FAYOUM UNIVERSITY JOURNAL OF ENGINEERING

مجلة كلية الهندسة - جامعة الفيوم

مجلة علمية محكمة نصف سنوية

Fayoum University
Facuilty of Engineering

Egypt

FJE

Fayoum University Journal of Engineering

Scientific journal
semi-annual

January 2018

FJE

FAYOUM JOURNAL OF ENGINEERING

Vol. 1 - No. 1 - January 2018

Published By

Faculty of Engineering - Fayoum University - Egypt

international number
ISSN 0626-2537

international electronic number
ISSN 0634-2537

Journal of Engineering
Fayoum University
Faculty of Engineering
Vol.1
No.1

FAYOUM JOURNAL OF ENGINEERING

Faculty of Engineering - Fayoum university - Fayoum

E-mail : (fje@fayoum.edu.eg)

Phone No. : 084 - 6334816
084 - 6334033

international number
ISSN 0626-2537

international electronic number
ISSN 0634-2537

Journal of Engineering
Fayoum University
Faculty of Engineering
Vol.1
No.1

Objectives and Fields

The Journal of the Faculty of Engineering - Fayoum University (FJE) is a scientific journal specialized in the fields of engineering. It is a semi-annual journal issued by the Faculty of Engineering at Fayoum University. FJE aims to publish research, theoretical and practical studies in the field of engineering sciences, and to spread the culture of scientific research and supporting researchers. FJE considers an authoritative scientific outlet for their creativity and research efforts. The journal seeks to support the cultural and scientific exchange in the various engineering sciences and their applications, and to establish channels of communication between specialists in the field, and to raise the level of scientific studies and researches in the field of engineering sciences, reflecting the scientific activity of Fayoum University.

The papers published in the Journal of the Faculty of Engineering - Fayoum University (FJE) are covering the following fields:

- Civil engineering.
- Architecture (architectural design - urban design - architectural planning)
- Electrical engineering in all disciplines and computer engineering.
- Mechanical engineering.
- Mathematics and Engineering Physics.

Authors from all over the world are invited to submit their papers for publication in (FJE) where the submitted researches are subjected to secret arbitration. The research can be accepted and published in both Arabic and English in the fields of specialization that the journal means according to publishing rules.

E-mail: (fje@fayoum.edu.eg)

Phone: 084-6334816 084-6334033

International number: ISSN 2537-0626

International Electronic Number: ISSN 2537-063

Journal of Engineering
Fayoum University
Faculty of Engineering
Vol.1
No.1

Special volume

The Second International Scientific Conference of the Faculty of Engineering - February 2018

Building, Energy and Urbanization: Current Challenges and Future Solutions

This volume is issued as the first one of the Journal of the Faculty of Engineering - Fayoum University (FJE), which deals with a series of outstanding researches which fall under the three main axes of the Second International Scientific Conference of the Faculty of Engineering - February 2018 (Building, Energy and Urbanization: Current Challenges and Future Solutions). The papers published in this issue deals with three axes representing the joint engineering specialties between the scientific departments of the faculty:

The first axis: Building science and technology.

The second axis: New and renewable energy engineering.

The third axis: Upgrading of the urban environment

The papers submitted to the conference and published in this volume of the journal has been subject to secret arbitration. The researches written in Arabic and English language in the fields of specialization in the three axes addressed by the conference, where the same rules applied to accept the publication and arbitration in the journal, The distinguished papers are selected for publish in the first volume of (FJE) according to specific criteria. The published researches obtained the highest grades in the researches axis, and the percentage of the total research estimates was not less than 75%. Thus, this distinguished research would be the first scientific production worthy of the journal of faculty of engineering at Fayoum University (FJE).

Editor in Chief of the Journal and President of the Conference

Prof.Dr. Ehab Mahmoud Okba

Vice-Dean for Post Graduate Studies and Research

Journal of Engineering
Fayoum University
Faculty of Engineering
Vol.1
No.1

The method of writing the research in its final form for publication in the magazine

General research specifications

Page size: B5 – portrait

Research board: writing in two columns with width of 8.6 cm

Margins: 3 cm from top, 2 cm from left, 2 cm from right and 2.5 cm from bottom

Line type: For English researches (Times New Roman)

For Arabic researches (Simplified Arabic)

Main title

- In the middle
- Big letters
- Line size 12
- Bold

Subtitles

- Align right for Arabic researches
- Align left for English researches
- Line size 10
- Bold

First page contents

- Research title
- Researcher name, job, work place and e-mail (in the middle – line size 10)
- Research abstract (no more than 250 words , justified , line size 10 and the abstract should include the object of the thesis , methodology and results)
- Keywords, (line size 10 and justified text)

Research board

- Starts directly after the keywords
- Text to be justified
- Line size 10

Tables, equation, pictures or charts

Positioned in the middle, line size 9, for tables numbering and description are from top and for pictures and charts numbering and description are from down

References

Writing according to specific rules:

1- For books: author's names – book title – publication authority – publisher – date – country.
2- For articles: authors names – research title – magazine name – no of volume if found – publication pages – date – country.
3- For scientific thesis: author name – thesis name – faculty – university – date – country.
   - Research is sent in pdf files + word files
   - At the end of the research an Arabic abstract should be attached in a single page if he research is in English and the opposite

Post address: prof. Ihab Mahmoud Okba vice-dean for graduate studies and research – faculty of engineering – Fayoum University

E-mail: emo00@fayoum.edu.eg
fje@fayoum.edu.eg

Phone number: 084-6334816
084-6334033

Fax number: 084-6334031

Journal of Engineering
Fayoum University
Faculty of Engineering
Vol.1
No.1

contents

علـــوم وتـقـنـيـات الـبـنـــاء

BUILDING TECHOLOGY

الهندسة المعمارية
ARCHITECTURAL ENGINEERING

Journal of Engineering
Fayoum University
Faculty of Engineering
Vol.1
No.1

FAYOUM UNIVERSITY JOURNAL OF ENGINEERING
مجلة كلية الهندسة - جامعة الفيوم
مجلة علمية محكمة نصف سنوية

"عمارة الأبنية الذكية من منظور محقق لراحة المستعمل"

م/ريهام السيد عبد التواب أيوب: معيدة بقسم الهندسة المعمارية، معهد المستقبل العالى للهندسة والتكنولوجيا، الفيوم.

Riham_alsayed90@yahoo.com

تليفون:٠١٠٩١٣٦٩٥٨٧

د/ ماجد محمد أبو العلا محمد: مدرس بقسم الهندسة المعمارية، كلية الهندسة، جامعة الفيوم.

mma10@fayoum.edu.eg

تليفون:٠١٠٠٦٨١٨٠٦١

أ.د/ إيهاب محمود بيومي عقبة: أستاذ العمارة والتصميم البيئي بقسم الهندسة المعمارية، كلية الهندسة، ووكيل كلية الهندسة لشئون الدراسات العليا والبحوث، جامعة الفيوم.

emo00@fayoum.edu.eg

تليفون:٠١٢٢٣٣١٥٦٣٦

د/ إيمان بدوي أحمد محمود: مدرس بقسم الهندسة المعمارية، كلية الهندسة، جامعة الفيوم.

eba00@fayoum.edu.eg

تليفون:٠١٠٠٥٥٧٢٣٢٠

ملخص البحث:

شهدت السنوات الأخيرة تطورات وتغيرات أدت إلى حدوث تحسينات مهمة في تقنيات البناء، وبذلك أصبح من الضروري أن تتفاعل العمارة مع هذه المتغيرات والمؤثرات، ونتيجة تلك التطورات ظهر مصطلح المبانى الذكية والتى تعتبر من أبرز مظاهر الألفية الجديدة حيث أنها تعتمد على استخدام الأساليب التكنولوجية والتقنيات الحديثة التى تعمل بصورة متكاملة ليؤدى المبنى وظيفته بطريقة تلائم روح العصر وتحقق أعلى مستوى من الراحة للمستخدمين.

وتكمن المشكلة البحثية فى عدم وجود ثقافة تطبيق مفاهيم المبانى الذكية الموفرة لراحة المستخدمين– بصورتها المتكاملة المستخدمة عالمياً– فى مصر، واعتبار تقنيات المباني الذكية فى مصر نوعاً من الرفاهية أو ما يقع خارج نطاق الواقع الملموس، على الرغم من رغبة الأفراد المستمرة فى السعى وراء التطور التكنولوجي، ومع أن فكر المبانى الذكية آخذ فى الإنتشار عالمياً ومع ما حققه من فوائد كبيرة فى تيسير أمور الحياه والقدرة على التوفير فى تكلفة التشغيل والصيانة بجانب ما ينتظره من تطورات مستقبلية وقلة التكلفة وبالتالى توفير الراحة فى الاستخدام في جوانب عديدة، لذلك كان من الضرورى توجيه المعمارى المصرى نحو استخدام التطبيقات الحديثة للمبانى الذكية، والتى بدورها تقوم بتحقيق الراحة للمستخدم **وبذلك يهدف البحث إلى** إلقاء الضوء على دور المبانى الذكية في توفير الراحة للمستخدمين، وذلك من خلال توضيح مفاهيم وتعريفات المبانى الذكية، ودراسة سمات ومميزات العمارة الذكية، هذا بالإضافة إلى استعراض مفهوم راحة المستخدمين بالمبانى وتوضيح طرق تحقيقها، وتحليل أنواع الراحات المختلفة التى حققتها المبانى الذكية والتى لم تكن موجودة من قبل فى المبانى، كما يتناول البحث دراسة تحليلية تطبيقية لمجموعة من أمثلة المبانى الذكية التى حققت الراحة للمستخدمين وهذا للوصول إلى مجموعة من النتائج والتوصيات بشأن راحة المستخدمين بالمبانى الذكية.

الكلمات الدالة:

المبانى الذكية، التقنيات الحديثة، الأتمتة، الاستجابة، الفاعلية، أنواع الراحة، المستخدمين، أمثلة تحليلية.

١ – العمارة الذكية–تقديم:

المبانى الذكية هى المبانى التى توفر بيئة سريعة الإستجابة، وفاعلة، وداعمة من أجل تحقيق الآداء الأفضل لمستخدمى المبانى، وهى أيضاً تعنى استخدام أنظمة إلكترونية خاصة فى تشغيل بعض أجزاء المبنى، والتحكم فى بعض الأنظمة التى يحتوى عليها المبنى مثل أنظمة الإضاءة والتكييف والتهوية والطاقة وغيرها[١].

١–١– نشأه وظهور العمارة الذكية:

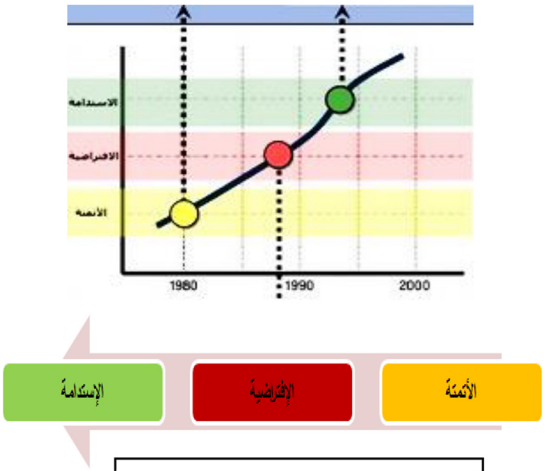
فى عام ١٩٨٠م أطلق لأول مرة فى الولايات المتحدة الأمريكية صفة الذكاء على مبنى للدلالة على حجم الكفاءة والتقنية المتوافرة داخله، ومنها أضيف مصطلح المبنى الذكى إلى علوم المبانى داخل إطار الاستفادة من التجهيزات التقنية ونظم الأتمتة Automation لوصف قدرة المبنى على الاستجابة لمتغيرات منظومة المبنى ككل، والتكامل بين الوظائف والخدمات داخل المبنى، وتلبية رغبات المستخدم[٢].

وعرفت المبانى الذكية بواسطة معهد المبانى الذكية على أنها مبانى يتم فيها دمج أنظمة متعددة بكفاءة عالية لإدارة الموراد والإمكانيات من أجل تعظيم الآداء الفنى، وزيادة العائد، وترشيد تكلفة التشغيل، وتحقيق المرونة، وتحقيق الأمن والأمان.

وفى نهاية الثمانينات أمتد المفهوم ليشمل أطروحات التحول نحو–البيئات الافتراضية– والاستفادة من معطيات طريق المعلومات فائق السرعة[١]، بمعني أن المصطلح أصبح يشمل مفهوم الاستجابة لرغبات المستخدمين بصورة أكبر.

وفى بداية التسعينات ومع تفاقم المشكلات البيئية الكونية تطور المفهوم ليشمل تحقيق أهداف –الحفاظ والاستدامة– لتتحمل العمارة الذكية جزء من مسئوليتها البيئية.

ومع مرور الوقت ظهرت مفاهيم كثيرة للمبنى الذكى وخصائصه ففى عام ١٩٩٤م ظهر مفهوم آخر للمبنى الذكي على أنه المبنى الذي يزيد من راحة المستخدمين ويقلل من التكاليف المتعلقة بتشغيله، ومنها بدأت فكره ارتباط المبنى الذكي بتوفير احتياجاته بصورة منفصله وذاتيه والاعتماد على الطاقات الطبيعية فى توفير هذه الاحتياجات والتى بدورها تؤكد مبدأ تحقيق الاستدامة، والشكل التالى (شكل رقم ١) يوضح تطور مفهوم العمارة الذكية حيث بدأ المفهوم بنظام الأتمتة، وتطور نحو أطروحات البيئات الإفتراضية المستجيبة لراحة المستعمل، ثم تطور ليشمل مفهوم الاستدامة.



شكل(١) تطور مفهوم العمارة الذكية[٣].

١–٢– تعريفات المبانى الذكية:

مع ظهور مصطلح المبانى الذكية ظهرت مجموعة تعريفات عالمية لمفهوم المبنى الذكي، وفيما يلي سوف يتم التعرض لأهم التعريفات التى توضح مفهوم المبانى الذكية.

١–٢–١– تعريف IBC Intelligent Buildings Inernational للمبنى الذكي:

فى بداية عام ١٩٨٠ م حيث كان المفهوم الأشمل للمبانى الذكية يقاس بما يقدمه المبنى من تكنولوجيا، لذلك تم تعريف المبنى الذكي بأنه المبنى الذي لديه القدرة على خلق مناخ جيد يساعد على رفع كفاءة مستخدمي المبنى، بالإضافة إلى قدرته على إدارة المبنى بشكل فعال مع خفض تكلفة التشغيل على مدار عمر المبنى الإفتراضى[٤].

---

[١] سلافا بنت محمد بن عبد الرحمن داود، **رؤى مستقبلية للتصميم الداخلى للمسكن المعاصر فى ظل مفاهيم الأنظمة الذكية**، رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم التصميم الداخلى، كلية التصاميم، جامعة أم القرى، المملكة العربية السعودية، ٢٠١٤م.

[٢] خالد مسعد عبد السميع غريب، **الغلاف الخارجي للمنزل الذكي نحو دليل عملى لتقييم مستوى ذكاء الغلاف الخارجي للمنزل الذكي**، رسالة ماجيستير غير منشورة، قسم الهندسة المعمارية، كلية الهندسة، جامعة القاهرة، جمهورية مصر العربية، ٢٠١١م.

[٣] خالد على يوسف على، **العمارة الذكية ودورها فى دعم منظومة الأمن والسلامة**، بحث منشور، ندوة إدارة الكوارث وسلامة المبانى فى الدول العربية، الرياض، المملكة العربية السعودية، ٢٩مارس–١أبريل ٢٠٠٨م.

[4] Wingginton, Michael & Harris, Jude, **Intelligent Skins**, Architectural Press, An imprint of Elsevier, Linacre House, Jordan Hill, Oxford, UK, 2002.

١-٢-٢- تعريف المعمارى Piero Sartogo للمبنى الذكي:

إنتقل مفهوم المبنى الذكي لتحقيق مبدأ الإستجابة لرغبات المستخدمين، لذلك عرفه Piero Sartogo على أنه هو المبنى القادر على التكيف مع الرغبات المتوقعة والمطلوبة فى ظل تحكم تكنولوجيا المعلومات[٤].

١-٢-٣- تعريف مشروع أبحاث تكنى بانك للمبنى الذكي ١٩٩٢ The DECW/Teknibank research project:[٥]

هو أحد المبانى الذى تتوفر به بيئة متجاوبة وفعالة وداعمة والتى بداخلها يمكن للمنظمة أن تحقق أهدافها التجارية وتستخدم التكنولوجيا الملائمة للمساعدة فى ذلك وبالتالى قد يكون مبنى بسيط أقل قدر من التكنولوجيا أو ربما معقد.

١-٢-٤- تعريف المبنى الذكى بواسطة المجموعة الأوروبية للبناء الذكى[٦]:

تم تعريف المبني الذكي هى الأبنية التى تتمكن من تحقيق أعلى كفاءة فى ادارة الموارد بأقل تجهيزات تقنية ممكنة، كما أنه هو المبنى الذى يتم فيه دمج المواد والنظم والتكنولوجيا معاً وذلك لإيجاد مبنى يحقق متطلبات الأداء لصاحب المبنى وشاغليه.

