((دراسة مقارنة لتاثير السقوف الخضراء في المناخ المحلي لمدينة النجف الأشرف))

أ.م.د يونس محمود محمد سليم[1] أحمد فائق عبد الرسول المظفر[2]
Younis1424@yahoo.com afaa_84@yahoo.com
الجامعة التكنولوجية – قسم الهندسة المعمارية[1]
جامعة الكوفة/ قسم الشؤون الهندسية[2]
العراق – بغداد

(تاريخ استلام البحث: 2014/9/11----- تاريخ القبول 2015/8/9)

المستخلص

تعاني أغلب مدن العراق من إهمال واضح في تحقيق الموازنة بين المكونات المشيدة وتأثيرها في المناخ المحلي وبالأخص جانب توفير المساحات الخضراء، أدى هذا إلى إخلال بالتوازن في النظام البيئي الحضري نجم عنه الارتفاع في درجات الحرارة داخل المدن والذي أبعدها عن حدود الراحة الحرارية. ولهذا فان البحث تناول دراسة احدى التقنيات التي من شانها ان تقلل من هذا التاثير الحراري الذي نتج بسبب نقص المساحات الخضراء في المدينة وهي تقنية السقوف الخضراء.
تعد السقوف الخضراء من التقنيات المهمة المؤثرة في المناخ المحلي فهي تعمل على توفير الراحة الحرارية داخل المبنى وخارجه وبالتالي التقليل من تاثير الجزيرة الحرارية وبالاخص في المناطق ذات المناخ الحار الجاف ،الا ان كفاءة أداء النباتات في السقوف الخضراء تختلف بحسب طبيعة المناخ وخصوصية المنطقة، ومن هنا تبلورت مشكلة البحث في "**عدم وجود تصور واضح في الدور الذي تلعبه السقوف الخضراء في الحلول البيئية للمباني**" والهدف من البحث هو " **الوصول الى تصور واضح قابل للقياس عن دور انشاء السقوف الخضراء في المباني من الناحية المناخية ضمن المستوى الحضري**" اما فرضية البحث فهي" **للسقوف الخضراء دور ايجابي في تحسين الاداء البيئي للمباني والمناخ المحلي**".
توصل البحث الى عدد من الاستنتاجات ربطت العلاقة بين زيادة مساحة السقوف الخضراء المشيدة ومقدار التخفيف في حرارة المناخ الموضعي لقطاعات المدينة ذات المناخ الحار الجاف.

الكلمات المفتاحية: (السقوف الخضراء، المناخ، الجزيرة الحرارية الحضرية، البيئة الحضرية، الحفاظ على الطاقة)

A comparative study for the effect of green roofs in the local climate of Najaf city

Prof Assist. Dr. Younis Mahmood M. Saleem **Ahmed Faik Abdulrasoul**
Younis1424@yahoo.com **afaa_84@yahoo.com**

University of Technology - Architecture Engineering Department
Iraq-Baghdad
Received on 11 /9 /2014 & Accepted on 9 /8 /2015

Abstract

Most Iraqi cities suffer from a stark negligence in achieving equilibrium between the constructed objects and their effects on local climate, especially in providing green areas. This led to disturbing the natural equilibrium in the urban environmental system, which in turn led to an increase in temperature degrees inside the cities, resulting in the cities to move outside of the temporal comfort boundaries. Therefore, this research studies one of the technologies that reduce this temporal effect that was generated by the shortage of green areas in the city, which is the green roofs technology.
The green roofs are important technologies that have effects on the local climate, they provide temporal comfort inside the building and outside of it, therefore, they reduce the effect of heat island especially at locations with hot and dry climate, however, the efficiency of the plants in green roofs differs according to the climatic nature and the location specifics. From here, the research problem was assigned about "The lack of a clear picture about the rule that green roofs play in environmental solutions in buildings", and the object was assigned as "Creating a clear and measurable notion about the rule that green roofs play in the climatic aspects for buildings within the urban level" while the research hypothesis is "The green roofs have a positive rule in improving the environmental performance of buildings".

Keywords: (green roofs, climate, urban heat island, energy preserving).

1- المقدمة

مع التزايد المستمر في عدد السكان الذين يقطنون المراكز الحضرية للمدن، وكثرة وسائل النقل والمواصلات والتوسع الرأسي والأفقي في الإسكان أصبحت الحاجة ملحة إلى التوسع في المدن على حساب المساحات الخضراء هذا بدوره أدى الى زيادة نسبة المساحات المشيدة الى المساحات الخضراء والذي ينتج عنها مجموعة من المخاطر الصحية والبيئة المتنوعة حيث انها تتسبب في ارتفاع الفارق الحراري بين الريف والمدينة وهو مايطلق عليه بظاهرة الجزيرة الحرارية.

لذلك كان لابد على الإنسان السعي للوصول الى حل يكون مكملا لانشاء المساحات الخضراء في المدن بمعاييرها التي تتناسب مع مناخها المحلي. وبالرغم من تعدد الأهداف التي يسعى إليها المخططون والمصممون في توفير المساحات الخضراء الا أن الهدف الأسمى في المناطق الحارة الجافة هو تحقيق الأغراض المناخية.

ولهذا كان الحل لزيادة المساحات الخضراء هي تقنية انشاء السقوف الخضراء في سطوح المباني، هذه التقنية التي تعمل على تحقيق كل مايطمح اليه الانسان من فوائد جمالية وترفيهية واقتصادية وصحية وغيرها ولكن الهدف المهم هو المحافظة على البيئة وتحقيق الراحة الحرارية للمبنى والتقليل من تاثير الجزيرة الحرارية بين المدينة والريف في المناخ المحلي الحار الجاف. حيث سعى البحث إلى دراسة اثرها في تحسين المناخ المحلي في المدينة فكانت المشكلة البحثية هي "**عدم وجود تصور واضح ومعرفة كافية في الدور الايجابي الذي تلعبه السقوف الخضراء في المباني**". وهدف البحث هو "**الوصول الى تصور واضح عن الدور الايجابي لإنشاء السقوف الخضراء في المباني من الناحية المناخية ضمن المستوى الحضري**".

اما فرضية البحث فهي ان " **للسقوف الخضراء دور ايجابي في تحسين الاداء البيئي للمباني والمناخ المحلي**".

2- مفهوم السقف الاخضر

تندرج السقوف الخضراء تحت أنواع المبانى الحدائقيه (Gardens buildings)، وتوصف بأنها تلك المساحة الخضراء التى يتم زراعتها فوق سطوح المنازل أو الفنادق أو أى سطح يعلو مبنى.

تتم زراعة مختلف انواع النباتات والزهور على السقف الاخضر وذلك بالاعتماد على سمك الطبقة السفلية التحتية (وسط النمو) التي تختلف في العمق باختلاف نوع النباتات والذي يصمم لتوفير تخضير للمناطق الحضرية .[Cynthia, p:319]

تتميز السقوف الخضراء بارتفاع التكاليف الأولية بالمقارنة مع السقوف الاعتيادية، ولكن بالمقابل تمتلك السقوف الخضراء للمباني مجموعة متنوعة من الفوائد الممكنة التي توازن التكلفة العالية مثل، الحد من الأحمال الحرارية للمباني عن طريق منع الحرارة المرتفعة من الدخول للمباني والتخفيف من تأثير الجزيرة الحرارية للمدن وغيرها[Hideki, p:33].

3- اهمية السقوف الخضراء وفوائدها

تعد المناطق الخضراء في المدينة بصورة عامة ذات أهمية كبيرة ولها دور أساسي في توفير فرص الراحة الحرارية داخل وخارج المباني والراحة النفسية والتمتع بمباهج الطبيعة لسكان المدن، لذلك نرى أن دوائر البلدية والتخطيط العمراني تعمل على إنشاء الكثير من المتنزهات والحدائق العامة، وتحاول توزيعها على أرجاء المدينة بما ينسجم ومتطلبات الأحياء السكنية[William,].

يتم تقسيم فوائد السقوف الخضراء الى ثلاثة فوائد رئيسة يحتوي كل منها على مجموعة من الفوائد المتنوعة والمهمة للانسان وللمدينة وحيويتها وديمومتها، والجدول رقم (1) يبين تفاصيل تلك الفوائد التي توفرها السقوف الخضراء.

