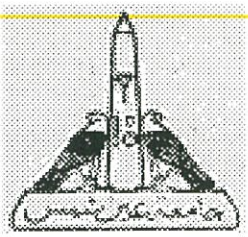


جامعة عين شمس
كلية الهندسة
قسم الهندسة المعمارية

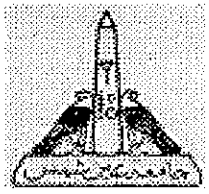
التهوية الطبيعية كمدخل تصميمي في العمارة السالبة

رسالة مقدمه من المهندسة

آمال عبد الحليم محمد سليمان الدبركي

للحصول على درجة الماجستير

١٩٩٩



جامعة عين شمس

كلية الهندسة

التهوية الطبيعية كمدخل تصميمي في العمارة السالبة

رسالة مقدمة من

آمال عبد الحليم محمد الدبركي

مقدمة للحصول على درجة الماجستير فى الهندسة المعمارية

تحت إشراف

أ.د. محمد كامل محمود

أستاذ العمارة
كلية الهندسة – جامعة عين شمس

أ.د. مراد عبد القادر عبد المحسن

أستاذ العمارة والتحكم البيئي
ووكيل الكلية لشئون خدمة المجتمع وتنمية البيئه
كلية الهندسة –جامعة عين شمس

مارس ١٩٩٩

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿ومن اياته أن يرسل الرياح مبشرات وليذيقكم من رحمته ولتجرى الفلك بأمره ولتبتغوا من فضله ولعلكم تشكرون﴾

(آيه ٤٦ سورة الروم)

جامعة عين شمس

كلية الهندسة

موافقة لجنة الممتحنين

الاســـــــم : **آمال عبد الحليم محمد سليمان الدبركي**

عنوان الرسالة : **التهوية الطبيعية كمدخل تصميمي في العمارة السالبة**

اسم الدرجـــة : **(ماجستير)**

لجنة الإشراف

١- **أ.د. محمد كامل محمود** أستاذ العمارة ، كلية الهندسة ، جامعة عين شمس

٢- **أ.د. مراد عبد القادر عبد المحسن** أستاذ العمارة والتحكم البيئي، كلية الهندسة، جامعة عين شمس

لجنة الممتحنين

١- **أ.د. سيد مدبولى على** أستاذ العمارة المتفرغ ، كلية الهندسة ، جامعة عين شمس

٢- **أ.د. احمد رضا عابدين** أستاذ العمارة والتحكم البيئي، كلية الهندسة، جامعة القاهرة

٣- **أ.د. محمد كامل محمود** أستاذ العمارة ، كلية الهندسة ، جامعة عين شمس

٤- **أ.د. مراد عبد القادر عبد المحسن** أستاذ العمارة والتحكم البيئي، ووكيل الكلية لشئون خدمة المجتمع وتنمية البيئة ، كلية الهندسة، جامعة عين شمس

تاريخ البحث : / / ١٩٩٩ تاريخ المناقشة ١٩٩٩/٦/٩

الدراســات العليــا

ختــم الإجــازة : أجــيزت الرســالة بتــاريخ / / ١٩٩٩

/ / ١٩٩٩

موافقة مجلس الكلية موافقة مجلس الجامعة

/ / ١٩٩٩ / / ١٩٩٩

إقـــــرار

هذه الرسالة مقدمة للحصول على درجة الماجستير فى الهندسة المعمارية (هندسة العمارة) من كلية الهندسة جامعة عين شمس.

وقـد أتمتها الباحثة بالكامل فى قسم العمارة- كلية الهندسة- جامعة عين شمس . ولا تتضمن الرسالة أى جزء قد قدم للحصول على درجة أو مؤهل علمى فى أى معهد أو جامعة أخرى .

التاريخ : ١٩٩٩/٦/٩

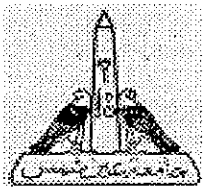
التوقيع :

الأسم : آمال عبد الحليم محمد سليمان الدبركى

إهـــــــــداء

إلى

والدى ... تقديرا وعرفانا



جامعة عين شمس
كلية الهندسة

أشكر السادة الأساتذة الذين قاموا بالإشراف وهم :

١- أ.د/ محمد كامل محمود
٢- أ.د/ مراد عبد القادر عبد المحسن

كذلك الأشخاص الذين تعاونوا معي في البحث وهم :

١- د.م/ خالد سليم فجال

وكذلك الهيئات الآتية :

- قسم العمارة بكلية الهندسة - جامعة المنيا .
- مركز المعلومات بجهاز تخطيط الطاقة التابع لوزارة البترول.
- مكتبة المكتب العربي للتصميمات والاستشارات الهندسية .
- مكتبة كلية الفنون الجميلة .

جامعة عين شمس
كلية الهندسة
قسم الهندسة المعمارية

مستخلص الرسالة

المقدمه من المهندسة **آمال عبد الحليم محمد سليمان الدبركى** ، للحصول على درجة الماجستير من كلية الهندسة – جامعة عين شمس بعنوان "**التهوية الطبيعية كمدخل تصميمي في العمارة السالبة**" .

يركز هذا البحث على دراسة أهمية التهوية الطبيعية وتأثيرها فى تبريد وتدفئة الفراغات الداخلية للمبانى بهدف الوصول الى الراحة الحرارية المطلوبة للإنسان خاصة بالمناطق الحارة.

وقد تم تحليل عوامل الراحة الحرارية ومعدلات التهوية المطلوبة وكفاءة التهوية، ومدى توافق العمارة التقليدية مع مشكلات المناخ بالأقاليم المختلفة، وكذلك محددات التحكم المناخى لكل إقليم. كما تمت دراسة القوى المؤثرة على حركة الهواء بفعل قوة ضغط الرياح وقوة فارق درجات الحرارة لأجل معرفة تاثير العناصر المعمارية داخل وخارج المبنى على حركة الهواء خلاله ومن حوله بدءا من التحكم المناخى الوضعى بالموقع العام وتضاريسه ونسيجه وعناصر تنسيقه وما به من مزروعات، أيضا كتلة المبنى وتوجيهها وفراغاتها وفتحاتها والتنسيق الداخلى المنشط لحركة الهواء بالفراغ. ومن ثم التأثير المتبادل لتلك العناصر المعمارية فى خفض او زيادة درجة حرارة الهواء داخل وحول المبنى حيث المحيط المعيشى للإنسان، وهو ما يعرف بعمارة المناخ الحيوى أو العمارة الطبيعية المتوافقة مع البيئة والسالبة فىاستهلاك الطاقة.

وقد ساهمت القياسات الحقلية التى أجريت بهذه الدراسة لنسق تدفق الهواء وسرعته ودرجة حرارته لبعض المبانى السكنية والعامة فى تحليل تأثير بعضا من تلك العناصر المعمارية كالفناء والمدخل المنكسر المطل على الحارة الضيقه، والتختبوش والفتحات السقفية والحائطية الشمالية والمتقابلة فى تنشيط حركة الهواء وخفض درجة حرارته بفراغات المبنى، كما ساهمت فى توضيح أهمية ملقف الهواء كعنصر تقليدى اقتصادى للتهوية وتبريد وترشيح هواء الفراغات الكبيرة والبعيدة عن مصدر مباشر للتهوية، والفراغات الجنوبية والتى ليس بها فتحات متقابلة.

وأضافت المحاكاة الرياضية باستخدام برنامج الحاسب الآلى لحساب معدلات ونسق تدفق الهواء بفراغ مقطع ملقف مبنى مراكز الابحاث بجامعة مصر للعلوم والتكنولوجيا بمدينة السادس من أكتوبر إمكانية تقييم واستخلاص المعايير الهندسية لمقطع ملقف الهواء بمبنى متعدد الأدوار والمؤثرة على نسق تدفق الهواء خلال الملقف ومعدلات سرعة الهواء عند فتحات المأخذ والمخرج بمقطع الملقف .

الكلمات المفتاحية: **العمارة السالبة** هى العمارة التى تتناول التقنيات غير المستهلكة للطاقة والمتوافقة مع البيئة .

المحتويـــــــــات

رقم الصفحة

الموضـــــــــــــوع

المقدمـة ..... هـ

الفصل الأول

الراحة و التحكم المناخى

١-١ الراحة الحرارية للإنسان داخل محيطه المعيشى:..... ٣

١-١-١ مصادر اكتساب و فقدان الحرارة ٤

١-١-٢ الاتزان الحرارى ٤

١-١-٣ مقاييس الراحة الحرارية ٦

١-٢ دور التهوية فى حياة الإنسان:

١-٢-١ التهوية الصحية ٧

١-٢-٢ التهوية للراحة الحرارية..... ٧

١-٢-٣ معدلات التهوية اللازمة للراحة ١٠

١-٢-٤ التهوية لتبريد داخل و خارج المبنى ١٢

١-٢-٥ تهوية المبانى المريضة. ١٣

١-٢-٦ تهوية أدخنة الحرائق ١٤

١-٣ تلوث الهواء ومعايير التلوث و قياساته: ١٥

١-٣-١ ملوثات الوقود الحفرى ١٦

١-٣-٢ الغازات الصوبية ١٩

١-٣-٣ ملوثات الهواء بالعناصر الطبيعية والشوائب..... ١٩

١-٤ محددات التحكم المناخى :

١-٤-١ المسار الشمسى ومدى الاحتياج للإشعاع الشمسى والتظليل..... ٢٠

١-٤-٢ التباين المناخى الفصلى ونسب المطر والرطوبه والاحتياج إلى التهوية وحجب الرياح..... ٢١

١-٤-٣ العمارة التقليدية شكل يتبع المناخ ٢٢

١-٥ درجات التحكم المناخى :

١-٥-١ التحكم المناخى الوضعى ٢٣

١-٥-٢ التحكم الإنشائى ٢٣

١-٥-٣ التحكم الميكانيكى ٢٣

رقم الصفحة

الموضـــــــوع

الفصل الثانى

التهوية الطبيعية للتبريد والتدفئة فى العمارة السالبة

٢ – ١ العمارة السالبة لتبريد وتدفئة المبانى. ٢٦

٢ – ٢ التهوية الطبيعية السالبة والنشطة للتبريد والتدفئة :

٢ – ٢ – ١ التهوية الطبيعية السالبة والنشطة. ٢٧

٢ – ٢ – ٢ التهوية الطبيعية للتبريد والتدفئة. ٢٨

٢ – ٣ ديناميكا الهواء والعوامل المؤثرة على حركة الرياح بالموقع العام وداخل المبنى ٣٠

٢ – ٣ – ١ تضاريس السطح بالموقع العام. ٣١

٢ – ٣ – ٢ المزروعات بالموقع العام. ٣١

٢ – ٣ – ٣ عناصر تنسيق الموقع العام. ٣٣

٢ – ٣ – ٤ نسيج المبانى وإرتفاعاتها. ٣٤

٢ – ٣ – ٥ شكل وتوجيهه كتلة المبنى. ٣٧

٢ – ٣ – ٦ فراغات كتلة المبنى ٣٨

٢ – ٣ – ٧ سقف المبنى. ٤١

٢ – ٣ – ٨ الفتحات الحائطية. ٤٩

٢ – ٣ – ٩ التنسيق الداخلى لحوائط الفراغات الداخلية. ٥٨

٢ – ٤ – التهوية الطبيعية للتحكم المناخى الوضعى للموقع العام والمنشأ فى العمارة السالبة :

٢ – ٤ – ١ تضاريس الموقع العام وتهوية مبانى باطن الأرض ٦٠

٢ – ٤ – ٢ نسيج الموقع العام لتحريك الرياح والحماية من الشمس فى المناطق الحارة، والتوجه إلى الشمس فى المناطق الباردة ٦٤

٢ – ٤– ٣ عناصر تنسيق وتظليل الموقع العام لخفض درجة حرارة الهواء، وللاكتساب الحرارى..... ٦٦

٢ – ٤ – ٤ النباتات للتظليل والتبريد، ولحجب الرياح الباردة ٦٨

٢ – ٤ – ٥ التبريد التبخيرى بالموقع العام لخفض درجة حرارة الهواء. ٧١

٢ – ٤ – ٦ توجيه كتلة المبنى لاتجاه الرياح والتظليل الذاتـــى، أو إلى الشمـــس للاكتساب الحرارى..... ٧٢

٢ – ٤ – ٧ فراغات كتلة المبنى للتبريد، وللتدفئة بالتهوية الطبيعية. ٧٤

٢ – ٤ – ٨ سقف المبنى للتظليل وتحريك الهواء وللاكتساب الحرارى..... ٨٦

٢ – ٤ – ٩ التهوية الطبيعية لتبريد أو للاحتفاظ بحرارة مواد غلاف كتلة المبنى... ٩٦

٢ – ٤ –١٠ فتحات الحائط للتهوية والتبريد بالتظليل، وللاكتساب الحرارى..... ١٠٢

٢ – ٤ –١١ التنسيق الداخلى والتهوية الطبيعية لخفض درجة حرارة الهواء وترطيبه بالفراغات الداخلية. ١٠٥

٢ – ٤ –١٢ التنسيق الداخلى والتهوية الطبيعية لإزالة الرطوبة بالفراغات الداخلية.. ١٠٦

رقم الصفحة

الموضـــــــــــــوع

الفصل الثالث

قياسات حقلية لسرعة الهواء ودرجة حرارته ونسق تدفقه بالفراغات الداخلية لبعض المبانى السكنية والعامة بالقاهرة الكبرى ومدينة السادس من أكتوبر ومدينة العاشر من رمضان

٣-١ قياس تأثير العناصر المعمارية للدارالإسلامية بالعصر العثمانى على سرعة ودرجة حرارة الهواء بفراغات الدار:

٣-١-١ دار الكريتلية (١٠٤٢هـ -١٦٣٢م)..... ١١٠

٣-١-٢ دار جمال الدين الذهبى (١٠٤٧هـ -١٦٣٧م) ١١٨

٣-١-٣ دار الشيخ عبد الوهاب الطبلاوى- السحيمى (١٠٥٨هـ- ١٦٤٨م)..... ١٢٣

٣-١-٤ دار ابراهيم كتخدا السنارى (١٢٠٩ هـ -١٧٩٤ م)..... ١٣١

٣-٢ تحليل تأثير العناصر المعمارية للدار الإسلامية بالعصر العثمانى على سرعة ودرجة حرارة الهواء بفراغات الدار:

٣-٢-١ المدخل المنكسر..... ١٣٤

٣-٢-٢ الفناء السماوى ١٣٩

٣-٢-٣ الحديقة الخلفية ١٤٠

٣-٢-٤ الفراغات الموسمية (المقعد - التختبوش) ١٤١

٣-٢-٥ القاعة الرئيسية وفتحاتها (المشربيه-الممرق-الملقف-الشراعات-الطاقة)

٣-٣ قياس تأثير ملاقف الهواء كعنصر للتهوية الطبيعية وخفض الحمل الحرارى بالفراغات الداخلية لبعض المبانى العامة بالقاهرة الكبرى:

٣-٣-١ الملقف الرئيسى لصالة التوزيع بمبنى دار الوثائق القومية (ق ١٩)..... ١٤٣

٣-٣-٢ الملقفين المزدوج والثلاثى للمبنى الإدارى بمصنع الملابس الجاهزة (الطرابيش سابقا - ١٩٣٢) ١٤٦

٣-٣-٣ الملاقف الأربعة لمبنى المراكز البحثية والخدمية بجامعة مصر للعلوم والتكنولوجيا بمدينة السادس من أكتوبر (١٩٩٥) ١٥١

٣-٤ قياس تأثير النوافذ المواجه للرياح والفتحات المتقابلة لتحريك الهواء بالفراغات الداخلية لوحدات سكنية بالقاهرة ومدينة العاشر من رمضان :

٣-٤-١ نوافذ النموذج النمطى لوزارة التعمير بالمجاورة التاسعه بمدينة العاشر من رمضان (١٩٨٠) ١٦٢

٣-٤-٢ نوافذ الوحدتين السكنيتين البحرية والقبلية لأبراج عثمان بمدينة نصر(١٩٦٩)..١٦٦

المـوضـــــــــــــــوع رقم الصفحة

الفصل الرابـــع

محاكاة رياضية باستخدام برنامج الحاسب الآلى (برنامج Flovent)

لحساب معدلات و نسق تدفق الهواء بالفراغات الداخلية .

" تطبيق على ملف مبنى مركز الأبحاث بجامعة مصر للعلوم و التكنولوجية بمدينة السادس من أكتوبر "

٤-١ التعريف بالبرنامج ١٧٣
٤-٢ مدخلات و مخرجات البرنامج..... ١٧٤
٤-٣ مدخلات حالة الدراسة ١٧٥

٤-٤ حالات التجربة : ١٧٦
٤-٤-١ حالة المحاكاة للطبيعة..... ١٧٩
٤-٤-٢ حالة الأولى ١٨٠
٤-٤-٣ حالة الثانية. ١٨١
٤-٤-٤ حالة الثالثة. ١٨٢
٤-٤-٥ حالة الرابعة ١٨٣
٤-٤-٦ حالة الخامسة ١٨٤
٤-٤-٧ حالة السادسة ١٨٥
٤-٤-٨ حالة السابعة ١٨٦
٤-٤-٩ حالة الثامنة ١٨٧

٤-٥ تقييم السرعات الناتجة بحالات التجربة ١٨٨-١٩٤

النتائج والتوصيات..... ١٩٥

ملخص باللغة العربية ٢١٠

المراجع:

المراجع العربية..... ٢١١
النشرات والدوريات ٢١٣
المراجع الأجنبية ٢١٤
النشرات والدوريات ٢١٧

ملخص باللغة الإنجليزية

المقدمة : هدف ومنهج

استوعب معمارى القرون الوسطي مشاكل المناخ ، واحتمي بعمرانه من حرارة الشمس وعواصف الرياح بالتظليل والاحتواء والانفتاح علي الداخل الأقل حرارة وتلوث وضوضاء. واستفاد المعمارى المسلم من حركة الهواء بفعل تباين درجات الحرارة وبفعل فارق ضغط الرياح وطبق ذلك في عمرانه من خلال التشكيل المعمارى فى المسقط والقطاع من حيث الأفنية والفتحات على مستوى المبنى الواحد وكذلك النسيج العمرانى على مستوى التجمع السكنى .

وأصبح من المنطقى محاولة استخلاص القيم البيئية الموروثة وتطويرها بما يلائم البيئة المحلية، مع تطبيق تقنيات التحكم الانشائي والمناخي الأكثر تحصيلا للراحة وترشيداً للطاقة، دون مبالغة في النظرية الانشائية والوظيفية والتقنية المستهلكة . . . فليس هناك عالمية في العمران ولكنها المحلية المتوافقة .

وقد أمكن تحديد نهج العمارة الطبيعية السالبة بالمناطق الحارة للتبريد بالتهوية الطبيعية والاشعاع الليلي البارد والتبريد التبخيرى ، مع تقليل الاكتساب الشمسى بالتظليل والتوجيه ، وتقليل التوصيل والنفاذية الحرارية بالغلاف المعالج والثقيل أو المسامى أو المعزول و الفتحات المعالجة ، والتنسيق الداخلي ومواد النهو المتوافقة .

ويتركز الهدف من البحث فى تناول العناصر المؤثرة علي الراحة ومنها التهوية الطبيعية ودورها فى العمارة السالبة أو عمارة المناخ الحيوي بالمناطق الحارة والباردة لدواعي التبريد والتدفئة .

وقد تم اتباع المنهجين التحليلي والتجريبي لدراسات التهوية الطبيعية والتحكم المناخي التقليدية والتقنية الحديثة لاستخلاص المعايير والأسس التصميمية الصالحة للتطبيق في العمارة المعاصرة بمصر فى ظل التوجه نحو الحفاظ علي البيئة وترشيد الطاقة .

تحتوي الدراسة التحليلية علي :

الفصل الأول : عوامل الراحة الحرارية، ملوثات الهواء، محددات ودرجات التحكم المناخي ، منحني المناخ الحيوى ومنحني التحكم المناخي والإنشائي للمناطق الخارجة عن منطقة الراحة.

الفصل الثاني : منهج العمارة السالبة لتبريد وتدفئة المباني والموقع المحيط، التهوية الطبيعية السالبة والنشطة للتبريد والتدفئة ، ديناميكا حركة الهواء والعوامل المؤثرة علي حركته بالموقع العام وداخل المبنى ، تأثير التهوية الطبيعية والعناصر التصميمية السالبة علي التبريد والتدفئة الطبيعية أو عمارة المناخ الحيوي .

تحتوي الدراسة التجريبية على :

الفصل الثالث : قياسات حقلية لسرعة ودرجة حرارة الهواء خلال بعض المباني السكنية والعامة بالقاهرة الكبرى ومدينة العاشر من رمضان ، لاستخلاص المعايير التصميمية المؤثرة علي حركة الهواء وسرعتة لإمكانية تطويرها وتطبيقها بالعمارة المعاصرة

الفصل الرابع : محاكاة رياضية ببرنامج الحاسب الآلى Flovent للتنبؤ بنسق تدفق الهواء وسرعته داخل ملقف الرياح كعنصر للتهوية الطبيعية لاستخلاص المعايير التصميمية لتنشيط حركة الهواء خلاله .

الفصل الأول

الراحة و التحكم المناخى

الفصل الأول

الراحة و التحكم المناخى

١-١ الراحة الحرارية للإنسان داخل محيطه المعيشى :

١-١-١ مصادر اكتساب و فقدان الحرارة

١-١-٢ الاتزان الحرارى

١-١-٣ مقاييس الراحة الحرارية

١- ٢ دور التهوية فى حياة الإنسان:

١-٢-١ التهوية الصحية

١-٢-٢ التهوية للراحة الحرارية

١-٢-٣ معدلات التهوية اللازمة للراحة

١-٢-٤ التهوية لتبريد داخل و خارج المبنى

١-٢-٥ تهوية المبانى المريضة

١-٢-٦ تهوية أدخنة الحرائق

١- ٣ تلوث الهواء ومعايير التلوث و قياساته:

١-٣-١ ملوثات الوقود الحفرى

١-٣-٢ الغازات الصوبية

١-٣-٣ ملوثات الهواء بالعناصر الطبيعية والشوائب

١-٤ محددات التحكم المناخى :

١-٤-١ المسار الشمسى ومدى الاحتياج للإشعاع الشمسى والتظليل

١-٤-٢ التباين المناخى الفصلى ونسب المطر والرطوبه والاحتياج إلى التهوية وحجب الرياح

١-٤-٣ العمارة التقليدية شكل يتبع المناخ

١-٥ درجات التحكم المناخى :

١-٥-١ التحكم المناخى الوضعى

١-٥-٢ التحكم الإنشائى

١-٥-٣ التحكم الميكانيكى

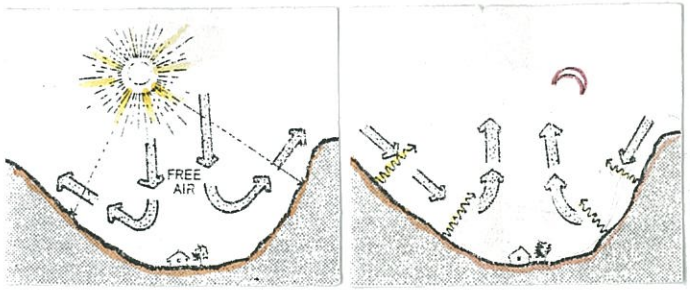
الراحة والتحكم المناخى

يساهم الهواء فى شعور الانسان بالراحة فى المحيط المعيشى له، فيقلل من تأثير أشعة الشمس المخترقة للغلاف الجوى إلى سطح الأرض، و يتوقف ذلك على كمية السحب و الغبار الموجود فى الهواء، ويؤثر معدل تسخين سطح الأرض فى درجة حرارة الهواء الملامس لها ، فتنتقل الحرارة إلى الأجسام والفراغات عن طريق : التوصيل ، الانتقال ، الإشعاع ، التبخير .

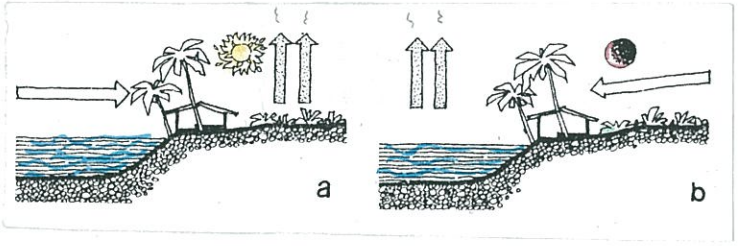
والرياح هى الهواء المتحرك نتيجة اختلاف درجة الحرارة وتباين الضغط، حيث ترتفع درجة حرارة سطح الأرض نتيجة لامتصاص الاشعاع الشمسى فيرسل جزء من طاقته الحرارية إلى الفضاء على هيئة اشعاع حرارى ويسخن الهواء ويتمدد وتقل كثافته ويصعد لأعلى (تيارات الحمل الصاعده نهاراً) وليلاً ينزلق الهواء البارد إلى قيعان الأودية (نسيم الجبل و الوادى) (شكل ١) .

والهواء الذى يعلو اليابس أسخن من هواء البحر الذى يكون أبرد و كثيف نسبياً حيث تتكدث جزيئاته فيصير الهواء البارد أكبر ضغطاً من الهواء الساخن فيتحرك الهواء فى صورة رياح ، و التى بدورها تسبب اختلاف فى تسخين الماء و اليابس (نسيم البر و البحر) (شكل ٢) .

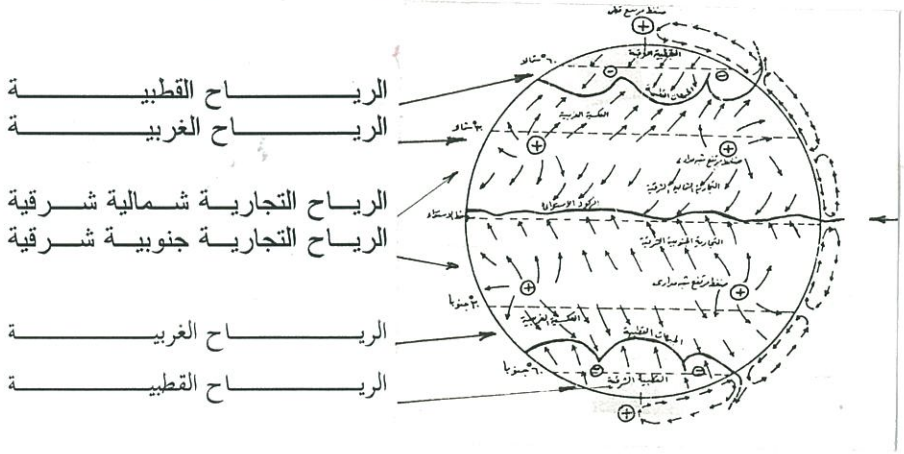
و تنطلق الرياح من مناطق الضغط العالى إلى مناطق الضغط المنخفض وتدور حولهما محاولة أن تتخذ لنفسها خط سير مباشرا إلا أنها فى الواقع تجبر على السير فى منحنيات (تنحرف) وذلك تحت تأثير دوران الأرض (شكل ٣) [١]، وتقاس شدة الرياح بمقياس بوفرBoufurt (جدول ١) .



(شكل١) ينزلق الهواء البارد إلى قيعان الأودية ليلاً، وبالنهار تتحرك تيارات الحمل الصاعدة (نسيم الجبل والوادى)



(شكل ٢) حركة الرياح نتيجة اختلاف حرارة اليابس والماء (نسيم البر والبحر)



(شكل ٣) [٢] الدورة العامة للرياح

---

(١) يوسف عبد المجيد فايد ، جغرافية المناخ والنبات ، ص ٦٦، ٦٧ .

(٢) حسن سيد أحمد ابو العنين : أصول الجغرافيا المناخية ص ١٨٧ .

قوة الرياح بمقياس بوفور	التسمية أو نوع الرياح	الأثر الذى تحدثه الرياح	السرعة		متر/ثانية
			ميل/ ساعة	كم/ ساعة	
صفر	ساكنة	يصعد دخان المداخن رأسياً وتنطوى الأعلام .	صفر	صفر	حتى ٠,٥
١	هادئة	ينحرف الدخان قليلاً بحيث يتعين بحركته اتجاه الرياح .	١ - ٣	١,٦ - ٤,٨	١,٧
٢	نسيم خفيف	يشعر الإنسان بحركة الرياح على وجهه ، وتخشخش أوراق الشجر .	٤ - ٧	٦,٤-١١,٢	٣,٣
٣	نسيم منعش	تتحرك أوراق الأشجار باستمرار وتنشر الرياح الأعلام الصغيرة .	٨ - ١٢	١٢,٨-١٩,٢	٥,٢
٤	نسيم معتدل	تتمايل الأغصان الصغيرة ، وتبدأ اثارة الأتربة والرمال .	١٣ - ١٨	٢٠,٨-٢٨,٨	٧,٤
٥	نسيم قوى	تهتز الشجيرات .	١٩ - ٢٤	٣٠,٤-٣٨,٤	٩,٨
٦	ريح شديدة	تهتز فروع الشجر الكبيرة ، ويسمع صفير الأسلاك ، أو يصعب مسك المظلات .	٢٥ - ٣١	٤٠,ر-٤٩,٦	١٢,٤
٧	عاصفة معتدلة	تهتز الأشجار بأكملها ، ويصعب السير ضد الرياح .	٣٢ - ٣٨	٥١,٢-٦٠,٨	١٥,٢
٨	عاصفة	تكسر الأغصان ، ويكاد المشى يتعذر عموماً .	٣٩ - ٤٦	٦٢,٤-٧٣,٦	١٨,٢
٩	عاصفة شديدة	تكسير للأغصان الكبيرة ، تلف بسيط للمبانى .	٤٧ - ٥٤	٧٥,٢-٨٦,٤	٢١,٥
١٠	عاصفة هوجاء	يقتلع الشجر من جذوره وتهشم النوافذ .	٥٥ - ٦٣	٨٨ر-١٠٠,٨	٢٥,١
١١	زوبعة	تقتلع غابات بأكملها ، ويمكن أن تحمل الرياح الأشخاص والحيوانات والسيارات .	٦٤ - ٧٥	١٠٢,٤-١٢٠	٢٩ر-
١٢	إعصار	مثل السابق وتصل إلى تدمير عام للمبانى .	أكثر من ٧٥	أكثر من ١٢٠	أكثر من ٢٩,٠

(جدول ١)[*] مقياس بوفور المبسط لشدة الرياح

[*] ايفان راى تانهيل ، الجو و تقلباته ، دار المعارف ١٩٨١ ، صـ٤٣ .

يتباين شعور الانسان بالراحة داخل محيطه المعيشى تبعا للعوامل المناخية المحلية المؤثرة من درجة الحرارة و الرطوبة و التهوية الصحية ، و تبعا للعوامل البشرية ، و تختلف مقاييس الراحة لإنسان المناطق الحارة عنها لمن يقطنون المناطق البارده .

١- ١ الراحة الحرارية للإنسان داخل محيطه المعيشى :

هى الشعور بالراحة فى الجو المحيط الذى يسمح للإنسان بالتخلص من الحرارة و الرطوبة الزائدة و التى تنتج باستمرار كنتيجة للتفاعل الحيوى .

و ينتج التفاعل الحيوى (الأيض Metabolism) حرارة داخل جسم الإنسان ، و يتخلص منها الجسم بآلية المحافظة على الاتزان الحرارى المطلوب ، و لا تفقد هذه الآلية فاعليتها إلا عندما يتعرض جسم الإنسان لظروف مناخية قاسية,لفترة زمنية طويلة . يبلغ إنتاج الحرارة الأساسى فى جسم الإنسان العادى البالغ فى حالة الراحة ٨٤,٩ ك وات /س و يتضاعف هذا المعدل بزيادة النشاط الإنسانى ، و لا يزيد عن ١٣٠٪ للمعدل الأساسى للعمل الموضعى الذى يقوم به الإنسان و هو جالس فى مكانه ، و عن ٣٠٠٪ للعمل اليدوى الشاق بينما يصل إلى ثمان أضعاف عند القيام بالتمرينات الرياضية العنيفة .

وتتوقف كمية الحرارة الناتجة من الإنسان و قدرته على التخلص منها (الاتزان الحرارى) على العوامل التالية :-

أ - عوامل بشرية :

- البنية الجسمية وحالة الدهون المختزنة,تحت الجلد و درجة النشاط
- العمر و الحالة الصحية و النفسية و السلوكية و الاجتماعية
- الجنس ، حيث ينتج معدل التفاعل الحيوى للمرأة ١١٢,٨ وات / ساعة ، بينما عند الرجل ١٣١,٨ وات/ س تحت نفس الظرف
- نوع الملابس التى هى بمثابة عازل حرارى يساعد أو يعوق عملية التخلص من الحرارة و الرطوبة الزائدة ، الملابس الخفيفة الواسعة البيضاء اللون تساعد على عكس أشعة الشمس و تخلل الهواء إلى البشرة و التخلص من العرق .

ب- المناخ الموضعى بالموقع و يشمل :

- درجة حرارة الهواء
- درجة رطوبة الهواء
- شدة الإشعاع للأسطح المحيطة
- معدل حركة الهواء

وفى حالة صعوبة فقدان الحرارة فإن الأوعية الدموية فى الجلد تتسع و تمر كمية أكبر من الدم تتوفر من الكمية التى تتلقاها الأوعية الدموية فى الأجزاء الداخلية للجسم ، و إذا لم يكن هذا التقنين كافيا ، فقد يحرم المخ من كمية الدم اللازمة مما يؤثر على أنسجته الحساسة التى تتأثر بنقص الأكسجين الذى يصلها فى الدم و يبدأ الإعياء الحرارى و تصاحبه أعراض الارتخاء و الصداع و الغثيان و الدوار و الضيق و الإغماء مما يؤثر على كفاءة أداء الإنسان دون أن تؤدى إلى إعياء كلى .

و فى البيئة الباردة تنقبض الشعيرات الدموية تحت الجلد و يقل اندفاع الدم للبشرة فتبرد اليدين و القدمين ، و يزيد معدل الاحتراق إلى مرتين أو ثلاث . و عند عجز الجسم عن معالجة الاتزان الحرارى تنخفض الحرارة بالجسم إلى ٢٥° م و تحدث وفاة بين درجة ٣٠° ، ٢٥° م

* و زيادة الرطوبة النسبية عن ٣٠: ٥٠٪ تحت درجة حرارة يبدأ الإحساس بتأثيرها على الراحة و بزيادة درجة الحرارة أعلى من حرارة البشرة ٣٥° م تنشط الغدد المفرزة للعرق و الذى بتبخره ينتج إحساس بالبرودة و ذلك عن طريق حركة الهواء . و عندما تفشل البشرة الخارجية فى تثبيت معدل انتقال الحرارة من داخل الجسم إلى خارجه تتورم البشرة و تضيق المسام و ينتج الإحساس بالاختناق .[1]

---

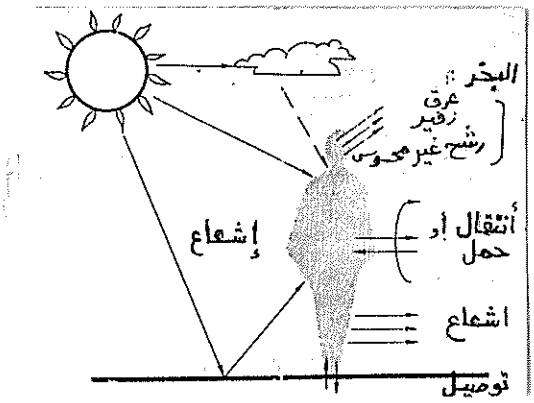
(١) المصدر / حسن فتحى ، الطاقة الطبيعية والعمارة التقليدية ، ص ٦٨

كما أن انخفاض نسبة الرطوبة عن ٢٠٪ يحدث جفاف شديد بالبشرة خاصة بالشفاه و الأنف ، و تقل نسبة تنقية الهواء الداخل للرئتين من الأتربة العالقة به .
و فى الأجواء الباردة يؤدى انخفاض الرطوبة إلى زيادة الإحساس بالبرد لتبخر طبقة العرق الرقيقة على الجلد .و يفرز جسم الإنسان فى حالة الراحة من صفر: ١٠٠ جم من العرق فى الساعة بينما يفرز ما يعادل ١,٥ لتر من العرق أثناء القيام بعمل متوسط الصعوبة فى ظروف مناخ حار جاف و قد يفقد قرابة ٨ لترات فى اليوم الواحد ولا يستمر هذا لأكثر من ساعتين أو ثلاث مما يستعاض عنه بشرب الماء .
و إفراز ٤ لتر من العرق يعادل تأثير تبريدى قدره ٢,٤ ك جول /لتر [١] .

* و حركة الهواء تساعد البشرة على التخلص من الحرارة الزائدة عن طريق :-
- الانتقال الحرارى من البشرة إلى الهواء ذات درجة حرارة أقل
- بزيادة عملية بخر العرق على الجلد و بالتالى زيادة التبريد ، و سرعة حركة الهواء من ٠,٢٥ : ٠,٥ م/ث و حتى ١ م/ث مرغوبة بالمناطق الحارة ، أما بالمناطق الباردة يبدأ الحرص من تأثيرها .
و تتطلب الراحة فى الأجواء الباردة ألا تزيد حركة الهواء عن ٠,٢٥ و لا تقل عن ٠,١ م/ث حتى لا يتواجد شعور بالضيق [٢]

١-١-١ مصادر اكتساب و فقدان الحرارة :

تتغير حرارة الجسم عن طريق اكتساب أو فقد الحرارة بواسطة :
- التوصيل بالملامسة بين الجسم و الأسطح المحيطة .
- الإشعاع و هوإنتقال الحرارة بين الجسم و الأسطح المحيطة به .
-الحمل و هوإنتقال الحرارة بين الجسم و الهواء المحيط
- البخر من خلال العرق و التنفس و ما يصحبه من فقد الحرارة
- الأيض و ما يصحبه من طاقة منتجة .



(شكل ٤) مصادر اكتساب و فقد الحرارة [3]

١ - ١ - ٢ الاتزان الحرارى :

هو إمكانية المحافظة على درجة حرارة الجسم ما بين ٣٥ ، ٣٧ م بغض النظر عن الظروف المناخية المحيطة عن طريق آليات الجسم المنظمة للحرارة . و يتمثل فى المعادلة التالية :
الأيض (M) - البخر (E) ± الحرارة المفقودة أو المكتسبة بالتوصيل (CD) والحمل (CV) والإشعاع (R)=صفر أو تتساوى مع الطاقة الحرارية التى يستخدمها الجسم لأداء وظائفه الحيوية (ϑ)

$$\mathbf{M - E \pm CD \pm CV \pm R = 0 \text{ or } \vartheta}$$ [3]

---

(١) المصدر / حسن فتحى ، الطاقة الطبيعية والعمارة التقليدية ، ص٦٧
(٢) شفق الوكيل ، عبد الله سراج ، المناخ وعمارة المناطق الحارة ، ص ٢٣١
(3) koenigsberger, et al, Manual of Tropical Housing and Builing, P. 43.

١-١-٣ مقاييس الراحة الحرارية :

١-١-٣-١ " **مقياس الحس الحرارى** " (Heat Sensation) وضعه هيوتن و ياجلو (Houghton & Yaglou) و يشمل درجة الحرارة والرطوبة و سرعة الهواء .

١-١-٣-٢ " **درجة الحرارة الفعالة** " (Effective Temperature) و هو تطوير للمقياس السابق وضعه فرنن و وارنر (Vernan & Warner) ، و استخدما الترمومتر لقياس درجة حرارة الهواء (Globe thermometer) بدلا من الترمومتر الجاف (Dry-bulb thermometer) مما جعله يشتمل على قياس تقريبى لشدة الإشعاع ، و هو فعال فى قياس الحس الحرارى بالمناطق الاستوائية . [١]

١-١-٣-٣ "**دليل الإجهاد الحرارى**" (Thermal Stress Index)استخدمه جيفونى (Givoni) لتحديد كمية العرق المطلوب إفرازها للحفاظ على درجة حرارة البشرة عند ٣٥°م، ويعتمد على درجة حرارة الهواء و الرطوبة النسبية وضغط بخار الماء وحركة الهواء والإشعاع الشمسى ومعدل التفاعل الحيوى والعزل الحرارى للملابس، ولأن البخر يحدث للإنسان فى حالة الراحة بمعدل صفر: ١٠٠ جم / ساعة ، وفى درجة حرارة أعلى من ٢٠°م، فإنه لا يمكنه قياس الراحة عند معدل أقل من ذلك. [٢]

١-١-٣-٤ **مخطط المناخ الحيوى** (Bioclimatic chart)
وضعه فيكتور اولجاى (Victor Olgyay) ، وهو يشتمل على محور رأسى لدرجات حرارة الترمومتر الجاف و آخر أفقى لنسبة الرطوبة ، و قد وقع عليه منطقة الراحة الحرارية المثلى بين درجة حرارة ٢٢°م و٢٧°م ونسبة رطوبة ٣٠: ٦٥٪ ، و تمتد إلى ١٨: ٧٧٪ ، يشتمل كذلك على مخطط التحكم المناخى مثل سرعة الهواء المطلوبة مع الحرارة و الرطوبة الخارجة عن حدود الراحة الحرارية ، و كمية البخر المطلوبة لنسبة رطوبة أقل من ٢٠٪ و درجة حرارة أعلى من ٣٢°م، و خط التظليل عند درجة حرارة ٢٠°م، وشدة الإشعاع الحرارى المطلوب لدرجة حرارة أقل من ٢٠°م (شكل٥)، وهى صالحة لكل المناطق الحارة الجافة والرطبة وللشخص العادى ذى نشاط متوسط وملابس تعادل ١ كلو. (*) [٣]

و تحدد مستويات الراحة بمصر لشخص عادى بملابس قطنية و فى نشاط خفيف كما يلى[٤] :

	نسبة الرطوبة	أقل درجة حرارة	أعلى درجة حرارة
المعدلات المرغوبة بفراغ مشغول بنسبة ٧٠٪	٣٠-٥٠-٧٠٪	١٩-١٩-١٩	٣٢-٣٠-٢٩
المعدلات المثلى بفراغ مشغول بنسبة ٨٠٪	٣٠-٥٠-٧٠٪	٢١,٥-٢١,٥-٢٢	٢٨-٢٧-٢٦

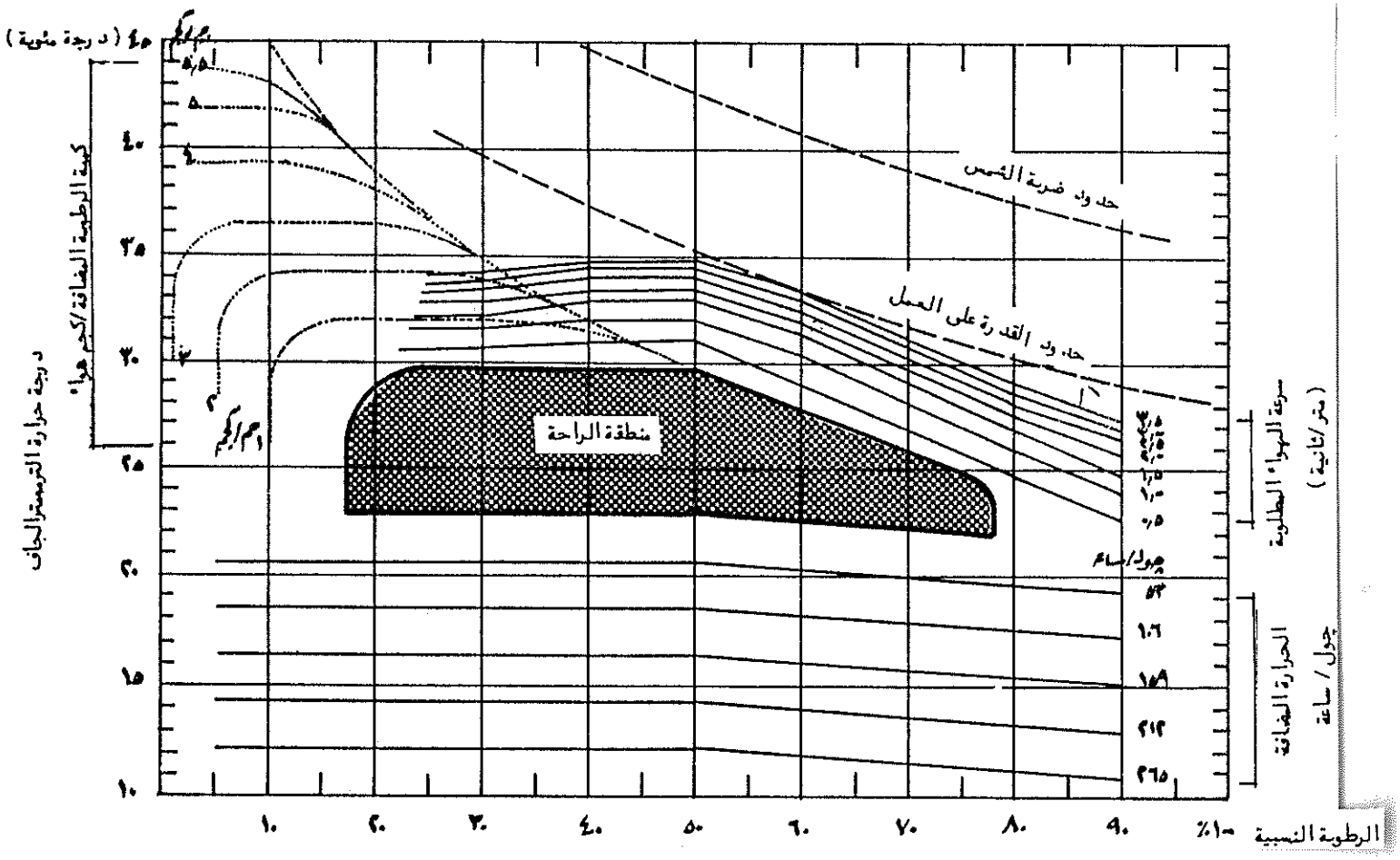
(١) المصدر / حسن فتحى، الطاقة الطبيعة والعمارة التقليدية، ص ٧٢.

(2) Givoni B.; Man Climate and Architecture .

(٣) شفق الوكيل، عبد الله سراج، المناخ وعمارة المناطق الحارة، ص٢٣٣، ٢٤٢

(4) Abdin A. ; A Bio- Climatic Approach to House Design for Semi- Desert and Hot Climate with Special Reference to Egypt, Ph.D Thesis, Strathclyde Univ. ,U.K ,1982

(*) **١ كلو (وحده الملابس) تعادل ٦,٥ وات/م٢ درجة منوية من المقاومة الحرارية، وتعادل ملابس داخلية + بدلة صيفى خفيفه.**



(شكل ٥) (*) مخطط المناخ الحيوى لڤيكتور أولجاى

زيادة معدل التهوية يمكن الإنسان من تحمل درجات حرارة و رطوبة أعلى للحفاظ على الراحة الحرارية ، و عندما يقل معدل التهوية يتطلب خفض الحرارة بوسائل التحكم الإنشائى بالمبنى

(*) د . شفق الوكيل ، د. عبد الله سراج ، المناخ و عمارة المناطق الحارة ، الطبعة الثالثة ١٩٨٩ صـ ٢٤٣

١-٢ – دور التهوية فى حياة الإنسان :

تلعب التهوية اكثر من دور فى حياة الإنسان كالتالى:

	للإنسان	للمبنى الذى يعيش فيه
١ – ٢ – ١ التهوية الصحية	إمداده بالأكسجين اللازم للتنفس وعمليات التفاعل الحيوى ، ويحتوى الاستنشاق على ٢١٪ أكسجين ، و ٠,٠٤ ثانى أكسيد الكربون ، ٧٨٪ نيتروجين وغازات أخرى ، ٥ : ٢٥جم بخار ماء لكل م٣ من الهواء . و يخرج ١٦,٣٪ أكسجين ، ٤٪ ك ا٢ ، ٧٩,٧٪ نيتروجين و غازات أخرى ، ٤٥جم بخار ماء لكل م^{3} من الهواء .	لجودة الهواء المحيط باستبداله بهواء نقى و منع تركيز الروائح و البكتريا و الغازات الضارة مثل غاز ثانى أكسيد الكربون ونواتج الإحتراق و التى تتحد مع هيموجلوبين الدم فتمنع ثبات الأكسجين بالدم و يحدث الإختناق

●كفاءة التهوية = إنبعاث ك ا٢ للشخص / الزيادة فى نسبة تركيز ك ا٢ / معدل التهوية للفرد [1]

●معدل الهواء النقى للفرد [1] $Q = q / (ci - co)$ ← 1

حيث (q) معدل انبعاث غاز ثانى اكسيد الكربون للشخص م٣/س،

(Ci) نسبة تركيز الغاز بالداخل

(Co) نسبة تركيز الغاز بالخارج

١-٢-٢ التهوية للراحة الحرارية	تقليل الإحساس بالحرارة بواسطة الهواء المحيط الأبرد ، وإزالة الرطوبة الزائدة فوق الجلد والتى تفرز لأجل التوازن الحرارى	– إزالة الهواء الساخن و إحلاله بالهواء الخارجى الأبرد – إزالة التكاثف بالفراغات الباعثة للرطوبة خاصة شتاءً – التبريد التبخيرى صيفا للفراغات فى الأجواء الحارة الجافة .

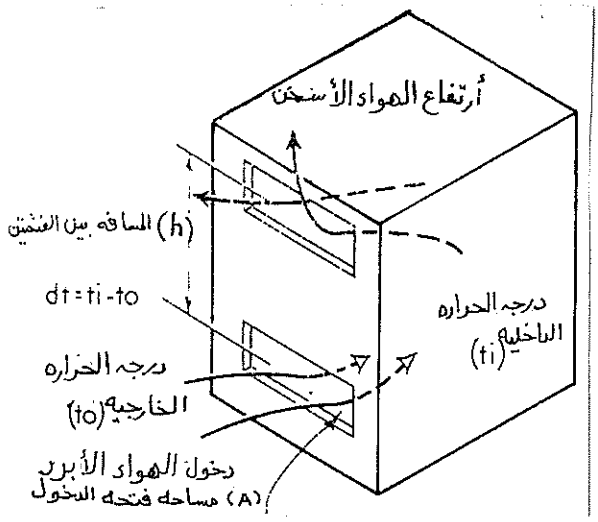
(1) Givoni ; Man , Climate and Architecture , P.263

و يحسب معدل التهوية المطلوبة للشخص بفعل فارق الحرارة (Q) :

$$Q = 0.117\ A\ \sqrt{h\ \Delta t}\ \ m^3/s$$ [1] ← 2

(A) مساحة فتحة دخول الهواء و المساوية لفتحة الخروج
(h) المسافة الرأسية بين محورى فتحتى الدخول و الخروج
(Δt) فارق درجات الحرارة بين الداخل (ti) والخارج (to)

مساحة فتحة الخروج / الدخول		معامل تصحيح الفتحات
٥	م٢	١,٣٨
٤		١,٣٧
٣		١,٣٣
٢		١,٢٦
١		١
٠,٧٥		٠,٨٤
٠,٥٠		٠,٦٣
٠,٢٥		٠,٣٤



(شكل ٦) حركة الهواء بالتأثير التراكمى (بفارق درجات الحرارة)

(1) Evans; Housing , Climate and Comfort p. 125

•معدل تدفق الهواء بفعل ضغط الرياح (Q) = معامل تصحيح فتحتى الدخول و الخروج × مساحة فتحة المخرج المساوية للمدخل (A) قدم^2 × سرعة الهواء م / ساعة (V)

$$Q = 3150AV \ ft^3/h \ (^1) \longleftarrow [3]$$

مساحة فتحة الخروج / الدخول		معامل تصحيح الفتحات
١ : ١	قدم^2	٣١٥٠
١ : ٢		٤٠٠٠
١ : ٣		٤٢٥٠
١ : ٤		٤٣٥٠
١ : ٥		٤٤٠٠
٣ : ٤		٢٧٠٠
١ : ٢		٢٠٠٠
١ : ٤		١١٠٠

•معدل التهوية(Q) بمعلومية سرعة الهواء (V) و مساحة فتحة الدخول (A) وكفاءة الفتحة (E)

$$Q = E \times A \times V \quad m^3/S^{(2)} \longleftarrow [4]$$

حيث (E) = ٠,٦ ثابتة فى حالة الرياح عمودية على فتحه الدخول و المساوية لفتحة الخروج .
و فى حالة الرياح المائلة ٤٥° على فتحة الدخول تؤخذ نصف قيمة Q

•معدل التهوية بمعلومية فارق الضغط وعندما تتقابل الفتحات ولا تتساويان فى المساحة

$$Q = 0.827 \ (A1 \ A2) \ / \ \sqrt{(A1^2 + A2^2)(\Delta P)} \quad m^3/S \ ^{(2)} \longleftarrow [5]$$

(Δp) فارق الضغط بين الداخل و الخارج
A1 فتحة دخول الهواء
A2 فتحة خروج الهواء

---

(1) Olgyay V., Design with Climate, P.104

(٢)المصدر/ د.مراد عبد القادر،التهوية الطبيعية وجودة الهواء، الدورة التدريبية لعمارة المناخ الحيوى، فبراير ١٩٩٨

١-٢-٣ معدلات التهوية اللازمة للراحة :

يتوقف معدل تدفق الهواء وسرعته وتجانسه بالفراغ على مسطح فتحات دخول و خروج الهواء وموضعها واتجاهها وعلى حجم الفراغ. و تدفق الهواء بفارق ضغط الرياح ، يتزايد بتوجيه الرياح فى مسار بلا عوائق. وتدفقه بفعل فارق درجات الحرارة (الضغط الجوى الساكن) يتزايد بزيادة فارق الحرارة ،و مع ذلك يتغير الهواء خلال الفراغ ذى فتحه تهوية واحده ، و ذلك بسبب الطبيعة الدوامية لتدفق الهواء. ولتحديد معدلات التهوية إما بفعل ضغط الرياح أو بفعل الضغط الساكن الناتج من فارق درجات الحرارة بالداخل و الخارج يجب معرفة ما يلى :

- أماكن الفتحات و نسق التدفق
- توزيع معامل الضغط تبعا لاتجاه الرياح
- درجات حرارة الهواء الداخلية والخارجية

يوضح الجدول التالى المعدلات البريطانية لتهوية الفراغات الداخلية المختلفة:

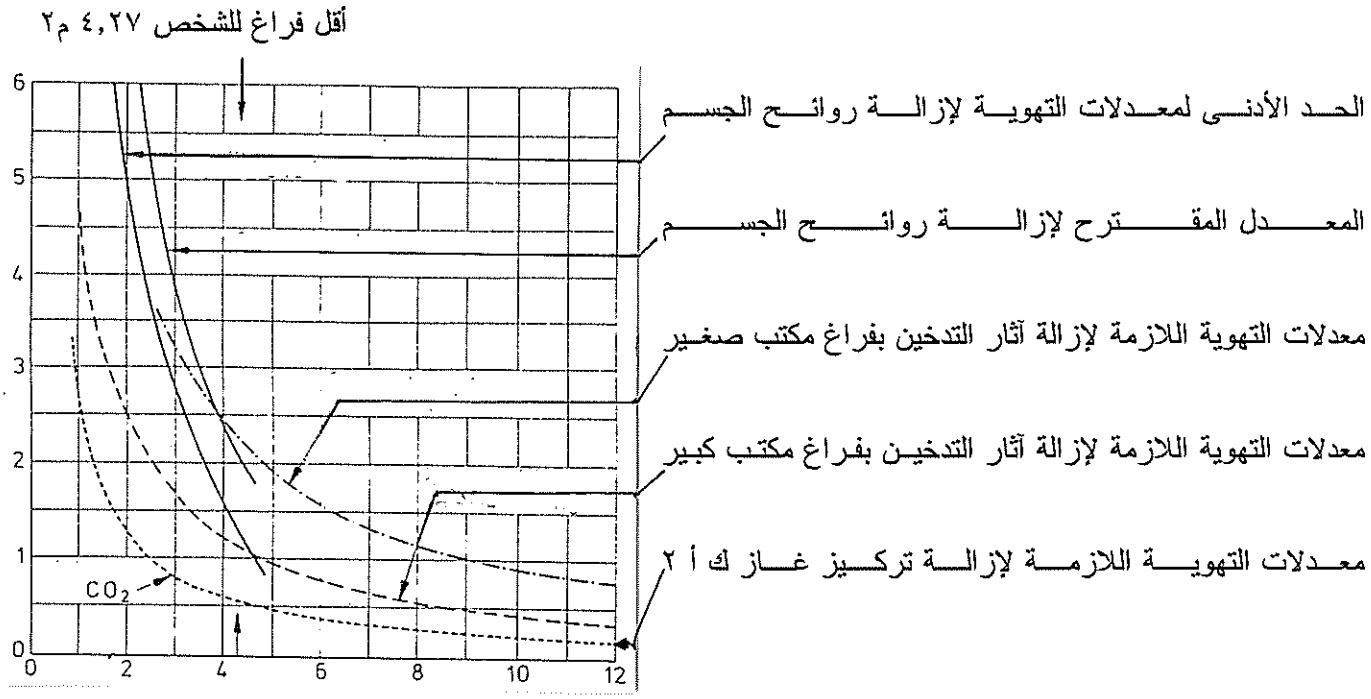
(جدول ٢) [1] معدلات التهوية اللازمة للفراغات المختلفة

نوع الفراغ الداخلى	معدلات التهوية المطلوبه للشخص	لكل م٢ من مسطح الفراغ
المناطق المفتوحة – مصانع– محلات–صالة مكاتب– مسارح(بدون تدخين)	١٨ : ٢٩ م٣ / ساعة / للشخص (٥: ٨ لتر/ث)	٣ م٣ / س/ م٢ يتضاعف بوجود مدخنين (٠,٨: ٣ لتر/ث)
المبانى السكنية و الإدارية و التعليمية و المحلات –المطاعم (تحتوى على بعض المدخنين)	٢٩ :٤٣م٣ /س (٨: ١٢لتر/ث)	٤,٦ م٣ / س (١,٣ : ١,٧ لتر م٢)
المطابخ و الحمامات بالوحدات السكنية (تتضاعف المعدلات فى مطابخ المطاعم)	٦٠: ٩٠ م٣ / س	٣٦ م٣ / س (١٠ لتر/ م٢) (٢٠ لتر/ث)
أماكن عامه –صالات الإجتماعات (تدخين كثيف) ، (تدخين بسيط)	٥٧: ٩٠ م٣ /س (١٨:٢٥ لتر/ث) ٤٣: ٦٤ م٣ / س	٢١,٦ م٣ / س (٦لتر / م٢)

و تتفاوت متطلبات التهوية تبعا للمناخ و البيئة المحلية مما تتطلب قياسات محلية لمعرفة المعدلات المحلية المطلوبة للراحة .

---

[1] BSI , British Standards Institution:Code of Practice for Design of Building : 1980 . p. 16



(شكل٧) [1] معدلات التهوية المطلوبة للفراغات ذات ارتفاع ٢,٧ م تبعا لمعدلات إشغالها (م^3 للشخص) ولإزالة الروائح و آثار التدخين (أقل فراغ للشخص ٤,٢٧ م^2 –و يلزم المدخن ٢٦ م٣/ساعة)

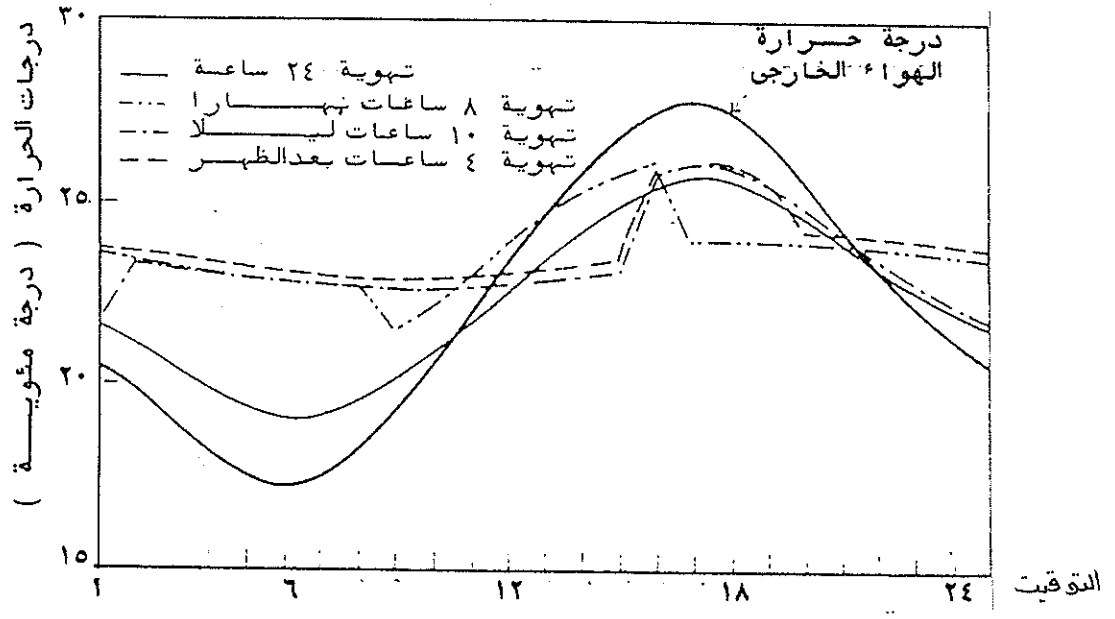
[1] BSI ,British Standards Institution Code of Practice for Design of Building, 1980 . p. 8

١-٢-٤ التهوية لتبريد داخل و خارج المبنى:

تتوقف درجة حرارة الهواء الخارجى ودرجة حرارة الهواء داخل الفراغ على :-

- لون السطح الخارجى : يخفض اللون الأبيض من درجة حرارة الهواء الخارجى لأنه يعكس معظم الإشعاع المباشر الساقط عليه .
- الملمس الخارجى لتأثيره على انعكاس وامتصاص الأشعة الساقطة عليه .
- السعة الحرارية للغلاف الخارجى و الذى يعكس الإشعاع الساقط عليه إلى داخل الفراغ خلال زمن الإزاحة ،فالهواء يدخل بنفس درجة حرارة الهواء الخارجى و لكنه يتأثر بإشعاع الأسطح المحيطة بواسطة الهواء الداخلى ، و كذلك يتأثر بفارق درجات الحرارة بين الداخل و الخارج فتقل أو تزيد حرارته ، و فى حالة عدم التهوية ترتفع درجة حرارة الفراغ. (١) وأيضا ترتفع درجة حرارة الهواء الخارجى الملامس لغلاف المبنى (Film)

وأجريت تجارب حقلية بمركز بحوث الاسكان والبناء بالقاهرة لقياس تأثير توقيت التهوية الطبيعية على درجة حرارة الهواء الداخلى للفراغ (لم تحسب الأحمال الحرارية لمواد او توجيه) ، و القياسات بالقاهرة فى مارس على نموذج مكعب مقاس ٣م واجهته الشمالية بها فتحة زجاجية تعادل ٥٠٪ من مساحة الواجهة. وجد أن أقصى انخفاض لدرجة حرارة الفراغ فى وقت الذروة بمقدار ٤°م عند تهوية الفراغ بعد الظهيرة حيث تكون درجة الحرارة القصوى بالخارج فى نطاق الراحة الحرارية . يليه التهوية فترة بعد الظهيرة و أثناء الليل ، و هى أفضل من التهوية خلال النهار ، بينما التهوية ليوم كامل تعطى نفس تغيرات درجة حرارة الهواء الخارجى حيث لا يكون هناك استقرار فى درجة الحرارة (شكل٨) (٢)



(شكل ٨) تغير درجة حرارة الهواء الداخلى بتغير توقيت التهوية الطبيعية

---

(١) Givoni ; Man, climate and architecture .

(2) Hana G.B., Effect of Variable Ventilation on the Estimated Temperature of An Enclosures, Building & Environment V. 13, No. 4, P. 250

١-٢-٥ تهوية المبانى المريضة :

و هى تلك المبانى ذات الغلاف ومواد النهو والتشطيبات غير المسامية والعازلة وغير القابلة لإستمرار حركة الهواء خلالها بفعل اختلاف الضغط والحرارة، وفى الأجواء الحارة يراعى التالى :

١- ٢-٥- ١- تهوية غلاف المبنى :

يتخلل الهواء مواد بناء المنشأت التقليدية بالانتشار natural diffusion ventilation خلال مسام مواد غلاف المبنى و هو ما يسمى بتنفس المنزل the breathing house . و غلاف المبنى هو طبقة الجلد الثالثة للإنسان بعد جلده و ملابسه ، حيث يؤثر فى درجة حرارة و رطوبة و تنقية الهواء الداخل للمبنى .

و الغلاف المسامى (الطفله – الطوب – الحجر – الخشب – البلاط – البياض– الجير– الجبس) يسمح بتخلل الهواء و الرطوبة ببطء شديد خلال مسام مادة الإنشاء بتأثير الاختلاف الطبيعى فى ضغط الهواء ، و الحرارة بين الداخل و الخارج ، و بالتالى تخفيف و استبعاد ملوثات الهواء دون استخدام أنظمة قوى لأستهلاك الطاقة ، و رغم انبعاث غاز الرادون من مواد الإنشاء الطبيعية إلا أن مسامها ، و التهوية المنتشرة خلالها تحمينا من تركيزات تلك الانبعاثات التى تتوقف نسبة تركيزاتها على المصدر المحلى لها فى باطن الأرض ، و مقدار الانبعاثات بتلك المناطق. (و يعد أكبر نسبة لانبعاث غاز الرادون بمنطقة شمال امريكا فى حزام بعرض القارة الشمالية) [١]

لذلك يراعى استبدال أغلفة المبانى والتى لا تتاح معها التهويه الطبيعية بأنواعها المباشرة و غير المباشرة من تخفيف تأثيرها على الراحة الحرارية و الصحية داخل المبنى ، مثل الغلاف الزجاجى والغلاف الاقتصادى من الطوب سمك ١٢سم ، والمخرمات والهياكل المعدنية الملحقة بواجهات المبانى ، والأسقف الجمالونية و القرميد الداكنة اللون والتى تزيد جميعها من الانتقال الحرارى إلى داخل فراغات المبنى، استبدالها بالغلاف التقليدى السميك والمخرمات الخشبية والجصية ذات الخاصية الماصة للرطوبه وانبعاثها وقت جفاف الهواء .

– كذلك دهانات الأسطح الداخلية للغلاف بمواد طبيعية مسامية مثل الجير و الجبس و كسوة الحوائط الداخلية بالحجر و الطوب المسامى لعدم إعاقة تنفس الغلاف و الاعتماد على اللوحات و الجداريات الملونة و الإكسسوارات فى تجميل و تنسيق حوائط الفراغات الداخلية

١-٢-٥-٢- تهوية مواد النهو و التشطيبات و الأثاث الداخلى :

يفضل استخدام الخشب المصمت ذى الانبعاثات الأقل و الخيرزان و الخشب المعاد تدويره و القديم على ان يعالج بنهو غير سام لتلافى الأبخرة الراتنجية وغاز الفورمالدهايد المنبعث من غلاف الألواح الخشبية الجديدة خاصة فى المناخ الحار الرطب .

– و تتواجد تلك الانبعاثات فى الدهانات البتروكيماوية و مزيلاتها والورنيش وورق الحائط، وبلاط الحائط، والأرضية الفينيل التى تبعث غاز كلوريد الفينيل، وغاز الفورمالدهايد عديم اللون، وأبخره سامه أخرى.

–كذلك الألياف الصناعية (polyester ,polyproplene) فى المنسوجات والسجاد خاصة الموكيت تبعث أبخرة الفورمالدهايد ، لذلك يوصى باستعمال الأنسجة القطنية، والصوفية الطبيعية، والحرير والكتان (linen) [١].

---

(1) Daivid Pearson ,foreward by John Elkington ; " The Natural House Book" - Creating a Healthy , Harmonious and Ecologically Sound Home ; Conran Octopus Limited, UK,. 1989

- يو صى باستخدام الدهانات النباتية قليلة الانبعاثات للمركبات العضوية الطيارة (و فى حالة الاضطرار للدهانات البلاستيكية و غيرها يهوى الفراغ جيدا و لأطول فترة ممكنة أثناء و بعد جفافه)
- الواح البياض المصنوعه من الفسفوجبس(phosphogypsum) والتى ينبعث منها غاز الفورمالدهايد والرادون يوصى باستبدالها بألواح بياض الجبس الطبيعى أو بياض الجير. مواد عزل الحوائط المجوفة(urea-formaldehyde foam) ومواد مقاومة الحريق حول الانابيب والغلايات و الخزانات،والسقف وبلاط الأسطح والأسبستوس -الذى حرم فى أمريكا- ،جميعها ينبعث منها غاز الفورمالدهايد لذلك ينصح بتقنين استخدامها إلى أن ينتج بدائل غير ضارة بالبيئة ،وتهوية أماكنها وتقشير الطبقة الخارجية لألواح الاسبستوس بالبيوت القديمة لإمكانية تنفسها و منع تركيز الانبعاثات بالفراغات الداخلية .
- التوصيلات الصحية للمعادن الثقيلة والرصاص تبعث غاز الرادون ، و دش الحمام مصدر للملوثات الكيماوية والنترات والبكتريا مما يلزم لها مرشحات، وأنظمة التسخين والتدفئة بغازات الكيروسين والخشب وأفران الزيت يلزم استبدال أنظمتها
- مكيفات الهواء وأنفاق التهويه والتسخين والترطيب تولد فطريات وبكتريا وعضويات صغيرة micro-organisms وبعض الأنظمة تبعث غاز الكلوروفلوروكربون(cfc) كذلك الثلاجات تبعث من أنظمة التبريد لها غاز(cfc) لهذا كان ضرورة تهوية أماكن الخدمات من مطابخ وحمامات منفصلة عن باقى فراغات المنزل وتدرس فى مرحلة التصميم للمنشأ ، كذلك الاعتماد على مبردات الهواء ذات التبخير المباشر منخفضة الطاقة ، التى تعتمد على التهوية الطبيعية المستمرة (المبرد الصحراوى و المبردات الحديثة التى لا تعيد تدوير هواء الفراغ) (١)
- و قد أعلنت وكالة حماية البيئة الأمريكية (E.P.A) أن ملوثات الهواء داخل المبانى تزيد بنسبة ٢/٥ عن الملوثات بالهواء الخارجى ، وكانت توصيات مجلس تنقية الهواء بأمريكا (Clean Air Council) استخدام مرشح طبيعى للهواء داخل المبانى و هو إصيص نبات ورقى للزينة (foliage plant) أو نبات ورقى متسلق لكل مائة قدم مربع (٩م٢) (٢)

١-٢ -٦- تهوية أدخنة الحرائق :

و هى التهوية الطبيعية للتحكم فى الحرائق و تصريف الدخان المتصاعد منها خاصة بالفراغات الكبيرة و ذلك بإمداد الفراغ بأنظمة إضافية للتهوية لتطويق و حصر الدخان حتى لا ينتشر بالفراغ حيث أنه السبب الأول فى حالات الوفاة بالإختناق أثناء الحرائق ، و من تلك الوسائل :

- الفتحات السقفية بالمبانى ذات الطابق الواحد لحصر الحرائق و إنتشار دخانها بالفراغ
- إمداد المبانى المتعددة الطوابق بفتحات للتهوية عبر أنفاق السلالم ، و الممرات ، و صالات التوزيع وذلك من خلال الفتحات الدائمة ،و فتحات مغلقة يمكن فتحها يدويا ، و فتحات تفتح أتوماتيكيا
- السقف الداخلى للفراغ يكون من مادة ضعيفة الإنصهار و يكون بارتفاع مناسب لتحقيق معدلات التهوية المطلوبة بالفراغات الكبيرة و المزدحمة . مع مراعاة عمل أنفاق للتهوية الطبيعية تتخلل تلك الأسقف المزدوجة و تسمح بتصريف الأدخنة للخارج فى أقصر خط سير إلى للخارج .

---

(1) Daivid Pearson ,foreward by John Elkington ; " The Natural House Book" - Creating a Healthy , Harmonious and Ecologically Sound Home ; Conran Octopus Limited UK . 1989

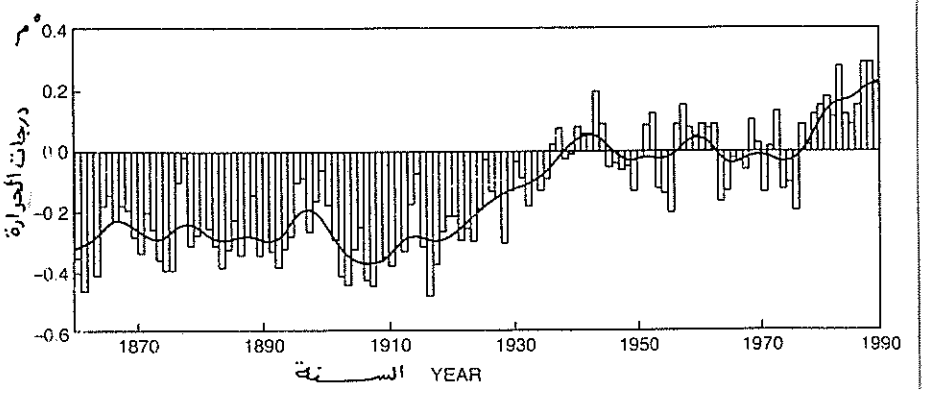
(2) Tremblay K.R. ; Bamford L.V. ; "Small House Designs" , A Story Publishing Book 1997 . P..5

١-٣ تلوث الهواء و معايير التلوث و قياساته

كما أن للمحيط الحيوى لكوكب الأرض مدخلاته الثابتة من كائنات حيه وتضاريس السطح ومناخ ، فكذلك لـه مخرجاته المتغيرة والمتمثلة فى طاقة بخار الماء بعد سقوط الأمطار ، وطاقة الكائنات الحيـة بعـد موتـها ، وطاقة المناطق الصناعية والصوبات الزراعية (Green house) . ومع بداية السبعينات وبعـد المؤتمـر الأول للمحيط الحيوى لمنظمة الأمم المتحدة Unesco عام ١٩٦٨ ، وبعد ظهور العديد من المشـاكل الطبيعيـة مثـل ضباب لندن الكثيف (التلوث الذى أسـتمر لمـدة يوميـن فـى ديسـمبر ١٩٥٢ وأدى إلـى مـوت ٦٠٠٠ شخص)والأمطار الحمضية التى سقطت على دول غرب أوروبا وأتلفت الزرع ومـاء الشـرب ، والجـزر الحرارية وظاهرة التصحر واتساع ثقب الأوزون بالقطب الجنوبى وغيرها من الظواهر التى جعلت العلمـاء يدرسون تأثير البشر على المحيط الحيوى والتى نشأت نتيجة تدمير المواطن الطبيعية للنباتـات والحيوانـات وتفاقمت مع بدء التصنيع . مع بداية التسعينات كان لشبكة حفظ المحيط الحيوى Biosphere reserve بالأمم المتحده ٣٠٠ تحفظ للمحيط فى ٧٥ دولة تغطى ٤٠٥ مليون فدان وكان من أكثر الظواهر شيوعا زيـاده غـازات الصوبات الزراعية (Green house gases) وما يتبعه من تسخين المناخ . (١)

- ظاهرة الدفء العالمى وارتفاع درجة حرارة الهواء من ٠,٥ : ١,٥ درجه بسبب غاز ثانى أكسـيد الكربون والغازات التى تراكمت فى الجو منذ عام ١٨٦٠ . ذلك الدفء الذى يؤدى إلـى سـخونة اليابسـة والتباين بين درجتى حرارة البحر والبر ، ونقص جليد البحر وحدوث تغير فى الغطـاء الجليـدى البحـرى بنصف الكره الجنوبى خلال القرن المقبل . ومن ثم ارتفاع المتوسط العالمى لمستوى البحر وزيـادة درجـة حرارة مياهه وقتل الكائنات الدقيقة به وتآكل السواحل وفيضان الأنهار وزيادة متوسـط التسـاقط والتبخـر وتغيرات طويلة الأجل فى الغطاء النباتى السطحى ، بينما ينخفض التساقط فى مناطق أخرى ويحدث زيـادة الطلب على مياه الرى للزراعة والتى تستهلك ٧٥ % من الماء العذب المستخدم عالميا .بينما تشمل ظـاهرة التصحر ٣٥% من مساحة الأراضى المزروعة ونصف هذه النسبة فى أفريقيا (٢).

- وتتدهور الصحة بصفة عامة بزيادة درجة الحرارة ويزداد نمو الجراثيم وتفشـى الأوبئـه والكولـيرا والفشيولا ويزيد نشاط الملاريا بنسبة ٦٠% بمنتصف القرن القادم ، وتتكاثر الحشرات ويزيد التلوث وتتـأثر صحة الإنسان بتلوث الهواء وتزيد حالات الحساسية وأمراض الربو والذبحة الصدرية وزيادة التعرض لحمى القش بخلاف حالات تلوث الطعام وأمراضه وارتفاع حالات الوفيات . (٣)



(شكل ٩) (٤) الاتجاهات الحديثة فى درجات حرارة سطح الأرض.
(From Houghton et Al, 1995)

(1) Ecological Sciences - Man and Biosphere Programme , Unesco Sources No. 60, July - 1994 .

(٢) تشريل سيمون سيلفر ، روث سي . دى فريز، أرض واحدة مستقبل واحد ، الدار الدولية للنشر والتوزيع ١٩٩١.

(3) Dr. Gamal H. El Samra, Climate Change and Human Health Symposium , Cairo University , Dec. 1996 .

(4) Andrew R.W;. Jackson & Julie M. Jackson, Environmental Science , Longman Group limited 1996, p. 316

المناسيب العياريه للتلوث البيئى وتشمل :

-منسوب الاستعداد وعلاماته التهاب الحواس وتضرر الخضراوات.
-منسوب الإنذار وعلاماته حدوث تغير فى وظائف أعضاء الجسم يؤدى لمرض مزمن.
-منسوب الأخطار وعلاماته الموت أو المرض المفاجىء الحاد.

طرق قياس التلوث الجوى ومنها ما يلى:

-خرائط رنجلمان : Ringelman وهى عباره عن ٥ خرائط توضع على بعد ٦م من نقطه القياس وفى اتجاه يسمح بمقارنة الخريطة وكثافة لون الدخان المتصاعد من مدخنه ، وتحدد الخريطه التى تتطابق مع الدخان ودرجة تركيزه.

-زجاجه وينتشستر : Winchester ويجمع بها عينات من الهواء بطرق خاصة ثم تحلل محتويات الزجاجة فيما يتعلق بنوع الرواسب التى جمعت من الهواء وكميتها.

-مرشح أوين للهواء : Owen وبه يسحب لتران من الهواء الجوى من خلال ورقة ترشيح ويتخلف عن ذلك رواسب سوداء تتناسب درجة سوادها مع تركيز الدخان بالجو بدرجات متفاوتة تعرف نسبة تركيزه من خلال الجداول المرافقة للمرشح . (١)

وملوثات الهواء تشمل:

١-٣-١ ملوثات الوقود الحفرى :

وهى ملوثات ناتجه من أحتراق الوقود الحفرى (الفحم وزيت البترول) فى المنشآت الصناعيه ووسائل النقل ومنها:

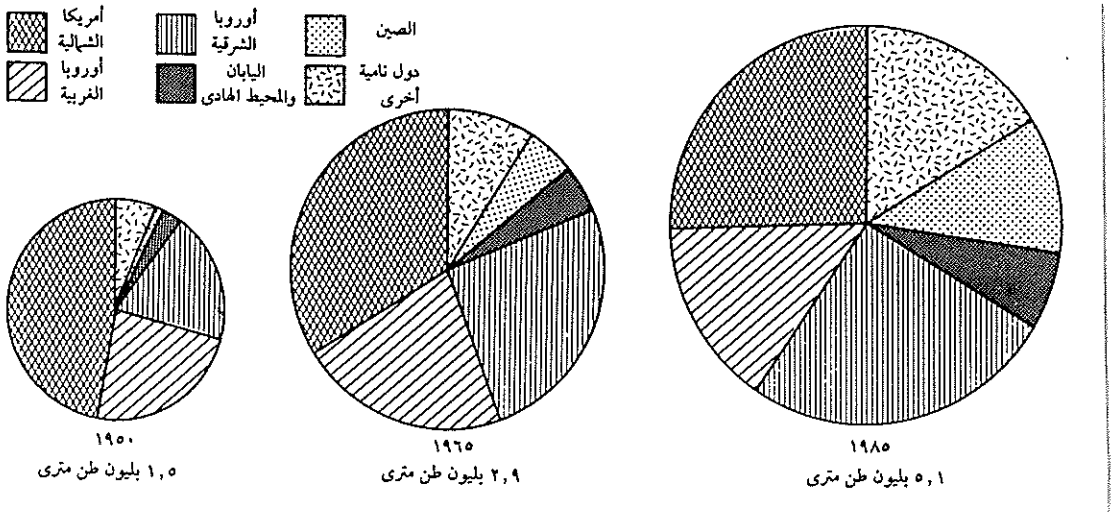
١-٣-١-١ غاز ثانى أكسيد الكربون (CO_2) والذى زادت تركيزاته بنسبه ٢٥٪ منذ أصبح الفحم والنفط والغاز الطبيعى هى المصادر الأساسيه للطاقه واللازمه للثوره الصناعيه التى قادها الغرب ، وهوكذلك غاز صوبى وتزيد تركيزاته حالياً بمعدل يبلغ ٠,٤٪ سنوياً.

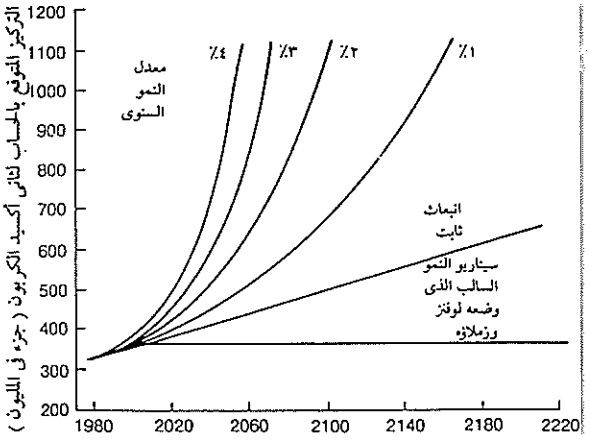
(١) يسرى دعبس ، تلوث الهواء وكيف نواجهه، ص ١٥

(شكل ١٠) [1] مسئوليه البلاد المتقدمه عن الأنبعاث
الصناعى لثانى أكسيد الكربون.

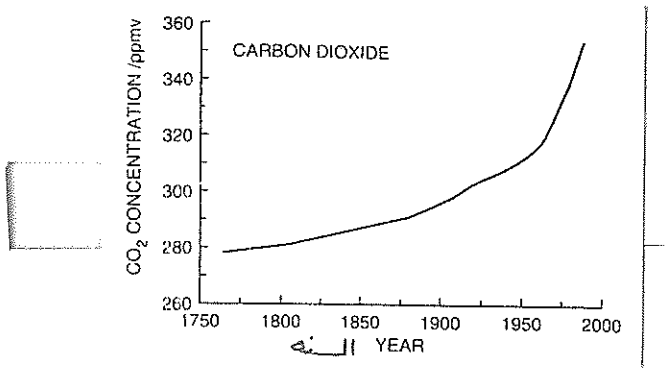
المصدر : " Toward sustainable world "

scientific American , special issue ,
" Managing Earth ", p170 copyright 1989





(شكل ١٢) تركيزات ثانى أكسيد الكربون
المتوقعه مستقبلاً [1]



(شكل ١١) تركيزات ثانى أكسيد الكربون منذ الثـورة
الصناعية [2]

([1]) تشريل سيمون سليفر، روث سى دى فريز، أرض واحدة – مستقبل واحد ، ص ٧٦، ١٠٠

([2]) Andrew R. W.; Jackson & Julie M. Jackson, Environmental Science, Longman Group Limited 1996.

١-٣-١-٢ غاز ثانى أكسيد الكبريت SO2 والذى يسبب الأمطار الحمضية بذوبانه فى بخار الماء الموجود فى الهواء.

١-٣-١-٣ غاز أول أكسيد الكربون CO1 وينتج من الأكسدة غير الكاملة للوقود خاصة فى محركات السيارات.

١-٣-١-٤ أكاسيد النتروجين والرصاص والأنبعاثات السامة من عادم السيارات والتى يتضح تأثيرها فى الجدول التالى :

(جدول ٣) تأثير ملوثات عادم السيارات على الصحة[*]

الملوث	التاثيرات على الصحة
أول اكسيد الكربون	يتدخل فى مقدرة الدم على إمتصاص الاكسجين مما يخل بالإدراك والتفكير، ويبطئ الإنعكاس اللاإرادى، ويسبب النعاس، وقد يسبب فقدان الوعى والوفاة ، وإذا إستنشقته النساء الحوامل فقد يهدد نمو الجنين وتطورة الذهنى.
الرصاص	يؤثر على الدورة الدموية والأجهزة التناسيلة والعصبية والكلوية، يشتبة فى أنه يسبب النشاط المفرط، ويقلل مقدرة التعلم لدى الأطفال، يتراكم فى العظام والأنسجة الأخرى، ويستمر خطره حتى بعد إنتهاء التعرض له.
ثانى أكسيد النتروجين	قد يزيد من حساسية التعرض للعدوىالفيروسية مثل الأنفلونزا، ويهيج الرئة، ويسبب الإلتهاب الشعبى وفقر الدم .
الأوزون	يهيج الأغشية المخاطية فى الجهاز التنفسى، يسبب السعال والإختناق، ويعطل وظيفة الرئة، ويقلل المقاومة لنزلات البرد والإلتهاب الشعبى، وإنتفاخ الرئة.
الإنبعاثات السامة	فئة عريضة تشمل الكثير من المركبات المختلفة التى يشتبة أو يعرف أنها تسبب السرطان ومشكلات تناسلية، وعيوب فى النسل.

[*] يسرى دعبس، تلوث الهواء وكيف نواجهه، سلسة التنمية والبيئة ، ١٩٩٤ ، ص ٣٦ .

١ – ٣ – ٢ **الغازات الصوبية** (Green House gases - GHG) **و تشمل :**

١-٣-٢-١ غاز ثانى أكسيد الكربون الذى تزايد بانتشار نظام الصوبات الزراعية لغرض تنوع المحاصيل والذى يمكن أن يؤدى إلى مجاعة فى أجزاء كثيرة من العالم بسبب إسهامه فى التغيير المناخى

١– ٣ – ٢ –٢ الميثان والمعروف بالغاز الطبيعى (Biogas) وينتج بفعل النشاط البكتيرى فى المستنقعات وحقول الأرز وعمليات تخمر النفايات.

١ – ٣ – ٢ – ٣ أكسيد النتروجين (Nitrous oxide) وينتج بالفعل الميكروبى فى التربة.

١ – ٣ – ٢ – ٤ الغازات الكلوروفلوروكربونيه (CFC) وهى مجموعة مركبات مخلقة تستخدم فى التبريد والعزل والمواد الرغوية وكمواد رافعة فى عبوات الأيروسول ، ولأنها وسيط تبريد مأمون فقد زاد انتاجه من ٥٤٥ طن عام ١٩٣١ الى ٢٠,٠٠٠ طن عام ١٩٤٥ ، وعندما تصعد هذه الغازات إلى أعالى الجو (طبقه الستراتوسفير) تطلق غاز الكلور الذى يحفز تفكك الأوزون تلك الطبقه الواقيه من الأشعه فوق البنفسجيه ، فيقل امتصاصها للإشعاع الشمسى مما يؤدى إلى خفض الحرارة من ١٠°: ٢٠° درجه بطبقه الستراتوسفير ، وقد وجد تركيز محسوس من هذه المركبات على أرتفاع ١٨ كيلو متر من سطح الأرض عند خط الاستواء ، وعلى أرتفاع نحو ٧ كيلومتر فوق المناطق القطبية. (بعض علماء أمريكا يفسرون التآكل الحادث فى ثقب الأوزون بأنه تغيرات موسمية).

١ – ٣ – ٢ –٥– غاز الأوزون التربوسفيرى والمتكون بطبقة التربوسفير الرطبه القريبة من الأرض، وينتج كذلك من أحتراق الوقود الحفرى وتفاعلات المواد الهيدروكربونية وأكاسيد النتروجين.[1]

(جدول ٤) نسبة استهلاك ك ف ك تبعاً لمناطق استهلاكه-١٩٨٦[1]

المنطقـــــــة	الحصة من الإجمالى فى المائة ٪
* الولايات المتحدة	٢٩
* دول صناعية أخرى "غرب اوروبا - اليابان - كندا - استراليا"	٤١
* الإتحاد السوفيتى وأوروبا الشرقية	١٤
* دول نامية أخرى	١٤
* الصين والهند	٢

١-٣-٣ **ملوثات الهواء بالعناصر الطبيعيه والشوائب** والتى تنبعث من البراكين والعواصف الترابية والرمليه والتى تهب على بعض البقاع والتى تتكون فى الهواء نتيجة للتفريغ الكهربائى وحبوب لقاح بعض النباتات والشوائب المشعة من التفجيرات النووية ، وكما أن لديناميكا المحيط قدرته الهائلة على امتصاص الحراره والكربون فى النماذج المناخية ، كذلك ينقى الغلاف الجوى نفسه من الشوائب العالقة البسيطة ولكن بزيادتها يكون من الصعب ازالتها (بعد حرق آبار النفط الكويتيه فى حرب الخليج عام ١٩٩١ ، والذى شمل أثره منطقه شبه الجزيرة العربية ولم يصب دخان الحريق أرتفاعاً فى الجو يسمح له بالانتقال لمسافات بعيده وأدى لأرتفاع فى درجة حرارة الجو قدره ١,٨٥° م ، كذلك فور انفجار المفاعل النووى الروسى تشرنوبل عام ١٩٨٦ تم تهجير سكان المنطقه من قراهم وممتلكاتهم الى قرى جديدة وحتى الآن مازالوا يعانون من آثار هذا الأنفجار).

---

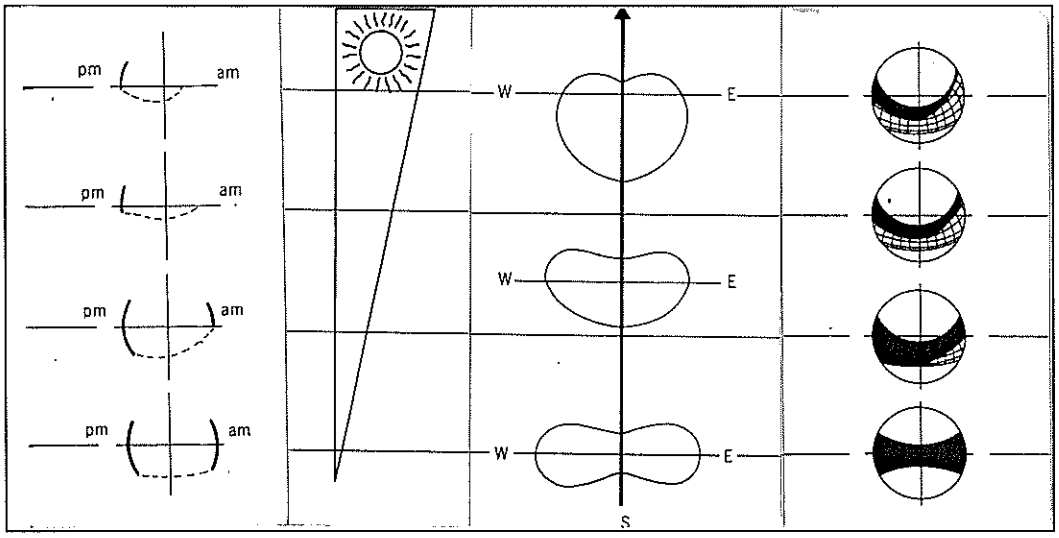
(١) يسرى دعبس، تلوث الهواء وكيف نواجهه ، سلسلة التنمية والبيئة، ١٩٩٤، صـ ٤٨

١-٤ محددات التحكم المناخى :

بينما تكون الشمس العناصر الأساسية للمناخ من إشعاع شمسى ودرجة حرارة والضغط الجوى وسرعة وإتجاه الرياح ونسبة الرطوبة والهطول ، فكذلك يحدد المسار الشمسى وشدة إشعاعه والتباين المناخى بالعروض المناخية المختلفة أهمية وحجم التحكم المناخى المطلوب لكل إقليم ، ذلك التحكم الذى تمثل فى العمارة المحلية التقليدية.

١-٤-١ المسار الشمسى ومدى الإحتياج للإشعاع الشمسى والتظليل :

يختلف المسار الشمسى باختلاف خطوط العرض فيتركز عموديا على العروض الإستوائية حيث تكون زاوية الأشعة الشمسية الساقطة على الأرض مرتفعة ، أما فى العروض العليا فتنخفض زوايا أشعة الشمس ويكون انتشار الأشعة الشمسية جنوبيا، ويضعف الإشعاع شتاء فيزيد الاحتياج للتسخين الشمسى بالعروض العليا . وبالصيف يزيد الاحتياج للتظليل من الأشعة الشمسية الشديدة على العروض القريبة من خط الاستواء، وكذلك بالعروض العليا (شكل ١٤).



(شكل ١٤) * المسار الشمسى ومدى الإحتياج للتظليل والتسخين .

أ – بتحليل مخطط مسار الشمس لكل إقليم ، تتضح فترات امتداد الحرارة فى المسافة المظللة ، أو الإكتساب الحرارى غير المرغوب . ففى **العروض** السفلى يكون التسخين الشمسى زائدة على مدار العام ، بينما فى العروض العليا يحدث التسخين الشمسى الزائد خلال شهور الصيف فقط .

ب – يرمز مسطح الشكل لمدى انتشار الإشعاع الشمسى، حيث مسار الشمس أكثر جنوبيا كلما إتجهنا شمالا (المنطقة المعتدلة،الباردة) .

جـ – تبين المسافة بين خط الزاوية والخط الرأسى مدى الاحتياج للشمس شتاءً .

د – يوضح المخطط المكان الأمثل للإظلال الشمسى الرأسى لحماية المبنى من زوايا الشمس المنخفضة فى الصباح والمساء على الأسطح الشرقية والغربية ، والتظليل الشمسى الأفقى يحجز شمس الظهيرة العالية .

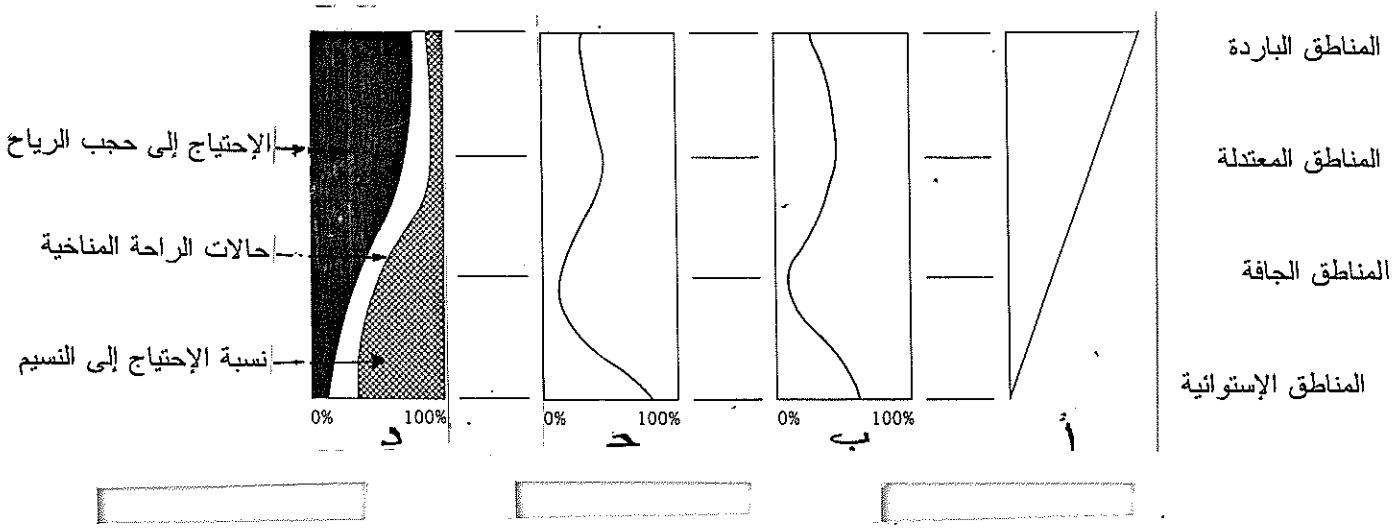
- فى المناطق الاستوائية يكون التظليل رأسيا وأفقيا على مدار العام .

---

* Ken Yeang , Bioclimatic Skyscrapers , Artemis London Limited,1994.

١-٤-٢ التباين المناخى الفصلى ونسب المطر و الرطوبة والاحتياج للتهوية وحجب الرياح :

يتزايد التباين المناخى الفصلى على مدار العام بالعروض العليا وكلما ارتفعنا عن خط الاستواء ، مما يتطلب دراسة التحكم المناخى المحلى . وأقصى نسبة رطوبة وهطول بالمناطق الاستوائية مما يستلزم تهوية مستمرة وأقل نسبة رطوبة وهطول فى المناطق الجافة مما يستلزم تبريد تبخيرى ، جميع المناطق بها إعتدال مناخى فصلى على مدار العام . (شكل ١٥)



(شكل ١٥)[٥] التباين الفصلى ونسبة المطر والرطوبة والإحتياج للرياح.

أ – الاختلاف السنوى الفصلى :

تبين المسافة بين خط الزاوية والخط الرأسى ، الإختلاف السنوى الفصلى فى المناطق المناخية الأربعة

- خطوط العروض العليا (المناطق الباردة والمعتدلة) يكون الإختلاف الفصلى صريحاً
- خطوط العروض السفلى (المناطق الجافة والاستوائية) ذات مناخ مستقر خلال العام.

ب – مستوى المتوسط السنوى لسقوط الأمطار :

يمثل المنحنى المتوسط السنوى لسقوط الأمطار فى المناطق المناخية الأربعة والذى له علاقة مباشرة بمستويات الرطوبة

جـ – مستوى المتوسط السنوى للرطوبة النسبية :

يمثل المنحنى مستوى المتوسط السنوى للرطوبة النسبية فى الأقاليم المناخية الأربعة:

- فى المنطقة الجافة حيث أقل مستوى للرطوبة النسبية مما يلزم معه عمل تبريد تبخيرى
- فى المنطقة الاستوائية اعلى مستوى للرطوبة النسبية مما يلزم معه وجود تيار هواء مستمر

د – نسبة الاحتياج السنوى للرياح:

التبريد بالتهوية ضرورى فى المناطق القريبة من خط الاستواء لمعظم أيام السنة ، بينما فى الشمال تحجب معظم الرياح ، وجميع المناطق المناخية لديها نسبة راحة ضئيلة فى السنة.

بينما يعتمد السماح وتدفق الرياح على حالة الرياح المحلية السائدة ونجد أنه:

– فى المنطقة الإستوائية تيار الهواء مرغوب على مدار العام .
– المنطقة الجافة تيار الهواء مرغوب مع العناية بترشيح الرياح العالية السرعة من الرمال.
– المنطقة المعتدلة تيار الهواء وسائر الرياح كلاهما ضرورى
– مطلوب الحماية من البرد والسرعة العالية للرياح بالمنطقة الباردة، ، ومع ذلك يكون تيار الهواء الخفيف مطلوب .

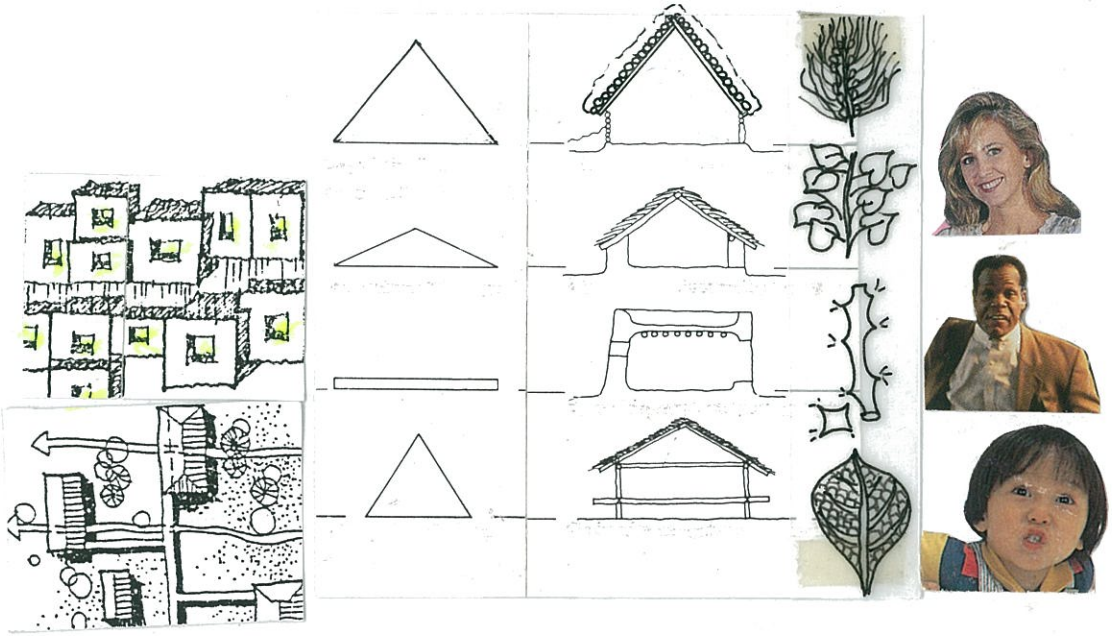
---

[٥] Ken Yeang , Bioclimatic Skyscrapers , Artemis London Limited 1994.

١-٤-٣ العمارة التقليدية شكل يتبع المناخ :

كما يتغير لون الإنسان وشكل ملامحه لتتكيف مع طبيعه المناخ فى كل أقليم - (فعلى سبيل المثال تتغير شكل فتحتى منخر الإنسان حيث تكون أصغر فى الدول الباردة حتى لا يصل الهواء الى الرئتين إلا بعد أن يدفأ باتصاله بالقصبة الهوائية والتى تكون درجة حرارتها مساويه لدرجة حرارة الجسم) و تكون النباتات الاستوائية عريضة لإمكانية التظليل ، و بالمناطق الجافة النباتات شوكية لحمية لإختزان المياه ،و بالمناطق الباردة النباتات دقيقة متفرعة للتخلص من الجليد و السماح بنفاذ الأشعة الشمسية .

كذلك بتحليل شكل المسكن التقليدى المنخفض الأرتفاع فى كل إقليم مناخى يمكن فهم طبيعة العلاقة بين المناخ وكتلة المبنى ومواد البناء كما يلى(*):



(شكل ١٦) الأقاليم المناخية و الشكل التقليدى للمسكن وما حوله

أ- الإقليم البارد : إنشاء خشبى ثقيل وسقف جمالونى منخفض يسمح بتمدد الثلج من فوقه والذى يمثل عازل من الرياح القارصه مما يتيح:

- زياده إنتاج الحراره
- تقليل فقد الاشعاع الحرارى .
- زياده امتصاص الاشعاع
- خفض التوصيل والفقد التبخيرى

ب- الإقليم المعتدل : حائط أكثر حمايه من السقف وسقف جمالونى متوسط يسمح بتصريف مياه المطر بعيداً وذلك يتيح الاتزان بين الخفض والكسب الحرارى.

جـ- الإقليم الجاف: حائط حجر أو طين يدعم السقف ، وسقف مستو مما يسبب :

- زياده الإنتاج الحرارى .
- خفض الأكتساب التوصيلى .
- الخفض والسماح بالفقد الإشعاعى
- السماح بالتبخير

د- الإقليم الاستوائى : سقف خشبى ذو جمالون يسمح بتصريف المطر والتهويه وأكثر أهميه من الحوائط حيث يتيح خفض الإنتاج الحرارى ، و خفض الاكتساب الإشعاعى والسماح بالفقد التبخيرى.

(*) Ken Yang , Bioclimatic Skyscrapers , Artemis London Limited 1994

١-٥ درجات التحكم المناخى :(شكل ١٧)

يمكن التحكم فى شدة الاختلافات المناخية بالوسائل التالية :

١-٥-١ التحكم المناخى الوضعى Microclimatic Control وهو ما يتعلق بتنسيق الموقع وعلاقة المبانى معا وتوجيهها (شكل ١٨)

١-٥-٢ التحكم الإنشائى Structural Control و هو ما يتعلق بكتلة المبنى و شكله و نسبة و غلافه (شكل ١٩، ٢٠)

١-٥-٣ التحكم الميكانيكى (النشط) و هو أقصى قدرة تحكم لمشاكل المناخ ، و يأتى بعد تحديد درجة الراحة المطلوب تحقيقها وبعد مراعاة التحكم المناخى الوضعى و الإنشائى السالب اللذان يقللان من الاحتياج الميكانيكى للتحكم المناخى، فيكون التحكم الميكانيكى أكثر فعالية وترشيدا للطاقة و أقل تلوثا للبيئة. ويقتصر استخدام مكيفات الهواء بالأماكن المزدحمة التى يصعب فيها توفير معدلات التهوية اللازمة، والأماكن الصناعية الباعثة للملوثات لأجل التحكم فيها و صيانة عملية ترشيح الملوثات، والأماكن القريبة من مصدر تلوث وأتربة، بالمستشفيات بأماكن الرعاية المركزة للتحكم فى تعقيم الفراغ .

و يراعى اختبار مكونات نظام مبرد الهواء تبعا للمناخ المحلى :

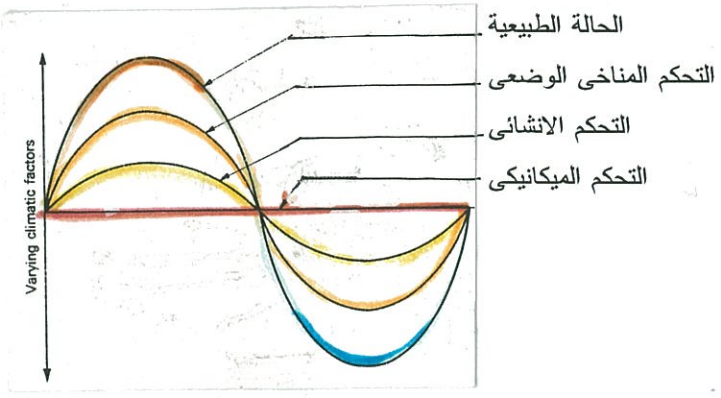
-فى درجة حرارة ٣٥°م ونسبة رطوبة أقل من ٢٠٪ يكون التبريد التبخيرى و السعة الحرارية لكتلة المبنى سببا فى خفض درجة الحرارة العظمى دون الحاجة إلى مبردات نشطه للهواء(مكيف الهواء) .

-عند درجة حرارة٣١°م ورطوبة من ٤٠: ٧٠٪ يكتفى باستخدام الطاقة المنخفضة (مروحة كهربية).

-بزيادة درجة الحرارة لأعلى من ٣٧°م ورطوبة ٤٠: ٧٠٪ أو أقل من ٢٥ : ٥٠٪ يستخدم التبريد الهوائى النشط (مكيف الهواء) مع دراسة لشبكة توزيع أكثر اقتصادا و دراسة موضع معدات التحكم لضمان تهويتها ، و مراعاة مواضع عادم أجهزة التبريد و تشجير ما حولها لتنقية الهواء المحيط .

•أثبتت الدراسات بالبلدان الغربية أن مكيفات الهواء تتسبب فى أمراض الحساسية والإعياء لتركيزات غاز الفورمالدهايد فى هواء الفراغ .

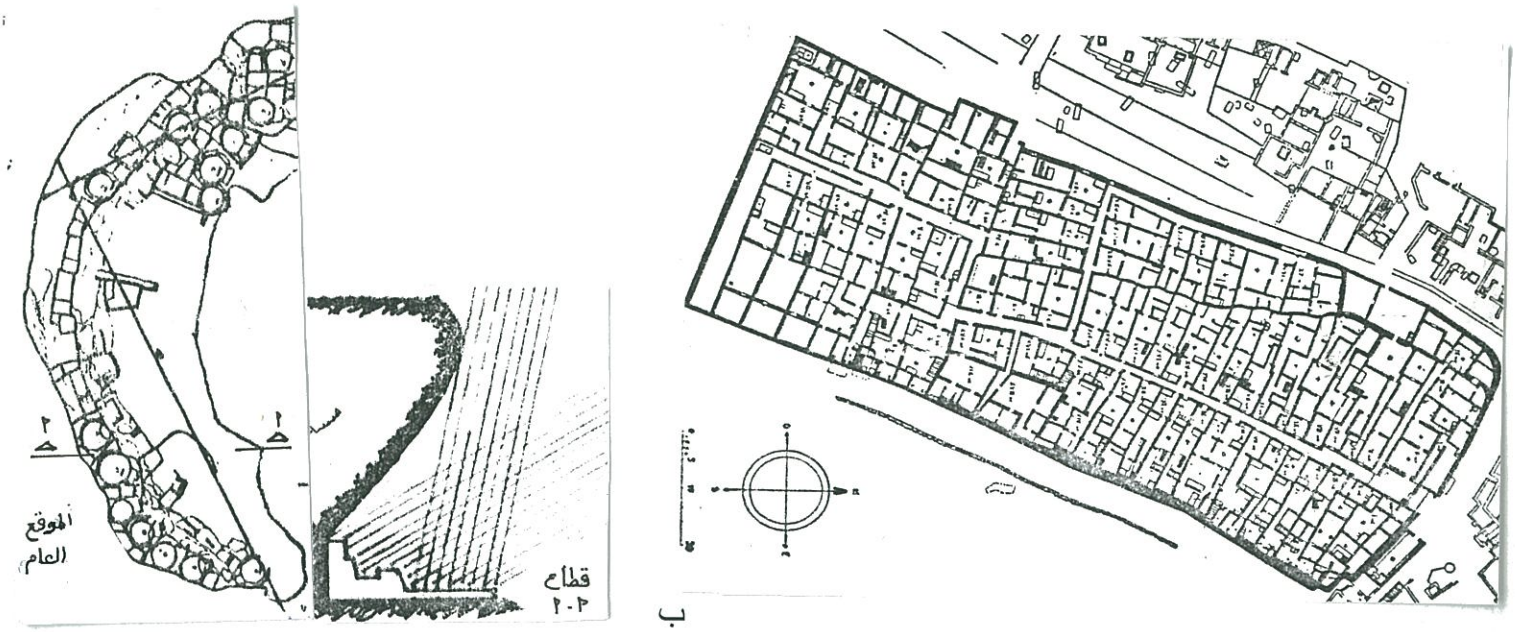
و يعتمد المنتج الحديث لمبردات الهواء النشطة بأسواق الغرب على التهوية الطبيعية دون إعادة تدوير الهواء بالفراغ المراد تبريده مع ضرورة المعالجة الإنشائية لأغلفة المبانى (١) .



(شكل ١٧) درجات التحكم المناخى السالبة و النشطة (٢)

(١) شبكة معلومات الطاقة بجهاز تخطيط الطاقة.

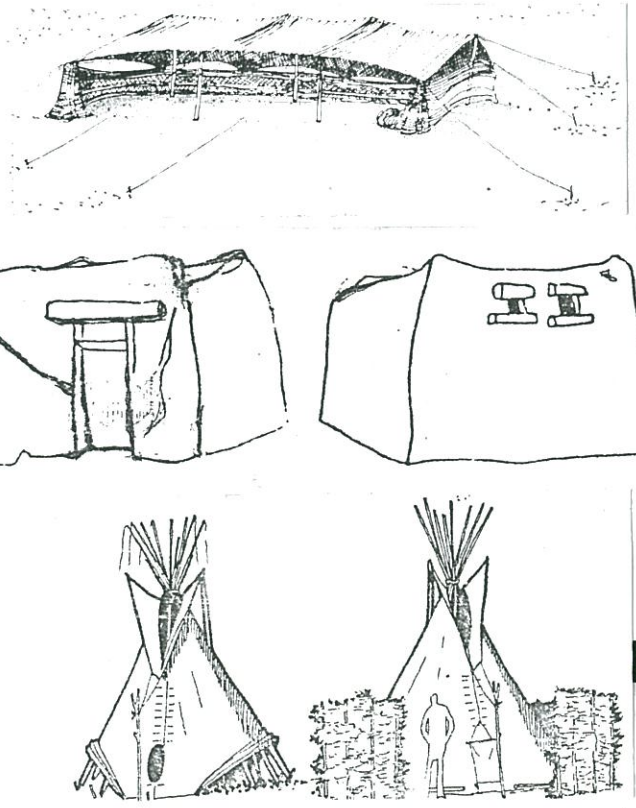
(2) Martin Evans ; Housing , Climate & Architecture, P. 28



ا – قرية دير المدينة بمحاذاة النيل غرب الأقصر (عهد الرعامسة لسكن الحجارين والفنانين ، وتحوى مدرسة حكومية وأماكن للعبادة ومركزان للشرطة عند المدخلين اللذين يتجها للشمال والجنوب بينما تتجه شوارع القرية الرئيسية بإتجاه الرياح السائدة ، والنسيج المتضام للحماية من الشمس ، الأفنية المفتوحة المحركة للهواء والمنظمة لحرارة المنزل [١]

ب– تجمع سكنى فى ظل صخرة بميزافير غرب كلورادو ، التوجه الطبيعى للجنوب ، وحافة الصخرة تحمى الوحدات السكنية من شمس الصيف العالية بينما تتخللها شمس الشتاء . ومقدار الطاقة الشمسية شتاءا أقل بمقدار ١٢٪عن الصيف رغم سطوع شمس الصيف لفترة أطول بنسبة ٣٠٪ عن الشتاء وهذا الفارق يثبت أن أرض وحجارة الكهف تلطف مناخ الكهف صيفا وتحد من برودتة شتاءا[٢]

(شكل ١٨) التحكم المناخى الوضعى للموقع العام.



ا – الخيمة العربية النسيجية المتسعة ، من ~~صف من~~ صفين من القوائم ، والفتحات من كل الجوانب للتهوية[٣]

ب – كتلة المبنى الثقيلة من الطين بمسكن مصرى قديم (ماقبل الأسرات) ذات الفتحات الصغيرة تعلوها لفائف الحصير للحماية من أشعة الشمس

جـ – خيمة هنود شمال أمريكا من سيقان النباتات وجلود الحيوانات . يتخللها نسيم الصيف عبر فتحاتها المتعددة ، وفى الشتاء تغطى الفتحات بالنباتات والأعشاب الجافة مع الإحتفاظ بفتحة التهوية العلوية لتصريف الأدخنة[٤]

(شكل ١٩) التحكم الإنشائى لكتلة المبنى

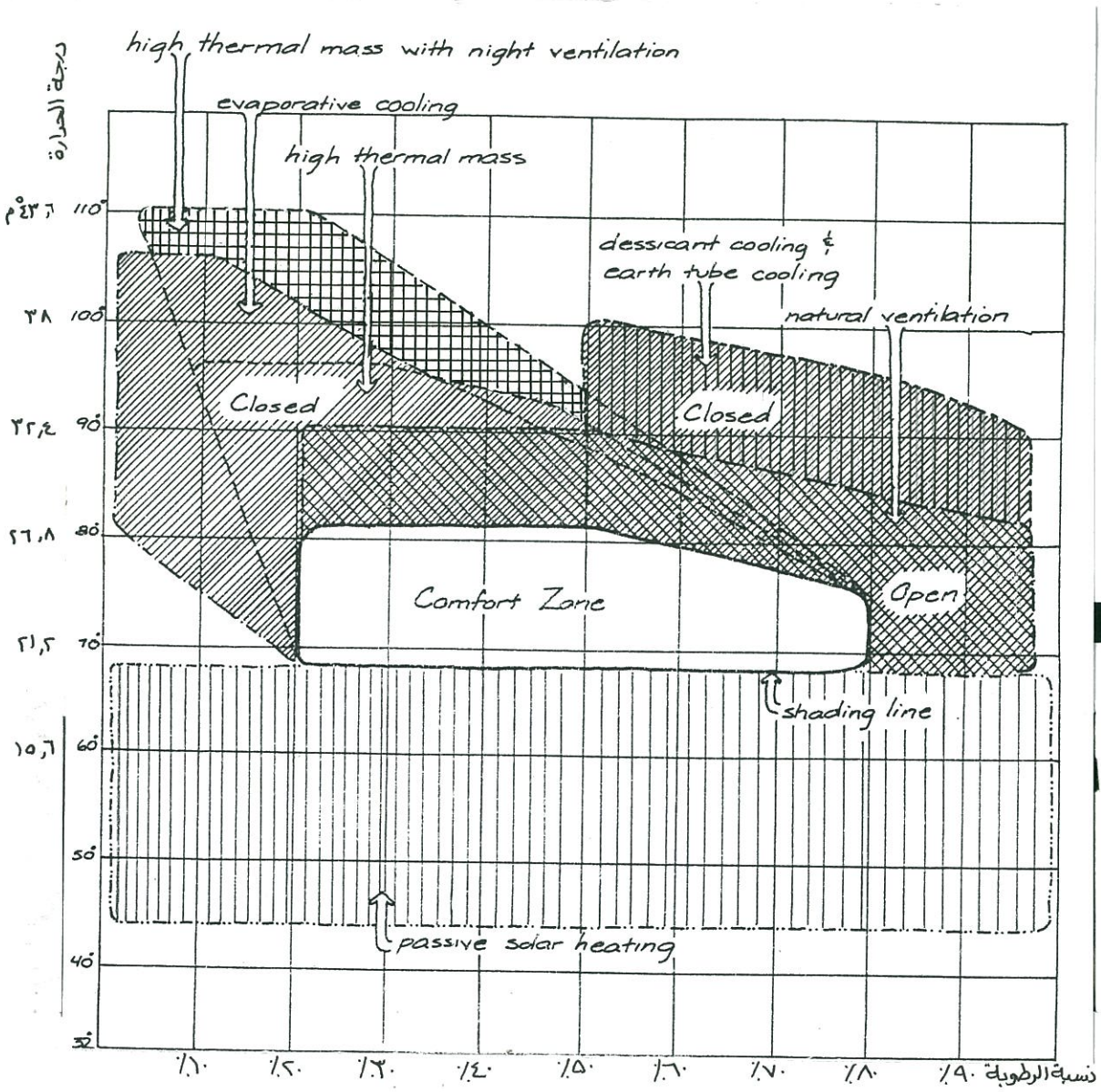
---

[١] محمد أنور شكرى ، العمارة فى مصر القديمة ، الهيئة المصرية العامة للتأليف والنشر، ١٩٧٠.