ومع اختلاف وظيفة المبنى ظهر مصطلح المنزل الذكي، والمبنى الإدارى الذكى، والمدرسة الذكية، والمستشفى الذكية، والمدينة الذكية بأكملها.

١-٢-٥- وكان أهم تلك التعريفات هو تعريف Brian Atkins للمبنى الذكي فى كتابه[٧](Intelligent Building)

يري Atkins أن المبنى الذكي لابد أن تتوافر فيه ثلاث مبادئ رئيسية وهي:

- المبانى يجب أن "تعرف"Know ما الذى يحدث فى الداخل والخارج فى نفس الوقت.
- المبانى يجب أن "تقرر "Decide أكثر طريقة فعالة لتوفير الراحة للمستخدمين بحيث تساعد على رفع إنتاجية مستخدمي الفراغ.
- المبانى يجب أن "تستجيب"Respond بسرعة إلى متطلبات شاغليها.

كما تعرف المباني الذكية أيضا بأنها المباني التي تتكامل فيها أنظمة البيئة من استخدام للطاقة والتحكم في درجة الحرارة والإضاءة والصوت ومكان العمل والاتصالات، وقد حدد تقرير صناعة الإنشاءات اليابانية ثلاث صفات يجب أن يمتلكها المبنى الذكي، حيث يعرف المبنى بأنه الطريق الأكثر كفاءة لتحقيق البيئة المناسبة والمنتجة للمستخدمين، وأن يستجيب المبنى لمطالب المستخدمين، وهذه الصفات يجب أن تترجم إلى نظام automation ليتمكن المبنى من الاستجابة للظروف والعوامل الخارجية (المناخ، والحريق، والحماية الأمنية)، ونظام المبنى والشبكات المحلية للإمداد بمعلومات إدارة عمل المبنى، وأنظمة اتصالات متقدمة لتحقيق الاتصال السريع مع العالم الخارجي بواسطة نظام الحاسب الآلي واستخدام أجهزة الألياف البصرية ووصلات القمر الصناعي[٨].

أما عن تطور نشأه العمارة الذكية فيمكن القول بأنها مرت منذ ظهورها فى الثمانينات حتى الآن بثلاث حقبات زمنية أولها حقبة المبانى المؤتمتة، وثانيها حقبة المبانى المستجيبة وثالثها حقبة المبانى الفعالة وفيما يلى سوف يتم التطرق للسمات العامة التى ميَّزت العمارة الذكية خلال الثلاث حقبات.

١-٣- الحقبات الزمنية التى مرت بها العمارة الذكية منذ ظهورها حتى الآن:

١-٣-١- الحقبة الأولى المبانى المؤتمتة Automated Buildings

وهى الحقبة الزمنية من (١٩٨١-١٩٨٥) م حيث كان يشمل المبنى على العديد من الوسائل المعلوماتية وأنظمة

---

[5] http://www.upsy.com/UP/46541/REINVENTING_THE_WORKPLACE.pdf

[٦] أسماء مجدى محمد فاضل، **العمارة الذكية وأنعكاسها التكنولوجي على التصميم دراسة حالة المبانى الإدارية**، رسالة ماجيستير غير منشورة، قسم الهندسة المعمارية، كلية الهندسة، جامعة القاهرة، جمهورية مصر العربية، ٢٠١١م.

[٧] ممدوح احمد فرج عبد الخير، **النسب فى العمارة-الارتقاء بمستوى تشكيل المنتج المعمارى من خلال وضع منهج تطبيقي للتقييم باستخدام نظريات الانظمة النسبية**، رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الهندسة المعمارية، كلية الهندسة، جامعة الفيوم، جمهورية مصر العربية، ٢٠١٢م.

[٨] طارق أحمد شوقي، **المدن الذكية لغة العصر المعمارى المقبل**، بحث منشور، مجلة بناة- العمارة والبناء، أرابيان بيزنس، أبوظبي، ٣٠ يوليو، ٢٠١١م.

الاتصالات، ومن سمات المبانى الذكية فى تلك الفترة "الأتمتة" أى دخول الآلة فى تنفيذ الأعمال أوتوماتيكياً[9].

وفيما يلى سوف يتم التعرض لمثال من أمثلة المبانى الذكية فى الحقبة الزمنية الأولى والذي يعتبر حقق مبدأ الأتمتة وهو:

مثال منزل TRON-Concept Intelligent House

ترون الذكي باليابان:

هو مبنى سكني فى طوكيو للمعمارىKen Sakamura تاريخ تنفيذه عام ١٩٨٤م.

شكل(٢) واجهة منزل ترون الذكي[10].

الأتمتة متمثلة فى:

– نظم التحكم فى إدارة المبنى بواسطة أجهزة الكومبيوتر حيث يتم تحديد ظروف الطقس الخارجية من إتجاه الرياح وسرعتها والأمطار ودرجة الحرارة والرطوبة باستخدام أجهزة استشعار داخلية متصلة بأجهزة الكومبيوتر (شكل رقم ٣).

شكل(٣) التحكم فى المبنى من خلال أجهزة الكمبيوتر الداخلية[١٠].

– يتوفر بالمنزل أجهزة استشعار sensors يتم من خلالها التحكم الأوتوماتيكي فى نظام أمن المبنى وحمايته من الحريق وحمايته من السرقة.

– أجهزة استشعار تحدد الغرف الشاغلة والغرف الخالية وبالتالى التوفير فى أنظمة الإنارة والتكييف حيث يتم إطفاء النور تلقائياً فى الغرف الخالية.

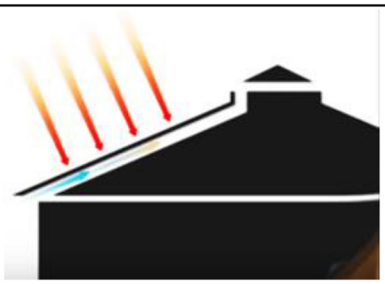
– أجهزة استشعار خاصة بدرجة الحرارة حيث يتم فتح النوافذ تلقائياً لتوفير الراحة الحرارية المطلوبة داخل الفراغ[١١].

– أجهزة استشعار للإشعاع الشمسي حيث يتم التحكم فى كمية الإشعاع الشمسي والضوء الداخل للفراغ من خلال كاسرات شمسية متحركة طبقا لكمية الضوء المطلوبة لتحقيق الراحة فى الفراغ (شكل رقم ٤).

شكل(٤) كاسرات شمسية زجاجية متحركة طبقا كمية الضوء المطلوبة لتحقيق الراحة بالفراغ[١٠].

– نظام تبريد من خلال تركيب ألواح تبريد إشعاعية خلف الأسقف المعلقة فى المبنى ومتصلة بحساسات تعمل على تبريد المبنى، كما يتم تبريد السطح من خلال فتحة تهوية تعمل بأجهزة الاستشعار فى منتصف السطح (شكلي رقم ٥ ورقم٦).

شكل(٥) تبريد السطح خلف الاسقف المعلقة[12].



شكل(٦) تبريد السطح من خلال فتحة التهوية فى منتصف السطح[١٢].

---

[9] Valerio Travi , **Advanced Technologies,Building In The Computer Age**, Birkhauser, Publishers For Architecture, Boston, Berlin, 2001.

[10] http://tronweb.super-nova.co.jp/tronintlhouse.html.

[١١] سلافا بنت محمد بن عبد الرحمن داود، **رؤى مستقبلية للتصميم الداخلى للمسكن المعاصر فى ظل مفاهيم الأنظمة الذكية**، رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم التصميم الداخلى، كلية التصاميم، جامعة أم القرى، المملكة العربية السعودية، ٢٠١٤م.

[12] Nick Baker&Koen Steamers, **Energy And Environment In Architecture a Technical Design Guide**, E & FN Spon, an Imprint of Taylor & Francis Group, New Fetter Lane, London,2000.

– أجهزة استشعار sensors لتوفير الهواء من خلال فتح النوافذ تلقائياً وتفعيل نظام التكييف تلقائياً فى حالة الرطوبة المرتفعة.

– ستائر أوتوماتيكية تغلق ليلاً وتفتح نهاراً للسماح بدخول ضوء النهار.

١-٣-٢- الحقبة الثانية المبانى المستجيبة Responsive Buildings

وهى الحقبة الزمنية من (١٩٨٦-١٩٩١) م حيث يستجيب المبنى لمتطلبات المستخدم على عده مستويات (الاستجابة لرغبات المستخدمين) ومن سمات المبانى الذكية فى تلك الفترة الأتمتة والاستجابة.

وفيما يلى سوف يتم التعرض لمثال من أمثلة المبانى الذكية فى الحقبة الزمنية الثانية والذي يعتبر حقق مبادئ الأتمتة والاستجابة معاً وهو:

منزل الجوزاء بالنمسا Gemini House:

وهو مبنى سكنى للمعمارى: Erwin Kaltenegger والمهندس:Roland Mösl تاريخ تشيده عام ١٩٩١م.

الأتمتة متمثلة فى:

– فكرة المنزل تقوم على أساس القدرة على التفاعل مع أشعة الشمس ولا يستخدم المنزل بشكل خاص للسكن إنما يتعامل معاملة العرض المتحفي.

شكل(٧) واجهة منزل الجوزاء السكنى الرئيسية[13].

– تزويد الواجهة الجنوبية بكاسرات شمس أفقية ورأسية تمتاز بالقدرة على الحركة والدوران مع حركة الشمس لاكتساب أكبر قدر من الطاقة الشمسية، ذلك من خلال وجود جهاز إستشعار لأشعة الشمس بالسطح ومتصل بنظام إدارة المبنى ويتم برمجته لتتبع حركة الشمس (شكلي رقم ٨ ورقم ٩).

[13] http://architectuul.com/architecture/gemini-house.

شكل(٨) كاسرات الشمس الرأسية[14].

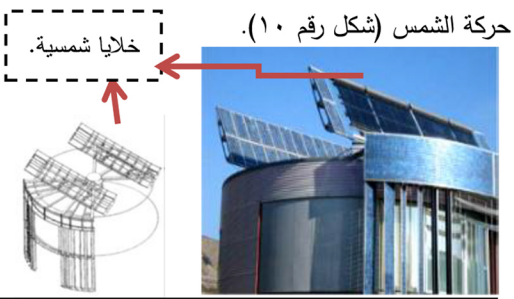
شكل(٩) كاسرات الشمس الأفقية تتحرك مع الشمس[15].

الاستجابة متمثلة فى:

– يتوفر بالمبنى أجهزة استشعار للأشعة الشمسية ترسل بيانات عن حركة الشمس طوال النهار لاكتساب أكبر قدر من أشعة الشمس وتحويلها لطاقة كهربائية يمكن استخدامها فى إنارة المبنى حيث يحتوى الغلاف الخارجى للمبنى على ١٥٠متر مربع من الخلايا الشمسية ويمكن التحكم فيها أوتوماتيكيًا، أو التحكم من قبل المستخدمين وذلك يحقق مبدأ الاستجابة.

– يمتلك المبنى القدرة على التحكم اليدوي والأوتوماتيكى فى حركة الغلاف الخارجى.

– تركيب خلايا شمسية من فى سطح المنزل وتتحرك مع حركة الشمس (شكل رقم ١٠).



شكل(١٠) الخلايا الشمسية التى تتحرك مع حركة الشمس[16].

– التحكم فى كمية الإضاءة الداخلة للمبنى من خلال التحكم فى الشراعات الشمسية الخارجية بحيث يمكن تقليل الأشعة الشمسية الداخلة للفراغات فى فصل الصيف، وزيادة تلك

[14] http://www.flickr.com/photos/dynamicarchitecture/2493657835/.
[15] https://umweltvinschgau.wordpress.com.
[16] http://www.geminihaus.at/team.html.

الأشعة فى فصل الشتاء للعمل على تدفئة المنزل (شكل رقم ١١).

شكل(١١) دوران كاسرات الشمس الرأسية بالواجهات مع حركة الشمس[17].

١-٣-٣- الحقبة الثالثة المبانى الفعالة Effective Buildings

وهى الحقبة الزمنية من (١٩٩٢- حتى الآن) حيث المبنى الفعال الذى يحقق بيئة داخلية مناسبة وملائمة تصل بالمستخدم إلى مستوى الارضاء التام (الاستجابة لرغبات المستخدمين)، ومن سمات المبانى الذكية فى تلك الفترة الأتمتة والاستجابة والفاعلية.

وفيما يلى سوف يتم التعرض لمثال من أمثلة المبانى الذكية فى الحقبة الزمنية الثالثة والذي يعتبر حقق مبادئ الأتمتة والاستجابة لرغبات الشاغلين والفاعلية معاً وهو:

مثال مبنى أكاديمية وسائط الطباعة بألمانيا Print Media Academy:

وهو مبنى إدارى للمعمارى Schroder Architeckten and Studio Architekten Bechtloff والمهندس OveArup and partners بهايدلبرج، تاريخ تنفيذه ٢٠١٠م.

الأتمتة متمثلة فى:

- التحكم الأوتوماتيكي بالواجهات بحيث يتم التحكم بمستويات الإضاءة الطبيعية عن طريق نظام ميكانيكى يعمل بستائر الألومنيوم والزجاج وهذه الستائر لا تعيق رؤية شاغلين المبنى كما أنها يمكن أن يتغير إتجاهها تبعاً لحركة الشمس.

شكل(١٢) الواجهة الرئيسية لمبنى أكاديمية وسائط الطباعة[18].

- يمكن تسخين الفراغ الداخلى من خلال الوحدات الألومنيوم التى على الواجهات حيث أنها تقوم بعكس حرارة الشمس إلى الداخل.

الاستجابة متمثلة فى:

- الاستجابة لمتطلبات المستخدمين من خلال إمكانية التحكم اليدوي من قبل المستخدمين فى فتح وغلق الفتحات الخارجية مما يوفر الراحة داخل الفراغ، أيضا الإستجابة للظروف الخارجية المحيطة من خلال توافر أجهزة استشعار على الواجهات تعمل على حماية المبنى من التغيرات الخارجية الخارجية (شكل رقم ١٣).

شكل(١٣) أجهزة استشعار على الواجهات تعمل على حماية المبنى من الظروف الخارجية المحيطة[١٨].

الفاعلية متمثلة فى:

- استخدام أنظمة التظليل الميكانيكية على الواجهة الخارجية من خلال الواجهات متعددة الأغلفة حيث يوجد فراغ هوائى بين طبقتيى الواجهة يصل إلى ٤٦سم[١٩] (شكل رقم ١٤).

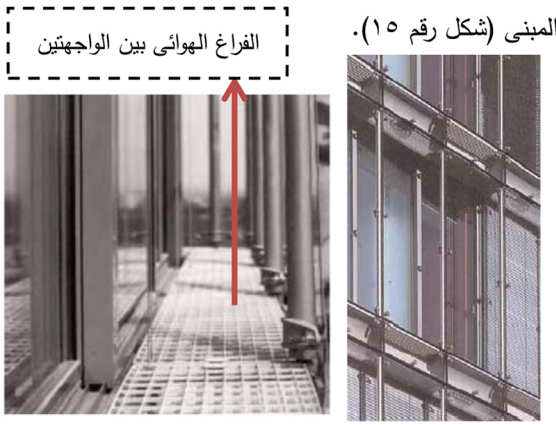
[17] http://blog.kineticarchitecture.net/2008/05/gemini-haus/.

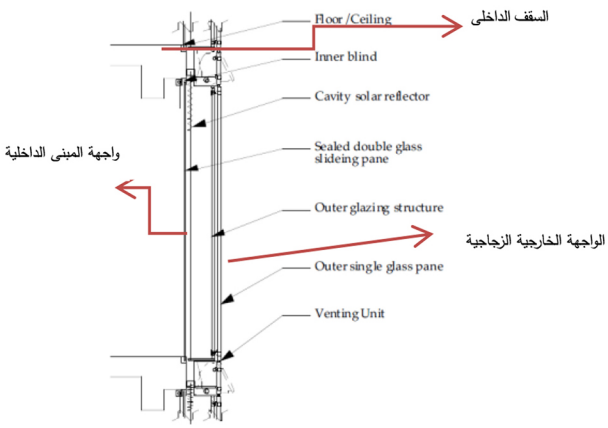
[18] http://bechtloff-steffen.de/heidelberg-print-media akademie/.

[19] http://www.tellskuf.com/index.php/authors/130hma/1793-2010-05-13-12-09-31.html.

شكل(١٤) الغلاف الخارجي يظهر شفاف وخلفه الواجهة الأصلية للمبنى[20].

– واجهات مزدوجة Double Skin تعمل على التحكم الأوتوماتيكي فى معدل تدفق الهواء داخل الفراغ من خلال تلطيف الفراغ بين الزجاج الخارجى والزجاج الداخلى للمبنى، ويقوم بدفع الهواء الساخن خارج الفراغ وبذلك يمكن تبريد جسم المبنى، كما أنه يمكن التحكم الأوتوماتيكي فى ضبط الشرائح الزجاجية الخارجية Glass Louversعلى ضبط درجة حرارة المبنى (شكل رقم ١٥).





