مجلة جامعة البعث

سلسلة علوم الهندسة المدنية والمعمارية

مجلة علمية محكمة دورية

المجلد 45 . العدد 5

1444 هـ - 2023 م

الأستاذ الدكتور عبد الباسط الخطيب

رئيس جامعة البعث

المدير المسؤول عن المجلة

أ. د. محمود حديد	**رئيس هيئة التحرير**
أ. د. درغام سلوم	**رئيس التحرير**

مديرة مكتب مجلة جامعة البعث

بشرى مصطفى

د. محمد هلال	**عضو هيئة التحرير**
د. فهد شريباتي	**عضو هيئة التحرير**
د. معن سلامة	**عضو هيئة التحرير**
د. جمال العلي	**عضو هيئة التحرير**
د. عباد كاسوحة	**عضو هيئة التحرير**
د. محمود عامر	**عضو هيئة التحرير**
د. أحمد الحسن	**عضو هيئة التحرير**
د. سونيا عطية	**عضو هيئة التحرير**
د. ريم ديب	**عضو هيئة التحرير**
د. حسن مشرقي	**عضو هيئة التحرير**
د. هيثم حسن	**عضو هيئة التحرير**
د. نزار عبشي	**عضو هيئة التحرير**

تهدف المجلة إلى نشر البحوث العلمية الأصيلة، ويمكن للراغبين في طلبها الاتصال بالعنوان التالي:

رئيس تحرير مجلة جامعة البعث

سورية . حمص . جامعة البعث . الإدارة المركزية . ص . ب (77)

. هاتف / فاكس : 2138071 31 963 ++

. موقع الإنترنت : www.albaath-univ.edu.sy

. البريد الالكتروني : magazine@ albaath-univ.edu.sy

ISSN: 1022-467X

شروط النشر في مجلة جامعة البعث

الأوراق المطلوبة:

- 2 نسخة ورقية من البحث بدون اسم الباحث / الكلية / الجامعة) + CD / word من البحث منسق حسب شروط المجلة.
- طابع بحث علمي + طابع نقابة معلمين.
- **اذا كان الباحث طالب دراسات عليا:**

يجب إرفاق قرار تسجيل الدكتوراه / ماجستير + كتاب من الدكتور المشرف بموافقته على النشر في المجلة.

- **اذا كان الباحث عضو هيئة تدريسية:**

يجب إرفاق قرار المجلس المختص بإنجاز البحث أو قرار قسم بالموافقة على اعتماده حسب الحال.

- **اذا كان الباحث عضو هيئة تدريسية من خارج جامعة البعث :**

يجب إحضار كتاب من عمادة كليته تثبت أنه عضو بالهيئة التدريسية و على رأس عمله حتى تاريخه.

- **اذا كان الباحث عضواً في الهيئة الفنية :**

يجب إرفاق كتاب يحدد فيه مكان و زمان إجراء البحث ، وما يثبت صفته وأنه على رأس عمله.

- **يتم ترتيب البحث على النحو الآتي بالنسبة لكليات (العلوم الطبية والهندسية والأساسية والتطبيقية):**

عنوان البحث . . ملخص عربي و إنكليزي (كلمات مفتاحية في نهاية الملخصين).

1- مقدمة

2- هدف البحث

3- مواد وطرق البحث

4- النتائج ومناقشتها .

5- الاستنتاجات والتوصيات .

6- المراجع.

- **يتم ترتيب البحث على النحو الآتي بالنسبة لكليات (الآداب – الاقتصاد– التربية – الحقوق – السياحة – التربية الموسيقية وجميع العلوم الإنسانية):**
- عنوان البحث . . ملخص عربي و إنكليزي (كلمات مفتاحية في نهاية الملخصين).

1. مقدمة.
2. مشكلة البحث وأهميته والجديد فيه.
3. أهداف البحث و أسئلته.
4. فرضيات البحث و حدوده.
5. مصطلحات البحث و تعريفاته الإجرائية.
6. الإطار النظري و الدراسات السابقة.
7. منهج البحث و إجراءاته.
8. عرض البحث و المناقشة والتحليل
9. نتائج البحث.
10. مقترحات البحث إن وجدت.
11. قائمة المصادر والمراجع.

7- يجب اعتماد الإعدادات الآتية أثناء طباعة البحث على الكمبيوتر:

أ- قياس الورق 17.5×25 B5.

ب- هوامش الصفحة: أعلى 2.54- أسفل 2.54 – يمين 2.5- يسار 2.5 سم

ت- رأس الصفحة 1.6 / تذييل الصفحة 1.8

ث- نوع الخط وقياسه: العنوان . Monotype Koufi قياس 20

. كتابة النص Simplified Arabic قياس 13 عادي . العناوين الفرعية Simplified Arabic قياس 13 عريض.

ج . يجب مراعاة أن يكون قياس الصور والجداول المدرجة في البحث لا يتعدى 12سم.

8- في حال عدم إجراء البحث وفقاً لما ورد أعلاه من إشارات فإن البحث سيهمل ولا يرد البحث إلى صاحبه.

9- تقديم أي بحث للنشر في المجلة يدل ضمناً على عدم نشره في أي مكان آخر، وفي حال قبول البحث للنشر في مجلة جامعة البعث يجب عدم نشره في أي مجلة أخرى.

10- الناشر غير مسؤول عن محتوى ما ينشر من مادة الموضوعات التي تنشر في المجلة

11- تكتب المراجع ضمن النص على الشكل التالي: [1] ثم رقم الصفحة ويفضل استخدام التهميش الإلكتروني المعمول به في نظام وورد WORD حيث يشير الرقم إلى رقم المرجع الوارد في قائمة المراجع.

تكتب جميع المراجع باللغة الانكليزية (الأحرف الرومانية) وفق التالي:

آ . إذا كان المرجع أجنبياً:

الكنية بالأحرف الكبيرة . الحرف الأول من الاسم تتبعه فاصلة . سنة النشر . وتتبعها معترضة (–) عنوان الكتاب ويوضع تحته خط وتتبعه نقطة . دار النشر وتتبعها فاصلة . الطبعة (ثانية . ثالثة) . بلد النشر وتتبعها فاصلة . عدد صفحات الكتاب وتتبعها نقطة.

وفيما يلي مثال على ذلك:

–MAVRODEANUS, R1986– **Flame Spectroscopy**. Willy, New York, 373p.

ب . إذا كان المرجع بحثاً منشوراً في مجلة باللغة الأجنبية:

. بعد الكنية والاسم وسنة النشر يضاف عنوان البحث وتتبعه فاصلة، اسم المجلد ويوضع تحته خط وتتبعه فاصلة . المجلد والعدد (كتابة مختزلة) وبعدها فاصلة . أرقام الصفحات الخاصة بالبحث ضمن المجلة.

مثال على ذلك:

BUSSE,E 1980 Organic Brain Diseases **Clinical Psychiatry News** , Vol. 4. 20 – 60

ج. إذا كان المرجع أو البحث منشوراً باللغة العربية فيجب تحويله إلى اللغة الإنكليزية و التقيد

بالبنود (أ و ب) ويكتب في نهاية المراجع العربية: (المراجع In Arabic)

رسوم النشر في مجلة جامعة البعث

1. **دفع رسم نشر (40000) ل.س أربعون ألف ليرة سورية عن كل بحث لكل باحث يريد نشره في مجلة جامعة البعث.**
2. **دفع رسم نشر (100000) ل.س مئة الف ليرة سورية عن كل بحث للباحثين من الجامعة الخاصة والافتراضية .**
3. **دفع رسم نشر (200) مئتا دولار أمريكي فقط للباحثين من خارج القطر العربي السوري .**
4. **دفع مبلغ (6000) ل.س ستة آلاف ليرة سورية رسم موافقة على النشر من كافة الباحثين.**

المحتوى

اسم البحث	اسم الباحث	الصفحة
تحقيق منظومة العمارة النوعية في واجهات العمارة الإسلامية	م. رشا صالح د. نضال سطوف	48-11
تطور المكونات الوظيفية لمتاحف الأطفال استجابة لمتطلبات المتغيرات الاجتماعية	م. سناء وسوف د. نضال سطوف	98-49
تأثير إضافة نسب مختلفة من الألياف الزجاجية على الخواص الإنتفاخية و على مقاومة الترب الغضارية عالية اللدونة	د. لينا كراكيت	124-99
دراسة هيدرولوجية لحوض نهر الغمقة في طرطوس	م. هديل الشعبان د. ياسر حمدان د. الياس لويس	148-125

تحقيق منظومة العمارة النوعية في واجهات العمارة الإسلامية

م. رشا علي صالح*

بإشراف: أ. د. م. نضال سطوف **

الملخص:

تعتبر الدراسات المتعلقة بعلوم الطاقة ثورة في مجال الدراسات المعمارية الحديثة، التي شملت معظم الحضارات القديمة (المصرية والإغريقية والسورية)، وكشفت اللثام عن مزايا خفية اتبعها المعمار القديم في تصميمها، وبما أن الحضارة الإسلامية تعتبر من أعرق الحضارات عبر التاريخ، لذا هدف البحث لدراسة السمات الفكرية للعمارة الإسلامية وفقاً لهندسة الطاقة الحيوية، ودراسة مدى تحقيق بعض المفردات المستخدمة في واجهات العمارة الإسلامية لمنظومة العمارة النوعية.

كلمات مفتاحية: حضارة إسلامية – واجهات إسلامية – عمارة نوعية – طاقة حيوية – بيوجيومتري.

* م. رشا علي صالح، طالبة دراسات عليا (ماجستير)، قسم التصميم المعماري، كلية الهندسة المعمارية، جامعة البعث.

** أ.د.م. نضال سطوف، أستاذ في قسم التصميم المعماري، كلية الهندسة المعمارية، جامعة البعث، مشرف رئيسي على رسالة الماجستير.

Achieving the Qualitative Architecture System in the Facades of Islamic Architecture

Abstract:

Studies related to energy science are considered as a revolution in the field of modern architectural studies, which included most of the ancient civilizations (Egyptian, Greek and Syrian), and revealed the hidden advantages that the ancient architecture followed in its design.

Since the Islamic civilization in considered one of the oldest civilizations throughout history, the aims of this research are:

1. to study the intellectual features of Islamic architecture according to Biogeometry engineering.
2. To study the extent to which some elements of the Islamic facades achieve the qualitative architectural system.

Keywords:

Islamic Civilization – Islamic facades – Quality architecture – Biogeometry.

المقدمة:

نتيجة للتطور التكنولوجي الحديث ظهرت مجموعة من الأفكار والعلوم المتعلقة بالطاقة كأساس لاستيعاب المفهوم الكوني، فعلى الرغم من وجود دراسات تاريخية قديمة في الحضارات الإغريقية والمصرية والسورية القديمة تؤكد اهتمام المصممين باختيار موقع البناء وشكله ونسبه بشكل يحقق تعظيم للطاقة الإيجابية ضمن المبنى، إلا أنه تم إغفال هذه الدراسات في العمارة الحديثة، ومن هد المنطلق\ ظهر علم هندسة الطاقة الحيوية (البيوجيومتري) الذي اعتمد في أسسه على دراسة الطاقة الخفية في الحضارات القديمة، والإضاءة على أهم المبادئ التي ساهمت في تحقيق نوعية طاقة إيجابية في الأبنية الأثرية والتراثية. وبما أن الحضارة الإسلامية تعتبر من أعرق الحضارات عبر التاريخ، لذا كان لابد من دراسة سمات هذه الحضارة بشكل أوسع وفقاً لهندسة الطاقة الحيوية، مما من شأنه أن يكشف اللثام عن بعض المزايا الخفية لهذه الحضارة.

أهمية البحث:

تنبع أهمية البحث من ضرورة تتبع تاريخ التصميم وفق هندسة الطاقة الحيوية في مختلف الحضارات القديمة، وخصوصاً الحضارة الإسلامية، ودراسة السمات التي حققت مزايا نوعيّة من أجل إعادة تفعيلها حديثاً.

هدف البحث:

دراسة مدى تطابق الفكر التصميمي الإسلامي مع مبادئ العمارة النوعية، ودراسة مدى تحقيق مفردات وعناصر الواجهات الإسلامية للسمات النوعية لهندسة الطاقة الحيوية.

منهجية البحث:

يتبع البحث المنهجيات البحثية التالية:

منهج نظري: في الشق الأول من خلال التعريف بأسس التصميم وفق هندسة الطاقة الحيوية، وسمات التصميم الهندسي الإسلامي.

منهج مقارن: من خلال مطابقة السمات الفكرية للتصميم الهندسي الإسلامي مع أسس التحكم بنوعية الطاقة.

منهج تحليلي: من خلال تحليل بعض العناصر المميزة المستخدمة في الواجهات الإسلامية وفقاً لهندسة الطاقة الحيوية.

أولاً: أسس التصميم وفق هندسة الطاقة الحيوية:

1. علم هندسة الطاقة الحيوية Biogeometry: هو علم يعتمد على المقاييس النوعيّة وُضِعَت أسسه من قبل الدكتور إبراهيم كريم لقياس وتقييم تأثير حقول الطاقة بالاعتماد على أسس مستمدّة من التراث المعماري القديم، فكان علم هندسة الطاقة الحيويّة الذي يدرس تأثير الأشكال الهندسيّة على طاقة الإنسان الحيويّة، ويوجد الحلول لتأثيراتها السلبيّة ويقوّي تأثيراتها الإيجابيّة، وبالتالي فهو العلم الذي يساعدنا على التخلّص من التلوّث الإشعاعي الذي نعاني منه بشدّة.[1] مكونات هذا العلم هي الطاقة والشكل والوظيفة، حيث تنقسم الطاقة إلى طاقة إشعاعية موجودة في الكون (طبيعية أو ناتجة عن صنع الإنسان) وطاقة حيوية موجودة في جسم الكائن الحي، وترتبط الوظيفة بطبيعة الأنشطة التي تتم ضمن أي فراغ، ويعبر الشكل عن الفراغ المعماري ثلاثي البعد أو الشكل ثنائي البعد.

2. مكونات علم هندسة الطاقة الحيوية: يدرس علم هندسة الطاقة الحيوية العلاقة المتبادلة بين الطاقة والشكل والوظيفة. (الشكل 1)

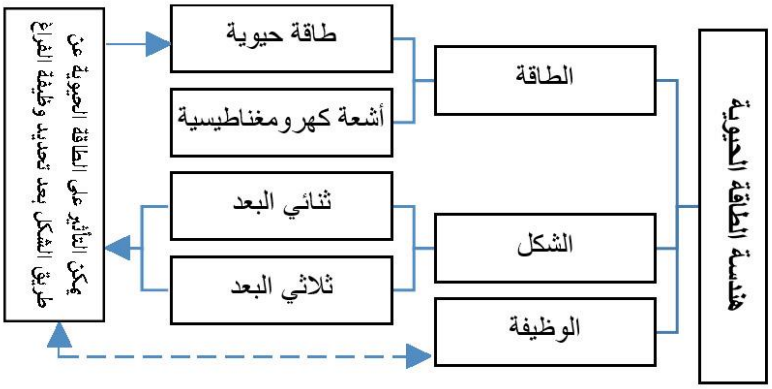
1.2. الطاقة: تنقسم الطاقة بشكل أساسي لثلاثة أنواع وهي حركية أو كامنة أو إشعاعية، يختص علم هندسة الطاقة الحيوية بدراسة الطاقة الإشعاعية، حيث تعتبر الإشعاعات الكهرومغناطيسيّة من المكونات الشائعة للغاية في الغلاف الجوّي إلى جانب درجة الحرارة والصوت، وهي موجات ذاتية الانتشار ذات ترددات وأطوال موجات مختلفة، وتكون موجودة إما بشكل طبيعي في الكرة الأرضية أو ناتجة عن صنع الإنسان من المعدات

التكنولوجية الحديثة أو موجودة في جسم الكائن الحي.[3] [1] وتقسم الطاقة طبقاً لصفة مقياسية إلى طاقة كميّة أو نوعيّة.

2.2. الشكل: يعتبر الشكل الركيزة الثانية من ركائز علم هندسة الطاقة الحيوية، فمن خلال الشّكل يمكن إدخال الطّاقة المنظّمة في جميع أنواع الطّاقات ومن ثمّ إعادة الاتزان للوظيفة، فالأشكال الهندسية ثنائية أو ثلاثية البعد يتم دراسة نسبها وأبعادها بدقّة ليكون لها قدرة على تنظيم الطاقة بحيث تتفاعل مع مجالات الطاقة الكهرومغناطيسيّة المحيطة بها والمتخللة لها فتستطيع بذلك إمّا أن تعيد توازن الطاقة داخلها أو تقوم بإحداث خلل في الطاقة المتخللة لها وبالتالي تستطيع إدخال التوازن في مجالات الطاقة الحيويّة في جسم الإنسان. [13]

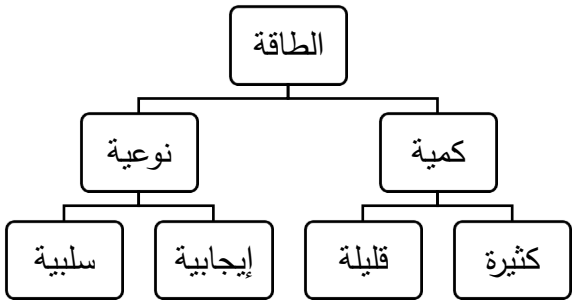
حيث أنه عند تعرض الإنسان لطاقة غير منظّمة (بنوعيها إيجابية وسلبية)، يقوم الحيز المبني (الممثل للشكل المعماري) بتنظيم هذه الطاقة داخل حيز المبنى المدروس طاقياً، وبتحديد نوعية الطاقة التي يتعرض لها شاغل الفراغ لزيادة نشاط محدد لديه وكذلك لتحقيق الوظيفة المرجوة من الفراغ.[7]

3.2. الوظيفة: تعتبر الوظيفة الركيزة الثالثة من ركائز علم هندسة الطاقة الحيوية، فعند تعرّض جسم الإنسان للطاقات الضارّة الموجودة في البيئة المحيطة به تتفاعل معه بصورة سلبيّة، فيحدث عدم اتزان وخلل في وظائف الطاقة والذي يظهر بشكل تشوّه في هالته، أي يصبح هناك ضعف في تدفّق الطاقة، وبالتالي يمكن عن طريق تصميم المبنى بشكل معيّن تحديد مجال الطاقات الكهرومغناطيسيّة التي سيتعرّض لها الإنسان وفقاً لوظيفة الفراغ وبالتالي التأثير على طاقته الحيوية بصورة إيجابية. [3]



(الشكل 1): مكونات علم هندسة الطاقة الحيوية. المصدر: من عمل الباحث

3. طبيعة الطاقة: يمكن تصنيف الطاقة إما حسب نوعها: سلبية أو إيجابية، أو بحسب كميتها: كثيرة أو قليلة (الشكل 2).



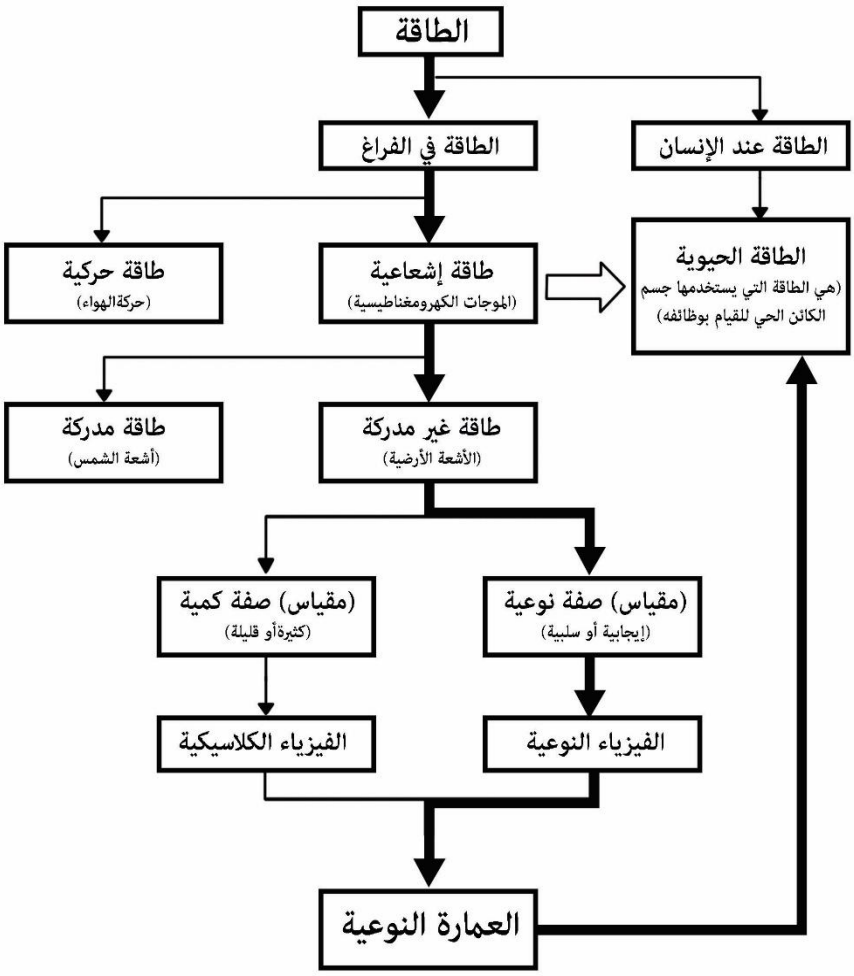
(الشكل 2): طبيعة الطاقة (كمية ونوعية). المصدر: من عمل الباحث

كلما زادت كمية الطاقة في الفراغ زاد تأثيرها على الإنسان وذلك بنوعيها (سالبة أو موجبة)، كما أن غياب الكم يؤدي إلى غياب التأثير النوعي. [7] حيث ترتبط دراسة كمية الطاقة بدراسة طول الموجة المحتبسة ضمن الفراغ أو المنبعثة من العناصر الخطية، وبتوجيه الفراغ وفقاً لمسارات الأشعة الأرضية (حيث يكون مسار الأشعة من الجنوب نحو الشمال) ، بينما يمكن التحكم بنوعية الطاقة عن طريق مجموعة من مبادئ التصميم الذي

وضعها علم هندسة الطاقة الحيوية، ويتبع الشق الذي يهتم بدراسة كمية الطاقة ضمن الفراغات للفيزياء الكلاسيكية، بينما يتبع الشق المتعلق بالتحكم بنوعية الطاقة ضمن الفراغ للفيزياء النوعية.[7]

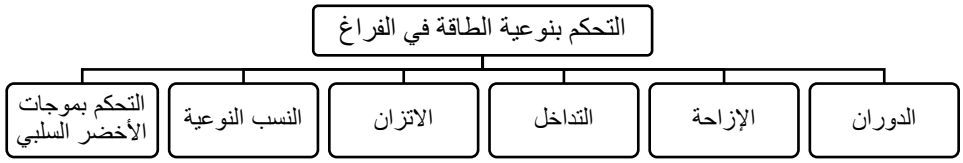
4. الفيزياء النوعية: إنّ الطبيعة لا تفهم وحدات قياسنا العملية، فالسنتمتر والبوصة والفولت... إلخ غير موجودة في الطبيعة وإنما هي الطريقة التي يتبعها الإنسان لفهم الطبيعة عن طريق جعلها كميّة، ففي الطبيعة نجد أنّ كل رقم له ترددات نوعية يمكن أن تنتقل عن طريق التفاعل ويمكن أن تنتج تأثيرات معينة على نظم طاقة أخرى، فمثلاً عند وصف وردة يمكن استخدام الأساليب الكمية لوصف أبعادها وألوانها وأشكالها، لكن عند وصف رائحتها تحولنا من فيزياء كمية إلى فيزياء نوعية.[21]

5. العمارة النوعية: هو فرع من أفرع الفيزياء النوعية، يشير إلى العمارة التي تهتم بدراسة نوعية الطاقة غير المدركة في الفراغ (أشعة كهرومغناطيسية)، بغرض زيادة الطاقة الحيوية لدى شاغلي الفراغ، حيث يتم التأثير على الطاقة الحيوية في جسم الإنسان عن طريق الشكل بعد تحديد وظيفة الفراغ، وبالتالي تحقق العمارة النوعية حينها زيادة الكفاءة الوظيفية للفراغ.[7]



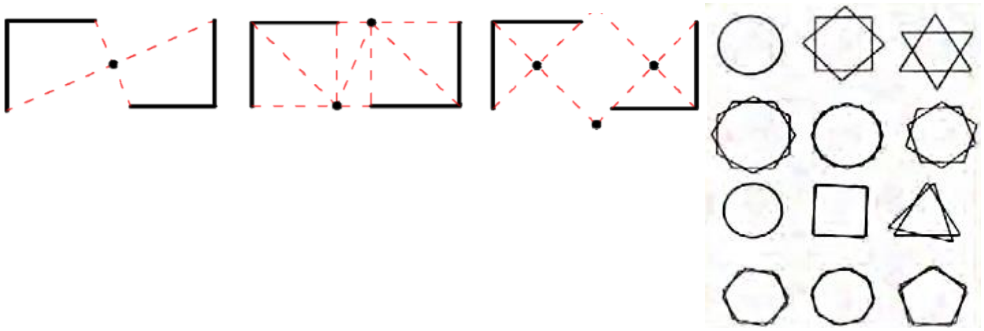
(الشكل 3): العمارة النوعية. المصدر: [7]

6. التحكم بنوعية الطاقة في الفراغ المعماري (منظومة العمارة النوعية): يمكن التحكم بنوعية الطاقة في الفراغ من خلال تطبيق مجموعة من المبادئ التصميمية التالية[3]:



(الشكل 4): أساليب التحكم بنوعية الطاقة. المصدر: من عمل الباحث

1.6. الدوران (إيجاد مركز للشكل): هو من أهم أسس التشكيل في هندسة الطاقة الحيوية، حيث يولد حركة تعمل على إعادة تنشيط طاقة الشكل وتوزيعها، بالإضافة لتوليد مركز خفي غير ظاهر يعمل على إنتاج نوعية طاقة منظمة ونشرها بالفراغ المحيط بالشكل،[3] [14] مما يؤكد هذا المفهوم أن منظومة الكون مبنية على وجود مركز، فحركة الأفلاك والكواكب تتبع مركز محدد، وحركة الالكترونات ضمن الذرة كذلك، وبالتالي فإن البحث عن مركز الشكل وإظهاره هو إظهار لطاقة هذا الشكل.[15]

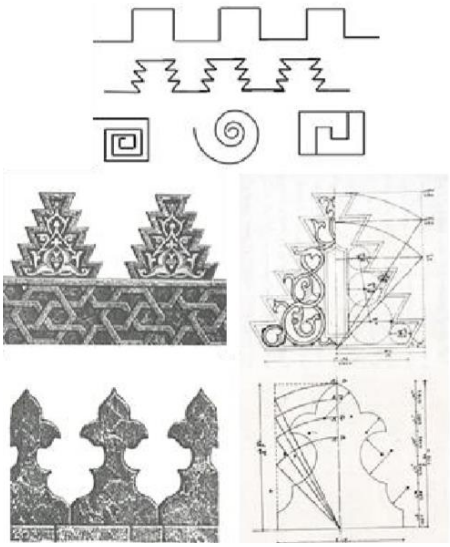


(الشكل 5): تدوير الأشكال مما يخلق مركزاً. المصدر: [3]

(الشكل 6): المراكز المختلفة التي يخلقها الدوران. المصدر: [16]

2.6. الإزاحة (إيجاد محور افتراضي): يعد أسلوب تعيين محور افتراضي للتكوين لتحقيق التوازن النوعي لطاقته من الأساليب الشائعة في علم هندسة الطاقة الحيوية، فإن تكرار العناصر المتماثلة وفقاً لمحور مشترك يضفي حركة على التصميم تسهم في نقل الطاقة بينها. [3]

3.6. التداخل: تبنى فكرة التداخل في هندسة الطاقة الحيوية على مبدأ الثنائيات المتضادة، كالسماء والأرض، الموجب والسالب، الليل والنهار، يمكن تحقيق هذا المبدأ معمارياً من خلال التداخل بين الكتلة والفراغ، أو بين مادتين مختلفتين أو لونين متضادين، ينتج عن هذا التداخل طاقة تعرف بالموجة الحاملة، تعمل على نشر الطاقة المنظمة بينهما نتيجة تعدد المراكز الناتج عن هذه التداخلات. [15]



(الشكل 7): نماذج تطبيق مبدأ التداخل.

المصدر: [14]

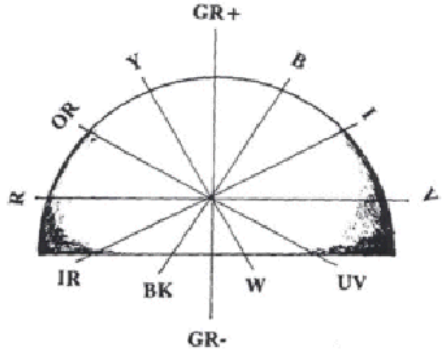
4.6. الاتزان: يعتبر الاتزان من أكثر السمات تطبيقاً في الحضارات القديمة، سواء أكان الاتزان مادياً يرتبط بالشكل والوزن أو معنوياً يرتبط بالعقل والعاطفة، ينبع الاتزان الإنشائي من وجود قوى ناتجة عن الوزن وعن قوة الجاذبية الأرضية، بحيث أن سريان قوة الوزن في العناصر الإنشائية ينتج عنه مجالات طاقة قوية ومتزنة باتزان انتقال الحمل، فمن خلال علم هندسة الطاقة الحيوية يمكن تحميل جميع العناصر الإنشائية بالطاقة المنظمة الإيجابية ليحمل معه مكونات الطاقة الإيجابية للمبنى بأكمله، ومن هذا المفهوم ومفهوم التوجيه (قطبية الطاقة) استطاع الباحثين التوصل لأحد الحلول التي تنتج عنها طاقة منظمة بالفراغ، وذلك من خلال تحديد مركز ثقل الفراغ،[16] يخلق الاتزان تكامل لاتجاهين مختلفين لسريان الطاقة ومع تضاد هذين النوعين من الطاقة على يمين ويسار محور السريان للطاقة تتولد الطاقة المنظمة. [4]

5.6. النسب النوعية (التأثير النوعي للأرقام): النسبة هي العلاقة بين شيئين متماثلين في النوع ومختلفين في الكم، مما لا شك فيه أن أكثر ما ميز الحضارات القديمة سواء السورية أو المصرية أو الإغريقية أو غيرها هو اعتماد المصممين على نسب دقيقة جداً في التصميم، وكانت مطبقة في جميع أنواع الأبنية السكنية والدينية والقصور وغيرها، قام الباحثين في مجال التاريخ والطاقة بدراسة هذه النسب وتأثيرها على توازن الطاقة، فوصلوا من خلالها لسبعة نسب تمت تسميتها بالنسب النوعيّة لارتباطها بمراكز الطاقة الحيوية في جسم الإنسان، حيث تكون الطاقة المنحبسة أو المنبعثة من الشكل المصمم وفق أحد هذه النسب قادرة على التأثير بأحد مراكز الطاقة لدى الإنسان، لذا تعتبر هذه النسب العامل الأول في التصميم وفق منظومة طاقة الشكل، حيث يعمل الشكل كهوائي يتناغم ويبث الطاقة تبعاً للنسبة التي تم تصميمه وفقها،[13][7] وهذه النسب هي:

نسبة 8/15، نسبة 3/5، نسبة 2/3، نسبة 3/4، نسبة 4/5، نسبة 8/9، نسبة 1/1.

6.6. التحكم بموجات الأخضر السلبي: ينبعث من مركز نصف الكرة المقطوع موجة تسمى موجة الأخضر السلبي* (Negative Green) تنفذ هذه الموجة من خلال كل شيء ولها خصائص اتصال قوية للغاية على جميع مستويات الطاقة الدقيقة في الطبيعة، وتمتاز بأن لها خاصيّة ذبذبيّة وتنقسم إلى مركبتين:

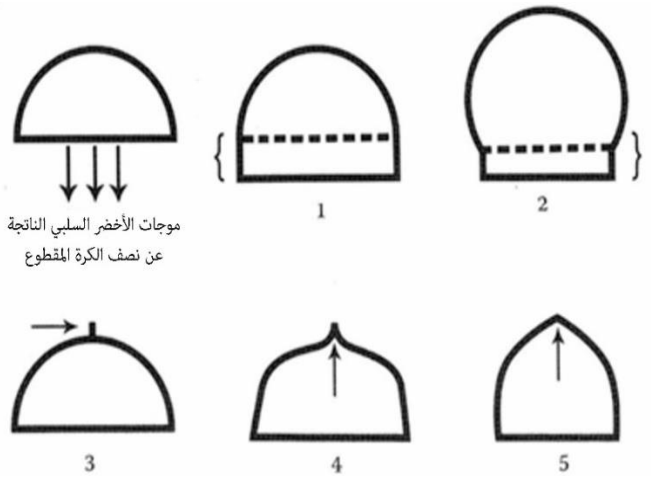
- مركبة أفقيّة: وتسمّى بالأخضر السلبي المغناطيسي وهي نوعيّة مفيدة مثل الطّاقة الروحيّة المنظّمة الموجودة في أماكن العبادة.
- مركبة رأسيّة: وتسمّى بالأخضر السلبي الكهربائي وهي نوعيّة ضارّة وتوجد في أماكن انبعاث الطاقة الضارّة من الأرض (السرطانيّة)، بما أنّ الطاقة في جسم الإنسان تسري في موجات أفقيّة ووجود موجات رأسيّة في مجال طاقته هو دليل على الخلل والمرض.[10]



(الشكل 8): نصف الكرة المقطوع وموجات الأخضر السلبي. المصدر: [1]

* سميت بالأخضر السلبي لأنّه عند قطع الكرة فإنها تقع في المنطقة الرمادية بين الأبيض والأسود ومقابل اللون الأخضر.

تعتبر القبّة من أكثر الأشكال الهندسيّة استخداماً في الحضارات القديمة، وتستمدّ شكلها من نصف الكرة، أي أنّ لديها نفس صفات الطَاقة في نصف الكرة، مما يسبب انبعاث موجات الأخضر السلبي من أسفلها، لذا عمد المعماريون القدماء على تطبيق تصحيح لإلغاء مكوّن الأخضر السلبي الرأسي(الكهربائي)، لكي يستطيعوا استغلال انبعاث موجات الطّاقة الروحيّة الأفقيّة فقط، لذا نلاحظ استخدامهم للقبّة على وجه التحديد في أماكن العبادة، هناك عدّة طرق لإلغاء هذا التأثير طبّقها القدماء في تصميماتهم للقباب الموجودة في المباني التاريخية.[2] ويظهر (الشكل 9) أمثلة لبعض الحلول الممكن تطبيقها على القباب لإلغاء تأثير المركبة الرأسية للأخضر السلبي.



