مصادر التلوث (القضاء على الملوثات عند المصدر) ١٧٨
٣-١-٢- عزل أو فصل مصادر التلوث.....١٨٠
٣-١-٣- التهوية والترشيح.....١٨٠

٣-٢- دراسة تحليلية مقارنة لبعض الأمثلة والتجارب العالمية للمساكن الصحية (Healthy Houses)

٣-٢-١- منزل صنبيرى الصحى بأحد الضواحى الخارجية لمدينة ملبورن , بأستراليا ١٩٩٨.....١٨٦
٣-٢-٢- منزل صحى بمدينة سياتل , ولاية واشنطن, بشمال الولايات المتحدة الأمريكية١٩٠
٣-٢-٣- منزل صحى على الشاطئ الشمالى الغربى , على المحيط الهادى , كندا عام ١٩٩٤.....٢٠١
٣-٢-٤- منزل هانوفر, نيو هامبشاير, بالمملكة المتحدة ,١٩٩٤ .....٢٠٥
٣-٢-٥- جدول المقارنة بين الأمثلة والتجارب العالمية للمساكن الصحية.....٢٠٨
خلاصة الفصل الثالث ونتائج المقارنة بين الأمثلة والتجارب العالمية للمساكن الصحية.٢١٠

٤-الفصل الرابع : دراسة لمستويات غاز الرادون التى يتعرض لها الإنسان فى الوحدات السكنية بإقليم القاهرة الكبرى:

٤-١- الجهاز المستخدم للكشف عن غاز الرادون داخل الوحدات السكنية :

٤-١-١- وصف المنتج.....٢١٦
٤-٢-٢- خصائص جهاز كاشف غاز الرادون.....٢١٦

٤-٢- الإشتراطات التى تم مراعتها عند إجراء القياسات فى جميع الوحدات السكنية..٢١٨

٤-٣- الدراسة التحليلية المقارنة بين مستويات غاز الرادون فى وحدات سكنية فى الطوابق الأعلى من ثلاثة أدوار :

٤-٣-١- إختيار نماذج الدراسة.....٢١٩
٤-٣-٢- الدراسة التحليلية لنماذج الدراسة :
٤-٣-٢-١- وحدة سكنية بأحدى العمارات السكنية بعين شمس.....٢٢١
٤-٣-٢-٢- وحدة سكنية بالدور الخامس بفيلا سكنية منفصلة بحى مصر الجديدة.....٢٢٣
أولاً : حمام.....٢٢٣
ثانيًا : فراغ توزيع.....٢٢٥
ثالثًا : غرفة معيشة.....٢٢٧
٤-٣-٢-٣- وحدة سكنية بأحدى العمارات السكنية بحى مصر الجديدة.....٢٢٨
٤-٣-٢-٤- وحدة سكنية بالدور الرابع بفيلا سكنية منفصلة بحى مصر الجديدة.....٢٣٠
٤-٣-٣- جدول المقارنة بين مستوى غاز الرادون فى وحدات سكنية فى طوابق أعلى من ثلاثة
أدوار.....٢٣٢
٤-٣-٤- نتائج المقارنة.....٢٣٣

٤-٤- الدراسة التحليلية المقارنة بين مستوى غاز الرادون فى الوحدات السكنية فى الأدوار الأرضية (تأثير إنبعاث غاز الرادون من التربة على مستويات الرادون فى الوحدات السكنية) :

٤-٤-١- إختيار نماذج الدراسة.....٢٣٤
٤-٤-٢- الدراسة التحليلية لنماذج الدراسة:
٤-٤-٢-١- فيلا سكنية منفصلة بأحدى التجمعات السكنية بالشيخ زايد بالسادس من
أكتوبر.....٢٣٥
٤-٤-٢-٢- فيلا سكنية منفصلة بأحدى التجمعات السكنية بالشيخ زايد بالسادس من
أكتوبر.....٢٣٧
٤-٤-٢-٣- فيلا سكنية منفصلة بحى مصر الجديدة.....٢٣٩
٤-٤-٢-٤- وحدة سكنية بأحدى العمارات السكنية بحى مصر الجديدة.....٢٤١
٤-٤-٢-٥- فيلا سكنية منفصلة بالمنيل.....٢٤٣
٤-٤-٢-٦- وحدة سكنية بالطابق الأرضى بأحد المبانى السكنية بمدينة نصر.....٢٤٥
٤-٤-٣- جدول مقارنة لتأثير إنبعاث غاز الرادون من التربة على مستويات الرادون فى
الوحدات السكنية ٢٤٨
٤-٤-٤- نتائج المقارنة.....٢٤٩