شكل(١٥) الواجهات المزدوجة للمبنى[21].

– نظام التكييف المركزى يسمح بدخول الهواء من خلال شبابيك منزلقة داخلية تسمح بتبادل الهواء بين المكاتب الداخلية والتجويف بين الواجهتين Double skin.

[20] http://www.rimexmetals.com/en/applications-detail.html?appid=211&famid

[21] Harris Poirazis, **Double Skin Façades**, Areport Of IEASHC Task 34 ECBCS Annex43, Department of Architecture and Built Environment, Division of Energy and Building, Lund University, Lund Institute of Technology, Sweden, 2006, P 149.

١-٤- سمات المبانى الذكية خلال الحقبات الزمنية المختلفة:

من خلال العرض السابق لتعاريف المبانى الذكية فى الثلاث حقبات الزمنية التى مرت بها العمارة الذكية منذ ظهورها حتى الآن، ومن خلال أمثلة المبانى الذكية التى طبقت تلك السمات كان من الممكن استنتاج بعض السمات العامة ومعايير التقييم التي يمكن من خلالها تقييم المبانى الذكية كالتالى:

جدول(١) السمات المحددة ومعايير تقييم المبانى الذكية (المصدر الجدول بواسطة الباحثة)

	الأتمتة	الاستجابة	الفاعلية
السمات المحددة لكل عنصر	١- التحكم الأوتوماتيكي فى المبنى وتجهيزاته، وإمكانية التحكم والإتصال عن بعد. ٢- استخدام شبكة المعلومات الدولية بجانب الشبكة اللاسلكية للتحكم فى المبنى من خلال بناء شبكة معلومات قادرة على الربط بين تجهيزات المبنى الذكي والهواتف المحمولة. ٣- خفض استهلاك الطاقة ودعم منظومة الأمن والسلامة. ٤- المرونة لمواجهة التغيرات المستقبلية. ٥- القدرة على إحداث التوافق بين مختلف العناصر الوظيفية فى المبني بحيث أن يتم تأدية جميع الوظائف بشكل جيد ومتكامل. ٦- توفير الراحة للمستخدم دون أي تدخل بشري.	١- التحكم فى المبنى من خلال مستخدمي المبنى بجانب التحكم الأوتوماتيكي فى المبنى. ٢- تكييف البيئة الداخلية للمبنى استجابة للظروف الخارجية المحيطة. ٣- خلق بيئة مريحة وملائمة للمستخدمين استجابة لرغبات المستخدمين. ٤- تحقيق مستويات عالية من التكنولوجيا المتقدمة تستطيع ملائمة بيئة المبنى الداخلية مع الظروف البيئية المحيطة.	١- تكامل أنظمة المبنى لتحقيق أفضل آداء وخفض التكلفة. ٢- تطبيق أفضل نظام أمن وأمان للمبنى. ٣- تحقيق أقصي كفاءة للطاقات المستخدمة. ٤- إدارة فراغات المبنى Space Management بحيث يمكن التحكم فى التغيرات المستقبلية. ٥- إدارة المبنى Building Management من خلال التحكم البيئي فى أنظمة المبنى. ٦- إدارة العمل Business Management.

١-٥- مميزات أنظمة الأبنية الذكية:

من خلال الطرح النظري السابق لمفهوم وتعريفات المبانى الذكية، أمكن تلخيص مميزات أنظمة المبانى الذكية كالتالى:

تعتبر أهم ثلاث مميزات ارتبطت بتصميم الأبنية الذكية هى المرونة والفاعلية والكفاءة[٢٢].

١- المرونة (Flexibilty): وتعني تمكن تجهيزات الأبنية الذكية من مواجهة التغيرات، كما أنها تعني امكانية التوسع الوظيفي والهيكلي لملائمة النمو المستقبلي.

٢- الفعالية (Effectiveness): وتعنى فى سياق الأبنية الذكية معرفة الأشياء الصحيحة الواجب عملها عند إدارة جوانب المختلفة.

٣- اما الكفاءة (Efficiency): فتعني فى الأبنية التحكم بالكلفة التشغيلية.

كما أنه توجد مميزت اخرى وصفت المبانى الذكية كالتالى:

- الاستجابة السريعة فى مجاراه التقدم العلمي الحاصل فى التكنولوجيا والمعلوماتية ونتاجاتها المتنوعة فضلاً عن الثورة الهائلة فى المعلومات والاتصالات.
- الاستجابة السريعة لتحقيق الحاجات الوظيفية لمستخدمي المبنى.
- القدرة بشكل مستمر على الاستجابة والتكيف وتحسين البيئة الداخلية الملائمة لشاغليها من خلال الاستجابة إلى التغير المناخى الخارجى والداخلى مع التغير فى المتطلبات الوظيفية والحيزية الموضوعة فيها.
- تحقيق الراحة لشاغلي المبني من خلال توفير ظروف الراحة الفسيولوجية والبيئة الصحية وتحسين نوع الهواء الداخلى مع زيادة التحكم بالبيئة الداخلية، من درجة حرارة ورطوبة نسبية مناسبة لشاغلى المبنى للتخلص من كل المؤثرات السلبية للبيئة بالشكل الذي يؤدى إلى خلق بيئة خاصة بالإنسان محفزة له وبالتالى الوصول لأنواع متعددة من الراحة مثل (الراحة الحرارية والراحة الضوئية والراحة الصوتية والسيطرة على الضوضاء).
- التحكم فى أنظمة مكافحة الحريق والأمان من خلال السيطرة على الأنظمة الإلكترونية وشبكات الاتصال.
- تكامل العديد من الأنظمة مثل (التدفئة والتهوية، الإضاءة، أنظمة الاتصالات، مكافحة الحريق...الخ) لإدارة الموارد بكفاءة لتزيد من كفاءة أداء الشاغلين وتقليل تكاليف التشغيل[٢٣].
- تحقيق الذكاء من خلال إدخال منظومات السيطرة والتحكم المؤتمتة وربطها مع الأنظمة المعلوماتية لتنفيذ متطلبات الشاغلين وتلبية حاجات المبنى.
- توفير وتأمين بيئة إنتاجية مؤثرة بشكل ايجابي على الكلفة من خلال الوصول الى أقصي عناصر الأبنية الذكية الأربعة الأساسية وهي (التقنية، الأنظمة، القيادة، الخدمات)، على اعتبار ان الابنية الذكية هى مبانى مستجيبة ومتحركة Responsive Buildings ,Dynamic and تزود الشاغلين بالمقدرة الانتاجية وفاعلية الكلفة Cost Effective.
- استخدام أنظمة تساعد على خفض مستوى استهلاك الطاقة وتوفير الطاقة فى عموم المبنى Energy Saving System بحيث لا يستهلك تحقيق الراحة فى المبانى طاقة أكثر من الطاقة الضرورية[٢٤].
- القابلية للتحديث حيث توفير القابلية على تحديث الأنظمة والتجهيزات الالكترونية الخاصة بالمبنى دون الحاجة إلى استبدال التوصيلات الكهربائية الموجودة محققا بذلك المتطلبات المستقبلية[٢٥].

بعد التعرض لمفاهيم المبانى الذكية وتوضيح سماتها ومميزاتها، سوف يتم دراسة مفهوم راحة المستخدمين بالمبانى الذكية، ومن ثم دراسة تطبيقية على أمثلة مبانى ذكية حققت الراحة للمستخدمين.

٢- راحة المستخدمين-تقديم:

منذ بدء الخليقة والإنسان فى سعى دائم وراء توفير المكان الذي يوفر له الحماية من الظروف المناخية القاسية والمتقلبة

---

[22] Bernaden, John A. and Neubauer, Richard E., **The Intelligent Building Source Book**, Johnson controls Inc., Published by: The Fairmont Press,Inc,1988.

[٢٣] خالد على يوسف على، **العمارة الذكية ودورها فى دعم منظومة الأمن والسلامة**، بحث منشور، ندوة إدارة الكوارث وسلامة المبانى فى الدول العربية، الرياض، المملكة العربية السعودية، ٢٩مارس-١أبريل ٢٠٠٨م.

[24] Wayne Forster&Dean Hawkes, **Energy Efficient Buildings: Architecture, Engineering, and Environment**, New York: W.W. Norton & Co Publisher, USA, 2002.

[٢٥] اسامة قحطان السهل، **بنية الذكاء فى العمارة**، رسالة ماجيستير غير منشورة، قسم الهندسة المعمارية، كلية الهندسة، جامعة بغداد، العراق، ١٩٩٩م.

المحيطة به، كمحاولة لخلق بيئة مريحة جسديا ونفسياً وفسيولوجياً تساعده على أداء كافة نشاطاته المختلفة وتساعده على التعايش وتفهم الظواهر المناخية والبيئة الطبيعية المحيطة ومحاولة التكييف معها.

ويمكن قياس الراحة الفسيولوجية للإنسان عن طريق دراسة العلاقات لعدة عوامل منها العوامل المناخية مثل درجة الحرارة والرطوبة وحركة الهواء والإشعاع الشمسي ومتوسط الحرارة الإشعاعية وكذلك نوع الملابس وطبيعة النشاط البشرى.

وبذلك يمكن القول أن العلاقة بين الإنسان والبيئة الطبيعية التي يعيش فيها الإنسان ويمارس فيها نشاطاته المختلفة لها علاقة وثيقة ودائمة ومتبادلة.

من هذا المنطلق كان على المعماري كمبدأ منطقي عام تحديد علاقة الإنسان مع الظروف البيئية المحيطة التى تؤثر فى الحياه كما كان عليه أيضا البدء بتوفير الراحة طبيعياً ومعمارياً كلما أمكن ذلك ومن ثم استكمالها بالوسائل الصناعية لتحقيق أكبر قدر ممكن من الراحة مقتصداً في استعمال الطاقة الصناعية ومحققا للكفاءة الاقتصادية من ناحية التكاليف.

٢-١- مفهوم الراحة:

الراحة المثالية يمكن تعريفها بأنها الإحساس بالظروف المادية المنقولة بواسطة الحواس والذهنية المرضية للإنسان، وتعرف بشكل عام بأنها حالة الجهاز العصبي المركزي التى تؤدي إلى شعور الانسان بالرضا فى البيئة المحيطة[٢٦].

وبالتالى يمكن القول أن راحة المستخدمين بالمبانى تتحقق بتوفير حالة من الرضا للمستعمل فى ظل بيئة مناخية مناسبة.

٢-٢- أنواع الراحات المختلفة فى المبانى:

يعتبر توفير أنواع الراحة فى المبانى كالراحة الجسدية الفسيولوجية والراحة الحرارية والضوئية والصوتية...إلخ لمستخدمي الفراغات من أكثر القضايا البيئية المطروحة أهمية فى المجال المعمارى، لذلك ظلت المبانى تخطو ببطء نحو تحقيق متطلبات الانسان الجسدية مع تحقيق الارتباط بالمحيط الخارجي[٢٧] وفيما يلى يمكن تحديد أنواع الراحات المختلفة فى المبانى كالتالى:

أ- الراحة الفسيولوجية.

ب- الراحة الحرارية.

ج- الراحة البصرية (الضوئية).

د- الراحة السمعية.

٣- المبانى الذكية ودورها فى تحقيق أنواع الراحة للمستخدمين:

يهدف البناء الذكي إلى تعزيز أعلى مستويات التحكم في المعايير المختلفة التي من شأنها تحديد مدى صحة البيئة داخل المبني، وعليه لا يحقق البناء الذكي الإنتاجية ورفاهية وراحة المستفيدين فحسب، بل أيضًا يساعد في تحقيق فاعلية المورد وفاعلية التكلفة والمرونة وقابلية التكيف، فأصبح المبنى الذكي يحقق كل أنواع الراحة المعتادة بالمبانى بالإضافة إلى أنواع جديدة -أضافتها المبانى الذكية- لم تكن موجودة من قبل وفيما يلي سوف يتم التعرف على بعض أنواع الراحة الموجودة بالمبانى الذكية:

٣-١- الراحة الفسيولوجية:

تعتبر الراحة الفسيولوجية للإنسان أول أنواع الراحات التى لابد من توافرها فى المبنى، حيث أنها يتدخل فى تحديدها عوامل نفسية تختلف بإختلاف الخلفية الثقافية والبيئية لكل شخص، فالأبنية الذكية تُمكن المستخدمين من برمجة الفراغات حسب رغباتهم من درجة حرارة ورطوبة ونوع التهوية المطلوبة.

ويمكن تعريف الراحة الفسيولوجية على أنها هى حالة من الاتزان الحرارى بين جسم الإنسان والبيئة المحيطة، حيث يحافظ الجسم على ثبات درجة حرارته نحو ٣٧° م دون الحاجة إلى زيادة حرارة الجسم أو زياده التبريد[٢٨].

وفيما يلى مثال على ذلك مبنى لومن هاوس المبنى السكنى بالولايات المتحدة الأمريكية LumenHaus حيث يمتلك المنزل القدرة على التغير فيتغير شكل وحالة الغلاف الخارجى

---

[٢٦] عبد الحق محمد غالب الدمينى، غسان حلبونى، **معايير الراحة الحرارية للأبنية السكنية فى عدد من المدن اليمنية**، بحث منشور، مجلة جامعة دمشق للعلوم الهندسية، المجلد ٢٥، العدد الثانى، ٢٠٠٩م.

[٢٧] أمل كمال محمد شمس الدين، **دور المبانى فى تحقيق تعايش الانسان مع البيئة**، بحث منشور، المؤتمر الدولى الثالث للهندسة البيئية بجامعة عين شمس، جمهورية مصر العربية، ٢٠٠٩م.

[٢٨] عبد الحق محمد غالب الدمينى، غسان حلبونى، **معايير الراحة الحرارية للأبنية السكنية فى عدد من المدن اليمنية**، بحث منشور، مجلة جامعة دمشق للعلوم الهندسية، المجلد ٢٥، العدد الثانى، ٢٠٠٩م.

بناءً على حالة الجو فى الخارج فيستطيع المنزل أن يتخذ القرار الأمثل فى تحقيق الراحة الفسيولوجية للمستخدم داخل المنزل من خلال مجسات الحرارة الخارجية التى تستشعر حالة الجو (شكل رقم ١٦).

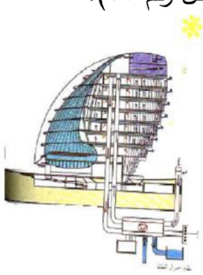
شكل(١٦) قدرة الغلاف الخارجى على التغير طبقاً لحالة الجو[٢٩]

٣-٢- الراحة الحرارية:

الراحة الحرارية من أهم العوامل التى تؤثر بشده فى حالة الإنسان العامة حيث أن احتياجه للحياة فى ظروف مناخية مريحة مطلب بديهى لا يحتاج لكثير من الدفاع، فوجود الإنسان فى فراغ غير مريح حرارياً يشعره بعدم الرضا عن المكان الذى يشغله، وهو بالتأكيد ما يسعى المصمم المعمارى أو العمرانى لتفاديه، مما يجعل من توفير الظروف الحرارية المريحة للإنسان داخل الفراغات هدفاً رئيسياً للتصميم.

ويمكن تعريف الراحة الحرارية على أنها هى حالة الذهن التى تؤدي إلى شعور الإنسان بالرضا،هذا الرضا الذي لا يحدث إلا فى حالة الاتزان الحراري بين الجسم والبيئة المحيطة من دون الحاجة إلى التعرق صيفاً، والارتعاش شتاءً(٢٩).

وفيما يلى مثال على ذلك مبنى قاعة المدينة بلندن London City Hall للمعمارى Norman Foster حيث الغلاف الخارجى للمبنى يمكن التحكم في حركته أوتوماتيكياً للحصول على الإظلال الداخلى وتحقيق الراحة الحرارية الداخلية بالفراغات، كما توجد مسارات (أنابيب) فى الأرضيات تساعد على خلق تهوية متوازنة بالمبنى عندما تفتح الفتحات المقابلة لها فى الواجهات (شكل رقم ١٧).



شكل(١٧) نظام التحكم البيئي من خلال المسارات الأرضية[٣٠].

[29] https://www.fosterandpartners.com/projects/cit

٣-٣- الراحة البصرية (الضوئية):

تحقيق الراحة البصرية وإبصار الألوان على حقيقتها يتم بالإعتماد على الإضاءة الطبيعية حيث تلعب الإضاءة الطبيعية دوراً رئيسياً فى إمكانية الرؤية فالشخص لا يستطيع الرؤية إذا كان الوسط المحيط به مضاء والشئ المراد رؤيته فى وسط اقل إضاءة والعكس[٣١].

