international DESIGN JOURNAL
Print ISSN 2090-9632
Online ISSN 2090-9640

التغلب على رهاب المعالجة السنية بإستخدام أنظمة التحكم البيئي للتصميم الداخلي للعيادة السنية

Overcoming Dental phobia Using Environmental Control Systems For The Interior Design Of Dental Clinics

د/ داليا محمد عزت
أستاذ مساعد بقسم التصميم الداخلي والأثاث، كلية الفنون التطبيقية، جامعة حلوان
د/ ابتسام محمد خميس
أستاذ مساعد بقسم التصميم الداخلي والأثاث، كلية الفنون التطبيقية، جامعة حلوان
د/ رنا إبراهيم محمد
مدرس بقسم التصميم الداخلي والأثاث - كلية الفنون والتصميم – الجامعة المصرية الصينية
هدير عادل جلال محمد
مدرس مساعد بقسم التصميم الداخلى والأثاث، المعهد العالى للفنون التطبيقية، التجمع الخامس،
hadeeradelgalal@a-arts.helwan.edu.eg – designerhadeer@gmail.com

ملخص البحث

تعتبر زيارة العيادة السنية تجربة مثيرة للقلق والرهبة للكثير من المرضى. حيث انها ذات بيئة داخلية خاصة من حيث التصميم الداخلي لها وأنظمة التحكم البيئي من حيث الإضاءة والصوتيات والتهوية يسعى البحث إلى تقديم حلول تصميمية تساهم في خلق بيئة علاجية مريحة ومهدئة للمرضي. تعتبر الإضاءة من اهم العناصر المسئولة عن وضوح الرؤية داخل غرفة العلاج دون حدوث ظلال ودراسة التهوية المسئولة عن تنقية الهواء داخل غرف العلاج لايقل أهمية وبالنسبة للصوتيات فان دراستها جيدا لجعله فراغ يخلو من الأصوات المخيفة الناتجة عن ادوات العلاج، ومن هنا تأتى مشكلة البحث من تأثير تلك العوامل على مدى خلق بيئة صالحة لتلقي العلاج بشكل مناسب وبيئة آمنة . ويهدف هذا البحث إلى اهمية الدور الذي يمكن أن تلعبه أنظمة التحكم البيئي في التصميم الداخلي للعيادة السنية في التغلب على رهاب المعالجة السنية، تتركز أهمية هذا البحث على توظيف أنظمة التحكم البيئي في التصميم الداخلي للعيادات السنية كأداة فعّالة للتخفيف من رهاب المعالجة السنية.

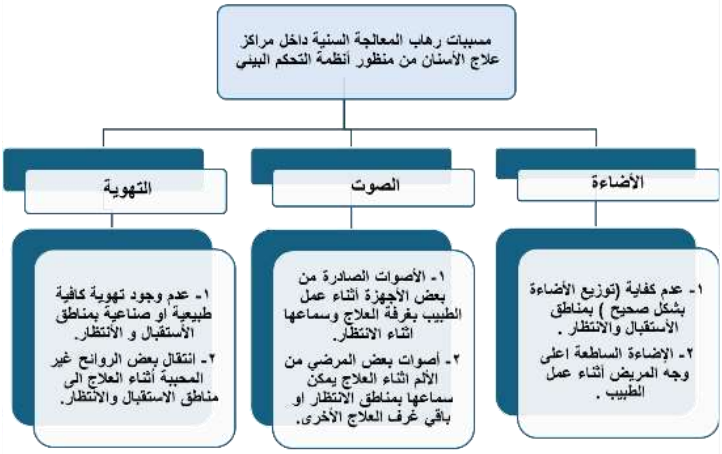
كلمات دالة

أنظمة التحكم البيئي
Environmental Control Systems
رهاب المعالجة السنية
Dental phobia
العيادة السنية
Dental Clinics

Paper received October 16, 2024, Accepted December 12, 2024, Published on line March 1, 2025

المقدمة Introduction

تعتبر زيارة عيادة الأسنان تجربة مثيرة للقلق والرهبة للكثير من المرضى، ولاسيما الأطفال. يعد الرهاب من المعالجة السنية واحداً من العوائق الرئيسية التي تؤثر على صحة الفم والأسنان، حيث يتجنب العديد من الأشخاص زيارات الطبيب اللازمة بسبب الخوف والتوتر حيث ان مراكز علاج الأسنان ذات بيئة داخلية خاصة من حيث التصميم الداخلي لها والخامات المستخدمة داخلها وأنظمة التحكم البيئي من حيث الإضاءة والصوتيات والتهوية فانه من حيث الإضاءة فإنها من اهم العناصر المسئولة عن وضوح الرؤية داخل غرفة العلاج للمساعدة على إتمام عملية التشخيص والعلاج دون حدوث ظلال وتدخلات وأيضا دراسة التهوية المسئولة عن تنقية الهواء داخل غرف العلاج ومنطقة الاستقبال وغرف التعقيم وبالنسبة للصوتيات فان دراستها جيدا يجعل البيئة الداخلية للمركز بيئة هادئة وتخلو من الأصوات المخيفة الناتجة عن ادوات العلاج المستخدمة من قبل طبيب الأسنان. يهدف هذا البحث إلى استكشاف الدور الذي يمكن أن تلعبه أنظمة التحكم البيئي في التصميم الداخلي لعيادات الأسنان في التغلب على رهاب المعالجة السنية. من خلال تحليل الأساليب الحديثة لعزل الصوت، وتطبيق أنظمة تهوية متطورة، بالإضافة إلى تحسين الإضاءة وتوزيع الفراغات، يسعى البحث إلى تقديم حلول تصميمية تساهم في خلق بيئة علاجية مريحة ومهدئة للمرضي.



مخطط (1) يوضح مسببات رهاب المعالجة السنية من منظور أنظمة التحكم البيئة

CITATION
Hadeer Mohmed, et al (2025), Overcoming Dental phobia Using Environmental Control Systems For The Interior Design Of Dental Clinics., International Design Journal, Vol. 15 No. 2, (March 2025) pp 289-300

مشكلة البحث Statement of the Problem

- تأثير تلك العوامل على مدى خلق بيئة صالحة لتلقي العلاج بشكل مناسب وبيئة آمنة.

أهمية البحث: Research Significance

- أهمية الدور الذي يمكن أن تلعبه أنظمة التحكم البيئي في التصميم الداخلي للعيادة السنية في التغلب على رهاب المعالجة السنية.

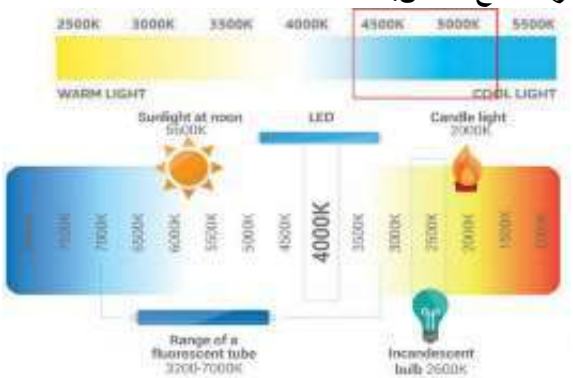
أهداف البحث: Research Objectives

- توظيف أنظمة التحكم البيئي في التصميم الداخلي للعيادات السنية كأداة فعّالة للتخفيف من رهاب المعالجة السنية.

الإطار النظري: Theoretical Framework

أولاً: توزيع الإضاءة الصناعية داخل فراغ غرفة علاج الأسنان:

جميعنا نشعر بالخوف عند الدخول لغرفة علاج الاسنان وأثبتت الدراسات أن للإضاءة دور هام جدا في خلق جو من الراحة النفسية للمرضى والعاملين داخل فراغ علاج الاسنان والاهتمام بإعداد **اشتراطات توزيع الإضاءة داخل فراغ غرفة علاج الأسنان:** مرجع (4)



1- عند توزيع الإضاءة لابد أن تكون إضاءة خفيفة غير قوية لتعطى إحساس بالراحة للمريض.

