

نمذجة التقييم الراحة الحرارية للمباني في مدينة اربيل باستخدام المؤشري (PMV , UTCI)

بهار حسن سعيدا، ناشتى سلام صديق^٢

^{١,٢} قسم الجغرافيا، كلية التربية، جامعة كويبة، إقليم كردستان، العراق

المستخلص

تعرف منظمة (ASHRAE) بأن الراحة هي الحالة أو الظرف الذي يعبر عنه العقل بالرضا عن البيئة الحرارية المحيطة به. يتم تحقيق الراحة الحرارية في الخارج بطريقتين، وهما (النموذج الثابت والنموذج التكيفي)، يتأثر النموذج الثابت بالمناخ المحلي الحضري، أما النموذج التكيفي يعتمد على النظرية القائلة بأن جسم الإنسان يتكيف مع المناخ الخارجي والداخلي. لتحليل الراحة الحرارية في مدينة أربيل تم الرصد الميداني لقياس بعض عناصر المناخ لخارج وداخل المباني المختارة كعينات للدراسة. تم اختيار مدينة أربيل كنموذج تمثيلي لمناخ (BSh) بناءً على تصنيف مناخ (كوبن) لعشرة أماكن مختلفة، تم قياس عناصر المناخ خارج المباني بما في ذلك (معدل درجة الحرارة، درجة الحرارة العظمى والصغرى، الرطوبة النسبية، وسرعة الرياح). وفيما يتعلق بداخل المباني، تم قياس عناصر المناخ بما في ذلك (معدل درجة الحرارة ودرجة الحرارة العظمى والصغرى والرطوبة النسبية). تم استخدام أجهزة القياس المحمولة من نوع (BTMETER) خلال الصيف والشتاء وبدأت الرصد الشتوية في شهر (كانون الثاني 2023/1/10-4) والرصد الأخرى صيفية في شهر (تموز 2023 / 7 / 10-4)، تضمنت الرصد الصباحية في الساعة (السادسة) صباحاً ورصدت منتصف النهار في الساعة (الواحدة) ظهراً، وتم اختيار العينات والمباني وفقاً للاتجاهات الجغرافية وتصميم المباني المتنوعة، لتعكس تنوع الظروف المحيطة. لتحقيق هذه القياسات، ومحاكاة الراحة الحرارية باستخدام المؤشري (PMV , UTCI) برنامج المحاكاة الرقمية (Rhino/Grasshopper). باستخدام البيانات الميدانية المتاحة ونتائج المحاكاة باستخدام مؤشري (PMV , UTCI) في مدينة أربيل، يظهر أن الراحة الحرارية تختلف بناءً في المواسم، يشير مؤشر PMV إلى درجة حرارة دافئة في فصل الصيف، بينما تكون باردة قليلاً في فصل الشتاء. من ناحية أخرى، يشير مؤشر UTCI إلى وجود إجهاد حراري قوي في الصيف وإجهاد بارد خفيف في الشتاء.

الكلمات المفتاحية: مدينة أربيل، الراحة الحرارية، العناصر المناخية، مؤشر (PMV)، مؤشر (UTCI).

المقدمة

العوامل المناخية قد لا تلقى الاهتمام الكافي في عمليات تصميم المباني في مدينة أربيل، ويفترض أن درجات الحرارة في الداخل والخارج من المباني متقاربة، بسبب عدم مراعاة العوامل المناخية والتصميم السائد في المدينة، وبالتالي قد لا تحقق الراحة الحرارية الملائمة للسكان في المباني في منطقة الدراسة، يهدف البحث إلى فهم عميق للعلاقة بين العناصر المناخية وتصميم المباني، ويسعى إلى تقديم نتائج ملموسة تعزز الفهم العلمي لكيفية تحقيق بيئة داخلية مريحة وصحية للسكان، شملت منهجية الدراسة، أساليب دراسة ميدانية وتحليلًا نوعيًا وكميًا، تم استخدام المحاكاة الرقمية لتحليل وتقييم الراحة الحرارية الداخلية والخارجية للمباني من خلال توفير نماذج ثلاثية الأبعاد وتحليل قائم على الحوارات ومحاكاة بصرية، حيث تم استخدام برنامج Rhino/Grasshopper كأدوات محاكاة رقمية.

1. التعريف بمنطقة الدراسة وموضوع الدراسة (الراحة الحرارية):

1-1 تحديد منطقة الدراسة:

تعد دراسة تأثير العوامل المناخية على تصميم العمارات وراحة الإنسان موضوعاً حيويًا يجسد تطورات المجتمعات نحو تحسين جودة الحياة والاستدامة. يتناول هذا البحث أهمية تأثير الظروف المناخية على المباني في منطقة الدراسة، ويسعى لتقييم مدى تأثير العوامل المناخية على تصميم المباني وكيفية تأثيرها على راحة الإنسان، تبرز المشكلة في إهمال تكامل العوامل المناخية في عمليات التصميم، مما يثير تساؤلات حول كفاءة المباني في تحقيق الراحة الحرارية، يتساءل هذا البحث عن الارتباط العميق بين عناصر المناخ وتصميم المباني في (مدينة أربيل)، محاولاً تحديد مستويات الراحة الفصلية والتأثيرات الحرارية داخل المباني. تبرز فرضية البحث التي تشير إلى أن



مجلة جامعة كويبة للعلوم الانسانية والاجتماعية، المجلد ٨، العدد ٢ (٢٠٢٥)

أستلم البحث في ٢٧ كانون الثاني ٢٠١٩: قبل في ١٧ آذار ٢٠٢٤

ورقة بحث من منظمة: نُشرت في ١ شباط ٢٠٢٥

البريد الإلكتروني للمؤلف: ashti.salam@koyauniversity.org

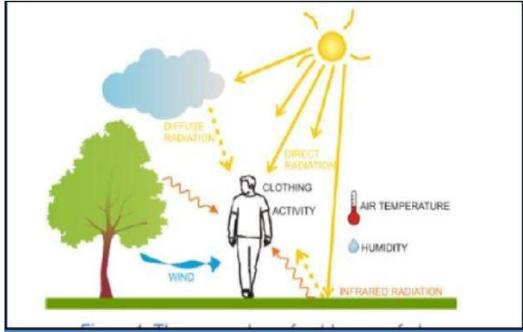
حقوق الطبع والنشر © ٢٠٢٥ بهار حسن سعيد، ناشتى سلام صديق. هذه مقالة الوصول إليها

مفتوح موزعة تحت رخصة المشاع الإبداعي النسبية - CC BY-NC-ND 4.0.

تؤثر على استجابة الإنسان للبيئات الحرارية، إلى جانب جودة التمثيل الغذائي الناتجة عن النشاط البشري والملابس التي يرتديها الشخص، فإنها توفر العوامل الأساسية الستة (التي تسمى أحياناً المملات الأساسية الستة) التي تحدد البيئات الحرارية البشرية (Parson,2002 , p2).

شكل (1)

العوامل التي تؤثر على الراحة الحرارية



المصدر: (Mohammed,2023: 32)

يتم تحقيق الراحة الحرارية في الخارج بطريقتين وهما (النموذج الثابت والنموذج التكيفي)، يتأثر النموذج الثابت بالمناخ المحلي الحضري، هو نتاج شكل كتل المبنى والعوامل المناخية المحيطة وتفاعله مع المناخ الحضري أو المملات المناخية، أما النموذج التكيفي فيعتمد على النظرية القائلة بأن جسم الإنسان يتكيف مع المناخ الخارجي والداخلي (Mohammad, 2023, p29). تختلف منطقة الراحة حسب الموقع الجغرافي، حيث الأنسان الذي يعيش في المناطق الباردة يختلف شعوره بالراحة نسبةً بالسكان في المناطق الحارة أو المعتدلة، لكونهم اعتادوا على المناخ في بيئاتهم التي يعيشون فيها. أي منطقة الراحة هي مدى الظروف التي تكون إليه التوازن الحراري للجسم تحتها في أدنى حالات النشاط، وهذا بسبب التأقلم لمناخ المنطقة التي يعيشون فيها، بصورة عامة هناك علاقة بين درجة الحرارة والرطوبة النسبية. ارتفاع درجة الحرارة مع ارتفاع الرطوبة النسبية يسبب عدم الراحة والاختناق. ومن ناحية أخرى، فإن ارتفاع درجة الحرارة مع انخفاض الرطوبة النسبية يمنحنا الشعور بالراحة. ومع انخفاض درجة الحرارة والرطوبة النسبية، يزداد الشعور بالبرودة الجافة. لكن مع انخفاض درجة الحرارة وارتفاع الرطوبة النسبية، يزداد الشعور بالبرودة الرطبة. تعد منطقة الراحة ما بين (15,5-25)°م والرطوبة النسبية (40%-70%)، وهي أحسن الظروف لكفاءة وإنتاجية الإنسان لأنه في أحسن حالاته الذهنية (الرماعي، 2010، ص24).