وجاءت أبحاث الدكتور (هنري لوجان) لتؤكد أنه كلما أنخفضت الإضاءة الطبيعية زاد الشعور بالإجهاد وازدادت السموم فى الجسم بالإضافة إلى أن الإضاءة الطبيعية تحقق الراحة النفسية للمستعملين، ويأتي دور المعمارى فى توظيف الإضاءة الصناعية بما يتناسب مع راحة للمستعمل لرفع الكفاءات وزيادة الإنتاجية.

ويمكن تعريف الراحة البصرية على أنها هى توفير بيئة بصرية مريحة بعيدة عن الإبهار، حيث تحقيق مستوى الإضاءة الضروري لنهو العمل بسهولة وبدون إرهاق للعين وكذلك بدون أخطاء وبسرعة مقبولة ولكن المشكلة التي تنشأ نتيجة توفير إضاءة جيدة هي صعوبة تحاشي الإبهار الضوئي، ولكن إذا تم تجنب الإبهار سوف يتم توفير الراحة البصرية بصورة جيدة.

وفيما يلى مثال على ذلك المبنى البيئي بإنجلترا BRE للمعمارى Feilden Clegg Architects حيث تُثبت بكل صف من وحدات الإضاءة الموجودة بالسقف اثنين من أجهزة الاستشعار تعمل كمجسات لمستوى الإضاءة وتعمل كأجهزة استقبال بالأشعة تحت الحمراء لأجهزة التحكم اليدوي التى يستخدمها الشاغلين عند الحاجة للمزيد من الإضاءة (شكل رقم ١٨)، كما يتوافر بالمبنى نظام التحكم فى نفاذ الإضاءة الطبيعية ودرجة الحرارة والإضاءة الطبيعية تكون عن طريق استخدام مسطحات كبيرة من الزجاج المطلي بطبقة ذات قدرة امتصاص عالية لضوء النهار مما يحقق الراحة البصرية داخل فراغات المبنى.

[30] http://www.fosterandpartners.com/ar/projects/1998/.

[٣١] عصام رجب اسماعيل، **مفهوم الخصوصية وتأثيره على تصميم السكن في مصر**، بحث منشور، مجلة قسم الهندسة المعمارية، كلية الهندسة، جامعة أسيوط، جمهورية مصر العربية،١٩٩٤.

شكل(١٨) أجهزة استشعار الإضاءة بالسقف[٣٢].

٣-٤- الراحة السمعية:

تعتبر الراحة السمعية أو (الصوتية) بالمبنى من أنواع الراحات المهمة الواجب توافرها، حيث توفر بيئة مريحة بعيدة عن الإزعاج والضوضاء، وبالتالى المساعدة على رفع الكفاءات وزيادة الإنتاجية، لذلك يعتبر الغلاف الخارجى للمبنى وواجهاته هو أهم عنصر لعزل الفراغات الداخلية عن البيئة المحيطة الخارجية.

ويمكن تعريف الراحة السمعية على أنها تعنى توفير بيئة سمعية مناسبة سواء داخل المبنى أو خارجه بحيث تحقق القدر المطلوب من الراحة النفسية وتساعد الإنسان على القيام بأنشطة مختلفة دون إزعاج أو قلق[٣٣].

وفيما يلى مثال على ذلك المبني الإدارى بألمانيا Victoria Life Insurance Buildings للمعمارى Valentyn & Tillmann, Köln حيث أن الواجهة من نوع الواجهات المزدوجة (شكل رقم ١٩) التى تعمل على الحماية من الضوضاء الخارجية وذلك لأن المشروع يقع على شوارع ذات كثافة مرورية عالية ففي حالة فتح فتحات الواجهة لأغراض التهوية، فإنه يوجد نظام تحكم آلى فى المبنى للتحكم فى الضوضاء عن طريق صمامات صوتية (Acoustics Dampers) تُغلق آلياً في حالة زيادة مستوى الضوضاء الخارجية[٣٤].

شكل(١٩) الغلاف الخارجى المزدوج للمبنى ويظهر الزجاج المصفح الملون.

٣-٥- ظروف الراحة والبيئة الصحية:

حيث تحسين الهواء الداخلى مع زيادة امكانية التحكم بالبيئة الداخلية من درجة حرارة ورطوبة نسبية مناسبة لشاغلى المبنى للتخلص من كل المؤثرات السلبية للبيئة بالشكل الذي يؤدى الى خلق بيئة صحية خاصة بالإنسان معززة لوجوده ومحفزه له[٣٥].

وفيما يلى مثال على ذلك مبنى محكمة فيونيكس، ولاية أريزونا بأمريكا Phonics Court Building للمعمارى Richard Meier حيث أن الفكرة الذكية بالمبنى هى أن المبنى يعتمد فى تكييف فراغاته الداخلية على مفهوم التبريد السلبي Passive cooling والذى يوظف بخار المياه والسابق استخدامه بأسلوب متطور وجديد للحصول على طاقة تبريد متجددة (شكل رقم ٢٠).

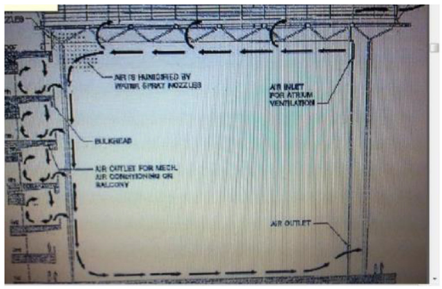
---

[32] Wingginton, Michael & Harris, Jude, **Intelligent Skins**, Architectural Press, An imprint of Elsevier, Linacre House, Jordan Hill, Oxford, UK, 2002.

[٣٣] احمد هلال محمد، عمار صادق دحلان، **أزمة الخصوصية فى العمارة مع التركيز على العمارة العاصرة فى مدينة جده كمثال**، بحث منشور، مجلة علوم الهندسة، جامعة أسيوط، العدد ٥، سبتمبر ٢٠٠٨م.

[٣٤] أسماء مجدى محمد فاضل، **العمارة الذكية وأنعكاسها التكنولوجي على التصميم دراسة حالة المبانى الإدارية**، رسالة ماجيستير غير منشورة، قسم الهندسة المعمارية، كلية الهندسة، جامعة القاهرة، جمهورية مصر العربية، ٢٠١١م.

[35] Baker, N & Steamers, K, **Energy and Environment in Architecture a Technical Design Guide** ", E & FN Spon , an Imprint Of The Taylor & Francis Group New Fetter lane , London , P 8, 2000.



شكل(٢٠) مخطط يوضح الحصول على طاقة تبريد متجددة بمني محكمة فيونيكس[٣٦].

٣-٦- الراحة فى توفير الطاقات (الوقت والجهد):

تعتبر الاتصالات والتقنيات الحديثة بالمبانى الذكية، ونظم المراقبة والأمن والسلامة، من أهم العوامل التى توفر الجهد والوقت والمال لمستخدمي المباني.

حيث إمكانية الإتصال بالمبنى عبر الأجهزة التي نستخدمها دائماً مثل الجوال والكمبيوتر وشبكات الانترنت في حالة التواجد خارج المبنى الذكي لتسهيل وتوفير الوقت، مع إمكانية برمجة أوضاع ثابتة وغير ثابتة بالوقت أو التاريخ أو أيام محددة أسبوعياً أو أوقات مختلفة يومياً لعمل ما، مما يساعد في تطويل عمر الأجهزة المستخدمة وما حولها من أمتعة مهمة، فكل شئ في المبنى الذكي يعمل بالإتصال بالأنظمة الأخرى مثل أنظمة التحكم والمراقبة ونظام حساسية الحركة وكسر الزجاج وأجهزة استشعار الدخان وأجهزة استشعار الإضاءة التى تعمل مع بعضها البعض بالإتصال مع أنظمة الإضاءة والتكييف.

وبالتالى أصبح المبنى الذكي يفعل كل ما فى وسعه لتوفير الوقت والجهد للمستخدم.

وفيما يلى مثال على ذلك منزل لومن هاوس بالولايات المتحدة الأمريكية LumenHaus حيث تظهر ملامح الذكاء بالمنزل فى اتصال نظام التشغيل الذكى للمنزل بالإنترنت والتى تسمح بإتصال المنزل بالموبيل أثناء تواجد المستخدم خارج المنزل مما يسهل عملية التحكم فى وظائفه من داخل وخارج المنزل مما يوفر الوقت والجهد للمستخدم (شكل رقم ٢١).

شكل(٢١) التحكم فى وظائف مبنى لومن هاوس من خلال الاتصال به بالجهاز المحمول.

٣-٧- الراحة فى توفير التكلفة على المدى البعيد:

التكلفة الحقيقية للبناء ليست مجرد تكاليف البناء والمواد المستخدمة فيه فقط، بل يجب أن تشمل تكاليف الصيانة والتشغيل على مدي العمر الافتراضي للمبنى، والمبانى الذكية تخفض التكاليف فى المراحل المختلفة للمبنى عن طريق التحكم الآلى فى عناصر المبنى مثل إطفاء الأنوار الغير ضرورية، وعدم تدفئة أو تبريد الغرف الغير مشغولة، وبذلك إمكانية تخفيض استهلاك الطاقات المستخدمة بالمبنى بنسبة تصل الى ٢٠ و ٣٠%[٣٧].

لذلك يعتبر حوالي نصف الطاقة التي يستهلكها الإنسان تتم داخل المباني وهذا يوضح كمية الطاقة الهائلة التي يمكن توفيرها إذا ما تم اعتماد التصاميم التي تساهم في خفض تكاليف التبريد والتسخين والتكييف والإضاءة في المباني[٣٨].

فقد أصبح موضوع المحافظة على الطاقة في وقتنا الراهن، أحد عناصر التنمية الاقتصادية، كما أن تصميم المباني السكنية والعامة بكفاءة يؤدي إلى تخفيض تكاليف الطاقة المستهلكة، وكذلك توفير تكاليف بناء محطات جديدة لتوليد الكهرباء وتستطيع التكنولوجيا المتقدمة في وقتنا الراهن أن

[36] https://www.modlar.com/photos/4057/united-states-courthouse-phoenix-arizona-interiorentrance/.

[37] Wang, Shengwei, **Intelligent Buildings and Building Automation**, Spon Press, London , 2010.

[38] http://gaia.lbl.gov/hpbf/picture/casestudy/ensemble/windowc.jpg).

تحسن هذه الخدمات كما تستطيع في الوقت نفسه أن تقتصد في المال والكهرباء.

ويمكن القول ان المبانى الذكية تكاد لا تحتاج إلى إي طاقة تقليدية من اجل التدفئة أو التبريد حيث أنها تحصل على احتياجها من الطاقة من ضوء الشمس ومن الأرض ومن سكانها وتسهل أعمال ساكنيها ومتطلبات حياتهم اليومية، وحتى في غيابهم.

والتجربة الأمريكية التى مرَّ عليها أكثر من ثلاثين عام خلالها أمكن تخفيض الاستهلاك وبفضل التقنية الحديثة فى الإدارة والإنارة والتدفئة والتهوية تم توفير مبلغ٤٥ بليون دولار من تكاليف الطاقة وبشكل ملموس أكثر فإنه على الرغم من زيادة ٢٠ مليون مسكن و١٥ بليون قدم مربعة من المساحات التجارية والسكنية .فقد انخفض الطلب على وقود التدفئة بمقدار ١,٢ مليون برميل من النفط نتيجة لاتباع مبادئ العمارة الذكية.

وفيما يلى مثال على ذلك مبنى البرج الادارى بلندن Swiss Re Tower Building للمعمارى Norman Foster الذي استخدم بعض الحلول لخفض التكلفة مثل استخدام الزجاج الخارجي الملون المزدوج للحد من دخول أشعة الشمس، واستخدام الأغلفة الخارجية المزدوجة (شكل رقم ٢٢)، واستخدام المناور الداخلية لإمداد أجهزة التكييف بالتهوية الطبيعية ويتوقع من هذا توفير حتى ٤٠% من استهلاك الطاقة فى العام[٣٩]، حيث تعمل المناور على سحب الهواء الدافئ من المبنى صيفا، وتدفئته شتاءاً من خلال نظام التدفئة الشمسي السلبي، هذه المناور أيضاً تسمح لأشعة الشمس بالمرور إلى داخل المبنى جاعلة العمل داخل البرج أكثر متعة، بالإضافة لخفض تكاليف الإضاءة (شكل رقم ٢٣).

شكل(٢٢) الأغلفة المزدوجة لبرج[٤٠] Swiss Re Tower

[٣٩] أسماء مجدى محمد فاضل، **العمارة الذكية وأنعكاسها التكنولوجي على التصميم دراسة حالة المبانى الإدارية**، رسالة ماجيستير غير منشورة، قسم الهندسة المعمارية، كلية الهندسة، جامعة القاهرة، جمهورية مصر العربية، ٢٠١١م.

شكل(٢٣) المنور الداخلى للإمداد بالتهوية الطبيعية[٤٠]

كما توجد نظم حساسات للطقس على الواجهات الخارجية للمبنى تقوم بمراقبة درجة الحرارة الخارجية ومستوى أشعة الشمس وبالتالى تقوم نظم إدارة المبنى بفتح وغلق النوافذ أوتوماتيكياً عند الحاجة فقط.

٣-٨- كفاءة ترشيد استهلاك الطاقة:

أثبتت المبانى الذكية كفائتها فى تقليل الطاقة المستخدمة من خلال نظم التحكم الآلى فى متطلبات شاغلى المبنى وبرامج التحكم فى تكييف وتدفئة الهواء بالإضافة إلى إمكانية توليد الطاقة ولكن يجب أن لا يستهلك تحقيق الراحة فى المبانى الذكية طاقة أكثر من الطاقة الضرورية.

وفيما يلى مثال على ذلك مبنى شركة كهرباء مدريد بأسبانيا Madrid Electricity Company Building للمعمارى Pedersen Fox Associates فالمبنى مصمم على شكل حرف U به فراغ أوسط مغطى بسقف زجاجى شفاف يحتوى على خلايا فوتوفولتية مسطحها يصل الى ٨٦٠٠ م٢ (شكل رقم ٢٤) وهو فعلياً أكبر مسطح مبنى لتوليد الطاقة الكهربائية فى أوربا حيث تعمل الخلايا الشمسية أيضاً ككاسرات شمس لأسطح المبنى تتحرك أوتوماتيكياً مع زوايا الشمس المختلفة.

شكل(٢٤) الخلايا الفوتوفولتية بالسقف لتوليد الطاقة الكهربائية بمنى شركة كهرباء مدريد

٤- أمثلة تحليلية توضح دور المبانى الذكية فى توفير الراحة للمستخدمين:

[40] https://www.e-architect.co.uk/london/swiss-re-building

فيما يلى سيتم تحليل مجموعة من أمثلة المبانى الذكية العالمية ودراسة أنواع الراحة السابق ذكرها فى كل مثال

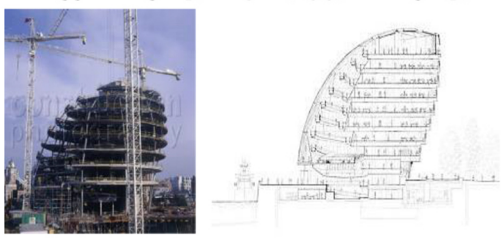
٤-١- مثال مبنى قاعة المدينة بلندن London City Hall

وهو مبنى قاعة متعددة الأغراض بلندن-إنجلترا للمعمارى Norman Foster وتاريخ تنفيذه عام ٢٠٠٢م.

شكل(٢٥) واجهة مبنى قاعة المدينة بلندن[٤١].

الراحة الفسيولوجية

- فكرة المشروع هى كرة منبعجة صممت لتعطى أقل مساحة سطحية معرضة للشمس بحيث تغطى الواجهة البحرية الشمالية والتى تتعرض لأقل ما يمكن من أشعة الشمس بزجاج غير مغطى، والواجهة الجنوبية صممت مائلة حتى تحجب الأدوار السفلية الشمس عن الأدوار العلوية (شكل رقم ٢٦) مما يقلل كمية أشعة الشمس الداخلة للفراغات وبالتالى توفير الراحة الفسيولوجية داخل المبنى حيث أن السبب فى تحقيق الراحة الفسيولوجية هو تحقيق الراحة الحرارية.

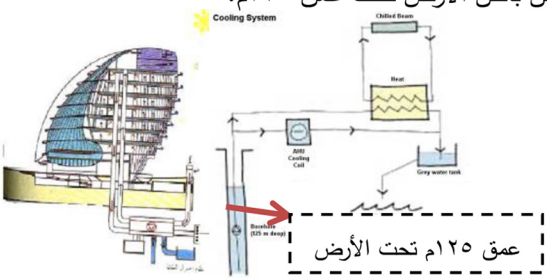


شكل(٢٦) قطاع يوضح بروز الأدوار العليا عن السفلى قطاع يوضح بروز الأدوار العليا عن السفلى[٤٢].

٤-١-٢- الراحة الحرارية

- الغلاف الخارجى للمبنى يمكن التحكم في حركته أوتوماتيكياً للحصول على الإظلال الداخلى وتحقيق الراحة الحرارية الداخلية بالفراغات.

