تخضير المباني القائمة في الواقع العمراني العراقي المعاصر/ نموذج إفتراضي

أ.د. صبا جبار نعمة الخفاجي
أستاذ
كلية الهندسة – جامعة بغداد

م.د. غادة محمد إسماعيل عبد الرزاق كمونة
مدرس
كلية الهندسة – جامعة بغداد

الملخص:

يُعَد نهج تخضير المباني القائمة ضرورةً مُلِّحة, نظراً لِما تُوفره عمليات التخضير من سرعة وكفاءة مثلى في الأداء البيئي, فضلاً عن مواكبة ثورة العمارة الخضراء العالمية. لذا، أصبح تبنِّي تخضير المباني القائمة في العراق، مهماً للتوجُّه صوب الطاقات المُجدِّدة، بسبب ما مرَّ به العراق من ظروف إقتصادية وأزمات وحروب, أبعدته عن مواكبة العمارة العالمية, فضلاً عن تزايد أزمة الطاقة الكهربائية التي يَعتمِد عليها البلد بشكلٍ أساس. من ثم, تمثَّلت المشكلة البحثية بـ: عدم كفاية المعرفة حول أهمية وآلية تخضير المباني القائمة بما له من أبعاد بيئية وإقتصادية, تمثلت بترشيد إستهلاك الطاقة والحفاظ على البيئة. أما هدف البحث فهو: بيان أهمية تخضير المباني القائمة بيئياً وإقتصادياً, مع توفير تجربة إفتراضية لتخضير مبنى رئاسة جامعة بغداد من خلال برنامج حاسوبي متطور. وتوصل البحث الى وجود فرق تمثَّل بتقليل كمية الأحمال الحرارية المصروفة لأغراض التبريد صيفاً والتدفئة شتاءاً من خلال إستخدام البرنامج الحاسبي (DesignBuilder) وذلك بعد تنفيذ عمليات التخضير على غلاف المبنى, مما يُؤكِّد فاعليتها في رفع كفاءة الأداء الطاقوي داخل المبنى. من ثم, أهمية تطبيق نهج تخضير المباني القائمة في العراق، لإعادة العمارة العراقية لمسارها البيئي والمحلي الصحيح.

كلمات رئيسة: التخضير, العمارة الخضراء, التصميم البيئي المستدام, الطاقة الكامنة, الطاقات المتجددة.

Greening Existing Buildings in Contemporary Iraqi Urban Reality/ Virtual Model

Prof. Dr. Saba Jabar Neama Al-Khafaji
Professor
Engineering College – Baghdad University
saba.jabar@yahoo.com

Inst. Dr. Ghada M.Ismael Abdul Razzaq Kamoona
Instructor
Engineering College – Baghdad University
ghada2010mi@yahoo.com

ABSTRACT

The approach of greening existing buildings, is an urgent necessity, because the greening operation provides the speed and optimal efficiency in the environmental performance, as well as keeping up with the global green architecture revolution. Therefore, greening existing buildings in Iraq is important for trends towards renewable energies, because of what the country went through economic conditions and crises and wars which kept the country away from what took place globally in this issue. The research problem is: insufficient knowledge about the importance and the mechanism of the greening of existing buildings, including its environmental and economic dimensions, by rationalization of energy consumption and preserving the environment. The research objective is: clarifying the importance of greening existing buildings environmentally and economically, providing a virtual experience for greening the presidency building of Baghdad University, through advanced computer program. The main conclusions is: there is difference representing by reducing the disbursed thermal loads amount for cooling in summer and heating in winter through the use of computerized program (DesignBuilder) and that after the implementation of greening operations on the building envelope, which confirms its effectiveness in raising the energy performance efficiency inside the building. Hence, the importance of the application of greening existing buildings approach in Iraq, to bring back Iraqi architecture to environmental and local track proper.

Key Words: Greening, Green Architecture, Sustainable Environmental Design, Embodied Energy, Renewable Energy.

المقدمـــة:

تُعَد عمليات تخضير المباني القائمة من المواضيع المهمة جداً في القرن الحادي والعشرين، فهي تشتمل على العديد من المستويات والإجراءات لجعل المباني القائمة مستدامة بيئياً وقادرة على النهوض من جديد, فضلاً عن المحافظة على صحة الإنسان والتوافق مع البيئة الطبيعية المحيطة به من جهة، والتوافق مع متطلبات العصر والتكنولوجيا الحديثة من جهة أخرى.

وتنطلق ستراتيجيات تخضير المباني القائمة من صُلب الواقع المحلي والبيئي لمعالجة المشكلات القائمة وبشكلٍ أسرع، كما أنها أكفأ إقتصادياً، وتُقلِّل من النفايات والتلوث، فضلاً عن فاعليتها في الحفاظ على المباني المتميزة وإعادة تأهيلها بيئياً.

إن تخضير المباني القائمة رغم وجوده دائماً, إلا أنه أضحى من الموضوعات الحديثة نسبياً وفق مقاييس متطورة عالمياً، لا سيما الوطن العربي بشكلٍ عام، والعراق بشكلٍ خاص لِما مرَّ به من أزمات وحروب متلاحقة وما نجم عنها من دمار أبعدته عن مواكبة العمارة العالمية، فضلاً عن ما لَحِقَ ببيئته الطبيعية من تلوث وأضرار.

وبسبب أن قطاع التعليم العالي يَمتلك الدور الطليعي الأساس في قيادة التغيير، أصبح تخضير المباني الجامعية القائمة مهماً للمضي فيه ليكون النواة الأولى لإنطلاق عمليات التغيير نحو تخضير المباني القائمة.

1-1 مفهوم تخضير المباني القائمة:

يُعَبِّر مفهوم الطاقة الكامنة (Embodied Energy) عن كمية الطاقة المطلوبة لإنتاج جسم ما في كل مراحل تطوره. وهذا يشير الى الطاقة اللازمة لإنشاء المكونات التي تدخل في جسم أو بُنية معينة، وعلى سبيل المثال، الطاقة اللازمة لجعل جميع المكونات تذهب داخل المبنى **(Hong, et al., 2007)**. من ثم, يعكس مفهوم الطاقة الكامنة, وصف للطاقة المُستخدَمة المباشرة وغير المباشرة في إقتناء المواد الخام، وإنتاج المواد، وتجميع تلك المواد في المبنى. ويتضمَّن أي مبنى، الديون البيئية الخاصة به والتي تشمل: إستنزاف الموارد، والطاقة، والصناعة التحويلية الناتجة عن تأثير البناء. والطاقة الكامنة، عبارة عن محاولة لقياس جزء كبير من هذه الديون. لذا، فإن هدم المبنى لن يهدر هذه الطاقة فحسب، بل سيتطلب المزيد من الطاقة، والمزيد من المواد الخام أيضاً لبناء مبنى جديد.

من ثم، فإن الحاجة المُلِّحة والفورية للحدِّ من إنبعاثات الكربون تجعل من إعادة إستخدام المباني ضرورة حتمية، لأن نفقات الطاقة الكامنة قد تمَّت بالفعل، فضلاً عن عدم إمكانية أكثر المباني الجديدة المُوفِّرة للطاقة من تعويض الطاقة الكامنة لسنوات عديدة. وتُشير تقديرات برنامج الأمم المتحدة للطاقة الى أن الطاقة الكامنة للمبنى هي (20%) إذا كانت مدة تشغيل المبنى (100) عام، والتي هي بحدود (2-4) مرات أكثر من معظم المباني في الولايات المتحدة الأمريكية التي هي في الخدمة. والمبنى الأقل في عُمْر الخدمة، يَمتلِك أكبر نسبة في الطاقة الكامنة الى طاقة التشغيل. في حين أن المباني الأكثر كفاءة في إستخدام الطاقة، تزداد فيها نسبة الطاقة الكامنة الى إستهلاك عُمْر المبنى، مع وَضع أهمية أكبر على الطاقة المُستخدَمة في عمليات البناء، وإعادة التدوير، وهدم المبنى, والتخلص النهائي من نفايات الهدم **(Carroon, 2010)**.

ويَرِد معنى التخضير (Greening) في القاموس الحُرّ بمعنيين، الأول: إعتماد أو المواءمة مع المثل العُليا أو ممارسات الحركة الخضراء. والثاني: عملية صُنع أو أن تَصبَح أكثر وعياً للإعتبارات البيئية، وهذا التعريف يدخل في (العلوم البيئية Environmental Science) **(Farlex, 2014, http://www.thefreedictionary.com/greening)**.

في حين يُعرَّف تخضير المباني القائمة (Greening Existing Building) من قِبَل مجلس المباني الخضراء الأمريكي (USGBC) على أنه: "يتطلب ترقية النظام، وعمليات التعديل التحديثي، والتجهيزات، أو أعمال التجديد، فضلاً عن تنفيذ عمليات التشغيل والصيانة (O&M) لتحقيق أفضل الممارسات والسياسات المستدامة" **(Like, 2009)**.

كما تُعرِّف دراسة "كفاءة إستخدام طاقة المبنى (Building Energy Efficiency)" تخضير المبنى والتي تُشير إليها بتحديث المبنى (Building Retrofit) على أنها: "عملية تعديل هيكل المبنى، وفي هذه الدراسة تُشير الى التغييرات التي تزيد من كفاءة إستخدام الطاقة في المبنى" **(Hong, et al., 2007)**.

ومن خلال دراسة العديد من المراجع التي تهتم بموضوع التخضير، لم يرد تعريفاً واضحاً ومُحدَّداً لمفهوم التخضير، غير أن المفهوم تم تفسيره وتوضيحه فيها، حيث تفاوتت تلك المراجع بين وصف المفهوم وذكره بـ : التخضير (Greening)، والتحديث المستدام (Sustainable Retrofit)، والتجديد المستدام (Sustainable Renewal)، والترقية (Upgrade)، وإمكانية الإصلاح المستدام (Sustainable Repairability). من ثم، يجد البحث ضرورة وضع التعريف الإجرائي الآتي لمفهوم التخضير:

"التخضير (Greening): هو مفهوم يُطلَق على تجديد المباني القائمة وبأسلوب يضمن لها أن تصبح مستدامة بيئياً وتحصل على شهادة إعتماد مصادَق عليها بأنها أصبحت "مبنى أخضر". ويتضمن التخضير جميع منظومات المبنى أو جزءاً منها، فضلاً عن تنفيذ عمليات التشغيل والصيانة لتحقيق أفضل الممارسات والسياسات المستدامة بيئياً. كما يُمكن أن تتم عمليات التخضير لأجزاء من المبنى فقط، على أن تتم تكملة باقي عمليات التخضير فيما بعد وعند توفُر الكُلف المرصودة لتخضير المبنى".

1-2 عمليات تخضير المباني القائمة:

تُعَد عمليات تخضير المباني القائمة كفوءة من الناحيتين البيئية والإقتصادية, فعملية هدم مبنى قائم وبناء آخر جديد محله, طويلة ومكلفة وقد تتطلب عدة سنوات. فضلاً عن ثمن هدم الهيكل القائم, وتطهير الموقع من نفايات الهدم, وكلف بناء الهيكل الجديد **(CBRE, 2011, P. 11)**.

وقد أكَّدت دراسة "الحفاظ المستدام: تخضير المباني القائمة (Sustainable Preservation: Greening Existing Buildings)" لـ جين كارون (Jean Carroon) عام 2010، على كثرة الأنقاض والمخلفات من مواد البناء نتيجةً لعمليات هدم المباني، والتي برغم الزيادة الهائلة التي شهدتها الأعوام الأخيرة لعمليات إعادة تدوير هذه المواد، لكنها ما تزال تُشكِّل جزءاً صغيراً من مواد البناء المُعاد تدويرها سنوياً. أما بقية المواد، فتصل الى مدافن النفايات. لذا، بدلاً من هدم مبنى قائم وإستبداله بمبنى جديد، من الأفضل إعادة إستخدام المبنى القائم وتجنب خلق كُل تلك الأنقاض ومخلفات البناء **(Carroon, 2010, P. xi)**.