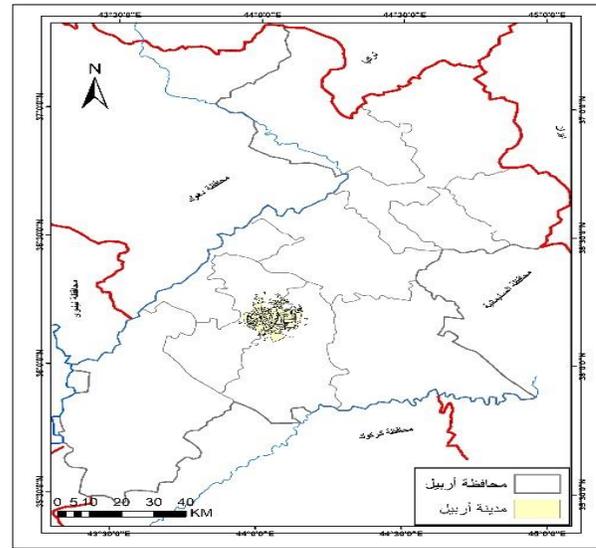
يتم الحفاظ على الراحة الحرارية للجسم من خلال التوازن بين اكتساب الحرارة وفقدان الحرارة، إذا تجاوز اكتساب الحرارة على فقدان الحرارة، ترتفع درجة حرارة الجسم، مما يسبب عدم الراحة وكذلك إذا تجاوز فقدان الحرارة على اكتساب الحرارة، تنخفض درجة حرارة الجسم، مما يسبب عدم الراحة وتتحكم العديد من الآليات الفسيولوجية في تنظيم درجة حرارة الجسم، بما في ذلك آلية التعرق والتبوية الرئوية وتغير حجم الأوعية الدموية. ترتفع حرارة جسم الإنسان نحو (1م) في ساعة واحدة في وقت الراحة، أما إذا كان يعمل فترتفع نحو (2م) في ساعة واحدة، فيجب أن نحصل على التوازن أما عن طريق التبخر أو بواسطة الإشعاع والحمل وتكون درجة الحرارة العميقة لجسم الإنسان بين (36-38م) ويجب أن تبقى في هذا المجال (أبو رحيل، 2020، ص45).

و يمكن توضيح حالة من الاتزان الحراري من خلال المعادلة التالية (أبو رحيل، 2020، ص46).

تقع مدينة أربيل على خطي الطول (44°10'00"E-44°0'00") وعلى ودائرتي العرض (36°15'00"N-36°5'00") (خارطة1)، بلغت المساحة الكلية لمنطقة الدراسة (177,12) كم² (خارطة رقم1)، وتحتل الجزء الشمالي من سهل أربيل و حسب تصنيف كوين ضمن إقليم مناخ (السهوب Bsh).

خارطة رقم (1)

موقع مدينة أربيل -منطقة الدراسة-



المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على وزارة البلدية والسياحة إقليم كردستان العراق

1-2 مفهوم الراحة الحرارية:

تعرف منظمة (ASHRAE) (American Society of Heating and Air Conditioning Engineers) حالة الرضا النفسي تجاه الظروف الحرارية المحيطة. بسبب اختلافات كبيرة بين الأفراد من الناحية الفسيولوجية والنفسية، يصبح من التحدي البالغ إيجاد توازن يلي توقعات الجميع في البيئة الحرارية للمكان (ANSI/ASHRAE Standard 55-2020, p13). تعرف مؤسسة (B.R.S) (Building Research Station) (2020, p13) بأنها الحالة التي تحصل عندها الراحة، وهذه تحصل عند الإبقاء على درجة حرارة الجسم بمحدود (37م)، دون حصول أي تعرق أو ارتجاف عضلي مضطرب (العابدي، 2018 و ص301). المعيار الأوروبي (BS EN ISO 7730:2005) يصف الراحة الحرارية بأنه حالة ذهنية تعبر عن الرضا عن البيئة الحرارية الحالية. وببساطة، هو شعور الشخص فيما يتعلق بما إذا كان يشعر "بالحر الشديد" أو "بالبرد الشديد". للحفاظ على الراحة الحرارية، يحاول الجسم الحفاظ على درجة حرارة أساسية ثابتة عند (37 ± 0.5 درجة مئوية). يمكن أن يتأثر التوازن الحراري للجسم بمجموعة واسعة من العوامل البيئية والشخصية، حيث يساهم كل منها في كسب أو فقدان الحرارة لدى الفرد (Liu et al, 2008 p361). ويعرف (Andris Auliciems) في كتاب (Applied Climatology) بأن الراحة الحرارية هي الحالة العقلية التي تحققت عندما تكون الحرارة في حالتها المتوازنة من الناحية الفسيولوجية من حيث فقدان وإكتساب الحرارة، ومن الناحية النفسية يشعر المدرك بالرضا عن البيئة الحرارية. (Thompson et al, 1997, 161). تعد درجة حرارة الهواء ودرجة حرارة الإشعاع والرطوبة وحركة الهواء هي المتغيرات البيئية الأربعة الأساسية التي

حيث: (Ta) هو معدل درجة الحرارة (مئوية)، (Tmrt) متوسط الاشعاعية للحرارة (كلفن)، (Va) متوسط سرعة الرياح (م/ثا)، (RH) الرطوبة النسبية (%). (offset) دالة تُستخدم لحساب تأثير العوامل المختلفة على الراحة الحرارية منها (تأثير سرعة الرياح على تبخر العرق، تأثير الرطوبة على قدرة الجسم على التبريد، تأثير الإشعاع الشمسي على درجة حرارة الجسم).

2- Predicted Mean Vote (PMV): في عام 1970، تم تطويره من قبل (Fanger) كمقياس تجريبي للإحساس البشري من الراحة الحرارية (Zhang, et al., 2021, p2). تنبأ على مقياس قياسي، لمجموعة من الأشخاص، لأي مجموعة معينة من درجة حرارة الهواء، ومتوسط درجة الحرارة الإشعاعية، وسرعة الهواء، والرطوبة، النشاط والملابس (Parsons, 2002, p256) المعيارين الأكثر شهرة والاستشهاد بهما فيما يتعلق بالراحة الحرارية الداخلية هي: معيار ISO 7730 ومعيار ASHRAE (Arendt, 2016, p10) 55.

جدول (1)

مؤشر (PMV, UTCI)		
المؤشر (PMV)	Range	المؤشر (UTCI)
شديد البرودة	-3	إجهاد بارد شديد
بارد	-2.5 - 3	إجهاد بارد قوي
بارد نسبياً	-1.5 - 2.5	إجهاد بارد معتدل
بارد قليلاً	-0.5 - 1.5	إجهاد بارد خفيف
مريح	0 - 0.5	لا يوجد إجهاد حراري
دافئ قليلاً	0	إجهاد حراري خفيف
دافئ	0.5 - 1.5	إجهاد حراري معتدل
حار	1.5 - 2.5	إجهاد حراري قوي
حار جداً	3	الإجهاد الحراري الشديد

المصدر: Boutellis et al, 2022, p27

2. الخصائص المناخية لمدينة أرييل:

من أجل توضيح التباين المكاني لتقييم الراحة الحرارية للمباني في مدينة أرييل، أجريت عمليات رصد وقياسات ميدانية لمتغيرات مناخية داخل وخارج المباني في المدينة. تم اختيار مدينة أرييل كنموذج تمثيلي لمناخ (Bsh) (الخريطة 2)، بناءً على تصنيف مناخ (كوبن) لعشرة أماكن مختلفة، تم قياس عناصر المناخ خارج المباني بما في ذلك (معدل درجة الحرارة، درجة الحرارة العظمى والصغرى، الرطوبة النسبية، وسرعة الرياح). وفيما يتعلق بداخل المباني، تم قياس عناصر المناخ بما في ذلك (معدل درجة الحرارة ودرجة الحرارة العظمى والصغرى والرطوبة النسبية). تم استخدام أجهزة القياس المحمولة من نوع (BTMETER) خلال الصيف والشتاء لتحقيق هذه القياسات، تجدر الإشارة إلى أنه خلال مدة الرصد وُضِعَ أجهزة المراقبة بعيداً عن وحدات التكييف والتبريد. وُضِعَت على طاولة خشبية لمنع توصيل الحرارة، وعلى ارتفاع 1.5 متر. وبدأت الرصد الشتوية في شهر (كانون الثاني 4-2023/1/10) في الساعة (السادسة صباحاً)، ورصدت منتصف النهار في الساعة (الواحدة) ظهراً، والرصد الأخرى صيفية في شهر (تموز 4-2023/7/10) في الوقت نفسه تضمنت الرصد الصباحية في الساعة (السادسة) صباحاً ورصدت

$$M \pm R \pm C \pm P - E = 0$$

حيث أن M = الطاقة الأيضية (الطاقة الحرارية الناتجة عن احتراق الغذاء).

R = الحرارة المفقودة أو المكتسبة عن طريق الإشعاع.

C = الحرارة أو المفقودة أو المكتسبة عن طريق الحمل

P = الحرارة المفقودة أو المكتسبة عن طريق التوصيل.

E = الحرارة المفقودة بالتبخر.

