

المعالجات المعمارية لمقاومة الآثار السلبية للرمال والغبار على العمارة الصحراوية

عادل خليل قاسم

مهندس معماري

قسم الهندسة المعمارية /كلية الهندسة / جامعة الموصل

د.حفصة رمزي العمري

أستاذ

رئيس قسم الهندسة المعمارية/كلية الهندسة/ جامعة الموصل

الملخص

إن هبوب الرياح المحملة بالغبار والرمال في المناطق الصحراوية المأهولة بالسكان ظاهرة بيئية خطيرة تعاني منها العمارة الصحراوية، بوصفها مشكلة مهمة تأخذ حيزا كبيرا من اهتمام الباحثين حول العالم، والذين يسعون جاهدين، لإيجاد حلول مناسبة للحد منها، نظرا لآثارها الخطيرة على البيئة والسكان .

يقدم البحث إلى معالجات معمارية لمقاومة الآثار السلبية للرمال والغبار على العمارة الصحراوية بمستويين يتناول الأول تصميم المباني ابتداء ، ويتحدث الثاني : عن المعالجات المعمارية المقترحة ، لمقاومة الآثار السلبية الناتجة عن الرمال والغبار من خلال التعامل مع واقع الحال ، وعليه جاء البحث على مبحثين يتناول الأول العملية التصميمية لمقاومة الآثار السلبية للرمال والغبار ، ويقدم الثاني معالجات معمارية على واقع الحال للتقليل من الآثار المذكورة.

وقد خرجت الدراسة بمجموعة من توصيات تمكن المهندس المعماري من الوقوف على الحلول المناسبة للتقليل من الآثار السالبة للرمال والغبار على المباني الصحراوية .

Architecture Treatments for to Control of wind-blow sand and dust in the Architecture Desert

Abstract

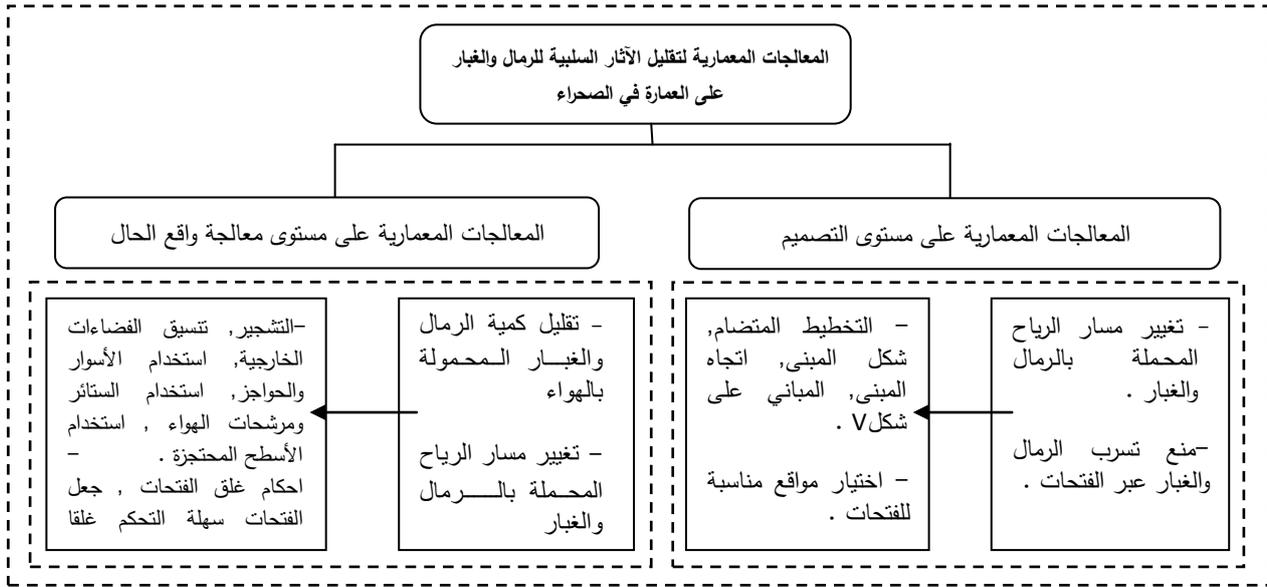
The wind carrying dust that blows in the desert area which is full of people is dangerous environmental phenomenon by which the desert architecture; where it is a significant issue taking an attraction by architects in all over the world. Those architects work hard to find the suitable solution to put an end to the phenomenon for its dangerous effects on the environmental on people.

This research presents architecture treatments resisting the bad effects of sand and dust on desert architecture in two levels: the first one tackling the initial design of buildings, and the second one presents the suggested architectural treatments for decreasing the negative effects resulting from sand and dust, throughout dealing with the present buildings that built in the past. Thus, the research falls into two parts: the first one deals with the design process resisting the negative influence of sand and dust, while the second tackles the architectural amendments on the present architecture amendments on the present architecture for reducing the for mention effects.

The study concludes with certain recommendations that enable the architects to find the suitable solutions for reducing the negative effects of sand and dust on the desert buildings.

