

# تحسين كفاءة التهوية الطبيعية بالمباني العامة المدمجة بالمناطق الحارة

أمال عبد الحليم الدبركي  
استاذ مساعد بقسم العمارة بكلية الفنون الجميلة جامعة المنيا ومعاراة لجامعة الزرقاء  
Email: [dr.amaldeberky@gmail.com](mailto:dr.amaldeberky@gmail.com)

## الملخص

يهدف البحث الى اختبار بعض العناصر المعمارية التي تساهم في تحسين كفاءة التهوية الطبيعية خلال احيزة مبنى الكليات النمطي بجامعة جازان خلال فترة الاعتدال المناخي بشهور الشتاء، وذلك لتحسين كفاءة البيئة الداخلية وترشيد الطاقة، ويتناول البحث دراسة عملية من خلال القياس الحقل لسرعة ودرجة حرارة الهواء ببعض فراغات المبنى المدمج، ذو النمط الاصبعي وذو الممر الأوسط، لقياس نمط تدفق الهواء خلال الممر وبعض الأحيزة على جانبيه، خاصة وأن مشكلة المباني مدمجة التصميم هي انعدام التهوية بالممر الأوسط وضعف تخلل الهواء الى الفراغات بالاتجاه المدابر للرياح، وقد تم عمل محاكاة رقمية لنمط سريان الهواء خلال الممر الأوسط للمبنى وقياس مدى تأثير وجود فتحات سقفية على انتشار الهواء بالممر وبالفراغات على جانبيه، وذلك باستخدام برنامج المحاكاة الرقمية ANSYS لحساب سرعة ودرجة حرارة الهواء ونسق تدفقه، وتشير النتائج للتأثير الإيجابي للفتحات السقفية في تنشيط تخلل الهواء الى الأحيزة البعيدة عن مصدر التهوية الطبيعية، وكذلك التأثير السلبي للأفنية المركزية المغطاه بسقف زجاجي في تسخين الهواء اسفلها، ويخلص البحث الى توصيات لتنشيط التهوية الطبيعية بالمباني المدمجة لدواعي ترشيد الطاقة.

الكلمات المفتاحية: التهوية الطبيعية، برامج الحاسب الآلي للمحاكاة الرقمية، كفاءة البيئة الداخلية، ترشيد الطاقة.

## إشكالية البحث

تشكل المباني المعاصرة التي تعتمد على التهوية وتكييف الهواء الميكانيكي عبء على البيئة الطبيعية من حولها لما تبعته من ملوثات وغازات الدفيئة، بالإضافة الى تدوير الهواء الداخلي الملوث بتركيزات غاز ثاني اكسيد الكربون، مع عدم السماح بفتح الشبابيك الخارجية للمحافظة على كفاءة عمليات التبريد مما يزيد من تركيزات الغازات الملوثة، الأمر الذي يستلزم ترشيد استخدام تلك النظم مع أهمية الإعتماد على النظم المتكاملة للتهوية الطبيعية مع تكييف الهواء الميكانيكي سواء بالمناطق الحارة أو الباردة. وبالمباني مدمجة التصميم المعماري يصعب تهوية الممرات الوسطى التي تفصل بين الاحيزة الوظيفية، ورغم تواجده وسائل متعددة لتنشيط التهوية الطبيعية بالمباني المدمجة والتي تواجده ضمن النسيج المتضام بالعمران التراثي، بدءاً من تشكيل الموقع العام ومروراً بعناصر المبنى كملقف وممرق ومسقط الهواء والشراعات العلوية والمخمرات الجدارية والبدقش والبادجير الفارسي، إلا انها لا تستخدم في مبانينا المعاصرة ولم يختبر تأثيرها في عملية تنشيط الهواء بالمباني المدمجة الحالية. ويعد مبنى الكليات النمطي بجامعة جازان ضمن المباني مدمجة التصميم التي تعتمد على التهوية والتكييف الميكانيكي طوال شهور السنة، رغم وجود فترة الاعتدال المناخي بشهور الشتاء ولبالي شهور الاعتدالين وهي فترة الدراسة والإشغال الكامل للمبنى، والتي يمكن خلالها الإعتماد على التهوية الطبيعية، وهو ما لا يحدث بالمبنى مما يزيد من استهلاك الطاقة والتأثير في زيادة تلوث البيئة الداخلية والخارجية.

## هدف البحث

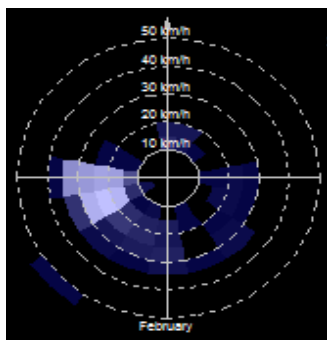
اختبار تأثير الفتحات السقفية في تنشيط حركة الهواء بالأحيزة الداخلية التي ليس لها اتصال على الخارج كالممرات الوسطية بالمباني المدمجة، وذلك لدواعي ترشيد استهلاك طاقة مكيفات الهواء والحفاظ على كفاءة الهواء بالبيئة الداخلية للمباني العامة والحفاظ على البيئة.