إذا كان ناتج العملية يساوي (صفر) فإن الجسم في حالة من التوازن الحراري، أما إذا كانت النتيجة يساوي أكثر أو أقل من (صفر)، فإن جسم الإنسان في حالة إرتفاع أو إنخفاض حراري.

عندما ترتفع درجات حرارة الهواء إلى مستويات أعلى من درجة حرارة الجلد البشري، يحدث انتقال للحرارة من البشرة إلى الجو المحيط بالجسم، وهذا يؤدي إلى تبريد الجسم، والحفاظ على درجة حرارته في الحدود الطبيعية وهذا الانتقال للحرارة يعتمد على عدة عوامل، بما في ذلك درجة الحرارة الهواء وسرعة الرياح والرطوبة ومعدل التعرق والملابس التي يرتديها الشخص، وعندما يكون الجو حاراً، يبدأ الجسم في إنتاج العرق للمساعدة في تبريد الجلد وهذا بسبب تمدد الأوعية الدموية الجلدية وتزداد كميات الدم الواصلة إلى الغدد العرقية التي بدورها تسهم في زيادة التعرق، ولكن إذا ارتفعت درجات الحرارة بشكل كبير، يمكن أن يتعرض الإنسان للعديد من المشكلات والتأثيرات الصحية السلبية، منها إجهاد حراري وهذا يمكن أن يؤدي ذلك إلى زيادة درجة حرارة الجسم وارتفاع معدل نبضات القلب والتنفس، ويمكن أن يسبب الإجهاد الحراري أيضاً صداعاً ودوخة واضطرابات في الجهاز الهضمي. إذا لم يتم التعامل مع ارتفاع درجات الحرارة بشكل صحيح، يمكن أن تتطور إلى ضربة حرارية. وتشمل أعراض ضربة الحرارة ارتفاع حاد في درجة حرارة الجسم (فوق 40 درجة مئوية)، وتشنجات عضلية، وغالباً ما يكون هناك تعب شديد وارتباك.

وعندما تكون درجة حرارة الهواء أقل من درجة حرارة الجلد البشري، يحدث انتقال للحرارة من الهواء البارد إلى الجلد، مما يؤدي إلى تبريد الجلد، تبدأ عندها ردود فعل الجهاز العصبي المركزي عند الإنسان بوضوح بعملية تقلص الأوعية الدموية الجلدية والقريبة من السطح وضخ الدم بعيداً عن الأطراف والأجزاء الخارجية للجسم مؤدياً ذلك إلى تقليل فقدان الحرارة يمكن أن يؤدي ذلك إلى تجمد الأنسجة والأعضاء الداخلية مما يسبب آلاماً وتورماً وتضرراً للأنسجة تجمد الأصابع، والأذنين، والأنف وزيادة خطر الإصابة بجلطات مثل: الزكام والإنفلونزا، ويمكن أن تسبب درجات الحرارة المنخفضة تشنجات في العضلات، وهذا يمكن أن يكون مؤلماً ويقلل من قدرة الشخص على الحركة بشكل طبيعي.

3-1 النمذجة لتحليل الراحة الحرارية داخل وخارج المباني:

1- Universal Thermal Climate Index (UTCI) : هو أحد مؤشرات الراحة الحرارية، الذي تم تطويره مؤخراً لقياس الظروف الحرارية في الهواء الطلق أو خارج المباني، ويستند إلى مفهوم درجة الحرارة المكافئة، ولذلك، يتم التعبير عن قيمها بوحدات (درجة مئوية)، ويأخذ في اعتباره عوامل متعددة مثل درجة الحرارة الهوائية، سرعة الرياح، الرطوبة النسبية، وإشعاع الشمس. يتم حساب UTCI باستخدام نموذج يأخذ بعين الاعتبار العوامل البيئية المتعددة التي يمكن أن تؤثر على تحمل الإنسان للظروف الحرارية. (Langner et al, 2014, P262). يتم حسابه بهذه المعادلة الآتية:

$$UTCI = Ta + \text{offset} (Ta; Tmrt; Va; RH)$$

2- لا يقتصر التباين المكاني لدرجات الحرارة على المعدلات السنوية والفصلية، وإنما يكون التباين المكاني أكثر وضوحاً عندما نأخذ بنظر الاعتبار في معدلات الأماكن المختارة للرصد الميداني، حيث تشير إلى: أن أقصى معدل لدرجات الحرارة للرصد الميداني سجلت في فصل الصيف عند نقطة (4) وبلغت (39,6م) في مدينة (أربيل)، وأدنى معدل درجات الحرارة سجلت في فصل الشتاء في نقطة (3) إذ بلغ (11,5م).
معدلات درجة الحرارة العظمى: أن المعطيات الخاصة بدرجات الحرارة العظمى للرصد الميدانية خارج الأبنية والواردة في الجدول (4) تشير إلى:

1- بلغ المعدل السنوي لدرجات الحرارة العظمى في الرصد الميداني لمدينة (أربيل 29,3م). يبلغ معدل درجات الحرارة العظمى في الرصد الشتوية لمدينة (أربيل 17,4م). وترتفع درجات الحرارة العظمى في الرصد الصيفية حتى بلغ (41,4م)، والفرق بين الفصلين بمقدار (12,1م).

2- لا يقتصر التباين المكاني لدرجات الحرارة العظمى على المعدلات السنوية والفصلية، وإنما يكون التباين المكاني أكثر وضوحاً عندما نأخذ بنظر الاعتبار معدلات الأماكن المختارة للرصد الميداني، حيث تشير إلى: أن أقصى معدل درجات الحرارة العظمى للرصد الميدانية سجلت في فصل الصيف عند النقطة (4) وبلغت (44,6م)، بينما أدنى درجة للحرارة العظمى سجلت في فصل الشتاء في النقطة (3) وتبلغ (13م).

معدلات درجة الحرارة الصغرى: تشير الاحصاءات الواردة في الجدول (5) الخاص بالمعدلات السنوية لدرجات الحرارة الصغرى للرصد الميدانية خارج الأبنية على النحو الآتية:

1- يبلغ المعدل السنوي لدرجات الحرارة الصغرى في الرصد الميدانية لمدينة (أربيل 22,6م). بلغ معدل درجات الحرارة الصغرى في الرصد الشتوية لمدينة (أربيل 12,9م). أما في الرصد الصيفية فتبلغ درجة حرارة الرصد الصيفية خارج الأبنية في مدينة أربيل (32,3م)، والفرق بين الفصلين بمقدار (9,9م).

2- هناك التباين المكاني في المدينة، عندما نأخذ بنظر الاعتبار في المعدلات الأماكن المختارة للرصد الميدانية، حيث تشير إلى: أن أعلى معدل درجات الحرارة الصغرى للرصد الميدانية سجلت عند نقطة (4) وبلغت (34,6م) في مُدة الصيف، بينما سجل أدنى درجة للحرارة الصغرى في النقطة (3) وتبلغ (10م) في مُدة الشتاء.

جدول (3)

نتائج معدل درجات الحرارة للرصد الميدانية خارج المباني (م)

مناخ السهوب Bsh (مدينة أربيل)			
النقطة	الارتفاع	الرصد الشتوية	الرصد الصيفية
بالمتر	بالمتر	4-10/1/2023	4-10/7/2023
1	427	12.9	37.1
2	412	13.1	34.8
3	430	11.5	35.4
4	467	16	39.6
5	439	13.2	38.7
6	405	18.3	37.2
7	392	17.1	37.3
8	429	14.2	36
9	522	18.9	36.1
10	512	15.9	36.2
المعدل		15.1	36.8

المصدر: عمل الباحثة في الاعتماد على الرصد الميدانية

منتصف النهار في الساعة (الواحدة) ظهراً. تم توزيع الرصد بشكل متوازن على مدار اليوم في الفصلين الصيفي والشتوي لضمان التقاط التغيرات اليومية. وتم اختيار العينات والمباني وفقاً للاتجاهات الجغرافية وتصميم المباني المتنوعة، لتعكس تنوع الظروف المحيطة. الجدول (2) والخريطة (2) يسمحن برؤية مفصلة حول العينات المحددة، مما يعزز الفهم للفروق المناخية بين البيئة الداخلية والبيئة الخارجية للمباني. من خلال مراجعة النتائج والبيانات المقدمة، يمكن من فهم الارتباط بين خصائص المناخ وتأثيرها على الراحة داخل المباني في مدينة أربيل.

