العمارة الصحية

القواعد الصحية في اختيار مساحات الشبابيك في الأبنية الإدارية

الاستاذ الدكتور مقداد حيدر الجوادي **المهندسة المعمارية إبتسام سامي محمد صالح**
قسم الهندسة المعمارية- الجامعة التكنولوجية **مركز بحوث البناء- وزارة الاعمار والاسكان**

الخلاصة

يعنى هذا البحث بأحد الموضوعات المهمة التي برزت في مناهج التصميم الحديث، ألا وهي الجوانب الصحية في تصاميم الأبنية المختلفة التي تدعو إلى توفير بيئة داخلية تلائم متطلبات الإنسان (الفيزيولوجية) وذلك بسبب المشاكل الصحية العديدة التي يصاب بها الإنسان وهي في حقيقة الأمر عائدة للمبنى الذي يعمل فيه أو يرتاده ويؤثر بالتالي في أداء مستخدمي هذه الأبنية وإنتاجيتهم. لقد حاول البحث أن يساهم في توفير هذه البيئة الصحية من خلال دراسة عنصر الإشعاع الشمسي وتأثيره في نوعية الهواء الداخلي فضلا عن التهوية الطبيعية للأغراض الصحية، وباعتبار أن الشبابيك هي المنفذ الرئيس الذي يوفر الأشعة الشمسية والهواء النقي وفي الوقت نفسه فهو العامل عينه الذي يزيد من الكسب الحراري للمبنى التي توصي غالبية البحوث المناخية على التقليل من نفاذها الى المباني، لذا بحثت هذه الدراسة في نسب التزجيج التي توازن بين الجانب الصحي (المتمثل بالتشميس وتوفير التهوية الصحية) وبين الأداء الحراري الجيد.

لقد قدمت المعلومات على شكل مخططات وجداول تبين نسب مساحات الشبابيك الكفوءة صحيا ولثمان اتجاهات مختلفة، وقد اظهرت النتائج ان مساحات الفتحات الكفوءة لأغراض التهوية الصحية صغيرة جدا مقارنة بنسب مساحات الشبابيك الكفوءة لأغراض التعقيم الشمسي، مما يدل على أن فتح هذه الشبابيك ولمدة محددة تكون كافية لتوفير هواء صحي داخل الفضاءات الإدارية

١-١ مقدمة

هنالك في دول العالم المتقدم ومعظم الدول النامية هيئات تشرع قوانين ومعايير تصميمية ملزمة للمحافظة على مستوى محدد من الاداء وذلك بوضع معايير التصميم الصحي للأبنية. ولافتقار مجتمعنا لمثل تلك القوانين استدعت الضرورة وضع بعض المعايير التصميمية للأبنية الصحية وقد اعد هذا البحث ليكون مساهمة في تلك المعايير لتقويم تصميم الشبابيك كمنظومة فرعية ترتبط ارتباطا وثيقا بالمبنى وباعتبار أن الأبنية الإدارية يقضي فيها المرء حوالي ثلث يومه فيها فان لنوعية البيئة الداخلية أهمية خاصة لكون هذه الأبنية تحتضن فئة كبيرة ومهمة من المجتمع والتأثيرات تكون متداخلة ومعقدة ما بين تأثير هذه الأبنية في العاملين فيها نفسيا وجسديا وأثرها في أدائهم وإنتاجيتهم وكذلك في سلوكهم في المجتمع بعد مغادرتهم للبناية من حيث استمرار الضغط أو الراحة خلال فترة ثلث اليوم الذي قضوه في البناية لذا فقد أجريت الدراسة على

المباني الادارية. فتصميم الجو الملائم للعمل في محيط فضاءات المكاتب وفق افضل المبادئ الصحية للهندسة المعمارية هو جزء مما يمكن أن يساهم فيه المعماري

١-٢ أسباب أمراض الأبنية

أشارت منظمة المباني الصحية العالمية في كاليفورنيا (Healthy Building International) إلى أن سبب الإصابات بأعراض الأمراض الملازمة للمباني يعود إلى تلوث البيئة الداخلية بالفيروسات والبكتريا والفطريات، كذلك إلى البرودة أو الحرارة الزائدة أو التيارات الهوائية والرطوبة غير المتوازنة، فضلا عن سوء توزيع الإضاءة والروائح غير المستحبة، وعوامل أخرى كاكتظاظ الفضاءات وعدم مرونتها وتعارض الرغبات الشخصية لاختلاف قابلية الأشخاص على تقبل الأجواء الداخلية [9:P28]. أي أن أمراض الأبنية ترتبط بعوامل مختلفة منها ما هو تصميمي ومنها ما هو مناخي ومنها ما هو سيكولوجي وكما يأتي:

- عوامل تصميمية : بدءً من اختيار الموقع وصولا إلى اصغر تفصيل في عملية التصميم (شكل المبنى، التوجيه، أشكال الفضاءات، علاقة الفضاءات مع بعضها ...الخ)، تتخذ القرارات التصميمية لغرض تحقيق التكاملية بين الأهداف المختلفة، قد تميل بعض القرارات التي يتخذها المصمم إلى استحسان بعض الأهداف وفي الوقت نفسه تحط من شأن الأهداف الأخرى. لكن يجب أن لا يهمل المصمم في اتخاذ أي قرار دراسة أثره في راحة المستخدم وحاجاته المتنوعة داخل البيئة المبنية، فأي خلل في اتخاذ هذه القرارات أو تسلسلها سيؤدي بالتأكيد إلى آثار سلبية تظهر على مستخدمي المبنى [2: P66-67].
- عوامل مناخية : تشمل كافة عناصر المناخ الخاصة بالبيئة الداخلية من حرارة، رطوبة، إضاءة، تهوية .. الخ، فللمناخ أثر هام في حياة الإنسان وفعالياته،والتصميم المناخي هو تصميم المبنى من حيث الشكل والحجم والتوجيه، فيكون التصميم كرد فعل أو استجابة للعوامل المؤثرة فيها (المناخ أحدها) بحيث يتطلب أدنى معالجات مناخية في تحقيق الراحة بشكل عام للإنسان ضمن البيئة الداخلية .
- عوامل سيكولوجية : وهي كافة عوامل البيئة الداخلية التي تؤثر في صحة الإنسان بشكل غير مباشر مثل اللون، الضوء، الأثاث، أبعاد الفضاءات وأشكالها .. الخ. [3:P4]

إن هناك اختلافاً وتنوعاً كبيراً في آراء الباحثين حول أسباب أمراض الأبنية، ولكن الغالبية خاصة في المناطق الحارة تعتبر أن من الاسباب الرئيسة هي ضعف التهوية الطبيعية وعدم استخدام الاشعة الشمسية لتعقيم الفضاءات خاصة وأن هذه المناطق الحارة تخشى من فقدان التبريد بعملية تبديل الهواء وعملية ادخال الاشعة الشمسية الرافعة لدرجة الحرارة، لذا فهي تقلل من مساحات الشبابيك وتزيد احكامها والمحافظة على الهواء البرد.

١-٣ علاقة السطوح الشفافة (الشبابيك) بالصحة والسيطرة المناخية في الأبنية

لتأثير السطوح الشفافة الدور الأساس في الانتقال الحراري عبر غلاف المبنى إلى داخل الفضاء خاصة بالنسبة للواجهات التي تستلم كمية كبيرة من أشعة الشمس، والإشعاع الشمسي النافذ عبر الزجاج يمكن أن يرفع من درجة حرارة الهواء الداخلي إلى قيم تتعدى درجة حرارة الهواء في الخارج. وهذا ما يسمى بتأثير البيت الزجاجي (Green House Effect) فالزجاج الاعتيادي يسمح بنفاذية تصل إلى 80% من الإشعاع الشمسي الساقط عليه، والجزء النافذ من الإشعاع الذي يشكل نسبة 95% من طاقة الإشعاع الشمسي، يمتص من قبل السطوح الداخلية للمبنى ويتحول إلى حرارة ترفع من درجة حرارة السطوح. هذه الحرارة تبعث على شكل إشعاع طويل الموجة والذي لا يسمح الزجاج بخروجها عبر النافذة، وعليه فان الإشعاع الشمسي حال نفاذه عبر الزجاج، يبقى ضمن الفضاء الداخلي للمبنى، وينصح العاملون في التصميم المناخي للحد من الكسب الحراري الشمسي اتخاذ مايأتي :

١- تقليص مساحات الواجهات المعرضة لاستلام كميات كبيرة من أشعة الشمس الى ادنى حد.

