الفصل الخامس : الرياح

- الرياح والعوامل المؤثرة عليها :

  * الرياح ومصدرها

  * الرياح فى مصر

  * العوامل المحلية المؤثرة على حركة الرياح

- التحكم فى الرياح :

  * تصميم الموقع وتأثيره فى حركة الهواء

  * التهوية وتأثيرها على تصميم الفتحات

  * أساليب أخرى لجلب الهواء

  * كيفية تحديد شكل وسرعة انسياب الهواء داخل المبانى

- تلوث الهواء :

  * مصادر التلوث

  * مقاومة التلوث وتنقية الهواء

الفصل الخامس

الرياح

الرياح والعوامل المؤثرة عليها :

الرياح ومصدرها :

« تعرف الرياح بأنها الهواء المتحرك » .

وتنشأ دورة الرياح بما تسببه الشمس من اختلاف فى تسخين الماء واليابس . ذلك لأن الشمس عندما ترسل أشعتها إلى سطح الأرض ترتفع حرارة اليابس وتصل إلى درجات أكبر بكثير من درجات حرارة الأسطح المائية ، وبذلك يصير الهواء الذى يعلو اليابس أسخن بكثير من هواء البحر . والمعروف أن الهواء عندما يسخن يتمدد وبالتالى تقل كثافته عن الهواء البارد نسبياً الذى يعلو مسطح المياه ، وبهذا توجد فروق فى توزيع الضغط الجوى ، الذى يتناسب طردياً مع الكثافة ، وتحت تأثير فروق الضغط هذه يندفع الهواء ويتحرك فى صورة رياح .

ويتحدد نوع الرياح باتجاهها وسرعتها وشدتها .

اتجاه الرياح :

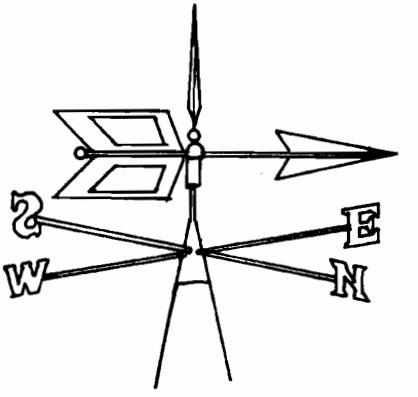
يعرف اتجاه الريح بأنه الاتجاه الجغرافى الذى تهب منه الرياح ، فيطلق عليها رياح شمالية إذا كانت تهب من جهة الشمال وهكذا . ويقاس الاتجاه بالدرجات عن الشمال الجغرافى فتكون الرياح الشمالية الشرقية مثلاً تناظر ٤٥° .

واتجاه الرياح السائدة Prevailing Wind هو الاتجاه الأكثر شيوعاً فى مكان ما . وتجدر الإشارة إلى أن هبوب الرياح السائدة لا يكون متواصلاً إذ يحدث تغيير

فى الاتجاه لفترات متغيرة من الوقت ترجع إلى العوامل المناخية والجغرافية الأخرى . ويحدد اتجاه الرياح بالنسبة لكل منطقة خواص هذه الرياح سواء كانت سيئة أو حسنة ، وذلك تبعاً للمناطق التى تمر فوقها قبل وصولها إلى تلك المنطقة .

ولتحديد اتجاه الريح توجد عدة طرق أبسطها الملاحظة بالعين المجردة لدخان المصانع مثلاً أو أطراف الأشجار أو ذر التراب فى الهواء .. إلخ . على أن جهاز الرصد المستخدم فى هذا الغرض يسمى دوارة الرياح (شكل ٥٣) . حيث يثبت على شاخص أعلى محطة الرصد أو المبنى ، وعندما تهب الرياح يأخذ السهم إتجاهاً خاصًا مشيراً بذلك إلى الاتجاه الذى تأتى منه الرياح .

ويلاحظ أن تكون " الدوارة " معرضة كلية للرياح وفى مكان خال من تأثير العوائق مثل الأشجار العالية والمبانى ، التى قد يترتب على وجودها تيارات معاكسة مما يعطى مؤشراً خاطئاً لاتجاه الريح .



شكل ٥٣ : دوارة الرياح

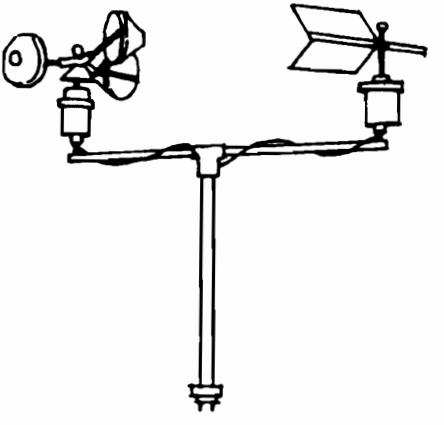
سرعة الرياح :

تُشبه حركة الهواء بحركة سريان الماء من مستوى إلى آخر ، فكلما زاد الفرق بين المستويين زادت سرعة اندفاع الماء . وبالمثل الرياح ، فكلما زاد الفرق فى الضغط انطلق الهواء بسرعة أكبر .

وتقاس سرعة الرياح بالميل/ساعة أو كيلومتر/ساعة . وهناك أنماط مختلفة من الأجهزة لقياس سرعة الرياح ، والنوع البسيط منها هو مقياس الرياح ذو الأكواب (شكل ٥٤) ويتألف من ثلاث أو أربع ريشات إما نصف كروية أو مخروطية الشكل ، وبحجم فنجان الشاى تقريباً ومثبتة على أذرع تدور حول محور رأسى . ويمكن وصل هذا الجهاز بجهاز آخر للعد يمكن بوساطته معرفة عدد الدورات فى فترة زمنية محددة ، ثم إستخراج سرعة الريح بالرجوع إلى جداول خاصة ملحقة بالجهاز .

وفى الأجهزة الحديثة يتصل مقياس الريح كهربائياً بمقياس مدرج داخل محطة الرصد ، يعطى مؤشره سرعة الرياح ، ويمكن ضبط الجهاز بحيث يعطى تسجيلات متواصلة عن السرعة والاتجاه مرسومة على شريط . وعادة يكون الجهاز مزوداً بسهم يدل على إتجاه الهبوب .

والقياس الفعلى لسرعة الرياح هو متوسط مجموعة سرعاتها لفترة طويلة من الزمن ، حيث إن الرياح دائمة التقلب وسرعتها فى حالة تغير مستمر .



شكل ٥٤ : مقياس الرياح ذو الأكواب

شدة الرياح :

تزداد شدة الرياح أى القوة التى تدفع بها الأجسام بازدياد سرعتها . وتُقيم شدة الرياح على أساس مقياس " بوفور Beaufort " ، الذى صممه بحار بريطانى فى القرن التاسع عشر . ويعتمد المقياس على مراقبة تأثير الرياح على الأشياء العادية ، وبه تتدرج شدة الرياح من صفر إلى ١٢ حيث يُعبر كل مستوى للشدة من سرعة مناظرة للرياح ، وعلى هذا يمكن الاستعانة بمقياس بوفور لتقدير سرعة الرياح بطريقة تقريبية دون اللجوء إلى الأجهزة . وقد استخدم هذا المقياس أول ما استخدم فى أعمال الملاحة البحرية ثم عمّ استخدامه على الأرض فى مجال الأرصاد الجوية .

والجدول ص ١٣١ يمثل صورة مبسطة لمقياس بوفور .

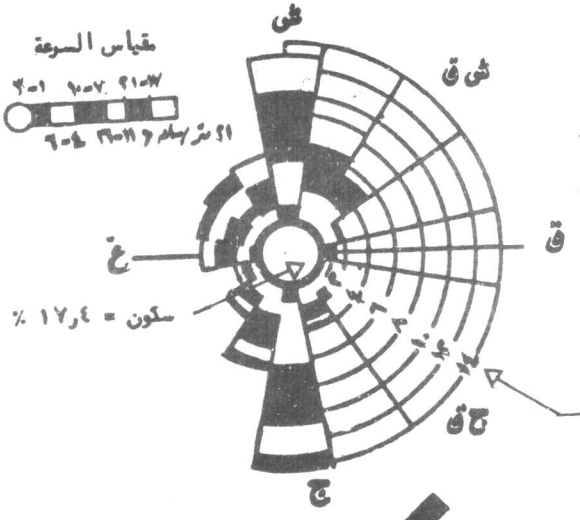
ولرسم صورة واضحة للرياح المؤثرة فى أى منطقة يحتاج المصمم للبيانات الآتية ، وذلك لإمكان تحديد كيفية الحماية من النوع غير المرغوب فيه واستغلاله كطاقة إيجابية ، أو استغلال الرياح اللطيفة فى التهوية الصحيحة للمبانى :

- الاتجاهات السائدة للريح .
- الهيكل الموسمى أو اليومى لسرعة الرياح .
- فترات السكون .
- الأعاصير وأنواع العواصف والرياح الخاصة الموسمية ، ويتم تسجيلها على مدى فترة طويلة من ٢٥ إلى ٥٠ سنة لمعرفة ترددها وخصائصها بأقصى دقة ممكنة .

وأبسط طريقة لتمثيل الرياح بيانياً هى وردة الرياح . وهناك أنواع مختلفة منها يمثلها (شكل ٥٥) .

قوة الرياح بمقياس بوفور	التسمية أو نوع الرياح	الأثر الذى تحدثه الرياح	السرعة		متر/ثانية
			ميل/ ساعة	كم/ ساعة	
صفر	ساكنة	يصعد دخان المداهن 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	٤٠,٦-٤٩,٦	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

ا- وردة رياح شهرية

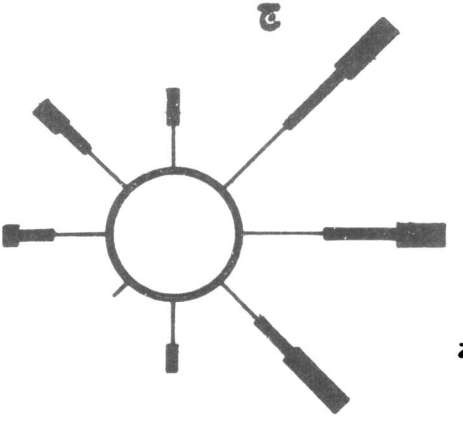


وتدل الأطوال الموقعة علي نصف القطر علي السرعة وذلك تبعاً للمقياس المصاحب.

اتجاه الرياح السائد هو الشمال والجنوب

متوسط السرعة حوالي ٦ متر/الساعة

ب - وردة رياح شهرية



ويدل سمك الخط علي السرعة

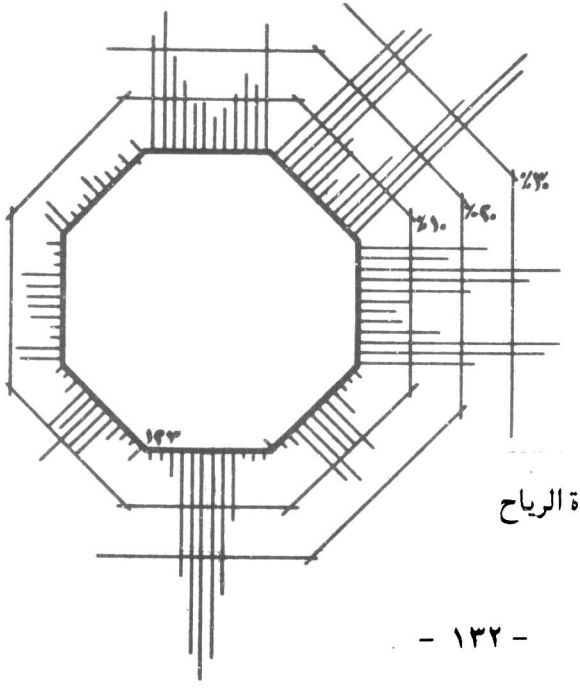
٠ر٥ الى ٥ متر/ ثانية =

٥ر٥ الى ١٠ متر/ ثانية =

اكثر من ١٠ر٥ متر/ ثانية =

٢ مم = ١٪ من الزمن

ج - وردة رياح سنوية



الساعة ٩ صباحاً

النسبة المئوية لفترات السكون :

يناير ١ر٤ ٪

فبراير ٠ر٦ ٪

ابريل ٠ر٦ ٪

يوليو ١ر٩ ٪

اغسطس ٢ر- ٪

شكل ٥٥ : أشكال مختلفة لوردة الرياح

الرياح فى مصر (شكل ٥٦) :

فى منطقة الساحل الشمالى تسود الرياح الشمالية والشمالية الغربية حيث تبلغ نسبتها ٤٦٪ من الرياح التى تهب طوال العام . وهى غالباً شمالية غربية فى الشتاء وأقرب إلى الشمالية فى الربيع والخريف .

وفى جنوب الدلتا فإن الرياح الشمالية لها أيضاً السيادة حيث تبلغ نسبتها حوالى ٣١,٨٪ وفى فصل الخريف والشتاء تزداد نسبة الرياح الشمالية الشرقية .

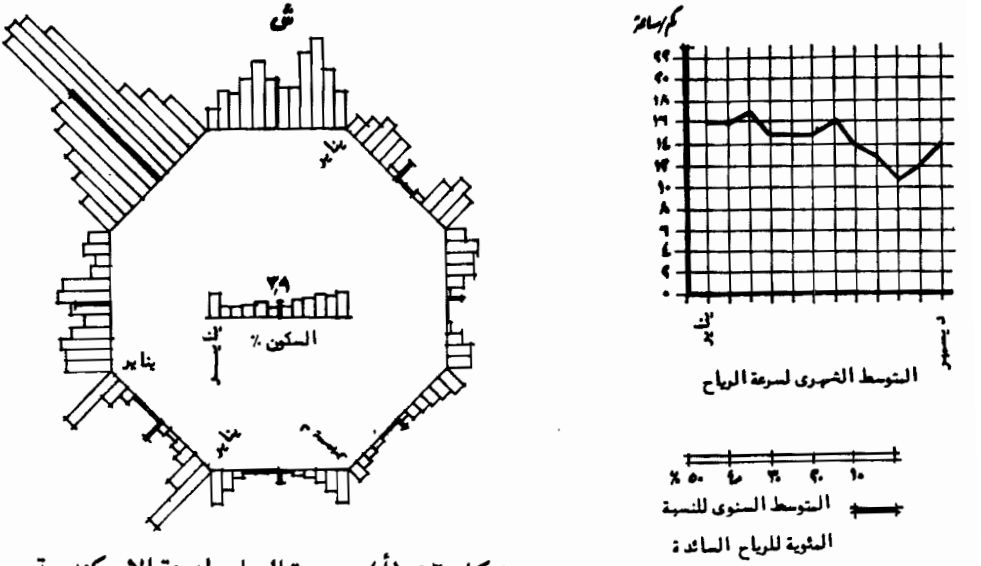
وفى مصر الوسطى والصعيد تتساوى نسبة هدوء الرياح مع الرياح الشمالية التى تسود أيضاً فى هذا الأقليم ، وذلك بسبب بعده عن الانخفاضات الجوية الشتوية .

أما رياح الخماسين فتهب على جمهورية مصر فى فصل الربيع من جهة الجنوب والجنوب الغربى . وهى رياح شديدة ساخنة ومحملة بالأتربة ، وتهب على فترات كل فترة تدوم من يوم إلى ثلاثة أيام على الأكثر وذلك خلال خمسين يوماً من أواخر شهر مارس إلى أوائل شهر مايو .