## منهجية البحث

يتناول البحث دراسة عملية من خلال القياسات الحقلية لنسق وسرعة تدفق الهواء بالممر الأوسط والأحيزة الداخلية المتصله به لأحد المباني التعليمية الإدارية بجامعة جازان بالمملكة العربية السعودية، بالإضافة الى المحاكاة الرقمية بأستخدام برنامج الحاسب الآلي لمحاكاة فراغ ذلك الممر الأوسط والأحيزة الوظيفية على جانبية، مع فرض وجود فتحات سقفية للقف الهواء السطحي أعلى المبنى الى داخل المبنى.

### 1. مقدمة

تعد التهوية الطبيعية مطلب حيوي بالمناطق الحارة والباردة معا، حيث تعمل التهوية الطبيعية المستمرة على التخلص من الهواء الداخلي الساخن الفاسد ومن ثاني اكسيد الكربون والأدخنة والغازات والأشعة الكونية والرادون وذرات التراب والمكونات العضوية والبكتيريا [1]، وحيث تؤثر تركيزات غاز ثاني اكسيد الكربون على أداء شاغلي الفراغ وتقلل من كفاءة الاستيعاب والصحة العامة [2] ، لهذا يحتاج الانسان الى تغيير الهواء بالأحيزة الداخلية بمعدل 13م<sup>3</sup>/ساعة/شخص [3]، وقد حددت الهيئة الامريكية للتدفئة والتبريد وتكييف الهواء انه يمكن الوصول للراحة الحرارية بالأحيزة الداخلية عند درجة حرارة 29م<sup>3</sup> لسرعة هواء داخلية 0.7 م/ ث، وبزيادة الحرارة الى 33م<sup>3</sup> يتطلب سرعة هواء 1.5م/ ث وهو الحد الأعلى لسرعة الهواء المحتملة بالفراغ الداخلي [4]، بالإضافة الى أن أغلفة المباني الحديثة المعزولة بمواد مصنعة كالصوف الصخري تسد مسام المبنى وتمنع التصريف الطبيعي للحرارة والأشعة بالأحيزة الداخلية من خلال مواد غلاف المبنى، الأمر الذي يزيد الاحتياج الى التهوية الطبيعية، وحيث أن المباني المكيفة ميكانيكيا تعتمد على إحكام غلق الفتحات وعدم فتحها للحفاظ على كفاءة التبريد، إلا انه يمكن تطبيق النظم المتكاملة من خلال استخدام نظم التكييف والتهوية الميكانيكية مع التهوية الطبيعية بالمناطق التي تتواجد بها فترات الاعتدال المناخي. وحيث يتسم مناخ مدينة جازان - خط عرض 17 شمالا - بالحرارة بمعظم شهور السنة، إلا أن بها فترة اعتدال مناخي خلال شهور الشتاء بديسمبر ويناير وفبراير، وتمتد ليلا بالاعتدالين لأكثر من ستة أشهر، فتتراوح الحرارة الصغرى بفصول الشتاء والاعتدالين من 22م<sup>3</sup> الى 27م<sup>3</sup> وتزيد نهارا الى 30 درجة خلال شهور اكتوبر الى ابريل [5]، وباعتبار زيادة درجتين الى الحس الحراري بسبب التأقلم المناخي لقاطني المنطقة [6] فان الحرارة لا تتعدى مجال الراحة الحرارية ليلا خلال تلك الفصول، مما يشجع على اتخاذ قرار تطبيق النظم المزودة للتهوية الطبيعية والميكانيكية معا بالمبنى، وذلك لدواعي ترشيد الطاقة والحفاظ على كفاءة البيئة الداخلية والخارجية من ملوثات مكيفات الهواء الميكانيكية. ويبلغ متوسط نسبة الرطوبة العظمى 94% والصغرى 21% على مدار العام، ونشاط حركة الرياح بشهور الصيف هي شمالية شرقية الى شرقية محملة بالغبار وبمتوسط سرعة 40-70 كم/ساعة، وتكون غربية الى جنوبية غربية بنسبة 80% معظم أيام السنة وبمتوسط سرعة حوالي 29 كم/س (شكل 1) [5].



شكل 1 واردة الرياح خلال شهر فبراير لمدينة جازان [7]

### 2. الدراسات السابقة

في دراسة معملية ورقمية لاختبار تأثير برج الرياح الفارسي متعدد الفتحات في تنشيط التهوية الطبيعية بفراغ غرفة، يتمثل عرض الغرفة وارتفاعها مع عرض نفق البرج، بينما يمتد طولها الى ثلاثة اضعاف عرضها [8]، البرج من مواد بناء طبيعية من الحجر والطين، ويرتفع البرج بمقدار ثلاثة اضعاف ارتفاع الغرفة، وفتحات مأخذ الهواء أعلى البرج ضعف فتحة خروج الهواء الى الفراغ الداخلي، و تشغل فتحة خروج الهواء منتصف الغرفة وحتى سطح أرضية الغرفة، أثبتت الدراسة ان فتحتي مأخذ الهواء المقابلتين للرياح ينزلق منهما الهواء الى الفراغ الداخلي بينما الفتحتين المدبرتين يخرج منهما هواء الغرفة الساخن، وان ميول اتجاه الرياح على البرج بزواوية 30 درجة يساهم في تسريع تدفق الهواء الى الفراغ الداخلي، وقد انخفضت حرارة الهواء الداخلي بمقدار درجتين عن الخارج، وبإضافة مصدر تبريد تبخيري

بالفراغ الداخلي (نافورة) انخفضت الحرارة 4م عن الخارج، وينشط خروج الهواء الداخلي بوجود فتحات الشبائيك الحائطية المطلة على الخارج.

