



محاكاة تأثير شكل واتجاه البناية على أداء الطاقة لبنانية سكنية في كركوك

سعاد حسن دانوك¹ ، كمال جلال توفيق² ، أشرف نجم الدين حسين³
¹قسم التبريد والتكييف، الكلية التقنية كركوك، الجامعة التقنية الشمالية، كركوك، العراق
talebshebab@yahoo.com
²قسم التبريد والتكييف، الكلية التقنية كركوك، الجامعة التقنية الشمالية، كركوك، العراق
Kamal_19572003@yahoo.com
³قسم التبريد والتكييف، الكلية التقنية كركوك، الجامعة التقنية الشمالية، كركوك، العراق
ashraf@aumid.com

(Received 13 March 2016, Accepted 12 June 2017, Available online 31 December 2017)

الخلاصة

تناول هذا البحث محاكاة تأثير شكل واتجاه البناية على كفاءة الطاقة لغللاف بناية سكنية بمدينة كركوك من النماذج القائمة كثيرة الاستخدام في تصميم المنازل بمساحة بناء 135.2م² غير منتظم الشكل باختبار اربعة حالات من النسب البعدية (1:1, 1:1.25, 1:1.5, 1:2) ووضع الابعاد من خلال تصميم برنامج مساعد لحسابها بواسطة برنامج Visual Basic لكل حالة من الحالات وبنفس الشكل لغللاف البناية، ومن ثم استخدام برنامج محاكاة تصميم الطاقة السنوية (Ecotect) لحساب مقدار حمل التكيف السنوي واحمال التبريد والتدفئة التصميمي الاعظم من خلال تحضير وادخال بيانات الطقس الساعاتية لمدينة كركوك واختبار توجيه واجهة البناية في الاتجاهات الثمانية (الشمال، الشمال الشرقي، الشرق، الجنوب الشرقي، الجنوب، الجنوب الغربي، الغرب، الشمال الغربي) لكل نسبة بعدية على حدى وحساب مقادير الادخار لحمل التكيف السنوي، فقد تم التوصل بأن الشكل المربع للبناية ذي النسبة البعدية (1:1) يحقق اعظم كفاءة للطاقة ونسبة ادخار 10% من حمل التكيف السنوي مقارنة باستخدام غلاف البناية ذي الشكل المستطيل الطويل بنسبة بعدية (1:2) ونسبة الادخار هذه تقل كلما زادت النسبة البعدية للبناية، وكذلك تم التوصل الى اعلى ادخار عند توجيه الافضل لشكل البناية المربعة بنسبة 1.43% من حمل التكيف السنوي.

الكلمات الدالة: شكل وتوجيه البناية، تصميم النسبة البعدية، كفاءة الطاقة.

Simulation the Influence of Geometry and Direction of Dwelling Building in Kirkuk

Suaad H. Danouk , Kamal J. Tawfeeq , Ashraf N. Husain
 Kirkuk Technical College, North Technical University, Kirkuk, Iraq

Abstract

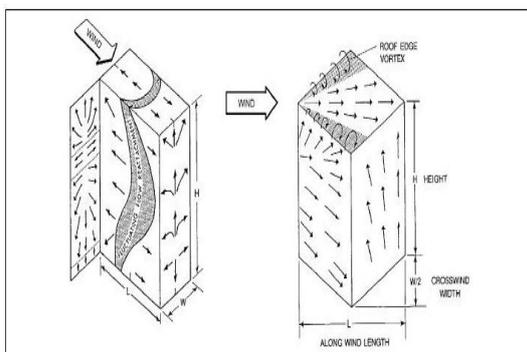
The present work deals with the influence of geometry and direction on energy efficiency for the envelopment of a dwelling building in Kirkuk government from existing models frequently used in the design of houses with a construction area 135.2 m² irregularly shaped four investigate cases of aspect ratio (1: 1, 1: 1.25, 1: 1.5 ,1: 2) and put dimension by designed assistant program calculator by Visual Basic program for each cases at same format for the building envelopment, and then used building energy simulation program (Ecotect) to compute the annual HVAC load ,peak cooling load and peak heating load during the preparation and import the hourly annual Weather data of Kirkuk region and examined the effect of orientation for building facade in the eight directions (north, northeast, east, southeast, south, southwest, west, north-west) for each aspect ratio separately and then find the amounts of savings in annual HVAC load, has been reached that the square geometry of building have aspect ratio (1: 1) achieve greatest energy efficiency by saving 10% of the annual air conditioning load compared with the longest rectangular shape have aspect ratio's (1:2), as well as been reached

to the highest savings at the best direction of a square geometry of building at rate 1.43% of the annual air-conditioning load .

Keyword: Geometry and direction, Designed the aspect ratio's, Energy efficiency.

60% من الطاقة المصروفة من قبل المباني [1] . وهذا الصرف الهائل للطاقة يؤدي الى زيادة مقدار انبعاث الغازات الدفينة خاصة غاز CO₂ والمنبعثة من محطات توليد الطاقة نتيجة الاعتماد على الوقود الاحفوري، ولذلك تم انشاء عدة وكالات عالمية لتحسين كفاءة اداء الطاقة للمباني واعطاء المباني سمة الاستدامة مثل منظمة LEED في امريكا ومنظمة الاستدامة في ابوظبي [2]. ان كمية الطاقة المستلمة من سطح البناية يمكن تقليلها الى ادنى حد عند اي فترة من فترات السنة عن طريق معالجة اما شكل واتجاه البناية المعرضة للشمس او من خلال ارتفاع البناية المعرضة للشمس [3].