- توجد مسارات (أنابيب) فى الأرضيات تساعد على خلق تهوية متوازنة بالمبنى عندما تفتح الجريليات المقابلة لها فى الواجهات (شكل رقم ٢٧) كما يتم تبريد المبنى باستخدام مياه من باطن الأرض تحت عمق ١٢٥م.



شكل(٢٧) نظام التحكم البيئي من خلال المسارات الأرضية[٤٣].

الراحة البصرية الضوئية

- يوجد منتصف المبنى ممر داخلى حلزوني والسلم اللذان يرتفعان داخل المبنى لخدمة جميع الأدوار (شكل رقم ٢٨) ويسمح ذلك بدخول الإضاءة الطبيعية داخل المبنى نهاراً، وبعد غروب الشمس تتحول الإضاءة الداخلية الى قطعة من الذهب الخالص[٤٣] مما يحقق الراحة البصرية للمستخدمين بالفراغات الداخلية.

شكل(٢٨) الممر الداخلى الحلزونى داخل المبنى[٤٣].

الراحة السمعية

- الغلاف الزجاجى الخارجى من نوع معالج من الخلايا الفوتوفولتيك، والغلاف مكون من ثلاث طبقات متتالية Triple Glazed Glass تحجب الضوضاء الخارجية من اختراق المبنى مما يحقق الراحة السمعية الداخلية.

ظروف الراحة والبيئة الصحية

- يتم من خلال الزجاج الخارجى للواجهات والمكون من ثلاث طبقات متتالية فلتره أشعة الشمس للتمكن من التحكم فى المناخ الداخلى للمبنى وبالإضافة للتحكم الأوتوماتيكى للغلاف يمكن التحكم من قبل المستخدمين (شكل رقم ٢٩).

[41] https://www.fosterandpartners.com/projects/cit
[42] http://earth-arch.blogspot.com.eg/2013/04/429.html.
[43] http://www.fosterandpartners.com/ar/projects/1998/.

شكل(٢٩) الزجاج الخارجى للواجهات المعزول حرارياً وصوتيا[٤٤].

راحة فى توفير الطاقات (الوقت والجهد)

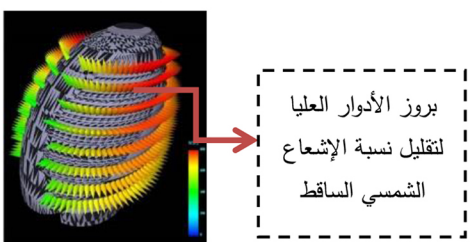
– يتوافر بالمبنى إمكانية التحكم الأوتوماتيكي بكل أجزاء المبنى من خلال نظم الإدارة والتقنيات الذكية والإتصال بشبكات الإنترنت مما يوفر الوقت والجهد على المستخدم داخل المبنى بالإضافة إلى التحكم من قبل المستخدمين.

الراحة فى توفير التكلفة على المدى البعيد

– من المتوقع لمبنى قاعة المدينة بلندن –مثل باقى أمثلة المبانى الذكية– توفير التكلفة على المدي البعيد بسبب خفض استهلاك الطاقة والترشيد من استهلاك الإضاءة الصناعية والتبريد والتدفئة بسبب نظام المبنى المتكامل المعالج بيئياً.

كفاءة ترشيد استهلاك الطاقة

– يعتبر المبنى من المبانى المعالجة بيئياً حيث يستخدم فى المبنى نظام كامل لترشيد استهلاك الطاقة المستخدمة والتى تقدر بحوالى ٧٥% أقل للنظم الالكتروميكانيكية بالإضافة إلى تصميم الغلاف الخارجى الذي يساهم فى خفض الطاقة لأعمال التكييف حيث بروز الأدوار العليا عن السفلى فتقل نسبة الإشعاع الشمسي الساقط على الواجهات مع استخدام بانوهات معزولة حرارياً (شكل رقم ٣٠).



شكل(٣٠) تصميم الغلاف الخارجى ونظام التحكم البيئي الذي يساهم فى خفض استهلاك الطاقة[٤٤].

٤-٢- مثال المبنى البيئى بإنجلترا BRE

وهو مبنى إدارى بمدينة جارستون–إنجلترا للمعمارى Feilden Clegg Architects وتاريخ تنفيذه عام ١٩٩٦م.

شكل(٣١) واجهة المبنى البيئى بإنجلترا BRE[٤٥].

الراحة الفسيولوجية

– يتم التحكم فى فتح النوافذ أوتوماتيكيا إعتماداً على الإحساس بدرجة الحرارة الداخلية للفراغات المكتبية مع توفير امكانية تحكم الشاغلين عن طريق أجهزة التحكم اليدوية مما يخلق بيئة مريحة فسيولوجياً للمستخدم تحفزه على العمل.

الراحة الحرارية

– تتشكل الواجهة من ألواح زجاجية مطلية تتحكم فى نفاذ درجة الحرارة حيث تغير إتجاهها حسب حركة الشمس وبين هذه الألواح يوجد حشو من غاز الأرجون محققاً معامل نفاذية حرارية عالية للزجاج يستخدم لتدفئة الفراغات فى الأيام الباردة.

الراحة البصرية الضوئية

– يتم تثبيت بكل صف من وحدات الإضاءة الموجودة بالسقف اثنين من أجهزة الاستشعار تعمل على قياس مستوى الإضاءة وتعمل كأجهزة استقبال بالأشعة تحت الحمراء لأجهزة التحكم اليدوي التى يستخدمها الشاغلين عند الحاجة للمزيد من الإضاءة والتهوية[٤٦] (شكل رقم ٣٢).

شكل(٣٢) حساسات الإضاءة بالسقف[٤٦]

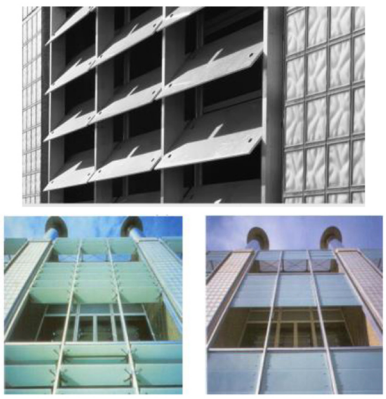
– نظام التظليل الخارجى يتميز بوجود مجموعة من الشرائح

[44] http://www.fosterandpartners.com/ar/projects/1998/.

[45] http://heatherwestpr.com/blog/?p=563

[46] Wingginton, Michael & Harris, Jude, **Intelligent Skins**, Architectural Press, An imprint of Elsevier, Linacre House, Jordan Hill, Oxford, UK, 2002.

الزجاجية الدوارة التى لا تعيق الرؤية، كل شريحة يتم تكسية الجانب السفلي منها بطبقة من السيراميك الأبيض نصف الشفاف تعمل على ترشيح أشعة الشمس المباشرة وتقوم بعكسها لحجبها عن الفراغ الداخلى ولكن تسمح بقدر من الاضاءة، تمتد شرائح الزجاج هذه على البواكي بين أبراج التهوية ويتغير اتجاهها حسب وضع الشمس فهي مبرمجة لإعتراض أشعة الشمس المباشرة (شكل رقم ٣٣)، وعندما تكون السماء ملبدة بالغيوم تمتد الشرائح أفقيا لتصبح أرفف ضوئية تعكس الضوء على أسقف الفراغات المكتبية مما يقلل الإضاءة الصناعية المستخدمة فى أجزاء المكاتب البعيدة عن النوافذ.



شكل(٣٣) فتح وغلق الشرائح الأفقية العاكسة لضوء الشمس[٤٧].

– إمكانية خفض مستوى الإضاءة الصناعية حسب نسبة الإضاءة الطبيعية بالفراغ.

الراحة السمعية

– الألواح الزجاجية الخارجية تعتبر ألواح عازلة للصوت بالإضافة لعزلها للحرارة حيث توفر الراحة السمعية للفراغات الداخلية بعزلها لجزء كبير من الضوضاء الخارجية

ظروف الراحة والبيئة الصحية

– تتوفر البيئة الصحية بالمبنى من خلال دخول الإضاءة الطبيعية للفراغات بصورة كبيرة حيث يتوافر نظام التحكم فى نفاذ الإضاءة الطبيعية ودرجة الحرارة عن طريق استخدام مسطحات كبيرة من الزجاج المطلي بطبقة ذات قدرة امتصاص عالية لضوء النهار مما يوفر الإضاءة الطبيعية بالمبنى (شكل رقم ٣٤).

شكل(٣٤) الإضاءة الطبيعية بالمبنى نهاراً

راحة فى توفير الطاقات (الوقت والجهد)

– يتوافر بالمبنى إمكانية التحكم الآلى فى نظم المبني والإدارة ككل بواسطة الإتصال بأجهزة الكومبيوتر كما يمكن التحكم الآلى فى أنظمة الإضاءة بالمبنى مما يوفر جهد ووقت كبير على المستخدم بالإضافة إلى وجود أجهزة استشعار مزودة بجهاز استقبال الأشعة تحت الحمراء الذى يسمح للمستخدمين بالتحكم اليدوي فى مستوى الإضاءة بما يتناسب مع راحتهم.

الراحة فى توفير التكلفة على المدى البعيد

– من المتوقع للمبنى البيئى بإنجلترا توفير التكلفة على المدي البعيد بسبب المحافظة على الطاقة عن طريق خفض الاستهلاك والترشيد من استهلاك الإضاءة الصناعية والإعتماد على الإضاءة الطبيعية معظم أوقات النهار.

كفاءة ترشيد استهلاك الطاقة

– يتوافر بالمبنى نظام الإضاءة الصناعية المستجيبة وهو عبارة عن تثبيت داخل كل وحدة اضاءة أجهزة استشعار تقوم بقياس مستوى الاضاءة الطبيعية والحركة وبالتالي ضبط درجة سطوع الضوء كما توجد كاشفات الحركة التى تقوم بإطفاء الإضاءة بالمكاتب الغير مشغولة بالإضافة إلى إمكانية خفض مستوى الإضاءة الصناعية حسب نسبة الإضاءة الطبيعية بالفراغ وبالتالى يتحقق بالمبنى كفاءة ترشيد استهلاك الطاقة.

٤-٣- مثال مبني فيكتوريا بألمانيا Victoria Life InsuranceBuilding

وهو مبنى إدارى بمدينة Cologne بألمانيا للمعمارى Valentyn & Tillmann, Köln تاريخ تنفيذه عام ٢٠٠٣م.

[47] Wingginton, Michael & Harris, Jude, **Intelligent Skins**, Architectural Press, An imprint of Elsevier, Linacre House, Jordan Hill, Oxford, UK, 2002.

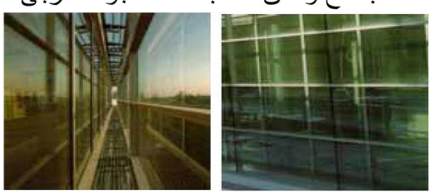
شكل(٣٥) الواجهة الخارجية لمبنى فيكتوريا بألمانيا[٤٨].

الراحة الفسيولوجية

– تتحقق بالمبنى راحة فسيولوجية داخلية من خلال نظام الواجهات المزدوجة ذات الصمامات الصوتية التى بإمكانها الفتح والغلق وعزل الصوت فى حالة وجود ضوضاء خارجية كما أن الزجاج الخارجى للواجهات معالج حرارياً ويمنع دخول أشعة الشمس فى الأيام الدافئة مما يحقق بيئة داخلية مريحة للمستخدم تساعد على العمل ورفع الكفاءات.

الراحة الحرارية

– يعتبر المبنى من أمثلة المبانى التى استخدمت زجاج مصفح معالج حرارياً بالواجهات (شكل رقم ٣٦)، وبالتالى يتم عزل جزء كبير من حرارة الشمس من الدخول إلى الفراغات الداخلية فى حالة الأيام الدافئة، بجانب إمكانية التحكم الآلى فى الفتحات بالفتح والغلق حسب حالة الجو الخارجى.



شكل(٣٦) الغلاف الخارجى المزدوج للمبنى ويظهر الزجاج المصفح الملون[٤٩]

الراحة البصرية الضوئية

– تتحقق بالمبنى الراحة البصرية من خلال التحكم الأوتوماتيكي فى الفتحات الخارجية حيث التحكم فى كمية الضوء الداخلة للفراغ.

الراحة السمعية

– الواجهة من نوع الواجهات المزدوجة تعمل على الحماية من الضوضاء الخارجية وذلك لأن المشروع يقع على شوارع ذات كثافة مرورية عالية ففي حالة فتح فتحات الواجهة لأغراض التهوية، فإنه يوجد نظام تحكم آلى فى المبنى للتحكم فى الضوضاء عن طريق صمامات صوتية (Acoustics Dampers) تُغلق آلياً في حالة زيادة مستوى الضوضاء الخارجية[٥٠].

ظروف الراحة والبيئة الصحية

– تحققت بالمبنى ظروف البيئة الصحية حيث وجود الزجاج المصفح والعازل حرارياً والذي بدوره يحجب جزء كبير من كمية الحرارة الخارجية عن دخولها للفراغات الداخلية.

راحة فى توفير الطاقات (الوقت والجهد)

– تتوافر بالمبنى إمكانية التحكم الآلى بكل أجزاء المبنى كما تتحقق إمكانية الإتصال والتحكم عن بعد كما تتوافر أنظمة المراقبة من خلال أجهزة الاستشعار مما يوفر وقت وجهد كبير على المستخدم.

الراحة فى توفير التكلفة على المدى البعيد

– توافر إمكانية غلق الإضاءة الصناعية أوتوماتيكياً فى الفراغات الشاغرة وبالتالى المحافظة على الطاقة وتوفير التكلفة على المدى البعيد.

كفاءة ترشيد استهلاك الطاقة

– تتحقق بالمبنى كفاءة ترشيد استهلاك الطاقة من خلال التحكم الآلى فى نظم التكييف والتدفئة.

٤-٤- مثال مبنى محكمة فيونيكس، ولاية أريزونا بأمريكا Phoenix Court Building, Arizona, USA

وهو مبنى محكمة بفيونيكس–ولاية أريزونا بأمريكا للمعمارى Richard Meier تاريخ تنفيذه عام ٢٠٠٠م.

---

[48] http://gaia.lbl.gov/hpbf/picture/casestudy/ensemble/windowc.jpg).

[49] Peter Gossel , **Architecture In The 20th Century,** Bendikl-Taschen Edition , 2008.

[٥٠] أسماء مجدى محمد فاضل، **العمارة الذكية وأنعكاسها التكنولوجي على التصميم دراسة حالة المبانى الإدارية**، رسالة ماجيستير غير منشورة، قسم الهندسة المعمارية، كلية الهندسة، جامعة القاهرة، جمهورية مصر العربية، ٢٠١١م.

شكل(٣٧) واجهة مبنى المحكمة بولاية أريزونا[٥١]

الراحة الفسيولوجية

– تتحقق الراحة الفسيولوجية بالمبنى والتى سببها توافر الراحة الحرارية عن طريق الغلاف الخارجى للمبنى والذى مكوَّن من زجاج عاكس ومزدوج ومعالج حرارياً لتقليل الأحمال الحرارية.

الراحة الحرارية

– استخدام زجاج عاكس ومزدوج لتقليل الأحمال الحرارية ومنها توفير بيئة داخلية مريحة حرارياً وصحية، وكذلك تم استخدام اللون الأبيض فى الهياكل المعدنية الإنشائية (شكل رقم ٣٨).

شكل(٣٨) الزجاج العاكس الداخلى[٥٢].

الراحة البصرية الضوئية

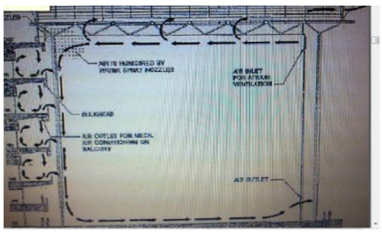
– يتحقق بالمبنى الراحة البصرية حيث دخول ضوء النهار خلال الواجهات ذات الزجاج المزدوج والمعالج حرارياً، ما تتوفر امكانية فتح وغلق الفتحات أوتوماتيكياً

الراحة السمعية

– تتحقق الراحة السمعية حيث أن الغلاف الخارجى للمبنى من النوع العازل للصوت والحرارة مما يساعد على حجب كمية كبيرة من الضوضاء الخارجية الدخول للمبنى.

ظروف الراحة والبيئة الصحية

– الفكرة الذكية بالمبنى أن المبنى يعتمد فى تكييف فراغاته الداخلية على مفهوم التبريد السلبي cooling Passive والذى يوظف رذاذ المياه والسابق استخدمه بأسلوب متطور وجديد للحصول على طاقة تبريد متجددة (شكل رقم ٣٩).



شكل(٣٩) مخطط يوضح الحصول على طاقة تبريد متجددة[٥٢].

راحة فى توفير الطاقات (الوقت والجهد)

– يتوافر بالمبنى امكانية التحكم الأوتوماتيكي فى نظم المبنى كما تتوفر نظم الاتصال عن بعد عن طريق الاتصال بشبكات الانترنت مما يوفر الكثير من الوقت والجهد على المستخدم.