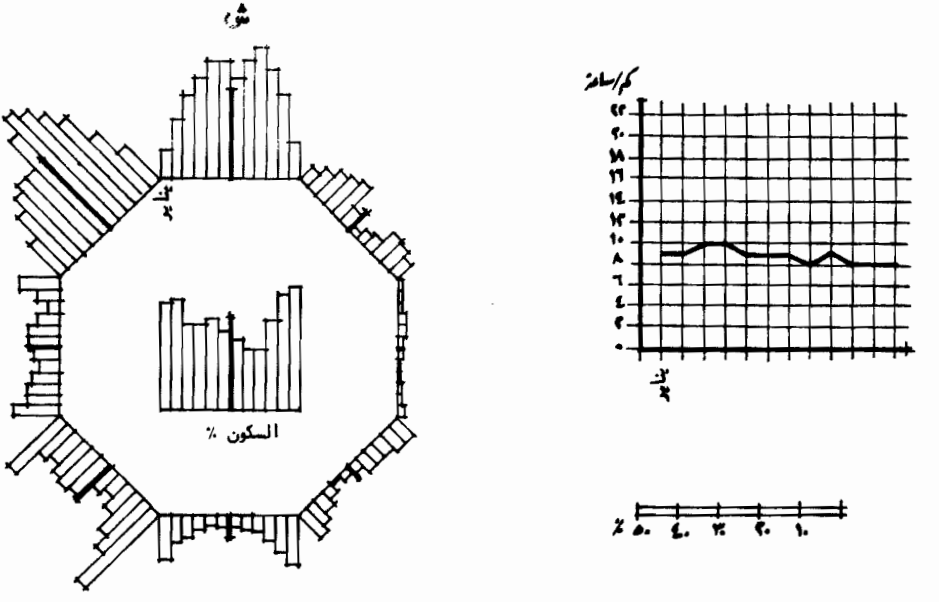
وتنحصر سرعة الرياح فى كافة أنحاء مصر فى الحالات العادية ، بين السرعات المتوسطة فتبلغ أدناها حوالى ٧ كم / ساعة فى المتوسط (نسيم خفيف) ، وأقصاها ٢٠ كم/ ساعة (معتدلة) أما فى حالة الرياح الشديدة فتصل فيها السرعة إلى ٥٠ كم/ ساعة (رياح شديدة) .

العوامل المحلية المؤثرة على حركة الرياح :

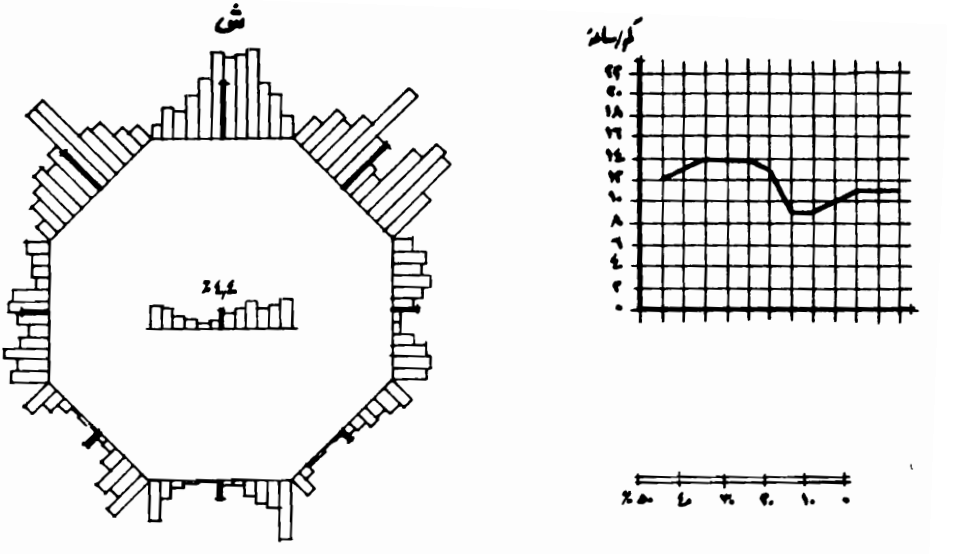
هناك ثلاثة عوامل رئيسية تؤثر بصفة عامة على حركة الرياح وهى فرق الضغط الجوى ، وخشونة سطح الأرض (الاحتكاك) ، والنتوءات الموجودة به . ويعنى ذلك أن طبيعة الإقليم المحلية مثل التضاريس وتجمعات الأشجار والغابات وشكل وكتلة التجمعات الحضرية لها أيضاً تأثير مباشر على تغيير الشكل الأصلى لحركة الرياح (شكل ٥٧) .



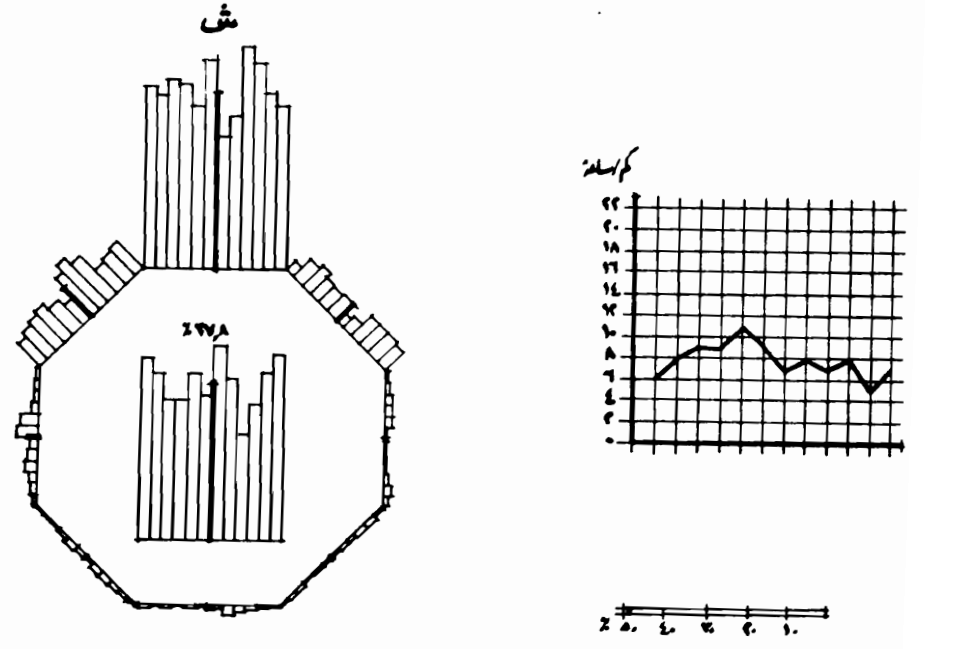
شكل ٥٦ (أ) : وردة الرياح لمدينة الإسكندرية



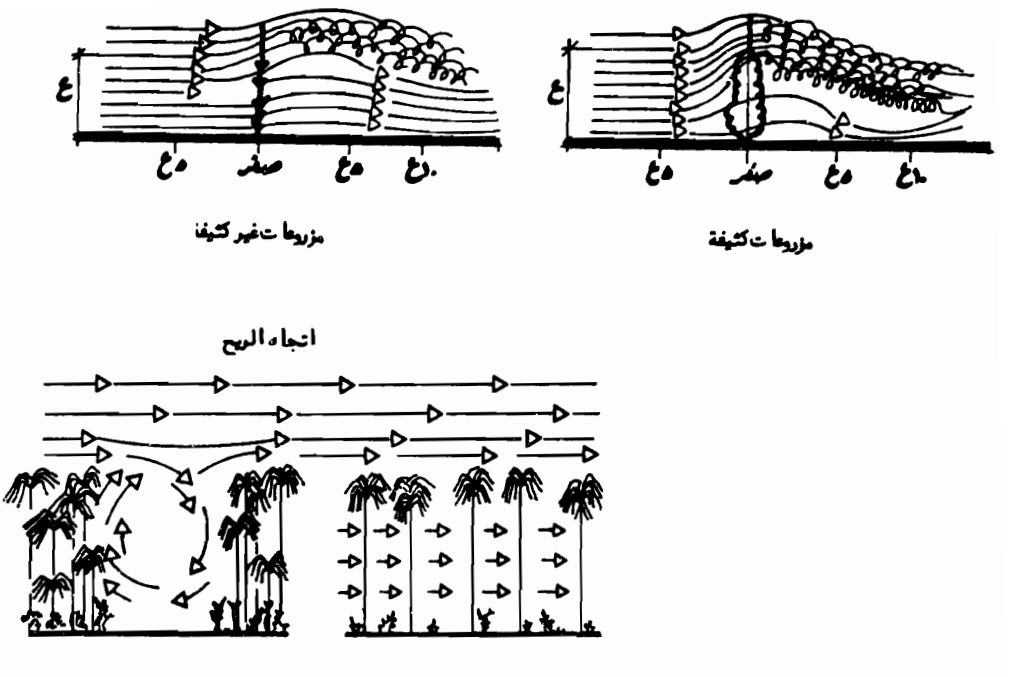
شكل ٥٦ (ب) : وردة الرياح لمدينة العريش



شكل ٥٦ (جـ) : وردة الرياح لمدينة القاهرة



شكل ٥٦ (د) : وردة الرياح لمدينة أسوان

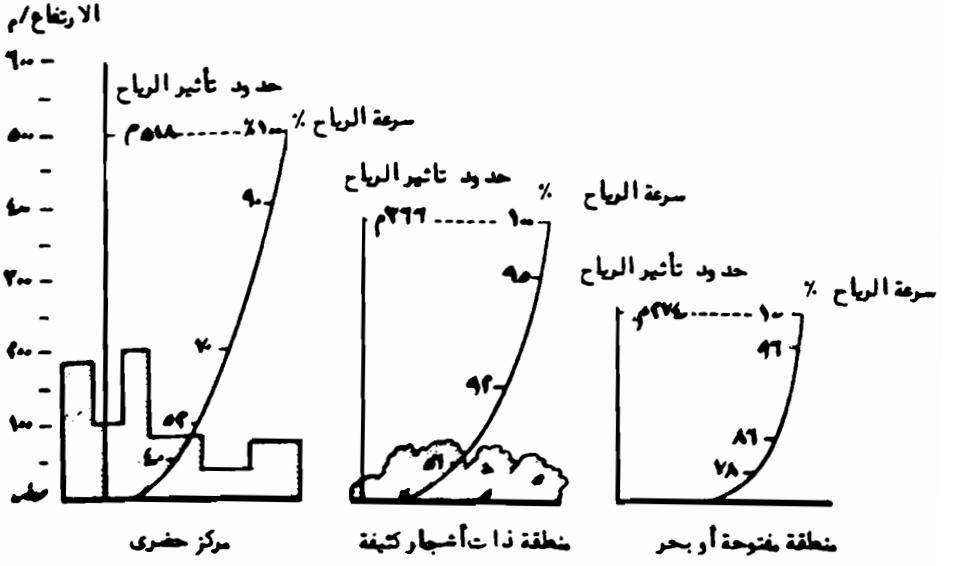


شكل ٥٧ : تأثير الأشجار على حركة الرياح

فإذا هبت الرياح على السطح العريض لسلسلة من الجبال ، فإنها تتبع حدود التضاريس فتعلو فى المنحدرات المواجهة للريح وتهبط فى المنطقة المحجوبة عن الرياح . وعلى هذا يمكن القول أن تلك الجبال تعرقل من سرعة الرياح وقد تغير الاتجاه حتى ١٨٠° . أما إذا كانت المنطقة منبسطة ومفتوحة فإن حركة الهواء الأصلية لا تكاد تتأثر بل تبقى إتجاهات هبوب الرياح وسرعتها كما هى بدون تبديل ، ويزداد تأثير الأرض على الرياح بازدياد خشونتها وعدم انتظام سطحها ، وذلك بسبب ازدياد سمك طبقة الهواء الملامسة للأرض التى تحدث بها التغيرات فى السرعة والاتجاه .

وتؤدى الغابات الكثيفة مثل تلك التى تنمو فى المناطق الحارة الرطبة إلى تخفيض شدة الرياح بشكل ملحوظ ، فبعد ٣٠ متراً من تخللها لمنطقة أشجار كثيفة تنخفض الشدة إلى ٦٠ - ٨٠٪ من قيمتها الأصلية ، وتصبح ٥٠٪ بعد ٦٠ متراً أما بعد ١٢٠ متراً فهى تنخفض لتصل إلى ٧٪ فقط من قيمتها الأصلية .

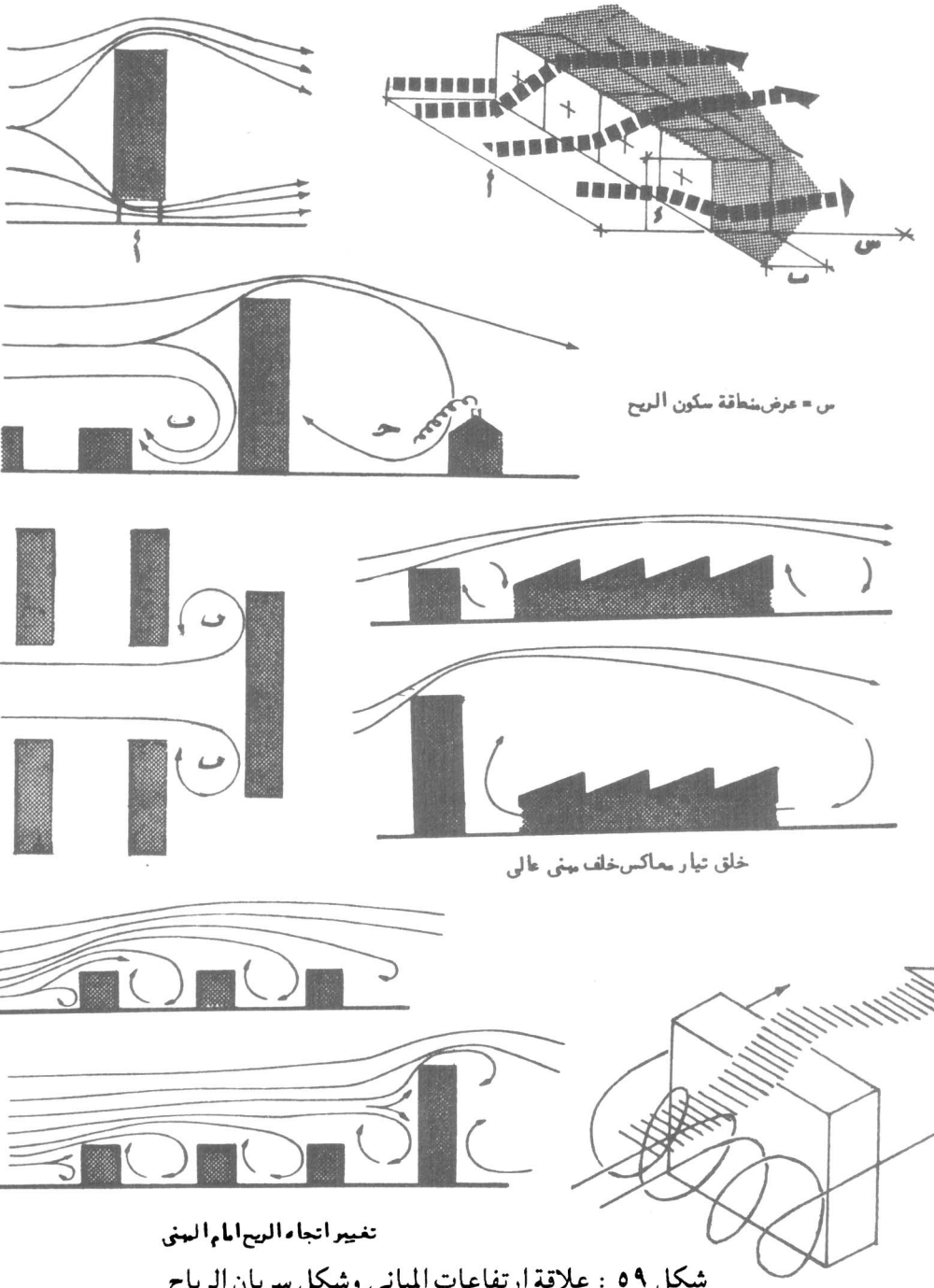
وبالنسبة لاتجاه الرياح فى المستوى الرأسى أى عند تعرضها لصف أشجار كثيفة وعالية ، فإن الاتجاه يبدأ فى التغيير قبل مسافة تعادل خمسة أضعاف ارتفاع صف الأشجار ولا يعود إلا بعد مسافة مساوية لعشرة أضعافه . أما فى حالة وجود مجموعات من الأشجار ذات سيقان طويلة غير متلاصقة مثل النخيل فإن التغيير يكون فى السرعة دون الاتجاه ، أما إذا حدثت خلخلة وسط تلك المجموعة ، أى بقعة خالية من الأشجار فإن ذلك يؤدى إلى تغيير فى شكل حركة الرياح (شكل ٥٨) .