جدول (2)

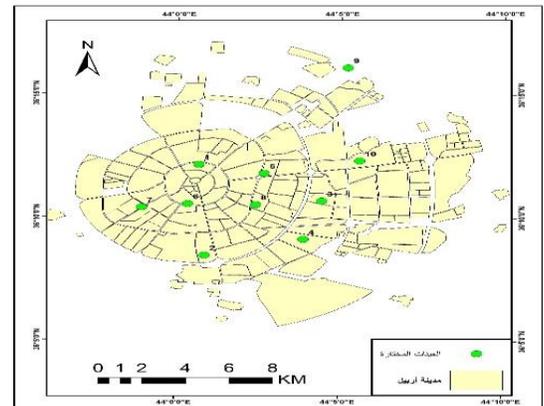
العينات المختارة لمدينة أربيل

النقطة	موقع النقط في المدينة أربيل	الارتفاع	الاحداثيات	إتجاه المبنى
1	تتراوا	427	36°12'05.52"N 44° 00'41.43"E	الشرق
2	راستي	412	36°08'27.02"N 44° 00'51.89"E	الغرب
3	كهلان	430	36°9'10.01"N 44° 03'38.84"E	الغرب
4	5حساروك	467	36°10'30.63"N 44° 04'05.68"E	الشرق
5	كولان	439	36°11'46.77"N 44° 02'40.02"E	الجنوب
6	زاتباري	405	36°10'43.31"N 44° 00'10.20"E	الشمال
7	توروز	392	36°10'23.18"N 43° 58'55.30"E	الشرق
8	جنار	429	36°10'30.60"N 44° 02'25.14"E	الغرب
9	شارى	522	36°16'04.93"N 44° 05'12.13"E	الجنوب
10	ماموستايان هيواسى	512	36°12'18.12"N 44° 05'35.24"E	الجنوب الشرقي

المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على الدراسة الميدانية.

خارطة (2)

المناطق المختارة لرصد المباني في مدينة أربيل



المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على وزارة البلدية والسياحة إقليم كردستان العراق

1-2 الخصائص المناخية خارج المباني:

في هذا المحور من الدراسة نحاول التعرف على الخصائص المناخية خارج المباني في منطقة الدراسة وعلى النحو الآتي:

المعدلات السنوية لدرجات الحرارة: تشير الاحصاءات الواردة في الجدول (3) الخاص بالمعدلات السنوية لدرجات الحرارة للرصد الميدانية خارج الأبنية على النحو الآتي:

1- بلغ المعدل السنوي لدرجات الحرارة لمدينة (أربيل 26م). بلغ المعدل السنوي لدرجات الحرارة في الرصد الشتوية لمدينة (أربيل 15,1م). أما في الرصد الصيفية يبلغ درجة حرارة الرصد الصيفية خارج الأبنية في أربيل (36,8م)، أي الفرق بين الفصلين بمقدار (10,8م)

الجدول (5)

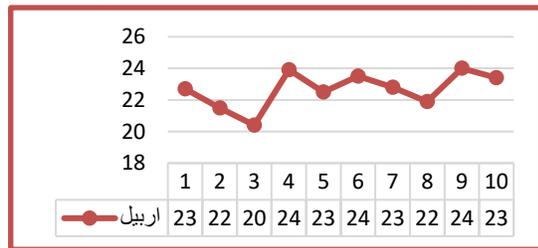
نتائج درجات الحرارة الصغرى للرصدية الميدانية خارج المباني (م)

النقطة	الارتفاع بالأمتار	مناخ السهوب Bsh (مدينة أربيل)	
		الرصدية الشتوية	الرصدية الصيفية
		4-	4-
		10/1/2023	10/7/2023
1	427	11.2	34.3
2	412	12.4	30.7
3	430	10	30.8
4	467	13.3	34.6
5	439	11.1	33.9
6	405	15.8	30.7
7	392	13.9	31.7
8	429	12	31.9
9	522	15.7	32.3
10	512	14.4	32.5
المعدل		12.9	32.3

المصدر: عمل الباحثة في الاعتماد على الرصدية الميدانية

شكل (4)

نتائج درجات الحرارة الصغرى للرصدية الميدانية خارج المباني



المصدر: عمل الباحثة في الاعتماد على الجدول (5)

سرعة الرياح: من خلال معطيات الجدول (6) الخاص بسرعة الرياح خارج الأبنية في الرصدية الشتوية والصيفية نلاحظ ما يأتي:

1- يبلغ المعدل السنوي لسرعة الرياح (0,9م/ثا). المعدل العام للرصدية الشتوية في مدينة (أربيل) (0,8م/ثا). أعلى سرعة الرياح في هذا الفصل في مدينة (أربيل) في النقطة (8) وبلغت (1,3م/ثا). وأقل سرعة الرياح في مدينة (أربيل) في النقطتين (9)، (10) وسجلت (0,4م/ثا). أما خلال فصل الصيف، فتشهد مدينة أربيل تزايداً في سرعة الرياح، يُسجل معدل سرعة الرياح خلال رصدية الصيف حوالي (1م/ثا)، وأعلى سرعة مسجلة تصل إلى (1,6م/ثا) في النقطة (4). وأقل سرعة الرياح سجلت في النقطة (10) حيث وصلت (0,4م/ثا).

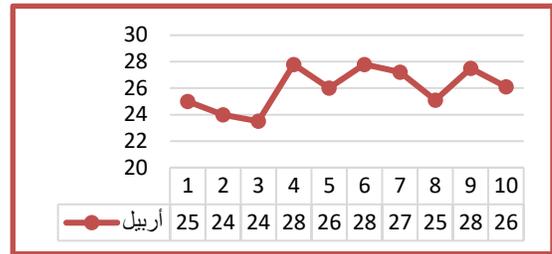
2- تمتاز منطقة الدراسة بإنخفاض معدلات سرعة الرياح بسبب وقوعه في النطاق شبه المداري الواقع تحت تأثير الضغط العالي والذي لا يساعد على هبوب الرياح قوية خارجة منه.

3- إن سرعة الرياح في مدينة (أربيل) خفيفة، بسبب أبنية المدينة العالية تعمل كحواجز للرياح، وتزيد من المقاومة الاحتكاكية، وعدم انتظام السطح البنائيات يؤدي إلى هبوب غير منتظم للرياح فوق المدينة.

4- يمتاز فصل الشتاء بإنخفاض معدلاته لسرعة الرياح وأكثر استقراراً مقارنة بفصل الصيف، ويرجع ذلك إلى تعرض المنطقة بالمنخفضات الجوية التي تمر بمنطقة الدراسة في

شكل (2)

نتائج معدل درجات الحرارة للرصدية الميدانية خارج المباني (م)



المصدر: عمل الباحثة في الاعتماد على الجدول (3)

الجدول (4)

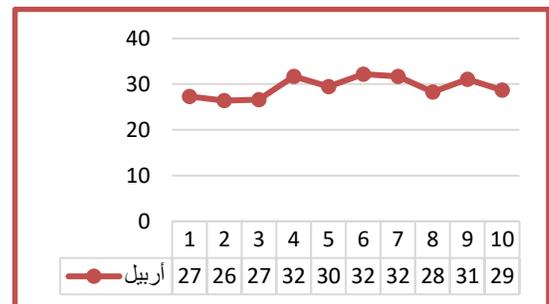
نتائج درجات الحرارة العظمى للرصدية الميدانية خارج المباني (م)

النقطة	الارتفاع بالأمتار	مناخ السهوب Bsh (مدينة أربيل)	
		الرصدية الشتوية	الرصدية الصيفية
		4-10/1/2023	4-10/7/2023
1	427	14.7	39.9
2	412	13.8	38.9
3	430	13	40.1
4	467	18.7	44.6
5	439	15.4	43.5
6	405	20.7	43.7
7	392	20.3	43
8	429	16.4	40.1
9	522	22.1	40
10	512	17.4	39.9
المعدل		17.4	41.4

المصدر: عمل الباحثة في الاعتماد على الرصدية الميدانية

شكل (3)

نتائج درجات الحرارة العظمى للرصدية الميدانية خارج المباني (م)



المصدر: عمل الباحثة في الاعتماد على الجدول (4)

* إن مقدار التباین المكاني للرصدة الميدانية لمعدلات الرطوبة النسبية السنوية والشهرية في مدينة (أربيل) اعتماداً على الاحصاءات الخاصة للرصدة الميدانية المعتمدة في الدراسة، الذي يشير إلى إنخفاض المعدلات السنوية والفصلية للرطوبة النسبية. ويرجع السبب إلى ارتفاع معدلات درجات الحرارة في مركز المدينة، وقلة التبخر والنتح في المدينة، بسبب جفاف سطح المدينة (شوارعها ومبانيها)، وسرعة تصريف مياه الامطار فيها، وانخفاض معدلات سرعة الرياح أي أن إمداد الرطوبة للمدينة يكون خفيفاً.