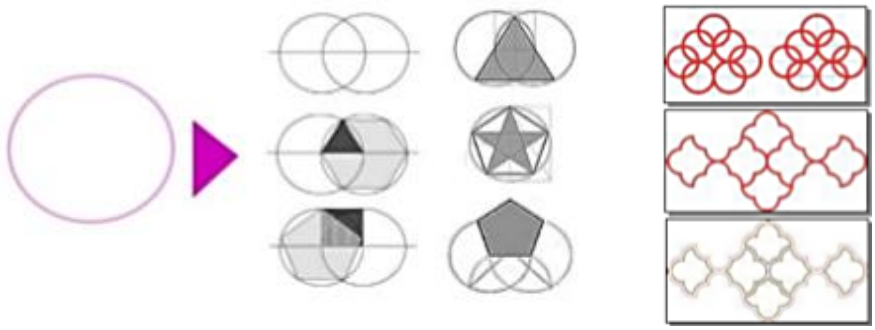
(الشكل 9): أمثلة لحلول القبب التي ممكن أن تلغي المركّبة الرأسية الضارّة للأخضر السلبي. المصدر: [3]

ثانياً: سمات التصميم الهندسي الإسلامي:

سيتم بدايةً شرح السمات الفكرية للعمارة الإسلامية التي انعكست على تصميم عناصر ومفردات الحضارة الإسلامية:

1. المركز في الحضارة الإسلامية: تعتبر الدائرة مركز الكون، وترتبط ارتباطاً وثيقاً بالمركز، فلا يمكن انشائها دونه، فمركز الدائرة هو الأكثر أهمية لأن الذبذبات المرسلة والمستقبلة تتجمع في هذا المركز وتنتقل منه إلى الفراغ المحيط بها، حيث تصدر إشعاعات عالية القوة من المركز للوسط المحيط، وأفضل مثال عن الطاقة النابعة من المركز في الحضارة الإسلامية هو الطواف حول الكعبة، حيث تكون حركة الطواف بشكل دوامة يصدر عنها طاقة إيجابية مفيدة ومنشطة للجسم[14]، وفي الفلسفة الإسلامية كان الاهتمام برسم الأطباق النجمية المتعددة ذات الأذرع مختلفة الأعداد تعبيراً عن قلوب المسلمين الساجدة والمتجهة نحو نقطة ومركز واحد، ومعبرة عن فكرة التوحيد،[15] كما تعتبر الدائرة الشكل الأساسي الذي يتم من خلاله رسم الأشكال الهندسية المنتظمة، حيث يتولّد منها معظم الأشكال المستخدمة في الحضارة الإسلامية، سواءً في الزخارف الداخلية والخارجية وفي تشكيل المقرنصات والشرفات أعلى الواجهات.[14]

(الشكل 10): مبدأ المركز والطواف في الفكر الإسلامي. المصدر: [14]



(الشكل 11): توليد الأشكال الهندسية المنتظمة من الدائرة. المصدر: [14]

2. الإيقاع (الوحدة والتكرار): تمتاز أغلب مظاهر الحياة بطابع إيقاعي منتظم، فهناك إيقاع ذو مسافات متساوية منتظمة يسمى بالإيقاع الرتيب، أو بمسافات غير متساوية يسمى بالإيقاع غير الرتيب، مثل الإيقاع المتزايد أو المتناقص، وكلمة إيقاع في التكوين تعني تكرار الكتل أو العناصر تكراراً ينتج عنه وحدات متماثلة، تمثل العنصر الإيجابي، ويتكون بين هذه الوحدات مسافات، تمثل العنصر السلبي، ولا يعد أي تصميم في حيز الوجود في غياب هذين العنصرين،[15] ويلعب الإيقاع دوراً هاماً في الحضارة الإسلامية، فقد اعتمد المصمم بشكل كبير على تكرار وحدة معينة في نظام خطي أو حول مركز، كما في الزخارف الإسلامية الذي يمثل إيقاعات لأشكال هندسية تجريدية (وحدات) تتكرر حول عدة محاور في نظام متداخل ومتناظر ومتماثل، كما تم تطبيق الإيقاع في تكرار النوافذ والأقواس على الواجهات الخارجية وواجهات الأفنية ضمن نظام متماثل، وفي تكرار الشرفات أعلى الواجهات التي تمثل وحدة متكررة بمسافات متساوية.[14]

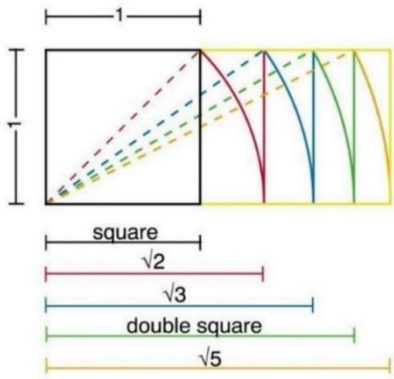
3. التوازن والتناسق: يعتبر الاتزان من أهم سمات التصميم في الحضارة الإسلامية، والذي يتطابق مع مبدأي المركز والإيقاع، فبوجود المركز أو المحور الذي تتجمع حوله

باقي عناصر التكوين يعمل هذا المركز على جذب الطاقة المنظمة وتوزيعها إلى كامل أجزاء الفراغ، كما يتحقق الاتزان أيضاً بوجود الإيقاع الناتج عن تكرار النمط في التكوين، وحققت العمارة الإسلامية مبدأ الاتزان في تصميم الواجهات الخارجية من خلال التناظر وفق محور أساسي يمر غالباً بمنطقة الدخول للمبنى، وفي التناظر وفق مركز في الزخارف الإسلامية المستخدمة داخلياً وخارجياً، وكذلك في تصميم عناصر الفرش.[14]

(الشكل 12): تحقيق التوازن والتناسق في الزخارف الإسلامية والواجهات وعناصر الفرش.

المصدر: [14]

4. النسب: اعتمدت معظم الحضارات القديمة بما فيها الإسلامية على استخدام نسب ثابتة في التصميم والتكوين، كانت تتبع أسس فلكية وهندسية في الغالب، فمن نسبة المربع تشكلت باقي النسب التي تولدت عنه وكانت مواقع النجوم والمجرات مبنية عليه بدقة، هذه النسب هي بالتتالي: نسبة 1/1، نسبة √2/1، نسبة √3/1، نسبة ½، نسبة √5/1، إضافة للنسبة الذهبية النسبة الأكثر شهرة في العمارة عبر التاريخ 1.16. [8]



(الشكل 13): النسب الناتجة عن الشكل المربع. المصدر: [3]

ثالثاً: دراسة سمات العمارة الإسلامية وفقاً لهندسة الطاقة الحيوية:

لدراسة سمات العمارة الإسلامية وفق هندسة الطاقة الحيوية سيتم أولاً دراسة الأسس المشتركة بين السمات الفكرية للتصميم الإسلامي ومقارنته بأساليب تعديل نوعية الطاقة ضمن الفراغ، ثم سيتم تحليل بعض العناصر المعمارية البارزة المستخدمة في واجهات الحضارة الإسلامية وفقاً لهذه النقاط لتحديد كمية الطاقة في كل منها.

1. الأسس المشتركة بين السمات الفكرية للتصميم الهندسي الإسلامي وهندسة الطاقة الحيوية:

لدراسة النقاط المشتركة سيتم مقارنة أساليب التحكّم بنوعية الطاقة الستّة التي تمّ ذكرها سابقاً مع سمات التصميم الهندسي الإسلامي وتحديد نقاط التقاطع بينهما، مع ذكر مثال عن تطبيقها، والذي تم تلخيصه في الجدول التالي:

(الجدول 1): السمات الفكرية للتصميم الهندسي الإسلامي وفق هندسة الطاقة الحيوية.

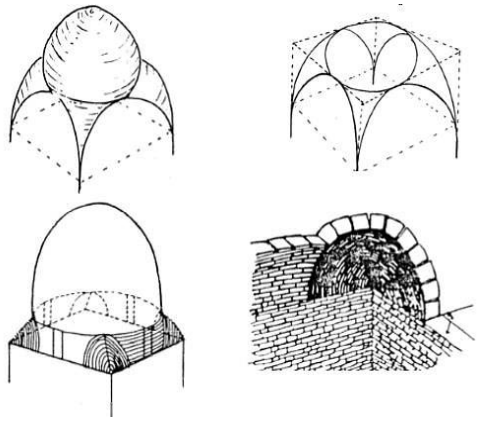
التحكم بنوعية الطاقة	سمات التصميم الهندسي الإسلامي
الدوران	كانت فكرة الطواف حول الكعبة من أهم سمات الفكر الإسلامي الذي انعكس على مختلف جوانب التصميم، والذي ارتكز على مبدأ وجود مركز تتوزع حوله العناصر، مثل وجود الفناء الداخلي وتوزع الفراغات حوله، أو وجود نافورة مياه وسط الفناء تتوزع حولها الجلسات، أو اختيار شكل هندسي بسيط يتكرر بحركة دورانية مشكلاً زخارف فائقة الروعة.
الإزاحة	بما أنه من أهم سمات العمارة الإسلامية هو الإيقاع وبالتالي فإنه لتحقيق الإيقاع يكون بحاجة لوجود وحدة متكررة تحقق إزاحة بمسافات معينة، فمن الممكن اعتبار العناصر المتماثلة المتكررة بإيقاع رتيب محققة لمبدأ الإزاحة، مثل تكرار الأقواس والعقود على الواجهات بحركة إزاحة.
التداخل	يمكن تحقيق هذا المبدأ معمارياً من خلال التداخل بين الكتلة والفراغ، أو بين مادتين مختلفتين أو لونين متضادين، وهو ما شهدته العمارة الإسلامية بشكل كبير في الشرافات أعلى الأبنية، وفي المشربيات المفرغة التي حققت تداخل هندسي منتظم بين الكتلة والفراغ.
الاتزان	يعد الاتزان من أهم سمات العمارة الإسلامية ويتطابق مع مفهوم الاتزان في هندسة الطاقة الحيوية.

النسب النوعية	اثبتت جميع الدراسات في الحضارة الإسلامية اعتماد المصممين على نسب دقيقة في التصميم، كانت هذه النسب مشتقة من علاقات هندسية ومن النسبة الذهبية، حيث استخدمت النسبة 1/1 بشكل أساسي في الشكل الخارجي للمبنى (سكن، قصر) وكذلك في الفناء الداخلي، لتأثيرها على المركز الطاقي الأول الذي يمثل الصلة بالأرض والعائلة، بينما استخدمت النسبة 15/8 في الأبنية الدينية (الكنائس على وجه التحديد) لتأثيرها على المركز الطاقي السابع الذي يمثل الصلة بالروح والكون والذي يرتبط مع الأبنية الدينية، والنسبة 3:4 في الفراغ الداخلي للكنيسة و الذي يعتبر المركز الوسطي من مراكز الطاقة الحيوية فإدخال التوازن إليه يؤدي لإدخال التوازن في جميع المراكز الأخرى.[8]
التحكم بموجات الأخضر السلبي	تعتبر القبة من أكثر معالم العمارة الإسلامية شهرة، وعلى الرغم من أن القباب أخذت أشكال مختلفة في كل عصر من عصور العمارة الإسلامية إلا أن جميع أشكال القباب كانت معدّلة عن الشكل نصف الكروي وبالتالي حققت تعديل لنوعية الطاقة بإلغاء مركبة الأخضر السلبي الرأسية والحفاظ على المركبة الإيجابية فقط.

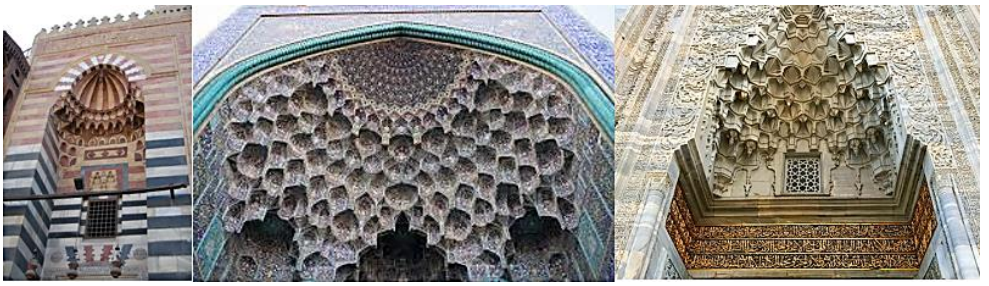
2. دراسة عناصر الواجهات في العمارة الإسلامية وفق هندسة الطاقة الحيوية:

سيتم شرح العناصر المعمارية البارزة المستخدمة في واجهات الحضارة الإسلامية وهي المقرنصات والشرفات والأقواس والعقود والمشربيات والزخارف، ثم تحليل هذه العناصر وفقاً لهندسة الطاقة الحيوية لتحديد النقاط الإيجابية في تصميمها وكمية الطاقة في كل منها.

1.2. المقرنصات: المقرنصات هي مجموعة من المحاريب والحنايا الصغيرة المتراكبة والمترابطة بصفوف وأنساق مدروسة التوزيع والتجميع والتراص، بحيث تشبه أقراص الشهد أو خلايا النحل، كانت بداية نشأة المقرنص كعنصر إنشائي لتحويل الشكل المربع إلى دائري ثم يتم بناء القبة عليها، ثم أخذت بالتطور بمضاعفة عدد طبقاتها ثم بتنوع أشكالها وخطوطها ما بين مستقيمة ومنكسرة بزوايا مختلفة ومنحنية أيضاً، وتم استخدامها لاحقاً كناحية جمالية وتزيينيه في الواجهات وخصوصاً في الأبنية الدينية.[17]

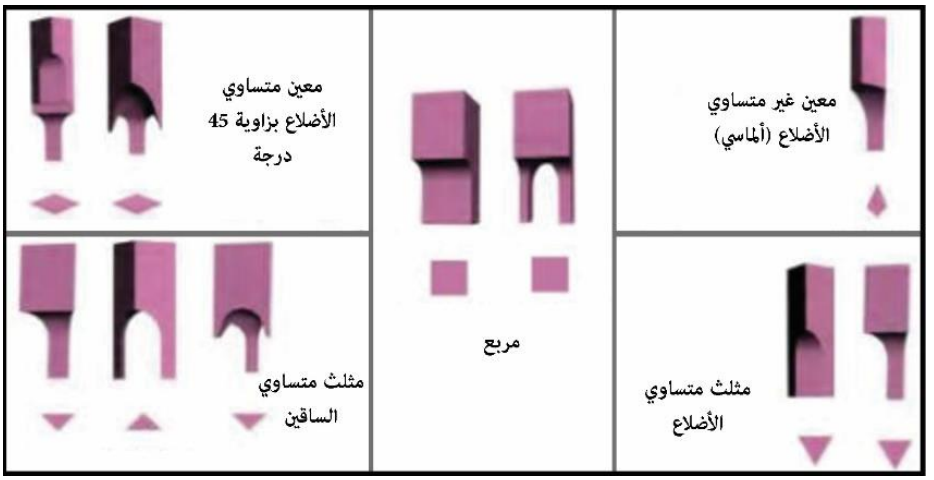


(الشكل 14): المقرنص كعنصر إنشائي لتحويل الشكل المربع إلى دائري. المصدر: [17]



(الشكل 15): استخدام المقرنصات كعنصر تزييني في الواجهات. المصدر: [17]

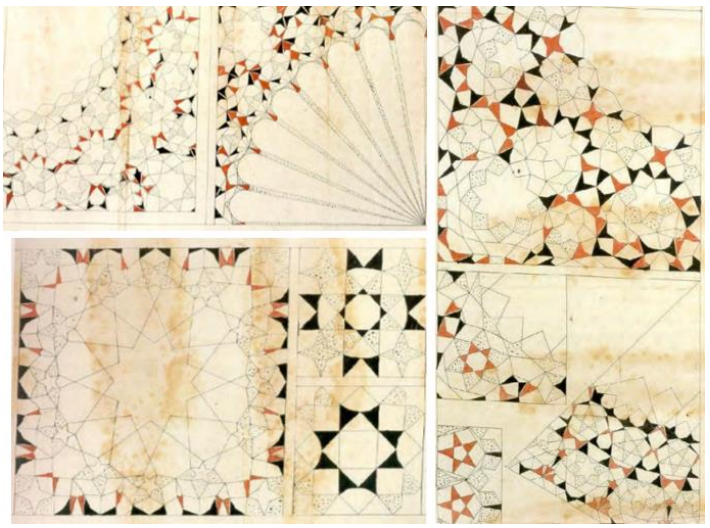
الأجزاء المكونة للمقرنصات مختلفة الأشكال والأسماء، ويظهر (الشكل 16) الصور التخطيطية لبعض الأشكال الشهيرة وأسمائها ومساقطها الأفقية، والتي استنتجها المعماري الإسلامي من الشكل المربع الذي يعتبر الشكل المسطح الأساسي للتناسب والتناسق، وتم اشتقاق الأشكال الباقية منه وهي المثلث متساوي الساقين، والمربع، والمثلث متساوي الأضلاع، والمعين متساوي الأضلاع بزاوية 45 درجة، والمعين غير متساوي الأضلاع (الألماسي). [5]



(الشكل 16): الصور التخطيطية لبعض أشكال المقرنصات الشهيرة ومساقطها الأفقية.

المصدر: [5]

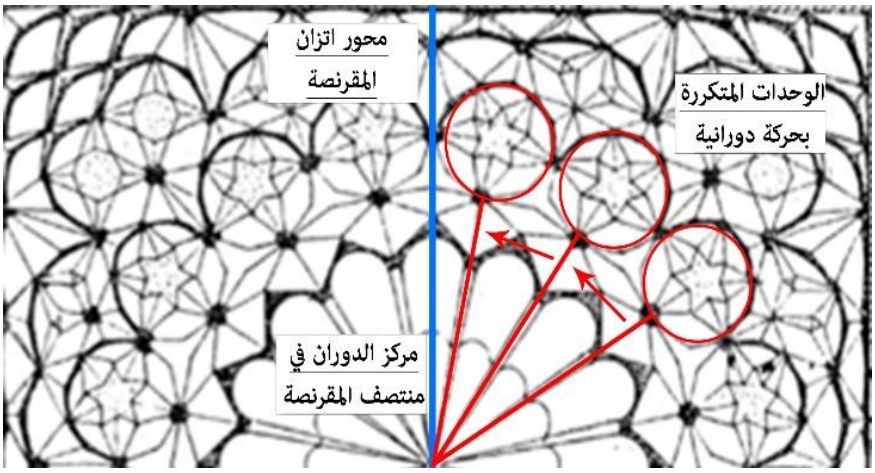
كيفية تخطيط المقرنصات: بشكل عام يبدأ المعماري برسم المسقط الأفقي للمقرنص أسفل المكان المراد تنفيذه سواء كان المقرنص يغطي كامل الفراغ، أو عنصر انتقالي يغطي زاوية فقط، أو كان المقرنص حنية ضمن جدار، ويظهر (الشكل 17) مساقط أفقية متنوعة لبعض المقرنصات.



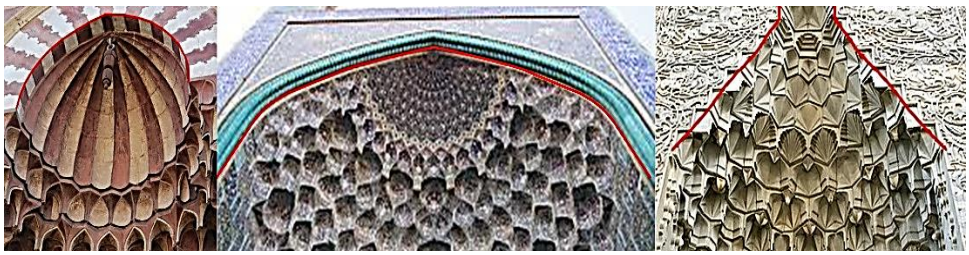
(الشكل 17) مساقط أفقية لأشكال مختلفة للمقرنصات. المصدر: [5]

في جميع الأشكال السابقة كانت الوحدات المقرنصة تصطف بشكل دائري يتبع مركز معين في كل صف من صفوف المقرنص، كما أن المقرنصات متناظرة وفقاً لمركزها وبالتالي تحقق مبدأ الاتزان (الشكل 18)، وتتوضع الوحدات المقرنصة في الصف الأعلى بشكل وسطي ومتعامد مع الحنيتين السفليتين [5] مما يحقق مبدأ الإزاحة من مبادئ التشكيل وفق هندسة الطاقة الحيوية، وبفضل وجود الحنيات في كل وحدة من وحدات المقرنصة تحقق التداخل بين الكتلة والفراغ وبالتالي تحقق لمبدأ التواصل (الشكل 19)، وأخيراً بما أن المقرنصات استخدمت بشكل أساسي كناحية إنشائية لتحويل الشكل المربع

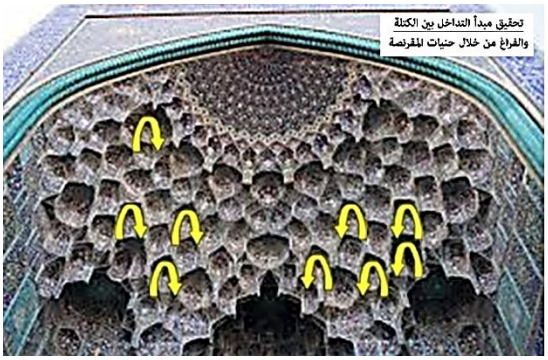
إلى دائري فبالتالي يكون تكوين المقرنص بشكل قبة معدلة عن الشكل نصف الكروي وبالتالي تلغي تأثير المركبة السلبية للأخضر السلبي (الشكل 20)، لا يمكن دراسة النسب النوعية في المقرنصات بالمجمل حيث تم استخدام نسب مختلفة في كل مبنى.

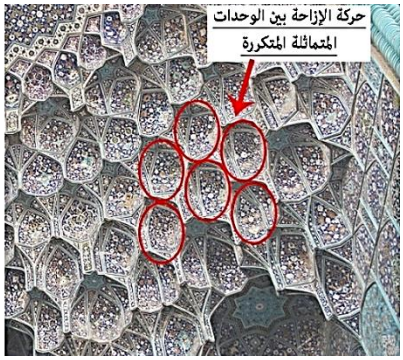


(الشكل 18): تحقيق مبدأي الدوران والاتزان في المقرنصة. المصدر: من عمل الباحث



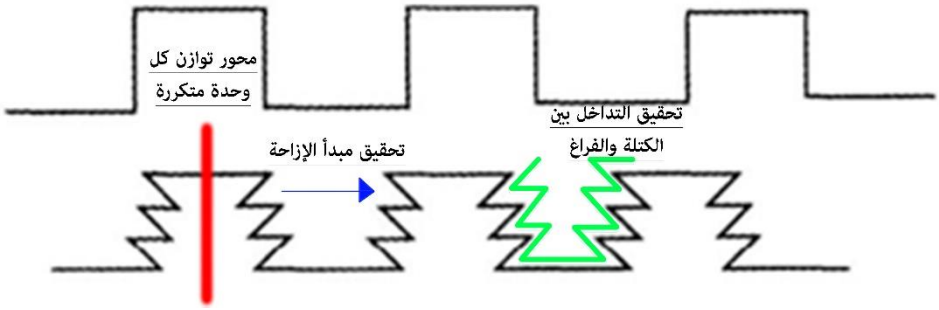
(الشكل 19): تحقيق مبدأي الإزاحة والتداخل في المقرنصة. المصدر: من عمل الباحث





(الشكل 20): تعديل شكل القبة في المقرنصة. المصدر: من عمل الباحث

2.2. الشرافات: هي نوع من أنواع الزخارف التي عادة ما يتوج الأبنية الهامة، وهي عبارة عن شكل واحد متكرر، وهي إما شرف مسننة أو مورقة على شكل أوراق نباتية،[12] الهدف الأساسي لاستخدام الشرافات ليس فقط من الناحية الجمالية أو الزخرفية وإنما استخدمت لغايات دفاعية في المباني الهامة مثل الحصون والقلاع والأسوار، واستخدمت فوق القصور والبيوت غرض جمالي وتزييني، [1] لا يوجد شكل زخرفي محدد تم استخدامه في أشكال الشرافات بل اتخذ كل مبنى شكل خاص به، لكن جميع الشرافات أخذت ذات المبدأ في التجميع حيث تتوزع حول الجدران الخارجية بمسافات متساوية محققة لمبدأ الإزاحة، وتتداخل فيها الكتلة مع الفراغ مما يحقق مبدأ التواصل، كما أن كل وحدة من الوحدات هذه تحقق مبدأ الاتزان وفق محورها الشاقولي. كما يظهر (الشكل 21).



(الشكل 21): سمات التصميم وفق هندسة الطاقة الحيوية التي تم تطبيقها في الشرافات.

المصدر: من عمل الباحث

3.2. الأقواس والعقود: يستخدم لفظ العقد في العمارة للدلالة على عن القوس المبني الذي يربط بين طرفين ويشدهما.[6] تنوعت أشكال العقود الإسلامية تبعاً للمناطق أو الفترات الزمنية، لكن يمكن تلخيص أنواع العقود بالتالي:

1- العقد الدائري ذو المركز الواحد: يتألف من قطاع دائري أكبر من نصف الدائرة ويسمى العقد المرتد.[20]

2- العقد المرتد المدبب: هو نفس العقد الدائري ذو المركز الواحد لكن يختلف عنه بأن قوس العقد يقف عند زاوية معينة للتمهيد في أعلاه إلى العقد المرتد المدبب، وتختلف الزاوية باختلاف نسبة العقد.[20]

3- العقد ذو الفصوص: عبارة عن عقد دائري ذو مركز واحد لكن يختلف عنه باستقامة بطن العقد حيث يتألف من سلسلة أقواس نصف دائرية.[20]

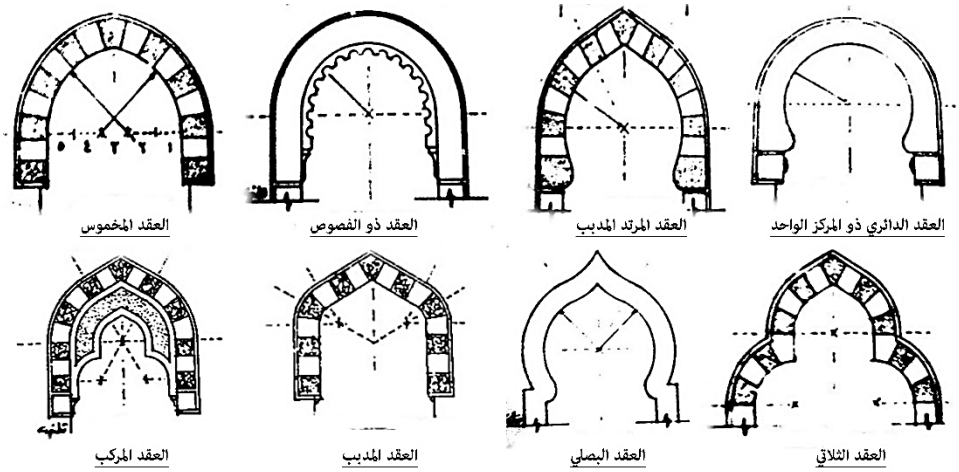
4- العقد المخموس: هو العقد ذو مركزين، تقسم المسافة بين قوسي العقد إلى خمسة أقسام متساوية، القسم الأوسط هو مركز العقد، لذلك سمي بالمخموس.[20]

5- العقد الثلاثي: يتكون من ثلاثة عقود، العقد الأعلى يرتكز على مركز واحد، والعقدين الآخرين هما المكملان له بهما حطتين أو ثلاث مقرنصات تأخذ الاتجاه الدائري إلى الداخل.[20]

6- العقد البصلي: هذا العقد يتألف من مركز واحد ليعطي قوسين متماثلين من الأسفل ومحدب من الأعلى، القوسين المحدبين يتلاقيان عند زاوية معينة للتمهيد إلى هذا التلاقي بواسطة مركزين علويين خارج وأعلى هذا العقد.[20]

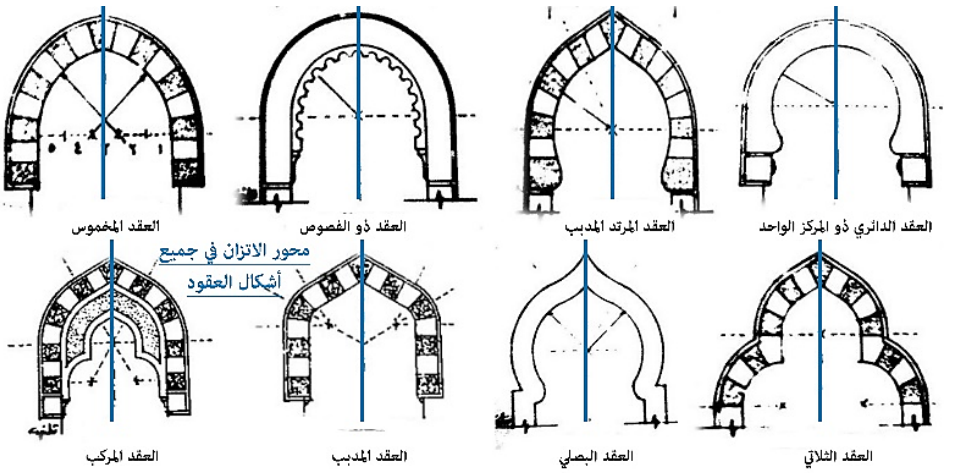
7- العقد المدبب: عبارة عن مستقيمين مائلين بزاوية معينة يتقابلان فيها إلى أعلى، ينتهي الخطين المستقيمين إلى أسفل بقوسين لهما مركزان يكملان رجلي العقد بخطوط رأسية مستقيمة.[20]

8- العقد المركب: يتكون من نوعين من العقود داخلي وخارجي، الخارجي بمركز واحد ليعطي قوسين متماثلين، يستكمل القوسين من أعلى بخطين مستقيمين ليتلاقيا أسفل القوسين بخطوط مستقيمة رأسية، والداخلي هو عقد ثلاثي موضعه في بطن العقد الخارجي وله ثلاثة مراكز، المركز العلوي يشترك مع العقد الخارجي، والمركزين الآخرين أسفل العقد العلوي بهذه البطنية.[20]

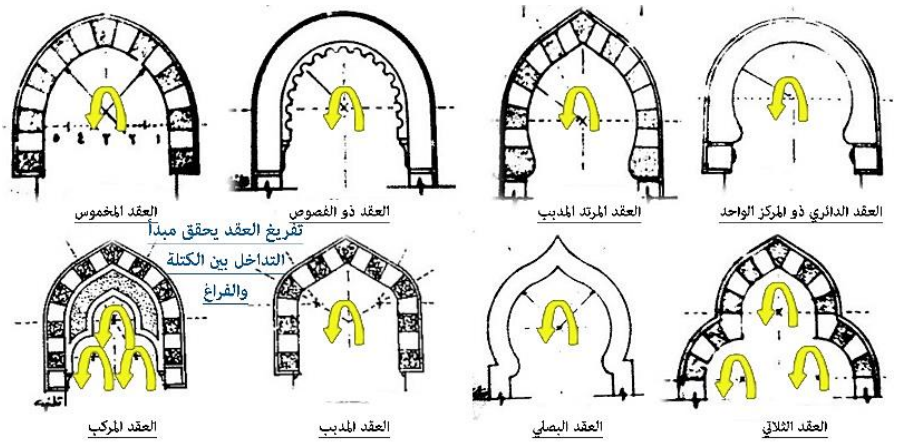


(الشكل 22): أشكال الأقواس والعقود الإسلامية. المصدر: [20]

يتألف العقد من عدة حجارة تسمى المداميك، أما الحجر الذي يتوسط العقد ويثبت الفقرات يسمى المفتاح أو القفل، و في جميع أشكال العقود يعتمد اصطفاف الأحجار على مبدأ الدوران وفقاً لمركز أو عدة مراكز، وتحقق جميع أشكال العقود الاتزان والتناظر وفقاً لمحورها الشاقولي (الشكل 23)، كما حققت مبدأ التداخل بين الكتلة والفراغ (الشكل 24).

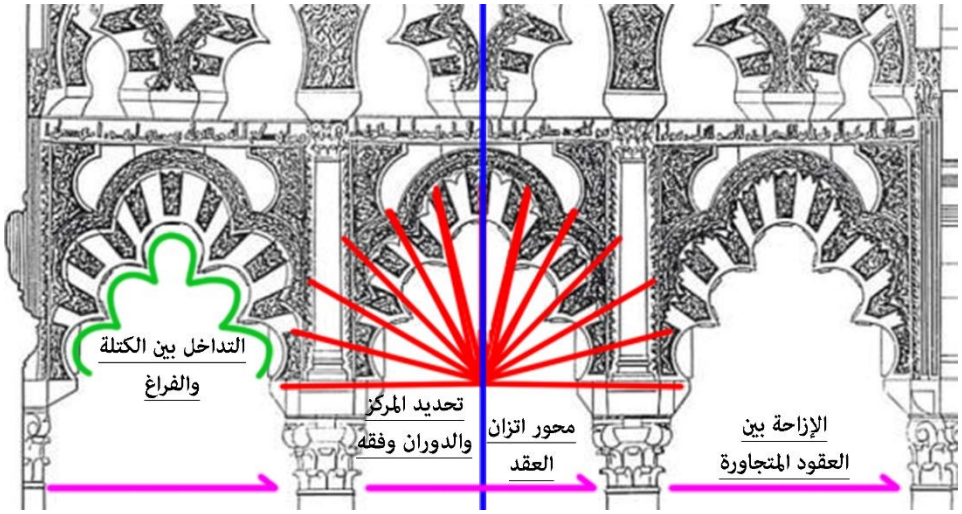


(الشكل 23): محور الاتزان في العقود. المصدر: من عمل الباحث



(الشكل 24): تحقيق مبدأ التداخل في العقود. المصدر: من عمل الباحث

وجميع أشكال العقود السابقة تحقق تعديل عن الشكل نصف الكروي وبالتالي تحقق نوعية طاقة إيجابية فقط من الأخضر السلبي، وأخيراً فإن استخدام العقود كان غالباً بشكل إيقاعي على الواجهات أو الفناء الداخلي وفي الأروقة وبالتالي كانت تحقق مبدأ الإزاحة بإيقاع منتظم[6] ويوضح (الشكل 25) هذه السمات مجتمعة على واجهة استخدمت فيها العقود المفصصة.

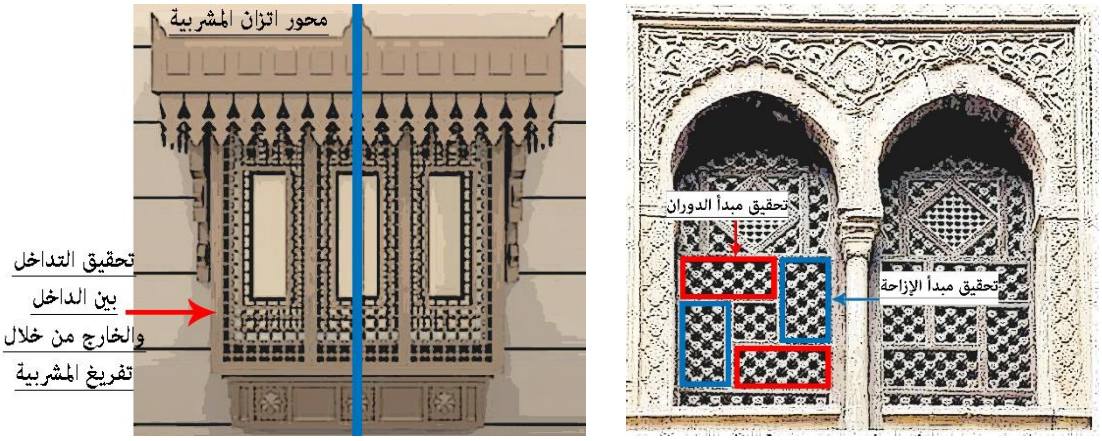


(الشكل 25): سمات التصميم وفق هندسة الطاقة الحيوية التي تم تطبيقها في العقود. المصدر: من عمل الباحث

4.2. المشربيات: شكلت المشربية أحد أهم مفردات العمارة المدنية في التراث الإسلامي، لأنها تعد حلاً معمارياً ناجحاً للتغلب على طبيعة المناخ، فطبيعة تكوينها تمكنها من التحكم بشكل فعال في دخول أشعة الشمس للفراغات، والتحكم بتدفق الهواء، فتعمل على تشكيل بيئة داخلية مريحة، بالإضافة لأهميتها في تحقيق الخصوصية البصرية، هناك أنواع متعددة من المشربيات، بعضها مغلق والآخر مفتوح، حيث أن المشربيات المفتوحة كانت بمثابة شرفة تطل على الشارع أو الفناء، وكانت النقوش تترك مفتوحة بحيث تسمح بدخول الهواء والضوء، أما المغلقة فكانت زخارفها تبطن بالزجاج العادي والملون والذي يزيد من توزيع الضوء، وكانت تفتح فيها نوافذ تفتح رأسياً، أخذ نوعي المشربيات هذا ثلاثة أشكال: المشربية الجدارية التي تغطي جدار بشكل كامل، والمشربية المسطحة التي تغطي فراغ النافذة، والمشربية البارزة بشكل صندوق.[11]

(الشكل 26): أشكال المشربيات المختلفة (الجدارية– الصندوق– المسطحة). المصدر: [11]

أشكال النقوش والتشكيلات المستخدمة في المشربيات لا حصر لها، حيث استخدمت بعض أشكال المشربيات مبدأي الدوران والإزاحة في تشكيل العناصر المكونة للمشربية (الشكل 27)، ولم تحقق بعض أشكال المشربيات أي من هذين المبدأين، لكن من السمات العامة لجميع أشكال المشربيات، أنها كانت تحقق مبدأ الاتزان وفق محورها الشاقولي، وتحقق مبدأ التداخل بين الكتلة والفراغ.



(الشكل 27): سمات التصميم وفق هندسة الطاقة الحيوية التي تم تطبيقها في المشربيات.