اثبت القياس الحقلية لحركة الهواء خلال ملقف حائطي قمعي الشكل ذو غطاء مائل على الرياح السائدة، وملحق بمبنى تعليمي مدمج يتوسطه فناء مغشى بمناشير معدنية، ويحيط الفناء ممر تفتح عليه القاعات الدراسية (مبنى الابحاث بجامعة مصر للعلوم)، ان الملقف يساهم في تخلل الهواء الخارجي الى داخل المبنى، حيث تنفذ الرياح السطحية عبر فتحة الملقف بمتوسط سرعة 44% من السرعة الخارجية الحرة فوق سطح المبنى، وتنفذ الى داخل المبنى عبر فتحات خروج الهواء بالملقف الى الممرات المحيطة بالفناء بمتوسط سرعة 12 الى 30 % من السرعة الحرة، بينما تنفذ خارج المبنى عبر فتحات المناشير السقفية اعلى فناء المبنى بمتوسط سرعة 33% من السرعة الحرة [9 ص 157- 160]. وبالمحاكاة الرقمية لنفس الملقف باستخدام برنامج الحاسب الالي flovent ، اثبتت المحاكاة ان القطاع القمعي لنفق الملقف بالمبنى متعدد الادوار يساهم في وصول الهواء المتخلل عبر الملقف الى الادوار السفلية بنسبة اعلى من الملقف ثابت المقطع [9 ص 176-192].

اثبتت دراسة عملية لقياس تأثير الفتحات السقفية على تنشيط التهوية الطبيعية بالقاعة الرئيسية بمبنى تراثي بالقاهرة (بيت السناري ق 18)، القاعة ذات فتحات متعددة المساحة والمواضع مطلة على الخارج – مشربية بكامل مساحة الواجهة يعلوها شراعات علوية- ويتواجد بمنتصف القاعة ممرق للهواء يليه بنهاية القاعة ملقف سطحي وشباك يطل على فناء المنزل، وجد ان جميع الفتحات المطلة على الخارج وفتحة الملقف السطحي هي مصدر لدخول الهواء الخارجي بنسب تتراوح من 20-75% من السرعة الحرة، بينما فتحات الممرق هي لخروج هواء القاعة الساخن بنسبة 15% من السرعة الحرة- حيث يرتفع منسوب فتحات الممرق عن سقف القاعة، وينتشر الهواء بالقاعة بمتوسط سرعة 15% من السرعة الحرة. [9 ص 134]

### 3. مبني الكليات النمطي بجامعة جازان

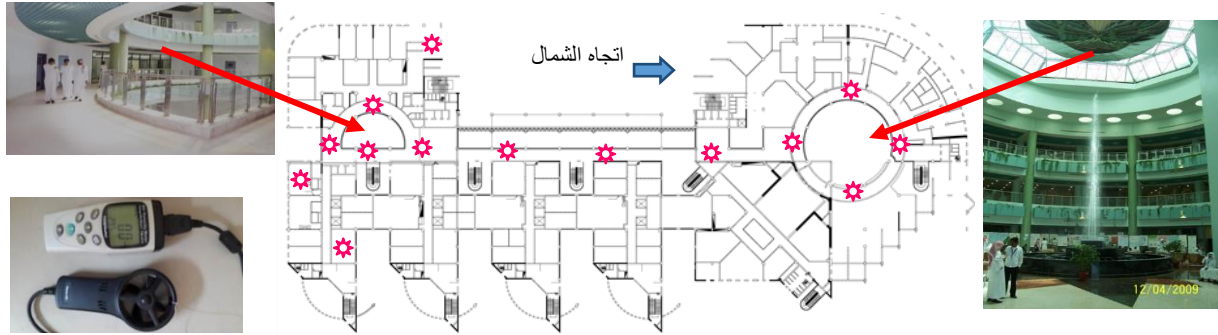
يتسم التصميم المعماري لمبني الكليات النمطي بجامعة جازان بالنمط الأصبعي المدمج، حيث تتوزع الأحيزة التعليمية والخدمية والادارية على جانبي ممر اوسط بعرض 9 متر ومسافة حوالي 150 متر، تتخلله ابواب تقصل فيما بين الأحيزة الوظيفية لأجل الحفاظ على كفاءة تكيف الهواء الميكانيكي المتبع بالمبنى. والمبنى هيكلي من الخرسانة بارتفاع ثلاث طوابق، متوسط مساحة الطابق حوالي 13000 متر مربع ويحوي غرف وقاعات دراسية وإدارية وخدمية. غلاف المبنى مزدوج من الطوب الطفلي المصمت بداخله عازل حراري، والشبائيك من الالمنيوم وزجاج مزدوج معزول بفراغ هوائي ، ويعلو فناء المدخل المستدير بأحد طرفي الممر الاوسط غطاء شفاف من الزجاج المزدوج المطلي بطبقة البلاستيك الشفافة بقطر 16م ، وكذلك بالطرف المقابل للمبنى فناء نصف دائري بقطر 18م ومسقوف بغطاء شفاف معزول [10]، (شكل 2).