الجدول (7)

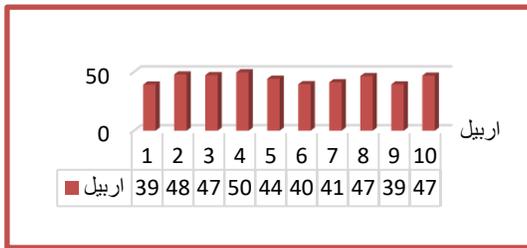
نتائج الرطوبة النسبية للرصدة الميدانية خارج المباني %

مناخ السهوب Bsh (مدينة أربيل)			
النقطة	الرصدة الشتوية	الرصدة الصيفية	المعدل السنوي
1	43	35.5	39.3
2	62	33.8	47.9
3	58.7	35.9	47.3
4	58.3	41	49.7
5	46.3	42	44.2
6	45.7	33.4	39.6
7	45	37.4	41.2
8	52.7	40.3	46.5
9	44	34.7	39.4
10	48	45.7	46.9
المعدل	50.4	38.0	44.2

المصدر: عمل الباحثة في الاعتماد على الرصدة الميدانية

شكل (6)

نتائج الرطوبة النسبية للرصدة الميدانية خارج المباني %



المصدر: عمل الباحثة في الاعتماد على الجدول (7)

2-2 الخصائص المناخية داخل المباني:

المعدلات السنوية لدرجات الحرارة: تشير الاحصاءات الواردة في الجدول (8) الخاص بالمعدلات السنوية لدرجات الحرارة للرصدة الميدانية داخل المباني كالتالي:

1- يبلغ المعدل السنوي لدرجات الحرارة في رصده المباني (22,4)م. وتبلغ معدل درجات الحرارة في الرصدة الشتوية (13,1)م. أما في الرصدة الصيفية فتبلغ درجة حرارة داخل المباني (31,7)م، أي الفارق بين الفصلين (18,6)م

2- تبرز الاختلافات المكانية في درجات الحرارة ليس فقط على المعدلات السنوية والفصلية، بل يظهر تبانياً أوضح في مدى التغيرات عند الاماكن المختارة للرصدة الميدانية، حيث تشير إلى: أن أقصى معدل درجات حرارة الرصدة الميدانية سجلت في فصل

هذا الفصل. أما فصل الصيف يمتاز بإرتفاع سرعة الرياح مقارنة بفصل الشتاء بسبب الاختلاف في درجة التسخين فيخلق تبانياً في سرعة الرياح (شريف، 1998، ص171).

الجدول (6)

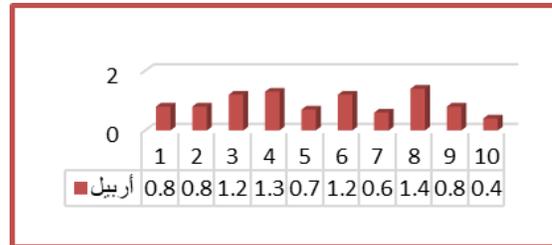
نتائج سرعة الرياح للرصدة الميدانية خارج المباني (م/ثا)

مناخ السهوب Bsh (مدينة أربيل)			
النقطة	الرصدة الشتوية	الرصدة الصيفية	المعدل السنوي
1	0.5	1	0.8
2	0.9	0.6	0.8
3	0.9	1.5	1.2
4	1	1.6	1.3
5	0.5	0.8	0.7
6	1.1	1.3	1.2
7	0.6	0.5	0.6
8	1.3	1.5	1.4
9	0.4	1.2	0.8
10	0.4	0.4	0.4
المعدل	0.8	1	0.9

المصدر: عمل الباحثة في الاعتماد على الرصدة الميدانية

شكل (5)

نتائج سرعة الرياح للرصدة الميدانية خارج المباني (م/ثا)



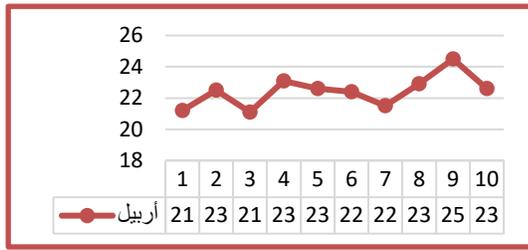
المصدر: عمل الباحثة في الاعتماد على الجدول (6)

الرطوبة النسبية: تشير الأحصاءات الواردة في الجدول (7) الخاص بالمعدلات السنوية والفصلية للرطوبة النسبية للرصدة الميدانية خارج الأبنية على النحو الآتي:

1- يبلغ المعدل السنوي للرطوبة النسبية في الرصدة الميدانية لمدينة (أربيل 44,2%)، ويبلغ المعدل العام للرطوبة النسبية في الرصدة الشتوية (50,4%)، وبينما تقل الرطوبة النسبية في الرصدة الصيفية فبلغ (38%). ويرجع سبب إلى جفاف المدينة في فصل الصيف وعدم مرور الكتل الهوائية الرطبة والمنخفضات الجوية التي تؤثر على ارتفاع معدل الرطوبة النسبية.

2- لا يقتصر التباین المكاني لمعدلات الرطوبة النسبية السنوية والفصلية، وإنما هناك التباین المكاني أكثر وضوحاً في معدلات الاماكن المختارة للرصدات الميدانية، حيث تشير إلى:

* أعلى معدل للرطوبة النسبية للرصدة الميدانية سجلت في فصل الشتاء عند النقطة (2) وبلغت (62%)، بينما أدنى معدل للرطوبة النسبية للرصدة الميدانية سجلت في فصل الصيف عند النقطة (6) وبلغت (33,4%).



المصدر: عمل الباحثة في الاعتماد على الجدول (8)

والجدول (9)

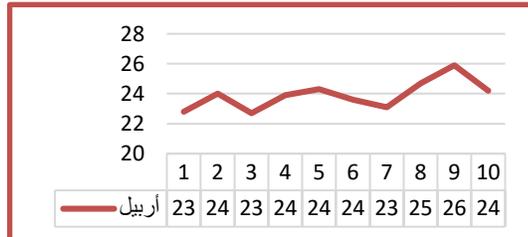
نتائج درجات الحرارة العظمى للرصد الميدانية داخل المباني (م)

مناخ السهوب Bsh (مدينة أرييل)			
النقطة	الرصد الشتوية	الرصد الصيفية	المعدل السنوي
	4-10/1/2023	4-10/7/2023	
1	14	31.6	22.8
2	14.6	33.4	24
3	13	32.3	22.7
4	14	33.7	23.9
5	14.8	33.7	24.3
6	13	34.1	23.6
7	13.9	32.3	23.1
8	15	34.4	24.7
9	17	34.8	25.9
10	14.7	33.7	24.2
المعدل	14.4	33.4	23.9

المصدر: عمل الباحثة في الاعتماد على الرصد الميدانية

شكل (8)

نتائج درجات حرارة العظمى للرصد الميدانية داخل المباني (م)



المصدر: عمل الباحثة في الاعتماد على الجدول (9)

الصيف عند النقطة (4) وبلغت (33,6م)، في حين أدنى معدل درجات الحرارة سجلت في فصل الشتاء في النقطة (3) إذ بلغ (11,6م).

معدلات درجة الحرارة العظمى: تظهر البيانات المتعلقة بدرجات الحرارة العظمى المسجلة في الرصد الميدانية داخل المباني كما هو موضح في الجدول (9)، إلى ما يأتي:

1- يبلغ المعدل السنوي لدرجات الحرارة العظمى في الرصد الميداني (23,9م). في فصل الشتاء، يتراوح معدل درجات الحرارة العظمى (14,4م). في فصل الصيف، يشهد منطقة الدراسة ارتفاعاً في درجات الحرارة العظمى. تبلغ معدل درجات الحرارة العظمى في هذا الفصل (33,4م). والفارق بين الفصلين (19م).

2- يمكن أن يكون التباين المكاني لدرجات الحرارة العظمى أكثر وضوحاً عندما تأخذ في الاعتبار الأماكن المحددة للرصد الميداني. في هذه الأماكن المحددة، تظهر فروقات واضحة في درجات الحرارة العظمى بين المواقع المختلفة، حيث تشير إلى: أن أعلى درجة الحرارة العظمى مسجلة في الرصد الميداني في فصل الصيف عند النقطة (9) وبلغت (34,8م). تم رصد أدنى درجة حرارة في فصل الشتاء في النقطتين (3 و6) وبلغت (13م).

معدلات درجة الحرارة الصغرى: تشير الاحصاءات الواردة في الجدول (10) الخاص بالمعدلات السنوية والفصلية لدرجات الحرارة الصغرى للرصد الميدانية داخل المباني على النحو الآتي:

1- في الرصد الميداني لدرجات الحرارة الصغرى، لمدينة (أرييل) (21م). في فصل الشتاء، يسجل معدل درجات الحرارة الصغرى في الرصد (11,9م). أما في فصل الصيف، فيبلغ معدل درجات الحرارة الصغرى في الرصد (30,1م). والفارق بين الفصلين بمقدار (18,2م).

2- عند مراعاة المواقع المختارة لرصد البيانات الميدانية، يظهر التباين المكاني في المدينتين. تشير هذه المواقع المحددة إلى وجود اختلاف واضح في درجات الحرارة الصغرى بين المواقع المختلفة وتشير الاحصاءات الواردة في الجدول (9) إلى أن أعلى معدل درجات الحرارة الصغرى للرصد الميدانية سجلت في فصل الصيف عند النقطة (4) وبلغت (33,5م) بينما سجل أدنى درجة الحرارة الصغرى في فصل الشتاء في النقطة (3) وتبلغ (10,2م).