خلاصة ونتائج الفصل الرابع.....٢٥٠

٥- الفصل الخامس :إطار مقترح للحد من تلوث الهواء داخل الوحدات السكنية للحفاظ على صحة الإنسان:

٥-١- التحكم فى الملوثات :

٥-١-١- التحكم فى مصادر التلوث ٢٥٤
٥-١-١-١- إختيار الموقع..... ٢٥٤
٥-١-١-٢- الإعتبارات التصميمية ٢٥٨
أولاً : الإعتبارات التصميمية المرتبطة بالموقع و بتنسيق الموقع..... ٢٥٨
ثانياً : إختيار نظام وأسلوب الإنشاء..... ٢٦١
ثالثًا : الإعتبارات التصميمية فى تصميم الغلاف الخارجى للوحدة السكنية ٢٦٢
رابعًا : بعض الإعتبارات التصميمية على مستوى الوحدة السكنية..... ٢٦٣
خامسًا : الإعتبارات التصميمية فى كل عنصر من عناصر الوحدة السكنية..... ٢٦٤
٥-١-١-٣- مرحلة إختيار مواد ومنتجات البناء والتشطيب للقضاء على مصادر الملوثات..... ٢٦٦
أولاً : دور الجهات المختصة بالأشراف على أعمال البناء والمراكز البحثية..... ٢٦٨
ثانياً : الحد من الملوثات المختلفة الناتجة عن مواد ومنتجات البناء والتشطيب المختلفة ٢٧٥
ثالثًا : إختيار مواد ومنتجات البناء والتشطيب ٢٨٤
أ - إستراتيجيات إختيار مواد ومنتجات البناء و التشطيب..... ٢٨٤
ب - البدائل الصحية لمواد التشطيب المختلفة للوحدات السكنية..... ٢٩٢
جـ - الإعتبارات الخاصة بإختيار مواد التشطيب فى كل عنصر من عناصر الوحدة السكنية..... ٣١٥

٥-١-٢- خفض معدل إنبعاث الملوثات من خلال المعالجات المختلفة ٣٢٧
٥-١-٢-١- العزل للحد من إنبعاث الملوثات والخفض من معدل إنبعاثها ٣٢٨
أولاً : عزل مصادر ملوثات الهواء الداخلى..... ٣٢٨
ثانياً : العزل للتخفيف من معدل إنبعاث الملوثات من المصادر ٣٣١
٥-١-٢-٢- التحكم فى الرطوبة..... ٣٣٢
٥-١-٢-٣- التحكم فى درجات الحرارة..... ٣٣٤

٥-٢- <u>التحكم فى جودة الهواء داخل الوحدات السكنية</u>

٥-٢-١- التهوية ٣٣٤
٥-٢-١-١- زيادة معدل التهوية..... ٣٣٤
٥-٢-١-٢- تدابير تحسين جودة الهواء الداخلى وزيادة معدل التهوية داخل الوحدات السكنية المرتبطة بنظم التهوية المختلفة ٣٣٥
أولاً : إستخدام نظم التهوية الميكانيكية أو المدفوعة..... ٣٣٥
ثانيًا : الحد من تسلل الهواء..... ٣٣٩
ثالثًا : الإستعانة بالتهوية الطبيعية فى المناطق ذات المستويات المنخفضة من ملوثات الهواء فى البيئة الخارجية ٣٤٠
٥-٢-١-٣- تدفق الوحدة السكنية بالهواء النقى قبل الإشغال للتخلص من ملوثات الهواء.. ٣٤٠
٥-٢-١-٤- التهوية للتخفيف من التعرض للملوثات الناتجة من مواد التشطيب..... ٣٤٠
٥-٢-١-٥- الإعتبارات المرتبطة بتهوية الأجهزة التى تعمل بالإحتراق وبغازات نواتج الإحتراق..... ٣٤١
٥-٢-١-٦- بعض الإعتبارات المرتبطة بتهوية العناصر المختلفة فى الوحدة السكنية..... ٣٤١

