أثر الرياح في الشكل المعماري
الأبنية السكنية العالية في مدينة السليمانية حالة دراسية

- **د . عبدالله يوسف طيب** – استاذ
  قسم الهندسة المعمارية – جامعة السليمانية
- **فؤاد جـلال محمود** – مدرس مساعد
  قسم الهندسة المعمارية – جامعة السليمانية

الاستلام في :2014/9/21
قبول النشر في : 2015/6/3

المستخلص :

تعدُّ الرياح وحركتها من أهم المؤثرات البيئية التي ينبغي أخذها بنظر الإعتبار عند إعداد التصاميم الأولية لأي مشروع ، وعلى الرغم من كثرة البحوث والدراسات التي أجريت حول العلاقة بين شكل الأبنية ومفرداتها التصميمية من جهة والرياح وحركتها وإنسيابيتها من جهة أخرى ، فإنها لم تتطرق بشكل مفصل إلى تحديد خصائص الشكل المعماري للكتل البنائية العالية المتلائمة مع سرعة الرياح وإتجاهها ، وإيجاد العلاقة بين سرعة الرياح وإتجاهها . حيث إن للعلاقة بين حركة الرياح والشكل المعماري للكتل البنائية العالية ببعديها الأفقي والعمودي وإمكانية الإستفادة من إنسيابية التحرك الهوائي حولها من خلال السيطرة على إنسيابيته وتحقيق التوازن المناخي ، دور مؤثر في تحديد الأولويات عند المصمم في العملية التصميمية . أذ تؤثّر التغيير في سرعة الرياح وإتجاهها في تكوين الشكل المعماري للكتل البنائية العالية وبدرجات متفاوتة ، كما وتؤثر على كـــفاءة الشكل المعماري للكتل البنائية العالية في تحقيق الراحة الهوائية وبدرجات متفاوتة .

تـمّ إختيار مشروع (مجمع كويزة السكني) في مدينة السليمانية حالة دراسية ، وإجـراء الدراسة العملية بإستخدام الطريقة الرقمية من خلال برنامج (ANSYS CFX12) كوسيلة ملائمة لقياس أثر الرّياح على الشكل المعماري .

أكدت النتائج التي توصل إليها البحث صحة فريضته بوجود علاقة بين حركة الرياح والشكل المعماري بظهورتغيير في سرعة الرياح وطبيعتها حول الكتل البنائية العالية مع حصول تغيير في معامل الراحة الهوائية نتيجة لذلك ، وحددت توصياته بإستخدام المساقط الأفقية وتوجيه الكتل البنائية باتجاه الشرق الى الجنوب الشرقي لملائمتها مع حركة الرياح في منطقة الدراسة .

الكلمات المفتاحية : التحرك الهوائي ، الرياح ، الشكل المعماري ، الأبنية العالية .

1 . المقدمـــة

تشكل العمارة فضاءً بسيطاً محصوراً فى حيز واسع يملأه الهواء ، ويؤثر هذا الهواء على العمارة بأساليب مختلفة أساسها التحول الدنياميكى للهواء وعلاقته بشكل و حجم المبني المصمم . وبذلك يكون التعرف على جوانب هذه العلاقة أساساً معتمداً من قبل المعمار وصولاً الى أحسن الصيغ الناجحة في تصميم المباني وتجميعها نسبة الى وظيفتها ومتطلباتها البيئية فى الأقاليم المناخية المختلفة .

وقد تناولت الدراسات السابقة بعض الخصائص التصميمة للكتل المجردة البسيطة وعناصر محددة من القشرة الخارجية ، وطبيعة التنظيم داخل الكتلة ، ولكنها لم تركز بالأهمية نفسها في شكل الكتل البنائية العالية وإحتمالاته الواقعية ، وذلك من خلال تحديد طبيعة العلاقة بين تصميم شكل الكتل البنائية والتحرك الهوائي الخارجي حولها .

ومن خلال مراجعة الكثير من البحوث التي تناولت موضوع الرياح والتحرك الهوائي لوحظ وجود عدم وضوح في المعرفة المطلوبة حول طبيعة العلاقة بين أشكال الأبنية العالية والتحرك الهوائي المتوقع عليها ، أو قابلية أشكال الكتل البنائية وتوجيهها للإستفادة من الهواء المتحرك حولها ، والسيطرة عليه ضمن ما هو مطلوب للراحة الهوائية لمستخدمي المبنى ، لما له من تأثيرات كبيرة في الجوانب البحثية للموضوع ، والممارسة التطبيقية لها .

مشكلة البحث

عدم وضوح علاقة حركة الرياح بخصائص الشكل المعماري للكتل البنائية العالية وكيفية تأثير التغيير في سرعة الرياح وإتجاهها في تشكيل الكتل البنائية العالية .

هدف البحث

يهدف البحث الى تحديد خصائص الشكل المعماري للكتل البنائية العالية المتلائمة مع سرعة الرياح وإتجاها ، من خلال إيجاد العلاقة بين سرعة الرياح وإتجاهها وخصائص الشكل المعماري للكتل البنائية العالية ، مع تقليل الآثار السلبية للرياح على الراحة الهوائية في الفضاءات الخارجية حول الأبنية .

فرضية البحث :

وجود إختلاف في درجة تأثير الرياح في شكل الكتل البنائية بإختلاف سرعة الرياح وإتجاهها . كما يؤثّر التغيير في سرعة الرياح وإتجاهها على كـــفاءة الشكل المعماري للكتل البنائية العالية في تحقيق الراحة الهوائية وبدرجات متفاوتة .

2 . الدراسة النظرية

1.2 . مفهوم التحرّك الهوائي

التحرك الهوائي هو تغير في موقع الهواء لأسباب متعدّدة مهما كـانت درجة التغير ، والهواء خليط من الغازات يحيط بالأرض ، فالتحرّك الهوائي ظـاهرة غير ثابتة وتشتمل على تبادل ديناميكي للقوى المتساوية منها . (السري ،ص55 ، 2000)

1.1.2 .أنماط التحرك الهوائي

إن التغير في نمط التحرّك الهوائي من نمط الى آخـر وفي زمن معيّن وفي مسافة معينّة يكون نتيجة تأثير العوامل الداخلية والخارجية على التحرّك الهوائي ، ويمكن تقسيم التحرّك الهوائي إعتماداً على نمط جريانه على ثلاثة أنواع هي : (اليوسف ، ص5 ، 1991) .

- التحرّك الهوائي الطباقي
  تكون حـركة الهواء متجاورة ومتوازية ويمكن التنبّؤ بها على الرغم من إحـتوائها على دوّامات داخلية منخفضة .
- التحرّك الهوائي الإضطرابي
  تكون حـركة الهواء على شكل دوّامات هوائية بسبب العناصر الخارجية ، حيث أن جريان الهواء يكون عشوائياً يصعب التنبؤ به .
- التحرّك الهوائي الإنتقالي
  يحدث عندما تقّل سرعة الهواء بسبب الإحتكاك بالعناصر الخارجية ويحافظ الجريان على توازيه بدون حدوث إضطرابات داخلية .

2.1.2 . مبادىء التحرّك الهوائي

توجد ثلاثة مبادىء رئيسة للتحرّك الهوائي بشكل عام ما يساعد على فـهم التحرّك الهوائي وكيفية التعامل معه ، وكما يأتي : (Brown, 2001, P. 17) .

المبدأ الاول : إن الهواء يتحرك دائماً من منطقة الضغط العالي إلى منطقة الضغط الواطىء ، فعندما ترتفع حـرارة الهواء بوساطة أشعّة الشمس يتمدد الهواء وينخفض الضغط ويصعد الهواء إلى الأعلى ، وبذلك يتحرّك الهواء من المـناطق المجاورة ذات الضغط المرتفع إلى هـذه المنطقة وبذلك يحدث التحرّك الهوائي .

المبدأ الثاني : إن الهواء المتحرّك يلتف حـول الجسم الذي يعيقه بسبب عزم القصور ، مثل التيار المائي الذي يجري حول أيّ شيء يصادفه في المجرى .