الجدول (1): فوائد السقوف الخضراء في المباني/المصدر:[الباحثان]

ت	الفائدة الرئيسية	نوع الفائدة	التفاصيل
1	البيئية	المناخية	1. العزل الحراري وتحسين حالة المناخ خلال فصل الصيف وتقليل درجة حرارة الهواء داخل وخارج الفضاء.
			2. تقليل فقدان الحرارة خلال فصل الشتاء
			3. تقليل الفرق بين المناطق الحضرية في المدن الكبيرة
2	الاجتماعية	النفسية	1. تعزيز التفاعل الاجتماعي والتفاعل مع الطبيعة

			2. توفير فرص التنشئة الاجتماعية 3. توفير اسباب الراحة الجسدية والنفسية
		الصحية	1. الحد من الاجهاد 2. توفير الهواء النظيف في المناطق الحضرية 3. توفير المساحات الخضراء يخفض في معدل ضربات القلب وضغط الدم 4. الحد من الجسيمات والعوالق الملوثة للهواء
		الجمالية والترفيهية	1. اضافة قيمة جمالية للمباني 2. امكانية الاستفادة من سقوف المباني بدل من اهمالها 3. زيادة نسبة المساحات الخضراء للفرد الواحد 4. توفير مساحات خضراء يمكن الوصول اليها بسهولة
3	الاقتصادية	تحقيق الوفورات في التكاليف	1. تمديد حياة السقف (اطالة عمر المنشأ) 2. وفورات من حيث الوقود اللازمة للتدفئة والتبريد للمباني 3. وفورات في التكاليف من خلال استخدام المواد المعاد تدويرها 4. توفير المحاصيل الزراعية التي تحتاجها المنازل او المطاعم 5. ادارة مياه الامطار من خلال السيطرة على مياه الامطار 6. تحقيق عزل جيد للمباني من حيث الصوت والتقليل من الضوضاء وخاصة في المناطق القريبة من المطارات وغيرها

سيتم في الفقرة التالية التطرق الى اهم الدراسات التي اهتمت بموضوع السقوف الخضراء وتاثيره في المناخ المحلي للمدينة

4- الدراسات السابقة

هناك العديد من الطروحات الفكرية والتطبيقية حول تصميم السقوف الخضراء منها ما تناول الوظائف المتنوعة المناخية ومنها ما تناول الوظائف الاقتصادية ومنها الجمالية ومنها الترفيهية... الخ، سواء كان على مستوى الجانب المعماري أو الجانب الحضري، وسيتم التركيز على الدراسات التي اهتمت بموضوع تأثير السقوف الخضراء على المناخ الموضعي أو مناخ المدينة وكما يأتي:

4-1 Energy Saving Potentials and Air Quality Benefits of Urban Heat Island Mitigation . Hashem Akbari , 2001. [Anderson]

تناولت الدراسة مفهوم السقوف الخضراء وامكانية الاستفادة من هذه التقنيات الجديدة للحد من اثار الجزيرة الحرارية وتقليل الفارق الحراري بين المدينة والريف وذلك بالاعتماد على المقاييس الحرارية لكل سقف من هذه السقوف الخضراء ومعرفة الفارق الحراري بين السقوف المستخدمة للوصول الى التقدير الناتج عن الاثر الذي يحدثه كل سقف وتاثيره في المناخ الحضري (المناخ العام للمنطقة المحددة). اجريت الدراسة في مدينة لوس انجلوس الامريكية في سنة 2001 وتم الاعتماد على نموذج مصغر للدراسة.

تناولت الدراسة مفهوم الفارق الحراري بين المدينة واطرافها ودور السقف الاخضر كتقنية حديثة في التقليل من هذا الفارق الحراري وتم استخدام النباتات المحلية الملائمة لمنطقة الدراسة.

4-2 Managing the Growth of the Demand for Cooling in Urban Areas and Mitigating the Urban Heat Island Effect. Carlos Lopes, 2002 .[Dunnett]

تناولت الدراسة مفهوم الارتفاع الحاد في درجات الحرارة في المدينة مقارنة باطرافها، (ظاهرة الجزيرة الحرارية). والتعرف على افضل تقنية للتخلص او للتقليل من هذه الظاهرة الحرارية فقد توصل البحث الى ان افضل وسيلة لتقليل هذه الظاهرة هي تقنية السقوف الخضراء التي يكون لها القدرة الكبيرة في الحد من الجزيرة الحرارية والحد من الاستهلاك الكبير للطاقة والذي يسبب هو ايضا في زيادة حرارة المحيط الخارجي بسبب النواتج الصادرة من اجهزة التبريد. اجريت الدراسة في اليونان في سنة 2002 وتتعلق بالمناخ العام لقارة اوروبا.

تناولت الدراسة مفهوم السقوف الخضراء باعتبارها أفضل وسيلة للتقليل من أثر الجزيرة الحرارية في المدينة .

3-4 Karen Liu, Thermal performance of green roofs through field evaluation, 2002 . [zira]

تناولت الدراسة قياس درجات الحرارة والرطوبة النسبية داخل وخارج الابنية باستعمال السقوف الخضراء وكان ذلك من خلال استخدام نموذج بمساحة 72 متر مربع مقسم الى قسمين بالتساوي للسقف الاخضر والسقف الاعتيادي؛ وتم القياس من خلال وضع محارير لقياس درجات الحرارة داخل وخارج السقفين الاخضر والاعتيادي وذلك بهدف الوصول الى بيانات حرارية عن قدرة السقف الاخضر من تخفيض درجة الحرارة في المدينة وتقليل الفارق الحراري فيها عن اطراف المدينة وزيادة نسبة المساحات الخضراء ، إذ اجريت في مدينة اوتاوا في كندا سنة 2002.

تناولت الدراسة الارتفاع في درجات الحرارة في مركز المدينة عن اطرافها وتناولت امكانية السقوف الخضراء في التقليل من هذا الفارق الحراري من خلال استخدام المحارير الالكترونية.

4-4 Green Roof Research Station: Rationale, ExperimentalDesign, Equipment, and Estimated Costs. Cynthia Rosen Zweig، 2003 [Akbari].

استندت الدراسة على عمل موديل لقياس درجات الحرارة المختلفة اعلى واسفل السطح وذلك من خلال عمل اربع نماذج بشكل مربع للوصول الى مدى قدرة السقف الاخضر في تقليل الفارق في درجات الحرارة بين مركز المدينة واطرافها (الجزيرة الحرارية) حيث تم تقسيم مساحة معينة الى اربع اقسام: ثلاثة منها كانت سقف اخضر وسقف واحد كان سقف تقليدي وتمت مقارنة درجات الحرارة والرطوبة النسبية بين السقوف الاربعة؛ الدراسة التي اجريت في مدينة نيويورك الامريكية في شهر تموز 2003 حيث المناخ فيها بالمجمل يشتهر بالرطوبة بحكم قربها من المحيط الأطلسي، لكن درجات الحراره تختلف من فصل إلى فصل.

الملاحظ في الدراسة انه تم وضع المحرار الالكتروني على عدة ابعاد في السقف الاخضر والسقف الاعتيادي وتمت المقارنة بين درجات الحرارة والرطوبة النسبية بين السقفين .

5-4 Surface heat budget on green roof and high reflection roof for mitigation of urban heat island، Hideki Takebayashi ، 2006 . [Carlos]

تناولت الدراسة مجموعة من السقوف حيث تم استخدام مجموعة نماذج للسقوف وهي: السقف الاخضر (والذي كان بالنباتات وبدون نباتات اي تربة فقط) والسقف الاعتيادي (الكونكريت) وذلك عن طريق استخدام نماذج مصغرة لكل سقف تم قياس درجات الحرارة باستخدام المحرار الالكتروني والكاميرا الحرارية وتم القياس بالمقارنة بين الاسطح المختلفة المواد مع بعضها البعض بالمقارنة مع درجة حرارة الهواء الخارجية. اجريت الدراسة في ولاية لوس انجلوس الامريكية في شهر اب من سنة 2004 إذ يتميز مناخ الولاية متوسطي نصف جاف؛ حيث ان شتاءه معتدل البرودة ورطب بينما يكون الصيف حاراً وجافاً.

تناولت الدراسة مفهوم السقوف الخضراء من خلال عمل نماذج متنوعة للسقف الاخضر ومقارنتها مع سقف تقليدي ومع حرارة الهواء الخارجي للوصول الى مقدار قدرة السقف الاخضر في التقليل من الجزيرة الحرارية بأعتبارها تقنية جديدة ومهمة وتوفر مجموعة متنوعة من الفوائد البيئية وغيرها.

6-4 Assessing the Impact of Green Roofs on Urban Heat Island Mitigation: A Hardware Scale Modeling Approach، William ، C ، 2009 [Karen] .

تناولت الدراسة مفهوم السقوف الخضراء وتاثيرها في التقليل من ظاهرة الجزيرة الحرارية. قدمت الدراسة العملية نموذجين مصغرين نموذج للسقف الاخضر ونموذج للسقف الاعتيادي وتمت القارنة بين النموذجين من خلال جمع بيانات درجة الحرارة والرطوبة النسبية خارج النموذج في مكان وسط النموذج. لغرض الوصول الى مقدار التقليل الذي يوفره انشاء السقف الاخضر في المدينة.