شكل ٥٨ : تأثير طبيعة الموقع على سرعة الرياح

وبالنسبة للتجمعات الحضرية أو الكتلة العمرانية بالمدن أو القرى فإن التجارب أثبتت أن سرعة الهواء على مستوى الشارع تعادل $\frac{١}{٣}$ سرعته فى منطقة مفتوحة .

ومن المعروف أنه عند إصطدام الرياح بحاجز عالٍ أو مبنى تتكون منطقة ضغط مرتفع (+) فى مواجهة الرياح ومنطقة ضغط منخفض أو خلخلة (-) خلف المبنى تكون الريح فيها ساكنة . كما أن شدة الرياح تزداد حول قمم المبانى العالية ، ويرجع السبب فى ذلك إلى عامل الاحتكاك قرب سطح الأرض الذى يبطىء من حركة انسياب



شكل ٥٩ : علاقة ارتفاعات المبانى وشكل سريان الرياح

دوامات الهواء الناتجة عن مبنى عالى

ا ـ ازدياد لسرعة الهواء

ب ـ دوامات هوائية شديدة

جـ ـ يتجة الدخان لاسفل

الهواء . ويؤدى الضغط المنخفض خلف المبنى العالى الى تيار هواء معاكس يعمل على تهوية المبانى المنخفضة الموجودة به .

وهذا التيار تزداد شدته بازدياد ارتفاع المبنى المواجه للريح (شكل ٥٩) .

التحكم فى الرياح Wind Control :

تصميم الموقع وتأثيره فى حركة الهواء :

لدراسة حركة الهواء بموقع ما أهمية كبرى إذ تؤثر فى تحديد الخواص المناخية بالنسبة للتجمع السكنى ككل ، وكذلك بالنسبة للوحدة السكنية .

ومما يؤثر فى حركة الهواء بموقع ما علاقة كتل المبانى ببعضها البعض ، كذلك وضع النباتات والأشجار بالنسبة لتلك الكتل .

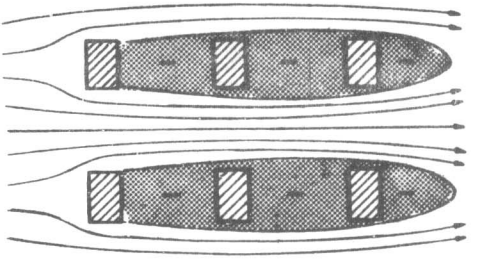
فمثلا بالنسبة للمبانى الموضوعة بطريقة منتظمة (شكل ٦٠ أ) ، تكون مناطق السكون خلف المبانى معرضة للالتحام وبالتالى منع حركة الهواء بالنسبة لصفوف المبانى الخلفية إذا لم تترك بينها مسافة تساوى ارتفاع المبنى ٦ مرات على الأقل ، وفى هذه الحالة تنتج سرعة هواء شديدة ملامسة لكتل المبانى يمكن أن تستغل جيداً للتهوية وذلك بدراسة الفتحات فى المبنى .

ويؤثر شكل المبنى وكتلته ووضعه بالنسبة لاتجاه الريح فى شكل انسياب الهواء من حوله (شكل ٦٠ ب) .

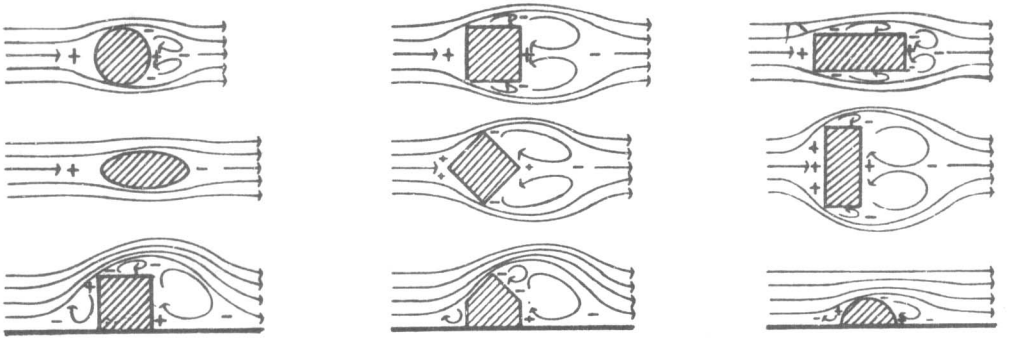
وتحقق المبانى المرصوصة بطريقة تبادلية Staggered انتظاماً أكبر فى حركة الهواء وتقلل من مناطق السكون (شكل ٦٠ جـ) .

أما المبانى المرصوصة بطريقة مائلة فهى تحقق نفس النتيجة السابقة .

وبالدراسة المناسبة لوضع الأشجار والنباتات بالقرب من المبانى وخاصة المنخفض منها ، يمكن التحكم فى اتجاه وسرعة حركة الهواء داخل المبنى ، ومن ثم تكون هناك حرية أكبر فى اختيار التوجيه .

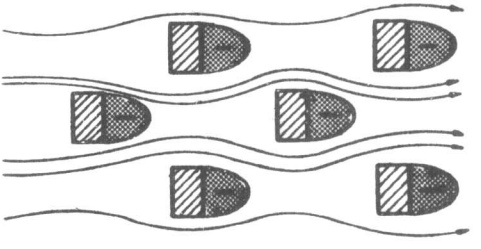


ا ــ مبانى متراصة بطريقة منتظمة



ب ــ علاقة شكل المبنى وتوجيهه بسريان الهواء

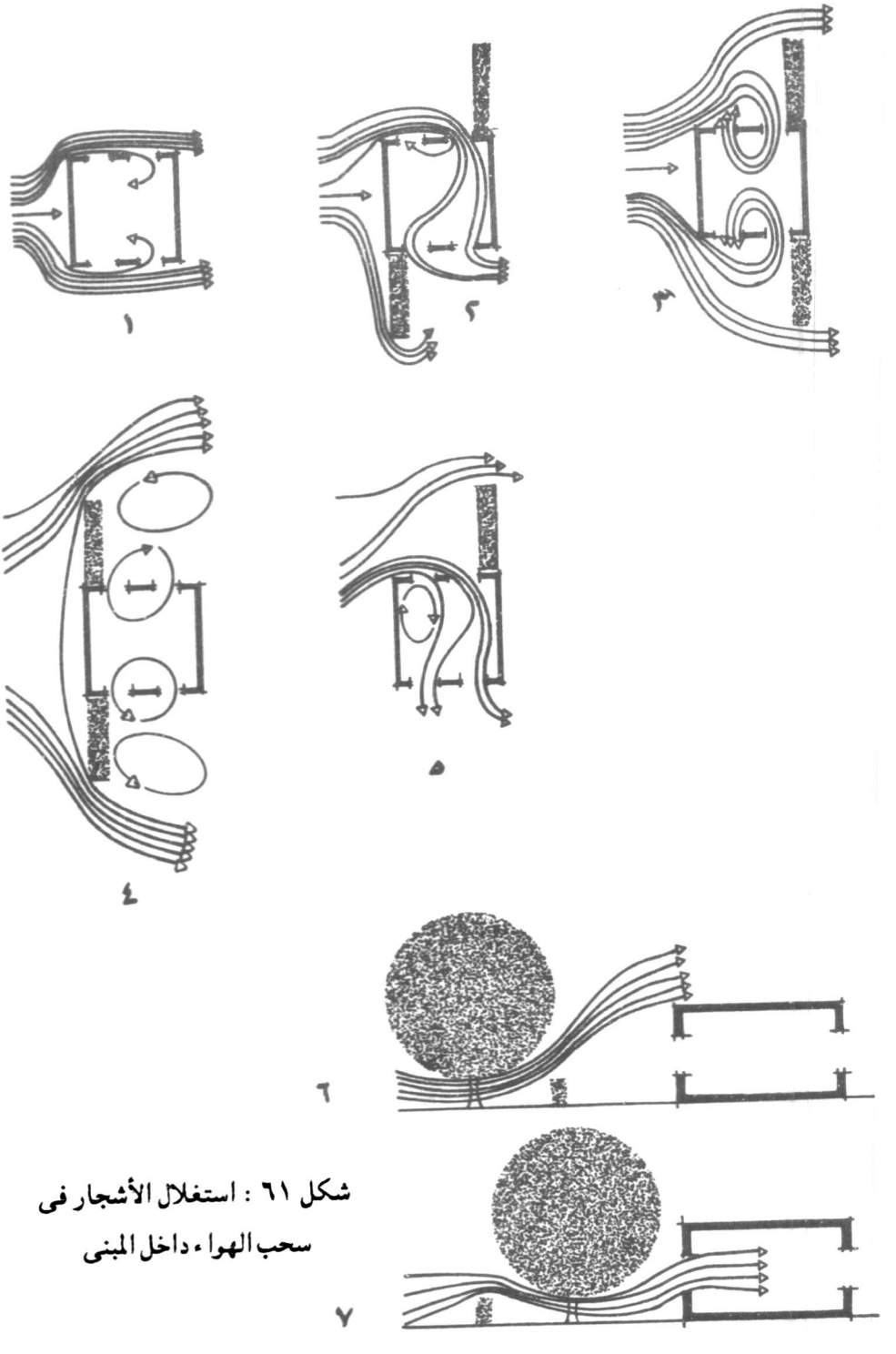
\- منطقة ضغط سالب + منطقة ضغط موجب



جـ ــ مبانى موضوعة بطريقة تبادلية

شكل ٦٠ : تأثير شكل ووضع المبانى على حركة الرياح المحيطة

ويوضح شكل (٦١) إمكان استغلال الأشجار والشجيرات فى أوضاع مختلفة لسحب الهواء الخارجى إلى داخل المبنى بأشكال تتنوع باختلاف وضع وحجم المزروعات .



شكل ٦١ : استغلال الأشجار فى
سحب الهواء داخل المبنى

التهوية وتأثيرها على تصميم الفتحات :

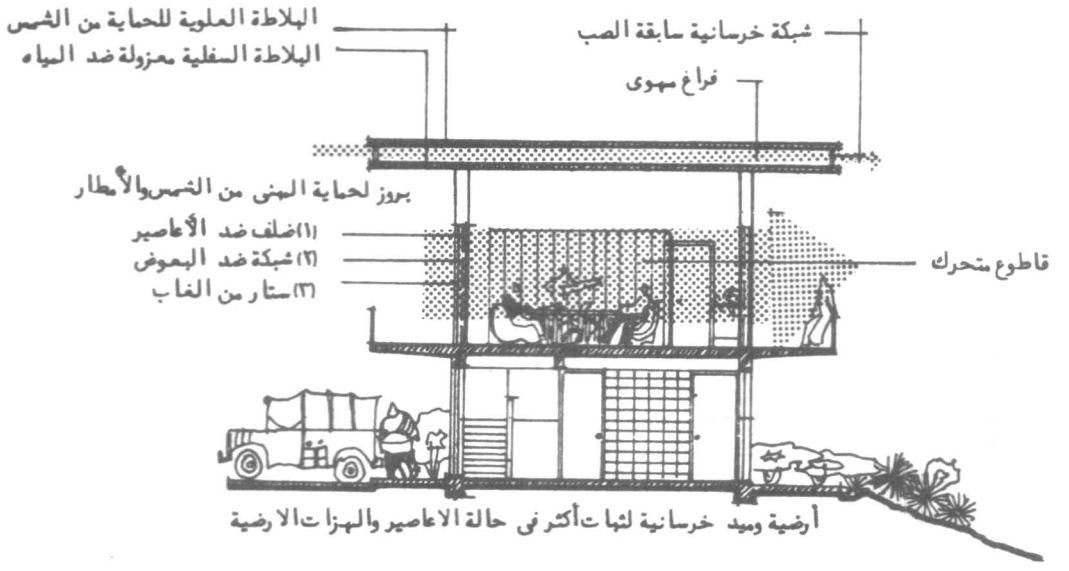
للتهوية داخل المبانى أربع وظائف أساسية :

١ - إحلال الهواء النقى محل الهواء الفاسد ، أى تزويد المبنى بكمية الأكسجين اللازمة للتنفس لمنع تزايد نسبة ثانى أكسيد الكربون ، كذلك التخلص من الروائح والأبخرة الكريهة والضارة . ويختلف معدل تجديد هواء الفراغ الذى يشغله الإنسان باختلاف وظيفته ، ففى غرفة المعيشة مثلاً يحتاج الهواء إلى تجديد من ١ إلى ١,٥ مرة فى الساعة بينما فى المطبخ حيث الروائح وارتفاع نسبة ثانى أكسيد الكربون يزداد هذا المعدل إلى ٤ أو ٥ مرات فى الساعة .

٢ - تبريد جسم الإنسان عند الحاجة بالتحكم فى سرعة الهواء وحركته . وذلك لأنه بازدياد سرعة الهواء يرتفع معدل انتقال الحرارة من الجسم إلى البيئة المحيطة ، كذلك تزيد سعة البخر للهواء ، أى كمية بخار الماء أو الرطوبة التى يستوعبها الهواء ، ومن ثم يزيد التأثير التبريدى الذى يحدثه بخر العرق على الجلد .

٣ - تبريد المنشأ ، إذ يختلط الهواء الخارجى الداخل عن طريق الفتحات بالهواء الداخلى فتنتقل الحرارة بينهما طبقاً للفرق بين درجتى حرارتيهما . وقد أثبتت التجارب أن التبريد الذى تحدثه التهوية داخل المبانى يزداد تأثيره بانخفاض سمك الحوائط الخارجية وقتامة لونها ، ويقل بازدياد سمك الحائط ومقاومته للنفاذ الحرارى ، ذلك لأن درجة حرارة الهواء فى هذه الحالة يزداد اعتمادها على درجة حرارة الأسطح الداخلية .

٤ - التخلص من الرطوبة الزائدة داخل المبنى وذلك فى المناطق الحارة الرطبة (شكل ٦٢) بتزويد سرعة الهواء واستمرار التهوية التى تحمل الرطوبة إلى خارج المبنى .



شكل ٦٢ : منزل فى المناطق الحارة الرطبة طبقاً للمواصفات الأمريكية

تؤدى المعيشة والنوم فى الدور الثانى إلى الاستمتاع أكثر بالنسيم حيث تكون الرطوبة أقل والمنظر أفضل الخدمات والجراج بالدور الأسفل

ويشمل تقييم التهوية لمبنى من المبانى عنصرين أساسيين :

أولا : أن تفى التهوية بالمعدلات اللازمة لتحقيق وظيفتها الصحية .

ثانيا : أن تحقق الراحة داخل الفراغ لشاغليه بتحقيق سرعات مناسبة للهواء بداخله .