المقدمة

إن المشاكل الناتجة عن المناخ الصحراوي السيئ لا تقتصر على مشاكل الراحة الحرارية فحسب إنما هناك نواح أكثر إزعاج هي تلوث الهواء بالغبار والرمال . حيث إنه من الواجب على المهندسين المعماريين والمصممين الحضريين الذين يمارسون مهنتهم في المناطق الصحراوية أن يكونوا واعين وبشكل كبير لأهمية التعامل مع الآثار السلبية الناتجة عن الغبار والرمال على العمارة في الصحراء , ولكن هذا الوعي نادرا ما يترجم إلى حلول تصميمية مناسبة , ففي السنوات الأخيرة تأثرت التصاميم المنفذة في المستوطنات الصحراوية تأثرا كبيرا بالمفاهيم المستوردة من المناطق ذات المناخ المعتدل. حيث إن الخطوط العريضة للمصممين والمخططين الذين يمارسون عملهم في المناطق الصحراوية تستند على التجربة العملية لقلة الدراسات النظرية في توفير المبادئ والأسس في فهم تأثير الأبنية على الغبار المترسب.



الشكل (1) المعالجات المعمارية لتقليل الآثار السلبية للرمال والغبار على العمارة في الصحراء (الباحثان)

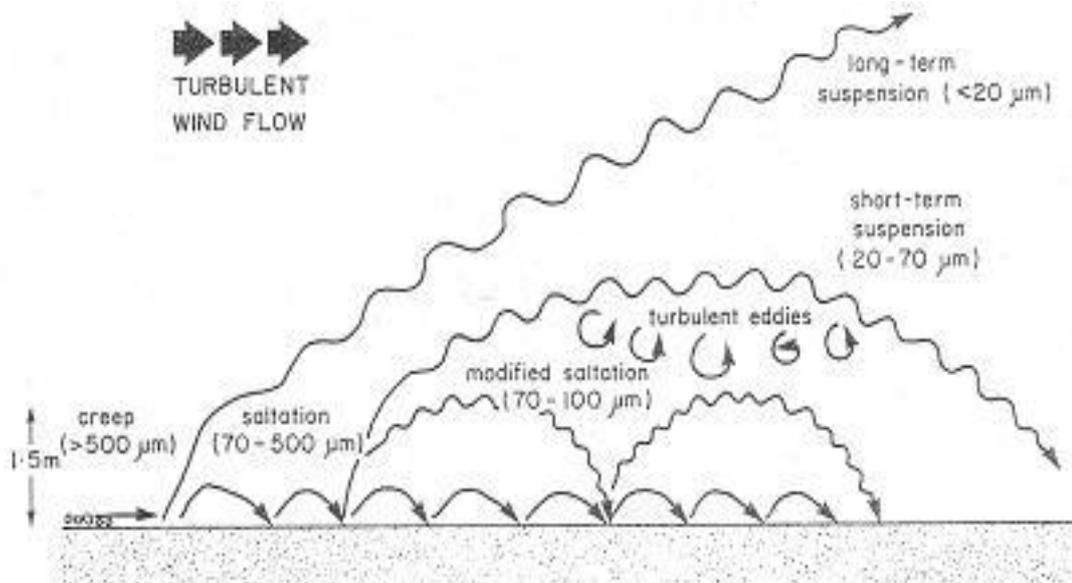
الآثار السلبية للعواصف الرملية والغبار

إن مصطلح غبار (DUST) يستخدم لوصف الدقائق الناعمة التي تنتقل معلقة في الهواء بسبب التيارات الدوارة المضطربة للرياح . أما مصطلح (الغبار السطحي) فيشير إلى الغبار الذي نجده على الأرض وفي الطرق...الخ. وإن أكثر الغبار في الغلاف الجوي هو عبارة عن دقائق نجدها معلقة بالهواء لفترات طويلة نسبيا من الزمن (Erell&Tsoar,1997, p225), ويستخدم مصطلح الغبار لوصف جسيمات صلبة صغيرة جدا تكون موجودة في البيئة بعد ترسبها , وتكون مصادر الغبار أما طبيعية أو اصطناعية (Lorenzi and others,2011, p970),والعواصف الرملية والغبارية من الظواهر المألوفة في المناطق الجافة وشبه الجافة في العالم , حيث تعتبر العواصف الغبارية واحدة من أهم مؤشرات ظاهرة التصحر , وتحدث عندما تكون للرياح قوة رفع كافية لدقائق الرمال والغبار (شيرزاد, 1989,ص30) .وإن هناك سوء فهم عام يتعلق بالعواصف الرملية بسبب الفشل في التمييز ما بين الرمل والغبار (Merghani, 1998,p18).

1-تأثيرات الرمال والغبار

للرمال والغبار آثار سلبية بيئية كبيرة على العمارة والبيئة العمرانية ، حيث يمكن دراسة هذه الآثار من خلال ثلاث عمليات أساسية لحركة الرمال والغبار هي الانكماش والنقل والترسيب (Merghani,1998,p5). حيث تتحرك دقائق الرمال والغبار من خلال الهواء بالاعتماد على

كتلتها وقوة القوى الديناميكية الهوائية التي تعمل عليها كما موضح في الشكل (2) . فنادرا ما ترتفع الدقائق الكبيرة فوق سطح الأرض من خلال تأثير الحبيبات الأصغر الموصوفة بحركتها بأنها حركة (زحف سطحي) . حبيبات الرمل الناعم بقطر 125-250 مايكرو متر تتحرك بحركة الوثب من خلال الارتطام المتكرر مع سطح الأرض ونادرا ما تصل إلى ارتفاع (1م) . قد تكون الدقائق ذات الأقطار الأقل من 100 مايكرو متر موجود في الهواء بشكل معلق ولفترات مختلفة من الوقت بالاعتماد على كتلتها وخواص الهواء مثل الاضطرابات والاستقرار في الغلاف الجوي. أما الدقائق التي لها قطر اقل من 20 مايكرو متر فقد تنتقل لمسافة آلاف الكيلومترات من مصدرها وقد تعبر حتى المحيطات . توزيع حجم الحبيبات لدقائق الغبار في الهواء هي دالة للارتفاع فوق سطح الأرض بينما نجد الدقائق الكبيرة الأكبر من 20 مايكرو متر قطرا قريبة من سطح الأرض وتركيزها ينخفض أسيا مع الارتفاع . أما تركيز الدقائق الناعمة الأقل من 10 مايكرو متر هي تقريبا مستقلة عن الارتفاع (Erell&Tsoar,1997, p225).