٢- تحديد مساحات الشبابيك خاصة للواجهات التي تستلم كميات كبيرة من أشعة الشمس الى ادنى حد.

٣- استخدام نوعيات زجاج ذات مواصفات خاصة في الواجهات التي تستلم كميات كبيرة من أشعة الشمس.

٤- استخدام التظليل الشمسي. [10:P48]

إن اطلاق كلمة التقليص الى ادنى حد حسب مانرى سيؤدي الى التأثير على عملية تعقيم الفضاءات، وانه لاتوجد في البحوث المجراة في العراق ما يحدد نسبة المساحات المزججة الدنيا لاغراض التعقيم، وأن على الباحثين أن يقوموا بالموازنة بين التشميس لتعقيم الفضاء وبين التوصيات التي تطلب التخلص من الاشعة الشمسية ومنعها من الدخول باعتبارها رافعة لدرجة حرارة المبنى.

١-٤ أهمية التعريض الشمسي في الأبنية الصحية

تكمن الأهمية الصحية الكبيرة للتعريض الشمسي في التأثير المبيد للبكتريا والجراثيم والتأثير المضاد لأمراض عديدة. فمن المعروف أن الطاقة الشمسية التي تدخل غرفة ما فأنها تنور وتدفئ وتجفف وبأهمية خاصة فأنها تعقم وبالتالي فأنها تمتلك تأثيراً فيزيائياً وفيزيولوجياً مفيداً، فالتصميم الجيد والمناسب يؤدي إلى أن تكون بيئة العمل الكلية ذات تأثير محفز للعاملين فيه، وقد يسعى البعض للتقليل من أهمية ذلك، معتمدين على التصور غير الصحيح في إمكانية الزجاج الاعتيادي منع الجزء المسؤول عن التعقيم من أشعة الشمس (الأشعة فوق البنفسجية) من النفاذ عبره إلى داخل الفضاء وبالتالي سيكون موضوع الإبادة الجرثومية وهمياً اعتمادا على نسب الأشعة فوق البنفسجية القليلة التي تدخل الفضاء ، وتقع عليها مهمة الإبادة [9: P48-49].

بيد أن الموافقة على هذا الرأي غير صحيح وذلك لأن الحقيقة العلمية أثبتت أن الجزء الذي يصل الأرض من الأشعة فوق البنفسجية التي تقوم بعملية التعقيم يمر جزء كبير منها من خلال الزجاج إلى داخل

الفضاء، وأن النشاط الجرثومي يزداد بشكل عالي في المنطقة المفتقرة لأشعة الشمس، فضلا عن أن المصادر الطبية توصي بضرورة التعرض للشمس وبمقدار كاف كإجراء احترازي أمام الإصابة ببعض الأمراض مثل الكساح. فاستجابة الجلد والعين والأوعية الدموية وعمل الهرمونات وغيرها للأشعة الشمسية يعطيها القابلية على استمرار العمل وبشكل منتظم [(2-1)P :2].

لذا يبقى تحقيق المنفذ الشمسي مهما بعد أن تحققنا من إمكانية الزجاج لإدخال الأشعة فوق البنفسجية، وعليه ستكون الشبابيك هي المنفذ الرئيس والمهم لأشعة الشمس، وتكون سياستنا في التعامل مع هذه المناطق هي السماح للشمس بالوصول إلى كافة مواقع الأبنية في أوقات معينة من اليوم على مدار السنة

١-٤/١ الطيف الشمسي Solar Spectrum

لم يختلف المختصون الدارسون للإشعاع الشمسي كثيرا في تعريفه عما يأتي:

الإشعاع الشمسي هو إشعاع كهرومغنطيسي ينبعث من الشمس باتجاه سطح الأرض ليصل الغلاف الجوي الأرضي في ثمان دقائق تقريبا، وهو إشعاع ذو أطوال موجية مختلفة المجال تسمى بالطيف الشمسي. ويعتمد تأثير الإشعاع الشمسي على كمية الطاقة التي يحملها كل جزء، فالطاقة العالية ذات علاقة طردية مع الترددات العالية والطول الموجي القصير والعكس بالعكس[P3 :12].

يمكن تقسيم التوزيع الطيفي للإشعاع الشمسي الواصل إلى سطح الأرض على ثلاث مناطق رئيسة وكما يأتي :

١- المنطقة تحت الحمراء (infra red) وهي بأطوال موجية اكبر من 0.7 مايكروميتر

٢- المنطقة المرئية (visible) والتي تقع أطوالها الموجية مابين (0.4 – 0.75) مايكروميتر.

٣- المنطقة فوق البنفسجية (ultraviolet) والتي تكون أطوالها الموجية اقل من 0.4 مايكروميتر

١-٤/٢ الأشعة فوق البنفسجية

وهي شكل من أشكال الأشعة الكهرومغناطيسية وتدعىlight-ultraviolet وتقع ضمن الطيف الكهرومغنطيسي ما بين الأشعة المرئية Visible-lightو X–rays وتعتبر الشمس هي المصدر الطبيعي الوحيد للأشعة فوق البنفسجية الواصلة لسطح الأرض وتقسم تبعا لتأثيراتها في النسيج الحي على ثلاث حزم :-

١- UV-A ويقع ضمن الأطوال الموجية (400-315 nm)

٢- UV-B ويقع ضمن الأطوال الموجية (315-280 nm)

٣- UV-C ويقع ضمن الأطوال الموجية (280-100 nm)

إن حوالي 9% من الأشعة الشمسية الأرضية هي أشعة فوق بنفسجية كما إن الأشعة فوق البنفسجية التي تصل سطح الأرض تتكون من 95% من أشعة UVA و 5% من أشعة UVB أما UVC فتنعكس كلها من قبل الغلاف الجوي وكذلك اكثر من 90% من أشعة UVB تعكس من قبل طبقة الأوزون وبخار الماء والأوكسجين وثاني اوكسيد الكربون، أما UVA فتأثره بهذه الظروف قليل ولذلك فان أشعة UVR الواصل لسطح الأرض يتكون بشكل كبير من أشعة UVA مع جزء قليل من أشعة UVB [13: P6].

١-٢/٤/١ الفوائد البيولوجية للأشعة فوق البنفسجية

تقع التأثيرات البيولوجية للأشعة فوق البنفسجية في صحة الإنسان بشكل عام بثلاث تصنيفات عامة :

١- التأثير البكتيري (الإبادة الجرثومية) [11: P50].

٢- امتصاص الأشعة من خلال الجلد والتي توفر استجابة موضعية ومنتظمة.

٣- سقوط الضوء على شبكية العين تؤدي إلى إشارات عصبية، وهذه الإشارات العصبية تنتقل بمسار منفصل عن الإشارات البصرية والتي تؤثر في عمليات عديدة في الجسم. [1-internet].

١-٢/٤/٢ التأثير المبيد للأشعة فوق البنفسجية

هناك كمية كافية من الأشعة فوق البنفسجية UV في أشعة الشمس على مدار السنة لقتل البكتريا والعفن في الهواء الخارجي، فالأحياء المجهرية عادة تحب الأماكن المظلمة والرطبة لتنمو بقوة، ويختلف معدل الدمار باختلاف نوع الملوثات فالعفن والبويغات لها أحجام كبيرة ومعدل بقاء أعلى، بينما المكروبات والفيروسات تكون لها إمكانية بقاء قصيرة تحت نفس الضوء، وبشكل عام يمكن لأشعة الشمس أن تقتل البكتريا والجراثيم والعفن خلال ساعة واحدة وهي كافية صحياً [14: P206].