وليس من الصعب تحقيق العنصر الأول ، أما العنصر الثانى فهو متغير إذ يحتاج علاوة على توفير المعدلات الصحية إلى التحكم فى سرعة الهواء عند مستوى النشاط الذى يُمارس بحيث تتناسب معه . فعلى سبيل المثال يكون معيار تقييم التهوية فى غرفة معيشة هو سرعة الهواء عند مستوى الإنسان الجالس ، أى على ارتفاع متر تقريباً من الأرض ، بينما فى مكان عمل مثل الورش ، المعامل ، المخازن .. إلخ يتراوح ارتفاع المستوى الذى تُقيّم فيه سرعة الهواء بين ١,٢٠ و

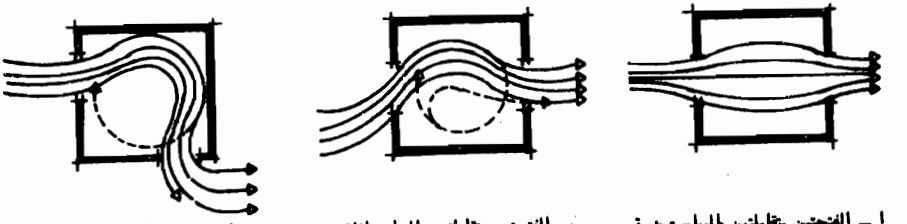
التهوية وتأثيرها على تصميم الفتحات :

ينساب الهواء من مناطق الضغط المرتفع (+) إلى مناطق الضغط المنخفض (-) مكوناً مناطق مختلفة فى الضغط حول المبنى ، كذلك يختلف الضغط بين خارج المبنى وداخله . ويمكن التحكم فى مناطق الضغط عن طريق دراسة فتحات المبنى من ناحية الوضع والمساحة .

وضع الفتحات :

أثبتت الدراسات التى أجريت لمعرفة أحسن وضع للفتحات بالنسبة لاتجاه الرياح لتحقيق التهوية المثلى ما يلى :

- عند وجود فتحتين فى حائطين متقابلين فى غرفة ، وإحدى هاتين الفتحتين عمودية على اتجاه الريح فإن الهواء يتدفق مباشرة من هذه الفتحة إلى الفتحة المقابلة مكوناً تياراً هوائياً مسبباً نوعاً من الإزعاج، بينما يجوب جزء صغير فقط من هذا التيار أرجاء الغرفة مسبباً تحريكاً بسيطاً للهواء ، ويؤدى هذا الاختلاف إلى عدم تجانس التهوية فى فراغ الغرفة (شكل ٦٣ أ) .
- عندما تكون الفتحتان فى نفس الوضع السابق أى متقابلتين ، ولكن الرياح تكون مائلة على فتحة المدخل فإن معظم حجم الهواء يمر ويتحرك خلال فراغ الغرفة ويزيد بذلك تدفق الهواء فى الجوانب والأركان محققاً بذلك تهوية أكثر تجانساً (شكل ٦٣ ب) .
- يمكن الحصول على تهوية جيدة أيضاً بوضع الفتحتين فى حائطين متجاورين مع تعامد اتجاه الرياح على فتحة الدخول (شكل ٦٣ جـ) .



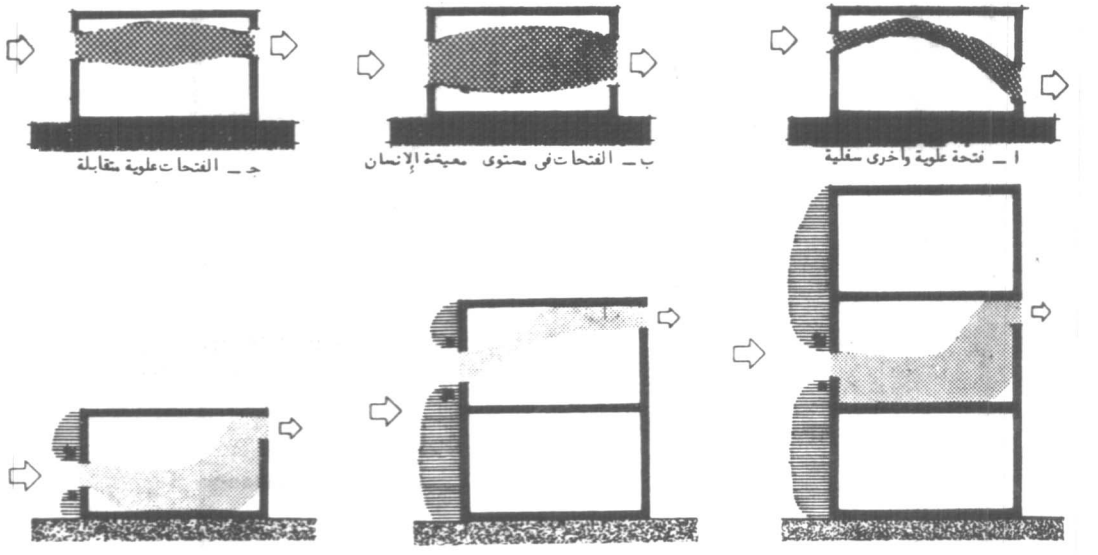
ا ـ الفتحتين متقابلتين والرياح عمودية ب ـ الفتحتين متقابلتين والرياح مائلة جـ ـ الفتحتين متجاورتين والرياح عمودية

شكل ٦٣ : التهوية ووضع الفتحات فى المسقط الأفقى

- يؤدى ارتفاع منسوب فتحتى دخول الهواء وخروجه إلى ركود فى حركة الهواء على مستوى جسم الإنسان الموجود فى الغرفة (شكل ٦٤ أ) .

كما يؤدى وضعهما على منسوب منخفض إلى الحصول على حركة الهواء على المستوى المطلوب (شكل ٦٤ ب) .

- وتكون التهوية سيئة عند وضع فتحتى دخول وخروج الهواء إحداهما عالية والأخرى منخفضة (شكل ٦٤ جـ) .



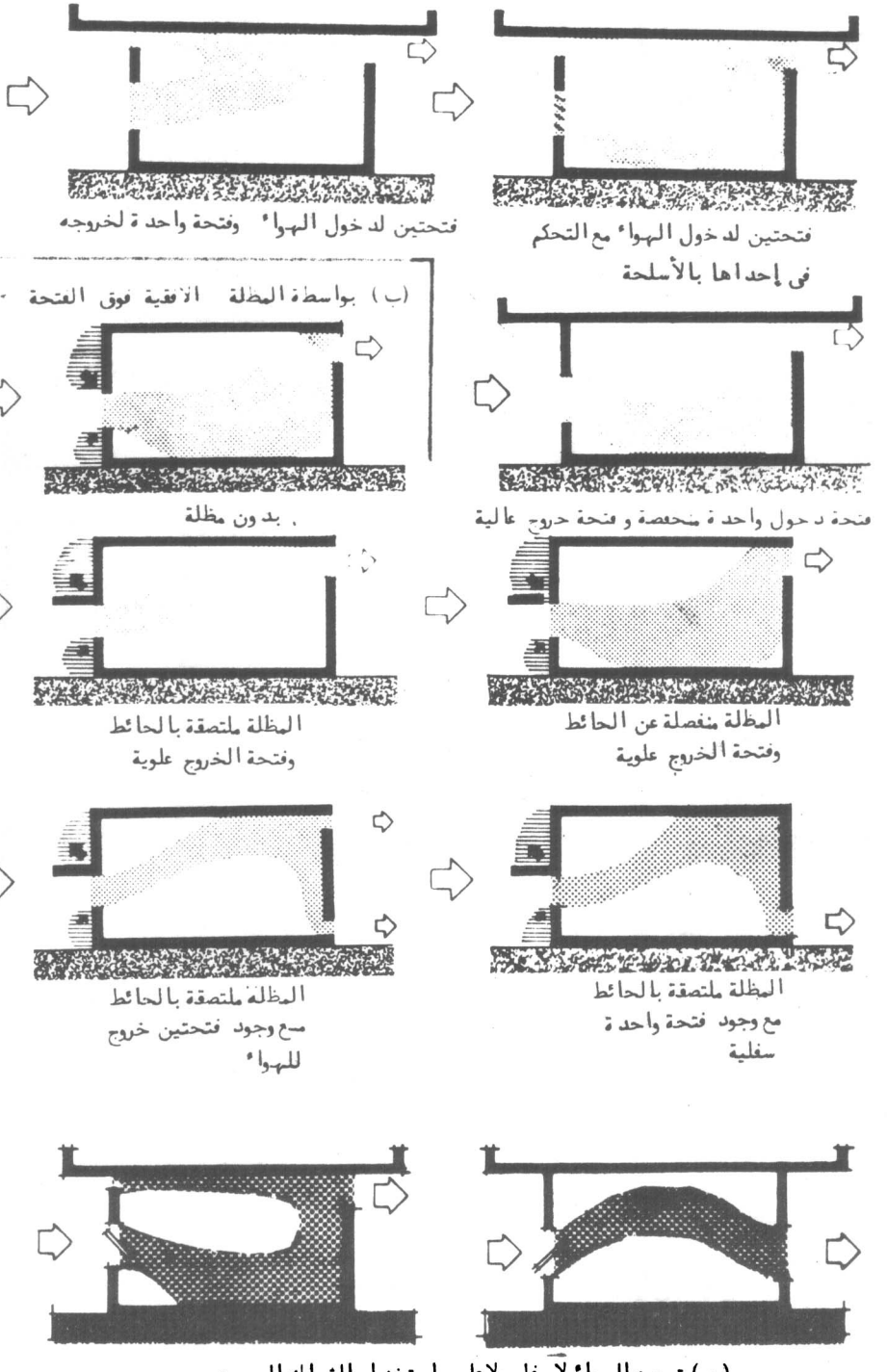
شكل ٦٤ : تأثير منسوب الفتحات على التهوية الداخلية

- يمكن توجيه الهواء إلى أعلى أو أسفل بواسطة الأسلحة Louvers (شكل ٦٥ أ).

- توجيه المظلات الأفقية الموجودة على فتحة دخول الهواء إلى أعلى ، ويمكن تصحيح مسار الهواء إما بفصل المظلة عن الواجهة أو بوضع فتحات الخروج فى أماكن مناسبة (شكل ٦٥ ب) .

وعموماً فإنه فيما عدا الشبابيك المفصلية العادية والشبابيك المنزلقة فإنه يمكن التحكم فى تحديد اتجاه مسار الهواء الداخل إلى المبنى عن طريق التحكم فى اتجاه فتح الشباك باستخدام الشبابيك المحورية سواء التى تتحرك على محور أفقى أو على محور رأسى ، وتوجه الهواء بتغيير طريقه واتجاه فتح الضلفة (شكل ٦٥ جـ) .

(أ) بواسطة الاسلحة



(جـ) توجيه الهواء لأسفل ولاعلى باستخدام الشباك المحورى

شكل ٦٥ : توجيه الهواء داخل الغرفة

كما تساعد المشربيات والكوليسترا والستائر وما شابه ذلك على تشتيت تيار الهواء الداخل ونشره بصورة أكثر تجانساً .

مسطح الفتحات :

عند استعمال حركة الهواء بغرض الترطيب ، فإن التأثير المطلوب لا يأتى نتيجة معدل تغيير هواء الغرفة وإنما يكون نتيجة لسرعة الهواء . وقد أوضحت الدراسات التى تناولت سرعة الهواء والعوامل المؤثرة عليها الآتى :

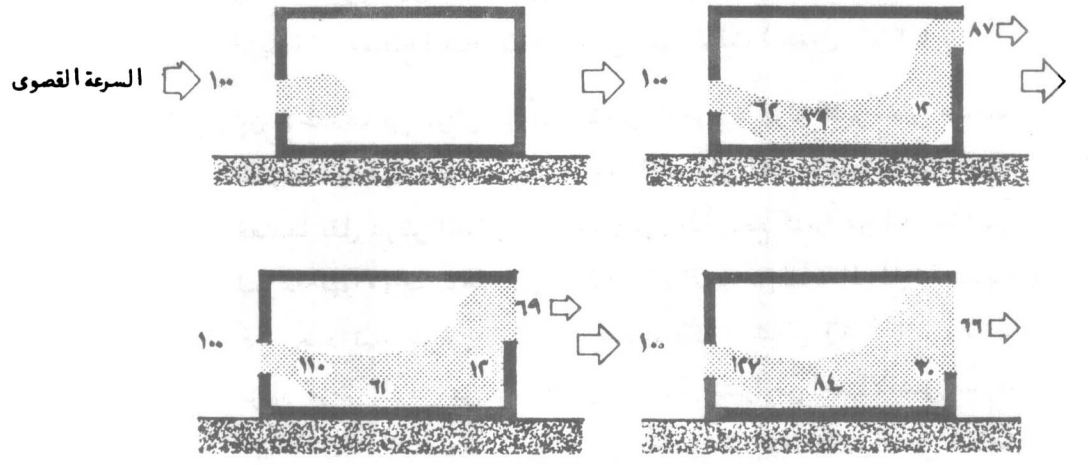
- لا يؤثر عرض الفتحات تأثيراً كبيراً على سرعة الهواء الداخلية إذا ما وضعت هذه الفتحات فى جانب واحد ، ويقل هذا التأثير إذا ما كان اتجاه الرياح عمودياً على اتجاه الفتحات ، أما إذا كانت الرياح مائلة فهذا يخلق مناطق ضغط مختلفة (سالبة وموجبة) على الفتحة نفسها مما يسمح بدخول الهواء وخروجه من نفس الفتحة ولو بنسب قليلة مما يساعد فى زيادة سرعة الهواء الدخلية .

- يزداد تأثير عرض الفتحات على سرعة الهواء عند وضع فتحتين متقابلتين واحدة لدخول الهواء والأخرى لخروجه . ويزيد متوسط السرعة إذا كانت الزيادة فى مسطح الفتحتين تحدث فى نفس الوقت (جدول رقم ٣) .

- إن الاختلاف فى عرض كُلّ من المدخل والمخرج لا يؤثر كثيراً على متوسط السرعة الداخلية للهواء ، بينما يؤثر ذلك على الحد الأقصى للسرعات ، فعندما يقل عرض المدخل عن المخرج فإن هذا يرفع كثيراً من الحد الأقصى لسرعة الهواء وتحدث هذه الزيادة الكبيرة بالقرب من فتحة المدخل مما يتسبب فى وجود تيار هوائى مزعج فى هذه المنطقة (شكل ٦٦ أ) . وعندما يزداد عرض المدخل عن المخرج فإن هذا يقلل كثيراً من الحد الأقصى لسرعة الهواء الداخلية ولكنه يسمح بتوزيع أفضل لسرعات الهواء فى الداخل (شكل ٦٦ ب) . ويمكن التحكم فى مسطح الفتحات عن طريق الأجزاء المتحركة فى الشبابيك التى تزيد أو تقلل من المسطح حسب الحاجة .

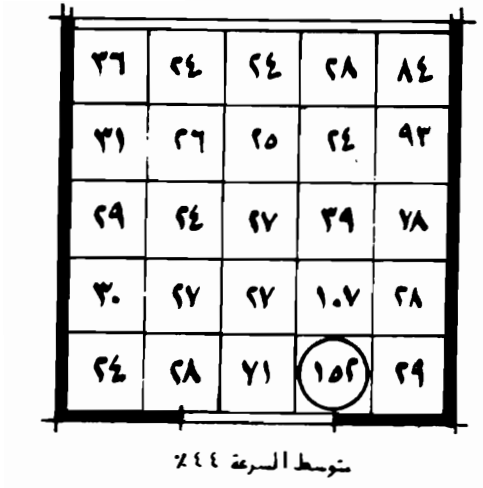
عرض المدخل	عرض المخرج	الفتحتان متقابلتان		الفتحتان متجاورتان	
		رياح عمودية	رياح مائلة	رياح عمودية	رياح مائلة
١ / ٣	١ / ٣	٣٥٪	٤٢٪	٤٥٪	٣٧٪
١ / ٣	٢ / ٣	٣٩٪	٤٠٪	٣٩٪	٤٠٪
٢ / ٣	١ / ٣	٣٤٪	٤٣٪	٥١٪	٣٦٪
٢ / ٣	٢ / ٣	٣٧٪	٥١٪		
١ / ٣	٣ / ٣	٤٤٪	٤٤٪	٥١٪	٤٥٪
٣ / ٣	١ / ٣	٣٢٪	٤١٪	٥٠٪	٣٧٪
٢ / ٣	٣ / ٣	٣٥٪	٥٩٪		
٣ / ٣	٢ / ٣	٣٦٪	٦٢٪		
٣ / ٣	٣ / ٣	٤٧٪	٦٥٪		

جدول رقم (٣) : أثر توجيه الفتحات على متوسط السرعة الداخلية للهواء وعلاقته بعرض الفتحات كنسبة من عرض الحائط



(أ) علاقة سرعة الهواء بحجم ووضع الفتحات

شكل (٦٦ - أ) علاقة سرعة الهواء بحجم ووضع الفتحات



شكل (٦٦ - ب)

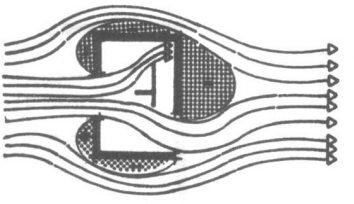
(ب) علاقة عرض كل من فتحتى المدخل والمخرج بتوزيع سرعة الهواء داخل الحجرة .

