التهوية داخل الأبنية وعلاقتها بعوامل التصميم البنائي

د. لؤي طه الملا حويش
مدرس/المعهد الفني المنصور

المقدمة :

ان نمط تدفق الهواء في الغرفة يتأثر بعاملين : هما توزيع الضغط حول البناية، و القصور الذاتي للهواء المتحرك . عندما تكون النوافذ موضوعة في جدار الغرفة المواجه للريح فان الضغط الداخلي يرتفع ليتساوى مع الضغط العالي الخارجي المسلط على الجدار . إذا كانت النوافذ في الجدار المحجوب عن الريح فان الضغط الداخلي ينخفض الى مستوى الضغط الخارجي الاوطأ . في كلتا الحالتين معدل الضغوط الخارجية والداخلية يتساوى ، على الرغم من انه قد يوجد بعض الاختلاف على طول العرض أو الارتفاع للفتحة .

عندما تفتح النوافذ في كل الجوانب التي باتجاه الريح والتي محجوبة عن اتجاه الريح من البناية يندفع تيار من الهواء خلال البناية من مناطق الضغط العالي الى مناطق الضغط الواطئ . ان أي كتلة من الهواء ، كأي كتلة متحركة ، تخضع الى قوة القصور الذاتي . لذلك فان مسار تيار الهواء خلال الغرفة يعتمد بشكل رئيسي على الاتجاه الابتدائي للكتلة الهوائية الداخلة من نافذة الإدخال inlet . عندما الاتجاه لتيار الهواء الداخل يتطابق مع الخط الواصل بين نوافذ الإدخال ونوافذ الإخراج out let ، فان تيار الهواء يستمر دون الانحراف عن نوافذ الإخراج. عندما نوافذ الإخراج تكون غير موقعه في المسار المباشر لتيار الهواء الداخل فان التيار يستمر بحركته الأصلية الى ان يعاق بواسطة جدار أو الى ان ينتهي عزمه بواسطة الاحتكاك مع الهواء الموجود في الغرفة ، وفقط بعد ذلك ينحرف التيار باتجاه الفتحة ذات الضغط الواطئ .

يهدف هذا البحث الى :

١-بيان أهم عوامل التصميم التي تؤثر على التهوية داخل الأبنية .

٢- بيان نتائج بعض الدراسات التي تمت في هذا المجال .

وهذا ما سيتم تفصيله في الفقرات التالية :

أولا" اتجاه النافذة بالنسبة للريح :Window Orientation With respect to the Wind

من المعتقد بشكل عام انه لكي نحصل على ظروف تهوية مثلى فان نوافذ الإدخال يجب ان تواجه بشكل مباشر الريح . أي انحراف عن هذا الاتجاه يقلل سرعة الهواء الداخلي . بينت الدراسات الحديثة ان هذا الآمر هو ليس دائما" كذلك (م٢ ،ص٢٨)وانه في بعض الحالات يمكن تحقيق ظروف افضل عندما تكون ظروف التهوية الجيدة مطلوبة في كل المساحة للغرفة . وضحت الدراسة انه في الغرف التي تحتوي على نافذتين في الجدران المتقابلة ، حيث المدخل يواجه بشكل مباشر الرياح الخارجية ، تيار الهواء الرئيس يتدفق بشكل مستقيم ومباشر من المدخل inlet الى المخرج outlet ، وبعيدا" عن الاضطرابات المحلية عند أركان جدار المخرج ، فان بقية الغرفة تتأثر بشكل حقيقي فقط . تدفق الهواء يكون خفيف على طول الجدران الجانبية ، وخاصة يكون الآمر كذلك عند أركان جدار نافذة المدخل عندما تكون الرياح مائلة (بزاوية ٤٥°) الى فتحة الإدخال لنفس الغرفة ، فان معظم حجم الهواء يأخذ بالاضطراب، يتحرك حركة دائرية حول الغرفة ، يزيد من تدفق الهواء على طول الجدران الجانبية وفي الأركان .

من جهة أخرى إذا تم توقيع النافذتين في جدران متجاورة ، فان التهوية الأفضل يمكن الحصول عليها عندما الرياح تكون عمودية على نافذة الإدخال اكثر مما عندما تكون مائلة ، تبعا" لاتجاه المدخل – المخرج . هذا النمط موضح في الجدول رقم (١) الذي يعطي معدل أسرع الهواء الداخلية في الدراسة ،

معبر عنها كنسب مئوية من سرعة الريح الخارجية المقاس عند نفس الارتفـاع ، مع أبعاد نافذة مساوية الى ٣/١ و ٣/٣ من أبعاد الجدار .