٥-٢-٢- تنقية الهواء ٣٤٣

٥-٢-٢-١- إستخدام أجهزة تنقية الهواء المنفصلة.....٣٤٣
٥-٢-٢-٢- تنقية الهواء من خلال أنظمة التدفئة والتهوية وتكييف الهواء.....٣٤٥

نتائج البحث :.....٣٤٦

قوائم الإختبار.....٣٤٧
أدوات التقييم للإطار المقترح ٣٩٦

التوصيات.....٤٠٦

المراجع.....٤٠٧

١-الفصل الأول : العوامل التى تؤثر على جودة الهواء داخل الوحدات السكنية:

نحن نتعرض فى حياتنا اليومية إلى الكثير من المخاطر والتى تتفاوت فى درجة الخطر التى تشكله على صحة الإنسان.وبعض هذه المخاطر تقع خارج نطاق تحكمنا كأفراد ، وهناك بعض الأخطار التى يمكن أن يتجنبها الإنسان إذا كانت لديه الفرصة لخيارات واعيه . ويعتبر تلوث الهواء الداخلى هو أحد المخاطر التى يمكن التصدى لها .

أصبح تلوث الهواء داخل الوحدات السكنية مشكلة بيئية بارزة ومشكلة أساسية فيما يتعلق بالصحة العامة. وقد تم تمييز العديد من التاثيرات الصحية السلبية المرتبطة بملوثات الهواء الداخلى. ويرجع ذلك كما سبق وأن ذكرنا لطول الفترات التى يقضيها الإنسان فى البيئات الداخلية وبالتالى طول فترة تعرضه لهذه الملوثات. أيضًا عدم توفر التهوية الجيدة فى كثير من المبانى مما ينتج عنه بيئات داخلية شبه مغلقة مما يزيد من شدة تركيز هذه الملوثات وبالتالى يزيد من أضرارها على صحة الإنسان.

ويعتبر الهواء من أهم المتطلبات الرئيسية للحياة على سطح الأرض ، فيصل متوسط إحتياج الإنسان اليومى من الهواء إلى حوالى٢٠ كيلو جرام ، أى أكثر من ١٥ ضعف إحتياجات نفس الفرد من الغذاء و يستطيع الإنسان أن يتحمل عدم تناول الطعام لعده أيام ، ولكنه لا يتحمل عدم التنفس لدقائق معدودة ، لهذا فإن جوده الهواء هى إعتبار أساسى لصحة الإنسان . وهذا الهواء يجب أن يكون صالحًا للإستنشاق ولا يحتوى على السموم التى قد تؤدى فى النهاية بحياته أو على الأقل تضر بصحته سواء على المدى الطويل أو القصير .[١]

الهواء النقى Pure Air :

يتكون الهواء الجاف النقى كما هو موضح بالجدول رقم (٢) والشكل رقم (١-٢) من : نيتروجين(٧٨,٠٤٨%) و أكسجين (٢٠,٩٤٦%)وأرجون (٠,٩٣٤%) وثانى أكسيد الكربون (٠,٠٢%) بالإضافة إلى كميات ضئيلة من غازات النيون والهليوم والكريبتون والزينون[٢] . أما بخار الماء فيختلف تركيزه من منطقة إلى أخرى حسب قربها من المسطحات المائية والبحار والمحيطات ، وتتراوح تركيزاتها من ٠,١ جزء فى المليون إلى ٣٠٠٠ جزء فى المليون وهو من الغازات المسببة للإحتباس الحرارى مثل غاز ثانى أكسيد الكربون . ويمكن إعتبار الهواء ملوثاً عند إختلال هذا التركيب أو بدخول غازات أو جسيمات غريبة .