2- استخدام الإضاءات الجمالية (غير المباشرة) في الاسقف والحوائط.

3- توجيه الإضاءة المباشرة على أجزاء مراد توجيه المريض لرؤيتها (لوحات نصائح أو إرشادات –لوحة أسماء الأطباء).

4- ينصح باستخدام وحدات إضاءة بمؤشر تجسيد للون مؤشر تجسيد اللون CRI هو مقياس من 0 إلى 100 في المئة ، 100 هو أعلى مستوى من دقة الألوان التي يمكن لمصدر الضوء تقديمها. يشير انخفاض CRI إلى أن بعض الألوان ستظهر بشكل غير طبيعي عند إضاءة مصدر الضوء المحدد. (من المهم ملاحظة أن CRI ودرجة حرارة اللون مستقلة عن بعضها البعض ؛ يمكن أن يكون لمصدرين للضوء نفس درجة حرارة اللون مع اختلافCRIs لا يقل عن 80 ودرجة حرارة اللون 5 أي تعادل 4000 كلفن لغرف الفحص والتشخيص ومناطق الخدمات.

5- وللغرف المستخدمة للعلاج فإنه يجب أن يرفع مؤشرة تجسيد اللون ليصل إلى 90درجة او أكثر.

ويعد اللون الأبيض أفضل الألوان استخداماً في غرف علاج الأسنان (لون نهاري دافئ)
وعادة ما تكون حرارة اللون المثالية (K-4500K) كلفن.

الإضاءة المناسبة لهذه الغرفة يمكننا من تقليل الاجهاد والمخاطر العائدة على طبيب الأسنان، مثل تدهور البصر واجهاد العين والصداع اضافة إلى إجهاد العنق والظهر، من خلال إعداد إضاءة ملائمة لفم المريض.

يمكن تقسيم الإضاءة داخل غرفة العلاج الى نوعين وهما: إضاءة المهام (مركزه على كرسي مريض الأسنان) ناتجة من مصابيح التشغيل وإضاءة محيطة ناتجة من السقف والجدران او وحدات التخزين، ويكون نصوع الإضاءة معتمدا على البيئة المحيطة لتحقيق أفضل النتائج.

تقسم عادةً الإضاءة بين الإضاءة المحيطة وإضاءة المهام (العلاج) من حيث قوة التباين بنسبة 1: 5 مع وجود تدرج بين القيم المقاسة في lux لتقليل التظليل والتوهج. (وتقاس شدة الضوء بالوكس Lux، لوكس واحد يساوي لومن واحد لكل متر مربع .(lm / m2) يستخدم لوكس لتحديد كمية الضوء المرئي ، وكذلك كثافة الحزمة).

6- وحدات الإضاءة يجب ان تكون ذات جودة عالية تعمل بتلقائية سريعة ولا تسبب وميض باستمرار يزعج المرضى ويؤثر على الأداء الطبي واستخدام تقنية الليد يعد الحل الامثل.

يتم تصميم الإضاءة المتخصصة لعلاج الأسنان مثل ضوء النهار وتكون شبيهه بها قدر الإمكان، لذا ينبغي تثبيت كرسي المريض باتجاه النافذة للاستفادة من الضوء الطبيعي بشكل أكبر في مطابقة الالوان والاتجاه الشمالي هو الافضل للحصول على ضوء طبيعي مناسب للعمل.

<u>يمكن تقييم الإضاءة باتباع هذه النقاط:</u>

أن تكون الإضاءة موحدة وخالية من الظلال الا تكون الألوان مختلفة في الضوء الطبيعي

الإضاءة الموصي بها لفم المريض (20,000 لكس) والإضاءة المحيطة (4000 لكس) وهذا يساعد على خلق تدرج في الإضاءة والتقليل من الظلال في مناطق العمل، وتكون درجة حرارة اللون (3500-6500 كالفن•) للحفاظ على وضوح الالوان الطبيعية .

ولتوفير أفضل رؤية لابد من اتباع التالي من المعايير الدولية للتخطيط الأمثل لإضاءة بإن يكون:

جدول (1) يوضح مستويات الإضاءة داخل غرفة علاج الأسنان وكرسي المريض.

مستوى الإضاءه في عيادات الاسنان ككل	1000 lux
مستوى الإضاءة في الفحص الطبي و غرف العلاج	10000 lux
مستوى الإضاءه على كرسي العمليات	500 lux

الإضاءة العامة المعلقة لغرفة علاج الأسنان. مرجع (5) ص15

Open Access article distributed under the Creative Commons Attribution License permiting unrestricted use in any medium, provided the work is properly cited.

وهي وحدة معلقة يمكن التحكم بالقرب والبعد حسب الحاجة، هذه الوحدة تضمن اداء عالي يتميز بانبعاث متوازن للضوء وغياب تام للوهج المزعج، وذلك عن طريق انبعاث الإضاءة المباشر للأسفل.

صورة (1) توضح شكل الإضاءة العامة المعلقة بالسقف.

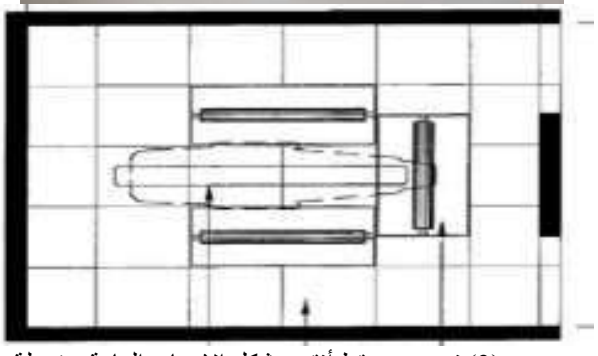
صورة (2) توضح شكل الإضاءة المثبتة بالسقف.

مواصفاتها:

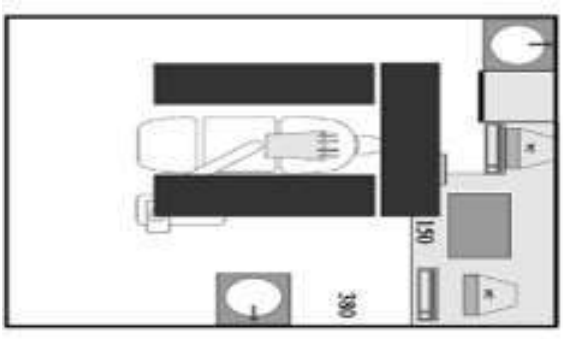
- لها شكلين كالمصباح او معلقة بالجدار.

- ألونها فاتحة (3000 كلفن، 4000 كلفن) او(3000-6500) كلفن.
- لها غطاء ناشر او غطاء دقيق يحمى من الوهج.
- إضاءة عامة مباشرة/ غير مباشرة وإضاءة متجانسة.
- إضاءة خالية من الوهج تخلق إضاءة خلفية منخفضة.
- مناسبة لمرتفعات السقف المختلفة.
- توفير رؤية جيدة وسلامة.