عند مقارنة الدراسات السابقة نجد انها تناولت مفهوم التاثير المناخي للسقوف الخضراء من حيث التقليل من تاثير الجزيرة الحرارية، كذلك فقد تم الاعتماد في هذه الدراسات على النباتات التي تلائم المناخ المحلي لمنطقة الدراسة المذكورة، والتي بطبيعة الحال لا تلائم مناخ العراق المحلي الحار الجاف حيث منطقة الدراسة للبحث الحالي. من ذلك

يتبين ان مجال الاستفادة من هذه الدراسات متنوع ويدعو للجمع بينها وكذلك الاستفادة من القراءات الخاصة بالعينات للوصول الى افضل النتائج على المستوى المحلي ومقارنتها مع السقف الاعتيادي للوصول الى مقدار التاثير الحراري للمناخ المحلي.

5- انواع السقوف الخضراء

يتم تصنيف السقوف الخضراء وفقا لسمك التربة وغرض الاستخدام ومدى التنوع النباتي فيها الى صنفين اساسيين هما[Alert. 2004]:-

5-1 السقف الاخضر الواسع النطاق او الشامل Extensive Green Roof

يحتوي هذا الصنف على نوع واحد او نوعين من النباتات، بالاضافة الى ادنى حد من وسط الزراعة. يتم تصميم هذا النوع بشكل شائع للحصول على عزل حراري و ايضا توافر الفوائد الجمالية والاقتصادية الى جانب الفوائد البيئية فضلاً عن ذلك فان هذا الصنف من السقف الاخضر يعطي ادنى حمل من الاوزان الاضافية للمبنى. يتم تثبيت هذا الصنف على الأسطح المستوية والاسطح المنحدرة بشكل خفيف والشديدة الانحدار[Christopher, p: 2]. اما بالنسبة الى مجموع الأحمال الرطبة لهذا الصنف من السقوف فيتراوح بين أقل من 49 كغم/م^2 الى حوالي 298 كغم/م^2 اما في حالة كون السقف مشبع تماما بالماء فيكون الوزن الكلي لهذا النوع من 72،6 كغم/م^2 الى 169،4 كغم/م^2 وحسب عمق وسط النمو [Soprema, p: 22] .

5-2 السقف الاخضر الكثيف Intensive Green Roof

المعروفة أيضا باسم الحديقة البارزة او مرتفعة المستوى أو حديقة السطح، وهذا الصنف من السقوف الخضراء عادة ما يحتوي على مجموعة متنوعة من أنواع النباتات يتم تصميمها واعدادها كمتنزه . تدعم بعض الحدائق على السطح أشجار كبيرة إلى حد ما التي تتطلب تعزيز الخصائص الهيكلية للمبنى لتحمل الوزن وتجهيز مستوى عالي من المياه. يعتمد وسط النمو في الغالب على نوع النبات، ويتراوح في العمق من 20-60 سم (8-24 انج)، مع زيادة الوزن عندما يكون مشبع من 290 – 967 كغم/م^2 ونظرا لزيادة عمق التربة، واختيار النباتات والتي تكون أكثر تنوعا ويمكن أن تشمل الأشجار والشجيرات [Johnston, p: 20].

6- تقنيات انشاء السقوف الخضراء

ضمن الأنواع المختلفة من السقوف الخضراء للمباني، يمكن استخدام أنظمة او تقنيات مختلفة لانشاء هذه السقوف. التقنيات الثلاثة الأكثر شيوعا وهي[Doug, p: 47]:

6-1 النظام الكامل

سمي بالكامل لانه يكون جزء من المبنى ويكون معد مسبقا مع تصميم المبنى لكي يتم حساب الاوزان والتفاصيل التي تدخل في تكوين السقف الاخضر؛ ويمكن إضافة هذا النوع إلى السقف أثناء أو بعد التشييد، ويتكون من جميع المكونات الرئيسة المختلفة للسقف الاخضر ابتداءا من طبقة السقف إلى النباتات [Shaina, p: 14]. يحتوي هذا النظام من التسقيف على طبقات متنوعة ومختلفة لانشاء السقف الاخضر بما فيما الاغشية ووسائط النمو والنباتات المستخدمة وغيرها ولهذا فان هذا النظام يسهم في زيادة الاحمال والاوزان للمبنى او المنشا وهو ما يعني ارتفاع تكلفة البناء. فضلاً عن ذلك فان هذا النظام ولكونه جزء من المبنى كون من الصعب استبداله وتغيير هيئته لانه يحتوي على مجموعة من الطبقات التفصيلية المتنوعة[Shaina, p: 14].

6-2 النظام المعياري او النظام المرن

يكون هذا النظام اسهل من ناحية الانشاء والتنفيذ من النظام الكامل حيث انه لا يبنى على السقف مع المنشأ وانما يتم عادة زراعة النباتات في أواني (باحجام وارتفاعات مختلفة حسب الطلب وحسب ماهو متوفر في السوق) وتحوي هذه الاواني على انابيب لتصريف المياه وتصنع من مواد توفر العزل والحماية للسقف خارج الموقع وعندما يتم زراعتها بالكامل فانها تنقل ويتم وضعها على السطح (المراد انشاء السقف الاخضر عليه) ليكون بديلا عن السطح التقليدي الموجود. عمق

ونوع التربة في هذا النظام يتسم بالمرونة، ولكن طبقات التربة العميقة ليست شائعة في هذا النوع. عادة، النظام المعياري او المرن يكون ضمن نطاق عمق من 7.5 سم الى 30 سم [Doug, p: 36].

6-3 الغطاء النباتي المزروع مسبقا

هذا النوع من النظام مشابه للنظام المرن ويزرع أيضا خارج الموقع. والفرق الرئيس بينه وبين النظام المعياري هو في عمق وسط النمو وتنوع النباتات. حيث ان هذا النظام عادة ما يكون على شكل بلاط متداخل مطوى والذي من الممكن وضعه بسهولة على أي سطح. هذه الاغطية النباتية هي رقيقة جدا ولا تقدم مرونة كبيرة فيما يتعلق بالخيارات في وسط النمو اوالنباتات. العمق المحدود لوسط النمو وللنظام بكامله يجعله خفيف الوزن للغاية [Doug, p: 38] . يتوفر هذا النظام بسمك 4.5 سم حيث يقدم في المقام الأول السقف الاخضر الواسع النطاق بالنسبة لانواع السقوف الخضراء ويوفر مجموعة متنوعة من التصاميم السهلة والسريعة، وهو متوفر ايضاً بسمك 2.5 سم من وسط الزراعة. والنتيجة هي نظام خفيف الوزن يتراوح وزنه من 40 الى 60 كغم لكل متر مربع. يتكون معظم الغطاء النباتي لهذا النظام من عدة أنواع من النباتات وهو لا يتطلب إلا القليل من الصيانة ولهذا فان كلفه انشائه قليلة للغاية مقارنة بالانظمة الاخرى [Shaina, p: 15].

7- الوظائف المناخية للنباتات

النباتات بمختلف انواعها يمكن ان توفر الظلال في ايام الصيف المرتفعة الحرارة ، ويمكن استخدام الاشجار والشجيرات دائمة الخضرة كمصدات للرياح الباردة بعكس الاشجار المتساقطة الاوراق التي تسمح للهواء البارد بالنفاذ خلالها وبالاضافة الى ذلك فان النباتات تقوم بوظائف متعددة ومتنوعة مثل الاحتفاظ بمياه الامطار وتقليل من جريانه وغيرها [القيعي، ص: 289].

إن التحكم في درجات الحرارة يكون من خلال مجموعة من العمليات التي تقوم بها النباتات وهي :-

أ- حرارة الهواء الخارجي

تنتج اي شجرة كاملة النمو كميات كبيرة من الماء تؤدي الى تبريد الهواء ورفع نسبة الرطوبة فيه. وعلى سبيل المثال فان شجرة زان واحدة تنتج حوالي 545 لترا من الماء خلال يوم الصيف. الا ان حركة الهواء تحول دون وجود تاثير كبير لشجرة واحدة او عدة اشجار في فراغات صغيرة داخل المدينة على حرارة الجو والرطوبة. اذ ان التاثير على حرارة الجو والرطوبة لايتضح الا في المساحات الشاسعة او في المتنزهات الكبيرة داخل المدينة، وتؤدي الحرارة الممتصة والمنعكسة من المباني وارصفة الطرق الى ارتفاع درجة الحرارة في المدن. ويلاحظ ذلك في التباين في الطقس والحرارة بالذات بين المدينة والريف (مايسمى بالجزيرة الحرارية) [القيعي، ص: 290].

ب- الامتصاص والظل :

الاشعاع الشمسي الساقط على النباتات يتخلل القليل منه هذه النباتات ويكون الجانب المظلل ذو درجات حرارة اقل من الجانب الذي يكون الاشعاع الشمسي مباشر عليه[القيعي، ص: 291].