وبهذا، تقوم عمليات تخضير المباني القائمة على رفع مستوى أداء الطاقة والمستوى البيئي لأي مبنى, حيث تكمن أهمية تخضير المباني القائمة في حقيقتين رئيسة، هي **(Yudelson, 2010)**:

1. تُمثِّل المباني القائمة القسم الأكبر من الطاقة المُستخدَمة وفي أي وقت.
2. تَمتلك المباني القائمة تأثيرات هائلة ليس على إستخدام الطاقة والمياه فحسب، ولكن على حياة الناس الذين يشغلونها.

ويتم تخضير المبنى بإضافة العزل والنوافذ الفائقة، فضلاً عن تثبيت الإضاءة والمعدات المكتبية الكفوءة في إستخدام الطاقة، جنباً الى جنب مع تثبيت التركيبات الصحية المُوفِّرة للمياه. مع تطوير منظومات التدفئة، والتهوية، وتكييف الهواء (HVAC) **(Barnett, and Browning, 2007)**.

من جهة أخرى، يُعَد توظيف إستخدام الطاقة المُتجدِّدة، لا سيما منظومات الطاقة الشمسية الكهروضوئية (Solar Photovoltaic Systems)، من الإضافات الفاعِلة لأي عملية تخضير للمباني القائمة **(Yudelson, 2010)**.

وتتضمن عمليات تخضير أي مبنى قائم (Process of Greening Existing Buildings) مجموعة من الخطوات الإجرائية، وفيما يأتي ملخصاً لهذه الخطوات **(Green Building Council, 2010)**:

أولاً/ عملية تقييم المبنى (Assessment)، وتشمل:

- تحليل المشكلات.
- تحديد الخط الأساس لأداء المباني.

- إقامة المقارنة المعيارية (نجمة الطاقة (Energy Star) أو غيرها).
- تدقيق مستوى مقياس (ASHRAE) الأول.
- تحليل مستوى الراحة البيئية (Environmental Comfort).
- تحليل كميات إستهلاك المياه.
- إنشاء تقرير شامل يتضمن تحليل الكُلفة.

ثانياً/ التخطيط الجماعي (Corporate Planning)، ويشمل:

- مراجعة مُتعمقة لتقييم المبنى.
- جلسة للتخطيط العام.
- مراجعة الأداء والأهداف.
- إنشاء رأس مال لتحسين الميزانية وجدول أعمال المشروع.

ثالثاً/ التنفيذ (Implementation)، ويشمل:

- توفير التدريب للتشغيل والصيانة (للموظفين، والمقاولين، ولشاغلي المبنى).
- السياسات والبرامج.
- تحسين رأس المال.
- تتبع أداء الطاقة.
- تكليف أطراف المشروع.
- تدقيق حسابات النفايات.

رابعاً/ التحقُّق من الأداء (Performance Verification)، ويشمل:

- عملية إعادة النظر مع فريق المشروع
- تدقيق الحسابات الداخلية للتخطيط في المستقبل
- مناقشة ما تم الإستفادة منه خلال تخضير المشروع.

بناءاً على ما تقدم، وبعد القيام بتحليل المحاور آنفة الذكر وإعتماداً على المنهج الإستقرائي، إقترح البحث إستنباط قائمة مراجعة لتبنيها في تخضير المباني القائمة، وإعتمادها بمثابة إطار عملي ومرجع للتقييم البيئي لعمليات تخضير إفتراضية على مبنى قائم، بوصفها مدخلاً لوضع أسُس تخضير المباني القائمة في العراق وبقية المناطق الحارة الجافة، ووفقاً لإمكانيات البرنامج الحاسبي الذي سيتم إعتماده، والذي يأخذ بحساباته مختلف الجوانب البيئية، وبما يتلاءم مع مفاهيم العمارة الخضراء والتصميم البيئي المستدام, وكما يأتي:

أولاً/ عملية تقييم المبنى، وتشمل:

- **تقسيم المبنى الى خمس منظومات رئيسة[1], وهي: منظومة غلاف المبنى, ومنظومة الخدمات الميكانيكية, ومنظومة الهيكل الإنشائي, ومنظومة البيئة الداخلية, ومنظومة الموقع.**
- **تشخيص المشكلات لكُل منظومة وتحليلها.**
- **تحديد معوقات أداء المبنى.**

ثانياً/ التخطيط لعملية تخضير المبنى القائم، وتشمل:

- **مراجعة تقييم المبنى.**

(1) تم تقسيم المنظومات الرئيسة للمبنى بحسب تقسيم دراسة "المباني المتكاملة: أسُس منظومات العمارة (Integrated Buildings: the Systems Basis of Architecture)" لـ ليونارد باچمان (Leonard Bachman)، عام 2003 **(Bachman, 2003)**.

- **مراجعة الأداء والأهداف.**
- **مراجعة التصور المستقبلي لِما ستؤول إليه عمليات التخضير.**

ثالثاً/ تنفيذ عمليات التخضير، وتشمل:

- **مراجعة عمليات التخضير.**
- **تحديد المنظومات الرئيسة والمنظومات الفرعية المُتضمَّنة فيها والمُراد تخضيرها.**
- **تتبُّع أداء الطاقة.**

رابعاً/ التحقُّق من الأداء، ويشمل:

- **مراجعة كفاءة إستخدام الطاقة في المبنى قبل وبعد تنفيذ عمليات التخضير عليه ومن خلال برنامج حاسبي.**
- **مراجعة كميات الطاقة المُستهلَكة في المبنى قَبْل وبعد تنفيذ عمليات التخضير عليه، ثم مقارنتها مع الفوائد الصحية والبيئية.**
- **بيان إيجابيات عمليات التخضير على صحة وسلامة شاغلي المبنى والبيئة الطبيعية.**

1-3 ستراتيجيات تخضير منظومة غلاف المبنى:

يُعَد تخضير غلاف المبنى المنظومة الأسرع نمواً في مجالي البيئة المبْنية والإيكولوجيا، لأنه يُوفِّر فرصة للجمع بين المباني والبيئة الطبيعية بغرض معالجة القضايا البيئية في محيط المناطق الحضرية الكثيفة **(Perini, and Magliocco, 2012)**.

من جهة أخرى، أصبح إستخدام النباتات جانباً أساس في التخطيط الحضري, في مراكز المدن المكتظة في الوقت الحاضر، ويُعَد تخضير غلاف المبنى أحد الإحتمالات لتلبية هذا الطلب **(Renterghem, 2013)**.

إذ تعمل الفوائد البيئية المتعلقة بغلاف المبنى الأخضر ككُل، على مجموعة من المقاييس (مقياس المبنى، ومقياس الحيِّ (وحدة الجيرة) أو المدينة). كما يشمل غلاف المبنى حالياً, المواد المتقدمة أيضاً، وغيرها من التقنيات لتعزيز وظائف البناء المستدام **(Perini, and Magliocco, 2012)**.

من ثم، يُعَد تخضير غلاف المبنى القائم بدلاً من هدمه كلما كان ذلك ممكناً، أمراً بالغ الأهمية، لأن الطاقة الكامنة في المبنى القائم كبيرة، وعند إعادة إستخدامها ستُوفِّر الكثير من الطاقة ونفقات إنشاء المبنى الجديد، وبنفس الوقت إلغاء تكاليف الهدم والتخلص من نفاياته **(Barnett, and Browning, 2007)**.

1-4 أهمية تخضير أبنية التعليم العالي:

يُعَد قطاع التعليم العالي من الوسائل البشرية الأكثر فاعلية في السعي لتحقيق التنمية المستدامة. وفي هذا السياق، تتحمَّل الجامعات مسؤولية خاصة للمساعدة في تحديد وتجسيد أفضل الممارسات. إذ تَمتلك الجامعات الدور الطليعي الأساس لقيادة عمليات التغيير، فهي ليست لتثقيف معظم قادة العالَم وصناع القرار والمعلمين ودفع حدود المعرفة فحسب، بل تلعب دوراً إقتصادياً ووطنياً وعالمياً هاماً، حيث تعمل على توظيف عمالة كبرى فضلاً عن كونها من كبار المستهلكين للسلع والخدمات.

وتتعرَّض الجامعات للضغوط المتزايدة في التعامل والإستجابة مع تغييرات المناخ وقضايا التنمية المستدامة وغيرها من المخاطر والتحديات المُرتبطة بها. ومن المتوقع أن تعمل بمثابة محركات ومراكزاً للإبتكار من أجل التنمية المستدامة من خلال التعليم والتعلم والبحث ونقل المعرفة. والأهم من ذلك، لا ينتهي الدور التربوي للجامعات مع التعليم الجامعي والدراسات العليا فحسب، بل يمتد الى عددٍ كبير من الأنشطة التي تدعم وتُوسِّع التعليم والبحوث الأساس، مثل: إدارة الحرم الجامعي والعمليات، وتخطيط الحرم الجامعي، والتصميم والبناء والتجديد، والمشتريات، والنقل، والمشاركة من قِبَل المجتمع الأوسع. كما ينمو الوعي

في قطاع التعليم العالي أيضاً, فمن خلال تعليم وشرح نظرية وممارسة الإستدامة, يُمكن إتخاذ الإجراءات اللازمة لفهم وتقليل التأثيرات غير المستدامة للأنشطة الأخرى **(UNEP, 2013)**.

ويُعَد سوق البناء التعليمي، من الأسواق الكبرى في قطاع صناعة البناء. علماً أن القسم الأكبر من مجموع الإنفاق (بناء أبنية جديدة وتحديث المباني القائمة) تذهب الى الكليات والجامعات. فالإستدامة هي قضية هامة جداً في الجامعات **(Yudelson, 2008)**.

إجمالاً، يكمن الهدف من تخضير الجامعات في تشجيع وتعزيز مساهمة الجامعات في إستدامة كوكب الأرض. إذ لا يستطيع الأفراد والمؤسسات الأخرى, من خلق عالَم مستدام، في حين تستطيع الجامعات المستدامة, المساعدة في خلق عالَم أكثر إستدامة **(UNEP, 2013)**.

1-5 مُجمَّع جامعة بغداد – الجادرية:

تُعَد جامعة بغداد، واحدة من أعرق الجامعات ليس على مستوى العراق فحسب، بل على صعيد الوطن العربي كـ كُل. وتقع جامعة بغداد – مُجمَّع الجادرية, في مدينة بغداد – العراق ذات المناخ الحار الجاف[1] قُرب نهر دجلة، وقد وضع التصميم الأساس لها المهندس المعماري الألماني والتر أدولف گروپيس (Walter Adolph Gropius 1883–1969) عام 1957. والذي يُعَد أبرز معماريي القرن العشرين ورائداً عالمياً لحركة العمارة الحديثة **(عصام محمد علي شاكر, وآخرون، 2011)**.

ويقع مبنى رئاسة جامعة بغداد – مُجمَّع الجادرية (والذي سيجري تخضيره)، في منطقة مفتوحة من جميع الجهات وسط مُجمَّع الجامعة تقريباً, مما يعني تعرضه للعوامل البيئية والمناخية خلافاً لبقية مباني الجامعة المتضامة.

والمبنى عبارة عن مبنى مُتعدِّد الطوابق (برج), شكل مخططه مربع تقريباً بأبعاد (27 × 24,7) م, وبتوجيه شرق – غرب. وبإرتفاع (73 م) موزعة على (20 طابقاً). وتُعَد المساحة السطحية لغلاف المبنى والمعرضة لأشعة الشمس, كبيرة مقارنةً ببقية مباني الجامعة, والتي يتراوح إرتفاعها ما بين (7,8 – 12) م **(الشكل 1-1)**.