بعض الأمثلة لوضع الأضاءة العامة داخل فراغ غرفة الفحص والعلاج:



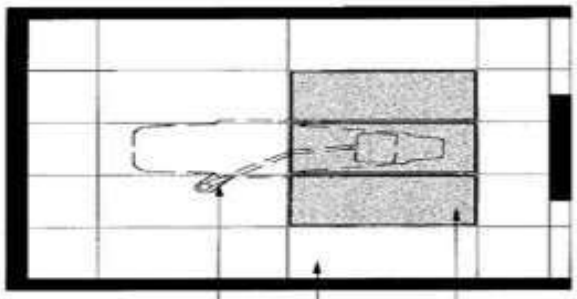
صورة (3) توضح مسقط أفقي وشكل الإضاءة العامة منفصلة



صورة (4) توضح مسقط افقى وشكل الإضاءة العامة معلقة كوحدة

Open Access article distributed under the Creative Commons Attribution License permiting unrestricted use in any medium, provided the work is properly cited.

مقسمة الى ثلاث مصادر على هيئة حرف U. واحدة على هيئة حرف U.



صورة (5) توضح مسقط أفقي وشكل الإضاءة العامة ذات القطعة الواحدة عموديه على كرسي المريض.

إضاءة ممرات الحركة (ممرات الخدمات) داخل مراكز علاج الأسنان:

تختلف أساليب الإضاءة المستخدمة داخل مراكز الأسنان حسب التصميم الداخلي والجو العام للفراغ المصمم توجد ثوابت واشتراطات كما ذكرناها من قبل لكن إضاءة باقي فراغات المركز يجب ان تحقق الوظيفة التي مصمم من اجلها كمنطقة الاستقبال وممرات الحركة وغيرها من غرف داخل مراكز علاج الأسنان.

صورة (6) توضح شكل إضاءة الممر المؤدى الى غرف العلاج المشتركة

صورة (7) توضح شكل إضاءة الممر المؤدى الى غرف العلاج

صورة (8) توضح شكل إضاءة الممر المؤدى الى منطقة الخدمات

إضاءة غرفة الأشعة ومنطقة الاستقبال داخل مراكز علاج الأسنان:

صورة (9) توضح شكل إضاءة غرفة الأشعة البانورامية بجوار منطقة الاستقبال

صورة (10) توضح شكل الإضاءة المباشرة والغير مباشرة لمنطقة الاستقبال

الإضاءة الطبيعية داخل فراغات مركز علاج الأسنان. مرجع (2)ص50
ان الضوء الطبيعي الصادر من النوافذ يعمل على راحة المريض المنتظر في منطقة الانتظار صباحا او المتلقي العلاج داخل غرف الفحص والعلاج ويؤثر عليه نفسيا حيث انه يشعر بأنه جزء من البيئة الخارجية وغير معزول عنها ويشعر بالوقت صباحاً او مساءاً.

صورة (11) توضح الإضاءة الطبيعية في منطقة استقبال مركز لعلاج الأسنان.

تحليل الإضاءة المستخدمة لبعض من غرف الفحص والعلاج:

- إضاءة طبيعية.
- إضاءة عامة.

ثانياً: الضوضاء داخل مركز علاج الاسنان مرجع (3)
يعتبر مركز علاج الأسنان مكان مخيف ومزعجا للكثير منا وتبدأ رحلة الخوف والرعب بداية من دخول المركز وسماع صوت طبيب الأسنان وهو يعمل داخل غرفة العلاج تسمع صوت جهاز الحشوات وجهاز الحفر وجهاز إزالة التكلسات والعديد من الأجهزة ذات الصوت المرتفع، وكل هذه الأصوات تزيد من الشعور بالقلق والخوف خلال فتره انتظار الدخول لذلك يفضل البعض تفادى انتقال الصوت من داخل غرفة العلاج الى منطقة الاستقبال والانتظار.
في عام 1990 اوصت إدارة الصحة والسلامة المهنية (OSHA) على ضرورة توفير واقيات للسمع للعاملين المعرضين لمستوى 85 ديسبيل او أكثر خلال 8 ساعات العمل.

تعريف شدة الصوت. مرجع (1)ص24
نعرف شدة الموجة الصوتية بأنها الطاقة التي تحملها الموجة في الثانية عبر وحدة المساحات العمودية على اتجاه انتشار الموجة. وحيث أن الشدة هي كمية الطاقة في الثانية، إذن شدة الصوت هي القدرة المارة خلال وحدة مساحات عمودية على اتجاه انتشار الموجة. تقاس وحدة شدة الصوت بالواط لكل متر مربع. كما يساعد ايضاً الضوء الطبيعي الأطباء على اختيار لون بعض تركيبات الأسنان او بعض الألوان المستخدمة في عملية تقويم الأسنان مع المرضي الذين يحتاجون بعض الدقة في الاختيار.

صورة (12) توضح الإضاءة الطبيعية من خلال النوافذ داخل غرف العلاج والفحص

- إضاءة غير مباشرة (مخفية).
- إضاءة العمل (مركزية).

تستخدم وحدة ديسيبل للتعبير عن شدة الصوت، حيث إن الديسيبل يسهّل مقارنة أعداد كبيرة جدا بأعداد صغيرة جدا، حيث تتغير شدة الصوت تغيرات كبيرة بين الهمس والضوضاء، وكلها يمكن أن تسمعها الأذن. بالنسبة للصوت: شدة الصوت العادية تكون عند 60 ديسيبل، وابتداء من 90 ديسيبل فصاعدا تصاب الأذن بضرر إذا تعرضت لصوت بهذه الشدة لفترة طويلة.

- عندما يكون الشخص قريباً من مصدر الصوت.
- كلما زاد الديسيبل بمقدار 10 زادت شدة الصوت الضعف.
- التعرض لديسيبل في الصوت أعلى من 90 ديسيبل لفترة طويلة تعرض السمع عند الإنسان بضرر دائم.

للتعبير عن طريقة استجابة الإذن للأصوات بطريقة أفضل يُستخدم عادةً مقياس شدة الصوت، أو مقياس الديسيبل، المبني على قوى الرقم 10.
ويمكن أن نلاحظ في مقياس الديسيبل أن الحد الأدنى لشدة الصوت المسموع بالكاد للإذن المتوسط هو الصفر في مقياس الديسيبل. وكلما ازداد الديسيبل بمقدار 10 ديسيبل زادت شدة الصوت بمقدار

Open Access article distributed under the Creative Commons Attribution License permiting unrestricted use in any medium, provided the work is properly cited.

الضعف. وقد وجد أن الإذن تحكم على الأصوات طبقاً لمقياس الديسيبل، أي أن حاسة السمع لدى الإنسان تقيس الصوت بطريقة لوغاريتمية.

إذا زادت الصوت عن 90 ديسيبل فانه يتسبب في قطم خلايا السمع، وهي لا تتجدد. فإذا تعرض الإنسان إلى أصوات عالية فوق 90ديسيبل dB لمدة طويلة فإنهم يفقدون السمع تدريجيا.

بعد معرفة حسابات انتشار الصوت في الفراغ وماهي شدة الصوت ومدي تأثيرها جسديا ونفسيا على الانسان لذلك يجب تطبيق هذا داخل فراغ مراكز علاج الاسنان ومعرفه ماهي الأصوات المسببة للضوضاء او الانزعاج ومدى تأثير هذه الأصوات على الأطباء والعاملين وأيضا المرضي المتلقين العلاج او المنتظرين دورهم في العلاج.

مسببات الضوضاء داخل مراكز المعالجة السنية. مرجع (1)

لمعرفة مسببات الضوضاء داخل مراكز المعالجة السنية قامت مجموعة من أطباء الأسنان بكلية طب الأسنان بجامعة حمدان للعلوم الطبية بإيران بعمل دراسات حول مستويات الضوضاء المعرض إليها أطباء الأسنان كان الغرض من هذه الدراسة قياس مستوى الضوضاء الناتج عن طريق استخدام أدوات طب الأسنان المختلفة داخل غرف العلاج والمختبرات.