الجدول (8)

نتائج معدل درجات الحرارة للرصد الميدانية داخل المباني (م)

مناخ السهوب Bsh (مدينة أرييل)			
النقطة	الرصد الشتوية	الرصد الصيفية	المعدل السنوي
	4-10/1/2023	4-10/7/2023	
1	12.5	30	21.2
2	13.7	31.2	22.5
3	11.6	30.6	21.1
4	12.7	33.6	23.1
5	13.7	31.5	22.6
6	12	32.8	22.4
7	12.5	30.6	21.5
8	13.7	32.1	22.9
9	15.5	33.5	24.5
10	13.7	31.6	22.6
المعدل	13.1	31.7	22.4

المصدر: عمل الباحثة في الاعتماد على الرصد الميدانية

شكل (7)

نتائج معدل درجات الحرارة للرصد الميدانية داخل المباني (م)

جدول (11)

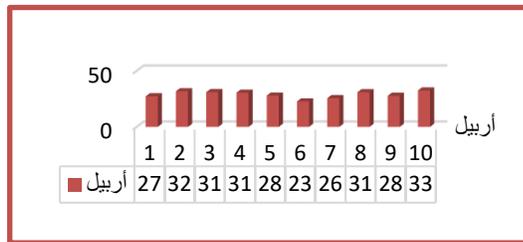
نتائج الرطوبة النسبية لرصدة الميدانية داخل المباني %

مناخ السهوب Bsh (مدينة أربيل)			
النقطة	الرصدة الشتوية	الرصدة الصيفية	المعدل السنوي
	4-10/1/2023	4-10/7/2023	
1	33.4	21.3	27.3
2	41.2	22.5	31.8
3	37	25.1	31
4	36.4	24.7	30.5
5	31	24.9	27.9
6	30.8	22.7	22.7
7	29.9	21.4	25.6
8	37	24.8	30.9
9	34.9	20.6	27.7
10	39.1	25.9	32.5
المعدل	35.1	23.4	28.8

المصدر: عمل الباحثة في الاعتماد على الرصدة الميدانية

شكل (10)

نتائج الرطوبة النسبية لرصدة الميدانية داخل المباني %



المصدر: عمل الباحثة في الاعتماد على الجدول (11)

3. تقييم الراحة الحرارية للمباني في مدينة أربيل باستخدام مؤشري (PMV , UTCI) :

من أجل عملية التقييم، تم اختيار (10) مباني كعينات لدراسة لمناخ (السهوب Bsh) في مدينة أربيل، ويتألف العمل على جزئين:

1- عمل نهج جمع البيانات وشملت أساليب الدراسة الميدانية وكذلك التحليل النوعي والكمي.

2- عملت المحاكاة الرقمية على تحليل وتقييم الراحة الحرارية الداخلية والخارجية للمباني من خلال تقديم نماذج ثلاثية الأبعاد، والتحليل القائم على الخوارزميات، والمحاكاة البصرية. تم استخدام برنامج (Rhino/Grasshopper) كأدوات محاكاة رقمية. تعمل المحاكاة الداخلية بمودج (PMV) لمُدتي الشتاء والصيف، حيث تبدأ مُدة الشتاء من (12/1 إلى 3/1) وتبدأ مُدة الصيف من (9/1 إلى 16/1)، بأعتبارها الفاصلين الذين تتغير فيها درجات الحرارة بشكل ملحوظ. وتعمل المحاكاة الخارجية بمودج (UTCI) للمُدتين المذكورتين سابقاً. يتم تنفيذ البرنامج عن طريق إجراء تجربة محاكاة لكنلة المبنى بناءً على عناصر المناخ، الاتجاه، مواد البناء المستخدمة، مساحة المبنى ومساحة النوافذ.

الجدول (10)

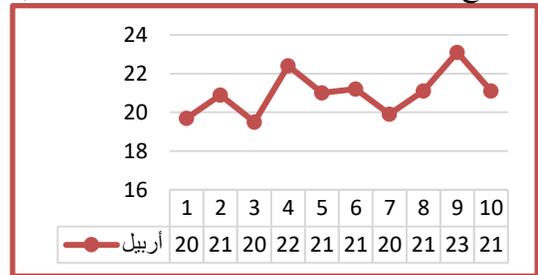
نتائج درجات الحرارة الصغرى للرصدة الميدانية داخل المباني (م)

مناخ السهوب Bsh (مدينة أربيل)			
النقطة	الرصدة الشتوية	الرصدة الصيفية	المعدل السنوي
	4-10/1/2023	4-10/7/2023	
1	11	28.3	19.7
2	12.8	29	20.9
3	10.2	28.8	19.5
4	11.3	33.5	22.4
5	12.6	29.3	21
6	10.9	31.4	21.2
7	11	28.8	19.9
8	12.4	29.8	21.1
9	14	32.2	23.1
10	12.6	29.5	21.1
المعدل	11.9	30.1	21

المصدر: عمل الباحثة في الاعتماد على الرصدة الميدانية

شكل (9)

نتائج درجات حرارة الصغرى لرصدة الميدانية داخل المباني (م)



المصدر: عمل الباحثة في الاعتماد على جدول (10)

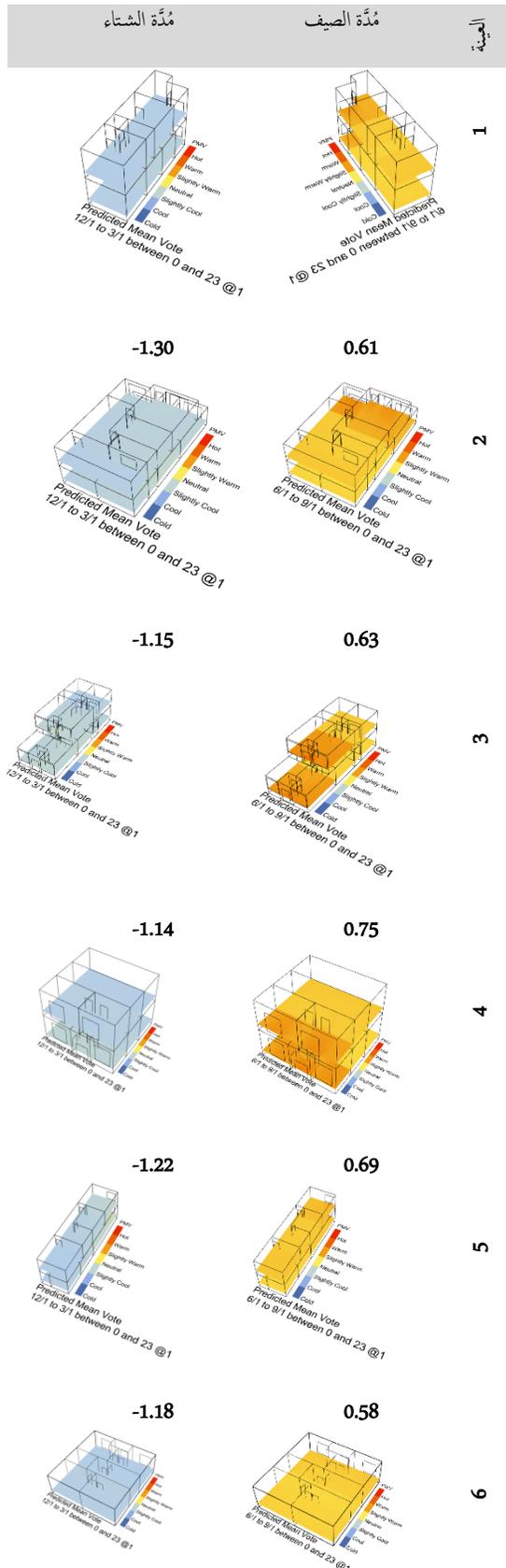
الرطوبة النسبية: تشير الاحصاءات الواردة في جدول (11) الخاص بالمعدلات السنوية والفصلية لرطوبة النسبية لرصدة الميدانية داخل المباني في مدينة أربيل النحو التالي:

1- يبلغ المعدل السنوي للرطوبة النسبية في الرصدة الميدانية (28,8%)، يبلغ المعدل السنوي للرطوبة النسبية في الرصدة الشتوية (35,5%)، وبينما يقل المعدلات السنوية للرطوبة النسبية في الرصدة الصيفية (23,4%).

2- تبرز الاختلافات المكانية في الرطوبة النسبية ليس فقط على أساس المعدلات السنوية والفصلية، بل يظهر تبايناً أوضح في مدى التغيرات عند الاماكن المختارة لرصد المباني، حيث تشير إلى: أن اعلى معدل للرطوبة النسبية لرصدة الميدانية سجلت فصل الشتاء في نقطة (2) وبلغت (41,2%)، ادنى معدل للرطوبة النسبية لرصدة الميدانية الصيفية، سجلت عند نقطة (9) وبلغت (20,6%).

شكل (11)

نتيجة لمحاكاة مؤشر (PMV) لداخل المبنى - ابريل



3-1 تقييم الراحة الحرارية داخل المباني:

تعد الراحة الحرارية داخل المباني في مناخ السهوب (Bsh) ، تحديًا كبيرًا بسبب التغيرات الحرارية الشديدة بين الفصول. تهدف هذه الدراسة إلى تقييم الراحة الحرارية داخل المباني في أبريل باستخدام برنامج (Rhino/Grasshopper) من خلال محاكاة ظروف المباني المختلفة. تشير المعطيات الواردة في الجدول (12) الخاصة بنتيجة المحاكاة مؤشر (PMV) لداخل المبنى وعلى النحو الآتي :

1- تراوحت المعدلات نتيجة المحاكاة في العينات المعتمدة للدراسة بين (0,52) في العينة (6) و(0,94) في العينة (9)، أي بفارق (0,42) لنتيجة المحاكاة في مُدَّة الصيف وهو بفارق غير قليل بالنسبة لمنطقة صغيرة المساحة نسبيًا.