[٢] سارة بزهاركنيس ، التصميم الشمسى فى ميزافير (Mesa Verde) ، مجلة عالم البناء العدد ٥١، نوفمبر ١٩٨٤

[٣] kaizer Talib Shelter in Saudi Arabia , -ST.Martins Press 1984.p.29

[٤] Moore F., Environmental Control Systems.



(شكل ٢٠) منحنى المناخ الحيوى و التحكم المناخى و الإنشائى للمناطق الخارجة عن منطقة الراحة (*)

- منطقة الراحة المناخية ما بين درجة ٢٠° : ٢٨° م و نسبة رطوبة ٢٠ : ٨٠٪
- فى حالة زيادة الرطوبة يتطلب فراغ مفتوح لزيادة معدل الهواء الداخل للفراغ – تهوية طبيعية مباشرة
- فى حالة زيادة الرطوبة و الحرارة يكون الفراغ مغلق و يبرد المبنى بواسطة أنابيب التبريد تحت الأرض –تهوية طبيعية غير مباشرة .
- عندما تقل الرطوبة و ترتفع الحرارة يكون الفراغ مغلق و غلاف المبنى سميك و يبرد المبنى بالتبخير .
- عندما تقل الرطوبة و تشتد الحرارة يكون الفراغ مغلق و غلاف المبنى سميك و يبرد بالتهوية الليلية
- بانخفاض درجة الحرارة عن ٢٠° م يلزم التسخين الشمسى السالب

(*) Brown G.Z. and others ; Inside out - Design Procedures for Passive Environmental Technologies , 1993 , p. 30

الفصل الثانى

التهوية الطبيعية للتبريد والتدفئة
فى العمارة السالبة

الفصل الثانى

التهوية الطبيعية للتبريد والتدفئة فى العمارة السالبة

٢ – ١ العمارة السالبة لتبريد وتدفئة المبانى

٢ – ٢ التهوية الطبيعية السالبة والنشطة للتبريد والتدفئة :

٢ – ٢ – ١ التهوية الطبيعية السالبة والنشطة

٢ – ٢ – ٢ التهوية الطبيعية للتبريد والتدفئة

٢ – ٣ ديناميكا الهواء والعوامل المؤثرة على حركة الرياح بالموقع العام وداخل المبنى

٢ – ٣ – ١ تضاريس السطح بالموقع العام

٢ – ٣ – ٢ المزروعات بالموقع العام

٢ – ٣ – ٣ عناصر تنسيق الموقع العام

٢ – ٣ – ٤ نسيج المبانى وإرتفاعاتها

٢ – ٣ – ٥ شكل وتوجيهه كتلة المبنى

٢ – ٣ – ٦ فراغات كتلة المبنى

٢ – ٣ – ٧ سقف المبنى

٢ – ٣ – ٨ الفتحات الحائطية

٢ – ٣ – ٩ التنسيق الداخلى لحوائط الفراغات الداخلية

٢ – ٤ – التهوية الطبيعية للتحكم المناخى الوضعى للموقع العام والمنشأ فى العمارة السالبة :

٢ – ٤ – ١ تضاريس الموقع العام وتهوية مبانى باطن الأرض

٢ – ٤ – ٢ نسيج الموقع العام لتحريك الرياح والحماية من الشمس فى المناطق الحارة، والتوجه إلى الشمس فى المناطق الباردة

٢ – ٤– ٣ عناصر تنسيق وتظليل الموقع العام لخفض درجة حرارة الهواء، وللاكتساب الحرارى

٢ – ٤ – ٤ النباتات للتظليل والتبريد، ولحجب الرياح الباردة

٢ – ٤ – ٥ التبريد التبخيرى بالموقع العام لخفض درجة حرارة الهواء

٢ – ٤ – ٦ توجيه كتلة المبنى لاتجاه الرياح والتظليل الذاتى، أو إلى الشمس للاكتساب الحرارى

٢ – ٤ – ٧ فراغات كتلة المبنى للتبريد، وللتدفئة بالتهوية الطبيعية

٢ – ٤ – ٨ سقف المبنى للتظليل وتحريك الهواء وللاكتساب الحرارى

٢ – ٤ – ٩ التهوية الطبيعية لتبريد أو للاحتفاظ بحرارة مواد غلاف كتلة المبنى

٢ – ٤ –١٠ فتحات الحائط للتهوية والتبريد بالتظليل، وللاكتساب الحرارى

٢ – ٤ –١١ التنسيق الداخلى والتهوية الطبيعية لخفض درجة حرارة الهواء وترطيبه بالفراغات الداخلية

٢ – ٤ –١٢ التنسيق الداخلى والتهوية الطبيعية لإزالة الرطوبة بالفراغات الداخلية

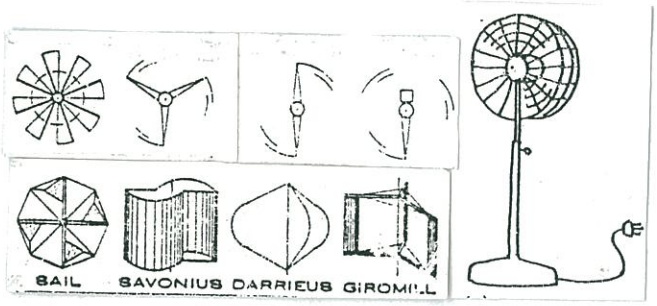
٢ -٢ التهوية الطبيعية السالبة والنشطة للتبريد والتدفئة :

أهمية التهوية الطبيعية هى تقليل تركيز الانبعاثات والروائح وخفض درجة الحرارة بالتوصيل Conduction فى حالة التهوية المستمرة ،و بالبخر Evaporation فى عملية الترطيب عندما تزيد درجة حرارة الهواء عن معدل الراحة الحرارية. وكذلك التدفئه بالحمل Convection من خلال انتقال حرارة الهواء النقى المار على فراغ حرارى مثل الفراغ الشمسى والمخزن الصخرى المعرض للإشعاع الشمسى او فراغ مدفئه الوقود بالفراغ المراد تدفئته .

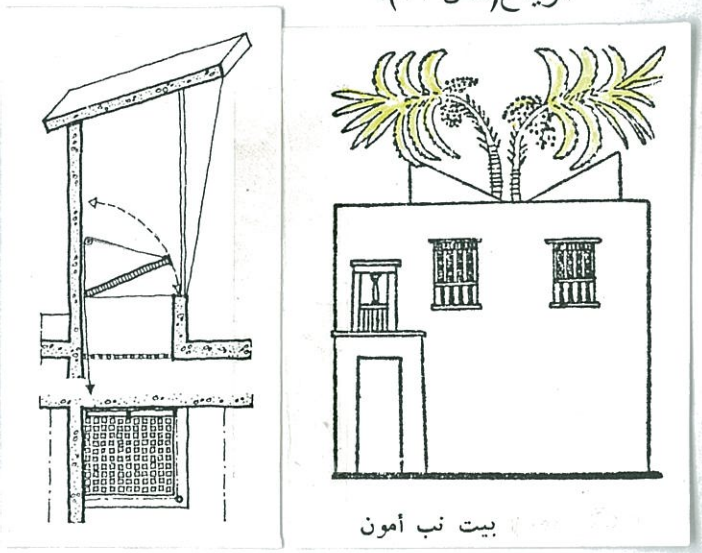
٢ -٢ - ١- التهوية الطبيعية السالبة والنشطة :

تعتمدالتهوية الطبيعية على حركة الهواء الطبيعية (تهوية قوى الرياح) تحت تأثير الضغط الطبيعى لسرعة الرياح ، أو التأثير التراكمى بفعل التباين الحرارى (تهوية التأثير التراكمى) ، كذلك العناصر السالبة المؤثرة على حركة الهواء مثل ظروف الموقع ، وكتلة المبنى ، والفتحات الموجودة بالمبنى لجلب الرياح أو لتهريب الهواء خارج المبنى.(شكل ٢١).

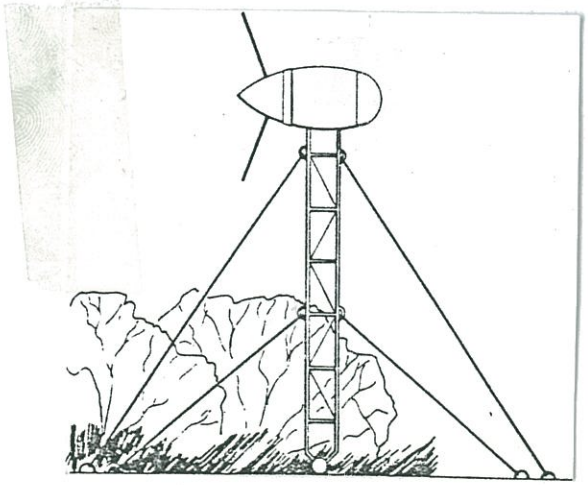
وعناصر التهوية النشطة والتى تعتمد على الطاقة المنتجة (كهربائية – ميكانيكية ....) وتسمى بتهوية القوه الميكانيكية إما بداخل المبنى مثل المراوح والشفاطات ، أو خارج المبنى وفى مزارع الرياح مثل توربينات الرياح(شكل ٢٢).



أ – ريشات وأسلحة التهوية بالمراوح وتوربينات الرياح (٢)

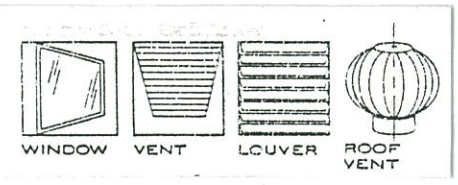


أ – ملقف وممرق الرياح ونوافذ الهواء ذوات المشبكات فى المعمار المصرى القديم (١)



ب– توربين أو ماكينة الرياح بمزرعة الرياح لضخ وتوليد الكهرباء(٣)

(شكل ٢٢) العناصر النشطة للتهوية الطبيعية.



ب– فتحات التهوية الحائطية والسقفية (٢)

(شكل ٢١) العناصر السالبة للتهوية الطبيعية

---

(1) Konya A.,Design Prmer For Hot Climates,P. 57.
(2) Sleeper R.,Architecture Graphic Standard,P.87.
(3) Lechner N.,Heating ,Cooling , Lighting,P.473

٢ – ١ العمارة السالبة لتبريد وتدفئة المبانى :

العمارة السالبة هى العمارة الطبيعية المتوافقة مع البيئة أو عمارة المناخ الحيوى(Bio-Climatic Architecture) السالبة فى إستهلاك الطاقة وهى نتاج استيعاب دروس العمارة التقليدية فى بيئات مناخية مختلفة لأجل خلق بيئة عمرانية مقرونة بالراحة ومناسبة لاستمرار البقاء بواسطة التعديل الإرادى لمشاكل المناخ معتمدة على الطاقة الطبيعية دون إستهلاك للطاقة التقليدية الأحفورية.

وقد تم تحديد نهج العمارة السالبة أو التصميم المناخى كما يلى[1] :

التحكم المناخى فى الأجواء الحارة

للحماية من الإشعاع الشمسى والتبريد بالتهوية:

ا – **تقليل الاكتساب الشمسى** لخفض درجة حرارة الهواء بالإظلال الشمسى، والإظلال الذاتى بالتوجه إلى الشمال والتضام ، ومواد النهو العاكسة للإشعاع المباشر دون إبهار ، والتشجير

ب – **تقليل النفاذية** Infiltration بالغلاف السميك، والفتحات الصغيرة ، ومواد البناء ذات السعة الحرارية الكبيرة.

جـ – **تقليل توصيل التدفق الحرارى** conductive heat flow بالتهوية المباشرة المستمرة ، بالعزل للفتحات والغلاف ، تبريد باطن الأرض.

د – **التبريد بالإشعاع الليلى المباشر** (الفناء المركزى السماوى) والتبريد بالإشعاع الليلى غير المباشر(السقف والغلاف المائى، والمزدوج) ويعتمد على ضغط البخار فى الجو ودرجة حرارة الهواء المحيط.

هـ – **التبريد التبخيرى المباشر بالمياه والهواء** والنباتات، والتبريد التبخيرى غير المباشر بفصل الهواء البارد تبخيريا عن هواء الفراغ المراد تبريدة وإزالة الرطوبة لتخفيف الحمل الحرارى بالأجواء الرطبة.

التحكم المناخى فى الأجواء الباردة

للحماية من الرياح الباردة والتدفئة بالإكتساب الشمسى:

ا – **زيادة الاكتساب الشمسى المباشر** direct solar gain بالتوجه إلى الشمس ، والفراغ الشمسى الداخلى والخارجى.

ب – **تقليل النفاذية** بالغلاف ذى السعة الحرارية الكبيرة ، والفتحات المعزولة ، والكتل الحرارية المتحركة Thermal Mass.

جـ – **تقليل توصيل التدفق الحرارى** من داخل المبنى إلى الخارج.. بعزل فتحات وغلاف المبنى .

د – **تقليل تدفق الهواء الخارجى البارد** إلى داخل المبنى .. باستخدام عوائق الرياح والتحكم فى الفتحات وغلاف المبنى.

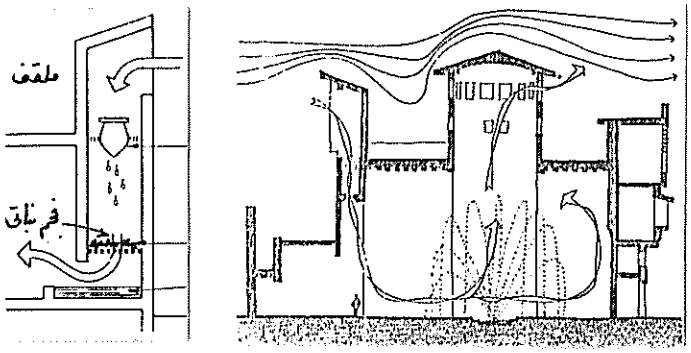
---

[1] Watson D.,Climatic Design ,P5.

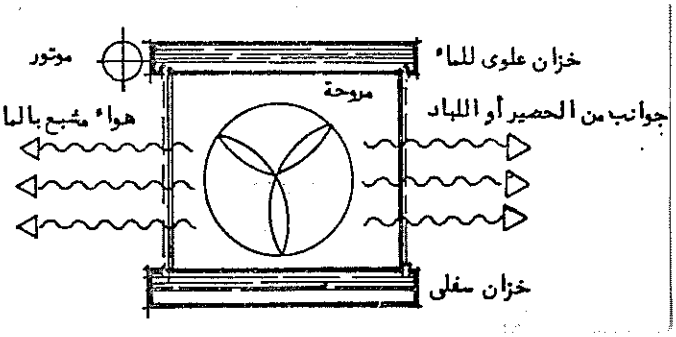
٢ – ٢ – ٢ – التهوية الطبيعية للتبريد والتدفئة السالبة والنشطة :

يكون التبريد بالإظلال الشمسى والتهوية الطبيعية والإشعاع الليلى البارد الذى يخفض من درجة حرارة الهواء ، كذلك التبريد التبخيرى حيث التبادل الحرارى بين الهواء المحيط والحرارة الكامنة بقطرات الماء بالأسطح المبتلة والذى ينتج عنه خفض درجة الحرارة وزيادة الرطوبة بالهواء المحيط. (شكل ٢٣)

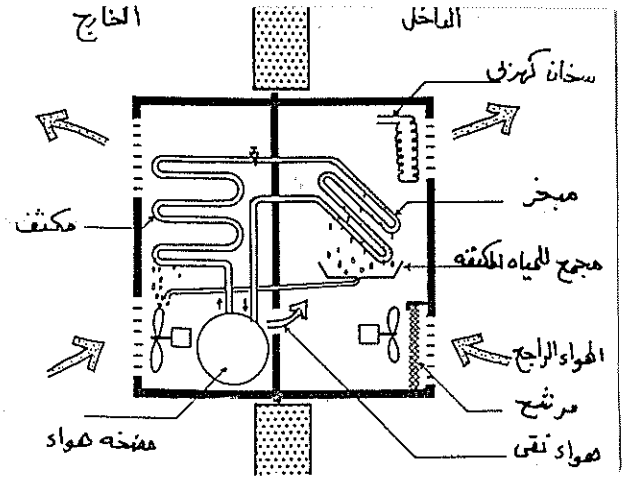
• وتكون التدفئة بالفراغ الهوائى الساخن والكتلة الحرارية شتاء والمختزنة لحرارة الشمس ، وتبريدهما صيفا بالتهوية الطبيعية عبر الفتحات ، أو التدفئة بالطاقة الأحفورية (الخشب والوقود) مع التهوية الطبيعية وفصل عادم الإحتراق للمحافظة على نقاء الهواء داخل الفراغ. (شكل ٢٥ب) أو التبريد والتدفئة النشطة بوحدات تكييف الهواء الميكانيكية (شكل ٢٤)



ا – شكل (٢٣) التبريد التبخيرى السلبى
بقاعة محب الدين (قرن ١٤)حيث يمر الهواء عبر الملقف الموجة نحو الرياح السائدة ، فيمر على النافورة ويترطب بينما يرتفع الهواء الساخن ويهرب للخارج عبر الممرق (الشخشيخة)[١]



شكل (٢٤) التبريد التبخيرى النشط
أ–التبريد التبخيرى النشط منخفض الطاقة لمبرد الصحراء ،حيث يتم تحريك الهواء ميكانيكيا على حوض للمياه يزيد من حركة وترطيب الهواء الداخل إلى الفراغ ، ومرور الهواء على النسيج المغلف لداخل الصندوق والمرطب بالمياه التى ترفع إلى المستوى الأعلى للصندوق بواسطة مضخة صغيرة ، هذا النسيج الرطب يزيد ترطيب الهواء وتنقيته وترشيحه من الأتربة والرمال عند دخوله إلى الفراغ [٢]



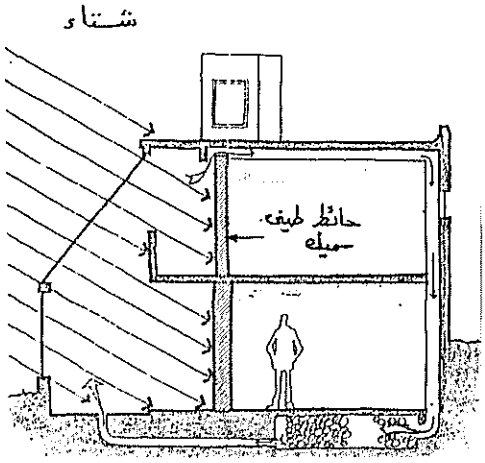
ب – وحدة تكييف هواء حائطية للتبريد والتسخين النشط . يسحب الهواء ميكانيكيا ويمر على مكثف لتبريده أو سخان لتدفئته ، والمروحة والمرشح للهواء الراجع لإعادة تبخيره أو خروجه[٣]

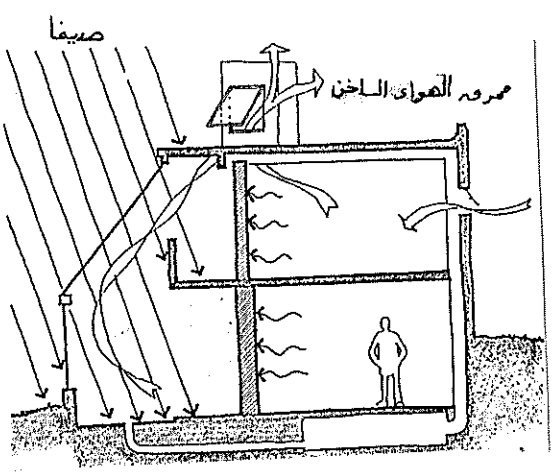
---

(١) Moore F., Environmental control Systems ,P.202,140

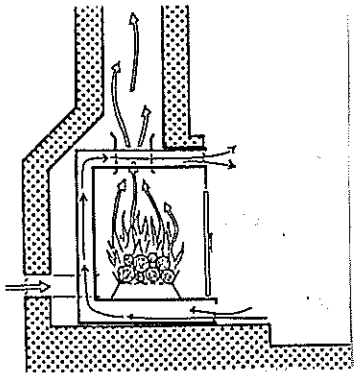
(٢) شفق الوكيل،المناخ وعمارة المناطق الحارة ، ص ١٧٩

(٣)Lechner N.;Heating Cooling Lighting ;P.402

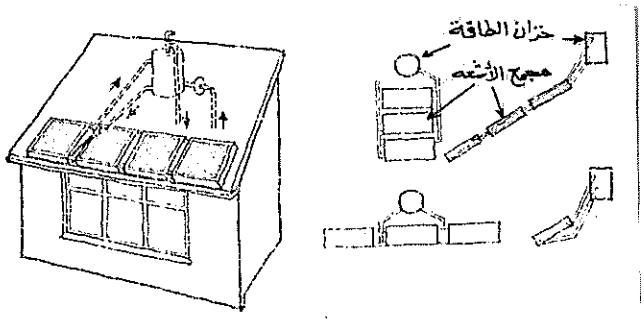




ا – **التدفئة بالإشعاع** الشمسى المباشر لفراغ الهواء خلف المسطح الزجاجى المواجه للجنوب والمجمع للحرارة الشمسية ، والحائط الطينى ذى السعة الحرارية الكبيرة والمختزن للحرارة المكتسبة . وكذلك يختزن الهواء الساخن بالقاعدة الصخرية أسفل الأرضية. بينما يتم التبريد صيفا بتهوية الفراغ وتظليل الحائط الطينى ببروز السقف [١]



ب – **التدفئة النشطة** بإستخدام مدفأة الخشب والوقود الحديثة ، والمزودة بفتحة خارجية لتهوية غرفة الإحتراق المغلقة من الداخل للمحافظة على نقاء الهواء الداخلى وتدفئته[٢] .



جـ – يتكون السخان الشمسى السالب من المجمع الزجاجى الموجه إلى الشمس وبداخله الوسيط الحرارى (هواء – ماء – زيت) ويمكن إستخدامه للتبريد بعزله نهارا وتعريضه ليلا للإشعاع الليلى البارد[٣] .

(شكل ٢٥) الهواء وسيط حرارى لتدفئة وتبريد الفراغات الداخلية

---

[١] Moore F., Environmental control Systems .P.202.140

[٢] Lechner N.,Heating ,Cooling , Lighting .P.378

[٣] Konya A., Design Primer for Hot Climate .P.103

٢ -٣ ديناميكا حركة الهواء والعوامل المؤثرة على حركة الرياح بالموقع العام وداخل المبنى

من دراسة حركة الهواء وجد أنة يتحرك متأثرا بالأتى :

أولا :قوى ضغط الرياح :

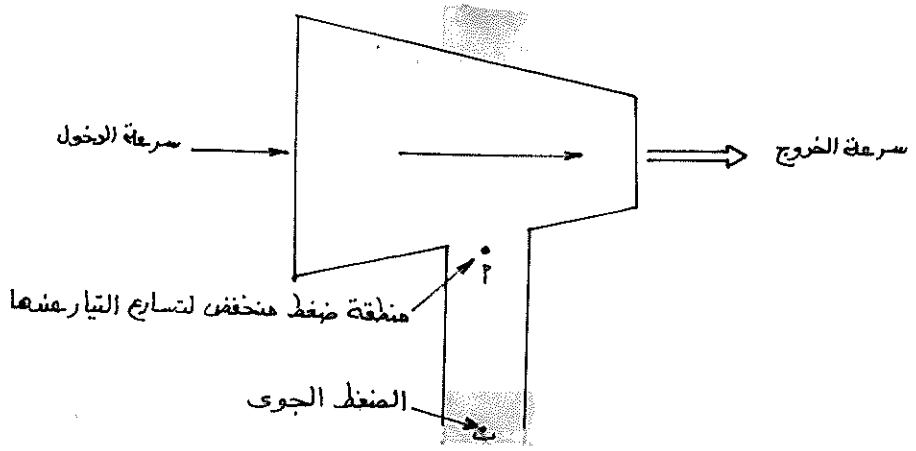
هى التباين فى ضغط الهواء الناجم عن اختلافات فى سرعة الرياح ، حيث يتدفق الهواء من منطقة الضغط المرتفع (الموجب) إلى منطقة الضغط المنخفض(السالب).

والتى تتضح فى عملية فينتورى (Ventori Action) أو تأثير برنولى(Bernoulli Effect) [١] وهى تزايد السرعة بتقلص تدفق الهواء المنتظم (Laminar air flow) والمار خلال فتحة ضيقة. ويتلخص فى أن ضغط المائع المتحرك (Moving Fluid) يقل بازدياد سرعتة ، فينتشر فى مسافة أكبر من التى يغطيها تدفق الهواء المجاور.

ويبين الشكل (شكل٢٦) أنبوباً قمعى الشكل (funnel shaped) ذا فتحة جانبية متصلة بأنبوب آخر. عند ضخ الهواء فى القمع باتجاه الطرف الأوسع يبدأ الهواء بالتسارع بسبب نقصان مساحة مقطع المكان الذى يجب أن يمر منه نفس الحجم من الهواء فى الفترة الزمنية ذاتها ، وتؤدى هذه الزيادة فى سرعة الهواء إلى خفض ضغط تيار الهواء عند النقطة (أ) بالنسبة الى الضغط الجوى عند النقطة (ب) فى الجزء السفلى من الأنبوب الجانبى . وبهذه الطريقة يتم سحب الهواء عن طريق الأنبوب الجانبى بفعل تباين الضغط الذى يتناسب مع مربع السرعة ،ويكون تدفق الهواء داخل الفراغات اكثر انتظاما فى الحالات التى تعتمد على السحب (Suction) الناجم عن ضغط الهواء المنخفض وليس المرتفع والذى تسببه قوة الرياح ، ولابد من وجود فتحتين على الأقل لتوفير حركة الهواء المطلوبة داخل الفراغ . وقد دلت التجارب على أن حركة الهواء تكون أسرع وأكثر انتظاما عندما تكون الفتحات فى حائط المبنى المدابر للرياح (Lee ward) أكبر من تلك التى فى الحائط المواجه للريح (Wind Ward) (شكل ٦١ ,٦٣).

ثانيا : القوى الحرارية :

حركة الهواء بتأثير الحمل (Convection) وهو تأثير فارق درجات الحرارة كالذى يحدث فى تأثير المدخنة (Stak Effect) ، حيث يصعد الهواء الساخن الأقل كثافة إلى أعلى ويحل محلة هواء أكثر برودة وكثافة . ويتواجد فراغ سماوى (الفناء) مع توافر هواء معتدل البرودة لاتصله حرارة الشمس (بمنطقة مظللة أو مرطبة) مثل حارات النسيج المتضام أو السباط فى العمارة الإسلامية ، فإن كل زيادة فى تسخين الشمس لأرضية الفناء يتبعة زيادة فى سرعة هذا النسيم البارد المتدفق عبر الفراغ المظلل إلى الفراغات المحيطة بالفراغ السماوى.

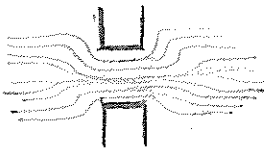


(شكل٢٦) [٢] قمع ذو أنبوب جانبى لتوضيح تأثير برنولى

---

[١] Moore F.; Environmental control Systems ,P.193

[٢] حسن فتحى ، الطاقة الطبيعية والعمارة التقليدية ، جامعة شيكاغو،١٩٨٦ .



تأثير فينتوري = جسم التساع عندما يقلص تدفق الهواء المنتظم ليمر به فتحة

برنولي = يبدأ انخفاض الضغط عندما يتساوى الهواء ليخلق ساعة أكبر به تدفق الهواء الطاوي

الهواء له كتلة تنتقل به مناطق الضغط المرتفع الى مناطق الضغط المنخفض
وهذا يفسر اتجاه الهواء الذي نراه

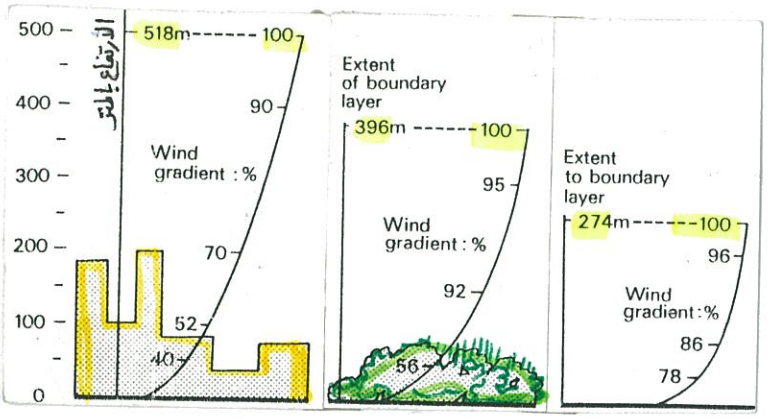
تأثير الرياح في موقع هو انحراف مسار الهواء بتأثير المباني او الأشجار (الغابة)

من تحالج الى مياه متواصل قوي — الشمالية ليصل الى الخارج تأثير فينتوري

ويُمكن تقسيم العناصر المؤثرة في حركة الهواء بفعل اختلاف ضغط الرياح كالتالي: -

٢-٣-١ الموقع العام وتضاريس السطح:

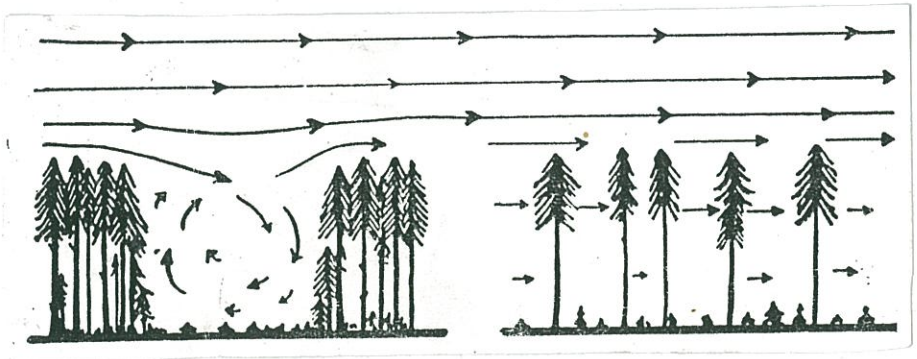
تزداد سُرعة الرياح كُلما ارتفعنا عن سطح الأرض، وتقدر سُرعة الرياح على ارتفاع ١٠م بضعف سُرعتها على ارتفاع نصف متر بسبب عوائق السطح، وحيث تتبع الرياح حدود تضاريس الأرض التي تُسبب تغير في اتجاهها وسُرعتها وتسبب انقسام التيار الهوائي. (شكل ٢٧)[1]



(شكل ٢٧) تقل سُرعة الرياح بزيادة خشونة السطح (عوائق السطح)(١)

٢-٣-٢ المزروعات بالموقع العام:

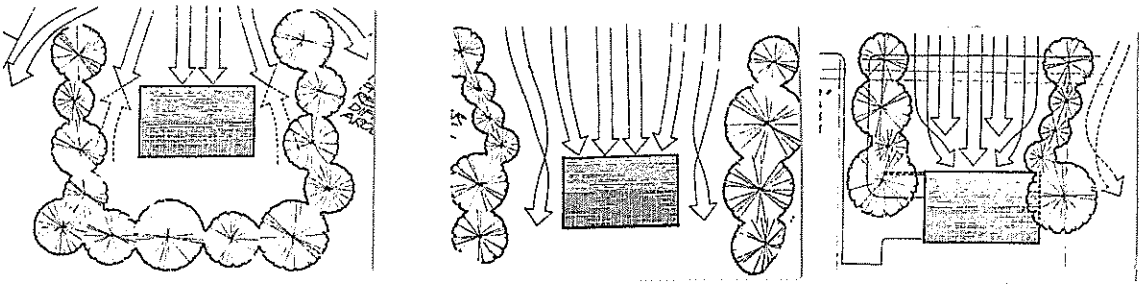
تنخفض سُرعة الرياح بنسبة ٦٠ : ٨٠% بعد تخللها منطقة أشجار الصنوبر الكثيفة بمسافة ٣٠متر، لتصبح ٥٠% بعد ٦٠متر، وتصبح ٧% من قيمتها الأصلية بعد مسافة ١٢٠متر. وإذا كانت الأشجار عالية تغير اتجاه الرياح بعد مسافة خمسة أضعاف ارتفاع الأشجار، ولا تعود لملامسة سطح الأرض إلا بعد مسافة مُساوية لعشرة أضعاف ارتفاع الأشجار. وفي صفوف النخيل (بين سيقان الأشجار) تتغير السرعة فقط، يحدث تغير في شكل حركة الرياح بمنطقة الخلخلة وسط الأشجار (الجهة المُدابرة للرياح leeward) حيث تُخلق دوامات جهة منطقة الضغط السالب leeward (شكل ٢٨)[2]



(شكل ٢٨) أ – تتغير سُرعة الرياح بين جذوع الأشجار ب- يتغير شكل حركة الرياح بالجهة المُدابرة للرياح في منطقة الخلخلة بين الأشجار

(1) Koenigsberger,et.al, Manual of Tropical Housing and Building,... p. 36
(2) Ellis J.; Climate and Architecture; P. 189

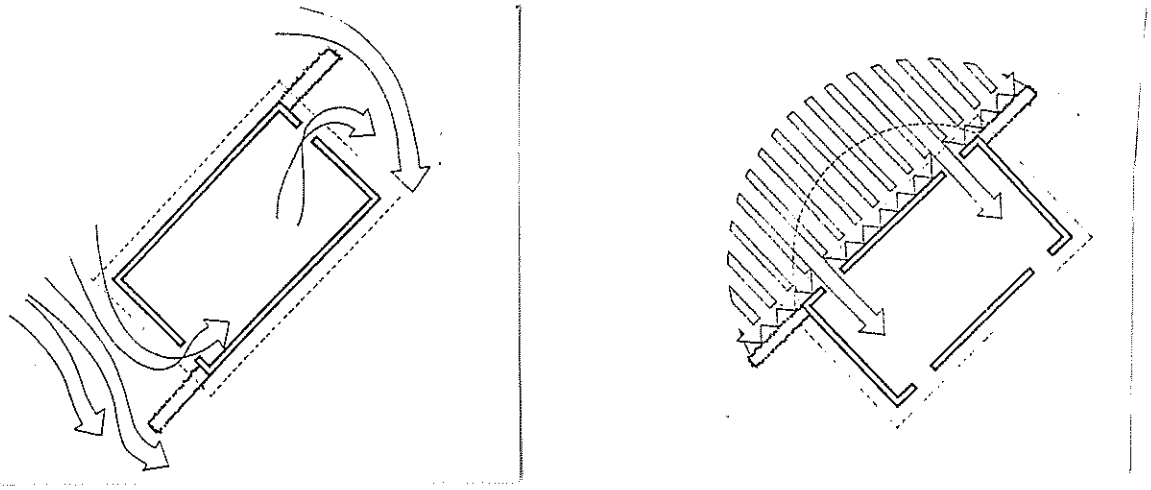
(شكل ٢٩)* تأثير المزروعات على توجيه تيار الهواء:



تساهم الأشجار في توجيه الرياح إلي داخل المبنى.

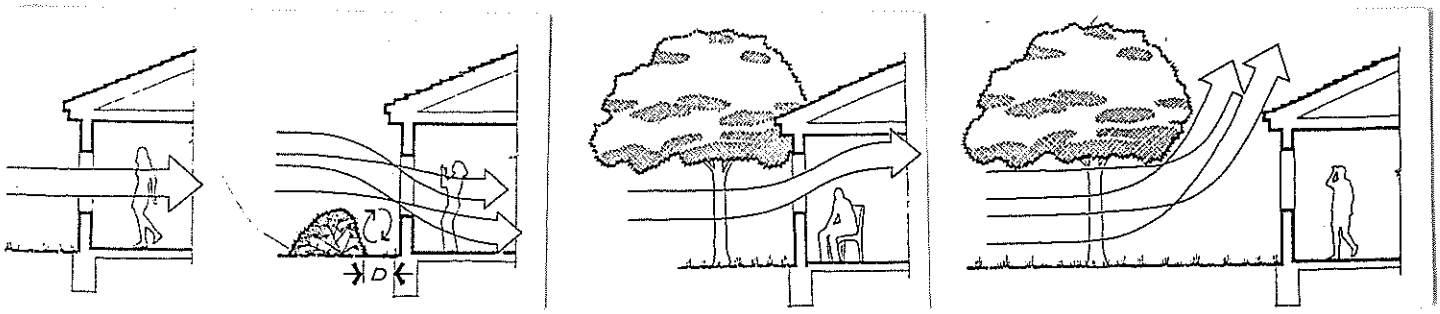
الممر الضيق بين الأشجار والمبنى يزيد من تدفق الهواء في هذا الفراغ.

حجز الرياح بواسطة حائط الأشجار يخلق منطقة ضغط موجب في منطقة السحب مما يقلل من تباين الضغط وينحرف الهواء حول المبنى.



زيادة طول السطح المواجهه للرياح يزيد ضغط الرياح عليه.

الحاجز النباتى(الشجيرات) لتوجيهه الرياح إلي داخل المبنى أو بعيداً عنه.



الفراغ بين المبنى والشجرة يسمح بتسرب تيار الهواء خلال هذا الفراغ.

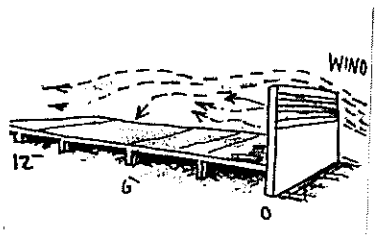
الشجرة الملاصقة للمبنى توجهه التيار إلي السقف.

الشجيرات القصيرة امام فتحة التهوية تتسبب فى تكوين ضغط غير مطلوب وانحراف تيار الهواء لأسفل فتحة الشباك. وتتوقف هذه الإنحرافات على المسافة (D) حتى تصل الى ٤,٥:٦م

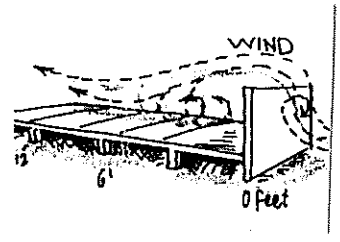
(*) Watson , Climatic Design., P. 90,92

٢-٣-٣ تأثير عناصر تنسيق الموقع على نسق وسُرعة تدفق الرياح (السور أو حاجز الرياح):

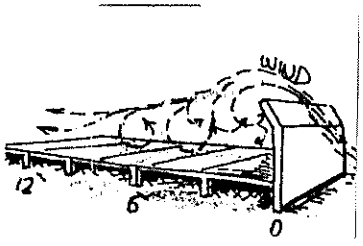
تتأثر سُرعة الرياح بتغير ارتفاع ونفاذية ساتر الرياح Penetrability فتقـــل كُلمـــا زاد ارتفاعـــه وزادت كثافته، ونحتاج لحجز الرياح المُحملة بالرمال إلى ساتر بارتفاع شخص (١,٧م) بينما الهواء المُحمل بالأتربـــة يلزمه ساتر لا يقل عن ارتفاع المبنى المطلوب حمايته ولا يبعد عنه بأكثر من ٦ متر [1].



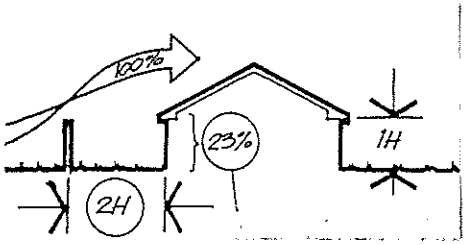
أ- (شكل ٣٠) تنخفض سُرعة الرياح خلف الســـور بنســـبة ١٥ : ٤٠% تبعاً لنفاذية السور وارتفاعه.



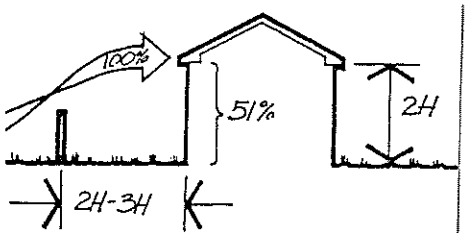
ب- تقل سُرعة الرياح بزيادة كثافـــة الحاجز (السور).



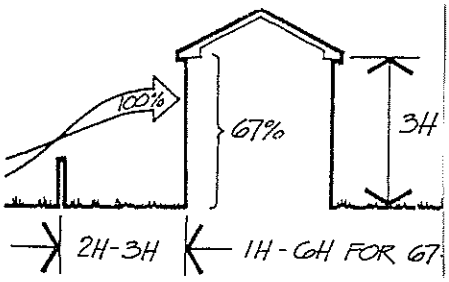
ج- تزداد الدوامات الهوائية بزيـــادة ارتفاع السور.



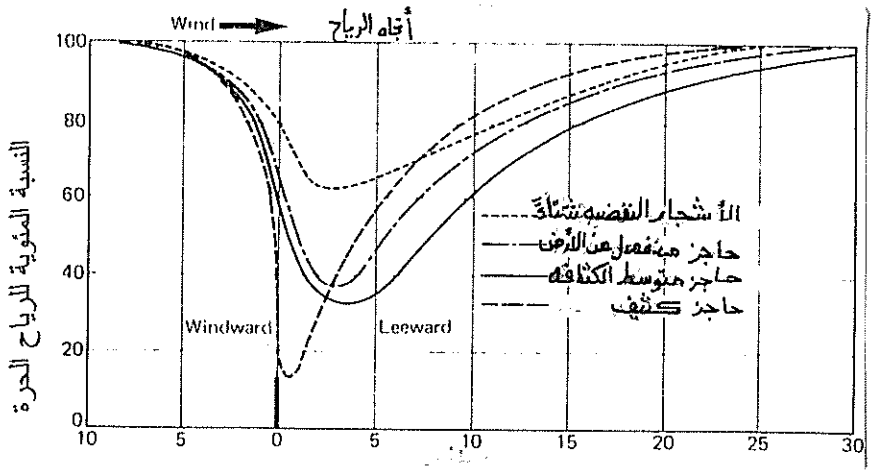
أ- (شكل ٣١) [2]المسافة بيـــن الســـاتر والمبنى ضعف ارتفاع الساتر وسُرعة الرياح عند واجهـــة المبنـــى تُعـــادل ٢٣% من سُرعة الرياح الحُرة.



ب- كُلما زادت المسافة بين الســـور والمبنى كُلما اخـــترقت الريـــاح واجهة المبنى.



ج- كُلما قل ارتفاع السور كُلما اخترقت الرياح واجهة المبنى.



(شـــكل ٣٢) كُلمـــا زاد ارتفـــاع حاجز الرياح وزادت كثافته كُلمـــا زاد تأثيره في حجـــب الريـــاح، والأشجار النفضية شـــتاءً أكـــثر نفاذية للرياح.

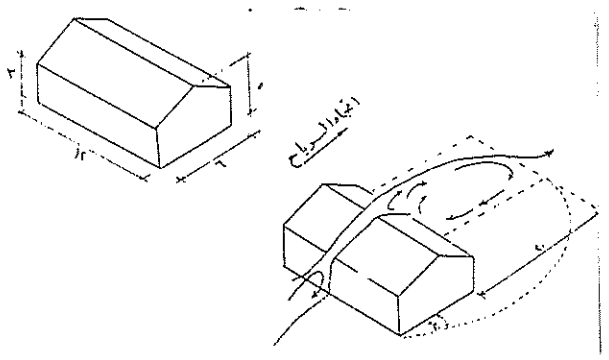
(1) Ellis J.; Climate and Architcture; , P. 3.
(2) Watson D. ....; Climatic Design; P. 86.
(3) Markos T.A.; Morris E.N.; Builing, Climate and Energy.

٢-٣-٤ تأثير نسيج المباني وارتفاعاتها على نسق وسُرعة الرياح:

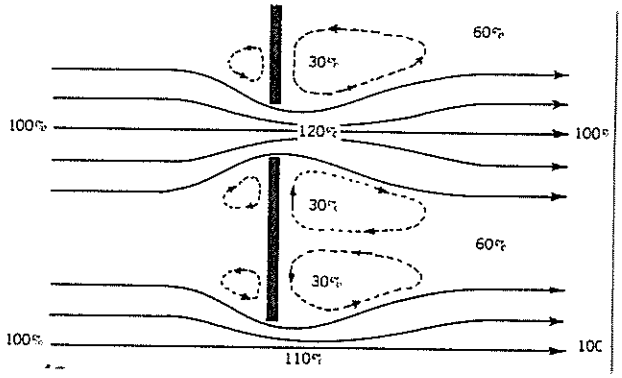
يؤثر النسيج العُمراني على سُرعة الهواء المُتخلل إلى فراغات النسيج وعلى توجيه حركته ودرجة حرارته و يتباين ضغط الرياح الواقع على أسطح الكُتلة المُنفصلة. تؤثر الكتل المتجاورة والمُتلاصقة والمتراصة في تبادل أو في صفوف متوازية في زيادة أو نُقصان منطقة ظل الرياح والتي يقل عندها تدفق الهواء وسرعته (شكل ٣٣، ٣٤).

كذلك يزيد ارتفاع المبنى من منطقة ظل الرياح خلف المبنى، ويزيد التيارات المرتدة أمام المبنى (شكل٣٤د).

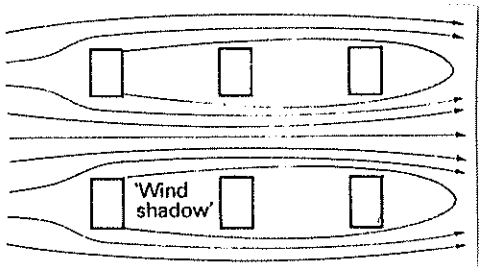
تقطع الرياح مسافة تُعادل خمسة أضعاف ارتفاع المبنى (منطقة ظل الرياح أو منطقة الضغط السالب Suction) لكي تصل مرة أخرى لمستوى سطح الأرض لتهب على واجهة المبنى المواجه لمنطقة ظل الرياح (شكل٣٣-أ)[١]، وتنتج رياح ارتدادية عكسية خلف المبنى تُعادل في سُرعتها ٣٠ : ٦٠% من سُرعة الرياح الحرة المحلية أعلى سطح المبنى (شكل ٣٣ب)[٢]. وقد أظهرت الأبحاث في ألمانيا انخفاض سُرعة الريح من ٥,١ إلى ٣,١ م/ث في إحدى المُدن الألمانية نتيجة لتضخمها واختلال نسيجها، وفي شتوتجارت ازداد عدد الأيام التي تكون فيها الريح ساكنة من ١% عام ١٨٩٤ إلى ٢٠% عام ١٩٢٣، وفي دترويت بمتشيجان انخفضت سُرعة الرياح من ٦,٥م/ث إلى ٣,٨م/ث خلال عشرين عاماً بسبب زيادة الكثافة العُمرانية واختلال نسيج المدينة.



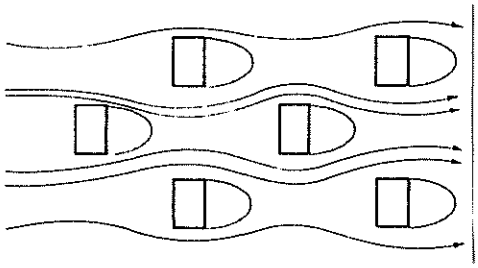
(شكل ٣٣) أ- منطقة ظل الرياح تُعادل ٥ أضعاف ارتفاع المبنى[١]



ب- سُرعة الرياح بمنطقة ظل الرياح تُعادل ٣٠ : ٦٠% من سُرعة الرياح الحرة [٢]

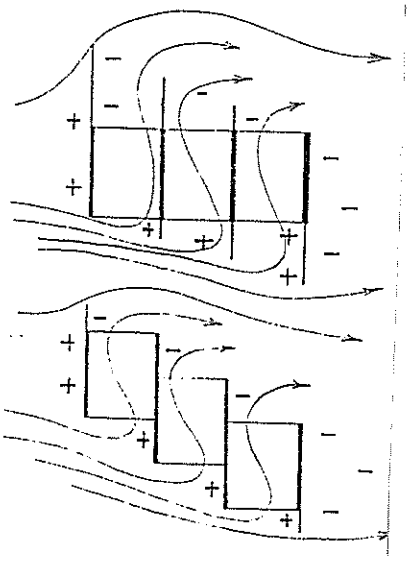


(شكل٣٤)[٣] ا- النسيج المتوازي (Row Pattern) في صفوف يوجد مناطق ركود الرياح (ظل الرياح) ولكي يصل الهواء للصف الثاني يجب أن تكون المسافة بينه وبين الصف الأول تُعادل ستة أضعاف إرتفاع المبنى في الصف الأول .

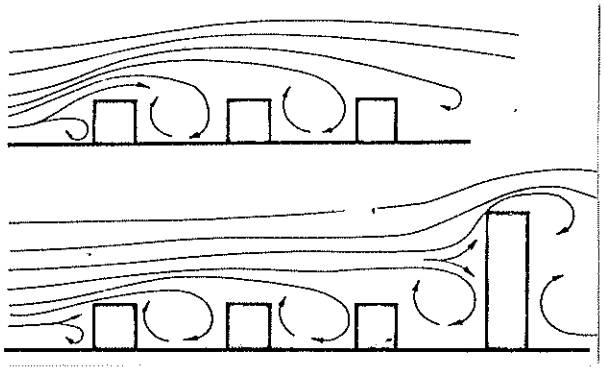


ب- النسيج التبادلي (Staggered) يقلل منطقة ركود الرياح (ظل الرياح) فتتخلل الرياح المباني.

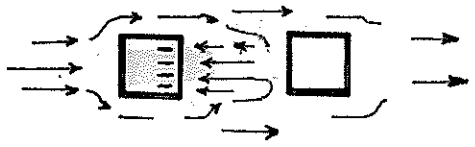
(1)Evans M.; Housing, Climate and Comfort; P. 133.
(2) Moore, F.; Heating Cooling lighting; P. 231.
(3) Koenigsberger, ..., Manual of Tropical Housing and Building,... p. 129

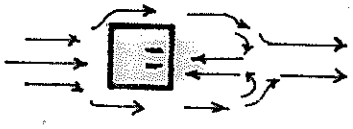


ج – يُمكن تحويل الرياح بزاوية مقدارها ٩٠° بالترتيب المُتلاصق Attached، أو بزيادة مساحة الحوائط الخارجية الفاصلة بين الوحدات لخلق مناطق ضغط مُرتفعة ومُنخفضة تتسبب في تيار هوائي إلى داخل الفراغ[١]

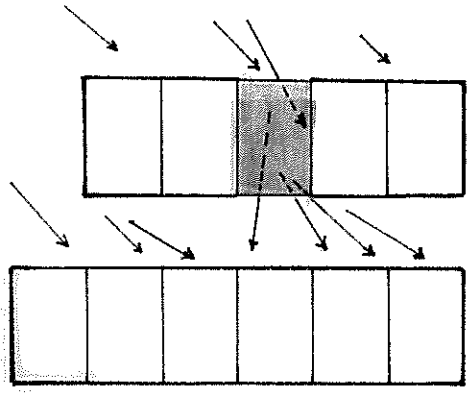


د – يحدث تيار هواء مُرتد مُعاكس باصطدام الرياح بمبنى عالي، وتزداد شدته بازدياد ارتفاع المبنى ويزداد حول قمة المبنى، كذلك تزداد منطقة ظل الرياح خلفه ويزداد تدفق الدوامات خلف المباني الأقل ارتفاعاً، وتزيد الدوامات أمام المباني العالية وعند القاعدة[٢]





• في دراسة عملية لـ Zuransri بمعمل ديناميكا الهواء بمعهد الطيران بوارسو – بولندا ١٩٩٥ للتحقق من تزايد تأثير الضغط الموزع على مبنى مجاور لمبنى آخر، وجد أن قيم مُعامل الضغط الخارجي على الحائط المقابل لاتجاه الرياح بالفراغ بين المباني يعادل مرتين ونصف قيمة معامل ضغط الرياح على حائط لمبنى منفصل، وهو تيار هوائي مُرتد Reverse draught في نظام التهوية الطبيعية لمباني الوحدات السكنية[٣]



• في دراسة للدكتور مُراد عبد القادر، د. علوي، د. غازي بجامعة الملك عبد العزيز بجدة ١٩٩٠ باستخدام نفق الرياح لهدف إقامة ترتيب مختار لمجموعة من المباني تحقق أعلى مُعدلات لتدفق الهواء فيها وحولها، اقترحت النتائج التجريبية تجميع لصف أمامي من المباني مُتصل مع ممر جانبي بالدور الأرضي بين الوحدات السكنية يتبعه صفوف لمباني مُتصلة بدون ممر جانبي والتي هي الترتيب الأفضل لاعتبارات الموقع العام[٣]

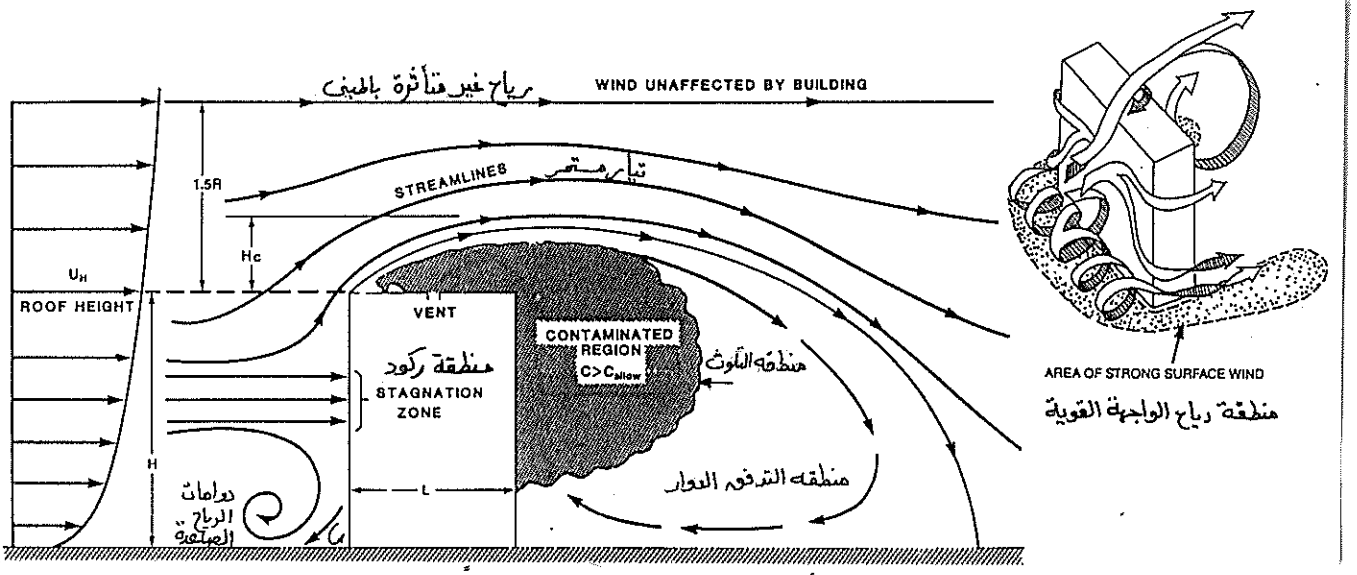
---

(1) Evans M.; Housing, Climate and Comfort, P 133

(2) Koenigsberger,et al, Manual of Tropical Housing and Building, P. 129

(٣) شبكة معلومات الطاقة بجهاز تخطيط الطاقة التابع لوزارة البترول

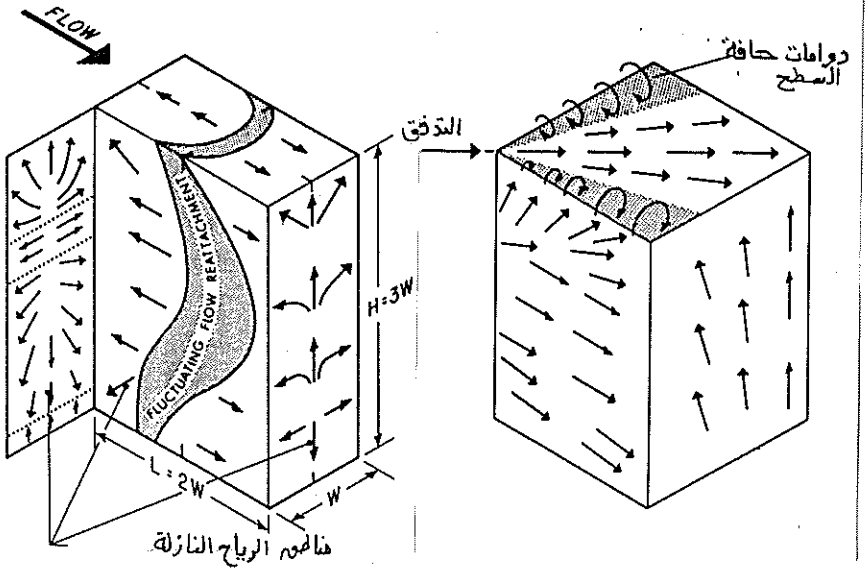
- توجد المباني العالية المنفصلة تدفقات للرياح غير مُحتملة من حولها وبالطرق المحورية المفتوحة المُطلة عليها مما دعى معماري الغرب إلى تقديم دراسة تدفق الرياح حول المباني المُرتفعة مع مُقترحات تصميم المبنى لتحديد البيئة الهوائية المرغوبة حول المبنى وتعديل وإضافة الحماية اللازمة من الدوامات الناتجة حول المبنى. هذا بخلاف ما يحدث من تشتيت للغازات الملوثة المنبعثة من المباني العالية والتي تتركز على مُستوى الشارع وعند مداخل تغذية مكيفات الهواء. وانتشار تلك الملوثات يعتمد على سُرعة الهواء حول المبنى مما يستدعى معرفة مقدار تلك الملوثات وأماكن فتحات مخارج عادم المداخن والمُكيفات بالمباني (شكل ٣٦).



(شكل ٣٦) تزيد سُرعة الرياح بالارتفاع عن الأرض وتختلف السُرعة المحلية تبعاً لارتفاع المبنى، تتواجد منطقة ركود على حائط الرياح الصاعدة (المواجهة للرياح)، والرياح أعلى السقف الأفقي تُسبب منطقة ركود بالجزء العلوي للحائط المُدابر للرياح، وعند الحواف ينفصل التيار ليوجد مناطق تدفق دوار (Recirculating Flow) وتلتف الدوامات الصاعدة حول المبنى على شكل حدوة الحصان وتحمل معها الملوثات المنبعثة من المداخن بسقف المبني.[1].

(شكل ٣٧) نسق تدفق الهواء على أسطح المبنى:

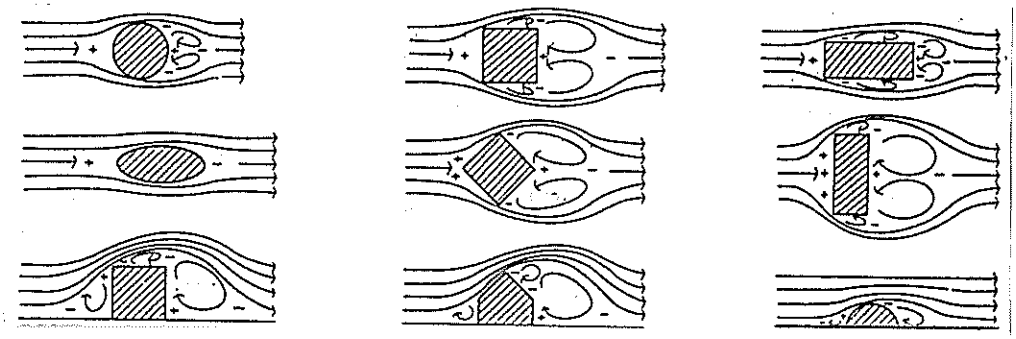
أقل ضغط للرياح أسفل وأعلى منطقة بالمبنى (رياح صاعدة – Upwind) وأقصى ضغط بالمنطقة على ارتفاع ٣/٢ : ٤/٣ من ارتفاع المبنى حيث الرياح نازلة في هذا الجُزء Downwash وفي المنطقة ما بين الرياح الصاعدة والنازلة تمر خطوط التيار أفقية حول المبنى[2].



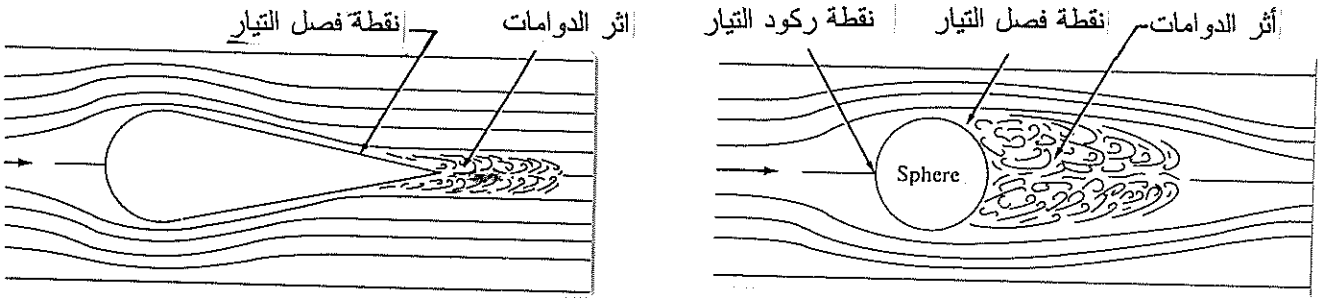
(1) Vickery B.J,.., Architectural Aerodynamics, Applied Science Puplishers LTD. 1977, P. 150, 151.
(2) ASHRAE " Air Flow Around Buildings," Fundamentals Handbook 1989.

٢-٣-٥ تأثير شكل كتلة المبني وتوجيهها علي حركة الرياح وسرعتها :

يسبب وجود أي جسم في اتجاه تيار حركة الرياح اضطرابات في حركة الرياح ودوامات تبعا لسرعة وضغط الرياح وتبعا لوضع وشكل الجسم أو المبنى (شكل ٣٩، ٤٠) .

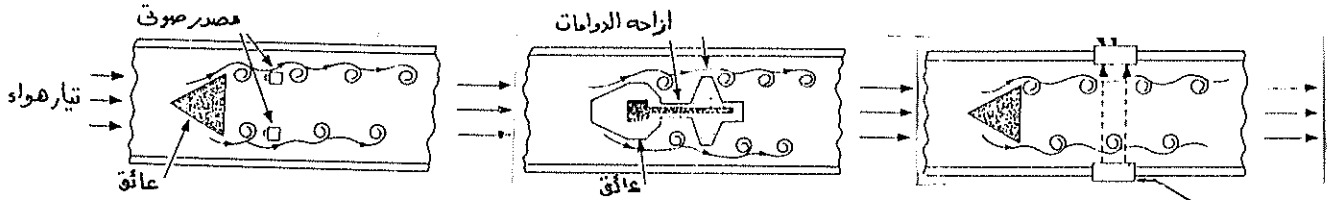


(شكل ٣٨)(١) تأثير شكل كتلة المبنى على نسق تدفق الهواء



(شكل ٣٩)٢ تأثير انسيابية الشكل على الأثر الذي تتركه حركة الهواء:

التدفق حول جسم يتوقف على مقدار طول الجسم وانسيابيته،وعند نقطة فصل التيار للجسم المستدير عن السطح يسبب دوامات على أثر حركة التدفق، والضغط الواقع عند هذه النقطة (نقطة الفصل) أقل منه عند نقطة الركود في مقدمة الجسم ويخلق قوى ممثلة في اتجاه مخالف لقوة الحركة وتسمى قوة مقاومة الضغط أو احتكاك الضغط، ويفسر ذلك انسيابية الجزء الخلفي للسيارات الحديثة لتلافي الدوامات المتسببة من أثر الحركة.



أ- الترمومتر ينظم احساسات دوامة مفردة ب- العائق الثاني يسبب إزاحة الدوامات ج- الإحساس الصوتي للدوامات

(شكل ٤٠) تأثير شكل الجسم (عائق التدفق) في تكوين الدوامات وتقليل سرعة الهواء مقاسة بأجهزة الإحساس بأنظمة الدوامات بجهاز الأنيمومتر.

---

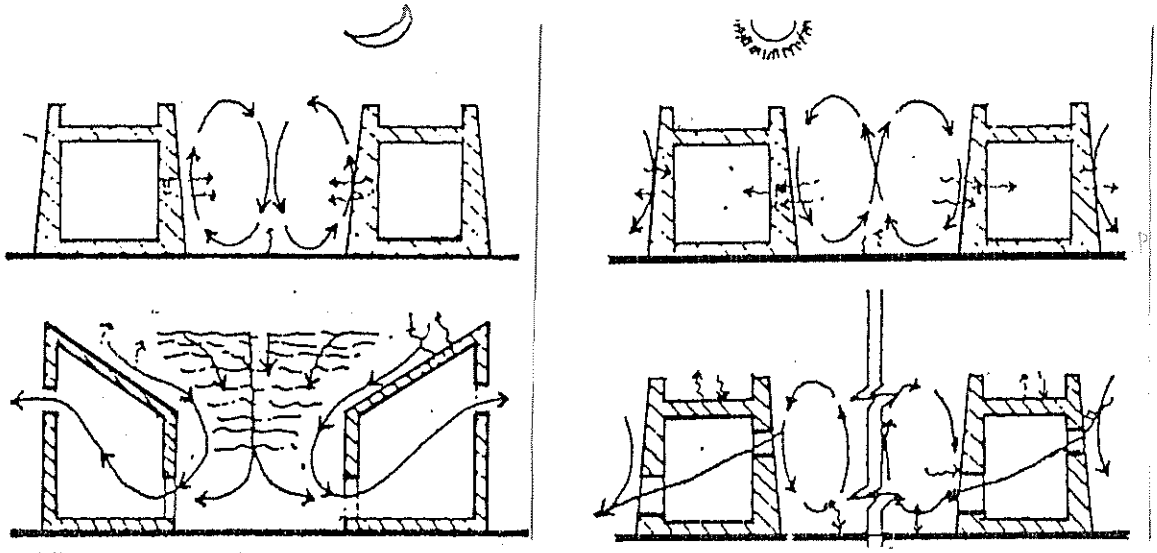
(1) Sleeper, R., Architestural Graphic Standards , P. 78.
(2) Mott; R.L. Applied Fluid Mechanics P. 532.
(3) William. Burgers; Ventilation for Control of the Work Environment P. 79.

٢-٣-٦ تأثير فراغات الكتلة وموضعها على حركة الهواء:

تتأثر حركة الهواء داخل المبنى بوجود فراغات سماوية مفتوحة مثل الأفنية السماوية والمناور الخدمية.

٢-٣-٦-١ الفناء:

يؤثر وجود الفناء السماوي المركزي بعمائر المناطق الحارة في حركة الرياح فتتجمع طبقات الهواء البارد ليلاً في فراغ الفناء بفعل الحمل حتى يبرد هواء الفناء الأسخن، ويحتفظ الفراغ السماوي ببرودته حتى وقت متأخر من النهار مما يقلل الضغط الحراري على الفراغات المطلة عليه إلى أن تسطح عليه شمس الظهيرة فتسكن فيه الرياح ولا تخترقه الرياح الدافئة الخارجية ويقتصر تأثيرها على إحداث تيارات مُعاكسة في داخل الفناء حتى تغيب الشمس وتبدأ رياح المساء الباردة في اختراقه عن طرق الفتحات المُتقابلة المُطلة عليه ويستمر تصاعد الهواء الساخن بفعل تيارات الحمل، وبذلك يكون الفناء السماوي مخزن للرياح الباردة ومُرشح للهواء من عواصف الرمال والأتربة والضوضاء، ومُنظم حراري حيث يقل التباين في درجات الحرارة خلال اليوم ويحفظ درجة حرارة الفراغات الداخلية من التقلبات الجوية الخارجية [1].

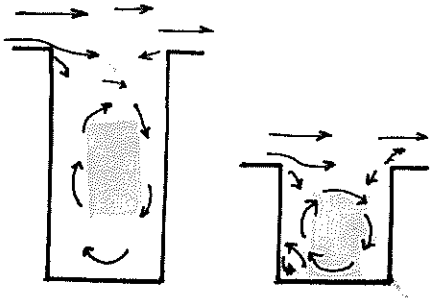


أ - التيارات العكسية ظهراً

ب- تيارات الحمل مساءً والتبريد الإشعاعي الليلي

(شكل ٤١) أنماط حركة الهواء بالفناء السماوي

- بالتجارب المعملية بنفق الرياح لنسق تدفق الهواء خلال الفناء المُكعب المُتساوي الأضلاع، والعميق في ارتفاعه (شكل ٤٢)، وجد أنه تتواجد تيارات دوارة داخل الفناء ويخترقه بالجزء العُلوي منه التيارات المُنفصلة بفعل حوافه العلوية[٢].



(شكل ٤٢) نسق تدفق الهواء خلال مُكعب مفتوح من أعلاه، مُتساوي الأضلاع وآخر عُمقه ضعف طول ضلعه.

(1) Bowen A.; Design Guidelines on Vertical Air Flow in Buildings and Urban Areas 1984.

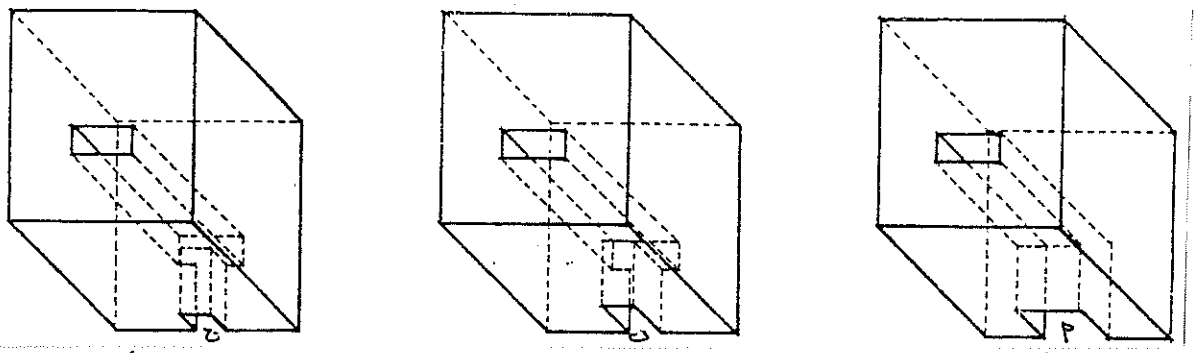
(2) Ahmed Reda Abdin, Bio-Climatic Approach To House Design For Semi-Desert Climate , Ph. D. Thesis 1982

٢-٣-٦-٢ المناور الخدمية بالمباني مُتعددة الطوابق:

وهي كالفناء المركزي السماوي تسمح بتصريف الهواء الساخن من الفراغات المُطلة عليها إلى الخارج بفعل الحمـــل، وتتخللها طبقات الهواء الباردة ليلاً فيبرد غُلاف المنور المتصل بفراغات المبني الداخلية ،ويتخلل المنور نهاراً تيـــارات الحمل عبر الفراغات المُظللة البحرية المُطلة على فراغ المنور.

- في دراسة تجريبية باستخدام نفق الرياح بجامعة الملك عبد العزيز بالسعودية لمعرفة تـــأثير اتصـــال فـــراغ منـــاور العمارات السكنية بالفراغ الخارجي من خلال منسوب الدور الأرضي على نسق تدفق الهواء داخل وحول المبنى:

أبعاد نموذج المبنى ١٦×١٨م وبارتفاع أربعة طوابق، والمنور مُستطيل بقلب المبنى أبعاده ٢,٥ × ٥,٧م وتُعـــادل ٥% من مساحة المبنى. فراغ الدور الأرضي (المدخل) المفتوح على المنور بعرض يُساوي طول المنـــور وبارتفـــاع دور، أو تقل مساحته ٥٠% من مساحة الفتحة الأولى، أو بمساحة تُعادل ٢٥% من مساحة الفتحة الأولى (شكل ٤٣)(*).



أ- فتحة الدور الأرضي بعرض المنـــور السُرعة بمُنتصف المنور ٠,٧م/ث تُعادل ١٧٥% من السُرعة عند المدخل ٠,٤م/ث

ب- فتحة الدور الأرضـــي ٥٠% من الفتحة أ ،السرعة بمنتصـــف المنور ٠,٤٩ م/ث.

ج- فتحة الدور الأرضـــي ٢٥% من الفتحة أ ،السُرعة بمنتصـــف المنور ٠,٣٤م/ث.

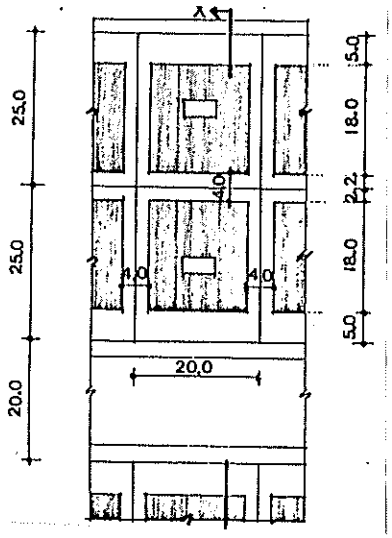
(شكل ٤٣) يزيد مُعدل تدفق الهواء بزيادة مُسطح فتحة الدور الأرضي

أخذت قياسات سُرعة الهواء بمُنتصف ارتفاع المنور، واتضح أنه تزيد مُعدلات سُـــرعة الريـــاح المُتخللـــة إلـــى مُنتصف المنور المركزي عبر فتحة الدور الأرضي بزيادة مُسطح الفتحة (مدخل العمارة).

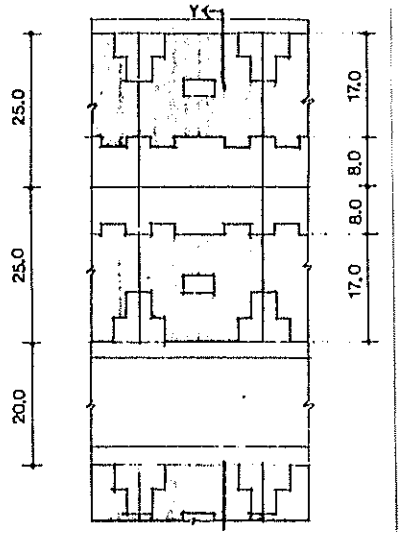
- وبدراسة تطوير حالات التهوية خلال وحول المباني في تجمع مُنفصل لعدة مباني بنفس الحجم وذات فراغـــات جانبية وخلفية بعرض ٤م بين المباني ـ مجموعة أ ، مجموعة ب (شكل ٤٤).

- وجد أن معدلات السُرعة مُتقاربة في حالة النموذجين أ ، ب عند سُرعة حرة ٣,٤م/ث، وبزيادة السرعة تزيـــد مُعدلات التدفق بالنموذج (ب).
- تهوية المناور بنموذج (ب) أفضل من نموذج (أ) فقد تسارع الهواء إلى مناور المجموعة المُتضامـــة النســـيج، بدلاً من تسربه خلال ممرات المجموعة المُنفصلة النسيج.
- معدلات التهوية بالارتدادات الخلفية لنموذج (ب) أفضل من الفراغات الخلفية الضيقة لنموذج (أ).
- نسق التدفق للنموذجين يكون دوامات بالفراغات الخلفية والشوارع يتوقف توزيعـــها علـــى النســـب الهندســـية للفراغات.

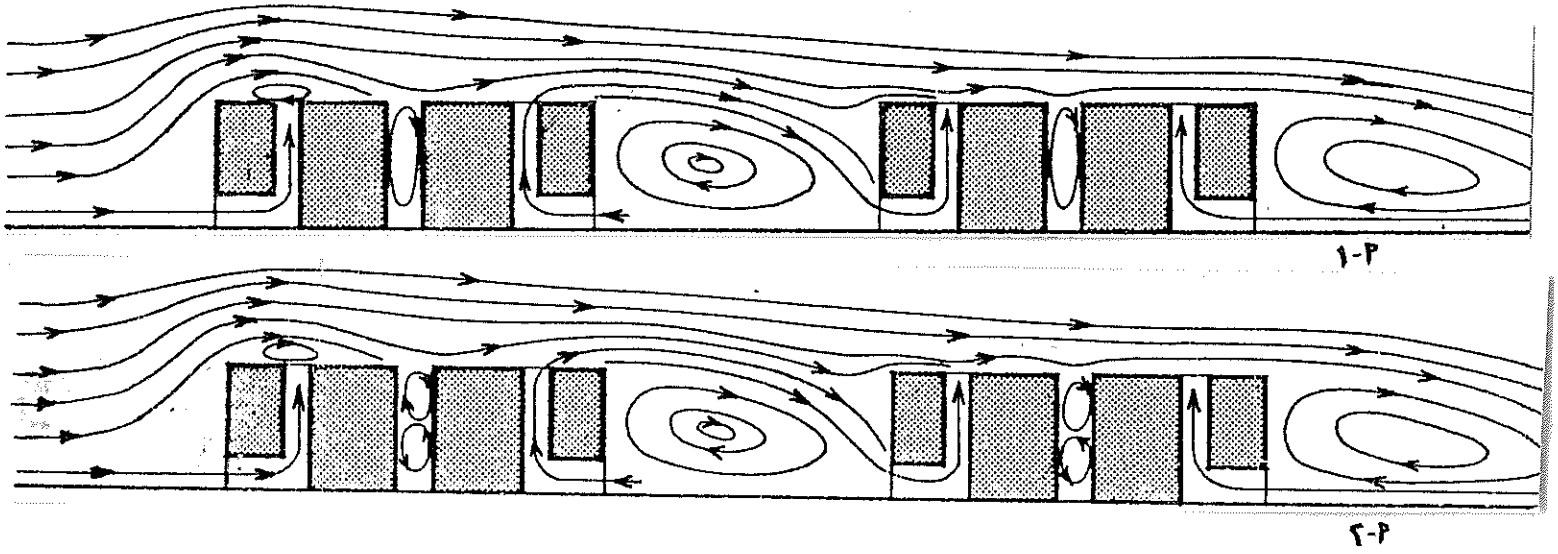
(*) Farahat A.; Bowen A.; Abdelmohsen M.; Evaluation and Development of Building Codes and Land – use Regulation, King Abdulaziz University-Research Projects; Dhul-Queda 1408 – 1988; P. 6'81



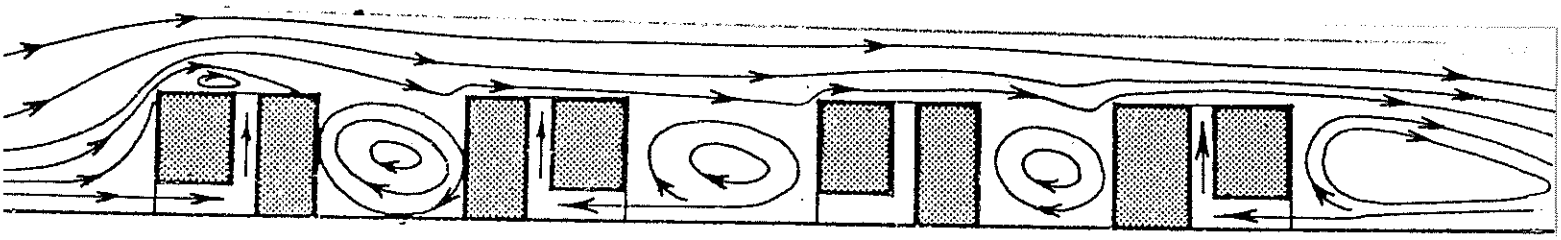
الموقع العام لمجموعة (أ) نسيج مُنفصل



الموقع العام لمجموعة (ب) نسيج مُتصل



قطاع خلال مجموعة المباني المُنفصلة (مجموعة أ) ونسق سُرعة التدفق البطيء للسرعة الحرة (أ -١)
ونسق سُرعة التدفق العالية (أ-٢).



قطاع خلال مجموعة المباني المتلاصقة (مجموعة ب) ونسق تدفق الهواء

(شكل ٤٤)(*) نسق تدفق الهواء خلال وحول مجموعة المباني المُنفصلة ذات الفراغات الجانبية والخلفيـــة الضيقة (مجموعة أ) ، والمباني المُتصلة ذوات المناور المركزية والإرتدادات الخلفية (مجموعة ب).

(1) Farahat A.; Bowen A.; Abdelmohsen M.; "Evaluation and Development of Buildinfg Codes and Land – use Regulation, " King Abdulaziz University-Research Projects; Dhul-Queda 1408 – 1988; P. 6'81

٢-٣-٧ تأثير سقف كُتلة المبنى على حركة الرياح:

تتأثر حركة الرياح حول المبنى وداخله بشكل السقف المائل والمُنحنى والسقف الأفقي المُتـــدرج، كذلـك بشكل ومواضع فتحات السقف سواءللقف الهواء أو تصريفه من داخل المبنى إلى الخارج، وارتفـاع الســقف يؤثر بدوره على نمط وسُرعة تدفق الهواء بالفراغات الداخلية.

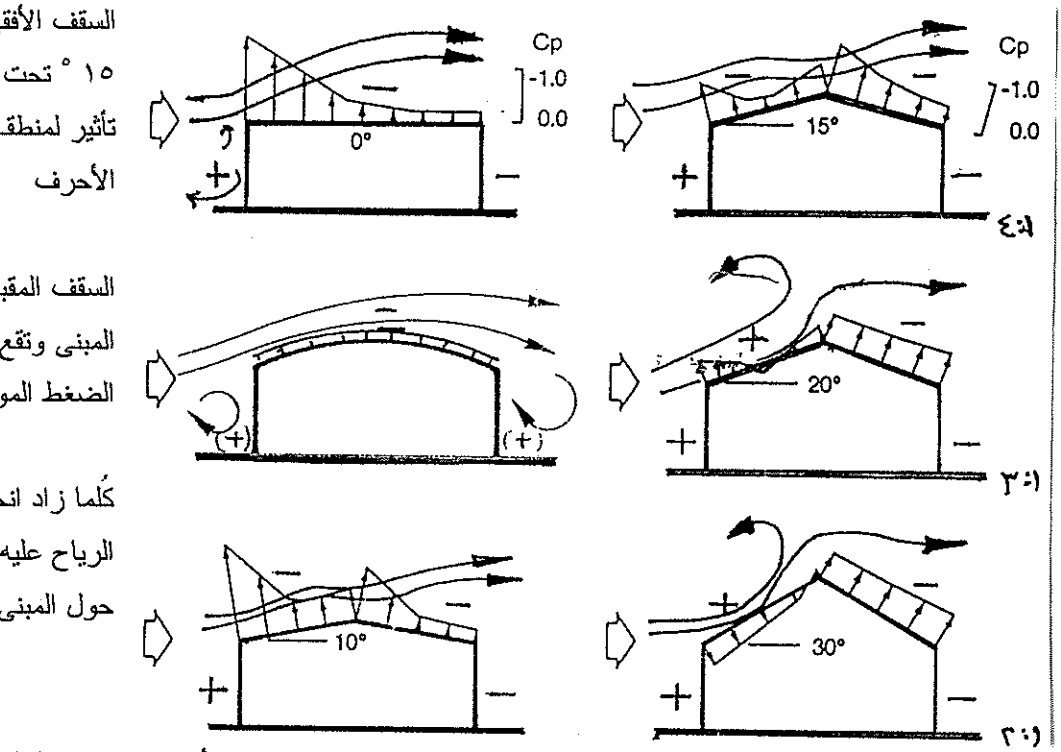
٢-٣-٧-١ شكل سقف كُتلة المبنى:

عندما تهب الرياح على واجهة مبنى تخلق منطقة ضغط موجبة جهة الرياح، وتتحرك الرياح فوق وحول المبنى حيث مناطق الضغط السالب أو السحب Suction . يبدأ تأثر السقف بالرياح عندما يتخطى ميولـــه ١٥ ° ويزيـد عليـه الضغط بزيادة زاوية الانحدار وتزيد منطقة التدفق الدوار Recirculating Flow، بينما السقف المقبي تنحدر حولـه الرياح فتقع الجُدران ~~فتقع الجُدران~~ أسفله تحت تأثير الضغط الموجب (شكل ٤٥)[1]. وبتدرج السقف الأفقـــي تتواجـد مناطق تدفق مضطرب أو دوامات سطحية خفيفة بمنطقة الأثر الواصلة بين منسوبي السقف الأفقي المُتـدرج، فتنشـط حركة الرياح فوق سطح السقف مما يقلل الضغط الحراري عليه (الشكل ٤٦)[2].

السقف الأفقي والمـائل حتـي زاويـة ١٥ ° تحت تأثير الضغط السالب وأقـل تأثير لمنطقـة التدفـق الـدوار عنـد الأحرف

السقف المقبي يحـرك الريـاح حـول المبنى وتقع الجدران أسفله تحت تـأثير الضغط الموجب

كُلما زاد انحدار الســقف زاد ضغـط الرياح عليه وزاد التدفق الـدوار مـن حول المبنى

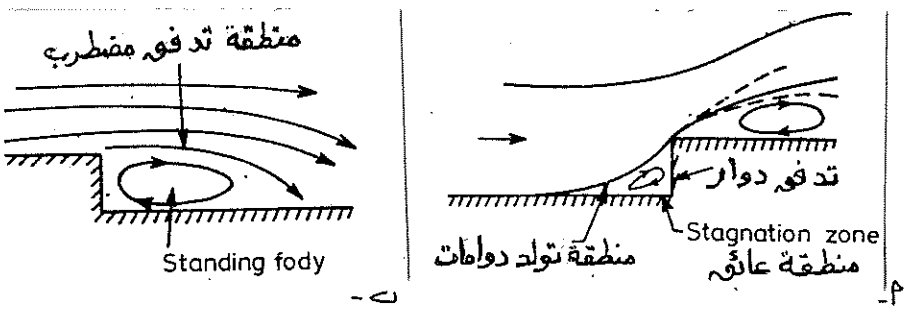


(شكل ٤٥) نسق تدفق الرياح ومعاملات الضغط على أسقف المباني المُنخفضة

(شكل ٤٦) تأثير تدرج السقف الأفقـــي على تيار الهواء:

أ- تدفقات الفصل الدوامية بفعل الحافة Turbulent Shear Flows

ب- التدفق المفاجئ بفعل فارق المنسوبين Jet-affected by boundary



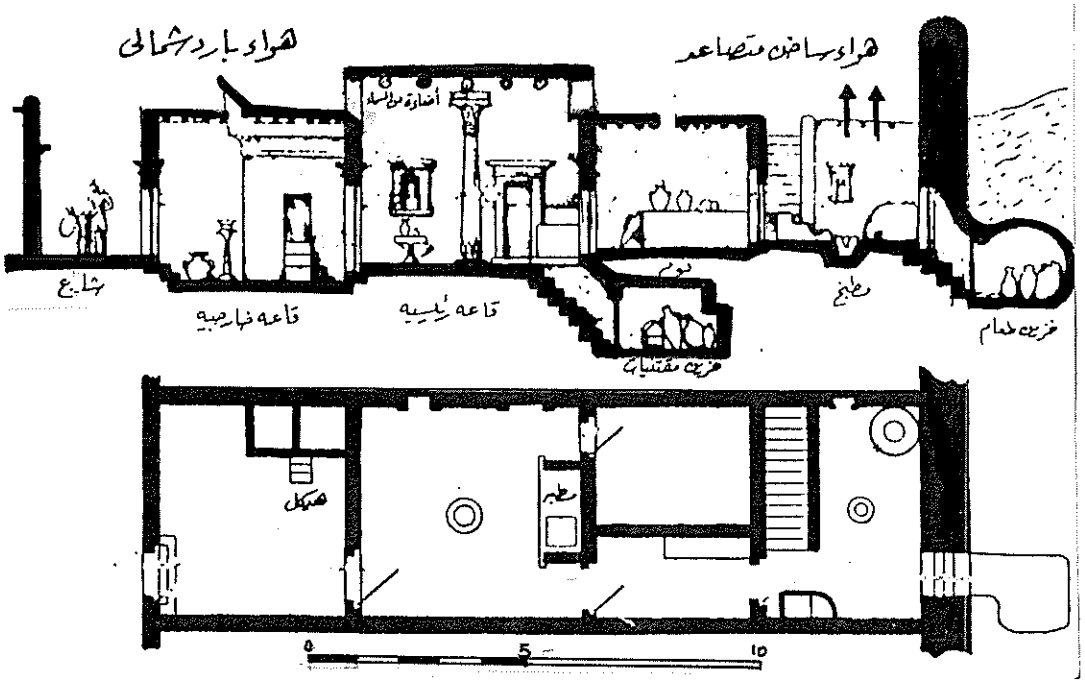
(1) ASHRA Fundamentals Hand Book "Air Flow Around Buildings", 1989 P. 146

(2) Garde R. J.;Turbulent Flow;P. 44 ' 47

٢-٣-٧-٢ فتحات السقف وحركة الهواء داخل الفراغ:

تعددت أشكال الفتحات السقفية بالمنازل التقليدية في المناطق الحارة بمصر القديمة والبلاد التي ازدهرت بها الحضارة الإسلامية بالقرون الوسطى.

انتشرت مساقط الهواء بالأسقف الخشبية مع تظليلها بغطاء خشبي مائل على اتجاه تدفق الهواء السائد (ملقف الهواء في مصر). كذلك المضاوي التي تسمح بالإضاءة وتصريف الهواء الساخن خلال السقف (شكل ٤٨). وقد توافقت هذه العناصر المعمارية مع مكملاتها من تخطيط متضام للنسيج العمراني، فالحارة المظللة مصدر الهواء البارد والفناء السماوي لجذب الهواء إلي عمق الدار نهارا بجانب وظيفته كحوض لتخزين الهواء البارد ليلا.

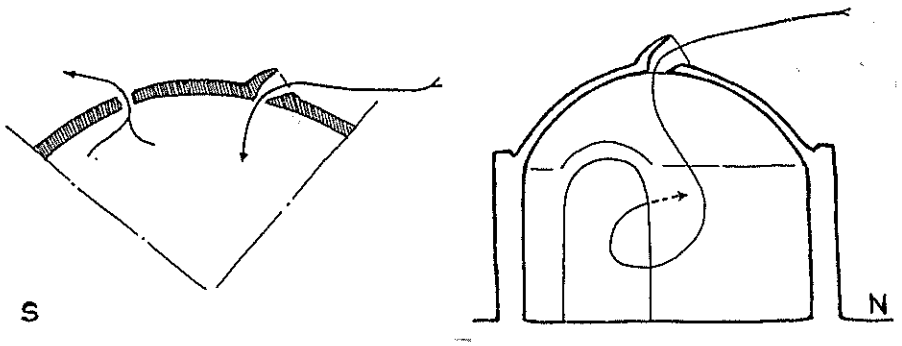


(شكل ٤٧) [١] الفتحات السقفية بمنزل مصري بقرية دير المدينة

(شكل٤٨)

أ- فتحات التهوية ذات الغطاء بالسقف المقبي (ملقف) بمقبرة لمصري مسلم بتونة الجبل بالمنيا.

ب- وفتحات خروج الهواء الساخن (المضاوي) بصومعة مصري مسيحي بمنطقة Kelliia [٢]

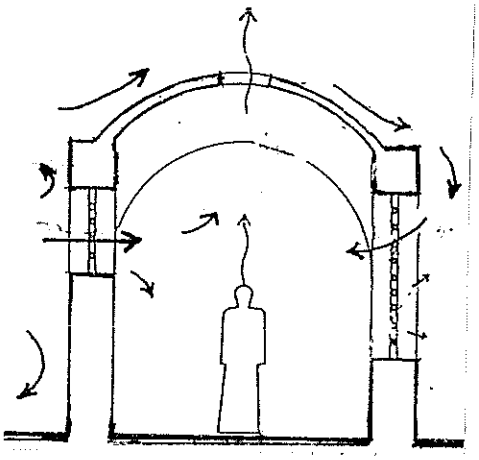


-ب- -أ-

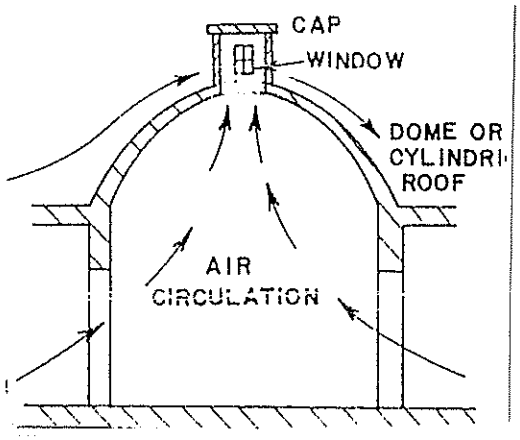
(١) المصدر/ . سمير محمد سعيد، المعالجة المناخية للعمارة السكنية في مصر، رسالة دكتوراه بكلية الهندسةجامعة عين شمس ١٩٩٣.

(2) Olivier Jaubert, Annales Islamologiques, Tome XXIX-Orientale du Caire 1995
(حوليات إسلامية – المجلد ٢٩ المعهد العلمي الفرنسي للآثار الشرقية بالقاهرة)

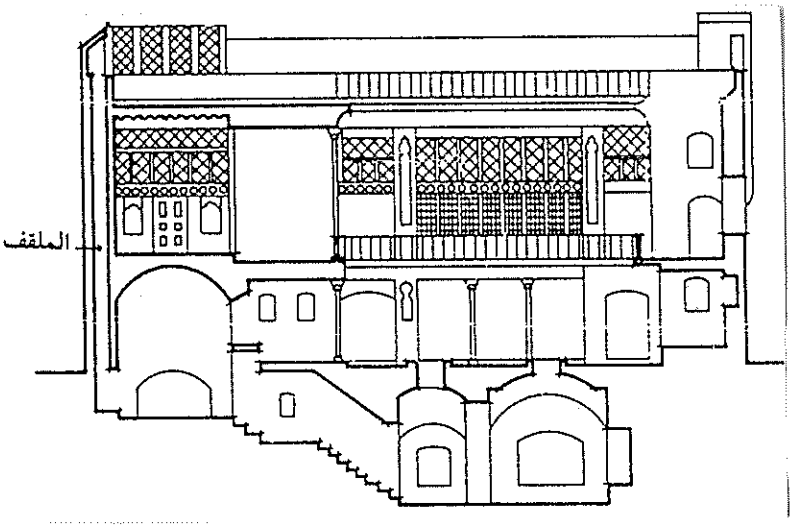
(شكل ٤٩)
الفتحات السقفية.



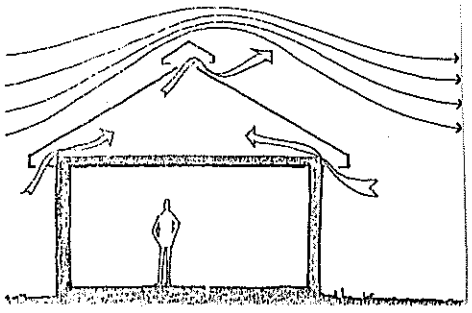
أ- المضاوى لتصريف الهواء الساخن بالسقف المقبى الذى يقع جزء منه فى الظل دائماً فينشأ تباين فى الضغط علىسطحه وتزيد حركة الرياح فوقه ويقل الضغط الحرارى أسفله بالفراغات الداخلية [١].



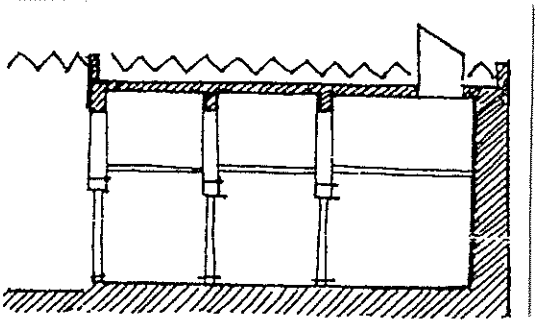
ب- شخشيخة القبة وتصريف الهواء بفعل حركة الرياح أعلى السقف المقبى الذى يتبعه سحب يضمن تهوية المبنى فيرتفع الهواء الساخن بفعل الحمل وينفذ خلال الشخشيخة[٢].



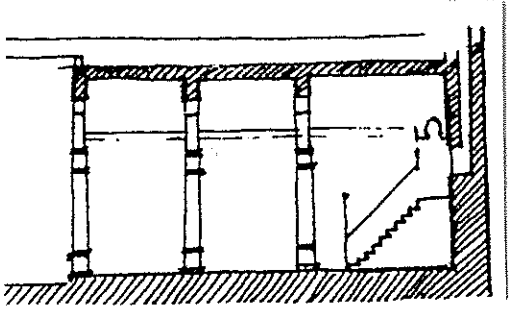
ج- الناروزة بسقف السرداب بالمنزل العراقى لتصريف الهواء الساخن عبر الفناء السماوى [١].



د- فتحات قاع وقمة السقف المنحدر لتهوية وتبريد السقف الداخلى [٣].



ه- فتحة مسقط الهواء بسقف مسجد نجم الدين بالمنيا(الملقف) [٤].



و- لقف الهواء بسطح المبنى حتى فتحة حائطية خلف منبر مسجد الصالح طلائع ١١٦٠م [٤].

---

(١) حسن فتحي، الطاقة الطبيعية والعمارة التقليدية، جامعة شيكاغو ١٩٨٦

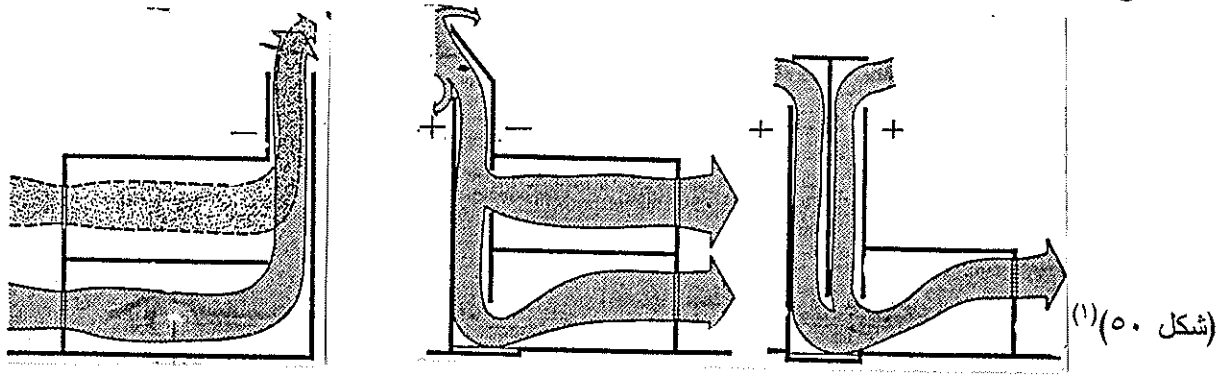
(2) Bahadori M.; Passive and Hybrid Convective Cooling Systems- Passive Cooling Conference, Miami 1981.

(3) Moore F., Environmental Control Systems, P. 188.

(4) Oliver Jaubert, (حوليات إسلامية), 1995.

٢-٣-٧-٣ أبراج الرياح:

وهو فراغ بجدار المبني متصل بالخارج بواسطة فتحة سقفية مُغطاة بغطاء خشبي مائل على اتجـــاه الريـــاح الســـائدة بعمارة مصر القديمة والعُثمانية وأحياناً يمتد بنفق خلال حوائط المبنى الداخليـــة أو الخارجيـــة فـــي عمـــارة مصـــر المملوكية وعمارة إيران. والملاقف للقف الهواء بفعل ضغط الرياح وكذلك لتصريفها كما في البازاهـــانج أو البـــادجير (أبراج الرياح الفارسية العالية) للقف الرياح الباردة ليلاً وتصريفها نهاراً بفعل التأثير الحراري، وفي نفـــس الوقـــت للقف الرياح الغالبة نهاراً خلال إحدى فتحاته المُتعددة (شكل٥١).

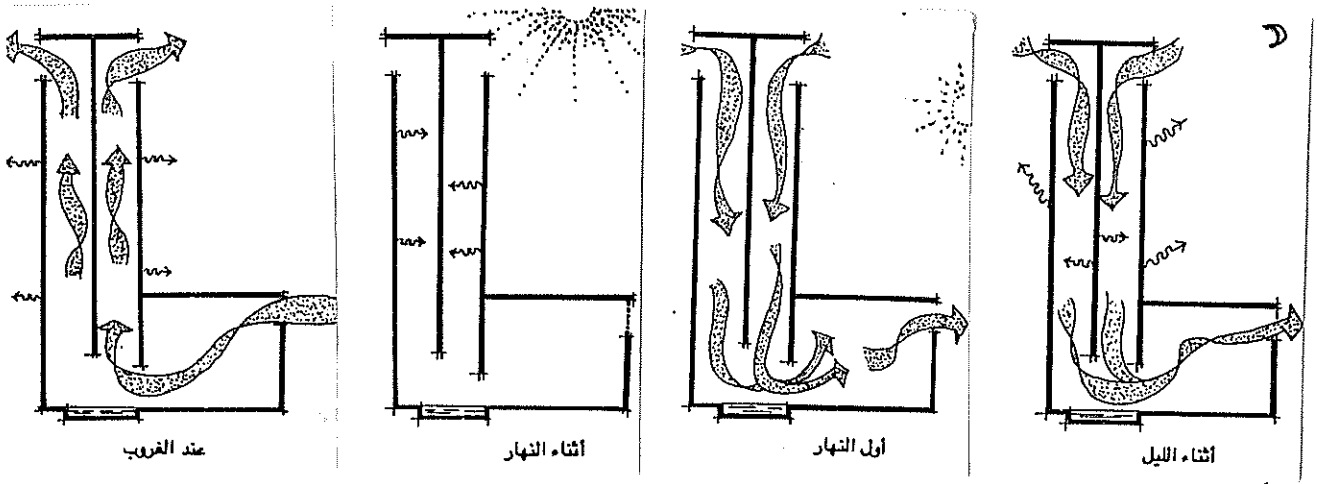


(شكل ٥٠)[1]

أ- أبراج التيـــار البـــارد أو النـــازل Katabatic للقف الرياح بأي اتجـــاه ولأقصى تباين حراري

ب- بُرج الضغط أو التيار النازل للقف الرياح السائدة Windcatcher

ج- بُرج التيار الصـــاعد Anabatic لتصريف الـــهواء الســـاخن خـــارج الفراغ بفعل تباين الحرارة.



ليلاً تبرد حوائـــط الملقـــف بالإشعاع البـــارد ويـــهبط الهواء الخارجي لداخل الفراغ

الهواء الخارجي ابرد من الداخلي فيسحب إلي الداخل بفعل الحمل

عندما تبدأ جُدران الملقف في اكتساب حرارة الشمس تسكن بداخله الرياح

يقل ضغط وكثافة الهواء الملامس لحوائط البرج ويدفعه الهواء الخارجي البارد

(شكل ٥١) حركة الهواء داخل بُرج يعمل بالخواص الحرارية خلال يوم صيفي كامل[2]

---

(1) Ramsey Sleeper, Architecture Graphic Standards, p,. 112

(٢) شفيق الوكيل ، محمد سراج ، المناخ وعمارة المناطق الحارة، صـــ ١٥٨

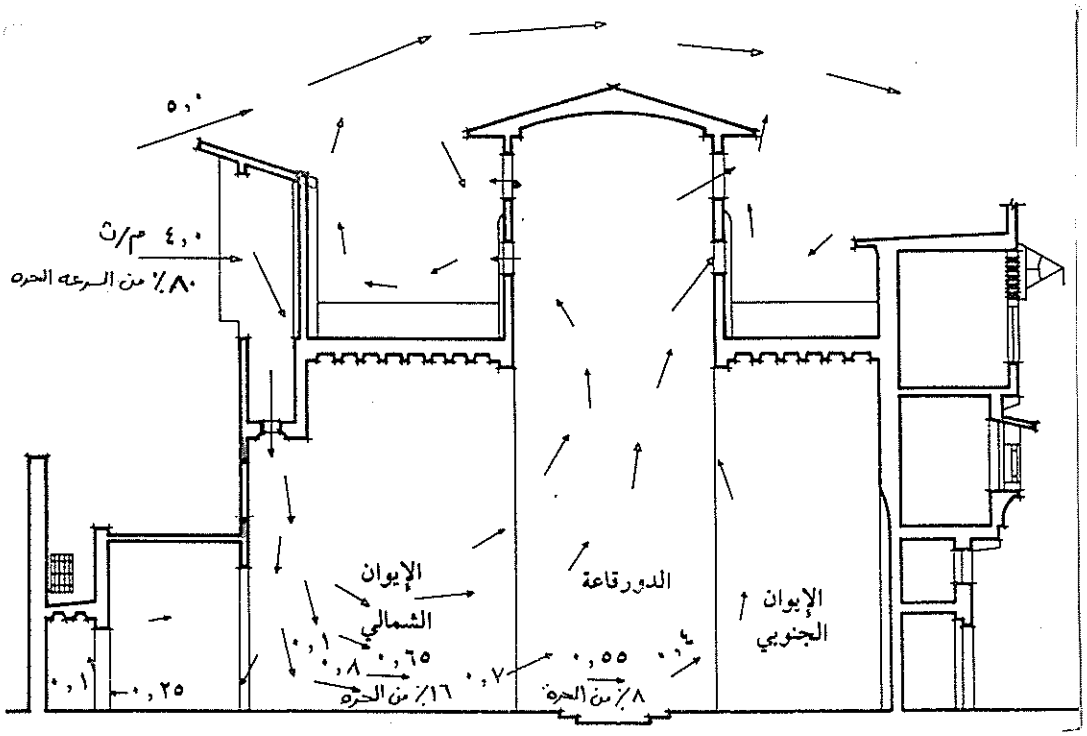
- **تأثير الفتحات السقفية وتباين ارتفاع السقف على مُعدلات التهوية:**

حركة الرياح داخل قاعة محُب الدين الموقع (١٣٥٠م - ٧٥١هـ):

تعتمد حركة الهواء بالقاعة على وجود تباين في الضغط ثم على تأثير الحمل. ويعتمد تصميم ممرق الرياح المُرتفع (الشخشيخة) على استغلال السحب الناتج عن وجود مناطق ذات ضغط هوائي مُنخفض لتوليد حركة مُنتظمة للهواء بالداخل، ويسمح الملقف الموجود في الإيوان الشمالي بدخول النسيم المُعتدل البرودة القادم من جهة الشمال إلى داخل القاعة بفعل الضغط الهوائي المُرتفع الذي تُسببه الرياح عند مدخل الملقف، وفي داخل الإيوان يتحرك الهواء ببُطء باتجاه الدرقاعة والتي يرتفع سقفها عن مُستوى سقف الإيوانات، ويحتوي على نوافذ تعمل كمهرب للهواء الذي يرتفع إلى جُزئها العلوي فيخرج ويستبدل بشكل مُستمر بهواء من داخل القاعة وتكتمل دورة الهواء (شكل ٥٢) ويؤدي شكل سقف الدرقاعة إلى تسريع حركة الرياح التي تهب عليها من الخارج.

والحمل أو اختلاف درجات الحرارة يؤثر في رفع الهواء الساخن بشكل طبيعي إلى الجُزء العُلوي من الدرقاعة، فتزداد سُرعة حركة الهواء بزيادة تعرض جزء القاعة العُلوي المُنبسط للشمس ويسخن الهواء الكائن في الجزء العُلوي منها باضطراد ثم يرتفع إلى الجزء العلوي من الدرقاعة ويهرب من خلال فتحاتها العُلوية، وسخونة الهواء بالجزء العُلوي من القاعة لا يؤثر على الراحة المُتعلقة بالمُحيط الحراري بسبب الارتفاع الكبير للسقف بالإضافة إلى أن ذلك يؤدي إلى سحب الهواء من الأسفل ومن الملقف مما يُساهم في حركة الهواء العامة، وترتيب الفتحات في القاعة يُحرك الهواء بالداخل حتى لو كان في الخارج ساكناً. وموضع القاعة في وسط المبنى وإحاطتها بالحُجرات يحمي جوانبها من الحرارة الخارجية ويضمن التباين في درجة الحرارة بين جزئي القاعة السُفلي والعُلوي[١].

يعتمد حجم ملقف الرياح على درجة حرارة الهواء في الخارج، فإذا كانت متدنية عند مدخل الملقف تكون مساحة مقطعة كبيرة، وعندما تكون أعلى من الحد الأقصى للراحة الحرارية تكون مساحة مقطعه الأفقي صغيرة، وبتبريد الهواء خلال نفق الملقف تقل درجة حرارته ويرشح من الأتربة.

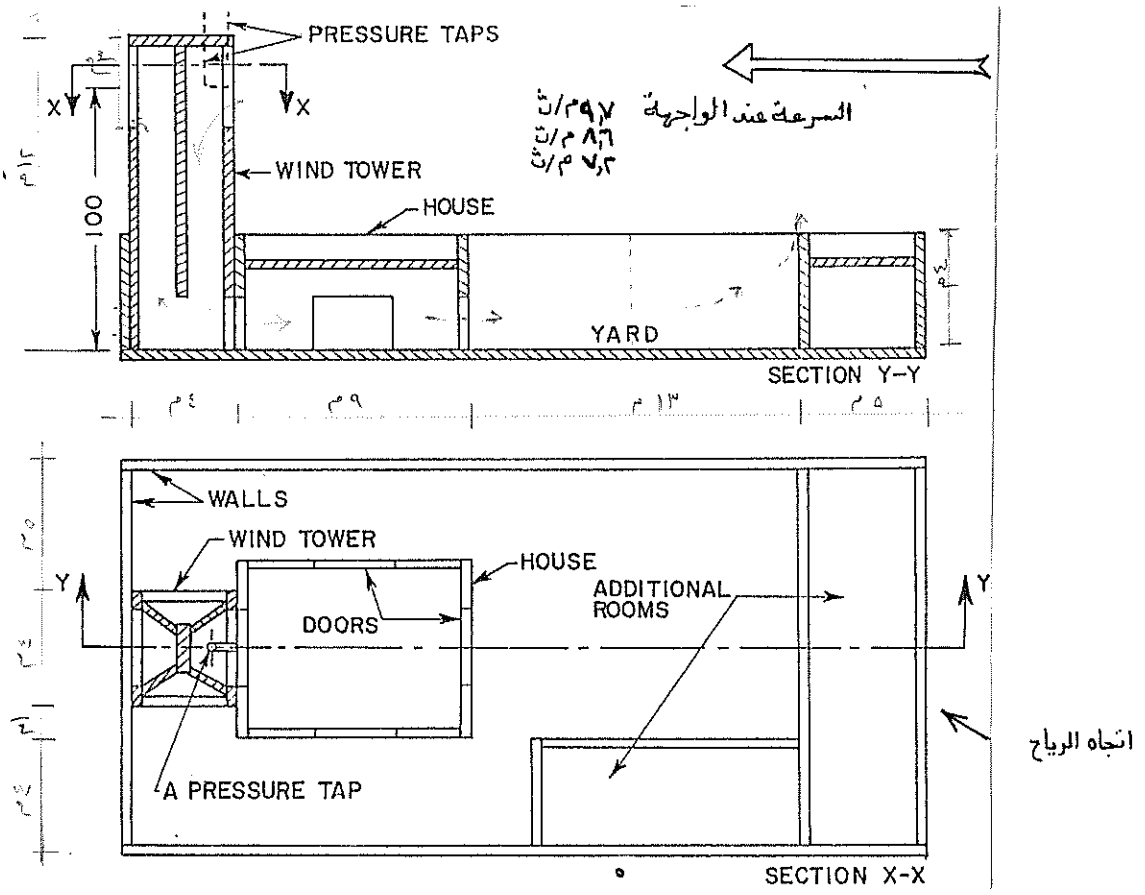


(شكل ٥٢) حركة الرياح بقاعة قصر مُحب الدين الموقع – القياسات لكلية العمارة التابعة لجمعية العمارة بلندن، أبريل ١٩٧٣ – يتناسب طول السهم مع سُرعة الرياح (م/ث)

(١) حسن فتحي، الطاقة الطبيعية والعمارة التقليدية، جامعة شيكاغو ١٩٨٦.

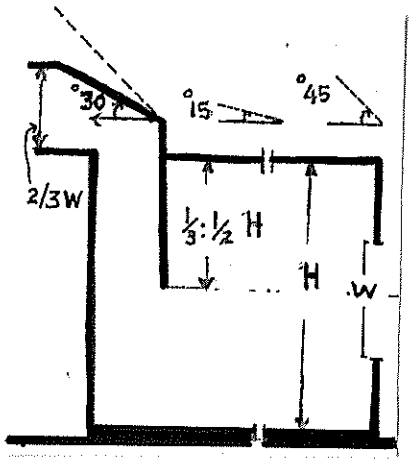
في اختبار بنفق الرياح (Wind Tunel) على نموذج من البلاستيك الشفاف Plexiglass لمنزل تقليـــدي إيرانـــي مزود ببرج للرياح (بادجير) وغرف ملحقة بالفناء ويحيطهم سور (شكل ٥٣) وحوله أربعة مباني من الخشب، لتقييم معدلات تدفق الرياح، وجد الآتي(*):

- كلما قلت المسافة بين المبنى والعائق الذي يتقدمه يزيد الضغط على فتحات المبنى ما عدا الفتحات في اتجاه الرياح (Wind Ward)
- عندما تقل المسافة بين مبنيين عن ضعف ارتفاعهما يكون معامل الضغط سالب على الفتحات فـــي اتجـــاه الرياح، وتكون السرعة عند البرج بلا عائق.
- يقلل السور حول المبنى من معامل الضغط على فتحات المبنى، ويتدفق الهواء من البرج إلي المنزل ثـــم الفناء إلا في وجود حديقة كبيرة تحيط المنزل فإن الهواء يتدفق من الفتحات باتجاه الريـــاح إلـــى داخـــل المنزل.
- يخرج الهواء عبر الفتحات الخلفية والجانبية للبرج عندما تغلق الفتحات الجانبية والمدابرة للرياح بالمنزل.



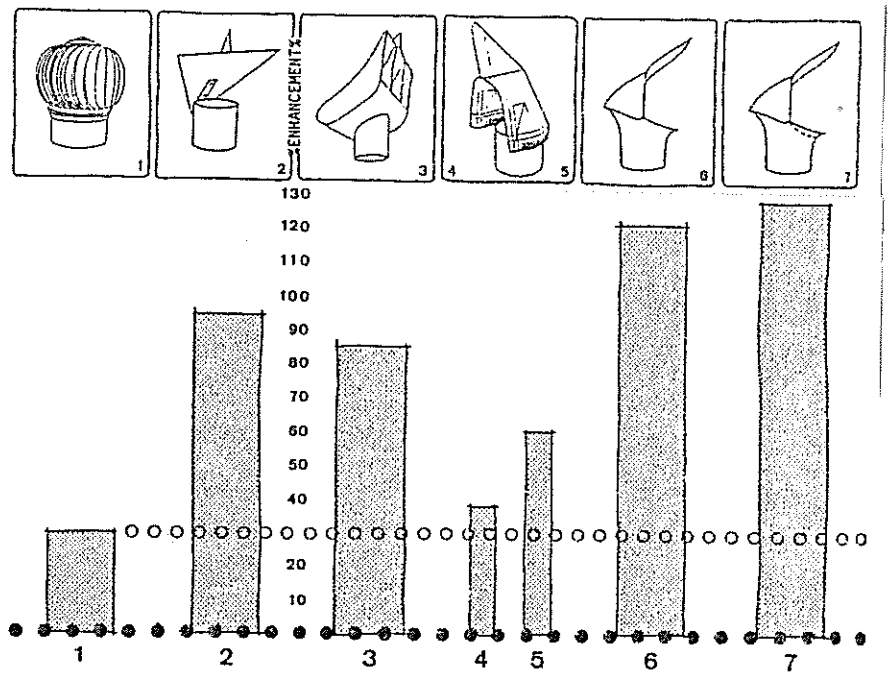
(شكل ٥٣)نموذج للمنزل الإيراني التقليدي.

(*) Mehdi Bahadori., Presure Coefficients to Evaluate Air Flow Pattern In Wind Towers , Passive Cooing Conference in Miami 1981., p.206.



(الشكل ٥٤) النسب المُثلى لفتحتي دخول وخروج الهواء، وارتفاع حائط بُرج الملقف وزاوية ميل سقف الملقف

- في دراسة باستخدام نفق الرياح لدراسة ظواهر حركة الهواء للوصول إلى الأداء الأمثل لملقف الهواء، أستنتج الأتي:(١)
  - تزيد سُرعة تدفق الهواء داخل الملقف ذى السقف المائل بزاوية ميل ٣٠° ثم ١٥° ثم ٤٥° وكُلما كانت فتحة دخول الهواء بارزة وذات سقف منحنى تزيد سرعة دخول الهواء إلى الملقف
  - النسبة المُثلى لفتحتي دخول وخروج الهواء المُتقابلتين ٢ : ٣ ليتحقق انتشار تدفق الهواء وتجانسه بالفراغ.
  - يكون امتداد برج الهواء داخل الفراغ حسب مُستوى الأداء المطلوب تهويته داخل الفراغ، وتزيد سرعة الهواء وتجانسه بالفراغ مع امتداد بُرج الملقف إلى ١/٢ : ١/٣ ارتفاع الفراغ الداخلي، حيث فتحة الخروج في مُنتصف الحائط المواجهة لفتحة دخول الهواء.



(شكل ٥٥)(٢)

نسب معدلات التهوية الناتجة بواسطة ستة أغطية مُختلفة لفتحات السقف ذوات مُحرك دوار Rotating Turbine Cap ، يتضح أن أعلى مُعدل لسُرعة الهواء الخارج من الفتحة ذات الغطاء بزاوية ميل و الذى يزيد التدفق بنسبة ٩٥ : ١٣٠%(٢)

---

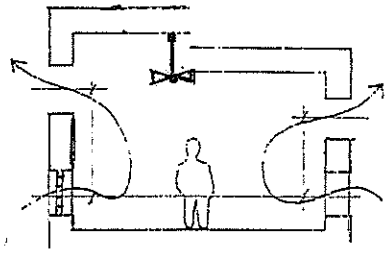
(١) خالد سليم فجال، دراسة تحليلية لتطوير ملقف الهواء بهدف استعماله في العمارة المصرية المُعاصرة ، رسالة ماجستير بجامعة المنيا ١٩٨٨.