جدول رقم (١)

تأثير موقع النافذة باتجاه الريح على معدل سرع الهواء

(كنسبة مئوية من السرعة الخارجية) (م٢ ، ص٣٢)

النوافذ في الجـدران المتجاورة		النوافذ في الجـدران المتقابـلة		عرض المخرج	عرض المدخل
الرياح مائلة	الرياح عمودية	الرياح مائلة	الرياح عمودية		
٣٧	٤٥	٤٢	٣٥	٣/١	٣/١
٤٠	٣٩	٤٠	٣٩	٣/٢	٣/١
٣٦	٥١	٤٣	٣٤	٣/١	٣/٢
-	-	٥١	٣٧	٣/٢	٣/٢
٤٥	٥١	٤٤	٤٤	٣/٣	٣/١
٣٧	٥٠	٤١	٣٢	٣/١	٣/٣
-	-	٩٩	٣٥	٣/٣	٣/٢
-	-	٦٢	٣٦	٣/٢	٣/٣
-	-	٦٥	٤٧	٣/٣	٣/٣

من هذه النتائج يمكن ان نستنتج ان ظروف التهوية الجيدة يمكن الحصول عليـها عندما تيار الهواء عليه ان يغير اتجاهه ضمن الغرفة ، وليس عندما يكون التيـار مباشر من المدخل الى المخرج . هذا الاستنتاج ذو أهمية خاصة كبيرة في الأقـاليم التي يكون فيها اتجاه الرياح السائدة شرقية أو غربية ، وذلك لان اتجاهات الأبنيـة هذه هي الأكثر صعوبة من حيث التضليل .

بصورة خاصة ، الصعوبات ربما تبرز مع بلوكات الأبنيـة الطويلـة حيـث النوافذ تكون موقعة في الجدران المتقابلة لغرفة واحدة ، أو حيث غرفتين تكـون

متصلتين بواسطة ردهة . هنا ربما يوجد تضارب بين الاتجاهات المطلوبة من نواحي التهوية والإشعاع الشمسي .

ولكن من النقاش السابق يمكن ملاحظة ان ظروف التهوية الجيدة جدا" تكون ممكنة في الأقاليم التي تكون فيها الرياح غربية ، حتى عندما واجهة المبنى الطويلة مع نوافذ الإدخال مدارة بزاوية ٤٥° الى الشمال – الغربي أو الجنوب – الغربي ، حيث التضليل يكون أسهل بكثير . عندما اتجاه الرياح يكون باتجاه الشمال – الغربي أو الجنوب – الغربي فان ظروف التهوية المثلى تتحقق عندما واجهات المباني الطويلة توجه باتجاه الشمال أو الجنوب ، الاتجاه الذي ربما يكون مفضل أيضاً من وجهة نظر الإشعاع الشمسي .

ثانيا": حجم النافذة : Window Size

ان التأثير لحجم النوافذ يعتمد الى حد كبير على ما إذا كانت الغرفة ذات تهوية – عرضية Cross – vent , lated . في الغرف التي تكون فيها النوافذ موجودة في جدار واحد فقط ، حجم النافذة سوف يكون له تأثير قليل على سرعة الهواء الداخلية . هذا موضح في الجدول رقم (٢) الذي يعطي معدل أسرع الداخلية المقاسة في نموذج modelمع نافذة مفردة ، العرض الذي يتغير من ١/٣ الى العرض الكامل للجدار . نفذت تجارب مع ثلاث مواضع للنافذة نسبة الى اتجاهات الرياح : عمودية ، مائلة وفي الاتجاه المعاكس (المحجوب) لممهب الريح .نتائج معدل السرعة معطاة كنسبة مئوية من سرعة الرياح الخارجية امام النماذج ، وعند نفس الارتفاع .

جدول رقم (٢)

تأثير حجم النافذة في غرفة بدون تهوية – عرضية على معدل سرع الهواء

(% من سرعة الرياح الخارجية) (م٧ ،ص٢٩١)

اتجاه الرياح	عرض النافذة		
	٣/١	٣/٢	٣/٣
عمودية على النافذة	١٣	١٣	١٦
مائلة من الامام	١٢	١٥	٢٣
مائلة من الخلف	١٤	١٧	١٧

ومن الجدول يمكن ملاحظة انه مع الرياح المائلة الى النافذة هناك تأثير كبير عندما يتزايد حجم النافذة . عندما تكون الرياح مائلة الى النافذة يكون هناك اختلافات اكبر في ضغط الهواء على طول عرض الجدار ، ولذلك فان الهواء يستطيع الدخول من خلال جزء واحد من النافذة ويخرج من خلال الجزء الاخر . ولكن عندما تكون الرياح اما عمودية على أو تهب من خلف النافذة ، اختلافات الضغط على طول الجدار تكون صغيرة جدا" نسبة الى الزيادة في حجم النافذة بحيث لايكون لها الا تأثير خفيف .