وتنخفض درجة الحرارة في مساحة ما بواسطة النباتات حتى لو لم تكن ذات حجم كاف لاعطاء ظلال، وتقلل النباتات والكساءات العشبية من درجة الحرارة بواسطة تشتيت الضوء والاشعاع وكذلك امتصاص الاشعاع الشمسي وايضا بواسطة عملية التبخر والنتح.

ج- انتقال الحرارة :

تنخفض درجة الحرارة في ظل النباتات واسفلها اثناء النهار وذلك بسبب امتصاص الاوراق للاشعاع الشمسي ولذلك فان تاثير التظليل بواسطة الاشجار يقلل حرارة الجو قرب سطح الارض . وتعتمد كمية النقص في درجة الحرارة على نوع الاشجار التي تعطي الظل[علم الدين، ص: 20].

وقد وجد انه في مجموعة من اشجار (الزان) في شهر تموز يبلغ الانخفاض اليومي في درجة حرارة الجو على مستوى الارض حوالي 4.5 درجة مئوية بينما يكون في مجموعة من اشجار الصنوبر الاسكتلندي حوالي 3 درجة مئوية . اما بالنسبة لاشعاع الشمس المستلم في يوم مشمس فان اسطح التيجان الشجرية تصبح اكثر الاجزاء دفئا بسبب امتصاص

وانعكاس الحرارة بواسطة التيجان ولكن النباتات في الطبقة السفلى تكون ابرد، والطبقات الاسفل تصلها حرارة اقل بالتتابع وهكذا تكون ابرد كلما اتجهنا الى الاسفل[القيعي، ص: 293].

بعد ان تم التوصول الى أهمية السقوف الخضراء وتم تعريف العديد من التفاصيل المتعلقة بانواعها وتقنيات انشائها وفوائدها المناخية في الفقرات السابقة، سوف يتم الاستفادة من الدراسات السابقة باجراء الجانب العملي للبحث من خلال انشاء سقف اخضر في البيئة المحلية العراقية، وسوف تحدد مدينة النجف لاجراء تلك الدراسة العملية لكونها من المدن التي تمتاز بارتفاع درجات حرارتها صيفاً وقلة غطائها النباتي.

8- التجربة العملية

اعتمدت التجربة العملية على انشاء نموذج محلي لسقف أخضر وتطبيق المعالجات التي تم استعمالها في الدراسات السابقة عليه، وقد تميز السقف بما يلي:

- السقوف المستعملة في التجربة العملية كانت سقف اخضر وسقف اعتيادي لغرض المقارنة بينهما
- السقف الاخضر المستخدم كان من النوع الكثيف (Intensive Green Roof)
- تقنية السقف الاخضر والتي كانت عبارة عن النظام المعياري او النظام المرن
- النبات المستخدم في السقف الاخضر هو نبات الكوكيا الذي يتميز بسرعة نموه في الاجواء الحارة وتحمله لدرجات الحرارة العالية وهو ملائم للاجواء المحلية.

تشمل فكرة التجربة على انشاء السقف الاخضر ومقارنته بالسقف الاعتيادي (الذي يكون من المواد المحلية وحسب الطبقات والمواد المعتمدة في التسطيح للابنية وهي: كونكريت ،فلانكوت، قير، تراب تهوير، الـــواح كونكريتية بابعـــاد 80 سم×80 سم للتسطيح)

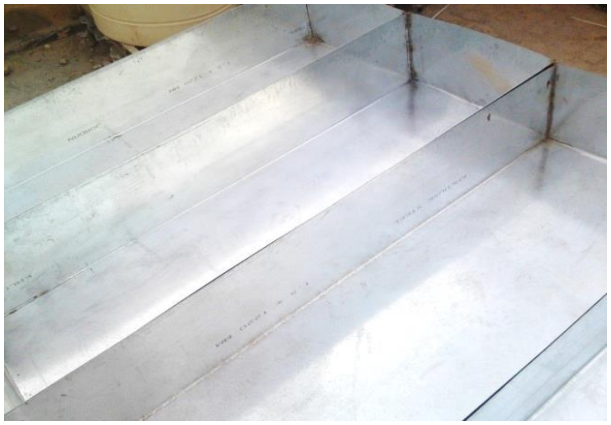
8-1 وصف انواع السقوف المستخدمة في الدراسة العملية

حيث تم اعتماد تقنية السقف الاخضر حيث تم عمل نموذج للسقف الاخضر في موقع الدراسة والذي يتكون من ثلاثة اجزاء رئيسة وهي (حاوية الزراعة ووسط النمو والنباتات) وفيما يلي توضيح لهذه الاجزاء بالتفصيل :-

8-1-1 حاوية الزراعة

تم انشاء حاوية الزراعة للسقف الاخضر في موقع الدراسة العملية بالاعتماد على احدى تقنيات انشاء السقوف الخضراء وهي تقنية النظام المعياري او النظام المرن وهي الوحدات المسبقة الصنع حيث تم عمل احواض من الالواح المعدنية المستخدمة لانشاء خزانات المياه وهي الواح مغلونة مقاومة للصدأ بارتفاع 0.25 م وبابعاد 0.75*2 م، كما في الشكل (1) اذ تم استعمال 5 احواض معدنية (وزن الوعاء الواحد يصل الى 55 كغم تقريبا) وتم رصفها الواحد جنب الاخر ليكون مجموع المساحة المغطاة من السطح بالسقف الاخضر بمساحة 3.75*2 م.

فضلاً عن ذلك فانه تم عمل تصريف للمياه في نهاية كل حوض من الاسفل وذلك بهدف تصريف الماء الزائد من عملية السقي وتم تغليف هذه الفتحات بواسطة مجموعة من الحصى المكسر على فتحة التصريف من الداخل كما في الشكل (2) وذلك بهدف عدم انجراف التربة (وسط النمو)، وربط فتحات التصريف الموجود في حاويات الزراعة الى الخارج لغرض جمع ماء السقي الزائد.



شكل (1): الاحواض المعدنية المستخدمة في الدراسة العملية/المصدر:[الباحثان]

شكل (2): مكان الحصى على فتحات التصريف لمنع انجراف التربة/المصدر:[الباحثان]

فضلاً عن ذلك فقد تم تغليف الاحواض المعدنية من الخارج والداخل (المعرض الى الظروف الخارجية المباشرة) بقطع من الستايروبور بسمك 2.5سم وذلك لتفادي تاثير درجة الحرارة والاشعاع الشمسي المباشر على اللوح المعدني مما يؤدي الى تسخينه وبالتالي تاثيره في النبات وتاثيره في قياس درجة الحرارة كما في الشكل (3) .

8-1-2 وسط النمو

بعد اكمال تجهيز حاويات الزراعة تم وضع وسط النمو حيث تم هنا استعمال تربة (البتموس) كما في الشكل (4) وهي نوع من انواع التربة الصناعية التي تستعمل كوسط لنمو النباتات.

يتميز هذا الوسط من التربة (البتموس) كونه تربة خفيفة الوزن بشكل كبير اذا ما تم مقارنتها مع التربة الطبيعية المستعملة في الحدائق الارضية كما ان مادة البتموس هي من المواد المستدامة إذ يتم صناعتها من مخلفات المواد الطبيعية (الخشب واللحاب) اما ارتفاع تربة البتموس في الوعاء فقد كان 0.22 م اي انه غطى العمق بالكامل تقريبا . وتم استخدام 7 اكياس من البتموس لتغطية الاوعية بالكامل، وزن كل كيس كان 62 كغم تقريبا ودرجة الحموضة للبتموس كانت 5.

شكل (3): تغليف الالواح المعدنية من الداخل والخارج بطبقة من الستايروبور لتفادي عملية التسخين لاطراف الوعاء/المصدر:[الباحثان]

شكل (4): عملية وضع البتموس داخل الحاويات المخصصة للزراعة/المصدر:[الباحثان]

تم اختيار أحد انواع نباتات الزينة المسمى بالكوكيا او(شعر بنات) وذلك بسبب تحمله لدرجات الحرارة العالية وسرعة نموه نظراً لمحدودية وقت الدراسة العملية والتي تحتاج الى كثافة نباتية بوقت قصير في اشهر الصيف الحار. وتم زراعة 120 نبتة في الالواح المعدنية ككل، اي 24 نبتة في كل لوح معدني (المسافة بين نبتة واخرى يتراوح من 20–25 سم)، كما في الشكل (5) وتم زراعة 20 نبتة في الحديقة الارضية للمقارنة مع درجات الحرارة والرطوبة النسبية بين نفس نوع النبات في الحديقة والسقف الاخضر.