المبدأ الثالث : إن سرعة الهواء تقلّ قـرب سطح الأرض نتيجة لعمليّة الإحتكاك كلّما صعدنا إلى الأعلى زادت سرعة التحرّك الهوائي .

3.1.2 . أنواع التحرّك الهوائي

إعتماداً على موقع التحرّك الهوائي من الأبنية يمكن تصنيفه إلى نوعين : (الدلي ، ص16 ، 2004) .

- التحرّك الهوائي داخل الأبنية
  عبـارة عن حركة الهواء داخل الأبنية وإنتقاله من فضاء الى آخر مع كيفيّة تصرّف الهواء المتحرّك عـند دخوله إلى الفضاء إلى حين خروجه من الفضاء .
- التحرّك الهوائي خارج الأبنية
  إن التحرّك الهوائي الناتج عن قوى طبيعية بناءً على العـوامل المؤثّرة على المناطق المختلفة سواءٌ كـان فـي شكل تيـارات رأسية إلـى الأعلى أو الأسفل أم في شكـل تيارات أفـقية بالقرب من سطح الأرض والتي تعرف بالرياح السطحية أو في طبقات الجوّ المرتفعة والتي تعرف بالرياح العليا .

2.2 . الرياح والشكل المعماري

يقصد بالشكل المعماري مجموعة الخصائص البصرية المحدّدة للتكوين العام لمبنى أو منشأ أو كتلة معمارية ، حيث إن الأشكال والتكوينات المعمارية التي يتخذها المبنى سواءٌ كـانت في عصر معين أم في حضارة معينة تـكون نتيجةً لمتطلّبات وإحتياجات ذلك المجتمع أو الحضـارة ، وتكون نتيجةً لعوامـل عديدة ومتنوّعة تتفاعل مع بعضها البعض ، وتكون هذه العوامل خاضعةً لتأثير متبادل بينها تنتج منها شبكة مـعقّدة من التأثيرات المختلفة والمتنوعة . (آل يونس ، ص29 ، 2004)

ويـتطلب الكشف عن مـدى تأثير الرّياح على الشكل المعماري أو العكس ، التعرّف على طبيعة العلاقة بين الرّياح والشكل المعماري ، إذ يعتمد ذلك على دراسة تصميم الشكل المعماري بدلالة قابليّته على توجيه ، أو إنحراف ، أو تغيير نمط حركة الرّياح ، إذ يمكن من خلال إستخدام أشكال معينة الوصول إلى حالة من الرّاحة الهوائية داخل المبنى .(اليوسف ، ص55 ، 1991)

ويعدّ تأثير الرّياح في الشكل المعماري ، مؤشّراً للتوصل إلى قـابلية الأشكال البنائية ، مع وجـود إختلاف بينها في إمكانية الإستفادة من حركة الرّياح سواءٌ كان تأثيراً خارجياً لتوليد الطّاقة عن طريق توجيه الكتل الهوائية نحو مراوح توليد الطاقة ، أم داخلياً للحصول على التهوية الطبيعية المـناسبة ، أو من خـلال تقليل الآثـار السلبية للرّياح على الأبنية وحـركة المشاة وخصوصاً في المناطق الباردة في فصل الشتاء . (اليوسف ، ص55 ، 1991)

1.2.2 . أثر حركة الرياح في الأبنية

تؤثّر الرّياح كعنصر مناخي على الشكل المعماري للمبنى بشكل مباشر ، فيكون بعضها مرغوباً فيه وبعضها الآخر غير مرغوب فيه ، فـيمكن منع الرّياح غير المرغوب فيها عن طـريق إستخدام أشكال معمارّية معينة بالإستفادة من بعض خصائص التحرّك الهوائي حـول الكتل البنائية ، كانزلاق الهواء من فوق الكتل البنائية ذات الشكل الكروي كمـا في بيوت الأسكيمو في المناطق القطبية شديدة البرودة ، أو باستعمال أشكال معمارية ذات فراغات داخلية بحيث يكون إتجاه حركة الهواء من المبنى إلى خارجه وليس العكس ، خاصة في المناطق الحارّة الجافّة والمناطق الصحراوية وذلك باستخدام الأبـنية ذات الفناءات الـدّاخلية . (صديق ، ص94 ، 2008) .

2.2.2 . أثر الأبنية في حركة الرياح

تتأثّر الحركة الديناميكية للرّياح حـول الأبنية بعدة أمور منها الشكل الهندسي للكـتل البنائية وتوجيهها وطريقة توقيعها في الموقع بالإضافة إلى شكل تضاريس الأرض وسرعة الرّياح السائدة في المنطقة . وتؤثر الكتل البنائية في الموقع على سرعة الرّياح وإنسيابيتها ، وتعتمد في ذلك على عدّة عوامل منها : (اليوسف ، 1991 ، ص12)

أولاً : شكل الأبنية

يتغيّر سلوك الهواء حول الأبنية بتغّير الأبعاد الأفقية للأبنية وإرتفاعها ، ويؤدّي ذلك إلى حدوث تغيير في منطقة الظّل الهوائي المتكوّنة خلف الأبنية ، وتختلف شدّة وأهميته تأثير

الأبنية على تحريف وتوجيه وإعاقة تحرّك الهواء حولها بحسب إختلاف أبعاد وأشكال تلك الأبنية ، وبذلك يشكّل الهواء المتحرّك فوق وحول الأبنية أنماطاً هوائية مختلفة ، وتكوّن هذه الحركة دوّامات (Vortexes) ، حيث تكون الدوّامة في الجهة المعاكسة لهبوب الرّياح أكبر من الدوامة المتكونة في الجهة المواجهة للرّياح ، ويمكن تحديد ذلك من خلال إرتفاع وعرض واجهة المبنى المقابلة للرّياح ، ويؤثّر التغيير في الأبعاد الأفقية والعمودية للأبنية على تغيير عمق منطقة الظّل الهوائي وكما يأتي : (الدلي ، 2004 ، ص44) .

- الأبعاد الأفقية للمبنى .
- إرتفاع المبنى .
- شكل المسقط الأفقي للمبنى .
- سقف المبنى .
- البروزات البنائية .