ويحوي الطابق الأرضي للمبنى, بيت المصاعد والسلالم (Core), كما يضم مدخلاً لأحد سُلَّمي المبنى. في حين، يضم الطابق الأول بداخله المدخل الرئيس للمبنى فضلاً عن غرفة الصادرة والواردة مع مدخل للسُلَّم الثاني (وهو مغلق في الوقت الحالي). أما الطابق الثاني، فيضم مكتب رئيس الجامعة. في حين يضم الطابق الثالث مكتبي مساعدي رئيس الجامعة العلمي والإداري, وتضم بقية الطوابق أقسام المبنى الأخرى. وتُعَد الطوابق من الثاني ولغاية التاسع عشر "نموذجية (Typical)" ما عدا الطابق السابع الذي هو مُخصَّص لمنظومة الخدمات فقط. أما الطابق العشرون، فهو بالأساس عبارة عن شرفة تم تغطيتها لاحقاً وتحويلها الى طابق يضم غرفة إجتماعات مجلس جامعة بغداد مع كافتيريا ملحقة بها.

أما سقف المبنى, فيتميَّز بكونه مستوي, مع إحتواءه على عقد (Vault) إستطالته بإتجاه شرق – غرب, ويضم بداخله خزانات المياه وغرف مكائن المصاعد الخاصة بالمبنى.

كان المبنى في الأساس, مُخصَّص ليضم مكاتب أعضاء الهيئات التدريسية في كلية العلوم، غير أن الحاجة إقتضت الى تحويل وظيفته ليصبح مبنى لمكاتب رئاسة جامعة بغداد فضلاً عن الدائرة الهندسية للجامعة **(كمونة, 2015)**.

ويتألف مبنى رئاسة جامعة بغداد من الأقسام الآتية: مكتب رئيس الجامعة, ومكتب مساعد رئيس الجامعة للشؤون العلمية, ومكتب مساعد رئيس الجامعة للشؤون الإدارية, وأمانة مجلس الجامعة, وقسم شؤون الديوان, والشؤون الإدارية, والشؤون القانونية, والشؤون الهندسية, والعلاقات الثقافية, والرقابة والتدقيق الداخلي, والشؤون المالية, وقسم الإعلام والعلاقات العامة, والشؤون العلمية,

(1) يقع العراق ضمن منطقة المناخ الاستوائي وتحديداً بين دائرتي عرض (30–38) درجة شمالاً. وتعد معظم أجزاء العراق ومنها بغداد، ذات مناخ حار جاف صحراوي أو شبه صحراوي، أما جزئه الجنوبي فهو ذو مناخ بحري صحراوي. ويتصف العراق بصيف حار وشتاء معتدل مع فصلي ربيع وخريف قصيرين, كما يُعد واحداً من الأقطار الحارة صيفاً, مع معدل درجات حرارة عظمى عالية نهاراً. وتكون ليالي الصيف أبرد بشكلٍ كبير، وتبعاً لذلك يكون مدى الحرارة اليومي مرتفعاً, مع وجود تباين فصلي كبير في درجات الحرارة وإرتفاع عالي لمعدلاتها, فضلاً عن السطوع الشمسي العالي. وتتفاوت كمية الأمطار السنوية كثيراً في جميع أنحاء القطر، ويسقط معظمها شتاءاً وتكون قليلة، ويتصف الصيف بجفافه وإنعدام أمطاره مع قلة الرطوبة النسبية وقلة غطاء غيومه. أما الرياح السائدة فهي شمالية غربية **(الشلش, 1988)**.

وشؤون الطلبة والتصديقات, والدراسات العليا, والدراسات والتخطيط والمتابعة, وقسم ضمان الجودة والأداء الجامعي, وشعبة المتابعة, وقسم التربية الرياضية والفنية, ومديرية الأقسام الداخلية (**عصام محمد علي شاكر، وآخرون، 2011**).

1-6 أسباب إختيار مبنى رئاسة جامعة بغداد لإجراء عمليات تخضير إفتراضية عليه:

هناك مجموعة من الأسباب دفعت البحث لتبني تخضير مبنى رئاسة جامعة بغداد – مُجمَّع الجادرية، هي (كمونة, 2015):

1. **ليكون المبنى بمثابة خطوة أولى نحو ترسيخ مبادئ العمارة الخضراء والتصميم البيئي المستدام في مباني وفعاليات وأنشطة جامعة بغداد لمواكبة ثورة المباني الخضراء العالمية.**
2. **أهمية وضرورة تعليم وإشاعة مفاهيم وأسس العمارة الخضراء والتصميم البيئي المستدام لتثقيف الآف الطلبة، وأعضاء الهيئة التعليمية، والموظفين، والمستخدمين، في جامعة بغداد لحثهم وتوعيتهم بأهمية هذا الموضوع وأبعاده في تقليل والحدِّ من الآثار البيئية والمحافظة على صحة الإنسان.**
3. **بغرض تقليل الآثار البيئية السلبية الناجمة عن تشغيل برج جامعة بغداد بشكلٍ خاص، والجامعة ككُل بشكلٍ عام.**
4. **جعل المؤسسة التعليمية بشكلٍ خاص وكل مؤسسات الدولة الأخرى تأخذ من نموذج تخضير مبنى رئاسة جامعة بغداد، نموذجاً يُحتذى به للقيام بخطواتٍ مماثلة على صعيد مؤسساتهم ومن ثم بقية المباني الأخرى.**
5. **تحمل جامعة بغداد مكانة ذات صدى علمي بحثي مرموق على مستوى العراق وعربياً وعالمياً, حيث تحتل المرتبة الأولى على الجامعات العراقية وفقاً لتصنيف (Ranking Web of Universities) الإسباني العالمي لشهر آب من عام 2014، وضمن أفضل (50) جامعة عربية.**
6. **يُشكِّل مبنى رئاسة جامعة بغداد أحد الشواخص الحضرية الهامة (Focus Point) على المستوى الحضري ولأفق (Skyline) مدينة بغداد بشكلٍ عام، ولمجمع جامعة بغداد – الجادرية بشكلٍ خاص.**
7. **لأن تصميم مجمع جامعة بغداد مبني على مبدأ التجميع المتضام. من ثم, يُوفِّر بذلك تشكيلاً كُتلياً متوافقاً مع مناخ بغداد الحار الجاف، وبهذا تضم جامعة بغداد – مجمع الجادرية, أحد جوانب التصميم الأخضر.**
8. **أهمية موقع جامعة بغداد, حيث تقع على ضفاف نهر دجلة في منطقة فاصلة ما بين الكرخ والرصافة في بغداد.**
9. **الأهمية المعمارية لجامعة بغداد, والتي تكمن في تصميمها من قِبَل المهندس المعماري الألماني والتر گروپيس (Walter Gropius) عام 1957، من ثم هي تحمل قيمة معمارية عالية.**

1-7 فكرة عمل البرنامج الحاسبي المُستخدَم في عمليات التخضير:

تم إستخدام البرنامج الحاسبي (DesignBuilder)، وهو برنامج حديث ومتطور ويمتلك مرونة عالية، فهو يستخدِم محرك المحاكاة الديناميكية (EnergyPlus) لتوليد بيانات الأداء. ويُوفِّر البرنامج (DesignBuilder) مجموعة من بيانات الأداء البيئي، مثل: إستهلاك الطاقة، وأحجام مكونات منظومات التدفئة والتهوية وتكييف الهواء (HVAC)، وظروف الراحة الحرارية، والإستنارة (Illuminance)، ودرجات الحرارة في فصلي الصيف والشتاء، وإنبعاثات الكربون.

ويمتاز برنامج (DesignBuilder)، بكونه يأخذ معظم المؤثرات المناخية والبيئية بالحسبان، فضلاً عن معطيات البيئة الداخلية للمبنى، مثل: التهوية، ومعدات وأجهزة التدفئة والتبريد، والإنارة الصناعية، والشاغلين، ... الخ) ويمكن بواسطته الحصول على نتائج متعددة فيما يخص الأداء البيئي للمبنى.

ويتم حساب إجمالي الجهود الحرارية المسلطة على الغلاف البنائي ضمن البرنامج الحاسبي, من خلال توليد بيانات أداء طاقة المبنى (التبريد والتدفئة) على أساس المحاكاة وبإستخدام بيانات الطقس الحقيقية لموقع المبنى (والتي شملت هنا بيانات طقس محافظة بغداد). ثم يقوم البرنامج بعرض محاكاة البيانات بإستخدام محرك المحاكاة الديناميكية (EnergyPlus).

ويبدأ البرنامج حساباته من يوم (1 آذار) ولغاية يوم (31 تشرين الأول)، لحساب أحمال التبريد في فصل الصيف، ومن يوم (1 تشرين الثاني) ولغاية يوم (28 شباط)، لحساب أحمال التدفئة في فصل الشتاء، وبإعتماد (يوم 15) عن كُل شهر ولجميع ساعات نهار ذلك اليوم، ومنذ الساعة الأولى للشروق وحتى أخر ساعة للغروب في حسابات الأحمال الحرارية.

1-8 آلية عمليات تخضير مبنى رئاسة جامعة بغداد:

سيتم إعتماد مجموعة المؤشرات المُستخلصة في (الفقرة 1-2)، لتنفيذ عمليات تخضير إفتراضية على مبنى رئاسة جامعة بغداد – مُجمَّع الجادرية، بغرض بيان فاعلية عمليات التخضير على الأبنية, وكما يأتي (كمونة, 2015):

1-8-1 عملية تقييم مبنى رئاسة جامعة بغداد:

تشمل عملية تقييم مبنى رئاسة جامعة بغداد الخطوات الآتية:

- **تقسيم المبنى الى خمس منظومات رئيسة.**
- **تشخيص المشكلات لكُل منظومة وتحليلها.**
- **تحديد معوقات أداء المبنى.**

وسيتم التركيز على تخضير منظومة الغلاف مع إجراء تقييم على منظومة الخدمات الميكانيكية لبيان كفاءة الأداء الطاقوي للمبنى قَبل وبعد تنفيذ عمليات التخضير الإفتراضية عليه، وكما يأتي:

أولاً/ تقييم منظومة الغلاف:

1. تم إدخال البيانات التعريفية الى البرنامج (DesignBuilder) والخاصة بمدينة بغداد. ثم تم رسم مبنى رئاسة جامعة بغداد، مع إدخال كافة البيانات الخاصة به. وتشمل هذه البيانات (كمونة, 2015):

- بيانات الطقس الخاصة بمدينة بغداد من الهيئة العامة للأنواء الجوية العراقية والأطلس المناخي العراقي.
- خطوط الطول والعرض لمدينة بغداد، والتي تقع على خط عرض (33,20° شمالاً)، وخط طول (44,26° شرقاً).
- الإرتفاع عن مستوى سطح البحر لمدينة بغداد والذي يبلغ (34 م).
- منطقة التوقيت لمدينة بغداد وهي (GMT + 03.00).
- معدل درجات الحرارة الشهرية (وإبتداءاً من كانون الثاني ولغاية كانون الأول) **(الجدول 1-1)**.
- حساب أعلى وأدنى معدل درجات حرارة لكل شهر **(الجدول 1-1)**.
- أعلى وأدنى درجة حرارة للمحرار الجاف (Dry-Bulb Temperature) لكل شهر **(الجدول 1-1)**.
- درجة حرارة المحرار الرطب (Wet-Bulb Temperature) المتزامنة.
- معدل تساقط الأمطار.
- الضغط الجوي بوحدات الميلي بار.
- سُمك الجدران وإرتفاعاتها وسُمك السقف وشكله، فضلاً عن سُمك الكاسرات الشمسية المثبتة وأبعادها.
- نوعية المواد المستخدَمة في إنشاء المبنى (الجدران والنوافذ، والسقف), فضلاً عن نوعية مواد الإنهاء.
- إعتماد مقياس (ASHRAE) إصدار عام 2004.
- المعامل الإجمالي لإنتقال الحرارة (U-value) لمواد المبنى بوحدة (واط/ م^2. كلفن) (من مقياس (ASHRAE) إصدار 2004).
- قِيَّم الموصلية الحرارية (Thermal Conductivity Values) لمواد المبنى والمعروفة بـ (k-value)، والتي تقاس بوحدة (واط/ م. كلفن) (من مقياس (ASHRAE) إصدار 2004).
- قِيَم وحدة المقاومة الحرارية (R-value) لمواد المبنى بوحدة (واط/ م^2. درجة مئوية) (من مقياس (ASHRAE) إصدار 2004).
- قِيَّم معامل الكسب الحراري الشمسي (Solar Heat Gain Coefficient) (من مقياس (ASHRAE) إصدار 2004).
- بيانات منظومة التكييف (عدد وأحمال أجهزة التكييف) في مبنى رئاسة جامعة بغداد.
- طبيعة المجاورات المحيطة بمبنى رئاسة جامعة بغداد، مع إنعكاسية السطوح المحيطة به.