المادة	تركيز المادة في الهواء (جزء فى المليون)
النيتروجين	٨٤٠،٧٨٠
الأكسجين	٢٠٩،٤٦٠
الأرجون	٩،٣٤٠
ثانى أكسيد الكربون	٣٣٠
النيون	١٨
الهليوم	٥,٢
الميثان	١,٢
الكربتون	٠,٥
الهيدروجين	٠,٥
أكس زينون	٠,٠٨
ثانى أكسيد النيتروجين	٠,٠٢
الأوزون	٠,٠١ -٠,٠٤

جدول رقم (٢) التركيب الكيميائى للهواء النقى الجاف

المرجع : Burton, D.Jeff ," IAQ AND HVAC WORKBOOK",IVE,Inc.,2000

[١] صلاح محمود الحجار, " السحابة الدخانية , المشكلة – الأثر – الحل ", الطبعة الأولى ٢٠٠٣, دار الفكر العربى .

[2] Burton, D.Jeff ," IAQ AND HVAC WORKBOOK",IVE,Inc.,2000.

وفى بعض الأحيان مع وجود كميات صغيرة من المكونات الأخرى فى الهواء إلا أنه يعتبر نقيًا. وهذه المكونات الأخرى تشمل :الأمونيا ، ثانى أكسيد الكبريت ، الفورمالديهايد ، ثانى أكسيد الكربون ، االيود ، كلوريد الصوديوم وبعض المواد العالقة مثل الأتربة وحبوب اللقاح.

تلوث الهواء (Air Pollution):

وإرتكازًا على تعريف الهواء النقى ، فأن تلوث الهواء يعتبر أى تغير فى نسب ومكونات الهواء النقى . وتعرف ملوثات الهواء بأنها أى مادة توجد فى الهواء وتؤذى صحة وراحة الإنسان والحيوان ، وتقلل من جودة وإنتاج النبات ، أو تؤدى إلى سرعة إتلاف الأجهزة. والملوثات العالقة يمكن أن تكون صلبة (مثل حبيبات النبات) ، سائلة (مثل الضباب) ، أو مواد غازية. وأيضًا الزيادة الكبيرة فى تركيز المواد التى تم ذكرها فى الجدول رقم (٢) أو التخلص منها يمكن أن يسهم فى خلق مشاكل خطيرة مرتبطة بجودة الهواء.

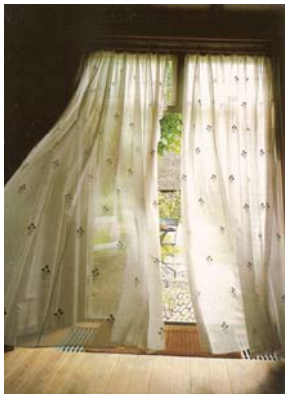
جودة الهواء (Air Quality):

جودة الهواء تعتمد على درجة التلوث فى الهواء النقى. ومن الطبيعى، إنه كلما إنخفض تركيز الملوثات العالقة ، كلما زادت جودة الهواء.

جودة الهواء الداخلى (Indoor Air Quality -IAQ):

جودة الهواء الداخلى هى نتيجة للعلاقة المركبة بين مصادر الملوثات فى المبانى ومعدل التهوية ، والتخفيف من تركيز ملوثات الهواء الداخلى عن نسبة هذه الملوثات فى الهواء الخارجى. وهذه العلاقة تزداد تعقيدًا مع إنتقال هذه الملوثات من البيئة الخارجية إلى داخل المبانى السكنية .كما هو موضح بالشكل رقم (١-٣).

شكل رقم (١-٢) مكونات الهواء النقى
المرجع
Pearson, D. (1991), "The Natural House Book", 2nd Edition, Conran Octopus Limited.



شكل رقم (١-٣) إنتقال الملوثات من البيئة الخارجية إلى البيئة الداخلية
المرجع
Pearson, D. (1991), "The Natural House Book", 2nd Edition, Conran Octopus Limited.

فى السنوات الأخيرة ، أثبتت الإختبارات العلمية أن الهواء داخل المنازل والمبانى يمكن أن يكون أكثر تلوثًا من الهواء الخارجى بما فى ذلك المدن الصناعية الكبرى والتى تعانى من نسبة مرتفعة من التلوث . فقد أثبتت الأبحاث التى أجرتها U.S على عينات من الهواء الداخلى أن تلوث هذا الهواء قد يصل إلى عشرة إضعاف عينات الهواء فى البيئة الخارجية. وأيضًا إذا كان مستوى تلوث الهواء فى البيئة الداخلية منخفضًا فأن التعرض لهذا التلوث لفترة طويلة من الزمن (حيث إن الإنسان يقضى حوالى ٩٠% من وقته بالداخل) يؤدى إلى زيادة تعرضه إلى الأخطار الصحية .