ن البنايات ذات التصميم السلبي (passive) الجيد تعطي نتائج افضل لإذخار الطاقة للمناخات التي تقبل ذلك التصميم من حيث الاتجاه والشكل، علما بان هناك تصاميم تكون غير منسجمة مع المناخ اي لا تستجيب له [4]. ان لشكل البناية تأثير على مجرى الرياح المار حول البناية والذي يسبب تغيير في الضغط على اسطح البناية مما يسبب اختلاف في استيعاب وطرح الهواء خلال منظومة البناء، والشكل (1) يوضح تأثير جريان الهواء على التهوية والتسريب الى داخل وخارج نموذج البناء [5].



الشكل (1) تأثير جريان الرياح على السطح

النسبة البعيدة للبناية يحدد مقدار المساحة السطحية التي يحدث فيها انتقال الحرارة من والى المحيط الخارجي وبتقليل مقدار هذه المساحة يقل انتقال الحرارة. والتحليل الهندسي في الشكل (2) يوضح بأن التغيير في النسبة البعيدة ينتج عنه عدة مساحات سطحية لنفس المساحة الارضية [6].

كفاءة الطاقة

وهي الحصول على نفس مستويات الراحة البشرية بأقل صرف للطاقة، حيث يمكن باستخدام المواد الانشائية ذو الكفاءة العالية وعناصر التصميم السلبية المتمثلة باختيار الشكل والاتجاه الامثل ووسائل التظليل والفناءات من اجل الوصول الى نفس مستويات الشعور بالرضا وبأقل صرف للطاقة في احمال التكييف السنوية مقارنة

الرموز المستخدمة

- HVAC : تكييف وتدفئة وتهوية الهواء
a1 : حمل التكييف السنوي قبل ادخال التحسينات
a2 : حمل التكييف السنوي بعد ادخال التحسينات
A_{body} : مساحة جسم الانسان (m²)
A.R : النسبة البعيدة للبناية
CLF : معامل التبريد
F_u : معامل الاستخدام
F_b : معامل الكبح
GPS : نظام تحديد المواقع
h_{comb} : معامل مجموع الانتقال الحراري بالحمل والاشعاع (W/m².C)
h_o : معامل انتقال الحرارة بالحمل للهواء الخارجي (W/m².C)
M : الحرارة المتولدة من الايض (W)
Lav : معدل طول الجدران (W)
Q_{sum} : الحرارة المنتقلة من خلال غلاف البناية في فصل الصيف (w)
Q_{res} : الحرارة المنتقلة بالتنفس (W)
Q_{skin} : الحرارة المتبادلة من خلال الجلد (W)
Q_{conv} : الحرارة المنتقلة بالحمل (W)
Q_{rad} : الحرارة المنتقلة بالاشعاع (W)
q_a : الحرارة المتولدة من قبل الاجهزة (W)
q_i : الطاقة المسحوبة من قبل الاجهزة (W)
q_{solar} : حرارة الاشعاع الشمسي الساقط (W/m²)
Q_{win} : الطاقة الحرارية المنتقلة خلال غلاف البناية شتاء (W)
Q_{lump} : حرارة المتولدة من الاضاءة (W)
S_{body} : حرارة الجسم المخزونة (W)
T_{operate} : درجة الحرارة التي تتأثر بالجسم (°C)
T_{amb} : درجة حرارة هواء البيئة الخارجية (°C)
T_{in} : درجة حرارة الهواء الداخلي (°C)
T_{out} : درجة حرارة الهواء الخارجي (°C)
T_{surr} : درجة الحرارة الخارجية المحيطة (°C)
T_{sol-air} : درجة حرارة الهواء الشمسية (°C)
∞ : الامتصاصية
U : معامل اجمالي انتقال الحرارة (W/m².C)
W_{lump} : الطاقة المسحوبة من قبل المصابيح (W)
W_{body} : الشغل المنجز من قبل الشخص لوحدة الزمن (W)
W_{av} : معدل عرض الجدران (W)

المقدمة

أن الصرف الهائل للطاقة أصبح من المشاكل التي يهتم بها الباحثين والعلماء لغرض تقليل مقدار الطاقة المستهلكة في المباني، حيث أن مقدار الطاقة المصروفة في العراق يعادل (26879GWhr) وأن مقدار الطاقة المصروفة في البنايات لعملية تكييف الهواء تقدر بمقدار

$$q_a = 0.5 \times (0.32) \times q_i \dots\dots\dots(9)$$

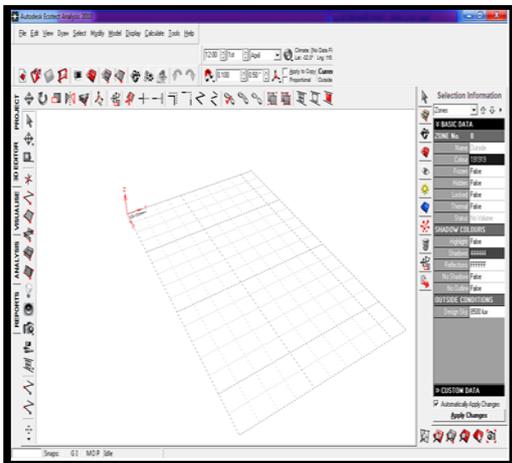
وبمناخ العراق بأنه بار ممطر شتاءً حيث تصل درجات الحرارة فيها ما بين الصفر الى - 5 درجة مئوية مما يسبب انتقال الحرارة من الحيز الداخلي المكيف الى البيئة الخارجية مما يحتاج الى استخدام وسائل التدفئة لتعويض النقص الحاصل في الطاقة الحرارية الداخلية ومقدار هذه الحرارة اللازمة لا بقاء درجة الحرارة الداخلية ضمن مستويات الراحة البشرية يطلق عليها حمل التدفئة السنوية وهو يعاد تقريبا الطاقة الحرارية المنتقلة من خلال غلاف الجدران ويتم حسابها من خلال المعادلة التالية[8]:

$$Q_{win} = U \times A \times (T_{in} - T_{out}) \dots\dots\dots(10)$$

حيث ان مجموع طاقة حملي التبريد والتدفئة يطلق عليها حمل التكييف السنوي، ولصعوبة حساب هذه الطاقة بالشكل الدقيق يتم التوجه الى حساب احمال التكييف التصميمية بالاعتماد على أحر يوم في فصل الصيف وأبرد يوم في فصل الشتاء خلال عمليات تصميم منظومات التكييف للمباني.

برنامج Ecotect

وهو عبارة عن برنامج محاكاة ذي دقة عالية في التحليل الحراري لأحمال التكييف السنوية بشكل ثلاثي الابعاد يطلق عليها برنامج محاكاة والتصميم البيئي للمباني بالإضافة لقابليتها في تحليل مقادير الانارة النهارية والصوتيات، مصنوعة من قبل شركة Autodesk المشهورة في صناعة البرامج الهندسية حيث تمتاز بقابليتها برسم وتحليل نماذج البناءات وبأي حجم من خلال واجهة للرسم يحتوي على ادوات رسم خاصة لأجراء عمليات وقابليتها استخراج النتائج بشكل مخططات وجداول توضيحية ومشاركة المعلومات مع البرامج الأخرى واستيراد معلومات الطقس الساعائية لأي منطقة مع البرامج المتخصصة بتحديد مواقع الجغرافية GPS، علاوة على امكانية السيطرة في تغيير العوامل للمواد الانشائية والتصاميم السلبية والخصائص الحرارية الداخلية خلال مراحل المحاكاة بشكل سلسل ومباشر على نموذج الاختبار دون اعادة رسم شكل اخر للنموذج، والشكل (3) يبين واجهة الرسم للبرنامج[10][9].



الشكل (3) الواجهة الرئيسية لبرنامج Ecotect

باستخدام المباني التقليدية التي يفتقر الى المعالجات التصميمية حيث يمكن حساب كفاءة الطاقة بالنسبة لادخار حمل التكييف السنوي من خلال اجراء التناسب بين حالتين من الاختبارات قبل وبعد ادخال التحسينات في تصميم البناء بالاعتماد على المعادلة التالية:-

$$\% \text{نسبة الادخار} = \frac{a1 - a2}{a1} \dots\dots\dots(1)$$

	Aspect Ratio X:Y	Aspect Ratio 1:1	Aspect Ratio 3:1
Wall Surface Area	$2xz + 2yz$	240 m ²	274 m ²
Floor Area	xy	400 m ²	400 m ²
Wall Surface to Floor Area Ratio	$\frac{2z}{y} + \frac{2z}{x}$	0.6 or 60%	0.68 or 68%

الشكل (2) علاقة بين الاشكال الهندسية لنفس المساحة الارضية[6]

احمال التكييف السنوية

يتمثل بمقادير الطاقة اللازمة لعمليات التكييف الداخلي للمباني وذلك لكون درجة حرارة الجو ليس ضمن مديات الراحة البشرية في معظم ايام السنة، حيث يمتاز جو العراق بأنه حار جاف صيفا تصل معدلات درجة الحرارة فيها ما بين 46 الى 50 درجة مئوية او اعلى من ذلك في بعض السنوات خاصة شهري تموز واب حيث يحتاج في هذه الاشهر الى الاعتماد على وسائل التكييف الميكانيكية لإزالة الطاقة الحرارية المنتقلة من المحيط الخارجي الى داخل المباني علاوة عن الطاقة الحرارية المتولدة من الاحمال الداخلية، (الاشخاص، الانارة، الاجهزة)، ومجموع هذه الاحمال المحسوبة خلال اشهر الصيف يطلق عليها حمل التكييف السنوي حيث يتم حسابها بالاعتماد على المعادلات التالية[7]:-

$$Q_{sum} = U \times A \times (T_{sol-air} - T_{in}) \dots\dots\dots(2)$$

$$T_{sol-air} = T_{amb} + \frac{\kappa \times q \cdot solar}{ho} - \frac{\epsilon \times \kappa \times (T_{amb} - T_{sur})}{ho} \dots\dots\dots(3)$$

$$M - W = Q_{skin} + Q_{res} + S_{body} \dots\dots\dots(4)$$

$$Q_{skin} = Q_{conv.} + Q_{rad} \dots\dots\dots(5)$$

$$Q_{conv+rad} = h_{comb.} \times A_{cloth} \times (T_{cloth} - T_{operate}) \dots\dots\dots(6)$$

