

Spatial variation in Thermal Comfort Assessment of Building in Erbil -and Soran cities Using (PMV-UTCI) Indexes – A comparative study

Bahar Hassan Saeed ¹, Ashty Salam sedeek²

¹Sulaimaniyah Education Directorate, ²University of Koya

DOI: <https://doi.org/10.31918/twejer.2574.06>

Published: 15/1/2025

Abstract

Thermal comfort is defined as the state at which comfort is achieved, occurring when the body temperature is maintained around 37°C (96.8°F) without experiencing any sweating or severe muscular shivering. In general, factors influencing thermal comfort include temperature, humidity, and air movement in the studied locations. These findings can be utilized in environmental design to enhance the thermal comfort of local populations, thereby promoting sustainability and well-being in the region. In addition, the quality of metabolic activity resulting from human actions and the clothing worn by individuals provides the six fundamental factors (sometimes referred to as the six primary parameters) that define human thermal environments. To analyze thermal comfort in the cities of Erbil and Soran, field observations were conducted to measure certain climatic elements. Thermal comfort was simulated using the PMV and UTCI indices with the digital simulation program Grasshopper 3D. Based on the available field data and simulation results using the PMV and UTCI indices, it is evident that thermal comfort varies depending on the season and location. In Erbil, the PMV index indicates warm temperatures in summer and slightly cool temperatures in winter. On the other hand, the UTCI index suggests severe thermal stress in summer and mild cold stress in winter. In Soran, the PMV results show slightly warm temperatures in summer and cool temperatures in winter. According to the UTCI index, there is mild thermal stress in summer and moderate cold stress in winter.

Keyword: thermal comfort, PMV index, UTCI index.

التباين المكاني لتقييم الراحة الحرارية للمباني في مدينتي أربيل و سوران

باستخدام مؤشري (PMV , UTCI) – دراسة مقارنة –

د.نأشتي سلام صديق – أستاذ

بهار حسن سعيد –مدرس مساعد–

مساعد

جامعة كوية

مديرية التربية السليمانية

الملخص:

تعرف الراحة الحرارية بأنها الحالة التي تحصل عندها الراحة، وهذه تحصل عند الإبقاء على درجة حرارة الجسم بحدود (37°م) (96.8°ف)، دون حصول أي تعرق أو ارتجاف عضلي مضطرب. بوجه عام، يظهر أن العوامل المؤثرة في الراحة الحرارية تشمل درجة الحرارة، الرطوبة، حركة الهواء، في المواقع المدروسة. يمكن توظيف هذه النتائج في تصميم البيئة وتحسين الراحة الحرارية للسكان المحليين، مما يعزز الاستدامة والرفاهية في المنطقة، إلى جانب جودة التمثيل الغذائي الناتجة عن النشاط البشري والملابس التي يرتديها الشخص، فإنها توفر العوامل الأساسية الستة (التي تسمى أحياناً بالمعلمات الأساسية الستة) التي تحدد البيئات الحرارية البشرية. لتحليل الراحة الحرارية في مدينتي أربيل وسوران تم الرصد الميداني لقياس بعض عناصر المناخ، ومحاكاة الراحة الحرارية باستخدام المؤشر (PMV , UTCI) ببرنامج المحاكاة الرقمية (Grasshopper 3D). باستخدام البيانات الميدانية المتاحة ونتائج المحاكاة باستخدام مؤشري (PMV , UTCI) في مدينتي أربيل وسوران، يظهر أن الراحة الحرارية تختلف بناءً على الموسم والمكان. في مدينة أربيل، يشير مؤشر PMV إلى درجة حرارة دافئة في فصل الصيف، بينما تكون باردا قليلاً في فصل الشتاء. من ناحية أخرى، يشير مؤشر UTCI إلى وجود الإجهاد الحراري المعتدل في الصيف والإجهاد البارد المعتدل في الشتاء. في مدينة سوران، تظهر نتائج PMV درجة حرارة دافئة قليلاً في الصيف وباردا قليلاً في الشتاء. وفقاً لمؤشر UTCI، يشير إلى وجود الإجهاد الحراري المعتدل في الصيف والإجهاد البارد المعتدل في الشتاء.

الكلمات الافتتاحية: الراحة الحرارية، مؤشر (PMV)، مؤشر (UTCI)

المقدمة:

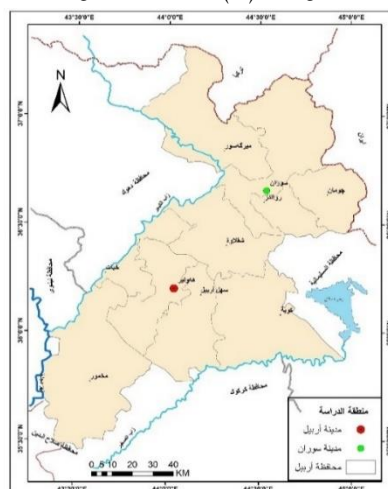
تطور الفهم المتقدم للتأثيرات المناخية في التصميم المعماري والعمران، وأصبحت التقنيات والأساليب المتقدمة في علم المناخ تُعد أدوات ضرورية. يعمل الجغرافيون والمناخيون على توظيف هذه الأدوات، مثل استخدام برامج محاكاة المناخ، لفهم تأثيرات متغيرات المناخ وتكاملها في تصميم المباني بطريقة فعّالة. تعد دراسة تأثير العوامل المناخية في راحة الإنسان موضوعًا حيويًا يجسد تطلعات المجتمعات نحو تحسين جودة الحياة والاستدامة. لعب تقييم الراحة الحرارية دورًا فعالًا في تعزيز البيئات الخارجية للمباني والحياة العامة، خاصة في الأحياء الحضرية المكتظة. أثبتت المحاكاة الرقمية كفاءتها في صناعة الهندسة المعمارية والمدنية، تقدم هذه الورقة البحثية استخدام تقنية المحاكاة الرقمية لدعم تحليل الراحة الحرارية، ولذلك يبحث في إمكانية تحسين نهج تقييم الراحة الحرارية الداخلية والخارجية للمباني باستخدام تقنيات المحاكاة الرقمية.

تتجلى أهمية هذه الورقة البحثية، استجابة لتصميم المبنى وعناصره للظروف المناخية اليومية والفصلية، وتحليل كيفية تكامل المعالجات للأحمال الحرارية. على نحو إجمالي، يشكل هذا النهج الشامل جزءًا حيويًا من جهود تحسين الكفاءة البيئية للمباني، ويسهم في تحقيق التوازن بين الاستدامة والراحة لمستخدمي المساكن والمباني العامة، تتجلى مشكلة الدراسة في مدى تأثير العناصر المناخية في الراحة الحرارية في البيئات الحضرية المختلفة داخل المباني وخارجها السكنية تفترض الدراسة بأن العوامل المناخية قد لا تلقى الاهتمام الكافي في عمليات تصميم المباني، ولذلك قد لا تحقق المباني في المنطقة المدروسة الراحة الحرارية الملائمة للسكان، وهناك اهتمام غير كافٍ بتكامل التصميم مع عوامل المناخ لتحقيق بيئة داخلية مريحة. ويهدف البحث إلى تحديد مستوى الراحة الحرارية المختلفة، وحساب إجهاد الراحة الحرارية الداخلية والخارجية للمباني بمقياس لمؤشرين (PMV , UTCI). اتبعت الدراسة منهجًا شاملاً مستنداً إلى عدة مناهج ومجموعة من الأساليب البحثية. أولاً: تم استخدام المنهج الإقليمي ثانياً: اعتمدت الدراسة المنهج التحليل الوصفي الإحصائي لتقييم المناخ داخل الأبنية وخارجها. ثالثاً: واستخدم منهج التحليل المقارن للمشكلة في مراحل تحليل وموازنة النتائج على مستوى الأقاليم المناخية المتنوعة. رابعاً: اعتمدت على منهج دراسة الحالة في ضوء اختيار (٢٠) عينة تمثل مناخين مختلفين (السهوب والبحر المتوسط) لتحليل مدى انسجام التصميم وكتلة المبنى مع المناخ المحلي. من حيث الأساليب المستخدمة، فقد استخدم الأساليب الكمية، فقد تمثل في استخدام الاستدلال الكمي حيث تم تحليل البيانات المناخية باستخدام برنامج (Excel) ولرسم الأشكال البيانية، واستخدام برامج مثل (ARC GIS) لتحويل البيانات إلى خرائط. وتم استخدام برامج مثل (Grasshopper) لمحاكاة الراحة الحرارية داخل المباني وخارجها، مما يعزز دقة واستنتاجات الدراسة على نحو شامل ومتكامل. يشمل هيكلية البحث أربعة محاور مع الاستنتاجات وعلى النحو التالي:

- ١: التعريف بمنطقة الدراسة وموضوع الدراسة (الراحة الحرارية)
- ٢: الخصائص المناخية لمدينتي أربيل وسوران.
- ٣: تقييم الراحة الحرارية للمباني في مدينة أربيل باستخدام مؤشر (PMV , UTCI)
- ٤: تقييم الراحة الحرارية للمباني في مدينة سوران باستخدام مؤشر (PMV , UTCI)
- ١: التعريف بمنطقة الدراسة وموضوع الدراسة (الراحة الحرارية):
- ١-١: التعريف بمنطقة الدراسة:

تقع مدينة أربيل على خط الطول ($44^{\circ}10'00''E$) وعلى دائرة العرض ($36^{\circ}15'00''N$)، تحتل الجزء الشمالي من سهل أربيل وحسب تصنيف كوبن ضمن إقليم مناخ (السهب Bsh). كما وتقع مدينة سوران على خط الطول ($44^{\circ}30'00''E$)، ودائرة العرض ($36^{\circ}30'00''N$)، تحتل الجزء (الشمال والشمال الشرقي) من إدارة سوران المستقلة وحسب تصنيف كوبن ضمن إقليم مناخ (البحر المتوسط Csa). تتسم كلتا المدينتين بأحيائها المكتظة بالمباني، وتختلف ارتفاعات مبانيهما السكنية من طابق واحد الى أربعة طوابق، وبمساحات مختلفة.

خارطة (١) منطقة الدراسة



المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على وزارة التخطيط / هيئه إحصاء إقليم كردستان العراق ٢٠١٩

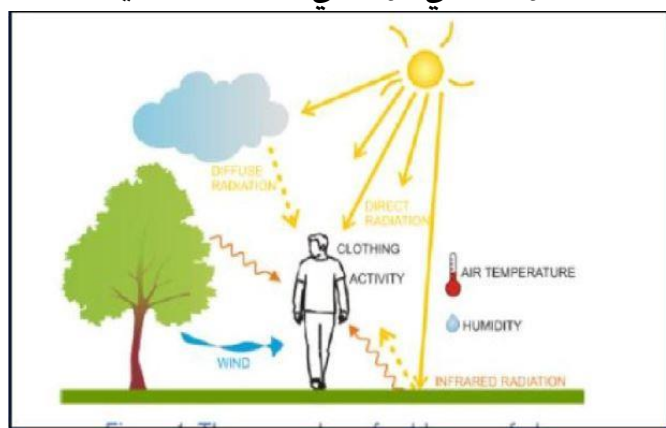
٢-١: مفهوم الراحة الحرارية: تعرف مؤسسة (B.R.S) (Budling Research Station) بأنها الحالة التي تحصل عندها الراحة، وهذه تحصل عند الإبقاء على درجة حرارة الجسم بحدود ($37^{\circ}C$)، دون حصول أي تعرق أو ارتجاف عضلي مضطرب (العابدي، ٢٠١٨، ص ٣٠١). وتعرف منظمة (ASHRAE) بأن الراحة هي الحالة أو الظرف الذي يعبر عنه العقل بالرضا عن البيئة الحرارية المحيطة به (جاسم وعبدالحسين، ٢٠١٨، ص ٢٠٦). كما 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 واكتساب 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 تؤثر في 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 المسمات الأساسية الستة) التي تحدد البيئات الحرارية البشرية (Parson, 2002, p2). يتم تحقيق الراحة الحرارية في الخارج بطريقتين، وهما (النموذج الثابت والنموذج التكيفي)، يتأثر النموذج الثابت بالمناخ المحلي الحضري، هو نتاج شكل كتل المبنى والمناظر الطبيعية المحيطة وتفاعله مع المناخ الحضري أو المسمات المناخية، أما النموذج التكيفي فيعتمد على النظرية القائلة بأن جسم الإنسان يتكيف مع المناخ الخارجي والداخلي (Mohammad, 2023, p29). شكل (١) توضح ذلك.

شكل (١)

العوامل التي تؤثر في الراحة الحرارية



المصدر: (Mohammed, 2023, p32)

و يمكن توضيح الحالة من الاتزان الحراري في ضوء المعادلة التالية (أبو رحيل، ٢٠٢٠، ص٤٦).

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

حيث إن 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.

$E = \text{الحرارة المفقودة بالتبخر.}$

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 ارتفاع أو انخفاض الحراري.

٣-١: النمذجة لتحليل الراحة الحرارية داخل المباني وخارجها:

١- Universal Thermal Climate Index (UTCI) : هو إحدى المؤشرات الراحة الحرارية، الذي تم تطويره مؤخراً لقياس الظروف الحرارية في هواء 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 في تحمل الإنسان للظروف الحرارية. (Langner et al, 2014. P262). يُتم حسابه بهذه المعادلة التالية:

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

حيث: (Ta) هو معدل درجة الحرارة (مئوية)، (Tmrt) متوسط الإشعاعية للحرارة (كلفن)، (Va) متوسط سرعة الرياح (م/ثا)، (RH) الرطوبة النسبية (%).

٢- Predicted Mean Vote (PMV): في عام ١٩٧٠، 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 55 (Arendt, 2016, p10).

جدول (١)

مؤشر (UTCI, PMV)

المؤشر (PMV)	range	المؤشر (UTCI)
شديد البرودة	-3	الإجهاد شديد البرودة
بارد	-2.5	الإجهاد البارد القوي
بارد نبياذ	-1.5	الإجهاد البارد المعتدل
بارد قليلاً	-0.5	الإجهاد البارد خفيف
الراحة الحرارية	0	ليس هناك إجهاد حراري
دافئ قليلاً	0.5	الإجهاد الحراري خفيف

الإجهاد الحراري معتدل	1.5	دافئ
الإجهاد الحراري قوي	2.5	حار
الإجهاد الحراري الشديد	3	شديد الحرارة

المصدر: Boutellis et al, 2022, p27

١-٤: برنامج (Rhino/Grasshopper): برنامج تصميمية وتحليلية مرغوباً أكثر في مجال الهندسة المعمارية، حيث يتميز بتحليل البيئي العالية الدقة، وهي إحدى أكثر المنصات استخداماً التي يستخدمها المصممون اليوم. وثمة عدد من المكونات الإضافية البيئية التي تم تطويرها في (Rhino/Grasshopper) من هذه المكونات (Ladybug) حيث تقدم كثير من المزايا للتصميم البيئي، وتستورد ملفات الطقس القياسية للطاقة (EPW) في Grasshopper ويوفر تصميمات بشكل (2D , 3D) ، ثم إنَّه يبسط عملية التحليل، ويسرع العمليات الحسابية. يحتوي إجراء المحاكاة الرقمية على جانبين: معلومات الإدخال ونماذج الإخراج مع قياسات كمية للراحة الحرارية الخارجية. وشملت معلومات الإدخال الموقع، واتجاه المبنى ودرجة حرارة الهواء، والرطوبة النسبية، والإشعاع الشمسي، ومتوسط درجة حرارة الإشعاع المعدلة بالطاقة الشمسية. ونوعية المواد الإنشاء للمبنى، مع إدخال فترات الموسم. تم تضمين هذه المتغيرات في البرنامج النصي القيد لـ Grasshopper 3D.