وضع الفواصل المقسمة للفراغ الداخلى :

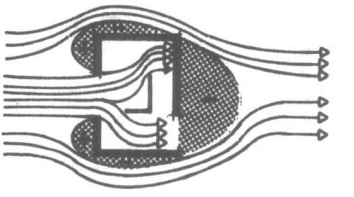
عند مرور الهواء الداخل من الغرف المواجهة للريح فى مبنى إلى باقى فراغات المبنى ، فإنه يلاقى مقاومة من الحوائط والفواصل التى تؤدى إلى تغيير مساره أكثر من مرة مما يضعف من سرعة الهواء الداخلى بالمبنى وإن كان يزيد من تجانس السرعة خلال الفراغات المختلفة (شكل ٦٧) .

ومن دراسة لتأثير وضع الفواصل الداخلية بالنسبة للفتحات على سرعة الهواء ظهرت النتائج الآتية :

- يصل متوسط سرعة الهواء داخل المبنى إلى أقل قيمة عندما يكون وضع الفواصل أقرب إلى فتحة دخول الهواء وفى مواجهتها ، بينما ترتفع قيمته عندما تكون هذه الفواصل أقرب إلى فتحة المخرج .



١



٢

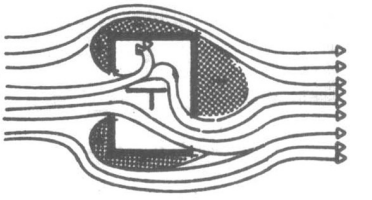
١ ـ يؤدى الفاصل العمودى على إتجاه الهواء إلى تغييره مع إستمرار سريان الهواء فى الجزء الخلفى بسرعة التبريد

٢ ـ هذا الوضع يؤدى الى تقليل سرعة الهواء وبالتالى التأثير التبريدى

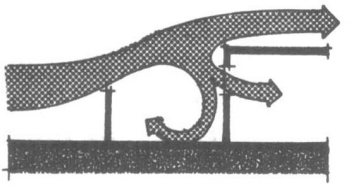
٣ ـ يؤدى الفاصل البوازى لاتجاه سريان الهواء الى بقاء سرعة عالية

٤ ـ تقلل الفواصل الموجودة خارج المبنى من سرعة الهواء بداخله

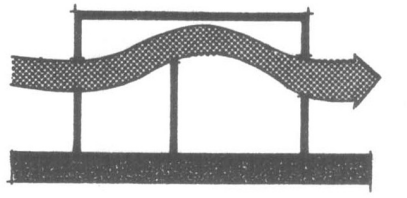
٥،٦ ـ يؤدى حجم الفتحات ووضع الفواصل الى تغيير فى شكل سريان الهواء داخل الفراغ



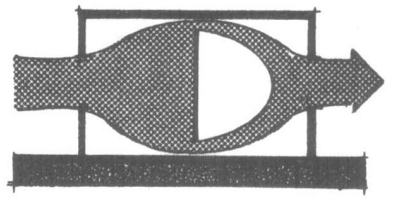
٣



٤



٥



٦

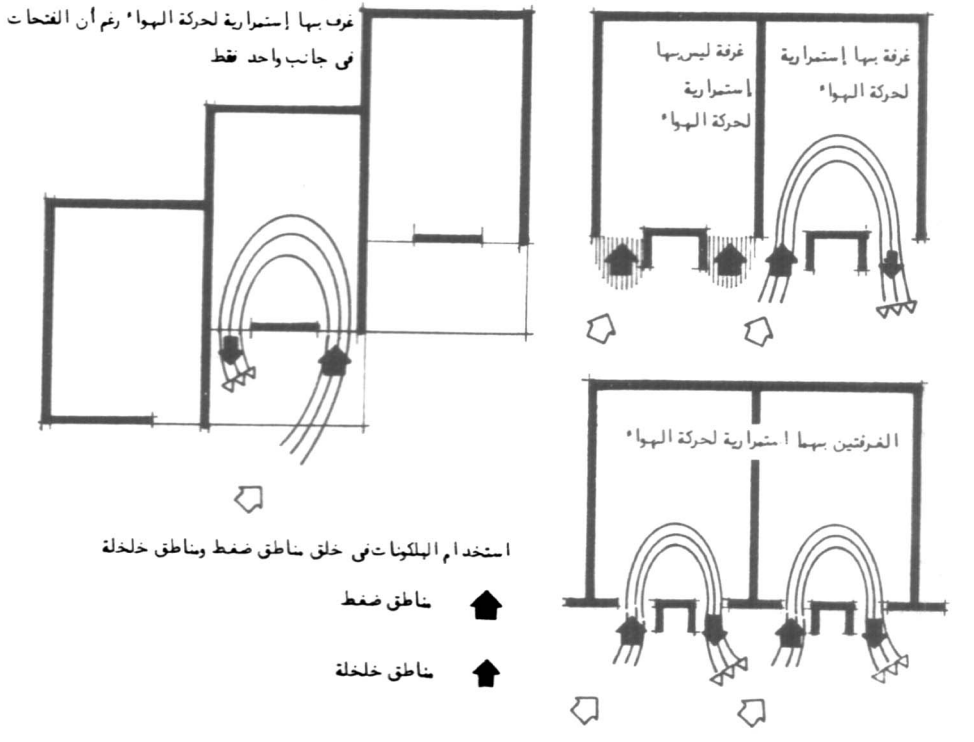
شكل ٦٧ : الفواصل الداخلية وتأثيرها على حركة الهواء

- يفضل أن تكون الفراغات الأكبر هى التى تواجه دخول الرياح وذلك للحصول على سرعات أكبر للهواء داخل فراغات المبنى المختلفة .

- للحصول على تهوية جيدة لفراغات المبنى الداخلية يجب أن يمر الهواء من فراغ لآخر بحرية ويمكن التحكم فى التهوية بواسطة أبواب تفتح أو تغلق حسب الحاجة .

تفاصيل الفتحات :

فى معظم الأحوال لا يتوفر بسهولة إمكان وضع الفتحات على حائطين متقابلين أو متجاورين فى فراغ واحد للحصول على استمرار جيد لحركة الهواء . لذلك تظل السرعة الداخلية للهواء منخفضة ما لم توجد وسيلة أخرى تؤدى إلى تدفق الهواء بسرعات مناسبة . وفى هذا المجال يكون لبعض التفاصيل فى تصميم الفتحات الفضل فى تكوين أماكن ضغط وأماكن خلخلة على نفس الحائط الخارجى ، حيث تقوم حواجز باعتراض الرياح وخلق منطقة ضغط مرتفع على جانب الحاجز المواجه لها ومنطقة خلخلة على الجانب الخلفى ، فإذا وضعت فتحت فى كل من منطقة الضغط ومنطقة الخلخلة فإن هذا يؤدى إلى الحصول على سرعة أكبر لتدفق الهواء داخل الغرفة (شكل ٦٨) .



يجب ترك مسافة بين الفتحتين المتجاوريتين
لخلق منطقة الخلخلة حتى تحدث استمرارية لحركة الهواء

ـ إستخدام بعض تفاصيل التصميم لخلق
مناطق ضغط ومناطق خلخلة على جانب واحد من الحائط

شكل ٦٨ : التحكم فى حركة الهواء بالتفاصيل

أساليب أخرى لجلب الهواء :

يمكن خلق تيار هوائى داخل الغرفة دون الحاجة إلى حركة الهواء الخارجى على منسوب الفتحات بالمنازل . ويتأتى ذلك إما :

١ - باستخدام أبراج الرياح بأنواعها . أو ٢ - بمعالجات معمارية أخرى .

١ - أبراج الرياح *Air Catchers* :

وهى موجودة فى بلدان المنطقة الحارة الممتدة من باكستان إلى مصر وشمال أفريقيا . وعلى الرغم من اختلاف أشكالها والمواد التى شيدت منها إلا أنها تؤدى نفس الوظيفة وهى خلق تيار هواء طبيعى للتهوية والتبريد داخل المبنى .

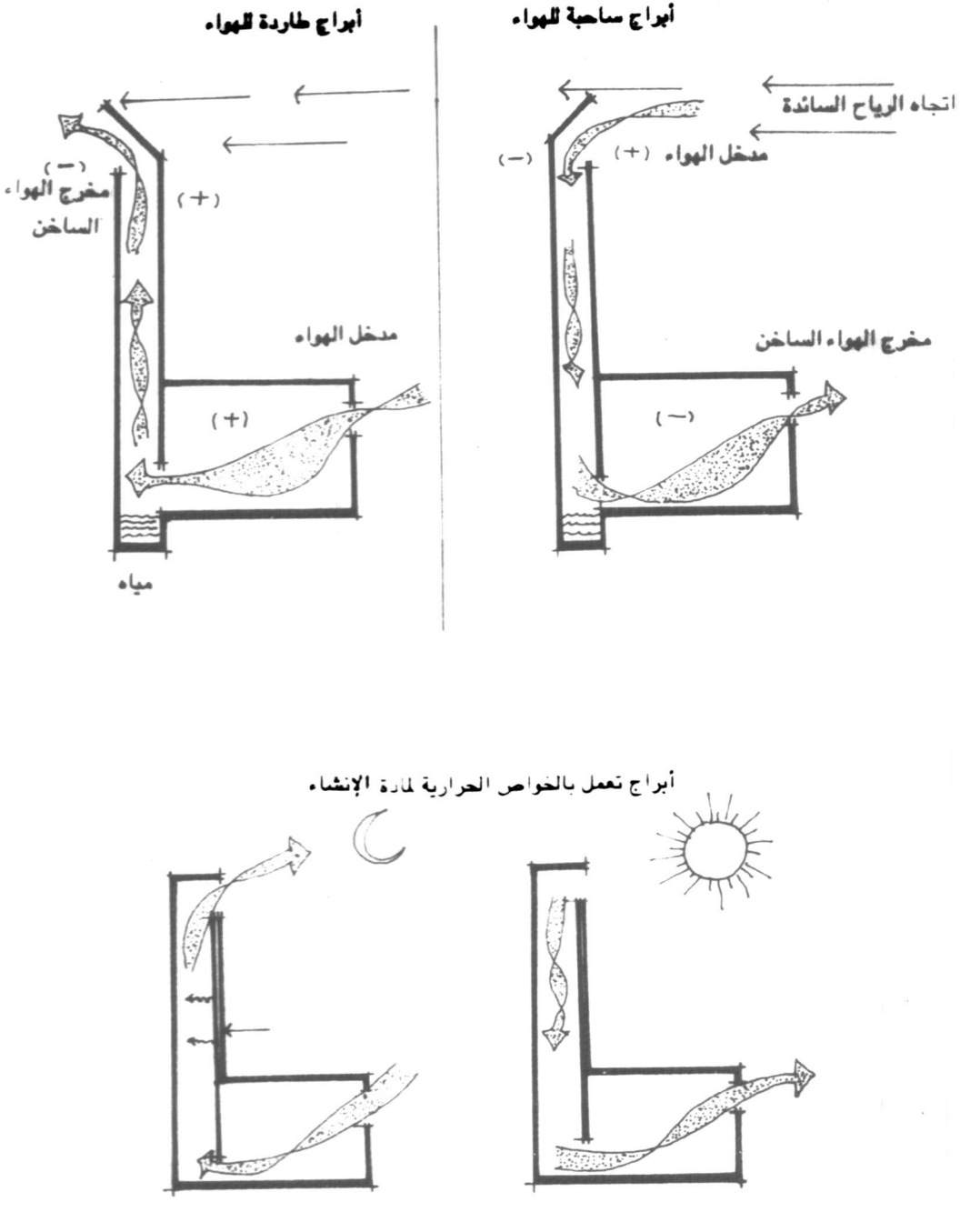
ويمكن تقسيم أبراج الرياح إلى نوعين : أ - أبراج الرياح التى تعمل بفرق ضغط الهواء . و ب - أبراج الرياح التى تعمل بالخواص الحرارية لمادة الإنشاء . ويلخص شكل ٦٩ التقسيم الأساسى لأبراج الرياح .

أ - أبراج الرياح التى تعمل بفرق ضغط الهواء :

١ - الساحبة للهواء داخل الفراغ :

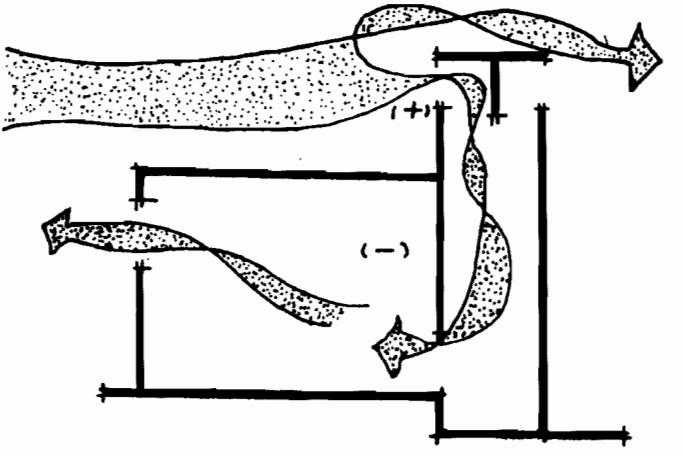
وأهمها ملاقف الهواء بمصر والعراق والبادجير بإقليم السند بباكستان والبارچيل فى الساحل الغربى للخليج العربى. ويكون أسلوب عمل هذا النوع من الأبراج كالتالى:

- فى أول النهار تتكون منطقة ذات ضغط مرتفع عند فتحة البرج الموجهة فى اتجاه الرياح السائدة فى حين تكون منطقة الضغط المنخفض فى الفراغ الداخلى الذى مازال الهواء به ساخناً مما يؤدى إلى انتقال الهواء إلى المنطقة منخفضة الضغط ، وبالتالى خلق تيار هواء مستمر ويفقد الهواء المتجه للداخل حرارته بملامسته لجدران البرج التى بردت أثناء الليل شكل (٧٠) . وهكذا يقوم برج الرياح - المرتفع عن المبانى المتضامة بالمناطق الحارة التى تعوق سرعة الهواء - باستجلاب الهواء البارد من طبقات الهواء المرتفعة ذات السرعة الأعلى والباردة نسبياً ليدخله إلى الفراغ من فتحة صغيرة أسفل البرج ، ويقوم بسحب الهواء إلى الخارج فتحات كبيرة فى الحائط المقابل