الشكل (2) طرق حركة ذرات الرمال (Erell&Tsoar,1997, p226).

1-1 التأثيرات الناجمة عن الانكماش (Deflation)

نقل الرمال والغبار بفعل الرياح من قشرة الأراضي الصحراوية لها آثار بيئية متعددة كإزالة مكونات التربة الأساسية الهامة مثل الطمي والطين والمواد العضوية ، والتي قد تخلف جسيمات خشنة ، وتؤدي بذلك إلى انخفاض مستويات الخصوبة وانخفاض القدرة على الاحتفاظ بالمياه. وهذه الآثار يمكن أن تكون دائمة على التربة حيث أن قشرة الأراضي الجافة لا يمكنها أن تتجدد بسرعة (Merghani,1998,p5). مما يؤدي إلى جعل التربة فقيرة الغطاء النباتي بالتالي تكون مصدرا للرمال والغبار المنتقل الى البيئة الحضرية .

1-2 التأثيرات الناتجة عن النقل (Transport)

ينتج عن نقل الغبار والرمال مجموعة من الآثار السلبية على العمارة أبرزها :-

أ- مشاكل الاحتكاك

تسبب التعرية المستمرة للتربة إلى إفقارها والإخلال بمكوناتها العضوية مما يجعلها عرضة للتآكل، وبالتالي يمكن أن تكون لها آثار سلبية خطيرة لبعض أنواع النباتات والكائنات الحية (شيرزاد، 1989، ص9). كما يمكن أن يؤدي الاحتكاك المباشر للرمال والغبار للأبنية والمنشآت إلى الإضرار بها .

ب- مشاكل انعدام الرؤية

تؤدي العواصف الرملية والغبارية في اغلب الأحيان إلى تعطيل النقل ، وازدياد الحوادث المرورية ، كما تؤدي إلى تأخير الرحلات الجوية وانزلاق الطائرات على، بالإضافة الى حوادث الكهرباء وانقطاع ذبذبات البث في الراديو والتلفزيون وتوقف خدمات الهاتف. إضافة إلى الأضرار التي تلحق بالأجهزة والمعدات العلمية والصناعية الحساسة.

ج- الآثار على البيئة

ينتج عن الغبار تغيرات ملموسة في الجو ،حيث ينتج عنه تأثيران متلازمان ، التأثير الأول التبريد من خلال عرقلة الغبار الإشعاع الشمسي وحجبه والتأثير الثاني التدفئة عن طريق امتصاص الغبار للحرارة وإشعاعها باتجاه الغلاف الجوي.، كذلك تؤدي جزيئات الغبار الناعم دورا هاما في تكثيف ذرات الغيوم وبالتالي تشكيل سحب المطر. لهذا فان تركيز الغبار في الجو يكون ضروري لتأخير بقاء الغيوم والسحب الممطرة في الجو (Merghani,1998,p5).

د- عرقلة الحياة اليومية

اعتاد الناس في منطقة الصحراوية على قضاء لياليهم وأمسياتهم خارج منازلهم لارتفاع درجات الحرارة داخل المباني إلى أعلى مستوياتها، بينما تنخفض درجات الحرارة في الخارج بسرعة كبيرة، وتتسبب العواصف التي تحدث في هذه الأوقات في اضطراب الحياة اليومية، وذلك بسبب الانقطاع المنظم للتيار الكهربائي الذي يحول دون استخدام تكييف الهواء الميكانيكي خلال العواصف، حيث يفضل بعض الناس البقاء في الخارج والتعرض للرمال والغبار على البقاء في بقعة في داخل البيوت لساعات طويلة.

ه- الآثار على الصحة

إن دقائق الغبار العالقة في الجو والعواصف الترابية والرملية من أهم العوامل التي تسلب راحة الإنسان في المناطق الصحراوية حيث يتسبب استنشاق الغبار في حدوث عدد من الأمراض التنفسية (Achudume&Oladipo,2009, p24). حيث تعتمد خطورة المرض على مقدار الجرعة المستنشقة وطبيعة الغبار. إن الكائنات الحية المسؤولة عن إحداث ونقل الكثير من الأمراض المعدية تكون موجودة عادة في الغبار. هذه الكائنات قد تستقر على الجلد وتحدث فيه إصابات وخاصة إذا استنشقتها الإنسان أو ابتلعها، حيث إن أنواع متعددة من الجراثيم يمكنها البقاء على قيد الحياة والعيش في سبات لفترات طويلة في الغبار (Merghani,1998, p6). حيث تكمن خطورة الغبار على صحة الإنسان من خلال حمل ونقل البكتيريا والفطريات لتصيب الإنسان عن طريق استنشاقها مما يؤدي إلى إصابة الإنسان بمجموعة من الأمراض كالأنفلونزا والالتهابات الرئوية الحادة (Cook and others,2011, p178).