٢: الخصائص المناخية لمدينتي أربيل و سوران:

من أجل توضيح التباين المكاني لتقييم الراحة الحرارية للمباني في مدينتي أربيل وسوران، أجريت عمليات رصد وقياسات ميدانية لمتغيرات مناخية داخل المباني وخارجها في كلتا المدينتين. تم اختيار أربيل كنموذج تمثيلي لمناخ (BSsh) (الخريطة ٢)، في حين تم اختيار سوران كنموذج تمثيلي لمناخ (Csa) (الخريطة ٣)، بناءً على تصنيف مناخ (كوبن) لعشرة أماكن مختلفة لكلتا المدينتين، تم قياس عناصر المناخ خارج المباني بما في ذلك (معدل درجة الحرارة، درجة حرارة 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. وبدأت الرصد الشتوية في شهر (كانون الثاني ٤-٢٠٢٣/١/١٠) في الساعة (السادسة) صباحاً ورصد منتصف النهار في الساعة (واحدة) الظهر، ورصد الأخرى صيفية في شهر (تموز ٤-٢٠٢٣/٧/١٠) في الوقت نفسه تضمنت رصد الصباحية في الساعة (السادسة) صباحاً ورصد منتصف النهار في الساعة (واحدة) الظهر. تم توزيع الرصد بشكل متوازن على مدار اليوم

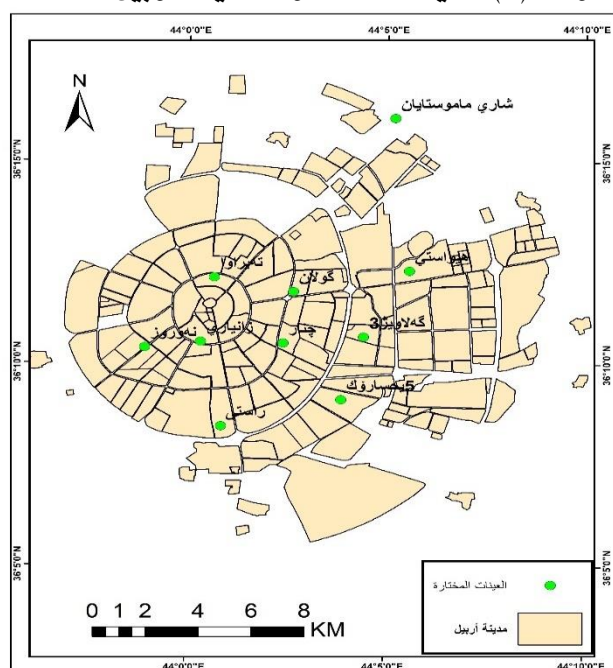
في الفصلين الصيفي والشتوي لضمان التقاط التغيرات اليومية. وتم اختيار العينات والمباني وفقًا للاتجاهات الجغرافية وتصميم المباني المتنوعة، لتعكس تنوع الظروف المحيطة. جدولان (٢ و ٣) وخريطتان (٢ و ٣) يسمحان برؤية مفصلة حول العينات المحددة، مما يعزز الفهم للفروق المناخية بين البيئة الداخلية والبيئة الخارجية للمباني. في ضوء مراجعة النتائج والبيانات المقدمة، يتمكن من فهم الارتباط بين خصائص المناخ وتأثيرها على الراحة داخل المباني في كل من أربيل وسوران.

جدول (٢) العينات المختارة لمدينة أربيل

النقط	موقع النقط في مدينة أربيل	الارتفاع	الاحداثيات	إتجاه المبنى
1	تةيراوا	427	44° 00'41.43"E 36°12'05.52"N	الشرق
2	راستی	412	44° 00'51.89"E 36°08'27.02"N	الغرب
3	گةلاویژ ٣	430	44° 03'38.84"E 36°9'10.01"N	الغرب
4	هساروک	467	44° 04'05.68"E 36°10'30.63"N	الشرق
5	گولان	439	44° 02'40.02"E 36°11'46.77"N	الجنوب
6	زانباري	405	44° 00'10.20"E 36°10'43.31"N	الشمال
7	نةوروز	392	43° 58'55.30"E 36°10'23.18"N	الشرق
8	چنار	429	44° 02'25.14"E 36°10'30.60"N	الغرب
9	شاری ماموستایان	522	44° 05'12.13"E 36°16'04.93"N	الجنوب
10	هیواستی	512	44° 05'35.24"E 36°12'18.12"N	الجنوب الشرقي

المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على الدراسة الميدانية

خارطة (٢) العينات المختارة لمدينة أربيل



المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على الجدول (٣)

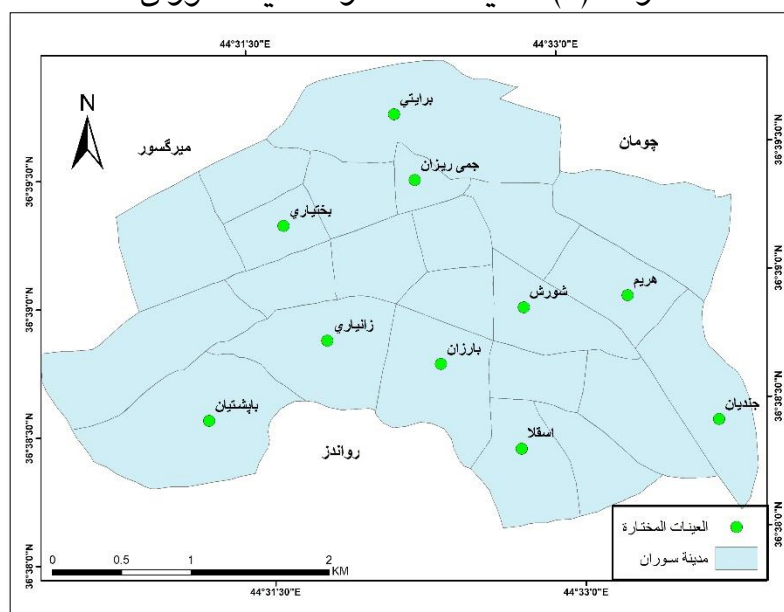
الجدول (٣) العينات المختارة لمدينة سوران

النقط	موقع النقط في المدينة سوران	الارتفاع	الاحداثيات	إتجاه المبنى
1	شورش	700	44° 32°51.25'E 36°38'49.07"N	الجنوب
2	ههريم	715	44° 32°59.85'E 36°38'57.51"N	الشرق
3	چةمی رزان	٧٠٥	44° 32°20.27'E 36°39'24.47"N	الغرب
4	زانیاری	697	44° 31°39.76'E 36°38'43.92"N	الشمال الغرب
5	براریه تی	٧٠٣	44° 32°23.21'E 36°39'21.25"N	الجنوب

الشرق+الغرب	44° 32'31.88"E	36°38'26.80"N	729	بارزان	6
الشمال	44° 32'42.38"E	36°38'31.15"N	692	اسقلا	7
الجنوب	44° 31'57.52"E	36°39'20.04"N	655	بختياري	8
الشرق+الجنوب	44° 32'17.59"E	36°38'28.04"N	781	بাপشتيان	9
الجنوب	44° 33'43.35"E	36°38'26.44"N	٦٦٨	جنديان	10

المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على الدراسة الميدانية

خارطة (٣) العينات المختارة لمدينة سوران



المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على جدول (٤)

- ٢-١: الخصائص المناخية خارج المباني: في هذا المحور من الدراسة نحاول التعرف إلى الخصائص المناخية خارج المباني في المدينتين، وعلى النحو الآتي:
- ٢-١-١: المعدلات السنوية لدرجات الحرارة: فيما يخص الرصدات الميدانية لمعدل درجات الحرارة وخصائصها في المدينتين، هناك تباين مكاني لمعدلات السنوية لدرجات الحرارة في

منطقة الدراسة، تشير الإحصاءات الواردة في جدول (٤) الخاص بمعدلات السنوية لدرجات الحرارة لرصده الميدانية خارج الأبنية على النحو الآتي:

١- يبلغ المعدل السنوي لدرجات الحرارة في رصده الميداني لمدينة (أربيل ٢٦م°)، في حين بلغ المعدل السنوي لدرجات الحرارة في الرصد الميداني لمدينة (سوران ٢٢م°). وبهذا فإن المعدل السنوي لرصد الميداني لدرجات الحرارة في مدينة أربيل يزيد عن المعدل السنوي لدرجات الحرارة في مدينة سوران بمقدار (٤م°).

٢- يبلغ المعدل السنوي لدرجات الحرارة لرصده الشتوية لمدينة (أربيل ١٥,١م°)، في حين بلغ المعدل السنوي لدرجات الحرارة لرصده الشتوية لمدينة (سوران ١١,٤م°). وهذا يعني أن المعدلات السنوية لدرجات الحرارة لرصده الشتوية لمدينة أربيل يزيد مما هي في مدينة سوران بمقدار (٣,٧م°). أما في رصد الصيف فتبلغ درجة الحرارة خارج الأبنية في مدينة أربيل (٣٦,٨م°) وفي مدينة (سوران ٣٢,٦م°)، أي هناك التباين المكاني لمعدلات لدرجات الحرارة الفصلية في رصده الصيفية بين المدينتين، وبلغت (٤,٢م°).

٣- لا يقتصر التباين المكاني لدرجات الحرارة على المعدلات السنوية والفصلية، وإنما يكون التباين المكاني في مدينتي أكثر وضوحاً عندما نأخذ بنظر الاعتبار في المعدلات الأماكن المختارة لرصده الميداني، حيث تشير إلى:

* تسجل الرصد الميداني لمدينة (سوران) أدنى المعدلات لدرجات الحرارة ولجميع الأشهر والأماكن في السنة مقارنة برصده الميدانية لمدينة (أربيل).

* أقصى معدل لدرجات الحرارة الرصد الميداني سجلت عند نقطة (٤) وبلغت (٣٩,٦م°) في مدينة (أربيل)، في حين أقصى معدل درجات الحرارة الرصد الميدانية سجلت عند نقطة (٣) في مدينة (سوران) وبلغت (٣٤,٨م°)، وهذا يعني بلغ الفرق بين المدينتين (٤,٨م°).

* أدنى معدل درجات الحرارة مدينة أربيل سجلت في نقطة (٣) إذ بلغ (١١,٥م°)، في حين سجلت عند نقطة (٩) في مدينة (سوران ٨,٧م°)، والفرق بين المدينتين (٢,٨م°).

* إن مقدار التباين المكاني للرصد الميداني لدرجات الحرارة السنوية والشهرية في مدينتين اعتماداً على الإحصاءات الخاصة برصدات المناخية الميدانية المعتمدة في الدراسة تبين في مستوى ارتفاعها عن مستوى سطح البحر، أي عامل الارتفاع في مستوى سطح البحر. يزيد ارتفاع مدينة (سوران) في مركز مدينة (أربيل) ب (٢٥٩) متر، الذي لعب دوراً حاسماً في خفض المعدلات الحرارية، وكذلك كثافة الأبنية والشوارع المغطاة بالأسفلت، إضافةً إلى ذلك مدينة (سوران) تمتاز بكثرة الفضاءات المفتوحة وقلة حركة المرور عليها وقربها من المساحات الخضراء وزيادة سرعة الرياح التي تعمل على خفض درجة الحرارة. كما أن مدينة (أربيل) بنظام تسخين معقد، بسبب اختلاف اشكال واتجاه المباني، حيث إن الإشعاع الساقط على جدران المباني ينعكس جزء منها إلى الأسفل، ومع الإشعاع الساقط على الأرض يتضاعف الإشعاع الواصل إلى المدينة، وتتضاعف كمية الطاقة المكتسبة (شريف، ١٩٩٨، ص ١٢٣)

٢-١-٢: معدل درجة حرارة العظمى: إن المعطيات الخاصة بدرجات الحرارة العظمى لرصده الميدانية خارج الأبنية في المدينتين والواردة في الجدول (٥) تشير إلى:

١- يبلغ المعدل السنوي لدرجات الحرارة العظمى في رصده الميداني لمدينة (أربيل ٢٩,٣ م°)، في حين بلغ المعدل السنوي لدرجات الحرارة العظمى في الرصد الميداني لمدينة (سوران ٢٤,٩ م°). وبهذا فإن المعدل السنوي لرصد الميداني لدرجات الحرارة في مدينة أربيل يزيد عن المعدل السنوي لدرجات الحرارة في مدينة سوران بمقدار (٤,٤ م°).

٢- يبلغ معدل درجات الحرارة العظمى في الرصد الشتوية لمدينة (أربيل ١٧,٢ م°)، في حين بلغ معدل درجات الحرارة العظمى في الرصد الشتوية لمدينة (سوران ١٣,٢ م°). وهذا يعني أن درجات الحرارة في الرصد الشتوية لمدينة أربيل يزيد مما هي في مدينة سوران بمقدار (٤,٢ م°). وترتفع درجات الحرارة العظمى في الرصد الصيفي في كلتا المدينتين، حيث بلغ معدل درجات الحرارة العظمى في الرصد الصيفي في مدينة (أربيل ٤١,٤ م°)، بينما ترتفع هذه الدرجة في مدينة (سوران) حتى بلغ (٣٦,٦ م°)، والفرق بين إقليمين بمقدار (٤,٨ م°).

٣- لا يقتصر التباين المكاني لدرجات الحرارة العظمى على المعدلات السنوية والفصلية، وإنما يكون التباين المكاني في مدينتي أكثر وضوحاً عندما نأخذ بنظر الاعتبار في المعدلات الأماكن المختارة لرصده الميداني، حيث تشير إلى:

* تسجل الرصدة الميداني لمدينة (سوران) أدنى المعدلات لدرجات الحرارة العظمى ولجميع الأشهر والأماكن في السنة مقارنة برصده الميدانية لمدينة (أربيل).

* أقصى معدل درجات الحرارة العظمى الرصدة الميدانية سجلت عند نقطة (٤) وبلغت (٤٤,٦ م°) في مدينة (أربيل)، في حين أقصى معدل لدرجات الحرارة الرصدة الميدانية سجلت عند نقطة (٣) في مدينة (سوران) وبلغت (٣٩ م°)، وهذا يعني بلغ الفرق بين المدينتين (٥,٦ م°).
* في مدينة (أربيل) سجل أدنى درجة حرارة العظمى في نقطة (٣) وتبلغ (١٣ م°). بينما نقطة (٩) سجل أدنى درجة حرارة العظمى في مدينة (سوران ١٠,٨ م°)، والفرق بين المدينتين بمقدار (٢,٢ م°).

٢-١-٣: معدل درجة حرارة الصغرى: تشير الإحصاءات الواردة في جدول (٦) الخاص

بمعدلات السنوية لدرجات الحرارة الصغرى لرصده الميدانية خارج الأبنية على النحو الآتي:

١- يبلغ المعدل السنوي لدرجات الحرارة الصغرى في رصده الميداني لمدينة (أربيل ٢٢,٦ م°)، في حين بلغ المعدل السنوي لدرجات الحرارة الصغرى في الرصد الميداني لمدينة (سوران ١٩,١ م°). وبهذا فإن المعدل السنوي لرصد الميداني لدرجات الحرارة الصغرى في مدينة أربيل يزيد عن المعدل السنوي لدرجات الحرارة الصغرى في مدينة سوران بمقدار (٣,٥ م°).

٢- يبلغ معدل درجات الحرارة الصغرى في الرصد الشتوية لمدينة (أربيل ١٢,٩ م°)، في حين بلغ معدل درجات الحرارة الصغرى في الرصد الشتوية لمدينة (سوران ٩,٥ م°). مدينة أربيل يزيد في معدل درجات الحرارة الصغرى في الرصد الشتوية مما هي في مدينة سوران

بمقدار (٣,٢م°). أما في الرصدة الصيفية فتبلغ درجة حرارة لرصده الصيفية خارج الأبنية في مدينة أربيل بلغ (٣٢,٣م°) وفي مدينة (سوران ٢٨,٦م°)، أي هناك التباين المكاني لمعدلات لدرجات الحرارة الفصلية في الرصدة الصيفية بين المدينتين بمقدار (٣,٧م°).

٣- هناك التباين المكاني في المدينتين عندما نأخذ بنظر الاعتبار في المعدلات الأماكن المختارة لرصده الميداني، حيث تشير إلى:

* مدينة (سوران) تسجل أدنى المعدلات لدرجات الحرارة الصغرى السنوية والفصلية والشهرية في الرصدة الميدانية مقارنة برصده الميدانية لمدينة (أربيل).
* أعلى معدل درجات الحرارة الصغرى لرصده الميدانية سجلت عند نقطة (٤) وبلغت (٣٤,٦م°) في مدينة (أربيل)، في حين أعلى معدل لدرجات الحرارة الصغرى لرصده الميدانية سجلت عند نقطة (٣) في مدينة (سوران) وبلغت (٣٠,٦م°)، والفرق بين المدينتين (٤م°).
* مدينة (أربيل) سجل أدنى درجة حرارة الصغرى في نقطة (٣) وتبلغ (١٠م°)، بينما نقطة (٩) سجل أدنى درجة حرارة الصغرى في مدينة (سوران ٦,٥م°)، والفرق بين المدينتين بمقدار (٣,٥م°).