بينما تراوحت المعدلات نتيجة المحاكاة في مُدَّة الشتاء في العينات المعتمدة في الدراسة بين (-0,75) في العينة (9) و(-1,33) في العينة (6)، أي بفارق (0,58) لنتيجة المحاكاة.

3- وجود تباين كبير بين معدلات نتيجة المحاكاة من موسم لآخر في منطقة الدراسة، فعلى سبيل المثال بلغت نتيجة المحاكاة في مُدَّة الصيف (0,52) في العينة (6) ، بينما في مُدَّة الشتاء بلغت نتيجة المحاكاة في نفس العينة (-1,33)، ويعود سبب ذلك إلى أن اتجاه المبنى نحو الشمال، وهذا بدوره يستلم أقل كمية من الأشعة الشمسية في كلا المُدَّتَيْن في منطقة الدراسة.

4- وجود تباين قليل في المعدلات نتيجة المحاكاة من موسم لآخر في منطقة الدراسة، حيث نجد في العينة (9) ، بلغت نتيجة المحاكاة في مُدَّة الصيف (0,94) ، بينما في مُدَّة الشتاء (-0,75). ان هذا التباين القليل في نتيجة المحاكاة في هذه العينة يعود إلى كبر مساحة النوافذ ودورها يستلم كمية كبيرة من الأشعة الشمسية الواصلة إلى داخل المبنى ويؤدي ذلك إلى ارتفاع في درجات الحرارة داخل المبنى في كلا المُدَّتَيْن، هذا من جهة واتجاه المبنى نحو الجنوب يستلم جزءاً كبيراً من الاشعاع الشمسي طوال اليوم من جهة أخرى.

5- بشكل عام لا تتحقق الراحة الحرارية داخل المبنى في العينات المعتمدة للدراسة في أقليم مناخ السهوب في كلا مُدَّتَي (الصيف والشتاء)، حيث سجل في مُدَّة الصيف (دافئ) وفي مُدَّة الشتاء (باردا قليلاً).

الجدول (12)

نتيجة لمحاكاة مؤشر (PMV) لداخل المبنى

العينة	مُدَّة الصيف	مُدَّة الشتاء	المؤشر	نتيجة (PMV)	المؤشر	نتيجة (PMV)
1	0.61	دافئ	بارد قليلاً	1.30-	0.61	بارد قليلاً
2	0.63	دافئ	بارد قليلاً	1.15-	0.63	بارد قليلاً
3	0.75	دافئ	بارد قليلاً	1.14-	0.75	بارد قليلاً
4	0.69	دافئ	بارد قليلاً	1.22-	0.69	بارد قليلاً
5	0.58	دافئ	بارد قليلاً	1.18-	0.58	بارد قليلاً
6	0.52	دافئ	بارد قليلاً	1.33-	0.52	بارد قليلاً
7	0.67	دافئ	بارد قليلاً	1.16-	0.67	بارد قليلاً
8	0.65	دافئ	بارد قليلاً	1.32-	0.65	بارد قليلاً
9	0.94	دافئ	بارد قليلاً	0.75-	0.94	بارد قليلاً
10	0.67	دافئ	بارد قليلاً	1.11-	0.67	بارد قليلاً

المصدر: نتيجة محاكاة برنامج (Rhino/Grasshopper)

أعلى من العينات الأخرى (-0,74) مما يدل على احتفاظها بالحرارة أكثر في هذا الفصل. وأظهرت النتائج أن المبنى يستفيد من اتجاهه الجنوبي الشرقي، حيث يعزز هذا الاتجاه الراحة الحرارية داخل المبنى على مدار العام. ويمكن تفسير ذلك بحقيقة أن هذا التوجه يسمح بالاستغلال الأمثل لأشعة الشمس خلال فصل الصيف مع تقليل فقدان الحرارة خلال فصل الشتاء. ولذلك فمن الواضح أن الاختيار الجيد فيما يتعلق باتجاه المبنى يؤدي دوراً حاسماً في تحقيق الراحة الحرارية على مدار العام.

3- وبناء على نتائج الجدول يتبين أن العينة (1) هي المباني الأكثر سعة موازنة بالمباني الأخرى (2,41) في فصل الصيف. أما في فصل الشتاء فإن نتيجة المحاكاة لها هي (-0,84) أي أنها أكثر برودة موازنة بالمباني الأخرى. ويرجع ذلك إلى توجه المبنى نحو الشرق، حيث يستقبل كمية كبيرة من ضوء الشمس خلال فصل الصيف بينما ينخفض اكتساب الحرارة خلال فصل الشتاء.

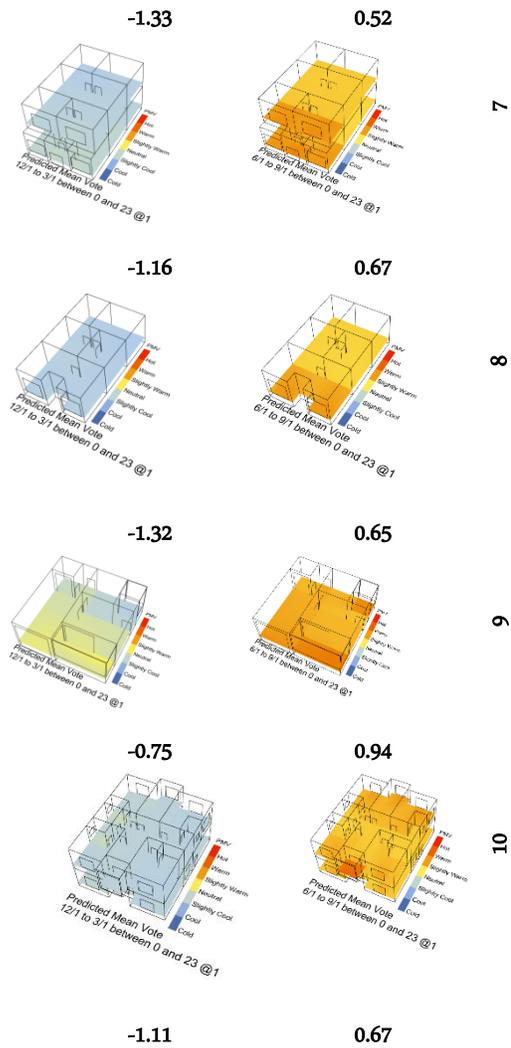
4- لم تتحقق الراحة الحرارية خارج المبنى في العينات مدينة أربيل في مُدتي الصيف والشتاء. حيث في مُدّة الصيف (الإجهاد الحراري القوي) وفي مُدّة الشتاء (الإجهاد البارد الخفيف)

جدول (13)

نتيجة لمحاكاة مؤشر (UTCI) لخارج المبنى

العينة	مُدّة الصيف (UTCI) المؤشر	مُدّة الشتاء (UTCI) المؤشر
1	2.41	الإجهاد الحراري القوي -0.84
2	2.21	الإجهاد الحراري القوي -0.77
3	2.32	الإجهاد الحراري القوي -0.81
4	2.35	الإجهاد الحراري القوي -0.83
5	2.38	الإجهاد الحراري القوي -0.84
6	2.27	الإجهاد الحراري القوي -0.79
7	2.26	الإجهاد الحراري القوي -0.78
8	2.38	الإجهاد الحراري القوي -0.82
9	2.42	الإجهاد الحراري القوي -0.83
10	2.14	الإجهاد الحراري القوي -0.74

المصدر: نتيجة محاكاة برنامج (Grasshopper)



المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على برامج ((Rhino/Grasshopper))

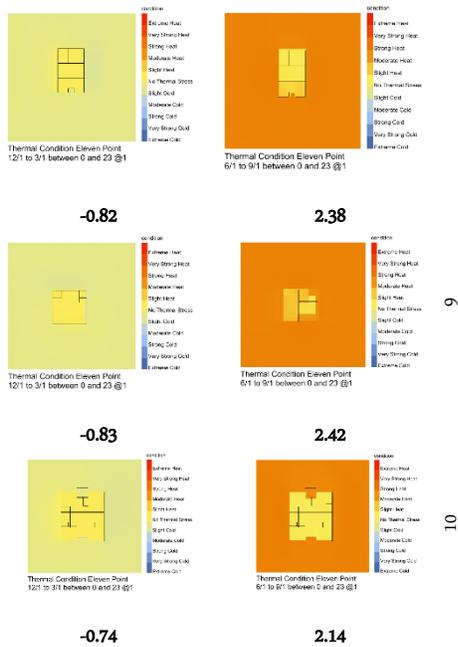
3-2 تقييم الراحة الحرارية خارج المباني:

تعد الراحة الحرارية داخل المباني أحد أهم العوامل المؤثرة على صحة الإنسان وراحته وإنتاجيته. ولذلك، فإن تحسين الراحة الحرارية داخل المباني هو أحد الأهداف الرئيسية لتصميم المباني وتشغيلها. تتأثر الراحة الحرارية داخل المباني بشكل كبير بالظروف المناخية الخارجية. وتشمل هذه الظروف: درجة حرارة الهواء، الرطوبة، سرعة الرياح، يُستخدم مؤشر (UTCI) لقياس الراحة الحرارية في البيئات الخارجية. ويأخذ هذا المؤشر في الاعتبار جميع العوامل المذكورة. سوف نقوم بمحاكاة (10) مباني المعتمدة في الدراسة في مدينة أربيل والتي تمثل إقليم مناخ السهوب (Bsh).