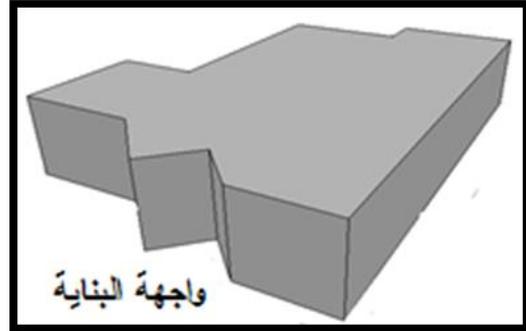
$$T_{operate} = \frac{T_{amb} + T_{sur}}{2} \dots\dots\dots(7)$$

$$Q_{lump} = W_{lump} \times F_u \times F_b \times CLF \dots\dots\dots(8)$$

منهجية البحث

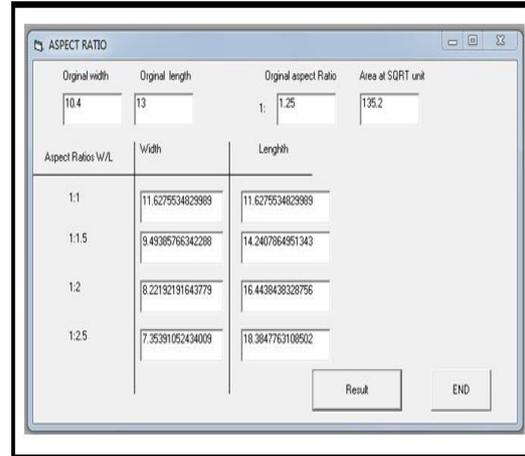
اختيار النماذج وتهيئة الأبعاد

تم اختيار نموذج منزل في مدينة كركوك ذات مساحة أرضية 200م² وبمساحة بناء 135.2م² غير منتظم الشكل وبأبعاد مكافئة (13م × 10.4م) والشكل (4) يبين غلاف البناية.



الشكل (4) شكل غلاف البناية

وقد تم تصميم برنامج مساعد المبين في الشكل (5) باستخدام برنامج الفجول بيسك لإدخال معدل الأبعاد لحساب النسبة البعدية والمساحة الأرضية للبناية، وكذلك حساب الأبعاد الأخرى لنفس مساحة البناية للحالات الأربعة الأخرى للنسب البعدية (1:1.5، 1:1.25، 1:1، 1:2) المستخدمة في عملية البحث.



الشكل (5) يبين مدخلات ومخرجات البرنامج المساعد لحساب أبعاد البناية لأربع نسب بعدية

وستكون الحسابات في البرنامج وفق العلاقات التالية[2]:

$$A.R = \frac{\text{Width of building}}{\text{length of building}} = \frac{W_{av}}{L_{av}} \dots \dots \dots (10)$$

$$\text{Area} = W_{av} \times L_{av} \dots \dots \dots (11)$$

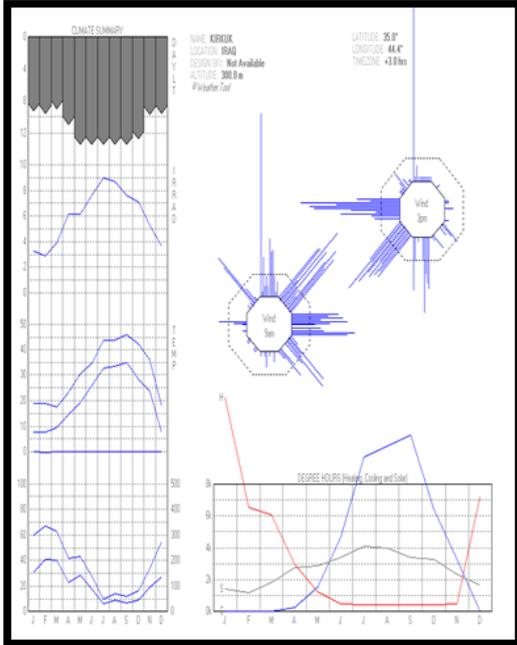
نحصل من خلال المعادلة الأولى والثانية

$$W_{av} = \sqrt{\frac{\text{Area}}{A.R}} \dots \dots \dots (12)$$

$$L_{av} = A.R \times W_{av} \dots \dots \dots (13)$$

تحضير بيانات الطقس

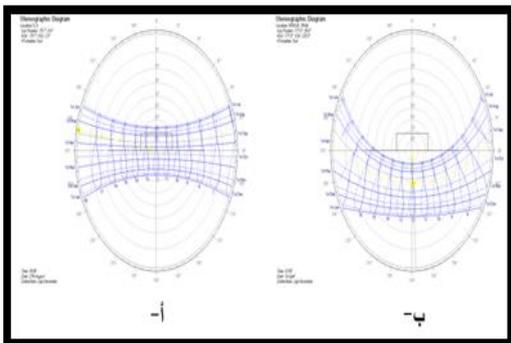
تم تحضير بيانات طقس مناخ مدينة كركوك وادخالها الى محول بيانات الطقس في برنامج محاكاة (Ecotect) كأحد المتطلبات العملية المحاكاة وقد تم الحصول على نتائج مدخلات الطقس على شكل مخططات صورية لسلوك الطقس خلال السنة [7]، كما مبين في الشكل (6).