شكل (5): يوضح عملية زراعة نبات الكوكيا في الحاويات المخصصة للزراعة/المصدر:[الباحثان]

وقد تم اختيار نبات الكوكيا أيضاً في الدراسة العملية بوصفه انموذجاً للسقف الاخضر كنوع من الانواع المذكورة في النباتات الملائمة للزراعة في الاجواء المحلية الحارة الجافة وذلك بسبب كون هذا النبات له القدرة على تحمل درجات الحرارة العالية وكذلك كون هذا النبات ذو جذور ليفية لاتمتد الى الاعماق بشكل كبير وكذلك له القدرة على تغطية المكان بالكامل بالخضرة النباتية المطلوبة .

8–2 ادوات القياس

ادوات القياس التي تم استعمالها في هذه الدراسة العملية هي عبارة عن مجموعة من المحارير الالكترونية التي تحوي على قياس لدرجة الحرارة المئوية والرطوبة النسبية حيث يتكون هذا المحرار من شاشة لعرض النتائج وسلك بطول 1 متر مثبت في نهايته المجس الخاص بتحسس الحرارة وكما مبين بالصور في ادناه هذا المحرار قادر على قياس درجة الحرارة حتى درجة 50 درجة مئوية ورطوبة نسبية حتى 99 وحيث ان درجة الحرارة صيفا قد تتجاوز ال 50 درجة مئوية، ولهذا فقد تم اعتماد نوع اخر من المحارير لقياس درجات الحرارة التي قد تصل الى اكثر من 50 درجة مئوية (للحاجة في بعض الاوقات الى قياسات تصل الى اكثر من 50 درجة مئوية) في بعض المناطق من انواع السقوف فهو قادر على قياس درجة الحرارة حتى قياس 65 درجة مئوية ورطوبة نسبية حتى 100 درجة .

8–3 ايام القياس

تم قياس درجات الحرارة للنموذج العملي في ايام مختلفة من الاشهر حزيران وتموز وآب والايام هي:–

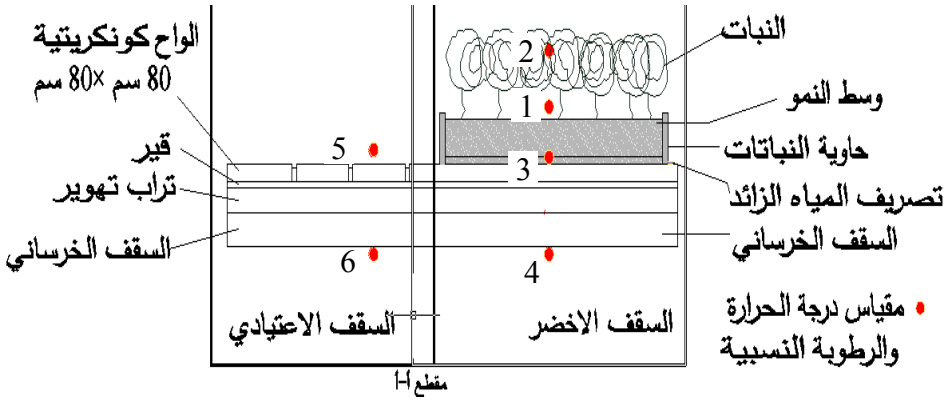
من شهر حزيران الايام : 29–2013/6/30

من شهر تموز الايام :19–20–29–30–2013/7/31

من شهر آب الايام :9–10–2013/8/11

8–4 طريقة القياس

تم انشاء نموذج لسقف أخضر ومقارنته مع سقف اعتيادي (في سقف مبنى منشأ في مركز المدينة) وتم قياس درجات الحرارة والرطوبة النسبية للنموذجين ومقارنتهما مع قياس درجة الحرارة والرطوبة النسبية للحديقة الارضية باعتماد أنواع النباتات نفسها المستعملة في السقف الاخضر حيث تم وضع ادوات القياس على عدة مستويات (ارتفاعات) بالنسبة للسقف الاخضر والحديقة كما في الشكل (6) الذي يوضح اماكن توزيع ادوات القياس على السقوف .



تفاصيل ارقام مواقع المحارير وكما مبينة في المخططات اعلاه :-

1 السقف الاخضر محرار على التربة
2 محرار اعلى النبات بارتفاع 80 سم من التربة
3 محرار اسفل حاوية الزراعة للسقف الاخضر
4 محرار اسفل السقف الاخضر
5 محرار اعلى السقف الاعتيادي
6 محرار اسفل السقف الاعتيادي
7 محرار في الحديقة الارضية اعلى التربة
8 محرار في الحديقة الارضية بارتفاع 80 سم

شكل (6): انواع السقوف المستخدمة في الدراسة العملية وتوزيع اجهزة القياس عليها عموديا/المصدر:[الباحثان]

9- النتائج

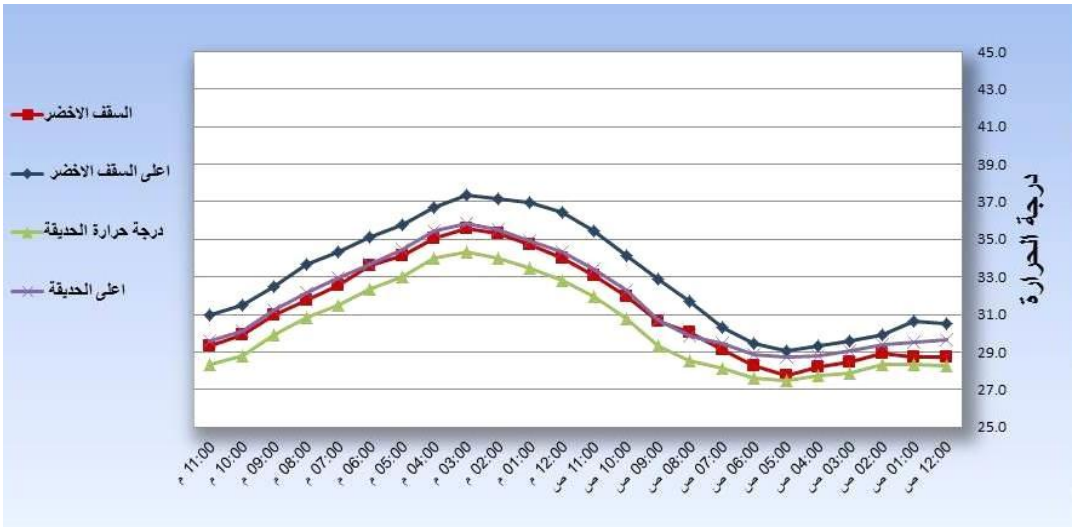
يوضح الجدول (2) معدل القراءات الحرارية للنماذج خلال ايام القياس في الاشهر حزيران واب وتموز

جدول (2): معدل درجة الحرارة لجميع نماذج القياس في جميع ايام واوقات القياس/المصدر:[الباحثان]

رقم المحرار / الساعة	1	2	3	4	5	6	7	8
12:00 ص	28.6	28.8	30.8	30.2	32.2	38.3	28.3	29.6
01:00 ص	28.6	28.9	31.3	30.1	31.5	38.3	28.3	29.5
02:00 ص	28.8	29.0	30.2	29.7	30.9	38.6	28.4	29.4
03:00 ص	28.4	28.5	29.7	29.4	30.5	38.5	27.9	29.1
04:00 ص	28.1	28.2	29.5	29.2	30.1	38.4	27.7	28.8
05:00 ص	27.7	27.7	29.1	29.1	29.9	35.0	27.5	28.7
06:00 ص	28.2	28.3	29.6	29.4	31.2	38.1	27.6	28.9
07:00 ص	29.0	29.2	30.6	30.0	32.2	38.2	28.1	29.4
08:00 ص	29.8	30.3	32.0	31.4	35.4	38.2	28.5	29.9
09:00 ص	30.4	30.9	33.1	32.7	37.6	38.6	29.3	30.7
10:00 ص	31.7	32.2	34.5	33.8	39.5	39.2	30.8	32.3
11:00 ص	32.9	33.3	35.8	35.1	41.2	39.7	32.0	33.4
12:00 م	33.8	34.3	36.9	36.1	43.6	40.3	32.8	34.3
01:00 م	34.5	35.0	37.3	36.7	45.2	40.9	33.5	34.9
02:00 م	35.1	35.5	37.4	36.9	45.9	41.0	34.0	35.5
03:00 م	35.4	35.8	37.6	37.1	46.2	41.1	34.3	35.8
04:00 م	35.0	35.1	36.8	36.6	45.3	40.9	34.0	35.5
05:00 م	33.9	34.3	36.0	35.6	44.0	40.6	33.0	34.5
06:00 م	33.5	33.7	35.4	34.9	42.2	40.4	32.4	33.7
07:00 م	32.4	32.8	34.6	34.0	41.1	40.2	31.5	32.9
08:00 م	31.7	31.9	34.0	33.4	39.2	40.0	30.8	32.2
09:00 م	30.8	31.2	32.8	32.2	37.2	39.6	29.9	31.2
10:00 م	29.8	30.0	31.7	31.2	35.1	39.1	28.8	30.1
11:00 م	29.2	29.4	31.2	30.7	33.3	38.6	28.3	29.6
Rate 24 h	**31.1**	**31.43**	**33.24**	**32.72**	**37.51**	**39.23**	**30.32**	**31.66**
10am----5pm								
Rate	**34.1**	**34.4**	**36.5**	**36.0**	**43.9**	**40.4**	**33.0**	**34.5**