جدول (٤)

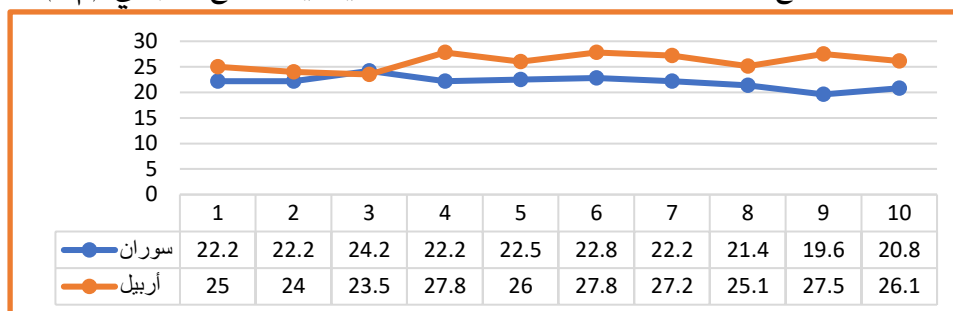
نتائج معدل درجات الحرارة للرصد الميدانية خارج المباني (م°)

مدينة (سوران)			مدينة (أربيل)			النقطة
المعدل السنوي	الرصدة الصيفية 4- 10/7/2023	الرصدة الشتوية 4- 10/1/2023	المعدل السنوي	الرصدة الصيفية 4- 10/7/2023	الرصدة الشتوية 4- 10/1/2023	
22.2	32.3	12.1	25	37.1	12.9	1
22.2	31.2	13.2	24	34.8	13.1	2
24.2	34.8	13.5	23.5	35.4	11.5	3
22.2	33.4	11	27.8	39.6	16	4
22.5	32.6	12.3	26	38.7	13.2	5
22.8	33.7	11.9	27.8	37.2	18.3	6
22.2	33	11.3	27.2	37.3	17.1	7
21.4	32.8	9.9	25.1	36	14.2	8
19.6	30.5	8.7	27.5	36.1	18.9	9
20.8	31.9	9.7	26.1	36.2	15.9	10
22	32.6	11.4	26	36.8	15.1	المعدل

المصدر: عمل الباحثة في الاعتماد على الرصدة الميدانية.

شكل (٢)

نتائج معدل درجات الحرارة للرصد الميدانية خارج المباني (م°)



المصدر: عمل الباحثة في بالاعتماد على جدول (٤)

جدول (٥)

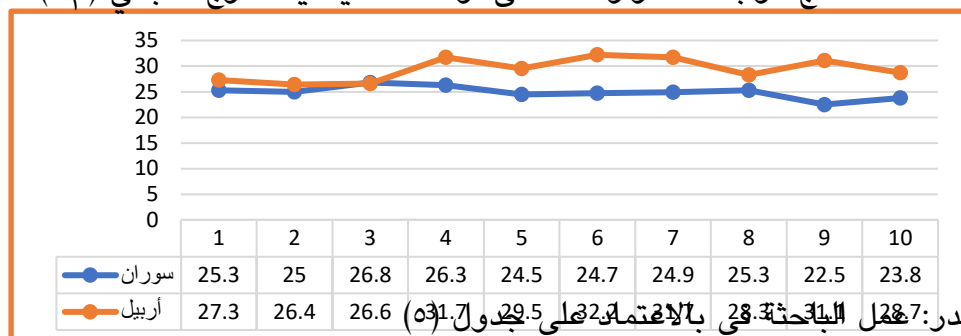
نتائج درجات الحرارة العظمى لرصده الميدانية خارج المباني (م°)

مدينة (سوران)			مدينة (أربيل)			النقطة
المعدل السنوي	الرصد الصيفي 4- 10/7/2023	الرصد الشتوي 4- 10/1/2023	المعدل السنوي	الرصد الصيفي 4- 10/7/2023	الرصد الشتوي 4- 10/1/2023	
25.3	36.9	13.6	27.3	39.9	14.7	1
25.0	35.9	14.1	26.4	38.9	13.8	2
26.8	39	14.6	26.6	40.1	13	3
26.3	38.5	14	31.7	44.6	18.7	4
24.5	35.4	13.6	29.5	43.5	15.4	5
24.7	35.4	13.9	32.2	43.7	20.7	6
24.9	37.1	12.6	31.7	43	20.3	7
25.3	38.5	12	28.3	40.1	16.4	8
22.5	34.1	10.8	31.1	40	22.1	9
23.8	35.2	12.4	28.7	39.9	17.4	10
24.9	36.6	13.2	29.3	41.4	17.2	المعدل

المصدر: عمل الباحثة في بالاعتماد على الرصد الميدانية.

شكل (٣)

نتائج درجات الحرارة العظمى لرصدة الميدانية خارج المباني (م°)



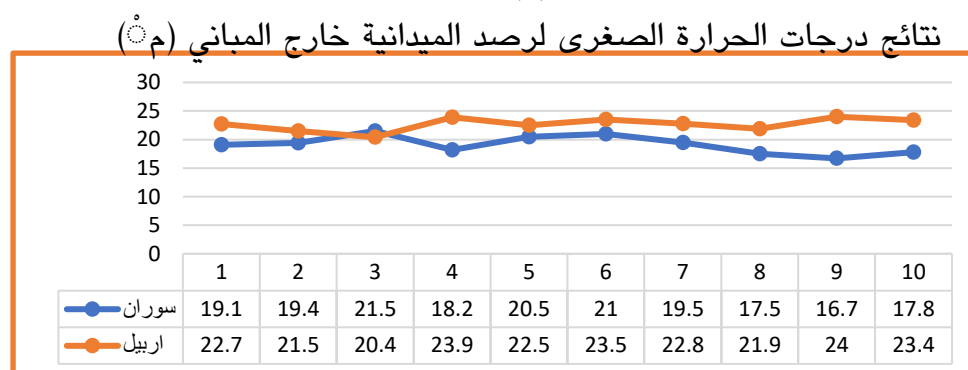
جدول (٦)

نتائج درجات الحرارة الصغرى لرصد الميدانية خارج المباني (م°)

مدينة (سوران)			مدينة (أربيل)			النقطة
المعدل السنوي	الرصدة الصيفية 4-10/7/2023	الرصدة الشتوية 4-10/1/2023	المعدل السنوي	الرصدة الصيفية 4-10/7/2023	الرصدة الشتوية 4-10/1/2023	
19.1	27.7	10.5	22.7	34.3	11.2	1
19.4	26.5	12.3	21.5	30.7	12.4	2
21.5	30.6	12.4	20.4	30.8	10	3
18.2	28.4	8	23.9	34.6	13.3	4
20.5	29.9	11	22.5	33.9	11.1	5
21	32	9.9	23.25	30.7	15.8	6
19.5	28.9	10.1	22.8	31.7	13.9	7
17.5	27.2	7.7	21.9	31.9	12	8
16.7	26.9	6.5	24	32.3	15.7	9
17.8	28.7	6.9	23.4	32.5	14.4	10
19.1	28.6	9.5	22.6	32.3	12.9	المعدل

المصدر: عمل الباحثة في الاعتماد على الرصدة الميدانية.

شكل (٤)



المصدر: عمل الباحثة في بالاعتماد على جدول (٦)

٢-١-٤: سرعة الرياح: تحليل سرعة الرياح في ضوء البيانات المقدمة في جدول (٧) حول سرعة الرياح خارج المباني في الرصدات الشتوية والصيفية يكشف عن النقاط التالية:

١- تتراوح متوسط سرعة الرياح السنوية في مدينة أربيل نحو (٠.٩ م/ثا)، في حين تبلغ سرعة الرياح في مدينة سوران إلى (١.٦ م/ثا).

٢- في فصل الشتاء، تسجل مدينة أربيل متوسط سرعة رياح يبلغ (٠.٨ م/ثا)، بينما تصل سرعة الرياح في سوران إلى (١.٤ م/ثا). أعلى سرعة رياح تم تسجيلها في أربيل عند النقطة (٨) (١.٣ م/ثا)، بينما تم تحقيق أعلى سرعة رياح في سوران عند النقطة (١٠) (٢.٢ م/ثا). أما أدنى سرعة رياح في أربيل فكانت في النقطة (١٠) (٠.٤ م/ثا)، وفي سوران كانت في النقطة (٧) (٠.٨ م/ثا).

٣- في فصل الصيف، يزداد معدل سرعة الرياح في كلتا المدينتين. في أربيل، تصل سرعة الرياح خلال الرصدات الصيفية إلى نحو (١ م/ثا)، مع أعلى سرعة مسجلة تصل إلى (١.٦ م/ثا)، بينما تتجاوز سرعة الرياح في سوران (١.٨ م/ثا)، وأعلى سرعة مسجلة في النقطة (٩) (٢.٩ م/ثا). أدنى سرعة رياح في أربيل كانت في النقطة (١٠) (٠.٤ م/ثا)، وفي سوران في النقطة (٥) (٠.٩ م/ثا).

٤- تشهد المدينتان انخفاضاً في سرعة الرياح، نتيجة وقوعهما في المنطقة شبه المدارية، مما يؤدي إلى تأثير الضغط العالي وتقليل قوة الرياح الخارجة منه.

٥- يسهم تصميم المباني العالية في أربيل في تقليل سرعة الرياح، حيث تعمل كحواجز تقاوم الرياح وتزيد من التحاكم الاحتكاكي. كما أن عدم انتظام السطح البنائي يؤدي إلى هبوب غير منتظم للرياح فوق المدينة.

٦- يلاحظ انخفاض معدلات سرعة الرياح في فصل الشتاء مقارنة بالصيف، وذلك بسبب تأثير المنخفضات الجوية التي تمر بالمنطقة في هذا الفصل. علاوة على ذلك، يتميز فصل الصيف

بارتفاع سرعة الرياح، بسبب اختلاف درجات الحرارة، مما يتسبب في تباين في سرعة الرياح (شريف، ١٩٩٨، ص ١٧١).

جدول (٧)

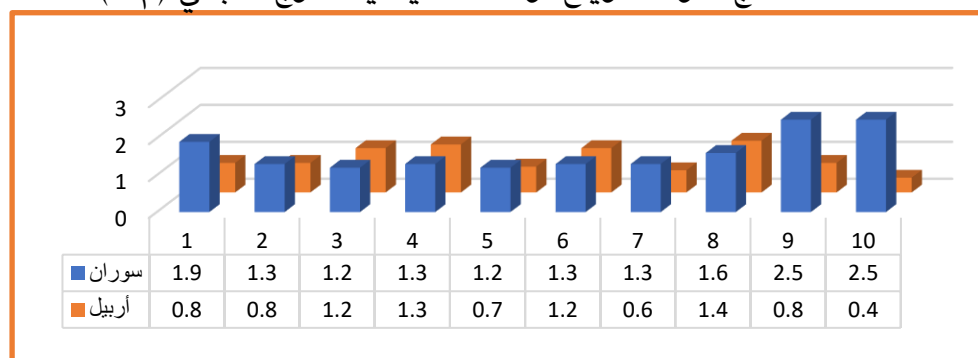
نتائج سرعة الرياح لرصده الميدانية خارج المباني (م/ثا)

مدينة (سوران)			مدينة (أربيل)			النقطة
المعدل السنوي	الرصد الصيفي 4- 10/7/2023	الرصد الشتوي 4- 10/1/2023	المعدل السنوي	الرصد الصيفي 4- 10/7/2023	الرصد الشتوي 4- 10/1/2023	
1.9	2	1.7	0.8	1	0.5	1
1.3	1.7	0.9	0.8	0.6	0.9	2
1.2	1.4	1	1.2	1.5	0.9	3
1.3	1.5	1.1	1.3	1.6	1	4
1.2	0.9	1.4	0.7	0.8	0.5	5
1.3	1.4	1.1	1.2	1.3	1.1	6
1.3	1.7	0.8	0.6	0.5	0.6	7
1.6	1.9	1.3	1.4	1.5	1.3	8
2.5	2.9	2	0.8	1.2	0.4	9
2.5	2.8	2.2	0.4	0.4	0.4	10
1.6	1.8	1.4	0.9	1	0.8	

المصدر: عمل الباحثة في الاعتماد على الرصد الميدانية.

شكل (٥)

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



المصدر: عمل الباحثة في الاعتماد على جدول (٧).

٢-١-٥: الرطوبة النسبية: تشير الإحصاءات الواردة في جدول (٨) الخاص بالمعدلات السنوية والفصلية لرطوبة النسبية لرصده الميدانية خارج الأبنية في مدينتي (أربيل وسوران)، وعلى النحو التالي:

١ - يبلغ المعدل السنوي للرطوبة النسبية في الرصدة الميدانية لمدينة (أربيل ٤٤,٢٪)، في حين بلغ المعدل السنوي للرطوبة النسبية في الرصدة الميدانية لمدينة (سوران ٥٦,٩٪)، وبهذا فإن المعدل السنوي للرطوبة النسبية لرصده الميداني في مدينة (أربيل) يقل عن المعدل السنوي للرطوبة النسبية لرصده الميداني في مدينة (سوران) بمقدار (12,7%).

٢ - يبلغ المعدل العام للرطوبة النسبية في الرصدة الشتوية لمدينة (أربيل ٥٠,٤٪)، في حين بلغ المعدل العام للرطوبة النسبية في الرصدة الشتوية لمدينة (سوران ٧١,٤٪)، وهذا يعني أن المعدلات العامة للرطوبة النسبية في الرصدة الشتوية لمدينة (سوران) يزيد عما هو في مدينة (أربيل) بمقدار (٢١٪)، وبينما يقل التباين المكاني لمعدلات العامة للرطوبة النسبية في الرصدة الصيفية بين مدينتين، وبلغ (٤,٥٪) إذ بلغت الرطوبة النسبية في مدينة (أربيل ٣٨٪)، وبلغ الرطوبة النسبية لمدينة (سوران ٤٢,٥٪). ويرجع إلى جفاف المدينتين في فصل الصيف وعدم مرور الكتل الهوائية الرطبة والمنخفضات الجبهوية التي تؤثر في ارتفاع معدل الرطوبة النسبية.

٣ - لا يقتصر التباين المكاني للمعدلات الرطوبة النسبية السنوية والفصلية، وإنما هناك التباين المكاني في المدينتين أكثر وضوحاً في معدلات الأماكن المختارة لرصدات الميدانية، حيث تشير إلى:

* تسجل الرصدة الميداني لمدينة (سوران) أعلى معدلات للرطوبة النسبية السنوية وجميع الأشهر الأماكن في السنة مقارنةً برصده الميدانية لمدينة (أربيل).

* أعلى معدل للرطوبة النسبية لرصده الميدانية سجلت عند نقطة (٢)، وبلغت (٦٢٪) في مدينة أربيل، في حين أعلى معدلات للرطوبة النسبية لرصده الميدانية سجلت عند نقطة (٤) في مدينة سوران، وبلغت (٧٨,٣٪)، وهذا يعني الفرق بين مدينتين (١٦,٣٪).

* أدنى معدل للرطوبة النسبية لرصده الميدانية، سجلت في نقطة (٦) في مدينة أربيل، وبلغت (٣٣,٤٪)، بينما أدنى معدل للرطوبة النسبية لرصده الميدانية سجلت في نقطة (٧) في مدينة (سوران)، وبلغت (٣٧,٧٪)، والفارق بين المدينتين (٤,٣٪).

* أن مقدار التباين المكاني للرصد الميداني لمعدلات الرطوبة النسبية السنوية والشهرية في مدينة (أربيل) اعتماداً على الإحصاءات الخاصة للرصد الميدانية المعتمدة في الدراسة، الذي يشير إلى انخفاض 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 المياه الأمطار فيها، وانخفاض معدلات سرعة الرياح أي أن إمداد الرطوبة للمدينة يكون خفيفاً.