ثانيا : توجيه الأبنية

- يتغيّر سلوك الرّياح ومسافة منطقة الظّل الهوائي خلف الأبنية بتغيّر توجيه الأبنية ، كما تتغيّر درجة تأثير التوجيه على سلوك الرياح بتغيير شكل الأبنية ، ويؤدّي تحرك الرّياح حول الأبنية إلى ظهور تأثيرات متعددة ، من أهمها : (الدلي ، 2004 ، ص42) .
- تأثير الإنجراف الى الأسفل (Dawn Wash Effect)
يعمل التباين في الضّغط نتيجة الإختلاف في سرعة الرياح في الأجزاء العالية للمبنى مع قاعدته على سحب الهواء نحو قاعدة المبنى ما يؤدّي إلى زيادة سرعة الهواء في أسفل المبنى .
- تأثير زاوية المبنى (Corner Effect)
تتكون منطقة ضغط عالٍ في الواجهة المقابلة لهبوب الرّياح ومنطقة ضغط منخفض على جانبي المبنى والمنطقة الخلفية عند تعرض المبنى لحركة الرّياح ، وبذلك تزداد سرعة الرّياح حيث تصل إلى (137%) من سرعة جريانه الأصلي حول بعض زوايا المبنى .
- تأثير الأثر (Wake Effect)
تستمرّ الزيادة الحاصلة في سرعة الرّياح والإضطراب عند أسفل المبنى نتيجة الإمتداد الأفقي لتأثير الزاوية لمسافة طويلة خلف المبنى وقد تصل إلى مسافة تساوي ضعف إرتفاع المبنى .
- التأثير الهرمي (Pyramid Effect)
يعمل المبنى ذات الشكل الهرمي على توفير حماية جيدة عند أسفل المبنى وذلك بسبب تجزئة الرّياح ما يؤدّي إلى إزاحة جزء كبير من قوة الرّياح .
- ثالثاً : طريقة تجميع الابنية
يؤدّي تجميع الأبنية في الموقع بطرق مختلفة إلى حصول تغيّر في سلوك الرّياح وظهور بعض التأثيرات نتيجة لذلك ، وقد تكون تأثيرات سلبية من الناحية البيئية نتيجة بعض القرارات التصميمية الضرورية لمشروع معين أو عن طريق إعطاء الأولوّية للنواحي التصميمية ، كالجمالية والوظيفية أو الأقتصادية وغيرها على الجانب البيئي ، وهذه التأثيرات هي : (الدلي ، 2004 ، ص42)
- التأثير التدرجي (Stepping Effect)
تؤدّي زيادة إرتفاع الأبنية المواجهة لهبوب الرّياح بشكل تدريجي ومستمر إلى تكوين مناطق ذات ضغط مختلف خلف الأبنية نتيجةً لوجود إختلاف في إرتفاعات الأبنية .
- تأثير القناة (Channel Effect)
يؤدّي وضع الأبنية في الموقع على شكل متوازٍ إلى خلق ممر طويل أو قناة بينها ، ويؤثّر ذلك على سرعة الرّياح وإتجاهها .
- تأثير الصفوف (Row Effect)
أو يسمى (Bar Effect) ، حيث يسبب توقيع الأبنية الشريطية الواطئة بشكل عمودي على إتجاه حركة الرّياح تكوين منطقة ظل هوائي كبيرة إعتماداً على إرتفاع الأبنية وأبعادها الأفقية .
- التأثير التراكمي (Cumulative Effect)
يكون سلوك الرّياح منتظماً تقريباً عند الإرتفاعات والمسافات المتجانسة للأبنية في الموقع ، حيث تحافظ الرّياح على سرعتها وإتجاهها الأصلي دون تغيير ، أمّا في حالة وجود تفاوت بين إرتفاع الأبنية وبشكل كبير فإنّ ذلك يؤدّي إلى تغيير في سرعة الرّياح .
- تأثير القمع (Funneling Effect)
يؤدّي إلتقاء محاور الأبنية الشريطية بفتحات مقابلة لهبوب الرّياح وإلتقاء هذه المحاور بزاوية قائمة أو حادّة إلى زيادة سرعة الهواء والمعروفة بظاهرة فنتوري (Ventura effect) ، وهي زيادة سرعة المائع عند جريانه خلال منطقة ضيّقة .
- تأثير الفناء (Courtyard Effect)
والمعروفة أيضاً بالتأثير الشبكي (Mesh effect) ، فعند إرتباط المباني بشكل معين يخلق فناء مفتوح بين الأبنية ما يؤثّر على سلوك الرّياح ، وقد تسلك الرّياح الخطوط الخارجية فوق الفناء وحوله ، أو تخترق الرّياح الفناء وتولّد بذلك دوّامات هوائية بالقرب من الأبنية .
- تأثير تيّارات الربط (Pressure Connections Effect)
يؤدّي الترتيب المتداخل للمباني (staggered building) إلى تكوين تيّارات ربط بين مناطق ذات الضّغوط المختلفة عندما تدفع الرّياح من مناطق الضّغط العالي عند واجهة المبنى المواجهة لهبوب الرّياح إلى منطقة الضّغط المنخفض الواقعة خلف المبنى المجاور له .

3.2 . مفهوم الأبنية العالية (High-rise Building)

يختلف مفهوم الأبنية العالية طبقًا لإعتبارات عديدة ، منها القدرة على صعود المبنى والوصول إلى طوابقه بتوافر عدد كاف من المصاعد الضرورية ، وإمكانية الحفاظ على المبنى من الناحية الأمنية بتوافر وسائل الحماية الذاتية اللاّزمة من الحرائق ، وكذلك طبقًا للتشريعات المنظمة لحركة العمران داخل المدينة . (حسن ،ص19 ، 2001)

وتحدد الجمعية الأمريكية للهندسة المدنية (ASCE 7-05) ، الأبنية العالية بالأبنية التي يزيد إرتفاعها عن (18 متراً) على أن يزيد إرتفاع المبنى عن بعده الأفقي . (Anjing, 2006,P.19) وتعرّف لائحة شروط السلامة والحماية من الحريق في الأبنية العالية في المملكة العربية السعودية الأبنية العالية بالأبنية التي يزيد إرتفاع أرضية إشغال الطابق العلوي منها عن (28 متراً) فوق منسوب سطح الأرض من جهة المدخل الرئيس للمبنى . (لائحة الشروط ،ص18 ،2004) أمّا جينك (Ching)

فيعـــرف الأبنية العالية بالأبنية التي تتكون من عدد كبير من الطوابق تزيد عادةً عن (10 طوابق) ويحتاج هذا النوع من الأبنية إلى مصاعد مناسبة من نـاحية العدد والسرعة والحجم . (ching,1969,P.22) ويعرّف نيوفرد (Neufert) الأبنية التي يـزيد إرتفاعها عـن (22 متراً) فـوق مستوى سطح الأرض في الجّانب الأعلى من المبنى بـالأبنية العالية . (Neufert,2000,P.353) .

3 . الدراسة العملية

لغرض إجـراء الدراسة العملية فقد تـمّ إختيار مشروع (مجمع كويزة السكني) في مدينة السليمانية حالة دراسية ، موقع المشروع على الشارع الدائري (60م) في الجـهة الشمالية الشرقية من مدينة السليمانية مقابل منطقة آزادي في الحي المعروف بكازيوه .(شكل رقم 1) وقد تمّ إختيار هذا المشروع كحالة دراسية لمعرفة تأثير الرّياح على الأبنية العاليـــة والتي ظهرت بشكل واسع حديثاً في مدينة السليمانية ، كما وتمتاز منطقة الدراسة بحركة قوية للرّياح على مدار السنة مقارنةً مع المناطق الأخرى في المدينة .

1.3 . طرق دراسة التحرّك الهوائي

يتطّلب فهم وإدراك إنسيابية حركة الهواء حول الأبنية فهم التقنيات المتعلقة بدراسة ديناميكية الموائع (fluid Dynamics) وخاصّة الدراسات التي تتعلق بديناميكية الهواء (Aerodynamics) وذلك عن طـريق تمثيلها بنماذج رياضية تعتمد في أساسها على القواعد التجريبية المشتقة من القياسات في المباني الواقعية ، أو عن طريق دراسة نماذج تصميمية مـجسّمة ضمن أنفـاق هـوائية (windtunnel) أو بأستخدام برامـج حوسبة حـركة المـوائع (Computational fluid dynamics) والمـعروفة إختصاراً بـ (CFD) مـا تعطي إرشادات عامّة للمهندس المعماري عن طبيعة سلوك التحرّك الهوائي حـول الأبنية ، وعليه نجد أن طرق القـياس المعتمدة في قياس التحرّك الهوائي بشكل عام تكون على نوعين وكما يلي :

- الطرق التجريبية (Experimental Methods)
يـمكن إدراك الأجوبة الأكثر دقّة في مسائل التهوية وحركة الهواء حـول الأبنية من خلال دراسة نمـاذج الأبنية وإختبارها في أنفـاق الهواء ، وتشتمل هذه الطريقة أنفاق الهواء وأنفاق الماء وأنفاق الدخان . (سليم ، ص126 ، 2003) .
- الطرق الـرقمية (Numerical Methods) :

أدى التطور التكنلوجي وخاصّة في مجـال الحاسب الآلي إلى ظهور برامج متعددة تساعد في عملية إجراء العمليات الحسابية المعقّدة بسرعة كبيرة تمّت الإستعانة بها في مجال دراسة حركة الموائع .

- طريقة استخدام النماذج الرياضية (Mathematical Method) .
- طريقة استخدام الحاسب الآلي (Computational Method) .
- طريقة المحاكاة (Simulation Method) .