9-1 نتائج مقارنة بين السقف الاخضر والحديقة الارضية

- عند اخذ نتائج القراءات لدرجات الحرارة والرطوبة النسبية بين السقف الاخضر والحديقة الارضية يتبين بان درجات الحرارة كانت افضل للحديقة الارضية نسبة الى السقف الاخضر ولكن ليس بفارق كبير فقد وصل الفرق في اعلى معدل له للقراءات الكلية لاشهر القياس (حزيران ، تموز ، اب) في وقت الذروة (اخذ وقت الذروة من الساعة العاشرة صباحا وحتى الساعة الخامسة عصرا لكون هذه الفترة تتميز باعلى قياس لدرجات الحرارة المسجلة) الى 1.1 درجة مئوية وفي الأوقات الكلية كانت 1 درجة مئوية.
- اما عند اخذ القراءات لدرجات الحرارة والرطوبة النسبية بين السقف الاخضر والحديقة وعلى ارتفاع 0.80 م فان النتائج كانت افضل بالنسبة لقياسات درجات الحرارة للحديقة الارضية عن السقف الاخضر وكان معدل القراءات الكلية لاشهر القياس (حزيران ، تموز ، اب) في وقت الذروة 1.5 درجة مئوية وفي الاوقات الكلية كان 1.3 درجة مئوية، وكما في الشكل (7) الذي يوضح الفرق بين درجات الحرارة بين السقف الاخضر والحديقة.



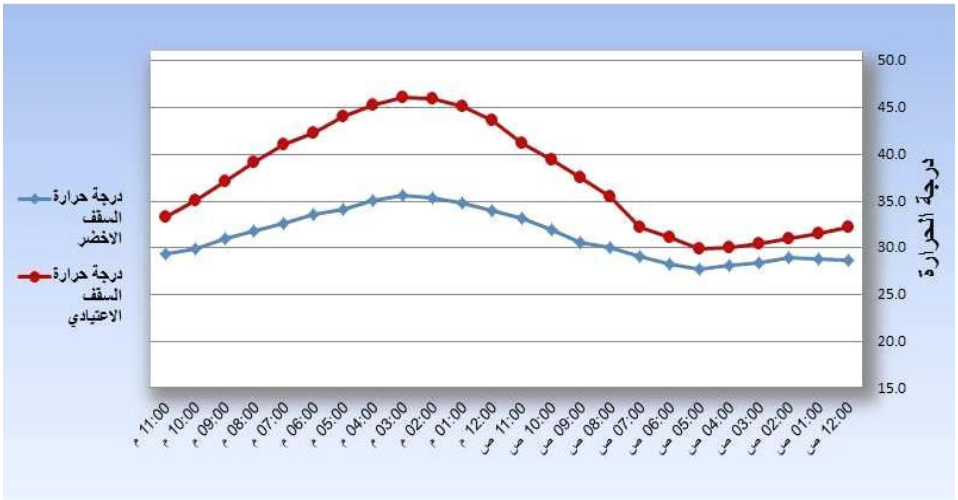
شكل (7): الفرق بين درجات الحرارة بين السقف الاخضر والحديقة/المصدر:[الباحثان]

9-2 نتائج مقارنة بين السقف الاخضر والسقف الاعتيادي

يلاحظ من خلال النتائج المسجلة للنموذج العملي للدراسة ان السقف الاخضر في اغلب اوقات القياس وللايام المحددة في الاشهر حزيران ، تموز واب كان الفرق بين اعلى درجة حرارة واقل درجة حرارة لا يتجاوز 11 درجة مئوية وكذلك فقد وجد انه اعلى درجة حرارة مسجلة للسقف الاخضر كانت 37.9 درجة مئوية.

بينما نلاحظ في السقف الاعتيادي ان الفارق كان في درجات الحرارة بين اعلى قيمة واقل قيمة قد وصل الى اكثر من 21.5 درجة مئوية في ايام مختلفة من ايام القياس للسقف الاعتيادي ؛ وكذلك فان اعلى درجة حرارة مسجلة للسقف الاعتيادي وكما هو مبين بالجداول فقد وصلت الى 49.9 درجة مئوية . من خلال ما ذكر فقد يتبين ان الفارق بين السقف الاخضر والسقف الاعتيادي يصل الى 12 درجة مئوية في اعلى درجة حرارة مسجلة. اما الفارق اليومي في وقت الذروة فيصل الى 11 درجة مئوية بينما في الحالات الاعتيادية فانه يصل الى 9 درجات مئوية.

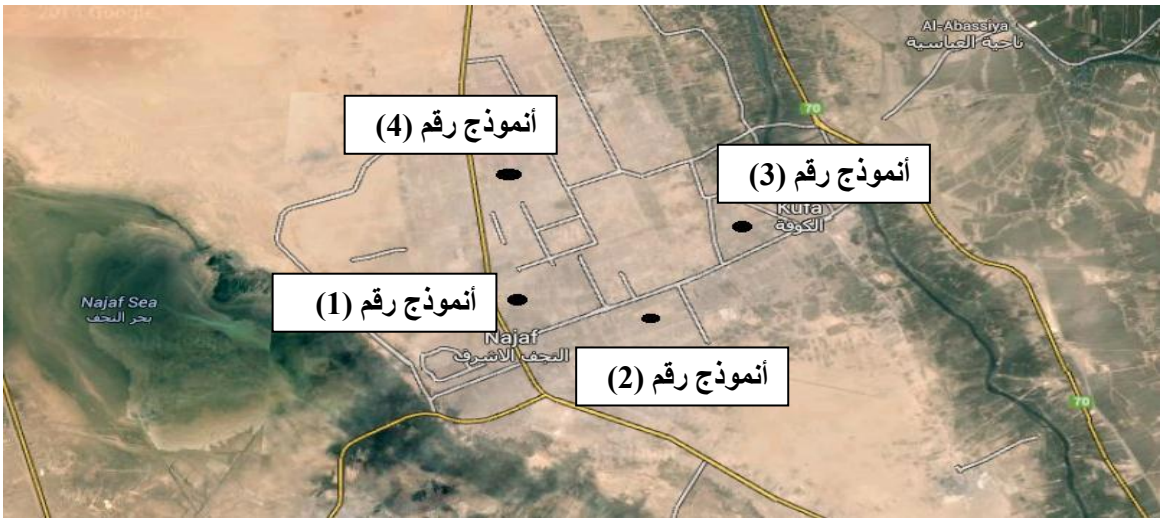
من خلال النتائج للقياسات الخارجية تتضح اهمية السقف الاخضر في التقليل من الاثار البيئية الناتجة عن الانعكاس لاشعة الشمس وبالتالي تاثيرها على البيئة الحضرية الحرارية مقارنة بالسقف الاعتيادي وكما هو ملاحظ من خلال النتائج ، كذلك تتبين لنا فائدة اقتصادية اخرى تضاف للفائدة البيئية المذكورة وهي اطالة عمر سقف المبنى بالنسبة للسقف الاخضر اكثر من السقف الاعتيادي وذلك بسبب قلة الفرق بين اعلى قيمة واقل قيمة مسجلة لدرجات الحرارة خلال اليوم الواحد بالنسبة للسقف الاخضر مما يؤدي الى قلة التمدد والتقلص الذي يحصل للسقف نسبة للفارق الكبير بين اعلى قيمة واقل قيمة لدرجات الحرارة للسقف التقليدي والذي يسبب التمدد والتقلص اثناء اليوم الواحد؛ وكما هو موضح في الشكل (8).



شكل (8): الفارق بين درجات الحرارة الخارجية بين السقف الاخضر والسقف الاعتيادي/المصدر:[الباحثان]

3-9 تطبيق النتائج على المناخ المحلي لمدينة النجف

عند اخذ النتائج الخاصة بقياسات درجة الحرارة للسقف الاخضر وتطبيقها على مدينة النجف الاشرف كما في الشكل (9) وذلك عن طريق أخذ نماذج لاحياء سكنية للمدينة تكون متنوعة ومختلفة من ناحية الكثافة البنائية نسبة الى المساحات المفتوحة للوصول الى مدى قدرة السقوف الخضراء والسقوف الباردة من تقليل درجات الحرارة في المدينة ومقارنتها مع السقف الاعتيادي.