إن الأشعة فوق البنفسجية هي السبب الرئيس لموت المكروبات والجراثيم في الهواء الخارجي، ويعتمد تأثير وفعالية أشعة UV **على تواجد ترددات هذه الأطوال الموجية ومدة التعرض.** ويكون التعقيم بوساطة أشعة UV عن طريق عملية فوتوكيميائية، فالملوثات في البيئة الداخلية تتكون بشكل أساسي من مركبات كربونية وهذه المركبات تتحلل أو تنهار عند تعرضها لاشعة UV حيث بإمكانها تدمير DNA للأحياء المجهرية وتحلل المواد العضوية في الهواء الداخلي، ويجب أن تضرب الأشعة هذه الملوثات بصورة مباشرة لأجل تدميرها

عليه فإن لأشعة الشمس إمكانية قتل البكتريا وهي قادرة على ذلك حتى لو مرت عبر زجاج الشبابيك لكن معدل التدمير للبكتريا في البيئة الداخلية تعتمد على عدد من العوامل المؤثرة وتتضمن ما يأتي:

١- توفر أشعة الشمس المباشرة ولمدة تعريض كافية والتي تعتمد على الموقع الجغرافي (مثل خط العرض) والتنوع الفصلي وغطاء الغيوم والوقت من اليوم، وتعد المناطق ضمن خطوط العرض 15-35 هي الأكفأ في استخدام أشعة الشمس للتعقيم لوفرة أشعة الشمس فيها.
٢- نوع البكتريا التي يتم تعريضها، مع وجود العوامل المساعدة (مثل نسبة الرطوبة).
٣- نوع الزجاج المستخدم (شكل، الشفافية لأشعة الشمس، الحجم والسمك) [2-internet] .

١-٥ معيار التشميس في الأبنية الإدارية

تعددت المحددات التي تلعب دورا في توجيه الفضاءات الإدارية، فمنها التي تؤكد على تجنب المشاكل التي تسببها أشعة الشمس المباشرة والنافذة إلى الفضاء الإداري كالإنارة غير المتجانسة فيوصي بعض المتخصصين إلى تجنبها، بينما نجد أن المعمار الروماني (مارك فيزوفي بوليون) الذي عاش في نهاية القرن الأول قبل الميلاد، أكد في كتابه "حول العمارة" إن جميع الأبنية لاتكون في وصفها التخطيطي الصحيح إلا إذا (منذ البداية) اخذ بنظر الاعتبار توجيهها الصحيح نحو الشمس وبزاوية مدروسة وحسب وظيفة الفضاء، ومن المفيد هنا أيضا الاطلاع على اقتراح المهندس المعماري الألماني جوتجوف الذي اقترح اتخاذ وحدة ملائمة للقياس عند حساب التعريض الشمسي وهذه الوحدة هي "الساعة الشمسية" أي ساعة التعريض المباشر لأشعة الشمس. فإذا كانت هذه الحقيقة واردة قبل مئات السنين فان مفهومها ألان اصبح اكثر تعقيدا واكثر تطورا في الحسابات، فما هي المتغيرات المستجدة التي يجب أن تؤخذ بنظر الاعتبار لتحديد معيار التشميس داخل الفضاءات؟

لقد اعتمدت معايير مختلفة لتشميس الفضاءات في بلدان عديدة، فالكود البريطاني (British Standard BSI Institution) يوصي بدخول أشعة الشمس في المباني في بريطانيا لكن لا يعطي أي مؤشر عن أبعاد الشبابيك أو شكلها المناسب إضافة إلى انه لم يتم تضمين متطلبات الجانب الصحي للتشميس. لكن هناك حقيقة أن محددات المتطلبات الصحية تؤكد ضرورة تعرض الفضاء لفترة تشميس (١ساعة/ يوم) كحد أدنى ضمن الأقاليم الحارة خاصة خلال فترة الشتاء والفصول المعتدلة مع الأخذ بنظر الاعتبار انه كلما زادت مدة التشميس وبكميات قليلة كان افضل من الجانب الصحي، والوجه الثاني من هذه الحقيقة والذي يشكل الجزء السلبي فيها هو إن الاستمرارية الزمنية العالية للتشميس تعمل على رفع درجة حرارة الفضاء الداخلي وهذا لا يتعارض مع المناخ البريطاني البارد [4: P57-59]. أما في بلادنا الحارة فمعيار التشميس أساسه الموازنة بين حقيقيتين هما السيطرة على الحرارة والحاجة إلى الأشعة لإيفاء الجوانب الصحية، وان عملية الموازنة هذه ستعتمد اعتمادا كبيرا على خط عرض المنطقة الجغرافية والتسلسل الزمني في تغير المناخ فيها إضافة إلى القرارات التخطيطية والتصميمية في تجميع المباني وفي توجيهها، وسيقدر التشميس قياسيا بالمدة الزمنية

للتشميس (بالساعة) وكذلك بعدد الأمتار المكعبة المشمسة من الفضاء نسبة إلى حجم الفضاء. ولانتظام حركة الشمس اليومية والفصلية وتكرار ذلك ضمن أوقات محددة من السنة، اكبر الأثر على إمكانية وضع الحلول التصميمية التي تتجاوب مع هذه الحركة المنتظمة سعيا لتحقيق الاستغلال الأمثل لإمكانيات الشمس صيفا وشتاء ولتحقيق الحاجات المتنوعة منها.

١-٦ نوعية الهواء الداخلي

إن عبارة الأبنية المريضة هي عبارة مرادفة للأبنية القليلة التهوية أو المحكمة الإغلاق فقد أكدت نتائج الباحثين في مختلف المجالات (طبية وهندسية ونفسية .. الخ) إن السبب الرئيس لمرض الأبنية هو فقر التهوية أو رداءة نوعية الهواء المجهز[P27 :5]، وقد أكدت الدراسات التي أجريت من قبل المؤسسة العالمية لصحة وسلامة السكان(National Institute for Occupational Safety & Health (NIOSH في السبعينات والثمانينات من القرن العشرين في اكثر من 500 دراسة حول أسباب رداءة نوعية الهواء الداخلي أن 95% كانت نتيجة التهوية الغير كافية، فلتقليل تركيز الملوثات في الهواء الداخلي يجب زيادة تبديل الهواء الداخلي بالهواء الخارجي، وقد زادت نسبة تعرض الناس لملوثات الهواء الداخلي في العقود الأخيرة لعدة أسباب منها زيادة استخدام المواد الكيماوية كالمنظفات ومواد البناء الاصطناعية والأثاث وتقليل معدلات التهوية أو زيادة إحكام غلق الأبنية خاصة الأبنية الإدارية لأغراض حفظ الطاقة[P57 :6].

إن تامين الهواء النقي داخل الفضاءات يعد من أهم المتطلبات الصحية للفضاء الداخلي، وهناك عدة مسببات تؤثر سلبا في نقاوة الهواء منها ما يأتي:

١- زيادة نسبة ثاني اوكسيد الكربون أثناء التنفس نتيجة عملية التجدد الفيزيولوجي للجسم.

٢- انتشار الجراثيم في الجو في حالة وجود مريض داخل الفضاء مثلا.

٣- وجود غازات غير محترقة أو بخار الماء نتيجة استعمال أجهزة الطبخ مثلا .

٤- تطاير الغبار والأتربة الحاملة للجراثيم في الجو.

٥- تبديل التركيب الايوني للهواء بزيادة في الأيونات الموجبة وقلة في الأيونات السالبة (والتي سيتم تعريفها لاحقا) [P(0-16)-(0-17) :15].