اذا كانت الغرفة ذات تهوية – عرضية ، فان الزيادة في حجم النوافذ يكون لها تأثير اكبر على سرعة الهواء الداخلية ، ولكن فقط عندما فتحات المدخل والمخرج تزداد في نفس الوقت (آنياً). زيادة حجم المدخل أو المخرج لوحده سوف يؤثر بشكل خفيف فقط على حركة الهواء الداخلية . حتى عندما المدخل والمخرج يزدادون في نفس الوقت ، فان الزيادة في سرعة الهواء لا تكون متناسبة مع حجم النافذة ومعدل الزيادة للسرعة ينخفض (م٢ ، ص٤٣) . عندما الغرفة تكون لها فتحات غير متساوية والمخرج هو الأكبر ، فانه يمكن الحصول على سرع عظمى

أعلى بكثير ومعدل سرع أعلى بشكل قليل . هذا موضح في الجدول رقم (٣) الذي يبين الاختلافات في المعدل والحد الأقصى للسرع الداخلة في نموذج مع فتحات مدخل ومخرج ذات أبعاد مختلفة ، مع نسب مدخل / مخرج مساوية الى ٣/١ الى ١/٣ . الفتحات كانت موقعة في جدران متقابلة أو متعامدة .

جدول رقم (٣)

تأثير عرض المدخل و المخرج على معدل السرع والسرع القصوى

(% من سرعة الرياح الخارجية)

اتجاه الرياح	حجم المدخل					
	حجم المخرج	1/3		2/3		3/3	
		المعدل	الاقصى	المعدل	الاقصى	المعدل	الاقصى
عمودي	٣/١	٣٦	٦٥	٣٤	٧٤	٣٢	٤٩
	٣/٢	٣٩	١٣١	٣٧	٧٩	٣٦	٧٢
	٣/٣	٤٤	١٣٧	٣٥	٧٢	٤٧	٨٦
مائل	٣/١	٤٢	٨٣	٤٣	٩٦	٤٢	٦٢
	٣/٢	٤٠	٩٢	٥٧	١٣٣	٦٢	١٣١
	٣/٣	٤٤	١٥٢	٥٩	١٣٧	٦٥	١١٥

النتائج التجريبية لجيفوني Givon (م٣ ، ص٦٨) قد حللت رياضيا" في الهند (م١ ، ص١٢١) والعلاقة التالية قد وجدت بين معدل السرعة الداخلية والحجم للنوافذ (المدخل و المخرج افترضت انها متساوية):

$$\bar{V}_{(I)}=0.45(1-e^{-3.84x})V(o)$$

حيث :

$\bar{V}_{(I)}$ = معدل السرعة الداخلية

X = نسبة مساحة النافذة الى مساحة الجدار

$V_{(o)}$= سرعة الهواء الخارجية

هذه العلاقة قابلة للتطبيق على الغرفة المربعة مع نوافذ إدخال و إخراج موضوعة في الجدران المتقابلة . الجدول رقم (٣) يبين ان معدل السرعة الداخلية يعتمد بشكل رئيسي على حجم الفتحة الاصغر ، سواء المدخل أو المخرج هو الأصغر لا يوجد فرق كبير . من جهة اخرى ، الاحجام النسبية للمدخل والمخرج لها تأثير واضح على السرعة القصوى التي في معظم الحالات تزداد مع نسبة حجم المخرج/المدخل . لذلك السرعة القصوى (قرب نافذة الادخال) في الغرفة ذات المخرج أكبر من المدخل تكون أكبر بكثير مما في الحالة المعكوسة ، لكن السرع في الاجزاء الاخرى من الغرفة تكون أوطأ ، معطية تغيير صغير في المعدل الكلي . لذلك التركيبة من مدخل صغير مع مخرج كبير تنتج تيار هواء متمركز ، محدد الى مقطع صغير من الغرفة .

توزيع السرعة الى مساحة الغرفة مبين في الشكل رقم (١) (م٢ ،ص٤٧) بالنسبة لنسبة مدخل/مخرج تتراوح من ٣/١ الى ١/٣ واتجاه رياح مائل الى جدار المدخل . التفضيل لنوع التوزيع يعتمد على وظيفة الغرفة قيد الدرس .