### 4. القياسات الحقلية

تم عمل قياسات حقلية لسرعة ودرجة حرارة الهواء بالممر الأوسط وبعض الأحيزة الداخلية لمبني الكليات النمطي بالجامعة، وذلك لأختبار نمط تدفق الهواء خلال تلك الأحيزة المقابلة والمدابرة لاتجاه الرياح والأحيزة التي ليس لها مصدر تهوية طبيعية على الخارج كالممر الأوسط مزدوج الأحيزة على جانبيه.

#### 1.4 ترتيبات القياس الحقلية

اختيرت فترة القياس الحقلية بالنصف الثاني من شهر فبراير 2015 بفترة الإعتدال المناخي خلال ساعات الدوام الدراسي الساعة 9 صباحا وحتى الساعة الثانية بعد الظهر وهي فترة اشغال المبنى، وذلك ببعض الفراغات التعليمية بالطابق المتكرر لمبنى الكلية (شكل 2)، و باستخدام جهاز الانيموميتر لقياس سرعة ودرجة حرارة الهواء ونسبة الرطوبة (شكل 3 )، والذي يقرأ نسبة دقة لسرعة الهواء تصل الى 0.2م/ث ودرجة حرارة  $\pm 2$ م، ونسبة رطوبة 3%، وحدد اتجاه الرياح من فوق سطح المبنى باستخدام شريط من القماش الخفيف وكانت غربية الى جنوبية غربية بسرعة تصل الى 3م/ث ومتوسط درجة حرارة 29م، وقد اختير للقياس الفراغات المقابلة لاتجاه الرياح الغربية والجنوبية ثم أحد الأحيزة الشرقية المدابرة لاتجاه الرياح وجميعها قاعات دراسية متقاربة المساحة (حوالي 60-80م<sup>2</sup>)، بلاضافة للممر الاوسط والذي يمتد لمسافة حوالي 150 متر وبعرض 9متر، وفتحات القاعات مفصلية تتحرك حول محور أفقي أو رأسي وتمثل نسبة حوالي 11 % من مساحة الغرفة، وقد أخذت نقاط القياس بمنتصف الفراغ وعند فتحات الشبائيك والأبواب، وعلى ارتفاع فوق مستوى رأس الانسان، وهي موضحة بالجدول رقم (1) وشكل رقم (2).

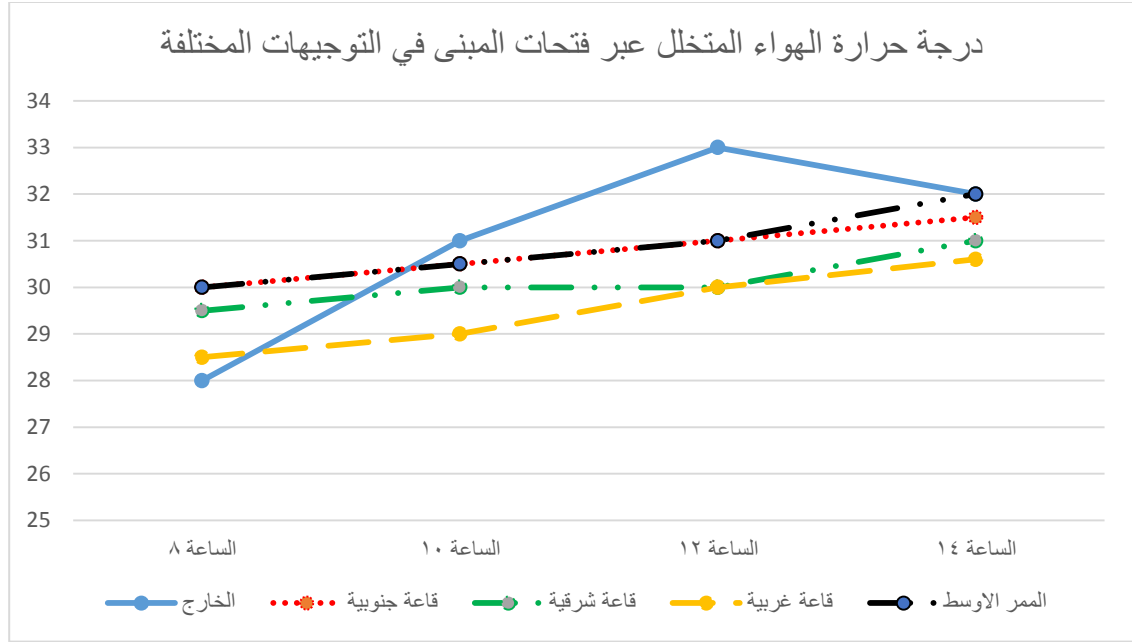


شكل 3 جهاز أنيموميتر لقياس سرعة ودرجة حرارة ونسبة رطوبة الهواء

شكل 2 قاعات القياس الحفلي على جانبي الممر الأوسط بمسقط الدور المتكرر لمبنى الكليات النمطي، وقبة فناء المدخل الزجاجية، والفناء النصف دائري. [10]