١/٦-١ التهوية الصحية

هي التهوية التي تديم استمرار التبدل الهوائي ورفعه إلى الحد المقبول اعتمادا على المقاييس الحديثة، واستمرار إدخال الهواء النقي إلى الداخل، ويعبر عن كمية الهواء النقي عن طريق الحجم في الساعة أو مرة تبديل هواء الفضاء في الساعة. وهناك مقاييس عامة لجودة الهواء (air quality index) تعتمد على مجموعة من الصفات مثل درجة حرارته ونسبة الأوكسجين ونسبة ثاني اوكسيد الكربون ونسبة الرطوبة، ويتطلب جسم

الإنسان كمية من الأوكسجين لإنتاج الطاقة بمعدل يتناسب تقريبا مع معدلات الايض التي تتناسب بدورها مع مساحة سطح الجسم ومع مستوى النشاط، لكن حاجة الإنسان من الهواء الطبيعي لا تتحدد بحاجة الإنسان للتنفس على الرغم من إن الغاية الاساسية في عملية التهوية الصحية هي توفير النسب الكافية من الأوكسجين والتخلص من ثاني اوكسيد الكربون، فالمقاييس الحديثة للتهوية الصحية تضمنت تحديد لأنواع من الملوثات الداخلية التي يتطلب تخفيفها أو التخلص منها والتي على أساسها تم إعطاء معدلات جديدة للتهوية الصحية.

١-١/٦ معدلات التهوية الصحية

لقد تم مناقشة كمية التهوية المطلوبة على مدى قرن من الزمن وقد أدى تطور العلاقات المختلفة إلى إيجاد مقاييس مختلفة للتهوية، ومن مقاييس ASHRAE القديمة لنسبة تركيز غاز ثاني اوكسيد الكربون المقبول صحيا هو 0.25% في حين يكون تركيز هذا الغاز في الهواء الخارجي 0.03% طبيعيا لذا فان اقل معدل للتهوية المقبولة هو 8.5 م3/ ساعة لكل شخص للشخص الجالس وذي تغذية طبيعية، تبقي نسبة غاز ثاني اوكسيد الكربون داخل الفضاء تحت مستوى 0.25% في ظروف الحالة المستقرة، وقد أشارت المقاييس إلى انه يمكن للناس الأصحاء أن يتحملوا تركيز من 0.5% إلى 1% لكن مستوى 0.25 % يوفر عامل الأمان عند زيادة مستوى الفعالية. وبما انه لا توجد طريقة عملية للتخلص من غاز ثاني اوكسيد الكربون من الهواء لذلك يجب أن يتم توفير هذا المعدل من التهوية [7:P22.1]. في حين أن معدل التهوية للأغراض الصحية المقبول في المكاتب الإدارية الخاصة على وفق المقاييس الحديثة يتراوح ما بين 30-43 م3 / ساعة لكل شخص اعتمادا على تنوع مصادر التلوث الداخلي [8:P89]. كما ركزت الدراسات الحديثة حول نوعية الهواء الداخلي على ضرورة توفير التهوية الطبيعية للحفاظ على نسب الأيونات في الهواء الداخلي ضمن حدود مقبولة لاثرها الواضح في صحة الإنسان وأدائه في العمل. فما هو أيون الهواء؟

١-٢/٦ أيونات الهواء

يحتوي الهواء على تراكيب ايونية موجبة وسالبة بنسب مختلفة على وفق طبيعة الهواء أساسها وجود شبكة مجال مغناطيسي مرتبطة مع باطن الأرض، فإذا زادت نسبة الأيونات الموجبة اصبح الهواء ثقيلا صعبا للتنفس، وعادة ترتفع نسبة الأيونات الموجبة إذا كان الهواء راكدا لا يتبدل. والأيونات هي دقائق (ذرة أو جزيئة أو مجموعة جزيئات) تحمل شحنة كهربائية أما موجبة أو سالبة وتتواجد في الهواء [16:P13-14]، يختلف تركيز الأيونات في الجو من مكان إلى آخر بشكل كبير حيث تختلف باختلاف الموقع الجغرافي، ففي المناطق الحضرية ذات التشجير الكثيف تتزايد الأيونات السالبة بينما في المناطق الصناعية تكثر الأيونات الموجبة، وفي المناطق ذات الارتفاع العالي عن مستوى سطح البحر يكون تركيز الأيونات السالبة اكبر بكثير

من المناطق التي تكون عند مستوى سطح البحر بسبب الأشعة الكونية القوية والأشعة فــوق البنفســجية -3] internet].

ويتم توليد الأيونات في الطبيعة بشكل غزير بعدة طرائق:

- من الأشعة فوق البنفسجية من الشمس.
- البرق والعواصف الرعدية.
- الاحتكاك في الرياح والمطر.
- انقسام المياه إلى قطرات في الشلالات والأمواج المتكسرة على الشواطئ.
- الإشعاع الطبيعي للصخور والتربة.
- تطلق النباتات الأوكسجين ذا الشحنة السالبة.
- من الاحتكاك متضمنة حركة الهواء على الأرض خاصة في المناطق الصحراوية وحركة الهواء علــى المعادن والهواء مع الهواء.

١-٦/٢/١ اثر الأيونات السالبة في الملوثات الداخلية

إن الفيروسات والبكتريا تحتاج لبيئة ذات خصائص محددة كي تعيش، ومنها الأيونات الموجبة فهي لا تفضل البيئة التي تكثر فيها الأيونات السالبة حيث تتصادم الأيونات السالبة مع الدقائق والملوثات الموجــودة في الهواء مثل البكتريا والغبار واللقاح ودخان السجائر وتنقل الأيونات السالبة شحنتها إلى الملوثات مكونــة دقائق جديدة ذات شحنة سالبة والتي تستمر بجذب الدقائق الموجبة إلى أن تصبح هذه الدقائق ثقيلة بشكل كافٍ لتسقط إلى الأرض بعيدة عن الهواء الذي نتنفسه[16: P13-14] .

١-٧ مساحة الشباك

إن لتحديد مساحات الشبابيك في الاتجاهات الجغرافية المختلفة للمبنى الأثر الكبير في السيطرة على أشعة الشمس، ونجد أن جميع الدراسات السابقة التي أعطت قيما لمساحات الشبابيك في الاتجاهات المختلفــة كانت لأغراض السيطرة على أشعة الشمس وعلى كفاءة الأداء الحراري للشبابيك وأهملت الجوانب الأخرى أهمها الجانب الصحي، فلم تكن هذه القيم ممثلة لمساحات الشبابيك المناسبة لتوفير هــذه المتطلبــات فكانــت أحادية الهدف، في حين يجب أن توفر هذه القيم وتوازن بين المتطلبات المتنوعة للشبابيك في الأبنية من توفير إضاءة طبيعية، تهوية طبيعية، منظر خارجي، إضافة إلى ضرورة توفير التعــريض الشمســي للفضــاءات الداخلية والذي له الأثر الصحي الكبير في نوعية البيئة الداخلية والهواء الداخلي باختلاف نوع المبنى. لذا فمن الضروري التوصل إلى نسب مئوية لمساحات الشبابيك نسبة إلى مساحة أرضية الفضاء واعتمادا على القاعدة الصحية للتعريض الشمسي وموازنة هذه النسب مع القيم المقترحة لتحقيق المتطلبــات الحراريــة والتهويــة

الطبيعية لإعطاء قيم تحقق المتطلبات المتنوعة. كما إن قياس الفتحات ذو تأثير جوهري على سرع جريان الهواء الداخلي فيما إذا كانت فتحة خروج أو دخول الهواء.

١-١/٧ انتخاب مساحة الشباك نسبة إلى مساحة الفضاء

استخدمت الدراسات بصورة عامة طريقتين لتحديد مساحة التزجيج الملائمة في المباني، فالطريقة الأولى تحدد مساحة التزجيج كنسبة من مساحة الجدران الخارجية، (نسبة مساحة الشباك إلى مساحة الجدار WWR) وقد تم اعتماد هذه الطريقة في اغلب الدراسات للتوصل إلى النسبة الملائمة للتقليل من الكسب والفقدان الحراري عن طريق عمل موازنة بين قيم الأحمال الحرارية النافذة لكل من الجدران والشبابيك وللاتجاهات المختلفة في حين تحدد الطريقة الثانية مساحة التزجيج كنسبة من المساحة البنائية للمبنى، وتختلف نسبة التزجيج المحددة في هذه الدراسات حسب الظروف المناخية للمنطقة. وتعد الطريقة الثانية هي الأكفأ لاعتمادها في التوصل إلى نسب التزجيج الملائمة لأغراض التعقيم الشمسي، حيث إن حساب المساحة المعقمة سيعتمد على مساحة البقعة الشمسية المتكونة في الفضاء والتي يكون لها التأثير المباشر في التعقيم.