٣٦	٢٤	٢٤	٢٨	٨٤
٣١	٢٦	٢٥	٢٤	٩٣
٢٩	٢٤	٢٧	٣٩	٧٨
٣٠	٢٧	٢٧	١٠٧	٢٨
٢٤	٢٨	٧١	١٥٢	٢٩

$\overline{V}_{(I)}$ =44%

٣٥	٤٣	٥٢	٤٥	٤٨
٣٦	٣٩	٣٣	٣١	٥٦
٣٤	٢٥	٣١	٣٩	٥٥
٣٢	٢٣	٣٠	٤٥	٣٨
٣٣	٦٧	٦٠	٦١	٦٢

$\overline{V}_{(II)}$=42%

ثـــالثـــا" : التهوية العرضية : Cross – Ventilation

يشير مصطلح " التهوية – العرضية " الى الظروف التي فيـــها يكـــون الفضاء المعطى مربوط بواسطة فتحات الى كلا" من مناطق الضغط والامتصـــاص للفضاء الخارجي ، ولكن بعض الاحيان هذا التعبير يستعمل بشكل مطلق كلما كان الفضاء يحتوي على أكثر من منفذ الى الخارج ، بغض النظر عن مواضعها نسـبة الى الرياح .هذا ربما يكون مضلل بشكل كبير ،لانه عندما تكون كـــل الفتحـــات للفضاء مواجهة الى مناطق ذات ضغوط هوائية متماثلة سوف يكون هناك تيـــار هواء داخلي قليل جدا" . بعض حركة الهواء تكون بسبب الرياح الخارجية حتـــى بدون التهوية – العرضية ، نسبة الى بعض الاختلافات في ضغط الـــهواء علـــى طول الارتفاع والعرض للفتحات ونتيجة الى الفعل التحتي النـــاتج مـــن تذبذبـــات الضغط ، الذي يسحب الهواء الى الداخل والى الخارج ، ولكن حركة الهواء هـــذه اصغر بكثير من الحركة الممكنة عندما الموقع لنفس المساحة للفتحات تمكن مـــن تهوية – عرضية مناسبة .

الجدول رقم (٤) يعطي بعض النتائج لاحد الدراسات (م٤ ، ص١٨) التـــي فيها معدل سرعة الهواء في نموذج ذو غرفة مربعة قيست مع مساحة كلية ثابتـــة للفتحات ، بصيغة الفتحة المفردة ، فتحتيـــن موقعتيـــن فـــي منـــاطق ضغـــط أو امتصاص، وفتحتين موقعتين في مناطق امتصاص .

يمكن ان نلاحظ من الجدول انه عندما لاتكون الغرفة ذات تهوية – عرضيـــة فان معدل السرعة الداخلية يكون نوعا" ما واطئ ، وخاصة عندما تكون الريـــاح عمودية على نافذة الادخال . الزيادة للتهوية – العرضية حتى بدون زيادة المساحة الكلية للفتحات ، يزيد كلا" من معدل السرع والسرع القصوى الـــى أكـــثر مـــن الضعف .

جدول رقم (٤)

تأثير التهوية العرضية على معدل سرعة الهواء الداخلية

التهوية العرضية	موقع الفتحات	اتجاه الرياح	العرض الكلي للفتحات			
			٣/٢ من الجدار		٣/٣ من الجدار	
			المعدل	القصوى	المعدل	القصوى
لا يوجد	فتحة مفردة	عمودية	١٣	١٨	١٦	٢٠
	في منطقة الضغط	مائلة	١٥	٣٣	٢٣	٣٦
	فتحة مفردة في منطقة الامتصاص	مائلة	١٧	٤٤	١٧	٣٩
	فتحتين في منطقة الامتصاص	مائلة	٢٢	٥٦	٢٣	٥٠
موجودة	فتحتين في جدارين متجاورين	عمودية	٤٥	٦٨	٥١	١٠٣
		مائلة	٣٧	١١٨	٤٠	١١٠
	فتحتين في جدران متقابلة	عمودية	٣٥	٦٥	٣٧	١٠٢
		مائلة	٤٢	٨٣	٤٢	٩٤

رابعاً" : التهوية العرضية المستحثة في الغرف ذات جدار خارجي واحد:

Induced Cross – Ventilation in Rooms with one External Wall

تحت الظروف المعتدلة ، الغرفة التي تحتوي على نوافذ موجودة على جانب واحد فقط تكون ذات تهوية ضعيفة لان الاختلاف بين الضغط الخارجي والداخلي عبر الفتحات يكون صغيراً" جداً" . عندما يكون اتجاه الريح مائل الى الجدار الخارجي ، يكون هناك تيار من الهواء على طول وموازي الى طول الجدار ، خالقاً" اختلاف في الضغط صغير في مساره ومحدثاً" تيار من المقاطع ذات الضغط العالي الى المقاطع ذات الضغط الواطئ

من الممكن استخدام هذه الاختلاف في الضغط عن طريق تزويد نافذتين جانبيتين عند جدران الغرفة المقابلة والمعاكسة لاتجاه الريح ، وهكذا يتم تحسين

ظروف التهوية الناتجة بواسطة نافذة واحدة ذات نفس المساحة . ولكن كلما كان اختلاف الضغط صغير فان تدفق الهواء الناتج يكون معتدل فقط .

على اية حال ، اجريت تجارب (م٤ ، ص٨٧) بينت انه بواسطة التصحيح لتفاصيل تصميم الفتحة Aperture يمكن عمل تحسين لظروف التهوية للغرف ذات المنفذ الخارجي الواحد ، وبشكل اساسي ، يتم انجاز هذا الشيء عن طريق خلق مناطق ضغط وامتصاص (اصطناعية) على طول الجدار الخارجي . مثل هذه الاختلافات بالضغط يمكن الحصول عليها بواسطة تزويد كل من النافذتين ببروز Projection عمودي واحد من الجدار الداخلي.

بهذه الطريقة تتكون منطقة ضغط اما النافذة الأولى (نسبة الى اتجاه الرياح) ومنطقة امتصاص امام النافذة الخلفية . الهواء عندئذ يدخل الغرفة من خلال النافذة الأولى ويخرج من خلال النافذة الثانية ، وبالنتيجة يخلق تهوية – عرضية . تأثير مماثل يتحقق عن طريق دمج البروزات الضرورية لخلق أختلاف في الضغط كجزء مكمل للتصميم المعماري والوظيفي . على سبيل المثال ، بالامكان تصميم بالكونات مرتبطة مع الفتحات (النوافذ والابواب) لكي تستخدم الجدران الجانبية كأدوات سيطرة لتدفق الهواء . الفرق الرئيسي بين هذا الترتيب والترتيب السابق هو ان مواقع مناطق الضغط والامتصاص تكون معكوسة لذلك فان تدفق الهواء الداخلي يكون من النافذة المعاكسة لاتجاه الريح الى النافذة المواجهة للريح . الجدول رقم (٥) يعطي بعض القياسات لمعدل السرع للهواء الداخلي (كنسبة مئوية من سرعة الريح الحرة الخارجية) في الغرف المفردة التي مع جدار واحد فقط معرض للرياح . بأبقاء المساحة الكلية ثابتة (عند ١/٩ و ٢/٩ من مساحة الجدار) تم استعمال اربعة ترتيبات مختلفة للنافذة . في الحالة الأولى يوضع احد النوافذ في مركز الجدار ، وفي الحالة الثانية تستعمل نافذتان واحدة عند كل نهاية من الجدار وكل واحدة منها لها مساحة مساوية الى نصف مساحة النافذة المركزية الأولى . في الترتيب الثالث ، النافذتين زودت ببروزات عمودية مفردة ، وفي الحالة الرابعة استعملت البالكونات بالارتباط مع النافذتين الجانبيتين . ومن الواضح من الجدول انه عندما احتوت الغرفة على نافذة مركزية واحدة فان معدل

سرعة الهواء الداخلي كان واطيء جدا" ، حوالى ٤% من سرعة الرياح الحـــرة الخارجية مع النافذة الاصغر ، وحوالى ١٠% من النافذة الاكبر – مع النـــافذتين عند جوانب الجدار ، ذات المساحة الكلية نفسها للنافذة المركزية المفردة ، وصلت السرعة الداخلية الى مستوى مقارب الى المستوى الموجود في غرف ذات تهويـــة – عرضية جيدة ، خاصة عندما تكون الرياح مائلة الى الجدار .

البالكونات كانت اقل فعالية في انتاج اختلاف في الضغـــط مـــن الـــبروزات العمودية ولكن ولها تأثير لايتغاضى عنه ويجب الملاحظة على أية حال علـــى ان التزويد للنافذتين والبروزات لم يكن له تأثير عندما كانت الرياح تأتي من الخلـــف ، بوضع النوافذ في الموقع المعاكس لاتجاه الرياح .