3-1- التأثيرات الناجمة عن الترسيب (Deposition)

ينتج عن ترسيب الرمال والغبار آثار سلبية متعددة أبرزها: تلوث المياه الصالحة للشرب والأطعمة والمنتجات الغذائية وبالإضافة إلى التسرب إلى داخل المباني (Merghani,2002 p722). تترسب دقائق الرمال والغبار الموجودة خارج الغلاف الجوي نتيجة التساقط المطري، وتستقر أيضا نتيجة لقوى الجاذبية. أما الدقائق الناعمة جدا والمعلقة بارتفاعات عالية جدا، قد تشكل تجمعات نتيجة القوى الكهروستاتيكية مما يؤدي إلى ترسيبها من خلال قوى الجاذبية. وقد تترسب الدقائق عندما تتصل بالماء أو الخضرة... الخ. ويكون للبيئة الحضرية تأثيرا على ترسيب الغبار الذي يعتمد على شكل النسيج الحضري، وكثافة المنطقة المبنية،

وارتفاع الأبنية ومدى أنتظام حجم البناء وشكله ومقدار وانتشار الخضرة في المدينة ووجود المصادر المحلية للملوثات مثل الصناعة والحركة المرورية (Erell&Tsoar,1997, p226).

2- الكثبان الرملية (sand dunes)

عرف Bagnold الكثبان الرملية على أنها ظاهرة طوبوغرافية ذات منشأ هوائي تتكون من حبيبات الرمال القادمة من المصادر الطبيعية , وعرف مينكويث الكثبان الرملية على أنها عبارة عن تجمع او تراكم لدقائق رمال غير متماسكة تنتقل وترسب بواسطة الرياح تتراوح أقطارها بين 10 مايكرومتر إلى 2 ملم (شيرزاد, 1989,ص21) . وللكثبان الرملية اصناف متعددة تعتمد على ثلاثة عوامل رئيسية هي سرعة واتجاه وتردد الرياح , والغطاء النباتي , وحجم حبيبات الرمال (Tsoar,2000, p406).

إن الآثار السلبية للكثبان الرملية على البيئة العمرانية تتمثل في طمر المناطق السكنية والبنى التحتية والمزارع وطرق المواصلات مما يؤدي إلى صعوبة الحياة الحضرية أو انعدامها في المناطق التي تتأثر بالكثبان الرملية .

المبحث الأول

المعالجات المعمارية لمقاومة الآثار السلبية للرمال والغبار على العمارة خلال العملية التصميمية

يمكن للمصمم المعماري من أتباع جملة من المعالجات المعمارية أثناء العملية التصميمية , لمقاومة الآثار السلبية للرمال والغبار التي تتعرض لها العمارة في الصحراء.

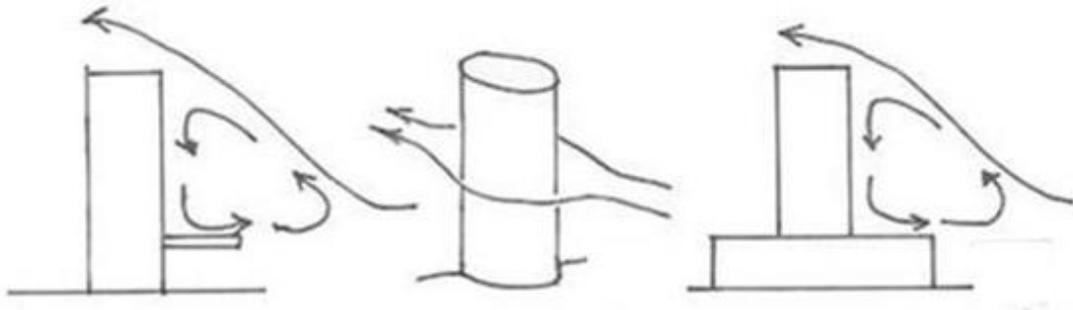
يمكن ان تلخص المعالجات المعمارية أثناء العملية التصميمية فيما يلي : -

أ- التخطيط المتضام : توفر المباني المتضامة بعضها البعض الحماية المناسبة من الرياح المحملة بالغبار في حال عدم وجود مباني عالية ذات ارتفاع يبلغ ضعف متوسط ارتفاع المباني التي تعرض مسار حركة الرياح المحملة بالرمال والغبار (Merghani, 2002,p724). أما في حالة تداخل الفضاءات المفتوحة الكبيرة بين الأبنية فانها تصبح مستودع للرمال والغبار (Rizvi,1989,p62) . بذلك يمكن القول إن اعتماد التخطيط المتضام للأبنية يعد من الحلول المعمارية المناسبة للسيطرة على مشكلة الرمال والغبار وبالتالي الحد من الآثار السلبية لهما .

ب- الفناء: الفضاءات الخارجية المفتوحة والمحاظة بمجموعة من المباني التي لا تتجاوز فتحاتها أو مداخلها الجانبية 25% من محيطها توفر حماية جيدة من الرياح المارة فوقها في حالة تحقق العلاقة $(20 \geq \frac{M}{R})$, حيث (م) مساحة السطح الداخلية للفناء و (ر) متوسط ارتفاع جدران الفناء أو المباني التي تكونه. هذه النسبة تؤمن الحماية ما لم تكن الفتحات في مواجهة مهب الرياح ,وقد تزداد الحماية بازدياد ارتفاع المبنى .حيث أن الفضاءات الخارجية المفتوحة تكون محمية من خلال تضام المباني, وتوجيه المحور الطويل للفناء بحيث يكون عموديا على اتجاه الرياح المحملة بالغبار(Merghani,2002,p724).