١-٨ المنهج الرياضي لقياس كفاءة التعريض الشمسي والتهوية الصحية

أولاً: الفكرة الأساسية

تعتمد فكرة المنهج الرياضي لقياس كفاءة الشباك في توفير التعريض الشمسي لتعقيم فضاءات الأبنية الإدارية ذات المساحات المختلفة على أساس حساب عدد ساعات التشميس وحجم عمود الأشعة الشمسية المباشرة والمتكونة في الفضاء (والذي يمثل حجم الهواء المعقم) من خلال نسب مساحات الشبابيك المختلفة لثمان اتجاهات، ثم إجراء المقارنة بينها وبين الحالة المحددة والمطلوبة من المدة والنسبة الكافية للتعقيم. ويتميز هذا المنهج بقياس نسبة التعقيم بوحدات الحجم ($م^3$) وليس بوحدات الطاقة الحرارية (واط/ $م^2$) لأن عملية التعقيم بالموجات فوق البنفسجية تعتمد على **ترددات هذه الأطوال الموجية للإشعاع الواصل وليس على كمية الطاقة بالواط/ $م^2$ حيث هذه الأطوال هي التي تكسر الأواصر بين جزيئات الـ DNA للملوثات.**

أما قياس كفاءة الشباك في توفير التهوية الطبيعية للأغراض الصحية فيعتمد على تحديد مساحة الشباك الذي يوفر أدنى عدد مرات تبديل هوائي مقبول من الناحية الصحية على وفق عدد الأشخاص ضمن مساحات الفضاءات المختلفة، وقد تم بناء برنامج حاسبي لاغراض الحسابات الرياضية ادخل في تكوينه ما يساعد على اعطاء قيم موازنة بين نسب مساحات الشبابيك لاغراض التعقيم الشمسي واقل نسب لمساحات الشبابيك لمواجهة الحمل الحراري الصيفي، واعطاء المساحات المثالية للشبابيك على مدار السنة لاغراض هذه الموازنة حسب الاتجاهات الجغرافية الثمانية.

ثانياً: خطوات المنهج الرياضي:

أ- بما أن الدراسة تروم إلى التوصل إلى نسب مساحات الشبابيك المناسبة للاتجاهات المختلفة للفضاءات الإدارية، يتوجب أولا تحديد المساحات القياسية المسموح بها لفضاءات الأبنية الإدارية، ثم يتم وضع مجموعة من الاحتمالات لنسب مساحات الشبابيك نسبة إلى مساحات الفضاءات هذه لغرض إجراء الحسابات على أساسها.

ب- اعتماد الفترة الشتوية والفترة الصيفية لإجراء حسابات التعريض الشمسي. والفترة الشتوية متمثلة بيوم 22 كانون الأول، والفترة الصيفية متمثلة بيوم 22 حزيران مع اعطاء المعدل السنوي لها، وقد تم اجراء الحسابات الخاصة بالتهوية الطبيعية لاربعة فصول مع اعطاء المعدل السنوي لها.

وفي إطار تحديد ساعات إدخال الأشعة الشمسية للفضاءات الإدارية خارج ساعات الدوام الرسمي لتفادي الجوانب السلبية للتعريض الشمسي (بصرية، حرارية) وبالأخص صيفا فان استخدام الستائر خلال الدوام قد لا يكون مسيطراً عليه ولأن إدخال كميات قليلة من الأشعة الشمسية لعدد من الساعات افضل من إدخال كميات كبيرة من الأشعة الشمسية لساعة واحدة، لذا نرتأي أن يكون إدخالها على طول فترة التشميس المتوفرة في كل واجهة.

ج- تم تحديد سمك الجدار بـ 24 سم ويكون موقع زجاج الشباك على الحافة الداخلية منه.

د- إجراء الحسابات المطلوبة لتحديد نسب مساحات الشبابيك المناسبة لأغراض التعريض الشمسي الكفوء وكما يأتي:

- تثبيت عدد ساعات التشميس المتوفرة في كل واجهة من الأوجه المعتمدة لفصلي الشتاء والصيف.
- حساب حجم عمود الأشعة الشمسية المتكونة داخل الفضاء عن كل نسبة – مساحة شباك/مساحة فضاء- لكل اتجاه وللفصلين الصيف والشتاء.
- استخراج نسبة التعقيم المتحققة عن كل نسبة مساحة شباك لكل اتجاه في ساعات التشميس التي تم تثبيتها، من خلال:

$$\text{نسبة التعقيم} = \frac{\text{حجم عمود الأشعة الشمسية المباشرة داخل الفضاء}}{\text{حجم الفضاء}}$$

حيث أن حجم عمود الأشعة الشمسية المباشرة يمثل حجم الهواء المعقم داخل الفضاء. كما إن نسبة تعقيم 50% من حجم الفضاء يمكن اعتبارها نسبة مقبولة كحد أدنى والمتحققة من دخول الأشعة الشمسية المباشرة وان اعتماد هذه النسبة الغرض منها أيضا تجنب زيادة الحمل الحراري على الفضاء، ويمكن الحصول على نسب إضافية من التعقيم من الأشعة الشمسية المنتشرة والأشعة المنعكسة عن السطوح المجاورة للشبابيك إليها.

هـ– يتم جمع أعمدة الأشعة الشمسية المباشرة للساعات المؤثرة لكل نسبة في كل اتجاه واستخراج المجموع الكلي لينتج مقدار التأثير الفصلي خلال الفترة الشتوية، وبنفس الطريقة نستخرج مقدار التأثير الشمسي الكلي للفترة الصيفية بحيث تحقق المدة والنسبة المطلوبة للتعقيم.

تكرر الخطوات (ج، د) أعلاه للنسب والاتجاهات كافة.

و– لحساب كفاءة التعريض الشمسي الشتوية، ننتخب نسبة مساحة الشباك (مساحة التزجيج الصافية) إلى مساحة الفضاء، لكل توجيه والتي تحقق مالا يقل عن 50% من التعقيم باعتبارها النسبة الكفوءة شتاء لهذا الاتجاه (لمساحة الفضاء المحدد).

ولحساب كفاءة التعرض الشمسي الصيفية، ننتخب النسبة لكل توجيه التي تحقق نسبة التعقيم المطلوبة فقط لا اكثر (50%)، باعتبارها النسبة الكفوءة صيفا لنفس الاتجاه (ولنفس مساحة الفضاء المحدد).

ويتم تكرار الخطوة (هـ، و) للمساحات المختلفة للفضاءات الإدارية.

ز– يمكننا التوصل إلى نسب مساحات الشبابيك الكفوءة سنويا لأغراض التعقيم بموازنة النسبتين لكل اتجاه ولكل مساحة محددة من الفضاءات الإدارية والتي تتطلب تحقيق أدنى نسبة تعقيم لفصلي الصيف والشتاء، فإذا كانت نسبة مساحة الشباك الكفوءة في فصل الصيف للواجهة الشرقية تساوي 6.5% ولفصل الشتاء تساوي 10.4% فان نسبة مساحة الشباك الكفوءة سنويا هي 10.4% وذلك لان اختيار 6.5% لمساحة الشباك لن تحقق نسبة التعقيم المطلوبة شتاءً أي لا تكون كفوءة على مدار السنة.

ح– يتم إيجاد النسبة الكفوءة – مساحة شباك/مساحة فضاء – لكل اتجاه، والتي توفر الكمية المطلوبة من التهوية للأغراض الصحية عن طريق استخدام المعادلات الرياضية الخاصة بذلك.

ط– يتم إجراء مقارنة لهذه النسب مع نسب مساحات الشبابيك ذات الكفاءة السنوية في التعريض الشمسي اعتمادا على نتائج الحسابات للجزئين، ثم موازنتها للخروج بنسب مساحات شبابيك كفوءة في توفير التعقيم للهواء الداخلي وتوفير التهوية الكافية للأغراض الصحية.