جدول 1 متوسطات درجة حرارة وسرعة الهواء عند نقاط القياس بالقاعات المختارة بمبنى الكلية

الساعة 2 بعد الظهيرة		الساعة 12 ظهرا		الساعة 9 ص		وقت القياس	
درجة الحرارة	سرعة الهواء	درجة الحرارة	سرعة الهواء	درجة الحرارة	سرعة الهواء	نقاط القياس	مكان القياس
32-31	5-2 م/ث	31.5-30.5 م	2.5-1.5 م/ث	30-29.5 م	1.5-0.6 م/ث	بالخارج	القاعة الجنوبية
31.5 م	0.4 م/ث	31 م	0.1 م/ث	30 م	0.2 م/ث	عند الشباك	
32.3	صفر	31.3	صفر	30.3	صفر	بالمنتصف	القاعة الشرقية
32	0.2	31	صفر	30	0.1	عند الباب	
31	0.1	30	0.1	29.5	صفر	عند الشباك	القاعة الغربية
31.5	صفر	30.5	صفر	29.7	صفر	بالمنتصف	
31	0.1	30	0.1	29.6	صفر	عند الباب	القاعة الغربية
29.5 -30	2.5 -0.7	29	0.5	28	1	عند الشباك	
31	صفر	30.3	صفر	28.5	0.2	بالمنتصف	القاعة الغربية
31	0.3	30	0.2	28.5	0.4	عند الباب	
32.5	صفر	31.5	صفر	30.5	صفر	حول الفناء النصف دائري	القاعة الغربية
32	صفر	31	صفر	30	صفر	بالممر الممتد	
32.9	صفر	31.9	صفر	30.7	صفر	اسفل قبة المدخل	

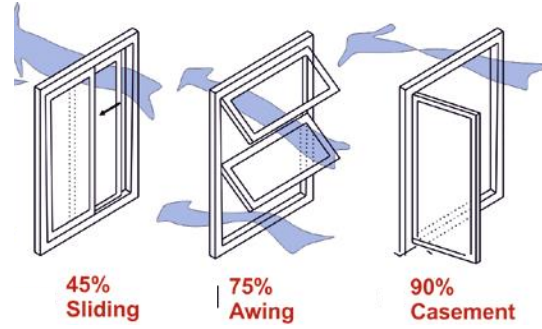


شكل 4 منحنيات درجات حرارة الهواء ببعض قاعات الكلية مختلفة التوجيه بالطابق الاول المتكرر

#### 2.4 نتائج القياس الحقلية لدرجة حرارة وسرعة الهواء بالأحيزة الداخلية لمبنى الكلية النمطي

أوضحت القياسات الحقلية لسرعة ودرجة حرارة الهواء خلال الأحيزة الداخلية المختارة لمبنى الكلية التالي :

- تكسيرات حوائط كتلة المبنى البارزة تساهم في دفع الرياح إلى داخل المبنى عبر الفتحات المتعامدة مع تلك الحوائط.
- تنشط حركة الهواء الداخل إلى المبنى من خلال الفتحات المواجهة لاتجاه الرياح الغربية وذلك على مدار النهار حيث تصل سرعة دخول الهواء 1م/ث بنسبة 33% من متوسط السرعة الحرة أعلى المبنى (3م/ث)، وتبلغ متوسط سرعتها بالفراغ 30% من سرعة الدخول. بينما الفراغات الجنوبية تقل سرعة دخول الهواء ومتوسط السرعة بالفراغ لأقل من 50% من سرعتها بالاتجاهات المقابلة للرياح، ويكاد ينعدم تخلل الهواء إلى الفراغات الشرقية المدابرة لاتجاه الرياح، ولهذا كانت درجة حرارة القاعة الغربية أقل من الجنوبية والشرقية بسبب تخلل حركة الهواء خلالها والتي انخفضت حوالي 2م عن الخارج خلال ساعات القياس (شكل 4).
- تنخفض حرارة الهواء بالأحيزة الشمالية الغربية بمقدار 2م عن الأحيزة الجنوبية التي تتعرض للإشعاع الشمسي الشتوي منخفض الزاوية.
- قد يفيد تقسيم الممر الأوسط إلى أحيزة تغلق بأبواب في الحفاظ على كفاءة طاقة التبريد الميكانيكية بالأحيزة الداخلية، ولكنه يعيق حركة الهواء الطبيعية المتخللة عبر فتحات الأبواب إلى الممر الأوسط.
- لا يتمتع الممر الأوسط الذي يحيطه قاعات مغلقة على جانبية بالإضاءة الطبيعية، وتكون حركة الهواء خلاله شبه ساكنة، لعدم وجود أي فتحات تصل فيما بين الممر والأحيزة المطللة عليه والمقابلة لاتجاه الرياح، كالشراعات أو الفتحات السقفية.
- الألفية المركزية المسقوفة بالزجاج المزدوج المعالج والمغطى بالطبقة البلاستيكية الشفافة العازلة للإشعاع الشمسي، تزيد من تسخين الهواء أسفلها مما يزيد من الحمل الحراري بالمبنى ومن ثم أحمال التبريد المطلوبة للمبنى، حيث تزيد الموصلية الحرارية للزجاج المعالج 5 أضعاف الموصلية الحرارية للسقف الخرساني المعزول حرارياً [11].
- يؤثر نمط الفتحات المستخدم بالمبنى على سرعة تخلل الهواء إلى داخل المبنى، وهي فتحات ذات ضلف متحركة حول محور أفقي بزاوية لا تزيد عن 30 درجة، والأفضل من ذلك النمط هو الفتحات الحائطية ذات الضلف المفصلية كاملة الفتح والتي تسمح بتخلل كميات أكبر من الهواء المار خلالها [12] (شكل 5).