أسباب زيادة تعرض الإنسان للملوثات داخل الوحدات السكنية :

وفى العقود الثلاثة الماضية ، كان هناك إعتقاد بأن نسبة تعرض الإنسان لملوثات الهواء الداخلى قد تزايدت ويرجع ذلك إلى بعض العوامل منها :-

- إنتشار مواد البناء والتشطيبات المصنعة والمواد الكيميائية التى لم يتم إختبار تأثيرها على صحة الإنسان وتتجمع هذه المواد لخلق بيئة داخلية تشكل خطرًا كامنًا يهدد صحة الإنسان داخلها.
- الإهتمام بعزل المبانى لترشيد إستهلاك الطاقة الغير متجددة والتقليل من معدل التهوية (الطبيعية أو الميكانيكية) للحفاظ على الطاقة.

حد ملوثات الهواء داخل الوحدات السكنية من قبل بعض المنظمات الدولية الأمريكية:

حتى يناير عام ٢٠٠٠م لم يكن هناك معايير قومية ودولية ملزمة خاصة بتركيز المواد فى الهواء الداخلى حتى لا تصبح هذه المواد من ملوثات الهواء الداخلى . وقد تم إقتراح عدد من المحددات والإشتراطات والتوصيات من قبل بعض المنظمات الدولية الأمريكية ومن هذه المنظمات :

الجمعية الأمريكية لمهندسى التدفئة والتبريد وتكييف الهواء (ASHRAE) .

الوكالة الأمريكية لحماية البيئة (EPA) .

المعهد الوطنى للصحة والسلامة المهنية (NIOSH) .

إدارة السلامة والصحة المهنية (OSHA) .

المعايير الوطنية لنوعية الهواء المحيط (NAAQS) .

فقد قامت منظمة (ASHRAE) بالإشتراك مع بعض المنظمات الأخرى بوضع المبادىء التوجيهية وإقتراح حد لكميات بعض المواد فى الهواء والتى يجب أن لا تتعداها هذه المواد حتى لا تصبح من الملوثات كما هو موضح فى الجدول رقم (٣)[1]. وحد التعرض الآمن الذى تم وضعه لبعض الملوثات التى تم دراستها للإنسان السليم صحيًا ً. أما فى حالة الأشخاص الذين لديهم حساسية, فهم يتأثرون بمستويات أقل بكثير من المستويات التى ينظر لها الخبراء على أنها مستويات آمنة .

الملوثات	التركيز	الزمن	المصدر
أول أكسيد الكربون	٩ جزء فى المليون	تعرض يومى	NAAQS
ثانى أكسيد الكربون	١٠٠٠ جزء فى المليون	تعرض مستمر	ASHRAE
ثانى أكسيد الكربون	٨٠٠ جزء فى المليون	تعرض مستمر	OSHA
الفورمالديهايد	٠,١ جزء فى المليون	تعرض مستمر	ASHRAE
ثانى أكسيد النيتروجين	٠,٠٥ جزء فى المليون	تعرض سنوى	NAAQS
الأوزون	٠,٠٥ جزء فى المليون	تعرض مستمر	ASHRAE
الرادون	٤ بيكوكورى/لتر	تعرض سنوى	EPA
ثانى أكسيد الكبريت	٠,١٤ جزء فى المليون	تعرض يومى	NAAQS
الرصاص	١,٥ ميكروجرام لكل متر مكعب	تعرض سنوى	NAAQS
الأسبستوس	٠,١ ألياف /سم مكعب من الهواء	المستوى الذى يجب فيه إتخاذ الإجراءت لخفض مستوى التعرض	OSHA
المركبات العضوية المتطايرة	٥٠٠ميكروجرام لكل متر مكعب	تعرض مستمر	ولاية واشنطون