ي– اقتراح المعالجات الضرورية للوصول إلى تحقيق نسبة ومدة التعقيم المطلوبة في حالة عدم توفر الأشعة الشمسية الكافية لبعض الاتجاهات.

١-٨/١ مساحات الشبابيك لأغراض التعقيم الشمسي

لغرض تحديد مساحات الشبابيك الكفوءة في التعقيم نسبة إلى مساحة الفضاء نحتاج أولا إلى التعرف على المساحات المخصصة للوظائف الإدارية المتنوعة وكما يأتي:

١-٨/١/١ الأبنية الإدارية ومساحات فضاءاتها

إن التطورات في المعلومات وتكنولوجيا الاتصالات ساهمت كثيرا في تغيير ظروف العمل في المكاتب الإدارية، كما إن الأجهزة المتنوعة التي دخلت الأبنية الإدارية أدت إلى زيادة في المساحة المكتبية المطلوبة من حوالي $2\text{-}3m^2$ إلى حوالي $15\text{-}18m^2$. وتحدد مساحة الفضاء الإداري اعتمادا على عدد العاملين staff والفعالية التي يقومون بها، وهناك تنوع كبير في هذه المساحات تبعا لهذه العوامل يجعل من الصعب جدا التنبؤ بالمساحة المطلوبة لكل شخص ليتم حساب المساحة الكلية لفريق عمل محدود العدد. ويتم حساب مساحة المكتب الإداري بشكل عام كما يأتي:

(المساحة القياسية للشخص × عدد الأشخاص) + الإضافة المباشرة المسموح بها + ثابت لأغراض الحركة

والثابت عادة 15% من المساحة القياسية للشخص، أما الإضافة المباشرة المسموح بها تتراوح ما بين 10-50 % من المساحة القياسية للشخص، وتعد المساحة القياسية للشخص مساحة نسبية تبعا لنوع العمل الذي يقوم به الشخص، لذا فقد اختير لكل اتجاه مجموعة من مساحات الفضاءات المختلفة وابتداء من المساحة (4 X 4) m^2 كأصغر مساحة مقبولة وبأبعاد ذات تغاير مقداره $1m^2$ في العرض والعمق على أن لا تزيد نسبة عرض الفضاء إلى عمقه عن النسبة 1:1.5.

أما بالنسبة للتوصيات حول ارتفاع السقف لفضاءات الأبنية الإدارية فتتبع مساحة الفضاء نفسه وكما في الجدول (١-٨/١)

جدول (١-٨/١) ارتفاع السقف المسموح به لفضاءات الأبنية الإدارية تبعا لمساحاتها

مساحة الفضاء	اقل ارتفاع مسموح به للسقف
اقل من $50m^2$	2.5 m
اكبر من $50\ m^2$ واقل من $100\ m^2$	2.75 m
اكبر من $100\ m^2$	3 m

١-٨/١/٢ أبعاد الشبابيك وتوجيهها

تم تحديد أبعاد الشباك تبعا لمساحة الفضاء وكما يأتي:

إذا كانت مساحة الفضاء $24\ m^2$ (أي اقل من $50\ m^2$) فان ارتفاع الفضاء سيكون $2.5\ m^2$ اعتمادا على الجدول (١-٨/١)، وكان ارتفاع الشباك عن الأرضية 1m وارتفاع الصبة الكونكريتية فوق الشباك 30cm وان النسبة التي سنبدأ الحساب بها – مساحة الشباك/مساحة الفضاء – هي (10%) تكون مساحة الشباك $2.4m^2$ وأبعاده كما يأتي:

ارتفاع الشباك = 2.5 – 1.3 = 1.2 m عرض الشباك = 2.4 /1.2 = 2 m

يظهر تأثير توجيه الشباك في تغير مساحة البقع الشمسية الداخلة إلى الفضاء من اختلاف قيم كل من زاوية الظل الأفقية وزاوية الظل العمودية. لذا سيتم اعتماد التوجيهات المختلفة للشبابيك ابتداء من الشمال

وبزيادة 45° وبالنتيجة سيكون لدينا ثمانية اتجاهات مختلفة يتم إجراء الحسابات على أساسها لاستخراج نسب مساحات الشبابيك لكل توجيه حسب الجرعة التعقيمية المحددة.

١-٨/١/٣ مدة التعريض الشمسي المطلوبة للتعقيم ونسبتها

اعتمادا على خواص الزجاج الاعتيادي الصافي (والذي سيتم اعتماده في إجراء الحسابات كونه ارخص واوفر أنواع الزجاج محليا) فان هذا النوع من الزجاج لا يمنع الأشعة فوق البنفسجية الواصلة إلى الأرض وهي (UVB+UVA) من النفاذ عبره إلى الفضاء الداخلي، وان نسبة المنع مقاربة لنسبة منع نفاذ الأشعة المرئية Visible Light وهي حسب نوع الزجاج.

وبما أن الغرض من التعريض الشمسي هو الحصول على فضاء صحي healthy room وليس فضاء معقم clean room (فالفضاء المعقم يستخدم لوظائف محددة ويتطلب أن يكون الهواء فيه خالٍ تماما من أية ملوثات 100% ويتم في استخدام التكنولوجيا الحديثة للحصول على هذه النسبة ولعزل الفضاء عن الخارج تماما، بينما الفضاء الصحي يتطلب هواءً نظيفاً وان تكون نسبة الملوثات بالحد الأدنى الذي يكون فيه مقبولاً من الجانب الصحي)، فإن نسبة 100% من التعقيم لا يمكن تحقيقها بطريقة التعريض الشمسي المباشر في فترة قليلة بإدخال كمية شمس كبيرة تسبب رفعاً في درجات الحرارة، لذا فان تعقيم نسبة من الهواء الداخلي يكون معقولا (عند قيمة 50%) لأنه يمكننا أن نحصل على تعقيم إضافي عن طريق الأشعة الشمسية المنتشرة والمنعكسة (وكما تم ذكره سابقا).

ويعد تواجد كميات قليلة من أشعة الشمس المباشرة ضمن فترة زمنية طويلة افضل من تواجد كميات كبيرة من الأشعة الشمسية المباشرة ضمن فترة زمنية قصيرة، فكل نوع من أنواع الملوثات بحاجة للتعريض المباشر لأشعة الشمس ومدة معينة تختلف باختلافها للقضاء عليها. وكلما زادت مدة التعريض هذه كان التعقيم اكثر كفاءة، وبشكل عام فان ساعة واحدة من التعريض الشمسي كافية لقتل جميع هذه الأنواع. وهي كافية صحياً.

١-٨/٢ مساحات الشبابيك لأغراض التهوية الصحية

١-٨/٢/١ الطرائق الرياضية لحساب مساحة الفتحة المناسبة للتهوية الصحية

هناك عدد من المعادلات الرياضية يمكن استخدامها في تقدير مساحة الفتحة المطلوبة لتوفير كمية محددة من التهوية الطبيعية للأغراض الصحية (عدد مرات تبديل هوائي) وهي:

أولا: التهوية المتسببة بقوة الرياح

يمكن استخدام المعادلات الرياضية لحساب كمية التهوية النافذة خلال فتحات المبنى بتأثير قوة الرياح:

$$Q_w = cf \chi Cv \chi A \chi V \ldots \quad (1)$$

حيث أن :

Q_w = الجريان الهوائي بتأثير قوة الرياح m^3/h

A = المساحة الصافية لدخول الهواء m^2

V = سرعة الرياح m/s

Cv = معامل تأثير الفتحات ويؤخذ من الجدول (١-٨/٢) وتضرب قيمته بـ(0.5-0.6) للرياح المتعامدة مع الفتحة و (0.25-0.35) للرياح المائلة عن الفتحة.

Cf = معامل التحويل = 3600 باعتبار أن سرعة الرياح مقاسه بالثانية.