- إحتساب المدة من (1 آذار) ولغاية (31 تشرين الأول) لفصل الصيف، وإحتساب المدة من (1 تشرين الثاني) ولغاية (28 شباط) لفصل الشتاء، مع إلغاء فصلي الربيع والخريف لقصرهما.

الجدول (1–1) يوضح: معدلات درجات الحرارة القصوى والدنيا والمتوسطة.
المصدر: (كمونة, 2015) إستناداً الى معلومات الهيئة الهامة للأنواء الجوية العراقية لمدينة بغداد.

الشهر	أعلى درجات حرارة مُسجلة	أعلى درجات حرارة للمحرار الجاف	أدنى درجات حرارة مُسجلة	أدنى درجات حرارة للمحرار الجاف	متوسط درجات الحرارة المُسجلة
كانون الثاني	24,8	15,5	3,8	3,2–	14,3
شباط	27,3	18,7	5,1	2,0–	16,2
آذار	30,7	23,2	9,4	1,0–	20,05
نيسان	37,6	28,7	14,9	1,0	26,25
مايس	43,6	36,7	20,3	8,3	31,95
حزيران	48,7	41,5	23,6	14,7	36,15
تموز	50,0	44,3	25,7	22,1	37,85
آب	49,9	43,5	24,5	20,6	37,2
أيلول	47,7	41,0	20,2	15,1	44,35
تشرين الأول	40,1	33,1	15,7	6,3	27,9
تشرين الثاني	34,9	23,2	9,1	1,0–	22,0
كانون الأول	25,1	16,9	5,0	2,5–	15,05

2. منظومة الجدران:

تم حساب الأحمال الحرارية المُسلطة على مبنى رئاسة جامعة بغداد وفقاً لمعطيات الموقع والبيانات التي جرى إدخالها للبرنامج (DesignBuilder). وبالنتيجة, تُحقِّق أقل مساحة للواجهتين الشرقية والغربية أقل كسب حراري شمسي، وهو ما يُجسده مبنى رئاسة جامعة بغداد حيث الضلع الأطول مواجهاً للواجهتين الجنوبية والشمالية. وهكذا، فإن توجيه المبنى جيداً، غير أنه يحتاج الى بعض المعالجات نظراً لكون بعديه متقاربين الى حدٍ ما **(الشكل 1–2)** **(كمونة, 2015)**.

وفيما يأتي تقييم لكل واجهة من الواجهات الأربع للمبنى (كمونة, 2015):

الواجهة الشمالية: معدل الأحمال الحرارية السنوي عليها قليل جداً, ورغم ذلك تم حمايتها بمجموعة من الكاسرات المركبة.

الواجهة الجنوبية: تتحمَّل عبئاً حرارياً سنوياً عالياً يصل الى (50%) من مجمل العبء الحراري المسلط على غلاف المبنى عن طرق الإشعاع المنتشر فقط، وذلك وفقاً لحسابات البرنامج الحاسبي.

الواجهة الشرقية: تستلم أحمالاً حرارية سنوية عالية جداً، لكنها إجمالاً أقل من الأحمال الحرارية المُسلطة على الواجهة الغربية. ويُشكِّل العبء الحراري على الواجهة الشرقية بواسطة الإشعاع المباشر الجزء الأكبر من الأحمال الحرارية لا سيما منذ ساعات الصباح الأولى ولغاية منتصف النهار، في حين يُشكِّل العبء الحراري الناتج عن الإشعاع المنتشر، تقريباً ثلث ما يُشكله على الواجهة الجنوبية، وفقاً لحسابات البرنامج الحاسبي.

الواجهة الغربية: تستلم أحمالاً حرارية سنوية عالية جداً تعادل تقريباً ما يتحمله سقف المبنى، ويُشكِّل العبء الحراري عليها بواسطة الإشعاع المباشر الجزء الأكبر من هذه الأحمال لا سيما للمدة من بعد منتصف النهار ولغاية الغروب، في حين يُشكِّل الإشعاع المنتشر، تقريباً ثلث ما شكله على الواجهة الجنوبية، وفقاً لحسابات البرنامج الحاسبي.

3. منظومة النوافذ:

إن النوافذ الموجودة في مبنى رئاسة جامعة بغداد هي مفردة التزجيج، وكما تم ملاحظة التقييم لواجهات المبنى.

4. منظومة السقف:

يعد سقف المبنى المصدر الرئيس لنفاذ الحرارة الى داخله, وتختلف نسبة نفاذها بإختلاف المواد المستعملة في انشاء السقف، ويتميز الكونكريت المُستخدم في تسقيف مبنى رئاسة جامعة بغداد بعزله الحراري الكفوء والمناسب للمناطق الحارة الجافة. كما يُعَد العقد (Vault) الموجود في سقف المبنى من المعالجات الكفوءة بيئياً، حيث يُقلل من مساحة السطح التي تتعرض أصلاً الى أعلى حمل حراري صيفاً، كما يفقد سقف المبنى الحاوي على العقد، حرارة أكبر مقارنة بالسقوف المسطحة في المساء حيث تنخفض درجات الحرارة، ليس لأن العقد يمتلِك أكبر مساحة سطحية مُعرَّضة للإشعاع الشمسي فحسب، بل لإنه يفقد حرارة أكثر بواسطة الحمل الحراري عندما يهب النسيم، وحتى في الهواء الساكن نسبياً تحدث تغييرات صغيرة في الضغط بسبب حركة الهواء فوق سطح العقد نتيجة وجود جزء منه في الظل وبشكلٍ مستمر حيث تُخلق حركة شبه دورانية حوله تُسرِّع من حركة الهواء. من ثم، تقليل كمية الأحمال الحرارية النافذة للمبنى (**كمونة, 2015**).

ثانياً/ تقييم الطاقة المصروفة في المبنى القائم قبل تنفيذ عمليات التخضير:

جرى حساب كميات الطاقة الكهربائية المصروفة صيفاً وشتاءاً على التوالي، لمعرفة كمية إستهلاك الطاقة، وتقييم شدة الإستنارة[1] صيفاً وشتاءاً في طابقين مُنتخبين لبيان كميات الحرارة النافذة للمبنى عِبرَ نوافذ مفردة التزجيج, كما يأتي:

1. كمية الطاقة المصروفة لأغراض التبريد صيفاً قبل تنفيذ عمليات التخضير:

تم حساب كمية الطاقة الكهربائية المصروفة ضمن طوابق المبنى القائم وبإستخدام البرنامج (DesignBuilder) ولموسم الصيف، لغرض مقارنتها بكمية الطاقة الكهربائية المصروفة بوحدات (واط) ضمن طوابق المبنى بعد تنفيذ عمليات التخضير عليه، وكما يظهر في (**الشكلين 1-3، و1-4**).

أ. حسابات أحمال التبريد:

تم حساب الأحمال المصروفة لأغراض التبريد في مبنى رئاسة جامعة بغداد وبإستخدام البرنامج (DesignBuilder) وفق آلية حساب أحمال التبريد لتصميم المبنى كالآتي:

- يتم حساب درجات الحرارة وتدفقات الحرارة لكل منطقة (Zone) وتحدد قدرات التبريد المطلوبة للحفاظ على مجموع درجات التبريد في كُل منطقة.
- يُحسَب الحدُّ الأقصى لدرجة الحرارة الخارجية للمحرار الجاف الى الحد الأقصى لدرجة حرارة الهواء للمحرار الجاف على مدار اليوم.
- يُحسَب الحدُّ الأدنى لدرجة الحرارة الخارجية للمحرار الجاف على الحد الأدنى لدرجة حرارة الهواء للمحرار الجاف (ليلاً).
- تُحسَب درجة حرارة المحرار الرطب عند أقصى درجة حرارة للمحرار الجاف.

من ثم, يتم حساب درجة الحرارة اليومية المُستخدَمة بالملف في حسابات التبريد من القيم القصوى والدنيا بإستخدام المنحنى الجيبي (Sinusoidal Curve).

وتمتلك حسابات أحمال التبريد لتصميم المبنى الخصائص الآتية:

- إعتماد درجات الحرارة الخارجية الدورية لمدينة بغداد (إبتداءاً من 1 آذار ولغاية 31 تشرين الأول من عام 2013).
- تشمل الأحمال الحرارية الشمسية المُسلَّطة على النوافذ فضلاً عن التهوية الطبيعية, مع إفتراض عدم وجود الرياح.

(1) تَعتمِد إستنارة ضوء النهار في نقطة معينة وفي مستوى مُحدَد داخل مبنى على الإستنارة الخارجية وتتناسب معها, وعليه فإن كمية ضوء النهار تَعتمِد على إنارية السماء (Sky Luminance) بمثابة مصدر أولي وأساس للضوء, وتَعتمِد على السطوح العاكسة بمثابة مصدر ثانوي للضوء من خلال الإنعكاسات. وتُعرَّف شدة الإستنارة (Illuminance) على أنها: كمية الضوء الساقط عمودياً في الثانية الواحدة على وحدة السطوح, وتُقدَّر بـ الشمعة/ م^2 أو لوكس. وتتوقف شدة الإنارية في نقطة على سطح معين على: أولاً, قوة إضاءة المنبع وتتناسب طردياً معه. ثانياً, البعد بين المنبع وتلك النقطة وتتناسب عكسياً مع مربع البعد. ثالثاً, جيب تمام زاوية سقوط الضوء. أما قوة الإستنارة, فهي الطاقة الكلية المُنبعثة في الثانية الواحدة من مصدر ضوئي وتُقدَّر بالشمعة القياسية (الشمعة: تعادل كمية الإضاءة التي تعطيها شمعة نموذجية, وتُقدَّر الوحدة النموذجية عادةً بـ شمعة/ م^2, أو شمعة/ قدم^2) (**شاهين, 1988**).

- تشمل الأحمال الحرارية الداخلية: معدات وأجهزة التبريد الميكانيكية (تم إستبعاد الأحمال الحرارية الناتجة عن الإنارة الصناعية والشاغلين).
- النظر في توصيل الحرارة والحمل الحراري بين المناطق المختلفة داخل المبنى والتي تتضمَّن درجات حرارة مختلفة.

وتتم حسابات التصميم للتبريد لتحديد قدرة معدات وأجهزة التبريد الميكانيكية اللازمة لتلبية أهم الظروف المحتمل مواجهتها في مناخ الموقع لفصل الصيف.

ب. حساب شدة الإستنارة من خلال نوافذ مفردة التزجيج صيفاً قبل تنفيذ عمليات التخضير:

تم إنتخاب طابقين في مبنى رئاسة جامعة بغداد, وهما الرابع والسابع عشر، لحساب شدة الإستنارة في الطابقين قبل تنفيذ عمليات التخضير على غلاف المبنى في فصل الصيف (ليوم 15 تموز الساعة 11 صباحاً), وبإستخدام البرنامج (DesignBuilder)، لبيان كمية الحرارة والضوء الداخلين للمبنى عِبر النوافذ مفردة التزجيج (**الشكل 1-5**).

2. كمية الطاقة المصروفة لأغراض التدفئة شتاءاً قبل تنفيذ عمليات التخضير:

تم حساب كمية الطاقة الكهربائية المصروفة ضمن طوابق المبنى القائم وبإستخدام البرنامج (DesignBuilder) ولموسم الشتاء، لغرض مقارنتها بكمية الطاقة الكهربائية المصروفة بوحدات (واط) ضمن طوابق المبنى بعد تنفيذ عمليات التخضير عليه، وكما يظهر في (**الشكلين 1-6 و1-7**) (**كمونة, 2015**).