الاستنتاج الذي يمكن التوصل اليه من هذه الدراسة هو انه يمكن عمل تطويـــر كبير في التهوية في الابنية التي تحتوي غرفها على جدار خارجي واحـــد ، مثـــل الدوائر والمكاتب ، الصفوف ..... الخ ، على شرط ان يوجد اتجاه سائد للريـــح والتوجيه المختار بحيث تكون الرياح مائلة الى هذا الجدار . الزأوية بين الجـــدار وأتجاه الريح ممكن ان تمتد من 20 ° الى 70 °. يجب التأكيد على ان العمـــق للبروز ، بالنسبة للبناية التي تحتوي على عدة غرف ، يجب ان لا يكون أكثر مـــن نصف المسافة بين البروز لنافذة المخرج الأولى والبداية لمدخل الـــهواء للغرفـــة الثانية .

جدول رقم (٥)

معدل سرعة الهواء الداخلية (% من سرعة الرياح الحرة الخارجية) في غرف ذات جدار واحد معرض للرياح .

اتجاه الرياح					عدد ونوع النوافذ	المساحة الكلية للنافذة /الجدار
مائلة من الخلف	مائلة بزاوية ٦٧,٥ –الامام	مائلة بزاوية ٤٥° –الامام	مائلة بزاوية ٤٠ ° – الامام	عمودية		
–	–	١٠,٤	١٠,٤	١٠,٤	نافذة واحدة مركزية	٩/٢
٥,٤	٨,٩	١٧,٥	١٦,٨	١١,٨	نافذتان جانبيتان	
٨,١	٣٦,٤	٣٨,٤	٣٤,٠	١٦,٠	نافذتان عند الجوانب مع بروزات	
٣,٦	٣,٨	٣,٣	٣,٦	٤,٣	نافذة مركزية	٩/١
٣,٤	٦,٠	١٥,٧	١١,٤	٦,٥	نافذتان جانبيتان	
٤,٩	٣٥,٠	٣٦,٠	٣٠,٨	١١,٤	نافذتان جانبيتان مع بروزات عمودية	
–	–	٢,٨	–	١٧,٣	* نافذتان جانبيتان مع بالكونات	

خامسا : الموقع العمودي للنوافذ :

Vertical Location Of Windows

في الوقت الذي فيه الرياح الخارجية يغير اتجاهها بشكل كبير في المستوى الافقي ، تكون التغيرات في المستويات العمودية أصغر . وهذا يعود الى ان الرياح الحرة فوق مستوى البنايات ، تكون في معظم الحالات ، افقية تقريبا" ، والتغير للاتجاه العمودي لسرع الهواء الداخلية يكون أكثر ثبوتا" بكثير بالنسبة لكل ترتيب من الفتحات في الابنية مما للتوزيع الافقي . لذلك ، عن طريق السيطرة على التصميم وارتفاع الفتحات ، من الممكن الحصول على سيطرة كبيرة على توزيع السرعة العمودية . عند حساب مدى القصور الذاتي ، نمط التدفق لكتل الهواء خلال الفضاء يحدد أولا" بواسطة اتجاهه على المدخل . لذلك فان الموقع

العمودي والتصميم لفتحات مداخل الهواء تكون حرجة أكثر من الخواص الخصوصية للمخرج . الارتفاع لنافذة المخرج له فقط تأثير خفيف على نمط وسرعة التدفق للهواء . ولكن في منطقة نافذة المدخل يكون هناك هبوط حاد في سرعة الهواء تحت مستوى عتبة النافذة ألا أذا هذا منع بشكل خاص . السرعة تحت العتبة في غرفة ذات تهوية – عرضية ربما تهبط الى حوالي ٢٥% من سرعة تيار الهواء الرئيس . لذلك التغيير في ارتفاع العتبة ربما يحول بشكل كبير السرعة عند مستويات معينة ، على الرغم من ان متوسط سرعة الهواء في كل الفضاء للغرفة يتأثر بشكل خفيف فقط . اذا الارتفاع لعتبة النافذة في غرفة المعيشة يكون اعلى مما لعتبة نافذة غرفة الجلوس للمقيمين ، عندئذ تكون التهوية ضعيفة في معظم النطاق المشغول من الغرفة . ارتفاع العتبة في غرف النوم مهم بشكل خاص حيث المناخ حار ، طالما يجب ان يعمل استعمال أقصى لسرعة الهواء الخارجية المنخفضة عند الليل .