تم إجراء قياس مستوى الضوضاء داخل 89 ديسيبل من مراكز علاج الأسنان داخل دولة إيران وتسع مختبرات (معامل تصنيع تركيبات الأسنان).

تم استخدام جهاز (Lutron) SL-4011 كما في صورة (13) والذي تم وضعه على بعد متر من أذن طبيب الأسنان وعلى بعد مترين من اذن الفني في المختبرات. وكانت نتيجة هذا القياس ان الحد الأقصى لمستوى الصوت 85.8 ديسيبل داخل غرفة العلاج و92.0 ديسيبل داخل المختبرات.

صورة (13) توضح جهاز (Lutron) SL-4011

مسببات الضوضاء داخل غرفة المعالجة السنية. مرجع (23)ص180

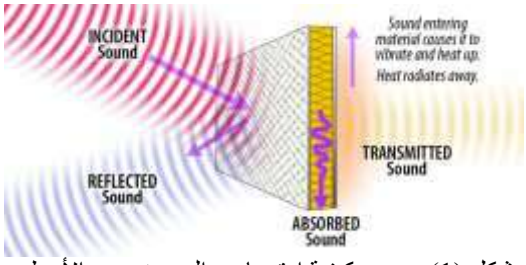
ففي غرفة العلاج تم إنتاج أعلى ضوضاء بواسطة جهاز إزالة ترسبات الأسنان بالموجات فوق الصوتية (ultrasonic-scaler) هو (85.8 ديسيبل).

وأدنى ضوضاء هو (49.7 ديسيبل) من قبل الشافط ذات الحجم الكبير (high-volume aspirator).

تعتبر هذه الأصوات مصدر ازعاج لطبيب الاسنان اثناء عملة ومصدر خوف وقلق للمريض المستلقي على الكرسي يتلقى العلاج وأيضا مصدر قلق للمريض المنتظر دوره خارجا لكنها لا تؤثر بالسلب على اذن المريض لعدم تعرضه اليها لفترات طويله فلا قلق، بل تؤثر بالوقت الطويل على طبيب الاسنان ومساعديه.

ظاهرة امتصاص الصوت (Absorption) مرجع (1)ص20

عندما يصطدم الصوت بأي سطح فان جز ء منه ينتقل عبره والجزء الآخر يمتص داخله والجزء الباقي ينعكس عليه وعادة ما تحدث الحالات الثلاثة. وفيما يختص بالجزء الممتص فان جزءا منه يتحول إلى صور أخري من صور الطاقة غالبا ما تكون حرارة بينما ينفذ الجزء الباقي منه إلى الجانب الآخر من السطح ويتوقف انتقال الصوت إلى الجانب الآخر للسطح على معامل نفاذ الصوت خلال المادة.



شكل (1) يوضح كيفية امتصاص الصوت عبر الأسطح

الدور الأساسي لظاهرة الامتصاص:

1- تستخدم ظاهرة الامتصاص في تقليل الضجيج وذلك بالتحكم في زمن الارتداد.

2- معالجة بعض العيوب الصوتية مثل الصدى وذلك بامتصاص الطاقة الصوتية وتحويلها إلى طاقة حرارية أو طاقة ميكانيكية "ذبذبات"

المواد الماصة للصوت:

جميع المواد تمتص الصوت بدرجات متفاوتة وكل سطح وكل عنصر داخل غرفة سوف يمتص الصوت بدرجة ما، وعلى ذلك فإن:

- المواد الناعمة والصلبة والعالية الكثافة والثقيلة تكون قليلة الامتصاص للموجات الصوتية كالزجاج.
- المواد الخشنة والخفيفة والمسامية فإنها تكون أكثر امتصاصا للموجات الصوتية كالسجاد والستائر.

الأساليب المعمارية في التحكم في مستوى الصوت تشمل:

1- أساليب تخطيطية لتحديد وضع مصادر الصوت مثل الشوارع وما في حكمها وربطها بالمباني والبيئة.

2- أساليب تصميميه لأشكال الفراغ الداخلي.

3- أساليب تنفيذية لاختيار مواد عازلة للصوت.

ينبغي التفرقة بين الامتصاص والعزل كخاصتين مستقلتين من الأمثلة التي توضح الفرق بين العزل والامتصاص:

أن الشباك المفتوح ماص جيد (100%امتصاص) وفي نفس الوقت عازل رديء (100% نفاذ).

يتم امتصاص الطاقة الصوتية بطريقتين: مرجع (1)

الأولى: من خلال الاحتكاك (friction) وتحدث عند تسرب الطاقة الصوتية إلى المسام والشقوق الرفيعة داخل المواد المسامية والليفية فتعمل جزيئات الهواء الموجودة داخل هذه المسام على منع الموجات الصوتية من إكمال دورتها من التضاغط والتخلل وتتحول الطاقة التي تفقد بالاحتكاك إلى حرارة وتعتمد معظم المواد المستخدمة لأغراض امتصاص الصوت في عملها على هذه الطريقة.

الثانية: من خلال الرنين (resonance) تحدث عند إجبار الأنظمة الجاسئة غير تامة الصلابة على التذبذب بسبب اصطدام الطاقة الصوتية بها، وتقوم هذه الأنظمة بامتصاص وتبديد الطاقة إذا كانت ذبذبتها الطبيعية مساوية لذبذبة الموجة الصوتية المصطدمة، ولا تستخدم هذه الطريقة في الامتصاص إلا في عدد قليل من المنتجات، غير أن مواد البناء العادية كالخشب والزجاج والألواح الجبسية توضع في حالة الرنين (تذبذب) إذا لم يتم تثبيتها بإحكام فتمتص الصوت بهذه الطريقة.

يتم امتصاص الصوت الناتج اثناء العلاج في غرفة العلاج او الأصوات الناتجة من المرضى المنتظرين بمنطقة الانتظار بعده طرق وهي:

1- الامتصاص في الهواء.
2- الامتصاص بتكسية الأسطح.
3- الامتصاص في المفروشات والأثاث.
4- الامتصاص عن طريق مواد صوتية خاصة وهذه المواد هي المشققة والمبطنة بمواد منفذة مثل بعض أنواع الخشب والألياف الزجاجية والصوف الصخري.

وتقاس قدرة المادة على الامتصاص بما يعرف بمعامل الامتصاص والذي يمثل النسبة بين الطاقة الممتصة والطاقة الساقطة وعادة ما يتراوح ما بين 1.12 و1.15 ويختلف معامل الامتصاص للمادة باختلاف زاوية السقوط، تردد الموجات الصوتية، كيفية توزيع الأسطح فمثلا. مجموعة قطع من المواد الماصة مساحة كل منها (0.6x 1.0) تكون أفضل من قطعة واحدة لها نفس مجموع المساحة وذلك لحيود نسبة من الموجات الصوتية عند الحواف في الحالة الأولى بنسبة أكبر نظرا لزيادة عدد الحواف فيها.

المواد الماصة للصوت ومنها:

أ- الألواح المثقوبة أو المخرومة: مثل ألواح الجبس المخرّم للأسقف وألواح الخشب المعالج.

ب- الفلين والفوم المثبت مع الخشب.

ج- المواد النسيجية: مثل الستائر والسجاد والمواد الأخرى المصنوعة من النسيج والمواد المسامية وتعتبر هذه المواد ماصة بدرجة منخفضة للذبذبات المنخفضة وعالية للذبذبات العالية.

د- التنجيد للفرش.