أ. حسابات أحمال التدفئة:

تم حساب الأحمال المصروفة لأغراض التدفئة في مبنى رئاسة جامعة بغداد وبإستخدام البرنامج (DesignBuilder) وفق آلية حساب أحمال التدفئة لتصميم المبنى كالآتي:

- تُحسَب المناطق التي تم تدفئتها بإستمرار للحصول على نقطة ضبط درجة حرارة التدفئة داخل فضاءات المبنى ولكل طابق، وبإستخدام منظومة تدفئة ذات حمل حراري بسيط.
- يُؤخذ بالحسان التوصيل الحراري والحمل الحراري بين الفضاءات المختلفة داخل المبنى.
- حساب الحدُّ الأدنى لدرجة الحرارة الخارجية للمحرار الجاف الى درجة حرارة الهواء الخارجية.
- حساب سرعة الرياح مع إستبعاد إتجاهها.

وتمتلك حسابات أحمال التدفئة لتصميم المبنى الخصائص الآتية (كمونة, 2015):

- إعتماد درجات الحرارة الخارجية الدورية لمدينة بغداد، (من 1 تشرين الثاني عام 2013 ولغاية 28 شباط عام 2014).
- حساب درجات الحرارة الخارجية لموقع المبنى في فصل الشتاء.
- لا تُحسَب أحمال الكسب الحراري الشمسي داخل المبنى مع أحمال منظومة التدفئة الميكانيكية.
- لا تُحسَب أحمال الكسب الحراري من المعدات، والأجهزة، والإنارة الصناعية، والشاغلين، ... الخ.

ب. حساب شدة الإستنارة من خلال نوافذ مفردة التزجيج شتاءاً قبل تنفيذ عمليات التخضير:

تم إنتخاب طابقين في مبنى رئاسة جامعة بغداد, وهما الرابع والسابع عشر، لحساب شدة الإستنارة في الطابقين قبل تنفيذ عمليات التخضير على غلاف المبنى في فصل الشتاء (ليوم 15 كانون الثاني الساعة 11 صباحاً), وبإستخدام البرنامج (DesignBuilder)، لبيان كمية الحرارة والضوء الداخلين للمبنى عِبر النوافذ مفردة التزجيج (**الشكل 1-8**) (**كمونة, 2015**).

ثالثاً/ تقييم منظومة الخدمات الميكانيكية:

1. منظومة التدفئة، والتهوية، وتكييف الهواء (HVAC):

تم إلغاء منظومات التدفئة، والتهوية، وتكييف الهواء (HVAC) الأصلية في المبنى بسبب تعطلها، فهي تحتاج الى كلفة عالية جداً لإصلاحها وصيانتها، فضلاً عن كون الغازات المستعملة في تبريد مبردات المياه (Chillers Water Cools)

في المنظومة والغازات التي تطلقها, هي من النوع غير الصديق للبيئة والذي تم منعه عالمياً. لذا، تم الإستعاضة عنها بوحدات تكييف (Split Units) ومكيفات هواء (Ari Conditions) ولجميع طوابق المبنى. من ثم، فإن كُلف إستهلاك الطاقة الكهربائية في المبنى لأغراض التبريد صيفاً والتدفئة شتاءاً، هي عالية ومُكلفة جداً. والتي مصدرها الشبكة الوطنية للطاقة الكهربائية, فضلاً عن كونها طاقة غير نظيفة **(كمونة, 2015)**.

2. منظومة المياه والتركيبات الصحية:

يتم تجهيز المبنى بالمياه النظيفة من خلال خزانات مياه سعة (60 م^3) تقع على سطح المبنى والتي يُغطيها العقد الموجود في السقف كما يغطي غرف مكائن المصاعد (Room Machine). كل خزان مياه مقسوم الى نصفين، يضم القسم الأعلى, منظومة تنقية للمياه ويغذي طوابق المبنى بالمياه النظيفة. أما القسم السفلي، فيضم المياه المخصصة لمنظومة إطفاء الحريق، حيث تم تجهيز المبنى بأكمله بمنظومة إنذار للحريق. ويتم ضخ المياه لمبنى رئاسة جامعة بغداد عبر مضخة تقع أسفل المبنى.

ويتصل الطابق السابع (طابق الخدمات) بطوابق المبنى عِبرَ (Shaft) يُفتَح على جميع الطوابق، والذي تمر خلاله خدمات منظومة التدفئة، والتهوية، وتكييف الهواء (HVAC) الأصلية في المبنى والمُلغاة حالياً، فضلاً عن أنابيب المياه النظيفة، وأنابيب الصرف الصحي، وخدمات الكهرباء **(كمونة, 2015)**.

1-8-2 التخطيط لعمليات تخضير المبنى القائم:

- **مراجعة تقييم المبنى.**
- **مراجعة الأداء والأهداف.**
- **مراجعة التصور المستقبلي لِما ستؤول إليه عمليات التخضير.**

بناءاً على عمليات التقييم التي أجراها البحث على مبنى رئاسة جامعة بغداد وتحديداً على منظومتي الغلاف والخدمات الميكانيكية، وَضع البحث تصوراً أولياً لما ستؤول إليه عمليات التخضير الإفتراضية على غلاف المبنى، والتي ستجري وفق ثلاث مراحل، هي (كمونة, 2015):

المرحلة الأولى/ حساب كمية الأحمال الحرارية المسلطة على غلاف المبنى وفق المعطيات المناخية لمدينة بغداد وبإستخدام البرنامج (DesignBuilder)، بغرض معرفة كمية الأحمال الحرارية المسلطة على كتلة المبنى في المناخ الحار الجاف.

المرحلة الثانية/ حساب كمية إستهلاك الطاقة في المبنى لأغراض التبريد صيفاً, والتدفئة شتاءاً.

المرحلة الثالثة/ تنفيذ عمليات التخضير الإفتراضية على منظومة غلاف المبنى, والتي تشمل الآتي:

1. تخضير منظومة الجدران وتحديداً الواجهة الجنوبية بالمزروعات.
2. تخضير منظومة النوافذ بإستخدام النوافذ فائقة التزجيج وعلى الواجهات الأربعة للمبنى.
3. تخضير منظومة السقف بإستخدام منظومة من الخلايا الكهروضوئية.

1-8-3 تنفيذ عمليات التخضير:

- **مراجعة عمليات التخضير.**
- **تحديد المنظومات الرئيسة والمنظومات الفرعية المُتضمَّنة فيها والمُراد تخضيرها.**
- **تتبُّع أداء الطاقة.**

أولاً/ منظومة الجدران:

الواجهة الشمالية: إضافة النوافذ الفائقة مزدوجة التزجيج اليها ولجميع الواجهات بغرض رفع كفاءة الأداء البيئي للمبنى.

الواجهة الجنوبية: على الرغم من معالجتها بمجموعة من الكاسرات المركبة, سيتم تخضيرها كإجراء إضافي لتقليل الأحمال الحرارية المسلطة عليها، وكالآتي:

- تثبيت منظومة الواجهة الخضراء غير المباشرة وبإستخدام صناديق الزراعة على الواجهة الجنوبية، للإرتفاع بالنباتات الى مستويات عالية فضلاً عن إسناد مجموعة كبيرة من النباتات, والتي تساعد على تقليل الأحمال الحرارية المسلطة على هذه الواجهة, مع إضفاء بيئة حيوية ومبهجة لشاغلي المبنى، وترطيب الهواء في البيئة الخارجية المحيطة بالمبنى.
- ستعمل مجموعة الكاسرات المركبة الموجودة على الواجهة الجنوبية، على إسناد صناديق المزروعات. ومن ثم, لا حاجة لإقامة هيكل إنشائي إضافي لإسنادها أو تحوير الهيكل الإنشائي الأصلي للمبنى, وبالتالي الإقتصاد بالنفقات والوقت والجهد.
- سيتم وضع صناديق المزروعات بصورة تبادلية بين كاسرة وأخرى، فضلاً عن وضعها لكل ثلاث طوابق، بسبب قابلية النباتات على التسلق الى إرتفاع ثلاث طوابق. من ثم، يتم تقليل الأحمال على الهيكل الإنشائي للكاسرات.
- ستجرى عملية إرواء صناديق الزراعة مباشرةً لأول مجموعة طوابق (من الطابق الثاني ولغاية الطابق السابع)، من خلال خزان المياه الموضوع قرب مبنى رئاسة جامعة بغداد. في حين سيتم إرواء المجموعة العليا من الطوابق (من الطابق الثامن ولغاية الطابق الأخير) من خلال خزانات المياه الموضوعة أعلى المبنى وقَبل تصفية المياه.
- ستجرى عملية إرواء المزروعات بالتنقيط من خلال إنبوبين عمودية (أحدها يخرج مباشرةً من خزان المياه الواقع أسفل المبنى، والآخر يخرج من خزانات المياه الواقعة في أعلى المبنى)، ومن ثم ترتبط أنابيب ثانوية بالإنبوبين العمودية، لتمتد أفقياً عِبْرَ طوابق المبنى, ثم تَرتبِط بدورها بصناديق المزروعات لإرواءها بالتنقيط (**الشكل 1-9**).

الواجهة الشرقية: نظراً لكون هذه الواجهة صماء تحتوي في منتصفها على نوافذ ولكل الطوابق (عدا الطابق الأرضي والطابق السابع) وتطل على الفضاء الموجود أمام منطقة المصاعد (فضاء خدمي)، مع حماية هذه النوافذ بكاسرات أفقية، فإن هذه الواجهة لا تحتاج الى معالجة سوى تبديل النوافذ مفردة التزجيج كإجراء إضافي لتقليل الأحمال الحرارية عليها.

الواجهة الغربية: نظراً لكون هذه الواجهة (وكما هو الحال في الواجهة الشرقية) صماء تحتوي في منتصفها على نوافذ ولكل الطوابق (عدا طابق الخدمات السابع)، فإن هذه الواجهة لا تحتاج الى معالجة سوى تبديل النوافذ مفردة التزجيج كإجراء إضافي لتقليل الأحمال الحرارية عليها (**كمونة, 2015**).

ثانياً/ منظومة النوافذ:

إستبدال نوافذ المبنى بالكامل بنوافذ فائقة مزدوجة التزجيج بإختيار النوع الموائم للمناطق الحارة الجافة وهو النوع الذي يسمح بدخول الكثير من الضوء مع القليل من الحرارة وهذا ما توضحه شدة الإستنارة في فضاءات طوابق المبنى التي لم تتأثر كثيراً من ناحية الضوء، غير أن كميات الأحمال الحرارية النافذة للمبنى قلت كثيراً، ومن ثم تم رفع الكفاءة الادائية الطاقوية للمبنى، فضلاً عن جعل المبنى يواكب التطور التكنولوجي (**كمونة, 2015**).

ثالثاً/ منظومة السقف:

سيتم إستغلال مساحة السقف المحيطة بالعقد لتركيب الخلايا الكهروضوئية من نوع خلايا السليكون الأحادية البلورية الشمسية (Monocrystalline Silicon Solar Cells)، بسبب إمتلاكها أعلى كفاءة لأنها مصنوعة من السليكون ذو الدرجة العالية, وتنتج أعلى معدلات طاقة مع أقل مساحة فضائية مقارنةً بالأنواع الأخرى من الخلايا الكهروضوئية, فضلاً عن كونها تنتج ما يصل الى أربعة أضعاف كمية الطاقة الكهربائية مقارنةً بالألواح الشمسية الرقيقة. وتتمتع بمجوعة من المواصفات (**الجدول 1-2**). وستوجَّه الخلايا الكهروضوئية بإتجاه الجنوب، لجعلها تعمل بجودة عالية (**كمونة, 2015**).

الجدول (1–2): مواصفات خلية (Monocrystalline Silicon Solar Cells) الكهروضوئية.

المصدر: (Sunmodule, 2011, http://pvpower.com/uploads/products/solarworld-235-data-sheet.pdf).