الشكل (6) مخرجات طقس مدينة كركوك (درجة حرارة، سرعة الرياح، شدة الاضاءة السماوية)

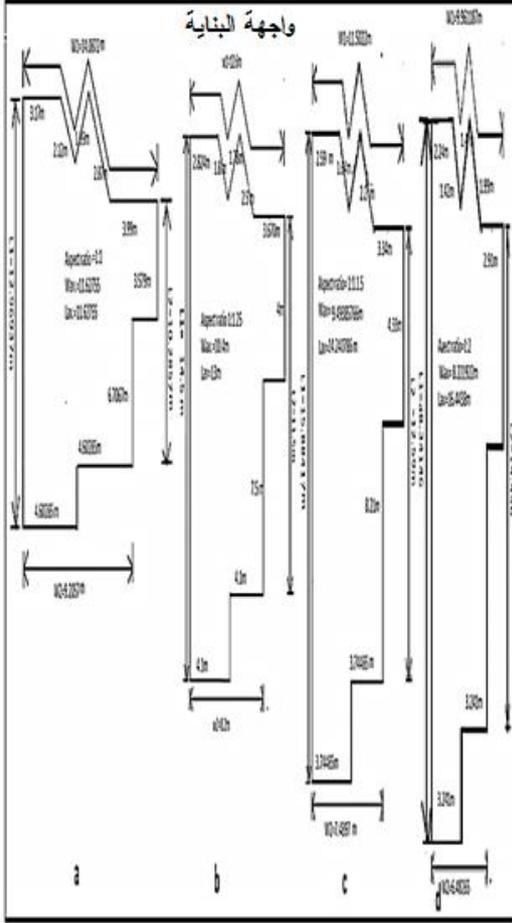
ضبط اتجاه الاشعاع الشمسي لمدينة كركوك

تم بإدخال قيمة خطوط الطول والعرض لمدينة كركوك لتحديد المسار السنوي الصحيح للشمس بالنسبة لخط الاستواء كما مبين في الشكل (7).

الشكل (7) أ- مسار الاشعاع الشمسي قبل الضبط
ب- مسار الاشعاع الشمسي لمدينة كركوك بعد الضبط

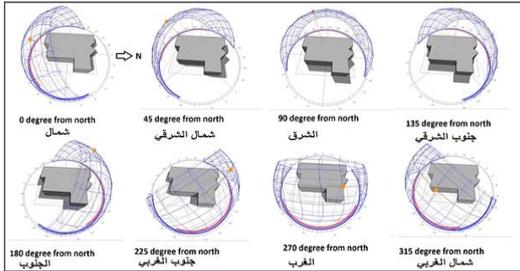
شكل البناية

تم رسم شكل البناية في حيز الرسم الموجود في برنامج (Ecotect) كما في الشكل (8).



الشكل (10) أبعاد البناية للحالات الأربعة
d(1:2), c(1:1.5), b(1:1.25), a(1:1)

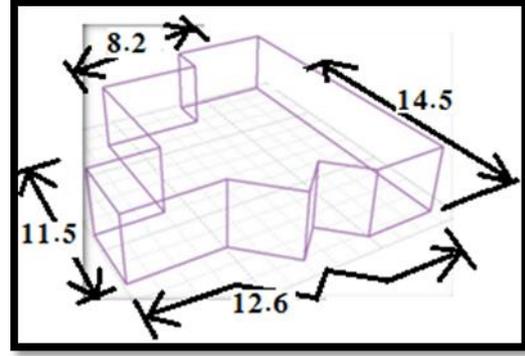
تم توجيه البناية لثمانية اتجاهات لكل حالة من الحالات الأربعة للنسب البعدية لغرض المحاكاة كما موضح في الشكل (11) مع اختيار شروط الحيز "مدى درجة الحرارة الداخلية (22-24) درجة مئوية ورطوبة نسبية 50% ومقدار الملابس للشاغليين [11](0.6clo).



الشكل (11) توجيهات البناية

النتائج والمناقشة

بعد عملية المحاكاة، تم الحصول على قيمة الحمل السنوي المتمثلة لمجموع حمل التبريد والتدفئة السنوية لكل حالة من الحالات الأربعة للنسب البعدية (1:1)، (1:1.25)، (1:1.5)، (1:2)، وتم استخدام طريقة حساب قيم حمل التبريد التصميمي الاعظم اللحظي ليوم 14 خلال الساعة 2p.m وحمل التدفئة التصميم الاعظم اللحظي ليوم