شكل ٦٩ : التقسيم الأساسى لأبراج الرياح

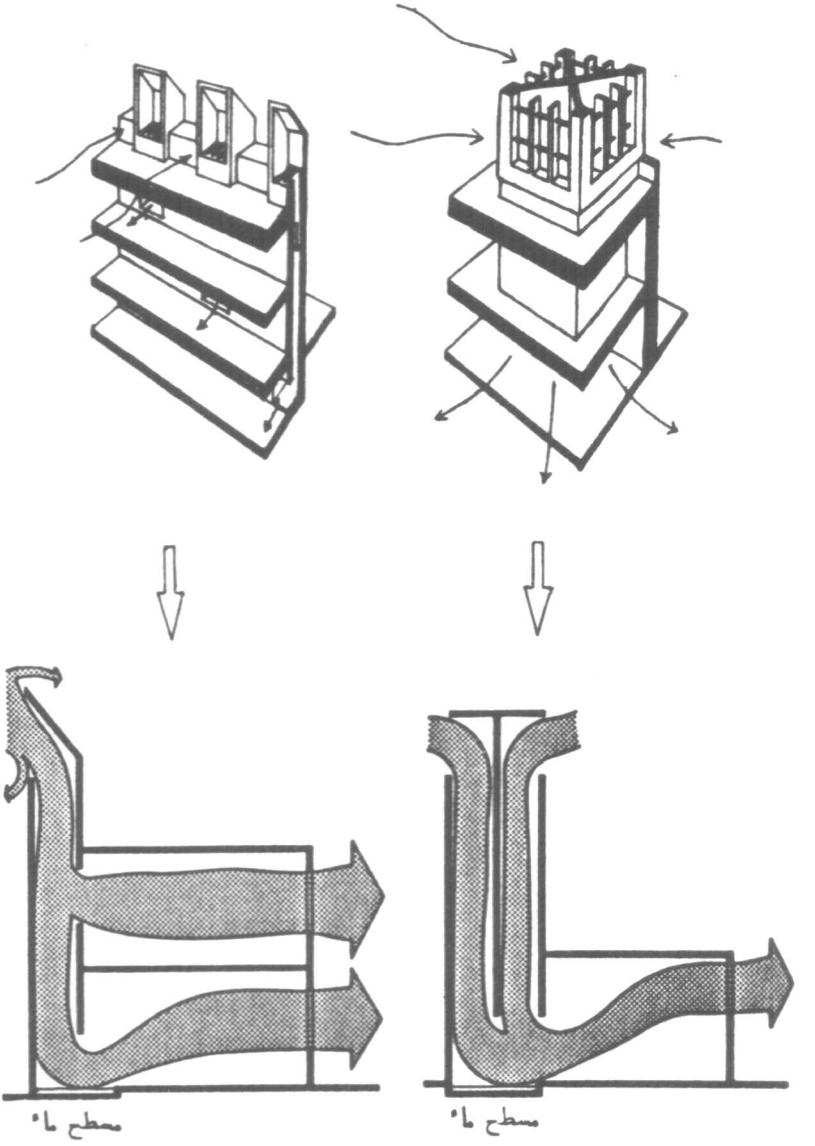
وذلك لزيادة سرعة الهواء . ويستخدم الملقف كذلك فى ترطيب الهواء بتمريره أولاً على مسطح مائى كما يستحسن أن تكون حوائطه داخلية وذلك لكى يظل الهواء بارداً شكل (٧١) .



شكل ٧٠ : ملقف ساحب للهواء

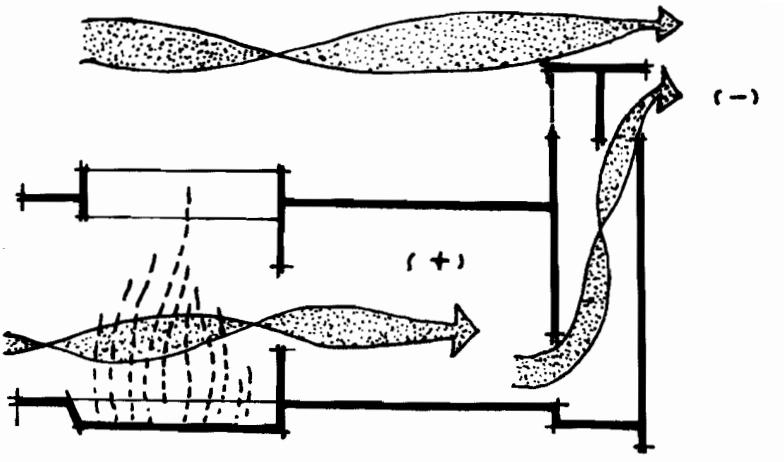
٢ - الطاردة للهواء الساخن من داخل المبنى :

وفكرتها ببساطة هى فكرة المدخنة التى تشفط الهواء الساخن إلى أعلى بينما يدخل الهواء الجديد من فتحة فى الجدار الخارجى . وهذا النوع يستخدم عادة عندما تكون الرياح محملة بالأتربة ، فتوجه فتحة البرج فى اتجاه معاكس للرياح أو يكون له عدة فتحات فى الاتجاهات المختلفة يتم غلق ما هو منها مواجه للرياح غير المرغوبة وعندما تصطدم الرياح بحائط الملقف تتولد منطقة ضغط منخفض فى الجهة المقابلة حيث فتحة البرج مما يؤدى إلى سحب الهواء من داخل الغرفة إلى أعلى ليحل محله هواء نظيف ورطب من الحوش المظلل شكل (٧٢) . ويكثر هذا النوع من الأبراج فى إيران وبلدان الخليج العربى .



البارجيل ـ البحرين　　الملقف ـ بغداد

شكل ٧١ : أشكال مختلفة من أبراج الهواء



شكل ٧٢ : ملقف طارد للهواء
(الفتحة فى اتجاه الرياح مغلقة)

ب - أبراج الرياح التى تعمل بالخواص الحرارية لمادة الإنشاء (المداخن الحرارية) :

والفكرة الأساسية لهذا النوع هى القدرة العالية على اختزان الحرارة داخل المنشأ العمودى الضخم . وتقسم المدخنة فى المسقط الأفقى لعدة قنوات لضمان صلابة واتزان المنشأ وأيضاً للحصول على كتلة إضافية . وهذه الأبراج ترتفع إلى أقصى قدر تسمح به إمكانيات البناء فتبدأ من ٣ أمتار تقريباً فوق سطح المنزل وبفتحة مسطحها ١-٢ م^{٢} ليصل الارتفاع أحياناً إلى ٣٤ متراً حيث تبلغ فتحة البرج ١١ م^{٢} كما هو الحال فى قصر عباد فى مدينة يزيد بوسط إيران . ويصل فرق درجة الحرارة بين الخارج والداخل عند استخدام هذا الأسلوب إلى ٢١ درجة مئوية ويمكن الحصول على ترطيب وتبريد إضافيين إذا استخدمت رطوبة الأرض أو المياه .

ويكون السلوك الحرارى لتلك المداخن كالتالى :

- فى أول النهار يكون الهواء الخارجى مازال بارداً وبالتالى أثقل وزناً من الهواء الساخن الداخلى ، وبذلك يسحب الهواء الخارجى إلى الداخل .

- أثناء النهار يبرد الهواء الخارجى الساخن عند ملامسته لحوائط البرج التى مازالت باردة ويصبح أثقل وزناً ويسحب بالتالى إلى الداخل ، مع التخلص من الهواء الداخلى من فتحات مقابلة ، وتستمر هذه الحركة حتى يبدأ البرج فى اكتساب الحرارة من أشعة الشمس .

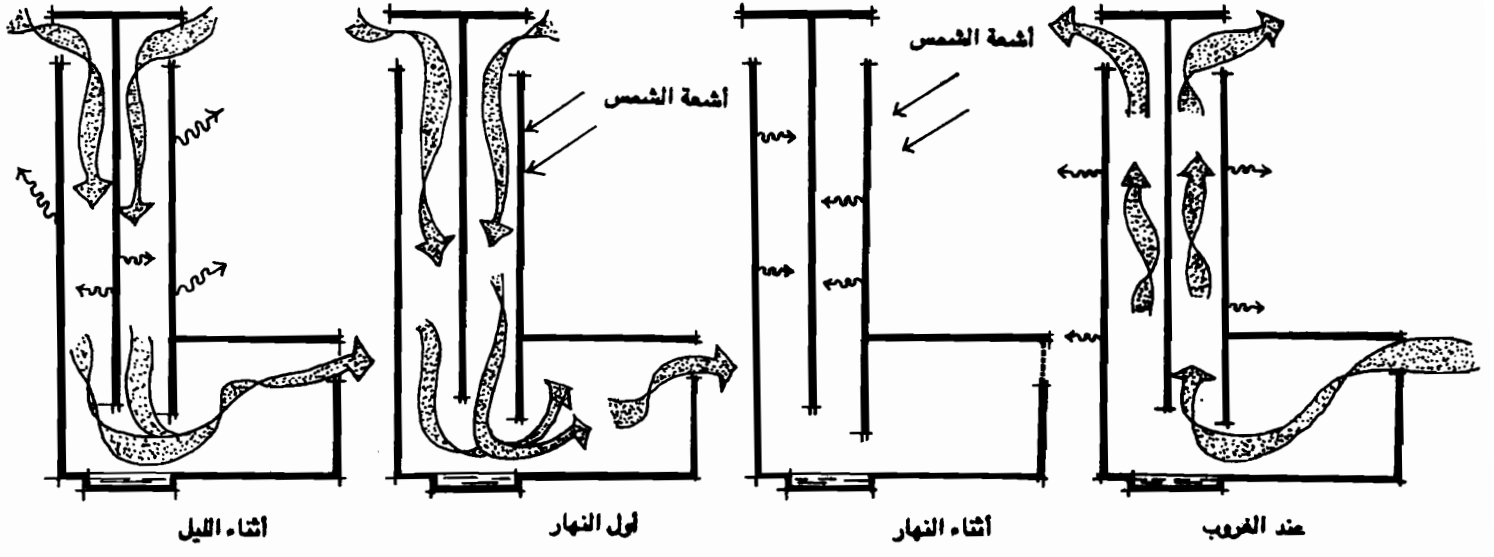
- عند الغروب تتم عملية عكسية حيث يسخن هواء الليل البارد عند ملامسته لحوائط البرج الذى اكتسب حرارة النهار السابق ويخف وزنه ويخرج من البرج . وتستمر هذه العملية حتى يفقد البرج الحرارة المختزنة .

- أما أثناء الليل وبعد أن يفقد البرج الحرارة المختزنة يبدأ هواء الليل البارد بالهبوط داخل البرج حيث يكون أثقل وزناً ، وهكذا تستمر عملية برج الرياح ٢٤ ساعة . وفى الشتاء يقفل البرج من أسفل وذلك لتلاقى دخول الهواء البارد أثناء الليل . وهكذا تعتمد حركة الرياح داخل البرج بصورة خاصة على مدى إمكان اختزان أكبر كمية من الحرارة لأطول فترة ممكنة . أو بمعنى أخر زيادة كتلة البرج بأقصى ما يمكن . ويوضح شكل (٧٣) السلوك الحرارى لبرج رياح يعمل بالخواص الحرارية لمدة ٢٤ ساعة من يوم صيفى .

٢ - معالجات معمارية أخرى لجلب الهواء :

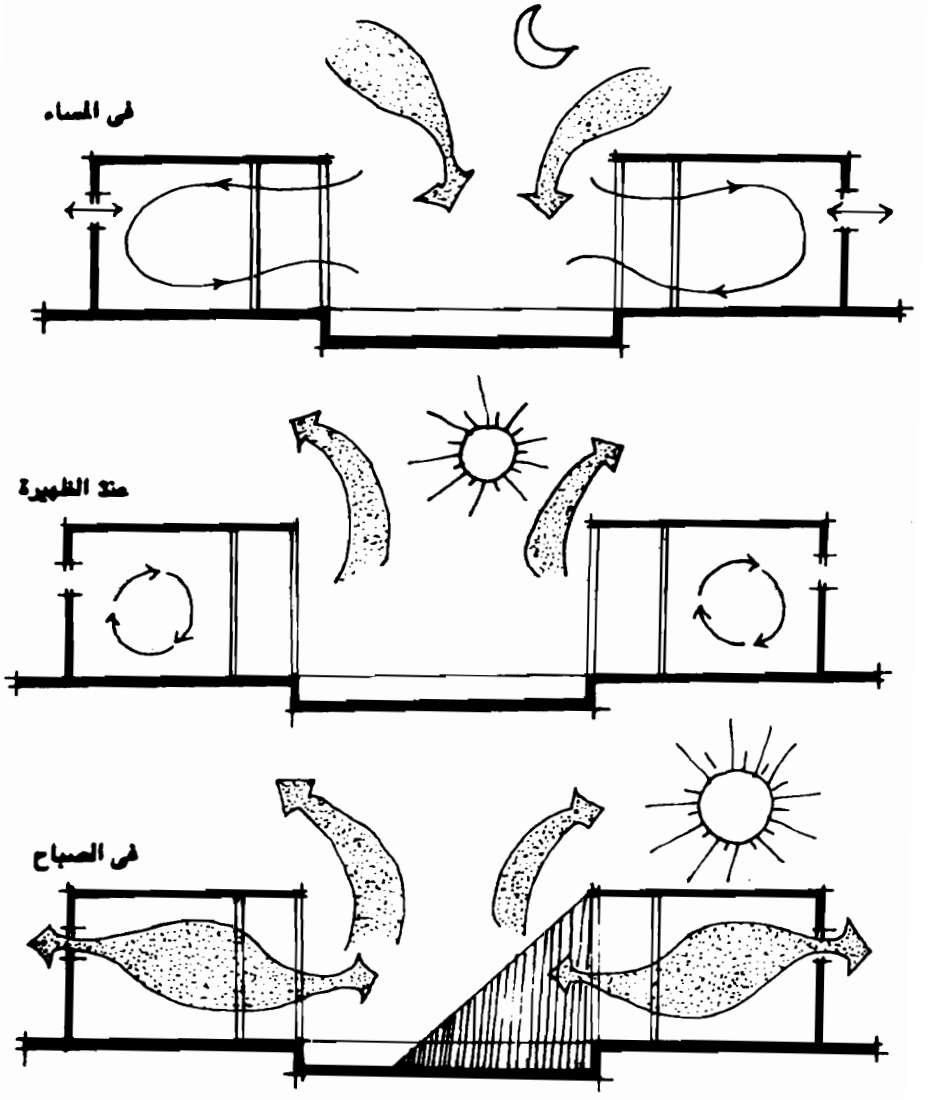
أ - الحوش الداخلى :

يختلف السلوك الحرارى داخل الأحواش الداخلية تبعاً لعدد النوافذ وأماكنها فى المبنى وإذا ما كانت مفتوحة أو مغلقة . ففى المساء يقوم الحوش بسحب الهواء البارد من أعلى حيث يصعد الهواء الساخن لأعلى وتنخفض درجة الحرارة . وفى الصباح يبقى الحوش بارداً ولطيفاً حتى الظهيرة عندما تصل أشعة الشمس إلى أرضيته فيتصاعد الهواء إلى أعلى . وتقوم تيارات الحمل بالمحافظة عل برودة المبنى لفترة

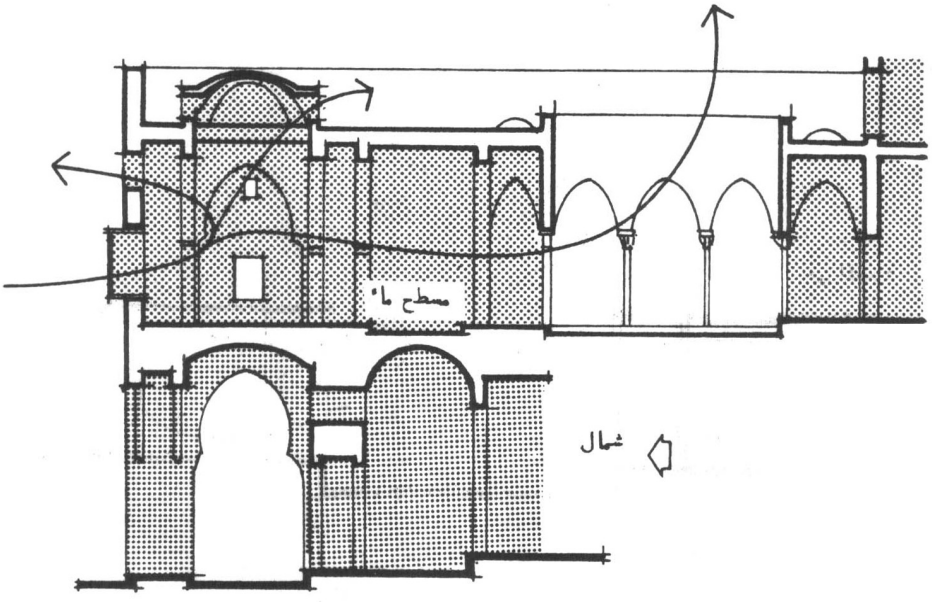


شكل ٧٣ : العملية الرباعية خلال ٢٤ ساعة من يوم صيفى
لبرج يعمل بالخواص الحرارية لمادة الإنتشار

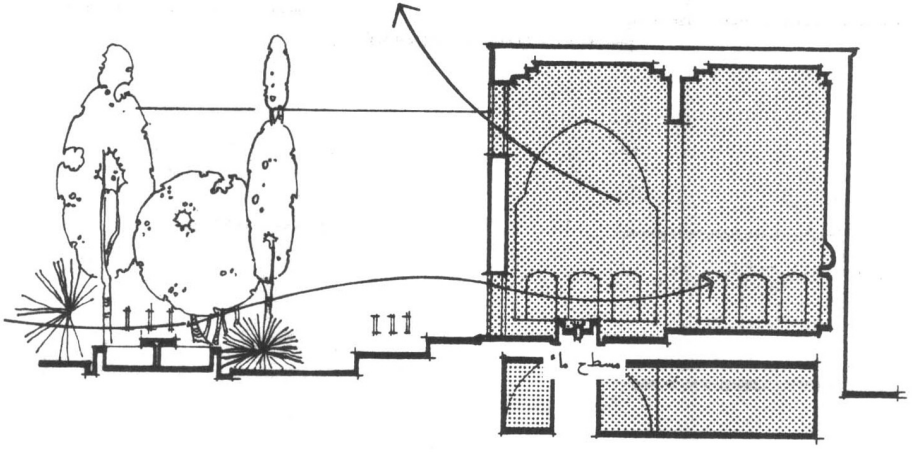
كبيرة بعد الظهر ، شكل (٧٤) . ويوضح شكل(٧٥) أمثلة على استخدام الأفنية في أماكن مختلفة .