تطبيقات لاستخدام مواد ماصة للصوت داخل فراغات مراكز المعالجة السنية:

صورة (14) توضح استخدام بلاطات الفوم والفلين الممتصة للصوت لتكسيه أحد الحوائط للحد من الضوضاء داخل غرفة العلاج

صورة (15) استخدام الواح Plex wood والواح الخشب المعالج الممتص للصوت في سقف غرف العلاج

صورة (16) استخدام الواح الصوف المضغوط معلقة بأسقف منطقة الاستقبال

صورة (17) توضح استخدام الصوف المضغوط مع الفلين بممرات غرف العلاج

ثالثاً: التهوية داخل فراغات مراكز المعالجة السنية. مرجع (3)ص113

جودة الهواء الداخلي هو البحث في مكونات الهواء الداخلي المؤثر على صحة وراحة القاطنين في مبنى ما إن نوعية الهواء الداخلي معرضة للتلوث (بالبكتريا والجراثيم والمواد الكيميائية وأول أكسيد الكربون، رادون والمواد مثيرة الحساسية) أو أي ملوثات صلبة يمكن أن تؤثر على الصحة ملوثات الهواء الداخلي تترافق مع العديد من المخاطر الصحية بما فيها داء الربو .وقد أثبت حديثًا أن الهواء الداخلي أكثر تلوثًا من الهواء الخارجي بالرغم من أن هذا لم يغير الفهم الشائع عن تلوث الهواء ففي الحقيقة يعتبر الهواء الداخلي ذو خطر أكبر على الصحة من الهواء الخارجي.

إن استخدام التهوية لتمديد الملوثات، واستخدام المرشحات، وضبط مصدر الهواء هي الطرق الأولية لتحسين نوعية الهواء الداخلي في معظم الأبنية. طرق تحليل نوعية الهواء الداخلي تشمل جمع عينات من الهواء، وعينات من سطوح المبنى ونمذجة جريان الهواء داخل المبنى. يتم تحليل العينات الناتجة من أجل الجراثيم، والبكتريا، والمواد الكيميائية. هذه التحليلات يمكن أن تساعد في فهم مصادر التلوث، ونزع العناصر غير المرغوبة من الهواء. مرجع (7)

ثاني أكسيد الكربون:

ثاني أكسيد الكربون (CO_2) هو بديل عن الملوثات داخل المباني المنبعثة من البشر، ويرتبط مع النشاط الأيضي الإنسان. ثاني أكسيد الكربون عند مستويات مرتفعة بشكل غير عادي في الداخل قد يسبب

Open Access article distributed under the Creative Commons Attribution License permiting unrestricted use in any medium, provided the work is properly cited.

الصداع، ويسبب ايضاً انخفاض مستويات النشاط. يعتبر الانسان هو المصدر الرئيسي لانبعاث ثاني أكسيد الكربون. وان ارتفاع معدلاته في الأماكن المغلقة هي مؤشر لمدى كفاية التهوية في الهواء الطلق بالنسبة إلى كثافة الناس في الأماكن المغلقة والنشاط الأيضي. للقضاء على معظم الشكاوى جودة الهواء في الأماكن المغلقة، ينبغي تخفيض مجموع ثاني أكسيد الكربون في الأماكن المغلقة وجود اختلاف في أقل من 600 جزء في المليون أعلى من المستويات في الهواء الطلق NIOSH .أن تركيزات الهواء في الأماكن المغلقة من غاز ثاني أكسيد الكربون التي تتجاوز 1000 جزء في المليون هي علامة تشير التهوية غير كافية توصي منظمة ASHRAE ان مستويات ثاني أكسيد الكربون لا تتجاوز 700 جزء في المليون في الهواء الطلق فوق المستويات المحيطة العادية.

في المعايير الأوروبية OSHA تحد من ثاني أكسيد الكربون إلى 3500 جزء في المليون.

ثاني أكسيد الكربون حدود التركيز في أماكن العمل إلى5000 جزء في المليون لفترات طويلة، و35000 جزء في المليون لمدة 15 دقيقة.

قياس الملوثات والمركبات العضوية داخل مراكز المعالجة السنية

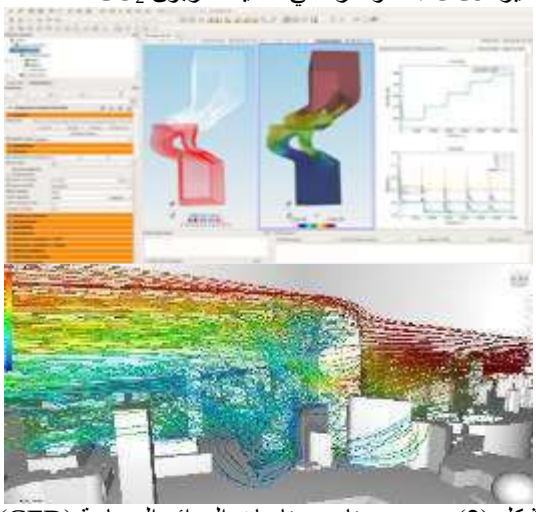
قامت مجموعة من أطباء الأسنان بكلية طب الأسنان بجامعة أثينا بقياس الملوثات الكيميائية وتلوث البيئة الداخلية داخل مراكز علاج الأسنان على مدى فترة ثلاثة أشهر تقريبًا في مجموعة مختارة من مراكز علاج الأسنان.

تم قياس إجمالي المركبات العضوية المتطايرة، CO2، PM10، PM2.5، أكاسيد النيتروجين وثاني أكسيد الكبريت تم العثور على مستويات تلوث عالية خلال ساعات العمل المتعلقة بثاني أكسيد الكربون ومجموع المركبات العضوية المتطايرة والمواد الجزيئية الخشنة والناعمة في الهواء.

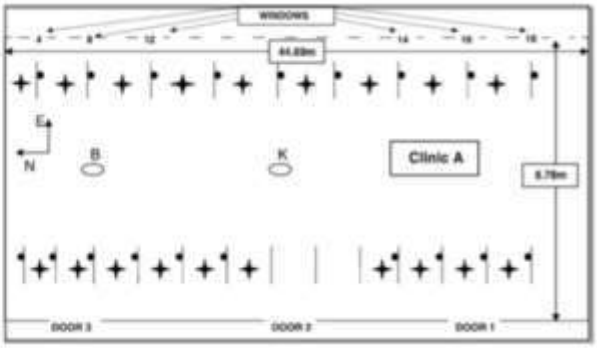
ملوثات الهواء الداخلي: يمكن أن تتأثر نوعية الهواء الداخلي في المنشآت الصحية بالعديد من الملوثات الكيميائية أو الفيزيائية أو البيولوجية ومن أهمها: مرجع (8)ص351

- المركبات العضوية المتطايرة VOCs
- الفورمالدهيد CH_2O
- الجسيمات العالقة $PM_{2.5}$ – PM10
- غاز أول أوكسيد الكربون CO وثاني أوكسيد الكربون CO_2
- ثاني أوكسيد الكبريت SO_2
- ثاني أوكسيد النيتروجين NO_2

ارتبطت نسب هذا التلوث بعدد المرضى المترددين على المراكز يوميا وطبيعة العلاج الذي يتلاقونه حيث تختلف المركبات المتطايرة مع الرزاز. تم استخدام نموذج ديناميات الموائع الحسابية (CFD) لإجراء هذا الاختبار وتم تقييمها من خلال تطبيق نموذج جودة الهواء في الأماكن المغلقة متعددة (MIAQ). وأجريت هذه الدراسة داخل كلية طب الأسنان (منطقة علاج المرضى) بمختلف تخصصاتها بجامعة أثينا لقياس معدلات انبعاث المركبات العضوية المتطايرة TVOCs وغاز ثاني أكسيد الكربون CO_2 مرجع (6)ص350



شكل (2) يوضح برنامج ديناميات الموائع الحسابية (CFD)



●: يشير الى موقع أدوات قياس الملوثات (DANTEC).

*: يشير الى كراسي مرضي الأسنان.

|: يشير الى الفواصل بين كل كرسي داخل الفراغ.