نوع الخلية الكهروضوئية	Monocrystalline Silicon Solar Cells SW-235
أبعاد الخلية الكهروضوئية	(1,56م طول × 1,156م عرض)
وزن الخلية الكهروضوئية	21,2 كغم

وفقاً لِما تقدم، وإعتماداً على الجدول أعلاه, وبعد إجراء عملية حسابية لمساحة السقف مطروحاً منها منطقة العقد، تم إختيار الخلايا الكهروضوية من نوع السليكون الأحادية البلورية الشمسية (Monocrystalline Silicon Solar Cells) بكفاءة (235 واط), وبمساحة للخلية الكهروضوئية الواحدة (1,56م طول × 1,156م عرض) وبوزن (21,2 كغم), وبواقع (64 خلية) للمنطقة الواقعة أمام العقد والمواجهة للجنوب، ووضع (64 خلية) في المنطقة الواقعة خلف العقد والمواجهة للجنوب أيضاً مع رفعها بمسافة (1 متر) عن مستوى سطح السقف, بسبب إرتفاع العقد لتحظى بكميات كافية من الأشعة الشمسية.

من ثم، سيكون إجمالي الطاقة المُستحصَل عليه من مجموع الخلايا الكهروضوئية تقريباً (30080 واط)، والتي تساعد على تقليل عدد وأحمال أجهزة التكييف الميكانيكية في المبنى، فضلاً عن كونها طاقة نظيفة تحافظ على صحة شاغلي المبنى، ناهيك عن فاعلية هذه الخلايا على جعل المبنى يدخل ضمن المباني الخضراء المستدامة بيئياً **(كمونة, 2015)**.

ويوضح **(الشكل 1–10)** مبنى جامعة بغداد بعد إجراء عمليات التخضير الإفتراضية عليه.

1–8–4 التحقُّق من الأداء:

- **مراجعة كفاءة إستخدام الطاقة في المبنى من خلال برنامج حاسبي يقوم بحساب التكاليف قبل عملية التخضير وبعدها، لبيان فاعلية عملية التخضير من الناحية الطاقوية.**
- **مراجعة كميات الطاقة المُستهلَكة قَبْل تنفيذ عمليات التخضير وبعدها، ثم مقارنتها مع الفوائد الصحية والبيئية.**
- **بيان إيجابيات عمليات التخضير على صحة وسلامة شاغلي المبنى والبيئة الطبيعية.**

وقد جرى تقييم الطاقة المصروفة في المبنى القائم بعد تنفيذ عمليات التخضير وبإستخدام البرنامج (DesignBuilder)، من خلال حساب كميات أحمال الطاقة المصروفة صيفاً وشتاءاً على التوالي، لمعرفة كمية إستهلاك الطاقة، وتقييم شدة الإستنارة في طابقين منتخبين صيفاً وشتاءاً لبيان كميات الحرارة النافذة للمبنى من خلال النوافذ الفائقة مزدوجة التزجيج، وكما يأتي:

أولاً/ كمية الطاقة المصروفة لأغراض التبريد صيفاً بعد تنفيذ عمليات التخضير:

تم حساب كمية الطاقة الكهربائية المصروفة ضمن طوابق المبنى بعد تنفيذ عمليات التخضير الإفتراضية عليه وبإستخدام البرنامج (DesignBuilder) ولموسم الصيف، وكما يظهر في (الشكلين 1–11، و1–12) (كمونة, 2015).

1. حسابات أحمال التبريد:

تم حساب الأحمال المصروفة لأغراض التبريد في مبنى رئاسة جامعة بغداد وبإستخدام البرنامج (DesignBuilder) وفق آلية حساب أحمال التبريد لتصميم المبنى, وكما تم توضيح ذلك سابقاً.

2. حساب شدة الإستنارة من خلال النوافذ الفائقة (مزدوجة التزجيج) صيفاً بعد تنفيذ عمليات التخضير :

تم إنتخاب طابقين في مبنى رئاسة جامعة بغداد, وهما الرابع والسابع عشر، لحساب شدة الإستنارة في الطابقين بعد تنفيذ عمليات التخضير على غلاف المبنى في فصل الصيف (ليوم 15 تموز الساعة 11 صباحاً), وبإستخدام البرنامج (DesignBuilder)، لبيان كمية الحرارة والضوء الداخلين للمبنى عِبر النوافذ الفائقة مزدوجة التزجيج (**الشكل 1-13**).

ثانياً/ كمية الطاقة المصروفة لأغراض التدفئة شتاءاً بعد تنفيذ عمليات التخضير:

تم حساب كمية الطاقة الكهربائية المصروفة ضمن طوابق المبنى بعد تنفيذ عمليات التخضير الإفتراضية عليه وبإستخدام البرنامج (DesignBuilder) ولموسم الشتاء، وكما يظهر في (الشكلين 1-14، و1-15) (كمونة, 2015).

1. حسابات أحمال التدفئة:

تم حساب الأحمال المصروفة لأغراض التدفئة في مبنى رئاسة جامعة بغداد وبإستخدام البرنامج (DesignBuilder) وفق آلية حساب أحمال التدفئة لتصميم المبنى, وكما تم توضيح ذلك سابقاً.

2. حساب شدة الإستنارة من خلال النوافذ الفائقة (مزدوجة التزجيج) شتاءاً بعد تنفيذ عمليات التخضير :

تم إنتخاب طابقين في مبنى رئاسة جامعة بغداد, وهما الرابع والسابع عشر، لحساب شدة الإستنارة في الطابقين بعد تنفيذ عمليات التخضير على غلاف المبنى في فصل الشتاء (ليوم 15 كانون الثاني الساعة 11 صباحاً), وبإستخدام البرنامج (DesignBuilder)، لبيان كمية الحرارة والضوء الداخلين للمبنى عِبر النوافذ الفائقة مزدوجة التزجيج (**الشكل 1-16**).

1-9 إستنتاجات البرنامج الحاسبي:

بعد تحليل الأحمال المصروفة لأغراض التبريد والتدفئة في فصلي الصيف والشتاء، من خلال إجراء مقارنة قبل وبعد تنفيذ عمليات التخضير الإفتراضية على مبنى رئاسة جامعة بغداد، تم التوصل الى الإستنتاجات الآتية (الشكل 1-17):

- **أثبت إستخدام البرنامج الحاسبي (DesignBuilder) وجود فرق تمثَّل بتقليل كمية الأحمال الحرارية المصروفة لأغراض التبريد صيفاً والتدفئة شتاءاً بعد تنفيذ عمليات التخضير على غلاف المبنى, مما يُؤكِّد فاعلية عمليات التخضير على رفع كفاءة الأداء الطاقوي داخل المبنى.**
- **فاعلية إستخدام الخلايا الكهروضوئية في عمليات التخضير, فهي طاقة متجددة نظيفة, تُقلِّل من إنبعاثات غاز ثاني أوكسيد الكربون في المبنى, ومن ثم تحافظ على صحة شاغليه وترفع من إنتاجيتهم.**
- **تساعد الواجهة الخضراء في المبنى على تقليل الأحمال الحرارية المسلطة على الفضاءات الداخلية المُطِلة عليها, فضلاً عن توفير بيئة مريحة بصرياً ونفسياً لشاغليها, كما تساعد على تلطيف البيئة الخارجية المحيطة بالمبنى وتقليل درجات الحرارة، لا سيما أن الأرض المحيطة بالمبنى هي مرصوفة بالبلاطات الكونكريتية.**

1-10 الإستنتاجات:

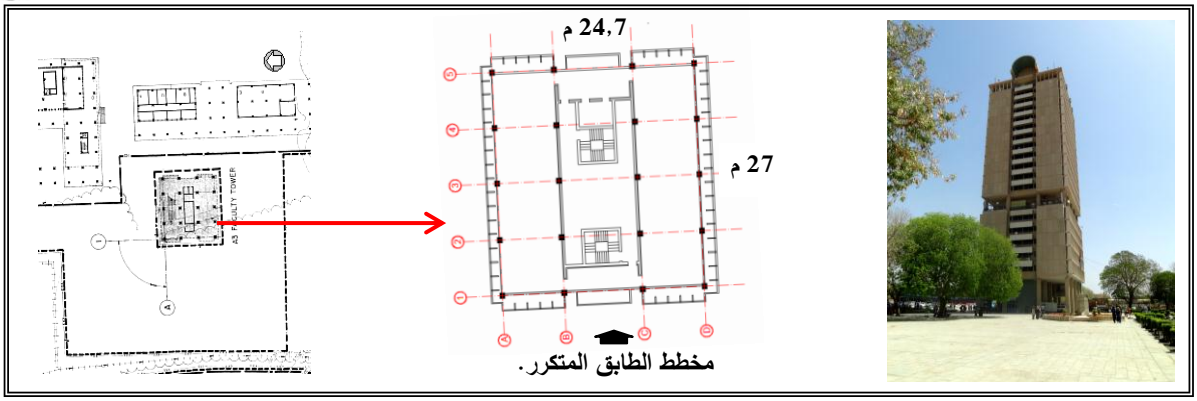
- **أهمية إستخدام برامج الحاسوب لبيان فاعلية الأداء الحراري لمبنى قائم أو مبنى إفتراضي، بغرض الوصول الى كفاءة الأداء الحراري المُثلى من خلال تنفيذ عمليات التخضير الإفتراضية على تلك المباني. من ثم، بيان ما حققته عمليات التخضير من أفضليات في تقليل الأعباء الحرارية, بغرض تحويل عمليات التخضير الى واقع ملموس.**
- **فاعلية إستخدام الخلايا الكهروضوئية في عمليات تخضير الأبنية القائمة كونها طاقة مُتجدِّدة ونظيفة, إذ تُقلِل من إنبعاثات غاز (CO_2) في المبنى. من ثم, تحافظ على صحة شاغلي المبنى وترفع من إنتاجيتهم.**
- **يوفر البرنامج (DesignBuilder) دقة عالية في حساباته, من ثم يحقق نتائجاً دقيقة مناسبة لمختلف الأقاليم والمناطق المناخية.**

- **يتميَّز البرنامج (DesignBuilder) بالشمولية إذ أن أغلب برامج التقييم البيئي الأخرى تقيس واحدة أو أكثر من المتغيرات البيئية, والكسب الحراري, والإنارة المطلوبة (طبيعية و/ أو ميكانيكية), أو كمية الطاقة المطلوبة للتكييف. بينما يُعطي هذا البرنامج نتائجاً لجميع هذه المتغيرات وغيرها.**
- **يُعَد تطبيق نهج تخضير المباني القائمة فاعِلاً من الناحية الإقتصادية كونه يُوفِّر الكثير من الأموال المرصودة لإنشاء مبنى جديد، فهو يَعتمِد المباني القائمة ويقوم بتجديدها وفق أسس العمارة الخضراء والإستدامة البيئية.**
- **أهمية تبنِّي نهج التخضير للأبنية العراقية القائمة، لترشيد إستهلاك الطاقة الكهربائية، والمحافظة على الوقود الأحفوري, ولتقليل التلوثات البيئية, مع توفير بيئة صحية داخل الأبنية, وبالتالي المحافظة على البيئة الطبيعية.**
- **يُعَد تبني تطبيق نهج تخضير المباني القائمة في الواقع العراقي مهماً في الوقت الحالي، لإعادة العمارة العراقية الى مسارها البيئي والمحلي الصحيح، لا سيما ما ألَّم العمارة العراقية المعاصرة من تصاميم وتفاصيل غريبة طرأت على جوانبها، فضلاً عن أن العمارة العراقية التقليدية مبنية في الأساس على أسس الإستدامة البيئية.**
- **أهمية تخضير الأبنية الجامعية لما تَحمله هذه المؤسسات العلمية من أهمية في وضع أسس العمارة الخضراء والتصميم البيئي المستدام، فضلاً عن مواكبة التطور العلمي والعالمي في كافة المجالات.**
- **تم تقليل كمية الأحمال الحرارية المصروفة لأغراض التبريد صيفاً والتدفئة شتاءاً في مبنى رئاسة جامعة بغداد, بعد تنفيذ عمليات التخضير على غلافه, مما يُؤكِّد على فاعليتها في رفع كفاءة الأداء الطاقوي داخل المبنى.**
- **أهمية الدور الذي يلعبه الغلاف البنائي في عمليات السيطرة الحرارية على البيئات الداخلية للمباني، والذي يمكن من خلاله التوصل الى الأداء الأمثل والأكفأ مناخياً للمبنى.**