(2) Moore F.; Enironmental Control Systems ; P. 265

٢-٣-٧-٤ تأثير ارتفاع السقف على حركة الهواء:

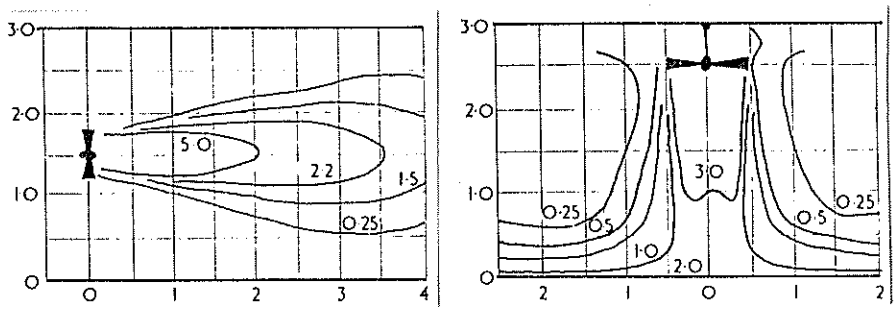
بينما لا تزيد حركة الهواء بزيادة ارتفاع السقف في الحالة العادية لوضع الفتحات إلا أن إمكانية وجود تباين بين ارتفاع الفتحات يعطى إمكانية التخلص من الهواء الساخن بتأثير فارق درجات الحرارة، وذلك بإتاحة زيادة في ارتفاع السقف ليسمح بفتحات علوية (شراعة). والتباين في المسافة الرأسية بين الفتحات، وتعاظم إحدى القوتين (القوة الحرارية أو قوة ضغط الرياح) يزيد من سرعة الهواء فتسحب الهواء إلي داخل الفراغ (شكل ٥٦ أ) أو تصرف الهواء الساخن خارج الفراغ بفعل اختلا ف الحرارة.
كذلك استعمال مراوح السقف في المناخ الحار الرطب يتطلب ارتفاع السقف بما لا يقل عن ٣م لتفادى التيار المزعج المتسبب فوق رؤوس شاغلي الفراغ (شكل ٥٦ - ب)[1]

أ- السقف المرتفع اكثر من ثلاثة متر يسمح بفتحات علوية لسرعة تصريف الهواء الساخن واستمرار تيار ا لهواء وخصوصية الرؤية.



ب- مروحة السقف قطر ١م يلزمها سقف لا يقل ارتفاعة عن ٣م لتفادى التيارات الهوائية المزعجة

ج- المراوح الجانبية للإستعمالات غير المنزلية لتفادى التيار المزعج المتسبب عند مستوى الفرد.

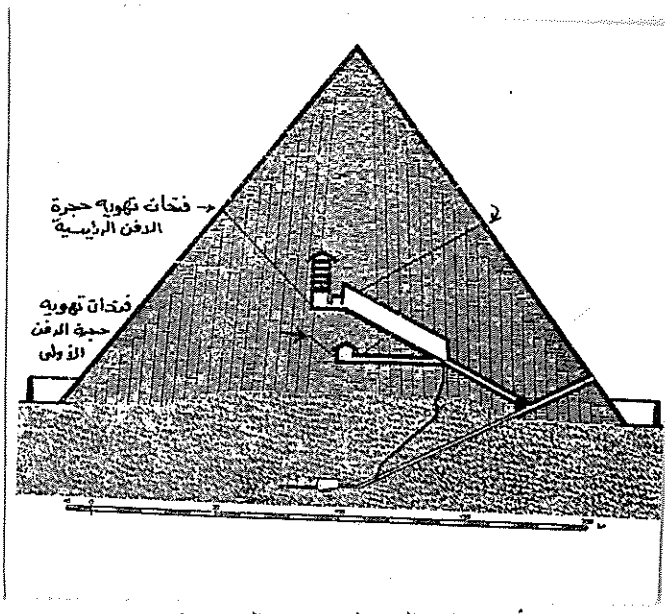


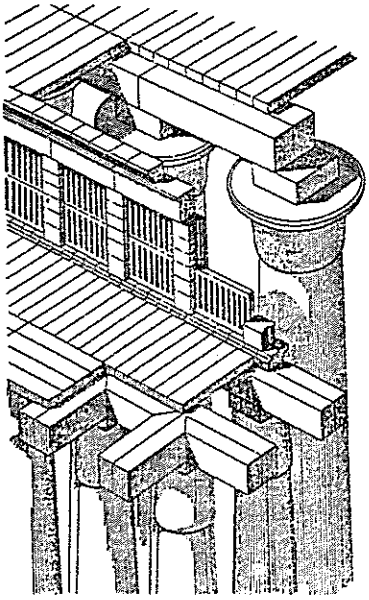
(شكل ٥٦) تأثير ارتفاع السقف على تحريك الهواء بالتأثير الحراري من خلال الشراعات، وللحماية من التيارات المزعجة المتسببة من مراوح الهواء.

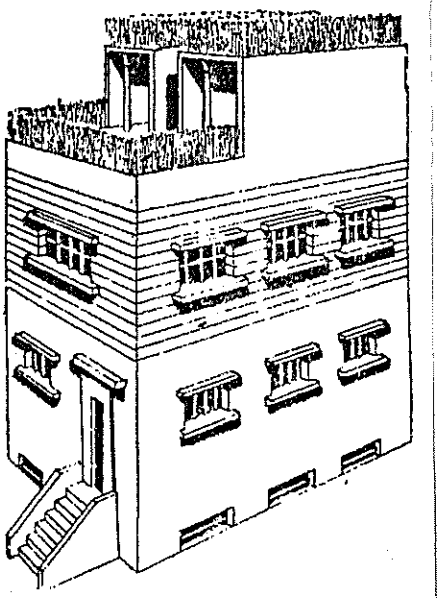
(1) Evans, M., Housing, Climate and Comfort., P. 133.

٢-٣-٨ تأثير الفتحات الحائطية على حركة الهواء حول وداخل المبنى:

تتوقف التهوية الطبيعية خلال نوافذ الهواء على حركة الهواء تبعا لسرعته واتجاهه ودرجة حرارته.
وكان الاحتياج لفتحات التهوية لإمكانية دخول وخروج الهواء، فتوقف معدل التهوية بالفراغ على مقاس وموضع فتحات التهوية، وتوزيع معامل الضغط لاتجاه الرياح، ودرجة حرارة الهواء بالداخل والخارج. كانت الفتحات العلوية والسقفية ببيوت مصر القديمة (شكل٥٧) والفتحات الحائطية ذات لفائف الحصير المظللة (شكل٥٧ج) ثم الفتحات الحائطية الكبيرة ذات المشبكات بواجهة بيوت الدولة الحديثة ومعابدها (شكل٥٧ب)
وتطورت معالجات تلك الفتحات فترة ازدهار الحضارة الإسلامية لدواعي التهوية والإضاءة والحماية من الشمس والنواحي الجمالية.







أ- فتحات التهوية بحجرة الدفن بمقبرة خوفو ب- المشبكات الحجرية بمعبد الكرنك ج- منزل بمدينة طيبة – دولة حديثة

(شكل ٥٧) فتحات التهوية بالمقابر والمعابد والبيوت المصرية القديمة.

أ- فتحات التهوية على جانبي الممر المؤدي لحجرة الدفن الأولى والثانية لمقبرة خوفو (٢٥٥١ق.م) للأسرة الرابعة، الأولى على ارتفاع ٢٠م من سطح الأرض (وهو نفس مستوى منسوب المدخل الأصلي للمقبرة) ثم تنحدر إلى أعلى حتى السطح الخارجي لجدران الهرم – وأثبتت دراسات جامعة ستانفورد الأمريكية عام ١٩٨٦ وجود تلك الفتحات المملؤة بالرمال حاليا[١].

ب- الفتحات العلوية بمعبد الكرنك بطيبة الأقصر وتغطيها المشبكات الحجرية (٢٠٠٠ق.م)[٢].

ج – منازل مدينة طيبة الشائعة ذات الطوابق المتعددة ومخزن وصومعتان للغلال وتبدو فتحاتها الكبيرة ذات الكاسرات الشمسية والمشبكات.

---

(١) أحمد قدري ، أبحاث هرم خوفو، مجلة عالم البناء العدد رقم ٧٧ لعام ١٩٨٧.
(٢) أنور شكري ، العمارة في مصر القديمة، ص ٢٢٤، ١٤٨.

استخدم الحديد الحديد كسقف
واقيه سواشمه

- في الاسلام في الشرفات للقصور
والعصاو الجدران لبيوت الفقراء
الخزانات

٣٤ م ٤٥ بالوجه الخارجي
بالاضافه لطلاء خشب منقبه على
شكل وجه او مربع او شبه بالداخل
لجراج للدوم سه مازال بالريف

الفتحات الحديد = الشبابيك في مجموعه فلاوون

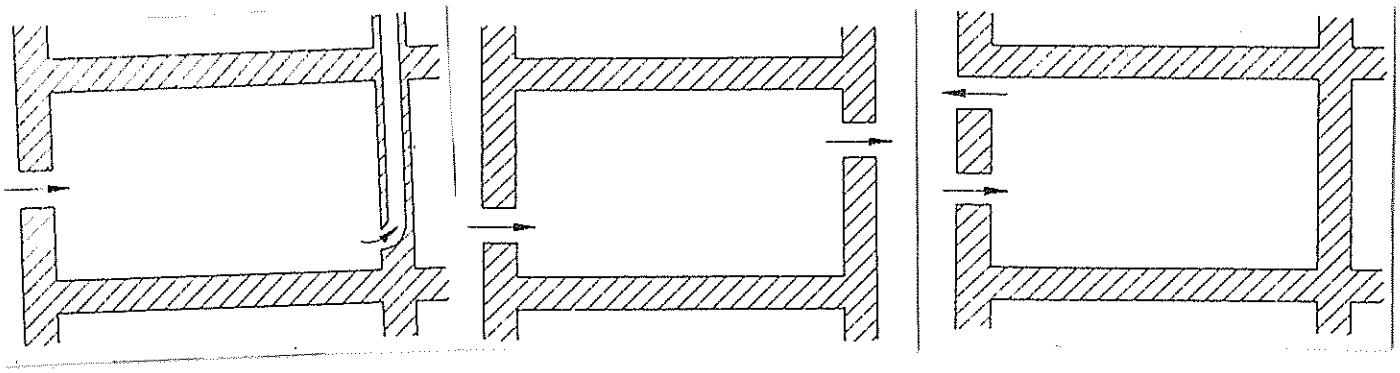
الشبابيك المقرل للوجه / شبابيك الحديد الاشعيه لدرجه جراده هواء مضبوطه

كا = البعد
با = البعد ٢
(نافذه الروح)

دفاع مدني للتعليم عام ٨٢م

فتحات تهويه الحفره على ارتفاع ام سه منسوب أرضيه الحفره
في اتجاهين الشمال والجنوب ، بعاده عده سنتيمترات
تؤدي الى سكن الهواء

يتحرك الهواء المتخلل إلي الفراغ بفعل قوة ضغط الرياح أو بفعل الضغط الساكن الجوى وهو فارق درجات حرارة الهواء الداخلي والهواء الخارجي، أو بفعل القوتين معاً.
ولتحديد أماكن فتحات دخول وخروج الهواء يلزم التعرف على نسق تدفق الهواء داخل الفراغ سواء بفارق الضغط الجوى أو بفعل ضغط الرياح (شكل ٥٨).



أ- عند توحد فتحتي الدخول والخروج، تكون الفتحات العلوية لتحريك الهواء بلختلاف درجة حرارة الهواء بين الداخل والخارج (التأثير التراكمي).

ب- بانفصال فتحتي الدخول والخروج، يكون الاعتماد على حركة الرياح وباختلاف موضع الفتحتين تكون الحركة باختلاف درجات الحرارة.

ج- بانفصال فتحتي الدخول والخروج تكون حركة الهواء داخل الفراغ بفعل قوة ضغط الرياح.

(شكل ٥٨) تحديد مواضع فتحات دخول وخروج الهواء تبعاً لحركة الهواء بفعل ضغط الرياح أو الضغط الجوى أو الاثنين معاً.(*)

(*) B S I, British Standards Institution: code of practice for Design of buildings: Ventilation principles and designing for natural ventilation- Bs5925 1980 .

٢-٣-٨-١ موضع فتحة التهوية في المسقط واتجاه الرياح الواقعة عليها:

يحدث أقصى انتشار للهواء داخل الفراغ عندما تكون الرياح مائلة على فتحة التهوية مع زيادة حجم الفتحة حيث يزداد مُسطح ضغط الهواء على جدار الفتحة ويندفع بمقدار حجمها إلى داخل الفراغ. ويوضح الجدول (جدول ٥) أن أقصى مُعدل للتهوية داخل الفراغ للرياح المائلة على فتحة دخول الهواء والتي يُقابلها على محور منحرف فتحة لخروج الهواء (منطقة الضغط المُنخفض – السالب – Suction)، ويزداد متوسط سُرعة تدفق الهواء بزيادة المسافة الأفقية بين محوري الفتحتين[١].

(جدول ٥) تأثير موضع فتحتي دخول وخروج الهواء واتجاه الرياح الواقعة على مُعدل التدفق:

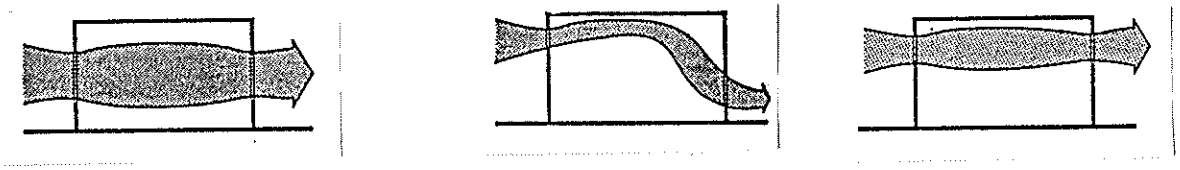
موضع الفتحات / اتجاه الرياح	صفر°	١٥°	٣٠°	٤٥°	٦٠°	٧٥°	٩٠°
	٢٣,٦	٢٤,٨	٢٢,٣	١٨,-	١٦,٣	١٢,٥	١٠,-
	٢٥,٨	٢٣,٣	٢٢,٢	١٧,٨	١٦,٧	١٢,٨	٨,٣
	٢١,٤	١٩,٢	١٦,٣	١٥,٦	١٣.٥	١١,٤	٨,٦
	٢٢,٨	٢٦,٧	٢٥,٧	٢٤,٩	٢٠,٧	١١,٧	٨,٩
	٢٢,٥	٢٥,٨	٢٩,-	٢٦,٧	٢٠,٦	١١,٧	١٠,٣

- تُعادل سُرعة الرياح الداخلية في حجرة ذات فتحة مُفردة ١٠ : ١٥% من سُرعة الرياح الخارجية، ويزيد من ٣٠% إلى ٥٠% بتواجد الفتحات في منطقتي الضغط السالب والموجب وتبعاً لحجم الفتحات ومسافة المحور بينهما، وعندما توازي الرياح هذا المحور تتدفق إلى داخل الفراغ بسرعة ولا تنتشر في حجم كبير منه، على عكس ما تكون مائلة فتقل سُرعتها ولكنها تزداد انتشاراً في حجم الفراغ[٢]

(1) Kukreja, et al, Tropical Architecture P. 98
(2) Givoni B.; Man, Climate and Architecture; P. 291 ‘ 295

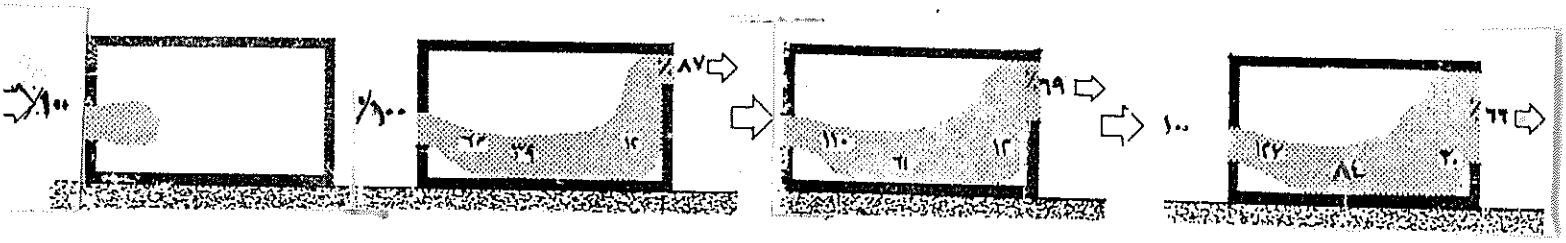
٢-٣-٨-٢ موضع الفتحة في القطاع (ارتفاع الجلسة):

التهوية المثلى بوضع منسوب جلسة فتحة التهوية (Sill) عند المستوى المطلوب تهويته أو أقل بقليل، ويزيد تدفق الهواء بزيادة اتساع الفتحات، فيكون ارتفاع الجلسة بالفراغات المعيشية من ٠,٧٠ : ١,٢٠ م،وللفراغات الدراسية والتي تتطلب عدم إعاقة العمل فوق منضدة الدراسة ١,٢ : ١,٥م،بينما في المناطق الرطبة تصل إلى ٠,٥٠ : ٠,٨٠ م (منسوب الشخص النائم).



(شكل ٥٩) [١]

أ- تهوية رديئة أعلى مستوى الإنسان ب- تهوية في المستوى غير المطلوب ج- تهوية مرغوبة في مستوى الإنسان



(شكل ٦٠) قياسات سرعة وتجانس تدفق الهواء بالفراغ الداخلي، والتي تزيد بزيادة اتساع فتحة المخرج عن المدخل وبزيادة المسافة الرأسية بينهما[٢]

ارتفاع الجلسة / مستويات القياس	٠,٥	٠,٩	١,٣	١,٥
١,٢٠	٢١,٣	٢٣,٢	(٢٤,٣)	١٧,٣
٠,٩٠	٢٢,٢	(٢٥,٥)	٢١,٢	١٤,١
٠,٥٠	(٢٦,٣)	٢٣,٧	١٧,٨	١٣,٧

(جدول ٦) توزيع سرعات الهواء لأسطح (مستويات) مختلفة وبإرتفاع جلسات مختلف. يلاحظ من القياسات أن أفضل سرعة للهواء داخل الفراغ عندما تكون الجلسة بإرتفاع ٠,٩م فوق سطح أرضية الغرفة [٣].

---

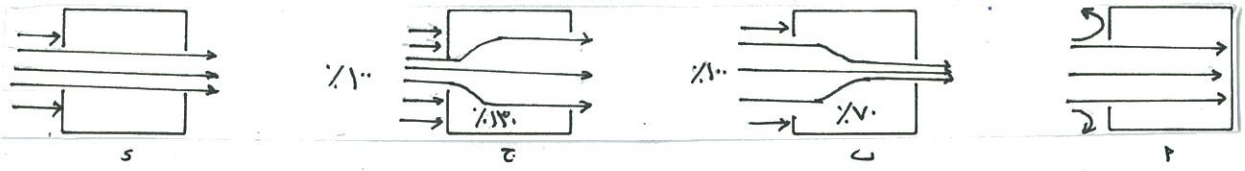
(1) Ramsy Sleeper, Architectural Graphic Standard; P. 112

(٢) شفيق الوكيل ، محمد سراج ، المناخ وعمارة المناطق الحارة،صـ ١٤٨

(3) C.P. KUKREJA, Tropical Architecture, 1980, P.97

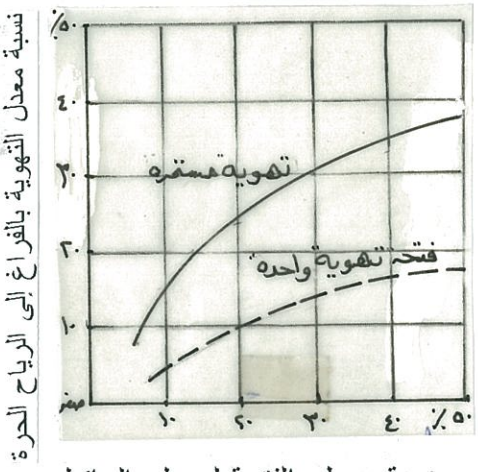
٢-٣-٨-٣ حجم فتحة التهوية وضرورة فتحة خروج الهواء:

تسكن الرياح بالفراغ ذى فتحة التهوية المُفردة مهما اتسعت. وتزيد سُرعة تدفق الـــهواء باتســاع فتحة دخول الهواء ولا تتغير السُرعة بثبات فتحة الخروج، بينما تزيد السُرعة بزيادة فتحة خــروج الهواء وينتشر الهواء بالفراغ وعند تماثل الفتحتين وتقابلهما يحدث تيار سريع مزعج (الشــكل ٦١) ويتضاعف مُعدل التهوية بالفراغ بتواجد أكثر من فتحة للتهوية المُستمرة (شكل ٦٢).

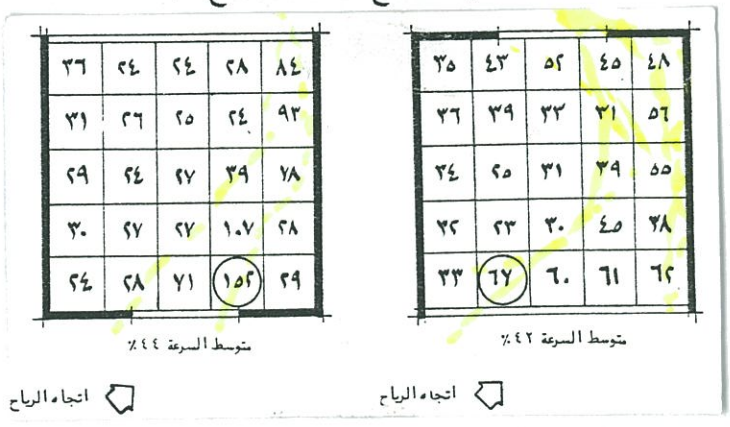


أ- لا يتدفق الهواء عند ثبات الضغط ب- أقل سرعة للهواء بالداخل ج- أكثر سرعة وتجانس للهواء د- أقصى سرعة بالداخل عن الخارج وتيار مزعج

(شكل ٦١) [٢] زيادة سرعة الرياح بالتباين فى حجم فتحتى دخول وخروج الهواء.



(شكل ٦٢)[١] يتضاعف مُعدل التهوية بتواجد أكثر من فتحة للتهوية المُستمرة



(شكل ٦٣) توضح قياسات ســـرعات تدفــق الهواء عبر فراغ حجرة ذات فتحتـــي دخـــول أكبر من فتحة الخروج، وحجرة أخـــرى بـــها فتحة الدخول أصغر من فتحة الخروج، واتجاه الرياح مائلة على الحجرتين، فإنه يزيد متوسط سُرعة تدفق الهواء وتجانسه بـــالفراغ عندمـــا تميل الرياح على الغُرفة الثانيـــة ذات فتحـــة الدخول الأصغر من فتحة خروج الهواء، حيث يبلغ متوسط السُرعة ٤٤% من نسبة الريـــاح الحُرة[٣].

(1) Ahmed Reda Abdin, ABio-Climatic Approach To House Design For Semi-Desert Climate , Ph. D. Thesis,1982
(2) Lechner N.; Heating Cooling Lighting , P. 191
(3) Givoni B.; Man , Climate And Architecture P. 293

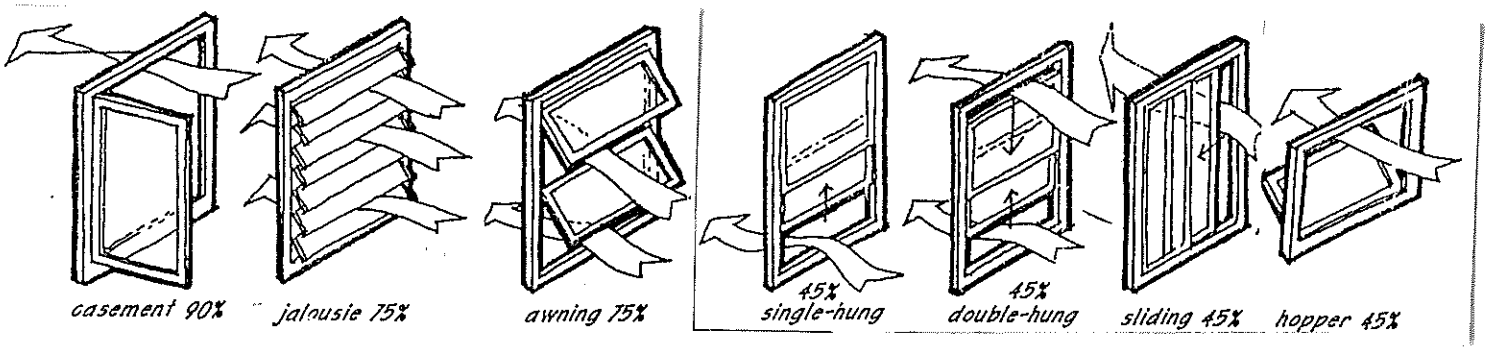
٢-٣-٨-٤ تأثير شكل فتحة التهوية على معدل تدفق الهواء داخل الفراغ:

يتخلل الهواء الفتحات الحائطية ويزيد معدل تدفقه إلى الفراغ الداخلي تبعا لمساحة النافذة وشكلها. الفتحة ذات الضلف المفصلية تتيح فتح النافذة بالكامل وبالتالي يتخلل الهواء المار بها إلى الفراغ بكامل حجمه، بينما الفتحات ذات الضلف المنزلقة والمحورية تقلل من المساحة المفتوحة وبالتالي من كمية الهواء النافذ إلى الفراغ. (شكل٦٤).

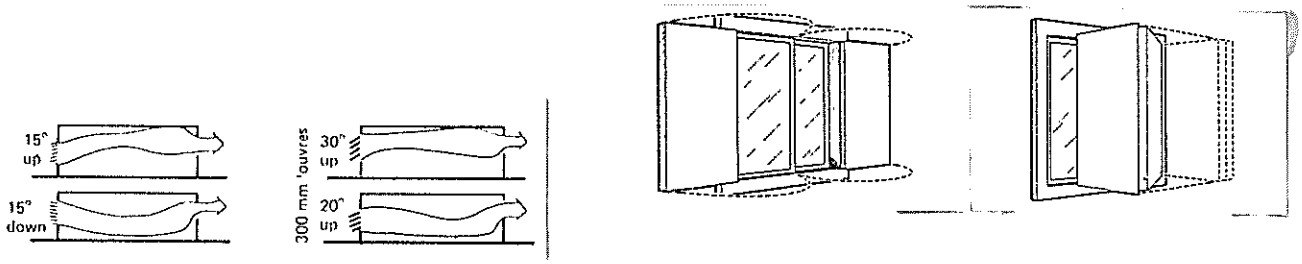
مساحة فتحة التهوية اللازمة لتغيير الهواء بمعدل ١٠ مرات في الساعة بفعل الحمل تعادل ٥% من مساحة أرضية الفراغ وإلا يجب إشراك حركة الهواء الناتجة عن ضغط الرياح بإتاحة تيار هواء يمر بالفراغ، وتصنف الفتحات إلى:

- فتحة كبيرة بنسبة ٤٠ : ٨٠ % من حائط الغرفة الخارجي وتتواجد في المناطق الرطبة التي ليس بها موسم بارد.
- فتحة متوسطة بنسبة ٢٠ : ٤٠% من حائط الغرفة الخارجي وتتواجد بالمناخ المعتدل والبارد لتسمح بالاختزان الحراري فترة شهور الشتاء.
- فتحة صغيرة بنسبة أقل من ٢٠% من الحائط الخارجي للغرفة وتتواجد بالمناخ الحار حيث لا يزيد الموسم البارد عن ٣ شهور وحتى يسهل تظليلها [١].

- في تجارب لحساب مساحة فتحة التهوية المناسبة لمعدل تهوية مريح بمدينة اورلاندو بولاية فلوريدا بأمريكا (مناخ دافئ رطب) لمنزل بمسطح حوالي ٤٥٠م^{٢} وارتفاع ٢,٤٠م ومواجه للشمال الغربي والجنوب الشرقي، ولرطوبة الجو فإن التهوية المستمرة مطلوبة على مدار اليوم. بفرض غلق الأبواب لأسباب أمنية بلغت المساحة المثلى لتحقيق معدل التهوية المريح ١٠,٨% من مساحة المنزل[٢].



(شكل ٦٤) تأثير شكل فتحة التهوية على معدل تدفق الهواء، فتقل نسبة تدفق الهواء إلى داخل الفراغ كلما قلت مساحة الفتحة وكلما زادت زاوية ميل الرياح الداخلة للفراغ[٢].



(شكل٦٥)[٣] يزيد معدل تدفق الهواء كلما قلت زاوية اتجاه الرياح العمودية على محور الفتحة في القطاع.

---

(١) شفيق الوكيل ، عبد الله سراج ، المناخ وعمرة المناطق الحارة، ص ٢٦٤.

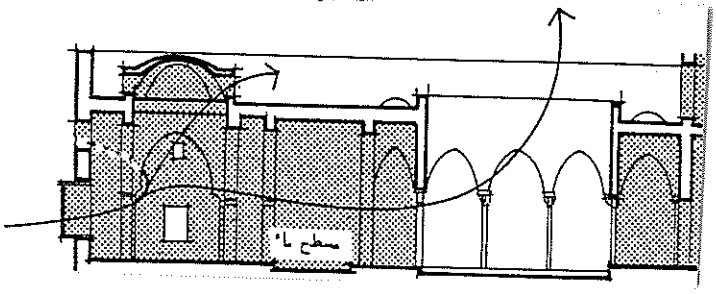
(2) Moore F., Environmental Control Systems, P. 192

(3) TA. Markus, EN. Morris; Building, Climate and Energy; P. 209

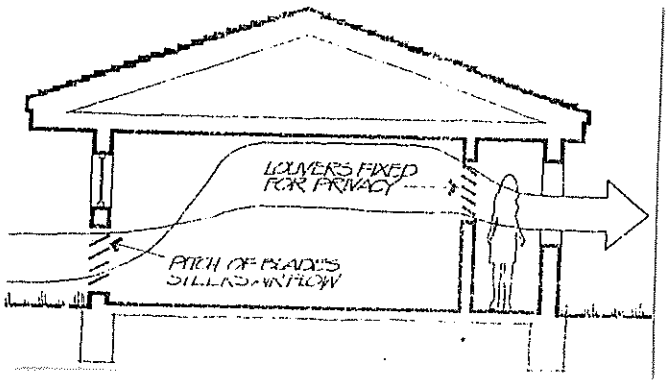
٢-٣-٨-٥ الفتحات العلوية والمخرمات الحائطية لمضاعفة معدلات تدفق الهواء:

تسمح الفتحات العلوية مثل الشراعات والفتحات السقفية باستمرار تدفق الهواء داخل الفراغ من خلال تصريفها للهواء الساخن المتجمع أعلى فراغ الغرفة، فيحل محله الهواء الخارجي الأبرد ويزيد معدل التدفق بزيادة المسافة الرأسية بين الفتحات. والفتحات الداخلية ذات العوارض تسمح بتوجيه تدفق الهواء وخصوصية الرؤية وشبهة الاتصال بالخارج (شكل ٦٦).

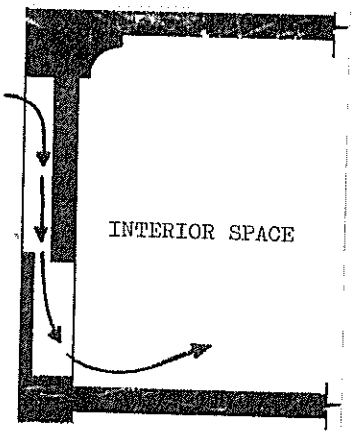
الطوب المفتوح أو المخرمات Claustrum تعمل على زيادة معامل الضغط على السطح المواجه للرياح مما يزيد اندفاع الهواء من تلك الفتحات الصغيرة والمظللة إلى ضعف سرعته متخللا الفراغ فيزيد معدل التهوية بالفراغ ، وسرعة تدفق الهواء تسمح بتبريده كما أنها تسمح بالحفاظ على خصوصية الرؤية لشاغلي الفراغ (شكل ٦٧).



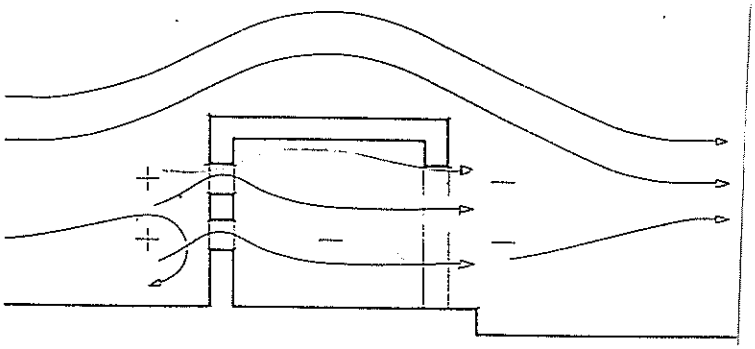
(شكل ٦٦) أ- الفتحات العلوية والحائطية للسماح بزيادة تدفق الهواء داخل الفراغ نتيجة سرعة التخلص من الهواء الساخن خلال الفتحات العلوية



(شكل ٦٦) أ- الفتحات العلوية لاستمرار تدفق الهواء، والعوارض الأفقية المتحركة لتوجيه التدفق إلى المستوى المطلوب تهويته[١]



(شكل ٦٧) أ- البدقش بدول الخليج Air Puller وهو مقطع بالحائط يجذب الهواء الخارجي إلى مستوى الجالسين بداخل الفراغ مع الاحتفاظ بخصوصيتهم[٢].



ب- المخرمات الحائطية يتخللها الهواء بسرعة أكبر من سرعة الرياح الحرة عند نفس المستوى لتعدد مناطق الضغط على السطح المواجه للرياح فتوفر نسيم مريح بفراغ الممر المسقوف[٣].

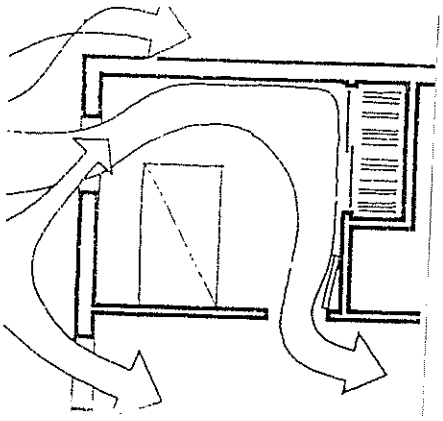
(1) Watson D.; Climatic Design, P. 198

(2) Fuad Bookhash, Wind Tower Houses of Bastakeya in Dubai, Passive Cooling Conference, Miami 1981 P. 79

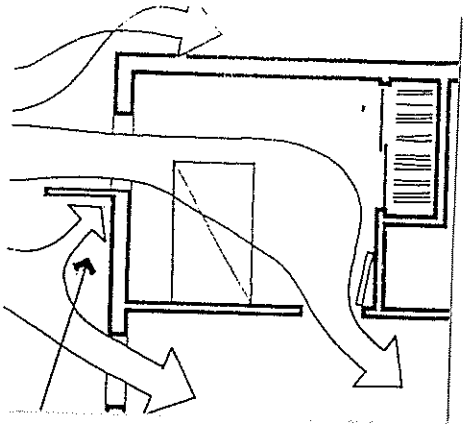
(٣)حسن فتحي ، الطاقة الطبيعة والعمارة التقليدية، صـ ١٠٥

٢-٣-٨-٦ الحوائط المجنحة (Wing Walls) المُلحقة بفتحات واجهة المبنى للقف الرياح أو لحجبها:

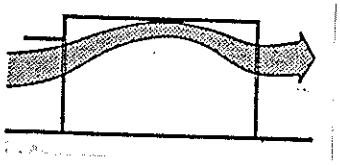
تتحكم المظلات والحوائط المُجنحة البارزة عن فتحات التهوية في تدفق الهواء داخل المبنـــى، فـتزيد أو تقلـل مـن الانتشار الحجمي لتدفق الهواء داخل الفراغ كما تؤثر في توجيه التيار الداخل إلىالفراغ.



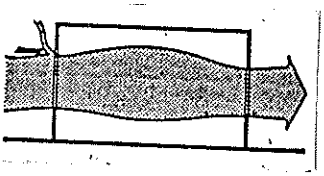
(شكل ٦٨) [١] أ- اندفاع الهواء لأركان الفراغ



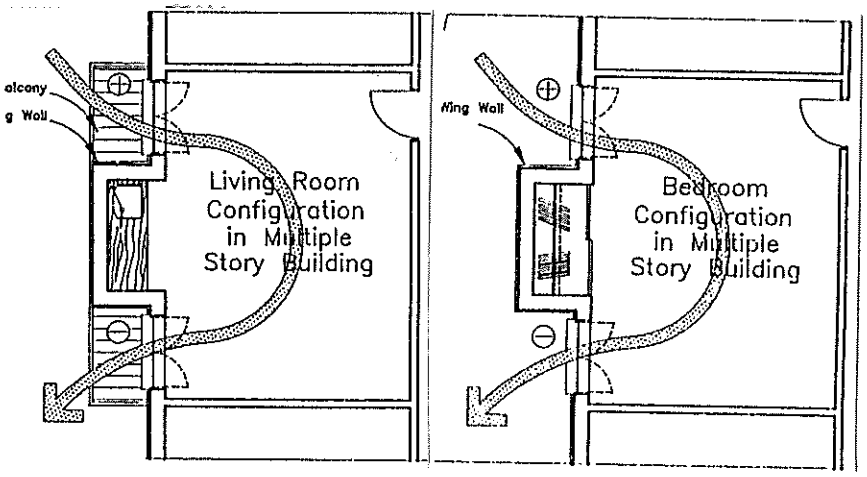
ب- الحاجز الخارجي يتحكم في اختراق الهواء لمُنتصف الفراغ



(شـــكل ٦٩ [٢]) أ- المظـــــلات الخارجية تخلق تياراً صـــاعداً داخـــل إلىالفراغ فلا تنتشر عند المنســـوب المرغوب



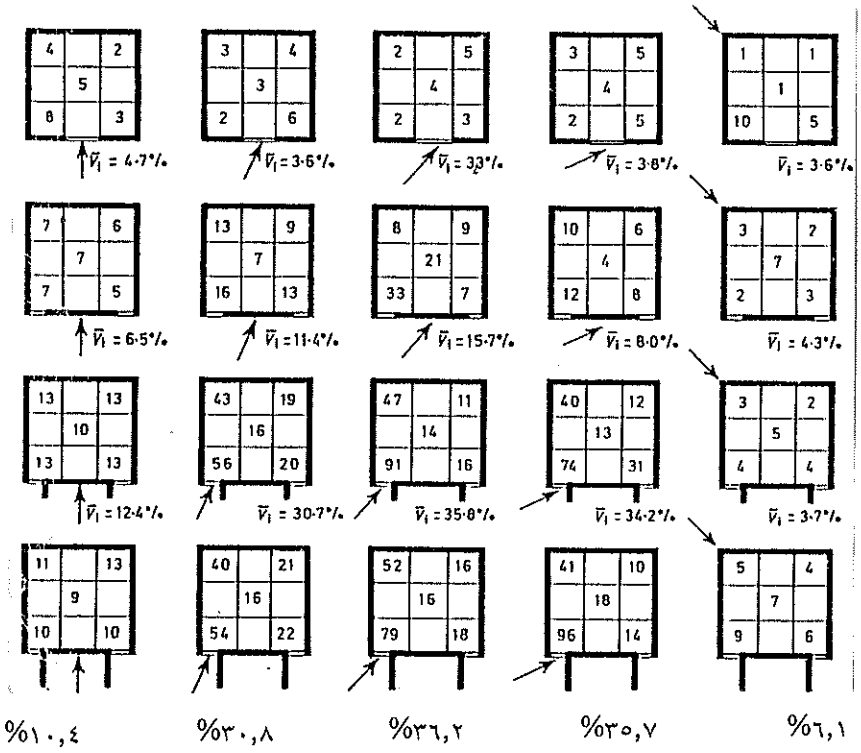
ب- يُمكن تصحيح مسار تدفق الهواء الداخل للفراغ بفصل المظلة الخارجية عن الحائط



(شكل ٧٠) استغلال بروز العناصر المعماريـة كحوائط مجنحة تتحكم في تدفق الهواء داخـــل الفراغ، وذلك بخلق منـــاطق ضغـط (بفعـل الحائط الخارجي المُستقبل للريـــاح) ومنـــاطق خلخلة على مسافة من فتحة الدخـــول تسـمح بخروج الهواء فيستمر تدفـق الـهواء داخـل الفراغ[٣]

(1) Watson, D.; Climatic Design, P. 194
(2) Ramsey Sleeper, Architecture Graphic Standards, P. 112
(3) Givoni, Passive and Low Enrgy Cooling of Building, Van Nostrand Reinhold 1994, P. 47

- لخلق تيار هواء مُستمر داخل غُرفة ذات حائط خارجي واحد، وذلك بإلحاق بروز فردي (من جهة واحدة) بفتحتين على الحائط لدخول وخروج الهواء، على ألا يزيد عمق البروز عن نصف المسافة بين البروز بنهاية فتحة الدخول والبروز الآخر ببداية فتحة الخروج لإمكانية تواجد مناطق ضغط متباين، ولتمسح تلك المسافة بتواجد منطقة خلخلة قبل وصول الرياح إلى الفتحة الثانية. وتتكون منطقة ضغط أمام الشباك القريب للرياح فيدخل منه الهواء بينما تتكون منطقة سحب أمام الشباك الأبعد فتخرج منه ويحدث تيار هوائي داخل الغُرفة. يتضاعف متوسط سُرعة الرياح داخل الفراغ عندما تكون اتجاه الرياح مائلة على المبنى(*).



(شكل ٧١)*

متوسط سرعات الهواء داخل الفراغ بالنسبة للسرعة الحرة فى غرفة ذات حائط واحد معرض إلى الرياح
(تتزايد السُرعة بالفراغ ذي الفتحات المُلحق بها بروز رأسي)

(*) Givoni; Man, Climate and Architecture, P. 297 ‘ 298

٢-٣-٩ التنسيق الداخلي وتأثير الفواصل الداخلية على تدفق الهواء بالفراغ:

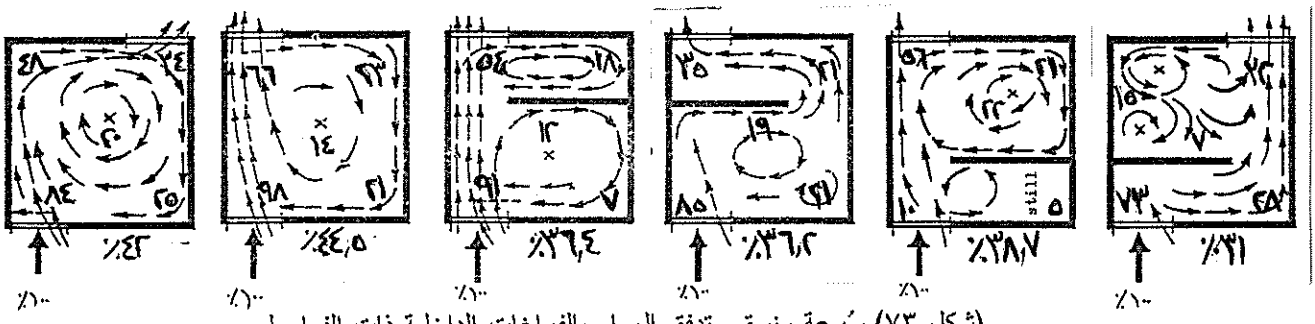
تقلل الفواصل الداخلية من سُرعة تدفق الهواء داخل الفراغ، وكلما قلت وتخللها الهواء كُلما زاد تدفقه، وبينما تؤثر فتحات دخول وخروج الهواء على مُعدل سُرعة تدفق الهواء داخل الفراغ فإنها بعلاقتها مع الفواصل الحائطية تؤثر على توجيهة حركة الهواء وسُرعته (شكل٧٢).

١- الفاصل الداخلي يعوق انتشار الهواء ب- يوجه الفاصل الداخلي التيار لأعلى

(شكل ٧٢) علاقة فتحتي دخول وخروج الهواء مع الفاصل الداخلي تؤثر في توجيهة الهواء[١].

ويحدث التدفق الأمثل للهواء داخل الفراغ عندما تكون الفواصل به حرة ذات فتحات لتخلل الهواء في حالة تعامدها على الرياح، وعندما تكون الفواصل الداخلية في اتجاه تدفق الهواء حيث يستمر تيار الهواء في مساره مع انتشاره في الفراغ. ويقل تأثير إعاقة الفواصل الداخلية لحركة تدفق الهواء داخل الفراغ عندما تواجه الفراغات الأكبر دخول الرياح.

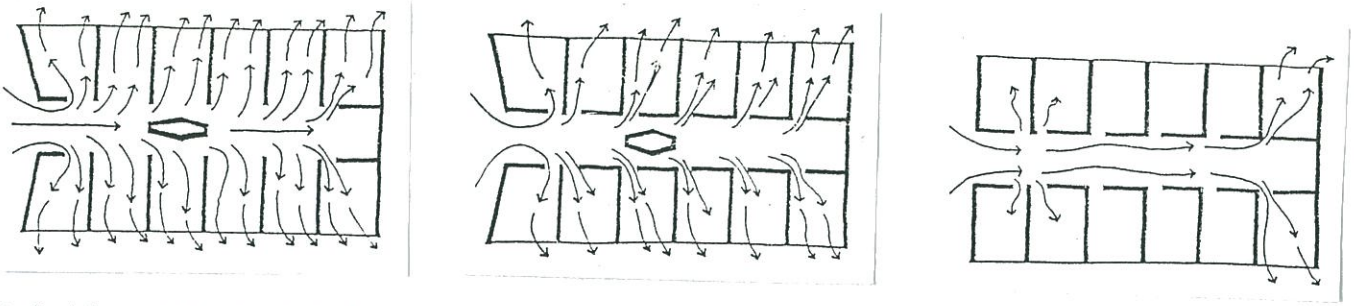
- ومن دراسات نسق تدفق الهواء لنموذج ذى فواصل غير كاملة (Subdivisions) مُختلفة المواضع بالفراغ الداخلي حيث تراوحت متوسطات سُرعة الهواء من ٤٥: ٣١٪ تكون أقل سُرعة للهواء عندما تقل المسافة بين فتحة دخول الهواء والفاصل. والحالة الأمثل للتهوية عند تقارب الفاصل من فتحة خروج الهواء. ويتحرك الهواء خلال فراغات الكتلة بقدر ما بقيت الفراغات المُتصلة مفتوحة. (شكل ٧٣)[٢]



(شكل ٧٣) سُرعة ونسق وتدفق الهواء بالفراغات الداخلية ذات الفواصل

(1) Ramsey Sleeper; Architecture Graphic Standards, P . 112
(2) Givoni; Man, Cimate and Architecture; P. 303

- من تجارب نفق الرياح لدراسة تأثير الفواصل الداخلية على تدفق الهواء بالفراغ (شكل ٧٤) يندفع تيار الهواء بالممر ولا يتخلل الفراغات المقسمة بفواصل إلا عند إضافة عائق في الممر يتسبب في توجيه التدفق إلى داخل الفراغات، ويزيد تدفق الهواء بالفراغات كلما قلت الفواصل الداخلية[١].

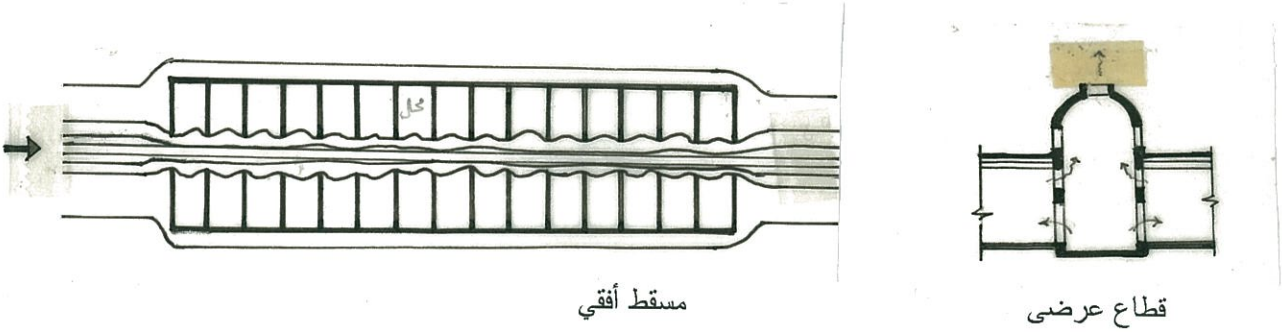


أ- التدفق الأصلي عبر الممر ب- دخول الهواء للفراغات بإضافة عائق بالممر ج- زيادة التدفق بالفراغات بعد إلغاء الفواصل

(شكل ٧٤) تأثير الفواصل الداخلية على تدفق الهواء بالفراغ

- وفي دراسة لتأثير حجم الفراغ بسوق تجاري تقليدي باليمن على كفاءة نسق تدفق الهواء بواسطة تجارب نفق المياه وجد أنه للحصول على كفاءة التهوية بالممر التسويقي وبالمحلات التجارية يجب أن يكون:

- نسبة عرض الممر التسويقي إلى الارتفاع ١ : ٢ على أن يحتوي السقف المقبي على فتحات سقفية.
- الطول الأمثل للممر التسويقي ١٥ متر، ومع الأخذ في الاعتبار البعد الاقتصادي يكون ٤٥ متر بحد أقصى ٦٠ متر.
- وعرض المحل الذي يسمح بتخلل الهواء من الممر إلى داخل المحل هو ٣م، ووجد أنه كلما قل عرض المحل التجاري زادت انسيابية الهواء في الممر التسويقي وانخفضت في المحل التجاري والعكس صحيح[٢].



مسقط أفقي قطاع عرضى

(شكل ٧٥) تأثير عرض الممر التسويقي والفتحات السقفية على تدفق الهواء بالممر والمحلات التجارية المفتوحة عليه (الفتحات السقفية والعلوية لتهوية الممرات التجارية).

---

(1) Moore, Fnveronmental Control Systems, P. 187

(٢) صباح مشتت ، الشيباني ، تأثير الخصائص الفضائية للأسواق التجارية على كفاءة التحرك الهوائي الطبيعي ، مؤتمر الحفاظ على التراث المعماري في الأردن والعالم العربي ، الجامعة الأردنية،نوفمبر ١٩٩٣.

٢-٤ التهوية الطبيعية للتحكم المناخي الوضعي للموقع العام والمنشأ في العمارة السالبة:

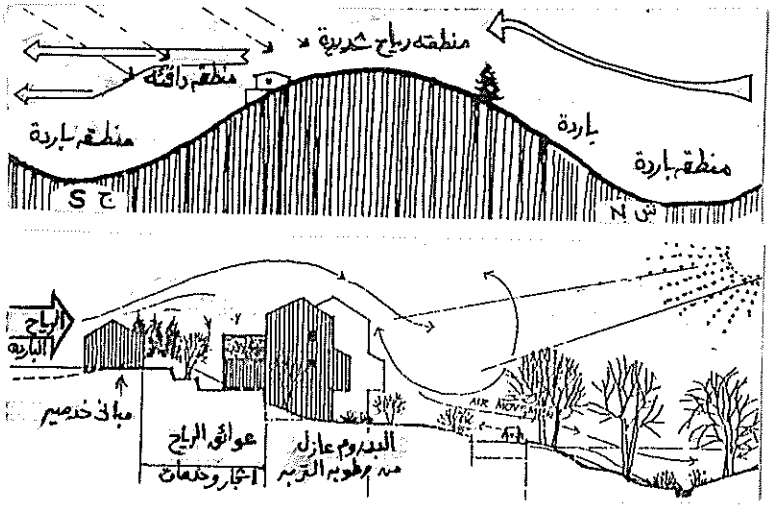
التهوية الطبيعية عامل من عوامل نقل أو تسرب الحرارة، فكما يتأثر نسق تدفق وسُرعة الرياح بالموقع العام وتنسيقه وكُتل المباني وفراغاتها وفتحاتها، فإنه يؤثر في المناخ الوضعي ويتسبب في زيادة الاكتساب الحراري والتدفئة أو تشجيع الفقد الحراري والتبريد بالموقع العام وداخل فراغات المباني.

ويتضح ذلك في العناصر التالية:

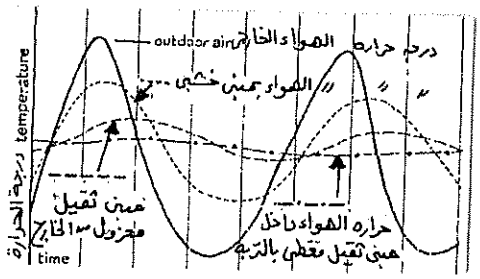
٢-٤-١ تضاريس الموقع العام وتهوية مباني باطن الأرض:

استغلت تضاريس سطح الأرض بالبناء في مواجهة الرياح للقف نسيم الصيف بالمناطق الحارة دافئة الشتاء، أو البناء في ظل الرياح بمنتصف المنحدرات الجبلية للحماية من الرياح الباردة بالمناطق المُعتدلة باردة الشتاء، أو النزول إلى باطن الأرض للحماية من الظروف المناخية القاسية.

وقد تواجدت مباني باطن الأرض في المناطق الحارة بمصر وتونس وإيطاليا واليونان والصين وكانت تهويتها من خلال الفراغات السماوية وفتحات الكهوف، وكانت لدواعي الحماية من العواصف الرملية وحرارة شمس الصحراء، وكذلك العواصف الهوائية بالمناطق الاستوائية، والرياح الباردة بالمناطق الشمالية، أيضاً لالتماس رطوبة ودفء باطن الأرض من خلال خفض التباين الحراري اليومي والفصلي (شكل ٧٧).



(شكل ٧٦)[1] استغلال تضاريس سطح الأرض بالبناء في ظل الرياح الباردة بمُنتصف المُنحدر الجبلي مع التوجه إلى الشمس للاكتساب الحراري المُباشر وإعاقة الرياح الباردة بالأشجار والمباني الخدمية.



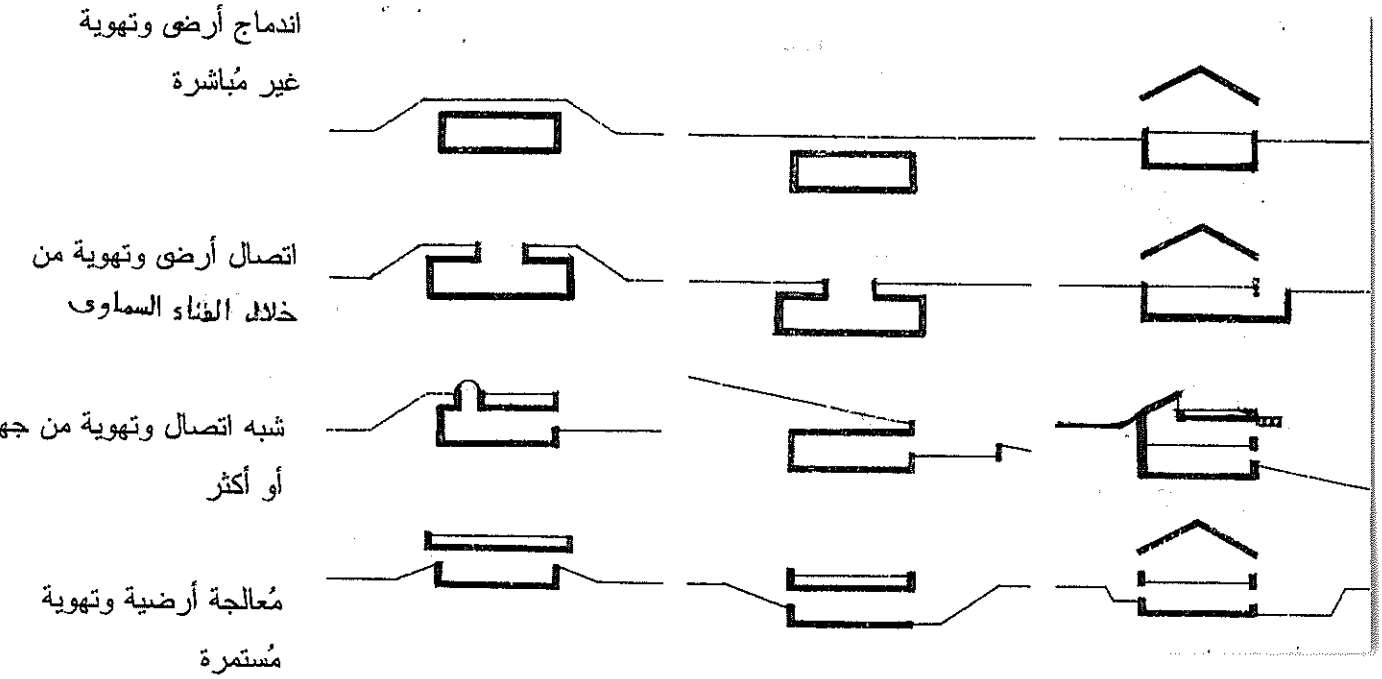
(شكل ٧٧) يقل التباين الحراري اليومي في المبنى ذى الجدران السميكة والمغطى جزئياً بالتربة وتستقر درجة حرارة فراغه الداخلي، يليه المبنى الثقيل ذو العازل الحراري بسطحه الخارجي ثم المبنى الهيكلي الخشبي الخفيف الذي يُقارب درجة حرارة الهواء الخارجي وتباينه الحراري[2].

(1) Moore F., Environmental Control Systems, P. 70
(2) Konya A., Design Primer For Hot Climate, P. 112

٢-٤-١-١ نظام التهوية المُباشر وغير المباشر لمساكن باطن الأرض:

تعددت أنظمة تهوية باطن الأرض تبعاً لاتصالها الكامل بالأرض أو شبه الاتصال أو المُعالجة الأرضية بطبقة التُربة لأسطح المبنى (شكل ٧٨).

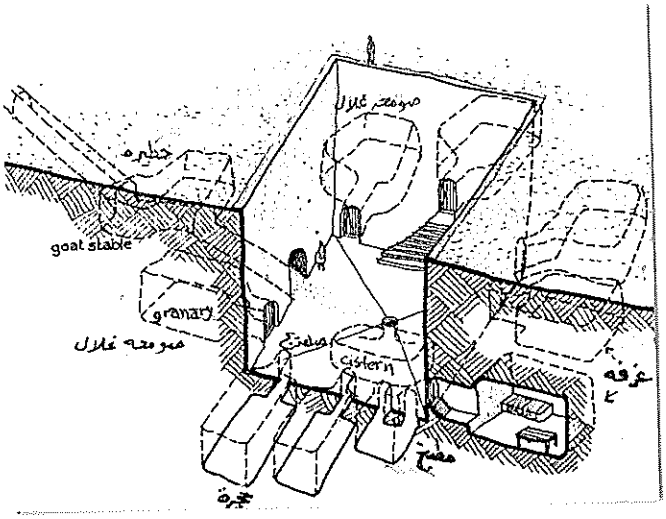
- وكانت التهوية المُباشرة من خلال الفتحات السماوية كالفناء المركزي السماوي (شكل ٧٩) والفتحات السقفية والعُلوية.
- والتهوية غير المُباشرة للمساكن المُندمجة مع الأرض من خلال أنفاق التهوية الرأسية (شكل ٨٠) وأنفاق الكهوف (شكل ٨١).



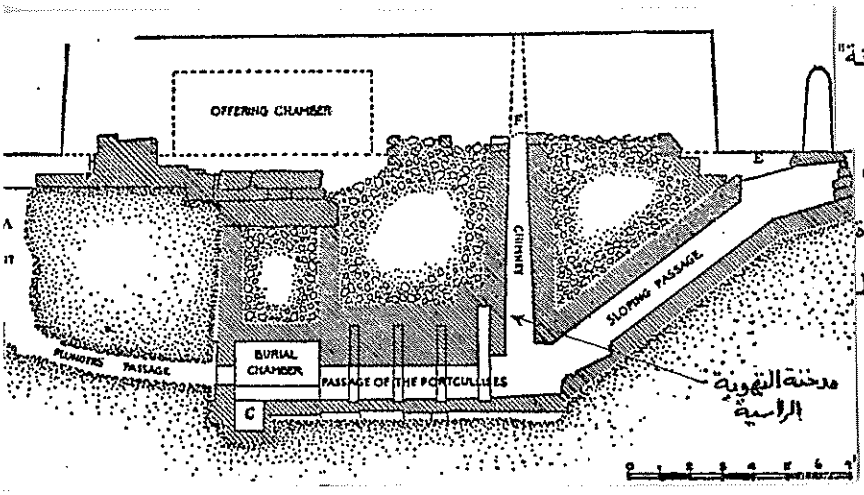
(شكل ٧٨) التهوية المُباشرة وغير المُباشرة لأشكال التصميم الأرضي-حجرة أو مجاز مندمج مع الأرض (كالبدروم)، قاعة مركزية مُتصلة بالأرض (كالفناء)،شبه اتصال بالأرض ومُعالجة للسطح بطبقة من التُربة فوق سطح المبنى وبجدرانه(*).

(*)Watson D., Climatic Design, P. 157

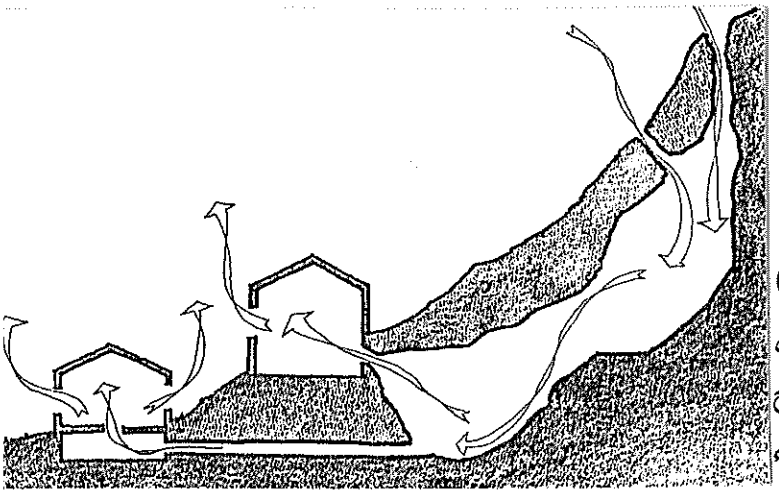
(شكل ٧٩) التهوية بالاتصال المُباشر
خلال الفناء السماوي المركزي لمباني
تحت الأرض بقرية مطماطه بتونس
حيث الحماية من الشمس والعواصف
الرملية والتماس ترطيب باطن الأرض
مع مُراعاة التهوية الطبيعية من
خلال الفناء السماوي المركزي[1].



(شكل ٨٠) التهوية غير المُباشرة بواسطة "مدخنة"
التهوية الرأسية بمقبرة أو دار خلود
سنوسرت عنخ مثال الملك سنوسرت
الأول (أسرة١٢/١٩٧٢ ق.م) المقبرة
تحت الأرض يصل إليها دهليز هابط
تتخلله أربعة مناريس، وأعلى الممر
نفق هوائي رأسي يصل إلى سطح
الأرض – وثبت حديثاً أهمية هذا
النفق في ترشيح رطوبة التُربة.



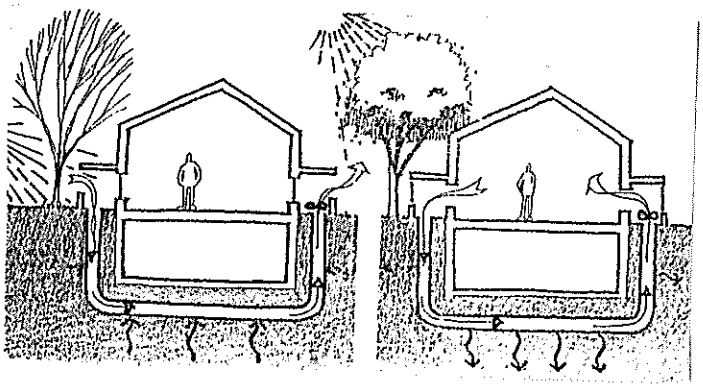
(شكل ٨١) التهوية بالاتصال غير المُباشر
وتدفق الهواء بالحمل بفيلا Aeolia (ق ١٦)
بإيطاليا، حيث يتدفق الهواء البارد عبر النفق إلى
المبنى فتظل حرارته ٢٢°م بينما تكون بالخارج
٣٢°م، وشتاءً عندما تكون درجة حرارة الهواء
الخارجي ١٤°م تكون بالداخل ٢٢°م[2].



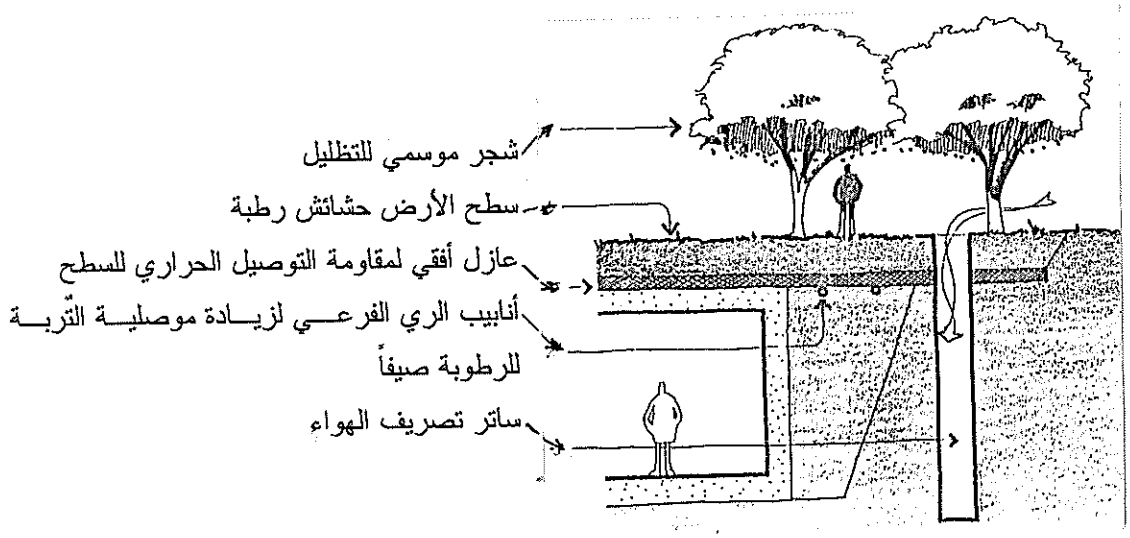
(1) Konya A., Design Primer for Hot climates, P, 89
(2) Moore F.; Environmental Control Systems, P. 213

٢-٤-١-٢ نظام التهوية غير المُباشر من خلال أنابيب التهوية الأرضية للتبريد والتدفئة:

توضع أنابيب التهوية على عُمق كبير بقدر الإمكان حيث درجة حرارة التُربة أقل وأكثر استقراراً، فيتدفق الهواء الخارجي إلى الداخل، وبزيادة مُعدل التدفق يزداد التبريد وذلك بصغر مساحة مقطع الأنبوبة فلا تنتقل إليه الحرارة كما في الأنبوب الأكبر فى مقطعه حيث يكون الهواء أبرد من تأثير نقل الحمل الحرارى بين الأنبوبة والهواء. ولأن مُقاومة الأرض الحرارية عالية فإن أنابيب المُقاومة الحرارية تكون من البلاستيك أو الخرسانة أو النحاس الأحمر. ويتحكم في سُرعة الهواء المُتدفق في الأنبوبة بتوصيل مروحة بقطر مُناسب لتكون السُرعة ١٥٠م/دقيقة (فيحسب حجم الهواء اللازم للفراغ = ١٥٠م/دقيقة × مساحة مقطع الأنبوبة)، والتبريد المحسوس بهذا النظام يُعادل ١,١٧ وات للساعة لكل متر طولي (أقصى طول ٩٠م) ويُضاعف الفرق بين درجة حرارة الأرض والهواء الخارجي (شكل ٨٢)[1].



أ- أنبوبة التهوية الأرضية (Earth Cooling Tube) يتدفق خلاله الهواء لتبريده قبل دخوله إلى الفراغ صيفاً وتُسمى الدائرة المُغلقة "Closed Loop"، وبالشتاء يتحرك الهواء عبر التُربة الممتصة للإشعاع الشمسي.



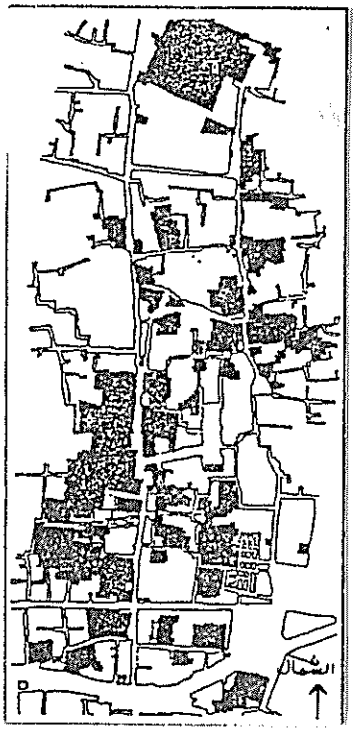
ب- ساتر تصريف الهواء Air drain Curtain

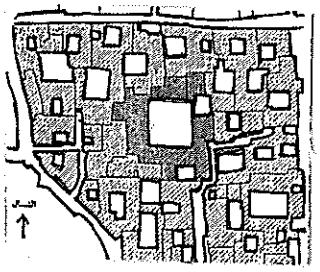
(شكل ٨٢) أنفاق وأنابيب تبريد مبنى تحت الأرض بالتهوية الطبيعية غير المُباشرة.

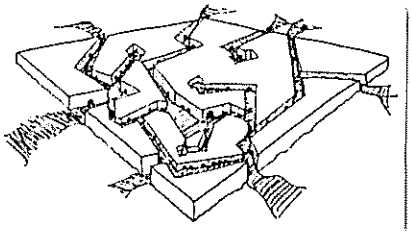
(1) Moore F.; Environmental Control Systems, P. 217

٢-٤-٢ نسيج الموقع العام لتحريك الرياح والحماية من الشمس في المناطق الحارة، والتوجه إلى الشمس في المناطق الباردة:

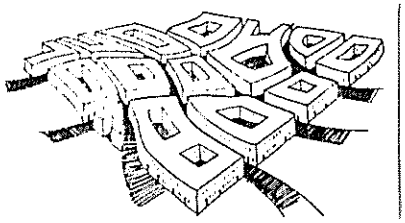
اتسمت المناطق الحارة بالنسيج المُتداخل والمُتضام للحماية من الإشعاع الشمسي المُباشر والمُنتشر والمُنعكس. وحركة الهواء عبر نسيج الشوارع المُتعرجة المُتباينة العروض (الحارة – الزقاق – العطفة) ينشط الرياح بفعل تباين الضغط ، كذلك الأفنية السماوية المُتباينة الاتساع عند تلاقي الشوارع وبأفنية البيوت تتسبب في تباين الضغط الجوي بفعل فارق درجات الحرارة فتجذب الهواء الأبرد المار بالحارة عبر فتحات البيت، وبغلق تلك الفتحات شتاءً تقل برودة فراغات النسيج المُتضام (شكل ٨٣، ٨٤). بالمناطق الباردة تكون الحماية من رياح الشتاءً بالأشجار وبالنسيج المُتداخل المُتجهة إلى الجنوب لاكتساب أشعة الشمس لدواعي التدفئة (شكل ٨٦).




مدينة دمشق



مدينة تونس

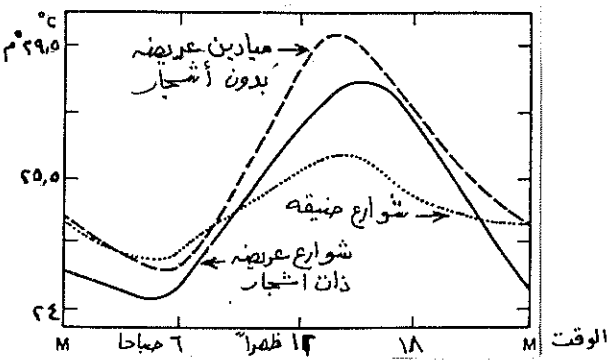


(شكل ٨٣) النسيج المتضام بالمناطق الحارة حيث تقل المياه والزرع فتتجاور الكتل لتحمي بعضها بعضا بالقاهرة (شارع المعز) ودمشق وتونس فترة ازدهار الحضارة الإسلامية. وتوجيه الشوارع الرئيسية لاتجاه الرياح السائدة ، والأزقة والدروب والمماشي الضيقة تقلل تأثير الرياح العاصفة والإشعاع الشمسي وتوفر الفراغات المظللة التي تبرد بفعل المناخ المحلي وتحتفظ بالدفء في الليالي الباردة بالمناطق الجافة [١]

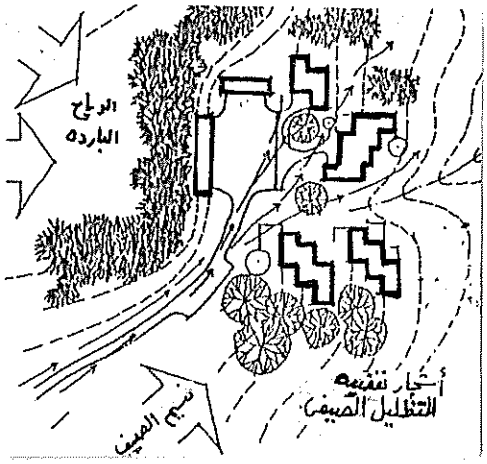
(شكل ٨٤) الشوارع المتعرجة والفراغات المتباينة والأفنية السماوية بالوحدات متوسطة الارتفاع تزيد الإظلال وتحتفظ بالإشعاع البارد وتحرك الهواء بفعل تباين درجات الحرارة والضغط وتقلل من تأثر الرياح العاصفة[٢].

(١) حسن فتحي ، "الطاقة الطبيعية والعمارة التقليدية"، جامعة شيكاغو، ١٩٨٦

(2) Gideon Golany, Urban Planning For Arid Zones, 1978

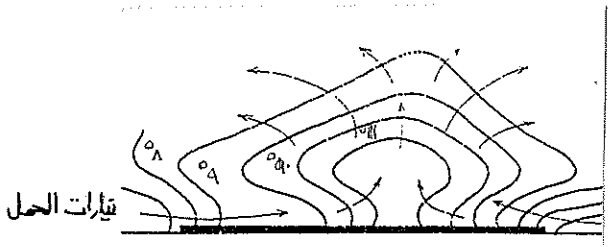


(شكل ٨٥) اختلاف درجة الحرارة في فيينا في ١٩٣١/٨/٤ بين ميدان عريض بدون أشجار، وشارع عريض ذي أشجار، وشارع ضيق يتوفر فيه الظلال حيث تقل درجة حرارته وقت الذروة حوالي ٥° عن الشوارع العريضة بدون إظلال[١]



(شكل ٨٦) النسيج شبه المتداخل للسماح للتعرض للإشعاع الشمسي الجنوبي والحماية من الرياح الباردة الشتوية مع السماح بتخلل نسيم الصيف[١]

- أثبتت دارسة ببرامج الحاسب الآلي للسلوك الحراري بالتجمعات السكنية ذات الخمسة طوابق بالمُدن الجديدة بمصر أن أنسب كثافة بنائية للموقع العام في المناخ الحار القاري هي ٤٥% (هي تقريباً النسبة المُتبعة حتى القرن الثامن عشر) لأنها تسمح بتقليل سطح الغُلاف الخارجي المعرض للإشعاع الشمسي. وفي الوحدات ذات الطابق الواحد يكون الاتصال بالمباني المُجاورة من الجهات الثلاثة على أن تحوي فناء داخلي.
ونسبة عرض الطريق بالنسبة لارتفاع المبنى لا يزيد عن ١ : ٤ بالجهات الشرقية والغربية وبالجهات الشمالية والجنوبية ١ : ١,٥ [٣].
- وفي دراسة لرصد تغيير المناخ المحلي بالمناطق الحضرية نتيجة تكون الجزر الحرارية فوق المُدن الكبيرة كمدينة لندن، وجد أنه عندما ينخفض مُعدل تدفق الهواء بالمناطق الحضرية ترتفع درجة الحرارة بها عن المناطق الريفية نتيجة اختلال النسيج الحضري وزيادة التلوث وتركيزه في المركز وخفض سُرعة الرياح بسبب زيادة عوائق المسطحات الحضرية وبالتالي ارتفاع درجة الحرارة صيفاً عن مُعدلاتها.[٤]

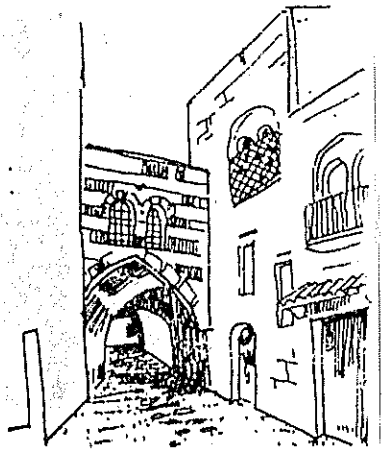


(شكل ٨٧) الجزيرة الحرارية صيفاً بسماء مدينة لندن

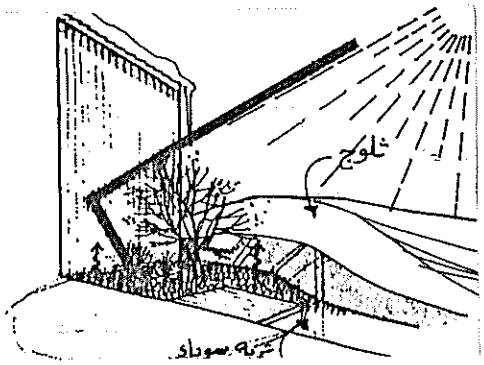
(1) Robinette G.O.; Mcclennon C.; :Land Scape Planning for Energy Conservation 1983.
(2) Moore F.; Environmental Control Systems, 1993, P. 70
(٣) سوزيت ميشيل عزيز، تقييم السلوك الحراري كأداة لتصميم التجمعات السكنية في مصر ، بحث دكتوراه بجامعة القاهرة، ١٩٨٨.
(4) Evans M.; Housing, Climate and Comfort, P 14

٢-٤-٣ عناصر تنسيق وتظليل الموقع العام لخفض درجة حرارة الهواء، و الاكتساب الحراري:

يُساهم تظليل الشوارع في خفض درجة حرارة الهواء المُحيط بحوالي ٤°م ولهذا كانت الشوارع بالمدن العربية من دروب وحارات مُظللة بالسباط والتي تُضاعف حركة الرياح بفعل اختلاف الضغط (شكل٨٨) والسحابات القماش ذات النسيج المسامي ليسمح بتدفق الهواء والتي استعملت في وكالات مصر أثناء النهار للحماية من الشمس وبالفترات الممطرة، كذلك لتظليل شوارع غانا وأسبانيا(شكل ٩٠). أيضاً مواد نهو المماشي المُظللة من كسر الحجر وترك المناطق المفتوحة بدون مواد نهو لتقليل اكتساب وانعكاس الأشعة الشمسية بمدن المناطق الحارة . تسمح عناصر تنسيق الموقع في المناطق المُعتدلة ذات الشتاء البارد والأشعة الشمسية الجنوبية لمعظم ساعات النهار بتخلل الإشعاع الشمس الجنوبى وحجب رياح الشتاء الباردة (شكل ٨٩).



(شكل ٨٨)[1] السباط جزء من الحارة مظلل بالمبانى والفراغات المعيشية بشوارع المدن العربية (القدس)، يضاعف حركة الرياح باختلاف ضغط الهواء ، والأرضية كسر الحجر لتقليل الإكتساب والانعكاس الحرارى وبالتالى تقليل درجة حرارة الهواء المار عليها.



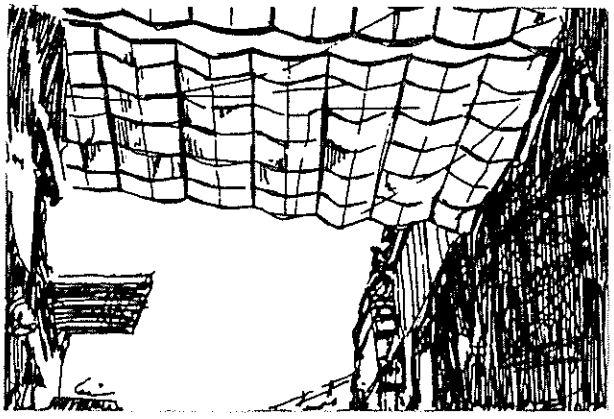
(شكل ٨٩) الجيب الشمسى sunpockets المواجه لشمس الجنوب يتكون من الحشائش والتربة السوداء والجليد العاكس للأشعة الشمسية على جدران المبنى ليزيد اكتسابها للحرارة ويرفع درجة حرارة الهواء الملاصق للمبنى (٢).

---

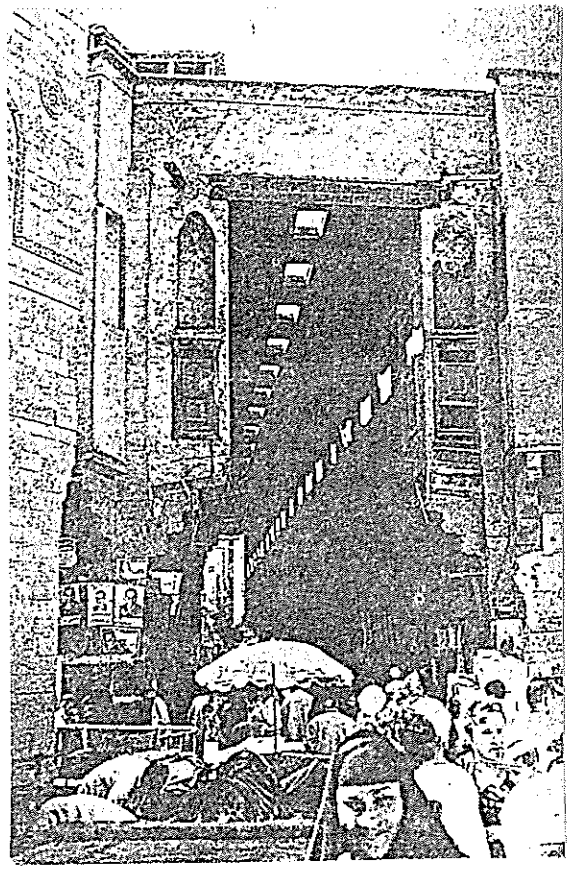
(١) محمد بدر الدين الخولي ، المؤثرات المناخية والعمارة العربية ، دار المعارف،١٩٧٧

(2) Fuller Mooe; Environmental Control Systems; P. 70

(شكل ٩٠) أ- السحابة من الحصير المجدول والمشدود بين واجهات المباني ومقوي بعوارض خشبية لتظليل شوارع عانا والسماح بالتهوية[١].



ب- السحابة من القماش المسامي (الكانافاس) المشدود بين واجهات المباني لتظليل شوارع الأندلس[١].



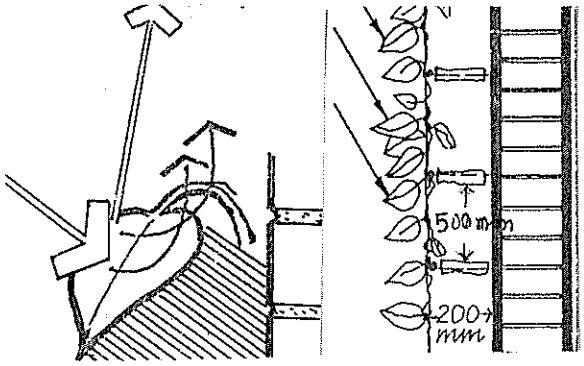
(شكل ٩١) سقيفة رضوان بشارع الخيامية التجاري الحرفي بالقاهرة الفاطمية، السقف خشبي ذو فتحات للتظليل والسماح بتدفق الهواء[٢].

(١)د. شفيق الوكيل، د. سراج ، المناخ وعمارة المناطق الحارة ، ص٦٢
(٢) حسن فتحى ، الطاقة الطبيعية والعمارة التقليدية ، جامعة الأمم المتحدة ١٩٨٦

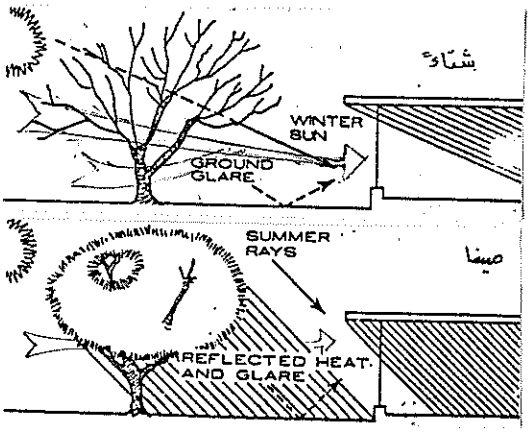
٢-٤-٤ النباتات للتظليل والتبريد ولحجب الرياح الباردة:

كما أن النبات يمدنا بالأكسجين خلال عملية تمثيله الضوئي نهاراً وبالرطوبة في عملية البخر، فإنه أيضاً يقلل مُستوى الضوضاء ويمُدنا بالغذاء والظل والمأوى والبهجة. والأشجار ذات التاج العريضة تظلل وترطب وتمنع الإبهار، والأشجار العالية والشجيرات الكثيفة دائمة الخُضرة تحجب الرياح غير المرغوبة في المناطق الحارة والباردة. والأسيجة القصيرة والكثيفة لتوجيه الرياح، والأشجار النفضية الموسمية تسمح بالتظليل صيفاً، وبالشتاء تتساقط أوراقها فتتخللها أشعة الشمس. يقل تركيز التلوث في هواء الحدائق العامة عنه في المناطق الجرداء بنسبة ٤٢% صيفاً، ٣٧% شتاءً. والموقع القاحل بلا زرع بالمناطق الرطبة يقلل الإشعاع الحراري نهاراً ويقلل البخر فيكون الهواء أبرد ليلاً حيث لا تنبعث منه الأشعة التي تمتصها النباتات.

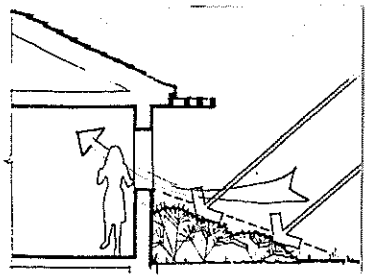
- في قياسات بمدينة فونيكس بأريزونا (مناخ حار جاف) لفارق درجات الحرارة لموقع مبلط وآخر مشجر كان ٨°م وقت الذروة الحرارية (٣٨°م)، وفى مدينة كورال بعد الظهيرة درجة حرارة الأرضية المُغطاة بالحشائش والمُظللة بمبنى خرساني ٣٠°م، والأرضية الخرسانية بموقف سيارات والمظللة بمبنى خرساني حرارتها ٣٢°م والمُظللة بأشجار كثيفة ٢٧°م.[١]



(شكل ٩٢) تعكس ورقة النبات من ٢٠ : ٣٠ % من الإشعاع الشمسي المُباشر ثم تتبدد باقي الأشعة الممُتصة بالبخر[٢]



(شكل ٩٣) الأشجار النفضية والتعريشات تسمح بالتظليل وترطيب الهواء المُحيط بالتبخير صيفاً وتتساقط أوراقها شتاءً وتتخللها أشعة الشمس[٣]

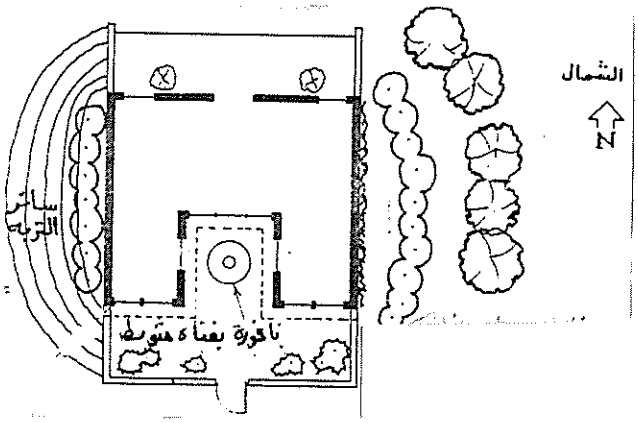


(شكل ٩٤) تحمي الشجيرات جدران المبنى من الأشعة الشمسية وتوجه الرياح إلى داخل المبنى[٢]

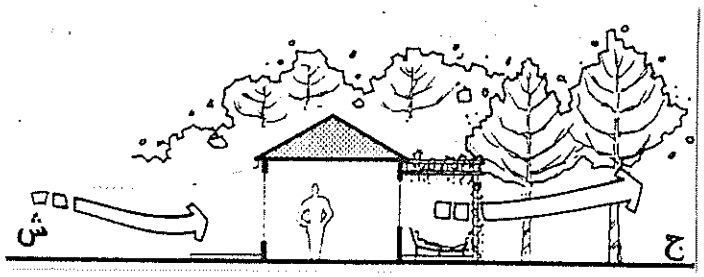
(1) Jeffrey Cook; Cooling as the Absence of Heating, Passive and Hybrid Cooling Conference Miami, 1981
(2) Watson, Climatic Design, P. 165' 44
(3) Ramsy Sleeper; Architectural Graphic Standards , P. 79

(شكل ٩٥) (*)

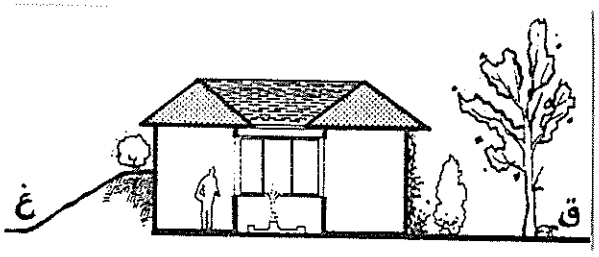
تنسيق النباتات بالموقع ذى المناخ الحار الجاف.



الموقع العام.



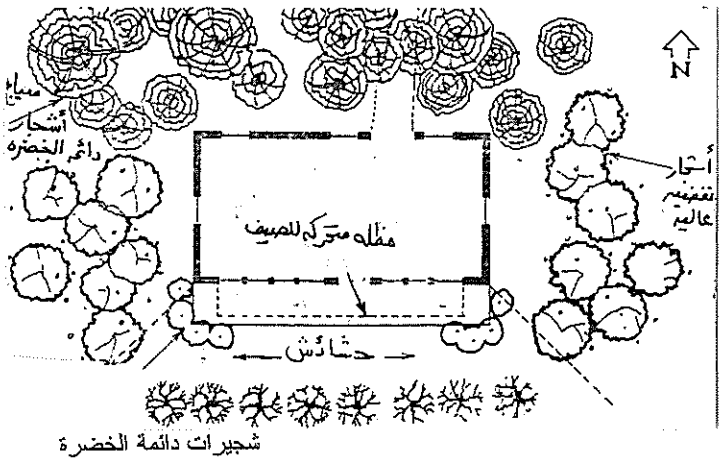
توضع الفتحات بالجهة الشمالية حيث اتجاه الرياح السائدة دون عوائق للرياح مع مزروعات خفيفة، يوضع جهة الجنوب حوض للمياه ونافورة داخل فناء مركزي يتقدمه تعريشة trellis مسقوفة ومظللة بالنباتات النفضية للحماية من شمس الصيف والسماح بنفاذها شتاء.



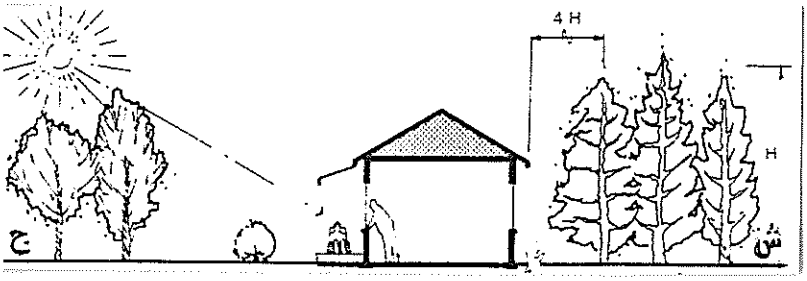
جهة الشرق والغرب أقل عدد من الفتحات، وبالغرب مجاز ضيق من التربة Erath berm على أن يرطب صيفاً لحماية جدار المبنى من الشمس بعد الظهيرة فحيثما تواجد الفناء المركزي يكون الانفتاح على الداخل

(شكل ٩٦) (*)

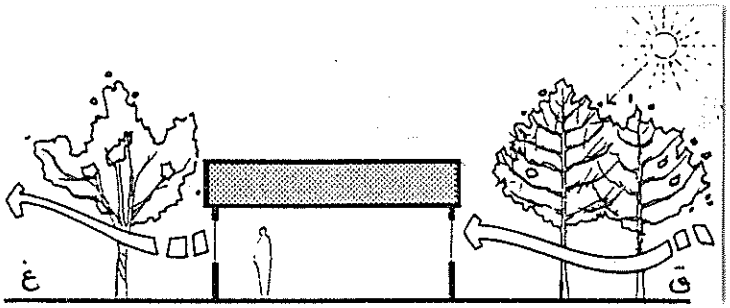
تنسيق النباتات بالموقع ذى المنـــاخ المعتدل البارد شتاءً.



الموقع العام



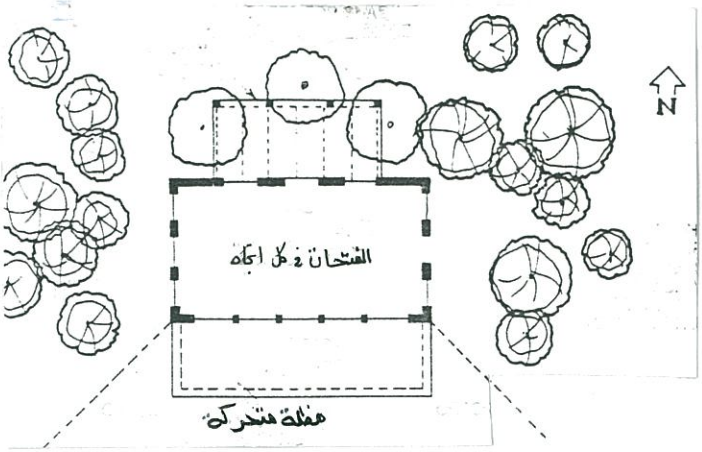
توضع الأشجار دائمة الخضرة المتفرعة بالجهة الشمالية للحماية من رياح الشتاء الباردة، وبالجهة الجنوبية الشجيرات القصيرة والتي تسمح بنفاذ أشعة الشمس إلي داخل المبنى والحشائش لتخزين حرارة الشمس مع المظلة المتحركة والواقية من شمس الصيف.



توضع الأشجار النفضية العالية عريضة التاج بالجهة الشرقية للحماية من شمس الصيف والسماح بتدفق نسيم الصيف.

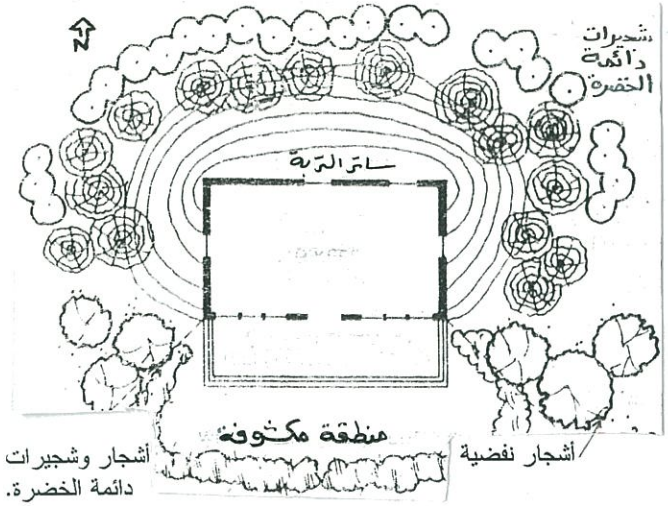
(*) Norbert Lechner, Heating Cooling Lighting- Design Methods for Architect, P.241.

(شكل ٩٧)
تنسيق النباتات بالموقع ذى المناخ الحار الرطب

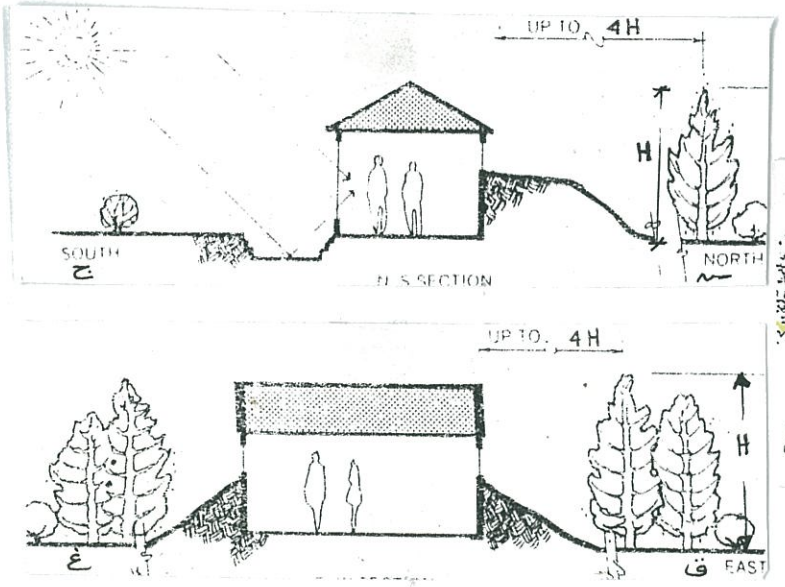


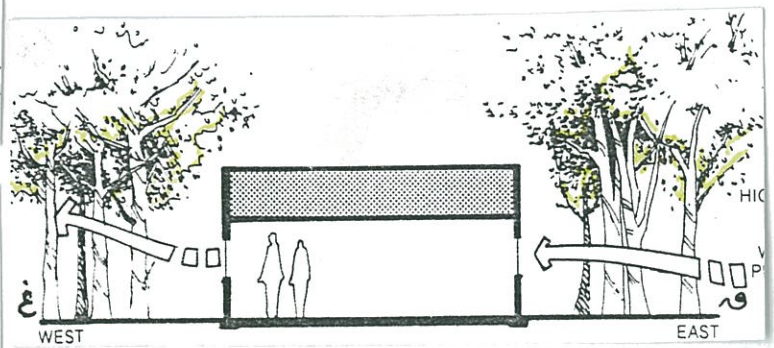
الموقع العام.

(شكل ٩٨)
تنسيق النباتات بالموقع ذى المناخ البارد



الموقع العام.





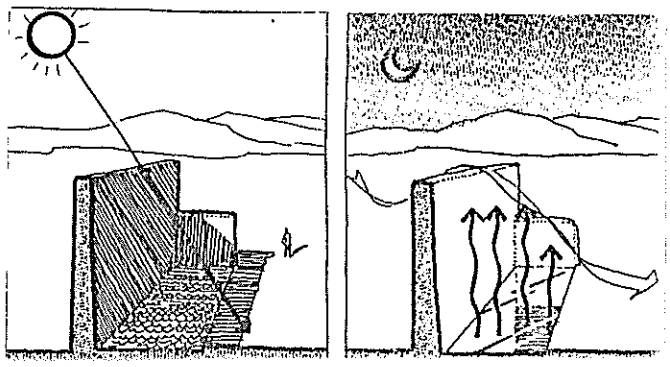
أقصى عدد من الشبابيك بجدران المبنى للسماح بتدفق الهواء من كل اتجاه. والأشجار العالية عريضة التاج بجهة الشرق والغرب لتظليل الفتحات وعدم إعاقة الهواء، وبالجهة الجنوبية مظلة متحركة للحماية من شمس الصيف، كذلك بالجهة الشمالية مظلة نباتية منخفضة لتظليل سقيفة الصيف دون إعاقة للهواء وتظليل السقف والاعتماد على الظل الذاتي بالتوجه إلى الشمال لتقليل النباتات والبخر ما أمكن.

الأشجار و الشجيرات المتفرعة دائمة الخضرة بالواجهة الشمالية والشرقية والغربية مع ساتر التربة لحجب رياح الشتاء الباردة، والفراغ الشمسي بالجهة الجنوبية مع عوائق الرياح والشجيرات القصيرة، بالجنوب الشرقي والجنوب الغربي أشجار نفضية لتظليل شمس الصيف والسماح بأشعتها شتاءً

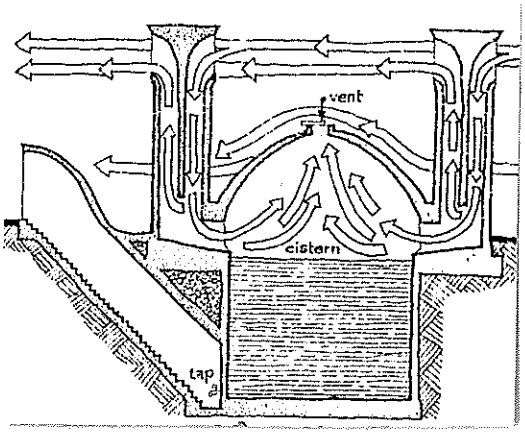
(*) Lechner N., Heating Cooling Llighting- Design Methods for Architects, P.244.

٢-٤-٥ التبريد التبخيري بالموقع العام لخفض درجة حرارة الهواء:

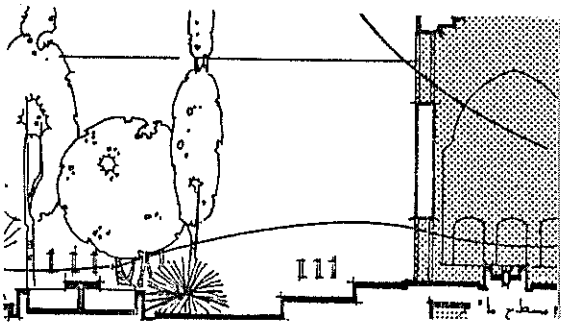
المياه عنصر اختزال حراري ذا سعة حرارية كبيرة حيث تختزن الحرارة وتفقدها ببطء، وبمرور الهواء عليها تصبح عنصر تبريد تبخيري مُباشر فتخفض من درجة حرارة الهواء من حولها. البحيرة الكبيرة تؤثر على درجة الحرارة بالمناطق المُحيطة بها ففي المناطق الحارة صيفاً يقل متوسط درجة الحرارة ١,٥°م وفي يناير يزيد متوسط درجة الحرارة ٣°م[١].



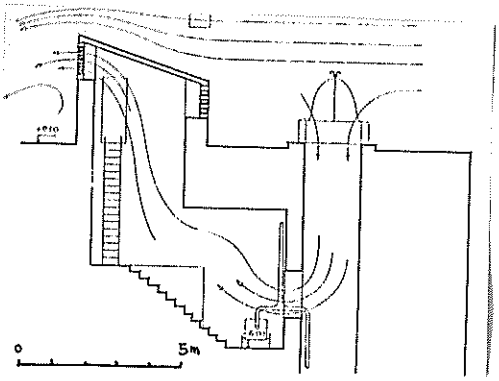
(شكل ٩٩) بركة الثلج الإيرانية القديمة بطول مئات الأمتار وعرض ١٨:٩م ومحورها الطولي شرق غرب يظللها من الجنوب حائط طيني عالي ومن الشرق والغرب حائط مُنخفض تبعاً لزوايا سقوط الشمس لضمان تظليلها صيفاً، يتكون الجليد على سطح البركة شتاءاً نتيجة الإشعاع الليلي البارد، وبالصيف يتحول إلى ميله بانعكاس رياح الحمل الساخنة عليها، وهكذا تحتفظ البركة بحالتها حتى الصيف فتؤثر في التبريد الإشعاعي[٢].



(شكل ١٠٠) خزان المياه الإيراني تحت الأرض للاحتفاظ بحرارة المياه باردة وتمرير الهواء عليها من خلال ملاقف الهواء فيترطب وتنخفض درجة حرارته[٣].



(شكل ١٠١) الترطيب الخارجي للأفنية العربية بنافورة المياه المُظللة لتقليل البخر وترطيب الهواء المُحيط والمار عليها إلى الفراغات الداخلية فتنخفض درجة حرارته.



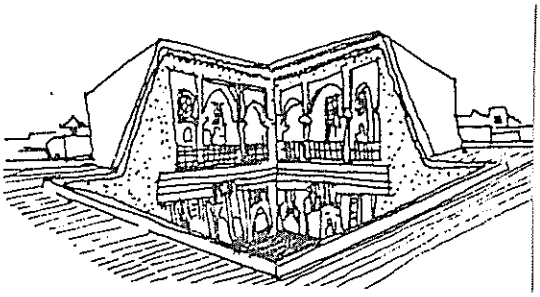
(شكل ١٠٢) بئر المياه الجوفية بفناء منزل سيدي كرير (معماري حسن فتحي ١٩٦٨) حيث يمر الهواء عبر النافورة أعلى البئر إلى حُجرة مضخة المياه المُظللة في اتجاه الرياح فيزيد ترطيبه وتنخفض درجة حرارته[٤].

---

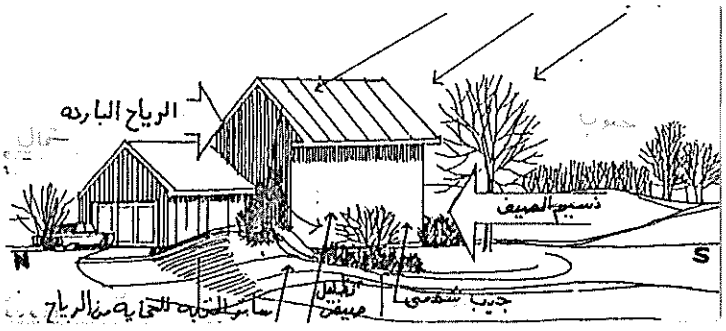
(1) Jeffrey Cook; Cooling as the Absence of Heating, Passive and Hybrid Cooling Conference Miami , 1981
(2) Fuller Moore; Environmental Control Systems, P. 196
(3) Allan Konya; Design Primer for Hot Climates.
(٤) حسن فتحي، الطاقة الطبيعية والعمارة التقليدية، جامعة شيكاغو، ١٩٨٦

٢-٤-٦ توجيه كُتلة المبنى لاتجاه الرياح والتظليل الذاتي، أو إلى الشمس للاكتساب الحراري:

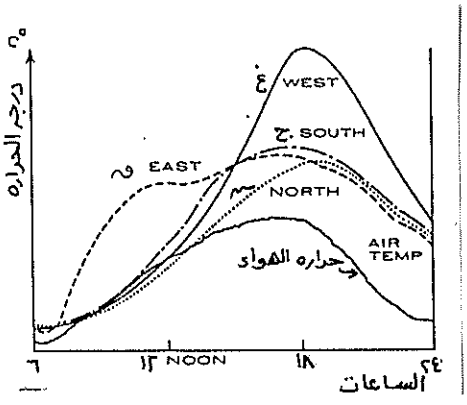
تسود نصف الكرة الشمالي رياح شمالية تتوجه إليها كُتل وفراغات المناطق الحارة للتبريد وخفض درجة الحرارة. أما في المناطق الباردة حيث التوجه للاكتساب الحراري والمُتلازم مع اتجاهات الرياح المحلية،فإن الأمر يتطلب دراسة مقومات الموقع عند توجيه الكُتلة. وقد أُجريت قياسات لحساب التأثيرات الحرارية على أسطح وجُدران المباني في الاتجاهات والأوقات المُختلفة لساعات اليوم (شكل ١٠٣) وعلى مدار السنة بالقاهرة (شكل١٠٦)، والأسطح المُستقبلة لأقصى إشعاع شمسي صيفاً هي الأسطح الغربية والجنوبية غربية خلال فترة بعد الظهيرة حيث تزداد درجة الحرارة، وأقل الأسطح المعرضة للإشعاع صيفاً بالجهة الجنوبية يليها الأسطح بالجهة الشمالية .



(شكل ١٠٣) توجيه منزل عربي في مراكش لاتجاه الرياح السائدة حيث اتجاه الشمال للتظليل الذاتي والنزول إلى باطن الأرض لاكتساب رطوبتها[١].



(شكل ١٠٤) التوجه إلى الجنوب للاكتساب الحراري شتاء، وتوجيه نسيم الصيف الى داخل الفراغ بينما جهة الشمال حيث الرياح الشتوية الباردة تقع فراغات الخدمة وعوائق الرياح[٢].

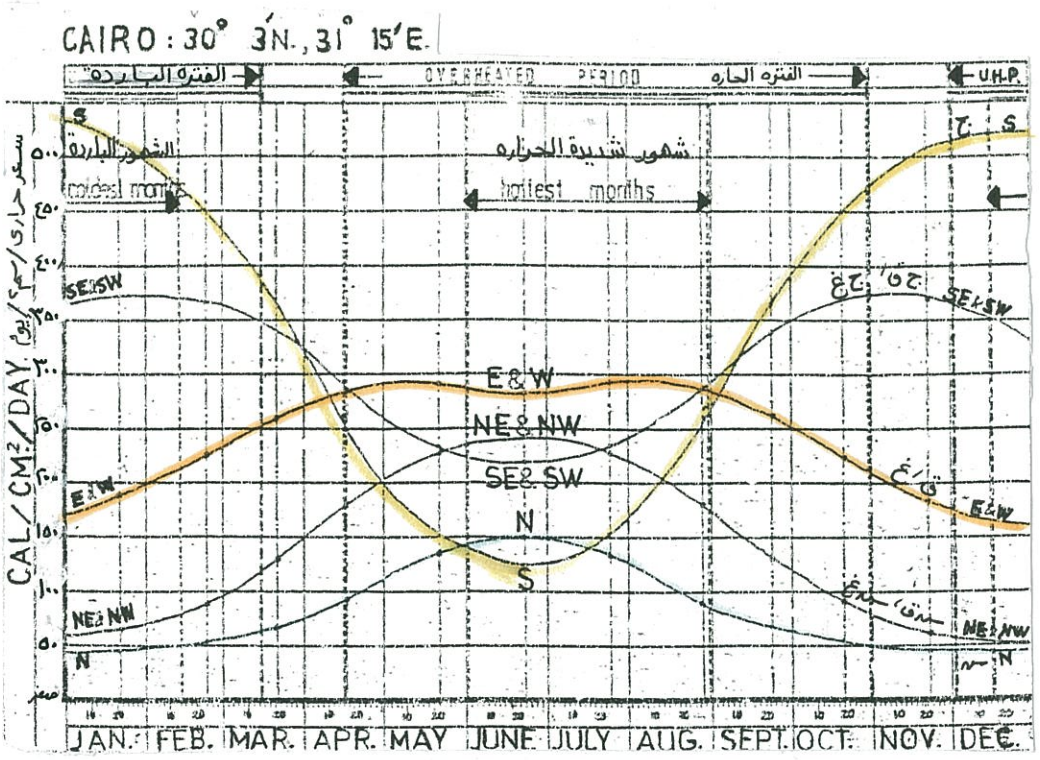


(شكل ١٠٥) قيم درجات حرارة أسطح غُرفة معرضه للاتجاهات الأصلية صيفاً حيث أعلى تأثير حراري للجدار الغربي ثم الشرقي والجنوبي فترة بعد الظهيرة[٣]

(١) محمد بدر الخولي، المؤثرات المناخية والعمارة العربية، دار المعارف، ١٩٧٧

(2) Fuler Moore; Enivonmental Control Systems, P 70

(3) Ramsy Sleeper; Architectural Graphic Standards,P. 86



(شكل ١٠٦) قيمة الإشعاع الشمسي المباشر (الموجة القصيرة) على واجهات مبنى بالقاهرة (خط عرض ٣٠° شمال) معرضة للاتجاهات الأصلية طوال شهور العام. أقل تركيز للإشعاع صيفاً على الحوائط الجنوبية والشمالية، وأقصى تركيز على الحوائط الغربية والشرقية، وبالشتاء أقصى تركيز للإشعاع على الحوائط الجنوبية ثم الجنوبية شرقية والجنوبية غربية(*)
(١ سُعر حراري يُعادل ١,١٦ وات)

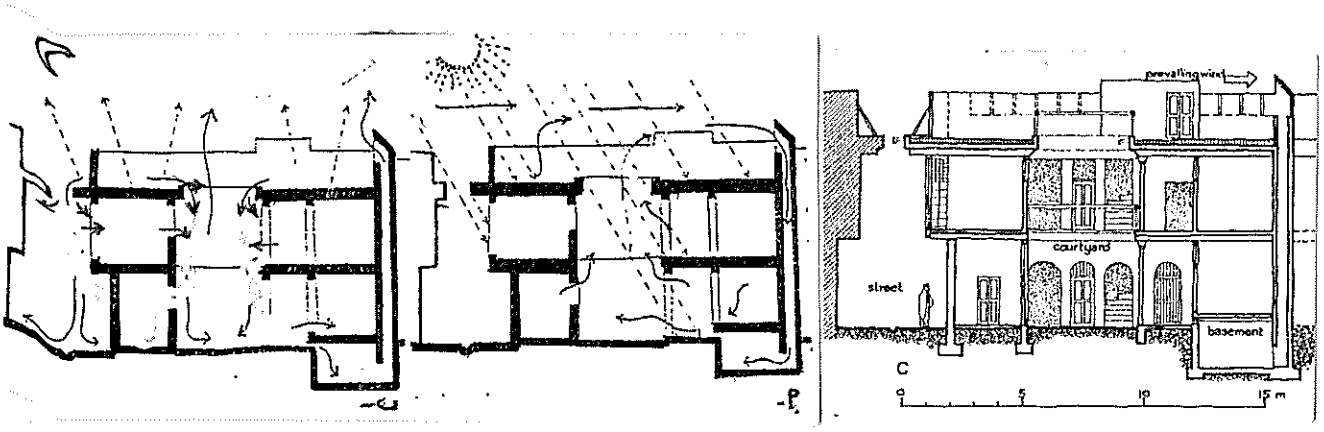
(*) Dr. Sayed Madbouli, "The Climatic Influence on Architectural Design in Hot- Dry Regions", Ph. D. Thesis , Sheffield University, England, 1966

٢-٤-٧ فراغات كتلة المبنى للتبريد والتدفئة بالتهوية الطبيعية:

تساهم الفراغات السماوية بكتلة المبنى كالفناء المركزي بالدور والوكالات بمصر وشرق وغرب العالم المسلم، كذلك الملقف المفتوح على الخارج من خلال السقف أو الغلاف السميك وفراغ السرادب المتصل برطوبة ودفء الأرض ومتصل بالملقف، جميعها تساهم في خفض الحمل الحراري الواقع على المبنى بتعرضها للإشعاع الليلي البارد فيظل غلاف الفراغ السماوي محتفظا بالبرودة المكتسبة بالحمل لأطول فترة بالنهار، وعندما تنكسر حدة الأشعة الشمسية وتقل درجة حرارة الهواء بعد الظهيرة ويبدأ الغلاف في فقد ما اكتسبه من حرارة فترة الظهيرة وما بعدها، يعيد الفراغ السماوي عملية اختزان البرودة ليلا من خلال طبقات الهواء المحملة بذرات المياه والتي تترسب بالفراغات السماوية ذوات الاحتواء.

٢-٤-٧-١ السرادب في المنزل العراقي والفارسي:

وهو فراغ تحت الأرض يتصل بالدور الأرضي بواسطة سلالم ويتصل بالسطح بواسطة الملقف المبني في جدارالمبنى ويرتفع عن سطحه ٣:٢م وتتجه فتحات مأخذه إلى اتجاه نسيم الهواء الصيفي لالتقاطها وتوجيهها إلى فراغ السرادب من خلال فتحة المخرج التي تعلو أرضية السرادب بـ ١,٥م، وبذلك يكون فراغ معيشي في فترة الذروة الحرارية خلال النهار[1] (شكل ١٠٧)



(شكل ١٠٧) [2] حركة الهواء بالبيت العراقي خلال الملقف والسرادب أثناء النهار والليل

أ- يتدفق الهواء خلال السرداب صباحا حيث تكون جدران الملقف باردة والرياح سريعة فيندفع الهواء لأسفل السرادب ويخرج الهواء الساخن عبر فتحات سقف السرادب إلى الفناء بالدور الأرضي.

ب- في المساء عندما تسكن الرياح وتزداد سخونة جدران السرادب والملقف وتتفاوت درجة حرارتهما وحرارة الفناء الذي يكون قد فقد حرارته باتصاله بالسماء, فيندفع الهواء البارد من الفناء إلى فتحة السرادب ويدفع الهواء الساخن عبرالملقف للخارج بفعل تباين الحرارة[1]

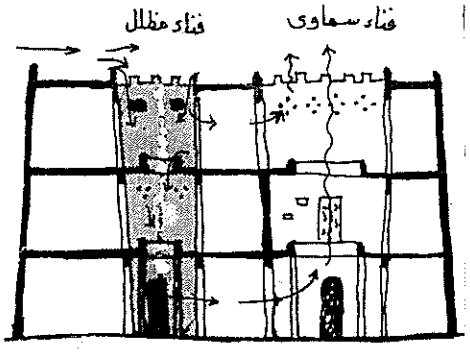
---

(١) أحمد كمال عبد الفتاح ، تأثير المناخ على المدينة والمنزل في العراق القديم، ديسمبر ١٩٦٧م - ١٣٨٧هـ

(2) M. Evans; Housing, Climate & Comfort; P. 106

٢-٤-٧-٢ الفناء السماوي (Courtyard) لتحريك الهواء، والفناء المغطي (Atrium - litrium) للتدفئة بالمناطق الباردة:

الفناء السماوي فراغ مركزي في عمارة المصريين القدماء والعرب (شكل ١٠٨) وهو للنشاط الاجتماعي والاقتصادي وللنوم في الأيام الحارة، وللراحة النفسية ولخصوصية ملكية السماء، وللإضاءة الطبيعية وعزل ضوضاء الخارج. والفناء خزان لبرودة الليل في المناطق الصحراوية حيث تهبط درجة الحرارة بعد الغروب ويترسب الهواء البارد بقاع الفناء وتبرد الفراغات المُطلة عليه ثم جُدران المنزل، ويحتفظ الفناء ببرودته حتى ساعة مُتأخرة من النهار إلى أن تخترق الشمس أرضية الفناء وتسخن جُدران المنزل والفناء تدريجياً، ولا تدخله الرياح الحارة ويقتصر تأثيرها على إحداث تيارات مُعاكسة داخل الفناء إلى أن تغيب الشمس وتعود جُدران وأرضية الفناء للتخلص من الحرارة الزائدة بالإشعاع الليلي البارد ويقلل هذا الوضع درجة الحرارة بالمناطق الصحراوية القارية بمقدار ١٠° : ٢٠° تبعاً للمناخ الموضعي والتحكم الإنشائي للفراغات المُطلة على الفناء[١]



(شكل ١٠٨) المنزل الجزائري ذو الفناءين، فناء سماوي كبير وآخر مُظلل بالاحتواء وبسقف خفيف وبالتالي يتخلله الإشعاع البارد والهواء إلى الفناء السماوي الأكبر والشمس فيحافظ على استمرار حركة الهواء داخل المنزل مما يقلل من الحمل الحراري على الفراغات الداخلية المُطلة على الفناء.