المصدر: من عمل الباحث

وعلى الرغم من اختلاف أشكال المشربيات وأحجامها تبعاً لكل فراغ لكن من الشائع أن المشربيات تم تصميمها وفقاً للنسب الفاضلة وهي نسبة المثل 1/1، والمثل والنصف ½ 1، والمثل والثلث 1/3 1، والمثل والربع 1/4 1، والمثل والثمن 1/8 1، وتحقق هذه النسب على الترتيب النسب التالية: 1/1، 2/3، 4/3، 5/4، 9/8. وبمقارنة هذه النسب مع النسب النوعية يكون هناك تطابق في أول نسبتين فقط وهم 1/1 و 2/3.[19]

5.2. الزخارف: الزخرفة هي توظيف المفردات الزخرفية في عملية ملء الفضاءات وذلك بإنشاء وحدات محددة وتكرارها بشكل منظم على المساحة المخصصة لها، ضمن نظام من العلاقات الشكلية للحصول على بناء زخرفي يحقق أهدافاً جمالية او وظيفية أو تعبيرية. (كريم، 2019)[18].

1.5.2. أنواع الزخارف الإسلامية: يوجد ثلاثة أنواع رئيسية للزخارف الإسلامية وهي:

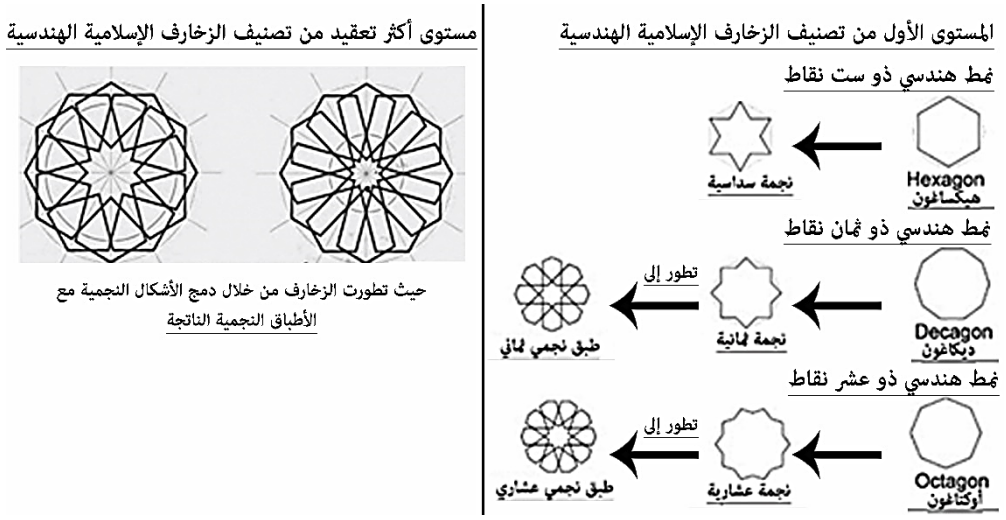
- الزخرفة النباتية: حيث تم استخدام الأشكال النباتية كفروع الأشجار والأوراق والثمار والأزهار في زخرفة المنتجات الفنية بشكل تجريدي، سمي أيضاً بفن التوريق.

- الزخرفة الهندسية: حيث تقوم هذه الزخرفة على استخدام الخطوط الهندسية والمضلعات والدوائر والنجوم بصورة يتم إعادة صياغتها لتكون أشكال فنية متنوعة، وتخلق أشكال مستوحاة من المربع العنصر الأساسي في الفكر الإسلامي) كالمثمن والمسدس والمعشر والإثني عشري...
- الزخرفة الكتابية: بعد أن كان الخط العربي وسيلة للعلم والمعرفة أصبح بعد استخدامه في العمارة الإسلامية مظهراً من مظاهر الجمال الذي ينبض بالحياة والسحر، ولازال هذا النوع من الزخرفة ينمو ويتطور حتى بلغ عدد أنواعه م يتجاوز الثمانين نوعاً.[9]

(الشكل 28): أنواع الزخارف الإسلامية (النباتية–الكتابية– الهندسية). المصدر:[9]

2.5.2. أنماط الزخارف الهندسية الإسلامية: وفقاً للعقيدة الإسلامية فإن الدائرة ومركزها هما النقطة التي تبدأ عندها جميع الأنماط الإسلامية، لذا اعتمدت معظم الزخارف الإسلامية الهندسية على المضلعات البناءة، مثل الشكل السداسي والثماني، ويتم إنشاء

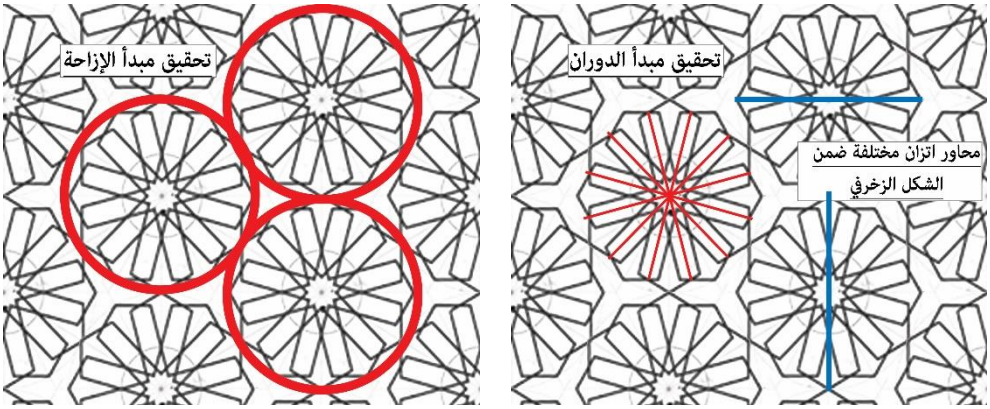
المضلعات النجمية عن طريق توصيل رؤوس المضلعات البناءة، وهي عناصر "أساسية في الفن الإسلامي، من هذه الفئة ظهر المستوى الأول من تصنيف زخارف الفن الإسلامي (الشكل 29)، وفقاً لذلك يتم تصنيف الأنماط على أنها أنماط هندسية 8,10,12....نقطة[9].



(الشكل 29): أنماط الزخارف الهندسية الإسلامية. المصدر: [9]

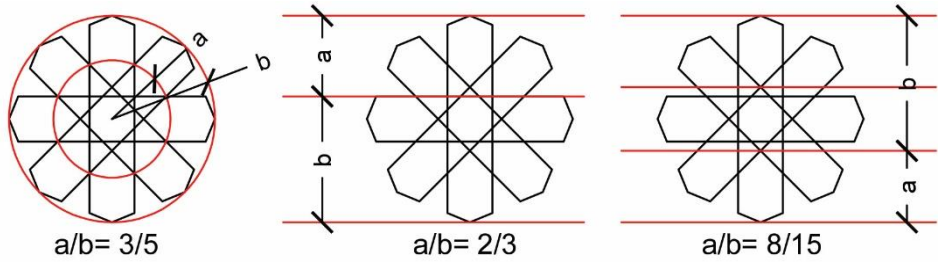
بما أن الزخارف الهندسية الإسلامية تتشكل بشكل أساسي من الدائرة فبالتالي تحقق جميع الأطباق النجمية الناتجة عنها مبدأ الدوران وفقاً لمركز الشكل، كما أن مبدأ التكرار المتبع في تشكيل الزخارف يحقق مبدأ الإزاحة بين كل وحدة زخرفية والأخرى، وبما أن استخدامات الزخارف في العمارة الإسلامية كانت متنوعة حيث تم استخدام الزخارف المفرغة في تغطية النوافذ والمشربيات، والزخارف المنقوشة والمحفورة في الخشب في الجدران الداخلية وقطع الأثاث، والأهم من ذلك في الواجهات الخارجية حيث استخدمت الزخارف الخشبية المفرغة والزخارف المنقوشة في الحجر، في جميع هذه الحالات حققت

الزخارف مبدأ التداخل والحركة المركبة بين الأجزاء لخارجية للوحدة الزخرفية والأشكال الداخلية، ومما لا شك فيه كجميع مفردات العمارة الإسلامية حققت الزخارف الاتزان في تكرارها على أي سطح (الشكل 30).



(الشكل 30): سمات التصميم وفق هندسة الطاقة الحيوية التي تم تطبيقها في الزخارف الهندسية. المصدر: من عمل الباحث

بما أن استخدام الزخارف لا يقتصر بمكان معين أو بمساحة محددة فمن الصعب دراسة النسب المستخدمة في تصميمها بالمجمل، لكن وفقاً لطريقة تشكيل الوحدة الزخرفية وتطورها فإنها تنحصر ضمن شكل مربع وبالتالي تحقق نسبة 1/1، كما يظهر من خلال طريقة تشكيل الوحدة الزخرفية تحقيقها للنسب 2/3 و 3/5 و 8/15 (الشكل 31).



(الشكل 31): النسب النوعية المحققة في الطبق النجمي الثماني. المصدر: من عمل الباحث

مما سبق وبعد تحليل عناصر الواجهات الإسلامية وفقاً لمبادئ العمارة النوعية الستة وتحديد مدى تطبيق كل عنصر لكل منها، كانت جميع هذه العناصر محققة لمبدأي التداخل والاتزان، وحققت العقود والمقرنصات والزخارف النسبة الأكبر من السمات النوعية، ويظهر (الجدول 2) السمات النوعية التي حققها كل عنصر من عناصر تصميم الواجهات الإسلامية.

(الجدول 2) الدراسة التحليلية لعناصر الواجهات الإسلامية

	الدوران	الإزاحة	التداخل	الاتزان	النسب النوعية	الأخضر السلبي
المقرنصات	■	■	■	■	□	■
الشرافات	□	■	■	■	□	□
الأقواس والعقود	■	■	■	■	□	■
المشربيات	◘	◘	■	■	◘	□
الزخارف	■	■	■	■	◘	□
محقق ■ محقق بشكل جزئي ◘ غير محقق □						

رابعاً: النتائج والتوصيات:

1. من السمات الفكرية الأساسية في التصميم الهندسي الإسلامي هو فكرة إيجاد عنصر ذو طاقة نوعية إيجابية تتوجه نحوه العناصر (الكعبة–الفناء–نافورة مياه..) وهو يتطابق مع مبادئ العمارة النوعية من خلال نقل رنين العنصر للعناصر المحيطة.

2. من السمات الفكرية الإسلامية التي تم تطبيقها في الواجهات بشكل كبير هي فكرة الإيقاع، التي تم تطبيقها في تكرار النوافذ والأقواس والعقود والشرافات، والتي تحقق مبدأ الإزاحة من مبادئ التصميم وفق هندسة الطاقة الحيوية.
3. من السمات الفكرية المتطابقة بشكل كامل بين هندسة الطاقة الحيوية وهندسة التصميم الإسلامي هي مبادئ الاتزان والتداخل.
4. تعتبر القبة من أكثر العناصر الإسلامية شهرة والتي تم استخدامها بأشكال معدلة عن الشكل نصف الكروي مما يسهم بتحقيق نوعية طاقة إيجابية فقط (المركبة الإيجابية من مركبات الأخضر السلبي) وإلغاء تأثير المركبة السلبية.
5. تعتبر المقرنصات إضافة لكونها عنصر إنشائي أو تزييني من العناصر التي حققت أكبر تطابق مع سمات العمارة النوعية وبالتالي تحقق كمية طاقة كبيرة.
6. حققت المقرنصات والزخارف الهندسية والأقواس والعقود أكبر نسبة من التطابق مع سمات العمارة النوعية.
7. وجود الشرافات أعلى واجهات الأبنية يحقق كمية طاقة إيجابية لهذه الأبنية خصوصاً إذا تمت دراسة أبعادها والمسافات بينها وفقاً للنسب النوعية.
8. على الرغم من أن من السمات الأساسية لتصميم المشربية هي الاتزان والتداخل، إلّا أن استخدام مبادئ الدوران والإزاحة والنسب النوعية في تصميمها يسهم في تحقيق كمية طاقة إيجابية بشكل أكبر.
9. ضرورة إجراء دراسات ميدانية على الأبنية التراثية والأثرية في سورية لمعرفة مدى ارتباطها بعلوم الطاقة، والذي من شأنه أن يكشف المزيد عن عراقة تاريخنا وإرثنا الحضاري.
10. ضرورة الانتباه للقيم النوعية لعناصر ومفردات العمارة الإسلامية عند استخدامها في العمارة الحديثة.

المراجع:

المراجع العربية:

[1] إبراهيم أشرف، هاشم علا، علي ريهام، الصاوي محمد سمير، 2021-**فلسفة التشكيل الحيوي لابتكار أثاث معاصر ذو هوية إسلامية.** مجلة التراث والتصميم، المجلد الأول، العدد الرابع.

[2] أبو الغيط الشيماء، 2009- **المقرنصات دراسة تحليلية تطبيقية.** أطروحة ماجستير، جامعة حلوان، كلية الفنون التطبيقية، مصر. 161

[3] حمود قبيلة، 2002-**العقد المدبب في العمارة الإسلامية بين قصدية الابتكار وتلقائية الهدف.** المجلة العراقية للهندسة المعمارية. الجامعة التكنولوجية.

[4] حمودة،سمير ،2017-**العمارة النوعية من منظور علم الطاقة الحيوية.**أطروحة دكتوراه،جامعة دمشق،سوريا. ص49.

[5] داوود فادي، 2004-**أسس الهندسة المعمارية السورية القديمة المنشأ-الفلسفة-النسب الكونية من العدد واحد إلى العدد تسعة.** الطبعة الأولى، دار الشرق للطباعة والنشر، سورية، 363.

[6] الدمرداش ضحى، 2022-**ابتكار تصميمات مستوحاة من الزخارف الإسلامية وتطبيقها بالطباعة ثلاثية الأبعاد.** مجلة التراث والتصميم، المجلد الثاني، العدد العاشر. ص235-255

[7] الزيني داليا،2010- **دراسة لتطبيقات الطاقة الحيوية في التصميم المعماري (للمباني السكنية في مرحلة الإشغال).** أطروحة ماجستير، جامعة القاهرة، مصر..ص52

[8] سلامة هيام،2019- **المشربية في العمارة الإسلامية بين أصالة الفكرة وحداثة التطبيق.** مجلة العمارة والفنون والعلوم الإنسانية، المجلد الرابع، العدد الثالث عشر. ص704-731.

[9] سلامة هيام، 2019- **دور الهندسة المقدسة في تشكيل الفن الإسلامي.** مجلة العمارة والفنون والعلوم الإنسانية المجلد الرابع العدد الرابع عشر. ص13-35.

[10] شيحة، إيمان،2009- **دراسة تأثير الطاقة الحيوية على تشكيل الفراغات العمرانية بالقرى السياحية الساحلية بمنطقة البحر الأحمر.** أطروحة ماجستير، جامعة حلوان، مصر .ص38.

[11] عبد الفتاح نرمين، هندس أماني، رضوان أحمد، الصاوي محمد سمير، 2021- **التصميم الداخلي في الحضارة الإسلامية من منظور هندسة التشكيل الحيوي.** مجلة الفنون والعلوم التطبيقية. المجلد الثامن، العدد الثالث.

[12] عراقي سالي، أحمد نهى، 2021-**فاعلية استخدام مسارات طاقة الحركة في تصميم نوافذ العرض "دراسة تحليلية".** مجلة العمارة والفنون والعلوم الإنسانية. عدد خاص2. المؤتمر الدولي السابع "التراث والسياحة والفنون بين الواقع والمأمول".

[13] علي ريهام، النبوي حسين، هاشم علا، 2016- **أسس هندسة التشكيل الحيوي المستوحاة من الحضارة المصرية القديمة.** كلية الفنون التطبيقية، جامعة حلوان، https://platform.almanhal.com/details/article/101182

[14] غنوم سمير، 2021-**عناصر التحول والانتقال (المقرنصات).** مجلة جامعة دمشق للعلوم الهندسية. المجلد السابع والثلاثون العدد الرابع. ص165-183.

[15] كريم حازم، 2019- **الزخرفة الإسلامية وعلاقتها بالفكر الإسلامي (تطبيقات فنية).** مجلة أهل البيت عليهم السلام، العدد 23. ص674-694.

[16] هندي أماني، 2017- **النسبة الذهبية في تقسيمات الخرط الإسلامي في الواجهات المعمارية.** مجلة العمارة والفنون والعلوم الإنسانية، المجلد الثاني، العدد السابع، 42-65

[17] وزيري يحيى، 1999- **موسوعة عناصر العمارة الإسلامية - الجزء الثاني.** مكتبة مدبولي، الطبعة الأولى، القاهرة، مصر، 154

[18] يوسف خالد، عسكر إيمان، 2020- **العمارة والتصميم بالطاقة (البايوجيومتري).** مجلة جمعية المهندسين المصرية، المجلد التاسع والخمسون، العدد الأول، 5- 12.

المراجع الأجنبية:

[19] KARIM، I.، 2010- **Biogeometry and the Forming Process /Back to a Future for Mankind**/. 1st ed.، The British Journal of Psychiatry، Egypt، pp1015.P116-119.

[20] GIN J.،2015- **The Science of Biogeometry.** *Cosmos and History*، 11(2)، 290–309.P294-295

[21] WAFIK A.,2013- **Biogeometry As A Design Tool For Elements In Urban Spaces To Reduce The Harmful Effects Of Electromagnetic Fields And Geopathic Stress.** Mastar Thesis, Cairo University,Cairo.

تطور المكونات الوظيفية لمتاحف الأطفال استجابة لمتطلبات المتغيرات الاجتماعية

طالبة الدكتوراه: م. سناء وسوف

كلية الهندسة المعمارية– جامعة البعث

إشراف: أ.د. نضال سطوف

الملخص

تعد المتاحف مؤسسات تربوية تهدف إلى نشر الوعي الثقافي بين زوارها، وتضع نفسها في خدمة المجتمع، كما تؤثر على عملية التعلم مدى الحياة، من خلال مفاهيم التعليم المعاصرة. وتعتبر متاحف الأطفال أحد أهم أنواع المتاحف التي انتشرت في البلدان المتقدمة وأصبحت مصدراً متميزاً لمعلومات الطفل وتوسيع أفقه المعلوماتي، كونها توفر مساحات بديلة ومبتكرة للتعليم المدرسي وتهدف إلى تزويد الأطفال بالمشاركة النشطة في التعلم. وقد توسع دورها التربوي والتعليمي بشكل كبير وبدأت اليوم تبذل جهوداً كبيرة في سعيها لجذب المزيد من الجمهور مع تزايد الاهتمام بها عالمياً، حيث ازداد عددها بشكل كبير قرب نهاية القرن العشرين وأوائل العقد الأول من القرن الحادي والعشرين، وتطور تصميمها نتيجة تأثرها بجملة من المتغيرات اهتم البحث بدراسة الاجتماعية منها، نظراً لأهميتها الكبيرة ودورها في تطور العناصر الوظيفية لمتاحف الأطفال استجابة لاحتياجات الزوار وتحفيزهم على تكرار الزيارة. واعتمدت الدراسة على منهجية نظرية تتضمن التعريف بمتاحف الأطفال وأهميتها، وأهم المتغيرات الاجتماعية المؤثرة على متاحف الأطفال والتي صنفها البحث ضمن ثلاث مجموعات، ومنهجية تحليلية تنطوي على تحليل متاحف من فترات زمنية مختلفة، وخلصت الدراسة إلى مجموعة من النتائج توضح أهم المكونات والعناصر الوظيفية التي تلبي المتغيرات الاجتماعية وتستجيب للاحتياجات الناشئة.

الكلمات المفتاحية: المتغيرات الاجتماعية، متاحف الأطفال، العناصر الوظيفية.

The development of the functional components of children's museums in response to the requirements of social variables

Arch. Sanaa Wassouf
Under the Supervision of Professor: Nedal Stouf

Abstract

Museums are educational institutions that aim to spread cultural awareness among their visitors، put themselves at the service of society، and influence the lifelong learning process، through contemporary education concepts. Children's museums are considered one of the most important types of museums that have spread in developed countries and have become a distinguished source of information for the child، as they provide alternative and innovative spaces for school education and aim to provide children with active participation in learning. Its pedagogical and educational role has greatly expanded. today، children's museums have begun to make great efforts in their quest to attract more audiences with the increasing interest in them globally، as their number increased significantly towards the end of the twentieth century and the early first decade of the twenty-first century، and their design evolved as a result of being affected by a number of variables. The research was concerned with studying the social ones، given their great importance and role in the development of the functional elements of children's museums in response to the needs of visitors and motivating them to repeat the visit.

The study relied on a theoretical methodology that includes defining children's museums and their importance، the most important social variables affecting them، which the research classified into three groups، and an analytical methodology that involves analyzing museums from different time periods. and the study concluded with a set of results that illustrate the most important components and functional elements that meet social variables and respond to emerging needs.

Keywords: Social variables، children's museums، functional elements.

المقدمة:

تعد المتاحف اليوم مؤسسات اجتماعية أكثر من أي وقت مضى، حيث أصبحت مكاناً مفضلاً للتجمع، وإقامة المناسبات الشخصية التي لا تنسى كحفلات الزفاف أو احتفالات الذكرى السنوية، ومنتديات النقاش العام حول المفاهيم الجمالية أو العلمية. [12]

وتواجه المتاحف اليوم تحديات في جميع قضايا التغيير التي تؤثر على المؤسسات الاجتماعية الأخرى، كما أصبحت ذات قيمة عالية خارج المجال الثقافي التقليدي كمزود للمحتوى ووجهات ترفيهية ومنتديات مجتمعية، إضافة لكونها نقطة جذب للعاملين في مجال المعرفة والكيانات ذات العلامات التجارية التي يمكنها تنشيط المجتمعات، وإن فشلها في الالتفاف مع عجلة التغيير سوف يؤدي إلى فقدان أهميتها في المجتمع المعاصر.

ونظراً لكون متاحف الأطفال أحد القطاعات المتنامية في المجال المتحفي، فقد تأثرت بالمتغيرات المعاصرة كغيرها من المتاحف، ولا سيما الاجتماعية منها. والتي من الطبيعي أن ينعكس تأثيرها على هيكلية البرنامج الوظيفي، وبالتالي على المكونات والعناصر التي تلبي متطلبات الزوار وتحسن جودة تجربتهم.

أهمية البحث:

تنبع أهمية البحث من كونه يتطرق لمجال معماري هام، يلامس حياة الطفل ومستقبله. إضافة لارتباط تطور متاحف الأطفال ومكوناتها الوظيفية بشكل وثيق باحتياجات ورغبات ومتطلبات الزوار من الأطفال ومرافقيهم وعائلاتهم. تلك الرغبات والمتطلبات التي تختلف من جيل لجيل، بشكل ملفت يتنامى مع التطور التربوي والتعليمي والتثقيفي والترفيهي، والتي تندرج تحت "المتغيرات الاجتماعية". وهنا تبرز أهمية البحث الأساسية، والتي تتجلى بضرورة تحديد المكونات والعناصر الوظيفية الواجب توفرها في البرنامج الوظيفي لمتاحف الأطفال المستقبلية، ولزوم العمل على إضافتها أو استكمالها خلال إعادة تأهيل المتاحف القائمة.

هدف البحث:

يهدف البحث إلى رصد المتغيرات الاجتماعية المعاصرة لرواد متاحف الأطفال، ودراسة تطور العناصر والفراغات الوظيفية الداخلية والخارجية لمتحف الطفل، للوصول إلى أهم المكونات الوظيفية التي تستجيب لتلك المتغيرات وتلبي متطلباتها.

منهجية البحث: تعتمد منهجية البحث وطرائقه العلمية على دراسة من قسمين:

- دراسة نظرية: تتضمن التعريف بمتاحف الأطفال (نشأتها، تعريفها، أهميتها، مكوناتها)، بالإضافة لدراسة أهم المتغيرات الاجتماعية التي من الممكن أن تؤثر عليها.
- دراسة تحليلية: لعدد من متاحف الأطفال المنتشرة في العالم، وفق أسس تعتمد على خلاصة الدراسة النظرية، وأسس اختيار نماذج الدراسة تبعاً لمراحل تاريخية مختلفة.

أولاً: الدراسة النظرية:

1- نشأة متاحف الأطفال:

يعتبر متحف بروكلين للأطفال الذي تأسس عام 1899 في نيويورك، أول متحف للأطفال في العالم، تلا ذلك خلال العقود الأولى من القرن العشرين إنشاء ثلاثة متاحف في الولايات المتحدة، توزعت في بوسطن Boston عام 1913، وديترويت Detroit عام 1917، وإنديانابوليس Indianapolis عام 1925، حيث تم إنشاؤها تلبية لاهتمام ممثلي تلك المجتمعات بتوفير المزيد من الموارد التعليمية لأطفال المدينة [15].

ثم ازداد الاهتمام ببناء متاحف الأطفال في الولايات المتحدة إلى أن أصبح عددها بحلول عام 1975 ما يقرب من 38 متحفاً، وتعاظم ذلك إلى أن بلغ عدد المتاحف المفتتحة بين عامي 1976 و1990 إلى 80 متحفاً، وافتتح أكثر من 130 متحفاً بين عامي 1990 و2007 [2].

بينما في أوروبا، كان افتتاح the Cite` des Sciences et de l'Industrie (CSI) مدينة العلوم والصناعة في باريس عام 1986 علامة فارقة في مجال مراكز العلوم. والتي أبدت منذ بدايتها اهتماماً بتوفير معارض للأطفال، أولاً مع معرض

Inventorium الذي افتتح في عام 1987، ثم بافتتاح La Cite` des Enfants ('مدينة الأطفال') في عام 1992 [8]. وقد شهدت بريطانيا في عام 1992 افتتاح أول متحف للأطفال يدعى يوريكا! (Eureka! The Museum for Children) في هاليفاكس Halifax، والذي يعتبر افتتاحه جزء من حركة متاحف الأطفال التي بدأت في أوروبا في بداية التسعينيات.

كما تأسست رابطة "المس! الأوربية لمتاحف الأطفال" "HO! E" والتي تم إدراجها كمنظمة رسمية في عام 1998، حيث ركزت على التواصل بين متاحف الأطفال على المستوى الدولي. ثم تغير اسمها لرابطة "المس! العالمية لمتاحف الأطفال" "HO! I" في عام 2014 لتناسب أهدافها وغاياتها بشكل أفضل وأوسع.

ومنذ ذلك الحين استمرت شعبية متاحف الأطفال في النمو، فكل سنة تنبثق مؤسسات جديدة في المراكز الحضرية والريفية في جميع أنحاء العالم. وتستمر متاحف الأطفال بالحصول على الثناء والدعم، الآن وعلى نطاق واسع. [2]

2- فلسفة متاحف الأطفال وتعريفها:

2-1- فلسفة متاحف الأطفال:

تتحدد فلسفة متاحف الأطفال في توفير مكان آمن وحر، حيث يستطيع الأطفال أن يروا ويلمسوا ويفعلوا ويستكشفوا ويكونوا ويتخيلوا ويتفاعلوا مع بيئتهم، وبالرغم من تشاركهم في الأهداف والمهمات فإن كل متحف من متاحف الأطفال يترجم ذلك وفقاً لمحتواه.

وإلى جانب ما تقوم به متاحف الأطفال من جولات إرشادية لفصول المدارس ومجموعات الشباب داخلها، فإنها تتولى كذلك تقديم عروض بالشرائح الضوئية الملونة والأفلام عن محتوياتها، وكذلك ندوات شعرية وعروض مسرحية وبرامج للفضاء وورش عمل للدراسة والتدريب والهوايات، بالإضافة إلى رحلات علمية ومسابقات وبرامج أخرى متعددة. [3]

وفي هذا الصدد يمكن تحديد المفاهيم التالية: [3]

- في المتاحف التقليدية، لا بد من توفر قدر مقبول من المقتنيات الأثرية أو الفنية حتى يتسنى تأسيس المتحف. بينما في متاحف الأطفال، والتي تعتبر النواة الأولى لتشييدها هي تهيئة الأطفال للتفتح على العالم، فإنه يكفي أي قدر من المعروضات لتوظيفه واستخدامه لتحقيق الغرض من المتحف.

- يضطلع الدور الأساسي لمتاحف الكبار، بمهمة عرض وتوصيل المعلومة فيما يتعلق بالماضي، بينما ينطلق اهتمام متحف الأطفال من الحاضر، أي من البيئة المألوفة والمحيطة بالطفل، ويسعى من خلال ذلك إلى نقل الطفل إلى عوالم بعيدة عنه في المكان والزمان، مثل الماضي والمستقبل وكذلك إلى الحضارات الأخرى.
- تم تنظيم المتاحف عامة بشكل يصعب توجيهها إلى الأطفال بصفة خاصة، بينما متحف الأطفال يقوم مقام المتحدث باسمهم، ذلك أنه ينبثق أساساً من اهتماماتهم وحاجاتهم وعاداتهم في الملاحظة والتعلم، ثم يقوم بناءً على ذلك بوضع معارضه وبرامجه وأنشطته.

وتتمثل الوظيفة الأساسية في الحفاظ على الهوية الوطنية وحمايتها من أجل الأجيال القادمة ويمكن إيجاز وظيفة متحف الأطفال فيما يلي: [1]

- الوصول المادي: جعل المتحف ومعروضاته في متناول الجميع.
- الوصول الفكري: جعل معروضات المتحف مفهومة لجميع الزوار.
- تقديم التسهيلات والحلول: من خلال التواصل والتعاون مع الذين لم يذهبوا إلى المتحف من قبل وإزالة جميع العقبات الثقافية والنفسية التي حالت دون زيارتهم المتحف.

2-2- تعريف متاحف الأطفال:

تُعرَّف متاحف الأطفال وفقاً لرابطة متاحف الأطفال"ACM" بأنها "المؤسسات التي تقدم المعروضات والبرامج لتحفيز الخبرات التعليمية للأطفال. وعلى نقيض المتاحف التقليدية والتي عادة ما تتبع سياسة ممنوع اللمس للمعروضات، فإن المعروضات التفاعلية الموجودة في متاحف الأطفال تم تصميمها ليتم التلاعب بها من قبل الأطفال. والخلفية النظرية وراء هذه المعروضات هي أن هذا النشاط يمكن أن يكون تربوي وتعليمي، خاصة في مرحلة الطفولة المبكرة. فمعظم متاحف الأطفال هي منظمات غير هادفة للربح، والعديد منها تدار من قبل متطوعين أو عن طريق الموظفين المحترفين الصغار جداً".[2]

3- أهمية متاحف الأطفال:

تم إنشاء عدد من الدراسات للوقوف على أهمية وفعالية متاحف الأطفال، ويمكن إجمال الآثار الإيجابية للمتحف التي يتركها في الطفل أثناء تعلمه فيما يلي: [1]

- تحقيق المتعة والتسلية للطفل من خلال التنوع في المعروضات وأساليب العرض.
- الإعداد للنمو الفني والثقافي وشغل أوقات الفراغ.
- تحقيق التعلم التلقائي، حيث أن متاحف الأطفال تزودهم بتجارب وخبرات من خلال توفير البيئة الاستكشافية بالمتحف.
- تثقيف الطفل تربوياً وتنمية قدرته على تذوق القيم الجمالية والفنية في التراث وفنونه.
- توصيل المعرفة والتواصل بين الماضي والحاضر ليقف الطفل على الحضارات السابقة ويتعرف على جذور ماضيه في المجالات العلمية، التاريخية، الفنية والثقافية.
- تكوين شخصية الطفل وإكسابه الثقة بنفسه وبمن حوله وتكوين سلوكيات بناءة لديه تحقق له الارتباط بمجتمعه.
- تقديم بيئة مشجعة وآمنة لتعلم الطفل بعيداً عن الضغوط الاجتماعية والجنس والقبلية.
- إقامة علاقة بين خبرات الأطفال المتحفية وحياتهم اليومية.

4- مكونات متاحف الأطفال:

يمكن تصنيف مكونات البرنامج المعماري لمتحف الطفل ضمن الأقسام التالية:

- **القسم العام:** يقدم الخدمات للزوار، ويمكن الوصول له مباشرة من المدخل الرئيسي.
- **قسم العرض:** يشمل صالات العرض المتحفي والتي تتفاوت حجماً ومساحة وشكلاً تبعاً لوظيفة المتحف وطبيعة المعروضات، وطريقة العرض التي يشترط أن تلبي حاجات التعلم البصري والسمعي والحركي والتجريبي.

- **القسم التعليمي التثقيفي:** يشمل الفراغات المختصة بتثقيف الطفل وتوسيع معرفته بمجال معروضات المتحف، وتقام فيها المحاضرات والعروض التقديمية وورش التدريب والتعلم العملي...الخ.
- **القسم الترفيهي:** يشمل الفراغات التي تجذب الأطفال وعائلاتهم ويقضون فيها وقتاً ممتعاً، إضافة إلى الفراغات المخصصة لإقامة الأنشطة والفعاليات المختلفة.
- **العرض الخارجي:** الذي يشمل المعروضات المنتشرة في الحدائق والساحات، وساحات الألعاب والفعاليات المساعدة.
- **قسم المرافق والخدمات:** يتضمن جميع الفراغات الخاصة بتقديم الخدمات المتعددة للمستخدمين "أطفال، مرافقين كبار وعائلاتهم"، إضافة إلى تخديم ذوي الاحتياجات الخاصة.
- **القسم الإداري والخدمي:** الذي يضم الخدمات المرتبطة بفراغ العرض المتحفي (الإدارة، ورش خدمات صالة العرض، مخازن، تجهيزات فنية وأمنية) ويقدم خدماته للعاملين بالمتحف، مع إمكانية وصول الزوار المتخصصين الكبار فقط لها.

5- <u>المتغيرات المعاصرة المؤثرة على متاحف الأطفال:</u>

ازداد عدد متاحف الأطفال في البلدان والمجتمعات باعتبارها اللبنات الأساسية لاقتصاد المعرفة والتعلم والسياحة الثقافية. وتأثر نموها حول العالم، كمتاحف ببناء جديد أو توسعة أو تجديد بعدة عوامل وأسباب، أهمها: [12]

- استيعاب نمو المجموعات.
- القيام بدور أكبر في التعليم.
- إيجاد طرق جديدة لإجراء البحث.
- خدمة احتياجات المجتمع الأكبر.
- تلبية معايير السلامة أو المعايير البيئية الجديدة.
- جمع الأموال ورفع مستوى اهتمام الجمهور لتحقيق الاستدامة المالية على المدى الطويل.

ونظراً لتنامي متطلبات مستخدمي متاحف الأطفال، بمختلف شرائحهم العمرية وبيئاتهم الاجتماعية والمناخية وتطورها التكنولوجي، والتي تندرج جميعها تحت لواء توفير بيئة يمكن للأطفال فيها الاستكشاف والتعلم واللعب مع البالغين المهتمين في حياتهم، وما يتبع ذلك من معالجات معمارية داخلية وخارجية تلبي تلك المتطلبات، كان من الضروري تحديد وتصنيف المتغيرات التي تؤثر بشكل مباشر أو غير مباشر على تصميم متاحف الأطفال، والتي تندرج ضمن ثلاث مجموعات:

5-1: المتغيرات البيئية: نظراً للتحديات البيئية التي طرأت في العقود الأخيرة، والتي أصبحت محور اهتمام مختلف الجمعيات والمؤسسات الرسمية والمجتمعية، يترتب على متاحف الأطفال أن تكون مؤسسات ذات قيمة حقيقية للمجتمعات والأطفال، وأن تسعى جاهدة لتلبية احتياجات المجتمع المتمثلة في ضرورة تغيير طرق التفكير لدى الأطفال والعمل على العيش بطريقة مستدامة. لذلك يقع على عاتقها المبادرة في الاستفادة من إمكانات التصميم المستدام، والبدء في اتخاذ خطوات نحو أن تصبح متاحف أكثر استدامة، وتهيئة أطفال اليوم للتحدي في التوفيق بين تأثير متطلبات حياتهم اليومية والقيود المفروضة على النظم البيئية العالمية. [7]

5-2: المتغيرات التكنولوجية: من أبرز جوانب التطور التكنولوجي الحاصل منذ نهايات القرن العشرين، هو ظهور المواد الحديثة ذات الإمكانيات الإنشائية والتنفيذية العالية التي أعادت صياغة الفكر المعماري وأحدثت ثورة في الإبداع والتشكيل معتمدة على تطور أساليب التنفيذ وتقنياته، إضافة إلى البروز المتنامي لدور التقنيات الحديثة للعرض بمختلف أنواعه (افتراضي، رقمي...). كان لا لمتاحف الأطفال بمختلف أنواعها، من مسايرة هذا التطور واستغلاله والاستفادة منه لإعداد وبناء شريحة أطفال اليوم، بناة المستقبل.