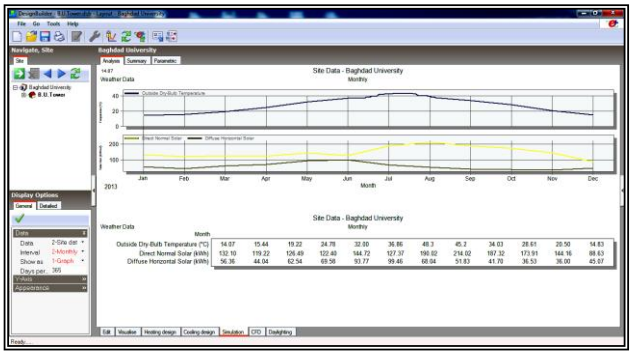
المصادر:

- شاهين، بهجت رشاد، **الإضاءة في المناطق الحارة الجافة**، 1988, جمعية المهندسين العراقية، دورة التعليم المستمر، الهندسة المعمارية، بغداد – العراق, (ص 2–3).
- الشلش، علي حسين، **مناخ العراق**، 1988, مطبعة جامعة البصرة، جامعة البصرة–كلية الآداب، البصرة – العراق، ص 61.
- عصام محمد علي شاكر، وآخرون، **دليل جامعة بغداد 2011م**، 2011, الدار الجامعية للطباعة والنشر، بغداد – العراق, (ص 3, 47).
- كمونة, غادة محمد إسماعيل عبد الرزاق, منظومات العمارة الخضراء في التصميم البيئي المستدام, 2015, أطروحة دكتوراه مقدمة الى قسم هندسة العمارة – جامعة بغداد, بغداد – العراق, (ص 226–245).
- Bachman, L. R., 2003. *Integrated Buildings: the Systems Basis of Architecture*, John Wiley and Sons, Inc., New Jersey – USA, P. 35
- Barnett, D. L., and Browning, W. D., 2007. *A Primer on Sustainable Building*, Rocky Mountain Institute (RMI), Green Development Services, USA, P. 54.
- Carroon, J., 2010. *Sustainable Preservation: Greening Existing Buildings*, John Wiley and Sons, Inc., USA, P. 7.
- CBRE, 2011. *Retrofitting Existing Buildings: The Low Cost, High Volume Solution to Climate Change*, Sustainability Asia Pacific: Environment Matters for Real Estate, Issue 4, CB Richard Ellis, Inc., Australia, P. 11.
- Green Building Council, 2010. *Sustaining Existing Buildings*, Green Building Council of South Africa, Green Building Services (GBS), Portland, pp. 272-275.

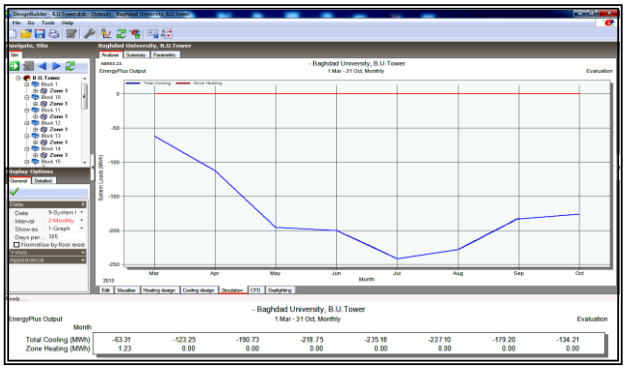
- Hong, W., Chaing, M. S., Shapiro, R. A., and Clifford, M. L., 2007. *Building Energy Efficiency: Why Green Buildings Are Key to Asia's Future*, Asia Business Council Book, Hong Kong – China, pp. 276, 278.
- Like, R. V., 2009. *The Paid-From-Savings: Guide to Green Existing Buildings, Executive Summary*, U.S. Green Building Council, Inc. (USGBC), Washington – USA, P. 1.
- Perini, K., and Magliocco, A., 2012. *The Integration of Vegetation in Architecture, Vertical and Horizontal Greened Surfaces*, International Journal of Biology, Vol. 4, No. 2, Genoa – Italy, pp. 79, 82.
- Renterghem, Timothy Van, 2013. *The Potential of Building Envelope Greening to Achieve Quietness*, Building and Environment 61, Elsevier Ltd., USA, P. 34.
- UNEP, 2013. *Greening Universities Toolkit*, United Nations Environment Program, Nairobi – Kenya, pp. 4-5.
- Yudelson, J., 2010. *Greening Existing Buildings*, the McGraw-Hill Companies, Inc., USA, pp. 34, 143.
- Yudelson, J., 2008. *The Green Building Revolution*, U.S. Green Building Council, Island Press, 1718 Connecticut Ave. NW, Suite 300, Washington, USA, P. 106.
- Farlex, 2014. *Greening*, the Free Dictionary. Available at:
- http://www.thefreedictionary.com/greening
- Sunmodule, 2011. *SW 235 mono*, Version 2.0 Frame, P. 1. Available at:
- http://pvpower.com/uploads/products/solarworld-235-data-sheet.pdf



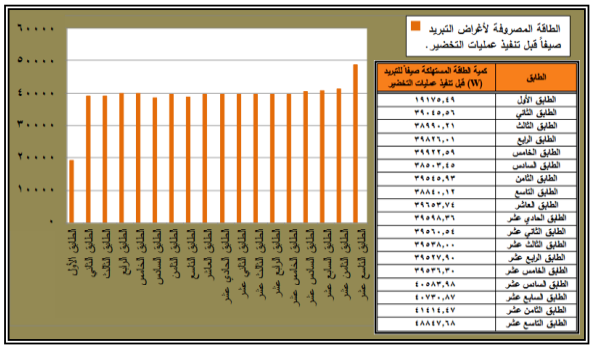
الشكل (1-1): منظور خارجي لمبنى رئاسة جامعة بغداد مع مخطط الطابق المتكرر فيه.
المصدر: (كمونة, 2015).



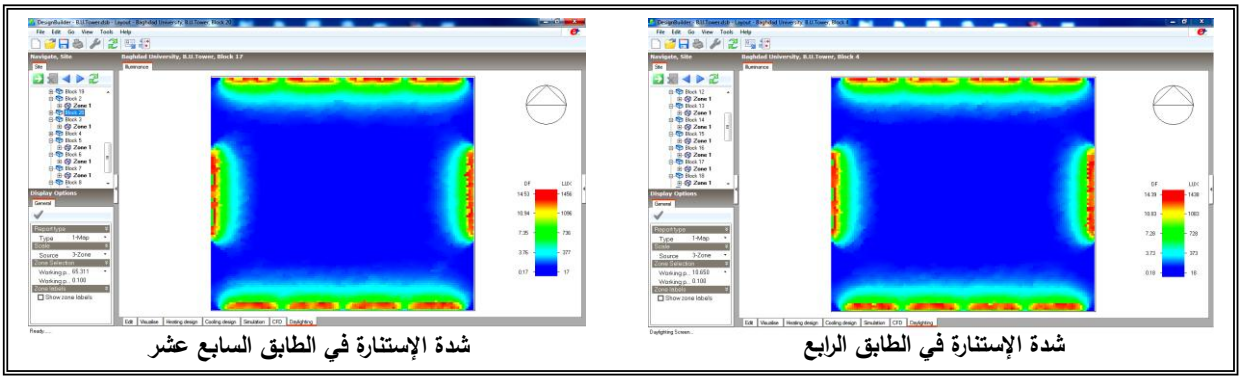
الشكل (1-2): كمية الأحمال الحرارية المسلطة على مبنى رئاسة جامعة بغداد طوال العام.
المصدر: (كمونة, 2015).



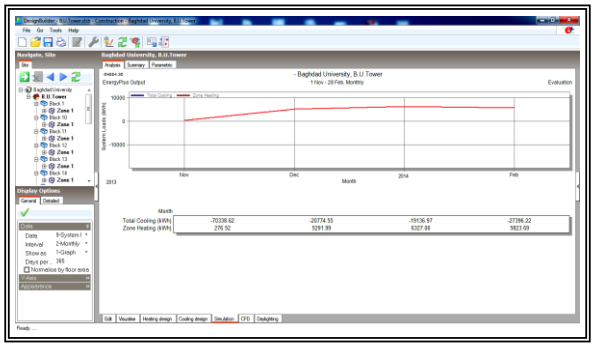
الشكل (1-3): كمية الطاقة الكهربائية المصروفة لأغراض التبريد صيفاً داخل مبنى رئاسة جامعة بغداد، قبل تنفيذ عمليات التخضير.
المصدر: (كمونة, 2015).



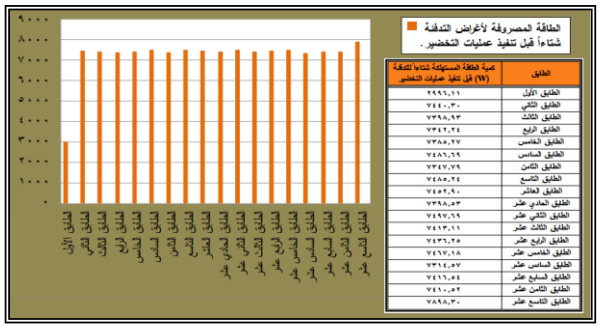
الشكل (1-4): كمية الطاقة الكهربائية المصروفة لأغراض التبريد صيفاً داخل مبنى رئاسة جامعة بغداد، وقبل تنفيذ عمليات التخضير.
المصدر: (كمونة, 2015).



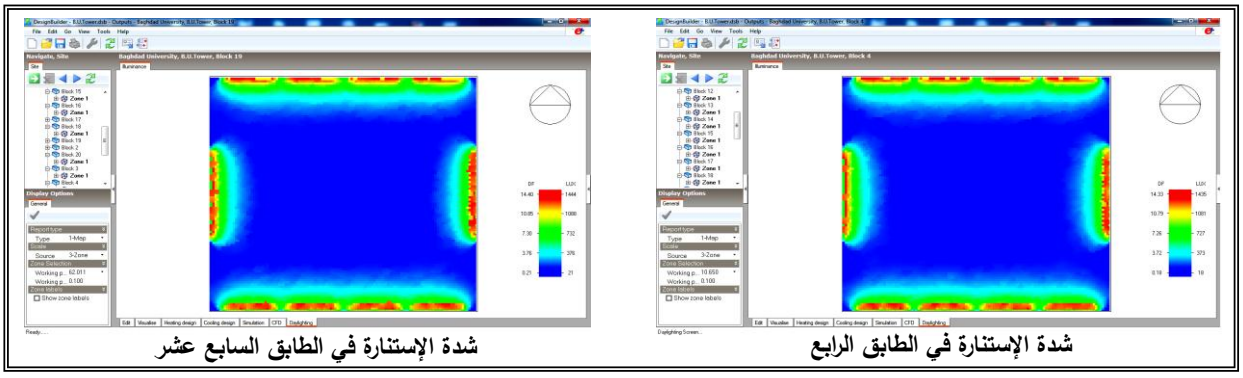
الشكل (1-5): شدة الإستنارة داخل فضاءات المبنى عِبْرَ نوافذ مفردة التزجيج صيفاً قَبْل تنفيذ عمليات التخضير.
المصدر: (كمونة, 2015).



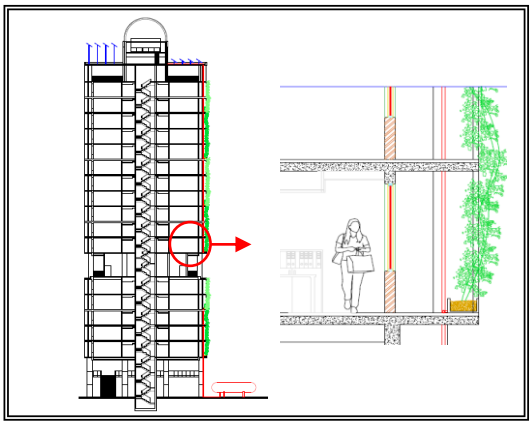
الشكل (1-6): كمية الطاقة الكهربائية المصروفة لأغراض التدفئة شتاءاً داخل مبنى رئاسة جامعة بغداد، قبل تنفيذ عمليات التخضير.
المصدر: (كمونة, 2015).