2.3 . تحديد طريقة القياس

بـعد إستعراض طرق دراسة التحرّك الهوائي ، وبغية إختيار الطريقة المناسبة لأهداف البحث وللحصول على نتائج محكمة ودقيقة وشاملة ، فـقد أجريت مقارنة بين تلك الطرق وفق بعض المعايير وكما مبين في (جدول رقم 1) . وبعد مناقشة الطّرق المعتمدة في دراسة التحرّك الهوائي حول الأبنية ، تمّ إختيار الطريقة الرقمية بإستخدام الحاسب الآلي من خلال برنامج (ANSYS CFX12) كوسيلة ملائمة لقياس أثر الرّياح على الشكل المعماري .

3.3 . تحديد متغيرات الدراسة العملية

يتطلب إختبار الفرضيات توضيحاً للمتغيّرات الأساسية وعلاقتها بالموقع والمجـاورات من ناحية والتماثل للمتغيّرات الأخرى غير الداخلة في الإختبار من ناحية أخـرى ، ولغرض تحقيق هدف هذه الدراسة فقد تمّ الإعتماد على عدة معايير في تحديد المتغيّرات الأساسية أهمها مايلي :

- إعتماد الأستنتاجات التي توصلت إليها الدراسات السابقة فيما يتعلق بخصائص الشكل الأنسب للكتل البنائية بالنسبة لحركة الرّياح بشكل عام ، وإعتمادها في إختيار الحالة الدراسية .
- إعتماد الموقع الحقيقي (واقع الحال) مع تثبيت الأمور الأخـرى التي لا تتعلق بالمتغيّر الذي سيتم إخـتباره .
- تثبيت شكل الكتل البنائية من حيث الأبعاد الأفقية والعمودية للكتل البنائية مع تثبيت توجيـه للكتل البنائية بالنسبة لحركة الرّياح بإعتبارها واقع حـال .
- التغيير في سرعة الرّياح وإتجاهها إعتماداً على نسبة تكرارها وسرعتها في شهور السنة ، مع مراعاة السرعة القصوى للرّياح في منطقة الدراسة .
- الإعتماد على بيـانات مديرية الأرصاد الجوّية لمركز مدينة السليمانية في الحصول على المعدلات اليومية والشهرية لسرعة الرّياح وإتجاهها .
- تحديد المتغيّرات الخاصة بالدراسة إعتماداً على المعدلات الشهرية والسنوية ، حيث إنّ سرعة الرّياح وإتجاهها في تغيّر مستمر على مـدار السنة ، وقد تمّ التركيز في أربعة متغيّرات لسرعة الرّياح وإتجاهها وكمـا يأتي :

- الحالة الأولى : سرعة الرّياح (12.50 م/ثانية) وهي أعلى معـدل شهري لسرعة الرّياح للفترة الزمنية من عام (1974م) إلـى عام (1994م) بإتجاه الشمال الشرقي (NE) بـإعتباره أكثر الإتجاهات تكراراً على مدار السنة بنسبة (22.1%) .
- الحالة الثـانية : سرعة الرّياح (6.67 م/ثانية) وهي المعدل الشهري لسرعة الرّياح للفتـــرة الزمنية من عام (1973م) إلى عام (2010م) بإتجاه الشمال الشرقي (NE) بإعتباره أكـــثر الإتجاهات تكراراً على مدار السنة بنسبة (22.1%) .
- الحالة الثـالثة : سرعة الرّياح (2.82 م/ثانية) وهي المـــعدل الشهري لسرعة الرّياح للفترة الزمنية من عام (1981م) الى عام (2010م) بإتـــــــجاه الشمال (NE) بإعتباره أكثر الإتجاهات تكراراً على مـــدار السنة بنسبة (22.1%) .

- الحالة الرابعة : سرعة الرّياح (2.82 م/ثانية) وهي المعدل الشهري لسرعة الرّياح للفترة الزمنية من عام (1981م) إلى عام (2010م) بإتجاه الشمال (N) بإعتباره ثاني أكثر الإتجاهات تكراراً على مدار السنة بنسبة (15.8%) .
- الحالة الخامسة : سرعة الرّياح (2.82 م/ثانية) وهي المعدل الشهري لسرعة الرّياح للفترة الزمنية من عام (1981م) إلى عام (2010م) بإتجاه الجنوب (S) بإعتباره ثالث أكثر الإتجاهات تكراراً على مدار السنة بنسبة (13.6%) .

4.3 . وسيلة القياس

يتمّ إستخدام الإصدار التجاري لبرنامج (ANSYS CFX12) لإجراء المحاكاة بالمقياس الحقيقي (full-scale) للتحرّك الهوائي حول الأبنية ، والذي يستخدم طريقة العناصر المحددة (finite-volume discretisation) من طرق التحليل العددي لحل المعادلات المنظمة ، ما يعني تقسيم منطقة الإختبار إلى عدد محدود من الخلايا (cells) أو أحجام السيطرة (control volumes) أي الشبكة (The mesh) .

5.3 . عملية القياس

لغرض دراسة العلاقة بين حركة الرّياح وشكل الكتل البنائية ولإختبار الفرضيات حولها إقترح البحث مؤشرين لتقييم هذه العلاقة كما يأي :

- المؤشر الأول : سرعة التحرك الهوائي حول الكتل البنائية .
- المؤشر الثاني : معامل عدم الرّاحة الهوائي (الإنزعاج) .

بعد إجراء مجموعة من التجارب لقياس تأثير المتغيّرات على الكتل البنائية ، سيتمّ التركيز على معالجة مشكلة البحث والعمل على تحقيق هدف البحث ، عن طريق تحديد العلاقة بين الرّياح والشكل المعماري للكتل البنائية ، وذلك من خلال إستعراض نتائج الدراسة العملية وتحليلها بناءً على المؤشرات التي تمّ تحديدها لتقييم كفاءة الأداء والتأكد من صحة الفرضيات المطروحة وصولاً إلى الإستنتاجات والتوصيات الخاصة بالبحث .

6.3 . تحليل النتائج

سيتمّ تحليل نتائج الدراسة العملية للتعرف على طبيعة أثر حركة الرّياح على كفاءة الشكل المعماري للكتل البنائية بعد أن تمّ الحصول على نتائج قياس سرعات الرّياح حول الأبنية من خلال تشغيل البرنامج ، ولأغراض المقارنة بين النتائج التي تمّ الحصول عليها ، وسيتمّ إظهار هذه النتائج نسبة إلى سرعة الرّياح الداخلة إلى منطقة الإختبار من خلال الجداول الخاصة ورسومات بيانية لتوضيح عملية المقارنة والتحليل لهذه النتائج .

وبضوء المتغيّرات التي أجريت عليها التجارب ، ستتمّ مناقشة النتائج المتعلقة بتجارب منطقة الدراسة والمتكونة من خمس كتل بنائية وبزاوية ميلان (30^{o}) عن الشمال وأبعاد أفقية بين الكتل البنائية (شكل رقم 2) ، وصولاً إلى تحديد أثر هذه النتائج على الشكل المعماري للكتل البنائية . و يمكن تقسيم نتائج التجارب على ثلاثة محاور رئيسة وكما يلي :

المحور الأول : تحديد العلاقة بين تغيير سرعة الرّياح الإبتدائية وسرعة التحرّك الهوائي حول الأبنية ومستوى الإنزعاج .
المحور الثاني : تحديد العلاقة بين تغيير إتجاه الرّياح الإبتدائية وسرعة التحرّك الهوائي حول الأبنية ومستوى الإنزعاج .
المحور الثالث : تحديد العلاقة بين تغيير إرتفاع موقع القياس وسرعة التحرّك الهوائي حول الأبنية .
وسيتمّ في الفقرات التالية تحليل النتائج التي تمّ التوصل إليها إعتماداً على المؤشرات التي تمّ تحديدها ووفقاً للتسلسل أعلاه كما في (شكل رقم 3 الى 8) ، وحيث تستعرض (جدول رقم 2 الى 7) النتائج المتمثلة بسرعات التحرّك الهوائي حول الأبنية في النقاط المحددة في الموقع (منطقة الدراسة) .