5-3: المتغيرات الاجتماعية: والمتمثلة في ضرورة توفير خدمات أكثر ملاءمة لمختلف الشرائح المستهدفة وتحسين جودة تجربتهم، وجذب المزيد من الزوار وزيادة مدة إقامتهم، وإحياء الفراغات الوظيفية وجعلها أكثر ترحيباً، ورفع الإيرادات المكتسبة. مما دعا بالمتاحف إلى إيلاء المزيد من الاهتمام لتوفير البرامج والأنشطة الخاصة، وتنشيط

المعارض من خلال دمج المساحات الاجتماعية التي يمكن أن تجذب فئات متنوعة وتلبي مجموعة متنوعة من القدرات.

وسيتناول هذا البحث تأثير المتغيرات الاجتماعية على تصميم متاحف الأطفال، نظراً لأهميتها الكبيرة وتأثيرها المباشر على مكونات المتاحف وعناصرها الوظيفية.

6- دراسة المتغيرات الاجتماعية ومدى تأثيرها على متاحف الأطفال:

تتميز متاحف الأطفال باتساع دائرة روادها والمهتمين بها، والتي تبدأ من الشريحة الأهم في مستقبل المجتمعات، ألا وهي الأطفال. وتمتد للشريحة التي تقود المجتمعات في الوقت الراهن، ألا وهي أهل الأطفال ومعلميهم.

وبالتالي فإن المتغيرات الاجتماعية التي ترتبط بمتاحف الأطفال وتؤثر بها بشكل مباشر أو غير مباشر، تتصف بتعدد مجالاتها لتلبي المتطلبات المختلفة والمتنوعة لتلك الشرائح الواسعة والهامة المؤثرة في المجتمع ومستقبله، والتي تحدد في ثلاث قطاعات ومجالات رئيسية:

أ- تحول متاحف الأطفال لخدمة العائلات.

ب-تلبية احتياجات مجتمعية وثقافية محددة.

ت-تحقيق التوازن بين الأدوار التعليمية والترفيهية.

6-1: تحول متاحف الأطفال لخدمة العائلات:

شهد القرن الحادي والعشرون تحولاً في مجال تعليم متاحف الأطفال، من التركيز على الطفل الفردي إلى الاهتمام بالعائلة بأكملها ومراعاتها أثناء زيارة المتحف، حيث تم الاعتراف بالعائلات كجمهور مهم، ليس فقط لأنهم زوار متكررون للمتحف، ولكن أيضاً لأن الآباء يمكنهم المساهمة في تحفيز أطفالهم على اتخاذ موقف إيجابي تجاه زيارة المتحف ودعم الأطفال في عمليات التعلم أثناء وجودهم في المتحف. [14]

شكل (1)، مشاركة العائلات في
متحف انديانابوليس للأطفال
https://www.pinterest.com

وهو ما يتضح من تغيير بيانات المهمة المؤسسية لمتاحف الأطفال، الذي يحدد الشريحة المستهدفة والجماهير ذات الصلة حسب الحاجة (على سبيل المثال، الأطفال الذين تتراوح أعمارهم بين 2–12 وعائلاتهم)، ويعتبر أداة القياس التي يتم من خلالها تقييم جميع المعروضات أو الأنشطة أو البرامج أو السياسات. [6] حيث انتقل متحف الأطفال في إنديانابوليس رسمياً في عام 2001 على سبيل المثال، من التركيز على الطفل إلى جعل التعلم الأسري أولوية [10]، الشكل (1). وقد اتضح التزامه بهذا التغيير في مهمته المتمثلة في: "إنشاء تجارب تعليمية غير عادية عبر الفنون والعلوم والإنسانيات التي لديها القدرة على تغيير حياة الأطفال والعائلات"، وتَعتبِر فلسفة المتحف الأسرة –التي تم تحديدها على أنها شخص بالغ واحد على الأقل برفقة طفل أقل من 18 عاماً تربطه به علاقة مستمرة– أمراً حيوياً في تشكيل تجربة المتحف. [10]

كما يعزز متحف بوسطن للأطفال بوضوح التعلم الأسري في مهمته، مدعياً تعزيز متعة التعلم بالاستكشاف للأطفال والعائلات من خلال معارضه وبرامجه، الشكل (2). ويتضح التزامه بهذه المهمة في العروض المتنوعة متعددة الثقافات والمتعددة التخصصات للزوار من جميع الأعمار، وينفذ المتحف أيضاً برنامجاً تدريبياً مكثفاً مصمماً لمساعدة الموظفين

على تعلم كيفية إشراك كل من الأطفال ومقدمي الرعاية بشكل فعال في تفاعلات ذات معنى. [25]

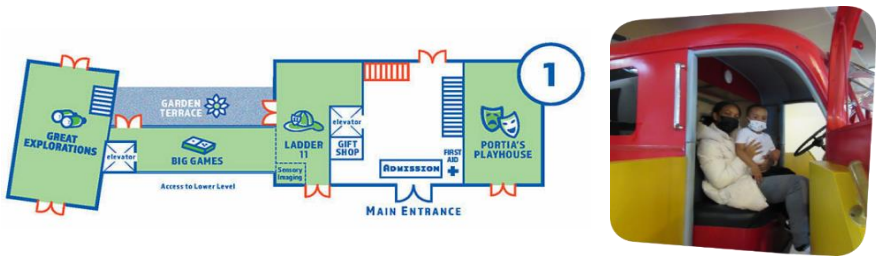
وفي هذا الصدد يجب أخذ المساحات الاجتماعية والمرافق التي تساهم في تنشيط المعارض وجذب المزيد من العائلات بعين الاعتبار عند تصميم متحف جديد أو تجديد وإعادة تشكيل متحف قائم بحيث يلبي الحاجة.

شكل (2)، التعلم الأسري في متحف بوسطن للأطفال
https://www.pinterest.com/cynthiamdonovan/boston-childrens-/museum

6-2: تلبية احتياجات مجتمعية وثقافية محددة:

لا تقتصر الطرق التي تصل بها المتاحف إلى المجتمع الأوسع على خدمة المعلمين وتلاميذ المدارس، حيث تتشارك العديد من متاحف الأطفال مع مجموعات أو وكالات خارجية لدعم مجتمعاتهم المحلية. على سبيل المثال يوفر متحف الأطفال في مانهاتن Children's Museum of Manhattan للأطفال والأمهات العازبات الذين يعيشون في مساكن مؤقتة إمكانية الوصول إلى تجارب الفن والموسيقى والصحة ومحو الأمية، مع التركيز الرئيسي على تمكين النساء من مهارات تربية الأطفال ومهارات الحياة. ويعمل المتحف أيضاً مع الشركات المجتمعية لتفعيل التزامه بالشمولية، حيث يقدم برامج خاصة لمجموعة متنوعة من السكان، والمستشفيات ومراكز السرطان والأطفال ذوي الاحتياجات الخاصة. [17]

وقد ينظر أعضاء المجتمع إلى متاحف الأطفال ليس فقط على أنها أماكن للتجمع والتعلم، ولكن أيضاً للشفاء. حيث استجاب متحف أطفال جزيرة ستاتن Staten Island Children's Museum، بعد الأحداث المأساوية التي وقعت في 11 سبتمبر 2001 والتي تسببت في فقدان 297 من سكانها، بمشروع فريد مصمم لمساعدة الناجين على التعامل مع الحزن الهائل والاحتياجات العاطفية. إلى جانب العديد من الأحداث المجانية التي تركز على دعم الصحة العقلية لروادة. وقد قدم المتحف مشروعاً يسمى Ladder 11، وهو عبارة عن معرض جديد دائم، يتميز بشاحنة إطفاء قديمة مجهزة بمعدات مكافحة الحرائق الحديثة، الشكل (3). وقدم هذا المشروع المجتمعي والمعرض العملي تركيزاً إيجابياً للبالغين بينما سمح للأطفال أيضاً بالتعبير عن مشاعرهم من خلال لعب الأدوار. [5]



شكل (3)، معرض Ladder 11 في متحف أطفال جزيرة ستاتن
/ https://sichildrensmuseum.org

ونظراً لأن المتاحف تعمل على أن تكون مساحات مجتمعية شاملة، فيجب أن يراعي تصميمها الاحتياجات والاختلافات الثقافية بشكل صحيح، كي لا يحد المتحف عن غير قصد من إمكانية الوصول إلى مجموعات أو جماهير محددة. فمثلاً توجد العديد من التقاليد الثقافية والمجتمعية في تحضير واستهلاك الطعام، يمكن أن يتراوح هذا بين ما يمكن تناوله وتقديمه وكيفية تحضيره وكيفية استهلاكه، وأخيراً كيفية التخلص من النفايات. وبالتالي ومن أجل تلبية احتياجات المجتمع المحلي قد تكون هناك حاجة لمطابخ متعددة أو أماكن لتناول الطعام، وقدرة الضيوف على إحضار وجباتهم الخاصة. كل هذا يمكن أن يؤثر بشكل كبير على تخصيص المساحة وتصميم المبنى. [12]

كما في متحف الأطفال في إنديانابوليس حيث تضم قاعة الطعام العديد من المطاعم التي تلبي الاحتياجات المختلفة للزوار، بالإضافة إلى وجود محطة عمل تمكن الزوار من إعداد وجباتهم الخاصة بهم بأنفسهم، مع السماح لهم بإحضار طعامهم ومشروباتهم، الشكل (4).

شكل (4)، صالة الطعام في متحف إنديانا بوليس للأطفال
https://www.childrensmuseum.org/visit/amenities

كما يجب تطوير فهم ماهية التسهيلات اللازمة لاحترام معتقدات ودين الزوار، وأساليب تخصيص المساحة المناسبة وتصميمها، حيث أن لكل دين بفئاته وأقسامه واختلافاته الإقليمية تقاليد ومعتقدات وقواعد معينة تحكم السلوك. ويجب على المتحف إجراء الترتيبات اللازمة للسماح للأشخاص بزيارة المتحف والحفاظ على شعائرهم الدينية الشخصية. [12]

ومع تغير القيم الثقافية والاحتياجات التعليمية والعمليات التكنولوجية بمرور الوقت، لا بد من إنشاء أماكن ومساحات تتسم بالمرونة وتغييرها بشكل متكرر حسب الحاجة لتلبية الاحتياجات التعليمية والوظيفية الناشئة.

6-3: تحقيق التوازن بين الأدوار التعليمية والترفيهية:

لعبت المتغيرات المتعددة التي حدثت في العقود الثلاثة الماضية مثل التغير في الملف الديموغرافي للزوار، وتغير ثقافة الجمهور واحتياجاته، والدخول في عصر المعرفة والمعلومات، والتعديلات في البيئة الخارجية للمتاحف والقيود المالية على المتاحف، دوراً مهماً في تغير مهمة المتاحف بما في ذلك مسؤولياتها المدنية والاجتماعية وأنماط المشاركة والتفاعل مع المجتمعات[9]، حيث تحولت متاحف الأطفال في القرن الحادي والعشرين إلى مساحات اجتماعية ذات التزام عام بتوفير الترفيه لزوارها وتسعى إلى

تحقيق التوازن بين أدوارها التعليمية والترفيهية، كما تعمل في نفس الوقت على إرضاء آمال وتطلعات الزوار واحتياجاتهم، مما يتطلب منها أن تكون أكثر ديناميكية وتتوصل إلى استراتيجيات فعالة لتحسين أدائها ورضا الزوار، مما يمنحها ميزة تنافسية مع المتاحف والأنشطة الترفيهية الأخرى وتجعل مؤسستها ذات صلة وتستحق الزيارة. [13]
وفي هذا الصدد تستحق متاجر الهدايا والمنشورات والمقاهي اهتماماً خاصاً كونها تلعب دوراً هاماً في جذب الزوار وتشكل مكاناً ملائماً لإقامة المناسبات والتفاعل الاجتماعي. فضلاً عن دورها في زيادة إيرادات المتاحف وبالتالي ضمان استمرارية الحياة في المتحف.

وبالإضافة إلى كونها توفر تجربة تفاعلية فريدة ومصدراً قيماً للإبداع، تلعب متاحف الأطفال دوراً مهماً في تنشيط وتدعيم قطاعات اقتصادية تعتبر من دعائم التنمية المستدامة، خاصة في السياحة الثقافية والتعليمية، وهذا ما يمكن لمسه من خلال زيادة الطلب على بعض الوجهات السياحية بفضل متاحفها التي أصبحت عناصر أساسية للجذب السياحي [4]، وهنا يمكن الإشارة إلى متحف إنديانابوليس للطفل الذي يستقبل أكثر من مليون سائح سنوياً.

خلاصة الدراسة النظرية:

تعتبر متاحف الأطفال مصدراً متميزاً لمعلومات الطفل، كونها توفر مساحات بديلة ومبتكرة للتعليم المدرسي وتهدف إلى تزويد الأطفال بالمشاركة النشطة في التعلم. وقد توسع دورها التربوي والتعليمي بشكل كبير مع تنامي أهميتها وأعدادها عالمياً، في مختلف البيئات والأقاليم.

وتحدد الأقسام الوظيفية لمتحف الطفل بشكل عام بـ (القسم العام، قسم العرض، القسم التعليمي التثقيفي، القسم الترفيهي، العرض الخارجي، المرافق والخدمات، القسم الإداري والخدمي).

وبالرغم من عدم اختلاف مهام متاحف الأطفال منذ نشأتها حتى اللحظة، من حيث توفير بيئة يمكن للأطفال فيها الاستكشاف والتعلم واللعب مع البالغين، إلا أن تنامي متطلبات رواد متاحف الأطفال بمختلف شرائحهم العمرية وبيئاتهم الاجتماعية والمناخية وتطورها التكنولوجي، أسهم في إنتاج العديد من المتغيرات المعاصرة، والتي تجلت في

المتغيرات (البيئية، التكنولوجية والاجتماعية)، والتي أدت إلى ضرورة ارتقاء المتحف بمكوناته وعناصره لتلبية متطلبات تلك المتغيرات. ويركز البحث على الاجتماعية منها.

ثانياً: الدراسة التحليلية:

تم اختيار النماذج حقل الدراسة بحيث يكون:

- اختيار متاحف أطفال من فترات زمنية مختلفة.
- اختيار متاحف متنوعة من حيث واقع تصميمها:
  - مبنى متحف لم يصمم خصيصاً كمتحف وتمت توسعته لاحقاً.
  - مبنى صمم بالأصل متحف وتمت توسعته.
  - مبنى معاصر تم تصميمه متحفاً.

وبناء عليه تم اختيار المتاحف التالية:

- متحف بوسطن للأطفال 1979.
- متحف أطفال بابالوت 1993.
- متحف العلوم للأطفال في إنتشون 2016.

وسيتم تحليل النماذج حقل الدراسة وفق النقاط المستمدة من الدراسة النظرية والتي تمثل أهم المتغيرات الاجتماعية التي أثرت على تصميم متاحف الأطفال وعناصرها الوظيفية، وهي:

ث- تحول متاحف الأطفال لخدمة العائلات.

ج- تلبية احتياجات مجتمعية وثقافية محددة.

ح- تحقيق التوازن بين الأدوار التعليمية والترفيهية.

1- متحف بوسطن للأطفال Boston Children's Museum

الموقع: بوسطن Boston، ماساتشوستس Massachusetts، الولايات المتحدة USA

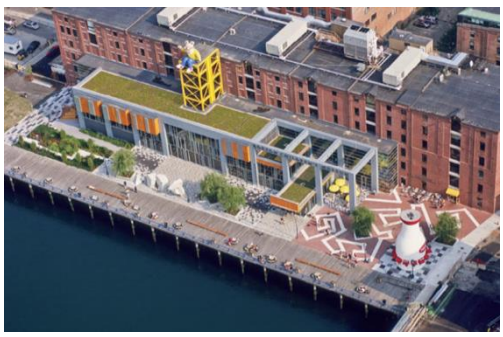
المعماري: - المبنى الأصلي 1888 Morton D. Safford

- المبنى المضاف Cambridge Seven Associates

سنة التأسيس: 1913 وتم افتتاح المبنى الحالي 1979، وتجديده عام 2007.

1-1: لمحة عن المبنى:

يعد متحف بوسطن للأطفال ثاني أقدم متحف للأطفال وأحد أكثر متاحف الأطفال تأثيراً في العالم، تم تأسيسه من قبل مجموعة من معلمي بوسطن في عام 1913م، وقد أقام على مر السنين في قصور كبيرة ومدارس ومباني تذكارية، حتى الانتقال إلى موقعه الحالي في متحف وارف المطل على ميناء بوسطن الرئيسي على طول قناة فورت بوينت Fort Point في عام 1979م، الشكل(5)، حيث تشارك المبنى الذي كان سابقاً مخزناً للصوف تم بناؤه في عام 1888م مع متحف النقل ومن ثم مع متحف الكمبيوتر الذي حل محله حتى عام 2000م، [24]، وفي العام 2007م، أكمل متحف بوسطن للأطفال مشروع تجديده وتوسعه من قبل المصمم Cambridge Seven Associates، حيث تمت إضافة مساحة 2100م^2 لمساحة المتحف، وساحة أمام المبنى غنية بمناطق الجذب والمناظر الطبيعية من تصميم مايكل فان فالكنبرج Michael Van Valkenburgh Associates Inc، وحصل المشروع على شهادة LEED الذهبية من مجلس المباني الخضراء الأمريكي. [20] وقد أثبت موقع المتحف المطل على القناة والبعيد عن وسط المدينة نجاحه الكبير نظراً لسهولة الوصول إليه، ووجود العديد من مناطق الجذب الأخرى القريبة، كما يمكن الوصول إلى المتحف من خلال أشكال مختلفة من وسائل النقل العام والسيارات والتاكسي المائي، حيث يقع المتحف على بُعد كتلتين فقط من محطة مترو الأنفاق، ومنطقة الرصيف نفسها متصلة جيداً بالطرق السريعة وخطوط الحافلات والسكك الحديدية والميناء، بالإضافة لوجود العديد من مواقف السيارات بالقرب من المتحف. [32]



شكل (5) متحف بوسطن للأطفال
https://architizer.com/projects/boston-childrens-museum/

2-1: مكونات المتحف:

أدى نجاح متحف بوسطن في التحول لوجهة عائلية شهيرة، إلى عجز المبنى القديم عن استيعاب التدفق الكبير للزوار وظهور بعض أوجه القصور في الأداء، حيث واجه ممر الحركة الرئيسي ازدحاماً كبيراً في أوقات الذروة، كما أصبحت قاعات العرض غير كافية لاستيعاب المعروضات، مما دعا لضرورة تجديد وتوسيع مبنى المستودع وتحويله إلى ساحة لعب للاستكشاف[26]. حيث تم إنشاء ردهة جديدة تتميز بطابعها المفتوح، ومدخل جديد ملفت للأنظار، ونظام انتشار جديد عبارة عن سلسلة من الممرات يتراوح عرضها بين (3 -6،3 م) يتم الوصول إليها عن طريق درج أو مصعد وتمتد بطول التوسعة بالكامل وتربط القسم الجديد بالقديم، وفي نهاية كل من هذه الممرات يوجد مكان للزوار للتوقف والاسترخاء، بالإضافة لمركز زوار، ومساحات عرض دائمة ومؤقتة، ومساحة مرنة للفعاليات والأنشطة والتخزين، وكافتيريا في الهواء الطلق، وإضافة مسرح إلى المبنى القائم، وإعادة توظيف بعض فراغات المبنى القائم حيث تم تخصيص مساحات لغرفتين متعددتي الأغراض وغرفة ترحيب المجموعات وغرفة لإقامة حفلات أعياد الميلاد، كما تم تغيير أسلوب التعامل مع الموقع.

وقد تركزت المعارض الجديدة والأماكن العامة المفتوحة للجمهور في الطوابق الثلاثة الأولى مع حركة واضحة ومساحة للعب والنشاط، بينما تم نقل المكاتب الإدارية إلى الطابق الرابع. [26] ويمكن تصنيف وظائف المبنى ضمن ما يلي: [25]

- قسم عام: المدخل والردهة التي تشمل الاستقبال والقبول، وغرفة الترحيب بالمجموعات.

- قسم العرض: يضم: صالات العرض الدائم التي تتناول مواضيعاً عن العلوم والثقافة والفنون ومحو الأمية والصحة والبيئة، ومعرضاً للتعليم المبكر للأطفال الذين تتراوح أعمارهم بين ثلاث إلى خمس سنوات، ومساحة اللعب المخصصة للأطفال الذين تتراوح أعمارهم بين (0-3 سنوات) مع العديد من مناطق اللعب المختلفة في جميع أنحائها، العرض المؤقت.

- القسم التعليمي التثقيفي: يضم: مسرح للأطفال، استديو الفن، مركز الموارد المستخدم على نطاق واسع في المتحف والذي يقوم بإعارة وتأجير الكتب والأشياء والمواد السمعية

والبصرية والأطقم المتعلقة بالمعارض للمعلمين والعاملين في المجتمع وأعضاء المتحف، كما ينظم ورش عمل حول موضوعات المتاحف، فصل دراسي مخصص لرياض الأطفال، وورشة عمل توفر مساحة للأطفال والعائلات لاستكشاف الأدوات اليدوية معاً بأمان.

– القسم الترفيهي: يضم: غرفة حفلات أعياد الميلاد على ارتباط بمدخل المجموعات (الغرفة الخضراء)، غرفتين متعددتي الأغراض، متجر، غرفة الطعام حيث يحضر الزوار الوجبات الخاصة بهم إلى المتحف، كافتيريا ومطعم سريع، كافتيريا في الهواء الطلق.

– القسم الخدمي: يتضمن الخدمات الصحية، مركز دعم الأسرة الملحقة بمساحة اللعب للأطفال الصغار جداً، مصعد رئيسي يربط بين طوابق المبنى يتسع لثمانين شخصاً في وقت واحد، كما يوجد مصعدين إضافيين، مستودعات التخزين.

– القسم الإداري: المكاتب الإدارية.

–العرض الخارجي: يضم: السقف الأخضر: عبارة عن ثلاث مستويات تمكن الطفل من الاستكشاف واللعب في الحديقة والتربة، والتعرف على النباتات والخضروات ومن أين يأتي طعامنا، الشكل (6).

شكل (6) السطح الأخضر في متحف بوسطن للأطفال
https://www.bostonchildrensmuseum.org

الساحة الخارجية أمام المبنى: تتضمن طبيعية محلية، كافتيريا هواء طلق، ومسار متاهة يؤدي للمدخل الرئيسي، ساحة زجاجة الحليب، مدرجات، أماكن للجلوس [11]، الشكل (7،8).

شكل (7) مسقط الطابق الأرضي والساحة العامة لمتحف بوسطن للأطفال
/https://laud8.wordpress.com/2015/03/26/boston-childrens-museum-plaza

1-3: استجابة المتحف للمتغيرات الاجتماعية:

1-3-1: خدمة العائلات:

- تم تصميم كل معرض للأطفال والكبار على حد سواء.
- الاهتمام بتوفير خدمات ومرافق ملائمة للعائلات، حيث تم تزويد مساحة اللعب المخصصة للأطفال الصغار (أقل من ثلاث سنوات) بغرفة دعم الأسرة، يقوم الأهل فيها بالقراءة عن موضوعات متعلقة بتطور الطفل، والتحدث مع مقدمي الرعاية الآخرين وأخذ بعض معلومات الأبوة والأمومة إلى المنزل، كما تتوفر فيها منطقة لتناول وجبة خفيفة وإرضاع الأطفال.
- توفر أماكن استراحة للمرافقين موزعة في ممر الحركة الرئيسي وفي المعارض المختلفة.
- توجد دورة مياه عائلية مزودة بطاولات تغيير حفاضات الأطفال في كل طابق.
- توجد لخزائن للأغراض الشخصية وغرفة مشاجب في الطابق الأرضي من الممكن ترك عربات الأطفال فيها أثناء زيارة المتحف حيث أماكن وقوف عربات الأطفال محدود في المتحف ولا تتسع بعض المعارض لها الشكل (9).

شكل (9) خزائن العائلات وأماكن استراحة في الممرات والمعارض
https://www.tripadvisor.com/

- يمكن للزوار إحضار وجبات الطعام الخاصة بهم إلى المتحف، لتناولها في (غرفة الغداء بالطابق الأرضي) أو في ساحة زجاجة الحليب الخارجية Milk Bottle Plaza.
- يوفر المتحف، البرامج والمعارض والمساحات التي يمكن لجميع الزوار بما في ذلك ذوي الاحتياجات الخاصة الوصول إليها، حيث يخدم المصعد الرئيسي جميع طوابق المتحف، كما تمت مراعاة أن تكون الحمامات مناسبة لذوي الاحتياجات الخاصة في جميع أرجاء المتحف.
- تم أخذ تخطيط الممرات وطبيعة تركيبات الجدران وارتفاع الملصقات والرموز الاتجاهية الخاصة في جميع أنحاء المتحف التي تساعد الزوار المعاقين بعين الاعتبار أثناء التصميم.
- يتوفر في مكتب القبول في المتحف خرائط كبيرة، وأجهزة استماع مساعدة لجميع العروض، وأغطية الأذن التي تعمل على خفض الصوت مجاناً، والكراسي المتحركة للبالغين والأطفال. [25]

1-3-2: تلبية احتياجات المجتمع:

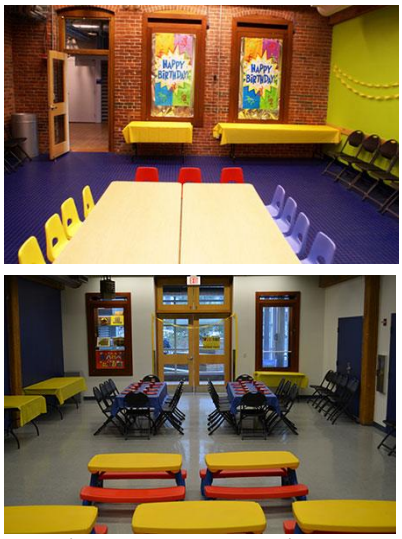
- طور متحف بوسطن علاقة إيجابية مع المجتمع المحلي حيث وفر برامج متنوعة لطلاب المدارس في المنطقة والمجموعات المحلية الأخرى، تساعد الأطفال على تطوير العادات الأساسية للعقل والمهارات، مع التركيز على اللعب العملي، وتقام هذه البرامج في ورش العمل والمخابر وفراغات العرض المتحفي حسب موضوعها، إضافة للقاعتين متعددتي الأغراض.
- تحول الساحة العامة المساحة الخارجية للمتحف إلى جزء إيجابي ومتكامل من تجربة الزائر الشاملة. حيث تتضمن مساحات لا تُنسى للفعاليات والصفوف والعروض الجماعية، وتوفر فرصاً للتعلم العملي، وإقامة علاقات بين داخل المتحف وخارجه.

وتستوعب الساحة مجموعة واسعة من الاستخدامات حسب الحاجة، ويقام فيها العديد من الأنشطة الفردية أو الجماعية. كما تقام فيها المعارض الحية التي تمتد إلى الساحة من خلال الأبواب المزدوجة الكبيرة التي تجذب الآباء والأطفال للمشاركة معاً، [11] الشكل (10).

شكل (10) صانع القوارب وهو يعلم
الأطفال وعائلاتهم كيفية استخدام أدوات
نحت الخشب
/ https://laud8.wordpress.com

1-3-3: التأكيد على الدور الترفيهي: يوفر المتحف المساحات والبيئة الملائمة لفعاليات ونشاطات الشركات وحفلات العشاء والكوكتيل وحفلات الزفاف، أو أعياد ميلاد الأطفال والخدمات المناسبة لتلبيتها، ويتم استخدام الفراغات التالية لإقامة الأحداث والفعاليات [25]، الشكل (11): الردهة والساحة التي تعد مكاناً مثالياً لحفلات الاستقبال والعشاء، كما يتم استخدام مساحة معرض الشائع The Common في الطابق الأول، لإجراء العروض التقديمية، حفلات الاستقبال ووجبات العشاء، عروض الأداء والرقص، بالإضافة للمسرح. أما بالنسبة لأعياد الميلاد، يوجد في غرفة خاصة لها (الغرفة الخضراء)، كما يتم استخدام الغرفة الزرقاء (غرفة الترحيب بالمجموعات) عندما يكون عدد المشاركين كبير، الشكل (12).

شكل (11) إقامة الحفلات والأنشطة في متحف بوسطن
https://www.bostonchildrensmuseum. s



شكل (12) أعياد الميلاد الخضراء (أعلى)، الغرفة الزرقاء(أسفل)
https://www.bostonchildrensmuseums

- تم تصميم الساحة بحيث تتضمن مساحات اجتماعية لتناول الطعام والترفيه وإقامة الفعاليات والأنشطة، الشكل (13)، وتتضمن الساحة المرصوفة حول *زجاجة* الحليب العملاقة، والمقهى الخارجي، والخيام المستخدمة للمناسبات، والمقاعد الموضوعة على طول المنتزه والمدرجات عند نقطة دخول المجموعة. [11]

شكل (13) المساحات الاجتماعية المتعلقة بالترفيه والفعاليات
https://www.alamy.com

2- متحف أطفال بابالوت **Papalote) Papalote Children's Museum (Museo del Niño**

الموقع: مكسيكو سيتي Mexico City، المكسيك Mexico.

المعماري: ريكاردو ليجوريتا Ricardo Legorreta.

سنة الافتتاح: 1993، وتم تجديده عام 2016.

2-1: لمحة عن المبنى:

تم افتتاح متحف بابالوت في عام 1993م في بيئة طبيعية داخل مدينة مكسيكو، في القسم الثاني من غابة تشابولتيبيك Forest of Chapultepec، بهدف توفير بيئة للاتصال بالعلوم والتكنولوجيا والفن للأطفال وأسرهم، والمساهمة بالتالي في نموهم وتطورهم الفكري والعاطفي والشخصي، ويعد متحفاً فريداً من نوعه وأحد أشهر مناطق الجذب الملائمة للعائلات في المكسيك، افتتح أبوابه بـ 290 معروضاً وازدادت إلى 320 عبر إضافة محتويات جديدة، مما أدى إلى التجديد المستمر لمهمته المتحفية وكذلك لمساحته، وكان التجديد الأعمق الذي حدث في عام 2016، حيث تم إعادة تشكيل المساحات والمحتويات وتطبيق التدابير المستدامة في تشغيل المتحف[22]، الشكل (14).

ويتميز موقع المتحف بسهولة الوصول إليه عبر وسائل النقل العام حيث توجد بالقرب منه محطة مترو، كما تتوفر في الموقع ساحة مواقف للزوار، وساحة مواقف خاصة بالإدارة تتسع 12 موقف [22]. وبعد تجديد المتحف، تم إنشاء مبنى من ثلاثة طوابق لمواقف السيارات في مكان مواقف الزوار، يتسع لـ 256 سيارة [30]، كما تم إضافة مواقف للباصات عند حديقة المجموعات المدرسية.

شكل (14) متحف بابالوت للأطفال
/ https://www.chapultepec.org.

2-2: مكونات المتحف:

تم تصميم المتحف مع مراعاة اتصاله بغابة تشابولتيبيك ومسطحاتها المائية، لذلك تم إدخالها في التصميم من خلال أفنية داخلية كبيرة ومنطقة خضراء، باستخدام مواد مثل الحجر والماء، ويتكون المتحف من عدة وظائف موزعة على طابقين، الشكل (15) وفق ما يلي:

- القسم العام: يشمل المدخل والبهو الذي يضم الاستعلامات وحجز التذاكر، وصول رئيسي من العرض الخارجي لصالة المعارض.

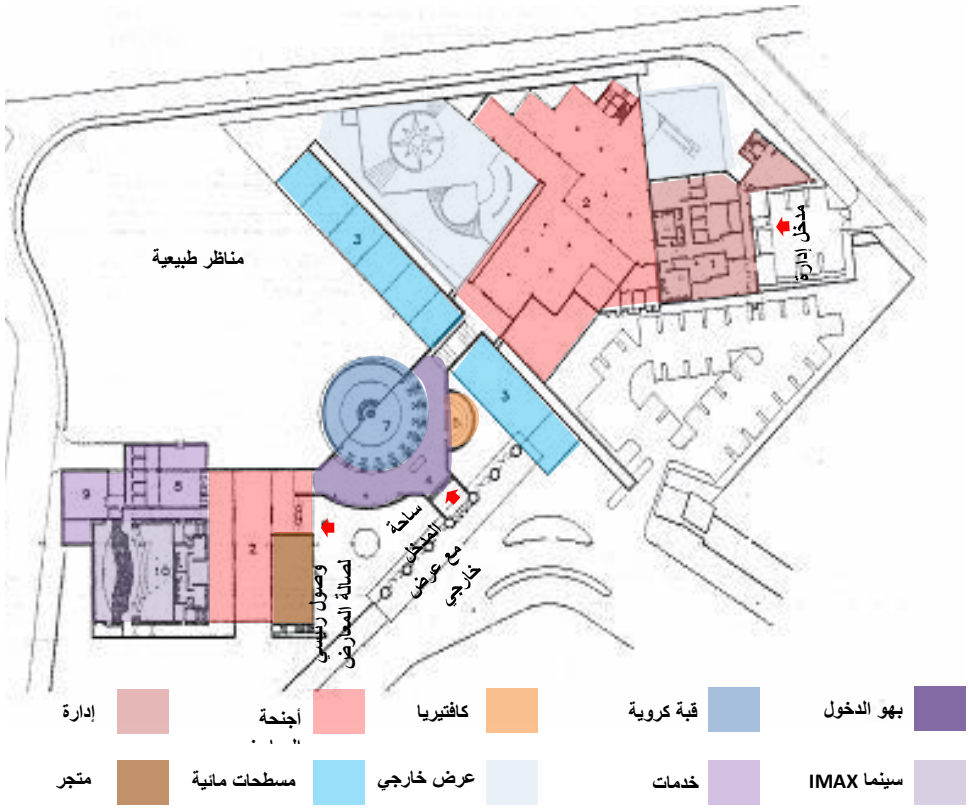
- قسم العرض: يتضمن أجنحة المعارض والتي توزعت بين " الحجم الرئيسي" وهو القسم الشرقي للمجمع المكون من سلسلة من الأبراج ذات أحجام وارتفاعات مختلفة والتي تشكل معاً مساحة واحدة، أو في صالة العرض الموجودة أما سينما IMAX، مسرح القبة حيث يتم عرض الأفلام على سطح كروي.

- القسم التعليمي التثقيفي: يشمل سينما IMAX تتسع لـ 330 شخص وهي واحدة من أكبر الشاشات في البلاد وأول قاعة في مكسيكو سيتي مجهزة بنظام الإسقاط IMAX لعرض الأفلام التعليمية الوثائقية التي يتم اختيار موضوعاتها لتكمل جولة الزوار في المتحف، كما يمكن استخدامها للمناسبات المسائية. [21]

–القسم الترفيهي: يضم كافتيريا عند المدخل، قاعة الطعام في الطابق الأول والتي تم تحويلها إلى منطقة عرض بعد التجديد، متجر للهدايا.

–القسم الإداري: يضم: الإدارة العامة، ومكاتب المتاحف.

–القسم الخدمي: الأدراج والمصاعد، الخدمات الصحية، مستودعات التخزين وخدمات فنية.



شكل (15) مسقط الطابق الأرضي لمتحف بابالوت للأطفال
https://www.legorreta.mx/en/proyecto-papalote-museo-del-nino

العرض الخارجي:

تم تطوير الحدائق والساحات والمسطحات المائية لتلبية الأنشطة الخارجية للمتحف، ويحتوي المتحف على حديقة المايا وهي عبارة عن مساحة خضراء كبيرة، مع بيئات استوائية مماثلة لتلك الموجودة في أراضي المايا، والغابة ذات الطابع الاستوائي ليفهم الطفل المكسيكي كيف عاش أسلافه بطريقة مباشرة للغاية.

zوقد سعت استراتيجية التجديد في عام 2013 إلى إنشاء مناطق عرض جديدة دون توسيع مساحة المبنى. لذلك تم إنشاء مساحات مفتوحة جديدة ضمن مسار المتحف، كما تم إضافة مدرج في الهواء الطلق مناسب للأنشطة المختلفة،[19] الشكل (16).