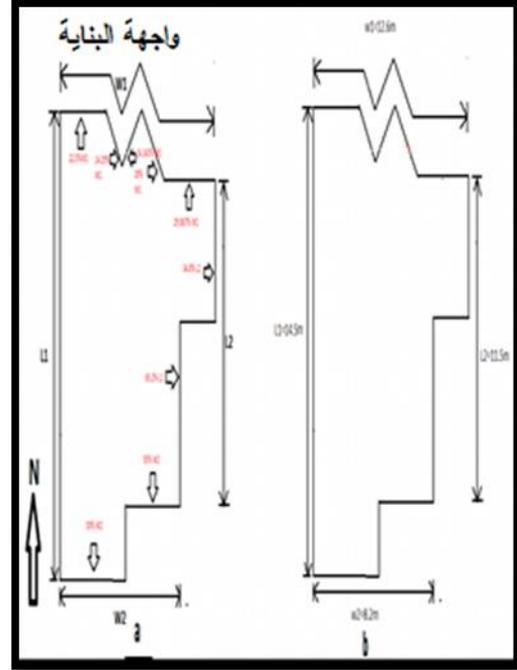


الشكل (8) يبين رسم شكل البناية داخل حيز الرسم للبرنامج بارتفاع 3 متر للبناية

محاكاة البناية

حساب نسبة الجدران

تم حساب مقدار نسبة الجدران الممتلئة لكل جزء من اجزاء البناية بالنسبة الى الابعاد الكلية لضمان الحساب الدقيق لكل جزء من الجدران في الحالات الأربعة الأخرى من النسب البعدية في البحث وان الابعاد الاصلية لطول وعرض البناء موضح في الشكل (9a)، بينما الشكل رقم (9b) يوضح نسبة كل جزء من الجدران بالنسبة لمجموع قياسات الطول والعرض لواجهة وجوانب البناء.



الشكل (9) a- يبين قياسات الابعاد الاصلية
b- يبين نسبة كل جدار بالنسبة للقياسات الكلية

نماذج البناية

تم تهيئة النماذج لحالات النسب البعدية الأربعة للبناية (1:1)، (1:1.25)، (1:1.5)، (1:2) والموضحة في الشكل (10).

الجدول (3) يبين الحمل التبريدي التصميمي الأعظم وحمل التدفئة التصميمي الاعظم والحمل السنوي للبناءة

الحمل الكلي السنوي MWhr	حمل التدفئة التصميمي الاعظم W	حمل التبريد التصميمي الاعظم W	الزاوية بالنسبة لمحور الشمال	توجيه واجهة البناءة
36.071	8746	12315	0	شمال
35.959	8746	12361	45	شمال شرقي
35.768	8746	12336	90	شرق
36.029	8746	12280	135	جنوب شرقي
36.074	8746	12315	180	جنوب
35.976	8746	12388	225	جنوب الغربي
35.782	8746	12362	270	الغرب
36.038	8746	12311	315	شمال الغربي

الجدول (4) يبين الحمل التبريدي التصميمي الأعظم وحمل التدفئة التصميمي الاعظم والحمل السنوي للبناءة للنسبة البعدية 1:2 لجميع الاتجاهات

الحمل الكلي السنوي MWhr	حمل التدفئة التصميمي الاعظم W	حمل التبريد التصميمي الاعظم W	الزاوية بالنسبة لمحور الشمال	توجيه واجهة البناءة
37.176	8975	12777	0	شمال
37.015	8975	12792	45	شمال شرقي
36.733	8975	12745	90	شرق
37.069	8975	12719	135	جنوب شرقي
37.069	8975	12719	180	جنوب
37.008	8975	12733	225	جنوب الغربي
36.732	8975	12370	270	الغرب
37.063	8975	12705	315	شمال الغربي

ومن الجداول الاربعة نلاحظ بأن هناك ادنى حمل سنوي لكل نسبة بعدية عند احد الاتجاهات وهذا الحمل يمكن توضيحه تفصيلاً في مخطط الاحمال الشهرية المتحصلة من نتائج المحاكاة والمبينة في الاشكال (11-14) ولكل نسبة بعدية وكذلك ليس من الضرورة ان تكون حمل التبريد الاعظم في التوجيه الشمالي اقل اكبر ما يمكن كما في اشكال البنائات المنتظمة لكون ذراعى البناءة باتجاه الشرق والغرب اكبر من الجنوب والشمال واذراع الغربي ليس بنفس قياس الذراع الشرقي ولذلك نلاحظ ظهور تفاوت في الاحمال التصميمي بالاعتماد على مساحات الجدران غير المنتظمة للواجهة.

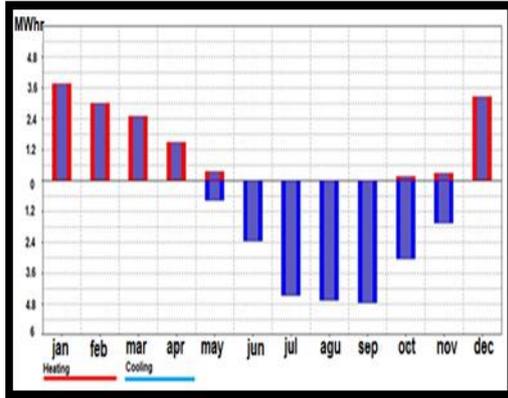
30 كانون الاول خلال الساعة 7a.m ولجميع الاتجاهات بالاعتماد على معلومات الطقس الساعاتية لمدينة كركوك لعام 2015، والجدول(1-4) تبين تفاصيل الاحمال للحالات الاربعة:

الجدول (1) يبين حمل التبريد التصميمي الأعظم وحمل التدفئة التصميمي الاعظم والحمل السنوي للبناءة للنسبة البعدية 1:1 لجميع الاتجاهات