شكل (9): خارطة جوية لمدينة النجف

حيث يمثل الانموذج رقم (1) لخارطة جوية لحي الحنانة في مدينة النجف الاشرف يمتاز هذا القطاع بعرض الشوارع الرئيسية والفرعية والتي تكون بنسبة 35%، وتمثل الابنية السكنية فيه نسبة 65% وهي ذات مساحات كبيرة تتراوح من (600 م – 750 م) وتصل نسبة البناء للوحدة السكنية الواحدة من مساحة القطعة الكلية الى 70% و يتبقى30% هي الحديقة والفضاءات المفتوحة للوحدة السكنية. فالمعدل العام لهذا القطاع سيكون متمثلاً بـ 55% مساحات مفتوحة و 45% ابنية مشيدة

أما الانموذج رقم (2) لخارطة جوية لحي الامير في المدينة يمتاز هذا القطاع ايضاً بعرض الشوارع الرئيسة والفرعية والتي تكون بنسبة 35%، ومساحات الابنية فيه تمثل نسبة 60% (تتراوح مساحة القطعة السكنية من (300 م–400 م)) والتي فيها نسبة المساحة المشيدة الى الحديقة للوحدة السكنية الواحدة تكون قليلة تصل الى 60% والحديقة والفضاءات المفتوحة بنسبة 40%. حيث أن المعدل العام لهذا القطاع سيكون متمثلا بـ 60% مساحات مفتوحة و 40% أبنية مشيدة .

أما الانموذج رقم (3) لخارطة جوية لحي المتنبي من المدينة يمتاز هذا القطاع بكون الشوارع الرئيسة متوسطة العرض وذات ازقة فرعية ضيقة مشابهه لأزقة المدينة القديمة في النجف الاشرف والتي تكون بنسبة 30%، ومساحات الابنية فيه (200 م) والتي تمثل نسبة 70% ولكن نسبة المساحة المشيدة للوحدة السكنية فيه الى الحديقة والمساحات المفتوحة تصل الى 75% والحديقة والفضاءات المفتوحة بنسبة 25% ، حيث أن المعدل العام لهذا القطاع سيكون متمثلا بـ 47% مساحات مفتوحة و 53% أبنية مشيدة.

أما الانموذج رقم (4) لخارطة جوية لحي العسكري من المدينة يمتاز هذا القطاع بكون الشوارع الرئيسية قليلة العرض نسبياً وذات ازقة فرعية ضيقة والتي تكون بنسبة 25% ؛ ومساحات الابنية فيه (200 م) والتي تمثل نسبة 75% ولكن نسبة المساحة المشيدة للوحدة السكنية فيه الى الحديقة والمساحات المفتوحة تصل الى 80% والحديقة والفضاءات المفتوحة بنسبة 20% ، حيث أن المعدل العام لهذا القطاع سيكون متمثلا ب 40% مساحات مفتوحة و 60% أبنية مشيدة . وكما موضح في الجدول رقم (3) و الشكل رقم (10).

جدول (3): معدل المساحات المفتوحة والمساحات المشيدة في نماذج الاحياء المختارة المصدر/: الباحثان

اسم الحي	نسبة المساحات المفتوحة (%)	نسبة المساحات المشيدة (%)
حي الحنانة	55	45
حي الامير	60	40
حي المتنبي	47	53
حي العسكري	40	60

عند تطبيق تقنية السقوف الخضراء على النماذج الاربعة للقطاعات المختلفة للمدينة كانت النتائج كالاتي :-

عند المقارنة بين معدل درجات الحرارة الكلية (خلال اوقات القياس في الايام ككل) للسقف الاخضر والحديقة الارضية من خلال نتائج القراءات الحرارية وبالاعتماد على إن المساحات الخضراء الارضية في المناطق الحارة الجافة تقلل من درجة الحرارة بمقدار 3 درجة مئوية اذا ما تم زيادتها بنسبة 40% وباستعمال قانون التناسب العام بثبوت المعامل (الحديقة الارضية) للوصول الى نسبة تاثير السقف الاخضر الى الحديقة الارضية وذلك بتقسيم فرق المعدل لدرجة حرارة السقف الاخضر ودرجة حرارة الحديقة مقسوما على فرق المعدل لدرجة حرارة السقف الاعتيادي ودرجة حرارة الحديقة فان.

$$\text{نسبة فرق التاثير} = \frac{\text{درجة حرارة السقف الاخضر} - \text{درجة حرارة الحديقة الارضية}}{\text{درجة حرارة السقف الاعتيادي} - \text{درجة حرارة الحديقة الارضية}} \times 100\%$$

$$= \frac{30.32-31.2}{30.32-37.51} \times 100\% = \frac{0.88}{7.19} \times 100\% = 12\%$$

فتكون نسبة التاثير = 100% - 12% = 88% تمثل نسبة تأثير السقف الاخضر الى الحديقة، عند تطبيق هذه النتيجة على النماذج الاربعة المحددة في الاشكال (10 أ) و (10 ب) و (10 ج) و (10 د) والتي تكون فيها نسب الابنية المشيدة مختلفة (45% ، 40% ، 53% ، 60%) فتكون نسبة تاثير السقوف الخضراء في القطاعات المختلفة في التقليل من درجة الحرارة المئوية بمقدار (2.9 ، 2.6 ، 3.4 ، 3.9) درجة مئوية على التوالي في المناخ المحلي لكل قطاع .

وفي حال تنفيذ هذه التقنية بنسبة 50% لكل قطاع اي تكون نسبة التغطية لكل قطاع هي؛ (22.5% ، 20% ، 26.5% ، 30%) فسيكون نسبة التأثير لهذه التقنية في التقليل من درجة الحرارة المئوية بمقدار: (1.5 ، 1.3 ، 1.7 ، 1.9).

الانموذج رقم (1) خارطة جوية لحي الحنانة في مدينة النجف الاشرف[19].

الانموذج رقم (2) خارطة جوية لحي الامير في مدينة النجف الاشرف/المصدر[20].

الانموذج رقم (3) خارطة جوية لحي المتنبي في مدينة النجف الاشرف/المصدر[21].

الانموذج رقم (4) خارطة جوية لحي العسكري في مدينة النجف الاشرف/المصدر[google.iq/maps].

شكل (10): الخرائط الجوية لنماذج الأحياء في مدينة النجف

10- الاستنتاجات

بعد تحليل النتائج من خلال الفقرات السابقة، فان الاستنتاجات النهائية الخاصة بالبحث سيتم تحديدها من خلال جانبين، ارتبط الجانب الأول بالإطار النظري، في حين ارتبط الجانب الآخر بالجانب التطبيقي للبحث والذي شمل مقارنة الأداء المناخي للسقف الاخضر مع السقف الاعتيادي وتطبيق درجات الحرارة المستخلصة من الجانب التطبيقي على مدينة النجف.

10-1 الاستنتاجات الخاصة بالجانب النظري

- بسبب ارتفاع اسعار الاراضي في المدن ومراكزها وبسبب التوسع العمراني والحضري الناتج عن الزيادة الكبيرة في اعداد السكان ادى ذلك كله الى قلة المساحات الخضراء في المدن ومراكزها فكان لابد من اللجوء الى تقنيات جديدة اخرى بديلة.
- قلة الاهتمام التخطيطي بشكل عام وعدم إدراك أهمية المناطق الخضراء داخل المدينة وضعف التعامل مع العوامل المناخية والبيئية والاجتماعية مما أدى إلى حرمان العديد من المحلات والأحياء السكنية من فوائد المناطق الخضراء وأهميتها للمدينة وساكنيها.
- هنالك مجموعه متنوعة من التقنيات الحديثة المستخدمة في اغلب دول العالم والتي تحقق مجموعة من الفوائد المتنوعة بما فيها البيئية وهذه التقنيات من الممكن ان تطبق في العراق من هذه التقنيات السقوف الخضراء والسقوف الباردة وغيرها.
- تقنية السقوف الخضراء لها القدرة على زيادة نسبة المساحات الخضراء في المدن ومراكزها ومن الممكن ان تطبق هذه التقنية على سقوف المنازل او المطاعم او الفنادق او على المباني الحكومية والاستثمارية وبدون اي استثناء.
- السقوف الخضراء بامكانها ان توفر مجموعة من الفوائد المتنوعة والمختلفة وهذه الفوائد منها مايتعلق بالجانب المعماري ومنها مايتعلق بالجانب الحضري.
- للسقوف الخضراء مجموعة متنوعة من التقنيات والانواع وهذا يعطيها مرونة اكثر في حالة التطبيق.