شكل (16) تطوير المساحات الخارجية وتحويلها لمناطق عرض جديدة
https://divisare.com

أعمال تجديد المتحف في عام 2016:

تم إنشاء متحف بابالوت للأطفال مع الأخذ في الاعتبار أن أهم زواره هم أطفال، ومع وجود جيل جديد من الأطفال المنغمسين في التكنولوجيا، فكرت سلطات المتحف في خطة لتجديده لتغطية متطلبات هؤلاء الأطفال. وقد ركز مشروع التجديد على حل وظائف المبنى وامتلائه، من خلال إعادة تشكيل بعض المساحات، وتوسيع البعض الآخر وتم الحفاظ على أخرى وتلقي الصيانة المتكاملة، بهدف تغطية الطلبات المتزايدة لزواره [30]، الشكل (17، 18).

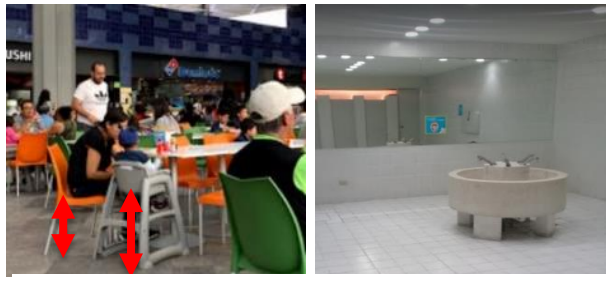
شكل (17) لقطة توضح العناصر التي تمت إضافتها
/http://www.redcapitalmx.com

شكل (18) مسقط متحف بابالوت للأطفال بعد التجديد
/http://www.redcapitalmx.com/el-papalote-museo-del-nino-evoluciona/1784

2-3: استجابة المتحف للمتغيرات الاجتماعية:

2-3-1: خدمة العائلات:

- تم العمل على توفير المرافق الخدمية اللازمة من مواقف السيارات التي تمت توسعتها، وغرف الإرضاع وطاولات تغيير الحفاضات في دورات المياه العائلية والتي تمت توسيع مساحتها خلال تجديد المتحف عام 2016م وفق التصميم الجديد للحمامات الجديدة بحيث تكون أكثر راحة للاستخدام للأطفال والبالغين، وتم تجديد مواد اكسائها وتجهيزها بتهوية طبيعية وميكانيكية. [30].
- تم تجديد المعارض بحيث يتمكن جميع أفراد العائلة من المشاركة واللعب مع مراعاة اختلاف المقياس حيث تم وضع كراسي لمساعدة الأطفال الأصغر للوصول إلى شاشات اللمس وإمكانية التفاعل معها عند الحاجة، وأيضاً تمت مراعاة ذلك في الحمامات وفي منطقة الطعام من خلال توفير كراسي بارتفاع مختلف للأطفال الصغار، الشكل (19).



شكل (19) مراعاة مقياس الطفل في مغاسل وكافتيريا المتحف
https://www.google.com/maps/

- وتم توزيع أماكن استراحة للبالغين في مختلف أنحاء المتحف وفي فراغات العرض حيث يتسنى لهم مراقبة أطفالهم [31]، الشكل (20).

شكل (20) توفر أماكن استراحة للكبار في كافة فراغات المتحف
https://www.google.com/maps/

- يتميز المتحف بمراعاة ذوي الإعاقة، بدءاً من إمكانية الدخول عبر رامب المدخل، وصولاً لتوفر مواقف سيارات وحمامات خاصة لهم، ومصعد يمكنهم من التنقل بين مستويي المبنى.
- تم توسيع مساحة البهو خلال مشروع التجديد في عام 2016، للحصول على مساحة إجمالية تبلغ 1200م2 (سابقاً 200م^2)، لضمان راحة الزوار ودخولهم إلى المتحف دون حدوث الازدحام في أكشاك التذاكر، حيث تحتوي على أكشاك للتذاكر، بالإضافة إلى خزائن للممتلكات الشخصية، وتمت تغطيتها بهيكل معدني ضخم والزجاج وألواح معدنية مثقبة لتوفير الحماية من المطر وأشعة الشمس، وإضافة عنصراً مميزاً للغاية لواجهة المتحف [30]، الشكل (21).

شكل (21) منطقة البهو بعد تجديدها وتوسعتها
https://www10.aeccafe.com/

- تمت إضافة منطقة المجموعات المدرسية في مكان حديقة المايا بمساحة تبلغ 3700م2 مخصصة لاستقبال الحافلات المدرسية ووصول مجموعات الزوار، الشكل (22)، تحتوي على منطقة إنزال مخصصة للحافلات، وكشك للتذاكر والخدمات الخاصة، ويوجد أيضاً سلسلة من الخزائن للزوار لتخزين أمتعتهم الشخصية كحقائب الظهر، بالإضافة إلى منطقة تخزين خاضعة للرقابة للكراسي المتحركة أو عربات الأطفال أو الأشياء كبيرة الأبعاد. [30]

شكل (22) مدخل منطقة المجموعات
http://cdmxtravel.com/en/attractions/papalote-children-s-museum.html

2-3-2: تلبية احتياجات المجتمع:

- تمت إضافة منطقة مخصصة للمعارض المؤقتة بعد فترة من بناء المتحف لاستضافة أي نوع من المعارض المتنقلة التي يمكن تقديمها في المتحف، وخلال التحديث الذي حصل في عام 2016 تم تجديد تشطيباتها الداخلية وإضاءتها.
- تم إعادة ترتيب منطقة المعارض الدائمة وتقديمها بصورة جديدة وإعادة تصميم محتواها بالكامل بموضوعات محدثة، وتمت زيادة مساحة الطابق العلوي باستخدام المساحة التي شغلتها قاعة الطعام، وافتتح مكانها مختبر الأفكار، وهو مساحة تفاعلية مرنة تشجع على حل المشكلات الإبداعية في بيئة اجتماعية. [27] كما تم تعديل واجهاتها للحصول على أكبر قدر من الإضاءة والتهوية الطبيعية لتأمين راحة الزوار.
- يعمل المتحف على إقامة ورش العمل والدورات المتعلقة بالعلوم والفنون والفلك والروبوتات، وإجراء المسابقات المختلفة، كما يقدم ورش عمل موجهة للآباء مثل

دورات علم الفلك للكبار، بالإضافة للاحتفال بالأعياد الرسمية، وإقامة المهرجانات والكرنفالات والحفلات الخاصة [27]. وتقام هذه الأنشطة والفعاليات إما داخل المبنى (فراغات العرض والمخابر، الصالة المتعددة التي تمت إضافتها، البهو بعد التوسع)، أو في الساحات والحدائق، حيث يعتبر استخدام المساحات الخضراء والساحات والمسطحات المائية كمناطق ترفيهية وثقافية عاملاً مهماً في المشروع، شكل (23، 24). ويفتح المتحف أبوابه للبالغين فقط يوم الخميس، مما يتيح لهم التعرف على المتحف ومشاهدة أفلام على الشاشة الفائقة. [27]

شكل (23) الأنشطة الترفيهية في الهواء الطلق
/ https://dailydex.com

شكل (24) إقامة المسابقات في المتحف (الصالة المتعددة وصالة المعارض المؤقتة)
https://www.google.com/maps/

2-3-3: التأكيد على الدور الترفيهي للمتحف:

- تمت خلال مشروع التجديد مراعاة زيادة الجانب الترفيهي لزوار المتحف من خلال توسيع منطقة تناول الطعام، حيث وضعت قاعة الطعام الجديدة على الجانب الشرقي من البهو الرئيسي تحت التغطية الكبيرة، لتضم 9 مطاعم محلية للوجبات السريعة، وتيراس يتسع إلى 450 شخصاً.
- تمت إضافة منطقة مخصصة لتناول الغذاء ضمن منطقة للمجموعات المدرسية تغطيها تعريشة بغطاء زجاجي توفر الحماية من المطر والشمس، الشكل (25).

شكل (25) منطقة تناول الغذاء المخصصة للمجموعات
https://www.tripadvisor.com

- توسيع متجر الهدايا بمساحة 220م2، ليضم محل بيع الكتب، ومنطقة لرواية القصص، وتم تصميمه بطريقة مميزة تثير اهتمام الأطفال، [30].
- تحويل قاعة العرض الموجودة أما سينما IMAX إلى بهو للسينما ولمدخل المجموعات الذي تم فتحه من الحديقة المدرسية لتوفير مساحة واسعة لمدخل وظائف السينما، وتحديث شاشة IMAX Mega العملاقة بالكامل كما تم إجراء الصيانة الشاملة والإضاءة وتحسين تكييف الهواء لهذه المنطقة، وإنشاء متجر حلوى جديد. إضافة لتحديث أنظمة الإنارة والتكييف وأنظمة الكشف عن الحرائق والأمن في قبة بانامكس الرقمية.

- إضافة قاعة متعددة الأغراض تتسع 450 زائر، تتميز بشكلها البيضوي وواجهاتها الزجاجية التي تتيح رؤية واضحة للحديقة الخارجية. وتضم القاعة جدران متحركة يمكن أن تقسمها إلى مخططات مختلفة، بحيث تستضيف ما يصل إلى ثلاثة أحداث متزامنة، كما تم تجهيزها بمطبخ وغرفة اجتماعات ومكاتب للمناسبات وغرف معاطف ودورات مياه. [30]

3- متحف العلوم للأطفال في إنتشون Incheon Children Science Museum

الموقع: إنتشون INCHEON، كوريا الجنوبية SOUTH KOREA

المعماري: HAEAHN Architecture، Seongwoo Engineering & Yooshin Architects & Engineers،Architects

سنة الافتتاح: 2011

3-1: لمحة عن المبنى:

تم اختيار أرض المتحف في ضواحي المدينة نظراً لصعوبة تأمين مساحة كافية في وسطها، عند مدخل جبل كاي يانغ KyeYang في إنتشون Incheon، على الحدود بين المدينة والطبيعة حيث تستمران بلا انقطاع. [18]

ويعتبر أول متحف علوم متخصص للأطفال يتم بناؤه في كوريا، تم تصميمه ليصبح أحد المعالم التي ترمز إلى إنتشون، ويمتلك فيه الأطفال المتعة والتجربة، الشكل (26).

شكل (26) متحف إنتشون للعلوم
/ https://www.archive.inigobujedo.com

يتميز موقع المتحف بوجود أكواريوم وعدة مطاعم على مقربة منه مما يجعل المنطقة تستحق الزيارة، وعلى الرغم من وجودها في ضواحي المدينة إلا أن الموقع مخدم بشكل جيد بالنسبة لوسائل النقل العام، حيث توجد عدة مواقف للحافلات قربه، بالإضافة لمحطة مترو على بعد حوالي 10 دقائق سيراً على الأقدام.

كما تم تزويد الموقع بعشرة مواقف للباصات وإحدى عشر موقفاً لذوي الاحتياجات الخاصة، بينما تم وضع بقية المواقف تحت الأرض (126موقف من بينها 2 لذوي الاحتياجات الخاصة)، لاستغلال مساحة الموقع بالمعارض الخارجية ومركز التجارب البيئية. [23]

3-2: مكونات المتحف:

يضم متحف إنتشون وظائف تمكن الأطفال من اكتساب المعرفة بسهولة وبطريقة مثيرة للاهتمام من خلال تجربة العلوم كألعاب وليس من خلال التعليم، موزعة على ثلاث طوابق:

- القسم العام: يشمل القاعة المركزية تضم الاستعلامات وغرفة التوجيه، مكتب خدمة العملاء.

- قسم العرض: يشمل صالة عرض خاصة: للمعارض العلمية والفنية والثقافية الأكثر تقدماً، صالات العرض الدائم: تتضمن عدة معارض تتناول مواضيع متنوعة مثل البيئة الطبيعية وجسم الإنسان والأرض ومدن المستقبل موزعة على ثلاثة طوابق ضمن المعارض التالية (قرية قوس قزح، قرية جسم الإنسان، قرية الأرض، القرية الحضرية، القرية السرية)، وكل منها مخصص لفئة عمرية محددة لضمان سلامة الأطفال وتحقيق أقصى قدر من الفائدة. [23]

- القسم التعليمي التثقيفي: يضم: مدرج، مكتبة تقليدية للعلوم، قاعتين تعليميتين، سينما رباعية الأبعاد تعرض مقاطع فيديو تعليمية علمية إلى جانب التأثيرات الخاصة، المختبر الأخضر.

- القسم الترفيهي: يشمل الكافتيريا ومتجر الهدايا الموجودان ضمن القاعة المركزية، صالة استراحة تطل على فراغ القاعة المركزية في الطابق ألأرضي.

- القسم الإداري: يشمل المكاتب الإدارية الموزعة بين الطابقين الأرضي والثاني.

– القسم الخدمي: يشمل الأدراج والمصاعد (مصعدين للأشخاص أحدهما يربط جميع طوابق المبنى بينما يصل الثاني بين الكراج والطابق الأرضي فقط، ومصعد للخدمة)، والخدمات الصحية، بالإضافة لمستودعات التخزين والخدمات الفنية للمبنى ضمن القبو.

– العرض الخارجي: يشمل حديقة السطح التي تضم مدرجاً في الهواء الطلق مع منصة، ومقاعد استراحة وأحواض النباتات، شكل (27).

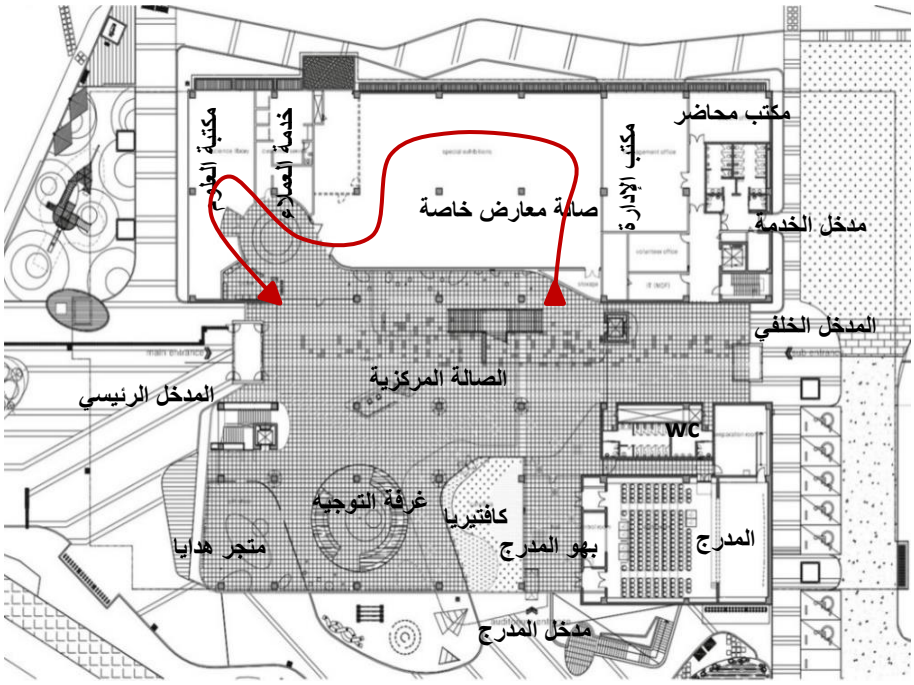
فطر البوق ألعاب الأطفال

حديقة بيئية

شكل (27)، المعارض الخارجية
https://www.icsmuseum.go

–المعارض الخارجية: المرتبطة بالفراغ الداخلي عبر الصالة الرئيسية والتي تضم ألعاب الأنشطة الحركية للأطفال، بالإضافة لمعرض مركز التجربة البيئية الذي يوفر مجموعة متنوعة من النباتات للمراقبة، يقع في الجزء الخلفي للمبنى.

كما تم وضع فطر البوق في الساحة أمام المدخل الرئيسي حيث يتدفق منه الضوء والموسيقى من خلال الطاقة الشمسية التي تم تجميعها خلال النهار [29]، شكل (28)



شكل (28)، مسقط الطابق الأرضي
https://www.archdaily.com/

3-3: استجابة المتحف للمتغيرات الاجتماعية:

3-3-1: خدمة العائلات:

- تمت مراعاة جمهور العائلات في تصميم المعارض، حيث توفر المعروضات إمكانية تعدد المستخدمين والتجمع حولها، وإيصال المعلومة بعدة أساليب تشجع على المشاركة العائلية في اللعب والتعلم، وتم توزيع أركان استراحة البالغين في مختلف فراغات المتحف، الشكل (29).

شكل (29)، توزع أماكن استراحة للبالغين
https://www.icsmuseum.go.kr/eng/exhibits/gallery_info.jsp

- توفر المرافق الخدمية للعائلات من خدمات صحية وغرف تبديل الحفاضات وخزائن الممتلكات الشخصية، بالإضافة لإمكانية استئجار عربات الأطفال من المتحف.
- الاهتمام بكافة التفاصيل الصغيرة حيث على سبيل المثال تم تزويد الأدراج بدرابزين مزدوج أحدهما مخصص للأطفال والآخر للكبار نظراً لاختلاف المقياس بينهما، وكذلك زودت المكتبة بمقاعد ذات ارتفاع مختلف بين الأطفال والكبار حتى يتسنى للأهل الاستمتاع بقراءة القصص والكتب العلمية مع أطفالهم، الشكل (30).

شكل (30)، مراعاة اختلاف المقاييس
بين الطفل والبالغين
https://www.agefotostock.com/

- تمت مراعاة حركة ذوي الاحتياجات الخاصة، من حيث إمكانية الوصول لجميع فراغات المتحف، وتخصيص مقاعد خاصة بهم ضمن المدرج، بالإضافة للخدمات الصحية ومواقف السيارات، كما توفرت معظم اللافتات الإرشادية بحروف كبيرة لمساعدة ضعاف النظر.

3-3-2: تلبية احتياجات المجتمع: يستجيب متحف إنتشون لمتطلبات المجتمع من خلال إقامة البرامج التعليمية للأطفال، التي تعمل على تنمية عقولهم عبر توفير أنشطة علمية منهجية تتماشى مع مستواهم وتعزز قدرتهم المعرفية للاستقصاء العلمي، ويقدم مجموعة متنوعة من برامج الخبرة ليوم واحد في عطلات نهاية الأسبوع وبرامج تعليمية جماعية مرتبطة بالمعارض إضافة إلى مشاهدة المعروضات. ويقدم حزمة من الأنشطة الثقافية وورش العمل الموجهة للكبار [29]، شكل (31).

شكل (31)، الاحتفالات بصالة المعارض الخاصة (يمين)، والأحداث الاجتماعية بالصالة المركزية (يسار)
https://www.archive.inigobujedo.com

3-3-3: التأكيد على الدور الترفيهي للمتحف:

- يقدم المتحف العديد من الأنشطة الترفيهية كالاحتفالات بأهم المناسبات للأطفال وعائلاتهم، كما يعد المتحف مكاناً ثقافياً ممتعاً من خلال تقارب التعليم والمسرحيات والثقافات حيث تُقام في المدرج بانتظام العديد من العروض المصممة خصيصاً الأطفال كالمسرحيات الموسيقية والتمثيليات والعروض السحرية. [29]
- تم تخصيص صالة المعارض الخاصة، أو معرض القرية الحضرية لإقامة الأنشطة الترفيهية والعروض والمناسبات،[28] بالإضافة للمدرج الموجود على سطح المبنى.

- توفر الصالة المركزية بفراغها المفتوح والواسع والتي تغمرها الإضاءة الطبيعية، مكاناً ملائماً لإقامة الأنشطة والفعاليات، حيث تم تصميمها لتكون أيقونة للمرح من خلال توفير العديد من المنحوتات وأماكن الجذب ليتمكن الأطفال الاستمتاع بالعلوم.
- الاهتمام بتصميم الكافتيريا وركن بيع الهدايا بشكل جذاب مميز يشغل حيزاً من الصالة المركزية لجذب الأطفال واستغلال الجانب الاجتماعي الحيوي للصالة، وارتباطها بالحدائق الخارجية وألعاب الأطفال.
- تعتبر السينما رباعية الأبعاد مكاناً رائعاً للأطفال، حيث تضم محتويات مثيرة تثير فضول الأطفال حول العلوم بما فيها علم الفلك، الأرض، الديناصورات وجسم الإنسان، شكل(32).

شكل (32)، الكافتيريا والسينما رباعية الأبعاد
https://www.archive.inigobujedo.com

خلاصة الدراسة التحليلية:

بعد الدراسة التحليلية للمتاحف حقل الدراسة، يمكن تبويب خلاصة الدراسة من خلال تحديد تواجد العناصر الوظيفية للمتحف، والعناصر التي تمت إضافتها لاحقاً أو توسيع مساحتها استجابة للمتغيرات الاجتماعية، وتمت الإشارة إلى أية متغيرات يلبيها العنصر الوظيفي، ليتم التوصل إلى تبيان تطور مكونات متاحف الأطفال لتلبية المتغيرات الاجتماعية، جدول (1).

جدول (1)

المكونات والفراغات الوظيفية التي تلبي المتغيرات الاجتماعية في الأمثلة المدروسة، المصدر: الباحثة

مكونات وعناصر المتحف الأساسية والمستحدثة تبعاً للأقسام الوظيفية			تأمين المكون الوظيفي في المتاحف المدروسة			المتغير الاجتماعي الذي استجاب العنصر الوظيفي لتلبية متطلباته		
			بوسطن 1979 تجديد 2007	بابالوت 1993 تجديد 2016	إنتشون 2016	مراعاة العائلات	تلبية احتياجات المجتمع	التوازن بين التعليم والترفيه
القسم العام	بهو الدخول	فراغ محدد	●	●	–			
		فراغ مفتوح	○	○	●	✓	✓	
	مدخل للمجموعات		○	○	●	✓	✓	
قسم العرض	القبة السماوية		–	●	–			✓
	صالات العرض	دائم	○	○	●	✓	✓	
		مؤقت	○	○	●		✓	
القسم التعليمي التثقيفي	مكتبة		–	–	●	✓	✓	
	الفصول الدراسية وورش التدريب والمخابر		●	○	●		✓	
	سينما		–	●	●			✓
	مسرح أو مدرج		○	–	●		✓	✓
القسم الترفيهي	متجر الهدايا		●	○	●			✓
	كافتيريا		●	○	●			✓
	كافتيريا في الهواء الطلق		○	○	–			✓
	فراغات لحفلات أعياد الميلاد		○	–	–			✓
	قاعة متعددة الأعراض	تضم جدران متحركة	–	○	–		✓	
		مساحة ثابتة	○	–	–		✓	
العرض الخارجي	عرض حدائقي طبيعي		○	–	–			
	عرض مختلط (حدائقي ومعروضات)		–	○	●		✓	
	مدرج في الهواء الطلق		–	○	●		✓	

	ساحات وألعاب الأطفال	○	●	●			✓
	ساحات خارجية للأنشطة والمناسبات	○	○	●		✓	✓
مرافق خدمية	أماكن استراحة	○	●	●	✓		
	حمامات	●	○	●	✓		
	غرف رضاعة	○	●	●	✓		
	خزائن للممتلكات الشخصية	○	○	●	✓		
	مراعاة اختلاف المقياس	–	○	●	✓		
	مواقف السيارات	–	○	●	✓		
	مراعاة ذوي الاحتياجات الخاصة	●	●	●	✓		

(●) العنصر موجود من أصل المبنى، (○) العنصر تمت توسعته أو إضافته لاحقاً (–) عدم وجود العنصر
✓ استجابة العنصر للمتغير الاجتماعي

نتائج الدراسة التحليلية:

من خلال الدراسة المقارنة لخلاصة الدراسة التحليلية المبوبة في الجدول السابق، لتوضيح تأثير المتغيرات الاجتماعية على تصميم متاحف الأطفال، نستنتج ما يلي:

- توافر المرافق الخدمية التي تلبي جمهور العائلات في جميع المتاحف المدروسة، حيث تمت إضافتها لاحقاً في بعض المتاحف إن لم تكن موجودة، أو توسيع مساحتها.
- تصميم جميع المتاحف مع الأخذ بعين الاعتبار مراعاة ذوي الاحتياجات الخاصة.
- تم توسيع مساحة بهو الدخول في متحفي بوسطن وبابالوت من بهو بمساحة محددة إلى بهو مفتوح وواسع كما في متحف إنتشون، ليشكل فراغاً ملائماً لإقامة الأنشطة الاجتماعية والترفيهية ويتسع للخدمات الملائمة لجمهور العائلات.
- تمت إضافة مدخل خاص للمجموعات المدرسية ومجموعات الزوار في متحفي بوسطن وبابالوت، وملاحظة وجوده في متحف إنتشون من أصل المبنى.

- جاء توسيع مساحات صالات العرض الدائم في متحفي بوسطن وبابالوت لمراعاة جمهور العائلات وتلبية احتياجات المجتمع.
- تواجدت المكتبة في متحف إنتشون فقط.
- إضافة مساحة للعرض المؤقت في متحفي بوسطن وبابالوت، ومراعاة وجودها من أصل المبنى في متحف إنتشون لإقامة الأنشطة والفعاليات وتلبية الاحتياجات الناشئة للمجتمع.
- تواجدت الفصول الدراسية وورش العمل والمخابر وألعاب الأطفال في جميع الأمثلة.
- إضافة صالة متعددة الأغراض إلى متحفي بوسطن وبابالوت لاحقاً، وتطور تصميمها من مساحة ثابتة، إلى فراغ بجدران متحركة لاستيعاب أكثر من نشاط في وقت واحد.
- تطور العرض الخارجي من عرض طبيعي إلى عرض مختلط يشمل معروضات وحدائق وتوسيع مساحته لاحقاً في متحفي بوسطن وبابالوت.
- إضافة مدرج في الهواء الطلق خلال تجديد متحف بابالوت وتواجده من أصل متحف إنتشون، لإقامة الأنشطة المختلفة.
- إضافة مسرح إلى متحف بوسطن، وتواجده في إنتشون دون أن يتواجد في متحف بابالوت.
- إضافة ساحات خارجية لإقامة الأنشطة في بوسطن، وتوسيع مساحتها في بابالوت، وتحقيق تواجدها في إنتشون.
- التأكيد على الجانب الترفيهي للمتحف من خلال تواجد متجر الهدايا والكافتيريا في جميع المتاحف، مع ملاحظة توسيع مساحتيهما في متحف بابالوت.
- تواجد السينما في متحفي بابالوت وإنتشون مع تطور تقنياتها في إنتشون.
- إضافة كافتيريا في الهواء الطلق لمتحفي بوسطن وبابالوت للتأكيد على الدور الترفيهي.
- عدم تواجد فراغ لأعياد الميلاد إلا في متحف بوسطن وإلغائها في متحفي بابالوت وإنتشون حيث تقام أعياد الميلاد في أحد فراغات المتحف المرنة التي تم تخصيصها للأنشطة.

النتائج:

1. تطور تصميم متاحف الأطفال استجابة للمتغيرات المعاصرة (تكنولوجية، بيئية، اجتماعية) لضمان استمرار أهميتها في المجتمع المعاصر.
2. لعبت المتغيرات الاجتماعية دوراً مهماً في تطور العناصر الوظيفية في متاحف الأطفال لمراعاة الجماهير المستهدفة وجذب المزيد من الزوار وتلبية احتياجاتهم.
3. تطور تصميم البهو في متاحف الأطفال من فراغ محدد إلى فراغ واسع مفتوح تتم فيه الأنشطة الاجتماعية والترفيهية المختلفة، ويشمل على الخدمات الملائمة للعائلات.
4. يعتبر فراغ العرض المؤقت من الفراغات التي ظهرت استجابة لاحتياجات المجتمع المتغيرة ولتأمين فراغ للأنشطة وورش العمل.
5. ظهرت فراغات وظيفية جديدة استجابة لجمهور العائلات ولتلبية احتياجات المجتمع في المتاحف، مثل مدخل خاص للمجموعات من الزوار، والمكتبة.
6. ظهرت بعض الفراغات الوظيفية في متاحف الأطفال نتيجة تزايد الدور الترفيهي للمتاحف وهي: السينما، والمسارح، وساحات وألعاب الأطفال، والكافتيريات في الهواء الطلق، وتم إضافتها لبعض المتاحف القائمة. ولم تؤثر أي من المتغيرات على تواجد القبة السماوية.
7. أدت المتغيرات الاجتماعية إلى تطور فراغات العرض الدائم وتعديلها وتحديث مواضيعها باستمرار لمواكبة أحدث التقنيات وأهم الأحداث.
8. تعتبر الكافتيريا ومتجر الهدايا من الفراغات الأساسية في جميع المتاحف، والتي ازدادت أهميتها وتم توسيع مساحتها استجابة للدور الترفيهي للمتاحف.
9. تطورت القاعة متعددة الأغراض من فراغات بمحددات ثابتة لفراغات مرنة مع جدران متحركة تلبي أكثر من نشاط في نفس الوقت.

10.من الفراغات التي اختفت مع تطور المتاحف هي الفراغات المخصصة لإقامة أعياد الميلاد نظراً لظهور فراغات أخرى تلبي الحاجة الوظيفية منها.

11.تطور العرض الخارجي من عرض حدائقي طبيعي إلى عرض مختلط يشمل معروضات مختلفة التقنيات بالإضافة للحدائق استجابة للحاجات المجتمعية.

12.ظهر تزايد أهمية المرافق الخدمية التي تلبي متطلبات جمهور العائلات (كالحمامات وغرف الإرضاع والخزائن....الخ)

13.مراعاة اختلاف المقياس بين الطفل والشخص البالغ استجابة لجمهور العائلات في المتاحف الحديثة.

التوصيات:

-يوصي البحث للمسؤولين والدارسين والباحثين في مجتمعنا زيادة الاهتمام بموضوع متاحف الأطفال، لما له من تأثير كبير على الطفل ونموه الفكري.

- يوصي البحث بإجراء المزيد من الدراسات حول تأثير المتغيرات المعاصرة على تصميم متاحف الأطفال من جميع النواحي.

المراجع:

المراجع العربية:

1. الحمراوي، د.سولاف أبو الفتح. (2015). **تصور مقترح لمتحف الطفل المصري في ضوء بعض متاحف الأطفال الأمريكية**. مدرس بقسم العلوم الأساسية، كلية رياض الأطفال، جامعة الإسكندرية.
2. سطوف، د.نضال. (2016). **تطور تصميم متاحف الأطفال لأداء دورها التعليمي**. مجلة جامعة البعث، المجلد 38، العدد 37.
3. الصديق، وفاء. (1993). **متاحف الأطفال في مصر**. دار الشروق، القاهرة، ص36.
4. مجيطنة، د. وفاء. (2019). **المتاحف والتنمية المستدامة**. مجلة المفكر، المجلد 3، العدد 6، ص 194-210. جامعة الجزائر2.

References IN ARABIC:

1. Al-Hamrawi، Dr. Soulaf Abu Al-Fath. (2015). A proposed perception of the Egyptian Child Museum in the light of some American children's museums. Lecturer، Department of Basic Sciences، Faculty of Kindergarten، Alexandria University.
2. Satouf، Dr. Nedal. (2016). The Evolution of Children`s Museums Design to Fulfill Its Educational Role. Al-Baath University Journal، Volume 38، Issue 37.
3. Al-Siddiq، Wafaa. (1993). Children's Museums in Egypt. Dar Al-Shorouk، Cairo، pp. 36.
4. Mujeitna، Dr. Wafaa. (2019). Museums and sustainable development. Journal Elmofaker، Volume 3، Issue 6، pp. 194-210. University of Algiers2.

References IN ENGLISH:

5. Association of Children's Museums. (2005b). **Honorable mentions 2004. Hand to Hand**، 19(1)، p. 8.
6. Association of Children's Museums. (2012). **Standards for professional practice in children's museums**.
7. Baker، B.، & Robinson، J. (2000). **The Sustainable Museum: It`s Not Easy Being Green**. Hand to Hand، volume 14. pp 4-5،7.
8. COELHO، DENISE. (2000). **The Perceptions and Behaviour of Children and Their Families in Child-Orientated Museum Exhibitions**. PhD in Museum Studies، Institue of Archaeology، University College London.
9. El-Adawy، E. (2016). **A visitor-centric Approach to Socially Sustainable Museums: The Egyptian Geological Museum** A Thesis Submitted to Centre for Sustainable Development. the American University، Cairo.
10. Foutz، S.، & Emmons، C. T. (2017). **Application and adaptation of an institutional learning framework**. Journal of Museum Education، 42(2)، 179-189.

11. Haq، Mohammad Bilal. (2009). **Transformation of Museum Architecture in South Africa: Towards the Design of A Children's Museum for the City Of Durban**. The School of Architecture، Planning and Housing، University of KwaZulu-Natal، Durban، South Africa.
12. Lord، B.، & Lord، G.D.، & Martin، L. (2012). **Manual of Museum Planning: Sustainable Space، Facilities، and Operations**. Third edition، Rowman Altamira. 720 pages.
13. Mawere، M.، Chiwaura، H.، & Thondhlana، T. P. (2015). African Museums in the Making: Reflections on the Politics of Material and Public Culture in Zimbabwe. Langaa RPCIG، Mankon، Bamenda، Cameroon. ISBN: 9956792829. 348 pages
14. McMANUS، P. (1994). **Families in Museums**. In: R. Miles & L. Zavala (Eds)، Towards the Museum of the Future - New European Perspectives. London: Routledge. pp. 81-97
15. PAINE، N. (1992). **Forum: Where and When Children 's Museums Began**. Curator، 35(2)86-88.

المواقع الإلكترونية:

16. **Association of Children's Museums**. Retrieved from https://www.childrensmuseums.org/ in 19/9/2021.
17. https://cmom.org/outreach/
18. https://architecturaldesignschool.com/incheon-children-science-museum-82457 (reached on: 15-4-2022)
19. https://divisare.com/projects/385829-ambrosi-etchegaray-jaime-navarro-rafael-gamo-papalote-children-s-museum
20. https://en.wikipedia.org/wiki/Boston_Children%27s_Museum
21. https://thecity.mx/venues/papalote-children-s-museum/
22. https://www.admagazine.com
23. https://www.archdaily.com/560579/incheon-children-science-museum-haeahn-architecture-yooshin-architects-and-engineers-seongwoo-engineering-and-architects (reached on: 16-4-2022)

24. https://www.bcmstories.com/pdfs/Museum%20Profiles.pdf
25. https://www.bostonchildrensmuseum.org/
26. https://www.cambridgeseven.com/project/boston-childrens-museum/
27. https://www.gyroscopeinc.com/papalote
28. https://www.icsmuseum.go.kr/eng/exhibits/gallery_info.jsp
29. https://www.insiseol.or.kr/culture/icsmuseum/
30. https://www.legorreta.mx/en/proyecto-renovacion-papalote-museo-del-nino
31. https://www.papalote.org.mx/exhibiciones-top
32. https://www.urbanculturеinstitute.org/uploads/1/1/4/6/11465358/childrensmuseum_aimeenaranjo.pdf (reached 21-6-2022)

تأثير إضافة نسب مختلفة من الألياف الزجاجية على الخواص الإنتفاخية و على مقاومة الترب الغضارية عالية اللدونة

الباحثة الدكتورة لينا كراكيت : عضو هيئة تدريسية في جامعة البعث
كلية الهندسة المدنية– قسم الهندسة الجيوتكنيكية – اختصاص قواعد و أساسات

ملخص البحث :

الترب الانتفاخية هي من الترب التي تبدي زيادة في الحجم عند ترطيبها و تناقص في الحجم عند تجفيفها ، و تشكل تهديداً طبيعياً على المنشآت الهندسية و خاصة المنشآت ذات الأحمال الخفيفة .

يهدف هذا البحث إلى التحري عن استخدام الألياف الزجاجية الموزعة بشكل عشوائي كمادة تقوية في الترب الانتفاخية بغية تحسين مقاومتها و خواصها الانتفاخية .

أجريت مجموعة من تجارب بروكتور النظامية ، حدود أتربرغ ، الانتفاخ الحر ، مقاومة الضغط الحر(UCS) ، نسبة التحمل الكاليفورنية (CBR) على العينات غير المقواة و على العينات المقواة بألياف ذات أطوال mm (20–15–10) و بنسب وزنية من الوزن الجاف للتربة الغضارية %(1–0.8–0.6–0.4–0.2) .