شكل 5 بعض أنماط فتحات النوافذ ومقدار نسب تخلل الهواء خلالها من السرعة الخارجية [13]

## 5- المحاكاة الرقمية باستخدام برنامج الحاسب ANSYS لقياس سرعة ودرجة حرارة ونمط تدفق الهواء بمبنى الكلية

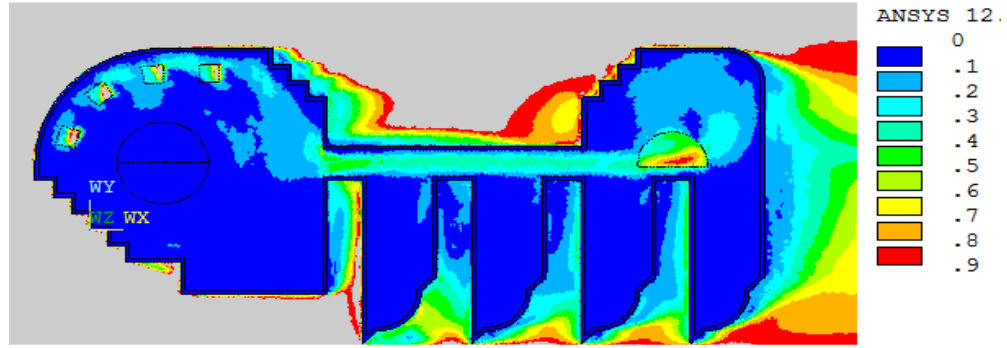
يتضح من القياس الحفلي ضعف التهوية الطبيعية بالأحيزة الداخلية وبالممر الأوسط الفاصل فيما بينها، وذلك نتيجة النمط المدمج لتصميم المبنى وكثرة الفواصل والأبواب المغلقة خلال الممر، وعدم دراسة توجيه قاعات وفتحات المبنى إلى اتجاه هبوب الرياح، بالإضافة إلى نمط الفتحات الخارجية المفصلية الأفقية التي لا تسمح بتخلل الهواء بنسبة كافية لتهوية الفراغ الداخلي بفترات الراحة الحرارية، كذلك غياب عناصر التهوية التقليدية مثل ملقف وممرق الهواء والبدقش ومخرمات الواجهة والتي تنشط تخلل الهواء الأبرد والمرشح إلى المبنى، والتي من الممكن التحكم في فتحها للتهوية الطبيعية ثم غلقها بفترة الاعتماد على التكييف الميكانيكي. لهذا كانت المحاكاة العملية باستخدام برنامج الحاسب الالى ANSYS لمحاكاة نسق حركة الهواء بالفراغات الداخلية والممر الأوسط لمبنى الكليات النمطي بجامعة جازان، لغرض اختبار مدى إمكانية تنشيط التهوية الطبيعية بالممر من خلال فرضية وجود فتحات سقفية يمكن دخول الهواء الخارجي من خلالها إلى الممر أثناء فترات الراحة الحرارية.

### 1.5 مدخلات حالة المحاكاة لمبنى الكليات النمطي بجامعة جازان

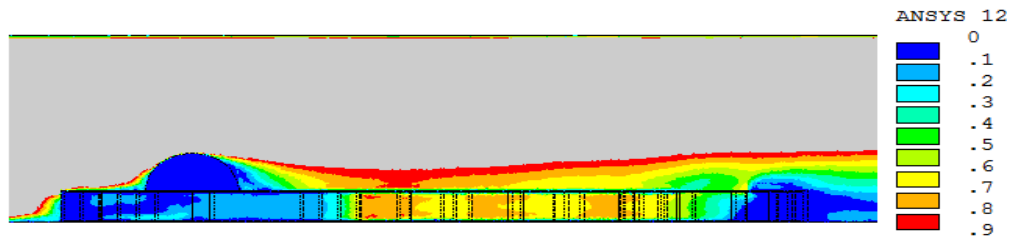
- تبسيط الشكل المعماري الداخلي للمبنى وإلغاء الحوائط الداخلية، واعتبار الممرات والأحيزة على جانبي الممر الأوسط (الاصابع الفراغية) حيز مفتوح (شكل 7).
- تم اعتبار الأفنية أو المناور الأربعة المحيطة بالقبة المغطاه لفناء المدخل هي مأخذ للهواء- مساحة الفناء حوالي 4 X4 م، واعتبار الفتحة التي تعلو الفناء نصف الدائري بالجهة المقابلة بنهاية الممر الأوسط هي فتحة لخروج الهواء.
- سرعة الهواء السطحي أعلى المبنى هي 3 متر/ثانية، وسرعة تخلل الهواء إلى المبنى 1م/ث.
- درجة حرارة الهواء الداخل إلى المبنى 29°م، وهو متوسط معدل الحرارة خلال نهار شهر فبراير بجازان .