جدول (٨)

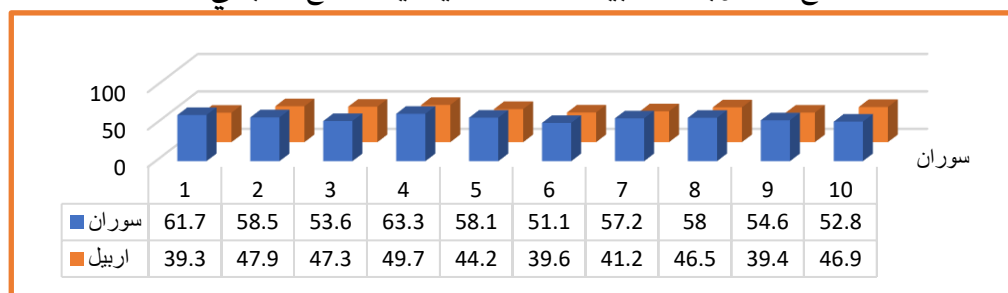
نتائج الرطوبة النسبية لرصده الميدانية خارج المباني %

مدينة (أسوران)			مدينة (أربيل)			النقطة
المعدل السنوي	الرصد الصيفي 4- 10/7/202 3	الرصد الشتوي 4- 10/1/202 3	المعدل السنوي	الرصد الصيفي 4- 10/7/202 3	الرصد الشتوي 4- 10/1/202 3	
61.7	45.4	78	39.3	35.5	43	1
58.5	45.7	71.4	47.9	33.8	62	2
53.6	43	64.2	47.3	35.9	58.7	3
63.3	48.4	78.3	49.7	41	58.3	4
58.1	48	68.2	44.2	42	46.3	5
51.1	41.6	60.7	39.6	33.4	45.7	6
57.2	37.7	76.8	41.2	37.4	45	7
58	38.3	77.7	46.5	40.3	52.7	8
54.6	37.9	71.3	39.4	34.7	44	9
52.8	38.7	67	46.9	45.7	48	10
56.9	42.5	71.4	44.2	38.0	50.4	المعدل

المصدر: عمل الباحثة في بالاعتماد على الرصد الميدانية.

شكل (٦)

نتائج الرطوبة النسبية لرصده الميدانية خارج المباني %



المصدر: عمل الباحثة في بالاعتماد على الجدول (٨)

٢-٢: الخصائص المناخية داخل المباني:

٢-٢-١: معدلات السنوية لدرجات الحرارة: فيما يخص الرصدات الميدانية لمعدل درجات الحرارة وخصائصها في إقليمي المناخ، هناك تباين مكاني لمعدلات السنوية والفصلية لدرجات

الحرارة في منطقة الدراسة، تشير الإحصاءات الواردة في جدول (٩) الخاص بمعدلات السنوية لدرجات الحرارة لرصده الميدانية داخل المباني على النحو الآتي:

١ - يبلغ المعدل السنوي لدرجات الحرارة في رصده الميداني لمدينة (أربيل ٢٢,٤ م°)، في حين بلغ المعدل السنوي لدرجات الحرارة في الرصد الميداني لمدينة (سوران ١٩,٦ م°). وبهذا فإن المعدل السنوي لرصد الميداني لدرجات الحرارة في مدينة أربيل يزيد عن المعدل السنوي لدرجات الحرارة في مدينة سوران بمقدار (٢,٨ م°).

٢ - يبلغ معدل درجات الحرارة في الرصدة الشتوية لمدينة (أربيل ١٣,١ م°)، في حين بلغ معدل لدرجات الحرارة في الرصدة الشتوية لمدينة (سوران ١٠,٩ م°). وهذا يعني أن المعدلات السنوية لدرجات الحرارة في الرصدة الشتوية لمدينة أربيل يزيد مما هي في مدينة سوران بمقدار (٢,٢ م°). أما في الرصدة الصيفية فتبلغ درجة حرارة لرصده الصيفية داخل المباني في مدينة أربيل (٣١,٧ م°)، وفي مدينة سوران بلغت (٢٨,٣ م°)، أي هناك التباين المكاني لمعدلات لدرجات الحرارة الفصلية في الرصدة الصيفية بين المدينتين، وبلغت (٣,٤ م°).

٣ - تبرز الاختلافات المكانية في درجات الحرارة ليس فقط على المعدلات السنوية والفصلية، بل يظهر تبايناً أوضح في مدى التغيرات عند الأماكن المختارة لرصده الميداني، إذ تشير إلى: *تسجيل الرصدة الميداني لمدينة (سوران) أدنى المعدلات لدرجات الحرارة ولجميع الأشهر والأماكن في السنة مقارنة برصده الميدانية لمدينة (أربيل).

*أقصى معدل درجات الحرارة الرصدة الميدانية سجلت عند نقطة (٤) وبلغت (٣٣,٦ م°) في مدينة (أربيل)، في حين أقصى معدل لدرجات الحرارة الرصدة الميداني سجلت عند نقطة (٦) في مدينة (سوران) وبلغت (٣٠,١ م°)، وهذا يعني الفرق بين المدينتين (٣,٥ م°).

*أدنى معدل درجات الحرارة في مدينة أربيل سجلت في نقطة (٣) إذ بلغت (١١,٦ م°)، في حين مدينة (سوران) سجلت أدنى معدل درجات الحرارة عند نقطة (٩) (٧,٥ م°)، والفرق بين المدينتين (٤,١ م°).

* في ضوء الإحصاءات الواردة نلاحظ أن الفرق في معدل درجات الحرارة ما بين مدينة أربيل وسوران، نحو (٢,٨ م°).

٢-٢-٢: معدلات درجة حرارة العظمى: تظهر البيانات المتعلقة بدرجات الحرارة العظمى المسجلة في الرصدة الميدانية داخل المباني، كما هو موضح في الجدول (١٠)، إلى ما يلي:

١ - يبلغ المعدل السنوي لدرجات الحرارة العظمى في الرصد الميداني لمدينة (أربيل ٢٣,٩ م°)، في حين بلغ المعدل السنوي لدرجات الحرارة العظمى في الرصد الميداني لمدينة (سوران ٢١,١ م°). وبهذا فإن المعدل السنوي لرصد الميداني لدرجات الحرارة في مدينة أربيل يزيد عن المعدل السنوي لدرجات الحرارة في مدينة سوران بمقدار (٢,٨ م°).

٢ - في فصل الشتاء، يتراوح معدل درجات الحرارة العظمى في مدينة أربيل نحو (١٤,٤ م°)، بينما ينخفض هذا المعدل في مدينة سوران ليبلغ (١٢,٤ م°). هذا يعني أن هناك اختلافاً يبلغ

نحو (٢٠م) بين درجات الحرارة في الرصدة الشتوية للمدينتين. في فصل الصيف، يشهد كل إقليم مناخي ارتفاعاً في درجات الحرارة العظمى. في مدينة أربيل يصل معدل درجات الحرارة العظمى في الرصدة الصيفية إلى (٣٣.٤ م) بينما تنخفض المعدل في مدينة سوران ليصل إلى (٢٩.٨ م). يبلغ الفارق بين الإقليمين نحو (٣.٦ م).

٣- يمكن أن يكون التباين المكاني لدرجات الحرارة العظمى أكثر وضوحاً في مدينتين مختلفتين عندما نأخذ في الاعتبار الأماكن المحددة لرصد الميداني. في هذه الأماكن المحددة، تظهر فروقات واضحة في درجات الحرارة العظمى بين المواقع المختلفة، حيث تشير إلى:

*تظهر البيانات الميدانية لمدينة سوران أنها تسجل أدنى معدلات درجات الحرارة العظمى في جميع الأشهر والمواقع على مدار العام، مقارنةً بالبيانات الميدانية لمدينة أربيل. يشير هذا التحليل إلى أن سوران تتمتع بظروف حرارية أكثر اعتدالاً أو برودة مقارنة بأربيل في فترات مختلفة من السنة، وفي مختلف المناطق.

*أعلى درجة حرارة عظمى مسجلة في الرصد الميداني في مدينة أربيل عند النقطة (٩) بلغت (٣٤.٨ م). في حين سجلت أعلى درجة حرارة في الرصد الميداني في مدينة سوران عند النقطتين (٦و٤) بلغت (٣١.٥ م) لكل منهما، يشير هذا التسجيل إلى فارق حراري بين المدينتين يبلغ (٣.٣ م)، مما يظهر الاختلافات البيئية بينهما.

* تبرز الاختلافات المكانية في درجات الحرارة العظمى بين مدينتي أربيل وسوران، حيث تم رصد أدنى درجة حرارة في أربيل في نقطتي (٦و٣)، وبلغت (١٣ م)، بينما وقعت أدنى درجة حرارة في سوران في نقطة (٩)، وسجلت (٩ م)، والفارق بين المدينتين بمقدار (٤ م).

٢-٣: معدلات درجة حرارة الصغرى: تشير الإحصاءات الواردة في جدول (١١) الخاص بمعدلات السنوية والفصلية لدرجات الحرارة الصغرى لرصده الميدانية داخل المباني على النحو الآتي:

١- في رصد الميداني لدرجات الحرارة الصغرى، يسجل مدينة (أربيل) معدلاً سنوياً ليبلغ إلى (٢١ م)، بينما يصل معدل درجات الحرارة الصغرى السنوية في مدينة (سوران) (١٨.٢ م). وبناءً على ذلك، يتجاوز المعدل السنوي لرصد الميداني لدرجات الحرارة الصغرى في مدينة (أربيل) عن معدل مدينة (سوران) بفارق يبلغ (٢.٨ م).

٢- في فصل الشتاء، يسجل مدينة (أربيل) معدل درجات الحرارة الصغرى (١١.٩ م)، في حين يبلغ معدل درجات الحرارة الصغرى في مدينة (سوران) (٩.٥ م). يظهر هذا التحليل أن هناك فارقاً يبلغ (٢.٤ م) في معدل درجات الحرارة الصغرى بين المدينتين في فصل الشتاء. أما في فصل الصيف، فيبلغ معدل درجات حرارة الصغرى في مدينة (أربيل) (٣٠.١ م)، بينما يصل هذا المعدل في مدينة (سوران) داخل المباني إلى (٢٦.٩ م). يظهر وجود تباين مكاني في معدلات درجات الحرارة الفصلية في رصد الصيف بين المدينتين بفارق يبلغ (٣.٢ م).

٣- 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 في كل من أربيل وسوران، وتشير الإحصاءات الواردة في جدول (١١) إلى ما يأتي:

* عند مقارنة بيانات الرصد الميداني لدرجات الحرارة في مدينتي (أربيل وسوران)، نلاحظ أن مدينة (سوران) تسجل أدنى المعدلات لدرجات الحرارة الصغرى على مدار السنة، فضلاً عن المعدلات الفصلية والشهرية. بينما في مدينة (أربيل)، تسجل الدرجات الحرارة الصغرى معدلات أعلى. هذا يشير إلى تدني درجة حرارة سوران بوجه عام مقارنة بـ (أربيل).

* أعلى معدل درجات الحرارة الصغرى لرصده الميدانية سجلت عند نقطة (٤)، وبلغت (٣٣,٥°م) في مدينة (أربيل)، في حين أعلى معدل لدرجات الحرارة الصغرى لرصده الميدانية سجلت عند نقطة (٦) في مدينة (سوران)، وبلغت (٢٨,٧°م) والفرق بين المدينتين (٤,٨°م).

* مدينة أربيل سجل أدنى درجة حرارة الصغرى في نقطة (٣)، وتبلغ (١٠,٢°م)، بينما نقطة (٩) سجل أدنى درجة حرارة الصغرى في مدينة (سوران ٦°م). والفارق بين المدينتين بمقدار (٤,٢°م).

جدول (٩)

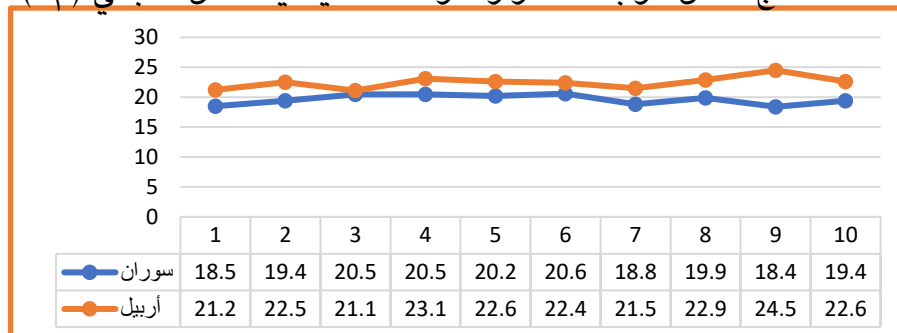
نتائج معدل درجات الحرارة لرصده الميدانية داخل المباني (م°)

مدينة (سوران)			مدينة (أربيل)			النقطة
المعدل السنوي	الرصد الصيفي 4- 10/7/2023	الرصد الشتوي 4- 10/1/2023	المعدل السنوي	الرصد الصيفي 4- 10/7/2023	الرصد الشتوي 4- 10/1/2023	
18.5	26.3	10.8	21.2	30	12.5	1
19.4	28.4	10.5	22.5	31.2	13.7	2
20.5	28.0	13.1	21.1	30.6	11.6	3
20.5	29.3	11.8	23.1	33.6	12.7	4
20.2	27.9	12.5	22.6	31.5	13.7	5
20.6	30.1	11.2	22.4	32.8	12	6
18.8	28.2	9.5	21.5	30.6	12.5	7
19.9	27.7	12.0	22.9	32.1	13.7	8
18.4	29.2	7.5	24.5	33.5	15.5	9
19.4	28.4	10.5	22.6	31.6	13.7	10
19.6	28.3	10.9	22.4	31.7	13.1	المعدل

المصدر: عمل الباحثة في بالاعتماد على الرصد الميدانية.

شكل (٧)

نتائج معدل درجات الحرارة لرصده الميدانية داخل المباني (م)



المصدر: عمل الباحثة في بالاعتماد على جدول (٩).

جدول (١٠)

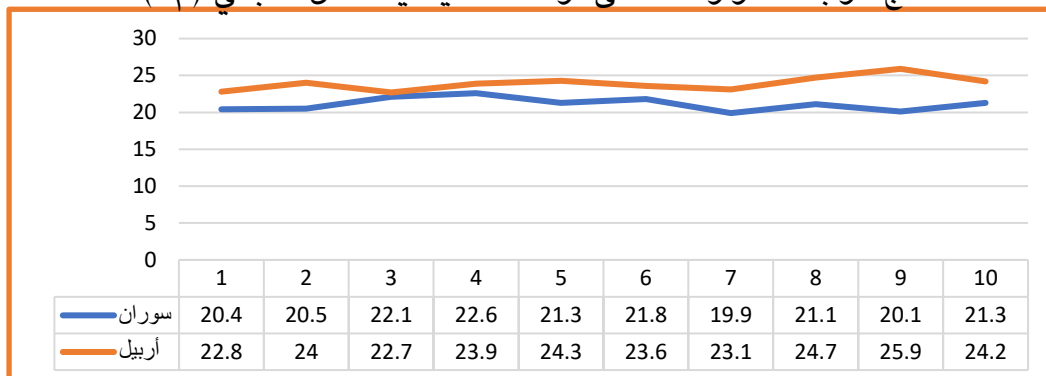
نتائج درجات حرارة العظمى لرصده الميدانية داخل المباني (م)

مدينة (سوران)			مدينة (أربيل)			النقطة
المعدل السنوي	الرصد الصيفي 4- 10/7/2023	الرصد الشتوي 4- 10/1/2023	المعدل السنوي	الرصد الصيفي 4- 10/7/2023	الرصد الشتوي 4- 10/1/2023	
20.4	27.5	13.2	22.8	31.6	14	1
20.5	29.0	12.0	24	33.4	14.6	2
22.1	29.2	15.0	22.7	32.3	13	3
22.6	31.5	13.6	23.9	33.7	14	4
21.3	28.6	14.0	24.3	33.7	14.8	5
21.8	31.5	12.0	23.6	34.1	13	6
19.9	29.7	10.0	23.1	32.3	13.9	7
21.1	29.0	13.1	24.7	34.4	15	8
20.1	31.1	9.0	25.9	34.8	17	9
21.3	30.7	11.8	24.2	33.7	14.7	10
21.1	29.8	12.4	23.9	33.4	14.4	المعدل

المصدر: عمل الباحثة في بالاعتماد على الرصد الميداني.

شكل (٨)

نتائج درجات حرارة العظمى لرصده الميدانية داخل المباني (م°)



المصدر: عمل الباحثة في الاعتماد على جدول (١٠).