شكل (3) يوضح مخطط بياني لمسقط الأفقي وموقع أدوات قياس الملوثات ونقاط قياس خصائص تدفق الهواء

تبلغ مساحة منطقة علاج الاسنان 290 م2 تعمل على فترتين من (8 صباحا :12 ظهرا ومن 1 ظهرا: 5 مساءا) وعدد المترددين يوميا يتراوح ما بين 70 :100 مريض

تم رصد الملوثات التالية في الفراغ TVOCs، PM10، PM2.5، NO_2، SO_2 وCO_2.

استخدمت عده أجهزة في القياس منها (IAQRAE and ppbRAE systems) من أجل قياس التهوية السائدة داخل فراغ العلاج تم حساب معدلات تغيير الهواء (ACH) ومعدل تبديل الهواء الخارجي والداخلي في الساعة الواحدة تراوح معدل الانبعاث الداخلي لثاني أكسيد الكربون في المتوسط 1170 مل جرام, لتكون نسبة ثاني أكسيد الكربون لكل شخص هي 589 مل جرام في الدقيقة.

تم إجراء قياسات مكثفة TVOC وPM داخل الفراغ بتحديد موقعين مختلفين الجزء الأوسط وتمت الإشارة إليه بـ(K) وفي الجزء الشمالي وأشار اليه ب (B) كما موضوع في الشكل (3).

تم فحص الظروف البيئية الداخلية من خلال تطبيق (CFD (MODEL PHOENICS

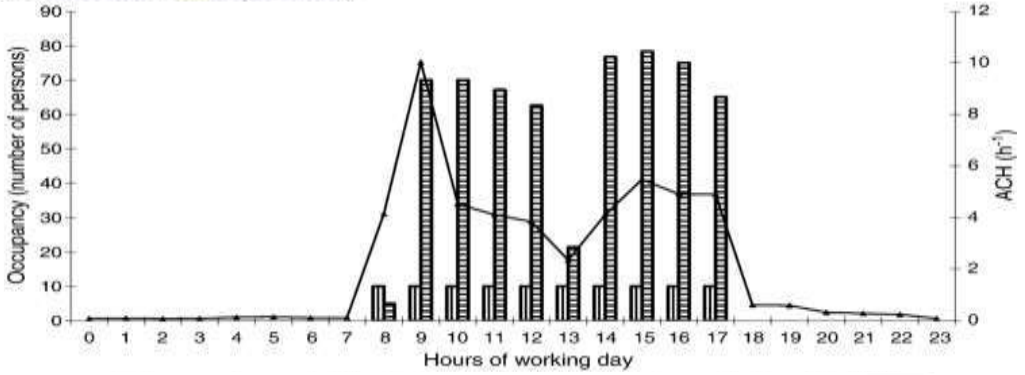
ونموذج جودة الهواء الداخلي MIAQ لقياس درجات الحرارة داخل الفراغ والتهوية وقياس نسبة ثاني أكسيد الكربون أثناء وجود الأطباء والمساعدين والمرضي. مرجع (6) ص356

تم أخذ البيانات باستخدام جهاز DANTEC Flow Masters (type 54N60)

جدول (2) يوضح متوسط قيم تركيز CO_2 و TVOCsوNO_xوSO_2، بين PM10 و$PM_{2.5}$ المقاسة ودرجة الحرارة والرطوبة النسبية ومؤشر عدم الراحة للفرد في الفراغ

Parameters measured	Average background value	Average working hours value	Daily maximum range	Daily values range	Average value	Limit values
CO_2 (mg m^{-3})	1250	2200	1500–4600		1600	[a]1800
TVOCs (μg m^{-3})	950	1900	2000–5500		1300	[b1]300, [b2]500
NO (μg m^{-3})	50	65	10–650		55	–
NO_2 (μg m^{-3})	35	55	40–150		45	[c]250 (1 h)
SO_2 (μg m^{-3})	4	6.5	5–30		5	[d]350 (1 h)
[b]Temperature (°C)	22.2	25.7	23.7–29.4		23.7	[e]20–24
[b]Relative humidity (%)	26.7	25.6	24–41.7		26.1	[f]30–60%
Discomfort index Di Thom (°C)	19.1	21.1	19.8–22.7		19.9	[g]<21
PM_{10} indoor (μg m^{-3})				33–326	138	[h]50 (24 h)
$PM_{2.5}$ indoor (μg m^{-3})				23–229	75	[i]65 (24 h)
PM_{10} outdoor (μg m^{-3})				4–40	14	
TVOCs outdoor (μg m^{-3})					140	

The corresponding limit values are also shown.
[a]ASHRAE Standard 62-2001 rev. (2003).
[b](1) Molhave, 1995; Seifert, 1990; European Concerted Action, 1997. (2) Building Standard — State of Washington.
[c]Directive 1999/30/EC.
[d]Directive 1999/30/EC.
[e]ASHRAE Standard 55 (2004), for winter.
[f]ASHRAE Standard 55 (2004).
[g]<21: normal conditions, 21–24: less than 50% of occupants feel discomfort, 24–27: more than 50% of occupants feel discomfort, 27–29: the majority of the occupants feel discomfort, 29–32: all the occupants feel discomfort, >32: need for medical treatment.
[h]Directive 1999/30/EC.
[i]USEPA (US Environment Protection Agency, 1997).

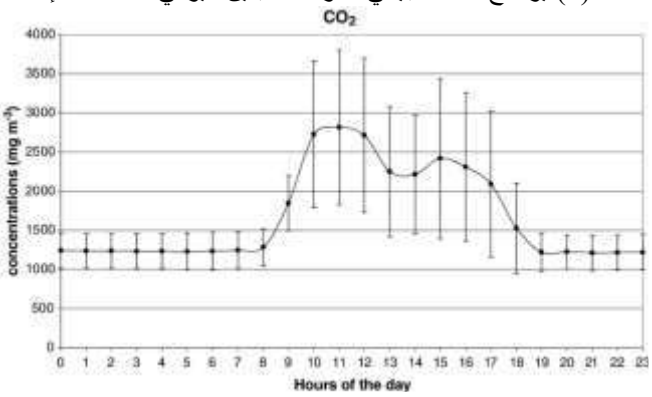


يشير الشكل الى عدد المرضى المترددين على منطقة العلاج.

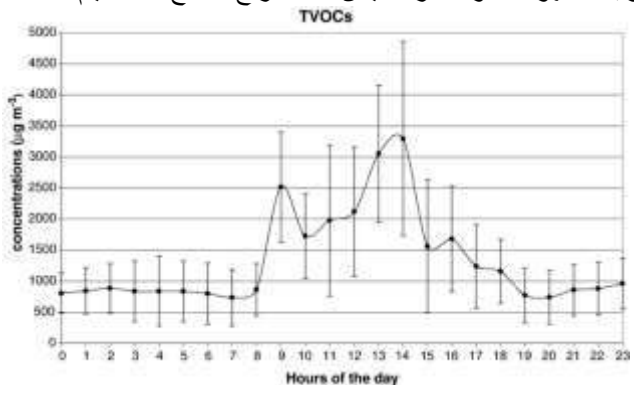
يشير الشكل الى عدد العاملين باستمرار داخل الفراغ كالأطباء والمساعدين.

يشير الشكل الى معدل تبديل الهواء.