### 2.5 نتائج المحاكاة لسرعة وحرارة الهواء خلال الممر الأوسط والممرات المتفرعة بالمبنى (أشكال 7، 8، 9، 10)

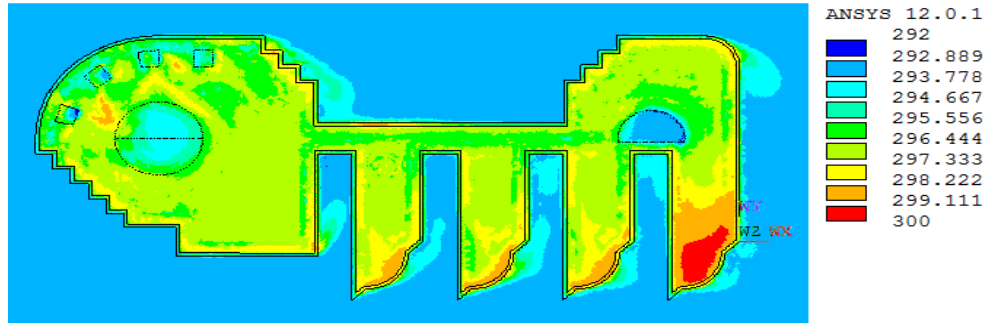
- اخترقت الرياح السطحية أعلى المبنى الفتحات السماوية للمناور المحيطة بفناء المبنى بسرعة 1م/ث وبنسبة 33% من سرعة الرياح الحرة، وانتشرت بفراغ الممر الأوسط بسرعة حوالي 40 % من سرعة دخول الهواء عبر الفتحات السقفية، وبلغت سرعة خروج الهواء 1م/ث
- أعلى سرعة للهواء عند فتحات مأخذ الهواء (1م/ث)، وتقل السرعة بالابتعاد عن مصدر الهواء
- أقل سرعة للهواء بالممرات البعيدة عن فتحات مأخذ الهواء، وأسفل القبة
- يتسارع الهواء الخارجي عند احرف المبنى الخارجية
- أعلى درجة للحرارة باركان المبنى حيث تبعد عن مصدر التهوية، وأسفل السقف المقبي حيث يتجمع الهواء الساخن بأعلى نقطة بالسقف المقبي، مما يؤثر على زيادة الحمل الحراري ومن ثم زيادة أحمال التكييف، ومما يلزم له عمل فتحة أعلى القبة لتصريف ذلك الهواء حتى في حالة التكييف الميكانيكي لإمكانية التخلص من ذلك الهواء الساخن الأكثر تلوث.



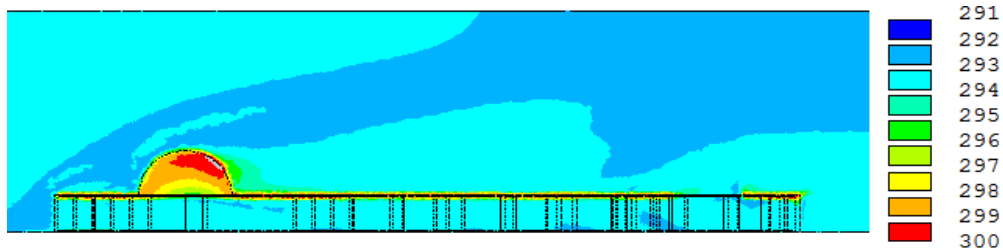
شكل 7 كنتور سرعات الهواء حول مسقط مبنى الكلية والمتخلل الى الداخل عبر فتحات الافنية المحيطة بالقبة الزجاجية والفناء نصف الدائري