الراحة فى توفير التكلفة على المدى البعيد

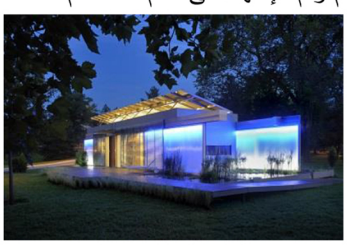
– توافر إمكانية غلق الإضاءة الصناعية أوتوماتيكياً فى الفراغات الشاغرة وبالتالى المحافظة على الطاقة وتوفير التكلفة على المدى البعيد.

كفاءة ترشيد استهلاك الطاقة

– تحققت بالمبنى كفاءة ترشيد استهلاك حيث التحكم فى نظم التبريد والتدفئة بالإضافة إلى الحصول على طاقة تبريد متجددة من خلال مفهوم التبريد السلبي.

٤-٥- مثال منزل لومن هاوس بالولايات المتحدة الأمريكية LumenHaus

وهو مبنى سكني بالولايات المتحدة الأمريكية، وفريق العمل أساتذة وطلبة جامعة فيرجينيا التكنولوجية وتاريخ تنفيذه بدأ فى عام ٢٠٠٢م وتم الإنتهاء فى عام ٢٠١٠م.



شكل(٤٠) واجهة منزل لومن هاوس[٥٣].

[51] http://www.azd.uscourts.gov/

[52] https://www.modlar.com/photos/4057/united-states-courthouse-phoenix-arizona-interiorentrance/.

[53] https://archinect.com/christian.truitt/project/virginia-tech-solar-decathlon-home.

الراحة الفسيولوجية

– يمتلك المنزل القدرة على التغير حيث يتغير شكل وحالة الغلاف الخارجى بناءً على حالة الجو فى الخارج مما يحقق بيئة داخلية صحية ومريحة للمستخدم (شكل رقم ٤١).

شكل(٤١) قدرة الغلاف الخارجى على التغير طبقاً لحالة الجو[٥٣]

الراحة الحرارية

– تتحقق الراحة الحرارية بالمبنى من خلال الغلاف الخارجى الذكي للمبنى حيث يستطيع المنزل أن يتخذ القرار الأمثل ذاتياً لحالة الغلاف الخارجى دون الرجوع للمستخدم من خلال مجسات حرارة خارجية (شكل رقم ٤٢)، كما تم الاستفادة المثلى من حرارة باطن الأرض فى تدفئة وتبريد أرضية المنزل كما يمكن التحكم فى مقدار ضخ الحرارة أو البرودة فى المواسير المارة فى أرضية المنزل[٥٤].

شكل(٤٢) مجسات حرارة خارجية للمنزل[٥٥]

الراحة البصرية الضوئية

– تتحقق بالمبنى الراحة البصرية حيث تتصل جميع فراغاته إتصال مباشر مع الطبيعة الخارجية باستخدام النوافذ الزجاجية بكامل الواجهة.

الراحة السمعية

– تتحقق بالمبنى الراحة السمعية حيث أن حركة الغلاف الخارجى للمبنى وإمكانية فتحه وغلقه أتاحت للمستخدمين التحكم فى كمية الضوضاء الخارجية الداخلة للفراغات الداخلية.

ظروف الراحة والبيئة الصحية

– توافرت بالمبنى البيئة الصحية المريحة داخلياً وذلك بسبب نظام التحكم فى الغلاف الخارجي للمبنى وبالتالى التحكم فى نظم التكييف والتدفئة، كما يتوافر ما يسمي بنظام إظلال المنزل للتحكم فى أشعة الشمس الواصلة للفراغات الداخلية[٥٤].

راحة فى توفير الطاقات (الوقت والجهد)

– تظهر ملامح الذكاء بالمنزل فى اتصال نظام التشغيل الذكى للمنزل بالإنترنت والتى تسمح بإتصال المنزل بالموبيل مما يسهل عملية التحكم فى وظائفه من داخل وخارج المنزل مما يوفر الوقت والجهد للمستخدم[٥٦].

الراحة فى توفير التكلفة على المدى البعيد

– تتحقق بالمبنى توفير التكلفة على المدى البعيد حيث توفير الطاقة فى المنزل من خلال التحكم فى الإضاءة الصناعية لتوفير أكبر قدر من الطاقة من خلال غلق وحدات الإضاءة فى الفراغات الخالية من المستخدمين.

كفاءة ترشيد استهلاك الطاقة

– يتصل نظام ادارة المبنى بالخلايا الشمسية الموجودة على سطح المنزل للتحكم فى ميل الألواح تجاه الشمس للحصول على أكبر قدر من من أشعة الشمس وتحويلها لطاقة كهربائية.

فى النهاية يمكن القول بأنه أظهرت الدراسات دور العمارة الذكية –كمفهوم مستحدث يحاكي لغة العصر– فى تحقيق الراحة بأنواعها للمستخدم، كما يتضح وجود تأثير واضح للعمارة الذكية على توفير أنواع من الراحة والرفاهية غير معهودة ولم تشهدها المبانى من قبل.

---

[٥٤] خالد مسعد عبد السميع غريب، **الغلاف الخارجي للمنزل الذكي نحو دليل عملى لتقييم مستوى ذكاء الغلاف الخارجي للمنزل الذكي**، رسالة ماجيستير غير منشورة، قسم الهندسة المعمارية، كلية الهندسة، جامعة القاهرة، جمهورية مصر العربية، ٢٠١١م.

[55] http://www.flickr.com/photos/columbiaweather/5218256189/.

[56] https://archinect.com/christian.truitt/project/virginia-tech-solar-decathlon-home.

الخلاصة والنتائج:

من خلال دراسة الإطار النظرى السابق لمفاهيم وسمات ومميزات المبانى الذكية، ومن خلال التعرف على مفاهيم راحة المستخدمين بالمبانى بأنواعها، ودراسة أمثلة لمبانى ذكية استخدمت التقنيات الحديثة ووفرت الراحة للمستخدمين أمكن استخلاص التالى:

١- التطور الحادث فى مختلف نواحى الحياة انعكس على العمارة وأدى إلى ظهور عمارة ذكية اعتمدت على توظيف التكنولوجيا للتحكم فى البيئة الداخلية والخارجية للمبنى بما يتلائم مع راحة الشاغلين.

٢- المبنى الذكى هو المبنى الذي يتمتع ببعض خصائص الإنسان والتى تعطى له الفرصة للتعلم والاستجابة لاى ظروف بيئية محيطة للحصول على بيئة مريحة داخله من خلال استخدام أقل كم من الطاقة والاستفادة الجيدة منها.

٣- المبنى الذكي هو المبنى القادر على إحداث التكامل بين أنظمته لتحقيق الأداء الأمثل وخفض التكلفة فضلا عن المرونة الوظيفية مع القدرة على ضبط الاداء والتعلم الذاتى.

٤- المبنى الذكى هو المبنى الذى يحتوى على مستويات عالية من التكنولوجيا الصناعية المتقدمة والتى تستطيع أن يكيف بيئته الداخلية استجابة للظروف الخارجية.

٥- من الواضح أن المبانى الذكية تتطلب ذكاءً يتطابق فى كل مراحل التفكير تبدأ بعمليات التصميم، والإنشاء، والإشغال وصيانة أنظمته ومكوناته وسبل تفاعله بالمستعملين، وما يمكن ملاحظته هو أن تعريفات الأبنية الذكية تؤكد على إحدى الجانبين:

أ- الجانب الأول: التأكيد على التقنية العالية.

ب- الجانب الثانى: التأكيد على متطلبات الشاغلين.

٦- هناك سببان رئيسيان فى ظهور مدرسة العمارة الذكية، والتى إعتمدت فى فكرها التصميمي على:

أ- تفاعل المبانى الذكية مع المناخ المحيط بها.

ب- توفير أحدث ما توصلت إليه التكنولوجيا الحديثة فى المبانى الذكية والتى تعمل بدورها على توفير أكبر قدر ممكن من الراحة للمستخدمين.

٧- العمارة الذكية منذ ظهورها فى الثمانينات حتى الآن مرت بثلاث حقبات زمنية متتالية وهم (المبانى المؤتمتة - المبانى الستجيبة - المبانى الفعالة).

٨- يمكن تحديد ملامح وسمات المبنى الذكي فى ثلاث نقاط رئيسية وهى (الأتمتة-الاستجابة-التفاعلية)، هذه النقاط تشكل فى مجموعها المداخل التى يمكن من خلالها تحقيق مبنى ذكي.

٩- يقاس الذكاء داخل المبنى الذكي بمقدار التغير والتفاعل مع الظروف البيئة ومع المستخدمين، وليس فقط بمقدار التكنولوجيا المتوافرة داخله.

١٠- من هذا المنطلق كان على المعماري كمبدأ منطقي عام تحديد علاقة الإنسان مع الظروف البيئية المحيطة التى تؤثر فى الحياه كما كان عليه أيضا البدء بتوفير الراحة طبيعياً ومعمارياً كلما أمكن ذلك ومن ثم استكمالها بالوسائل الصناعية لتحقيق أكبر قدر ممكن من الراحة مقتصداً في استعمال الطاقة ومعمارياً كلما أمكن ذلك ومن ثم استكمالها بالوسائل الصناعية لتحقيق أكبر قدر ممكن من الراحة مقتصداً في استعمال الطاقة الصناعية ومحققا للكفاءة الاقتصادية من ناحية التكاليف.

١١- المبنى الذكى هو المبنى الذى يحقق كل أنواع الراحة التى حققتها المبانى التقليدية مثل الراحة الفسيولوجية الحرارية والضوئية والسمعية بالإضافة إلى تحقيق أنواع من الراحات والرفاهية التى لم تكن موجودة من قبل مثل توفير الطاقات (الوقت والجهد) وترشيد استهلاك الطاقة بل وتوليد الطاقة، وتوفير التكلفة على مدى الاستخدام البعيد.

١٢- أثبتت المبانى الذكية كفائتها فى تقليل الطاقة المستخدمة من خلال نظم التحكم الآلى فى متطلبات شاغلى المبنى وبرامج التحكم فى تكييف وتدفئة الهواء بالإضافة إلى إمكانية توليد الطاقة ولكن يجب أن لا يستهلك تحقيق الراحة فى المبانى الذكية طاقة أكثر من الطاقة الضرورية.

المراجع

المراجع العربية:

١- احمد هلال محمد، عمار صادق دحلان، **أزمة الخصوصية فى العمارة مع التركيز على العمارة العاصرة فى مدينة جده كمثال**، بحث منشور، مجلة علوم الهندسة، جامعة أسيوط، العدد ٥، سبتمبر ٢٠٠٨م.

٢- اسامة قحطان السهل، **بنية الذكاء فى العمارة**، رسالة ماجيستير غير منشورة، قسم الهندسة المعمارية، كلية الهندسة، جامعة بغداد، العراق، ١٩٩٩م.

٣- أسماء مجدى محمد فاضل، **العمارة الذكية وأنعكاسها التكنولوجي على التصميم دراسة حالة المبانى الإدارية**، رسالة ماجيستير غير منشورة، قسم الهندسة المعمارية، كلية الهندسة، جامعة القاهرة، جمهورية مصر العربية، ٢٠١١م.

٤- أمل كمال محمد شمس الدين، **دور المبانى فى تحقيق تعايش الانسان مع البيئة**، بحث منشور، المؤتمر الدولى الثالث للهندسة البيئية بجامعة عين شمس، جمهورية مصر العربية، ٢٠٠٩م.

٥- خالد على يوسف، **العمارة الذكية- صياغة معاصرة للعمارة المحلية**، رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الهندسة المعمارية، كلية الهندسة، جامعة أسيوط، جمهورية مصر العربية، ٢٠٠٦م.

٦- خالد على يوسف على، **العمارة الذكية ودورها فى دعم منظومة الأمن والسلامة**، بحث منشور، ندوة إدارة الكوارث وسلامة المبانى فى الدول العربية، الرياض، المملكة العربية السعودية، ٢٩مارس-١أبريل ٢٠٠٨م.

٧- خالد مسعد عبد السميع غريب، **الغلاف الخارجي للمنزل الذكي نحو دليل عملى لتقييم مستوى ذكاء الغلاف الخارجي للمنزل الذكي**، رسالة ماجيستير غير منشورة، قسم الهندسة المعمارية، كلية الهندسة، جامعة القاهرة، جمهورية مصر العربية، ٢٠١١م.

٨- سلافا بنت محمد بن عبد الرحمن داود، **رؤى مستقبلية للتصميم الداخلى للمسكن المعاصر فى ظل مفاهيم الأنظمة الذكية**، رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم التصميم الداخلى، كلية التصاميم، جامعة أم القرى، المملكة العربية السعودية، ٢٠١٤م.

٩- شفق العوضى الوكيل، محمد عبد الله سراج، **المناخ وعمارة المناطق الحارة**، عالم الكتب، مركز الدراسات التخطيطية والمعمارية، الطبعة الثالثة، جمهورية مصر العربية، ١٩٨٨م.

١٠- طارق أحمد شوقي، **المدن الذكية لغة العصر المعمارى المقبل**، بحث منشور، مجلة بناة- العمارة والبناء، أرابيان بيزنس، أبوظبي، ٣٠ يوليو، ٢٠١١م.

١١- عباس محمد عباس الزعفرانى، **التصميم المناخى للمنشآت المعمارية-مدخل كمي لتقييم الأداء المناخى للغلاف الخارجى للمبنى وتفاعله مع محيطه العمرانى**، رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الهندسة المعمارية، كلية الهندسة، جامعة القاهرة، جمهورية مصر العربية، ٢٠٠٠م.

١٢- عبد الحق محمد غالب الدمينى، غسان حلبونى، **معايير الراحة الحرارية للأبنية السكنية فى عدد من المدن اليمنية**، بحث منشور، مجلة جامعة دمشق للعلوم الهندسية، المجلد ٢٥، العدد الثانى، ٢٠٠٩م.

١٣- عبد الرحمن محمود محمود زيان، **الفراغات المعمارية الذكية - التأثير البيئي للمواد المستخدمة فى التصميم الداخلى على الهواء فى الفراغات المعمارية**، رسالة ماجيستير غير منشورة، قسم الهندسة المعمارية، كلية الهندسة، جامعة القاهرة، جمهورية مصر العربية ٢٠١١م.

١٤- عصام رجب اسماعيل، **مفهوم الخصوصية وتأثيره على تصميم السكن في مصر**، بحث منشور، مجلة قسم الهندسة المعمارية، كلية الهندسة، جامعة أسيوط، جمهورية مصر العربية،١٩٩٤م.

١٥- ممدوح احمد فرج عبد الخير، **النسب فى العمارة- الارتقاء بمستوى تشكيل المنتج المعمارى من خلال وضع منهج تطبيقي للتقييم باستخدام نظريات الانظمة النسبية**، رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الهندسة المعمارية، كلية الهندسة، جامعة الفيوم، جمهورية مصر العربية، ٢٠١٢م.

16-.Ashrae Standerd, thermal Comfort condition Athina, 1981.
17- Baker, N & Steamers, K, **Energy and Environment in Architecture a Technical Design Guide** ", E & FN Spon , an Imprint Of The Taylor & Francis Group New Fetter lane , London , P 8, 2000.
18- Bernaden, John A. and Neubauer, Richard E., **The Intelligent Building Source Book**, Johnson controls Inc., Published by: The Fairmont Press,Inc,1988.
19- Emmitt, S, **Architectural Technology** Wiley - Black well Press, John StreetLondon, Oxford, France, P 13, 2002.
20- Evans, Benjamin, W, **Daylight in Architecture , Architectural Records Books**, McGraw Hill book company, 1981.
21-Harris Poirazis, **Double Skin Façades**, Areport Of IEASHC Task 34 ECBCS Annex43, Department of Architecture and Built Environment, Division of Energy and Building, Lund University, Lund Institute of Technology, Sweden, 2006, P 149.
22- James Sinopoli, **Smart Building Systems For Architects, Owners, and Builders**, Elsevier Press, an Imprint of Elsevier, Kidlington, Oxford, UK, 2010.
23- Matthews , Derek H , " **Building in Yamen** " Report the proceedings held at Bouwcen trum on the occasion fasminar held on April 19, 1979, published Building center Rotter dam, Ne there lands,1980.
24- Nick Baker&Koen Steamers, **Energy And Environment In Architecture a Technical Design Guide**, E & FN Spon, an Imprint of Taylor & Francis Group, New Fetter Lane, London,2000.
25- Peter Gossel , **Architecture In The 20th Century,** Bendikl-Taschen Edition, 2008.
26- Valerio Travi , **Advanced Technologies,Building In The Computer Age**, Birkhauser, Publishers For Architecture, Boston, Berlin, 2001
27- Wang, Shengwei, **Intelligent Buildings and Building Automation**, Spon Press, London , 2010.
28- Wayne Forster&Dean Hawkes, **Energy Efficient Buildings: Architecture, Engineering, and Environment**, New York: W.W. Norton & Co Publisher, USA, 2002.
29- Wingginton, Michael & Harris, Jude, **Intelligent Skins**, Architectural Press, An imprint of Elsevier, Linacre House, Jordan Hill, Oxford, UK, 2002.