ج- صفوف المباني التي تتقارب تدريجيا (قمع أو شكل V) : تزداد سرعة الرياح عند المنطقة الضيقة مما يؤدي إلى إثارة الغبار والرمال وبالتالي ترسبها في المناطق المتسعة (محمد,1986,ص129) . وبالإمكان التخلص من هذه الحالة في حالة كون ارتفاع المباني لا يتجاوز (15) م في كلا الجانبين وطول الصف لا يتجاوز (100) م , أو وضع الأشجار في مواجهة الرياح , أو من خلال زيادة سعة الجهة الضيقة (Merghani,2002,p724).

د- المباني العالية الطويلة: تترسب الرمال خلف المباني وعلى جانبيها ويزداد الاحتكاك عند الأركان . يمكن تقليل الضرر على المباني المحيطة من خلال تزويد هذه المباني بكاسرات رياح عمودية على طول المبنى أو إدخال مظلة أو قاعدة عريضة في الجزء السفلي أو من خلال تدوير الأركان (Merghani,1998,p29). كما موضح في الشكل (3) .

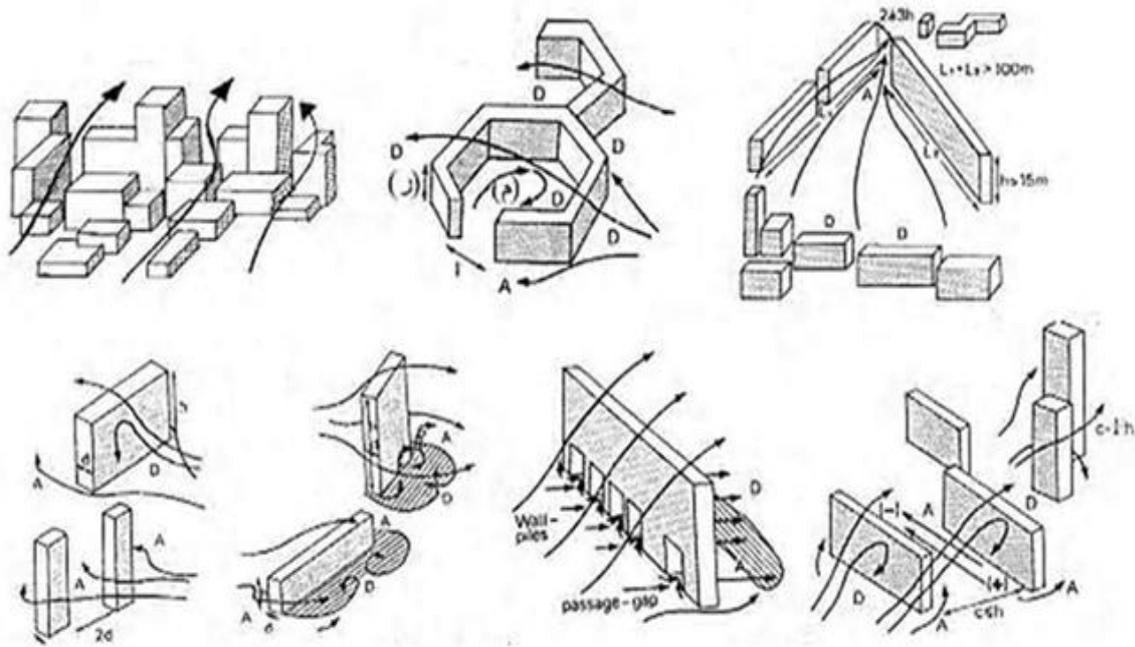


الشكل (3) يوضح طرق تقليل ضرر الترسب على المباني باستخدام المنصة أو الستارة أو تدوير الأركان (Merghani,1998,p29)

عادة لخلق ممرات وشرفات واماكن جلوس مظلة . لا بد من تجنب السرعات العالية للهواء

خلال تلك الفتحات , عن طريق تجنب وضع الفتحات في اتجاه الرياح الحاملة للغبار أو أن ارتفاع تلك الفتحات لا يتجاوز (10) م الضيقة (Merghani,2002,p725).

و- المباني تعاقبية الترتيب: عندما تكون المباني ذات ترتيب تعاقبي يحدث انخفاض في ضغط الهواء (شيرزاد,1989,ص47) . وفي حالة كون المسافة بين كل مبنيين متعاقبين اقل من متوسط ارتفاعهما, فسوف يؤدي ذلك إلى جلب الرياح المحملة بالغبار من مناطق غير متوقعة, لذلك فمن المستحسن أن تشيد هذه النوعية من المباني عمودية على اتجاه الرياح وأن لا تقل المسافة بين أي مبنيين عن متوسط ارتفاعهما (Merghani,2002,p725). كما موضح في الشكل (4) .



الشكل (4) تأثيرات أشكال المباني على سلوكية الرياح المحملة بالغبار والأتربة (Merghani,2002,p725)

ز- شكل المباني: للشكل الهندسي للمباني واتجاهها دور في كمية الأتربة المترسبة حول المباني

1. المباني ذات الأشكال الهرمية أو المائلة تؤدي إلى تغيير اتجاه الرياح لتمر أعلى أو حول مجموعة المباني دون مقاومة تذكر لحركة الهواء (Merghani,1998,p29).