شكل 8 قطاع رأسي للدور المتكرر لمبنى الكلية وكنتور سرعات الهواء خلال الممر الأوسط



شكل 9 المسقط الافقي للمبنى وكنتور درجة حرارة الهواء حول وداخل مبنى الكلية



شكل 10 قطاع رأسي يوضح كنتور درجة حرارة الهواء حول وداخل مبنى الكلية

## 6. التوصيات

- دمج نظم التهوية الميكانيكية والطبيعية والمنخفضة الطاقة واستعمال المراوح والشفاطات والعناصر المعمارية المنشطة لتخلل الهواء الى المبنى كالملقف والممرق والفتحات السقفية القابلة للفتح – خاصة بفترات الاعتدال المناخي- واتباع سلوك التهوية الليلية يتيح تخلل الهواء البارد المحمل بالاكسجين الى فراغات المبنى ويقلل من مآخض التكييف الميكانيكي على كفاءة البيئة الداخلية والبيئة المحيطة.
- يوصى بتوظيف سقف المبنى كعنصر للتهوية الطبيعية اللازمة لصحة الانسان والمبنى، حيث تؤثر الفتحات السقفية في تنشيط تخلل الهواء الى المبنى.
- يوصى بعدم تغطية الأفنية المركزية او أن يكون غطاء الفناء من مادة رديئة التوصيل للحرارة ومتحرك ليسمح بفتحه ليلا والاستفادة من وظيفة الفناء الحيوية في تخزين اشعاع الليل البارد خلال الاعتدال المناخي، حيث يساهم في تبريد الفراغات المحيطة به حتى ساعات الظهيرة، وبالتالي يساهم في ترشيد استهلاك الطاقة.
- يوصى باستبدال القبة الزجاجية المغلقة بالشخشيخة الخشبية (الممرق) رديئة التوصيل الحراري ذات الفتحات الجانبية لخروج الهواء الساخن المتجمع اسفلها، حيث تؤثر القبة الزجاجية في زيادة تسخين الهواء الداخلي اسفلها، وزيادة الحمل الحراري بالفراغ ومن ثم زيادة أحمال طاقة التبريد المطلوبة للمبنى.
- أهمية عمل فتحات علوية بالفراغات المتصلة بالخارج، والمطل جدارها الداخلي على الممر الأوسط مزدوج الأحيزة على جانبيه، وذلك لإمكانية تخلل الهواء الخارجي إلى الممر عبر تلك الفتحات العلوية في حالة عدم اتصال الممر الأوسط بمصدر تهوية طبيعية.
- يؤثر نمط الفتحات الحائطية وتعدد احجامها ومواضعها على سرعة وكمية الهواء المتخلل الى الاحيزة ، فالضلف المفصلية كاملة الفتح هي الأفضل يليها الضلف المفصلية المتحركة على محور افقي علوي ليسمح بتخلل الرياح الصاعدة دائما والمتخللة الفتحات الحائطية.
- أهمية تنمية سلوك الاعتماد على التهوية الطبيعية اللازمة للصحة وللحفاظ على الاتزان الحراري الطبيعي للانسان، وللتخلص من الغازات والاشعاعات الضارة خاصة بفترات الاعتدال المناخي، وعدم الانفصال عن البيئة المحلية بسبب الاعتماد على التهوية الميكانيكية خاصة خلال فترات الراحة الحرارية.

## شكر وتقدير

تتقدم الباحثة بخالص الشكر والتقدير الى عمادة البحث العلمي بجامعة جازان بالمملكة العربية السعودية لدعمها لهذا البحث

## المراجع

1. Building and Construction Authority, “Building Planning and Massing”, Center for Sustainable Buildings and Construction, Singapore 2010, pp.63.
2. Wargocki, P., and Wyon, D.P., “Providing better thermal and air quality conditions in school classrooms would be cost-effective”, Building and Environment, 59, 2013, p.p. 581–589.
3. H.Olson, Karen, Wong Waiching,”Proceeding of The Asian Conference of Energy Conservation in Buildings, Singapore, 1984, pp 49.
4. ASHREA Standards-55, 2004- Thermal Environmental Conditions for human Occupancy, American Society of Heating, Refrigerating and Air conditioning Committee, June 2010.
- 5- المخطط الإقليمي لمنطقة جازان، المجلد الأول "الدراسات الطبيعية والبيئية والعمرانية" ، 2006 ، ص 1-20 ، (www.momra.gov.sa).
6. Givoni B. , Climate Consideration in Building and Urban Design, Van Nostrand Reinhold, 1998.
7. Ecotect weather analysis program, 20015.



8. G.R.Dehghan-kamaragi et al, Experimental and numerical simulation of a wind tower in Siraf, ELSEVIER Procedia- Social and Behavioral Sciences, 2016.

9. أمال عبد الحلیم الدبرکی، " التهوية الطبيعية مدخل تصميمي في العمارة السالبة"، رسالة ماجستير غير منشورة بكلية الهندسة بجامعة عين شمس، 1999، ص .

10. إدارة المشروعات بجامعة جازان 2015

11. أمال الدبرکی، " ترشيد الطاقة بالمبنى النمطي لكليات جامعة جازان بالمملكة العربية السعودية"، المجلة العلمية لكلية الهندسة جامعة المنيا، العدد 35 يوليو 2016.

12. Moore, F., Environmental Control Systems –Heating Cooling Lighting, McGraw – Hill, 1993.

13. Building and Construction Authority, “Building Planning and Massing”, Center for Sustainable Buildings and Construction, Singapore, 2010, pp.55.

## **Improving the efficiency of natural ventilation in compacted public buildings in hot regions**

**This paper deals with the study of field measurements of air velocity and temperature in a compact design building with a middle corridor - colleges typical building of Jazan University in KSA- to measure the air flow pattern through building spaces and middle corridor. in addition, the digital simulation of college building to examine the pattern of air flow through the middle corridor of the building in the presence of ceiling vents, and how much these ceiling openings activate air flow through corridor and spread with spaces on either side effect, using digital simulation software ANSYS to calculate the speed and air temperature and flow pattern. The study concludes the recommendations to activate the natural ventilation through spaces that have no natural ventilation source directly, for reasons of efficiency of internal air environment, and the rationalization of energy consumption of buildings, thus keeping the external environment.**