أظهرت النتائج التجريبية أن التربة الانتفاخية الحاوية على الألياف الزجاجية أبدت تناقصاً ملحوظاً في دليل لدونتها و الانتفاخ الحر النسبي و ضغط الانتفاخ و زيادةً ملحوظةً في مقاومة الضغط الحر(UCS) ، و في نسبة التحمل الكاليفورنية (CBR)

الكلمات المفتاحية : الترب الانتفاخية – الألياف الزجاجية – الانتفاخ الحر النسبي – ضغط الانتفاخ – مقاومة الضغط الحر (UCS) – نسبة التحمل الكاليفورنية (CBR) .

The Effect Of Adding Different Ratios Of Glassfiber On The Swelling Characterizes And The Strength Of High Plasticity Clay Soils

S

The expansive soils are soils that exhibit an increase in volume when it becomes wet and decreas in volume when it becomes dry. These soils are considered a natural danger to engineering construction because it can result in considerable damage, especially to lightweight structures.

The purpose of this study is to investigate the use of glass fibers as discrete random reinforcement in expansive soil to improve its strength and its swelling characterizes.

A series of Proctor, Aterberg Limits, Free Swell, Unconfined Compressive Strength (UCS), and California Bearing Ratio (CBR) tests were conducted on unreinforced, and reinforced expansive soil specimens by fiber length $(10-15-20)$ mm and by weight percentage $(0.2-0.4-0.6-0.8-1)$% of soil weight .

The test results showed that the inclusion of glass fibers in expansive soil significantly increases the UCS, and CBR, and decreases the free swell , Plasticity index values

Key Words :Expansive Soils – Glass Fibers– Free Swell– Unconfined Compressive Strength (UCS– California Bearing Ratio (CBR)

مقدمة : Introduction

تعتبر الترب الانتفاخية expansive soil من الترب ذات المشاكل problematic soil ، فهي من أخطر أنواع الترب نظراً لقابليتها العالية للتغيرات الحجمية (تقلص – انتفاخ) استجابة لتغيرات رطوبتها . و تعد سبباً مباشراً في المشاكل التي تصيب المنشآت ذات الأحمال الخفيفة و المستندة إليها ، حيث تتعرض أساسات هذه المنشآت لتشوهات كبيرة و انزياحات تفاضلية مما ينعكس سلباً على بقية العناصر الإنشائية للمبنى و ظهور التشققات فيه و بالتالي خروجه عن الاستثمار .

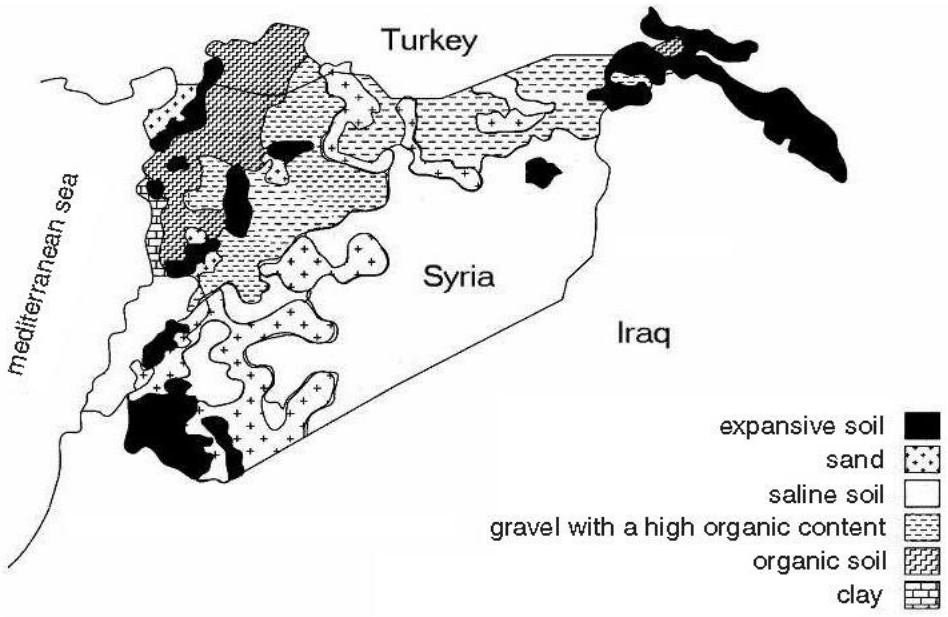
لم يتم التعرف على مشاكل التربة الإنتفاخية حتى عام 1930 حيث اعتبرت التربة الإنتفاخية السبب الرئيسي لانهيار أساسات احد المباني في ولاية Oregon في الولايات المتحدة الأمريكية ، ومنذ ذلك الحين كانت التربة الإنتفاخية مثار اهتمام العديد من المختصين حيث عقدت الندوات والمؤتمرات لدراستها كما كتبت العديد من الكتب والتقارير حولها و حول و طرق معالجتها و التأسيس عليها تلبيةً لمتطلبات التصميم و أمان المنشآت المنفذة عليها ، وتعتبر التربة الإنتفاخية السبب الرئيسي لمعظم الأضرار التي تصيب المنشآت والطرق المقامة عليها والتي قد تصل قيمتها إلى مليارات الدولارات سنوياً . وقد قدرت الخسائر الناجمة عن تصدعات وانهيار المباني والطرق المقامة على التربة الإنتفاخية في الولايات المتحدة الأمريكية عام 1985 بحوالي (10 مليار دولار) حيث أنفق نصف هذه الأموال على إصلاح وصيانة الطرق وحدها (4)،(5) .

إن ثبات و استقرار الترب الانتفاخية يمكن أن يتم إما بالوسائل الكيميائية chemical methods و التي تتضمن إضافة بعض المواد للتربة كالإسمنت cement أو الكلس lime أو البولميرات polymers مما يعدل من بنية التربة بإضافة التماسك إليها و زيادة مقاومتها على القص ، أو بالطرق الميكانيكية mechanical methods كرص التربة مع وجود بعض عناصر التقوية كالألياف الصناعية polypropylene أو nylon أو

الطبيعية كألياف جوز الهند أو النخيل أو القنب coir,plam,temp حيث تساهم هذه الألياف بسبب مقاومتها على الشد بإنقاص التشوهات الحجمية للتربة الناتجة عن تغير رطوبتها كنتيجة لزيادة متانتها .

و قد نلجأ في بعض الحالات إلى كلا طريقتي التثبيت الكيميائي و الميكانيكي لمعالجة الترب الانتفاخية بوقت أسرع و بتكلفة أقل (4) .

تنتشر الترب الغضارية المنتفخة على مساحات واسعة من اليابسة في المناطق الجافة و شبه الجافة حيث تزداد كمية التبخر السنوية عن كمية الهطول المطري السنوي فتتواجد في كندا – الولايات المتحدة الأمريكية – أستراليا – الصين – إسبانيا – الهند – جنوب أفريقيا – روسيا .(Fredlund and Rahardjo, 1993)، و في الوطن العربي نجدها في السودان – مصر – العراق و سورية حيث تشكل 10% من المساحة الكلية لسورية ، و يوضح الشكل (1) توزع التربة الغضارية في سورية (2).



الشكل (1) : خارطة توضح توزع التربة الانتفاخية في سورية .

تفسير ظاهرة الانتفاخ : Explanation of Expansive Phenomenon

هناك فرضيتان أساسيتان توضحان آلية انتفاخ التربة وهما :

1- لفرضية الفيزيئية – الميكانيكية : تعزى للنظرية الشعرية لترزاكي- كيرسيفاتوف ، إذ أن الانتفاخ يحدث نتيجة التشوهات المرنة للجزيئات الغضارية الذي يحدث في التربة الغضارية عند ترطيبها فينتج عن ذلك ارتفاع الضغط الشعري حيث يزداد تقعر عدسات الماء المتسرب إلى الفراغات مما يعمل على تباعد ذرات التربة عن بعضها البعض ، لكن تظل النظرية الشعرية قاصرة بتوضيح خواص عملية الانتفاخ بالإضافة إلى أنه لا تثبتها نتائج الأبحاث .

2- الفرضية الفيزيائية – الكيميائية : تعتمد على التأثير المتبادل لجزيئات الغضار مع الماء ، و هكذا فإن انتفاخ التربة عند الترطيب يُفسر بقابلية ارتباط السطح الخارجي لجزيئات الغضار مع الماء ضمن تأثير أسموزي (تناضحي) و اشتراط تأثير البنية الشبكية البللورية للتبادل المعدني في فراغات المحاليل الرطبة .

و تنتج عملية الانتفاخ بشكل عام عند الترطيب غير المتقطع لطبقات التربة الغضارية و تعرف بأنها حالة ناتجة عن ارتباط عمليتين : الأولى ناتجة من آثار امتصاص الرطوبة في فراغات التربة و ظهور إجهادات شادة سالبة في الجزيئات الصلبة للتربة حيث تظهر تشوهات الانتفاخ في البداية و يكون زمن استقرار هذه التشوهات متوافق مع بداية التسرب و امتناع دخول الماء إلى طبقة التربة و هنا تتوقف سماكة الطبقة المائية المحيطة بالتربة على حجم الماء المشارك بهذه العملية ، أما العملية الثانية فتكون ناتجة عن آثار امتصاص الماء إلى الجزيئات المعدنية للتربة حيث تكون كثافتها أكبر من الكثافة المتوسطة للتربة و بهذه العملية يكون تزايد التشوهات مع الزمن أبطأ مما هو عليه في عملية التسرب و هنا يبدأ الانتفاخ بعد مرور زمن كافي من ترطيب الطبقة

الترابية و بعد توقف حركة التسرب و ليس من لحظة ترطيبها الأولي ، و ينتج كأنه تجري عمليات حجمية داخلية متأخرة في الجزيئات الصلبة للتربة و تكون الحركة نسبيا سريعة باتجاه جبهة الترطيب ، و إن آثار هذه العملية ناتجة من تأثير عمليات معقدة ، تطور لعمليات ريولوجية في التربة الغضارية حيث ينتج عن ذلك زيادة في تشوهات الانتفاخ مع الزمن و عند رطوبة و إجهاد ثابتين (6).

تصنيف الترب الانتفاخية : Classification of Expansive Soil

هناك العديد من الطرق المستخدمة في تصنيف مدى قابلية التربة للانتفاخ حيث يعتمد التصنيف بشكل أساسي على خواص التربة الجيوتكنيكية (مقدار الانتفاخ النسبي الحر ، حدود أتربرغ ،دليل اللدونة، محتوى الغضار، التركيب المنرالي للتربة) في معظم طرق التصنيف .

يمكن تصنيف التربة الانتفاخية بالقياس المباشر لمقدار الانتفاخ عن طريق تجربة الآدومتر حيث يصنف انتفاخ التربة وفقاً للكود الروسي SNIP كتابع لمقدار الانتفاخ النسبي الحر ε_{sw}^{o} % والذي يعطى بالعلاقة التالية :

$$\varepsilon_{sw}^{o} = \frac{h_{sat}-h_n}{h_n} \times 100\ \%$$

حيث h_{sat} : ارتفاع العينة بعد إشباعها في جهاز الآدومتر .

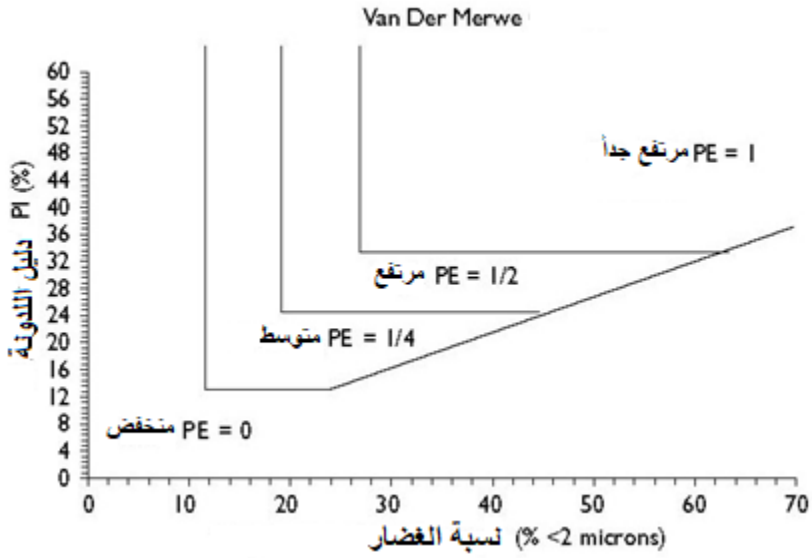
h_n : ارتفاع العينة الطبيعي (برطوبتها الطبيعية و وزنها الحجمي الطبيعي) .

و تُصنف التربة الانتفاخية وفق قيمة الانتفاخ الحر النسبي ε_{sw}^{o} كما هو موضح في الجدول(1)

إمكانية الانتفاخ	ε_{sw}^{o} %
منخفضة	4 – 8
متوسطة	8 – 12
عالية	≥12

الجدول (1) : تصنيف الترب الانتفاخية حسب قيمة ε_{sw}^{o} وفق الكود الروسي SNIP .

و هناك طرق غير مباشرة للتصنيف تعتمد على قياس حدود أتربرغ و محتوى الغضار في التربة كطريقة Van Der Merwe, 1964 التي تحدد احتمالية الانتفاخ PE حسب دليل اللدونة و المحتوى الغضاري (1) كما هو موضح في الشكل (2) .



الشكل (2) : تحديد احتمالية الانتفاخ حسب دليل اللدونة و محتوى الغضار حسب طريقة Van Der Merwe, 1964

العوامل المؤثرة على الانتفاخ و ضغط الانتفاخ : Factors influencing swell potential and swell pressure

يتأثر ظاهرة الانتفاخ بعدة عوامل فالانتفاخ يزداد بزيادة محتوى الغضار في التربة و بزيادة دليل لدونتها و بزيادة الكثافة الجافة و بزيادة درجة التخريب و يتناقص بزيادة الرطوبة الأولية و الإجهاد الخارجي كما يتأثر الانتفاخ بالتبادل الشاردي الذي يحدث في التربة الغضارية .

(Yong and Warkentin, 1975; Subba Rao and Satyadas, 1987; Chen, 1988; Nelson and Miller, 1992; Day, 1994, Al-Homoud et al., 1995; Subba Rao et al., 2000).

هدف البحث :

يهدف البحث بشكل رئيسي إلى :

- رصد سلوك التربة الغضارية المنتفخة عند إضافة نسب مختلفة من الألياف الزجاجية إليها من خلال إجراء مجموعة من التجارب المخبرية التي توفر مجموعة من البيانات يمكن من خلالها دراسة تأثير وجود الألياف الزجاجية على خواص التربة المنتفخة (حدود أتربرغ – مقاومة الضغط الحر – نسبة التحمل الكاليفورنية – خصائص الانتفاخ ...)
- إيجاد نسبة الألياف المثالية التي تكون عندها التربة أقل انتفاخاً و أكثر مقاومة .

مواد و طرق البحث :

التربة المختبرة : هي تربة ناعمة حمراء أخذت على عمق 2 m من ضاحية الوفاء بمدينة حماه و صُنفت حسب USCS بأنها غضار عالي اللدونة CH. و يوضح الجدول (2) نتائج التجارب المخبرية التي أجريت على هذه التربة .

الألياف الزجاجية : و هي مادة مصنوعة من ألياف رفيعة جداً من الزجاج ، تبدو في مظهرها و ملمسها كالحرير و تمتاز بخفة وزنها و عدم تأثرها بالتغيرات الحرارية و تغيرات الرطوبة و بمقاومتها العالية على الشد و على الضغط . تمكنت شركتان أمريكيتان هما شركة زجاج إيلينوي أوينز، وشركة كورننج للأعمال الزجاجية من تطوير طرق عملية لصناعة الألياف الزجاجية عبر تجارب أجريت من عام 1931م إلى عام 1939م ، حيث يذاب الزجاج ضمن أفران كبيرة مع رمل السيليكا ، الحجر الجيري ،

غضار الكاولينيت و معادن أخرى حتى يتحول إلى سائل و من ثم يتم سحبه على شكل حزم رفيعة يتراوح قطرها (25–5) ميكرون Nawy, Edward G. (2001) (3) .

التجارب			
نتائج تجارب التحليل الحبي ASTM D422	نسبة الحصويات	%	4.8
	نسبة الرمل	%	17.5
	نسبة السيلت	%	32.5
	نسبة الغضار	%	45.2
الرطوبة الطبيعية ASTM D2216	نسبة الرطوبة	ω%	15.6
تجارب حدود أتربرغ ASTM D4318	حد السيولة	ω_L	78%
	حد اللدونة	ω_P	32%
	دليل اللدونة	I_P	46%
الوزن النوعي ASTM D854	G		2.66
بروكتور النظامية ASTM D698	الرطوبة المثالية	ω_{opt}	27%
	الوزن الحجمي الجاف الأعظمي γ_{dmax}		1.58 gr/cm^3
تصنيف التربة المدروسة حسب USCS			غضار عالي اللدونة CH

الجدول (2) : خواص التربة المستخدمة في الدراسة وتصنيفها .

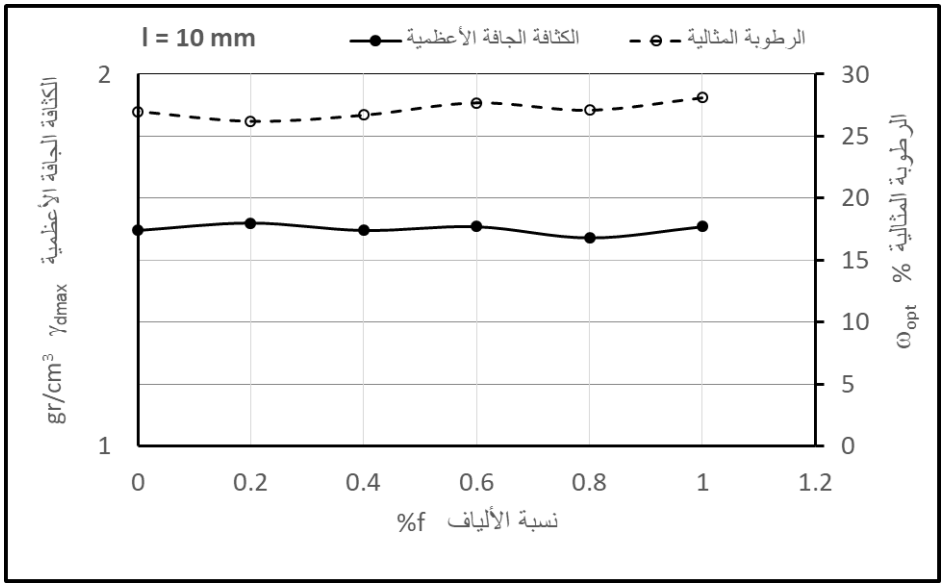
العمل المخبري :

1- تجربة بروكتور النظامية ASTM D698 :

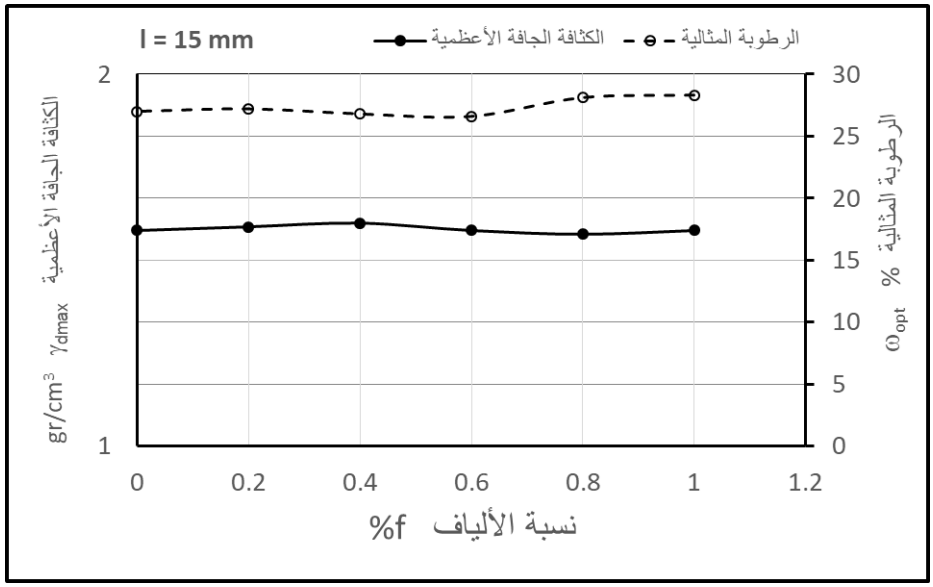
أجريت تجارب بروكتور النظامية على مركب (تربة – ألياف) لدراسة تأثير وجود الألياف في التربة على خواص الرص لها أي على كثافتها الجافة الأعظمية و على رطوبتها المثالية حيث تم استخدام الألياف الزجاجية بأطوال mm (20-15-10) و بنسب وزنية %(1-0.8-0.6-0.4-0.2) و يبين الجدول (3) نتائج تجارب بروكتور النظامية على مركب (تربة – ألياف) و تبين الأشكال (3) و (4) و (5) نتائج التجارب من أجل كل طول من الألياف المستخدمة حيث نلاحظ أن وجود الألياف في التربة على اختلاف نسبتها و أطوالها لم يغير من كثافتها الجافة الأعظمية و من رطوبتها المثالية ، و يعود ذلك لخفة وزنها و عدم امتصاصها للماء من جهة أخرى . و لذلك سنعتمد الكثافة الجافة الأعظمية و الرطوبة المثالية للتربة في التجارب اللاحقة .

	نسبة الألياف	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1
l=10 mm	الكثافة الجافة الأعظمية γ_{dmax} gr/cm^3	1.58	1.6	1.58	1.59	1.56	1.59
	الرطوبة المثالية % ωopt	27	26.2	26.7	27.7	27.1	28.1
l=15 mm	الكثافة الجافة الأعظمية γ_{dmax} gr/cm^3	1.58	1.59	1.6	1.58	1.57	1.58
	الرطوبة المثالية %ωopt	27	27.2	26.8	26.6	28.1	28.3
l=20 mm	الكثافة الجافة الأعظمية γ_{dmax} gr/cm^3	1.58	1.58	1.56	1.57	1.6	1.59
	الرطوبة المثالية %ωopt	27	28.1	27.2	26.6	26.9	27.3

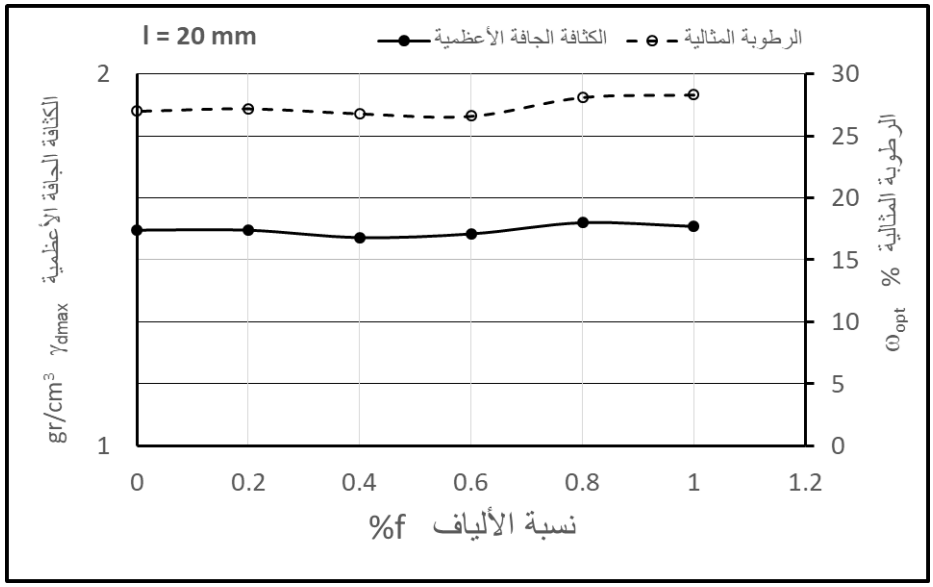
الجدول (4) : نتائج تجارب بروكتور النظامية على مركب (تربة – ألياف) .



الشكل (3) : تاثير وجود الألياف ذات الطول l=10 mm على الكثافة الجافة الأعظمية و الرطوبة المثالية للتربة الغضارية .



الشكل (4) : تاثير وجود الألياف ذات الطول l=15 mm على الكثافة الجافة الأعظمية و الرطوبة المثالية للتربة الغضارية .



الشكل (5) : تاثير وجود الألياف ذات الطول l=20 mm على الكثافة الجافة الأعظمية و الرطوبة المثالية للتربة الغضارية .

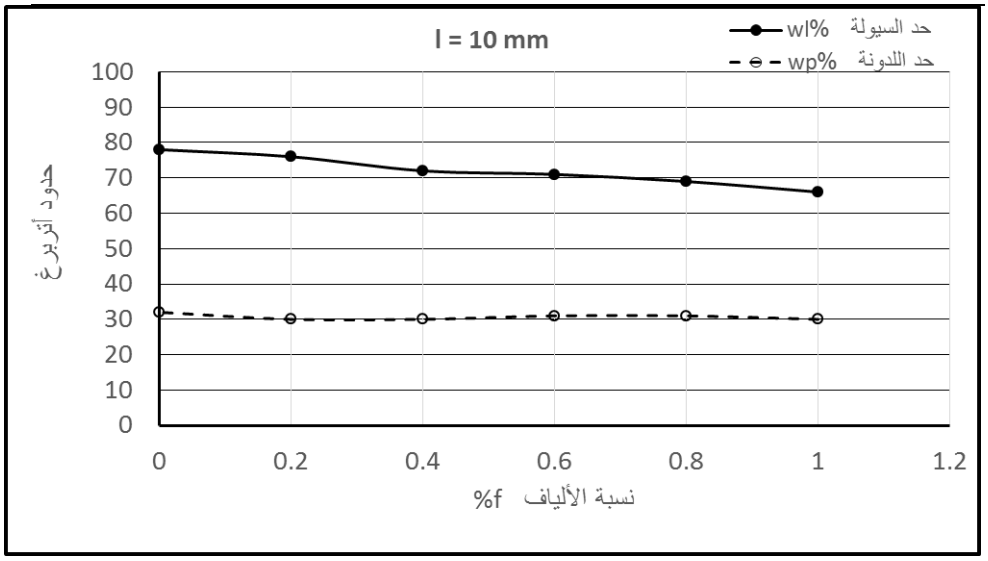
2- تجربة حدود أتربرغ ASTM D4318 :

أجريت تجارب حدود أتربرغ على مركب (تربة – ألياف) لدراسة تأثير وجود الألياف على خواص اللدونة للتربة حيث غُسلت التربة على المنخل رقم 40 و تم تجفيفها و أضيفت إليها الألياف الزجاجية بأطوال mm (20-15-10) و بنسب (0.2-0.4-0.6-0.8-1)% و يبين الجدول (5) نتائج تجارب حدود أتربرغ على مركب (تربة – ألياف) كما تبين الأشكال (6) و (7) و (8) نتائج التجارب من أجل كل طول من الأطوال السابقة للألياف ، نجد من الأشكال أن حد اللدونة لم يبد أي تغيير باختلاف

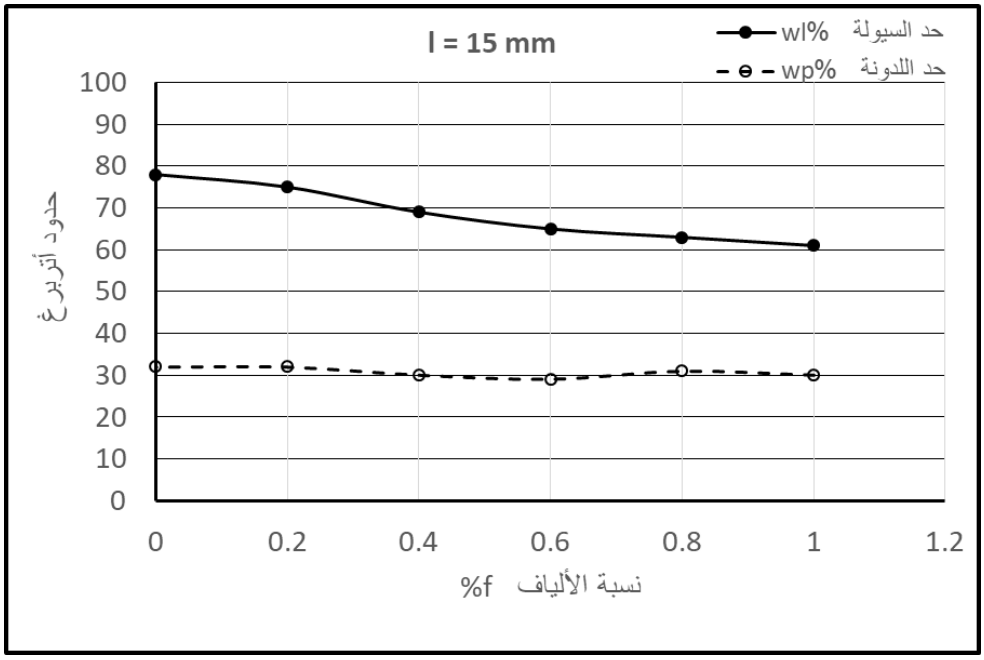
نسبة الألياف في التربة و باختلاف أطوالها في حين أن حد السيولة تناقص مع زيادة نسبة الألياف و مع زيادة طولها حيث زادت مقاومة التربة و ممانعتها لحدوث الالتحام في جهاز كاساغراندي مع زيادة نسبة الألياف و مع زيادة طولها ، حيث تناقص حد السيولة بمقدار 15.4% من أجل الألياف ذات الطول l=10mm و النسبة 1% و قد رافق ذلك تناقصاً بدليل اللدونة بنسبة 21.7% كما تناقص حد السيولة بمقدار 21.8% من أجل الألياف ذات الطول l=15 mm و النسبة 1% و رافق ذلك تناقصاً بدليل اللدونة بنسبة 32.6% وتناقص حد السيولة بمقدار 29.5% من أجل الألياف ذات الطول l=20 mm و النسبة 1% و رافق ذلك تناقصاً بدليل اللدونة بنسبة 47.8% ، و الشكل (9) يوضح تناقص دليل اللدونة مع زيادة نسبة الألياف و زيادة طولها في التربة الغضارية .

	نسبة الألياف	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1
l=10 mm	حد السيولة ω_l%	78	76	72	71	69	66
	حد اللدونة ω_p%	32	30	30	31	31	30
l=15 mm	حد السيولة ω_l%	78	75	69	65	63	61
	حد اللدونة ω_p%	32	32	30	29	31	30
l=20 mm	حد السيولة ω_l%	78	70	65	58	56	55
	حد اللدونة ω_p%	32	30	31	29	30	31

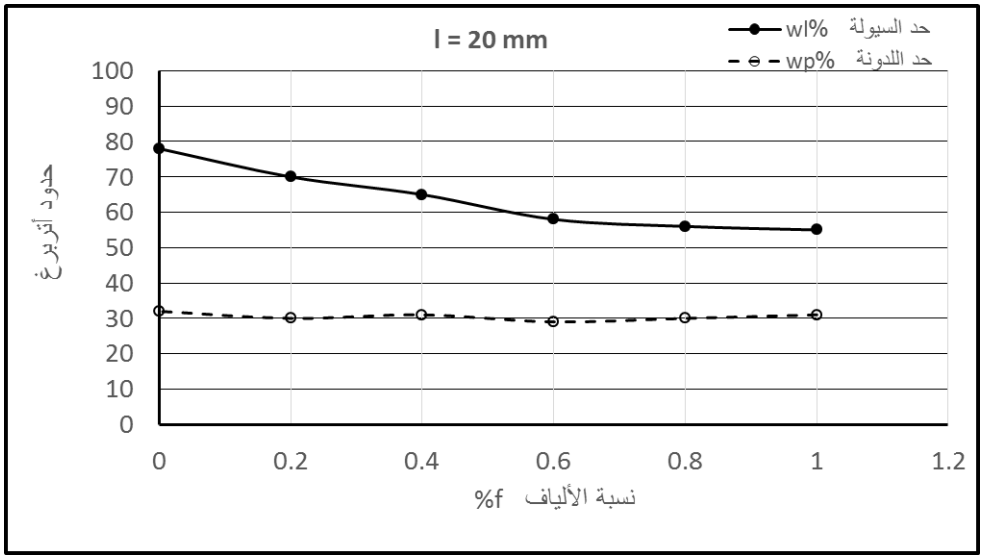
الجدول (5) : نتائج تجارب حدود أتربرغ على مركب (تربة – ألياف) .



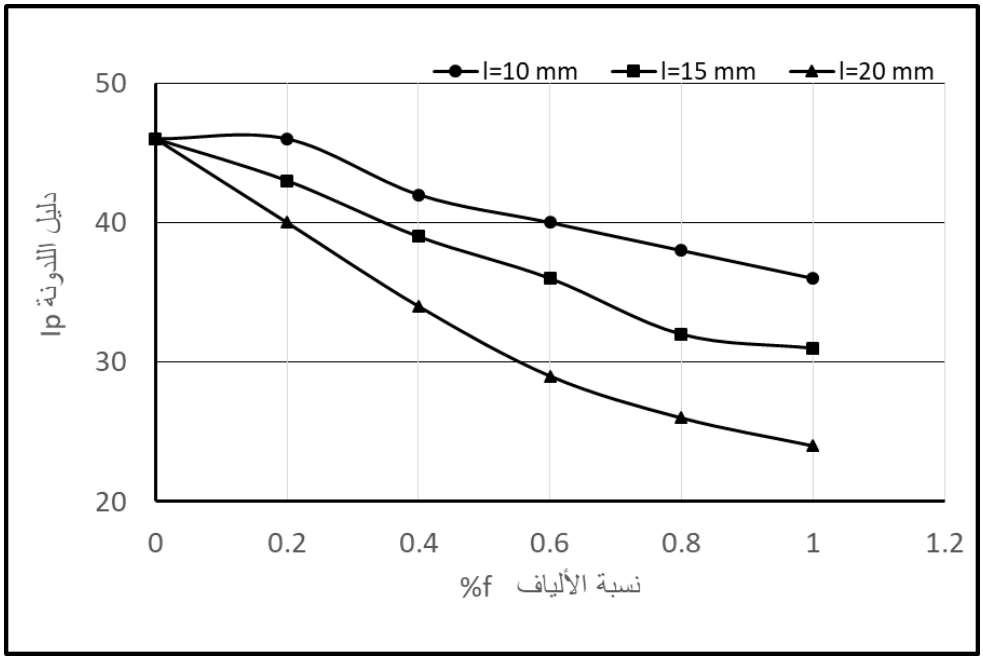
الشكل (6) : تاثير وجود الألياف ذات الطول l=10 mm على حدود أتربرغ للتربة الغضارية .



الشكل (7) : تاثير وجود الألياف ذات الطول l=15 mm على حدود أتربرغ للتربة الغضارية .



الشكل (8) : تاثير وجود الألياف ذات الطول l=20 mm على حدود أتربرغ للتربة الغضارية .



الشكل (9) : تناقص دليل اللدونة للتربة الغضارية بزيادة طول الألياف و بزيادة نسبتها .