2. الشكل الخطي ينتج اقل نسبة ترسيب عندما يكون محور البناية الطولي موازيا لاتجاه الرياح.

3. الشكل L ينتج اقل نسبة ترسيب عندما يكون المحور الطولي للبناية موازيا لاتجاه الرياح.

4. الشكل T تنتج اقل نسبة ترسيب عندما تكون زاوية الاتجاه (45°) و(315°) عن اتجاه الرياح.

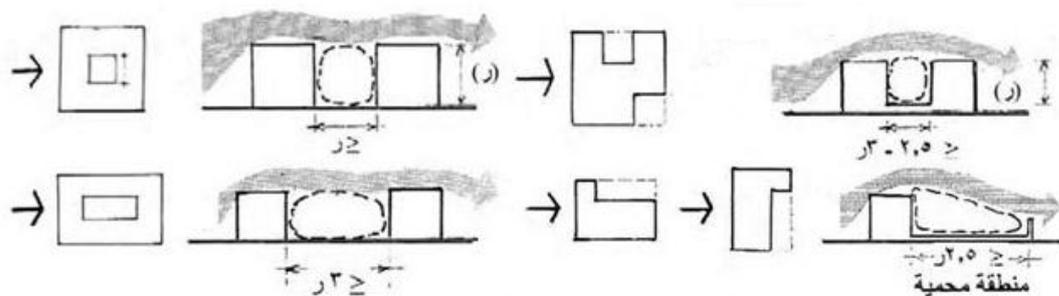
5. الشكل U تنتج اقل نسبة ترسيب داخل الفضاء الوسطي عندما تكون الزاوية (45°) , و اقل نسبة ترسيب حول الشكل عند الزاوية (90°) عن اتجاه الرياح (شيرزاد, 1989,ص124) .

6. الشكل الرباعي ذو الفناء الوسطي: يعطي هذا الشكل حماية جيدة في كل الاتجاهات ضد الرياح المحملة بالغبار (إذا كان عرض الفناء \geq الارتفاع) , وكلما زاد عمق الفناء زادت هذه الحماية.

7. الشكل الرباعي ذو الفناء الجانبي: يعطي حماية اقل؛ لان اضطراب الرياح في الجوانب يؤدي إلى جلب الغبار لداخل الفناء , عرض الفناء يكون كافي للحماية إذا كان اقل من (2,5- 3) أضعاف الارتفاع ما لم تهب الرياح مباشرة داخل الفتحة.

8. الشكل المستطيل ذو الفناء الوسطي: يوفر حماية جيدة ما لم يتجاوز عرض الفناء (3) أضعاف معدل الارتفاع . أما إذا تجاوز العرض عن ذلك فيجب توجيه الجانب الطويل بصورة عمودية على اتجاه الرياح المحملة بالغبار.

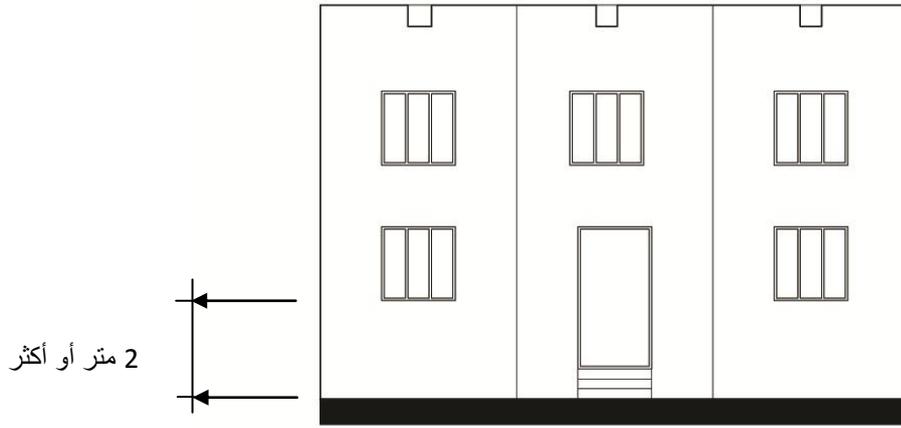
9. الشكل المستطيل ذو الفناء الجانبي: يعطي الحماية ضد الرياح المحملة بالغبار



في حالة عدم هبوب الرياح مباشرة داخل الفناء وإذا كان العرض اقل من (2,5) ارتفاع المبنى ولكن هذه الحماية تكون قليلة (Merghani,2002 ,p727).

ح- اختيار فتحات التهوية المرتفعة لأنه ومن خلال دراسة خصائص دقائق الغبار والرمل وجد انه بالإمكان التخلص منها إلى حد كبير, وذلك بسبب انخفاض مستوى حركة هذه الدقائق , ومع إن ارتفاع حركة دقائق الغبار والرمل لا يتجاوز (1) م إلا أن ارتفاع الفتحات يجب أن لا يقل عن (2) م وكلما زاد هذا الارتفاع كلما زادت إمكانية التخلص من كميات اكبر من الدقائق الأصغر حجما (محمد,1986, ص 146) .

الشكل (5) استخدام شكل المبنى لتحويل مسار الرياح المحملة بالغبار (Merghani,2002,p728)



شكل (6) يوضح ارتفاع فتحات التهوية للحد من تأثير دقائق الغبار (الباحثان) .