جدول رقم (٣)الحدود القصوى لبعض الملوثات فى الهواء

المرجع

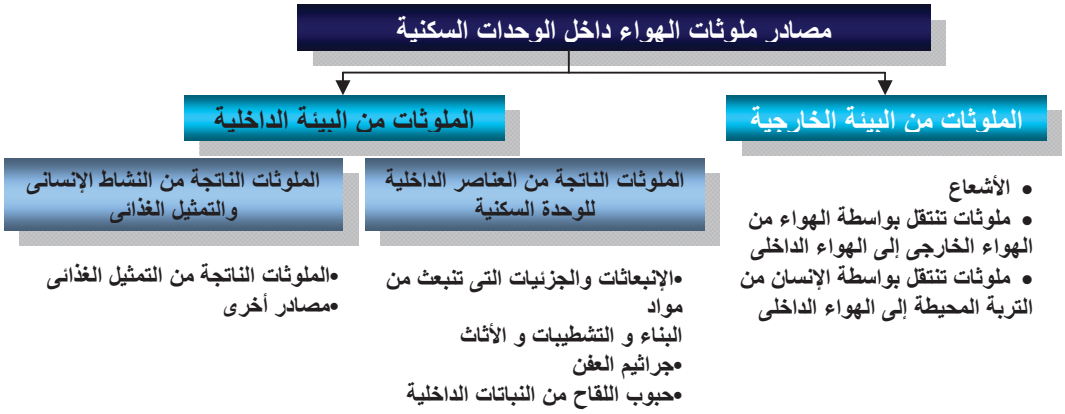
Burton, D.Jeff ," IAQ AND HVAC WORKBOOK",IVE,Inc.,2000

[1] Burton, D.Jeff ," IAQ AND HVAC WORKBOOK",IVE,Inc.,2000

بينما لاتشكل مستويات الملوثات من كل مصدر من مصادر تلوث الهواء داخل الوحدات السكنية كل على حده مخاطر صحية كبيرة ، فأن الوحدات السكنية غالبًا ماتحتوى على أكثر من مصدر من مصادر التلوث ويساهم ذلك فى تلوث الهواء داخل هذه الوحدات . ومما يزيد من هذه الأخطار تراكم هذه الملوثات داخل الوحدات السكنية .

١-١- مصادر ملوثات الهواء داخل الوحدات السكنية :

هناك العديد من السبل للحد من تلوث الهواء داخل الوحدات السكنية . ولكن لتحديد أفضل الطرق للحد من هذا التلوث فى كل حالة من الحالات المختلفة ، فيجب تصنيف مصادر ملوثات الهواء داخل الوحدات السكنية إلى فئتين رئيسيتين كما هو موضح بالشكل رقم (١-٤) كما يلى :



شكل رقم (١-٤) مصادر ملوثات الهواء داخل الوحدات السكنية

المصدر :الباحثة

لقد أصبحت ملوثات الهواء داخل الوحدات السكنية سواء كانت هذه الملوثات ناتجة من إنتقال الملوثات من البيئة الخارجية إلى البيئة الداخلية أو داخلية المصدر(الملوثات الناتجة من العناصر الداخلية للوحدة السكنية أو الملوثات الناتجة من النشاط الإنسانى والتمثيل الغذائى) تمثل خطراً كبيرًا على الصحة العامة .

١-١-١-الملوثات من البيئة الخارجية:

وهى إنتقال الملوثات من البيئة الخارجية إلى البيئة الداخلية (ملوثات خارجية المصدر) .

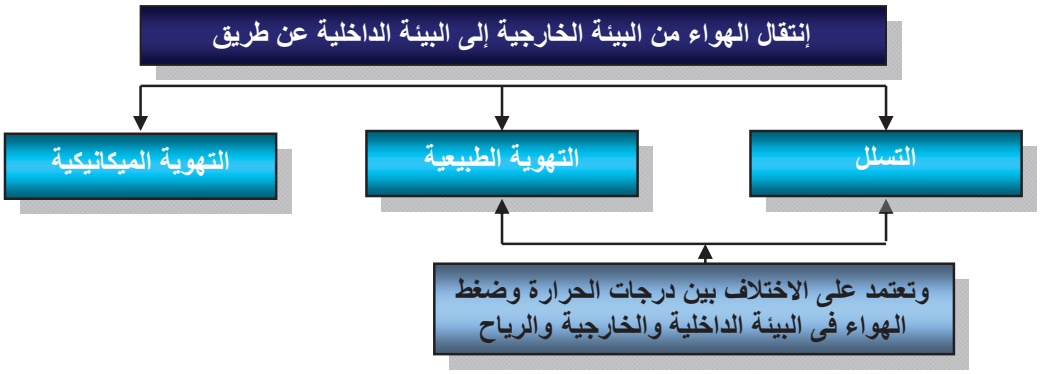
١-١-١-١- طرق إنتقال الملوثات من البيئة الخارجية إلى البيئة الداخلية :