1.6.3 . نتائج المحور الأول : أثر تغيير سرعة الرّياح :

سيتم عرض نتائج تحليل العلاقة بين معدل سرعة الرّياح الإبتدائية ومعدل سرعة التحرّك الهوائي حول الأبنية من خلال (جدول رقم 2) ومستوى الإنزعاج من خلال (جدول رقم 3) .
ومما سبق يتضح وجود عدة مستويات من التباين في تأثير تغيير سرعة الرّياح على معدل سرعة التحرّك الهوائي حول الأبنية ، حيث أظهرت النتائج أنّ لتغيير سرعة الرّياح دوراً كبيراً في التحكم بسرعات التحرّك الهوائي حول الأبنية ، إذ تراوحت معدلات الزيادة في سرعة التحرك الهوائي ما بين (34%) و(63%) من معدل سرعة الرّياح الإبتدائية في الحالات الثلاث ، كما تراوحت معدلات الإنخفاض في سرعة التحرّك الهوائي ما بين (61%) و(75%) في الحالات الثلاث .
وتشير تلك النتائج إلى وجود علاقة عكسية بين معدلات سرعة الرياح الإبتدائية ومعدلات سرعة التحرّك الهوائي حول الأبنية حيث بلغت نسبة الزيادة في سرعة (63%) في الحالة الثالثة ذات السرعة الإبتدائية (2.82 m/s) أمّا نسبة الزيادة في الحالة الثانية ذات السرعة الإبتدائية (6.67 m/s) فقد بلغت (44%) وفي الحالة الأولى ذات السرعة الأبتدائية (12.50 m/s) فقد بلغت (34%) . كما يتضح ممّا سبق إنّ لتغيير سرعة الرّياح الإبتدائية تأثيراً مباشراً على معامل عدم الرّاحة الهوائي والتي تراوحت بين (1.63) و(1.44) و(1.34) للحالات الثلاث .

2.6.3 . نتائج المحور الثاني

- **أثر تغيير إتجاه الرياح**

من خلال (جدول رقم 4) سيتمّ عرض نتائج تحليل العلاقة بين تغيير إتجاه الرّياح ذات السرعة الإبتدائية (2.82 m/s) وسرعة التحرّك الهوائي حول الأبنية ومستوى الإنزعاج من خلال (جدول رقم 5) .
ومما سبق يتبين وجود عدة مستويات من التباين في كيفية تأثير التغيير في إتجاه الرّياح الإبتدائية على سرعة التحرّك الهوائي حول الأبنية ومستوى الإنزعاج ، نجد أنّ الزيادة في السرعة قد تراوحت بين (42%) و(63%) عند تغيير إتجاه هبوب الرّياح من إتجاه الشمال (N) ،الشمال الشرقي(NE) ثمّ إلى الإتجاه الجنوبي (S) ، كما ويتضح من النتائج أنّ التغيير في إتجاه الرّياح قد أدّى إلى إنخفاضٍ في سرعة تحرّك الهواء حول الأبنية بنسبة تراوحت بين (57%) و(71%) ، وعليه نجد إنّ لتغيير إتجاه الرّياح تأثيراً واضحاً في تغيير سرعة التحرّك الهوائي حول الكتل البنائية بما يؤثّر على وجود

علاقة قوية بينهما . كما ويتضح مما سبق أنّ لتغيير إتجاه الرّياح الإبتدائية تأثيراً مباشراً على معامل عدم الرّاحة الهوائي والتي تراوحت بين (1.4) و(1.6) و(1.5) للحـالات الثلاث على التوالي .

3.6.3 . نتائج المحور الثالث

- **أثر تغيير إرتفاع موقع القياس**

من خلال (جدول رقم 6 و 7 و 8) سيتمّ عرض نتائج تحليل العـلاقة بين تغيير إرتفاع موقع القياس وسرعة التحرّك الهوائي حول الأبنية وكما يلي :

- المجموعة الأولى : ذات سرعة الرّياح الإبتدائية (m/s12.50) .
- المجموعة الثانية : ذات سرعة الرّياح الإبتدائية (m/s6.67) .
- المجموعة الثالثة : ذات سرعة الرّياح الإبتدائية (m/s2.82) .

و يبين الجداول أنّ لتغيير إرتفاع مـوقع القياس تأثيراً كبيراً في تغيير سرعة التحرّك الهوائي حول الأبنية بما يؤثّر في خلق علاقة قوية بينهما ،كما وأنّ لتغيير إرتفاع موقع القياس تـــأثيراً كبيراً في تغيير سرعة التحرك الهوائي حول الأبنية بما يؤثر على خلق علاقة قوية بينهما .وأنّ لتغيير إرتفاع مـــوقع القياس تأثيراً كبيراً في تغيير سرعة التحرّك الهوائي حول الأبنية وعدم ملائمة إرتفاعات أكثرمن (24م) لطبيعة الرياح لمنطقة الدراسة .

4 . الإستنتاجات

1 . وجود علاقة عكسية بين معدلات التغيير في سرعة الرياح حول الكتل البنائية وسرعة الرياح الإبتدائية ، حيث يزداد معدل التغيير في السرعة حول الكتل مع إنخفاض سرعة الرياح الإبتدائية .

2 . يؤثر شكل الكتل البنائية في حركة الرياح وإتجاهها وطبيعة جريانها من خلال الأبعاد الثلاثة للكتل البنائية (الطول ، العمق ، الإرتفاع) ، ويصبح عامل الإرتفاع أكثر تأثيراً عندما يزيد إرتفاع المبنى عن (22م) من مستوى سطح الأرض ، مما يؤثر على الراحة الهوائية لمستخدمي المبنى ولمشغلي الفضاءات الخارجية حول المبنى .

3 . يؤدي إرتفاع الكتل البنائية أكثر من (24م) من سطح الأرض إلى تغيير كبير في سرعة التحرك الهوائي حولها مقارنة بالإرتفاعات الأخرى ، والتي يكون إختلاف سرعة التحرك الهوائي بينها بنسب قليلة ومتقاربة مما يؤكد عدم ملائمة الأبنية العالية لمنطقة الدراسة .

4 . تؤثر التغيير في سرعة الرياح الإبتدائية بشكل مباشر على معامل عدم الراحة الهوائي وخاصة في الأماكن التي تتميز بوجود خسفات و بروزات في سطح الكتل البنائية وذلك من خلال الدوامات الهوائية التي تخلق نتيجة لذلك .

5 . أكدت نتائج الدراسة ملائمة السطح المستوى لطبيعة الرياح في منطقة الدراسة ، حيث لم تؤثر سطح الكتل البنائية بشكل كبير على حدوث ظواهر سلبية تؤثر على نمط جريان الرياح وطبيعتها .

6 . من الضروري دراسة العلاقة بين حركة الرياح والكتل البنائية في المراحل الأولى من التصميم لتجنب ظهور الظواهر السلبية نتيجة توقيع الكتل البنائية الغير مجربة بإستخدام أساليب قياس متقدمة لإختبار هذه العلاقة مثل طريقة (CFD) .

5 . التوصيات

يوصي البحث بما يلي :

1 . إستخدام المساقط الأفقية المربعة أو القريبة من شكل المربع في تصميم الأبنية السكنية العالية لملائمتها مع طبيعة الرياح في منطقة الدراسة لعدم ظهور الحالات السلبية الناتجة عن شكل المساقط الأفقية كما أثبتت النتائج .

2 . توجيه الكتل البنائية باتجاه الشرق الى الجنوب الشرقي لملائمتها مع حركة الرياح في منطقة الدراسة ، حيث يوفر هذا التوجيه إنخفاضاً ملحوظاً في سرعة الرياح بعد إرتطامه بالكتل البنائية .

3 . توجيه مدخل الأبنية العالية باتجاه الجنوب في الأبنية المعرضة لحركة الرياح بشكل مباشر ، وتحديد الموقع المناسب لمدخل الأبنية الأخرى في الموقع من خلال إجراء تجارب للكتل البنائية العالية الواقعة في المناطق التي تتأثر بموقع الأبنية المجاورة .