المبحث الثاني

المعالجات المعمارية لمقاومة الآثار السلبية للرمل والغبار على العمارة من خلال معالجة المباني

هناك مجموعة من المعالجات المعمارية التي يمكن اتخاذها من قبل المصمم المعماري على واقع الحال لتفادي أو مقاومة الآثار السلبية للرمل والغبار على العمارة من خلال إجراء بعض التعديلات المناسبة على واقع الحال .

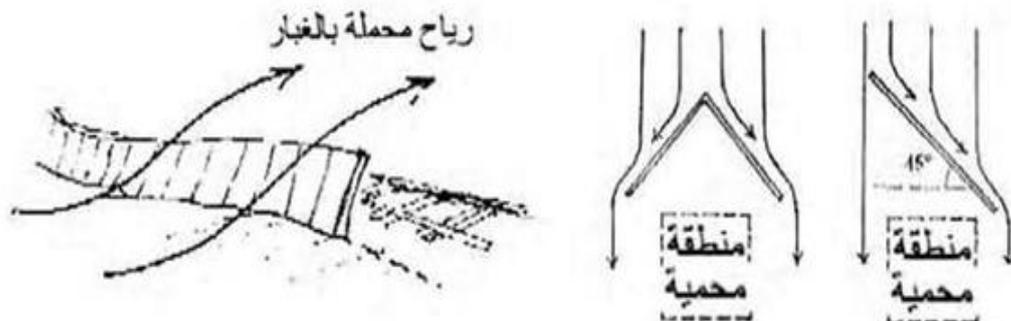
أ- تنسيق الفضاءات الخارجية المفتوحة من خلال استعمال الخضرة والماء ورصف الفضاءات لضمان أن لا تصبح الفضاءات المهملة مصادر محلية لاستنارة الغبار.

ب- استعمال الأسوار الحاجزة في أطراف المدن يوفر الحماية المناسبة من الزحف الرملي ,حيث أن الأسوار الشبه نافذة تكون ذات فعالية أكبر بسبب امتداد تأثيرها لمسافات أطول وراء الحواجز , وفي حالة استخدام عدة أسوار متتالية فإن عددها والمسافات بينها يلعبان دورا مهما في كفاءتها (Merghani,2002,p726).

ج- التشجير من خلال زراعة الأحزمة الخضراء أو الغطاء النباتي لحماية الأرض من التعرية (Rizvi,1989,p72) . ولاصطياد ذرات الرمال والغبار قبل مغادرتها من منطقة المصدر.

د- تغيير مسار الرياح المحملة بالغبار باستعمال الحواجز (العمودية والأفقية والمائلة) عن الفضاءات ذات الاستخدام الحساس كالمعيشة والنوم لتحسين البيئة الداخلية فيها . إن كفاءة عمل الحواجز تعتمد على تصميمه بحيث يكون حاجزا للحركة الأمامية للحبيبات الرملية من غير خلق دوامات عكسية أمام وخلف العائق , وان كفاءة الحاجز تعتمد على موقع وشكل ونفاذية الحواجز (Merghani,2002,p728).

هـ -استخدام الأشجار كحواجز لتحويل مسار الرياح المحملة بالغبار بالإضافة إلى تقليل سرعة اختلاط الهواء المحمل بالغبار بالأخر النقي . لكن لا بد من توخي الحذر إذ بالإمكان أن تزيد الأشجار سرعة الرياح إذا شكل توزيعها ممرت قمعية للهواء (شيرزاد, 1989,ص49) .



الشكل (7) استعمال الأسوار الجاهزة لتغيير مسار الرياح المحملة بالغبار (Merghani,2002,p727)

و- استخدام الستائر الخارجية والداخلية المنزلقة والمسحوية والمتحركة يوفر خط حماية مهم لزيادة الحماية من الغبار والأتربة في الفضاءات المختلفة.

ز- استخدام مرشحات الهواء لتوفير هواء صحي نقي , مثلا في تصميم الغرف النظيفة . يختلف تصميم مرشحات الهواء باختلاف استخداماتها , وقد يعتمد في تكوينها على واحدة أو أكثر من أسطح رطبة أو قطرات مياه أو ألياف مشحونة الكترولستاتيا أو قوى طرد مركزية أو أسطح ناعمة (Merghani,2002,p729).

ح- منع إعادة تعلق الغبار من خلال تجنب السرعة العالية للهواء المضطرب داخل الفناء عن طريق توجيه حركة الهواء ومحاولة إبقاء السرعة دون المستوى الذي يثير الغبار, أو من خلال احتجاز ذرات الغبار المترسبة بحيث تصبح سرعة استنثارها أعلى من سرعة الرياح (Rizvi,1989,p66)

ط- تجنب اضطراب الهواء وخاصة في الأماكن المغلقة مثل الأفنية والشرفات . حيث يمكن تحقيق ذلك من خلال تقليل سرعة الرياح الخارجية قبل دخوله الفناء عن طريق تقليل طول الفناء أو تقليل عدد الفتحات المنفذة للهواء إلى داخل الفناء أو تقليل كمية الهواء الداخلة مباشرة إليه. علاوة على ذلك , فمن الممكن رص شجيرات في مواقع إستراتيجية داخل الأفنية (قرب الجدران مثلا) , لوقف التيارات الهوائية الحاملة للغبار والمتجهة إلى الأسفل من جهة , والمساعدة في ترسيب الغبار في أماكن بعيدة عن المساحات المستخدمة من جهة أخرى (Merghani,2002,p730).

ي- استخدام الأسطح المحتجزة للغبار وتشمل:

1. استخدام العشب الذي يقلل من تركيز الغبار في الهواء أثناء مروره فوق العشب , لما للعشب من خاصية احتجازية للغبار المترسب عليه.