في دراسة تحليلية للنسب الهندسية لأبعاد أفنية الدور بالعالم الإسلامي كانت بالوسط (خط عرض ٢٠°:٣٠°شمال) بنسبة ١:٣, ١,٦:١ وتُعادل ١٢:١٥% من مساحة الدار، وبالشرق ١:١,٤:١ وبمساحة ٢٥:٤٥% من مساحة الدار، وبالغرب ١:١:١,٦ ويُعادل ٧:٢٥% من مساحة الدار، والمحور الطولي للفناء شمالي أو شرق الشمال بزاوية حتى ٢٠° أو عمودي على اتجاه الشمال بوسط العالم المُسلم[٢]

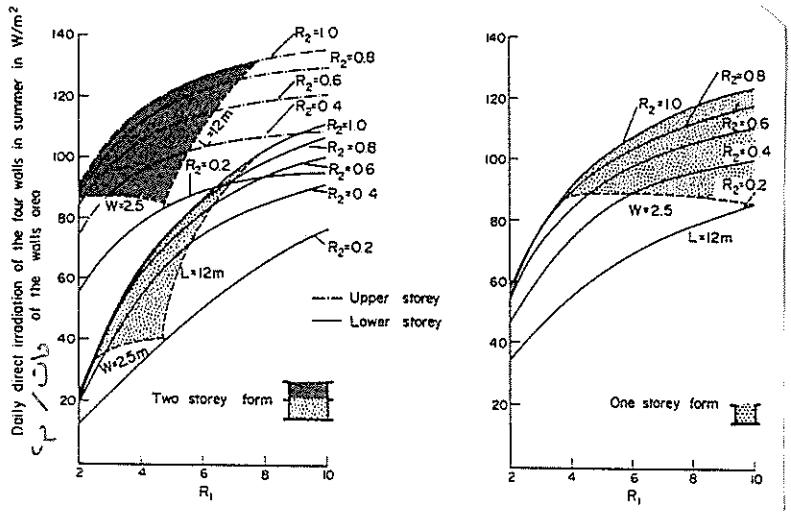
---

(١) حسن فتحي ، الطاقة الطبيعية والعمارة التقليدية ، جامعة شيكاغو ص ١١٦

(٢) حسام البرمبلي ، التهوية الطبيعية في العمارة الإسلامية،رسالة ماجستير، كلية الهندسة،جامعة عين شمس،١٩٨٨

- في دراسة باستخدام نموذج الحاسب الآلي للوصول إلى حجم ونسب وتوجيه الفناء السماوي المستقبل لأقل إشعاع شمسي صيفاً وأكثر إشعاع شمسي شتاءً، أثبتت أن:[1]

- يستقبل السطح العلوي للفناء بارتفاع طابقين حمل إشعاع أكبر من الفناء ذي الطابق الواحد، والطابق السفلي يستقبل أقل حمل إشعاع من الفناء ذي الطابق الواحد. (الشكل ١٠٩).
- تزيد دروة السطح عمق الفناء فيقل حمل الإشعاع صيفاً على أرضية الفناء والواجهات المطلة عليه، بينما يتضاعف الإشعاع على نفس الدروة شتاءً.
- يُقلل بروز سقف الواجهة الجنوبية عن الحائط الحمل الإشعاعي على الواجهة صيفاً أكثر من آي بروز على الواجهات الأخرى.
- أقل حمل إشعاع صيفاً وأكثر حمل إشعاع شتاء يكون بتوجيه المحور الطولي للفناء جهة الشرق غرب (زاوية التوجيه صفر)
- أقصى حمل تستقبله حوائط الفناء صيفاً وأقله شتاءً عندما يتعامد المحور على اتجاه شرق – غرب، ولا يؤثر توجيه الفناء المربع الشكل على حمل الإشعاع بين الصيف والشتاء.
- التوجيه إلى الشمال يعرض الواجهة الشمالية لإشعاع لا تتعدى قيمته ١٠%، والواجهة الشرقية والغربية ٢٥:٧٠ %، والواجهة الجنوبية تتعرض لإشعاع قيمته ٢٥:٦٠ % بدءاً من الشكل المربع وتبعاً لطول الواجهة.
- النسبة المثلى لأقل حمل إشعاع صيفي هي نفس النسبة لأقصى حمل إشعاع شتوي.



(شكل ١٠٩)[1] الإشعاع الشمسي الصيفي المكتسب مقارنة بين الأفنية السماوية ذوات الطابق الواحد، وذوات الطابقين وبنفس النسب الهندسية.

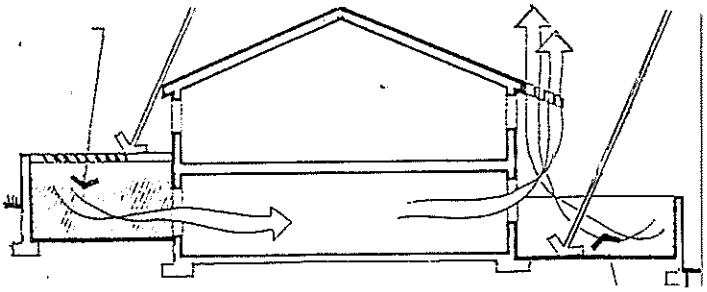
- وباستخدام برنامج الحاسب الآلي لحساب أقصى إشعاع شمسي مباشر شتاء وأقل إشعاع صيفاً على أسطح الفناء فترتي الذروة الحرارية والبرودة الزائدة (٢١يونيو، ٢١ ديسمبر) ذلك للفناء ذي الأبعاد الهندسية ١:٣:٣,١ودرجة احتواء ٣,٤٥ ، والمحور الطولي له ينحرف ١٥ غرب الشمال وذلك لمناطق خط عرض ٣٠ شمالاً [2].

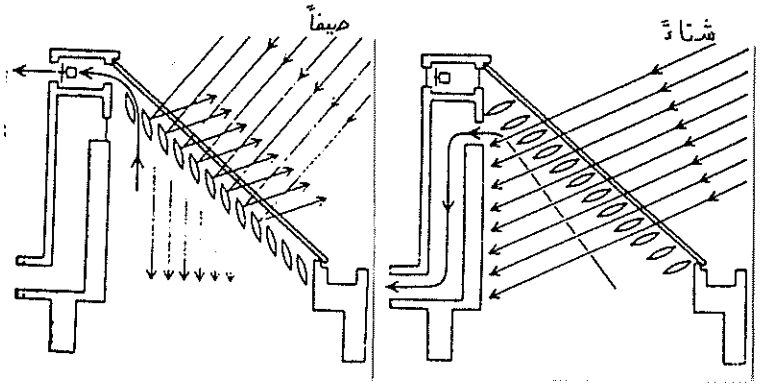
---

(1) Abdalmohsen M., The Thermal Performance of Courtyard Houses, Ph. D Thesis University of Edinburgh, 1978.

(٢) حمدي صادق احمد، تأثير العوامل المناخية في المناطق الصحراوية على التشكيل المعماري للمسكن الإسلامي، رسالة دكتوراه ، كلية الهندسة ، جامعة حلوان ، ١٩٩٣.

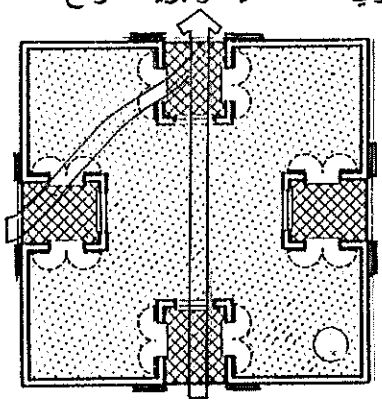
الفناء للتبريد والتسخين المُزدوج:





(شكل ١١٠) الفناء المزدوج لكل من التدفق الحراري والتدفق الهوائي الرطب. يتقدم المنزل فناء سماوي مُظلل ذاتياً بالتوجه للشمال، وبمجمعات التبريد التبخيري (النباتات والأنسجة الليفية) ومُتصل برطوبة التربة وتحيطه الحشائش الرطبة فيكون خزان للهواء البارد. وبالجهة المُقابلة فناء مكشوف ومُعرض للشمس حيث يكون جيب شمسي لتسخين الهواء الذي يرتفع لأعلى ويحل محله الهواء البرد المتدفق عبر المنزل من الفناء المُظلل[١].

(شكل ١١١) الفناء المركزي المُغطي في المناطق الباردة للإضاءة الطبيعية، ويجمع سقفه الشفافي الأشعة الشمسية لداخل الفراغ فتسخن جدرانه وترتفع درجة حرارة الفراغ الداخلي، ويظلل السقف صيفاً بكاسرات الشمس المعزولة المُتحركة، مع مُراعات وجود فتحات للتهوية بسقف الفناء للتخلص من الحمل الحراري الذائد صيفاً وتبريد الفراغ الداخلي[٢].



الشرفة الداخلة بالمبنى وذات الضلف والمعزولة تمثل فراغاً مفتوحاً يمد المبنى بالهواء للفراغات المُتصلة بها بالحمل، ويغلق الضُلف المعزولة الخارجية يقل المُسطح المعرض للفقد الحراري[٣].

(شكل ١١٢) مسقط أفقي لشرفات الدور المحتواة ذات الضُلف العازلة.

• في دراسة تطبيقية لـ Ohba, M. بمعهد طوكيو التكنولوجي – Polytechnics اليابان ١٩٩٣:
استخدمت تقنيات التصوير بالفيديو لاختبار مفسدات تدفق الهواء في النموذج السكني المُتعدد الأدوار ذي الفناء المُغطى وباستخدام برنامج الحاسب الإلكتروني للرسم (SGI Iris Workstation)، أشارت الصور إلى إن مُعدل تغيير الهواء بالفناء كان سبعة مرات في الساعة عندما كانت السُرعة ٣م/ثانية ونسبة فتحة السقف المُتحركة ٧٥% من مساحة الفناء[٤].

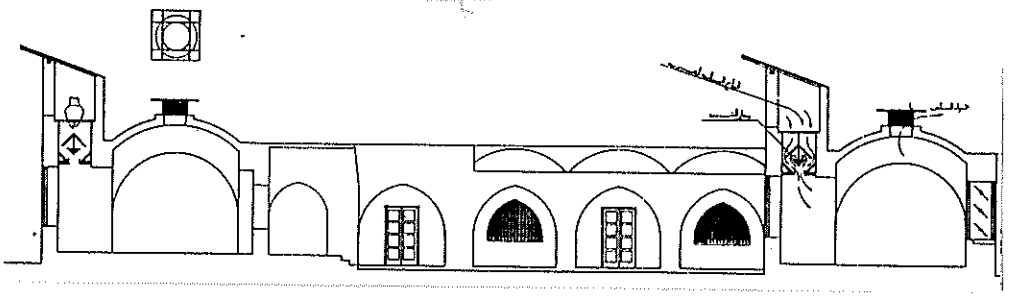
• دراسة تطبيقية لـ De-Urrutia, مُقدمة لمؤتمر الطاقة المُتجددة بالولايات المُتحدة ١٩٩٦ لمبنى سانتا أماليا بأسبانيا والمكون من ستة أدوار أو شُقق سكنية مُشتركة في منور مغطى بالزجاج ويتخلله الضوء إلى المطابخ – والذي لم يتخلله الضوء الطبيعي من قبل – وكذلك يسمح بالتهوية الطبيعية. بالإضافة إلى التسخين السلبي المُكتسب من الأسطح الزُجاجية الممتدة بسقف المنور حيث أمكن توفير طاقة التسخين بنسبة ٦٨% بالمبنى، وتتوقف هذه النسبة على مدة الاحتفاظ بالحرارة الداخلية المكتسبة وذلك بعزل السقف ليلاً[٤].

1- Watson; Climatic Design, 1983, P. 97
2- Arthur; David; Energy-efficient Building, Siminar of Berkeley laboratory; Cairo 1990
3- Givoni, Passive and low Energy Cooling of Building 1994, P. 44
4- Energy Information Center, Organization for Energy Conservation and planning

٢-٤-٧-٣ فراغ الملقف للتهوية والتبريد التبخيري:

تواجد ملقف الرياح ذو النفق ببيوت صعيد مصر القديمة وبالعمائر المملوكية ، وتواجد مع الممرق وأواني المياه الخزفية والنافورة أو السلسبيل أسفل الملقف لتبريد الهواء الخارج إلى الفراغ بالبخر فتقل درجة حرارة هواء الفراغ، ويستمر الهواء الساخن في الصعود التراكمي إلى الخارج عبر فتحات الممرق فينخفض الحمل الحراري بالفراغ. والملقف الإيراني الذي وصل ارتفاعه إلى ٣٠م ساهم في تخفيض حرارة الفراغات الداخلية لتكون ٢٩,٥°م بينما بالخارج ٤٩ °م[١]

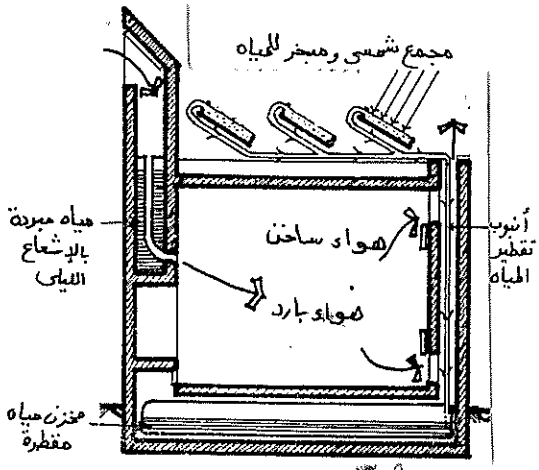
وقد استخدم المعماري حسن فتحي ملقف الهواء والممرق بمدرسة البنات بقرية القرنة الجديدة بصعيد مصر، ووضع بداخل الملقف أوعية معدنية مملوءة بالفحم المرطب بواسطة صنبور للمياه أعلى الأوعية أدى إلى انخفاض في درجة حرارة الهواء الخارج إلى الفراغ مقداره ١٠ °م، وبهذه التقنية تكون أولويات توجيه كُتلة المبنى للتظليل من الشمس[٢].



(شكل ١١٣) ملقف الرياح ومبرد الهواء بمدرسة بنات القرنة الجديدة بالأقصر[٢].

- في دراسة تحليلية لتكامل أنظمة الطاقة بالأجواء الحارة الجافة بالشرق الأوسط للدكتور عبد المحسن فرحات باستخدام الملقف ذي النفق والمياه الباردة المخزنة بالنفق للتبريد صيفاً، على أن تضخ المياه ليلاً بأحواض السقف لتبريدها بالإشعاع الليلي والتي تحتفظ ببرودتها أثناء النهار، فيبرد الفراغ الداخلي ويصعد الهواء الساخن عبر الفتحات العُلوية بالجدار المُقابل بالفراغ.

وشتاءً : تُستخدم أحواض المياه بالسقف ذات الغطاء المُجمع للشمس نهاراً, وبتبخر المياه المالحة (الموقع ساحلي) وتدفقها بأنابيب السقف والحائط الجنوبي والذي يعمل كسيفون حراري حيث يسخن الهواء المحيط بأنابيب المياه المُقطرة، وتنتقل الحرارة بالحمل إلي الفراغ عبر فتحات الحائط (بعد غلق فتحات الملقف) وهواء الفراغ البارد والمُتخلل للفتحة السُفلية بالحائط يتسبب في تكثيف البُخار داخل الأنابيب ويتحول مرة أخرى إلى مياه مُقطرة (صالحة للشُرب) مخزن أسفل الفراغ وتنتقل الحرارة إلى الفراغ بالتوصيل[٣].



(شكل ١١٤) نظام تبريد وتدفئة الهواء وتقطير المياه بواسطة المجمع السطحي للإشعاع الشمسي أو الإشعاع الليلي وملقف الترطيب ذي المياه الباردة.

(1) Bowern A; Historical Responses to Cooling Needs in Shelter and Settlement, Passive Cooling Conference,Miami 1981 P. 566

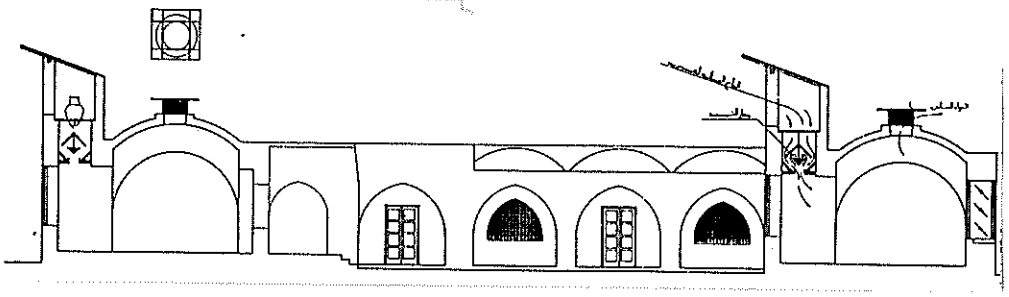
(2) Hassan Fathy, Arehitecture for the Poor, Chicago University , 1973, P. 50

(3) Farhat A. M.; Integrated Energy systems for Arid Areas of the Middle East, Okty Ural, Pergamon Press 1980, P. 634' 786

٢-٤-٧-٣ فراغ الملقف للتهوية والتبريد التبخيري:

تواجد ملقف الرياح ذو النفق ببيوت صعيد مصر القديمة وبالعمائر المملوكية ، وتواجد مع الممرق وأواني المياه الخزفية والنافورة أو السلسبيل أسفل الملقف لتبريد الهواء الخارج إلى الفراغ بالبخر فتقل درجة حرارة هواء الفراغ، ويستمر الهواء الساخن في الصعود التراكمي إلى الخارج عبر فتحات الممرق فينخفض الحمل الحراري بالفراغ. والملقف الإيراني الذي وصل ارتفاعه إلى ٣٠م ساهم في تخفيض حرارة الفراغات الداخلية لتكون ٢٩,٥°م بينما بالخارج ٤٩ °م[١]

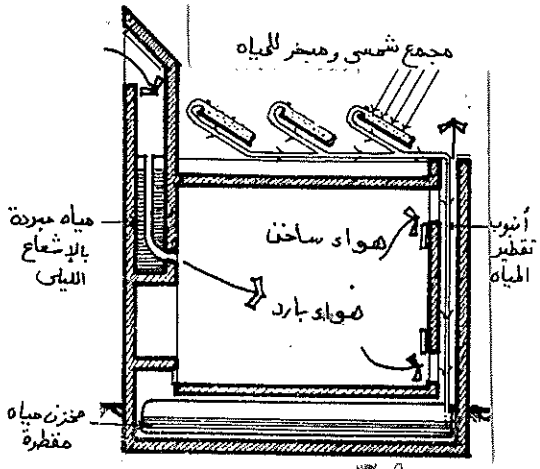
وقد استخدم المعماري حسن فتحي ملقف الهواء والممرق بمدرسة البنات بقرية القرنة الجديدة بصعيد مصر، ووضع بداخل الملقف أوعية معدنية مملوءة بالفحم المرطب بواسطة صنبور للمياه أعلى الأوعية أدى إلى انخفاض في درجة حرارة الهواء الخارج إلى الفراغ مقداره ١٠ °م، وبهذه التقنية تكون أولويات توجيه كُتلة المبنى للتظليل من الشمس[٢].



(شكل ١١٣) ملقف الرياح ومبرد الهواء بمدرسة بنات القرنة الجديدة بالأقصر[٢].

- في دراسة تحليلية لتكامل أنظمة الطاقة بالأجواء الحارة الجافة بالشرق الأوسط للدكتور عبد المحسن فرحات باستخدام الملقف ذي النفق والمياه الباردة المخزنة بالنفق للتبريد صيفاً، على أن تضخ المياه ليلاً بأحواض السقف لتبريدها بالإشعاع الليلي والتي تحتفظ ببرودتها أثناء النهار، فيبرد الفراغ الداخلي ويصعد الهواء الساخن عبر الفتحات العُلوية بالجدار المُقابل بالفراغ.

وشتاءً : تُستخدم أحواض المياه بالسقف ذات الغطاء المُجمع للشمس نهاراً, وبتبخر المياه المالحة (الموقع ساحلي) وتدفقها بأنابيب السقف والحائط الجنوبي والذي يعمل كسيفون حراري حيث يسخن الهواء المحيط بأنابيب المياه المُقطرة، وتنتقل الحرارة بالحمل إلي الفراغ عبر فتحات الحائط (بعد غلق فتحات الملقف) وهواء الفراغ البارد والمُتخلل للفتحة السُفلية بالحائط يتسبب في تكثيف البُخار داخل الأنابيب ويتحول مرة أخرى إلى مياه مُقطرة (صالحة للشُرب) مخزن أسفل الفراغ وتنتقل الحرارة إلى الفراغ بالتوصيل[٣].



(شكل ١١٤) نظام تبريد وتدفئة الهواء وتقطير المياه بواسطة المجمع السطحي للإشعاع الشمسي أو الإشعاع الليلي وملقف الترطيب ذي المياه الباردة.

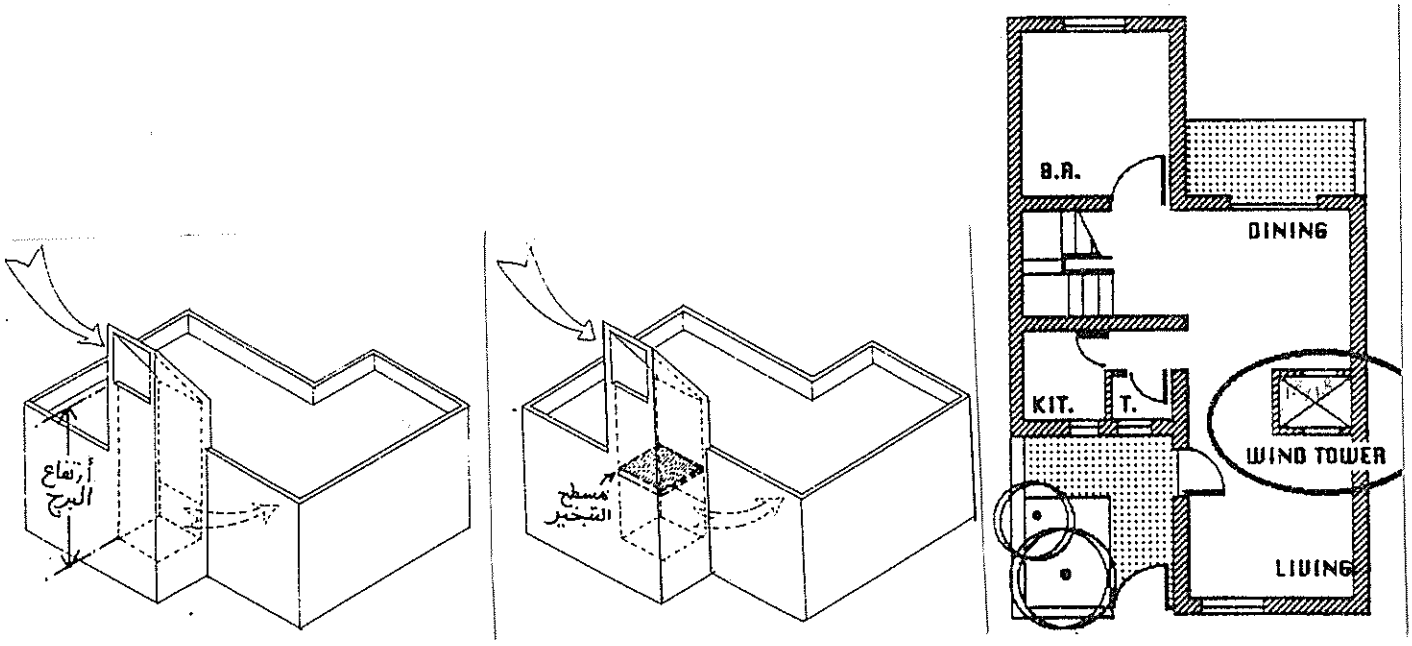
(1) Bowern A; Historical Responses to Cooling Needs in Shelter and Settlement, Passive Cooling Conference,Miami 1981 P. 566

(2) Hassan Fathy, Arehitecture for the Poor, Chicago University , 1973, P. 50

(3) Farhat A. M.; Integrated Energy systems for Arid Areas of the Middle East, Okty Ural, Pergamon Press 1980, P. 634' 786

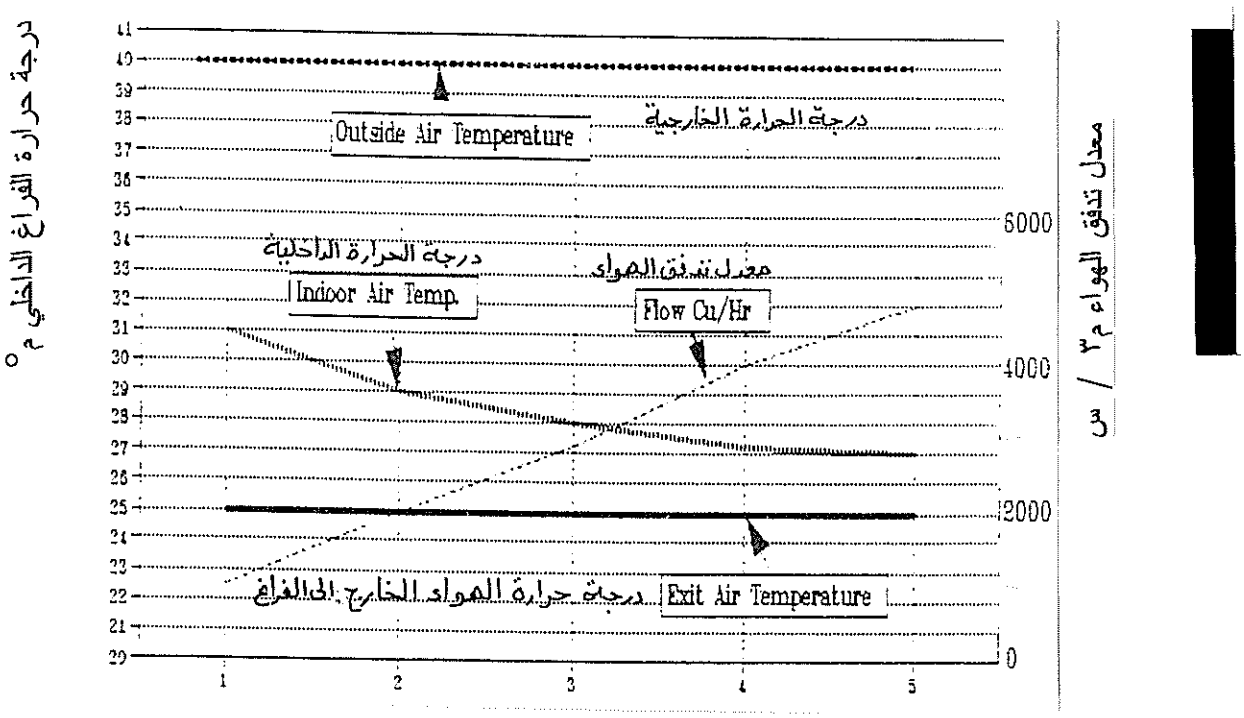
- وفي تقييم لأداء ملقف الهواء ذى المُسطح التبخيري كنظام للتبريد السلبي وترشيد الطاقة، باستخدام برامج الحاسب الآلي Micro Computer Model " Coltowp " وبالتطبيق على نماذج سكنية ذوات العائلة الواحدة بالمُدن الجديدة – العاشر من رمضان (شكل ١١٥) باعتبار أن الشهور التي يلزمها تبريد هي يونيو إلى سبتمبر، أثبتت الدراسة أنه:(*)

- يزيد تأثير تبريد بُرج الرياح بزيادة مسطح المبخر ويقل تدفق الهواء ٢٥% لوجود المبخر، وتقل درجة الحرارة ٣:٢°م عنها بالبُرج بدون مسطح مُبخر، فبينما تكون درجة الحرارة الخارجية ٤٠°م تكون درجة حرارة الفراغ الداخلي ٣١°:٢٧°م لمسطح مبخر من ١:٥م٢ ومُعدل التهوية ١,٤:,٢٧ م٣ /ث، حيث تقل الحرارة ويزيد مُعدل التهوية كُلما زاد مُسطح المبخر.
- كُلما زاد ارتفاع البُرج زاد تدفق الهواء بالفراغ وقُلت حرارته، وتثبت الحرارة عند ارتفاع البُرج إلى حوالي ٨م لذلك يوصى بأقصى ارتفاع للبرج ٨م لمبنى ذى طابقين.
- عندما تبلغ درجة الحرارة القُصوى ٤٠ °م، تكون بالفراغ المزود ببرج بدون مبخر وبارتفاع ٢,٥م تُعادل ٣٢°م ولبرج بارتفاع ٥م٢ تعادل ٣١ °م، ولبرج بارتفاع ٨م تُعادل ٣٠°م وتستقر عند هذا المُعدل بزيادة ارتفاع البرج إلى ١٢,٥م.
- بلغ وفر الطاقة باستعمال برج الرياح ذي المبخر ١٨% من الطاقة المطلوبة للتبريد صيفاً وتصل إلى ٤٠:٥٠% بتعميم استخدام نظام تبريد بُرج الرياح على مُستوى الجوار، وتغطي الأنظمة الطبيعية للتبريد والتدفئة تكلفتها بعد مرور حوالي خمس سنوات من الإنشاء.



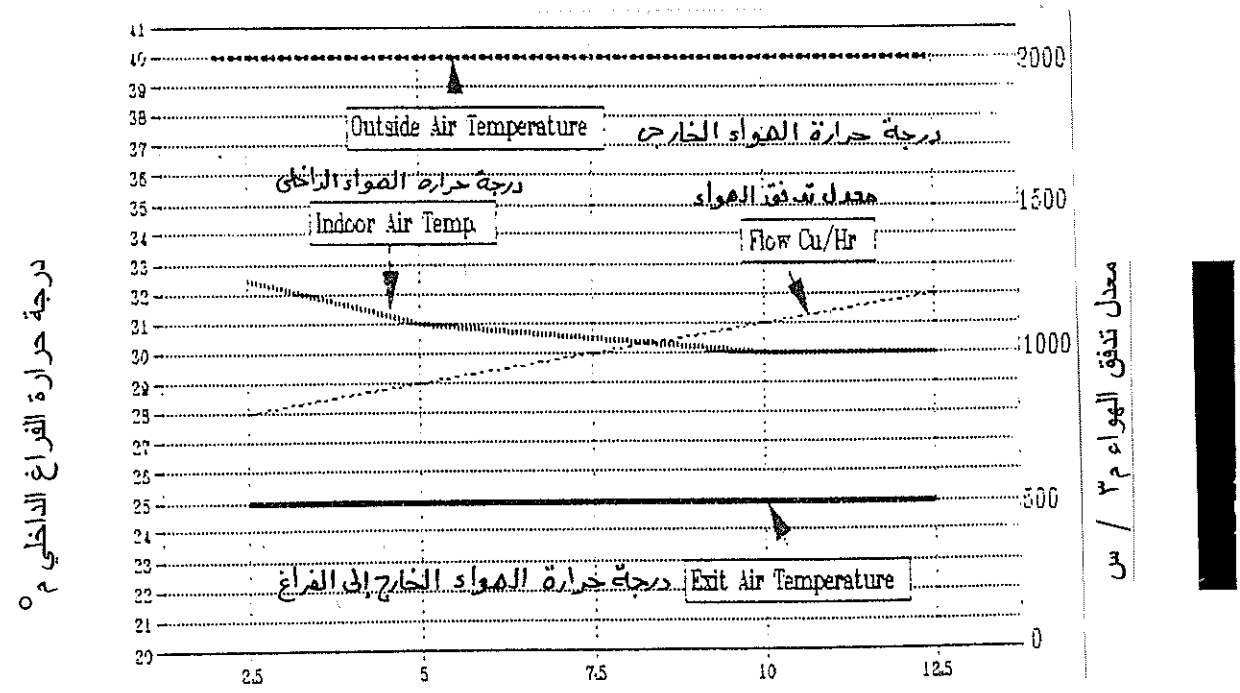
(شكل ١١٥) نموذج سكن للعائلة بمدينة العاشر من رمضان (شكل ١١٦) يتزايد مُعدل التبريد بزيادة المُسطح التبخيري، ويزيد تدفق الهواء بزيادة ارتفاع البرج.

(*)AFEFY M., Passively Integrated Heating and Cooling Systems, Ph . D Thesis Cairo University, 1992, P. 124' 168



مسطح المبخر م٢

(شكل ١١٧)(*) تأثير مسطح المبخر على درجة حرارة الفارغ الداخلي ومعدل التهوية



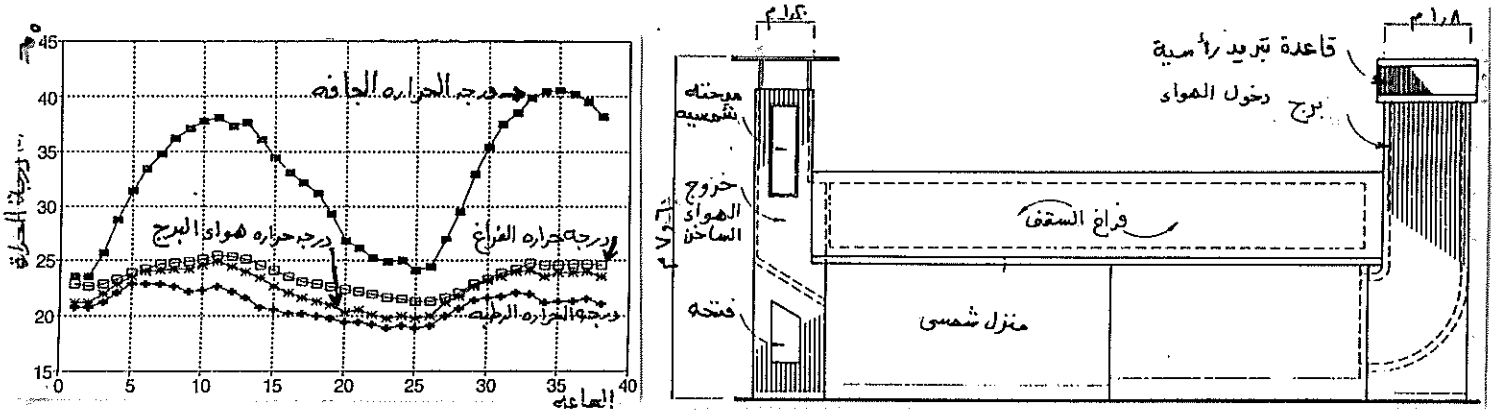
ارتفاع البرج بالمتر

(شكل ١١٨)(*) تأثير ارتفاع برج الرياح على معدل تدفق الهواء ودرجة الحرارة داخل الفراغ

(*)AFEFY M., Passively Integrated Heating and Cooling Systems, Ph . D.Thesis Cairo University,1992, P. 124' 168

- في تقييم حقلي لـ Cunningham & Thompson في أغسطس ١٩٨٦ بأريزونا، لتأثير أبراج التبريد ذات المبخر على درجة حرارة الفراغ الداخلي لمبنى خفيف الوزن بمسطح ١٠٠م^{٢} أضيف إليه برج للرياح بارتفاع ٧,٦م ومساحة مقطعية ١,٨×١,٨م وسقف خشب كونتر(بشكل حرف x) وبجهاته الأربعة الأصلية توجد أربعة قواعد سليلوزية سُمك ١٠سم مبللة ومُشبعة بأملاح ضد التعفن. ترش قواعد التبخير من أعلى بالمياه على أن تتجمع المياه المُتساقطة أسفل القاعدة ليُعاد ضخها بمضخة صغيرة. وضعت مدخنة شمسية بالجهة المُقابلة للبرج لتشجع زيادة تدفق الهواء خلال برج التبريد والمبنى، ويشاركها في العمل سقف المبنى الجمالوني.

بعد اختبار لمدة يومين (٢٢-٢٣ أغسطس ١٩٨٥) وباليوم الثاني في الرابعة بعد الظهيرة عندما بلغت درجة الحرارة الخارجية القصوى ٤٠,٦°م بلغت درجة حرارة الهواء الخارج من البرج ٢٣,٩°م بسرعة ٧٥,م/ث ، وبالفراغ ٢٤,٦°م بسرعة ٧, م/ث لمعدل التهوية ٢,٤م٣/ث[1].



(شكل ١١٩) أ- منزل شمسي أضيف له برج تبريد ومدخنة شمسية ب- تقل درجة حرارة الفراغ الداخلي ١٥°م عن الخارج وقت الذروة

- بالمقارنة الرياضية لحاسب الآلي بواسطة GIVONI عام ١٩٩١ لتحليل النتائج السابقة وجد أنه:

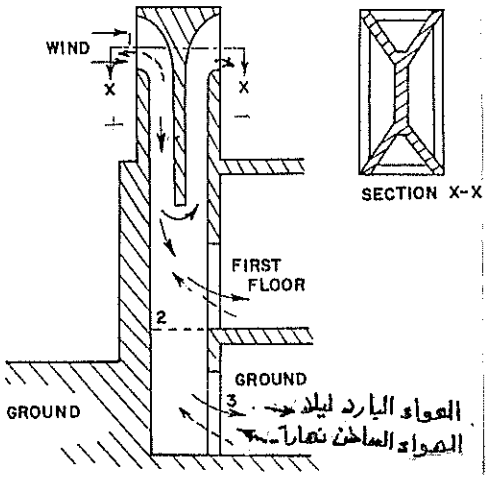
- يُمكن الحصول على مُعدل تدفق ٧, م/ث لبرج بارتفاع ٢م ومُسطح مبخر ضُعف مساحة مقطع البرج ٤م^{٢}، ويتضاعف التدفق بتضاعف ارتفاع البُرج إلى ٦م، ويقل بنسبة ٥٠% بانخفاض مُسطح المبخر إلى ٢م^{٢}.
- لم تؤثر المدخنة الشمسية في أداء برج التبريد، ومُعدل تدفق الهواء بتوقف على سُرعة الرياح الحرة، وتتوقف درجة حرارة الهواء الخارج من البرج على فارق درجات الحرارة بين هواء المُبرد والهواء الخارجي الدافئ.
- بفرض استخدام بُرج مبخر في بلكون لوحدة سكنية بحجم ٢٥٠م^{٣} بمبنى متعدد الطوابق ويلزمها مُعدل تغيير للهواء ١٢ مرة/ساعة بنظام التبريد التبخيري المُباشر وأقل مُعدل تدفق مطلوب ٣٠٠٠م^{٣}/س (٨٣,م٣/ث)، يكون البُرج المطلوب بارتفاع ٢م ومساحة مقطعة ٢م^{٢} وقاعدة المُبرد بمسطح ٤م^{٢}[1].

- في إحصاء لاستهلاك الطاقة بواسطة مكيفات الهواء التبريدية وجد أن التبريد التبخيري المُباشر منخفض الطاقة يستهلك ٢٥% من الطاقة المُستهلكة بنظام مكيف الهواء، والتبريد التبخيري غير المُباشر يُستهلك ٣٣% من طاقة مكيفات الهواء.

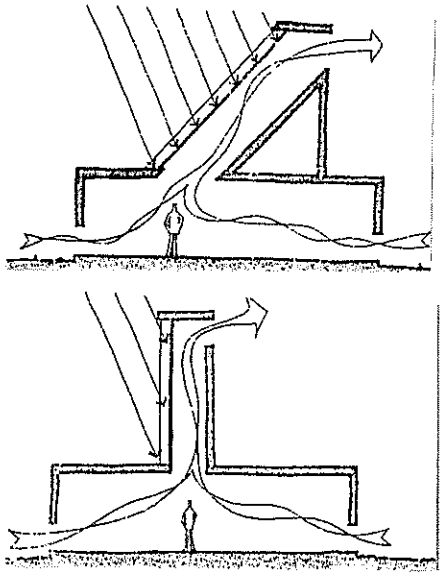
(1) Givoni B.; Passive and Low Energy Cooling of Building, Van Nostrand Reinhold 1994, P. 140-142

٢-٤-٧-٤ المدخنة الشمسية:

استخدمت المدخنة الشمسية في إيران معتمدة على تسخين جدران برج الرياح فيتدفق خلالها الهواء إلى الخارج بفعل اختلاف درجات الحرارة بين جدران البرج الساخن والهواء البارد (شكل ١٢٠). وحالياً يُستخدم السطح المُجمع للإشعاع الشمسي من زجاج أعلى الفراغ المُراد تحريك الهواء به مع مُراعاة وجود فتحة لهروب الهواء الساخن فيستمر تدفق الهواء الخارجي البارد عبر الفراغ بفعل تباين درجات الحرارة (شكل ١٢١).



(شكل ١٢٠) برج الرياح الفارسي مزدوج الوظيفة، ملقف للهواء البارد، وممرق للهواء الساخن (مدخنة شمسية)[١]



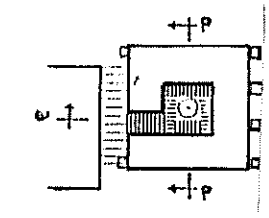
(شكل ١٢١) مدخنة الشمس المائلة أكثر فاعلية صيفاً من المدخنة الرأسية لسهولة صعود الهواء إلى الخارج، على أن تكون أطول لتسمح بالارتفاع الرأسي للهواء الساخن[٢]

التبريد الشمسي باستخدام المدخنة الشمسية والفناء المركزي[٣]

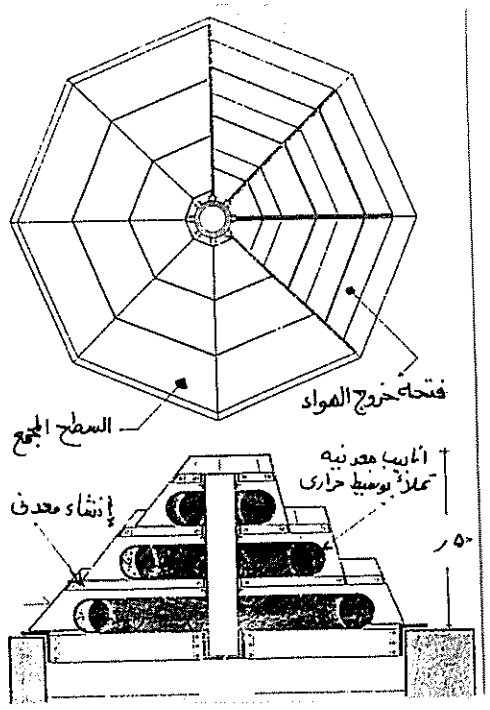
في دراسة معملية باستخدام نفق الرياح على تأثير المدخنة الشمسية في تحريك الهواء بالفراغات الداخلية، والمدخنة الشمسية هي فراغ بالغُلاف الخارجي للمبنى ذو غطاء زُجاجي عُلوي لتجميع أشعة الشمس، وأسفله أنابيب معدنية مملوءة بوسيط (ماء-هواء-زيت) للاحتفاظ بالحرارة المكتسبة، وغطاء المدخنة يسمح بتخلل الهواء من خلال مقطع المدخنة إلى الخارج (شكل ١٢٢، ١٢٣، ١٢٤).

اعتمدت الدراسة على: تخفيض درجة الحرارة خارج المبنى وزيادة فارق الضغط بين الداخل والخارج، ودراسة تأثير المدخنة في تبريد فصول دراسية بمنطقة حارة جافة وذلك بوضع المدخنة بالجهات الجنوبية التي لا تصلها تهوية مُباشرة وعلى ارتفاع ٢,٥م من سقف المبنى ذي الغُلاف المُظلل بالتضام، فيسخن الوسيط الحراري وترتفع درجة حرارته عن درجة حرارة الفراغات الداخلية خاصة بعد الظهيرة فيتسبب في تحريك الهواء بفعل تباين درجات الحرارة عبر الفتحات المتقابلة والمفتوحة على الفناء المُظلل والمُرطب بالمياه والمزروعات، ويتخلل الفراغات هواء بارد مُرطب يخفض من درجة حرارتها ويستمر

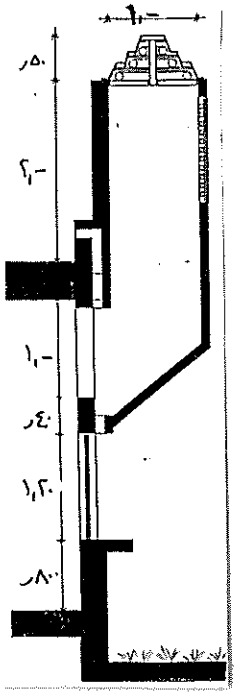
(1) Bahadori M.,; Pressure Coefficient to Evaluate Air Flow Pattern in Wind Towers, Intr. Passive and Hybrid Cooling Conference, Miami 1981.
(2) Moore F., Environmental control systems 1993, P. 187
(3) Khafaje, Natural Ventilation Through Schools Buildings in Hot-dray Tropical Zones, King Abdulaziz Univ. 1992



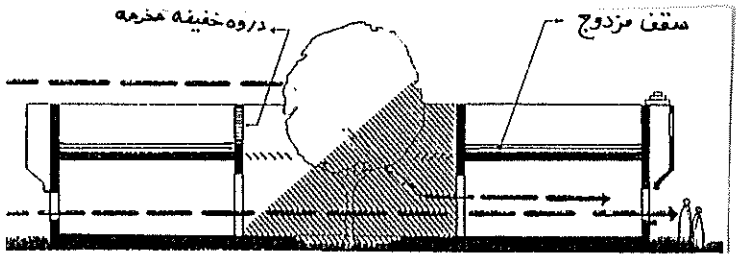
(شكل ١٢٢)(*) الموقع العام لوحدة فصول، وأماكن المدخنة الشمسية



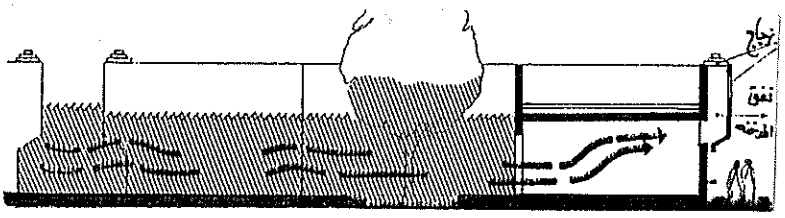
(شكل ١٢٣) قطاع تفصيلي يوضح الجُزء العُلوي من المدخنة (الشكل الثمُاني يجمع حرارة حتى ٨٠°م ويتغلب على مُشكلة التوجيه)



(شكل ١٢٤) قطاع بنفق المدخنة الشمسية والذي يسمح بتسرب الهواء الساخن خلاله.



(شكل ١٢٥)قطاع أ-أ- التهوية المُستمرة بالمبنى



قطاع ب- ب- نظام التهوية بالتصاعد الحراري (Stack Effect)

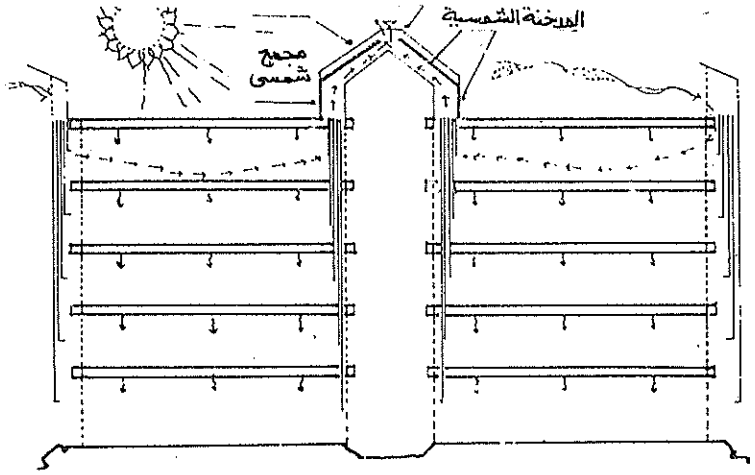
(*) Khafaje, Natural Ventilation Through Schools Buildings in Hot – Dry Tropical Zones, King Abdulaziz University 1992

التبريد التبخيري وحركة الهواء بقوة ضغط الرياح والضغط الجوي، باستخدام بُرج الهواء والمدخنة الشمسية والطاقة المُنخفضة(*):

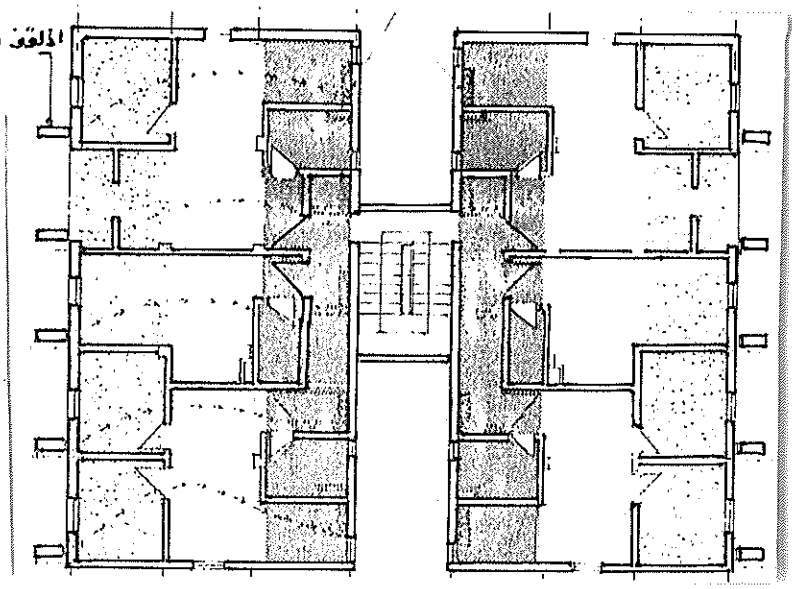
في دراسة تحليلية لعناصر التبريد التبخيري ببرج الرياح، خلال ساعات اليوم مع تحريك الهواء بسحبه خلال مدخنة شمسية تعلو فراغ سماوي يفصل بين وحدات سكنية لمبنى مُتعدد الأدوار (الشكل ١٢٦)

- المدخنة الشمسية عبارة عن أسطح زجاجية داكنة اللون مثبتة على هيكل معدني موجه إلى الشرق والغرب وأسفل الأسطح الزجاجية نفق يتدفق خلاله الهواء الساخن إلى الخارج، ويتفرع نفق الهواء الساخن إلى أنفاق بجدار الفراغات الخدمية لكل دور. وليلاً يستخدم حرارة فرن غاز أسفل فتحة نفق المدخنة لإيجاد التباين الحراري لسحب الهواء من الفراغات إلى أعلى بنفق المدخنة ثم إلى الخارج (الشكل١٢٧).
- نفق التبريد بغلاف المبنى، ويتصل بالفراغات المعيشية ويضيق مقطعه إلى أسفل بعد كل دور، فتحة المأخذ (دخول الهواء بدور السطح) بها جهاز للترطيب التبخيري المُباشر (أوعية الفحم المرطب) أو ملف تبريد أو الاثنين معاً لتبريد الهواء نهاراً (شكل ١٢٨).
- فتحة السقف المُزدوج على واجهة المبنى ذات غطاء رأسي يتحكم في حركته من خلال الشباك أسفله، وتفتح ليلاً لشفط الهواء البارد بمروحة شفط عبر فراغ السقف لتبريده، ويصرف الهواء الساخن خلال أنفاق المدخنة الشمسية الأسخن بفعل حرارة الفرن أسفل فتحة تصريف الهواء بنفق المدخنة. (شكل ١٢٩).
- الفتحات الصغيرة بغلاف الواجهة أسفل فتحة الشُباك (غُلاف مسامي) لتخلل هواء الليل البارد، والشبك السلك بين الحائط الطوب يمنع دخول الحشرات. وتغلق الفتحات نهاراً بالضُلف المُنزلقة.

وباستخدام الطاقة المُنخفضة لمدة ٦ ساعات ليلاً من الساعة ٢٤ إلى ٦صباحاً (مروحة الشفط-حرارة فرن الغاز) بالإضافة لنظام التبريد التبخيري السلبي نهاراً ببرج الرياح يمكن التخلص من الحرارة المكتسبة طوال النهار وخلال ساعات الذروة الحرارية ويُمكن تطبيق هذه التقنية على المباني الجديدة والقائمة بالفعل(*).



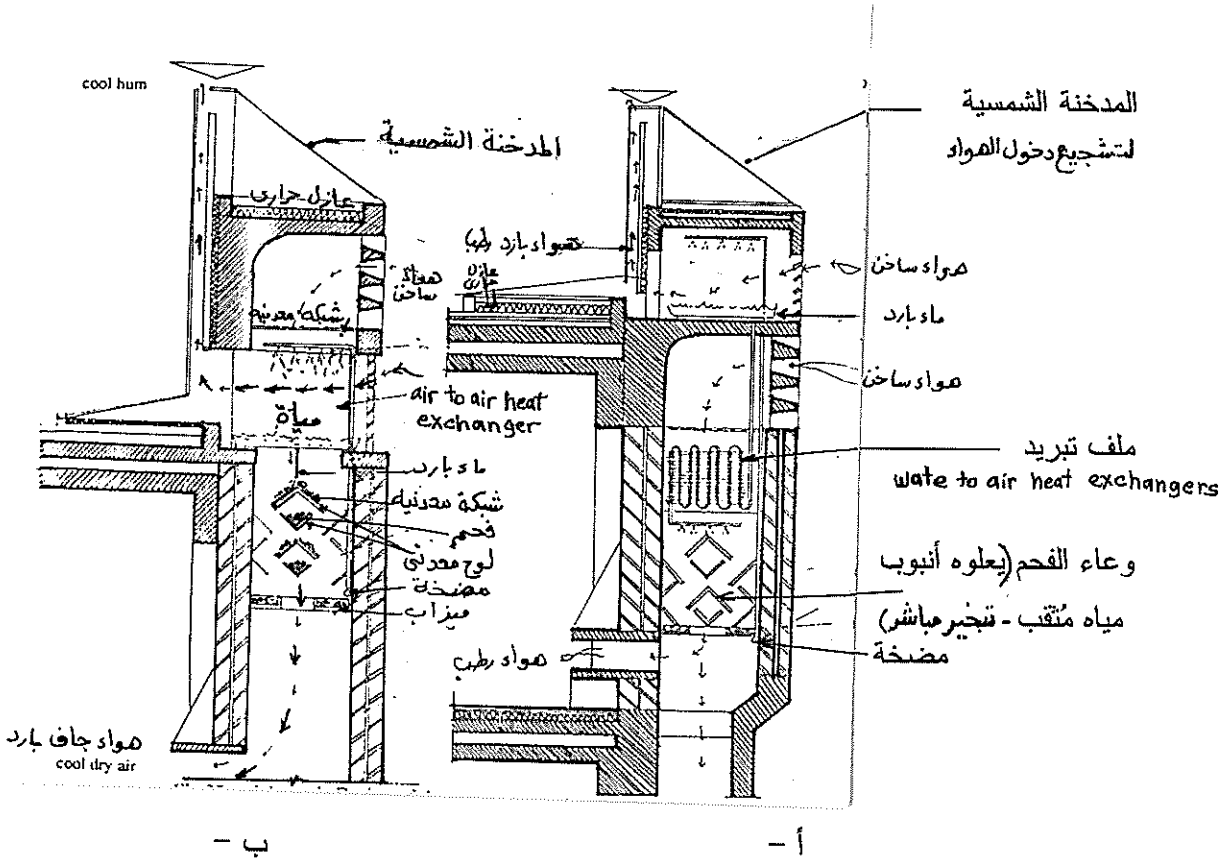
(شكل ١٢٧) قطاع عرضي بالمبنى يوضح الملقف المرطب بغلاف المبنى والمدخنة الشمسية أعلى الفراغ المركزي بين وحدات المبنى والمتصلة بأنفاق لتصريف الهواء الساخن من الفراغات الخدمية.



(شكل ١٢٦) المسقط الأفقي للمبنى السكني مُتعدد الأدوار.

- الفراغات الخدمية يعلوها نفق المدخنة الشمسية لتصريف الهواء الساخن
- الفراغات المعيشية وبها فتحات نفق ملقف الهواء.

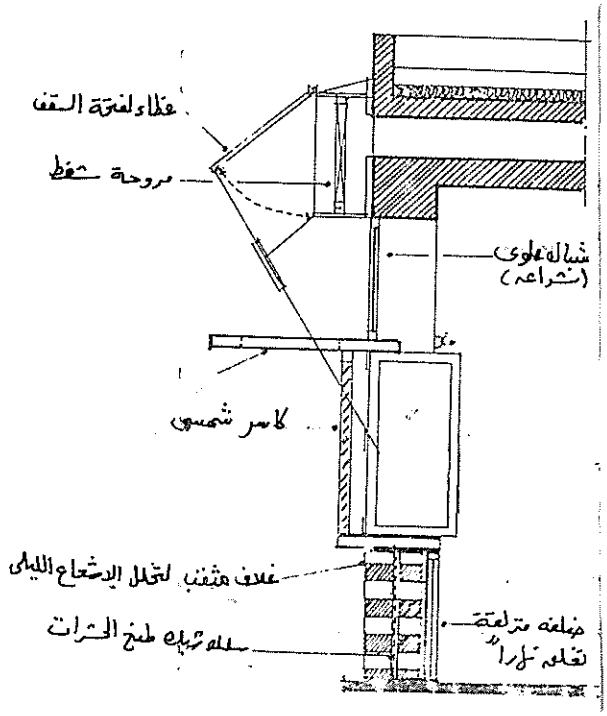
(*)Amira M.Mostafa, Low Energy Cooling in Multi-storey Buildings..... , M.Sc. Thesis, M.I.T. University, 1989.



(شكل ١٢٨)

أ – ملقف التبريد وجهاز التبريد التبخيري للأجواء الحارة الجافة (ملف تبريد وأوعية مياه و فحم مرطب)

ب– ملقف التبريد التبخيري غير المُباشر للأجواء الحارة الرطبة (وعاء مياه للتبريد و أوعية مملوءة بـــالفحم لامتصاص الرطوبة الزائدة)



(شكل ١٢٩)

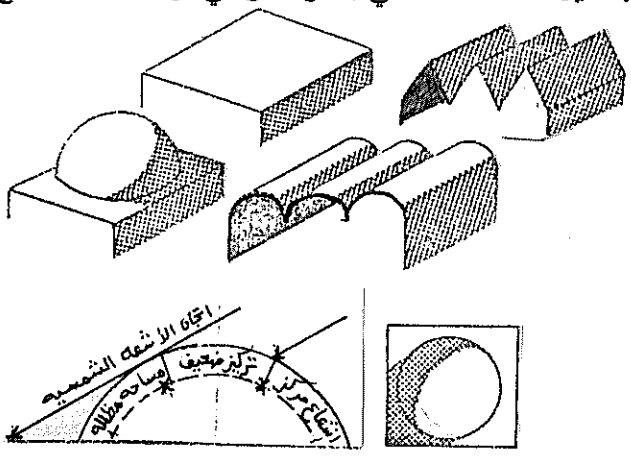
قطاع رأسي خلال حائط خارجي، فتحة الشباك ذات الكاسر الشمسي أسفلها جزء من الحائط مخرم به ضلفة سلك لمنع الحشرات ويُغلق ليلا بضلف زجاجية منزلقة، وشراعة علوية أعلى الشباك، ويعلوها بالسقف المُزدوج غطاء لفراغ السقف مُلحق به مروحة لسحب هواء الليل البارد.

٢-٤-٨-سقف كُتلة المبنى للتظليل وتحريك الهواء ، وللاكتساب الحراري

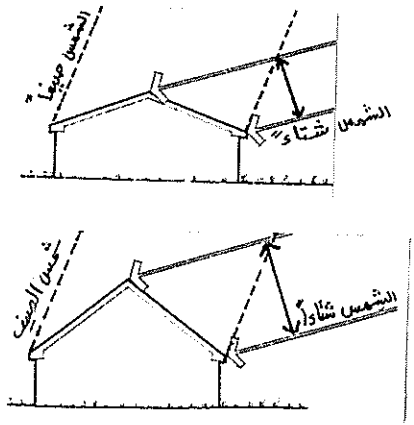
سقف المبنى أكثر الأسطح عرضة للأحمال الحرارية بالمناطق الحارة وعرضة لضغط الرياح بالمناطق الباردة ، يؤثر في تخفيض الأحمال الحرارية الواقعة على السقف عوامل عديدة منها شكل السقف وسُمكه وارتفاعه والفتحات السقفية به والنباتات وحديقة السطح والتبخير المُباشر وغير المُباشر للسقف.

٢-٤-٨-١ شكل السقف : السقف الأُفقي أكثر الأسطح عُرضة للإشعاع الشمسي الصيفي بكتلة المبنى، وفي الشتاء تفوقه في الاكتساب الحراري الأسطح الرأسية المواجهة للجنوب والجنوب الغربي والجنوب الشرقي في العروض الشمالية،معظم الأسطح مُعرضة لشمس الظهيرة تبعاً لزاوية سقوط الأشعة.ويتركز الإشعاع فوق السقف الأُفقي بينما في السقف المقبي لا يتعرض سطحه بالكامل لأشعة الشمس ويظل جزء منه في الظل دائماً خلال ساعات النهار مما يقلل الضغط الحراري على الفراغات الداخلية أسفله. وتنشط حركة الهواء ما بين الجزء المُظلل من سطح القبة أو القبو والجزء المُشمس مما يُساعد على التخلص من الهواء الساخن المُلاصق لهذا الجُزء المُشمس وبالتالي تخفيض الاكتساب الحراري للسقف وللفراغ أسفله[١](شكل ١٣٠، ١٣١).

وتقل أهمية شكل السقف بتغطيته بمادة عاكسة للإشعاع الشمسي المُباشر (سطح معدني – مادة نهو بيضاء) أو بتظليل السقف الأصلي بآخر خارجي أو بحديقة السطح التقليدية.



(شكل ١٣٠) السقف الأفقي مُعرض بالكامل للإشعاع الشمسي، والأسقف المقبية والمُنكسرة ذوات المُسطحات المُظللة ذاتياً مما يقلل الأشعة المكتسبة بواسطة الأسقف ، والشكل الدائري يشجع على انسياب تدفق حركة الهواء من حوله[٢].

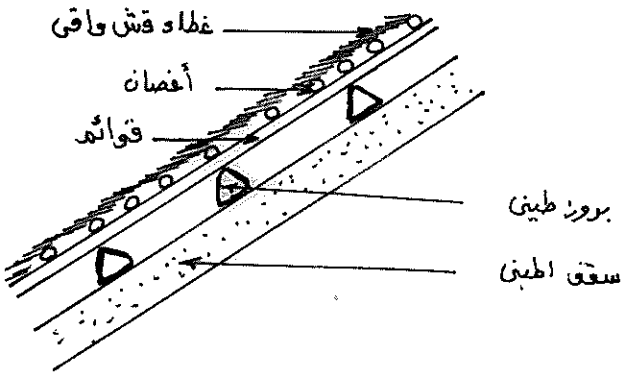


(شكل ١٣١) يزداد تعرض السقف للإشعاع الشمسي وضغط الرياح البادرة شتاءً بزيادة ميل السقف[٣]

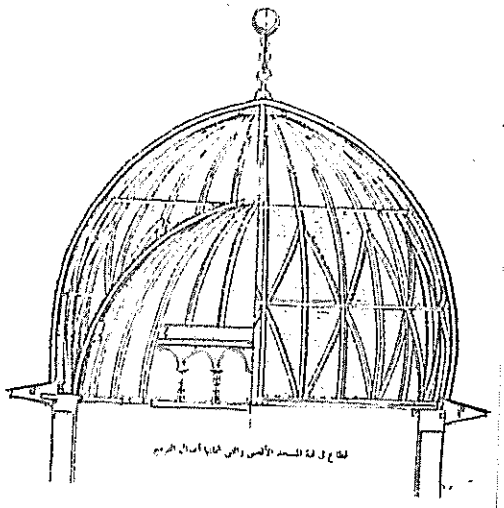
(١) بدر الدين الخولي، المؤثرات المناخية والعمارة العربية، دار المعارف ١٩٧٧،ص ٣٤
(٢) شفيق الوكيل ، سراج، المناخ وعمارة المناطق الحارة، عالم الكتب ١٩٨٨
(3) Watson, Climatic Design, P. 109

٢-٤-٨-٢ السقف المزدوج للتظليل والتبريد بالتهوية الطبيعية والإشعاع الليلي البارد، والتسخين بالإشعاع الشمسي:

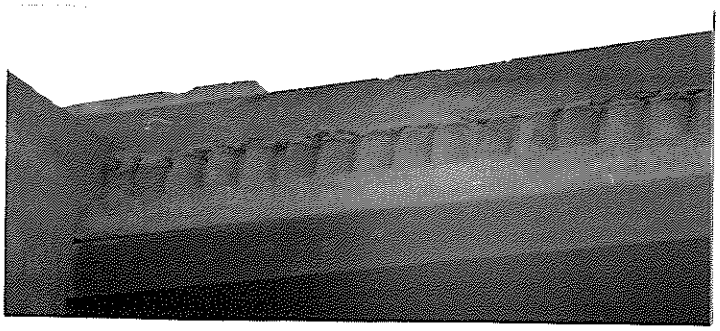
يعمل السقف الخارجي على تظليل سقف المبنى الأصلي من الإشعاع الشمسي المُباشر وخفض الانتقال الحراري إلى الفراغات أسفله، ويسمح الفراغ الهوائي بين السقفين بحركة الهواء المُلامس للسقف الداخلي حتى لا يكون سبب اختزان حراري باختزان الهواء في الفراغ بين السقفين.



(شكل ١٣٢) السقف المُزدوج التقليدي بالهند، تحمي طبقة القش الخارجية السقف الطيني الداخلي من المطر والشمس وفراغ الهواء يعمل كعازل، والطين ذو السعة الحرارية يؤخر تأثير حرارة النهار إلى الليل البارد، ميول السقف يسمح بتدفق الهواء من فراغ السقف فيرتفع الهواء الساخن للقمة ويحل محله الهواء البارد[1].



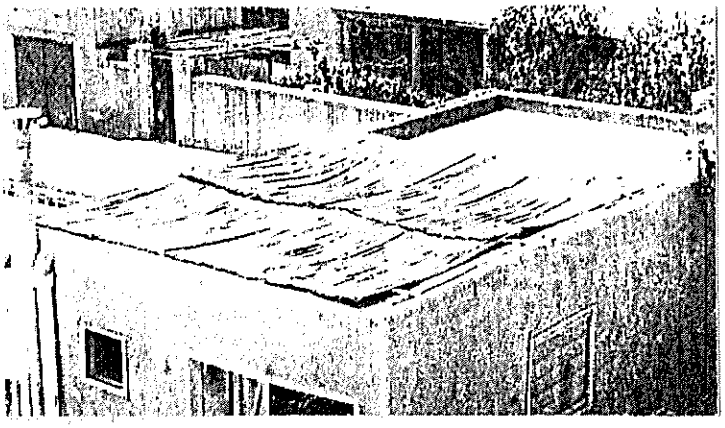
(شكل ١٣٣)[2] القبة الخشبية المُزدوجة، الخارجية المُغطاة بالشرائح المعدنية لعكس الإشعاع الشمسي المُباشر وحماية القبة الداخلية ذات النقوش والألوان من الإشعاع الشمسي والسماح بالتهوية من خلال الفراغ الهوائي بين السقفين(مسجد قبة الصخرة المُشرفة بالقُدس الإسلامية ٦٩١م).

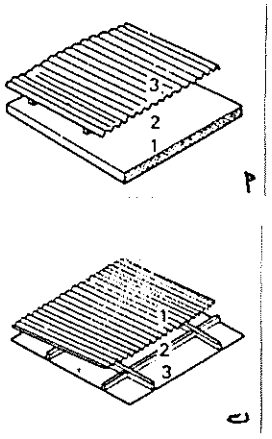


(شكل ١٣٤) السقف الخشبي المُزدوج وبينه الأواني الفخارية بقصر الأمير بشتاك بالقاهرة (١٣٣٤م) الفخار لما له من خاصية المسامية وتخفيف الحمل الإنشائي والحراري على المبنى والفراغات أسفله.

(1) Moore, Environmental Control Systems, P. 54

(٢) مجلة عالم البناء – ترميم المسجد الأقصى بالقدس الإسلامية – العدد رقم ٩٧ – يناير ١٩٨٧، ص ٣٠





(شكل ١٣٥) أ- يقلل السقف التقيل (خرسانة سُمك ١٠سم) المظلل بألواح الصاج المجلفن درجة حرارة هواء الفراغ أسفله ٥°: ٨°م عند درجة الحرارة الخارجية القصوى (٣٨°: ٤٣°م) وترتفع درجة حرارة السقف المعدني وتعمل حركة الهواء بين السقفين على إعاقة توصيل الحرارة إلى السقف الثقيل، وبالتهوية الليلية تفقد الحرارة المُكتسبة بالنهار.(زمن الإزاحة ٥ ساعات والتباين الحراري ٨°م)

ب- كذلك السقف الخفيف (سقف صناعي ليفي سمك٢سم) ولكن زمن الإزاحة ساعة واحدة مما يؤثر على درجة حرارة الفراغ الداخلي وسرعان ما ترتفع بارتفاع حرارة السقف المعدني والهواء من أسفله[1].

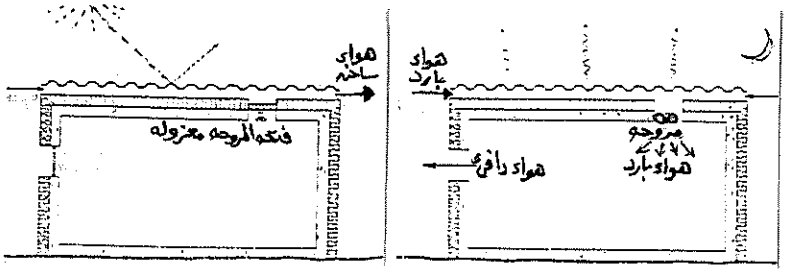
(الشكل ١٣٦) السقف المزدوج الخارجي من عيدان القصب المجدول يظلل السقف الأصلي ويسمح بتهويته ويكون مثبت على ارتفاع ٢٠سم من سقف خرساني سُمك ١٠سم و ذي طبقة ميول أسمنتية بمتوسط سُمك ٧سم وقد ساهم في خفض حرارة السقف الرصاصي ٦°م وكان أقل من درجة حرارة الفراغ ٢/١°م، وزاد زمن الإزاحة للمُنشأ ١ ساعة، بينما السقف الخرساني بدون عازل حراري وصلت درجة حرارته ٤٥°م وهي أعلى من حرارة الهواء الخارجي ٣°م الساعة ٦ مساءاً (الغلاف طوب ٢٥سم وبياض أسمنتي وبه شباك بضلف أسبستوس تُغلق نهاراً وتُفتح ليلاً). ويُمكن استعمال السقف المُظلل بالحصير المجدول بالمباني ذات الاستعمال المُحدود بالنهار (فصول دراسية) وتوفير العازل الحراري بالسقف على أن تهوي ليلاً لتبريد الفراغ بالحمل في الأجواء الحارة القارية (الخرطوم)[2].

(1)Mukhtar Y.A,;Roofs in Hot Dray Climates With Special Reference to Northern Sudan, Overseas Building Notes No. 182 BRE U.K1980.

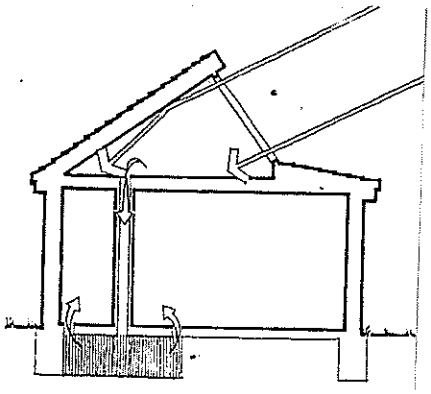
(2)Adel Mostafa , The Thermal Berformance of Concrete Roofs and Reed Shading Panels, Overseas Building Notes No.164 BRE U.K 1975.

- السقف المزدوج ذو السطح الخارجي الخفيف والمعدني العاكس للإشعاع الشمسي المُباشـــر والمُظلـــل للسقف الداخلي الثقيل أو المعزول يقلل الحمل الحراري المُنتقل إلى الفراغ الداخلي خلال السقف، والفـواغ الهوائي بين السقفين يسمح بتحريك الهواء الخارجي والتخلص من الهواء الساخن المُلامس لسقف المبنـــى شكل(١٣٧).

- السطح الخارجي المعدني المعرج تزداد فعاليته في تحريك الهواء المحصور بينه وبين الســـقف الداخلـــي بوضع فراغاته المُنبعجة في اتجاه حركة الهواء، كذلك كلما قلت مساحة تلك الفراغات المنبعجة لم تســـمح بسكون الهواء خلالها.
- وفي الأجواء الباردة الممطرة يفضل السقف الجمالوني المزدوج ذو السطح الزجـــاجي المجمـــع للأشـــعة الشمسية والتي يُمكن تخزينها في كُتلة السقف الداخلي الثقيلة ذات السعة الحرارية والتي تسمح ببثـــها إلـــى الفراغ الداخلي خلال الفترة الباردة وبعد مغيب الشمس (الشكل ١٣٨).
- ويعتبر التكثيف مُشكلة السطح المعدني حيث يقلل من كفاءتها ويتلفها، ومدى التباين الحـــراري لـــه كبـــير وتزيد درجة حرارته القصوى وقت الذروة كثيراً عن الهواء الخارجي وسُرعان ما يفقد حرارته.



(الشكل ١٣٧) التبريد الإشـــعاعي غـــير المُباشـــر بتحريك هواء الليل البارد داخل كتلة المبنى بمروحة لتبريد المبنى. أثناء النهار يغلق المبنـــى المعـــزول ليظل محتفظاً ببرودته بينما يعكس السقف الخـــارجي الإشعاعي المُباشر، والفراغ الهوائي بيـــن الســـقفين يقلل الضغط الحـــراري علـــى الســـقف الداخلـــي الأصلي.



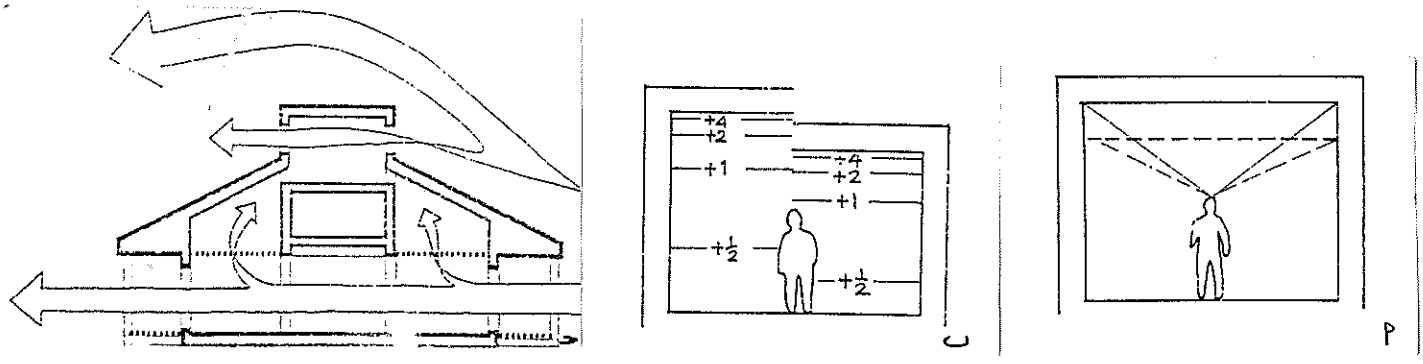
(الشكل١٣٨) تجميع حـــرارة الشـــمس بالســـطح الزُجاجي وتمرير الهواء الساخن عـــبر الحوائـــط المزدوجة لتخزين الحرارة في القاعدة ذات الســـعة الحرارية الكبيرة لإعادة إشعاعها فـــترة الـــبرودة وبعد غياب الأشعة الشمسية.

(1) Lechner, N.; Heating Cooling Lighting-Design Methods for Anchitects, P.200
(2) Watson D.; Climatic Design P.125.

٢-٤-٨-٣ ارتفاع السقف لتقليل وزيادة الاكتساب الحراري واستمرار تدفق الهواء:

تباين ارتفاع السقف بالمنزل المصري القديم والمُسلم تبعاً لنوع الفراغ والنشاط الممارس بـــه، وزاد ارتفاعـــه بالقصور والفراغات العامة. ورغم زيادة التكلفة الاقتصادية للسقف المُرتفع في المباني مُتعددة الأدوار وزيـــادة فترة الإنشاء والصيانة وخفض الكثافة البنائية حيث يزيد من حجم الفراغ حوالي ١٨,٥% بزيادة الارتفاع مـــن ٢,٧م إلى ٣,٢م إلا أن مزايا ارتفاع السقف للراحة الحرارية لدواعي ترشيد الطاقة تتضح في:

- توصيل قدر أقل من الإشعاع الحراري لساكني الفراغ ذي السقف المُرتفع عنه في السقف المُنخفض فـــي الغُرفـــة بنفس المُسطح.
- الحرارة المُنتقلة بالحمل تأثيرها أقل في الأسقف المُرتفعة حيث يُشكل الهواء الساخن طبقة أسفل الســـقف وفـــوق رؤوس شاغلي الفراغ (شكل ١٣٩- أ)
- يتوزع الاكتساب الحراري في الغُرفة ذات السقف المُرتفع حيث مُسطحات الأسطح أكبر فيكون التأثير الحـــراري أقل بينما يزيد تأثيره والشعور به في الغُرفة ذات السقف المُنخفض (شكل١٣٩ - ب)
- بزيادة ارتفاع السقف من ٢,٤ :٣,٦ م يقل اكتسابه الحراري ٢,٣وات عِندما تكون درجة حرارتـــه ٣٥°م، ويقـــل الاكتساب الحراري ٧وات بزيادة درجة حرارة السقف إلى ٤٠°م[1]
- السقف المُرتفع يزيد حجم الهواء في الفراغ، فعندما تكون الحرارة مُرتفعة بالخارج يقل الاحتياج لمعـــدل التهويـــة ويظل الفراغ مُحتفظاً بالهواء البارد الداخلي
- إمكانية وجود تباين بين ارتفاع الفتحات يعطي إمكانية التخلص من الهواء الساخن بتأثير فارق درجـــات الحـــرارة (شكل١٣٩ — ج)، والاهتمام بارتفاع سقف الفراغات الكبيرة والسقف الأخير للمبنى الذي يتلقى أقصـــى انتقـــال وتوصيل حراري، والذي بعزله حرارياً يُمكن تخفيض نسبة ارتفاع السقف، إلا أن ضرورة وجود فتحات عُلويـــة وشُراعات تسمح بالتخلص من الهواء الساخن وبالتالي تحريك الـــهواء داخـــل الفـــراغ، وتســـمح بالخصوصيـــة بالإضافة إلى العامل النفسي لزيادة حجم الفراغ بزيادة ارتفاع السقف



(شكل ١٣٩)[2] أ- السقف المُرتفع يُبعد منطقة الهواء الساخن أعلى شاغلي الفراغ

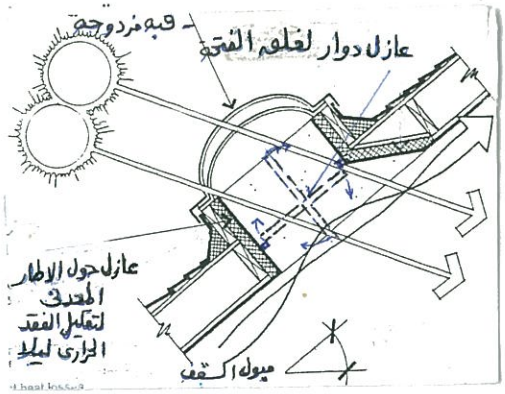
ب- تزيد درجة حرارة السقف ٤°م عن الفراغ ونصف هذه الزيادة في أول ١٠سم أسف السقف

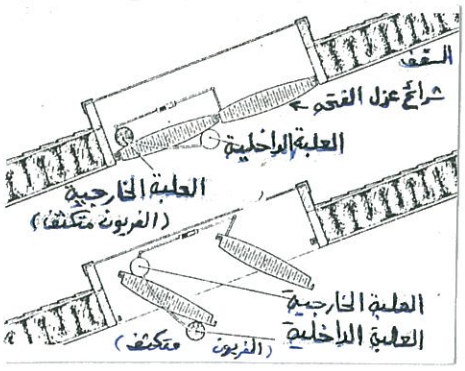
ج — السقف المُرتفع يسمح بوجود تباين في منسوب الفتحات للتخلص من الهواء الساخن وبروز السقف يُتيح الإظلال وبالتالي يُتيح فتحات أكبر بالواجهة

(1) Givoni; Man, Climate and Architecture; P. 159
(2) Evans; Housing, Climate and Comfort; P. 62

٢-٤-٨-٤ فتحات السقف لتهوية الفراغات وتبريدها ... أو لتدفئتها ونفاذ الإشعاع الشمسي:

تسمح فتحات السقف مثل الملقف المصري القديم والشخشيخة والناروزة والمضاوي بالأسقف المقببة بالعمارة التقليدية على تحريك الهواء من وإلى الفراغ الداخلي. أيضا تسمح بترطيبه من خلال نفاذ الإشعاع الليلي البارد ... أو بتسخينه بنفاذ الإشعاع الشمسي خلال سطح شفاف بالمناطق الباردة (شكل ١٤٠)

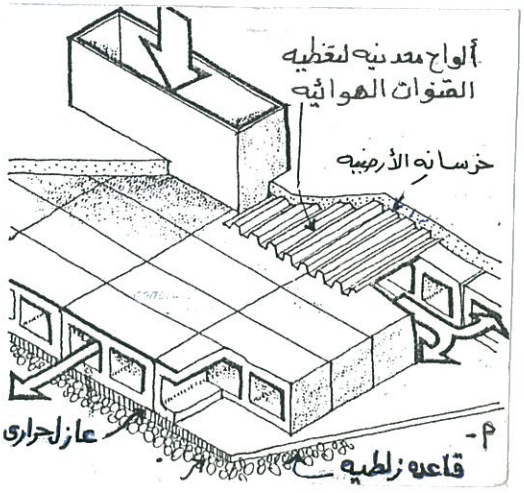




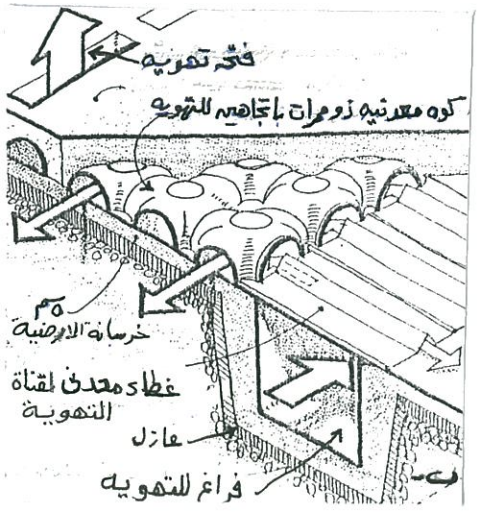
(شكل ١٤٠) أ – السقف الجمالوني ذو الفتحة الزجاجية المزدوجة Skylight لنفاذ أكبر إشعاع شمسي، وتغلق ليلا بواسطة عازل محوري لعدم نفاذ الإشعاع الحراري إلى الخارج[١]

ب – تغلق فتحة السقف ذاتيا بواسطة علب فريون أعلى وأسفل العوارض العازلة فتسخن لتعرضها للشمس ويتحرك الفريون جهة الظل ويتكثف بالعلبة الداخلية فيحرك العوارض لأسفل ويفتحها، وليلا يعود إلى العلبة الخارجية فتغلق العوارض، بالصيف تغلق العوارض العازلة يدويا[٢]

ج –فتحة السقف الجمالوني السفلية لتهوية مواد إنشاء الغلاف خلال فراغ السقف المزدوج ولمنع تكاثف بخار الماء على أسطح المبنى مسببا تلفه[١]



(شكل ١٤١) أ – بوضع بلوكات الخرسانة المفرغة على مسافات تسمح بخلق قناة هوائية يمر خلالها الهواء وتغطى بألواح معدنية ثم خرسانة نهو الأرضية فيتخلل تيار الهواء فراغات تحت الأرض Air Floor[٢]



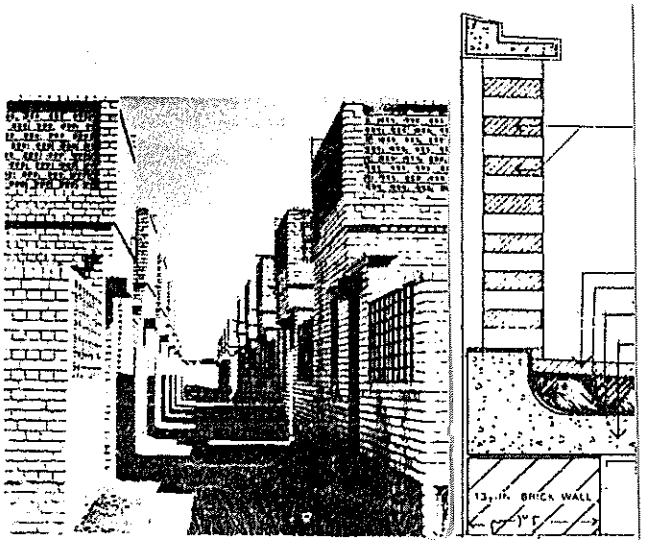
ب – يسمح التشكيل المقبي المعدني المفتوح فوق بلاطة السقف بحركة الهواء في الاتجاهين بالإضافة لتشكيل البلاطة الأصلية لتحوي أنفاق تهوية تغطى بكباري معدنية ثم غطاء خرسانة (نفذت لتهوية المباني تحت الأرض ذوات البلاطات المشعة عام ١٩٥٥) [٢]

(1) Watson, Climatic Design, P. 148' 182
(2) Moore F.; Environmental Control Systems, P. 269

٢-٤-٨-٥ حديقة السطح وسور السطح المخرم للتظليل والتهوية، وتقليل الإكساب الحراري:

بجانب الراحة النفسية التي توفرها حديقة السطح والتي عُرفت في بابل بالعراق وفي مصر القديمة (شكل ١٤٢)، فمزروعاتها تنقي وتُرطب وتُخفض من درجة حرارة الهواء المُحيط والمُلاصق لسقف الدور الأخير وتحميه من الإشعاع الشمسي، وطبقة التُربة المُلاصقة بالسقف تعمل كعازل حراري لسعتها الحرارية الكبيرة. والتعريشات الخفيفة تعمل بمثابة سقف مُزدوج ودروة السطح المخرمة تظلل بلاطة السقف وتسمح بتدفق الهواء فيتخلص سطح السقف من طبقة الهواء الساخنة المُلاصقة له باستمرار مما يُقلل من الضغط الحراري على سقف الدور الأخير. تواجدت دروة السطح بالمناطق الحارة والتي يستخدم قاطنيها فراغ السقف للنوم ليلاً في الأشهر الحارة وكذلك استخدام السطح كفراغ اجتماعي وترفيهي واقتصادي مُنتج (شكل ١٤٣)

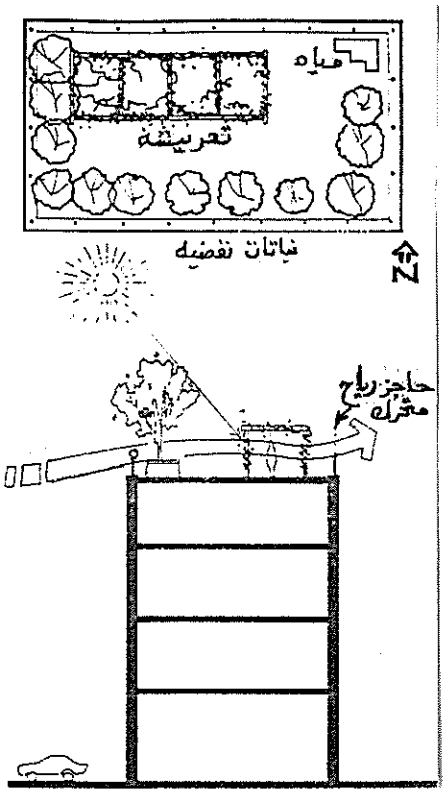
(شكل ١٤٢) تعريشات السطح والسور ذو الأعمدة بمنزل حرم الملك أي (١٣٤٠ق م)(١)



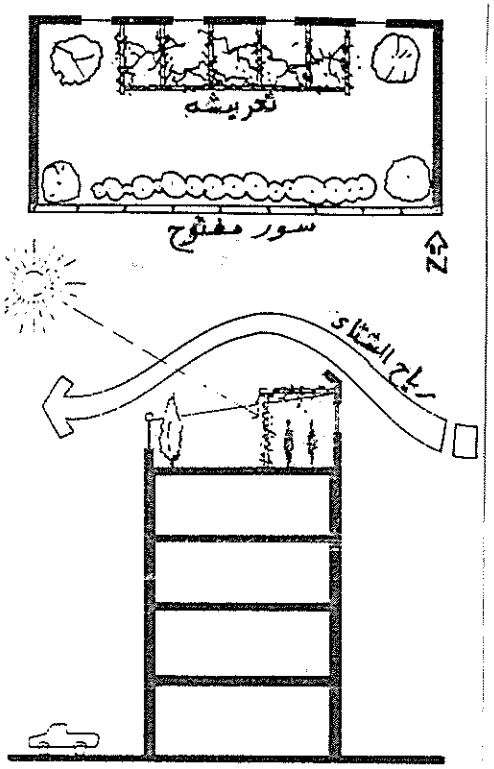
(شكل ١٤٣) الحائط المخرم (الشوابير) بدراوي الأسطح وأعلى حوائط الغُرف بالبيوت العربية لتفريغها من الهواء الساخن والحفاظ على الخصوصية(٢)

(١) محمد أنور شُكري ، العمارة في مصر القديمة ، الهيئة المصرية العامة للتأليف والنشر، ١٩٧٠

(2) Khairaldein A.; "Design for Minimizing Energy Needs in Hot Arid Zones", Energy Resources and Conservation Related to Built Environment V.2 , 1980,P.675.



(شكل ١٤٤)(*) حديقة السطح بالمناطق الحارة حيث تُترك الواجهة الشمالية خالية من المزروعات وتزود بسور مُتحرك لاستقبال النسيم الصيفي الشمالي، والأشجار الموسمية في الجهات الأخرى (الشرقية والغربية و الجنوبية) مع تظليل السطح بالتعريشات لحجب شمس الصيف والسماح بنفاذها شتاءً



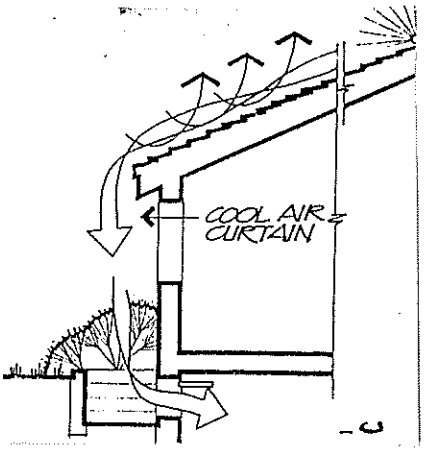
(شكل ١٤٥) (*) يستخدم سور السطح بمباني المناطق الباردة كعائق للرياح الباردة، ويكون السور مفتوح بالجهة الجنوبية والتي يكون بها شجيرات قصيرة حتى لا تعوق الإشعاع الشمسي.

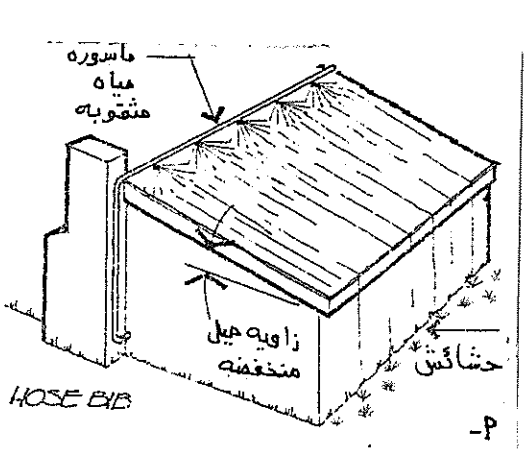
(*) Lechner N.; Heating Cooling Lighting P. 245

٢-٤-٨-٦ التبريد التبخيري المُباشر وغير المُباشر للسقف:

التبريد التبخيري المُباشر:

هو رش سقف المبنى بالمياه مع مرور تيار هوائي يتسبب في خفض درجة حرارة الهواء المُلاصق للسقف ويقلل الحمل الحراري الواقع عليه. رش السقف يخفض درجة حرارته ٤°: ٣٢°م وذلك بعمل وصلة مياه بماسورة مثقبة فوق سطح السقف المُعرض للإشعاع الشمسي، فيخفض من درجة حرارة السقف والهواء المار به ويخلق ستارة هواء بارد تنزلق عبر الفتحات القريبة لمسار التيار البارد والذي تبلغ سُرعته ٠,٣م/ث (الشكل١٤٦)[1].



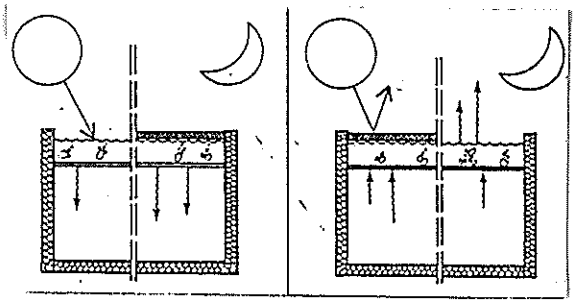


(الشكل ١٤٦) أ – نظام الرش التبخيري للسقف يتطلب وصلة مياه خارجية وانحدار بسيط للسقف ويُستخدم عند الاحتياج فقط.
ب- رش السقف يحفظ درجة حرارة السقف مُستقرة ويحميه من التمددوالانكماش الذي يتلفه ولكنه يتطلب عازل رطوبة مُقاوم للحرارة.

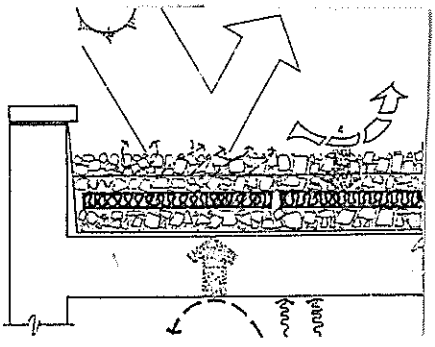
التبريد التبخيري غير المُباشر:

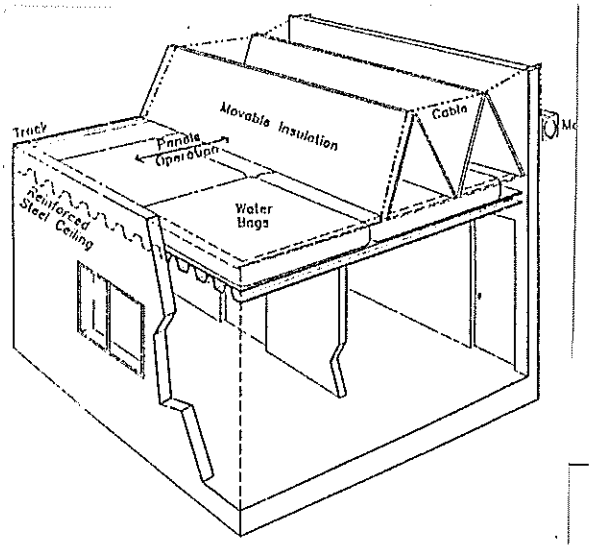
هو استعمال المياه في عبوات أو أحواض فوق السقف لتعمل كعازل للفراغ أسفل السقف من حرارة وبرودة الخارج الزائدة.

يصمم حوض المياه أو بركة السقف كجزء أساسي من الإنشاء (شكل ١٤٧) وتظلل بعازل ثابت مع ترك فجوة هواء فوق البركة أو عازل طافي فوق الماء أو عازل مغموس في الماء مع طبقة حصو وجميعها تزيد تكلفة المنشأ وصيانته (شكل ١٤٨).



(شكل ١٤٧) بركة السقف : هي مخزن كُتلة السائل على سقف المبنى حيث تتعرض لأشعة الشمس وتمتص طاقتها من خلال السقف الذي يشعها للفراغ الداخلي، وتغطي البركة ليلاً بعازل يمنع تسرب الحرارة. وصيفاً يحدث العكس فتعزل البركة نهاراً من حرارة الشمس وتعرض ليلاً لتبرد بالإشعاع الليلي البارد فيبرد الفراغ الداخلي بالإشعاع البارد لسقف المبنى[2].

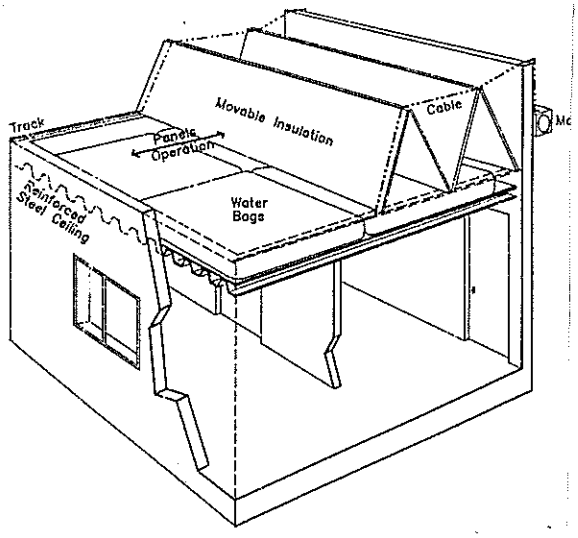




(1)Waston,, Climatic design, Mc Graw-Hill 1983, P 169
(2)Ramsey Sleeper, Arehitecture Graphic Standards, P,98.
(3)Givoni, Passive and Low Energy Cooling of Building, P. 152

في مقارنة لتقييم أداء البركة لنموذج مبنى ذى بركة بمُسطح ٢٥م^{٢} وعلى ارتفاع ٢,٤م ومبنى آخر تقليدي بدون بركة لمدة يومين في يوليو، ويومين في أكتوبر كانت درجة الحرارة داخل المبنى ذى البركة أقل من ٦°م في أكتوبر عن حرارة المبنى التقليدي التي ماثلت الحرارة الخارجية (٣٠°: ٣٢°م) وقت الذروة الحرارية. وكان التباين الحراري لنموذج البركة ٥,٥°م والنموذج التقليدي ١٠°م، بينما التباين بين درجات الحرارة الخارجة ٢٠°م .

- اكتساب التسخين المُباشر وغير المُباشر كان أعلى من التبريد المُتاح ببركة السقف لأن الشبابيك غير المظللة والغُلاف الناقل للحرارة زاد من الاكتساب الحراري فخفض من تأثير تبريد البركة بخلاف اكتساب البركة لحرارة الهواء بالحمل، وحرارة الفراغ أسفلها بالاتصال، وحرارة المظلة بإشعاع الموجات الطويلة. ويُراعى عند تصميم بركة السقف حمل المياه فيبلغ ٢٠٠ : ٤٠٠كجم/م^{٢} وضرورة التحكم في الروائح والطحالب بالبركة، وألا يعوق الإشعاع البارد سقف صناعي(شكل ١٤٩)[١].



(شكل١٤٩) بركة السقف تعلو سقف من ألواح معدنية مُعرجة فوقها عبوات أو حقائب بلاستيكية سُمك ٢٠سم ذات سطح شفاف وقاع داكن ومملوءة بالمياه وتغطيها ألواح عازلة منزلقة أفقياً لعزل إشعاع السماء الحار أو البارد، وبتعرض حقائب المياه لأي من الإشعاعين تتسبب في تسخين أو تبريد الفراغ أسفل السقف بالإشعاع من المياه الوسيط ذو السعة الحرارية.

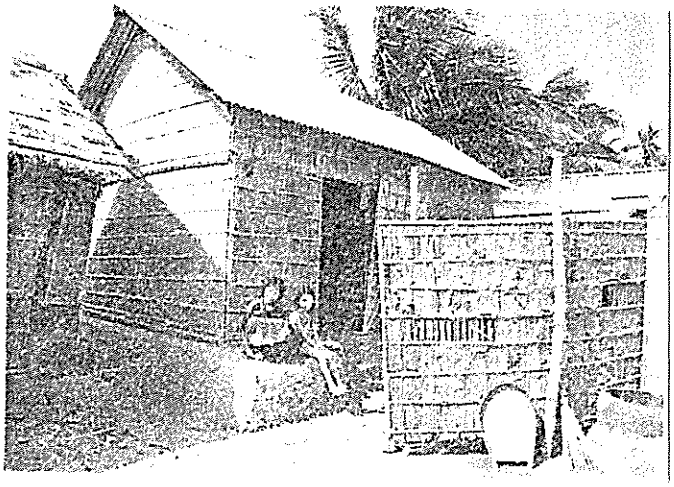
- في دراسة نظرية وتجريبية لـ منصور طاهري وسونا رايس بجامعة شيراز بإيران ١٩٩٦، قاما بكتابة برنامج كمبيوتر لحساب حمل التبريد المطلوب كل ساعة لمبنى ذى بركة مياه مُظللة بسقفه للتنبؤ بالأداء الحراري له وبالمُقارنة مع بيانات حقلية أخذت من الواقع لمنزل بشيراز، أوضحت النتائج أن حمل التبريد المطلوب للمنزل يقتضي تخفيضاً ٧٩% عند استخدام بركة مُظللة، ٥٨,١% عند استخدام بركة بدون تظليل ٤٣,٦% عند تظليل السقف فقط[٢].

(1) Givoni B.; Passive and Low Energy Cooling of Building, P. 104 ‘ 105.
(2) Energy Information Center, Organization for Energy Conservation and Planning.

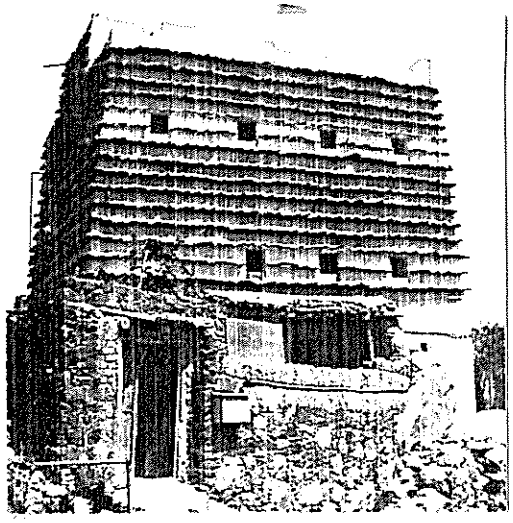
٢-٤-٩ التهوية الطبيعية لتبريد أو للاحتفاظ بحرارة مواد غُلاف كُتلة المبنى :

يؤثر مُعدل تدفق الهواء وسُرعته أو سكونه على درجة حرارة مواد إنشاء كُتلة المبنى وبالتالي درجة حـــرارة فراغاته الداخلية. فعند سكون الرياح تلاصق جُدران المبنى بالداخل والخارج طبقة من الهواء السلكن Film تُكسب الحائط مُقاومة أكبر نظراً لأن الهواء موصل رديء للحرارة، ويتناقص سُمك هـــذه الطبقـــة بازديـــاد سُرعة الهواء.

تُخفض التهوية المُستمرة درجة حرارة غُرفة ذاتغلاف من بلوكات الخرسانة سُمك ٢٠سم ٣°م عـــن درجـــة حرارة الهواء الخارجي وقت الذروة (٣٢°م) وتنخفض درجتين بالواجهة الغربيـــــة لنفـــس الحُجـــرة حيـــث الاكتساب الحراري أكبر، بينما تنخفض ١,٥°م بغُرفة من حوائط خرسانية سُمك ٧سم، ودرجة حرارة واحـــدة بالجهة الغربية لنفس الغُرفة[١].



(شكل ١٥٠)[٢] الغُلاف المسامي في المناطق الرطبة من أليـــف النباتات والأشجار لامتصاص الرطوبة الزائدة والســـماح بتدفـــق الهواء باستمرار، ومواد الإنشاء بالمناطق الاستوائية ذوات ســـعة حرارية محدودة ليسُهل التخلص من الحرارة بالتهوية المُســـتمرة حيث ثبات التباين الحراري وسكون الرياح ليلاً



(شكل ١٥١) الرقف في عمارة جنوب الجزيرة العربيـــــة وهي رقائق الصخر المُثبتة بين مداميك الطـــــوب اللبـــنِ السميك المُجفف بالشمس والبارزة لتحمي غُلاف المبنـــــى من المطر وتظلل الواجهة وتُقلل مـــــن حـــرارة الـــهواء الملامس والداخل إلى المبنى[٣]

ويتم تبريد غُلاف المبنى بواسطة :

- خفض التأرجح في درجات الحرارة الداخلية بالعازل الحراري والغُلاف الثقيل
- التأخير اليومي لدرجة الحرارة الخارجية القصوى باستعمال الغُلاف الثقيل
- التهوية الليلة لتبريد المبنى بالإشعاع الليلي البارد
- الاتصال الأرضي لتحقيق مخزن موسمي لبرودة ودفء التُربة

---

(1) Givoni; Man, Climate and Architecture; P. 273

(2) The Aga Khan Awards For Achitecture 1989

(٣) عبد الحميد أحمد البس ، تقنيات مواد البناء وآثارها على العمارة في السعودية – المؤتمر العالمي الثالث للبناء بالقاهرة يوليو ١٩٩٦م ص ٤٣٣

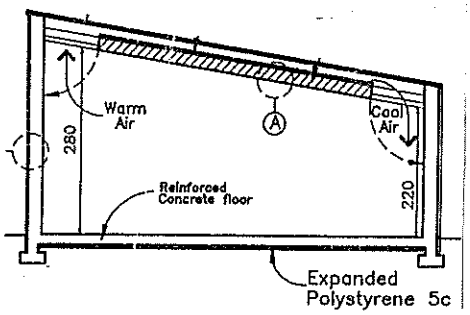
٢-٤-٩-١ الغلاف الثقيل والتهوية الليلية:

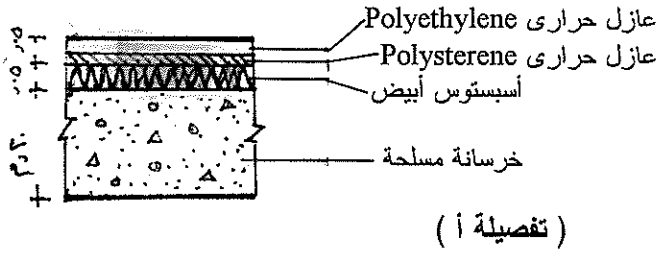
الغلاف الثقيل هو الغلاف ذو الكتلة الثقيلة والسعة الحرارية الكبيرة أو زمن إزاحة حرارية كبير Time Lag وبالتالي درجات تأرجح حراري قليلة حيث تبث مادة غلاف المبنى الطاقة الحرارية المكتسبة خلال النهار في وقت يتوافق مع قضاء فترة الذروة الحرارية، أو خلال فترة البرودة الزائدة، وبتعرض الغلاف الثقيل للتهوية الليلية ولبرودة الإشعاع الليلي يفقد الحرارة الزائدة وتبرد الفراغات الداخلية بالحمل كما تؤثر طبقة البياض للغلاف في تقليل النفاذية الحرارية خلاله.

ويفضل استخدام مواد محلية ذات معامل توصيل منخفض مثل الطين والحجر الجيري والطوب الجبسي والطوب الطفلي المثقب والليكا (الطفلة المحروقة) ذات الفراغات الصغيرة حتى لا يزيد انتقال الحرارة من خلال الفراغ الهوائي الكبير ، على ألا يزيد معامل الانتقال الحراري للغلاف عن ١,٢ وات/م^{٢} م$^{\circ}$ وللسقف الخرساني المستو ٩,: ٦, وات/م٢ م$^{\circ}$[١].

- في تجربة لتبريد فراغ بواسطة غلافه الثقيل وتظليل السقف مع التهوية الليلية لنموذج أولى لمنزل بإيلات (مناخ حار جاف) في يونيو ١٩٧٠.غلاف كتلة المبنى خرسانة سمك ٢٠سم وعازل حراري Polystyrene سمك ٥ سم بالسطح الخارجي للجدران ذي اللون الأبيض. وبتركيب سقف معدني ممسوح ذو لون أبيض على مسافة من السقف الأصلي تسمح بتحريك الهواء البارد أسفله وحتى مخزن صخري أسفل بلاطه الأرضية (الشكل) ، وبوضع ألواح الأسبستوس المختزن للبرودة أسفل العازل الحراري تقل درجة حرارة الفراغ الداخلي ٨$^{\circ}$: ١٠$^{\circ}$م عن الهواء الخارجي وقت الذروة حيث يفتح السقف ليلا ليهبط الهواء البارد من الفتحة الجنوبية ويصعد الهواء الساخن من الفتحة الشمالية وتغلق الفتحات نهارا ويمنع عازل السقف من التدفق الحراري خلاله. ولتسخين نفس الفراغ توضع ألواح العزل بالداخل لاكتساب الحرارة من كتلة الغلاف السميكة وفقدها سلبيا بالفراغ نفسه. (الشكل١٥٢)[٢].

ملحوظة :مُنع استخدام مادة الأسبستوس دوليا





(تفصيلة أ)

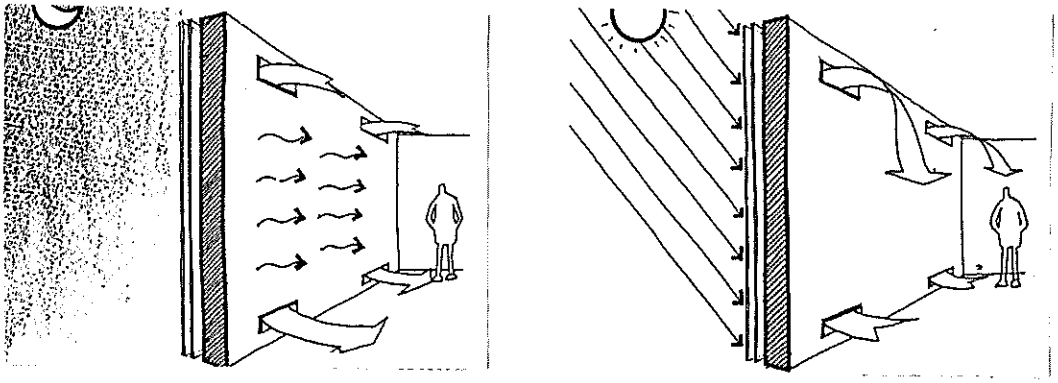
(الشكل ١٥٢) نموذج لمنزل مبرد سلبيا بواسطة الغلاف السميك والتهوية الليلية والعازل الحراري

(١) سوزيت ميشيل عزيز، تقييم السلوك الحراري كأداة لتصميم التجمعات السكنية في مصر،رسالة دكتوراه، بجامعةالقاهرة١٩٨٩.

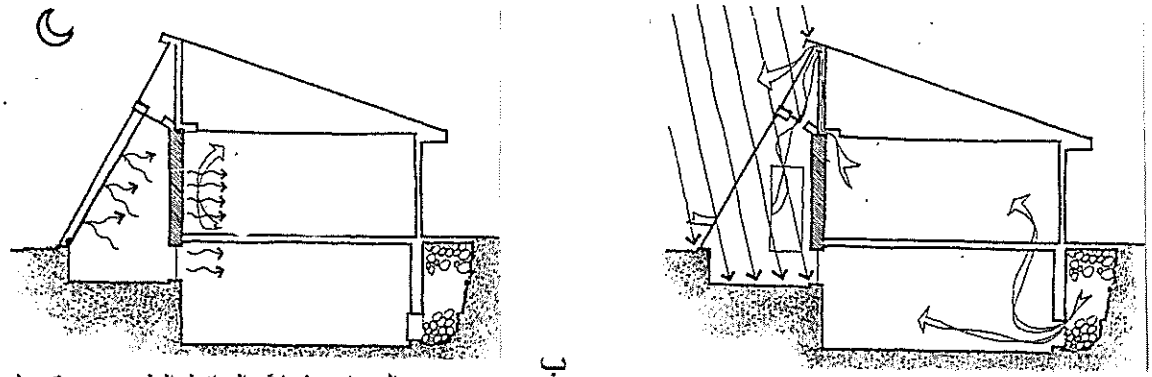
(2) Givoni B. , Passive and Low Energy Cooling of Building, P. 113.

٢-٤-٩-٢ الغُلاف الحراري بكتلة المبنى للتدفئة والتبريد بالتهوية الطبيعية:

يُستخدم غُلاف المبنى أو الكُتلة الحرارية المُتحركة كوسيط حراري مع التهوية الطبيعية للتدفئة أو التبريد الموسمي لنفس المبنى تحت الظروف المناخية المُتغيرة وذلك بواسطة الكسب أو الفقد المُباشر من خلال الغُلاف الزجاجي والعازل أو الحائط المائي أو الحائط الحراري (شكل١٥٣) أو الفراغ الشمسي (شكل١٥٤) ويسمى ذلك بالتسخين أو التبريد الشمسي السالب Passive Solar Cooling[١]



(شكل ١٥٣)[٢] الحائط الحراري ذو الفتحات – حائط ترومب – للاكتساب الحراري المُباشر بواسطة هواء السيفون الحراري، حيث يندفع هواء الغُرفة البارد من فتحات الحائط إلى الفراغ الهوائي خلف المُسطح الزُجاجي المُجمع للهواء ليسخن بالانتقال الحراري Convection ، ويكون مُجمع للبرودة ليلاً عندما يندفع هواء الغُرفة الساخن خلال فتحات الحائط العُلوية ليحل محله الهواء البارد بالإشعاع الليلي من مُجمع البرودة، لذلك مطلوب لحائط ترومب التحكم في تهوية المسار الحراري وذلك بالتحكم في غلق الفتحات ليلاً.



أ- يتسرب الهواء الساخن عبر الفتحات العُلوية صيفاً، ويتخلل الهواء الخارجي القاعدة الصخرية ليبرد ثم ينتشر بالفراغ

ب

ب- تختزن الحرارة شتاءً بالحائط الطوب وتنتقل الحمل والإشعاع إلى الفراغ ويُعزل الزجاج ليلاً لمنع الفقد الحراري.

(شكل١٥٤)[٢] الفراغ الشمسي – عملية الصوبة الشمسية السالبة – لتدفئة ليالي الشتاء وللتبريد الصيفي باستخدام كتلة في موضع فعال (المدخل، طُرقة التوزيع، بيت الزرع) ذات سطح زُجاجي جهة الجنوب بالإضافة إلى حائط تخزين حراري، أو أوعية مياه بطول الحائط أو أرضية طوب داكنة اللون سُمك ٣٠سم، وبزيادة حجم المخزون يزيد التسخين.

(1) Ramsey Sleeper , Architecture Graphic Standards, P. 98.
(2) Fuller Moore; Environmental Control Systems; P 126 ' 143.

٢-٤-٩-٣ الغُلاف المُزدوج ذو الفراغ أو النفق الهوائي:

في دراسة تجريبية بمركز بحوث البناء لاختبار نظم التدفئة والتبريد بالتهوية الطبيعية باستخدام تقنية تصميمية للغُلاف المُزدوج ذو النفق الهوائي بالحائط، والكُتلة السميكة بالسقف والغُلاف الخارجي (شكل ١٥٥)(*):

- القياس للأداء الحراري بشهري مارس ويونيو لغرفة بحجم ٣,٤×٣,١٥×٢,٧م ذات توجيه ٢٥ °جنوب شرق
- السقف خرساني سُمك ٢٠سم وعازل حراري ٢,٥سم وبلاط أسمنتي بالسطح وبياض بالداخل
- الأرضية خرسانة عادية سُمك ١٤سم وعازل للرطوبة والحرارة ٥سم وبلاط أسمنتي
- الحوائط طوب أحمر سُمك ١٢سم مُزدوج وبينهما فراغ ٦سم، وبالداخل بياض أسمنتي ٢ سم
- الفتحات بالجهة الشمالية شباك، وبالجهة الجنوبية باب، وفتحات التهوية بالغُلاف بنفس الاتجاهين عُلوية وسُفلية بمساحة ٢٠×٢٠سم

في عملية التسخين السلبي (في شهر مارس):

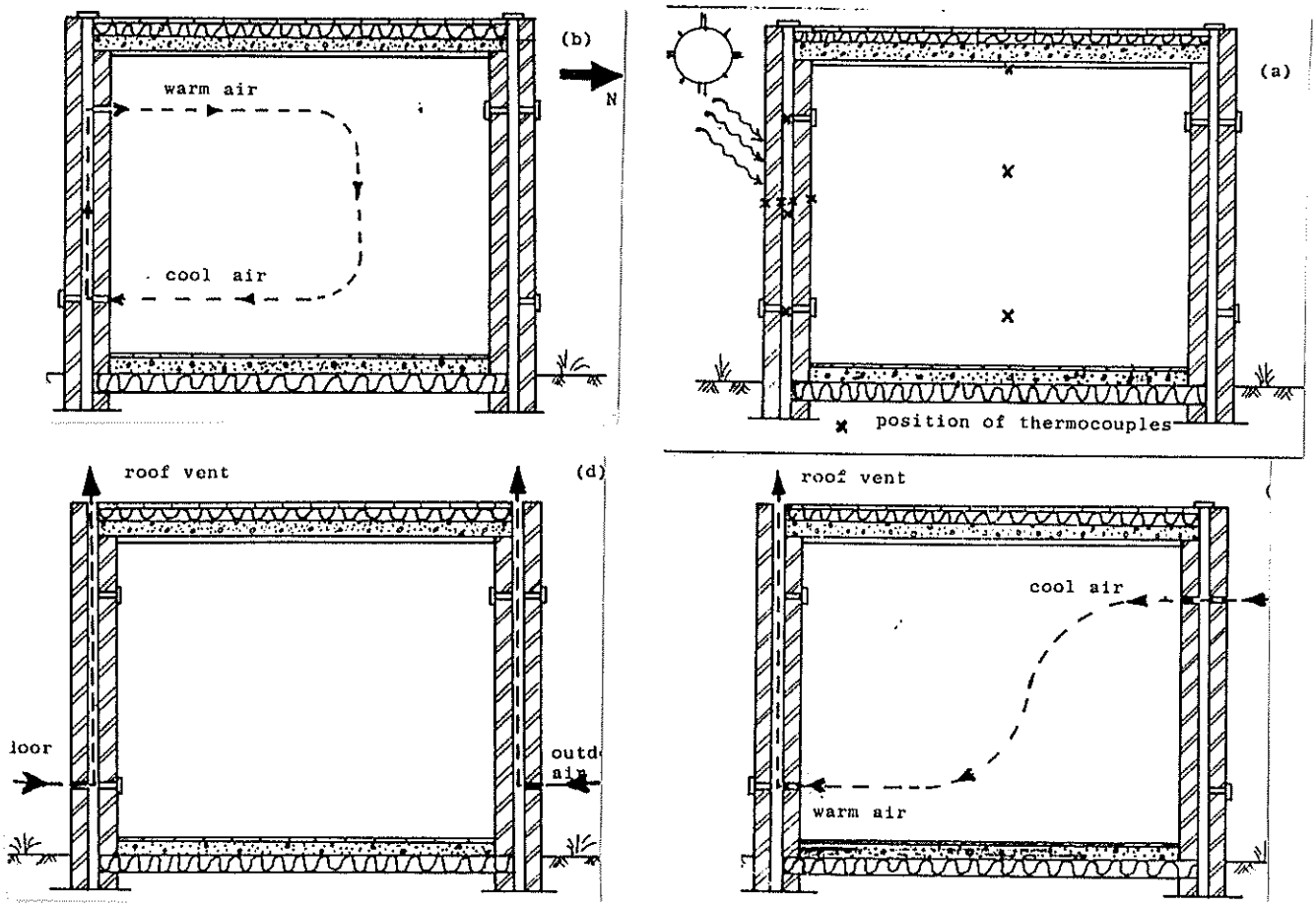
- بتمرير هواء الفراغ البارد خلال نفق الهواء بالحائط الجنوبي وعودته إلى الفراغ بعد الاكتساب الحراري بالإشعاع الجنوبي فيدخل الهواء إلى الفراغ لتكون درجة حرارته ١٦,٥° : ١٨° م بينما درجات حرارة الهواء الخارجي ١٣° : ٢٥°م الساعة ٦ صباحاً والساعة ١٢ ظهراً، وبذلك تزيد حرارة الفراغ حوالي ٣,٥°م فترة البرودة ليلاً (شكل ١٥٥ – ب).