جدول (١١)

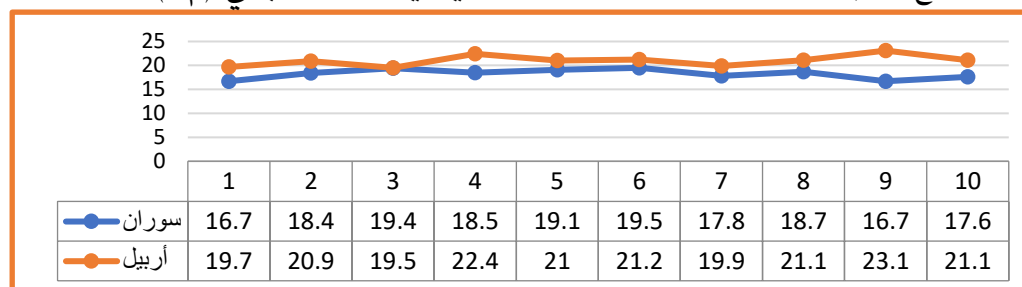
نتائج درجات حرارة الصغرى لرصده الميدانية داخل المباني (م°)

مدينة (سورلن)			مدينة (أربيل)			النقطة
المعدل السنوي	الرصد الصيفي 4-10/7/2023	الرصد الشتوي 4-10/1/2023	المعدل السنوي	الرصد الصيفي 4-10/7/2023	الرصد الشتوي 4-10/1/2023	
16.7	25.1	8.3	19.7	28.3	11	1
18.4	27.7	9	20.9	29	12.8	2
19.4	27.6	11.1	19.5	28.8	10.2	3
18.5	27	10	22.4	33.5	11.3	4
19.1	27.1	11	21	29.3	12.6	5
19.5	28.7	10.3	21.2	31.4	10.9	6
17.8	26.7	8.9	19.9	28.8	11	7
18.7	26.4	10.9	21.1	29.8	12.4	8
16.7	27.3	6	23.1	32.2	14	9
17.6	26	9.1	21.1	29.5	12.6	10
18.2	26.9	9.5	21	30.1	11.9	المعدل

المصدر: عمل الباحثة في الاعتماد على الرصد الميدانية.

شكل (٩)

نتائج درجات حرارة الصغرى لرصده الميدانية داخل المباني (م°)



المصدر: عمل الباحثة في بالاعتماد على جدول (١١).

٢-٤: الرطوبة النسبية: تشير الإحصاءات الواردة في جدول (١٢) الخاص بالمعدلات السنوية والفصلية لرطوبة النسبية لرصده الميدانية داخل المباني في مدينتي (أربيل وسوران)، وعلى النحو التالي:

١ - يبلغ المعدل السنوي للرطوبة النسبية في الرصدة الميدانية لمدينة (أربيل ٢٩,٢٪)، في حين بلغ المعدل السنوي للرطوبة النسبية في الرصدة الميدانية لمدينة (سوران ٣٥,١٪)، وبهذا فإن المعدل السنوي للرطوبة النسبية لرصده الميدانية في مدينة (سوران) يزيد عن المعدل السنوي للرطوبة النسبية لرصده الميداني في مدينة (أربيل) بمقدار (6,3%).

٢ - يبلغ المعدل السنوي للرطوبة النسبية في الرصدة الشتوية لمدينة (أربيل ٣٥,١٪)، في حين بلغ المعدل السنوي للرطوبة النسبية في الرصدة الشتوية لمدينة (سوران ٤٥,٥٪)، وهذا يعني أن المعدلات السنوية للرطوبة النسبية في الرصدة الشتوية لمدينة (سوران) يزيد عما هو في مدينة (أربيل) بمقدار (١٠٪)، وبينما يقل التباين المكاني لمعدلات السنوية للرطوبة النسبية في الرصدة الصيفية بين مدينتين، وبلغت (١,٣٪) إذ بلغت الرطوبة النسبية في مدينة (أربيل ٢٣,٤٪)، بينما بلغت الرطوبة النسبية في مدينة (سوران ٢٤,٧٪). ويرجع إلى جفاف المدينتين في فصل الصيف وعدم مرور الكتل الهوائية الرطبة والمنخفضات الجبهوية التي تؤثر في ارتفاع معدل الرطوبة النسبية.

٣ - تبرز الاختلافات المكانية في الرطوبة النسبية ليس فقط على أساس المعدلات السنوية والفصلية، بل يظهر تبايناً أوضح في مدى التغيرات عند الأماكن المختارة لرصد الميداني، حيث تشير إلى:

* تسجل الرصدة الميداني لمدينة سوران أعلى معدلات للرطوبة النسبية السنوية وجميع الأشهر الأماكن في السنة مقارنةً برصده الميدانية لمدينة أربيل.

*أعلى معدل للرطوبة النسبية لرصده الميدانية سجلت في نقطة (٢) في مدينة أربيل، وبلغت (٤١,٢٪)، بينما في مدينة سوران سجلت أقصى معدلات للرطوبة النسبية في نقطة (٤) حيث بلغت (٥١,٥٪)، وهذا يعني الفرق بين مدينتين (١٠,٣٪).

* أدنى معدل للرطوبة النسبية لرصده الميدانية الصيفية سجلت عند نقطة (٩)، وبلغت (٢٠,٦٪) في مدينة أربيل، بينما أدنى معدل للرطوبة النسبية لرصده الميدانية سجلت في نقطة (٩) في مدينة سوران، وبلغت (٢٠,٢٪)، والفارق بين المدينتين (٠,٤).

جدول (١٢)

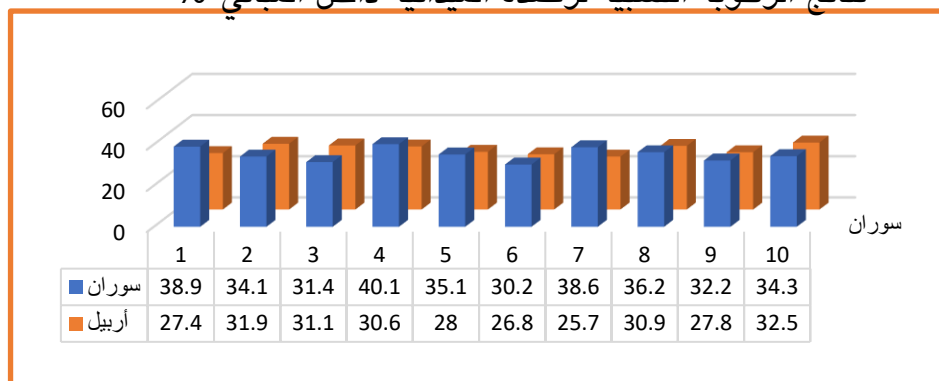
نتائج الرطوبة النسبية لرصده الميدانية داخل المباني %

مدينة (سوران)			مدينة (أربيل)			النقطة
المعدل السنوي	الرصد الصيفي 4- 10/7/2023	الرصد الشتوي 4- 10/1/2023	المعدل السنوي	الرصد الصيفي 4- 10/7/2023	الرصد الشتوي 4- 10/1/2023	
38.9	26.7	51.1	27.4	21.3	33.4	1
34.1	24.9	43.4	31.9	22.5	41.2	2
31.4	22.7	40.1	31.1	25.1	37	3
40.1	28.7	51.5	30.6	24.7	36.4	4
35.1	27.9	42.3	28.0	24.9	31	5
30.2	20.3	40.1	26.8	22.7	30.8	6
38.6	26	51.2	25.7	21.4	29.9	7
36.2	21.9	50.6	30.9	24.8	37	8
32.2	20.2	44.3	27.8	20.6	34.9	9
34.3	28	40.7	32.5	25.9	39.1	10
35.1	24.7	45.5	29.2	23.4	35.1	المعدل

المصدر: عمل الباحثة في الاعتماد على الرصد الميدانية.

شكل (١٠)

نتائج الرطوبة النسبية لرصده الميدانية داخل المباني %



المصدر: عمل الباحثة في بالاعتماد على جدول (١٢)

٣: : تقيم الراحة الحرارية للمباني في مدينة أربيل باستخدام مؤشري (PMV , UTCI) :

١-٣: تقيم الراحة الحرارية داخل المباني: يتم تقييم ومحاكاة الراحة الحرارية داخل المباني ل(١٠) مبنى

جدول (١٣)

نتيجة لمحاكاة مؤشر (PMV) لداخل المبنى

العينة	فترة الصيف		فترة الشتاء	
	نتيجة (PMV)	المؤشر	نتيجة (PMV)	المؤشر
١	٠.٦١	دافئ	١.٣٠-	بارد قليلاً
٢	٠.٦٣	دافئ	١.١٥-	بارد قليلاً
٣	٠.٧٥	دافئ	١.١٤-	بارد قليلاً
٤	٠.٦٩	دافئ	١.٢٢-	بارد قليلاً
٥	٠.٥٨	دافئ	١.١٨-	بارد قليلاً
٦	٠.٥٢	دافئ	١.٣٣-	بارد قليلاً
٧	٠.٦٧	دافئ	١.١٦-	بارد قليلاً
٨	٠.٦٥	دافئ	١.٣٢-	بارد قليلاً
٩	٠.٩٤	دافئ	٠.٧٥-	بارد قليلاً
١٠	٠.٦٧	دافئ	١.١١-	بارد قليلاً

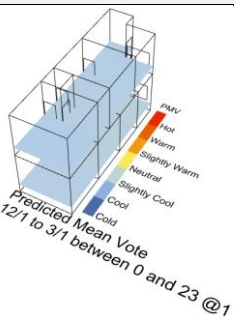
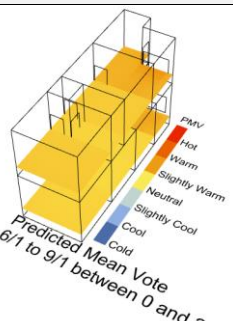
المصدر: نتيجة لمحاكاة برنامج (Grasshopper)

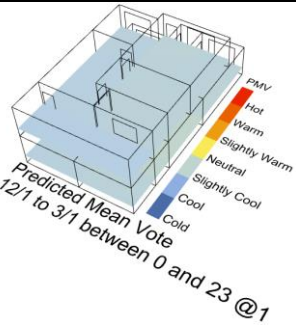
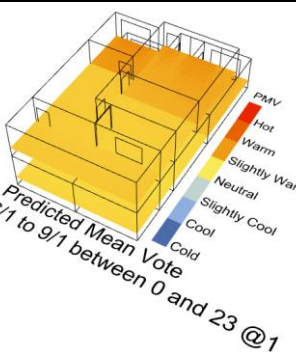
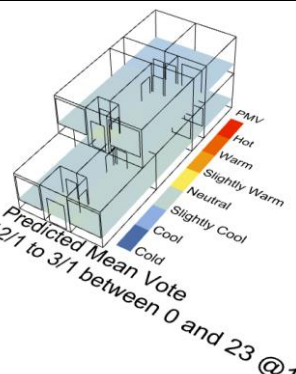
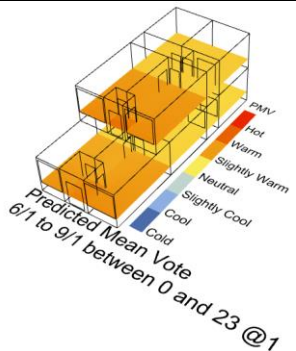
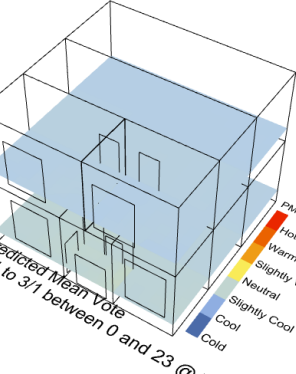
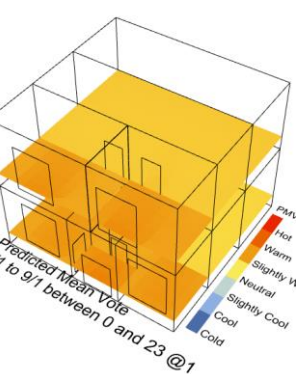
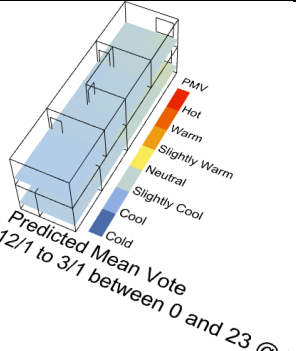
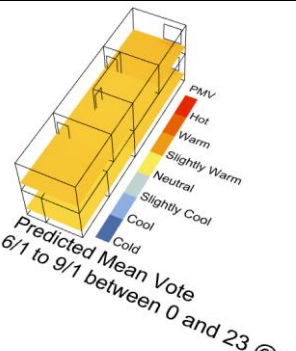
يبين من الجدول (١٣) والشكل (١١) مما يلي:

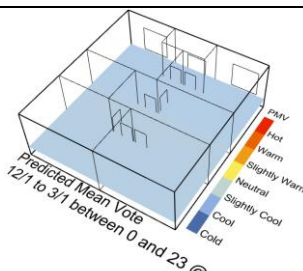
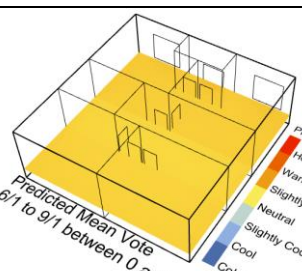
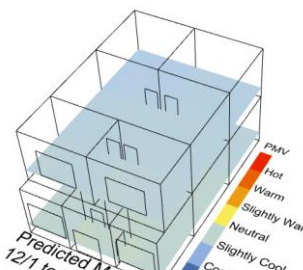
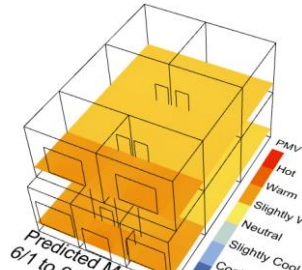
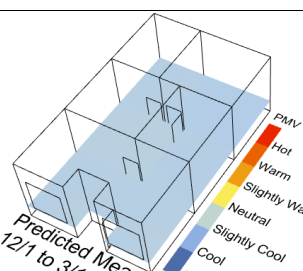
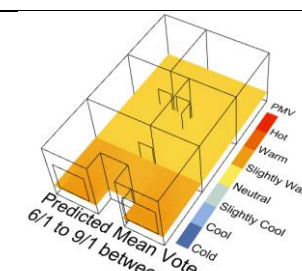
- ١- تراوحت المعدلات نتيجة المحاكاة في العينات المعتمدة للدراسة بين (٠,٥٢) في عينة (٦) محلة (زانياري) و (٠,٩٤) في عينة (٩) محلة (شارى ماموستايان)، اي بفارق (٠,٤٢) لنتيجة المحاكاة في فترة الصيف وهو بفارق غير قليل بالنسبة لمنطقة مساحتها صغيرة نسبياً.
- بينما تراوحت المعدلات نتيجة المحاكاة في فترة الشتاء في العينات المعتمدة في الدراسة بين (٠,٧٥-) في العينة (٩)، و(١,٣٣-) في العينة (٦)، اي بفارق (٠,٥٨) لنتيجة المحاكاة.
- ٢- وجود تباين كبير بين المعدلات نتيجة المحاكاة من موسم لآخر في منطقة الدراسة، فعلى سبيل المثال بلغت نتيجة المحاكاة في فترة الصيف (٠,٥٢) في عينة (٦)، بينما في فترة الشتاء بلغت نتيجة المحاكاة في نفس العينة (١,٣٣-)، ويعود سبب ذلك إلى ان اتجاه المبنى نحو الشمال، وهذا بدوره يستلم أقل كمية من الاشعاع الشمسية في كلا الفترتين في المنطقة الدراسة.
- ٣- وجود تباين قليل في المعدلات نتيجة المحاكاة من موسم لآخر في منطقة الدراسة، حيث نلاحظ في عينة (٩)، بلغت نتيجة محاكاة في فترة الصيف (٠,٩٤)، بينما في فترة الشتاء (٠,٧٥-). ان هذا التباين الطفيف في نتائج المحاكاة لهذه العينة يعزى إلى كبر مساحة النوافذ و باتجاه الجنوب حيث يحتوي على اربع نوافذ بمساحات (٣,٦، ٥,٩، ٣,٨، ٦,٨)متر، تستقبل هذه النوافذ كمية كبيرة من أشعة الشمس في فصل الشتاء، مما يؤدي إلى ارتفاع درجات الحرارة داخل المبنى ، وبفضل نوجه المبنى نحو الجنوب يستلم كمية أقل من الإشعاع الشمسي من فصل الصيف رغم كبر مساحة النوافذ .
- ٤- بشكل عام لم يتحقق الراحة الحرارية داخل المبنى في العينات المعتمدة للدراسة في إقليم مناخ السهوب في كلا فترتي (الصيف والشتاء)، حيث سجل في فترة الصيف (الدافئ) وفي فترة الشتاء (بارد قليلاً).