تشير المعطيات الواردة في الجدول (13) الخاصة بنتيجة المحاكاة مؤشر (UTCI) لخارج المبنى وعلى النحو الآتي:

1- نتيجة المحاكاة خارج المباني في مُدّة الصيف في العينات ما بين (2,14) في العينة (10) و (2,42) في العينة (1)، أما مُدّة الشتاء نتيجة المحاكاة ما بين (-0,74) في العينة (10) و (-0,84) في العينة (1 و5).

2- تشير النتائج إلى أن العينة (10) أظهرت نتائج متباينة في كل من الصيف والشتاء. وفي الصيف كانت درجة حرارتها أقل من العينات الأخرى (2,14)، مما يشير إلى أن هذه العينة تحتفظ بدرجة حرارة أقل في هذا الموسم. وفي الشتاء كانت درجة حرارتها



المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على برامج ((Rhino/Grasshopper))

الاستنتاجات :

وصلت البحث الى الاستنتاجات الآتية:

- 1- يبلغ درجات الحرارة في الرصد الشتوية خارج الأبنية مدينة (أربيل 15,1م)، بينما بلغ معدل درجات حرارتها في الرصد الشتوية داخل الأبنية (13,1م).
- 2- الرصد الصيفية خارج الأبنية بلغ (36,8م). أما في الرصد الصيفية داخل المباني فيبلغ درجة حرارتها (31,7م). وهذا تدعم الفرضية أن درجات الحرارة داخل وخارج المباني متقاربة نتيجة عدم الاهتمام بعوامل المناخ بالمدينة في تصميم المباني.
- 3- يوجد التباين المكاني في درجات الحرارة بين العينات المعتمدة في الدراسة، في كلا الفصلين، كما يلي:
 - بلغ معدل درجة الحرارة خارج المباني في الشتاء (18.9م) في العينة (9)، في حين انخفض إلى (12.9م) في العينة (1). وفي الرصد الصيفي هناك تباين مكاني خارج المباني، حيث بلغ معدل درجة الحرارة (39.6م) في العينة (4)، بينما انخفض إلى (43.8م) في العينة (2).
 - وبالمثل، هناك تباين مكاني في معدل درجات الحرارة داخل المباني. وفي الرصد الشتوي سجلت أدنى درجة حرارة (11.6م) في العينة (3)، في حين سجلت أعلى معدل درجة حرارة (15.5م) في العينة (9). وفي الرصد الصيفي، سجلت أدنى معدل درجة حرارة في العينة (1) (30م)، بينما سُجِّل أعلى معدل لدرجة الحرارة في العينة الرابعة (33م).
- 4- بلغت أعلى رطوبة نسبية خلال الرصد الشتوي خارج المباني (57,8%) عند النقطة (3)، وتنخفض إلى (43%) عند النقطة (1). وفي الرصد الصيفي بلغت أعلى رطوبة نسبية (45,7%) عند النقطة (10)، وتنخفض إلى (33,7%) عند النقطة (9).
- 5- تختلف معدلات الرطوبة النسبية داخل المباني خلال مُدَّة الرصد الشتوي بين العينات المختارة. سجلت النقطة (2) أعلى معدل رطوبة نسبية (42%)، فيما ينخفض هذا المعدل عند النقطة (7) ليصل إلى (29,9%). وفي مُدَّة الرصد الصيفي سجل أدنى

شكل (12)

نتيجة لمحاكاة مؤشر (UTCI) لخارج المباني



- Podstaw Budownictwa iInzynierii Materiałowej, Politechnika Gdańska, 2016.
- Boutellis, Toufik and Bouchair, Ammar, 2022 Predictive Capacity Analysis for Outdoor Thermal Comfort Assessments, A Case Study of Fijel City, Algeria, Journal of Advanced Research in Fluid Mechanics and Thermal Sciences98, Issue 1(2022) p18-41
- Langner, Marcel & Scherber, Katharina & Endlicher, Wilfried R. 2014, Indoor heat stress: An assessment of human bioclimate using the UTCI in different buildings in Berlin, DIE ERDE 144 (3-4): 260-273.
- Lin, Tzu-Ping & Matzarakis, Andreas, 2008, Tourism climate and thermal comfort in Sun Moon Lake, Taiwan, Int J Biometeorol (2008) 52:281–290.
- Mohammad. J. M, 2023, Sustainable Urbanism Approach for Achieving Outdoor Thermal Comfort in Sulaimani City Residential Neighborhoods, A Master Thesis Submitted to the Council of Technical College of Engineering, Sulaimani Polytechnic University.
- Parsons, Kin, 2002, Human Thermal Environment, 3rd edition, pressed by Taylor & Francis Group
- Thompson, D. Russell and Allen Perry, 1997, Applied climatology
- Zhang, Y. Liu, C, 2021, Digital Simulation for Buildings' Outdoor Thermal Comfort in Urban Neighborhoods, Buildings 2021, 11,541. <https://doi.org/10.3390/buildings11110541>

معدل رطوبة نسبية (20,6%) عند النقطة (9)، في حين يرتفع المعدل إلى (25,9%) عند النقطة (10).

6- ويُعزى التباين المكاني بين العينات المختارة إلى الاختلافات في الارتفاع عن سطح البحر والتوجه الجغرافي، فضلاً عن مواد البناء المستخدمة وعدم مراعاة العوامل المناخية في أثناء تصميم وتنفيذ المباني.

7- يبلغ المعدل السنوي لسرعة الرياح (0,9م/ثا). تمتاز المدينة بانخفاض معدلات سرعة الرياح، بسبب أبنية المدينة العالية تعمل كحواجز للرياح، وتزيد من المقاومة الاحتكاكية، وعدم انتظام السطح بنايات يؤدي إلى هبوب غير منتظم للرياح فوق المدينة.

8- استناداً إلى نتيجة مؤشر (PMV) و (UTCI) لا تتحقق الراحة الحرارية داخل وخارج المبني في العينات مدينة أربيل. حيث نتيجة مؤشر (PMV) في مُدّة الصيف (دافئ) وفي مُدّة الشتاء (بارد قليلاً). وكذلك نتيجة مؤشر (UTCI) في مُدّة الصيف (الإجهاد الحراري القوي) وفي مُدّة الشتاء (الإجهاد بارد خفيف).

6- وتم التأكد من الفرضية الثانية، وهي أن المباني في المدينة لا تحقق الراحة الحرارية دون استخدام أجهزة تكييف الهواء.

المقترحات:

1- يجب مراعاة اتجاه المبني في أثناء التصميم، وإذا كان ذلك غير ممكن، يمكن تنسيق توظيف النوافذ بطريقة تتناسب مع الاتجاه الأمثل.

2- استخدام التصميم لبارامتر يُعد خياراً ممتازاً؛ حيث يمكنه تحسين التظليل، وفي الوقت نفسه يُضيف جالية إلى المبني.

3- يُنصح بزراعة الأشجار حول المباني، خاصة في الاتجاهين الشرقية والغربية، وفي مناطق البحر المتوسط يكون من المفضل اختيار أشجار نفضية للاستفادة من أشعة الشمس في فصل الشتاء.

4- استخدام المواد العازلة في بناء المباني يُوصى به، حيث تسهم في توفير الطاقة المستخدمة في التدفئة والتبريد.

5- استخدام الألوان الفاتحة لطلاء أسطح وجدران المباني يعد توصية مهمة، خاصة في مناطق السهوب، نظراً لقدرتها العالية على انعكاس الأشعة الشمسية.

المصادر

- أبورحيل، عبدالحسن مدفون، 2020، المناخ والعمارة في العراق، الطبعة الأولى
- الرماحي، طالب حسين زايد، 2010، دراسة تحليلية علاقة المناخ بتخطيط وتصميم المناطق والوحدات السكنية في مدينة النجف، رسالة ماجستير غير منشورة قدمت لجامعة الكوفة.
- العابدي، حسين علي عبدالحسين، 2018، التقييم المناخي لتصميم الأبنية في مدينة الديوانية، اطروحة دكتوراه غير منشورة قدمت لجامعة قادسية.
- شريف، آزاد جلال، 1998، مناخ منطقة أربيل، رسالة دكتوراه غير منشورة قدمت لجامعة صلاح الدين.
- وزارة البلدية والسياحة إقليم كردستان العراق

ANSI/ASHRAE Standard 55-2017, Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy, 2020 ASHRAE.

Arendt, Krzysztof, 2016 , Indoor Thermal Comfort Modeling and Simulation Using Computational Fluid Dynamics, PHD these Katedra