في عملية التبريد السلبي:

بتبريد الغُلاف الداخلي بفراغ الهواء المُتحرك للتخلص من الحرارة وإعاقة وصول حرارة الغُلاف الخارجي إلى الداخل، أسهم الغُلاف المزدوج ذو الفراغ الهوائي في خفض حرارة الفراغ الداخلي ٣°م فترة الذروة الحرارية وتقليل التباين الحراري على مدار اليوم إلى ٤ °م بينما بالخارج ١٣°م (درجة حرارة الفراغ ٢٤:٢٩°م وبالخارج ١٩:٣٢°م الساعة ١٦،٥) (شكل ١٥٥– د)

- نظام التبريد بالتهوية الطبيعية خلال فتحات التهوية الشمالية مع تصريف الهواء الساخن عبر الفتحة السُفلية بالحائط الجنوبي من خلال النفق الهوائي إلى السطح لم يُحقق التبريد المطلوب حيث تحتجز كمية حرارة الغُلاف بالفراغ المُغلق خلال النهار ويعاد إشعاع جزء من هذه الحرارة حتى ساعات الليل الأولى بالفراغ الداخلي (شكل ١٥٥ – ج)
- تلاقت مُنحنيات درجات حرارة الأسطح والهواء الخارجي الساعة ٨ صباحاً و٧ مساءً عند درجة حوارة ١٧° – ١٩°م شتاءً، ٢٤° – ٢٩°م صيفاً (شكل ١٥٦)
- تصل درجة الحرارة القُصوى للهواء الخارجي صيفاً إلى الفراغ الداخلي الساعة ١٩ أي بعد حوالي ٤ ساعات (زمن الإزاحة الحرارية للمبنى)

(*) Hanna G. B. ; Thermal Investigation of Passive Heated and Ventilated Buildings in Egypt, Alsevier Science Publishers B. V. Amsterdam, 1983



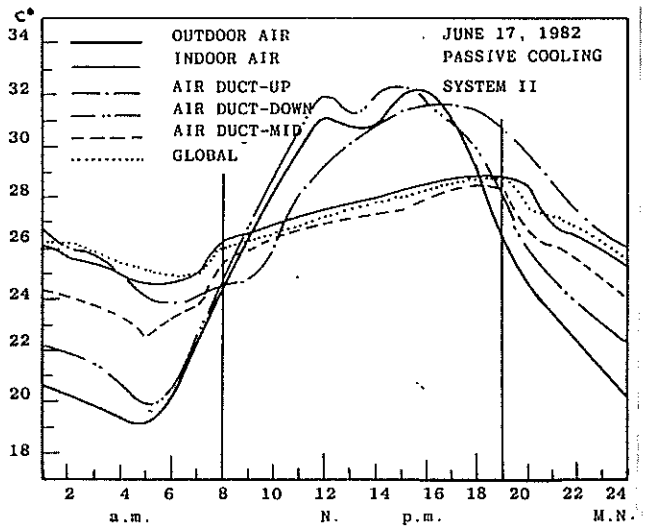
(شكل ١٥٥)* الغُلاف المزدوج ذو الفراغ الهوائي لغُرفة الاختبار

أ- أماكن جهاز Thermocouple لقياس درجة حرارة الفراغ

ب- التسخين السلبي بتدوير هواء فراغ الغُلاف الجنوبي داخل الغُرفة

ج- التبريد السلبي بالتهوية خلال الفتحات الشمالية وفتحة الفراغ الهوائي الجنوبية والذي يحتجز الحرارة ويعيد بثها حتى ساعات الليل الأولى

د - التبريد السلبي بتمرير الهواء خلال فراغ الغُلاف لإعاقة توصيل حرارة الغُلاف الخارجي إلى الداخل، وهو أكثر فعالية من غلق فتحات تهوية السقف لأنه يسمح باستمرار تفق الهواء والتخلص من الحمل الحراري المُنتقل من الغُلاف الخارجي



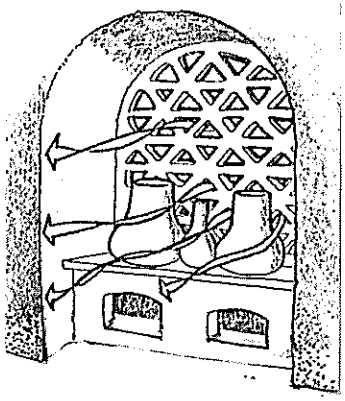
(شكل ١٥٦)* التباين بين درجات حرارة الفراغ الداخلي ٤°م وحرارة الهواء الخارجي ١٣°م، وتلاقي درجة حرارة الأسطح الداخلية ودرجة حرارة الهواء الخارجي الساعة ٨ صباحاً و١٩مساءً

(*) Hanna G. B. ; Thermal Investigation of Passive Heated and Ventilated Building in Egypt, Alsevier Science Publishers B. V. Amsterdam, 1983

٢-٤-٩-٤ غلاف المبني المساهي للتهوية المستمرة والتبريد التبخيري :

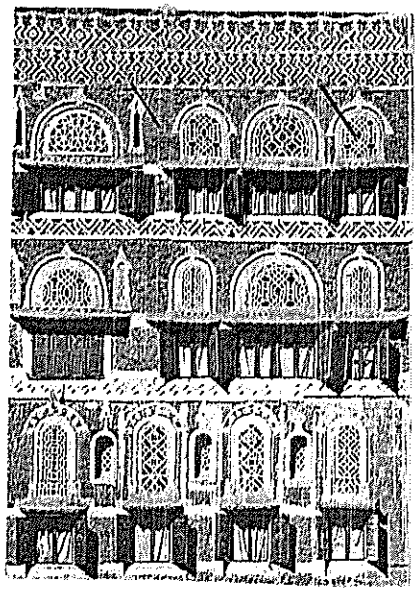
يساهم الغُلاف المخرم في تبريد كتلة المبنى بتخلل الهواء والتهوية المستمرة خلاله وقد تواجدت الحوائط الجصية والطوب المفتوح (claustrum) والمشبكات الخشبية (المشربية بمصر والراوشين بالجزيرة العربية) بمعظم البلدان الإسلامية الحارة، وكانت بكامل مُسطح الحوائط خاصة في الأجواء الرطبة لضمان التهوية المستمرة وامتصاص بعضاً من رطوبة الهواء لما للجبس والخشب من خاصية امتصاص الرطوبة من الهواء المار عليها وإعادة بثها عندما تقل نسبة الرطوبة في الهواء، بجانب استخدام أواني المياه الفخارية في الأجواء الحارة الجافة لتبريد ولترطيب الهواء الساخن المار عليها.

وقد تدرجت مخرمات الحائط في أحجامها لإمكانية التحكم في تخلل كلٍ من الضوء والهواء، فكانت الفتحات العُلوية الكبيرة لتفريغ الهواء الساخن من الفراغ والفتحات الأصغر في مُستوى الناظر أو النائم لتخلل الهواء و لتوفير الخصوصية بخلاف الناحية الجمالية.

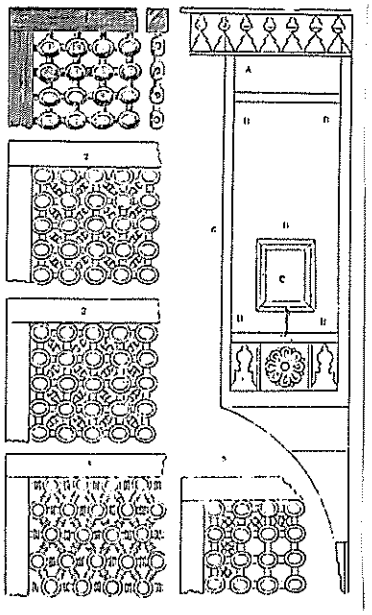


شكل (١٥٧)

أ- حائط طوب مخرم لتظليل وتبريد مياه المزيرة بقرية القرنة بصعيد مصر[١].

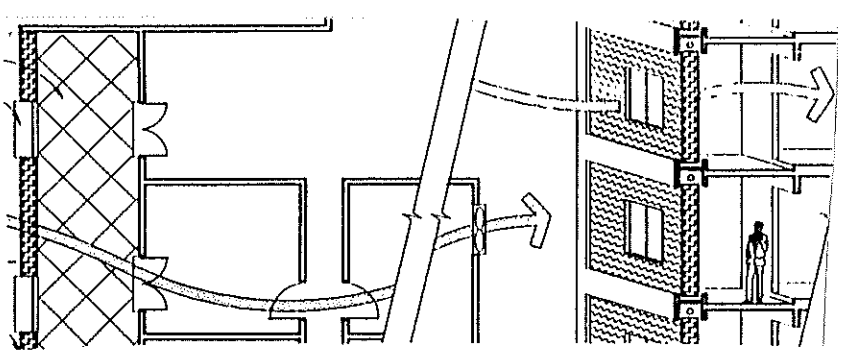


ب- الحائط الجصي المخرم بكامل ارتفاع الواجهة للتهوية المُستمرة وامتصاص الرطوبة الزائدة بعمائر صنعاء.



ج- المشبكات الخشبية (المشربية) يسمح تشكيلها الدائري على انسياب تدفق الهواء إلى داخل الفراغ وتبريده وتباين مُسطحات فراغات المشربية يتيح التدرج في توزيع الإضاءة الطبيعية ومنع الإبهار،وتوظيف حركة الهواء

وتطويراً لفكرة المبرد الصحراوي أو مبخر الشباك، فقد أقترح جيفوني "غُلاف المُبرد التبخيري" لفراغ مسقوف في اتجاه الرياح مع وضع قواعد لجمع المياه أسفل الغُلاف المرطب بواسطة أنابيب مياه مثقبة ،ويمكن الاحتفاظ بالرؤية من خلال فتحات النوافذ، وباتصال فراغات المبنى مع الممر المسقوف يُجبر الهواء على تخللها ولا يتسرب للخارج (الشكل ١٥٨)[٢].



(شكل ١٥٨) غُلاف المبنى المسامي لترطيب الهواء تبخيرياً ونفاذه إلى الفراغات بالطاقة المُنخفضة.

(١) حسن فتحي ، الطاقة الطبيعية والعمارة التقليدية.

(2) Givoni , Passive and Low Energy Cooling of Building, P. 139.

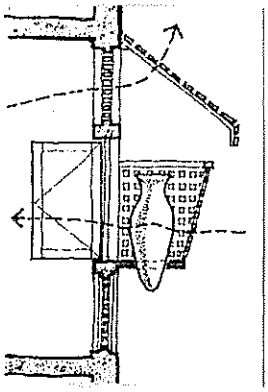
٢-٤-١٠ فتحات الحائط للتهوية والتبريد بالتظليل، وللاكتساب الحراري:

تعددت أشكال نوافذ الرياح المُظللة للحماية من الإشعاع الشمسي في المناطق الحارة، ونوافذ الهواء والإشعاع الشمسي الزُجاجية بالمناطق الباردة

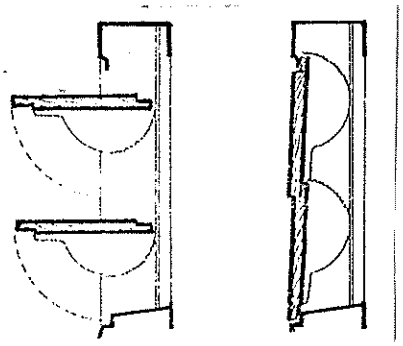
٢-٤-١٠-١ تظليل الفتحات بالمظلة والضُلف الخشبية (الشيش الحصيرة Jalousei Window) للسماح بتدفق الهواء وخفض درجة حرارة الهواء الداخل إلى الفراغ وبالتالي خفض الاكتساب الحراري:

تُستخدم الضُلف الخشبية (مشربية – مظلة – شيش) في المناطق الحارة للحماية من أشعة الشمس والرياح العاصفة والرمال والأتربة، وشيش الحصيرة هو ضلفة ذات شرائح خشبية بزاوية ميل تسمح بتدفق الهواء، ومنها المتحرك أفقياً وهو أكثر فاعلية للتظليل وللسماح بتدفق الهواء معاً. وفي الأقاليم المُعتدلة باردة الشتاء تكون الشرائح من الزجاج المُتحرك لاكتسابه الحراري شتاءً وفتحه للتهوية صيفاً، ويُمكن أن يكون معدنياً أو عازل للإشعاع الشمسي أو لبرودة الليل (شكل ١٥٩)

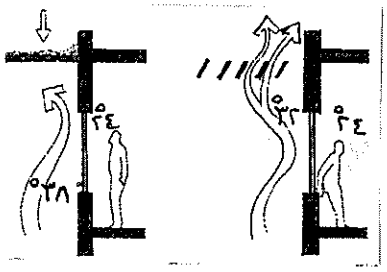
وتُستخدم الستائر النسيجية لتظليل الشبابيك الزجاجية صيفاً حيث يُمكن أن تُقلل من الانتقال الحراري بنسبة تصل إلى ٧٥% خاصة إذا زودت بسطح عاكس للإشعاع الشمسي المُباشر. وستائر الحشرات تُقلل من تدفق الهواء لذلك يُفضل أن تكون جميعاً قابلة للفك والتركيب عند الحاجة[1]



(شكل ١٥٩) أ- نوافذ الهواء التقليدية بالبيوت الإسلامية (المشربية) وأماكن أواني المياه الفخارية لتبريد المياه وترطيب الهواء الداخل إلى الفراغ



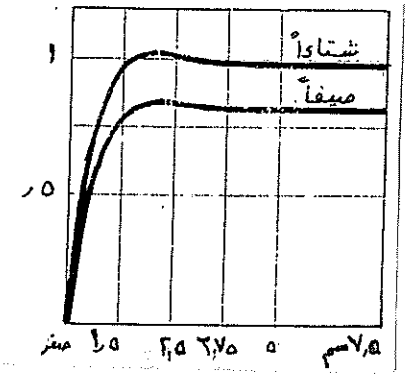
ب- الشباك الحصيرة المُتحرك يسمح بـ ٨٦% من التهوية في وضع الفتح، ٤٦% بميل الشرائح بزاوية ٣٠°، ٢٢% بميل الزاوية إلى ١٥° والوضع الأمثل الذي يُحقق التهوية والخصوصية عندما تكون زاوية ميل الشرائح ٤٥°م[1]



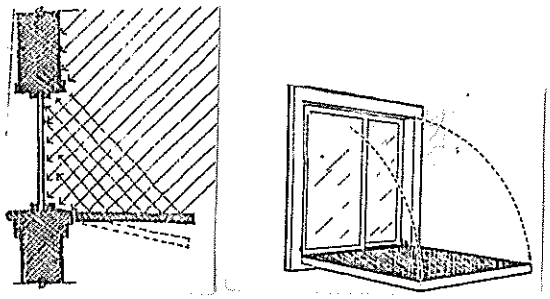
ج- العوارض الأفقية البارزة والمُنفصلة عن الحائط تسمح بتدفق الهواء وتُقلل من درجة حرارة الهواء المُلامس للغلاف ٦°م عن العارض المُصمت ، وبطلائها بلون داكن من الخارج تمنع انعكاس الإشعاع المُباشر إلى داخل الفراغ[2].

---

(1) Watson, Climatic Design, P. 198' 199
(2) Lechner N.; Heating Cooling Lighting P. 149



(شكل ١٦٠) أ – يزيد الفراغ الهوائي بين الضُلف الزجاجية المزدوجة من مقاومة الانتقال الحراري الشمسي حتى تثبت مقاومة الفراغ الهوائي عند مسافة ٢,٥ سم،ويفضل استخدام الزجاج المفرد لانتقاله العالي للإشعاع الشمسي مع العازل الليلي بالمناطق المعتدلة باردة الشتاء[١]



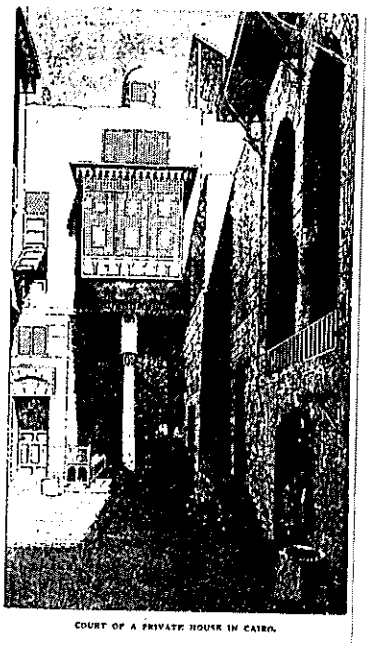
ب – الضُلف الحرارية Thermal Shutters المزودة بضلف خارجية عازلة ذات سطح داخلي ماص للحرارة أو عاكس للإشعاع الشمسي إلى داخل الفراغ تزيد التسخين الشمسي نهاراً وتقلل الفقد الحراري ليلاً، وبوضع الضلفة الخارجية أفقية عُلوية أو سُفلية تكون كمظلة من شمس الصيف ومجمع لشمس الشتاء[٢]

- في دراسة لتأثير ضُلف تظليل الشباك على درجة حرارة هواء الفراغ الداخلي بالمُقارنة بغرفة ذات شباك زجاجي بمُسطح ٨% من مساحتها في مناخ شبه جاف وبدون تظليل، فإنه ترتفع درجة حرارة الفراغ الداخلي ١,٥°م عن الخارج بينما في غُرفة ذات شباك بمسطح ٦% من مساحتها ومزودة بضلفة للتظليل فإن درجة حرارة الغُرفة تقل ٢°م عن الخارج[٣]

(1) Watson D., Climatic Design, P. 174
(2) Moore F.; Environmental Control Systems, P. 247
(3) Givoni; Man, Climate and Architecture; P. 251

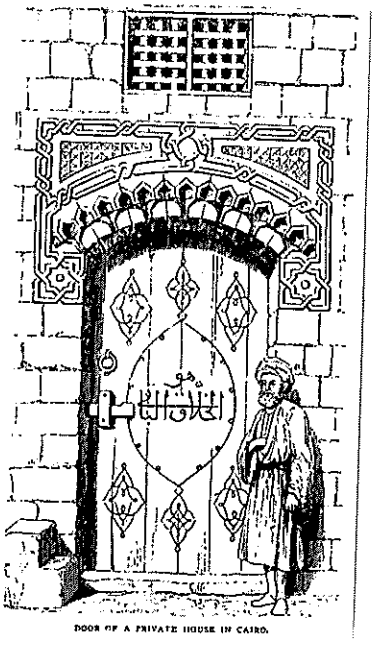
٢-٤-١٠-٢ الفتحات العُلوية (الشراعات) لتحريك الهواء والحفاظ على الخصوصية:

كما أن نوافذ الهواء تسمح بتخلل الهواء الخارجي إلى داخل الفراغ، فإن الفتحات العُلوية الصغيرة في المسطح (الشراعات) تسمح بتصريف الهواء الساخن من الفراغ،كما تفعل الفتحات السقفية (المضاوي-الممرق-الملقف الإيراني) فتزيد من مُعدل تدفق الهواء الخارجي إلى الداخل، بخلاف وظيفتها في الحفاظ على خصوصية شاغلي الفراغ.



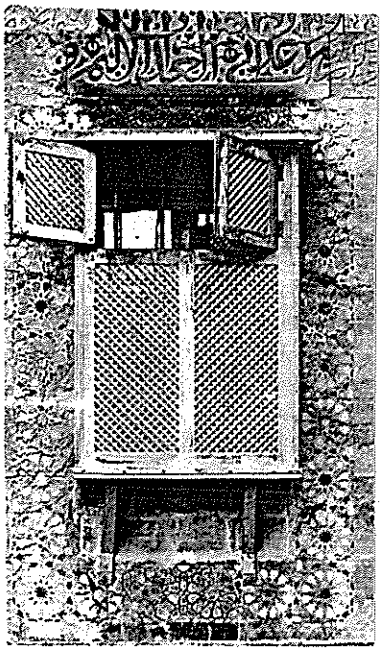
COURT OF A PRIVATE HOUSE IN CAIRO.

(شكل ١٦١) أ – الفتحات العُلوية للنوافذ والمشربيات وأعلى الفتحات المُطلة على فناء أحد البيوت الخاصة بالقاهرة العُثمانية ق ١٥ [١]



DOOR OF A PRIVATE HOUSE IN CAIRO.

ب- الشُراعة العُلوية المفتوحة باستمرار أعلى بوابة الدار تُحافظ على خصوصية قاطنيه وتسمح بتدفق الهواء والاتصال غير المُباشر بالخارج[١]



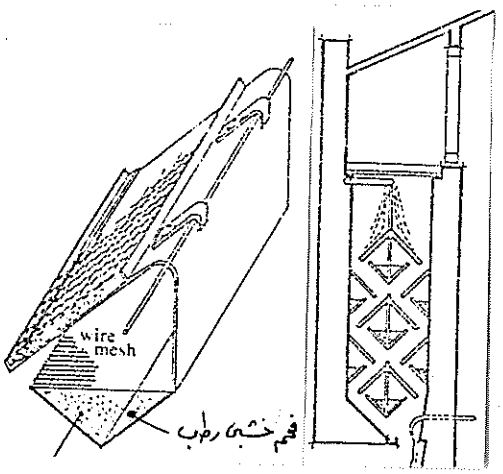
ج – الشُراعات العُلوية المُتقابلة أعلى نافذة خشبية (بقصر السيدة تنشق بالقدس الإسلامية ق ١٤) [٢] تسمح بالتدفق المستمر للهواء مع غلق النافذة لحجب النظرات المُتلصصة

(1) UIA, "An Introduction to Islamic Cairo, XV Congress in Cairo, Issue 7, 1985
(2) Marguer te Gautier-Van Berchem,Solange Ory; Muslim Jerusalem, P. 102

٢-٤-١١ التنسيق الداخلي والتهوية الطبيعية لخفض درجة حرارة الهواء وترطيبه بالفراغات الداخلية:

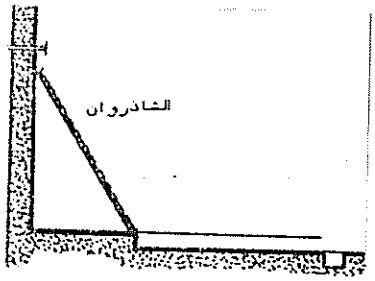
تواجدت في هندسة البيت العربي عناصر تنسيق داخلية مُتعددة للتبريد وخفض درجة الحرارة بالفراغات الداخلية والفراغات الموسمية الصيفية، واحتواء الفناء الداخلي للمنزل العربي على النافورة والسلسبيل والكلجة وهي أدوات لاحتواء المياه وبمرور الهواء عليها تُخفض درجة حرارة الهواء وترطبه.

كذلك تواجد التختبوش وهو مكان للجلوس مسقوف يفصل بين فناء المدخل البحري المُظلل والحديقة الخلفية الكبيرة المُشمسة والخاصة بأهل البيت كما في دار السحيمي، ونجد حوائطه من الخشب المخروط التي تسمح بتخلل الهواء البارد المار من الفناء المُظلل إلى الحديقة الخلفية. والرواق Loggia وهو ممر مسقوف ومفتوح الجوانب للسماح بتدفق الهواء وتبريده بالتظليل، وهو أيضا فراغ انتقالي بين الداخل والفناء المكشوف. واحتواء فتحات الغرف على المشربيات الخشب ذات المواضع لأواني المياه الخزفية التي يمر عليها الهواء فيترطب قبل وصوله إلى فراغ الغرفة، وجهاز ترطيب المياه والمكون من وعاء معدني مثلث الشكل ومخرم ويحوي كمية من الفحم النباتي وفوقه مصدر للمياه لترطيب الفحم الذي يحتفظ بالرطوبة فيرطب الهواء المار عليه، وبزيادة عدد الأجهزة الزهيدة التكلفة تزداد رطوبة الهواء المار إلى الفراغ. كذلك التبليطات الباردة من الرخام والبلاط للترطيب المباشر بالاتصال، والفواصل الداخلية المسامية لاستمرار تدفق الهواء بالفراغ (المشربية والشراعات)



أ – جهاز ترطيب الهواء المعدني المخرم المملوء بالفحم ويعلوه مصدر للمياه[١]

ب- النافورة بالفناء السماوي وداخل القاعة المركزية بالمنزل العربي لترطيب الهواء وخفض درجة حرارته بالفراغات الداخلية



ج – الشاذروان وهو لوح رُخامي محفور بأعماق مُتفاوتة ويوضع مائل على جدار المبنى وفوقه مصدر للمياه تتدفق على اللوح محدثة صوت الخرير ويقل تبخرها، وفي نفس الوقت ترطب الهواء المار عليه[٢]

(شكل ١٦٢) عناصر ترطيب الهواء بالفراغات الداخلية

---

(1) Hassan Fathy; Architecture for The Poor, Chicago University 1973

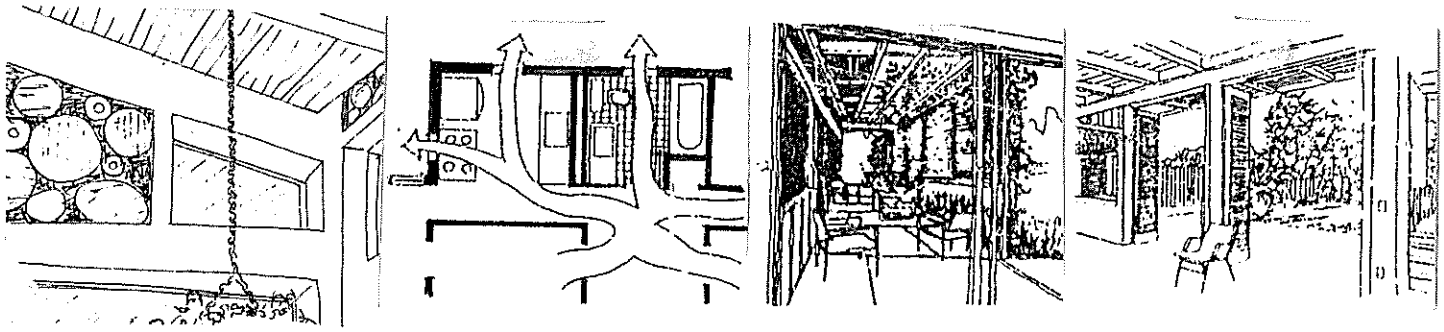
(٢) د. فريد محمود شافعي : العمارة العربية الإسلامية ماضيها وحاضرها ومُستقبلها، عمادة شئون المكتبات جامعة الملك سعود بالرياض ١٩٨١

٢-٤-١٢ التنسيق الداخلي والتهوية الطبيعية لإزالة الرطوبة بالفراغات الداخلية:

تتم إزالة رطوبة الهواء في المناطق الحارة الرطبة بالتخفيف Dilution وهي التهوية المُستمرة لتخفيف رطوبة الهواء الداخلي، وبالتكثيف Condensation وهي إزالة الرطوبة بثبات الحرارة، والتجفيف الكيميائي Desiccation وهي مواد تُزيل الرطوبة.

وعندما تزيد نسبة رطوبة الهواء يزيد الإحساس بارتفاع درجة الحرارة. وللوصول إلى الراحة الحرارية المطلوبة يلزم تحريك الهواء للتخلص من الرطوبة الزائدة به، وتبخير إفرازات جلد الإنسان في عملية الأيض والتخلص من الحرارة الزائدة. كذلك تقليل الفراغات والعناصر الباعثة للرطوبة مع استخدام عناصر معمارية لخفض الرطوبة مثل:

- المسقط المفتوح أو الفراغ الداخلي المُتصل والذي لا تعوق حوائطه تدفق الرياح لقلتها أو لمساميتها وفتحاتها أو لبُعدها عن مصدر تدفق الهواء فتعمل على الاحتفاظ بسُرعة الهواء الحُر داخل الفراغ.
- التظليل الذاتي بالتوجه إلى الشمال وتظليل فتحات دخول الهواء والتعريشات من لحاء النباتات لما لها من خاصية امتصاص الرطوبة وخفض درجة حرارة الهواء قبل دخوله إلى الفراغ الداخلي.
- عزل الفراغات الباعثة للرطوبة مثل الحمامات والمطابخ وأماكن الغسيل وغيرها، وتهويتها مُنفصلة لتقليل الرطوبة بالفراغ واستخدام مراوح شفط الهواء المُرطب إلى الخارج.
- غُلاف وفواصل المبنى المسامية في المناطق الاستوائية الرطبة من ألياف ولحاء النباتات لامتصاص رطوبة الهواء وعدم إعاقة حركته إلى داخل الفراغ وبالتالي يُحافظ على سُرعته الحُرة ويزيد الشعور بالراحة.

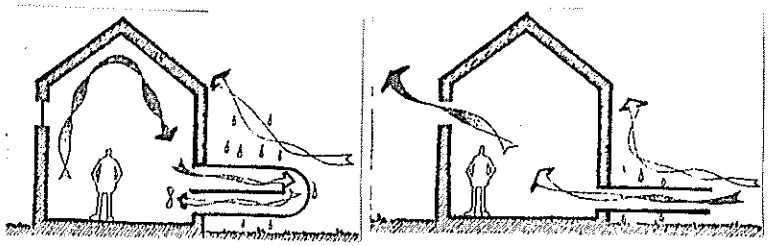


(شكل ١٦٣)[1] أ – الفراغ المفتوح للاحتفاظ بسُرعة الهواء الحُرة داخل الفراغ

ب – التعريشات من سيقان النباتات للتظليل وخفض رطوبة وحرارة الهواء الداخل للفراغ

ج- عزل الفراغات الباعثة للرطوبة وتهويتها مُنفصلة

د – الفواصل الداخلية الخشبية المسامية والشُراعات للاحتفاظ بتدفق الهواء داخل الفراغ وخفض نسبة رطوبته



(شكل ١٦٤) إزالة رطوبة الهواء وتبريده بطريقة غير مباشرة بواسطة الأنبوب المفتوح الذي يمر خلاله الهواء ويبرد بالتبخير غير المباشر، والأنبوب المغلق الذي يتم تبريد الهواء المار به بالتبخير غير المباشر خارج الأنبوب[2]

(1) Lechner N.; Heating Cooling Lighting P. 87
(2) Moore F.; Environmental Control Systems, P, 207

الفصل الثالث

قياسات حقلية لسرعة الهواء ودرجة حرارته
ونسق تدفقه بالفراغات الداخلية لبعض المبانى السكنية والعامة
بالقاهرة الكبرى
ومدينة السادس من أكتوبر ومدينة العاشر من رمضان

الفصل الثالث

قياسات حقلية لسرعة الهواء ودرجة حرارته ونسق تدفقه بالفراغات الداخلية لبعض المبانى السكنية والعامة بالقاهرة الكبرى ومدينة السادس من أكتوبر ومدينة العاشر من رمضان

٣-١ قياس تأثير العناصر المعمارية للدارالإسلامية بالعصر العثمانى على سرعة ودرجة حرارة الهواء بفراغات الدار:

٣-١-١ دار الكريتلية (١٠٤٢هـ -١٦٣٢م)
٣-١-٢ دار جمال الدين الذهبى (١٠٤٧هـ -١٦٣٧م)
٣-١-٣ دار الشيخ عبد الوهاب الطبلاوى- السحيمى (١٠٥٨هـ- ١٦٤٨م)
٣-١-٤ دار ابراهيم كتخدا السنارى (١٢٠٩ هـ -١٧٩٤ م)

٣-٢ تحليل تأثير العناصر المعمارية للدار الإسلامية بالعصر العثمانى على سرعة ودرجة حرارة الهواء بفراغات الدار:

٣-٢-١ المدخل المنكسر
٣-٢-٢ الفناء السماوى
٣-٢-٣ الحديقة الخلفية
٣-٢-٤ الفراغات الموسمية (المقعد - التختبوش)
٣-٢-٥ القاعة الرئيسية وفتحاتها (المشربيه-الممرق-الملقف-الشراعات-الطاقة)

٣-٣ قياس تأثير ملاقف الهواء كعنصر للتهوية الطبيعية وخفض الحمل الحرارى بالفراغات الداخلية لبعض المبانى العامة بالقاهرة الكبرى:

٣-٣-١ الملقف الرئيسى لصالة التوزيع بمبنى دار الوثائق القومية (ق ١٩)
٣-٣-٢ الملقفين المزدوج والثلاثى للمبنى الإدارى بمصنع الملابس الجاهزة (الطرابيش سابقا - ١٩٣٢)
٣-٣-٣ الملاقف الأربعة لمبنى المراكز البحثية والخدمية بجامعة مصر للعلوم والتكنولوجيا بمدينة السادس من أكتوبر (١٩٩٥)

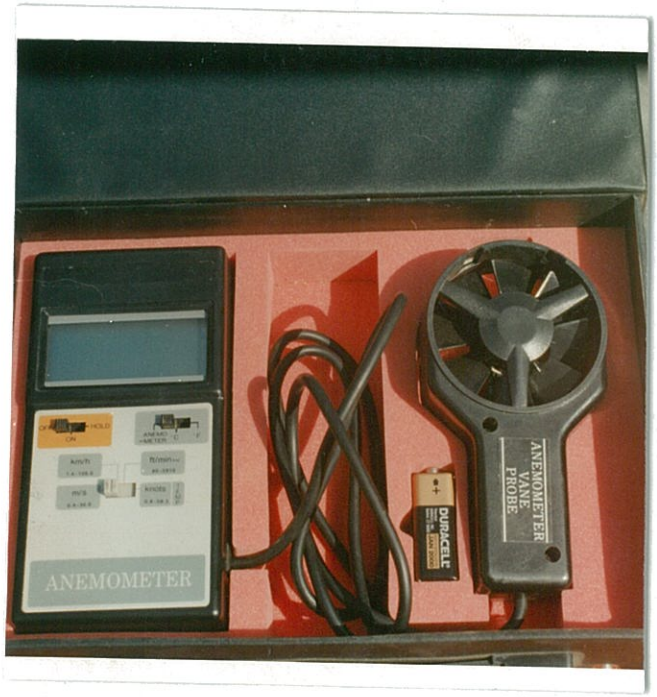
٣-٤ قياس تأثير النوافذ المواجه للرياح والفتحات المتقابلة لتحريك الهواء بالفراغات الداخلية لوحدات سكنية بالقاهرة ومدينة العاشر من رمضان :

٣-٤-١ نوافذ النموذج النمطى لوزارة التعمير بالمجاورة التاسعه بمدينة العاشر من رمضان (١٩٨٠)
٣-٤-٢ نوافذ الوحدتين السكنيتين البحرية والقبلية لأبراج عثمان بمدينة نصر(١٩٦٩)

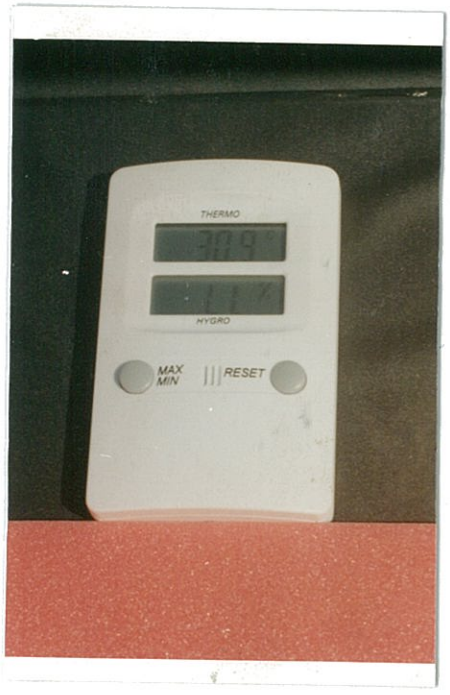
قياسات حقلية لسرعه الهواء ودرجة حرارته بالفراغات الداخلية لبعض المبانى السكنية والعامة بالقاهرة الكبرى :

بدراسة حركة واتجاه الرياح بمدينة القاهرة، توضح وردة الرياح الاتجاهات الغالبه للرياح السائدة بالقاهرة (الشكل ١٦٧) . وهى شمالية إلى شماليه شرقيه أو شماليه غربيه تنشط بفصل الربيع، كما تنشط منخفضات الخماسين على مصر كلها وأقل سرعه لها بفصل الخريف، وهناك التأثيرات المحليه المؤثرة على اتجاه حركة الرياح كتلال هضبه المقطم التى تجرى من الشمال الشرقى إلى الجنوب الغربى فتوجه الرياح إلى هذا الاتجاه .

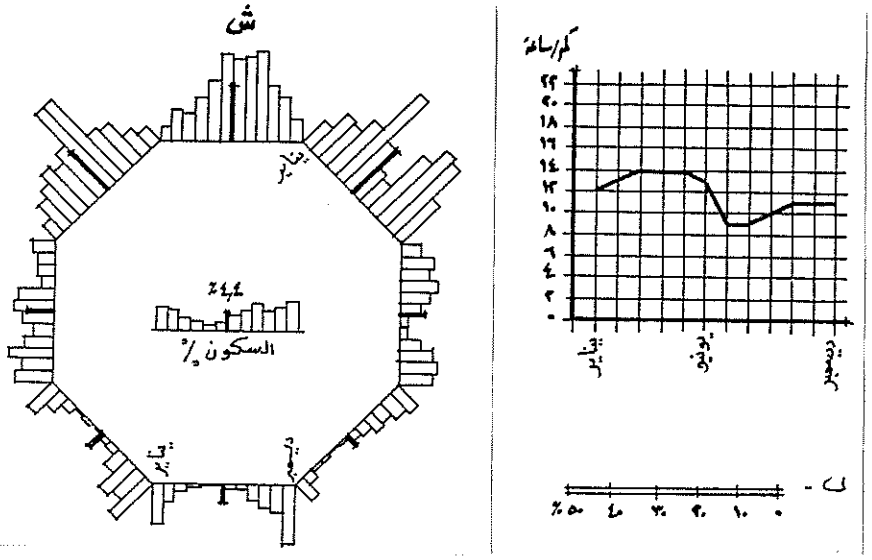
- وقد اختيرت ساعات قياس سرعة الرياح خلال فترة الذروه الحرارية بموسم الصيف بأغسطس ١٩٩٧ صباحا من الساعة ٩ : ١١ حيث يبدأ نشاط حركة الرياح ويبلغ متوسط سرعتها بالقاهرة حوالى ١٥ كم/ ساعة أو ٤ م/ث بالمناطق المفتوحة (الشكل ١٦٨)، وبعد الظهيرة الساعة ١٧:١٥ حيث تنشط الرياح وتتضاعف فى سرعتها لتصل إلى ٢٤ كم / ساعة أو ٦,٦ م/ث .
- تم القياس الحقلى بجهاز الأنيمومتر Anemometer (الشكل ١٦٥) لقياس سرعة الرياح حتى ٣٠ متر فى الثانية أو ١٠٨ كيلومتر فى الساعة ويعادل ٥٩١٠ قدم فى الدقيقة أو ٥٨,٣ عقده (العقده = ١٧٨٥ متر /ساعة) القياس على ارتفاع ١,٨٠م من سطح الأرض أو سقف المبنى، ودوارة الرياح عمودية على اتجاه الرياح الذى حُدد بشاشة طويلة وخفيفة حيث تدفعها الرياح بأتجاهها،أو بمصدر دخان شبه ثابت لفترة من الوقت (قضيب بخور) .
- كذلك تم قياس درجة حرارة الهواء بنفس الجهاز والذى يقرأ درجة الحرارة من صفر إلى ٦٠°م أو من ١٤°:٣٢° درجة فهرنهيتية ، وتبلغ دقة القراءات ± ٢٪ .
- قيست نسبة الرطوبة لبعض الفراغات بجهاز رقمى لقياس درجة الحرارة والرطوبة النسبية (الشكل ١٦٦) Digital Combined Thermometer Hygrometer Art No 22011، حيث يقيس الحرارة فى نطاق من ١٥°: ٤٩,٩° م ، والرطوبة النسبية من ٣٠ ٪ إلى ٩٠ ٪ لدرجة حرارة ما بين صفر°م :٥٠°م ، ونسبة دقة ± ١°م لقراءات الحرارة ، ±٣٪ لقراءات الرطوبة .



(شكل ١٦٥) جهاز الأنيمومتر Anemometer الرقمى لقياس سرعة الهواء ودرجة حرارتة والمستخدم فى القياس



(شكل ١٦٦) جهاز ثيرموميتر الرقمى لقياس درجة الحرارة والرطوبة النسبية .

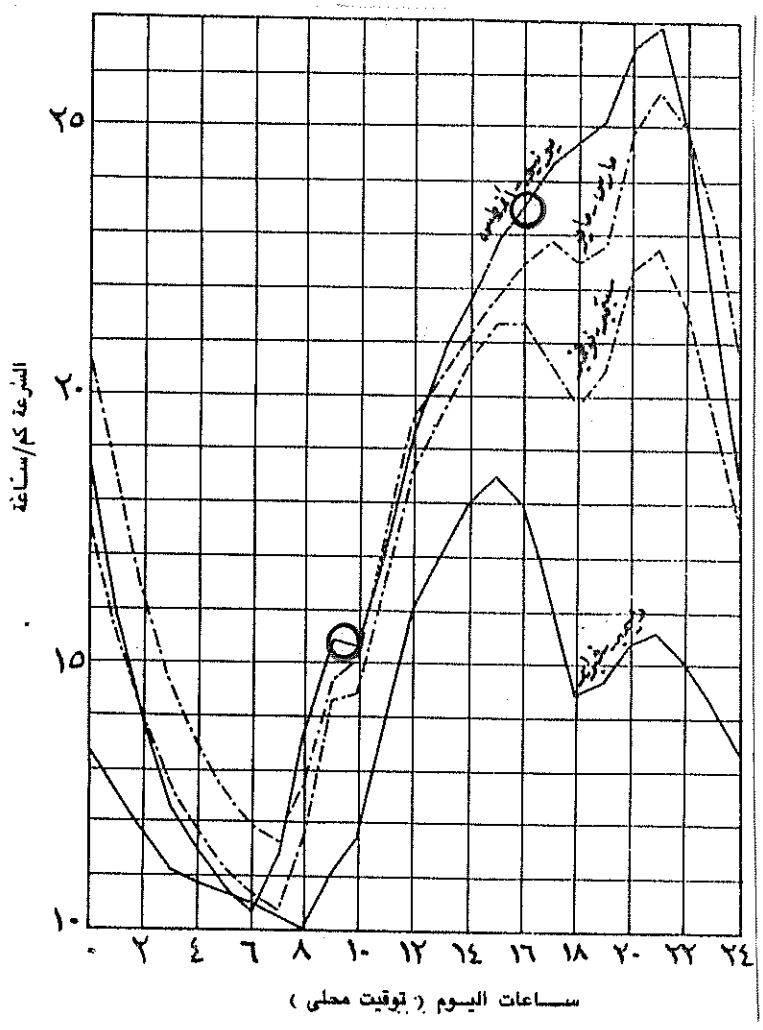


أ-

(شكل ١٦٧) وردة الرياح لمدينة القاهرة

أ- المتوسط الشهرى لسرعه الرياح

ب- المتوسط السنوى للنسبه المئوية للرياح السائده.



(شكل ١٦٨) (*) التغير اليومى والفصلى لسرعة الرياح السطحية بالقاهرة (مرصد حلوان). يبدأ نشاط الرياح الساعة ٨ صباحا وذروة سرعتها بعد الساعة ١٦ وأقل سرعة للرياح بمنتصف الليل حتى الساعة ٧ صباحا.

O التوقيت المختار للقياس الحقلى .

(*) كامل حنا سليمان ، مناخ جمهورية مصر العربية ، الهيئه العامة للأرصاد الجوية، ١٩٧٨ .

- يتغير معدل سرعة الرياح بالمناطق المعمورة ، فيقل تبعا للكثافة والظروف العمرانية المحيطة بالمبنى . وقد قيست الرياح الحره المحلية فوق أسطح المبانى المختارة والمراد تقييم سرعة ونسق تدفق الهواء بفراغاتها خلال فترة الذروة الحرارية ، وحددت نقاط القياس داخل الفراغات بالأرقام الموضحة بمساقط المبانى المختارة . كان أتجاه هبوب الرياح خلال فترة القياس شمالية إلى شمالية شرقية أو شمالية غربية خفيفة إلى معتدلة، وقد توافق مع الاتجاهات المعلنة من قبل مصلحة الأرصاد الجوية .
- لم يوضع فى الاعتبار تأثير الموقع على ترددات حركة الهواء وفترات سكونه خلال فترات القياس.

(جدول ٨) متوسط معدل سرعة الرياح الحره المحلية بمناطق القياس بالقاهرة الكبرى وقت القياس كالتالى:

القاهرة القديمة بالجمالية والدرب الأحمر (دار الدهبى – السحيمى)	نسيج سكنى متضام قديم وحديث متعدى عليه أفقيا ورأسيا.	سرعه الرياح صباحا الساعة٩: ١١ ٢,١٥م/ث،الحرارة ٢٩,٤°م نسبة الرطوبة ٥٤ ٪ .	سرعه الرياح بعد الظهيرة الساعة ١٧:١٥ ٤,٨م/ث،الحرارة ٣١,٥°م نسبة الرطوبة ٤٨ ٪ .
القاهرة القديمة بحى السيدة زينب (دار السنارى)	كالسابق	٢م/ث ، الحرارة ٢٦,٥°م نسبة الرطوبة ٥٤٪	٢,٥ م/ث الحرارة ٢٩,٢°م نسبة الرطوبة ٥٢٪
القاهرة القديمة –هضبة يشكر (دار الكريتليه)	كالسابق	٠,٨ م/ث،الحرارة ٢٦,٥°م نسبة الرطوبة ٥٦٪	٥,٦م/ث، الحرارة ٢٩,٦°م نسبة الرطوبة ٤٨٪ .
القاهرة القديمة –هضبة القلعة (دار الوثائق القومية)	نسيج شبة منفصل لمبانى إدارية لعصر محمد على باشا	٢,٩م/ث الحرارة ٢٥,٢°م نسبة الرطوبة ٤٥٪	٤,٤م/ث ، الحرارة ٢٩,٤°م نسبة الرطوبة ٣٦٪
الدراسة – مدينة البعوث (مصنع الطرابيش)	نسيج شبة متداخل لمبانى إدارية وصناعية (عصر طلعت حرب وما بعد ثورة ١٩٥٢)	١,٨ م/ث الحرارة ٢٥,٢°م نسبة الرطوبة ٦١٪	٣,٧م/ث ، الحرارة ٣٢°م نسبة الرطوبة ٥٨ ٪
القاهرة الحديثة– مدينة نصر (أبراج عثمان)	نسيج شبه متداخل لإسكان مرتفع حديث	١,٥م/ث ، الحرارة ٢٦,٥°م نسبة الرطوبة ٤٣٪	٣م/ث ، الحرارة ٣٢°م الرطوبة ٣٨٪ .
مدينة ٦ أكتوبر– جامعة مصر للعلوم والتكنولوجيا	نسيج منفصل لمبانى تعليمية	٤,٣م/ث ، الحرارة ٢٦°م نسبة الرطوبة ٥٤٪	٥,٥م/ث ، الحرارة ٣٢,٢°م نسبة الرطوبة ٤٨٪
مدينة العاشر من رمضان الإسكان النمطى لوزارة التعمير	نسيج شبه متداخل لإسكان فيلات وعمارات متوسطة الإرتفاع.	———	٥,٥م/ث ، الحرارة ٣٤°م نسبة الرطوبة ٤٦ ٪.

ملحوظة: معدلات درجات الحرارة تبعا لتوقيتات قياسها بالفراغات – انظر الجداول التفصيلية للقياسات .

٣-١ قياس تأثير العناصر المعمارية للدار الإسلامية بالعصر العثماني على سرعة ودرجة حرارة الهواء بفراغات الدار (المدخل المنكسر – الفناء – المقعد – القاعه الرئيسية وفتحاتها)

٣-١-١دار الكريتلية على هضبة يشكر(١٠٤٢هـ- ١٦٣٢هـ) .

نسيج الموقع العام : شبه منفصل لمنزلين يربطهما ممر مسقوف تعلوه فراغات معيشية (سباط) يفصل بين مدخليهما ، ويجاورا جامع ابن طولون جهة الغرب .

التوجيـــه : الواجهة الرئيسية للمنزلين شرقية، وبالجهة الغربية يلاصقهما سور فناء الجامع بأرتفاع ١٥م وتتوجه الفراغات الرئيسية للمنزلين إلى الفناء المركزى وفناء المنزل الصغير الركنى يواجه الجنوب غرب (شكل١٧٠) [١].

كتلة المبنى: كتلة مستطيلة ذات تكسيرات فى المسقط والواجهه وبمساحة حوالى ٥٠٠ م٢ للمنزل الكبير، ٣٠٠م٢ للمنزل الصغير. يلتصق المنزلين فى الدور الثانى ويتصلان فى الدور الثالث للمنزل الصغير بحديقة سطح المنزل الكبير.

غلاف المبنى: من الحجر الجيرى بمتوسط سمك ٦٠ سم وبأرتفاع طابقين ثم مبانى طوب سمك ٥٠سم إلى ٢٥ سم بالطوابق الثلاثة العليا المنهية بالملاط (جير ورمل وطمى) باللون الفاتح .

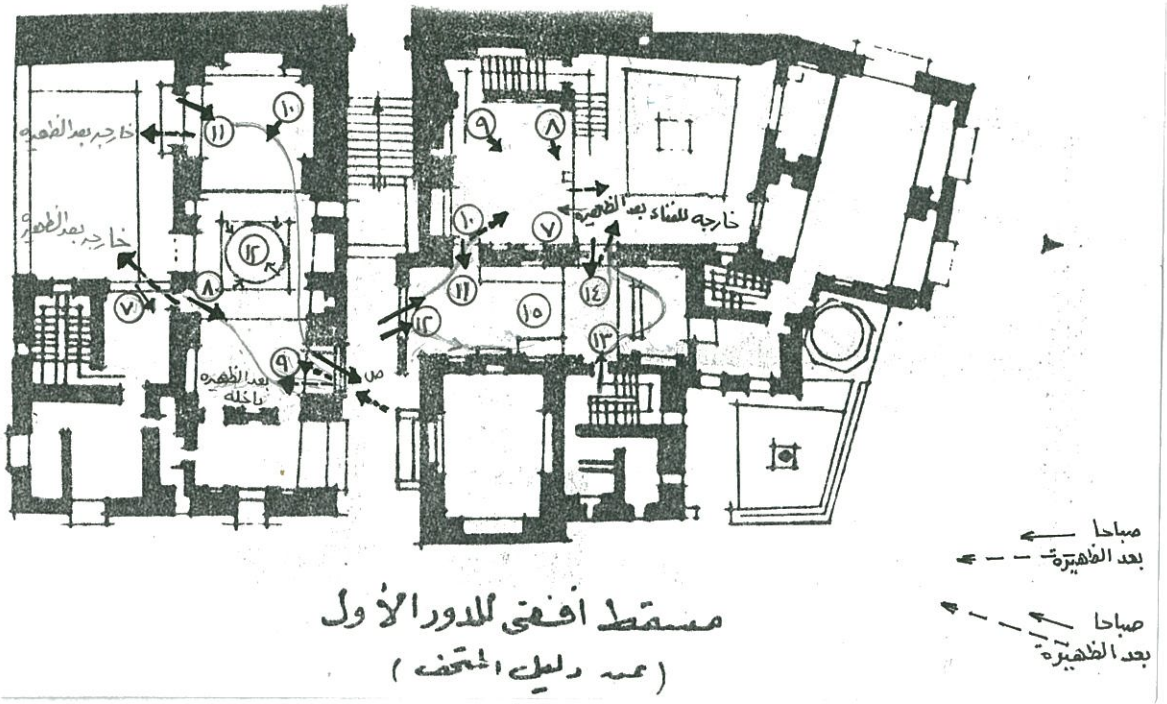
فراغات المبنى: يتوسط البيت الكبير فناء بمساحة ٥٦ م^{٢} (٧م×٨م) وارتفاع ١١,٥م ، ١٥م (حائط الجامع الغربى) . والفناء الركنى بالمنزل الصغير بمساحة ٥٩م^{٢} (٩,٥م × ٦,٢٥م) وارتفاع ١٥م ،٧م (الجدار الجنوبى) ويعادل ١٩٪ من مساحة المنزل . المقعد البحرى بالمنزل الكبير المطل على الفناء ومتصل بسلم بالدور الارضى ومغلق من جهاته الثلاث الشرق والغرب والجنوب .

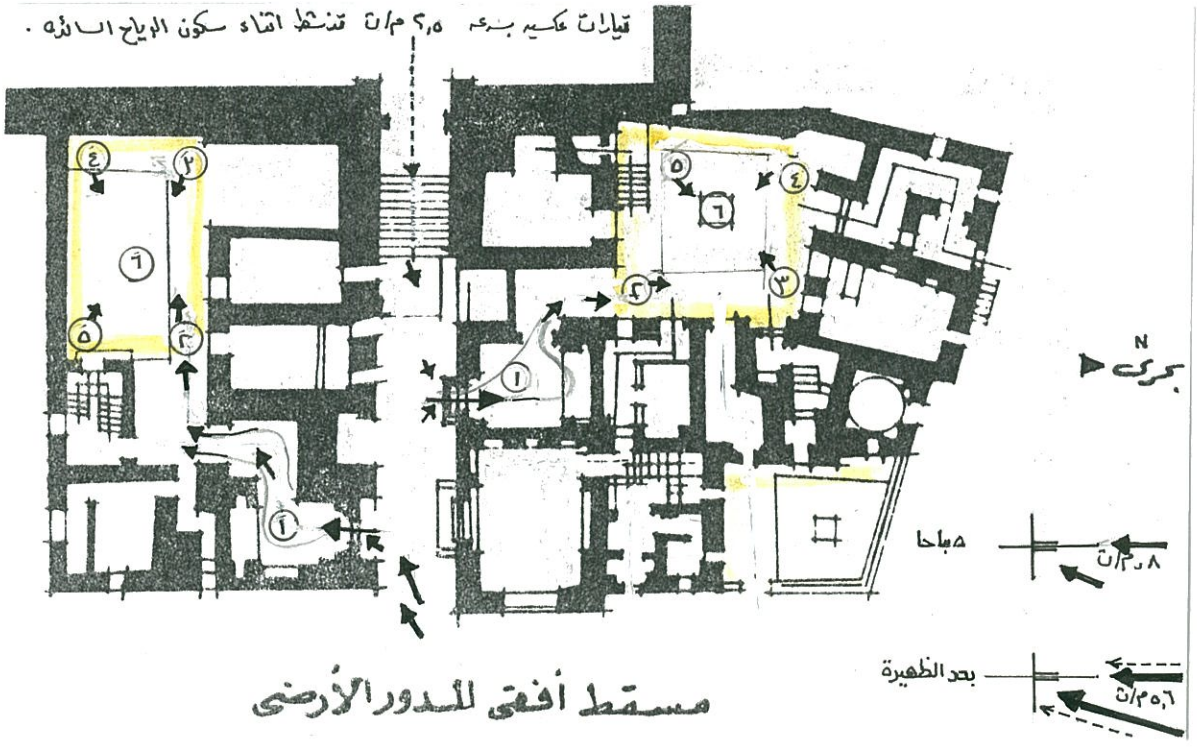
سقف المبنى: مستو ومتعدد المناسيب من العروق الخشبية والدبش ويكسوه الملاط . توجد حديقة السطح من مجالس خشبية ومزروعات وكلجات المياه وسور من الخشب الخرط يظلل جزء من أرضية السطح ويزيد من إحتواء الفناء .

الفتحـات : تتسع الفتحات المطلة على الفناء وتغطيها جميعا المشبكات الخشبية (المشربية) خلف الضلف الزجاجية المفصلية والمنزلقة وتغطيها جميعا المشبكات والمشربيات الضيقة من اسفل لخصوصية الرؤية، وواسعة من أعلى لتصريف الهواء الساخن ، فيما عدا الطاقة البحرية المفتوحة بغرفة الحريم بالطابق الثانى للمنزل الصغير بعرض ٣٠ سم وارتفاع ١,٢٠م (شكل ١٧٦) أغلب الفتحات تعلوها الشراعات العلوية لتصريف الهواء الساخن واستمرار حركة تيار الهواء الداخلى.

(شكل ١٦٩)
الواجهه الشرقيه لدارى الكريتلية الدار الكبير الشمالى والدار الصغير الجنوبى

(١) كمال الدين سامح، العمارة الاسلاميه فى مصر، الهيئة المصريه العامه للكتاب ، الطبعه الرابعه ، ١٩٩١

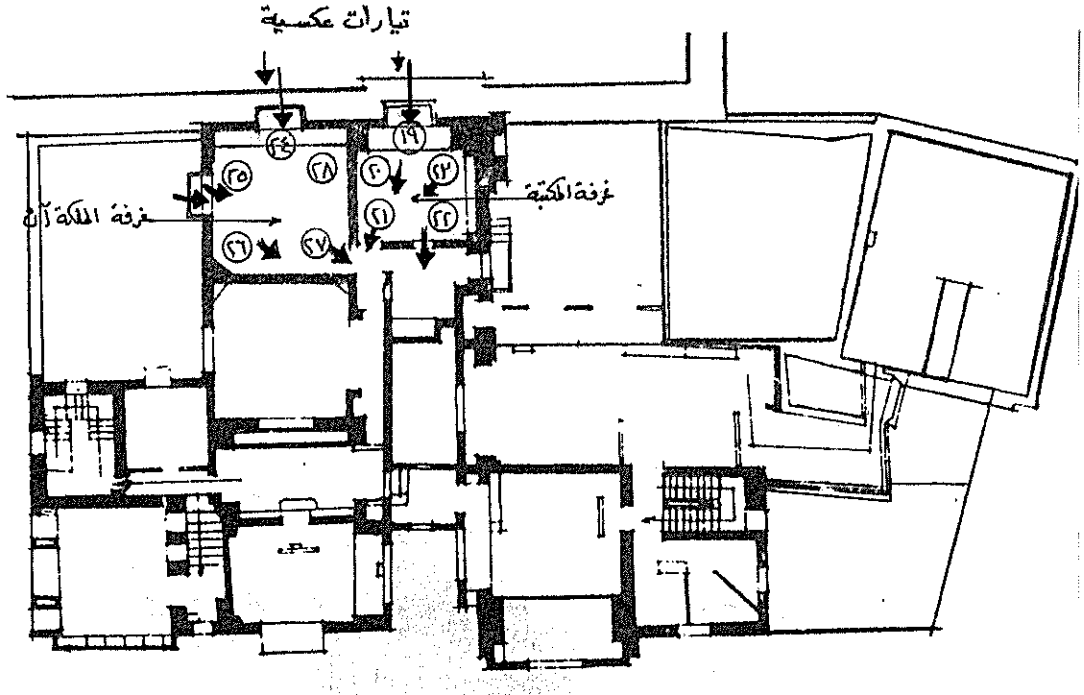




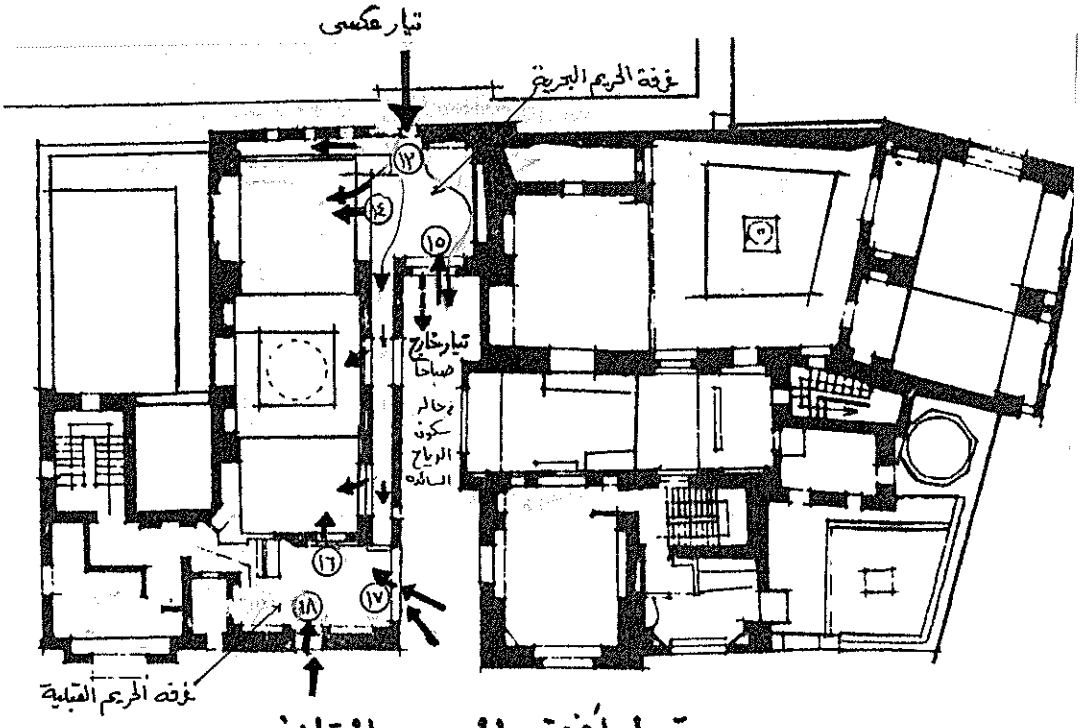
(شكل ١٧٠) نسق تدفق الهواء عبر فراغات مسقط الدور الأرضى والأول لدار الكريتليه

⟶ يشير السهم لأتجاه تدفق الهواء (يتناسب طول السهم مع مقدار سرعة الرياح)

O مواضع نقاط القياس بالفراغات



مسقط افقى الدور الثالث



مسقط أفقى الدور الثانى

(شكل ١٧١) نسق تدفق الهواء عبر فراغات مسقط الدور الثانى والثالث لدار الكريدليه

⟶ يشير السهم لأتجاه تدفق الهواء (يتناسب طول السهم مع مقدار سرعة الرياح)

القياسات الحقلية لسرعة الهواء ودرجة حرارته بدار الكريتلية فى٢٧ أغسطس ١٩٩٧-٢٣ربيع آخر١٤١٨

الرياح المعلنة شمالية إلى شمالية شرقية خفيفة إلى معتدلة ودرجة حرارة الهواء القصوى ٣٢°م .

متوسط سرعة الرياح المحلية على سطح المنزل ودرجة حرارة الهواء ونسبة الرطوبة بالقياس :

صباحا	الساعة ٩	٠,٨ م/ث	٢٦,٥°م	٥٦٪
ظهرا	الساعة ١٣	٣,٣م/ث	٣٠,٤°	٤٨٪
بعد الظهيرة	الساعة١٥	٥,٦م/ث	٢٩,٦°	٤٨٪

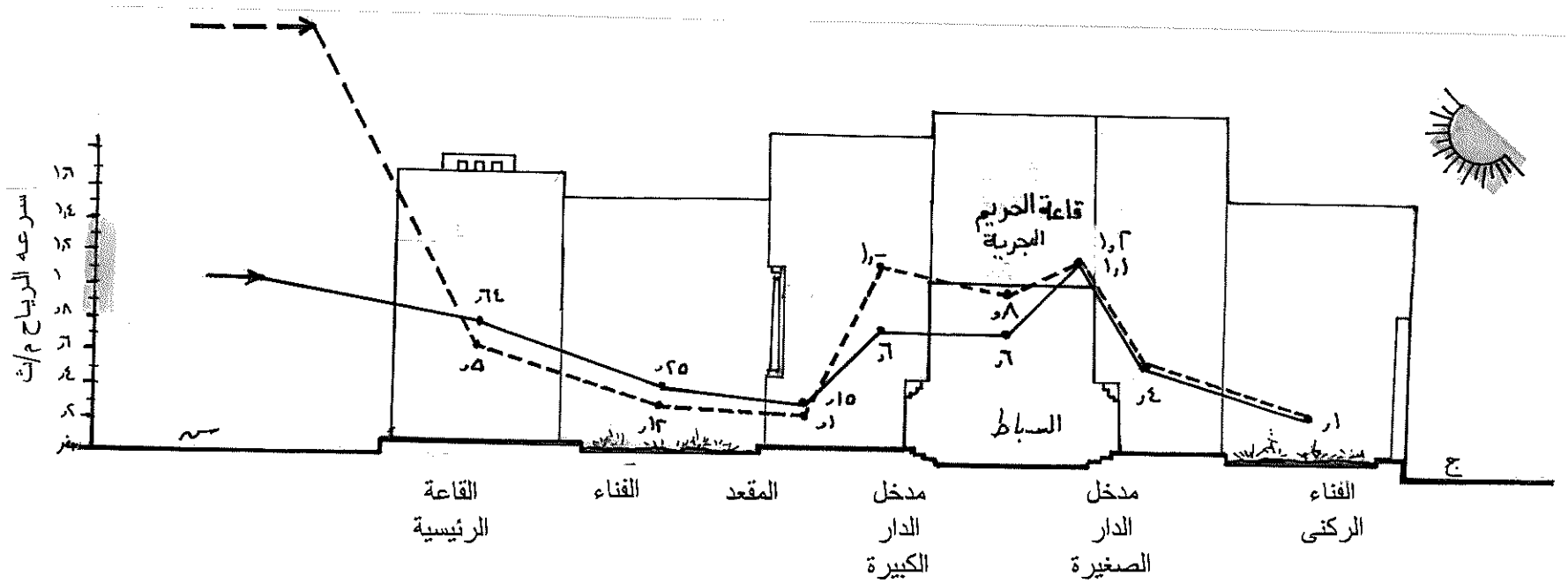
- متوسط سرعة الرياح بالممر الفاصل بين مدخلى المنزلين (السباط) صباحا ٠,٦ م/ث وهى تعادل ٧٥٪ من سرعة الرياح الحره وبعد الظهيرة ٠,٨م/ث وهى تعادل ١٥ ٪ من سرعة الرياح الحره، وتتواجد تيارات عكسية من الجهة الغربية اسفل السباط وعند نهاية السلم المؤدى إلى الجامع بمتوسط سرعة ٢,٥م/ث وذلك عند سكون الرياح السائدة بالجهة الشرقية للسباط قبل الظهيرة .

(جدول ٩) متوسط سرعة الهواء عند نقاط القياس بفراغات المنزلين : (شكل ١٧٠، ١٧١)

متوسط سرعة الرياح بفراغات المنزل الكبير (البحرى)			متوسط سرعة الرياح بفراغات المنزل الصغير (القبلى)		
نقاط القياس بالفراغ	السرعه والحرارة صباحا	السرعه ودرجه الحرارة بعد الظهيرة	نقاط القياس بالفراغ	السرعه والحرارة صباحا	السرعه ودرجه الحرارة بعد الظهيرة
صباحا عند المدخل (١)	٢٥٫٦°م	١م/ث والحرارة ٢٩°م	عند المدخل (١)	٠,٤/٢٦°م	٠,٤م/ث/٣٠,٢°م
بالفناء (٢)	٠,٧	٠,٣م /ث -٢٩,٩°م	بالفناء (٢)	٠,٢	بالفناء نفس القراءات
ودرجة الحرارة (٣)	٠,٢٥	٠,٢	درجة الحرارة ٢٩,٥°م (٣:٥) (الساعة ١١)	٠,١	درجة الحرارة ٣١,٥°م (أعلى من الخارج ١,٩ °م
٢٨°م (٤)	٠,١	٠,١	(٦)	صفر	
(٦،٥)	٠,١	صفر	شرفة الدور الأول (٧)	٠,١	٠,١درجة الحرارة ٣١,٨°م
المقعد بالدور الأول (٧)	٠,٢	٠,١	القاعة الرئيسية (٨)	٠,٤	٠,١ (الرياح خارجة للفناء)
(٨)	٠,١	صفر	الرياح خارجة للممر (٩)	٠,٦	٠,٣ (الرياح داخلة من الممر)
(٩)	٠,١	٠,١			
(١٠)	٠,٢	٠,٢	الحرارة ٢٨°م (١٢:١٠)	٠,١	٠,١ الحرارة ٣٠°م
القاعة الرئيسية (١١)	٠,٥	٠,٣ والحرارة ٣٠°م	غرفة الحريم البحرية (١٣) بالدور الثانى	٢,١	٢,٣ / درجة الحرارة ٣٠,٧°م
الحرارة ٢٧,٥°م (١٢)	١,٦	٠,٧	الحرارة ٢٦°م الساعة ٩,٣٠ (١٤)	٠,٢٥	٠,٣
(١٣)	٠,٦	٠,٩	التيار داخل وخارج أحياء (١٥)	١	١
(١٤)	٠,٤	٠,٤	غ الحريم القبلية (١٦)، (١٨)	٠,٢	٠,١ درجة الحرارة ٣١,٢°م
(١٥)	٠,١	صفر : ٠,١	(١٧)	٠,٣	٠,٣
			المكتبة بالدور الثالث - (١٩)	٠,٧٥	٠,٩درجة الحرارة ٣١,٦°م
			(٢٠)، (٢٣)	٠,١ : ٠	صفر
			الحرارة ٢٦,٥°م (٢١) (٢٢)	٠,٢	٠,٢
			غرفة الملكة آن (٢٤)	٠,٧	٢,٣ درجة الحرارة ٣٠,٥°م
			الحرارة ٢٧°م (٢٥)	٠,٣	٠,٤
			الساعة ٩ (٢٦، ٢٧)	٠,٢	٠,٢

٥,٦ م/ث متوسط سرعة الرياح الحرة المحلية على سطح المبنى بعد الظهيرة

٠,٨ م/ث متوسط سرعة الرياح الحرة المحلية على سطح المبنى صباحا



(شكل ١٧٢) منحنى متوسطات سرعة الهواء بفراغات دارى الكرينتلية صباحا

وبعد الظهيرة

من القياس الحقلى يتضح أنه :

١- تتزايد سرعة الرياح الحره لحوالى ضعف سرعتها بعد الظهيرة .

٢- تقل درجة حرارة الهواء فوق سطح منزل الكريتلية علـى ربـوه يشكر بمقدار ١,٥° م وقت الذروه عن درجة الحرارة القصوى المعلنة .

٣- الممر المسقوف الواصل بين المنزلين (السباط) عنصر لتحريك الريـاح السائدة بفعل قـوة ضغـط الرياح(الرياح الشمالية الشرقية بمتوسط سرعة ٠,٨م/ث) ولحظات سكون الرياح السائده تنشط تيارات عكسية (غربية) بالأتجاه المقابل تفوقها فى السـرعة (٢,٥م/ث) وذلك لإنفتاح الممر على فناء الجامع بالجهة الغربية .

٤- تتزايد سرعة الرياح بمدخل المنزل الكبير (١م/ث تعادل ١٢٠٪ من سرعة الرياح الحره صباحا) وتبلغ بالممر الفاصل بين المنزلين ٠,٨ م / ث بينما تبلغ بمدخل المنزل الصغير ٠,٤م/ث ورغـم كونـه أقرب لاتجاه هبوب الرياح الشمالية والشمالية الشرقية وقت القياس ولعـل ذلك لهبـوب تيـارات عكسية بالجهة الغربية للممر تنتشر أسفل السباط وتزيد معـدل السـرعة عند المدخـل الغربـى بـالمنزل الكبير البحـرى والقريب من فناء الجامع .

٥- تزيد درجة حرارة فراغات المبنى وقـت الـذروة (نسيج الموقع شبه منفصل) وتكون أقل من الخارج بحوالى ٢°م وتبدأ فـى النقصـان بعد الظهيرة (بعد السـاعة ١٥)وتقل الرطوبـة ، وترتفـع الحـرارة بالفراغات القبلية عنها بالفراغات البحرية فترة بعد الظهيرة .

٦- يبلغ التباين فى درجات الحرارة خلال فترتى القياس بالفراغات القبليـة حوالـى٥°م ، وبالفراغات البحريـة ٣,٥°م.

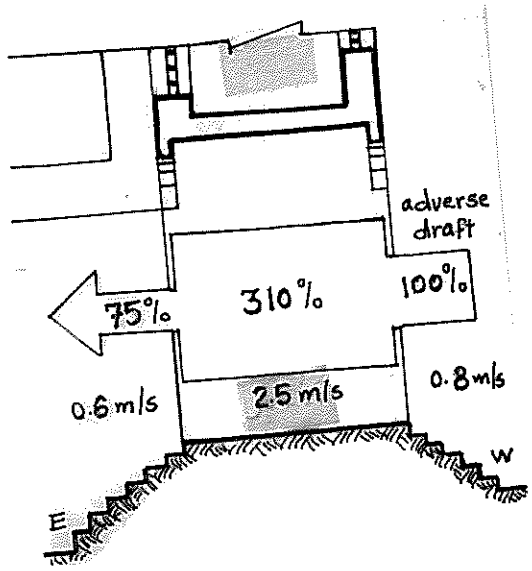
٧- تزداد درجة الحـرارة بـالأدوار العلويـة وقت الذروة (٣١,٨° م بشـرفة الـدور الأول بـالمنزل الصغير ، ٣١,٥°م لفناء نفس المنزل بالدور الأرضى) كما تزيد الحرارة حيث يقل معدل التهوية ففى غرفة المكتبة معدل التهوية بها ٠,٣،٠,٢م/ث صباحا وبعـد الظهيرة والحـرارة ٣١,٦° بينمـا بالغرفـة المجـاورة لهـا (الملكة آن) ٠,٣، ٠,٦م/ث والحرارة ٣٠,٥°م لتقابل الفتحات ووجود الشراعات العلوية التى تسـاعد فـى تحريك الهواء بالتخلص من الهواء الساخن ، كذلك تزداد الحرارة بالأفنية القبليـة والشـبهة مغلقـة (ليس بها فتحات متقابلة) كفناء المنزل الصغير حيث زادت حرارته١,٩°م عن حـرارة الهـواء الخـارجى وقت الذروة (الساعة١٥) لتعرض حوائطه للاشعاع الشمسى طوال النهار وعـدم توافـر التهويـة الليليـة لغلـق المنزل (المتحف) بعد الساعة ١٦ حتى الساعة ٩ من صباح اليـوم التـالى فيظـل محتفظـاً بـالحرارة المكتسبة نهارا لأطول فترة ممكنة (الفناء فى مبانى المزارات يحسن سلوك تهويتها وحرارتها) .

٨-الفتحات العلوية (الشراعات) والفتحات المتقابلة،تقلل من الحمـل الحـرارى بفـراغ غرفـة الملكـه آن (درجـة حراره هواء الغرفة ٣٠,٥ °م) لتصريفها للهواء الساخن وتحريكها للهواء بفعل الحمـل وضغـط الريـاح، فيبلغ معدل سرعة الرياح بها ٠,٦:٠,٣٥ م/ث تعادل ١١:٣٧٪ من الرياح الحره صباحا وبعـد الظهـيرة بينما فى غرفه المكتبة المجاورة لها درجة حرارة الهواء ٣١,٦°م ومعدل التهوية بها ٠,٣:٠,٢م/ث وتعادل٥:٢٥٪ من سرعه الرياح الحره فترتى القياس .

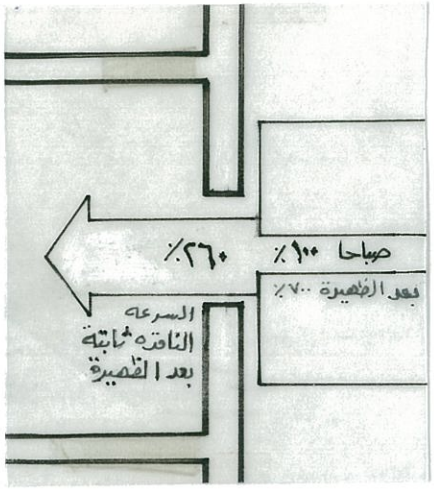
٩- الفتحات الضيقة تضاعف من سرعه الرياح بغرفه الحريم البحرية حيث تنفذ الرياح خلالها بمتوسط سرعه ١,٤: ٢,٨م /ث فترتى القياس وهى تعادل ٢٦٠٪ من سرعه الرياح الحرة، وبمضاعفة الرياح الحرة فترة بعد الظهيره تزيد الرياح النافذة خلال طاقه غرفه الحريم ولكن ليس بنفس معدل الزيادة أى أن لها قدرة نفاذية قصوى لمرور الرياح خلالها فتبلغ السرعة بعد الظهيرة٠,٥ : ٤,١م /ث بمتوسط سرعة ٢,٣م/ث وتعادل ٤١٪ من سرعه الرياح الحرة .

١٠- تبلغ متوسط سرعه الرياح بغرفه المكتبة بالطابق الثالث أعلى الممر الفاصل بين المنزلين خلال النهار ٠,٢٥م/ث يعادل ١٥٪ من السرعة الحرة ، بينما تزيد بقاعة الحريم البحرية وهى أسفلها بالطابق الثانى فتبلغ ٠,٧٣م/ث وتعادل ٩٠٪ من سرعة الرياح الحرة صباحا لتقابل فتحاتها ولوجود الطاقة التى تضاعف من سرعة الرياح، ولكونها مفتوحة على فراغ القاعة الرئيسية بواسطة الحائط المشربية العلوى الذى يجذب الرياح خلاله بسرعه ٣رم/ث. وفتره بعد الظهيره بينما تزيد سرعه الرياح الحرة ، يثبت معدل متوسط سرعه الرياح بقاعة الحريم ٠,٧٣م/ث ويعادل ١٣٪ من سرعه الرياح الحره .

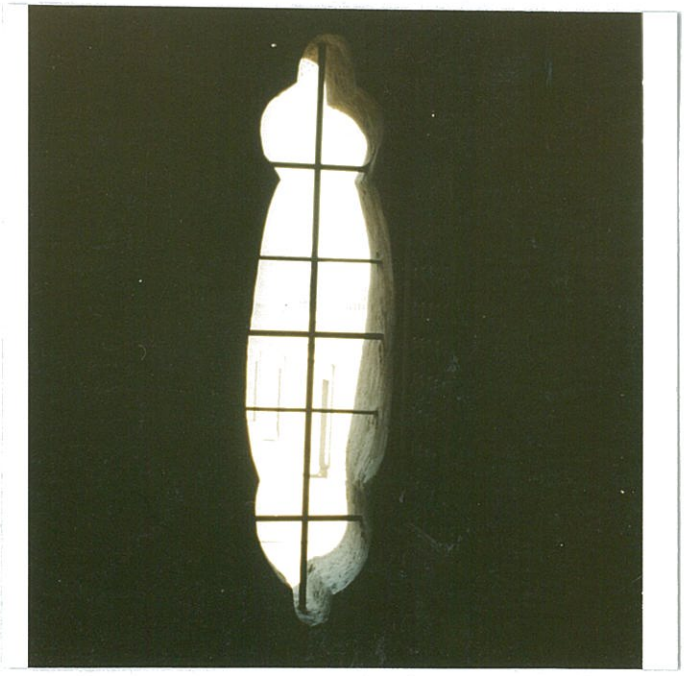
دراسة التهوية بالفتحات السفلية والعلوية



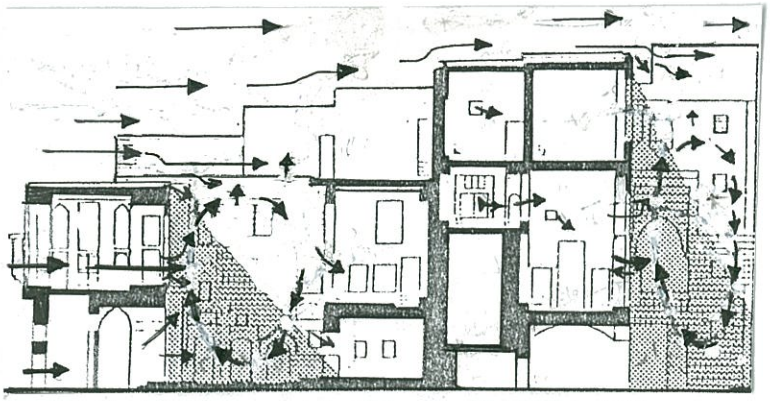
(شكل ١٧٣) الممر المسقوف (السباط) الذى يعلوه فراغات معيشية (قاعه الحريم بالدور الثانى والمكتبة بالدور الثالث) تبلغ سرعة الرياح بجهته الشرقية خلال فترتى القياس ٠,٦ ، ٠,٨ م/ث وتعادل ١٥،٧٥٪ من سرعه الرياح الحرة المحلية. بينما تتواجد تيارات غربية معاكسة فتره سكون الرياح السائدة آتية من فناء المسجد وتكون بمتوسط سرعة ٢, ٥ م/ث



(شكل١٧٥) قطاع راسى بالفتحة الغربية (الطاقة) بقاعه الحريم البحرية بالدار الصغير



(شكل ١٧٦) الطاقة الغربية بقاعةالحريم البحرية اعلى السباط والمطلة على فناء جامع ابن طولون وتبلغ سرعة الهواء النافذ منها ٢,٨،١,٤ م/ث تعادل ٢٦٠٪ من الحره صباحا ، ٤,١،٠,٥ م/ث بعد الظهيره وتعادل ٤١٪ من الحرة،ويزيد معدل التهوية بالقاعة (٠,٧٣ م/ث) بمقدار حوالى ٣ أضعاف معدل التهوية بفراغ المكتبة (٠,٢٥ م/ث) الذى يعلوها ، وذلك لتقابل فتحات القاعة ولمسامية الحوائط الفاصلة بينها وبين القاعة الرئيسية (المشربية)، فيتدفق الهواء بلا عوائق خلال الفراغات المتصله.



(شكل ١٧٤) قطاع مار بفنائى الدارين ومدخل الدار الكبير وهو مصدر تهوية الفناء بالدور الأرضى

٣-١-٢ دار جمال الدين الدهبى بحاره حوش قدم بالدرب الأحمر بالقاهرة (١٠٤٧هـ - ١٦٣٧م).

نسيج الموقع: متضام للحمايه من الإشعاع الشمسى والعواصف الترابية

التوجيه: المحور الطولى للمبنى شرق غرب

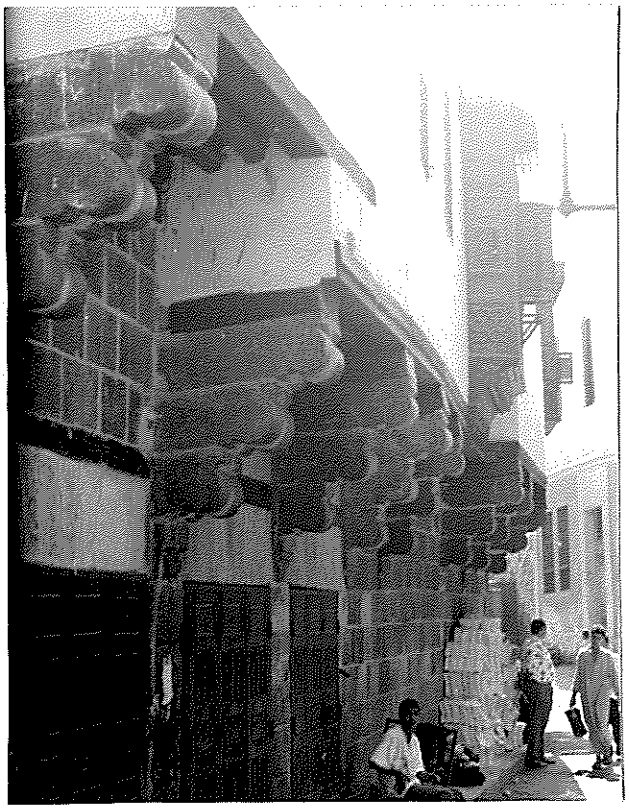
كتله المبنى: شبه مستطيلة ذات تكسيرات وتطل على حارتين ، ومع ذلك معظم الفتحات تطل على الفناء الداخلى السماوى .المدخل الرئيسى المنكسر يؤدى الى الفناء، والمدخل الجانبى المنكسر يصل الى القاعه الرئيسية، والكتله غير منتظمة فى المسقط وفى الواجهات فتتيح الإظلال على المسقط وعلى الواجهات حيث البروزات بالواجهتين الشرقيه والغربية ، والكتله بإرتفاع ١٣م وبها فراغ تجارى بالدور الارضى يطل على الشارع الرئيسى .

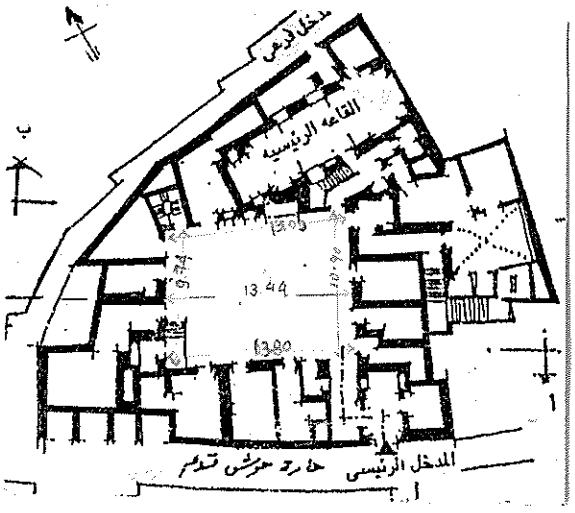
غلاف المبنى: سميك من الحجر الجيرى بالطابق الأرضى بمتوسط سمك ٥٠سم ، وطوب منهى بالملاط باللون الفاتح بالطابقين العلويين .

فراغات المبنى: الفناء المركزى السماوى مستطيل الشكل أبعاده الهندسية (١٠,٤٤ × ١٣,٤٤ ×١٢,٤١) وبنسبة حجم(١:١,٢٨:١,١٩)ودرجة احتواء * ٤,٥٣ [١]، وفراغ المعيشة الصيفى (المقعد) المواجه للشمال بالطابق الأول ويصل إليه سلم خارجى من الفناء.

سقف المبنى: مستو ومتعدد المناسيب من الخشب والدبش والملاط ، وبه فتحات الملقف للقف الهواء بالفراغات التى لا تطل على مصدر تهويه وفتحات الممرق لتصريف الهواء الساخن بالفرغات الكبيرة (القاعة) ،حيث يرتفع منسوب فتحات الممرق عن منسوب سقف القاعة . يظلل سور السطح جزء من أرضيه السطح.

الفتحات : تطل معظمها على الفناء ، والفتحات بالجهة البحرية متسعة وبالجهة القبلية فتحات ضيقة ومغطاه جميعا بالمشربيات خلف الضلف الزجاجية المفصلية أو المنزلقه للتظليل من الاشعاع الشمسى واتاحة التهوية من خلال المشبكات العلوية الواسعة (الشراعات) ، والقاعة العلوية بها مشربية مطلة على الحاره بعرض القاعه تقريبا





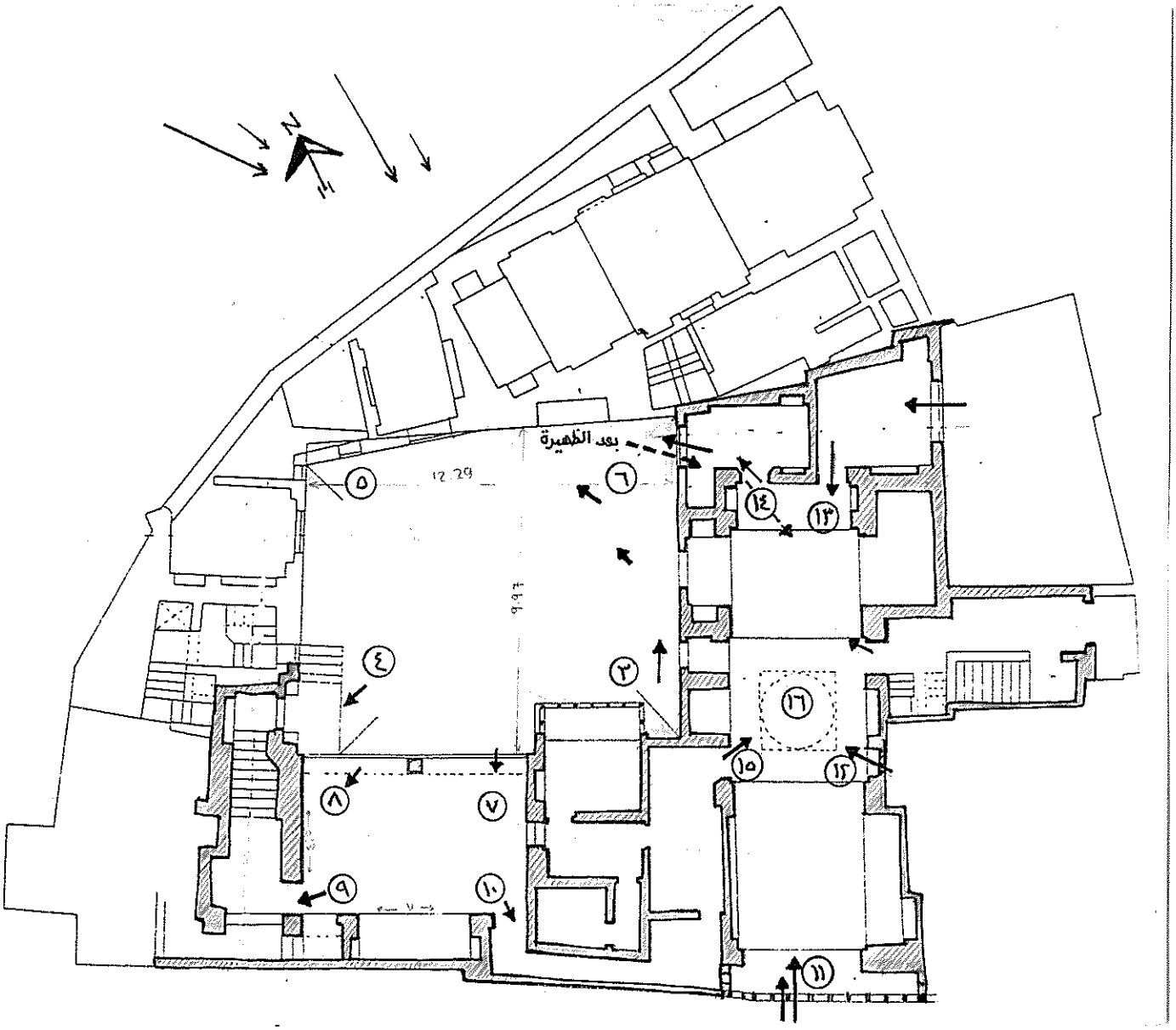
(شكل ١٧٧) [٢] المسقط الأفقى للدور الارضى لدار جمال الدين الدهبى .
(شكل ١٧٨) مدخل الدار المطل على حارة حوش قدم بالدرب الاحمر

---

* درجة إحتواء الفناء هى مجموع مسطحات الوجهات المطلة على الفناء / مساحة أرضية الفناء المعرضة للسماء

(١) Wazeri , The Relationship Between Solar Radiation and Building Design, Cairo Univ , M. S C Thesis 1998

(٢) أسس التصميم المعمارى والتخطيط الحضرى فى القصورالإسلامية المختلفة ، مركز إحياء العمارة الاسلامية ، ١٩٩٠



(شكل ١٧٩) المسقط الأفقى للدور الأول وبه المقعد والقاعة الرئيسية المطلة على حارة حوش قدم ،

مصدر التيارات العكسية الداخلة للقاعة بمتوسط سرعة ١م/ث خلال فترة الذروة الحرارية (الساعة ٩، ١٦) حيث بلغ متوسط معدل التهوية بالقاعة ٠,٦: ٠,٤ م/ث فترتى القياس وهو يعادل ١٠:٢٨٪ من سرعة الرياح الحره المحلية، ودرجة حرارة الهواء بها ٢٨,٥°، ٢٩,٧°م صبحا وبعد الظهيرة وهى أقل من درجة حرارة الهواء الخارجى ٢:٥١° م فترتى القياس. الفتحات العلوية والممرق أعلى الدر قاعة يزيد من معدل التهوية حيث تصعد إليه الرياح الساخنة بسرعة ٠,٤:٠,٥م/ث ويعادل ١٩:٣٪ من سرعة الرياح الحره متوسط سرعة الرياح بفراغ المقعد ٠,٢٧ ، ٠,٤٥م/ث ويعادل ١٣:١١٪ من سرعة الرياح الحره

← السهم يشير لاتجاه تدفق الهواء ويتناسب طول السهم مع مقدار سرعة الرياح

O مواضع نقاط القياس بفراغات الدار.

القياسات الحقلية لسرعة ودرجة حرارة الهواء بفراغات دار جمال الدين الذهبى فى ٢٨أغسطس١٩٩٧م٢٤ربيع آخر ١٤١٨ هـ .

الرياح المعلنة شمالية إلى شمالية غربية خفيفة إلى معتدلة ودرجة حرارة الهواء القصوى ٣٢°م :

(جدول ١٠) متوسط سرعة الهواء عند نقاط القياس بفراغات المنزل : (بالشكل ١٧٩)

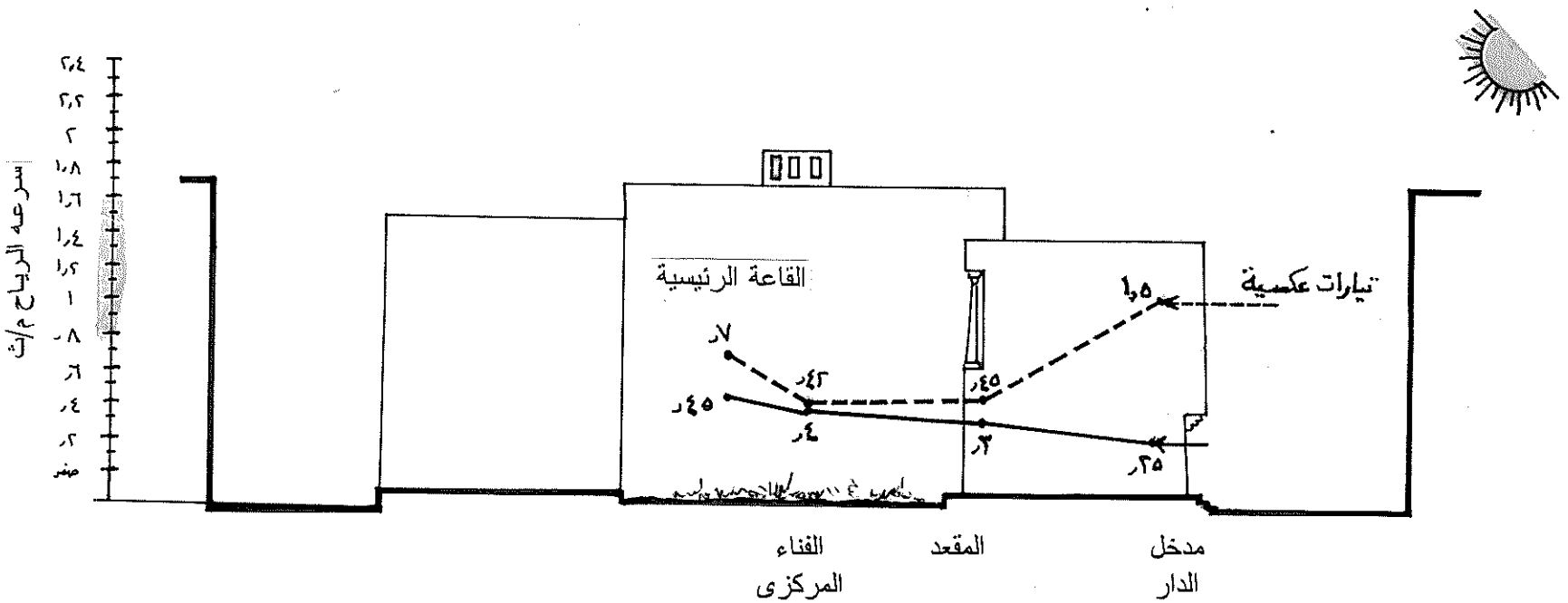
صباحا(الساعة ٩) الرياح الحره ٢,١٥ م/ث ودرجة الحرارة ٢٩,٤°م الرطوبة النسبية ٥١٪				بعد الظهيرة (الساعة١٦) الرياح الحره ٤,١ م/ث درجة الحرارة ٣١,٥°م الرطوبة ٤٧٪	
موضع القياس	نقاط القياس	السرعه	درجه حرارة الهواء	السرعه	درجه حرارة الهواء
عند المدخل بالردهة	(١)	٠,٢٥م/ث	الحرارة ٢٨°م	١م/ث	درجة الحرارة ٢٩,٥°م
ممر المدخل	(٢)	٠,٢		١,٥٥	
الفناء	(٣)	٠,٤٥	الحرارة ٢٨,٢°م	٠,٣٥	٣٠,٤°م
	(٤)	٠,٤		٠,٣٥	[redacted]
	(٥)	٠,٢٥		٠,٥	(الحائط الجنوبى يسحب الرياح عبر المدخل المقابل له)
	(٦)	٠,٥		٠,٤٥	
المقعد (الساعة ١١)	(٧)	٠,٢	الحرارة ٢٨,٥°م	٠,٣	درجة الحرارة ٣٠,٣°م
	(٨)	٠,٣		٠,٤٥	
	(٩)	٠,٤٥		٠,٣٥	
	(١٠)	٠,٢		٠,٧	
القاعة المطلة على الحاره	(١١)	١م/ث	٢٨,٥°م	١م/ث	درجة الحرارة ٢٩,٧°م (الساعة ١٤,٤٥)
	(١٢)	٠,٥٥		٠,٤	
	(١٣)	٠,٩٥		٠,٣	
	(١٤)	١م/ث		٠,٣	(شباك علوى تنفذ منه الرياح منه بسرعة ٠,٦،٠,٣ م/ث خلال فترتى القياس ويكون الهواء داخل الى القاعه)
	(١٥)	٠,٣		٠,٤٥	
أسفل الممرق بمستوى القياس	(١٦)	٠,٤		٠,١٥	

يلاحظ من القياس :-

- زيادة سرعة الرياح الحرة بعد الظهيرة إلى ما يقرب لضعف سرعتها من ٢,١ م/ث صباحا إلى ٤,١م/ث بعد الظهيرة .
- استقرار متوسط سرعة الرياح بالفناء وفراغات البيت خلال فترتى القياس (٠,٤م/ث بالفناء ،٠,٢ بالمقعد ، ٠,٦بالقاعة صباحا ، ٠,٤ بالمقعد والقاعة بعد الظهيرة)، فيما عدا المدخل فتزداد سرعة التيارات العكسية المارة بالمدخل بعد الظهيرة (٣,٠،١,٣ م/ث فترتى القياس) حيث يقابله حائط جنوبى مشمس يسحب الرياح الى الداخل
- ترتفع درجة حرارة الهواء بالفناء وبفراغات الدار خلال فترة الذروة الحرارية من ١°: ٢°م عنها بالصباح بينما تكون أقل من درجة حرارة الهواء الخارجى ١,٥°: ١°م خلال فترتى القياس .

٤,١ م/ث متوسط سرعة الرياح الحرة المحلية على سطح المبنى بعد الظهيرة

٢,١٥ م/ث متوسط سرعة الرياح الحرة المحلية على سطح المبنى صباحا



(شكل ١٨٠) منحنى متوسطات سرعة الهواء بفراغات دارجمال الدين الذهبى صباحا

وبعد الظهيرة

(شكل ١٨١)

(شكل ١٨٢)

(شكل١٨١) الحائط الجنوبى المشمس المقابل لمدخل الدار والساحب للتيار العكسى الجنوبى الداخل من الحارة وتبلغ متوسط سرعة الهواء عنده ٠,٤٥ م/ث ويعادل ١٠:٢٠٪ من سرعة الرياح الحرة وهو نفس معدل السرعة بفراغ الفناء خلال فترتى القياس

(شكل١٨٢) المقعد المستقبل للرياح السائدة عبر فتحات المبنى البحرية المطله على الفناء، والرياح الآتية من المدخل، يبلغ متوسط معدل السرعة به ٠,٢٧:٤٤,م/ث فترتى القياس ويعادل ١١:١٣٪ من سرعة الرياح المحلية (اتصاله بالقاعة يزيد معدل التهوية به).

(شكل١٨٣) مشربية القاعة المطلة على الحارة والمستقبلة لتيارات الهواء الجنوبية والمعاكسة لإتجاه الرياح السائدة بسرعة ١م/ث وتعادل ٢٤:٤٨٪ من سرعة الرياح الحرة .

(شكل ١٨٣)

٣-١-٣ دار الشيخ عبد الوهاب الطبلاوى (السحيمى) بالجمالية(١٠٥٨هـ-١٦٤٨ م):

نسيج الموقع العام : متضام (شكل ١٨٤).

كتلة المبنى: مستطيلة ذات تدرج بالمسقط وبالقطاع وبمساحة ١٤٦٠م٢ ، وارتفاع حوالى ١٢م (أرضى- أول ثانى) المحور الطولى للمبنى باتجاه الشمال والجنوب بزاوية ١٥°شرق الشمال، ومدخله منكسر لترشيح الرياح الماره به من الاتربة ولخصوصية قاطنى الدار .

فراغات الكتلة :الفناء المركزى الأمامى : مستطيل أبعاده بنسبة حجمية ١,١:١,٦:١ (١٦,٩٥:١٠,٨٥: ١٢م) ودرجة احتواء ٣,٤٥ (*) ويعادل حوالى ١٧٪ من مساحة الدار .

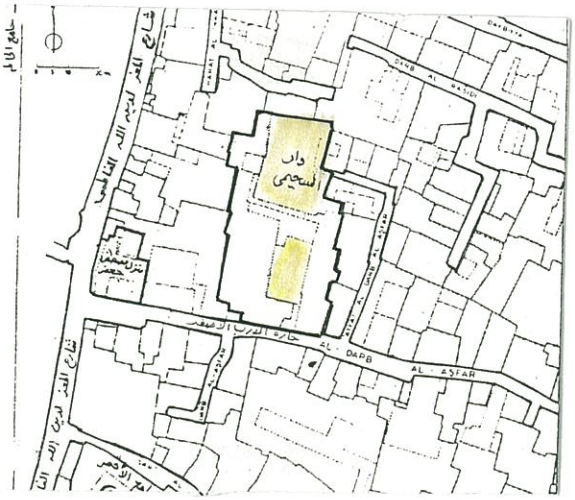
الحديقة الخلفية: اكبر من الأمامية ويفصل بينهما مقعد صيفى (تختبوش) ذى حوائط مفتوحة من المشبكات الخشبية (مشربيات) يعمل على التباين فى الضغط وفروق درجات الحرارة وبالتالى تحريك الهواء بين فراغى الفنائين الأمامى الشبهة مظلل والخلفى المشمس .

المقعد الصيفى: يعلو المدخل ويواجه الشمال بحجم (٤,٥×٧×٤,٥م) ، وتوجد عدة مناور سماوية صغيرة تفتح عليها خدمات الأدوار .

غلاف المبنى : سميك من الحجر الجيرى بالدور الأرضى سمك حوالى ٦٠ سم، ثم الطابقين العلويين طوب بسمك أقل

السقف : مستو ومتعدد المناسيب من عروق الخشب و الدبش وتكثر به الفتحات السقفية (ملقف - ممرق) والملقف خشب مكسو بالملاط مواجه للشمال (شكل ١٩٠) ويعلو الفراغ المحاور للقاعة القبلية وسقفة مائل بزاوية ٣٥ ° وفتحته مغطاة بالمشبكات الخشب الواسعة ، وهو لتهوية الفراغ اسفله والفراغات المحيطة(غرفة الولادة والقاعة الجنوبية). والممرق قبة خشب مكسوه بالملاط تعلو الدر قاعة قطرها تقريبا ٢,٥م وترتفع عن السطح حوالى ٢,٥م وبها فتحات فى رقبة القبة ، وهى لسرعة تصريف الهواء الساخن المتجمع بالفراغ المرتفع عن سقف الدرقاعة (شكل ١٩١)

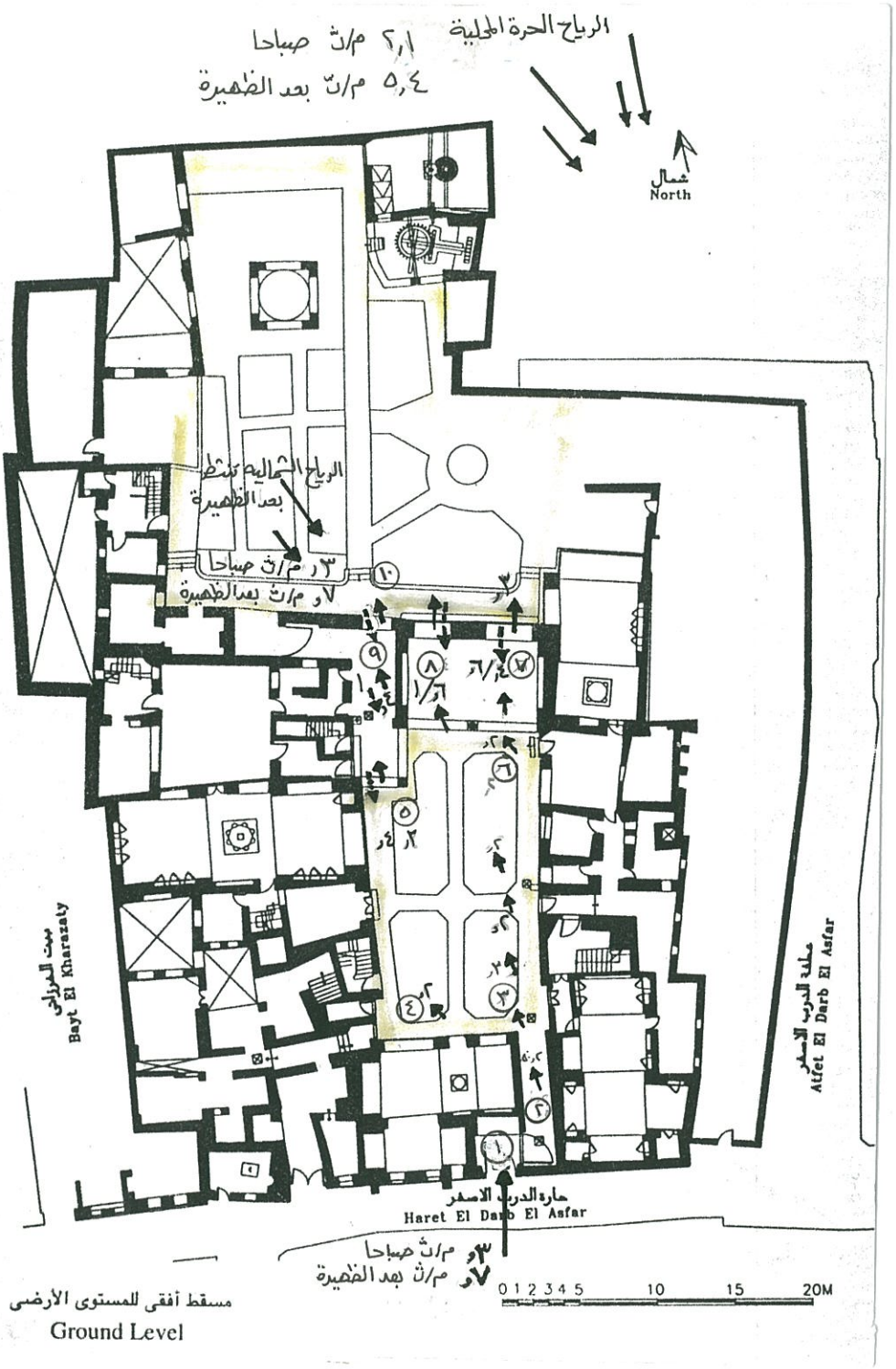
فتحات المبنى : تطل معظمها على الفناء ، البحرية كبيرة والشرقية والغربية أصغر وتغطيها جميعا المشبكات الخشب ذات التباين فى مسافات الخشب ، العلوية واسعة والسفلية ضيقة.



(شكل ١٨٤) الموقع العام لدار السحيمى بحاره الدرب الاصفر

(شكل ١٨٥) الواجهه الجنوبية لمدخل الدار من الحارة

(*) حمدى صادق احمد، تاثير العوامل المناخية فى المناطق الصحراوية على التشكيل المعمارى للمسكن الاسلامى ، بحث دكتوراه بجامعه حلوان ١٩٩٤.

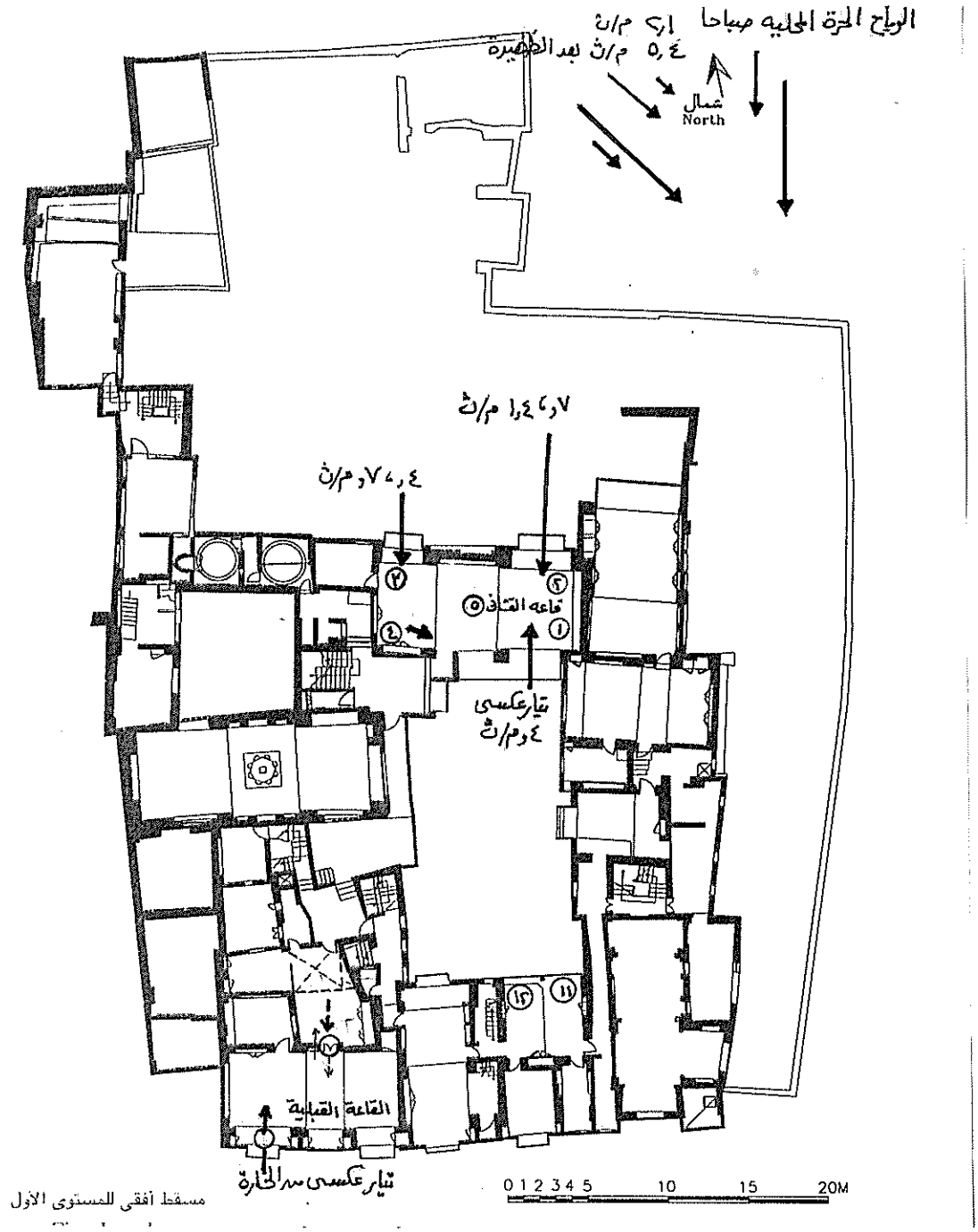


(شكل ١٨٦) (*) نسق تدفق الهواء وسرعته بمدخل وفنائى دار السحيمى والتختبوش الفاصل بينهما

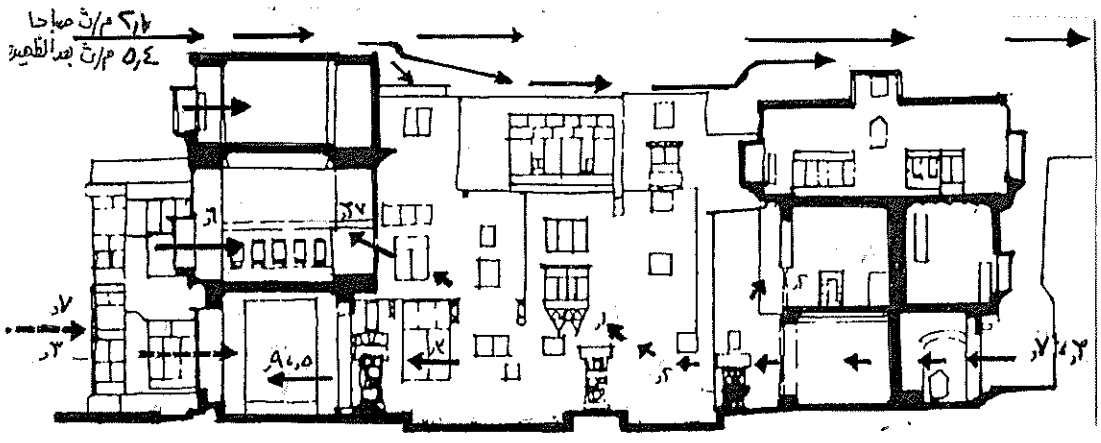
← يشير السهم لاتجاه تدفق الهواء ويتناسب طول السهم مع مقدار سرعه الرياح

O موضع نقاط القياس بفراغات الدار

(*) مشروع توثيق وترميم بيت السحيمى- الصندوق العربى للانماء الاقتصادى والاجتماعى - مايو ١٩٩٧



(شكل ١٨٧) المسقط الافقى ونسق تدفق وسرعه الهواء بقاعه القاشانى والملقف المجاور للقاعه القبلية



(شكل ١٨٨) قطاع مار بالمدخل والفناء والتختبوش الذى تعلوه قاعة القاشانى ونسق تدفق وسرعه الهواء خلالهم.