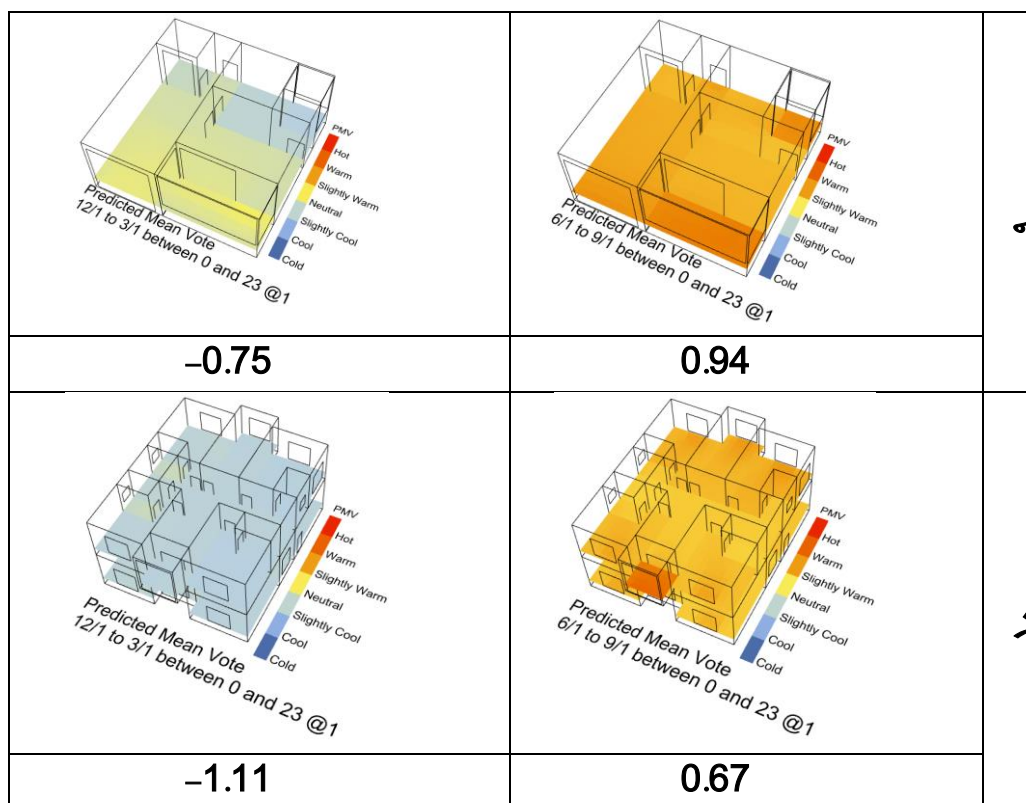
شكل (١١)

نتيجة لمحاكاة مؤشر (PMV) لداخل المبنى - أربيل

فترة الشتاء	فترة الصيف	
		
-1.30	0.61	

		
-1.15	0.63	
		
-1.14	0.75	
		
-1.22	0.69	
		

-1.18	0.58	
		
-1.33	0.52	
		
-1.16	0.67	
		
-1.32	0.65	



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

٢-٣: تقييم الراحة الحرارية خارج المباني:

جدول (١٤)

نتيجة لمحاكاة مؤشر (UTCI) لخارج المبنى

العينة	فترة الصيف		فترة الشتاء	
	(UTCI)	المؤشر	(UTCI)	المؤشر
١	٢.٤١	الإجهاد الحراري القوي	-٠.٨٤	إجهاد بارد خفيف
٢	٢.٢١	الإجهاد الحراري القوي	-٠.٧٧	إجهاد بارد خفيف
٣	٢.٣٢	الإجهاد الحراري القوي	-٠.٨١	إجهاد بارد خفيف
٤	٢.٣٥	الإجهاد الحراري القوي	-٠.٨٣	إجهاد بارد خفيف
٥	٢.٣٨	الإجهاد الحراري القوي	-٠.٨٤	إجهاد بارد خفيف

٦	٢.٢٧	الإجهاد القوي	الحراري	٠.٧٩-	إجهاد بارد خفيف
٧	٢.٢٦	الإجهاد القوي	الحراري	٠.٧٨-	إجهاد بارد خفيف
٨	٢.٣٨	الإجهاد القوي	الحراري	٠.٨٢-	إجهاد بارد خفيف
٩	٢.٤٢	الإجهاد القوي	الحراري	٠.٨٣-	إجهاد بارد خفيف
١٠	٢.١٤	الإجهاد القوي	الحراري	٠.٧٤-	إجهاد بارد خفيف

المصدر: نتيجة لمحاكاة البرنامج (Grasshopper)

يبين من الجدول (14) والشكل (12) ما يأتي:

١ - نتيجة المحاكاة خارج المباني في فترة الصيف في العينات ما بين (٢,١٤) في عينة (١٠) في محلة (هيواستي)، و(٢,٤٢) في عينة (١) في محلة (تيراوا)، أما فترة الشتاء فنتيجة المحاكاة ما بين (٠,٧٤) في عينة (١٠) و (٠,٨٤) في عينة (٥١) في محلي (تيراوا و غولان).

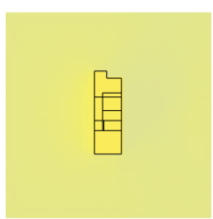
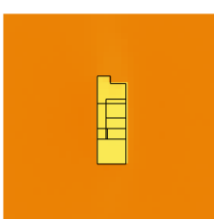
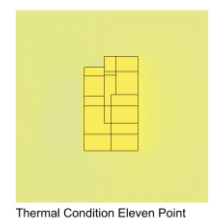
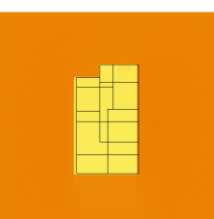
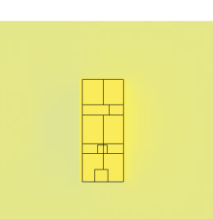
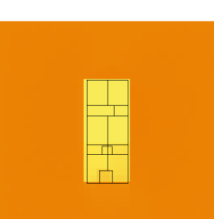
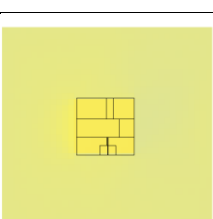
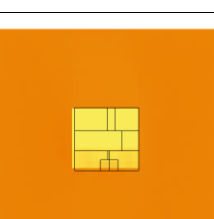
٢ - تشير النتائج إلى أن العينة (١٠) أظهرت نتائج متباينة في كل من الصيف والشتاء. وفي الصيف كانت درجة حرارتها أقل من العينات الأخرى (٢,١٤)، مما يشير إلى أن هذه العينة تحتفظ بدرجة حرارة أقل في هذا الموسم. وفي الشتاء كانت درجة حرارتها أعلى من العينات الأخرى (٠,٧٤) مما يدل على احتفاظها بالحرارة أكثر في هذا 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 في فصل الصيف مع تقليل فقدان الحرارة في فصل الشتاء.

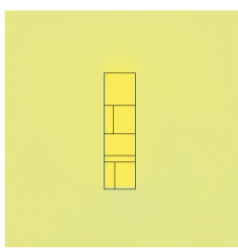
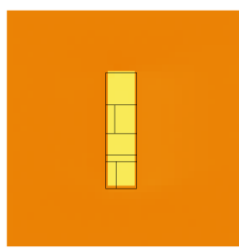
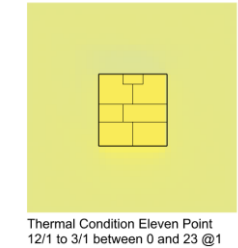
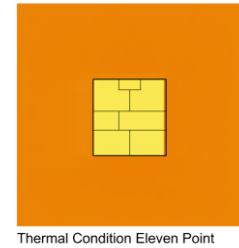
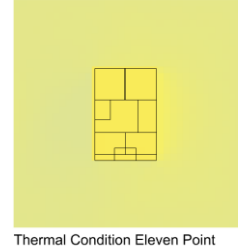
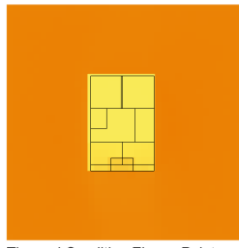
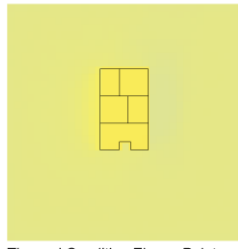
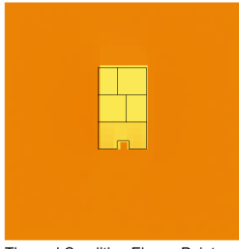
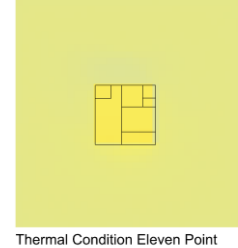
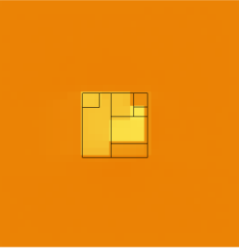
٣ - وبناء على نتائج الجدول، يتبين أن العينة (١) هي المباني الأكثر سخونة موازنة بالمباني الأخرى حيث سجل (٢,٤١) في فصل الصيف. أما في فصل الشتاء فإن نتيجة المحاكاة لها هي (٠,٨٤) أي أنها أكثر برودة موازنة بالمباني الأخرى. ويرجع ذلك إلى توجه المبنى نحو الشرق، حيث يستقبل كمية كبيرة من ضوء الشمس في فصل الصيف بينما ينخفض اكتساب الحرارة في فصل الشتاء.

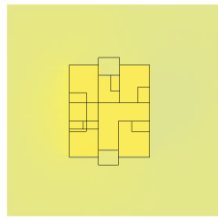
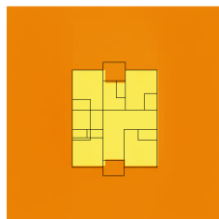
٤- لم تتحقق الراحة الحرارية خارج المبنى في عينات مدينة أربيل في فترتي الصيف والشتاء. حيث في فترة الصيف (الإجهاد الحراري القوي) وفي فترة الشتاء (الإجهاد البارد الخفيف).

شكل (١٢)

نتيجة لمحاكاة مؤشر (UTCI) لخارج المبنى - مدينة أربيل

فترة الشتاء	فترة الصيف	السمت
 Thermal Condition Eleven Point 12/1 to 3/1 between 0 and 23 @1	 Thermal Condition Eleven Point 6/1 to 9/1 between 0 and 23 @1	١
-0.84	2.41	
 Thermal Condition Eleven Point 12/1 to 3/1 between 0 and 23 @1	 Thermal Condition Eleven Point 6/1 to 9/1 between 0 and 23 @1	٢
-0.77	2.21	
 Thermal Condition Eleven Point 12/1 to 3/1 between 0 and 23 @1	 Thermal Condition Eleven Point 6/1 to 9/1 between 0 and 23 @1	٣
-0.81	2.32	
 Thermal Condition Eleven Point 12/1 to 3/1 between 0 and 23 @1	 Thermal Condition Eleven Point 6/1 to 9/1 between 0 and 23 @1	
-0.83	2.35	

 Thermal Condition Eleven Point 12/1 to 3/1 between 0 and 23 @1	 Thermal Condition Eleven Point 6/1 to 9/1 between 0 and 23 @1	0
-0.84	2.38	
 Thermal Condition Eleven Point 12/1 to 3/1 between 0 and 23 @1	 Thermal Condition Eleven Point 6/1 to 9/1 between 0 and 23 @1	۱
-0.79	2.27	
 Thermal Condition Eleven Point 12/1 to 3/1 between 0 and 23 @1	 Thermal Condition Eleven Point 6/1 to 9/1 between 0 and 23 @1	>
-0.78	2.26	
 Thermal Condition Eleven Point 12/1 to 3/1 between 0 and 23 @1	 Thermal Condition Eleven Point 6/1 to 9/1 between 0 and 23 @1	
-0.82	2.38	
 Thermal Condition Eleven Point 12/1 to 3/1 between 0 and 23 @1	 Thermal Condition Eleven Point 6/1 to 9/1 between 0 and 23 @1	۲

-0.83	2.42	
 Thermal Condition Eleven Point 12/1 to 3/1 between 0 and 23 @1	 Thermal Condition Eleven Point 6/1 to 9/1 between 0 and 23 @1	
-0.74	2.14	

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

- ٤: تقييم الراحة الحرارية للمباني في مدينة سوران باستخدام مؤشري (PMV , UTCI):
- ٤-١: تقييم الراحة الحرارية داخل المباني: يتم تقييم ومحاكاة الراحة الحرارية داخل المباني ل(١٠) مبنى

جدول (١٥)

نتيجة لمحاكاة مؤشر (PMV) لداخل المبنى

العينة	فترة الصيف		فترة الشتاء	
	نتيجة (PMV)	المؤشر	نتيجة (PMV)	المؤشر
١	٠.٥٣	دافئ قليلاً	١.٠٩-	بارد
٢	٠.٥٥	دافئ قليلاً	١.٢٨-	بارد
٣	٠.٥١	دافئ قليلاً	١.٣٨-	بارد
٤	٠.٥٥	دافئ قليلاً	١.٢٨-	بارد
٥	٠.٥٣	دافئ قليلاً	١.١٠-	بارد
٦	٠.٥٣	دافئ قليلاً	١.١٧-	بارد
٧	٠.٥٣	دافئ قليلاً	١.٣٥-	بارد
٨	٠.٥٤	دافئ قليلاً	١.١٩-	بارد
٩	٠.٦٠	دافئ قليلاً	١.٤١-	بارد
١٠	٠.٥٨	دافئ قليلاً	١.١٢-	بارد

يبين من الجدول (١٥) والشكل (١٣) مما يلي:

- ١ - تراوحت المعدلات نتيجة المحاكاة في العينات المعتمدة للدراسة بين (٠,٥١) في عينة (٣) محلة (جهمی رزان) و (٠,٦٠) في عينة (٩) محلة (بایشتیان)، اي بفارق (٠,٩) لنتيجة المحاكاة في فترة الصيف، بينما تراوحت المعدلات نتيجة المحاكاة في فترة الشتاء في العينات المعتمدة في

الدراسة بين (-١,٠٩) في العينة (١) محلة (شورش)، و(-١,٤١) في العينة (٩)، اي بفارق (٠,٣٢) لنتيجة المحاكاة .

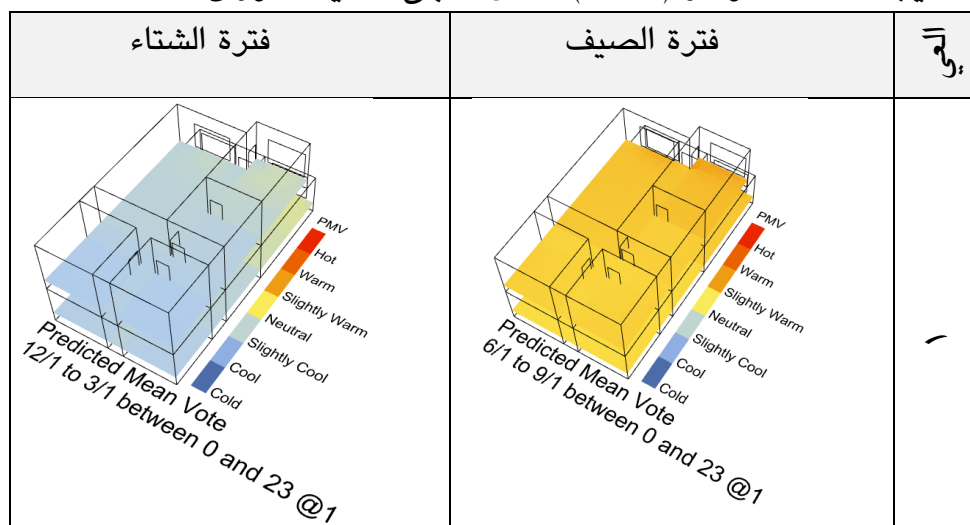
٢- يوجد تباين كبير في نتائج المحاكاة من موسم لآخر في منطقة الدراسة. فمثلاً كانت نتيجة المحاكاة في فترة الصيف (٠,٦٠) في عينة رقم (٩)، بينما في فترة الشتاء كانت نتيجة المحاكاة في نفس العينة (-١,٤١). والسبب في ذلك هو أن المبنى ذو اتجاهين، شرقي وجنوبي، اللذين يستقبلان بدورهما كمية أكبر من الإشعاع الشمسي في فصل الصيف وكمية أقل في فصل الشتاء. ولذلك نجد الجو حاراً جداً في الصيف وبارداً جداً في الشتاء موازنة بالمباني الأخرى.