مواقع الإنترنت

30-https://architect.com/christian.truitt/project/virginia-tech-solar-decathlon-home.
32 -http://architectuul.com/architecture/gemini-house.
31-http://www.azd.uscourts.gov/
43 -http://bechtloff-steffen.de/heidelberg-print-media-akademie/.
39 -http://blog.kineticarchitecture.net/2008/05/gemini-haus/.
41- http://earth-arch.blogspot.com.eg/2013/04/429.html
48-https://www.e-architect.co.uk/london/swiss-re-building.
33-http://www.flickr.com/photos/columbiaweather/5218256189/
37 -http://www.flickr.com/photos/dynamic-architecture/2493657835/.
51-https://www.fosterandpartners.com/projects/cit
42 -http://www.fosterandpartners.com/ar/projects/1998/.
47-http://gaia.lbl.gov/hpbf/picture/casestudy/ensemble/windowc.jpg).
40- http://www.geminihaus.at/team.html.
50-http://heatherwestpr.com/blog/?p=563
45http://www.heidelberg.com/www/html/en/content/articles/press_lounge/products/print_media_academy/100329_print_buyer_university.
35-https://mikeandmurakami.files.wordpress.com/2013/05/img_2650.jpg

31-https://www.modlar.com/photos/4057/united-states-courthouse-phoenix-arizona-interiorentrance/.
44-http://www.rimexmetals.com/en/applications-detail.html?appid=211&famid
46-http://www.tellskuf.com/index.php/authors/130-hma/1793-2010-05-13-12-09-31.html.
34-http://tronweb.super-nova.co.jp/tronintlhouse.html.
38 -https://umweltvinschgau.wordpress.com.
49-http://www.up-sy.com/UP/46541/REINVENTING_THE_WORKPLACE.pdf

"Smart Buildings Architecture from the Perspective of Providing Comfort for the User"

Eng.Riham Alsayed Abd El-Twab Ayoub: Demonestrator at Architecture Department, Future High Institute of Engineering in Fayoum
Riham_alsayed90@yahoo.com
Prof.Dr. Ehab Mahmoud Bayiomi Okba: Professor of Architecture and Environmental design, Architecture Department, and Vise dean of graduate studies and research, Faculty of Engineering, Fayoum University.
emo00@fayoum.edu.eg
Dr. Maged Mohamed Aboul-ela Mohamed: Lecturer, Architecture Department, Faculty of Engineering, Fayoum University.
mma10@fayoum.edu.eg
Dr. Eman Badawy Ahmed Mahmoud: Lecturer, Architecture Department, Faculty of Engineering, Fayoum University.
eba00@fayoum.edu.eg

Abstract:

Recent years have witnessed the developments and changes have led to significant improvements in construction techniques, and it thus became necessary to interact with these variables psychotropic architecture, as a result of these developments, the term intelligent buildings which is considered one of the most prominent manifestations of the new millennium, as it relies on the use of modern technological methods and techniques that work in an integrated manner to serve the building his function in a manner appropriate to the spirit of the age and achieve the highest level of comfort for users.

The research problem lies in the absence of a culture of the application of the concepts of smart buildings are provided for the convenience of users. The integrated image used globally. In Egypt, considering the techniques of intelligent buildings in Egypt a kind of entertainment or what is outside the scope of the concrete reality, despite the desire of the individuals in the pursuit of the technological development, although the thought of intelligent buildings is spreading globally and its major benefits in facilitating the life and savings in the cost of operation and maintenance at the side of what he expects from the future developments and low-cost and thus provide comfort in use in many aspects, so it was necessary to reorient the Egyptian architecture on the one hand, the use of modern applications of smart buildings, which in turn to achieve user comfort, thus keeping pace with the world in the use of intelligent systems and access to high level Of luxury and comfort.

Thus, the research aims to shed light on the role of intelligent buildings in providing comfort to users, through clarifying the concepts and definitions of intelligent buildings, and study the features and advantages of the smart architecture, this in addition to the review of the concept of the convenience of users in the buildings and clarify the ways to achieve them, and analysis of various types of rahat and achievements of intelligent buildings which had not existed before in the buildings, it also deals with the research and analytical study of the practical application of a range of examples of intelligent buildings that have achieved comfort to users this access to a set of conclusions and recommendations for the convenience of users of smart buildings.

Keywords:

Intelligent buildings, modern techniques, types of comfort, users, Analytical examples.

الهندسة المدنية

CIVIL ENGINEERING

Journal of Engineering
Fayoum University
Faculty of Engineering
Vol.1
No.1

THE EFFECT OF CURING TYPES ON STRENGTH OF SELF COMPACTING CONCRETE

Ahmed Abd El-azim A.[1], Hany A. El-Ghazaly[2], Manar A. Abdul Hady[3]
[1] *(Assistant Professor – Faculty of Engineering - Fayoum University, Egypt)*
[2] *(Professor – Faculty of Engineering - Fayoum University, Egypt)*
[3] *(Post Graduate Student – Faculty of Engineering - Fayoum University, Egypt)*

Abstract

The main purpose of this study is to investigate the effect of using three types of curing (water, painting, and room air) and three different types of water and cement on the strength of self-compacting concrete. Nine mixes containing different cement contents, water cement ratios, and coarse aggregates (gravel, basalt, and dolomite (limestone)) were designed. The compression, splitting tensile, and flexural strength tests were carried out on hardened self-compacting concretes after 28 days of curing by water, Painting, and room air. In the nine mixes, three cement contents (350, 400, and 450 kg/m³), three types of aggregates, and three water cement ratios (0.46, 0.42, and 0.38) were used. Results showed that water curing is the best type of curing to use in self-compacting concrete. Painting curing by Antisol_E liquid does not have effect on the strength of self-compacting concrete. The difference between Painting curing by Antisol_E liquid and having concrete on room air without any curing is very small.

Keywords : self-compacting concrete – curing – paint - gravel- basalt-dolomite

I. INTRODUCTION

Self-Compacting Concrete (SCC) is used instead of conventional concrete in heavily reinforced sections. It is highly workable concrete that can easily flow through heavily reinforcement without the need for mechanical vibration. High range water reducer chemical admixtures with minimum water content varying between 0.37 and 0.4 were used in (SSC) due to high workability requirement [1]. Limiting the w/c ratio above 0.37 prevents the development of high compressive strength and also affects the durability of self-compacting concrete mixtures. It is Known that, self-compacting concrete is considered to be a conventional concrete with a large filling ability, in spite of the differences found for both the early age behavior [2] and the hardened performance [2,3]. The main changes are due to the large amount of fine particle mineral additions used in its composition [4,5], which leads to a different speed on the plastic-to-solid evolution [2], and an increase of early age cracking risks [6]. We can get high performance concrete from self-compacting concrete due to high flow ability, passing ability through the formwork without any segregation or need of vibration [7,8], and maintaining the flow ability more than ordinary concretes[9]. Bingol and Tohumcu studied [10] the effect of air curing, water curing and steam curing on the compressive strength of self compacting concrete (SCC). Water Curing specimens gave the highest compressive strength. Air curing caused compressive strength losses in all groups. Strength of concrete with mineral admixtures was higher than that of concretes without admixtures at steam curing conditions.

II. MATERAILS USED

The cement used was ordinary Portland cement. The sand with fineness modulus of 2.57, specific gravity 2.5, and volume weight 1550 kg/m^3 is used. The coarse aggregates

(gravel, basalt and dolomite) are used. For gravel the specific gravity was 2.55, volume weight was 1680 kg/m^3, and % absorption was 0.4%. For basalt the specific gravity was 2.63, volume weight was 1610 kg/m^3, and % absorption was 0.9%. For dolomite the specific gravity was 2.60, volume weight was 1560 kg/m^3, and % absorption was 1.6%. Limestones powder was used in concrete with 30% by weight of cement as filler. Sika ViscoCrete_3425 is a third generation super plasticizer for homogenous concrete and mortar was used for self compaction concrete with 1.5% liter from cement weight. Tap water was used in mixing and curing. Antisol_E liquid curing compound for preventing water loss in concrete was used for curing same samples.

III. MIX PROPORTIONS

Egyptian code and ASTM standards were used to design the mixes and test program. Nine mixes containing different types of coarse aggregates and different percentages of water and cement were designed as shown in Table (1). In Group (1), the cement content was 350 kg/m³ and (W/C) = 0.46. While, in Group (2), the cement content was 400 kg/m³ and (W/C) = 0.42, and Group (3), the cement content was 450 kg/m³ and (W/C) = 0.38**.** For each mix 18 cubes (150x150x150 mm), 9 Cylinders (150x300 mm), and 9 beams (100x100x500 mm) were prepared. Concrete samples were cured by:

- Water (6 cubes, 3 Cylinders, and 3 beams) until testing.
- Painting by Antisol_E liquid (6 cubes, 3 Cylinders, and 3 beams) after removed from molds.
- Room air without any curing (6 cubes, 3 Cylinders, and 3 beams) until testing.

IV. TEST PROGRAM

The compressive and splitting tensile strengths of concrete were determined using compression testing machine having 2000 KN capacity. The loading rates applied in the compressive and splitting tensile tests were 0.6 and 0.03N/mm^2/sec, respectively. The compressive strength was determined by using cubes (150 mm) at the ages of 7, and 28 days while the tensile splitting strength was determined by using cylinder (150x300 mm) at 28 days. Beam specimens with size (100x100x500 mm) were used to determine the flexural strength of hardened concrete. The specimens were placed in UTM and tested for flexural strength. The loading rates applied was 0.06 N/mm^2/sec, as shown in figure (1). The average results of three samples were calculated for all tests. Figure (2) shows the slump flow shape .

Table (1): Concrete Mixes

Mix No.	Group No.		Water (kg/m³)	Cement (kg/m³)	Sand (kg/m³)	Aggregate (kg/m³)	Limestone powder (kg/m^3)	Superplasticizer (Viscocrete342) (liter/m^3)	Type of coarse Aggregates
M_G	1	M_{G-1}	161	350	829	912	105	5.25	Gravel
	2	M_{G-2}	168	400	796	875	120	6.00	
	3	M_{G-3}	171	450	766	843	135	6.75	
M_B	1	M_{B-1}	161	350	843	927	105	5.25	Basalt
	2	M_{B-2}	168	400	808	889	120	6.00	
	3	M_{B-3}	171	450	779	856	135	6.75	
M_D	1	M_{D-1}	161	350	838	922	105	5.25	Dolomite (limestone)
	2	M_{D-2}	168	400	804	884	120	6.00	
	3	M_{D-3}	171	450	777	851	135	6.75	

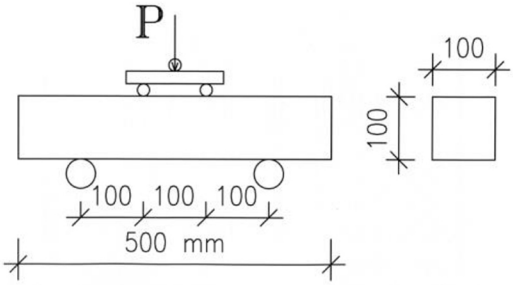


Fig.(1): Flexural Strength Test

V. RESULTS AND DISCUSSION

Results of compressive strength, splitting tensile strength, and flexural strength for the nine mixes of concrete using different types of curing (water, paint, and air) were calculated in table (2).

Table (2): Results of Compressive Strength, Split Tensile Strength and Flexural Strength Tests for Recycled Coarse Aggregates Concrete

Mix No.	Group No.		Compressive Strength at 7 days (kg/cm^2)			Compressive Strength at 28 days (kg/cm^2)			Splitting Tensile Strength at 28 days (kg/cm^2)			Flexural Strength at 28 days (kg/cm^2)			Type of coarse Aggregates
			W	P	A	W	P	A	W	P	A	W	P	A	
M_G	1	M_{G-1}	197	199	193	283	270	270	25.8	23.1	24.8	52.2	47.8	50.5	Gravel
	2	M_{G-2}	302	317	306	429	366	383	32.2	27.3	28.7	57.5	50.1	52.9	
	3	M_{G-3}	333	332	327	447	404	421	33.5	29.1	31.6	61.2	52.6	55.4	
M_B	1	M_{B-1}	278	303	291	362	345	361	31.4	29.8	30.7	58.4	50.4	55.9	Basalt
	2	M_{B-2}	311	322	332	450	383	375	36.2	32.2	31.7	62.6	57.0	58.7	
	3	M_{B-3}	406	350	346	507	464	475	38.8	36.5	36.1	77.2	68.5	70.3	
M_D	1	M_{D-1}	325	297	287	397	357	344	36.2	33.2	31.2	59.1	52.4	56.4	Dolomite (limestone)
	2	M_{D-2}	352	342	351	466	419	400	37.3	34.5	33.0	72.3	65.0	70.2	
	3	M_{D-3}	462	455	462	575	570	515	48.2	45.6	41.1	89.2	83.5	85.3	

W= Water curing, P= Painting curing, and A= without curing (room air)

A.COMPRESSION STRRENGTH AT 7 DAYS

The results of compressive strength test at 7 days for the nine mixes with different cement contents and types of curing are shown in Figures (3 to 5). It is observed that the compressive strengths at 7 days for all types of curing do not have big change. Strength of gravel concrete was (197, 302, and 333 kg/cm^2) for water, (199, 317, and 332 kg/cm^2) for painting, and (193, 306, and 337 kg/cm^2) for air. Basalt concrete strength was (278, 311, and 406 kg/cm^2) for water, (303, 322, and 350 kg/cm^2) for painting, and (291, 332, and 346 kg/cm^2) for air. Dolomite concrete strength was (325, 352, and 462 kg/cm^2) for water, (297, 342, and 455 kg/cm^2) for painting, and (287, 351, and 462 kg/cm^2) for air.

B.COMPRESSION STRRENGTH AT 28 DAYS

The results of compressive strength test at 28 days for the nine mixes with different cement contents and types of curing are shown in Figures (6 to 8). It is observed that the compressive strength at 28 days for all types of curing have big changes. Water results are the highest values and the difference between painting and air is small. Gravel concrete has strength values of (283, 429, and 447 kg/cm^2) for water, (270, 366, and 404 kg/cm^2) for painting, and (270, 383, and 421 kg/cm^2) for air. Basalt concrete has strength values of (362, 450, and 507 kg/cm^2) for water, (345, 383, and 464 kg/cm^2) for painting, and (361, 375, and 475 kg/cm^2) for air. Dolomite concrete has strength values of (397, 466, and 575 kg/cm^2)

for water, (357, 419, and 570 kg/cm^2) for painting, and (344, 400, and 515 kg/cm^2) for air.

Relation between compressive strength at 28 days and compressive strength at 7 days for the nine mixes with different cement contents and types of curing are shown in Figure (9). It is observed that:

- For water curing

f_{cu} at 7 days ≈ 0.7610 f_{cu} at 28 day

- For painting curing

f_{cu} at 7 days ≈ 0.8133 f_{cu} at 28 day

- For room air curing

f_{cu} at 7 days ≈ 0.8197 f_{cu} at 28 day

Where: $f_{cu=}$ compressive strength

C.SPLITTING TENSILE STRRENGTH

The results of splitting tensile strength test at 28 days for the nine mixes with different cement contents and types of curing are shown in Figures (10 to 12). It is observed that splitting tensile strength for all types of curing have big change. Water results are the highest values and the difference between painting and air is small. Gravel concrete has strength values of (25.8, 32.2, and 33.5 kg/cm^2) for water, (23.1, 27.3, and 29.1 kg/cm^2) for painting, and (24.4, 28.7, and 31.6 kg/cm^2) for air. Basalt concrete has strength values of (31.4, 36.2, and 38.8 kg/cm^2) for water, (29.8, 32.2, and 36.5 kg/cm^2) for painting, and (30.7, 31.7, and 36.1 kg/cm^2) for air. Dolomite concrete has strength values of (36.2, 37.3, and 48.2 kg/cm^2) for water, (33.2, 34.5, and 45.6 kg/cm^2) for painting, and (31.2, 33.0, and 41.1 kg/cm^2) for air.

Relation between splitting tensile strength and compressive for the nine mixes with different cement contents and types of curing are shown in Figure (13). It is observed that:

- For water curing f_t ≈ 0.0812 f_{cu}

- For painting curing f_t ≈ 0.0810 f_{cu}

- For room air curing f_t ≈ 0.0809 f_{cu}

Where: f_t = splitting tensile strength.