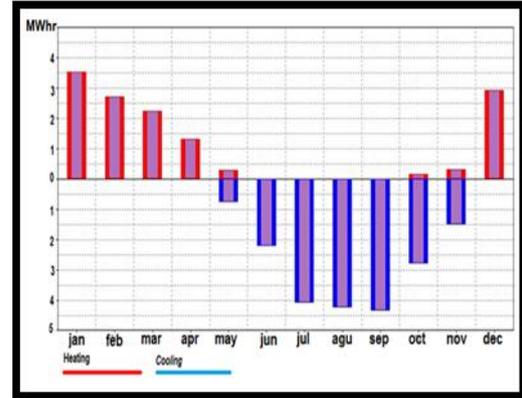
الحمل الكلي السنوي MWhr	حمل التدفئة التصميمي الاعظم W	حمل التبريد التصميمي الاعظم W	الزاوية بالنسبة لمحور الشمال	توجيه واجهة البناءة
33.682	8144	11398	0	شمال
33.662	8144	11365	45	شمال شرقي
33.585	8144	11355	90	شرق
33.752	8144	11370	135	جنوب شرقي
33.688	8144	11388	180	جنوب
33.657	8144	11344	225	جنوب الغربي
33.445	8105	11301	270	الغرب
33.930	8133	11620	315	شمال الغربي

الجدول (2) يبين حمل التبريد التصميمي الأعظم وحمل التدفئة التصميمي الاعظم والحمل السنوي للبناءة للنسبة البعدية 1:1.25 لجميع الاتجاهات

الحمل الكلي السنوي MWhr	حمل التدفئة التصميمي الاعظم W	حمل التبريد التصميمي الاعظم W	الزاوية بالنسبة لمحور الشمال	توجيه واجهة البناءة
35.464	8602	12152	0	شمال
35.379	8602	12154	45	شمال شرقي
35.242	8602	12123	90	شرق
35.465	8602	12062	135	جنوب شرقي
35.472	8602	12149	180	جنوب
35.401	8602	12193	225	جنوب الغربي
35.263	8602	12168	270	الغرب
35.489	8602	12104	315	شمال الغربي

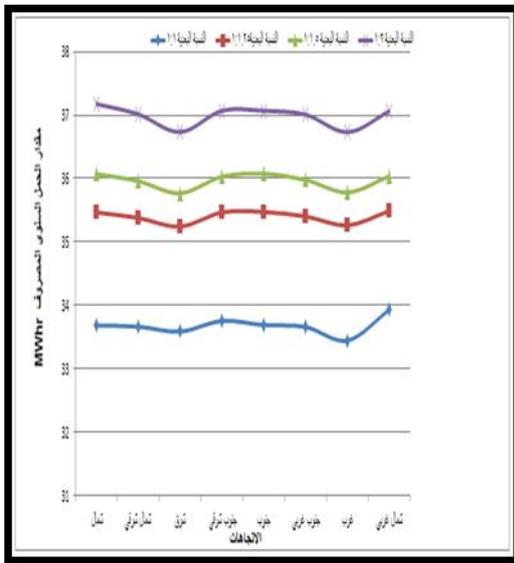


الشكل (14) يبين مخطط الاحمال الشهرية لاتجاه الغرب (زاوية 270) والمتمثلة لأدنى حمل سنوي للنسبة البعدية (1:2)

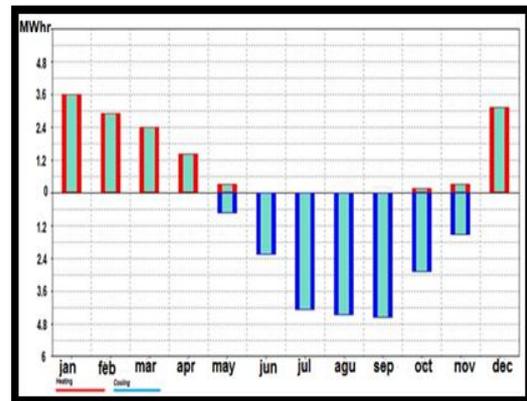


الشكل (11) مخطط الاحمال الشهرية لاتجاه الغرب (زاوية 270) والمتمثلة لأدنى حمل سنوي للنسبة البعدية (1:1)

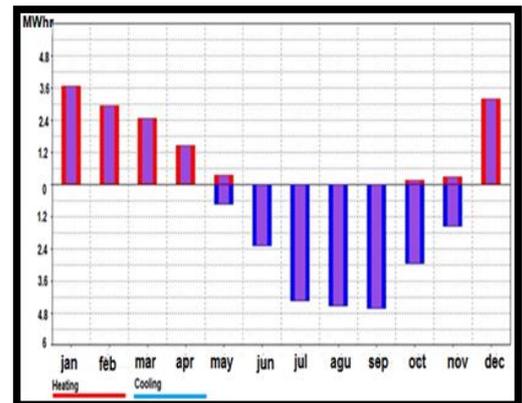
وكذلك النتائج الموضحة في الجداول (1-4) تبين مقدار الحمل السنوي المصروف مع الاتجاهات ولجميع النسب البعدية الاربعة والموضحة في الشكل (15).



الشكل (15) مقدار الحمل السنوي الصروف مع الاتجاهات للنسب البعدية الأربعة (1:1، 1:1.25، 1:1.5، 1:2).