ثانيا: التهوية المتسببة بفعل فرق درجات الحرارة

يتأثر مقدار التهوية المتسببة من فرق درجات الحرارة بين الداخل والخارج بارتفاع الفتحات، ويمكن أن تحسب مساحة الفتحة المطلوبة لتوفير التبديل الهوائي المطلوب للأغراض الصحية بالمعادلة الآتية:

$$Q_s = cf \chi A[h \chi (ti - to) / ti]^{1/2} \ldots (2)$$

حيث أن:

Qs = كمية الجريان الهوائي m^3/h.

A = المساحة الصافية لدخول الهواء m^2.

ونظرا لاعتماد حسابات مساحات الشبابيك الكفوءة في التعقيم الشمسي على وجود شباك واحد في الفضاء الواحد فيمثل بذلك هذا الشباك فتحة دخول الهواء وخروجه في نفس الوقت فتكون قيمة h :

h = الارتفاع من منتصف الجزء السفلي للفتحة إلى منتصف الجزء العلوي للفتحة (أي ما يساوي نصف ارتفاع الشباك) وهو ما يسمى بمنسوب الضغط المحايد m.

ti = معدل درجة حرارة الهواء الداخلية، $K = T (C^\circ) + 273.15$.

to = درجة حرارة الهواء الخارجية، K.

cf = معامل التهوية = 10360.

جدول (١-٨/٢): معاملات تأثير مساحة الفتحات Cv.

النسبة بين مساحة فتحة دخول الهواء إلى فتحة الخروج	القيمة التي تضرب بها المعادلتان (1 و 2)

1.00	1 : 1
1.27	1 : 2
1.35	1 : 3
1.38	1 : 4
1.40	1 : 5
0.63	2 : 1
0.35	4 : 1
0.86	4 : 3

لقد استندت المعادلة (1 و2) على تساوي مساحة فتحة دخول الهواء وخروجه (نصف مساحة الشباك) باعتبار أن الفتحة نفسها تعمل كفتحة دخول وفتحة خروج الهواء. وقد تم اعتماد الأشهر التي تمثل فصلي الخريف والربيع في حساب مساحة الفتحة المطلوبة لتجنب آثار التهوية السلبية في الفصول الأخرى

١-٨/٢/٢ معدلات التهوية الشهرية للفتحات بتأثير قوة الرياح

يمكن اعتماد المعادلة رقم 1 في حساب مساحة الفتحة المطلوبة لتوفير كمية محددة من الجريان الهوائي، وبافتراض أن فتحات التهوية غير معاقة بمبان وعوارض خارجية مؤثرة بشكل فعال في كمية الجريان الهوائي وان للفضاء فتحة واحدة.

إن مقدار التهوية الكلية النافذة لكل فتحة يعتمد بشكل رئيس على ثلاث حالات هي:

١-التهوية الحاصلة عندما يكون اتجاه الرياح عمودياً على الفتحة.

٢- التهوية الحاصلة عندما يكون اتجاه الرياح مائلاً عن يمين الفتحة.

٣- التهوية الحاصلة عندما يكون اتجاه الرياح مائلاً عن يسار الفتحة.

فالفتحة المتوجهة نحو الشمال ينفذ الهواء خلالها عندما تكون الرياح شمالية أو شمالية شرقية أو شمالية غربية، ومجموع التهوية الكلية الحاصلة في الفتحة خلال فترة محددة تكون بجمع قيم كميات التهوية الثلاث.

١-٨/٣ نسب مساحات الشبابيك الكفوءة صحياً

١-٨/٣/١ البرنامج الحاسوبي

للتوصل إلى نسب مساحات الشبابيك الكفوءة صحيا كنسبة من مساحة الفضاء للاتجاهات الثماني، تم اعتماد برنامج (Microsoft excel 2000)، وفيما يأتي مراحل العمل على البرنامج:

١- تم إدخال المعلومات حول أبعاد الفضاء (عمق – عرض) بالأمتار.

٢- تم إدخال نسبة مساحة الشباك/مساحة الفضاء المنتخبة لإجراء القياسات عليها وابتداء من النسبة 5% إضافة إلى اعتماد 1 م ارتفاع الشباك عن الأرضية وسمك 30cm للصبة الكونكريتية فوق الشباك.

٣- تم اعتماد سمك 24 سم للجدران ويكون الشباك مثبت على الحافة الداخلية للجدار.

٤- تم تحديد الواجهة التي يتم إجراء الحسابات لها.

٥- تم إدخال المعلومات الخاصة بزاويتي الظل العمودية والأفقية للشمس في هذا الاتجاه لفصل الصيف أولا متمثلا بيوم 22 حزيران.

٦- تم حساب حجم عمود الأشعة الشمسية المتكونة عن كل نسبة من مساحة الشباك لكل ساعة من الساعات المؤثرة في الواجهة المحددة.

٧- تم حساب نسبة حجم عمود الأشعة الشمسية إلى حجم الفضاء (والتي تمثل نسبة التعقيم) خلال ساعات التشميس المتوفرة بالنسبة للواجهة المحددة لفصل الصيف.

٨- يتم المفاضلة بين نسب مساحات الشبابيك الناتجة عن الساعات المؤثرة في الواجهة المحددة على أساس تحقيق أدنى نسبة تعقيم (50%) لاستخراج نسبة مساحة الشباك الكفوءة صيفا لذلك الاتجاه.

٩- تم تكرار العمليات السابقة (الخطوات من 1 إلى8) للواجهات السبعة الرئيسة المتبقية.

١٠- تم تكرار العمليات السابقة (الخطوات من 1 إلى9) لكن لفصل الشتاء متمثلا بيوم 22 من كانون الأول.

١١- تم تنفيذ إجراء العمليات الحسابية، فيبدأ البرنامج بحساب نسب مساحات الشبابيك ذات الكفاءة في تحقيق مدة ونسبة كافية من التعقيم لكل اتجاه من الاتجاهات وحسب الخطوات المطلوبة.

١٢- تم حساب الكفاءة السنوية لنسب مساحات الشبابيك بموازنة نسبتي الصيف والشتاء والمفاضلة على أساس تحقيق مدة ونسبة التعقيم المطلوبة على مدار السنة لكل اتجاه.

١٣- تم إجراء الحسابات المطلوبة باعتماد المعادلات الرياضية الخاصة بحساب مساحة الفتحة المطلوبة لتحقيق التهوية للأغراض الصحية للاتجاهات الثماني.

١٤- تم مقارنة نتائج مساحات الشبابيك لأغراض التعقيم مع مساحات الشبابيك لأغراض التهوية الصحية وموازنة النتائج والخروج بنسب محددة لكل اتجاه والتي تحقق المتطلبات الصحية.

١٥- تم تحديد المعالجات المطلوبة في الاتجاهات التي لا نتمكن فيها أن نحصل على مدة ونسبة تعريض شمسي كافٍ.

١-٩ النتائج

ظهرت النتائج على شكل مخططات وجداول تظهر نتائج الحسابات لكل اتجاه من الاتجاهات الثماني ولفصلي الصيف والشتاء وتوضح المدة المطلوبة لفتح الشبابيك لتحقيق التهوية الكافية للأغراض الصحية واعتمادا على نتائج نسب مساحات الشبابيك الكفوءة سنويا لأغراض التعقيم.