القياسات الحقلية لسرعة ودرجة حرارة الهواء بفراغات دار السحيمى – فى ٢٩ أغسطس ١٩٩٧ – ٢٥ربيع آخر ١٤١٨

الرياح المعلنة شمالية إلى شمالية غربية خفيفة إلى معتدلة–والحرارة القصوى٣٢°م

(جدول ١١) متوسط سرعة الرياح عند نقاط القياس بفراغات الدار :

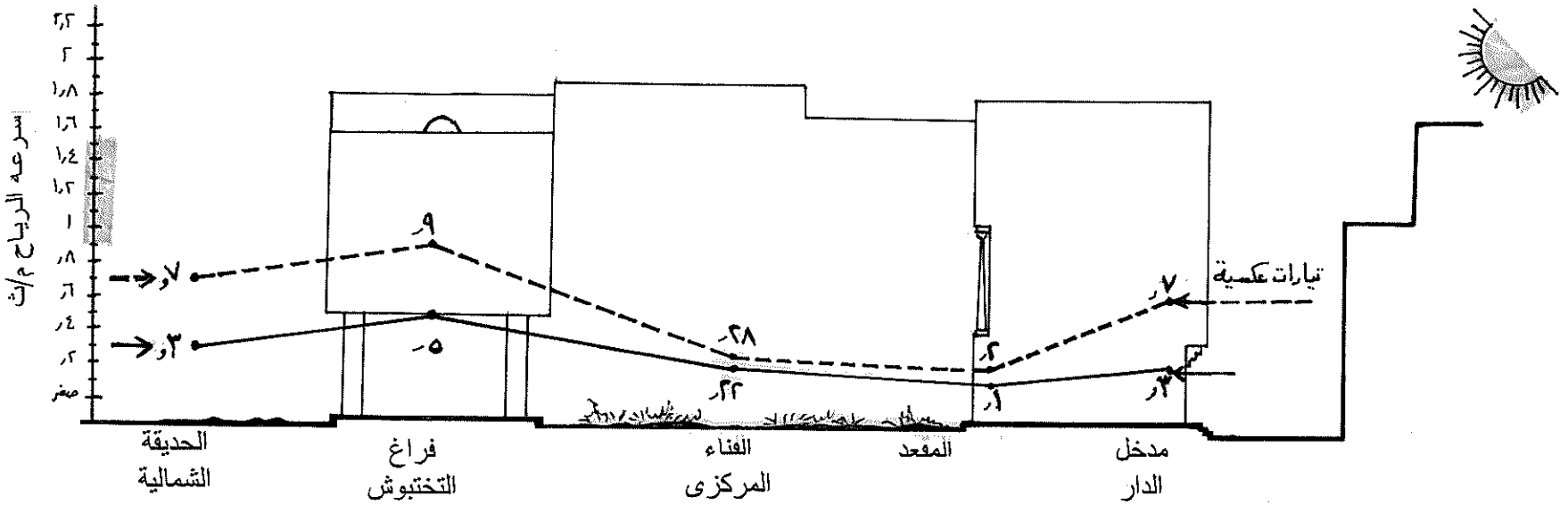
صباحا(الساعة ١٠) الرياح الحره ٢,١٥ م/ث ودرجة الحرارة ٢٩,٥°م الرطوبة ٥٧٪			**بعد الظهيرة** (الساعة ١٧) ٥,٤ م/ث درجة الحرارة ٣١ °م الرطوبة ٤٩٪	
موضع القياس	نقاط القياس	السرعه	درجه حرارة الهواء	السرعه	درجه الحرارة الهواء
السرعه عند المدخل	(١)	٠,٣٥م/ث	الحرارة٢٨°م	٠,٧م/ث	٢٩,٥°م (يخترقه الاشعاع الشمسى عند البوابه)
	(٢)	٠,٢		٠,٤٥	
الفناء	(٣)	٠,٢٥	الحرارة ٢٨,٨°م	٠,٢٥	الحرارة ٢٩,١°م (اقل من فراغات المنزل والهواء الخارجى)
	(٤)	٠,١٥		٠,٢	
	(٥)	٠,٣		٠,٤	
	(٦)	٠,٢		٠,٢٥	
التختبوش (الساعة ١١)	(٧)	٠,٤٥	الحرارة ٢٨,٥°م	٠,٦م/ث	(الساعه ١٧,٣٠) الحرارة ٢٩,٣°م
	(٨)	٠,٦		١,١	
	(٩)	٠,٤		١,٠	
الحديقة الخلفية	(١٠)	٠,٣	الحرارة ٣٢°م	٠,٧	وهناك تيارات شماليه غربيه تخترق التخوش من الحديقة بسرعة ٠,٤ م/ث
الدور الاول					
قاعةالقاشانى	(١)	٠,٣٥ م/ث	درجة الحرارة ٢٩,٧°م	٠,٤	مشربيه مطله على الفناء
	(٢)	٠,٧٥		١,٤	مشربيه مطله على الحديقة
	(٣)	٠,٤٥		٠,٧	
	(٤)	٠,١		٠,١	
	(٥)	٠,٢	الهواء صاعد خلال الممرق	٠,٥	درجه حرارة القاعه (الساعه ١٨) ٢٩,١°م

ظهرا (الساعه ١) بالمقعد متوسط سرعه الرياح ٠,١ : ٠,٢ م/ث فى الأركان الأربعه ودرجة الحرارة ٢٩,٦°م

- متوسط السرعه بفراغ أسفل الملقف ٠,٢ : ٠,٤ م/ث وتنفذ الرياح خلال فتحه دخول الهواء بالملقف بسرعه ٠,٨م/ث .
- متوسط السرعه عند المشربية الجنوبية بالقاعة القبلية٠,٥: ١م/ث وهى تيارات عكسية مرتده من الحارة.
- اتجاه حركة الهواء الغالبة صباحا من المدخل الجنوبى إلى الفناء ثم الى الحديقة حتى بعد الظهيرة ، وفى نفس الفترة واثناء سكون التيارات الغالبة تظهر الرياح الشمالية الغربية السائدة لفترات وجيزة بمتوسط سرعة ٠,٣ م/ث وقت القياس وذلك لتأثير التباين الحرارى على توجيه حركة الهواء ، فتغلب التيارات العكسية الآتية من الحار الجنوبية نهارا بالفراغات المطلة على الحارة ، وبعد إنكسار الشمس عن الحديقة الشمالية تغلب الرياح السائدة الشمالية والشمالية الغربية بمتوسط سرعة ٠,٧ م/ث .

٤,١ م/ث متوسط سرعة الرياح الحرة المحلية على سطح المبنى بعد الظهيرة

٢,١٥ م/ث متوسط سرعة الرياح الحرة المحلية على سطح المبنى صباحا



(شكل ١٨٩) منحنى متوسطات سرعة الهواء بفراغات دارى السحيمى صباحا

وبعد الظهيرة

يلاحظ من القياسات :

١- تتزايد سرعة الرياح الحره إلى الضعف بعد الظهيرة وكذلك بفراغات المنزل فتبلغ متوسط سرعتها بالفناء قبل الظهيرة ٠,٢م/ث وبعد الظهيرة ٠,٤م/ث ، وبالمدخل ٠,٢٥ إلى ٠,٥وبالتختبوش من ٠,٤٥ إلى ٠,٧٣ م/ث ، بالمقعد ٠,٢ ،و القاعة ٠,٣٧ إلى ٠,٦، بالحديقة من ٠,٣ إلى ٠,٥ م/ث بينما يظل أقل معدل تهوية بالمقعد وبالفناء شبهه المظلل ٠,٣، ٠,٢ م/ث .

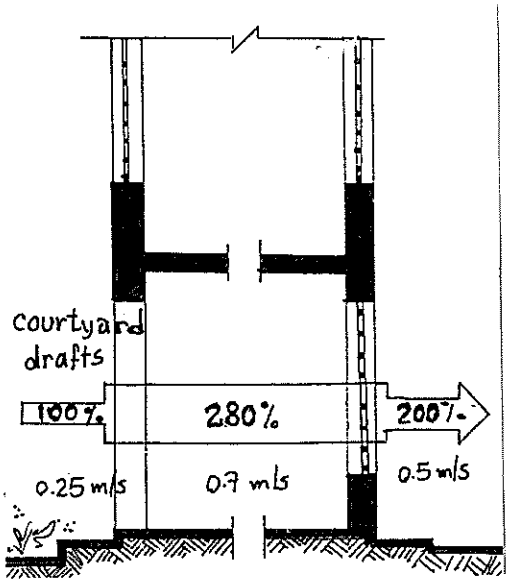
٢-ترتفع درجة حرارة هواء الحديقة الخلفية المشمسة معظم ساعات النهار ، مما يؤثر على حركة الهواء وسرعته حيث يندفع الهواء فى تيارات عكسية من مدخل المنزل الجنوبى عبر الفناء فالتختبوس ثم إلى الحديقة الخلفية بفعل تباين درجات الحرارة وتصل لأقصى سرعة لها أسفل التختبوش ١,٣م/ث بمتوسط سرعة ٠,٧م/ث خلال ساعات النهار وتعادل ٢٨٠ ٪ من سرعتها بالفناء حيث تتزايد السرعة بعد الظهيرة أسفل التختبوش .

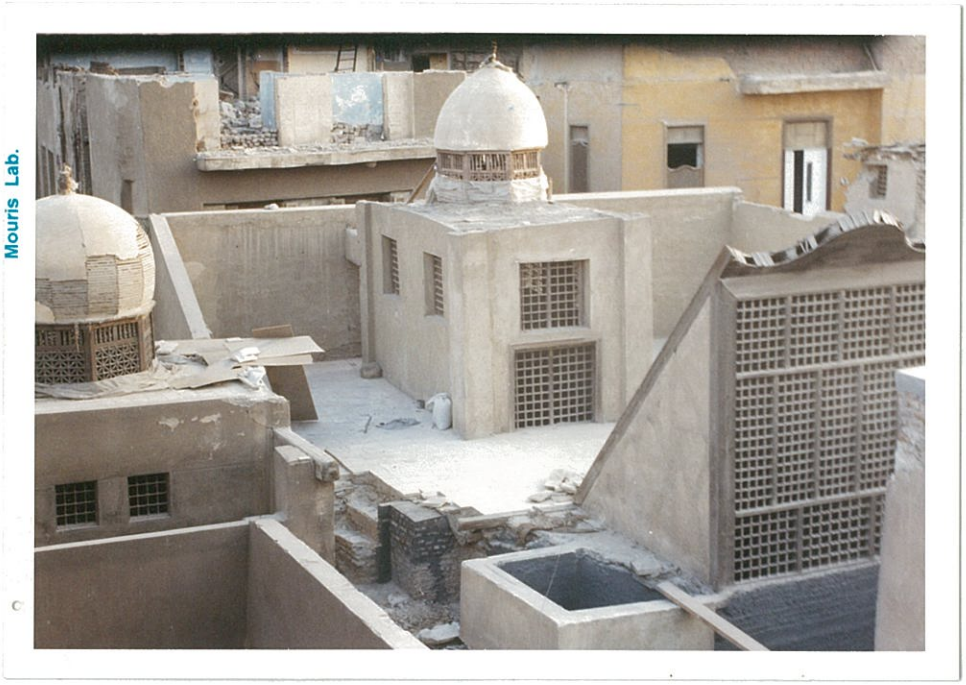
٣- تظهر التيارات السائدة الشمالية الغربية ماره بالحديقة الخلفية الشمالية المشمسة فالتختبوش فالفناء وذلك فى فترات سكون التيار العكسى الغالب وتكون ضعيفة بالصباح وتنشط بعد الظهيرة لتصل متوسط سرعتها ٠,٣، ٠,٧ م/ث وتعادل ١٢٥ : ١٧٥ ٪ من سرعتها بالفناء .

٤-الفراغ أسفل الملقف المجاور للقاعة القبلية يصل ارتفاعه ٤,٥م ومتوسط سرعة الهواء عند مستوى القياس به ٠,٢ به م/ث ، بينما تكون متوسط سرعة الرياح الداخلة للملقف ٠,٨م/ث ، ويتدفق الهواء عبر الملقف والفراغ أسفله إلى القاعة القبلية بمتوسط سرعة ٠,٤م/ث . تستقبل نفس القاعة التيار العكسى القادم من الحاره المطلة عليها عبر المشربيات العلوية بسرعة من ٠,٥ : ١ م/ث ويخترقها ليصل للفراغ أسفل الملقف بمتوسط سرعة ٠,٤م/ث

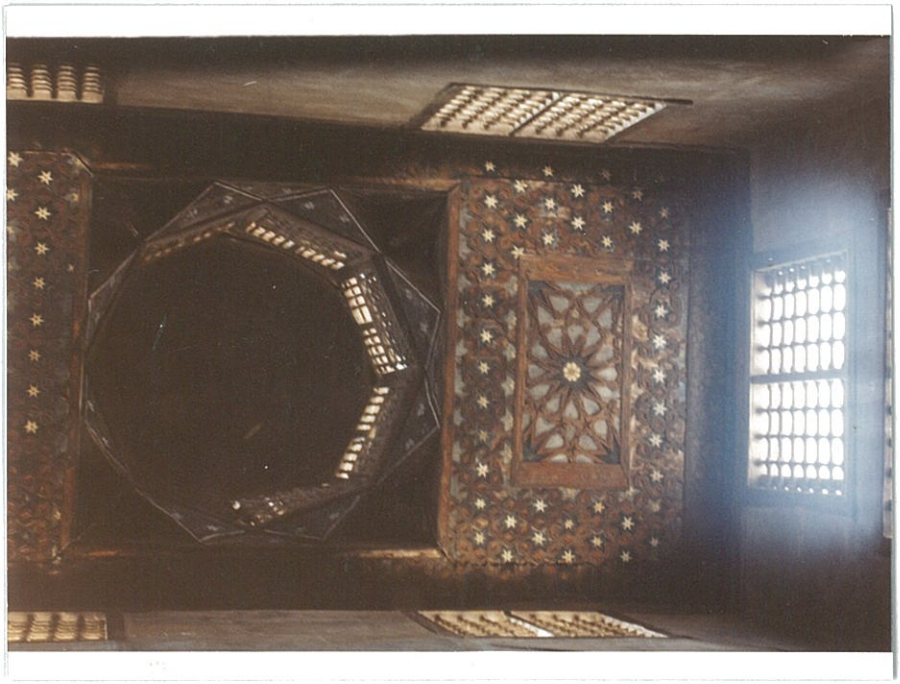
٥-ويقل معدل سرعة الهواء المار بالملقف وبالفراغ أسفله لتزاحم سقف المنزل بفتحات الممارق المتساوية فى الارتفاع مع أرتفاع الملقف مما يعوق حركة الهواء فى الوصول إلى الملقف .

٦- ترتفع درجة حرارة هواء الفراغات بالأدوار العلوية عنها بالأدوار السفلية شبه المظللة قبل الظهيرة فتكون بالقاعة أعلى التختبوش ٢٩,٧°م وبالمقعد ٢٩,٦°م ، بينما بالتختبوش ٢٨,٥°م وتظل أقل من درجة حرارة الهواء الخارجى من ١° :٢ ° م بجميع فراغات المنزل خلال فترات القياس قبل وبعد الظهيرة .





(شكل ١٩٠) الملقف المواجهة للشمال وسقفة الخشبى المائل بزاويه ميل ٣٥° تقريبا والمغطى بالمشبكات الخشب لترشيح الرياح ، يستقبل الرياح بسرعة ٠,٨م/ث وتعادل ٣٨٪ من الرياح الحره وتصل السرعة بالفراغ أسفله إلى ٠,٤م/ث لتخترقه إلى القاعة القبلية (حرملك اسماعيل شلبى ١٦٩٩) بسرعة ٠,٢م/ث وتستقبل نفس القاعة التيارات العكسية من الحاره بسرعة ١:٠,٥ م/ث وتخترقها الى الفراغ أسفل الملقف .



(شكل١٩١) فتحات الممرق الخشبى بسقف القاعة القبلية (حرملك اسماعيل شلبى) لتصريف الهواء الساخن واستمرار سريان الهواء بالقاعة حيث تبلغ سرعة الهواء أسفل الممرق عند مستوى القياس ١,٠:٠,٣م/ث خلال فترة القياس بأغسطس ١٩٩٧.

(شكل١٩٢) قاعة القاشانى أعلى التختبوش والفتحات المشربية بكامل عرض الحائطين المطلين على الفناء الأمامى والخلفى، ومتوسط سرعة الهواء المتخلل إلى القاعة ٠,٦٢:٠,٣٧ م/ث خلال فترتى القياس صباحا وبعد الظهيرة ويعادل ١٥٪ من متوسط سرعة الرياح الحره فوق سطح الدار ويتوسط القاعة درقاعة والتى يعلوها الممرق الخشبى وتصل سرعة الرياح اسفله ٠,٢:٠,٥م/ث عند مستوى القياس .

(شكل١٩٣) تختبوش دار السحيمى بالطابق الأرضى ، والفاصل ما بين الفناء الأمامى ذى الاحتواء والحديقة الخلفية المشمسة. تخترقه الرياح العكسية الجنوبية الآتية من الحارة المظللة عبر المدخل والفناء بمتوسط سرعة ٠,٧م/ث وفى فترات سكونها تخترقه الرياح الشمالية السائدة بمتوسط سرعة ٠,٣م/ث والتى تنشط بعد الظهيرة لتصل إلى ٠,٧م/ث بعد انكسار أشعة الشمس عن الحديقة الخلفية الشمالية. يبلغ متوسط سرعة الرياح فترة القياس أسفل التختبوش ١٩٪ من السرعة الحرة المحلية ، ٢٨٠٪ من السرعة بالفناء، ومتوسط السرعة بالحديقة الخلفية تبلغ ١٥٠٪ من سرعة الرياح بالفناء .

٣-١-٤ دار ابراهيم كتخدا السنارى (١٢٠٩هـ- ١٧٩٤م) بحى السيدة زينب بالقاهرة :

نسيج الموقع العام: متضام وحول المبنى تعديات فى الارتفاعات مما سبب الخلل فى النسيج .

التوجيـــــه: المحـور الطولـى للمبنـى يواجـه الشمال والجنـوب ويلاصـق الجـار بالجهـات الشـرقية والغربيـة والجنوبية .

الكتلـــــة : مستطيلة ذات تكسيرات بارتفـاع طـابقين (١٠,٧ م) وذات مدخـل منكسـرمتصل بممـر طويـل (١٤م) يؤدى إلى الفناء المركزى وتمثل الفراغات المكشوفة نسبة ٥٠٪ من مساحة الدار وتتبـاين فى توزيعها مما يخلق مناطق ضغط مختلفة تتسبب فى تدفق تيار الهواء داخل فراغات الدار عبر نوافذه .

الغـــلاف : سميك من الحجر الجيرى بسمك حوالى ٦٠ سم بالطـابق الارضـى ، والطـوب بالطـابق العلـوى طوب بسمك أقل .

الفراغـــات : الفناء السماوى المركزى يتوسط فراغات الدار الرئيسية ، أبعاده (٨,٣٥×١٠,١٢× ١٠م) بنسـبة ١١٪ من مسـاحة المـنزل (٧٠٠م٢) ونسـبة ابعـاده الهندسـية ١:١,٢١:١,١٩ ، ودرجـة احتوائـه ٤,٣٦ . (*)

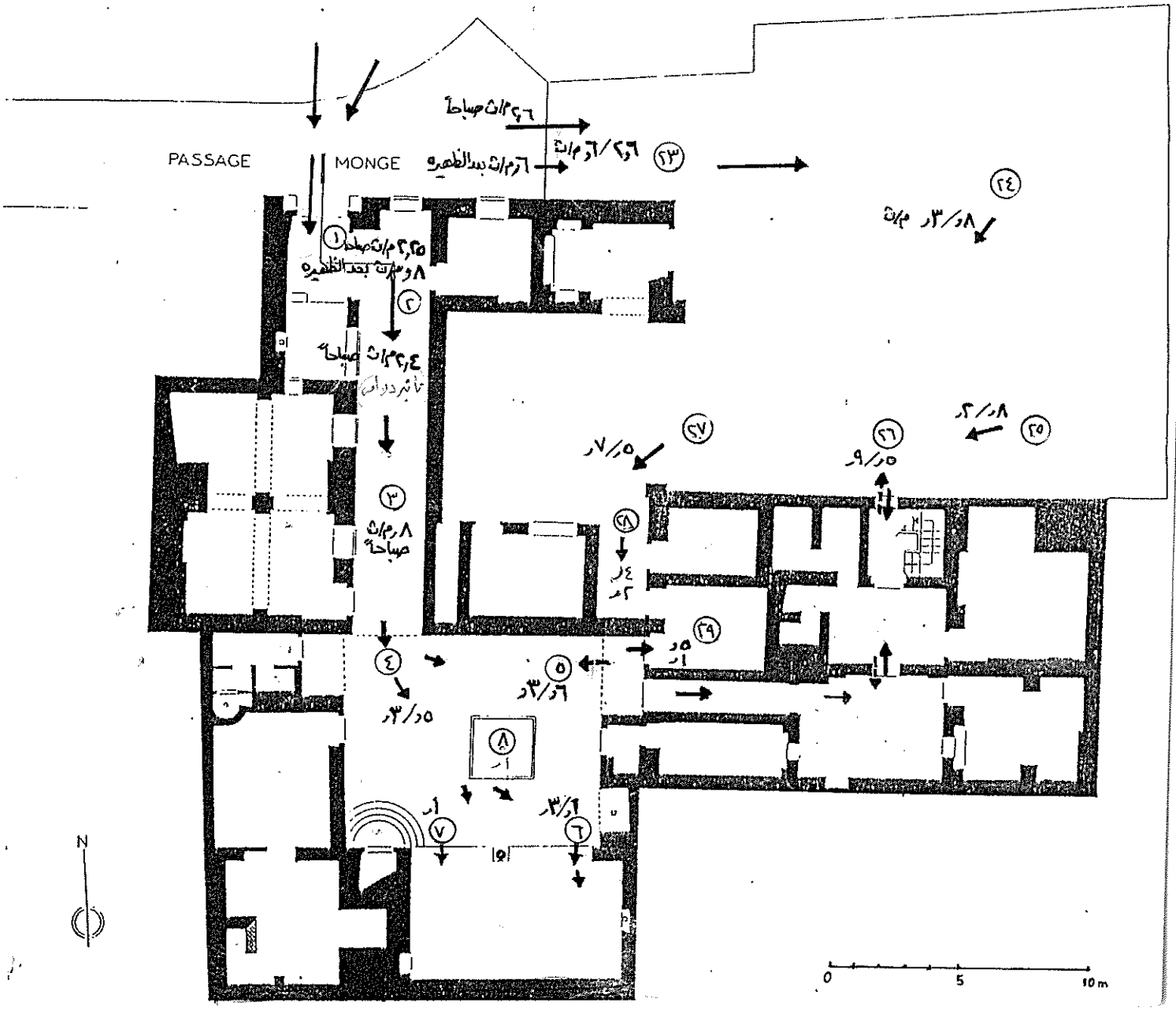
- فناء شرقى (١٨,٥×١٩,٥ م) تفتح عليه الخدمات ويتصل بالفناء الرئيسى بممر اسفل القاعة الشرقية .
- المنور السماوى بالطابق الأول يتوسط الكتلة الشرقية للبيت وتفتح عليه الخدمات وحجرات الدور العلوى.
- المقعد الصيفى المواجه للشمال بالطابق الأول بأرتفاع ٤,٨م ومتصـل بمقعـد الفنـاء بـالدور الارضـى بسـلم، ومتصل بالقاعة الرئيسية عبر فراغات الدار المتباينه المساحة .

السقـــــف : مسـتو ومتعـدد المناسـيب وبـه فتحـة الملقـف المواجـه للشـمال ويعلـو الايـوان الجنوبـى للقاعـة الرئيسية ومسـطح فتحـه دخـول الهـواء بـه ٣,٥×٣م مغطـاه بالضلف الزجاجية المفصلية وبـه فتحة أصغر بالجهة الغربية (شـكل ٢٠١) وسقفه خشب يميـل بزوايـة ٤٥° ويتقدمة الممـرق الـذى يعلـو الدرقاعـة وهـو قبـه مـن الخشـب قطرهـا ٢,٥م بارتفـاع ٢,٥م عـن سقف السطح وبها فتحات فى رقبة القبـة (شـكل ٢٠٢) لتصريـف الهواء الساخن .

الفتحـــــات: تطل جميعا على الداخـل وللقاعـة الرئيسية مشربية كبيرة تطل علـى الحاره وتغطيها جميعـا المشـبكات الخشـبية ذات الخـرط السـفلى الضيـق لحجـب اشـعة الشـمس وخصوصيـة الرؤيـة ، والعلـوى واسع لتصريف الهواء الساخن .

(شكل١٩٤) واجهه المدخل الشماليه
والوحيدة لدار السنارى والمطله
على حاره مونج بحى السيدة زينب.

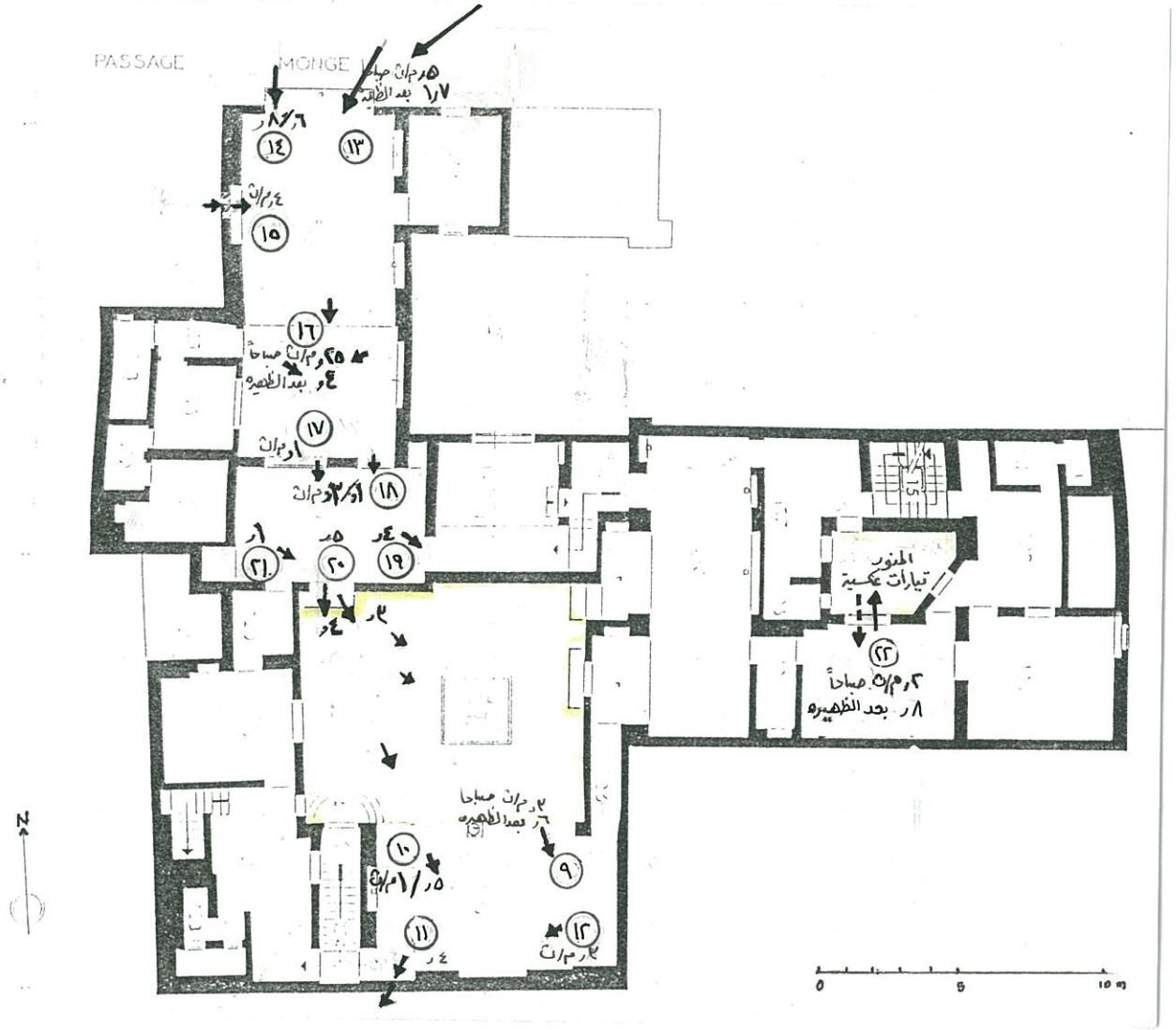
(*) Wazeri Y. H.; The Relationship Between Solar Radiation and Building Design in North Africa, M.Sc. Thesis Cairo University 1998.



(شكل ١٩٥) المسقط الأفقى للدور الأرضى لدار السنارى

⟶ يشير السهم إلى أتجاه تدفق الهواء ويتناسب طول السهم مع مقدار سرعه الرياح

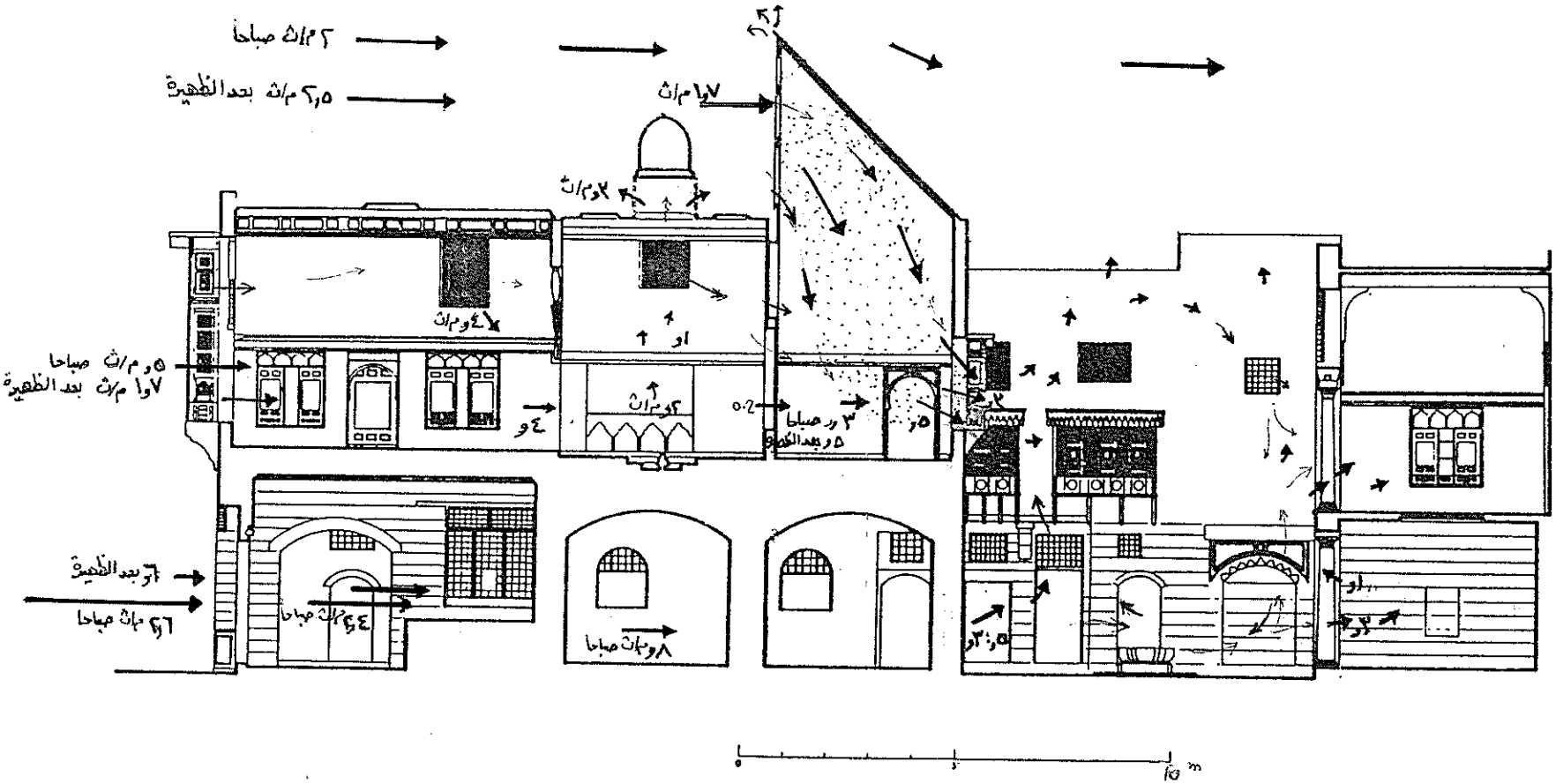
O موضع نقاط القياس بفراغات الدار



(شكل ١٩٦) المسقط الأفقى للدور العلوى لدار السنارى

⟶ يشير السهم إلى أتجاه تدفق الهواء ويتناسب طول السهم مع مقدار سرعه الرياح

O موضع نقاط القياس بفراغات الدار



(شكل ١٩٧) قطاع رأسى لدار السنارى مار بالمدخل والممر المؤدى للفناء ، والقاعة أعلى المدخل ويتضح نسق تدفق الهواء – (طول السهم يشير إلى سرعة الهواء)

وتؤثر تعديات النسيج بالموقع العام على سرعة الرياح الحرة فوق سطح المنزل (٢,٥،٢م/ث فترتى القياس) وتتضاعف السرعة بالمدخل المنكسر إلى ١٢٠٪ عند بدايته لتصل إلى ٤٠٪ عند نهايته قرب الفناء من سرعة الرياح الحرة صباحا ، ٤٠٪ بعد الظهيرة ومشربية القاعة البحرية بالدور الأول والفتحات العلوية (الشراعات) تزيد معدل التهوية بالقاعة الرئيسية (٠,٦٠,٣٥ م/ث) لتعادل ٢٤،١٩٪ من السرعة الحرة. ملقف تهوية الايوان الجنوبى للقاعة الرئيسية ينفذ رياح بسرعة ١,٧ م/ث فترتى القياس لتبلغ سرعتها بالفراغ أسفله ٠,٣:٠,٥ م/ث وتنفذ عبر المشربية الجنوبية المطلة على الفناء و لا تخترق المشربية الفاصلة بين الايوان والدر قاعة ، بل تخترقها الرياح الآتية من الحارة عبر القاعة بسرعة ٠,٢ م/ث (تأثير سحب الجدار الجنوبى لهواء القاعةوالملقف).

القياسات الحقلية لسرعة ودرجة الحرارة الرياح بفراغات حدار السنارى فى ٢٦أغسطس ١٩٩٧-ربيع آخر١٤١٨

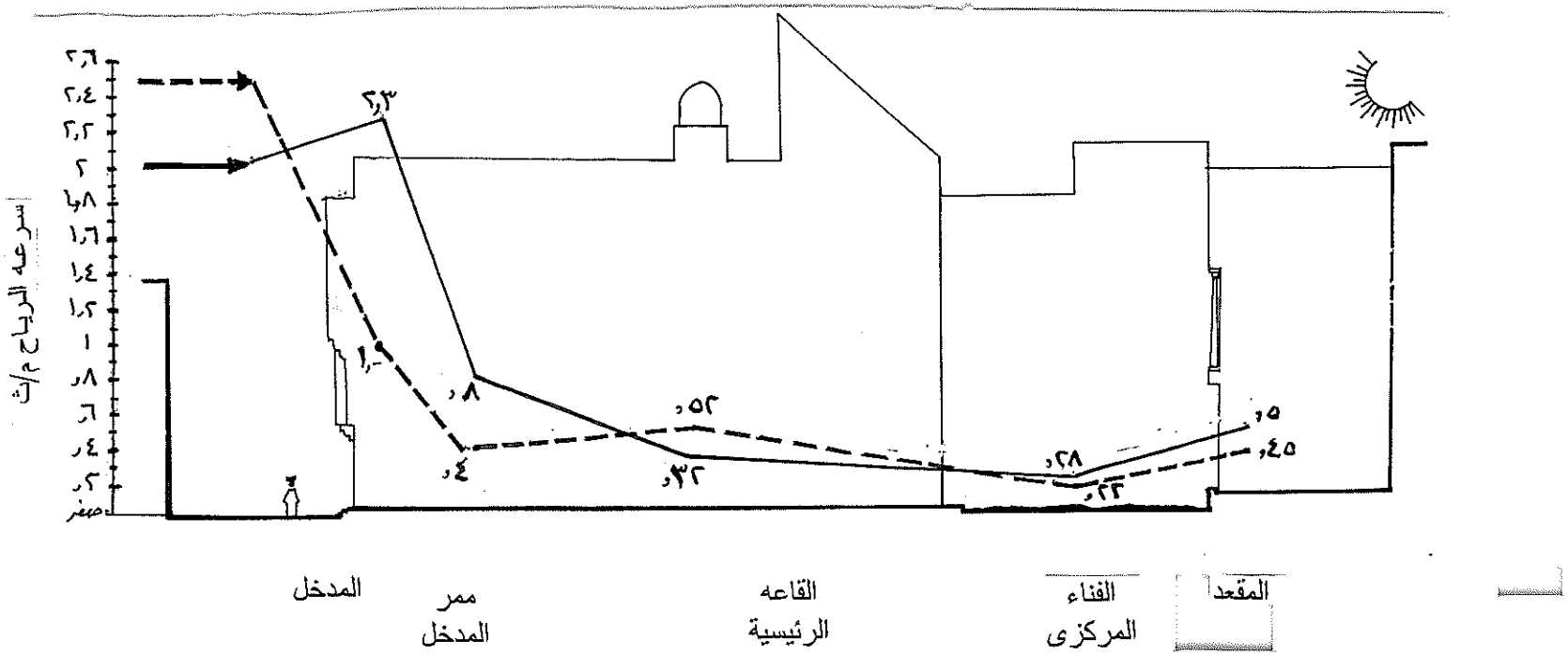
الرياح المعلنة شمالية الى شمالية شرقية خفيفة إلى معتدلة ، درجة الحرارة القصوى ٣٢°م .

(جدول ١٢) متوسط سرعة الهواء ودرجة حرارتة عند نقاط القياس بفراغات الدار :

صباحا (الساعة ١٠) الرياح ٢م/ث والحرارة ٢٦,٥°م ، الرطوبه ٥٧٪			بعد الظهيرة (الساعة ١٥) الرياح الحره ٢,٥م/ث ودرجة الحرارة الخارجية ٢٩,٢°م
موضع القياس	نقاط القياس	السرعة (م/ث) ودرجة الحراره	السرعة (م/ث) ، ودرجة الحرارة
عند باب المدخل	(١)	٢٦°م/٢,٢٥	٠,٨
	(٢)	٢,٤	١,٢ ودرجة الحرارة (الساعه ١٦) ٢٧° م
الممر المؤدى إلى الفناء	(٣)	٠,٨	٠,٤
الفناء (الساعة ١١)	(٤)	٢٩°م/٠,٥	٠,٣ درجة حرارة الهواء ٢٧,٩° م الساعه ١٧
	(٥)	٠,٦	٠,٣
	(٦)	٠,١	٠,٣
	(٧)	٠,١	٠,١
	(٨)	٠,١	٠,١
المقعد بالطابق الأول	(٩)	٢٨,١°م/٠,٣	٠,٦ / ٢٩,٢ °م
(الساعة ١١,٣٠).	(١٠)	٠,٩٥	٠,٥
	(١١)	٠,٤	٠,٤ (توجد شقوق بالحائط الخلفى).
	(١٢)	٠,٣	٠,٣ (توجد شقوق بالحائط الخلفى).
القاعه (عند المشربيه)	(١٣)	٢٧,٥°م/٠,٥٥	١,٧ الحرارة (الساعه ١٥) ٢٨,٢° م.
	(١٤)	٠,٦	٠,٨
عند الشباك العلوى	(١٥)	٠,٤	٠,٤
	(١٦)	٠,٢٥	٠,٤
عند المشربية الحاجز بين الايوان القبلى والدرقاعة	(١٧)	٠,١	٠,١ أسفل الممرق (سرعة خروج الهواء من الممرق بالسطح ٠,٣م/ث).
	(١٨)	٠,١	٠,٣
	(١٩)	٠,٤	٠,٤
أسفل الملقف	(٢٠)	٠,٣٥	٠,٥ المشربية المطله على الفناء ، (سرعة الدخول للملقف ١,٧ م/ث).
	(٢١)	٠,١	٠,١
المنور بالطابق الأول (الساعه ١٢) تيارات عكسية	(٢٢)	٠,٢	٠,٨ (تيارات خارجة من المنور).
مدخل الحديقة (الساعه ١٣)	(٢٣)	٣٠°م/ ٢,٦	٠,٦ الحرارة ٢٩,٥ °م
	(٢٤)	٠,٨	٠,٣
	(٢٥)	٠,٨	٠,٢
	(٢٦)	٠,٧	٠,٩
	(٢٧)	٠,٥	٠,٧
	(٢٨)	٠,٤	٠,٢
	(٢٩)	٠,٥	٠,١

٢,٥ م/ث متوسط سرعة الرياح الحرة المحلية على سطح المبنى بعد الظهيرة

٢ م/ث متوسط سرعة الرياح الحرة المحلية على سطح المبنى صباحا



(شكل ١٩٨) منحنى متوسطات سرعة الهواء بفراغات دار السنارى صباحا

وبعد الظهيرة

يلاحظ من القياسات :

١- تزداد سرعة الرياح الحرة بعد الظهيرة (فى الصباح ٢م/ث، بعد الظهيرة ٢,٥م/ث) لتصل لأقصى سرعة لها ٤م/ث وبذلك يكون معدلها ضعيف لإحاطة المبنى بالمبانى المرتفعة وخلل نسيج المنطقة من حوله .

٢- تتقارب سرعات الهواء أو تقل بعد الظهيرة عنها فى الصباح بالطابق الأرضى، فالفناء تكون متوسط السرعة به صباحا ٠,٣ وبعد الظهيرة ٠,٢ ، والحديقة ٠,٩ صباحا و٠,٤ بعد الظهيرة.

٣- تزيد سرعة الرياح بمعدل ضعيف بالطابق العلوى : بالمقعد ٠,٤ ظهرا لتصل إلى ٠,٥ بعد الظهيرة (الساعة ١٧) والقاعة من ٠,٣:٠,٤ ، والفراغ أسفل الملقف ٠,٣٥:٠,٥ خلال فترتى القياس .

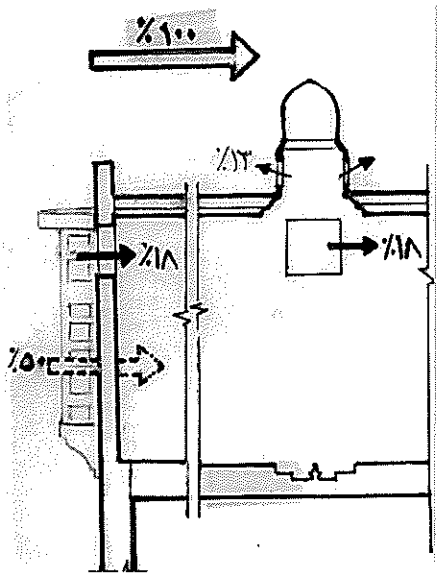
٤- تتضاعف سرعة الرياح بفعل فارق ضغط الهواء والحرارة عبر ممر المدخل الضيق الطويل والذى يبلغ طوله ١٤م والمؤدى إلى فراغ الفناء لتصل به متوسط السرعة إلى ١٢٠٪ من سرعة الرياح الحرة عند بداية الممر ، وإلى ٤٠٪ فى نهايته ، وتقل السرعة عندما تنكسر الشمس عن الفناء فترة بعد الظهيرة لتصل السرعة إلى ٤٠٪ من السرعة الحرة .

٥- ترتفع درجة حرارة الهواء بفراغات المنزل بعد الظهيرة خلال فترة الذروة الحرارية من٣٥: ٤° م (٢٦° م الساعة ١١ ، ٣٠ °م الساعة١٤، ٢٨°م الساعة١٨) بينما تظل أقل من درجة حرارة الهواء الخارجى (٢:١°م)خلال فترتى القياس

٦- أعلى معدل لدرجة الحرارة بالحديقة الأمامية الشمالية الشرقية للمنزل ٣٠°م وكذلك أعلى معدل سرعة تهوية حيث يبلغ متوسط سرعة الرياح بها ٠,٦٥م/ث ظهرا وهو يعادل ٤٥٪ من سرعة الرياح الحرة ، وبعد الظهيرة تقل لتصل إلى ٠,٤م/ث وتعادل ١٦٪ من الرياح الحرة وتستقبل الرياح الشمالية والشمالية الشرقية عبر الحارة الضيقة المطلة عليها .

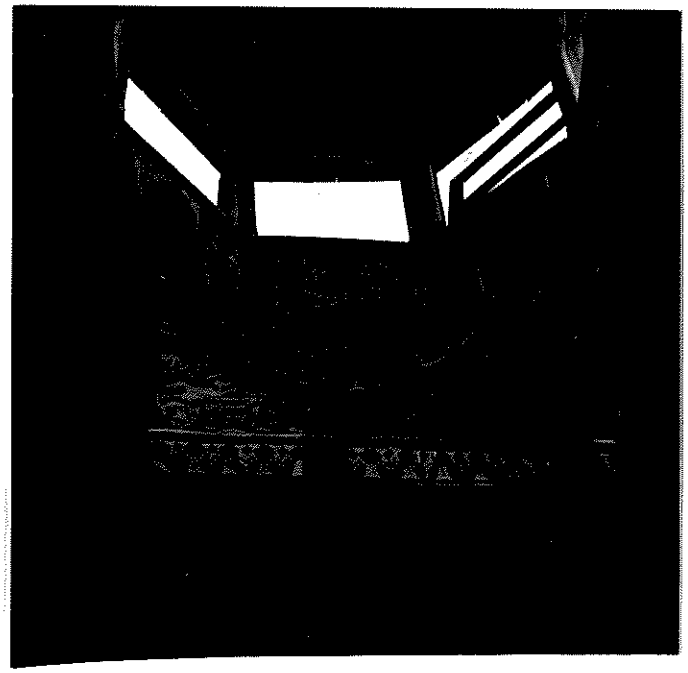
٧- الملقف العثمانى أو الفرعونى الخشبى بزاوية ميل ٤٥°والذى يعلو الإيوان الجنوبى للقاعة الرئيسية تخترقه الرياح بسرعة ٨٥٪ من سرعة الرياح الحرة (١,٧م/ث) لتبلغ السرعة بالفراغ أسفله بمتوسط ٠,٤م/ث وتعادل ٢٠٪ من الرياح الحرة ، ثم تنفذ عبر الشباك القبلى بنفس الإيوان والمطل على الفناء ويفصل القاعة عن الإيوان الجنوبى مشربية بأرتفاع القاعة تقريبا تخترقها الرياح من القاعة إلى الفراغ أسفل الملقف بمتوسط سرعة ٠,٢م/ث خلال فترة القياس .

(شكل ١٩٩) التعديات فى ارتفاعات المبانى المحيطة بالمنزل يخفض من معدل سرعة الرياح الحرة ليصل إلى٢، ٢,٥ م/ث طوال فترة الذروة الحرارية (الساعة ٩، ١٧).



(شكل ٢٠٠) الفتحات العلوية بقاعة دار السنارى تزيد من معدلات التهوية وتنفذ خلالها الرياح بمتوسط سرعه ٠,٤ م/ث وتعادل ١٨٪ من متوسط السرعة الحرة.

(شكل ٢٠١) الفتحات الشمالية والغربية للملقف الخشبى المكسو بالملاط وتتخلله الرياح بسرعة ١,٧م/ث لتصل أسفله عند مستوى القياس بمتوسط سرعه ٠,٤م/ث .



(شكل ٢٠٢) الممرق الخشبى وفتحاته التى تصرف الهواء الساخن بمتوسط سرعة ٠,٣م/ث بينما تكون السرعة أسفله ٠,٢:٠,١ م/ث عند مستوى القياس .

٣-٢ تحليل تأثير العناصر المعمارية للدور الإسلامية بالعصر العثمانى بالقاهرة على سرعة ودرجة حرارة الهواء بها :

٣-٢-١ المدخل المنكسر ذو الردهة أو ردهتين :

ضرورة اجتماعية للخصوصية والحماية من النظرات السارقة والحماية من العواصف الترابية.

معدل سرعة الهواء المار خلاله عالى بالنسبة لبقية فراغات الدار التى تم قياسها فى فترة الذروة الحرارية بأغسطس ١٩٩٧ ، ويتراوح ما بين ١٠:٤٠ ٪ من متوسط سرعة الرياح الحرة فوق سطح المبنىعند مستوى القياس صباحا وبعد الظهيرة ، وتتضاعف السرعة إلى ١٢٠٪ من سرعة الرياح الحرة المحلية فى الحالات التالية :

أ- أتصال ردهة المدخل بممر طويل يؤدى إلى فراغ سماوى أو الإتصال بالفراغ السماوى مباشرة كما فى الدور الإسلامية ، فمتوسط سرعة الهواء بمدخل دار السنارى ٢,٤م/ث صباحا ،٠,٨م/ث بعد الظهيرة وتعادل١٢٠:٤٠٪ من الرياح الحرة ، وبدار السحيمى ٠,٢،٠,٥م/ث تعادل ١٠٪ من الرياح الحرة لتخلل شمس الظهيرة ردهة مدخله .

ب- مواجهة ردهة المدخل لحائط مشمس كما فى دار الكريتلية الكبير كان متوسط السرعة صباحا وبعد الظهيرة ١م/ث وتعادل١٢٠:١٨٪ من الرياح الحرة ، وبدار الدهبى بلغ متوسط السرعة ٠,٢،٠,٢م/ث تعادل١٢:٣٠٪ من الحره رغم موضع المدخل بالاتجاه الجنوبى على حارة بعرض حوالى ٤م.

جـ- توجيه المدخل فى اتجاه مهب الرياح – الاتجاه الشمالى – كما فى دارالسنارى .

د- موضع المدخل أسفل سباط (ممر مسقوف) كما فى دار الكريتلية حيث تنشط حركة الهواء عنده بفارق ضغط الهواء.

٣-٢-٢ الفناء السماوى المركزى :

فراغ للنشاط الإجتماعى والإقتصادى وللراحة النفسية والحماية من ضوضاء وتلوث الخارج، فيرشح الهواء ويسمح بالإضاءة الطبيعية بالاضافة لكونه منظم حرارى أو مخزن بارد حيث يبرد الأسطح الداخلية المطلة عليه ليلا بالإشعاع الليلى البارد المختزن فيه طوال الليل فتقل درجة حرارة هوائه ٥٢ : ٥٥م عن الهواء الخارجى خلال فترة ما قبل وبعد الظهيرة تبعا لدرجة إحتوائه ومعالجته والظروف العمرانية والملوثات والتعديات المحيطة . ويرتفع متوسط معدل سرعة الرياح خلاله صباحا عنه بعد الظهيرة بالنسبة للرياح الحره المحلية حيث تكون قد ارتفعت درجة حرارة الأسطح المطلة عليه والهواء الملاصق لها والذى تقل كثافته ويصعد إلى أعلى بفعل تيارات الحمل، ومن العوامل المؤثرة على سرعة الهواء بالفناء :

أ- عندما يتواجد سطح مشمس ضمن الأسطح المطلة على الفناءويكون به نوافذ متقابلة لتخلل الهواء واستمرار تدفقه كما فى دار الدهبى ، فقد تراوح متوسط السرعة خلال فترتى القياس ٠,٤م/ث وتعادل ١٨:٩ ٪ من سرعة الرياح الحره صباحا و بعد الظهيرة .وبفناء السنارى تراوح متوسط السرعة ٠,٣،٠,٢٥ م/ث ويعادل ١٦٪ ،١٠٪ من سرعة الرياح الحره فوق المبنى بفترتى القياس .

ب- يقل معدل سرعة الرياح الماره بالفناء عندما تقل المنافذ المطلة عليه رغم إتصاله بالمدخل ففى دار الكريتليه الكبير غرف مغلقة تطل على الفناء ومتوسط السرعة صباحا وبعد الظهيرة ٠,٢٤،٠,١٥م/ث وتعادل ٧٪:٢٪ من الرياح الحره وكذلك بالفناء الركنى القبلى التوجيه (غربى وجنوب غربى) ينخفض معدل التهوية به و ترتفع درجة حرارة هوائه ١,٩°م عن حرارة الهواء الخارجى والتى تقل ١,٥°م عن درجة الحرارة المعلنة لأرتفاع المبنى على ربوة يشكر(شكل٢٠٣).

٣-٢-٣ **الحديقة الخلفية :**

كان الإنتفاع من الكثافة البنائية بالمبانى السكنية بالعصورالوسطى وتركيز الفراغ فى فنائين أمامى للنشاط الاجتماعى ، وخلفى للنشاط الاقتصادى والتكامل الغذائى والذى تتواجد به المزروعات وبئر المياه و الطاحونه . التفاوت فى درجة احتواء الفنائين وكمية الإشعاع الشمسى المباشر الساقط عليهما وبالتالى اختلاف درجة حرارة الهواء والضغط بهما يؤدى إلى حركة الرياح :

أ- فى حالة اتصال الفنائين بفراغات ذوات نوافذ مطلة عليهما كما فى حديقة دار السنارى الشمالية شرقية تراوحت سرعة الهواء بها ٠,٩،٠,٦م/ث وتعادل ١٦،٤٥٪ من سرعة الرياح الحره .

ب- فى حالة اتصال الفنائين بفراغ مسقوف يسمح بتدفق الهواء بين الفنائين كالتخبوش بدار السحيمى حيث سجلت سرعة الهواء خلاله أعلى معدل سرعة للهواء بالمبنى وبنسبة ٢٨٠٪ من السرعة بالفناء . وتراوح معدل سرعة الهواء بالحديقة الخلفية الشمالية المشمسة ٠,٧،٠,٣ م/ث تعادل ٩،١١٪ من الرياح الحره فترتى القياس ، وتعادل ١٥٠ ٪ من سرعتها بالفناء .

٣-٢-٤ **الفراغات الموسمية :**

٣-٢-٤-١ **المقعد الصيفى:** المطل على الفناء والمرتفع والمواجه إلى الشمال والمظلل دائما مما يخفض من درجة حرارته كذلك يقل به معدل سرعة الرياح خاصة بعد الظهيره بالنسبة للرياح الحره ، واقل معدل لسرعة الهواء بفراغ المقعد بالدور التى تم قياسها :

- بدار الكريتليه ٠,١٥م/ث يعادل ٥٪ ، ٣٪ من الرياح الحره ، بدار السحيمى ٠,٢م/ث يعادل ٩٪ ،٤٪ من سرعة الرياح الحرة،بدار الدهبى ٠,٢٧،٠,٤٥م/ث يعادل ١٣٪،١١٪ من الرياح الحره ، بدار السنارى ٠,٥،٠,٣م/ث يعادل ٢٥٪،١٢٪ (وجود شقوق بالحائط سمح بأستمرارتيارالهواء وبالتالى أرتفع معدل السرعة عنده)

٣-٢-٤-٢ **التختبوش:** وهو الفراغ المسقوف والمظلل بالمشبكات الخشب والفاصل بين فنائين أحدهما أكبر فى المساحة وبالتالى فى مقدار الإشعاع الشمسى الساقط عليه، وتتخلله حركة الهواء بفعل فارق درجات الحرارة وفارق ضغط الرياح ،كما فى دار السحيمى حيث أعلى معدل لسرعة الهواء بفراغ التختبوش فقد بلغ متوسط سرعة الهواء وقت القياس ٠,٤٦،٠,٨٦م/ث ويعادل٢٢ ٪،١٦٪ من سرعة الرياح الحره على سطح المبنىوتبلغ متوسط السرعة بفراغ التختبوش ٢٠٠:٢٨٠ ٪ من سرعتها بالفناء ذى الاحتواء ،وتبلغ ١٣٥٪ من سرعة الرياح بالحديقة المشمسه خلف التختبوش .

٣-٢-٥ **القاعة الرئيسية :** وهى فراغ للنشاط الاجتماعى شتاءً وصيفاءفقد روعى تهويتها بالفتحات الحائطية العريضة والفتحات العلوية والمظللة بالمشربيات ، وكذلك الفتحات السقفية كالممر ق أو الشخشيخة وهو مهرب الرياح الذى تخرج منه الرياح الساخنة لإرتفاعه وتوسطه بالقاعة ، والملقف اللاقف للرياح السائدة بغية وصولها إلى الفراغات البعيدة عن مصدر التهوية ، كالايوان الجنوبى لقاعة بيت السنارى أو طرقه توزيع ليس لها مصدر تهوية كما فى دار السحيمى .

٣-٢-٥-١ **مشربية الواجهة:** يزداد معدل التهوية بالقاعة عند وقوع مصدر التهوية بها (مشربية الواجهة) بالاتجاه الشمالى ، ووجود فتحات متقابلة لاستمرار التيار الهوائى كما فى دار الدهبى فمتوسط سرعة الهواء بالقاعة ٠,٦،٠,٤م/ث صباحا وبعد الظهيرة وتعادل ١٠،٢٨٪ من متوسط سرعة الرياح الحرة أعلى المبنى ، بقاعة دار السحيمى ٠,٣٧،٠,٦٢م/ث تعادل ١٣،١٨٪ من الحرة ، وبقاعة دار الكرتيليه ٠,٧م/ث تعادل ١٢،٢٢٪ من الرياح الحرة وبقاعة السنارى ٠,٣،٠,٤م/ث تعادل ١٥٪ من الرياح الحره فوق سطح المبنى.

٣-٢-٥-٢ **الشخشيخة** : وهى ممرق أو مهرب الهواء والذى تقل عنده سرعة الرياح ويكون اتجاهها لأعلى بفعل تيارات الحمل الصاعدة و المتخللة لفتحاته بسرعة أعلى من سرعة الهواء بالفراغ أسفله خلال فترة القياس نهارا كما فىالقاعة الرئيسية بمنزل السنارى حيث كان متوسط سرعة الهواء الخارج من الممرق فوق سطح المبنى ٠,٣م/ث و تعادل ١٢٪ وأسفله ٠,١٥م/ث تعادل ٤٪ من سرعة الرياح الحرة ، وبلغ متوسط السرعة أسفل ممرق السحيمى ٠,٢،٠,٥م/ث وتعادل ٩٪ من الحره وأسفل ممرق الذهبى ٠,٤،٠,١٥م/ث و تعادل ٣،١٩٪ من الحره.

٣-٢-٥-٣ **الملقـــــف** : الملقف السطحى (الفتحة السقفية) بدارى السنارى والسحيمى تخترقه الرياح بسرعة أقل من سرعة الرياح الحره والتى تأثرت بدورها بالتعديات العمرانية التى غيرت من سمات النسيج بمنطقتى الجمالية والسيدة زينب .

- ملقف قاعة السنارى تخترقه الرياح بمتوسط سرعة ١,٧م/ث تعادل ٨٥٪ من سرعة الرياح الحره ، ووصلت بالفراغ أسفله بالايوان الجنوبى ٠,٣،٠,٥م/ث تعادل ١٥،٢٠٪ من متوسط سرعة الرياح الحره .

- ملقف أعلى فراغ ملحق بقاعة حرملك اسماعيل باشا الجنوبية المطلة على الحاره بدار السحيمى تخترقه الرياح بسرعة ٠,٨م/ث وتعادل ٣٨٪ من الحره وتبلغ سرعتها بالفراغ أسفله ٠,٤م/ث تعادل ٢٠٪ من متوسط سرعة الرياح الحره ، ويقل المعدل بهذا الملقف لتزاحم سقف المبنى بالقباب الخشبية المغطاه لفتحات الممارق .

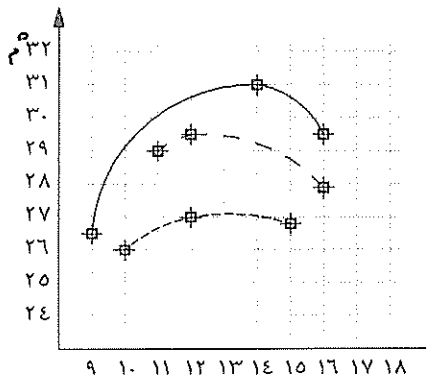
٣-٢-٥-٤ **الفتحات العلوية** : تحرك الهواء وتضاعف معدل سرعة الرياح بالفراغ وبالتالى تخفض من الحمل الحرارى به ، فقد وصل متوسط سرعة الرياح النافذه من فتحة علوية بالقاعة الرئيسية بدار السنارى ٠,٤م/ث وتعادل ٢٠٪ من سرعة الرياح الحره .

بدار الكريتلية الصغير وبغرفة الملكة آن ذات الفتحات العلوية والمتقابلة تنفذ الرياحمن فتحاتها العلوية بمتوسط سرعة ٠,٤٥م/ث تعادل ٢٥٪ من سرعة الرياح الحره على سطح المبنى ودرجة الحرارة ٣٠,٥°م خلال فترة الذروة الحرارية ، بينما فى غرفة المكتبة المجاورة بنفس الدار بلغ متوسط سرعة الرياح النافذه من الشراعات أعلى شباك الواجهه ٠,٢٥م/ث يعادل ١٥٪ من سرعة الرياح الحره ، والحرارة ٣١,٦°م . وبذلك تسبب الفتحات العلوية والمتقابلة فى زيادة معدل التهوية وخفض درجة حرارة الفراغ ١,١°م .

٣-٢-٥-٥ – **فتحات دخول الهواء الضيقة (الطاقة)**: تضاعف سرعة الرياح النافذه منها إلىالفراغات الداخلية إلى أكثر من ٢٦٠ ٪ من السرعة الحره ، وبزيادة السرعة الحره يستقر معدل نفاذية الفتحة (الطاقة) للرياح كما فى قاعة الحريم البحرية بدار الكريتلية الصغير حيث وصلت إلى ٢٦٠٪ من سرعة الرياح الحره صباحا ، وبعد الظهيرة بلغت ٤١٪ من سرعة الرياح الحره . وأستقر معدل السرعة النافذة خلالها بفترتى القياس بمتوسط سرعة ٢,١ م/ث، ٢,٣ م/ث ، ولها تأثير على معدل التهوية بالفراغات المفتوحة عليها حيث بلغ معدل سرعة دخول الهواء إلى القاعة ٠,٧٣م/ث خلال فترة القياس وبعادل ١٣:٩٠٪ من سرعة الرياح الحره التى تتضاعف بعد الظهيرة على ربوة يشكر .

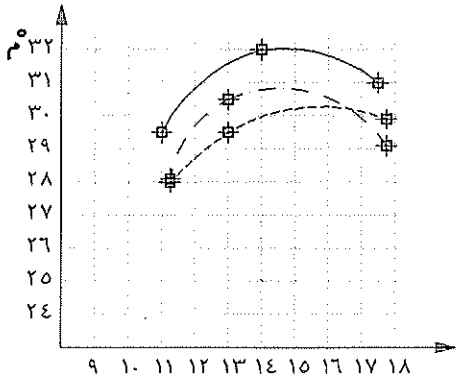
٣-٢-٥-٦ **الغلاف السميك من الحجر والطوب** (وهى مواد البناء المتاحة) والذى يقلل التباين الحرارى اليومى لفراغات المبنى ، فتكون حرارته الداخلية حول معدل الراحه على مدار اليوم ، والسمك الكبير ساعد على الأرتفاع لأكثر من دور مما يظلل النسيج المتضام، فيقلل الأرتفاع الإنسانى للمبانىمنالحمل الحرارى بالحارات والفراغات الخارجية بالتظليل .

بيت السنارى



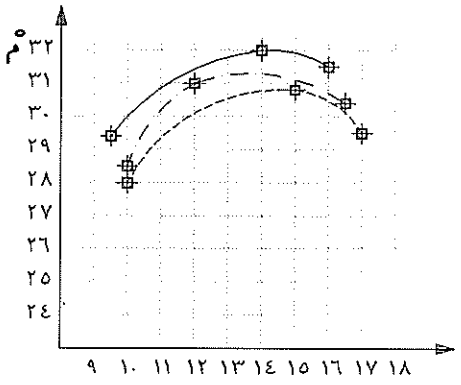
المبانى المرتفعه المحيطة بالمبنى تقلل من درجة حرارة وسرعه الهواء حول وداخل المبنى

بيت السحيمى

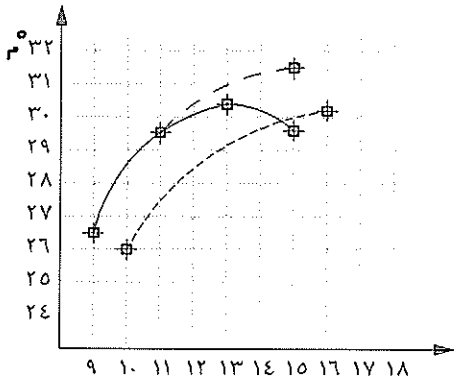


حالة الفناء بلا مزروعات او نافورة وبه صلبات معدنية لدواعى الترهيم مما يؤثر على درجات حرارة الهواء بالفناء

بيت الدهبى



بيت الكريتلية (القبلى)



ترتفع درجة حرارة الفناء الركنى القبلى (جنوب غرب) ١,٩°م عن درجة حرارة الهواء الخارجى رغم خفض درجة حرارة الهواء على ربوة يشكر ١,٥°م عن الدرجة المعلنه وقت الذروة الحرارية.

(شكل ٢٠٣) متوسطات درجات حرارة الهواء بأفنية ومداخل دور الكرتيليه القبلى، والسحيمى والدهبى والسنارى

——— درجة حرارة الهواء الخارجى.

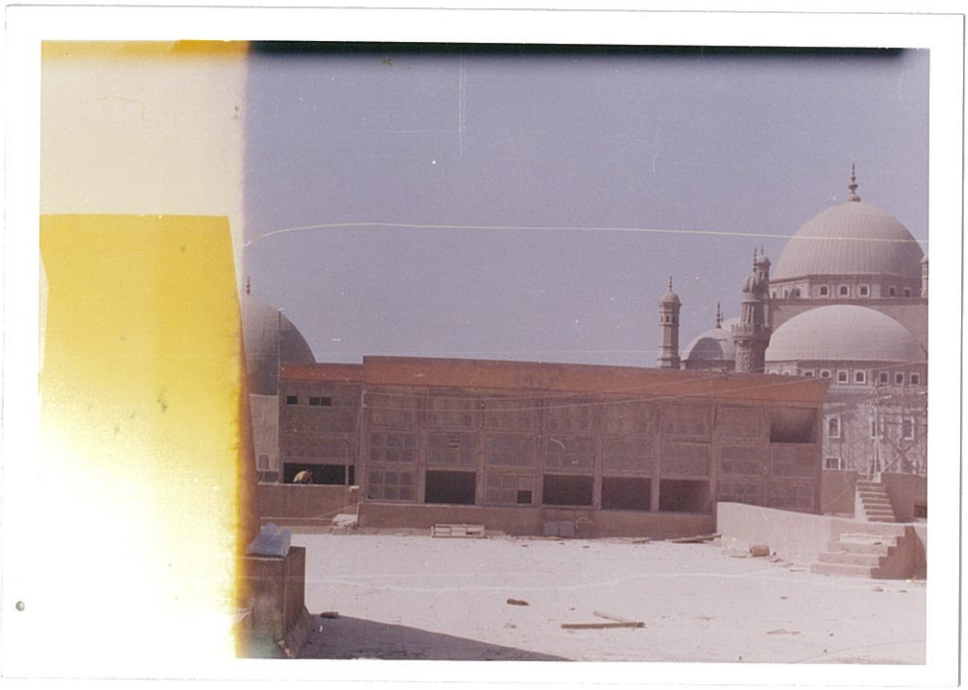
-.-. درجة حرارة هواء الفناء .

– – – – درجة حرارة هواء المدخل .

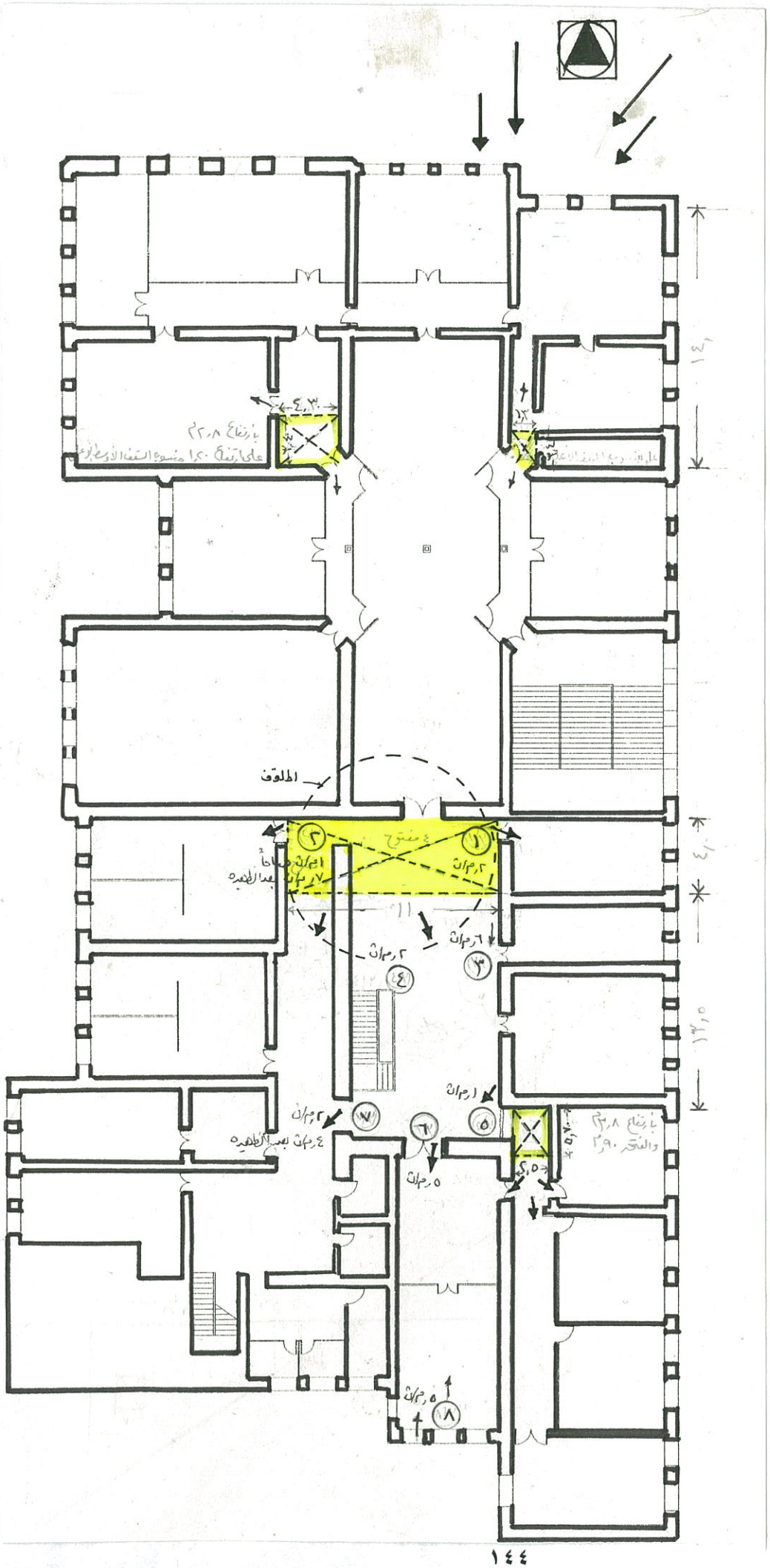
٣-٣ قياس تأثير ملاقف الهواء كعنصر للتهوية الطبيعية وخفض الحمل الحرارى بالفراغات الداخلية لبعض المبانى العامة بالقاهرة الكبرى :

٣-٣-١ مبنى دار الوثائق القومية بهضبة القلعة (القرن ١٩)

الموقع العام : نسيج شبه منفصل تحيطه مبانى ادارية وخدمية لذلك العصر (عصر محمد على)
كتلة المبنى والتوجيه: مبنى مستطيل الشكل ضلعه الأكبر يواجه الشرق والغرب ، بأرتفاع طابقين (٩م) .
غـــــلاف المبنى : من الحجر المنحوت سمك ٨٠سم بالطابق الارضى ، والطابق العلوى من كسر الحجر وعروق الخشب البغدادلى والملاط (طمى وجير ورمل).
سقـــــف المبنى : أفقى ومتعدد المناسيب لإمكانية تحميل العروق الخشبية لكل فراغ على الحوائط العامة وفيما بينها كسر الحجر ويكسوه الملاط ، وبه فتحات الملاقف بعدد أربعة ملاقف تعلو طرقات التوزيع لفراغات المكاتب ، وهو بعرض الطرقه التى يعلوها ، وبعمق من ٣ : ٥ م ، وارتفاع فتحة الملقف (دخول الهواء) ٢,٨م : ٣م.
فتحات المبنى : كبيرة بعرض الحائط الخارجى يفصل بينها دعامات المبانى وذوات شراعات علوية ، والأبواب كبيرة وذوات شراعات علوية مغلقة .
الملقف الكبير : أعلى صالة التوزيع المركزية يواجهه الشمال وأبعاد فتحته بالسقف ١١×٤م ، وفتحة دخول الهواء ١١×٣م ارتفاع ، يحوى ٢٤ نافذة مفتوح بها عدد ٥ نوافذ بمساحة (٠,٧×١م) فتكون المساحة النافذة للرياح ٣,٥م٢ وسقف الملقف خشب مكسو بالملاط بزاوية ميل ٣٠° وترفعه العروق الخشبية .



(شكل ٢٠٤) ملقف الهواء أعلى صالة التوزيع المركزية بمبنى دار الوثائق القومية



(شكل ٢٠٥) المسقط الافقى للدور العلوى بمبنى دار الوثائق القومية بهضبة القلعة ونسق تدفق الهواء وسرعته بصالة التوزيع المركزيه والتى يعلوها الملقف الكبير.

- **تم القياس لسرعة الرياح النافذة خلال الملقف الكبير أعلى صالة التوزيع المركزية بالدور العلوى للمبنى خلال فترة الذروة الحرارية فى ٢٣ أغسطس ١٩٩٧ – ١٩ ربيع آخر ١٤١٨ .**

والرياح المعلنة شمالية إلى شمالية شرقية خفيفة الى معتدله ودرجة الحرارة العظمى ٣١ °م.

(جدول ١٣) متوسط سرعة الرياح النافذة خلال الملقف وبالفراغ أسفله :

صباحا (الساعة ٨,٣٠)متوسط سرعة الرياح الحره ٢,٩٥م/ث ودرجة الحرارة ٢٥,٢°م و الرطوبة ٤٥٪	(الساعة١٤,٣٠) الرياح الحره ٤,٤ م/ث ،الحرارة ٢٩,٤°م ، الرطوبة ٣٦٪
متوسط سرعة الرياح النافذة إلى الملقف ١,١م/ث	١,٤٥م/ث (داخل الملقف ٠,٦٥م/ث)
متوسط السرعة أسفل الملقف عند النقطة (١)٠,٢	(١) ٠,٢ درجة الحرارة ٢٨,٥°م
درجة الحرارة ٢٤,٥°م (٢) ١,٠	(٢) ٠,٧
(٣) ٠,٦	(٣) ٠,٤
(٤) ٠,٢	(٤) ٠,٢
(٥) ٠,١	(٥) مغلق ابواب تلك المكاتب
(٦) ٠,٥	(٦) مغلق
(٧) ٠,٢	(٧) ٠,٤ المكاتب المقابلة مفتوحة

من القياس يتضح أنه :

١-تزداد سرعة الرياح الحرة فوق هضبة القلعة بعد الظهيرة (صباحا ٢,٩م/ث ، بعد الظهيرة ٤,٤م/ث) وتقل الرطوبة وتقل الحرارة عن معدلها بالقاهرة .

٢- تزداد درجة حرارة الهواء بالفراغات الداخلية بعد الظهيرة ٤°م (صباحا درجة حرارة الهواء ٢٤,٥°م، بعد الظهيره ٢٨,٥°م) وتقل عن الخارج بحوالى ١°م فترة الذروة الحرارية بينما تقل حرارة الهواء على هضبة القلعة ١,٥°م عنها بالقاهرة .

٣- زاوية ميل سقف الملقف ٣٠°م تسمح بمرور الهواء عند فتحة الملقف بسرعة ١,٥،١م/ث صباحا وبعد الظهيرة و تعادل ٣٤٪ من سرعة الرياح الحره .

٤- متوسط سرعة الرياح الواصلة لمستوى القياس (بأرتفاع ١,٨ م) أسفل الملقف ٠,٦،٠,٤٥م/ث تعادل ١٠،٢٠٪ من سرعة الرياح الحرة رغم الارتفاع الكبير للسقف .

٥- لايستمر تيار الهواء المار عبر الملقف بالفراغ الداخلى إلابوجود نوافذ مقابلة تشجع إستمرار سريانه بالفراغ (النقطة٥، ٦قراءتها صفر حيث تقابلها أبواب المكاتب المغلقة) .

٣-٢-٢ ملقفاً المبنى الإدارى لمصنع الملابس الجاهزة- وولتكس (الطرابيش سابقا) أنشائه جمعية القرش بالدراسة عام ١٩٣٢.

الموقع العام: ذو نسيج شبه متداخل لمبانى المصنع يتوسطهم المبنى الإدارى.

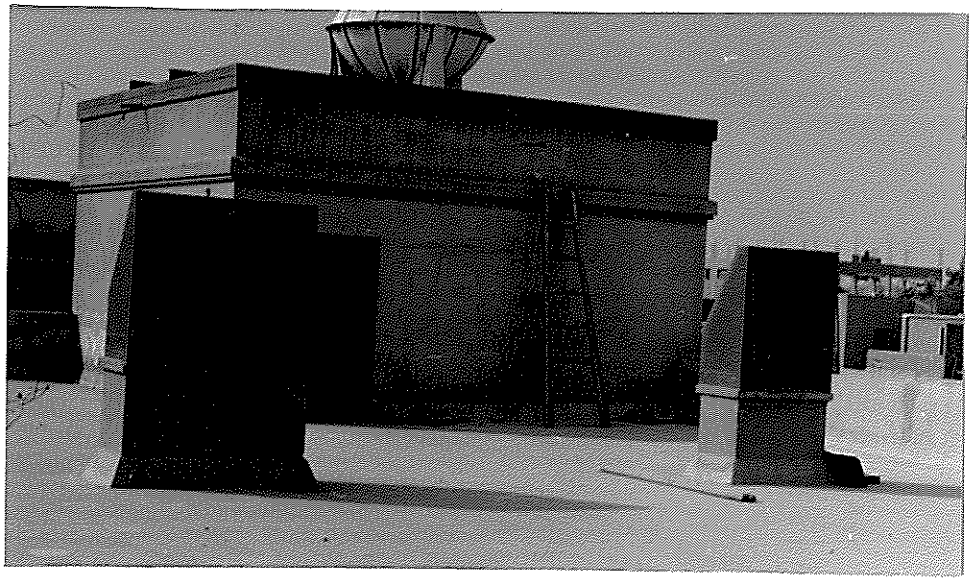
الكتلة والتوجيه: مبنى شبهه مستطيل (١٥,٥× ١٧,٥م) يلاصقه عنبر الحياكة جهه الغرب الذى يتصل بالدور الأرضى ، والمبنى بارتفاع طابقتين (٧م).

غلاف المبنى: مبانى هيكلية والحائط الخارجى من المبانى الطوب الاحمر سمك ٢٥سم .

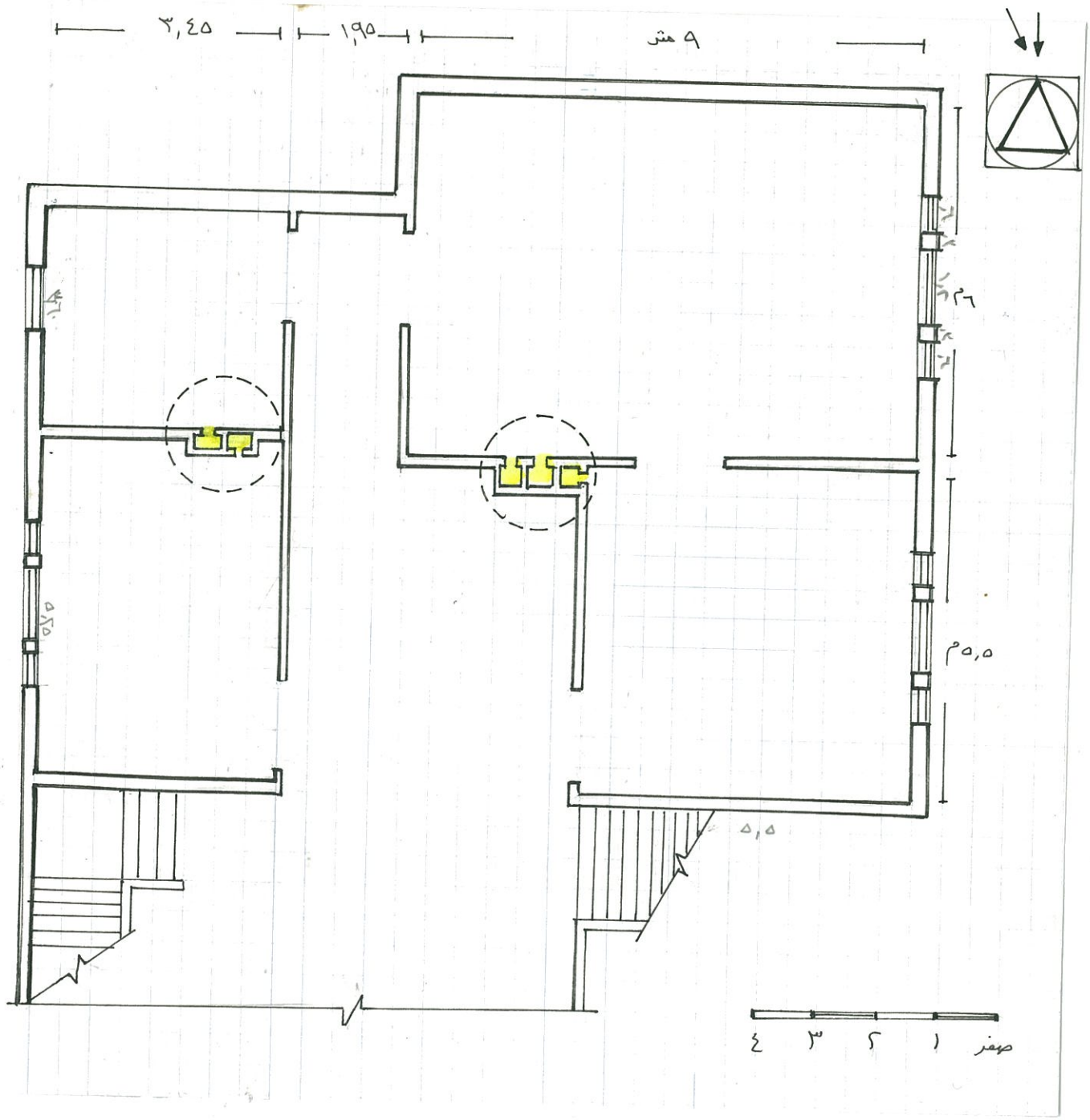
سقف المبنى: مستو من الخرسانه وبه فتحتى الملقفين الشرقى الثلاثى الفتحات يعلو غرفة المدير وغرفة إدارة التخطيط، والملقف الغربى المزدوج الفتحات يعلو غرفتى السكرتارية والادارة وكلاهما بواجها الشمال (شكل ٢٠٦) .

الفتحات : كبيرة على الحائط المطل على الشارع الشمالى بغرفه المدير وغرفه التخطيط (٢,٤٠× ١,٧٠ أرتفاع الجلسة ٠,٩م) وتبلغ ٢٠٪ من مساحة الحائط، ٩٪ : ١٣٪ من مساحة أرضية الغرفة. وبالجهة الجنوبية الفتحات علوية بارتفاع اقل وبنفس العرض (٢,٤٠× ٠,٩ جلسه على ارتفاع ١,٧) بغرف الإدارة.

تم القياس الحقلى فى ١٩٩٧/٨/٢٤م - ١٤١٨/٤/٢٠هـ لسرعة الهواء النافذة خلال الملقفين الى فراغات الغرف الإدارية أثناء فترة الذروة الحرارية صباحا الساعة ٨,٣٠، وبعد الظهيرة الساعة ١٥,٣٠ .
الرياح المعلنة شمالية الى شمالية غربية، خفيفة الى معتدلة ودرجة الحرارة العظمى ٣٢°م.
والرياح الحرة المحلية المقاسة صباحا ١,٨ م/ث والحرارة ٢٥,٢°م ونسبة الرطوبة ٦١٪ ، وبعد الظهيرة متوسط سرعه الرياح الحرة المحلية ٣,٧ م/ث ودرجة حرارة الهواء ٣٢°م والرطوبة ٥٨٪ .



(شكل ٢٠١) الملقف المزدوج الغربى والملقف الثلاثى الشرقى بدور سطح المبنى الادارى لمصنع وولتكس (الطرابيش سابقا)



(شكل ٢٠٧) المسقط الأفقى للطابق العلوى للمبنى الأدارى بمصنع الملابس الجاهزة وموضع الملقف الثلاثى بجدارى غرفة التخطيط وغرفه المدير ذات فتحتى مخرج الهواء ، والملقف المزدوج الغربى بجدار غرفتى الإدارة و السكرتارية .

الملقف المزدوج الغربى لغرفتى السكرتارية والإداره : (شكل ٢٠٧)

- يرتفع الملقف عن أرضية السطح ١,٩٧م حيث ينقسم لجزئين السفلى بأرتفاع ٠,٨٠م من المبانى الطوب حول فتحتى نفقين من الخرسانة بمساحة مقطع ٠,٢٤×٠,٢٤م ، و الجزء العلوى من الصاج بسقف مائل بزاوية ٥٥° ويفصل قاطوع صاج بين فتحتى النفقين ويغطى فتحة دخول الهواء المزدوجة باب سلك بمساحة ٠,٦٣ × ١,١٧ م (الهيكل الصاج زواياه مستديرة مما يقلل من إعاقة الهواء المار به وسهولة إنزلاقه إلى أسفل) .
- نفقى الملقف الخرسانيين بمساحة ٠,٢٤×٠,٢٤م والذى يرتفع عن أرضية السطح بـ ٠,٨٠م ثم يخترق السقف الخرسانى ليصل إلى ما قبل أرضية الدور أعلى وذرة الأرضية – وبارتفاع الدور حوالى ٣,٥م (شكل ٢١٠).
- فتحة دخول الهواء بالجزء الصاج بالملقف بمساحة ٠,٦٣×١,١٧م ، وفتحة خروج الهواء إلى الفراغ ٠,٣٦×٠,٢٦م ويغطيها غطاء معدنى مخرم ومثبت بالحائط(شكل ٢٠٨ ب) .

(جدول ١٤) متوسط سرعة الرياح عند فتحتى دخول وخروج الهواء المتصله بالملقف المزدوج :

موضع القياس	سرعةالرياح	ملاحظات
بمنتصف فتحتى دخول الهواء بالهيكل الصاج	٠,٤ م/ث	خلال فترتى القياس- تعادل ٢٢٪ ، ١١٪ من الرياح الحرة(١,٨ صباحا ، ٣,٧ بعد الظهيرة).
داخل فوهتى النفقين	٠,٢ م/ث	خلال فترتى القياس .
عند فتحتى خروج الهواء إلى الفراغين صباحا	٠,٧ م/ث	ودرجة الحرارة ٢٨,٧°م صباحا .
بعد الظهيره	١,١٥ م/ث	ودرجة الحرارة ٣٢ °م بعد الظهيرة .

(شكل ٢٠٨) أ- الملقف المزدوج الغربى وفتحتى دخول الهواء على السطح ،

ب – فتحه خروج الهواء إلى الفراغ بغرفة الادارة.

الملقف الثلاثى الشرقى لغرفة المدير ذو فتحة خروج الهواء المزدوجة، ولغرفة التخطيط ذو الفتحة المفردة:

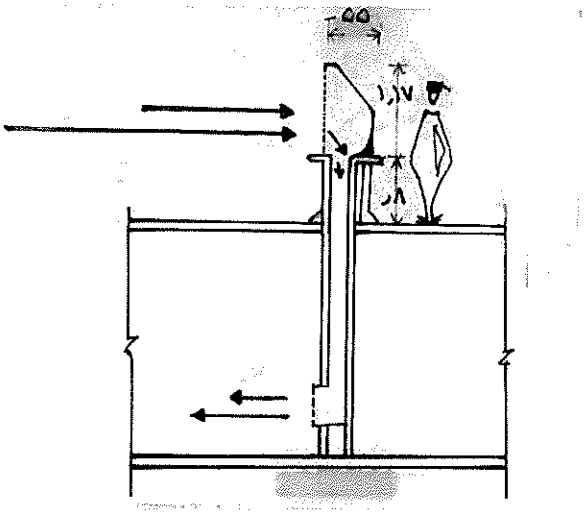
وهو كالملقف المزدوج ولكن يحوى ثلاثة انفاق ذوات ثلاثة فتحات لدخول الهواء بالغطاء العلوى الصاج أعلى دور السطح وبالتالى ثلاثة فتحات لخروج الهواء بغرفة المدير وغرفة التخطيط .

- مساحة فتحة دخول الهواء بالغطاء الصاج العلوى ذو الفواصل بين أنفاق الملقف الثلاثه ١,٣٣×١,١٣م وزاوية ميل سقفه ٥٥° (مستديرة الزاويا مما يقلل من إعاقة الهواء المنزلق إلى أسفل بالفراغات).
- مساحة فتحة دخول الهواء بالنفق الخرسانى الذى يعلو السطح ويمتد بارتفاع الدور ٠,٢٦×٠,٢٦م .
- مساحة فتحة خروج الهواء إلى الفراغ ٠,٢٦×٠,٣٦م والمغطاه بغطاء معدنى مخرم (الشكل ٢٠٩) .

(جدول ١٥) متوسط سرعة الرياح عند فتحات دخول الهواء بالسطح، وخروجه إلى الفراغ :

موضع القياس	السرعه م / ث
بمنتصف فتحة الدخول بالهيكل الصاج	٠,٤ م/ث خلال فترتى القياس وهى متماثله عند الفتحات الثلاثة.
عند بداية فوهة النفق الخرسانى	٠,٢ م/ث خلال فترتى القياس وهى متماثله عند الفتحات الثلاثة.
عند فتحة الخروج بغرفة المدير صباحا .	١ م/ث ودرجة الحرارة ٢٦° م .
بعد الظهيرة.	١,٥ م/ث والحرارة ٢٧° م
عند فتحة الخروج بغرفة التخطيط صباحا .	٠,٥٥ م/ث والحرارة ٢٨,٤° م .
بعد الظهيرة .	١,١ م/ث الحرارة ٣١° م .
السرعة عند شباك غرفة التخطيط صباحا .	٠,٦ م/ث (مساحة الشباك ٢,٤٠ X ١,٧٠).
	ملحق به شيش حصيرة بزاوية ميل تعوق دخول الهواء بالسرعة المعتادة.

(شكل ٢٠٩) الملقف الثلاثى الشرقى أ - فتحات دخول الهواء الثلاثيه على السطح والمغطاه بغطاء سلك
ب - فتحات خروج الهواء الى الفراغ ومغطاه بغطاء معدنى مخرم (الفتحة المزدوجة بغرفه المدير).



الريـــاح الحـــره المحليـــة ١,٨م/ث صباحـــا ٣,٧م/ث بعد الظهيرة

متوسط السرعة داخل الغطاء الصاج ٠,٤م/ث طوال النهار وعند فوهة النفق ٠,٢م/ث

متوسط سرعة الهـواء الخـارج إلـى الفـراغ صباحا ٠,٧٥ م/ث وبعد الظهيرة ١,٢٥ م/ث

(شكل ٢١٠) قطاع مار بالملقف يوضح زاوية ميل سقف الملقف (٥٥°) وانحناء أركانه المواجهه للريـاح ونفق الهواء بمقطع ٠,٢٥×٠,٢٥م ، فتحة خروج الهواء أعلى وزرة الأرضية بمساحة ٠,٢٦×٠,٣٦ م

من القياسات يتضح أنه :

١- تتضاعف سرعة الرياح الحرة المحلية بعد الظهيرة (صباحا ١,٨م/ث وبعد الظهيرة ٣,٧م/ث).

٢- أقصى سرعة للرياح النافذة عند فوهة دخول الهواء لنفق الرياح بمقطع ٢٥×٢٥سم بلغت ٠,٤ م/ث وهى تعادل من ١٠:٢٢٪ من سرعة الرياح الحره فترتى القياس صباحا وبعد الظهيرة .

٣- تتزايد السرعة خلال مقطع نفق الهواء بأرتفاع ٣,٥م لتخرج إلـى فـراغ بمسطح ١٢م٢ :٥٥م٢ بمتوسط سرعة ١:٠,٥٥م/ث صباحا وتعادل ٣٨٪ من سرعة الرياح الحرة المحليـة وتـزداد بعـد الظهيرة لتصـل إلى١,١:١,٥م/ث ٤٠:٥٠٪ من الرياح الحرة وتعادل ٣٤٪ من الحرة .

٤- تزداد سرعة الرياح بالفراغات الغربية (جهة هبوب الرياح) عنها بالفراغات الشرقية :

- سرعة الرياح عند فتحة خروج الهواء من نفق ملقف غرفة التخطيط الشرقية صباحا ٠,٥٥ ، وبعـد الظهيرة ١,١ م/ث .
- وسرعة الرياح عند فتحة ملقف غرفة السكرتارية الغربية صباحا ٠,٧ وبعد الظهيرة١,١٥م/ث

٥- سـرعة الهـواء الخـارج إلـى الفـراغ مـن فتحـة الملقـف(بمسـاحة ٠,٢٦×٠,٢٦م) بغرفـة التخطيـط(بحجـم ١٠٠م٣)تعادل تقريبا سرعة الهواء الداخل من فتحة الشباك إلـى فـراغ الغرفـة(مسـاحة الشـباك١,٢٠م ، ٠,٦٠× ١,٧م) لنفس حجم الفراغ فى نفس وقت القياس .

٦- حالة غطاء الملقف (الباب السلك) سيئة حيث يعلوه الصدأ مما يؤثر على مسامية السلك الذى يتدفق خلالـه الهواء وبالتالى يؤثر على سرعة الهواء الخارج إلـى الفـراغ، ممـا يتطلـب الصيانـه الدائمـه للسلك .

٣-٣-٣ مبنى المراكز البحثيه والخدميه بجامعة مصر للعلوم والتكنولوجيا بمدينة ٦ أكتوبر
تصميم أ .د . : أحمد رضا عابدين عام ١٩٩٥ .

الموقع العام: مبانى تعليمية وإدارية منفصلة يتقدمهم مبنى المراكز البحثية .

كتلة المبنى والتوجيه: مبنى هيكلى أبعاده (٤٨×٣٨×١٦م) ضلعه الأكبر يواجه الشمال والجنوب ويتوسطه فناء أبعاده (٢١×١٤م) يبلغ حوالى ١٦٪ من مساحة المبنى ومغطى بمناشير معدنية من الصاج المدهون بالإيبوكسى الرمادى اللون ، وبضلع المنشور الشمالى فتحة شباك ألمونيوم مفصلية أبعاده (٠,٦٥×٠,٧٥م) ، ويحيطه ممر بمتوسط عرض ٣م .

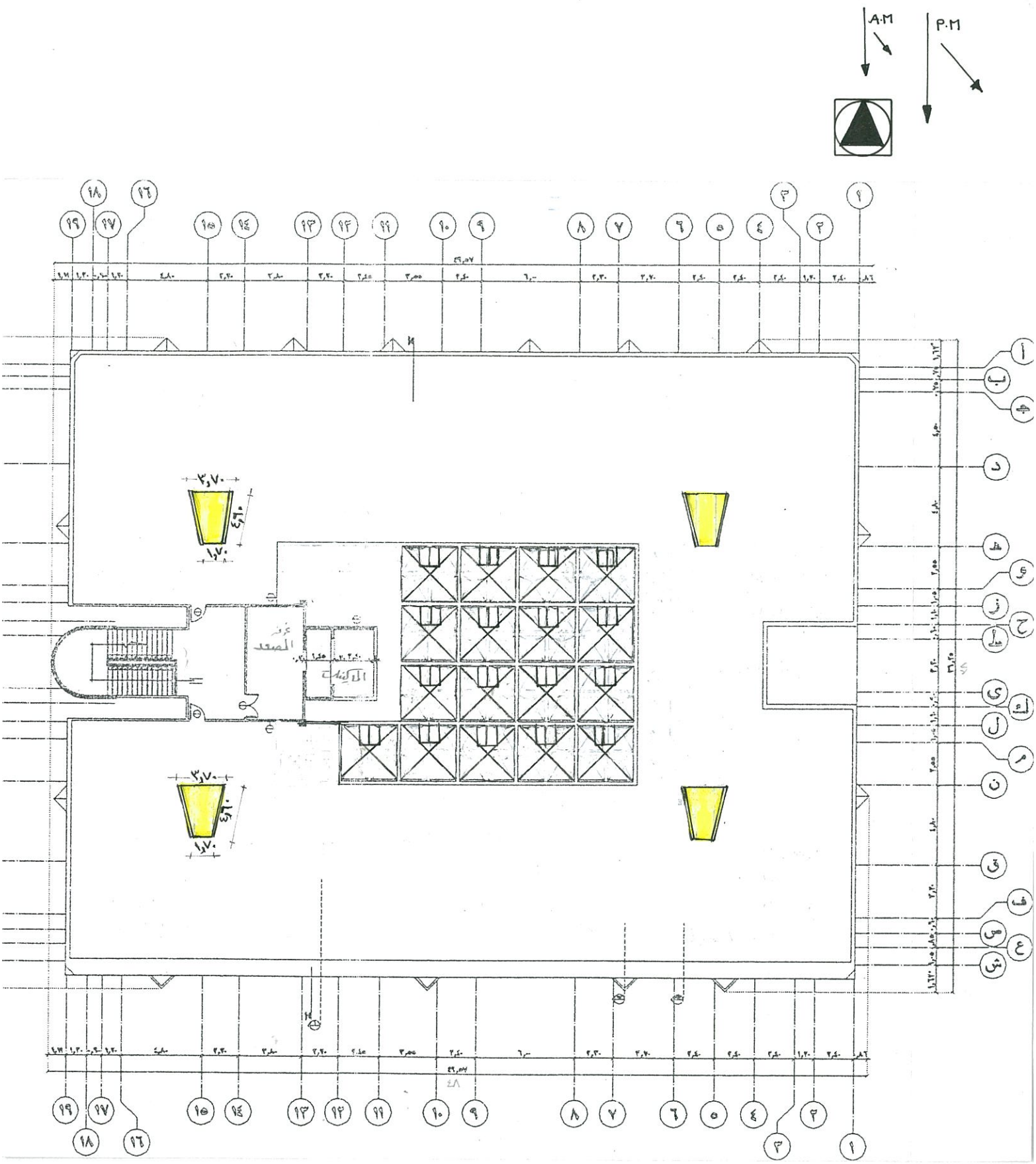
غلاف المبنى : طوب طفلى وأسمنتى مفرغ سمك ٢٥سم ودهانات الواجهات باللون الأبيض.

سقف المبنى : أفقى خرسانى بمتوسط سمك ٢٥سم (**Flat slab**) ويظلله سور خرسانى بارتفاع ١,٨ م. وبالسقف أربعة فتحات لملاقف الهواء قرب زوايا المبنى الأربعة شمال شرق ، شمال غرب ، جنوب شرق ، جنوب غرب .

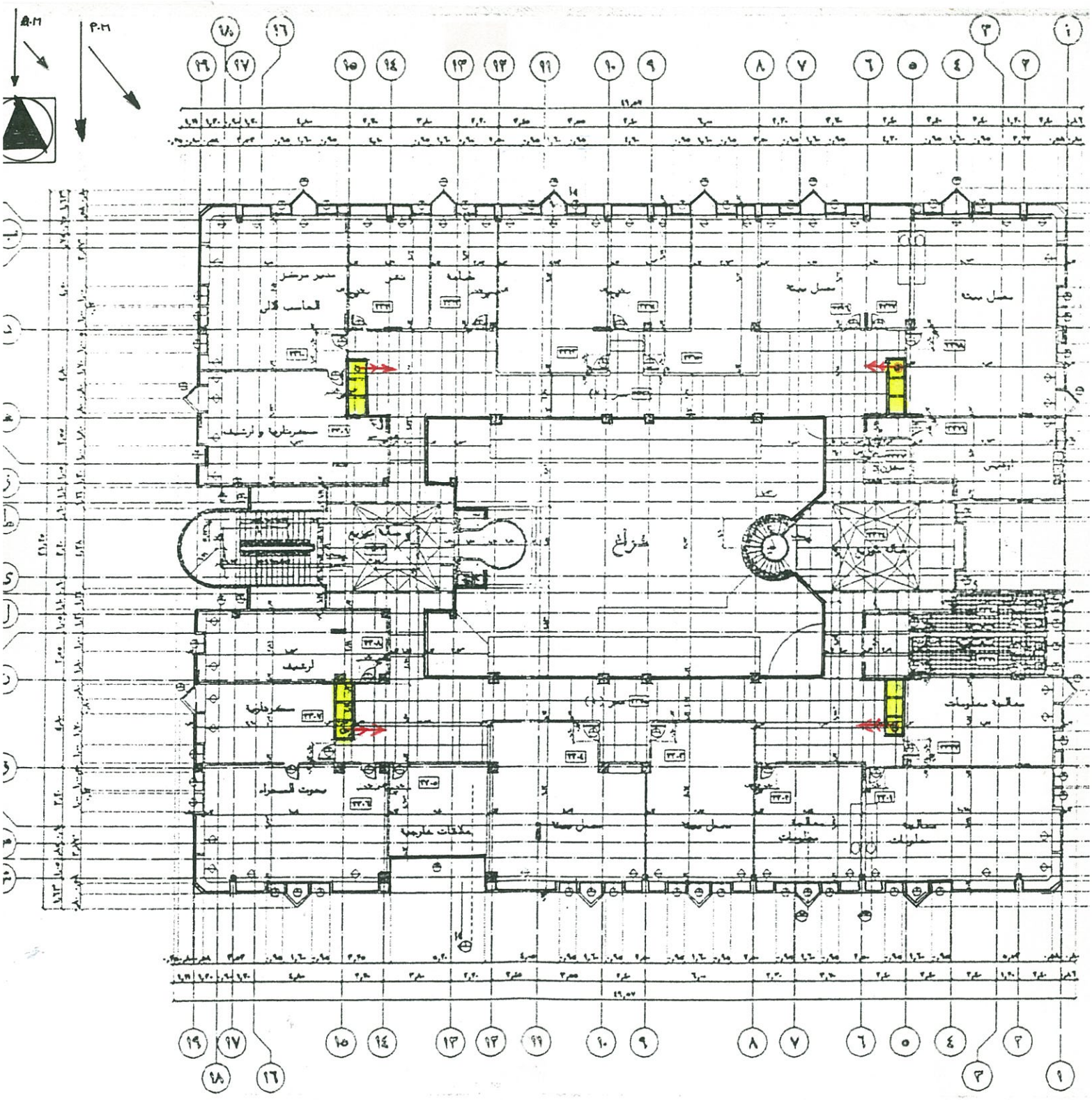
الملقـــــف بدور السطح هيكل خرسانى والحوائط مبانى سمك ١٢سم وبشكل شبهة المنحرف ضلعه الأكبر ٣,٧م والأصغر ١,٧ م وبعرض ٤,٦ م (الشكل ٢١٢) ، ويرتفع الملقفين الشماليين ٨م عن بلاط السطح ، بينما الملقفين الجنوبيين بارتفاع ١٠م وزاوية ميل سقف الملقف الخرسانى ٤٠° .

- جلسة فتحات الملقف على ارتفاع حوالى ٢م والفتحات بأرتفاع ٥م بالملقفين الأماميين ،٧م بالملقفين الخلفيين وبعرض ٣م تقريبا فى ثلاثة صفوف رأسيه من الشبابيك الألمونيوم المفصلية والمتحركة بواسطة زراع أفقى متصل بماسوره رأسيه لكل صف من الشبابيك .
- مساحة فتحة دخول الهواء ببلاطة السطح ٤,٥م × ١م وببلاطة الدور الثالث ٣×٠,٧٠ م والدور الثانى ٢×٠,٧م والدور الأول ١×٠,٧م، ويخرج الهواء إلى الممر المحيط بالفناء من فتحة حائطيه لشباك المونيوم مفصلى ذو ظلفتين رأسيتين بمساحة ٠,٦×١م بالأداور الثلاثة .
- **فتحات المبنى :** كبيرة على الحوائط الخارجية الشمالية والجنوبية بكامل ارتفاع الدور وذوات شراعات علوية ومظللة من الاشعاع الشمسى المباشر بكاسرات الشمس، والفتحات الداخلية علوية (شراعات) ، وكذلك بالأبواب شراعات علوية .

(شكل ٢١١) الواجهة الجنوبية لمبنى المراكز البحثية والخدمية بجامعة مصر بمدينة ٦أكتوبر .

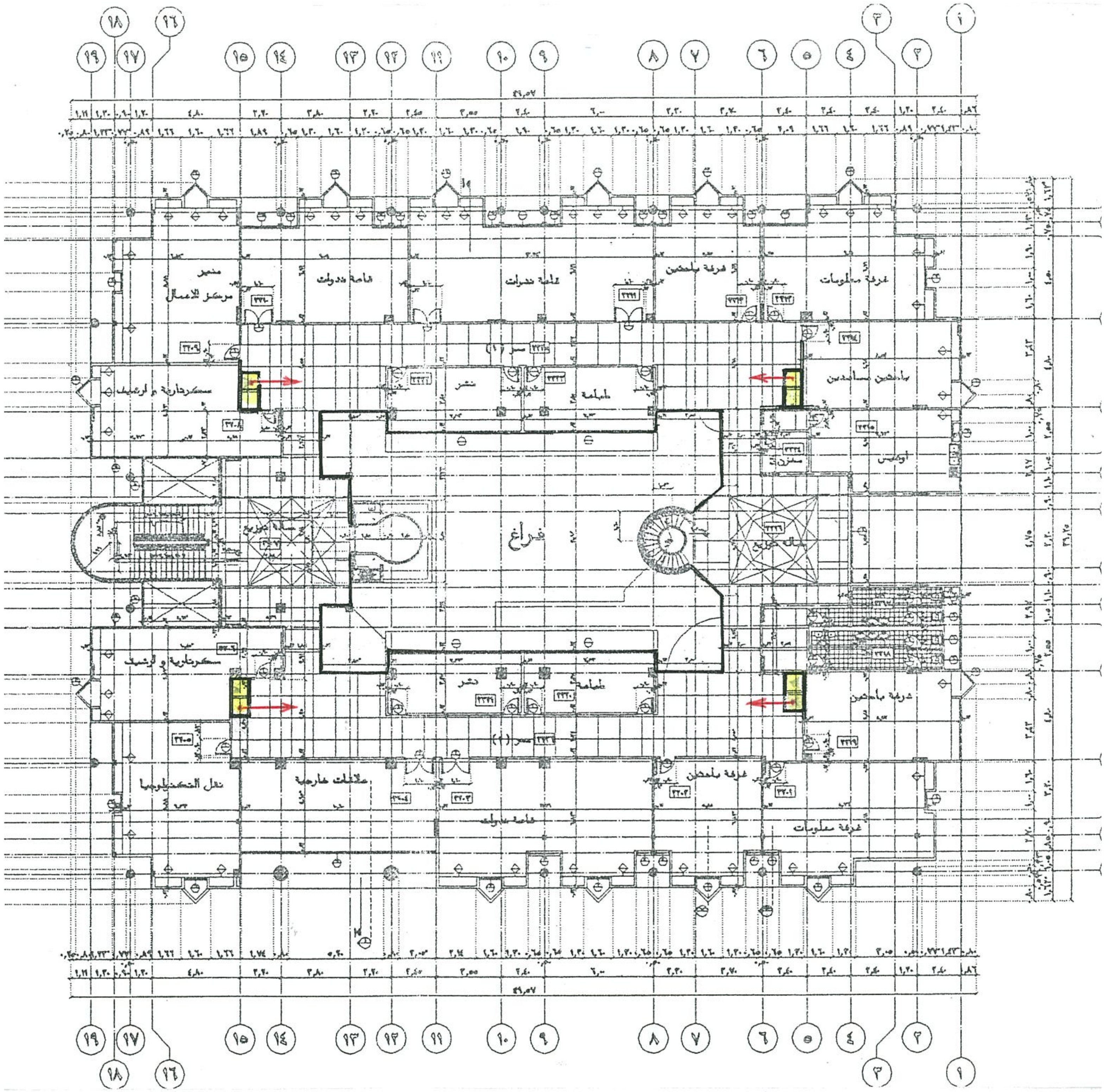


(شكل ٢١٢) المسقط الافقى لدور السطح وبه ابراج الملاقف الاربعه ذوات الشكل شبيه المنحرف، والمناشير الهرميه المعدنية المغطاه للفناء المركزى وذوات الفتحات الشمالية .



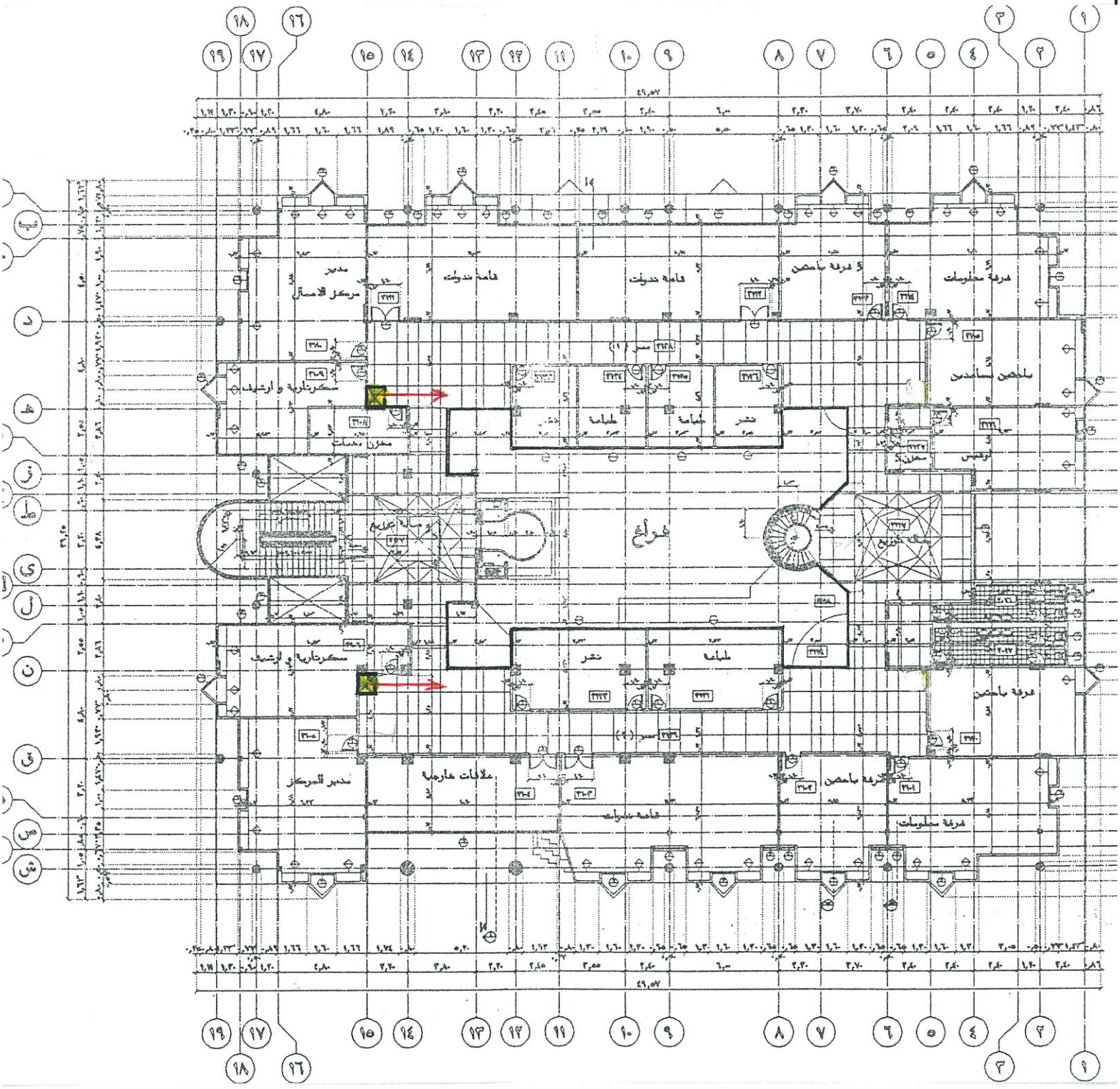
(شكل ٢١٣) المسقط الأفقى للدور الثالث وفتحات خروج الهواء قرب الأركان الأربعه للممر المحيط بالفناء المركزى .

فتحة خروج الهواء بنفق الملقف إلى الدور .



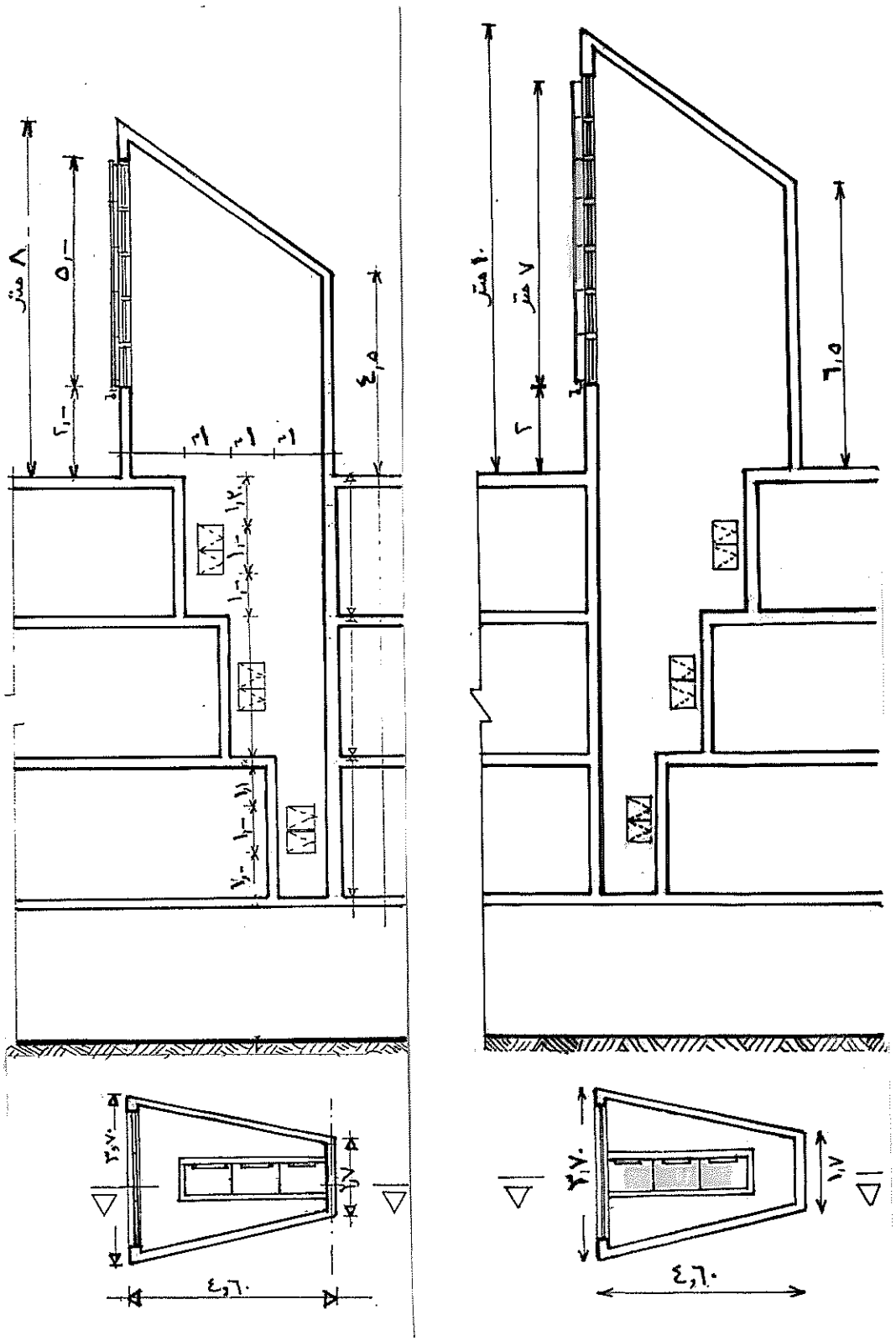
(شكل ٢١٤) المسقط الأفقى للدور الثانى وفتحات خروج الهواء قرب الأركان الأربعه للممر المحيط بالفناء المركزى.

فتحة خروج الهواء بنفق الملقف إلى الدور .



(شكل ٢١٥) المسقط الأفقى للدور الأول وفتحتى خروج الهواء على الممر المحيط بالفناء المركزى جهتى الشمال الغربى والجنوب الغربى.

فتحة خروج الهواء بنفق الملقف إلى الدور .



الملقف الشمالى

الملقف الجنوبى

(شكل ٢١٦) قطاع رأسى لملقف|مبنى المراكز البحثية بجامعة مصر

ملاقف مبنى المراكز البحثية والخدمية بجامعة مصر للعلوم التكنولوجيا

- تم القياس فى ١٩٩٧/٨/٣٠ - ١٤١٨/٤/٢٦هـ الرياح المعلنة شمالية الى شمالية غربية خفيفة إلى معتدلة ودرجة الحرارة القصوى ٣٢°م .

(جدول ١٦) متوسط سرعة الرياح عند فتحات دخول الهواء بالملاقف الأربعة، وعند فتحات الخروج والممر بالأدوار.

	صباحا (الساعة ٩,٣٠) متوسط سرعه الرياح الحره ٤,٣م/ث ودرجة الحرارة ٢٦°م ، نسبة الرطوبة ٥٤٪				بعد الظهيرة (الساعة ١٥) متوسط سرعة الرياح الحرة ٥,٥م/ث والقصوى ١٠م/ث ، درجة الحرارة ٣٢,٢°م نسبة الرطوبة ٤٨٪			
موضع الملقف بالسطح	ش ق	ج ق	ش غ	ج غ	ش ق	ج ق	ش غ	ج غ
فتحة دخول الهواء	١×٥م	١ ×٧م	٥×١	٧×١م				
السرعةعند فتحة الدخول	٤	١,٥	٢,٨	١,٣	٢,٣	٢,١	٠,٧	٢,٤م/ث
السرعة داخل نفق الملقف	٠,٨	١,٢	٠,٩	٠,٧	١,٧	٠,٩	٠,٣	١,٥م/ث
الحرارة داخل نفق الملقف	٢٥,١°	٢٥,٣°	٢٥,٩°	٢٥,٨°م	٣٠,٣°	٣٠,٣°	٣٠,٣°	٣٠,٧°م
الدور الثالث (س ١٠)					(س١٥،٣٠)			
السرعة عند فتحةالخروج	١,٤	١,٥	١,٢	١,٤	٢,١	١,٥	١,٢	١,٤م/ث
الحرارة عند فتحه الخروج	٢٥,٥°	٢٥,٦°	٢٦,٥°	٢٦,٢°	٢٩,٩°	٣٠°	٢٩,٨°	٢٩,٨°م
السرعة عند اركان الفناء	٠,٢٥	٠,٢٥	٠,٢٥	٠,٢٥	٠,٢	٠,٤	٠,٢	٠,١ م/ث
الحرارة باركان الفناء	٢٨,٥°م				٢٩,٧°م			
الدور الثانى (س ١١)					(الساعة ١٦)			
السرعة عند فتحةالخروج	١,٠	٠,٨	١,٠	٠,٦	٢,٣	٢,٧	٠,٥	٢,٠م/ث
متوسط درجة الحرارة	٢٧,٤°	٢٦,٨°	٢٧,٢°	٢٧°	٢٩,٨°	٢٩,٥°	٢٩,٢°	٢٨,٩°م
السرعة بأركان الفناء	٠,٣	٠,١	٠,٨	٠,٢	٠,١	٠,١	٠,٢	٠,٢م/ث
الحرارة بأركان الفناء	٢٧,١°	٢٧,١°	٢٧,١°	٢٧,١°	٢٩,٧°	٢٩,٥°	٢٨,٨°	٢٩°
	وسط الفناء بسرعة ٠,١م/ث والحرارة ٣٠,١°م							
الدور الأول(س ١٢)					(س ١٦,٣٠)			
السرعة الخارجة	ملغى	ملغى	٠,٦٥	٠,٤	ملغى	ملغى	٠,٤	٠,٧
الحراربأركان الفناء			٢٦,٩°	٢٧,١°			٢٩,٢°	٢٨,٨°م
السرعة بأركان الفناء	٠,١	٠,١	٠,١	٠,١	٠,١	٠,١	٠,١	٠,١
الحرارة عند أركان الفناء	٢٧,٣°م				٢٨,٨°م			
الدور الارضى(الساعة ١٢,٣٠) جميع الملاقف ملغاه بالدور الارضى لكثرة وتقابل فتحات الدور								
السرعة عند أركان الفناء	٠,١	٠,٢	٠,٣	٠,١	٠,٣	٠,٢	٠,٤	٠,٢
ودرجة الحرارة	٢٧,٣°م				٢٧,٥° فى الاركان، وبمنتصف الفناء ٢٨,٦°م			

- متوسط سرعة الرياح الخارجه من المناشير المعدنية أعلى الفناء بالسطح صباحا ١,٩م/ث والحرارة ٢٦°م، بعد الظهيرة ١,٤م/ث
- متوسط سرعة الرياح داخل المناشير المعدنية أعلى الفناء بالسطح صباحا ٠,٦م/ث بعد الظهيرة ٠,٤م/ث الحرارة ٣٠,٨°م (الرياح خارجة) .