الشكل (12) مخطط الاحمال الشهرية لاتجاه الشرق (زاوية 90) والمتمثلة لأدنى حمل سنوي للنسبة البعدية (1:1.25)



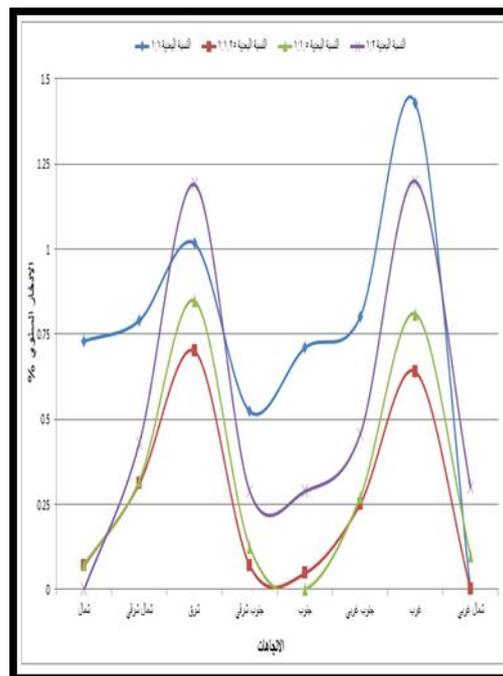
الشكل (13) مخطط الاحمال الشهرية لاتجاه الشرق (زاوية 90) والمتمثلة لأدنى حمل سنوي للنسبة البعدية (1:1.5)

اضافة الى ذلك أصبح من الممكن الحصول على الادخار السنوي من قيم الاحمال السنوية الموضحة في الجداول الاربعة والمبينة في مخطط الادخار السنوي مع الاتجاهات الثمانية ولكل نسبة بعدية كما مبين في الشكل (16).

- ت- الادخار للنسبة البعدية (1:1.5): تكون نسبة الادخار 0.848% عند توجيه البناية باتجاه الشرق نسبة لأعلى حمل سنوي ظاهر باتجاه الجنوب.
- ث- الادخار للنسبة البعدية (1:2): تكون نسبة الادخار 1.2% عند توجيه البناية باتجاه الغرب نسبة لأعلى حمل سنوي ظاهر باتجاه الشمال.
- 5- حمل التدفئة الاعظم يبقى تقريبا ثابت لجميع الاتجاهات ولفس النسب البعدية.

المصادر

- 1- Hanna, GB. Energy standard for non residential buildings in arab countries. Journal of Engineering Research and Applications. 2014;4.
- 2- Lausten J. Energy efficiency requirement in building codes. Energy Efficiency Policies for New Building International ENERGY Agency.
- 3- Watson, Donald FAIA, and Kenneth labs. Energy efficient building principles and practices, climate design. Handbook. 1982.
- 4- Joseph AA. Passive solar handbook. United States Air Force. Introduction to Passive Solar Concepts Volume I.
- 5- American Society of Heating, Refrigeration and Air-condition engineers, Fundamentals. ASHRAE Handbook. 2013.
- 6- Philip, Mc Keen, Alan SF. "The effect of building aspect on energy efficiency: A case study for multi-unit residential building in Canada. Published by Buildings Journal.
- 7- المدونة العراقية للتبريد. وزارة الاسكان والاعمار العراقية. الدائرة الفنية لمشروع المدونات العراقية. 2012.
- 8- مدونة العزل الحراري. وزارة الاسكان والاعمار العراقية. الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية.
- 9- Chantrerie, Kungl Tekniska Högskolan. Sustainable building design with autodesk Ecotect. Master Thesis Report. 2010.
- 10- Shoubi MV, Shoubi, MV, Bagchi A, Azin Shakiba Barough, "Reducing The Operational Energy Demand In Buildings Using Building Information Modeling Tools and Sustainability Approaches", Published by Elsevier (2015).
- 11- Faye C, Mc Quiston, Jerald DP, Jeffrey DS. Heating Ventilation and Air Conditioning, Analysis and Design. Six Edition, Wiley International Edition.



الشكل (16) يبين نسب الادخار مع الاتجاهات للنسب البعدية الأربعة (1:1، 1:1.25، 1:1.5، 1:2)

الاستنتاجات

- 1- إن أفضل كفاءة للطاقة في البناية تكون عندما يكون شكل البناية مربعة اي نسبة بعدية (1:1) وباتجاه الغرب (زاوية 270) وهذه الكفاءة تقل كلما زادت النسبة البعدية كما موضحة في الشكل (16).
- 2- تبين من الشكل (15) بأن لفس النسبة البعدية ان أفضل كفاءة طاقة يمكن الحصول عليها عند توجيه البناية باتجاه الغرب للنسب البعدية (1:1، 1:2) وباتجاه الشرق للنسب البعدية (1:1.5، 1:1.25) وذلك لان أعظم ذراعين للبناية واقعة في الاتجاه الشمال/الجنوب الذي يتميزان بأقل تعرضهما للإشعاع الشمسي صيفا في كلا الواجهتين والحصول على أكبر كمية من الأشعاع المباشر من الجدران الجنوبية شتاءً.
- 3- إن نسبة الأذخار السنوي للطاقة المصروفة يكون بحدود 10% عند توجيه البناية باتجاه الغرب وللنسبة البعدية (1:1) مقارنة مع اعلى حمل سنوي عند النسبة البعدية (1:2) وباتجاه الشمال والمبين في الشكل (16).
- 4- ان أفضل ادخار في الحمل السنوي للبناية عند النسب البعدية يكون كما يلي:
 - أ- الادخار للنسبة البعدية (1:1): تكون نسبة الادخار 1.43% عند توجيه البناية باتجاه الغرب نسبة لأعلى حمل سنوي باتجاه الشمال الغربي.
 - ب- الادخار للنسبة البعدية (1:1.25): تكون نسبة الادخار 0.7% عند توجيه البناية باتجاه الشرق نسبة لأعلى حمل سنوي باتجاه شمال الغربي.