شكل ٧٤ : استخدام الأفنية الداخلية لتهوية الفراغات الداخلية

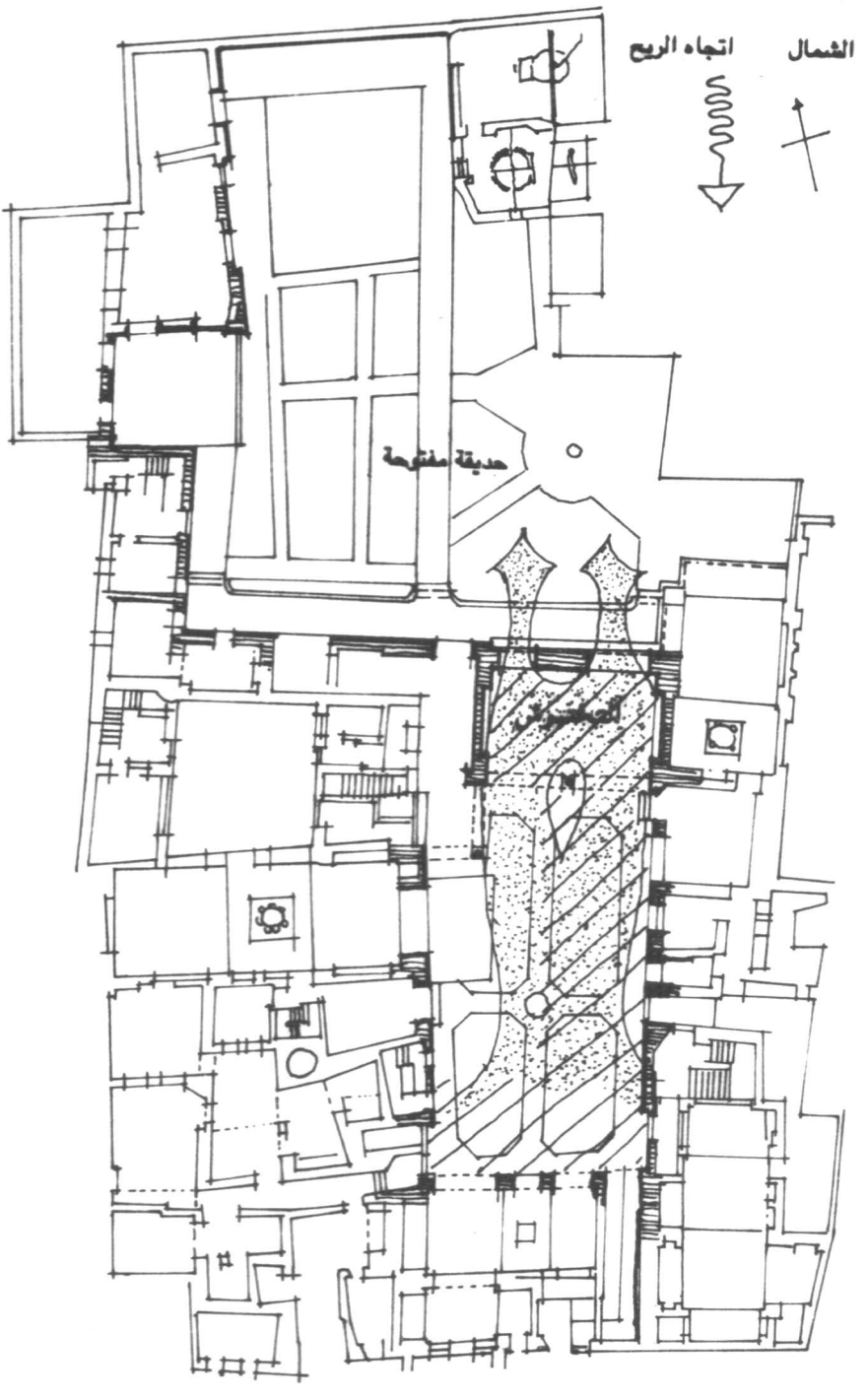


الجزائر



دمشق

شكل ٧٥ : الحوش ومعالجة حركة الهواء الداخلية فى المسكن



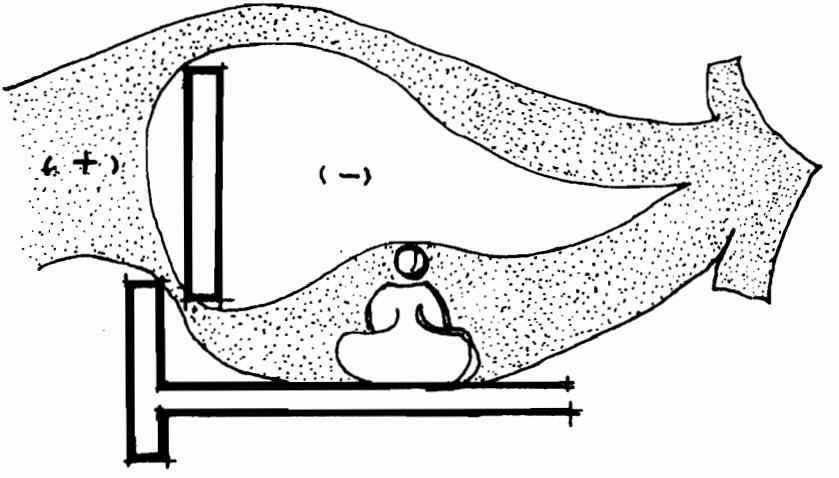
شكل ٧٦ : التختبوش بمنزل السحيمى

وبالتحكم فى تظليل الأفنية ، وبالتالى تكوين مناطق فرق ضغط بين فراغ مظلل (بارد) وفراغ مشمس (ساخن) يتحرك الهواء البارد ذو الضغط الأعلى إلى منطقة الهواء الساخن الأقل ضغطاً ، وبذلك يتحرك الهواء حتى فى عكس اتجاه الرياح السائدة . ويطلق « *التختبوش* » على الفراغ الفاصل بين الحوشين حيث يصبح ملائماً للجلوس والاستمتاع بلطف الجو . ومثال على ذلك بيت السحيمى بالقاهرة شكل ٧٦ .

ويمكن استخدام هذه الفكرة على مستوى التخطيط فى قرية أو فى قطاع سكنى فى مدينة حيث يتم الحصول على مكان مناسب وملائم للجلوس مثل جلسة التختبوش بين ميدانين أحدهما أكبر من الثانى المظلل .

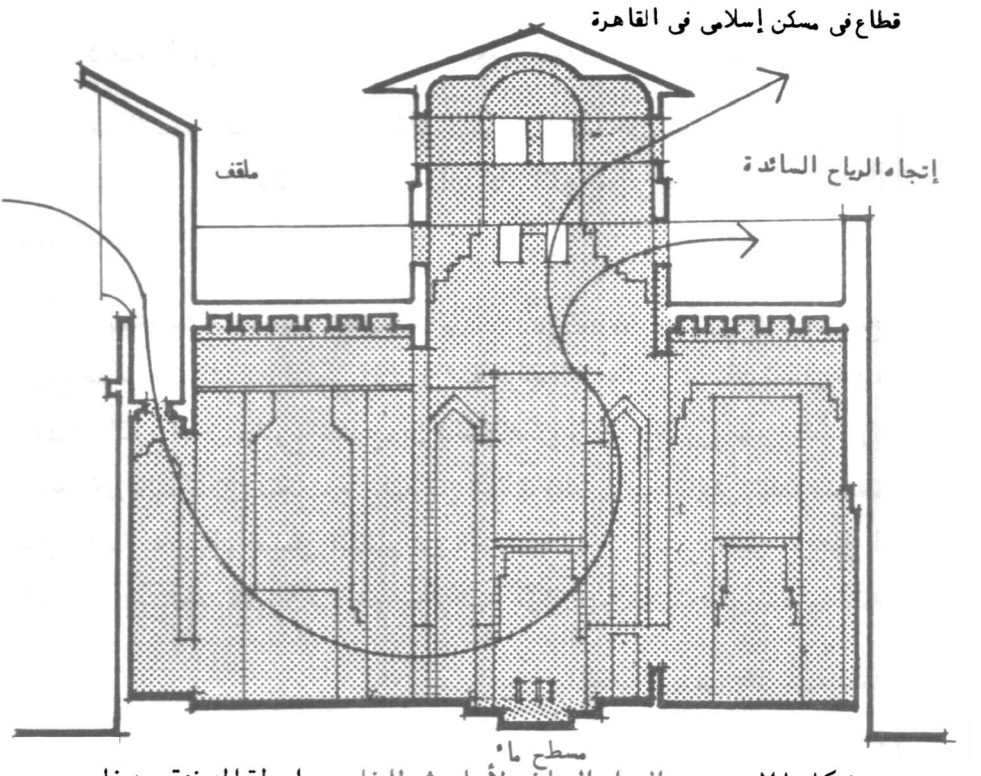
ب - البدقش : شكل (٧٧)

وهو منتشر فى دول الخليج وإيران ويعمل بضغط الهواء لتوليد تيارات حمل مبردة . ويستخدم بكثرة فى أسوار الحوائط الخارجية لما يحققه من خصوصية .

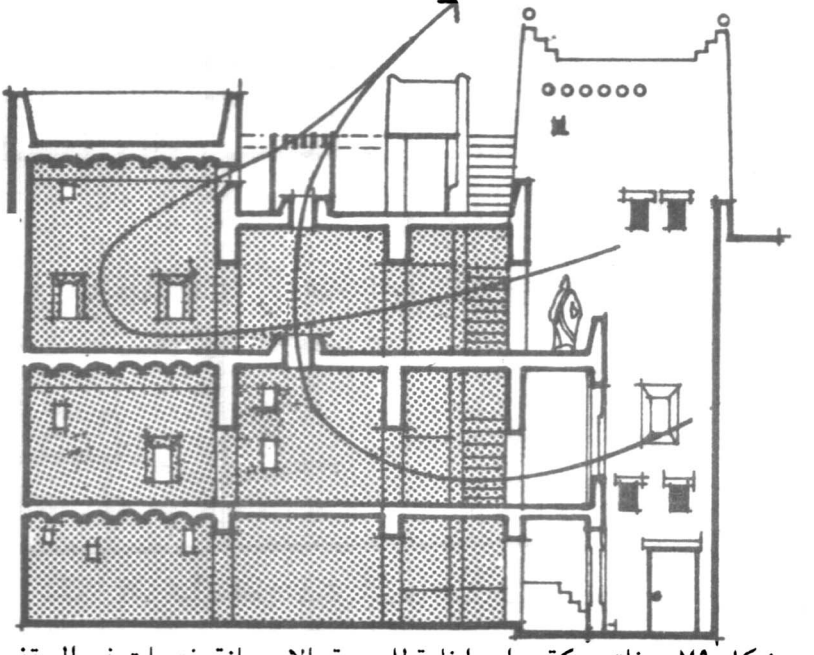


شكل ٧٧ : البدقش

جـ - ويمكن اللجوء إلى تعلية سقف الحجرات ووضع فتحات علوية فى الحائط أو السقف لتخلق مع الفتحات المعتادة من أبواب وشبابيك تيار الهواء المطلوب شكل ٧٨ ، ٧٩ .



شكل ٧٨ : سحب الهواء الساخن لأعلى ثم للخارج بواسطة المدخنة ويدخل الهواء المنعش سواء من فتحة شباك فى جدار الخارجى أو من ملقف



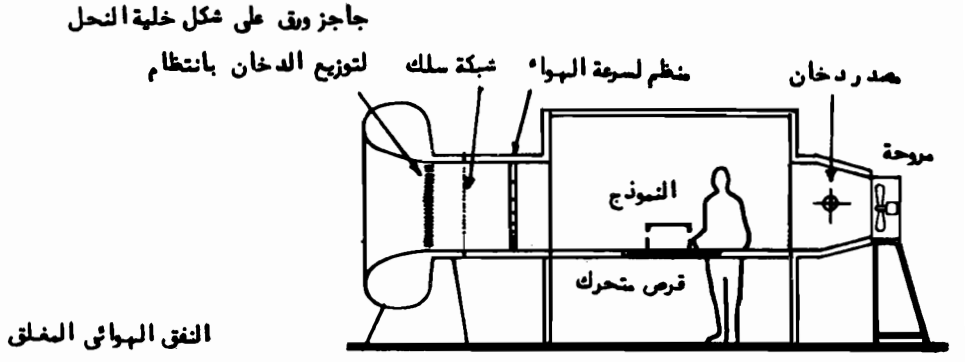
شكل ٧٩ : خلق حركة هواء داخلية للتهوية بالاستعانة بفتحات فى السقف

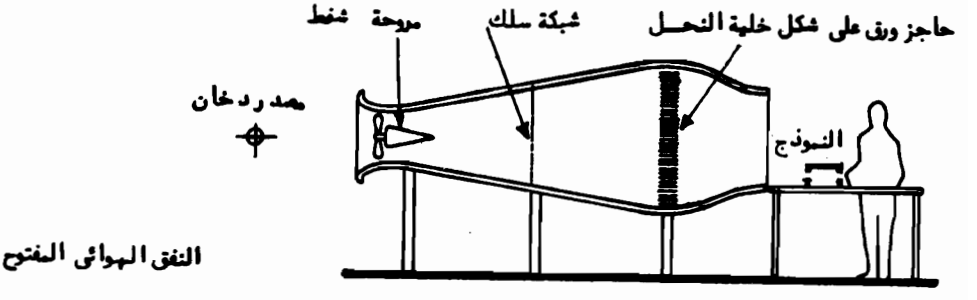
منزل فى مراكش

كيفية تحديد شكل وسرعة انسياب الهواء داخل المبانى :

من الصعب حسابياً تحديد صفات انسياب الهواء حول المبانى وداخل الفراغات إلا فى الحالات الواضحة المبسطة ، لذلك كان اللجوء إلى الناحية التجريبية أمراً ضرورياً .