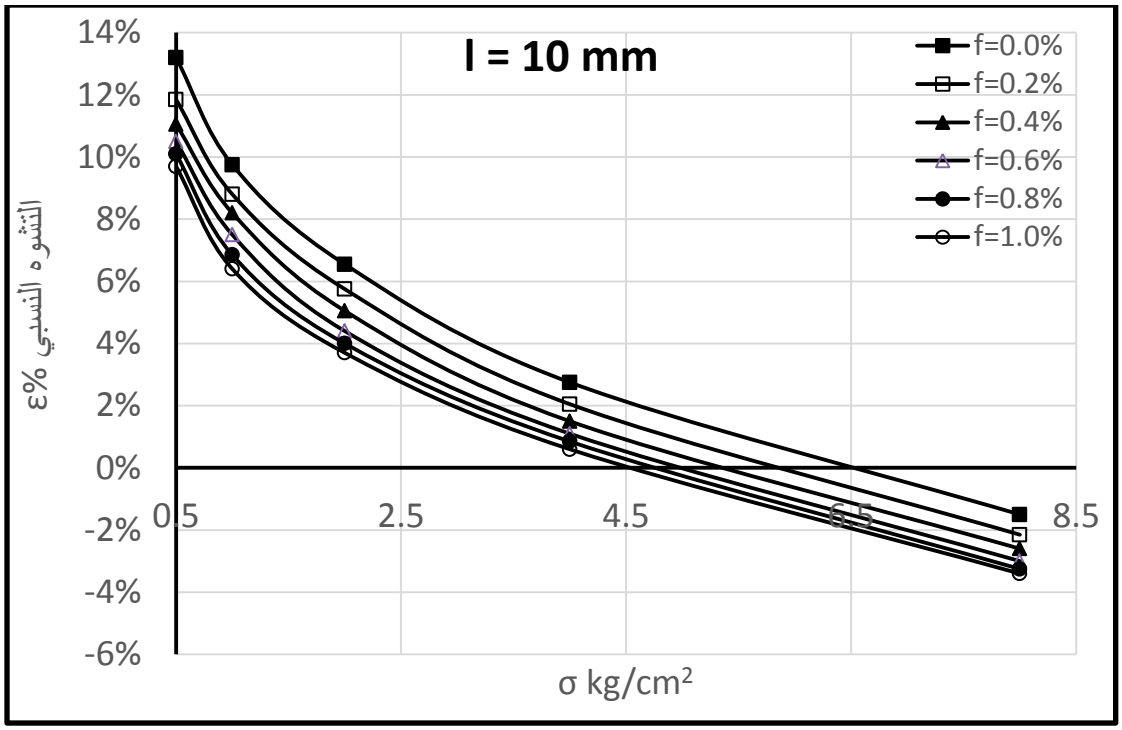
3- تجربة التشديد وحيدة الاتجاه ASTM D4546 :

تم تشكيل عينة برطوبتها المثالية و وزنها الجاف الأعظمي المستنتجان من تجربة بروكتور النظامية و ذلك في علبة التشديد ذات المقطع $40\ cm^2$ و بارتفاع 2 cm و تم إشباعها بتأثير إجهاد مقداره $0.5\ kg/cm^2$ ، أظهرت العينة بعد استقرار التشوه انتفاخاً نسبياً مقداره % 13.2 و صُنفت التربة وفق الكود الروسي SNAP بأنها عالية الانتفاخ . و من ثم تم تحميل العينة بإجهادات متزايدة kg/cm^2 (8-4-2-1) و كانت النتائج كما في الجدول (6):

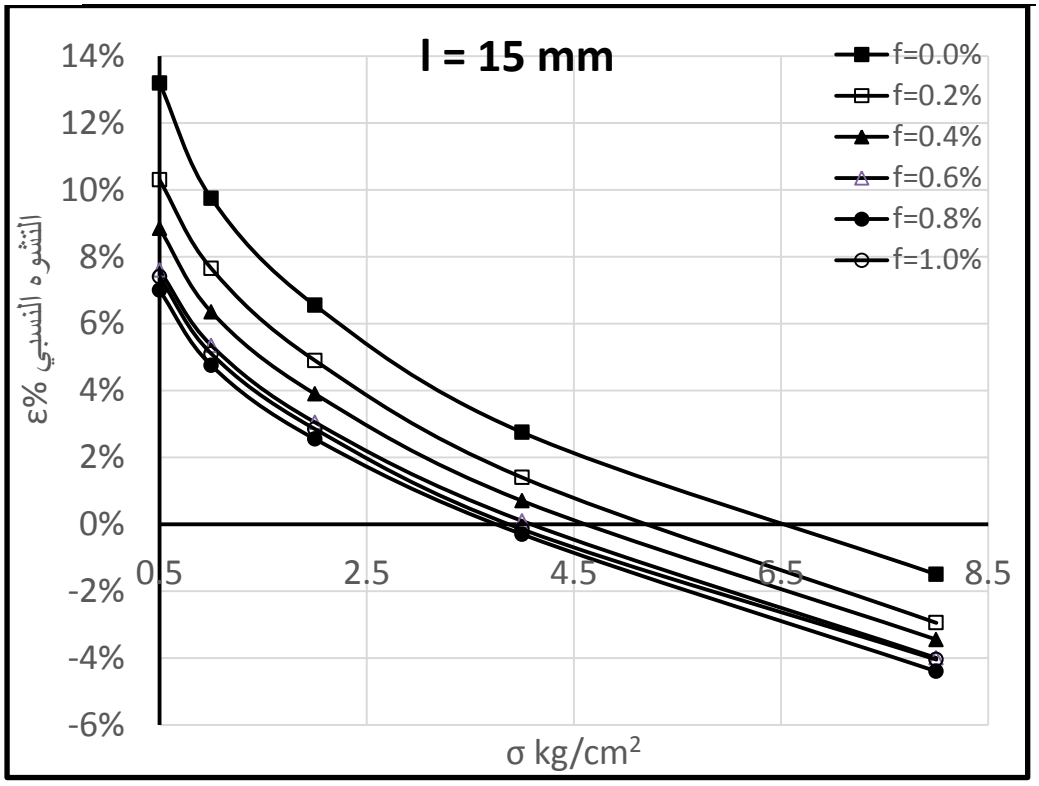
$\sigma\ kg/cm^2$	0.5	1	2	4	8
تشوه العينة mm	2.64	1.95	1.2	0.55	-0.33
التشوه النسبي ε%	13.2	9.75	6.0	2.75	-1.65

الجدول (6) : نتائج تجربة الانتفاخ على العينة الغضارية بدون وجود الألياف .

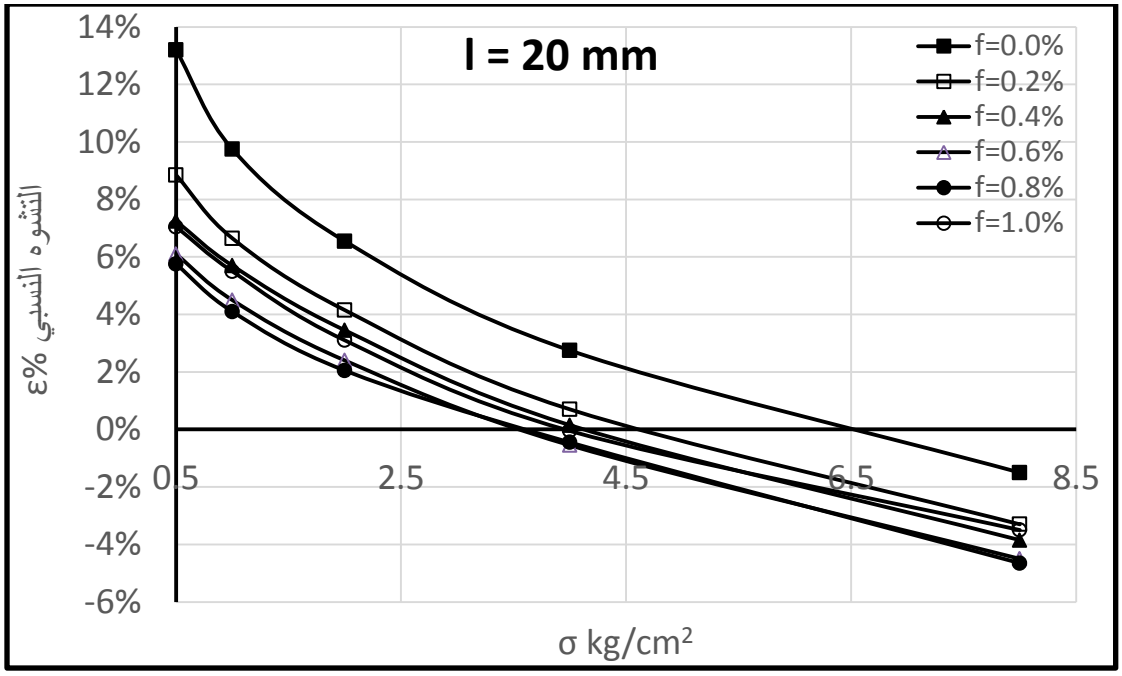
تم استخدام الألياف الزجاجية بأطوال mm (20-15-10) و بنسب (0.2-0.4-0.6-0.8-1)% و تم تشكيل التربة في حلقة التشديد وفق الرطوبة المثالية و الكثافة الجافة الأعظمية التي تم الحصول عليها من تجربة بروكتور النظامية ، و أجريت على عينات (تربة – ألياف زجاجية) تجربة التشديد أحادي الاتجاه لدراسة سلوك الانتفاخ في التربة ، و توضح الأشكال (10) و (11) و (12) نتائج تجارب التشديد و التي تم من خلالها تحديد ضغط الانتفاخ و الانتفاخ الحر النسبي لكل عينة من المركب (تربة – ألياف) .



الشكل (10) : نتائج تجربة الانتفاخ على التربة الغضارية الحاوية على ألياف بطول l=10 mm .



الشكل (11) : نتائج تجربة الانتفاخ على التربة الغضارية الحاوية على ألياف بطول l=15 mm .



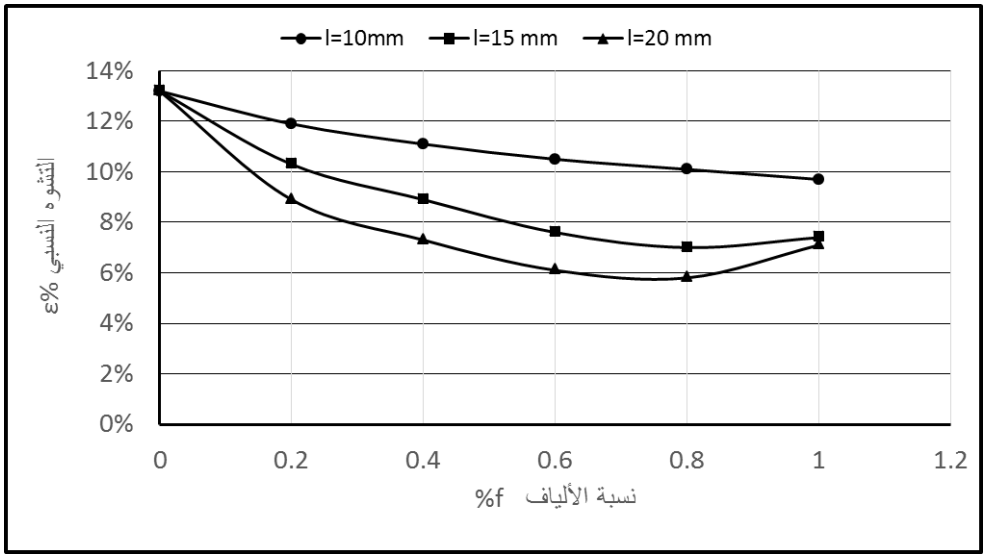
الشكل (12) : نتائج تجربة الانتفاخ على التربة الغضارية الحاوية على ألياف بطول l=20 mm .

و يبين الجدول (7) ضغط الانتفاخ و التشوه النسبي الحر المستنتج من الأشكال السابقة من أجل مركب (تربة – ألياف) بأطوال و نسب الألياف المعتمدة .

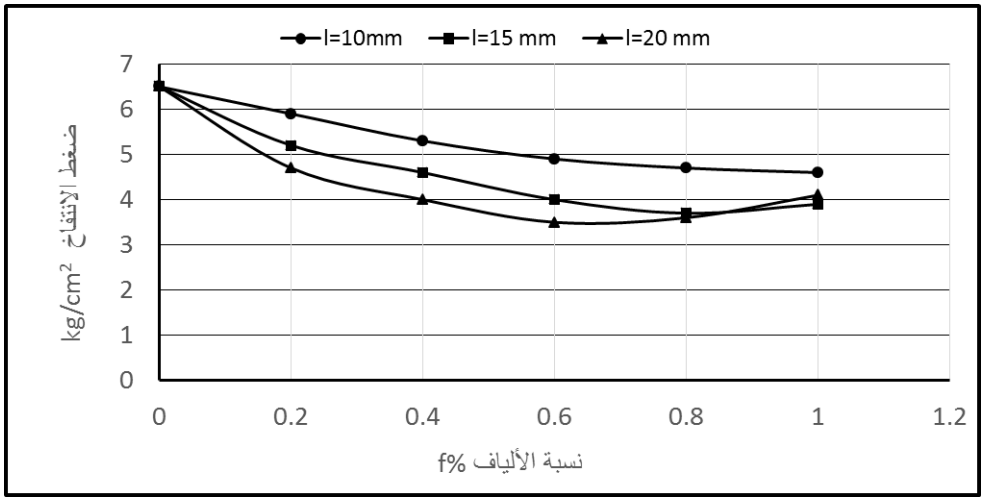
	نسبة الألياف	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1
l=10 mm	التشوه النسبي ε%	0.132	0.119	0.111	0.105	0.101	0.097
	ضغط الانتفاخ kg/cm^2	6.5	5.9	5.3	4.9	4.7	4.6
l=15 mm	التشوه النسبي ε%	0.132	0.103	0.089	0.076	0.07	0.074
	ضغط الانتفاخ kg/cm^2	6.5	5.2	4.6	4	3.7	3.9
l=20 mm	التشوه النسبي ε%	0.132	0.089	0.073	0.061	0.058	0.071
	ضغط الانتفاخ kg/cm^2	6.5	4.7	4	3.5	3.6	4.1

الجدول (7) : ضغط الانتفاخ و التشوه النسبي الحر من أجل مركب (تربة – ألياف) .

و لمعرفة تأثر كل من ضغط الانتفاخ و الانتفاخ الحر النسبي بوجود نسب و أطوال مختلفة من الألياف قمنا برسم العلاقة بين نسبة الألياف و الانتفاخ النسبي الحر كما هو موضح في الشكل (13) و العلاقة بين نسبة الألياف و ضغط الانتفاخ كما هو موضح في الشكل (14) .



الشكل (13) : تناقص الانتفاخ النسبي الحر للمركب (تربة – ألياف) مع زيادة نسبة الألياف و زيادة طولها .



الشكل (14) : تناقص ضغط الانتفاخ للمركب (تربة – ألياف) مع زيادة نسبة الألياف و زيادة طولها.

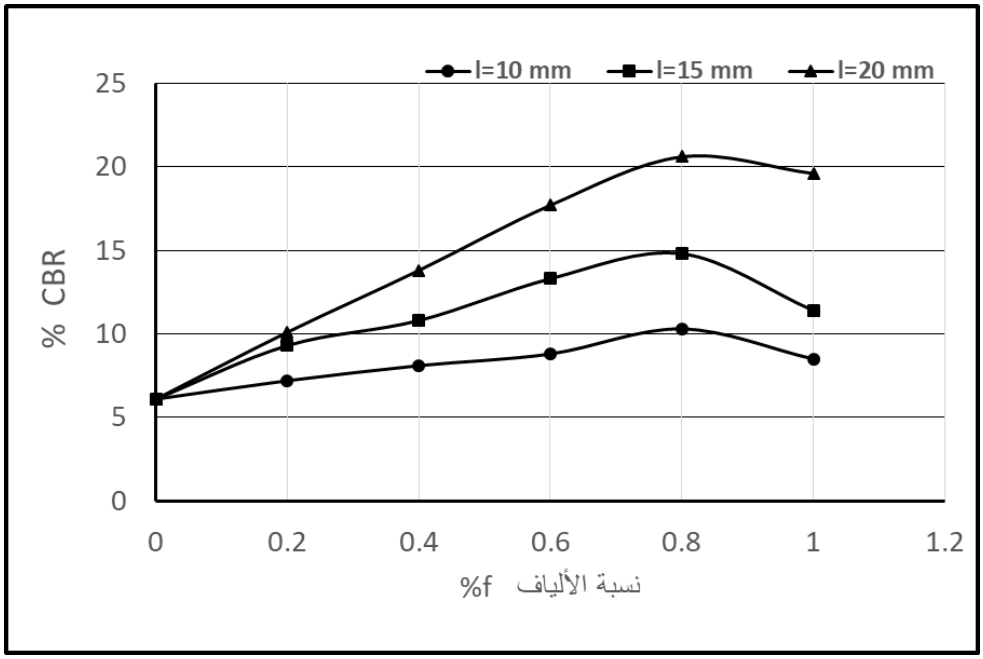
مع زيادة طول الألياف و مع ازدياد نسبتها في التربة يتناقص الانتفاخ النسبي الحر و يتناقص ضغط الانتفاخ حيث تحرض الألياف مقاومة شد في التربة تقلل من الانتفاخ و من ضغط الانتفاخ فقد تناقص الانتفاخ الحر النسبي بمقدار 23.5% و ضغط الانتفاخ بمقدار 27.7% من أجل ألياف بطول l=10 mm و بنسبة 0.8% و تناقص الانتفاخ الحر النسبي بمقدار 47% و ضغط الانتفاخ بمقدار 43.1% من أجل ألياف بطول l=15 mm و بنسبة 0.8%، و تناقص الانتفاخ الحر النسبي بمقدار 56.1% و ضغط الانتفاخ بمقدار 44.6% من أجل ألياف بطول l=20 mm و بنسبة 0.8% إلا أنه من أجل نسبة الألياف 1% بطولي الأليف l=15mm و l=20mm حيث يكون المحتوى الحجمي للألياف كبير نسبياً بحيث يباعد حبات التربة عن بعضها البعض و يسمح بعودة الانتفاخ من جديد .

4- تجربة نسبة التحمل الكاليفورنية ASTM D1883 CBR:

شُكل المركب (تربة – ألياف) بقالب الـ CBR باستخدام الألياف الزجاجية بأطوال (10- 15-20) mm و بنسب %(0-0.2-0.4-0.6-0.8-1) و غُمرت العينات في الماء لمدة أربعة أيام ، و أجريت عليها تجربة الـ CBR و كانت النتائج كما هو موضح في الجدول (8) و في الشكل (15) ، حيث نجد تزايد قيمة الـ CBR مع تزايد طول الألياف و مع تزايد نسبتها في التربة حيث ازدادت قيمة الـ CBR بمقدار 68.8% من أجل الطول l=10 mm و النسبة 0.8% و بمقدار 142.6% من أجل الطول l=15 mm و النسبة 0.8% و بمقدار 237.7% من أجل الطول l=20 mm و النسبة 0.8%، إلا أن المقاومة تتناقص من أجل نسبة الألياف 1% بطولي الأليف l=15mm و l=20mm بسبب انتفاخ التربة عند هذه النسبة و بالتالي تضعف مقاومتها .

	نسبة الألياف	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1
l=10 mm	CBR	6.1	7.2	8.1	8.8	10.3	8.5
l=15 mm	CBR	6.1	9.3	10.8	13.3	14.8	11.4
l=20 mm	CBR	6.1	10.1	13.8	17.7	20.6	19.6

الجدول (8) : نتائج تجارب الـ CBR على الترب الحاوية على ألياف بأطوال و بنسب مختلفة .



الشكل (15) : تغير قيمة الـ CBR للمركب (تربة – ألياف) مع زيادة نسبة الألياف و زيادة طولها.

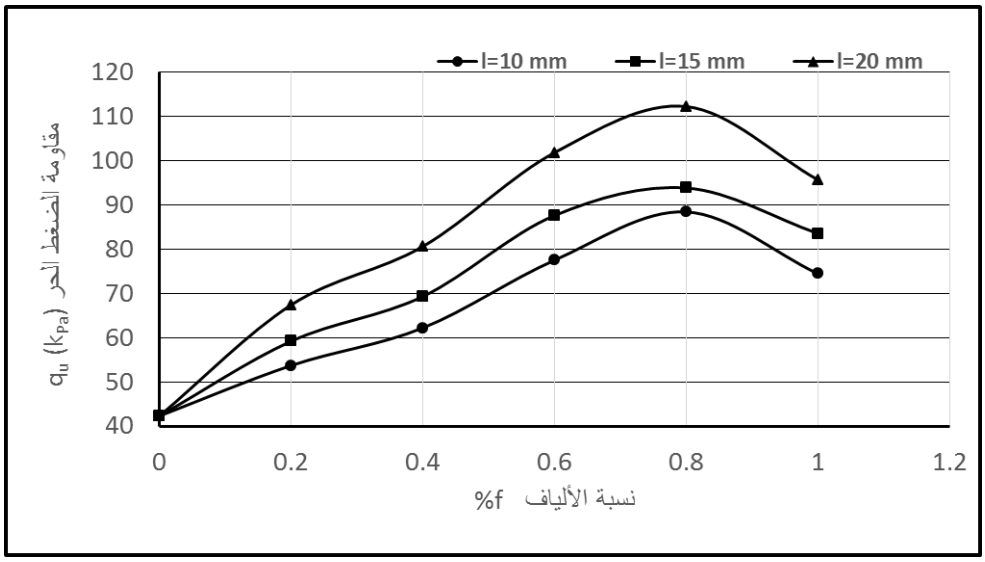
5- تجربة الضغط الحر ASTM D422 :

شُكلت العينات الإسطوانية (تربة – ألياف) بارتفاع 7.6 cm و قطر 3.8 cm باستخدام الألياف الزجاجية بأطوال mm (20-15-10) و بنسب (0-0.2-0.4-0.6-0.8-1)% و أجريت عليها تجربة الضغط الحر لمعرفة تأثر مقاومتها بوجود نسب مختلفة من الألياف و كانت النتائج موضحة في الجدول (9) و في الشكل (16) ، حيث ازدادت المقاومة على الضغط الحر بزيادة طول الأليف و بزيادة نسبتها فازدادت قيمة الـ UCS بمقدار % 75.9 من أجل الطول l=10 mm و النسبة 0.8% و بمقدار % 97.4 من أجل الطول l=15 mm و النسبة 0.8% و بمقدار % 165.2 من أجل الطول l=20

mm و النسبة 0.8%، إلا أن المقاومة تتناقص من أجل نسبة الألياف 1% بطولي الأليف l=15mm و l=20mm حيث تلعب الألياف دوراً سلبياً في زيادة المقاومة .

	نسبة الألياف	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1
l=10 mm	مقاومة الضغط الحر KPa	42.3	53.7	62.2	77.5	88.4	74.4
l=15 mm	مقاومة الضغط الحر KPa	42.3	59.2	69.3	87.6	93.8	83.5
l=20 mm	مقاومة الضغط الحر KPa	42.3	67.4	80.6	101.8	112.2	95.6

الجدول (9) : نتائج تجارب الـ UCS على الترب الحاوية على ألياف بأطوال و بنسب مختلفة .



الشكل (16) : تغير قيمة الـ UCS للمركب (تربة – ألياف) مع زيادة نسبة الألياف و زيادة طولها.

النتائج العامة و التوصيات Conclusions and Recommendations

– إن وجود الالياف الزجاجية glass fiber على اختلاف نسبتها و أطوالها في الترب الانتفاخية لم يؤثر بشكل ملحوظ على رطوبتها المثالية و كثافتها الجافة الأعظمية ، نظراً لخفة وزنها من جهة و لعدم امتصاصها للماء من جهة أخرى .

– خفضت الألياف الزجاجية من قيمة حد السيولة مع ازدياد طولها و مع ازدياد نسبتها في التربة الغضارية في حين لم تؤثر بشكل واضح على حد اللدونة ، و كنتيجة خفضت الألياف من قيمة دليل اللدونة للتربة الانتفاخية حيث وجدنا أن دليل اللدونة انخفض من % 46 (تربة عالية اللدونة) إلى % 24 (تربة متوسطة اللدونة) من أجل ألياف بطول l=20 mm و بنسبة 1% .

– ساهمت الألياف بإنقاص الانتفاخ النسبي الحر و ضغط الانتفاخ للتربة الانتفاخية مع زيادة طولها و نسبتها في التربة حيث انخفض الانتفاخ الحر النسبي من 13.2% (تربة عالية الانتفاخ وفق الكود الروسي) إلى % 5.8 (تربة منخفضة الانتفاخ وفق الكود الروسي) أي بنسبة % 56 و ذلك من أجل من أجل ألياف بطول l=20 mm و بنسبة % 0.8 .

– إن تضمين الألياف الزجاجية في التربة الانتفاخية عزز من مقاومتها ، فقد ازدادت قيمة الـ CBR من 6.1% إلى % 20.6 أي بنسبة % 237.7 من أجل ألياف بطول l=20 mm و بنسبة % 0.8 ، في حين ازدادت مقامة الضغط الحر من 42.3 KPa إلى 112.2 KPa أي بنسبة % 165.2 من أجل الألياف السابقة .

– لوحظ أنه من أجل نسبة ألياف مقدارها % 1 تعود التربة للانتفاخ و يترافق ذلك مع انخفاض بمقاومتها على الضغط الحر و انخفاض بقيمة الـ CBR حيث تعتبر هذه النسبة كبيرة نسبياً فتمل على إبعاد حبات التربة عن بعضها البعض مما يسمح بسهولة دخول الماء بينها و عودة الانتفاخ و نقصان المقاومة .

– ينصح من أجل التربة المختبرة استخدام ألياف بطول mm (15–10) و بنسبة 0.8 % حيث أثبتت التجارب أن هذه النسبة هي النسبة المثالية و التي عنها يكون الانتفاخ أقل ما يمكن و المقاومة أكبر ما يمكن .

المراجع :

1- Amer Ali Al-Rawas-Mattheus F.A. Goosen - 2006 Taylor & Francis Group, London, UK-Expansive Soils Recent advances in characterization and treatment .

2- AYMAN A. ABED - 22. Februar 2008 - Numerical Modeling of Expansive Soil Behavior .

3- John Wiley .-Fundamentals of high-performance concrete ،978-0-471-38555-4ISBN ،310 .،18/JAN/2019 Sons

4-Lew, B. (2010) ," Structure Damage Due to Expansive Soils a Case Study ", the Electronic Journal of Geotechnical Engineering, Vol.15, Bund.M.

5-McKeen, R.G. (1992) " A Model for Predicting Expansive soil Behavior ", Proceeding of the Seventh International Conference on Expansive Soils, Dallas, Texas, U.S.A.,

6- الدكتور المهندس عيسى ديب كوسى – هندسة الأساسات /3/ - منشورات جامعة البعث 1996/1997

دراسة هيدرولوجية لحوض نهر الغمقة في طرطوس

أ. د. ياسر حمدان أستاذ في قسم هندسة وإدارة الموارد المائية كلية الهندسة المدنية جامعة البعث

أ. د. الياس ليوس أستاذ في قسم هندسة وإدارة الموارد المائية كلية الهندسة المدنية جامعة البعث

م. هديل الشعبان طالبة ماجستير في قسم هندسة وإدارة الموارد المائية كلية الهندسة المدنية جامعة البعث

ملخص

يهدف البحث إلى دراسة واقع الجريان السطحي في حوض نهر الغمقة بغية إيجاد إمكانية فعلية للاستفادة من مياهه قبل أن تهدر في البحر. حيث أنه يتدفق بشكل غزير نسبياً بين شهر كانون الثاني وأيار، وفي حال الهطولات الكبيرة يخرج النهر عن مجراه الطبيعي ويفيض ليغمر المناطق المجاورة مسبباً ضرراً في المحاصيل والأراضي المجاورة. يتلخص البحث في تقدير حجم الجريان السطحي (V) وقيمة الرقم الدليلي له (CN) في كل جزء من الحوض بالاعتماد على الطريقة الأمريكية SCS (مركز أبحاث التربة الأميركي) باستخدام برنامج نظم المعلومات الجغرافية (GIS)، وقد بلغ المعدل الموزون للرقم الدليلي (73.2) وتراوحت قيمه بين(63.8) للمناطق الأكثر نفاذية و (98) للمناطق الأقل نفاذية، وهذا يعطي انطباع على أن سطح الحوض يميل نحو إنتاج جريان مائي سطحي. أما قيم معامل الجريان السطحي (c) فقد تراوحت بين (0.05-0.5)، حيث نجد توافقاً بين معامل الجريان السطحي والرقم الدليلي، لأنهما يتأثران بمتغيرين أساسيين هما نوع التربة واستخدام الأراضي، وكلاهما يعبر عن حجم الجريان السطحي.

كلمات مفتاحية: حوض نهر الغمقة، حجم الجريان السطحي، الرقم الدليلي، نظم المعلومات الجغرافية، SCS-CN.

Hydrological study of the Ghamqa River Basin in Tartous

Prof. Eng. Yasser Hamdan Professor in Water Resources Management and Engineering, Faculty of Civil Engineering, AlBaath University
Prof. Eng. Elias Layous Professor in Water Resources Management and Engineering, Faculty of Civil Engineering, AlBaath University
Eng. Hadel Alshabaan Master's Student in Water Resources Management and Engineering, Faculty of Civil Engineering, AlBaath University

Abstract

The research aims to study the surface runoff in the Ghamqa River Basin to estimate the actual possibility of conserving its water before it is wasted in the sea. As it flows with a relative abundance between January and May, and in the case of great precipitation, the river deviates from its natural way and overflows to flood neighboring areas, causing damage to crops and lands before throwing its water into the sea. This research study shows the surface runoff (V) and the value of the Curve Number (CN) in each part of the basin based on the American method SCS (American Soil Research Center) using the Geographic Information Systems (GIS program), Where the weighted average of the Curve Number was (73.2) while its values were between (63) for the most permeable areas and (98) for the least permeable areas, these results indicate that the basin surface tends to produce surface water runoff. and for The values of the surface runoff coefficient (c) ranged between (0.5-0.05) , therefore we find agreement between the surface runoff coefficient and the Curve number, because they are affected by two basic variables, type of soil and land use, which are considered important indicators that determine the volume of surface runoff.

Key words: The Ghamqa River Basin, Surface runoff, Curve Number, Geographic Information Systems, Soil Conservation Service (SCS).

1- مقدمة:

تعد الموارد المائية من أهم المرتكزات الأساسية لمتطلبات الحياة المعيشية وفي كافة الأنشطة الاقتصادية، لا سيما بعد التطور الصناعي والزراعي والحضري للمجتمعات، وهنا تكمن أهمية إدارة الموارد المائية من أجل تحقيق التنمية الاقتصادية المستدامة، حيث إن استمرار زيادة النمو السكاني في العالم يستدعي تحقيق استغلال أمثل للموارد المائية المتاحة لمواجهة المتطلبات المتزايدة على الغذاء، فضلاً عن التحديات التي تفرضها محدودية هذه الموارد.

لذلك اهتم العديد من الباحثين بدراسة مصادر الثروة المائية. وخاصة المياه السطحية الناتجة عن الهطول المطري التي تعد من أهم مصادر هذه الثروة، والتي يمكن أن تتواجد على شكل أنهار ومسيلات ومجاري مائية (دائمة أو موسمية). من هنا تأتي أهمية دراسة واقع الجريان السطحي في حوض نهر الغمقة واستغلال مياهه المهدورة كأولوية عليا للتنمية المستدامة، ولكن غالباً ما تعوق تلك الدراسة التغيرات المكانية والزمانية في العمليات التي تربط العوامل المناخية كالهطول المطري وكمياته، بحجم مياه الجريان السطحي، وكذلك نقص أو عدم توافر بيانات مرجعية لمعايرة نتائج الدراسة.

تم في هذا البحث دراسة حوض نهر الغمقة وتحديد الحوض الساكب له وخصائصه الهندسية والمورفولوجية وذلك باستخدام برنامج GIS، الذي يعد من أهم الأنظمة المعلوماتية في مجال دراستنا لما قدمه من خيارات متعددة ومختلفة تساعد كثيراً في مجال الدراسات المائية، وذلك من خلال استخدام هذه النظم في اشتقاق شبكة المسيلات المائية، وتحديد الأحواض الساكبة وخواصها الهندسية [1]. وقمنا بحساب حجم الجريان السطحي والرقم الدليلي وذلك بالاعتماد على الطريقة الأميركية في صيانة التربة (SCS) من خلال التكامل بين تقنيتي الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية.

2- هدف البحث:

يهدف البحث إلى دراسة واقع الجريان السطحي في حوض نهر الغمقة في طرطوس، وإيجاد معايير يمكن الاعتماد عليها في تحديد بعض الخصائص الهيدرولوجية لمنطقة الدراسة وذلك باستخدام البرمجيات المتخصصة في هذا المجال.

3- مواد وطرائق البحث:

3-1- البرامج المستخدمة في البحث (programs used in the research):

- برنامج نظم المعلومات الجغرافية (GIS) حيث يتم من خلاله إدخال بيانات جغرافية (خرائط – نموذج رقمي للتضاريس DEM) وبيانات وصفية (جداول) ومعالجتها وإخراجها لأهداف مختلفة كتحديد الحوض الساكب وخصائصه الهندسية والمورفولوجية وذلك بالاعتماد على أدواته وتحليلاته وامتداداته مثل برنامج (HEC-GeoHMS).
- برنامج (Microsoft Excel) حيث يتم من خلاله إدخال البيانات المناخية ومعالجتها وتحليلها وإخراجها لأهداف مختلفة.
- تم الاستعانة في البحث ببرنامج Google Earth Pro للحصول على الصور الفضائية لمنطقة الدراسة

3-2- طرائق البحث (Research methods):

تم الاعتماد على الطريقة الأميركية SCS (مركز أبحاث التربة الأميركي):

تبدأ طريقة الـ SCS بمعرفة ارتفاع طبقة الهطول الكلي، وحجم الجريان السطحي خلال العاصفة المطرية، ويمكن حساب ارتفاع طبقة الجريان السطحي (المطر الفعال) الناتج عن العاصفة المطرية التصميمية [2]، بالعلاقة الآتية:

$$P_e = \frac{(P-I_a)^2}{|P-I_a|+S} \qquad (1)$$

حيث إنّ:

P_e – ارتفاع طبقة الجريان السطحي الناتجة عن العاصفة المطرية، (mm).

P – قيمة الهطول المطري، (mm).

I_a – الضياعات الأولية (mm)، تعطى قيمتها عادة مساوية لـ S 0.2

S – احتجاز التربة الأعظمي من الرطوبة، سعة الاحتفاظ القصوى بعد بدء الجريان السطحي (mm).

ويعطى بالعلاقة الآتية:

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \qquad (2)$$

CN – دليل الهطول الفعال، والذي يتعلق بنوع تربة المنطقة المدروسة، واستخدام الأرض.

بعد أن تم إيجاد ارتفاع طبقة الجريان السطحي P_e، نحسب حجم الجريان السطحي الأعظمية V من العلاقة الآتية:

$$\mathrm{V} = \mathrm{P_e} \times \mathrm{A} \times 1000 \qquad (3)$$

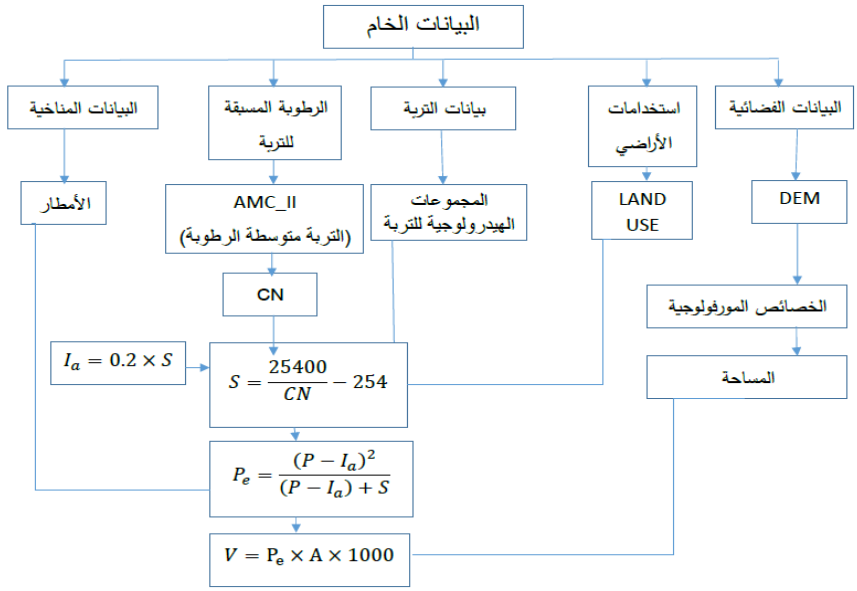
حيث إنّ:

V – حجم الجريان السطحي، (m^3).

P_e– ارتفاع طبقة الجريان السطحي (mm).

A – مساحة الحوض الساكب (km^2).

ويبين الشكل (1) المخطط التفصيلي لمراحل تنفيذ هذه الطريقة [3]، وبناءً عليه نتبع الخطوات الآتية:



الشكل (1): مخطط تفصيلي لطريقة SCS.

4-النتائج ومناقشتها:

4-1- تحديد حدود حوض نهر الغمقة (Defining the boundaries of the Ghamqa River Basin):

يقع حوض نهر الغمقة على الساحل السوري، ويأخذ شكلاً طولياً، تبلغ مساحته (213.5 km^2) وطول مجراه (46 km) ويحده من الجنوب حوض نهر الأبرش ومن الشمال حوض نهر الحصين كما هو مبين في الشكل (2).