سادساً : النوافذ – الطرق ومواضع الفتحات :
Windows - Methods and Poition of Opening

أنواع مختلفة من نوافذ الادخال تنتج انماط تدفق هواء متميزة عند مستويات متعددة في فضاء الغرفة ، ولذلك النافذة والطريقة التي تفتح فيها لها تأثير كبير على التهوية لمنطقة المعيشة . تم تنفيذ دراسة لانماط التدفق الداخلي باستعمال انواع متعددة من النوافذ من قبل هولمان Holleman (م٥ ، ص١٥٧) في تكساس حيث الانماط تم تتبعها بواسطة الدخان ، ولكن لم يتم أي تسجيل لقياسات السرعة . لقد بينت الدراسة ان، مع النوافذ ذات تعليق مزدوج – double hung وانزلاق افقي ، تيار الهواء الداخل يستمر افقيا" وفي اتجاهه الأولي ، ذلك بسبب هبوب الرياح الخارجية ضد البناية . الفتح الحر الاقصى مع هذه النوافذ يبلغ حوالي نصف المساحة المزججة الكلية . مع النوافذ ذات المحور العمودي كان من الممكن السيطرة على كمية تدفق الهواء واتجاهه الافقي ومع نوافذ بابية قياسية

مفتوحة الى الخارج هذه السيطرة يمكن ان تتأثر بواسطة فتح كلا الاطارين sashesلزجاج النافذة أو فتح اطار واحد فقط ضد الرياح أو اطار واحد مع الرياح .

عندما يكون تيار الهواء افقي خلال كل انواع النوافذ هذه ، فمما يوصى به ان توقع هذه النوافذ عند المستوى الذي تكون فيه مثل هذه التهوية مطلوبة .

مع النوافذ ذات البروزات الافقية وجد ان تدفق الهواء يوجه نحو الاعلى عند أي زاوية للفتحات على نحو مختلف مما للوضع الافقي ذو الفتح التام لذلك هذه النوافذ تكون ذات فائدة كبيرة جدا" عند وضعها تحت المستوى المطلوب لحركة الهواء . مع النوافذ ذات الحصيرة Jalousic تدفق الهواء يمكن ان يوجه أما للاعلى أو للاسفل عند الدخول ، بموجب الزاوية لكاسرات الضوء الزجاجية (Louvres) .

التجارب التي قام بها فان ستراتن Van Straaten (م٦، ص٦٥) في جنوب افريقيا بينت ان " النافذة الافقية " ذات الاطار المعلق – المحوّري – المركزي هي الاكثر ملائمة لتوجيه الهواء الداخل بأتجاه أي مستوي مرغوب به ضمن الغرفة ، خاصة اذا الأطر sashes يمكن عملها لتفتح نحو الاسفل على جدار الغرفة الى (١٠) درجات تحت الافق .

النوافذ التي تحتوي على كاسرات الشمس Louvres تقدم نفس الغرض . النوافذ المعلقة – الجانبية Side- hungوجد انها أقل تأثيرا" في السيطرة على النمط والسرعة لحركة الهواء الداخلية .

هناك تجارب بينت ان التبديل للزأوية التي تفتح الىها النافذة يظهر بشكل رئيسي في نمط التدفق وتوزيع السرعة خلال كل الغرفة ، بينما التأثير على معدل السرعة يكون محدد بشكل أكثر . توجيه التدفق بأتجاه الاسفل من النافذة يزيد بشكل كبير السرعة في المسار لتيار الهواء الرئيسي ، لكن الاضطراب الناتج بواسطة التيار الرئيسي في بقية الغرفة يؤثر بشكل خفيف فقط .

من المهم ملاحظة ان بالنسبة لكل ترتيب تم اختباره للنافذة ، سرعة الهواء القريبة الى الارض كانت اعلى من التي عند المستويات العليا الاقرب الى النافذة

هذا بسبب ان التيارين من الهواء قد تشكلا ، التيار الأولي خلال المدخل وواحد ثانوي على طول السطوح للغرفة ، على طول الجدران ، الارضية والسقف ، الهواء بين هذين التيارين عند السرعة الأوطأ. في ظروف معينة من المرغوب به ان يكون هناك تخفيض حاد في السرعة تحت مستوى معطى ، وهذا يكون في الدوائر والصفوف ، على سبيل المثال ، حيث حركة الهواء المطلوبة للراحة ربما تربك العمل ، عن طريق رفع الأوراق من الرحلات وتطايرها ..... الخ ، الحل الاكثر اقناعا" هو بتوجيه تيار الهواء بطريقة بحيث يتم الحصول على سرعة عالية عند مستوى الرأس (حوالى ١٢٠ سم ، ارتفاع الجلوس) مع نقصان حاد عند مستوى الرحلة (حوالى ٧٠ سم) .