ملحوظة : لم ترصد سرعات خروج الهواء إلى الأدوار الثلاثه فى نفس التوقيت لعدم توافر العدد اللازم من أجهزه القياس.

ملاحظات القياس :

١- تم القياس للهواء النافذ خلال صف واحد من الصفوف الرأسية الثلاثة لفتحات الملقف والتى تشكل ٣٣٪ من مساحة فتحات الملقف لصعوبة تثبيت الذراع المحورى المحرك لضلف الشبابيك فى وضع الفتح ولشدة الرياح الشمالية الغربية الدافعة لغلق ضلف الشبابيك ذات المفصلات الغربية .

٢- تدرج ضيق مساحة نفق الملقف بالأدوار السفلية يزيد من ضغط الرياح وإندفاعها الى أسفل (نظرية برنولى) ووضع فتحات خروج الهواء إلى فراغ الممر بالأدوارفى منطقة الضغط السالب أعلى بلاطه سقف الدور (الشكل٢١٣) ينشط حركة الرياح عبر تلك الفتحات ، بالاضافة لتحرك الهواء بفارق الضغط الجوى بين فتحتى دخول الهواء بالملقف وخروجه إلى الفراغ الداخلى .

٣- تقل قراءات سرعة ودرجة حرارة الهواء بالأدوار السفلية وقت الذروة الحرارية بعد الظهيرة :

فالدور الثالث بالجهه الغربيه للممر المحيط بالفناء وعند فتحتى خروج الهواء الى الفراغ بلغ متوسط سرعة الرياح ١,٣م/ث ومتوسط درجة حرارة الهواء ٢٩,٨،٢٦,٥°م صباحا وبعد الظهيرة ، وبالدور الثانى ١,٢٥،٠,٨م/ث والحرارة ٢٩،٢٧,١°م ، وبالدور الأول ٠,٥٥م/ث والحرارة ٢٩،٢٧°م قبل وبعد الظهيرة ،بينما بالدور الأرضى بلغ متوسط معدل التهوية ٠,٣،٠,٢م/ث حيث الملاقف ملغاه بالدور الأرضى ، ونسبة النوافذ المفتوحة بالأدوار تعادل حوالى ٥٠٪ ، ومتوسط درجة حرارة الهواء بالدور الأرضى ظهرا (الساعة ١٢,٣٠) ٢٧,٣° وبعد الظهيره ٢٧,٥°م بأركان الفناء وقد بلغت درجة حرارة الهواء بمنتصف الفناء بالدور الأرضى ٢٨,٦° م بعد الظهيرة حيث يقل معدل التهوية وتقل كثافة الهواء الصاعد خلال المناشير المغطاه للفناء (السرعة الخارجة من المناشير أعلى الفناء بالسطح صباحا ١,٩ م/ث ، بعد الظهيرة ١,٤م/ث) .

٤- بينما تزيد سرعة الرياح الحره بعد الظهيره ، فإن متوسط سرعة الرياح النافذة إلى الملقفين الشماليين تقل أثناء القياس فترة بعد الظهيرة . ولعل السبب فى ترددات الرياح المتباينة فى السرعة أو الاتجاه خلال فترة القياس عندهما .

٥- تواجدت تيارات عكسية خارجه من الملاقف الشماليه الشرقيه والغربيه ، والملقف الجنوبى الشرقى أثناء القياس ، والسبب تدرج ضيق مقطع نفق الملقف عند مستوى بلاطه الاسقف الخرسانية (حائط نفق الملقف متدرج وليس انسيابى لصعوبة التنفيذ) تسبب فى تصادم التيار بها فعاد للخروج من فتحة دخول الهواء بالملقف فى دوامات غير مستمره، بينما تستمر تيارات الهواء فى الدخول خلال فتحة الملقف أعلى مستوى القياس .

٦- المناشير المعدنية ذات الطلاء الفاتح والفتحات الشمالية ، تعكس اشعاع الشمس المباشر وتسمح بخروج الهواء الساخن من خلالها ، وليلا تسمح بنفاذ الاشعاع الليلى البارد إلى الفناء المركزى فتبرد الأسطح المطلة عليه . كذلك فتح شبابيك خروج هواء الملقف بالأدوار مع الفتحات العلوية للأبواب والشبابيك يعمل على تبريد المبنى وتهويته بأستمرار .

تأثير ملاقف الهواء كعنصر للتهوية الطبيعية وخفض الحمل الحرارى بالفراغات الداخلية للمبانى العامة

(جدول ١٧) معايير ومواصفات الملاقف المختار وسرعات الهواء المتخللة منها إلى الفراغات الداخلية :

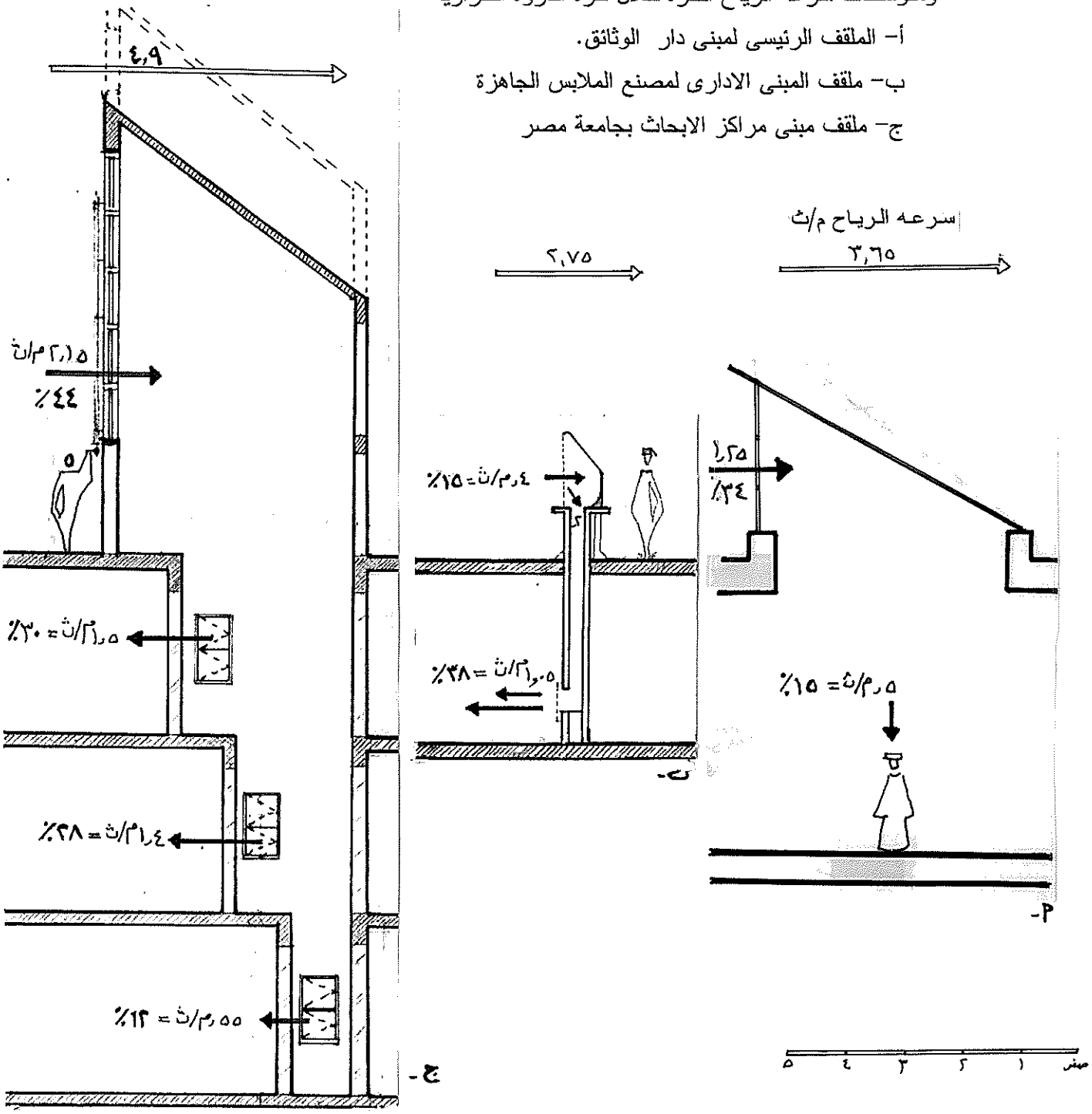
مبنى دار الوثائق بالقلعة	ملاقف مصنع جمعية بالدراسة	ملاقف مبنى الابحاث بجامعة مصر
فتحة سقفية ذات غطاء خشبى مائل.	نفق بحائط مزدوج يعلوه غطاء صاج مستدير.	نفق قمعى الشكل لثلاثة أدوار وهيكل خرسانى عالى السطح .
أربعة ملاقف تواجه الشمال وتعلو صالة وطرقات التوزيع إلى فراغات المكاتب .	ملقفين يواجها الشمال، الملقف الغربى مزدوج ذو نفقين والشرقى ذو ثلاثة فتحات متصلة ثلاث أنفاق داخل الحائط	أربعة ملاقف تواجه الشمال ومفتوحة على ممر يحيط الفناء المركزى المغطى بمناشير معدنية ذو فتحات شمالية
مادة الإنشاء لجدران الملقف من القوائم الخشب وكسر الحجر والملاط والسقف خشبى بزاوية ميل ٣٠ °وفتحات الملقف ذوات ضلف زجاجية مفصلية .	**مادة الانشاء** من الخرسانة بأرتفاع ٨٠سم أعلى بلاطة السطح وتمتد لأسفل ٣,٥م حتى وذرة أرضية الدور ، والسقف صاج بأرتفاع ١,١٧م وزاوية ميل ٥٥° وبه قوائم صاج تفصل ما بين فتحات أنفاق الملقف وذى غطاء سلك .	**مادة الانشاء** هيكل خرسانى وحوائط طوب بأرتفاع ٨م لملقفين الامامين ، ١٠م للملقفين الخلفيين ، جلسة الفتحات على بأرتفاع ٢م والسقف خرسانى بزاوية ميل ٣٦°: ٤٠ ° ، وخلف الفتحات مفصلية من الألمونيوم والزجاج
مساحة فتحة دخول الهواء: بالملقف الكبير ١١×٣م المفتوح منها بمساحة (١,٤٠×٣م)	بالملقف المزدوج ٠,٦٣×٠,٥٣×١,١٧م بالملقف الثلاثى ١,٣٣ ×٠,٥٧×١,١٣م	**فتحة الدخول بالملقفين** الأمامين ١×٥م **فتحة الدخول بالملقفين** الخلفيين ١×٧م
مساحة مقطع نفق الملقف: لايوجد نفق للملقف، وهى فتحة سقفية (١١×٤م) ومتصلة مباشرة بالفراغ المراد تهويته.	**مساحة مقطع نفق الملقف** المزدوج ٢٤×٢٤سم ، والملقف الثلاثى ٢٦×٢٦سم	بالسطح ١,٧٠ ، ٣,٧×٤,٥م(شبهه منحرف) **أبعاد النفق بالدور الثالث** ٠,٧٠×٣م **أبعاد النفق بالدور الثانى** ٠,٧×٢ م **أبعاد النفق بالدور الاول** ٠,٧×١ م
مساحة فتحة خروج الهواء ببلاط السطح ١١×٤م (١٠٠٠٪ من مساحه المفتوح)	**مساحة فتحة خروج الهواء** بالحائط ٠,٢٦×٠,٣٦م ، ذات غطاء معدنى مثقب (١٢٪ من مساحة فتحه الدخول)	**مساحة فتحة خروج الهواء** من شباك ألمونيوم بالحائط ٠,٦×١م ذو ضلفتيين (٨٥٪ من مساحة فتحه الدخول).
متوسط سرعة الرياح الحره ٣,٦٥م/ث الحراره بفترتى القياس : ٢٥,٥°، ٢٩,٥ ° م نسبة الرطوبة ٣٦:٤٥٪	**متوسط سرعة الرياح الحره** :٢,٧٥ م/ث ، الحرارة بفترتى القياس ٢٥,٢°-٣٢°م نسبية الرطوبه ٥٨:٦١٪	**متوسط سرعة الرياح الحره** :٤,٩ م/ث، الحرارة بفترتى القياس ٢٦°-٣٢,٢°م نسبة الرطوبه ٤٨:٥٤٪
متوسط السرعة عند فتحة الملقف ١,٢٥م/ث تعادل ٣٤٪ من الحره	**متوسط سرعة الدخول إلى الملقف** ٠,٤م/ث تعادل ١٥٪ من سرعه الرياح الحره	**متوسط سرعة الدخول إلى الملقف** ٢,١٥م/ث تعادل ٤٤٪ من سرعة الرياح الحره
———	**متوسط السرعة داخل نفق الملقف** ٠,٢م/ث تعادل ٨٪ من الرياح الحره	السرعة داخل النفق ١م/ث وتعادل ٢٠٪ من سرعة الرياح الحره
متوسط سرعة الرياح أسفل الملقف بالفراغ : ٠,٥ م/ث تعادل ١٥٪ من متوسط سرعة الرياح الحره .	**متوسط سرعة الخروج بالفراغ** ١م/ث تعادل ٣٨٪ من الرياح الحره خلال القياس .	**عند فتحه الخروج بالدور الثالث** ١,٥م/ث تعادل ٣٠٪ من سرعة الرياح الحره ، **بالدور الثانى** ١,٤ م/ث تعادل ٢٨٪ من الحره **بالدور الأول** ٠,٥٥ م/ث تعادل ١١٪ من الحره
متوسط سرعة الرياح بالفراغ ٠,٤م/ث وتعادل ١١٪ من الحره الحرارة ٢٤,٥°ص ،٢٨,٥°بعد الظهيرة	٠,٢٥تعادل ١١٪ من سرعة الرياح الحره الحراره بالفراغات الشرقية ٢٨,٤،٣١°م الحرارة بالفراغات القبلية ٢٨,٧،٣٢°م	السرعة بأركان الفناء ٢٥ بالدور الثالث والثانى تعادل ٥٪ من الحره ، وبالدور الأول ٠,١ م/ث =٢٪ من الحره، بالدور الأرضى ٠,٢٢ م/ث =٤٪ من الحره

(شكل ٢١٧) قطاعات رأسية بملاقف المبانى المختارة، ومتوسطات سرعات الهواء عند فتحات المأخذ والمخرج، ومتوسطات سرعه الرياح الحرة خلال فترة الذروه الحرارية

أ- الملقف الرئيسى لمبنى دار الوثائق.

ب- ملقف المبنى الادارى لمصنع الملابس الجاهزة

ج- ملقف مبنى مراكز الابحاث بجامعة مصر



- مساحه فتحه الخروج/ الدخول	١/١٠	١/٠,١٢	١/٠,١٤
- زاويه ميل سقف الملقف	٣٠°	٥٥°	٣٦°

- متوسط السرعه بالفراغ ٤ وم/ث = ١١٪ من الحره ٢٥ و م/ث = ١١٪ بأركان الفناء = ٢ و م/ث = ٤٪

حجم الفراغ (١٧× ١١× ٤)----(١٢م٢، ٥٥م٢× ٣,٥ ارتفاع) ---ممر بعرض متوسط ٣ مترمصدر تهويته فتحات مخارج الملاقف الاربعه ويحيط بفناء أبعادة ١٤×٢١ متصل بالسماء من خلال فتحات بمساحة ٨,٥م٢ (٠,٧٥× ٠,٦٥× ١٧ شبابك)

مما سبق يتضح أن :

١- ملاقف الرياح عنصر لتهوية الفراغات الداخليه وخفض الحمل الحرارى حيث يزيد معدل التهويه بها وتعمل على ترشيح وتنقية وترطيب الهواء .

٢- تزداد فعاليـة ملقف الرياح بالمبانى متعددة الأدواربتوجيه مسار الرياح الماره خلاله عبر نفق حتى المستوى المراد تهويته (مستوى الانسان) .

٣- كلما قلت مساحة مقطع نفق ملقف الهواء زادت سرعة الرياح الماره خلاله بفعل تباين ضغط الرياح ولاتسمح سخونة جدرانه بسخونة الهواء المار به حيث أن سرعة تدفق الهواء داخل النفق تقلل من درجة حرارته .

٤- يؤثرشكل مقطع نفق الملقف فى توجيه وسرعة الرياح الماره به :

أ- تغيير مساحة مقطع نفق الملقف يؤثر فى سرعة الرياح المارة به ، ففى حالة الأدوار المتكررة يلزم ضيق نفق الملقف بالأدوار السفليه ليزيد من ضغط الرياح إلى أسفل .

ب- تساعد الفواصل الرأسية بجسم النفق والتى تفصل مسارات الهواء لكل دور على توجيه الرياح إلى الفتحة المراد التهوية من خلالها ، وعدم وجود تلك الفواصل يركز ضغط الرياح عند أول فتحة تقابلها ثم يبدأ ضغط الرياح يضعف عند الفتحات السفليه، ووجود تلك الفتحات بمنطقة الضغط السالب ينشط الرياح لتخلل تلك الفتحات .

٥- كلما قلت زاوية ميل سقف الملقف كلما زادت سرعة الرياح المارة خلاله إلى الفراغ بحيث تسمح بتماس الهواء وانسيابه إلى أسفل .

٦- كلما قلت الحوائط الداخلية الفاصلة بين الفراغات كلما استمر تدفق الهواء داخل الفراغ .

٧- لزيادة معدل تهوية فراغ، إلحاقه بفتحة ملقف على أن تقابلها فتحة مهرب للرياح الساخنة بالسقف أو الحائط على منسوب مرتفع عن فتحة دخول الهواء، والشراعات العلوية تساعد على تصريف الهواء الساخن من الفراغ واستمرار تدفق الهواء، وأتساع فتحة دخول الهواء يسمح بمرور كمية أكبر للرياح ولاتتحرك داخل الفراغ إلا بوجود فتحات لخروج الهواء سقفيه أو حائطيه أكبر منها .

٨- الملقف السطحى الكبير ذو الغطاء الخشبى بزاوية ميل ٣٠° :٤٥° ينفذ حوالى ٣٥:١٠٠٪ من الرياح الحرة إلى الفراغ الكبير الحجم (عالى السقف) حيث ينتشر الهواء بالفراغ دون حدوث تيار محسوس . وهو فعال فى المبانى ذات الطابق الواحد وذات الغلاف السميك الذى يقلل زمن الإزاحة الحرارية ويحافظ على ثبات معدل الراحة الحرارية بالفراغ بينما يعمل الملقف على لقف وترشيح الهواء الداخل إلى الفراغات البعيدة عن مصدر التهوية .

٣-٤ قياس تأثير النوافذ المواجهه للرياح والفتحات المتقابلة لتحريك الهواء بالفراغات الداخلية لوحدات سكنية بالقاهرة ومدينة العاشر من رمضان :

٣-٤-١ نوافذ النموذج النمطى لوزارة التعمير بالمجاورة التاسعة بمدينة العاشر من رمضان (عمارةرقم٥ نموذج ١٨)

الموقع العام : إسكان متميز (فيلات) شبه متداخل والوحدات السكنيه منفصلة ويتوسطها مجموعة عمارات متجاورة بينهما فراغ سكنى بلا إحتواء (الشكل ٢١٨).

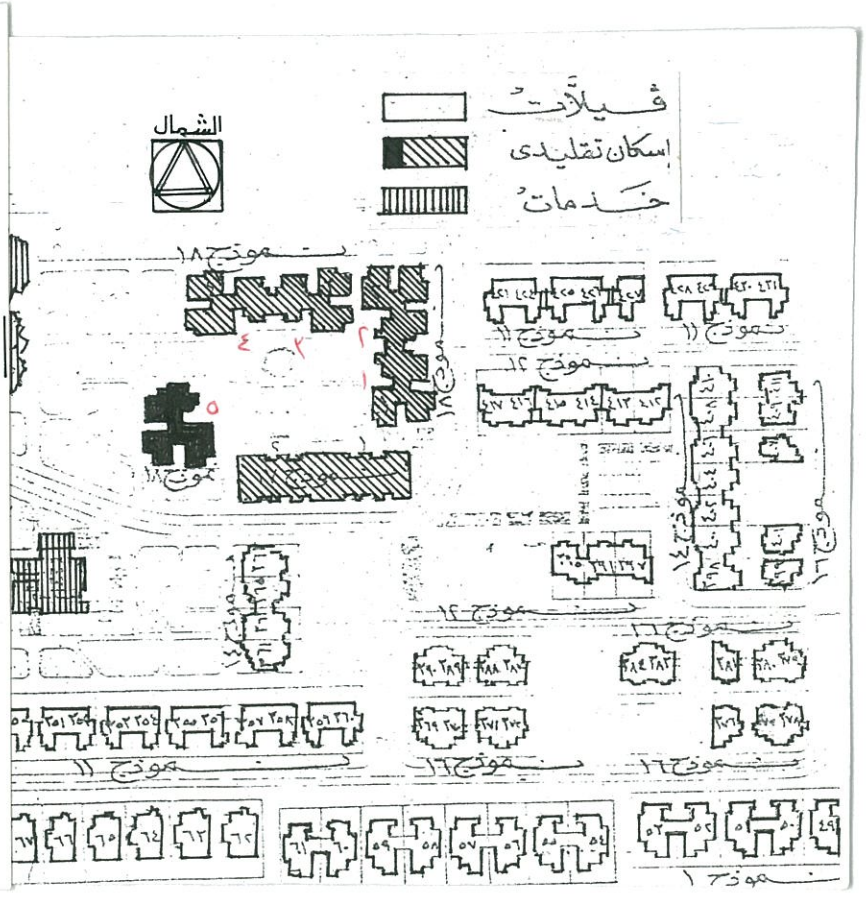
التوجيه والكتلة : العمارة رقم (٥) كتلة شبه مستطيلة ذات تكسيرات، ضلعها الأكبر يواجه الشرق والغرب، ويرتفع مدخلها عن مستوى الشارع + ١متر .

الغلاف والانشاء : هيكل خرسانى وحوائط طوب سمك ١٢سم بالخارج والداخل .

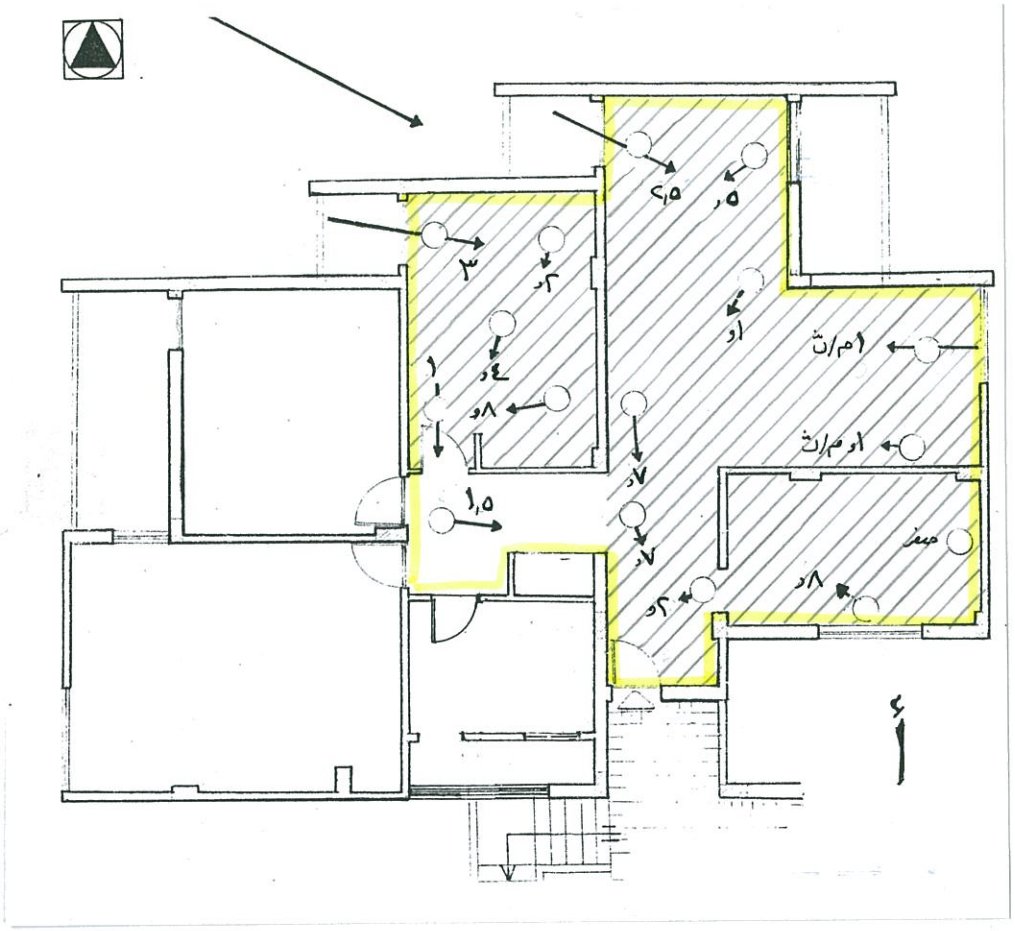
السقف : خرسانى مستو ذو دروة قصيرة وبذلك يكون معرض للشمس بكامل مسطحه .

- النموذج النمطى بالدور الأول أضاف مسطحات الزجاج على الواجهة الغربية بفراغ البلكونات مما أضطره لتركيب مكيف للهواء (الشكل ٢١٩) .
- النموذج النمطى بالدور الثانى أحتفظ بالفتحات التقليدية كما فى نموذج الاسكان (الشكل ٢٢٠) .
- النموذج النمطى بالدور الثالث أضاف فتحات نوافذ بالواجهة الشمالية والغربيه بفراغات الغرف، زاد من اتساع فراغ المعيشة بضم مسطح البلكون للفراغ واستبدل لون غلاف الواجهه الغربية باللون الأبيض .

(شكل ٢١٩) الواجهه الغربية ويتضح الغلاف الزجاجى ووحدات التكيف بالدور الأول، الفتحات النمطية بالدور الثانى، الفتحات الشمالية المضافه بالدور الثالث والنهو الابيض للغلاف.



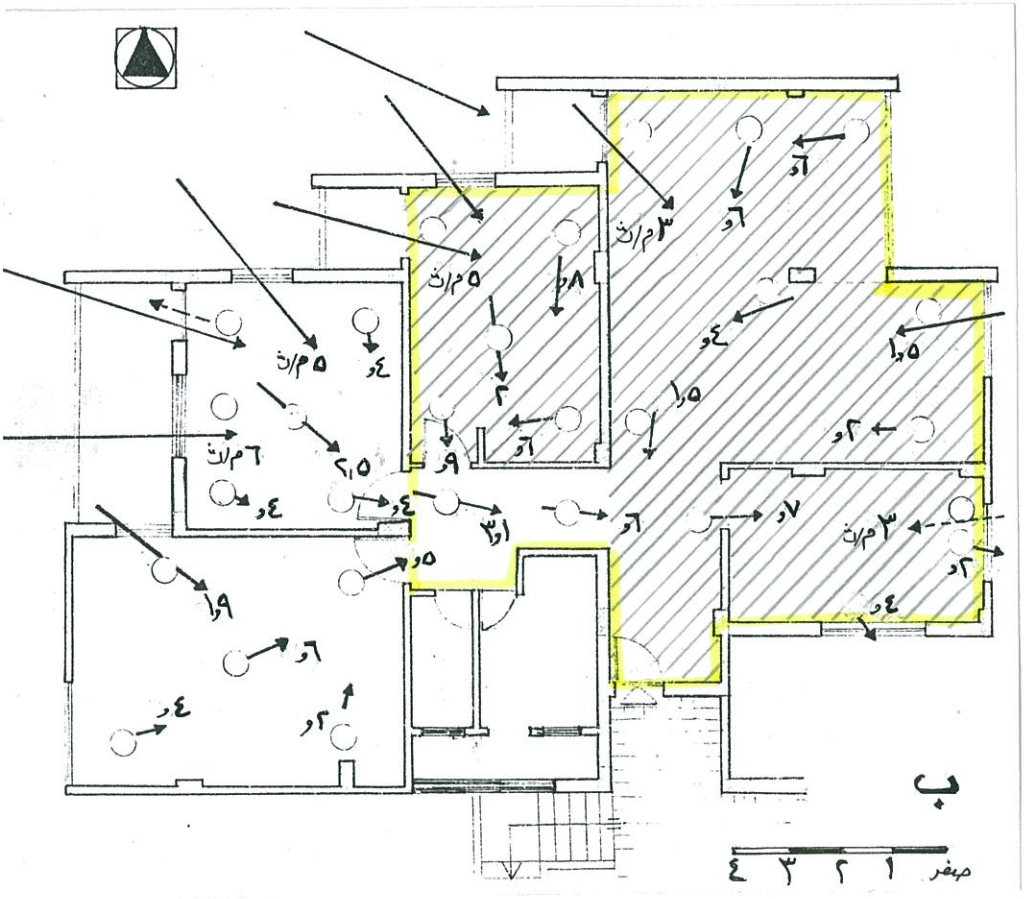
(شكل ٢١٨) الموقع العام لعمائر وفيلات المجاورة التاسعة



(شكل ٢٢٠) نسق تدفق الهواء وسرعته بالوحدة الشمالية لنموذج الإسكان النمطى بمدينة العاشر من رمضان (عمارة رقم٥ نموذج ١٨)

أ- نموذج الدور الثانى النمطى

ب- نموذج الدور الثالث المضاف اليه الفتحات الشمالية



← يشير السهم إلى أتجاه تدفق الهواء (يتناسب طول السهم مع مقدار سرعة الرياح)

تم القياس فى ١٩٩٧/٨/٢٥م - ١٤١٨/٤/٢١هـ الساعة ١٤,٣٠ للوحدتين السكنيتين بالدور ٣،٢ بالعمارة رقم ٥ بالمجاورة التاسعه .

الرياح الحرة شمالية الى شمالية غربيه خفيفة الى معتدله بمتوسط سرعه ٥,٥ م/ث ، الحرارة ٣٤°م ، الرطوبة النسبية ٤٦٪ .

(جدول ١٨) متوسط سرعه الهواء بالفراغات الداخلية للوحدتين الشماليين بالطابق الثانى والثالث :

موضع القياس	السرعه بالطابق الثانى	السرعه بالطابق الثالث
فراغ المعيشه (ش ق،غ)	٠,٦٨ م/ث تعادل ١٢٪ من الحره	١,١م/ث تعادل ٢٠٪ من الحره (ضم مسطح البلكون للفراغ)
الغرفة المجاورة للمعيشه الشماليه الغربيه	١م/ث تعادل ٢٠٪ من الحره	١,٨٦ م/ث = ٣٤٪ من الحره ،إضافه شباك شمالى بمسطح ١,٢٠ × ١م.
الغرفة الشماليه الغربيه الوسطى	ـــــــ	٢,٧ م/ث = ٥٠٪ من الحره ،إضافه شباك شمالى وآخر غربى بمسطح ١,٢٠ × ١م.
الغرفة الجنوبية غربية	ـــــــ	٠,٧٣ م/ث = ١٣٪ من الحره
فراغ المطبخ (ج ق)	٠,٣٣ م/ث = ٦٪ من الحره	٠,٦ م/ث = ١١٪ من الحره،يتخلل النافذة الشرقية المضافة تيار بسرعة ٣م/ث لحظات قليلة .

يتضح من القياس :

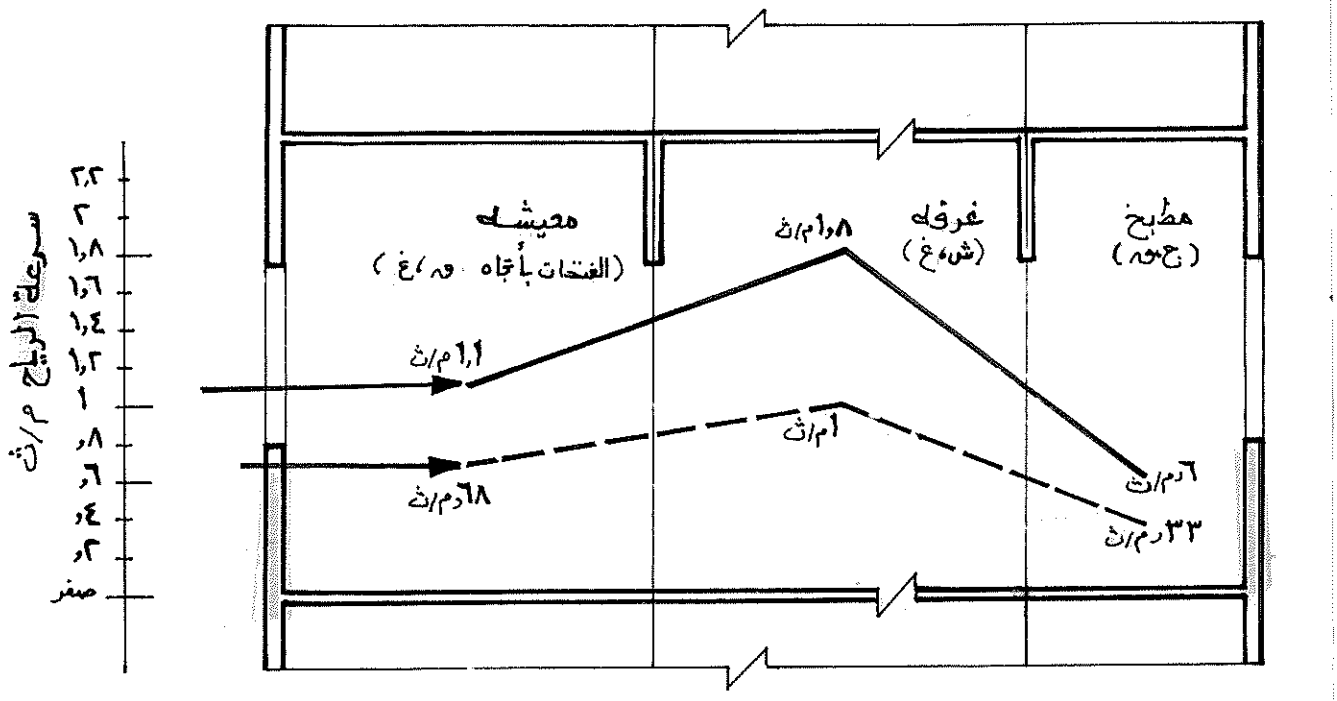
١- تزيد الفتحات الشمالية بغرف النوم بالوحدة السكنية بالدور الثالث من انتشار الهواء وتحتفظ بسرعته عند معدل اعلى منه بوحدة الدور الثانى، فبالدور الثالث بلغ متوسط معدل سرعة الهواء بفراغات المعيشة والنوم ٢٧٪ بينما بالدور الثانى بلغ ١٦٪ من سرعه الرياح الحره .

٢- فى حالة القياس بشقة الدور الثالث :

أ- تزيد معدلات التهوية بالفراغات المواجهه للرياح عن الفراغات المدابرة، فالفتحات المواجهة للرياح تنفذ ٥٥: ٩٠٪ من سرعه الرياح الحرة (الرياح الحره ٥,٥ م/ث ، والرياح النافذة من الفتحات الشمالية والغربية ٣: ٥ م/ث) بينما فى الفتحات المدابرة تنفذ الرياح بسرعة ٧: ٢٧٪ من الرياح الحرة (الرياح النافذة من الفتحات الشرقية ٠,٦: ١,٥ م/ث ، والجنوبية ٠,٤ : ٠,٨ م/ث) بلغ متوسط السرعة بغرفه النوم الغربية الوسطى ٢,٧ م/ث تعادل ٥٠٪ من سرعة الرياح الحره، بينما فى فراغ المطبخ الجنوبى شرقى متوسط السرعة ١١٪ من سرعة الرياح الحره .

ب- الفتحات المتجاورة (بالغرفة الشمالية الغربية) يتسرب منها التيار النافذ للفراغ إلى الخارج، ويلزم ترك مسافه كافيه (منطقة ضغط سالب) بين الفتحات لعدم تسريب أو تشتيت تيار الهواء وإمكانية إنتشار التيار بالفراغ قبل خروجه من خلال الفتحات المتجاورة .

ج- يضعُف تخلل التيار من الفتحات الطرفية بركن المبني بالغرف الجنوبية غربية إلى الفراغ، فقد بلغ متوسط سرعة الهواء بالغرفة ٠,٧٣ م/ث وتعادل ١٣٪ من سرعه الرياح الحره وهو أقل معدل تهوية بفراغات الشقة، والنافذة الشمالية هى مصدر التهوية الأساسى بالغرفة.



(شكل ٢٢١) منحنى متوسط سرعة تدفق الهواء بفراغات الوحدتين السكنيتين الشماليتين

بالطابق الثانى --------

بالطابق الثالث _____

٣-٤ قياس تأثير النوافذ المواجهه للرياح والفتحات المتقابلة لتحريك الهواء بالفراغات الداخلية لوحدات سكنية بالقاهرة ومدينة العاشر من رمضان :

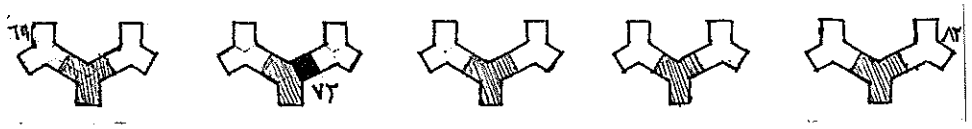
٣-٤-٢ نوافذ الوحدتين السكنيتين البحرية والقبلية بأبراج عثمان لشركة مدينة نصر للإسكان والتعمير (عام ١٩٦٩)

الموقع العام : نسيج شبه متداخل لعمارات متلاصقة لكل ثلاثة عمائر على محور طولى (بطول حوالى ٧٥م) يمتد فى أتجاه شرق – غرب وتتفرع عند الأطراف لتحتوى فناء أمامى شمالى وآخر خلفى جنوبى (شكل٢٢٤) .

التوجيه: ٣٣٪ من الوحدات السكنية تواجهه الشمال والباقى يواجه الجنوب الشرقى والجنوب الغربى .

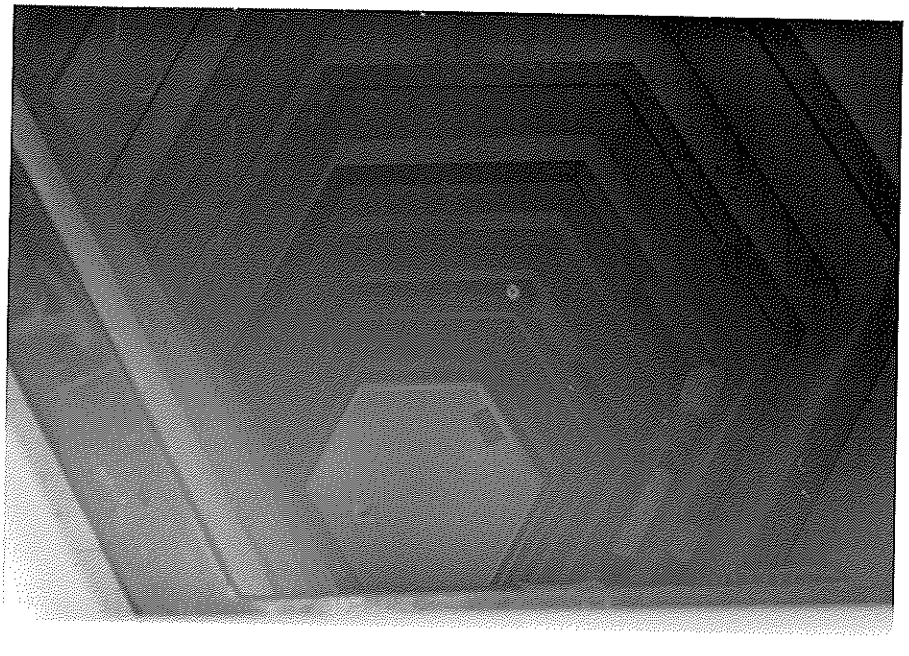
الكتلة : على شكل الحرف اللاتينى Y يتوسطها فناء سداسى يحيطه ممر تفتح عليه عدد ٦ وحدات سكنية والفناء بكامل ارتفاع المبنى (١٠أدوار) ومغطى بدور السطح ، ورفع الكتلة على أعمدة بالدور الارضى وموضع السلم البحرى يسمح بلقف الرياح لتنفذ عبر المشبكات الجصية المغطاة لشباك السلم ونوافذ الوحدات السكنية البحرية ، وكذلك تتخلل الرياح فتحات الفناء المركزى المسقوف بالدور الأخير (السطح) ولكنها لاتتخلله عبر بقية الأدوار .

السقف : خرسانى مظلل بسور السطح وبعض البرجولات

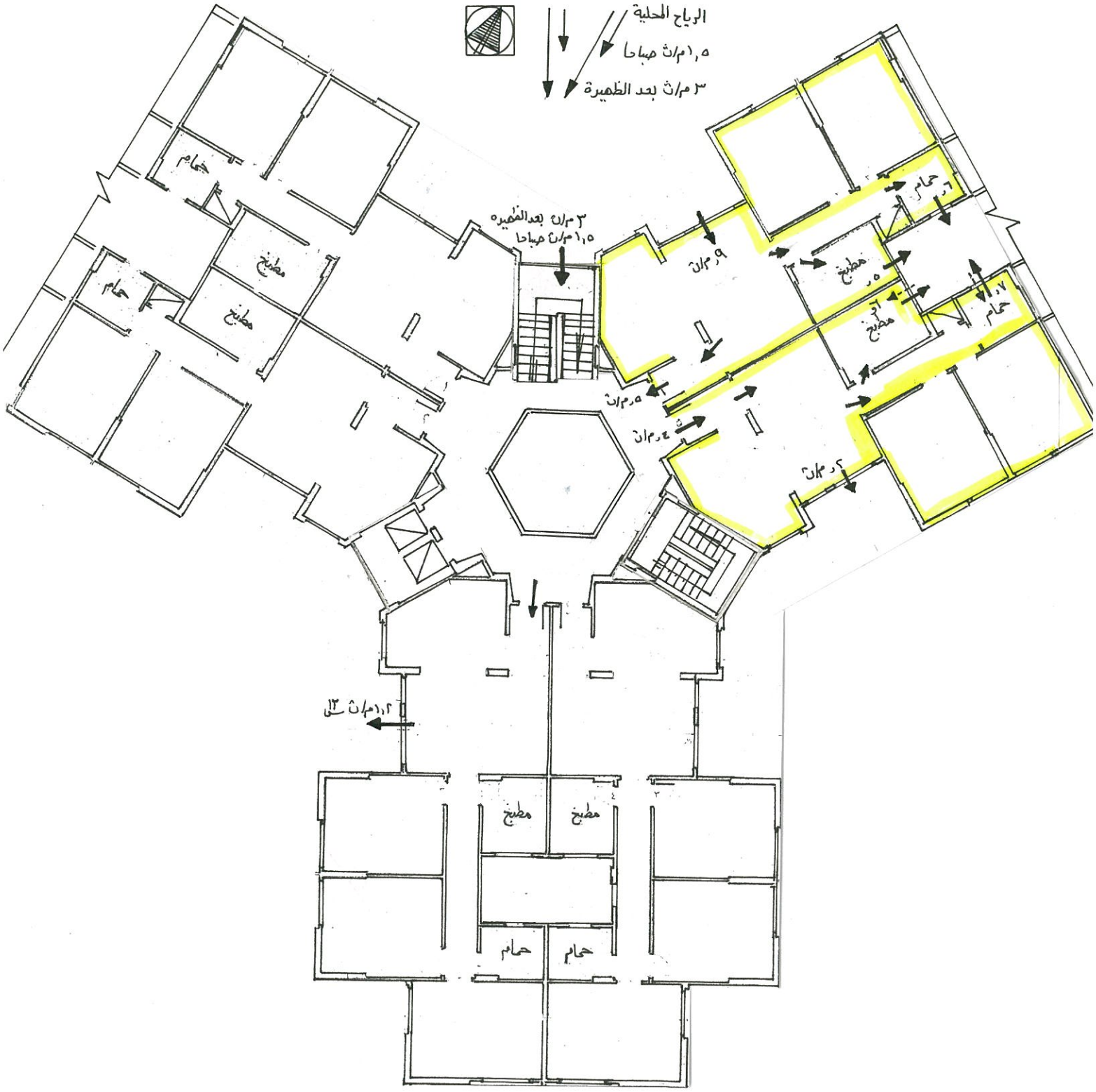


(شكل ٢٢٢) الموقع العام لأبراج عثمان بشارع مصطفى النحاس بمدينة نصر – بالمنطقه السابعة .

(شكل ٢٢٣) الموقع العام لمجموعة العمائر المتلاصقه (رقم ٧٢ ، ٧٣ ، ٧٤) لأبراج عثمان بمدينة نصر



(شكل ٢٢٤) الفناء المركزى المغطى والشبهة مغلق ممايعوق الاستفادة من الإشعاع الليلى البارد إلى أدوار المبنى



(شكل ٢٢٥) نسق تدفق الهواء وسرعته بالوحدتين البحرية — والجنوبية شرقية بالدور الرابع لعمارة رقم ٧٣ بأبراج عثمان بمدينة نصر (طول السهم يمثل مقدار سرعة الهواء)

تم القياس فى ١٩٩٧/٨/٣١م – ١٤١٨/٤/٢٧ هـ للوحدتين السكنيتين البحرية والقبلية بعمارة رقم ٧٣ بأبراج عثمان :
الرياح المعلنه شمالية إلى شمالية غربية خفيفة إلى معتدلة .

(جدول ١٩) متوسط سرعة الرياح بفراغ الفناء المسقوف بالأدوار المختاره، وبالدور الأرضى، وأسفل السباط :

موضع القياس	السرعه م/ث صباحا (الساعه ١٠)	السرعه م/ث بعد الظهيرة (الساعة ١٦)
الرياح الحره (فوق السطح)	١,٥ م/ث والحرارة ٢٦,٥ °م	الرياح الحرة ٣ م/ث والحرارة ٢٦,٢°م
عند الفناء بالدور ١١	١ م/ث والحرارة ٢٦ °م	٠,٧ م/ث ودرجة الحرارة ٢٦,٣°م
عند الفناء بالدور ١٠	٠,٢ م/ث والحرارة ٢٦,٢ °م	
عند الفناء بالدور ٩	٠,٢ م/ث والحرارة ٢٦,٢ °م	٠,٤ م/ث ودرجة الحرارة ٢٦,٣°م
عند الفناء بالدور ٧	٠,١٥ م/ث والحرارة ٢٥,٦ °م	
عند الفناء بالدور ٤	٠,١ م/ث والحرارة ٢٥,٥ °م	٠,٢ م/ث ودرجة الحرارة ٢٥,٩°م
عند شباك السلم بالدور الرابع	١,٥ م/ث	٢,٥ م/ث
بالدور الأرضى	٠,٢ م/ث ودرجة الحرارة ٢٥,٧ °م	٠,٣ م/ث درجة الحرارة ٢٥,٧°م

- عند فتح بابى مدخل العمارة المتقابلين سجلت السرعة ١ م/ث ودرجة الحرارة ٢٥°م .
- بالخارج أسفل السباط (موقف للسيارات) ٢,٥: ٤ م/ث ودرجة الحرارة ٢٥,٩°م.
- الساعة ١٣,٣٠ سرعه الرياح أسفل السباط ١م/ث والسرعه بالحديقه الأمامية البحرية ٠,٥ ، والخلفية القبلية ٠,٨ م/ث .
- الساعه ١٣,٤٠ سرعه الرياح أسفل السباط ٠,٧م/ث والسرعه بالحديقه الأمامية البحرية ٠,٢ ، والخلفية القبلية ٠,٤ م/ث .

(جدول ٢٠) متوسط سرعه الرياح بفراغات الوحدتين الشمالية غربية والجنوبية شرقية بالدور الرابع ببرج رقم (٧٣) :

سرعة الرياح ظهرا (الساعه ١٢) (م/ث)				سرعه الرياح بعد الظهيرة (الساعه ١٦) (م/ث)			
بالشقة الشمالية		بالشقة الجنوبية شرقية		بالشقة الشمالية		بالشقة الجنوبية شرقية	
موضع القياس	باب الشقة مفتوح	الباب مغلق	الباب مفتوح	الباب مفتوح	الباب مغلق	الباب مفتوح	الباب مغلق
مدخل الشقة	٠,٥م/ث والحرارة ٢٤,٥°م	صفر	٠,٤م/ث الحرارة ٢٦,٥°م	٠,٨م/ث ٢٥,٥°م	صفر/ الحرارة ٢٥°م	٠,٩م/ث الحرارة ٢٦,٨°م	صفر/ الحرارة ٢٨°م
شباك المعيشة	٠,٩/ الحرارة ٢٤,٥°م	٠,٤/ ٢٥°م	٢٧,٥/٠,٢°م الهواءخارج	٢٥,٥/١°م	٠,٤/ ٢٥,٧°م	٢٧°م/ ٠,٥	٢٨,١°م/صفر
شباك المطبخ	٢٥/٠,٥°م الهواءخارج الى المنور	٢٥,٦/٠,٦°م الهواءخارج الى المنور	٢٦,٨/٠,٦°م الهواء داخل وخارج	٢٨°م/ ٠,٤ الهواء داخل من المنور	—	٢٧,١/٠,٤°م	٢٧,٦/٠,١°م الهواء داخل من المنور
عند شباك الحمام	٢٥,٥/٠,٦°م الهواءخارج الى المنور	٢٥,٤/١,٦°م الهواءخارج الى المنور	٢٦/٠,٧°م الهواء داخل وخارج	١/ ٢٦,٨°م الهواء داخل من المنور	—	٢٦,٥/٠,٤°م الهواء داخل من المنور	٢٧,٢/٠,١°م الهواء داخل من المنور

عند مدخل شقة الدور العاشر البحرية (الباب مفتوح) السرعه ٠,٨ م/ث والحرارة ٢٤,٩°م ، وعند شباك المعيشة ٠,٨ م/ث والحرارة ٢٥°م، عند شباك المطبخ ١,٧ م/ث والحرارة ٢٥,٥°م، وعند غلق الباب تكون السرعه عند المدخل صفر وعند شباك المعيشة ٠,٤ والحرارة ٢٥,٥°م ، وعند شباك المطبخ ٢,٨ م/ث والحرارة ٢٦°م .

ملحوظة: المنور هو المصدر الوحيد لتهوية الشقه القبلية فى الحالة العادية (غلق باب الشقة).

يلاحظ من القياس :

١ – بالفراغ المركزى (فناء مسقوف) :

– لاتخترق الرياح الفناء شبه المغلق ، والذى يغطى بسقف خرسانى بدورالسطح ، وتخترقه الرياح عبر ثلاث فتحات حائطية بدور السطح ولكنها لاتتخلله إلى أسفل ، وتتواجد تيارات صاعدة من الفناء إلى أعلى بفعل تيارات الحمل بسرعة ٠,١ : ٠,٢ م/ث (تعادل ٧ ٪ من سرعة الرياح الحره) ومصدر تهوية الممر المحيط بالفناء هو شباك السلم البحرى المتصل بالممر بأدوار المبنى .

– تنفذ الرياح من خلال شباك السلم البحرى فالممر المحيط بالفناء ، وترداد سرعتها عند فتح أبواب الشقق القبليه لتخترقها بفعل التباين الحرارى .

– السقف الخرسانى للفناء بدور السطح يعوق الاستفاده من الإشعاع الليلى البارد.

٢ – المنور الخدمى :

– المنورذو مسطح كاف يعمل كفناء سماوى حيث يتخلله الإشعاع الليلى البارد ، ويسمح بسحب الهواء من مصدر هبوبه بالفراغات البحرية مخترقة المنور إلى الفراغات القبلية بفعل تباين درجات الحرارة .

– فى الحالة العادية عند غلق باب الشقة البحرية يزيد سحب المنور للهواء لإرتفاع حرارة الفراغات المفتوحة علية ، كذلك فى الشقة القبلية يتخلل هواء المنور إلى داخل المطبخ والحمام بسرعة أكبر ، ثم إلى الفراغ المعيشى المرتفع الحرارة لسكون تيار الهواء به .

٣ – الشقة البحرية :

عند فتح باب الشقة البحرية يتسرب منها الهواء إلى الخارج بالممر وتكون سرعته وحرارته أعلى بالأدوار العلوية:

– متوسط معدل سرعة الهواء بالشقة البحرية بالدور العاشر (بالمدخل والمعيشة والمطبخ) ١,١ م/ث والحرارة بالمعيشة ٢٤,٩ °م وحرارة هواء المطبخ ٢٥,٥ °م ، ونفس الشقة بالدور الرابع يبلغ متوسط السرعة بها ٠,٦٥ م/ث والحرارة بالمعيشة ٢٤,٥ °م وحرارة هواء المطبخ ٢٥ °م .

– عند غلق باب الشقة البحرية تنخفض سرعة الهواء داخل الفراغ المعيشى البحرى إلى ٥٠ ٪ (جهة هبوب الرياح) ، عند شباك معيشة الشقة بالدور الرابع تخترقه الرياح بمتوسط سرعة ٠,٩ م/ث فى حالة فتح باب الشقة ، وعند غلق الباب تكون السرعة ٠,٤ م/ث (الشباك بعرض الحائط والجلسة بأرتفاع ٠,٤م)

– الشقة البحرية بالدور العاشر : متوسط السرعة عند شباك المعيشة ٠,٨ م/ث فى حالة فتح باب الشقة ، وتنخفض إلى ٠,٤ م/ث فى حالة غلق الباب (الشباك بعرض للحائط والجلسة بأرتفاع ١ م) .

– بينما تزداد سرعة الهواء ودرجة حرارته بفراغات المطبخ والحمام داخل نفس الشقة (منطقة سحب الهواء بالمنور المشمس) ، فعند فتح باب المدخل ينفذ جزء من الرياح إلى خارج الشقة، وتكون متوسط سرعة الرياح النافذة من شباك المعيشة إلى المنور عبر شباك المطبخ ٠,٥ م/ث ، وعبر شباك الحمام ٠,٦ م/ث .

وعند غلق الباب لايتغير اتجاه الرياح وتزداد سرعتها إلى الفراغات الساخنة وتنفذ من شباك المعيشة إلى المنور عبر شباك المطبخ بسرعة ٠,٦ م/ث ، ومن شباك الحمام بسرعة ١,٦ م/ث .

٤ – **باب الشقة الجنوبية الشرقية :**

يمثل باب المدخل المنفذ شبكية الوحيد لدخول الهواء إلى فراغات الشقة المطله على الجنوب شرق ، ومصدر التهوية شباك السلم البحرى المواجه للرياح . وأصبح فتح باب الشقة لاستقبال تلك الرياح أهم من العامل الأمنى وهو السلوك المتبع لقاطنى الواحدات القبلية طوال الفترة الحارة .

تبلغ متوسط سرعة الرياح بالشقة القبلية بالدور الرابع وقت الذروة الحرارية عند فتح باب الشقة ٠,٥م/ث وحرارته ٢٦,٧ °م ، وعند غلق الباب يكون متوسط السرعة بفراغ الشقة ٠,٢٥ : ٠,٢ م/ث ، وترتفع درجة حرارة هواء الشقة من ٠,٥ °م : ٣°م ويكون المنور (المطل علية المطبخ والحمام) المنفذ الوحيد لدخول الهواء بمتوسط سرعة ٠,١ ، ٠,٤ م/ث ويكونا أقل بـ ٤°م من درجة حرارة الفراغ المعيشى . وفى حالتى فتح باب الشقة أو غلقة تزيد درجة حرارة هواء الشقة القبلية من ٣°م : ٥°م عن حرارة هواء الشقة البحرية .

٥ – **السباط :**

تتزايد قوة ضغط الرياح وبالتالى سرعتها بالفراغات المفتوحة المسقوفه (السباط) والواقعة بين فراغين مفتوحين أمامى مظلل وخلفى مشمس ، وتتضاعف السرعة بالفراغ المشمس عنها بالفراغ المظلل ، فبلغت أسفل السباط ١ م/ث وبالحديقة البحرية ٠,٥ م/ث ، والحديقة القبلية ٠,٨ م/ث لإرتفاع درجة حرارتها .

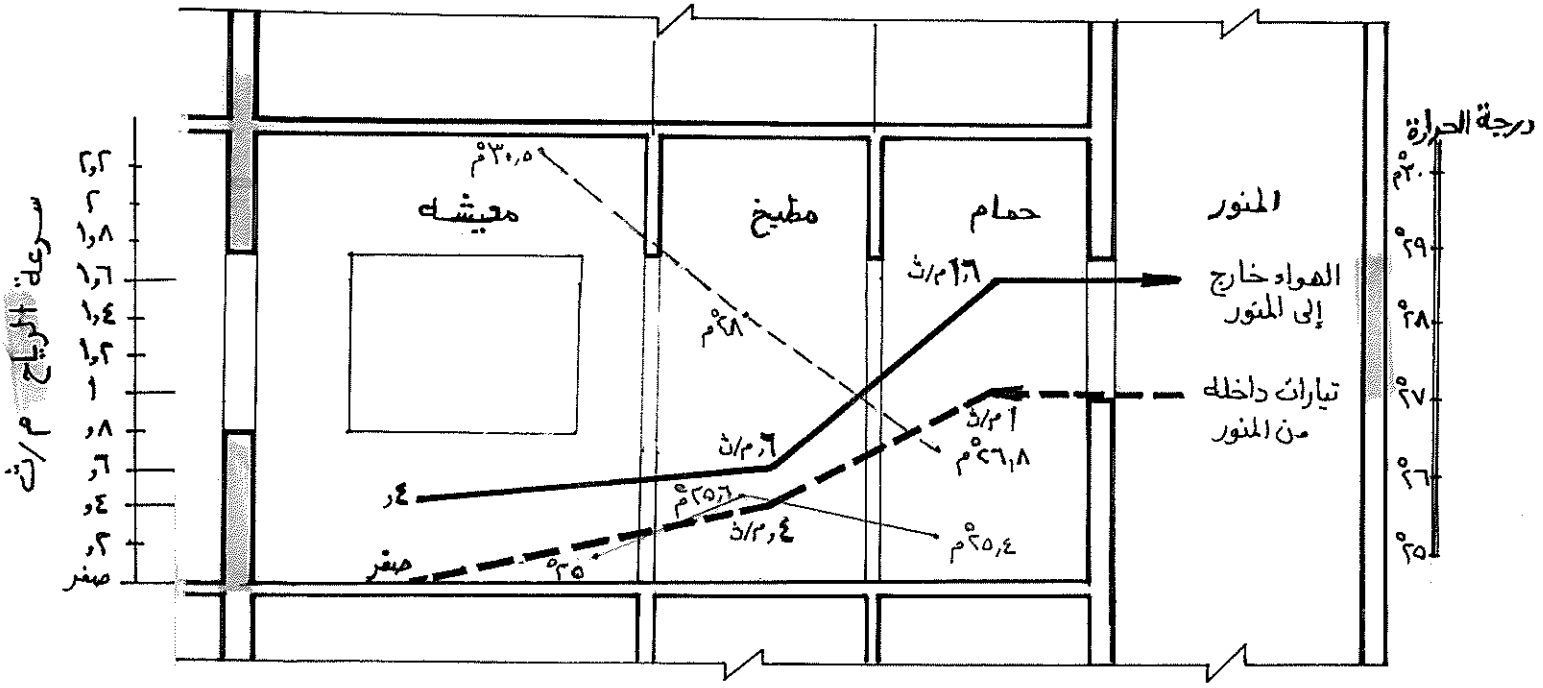
وبلغت سرعة الرياح أسفل السباط ٢٠٠ ٪ من سرعتها بالفراغ المظلل المواجه للرياح ، وبالفراغ المشمس المفتوح تعادل ١٦٠ ٪ من سرعتها بالفراغ المظلل .

٦ – تتزايد سرعة الهواء ودرجة حرارته بالأدوار العلوية عنها بالأدوار السفلية :

بلغت السرعة بالممر المحيط بالفناء بالدور التاسع ٠,٢ م/ث والحرارة ٢٦,٢ °م ، وبالدور السابع ٠,١٥ م/ث والحرارة ٢٥,٦ °م ، وبالدور الرابع ٠,١ م/ث والحرارة ٢٥,٥ °م .

- يتضح مماسبق ضرورة تقابل الفتحات لتحريك الهواء داخل الفراغات وبالتالى خفض درجة حرارة الهواء بها ، على أن يكون موضع إحدى الفتحات مواجه لمصدر هبوب الرياح .

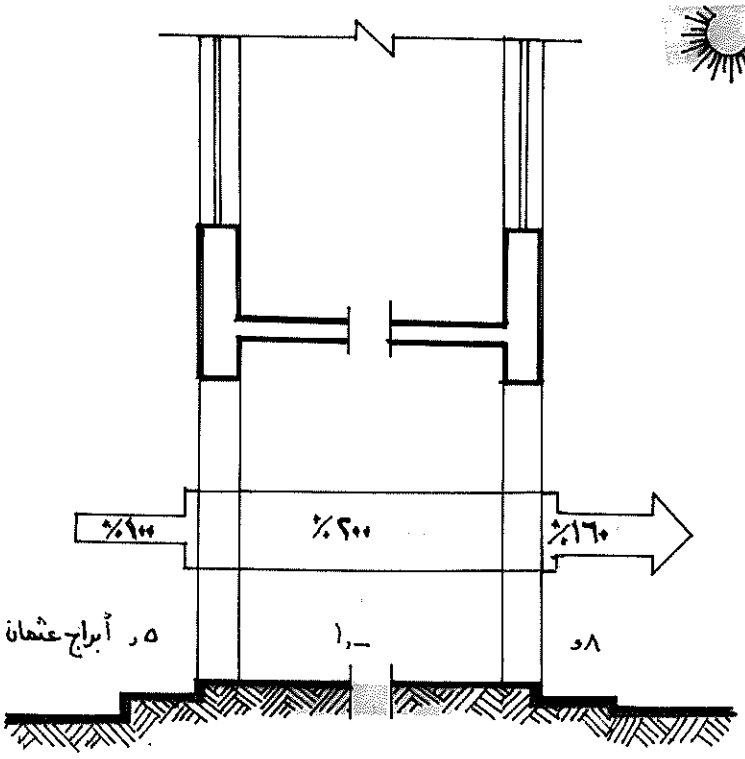
- الفناء السماوى والمنور وملقف الرياح وشراعات التهوية العلوية والسفلية تحرك الرياح بالفراغات الواقعة على جنوب الممر المزدوج حيث تتضح مشكلة تحريك الهواء وأرتفاع درجة حرارته وتكون أهم من مشكلة الأمن ، ممايضطر قاطنى هذه الوحدات إلى فتح أبواب وحداتهم طوال نهار ومساء يومهم الحار لرفع المعاناه الناتجه عن ارتفاع حرارة الفراغ لعدم وجود تيار الهواء المستمر به .



(شكل ٢٢٦) متوسط سرعة الهواء ودرجة حرارته بفراغات الوحدتين السكنيتين البحرية _____

(بابى المدخل مغلق بالوحدتين) والقبلية ---------

- المنور مصدر تهوية الوحدة القبلية (فى حالتى غلق أو فتح باب المدخل) ، وشباك المعيشه مصدر تهوية الوحدة البحرية .
- ترتفع درجة حرارة فراغات الوحده القبلية من ١,٤° إلى ٥,٥° م عن فراغات الوحدة البحرية وترتفع درجة حرارة وسرعة الهواء بفراغات الأدوار العلوية عنها بالأدوار السفلية .



(شكل ٢٢٧) تضاعف الفراغات المسقوفه

(السباط) والفاصله مابين فراغين أمامى

مظلل وخلفى مشمس من سرعة الرياح المارة بها بفعل قوتى ضغط الرياح وتباين درجات الحرارة .

الفصل الرابـــع

محاكاة رياضية باستخدام برنامج الحاسب الآلى (برنامج Flovent) لحساب معدلات و نسق تدفق الهواء بالفراغات الداخلية .

الفصل الرابـــع

محاكاة رياضية باستخدام برنامج الحاسب الآلى (برنامج Flovent)
لحساب معدلات و نسق تدفق الهواء بالفراغات الداخلية .
" تطبيق على ملقف مبنى مركز الأبحاث بجامعة مصر للعلوم و التكنولوجيا بمدينة السادس من أكتوبر "

٤-١ التعريف بالبرنامج

٤-٢ مدخلات و مخرجات البرنامج

٤-٣ مدخلات حالة الدراسة

٤-٤ حالات التجربة :

٤-٤-١ حالة المحاكاة للطبيعة

٤-٤-٢ الحالة الأولى

٤-٤-٣ الحالة الثانية

٤-٤-٤ الحالة الثالثة

٤-٤-٥ الحالة الرابعة

٤-٤-٦ الحالة الخامسة

٤-٤-٧ الحالة السادسة

٤-٤-٨ الحالة السابعة

٤-٤-٩ الحالة الثامنة

٤-٥ تقييم السرعات الناتجة بحالات التجربة

النتائج والتوصيات

تم استخدام برنامج الحاسب الآلى فى التطبيق على الملقف الجنوبى الغربى لمبنى مراكز الأبحاث بجامعة مصر بمدينة ٦ أكتوبر بهدف دراسة نسق تدفق الهواء داخل الملقف القمعى الشكل ، و مقارنة السرعات الناتجة فى كل حالة بعد تعديل شكل وحجم الملقف و حجم فتحة دخول الهواء، لاستخلاص المعايير التصميمية المؤثرة فى تشجيع تدفق الهواء عبر الملقف .

٤-١ التعريف بالبرنامج :

برنامج الحاسب الآلى (FLOVENT) لديناميكا الموائع (Computational Fluid Dynamic Program)، و هو إعداد مشترك بين مؤسسة Flomerics المحدودة و اتحاد معلومات و أبحاث خدمات المبانى BSRIA بإنجلترا عام ٨٩ - ١٩٩١ .

و قد كتب بلغة الفورتران FORTRAN 77C و يحتوى على نموذج حسابى ، وخواص الهواء ، ونظام شبكة للرسم grid (الشكل ١٦) ، و معادلات الحل و مصدر معلومات إضافية .

•يتنبأ البرنامج :-

- بتدفق الهواء (الاندفاق المنتظم و المضطرب) Laminar and turbulent flow
- درجات الحرارة الناتجة عن الحمل و التوصيل والإشعاع .
- يتنبأ بالوسيط الثانوى Secondary medium كالدخان ، و الرطوبة و حركة الرمال والأتربة .

•مدخلات البرنامج :-

- موصلات الحرارة ، و خواص مواد المبنى ، و الظروف المحيطة ، و الموقع العام للفراغ الداخلى ، و إنشاء الحوائط و الأرضية ، وأماكن الشبابيك و الأبواب ، و الفواصل و الأثاث

•متطلبات الحل (معادلات السرعة و الضغط و الحرارة و ملوثات الهواء) :-

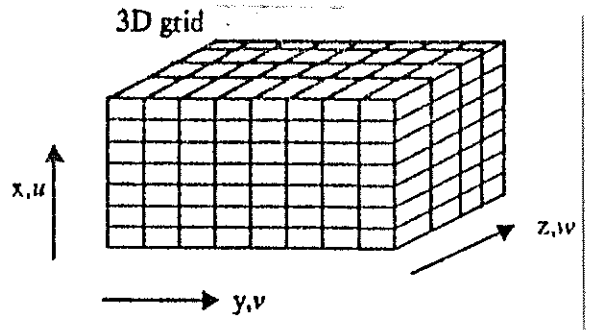
- معادلة سرعة الهواء أو المائع **(U,V,W)** فى الاتجاهات الثلاثة **(X,Y,Z)** لمحيط الحل Air momentum ،وهو الشبكة التابعة للبرنامج ،والممثلة فى متوازى مستطيلات (شكل ٢٢٨)

- معادلة ضغط الهواء الساكن **(P)** (Air mass continuity)
- درجة حرارة الهواء **(T)** (Thermal energy)
- تركيز الوسيط الثانوى **(C)** (Mass of secondary medium)

•و المعادلة العامة هى :

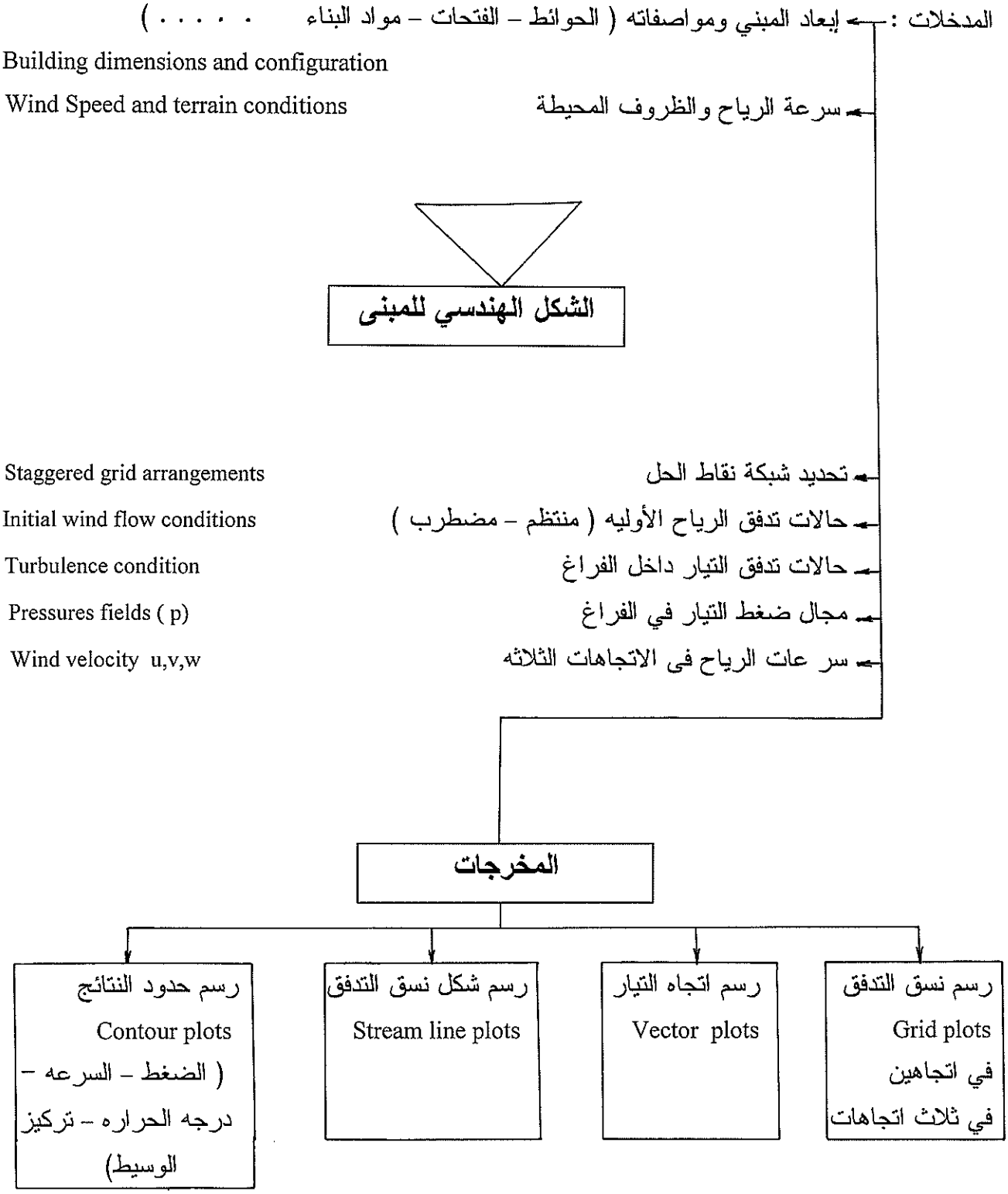
قوة الاختراق = الانتقالية + الحمل - الانتشار

Source = Transient + Convection - Diffusion



(شكل ٢٢٨) شبكة الخلايا.. أو شبكة محيط الحل للفراغ المراد معرفة سرعة و نسق تدفق الهواء خلاله فى الاتجاهات الثلاثة X,Y,Z

٤-٢ مدخلات ومخرجات البرنامج :



٤-٣-مدخلات البرنامج لحالة الدراسة :

المدخلات : مواصفات الفراغ المراد معرفة نسق و سرعة الهواء خلاله :

أ- البيانات الهندسية :

-أبعاد المحيط المطلوب دراسة تدفق الهواء خلاله (متوازى المستطيلات) Overall

-تحديد الحوائط الخارجية وفتحات مداخل الهواء بها External walls, supply openings

-إضافة الحوائط الداخلية و الفتحات و مخارج الهواء Internal walls, Extract openings

-شبكة تحديد نقاط سرعة التيار بالفراغ فى الإتجاهات الثلاثة (X,Y,Z)

X grid =5 cells bet 0 : 5 m +15 Cells bet. 5:10m
Y grid =23 cells bet 0 : 10m +12Cells bet.10:19m
Z grid = 10cells bet. 0 : 1 m

ب-محددات و مواصفات التيار و الفراغ :

-درجة حرارة الهواء المحيط بالفراغ Ambient temperature 32.2° C

- درجة حرارة هواء الفراغ الداخلى Boundary ambient temp. 30.7° C

- معامل فقد التيار بالفتحات (*) Loss coefficient 1.5 m/s

- خشونة أرضية الفراغ بارتفاع ١مم Floor roughness 0.001 m

- لزوجة الهواء Dynamic viscosity 1.84 $x10^{-5}$ kg/m/s

- قدرة تمدد الهواء Expansivity 3.33 x 10^{-3} K

- قدرة انتشار الهواء Diffusivity 1.84 x 10^{-5} m^2/s

-كثافة الهواء Density 1.19 kg /m^3

- ضغط الهواء Datum pressure 1.0133x 10^{-5} N/m^2

- اتجاه السطح الصادر منه التيار Inward direction

- حالة التيار داخل الفراغ- دائما مضطرب Turbulent flow

-حالة ضغط التيار بفتحات خروج الهواء (ساكن) Static pressure

-قيم سرعة دخول الهواء (عند فتحات الملقف) Total Mass Flow (supply w_1 2.4 ,w_2 2.6, w_3 2.8, w_4 3, w_5 3.2, w_6 3.4 , w_7 3.6 m/s)
فى اتجاه (X) مع تثبيت زمن التدفق

المخرجات :

شكل التدفق بفراغ الملقف	قيمة الضغط بالفراغ	قيمة سرعة التدفق فى الاتجاهات الثلاثة

(*) **معامل فقد التيار:** هو مقدار تيار الهواء المفقود من خلال الفراغات و الشقوق الموجودة ما بين فتحات الحوائط و إطار النوافذ و ضلفها، كذلك التيارات المرتدة الخارجة نتيجة وجود عائق تدفق التيار بالفراغ .

٤-٤ حالات التجربة

٤-٤-١ حالة المحاكاة للطبيعة :

و هى ارتفاع مقطع برج الملقف ١٠م فوق سطح المبنى و تخلله إلى الأدوار الثلاثة المتكررة بشكل قمعى و بعرض ١م و بمساحة مقطع ٤م^{٢} (٤×١) و يضيق مع كل دور ١م، وتغيير مقطع برج الملقف فوق سطح المبنى من الشكل الشبه منحرف إلى الشكل المتوازى المستطيلات ليتوافق مع شبكة محيط الحل ببرنامج الحاسب الآلى و التى تحسب عندها السرعات فى خلايا داخل متوازى مستطيلات ، يوضح (**شكل ٢٢٩**) إحداثيات محيط الحل لحالة الدراسة و إحداثيات الفتحات ونقاط القياس أمام فتحات المأخذ والمخرج بالأدوار

إحداثيات حالة الدراسة :

فى الاتجاهات X= ١٠ م

Y= ١٩ م

Z= ١ م

إحداثيات نقاط قياس سرعات الهواء أمام فتحات المأخذ على السطح :

X= ٦,١٢٥

ش١ Y= ١١,٤

ش٢ Y=١٢,٤

ش٣ Y=١٣,٤

ش٤ Y= ١٤,٤

ش٥ Y = ١٥,٤

ش٦ Y= ١٦,٤

ش٧ Y= ١٧,٤

إحداثيات نقاط قياس سرعة خروج الهواء إلى الأدوار :

X = ٩,١٢،٨,١٢،٧,١٢

① Y = ٧,٨

② " ٧,٦

③ " ٧,٤

④ " ٧,١٢

⑤ " ٤,٨

⑥ " ٤,٦

⑦ " ٤,٤

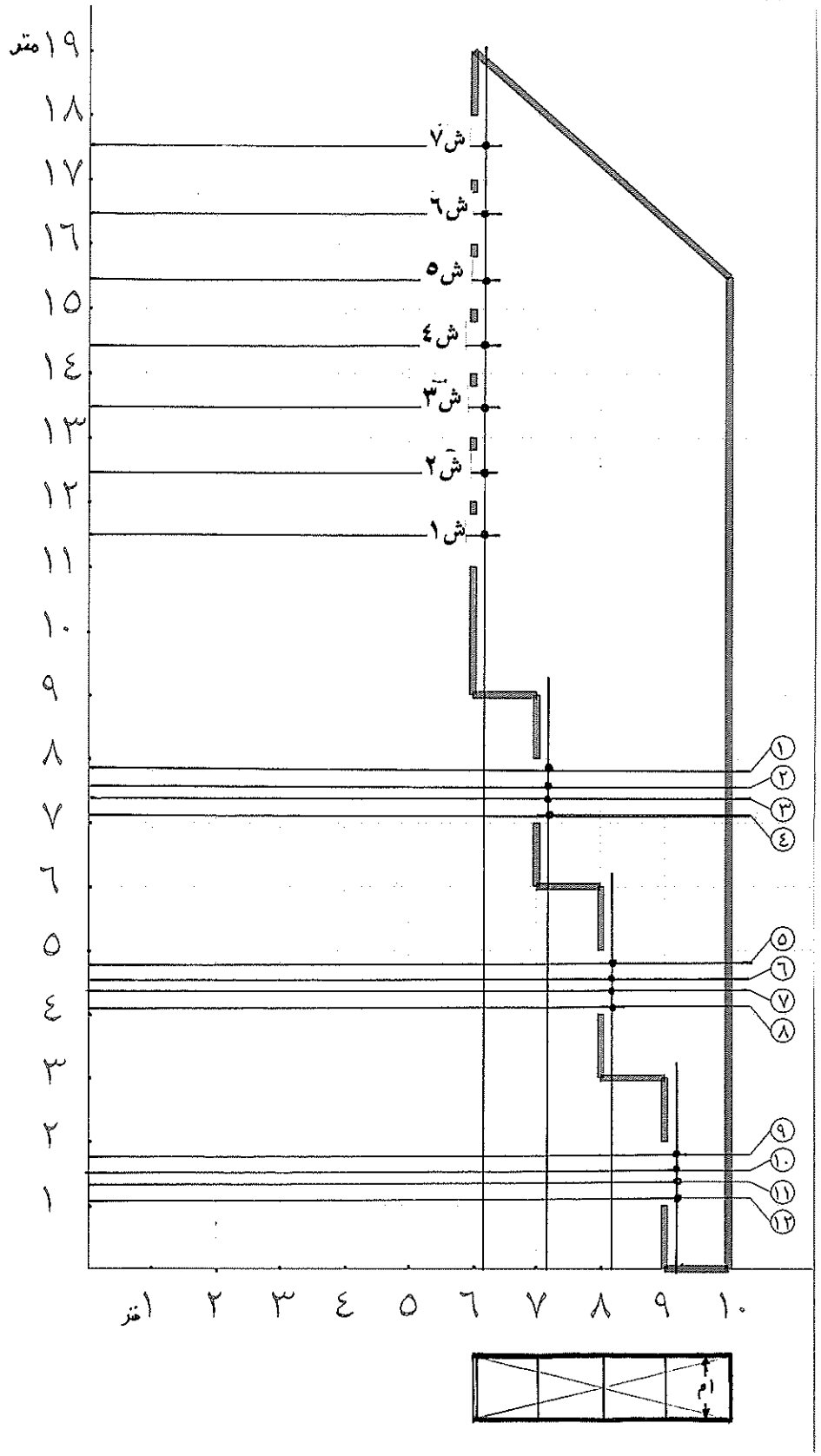
⑧ " ٤,١٢

⑨ " ١,٨

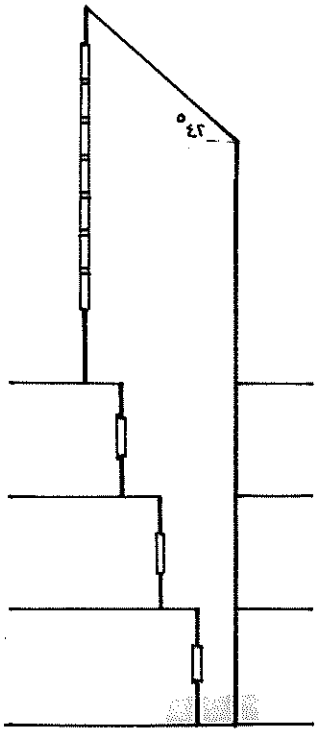
⑩ " ١,٦

⑪ " ١,٤

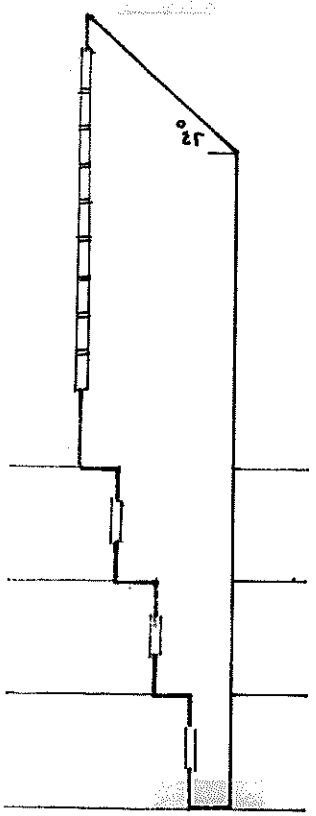
⑫ " ١,١٢



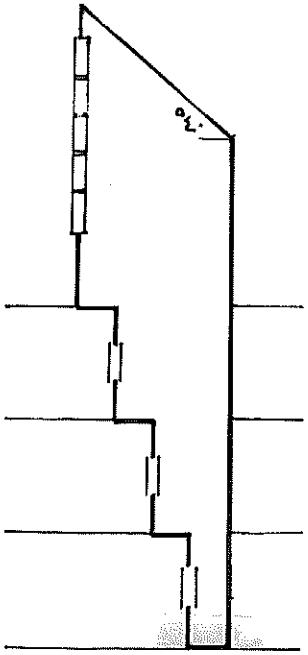
(شكل ٢٢٩) قطاع رأسى لحالة الدراسة و أبعاد الملقف فى اتجاهات X,Y,Z



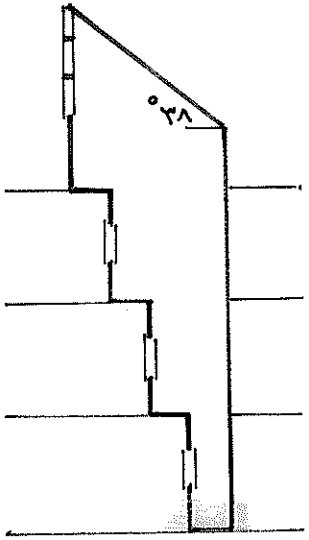
حالة المحاكاة
ارتفاع برج الملقف ١٠م



الحالة الأولى
ارتفاع برج الملقف
١٢م

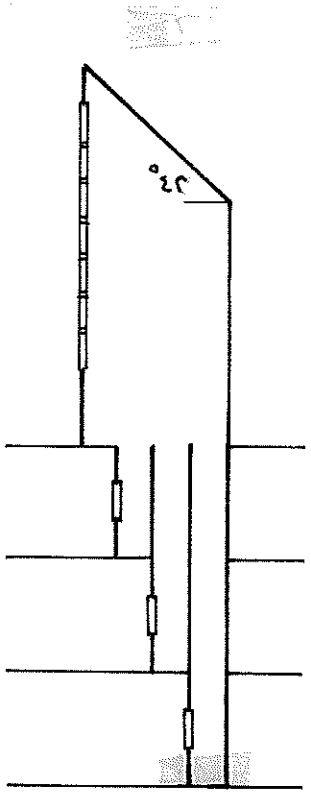


الحالة الثانية
ارتفاع برج الملقف
٨ م

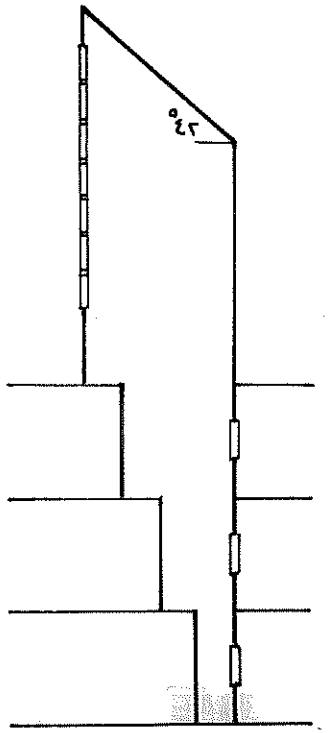


الحالة الثالثة
ارتفاع برج الملقف
٥ م

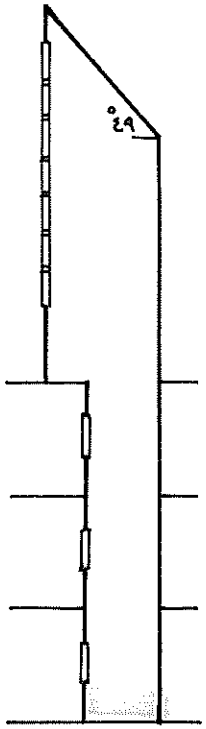
(شكل ٢٣٠) حالات التجربة



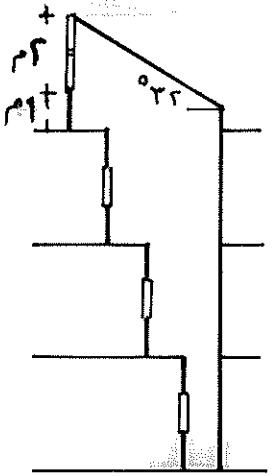
الحالة الرابعة
إضافة فواصل رأسية بمقطع نفق الملقف و ارتفاع البرج ١٠م



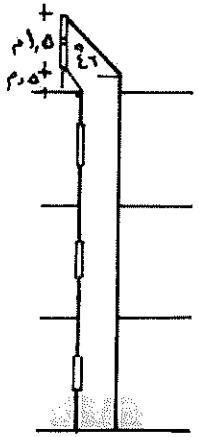
الحالة الخامسة
تقابل فتحات المأخذ و فتحات المخرج بالأدوار وارتفاع البرج ١٠ م



الحالة السادسة
ثبات مقطع نفق الملقف بمساحة ٢م٢ و ارتفاع البرج١٠م

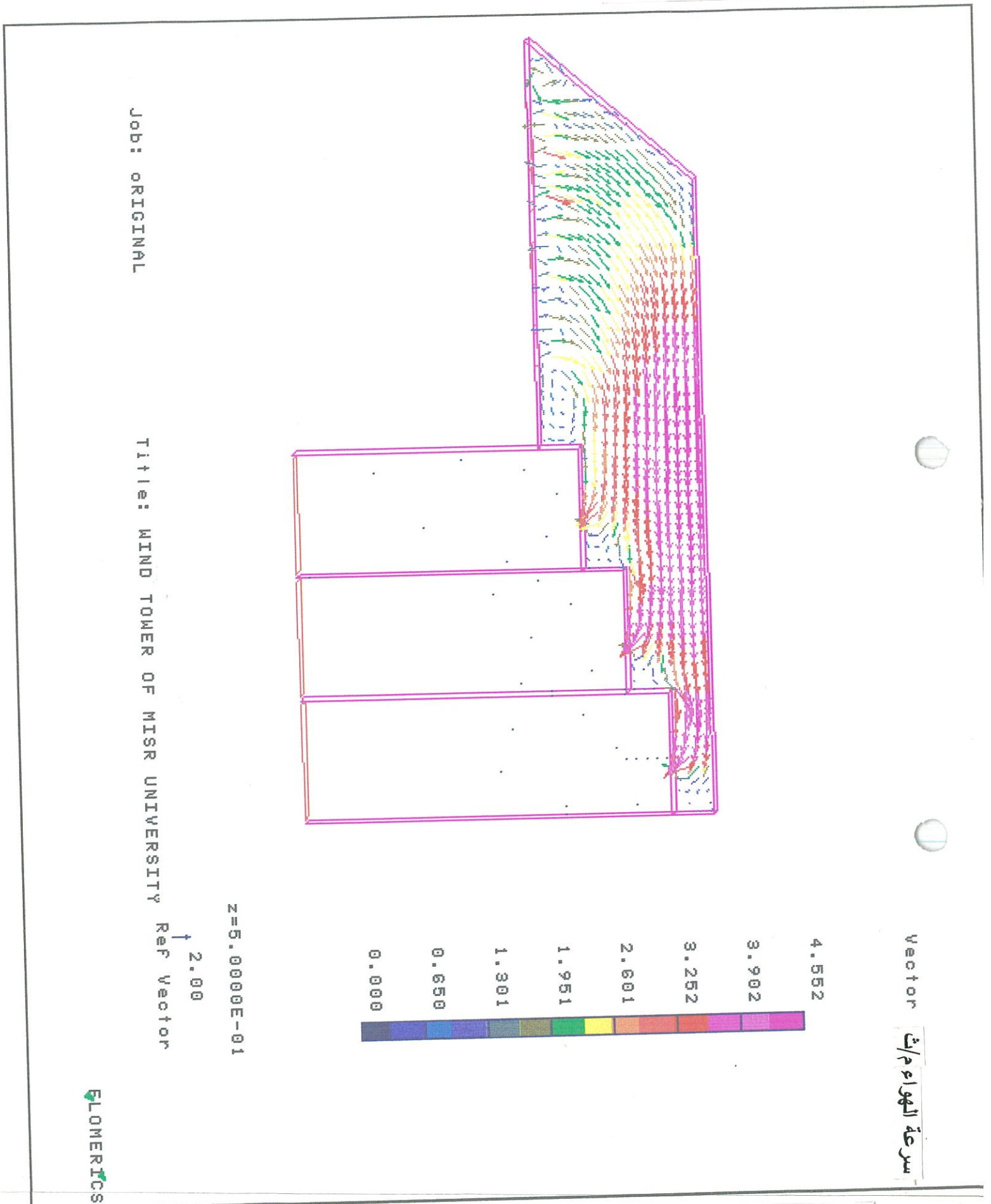


الحالة السابعة
ارتفاع برج الملقف ٣ م و فتحات المأخذ بمساحة ٢م٢ و الجلسة على ارتفاع١م

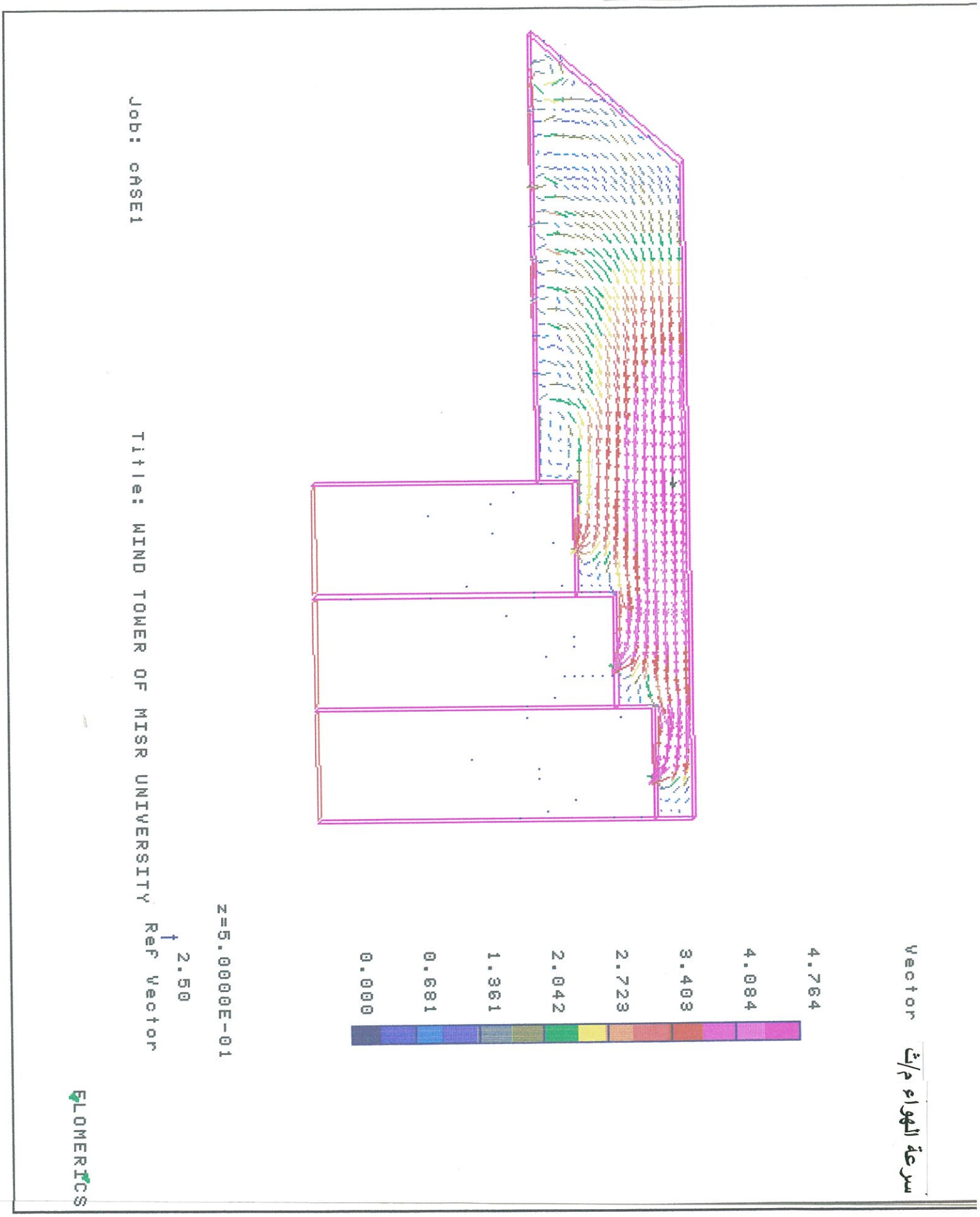


الحالة الثامنة
استمرار مقطع نفق الملقف بمساحة ١م٢ و ارتفاع البرج ٢م٢ و مساحة فتحات المأخذ ١,٥ م٢

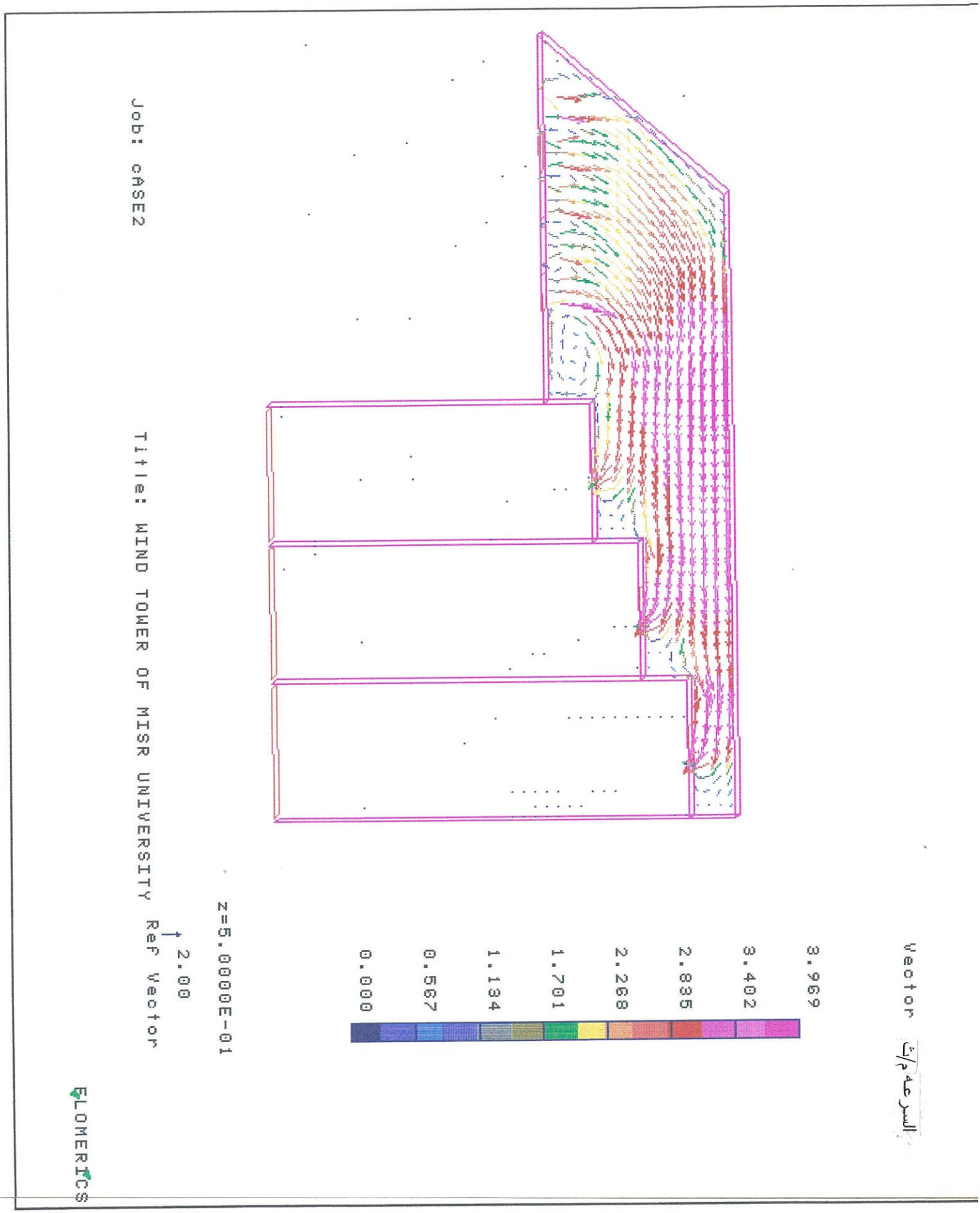
(تابع الشكل ٢٣٠) حالات التجربة .



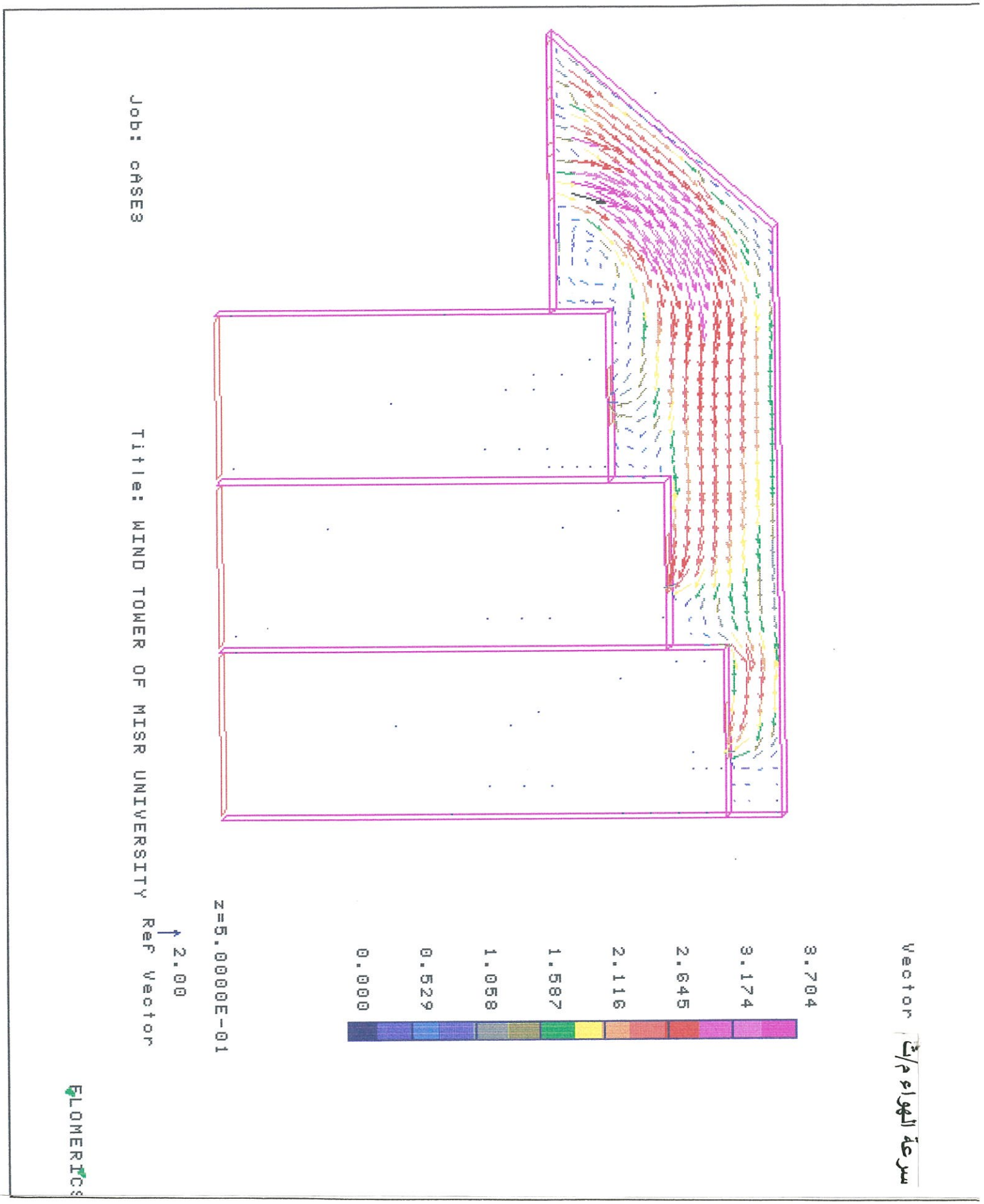
(شكل ٢٣١) نسق و سرعة تدفق الهواء بمقطع الملقف بحالة المحاكاة للطبيعة (Original)



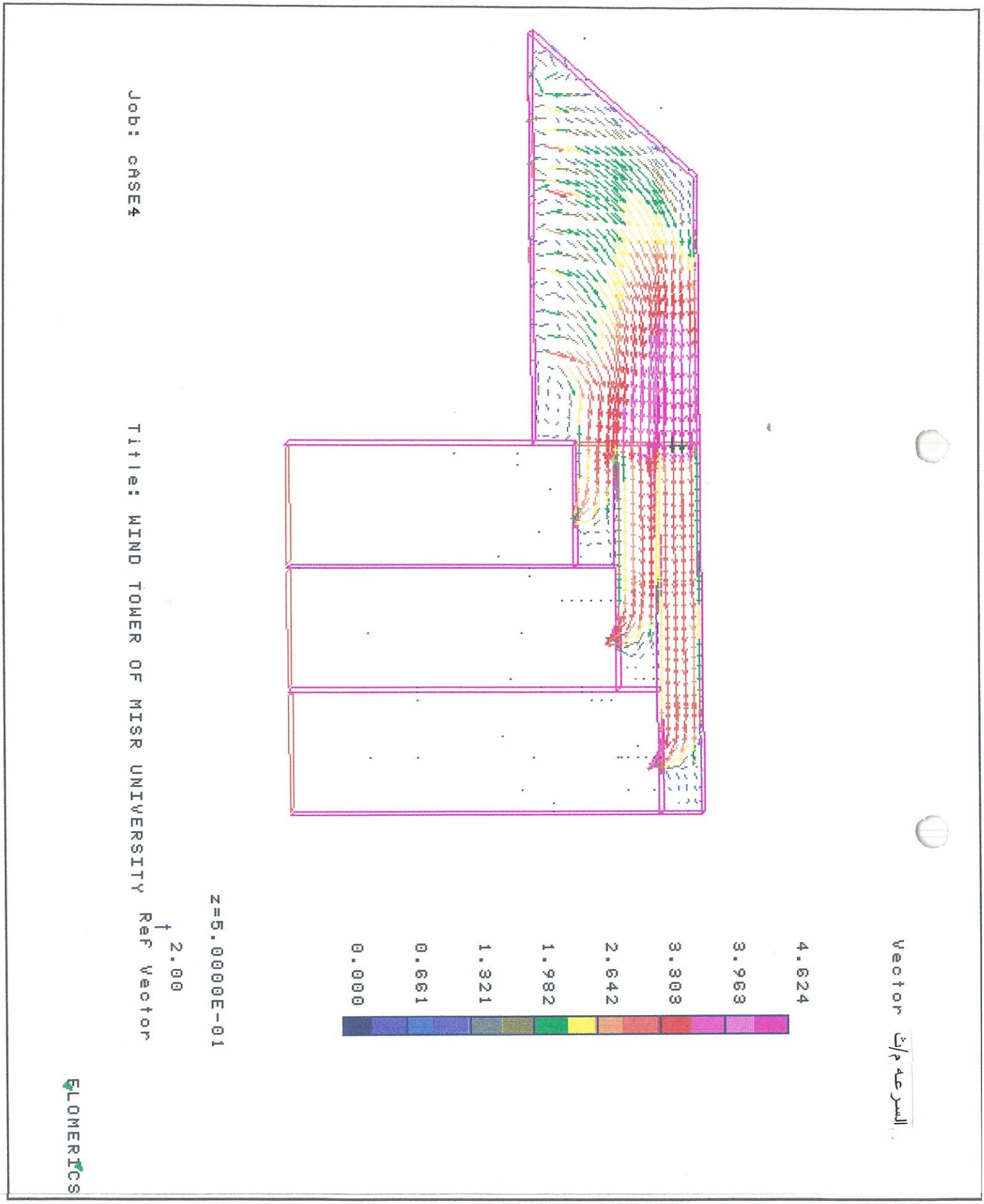
(شكل ٢٣٢) نسق و سرعة تدفق الهواء بمقطع الملقف بالحالة الأولى (CASE 1)



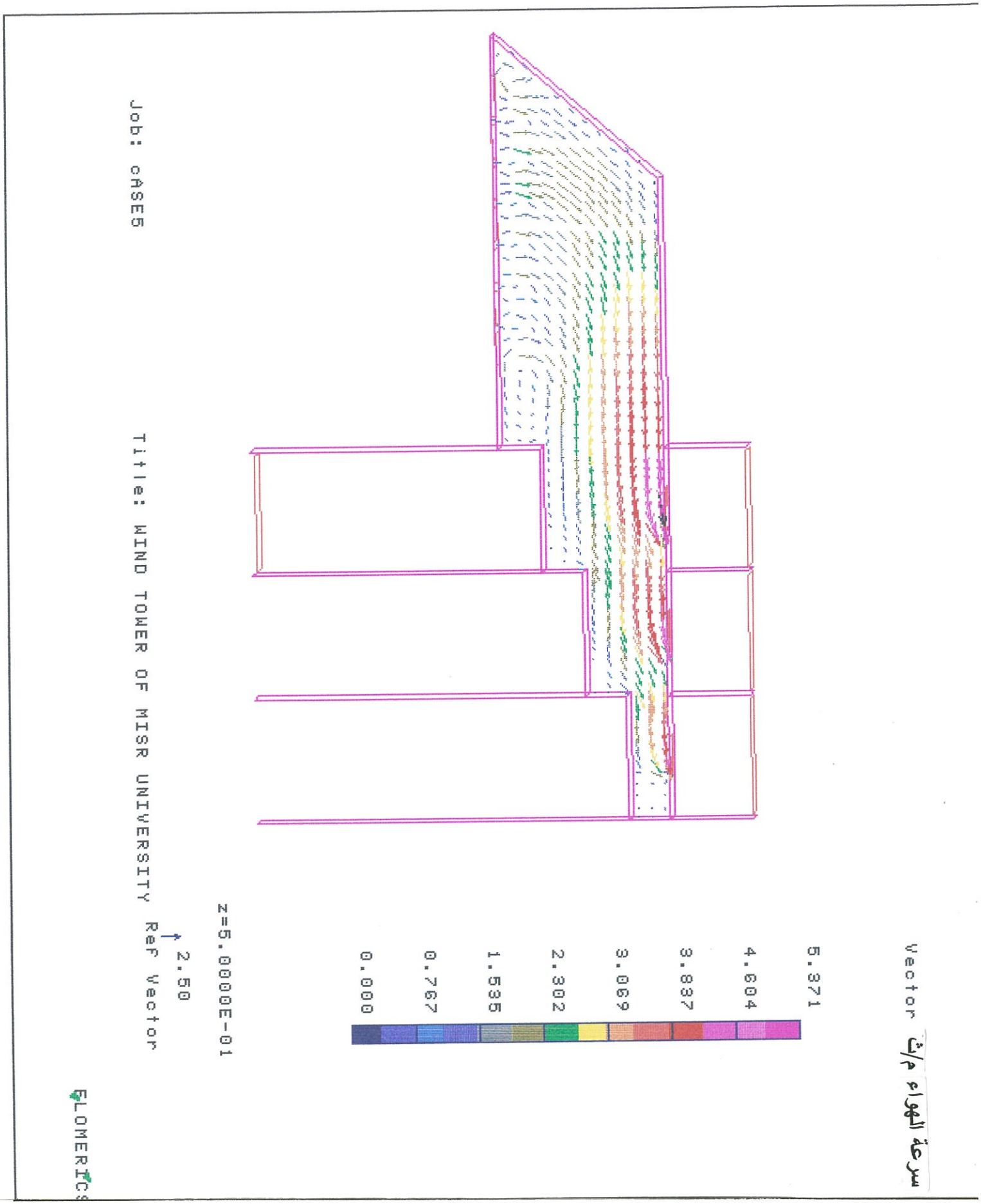
(شكل ٢٣٣) نسق و سرعة تدفق الهواء بمقطع الملقف بالحالة الثانية (CASE 2)



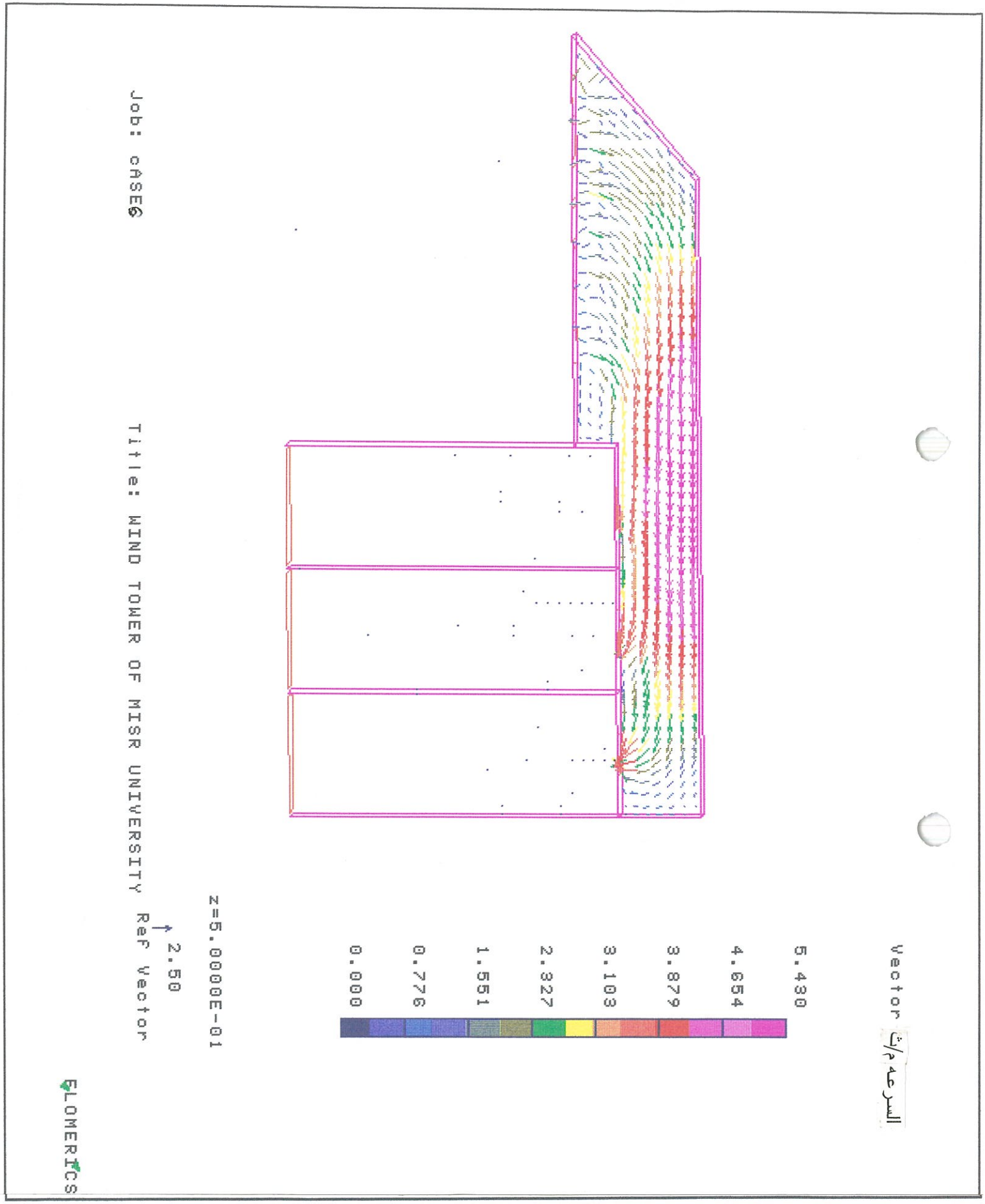
(شكل ٢٣٤) نسق و سرعة تدفق الهواء بمقطع الملقف بالحالة الثالثة (CASE 3)



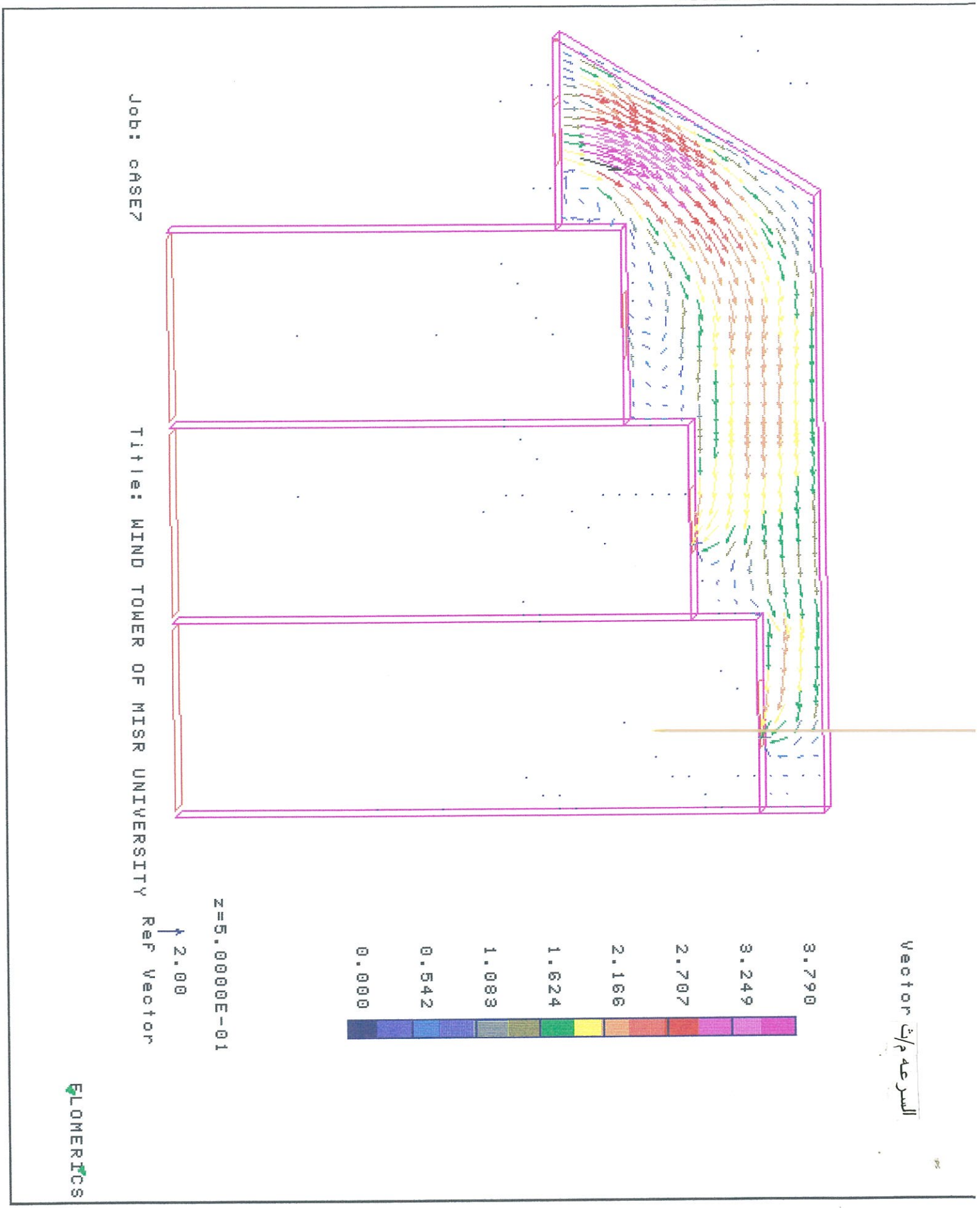
(شكل ٢٣٥) نسق و سرعة تدفق الهواء بمقطع الملقف بالحالة الرابعة (CASE 4)