4 . أن لا يزيد إرتفاع الأبنية عن (24م) عن المستوى الأرضي لتجنب الزيادة الكبيرة في سرعة الرياح بعد إرتطامها بالأبنية في هذه الإرتفاعات كما بينت النتائج ، مع إجراء التجارب اللازمة للأبنية التي تزيد إرتفاعها عن ذلك لإيجاد الحلول المعمارية المناسبة للتقليل من هذه الزيادة في سرعة الرياح حول هذه الطوابق من المبنى .

5 . عدم فتح الشرفات في الطوابق التي تزيد إرتفاعها عن (24م) عن المستوى الأرضي بسبب الزيادة الكبيرة الحاصلة في سرعة الرياح بعد إرتطامها بالمبنى ولتجنب الضوضاء الناتجة عن ذلك .

6 . المصادر

1 . أبو راضي ، د . فتحي عبدالعزيز ، " أسس الجغرافية المناخية" ، دار النهضة العربية ،الطبعة الاولى ، بيروت ،لبنان ، 2004 .

2 . أل يونس ، سعد محسن ،" التفرد في النتاج الحضري " ، اطروحة دكتوراه غير منشورة مقدمة لقسم الهندسة المعمارية ، الجامعة التكنولوجية ، بغداد 2004 .

3 . الأومري ، رنا فتحي فرحان ،" العوامل المؤثرة في الشكل المعماري" ،اطروحة ماجستير غير منشورة مقدمة لقسم الهندسة المعمارية ، جامعة السليمانية ، 2008 .

4 . البستاني ، فؤاد أفرام ، " منجـــد الطلاب" ، قاموس عربي – عربي ، الطبعة الكاثوليكية ، بيروت – لبنان ، 1956 .

5 . الدلي ،لمى محمد يحي ، " أثر الخصائص التصميمية للمواقع الجامعية في تحرك الهواء " اطروحة ماجستير غير منشورة مقدمة لقسم الهندسة المعمارية ، جامعة الموصل ، موصل ، 2004 .

Impact of wind in the architectural shape of residential high buildings
Goizha residential complex in Sulaymani city as a case study

Dr. Abdullah Tayib - Professor
Architectural Department - University of Sulaimani

Fouad Jalal Mahmood - Asst Lecturer
Architectural Department - University of Sulaimani

Abstract

The wind and its movement is one of the most significant environmental effects that should be taken into consideration in the preparation of the preliminary designs for any project. In spite of the large number of research and studies on the relationship between the building shape and the design vocabulary on the one hand, the wind movement and its flow of the other hand, they did not address in detail to determine the properties of architectural shape of high buildings compatible with wind speed and its direction. This paper attempts to find the relationship between the wind movement and architectural shape of high buildings in its both directions horizontally and vertically and the possibility to take advantage of the flow of air moving around it through controlling its flow for achieving climate balance which plays influential role in setting priorities in the design process. As the change in wind speed and its direction affect the composition of architectural shape of high buildings, as well as affect the efficiency of these buildings in achieving aerobic comfort in varying degrees. Goijha residential complex in Sulaymani city has been selected as a case study using the software program (ANSYS CFX12) in measuring the impact of wind on the architectural shape. The findings confirmed the validity of research hypothesis in existence of a relationship between the wind movement and architectural shape reflected in the emergence of a change in wind speed and its nature around the high buildings with a change in wind comfort factor as a result. The paper recommends using building layouts and directing the buildings to the east to the south-east due to its suitability with wind movement in the study area .

Keywords: Air movement, Wind, Architectural shape, High rise building.

6 . السامرائي ، د . قصي عبدالمجـــيد ، " المناخ و الاقاليم المناخية" ، دار البازوري العلمية للنشر والتوزيع ، الطبعة الاولى ، عمان ، الاردن ، 2008 .

7 . السري ، سمير محسن ، " اثر الخصائص التصميمية لملاقف الهواء على التهوية الطبيعية للمساكن المعاصرة" ، اطـروحة ماجستير غير منشورة مقدمة لقسم الهندسة المعمارية ، الجامعة التكنولوجية ، بغداد 2000 .

8 . اليوسف ، ابراهيم جواد كاظم ،" أثر اشكال الكتل البنائية للوحدات السكنية على تحرك الهواء الخارجي " ، اطـروحة ماجستير غير منشورة مقدمة لقسم الهندسة المعمارية ، الجامعة التكنولوجية ، بغداد ، 1991 .

9 . سليم ، يونس محمود محمد ،" تكاملية العوامل البيئية الطبيعية في التصاميم المعمارية للمساكن" ، اطروحة دكتوراه غير منشورة مقدمة لقسم الهندسة المعمارية ، الجامعة التكنولوجية ، بغداد ، 2003 .

10 . صديق ، أوميد جمعة ،" الأستدامة في العمارة المحلية" ،اطروحة ماجستير غير منشورة مقدمة لقسم الهندسة المعمارية ، جامعة السليمانية ، 2008 .

11 . كمونة ، غادة محمد اسماعيل عبدالرزاق ، " أثر البيئة الطبيعية على مفهوم التشكيل العمراني في المناطق الحارة – الجافة " ، اطـروحة ماجستير غير منشورة مقدمة لقسم الهندسة المعمارية ، جامعة بغداد ، 2001 .

12. Anjing, BI, M.S., "Probabilistic Assessment of Wind Loads on a Full Scale Low Rise Building", PhD Thesis, Texas Tech University, 2006.

13. Brown, G. Z., and Mark Dekay, "Sun, Wind and Light", Mc Graw-Hill, 2nd Edition New York, USA, 2001.

14. Ching,Franeis D. K., "Architecture form,Space and Order", Van Vostrand, Reinhold CO., New York, USA ,1979.

15. – 15 Heerwagen,Dean, "Passive and Active Environmental Control", Mc Graw-Hill, New York, USA ,2004.

16. Hornby,A. S., "Oxford Advanced Learners Dictionary of Current English", Oxford University Press, London, UK ,1986.

17. Hu, C.-H. and Wang, F. " Using a CFD approach for the study of street-level winds in a built-up area", Building and Environment 40 (5):617-631,2005.

18. Neufet, Peter and Ernst, "Architects Data", Architectural Press is an imprint of Elsevier Ltd ,1st Edition, Jordan Hill, Oxford, London, UK,2002.

19. Szokolay, Steven V., "Introduction to Architectural Science", Architectural Press, 1st Edition, Burlington, UK, 2004.

20. Tomas,Randall, "Environmental Design", Taylor and Francis Group,3rd Edition, London, UK,2006.

جدول رقم (1) : تحديد طريقة القياس بالمقارنة بين النفق الهوائي و حوسبة حركة الموائع : (المصدر : الباحث) .

	المحددات	الطريقة التجريبية Wind Tunnel	الطريقة الرقمية CFD
1	الإحكام والدقّة (Accuracy)	▪ تعطي بيانات في عدد محدد من النقاط حول النموذج . ▪ تتعامل مع متغيّرات محددة . ▪ تتعامل مع نماذج بمقاييس ضغيرة .	▪ تعطي بيانات في عدد كبير جداً من النقاط حول النموذج . ▪ تتعامل مع متغيّرات كثيرة . ▪ تتعامل مع نماذج بمقاييس حقيقية .
2	الإقتصاد (Economics)	▪ كلفة كبيرة في أعداد النفق الهوائي . ▪ تحتاج إلى فضاء خاص داخل المختبر وبمواصفات خاصة . ▪ تحتاج إلى أجهزة خارجية . ▪ تكلفة متوسطة في إعداد النماذج . ▪ تكلفة كبيرة في تعديل النماذج . ▪ إزدياد الكلفة مع أزدياد عدد النماذج .	▪ كلفة أولية متوسطة في تنصيب البرنامج . ▪ إمكانية تشغيل البرنامج على الحواسيب الشخصية . ▪ إمكانية إعداد النماذج ضمن البرنامج . ▪ سهولة في تعديل النماذج . ▪ إمكانية زيادة عدد النماذج دون تأثير يذكرعلى الكلفة .
3	المرونة (Flexibility)	▪ مرونة قليلة في تعديل النماذج . ▪ مرونة قليلة في تغيير المتغيرات . ▪ مرونة قليلة في تغيير المدّخلات .	▪ مرونة كبيرة في تعديل النماذج . ▪ مرونة كبيرة في تغيير المتغيرات . ▪ مرونة كبيرة في تغيير المدّخلات .
4	البعدية (Dimensions)	▪ تتعامل مع نماذج صغيرة . ▪ أبعاد صغيرة للبيئة المحيطة .	▪ تتعامل مع نماذج بمقياس حقيقي . ▪ أبعاد للبيئة المحيطة حسب الحاجة .
5	الحساسية (Sensitivity)	▪ تتعامل مع كتل بنائية فقط . ▪ إمكانية قليلة في إضافة التفاصيل .	▪ تتعامل مع كتل بنائية وتفاصيلها . ▪ إمكانية كبيرة في إضافة التفاصيل .