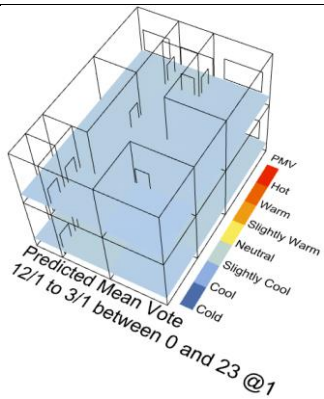
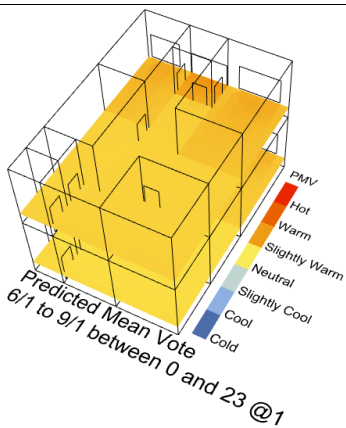
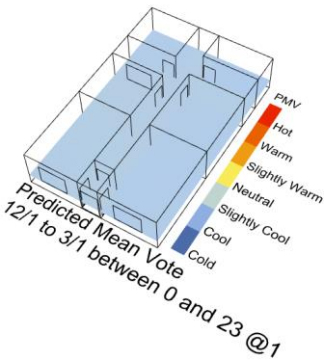
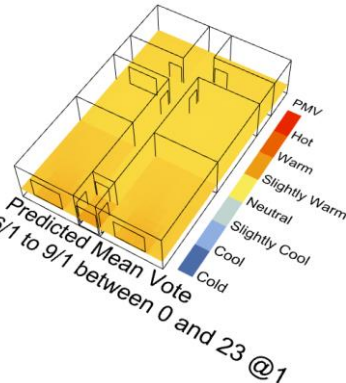
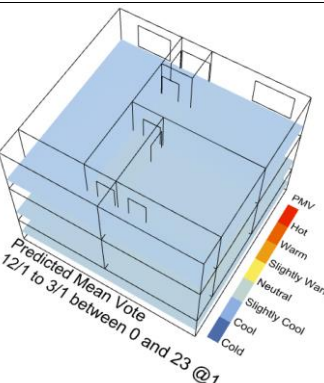
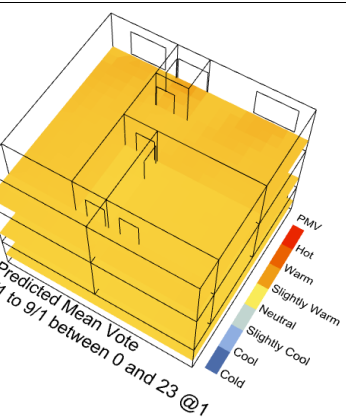
٣- في عينة (١)، بلغت نتيجة المحاكاة في فترة الصيف (٠,٥٣)، بينما كانت في فترة الشتاء (-١,٠٩)، يعود هذا التباين في نتائج المحاكاة إلى كبر مساحة نوافذ المبنى واتجاهه نحو الجنوب، يؤدي هذا الاتجاه إلى استلام كمية كبيرة من الأشعة الشمسية داخل المبنى، مما يسبب ارتفاعاً في درجات الحرارة في كلا الفصلين. يستقبل المبنى كمية كبيرة من الإشعاع الشمسي في فصل الشتاء، بينما يستقبل كمية أقل من الإشعاع الشمسي في فصل الصيف .

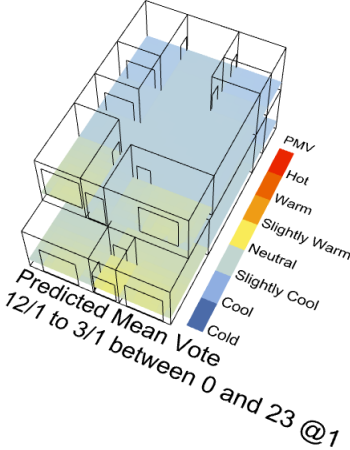
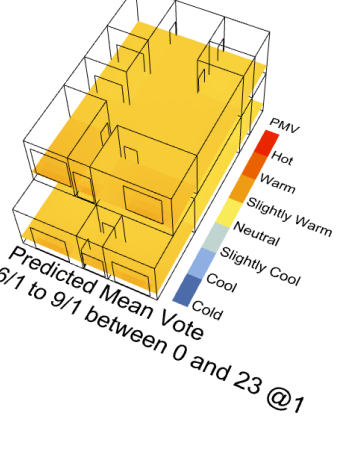
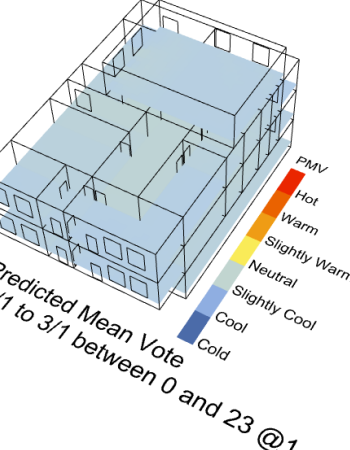
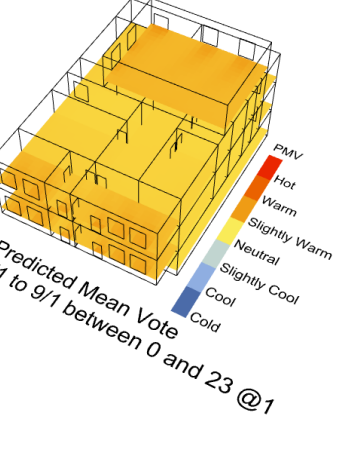
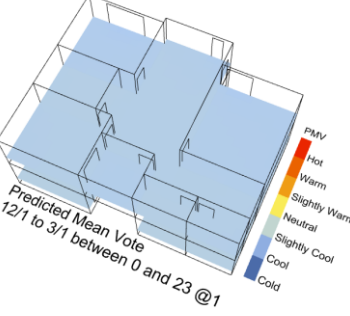
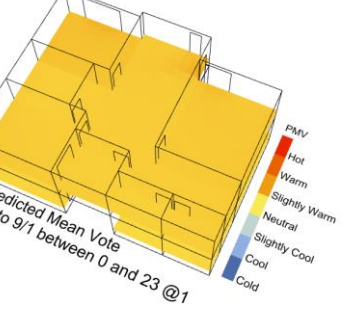
٤- بشكل عام لا يتحقق الراحة الحرارية داخل المبنى في العينات المعتمدة للدراسة في أقليم مناخ البحر المتوسط في كلا فترتي (الصيف والشتاء)، حيث سجل في فترة الصيف (دافئ قليلاً) وفي فترة الشتاء (بارد).

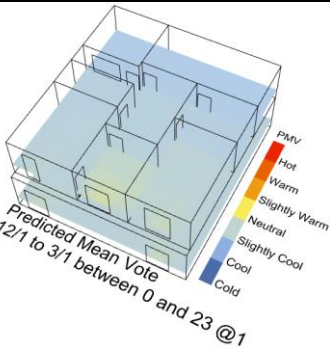
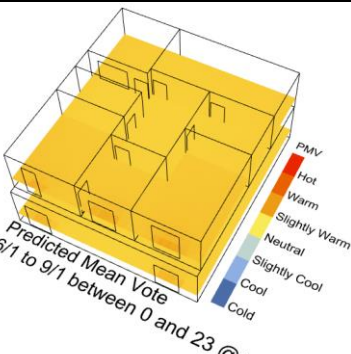
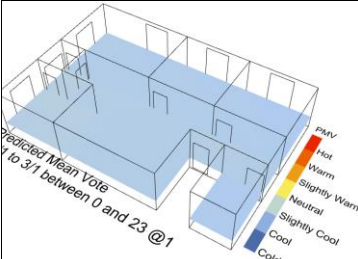
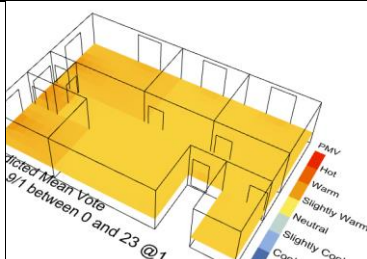
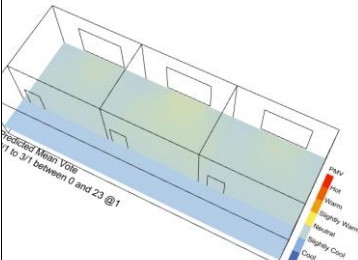
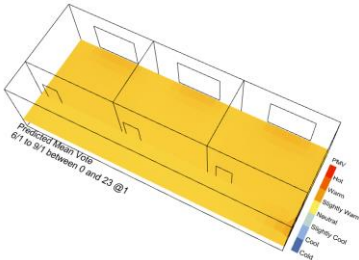
شكل (١٣)

نتيجة لمحاكاة مؤشر (PMV) لداخل المبنى - مدينة سوران



-1.09	0.53	
		۲
-1.28	0.55	
		۲
-1.38	0.51	
		۳
-1.28	0.55	

		0
-1.10	0.53	
		1
-1.17	0.53	
		2
-1.35	0.53	

		<
-1.19	0.54	
		=
-1.41	0.60	
		:
-1.12	0.58	

المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على برامج ((Rhino/Grasshopper))
 ٤-٢: تقييم الراحة الحرارية خارج المباني:

جدول (١٦)

نتيجة لمحاكاة مؤشر (UTCI) لخارج المبنى

العينه	فترة الصيف		فترة الشتاء	
	(UTCI)	المؤشر	(UTCI)	المؤشر
١	١.٧٥	إجهاد حراري طفيف	-٠.٧٨	إجهاد البارد معتدل

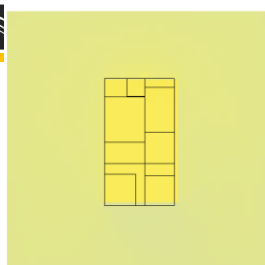
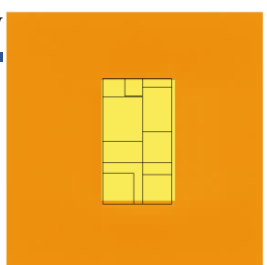
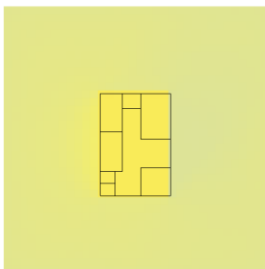
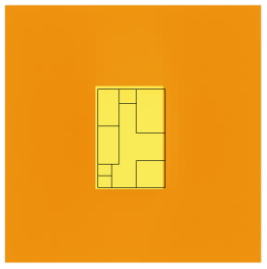
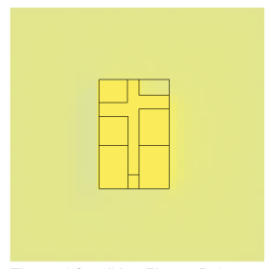
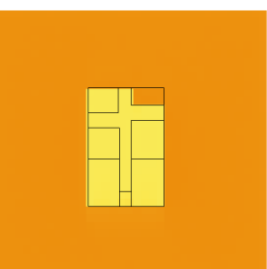
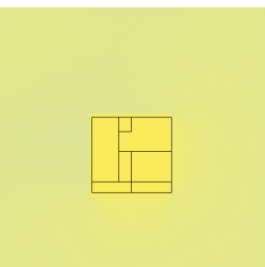
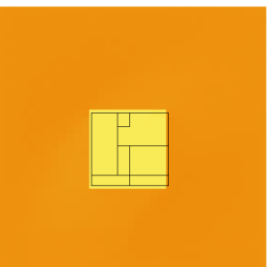
٢	١.٨٢	إجهاد طفيف	حراري	-٠.٨٤	إجهاد البارد معتدل
٣	١.٨٣	إجهاد طفيف	حراري	-٠.٨٢	إجهاد البارد معتدل
٤	١.٨٦	إجهاد طفيف	حراري	-٠.٨٥	إجهاد البارد معتدل
٥	١.٧٧	إجهاد طفيف	حراري	-٠.٨٢	إجهاد البارد معتدل
٦	١.٤٩	إجهاد طفيف	حراري	-٠.٨٢	إجهاد البارد معتدل
٧	١.٨٠	إجهاد طفيف	حراري	-٠.٨٢	إجهاد البارد معتدل
٨	١.٨٠	إجهاد طفيف	حراري	-٠.٨٢	إجهاد البارد معتدل
٩	١.٨٦	إجهاد طفيف	حراري	-٠.٨٤	إجهاد البارد معتدل
١٠	١.٩١	إجهاد طفيف	حراري	-٠.٨٦	إجهاد البارد معتدل

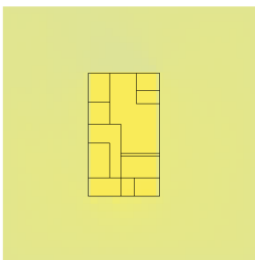
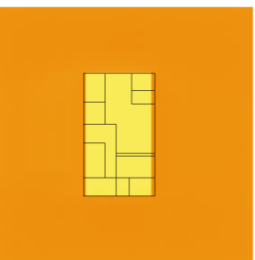
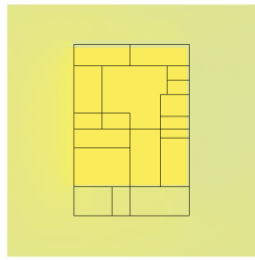
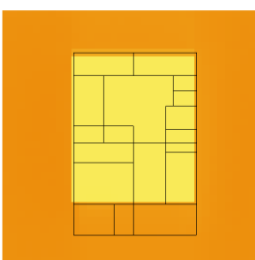
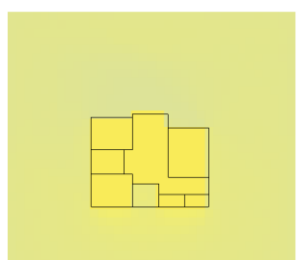
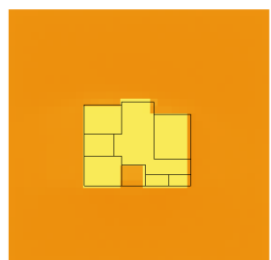
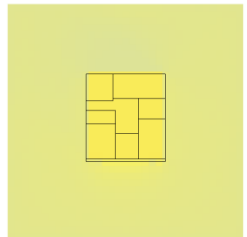
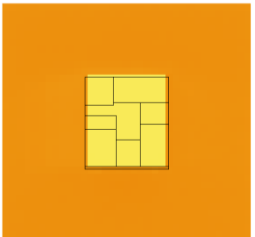
المصدر: نتيجة المحاكاة ببرنامج (Grasshopper)

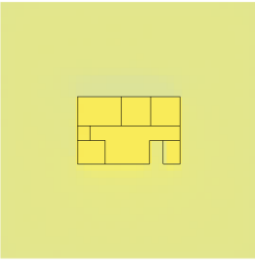
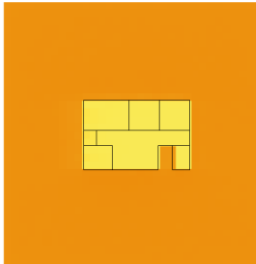
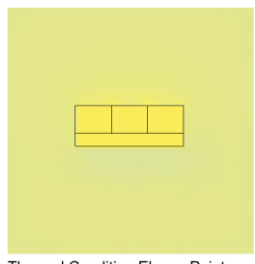
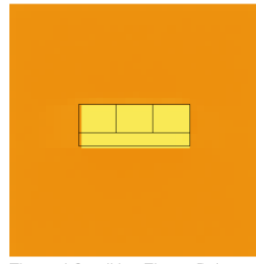
في ضوء جدول (١٦) والشكل (١٤) نستنتج مما يأتي:

١- نتيجة المحاكاة خارج المباني في فترة الصيف في العينات ما بين (١,٨٠) في العينات (٦, ٧, ٨) في محلات (بارزان، اسقلا، بختياري)، و(١,٩١) في عينة (١٠) في محلة (جنديان)، أما فترة الشتاء فنتيجة المحاكاة ما بين (-٠,٧٨) في عينة (١) محلة (شورش) و(-٠,٨٦) في عينة (١٠) محلة (جنديان).