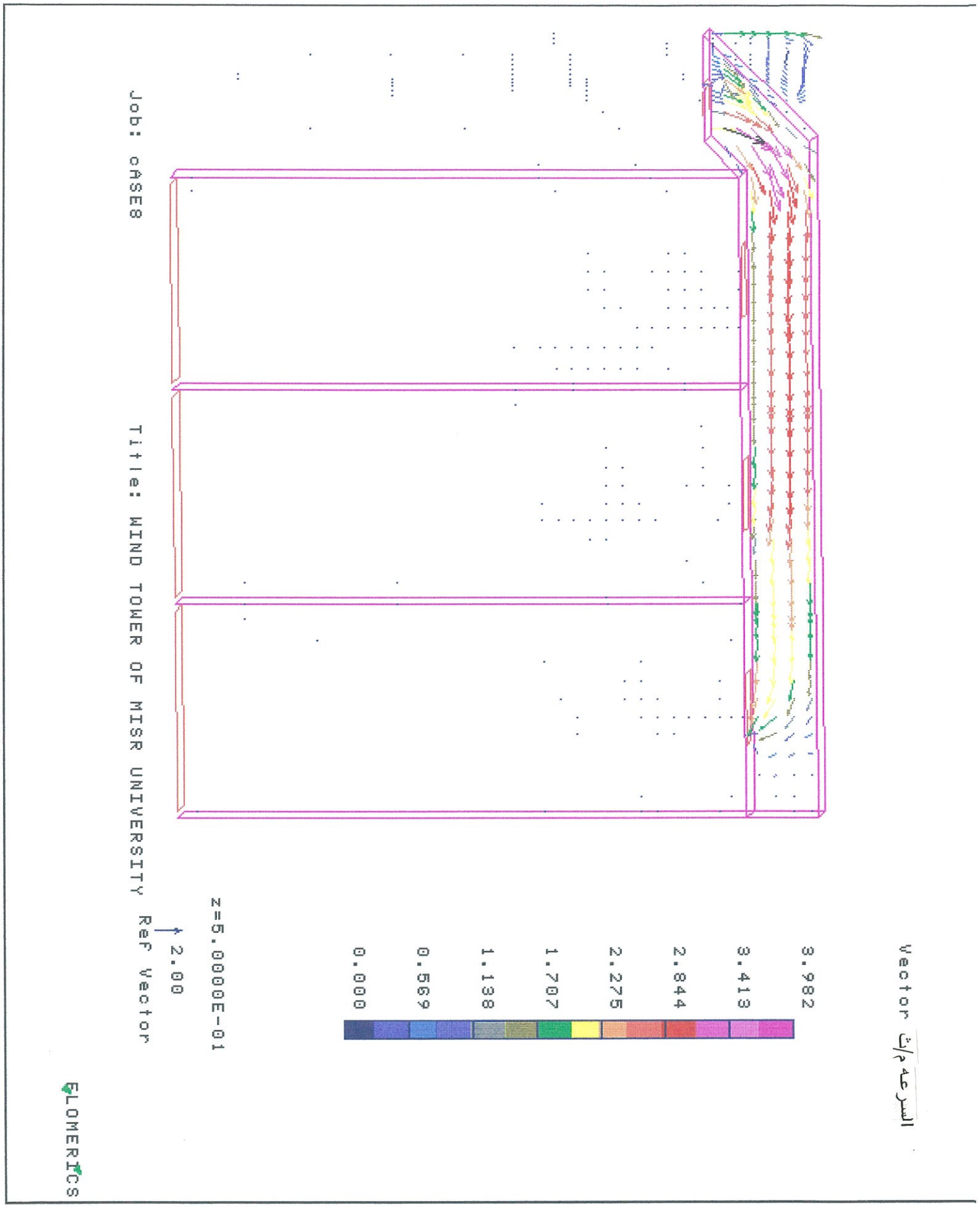
(شكل ٢٣٦) نسق و سرعة تدفق الهواء بمقطع الملقف بالحالة الخامسة (SE 5)



(شكل ٢٣٧) نسق و سرعة تدفق الهواء بمقطع الملقف بالحالة السادسة (CASE 6)



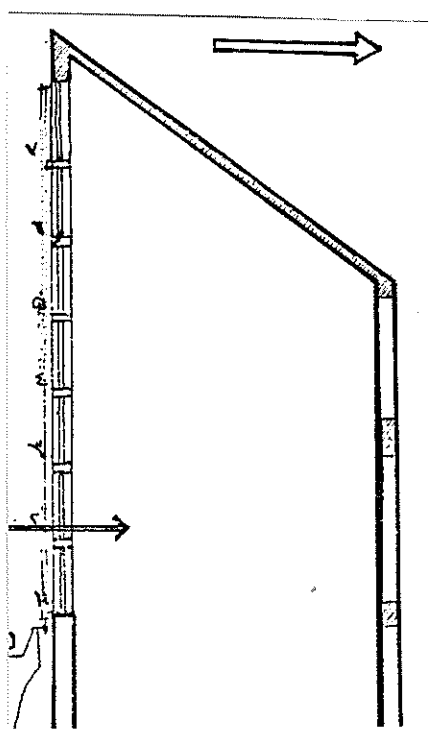
(شكل ٢٣٨) نسق و سرعة تدفق الهواء بمقطع الملقف بالحالة السابعة (CASE 7)



(شكل ٢٣٩) نسق و سرعة تدفق الهواء بمقطع الملقف بالحالة الثامنة (CASE 8)

(جدول٢١) متوسط سرعات دخول الهواء عند فتحات مأخذ الملقف لحالات الدراسة (السرعة فى الاتجاه الأفقى X على مسافة ١٢,٥سم بعد الشباك بنفق الملقف)
م/ث

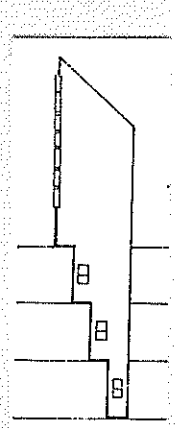
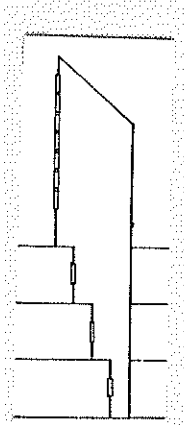
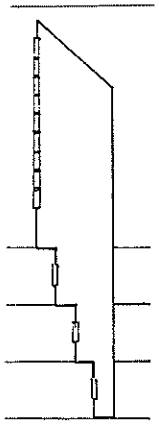
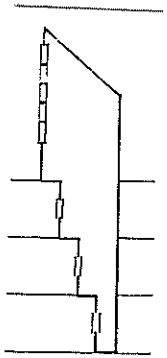
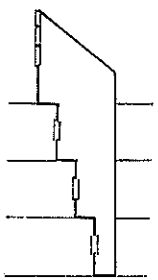
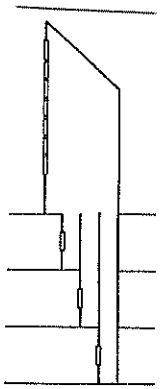
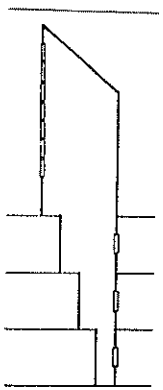
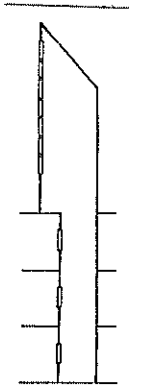
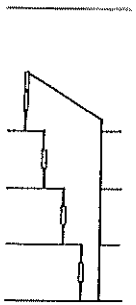
فتحات بر ج الملقف أعلى بلاط السطح	حالة المحاكاة	الحالة الأولى	الحالة الثانية	الحالة الثالثة	الحالة الرابعة	الحالة الخامسة	الحالة السادسة	الحالة السابعة	الحالة الثامنة
ش٩	–	٢,٩	–	–	–	–	–	–	–
ش٨	–	٢,١	–	–	–	–	–	–	–
ش٧	٢,٢	٢,٤	–	–	٢,٣	٢,٩	٢	–	–
ش٦	٢,٨	٢,٩	–	–	٢,٩	٢,٨	٢,٦	–	–
ش٥	٢,٧	٢,٨	٣,٢	–	٣,٢٥	٢,٧	٢,٧٥	–	–
ش٤	٢,٦	٢,٥	٣	–	٢,٦	٢,٥	٢,٣	–	–
ش٣	٢,٥	٢,٣	٢,٨	٢	٢,٤٥	٢,٢	٢	–	–
ش٢	١,٧	١,٧	٢,٤	٢,١	٢	٠,٩	١,٥٥	١,٩	١,٦
ش١	٢,٣	٢,٢	٣	٣,٤	٢,٦٥	١,٩	٢,٢	٣,١	٢,٥
متوسط سرعة الهواء عند فتحات المأخذ م/ث	٢,٤	٢,٤	٢,٩	٢,٥	٢,٥٩	٢,٣	٢,٢	٢,٥	٢

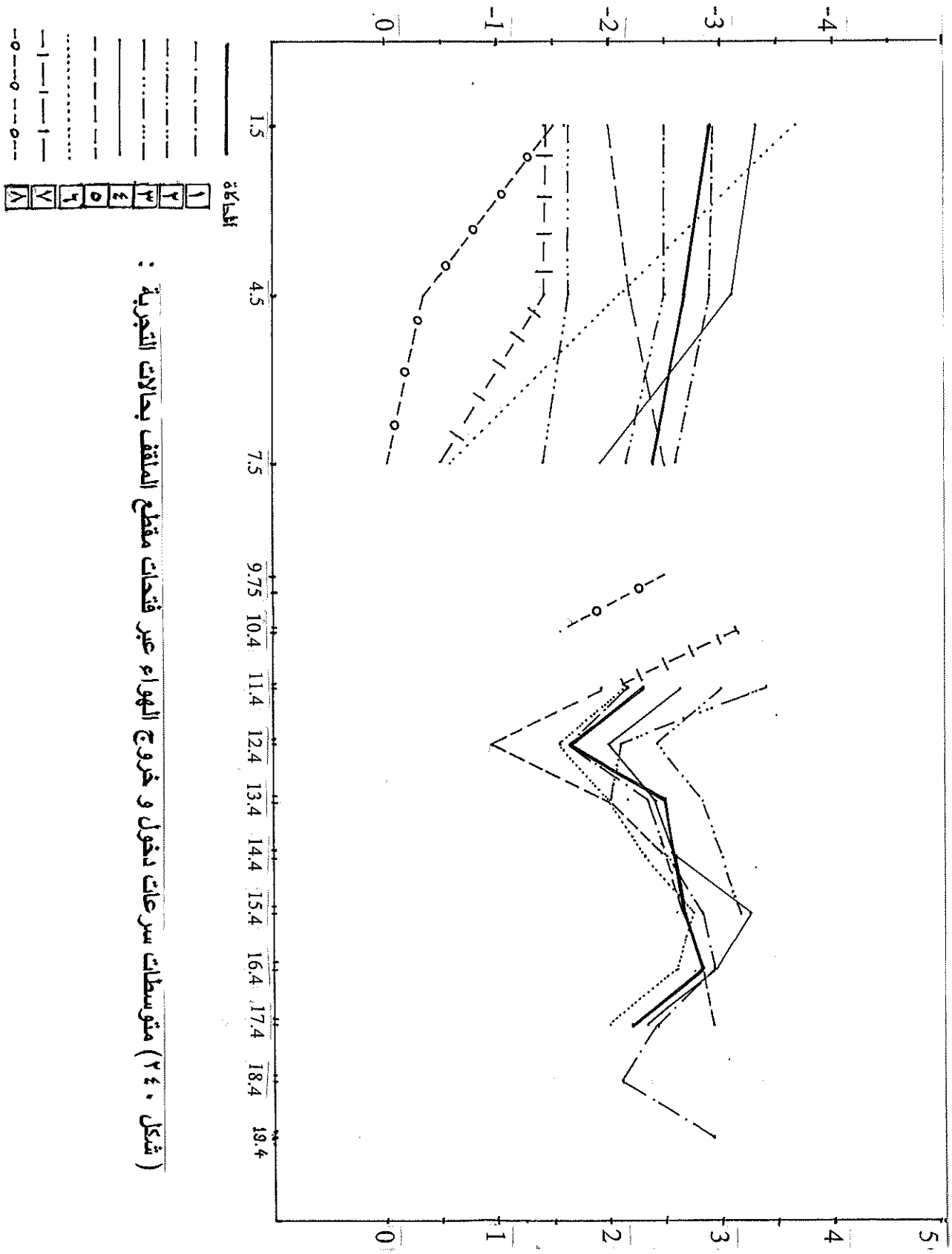


(جدول ٢٢)متوسط سرعات خروج الهواء عند فتحات الأدوار الثلاثة لحالات التجربة (السرعة فى الاتجاه الأفقىXعلى بعد١٢,٥ سم قبل الشباك بنفق الملقف)
م/ث

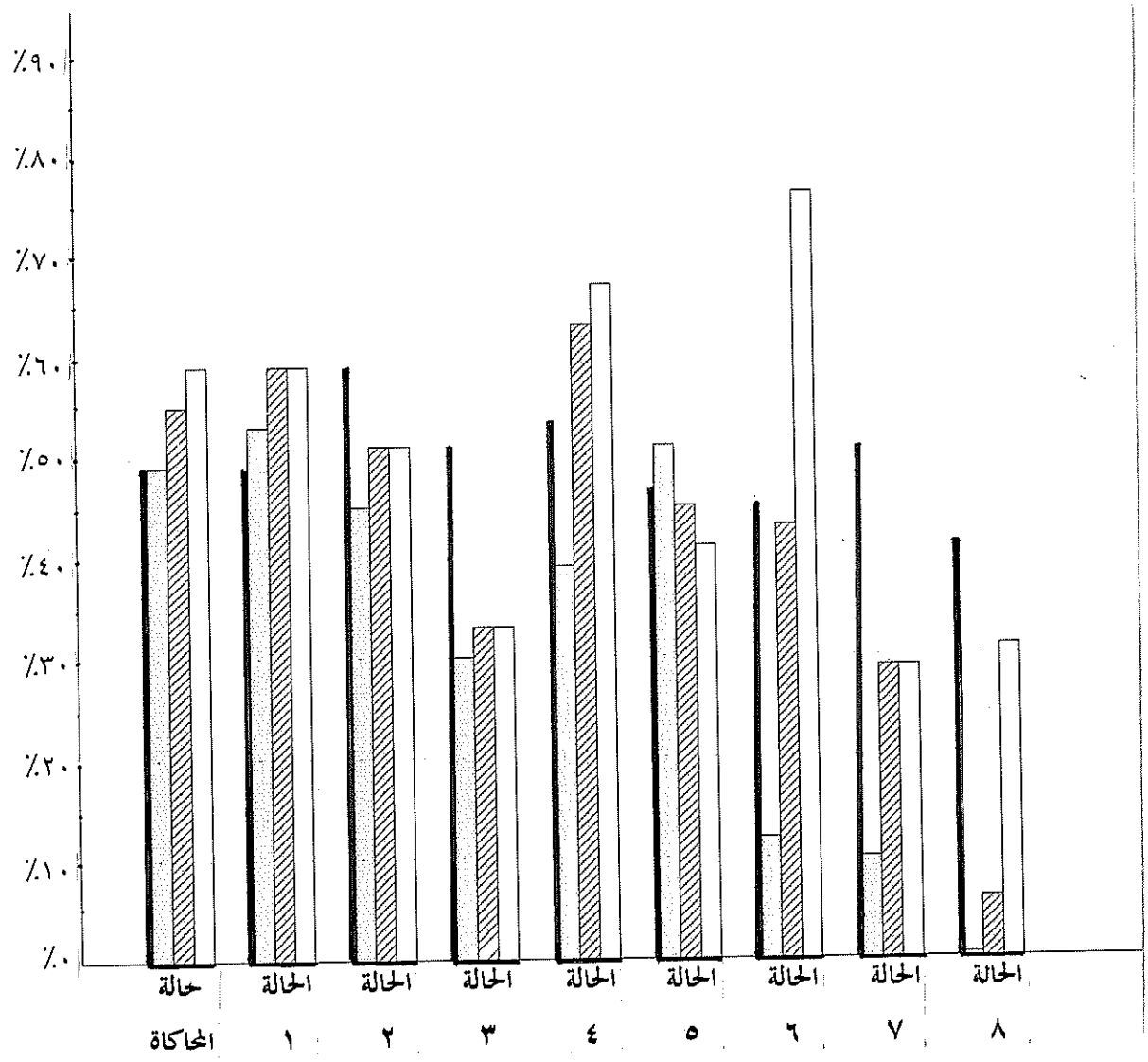
نقاط القياس أمام شباك الدور	حالة المحاكاة	الحالة الأولى	الحالة الثانية	الحالة الثالثة	الحالة الرابعة	الحالة الخامسة	الحالة السادسة	الحالة السابعة	الحالة الثامنة
عند نقطة قياس ١	-١,٤	-١,٥	-١,٣	-٧٨,		-٢,٩	-٠,٢		
عند نقطة قياس ٢	-٢,٢	-٢,٣	-١,٩٧	-١,٢٥	-١,٢	-٢,٧	-٠,٤	-٠,١٢	-٠,٠٤
عند نقطة قياس ٣	-٢,٩	-٣,٢	-٢,٦	-١,٧٥	-١,٩	-٢,٥	-٠,٦	-٠٤٧	-٠,٠٢
عند نقطة قياس ٤	-٣,٢	-٣,٥	-٢,٩	-١,٧	-٢,٧	-٢,١	-١,١	-٠,٨٥	-٠,٠١
متوسط السرعة أمام شباك الدور الثالث م/ث	-٢,٤	-٢,٦	-٢,٢	-١,٤	-١,٩	-٢,٥	-٠,٦	-٠,٥	-٠,٠٢
عند نقطة قياس ٥	-١,٥	-١,٦	-١,٣٦	-٠,٩		-٢,٦	-١,١		
عند نقطة قياس ٦	-٢,٣	-٢,٥	-٢,١	-١,٤	-٢	-٢,٥	-١,٧	-٠,٨	-٠,١
عند نقطة قياس ٧	-٣,٣	-٣,٥	-٣	-١,٩	-٣,٢	-٢,٣	-٢,٤	-١,٥	-٠,٣
عند نقطة قياس ٨	-٣,٨	-٤,١٥	-٣,٤	-٢,٤	-٤,١	-١,٤	-٣,٢	-٢	-٠,٦
متوسط السرعة أمام شباك الدور الثانى م/ث	-٢,٧	-٢,٩	-٢,٥	-١,٦	-٣,١	-٢,٢	-٢,١	-١,٤	-٠,٣٣
عند نقطة قياس ٩	-١,٥	-٠,٨٨	-١,٣	-٠,٨		-٢	-٢,٦		
عند نقطة قياس ١٠	-٢,٥	-٢,٦٦	-٢	-١,٤	-٢,٢	-٢,٢	-٣,٢	-٠,٨	-٠,٨
عند نقطة قياس ١١	-٣,٦	-٣,٧	-٣	-٢	-٣,٥	-٢,٣	-٤,٧	-١,٥	-١,٦
عند نقطة قياس ١٢	-٤,١	-٤,٤	-٣,٥	-٢,٣	-٤,٢	-١,٨	-٤,٣	-٢	-٢,١
متوسط السرعة أمام شباك الدور الأول م/ث	-٢,٩	-٢,٩	-٢,٥	-١,٦	-٣,٣	-٢	-٣,٧	-١,٤	-١,٥

(جدول ٢٣) متوسطات سرعات دخول و خروج الهواء الناتجة بواسطة الحاسب الآلى و مقارنتها بالنسبة للسرعة الحرة المحلية المقاسة (٤,٩ م/ث)

	الحالة القائمة "اختلاف توقيت القياس"	حالة المحاكاة أرتفاع البرج١٠م مقطع النفق قمعى الشكل	الحالة الأولى أرتفاع البرج١٢م مقطع النفق قمعى الشكل	الحالة الثانية أرتفاع البرج٨م مقطع النفق قمعى الشكل	الحالة الثالثة أرتفاع البرج٥م مقطع النفق قمعى الشكل	الحالة الرابعة أرتفاع البرج١٠م مقطع النفق قمعى الشكل وذو فواصل	الحالة الخامسة أرتفاع البرج١٠م مقطع النفق قمعى الشكل والفتحات متقابلة	الحالةالسادسة البرج ١٠م مقطع النفق مستمر بمساحة ٢م٢	الحالةالسابعة ارتفاع البرج ٣م و مقطع النفق قمعى الشكل	الحالة الثامنة ارتفاع البرج ٢م والنفق مستمر بمساحة مقطع ١م٢
										
متوسط سرعة دخول الهواء	٢,١٥م/ث	٢,٤م/ث	٢,٤م/ث	٢,٩ م/ث	٢,٥ م/ث	٢,٦م/ث	٢,٣م/ث	٢,٢م/ث	٢,٥م/ث	٢م/ث
بالنسبة للسرعة الحرة	٤٤٪	٤٩٪	٤٩٪	٥٩٪	٥١٪	٥٣٪	٤٧٪	٤٥٪	٥١٪	٤١٪
سرعة الخروج بالدور الثالث	١,٥م/ث	٢,٤م/ث	٢,٦م/ث	٢,٢ م/ث	١,٤م/ث	١,٩م/ث	٢,٥م/ث	٠,٦م/ث	٠,٥م/ث	٠,٠٢م/ث
بالنسبة للسرعة الحرة	٣٠٪	٤٩٪	٥٣٪	٤٥٪	٢٩٪	٣٩٪	٥١٪	١٢٪	١٠٪	٠,٤٪
سرعة الخروج بالدور الثانى	١,٤م/ث	٢,٧م/ث	٢,٩م/ث	٢,٥م/ث	١,٦م/ث	٣,١م/ث	٢,٢م/ث	٢,١م/ث	١,٤م/ث	٠,٣م/ث
بالنسبة للسرعة الحرة	٢٨٪	٥٥٪	٥٩٪	٥١٪	٣٣٪	٦٣٪	٤٥٪	٤٣٪	٢٩٪	٦٪
سرعة الخروج بالدور الأول	٠,٥٥م/ث	٢,٩م/ث	٢,٩م/ث	٢,٥م،ث	١,٦م/ث	٣,٣م/ث	٢م/ث	٣,٧م/ث	١,٤م/ث	١,٥م/ث
بالنسبة للسرعة الحرة	١١٪	٥٩٪	٥٩٪	٥١٪	٣٣٪	٦٧٪	٤١٪	٧٦٪	٢٩٪	٣١٪



(شكل ٢٤٠) متوسطات سرعات دخول و خروج الهواء عبر فتحات مقطع الملقف بحالات التجربة :



(شكل ٢٤١) نسبة سرعة دخول الهواء إلى الملقف و نسبة سرعة خروجه إلى الأدوار بالنسبة للسرعة الحرة بحالات التجربة

نسبة سرعة الهواء عند فتحة الدخول إلى الملقف بالنسبة للسرعة الحرة
نسبة سرعة الهواء عند فتحة الخروج إلى الدور الثالث بالنسبة للسرعة الحرة
نسبة سرعة الهواء عند فتحة الخروج إلى الدورالثانى بالنسبة للسرعة الحرة
نسبة سرعة الهواء عند فتحة الخروج إلى الدور الأول بالنسبة للسرعة الحرة

٤-٥ تقييم السرعات الناتجة بواسطة الحاسب الآلى بحالات التجربة :

حالة المحاكاة : مقطع برج الملقف بارتفاع ١٠م و النفق قمعى يضيق فى اتجاه التيار ، و هى الحالة المثالية لمعدلات التدفق بالأدوار فقد تراوح متوسط السرعة الخارجة إلى الأدوار ٥٠ :٦٠٪ من متوسط السرعة الحرة فوق سطح المبنى

الحالة الأولى : هى نفس حالة المحاكاة مع زيادة ارتفاع مقطع برج الملقف إلى ١٢م ، تزيد سرعة تدفق الهواء إلى الأدوار السفلية (٥٩٪من السرعة الحرة) و بالدور العلوى (٥٣٪ من السرعة الحرة) و بذلك تزيد السرعة عن الملقف بارتفاع ١٠ م بنسبة من٤ : ٩٪.

الحالة الثانية : هى نفس حالة المحاكاة مع خفض ارتفاع برج الملقف إلى ٨ م، أعلى معدل لسرعة الهواء الداخل إلى نفق الملقف (٥٩٪ من السرعة الحرة) ،تتقارب السرعة النافذة إلى الأدوار الثلاثة و تقل قليلاً (١ :٤٪) عن السرعة الخارجة من الملقف بارتفاع ١٠م إلى الأدوار .

الحالة الثالثة : هى نفس حالة المحاكاة مع خفض ارتفاع برج الملقف إلى ٥ م ، تزيد سرعة الهواء النافذ خلال فتحة المأخذ بمساحة ٣م^{٢} (٣م ×١م) إلى نفق الملقف و بنسبة ٥١٪ من السرعة الحرة لتخرج إلى الأدوار بنسب متقاربة ٢٩: ٣٣٪ حيث تزيد بالأدوار السفلية .

الحالة الرابعة : هى نفس حالة المحاكاة مع إضافة الفواصل الرأسية بنفق الملقف ، و الذى زاد التدفق إلى الأدوار السفلية ٦٣٪ و هو أعلى معدل للسرعة ، و بلغ التدفق بالدور العلوى ٤٣٪ و هو حول المعدل للحالة المحاكاة

الحالة الخامسة : هى نفس حالة المحاكاة و لكن فتحات خروج الهواء بالأدوار بالجهة المقابلة لفتحات الدخول (جهة الضغط السالب) ، يندفع التيار إلى فتحة الخروج بالدور العلوى (بسرعة ٤٥٪ من السرعة الحرة) ثم تقل بالدور السفلى ليكون متوسط السرعة ٤١٪ من متوسط السرعة الحرة فوق سطح المبنى

الحالة السادسة : هى نفس حالة المحاكاة ، و مقطع نفق الملقف ثابت بمساحة ٢م^{٢} (٢م×١م) ، تباين السرعات ما بين الأدوار السفلية و العلوية ، حيث تزيد سرعة الدخول بالدور السفلى (٧٦٪من السرعة الحرة) عن الدور العلوى (١٢٪ من السرعة الحرة) ،و يزيد التدفق بزيادة مساحة فتحة خروج الهواء بالدور العلوى و لكن يستمر أقل من معدله خلال الفتحات بالأدوار السفلية

الحالة السابعة : هى نفس حالة المحاكاة مع خفض ارتفاع برج الملقف إلى ٣م ، سرعة التدفق ١,٤م/ث (تعادل ٢٩٪ من السرعة الحرة) و إن قل بالدور العلوى إلى ١٠٪.

الحالة الثامنة : ارتفاع البرج ٢م و مساحة مقطع النفق ثابتة بمساحة ١م^{٢}، يندفع التيار إلى الأدوار السفلية وتبلغ سرعته عند فتحة الخروج بالدور العلوى (٠,٤ ٪ من السرعة الحرة) و القريبة لفتحة دخول الهواء على السطح ،و يتحسن التدفق باتساع الفتحة العلوية و تظل السرعة أقل من معدلاتها خلال الفتحات السفلية (٦٪ ، ٣١٪)

يتضح مما سبق أن :

أ- مقطع نفق ملقف الهواء :

-تدرج مقطع نفق الملقف بالأدوار فى اتجاه تدفق التيار (النفق القمعى الشكل) هو الأنسب للمبنى متعدد الأدوار ، و تزيد الفواصل الرأسية بين فتحات خروج الهواء إلى الفراغ بنفق الملقف من فصل و سرعة اندفاع التيار إلى كل دور

- يندفع التيار بالملقف ذى النفق الثابت المقطع إلى أسفل خاصة كلما ضاق مقطعه و عندما يقل ارتفاع برج الملقف عن ٣م لا يصل التيار إلى فتحات الدور العلوى القريبة من فتحة دخول الهواء على السطح، لذلك فالنفق ثابت المقطع لا يصلح لأكثر من طابقين .

ب-ارتفاع برج الملقف :

-كلما زاد ارتفاع برج ملقف الهواء عن سطح المبنى كلما زاد حجم مقطع الملقف و بالتالى تزيد سرعة الهواء المتدفق إلى الأدوار ،خاصة بالأدوار العلوية و التى تقل عندها السرعة المتخللة إليها للفراغات بانخفاض ارتفاع الملقف ، و تنعدم تقريباً عند ارتفاع برج الملقف إلى ٢م من أرضية دور السطح .

و بزيادة ارتفاع برج الملقف إلى ١٢م تزيد السرعة من ٥٣٪ إلى ٥٧٪ من السرعة الحرة المحلية بزيادة حوالى ٤٪ عن الملقف المحاكى للطبيعة بارتفاع ١٠م مع زيادة التكلفة بنسبة ١٠٪ ، و بخفض الارتفاع إلى ٨م تقل السرعة ٤٪ و تقل التكلفة ١٠٪

-تزيد السرعة الخارجة إلى الدور الأول (السفلى) بإضافة الفواصل الرأسية بمقطع الملقف أو ثبات مساحة مقطع نفق الملقف و كذلك بزيادة ارتفاع برج الملقف من ٨م إلى ١٠م (فتحة المأخذ ٧م^{٢}) ،و تثبت السرعة بارتفاع البرج إلى ١٢م (فتحة المأخذ ٩م^{٢})

-تتقارب سرعات خروج الهواء إلى الفراغ و تزيد عن سرعة الدخول على سطح المبنى بتعادل ارتفاع الملقف و ارتفاع المبنى (الحالة القائمة) ،و لا يقل ارتفاع برج الملقف عن ٣م لمبنى ذى طابقين .

ج -فتحات دخول الهواء إلى الملقف و فتحات خروجه إلى الفراغات بالأدوار:

- يقل تدفق الهواء خلال فتحات خروجه إلى الفراغ كلما قلت المسافة الرأسية بين فتحه دخول الهواء و فتحة الخروج ، بينما يزيد التدفق خلال فتحات الأدوار السفلية حيث المسافة الرأسية أكبر ، و إن قلت مساحة تلك الفتحات السفلية إلى **٣٥٪** من مساحة فتحة خروج الهواء بالدور العلوى (موضع فتحات الخروج على نفس حائط فتحات الدخول)

- يتيح موضع فتحات خروج الهواء إلى الفراغ بمنطقة الضغط السالب (بالجهة المقابلة لفتحات دخول الهواء بدور السطح) من اندفاع التيار خلال الفتحات ، و تزيد السرعة خلال فتحات الأدوار العلوية عن سرعتها بالأدوار السفلية (فتحة الخروج القريبة من فتحة الدخول بالحالة الخامسة)

-تتناسب مساحة فتحة مأخذ الهواء ببرج الملقف مع ارتفاعه ، و بينما يؤثر زيادة ارتفاع برج الملقف فى زيادة السرعة الخارجة إلى الأدوار فإن السرعة الداخلة إلى مقطع البرج تتقارب رغم تباين مساحة فتحة المأخذ (ينفذ الهواء خلال فتحة المأخذ بمساحة ١,٥ م^{٢} بسرعة ٤١٪ من السرعة الحرة المحلية المقاسة من الطبيعة، و الفتحة بمساحة ٢م^{٢} : ٣م^{٣} ينفذ الهواء خلالها بسرعة ٥١٪ ، و الفتحة بمساحة ٥م^{٢} تنفذ الهواء خلالها بسرعة ٥٩٪ ، و الفتحة بمساحة ٧ : ٩م^{٢} ينفذ خلالها الهواء بسرعة ٤٩٪ .

النتائج والتوصيات

يستنتج من الدراسات التحليلية للعناصر المعمارية المؤثرة على حركة الهواء والتحكم المناخى الوضعي بالموقع العام والتحكم الانشائي لكتلة المبني لالتماس الراحة الحرارية ما يلى :

١ – تضاريس الموقع العام والتوجيه :

١-١-يفضل اختيار الموقع علي مرتفعات مقابله لاتجاه هبوب الرياح الصيفية الشمالية لتقليل تأثير الحرارة والرطوبة الزائدة ولزيادة الفقد الحرارى بالتهوية ، والظل الذاتي بالتوجه إلى الشمال .

١-٢-النزول إلى باطن الارض بالعمق الكافي لالتماس رطوبتها والاستقرار اليومي والفصلي لدرجة الحرارة ، مع مراعاة التهوية المباشرة بالأجواء الحارة والجافة بالاتصال المباشر بالسماء من خلال الفتحات والفراغات السماوية ، و التهوية غير المباشرة بواسطة أنابيب التهوية الطبيعية والطاقة المنخفضة لسحب وتصريف الهواء بالأجواء الرطبة .

١-٣-التوجه إلى الجنوب في منطقة ظل الرياح لزيادة الاكتساب الحراري الشمسى بالمناطق الباردة وبالفراغات الموسمية الشتوية في المناطق القارية .

٢– نسيج الموقع العام :

٢-١-النسيج المتضام ذو الأفنية السماوية والنسيج المتلاصق ضرورة بيئية للمناخ الحار القاري لحماية أغلفة المبانى من التعرض للإشعاع الشمسى المباشر والمنتشر والمنعكس ، والتحكم في حركة الرياح الجافة المتربة والرياح غير المرغوبة والرياح الباردة شتاء ، وهو أكثر اقتصادا من التخطيط الشبكى والمتداخل، (الشارع المظلل بالمبانى تقل درجة حرارته حوالي ٥ °م عن الشارع العريض بدون تظليل لدرجة حراره قصوى ٣٢ °م) .

٢-٢- النسيج المتداخل أفضل من النسيج المنفصل ، حيث يزيد تجاور المبانى من معامل ضغط التيار الهوائي المرتد خلال المبانى المتجاورة ، فتزيد سرعة الهواء حول المبانى ويزيد معدل التهوية خلالها .

٢-٣- شبكة الشوارع متباينة العروض تزيد من معامل ضغط التيارالهوائي ، فالشوارع الرئيسية العريضة الآلية والموازية لاتجاه الرياح (شمال جنوب) تستقبل التيارالهوائى مع أقل اشعاع شمسى ، وتكون ذات أشجارعالية لتظليلها وتقليل خطورة انبعاثات عادم السيارات وعدم إعاقة الهواء والرؤية ، (أقل عروض للشوارع بالجهه الشرقيه الغربيه بنسبة ٤:١ بالنسبه لارتفاع المبنى ، وبالجهه الشماليه الجنوبيه ١,٥:١).

٣– عناصر تنسيق الموقع العام :

٣-١- المزروعات :-

٣-١-١- الأشجار النفضية (الموسمية) العالية والنخيل بالشوارع الشمالية والجنوبية والفراغات المحتواه لانها تسمح بتخلل الهواء واستمرار تدفقه.

٣-١-٢-الأشجار دائمة الخضرة بالجهات الغربية والشرقية وبالشوارع الآلية لترشيح ملوثات الهواء ، وتوضع في وضع تبادلي لضمان تظليل أكبر مسطح ممكن من الشارع لخفض درجة حرارة الهواء المار به.

٣-١-٣- التعريشات والنباتات المتسلقة لتغطية غلاف المبنى وحمايته من الإشعاع الشمسى وتظليل الأسطح والممرات وخفض درجة حرارة الهواء المحيط وترطيبه ، وبالمناطق الرطبة تزرع الأشجار العالية ذات السيقان الخشبية العريضة للتظليل وتخلل الهواء والحد من ترطيبه.

٣-١-٤- توضع الشجيرات والأسيجة الكثيفة جهة هبوب الرياح غير المرغوبة ،و مصدات الرياح العالية حول التجمعات العمرانية لحمايتها من الرياح المتربة و العواصف الرملية بجهة هبوب الرياح الموسمية غير المرغوبة بمصر(جنوب شرق و جنوب غرب) .

٣-١-٥- المسطحات المائية هى الحل المثالى لتغيير المناخ الموضعى بالمناطق الحارة الجافة لمالها من سعة حرارية كبيرة فتقلل التباين الحرارى اليومى والفصلى وترشح الهواء وتنقيه ، ويفضل أن تكون في اتجاه الرياح أو بالفناء المركزى للاستفادة القصوى من ترطيبها للهواء المحيط وبالفراغات المفتوحه على الفناء ، وتلافيها جهة الجنوب لتجنب إنعكاسات الإشعاع الشمسى على كتلة المبنى ، وبالمناطق الرطبة يراعى تلافى المسطحات المائية والمزروعات جهة هبوب الرياح علىأن تظلل للتقليل من عملية البخر .

٣-١-٦- ساتر التربة يوضع بالجهة الغربية للمبنى فى المناطق الحارة مع ترطيبه بعد عزل جدار المبنى لحمايته من التكاثف والإشعاع الشمسى ، ويوضع بالجهة الشمالية مع عوائق الرياح من شجيرات كثيفة لحجب رياح الشتاء فى المناطق الباردة .

٣-٢- مواد نهو الشوارع التى تقلل من الاكتساب الحرارى وتخفض من درجة حرارة الهواء الملامس لها مثل :

٣-٢-١-تخفض النجيلة الرطبة درجة حرارة الهواء العظمى من ٥٠,٥ إلى ٥٤ م فى درجة حراره قصوى ٥٣٢ م تبعا لطول الحشائش ودرجة البخر .

٣-٢-٢-التبليطات التى تمنع الإبهار (ذات اللون الطوبى) وكسر الحجر المعشب والتبليطات الخرسانية المخرمة المملوءة بالتربة والحشائش للفراغات المفتوحة وأماكن انتظار السيارات والأسفلت الفاتح اللون للطرق الآلية .

٣-٢-٣-المسطحات الجرداء الترابية بالمناطق الحارة الرطبة لامتصاص الرطوبة الزائدة بالهواء وتقليل الانبعاث الحرارى نهارا فتبرد ليلا أسرع من المسطحات المزروعة والمبلطة .

٣-٣- السحابة والمظلات النسيجية والأروقة والبواكى (الممرات المسقوفة) تقلل من الضغط الحرارى بالموقع وتسمح بحركة الهواء فتقلل من درجة حرارة طبقة الهواء الملامسة للمبانى المحيطة ، وتقى النظر من الإبهار.

٣-٤- الجيب الشمسى من التربة السوداء والمزروعات ومواد النهو ذات السعة الحرارية حول المبنى بالجهة الجنوبية لإختزان الإشعاع الشمسى وعكسه على جدران المبنى ورفع درجة حرارة الهواء الملامس له .

٣-٥- سور المبنى المخرم يسمح بتضاعف تدفق تيار الهواء خلاله وبالتالى تقل درجة حرارته فيساهم فى تبريد الهواء المحيط بالتظليل والتهوية ، أما سورالمبنى المصمت يقلل الرياح النافذة إلى المبنى وبزيادة ارتفاعه تزداد الدوامات الهوائية خلفه . والسوربارتفاع إنسان (١,٧م) يحمى المبنى من الرياح المحملة بالرمال على ألا تزيد المسافة بينه وبين المبنى عن ضعف إرتفاع المبنى وحتى لا تقل فعاليته .

٤- كتلة المبنى وتوجيهها :

٤-١- إنسيابية كتلة المبنى يقلل من دوامات واضطرابات حركة الرياح تبعا لسرعتها وضغط الرياح عليها .

٤-٢- الكتلة ذات التكسيرات الافقية والراسية تتمتع بأقصى كمية ظلال على أسطحها ، وكذلك بتباين ضغط الرياح عليها فتنشط حركة الرياح من حولها .

٤-٣- الكتلة المربعة الشكل تتعادل كمية الأشعة المكتسبة والمفتقدة علي أسطحها ، وزيادة عمق الكتلة لا يؤثر على منطقة ظل الرياح ، والكتلة الشريطية ذات العمق الصغير لزيادة تعرض الأسطح للتهوية بالمناطق الرطبة .

٤-٤- يكون توجيه كتلة المبنى لاستقبال تيار الهواء المحتمل الحرارة ، ففى العروض السفلى توجه الكتلة إلى الشمال والجنوب حيث يسهل تظليلها ، وفى العروض الشمالية الباردة يكون التوجه إلى الجنوب . وترتفع الكتلة على أعمدة بالدور الأرضى لزيادة التيارات العابرة خاصة بالمناطق الرطبة .

٤-٥- يفضل أن تكون الفراغات الانتقالية والخدمية لكتلة المبنى حيث الاكتساب الحرارى بجهة الغرب والشرق بالمناطق الحارة ، وبجهة الشمال بالمناطق الباردة حيث تعمل كمنطقة عازلة للمشاكل المناخية عن باقى فراغات المبنى .

٥- ارتفاع كتلة المبنى :

٥-١- الكتلة ذات الارتفاع الإنسانى (بارتفاع شجرة عادية ١٥:١٢ م) تزيد حجم المبنى مع أقل تعرض شمسى لغلافه الخارجى و تتمتع بالتهوية دون إحداث اضطرابات دوامية ، و الكتلة متدرجة القطاع والمسقط تتسبب فى انتشار الهواء فى دوامات خفيفه نتيجة طبيعة سريان الهواء

٥-٢- يفضل بالمبانى منخفضة الارتفاع رفع الفراغات المعيشية لتلافى التيارات الدوامية السطحية المحملة بأتربة الشارع وتلافى الأشعة الشمسية المنعكسة .

٥-٣- يفضل فى المبانى العالية الاقتصادية انشائيا والمتسببة فى اضطراب البيئة من حولها أن تكون إدارية مع ترك مساحات فضاء وخضراء كافية من حولها لتلافى تأثيرها على زيادة منطقة ظل الرياح من خلفها ومنطقة الدوامات من حولها ،والعمل على التحكم فى الدوامات السطحية حول المبنى بالحواجز والشجيرات لتقليل سرعة وتردد تلك الدوامات ، وتحديد أماكن الملوثات (عادم المكيفات – مداخن الدفايات) للتشجير من حولها ، أيضا تحصين المبانى العالية من كوارث الحرائق خاصة الأدخنة المتسببة فى حالات الوفاة الأولى بالإختناق ، و ذلك بتحقيق معدلات التهوية الطبيعية المطلوبة واضافة مسارات لتصريف ادخنة الحرائق بالفراغات المزدحمة مثل الفراغات السماوية المركزية ، ومراعاة تدرج إرتفاعات المبانى على ضفاف المسطحات المائية لعدم إعاقة حركة الرياح وللسماح بتخلل الهواء إلى مراكز التجمعات العمرانية المحيطة .

٦-غلاف المبنى :

التهوية الطبيعية المستمرة لغلاف المبنى (تنفس المبنى) والتهوية الليلية تساهم فى التبريد السلبى لفراغات المبنى عن طريق :

٦-١-**الغلاف المسامى** من ألياف النباتات (البامبو – الخشب– الخشب المخروط أو المشربية) لامتصاص الرطوبة الزائدة بالهواء والسماح بتخلله باستمرار .

٦-٢-**الغلاف المثقب** من الجص الذى يسمح بتدفق الهواء والتظليل وإمتصاص الرطوبة الزائدة ثم إعادة بثها عندما تقل نسبتها فى الهواء .

٦-٣-**الغلاف المخرم** بجدار شرفات المبنى ذى ألواح الترطيب المشبعة بالمياة والتى مصدرها أنبوب مثقب أعلى الألواح ، وأسفل الألواح حوض لتجميع المياه ومضخة لإعادة ضخها فى الأنابيب المثقبة.

٦-٤-**الغلاف المزدوج** ذو النفق الهوائى والفتحات العلوية والسفلية بالغلاف الخارجى لتحريك الهواء فى الفراغ الفاصل بين الغلافين وبالتالى التخلص من الحمل الحرارى المنتقل من الغلاف الخارجى خاصة بالواجهتين الغربية والشرقية.

٦-٥-**الغلاف المظلل** بالتعريشات والاروقة وكاسرات الشمس لتخفيف الحمل الحرارى للإشعاع المباشر والمنعكس الواقع على المبنى ويخفض من درجة حرارة الهواء المتخلل إلى المبنى .

٦-٦- **الغلاف الثقيل** ذو السعة الحرارية الكبيرة لخفض درجة الحرارة القصوى و تأخير الاكتساب الحرارى داخل الفراغ إلى الوقت المرغوب ،و تقلل التهوية الليلية للإنشاء الثقيل من درجة الحرارة الداخلية ٩ °م عن درجة حرارة الهواء الخارجى القصوى (٤٠° م) .

٦-٧-**غلاف المبنى ذو العازل الحرارى** لحفظ درجة حرارة الفراغ الداخلى ، وهو مهم عندما يكون الانتقال الحرارى على المبنى ثابت على مدار اليوم ويقل الاحتياج لتيار الهواء الحارنهارا" ويكتفى بالانتفاع بالإشعاع الليلى البارد من خلال الفناء السماوى (كما فى جنوب الوادى).

٦-٨-**الغلاف الموسمى** أو الحرارى (حائط ترومب – الحائط المائى –الفراغ الشمسى) والذى يتطلب استخدامه كمجمع للإشعاع الشمسى للتدفئة شتاء ، ثم تظليله وتهويته لتبريده وتبريد الفراغات المتصلة به صيفا" ، مع دراسة تقنية تظليل الغلاف للاستفادة الموسمية به بالمناطق ذات التباين المناخى .

٦-٩-تساهم **طبقة البياض** فى تقليل النفاذية الحرارية لغلاف المبنى ، ونهوها بمواد مسامية مثل الجير والجبس والمصيص والحجر والطوب تسمح بإستمرارعملية تنفس المبنى والتخلص من انبعاثات غاز الرادون من مواد الإنشاء الطبيعية ، و**النهو الفاتح** (الأبيض الخشن) يعكس الإشعاع المباشر دون إبهار فيقل الحمل الحرارى على المبنى و تقل درجة حرارة الهواء الملاصق لغلاف المبنى ،
(النهو الأبيض لحائط طوب سمك ٢٠ سم يقلل درجة السطح الداخلى ٤ °م ، بينما الغلاف ذات النهو الداكن يزيد درجة حرارة الفراغ ٤,٥ °م لنفس درجة الحرارة القصوى الخارجية) .

٧- فراغات كتلة المبنى :

فراغات المبنى من فناء ومنور و ملقف وممرق ، هى وسيله لحل مشكله تهوية الفراغات الجنوبية ، فهى تسمح بتخلل الهواء لتلك الفراغات من مصدر التهوية الشمالى عبر تلك العناصر المتصلة بالسماء بفعل التباين الحرارى .

٧-١-**الفناء المركزى السماوى :** منظم حرارى ومرشح ومنقى للهواء من الأتربة والضوضاء ، و هو مخزن بارد للإشعاع الليلي بالأجواء القاريه ذات التباين الحرارى اليومى والفصلى . يزيد من كفاءة عمل الفناء كمنظم حرارى معدل درجة احتوائه ،وتوجيهه ،وحجم المنزل المحيط بالفناء والتحكم الإنشائى للمبنى ، والنسيج المحيط ، كذلك يؤثر إظلال النوافذ المطلة على الفناء فى تبريد الهواء المار بالفناءوخفض الحمل الحرارى الواقع على الفراغات المتصلة به .

- بتغطية الفناء المركزى بغطاء شفاف يزيد الاكتساب الحرارى نهارا" (يوفر طاقة تسخين بنسبة ٦٨٪) ، على أن يعزل ليلا" للاحتفاظ بالطاقة المكتسبة ،ويفتح سقفه صيفا أو يعزل نهارا بغطاء واقى أو شرائح عازلة للإشعاع الشمسى ، على أن تتصل به فتحه علوية لتصريف الهواء الساخن والحمل الحرارى الزائد.

٧-٢- **الفناء الركنى** ذو التوجيه الغربى أو جنوب غرب مصدر للاكتساب الحرارى الشمسى الزائد، والأفنية **المفتوحة بين المبانى** لا تسبب فروق الضغط وتحتفظ بالهواء الساخن وليلا" تسرب الهواء البارد مع أول هبوب للرياح.

٧- ٣- معدلات التهوية بالمبانى المتلاصقة ذات **المناور المركزية** والفراغات الخلفية المتسعة أفضل منها بالمبانى المنفصلة ذات المناور و الفراغات السكنية الضيقة ، ويساهم **البدروم** المتصل بباطن الأرض ومتصل بمصدر تهوية كالملقف أو كفناء سماوى فى خفض الحمل الحرارى الواقع على المبنى بالمناطق الحارة ، وفى المناطق الباردة يزيد من الاكتساب الحرارى باتصاله بدفء الأرض وتوجيه أسطحه إ لى الجنوب ونهوها لاكتساب الطاقة الحرارية مع التحكم فى تهويته و عزله .

٧-٤-**أبراج الرياح** : برج الرياح عنصر أساسى للتهوية فى النسيج المتضام للفراغات الكبيرة أو البعيده عن مصدر تهويه أو التى لا يتوافر فيها فتحات متقابلة و لتهوية الفراغات تحت الأرض، وهو للقف وتنقية وترشيح وترطيب الرياح السائدة ، يعتمد فى عمله على ضغط أو سرعة الرياح الحرة، وعلى فارق درجات الحرارة ما بين الهواء الخارجى والهواء داخل الفراغ والملقف ويسمى برج التيار البارد أو النازل (katabatic- بازاهانج) وهو للقف الرياح بأى اتجاه ولأقصى تباين حرارى) ، وبرج التيار الصاعد (Anabatic-مدخنة) لتصريف الهواء الساخن خارج الفراغ بفعل تباين الحرارة ، وبرج الضغط أو التيار النازل للقف الرياح السائدة (Windcatcher -ملقف).
ويمكن تصنيف الملاقف إلى :

٧ -٤-١-**الملقف السطحى أو المصرى القديم** : و هو فتحه سقفيه بسطح المبنى ذات غطاء خشبى مائل بزاوية ميل ٣٠ ° : ٤٥° لتسمح بتماس الهواء الداخل و انزلاقه إلى أسفل بفعل ضغط الرياح و الضغط الجوى ، و ينتشر الهواء الداخل خلاله إلى الفراغ و الذى يتحسن معدل التهوية به بتواجد فتحة حائطية أو سقفية لتصريف الهواء الساخن بالفراغ (ممرق) .

٧ -٤-٢-**الملقف الحائطى ذو النفق** : و هو فراغ رأسى بجدار المبنى أو ضمن كتلة المبنى ، و يعلو سطح المبنى ، و ذو سقف مائل للقف الرياح و يتخلله الهواء بفعل فارق ضغط الرياح. فتحة مأخذ الهواء به على السطح أكبر من فتحة المخرج بالفراغ ، و تكون عند مستوى التهوية المرغوب . وفى المبنى متعدد الأدوار يضيق نفق الملقف عند كل دور (ملقف قمعى الشكل) لحصر الرياح فى مسطح أضيق ، فتزيد قوة ضغط الرياح و تندفع إلى أسفل، ويمكن أن يفصل بين نفق كل دور بفاصل رأسى بارتفاع جدار المبنى .

٧ -٤-٣-**الملقف ذو جهاز الترطيب** : بوضع ألواح مرطبة عند فتحة دخول الهواء تتكون من مادة سليلوزيه أو ألياف نباتية مجدولة (حصير، أنسجة نبات الجوت - الخيش) أو نسيج مرطب بواسطة أنبوب مياه مثقب و أسفله حوض لتجميع المياه و إعادة ضخها بمضخة صغيره . يمكن وضع جهاز ترطيب مبسط بنفق الملقف عبارة عن حوض معدنى مجلفن به فحم يعلوه رشاش المياه ، أو أوانى فخارية مملوءة بالمياه توضع أسفل الملقف عند فتحة الخروج حيث تزيد كثافة الهواء و ترشيحه و تنقيته ، و يندفع إلى الفراغ الأكثر حرارة .

يساهم الملقف فى خفض درجة حرارة الفراغ الداخلى ٩ ° :٢٠° م عن حرارة الهواء الخارجية القصوى (٤٠° م) تبعا لارتفاع البرج و تقنية التبريد المستخدمة ،و يوفر الملقف المرطب ١٨: ٥٠٪ من طاقة التبريد بنظام مكيفات الهواء تبعا لتعميم إستخدامه، ويغطى تكلفته بعد خمس سنوات من إنشائه .

٧-٤-٤ **برج الرياح الإيرانى مزدوج الوظيفة :** و هو متعدد الفتحات يعمل كملقف للرياح المتغيرة الاتجاهات و يعمل كذلك كممرق لتصريف الهواء الساخن من الفراغ الداخلى معتمدا على جدرانه السميكة المختزنة لحرارة النهار و التى تبرد ليلا بالإشعاع البارد ، دون مبالغه فى اكتساب حرارى أو تيار مفتعل تحدثه المدخنة الشمسية ذات الأسطح الزجاجية المؤثرة على الجوار ، و هو للمبانى منخفضة الارتفاع.

٧ -٥ **ممرق الهواء :** الممرق المصرى (الشخشيخه) و هو فتحة سقفية بسطح المبنى ذات غطاء خشبى ردئ التوصيل للحرارة ، ومزود بفتحات لتصريف الهواء الساخن من الفراغات الكبيرة ، كذلك شخشيخه و مضاوى القبة لتصريف الهواء الساخن المتجمع بها .

٨ – سقف المبنى :

٨ -١- شكل و مادة إنشاء السقف :

٨ -١-١ **السقف الأفقى :** يقع تحت تأثير الضغط السالب للرياح ، و هو أكثر الأسطح عرضة للإشعاع الشمسى صيفا ، و فى الشتاء تفوقه الأسطح الرأسية تعرضا للإشعاع الشمسى المنخفض ، تدرج منسوب السقف الأفقى ينشط حركة الرياح من فوقه و يزيد التدفق الدوامى السطحى عليه فيخفف من التأثير الحرارى الواقع عليه، بخلاف إظلال بعض مسطحاته

٨ -١-٢ **السقف المقبى :** يحرك الرياح حول المبنى ، و تقع الجدران أسفله تحت تأثير الضغط الموجب ووقوع جزء منه فى الظل دائما يحرك تيارات الهواء من حوله ، فيخفف الحمل الحرارى عليه و بالفراغات أسفله ، وسطحه المستدير يشتت الإشعاع الشمسى المباشر الساقط عليه فيقلل الحمل الحرارى المكتسب بواسطته على مدار اليوم.

٨ -١-٣ **السقف المنحدر** بزاوية ميل أكبر من ١٥° ، يقع تحت تأثير الضغط الموجب و تؤثر فيه الرياح بجهة هبوبها كلما زاد ميل السقف ، و يزيد من منطقة ظل الرياح و لايتوافق مع المناخ الحار . بالمناطق الممطرة باردة الشتاء يراعى عمل فتحات علوية بالسقف المنحدر و أخرى سفلية (ببطنية السقف) لمنع التكاثف و لتجنب تراكم عادم الهواء الساخن بالسقف و لإمداد الفراغ أسفله بالهواء النقى الدافئ نوعا عن الهواء الخارجى .

٨ -١-٤ **السقف المزدوج ذو الفراغ الهوائى :** يخفض الحمل الحرارى الواقع على السقف الأصلى ، والسقف العلوى من الألياف النباتية المجدولة (حصير) يسمح بتصاعد الهواء الساخن لمساميته، والفراغ بينهما يسمح بتبريد السقف الأصلى الثقيل المخزن للإشعاع الليلى، والسقف العلوى المعدنى المموج يعكس الإشعاع المباشر ويسمح الفراغ بين السقفين بحركة الهواء المظلل والأقل فى درجة حرارته على أن يوضع السقف العلوى مائلا فى اتجاه الرياح لتلافى تجمع الهواء الساخن بتلك الانبعاجات خاصة عندما تسكن الرياح .

٨ –٢ **ارتفاع السقف و فتحاته :**

٨ –٢–١ يقلل السقف المرتفع الحمل الحرارى فوق رؤوس شاغلى الفراغ ويسمح بتباين منسوب الفتحات الحائطية و بالفتحات العلوية فيزيد معدل التهوية بالفراغ و بالتالى تقل درجة حرارة الهواء و رطوبته بالفراغ ، و يسمح السقف المرتفع بتفادى التيارات المتسببة من المراوح السقفية .

٨ –٢–٢–سقف المنشآت تحت الأرض ، ذات قنوات هوائية نفقية خرسانية أو معدنية ليتدفق الهواء من خلالها إلى الفراغات الداخلية ، وتكون متصلة بأنفاق هوائية رأسية مطلة على الخارج (ملقف هواء).

٨ –٣–**التبريد التبخيرى للسقف :** يمكن خفض درجة حرارة السقف الذى يستقبل اقصى حمل حرارى من ٥٤° : ٣٢ ° م ، و ذلك عن طريق :

٨ –٣–١–التبريد التبخيرى المباشر برش السقف المعزول بعازل الرطوبة مقاوم للحرارة، وبمرور الهواء عليه يخلق ستارة هواء بارد تنزلق عبر الفتحات القريبة لمسار التيار.

٨ –٣–٢–التبريد التبخيرى غير المباشر بواسطة بركه أو حقيبة السقف ذات الغطاء العازل للتبريد بالإشعاع الليلى مع عزلها نهارا ، أو للاكتساب الحرارى نهارا و عزلها ليلا لمنع الفقد الحرارى ، مع العناية بتقنية غلق و فتح الغطاء العازل أو جعله طافيا أو مغمورا بالبركة لتقليل بخر المياه مع استخدام رشاشات المياه لخفض الحمل الحرارى الواقع على العازل عند اللزوم .

- تخفض حقيبة السقف درجة حرارة الفراغ أسفلها بمقدار ٨ ° م لدرجة حرارة قصوى ٤٠ ° م لسقف من الطوب المفرغ سمك ٢٠ سم
- تخفض بركة السقف المظللة بالمناطق الحارة حمل التبريد المطلوب للفراغ بنسبة ٧٩٪ ، و البركة بدون غطاء تخفض ٥٨٪ من أحمال التبريد ، و التظليل بدون بركة مياه يخفض الأحمال المطلوبة لتبريد الفراغ الداخلى أسفله بنسبة ٤٤٪ و إن كانت البركة تؤثر اقتصاديا على المبانى السكنية ، و يراعى التحكم فى الروائح و الطحالب بالبركة و ألا يعوق الإشعاع البارد سقف صناعى أو مواد نهو عازله بالفراغ.

٩– **فتحات المبنى الحائطية :**

الفتحة المفردة بفراغ ما تتخللها الرياح بسرعة ١٠ : ١٥٪ من سرعة الرياح الحرة ، و بتواجد فتحة أخرى فى منطقة الضغط السالب تزيد سرعة الهواء المتخلل إلى الفراغ من ٣٠ : ٥٠٪ من سرعة الرياح الحرة . تعدد الفتحات لفراغ ما أفضل من فتحة واحدة كبيره لنفس الفراغ و ذلك لزيادة انتشار الهواء بالفراغ و تجانس توزيع الضوء و تلافى المركزية الضوئية و الإبهار .

٩ –١ **موضع الفتحات** فى جهتى الضغط السالب و الموجب يضمن استمرار تدفق الهواء عبر فراغات المبنى ، و يزداد التدفق عندما تكون فتحة خروج الهواء اكبر من فتحة دخوله ، و فى المناخ الرطب يفضل أن تكون الفتحتين كبيرتين .

٩ –٢ **الفتحات المواجهة للرياح** يتخللها الهواء بسرعة تعادل حوالى أربعة أضعاف سرعته بالجهة المدابرة للرياح .

٩ –٣ **تباين المسافة الرأسية بين منسوب فتحتى الدخول و الخروج** يسمح بحركة الهواء بفعل قوتى ضغط الرياح والضغط الجوى .

٩ –٤ **زيادة المسافة الأفقية بين محورى فتحتى دخول و خروج الهواء** يزيد من انتشار الهواء بالفراغ خاصة و اتجاه الرياح مائلة على فتحة دخول الهواء و إن قل معدل سرعة الهواء .

٩- ٥ **مستوى التهوية** المطلوب للراحة الهوائية و الحرارية لشخص جالس عند ارتفاع ٠,٩م لجلسة فتحة التهوية ، ٠,٥ : ٠,٨لجلسة نافذة غرفة النوم بالمناطق الرطبة ، ١,٢م بالفصول الدراسية

٩ -٦- يزيد **حجم فتحة التهوية** فى المناطق الدافئة الرطبة حيث لا يوجد موسم بارد ، و تكون متوسطة الحجم فى المناطق المعتدلة الباردة (٤٠:٢٠٪ من مسطح الواجهة) لتسمح بالاختزان الحرارى شتاء على أن تعزل ليلا، وفى المناطق الحارة تكون أقل من ٢٠ ٪ من مسطح الواجهة، فكلما قلت فتحة التهوية كلما قل الإشعاع الحرارى النافذ خلالها إلى الفراغ ، لذلك ضرورة تظليلها و إن أمكن إلغاؤها بالواجهه الغربية و زيادة مسطحها بالواجهه الجنوبية (١١٪ من مسطح الفراغ) حيث يسهل تظليلها و لتساهم فى تصريف و تحريك الهواء بالفراغ .

٩-٧- **تظليل فتحات نوافذ الهواء** بكاسرات الشمس المتحركةوالشيش الحصيرة ذو الشرائح الخشبية المتحركة أو المائلة بزاوية ٤٥° م أنسب الوسائل لتظليل فتحات نوافذ الرياح و السماح بالتهوية فىالمناطق الحارة وخفض درجة حرارة الهواء المار خلاله لما للخشب من موصلية حرارية منخفضة ، و هو مرشح للأتربة و الرياح العاصفة و الحماية من المطر (تساهم الفتحة المظللة بمسطح ٦٪ من مساحة الفراغ فى خفض درجة حرارته ٢ م عن درجة حرارة قصوى بالخارج ٣٢° م ، بينما الشباك بدون تظليل و بمسطح ٨٪ من مساحة الفراغ يزيد درجة حرارته ١,٥° م عن الخارج . فى المناطق المعتدلة باردة الشتاء تكون الشرائح من الزجاج المتحرك للاكتساب الحرارى شتاء .

٩-٨ ضلف منع الحشرات تعوق تدفق الهواء بنسبة ١٠: ٢٥٪ و لسوء حالتها تزيد نسبة الإعاقة، لذلك يراعى أن تكون قابلة للفك و التركيب عند الحاجة، ودائمة الصيانة

٩-٩ الحوائط المجنحة بفتحات التهوية تساهم فى توجيه الهواء إلى داخل الفراغ أو حجبه على ألا يزيد عمق الحائط عن نصف المسافة بينه و بين البروز الذى يليه للفتحة المجاورة (فتحة الخروج)، وكذلك تعمل حوائط الشرفات على تباين ضغط الرياح على سطح المبنى و تظليل غلافه .

١٠- التنسيق الداخلى :

أهمية تهوية الفراغات الداخلية لدواعى جودة الهواء اللازم للتنفس و تقليل تركيز الروائح والانبعاثات السامة من الكربون و الأكاسيد الأحادية و غاز الفورمالدهايد و الرادون كذلك يتم تبريد الفراغ الداخلى بالتهوية الطبيعية المستمرة و بالاشعاع الليلى البارد بإتباع سلوك التهوية الليلية و التبخير بالتحكم الميكانيكى المعتمد على المعالجات الإنشائية ، ولاستمرار تدفق تيار الهواء و خفض درجة حرارته سلبيا داخل الفراغ يراعى التالى :

١٠-١ **الفواصل الحائطية الداخلية** المحدودة و غير كاملة الإرتفاع أو ذات الفتحات العلوية و فى إتجاه مسار تيار الهواء الداخل إلى الفراغ خاصة بالمبانى العامة والإدارية ، فالمسقط المفتوح يستمر تدفق الهواء به و تقل درجة حرارته و رطوبته .

١٠-٢ **التبليطات الباردة** (رخام- بلاط) تؤثر فى التبريد المباشر لجسم الإنسان بالإتصال، والأرضيات العازلة (الخشب- السجاد- الموكيت) للتدفئة فى الأجواء الباردة مع العناية بإختيار الأنسجة الطبيعية للسجاد و المفروشات لتلافى إنبعاثات الألياف الصناعية و منتجات البتروكيماويات (غاز الفورمالدهايد) .

١٠-٣ **الدهانات** الحالية من المركبات العضوية الطيارة (volatile organic compounds VOCs) – دهانات عصارة الأشجار قليلة المركبات العضوية الطيارة ، و هى متوفرة حاليا بأسواق الغرب . و دهانات الجير و الجبس و الحوائط الحجرية و الطوب بداخل الفراغات أكثر توافق مع مناخ البلدان الحارة و الباردة معا (بعد اختيار لون السطح المناسب ، الفاتح للأجواء الحارة و الداكن للمناطق الباردة) لتسمح بتنفسها و عدم تركيز انبعاثاتها الطبيعية .

١٠-٤ **الفراغات الموسمية** الشمالية المظللة للمعيشة صيفا ، و البلكونات الزجاجية الجنوبية للاكتساب الحرارى شتاء مع مراعاة تظليلها أفقيا لتلافى شمس الصيف . فى الأجواء الباردة الشتاء يفتح المبنى على الخارج و يقسم بأقل القواطيع مع عزل فتحاته ليلا ، أو يستخدم الغلاف و القواطيع الثقيلة مع الفناء المركزى ذو الغطاء الزجاجى لتجميع الإشعاع الشمسى .

١٠-٥ **تنسيق الفناء السماوى** المركزى بالمزروعات و مسطحات المياه لترطيب الهواء المار به وبالفراغات المتصلة بالفناء ، و استخدام مرشح الهواء الطبيعى من اصيص نبات الزينة الورقى لكل غرفة .

١٠-٦ **النافورة و السلسبيل و الشاذروان و الأوانى الخزفية** المملؤة بالمياه و براميل المياه الكبيرة (سلوك هندى تقليدى) جميعها وسائل سالبة وإقتصادية تؤثر فى تبريد الهواء داخل الفراغ و ترشد المياه المستخدمة فى التبريد .

١٠-٧ تقليل وعزل **الفراغات الباعثة للحرارة** والرطوبة (الحمامات – المطابخ– أماكن الغسيل) وتهويتها منفصلة مع إستخدام مراوح شفط الهواء لخفض رطوبة الهواء بها وبالفراغات المتصلة بها ، وترشيد الأجهزة الكهربائية لتقليل التعرض للموجات الكهرومغناطسية والإنبعاثات الغازية السامة، وضمان تهوية وصلات الغاز والوقود بتلك الفراغات، واستخدام بلاط مسامى لكسوة الحوائط بدلا من البلاط المزجج لإستمرارعملية تنفسه و تهوية إنبعاثاته .

١٠-٨ **الكتلة الحرارية المتحركة** من الخرسانة أو الطوب الداكن اللون لتخزين حرارة الشمس النافذة من الفتحات الزجاجية الجنوبية شتاء، كذلك غرفة النباتات الزجاجية الجنوبية التوجيه والمعزولة ليلا لزيادة الكسب الحرارى شتاء.

١٠-٩ **نظام التحكم الميكانيكى** لمكيفات الهواء الحالية يسبب تلوث الهواء داخل و خارج المبنى لأنه يحتفظ بالمركبات العضوية العالقة بهواء الفراغ بخلاف تركيز بعض الغازات المنبعثة من أنظمة تشغيله و المسببة للحساسية و الإجهاد والإعياء ،وعادم المكيفات يسبب تلوث الهواء الخارجى مما دعا لتطوير المنتج بأسواق الغرب إلى نظام يعتمد على التهوية الطبيعية دون إعادة تدوير هواء الفراغ مع ضرورة معالجة غلاف المبنى تبعا للمناخ المحلى . و يستلزم ذلك إقتصار استخدام مكيفات الهواء بالأماكن المزدحمة التى يصعب فيها توفير المعدلات المطلوبة للتهوية ، و بالأماكن الصناعية الباعثة للملوثات من أجل التحكم فى الإنبعاثات و سهولة صيانة عملية الترشيح، وللأماكن القريبة من مصدر التلوث ، و بالمستشفيات بأماكن الرعاية المركزة و التى تتطلب التعقيم

١٠-١٠ يراعى عدم التدخين بالفراغات الداخلية المغلقة لما يسببه دخان السجائر من تركيز ملوثات الهواء داخل الفراغ إلى ٣٠٠٪ .

التوصيـــات

يتضح من تجارب النماذج الرياضية بواسطة الحاسب الآلى ومن القياسات الحقلية للعناصر المعمارية المؤثرة على حركة الهواء بالفراغات الداخلية ما يلى :

١-يوصى بعمل ملقف الرياح كعنصر معمارى اقتصادى مرشد للطاقة ومرشح ومرطب للهواء ، وهو لتهوية الفراغات البعيدة عن مصدر تهويه مباشرة والفراغات الجنوبية والتى ليس بها فتحات متقابلة، وفراغات تحت الأرض. وتغير هندسة الملقف يؤثر على نمط وسرعة تدفق الهواء خلاله إلى الفراغات الداخلية وذلك من خلال العناصر التالية:

- **حجم مقطع الملقف** : يزيد الهواء الداخل إلى الملقف بزيادة حجم مقطعه .

- **إرتفاع برج الملقف** : كلما زاد إرتفاع البرج يزداد حجم مقطع الملقف وبالتالى حجم الهواء النافذ إلى الفراغات، وبالمبانى متعددة الطوابق يماثل تقريبا ارتفاع البرج ارتفاع المبنى على أن يضيق مقطع نفق الملقف بالأدوار فى اتجاه تيار الهواء النازل إلى أسفل الملقف ، ولا يقل ارتفاع برج الملقف عن ٣ متر للمبنى ذى ثلاث طوابق .

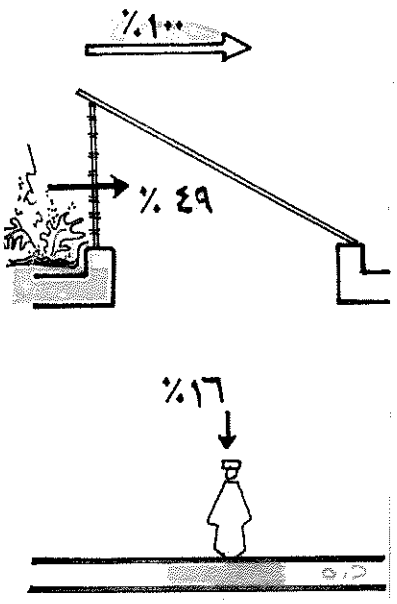
- **المسافة بين فتحتى دخول وخروج الهواء:** كلما زادت تلك المسافة تزداد سرعة الهواء النافذ عبر فتحات الدخول ببرج الملقف على السطح وفتحات الخروج إلى الفراغات، ويزداد تدفق الهواء إلى الملقف بوجود فتحات متقابلة أو سقفية بالفراغ لتصريف الهواء الساخن بالفراغ المفتوح عليه الملقف.

- **حجم وموضع فتحات المأخذ والمخرج** : الفتحات المتقابلة لزيادة سرعة الهواء النافذ إلى الفتحات العلوية، والفتحات على حائط واحد لزيادة سرعة الهواء النافذ إلى فتحات الأدوار السفلية ، وبزيادة حجم الفتحة يزيد تدفق الهواء النافذ منها إلى الفراغ لحالتى التقابل أو التماثل فى الإتجاه مع فتحة المأخذ.

- **شكل وزاوية ميل سقف الملقف** : كلما زادت إستدارة الزوايا والأحرف والأركان بغطاء برج الملقف (سقف الملقف) كلما قلت التيارات المرتدة الخارجة من الملقف ، وزاوية ميل سقف الملقف التى تسمح بتماس الهواء النافذ إلى الملقف حتى ٥٥° .

- **إنسيابية مسار إنزلاق التيار داخل مقطع الملقف** : كلما قلت واستدارت الأحرف والزوايا بمقطع الملقف كلما زادت إنسيابية إنزلاق التيار خلال الملقف وقلت التيارات المرتدة الخارجة .

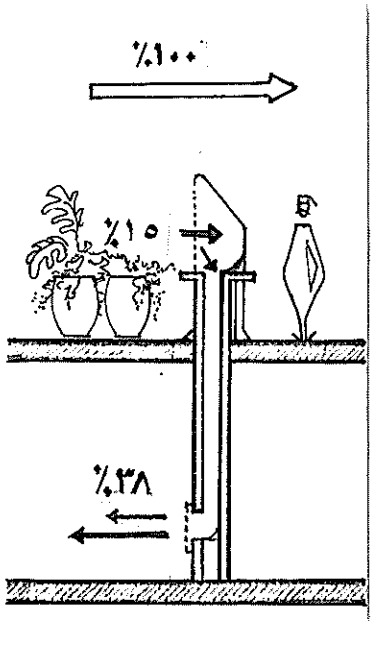
- **تواجد فتحات حائطية أو سقفية** لتصريف الهواء الساخن واستمرار حركة الهواء الداخلى بالفراغ عبر الملقف يزيد كفاءته فى لقف الهواء بفعل فارق ضغط الرياح ودرجة الحرارة



١-١- يوصى بعمل الملقف السطحى ذى السقف المائل بزاوية ميل ٣٠ للفراغات الكبيرة بالمبانى ذات الطابق الواحد ، وبالأدوار الأخيرة للمبانى متعددة الأدوار والذى ينفذ حتى مستوى شاغلى الفراغ بسرعة تعادل ١٥٪ بسرعه الرياح الحرة فيزيد من معدل التهوية لفراغ بمسطح ٢٠٠م٢ وبإرتفاع ٤,٥ م ، ولفتحة دخول الهواء بمسطح ٢٪ من مسطح الفراغ

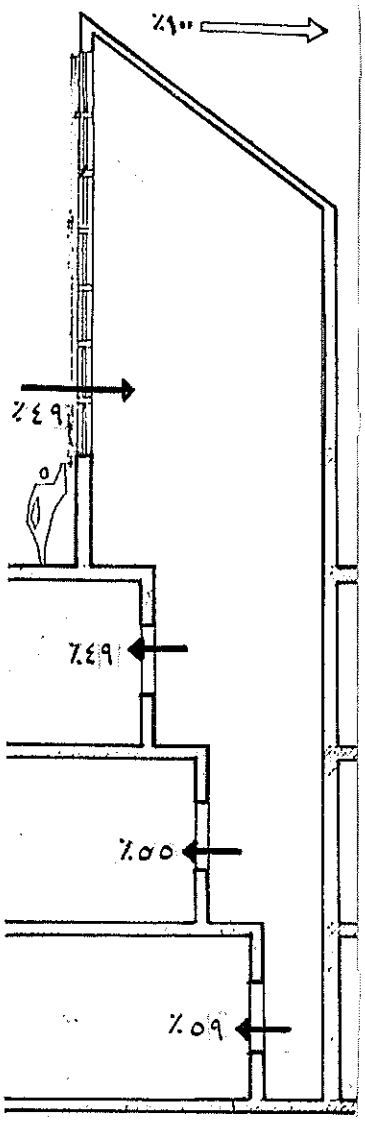
وتواجد فتحات سقفية مركزية مرتفعة (ممرق الهواء) بتلك الفراغات يزيد معدل سرعة وانتشار الهواء بالفراغ .

وبزراعة فراغات السطح فيما حول الملقف يزيد ترشيح وترطيب الهواء الخارج إلى الفراغات الداخلية بالمناطق الجافة ، وبتركيب غطاء جبسى مخرم وحوامل خشبية بفتحة دخول الهواء مملوءة بالفحم والجبس لامتصاص الرطوبة الزائدة بالهواء فى المناطق الرطبة.



١-٢- يوصى بعمل الملقف الحائطى ذى النفق المستمر لمبنى ذى طابق واحد ويمكن أن تصل مساحة مقطع نفق الملقف إلى ٢٥x٢٥سم ، وفتحة المأخذ على السطح بمساحة ٤٪ من مساحة الفراغ (٢٠ م٢) وتعلو دروة السطح وذات غطاء معدنى يسهل تشكيل زواياه باستدارة لتقليل التيارات المرتدة الخارجة بسبب الزوايا العائقة ، وفتحة المخرج تعادل ٠,٥ ٪ من مسطح الفراغ أو ١٣٪ من مسطح فتحة المأخذ ، ويسمح مثل هذا الملقف بنفاذ الهواء إلى الفراغ أسفله بنسبة سرعة تعادل ٣٨٪ من متوسط السرعة الحرة فوق سطح المبنى .

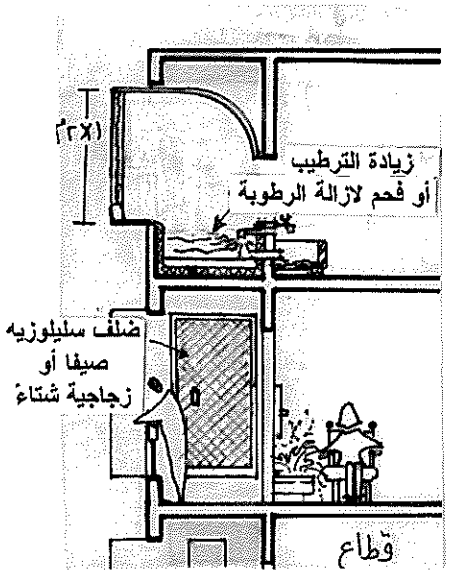
١-٣- فى حالة استخدام الملقف ذى النفق المستمر بمبنى ذى طابقين يراعى أن تكون فتحة خروج الهواء بالدور السفلى أكبر من فتحة الخروج بالدور العلوى لتتقارب سرعات الهواء الخارج إلى الطابقين، وذلك فى حالة تواجد فتحات الخروج مقابلة لفتحات مأخذ الهواء، حيث يسارع التيار فى إختراق أقرب فتحة سالبة مقابلة لفتحة دخوله إلى مقطع الملقف. والعكس صحيح فى حالة وقوع فتحات المأخذ والمخرج على حائط رأسى واحد فتكون فتحة خروج الهواء بالدور العلوى أكبر من فتحة الدور السفلى، وذلك بسبب تسارع انزلاق التيار على جدار الملقف المقابل لفتحة المأخذ ووصوله أسرع إلى الدور السفلى .

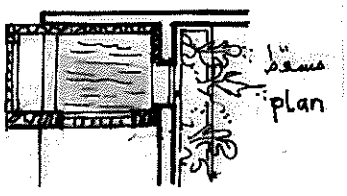


١-٤ يوصى بالملقف الحائطى ذو النفق القمعى الشكل للمبانى متعددة الأدوار : فالمبنى ذو ارتفاع ثلاث أدوار متكررة يلزمه ملقف بإرتفاع ٩ م فوق سطح المبنى ومساحة مقطع ٤م^{٢} وذو نفق قمعى الشكل بمساحة مقطع ٤م^{٢} (١ x ٤م) على أن يضيق ١م^{٢} مع كل دور من الأدوار الثلاثة المتكررة، وفتحة مأخذ بإرتفاع ٧م وعرض ١م (تعادل ٩٪ من مسطح الفراغ شبه السماوى والذى مساحته ٧٥ م^{٢}) وفتحة مخرج بكل دور تعادل ٠,٨ ٪ من مسطح الفراغ أو ٨٪ من مساحة فتحة المأخذ ، للوصول لمتوسط سرعة عبر فتحات المخرج بالأدوار الثلاثة تعادل ٥٠ :٦٠٪ من السرعة الحرة فوق سطح المبنى. تزيد السرعة عند فتحة المخرج بالدور السفلى عنها بالدور العلوى فى حالة وقوع فتحات المأخذ والمخرج على نفس الحائط ، ويحدث العكس فى حالة تقابل فتحات المأخذ والمخرج ، وبزيادة ارتفاع الملقف إلى ١٢م وبالتالى فتحة المأخذ إلى ٩م تزيد السرعة الخارجة إلى الأدوار بنسبة ٤ :٦٪ من السرعة الحرة بينما تزيد تكلفة إنشائه ١٠٪ .

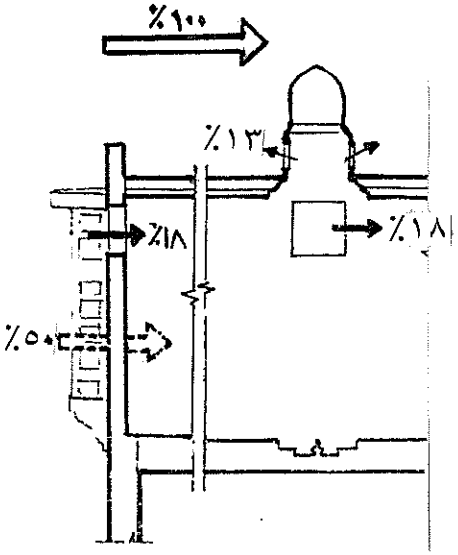
١-٥ بإضافة فواصل رأسية لفصل التيار النازل بمقطع نفق الملقف إلى الأدوار تزيد سرعة الرياح النافذة إلى فتحات المخرج خاصة بالدور السفلى (٦٧٪ من السرعة الحرة) وذلك فى حالة موضع فتحات المأخذ والمخرج على حائط واحد

١-٦ يمكن إلحاق "ملقف الشرفة" بوحدة سكنية بمبنى متعدد الطوابق على أن يكون بجدار الشرفة الجانبى ومعزول حراريا ، وبمسطح مقطع ٢م^{٢} وذى فتحتى مأخذ للهواء بمساحة ٤م^{٢} فى مواجهة الرياح ، مثبت بالفتحتين ألواح سليلوزية مرطبة بواسطة أنبوبة مياة مثقبة أعلى االألواح وحوض مياه أسفلها لتجميع المياة المتساقطة وإعادة ضخها، مع إضافة وعاء للمياة أسفل قاع الملقف المعزول جيدا لرشح المياة، ويمكن إعادة إستخدام المياه المستعملة بصرفها فى أحواض للزرع أسفل فتحة مخرج الهواء، وبإستبدال الضلف السليلوزية بالإتجاه الشرقى أو الغربى بأخرى زجاجية تؤثر فى تسخين الهواء الداخل إلى الفراغ خلال فتحة الملقف الشمالية المرشحة للهواء دون ترطيب شتاء، ومراعاة التنظيف والصيانة المستمرة .



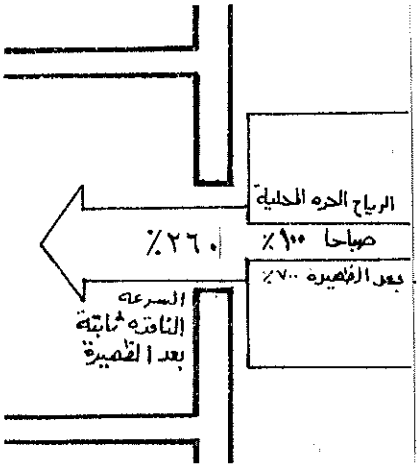


٢- يوصى بتعدد فتحات الفراغ الواحد بدلا من فتحة واحدة كبيرة لزيادة إنتشار الهواء بالفراغ، وتلافى الفتحات الركنية و المتجاورة لمنع تسرب التيار الداخل للفراغ إلى الخارج، وخلق مناطق ضغط متباينة على سطح المبنى ، والالتزام قانونا بحد أقصى لمسطح الفتحات (٢٠٪ من مساحه الواجهه) وضرورة تظليلها بالشيش الخشبى وكاسرات الشمس بالمناطق الحارة لحماية الغلاف من الاكتساب الحرارى و خفض درجة حرارة الهواء النافذ خلالها إلى الفراغات الداخلية .



٣-يوصى بعمل الفتحات العلوية(الشراعات) بالحوائط الخارجية والداخلية ، فهى تزيد من معدل التهوية بالفراغ و بالتالى انتشار الهواء بالفراغ و سرعة تصريف الهواء الساخن، حيث تنفذ الهواء إلى الفراغ و تصرفه إلى الخارج بفعل قوتى ضغط الرياح و فارق درجات الحرارة .

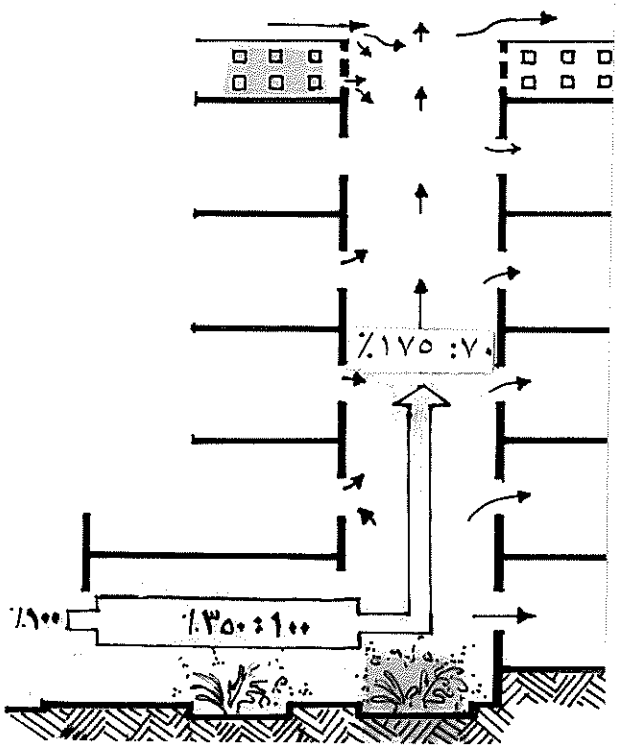
٤-يوصى بعمل الفتحات السقفية (الممرق-االشخشيخة-المضاوى) بالفراغات الكبيرة ذات الطابق الواحد ،و بسقف الدور الأخير للمبانى متعددة الأدوار والتى تخفف الحمل الحرارى الواقع على السطح الداخلى للسقف لسرعة تصريف الهواء الساخن بالفراغ، وتزيد تدفق الهواء به لتباين المسافة الرأسية بين فتحات دخول وخروج الهواء



٥- يوصى بعمل المخرمات الجداريه بأسوار المبانى والأسطح ، وبغلاف المبانى حيث أنها تضاعف من سرعه إندفاع تيار الهواء الداخل إلى الفراغ إلى ٢٦٠٪ من السرعة الحرة فوق المبنى نهارا ، فتقلل درجة حرارته بسبب زيادة معدلات التهوية بالفراغ، و لكونها فتحات مظللة .

وتسمح دروة السطح المخرمة بتخلل الهواء إلى المنطقة الملاصقة للسقف فتقلل الحمل الحرارى الواقع، وبالتالى على الفراغ الداخلى من أسفله .

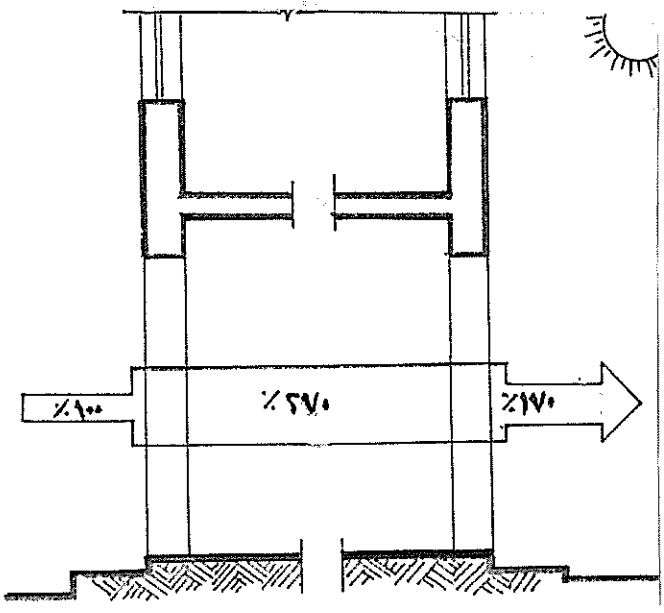
٦-الفراغ السماوى المركزى :(فناء-منور بمسطح كاف) حل مثالى لتهوية المبانى ذات الحجم الكبير و الممرات مزدوجة الاتجاه حيث يتوسط الكتلة وتحيطه الممرات الخدمية ، و يتم تهوية الفراغات الجنوبية المطلة عليه من خلال تيار الهواء البحرى النافذ من الفراغات الشمالية (المطلة على الفناء) عبر الفناء إلى الفراغات الجنوبية بفعل الحمل (أو بواسطة ملقف الرياح) ، و يعمل على التخلص من الهواء الساخن بالمبنى بفعل تيارات الحمل الصاعدة إلى السماء، وهو يحمى المبانى التجارية والإدارية ذات الممرات الخدمية مزدوجة الإتجاه من كوارث الحرائق حيث يسرع تصريف أدخنتها والغازات الضارة من المبنى إلى السماء ،و يعمل على تبريدها ليلا أثناء إغلاقها بالإشعاع الليلى البارد. أيضا الفناء المركزى لتهوية وإضاءة مبانى تحت الأرض مع استخدام ملاقف ومماررق الهواء.



و المناور الخدمية المركزية و التى لا تقل أبعادها عن ٣/١ ارتفاع المبنى بحد أدنى ٣م (قانون تنظيم البناء مادة ٤١) تعمل كالفناء المركزى السماوى فى تحريك الهواء فيما بين الفراغات الحرارية والشمالية المطلة عليه، وكذلك الاحتفاظ ببرودة الإشعاع الليلى، وكلما زاد اتساع المنور المركزى عن ما نص به القانون كلما زادت كفاءته فى عمله كفناء .

٧-يوصى باتصال المنور بالفراغ الخارجى عن طريق فراغ مدخل المبنى الذى ينشط حركة الرياح خلال المنور والفراغات المطلة عليه، وتزيد معدلات سرعة الهواء المتخللة إلى المنور بزيادة حجم الفراغ المتصل ما بين المنور ومدخل المبنى مصدر التهوية، ويزيد ترشيح الهواء وترطيبه بزراعة تلك الفراغات شبه المفتوحه.

٨- يوصى باستخدام فكرة السباط ضمن متطلبات التصميم لشوارع المشاة ، و خلخلة بعضا من فراغات الدور الأرضى للمبانى متعددة الطوابق فى النسيج المتضام و المتداخل و المتلاصق ، لتأثيرها فى مضاعفة سرعة الرياح المارة خلالها إلى ما يقرب من ٣٠٠٪ من سرعة الرياح الحرة بفراغ ذى إحتواء و مظلل ذاتيا بالتوجه إلى الشمال ، فالفراغات المظللة تعمل على تباين درجات الحرارة والضيق الحجمى للفراغ المسقوف و المتصل بفراغات مفتوحة يزيد من قوة ضغط الرياح و بالتالى من سرعتها.



٩- يوصى بزياده ارتفاع سقف الدور الأخير للمبنى (٣,٢٥ م على الأقل) لامكانية عمل فتحات حائطيه علويه وفتحات سقفيه ، وتظليله بمواد خفيفه ان أمكن (جريد- حصير- تعريشات . . .) لزيادة معدل التهويه وتخفيف الحمل الحرارى الواقع عليه، والحد من الأسقف الجمالونيه والقرميد الداكن اللون بالمناطق الحاره لتأثيرها على زيادة منطقه ظل الرياح واختزانها الحرارى للاشعاع الشمسى وتأثيرها على رفع درجة حرارة الهواء حولها وبالفراغ أسفلها ، إلا إذا كان بمثابة سقفا علويا مرفوعا على هيكل معدنى أو خرسانى ويفصله عن السقف الأصلى مسافة تسمح بحركة الهواء ، ومنهى بلون فاتح (أبيض) ليعكس الاشعاع الشمسى المباشر ويقل الحمل الحرارى على السقف الأصلى .

١٠- أهمية عودة حديقة السطح ، والسطح الاقتصادى الاجتماعى لتنقية الهواء والأنفس ، والتشجيع على التكامل الغذائى بتخصيص مسطحات للزراعة جهة هبوب الرياح ، وفراغات للطيور المنزلية جهة ظل الرياح ، ومساحات للعب واحتفالات قاطنى المبنى على أن تؤجر لمنتفعيها ، ويراعى متطلبات العزل والأمان عند التصميم .

١١- يوصى بالحفاظ على جودة الهواء من خلال :

١١-١ استبدال أغلفة المبانى الزجاجية والغلاف الاقتصادى سمك نصف طوبه ، بالغلاف السميك من المواد الطبيعية المسامية المتنفسة للهواء (طمى-طفله-حجر-جبس-جير-....) ودمجه مع الإنشاء الهيكلى الداخلى لدواعى الراحة الحرارية وترشيد الطاقه ، ولضمان عدم التغيير فى الفتحات و النمط العام لواجهات المبانى من قبل قاطنيها ، مع الإهتمام بالنهو الأبيض ومواد النهو المساميه لدوام تنفس الغلاف و تصريف التراكمات الإنبعاثية الطبيعية بإستمرار.

١١-٢ حماية أغلفة المبانى بالتضام وتعديل قانون المبانى فيما يخص الفراغات السكنية المحيطة بالمبانى لتحديدها بالكثافة البنائية لقطع الأراضى المتجاورة والمتباينة المساحة والمتضمنة للأفنية المركزية المرشحة لملوثات البيئة، فالفراغات السكنية المفتوحة بين المبانى يتسرب خلالها التيار البارد ليلا، وينحصر بينها الكتل الهوائية الساخنه نهارا.

١١-٣ الإهتمام بالمعالجات المعمارية السالبة لدواعى ترشيد الطاقة و الحفاظ البيئى وهو منهج الغرب حاليا لدواعى جودة الهواء ومنع تركيز الملوثات والإنبعاثات ، والتكافل للحفاظ على المحيط الحيوى من التلوث والفساد .

الملـــخص

يركز هذا البحث على دراسة أهمية التهوية الطبيعية وتأثيرها فى تبريد وتدفئة الفراغات الداخلية للمبانى بهدف الوصول إلى الراحة الحرارية المطلوبة للإنسان خاصة بالمناطق الحارة .

وقد تم تحليل عوامل الراحة الحرارية ومعدلات التهوية المطلوبة وكفاءة التهوية، ومدى توافق العمارة التقليدية مع مشكلات المناخ بالأقاليم المختلفة، وكذلك محددات التحكم المناخى لكل إقليم. كما تمت دراسة القوى المؤثرة على حركة الهواء بفعل قوة ضغط الرياح وقوة فارق درجات الحرارة لأجل معرفة تأثير العناصر المعمارية داخل وخارج المبنى على حركة الهواء خلاله ومن حوله بدءا من التحكم المناخى الوضعى بالموقع العام وتضاريسه ونسيجه وعناصر تنسيقه وما به من مزروعات، أيضا كتلة المبنى وتوجيهها وفراغاتها وفتحاتها والتنسيق الداخلى المنشط لحركة الهواء بالفراغ، ومن ثم التأثير المتبادل لتلك العناصر المعمارية فى خفض أو زيادة درجة حرارة الهواء داخل وحول المبنى حيث المحيط المعيشى للإنسان، وهو ما يعرف بعمارة المناخ الحيوى أو العمارة الطبيعية المتوافقة مع البيئة والسالبة فى استهلاك الطاقة.

وقد ساهمت القياسات الحقلية التى أجريت بهذه الدراسة لنسق تدفق الهواء وسرعته ودرجة حرارته لبعض المبانى السكنية والعامة فى تحليل تأثير بعضا من تلك العناصر المعمارية كالفناء والمدخل المنكسر المطل على الحارة الضيقه، والتختبوش والفتحات السقفية والحائطية الشمالية والمتقابلة فى تنشيط حركة الهواء وخفض درجة حرارته بفراغات المبنى، كما ساهمت فى توضيح أهمية ملقف الهواء كعنصر تقليدى اقتصادى للتهوية وتبريد وترشيح هواء الفراغات الكبيرة والبعيدة عن مصدر مباشر للتهوية، والفراغات الجنوبية والتى ليس بها فتحات متقابلة.

وأضافت المحاكاة الرياضية باستخدام برنامج الحاسب الآلى لحساب معدلات ونسق تدفق الهواء بفراغ مقطع ملقف مبنى مراكز الابحاث بجامعة مصر للعلوم والتكنولوجيا بمدينة السادس من أكتوبر إمكانية تقييم واستخلاص المعايير الهندسية لمقطع ملقف الهواء بمبنى متعدد الأدوار والمؤثرة على نسق تدفق الهواء خلال الملقف ومعدلات سرعة الهواء عند فتحات المأخذ والمخرج بمقطع الملقف .

المراجع العربية:

١- **أحمد كمال عبد الفتاح (د.)** ، " تأثير المناخ علي المدينة والمنزل في العراق"، مجلة الخرطوم، ديسمبر ١٩٦٧ .

٢- **أناتولي ريمشا** ، " تخطيط وبناء المدن في المناطق الحارة " ، دار الشرق بالقاهرة ومؤسسة مشكينجا بموسكو، ١٩٩٢.

٣- **إيفان راي تانهيل**، " الجو وتقلباته " (ترجمة د/ محمد جمال الفندى)، دار المعارف، الطبعة السادسة، ١٩٨١.

٤- **تشريل سيمون سيلفر ، روث س. دي فريز**، "أرض واحدة- مستقبل واحد " (ترجمة سيد رمضان هداره)، الدار الدولية للنشر والتوزيع، ١٩٩١.

٥- **حسام البرمبلي** (د.) ، "التهوية الطبيعية في العمارة الإسلامية " دراسة تحليلية مقارنه للتهوية الطبيعية في الدور والقصور في العالم الإسلامي ذو المناخ الحار، رسالة ماجستير، كلية الهندسة، جامعة عين شمس، ١٩٨٨.

٦- **حسن سيد أحمد أبو العينين** ، أصول الجغرافيا المناخية- دار النهضة العربية ، بيروت ١٩٨٥.

٧- **حسن فتحي** ، " الطاقة الطبيعية والعمارة التقليدية " - مبادئ وأمثلة من المناخ الجاف الحار، (مترجم) المؤسسة العربية للدراسات والنشر، بيروت، ١٩٨٨.

٨- **حمدي صادق أحمد** (د.) ، " تأثير العوامل المناخية في المناطق الصحراوية علي التشكيل المعماري للمسكن الإسلامي وأثر ذلك علي تشكيل المسكن الصحراوي المعاصر " ، رسالة دكتوراه، كلية الهندسة، جامعة حلوان، ١٩٩٣.

٩- **خالد سليم فجال** (د.) ، " دراسة تحليلية لتطوير ملقف الهواء بهدف استعماله في العمارة المصرية المعاصرة "، رسالة ماجستير، كلية الهندسة، جامعة المنيا، ١٩٨٨.

١٠- **سوزيت ميشيل عزيز**(د.)، " تقييم السلوك الحراري كأداة لتصميم التجمعات السكنية في مصر"، رسالة دكتوراه، كلية الهندسة، جامعة القاهرة، ١٩٨٨.

١١- **شفق العوضي الوكيل (د.)، محمد عبد الله سراج (د.)**، " المناخ وعمارة المناطق الحارة"، عالم الكتب، الطبعة الثالثة، ١٩٨٩.

١٢- **صباح مشتت** (د.)، **عبد الرقيب الشيباني** (د.) ، "تأثير الخصائص الفضائية للأسواق التجارية علي كفاءة التحرك الهوائي الطبيعي"، مؤتمر الحفاظ علي التراث المعماري في الأردن والعالم العربي، الجامعة الأردنية، نوفمبر، ١٩٩٣.

١٣- **عبد الباقي إبراهيم** (د.) ، " تأصيل القيم الحضارية في بناء المدية الإسلامية المعاصرة"، مركز الدراسات التخطيطية والمعمارية، ١٩٨٢.

١٤- **عبد الحميد أحمد البس** (د.)، "تقنيات مواد البناء وأثرها علي العمارة في المملكة السعودية"، المؤتمر العالمي الثالث للبناء، القاهرة، ١٩٩٦.

١٥- **فريد محمود شافعي** (د.) ،" العمارة العربية الإسلامية - ماضيها وحاضرها ومستقبلها "، عمادة شئون المكتبات، جامعة الملك سعود، الرياض، ١٩٨١.

١٦- **كمال الدين سامح** (د.) ، " العمارة الإسلامية في مصر"، الهيئة المصرية العامة للكتاب، الطبعة الرابعة، ١٩٩١.

١٧- **كامل حنا سليمان** (د.) ، " مناخ جمهورية مصر العربية"، الهيئة العامة للأرصاد الجوية ، ١٩٧٨م - ١٣٩٧هـ .

١٨- **محمد أنور شكري** (د.)، "العمارة في مصر القديمة"، الهيئة المصرية العامة للتأليف والنشر، القاهرة ، ١٩٧٠.

١٩- **محمد بدر الدين الخولي** (د.) ، " المؤثرات المناخية والعمارة العربية " ، دار المعارف ، القاهرة ، ١٩٧٧.

٢٠- **محمد سمير محمد سعيد** (د.) ، " المعالجة المناخية للعمارة السكنية في مصر"، رسالة دكتوراه ، كلية الهندسة ، جامعة عين شمس ، ١٩٩٣.

٢١- **يسري دعبس** (د.) ، " تلوث الهواء وكيف نواجهه " ، سلسلة التنمية والبيئة ١٩٩٤.

٢٢- **يوسف عبد المجيد فايد** (د.) ، " جغرافية المناخ والنبات " ، دار النهضة العربية ، القاهرة ، ١٩٧٦.

النشرات والدوريات :

١-**الدورة التدريبية لعمارة المناخ الحيوي** - دورة نصف سنوية بجهاز تخطيط الطاقة التابع لوزارة البترول - فبراير ١٩٩٨.

٢-**الصندوق العربي للإنماء الاقتصادي والاجتماعي**، مشروع توثيق وترميم بيت السحيمي ، مايو ١٩٩٧.

٣-**الطاقة حول العالم** - نشرة دورية لمركز معلومات الطاقة بجهاز تخطيط الطاقة - العدد رقم (١٤) أغسطس ١٩٩٤ ، العدد رقم (٢١) ديسمبر ١٩٩٥.

٤-**الهيئة العامة لشئون المطابع الأميرية** ، قانون رقم ١٠٦ لسنة ١٩٧٦ في شأن توجيه وتنظيم أعمال البناء والمعدل بالقانون ١٠١ لسنه ١٩٩٦ ولائحته التنفيذية الصادرة بقرار وزير الإسكان والتعمير رقم ٢٦٨ لسنة ١٩٩٦ والقرارات المتعلقة بهما، الطبعة الأولى المعدلة، القاهرة ١٩٩٧ .

٥-**شبكة معلومات الطاقة** ، بجهاز تخطيط الطاقة التابع لوزارة البترول - بمدينة نصر بالقاهرة .

٦-**مجلة عالم البناء** - العدد رقم (٥١) نوفمبر ١٩٨٤ ، العدد رقم (٧٧) يناير ١٩٨٧ .

٧-**مركز إحياء العمارة الإسلامية** ، " أسس التصميم المعماري والتخطيط الحضري في العصور الإسلامية المختلفة " ١٩٩٠.

References:

1- **Abdelmohsen M.**; "The Thermal Performance of courtyard Houses", Ph.D Thesis , University of Edinburgh, 1978.

2- **Abdin, R.A.;** "ABio - Climatic Approach to House Design for Semi - Desert and Hot Climates, with special reference to Egypt", Ph.D. Thesis in Architecture, University of Strathclyde, 1982.

3- **Afify, M.G.;** "Passively Integrated Heating and Cooling Systems" - An Approach for Energy Performance Assessment and Prediction using Micro-computer models, Ph.D.Thesis Cairo University 1993.

4- **Ahmad, Adel Mostafa**, "The Thermal Performance of concrete roofs, and reed shading panels under Arid Summer Conditions",Overseas Building Notes No.164, Building Research, October 1975.

5- **Ahmad, I. ; Khetrish, E. ; Abughres, S.M. ;** "Thermal Analysis of the Architecture of old and new Houses at Ghadames" Building and Environment vol. 20 No.1, Pergamon Press Ltd, 1985.

6- **Amira, M. Mostafa** ; " Low Energy Cooling in Multi- story Buildings - Application in the Hot Arid Climatic Context of Cairo/ Egypt", M.Sc. Thesis, M.I.T. University 1989.

7- **Bahadori, M.N.;** "Pressure coefficients to evaluate Air Flow Pattern in wind towers"; International Passive and Hybrid Cooling Conference - Miami 1981.

8- **Bowen, A. ;Clark, E. & Kenneth LAB;** International Passive and Hybrid Cooling Conference , Miami 1981.

9- **Bowen, A.;** "Design Guidelines on Vertical Air Flow in Buildings and Urban areas" 1984.

10- **Brown, G. Z.**; "Inside Out- Design Procedures for Passive Environmental Technologies" , John Wiley & Sons Inc. 1992.

11- **Burgess, W. ; Ellenbecker, M.J.; Trcitman, R.D. ;** " Ventilation for Control of The Work Environment "; John Wiley & Sons , Inc.,1989.

12- **Conklin, G.** ; "The Weather- Conditioned House" Revised and updated by S.B. Duncan , Van Nostrand Reinhold Company, 1980.

13- **Cook, J.** ; "Cooling as The Absence of Heating;" International Passive and Hybrid Cooling Conference, Miami , 1981.

14- **David , P.** ,forward by **John Elkington** ; "The Natural House Book, creating a Healthy, harmonious and Ecologically Sound Home" Conran Octopus Ltd, U.K. 1989.

15- **Ellis, J. Aronin**; " Climate & Architecture ", Reinhold Publishing Corporation , U.S.A , 1953.

16- **Elsamra, G.H.** "Climate change and Human Health Conference", Cairo University, 1996.

17- **Evans, M.** ; " Housing, Climate and Comfort " , the Architectural Press, London 1980.

18- **Farahat, A.**; "Integrated Energy Systems for Arid Areas of the Middle East" Energy Resources and Conservation related to Built Environment Vol.2 oktay Ural Pegamon Press 1980.

19- **Farahat, A.; Bowen, A.; Abdelmohsen , M.; Lewellyn, O.** ; "Evaluation and Development of Building codes and Land- Use Regulation" King Abdulaziz University Research Projects, Vol.2, 1408 - 1988.

20- **Fathy, H.**; -"Architecture for the Poor " An Experiment in rural Egypt, the University of Chicago Press, 1973.

21- **Fathy, H.;** "Natural Energy and Vernacular Architecture" Principles and Examples with Reference to Hot Arid Climates , edit. By **W. Shearer and A. Sultan**, The University of Chicago Press, Chicago and London, 1986.

22- **Fouad Bookash**, "Wind Tower Houses of Bastakey in Dubai," Passive Cooling Conference , Miami , 1981.

23- **Garde, R.J.** ; "Turbulent Flow " ; John Wiley & Sons , 1994.

24- **Givoni, B.,** "Man Climate and Architecture" 2nd Edition, Applied Science Publishers Ltd. , London , 1976.

25- **Givoni, B.;** "Passive and Low Energy Cooling of Building", Van Nostrand Reinhold 1994.

26- **Golany,G. ;** "Urban Planning for Arid Zones", American Experiences and Directions , John Wiley & Sons Inc. ,1978.

27- **Hanna, G.B.,** "Effect of Variable Ventilation Timing on the Estimated Temperature of An Enclosure", Building & Environment Vol. 13, No.4 Pergamon Press, 1978.

28- **Hanna, G. B.,** "Thermal Investigation of Passive Heated and ventilated Buildings in Egypt", Elsevier Science Publishers B.V , Amsterdam, 1983.

29- **Hoffman, M.**; "Reduction Energy Consumption in Buildings using Passive Methods" Technologies for Energy Efficiency and Environmental Protection Conference in Cairo, 1995.

30- **Holm, D.** ; "Energy Conservation in Hot Climate" Nichols Publishing , 1983.

31- **Jackson, A.R.W & Julie, M.**; "Environmental Science - The Natural Environment and Human Impact", Longman Group Ltd , 1996.

32- **Jaubert, O.**; "Annales Islamologiques" Tome XXIX, Institute Francais D'Archeologie, Orientale de Caire , 1995.

33- **Johnson, T.E.**; "Solar Architecture - the Direct Gain Approach" Library of Congress, 1981.

34- **Kaizer Talib**; "Shelter in Saudi Arabia", Academy Editions , St. Martins Press, 1984.

35- **Khafaje** ; "Natural Ventilation through Schools Buildings in Hot Dry Tropical Zones" King Abdulaziz University, 1992.

36-**Khair Aldeen, A.**; "Design for Minimizing Energy Needs in Hot Arid Zones" Energy Resources and Conservation Related to Built Environment vol.2 , Oktay Ural, Pergamon Press 1980.

37- **Khan, F.R.** ; " The Islamic Environment- can the future learn from the past? " Proceedings of Seminar One in the Series Architectural Transformation in The Islamic World , Agakhan Awards., Aiglemont, Gouvieux , France , April, 1978.

38- **Koenigsberger, O.H. ; Ingersoll, T.G. ; Mayhew, A. and Szokolay, S.V.;** "Manual of Tropical Housing and Building" Part 1 , Climatic Design , Longman , London, 1974.

39- **Konya, A. ;** "Design Primer for Hot Climates" The Architectural Press , London, 1980.

40- **Kovarik, T. ; Pipher, C. ; Hurst, J.** "Wind Energy " , Domus Books , 1979.

41-**Kukreja, C.P.** and Associates, Architects and Town Planners, "Tropical Architecture" , Tata Mc. Graw- Hill Ltd. , New Delhi, 1983.

42- **Lechner, N.**; "Heating , Cooling , Lighting - Design Methods for Architects" ، John Willey & Sons Inc, 1991 .

43- **Littler, J.; Thomas,R.;** "Design with Energy–The Conservation and use of Energy in buildings" Cambridge University Press , 1984 .

44- **Madbouly, S.** "The Climate Influence on Architecture Design in Hot - dry Regions" Ph.D Thesis, Sheffield University , 1966.

45- **Marguerite Gautier - Van Berchem and Solange Ory,** forward by Roger Du Pasquier ; "Muslim Jerusalem", Foundation Max Van Berchem , Geneva, 1982.

46- **Markus, T.A.**; and **Morris E.N.**; "Building, Climate and Energy" Pitman Ltd., London, 1980.

47- **Minnesota** University, The Underground Space Center, "Earth Sheltered – Housing **Design**" – Guide Lines , Examples and References , Van Nostrand Reinhold co. , U.S.A, 1979.

48- **Moore, F.**; "Environmental Control Systems Heating Cooling Lighting" Mc Graw - Hill 1993.

49-**Mostafa , A.;** "The Thermal Performance of Concrete roofs and Reed Shading Panels" Overseas Building notes No. 164 BRE U.K, 1975.

50- **Mott, R.L.;** "Applied Fluid Mechanics" – 3rd Edition , Maxwell Macmillan, 1990 .

51- **Mukhtar, Y.A.** ; "Roofs in Hot Dry Climates – with special reference to Northern Sudan" Overseas building notes No. 182 – BRE , U.K, 1980 .

52- **Olgyay, V.**and **A.**; "Design with climate" Bio- Climatic Approach to Architectural Regionalism, Princeton University Press , New Jersey, 1963 .

53- **Robinette, G.O.; Mcclennon, C.;** " Landscape Planning for Energy Conservation" ; Van Nostrand Rainhold co., 1983 .

54- **Rosenfeld, A.H.; Hafemeister, D.**; "Energy – efficient Buildings" Seminar on Energy Conservation Policies and Technologies for Buildings in Egypt , May 1990 .

55- **Sleeper, R.**; "Architectural Graphic Standards"; the American Institute & Architects 7th Edition , New York, 1981 .

56-**Tremblay , K.R.; Bamford L.Y.;** "Small House Design", Astorey published book, 1997 .

57-**Vickery, B.J; Aynsley , R.M.; Melbourne , W.H.** ; "Architectural Aerodynamics" applied Science publishers Ltd. 1977 .

58- **Watson, D., LAPS, K.** , "Climatic Design" Energy – Efficient Building Principles and Practices , McGraw – Hill Book , 1983 .

59- **Wazeri,Y.H.;** "The Relationship between Solar Radiation and Building Design in North Africa", M.Sc. Thesis, Cairo University , 1998 .

60- **Yeang , K. ;** "Bioclimatic Skyscrapers" ; Artemis , London Ltd , 1994 .

Publications and Periodicals:

1-**Aga Khan** Awards for **Architecture 1989.**

2-**ASHRAE,** ASHRAE Fundamentals , published by the American Society of Heating Refrigerating and Air - Conditioning Engineers, 1989.

3-**BSI, British** Standards Institute , code of practice for "Design of Buildings: ventilation principles and designing for natural ventilation" - formally cp3، chapter 1c BS 5925، 1980.

4-**MAB,** Man and the Biosphere Program - "Ecological Sciences" , UNESCO sources No. 60 July 1994.

5- **Overseas Devision Of Building Research Establishment** , "Building in Hot Climates" A selection of Overseas Building Notes U.K. London, 1980

6-**UIA** , "An Introduction to Islamic Cairo", XV Congress in Cairo , issue 7 - 1985.

7-**Energy Information Center**, Organization for Energy Conservation and Planning .

"Traditional Architectural Elements As a Design Tools for the Future"

This paper investigates imperically how old traditional buildings were in Cairo responsive to local environmental factors, where contemporary designs now-a-days, no longer adopt it.

Farther analysis has been carried out, examing a contemporary institutional building (MSA University - 6October city), using computer simulation methods, in order to evaluate air flow pattern, velocity rates at entry and exit openings of wind catcher-tunnel.

Natural Ventilation As A Design Approach In Passive Architecture

An Analytical And Experimental Comparative Study Using Field Measurments And Computer Simulation :

Investigation of some traditional buildings shows that they were responsive to local environmental factors. However, such architectural solutions are no longer adopted in contemporary designs.

The aim of this thesis is to clarify the potentials and techniques of natural ventilation and its efficiency in controlling indoor spaces. It is considered as a part of the passive systems that aims at maintaining comfortable environment.

An analytical study has been conducted taking into consideration thermal comfort factors and healthy ventialtion rates, and appropriateness of vernacular architecture in different regions.The relations between the effect of site, building mass and air movement inside and around the buildings are also investigated.

The field measurments of air flow pattern, velocity and temperature have proved the effect of some architectural elements that activate air movement and reduce its temperature.Such elements include wind catcher, wind escape, roof and wall openings , central courtyard, bent entrance, loggia, sabat and takhtaboush .

An analytical study has been carried out concerning Misr University's wind catcher using computer simulation to evaluate air flow pattern, velocity rate at entry and exit openings of the wind catcher tunnel. That was through nine experimental cases with different dimensions of wind tower to reach the effective criteria for multi story building's wind catcher, in order to develop new design with respect to energy conservation issue and non-polluted environment.

ضاغ ١٠٠

تصميم كليد ٤٠٠٠ ١٥ نسخة

ألواز بلاستيك ١٤٠ ٨ "

صور (٣٠ × ٧٥) ١٦٠ ٧ " × ٢ "

١٣٠٠ + تصميم ٢٠٠ ← ٣٣٠٠ ← ٤٠٠٠

الطلب ٤
الأستاذ ٣
د. مراد ٣
د. أحمد ١
د. هالة - بشتيا ؟
د. ليلى - ضحى ١
د. منير - عبلة ١
المكتب الفني ١
مشغل الكهرباء ١
الكمبيوتر ١
(٢٠)

تصحيحات كتاب (١)
تم نسخ الملاحق

① ص ٤ سطر ١٨ بدلا من

* بعد تصحيح ص ٤ سطر ١٤ ... ص ٣ سطر ٢٣ ... الرقم

② ص ٥ سطر ١٠ ... ص ١٥ سطر ١٢ ناصرة

③ ص ٤٤ سطر ٢٠ ... ص ٤٣ سطر ١٥ ... الأصل

* بعد تصحيح ④ ص ٤٤ ... سطر ١٥ ... الأصل

⑤ ص ٤٤ سطر ٢٠ ... ص ٤٣ سطر ١٥ ... الأصل

⑥ ص ٤٤ سطر ٢٠ ... ص ٤٣ سطر ١٥ ... الأصل

⑦ ص ٤٤ سطر ٢٠ ... ص ٤٣ سطر ١٥ ... الأصل

⑧ ص ٤٤ سطر ٢٠ ... ص ٤٣ سطر ١٥ ... الأصل

⑨ ص ٤٤ سطر ٢٠ ... ص ٤٣ سطر ١٥ ... الأصل

⑩ ص ٤٤ سطر ٢٠ ... ص ٤٣ سطر ١٥ ... الأصل

⑪ ص ٤٤ سطر ٢٠ ... ص ٤٣ سطر ١٥ ... الأصل

⑫ ص ٤٤ سطر ٢٠ ... ص ٤٣ سطر ١٥ ... الأصل

⑬ ص ٤٤ سطر ٢٠ ... ص ٤٣ سطر ١٥ ... الأصل

⑭ ص ٤٤ سطر ٢٠ ... ص ٤٣ سطر ١٥ ... الأصل

⑮ ص ٤٤ سطر ٢٠ ... ص ٤٣ سطر ١٥ ... الأصل

⑯ ص ٤٤ سطر ٢٠ ... ص ٤٣ سطر ١٥ ... الأصل

⑰ ص ٤٤ سطر ٢٠ ... ص ٤٣ سطر ١٥ ... الأصل

⑱ ص ٤٤ سطر ٢٠ ... ص ٤٣ سطر ١٥ ... الأصل

⑲ ص ٤٤ سطر ٢٠ ... ص ٤٣ سطر ١٥ ... الأصل

⑳ ص ٤٤ سطر ٢٠ ... ص ٤٣ سطر ١٥ ... الأصل

د. سعيد : ما يحيط بالبناء (الأرض) - نوشكي ... المباني والطابق

د. ... : تحليل الهيكل ... / شاشة الكمبيوتر / ... أحمد الفيل / ... / ... / ...

الأستاذ : ... ملحق ... تضم قائمة على الأقل (الثلاثين الأخيرة)

د. محمد : الأطلاء جيد خاصة الجيري ... الهيكل ... الأطلاء ... الهيكل ... الأطلاء ... الهيكل

د. مراد : الثقل المتصرف ... الأطلاء ... الهيكل ... الأطلاء ... الهيكل ... الأطلاء ... الهيكل

Ain Shams University
Faculty of Engineering

Department of Architecture

Natural Ventilation As A Design Approach In Passive Architecture

Thesis

Submitted for Partial Fulfillment of The Master Degree

Presented by
Amal Abdelhalim Mohamad Aldeberky

Supervised by

Prof. Dr.:
Mohamad kamel Mahmoud

Prof. Dr.:
Morad Abdelkader Abdelmohsen