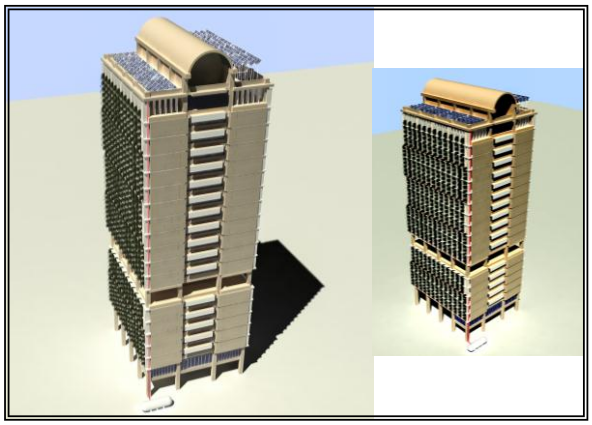
الشكل (1-7): كمية الطاقة الكهربائية المصروفة لأغراض التدفئة شتاءاً داخل مبنى رئاسة جامعة بغداد, قبل تنفيذ عمليات التخضير.
المصدر: (كمونة, 2015).



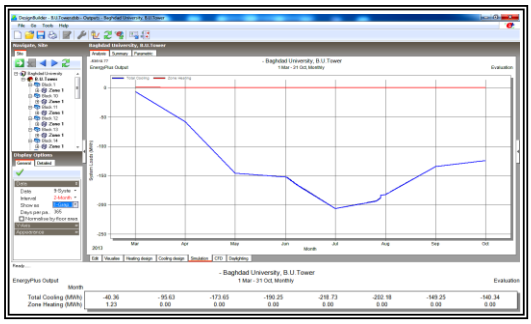
الشكل (1-8): شدة الإستنارة داخل فضاءات المبنى عِبْرَ نوافذ مفردة التزجيج شتاءاً قبل تنفيذ عمليات التخضير.
المصدر: (كمونة, 2015).



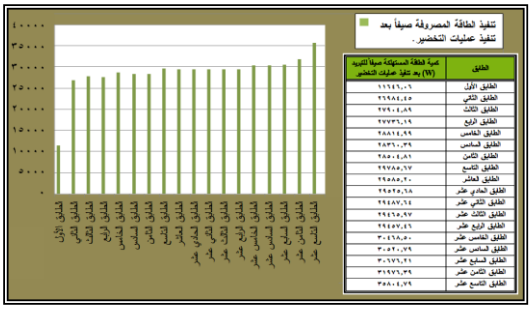
الشكل (1-9): مقطع طولي في المبنى من جهة واجهته الجنوبية موضحاً أنابيب الري بالتنقيط مع مُكبِّر.
المصدر: (كمونة, 2015).



الشكل (1-10): مبنى رئاسة جامعة بغداد بعد تنفيذ عمليات التخضير الإفتراضية عليه.
المصدر: (كمونة, 2015).

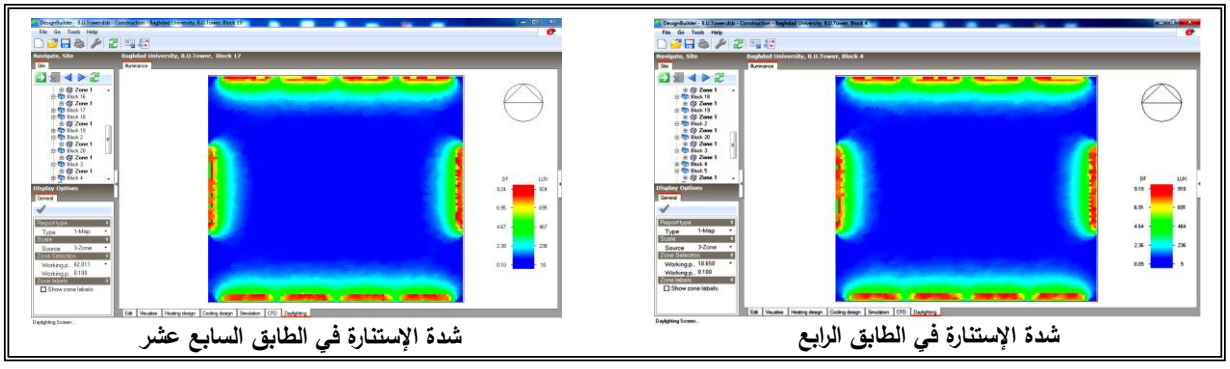


الشكل (1-11): كمية الطاقة الكهربائية المصروفة لأغراض التبريد صيفاً داخل مبنى رئاسة جامعة بغداد، بعد تنفيذ عمليات التخضير.
المصدر: (كمونة, 2015).



الطابق	كمية الطاقة المستهلكة صيفاً للتبريد (W) بعد تنفيذ عمليات التخضير
الطابق الأول	١١٦٤٩٠.٠٦
الطابق الثاني	٢٦٩٨٤.٤٥
الطابق الثالث	٢٧٩٠١.٨٩
الطابق الرابع	٢٧٣٦٥.٦٩
الطابق الخامس	٢٨٨١٤.٩٦
الطابق السادس	٢٨٣٦٠.٣٩
الطابق الثامن	٢٨٥٠٤.٨١
الطابق التاسع	٢٩٧٨٩.٦٧
الطابق العاشر	٢٩٥٨٤.٢٠
الطابق الحادي عشر	٢٩٤٩٢.٦٨
الطابق الثاني عشر	٢٩٤٨٧.٦٤
الطابق الثالث عشر	٢٩٤٦٩.٥٧
الطابق الرابع عشر	٢٩٤٥٧.٤٦
الطابق الخامس عشر	٣٠٤٦٨.٥٠
الطابق السادس عشر	٣٠٥٠٧.٧٩
الطابق السابع عشر	٣٠٦٧٦.٦٦
الطابق الثامن عشر	٣١٩٧٦.٣٩
الطابق التاسع عشر	٣٥٨٠١.٧٩

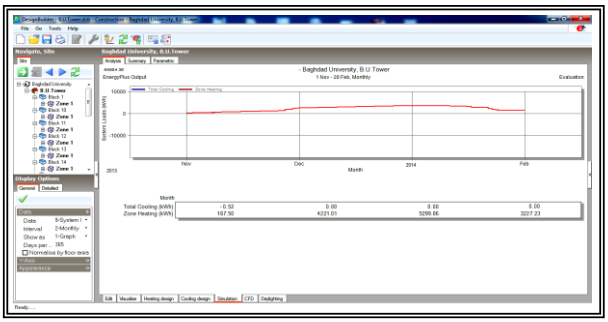
الشكل (1-12): كمية الطاقة الكهربائية المصروفة لأغراض التبريد صيفاً داخل مبنى رئاسة جامعة بغداد, بعد تنفيذ عمليات التخضير.
المصدر: (كمونة, 2015).



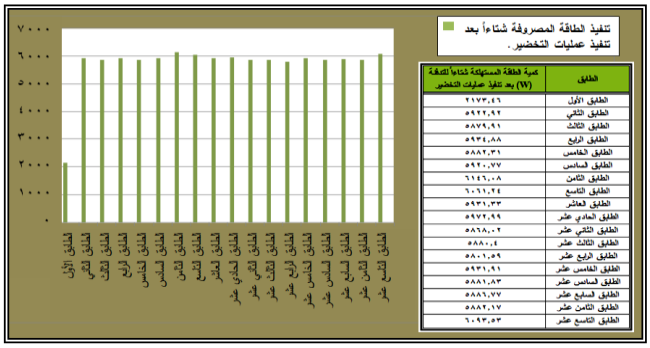
شدة الإستنارة في الطابق السابع عشر

شدة الإستنارة في الطابق الرابع

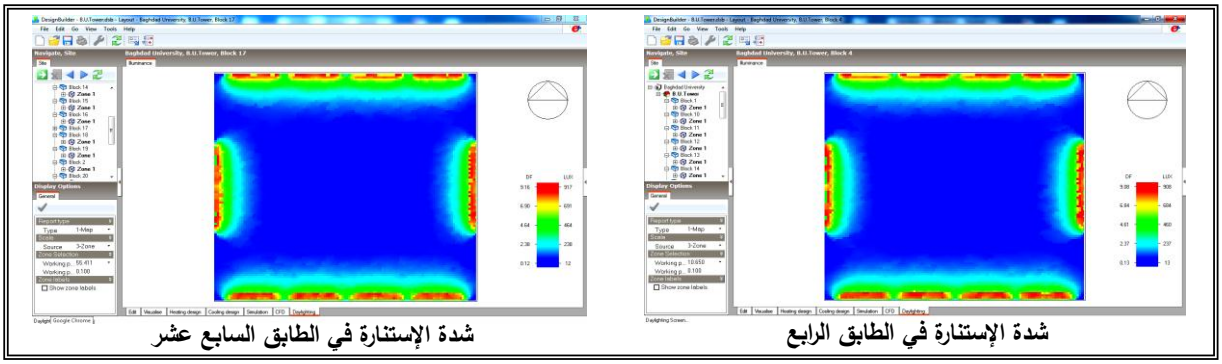
الشكل (1-13): شدة الإستنارة داخل فضاءات المبنى وعبر نوافذ مزدوجة التزجيج صيفاً بَعد تنفيذ عمليات التخضير.
المصدر: (كمونة, 2015).



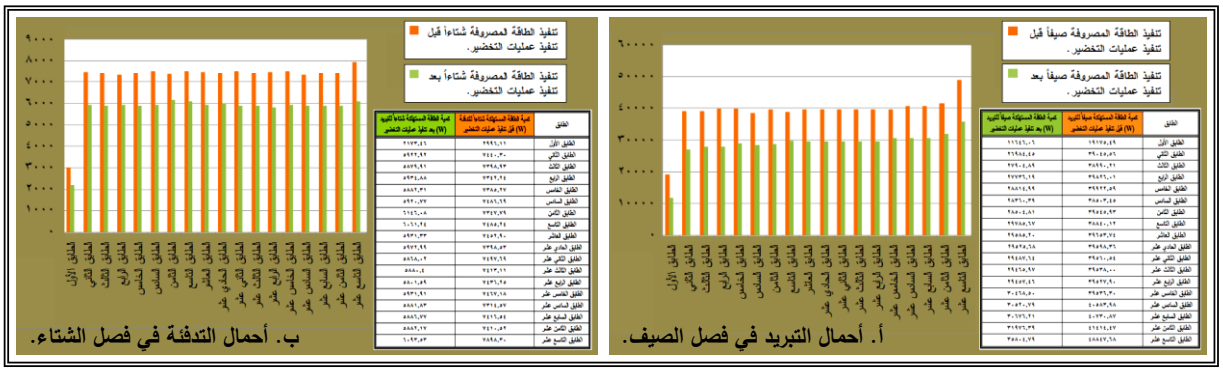
الشكل (1-14): كمية الطاقة الكهربائية المصروفة لأغراض التدفئة شتاءاً داخل مبنى رئاسة جامعة بغداد, بعد تنفيذ عمليات التخضير.
المصدر: (كمونة, 2015).



الشكل (1-15): كمية الطاقة الكهربائية المصروفة لأغراض التدفئة شتاءاً داخل مبنى رئاسة جامعة بغداد, بعد تنفيذ عمليات التخضير.
المصدر: (كمونة, 2015).



الشكل (1-16): شدة الإستنارة داخل فضاءات المبنى وعبرَ نوافذ مزدوجة التزجيج شتاءاً بَعد تنفيذ عمليات التخضير.
المصدر: (كمونة, 2015).



الشكل (1-17) يوضح: مقارنة بين أحمال التبريد والتدفئة المصروفة قبل وبعد تنفيذ عمليات التخضير.
المصدر: (كمونة, 2015).