يتم تبادل الهواء بين البيئة الداخلية والخارجية كما هو موضح بالشكل رقم (١-٥)عن طريق :

- **التسلل :** وهو تدفق الهواء عن طريق الفتحات ، المفاصل ، الشقوق فى الجدران والأرضيات والأسقف ، وحول النوافذ والأبواب.
- **التهوية الطبيعية :** يتم تدفق الهواء من خلال فتحات النوافذ والأبواب.
- **التهوية الميكانيكية :**عن طريق أجهزة التكييف ومراوح التهوية ونظم معالجة الهواء وتنقيته.

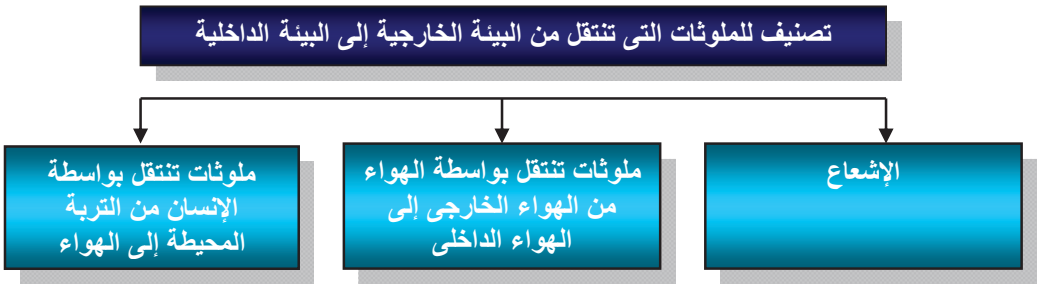
***ويرجع الإختلاف فى معدل التهوية المرتبط بالتسلل والتهوية الطبيعية إلى الإختلاف بين درجات الحرارة وضغط الهواء فى البيئة الداخلية والخارجية والرياح.**

والمعدل الذى يتم به إستبدال الهواء النقى بالهواء الملوث داخل الوحدات السكنية يسمى معدل التهوية ويؤدى إنخفاض التسلل والتهوية الطبيعية والميكانيكية إلى تراكم الملوثات وإرتفاع نسبتها فى الوحدات السكنية.



شكل رقم (١-٥) طرق إنتقال الهواء من البيئة الخارجية إلى البيئة الداخلية
المصدر :الباحثة

١-١-١-٢- تصنيف للملوثات التى تنتقل من البيئة الخارجية إلى البيئة الداخلية :
ويمكن تصنيف هذه الملوثات كما هو موضح بالشكل رقم (١-٦) إلى :



- الإشعاع الأرضى
- الرادون

- الرصاص
- عوادم السيارات
- أول أكسيد الكربون
- أكاسيد الكبريت
- أكاسيد النيتروجين
- الدخان
- بخار الماء
- الأوزون
- الجراثيم المحمولة جواً وحبوب اللقاح
- الجزيئات الصلبة
- الأتربة التى تحملها الرياح
- المواد الكيميائية فى الحدائق

- الرصاص
- المواد الكيميائية فى الحدائق

شكل رقم (١-٦) تصنيف للملوثات التى تنتقل من البيئة الخارجية إلى البيئة الداخلية
المصدر :الباحثة

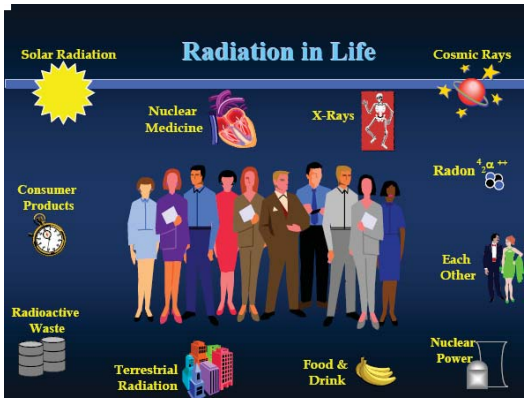
أولاً : الإشعاع :