جدول رقم (2) : نتائج دراسة أثر تغير سرعة الرياح الإبتدائية على معدلات سرعة التحرّك الهوائي حول الأبنية .

الحـــــالة	سرعة الرياح m/s	أتجاه الرياح	مـــــعدل سرعة تحرك الهواء (m/s) فـــي النقاط المحددة حـــول الأبنية (% من معدل سرعة الرياح الأبتدائية)																			
			20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
1	12.50	NE	36	25	30	25	50	112	84	124	125	131	54	76	134	130	133	42	50	67	77	81
2	6.67	NE	48	39	46	81	72	106	112	121	132	144	108	49	133	132	139	76	43	84	94	105
3	2.82	NE	57	74	85	92	78	128	113	151	163	149	145	104	161	135	152	78	102	90	78	113

جدول رقم (3) : نتائج دراسة أثر تغير سرعة الرّياح الإبتدائية على معامل عدم الراحة الهوائي **(Ψ)**

الحـــالة	سرعة الرياح m/s	أتجاه الرياح	معامل عدم الراحة الهوائي فـــي النقاط المحددة حـــول الأبنية																			
			20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
1	12.50	NE	0.4	0.3	0.3	0.3	0.5	1.1	0.8	1.2	1.3	1.3	0.5	0.8	1.3	1.3	1.3	0.4	0.5	0.7	0.8	0.8
2	6.67	NE	0.5	0.4	0.5	0.8	0.7	1.1	1.1	1.2	1.3	1.4	1.1	0.5	1.3	1.3	1.4	0.8	0.4	0.8	0.9	1.1
3	2.82	NE	0.6	0.7	0.9	0.9	0.8	1.3	1.1	1.5	1.6	1.5	1.4	1.0	1.6	1.6	1.5	0.8	1.0	0.9	0.8	1.1

جدول رقم (4) : نتائج دراسة أثر تغير إتجاه الرّياح الإبتدائية على معدلات سرعة التحرك الهوائي حول الأبنية

الحـــالة	سرعة الرياح m/s	أتجاه الرياح	مـــعدل سرعة تحرك الهواء (m/s) في النقاط المحددة حـــول الأبنية (% من معدل سرعة الرياح الأبتدائية)																			
			20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
1	2.82	N	48	53	50	53	46	142	135	135	138	142	43	46	103	78	92	85	89	74	89	89
2	2.82	NE	47	74	85	92	78	128	113	151	163	149	145	104	161	135	152	78	102	90	78	113
3	2.82	S	93	69	94	149	117	48	35	29	78	145	135	131	138	148	135	43	85	67	103	56

جدول رقم (5) : نتائج دراسة أثر تغير إتجاه الرّياح الإبتدائية على معامل عدم الراحة الهوائي **(Ψ)**

الحـــالة	سرعة الرياح m/s	أتجاه الرياح	معامل عدم الراحة الهوائي في النقاط المحددة حـــول الأبنية																			
			20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
1	2.82	N	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1.4	1.4	1.4	1.3	1.4	0.4	0.5	1.0	0.8	0.9	0.9	0.9	0.7	0.9	0.9
2	2.82	NE	0.5	0.7	0.9	0.9	0.8	1.3	1.1	1.5	1.6	1.5	1.4	1.1	1.6	1.6	1.5	0.8	1.0	0.9	0.8	0.9
3	2.82	S	0.9	0.7	0.9	0.1	1.2	0.5	0.4	0.3	0.8	1.5	1.4	1.3	1.4	1.5	1.4	0.4	0.9	0.7	1.0	0.6

جدول رقم (6) : نتائج دراسة أثر تغير إرتفاع موقع نقطة القياس على سرعة التحرّك الهوائي حول الأبنية

المجموعة	سرعة الرياح	أتجاه الرياح	الحـــــالة	أرتفاع موقع القياس (m)	معدل سرعة تحرك الهواء (m/s) في النقاط المحددة حول الأبنية (% من معدل سرعة الرياح الأبتدائية)																			
					20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
الأولى	12.50 m/s	NE	1	2	18	26	38	30	22	76	34	108	97	118	42	50	116	107	106	75	25	30	32	34
			2	12	19	29	42	32	26	80	38	109	100	120	48	53	118	110	110	77	26	33	34	35
			3	24	22	34	45	37	30	85	42	110	102	122	50	54	120	114	113	82	30	34	38	37
			4	34	34	42	55	49	50	112	84	124	125	131	54	76	134	130	133	98	50	67	77	81
الثانية	6.67 m/s	NE	1	2	37	31	26	62	61	79	30	18	35	64	78	30	106	112	113	52	21	61	79	52
			2	12	42	31	31	63	63	81	33	30	36	67	87	34	114	114	118	54	24	66	82	57
			3	24	47	33	36	68	64	86	38	36	46	69	92	36	120	117	122	58	31	70	85	62
			4	34	67	49	51	81	72	106	57	67	63	78	108	45	133	132	139	76	67	84	94	105
الثالثة	2.82 m/s	NE	1	2	15	30	57	51	40	20	28	92	82	80	60	70	115	112	110	51	52	39	41	40
			2	12	21	35	60	57	54	37	43	100	101	92	78	78	119	122	115	60	57	44	48	50
			3	24	26	44	69	66	67	48	55	121	121	104	88	86	125	129	121	68	66	50	51	54
			4	34	47	74	85	92	78	128	113	151	163	149	145	104	161	135	152	78	102	90	78	89

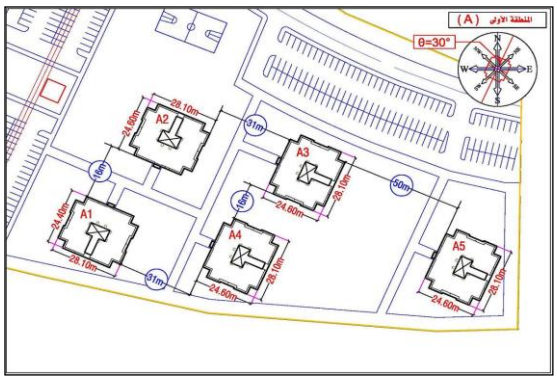
جدول رقم (٧) : نتائج دراسة أثر تغير إرتفاع موقع نقطة القياس على نسبة التغيير في سرعة التحرّك الهوائي حول الأبنية

المجموعة	سرعة الرياح	أتجاه الرياح	الحـــــالة	أرتفاع موقع القياس (H)	نسبة الأنخفاض في سرعة التحرك الهوائي حول الأبنية		نسبة الأرتفاع في سرعة التحرك الهوائي حول الأبنية	
					عدد النقاط	متوسط النسبة	عدد النقاط	متوسط النسبة
الأولى	12.50 m/s	NE	1	2m	15	58	5	11
			2	12m	14	59	6	11
			3	24m	14	56	6	14
			4	34m	13	37	7	27
الثانية	6.67 m/s	NE	1	2m	17	52	3	10
			2	12m	17	49	3	15
			3	24m	17	44	3	20
			4	34m	14	32	6	21
الثالثة	2.82 m/s	NE	1	2m	17	50	3	12
			2	12m	15	46	5	11
			3	24m	14	40	6	20
			4	34m	8	20	12	35