تسمح لنا خيارات البرنامج بتحديد أي مخرج أو نقطة تصريف، ومن ثم إيجاد الحوض الساكب في هذه النقطة، وسوف يتم استخدام هذه الميزة في تحديد الحوض الساكب لنهر الغمقة، حيث تكون نقطة التصريف المحددة هي مصب النهر أي نقطة التقائه مع البحر.

وبإدخال البيانات المطلوبة لعمل الأداة المتمثلة بطبقة اتجاه الجريان والنقطة التي تمثل فم الحوض نحصل على حدود حوض نهر الغمقة كما هو مبين في الشكل (2).

الشكل (2): حدود حوض نهر الغمقة.

4-2-المواصفات الهيدروغرافية (Hydrographic specification):

يبين الجدول (1) المواصفات الهيدروغرافية للحوض الساكب.

الجدول (1): المواصفات الهيدروغرافية لحوض نهر الغمقة [4].

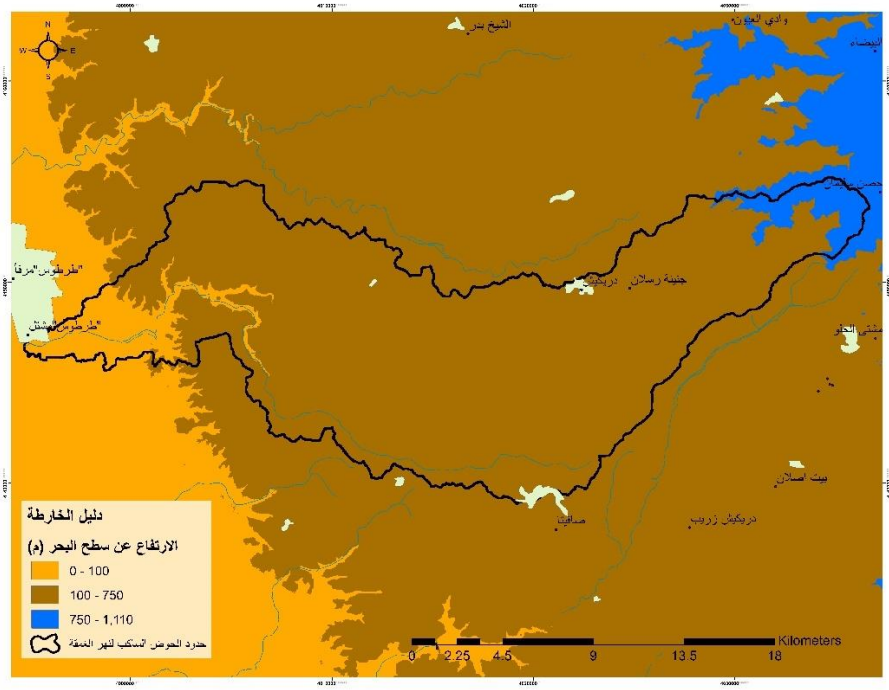
الحوض	المساحة (km^2)	طول المجرى(km)	ميل المجرى %	الارتفاع المتوسط m	ميل الحوض %
الغمقة	213.5	46	0.018	647	0.17

4-3- المواصفات المورفولوجية للحوض (Morphological specifications):

لا تتأثر خصائص الجريان السطحي للحوض بالمناخ فحسب، بل تتأثر أيضاً بالخواص المورفولوجية للحوض، مثل الشكل والتربة والغطاء النباتي.

تغلب على منطقة الدراسة الطبيعة الجبلية والهضبية، حيث تتراوح الارتفاعات فيها بين ($0...1110\ m$) عن سطح البحر، وتتراوح درجات الانحدار من 20 إلى 30 درجة[5]. وتتميز مورفولوجية الحوض بثلاث مناطق متوازية مع الشاطئ الساحلي حيث تم تقسيم حوض الغمقة اعتماداً على خطوط تقسيم المياه والارتفاع عن سطح البحر إلى ثلاثة أقسام رئيسية كما هو موضح في الشكل (3):

- المنطقة الساحلية، بعرض($3-15\ km$)، بارتفاع يصل إلى ($100m$).
- منطقة هضابيه بارتفاعات من ($100\ m$) إلى ($750\ m$).
- منطقة جبلية بارتفاعات تزيد عن ($750\ m$).



الشكل (3): الخريطة المورفولوجية لحوض نهر الغمقة.

4-3-1- معامل التعرج:

إن مجاري الأنهار متعرجة دائماً، وتتعلق درجة التعرج بتضاريس المنطقة وبمقاومة الصخور والترب المتوضعة في مجرى النهر ووادیه [2]، ويستخدم هذا المعامل لإبراز درجة تعرج شبكة المجاري المائية بحيث إنه كلما زادت القيمة عن واحد دلّ ذلك على شدة تعرج المجري المائي ومن ثم بطئ وصول المياه عند جريانها إلى المصب وزيادة في معدل التسرب والتبخر ومن ثم قلة خطورة الحوض، وكلما اقترب معامل التعرج من الواحد، دلّ ذلك على استقامة المجرى المائي.

ويعبر عن معامل تعرج النهر K_u بالعلاقة الآتية:

$$K_u = \frac{L}{l} > 1 \qquad (4)$$

حيث إنَّ:

K_u – عامل تعرج النهر.

L – الطول الفعلي للنهر مقدراً بـ (km).

l – طول الخط المستقيم الممتد من منبع النهر إلى مصبه مقدراً بـ (km).

وبتعويض القيم في العلاقة (4) نجد أن:

$$K_u = \frac{46}{42} = 1.095 \ > 1$$

وتدل نسبة معامل التعرج والتي تقع بين $(1....1.3)$ على التواء المجرى المائي الأقرب للمستقيم [6] أي زيادة في سرعة وصول المياه عند جريانها إلى المصب وانخفاض في معدل التسرب والتبخر ومن ثم زيادة درجة خطورة الحوض.

4-3-2- عامل الشكل:

يصف هذا المعامل مدى انتظام عرض الحوض المائي على طول امتداده من منطقة المنابع وحتى بيئة المصب. ويتأثر شكل حوض التصريف المائي ونمطه وشبكة التصريف التي تمتد داخله بالخصائص الأخرى لحوض التصريف مثل نوع الصخر ودرجة الانحدار بالإضافة إلى أن الشكل يؤثر على العمليات الجيومرفولوجية خاصة فيما يتعلق بكفاءة الحوض المحتملة وشبكة التصريف المائي به، وقد استخدم عامل الشكل لتحديد أشكال الأحواض النهرية [7].

يمكن الحصول عليه من المعادلة الآتية:

$$\mathrm{R_f} = \frac{A}{l^2} \qquad (5)$$

حيث إنّ:

R_f – معامل الشكل.

A – مساحة الحوض (km^2).

l – طول الخط المستقيم الممتد من منبع النهر إلى مصبه مقدراً بـ (km)

وبالتعويض في المعادلة (5):

$$R_f = \frac{213.5}{42^2} = 0.121$$

ويبرز معامل شكل الحوض العلاقة بين كل من الطول والعرض في الحوض، وتشير القيم المنخفضة إلى الانخفاض النسبي في بسط هذه العلاقة أي المساحة بالنسبة للطول مما يعنى ازدياد الطول النسبي لأحد يعدي الحوض على حساب الآخر وبالتالي اقتراب الشكل الحوض من الشكل المثلث كما تشير القيم المرتفعة إلى ارتفاع قيم البسط (مساحة الحوض) على المقام (طول الخط المستقيم) وبالتالي اقتراب شكل الحوض من الشكل المستطيل.

نلاحظ أن هناك تبايناً كبيراً بين طول الحوض وعرضه، حيث يبلغ عرض الحوض عند منطقة المنبع عرضاً وسطياً ويبدأ بالتزايد ليبلغ أقصاه عند المنتصف ثم يأخذ بالتناقص التدريجي باتجاه المصب، حيث يصبح الحوض أضيق ما يمكن. ويبين الجدول (2) المواصفات المورفولوجية لحوض نهر الغمقة:

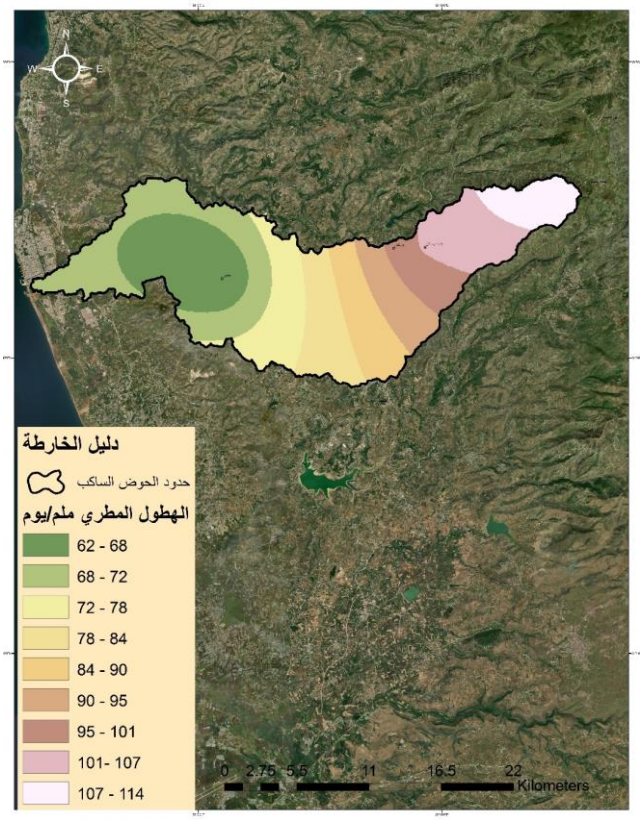
الجدول(2): المواصفات المورفولوجية لحوض نهر الغمقة

الحوض	مساحة الحوض km^2	طول المجرى km	الطول المحوري km	معامل الشكل	معامل التعرج
الغمقة	213.5	46	42	0.121	1.095

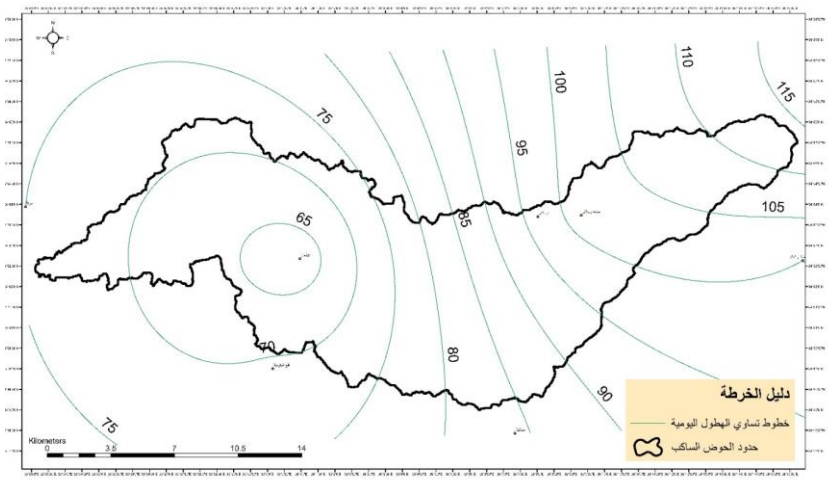
4-4- حساب ارتفاع الهطول في حوض نهر الغمقة (Calculation of precipitation height in the Ghamqa River basin):

تعد الهطولات المطرية المصدر الرئيسي للجريان السطحي، ويتأثر الجريان الناتج بغزارة الهطول المطري، فمع زيادة الهطولات المطرية يزداد الجريان السطحي، والعكس صحيح ويعتبر ارتفاع الهطول المطري أحد مكونات المعادلة الأساسية لتقدير ارتفاع الجريان السطحي، ونظراً لقلة المحطات المناخية داخل الحوض الساكب والتي تقتصر على الدريكيش وجنينة رسلان وتيشور تم الاستعانة ببيانات الأمطار لمحطات مناخية مجاورة مثل محطة طرطوس، عين الدليمة، ومحطة صافيتا/ وقلع اليازدية، ومشتى الحلو، وطرطوس_مرفأ ومحطة حصن سليمان.

حيث تم استخدام طريقة خطوط تساوي الهطول في الحوض الساكب، واشتقاق قيم الهطول المطري على كامل المنطقة المدروسة والنتيجة مبينة في الشكل (4). وإنشاء خريطة خطوط تساوي الهطول انطلاقاً من قيم الهطول المطري المشتقة على كامل المساحة المدروسة، والخريطة الناتجة مبينة في الشكل (5).



الشكل (4): معدل الهطول المطري اليومي.



الشكل (5): خطوط تساوي الهطول المطري اليومي في حوض نهر الغمقة.

نحسب المساحات الجزئية بين خطوط تساوي الهطول ونطبق العلاقة الآتية:

$$\bar{h} = \frac{\sum_{i=1}^{n} a_i \times h_i}{A} \qquad (6)$$

حيث إنّ:

a_i– المساحة المحصورة بين خطين متجاورين من خطوط تساوي الهطول، (km^2).

h_i– وسطي قيمة الهطول للخطين المتجاورين، (mm).

n – عدد المساحات الجزئية.

A – المساحة الكلية للحوض، (km^2).

وقد تراوحت قيم الهطول المطري اليومي الأعظمي في حوض نهر الغمقة بين $(62…114\ mm)$

4-5- استخلاص قيم CN للحوض الساكب لنهر الغمقة (Extraction of CN values for the Ghamqa River Basin):

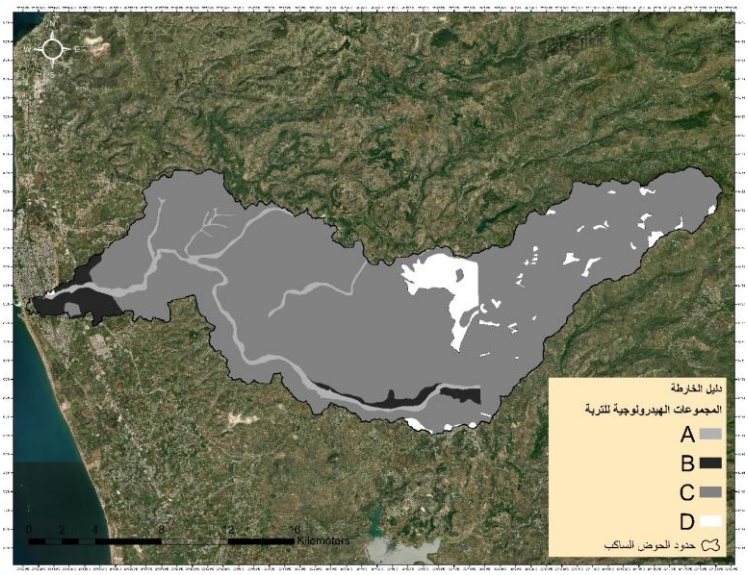
تم إيجاد خريطة CN لكامل الحوض الساكب من خلال الاستعانة بأدوات (HEC_GEOHMS)، وكانت البيانات المطلوبة هي خريطة الارتفاعات الرقمية (DEM)، وخريطة استخدامات الأراضي، وخريطة تصنيف الترب. تتلخص طريقة إنشاء خريطة (CN) ضمن برنامج نظام المعلومات الجغرافية بالخطوات الآتية:

1- تجهيز خريطة التربة ضمن بيئة الgis (الشكل :6) وذلك بالاستعانة بخريطة أنواع الترب المصنفة إلى أربع مجموعات هيدرولوجية D, C, B, A حسب صفات وخصائص كل نوع من الأنواع وفقاً للجدول (3)

الجدول (3) التصنيف الهيدرولوجي للتربة، [8].

المجموعات الهيدرولوجية للتربة	صفات التربة
A	رملية – رملية طميه – لوميه رملية لديها إمكانيات منخفضة للجريان السطحي ومعدلات تسرب عالية عندما تكون رطبة تماما ً، وتتألف بشكل رئيسي من رمال أو حصى عميقة.
B	لوميه سلتيه أو لوميه – تملك معدل تسرب معتدل عندما تكون رطبة بالكامل وتتكون من ترب عميقة إلى متوسطة العمق وذات قوام متوسط النعومة إلى متوسط الخشونة.
C	لوميه طينية رملية تملك معدلات تسرب منخفضة عندما تكون رطبة تتكون من تربة تمنع تسرب المياه وذات قوام ناعم إلى متوسط النعومة.
D	لوميه طينية – لوميه طينية سلتيه – طينية رملية –طينية سلتيه –أو طينية تملك أعلى احتمال للجريان السطحي ومعدل تسرب منخفض للغاية.

يبين الشكل (6) خارطة تصنيف تربة حوض نهر الغمقة وفق أربع مجموعات هيدرولوجية D, C, B, A ويبين الجدول (4) المساحة التي تشغلها كل مجموعة.



الشكل (6): المجموعات الهيدرولوجية للتربة في حوض نهر الغمقة.

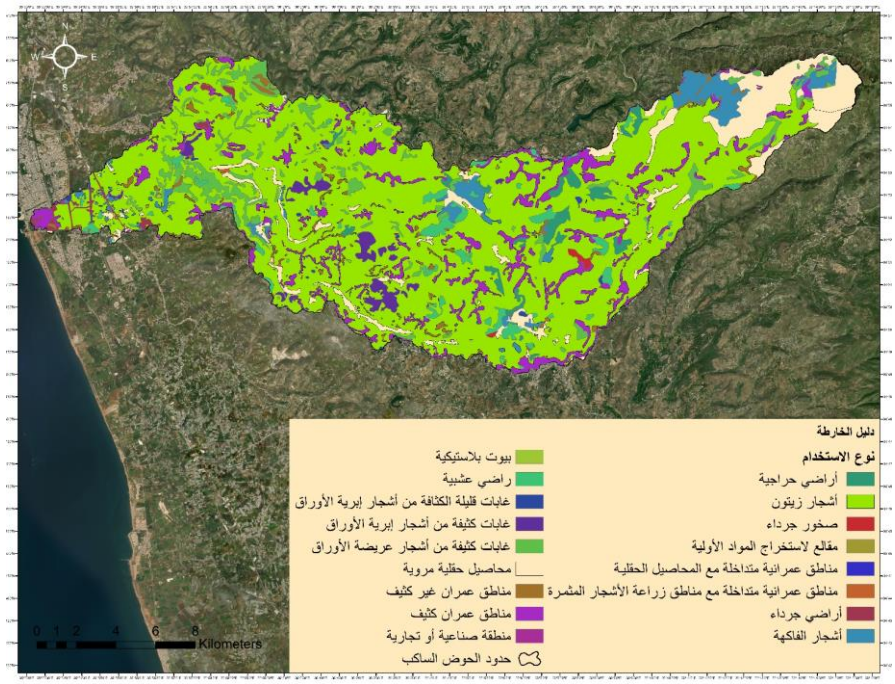
الجدول (4): توزيع المجموعات الهيدرولوجية للترب في منطقة الدراسة [نتائج البحث].

الرقم التسلسلي	المجموعة الهيدرولوجية	المساحة (km^2)	النسبة المؤية %
1	C	184.62	86.47
2	D	11.27	5.27
3	A	9.16	4.3
4	B	8.45	3.96
المجموع		213.5	100

2-إعداد جدول (CNLOOK-UP) وهو جدول يعطي قيم (CN) بالاعتماد على نمط استخدام الأراضي ونوع التربة المقابل له

3-إعداد شريحة استخدامات الأراضي (الشكل: 7) وذلك بإضافة أربعة حقول إلى جدول الصفات PctA, PctD, PctC, PctB ، ومن أجل ملء هذه الحقول نقوم بربط جدول CNLOOK-UP مع جدول الصفات لخريطة استخدامات الأراضي.

حيث إنّ استخدامات الأراضي في منطقة الدراسة تنوعت كثيراً وشغلت الأراضي الزراعية القسم الأكبر منها كما هو موضح في الشكل (7)، ويوضح الجدول (5) مساحة ونسبة كل نوع من أنواع استخدامات الأراضي الموجودة ضمن الحوض الساكب لنهر الغمقة



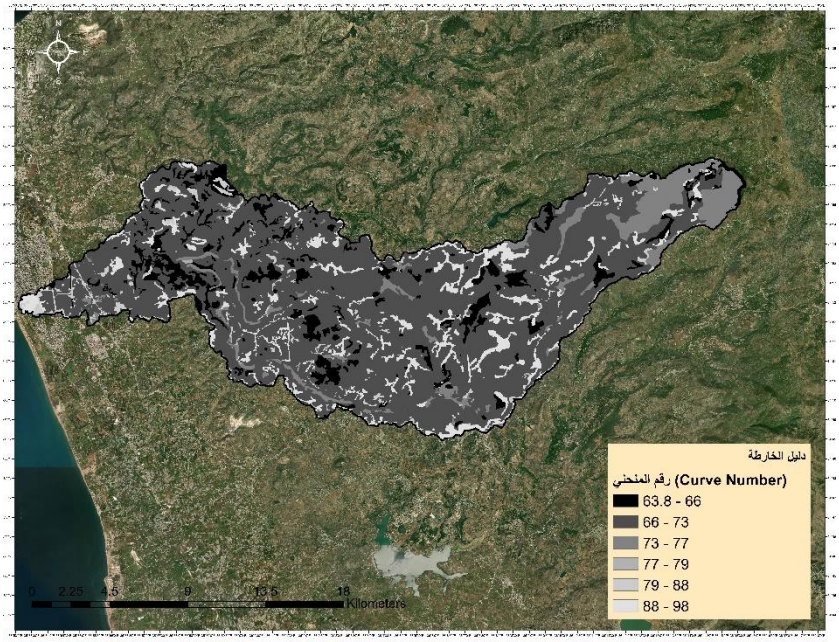
الشكل (7): استخدامات الأراضي ضمن حدود الحوض الساكب.

الجدول (5): توزيع استخدامات الأراضي ضمن حدود الحوض الساكب.

الرقم التسلسلي	نوع استخدام الأراضي	المساحة (km^2)	النسبة المؤية %
1	منطقة صناعية أو تجارية	0.098	0.046
2	مناطق عمران كثيف	18.51	8.67
3	مناطق عمران غير كثيف	4.38	2.05
4	محاصيل حقلية مروية	15.68	7.344
5	غابات كثيفة من أشجار عريضة الأوراق	12.02	5.63
6	غابات كثيفة من أشجار إبرية الأوراق	3.59	1.68
7	غابات قليلة الكثافة من أشجار إبرية الأوراق	0.55	0.26
8	أراضي عشبية	5.73	2.68
9	بيوت بلاستيكية	0.25	0.12
10	أشجار الفاكهة	7.99	3.74
11	أراضي جرداء	1.35	0.63
12	مناطق عمرانية متداخلة مع مناطق زراعة الأشجار المثمرة	0.46	0.22
13	مناطق عمرانية متداخلة مع المحاصيل الحقلية	0.003	0.001
14	مقالع لاستخراج المواد الأولية	0.059	0.03
15	صخور جرداء	0.35	0.164
16	أشجار زيتون	138.57	64.904
17	أراضي حراجية	3.91	1.831
	مجموع المساحة الكلية (km^2)	213.5	100

4-دمج خريطة التربة مع خريطة استخدامات الأراضي باستخدام أداة الدمج (Union Tool).

5-بعد إتمام عملية الدمج يتم استخدام HEC-GEOHMS من أجل إنشاء خريطة (CN) من خلال الأداة Generate CN Grid والتي تتطلب إدخال بيانات الDEM وخريطة الدمج وجدول CNLOOK-UP، وبتشغيل الأداة سوف يتم إضافة طبقة راستر تحوي قيم (CN) للحوض كما هو موضح في الشكل (8).



الشكل (8): قيم رقم المنحني في الحوض الساكب لنهر الغمقة.

نلاحظ أن قيم (CN) تتراوح من 63.8 وحتى 98 وبالتالي فإن ظروف الحوض بشكل عام تميل للسماح بتشكل جريان سطحي عال، وبما أن غالبية ترب الحوض متماثلة من حيث قابليتها لتشكيل الجريان السطحي فإن استخدامات الأراضي هي العامل المؤثر الأكبر في اختلاف قيم (CN) في منطقة الدراسة، حيث نلاحظ أن أقل قيم لرقم

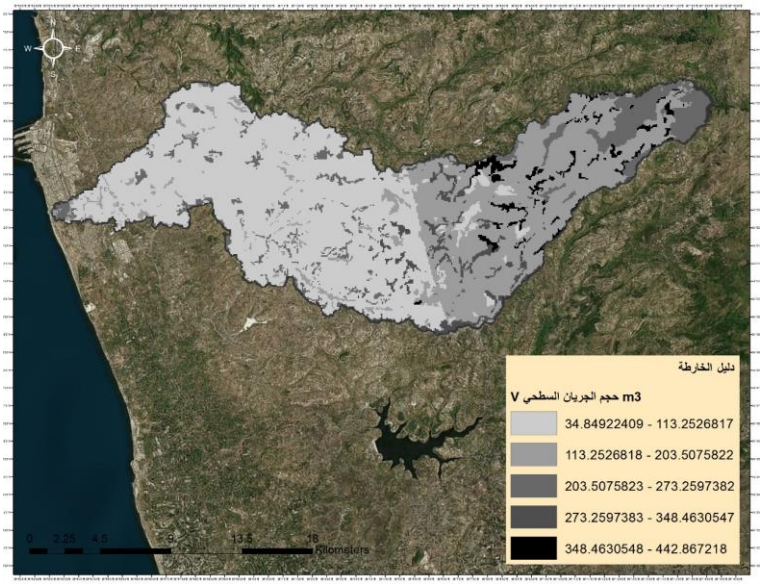
المنحني (CN) في منطقة الدراسة تظهر في مناطق انتشار الأراضي الحراجية والغابات (مناطق الغابات تعيق حركة الجريان السطحي بشكل أكبر مما هو عليه في الأراضي الزراعية) وترتفع قيم CN بشكل كبير في الأراضي الجرداء والصخور والمناطق العمرانية وكذلك في مناطق الزراعة والمناطق العمرانية المتداخلة مع الزراعات.

4-6- تقدير حجم الجريان السطحي في حوض نهر الغمقة (Estimation of runoff volume in the Ghamqa River Basin):

يتعلق الجريان السطحي الناتج عن الهطول المطري بالميول، وبنوعية التربة السطحية من حيث نفاذيتها، وعمقها، ووجودها فوق طبقة كتيمة أو نفوذه تسمح بمرور المياه عبرها، كما يتعلق بكيفية حراثة الأراضي واستعمالاتها الزراعية وبرطوبة التربة الابتدائية .

ويعبر حجم الجريان السطحي (V) (Runoff Volume) عن مجموع الجريان على كامل مساحة الحوض، يعد حجم الجريان السطحي من الحسابات الهيدرولوجية الهامة للعديد من الدراسات، حيث تم تقدير حجم الجريان السطحي (V) في الدراسة الحالية لحوض نهر الغمقة، اعتماداً على حسابات ارتفاع طبقة الجريان السطحي (P_e)، التي تم الحصول عليها وجرى ذلك أيضاً عن طريق عملية جبر الخرائط (Map Algebra) باستخدام أداة (Raster Calculator) ضمن وظائف المحلل المكاني (Spatial Analyst) ضمن بيئة برنامج (Arc Gis) حيث استخدمت المعادلة (3) في حساب حجم الجريان السطحي.

وتم الحصول على الخارطة الخاصة بحجم الجريان السطحي للحوض، كما هو موضح في الشكل (9) ومدون في الجدول (6).



الشكل (9): قيم حجم الجريان السطحي في حوض نهر الغمقة

الجدول (6): حجم الجريان السطحي اليومي لحوض نهر الغمقة.

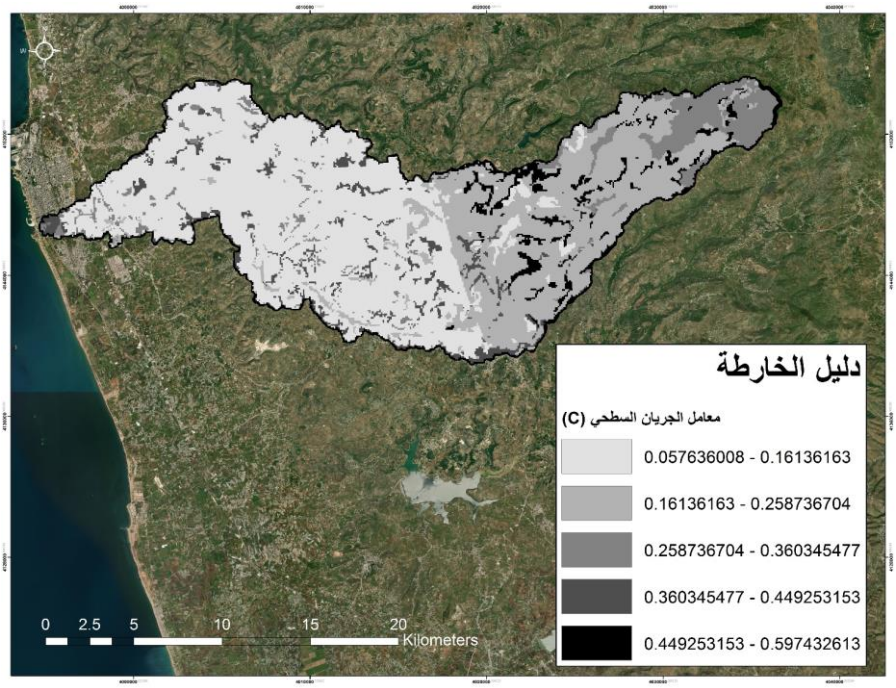
رقم	توزيع فئات حجم الجريان السطحي اليومي(m^3)	النسبة المؤية لمساحة كل فئة %	مجموع حجم الجريان السطحي لكل فئة، (m^3)	النسبة المؤية %
1	34.85–113.25	54.6	1798917	30.43
2	113.25–203.5	30.5	2161929	36.57
3	203.5–273.26	7.9	842932.3	14.26
4	273.26–348.463	3.2	440410.4	7.45
5	348.463–442.87	3.8	667720.5	11.29
المجموع		100	5911909.2	100

بلغ حجم الجريان السطحي في الحوض ($5.9\ m.m^3$)، كما نلاحظ أن نسبة (67 %) من حجم الجريان السطحي اليومي في الحوض لها قابلية إنتاجية للجريان السطحي يتراوح بين ($mm35\ldots204$) والتي تغطي (% 85) من مساحة الحوض.

4-7- حساب عامل الجريان ((c) Runoff Coefficient):

يمثل معامل الجريان السطحي نسبة الجريان الفعلي إلى الهطول المطري الكلي، وهو عامل يتعلق بشكل أساسي بظروف تربة المنطقة، وبالغطاء النباتي، والشكل (10) يعبر عن معامل الجريان السطحي في حوض نهر الغمقة.

إن منطقة الدراسة هي منطقة ساحلية، تغلب عليها الأراضي الزراعية والغابات، وتنتشر الترب الكتيمة في القمم وأعالي الجبال، مما يعطي قيماً مرتفعة لمعامل الجريان عند تلك القمم، وبخاصة في بعض المناطق الجرداء، بينما تنخفض تلك القيم بشكلٍ نسبي، كلما اقتربنا نحو البحر، حيث تصبح الأرض قليلة الميل.



الشكل (10): معامل الجريان السطحي c في حوض نهر الغمقة.

إن اعتماد خريطة رقمية لعامل الجريان للأحواض الساكبة الصغيرة، يُسهِّل عمل المصمم أو الباحث في المستقبل، كما أن اعتماد جميع المتغيرات المؤثرة في قيمة معامل الجريان والرقم الدليلي، يسمح بتصميم المنشآت المائية على أساس قيمة الغزارة التصميمية التي تحقق شرطي الأمان – والجدوى الاقتصادية لأن إغفال أحد المتغيرات قد يؤثر بشكل مباشر في زيادة أو نقصان عامل الجريان.

إن أهم ما توصلنا إليه من خلال هذه الدراسة، هو الحصول على خريطة رقمية تحتوي على عدة طبقات، تمثل المتحولات المستخدمة في حساب الرقم الدليلي، حيث إنّ هذه القاعدة من البيانات قابلة للتعديل بسهولة كبيرة، لأي تغيير قد يطرأ على منطقة الدراسة.

5- الاستنتاجات والتوصيات:

5-1- النتائج:

1- من خلال تصنيف تربة المنطقة تبين أن اغلبها يقع ضمن المجموعة الهيدرولوجية للتربة (C) ويشكل نسبة (% 86.47) ، وهذا ما يسمح لتربة هذه المجموعة بتحقيق جريان متوسط وعالي في مناطق تواجدها.

2- تراوحت قيم الرقم الدليلي (CN)في حوض الدراسة بين قيمة (63.8) للمناطق الأكثر نفاذية وبين (98) للمناطق الأقل نفاذية ، وهذا يعطي انطباع على أن سطح الحوض يميل نحو إنتاج جريان مائي سطحي ، إذ بلغ المعدل الموزون لقيم (CN) (73.2).

4- أظهرت نتائج تقدير حجم الجريان السطحي المائي اليومي والبالغة (5.9 $10^6\ m^3$) أن نسبة (% 67) حجم الجريان السطحي اليومي في الحوض لها قابلية إنتاجيه للجريان السطحي يتراوح بين ($mm35\ldots204$) والتي تغطي مساحة (%

85) من مساحة الحوض. وهذا يؤكد وجود كمية كبيرة من مياه الجريان المائي السطحي في أيام وفرة الأمطار وفصل التساقط المطري وأنها ذات قيمة هيدرولوجية كبيرة.

5- تراوحت قيم معامل الجريان السطحي بين (0.05 و0.5)، حيث نجد توافقاً بين قيم C وقيم CN،لأنهما يتأثران بمتغيرين أساسيين هما نوع التربة واستخدام الأراضي، وكلاهما يعبر عن حجم الجريان السطحي.

5-2- التوصيات:

1- القيام بدراسات هيدروجيولوجية للمياه الجوفية وطبقات الأرض بشكل متعمق لوجود عدة فوالق وانكسارات في هذا الحوض، مما يؤدي لتسرب المياه السطحية عبرها وضرورة تحديد أماكن توضعها بشكل دقيق بغية إيجاد افضل موقع للاستفادة من المياه بالطرق المختلفة.

2- من أجل استخدام طرائق النمذجة الحديثة، لا بد من تكوين قاعدة بيانات ضخمة، تسهل على الدارسين استخدام هذه البرامج، الأمر الذي يحتاج إلى مجموعة عمل، تقوم بجمع هذه البيانات، وبالتالي الحصول على قاعدة بيانات هيدرولوجية تشمل سوريا بكاملها

3- الاستفادة من قاعدة البيانات الهيدرولوجية الناتجة عن هذه الدراسة وتوظيفها بشكل يخدم الأحواض المجاورة لحوض الدراسة.

4- إنشاء محطات لقياس تصاريف الجريان السطحي في أحواض الوديان المدروسة فضلاً عن إقامة محطات مناخية لأهمية ذلك في الدراسات الهيدرولوجية المتنوعة.

6- المراجع:

1-ALANANZEH,A 1997 Water budget of wadi AlKarak basin, **Mu'tah Journal for research and study,**VOL11,ISS5,149-169.

2-HAMDAN,Y. LAYOUS,E 2016 **HYDROLOGYA(1).** Albaath University,Faculty of Civil Engineering,Syria,288 (In Arabic).

3-HAMEED,D 2016 Spatial Analysis to Estimate Runoff Using SCS (CN) to Wadi Al mur Watershed North of Iraq, **Tikrit Journal of Pure Science,** vol21,iss5,110-121.

4-Project to study the water budget in the coastal basin, 2015 **Hydrological Report.** Phase II, Ministry of Public Works, General Company for Water Studies. Ministry of Water Resources, General commision of water Resources (In Arabic).

5-PAPANOV,P ; KOUT,W 2012 **AL Ghamqa River (Coastal basin) hydrological study.** Ministry of Irrigation, General Commission for Water Resources.

6- ALDULAIMI,K 2001 **Applied Geomorphology (Applied Geomorphology).** Al Dar-AlAhlia Bookstore, Amman, Jordan, 271p (In Arabic).

7- HORTON, RE (1932) **Drainage basin Characteristics**. Transactions of the American Geophysical Union, 13, 350-361p.

8-NRCS, U 2007 Hydrologic soil groups, Part 630 **Hydrology National Engineering Handbook**.USA.