من جميع الملوثات ، يعتبر الإشعاع أكثر الملوثات التى تؤرق الإنسان وتدعوه إلى الإحساس بالخوف ، وذلك لأن الإنسان لا يستطيع الإحساس بوجود الإشعاع . ومن المستحيل تجنب جميع الإشعاعات ، حيث أن هناك خلفية إشعاعية فى كل مكان ، بما فى ذلك جسم الإنسان ، كما هو موضح بالشكل رقم (١-٧).

أ-الخلفية الإشعاعية وظاهرة النشاط الإشعاعى :

- **الخلفية الإشعاعية :**

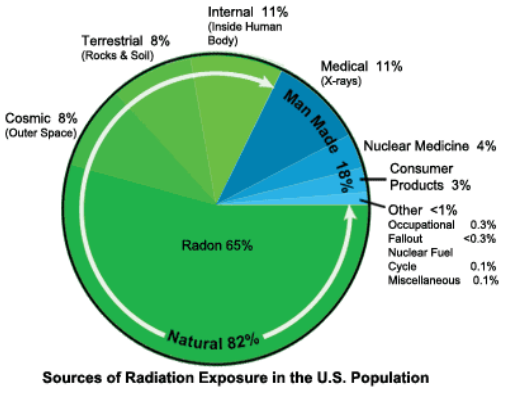
تتواجد بشكل مستمر فى البيئة ، وتنبعث من مجموعة متنوعة من المصادر الطبيعية والصناعية كما هو موضح بالشكل رقم (١-٨).



شكل رقم (١-٧) رسم يوضح التعرضات الإشعاعية حسب مصدرها (مصادر الأشعاع المؤين)

المرجع

http://www.fipr.state.fl.us/Education2004/birky_radiation.pdf



شكل رقم (١-٨) رسم يوضح نسبة تعرض الإنسان إلى الإشعاع الطبيعى يصل إلى ٨٢%

المرجع

http://emilms.fema.gov/IS3/FEMA_IS/is03/REM0603010.htm

الخلفية الإشعاعية الطبيعية :

أما الخلفية الإشعاعية الطبيعية تأتى من مصدرين رئيسيين هما :الإشعاع الكونى والمصادر الأرضية ،[1] كما فى الشكل رقم (١-٨) ، ويمكن تقسيمها إلى :

٥٠ ٪ الرادون : يعتبر الهواء بطبيعة الحال مشع ، لأنه يحتوى على غاز الرادون . هذا الغاز هو نتاج الإضمحلال الإشعاعى في اليورانيوم والثوريوم والبوتاسيوم ، ويتسرب بصفة مستمرة من القشرة الأرضية بكميات صغيرة . ويتواجد اليورانيوم فى جميع أنحاء القشرة الأرضية بنسبة تصل فى المتوسط إلى ٢ جزء فى المليون ، و ٣ أجزاء فى المليون فى مياه البحر. ويكون تركيزه أعلى فى بعض أنواع الصخور مثل الجرانيت. وعادة ، يكون تركيز غاز الرادون منخفض ، لكنه يمكن أن يتراكم داخل المبانى والوحدات السكنية حيث يتسرب من خلال الشقوق فى الأرضيات أو مباشرة من مواد البناء المستخدمة . ويعتبر غاز الرادون أكبر مصدر للإشعاعات الخلفية ، كما هو موضح بالشكل رقم (١-٨) .

أشعة جاما ١٤ % من الصخور والتربة ومواد البناء : تعتبر الصخور التى تتواجد فى قشرة الأرضية أيضًا مصدرًا للإشعاع الطبيعى ، مما يعنى أن مواد البناء والتشطيب مثل الطوب والخرسانة مواد مشعة لأن يتم تصنيعها من مواد مأخوذة من الأرض ، مثل الرمل والطين. والمتوسط السنوى لجرعة الإشعاع من أشعة جاما هو ٠,٣٥ مليسيفرت. وجرعة

[1] "WHAT IS RADIATION", http://www.marathonresources.com.au/radiation.php, accessed 13/09/2009.