وبعد أن تم تشغيل البرنامج لمدينة بغداد، وحسبت نسب مساحات الشبابيك المناسبة ولثمان اتجاهات، تبين من النتائج المبدئية انه يمكن اختصار بعض الجداول وذلك بالتعويض عن اتجاهين باتجاه واحد أو جدول واحد يمثلهما، وذلك لاشتراك زوايا الظل العمودية بالقيمة والإشارة وزوايا الظل الأفقية بالقيمة واختلافهما بالإشارة في بعض الحالات. وكانت نتائج نسب مساحات الشبابيك الكفوءة في التعقيم نفسها على اختلاف مساحات الفضاءات الإدارية.ويمكن طرح النتائج كالآتي:

نسب مساحات الشبابيك الكفوءة لأغراض التعقيم صيفا هي كما يأتي:

١-٩/١ جدول يوضح نسب مساحات الشبابيك الكفوءة صحياً للاتجاهات الثماني الرئيسة

الاتجاه	نسب مساحات الشبابيك الكفوءة لأغراض التعقيم (نسبة مساحة الشباك/ مساحة الفضاء) %		
	الصيف	الشتاء	السنوي
شمال	11.5	إن الواجهة الشمالية لا تستلم الأشعة الشمسية المباشرة شتاء	11.5
شمال شرق	9	الواجهة الشمالية الشرقية تستلم كمية قليلة جدا ومدة محدودة لا تزيد عن ساعة واحدة يوميا	9
شرق	6.5	10.4	10.4
جنوب شرق	10.5	5	10.5
جنوب	الواجهة الجنوبية لا تنفذ كمية كافية من الأشعة الشمسية المباشرة صيفا إلى الفضاءات الداخلية حتى في حالة وضع الشباك على الحافة الخارجية للجدار	3.75	3.75
جنوب غرب	10.5	5	10.5
غرب	6.5	10.4	10.4
شمال غرب	9	الواجهة الشمالية الشرقية تستلم كمية قليلة جدا ومدة محدودة لا تزيد عن ساعة واحدة يومياً	9

اما مساحات الفتحات الكفوءة لأغراض التهوية الصحية فكانت صغيرة جدا مقارنة بنسب مساحات الشبابيك الكفوءة لأغراض التعقيم الشمسي، مما يدل على أن فتح هذه الشبابيك ومدة محددة تكون كافية لتوفير هواء صحي داخل الفضاءات الإدارية. وقد تم حساب هذه الفترات لكل واجهة تبعا لهذه النسب وتثبيتها في جداول تمثل المدة المطلوبة لفتح الشباك (بالدقائق) لتحقيق عدد مرات تبديل هوائي كافٍ لتوفير هواء داخلي صحي للفضاءات الإدارية وكما يأتي:

١-٩/٢ جدول يوضح المدة المطلوبة لفتح الشبابيك (بالدقائق) لتوفير (عدد مرات تبديل هوائي/شخص واحد) كافٍ لفضاء إداري بمساحة $16\ m^2$ للاتجاهات الثماني الرئيسة

الاتجاه	المدة المطلوبة لفتح الشبابيك لتحقيق التهوية الصحية بالدقائق (للشخص الواحد)				
	الصيف	الخريف	الشتاء	الربيع	المعدل السنوي
شمال	1.53	1.1	0.59	0.98	1.05
شمال شرق	4.00	2.58	4.25	2.17	3.25
شرق	2.25	2.82	14.89	1.68	5.41
جنوب شرق	1.73	3.06	13.34	1.41	4.89
جنوب	6.30	12	22.80	5.10	11.55
جنوب غرب	2.38	3.28	1.23	2.06	2.24
غرب	1.25	1.32	0.39	1.07	1.01
شمال غرب	1.25	1.08	0.42	0.92	0.92

١-١٠ التوصيات

باعتبار أن نسبة التشميس على مدار السنة لايمكن تحقيقها في بعض الواجهات كالواجهة الشمالية والشمالية الشرقية والشمالية الغربية لكونها لا تصلها الاشعة الشمسية شتاءً، فقد تم اعتماد اعلى النسب التي ظهرت لنا صيفاً واعلى النسب شتاءً وتم حذف النسب الصغيرة لضمان عملية تعقيم جيدة على مدار السنة، حيث أن اعتماد هذه النسب حتى في عدم وجود شمس مباشرة شتاءً سيؤدي الى دخول الاشعة غير المباشرة التي تحوي من الاشعة فوق البنفسجية بشكل يسمح بإجراء عمليات تعقيم. أي أن اعتماد المصمم على نسب مساحات الشبابيك الكفوءة صحياً على مدار السنة هي في حدود 3.5 الى 11.3 أي أن اعتماد المصمم على نسبة مساحة شباك 10% من ارضية الفضاء سيجعل المبنى الذي يحوي في واجهاته اكثر من اتجاه مبنى صحي قابل للموازنة بين المتطلبات الصحية ومتطلبات البيئة الحرارية.

إن وجود اتجاهات لا تدخل اليها أشعة الشمس المباشرة رغم حصولها على نسبة من التعقيم فإنه ينصح بعاتماد التوصية بتغيير هواء الفضاء بمعدل (6) دقائق لكل ساعة في الفضاءات ذات الفتحة الواحدة سيجعل هواء المبنى وبيئته صحياً، ماعدا الواجهة الجنوبية التي تحتاج الى (11.55) دقائق كمعدل.

١-١١ المصادر

1-O Sullivan, P. E. “Modern Architectural Design for Healthy Buildings” Healthy Building 88, Stockholm, Vol. 1, 1988
2- Elia & Theodore “New health hazards in sealed buildings” AIA journal, April, 1983
3-Gary, Raw,” healthy buildings”, the journal of the society of environmental engineers, Vol. 9, No. 4, December 1996
4-Harkness, L., “Solar radiation control in buildings”, London, Applied Science Publishers, LTD, 1978
5- Awbi, H. B. “Ventilation of Buildings” E & FN Spon, an imprint of routledge, 1998
6-Jones, A. P. “Indoor air quality and health” air pollution science for the 21st century, Elsevier Ltd, 2004
7-“ASHRAE Handbook 1985 Fundamentals”, American Society Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers Inc.., 1985
8-Derek, O. & Roger, G. “Introduction to building” Pearson Education Limited, 2002
٩- عبد الله، فاطمة علي "عمارة الأبنية النظيفة والتقنيات المستعملة في الأبنية النظيفة" رسالة ماجستير، قسم الهندسة المعمارية،كلية الهندسة، جامعة بغداد، ٢٠٠٣م
١٠- الراوي، شيرين حسن، "التصميم المناخي لمواقع الأبنية: مع تطبيقات للتصاميم النموذجية للمدارس"، رسالة ماجستير، قسم الهندسة المعمارية، الجامعة التكنولوجية، ١٩٨٨م
١١- الإمام، محمد وليد يوسف"البيت المتوافق مناخيا"، رسالة ماجستير، كلية الهندسة، جامعة بغداد، ١٩٨٩م
١٢- احمد، بشير خليل "دراسة وتحليل قياسات الإشعاع الشمسي في مدينة بغداد"، رسالة ماجستير، قسم العلوم التطبيقية، الجامعة التكنولوجية، ١٩٨٩م
١٣- الجبوري، بيداء جعفر حسن، "دراسة الأشعة فوق البنفسجية وتأثيرها على طبقة الأوزون في العراق"، رسالة ماجستير، كلية العلوم، الجامعة المستنصرية، ١٩٩٨م
١٤- شاهين،د.بهجت رشاد "المبنى الجامعي ومواءمته لاهداف التعليم العالي" مكتب الاستشارات الهندسية، جامعة بغداد، ١٩٨٧م
١٥- شاهين، د.بهجت رشاد، "المناخ والإنسان"، دورة العمارة والمناخ في المناطق الحارة الجافة، عدد ٢، شباط، ١٩٨٨
١٦- العمر، د.مثنى، "الأيونات السالبة: سر الصحة" المجلة العراقية لعلوم الحياة، مجلد ١٦، ١٩٩٧م

مصادر شبكة المعلومات

1-Warren E. Hathaway, “A Study Into the Effects of Types of Light on Children –A Case of Daylight Robbery”, Hathaway Planning & Consulting Services
www. irc.nrc-cnrc.gc.ca/fulltext/ir659/hathaway.pdf
2- http://www.calutech.com/about.htm Destruction of Bacteria
3- C.Y. Shaw, G.T. Tamura, “Air Ions and Human Comfort”, National Research Council Canada, Institute for Research in Construction
www.irc.nrc-cnrc.gc.ca/pubs/cbd/cbd199_e.html
-١Ernst & Peter Neufert, “architects data” black well science Ltd, 2000

٣- الجبوري، بيداء جعفر حسن، "دراسة الأشعة فوق البنفسجية وتأثيرها على طبقة الأوزون في العراق"، رسالة ماجستير، كلية العلوم، الجامعة المستنصرية، ١٩٩٨م