سابعا" : التقسيم الثانوى للفضاء الخارجي :

Sub – division of the Internal Space

عندما يكون العرض للبناية أكبر من عمق غرفها ، فان الغرفة يجب ان تعمل تهويتها بالارتباط مع الغرف الاخرى ، اما بواسطة الارتباطات المباشرة من خلال الباب أو من خلال غرفة وسطية مثل صالة Hall. اذا شقة تحتوي على عدة غرف متصلة مع بعضها ، تيار الهواء الداخل ربما عليه ان يغير اتجاهه عدة مرات قبل المغادرة من فتحة الاخراج . وهذه التغيرات تفرض مقاومة اعلى على تدفق الهواء . من جهة أخرى ، مساحة كلية أكبر للشقة ربما يتم تهويتها بواسطة التيار الرئيسي ، جاعلا" التوزيع لسرعة الهواء أكثر تجانسا" .

التأثير لتقسيم الفضاء الداخلي الى جزأين غير متساويين قد تم دراسته عمليا" (م٤، ص٢٢٦) . الترتيب للقواطع الداخلية وموقع النافذة أما يسمح للهواء ليتدفق مباشرة من فتحات الادخال الى الاخراج ، أو يجبره ليغير الاتجاه الى حوالي أربع مرات قبل ان يغادر الغرفة . اتجاه الرياح كان عموديا" على النوافذ في كل الحالات والقياسات أخذت عند مستوى مركز النافذة .

ربما يمكن ملاحظة ان ، مع الحجم للفتحة الداخلية المختبرة ، التي صممت لتجنب مقاومة إضافية كبيرة الى تيار الهواء ، التقسيم قلل بشكل معتدل السرع الداخلية

على الكل ، اعظم تقليل في معدل السرعة كان بين ٤٤,٥ % الى ٣٠,٥ % . السرعة كانت أوطأ ما يمكن عندما القاطع كان في الامام وبالقرب من نافذة المدخل ، عندما الهواء عليه ان يغير اتجاهه على المدخل ، لكن ظروف افضل تم الحصول عليها عندما القاطع كان بالقرب من فتحة الاخراج .

لذلك يستدل على ان التهوية المرضية ممكنة في الشقق التي فيها الهواء عليه ان يعبر من غرفة الى أخرى ، طالما الاتصالات بين الغرف تبقى مفتوحة عندما التهوية تكون مطلوبة .

الخلاصة :

ان النمط لتدفق الهواء في البناية يتأثر بواسطة عاملين : توزيع الضغط حول البناية والقصور الذاتي للهواء المتحرك . ويمكن الاستفادة من هذين العاملين من خلال عوامل تصميميه للحصول على سرع للهواء الداخلي مريحة وتوزيع للهواء الداخلي indoorعلى أجزاء الغرفة المختلفة بشكل متجانس من أجل تحقيق متطلبات الراحة الفسيولوجية والنفسية للانسان . ومن أهم هذه العوامل التصميمية هي ، اتجاه النافذة بالنسبة للرياح ، حجم النافذة ، التهوية العرضية ، التهوية – العرضية المستحثة، الموقع العمودي للنوافذ ، النوافذ – الطرق ومواضع الفتحات، والتقسيم للفضاء الداخلي .

وعلية فان تخطيط المدن ينبغي ان يأخذ بنظر الاعتبار العوامل البيئية عند تصميم المبنى وبشكل خاص اتجاهات الرياح والاشعاع الشمسي وايجاد مظلات للحماية خارج المبنى و داخله وبما يؤمن افضل راحة مناسبة للانسان.

المصـــادر :

1- Bulding Digest No .49 , " central Building Research Institute", Roorkee, india, Jan, 1967.

2- B.Givoni "Basic study of ventilation problems in housing in hot countries ", Research Report to ford foundation , Building Research station , 1962 .

3- B.Givoin : Laboratory study of the effect of window size and location on indoor air motion , Architecturat science Review , vol.8 , No.2 , June , 1965.

4- B.Givoni : ventilation problems in hot countries , Research Report to ford foundation , Building Research station , Technion , 1968.

5- T.R Hollmen, Air Flow through conventional window openings ,Research report No.33 , Texas Engineering Experiment station , College station ,Taxas, 1951.

6- J.F van straaten, S.J.Richards, F.J.Lotz and E.N.van Denter : ventilation and thermal consideration in schools building design , N.B.R.L., pretoria , 1965.

7- B.Giovn "man , climate and arhitecture" applied science publishers, second edition .England ,1976.