شكل (4) يوضح مخطط بياني لمتوسط التباين اليومي لمعدلات الإشغال وتبادل الهواء، طوال فترة القياس داخل فراغ العلاج خلال أيام العمل

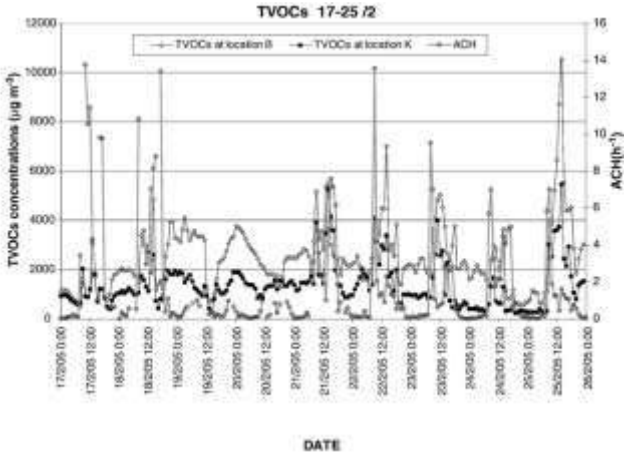


شكل (5) يوضح مخطط بياني لمتوسط التباين النهاري لتركيز ثاني أكسيد الكربون، طوال فترة القياس داخل فراغ العلاج خلال أيام العمل.

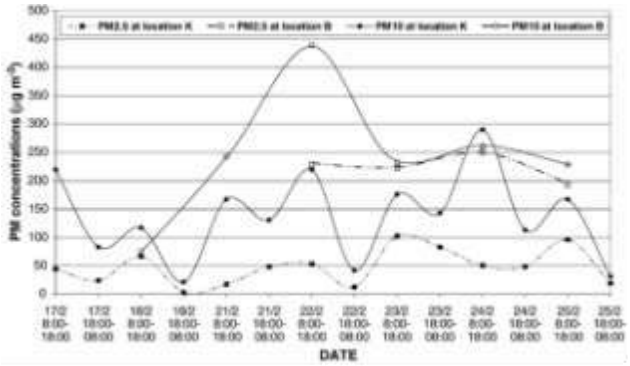


شكل (6) يوضح مخطط بياني لمتوسط التباين النهاري لتركيز المركبات العضوية المتطايرة TVOCs، طوال فترة القياس داخل فراغ العلاج خلال أيام العمل.

Open Access article distributed under the Creative Commons Attribution License permiting unrestricted use in any medium, provided the work is properly cited.



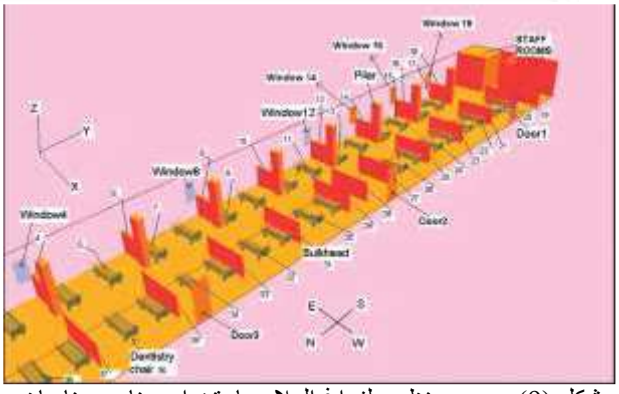
شكل (7) يوضح مخطط بياني للتباين في متوسط تركيزات TVOCs لكل ساعة خلال فترة القياس، في موقعين مختلفين، K وB، داخل فراغ العلاج.



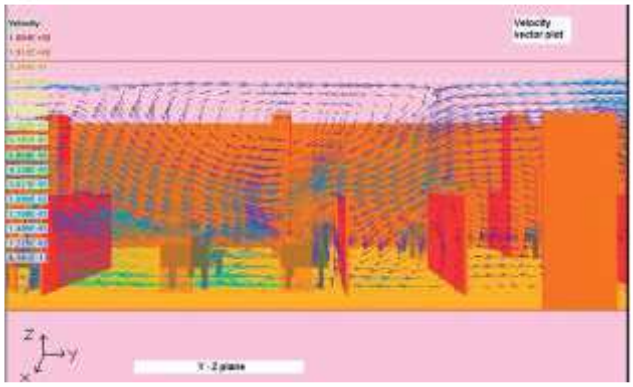
شكل (8) يوضح مخطط بياني للتباين تركيزات PM10 وPM2.5 خلال فترة القياس، في موقعين مختلفين، K وB، داخل فراغ العلاج.

جدول (3) يوضح متوسط تركيزات TVOCs وكذلك تركيزات PM10 وPM2.5 اليومية في مواقع القياس K وB

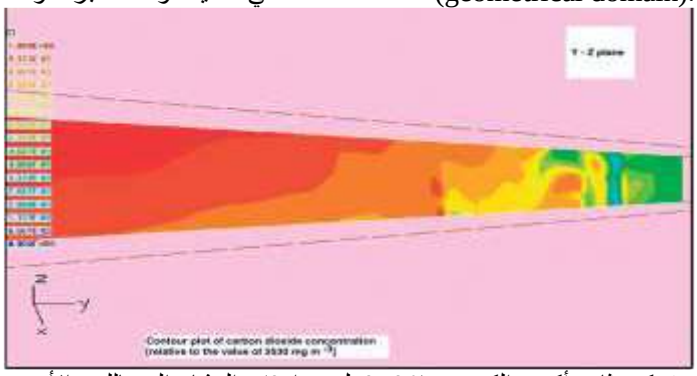
Pollutants	Indoor measurement locations	Average background value	Average working hours value	Daily maximum values range	Daily values range	Average value
TVOCs (μg m^{-3})	K	1060	1880	2000–5500		1400
	B	1500	3100	3000–10 500		2500
PM_{10} (μg m^{-3})	K				117–290	189
	B				75–439	246
$PM_{2.5}$ (μg m^{-3})	K				17–102	64
	B				193–250	223



شكل (9) يوضح منظور لفراغ العلاج باستخدام برنامج ديناميات الموائع الحسابية (CFD).(geometrical domain)



شكل (10) يوضح مجال تدفق الهواء المحمول بكل الجزيئات الملوثة في الثانية الواحدة عبر الفواصل بين كراسي المرضى.



شكل (11) يوضح مجال تدفق تركيز ثاني أكسيد الكربون (2530مل جرام3) والمشار اليه باللون الأحمر في الثانية اعبر الفواصل بين كراسي المرضى.

نسب الملوثات والمركبات العضوية داخل مراكز علاج الأسنان:

كانت نتائج هذه التجربة كالآتي: مرجع (8)

بعد اجراء التجربة وقياس جزيئات الملوثات في الهواء داخل فراغ علاج الأسنان لقد وجد أن TVOCs، CO2 وPMبسبب استخدام بعض المواد أثناء عملية تنظيف الأسنان او الحشوات وكذلك زيادة تركيزات ثاني أكسيد الكربون الناتج من زيادة عدد المرضي والعاملين (الأطباء ومساعديهم) خلال ساعات العمل مقارنه بما ينص عليه المعايير الدولية. وان أنظمة التهوية الطبيعية (فتحات

التهوية نوافذ او أبواب) شائعة الاستخدام ليست قادرة على تقديم تجديد الهواء الكافي او منع انتشار العدوى في جميع أنحاء فراغ العلاج وذلك بسبب تراكم تركيز هذه الملوثات بالهواء في بعض المناطق منها منطقة كرسي المريض والمنطقة المحيطة بها ومنطقة داخلية صغير عند مدخل الغرفة هو فقط الذي يحتوي على نسب ضئيلة من الملوثات ونسب مقبولة من مستوي ثاني أكسيد الكربون وبالتالي تحتاج غرف العلاج الى أنظمة تهويه (HVAC) خاصة.