10-2 الاستنتاجات الخاصة بالجانب التطبيقي

- من خلال النتائج المستخلصة من القياسات الحرارية لنموذج الدراسة في محافظة النجف الاشرف يتبين لنا ان السقوف الخضراء لها القدرة على التقليل من الفارق الحراري بين المدينة والريف (التقليل من ظاهرة الجزيرة الحرارية) بمقدار يتراوح بين 2-4 درجة مئوية كحل بديل بسبب غياب المعيار لانشاء المساحات الخضراء في المدينة وبسبب التوسع العمراني الذي سبب التجاوز على المساحات الخضراء في المدن وفي الوحدات السكنية نفسها.
- للسقوف الخضراء القدرة على تقليل درجة الحرارة داخل المباني وذلك من خلال تقليل انتقال الحرارة عبر السقف لان طبقة السقف الاخضر من نباتات وتربة وغيرها تعمل عازلاً او توصف بشكل افضل كجهاز تبريد يوضع اعلى السقف ، واذا ماتم حساب نسبة التقليل الحراري الذي توفره السقوف الخضراء بالمقارنة مع السقف الاعتيادي على مستوى المدينة او حي سكني بالكامل فان الادخار والتوفير بالطاقة سوف يكون على مستوى عالي جدا حيث ان معدل درجة الحرارة داخل نموذج الدراسة على المبنى في محافظة النجف الاشرف المغطى بالسقف الاخضر كانت 34.4 واسفل السقف الاعتيادي كانت 40.4 .
- السقوف الخضراء لها القدرة على المحافظة على اسطح المباني من التذبذب اليومي والشهري وكذلك السنوي في درجات الحرارة داخل وخارج المبنى والذي يؤثر سلبا على المواد الداخلة في انشاء السقف بسبب عمليات التمدد والتقلص لهذه المواد اذا ماتم معرفة معامل التمدد الحراري لكل مادة ومقارنة هذا المعامل الحراري للسقف الاخضر مع السقف الاعتيادي فسيكون السقف الاخضر له الافضلية في المحافظة على مكونات السقف والمواد الداخلة في انشائه حيث ان معدل الفارق الحراري في السقف الاخضر على النموذج المطبق في مدينة النجف الاشرف بين اعلى واقل قيمة كانت 11 درجة مئوية ومعدل والفارق الحراري في السقف الاعتيادي بين اعلى قيمة واقل قيمة كانت 21.5 درجة مئوية .

– كمعدل عام ومن خلال الجدول التالي الذي يوضح معدل التقليل لدرجات الحرارة في المدينة باستخدام تقنية السقف الاخضر والتي تم تطبيقها على نماذج محددة في مدينة النجف الاشرف .

جدول (4): معدل التقليل لدرجات الحرارة في المدينة باستخدام تقنية السقف الاخضر/المصدر:[الباحثان]

نسبة التغطية	التقنية المستخدمة	مقدار التقليل في درجة الحرارة
%39-20	سقف اخضر	1.6 درجة مئوية
%59-40	سقف اخضر	3 درجة مئوية
%60	سقف اخضر	3.9 درجة مئوية

– بالاضافة الى الفوائد الحرارية الناتجة من استخدام السقف الاخضر للمبنى فانه في نفس الوقت من الممكن الحصول على فوائد متنوعه اخرى متمثلة بالفوائد الاقتصادية والجمالية والصحية .

11- التوصيات

- يجب أن يكون هناك اهتمام واسع بتقنية السقوف الخضراء من قبل المصممين والمخططين الحضريين وواضعي التصاميم الأساسية للمدن على اقل تقدير في المشاريع الحكومية والاستثمارية مع متابعة الجهات المختصة ديمومة المساحات الخضراء والحدائق الارضية واعطائها اولوية واهتمام متزايد لتوفير الراحة الحرارية في مناخ المدينة.

- توصي الدراسة بان يكون عمل السقوف الخضراء مكملا لعمل المساحات الخضراء الارضية وإن لاتكون بديلا عنها بشكل كامل للحصول على افضل راحة حرارية في المناخ المحلي للمدينة.
- من الممكن ان يتم استخدام اي نوع وتقنية من الأنواع والتقنيات التي تم ذكرها في انشاء السقف الاخضر وتطبيقها على المباني بصورة عامة ولكن بعد التاكد من الحالة الانشائية للمباني ، حيث انه من الممكن للمباني المحلية في العراق أن يتم استخدام انوع الواسع النطاق للسقف الاخضر وتقنية النظام المرن وذلك بسبب سهولة الانشاء وكلفته الاقتصادية القليلة نسبيا وايضا لايضيف احمال عالية الى المبنى .
- توصي الدراسة بان تكون هناك خطة عمل من قبل الجهات المسؤولة المحلية والحكومية التي تقوم باعطاء المساعدات والمنح المالية والحوافز لكل من يريد تطبيق هذه التقنيات الحديثة.
- توصي الدراسة بان يتم تنفيذ وتطبيق تقنية السقوف الخضراء على الابنية الحكومية والمباني الاستثمارية المحلية لتكون مكان لتوعية المتلقي باهمية هذه التقنيات ومدى تطبيقها.
- توصي الدراسة بان تتبنى الحكومة موضوع توفير المواد الداخلة في انشاء السقوف الخضراء (الطبقات التفصيلية). أو من خلال التعاون مع شركات متخصصة تقدم التسهيلات لانشاء السقوف الخضراء والسقوف الباردة وتقدم الصيانة الدورية .
- رفد البحوث العملية المختصة بهذا المجال معنوياً ومادياً وجلب أحدث الوسائل والمستلزمات في مجال تطبيق كل ما له مردود اقتصادي يفيد البلد والذي من شانه ان يجعل البلد من البلدان المتطورة في في استخدام افضل الوسائل التي من شانها ان تحافظ على البيئة وتوفر افضل استهلاك للطاقة.

12- المصادر العربية والانكليزية والانترنت

1. Anderson، A.. Potential value of mosses for stormwater management in urban environments. Urban Ecosystems، 319, 2010.
2. Dunnett، N. (2006، May 11). Roofs for Biodiversity: Reconciling Aesthetics with Ecology. Greening Rooftops for Sustainable Communities. Retrieved from http://www.greenroofresearch.co.uk/ecology/Dunnett،%20N.%20P.%202006%20Green%20roofs%20for%20biodiversity%20reconciling%20aesthetics%20with%20ecology.pdf .
3. http://www.zira3a.net/articles/green-roofs.html

4. Akbari، H. 2001. "Energy Saving Potentials and Air Quality Benefits of Urban Heat Island Mitigation،" Heat Island Group، Lawrence Berkeley National Laboratory, 2001.
5. Carlos LOPES، Mattheos SANTAMOURIS، Francisco SANCHEZ.، Managing the Growth of the Demand for Cooling in Urban Areas and Mitigating the Urban Heat Island Effect, 2002.
6. Karen Liu & Bas Baskaran.، THERMAL PERFORMANCE OF GREEN ROOFS THROUGH FIELD EVALUATION.، National Research Council، Institute for Research in Construction, 2002.
7. Cynthia Rosenzweig، Daniel Hillel& ، Lily Parshall . Green Roof Research Station: Rationale، Experimental Design، Equipment، and Estimated Costs (July 2003).
8. Hideki Takebayashi، Masakazu Moriyama .Surface heat budget on green roof and high reflection roof for mitigation of urban heat island.(April 2006)
9. William، C. & Timothy، W. Assessing the Impact of Green Roofs on Urban Heat Island Mitigation: A Hardware Scale Modeling Approach. (2009)
10. U.S. Department of Energy. Federal Technology Alert. 2004 .
11. Christopher G. Wark and Wendy W. Wark ،(August 2003) Green Roof Specifications and Standards Establishing an emerging technology.
12. Soprema Roofing Inc.، 1996 – marketing information.
13. Johnston، 1996، p. 48، in "Greenbacks from Green Roofs: Forging a New Industry in Canada" GBGR.
14. Dr. Doug Banting.، Dr. James Li.، & ، Dr. Paul Missios. Report on the Environmental Benefits and Costs of Green Roof Technology for the City of Toronto . (October 31، 2005).
15. Shaina Dinsdale.، Blair Pearen.،&، Chloe Wilson." Feasibility Study for Green Roof Application on Queen's University Campus". (April 2006).
16. القيعي، طارق محمود، وآخرون، "**الاشجار والشجيرات والنخيل ودورهم في التوازن البيئي**"، دار المريخ للطباعة والنشر، المملكة العربية السعودية، 1993.
17. علم الدين الامام نوح، "**الحدائق تخطيطها – تنسيقها – تطورها التاريخي**"، استاذ تنسيق الحدائق كلية الزراعة – جامعة الاسكندرية، مكتبة بستان المعرفة للنشر وتوزيع الكتب، 2011.
18. https://www.google.iq/maps/@32.0117092,44.3563281,23563m/data=!3m1!1e3?hl=en.
19. https://www.google.iq/maps/@32.0075643,44.3370082,1831m/data=!3m1!1e3?hl=en.
20. https://www.google.iq/maps/@32.0104474,44.3612874,1799m/data=!3m1!1e3?hl=en.
21. https://www.google.iq/maps/@32.0351971,44.4047493,1754m/data=!3m1!1e3?hl=en.
22. https://www.google.iq/maps/@32.0534669,44.3162409,2038m/data=!3m1!1e3?hl=en.