ويستخدم لذلك جهاز النفق الهوائى Wind tunnel (شكل ٨٠) ، يوضع به نموذج مصغر (ماكيت) للمبنى المراد دراسة حركة الهواء فيه . وهناك نوعان من هذا الجهاز ، النوع المغلق والنوع المفتوح وإن كانت الفكرة واحدة ، إذ يمر الهواء الصادر من مروحة كهربائية خلال شبكات متتالية من السلك والورق المخرم على نظام مسدسات عش النحل ، وذلك لضمان انتظام توزيعه والتحكم فى سرعته قبل الوصول إلى النموذج . ويستخدم الدخان فى اظهار وتوضيح حركة الهواء حيث يمكن تصويره . وتتم





شكل ٨٠ : كيفية تحديد شكل وسرعة انسياب الهواء داخل المبانى

قياس سرعة الهواء فى النقط المطلوبة بواسطة جهاز أنيموميتر صغير وتنسب سرعات الهواء المستخدمة فى التجارب إلى سرعات الهواء الخارجى ، فمثلاً إذا كانت سرعة الهواء الحقيقية ٥ م/ثانية فيستعمل فى التجربة سرعة ١م/ثانية أى $\frac{١}{٥}$ السرعة الحقيقية وبذلك يمكن حساب السرعات الناتجة الحقيقية فى النقط المطلوبة .

تلوث الهواء Air Pollution

مصادر التلوث :

يتلوث الجو الطبيعى النقى نتيجة لعدة مصادر هى العوادم الناتجة عن احتراق المواد البترولية والفحم وذلك فى المصانع ومحركات السيارات والمداخن المنزلية فى حالة وجودها ، كما تتغير رائحة الهواء بسبب الروائح المنبعثة من مصانع السماد ومحطات الصرف الصحى ، ويمكن أن يكون للجو تأثير سام فى حالة تسرب الغازات السامة مثل الكلور والإشعاعات من النفايات ومحطات الطاقة الذرية ، وفى المناطق الصحراوية تنضم الأتربة والرمال الناتجة عن العواصف إلى تلك العوامل .

ويقاس مقدار التلوث بالجم / م^{٣} أو الطن / كم^{٣} . ولتلوث الهواء تأثير شديد الضرر على الإنسان والبيئة المحيطة به وكذلك على المبانى .

ويوضح الجدول التالى بعض المواد المسببة للتلوث وتأثيرها على الإنسان .

المادة	تأثيرها
جزئيات أتربة معلقة فى الهواء	التهاب وضيق فى الجهاز التنفسى
الرصاص ، ناتج عن احتراق البنزين	تسمم فى الدم ويؤثر على الجهاز العصبى
ثانى أكسيد الكبريت	حرقان العينين والتهاب الجهاز التنفسى
ثانى أكسيد النيتروجين	إصابة الشعيرات الرئوية
أول أكسيد الكربون ، ناتج عن الاحتراق الفورمالدهايد	غاز سام ويؤثر على الجهاز العصبى
كبريتيد الأيدروجين	يؤذى العينين والجهاز التنفسى
	يؤذى العينين والجهاز العصبى ويؤدى إلى السرطان بكثرة التعرض له

وقد حدث فى لندن عام ١٩٥٢ ارتفاع فى درجة تلوث الهواء أدى إلى ارتفاع شديد فى معدل الوفيات بسبب إصابة الجهاز التنفسى ، كما أن الإحصائيات تحذر من الأخطار الناتجة عن تلوث الهواء وتأثيره السيىء على صحة الإنسان ، وعلى هذا ينبغى السيطرة على درجة نقاء الهواء الطبيعى حتى لا تقترب من الحد الأدنى الممكن احتماله .

ويؤثر تلوث الجو على المبانى فيؤدى ارتفاع نسبة الغازات السيئة الناتجة عن العوادم الى تفاعلات كيميائية مع البياض الخارجى أو مواد النهو للمبانى يؤدى إلى تآكلها وفسادها وتساقطها ، وتؤدى العواصف الرملية إلى نفس النتيجة بطريقة مباشرة ، حيث تقوم الرمال التى تصطدم بالواجهات والأسقف والنوافذ بهذا الدور ، كما تشكل الرمال والأتربة التى تترسب على الأسطح حملاً إضافياً على الهيكل الإنشائى .

ولتلوث الهواء تأثيره أيضاً على الظروف الجوية حيث تحجب الذرات العالقة فى الهواء جزءاً من ضوء الشمس من الوصول إلى جو المدينة علاوة على كونها تمنع الحرارة الموجودة بالشوارع من الإشعاع والنفاذ إلى خارج الغلاف المحيط بالمدينة . ويطلق اصطلاح الضباب الدخانى على أنواع مختلفة من تلوث الهواء مثل الذى ينجم عن مفعول أشعة الشمس على عوادم وسائل النقل أو الذى ينتج فى الطقس الهادىء والبارد من تأثير الانعكاس الحرارى قرب الأرض .

مقاومة التلوث وتنقية الهواء :

مما يخفف من مدى خطورة التلوث أن الرياح تقوم بنشر المواد الملوثة فى الجو وتتحرك بحركتها فتبتعد ويخف تركيزها وذلك باستثناء المنطقة المحاذية للمصدر . وطبيعى أن تتأثر درجة تلوث الهواء بسرعة الرياح ومدى الاستقرار الجوى فكلما اشتدت سرعته انخفضت درجة تركيز المواد الملوثة . وهذا يؤكد على أهمية أخذ عامل تهوية الشوارع فى الاعتبار فى عملية التخطيط ، حيث تكون المشكلة هى التخلص

من التلوث الموجود على مستويات منخفضة والناتج من عوادم السيارات وخلافه إذ أصبحت مداخن المصانع ومحطات القوى تبنى بارتفاعات عالية ويراعى فيها احتياطات اختيار المكان والتوجيه واستعمال مرشحات المداخن .. إلخ ، مما يحد من تأثيرها الضار على تلوث جو المدينة .

وتقوم النباتات والأشجار بعملية التنقية بنجاح كبير حيث تقوم بترشيح الجو وامتصاص الروائح مما يخفض من تلوث الهواء . فنتيجة لعملية التمثيل الضوئى Photosynthesis يتم التخلص من ثانى أكسيد الكربون وإحلال الأوكسجين النقى محله ، كما تقوم أيضاً بعض النباتات بامتصاص الغازات السامة .

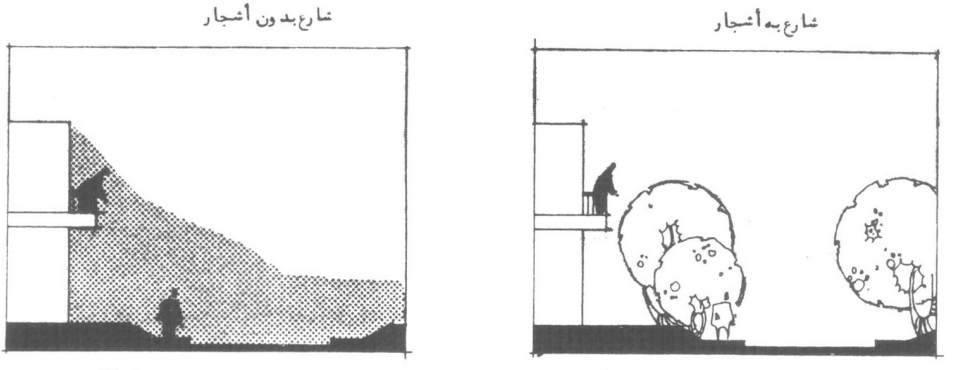
وقد قدرت كمية الأكسجين التى يحتاجها الإنسان فى مدة معينة بما ينتجه من سطح من أوراق الشجر يبلغ ٢٥ متر^{٢} فى نفس المدة من يوم مشمس .

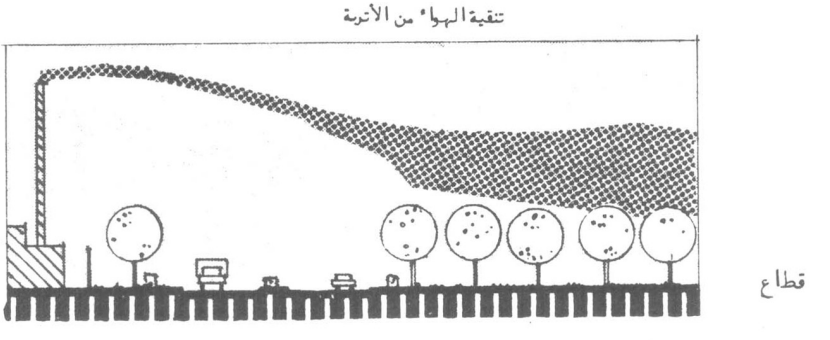
وبما أن الإنسان يستمر فى التنفس أثناء الليل حتى تختفى الشمس وشتاء حيث تكون أقل سطوعاً فإنه يحتاج على الأقل لمسطح أوراق شجر يبلغ ١٥٠ متر^{٢} لتغطية احتياجاته من الأكسجين على مدار السنة ، وهذا يعنى أنه يلزم لكل ساكن فى المدينة مسطح أخضر يتراوح من ٣٠ إلى ٤٠ م^{٢} .

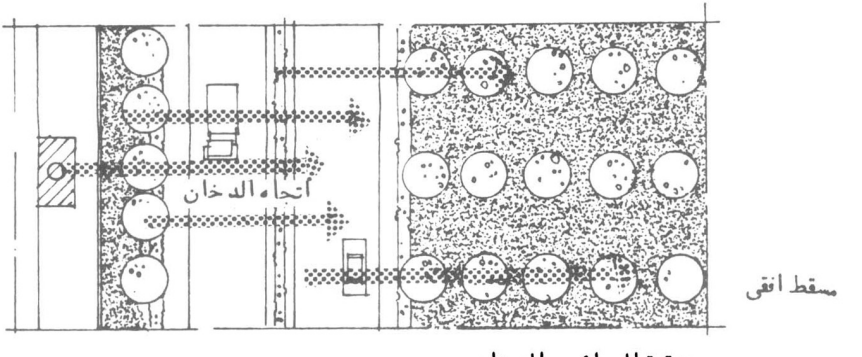
ويمكن تشبيه عملية التنقية تلك بما يقوم به مكيف الهواء الميكانيكى حيث يجلب الهواء النقى ويطرد الهواء الفاسد ، مع الفارق أن النباتات تمتص الهواء الفاسد لتنتج الأوكسجين .

ولا يتوقف تأثير النباتات عند هذا الحد وإنما تعمل كمرشح لتنقية الجو من الأتربة العالقة به وذلك بالتقاطها على الأوراق والتخلص منها عند سقوط الأمطار أو بوساطة الماء الذى تفرزه الأوراق ، كما تحجب الدخان والروائح وتقلل نسبة تركيزها (شكل ٨١) .

ومع ذلك ينبغى التعامل مع النباتات بحرص حيث يمكن أن يتحول تأثيرها إلى الضد ، فقد يؤدى عدم الوعى فى استخدامها وخاصة فى المناطق الحارة الرطبة إلى



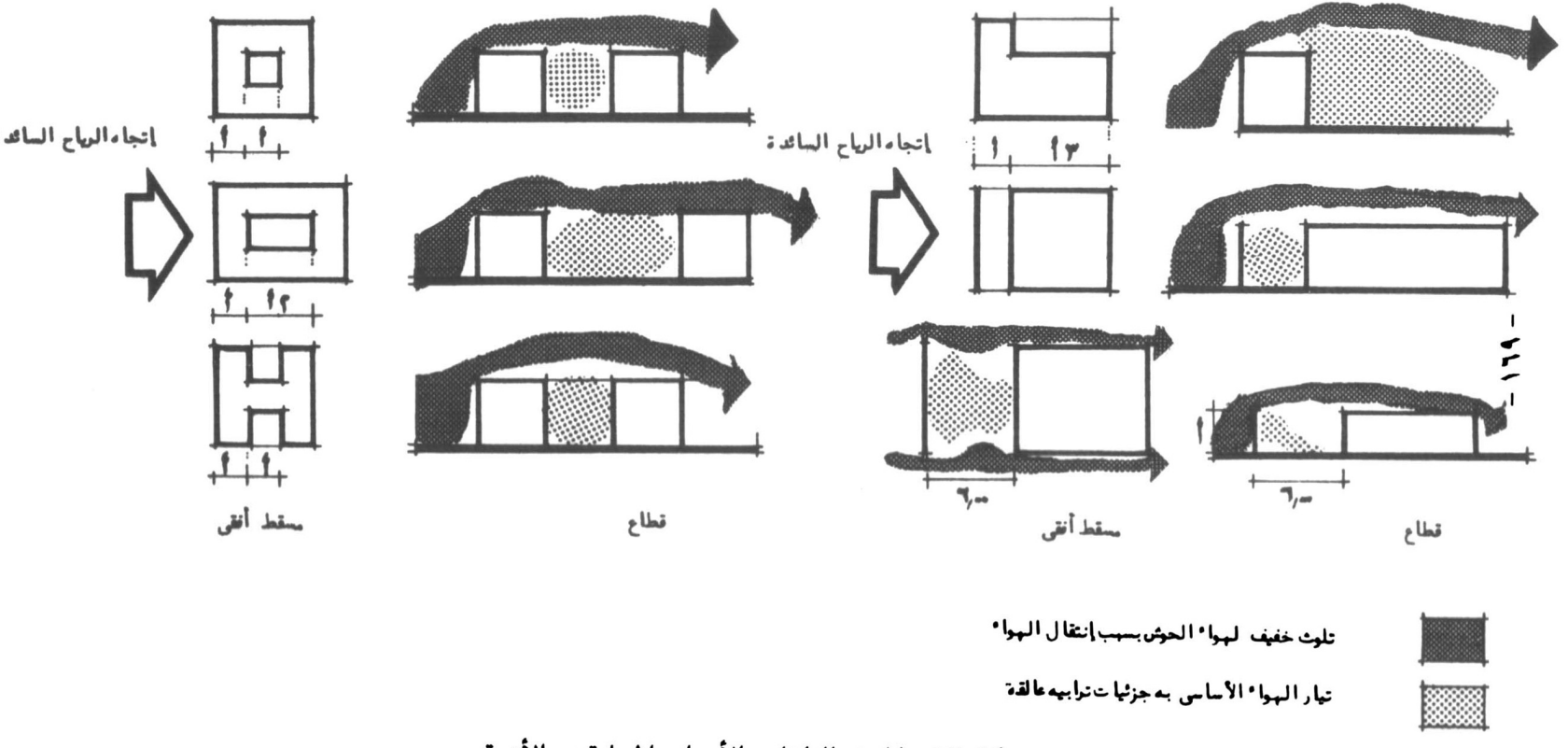




تنقية الهواء من الدخان

توضع الأشجار والمسطحات الخضراء عند بداية الدخان أو العادم الى مستوى المبانى وذلك للاحتفاظ بالجو نقياً فى هذه المنطقة .

شكل ٨١ : وظيفة النباتات فى تنقية الجو من الأتربة والدخان



شكل ٨٢ : الحوش الداخلى والأسوار والحماية من الأتربة

ارتفاع الرطوبة النسبية فى الجو لدرجة مزعجة ، وإعاقة سرعة الرياح التى تخفف من الشعور بالرطوبة صيفاً . أما فى الشتاء فقد ينشأ الضباب نتيجة لتبخر المياه التى تفرزها تلك النباتات .

وهذا لا يقلل من أهميتها على الإطلاق تماماً مثل الشمس والهواء والظواهر الطبيعية الأخرى التى تستخدم لمصلحة مبنى فى موقع ويتحتم الحماية منها فى موقع آخر .

وفى مجال الحماية من الأتربة أثبتت المساكن ذات الأحواش الداخلية Court Houses صلاحيتها لذلك إذا كان طول ضلع الحوش المواجه لاتجاه الريح لا يزيد عن مرتين ارتفاع المبنى . وتقوم الأسوار الخارجية بنفس الدور إذا أخذت ارتفاع المبنى وبعدت مسافة ٦ متر على الأكثر من الواجهة المراد حمايتها (شكل ٨٢) .

* * *