يرجع ارتفاع تركيز مستويات TVOCs الى استخدام مواد الاكريليك ومواد علاج الأسنان وأيضا عن بعض المواد المستخدمة لتنظيف غرفة العلاج ®Kalocryl التي تساهم في إزالة التلوث، ولكنها تزيد جزيئات الملوثات في الهواء وفى بعض الأحيان عند زيادة هذه الملوثات داخل غرفة العلاج نحتاج الى غلق هذه الغرفة لليوم التالي حتى تقل هذه النسب في الهواء ويتم تجديد الهواء مره أخرى عن طريق التهوية الطبيعية أو الميكانيكية وفى بعض الأحيان يتم وضع أجهزة استشعار نسب المركبات العضوية المتطايرة TVOCs للتنبؤ بالتخلص منها.

وكانت مستويات تركيز الجسيمات العالقة PM2.5 – PM10 عالية بشكل ملحوظ خلال أيام العمل ويتجاوز المعدلات الطبيعية التي ينص عليها الاتحاد الأوربي يرجع ذلك لما يتطاير من رزاز اثناء عمليه الحشو او تنظيف الأسنان.

باستخدام نموذج MIAQ لقياس الجسيمات العالقة في الهواء الداخلي كانت النتيجة:

- قياس الجسيمات الدقيقة $PM_{2.5}$ بلغت حوالي 2400 ميكروجرام في الدقيقة الواحدة.
- قياس الجسيمات الخشنة PM_{10} بلغت حوالي 5000 ميكروجرام في الدقيقة الواحدة.

وبالتالي كانت هذه الجسيمات الخشنة العالقة بالهواء عرضة للترسب على الأسطح الداخلية لغرفة العلاج.

يتم استخدام أكاسيد النيتروجين NO_2 وأكاسيد الكبريت SO_2 كغازات مسكنة ومخدرة في كثير من مراكز علاج الأسنان ويؤدى ذلك الى ارتفاع معدلات الترسب لهذه الاكاسيد على الاسطح او في الهواء يرجع ذلك للآتي:

(1) أكاسيد النيتروجين أثقل من الهواء ومن الممكن أن تتراكم فوق الأرضيات إذا كانت معدلات دفق الهواء غير كافية.

(2) لابد من طرد أكاسيد النيتروجين بشكل مباشر إلى الخارج.

مدى انتشار الملوثات في الهواء داخل فراغات مراكز علاج الأسنان وأنظمة التهوية لتفادى هذه الملوثات:

غرفة التشخيص والعلاج:

لا توجد منطقة في مركز علاج الأسنان تحتاج إلى بذل مزيد من العناية والنظافة والتعقيم لتحقيق اشتراطات الحصول على فراغ امن داخلها والبيئة المحيطة بها أكثر مما تحتاجه غرف التشخيص والعلاج. وتحتاج الأنظمة التي تخدم تلك الغرف إلى تصميمها بعناية لتقليل تركيز الجراثيم والبكتريا المحمولة جواً بها.

حيث ان أكبر كمية من الجراثيم والبكتريا وملوثات الهواء المتواجدة في غرف العلاج تنطلق اثناء عملية العلاج،وايضا انبعاث ثاني أكسيد الكربون الناتج عن المريض والطبيب ومساعدة مما يزيد عدم الراحة للمريض أثناء علاجه وبالتالي يجب تحقيق بعض الاشتراطات التالية:

ينبغي أن يتم تغذية الغرف بالهواء من خلال الأسقف وسحبه من موضعين على الأقل بالقرب من الأرضيات والحواف السفلية لمخارج سحب الهواء لابد أن تبعد مسافة تتراوح 7.5سم :10سم على الأقل فوق الأرضيات.

إن البيانات الموجودة في جدول (4) توضح مدى إمكانية انتشار الملوثات في الهواء الذي تحتويه مراكز علاج الأسنان اثناء عملية العلاج داخل غرفة التشخيص والعلاج. وتشير الى مدى انتشار الملوثات وأعداد البكتريا داخل ممرات الحركة بمركز علاج الأسنان نظراً لأن انتشار البكتريا والملوثات الناتجة من عملية العلاج خلال الهواء الداخلي للفراغ لذا ينبغي أن يتم دفع الهواء بشكل يقلل من انتشار هذه الملوثات.

(جدول4) تأثير عملية علاج الاسنان على أعداد البكتريا المحمولة جواً داخل مراكز علاج الأسنان

البند	العدد في المتر المكعب	
	داخل غرف العلاج	داخل الممرات بالقرب من غرف العلاج
في الغرفة قبل بداية دخول المريض والعلاج	1200	1060
أثناء العلاج	4940	2260
بعدها بعشر دقائق	2120	1470
بعدها بثلاثين دقيقة	1270	950
قرب الانتهاء من العلاج	6070	

النتائج: Results

1- أثبتت الدراسة أن للإضاءة دور هام في التخفيف من قلق ورهاب المعالجة السنية للمرضي ولها دور فعال في مساعدة الطبيب للقيام بدوره ولتوفير أفضل رؤية لابد من المعايير الدولية للتخطيط الأمثل للإضاءة.

2- أثبتت الدراسة أن مستويات تركيز ملوثات الهواء الداخلي داخل غرف العلاج أعلى من المعدلات الطبيعية التي ينص عليها الاتحاد الأوربي حيث ان قياس الجسيمات الدقيقة في الهواء هو2400 ميكروجرام في الدقيقة الواحدة وقياس الجسيمات الخشنة في الهواء هو 5000 ميكروجرام في الدقيقة الواحدة وبالتالي يتم تركيب مرشحات مناسبة لتنقية الهواء او العمل على تغيير الهواء الداخلي للفراغ باستمرار وإيضاً اختيار خامات عناصر التصميم الداخلي المناسبة.

التوصيات: Recommendation

1- توصي الدراسة بالاهتمام الشديد بدراسة أنظمة التحكم البيئي من حيث الإضاءة والصوتيات والتهوية الخاص بفراغ العيادة السنية لما له دور هام في التغلب على رهاب المعالجة السنية للمرضي ومساعدة الأطباء في القيام بعملهم داخل الفراغ بتوافر إضاءة مناسبة ومعدل ضوضاء صحيح.

2- توصي الدارسة بأهمية بوضع أجهزة استشعار (قياس التلوث) تلوث الهواء الداخلي داخل غرف علاج الأسنان لقياس معدلات ترسب أكاسيد النتروجين والكبريت الناتجة أثناء عملية العلاج لتفادى زيادة نسبهم في الهواء.

المراجع: References

1- Hatem Khalaf Mohamed , study and evaluation of sound reduction index of different partition stutures using sound pressure and vibration methaods , Thesis (M.Sc.), Faculty of Science, Cairo University, ,2019

2- حسام سعيد محمود، "جدلية التهوية الطبيعية ومكافحة نقل العدوى في المستشفيات الحكومية"، رسالة ماجستير، كلية الهندسة – قسم الهندسة المعمارية، القاهرة، 2017م.

Open Access article distributed under the Creative Commons Attribution License permiting unrestricted use in any medium, provided the work is properly cited.

Materials and New Technologies. Burlington :Architectural Press.
5- http://fliphtml5.com/mdrt/slar/basic/51-89
6- https://www.researchgate.net/publication/63930 29_Indoor_air_quality_in_a_dentistry_clinic
7- https://www.slideshare.net/Elmasuri1/health-and-safety-in-the-dental-health-care
8- https://www.slideshare.net/FtoonMatuni/noise-pollution-in-dental-office

3- Mojarad. Massum, H. Samavat, Noise Levels in Dental Offices and Laboratories in Hamedan, Iran, Journal of Dentistry, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran (2009; Vol. 6, No.4)
4- Ritter, axel .Smart Materials in Architecture, Interior Architecture and Design .Berlin: Birkhäuser Basel, 2006. , Addington, D .Michelle and Daniel L .Schodek .Smart