D.FLEXURAL STRRENGTH

The results of flexural strength test at 28 days for the nine mixes with different cement contents and types of curing are shown in Figures (14 to 16). It is observed that splitting tensile strength for all types of curing have big change. Water results are the highest values and the difference between painting and air is small. Gravel concrete has strength values of (52.2, 57.5, and 61.2 kg/cm^2) for water, (47.8, 50.1, and 52.6 kg/cm^2) for painting, and (50.5, 52.9, and 55.4 kg/cm^2) for air. Basalt concrete has strength values of (58.4, 62.6, and 77.2 kg/cm^2) for water, (50.4, 57.0, and 68.5 kg/cm^2) for painting, and (55.9, 58.7, and 70.3 kg\cm^2) for air. Dolomite concrete has strength values of (59.1, 72.3, and 89.2 kg/cm^2) for water, (52.4, 65.0, and 83.5 kg/cm^2) for painting, and (56.4, 70.2, and 85.3 kg/cm^2) for air.

Relation between flexural strength and compressive for the nine mixes with different cement content and types of curing are shown in Figure (17). It is observed that:

- For water curing f_f ≈ 0.1498 f_{cu}

- For painting curing f_f ≈ 0.1467 f_{cu}

- For room air curing f_f ≈ 0.1560 f_{cu}

where: f_f = flexural strength

Fig.(2): Shape of Concrete Slump Flow

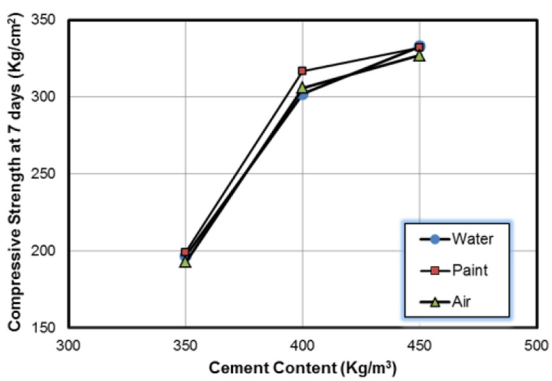


Fig.(3): Relation between Cement Content and Compressive Strenghth at 7days for Gravel Using Different Types of Curing

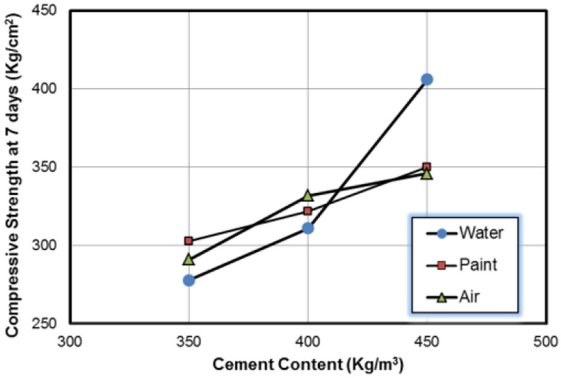


Fig.(4): Relation between Cement Content and Compressive Strenghth at 7days for Basalt Using Different Types of Curing

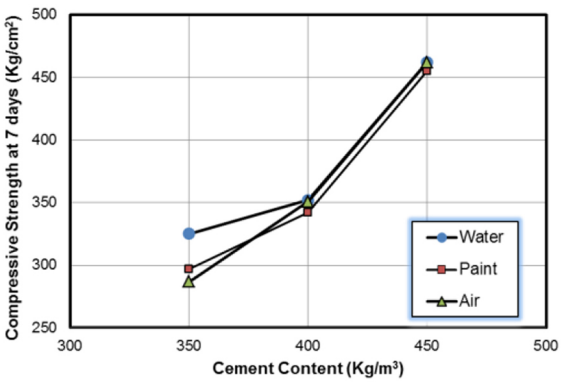


Fig.(5): Relation between Cement Content and Compressive Strenghth at 7days for Dolomite Using Different Types of Curing

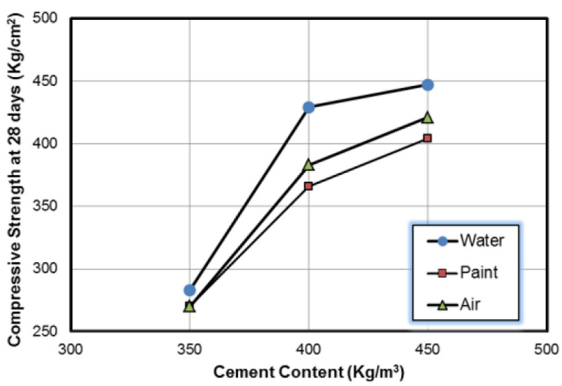


Fig.(6): Relation between Cement Content and Compressive Strenghth at 28 days for Gravel Using Different Types of Curing

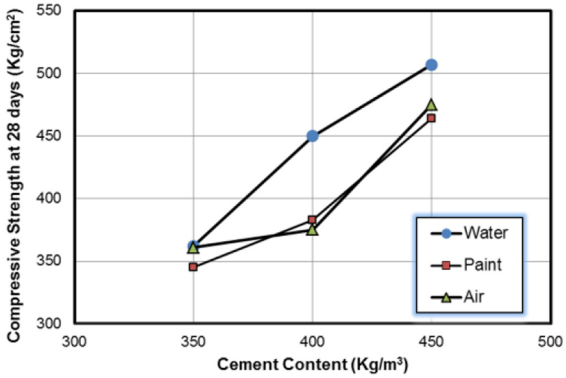


Fig.(7): Relation between Cement Content and Compressive Strenghth at 28 days for Basalt Using Different Types of Curing

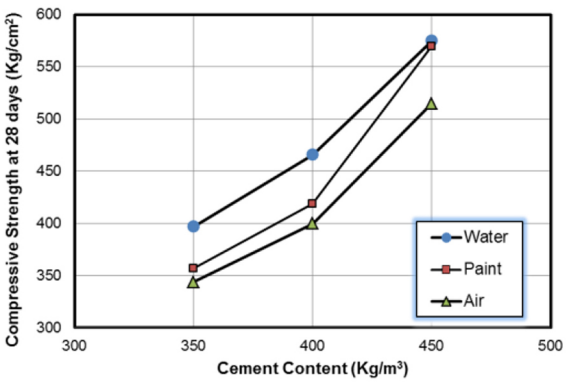


Fig.(8): Relation between Cement Content and Compressive Strenghth at 28days for Dolomite Using Different Types of Curing

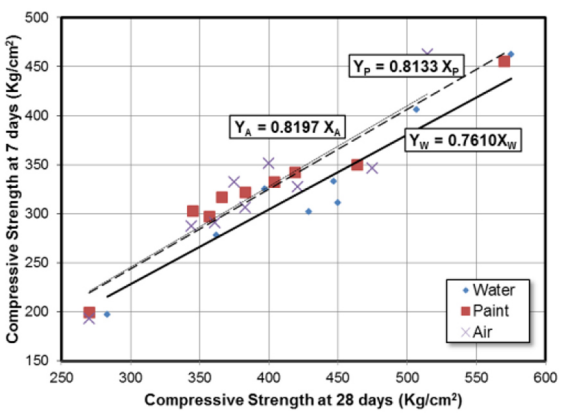


Fig.(9): Relation between Compressive Strength at 7and 28 Days for slef Compacting Concrete

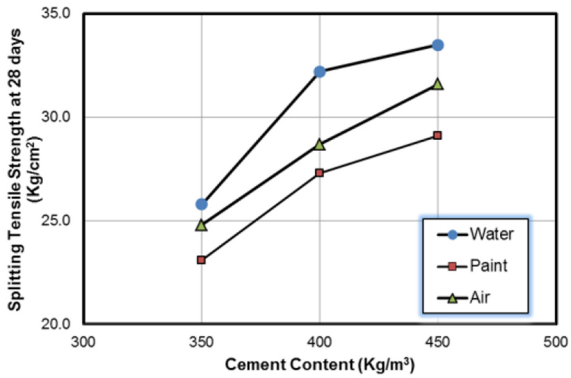


Fig.(10): Relation between Cement Content and Splitting Tensile Strenghth at 28 days for Gravel Using Different Types of Curing

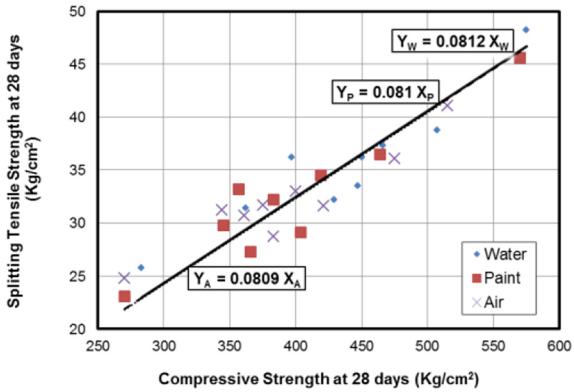


Fig.(13): Relation between Splitting Tensile Strength and Compressive Strength for slef Compacting Concrete

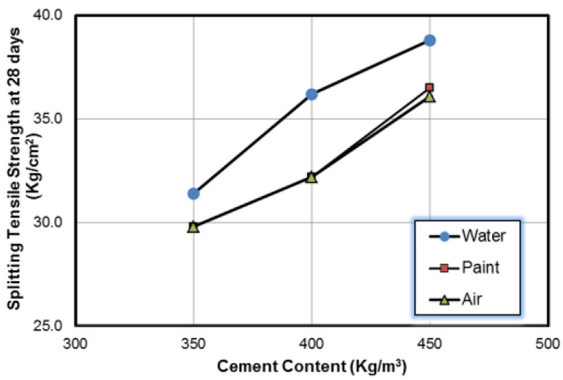


Fig.(11): Relation between Cement Content and Splitting Tensile Strenghth at 28 days for Basalt Using Different Types of Curing

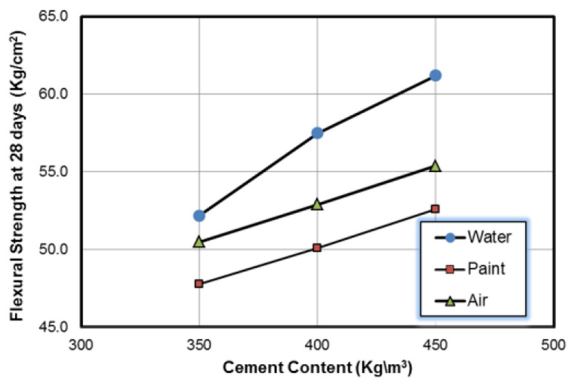


Fig.(14): Relation between Cement Content and Flexural Strenghth at 28 days for Gravel Using Different Types of Curing

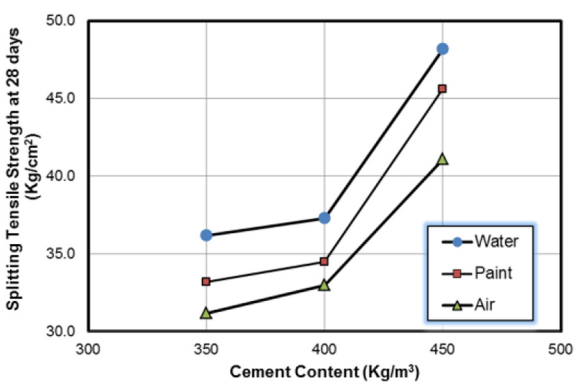


Fig.(12): Relation between Cement Content and Splitting Tensile Strenghth at 28 days for Dolomite Using Different Types of Curing

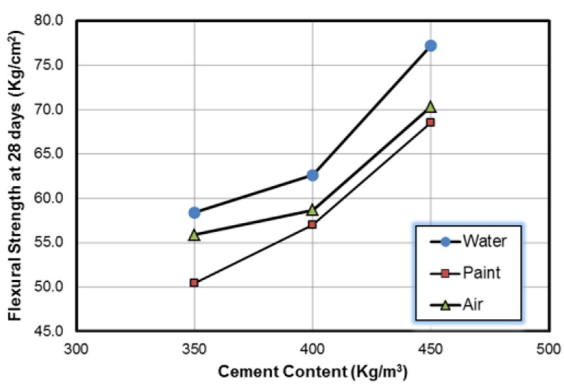


Fig.(15): Relation between Cement Content and Flexural Strenghth at 28 days for Basalt Using Different Types of Curing

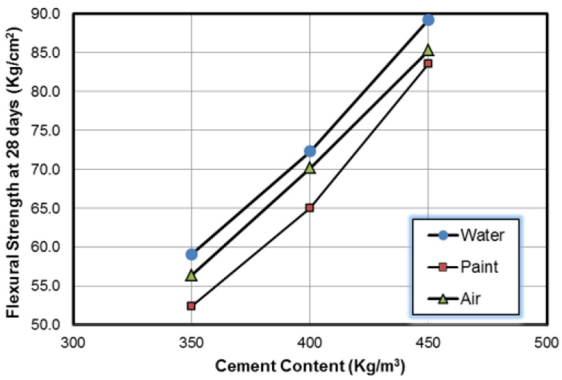


Fig.(16): Relation between Cement Content and Flexural Strenghth at 28 days for Dolomite Using Different Types of Curing

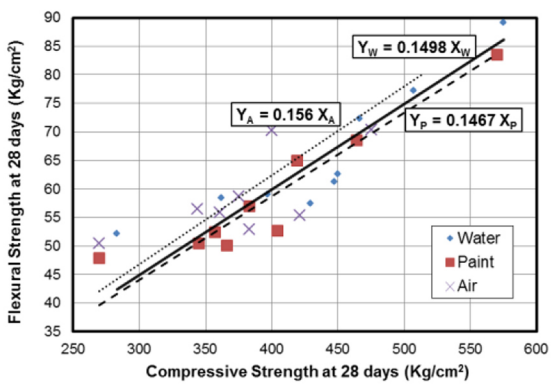


Fig.(17): Relation between Flexural Strength and Compressive Strength for slef Compacting Concrete

VI. CONCLUSIONS

The main conclusions according to the experimental results presented in this paper are as follows:

1-Water curing increases the compressive strength for self-compacting concrete mix at 7 days more than the other types of curing. For basalt the painting and room air decreased by 2.01%, and 2.61% than water, and for dolomite the painting and room air decreased by 3.95%, and 3.42% than water. For gravel the difference between the types of curing is very small.

2-Water curing increases the compressive strength for self-compacting concrete mix at 28 days than the other types of curing. For gravel the painting and room air decreased by 10.27%, and 7.33% than water, for basalt the painting and room air decreased by 9.63%, and 8.19% than water, and for dolomite the painting and room air decreased by 6.40%, and 12.45% than water.

3-Water curing increases the splitting tensile strength for self-compacting concrete mix at 28 days than the other types of curing. For gravel the painting and room air decreased by 13.11%, and 6.99% than water, for basalt the painting and room air decreased by 7.42%, and 7.80% than water, and for dolomite the painting and room air decreased by 6.90%, and 13.48% than water.

4-Water curing increases the flexural Strength for self-compacting concrete mix at 28 days than the other types of curing. For gravel the painting and room air decreased by 11.94%, and 7.08% than water, for basalt the painting and room air decreased by 11.25%, and 6.71% than water, and for dolomite the painting and room air decreased by 8.93%, and 3.94% than water.

5-The results show that water curing was the most effective type of curing to be used in self-compacting concrete.

VII. REFERENCES

[1] EFNARC ," Specification and guide lines for self-compacting concrete," www.efnarc.org. , 2002.

[2] Barluenga, G., Palomar, I., and Puentes, J.," Early age monitoring and hardened properties of SCC with limestone filler and active mineral additions," Fifth North American conference on the Design and Use of Self-Consolidating Concrete, Chicago, 2013.

[3] Bermejo, E. B., Moragues, A., Galvez, J. C., and Fernandez Canovas, M, " Permeability and pore size distribution in medium strength self-compacting concrete," Materiales de Construcción, 60 (299), 37–51, 2010.

[4] Ye, G., Liu, X., Poppe, A. M., and et al., " Numerical simulation of the hydration process and the development of microstructure of self-compacting cement paste containing limestone as filler,"

Materials and Structures, 40 , 865–875, 2007.

[5] Darquennes, A., Khokhar, M. I. A., Rozière, E., and et al., "Early age deformations of concrete with high content of mineral additions," Construction and Building Materials, 25 ,1836–1847, 2011.

[6] Barluenga, G., and Hernandez-Olivares, F., "Cracking control of concretes modified with short AR-glass fibers at early age," Experimental results on standard concrete and SCC. Cement and Concrete Research, 37 (12), 1624–1638, 2007.

[7] Khayat KH, Manai K., and Trudel A., "In-situ mechanical properties of wall elements cast using self-compacting concrete," ACI Mater J 1997;94(6):491–500.

[8] Khayat KH, and Guizani Z., "Use of viscosity modifying admixtures on enhance stability of fluid concrete," ACI Mater J 1997;94(4):332–40.

[9] Skarendahl A., and Petersson O., "State of the art report of RILEM technical committee 174 – SCC, Self-Compacting Concrete," Report no. 23, 141; 2010.

[10] A. Ferhat Bingol and IlhanTohumcu, "Effect of Different Curing Regimes on the Compressive Strength Properties of self compacting Concrete Incorporating Fly Ash and Silica Fume," Materials & Design Journal V. 51, P. 12-18, 2013.