2. استخدام المياه حيث تتميز الأسطح المائية , مثل البركات والشلالات بقوتها الاحتجازية العالية للغبار والرمال , وتزداد فاعليتها إذا رشت قطرات الماء في الهواء على شكل نافورة.

3. استخدام النباتات المتسلقة بما أن كميات كبيرة من ذرات الغبار تترسب عند اصطدامها بأسطح المنشآت أو هند انغماسها بطبقة الهواء اللصيقة بتلك الأسطح, فان استخدام النباتات المتسلقة سيساعد على احتجاز الغبار وتهدئة الهواء.

4. تثبيت الأسطح داخل المباني برصفها أو بالتشعيب أو برش المياه الذي يعد من العادات الشائعة في البلدان الحارة الجافة, إذ يرش الفناء في الأمسيات لتلطيف الجو .

ك- منع تسرب الغبار خلال الفتحات عن طريق جعل الأبواب والنوافذ مواجهة للاتجاهات الخالية من الغبار (Rizvi,1989,p66) . وإحكام غلق الأبواب والنوافذ وجعلها سهلة التحكم فتحا وغلقا .

التوصيات

1. يساعد التخطيط المتضام في الحماية الآثار السلبية للرمال والغبار لان المباني المتضامة تحمي بعضها البعض من الرياح المحملة بالغبار .

2. إن لتصميم المباني اثر مهم في مقاومة الآثار السلبية للرمال والغبار , حيث يلعب ارتفاع المباني والمسافات بين المباني وشكل وتوجيه المباني دور كبيرا في تقليل كمية الغبار والأتربة المترسبة حول المباني .

3. إن لموقع وحجم واتجاه فتحات التهوية أهمية كبيرة في زيادة إمكانية التخلص من كمية الغبار النافذ عبرها إلى الفضاءات الداخلية.

4. يمكن مقاومة الآثار السلبية للرمال والغبار على العمارة عن طريق تنسيق الفضاءات الخارجية المفتوحة والطرق من خلال استعمال الخضرة والماء و إدخال صفوف من الأشجار , بالإضافة إلى زراعة أحزمة من الأشجار على طول حافة المنطقة الحضرية واستعمال الأسوار الجاهزة والسواتر الترابية في أطراف المدن على طول الجانب المواجه للرياح المحملة .

5. لتغيير مسار الرياح المحملة بالغبار باستعمال الحواجز (العمودية والأفقية والمائلة) والأشجار أهمية كبيرة في الحد من الآثار السلبية للرمال والغبار على العمارة.

6. يمكن توفير خط حماية للمباني من الرمال والغبار باستخدام الستائر الخارجية والداخلية المنزقة والمسحوبة والمتحركة .

7. يمكن استخدام مرشحات الهواء والعشب والأسطح المائية والنباتات المتسلقة لتوفير هواء صحي خالي من الأترية والغبار .

المصادر

1. الحمد ، رشيد ومحمد سعيد ، صباريني " البيئة ومشكلاتها " سلسلة عالم المعرفة، الكويت ، 1979.
2. شيرزاد ،محمد فريد إحسان ، " الرواسب الراحية واثرها في تصميم المستوطنات البشرية في المناطق المتصحرة " رسالة ماجستير غير منشورة ، الجامعة التكنولوجية ، بغداد ، 1989.
3. اللوزي ، سالم، " دراسة حول مؤشرات رصد التصحر في الوطن العربي" المنظمة العربية للتنمية الزراعية، جامعة الدول العربية ، الخرطوم ، 2003.
4. محمد ، ثائر علي ، " اثر العوامل المناخية في تخطيط وتصميم المستوطنات الحضرية في المناطق الصحراوية " رسالة ماجستير غير منشورة ، جامعة بغداد ، بغداد ، 1986.
5. A.C. Achudume & B.O. Oladipo, " **Effects of dust storm on health in the Nigerian environment**", *Biology and Medicine, Vol 1 (4): 21-27, 2009.*
6. A.Cook and others, " **Impact of Natural Dusts on Human Health**", Elsevier B.V.,pp178-186, 2011.
7. E. Erell & H. Tsoar, "An experimental evaluation of strategies for **reducing airborne dust in desert cities**", Building and Environment, May1997, vol. 32,pp.225-236.
8. H. Tsoar, " **Types of Aeolian Sand Dunes and Their Formation**", Department of Geography and Environmental Development Ben-Gurion University of the Negev Beer-Sheva,2000.
9. Rizvi, Amjad Ali. "Planning Responses to Aeolian Hazards in Arid Regions." Architecture and Planning, King Saud Univ., 1989, pp. 59-74.
10. Stathopoulos, T. & R. Storms, "Wind Environmental Conditions in Passage between Buildings." Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, 1986 , pp. 19-31.
11. D. Lorenzi and others , "Determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in urban street dust: Implications for human health", Journal homepage:, 2011 , pp. 970-977.
12. Merghani, A.H. "Control of wind-blown sand and dust by town planning and building design _ with special reference to Khartoum , Sudan", Unpublished MPhil dissertation, Department of Architecture, University of Cambridge, UK, 1998.
13. Merghani, A. "Control of wind-blown sand and dust by town planning and building design." In proceedings of: Physical Development in Arid Zones and the Associated Construction Problems – Ministry of Public Works and Housing, Riyadh, Saudi Arabia, 2-4 November 2002, pp. 721-730.