٢- تشير النتائج إلى أن العينة (١٠) أظهرت نتائج متباينة في كل من الصيف والشتاء. وفي الصيف كانت درجة حرارتها أكثر من العينات الأخرى (١,٩١)، وفي الشتاء كانت درجة حرارتها

فترة الشتاء		فترة الصيف		٢٠٢٥
  Thermal Condition Eleven Point 12/1 to 3/1 between 0 and 23 @1 condition Extreme Heat Very Strong Heat Strong Heat Moderate Heat Slight Heat No Thermal Stress Slight Cold Moderate Cold Strong Cold Very Strong Cold Extreme Cold University Tw	  Thermal Condition Eleven Point 6/1 to 9/1 between 0 and 23 @1 condition Extreme Heat Very Strong Heat Strong Heat Moderate Heat Slight Heat No Thermal Stress Slight Cold Moderate Cold Strong Cold Very Strong Cold Extreme Cold 2025			
-0.78		1.75		
 Thermal Condition Eleven Point 12/1 to 3/1 between 0 and 23 @1 condition Extreme Heat Very Strong Heat Strong Heat Moderate Heat Slight Heat No Thermal Stress Slight Cold Moderate Cold Strong Cold Very Strong Cold Extreme Cold	 Thermal Condition Eleven Point 6/1 to 9/1 between 0 and 23 @1 condition Extreme Heat Very Strong Heat Strong Heat Moderate Heat Slight Heat No Thermal Stress Slight Cold Moderate Cold Strong Cold Very Strong Cold Extreme Cold			
-0.84		1.82		
 Thermal Condition Eleven Point 12/1 to 3/1 between 0 and 23 @1 condition Extreme Heat Very Strong Heat Strong Heat Moderate Heat Slight Heat No Thermal Stress Slight Cold Moderate Cold Strong Cold Very Strong Cold Extreme Cold	 Thermal Condition Eleven Point 6/1 to 9/1 between 0 and 23 @1 condition Extreme Heat Very Strong Heat Strong Heat Moderate Heat Slight Heat No Thermal Stress Slight Cold Moderate Cold Strong Cold Very Strong Cold Extreme Cold			
-0.82		1.83		
 Thermal Condition Eleven Point 12/1 to 3/1 between 0 and 23 @1 condition Extreme Heat Very Strong Heat Strong Heat Moderate Heat Slight Heat No Thermal Stress Slight Cold Moderate Cold Strong Cold Very Strong Cold Extreme Cold	 Thermal Condition Eleven Point 6/1 to 9/1 between 0 and 23 @1 condition Extreme Heat Very Strong Heat Strong Heat Moderate Heat Slight Heat No Thermal Stress Slight Cold Moderate Cold Strong Cold Very Strong Cold Extreme Cold			
-0.85		1.86		

 Thermal Condition Eleven Point 12/1 to 3/1 between 0 and 23 @1	 Thermal Condition Eleven Point 6/1 to 9/1 between 0 and 23 @1	o
-0.82	1.77	
 Thermal Condition Eleven Point 12/1 to 3/1 between 0 and 23 @1	 Thermal Condition Eleven Point 6/1 to 9/1 between 0 and 23 @1	r
-0.70	1.49	
 Thermal Condition Eleven Point 12/1 to 3/1 between 0 and 23 @1	 Thermal Condition Eleven Point 6/1 to 9/1 between 0 and 23 @1	>
-0.82	1.80	
 Thermal Condition Eleven Point 12/1 to 3/1 between 0 and 23 @1	 Thermal Condition Eleven Point 6/1 to 9/1 between 0 and 23 @1	<
-0.82	1.80	

 Thermal Condition Eleven Point 12/1 to 3/1 between 0 and 23 @1	 Thermal Condition Eleven Point 6/1 to 9/1 between 0 and 23 @1	٥
-0.84	1.86	
 Thermal Condition Eleven Point 12/1 to 3/1 between 0 and 23 @1	 Thermal Condition Eleven Point 6/1 to 9/1 between 0 and 23 @1	
-0.86	1.91	

أقل من العينات الأخرى (-٠,٨٦). بسبب الاتجاه الغربي، يتعرض المبنى و محيطه في فصل الصيف لكمية أكبر من الإشعاع الشمسي، مما يزيد من امتصاص الحرارة ويساهم في ارتفاع درجات الحرارة، عدم وجود مساحات خضراء أو أشجار يزيد من تأثير أشعة الشمس المباشرة. أما في فصل الشتاء، فيتلقى المبنى ومحيطه كمية أقل من الإشعاع الشمسي مما يساهم في انخفاض درجات الحرارة.

٣- هناك تباين قليل بين فترتي الصيف والشتاء في عينة واحدة، فعينة رقم (١) في فصل الصيف قيمة (1,75) (UTCI)، وفي فصل الشتاء (-٠,٧٨). بسبب الاتجاه الجنوبي، يتعرض المبنى ومحيطه لكمية أقل من أشعة الشمس في فصل الصيف، مما يقلل من امتصاص الحرارة ويحافظ على درجات الحرارة منخفضة. بينما في فصل الشتاء، يتلقى المبنى ومحيطه كمية أكبر من أشعة الشمس مما يعزز امتصاص الحرارة ويرفع درجات الحرارة.

٤- لم يتحقق الراحة الحرارية خارج المبنى في عينات مدينة سوران في فترتي الصيف والشتاء. حيث في فترة الصيف (الإجهاد الحراري طفيف) وفي فترة الشتاء (الإجهاد البارد معتدل).

شكل (١٤)

نتيجة لمحاكاة مؤشر (UTCI) لخارج المبنى - سوران

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

الاستنتاجات:

توصل البحث إلى جملة من الاستنتاجات الآتية:

- ١- يبلغ المعدل السنوي لدرجات الحرارة في رصد الميداني خارج الأبنية لمدينة أربيل (٢٦م°)، في حين بلغ المعدل السنوي لدرجات الحرارة في الرصد الميداني لمدينة سوران (٢٢م°).
- ٢- يبلغ المعدل السنوي لدرجات الحرارة في الرصد الشتوية خارج الأبنية لمدينة أربيل (١٥,١م°)، في حين بلغ المعدل السنوي لدرجات الحرارة في الرصد الشتوية لمدينة سوران (١١,٤م°). أما في الرصد الصيفي فتبلغ درجة حرارة خارج الأبنية في مدينة أربيل (٣٦,٨م°)، وفي مدينة سوران بلغت (٣٢,٦م°).
- ٣- يرجع الفروقات في درجات الحرارة بين المدينتين إلى عامل الارتفاع في مستوى سطح البحر، إضافة إلى ذلك مدينة (سوران) تمتاز بكثرة الفضاءات المفتوحة وقلة حركة المرور عليها وقربها من المساحات الخضراء وزيادة سرعة الرياح التي تعمل على خفض درجة الحرارة مقارنة بمدينة أربيل.
- ٤- تبلغ المعدل السنوي لسرعة الرياح لمدينة (أربيل) (٩,٠م/ثا)، أما سرعة الرياح في مدينة (سوران) فتبلغ (١٥,٠م/ثا). تمتاز المدينتان بانخفاض معدلات سرعة الرياح، بسبب وقوعهما في النطاق شبه المداري الواقع تحت تأثير الضغط العالي الذي لا يساعد على هبوب الرياح قوية خارجة منه.
- ٥- أن سرعة الرياح في مدينة (أربيل) أقل مما هي في مدينة (سوران)، بسبب أبنية المدينة العالية تعمل كحواجز للرياح، وتزيد من المقاومة الاحتكاكية، وعدم انتظام السطح البنايات يؤدي إلى هبوب غير منتظم للرياح فوق المدينة.
- ٦- يبلغ المعدل السنوي للرطوبة النسبية في الرصد الميدانية خارج الأبنية لمدينة أربيل (٤٤,٢٪)، في حين بلغ المعدل السنوي للرطوبة النسبية في الرصد الميدانية لمدينة سوران (٥٦,٩٪). ويرجع السبب إلى ارتفاع معدلات درجات الحرارة في مركز المدينة، وقلة التبخر والنتح في المدينة.
- ٧- يبلغ المعدل السنوي لدرجات الحرارة في رصد الميداني داخل الأبنية لمدينة أربيل (٢٢,٤م°)، في حين بلغ المعدل السنوي لدرجات الحرارة في الرصد الميداني لمدينة سوران (١٩,٦م°).
- ٨- يبلغ معدل الدرجات الحرارة في الرصد الشتوية لمدينة أربيل (١٣,١م°)، في حين بلغ معدل الدرجات الحرارة في الرصد الشتوية لمدينة سوران (١٠,٩م°). أما في الرصد الصيفي فتبلغ درجة حرارة لرصد الصيفي داخل المباني في مدينة أربيل (٣١,٧م°)، وفي مدينة بلغت سوران (٢٨,٣م°).
- ٩- يبلغ المعدل السنوي للرطوبة النسبية في الرصد الميدانية داخل الأبنية لمدينة أربيل (٢٨,٨٪)، في حين بلغ المعدل السنوي للرطوبة النسبية في الرصد الميداني لمدينة سوران (٣٥,١٪).
- ١٠- استنادا إلى نتيجة مؤشر (PMV) و (UTCI) لا يتحقق الراحة الحرارية داخل المبنى وخارجه في العينات مدينة أربيل. حيث نتيجة مؤشر (PMV) في فترة الصيف (دافئ) وفي فترة الشتاء (بارد قليلاً). وكذلك نتيجة مؤشر (UTCI) في فترة الصيف (الإجهاد الحراري القوي)، وفي فترة الشتاء (الإجهاد البارد خفيف).

١١- استناداً إلى نتيجة مؤشر (PMV) و (UTCI) لا يتحقق الراحة الحرارية داخل المبنى وخارجه في العينات مدينة سوران. حيث نتيجة مؤشر (PMV) في فترة الصيف (دافئ قليلاً)، وفي فترة الشتاء (بارد). وكذلك نتيجة مؤشر (UTCI) في فترة الصيف (الإجهاد الحراري طفيف)، وفي فترة الشتاء (الإجهاد البارد معتدل).

المقترحات:

- ١- يجب مراعاة اتجاه المبنى في أثناء التصميم، وإذا كان ذلك غير ممكن، يمكن تنسيق توضع النوافذ بطريقة تتناسب مع الاتجاه المثلى.
- ٢- استخدام التصميم لبارامتر يٌعد خياراً ممتازاً؛ حيث يمكنه تحسين التظليل، وفي الوقت نفسه يٌضيف جمالية إلى المبنى.
- ٣- يٌنصح بزراعة الأشجار حول المباني، خاصة في الاتجاهين الشرقية والغربية، وفي مناطق البحر المتوسط يكون من المفضل اختيار أشجار نفضيه للاستفادة من أشعة الشمس في فصل الشتاء.
- ٤- استخدام مواد عازلة في بناء المباني يٌوصى به، حيث تسهم في توفير الطاقة المستخدمة في التدفئة والتبريد.
- ٥- استخدام الألوان الفاتحة لطلاء أسطح وجدران المباني يعد توصية مهمة، خاصة في مناطق السهوب، نظراً لقدرتها العالية على انعكاس الأشعة الشمسية.

قائمة المصادر:

- ابورحيل، عبدالحسن مدفون، ٢٠٢٠، المناخ والعمارة في العراق، الطبعة الأولى
- العابدي، حسين علي عبدالحسين، ٢٠١٨، التقييم المناخي لتصميم الأبنية في مدينة الديوانية، اطروحة دكتوراه غير منشورة قدمت لجامعة قادسية.
- جاسم، صالح عاتي وعبدالحسين، حسين علي، ٢٠١٨، تقييم الراحة البايومناخية لشاغلي الفضاءات لأبنية في مدينة الديوانية، مجلة جامعة بابل للعلوم الانسانية، عدد ٧، مجلد ٢٦ صفحة ٢٠٠-٢٢٢.
- شريف، آزاد جلال، ١٩٩٨، مناخ منطقة أربيل، رسالة دكتوراه غير منشورة قدمت لجامعة صلاح الدين.
- هيئه احصاء إقليم كردستان العراق ٢٠١٩
- Arendt, Krzysztof, 2016 , Indoor Thermal Comfort Modeling and Simulation Using Computational Fluid Dynamics, PHD these Katedra Podstaw Budownictwa ilnzynierii Materiałowej, Politechnika Gdańska, 2016.
- Boutellis, Toufik and Bouchair, Ammar, 2022 Predictive Capacity Analysis for Outdoor Thermal Comfort Assessments, A Case Study of

Jijel City, Algeria, Journal of Advanced Research in Fluid Mechanics and Thermal Sciences 98, 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.

–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>.

پوخته: ئاسوودەیی گەرمی بەو بارودۆخە دەوتریت کە تیدا مروۆف هەست بە ئاسوودەیی بکات. ئەمەش لە کاتی کە پلەی گەرمی جەستە لە دەورووبەری ۳۷ پلەی سیلیزی بمینتەو بەبێ هیچ ئارەقکردنەوێک یاخود لەرزینی ماسولەکان. بە شیوەیەکی گشتی، وا دیارە ئەو هۆکارانەی کاریگەرییان لەسەر ئاسوودەیی گەرمی هەیە بریتین لە پلەی گەرمی، شێ و تەوژمی هەوا لەو ناوچانەی توێژینەوێان تیدا کراوە. دەتوانریت ئەم دەرەنجامانە لە دیزاینکردنی ژینگە و باشتکردنی ئاسوودەیی گەرمی بۆ دانیشتوانی ناوچەکە سوودی لێ ببینریت، کە ئەمەش بەردەوامی و خوشگوزەرانە ناوچەکە بەرز دەکاتەو، لەگەڵ کوالیتی میتابۆلیزم لە دەرئەنجامی چالاکییەکانی مروۆف و ئەو جلۆبەرگانەی لەبەری دەکات، کە هەندێ جار پێیان دەوتریت شەش پێوهرە بنەرەتییهکە کە ژینگەی گەرمی مروۆف دیاری دەکەن. بۆ شیکردنەوێ و دیاریکردنی ئاسوودەیی گەرمی لە شارەکانی هەولێر و سۆران، کاری مەیدانی ئەنجام درا بۆ پێوانەی هەندیک توخمی کە شوێنەو، بە بەکارهێنانی پێوهرەکانی (PMV, UTCI) و بەرنامەی (Grasshopper 3D). لە ئەنجامی بەکارهێنانی داتای مەیدانی بەرەست و ئەنجامی شیکاری پێوهرەکانی (PMV و UTCI) لە شارەکانی هەولێر و سۆران، دەرکەوت کە ئاسوودەیی گەرمی بەپێی وەرزی و شوێن دەگۆرێت. لە شاری هەولێر پێوهری PMV ئاماژە بەو دەکات کە هەولێر لە وەرزی هاویندا پلەی گەرمی بەرزە، لە کاتی کە لە وەرزی زستاندا مامناوهندی ساردە. لەلایەکی ترهوه، پێوهری UTCI ئاماژە بە بوونی پلەی گەرمی بەرز دەکات

له هاویندا و ساردی مامناوهند له زستاندا. له شاری سۆران ئه نجامی پێوهری PMV نیشانی ده دات که پلهی گهرمی له هاویندا که میك گهرم و له زستاندا ساردی مامناوهنده، به پێی پێوهری UTCI ئاماژه دهکات بۆ گهرمی مامناوهند له هاویندا و ساردی مامناوهند له زستاندا. وشه کلیل: ئاسودهیی گهرمی، پێوهری (PMV)، پێوهری (UTCI)