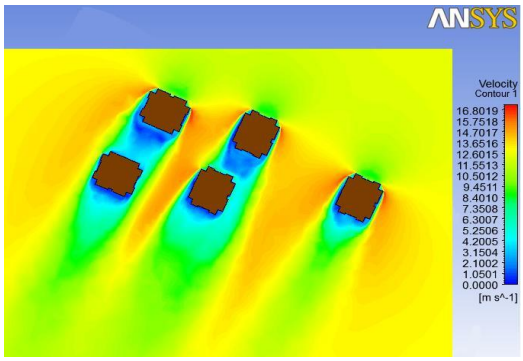
جدول رقم (8) : يبين معدل سرعة الرياح الإبتدائية إلى سرعة التحرّك الهوائي حول الأبنية في النقاط المحددة حسب المتغيرات الثلاثة المحددة والنسب المئوية للنقاط حول الأبنية لمنطقة الدراسة

نتائج منطقة الدراسة من الموقع العام للحالة الدراسية								
مـــعدل سرعة تحرك الهواء (m/s) في النقاط المحددة حول الأبنية (% من معدل سرعة الرياح الأبتدائية)								
			أنخفاض سرعة التحرك الهوائي			أرتفاع سرعة التحرك الهوائي		
			عدد النقاط	نسبة عدد النقاط	معدل نسبة الأنخفاض	عدد النقاط	نسبة عدد النقاط	معدل نسبة الأرتفاع
سرعة الرياح	**12.50 m/s**		**13**	**65%**	**46%**	**7**	**35%**	**27%**
	6.67 m/s		**10**	**50%**	**37%**	**10**	**50%**	**23%**
	2.82 m/s		**8**	**40%**	**20%**	**12**	**60%**	**35%**
أتجاه الرياح	الشمال (N)		**14**	**70%**	**33%**	**6**	**30%**	**31%**
	الشمال الشرقي (NE)		**8**	**40%**	**20%**	**12**	**60%**	**35%**
	الجنوب (S)		**11**	**55%**	**37%**	**9**	**45%**	**33%**
أرتفاع موقع نقطة القياس	المجموعة الأولى m/s12.50	**2m**	**15**	**75%**	**58%**	**5**	**25%**	**11%**
		12m	**14**	**70%**	**59%**	**6**	**30%**	**11%**
		24m	**14**	**70%**	**56%**	**6**	**30%**	**14%**
		34m	**13**	**65%**	**37%**	**7**	**35%**	**27%**
	المجموعة الثانية m/s6.67	**2m**	**17**	**85%**	**52%**	**3**	**15%**	**10%**
		12m	**17**	**85%**	**49%**	**3**	**15%**	**15%**
		24m	**17**	**85%**	**44%**	**3**	**15%**	**20%**
		34m	**14**	**70%**	**32%**	**6**	**30%**	**21%**
	المجموعة الثالثة m/s2.82	**2m**	**17**	**85%**	**50%**	**3**	**15%**	**12%**
		12m	**15**	**75%**	**46%**	**5**	**25%**	**11%**
		24m	**14**	**70%**	**40%**	**6**	**30%**	**20%**
		34m	**8**	**40%**	**20%**	**12**	**60%**	**35%**

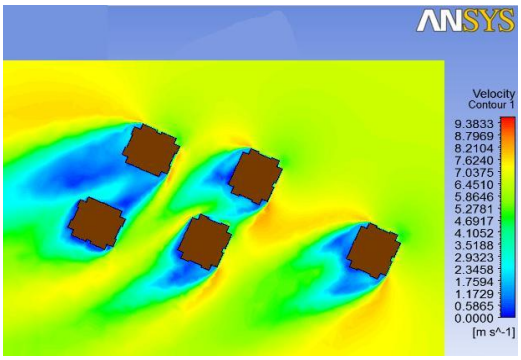
شكل رقم (1) : مخطط عام لمشروع مدينة كويزه السكني في مدينة السليمانية (المصدر : مكتب شركة (Bagyapi) المصممة للمشروع – فرع السليمانية)



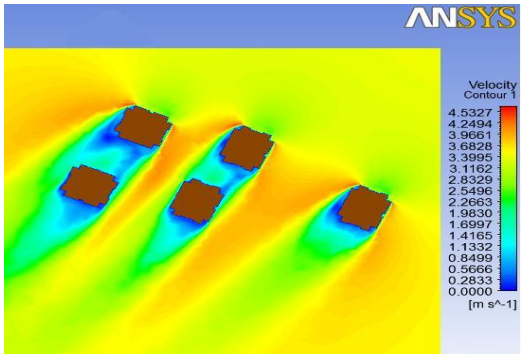
شكل رقم (2) : زاوية ميلان الكتل لمشروع مدينة كويزه السكني في مدينة السليمانية (المصدر : مكتب شركة (Bagyapi) المصممة للمشروع – فرع السليمانية)



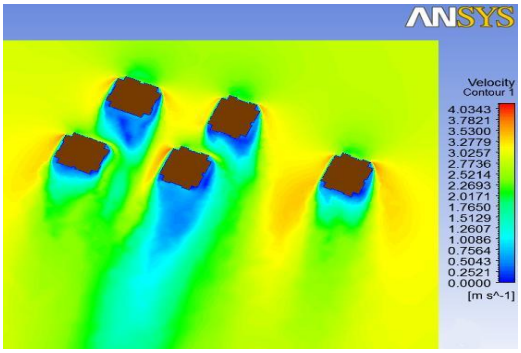
شكل رقم (3) : نتائج دراسة أثر سرعة الريـاح (12.50 m/s) بأتجاه (NE) في معـدل سـرعة التحـرك الهـوائي حـول الأبنيـة
المصدر : الباحث



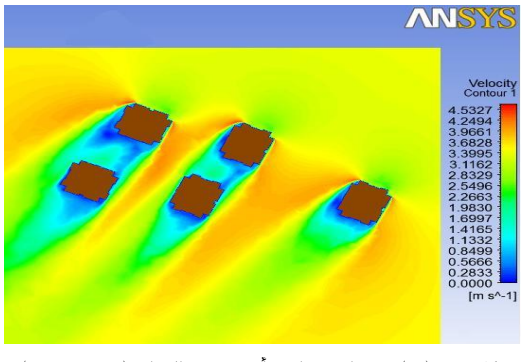
شكل رقم (4) : نتائج دراسة أثر سرعة الرياح (6.67 m/s) بأتجاه (NE) في معدل سرعة التحرك الهوائي حول الأبنية
المصدر : الباحث



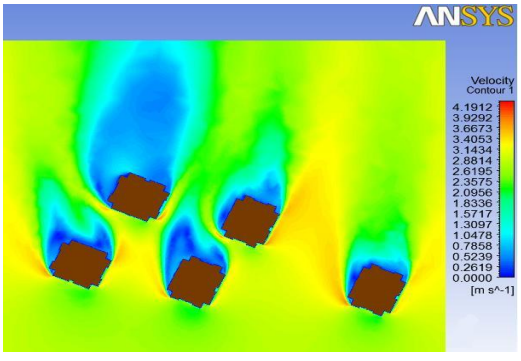
شكل رقم (5) : نتائج دراسة أثر سرعة الرياح (2.82 m/s) بأتجاه (NE) في معدل سرعة التحرك الهوائي حول الأبنية
المصدر : الباحث



شكل رقم (6) : نتائج دراسة أثر سرعة الرياح (2.82 m/s) بأتجاه (N) في معدل سرعة التحرك الهوائي حول الأبنية
المصدر : الباحث



شكل رقم (7) : نتائج دراسة أثر سرعة الرياح (2.82 m/s) بأتجاه (NE) في معدل سرعة التحرك الهوائي حول الأبنية
المصدر : الباحث



شكل رقم (8) : نتائج دراسة أثر سرعة الرياح (2.82 m/s) بأتجاه (S) في معدل سرعة التحرك الهوائي حول الأبنية
المصدر : الباحث